ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ)

ปริญญา

เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ — **สาขา**

เศรษฐศาสตร์ — **ภาควิชา**

เรื่อง การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน: กรณีศึกษา เทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

Economic Analysis of Project Biogas System from Waste:
Case Study of Thungsong Municipality, Nakhon Si Thammarat

นามผู้วิจัย นางสาวอัญชลี วังวิเศษกุศล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์จีรพรรณ กุลดิลก, ศ.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์ศักดิ์สิทธิ์ บุศยพลากร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน : กรณีศึกษา เทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

Economic Analysis of Project Biogas System from Waste : Case Study of Thungsong Municipality, Nakhon Si Thammarat

โดย

นางสาวอัญชลี วังวิเศษกุศล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัญชลี วังวิเศษกุศล 2553: การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน: กรณีศึกษา เทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ) สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์จีรพรรณ กุลดิลก, ศ.ม. 137 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโครงการ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินผลการดำเนินโครงการ และใช้ประกอบการตัดสินใจของหน่วยงานที่ต้องการลงทุนในระบบดังกล่าวในอนาคต

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เป็นการประเมินผลประโยชน์ทางตรงและทางอ้อมของโครงการที่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายของโครงการ โดยอาศัยเกณฑ์ชี้วัดความคุ้มค่าของการลงทุน ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ โดยกำหนดให้ตัวแปรด้านปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิตเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้กำหนดอายุโครงการเท่ากับ 10 ปี ตามอายุการใช้งานของเครื่องจักร และใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8 ผลการวิเคราะห์พบว่า โครงการไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 1 ตัน ส่วนผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ กรณีที่โครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 10 และ 15 ตัน พบว่าโครงการมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน และมีแนวโน้มที่เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากยิ่งขึ้น

การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ จะก่อให้เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุน หากโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับขนาดของระบบ ดังนั้นการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะจึงเป็นโครงการที่สมควรลงทุน เพื่อเป็นการกระจายแหล่งพลังงานทดแทนที่ใช้วัตถุดิบภายในประเทศ และช่วยลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมได้

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Aunchalee Wangvisatgusol 2010: Economic Analysis of Project Biogas System from Waste: Case Study of Thungsong Municipality, Nakhon Si Thammarat. Master of Economics (Business Economics), Major Field: Business Economics, Department of Economics. Thesis Advisor: Associate Professor Chiraphan Kuladilok, M.Econ. 137 pages.

The Objective of this study is mainly to analysis the economic feasibility of investment municipal waste-base biogas production system. Secondary data were used to gather data from organizations. The interview was conducted to collect the preliminary data in order to evaluate the performing project and use data for decision making in the investing in this system in the future.

The economic analysis of biogas system project is carried out by comparing the project benefits and costs. The indicators of economic project worth are net present value (NPV), benefit-cost ratio (BCR) and internal rate of return (IRR). Moreover, sensitivity analysis. This project have 10 years as project life and 8 percent as discount rate.

The result shows that the project is not worth to invest because it can separate of organic waste to be fed into the system only 1 ton per day. On the other hand, the sensitivity project is worth it to invest. If can separate of organic waste to be fed into the system at 5, 10 and 15 ton per day. And it tends to far more invest as it is worth it.

If appropriate quantity of the feed arrangement of the organic waste meets the size of the system, the project is worth. Then the economic analysis of biogas system project is worth to invest as it distributes renewable energy using raw material in within the country and it helps to reduce the environmental pollution.

_____ _____ ___ / ___ / __

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์จีรพรรณ กุลดิลก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร. ศักดิ์สิทธิ์ บุศยพลากร ประธานการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.ชลลดา หลวงพิทักษ์ และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รองศาสตราจารย์ ดร. อ้อทิพย์ ราษฎร์นิยม ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณสมเจตน์ เทพคง ที่กรุณาสละเวลาในการให้ข้อมูล และพาเยี่ยมชมโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง และขอขอบคุณ อาจารย์กนกพร ชัยประสิทธิ์ คุณอติเทพบดินทร์-คุณจักรพงศ์ ปรีดิยาพันธ์ คุณสรายุทธ์ เกิดทอง และคุณภาวิณี นาคสวัสดิ์ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง

ผู้วิจัยขอบคุณพระคุณ บิดา มารดา และพี่ๆ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด ขอขอบคุณเพื่อนเศรษฐศาสตร์ธุรกิจรุ่น 15 ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการปริญญาโทเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ คุณพัชรินทร์ อุดมรัตน์ และคุณวรรณพร ฉัตรทอง ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือด้วยดีมาโดยตลอด

อัญชลี วังวิเศษกุศล

เมษายน 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (9)

บทที่ 1 บทนำ 1
- ความสำคัญของปัญหา 1
- วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
- ขอบเขตการวิจัย 4
- ข้อสมมติ 5
- นิยามศัพท์ 5

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 7
- แนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 7
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27
- กรอบแนวคิดการวิจัย 30

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 33
- วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 33
- วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 33

บทที่ 4 สภาพทั่วไปของโครงการและระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ 38
- ความเป็นมาของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ 38
- สภาพทั่วไปของเทศบาลเมืองทุ่งสง 40
- เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ 41
- การใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ 55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ผลการวิเคราะห์	60
การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ	60
ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	79
การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ	81
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	86
สรุปผลการวิจัย	86
ข้อเสนอแนะ	91
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	94
ภาคผนวก	98
ภาคผนวก ก การคำนวณต้นทุนและประโยชน์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ	99
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ	104
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	137

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ปริมาณขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน พ.ศ. 2543-2551	2
2.1	ค่า Conversion factor เพื่อปรับราคาตลาดให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับประเทศไทย	22
5.1	สรุปค่าใช้จ่ายในการลงทุนทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ	63
5.2	ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ	64
5.3	ค่าสาธารณูปโภคที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ	65
5.4	ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ	66
5.5	ค่าใช้จ่ายสำหรับขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ	67
5.6	ค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ	68
5.7	สรุปค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ	69
5.8	มูลค่าของก๊าซชีวภาพเมื่อใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม	70
5.9	มูลค่าการประหยัดค่ากำจัดขยะของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ	71
5.10	มูลค่าการประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์	73
5.11	ต้นทุนการบำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ที่สามารถประหยัดได้	74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.12	ต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้	75
5.13	สรุปผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ	76
5.14	สรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ	77
5.15	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ	80
5.16	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 1 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน	82
5.17	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 2 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน	83
5.18	การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 3 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน	84
5.19	สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ	88

ตารางผนวกที่

ก1	ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง	100

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ก2	ค่าน้ำประปาต่อปีของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ	100
ก3	ค่าไฟฟ้าต่อปีของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ	101
ก4	รายการค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ	101
ก5	ขยะอินทรีย์และปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้ในระบบ ประจำเดือน พฤศจิกายน 2551- มกราคม 2552	102
ก6	ประมาณการราคาซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	102
ก7	อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อเงินดอลลาร์สหรัฐอเมริกา	103
ข1	อัตราเงินเดือนพนักงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 1	107
ข2	ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงาน กรณีที่ 1	107
ข3	ค่าสาธารณูปโภคที่ใช้ในการผลิต กรณีที่ 1	108
ข4	ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 1	109
ข5	ค่าใช้จ่ายสำหรับขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 1	109
ข6	รายการค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 1	110
ข7	ค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 1	110

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข8	สรุปค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 1	111
ข9	มูลค่าก๊าซชีวภาพเมื่อใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม กรณีที่ 1	112
ข10	มูลค่าการประหยัดค่ากำจัดขยะ กรณีที่ 1	113
ข11	มูลค่าการประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ กรณีที่ 1	113
ข12	ต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้ กรณีที่ 1	114
ข13	สรุปผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 1	115
ข14	สรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 1	116
ข15	อัตราเงินเดือนพนักงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 2	117
ข16	ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงาน กรณีที่ 2	117
ข17	ค่าสาธารณูปโภคที่ใช้ในการผลิต กรณีที่ 2	118
ข18	ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 2	119
ข19	ค่าใช้จ่ายสำหรับขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 2	119
ข20	รายการค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 2	120

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข21	ค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 2	120
ข22	สรุปค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาของโครงการ กรณีที่ 2	121
ข23	มูลค่าก๊าซชีวภาพเมื่อใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม กรณีที่ 2	122
ข24	มูลค่าการประหยัดค่ากำจัดขยะ กรณีที่ 2	123
ข25	มูลค่าการประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ กรณีที่ 2	124
ข26	ต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้ กรณีที่ 2	124
ข27	สรุปผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 2	125
ข28	สรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 2	126
ข29	อัตราเงินเดือนพนักงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 3	127
ข30	ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงาน กรณีที่ 3	127
ข31	ค่าสาธารณูปโภคที่ใช้ในการผลิต กรณีที่ 3	128
ข32	ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 3	129
ข33	ค่าใช้จ่ายสำหรับขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 3	129

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข34	รายการค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 3	130
ข35	ค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 3	130
ข36	สรุปค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาของโครงการ กรณีที่ 3	131
ข37	มูลค่าก๊าซชีวภาพเมื่อใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม กรณีที่ 3	132
ข38	มูลค่าการประหยัดค่ากำจัดขยะ กรณีที่ 3	133
ข39	มูลค่าการประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ กรณีที่ 3	133
ข40	ต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้ กรณีที่ 3	134
ข41	สรุปผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 3	135
ข42	สรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 3	136

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	32
4.1	ระบบแผ่นกั้นไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Baffled Reactor)	46
4.2	องค์ประกอบของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ	49
4.3	ผังระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ	54
4.4	ผังระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง	55
5.1	เปรียบเทียบปริมาณขยะที่ต้องนำไปฝังกลบ ก่อนและหลังมีโครงการ	78

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

พลังงานนับเป็นปัจจัยสำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจทุกสาขาของประเทศ แต่เนื่องจากประเทศไทยมิได้มีแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์เพียงพอที่จะตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้ การจัดหาพลังงานของประเทศไทยส่วนใหญ่จึงต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ สถานการณ์การใช้พลังงานของประเทศไทยต้องนำเข้าน้ำมันกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณการใช้ และด้านการผลิตไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติได้ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักในสัดส่วนที่สูงถึงร้อยละ 72 ซึ่งถึงแม้ว่าก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่จะสามารถผลิตได้ภายในประเทศ แต่การพึ่งพาพลังงานเพียงชนิดเดียวในสัดส่วนที่สูงและต้องมีการนำเข้าเพิ่มขึ้นอีกมากในอนาคต ก็ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความมั่นคงของประเทศ (กระทรวงพลังงาน, 2550) แนวทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดความเสี่ยงด้านพลังงานได้ คือการกระจายแหล่งเชื้อเพลิงไปสู่พลังงานทดแทนที่พัฒนาได้ภายในประเทศ

นอกจากนี้ปัจจุบันมีกระแสความตื่นตัวเกี่ยวกับการส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างกว้างขวางมากขึ้น ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการคาดการณ์ว่าแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์อันได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน จะมีปริมาณสำรองน้อยลง และราคามีแนวโน้มสูงขึ้น หลายประเทศจึงเริ่มส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างแพร่หลาย และคาดว่าพลังงานหมุนเวียนจะมีความสำคัญมากขึ้น(กระทรวงพลังงาน, 2550) โดยเฉพาะพลังงานจากชีวมวล และขยะที่เริ่มเข้ามาเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่สำคัญทางหนึ่ง ตามการคาดการณ์ของสำนักงานพลังงานสากลในช่วงปี พ.ศ. 2544-2573 (กิตติมา ไกรพีรพรรณ, 2549)

ขณะเดียวกันสถานการณ์ด้านปริมาณขยะที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ ในช่วงปี พ.ศ. 2543-2551 พบว่าปริมาณขยะในเขตเทศบาลที่เกิดขึ้นในแต่ละวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังตารางที่ 1.1 ปัญหาขยะจึงเป็นปัญหาที่สำคัญของชุมชนโดยเฉพาะในเขตเมืองใหญ่หรือเทศบาลที่เป็นศูนย์กลางความเจริญ ทั้งนี้เนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในพื้นที่ การขยายตัวของที่อยู่อาศัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รวมถึงพฤติกรรมการบริโภคอุปโภคที่เปลี่ยนแปลงไป จึงส่งผลให้เกิดปริมาณขยะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี

ตารางที่ 1.1 ปริมาณขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน พ.ศ. 2543-2551

ปี พ.ศ.	ปริมาณขยะ (ตัน/วัน)
2543	11,785
2544	11,903
2545	11,976
2546	12,100
2547	12,500
2548	12,635
2549	12,912
2550	13,600
2551	14,915

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2549 - 2552)

ส่วนการกำจัดขยะของเทศบาล ส่วนใหญ่จะใช้วิธีกองทิ้ง หรือเผาทิ้งกลางแจ้ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) ซึ่งวิธีดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยของประชาชน นอกจากนี้สภาพพื้นที่ของเขตเทศบาลที่มีการขยายตัวตามความเจริญทางเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรที่ส่งผลต่อการขยายตัวของที่อยู่อาศัย การกำจัดขยะโดยวิธีกองทิ้งหรือเผาทิ้งกลางแจ้ง ซึ่งต้องมีพื้นที่อยู่ห่างไกลจากย่านชุมชนออกไป อาจประสบปัญหาการขาดแคลนพื้นที่สำหรับใช้กำจัดขยะ และบางพื้นที่ประสบปัญหาการต่อต้านจากชุมชนในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นการกำจัดขยะด้วยวิธีกองทิ้งหรือเผาทิ้งกลางแจ้งจึงมีข้อจำกัด และไม่เหมาะสมกับสภาวะปัจจุบัน

การศึกษาองค์ประกอบของขยะชุมชน องค์ประกอบเฉลี่ยประมาณร้อยละ 64 เป็นขยะอินทรีย์ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) ซึ่งเป็นขยะที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ เช่น เศษอาหาร เศษผัก เศษผลไม้ เศษหญ้า ใบไม้ เศษกระดาษ ขยะอินทรีย์ดังกล่าวสามารถนำมาผลิตพลังงานหมุนเวียนในรูปของก๊าซชีวภาพได้ โดยที่ก๊าซชีวภาพนั้นสามารถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำไปใช้ประโยชน์เพื่อผลิตเป็นพลังงานความร้อน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงในการหุงต้ม หรือผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ดังนั้นการนำขยะมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนในรูปก๊าซชีวภาพ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดความเสี่ยงด้านพลังงาน และช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการจัดการขยะที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งนโยบายด้านพลังงานของรัฐบาลในปี พ.ศ. 2551 ได้กำหนดเป้าหมายการดำเนินการใช้นโยบายพลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ โดยสนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทน โดยเฉพาะการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพ และชีวมวลขยะในระดับชุมชน เพื่อสร้างความมั่นคงทางด้านพลังงานในระดับฐานราก และเป็นการลดผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาข้อมูลของโครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ (2551) แหล่งวัตถุดิบหรือแหล่งน้ำเสียที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพของประเทศไทยที่ผ่านมา ได้แก่ ฟาร์มสุกร โรงฆ่าสัตว์ โรงงานแป้งมันสำปะหลัง และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ แต่สำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะนับเป็นแหล่งวัตถุดิบใหม่ มีตัวอย่างในเดินระบบจริงน้อยมาก การออกแบบระบบจึงต้องมีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับลักษณะและคุณสมบัติของขยะอินทรีย์ และเพื่อพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะชุมชนให้มีประสิทธิภาพ โดยมีต้นแบบที่ได้มาตรฐานมีการจัดการขยะมูลฝอยที่เป็นระบบ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จึงเห็นความจำเป็นในการดำเนินโครงการพัฒนาระบบก๊าซชีวภาพจากขยะชุมชนขึ้น และมีการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างโครงการต้นแบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะจำนวน 5 แห่งในภูมิภาคต่างๆ ทั่วประเทศ

สำหรับเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นหนึ่งในพื้นที่ที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับก่อสร้างโครงการต้นแบบ เพื่อดำเนินการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะยังเป็นเรื่องใหม่สำหรับประเทศไทย ผลการดำเนินงานยังไม่ปรากฏผลที่ชัดเจนหรือเพียงพอที่จะจูงใจให้หน่วยต่างๆ เข้ามาลงทุนในโครงการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินผลการดำเนินงานโครงการ และเป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจของหน่วยงานที่ต้องการลงทุนในระบบดังกล่าวต่อไปในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพจากขยะ ของเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินผลการดำเนินงานของโครงการ ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ เทศบาลเมืองทุ่งสง กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ เพื่อวางแผนในการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2. สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ สำหรับหน่วยงานที่มีหน้ารับผิดชอบในการส่งเสริม และเผยแพร่การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ และเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของหน่วยงานที่ต้องการลงทุนในระบบดังกล่าวในอนาคต

ขอบเขตการวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ ได้แก่ ค่าน้ำประปา ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรถขนขยะ ปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิต และปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้ประโยชน์ ใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในระยะเวลา 4 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2551 ถึง มกราคม 2552 เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีการบันทึกข้อมูลการผลิตก๊าซชีวภาพและตรวจวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

2. ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีขนาดรองรับขยะอินทรีย์ได้สูงสุดวันละ 15 ตัน และรูปแบบของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ เป็นเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนเท่านั้น โดยมีกระบวนการหมักภายในบ่อที่คลุมแผ่นพลาสติก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ของเทศบาลเมืองทุ่งสง จะไม่ได้พิจารณาถึงต้นทุนของโครงการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระหว่างที่มีการก่อสร้างโครงการ รวมถึงไม่พิจาณาถึงต้นทุนร่วมของโครงการ อันได้แก่ เงินเดือนของเจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ ค่าใช้สอยวัสดุสำนักงานเพื่อการติดต่อประสานงาน ค่ารักษาความปลอดภัย โทรศัพท์ ฯลฯ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าถูกใช้ในโครงการเป็นสัดส่วนเท่าใด

ข้อสมมติ

1. กำหนดให้อายุโครงการ (Project life) เท่ากับ 10 ปี ตามอายุการใช้งานของเครื่องจักร โดยมีระยะเวลาในการก่อสร้างโรงงานผลิตก๊าซชีวภาพและติดตั้งอุปกรณ์ในการผลิตใช้เวลา 1 ปี และระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการ 10 ปี

2. กำหนดให้อัตราคิดลด (Discount rate) หรืออัตราดอกเบี้ยของสังคมที่ใช้เพื่อคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ จะใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8 และกำหนดให้คงที่ตลอดอายุโครงการ

3. กำหนดมูลค่าซากของเครื่องจักรและอุกรณ์ให้มีค่าเท่ากับศูนย์ ณ ปีสุดท้ายของโครงการ ดังนั้นในปีสุดท้ายของโครงการจึงไม่มีผลประโยชน์หรือรายได้ที่เกิดจากการขายเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่หมดอายุการใช้

นิยามศัพท์

น้ำเสียภายในบ่อ หมายถึง น้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ และขยะอินทรีย์บดที่มีการเติมน้ำ

พลาสติกหนาแน่นพิเศษ หมายถึง พลาสติกเอชดีพีอี (High density polyethylene: HDPE) หรือพลาสติกในกลุ่มพีอี (PE) มีคุณสมบัติเหนียว ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ทนความร้อนได้ ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย อากาศผ่านเข้าออกได้ ปกติความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำจึงลอยน้ำได้ เมื่อทำให้มีความหนาแน่นสูงขึ้น จะแข็งและเหนียวขึ้น และอัตราการคายก๊าซเพิ่มขึ้น เมื่อความหนาแน่นลดลง จะทำให้อัตราการเสื่อมสลายของผิวเพิ่มขึ้น ผิวพลาสติกจะแตกร่อนได้ง่ายขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โรงผลิตก๊าซชีวภาพ หมายถึง พื้นที่ที่ตั้งของหน่วยผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ อันได้แก่ ลานคัดแยกขยะและอาคารย่อยขยะ บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ บ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง บ่อสูบน้ำทิ้ง บ่อดูดตะกอน และถังเก็บก๊าซชีวภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การวิเคราะห์โครงการ เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ ให้เห็นถึงผลกำไรและประสิทธิภาพของโครงการเป็นสำคัญ ซึ่งในทางปฏิบัตินั้นขั้นตอนของการประเมินหรือกำหนดต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการยังต้องการรายละเอียดและหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เพื่อให้ได้มาซึ่งรายการของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึง แนวคิดการวิเคราะห์โครงการทั้งทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเห็นความแตกต่างในการวิเคราะห์โครงการในแต่ละแนวทาง ทั้งนี้ในส่วนของขั้นตอนการกำหนดต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการจะเน้นแนวคิดการวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐศาสตร์เป็นหลัก รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ศึกษาเป็นแนวทางในการศึกษากระบวนการวิจัย อันนำไปสู่การกำหนดกรอบแนวคิด และเป็นแนวทางในการเขียนรายงานการวิจัย

แนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

แนวคิดพื้นฐานของการวิเคราะห์โครงการ

ภายใต้เงื่อนไขทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและขาดแคลน การตัดสินใจเลือกใช้ทรัพยากรในด้านต่างๆ จึงอยู่บนพื้นฐานที่ว่าการใช้ทรัพยากรนั้นสามารถบรรลุถึงวัตถุประสงค์หลักของสังคม และเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและขาดแคลนได้นำไปใช้ในด้านที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นก่อนที่ทรัพยากรจะถูกจัดสรรและนำไปใช้ในโครงการต่างๆนั้น จะต้องผ่านการพิจารณาในรูปของการวิเคราะห์โครงการ การวิเคราะห์โครงการเป็นวิธีการคัดเลือกการลงทุนแบบเป็นกรณีหลักของการวิเคราะห์โครงการ คือ การระบุรายการและการตีมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการทั้งหมด แล้วนำมาวิเคราะห์ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจลงทุนแบบต่างๆ เพื่อบ่งชี้ว่าโครงการใดมีความเหมาะสมต่อการลงทุนต่อไป โดยโครงการที่ได้รับการคัดเลือกแล้วนั้นจะเป็นโครงการที่ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และก่อให้เกิดคุณค่าสูงสุดต่อวัตถุประสงค์ (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวคิดการวิเคราะห์โครงการทางด้านการเงิน

การวิเคราะห์โครงการทางการเงิน เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนที่อยู่ในรูปตัวเงินของโครงการเท่านั้น เพื่อประเมินความสามารถในการทำกำไรของโครงการ รวมถึงการวางแผนทางการเงินที่เหมาะสมกับโครงการ เพื่อก่อให้เกิดความมั่นใจว่า ถ้ามีโครงการแล้วจะไม่มีปัญหาทางการเงินใดๆในทุกขั้นตอนของโครงการ (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2545)

การวิเคราะห์ต้นทุนทางการเงิน เป็นการวิเคราะห์ถึงค่าใช้จ่ายของการลงทุนเริ่มแรกและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน หรือเรียกว่าต้นทุนทางตรง ส่วนการวิเคราะห์ผลตอบแทนเป็นการวิเคราะห์ถึงมูลค่าของผลตอบแทนที่เป็นตัวเงินที่เกิดจากการดำเนินงานของโครงการ หรือเรียกว่าผลประโยชน์ทางตรง การประเมินมูลค่าของต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการจะประเมินด้วยราคาตลาด โดยราคาตลาดอาจไม่ได้แสดงถึงมูลค่าที่แท้จริงของปัจจัยการผลิตและผลผลิต ดังนั้นการวิเคราะห์ทางการเงินจึงเป็นพิจารณาต้นทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นภายในโครงการเท่านั้น ปราศจากการพิจาณาถึงผลกระทบภายนอก (หฤทัย มีนะพันธ์, 2550)

การวิเคราะห์ทางการเงินมีข้อดี คือ จะทำให้ผู้ลงทุนในโครงการได้ทราบว่าจะต้องมีการใช้งบประมาณเป็นจำนวนเท่าใดในการลงทุน การจัดหาแหล่งเงินทุน และจะได้ผลตอบแทนเป็นจำนวนเงินเท่าใดจากการดำเนินโครงการ เพื่อที่จะใช้ในการวางแผนทางด้านการเงินของโครงการในด้านต่าง ๆ เช่น งบกำไรและขาดทุน งบกระแสเงินสด งบดุล (เยาวเรศ ทับพันธ์, 2551) ข้อมูลที่ได้จากงบการเงินจะมีความสำคัญต่อการตัดสินใจดำเนินโครงการอย่างยิ่ง โดยเฉพาะโครงการลงทุนของเอกชนหรือโครงการลงทุนของรัฐบาลที่ต้องอาศัย แหล่งเงินทุนจากการกู้ยืม นอกจากนั้นยังอาจมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาด้วยว่าโครงการที่จะทำนั้นจะมีผลตอบแทนมากพอที่จะจูงใจให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับโครงการเต็มใจจะเข้าร่วมด้วยหรือไม่(หฤทัย มีนะพันธ์, 2550) แต่การวิเคราะห์โครงการทางด้านการเงินเพียงอย่างเดียวจะมีข้อเสีย คือ จะไม่ครอบคลุมถึงต้นทุนและผลประโยชน์ทั้งหมดของโครงการ เนื่องจากโครงการส่วนมากมักจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือชุมชนรอบข้างด้วย

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ จะมีการวิเคราะห์ทางการเงินในส่วนของค่าใช้จ่ายในการลงทุนและผลประโยชน์ของการดำเนินงานโครงการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวคิดการวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐกิจว่าโครงการที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นจะให้ผลตอบแทนต่อระบบเศรษฐกิจส่วนรวมของประเทศหรือไม่ เพื่อประกอบการพิจารณาตัดสินใจในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้ได้รับผลตอบแทนต่อส่วนรวมมากที่สุด การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์จึงมีส่วนสำคัญต่อการตัดสินใจในการที่จะรับหรือปฏิเสธโครงการ

การวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์นั้น นอกจากจะวิเคราะห์ถึงมูลค่าต้นทุนที่เป็นตัวเงินที่ใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรกและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโครงการ ซึ่งเรียกว่าต้นทุนทางตรง ยังรวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนทางอ้อมและต้นทุนที่ไม่มีตัวตน ที่เกิดขึ้นจากการมีโครงการหรือเกิดจากการดำเนินโครงการอีกด้วย ส่วนการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ก็ใช้หลักการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ คือ เป็นการวิเคราะห์ถึงมูลค่าของผลประโยชน์ทางตรง ผลประโยชน์ทางอ้อม รวมถึงผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน หรือผลประโยชน์ที่ไม่สามารถประเมินมูลค่าเป็นตัวเงินที่ชัดเจนได้ เพื่อที่จะได้ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่เกิดขึ้นต่อระบบเศรษฐกิจส่วนรวมของประเทศ และช่วยให้การตัดสินใจเกี่ยวกับการลงทุนมีความรอบคอบสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2545) ซึ่งถือว่าเป็นข้อดีต่อการตัดสินใจลงทุนของหน่วยงานราชการหรือรัฐบาล

ดังนั้นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่เน้นถึงผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศกับการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินที่เน้นถึงความสามารถในการทำกำไรของโครงการจึงมีความแตกต่างกัน โดยในการวิเคราะห์ทั้ง 2 แบบจะมีความแตกต่างกันทั้งด้านวัตถุประสงค์และองค์ประกอบของสิ่งที่นำมาวิเคราะห์ โดยสรุปสำหรับธุรกิจเอกชนมีเป้าหมายของการลงทุนคือกำไรสูงสุดที่เป็นตัวเงิน แต่สำหรับโครงการของรัฐส่วนใหญ่เป็นโครงการที่อำนวยความสะดวกหรือตอบสนองความต้องการของประชาชน หรือไม่ใช่โครงการที่มีจุดประสงค์ในการทำกำไรที่เป็นตัวเงิน และโครงการเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นโครงการที่ไม่มีการขายผลผลิตเพื่อนำเงินกลับเข้าโครงการ หรือบางโครงการอาจให้ผลผลิตที่ซื้อขายไม่ได้ อย่างไรก็ตามในการประเมินกำไรตามแนวคิดของการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ ก็ยังต้องอาศัยหน่วยของเงินเป็นหน่วยนับ เพื่อสามารถเปรียบเทียบทรัพยากรที่เสียไปในโครงการหนึ่ง กับความพอใจที่สังคมได้จากโครงการนั้นๆ (เยาวเรศ ทับพันธ์, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากข้อมูลดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ มีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน เนื่องจากการลงทุนในโครงการดังกล่าวเป็นโครงการของภาครัฐ ซึ่งเป็นโครงการที่ไม่มีการขายผลผลิตเพื่อนำเงินกลับเข้าโครงการ จึงต้องมีการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่ครอบคลุมถึงกระทบภายนอกของโครงการที่เกิดขึ้นกับสังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการตัดสินใจ เพื่อเลือกลงทุนในด้านพลังงานทดแทนของหน่วยงานในระดับชุมชน และวางแผนงานด้านพลังงานของประเทศต่อไป

แนวคิดเกี่ยวกับต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายของโครงการ หมายถึงมูลค่าของทรัพยากรต่างๆที่นำมาใช้กับโครงการ (ยุพิน ประจวบเหมาะ, 2537) ซึ่งแบ่งออกได้ 3 ประเภท ดังนี้

1. ต้นทุนทางตรง (Direct cost) หมายถึง มูลค่าของสิ่งของหรือทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตของโครงการตามวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ในโครงการ รายการประเภทนี้ประกอบด้วย

1.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อทำให้เกิดความพร้อมที่จะดำเนินการผลิตได้ ได้แก่ ค่าที่ดิน ค่าสิ่งก่อสร้าง ค่าอาคาร ค่าสิ่งก่อสร้าง ค่าเครื่องจักร ค่าอุปกรณ์ ค่าติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ ระบบประปา ระบบไฟฟ้า ค่าติดตั้งระบบโทรศัพท์ ค่ายานพาหนะ ค่าวิชาชีพวิศวกรที่ปรึกษาทางด้านบริหารและวางแผน ฯลฯ ค่าใช้จ่ายเหล่านี้มักเกิดในระยะต้นของโครงการ โดยเฉพาะในปีแรกของโครงการ

1.2 ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา (Operation and maintenance cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในขณะที่โครงการมีการผลิตเกิดขึ้น ได้แก่ ค่าใช้จ่ายของวัตถุดิบ ค่าใช้จ่ายในการผลิต ค่าแรงงาน ค่าใช้จ่ายในการบริหารและดำเนินการ

2. ต้นทุนทางอ้อม (Indirect cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการมีโครงการ ซึ่งบางครั้งเรียกว่า ค่าใช้จ่ายขั้นรอง (Secondary cost) ที่เกิดจากการมีโครงการและมีผลกระทบในทางลบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลกระทบด้านนี้ส่วนใหญ่เกิดจากวิธีปฏิบัติทางเทคนิคของโครงการ ซึ่งเรียกกันทั่วไปว่า ผลเสียหายภายนอกด้านเทคนิค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ต้นทุนที่ไม่มีตัวตน (Intangible cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแล้ว ไม่สามารถประเมินมูลค่าออกมาเป็นตัวเงินที่ชัดเจนได้ หรือประเมินค่าได้ยาก เช่น โครงการลงทุนนั้นอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อการจ้างงาน มีผลกระทบต่อสุนทรียภาพ จิตใจ และชีวิตมนุษย์ เป็นต้น

สำหรับการศึกษาต้นทุนของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ การระบุและวัดมูลค่าต้นทุนของโครงการ จะพิจารณาถึงหลักการทำงานของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ คือ เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งมีกระบวนการหมักน้ำเสียภายในบ่อปิด จึงไม่ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงระบุและวัดมูลค่าต้นทุนของโครงการเฉพาะต้นทุนทางตรงของโครงการเท่านั้น อันประกอบด้วย (1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และ (2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการวิเคราะห์โดยจะไม่พิจารณาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีการก่อสร้างโครงการ

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เป็นการพิจารณาต้นทุนและผลประโยชน์ที่แท้จริง จึงมีบางรายการที่เป็นต้นทุนที่ปรากฏอยู่ในบัญชีทางการเงินแต่ไม่รวมอยู่ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งทำให้ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์และต้นทุนทางการเงินแตกต่างกัน (ยุพิน ประจวบเหมาะ, 2537) รายการดังกล่าวได้แก่

1. ค่าเสื่อมราคา (depreciation) การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ จะไม่นำค่าเสื่อมราคามารวมเป็นต้นทุนของโครงการ เพราะเมื่อมีการซื้อสินค้าประเภททุนหรือทรัพย์สินถาวรมาใช้กับโครงการในปีใด ก็มีการพิจาณาเป็นค่าใช้จ่ายในปีนั้นแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องมีการหักค่าเสื่อมราคาของการใช้ในปีต่อๆไปอีก

2. ค่าชำระหนี้ (debt service) ค่าชำระหนี้เหมือนกับค่าเสื่อมราคาที่มีลักษณะกระจายค่าใช้จ่ายออกเป็นเวลาหลายๆปีในขณะที่เรารับค่าใช้จ่าย ณ เวลาที่เรามีการใช้ทรัพยากรนั้น ดังนั้นค่าชำระหนี้จึงเป็นรายการโอนประเภทหนึ่งของโครงการ โดยเมื่อโครงการได้รับเงินกู้มาจะเป็นผลให้โครงการมีทุนหมุนเวียนเพื่อใช้จ่ายในการลงทุน และเมื่อต้องมีการชำระหนี้คืนในรูปดอกเบี้ยและเงินต้น ก็จะทำให้เงินทุนหมุนเวียนของโครงการลดน้อยลง ในทางบัญชีการเงินจึงถือว่าเงินกู้รับเป็นรายได้ ส่วนการชำระหนี้เป็นรายจ่าย แต่สำหรับการวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐศาสตร์ รายการกู้และชำระหนี้จะเป็นเพียงรายการโอนกันในรูปกระแสการเงินเท่านั้น มิได้แสดงถึงการใช้ทรัพยากรที่แท้จริง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ค่าดอกเบี้ย (interest payment) ในการชำระค่าดอกเบี้ยเป็นรูปแบบหนึ่งของการโอนเปลี่ยนมือทางการเงินจากผู้กู้ไปสู่ผู้ให้กู้ นอกจากนั้นค่าเสียโอกาสที่แท้จริงของทุนได้มีนำมาคิดในอัตราคิดลดเพื่อปรับค่าของเวลาแล้ว จึงถือว่าเป็นการนับซ้ำหากนำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการอีก

4. ค่าภาษี (tax) การวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐศาสตร์ ไม่ถือว่าค่าภาษีทุกประเภทเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการแม้จะมีการจ่ายจริง ทั้งนี้เพราะในการคิดค่าใช้จ่ายของโครงการจะคิดเฉพาะค่าใช้จ่ายที่แท้จริง เมื่อพิจารณาว่าค่าใช้จ่ายที่แท้จริงตามหลักของการใช้ทรัพยากรมีค่าเท่าใด การตีมูลค่าของสิ่งที่ใส่เข้าไปจะต้องเป็นราคาของปัจจัยการผลิต ไม่ใช้มูลค่าตามราคาตลาดที่รวมภาษีอยู่ นอกจากนั้นยังมีเหตุผลอื่นที่สนับสนุนการไม่รวมภาษีเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการ ซึ่งก็เป็นเหตุผลเดียวกับการคิดคำนวณรายได้ประชาชาติที่ไม่คิดว่าภาษีเป็นค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของการลงทุน แต่ถือว่าเป็นเงินโอนประเภทหนึ่ง และไม่ได้เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรที่แท้จริง ดังนั้นกรณีที่ค่าภาษีได้มีการรวมไว้ค่าใช้จ่ายทางการเงินของโครงการแล้วก็ต้องมีการหักรายการภาษีออก

5. ต้นทุนจม (sunk cost) คือ ต้นทุนนี้เกิดขึ้นก่อนที่จะประเมินโครงการ และไม่อาจจะหลีกเลี่ยงได้ แม้ว่าโครงการจะเกิดหรือไม่เกิดก็ตาม ควรตัดออกจากต้นทุนของโครงการ ซึ่งจะรวมเฉพาะต้นทุนที่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เมื่อไม่มีโครงการเกิดขึ้นเท่านั้น

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ การประเมินมูลค่าของต้นทุนของโครงการจะประเมินมูลค่าด้วยราคาตลาด และอาจมีค่าใช้จ่ายบางรายการที่รวมภาษีอยู่จึงต้องมีการหักภาษีออกก่อน โดยหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อหักรายการภาษีออกจะพิจารณาจากลักษณะงาน กล่าวคือ ถ้าเป็นส่วนของงานที่ว่าจ้างให้ผู้อื่นทำจะไม่มีการหักรายการภาษี เพราะผู้ที่เสียภาษีโดยตรงเป็นผู้รับจ้างเหมางานนั้น แต่ในกรณีที่ทางเทศบาลเมืองทุ่งสงต้องจัดซื้อเครื่องจักรและอุปกรณ์เอง ทางเทศบาลเมืองทุ่งสงจะต้องเป็นผู้จ่ายภาษีโดยตรง มูลค่าของสินค้าดังกล่าวจะต้องมีการหักภาษีออกก่อน โดยกำหนดให้ภาษีที่ต้องหักออกนั้นเท่ากับร้อยละ 7

แนวคิดเกี่ยวกับผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ผลประโยชน์ของโครงการ หมายถึง มูลค่าของสินค้าหรือบริการที่ผลิตได้จากโครงการ ซึ่งผลประโยชน์ของโครงการสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท (ยุพิน ประจวบเหมาะ, 2537) ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ผลประโยชน์ทางตรง (Direct benefits) หมายถึง ผลผลิตอันเป็นเป้าหมายหลักของโครงการ หรือวัตถุประสงค์หลักของโครงการ โดยอาจเป็นผลประโยชน์ที่เกิดจากการเพิ่มผลผลิตทางกายภาพ หรือการปรับปรุงด้านคุณภาพ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ นอกจากนี้ยังหมายถึงการประหยัดและการลดค่าใช้จ่ายจากที่เคยมีอยู่เดิมอันเนื่องมาจากการมีโครงการ

การศึกษาครั้งนี้ จะใช้วัตถุประสงค์หลักของโครงการเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของผลประโยชน์ของโครงการ ซึ่งผลผลิตที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์หลักของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะนั้น จะจัดอยู่ในกลุ่มผลประโยชน์ทางตรง ได้แก่

1.1 การประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม จะประเมินมูลค่าจากปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม โดยที่ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรจะให้พลังงานความร้อนเทียบเท่ากับก๊าซหุงต้ม 0.46 กิโลกรัม ดังนั้นการประเมินมูลค่าก๊าซหุงต้ม จึงต้องมีการเทียบพลังงานความร้อนของก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้ว่าจะสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนก๊าซหุงต้มได้กี่กิโลกรัม และนำปริมาณก๊าซหุงต้มที่สามารถทดแทนมาคูณด้วยราคาก๊าซหุงต้ม ตัวอย่างเช่น ปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้ 10.00 ลูกบาศก์เมตร เทียบเท่าปริมาณก๊าซหุงต้มได้ 4.60 กิโลกรัม (10.00 × 0.46 = 4.60) ราคาก๊าซหุงต้มกิโลกรัมละ 20.00 บาท ดังนั้นมูลค่าก๊าซหุงต้มที่สามารถประหยัดได้ มีมูลค่าเท่ากับ 92.00 บาท (4.60 × 20.00 = 92.00)

1.2 การประหยัดค่ากำจัดขยะ การนำขยะอินทรีย์มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ เป็นการช่วยลดปริมาณขยะที่ทางเทศบาลเมืองทุ่งสงต้องนำไปกำจัด ดังนั้นผลประโยชน์ในการกำจัดขยะจึงประเมินมูลค่าจากค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะที่ลดลง

2. ผลประโยชน์ทางอ้อม (Indirect benefits) คือ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากโครงการ แต่ไม่ใช่วัตถุประสงค์หลักของโครงการ ซึ่งอาจเป็นผลที่เกิดจากการประหยัดจากภายนอกหรือผลกระทบภายนอกทางด้านบวก (External benefit) ของโครงการที่มีต่อสิ่งแวดล้อมหรือสังคมภายนอก เช่น โครงการนั้นอาจมีส่วนทำให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล หรือบางโครงการอาจกลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม ก่อให้เกิดการขยายตัวของการท่องเที่ยวในพื้นที่ที่มีโครงการตั้งอยู่

การศึกษาครั้งนี้ จะใช้วัตถุประสงค์หลักของโครงการเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของผลประโยชน์ของโครงการ ซึ่งผลผลิตที่เป็นผลพลอยได้ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรือจากการที่มีโครงการช่วยลดต้นทุนในการป้องกัน เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน จะจัดอยู่ในกลุ่มผลประโยชน์ทางอ้อม ได้แก่

2.1 การประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ ประเมินจากค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ที่ลดลงของเทศบาลเมืองทุ่งสง เมื่อนำกากตะกอนที่ได้จากระบบการผลิตก๊าซชีวภาพมาใช้ หรืออีกแง่หนึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่าย เพื่อจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์สำหรับใส่ต้นไม้ในเขตเทศบาล และการแจกจ่ายปุ๋ยอินทรีย์ให้ประชาชนนำไปใช้

2.2 การลดต้นทุนการบำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ เนื่องจากสถานที่ตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะตั้งอยู่ในบริเวณโรงฆ่าสัตว์ และน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์สามารถนำมาใช้เป็นปัจจัยการผลิตร่วมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะได้ จากการที่มีโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะจึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ และการดูแลรักษาระบบการบำบัดน้ำเสียเดิมของโรงฆ่าสัตว์ได้

2.3 การลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก การกำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบ อาจก่อให้เกิดก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน การนำขยะมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนในรูปของก๊าซชีวภาพ จึงเป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่บรรยากาศ โดยต้นทุนค่าบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้นั้น จะประเมินด้วยวิธีการซื้อขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ หรือเรียกว่า คาร์บอนเครดิต

3. ผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน (Intangible benefits) คือ ผลประโยชน์ที่ไม่สามารถประเมินมูลค่าออกมาเป็นตัวเงินที่ชัดเจนได้ หรือไม่สามารถประเมินค่าออกเป็นตัวเงินได้ เช่น โครงการนั้นอาจมีส่วนช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตและการกระจายรายได้ให้มีความยุติธรรมมากขึ้น ผลของโครงการที่กระทบต่อความรู้สึกของประชาชน เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์โครงการควรมีการบรรยายหรือการวิเคราะห์เชิงพรรณนาถึงผลประโยชน์ประเภทนี้ด้วย เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกโครงการได้ถูกต้อง (เยาวเรศ ทับพันธ์, 2551)

การศึกษาครั้งนี้จึงมีการประเมินผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน ซึ่งเป็นผลประโยชน์ที่ไม่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ชัดเจน เพราะว่าผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตนจะเป็นปัจจัยสำคัญในการคัดเลือกโครงการหรือมีส่วนสนับสนุนที่สำคัญต่อวัตถุประสงค์หลายประการของโครงการ ในส่วนนี้จึงมีการบรรยายหรือการวิเคราะห์เชิงพรรณนา ซึ่งผลประโยชน์ที่พิจารณาประกอบด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ และช่วยยืดอายุการใช้งานของสถานที่กำจัดขยะ

แนวคิดการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

การดำเนินโครงการใดๆ ย่อมส่งผลกระทบต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมไม่ว่าในแง่บวกหรือในแง่ลบ การประเมินค่าผลกระทบสามารถทำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อมซึ่งสามารถแบ่งได้หลายแนวทาง (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2545) โดยในที่นี้แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. การประเมินค่าโดยใช้มูลค่าตลาด (Market value approach) ใช้มูลค่าที่เกิดจากระบบตลาดมาประเมิน ประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงในผลิตภาพ ต้นทุนของความเจ็บป่วย ต้นทุนในการทดแทน และต้นทุนในการป้องกัน

2. การประเมินค่าโดยใช้มูลค่าตัวแทน (Surrogate value approach) มูลค่าจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เลือกมาเป็นตัวแทน ประกอบด้วย มูลค่าทรัพย์สินหรือที่ดิน และต้นทุนในการเดินทาง

3. การประเมินค่าโดยใช้มูลค่าที่สร้างขึ้น (Simulated value approach) ประกอบด้วย การประเมินค่าจากการสำรวจ เทคนิคการถามมูลค่าขั้นสูงขั้นต่ำ เทคนิคการถามโดยมีทางเลือก เทคนิคการถามโดยไม่มีต้นทุน และเทคนิคการถามผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอาจทำได้หลายวิธี ซึ่งในการศึกษาของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง จะศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธีการประเมินผลกระทบจากแนวทางการประเมินต้นทุนในการป้องกัน ซึ่งเป็นการวัดมูลค่าผลกระทบภายนอกโดยใช้ต้นทุนที่เสียไปเพื่อป้องกันผลกระทบนั้นๆไม่ให้เกิดขึ้น หรือลดระดับผลกระทบนั้นให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ สำหรับโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ สามารถหามูลค่าทางด้านสิ่งแวดล้อมได้ ดังนี้

1. การลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก การกำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบ อาจก่อให้เกิดก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน การหามูลค่าทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากโครงการ โดยการนำขยะมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนในรูปของก๊าซชีวภาพ จึงเป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปล่อยสู่อากาศ โดยต้นทุนค่าบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้นั้นถือว่าเป็นมูลค่าที่เป็นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการมีโครงการ ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ก๊าซพิษที่เกิดขึ้น มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและประชาชนที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง

2. การลดต้นทุนการบำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ เนื่องจากโรงผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะตั้งอยู่ในบริเวณโรงฆ่าสัตว์ และน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์สามารถนำมาใช้เป็นปัจจัยการผลิตร่วมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะได้ จากการที่มีโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะจะช่วยลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียของโรงฆ่าสัตว์ นอกจากนี้กระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ ช่วยให้คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงฆ่าสัตว์ที่จะปล่อยสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติมีค่าความสกปรกลดลง เมื่อเทียบกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบเดิม ซึ่งผลประโยชน์ดังกล่าวเป็นการป้องกันไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ทางน้ำ และประชาชนที่ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำธรรมชาติดังกล่าว

แนวคิดเกี่ยวกับตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ

ตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ มีความสำคัญอย่างมากต่อการตัดสินใจที่จะยอมรับหรือปฏิเสธโครงการที่กำลังพิจารณาอยู่ หรือนำมาใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน ทั้งนี้เพราะตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ สามารถบอกได้ว่าโครงการแต่ละโครงการมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ และยังสามารถบอกให้ทราบถึงลำดับความสำคัญของโครงการได้อีกด้วย

ข้อมูลด้านต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ จะถูกนำมาใช้ในการคำนวณค่าตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการตามการวิเคราะห์แบบปรับค่าเวลา ซึ่งเป็นวิธีการร่วมสมัย และใช้กันอย่างแพร่หลาย (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544) มี 3 ประการ

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value: NPV) มูลค่าปัจจุบันสุทธิบ่งชี้ถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ ซึ่งอาจมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ ขึ้นอยู่กับขนาดของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม(Present value benefits: PVB) หักออกด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม (Present value cost: PVC) ของโครงการนั้น การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิสามารถคำนวณตามสมการดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

NPV = PVB – PVC

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

โดยที่ B_t = มูลค่าของผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = มูลค่าของต้นทุนของโครงการในปีที่ t

r = อัตราคิดลด (discount rate)

n = อายุของโครงการหรือปีที่สิ้นสุดอายุของโครงการ

t = ระยะเวลาของโครงการ 10 ปี

หลักการตัดสินใจที่ว่าโครงการจะมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจและการเงินหรือไม่นั้นให้ดูที่ NPV คือเมื่อ NPV มากกว่าศูนย์ หรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าโครงการนั้นมีความเหมาะสมที่จะลงทุนได้กล่าวคือ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมมากกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม

2. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (benefit-cost ratio: BCR) คือ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการถึงแม้ว่าเมื่อการลงทุนโครงการผ่านพ้นไปแล้ว ในขณะที่ต้นทุนในการก่อสร้างจะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงการลงทุนเท่านั้น ส่วนต้นทุนที่อยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษา และลงทุนทดแทนอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพจะเกิดขึ้นตลอดช่วงอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ จากนั้นจึงนำเอากระแสผลประโยชน์และกระแสต้นทุนของโครงการที่ได้ปรับค่าไปตามเวลาหรือคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้ว มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน ขนาดของ BCR อาจเท่ากับหนึ่ง มากกว่าหนึ่ง หรือน้อยกว่าหนึ่งก็ได้ แต่หลักการตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ เมื่อ BCR เท่ากับหนึ่ง หรือมีค่ามากกว่าหนึ่ง การคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนสามารถคำนวณตามสมการดังนี้

BCR = PVB/PVC

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตัดสินใจว่าแต่ละโครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจหรือไม่ โดยอาศัยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเป็นตัวชี้วัดนั้น จะสามารถสรุปผลได้ด้วยความสอดคล้องกันคือ หากว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ เมื่อพิจารณาตัดสินโดยมูลค่าปัจจุบันสุทธิแล้ว ก็จะมีความเหมาะสมและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ เมื่อพิจารณาตัดสินโดยอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนด้วย อย่างไรก็ตามถ้าจะจัดลำดับในระหว่างโครงการต่างๆ โดยอาศัยตัวชี้วัดทั้ง 2 นี้ จะไม่สามารถสรุปผลได้ว่า การที่โครงการ ก. มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิมากกว่าโครงการ ข. แต่มิได้หมายความว่าโครงการ ก. จะต้องมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนสูงกว่าโครงการ ข. ในกรณีเช่นจำเป็นต้องมีวัตถุประสงค์อีกบางประการเพิ่มเข้าไปกับตัวชี้วัดทั้ง 2 นี้ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในกระบวนการคัดเลือกโครงการต่อไป

จากการที่ไม่สามารถสรุปผลได้ดังกล่าวข้างต้นนั้น อันเนื่องมาจากอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนไม่ได้บ่งบอกถึงความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของโครงการขนาดใหญ่ หรือกล่าวได้ว่าขนาดของโครงการไม่มีผลต่อค่าของอัตราส่วนแต่อย่างใด โครงการขนาดเล็กซึ่งมีผลประโยชน์มากกว่าต้นทุนเป็นอย่างมาก ก็จะมีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนที่สูงกว่าของโครงการขนาดใหญ่ ซึ่งมีผลประโยชน์มากกว่าต้นทุนเพียงเล็กน้อย เป็นเพียงแต่ที่แน่นอนว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการขนาดใหญ่จะมีค่ามากกว่าของโครงการขนาดเล็กนั้น

อย่างไรก็ตาม ถ้าหากมีการเพิ่มเติมวัตถุประสงค์บางประการ เช่น เพื่อที่จะเพิ่มรายได้ และการจ้างงานเข้าไปเป็นเกณฑ์การคัดเลือกด้วยแล้ว โครงการขนาดใหญ่ก็จะได้รับการคัดเลือกถึงแม้ว่ามีค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนน้อยกว่าก็ตาม

3. อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (internal rate of return: IRR) คือ ผลตอบแทนเป็นร้อยละต่อโครงการ หรือหมายถึงอัตราดอกเบี้ยในกระบวนการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ หลักการตัดสินใจว่าโครงการมีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจก็ต่อเมื่อ IRR มีค่าสูงและต้องสูงกว่าอัตราดอกเบี้ย หรือค่าเสียโอกาสของทุน หรืออัตราคิดลด การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ สามารถคำนวณตามสมการดังนี้

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกำหนดค่า IRR อีกวิธีหนึ่งคือการใช้วิธีทางเลขคณิต (arithmetically) ซึ่งเป็นการคำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราคิดลดกับ NPV 2 คู่ กล่าวคือ อัตราคิดลดตัวต่ำกว่า (lower discount rate: r_L) จะทำให้ NPV มีค่าเป็นบวก ส่วนอัตราคิดลดตัวสูงกว่า (upper discount rate: r_U) จะทำให้ NPV มีค่าเป็นลบ ดังสูตรต่อไปนี้

$$IRR = r_U + (r_U - r_L)\left[\frac{NPV_L}{NPV_L - NPV_U}\right]$$

โดยที่ NPV_L หมายถึง NPV ของ r_L

NPV_U หมายถึง NPV ของ r_U

แนวคิดเกี่ยวกับอัตราคิดลด (Discount rate)

หฤทัย มีนะพันธ์ (2550) อธิบายว่าอัตราคิดลด หรืออัตราดอกเบี้ยของสังคม (r) เป็นค่าที่แสดงในรูปร้อยละเพื่อปรับลดค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ในอนาคตให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในอนาคตย่อมมีมูลค่าน้อยกว่าในปัจจุบัน ดังนั้นอัตราคิดลดจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการหามูลค่าของผลประโยชน์สุทธิของโครงการ กล่าวคือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการจะมีมูลค่าลดลงเมื่ออัตราคิดลดมีมูลค่าเพิ่มขึ้น และอัตราคิดลดที่นำมาใช้ต้องเป็นอัตราเดียวกันทุกปี ดังนั้นอัตราการลดลงของมูลค่าผลประโยชน์สุทธิจากปีหนึ่งไปยังอีกปีหนึ่งจะเป็นอัตราคงที่

การเลือกอัตราคิดลดเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ผลประโยชน์ และต้นทุนของโครงการ เพราะอัตราคิดลดเป็นสิ่งที่กำหนดว่าโครงการมีประสิทธิภาพเพียงใด เช่น การเลือกใช้อัตราคิดลดที่มีค่าต่ำเป็นการสนับสนุนให้มีโครงการลงทุนที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในอนาคต ขณะที่การเลือกใช้อัตราคิดลดที่มีค่าสูง ทำให้โครงการเกิดผลประโยชน์ที่ไม่น่าลงทุน เพราะมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิจะต่ำหรืออาจติดลบ

นอกจากนี้การเลือกอัตราคิดลดยังมีความสำคัญต่อการกำหนดบทบาทของภาครัฐบาลรูปแบบของโครงการต่างๆที่จะดำเนินการ รวมถึงการจัดสรรทรัพยากรที่มีผลต่ออนุชนรุ่นหลังหรือช่วยลดมูลค่าความเสียหายที่จะเกิดในอนาคตได้ โดยพิจารณาจากแนวคิดความพอใจด้านเวลาของสังคมจะกำหนดอัตราคิดลดด้วยอัตราที่สะท้อนความพอใจของคนในสังคมรุ่นปัจจุบันในการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เลือกบริโภคในปัจจุบันกับการบริโภคในอนาคต ถ้ามีวัตถุประสงค์ให้อนุชนรุ่นหลังได้รับประโยชน์ของการมีสวัสดิการของสังคมสูง ก็ควรเลือกใช้อัตราคิดลดที่มีค่าต่ำเพื่อให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าสูงและมีผลให้ตัดสินใจลงทุนในโครงการที่พิจารณา

การเลือกอัตราคิดลด เพื่อใช้ในการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ สามารถแยกออกได้เป็น 3 อัตรา (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544) ได้แก่

1. อัตราตัดขาด (cut-off rate) ในความหมายทางเศรษฐศาสตร์ คือ ค่าเสียโอกาสของทุน (opportunity cost of capital) ซึ่งเป็นอัตราที่สะท้อนถึงการเลือกของสังคมโดยส่วนรวมระหว่างผลตอบแทนในปัจจุบันและอนาคต โดยปกติค่าเสียโอกาสของทุนในประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่จะมีค่าในรูปที่แท้จริงอยู่ระหว่างร้อยละ 8 ถึง 15 ต่อปี

2. อัตรากู้ยืม (borrowing rate) ในความหมายทางเศรษฐศาสตร์ หรืออัตรากู้ยืมที่ประเทศต้องจ่าย เมื่อประเทศคาดว่าต้องมีการกู้ยืมเงินจากต่างประเทศมาเพื่อการลงทุนโครงการ

3. อัตราความชอบตามเวลาทางสังคม (social time preference rate) ในทางปฏิบัติอัตราคิดลดที่ใช้กับโครงการสาธารณะจะต่ำกว่าโครงการของเอกชน ทั้งนี้เพราะโครงการของรัฐบาลจะคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคม รัฐบาลจึงกำหนดอัตราคิดลดต่ำกว่าเอกชน เพื่อขจัดปัญหาอันเกิดจากการล้มเหลวของตลาด

การเลือกใช้อัตราคิดลดแตกต่างกัน ย่อมมีผลต่อการยอมรับหรือปฏิเสธโครงการต่างกัน นักวิชาการบางท่านจึงได้พยายามผลักดันให้มีองค์กรในแต่ประเทศทำหน้าที่ศึกษาและกำหนดอัตราคิดลดของสังคม เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการประเมินโครงการในทางปฏิบัติผู้ที่ทำหน้าที่วิเคราะห์โครงการจึงมักเสนอผลการวิเคราะห์โดยใช้อัตราคิดลดหลายๆอัตรา ส่วนผู้ที่ทำหน้าที่ตัดสินใจจะเลือกใช้อัตราใดเป็นเกณฑ์ก็แล้วแต่วิจารณญาณของผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจของแต่ละโครงการ (เยาวเรศ ทับพันธ์, 2551)

สำหรับโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ เป็นโครงการที่พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน และช่วยแก้ปัญหาการกำจัดขยะที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาลที่ส่งผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน การสนับสนุนให้มีการลงทุนในโครงการนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จึงเป็นช่วยลดมูลค่าความเสียหายจะเกิดในอนาคตได้ ดังนั้นการวิเคราะห์โครงการนี้ จึงเลือกใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8 เพื่อให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าสูงและมีผลให้ตัดสินใจลงทุนในโครงการ

แนวคิดเกี่ยวกับการปรับราคาตลาดให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ จะใช้แนวคิดที่แตกต่างจากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางการเงิน เนื่องจากการประเมินมูลค่าทางการเงินเป็นการวิเคราะห์การเงินที่มุ่งหวังผลกำไรสูงสุดเพื่อให้ทราบว่าโครงการนั้นได้กำไรหรือขาดทุน แต่การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์นั้นต้องการทราบถึงประสิทธิภาพที่แท้จริงของทรัพยากรที่ใช้ในโครงการ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าโครงการเกิดผลดีต่อสังคมอย่างไร ดังนั้นการประเมินมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์จึงต้องเลือกใช้ราคาที่สะท้อนถึงมูลค่าที่แท้จริงของทรัพยากรที่นำมาใช้และผลิตได้จากโครงการ (ยุพิน ประจวบเหมาะ, 2537)

การประเมินมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ สามารถใช้ราคาตลาดในการประเมินได้ ถ้าราคาตลาดนั้นอยู่ในระบบตลาดแข่งขันสมบูรณ์ แต่ในทางปฏิบัติระบบตลาดไม่ใช่ตลาดแข่งขันสมบูรณ์ จึงทำให้ราคาตลาดดังกล่าวถูกบิดเบือนจากค่าที่แท้จริง ดังนั้นราคาตลาดจึงไม่สามารถสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงของปัจจัยการผลิตและผลผลิตได้ จึงต้องมีการปรับราคาตลาดให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ทางเลือกหนึ่งของการปรับราคาตลาดให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ คือ การแปลงมูลค่าทางการเงิน(การประเมินมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการโดยใช้ราคาตลาด)ให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2545) ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. การหาราคาเงาโดยตรง คือ การขจัดรายการเงินโอนออกไป เช่น ภาษี ดอกเบี้ยจ่าย เงินกู้ การชำระคืนเงินต้น การอุดหนุนทางตรง และนำมาปรับการบิดเบือนราคาตลาดในรายการที่ซื้อขายข้ามแดนได้ (Traded goods) และซื้อขายข้ามแดนไม่ได้ (Nontrade goods) การคำนวณหาราคาเงาโดยตรงจึงต้องใช้เวลามากและข้อมูลที่ละเอียด

2. การหาราคาเงาโดยใช้ค่า Conversion factor หรือ CF เป็นแปลงมูลค่าทางการเงินให้เป็นมูลค่าเศรษฐศาสตร์ด้วยการประยุกต์ใช้ CF เข้ากับราคาตลาดหรือมูลค่าทางการเงิน ดังสมการนี้

มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ = มูลค่าทางการเงินหรือราคาตลาด × ค่า CF

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การปรับราคาตลาดให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ สามารถนำตัวปรับค่า CF ที่มีผู้คำนวณหาไว้แล้วมาประยุกต์ใช้กับโครงการได้เช่นกัน ซึ่งโดยทั่วไปหน่วยงานกลางของประเทศต่างๆจะเป็นผู้คำนวณไว้เพื่อให้โครงการต่างๆนำไปใช้ในการวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐศาสตร์ สำหรับประเทศไทยถึงแม้ว่าหน่วยงานวางแผนกลางจะไม่ได้คำนวณหา CF ไว้ก็ตาม แต่ก็มีผู้เชี่ยวชาญและสถาบันระหว่างประเทศคำนวณหาไว้แล้ว ซึ่งการคำนวณหาค่า CF ของระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยล่าสุด เป็นการศึกษาของ Ahmed (1983) โดยใช้ข้อมูลด้านการค้า ได้แก่ มูลค่าการนำเข้า ส่งออก ภาษี และคำนวณหาค่ามาตรฐาน (Standard conversion factor) ซึ่งจะใช้สำหรับสินค้าที่ไม่อาจจัดได้ว่าเป็นกลุ่มใด และค่า conversion factor เฉลี่ยของกลุ่มสินค้าและบริการ ซึ่งผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่า conversion factor เพื่อปรับราคาตลาดให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับประเทศไทย

รายการ	ค่า conversion factor
1. Standard conversion factor (SCF)	0.92
2. กลุ่มสินค้าบริโภค (Consumption goods conversion factor)	0.95
3. กลุ่มสินค้าขั้นกลาง (Intermediate goods conversion factor)	0.94
4. กลุ่มสินค้าทุน (Capital goods conversion factor)	0.84
5. กลุ่มการก่อสร้าง (Construction goods conversion factor)	0.88
6. กลุ่มไฟฟ้า (Electricity goods conversion factor)	0.90
7. กลุ่มขนส่ง (Transportation goods conversion factor)	0.87
8. กลุ่มแรงงาน (Labor goods conversion factor)	0.92

ที่มา: ประยุกต์จาก ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ (2545)

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ จะใช้วิธีการประยุกต์ Conversion factor เพื่อแปลงค่าราคาตลาดหรือมูลค่าทางการเงินให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยใช้ค่า Conversion factor ที่ Ahmed ได้คำนวณไว้นำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์โครงการโดยใช้หลักเกณฑ์ตัดสินใจแบบปรับค่าเวลา ซึ่งประกอบด้วย มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) ตัวแปรที่ใช้ในการวัดมูลค่าผลประโยชน์และต้นทุนของโครงการได้กำหนดล่วงหน้าว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต และกำหนดให้ตัวแปรเหล่านั้นมีค่าที่แน่นอน ซึ่งในความเป็นจริงการคาดการณ์เกี่ยวกับอนาคตนั้นจะต้องพิจารณาถึงความไม่แน่นอนที่อาจจะเกิดขึ้น และทำให้การวิเคราะห์มีโอกาสผิดพลาดได้ ถ้าหากโครงการต้องเกี่ยวข้องกับตัวแปรที่กำหนดขึ้นล่วงหน้า ดังนั้นจะต้องมีการวิเคราะห์ซ้ำเพื่อดูว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถ้าตัวแปรที่มีผลกระทบต่อต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการมีการเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อความเป็นไปได้ของโครงการ นอกจากนี้การวิเคราะห์ความอ่อนไหวจะมีความสำคัญสำหรับการตัดสินใจลงทุนในการที่จะเผชิญกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่อาจจะเกิดขึ้นได้ และผลการวิเคราะห์จะบ่งชี้ถึงสิ่งที่ต้องวิจัยค้นคว้าต่อเพื่อให้ได้ข้อมูลข่าวสารที่ดีกว่า ก่อนที่โครงการจะถูกนำไปดำเนินการ (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544)

สำหรับการศึกษาโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะครั้งนี้ ปัจจัยด้านปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิต นับเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้ตัวแปรด้านปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยแบ่งการวิเคราะห์ความอ่อนไหวออกเป็น 3 กรณี คือ

1. กรณีที่ 1 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน

2. กรณีที่ 2 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน

3. กรณีที่ 3 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol)

พิธีสารเกียวโต เป็นพิธีสารที่ร่างขึ้นเพื่อเร่งรัดให้กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ดำเนินการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้บรรลุเป้าหมายตามพันธกรณีอย่างเป็นรูปธรรม โดยก๊าซเรือนกระจกที่ต้องลดปริมาณการปล่อยสู่บรรยากาศ ภายใต้พิธีสารเกียวโตมี 6 ชนิด ประกอบด้วย

(1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO_2)
(2) ก๊าซมีเทน (Methane: CH_4)
(3) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide: N_2O)
(4) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydro Fluorocarbons: HFCs)
(5) ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Per Fluorocarbons: PFCs)
(6) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (Sulper Hexafluoride: SF_6)

ภายใต้พิธีสารเกียวโตที่มีข้อตกลงให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 6 ชนิด แต่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่มีปริมาณมากที่สุด ซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 80 ดังนั้นจึงเรียกการลดก๊าซเรือนกระจกว่าเป็นการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และมีการเปลี่ยนปริมาณก๊าซอื่นคิดเทียบเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 equivalent) เช่น ก๊าซมีเทนมีศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเป็น 21 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นก๊าซมีเทน 1 ตัน จึงเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 21 ตัน

ประเทศภาคีทุกประเทศต้องจัดทำทำเนียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดทำแผนแห่งชาติในการลดก๊าซเรือนกระจก และต้องจัดส่งรายงานแห่งชาติเกี่ยวกับการดำเนินงานตามพิธีสารเกียวโต ประเทศภาคีสมาชิกพิธีสารเกียวโตมีจำนวน 191 ประเทศ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว หรือประเทศภาคีในภาคผนวก 1 (Annex I) จำนวน 41 ประเทศ มีพันธกรณีในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยรวมแล้วไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 จากระดับการปล่อยโดยรวมของกลุ่มในปี พ.ศ. 2533 ภายในช่วงปี พ.ศ. 2551-2555 (2) กลุ่มประเทศกำลังพัฒนา หรือประเทศภาคีนอกภาคผนวก 1 (Non-Annex I) จำนวน 150 ประเทศ ไม่มีพันธกรณีการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในช่วงระยะแรก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิธีสารเกียวโต ได้กำหนดกลไกยืดหยุ่น (Flexibility mechanisms) เพื่อช่วยเพิ่มความเป็นไปได้ในการดำเนินการของประเทศพัฒนาแล้วที่ต้องลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขณะเดียวกันก็พยายามผลักดันให้กลุ่มประเทศกำลังพัฒนาให้เข้ามาร่วมด้วย โดยมี 3 กลไก ดังนี้

1. กลไกที่ดำเนินการร่วมกัน (Joint implementation: JI) ตามมาตรา 6 ได้กำหนดให้กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว สามารถดำเนินโครงการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมกันเองระหว่างประเทศในกลุ่ม กล่าวคือ ประเทศสมาชิกในกลุ่มทำการตกลงดำเนินโครงการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมกัน และแบ่งสรรการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงดังกล่าว สามารถนำไปคิดร่วมกับปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกที่ประเทศนั้นๆต้องดำเนินตามพันธกรณีได้ แต่ไม่เกินตามที่กำหนดในพิธีสารเกียวโตปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ เรียกว่า ERUs (Emission Reduction Units)

2. กลไกการซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission trading: ET) ตามมาตรา 17 มีวัตถุประสงค์ที่จะใช้ระบบตลาดแข่งขันเป็นเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อทำให้เกิดการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งกลไกนี้สามารถดำเนินการได้เฉพาะในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วเท่านั้น กลุ่มประเทศพัฒนาแล้วสามารถซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างกันเพื่อนำมาเสริมปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศของตนเอง

กลไกทางการตลาดนี้เปรียบเสมือนก๊าซเรือนกระจกเป็นสินค้า สินค้าที่ซื้อขายคือปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ โดยการที่ประเทศหนึ่งสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ และสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเหลือตามข้อกำหนดของพิธีสารเกียวโต ประเทศนั้นสามารถนำมาซื้อขายสิทธิ์ในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้แก่ประเทศอื่น ที่ไม่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศตามที่กำหนดไว้ได้ สิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะซื้อขายกันนี้เรียกว่า AAUs (Assigned Amount Units)

3. กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ตามมาตรา 12 ซึ่งเป็นกลไกเดียวภายใต้พิธีสารเกียวโต ที่ให้กลุ่มประเทศพัฒนาแล้วสามารถดำเนินการร่วมกับกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา เพื่อให้เกิดการลงทุนของประเทศกำลังพัฒนาในการดำเนินกิจกรรมที่มีส่วนร่วมในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กลไกนี้ได้สร้างแรงจูงใจแก่ประเทศกำลังพัฒนาร่วมลดก๊าซเรือนกระจกแบบสมัครใจ และสามารถขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้เป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

“คาร์บอนเครดิต” แก่ประเทศพัฒนาแล้วที่มีพันธกรณีต้องลดก๊าซเรือนกระจกตามปริมาณที่กำหนดในพิธีสารเกียวโตภายในปี พ.ศ. 2555

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้นั้น จะต้องผ่านกระบวนการวัด ตรวจสอบ และรับรอง (Certified Emission Reduction: CERs) จากคณะกรรมการบริหารกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM Executive Board: CDM EB) ก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้นั้นต้องเป็นไปตามหลักการโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด กล่าวคือ เข้าร่วมดำเนินการด้วยความสมัครใจ เป็นโครงการที่สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศกำลังพัฒนา กระบวนการต่างๆมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดประโยชน์ที่แท้จริงและตรวจสอบได้ นอกจากนี้ต้องเป็นโครงการที่มีการดำเนินการเพิ่มเติมจากธุรกิจปกติ

ปัจจุบันหน่วยงาน หรือองค์กรที่เป็นผู้รับซื้อคาร์บอนเครดิตในตลาดคาร์บอนเครดิต (Carbon Market) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท (กุลชา จรุงกิจอนันต์, 2552) คือ

1. รัฐบาลของกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยประเทศดังกล่าวจะมีการมอบหมายให้หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัดหาคาร์บอนเครดิต เพื่อบรรลุถึงพันธกรณีในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น ประเทศอังกฤษ ได้มอบหมายให้ Department of Environment และ Food and Rural Affairs เป็นหน่วยงานของรัฐบาลอังกฤษ ในการจัดหาคาร์บอนเครดิต เป็นต้น

2. Carbon Fund เป็นกองทุนที่มาจากการรวมตัวกันของรัฐบาล หรือกลุ่มบริษัทเอกชนที่ต้องการปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ เช่น ธนาคารโลก เป็นผู้บริหารจัดการ Prototype Carbon Fund Bio Carbon Fund World Bank's Community Development Carbon Fund หรือในกรณีของประเทศญี่ปุ่นก็ได้มีการจัดตั้ง Japan Carbon Finance โดยเป็นการรวมตัวกันของบริษัทเอกชนในประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

3. Carbon Broker เป็นนายหน้าที่รับซื้อคาร์บอนเครดิต เพื่อนำไปขายให้กับบริษัทเอกชนหรือรัฐบาลของประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยทำงานในลักษณะเดียวกับ Broker ในตลาดหุ้น เช่น Asia Carbon Exchange ของประเทศสิงคโปร์ หรือ Traditional Finance Service และ Trading Emission PLC ของประเทศอังกฤษ เป็นต้น โดย Carbon Broker จะทำหน้าที่เปิดประมูล CERs และคิดค่านายหน้าเป็นจำนวนร้อยละของรายได้จากการขาย CERs

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับประเทศไทยได้ลงนามให้สัตยาบันในพิธีสารเกียวโตเมื่อวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2545 ในฐานะภาคีสมาชิกในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา จึงไม่มีพันธกรณีที่จะต้องลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในช่วงปี พ.ศ. 2551-2555 แต่ภายใต้พิธีสารเกียวโต มาตรา 10 ได้กำหนดให้ทุกประเทศร่วมรับผิดชอบดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามขีดความสามารถและสถานการณ์ของแต่ละประเทศด้วยความสมัครใจ ประเทศไทยได้เข้าร่วมลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดบนพื้นฐานของความสมัครใจ และมีการจัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน)ขึ้น เพื่อปฏิบัติงานด้านการบริหารเกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจกและดำเนินการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดภายใต้พิธีสารเกียวโตให้เป็นไปตามข้อกำหนดสากล การจัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมพัฒนาโครงการผ่านกลไก CDM พิจารณาให้การรับรองโครงการ CDM ของประเทศไทย รวมถึงการทำตลาดซื้อขายก๊าซเรือนกระจก และเป็นศูนย์ข้อมูลและจัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจก

สำหรับโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเป็นโครงการหนึ่ง และจัดอยู่ในโครงการทางด้านสิ่งแวดล้อมที่คณะกรรมการองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน)ของประเทศไทย จะพิจารณาให้การรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรางคณา กิจเกื้อกูล (2541) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองภูเก็ต วัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกลงทุนในวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมที่สุด ด้วยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล การหมักทำปุ๋ย และการเผาในเตา โดยการประเมินผลประโยชน์ทางตรงและทางอ้อมของโครงการที่สามารถประค่าเป็นตัวเงินได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายของโครงการ ทั้งนี้โดยอาศัยหลักเกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุน ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ ผลการศึกษาว่าการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลให้ผลตอบแทนมากที่สุด ณ อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 16 มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 630.19 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 2.17 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับ 31 แต่การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลจะก่อให้เกิดปัญหาขาดแคลนที่ดินฝังกลบ ดังนั้นการแก้ปัญหาขยะมูลฝอย จะต้องพิจาณาวิธีกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีอื่นควบคู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้วย เพื่อช่วยแก้ปัญหาขยะมูลฝอยตกค้างได้อย่างมีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

กฤษณ์ คงเจริญ (2548) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนโครงการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษาโรงพยาบาลแกลง จังหวัดระยอง วัตถุประสงค์หลักเพื่อวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์การลงทุนโครงการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์ การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดการทำงานจริงของระบบภายในช่วงระยะเวลา 6 เดือน นับตั้งแต่ติดตั้งระบบโดยกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 16 ปี ตามอายุการใช้งานของระบบ และใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8 พบว่าโครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 1,071,359.57 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 2.34 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 31.15 และผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวพบว่าโครงการยังมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน และการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ พบว่าต้นทุนของโครงการสามารถเพิ่มขึ้นได้ถึงร้อยละ 134.33 และผลประโยชน์ของโครงการสามารถลดลงได้ถึงร้อยละ 57.33 จึงทำให้โครงการไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน สามารถสรุปได้ว่าโครงการมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน สมควรที่รัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะทำการสนับสนุนให้มีการใช้ระบบการผลิตน้ำร้อนดังกล่าวอย่างแพร่หลายต่อไป

ศสิรส พิทักษ์รัตนโชติ (2548) ได้ศึกษาเรื่องความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าพลังงานชีวมวลที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากการใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง และเทคโนโลยีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงแกลบ วิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์การตัดสินใจ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เป็นตัวชี้วัดความเป็นไปได้ในการลงทุน โดยต้นทุนประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ค่าเสียโอกาสของแกลบ ต้นทุนค่าขนส่งเชื้อเพลิง และค่าเสียโอกาสของที่ดิน โดยผลประโยชน์ ประกอบด้วย ผลประโยชน์ด้านพลังงานจากต้นทุนที่สามารถหลีกเลี่ยงได้ จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทอื่นๆ ผลประโยชน์ด้านการขายผลพลอยได้จากการขายเถ้า และผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม จากมูลค่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง เนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวลไม่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ผลการศึกษาพบว่าแกลบเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสีข้าว และการศึกษาเทคโนโลยีในการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้แกลบเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เชื้อเพลิงพบว่าเทคโนโลยีการเผาไหม้แบบลอยตัวมีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่ำและเถ้าที่ได้มีคุณภาพสูง ส่วนผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ พบว่ามีความคุ้มค่าต่อการลงทุนและจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหว พบว่าผลการวิเคราะห์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่คุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นภาครัฐและเอกชนจึงควรให้ความสนใจในการเข้าร่วมลงทุน และยังเป็นการพิจารณาแหล่งพลังงานทดแทน โดยเป็นการใช้ทรัพยากรภายในประเทศ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่สังคมโดยรวม

การตรวจเอกสารของวรางคณา กิจเกื้อกูล กฤษณ์ คงเจริญ และ ศสิรส พิทักษ์รัตนโชติ ได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษากระบวนการวิจัย เพื่อหาข้อสรุปที่เกี่ยวข้องในแต่ละประเด็นในการกำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการเขียนรายงานการวิจัย

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2551) ได้ศึกษาโครงการการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน โดยมีการทดลองศึกษาจาก Pilot Plan เป็นการทดลองหมักจากขยะจริง เพื่อความมั่นได้มีการนำมาใช้ในการออกแบบ ผลการศึกษาได้ออกแบบและก่อสร้างต้นแบบจำนวน 5 แห่ง ในพื้นที่เทศบาลเมืองสกลนคร เทศบาลเมืองกำแพงเพชร เทศบาลหัวหิน เทศบาลเมืองทุ่งสง และเทศบาลตำบลสามชุก แต่ละแห่งมีขนาดรองรับขยะอินทรีย์ได้วันละ 5-15 ตัน ผลิตก๊าซชีวภาพได้วันละ 480 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งปริมาณก๊าซชีภาพที่ผลิตได้นำไปใช้ในการหุงต้มแทนก๊าซหุงต้ม ระบบก๊าซชีวภาพที่พัฒนานี้ มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างแห่งละประมาณ 5 ล้านบาท และค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและบำรุงรักษา โดยคิดจากการเดินระบบเต็มที่วันละ 15 ตัน ประมาณปีละ 4-7 แสนบาท ผลการวิเคราะห์ทางการเงินโครงการ เมื่อคิดผลประโยชน์จากค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะอินทรีย์ และพลังงานจากก๊าซชีวภาพ โดยมีระยะเวลาของโครงการ 10 ปี จะมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1 ถึง 2.5 ปี ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะของแต่ละเทศบาลและต้นทุนในการผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 7 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนของโครงการ ประกอบด้วย ค่าก่อสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ประกอบ ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างแรงงานควบคุมการผลิต ค่าบำรุงรักษาและเปลี่ยนอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ส่วนผลประโยชน์ประกอบด้วย มูลค่าของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ และการประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าโครงการมีคุ้มค่าในการลงทุนทั้งทางด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์ ทั้งในกรณีที่โครงการดำเนินการลงทุนโดยเอกชน ก็ถือว่าเป็นโครงการก่อให้เกิดกำไรจากการลงทุน หรือกรณีหน่วยงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาครัฐที่นำเงินมาทำการลงทุน ก็จะเกิดประโยชน์ต่อหน่วยงานในแง่ของการประหยัดงบประมาณด้านค่ากำจัดขยะและค่าพลังงาน ปัญหาที่สำคัญของโครงการคือ การคัดแยกขยะอินทรีย์นำเข้าระบบ ยังต้องมีการรณรงค์ส่งเสริมให้มีการคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิด โดยกลุ่มเป้าหมายที่สำคัญคือ ร้านอาหาร ตลาดสด โรงเรียน และครัวเรือนตามลำดับ

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้มีการใช้ข้อมูลของกรมพัฒนากรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเป็นหลัก เนื่องจากพบว่าการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ ทั้งนี้จากผลของการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการดังกล่าวข้างต้นพิจารณาเพียงด้านผลประโยชน์ทางตรงเท่านั้น มิได้นำผลประโยชน์ทางอ้อมหรือผลพลอยได้ที่คาดว่าจะได้รับจากการมีโครงการเข้ามาประกอบการพิจาณาด้วย ทำให้ไม่ทราบถึงความคุ้มค่าของการลงทุนของโครงการได้อย่างชัดเจน ซึ่งผลประโยชน์เหล่านี้สามารถประเมินมูลค่าเป็นตัวเงินได้ และอาจเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่นำมาพิจารณาร่วมกับผลประโยชน์เดิมของโครงการ เพื่อให้บรรลุถึงความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาเพิ่มเติมในด้านผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการที่สามารถวัดออกมาเป็นมูลค่าได้ รวมถึงการวิเคราะห์เชิงพรรณนาถึงผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน หรือเป็นผลประโยชน์ที่ไม่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ นอกจากนี้การวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการ ผู้วิจัยได้มีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านค่าเสียโอกาสของที่ดิน ค่าก่อสร้างลานตากตะกอน การจัดหาอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการผลิต การขนส่งขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ รวมถึงการจัดหาอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของพนักงาน เพื่อให้วิเคราะห์ในส่วนของต้นทุนมีความใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากปฏิบัติงานจริงมากที่สุด

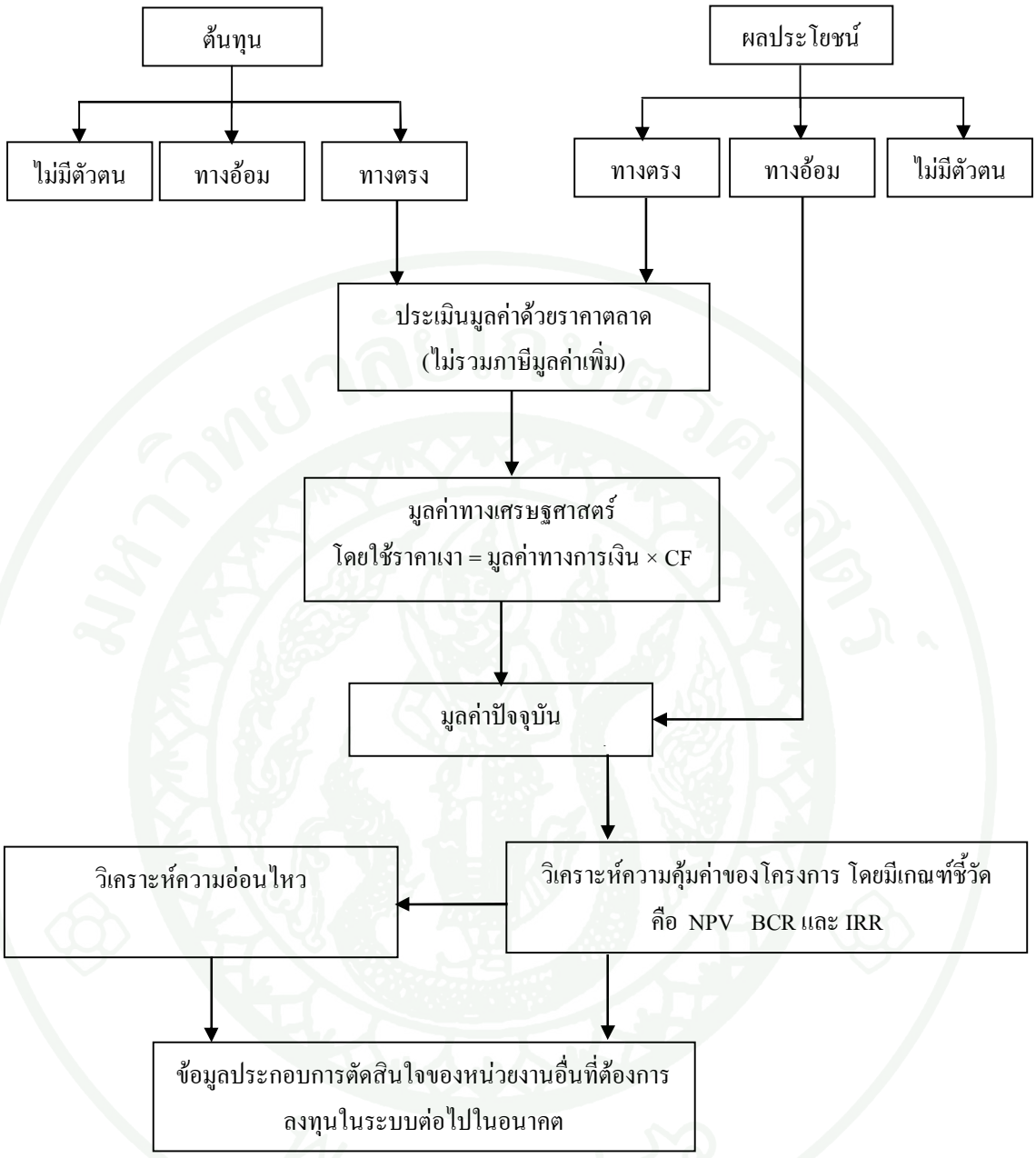
กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยและการตรวจเอกสารที่ผ่านมา ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพที่ 2.1 กล่าวคือ การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ต้องมีการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ รวมถึงการศึกษาขอบเขตและวัตถุประสงค์ของโครงการ เพื่อระบุรายการต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ แล้วนำรายการต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการมาประเมินมูลค่าด้วยราคาตลาด สำหรับกรณีที่โครงการต้องจัดซื้อปัจจัยการผลิตเองและต้องจ่ายภาษีโดยตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะต้องหักภาษีออกจากราคาตลาดนั้นก่อน หลังจากนั้นปรับราคาตลาดหรือมูลค่าทางการเงินให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้ค่า CF (Conversion factor) เฉลี่ยของกลุ่มสินค้าและบริการ และปรับลดค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ในอนาคตให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าของโครงการ โดยใช้เกณฑ์ชี้วัดความคุ้มค่า คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) นอกจากนี้จะมีวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เพื่อทดสอบดูว่าหากสถานการณ์เปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบอย่างไรต่อความเป็นไปได้ของโครงการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจนำไปใช้เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงให้โครงการมีความคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ เพื่อได้ซึ่งข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์โครงการ และนำไปสู่ผลการวิเคราะห์ต่อไป

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่ และจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง

2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) เป็นการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารของหน่วยงานต่างๆ ที่ได้มีการจัดทำไว้ อาทิ ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เทศบาลเมืองทุ่งสง หนังสือวิชาการ บทความ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ และการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ว่ามีลักษณะใดบ้าง โดยอาศัยข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง การสำรวจพื้นที่ และจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ เพื่อใช้ในการอธิบายถึงรายละเอียดของระบบ โดยใช้วิธีการบรรยายหรือเชิงพรรณนา

2. การวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (benefit-cost analysis) โดยระบุรายการและวิธีการประเมินมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดจากการมีโครงการในแต่ละปี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายของโครงการ ประกอบด้วย

ก. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment cost) ได้แก่ (1) ค่าที่ดิน ใช้ราคาประเมินของกรมที่ดิน (2) ค่าก่อสร้างระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ใช้ราคาของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และเทศบาลเมืองทุ่งสง (3) ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ ใช้ราคาของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และสำนักงบประมาณ (4) ค่ายานพาหนะ ใช้ราคาของสำนักงานงบประมาณ

ข. ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา (Operation and maintenance cost) ได้แก่ ค่ากล้าเชื้อจุลินทรีย์ ค่าจ้างพนักงานควบคุมการผลิต ค่าสาธารณูปโภค ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ค่าขนส่งขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ใช้ข้อมูลของเทศบาลเมืองทุ่งสง

2.1.2 ผลประโยชน์ทางตรง (Direct benefits) ประกอบด้วย

ก. การประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม จะประเมินมูลค่าจากปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม โดยที่ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรจะให้พลังงานความร้อนเทียบเท่ากับก๊าซหุงต้ม 0.46 กิโลกรัม ดังนั้นการประเมินมูลค่าก๊าซหุงต้ม จึงต้องมีการเทียบพลังงานความร้อนของก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้ว่าจะสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนก๊าซหุงต้มได้กี่กิโลกรัม และนำปริมาณก๊าซหุงต้มที่สามารถทดแทนมาคูณด้วยราคาก๊าซหุงต้ม สามารถคำนวณได้ดังนี้

ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม = [ก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้ (ลบ.ม.) × ก๊าซหุงต้ม (0.46 กก.)]
× ราคาก๊าซหุงต้ม(บาท/กก.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข. การประหยัดค่ากำจัดขยะ ประเมินมูลค่าจากค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และกำจัดขยะที่ลดลงได้ เมื่อนำขยะอินทรีย์มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ คำนวณมูลค่าได้ดังนี้

ประหยัดค่ากำจัดขยะ = ปริมาณขยะที่กำจัดได้ (ตัน) × ค่าขนส่งและกำจัดขยะ (บาท/ตัน)

2.1.3 ผลประโยชน์ทางอ้อม (Indirect benefits) ประกอบด้วย

ก. การประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ ประเมินจากค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์ที่ลดลงของเทศบาลเมืองทุ่งสง เมื่อนำกากตะกอนที่ได้จากระบบการผลิตก๊าซชีวภาพมาใช้ สามารถคำนวณมูลค่าได้ดังนี้

การประหยัดค่าปุ๋ย = ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ (กก.) × ราคาปุ๋ยอินทรีย์(บาท/กก.)

ข. การลดต้นทุนการบำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ ต้นทุนการบำบัดน้ำเสียที่สามารถประหยัดได้ ประเมินจากค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ และการดูแลรักษาระบบการบำบัดน้ำเสียเดิมของโรงฆ่าสัตว์ที่ลดลง ได้ดังนี้

ต้นทุนการบำบัดน้ำเสีย = ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม.) × ต้นทุนการบำบัดน้ำเสีย (บาท/ลบ.ม.)

ค. การลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก การกำจัดขยะด้วยการกองทิ้งกลางแจ้ง หรือวิธีการฝังกลบ ก่อให้เกิดก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน การนำขยะมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนในรูปของก๊าซชีวภาพ จึงเป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่บรรยากาศ โดยต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้นั้น จะประเมินมูลค่าด้วยวิธีการซื้อขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ หรือที่เรียกว่า คาร์บอนเครดิต ได้ดังนี้

ต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก = คาร์บอนเครดิต (ตัน) × ราคาคาร์บอนเครดิต(บาท/ตัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.4 ผลประโยชน์ไม่มีตัวตน (Intangible benefits) เนื่องจากเป็นผลประโยชน์ที่ไม่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ จึงใช้วิธีการบรรยายหรือพรรณนาผลประโยชน์ประเภทนี้เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ ซึ่งผลประโยชน์ดังกล่าวได้แก่ เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ และการเผยแพร่ความรู้ไปสู่หน่วยงานอื่นๆ และช่วยยืดอายุการใช้งานของหลุมฝังกลบขยะ

2.2 วิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ (Project analysis) โดยการนำมูลค่าปัจจุบันสุทธิของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งใช้หลักเกณฑ์การประเมินความคุ้มค่าของโครงการดังนี้

2.2.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value: NPV) คือมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่บ่งชี้ถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ ซึ่งอาจมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ หลักการตัดสินใจถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่ามากกว่าศูนย์ หรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมหรือมีความคุ้มค่าที่จะลงทุนได้

2.2.2 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (benefit cost ratio: BCR) คืออัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน ขนาดของอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นอาจมีค่าเท่ากับหนึ่ง มากกว่าหนึ่ง หรือน้อยกว่าหนึ่งก็ได้ แต่หลักการตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจคือเมื่อ BCR มีค่าเท่ากับหนึ่ง หรือมีค่ามากกว่าหนึ่ง

2.2.3 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (internal rate of return: IRR) คือผลตอบแทนเป็นร้อยละต่อโครงการที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ มีค่าเท่ากับศูนย์ หลักการตัดสินใจว่าโครงการมีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจ ก็ต่อเมื่ออัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ(IRR) มีค่าสูงและต้องสูงกว่าอัตราคิดลด ซึ่งถ้าค่า IRR มีค่ามากกว่าอัตราคิดลด ถือว่าโครงการมีความคุ้มค่าเหมาะสมที่จะลงทุน

3. การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity analysis) เพื่อทดสอบว่าหากสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไปที่คาดการณ์ไว้ หรือตัวแปรที่มีผลกระทบต่อต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการมีการเปลี่ยนแปลงไป จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อความเป็นไปได้ของโครงการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับการศึกษาโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะครั้งนี้ ปัจจัยด้านปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิต นับเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นในการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ผู้วิจัยจึงได้กำหนดให้ตัวแปรด้านปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิตมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยกำหนดเป็น 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน

กรณีที่ 2 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน

กรณีที่ 3 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

สภาพทั่วไปของโครงการและระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

การวิเคราะห์โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ จำเป็นต้องศึกษาสภาพทั่วไปของโครงการและระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ เพื่อให้เข้าใจรายละเอียดในส่วนต่างๆของโครงการ อันนำไปสู่การกำหนดรายการของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ โดยเนื้อหาในบทนี้จะศึกษาเกี่ยวกับความเป็นมาของโครงการ สภาพทั่วไปของเทศบาลเมืองทุ่งสง เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ รวมถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการมีโครงการ

ความเป็นมาของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

กระทรวงพลังงานมีนโยบายจะส่งเสริมการนำขยะมาใช้เป็นพลังงานทดแทนการใช้พลังงานที่ต้องนำเข้า และช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการจัดการขยะที่ไม่เหมาะสม ในปีงบประมาณ ปี พ.ศ. 2549 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จึงได้ดำเนินโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน

การพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน ได้มีการศึกษาด้านการจัดการขยะ ปริมาณขยะ องค์ประกอบของขยะของชุมชน และได้มีการทดลองการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยระบบ Pilot Plant ซึ่งเป็นการทดลองหมักขยะจริง เพื่อนำมาประเมินปริมาณขยะที่ต้องใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ ประเมินขนาดของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ และการคัดเลือกเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสม ผลการวิเคราะห์เทคโนโลยีที่เลือกใช้ คือ เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic digestion)

อย่างไรก็ตาม การใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการกำจัดขยะชุมชนยังเป็นเรื่องใหม่ แม้แต่ในประเทศที่พัฒนาแล้วก็เป็นเรื่องที่ทำกันไม่มากนัก สำหรับประเทศไทยแม้ว่าเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศได้มีการนำมาใช้กับการบำบัดน้ำเสียมาเป็นเวลายาวนาน แต่การนำมาใช้กับขยะชุมชนยังเป็นเรื่องใหม่ มีตัวอย่างในเดินระบบจริงน้อยมาก การออกแบบระบบจึงต้องมีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับลักษณะและคุณสมบัติของขยะอินทรีย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จึงเห็นความจำเป็นที่จะพัฒนาระบบผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก๊าซชีวภาพจากขยะชุมชนให้มีประสิทธิภาพ โดยมีต้นแบบที่ได้มาตรฐานมีการจัดการขยะมูลฝอยที่เป็นระบบ แต่การดำเนินงานระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน มีความจำเป็นที่จะต้องได้รับความร่วมมือจากเทศบาลและชุมชน เพื่อที่จะมีการคัดแยกขยะอินทรีย์จากแหล่งกำเนิด ดังนั้นจึงมีการคัดเลือกเทศบาลที่จะดำเนินโครงการ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก คือ ความต้องการเข้าร่วมโครงการ ศักยภาพของเทศบาลด้านกำลังคนและงบประมาณ ความเป็นไปได้ในการรวบรวมขยะ ความเหมาะสมของพื้นที่ที่ตั้งระบบ และความร่วมมือของชุมชน ผลการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างต้นแบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะจำนวน 5 แห่ง ในภูมิภาคต่างๆทั่วประเทศ ได้แก่ (1) เทศบาลเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร (2) เทศบาลเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร (3) เทศบาลตำบลสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี (4) เทศบาลเมืองหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และ (5) เทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

โครงการต้นแบบในเขตเทศบาลทั้ง 5 แห่ง กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน จะสนับสนุนด้านการลงทุนก่อสร้างและจัดหาอุปกรณ์ทั้งหมด โดยทางเทศบาลจะจัดหาพื้นที่เพื่อติดตั้ง พร้อมทั้งจัดหาระบบสาธารณูปโภค ระบบไฟฟ้า และระบบน้ำประปา เพื่อใช้ในโครงการ ทั้งนี้ในการก่อสร้างต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะมีงบประมาณจำกัดทางโครงการจำเป็นต้องจำกัดค่าก่อสร้างระบบคัดแยกขยะ เพื่อให้มีงบประมาณเพียงพอสำหรับใช้ในการก่อสร้างหน่วยผลิตก๊าซชีวภาพ และข้อกำหนดที่สำคัญของโครงการ คือ ต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชนอาจต้องดำเนินการโดยใช้ขยะอินทรีย์จากแหล่งที่สามารถคัดแยกและจัดหาได้ง่าย เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินงานตามกำหนด

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชนให้มีประสิทธิภาพ

2. เพื่อส่งเสริมการผลิตพลังงานจากขยะชุมชน และนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ หรือผลิตกระแสไฟฟ้า

3. เพื่อสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการปัญหาของท้องถิ่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สภาพทั่วไปของเทศบาลเมืองทุ่งสง

เมืองทุ่งสงเป็นชุมชนที่มีแนวโน้มการขยายตัวสูงและเป็นศูนย์กลางความเจริญแห่งหนึ่งของจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อรองรับการเจริญเติบโตของเมืองจากปัจจัยด้านการคมนาคม โดยเริ่มจากการเป็นชุมทางการคมนาคมขนส่งทางรถไฟซึ่งมีผลให้เกิดการค้าและการบริการตามมา แม้ว่าในระยะหลังการเป็นชุมทางรถไฟจะลดบทบาทความสำคัญลงบ้าง เนื่องจากการเปิดเส้นทางการคมนาคมทางบกสายใหม่ ๆหลังจากปี พ.ศ. 2517 เป็นต้นมา ซึ่งทำให้เมืองทุ่งสงเป็นชุมทางรถยนต์ที่สำคัญของจังหวัดนครศรีธรรมราช

เทศบาลเมืองทุ่งสง ตั้งอยู่ในเขตตำบลปากแพรก อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งพื้นที่ในเขตเทศบาลเมืองทุ่งสงนับว่าเป็นจุดศูนย์กลางของอำเภอทุ่งสง มีเส้นทางการคมนาคมทางรถไฟและทางรถยนต์สายหลักตัดผ่านพื้นที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลเมืองทุ่งสงจึงเป็นที่ตั้งของหน่วยงานราชการ หน่วยงานเอกชน ร้านค้าจำหน่ายสินค้าที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวันซึ่งนับว่าเทศบาลเมืองทุ่งสงศูนย์กลางด้านการค้าและบริการ จึงทำให้เทศบาลเมืองทุ่งสงเจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว และเป็นศูนย์กลางความเจริญของอำเภอทุ่งสง

เทศบาลเมืองทุ่งสงมีพื้นที่ 7.17 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,481.25 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อ ตำบลชะมาย ตำบลนาหลวงเสน และตำบลถ้ำใหญ่ และจากข้อมูลทะเบียนราษฎร (ธันวาคม 2551) ในเขตเทศบาลมีจำนวนประชากร 27,977 คน จำแนกเป็นครัวเรือน 8,529 ครัวเรือน ขนาดครัวเรือนเฉลี่ย 3 คนต่อครัวเรือน และมีความหนาแน่นของประชากรเท่ากับ 3,818 คนต่อตารางกิโลเมตร ประชากรในเขตเทศบาลเมืองทุ่งสงส่วนใหญ่ประกอบอาชีพค้าขายและรับราชการ รองลงมาอาชีพอิสระและผู้ใช้แรงงาน (เทศบาลเมืองทุ่งสง, 2552)

การจัดการขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง ปัจจุบันเทศบาลมีปริมาณขยะ 30-35 ตันต่อวัน เทศบาลดำเนินการจัดเก็บรวบรวมและขนส่งขยะไปฝังกลบในสถานที่ของเทศบาลนครนครศรีธรรมราช ซึ่งห่างจากเทศบาลเมืองทุ่งสงประมาณ 60 กิโลเมตร โดยเทศบาลเมืองทุ่งสงต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการขนส่งเอง และต้องจ่ายค่าบริการกำจัดขยะให้เทศบาลนครนครศรีธรรมราชอีก 150 บาทต่อตัน ทั้งนี้เทศบาลเมืองทุ่งสง มีพื้นที่กำจัดขยะของตนเองแบบฝังกลบที่บ้านทุ่งชนห่างจากเทศบาลประมาณ 10 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 110 ไร่ แต่มีปัญหาในพื้นที่ไม่สามารถดำเนินการใช้กำจัดขยะได้ ซึ่งขณะนี้ทางเทศบาลเมืองทุ่งสงกำลังเจรจาเพื่อขอเข้าไปใช้ประโยชน์พื้นที่ดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

ในช่วงปี พ.ศ. 2543-2551 ประเทศไทยมีปริมาณขยะเพิ่มขึ้นทุกปี หลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้พยายามศึกษาถึงวิธีการกำจัดขยะโดยการนำขยะมาผลิตเป็นพลังงาน เพื่อช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและพลังงาน โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ได้แก่ เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะ เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ เทคโนโลยีผลิตเชื้อเพลิงขยะเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน เทคโนโลยีเตาเผาขยะ เทคโนโลยีผลิตก๊าซเชื้อเพลิง เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค และเทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่ได้ศึกษาด้านการจัดการขยะ ปริมาณขยะ และองค์ประกอบของขยะในระดับชุมชน เพื่อเลือกรูปแบบการผลิตพลังงานจากขยะที่เหมาะสม ซึ่งผลการวิเคราะห์รูปแบบที่เหมาะสม คือ การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะด้วยเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic digestion)

เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic digestion) เป็นกระบวนการหมักของเสียในสภาวะที่ไร้ออกซิเจนหรืออากาศ เพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นก๊าซชีวภาพ เทคโนโลยีนี้จะใช้กับขยะอินทรีย์เท่านั้น ซึ่งมีขบวนการย่อยสลายทางชีวเคมีเช่นเดียวกับการย่อยสลายของขยะอินทรีย์ในหลุมฝังกลบ แต่การย่อยสลายจะถูกควบคุมหรือจัดให้อยู่ในระบบบ่อปิด วิธีการกำจัดขยะวิธีนี้จึงเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) ดังนี้

1. การบำบัดขั้นต้น (Pre-treatment or Front-end treatment) เป็นการคัดแยกขยะอินทรีย์จากขยะมูลฝอยรวม หรือการคัดแยกสิ่งปะปนออกจากขยะอินทรีย์ และการเตรียมสภาพขยะอินทรีย์ให้เหมาะสำหรับการหมักในระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยการบดย่อยขยะอินทรีย์ให้มีขนาดที่เหมาะสม เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับระบบ

2. การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic digestion) เป็นขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ โดยอาศัยการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ในสภาพที่ไร้ออกซิเจน และทำให้ขยะคงสภาพ ปราศจากกลิ่นเหม็นและเชื้อโรค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การบำบัดขั้นหลัง (Post-treatment or Back-end treatment) เป็นขั้นตอนการจัดการกากตะกอนจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้มีความคงตัวมากขึ้น เช่น การนำไปหมักโดยใช้ระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ การอบเพื่อฆ่าเชื้อโรคและลดความชื้น การทำให้สารปรับสภาพดินมีสภาพที่เหมาะสม และปลอดภัยสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืช

ข้อดีของเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

1. ลดการใช้พื้นที่ในการกำจัดขยะ เมื่อเปรียบเทียบกับการการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศแบบดั้งเดิม และลดปริมาณขยะที่ต้องนำไปกำจัดในขั้นสุดท้ายได้

2. เทคโนโลยีการบำบัดขยะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถแก้ปัญหากลิ่นเหม็น สัตว์พาหะนำโรคที่เกิดจากการกำจัดขยะไม่ถูกหลักวิชาการ เนื่องจากเป็นกระบวนการย่อยสลายในระบบปิด

3. เป็นการหมุนเวียนขยะอินทรีย์ กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในรูปของปุ๋ยน้ำอินทรีย์ หรือสารปรับสภาพดิน

4. สามารถหมักร่วมกับของเสียอินทรีย์ประเภทอื่นๆ เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร น้ำเสีย และมูลสัตว์ต่างๆ

5. สามารถใช้บำบัดขยะอินทรีย์แทนการฝังกลบ ในพื้นที่ที่การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลไม่เป็นที่ยอมรับ

6. สามารถผลิตพลังงานจากขยะเปียก ซึ่งไม่เหมาะสำหรับการเผาเพื่อผลิตพลังงาน และมีศักยภาพที่จะได้รับผลตอบแทนทางการเงินและเศรษฐศาสตร์สูง เมื่อพลังงานชนิดอื่นมีราคาสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อจำกัดของเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

1. ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ได้ทั้งหมด เช่น เศษไม้ เศษกิ่งไม้

2. ต้องลงทุนระบบการคัดแยกขยะมูลฝอย ทำให้เงินลงทุนโครงการสูงขึ้น

3. ปัจจัยความสำเร็จขึ้นอยู่กับความเข้าใจของประชาชนในการคัดแยกขยะ

การพิจารณาความเหมาะสมด้านเทคนิคของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะด้วยการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีระบบอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบต่างก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน การเลือกระบบการผลิตที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ก็จะช่วยให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการก่อสร้างต้นแบบระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ จึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่มีความเหมาะสมทางด้านเทคนิค ได้แก่ อุณหภูมิของระบบ ความชื้นของระบบ จำนวนขั้นตอน และรูปแบบของถังหรือบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. อุณหภูมิของระบบ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของแบคทีเรีย แต่ละช่วงอุณหภูมิจะมีกลุ่มแบคทีเรียที่แตกต่างกัน การหมักขยะเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพมีการใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 2 ช่วง คือ ช่วงอุณหภูมิต่ำมีอุณหภูมิประมาณ 34-40 องศาเซลเซียส ระบบนี้สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 75-125 ลูกบาศก์เมตร ต่อขยะบด 1 ตัน และช่วงอุณหภูมิสูง มีอุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ไม่ต่ำกว่า 200 ลูกบาศก์เมตรต่อขยะบด 1 ตัน

นักวิจัยพบว่าการใช้อุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ สามารถลดเวลากักน้ำของถังปฏิกรณ์หรือถังหมักก๊าซชีวภาพได้ ระบบมีเสถียรภาพปฏิกิริยาการย่อยสลายเกิดผลได้ดี แม้ว่าระบบอุณหภูมิแบบสูงมีข้อดีหลายประการ แต่เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมกับสภาพประเทศไทย วิศวกรที่ปรึกษาเลือกใช้ระบบอุณหภูมิแบบปกติหรืออุณหภูมิต่ำ ด้วยเหตุผลดังนี้ (1) อุณหภูมิของประเทศไทยมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุณหภูมิต่ำ (2) อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานและค่าก่อสร้างระบบต่ำกว่าระบบอุณหภูมิสูง (3) ระบบอุณหภูมิสูง จะเสียเวลาในการเลี้ยงกล้าเชื้อจุลินทรีย์นานมาก และต้องใช้การดูแลมากกว่าระบบอุณหภูมิต่ำ (4) การศึกษาพัฒนาระบบอุณหภูมิต่ำ มีมานานและมีความน่าเชื่อถือมากกว่าอุณหภูมิสูง และ (5) บุคลากรระดับชุมชนสามารถพัฒนาและก่อสร้างระบบอุณหภูมิต่ำได้เอง

2. ระดับความชื้นของระบบ

การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ สามารถกระทำภายใต้สภาวะที่มีความชื้นสูงหรือต่ำก็ได้ การหมักแบบใช้ความชื้นสูง เรียกว่า การหมักแบบเปียกหรือการหมักแบบเติมน้ำ ในทางปฏิบัติการหมักแบบเปียกเป็นการหมักขยะที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 88-93 หรือไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 ในขณะที่การหมักแบบใช้ความชื้นต่ำ เรียกว่า การหมักแบบแห้งหรือการหมักแบบไม่เติมน้ำ เป็นการหมักขยะที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 85 การหมักแบบแห้งมักไม่ต้องเติมน้ำในระบบ

การหมักแบบเปียก เป็นการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย และมีการพัฒนามานานกว่า 60 ปี ในขณะที่การหมักแบบแห้งเป็นการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะโดยเฉพาะ อย่างไรก็ตามทั้งการหมักแบบเปียกและแบบแห้งมีหลักการพื้นฐานการทำงานเหมือนกัน แต่มีรายละเอียดของถังหมักแตกต่างกัน การเลือกระหว่างการหมักแบบเปียกและการหมักแบบแห้ง ได้พิจารณาถึงข้อจำกัดทางด้านงบประมาณในการก่อสร้างระบบ และลักษณะขยะของประเทศไทย ซึ่งเป็นขยะเศษผักเศษผลไม้ และเศษอาหารที่มีความชื้นสูงมาก ดังนั้นการหมักแบบเปียกจึงมีความเหมาะสมกว่าการหมักแบบแห้ง ด้วยเหตุผลดังนี้ (1) เทคโนโลยีการหมักแบบเปียกมีการพัฒนานานกว่าการหมักแบบแห้ง และวิศวกรของประเทศไทยมีความคุ้นเคยกับระบบการหมักแบบเปียกมากกว่าการหมักแบบแห้ง (2) เทคโนโลยีการหมักแบบแห้งมีเครื่องจักรที่เฉพาะตัว ทำให้ไม่สามารถออกแบบและสร้างเองได้ ต้องซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ส่วนเทคโนโลยีการหมักแบบเปียกสามารถออกแบบ และก่อสร้างระบบได้ ค่าก่อสร้างจึงถูกกว่าระบบหมักแบบแห้ง และ (3) ลักษณะขยะเป็นขยะเศษอาหาร เศษผลไม้ และเศษผัก ซึ่งมีความชื้นมากกว่าร้อยละ 85 จึงไม่สามารถใช้ระบบหมักแบบแห้งได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. จำนวนขั้นตอนของระบบ

การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์หลายชนิด และกลุ่มแบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ แบคทีเรียที่สร้างกรดและสร้างมีเทน ซึ่งแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันมากในด้านสภาพทางกายภาพ ความต้องการอาหาร อัตราการเจริญเติบโต และสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยแบคทีเรียที่สร้างกรดจะทำหน้าที่เปลี่ยนสารอินทรีย์ให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ มีอัตราการเติบโตเร็ว ทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ดีกว่าแบคทีเรียสร้างมีเทน ในขณะที่แบคทีเรียสร้างมีเทนจะเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้กลายเป็นก๊าซมีเทน เป็นแบคทีเรียที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้า

การเจริญเติบโตของแบคทีเรียหลายชนิดในบ่อหมักใบเดียว ย่อมเกิดสภาพที่ไม่เหมาะสมกับแบคทีเรียกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ส่งผลให้ไม่สามารถใช้แบคทีเรียเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการแยกขั้นตอนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็น 2 ขั้นตอน จะทำให้แบคทีเรีย 2 กลุ่ม ต่างก็สามารถมีอัตราการเจริญเติบโตได้สูงสุดในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับแบคทีเรียชนิดนั้น ดังนั้นระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ จึงออกแบบเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน เป็นบ่อหมักสำหรับแบคทีเรียที่สร้างกรด และบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ เป็นบ่อหมักสำหรับแบคทีเรียที่สร้างมีเทน (ก๊าซชีวภาพ)

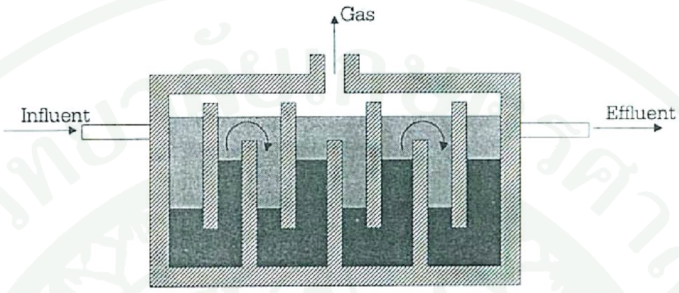
4. รูปแบบถังหรือบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ

ระบบบ่อหมักแบบไม่ใช้อากาศมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ แต่ละแบบมีลักษณะ และความเหมาะสมในการใช้งานแตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกรูปแบบของบ่อหมักก๊าซชีวภาพต้องพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ เช่น ต้นทุนการก่อสร้างต่ำ ง่ายต่อการก่อสร้าง การใช้งาน และการบำรุงรักษา ระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพที่ทางกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาคัดเลือกจะเป็นบ่อสร้างก๊าซชีวภาพระบบแผ่นกั้นไม่ใช้อากาศ (Anaerobic baffled reactor) หรือบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ ซึ่งเป็นบ่อปิดฝาด้วยแผ่นพลาสติกหนาพิเศษ

ลักษณะของระบบแผ่นกั้นไม่ใช้อากาศ มีแผ่นกั้นเพื่อบังคับน้ำเสียไหลมุดขึ้นมุดลงอยู่ในแนวตั้ง ดังภาพที่ 4.1 บ่อหมักจึงไม่จำเป็นต้องมีความสูงมากเหมือนระบบไม่ใช้อากาศแบบอื่นๆ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำ ข้อดีของระบบนี้คือ เป็นระบบที่มีพื้นผิวน้ำมากทำให้แบคทีเรียมีพื้นที่ตกตะกอนสูงกว่าระบบอื่นๆ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2542) การแยกตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวนลอยออกจากน้ำจึงสามารถทำได้ดีโดยไม่ต้องใช้สารเคมีในการเดินระบบ ก๊าซชีวภาพสามารถแยกตัวออกจากน้ำได้ง่าย การสร้างแผ่นกั้นให้น้ำเสียไหลมุดขึ้นมุดลงสลับกันไปมา เป็นบังคับให้น้ำเสียที่ไหลเข้ามาในระบบเอบีอาร์สัมผัสกับเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ก้นบ่อ เมื่อการสัมผัสระหว่างแบคทีเรีย และสารอินทรีย์เพิ่มขึ้น อัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ก็เพิ่มสูงขึ้น



ภาพที่ 4.1 ระบบแผ่นกั้นไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Baffled Reactor)
ที่มา: มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (2542)

จากการพิจารณาปัจจัยความเหมาะสมทางด้านเทคนิค การก่อสร้างต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชนที่เหมาะสม วิศวกรที่ปรึกษาเลือกใช้ เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ระบบสามารถทำงานได้ที่ระดับอุณหภูมิปกติของท้องถิ่น การหมักเป็นการหมักแบบเปียกหรือแบบเติมน้ำ มีระบบหมักแบบ 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย บ่อสร้างกรด และบ่อสร้างก๊าซ ซึ่งเป็นบ่อปิดฝาด้วยแผ่นพลาสติกหนาพิเศษ

องค์ประกอบของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

การก่อสร้างต้นแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ มีส่วนประกอบหลักของระบบ ได้แก่ อาคารย่อยขยะ บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ บ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง บ่อสูบน้ำทิ้ง บ่อดูดตะกอน และถังเก็บก๊าซชีวภาพ ดังภาพที่ 4.2 ซึ่งส่วนประกอบต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. อาคารย่อยขยะหรืออาคารควบคุมไฟฟ้า ขนาด 25 ตารางเมตร โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นลานคัดแยกขยะและตัวอาคาร สำหรับขยะอินทรีย์ที่ได้จากการรวบรวมจะนำมากองไว้ที่บริเวณลานคัดแยกขยะ เพื่อรอป้อนขยะเข้าเครื่องบดขยะ ส่วนภายในตัวอาคารจะใช้เพื่อเก็บสายพาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลำเลียง เครื่องบดขยะ ติดตั้งบ่อสูบน้ำขยะซึ่งมีความจุน้ำ 1.70 ลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ภายในอาคารจะเป็นจุดสำหรับติดตั้งระบบไฟฟ้า เพื่อควบคุมระบบไฟฟ้าทั้งหมดของโรงผลิตก๊าซชีวภาพ

2. บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน เป็นบ่อคอนกรีต ทำหน้าที่ย่อยน้ำเสียให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ บ่อสร้างกรดมีความจุน้ำ 380 ลูกบาศก์เมตร มีเวลากักเก็บน้ำ 30 วัน น้ำเสียที่อยู่ภายในบ่อจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา เพื่อไม่ให้เกิดการตกตะกอน จึงต้องมีการติดตั้งเครื่องกวนน้ำที่สามารถกวนน้ำเสียที่มีของแข็งทั้งหมดมากกว่าร้อยละ 5 จำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องกวนน้ำ จะทำหน้าที่กวนผสมน้ำเสียให้เข้ากับเชื้อจุลินทรีย์ในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน เพื่อให้การย่อยสลายเกิดขึ้นได้ดีและเร็วขึ้น บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนจะมีแผ่นพลาสติกพิเศษที่มีความหนาแน่นทนทานสูง ซึ่งเรียกว่าแผ่นพลาสติกเอชดีพีอี (HDPE) ปิดคลุมบ่อ เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น แต่จะเปิดบริเวณที่มีเครื่องกวน เพื่อให้สามารถขยะที่ลอยอยู่ผิวน้ำได้

3. บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ เป็นบ่อดินปูด้วยแผ่นพลาสติกเอชดีพีอีที่ก้นบ่อ และกั้นเป็น 4 ห้อง บ่อสร้างก๊าซมีหน้าที่ผลิตเปลี่ยนกรดอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนให้กลายเป็นก๊าซชีวภาพ บ่อสร้างก๊าซจึงต้องมีแผ่นพลาสติกคลุมบ่อสร้างก๊าซไว้ เพื่อเก็บก๊าซชีวภาพ และเมื่อปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมีปริมาณมากพอ ก็จะสูบก๊าซชีวภาพผ่านทางท่อขนาด 2 นิ้ว ที่เชื่อมติดกับแผ่นพลาสติก เพื่อนำก๊าซชีภาพไปพักไว้ที่ถังเก็บก๊าซก่อนจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป สำหรับบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ มีระยะเวลากักเก็บน้ำ 45 วัน และมีความจุน้ำ 380 ลูกบาศก์เมตร

4. บ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง เป็นบ่อดินปูด้วยแผ่นพลาสติกเอชดีพีอีที่ก้นบ่อ มีระยะเวลากักเก็บน้ำ 45 วัน มีความจุน้ำ 550 ลูกบาศก์เมตร บ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง ทำหน้าที่ย่อยน้ำเสียหรือน้ำขยะที่ถูกดันมาจากบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ และปล่อยให้เกิดการตกตะกอนบริเวณก้นบ่อตกตะกอน น้ำเสียส่วนบนของบ่อตกตะกอนจะกลายเป็นน้ำใส โดยมีค่าความสกปรกลดลงถึงร้อยละ 90 ซึ่งสามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติได้เลย โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือสามารถนำน้ำดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร และเนื่องจากบ่อตกตะกอนน้ำทิ้งยังคงมีการผลิตก๊าซชีวภาพจากตะกอนของบ่อสร้างก๊าซ จึงต้องมีแผ่นพลาสติกคลุมบ่อไว้ และก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะสูบก๊าซชีวภาพผ่านทางท่อขนาด 2 นิ้ว ที่เชื่อมติดกับแผ่นพลาสติก เพื่อนำก๊าซชีภาพไปพักไว้ที่ถังเก็บก๊าซ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับบ่อสร้างก๊าซ

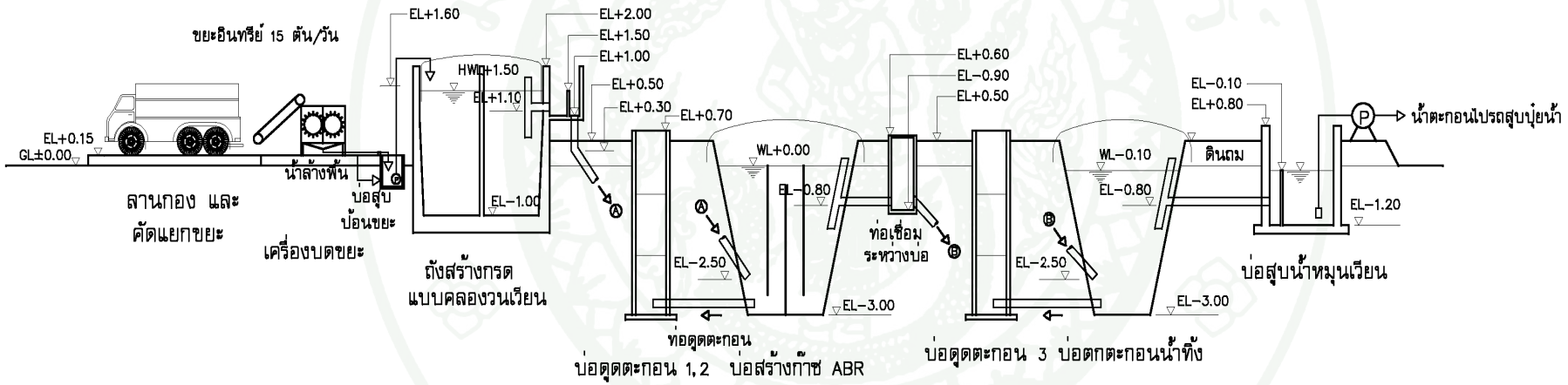
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. บ่อดูดตะกอน เป็นบ่อขนาดเล็กสำหรับดูดตะกอนที่จมอยู่ในบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ และบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง

6. บ่อสูบน้ำทิ้ง เป็นบ่อคอนกรีต มีความจุน้ำ 3.30 ลูกบาศก์เมตร ภายในบ่อจะมีเครื่องสูบน้ำที่ช่วยควบคุมการระบายน้ำส่วนบนของบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง

7. ถังเก็บก๊าซชีวภาพ มีลักษณะแบบถังครอบลอย (Floating drum) ซึ่งถังเก็บก๊าซจะเป็นถังเหล็กลอยขึ้นลงตามปริมาณก๊าซชีวภาพที่มีอยู่ในถัง โดยถังเก็บก๊าซชีวภาพที่เป็นถังเหล็กนั้นจะอยู่ภายใน แล้วมีบ่อภายนอกอีกชั้นหนึ่งที่ใส่น้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้มีกลิ่นเหม็นหรือป้องกันการเล็ดลอดของก๊าซชีวภาพออกมา ถังเก็บก๊าซชีวภาพจะทำหน้าที่เป็นบ่อพักและเก็บกักก๊าซชีวภาพที่เกิดจากบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ และบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง ก่อนที่จะนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4.2 องค์ประกอบของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2551)

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง

การจัดตั้งโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชนนั้น เป็นโครงการร่วมมือระหว่างกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและเทศบาลเมืองทุ่งสง โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จะทำหน้าที่ศึกษาข้อมูลเพื่อคัดเลือกระบบการผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสม และออกแบบการก่อสร้างระบบ รวมถึงการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบดูแลระบบ และฝึกอบรมคณะทำงานให้มีความรู้ความสามารถในการบริหารจัดการ ส่วนเทศบาลเมืองทุ่งสง จะทำหน้าที่จัดหาพื้นที่เพื่อติดตั้งระบบการผลิตและดำเนินการผลิตก๊าซชีวภาพ สำหรับระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสงที่ก่อสร้างนั้นใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ระบบสามารถทำงานได้ที่ระดับอุณหภูมิปกติของท้องถิ่น การหมักเป็นการหมักแบบเปียกหรือแบบเติมน้ำ ระบบหมักเป็นแบบ 2 ขั้นตอน และบ่อหมักเป็นบ่อปิดฝาด้วยแผ่นพลาสติกเอชดีพีอี (HDPE) ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว

สำหรับสถานที่ตั้งโครงการของเทศบาลเมืองทุ่งสง ตั้งอยู่ในโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองทุ่งสง จึงมีการปรับเปลี่ยนระบบให้เหมาะสมกับพื้นที่ โดยการนำน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์มาใช้เป็นปัจจัยร่วมในการผลิตก๊าซชีวภาพด้วย และในช่วงเริ่มต้นเดินระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะจำเป็นที่จะต้องเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ (Seed) ในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนให้มีปริมาณเพียงพอและมีความพร้อมในการย่อยสลายขยะ ปริมาณกล้าเชื้อจุลินทรีย์ควรใช้ให้มากที่สุดที่จะทำได้ เพราะปริมาณยิ่งมากก็ทำให้ระบบสามารถใช้งานได้เร็วขึ้น กล้าเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เทศบาลเมืองทุ่งสงนำใช้เป็นมูลสุกรเปียกที่รวบรวมจากผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยในเขตเทศบาลจำนวน 200 ลูกบาศก์เมตร หลังจากเติมกล้าเชื้อจุลินทรีย์ในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนแล้ว ก็สามารถเริ่มดำเนินการผลิต โดยการเติมขยะบดและน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน ทั้งนี้ในช่วงต้นจะต้องหมักน้ำเสีย (ขยะบดและน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์)ไว้ก่อนประมาณ 1 เดือน ก่อนที่จะนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์ได้

ขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

หลังจากเตรียมความของระบบก่อนการผลิตก๊าซชีภาพเป็นที่เรียบร้อยแล้ว การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะก็สามารถเริ่มดำเนินการได้ โดยแบ่งการทำงานตามองค์ประกอบของระบบดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ลานคัดแยกขยะ ขยะอินทรีย์ที่รวบรวมมาได้จากตลาดสดและโรงพยาบาลทุ่งสง ในแต่ละวันจะนำมารวมที่ลานคัดแยกขยะ เพื่อป้อนเข้าเครื่องบดขยะด้วยสายพานลำเลียง ในระหว่างที่สายพานลำเลียงขยะเข้าเครื่องบดขยะ พนักงานจะทำการแยกเอาสิ่งที่ย่อยสลายไม่ได้ออกก่อน เช่น ถุงพลาสติก หนังยาง เชือก หรือขยะที่สับยาก (เปลือกทุเรียน เศษไม้) เพราะขยะเหล่านี้จะไปสะสมตัวในระบบจนอุดตัน หรืออาจไปติดในเครื่องบดขยะ

2. เครื่องบดขยะและสายพานลำเลียง ขยะอินทรีย์จะป้อนเข้าเครื่องบดขยะด้วยสายพานลำเลียง เพื่อย่อยขยะอินทรีย์ให้มีขนาดเล็กลง ในระหว่างที่บดขยะจะเติมน้ำลงไปด้วย ซึ่งจะทำให้ได้ขยะชิ้นละเอียดมากกว่ากรณีไม่เติมน้ำ และเมื่อได้ขยะชิ้นละเอียดพอแล้ว ก็จะเปิดที่กั้นของเครื่องบดขยะปล่อยให้ขยะบดไหลลงบ่อสูบขยะด้านล่าง

ขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ซึ่งใช้วิธีการป้อนเข้าระบบที่ต่างกัน คือ (1) ขยะประเภทเศษผักและเศษผลไม้ จะป้อนเข้าเครื่องบดขยะด้วยสายพานลำเลียงโดยตรง เพื่อบดขยะให้ละเอียดก่อนป้อนเข้าระบบ (2) ขยะประเภทเศษอาหาร เป็นเศษอาหารเปียกมีน้ำปนมาก ต้องเทผ่านตะแกรงดักขยะในบ่อสูบขยะเพื่อดักขยะชิ้นใหญ่ เช่น หัวและก้างปลา เศษกระดูก ผักชิ้นใหญ่ นำไปบดด้วยเครื่องบดขยะ ส่วนเศษอาหารชิ้นเล็กก็จะไหลลงบ่อสูบขยะ โดยไม่ผ่านการบดด้วยเครื่องบดขยะ

3. บ่อสูบขยะและเครื่องสูบน้ำเสีย ขยะอินทรีย์ที่ถูกบดจนได้ชิ้นละเอียดแล้ว จะปล่อยให้ไหลลงบ่อสูบขยะตามแรงดึงดูด และเมื่อบดขยะได้ประมาณ 1/3 ของบ่อ ให้เติมน้ำลงในบ่อสูบขยะให้เกือบเต็มบ่อแล้วสูบน้ำขยะไปยังบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนด้วยเครื่องสูบน้ำเสีย ขณะเดียวบ่อพักน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ ก็จะสูบน้ำเสียไปยังบ่อสร้างกรดแบบคลอวนเวียนด้วยเช่นกัน

4. บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนและเครื่องกวน เมื่อบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนได้รับขยะบด และน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์แล้ว จุลินทรีย์ในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนจะทำหน้าที่ย่อยน้ำเสียให้กลายเป็นสารอินทรีย์ที่มีขนาดโมเลกุลเล็กลง และมีการย่อยให้เป็นกลายเป็นก๊าซชีวภาพบางส่วน เนื่องจากปริมาณขยะบดที่ทางเทศบาลเมืองทุ่งสงป้อนเข้าระบบมีปริมาณน้อยกว่าที่ออกแบบไว้มาก ดังนั้นจึงทำให้บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนทำหน้าที่ผลิตก๊าซชีวภาพแทนบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ จึงต้องมีแผ่นพลาสติกเอชดีพีอี (HDPE) ปิดคลุมบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน โดยเปิดบริเวณที่มีเครื่องกวน เพื่อให้สามารถตักขยะที่ลอยอยู่ผิวน้ำได้ ทั้งนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องกวนที่ติดตั้งภายในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนนั้น จะทำหน้าที่กวนผสมน้ำเสียให้เข้ากับเชื้อจุลินทรีย์ในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน เพื่อให้การย่อยสลายเกิดขึ้นได้ดีและเร็วขึ้น

5. บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ ตามการออกแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพ บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ นับเป็นหน่วยที่สำคัญที่สุดในการผลิตก๊าซชีวภาพ และมีการกักเก็บน้ำ 45 วัน เมื่อน้ำเสียที่ถูกย่อยเปลี่ยนเป็นกรดในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน ถูกปล่อยให้ไหลมายังบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ เพื่อให้จุลินทรีย์ในบ่อเปลี่ยนเป็นก๊าซชีวภาพ บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์จะมีแผ่นกั้นหรือกำแพงกั้นอยู่ภายในบ่อ เพื่อบังคับให้น้ำเสียไหลมุดขึ้นมุดลงอยู่ในแนวตั้ง จึงมีพื้นผิวน้ำมาก ทำให้จุลินทรีย์มีพื้นที่ตกตะกอนสูง การแยกตะกอนจุลินทรีย์และก๊าซชีวภาพออกจากน้ำเกิดขึ้นได้ง่าย การสร้างก๊าซจึงสามารถเกิดขึ้นได้ในอัตราที่สูง ข้อดีของบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ คือ ไม่ต้องกวนน้ำเสียด้วยวิธีกล จึงไม่เสียพลังงานไฟฟ้า และไม่ต้องมีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์

บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ จะมีแผ่นพลาสติกเอชดีพีอี(HDPE) ปิดคลุมทั้งบ่อ เพื่อทำหน้าที่เก็บก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะค่อยๆดันพลาสติกให้พองตัวออก ทำให้ทราบได้ว่ามีปริมาณก๊าซชีวภาพมากน้อยเพียงใด ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากบ่อสร้างก๊าซจะใช้มอเตอร์สูบก๊าซชีวภาพให้ไหลออกจากบ่อบนดินไปตามท่อขนาด 2 นิ้ว ผ่านท่อออกที่เชื่อมติดกับแผ่นพลาสติกเอชดีพีอี (HDPE) ก๊าซชีวภาพที่สูบมาจะถูกพักไว้ที่ถังเก็บก๊าซชีวภาพ เพื่อนำไปใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม แต่เนื่องจากปริมาณขยะอินทรีย์ที่เทศบาลเมืองทุ่งสง สามารถจัดหาป้อนเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพ มีปริมาณน้อยกว่าที่ออกแบบไว้มาก ดังนั้นจึงทำให้บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน ทำหน้าที่ผลิตก๊าซชีวภาพแทนบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ ก๊าซชีวภาพส่วนใหญ่จึงเกิดขึ้นที่บ่อสร้างแบบคลองวนเวียน

6. บ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง เป็นบ่อหมักก๊าซที่เชื่อมต่อกับบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ น้ำเสียที่ย่อยแล้วจากบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์เข้าสู่บ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง ซึ่งตะกอนจุลินทรีย์อาจปะปนมากับตกตะกอนในบ่อนี้ พร้อมกับอาจมีการสร้างก๊าซชีวภาพจากตะกอนที่จมอยู่อีกด้วย จึงยังต้องมีการคลุมบ่อเพื่อกักเก็บก๊าซชีวภาพด้วยแผ่นพลาสติกเอชดีพีอี (HDPE) ทั้งบ่อ เช่นเดียวกับบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะสูบไปเก็บที่ถังเก็บก๊าซชีวภาพ โดยก๊าซชีวภาพจะไหลผ่านไปตามท่อขนาด 2 นิ้ว ผ่านท่อออกที่เชื่อมติดกับแผ่นพลาสติกเอชดีพีอี (HDPE)

สำหรับน้ำเสียที่ผ่านการย่อยสลายแล้ว จะเกิดเป็นกากตะกอนและจมอยู่บริเวณก้นบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง และน้ำเสียส่วนบนของบ่อตกตะกอนจะกลายเป็นน้ำใส หรือบางครั้งเรียกว่าน้ำล้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากบ่อตกตะกอน โดยมีค่าความสกปรกลดลงถึงร้อยละ 90 ซึ่งสามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติได้เลย โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่สำหรับเทศบาลเมืองทุ่งสงนั้นได้เชื่อมต่อท่อระบายน้ำล้นจากบ่อตกตะกอนไปยังบ่อบำบัดน้ำเสียเดิมของโรงฆ่าสัตว์ เพื่อให้น้ำที่ปล่อยจากบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง เกิดการตกตะกอนอีกครั้ง และน้ำเสียที่ปล่อยจากบ่อบำบัดน้ำเสียจะผ่านบ่อทรายที่อยู่ภายในบ่อบำบัดน้ำเสีย เพื่อบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพใกล้เคียงกับแหล่งน้ำธรรมชาติมากที่สุด

7. บ่อสูบน้ำทิ้ง น้ำล้นจากบ่อตกตะกอนน้ำทิ้งจะถูกสูบออกทางบ่อสูบน้ำทิ้ง น้ำที่สูบมาจะนำมาเติมในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน เพื่อให้น้ำเสียมีค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม

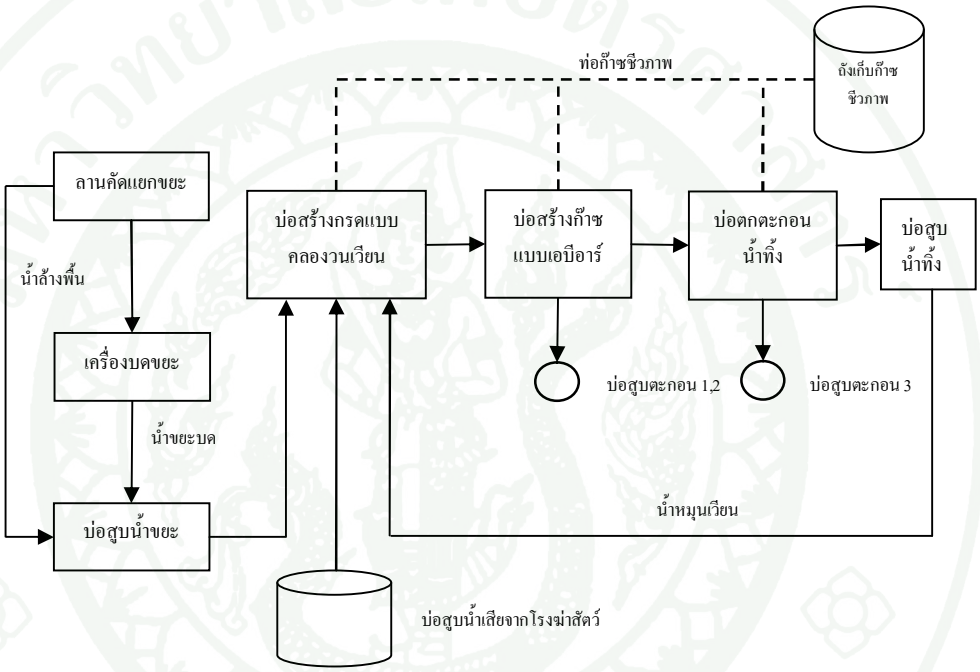
8. ถังเก็บก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวภาพที่เกิดจากบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ และบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง จะไหลผ่านไปตามท่อออกที่เชื่อมติดกับแผ่นพลาสติกเอชดีพีอี (HDPE) ก๊าซชีวภาพจากแต่ละบ่อจะไปรวมกันที่ถังเก็บก๊าซชีวภาพ เพื่อนำก๊าซชีวภาพไปใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในโรงฆ่าสัตว์และครัวเรือนของพนักงาน

จากการสำรวจพื้นที่ สามารถสรุปขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ดังภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4 โดยขยะอินทรีย์ที่รวบรวมได้ในแต่ละวัน จะนำมารวมที่ลานคัดแยกขยะ เพื่อแยกเอาสิ่งที่ย่อยสลายไม่ได้ออกก่อน ก่อนที่จะย่อยขยะอินทรีย์ให้มีขนาดเล็กลงด้วยเครื่องบดขยะ และในระหว่างที่มีการบดขยะอินทรีย์จะมีการเติมน้ำเพื่อให้ขยะย่อยเป็นชิ้นรายละเอียด หลังจากนั้นขยะที่บดละเอียดแล้วจะปล่อยให้ไหลลงในบ่อสูบขยะ เพื่อสูบต่อไปยังบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน ขณะเดียวกันน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ก็จะสูบมายังบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนด้วยเช่นกัน

เมื่อขยะบดและน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์เข้าสู่บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน ให้เปิดเครื่องกวนเพื่อผสมขยะบดให้เข้ากับน้ำเสียและจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในบ่อ โดยบ่อสร้างกรดจะทำการย่อยน้ำเสียให้กลายเป็นสารอินทรีย์ และมีการย่อยให้เป็นกลายเป็นก๊าซชีวภาพบางส่วน เนื่องจากปริมาณขยะบดที่ทางเทศบาลเมืองทุ่งสงป้อนเข้าระบบมีปริมาณน้อยกว่าที่ออกแบบไว้ ดังนั้นจึงทำให้บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนทำหน้าที่ผลิตก๊าซชีวภาพแทนบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ ขณะเดียวกันน้ำเสียที่ผ่านการย่อยสลายแล้วจากบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน ก็จะไหลไปยังบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ และบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง เพื่อให้น้ำเสียที่ผ่านการหมักบางส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายกลายเป็นก๊าซชีวภาพได้แล้วเกิดการตกตะกอน ส่วนน้ำทิ้งจากบ่อตกตะกอนน้ำทิ้งสามารถนำไปใช้เป็นน้ำหมุนเวียนในระบบการผลิต นอกจากนี้ตะกอนในบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

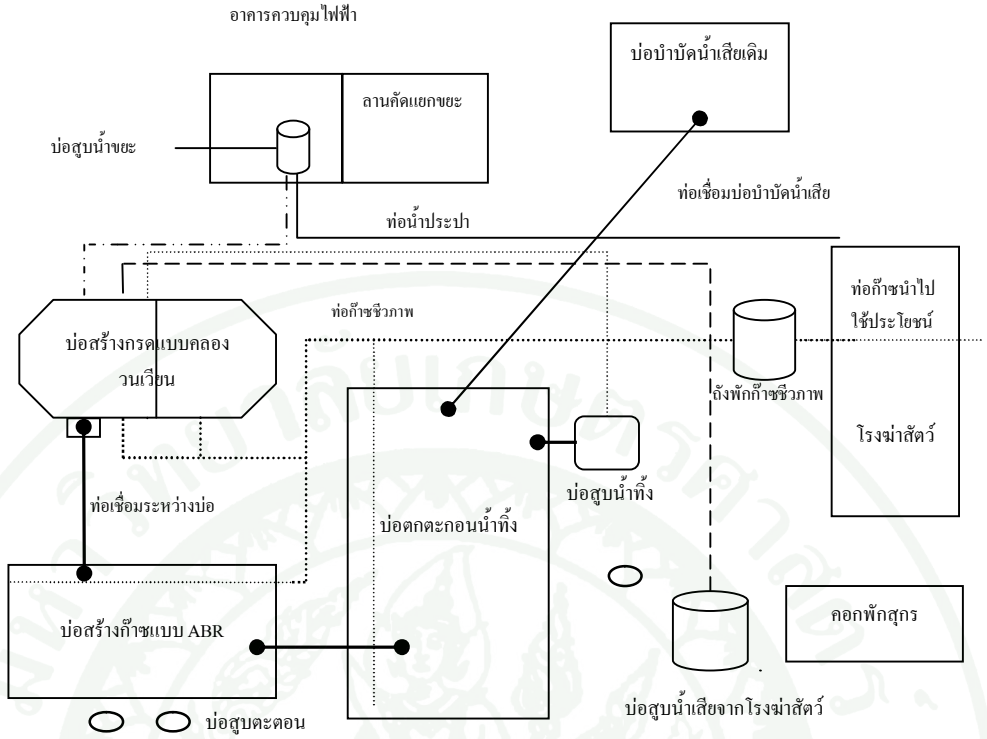
และบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง เมื่อมีการสะสมในปริมาณมาก จะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพลดลง จึงต้องสูบตะกอนดังกล่าวออก และปล่อยสู่ลานตากตะกอน (จากการสำรวจพื้นที่ทางเทศบาลเมืองทุ่งสงยังมิได้มีการก่อสร้างลานตากตะกอน) เพื่อตากแดดให้แห้งก่อนนำไปใช้ประโยชน์ในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ สำหรับก๊าซชีวภาพที่ได้จากบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ และบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง จะสูบไปเก็บไว้ที่ถังเก็บก๊าซชีวภาพ เพื่อนำไปใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในโรงฆ่าสัตว์ และครัวเรือนพนักงาน



ภาพที่ 4.3 ผังระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

ที่มา: ประยุกต์จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4.4 ผังการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง
ที่มา: ประยุกต์จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2551)

การใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพ มีส่วนประกอบสำคัญเหมือนกับก๊าซธรรมชาติที่อยู่ใต้ดิน คือ ก๊าซมีเทน(CH_4) และก๊าซธรรมชาติก็มีจุดกำเนิดเหมือนกรณีของก๊าซชีวภาพ แต่ก๊าซธรรมชาติเกิดขึ้นมานานเป็นเวลาหลายล้านปี อย่างไรก็ตามก๊าซชีวภาพมีสัดส่วนของก๊าซมีเทนร้อยละ 60-70 ซึ่งแตกต่างจากก๊าซธรรมชาติที่ประกอบด้วยก๊าซมีเทนสูงถึงร้อยละ 80-90 ดังนั้นก๊าซชีวภาพจึงมีพลังงานต่ำกว่าก๊าซธรรมชาติ (ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์, 2552)

ก๊าซชีวภาพเป็นก๊าซผสมอากาศ มีกลิ่นเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์(ก๊าซไข่เน่า) องค์ประกอบหลักของก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วย ก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณร้อยละ 60-70 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณร้อยละ 28-38 ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และก๊าซไนโตรเจน (N_2) ประมาณร้อยละ 2 (โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ, 2552) สำหรับก๊าซมีเทนเป็นก๊าซที่ติดไฟ จึงนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ ซึ่งการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทน แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. พลังงานความร้อน

การนำก๊าซชีวภาพไปเผาไหม้ให้ความร้อนโดยตรงนั้น จะได้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูง เป็นการใช้ก๊าซชีวภาพแบบง่ายที่ไม่มีความซับซ้อน สามารถนำก๊าซชีวภาพมาใช้โดยไม่ต้องดัดแปลงอุปกรณ์ เพียงแต่ปรับสัดส่วนของอากาศให้มีความเหมาะสม เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มไอน้ำในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการอบแห้ง ใช้กับหัวกกลูกสุกร และทดแทนก๊าซหุงต้ม อย่างไรก็ตามการนำก๊าซชีวภาพไปใช้นั้น ควรคำนึงถึงวิธีการส่งลำเลียงก๊าซชีวภาพด้วย โดยปกติส่งลำเลียงก๊าซชีวภาพไปตามท่อโดยอาศัยเครื่องจ่ายก๊าซชีวภาพ (Blower) ช่วยเพิ่มแรงดันและระยะทางไม่ควรไกลจนเกินไป

2. พลังงานกล

การนำก๊าซชีวภาพมาผลิตเป็นพลังงานกล เป็นการเผาเพื่อให้เกิดความร้อนและใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ต่างๆ ซึ่งเป็นใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันเบนซิน น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล นอกจากนี้ก๊าซชีวภาพสามารถนำมาใช้ในรถยนต์เช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติ แต่ต้องลงทุนค่าติดตั้งก๊าซในรถยนต์ และปั๊มก๊าซค่อนข้างสูง และค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจะเท่ากับ 2 ใน 3 ของก๊าซธรรมชาติ และระยะทางที่วิ่งได้จะสั้นลงเหลือ 2 ใน 3 เมื่อเทียบกับก๊าซธรรมชาติ

3. พลังงานไฟฟ้า

การนำก๊าซชีวภาพมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นการเผาเพื่อให้เกิดความร้อนและใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำหรับการนำก๊าซชีวภาพมาผลิตไฟฟ้านั้น ประสิทธิภาพการผลิตจะแตกต่างกันตามประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (สมพงษ์ ใจมา, 2549) ซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบดังนี้

3.1 เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้ใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล สามารถทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลได้ประมาณร้อยละ 60-70 วิธีนี้จะง่ายต่อการดัดแปลงและมีค่าใช้จ่ายในการดัดแปลงน้อย เพียงแต่ต่อเชื่อมก๊าซชีวภาพเข้ากับระบบท่อไอดีของเครื่องยนต์ และมีวาล์วสำหรับปรับแต่งปริมาณการป้อนก๊าซชีวภาพให้เหมาะสม แต่ต้องมีการใช้น้ำมันดีเซลอยู่ส่วนหนึ่ง

3.2 เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีภาพได้ทั้งหมด เป็นการดัดแปลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องยนต์ดีเซล ให้มีการทำงานเหมือนเครื่องยนต์เบนซิน ซึ่งจะสามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ทั้งหมด การดัดแปลงจะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง แต่จะเหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ค่อนข้างใหญ่ คือ กำลังผลิตไฟฟ้ามากกว่า 30 กิโลวัตต์ ขึ้นไป

3.3 เครื่องยนต์เบนซินดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ทั้งหมด เป็นการดัดแปลงระบบผสมอากาศกับเชื้อเพลิงให้สามารถใช้งานกับก๊าซชีวภาพได้ทั้งหมด การดัดแปลงจะเสียค่าใช้จ่ายน้อย เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ขนาด 10-25 กิโลวัตต์

3.4 เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโดยเฉพาะ เครื่องยนต์จะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงและราคาสูง ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ กำลังผลิตไฟฟ้ามากกว่า 200 กิโลวัตต์ขึ้นไปโดยต่อร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จากการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะและผลตอบแทนการลงทุนของเครื่องยนต์ชนิดต่างๆ ที่ใช้ก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า (วัฒนา กสิกุล และคณะ, 2548) ซึ่งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ และการสึกหรอของเครื่องยนต์ โดยนำเครื่องยนต์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว 3 ประเภท คือ เครื่องยนต์ดีเซล เครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ก๊าซ ที่มีความจุประมาณ 2,000 ซีซี 4 สูบ โดยนำมาออกแบบและดัดแปลงให้เหมาะสมกับการใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซชีวภาพเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ผลการศึกษาในการทดสอบเดินเครื่องยนต์ 1,000 ชั่วโมง พบว่า (1) เครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ตามลำดับ คือ เครื่องยนต์ก๊าซ เครื่องยนต์ดีเซล และ เครื่องยนต์เบนซิน (2) เครื่องยนต์ที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด ตามลำดับ คือ เครื่องยนต์ก๊าซ เครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ดีเซล (3) ระยะเวลาในการคืนทุน เครื่องยนต์ก๊าซ 7 ปี เครื่องยนต์เบนซิน 8 ปี และเครื่องยนต์ดีเซล 10 ปี (4) การสึกหรอของเครื่องยนต์ ทั้ง 3 ประเภทมีค่าใกล้เคียงกัน โดยส่วนใหญ่จะมีปัญหากับชิ้นส่วนของแหวน ลูกสูบ กระบอกสูบ หัวลูกสูบ ลิ้นและฝาสูบ โดยสาเหตุของการสึกหรอจะเกิดจากการทำปฏิกิริยาของก๊าซชีวภาพภายในห้องเผาไหม้ จึงควรมีการดำเนินการบำบัดก๊าซชีวภาพที่ผลิตมาจากมูลสุกรก่อนที่จะนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์

แม้ว่าก๊าซชีวภาพจะสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนได้หลายรูปแบบ แต่การนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบใดนั้น จะต้องพิจารณาถึง (1) ความต้องการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมต้องการนำก๊าซชีวภาพไปใช้เพื่อผลิตไฟฟ้า (2) ปริมาณก๊าซ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชีวภาพที่ได้จากระบบการผลิต โดยหากระบบมีขนาดใหญ่ ก๊าซชีวภาพที่ได้มีปริมาณมากเพียงพอเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำในโรงงานอุตสาหกรรม แต่หากระบบมีขนาดเล็กหรือปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้มีปริมาณน้อย ก็อาจนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าโดยใช้เครื่องยนต์ดัดแปลง ใช้ผลิตความร้อนสำหรับฟาร์มปศุสัตว์ หรือใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม (3) ควรพิจารณาถึงความพร้อมของเครื่องมือ อุปกรณ์ และงบประมาณที่มีอยู่ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมหรือเกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าต่อธุรกิจ

การใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพของเทศบาลเมืองทุ่งสง

ก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบการผลิตของเทศบาลเมืองทุ่งสง มีปริมาณก๊าซชีวภาพวันละ 50 ลูกบาศก์เมตร (เฉลี่ยเฉพาะวันทำงาน) ซึ่งถือว่ามีปริมาณน้อย จึงใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนก๊าซหุงต้มสำหรับต้มน้ำร้อนในโรงฆ่าสัตว์ และใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในครัวเรือนพนักงาน

จากการศึกษาข้อมูลสภาพทั่วไปของโครงการ และระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ จะเห็นว่าโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชนนั้น เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(พพ.) และเทศบาลเมืองทุ่งสง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชนให้มีประสิทธิภาพ และนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงในการหุงต้ม หรือผลิตกระแสไฟฟ้า รวมถึงสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการปัญหาของท้องถิ่น ทั้งนี้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้เข้ามาช่วยเหลือในการศึกษาหาข้อมูล ออกแบบระบบการผลิต และอบรมความรู้เพื่อการปฏิบัติงานให้แก่เทศบาลเมืองทุ่งสง

สำหรับโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง วิศวกรที่ปรึกษาแนะนำให้ใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือบางครั้งเรียกว่าการหมักแบบไม่ใช้อากาศ ซึ่งเป็นการหมักน้ำเสียภายในบ่อที่คลุมด้วยแผ่นพลาสติกหนาพิเศษ ซึ่งมีข้อดีคือ ลดการใช้พื้นที่ในการกำจัดขยะเมื่อเปรียบเทียบกับการการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และเป็นกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้กล่าวในบทนี้ จะมีส่วนสำคัญในการประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการได้ครอบคลุมมากขึ้น และข้อมูลเบื้องต้นในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง ซึ่งพบว่าปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบมีปริมาณน้อยกว่าที่ออกแบบไว้ ส่งผลให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้อุปกรณ์ที่มีไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงเป็นที่มาของวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เพื่อทดสอบว่าหากปริมาณขยะที่ป้อนเข้าระบบการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงไป ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เพื่อสรุปเป็นผลการศึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อเทศบาลเมืองทุ่งสง ในการวางแผนเพื่อพัฒนาระบบเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจลงทุนของหน่วยงานที่ต้องการลงทุน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

ผลของการวิเคราะห์

ในบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ซึ่งจะแสดงวิธีการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ อันจะนำไปสู่ผลการวิเคราะห์ว่าโครงการมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ รวมถึงการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เพื่อทดสอบว่าหากสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไป จะส่งอย่างไรต่อความเป็นไปได้ของโครงการ

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เป็นการประเมินผลประโยชน์ทางตรงและทางอ้อมของโครงการที่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับต้นทุนของโครงการ โดยกำหนดอายุโครงการเท่ากับ 10 ปี ตามอายุการใช้งานของเครื่องจักร การประเมินมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการจะประเมินด้วยราคาตลาด แล้วปรับราคาตลาดหรือมูลค่าทางการเงินให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการประยุกต์ใช้ตัวปรับค่า conversion factor และใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8 ปรับลดค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ในอนาคตให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าของโครงการต่อไป

ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลทุ่งสง ใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งมีกระบวนหมักขยะภายในบ่อปิดฝา ไม่ส่งกลิ่นเหม็นรบกวน และเป็นเทคโนโลยีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และขอบเขตที่กำหนดไว้ว่าจะไม่พิจาณาผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีการก่อสร้างโครงการ ดังนั้นการวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการจึงพิจารณาเฉพาะต้นทุนทางตรงของโครงการเท่านั้น อันประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ค่าใช้จ่ายในการลงทุน เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อทำให้โครงการเกิดความพร้อมที่จะดำเนินการผลิตได้ ดังนี้

1.1 ค่าที่ดิน โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง ตั้งอยู่ในพื้นที่ของโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองทุ่งสง แม้ว่าการจัดตั้งโครงการจะไม่มีการจัดซื้อที่ดินใหม่ แต่การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ต้องมีการวิเคราะห์ถึงค่าเสียโอกาสของที่ดิน เนื่องจากเมื่อนำที่ดินมาใช้ประโยชน์เพื่อก่อสร้างโครงการนี้แล้ว ที่ดินดังกล่าวจะไม่สามารถนำไปใช้ในทางเลือกอื่นได้

การศึกษาครั้งนี้ได้ประเมินค่าเสียโอกาสของที่ดินจากราคาประเมินที่ดิน สำหรับโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลทุ่งสงใช้พื้นที่ในการก่อสร้างประมาณ 1 ไร่ เป็นเงิน 450,000.00 บาท ตามราคาประเมินที่ดินของกรมที่ดิน ปี 2550

1.2 ค่าก่อสร้างระบบการผลิต ประกอบด้วย ค่าก่อสร้างหน่วยผลิตก๊าซชีวภาพ และค่าก่อสร้างลานตากตะกอน รวมเป็นเงิน 4,120,000.00 บาท ปรับค่าให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มการก่อสร้าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88 ดังนั้นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์มีมูลค่าเท่ากับ 3,625,600.00 บาท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ค่าก่อสร้างหน่วยผลิตก๊าซชีวภาพ ได้แก่ ค่าก่อสร้างลานคัดแยกขยะและอาคารควบคุมไฟฟ้า บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน บ่อสูบน้ำขยะ บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ บ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง บ่อสูบน้ำทิ้ง บ่อดูดตะกอน ถังเก็บก๊าซชีวภาพ ระบบไฟฟ้า ระบบประปา ระบบท่อสูบน้ำเสีย และระบบท่อส่งก๊าซชีวภาพ สำหรับการศึกษาครั้งนี้การประเมินค่าก่อสร้างหน่วยผลิต จะใช้ข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีมูลค่าเท่ากับ 4,000,000.00 บาท

1.2.2 ค่าก่อสร้างลานตากตะกอน จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการค่าก่อสร้างลานตากตะกอนฐานทรายโดยการจ้างเหมาประมาณ 120,000.00 บาท

1.3 ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ ประกอบด้วย ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ ค่าเครื่องชั่งน้ำหนัก ค่าเครื่องบดปุ๋ย รวมเป็นเงิน 1,036,735.00 บาท ปรับค่าให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มการก่อสร้าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88 ดังนั้นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์มีมูลค่าเท่ากับ 912,327.00 บาท ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.1 ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องบดขยะพร้อมสายพานลำเลียง เครื่องสูบน้ำเสีย เครื่องกวนในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน เครื่องจ่ายก๊าซชีวภาพ (Blower) และหัวเตาหุงต้มที่ใช้กับก๊าซชีวภาพ ค่าใช้จ่ายส่วนนี้ใช้ข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีมูลค่าเท่ากับ 1,000,000.00 บาท

1.3.2 ค่าเครื่องชั่งน้ำหนัก ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักปริมาณขยะที่ป้อนเข้าระบบการผลิตในแต่ละวันเพื่อจดบันทึกข้อมูลด้านการผลิต ค่าเครื่องชั่งน้ำหนักจะประเมินตามราคามาตรฐานครุภัณฑ์ของสำนักงบประมาณ ปี 2550 มีมูลค่าเท่ากับ 13,500.00 บาท แต่ราคาดังกล่าวเป็นราคาที่รวมภาษี ซึ่งในการวิเคราะห์ไม่ถือว่าค่าภาษีเป็นค่าใช้จ่ายที่แท้จริงของโครงการ จึงต้องมีการหักรายการภาษีออก ทั้งนี้กำหนดให้ภาษีที่ต้องหักออกเท่ากับร้อยละ 7 ค่าเครื่องชั่งน้ำหนักจึงมีมูลค่าเท่ากับ 12,555.00 บาท

1.3.3 ค่าเครื่องบดปุ๋ย จำนวน 1 เครื่อง ใช้สำหรับบดกากตะกอนที่ตากแห้งแล้วก่อนที่จะบรรจุกระสอบ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือเพื่อจำหน่ายต่อไป ค่าเครื่องบดปุ๋ยกำหนดราคากลาง ปี 2550 มีมูลค่า 26,000.00 บาท แต่ราคาดังกล่าวเป็นราคาที่รวมภาษี จึงต้องมีการหักรายการภาษีออกก่อน ค่าเครื่องบดปุ๋ย จึงมีมูลค่าเท่ากับ 24,180.00 บาท

1.4 ค่ายานพาหนะ หมายถึง รถจักรยานยนต์แบบพ่วงข้างใช้สำหรับขนขยะ ประเมินราคาตามราคามาตรฐานครุภัณฑ์ของสำนักงบประมาณ ปี 2550 มีมูลค่าเท่ากับ 38,000.00 บาท และเมื่อหักรายการภาษีออกแล้ว มีมูลค่าเท่ากับ 35,340.00 บาท นอกจากนี้มีค่าจ้างเหมาต่อพ่วงข้างเป็นเงิน 5,000.00 บาท ดังนั้นค่ายานพาหนะมีมูลค่ารวมทั้งสิ้นเป็นเงิน 40,340.00 บาท และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มสินค้าทุน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.84 ดังนั้นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์มีมูลค่าเท่ากับ 33,886.00 บาท

จากการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ สรุปได้ดังตารางที่ 5.1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.1 สรุปค่าใช้จ่ายในการลงทุนทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

(หน่วย: บาท)

รายการ	มูลค่าทางการเงิน	ตัวปรับค่า (CF)	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
ค่าที่ดิน	-	-	450,000.00
ค่าก่อสร้างระบบการผลิต	4,120,000.00	0.88	3,625,600.00
ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์	1,036,735.00	0.88	912,327.00
ค่ายานพาหนะ	40,340.00	0.84	33,886.00
รวม	**5,197,075.00**		**5,021,813.00**

ที่มา: จากการคำนวณ

2. ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา (Operation and maintenance cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตั้งแต่โครงการเริ่มดำเนินการผลิตจนโครงการหมดอายุการใช้งาน มีรายการดังนี้

2.1 ค่ากล้าเชื้อจุลินทรีย์ ดังที่ได้กล่าวในบทที่ 4 แล้วว่าการผลิตก๊าซชีวภาพจำเป็นที่จะต้องเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ (Seed) ให้มีปริมาณเพียงพอและมีความพร้อมก่อนเริ่มเดินระบบ โดยกล้าเชื้อจุลินทรีย์ที่เทศบาลเมืองทุ่งสงนำมาใช้เป็นมูลสุกรเปียกที่รวบรวมจากผู้เลี้ยงสุกรรายย่อยในเขตเทศบาล สำหรับค่าใช้จ่ายในการจัดหามูลสุกรนั้นมีเพียงค่าขนส่งเป็นเงิน 1,000.00 บาท ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการจัดหากล้าเชื้อจุลินทรีย์จะเกิดขึ้นในปีแรกของโครงการเท่านั้น ปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มขนส่ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87 ดังนั้นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์เท่ากับ 870.00 บาท

2.2 ค่าจ้างและสวัสดิการของพนักงาน จากตารางผนวกที่ ก1 โครงการมีค่าจ้างและสวัสดิการ (เดือนละ 29,381 × 12 เดือน) เท่ากับ 352,572.00 บาทต่อปี และกำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจในอนาคต (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2551) ปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มแรงงาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92 มีรายละเอียดดังตารางที่ 5.2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.2 ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าจ้างและเงินสวัสดิการพนักงานของโครงการ	
	มูลค่าทางการเงิน	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-
2551	352,572.00	324,366.24
2552	359,623.44	330,853.56
2553	366,815.91	337,470.64
2554	374,152.23	344,220.05
2555	381,635.27	351,104.45
2556	389,267.98	358,126.54
2557	397,053.34	365,289.07
2558	404,994.40	372,594.85
2559	413,094.29	380,046.75
2560	421,356.18	387,647.68

ที่มา: จากการคำนวณ

2.3 ค่าสาธารณูปโภค ประกอบด้วย ค่าน้ำประปา และค่าไฟฟ้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ดูแลโครงการ มาคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายในแต่ละปี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ค่าน้ำประปา จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ ปริมาณการใช้น้ำประปาวันละ 0.30 ลูกบาศก์เมตร จากการคำนวณดังตารางผนวกที่ ก2 มีค่าใช้จ่ายปีละ 1,653.40 บาท และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย SCF ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92

2.3.2 ค่าไฟฟ้า จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ การผลิตในแต่ละวันใช้ไฟฟ้า 5.00 หน่วย จากการคำนวณดังตารางผนวกที่ ก3 มีค่าใช้จ่ายปีละ 4,292.00 บาท และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มไฟฟ้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.90

สำหรับค่าสาธารณูปโภค จะกำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจในอนาคต มีรายละเอียดดังตารางที่ 5.3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.3 ค่าสาธารณูปโภคที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าน้ำประปา		ค่าไฟฟ้า		รวม ค่าสาธารณูปโภค
	มูลค่าทางการเงิน	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	มูลค่าทางการเงิน	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	
2550	-	-	-	-	-
2551	1,653.40	1,521.13	4,292.00	3,862.80	5,383.93
2552	1,686.47	1,551.55	4,377.84	3,940.06	5,491.61
2553	1,720.20	1,582.58	4,465.40	4,018.86	5,601.44
2554	1,754.60	1,614.23	4,554.70	4,099.23	5,713.46
2555	1,789.69	1,646.52	4,645.80	4,181.22	5,827.74
2556	1,825.49	1,679.45	4,738.71	4,264.84	5,944.29
2557	1,862.00	1,713.04	4,833.49	4,350.14	6,063.18
2558	1,899.24	1,747.30	4,930.16	4,437.14	6,184.44
2559	1,937.22	1,782.24	5,028.76	4,525.89	6,308.13
2560	1,975.97	1,817.89	5,129.34	4,616.40	6,434.29

ที่มา: จากการคำนวณ

2.4 ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ตามปกติค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ จะเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการใช้งานของเครื่องจักร ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จะกำหนดให้ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเฉลี่ยเท่ากันทุกปี จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ มีค่าใช้จ่ายประมาณ 15,700.00 บาทต่อปี สำหรับการผลิตที่ใช้ขยะอินทรีย์ 1 ตัน โดยกำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจในอนาคต และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มการก่อสร้าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88 มีรายละเอียดดังตารางที่ 5.4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.4 ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ	
	มูลค่าทางการเงิน	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-
2551	15,700.00	13,816.00
2552	16,014.00	14,092.32
2553	16,334.28	14,374.17
2554	16,660.97	14,661.65
2555	16,994.18	14,954.88
2556	17,334.07	15,253.98
2557	17,680.75	15,559.06
2558	18,034.36	15,870.24
2559	18,395.05	16,187.65
2560	18,762.95	16,511.40

ที่มา: จากการคำนวณ

2.5 ค่าขนขยะ เป็นค่าใช้จ่ายในการขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วย ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรถขนขยะ ค่าซ่อมบำรุงรักษารถขนขยะ และค่าประกันภัยรถขนขยะ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ มีค่าใช้จ่ายประมาณ 17,760.00 บาทต่อปี

2.5.2 ค่าซ่อมบำรุงรักษารถขนขยะ ปกติค่าซ่อมบำรุงรักษารถขนขยะจะเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการใช้งาน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จะกำหนดให้ค่าซ่อมบำรุงรักษารถขนขยะเฉลี่ยเท่ากันทุกปี จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ มีค่าใช้จ่ายประมาณ 13,500.00 บาทต่อปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5.3 ค่าประกันภัยขนขยะ จากการสอบถามข้อมูลกรมขนส่งทางบกอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ค่าประกันภัยรถจักรยานยนต์ปีละ 323.00 บาท กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และเมื่อรถขนขยะมีอายุการใช้งาน 5 ปีขึ้นไป จะต้องมีค่าใช้จ่ายสำหรับการตรวจสภาพรถขนขยะปีละ 300.00 บาท ซึ่งกำหนดให้คงที่ตลอดอายุโครงการ

ค่าใช้จ่ายสำหรับขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ปี เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจในอนาคต และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มขนส่ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87 มีรายะเอียดดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ค่าใช้จ่ายสำหรับขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ

(หน่วย: บาท)

ปี	มูลค่าทางการเงิน				มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	ค่าซ่อมรถขนขยะ	ค่าประกันภัย	รวม	
2550	-	-	-	-	-
2551	17,760.00	13,500.00	323.00	31,583.00	27,477.21
2552	18,115.20	13,770.00	329.46	32,214.66	28,026.75
2553	18,477.50	14,045.40	336.05	32,858.95	28,587.29
2554	18,847.05	14,326.31	342.77	33,516.13	29,159.03
2555	19,224.00	14,612.83	349.63	34,186.46	29,742.22
2556	19,608.48	14,905.09	656.62	35,170.19	30,598.07
2557	20,000.64	15,203.19	663.75	35,867.58	31,204.79
2558	20,400.66	15,507.26	671.03	36,578.95	31,823.69
2559	20,808.67	15,817.40	678.45	37,304.52	32,454.93
2560	21,224.84	16,133.75	686.01	38,044.60	33,098.80

ที่มา: จากการคำนวณ

2.6 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ประกอบด้วย (1) อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยสำหรับพนักงาน ได้แก่ ถุงมือยาง รองเท้าบู๊ต (2) อุปกรณ์ในการรวบรวมขยะจากแหล่งกำเนิด ได้แก่ ถังพลาสติก สำหรับใส่เศษอาหาร กระสอบปุ๋ยใช้แล้วสำหรับใส่เศษผักเศษผลไม้ จากตารางผนวกที่ ก4 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ มีมูลค่าเท่ากับ 7,838.00 บาทต่อปี โดยกำหนดให้เพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี เพื่อให้สอดคล้องกับการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจในอนาคต และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย SCF ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92 มีรายะเอียดดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 ค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	
	มูลค่าทางการเงิน	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-
2551	7,838.00	7,210.96
2552	7,994.76	7,355.18
2553	8,154.66	7,502.28
2554	8,317.75	7,652.33
2555	8,484.10	7,805.38
2556	8,653.79	7,961.48
2557	8,826.86	8,120.71
2558	9,003.40	8,283.13
2559	9,183.47	8,448.79
2560	9,367.14	8,617.76

ที่มา: จากการคำนวณ

จากการวิเคราะห์รายการและประเมินมูลค่าของต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ ด้านค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา สามารถสรุปดังตารางที่ 5.7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.7 สรุปค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่ากล้าเชื้อจุลินทรีย์	ค่าจ้างและสวัสดิการ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าซ่อมบำรุง	ค่าขนขยะ	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	รวม
2550	870.00	-	-	-	-	-	870.00
2551	-	324,366.24	5,383.93	13,816.00	27,477.21	7,210.96	378,254.34
2552	-	330,853.56	5,491.61	14,092.32	28,026.75	7,355.18	385,819.42
2553	-	337,470.64	5,601.44	14,374.17	28,587.29	7,502.28	393,535.82
2554	-	344,220.05	5,713.46	14,661.65	29,159.03	7,652.33	401,406.52
2555	-	351,104.45	5,827.74	14,954.88	29,742.22	7,805.38	409,434.67
2556	-	358,126.54	5,944.29	15,253.98	30,598.07	7,961.48	417,884.36
2557	-	365,289.07	6,063.18	15,559.06	31,204.79	8,120.71	426,236.81
2558	-	372,594.85	6,184.44	15,870.24	31,823.69	8,283.13	434,756.35
2559	-	380,046.75	6,308.13	16,187.65	32,454.93	8,448.79	443,446.25
2560	-	387,647.68	6,434.29	16,511.40	33,098.80	8,617.76	452,309.93

ที่มา: จากการคำนวณ

ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ผลประโยชน์ทางตรง (Direct benefits) ผลประโยชน์ทางตรงของโครงการเป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์หลักของโครงการ โดยผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเป็นการลดค่าใช้จ่ายที่เคยมีอยู่อันเนื่องมาจากการมีโครงการ ประกอบด้วย

1.1 การประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม จะประเมินมูลค่าจากปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม โดยที่ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร จะให้พลังงานความร้อนเทียบเท่ากับก๊าซหุงต้ม 0.46 กิโลกรัม ดังนั้นการประเมินมูลค่าก๊าซหุงต้ม จึงต้องมีการเทียบพลังงานความร้อนของก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้ว่าจะสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนก๊าซหุงต้มได้กี่กิโลกรัม และนำปริมาณก๊าซหุงต้มที่สามารถทดแทนมาคูณด้วยราคาก๊าซหุงต้ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ดูแลโครงการ พบว่าขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิตมีประมาณ 1 ตันต่อวัน และปริมาณก๊าซที่นำมาใช้เฉลี่ยวันละ 50 ลูกบาศก์เมตร แต่ข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ จะใช้ข้อมูลจากบันทึกการดำเนินงานประจำวันของโครงการในระยะเวลา 4 เดือน และใช้ค่าเฉลี่ยต่อเดือนประมาณผลประโยชน์ในแต่ละปี เพื่อให้ได้ข้อมูลใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

จากตารางผนวกที่ ก5 ปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิตประมาณปีละ 372.00 ตัน (เดือนละ 31 ตัน × 12 เดือน) และปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้มได้ประมาณปีละ 6,596 กิโลกรัม ซึ่งมูลค่าการทดแทนก๊าซหุงต้มเท่ากับ 127,500.68 บาทต่อปี โดยคำนวณที่ระดับราคาก๊าซหุงต้มกิโลกรัมละ 19.33 บาท ทั้งนี้กำหนดราคาก๊าซหุงต้มเพิ่มขึ้นกิโลกรัมละ 0.82 บาทต่อปี (ข้อมูลจากการศึกษาราคาก๊าซหุงต้มของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานในช่วงปี พ.ศ. 2544-2551) และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มขนส่ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87 ดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 มูลค่าของก๊าซชีวภาพที่ใช้เพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม

(หน่วย: บาท)

ปี	มูลค่าทางการเงิน	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-
2551	127,500.68	110,925.59
2552	132,909.40	115,631.18
2553	138,318.12	120,336.76
2554	143,726.84	125,042.35
2555	149,135.56	129,747.94
2556	154,544.28	134,453.52
2557	159,953.00	139,159.11
2558	165,361.72	143,864.70
2559	170,770.44	148,570.28
2560	176,179.16	153,275.87

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ ประเมินมูลค่าจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งและกำจัดขยะที่ลดลงได้ ซึ่งคำนวณจากปริมาณขยะที่นำมาผลิตก๊าซชีวภาพ คูณด้วยค่าขนส่งและกำจัดขยะ โดยค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสงอยู่ที่ตันละ 530.00 บาท และกำหนดเงื่อนไขให้ค่ากำจัดขยะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจในอนาคต

จากข้อมูลการทำงานของระบบในระยะเวลา 4 เดือน และใช้ค่าเฉลี่ยต่อเดือนประมาณผลประโยชน์ในแต่ละปี พบว่าปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบผลิตประมาณ 372.00 ตันต่อปี ซึ่งสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะได้ปีละ 197,160.00 บาท และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มขนส่ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87 รายละเอียดดังตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 มูลค่าการประหยัดค่ากำจัดขยะของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

(หน่วย: บาท)

ปี	มูลค่าทางการเงิน	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-
2551	197,160.00	171,529.20
2552	201,103.20	174,959.78
2553	205,125.26	178,458.98
2554	209,227.77	182,028.16
2555	213,412.32	185,668.72
2556	217,680.57	189,382.10
2557	222,034.18	193,169.74
2558	226,474.87	197,033.13
2559	231,004.36	200,973.80
2560	235,624.45	204,993.27

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลประโยชน์ทางอ้อม (Indirect benefits) เป็นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากโครงการ แต่ไม่ใช่วัตถุประสงค์หลักของโครงการ โดยเป็นผลที่เกิดจากการประหยัด หรือลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ ประกอบด้วย

2.1 ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ ประเมินจากการค่าใช้จ่ายของเทศบาลเมืองทุ่งสงในการซื้อปุ๋ยสำหรับใส่ต้นไม้ในเขตเทศบาลที่ลดลงได้ เมื่อมีการนำตะกอนที่ได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพมาใช้ ตะกอนเกิดจากกระบวนการหมักน้ำเสียภายในบ่อ ซึ่งเป็นน้ำเสียบางส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้อีกแล้วจึงกลายเป็นตะกอน และเกิดการตกตะกอนสะสมอยู่ในบ่อสร้างก๊าซและบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง การสะสมของตะกอนในปริมาณที่มากจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพลดลง ดังนั้นจึงต้องมีการสูบตะกอนออกตากแดดให้แห้งแล้วจึงนำไปบดด้วยเครื่องบดปุ๋ยก่อนบรรจุกระสอบ ตะกอนดังกล่าวมีองค์ประกอบสำคัญ คือ ฮิวมัส ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารของพืช ทำให้ดินร่วนซุย จึงเหมาะที่จะนำตะกอนไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์หรือสารปรับสภาพดิน

จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่โครงการ ตะกอนที่เกิดขึ้นมีประมาณ ร้อยละ 20 ของขยะที่ป้อนเข้าระบบการผลิต ดังนั้นปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นมีประมาณ 74.40 ตันต่อปี (ร้อยละ 20 ของขยะ 372 ตัน) หรือ 74,400.00 กิโลกรัมต่อปี โดยที่ตะกอนน้ำหนัก 3 กิโลกรัม เมื่อตากให้แห้งแล้วจะมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม การประเมินมูลค่าตะกอน จึงคำนวณจากปริมาณตะกอนที่ตากแห้งแล้วคูณด้วยราคาปุ๋ยที่เทศบาลจัดซื้อกิโลกรัมละ 2.50 บาท โดยกำหนดให้มีราคาปุ๋ยเพิ่มขึ้นกิโลกรัมละ 0.50 บาทต่อปี รายละเอียดดังตารางที่ 5.10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.10 มูลค่าการประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์

ปี	ตะกอนน้ำ (กก.)	ตะกอนแห้ง (กก.)	ราคาปุ๋ย (บาท/กก.)	ประหยัดค่าปุ๋ย (บาท)
2550	-	-	-	-
2551	74,400.00	24,800.00	2.50	62,000.00
2552	74,400.00	24,800.00	3.00	74,400.00
2553	74,400.00	24,800.00	3.50	86,800.00
2554	74,400.00	24,800.00	4.00	99,200.00
2555	74,400.00	24,800.00	4.50	111,600.00
2556	74,400.00	24,800.00	5.00	124,000.00
2557	74,400.00	24,800.00	5.50	136,400.00
2558	74,400.00	24,800.00	6.00	148,800.00
2559	74,400.00	24,800.00	6.50	161,200.00
2560	74,400.00	24,800.00	7.00	173,600.00

ที่มา: จากกการคำนวณ

2.2 ลดต้นทุนการบำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ ก่อนมีโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ การบำบัดน้ำเสียของโรงฆ่าสัตว์ใช้ระบบบ่อผึ่ง ซึ่งประสบปัญหาปัญหาบ่อตื้นเขิน เนื่องจากการตกตะกอนของน้ำเสีย ทำให้ต้องขุดลอกอยู่บ่อยๆแต่เมื่อมีโครงการผลิตก๊าซชีภาพจากขยะน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบร่วมในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ ซึ่งการมีโครงการก่อให้เกิดการลดต้นทุนการบำบัดน้ำเสียแบบเดิมจากโรงฆ่าสัตว์ได้

ผลประโยชน์ของการลดต้นทุนการบำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ ประเมินจากค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ และดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสียก่อนมีโครงการ ซึ่งมีต้นทุน 4.00 บาทต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) และจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่โครงการ ปริมาณน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ที่เกิดขึ้นมีประมาณ 3,150.00 ลูกบาศก์เมตรต่อปี (น้ำเสียวันละ 10 ลบ.ม.× 315 วันทำงานต่อปี) ดังนั้นต้นทุนการบำบัดน้ำเสียที่สามารถประหยัดได้ มีมูลค่าเท่ากับ 12,600.00 บาทต่อปี และกำหนดให้ต้นทุนการบำบัดน้ำเสียมีอัตราเพิ่มขึ้นปีละ 0.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดดังตารางที่ 5.11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.11 ต้นทุนการบำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ที่สามารถประหยัดได้

ปี	ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ปี)	ต้นทุนการเดินระบบ (บาท/ลบ.ม.)	ลดต้นทุนการบำบัดน้ำเสีย (บาท)
2550	-	-	-
2551	3,150.00	4.00	12,600.00
2552	3,150.00	4.50	14,175.00
2553	3,150.00	5.00	15,750.00
2554	3,150.00	5.50	17,325.00
2555	3,150.00	6.00	18,900.00
2556	3,150.00	6.50	20,475.00
2557	3,150.00	7.00	22,050.00
2558	3,150.00	7.50	23,625.00
2559	3,150.00	8.00	25,200.00
2560	3,150.00	8.50	26,775.00

ที่มา: จากการคำนวณ

2.3 ลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก การกำจัดขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสงใช้วิธีการฝังกลบ ซึ่งผลการวิจัยจากการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของวิธีกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนโดยการฝังกลบ 1 ตัน พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 equivalent) เท่ากับ 687.80 กิโลกรัม (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2551) ดังนั้นการจัดการด้วยวิธีการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ และนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาใช้เป็นพลังงาน จึงเป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่บรรยากาศ การประเมินมูลค่าต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจกจะประเมินด้วยวิธีการซื้อขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ หรือเรียกว่า คาร์บอนเครดิต

Mr. Mike Faden (2005) ได้เขียนบทความเกี่ยวกับกลไกการซื้อขายคาร์บอนเครดิตไว้ในบทความเรื่อง The Pollution Boom โดยได้ประมาณราคาก๊าซเรือนกระจกที่ซื้อขายตั้งปี พ.ศ. 2547-2553 พบว่าราคาการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเฉลี่ยอยู่ที่ 8.60 ดอลลาร์สหรัฐอเมริกาต่อตัน และคำนวณเป็นเงินบาทของประเทศไทย โดยใช้อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2545-2551 เท่ากับ 38.70 บาท ดังนั้นราคาการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเท่ากับ 332.82 บาทต่อตัน และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำหนดให้ราคาคาร์บอนเครดิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจในอนาคต รายละเอียดดังตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 ต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้

ปี	ก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง (ตัน/ปี)	ต้นทุนการบำบัด (บาท /ตัน)	ลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก (บาท)
2550	-	-	-
2551	255.86	332.82	85,155.33
2552	255.86	339.48	86,859.35
2553	255.86	346.27	88,596.64
2554	255.86	353.19	90,367.19
2555	255.86	360.26	92,176.12
2556	255.86	367.46	94,018.32
2557	255.86	374.81	95,898.89
2558	255.86	382.31	97,817.84
2559	255.86	389.95	99,772.61
2560	255.86	397.75	101,768.32

ที่มา: จากการคำนวณ

จากการวิเคราะห์ผลประโยชน์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ในส่วนของผลประโยชน์ทางตรงและผลประโยชน์ทางอ้อม สามารถสรุปผลประโยชน์รวมของโครงการได้ดังตารางที่ 5.13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.13 สรุปผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

(หน่วย: บาท)

ปี	ผลประโยชน์ทางตรง		ผลประโยชน์ทางอ้อม		
	ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม	ประหยัดค่ากำจัดขยะ	ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์	ลดต้นทุนบำบัดน้ำเสีย	ลดต้นทุนบำบัดก๊าซเรือนกระจก
2550	-	-	-	-	-
2551	110,925.59	171,529.20	62,000.00	12,600.00	85,155.33
2552	115,631.18	174,959.78	74,400.00	14,175.00	86,859.35
2553	120,336.76	178,458.98	86,800.00	15,750.00	88,596.64
2554	125,042.35	182,028.16	99,200.00	17,325.00	90,367.19
2555	129,747.94	185,668.72	111,600.00	18,900.00	92,176.12
2556	134,453.52	189,382.10	124,000.00	20,475.00	94,018.32
2557	139,159.11	193,169.74	136,400.00	22,050.00	95,898.89
2558	143,864.70	197,033.13	148,800.00	23,625.00	97,817.84
2559	148,570.28	200,973.80	161,200.00	25,200.00	99,772.61
2560	153,275.87	204,993.27	173,600.00	26,775.00	101,768.32

ที่มา: จากการคำนวณ

จากการวิเคราะห์ต้นทุน ผลประโยชน์ทางตรง และผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ สามารถสรุปรวมมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ ได้ดังตารางที่ 5.14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.14 สรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

(หน่วย: บาท)

ปี	ต้นทุน			ผลประโยชน์		
	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา	รวม	ผลประโยชน์ทางตรง	ผลประโยชน์ทางอ้อม	รวม
2550	5,021,813.00	870.00	5,022,683.00	-	-	-
2551	-	378,254.34	378,254.34	282,454.79	159,755.33	442,210.12
2552	-	385,819.42	385,819.42	290,590.96	175,434.35	466,025.31
2553	-	393,535.82	393,535.82	298,795.74	191,146.64	489,942.38
2554	-	401,406.52	401,406.52	307,070.51	206,892.19	513,962.70
2555	-	409,434.67	409,434.67	315,416.66	222,676.12	538,092.78
2556	-	417,884.36	417,884.36	323,835.62	238,493.32	562,328.94
2557	-	426,236.81	426,236.81	332,328.85	254,348.89	586,677.74
2558	-	434,756.35	434,756.35	340,897.83	270,242.84	611,140.67
2559	-	443,446.25	443,446.25	349,544.08	286,172.61	635,716.69
2560	-	452,309.93	452,309.93	358,269.14	302,143.32	660,412.46

ที่มา: จากการคำนวณ

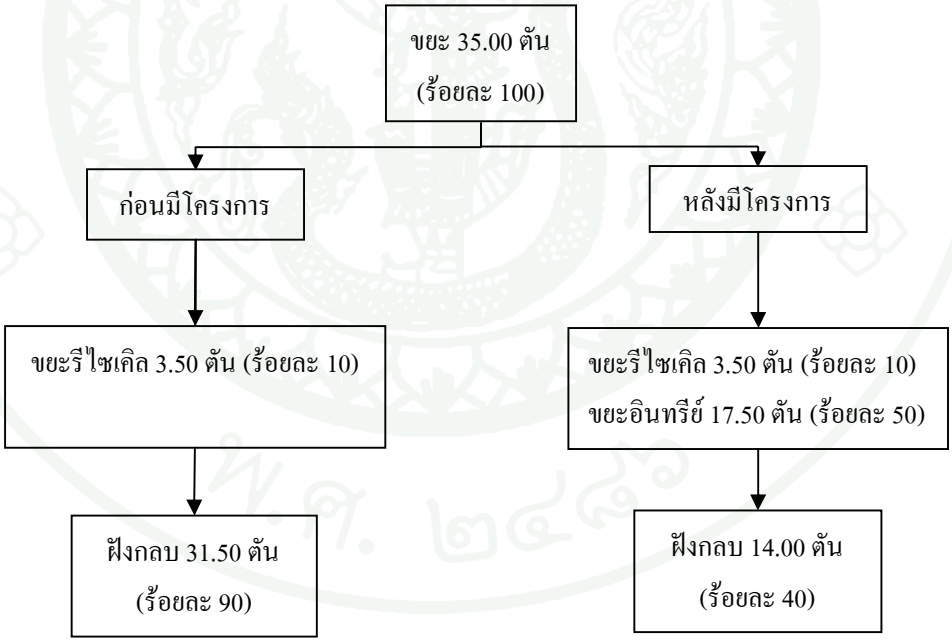
3. ผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน (Intangible benefits) เป็นผลประโยชน์ที่ไม่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ การศึกษาครั้งนี้จึงมีการประเมินผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน เพราะว่าผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน จะเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจคัดเลือกโครงการ หรือมีส่วนสนับสนุนที่สำคัญต่อวัตถุประสงค์หลายประการของโครงการ ในส่วนนี้มีการบรรยายหรือการวิเคราะห์เชิงพรรณนา ซึ่งผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตนที่พิจารณา ประกอบด้วย

3.1 เป็นศูนย์การเรียนรู้ ดังที่กล่าวไว้ในข้างต้นแล้วว่าการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในประเทศไทยนั้น มีตัวอย่างที่เดินระบบการผลิตจริงน้อยมาก ดังนั้นโครงการต้นแบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง จึงนับเป็นแหล่งการเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยีสำหรับการกำจัดขยะเพื่อผลิตเป็นพลังงานทดแทน โดยมีหน่วยงานหรือบุคคลที่ได้รับประโยชน์จากการเรียนรู้จากโครงการนี้โดยตรง คือ บุคลากรของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่ได้มีการติดตามและประเมินผลการดำเนินงานของโครงการจากสภาพจริง เป็นการรับทราบข้อมูลข่าวสาร ปัญหา และอุปสรรค ตลอดจนแนวทางแก้ไข และนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประโยชน์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะชุมชนให้มีประสิทธิภาพ และสามารถขยายผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะไปสู่ชุมชนอื่นๆได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ บุคลากรจากชุมชนต่างๆที่ได้เข้ามาศึกษาดูงานของโครงการก็จะเกิดความรู้ ความเข้าใจ และเห็นความสำคัญของการจัดการขยะอย่างถูกหลักสุขาภิบาลมากขึ้น รวมถึงการได้รับรู้ข้อมูลที่มีการถ่ายทอดประสบการณ์จากการปฏิบัติจริง และหากชุมชนที่มีความสนใจจะลงทุน ก็สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้เพื่อการวางแผนการดำเนินงาน หรือประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับชุมชนของตนเอง

3.2 ช่วยยืดอายุการใช้งานหลุมฝังกลบขยะ ปริมาณขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสงมีประมาณ 35 ตันต่อวัน และการกำจัดขยะจะใช้วิธีการฝังกลบ ซึ่งก่อนทำการฝังกลบขยะทางเทศบาลจะต้องทำการคัดแยกขยะประเภทรีไซเคิลประมาณร้อยละ 10 ของขยะทั้งหมดออกมาก่อน ส่วนขยะอีกร้อยละ 90 จะกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ แต่ถ้าสามารถทำการคัดแยกขยะอินทรีย์ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 50 มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทนในรูปของก๊าซชีวภาพ ก็จะทำให้ปริมาณขยะที่ต้องนำไปฝังกลบมีปริมาณลดลง ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบปริมาณขยะที่ต้องฝังกลบก่อนและหลังมีโครงการ ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 เปรียบเทียบปริมาณขยะที่ต้องนำไปฝังกลบ ก่อนและหลังมีโครงการ

จากภาพที่ 5.1 จะได้เห็นได้ว่าการนำขยะอินทรีย์มาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ ก็จะทำให้ปริมาณขยะที่ต้องไปฝังกลบมีปริมาณลดลงประมาณ 18 ตันต่อวัน ซึ่งผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจะช่วยยืดอายุการใช้งานของสถานที่กำจัดขยะได้ อันนำไปสู่การประหยัดงบประมาณในการจัดหาสถานที่กำจัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขยะเพิ่มเติม นอกจากนี้การนำขยะมาผลิตเป็นพลังงานยังช่วยลดปัญหาการขาดแคลนพื้นที่เพื่อกำจัดขยะได้อีกด้วย

ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ จะทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่สามารถประเมินมูลค่าเป็นตัวเงินได้ ซึ่งได้สรุปไว้แล้วในตารางที่ 5.14 มาทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ โดยใช้ตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR)

ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ดังตารางที่ 5.15 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผลตอบแทนของโครงการไม่มีคุ้มค่าต่อการลงทุน และสรุปผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการจากตัวชี้วัดแต่ละตัวได้ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) ของโครงการมีมูลค่าเป็นลบ หมายความว่า ผลประโยชน์เปรียบเทียบกับต้นทุนของโครงการโดยคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้ว ต้นทุนจะสูงกว่าผลประโยชน์ที่จะได้รับถึง 4.18 ล้านบาท ซึ่งแสดงว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit – cost ratio: BCR) ของโครงการมีค่าน้อยกว่า 1 คือ เท่ากับ 0.46 หมายความว่า มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม แล้วมีอัตราส่วนของผลตอบแทนที่มากกว่าต้นทุน 0.46 เท่า แต่หลักการตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนควรมีค่าเท่ากับ 1 หรือมากกว่า 1

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal rate of return: IRR) ของโครงการมีค่าเท่ากับร้อยละ -52.72 หมายความว่า อัตราดอกเบี้ยของเงินทุนที่นำมาใช้ในการลงทุนในโครงการเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเสียโอกาสของทรัพยากรที่นำมาใช้ในโครงการ หรืออัตราคิดลดอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าน้อยกว่าอัตราคิดลดร้อยละ 8 ถือว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.15 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

(หน่วย: บาท)

ปี	ต้นทุน (Cost)	ผลประโยชน์ (Benefit)	อัตราคิดลด ร้อยละ 8	มูลค่าปัจจุบันของต้น (PVC)	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (PVB)
2550	5,022,683.00	-	-	5,022,683.00	-
2551	378,254.34	442,210.12	0.9259	350,225.69	409,442.35
2552	385,819.42	466,025.31	0.8573	330,762.99	399,523.50
2553	393,535.82	489,942.38	0.7938	312,388.73	388,916.26
2554	401,406.52	513,962.70	0.7350	295,033.79	377,762.58
2555	409,434.67	538,092.78	0.6806	278,661.24	366,225.95
2556	417,884.36	562,328.94	0.6302	263,350.72	354,379.70
2557	426,236.81	586,677.74	0.5835	248,709.18	342,326.46
2558	434,756.35	611,140.67	0.5403	234,898.86	330,199.30
2559	443,446.25	635,716.69	0.5002	221,811.81	317,985.49
2560	452,309.93	660,412.46	0.4632	209,509.96	305,903.05
รวม (บาท)				7,768,035.98	3,592,664.64
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)					-4,175,371.33
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน					0.46
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (ร้อยละ)					-52.72

ที่มา: จากการคำนวณ

การวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการครั้งนี้ ชี้ให้เห็นว่าโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน ไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นโครงการนี้จึงอาจไม่ก่อให้เกิดแรงจูงใจให้หน่วยงานอื่นเข้ามาทำการลงทุน นอกจากจะมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขบางประการ อันมีผลให้หน่วยงานที่ลงทุนได้รับความคุ้มค่าจากการลงทุน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เป็นการทดสอบว่าหากสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไป โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ ว่าจะส่งผลกระทบอย่างไรต่อความเป็นไปได้ของโครงการ

สำหรับโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ปริมาณขยะที่ป้อนเข้าระบบการผลิตเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงเปลี่ยนแปลงไป ผู้วิจัยจึงกำหนดเงื่อนไขว่าหากเทศบาลเมืองทุ่งสง สามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตต่อวันได้ในปริมาณที่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

ทั้งนี้ในการกำหนดปริมาณขยะแต่ละระดับ จะพิจารณาถึงขนาดของการผลิตที่สามารถรองรับขยะได้สูงสุดวันละ 15 ตัน และปริมาณขยะอินทรีย์ที่ทางเทศบาลสามารถคัดแยกได้ซึ่งมีปริมาณสูงสุดประมาณวันละ 17 ตัน (ร้อยละ 50 ของขยะ 35 ตัน) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหว 3 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน

ถ้าโครงการต้องมีการคัดแยกขยะอินทรีย์ให้ได้จำนวน 5 ตันต่อวัน โครงการจะมีต้นทุนเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา และขณะเดียวกันผลประโยชน์ของโครงการก็เพิ่มขึ้นได้แก่ การประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม การประหยัดค่ากำจัดขยะ ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ และลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่เพิ่มขึ้นจะแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข ส่วนที่ 1

ผลการวิเคราะห์โครงการกรณีที่ 1 พบว่าโครงการมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2.70 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.24 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เท่ากับร้อยละ 20.30 รายละเอียดดังตารางที่ 5.16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5.16 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 1 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน

(หน่วย: บาท)

ปี	ต้นทุน (Cost)	ผลประโยชน์ (Benefit)	อัตราคิดลด ร้อยละ 8	มูลค่าปัจจุบันของต้น (PVC)	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (PVB)
2550	5,022,683.00	-	-	5,022,683.00	-
2551	872,512.67	1,738,450.06	0.9259	807,859.48	1,609,630.91
2552	889,962.92	1,829,213.77	0.8573	762,965.21	1,568,184.97
2553	907,762.18	1,920,382.77	0.7938	720,581.62	1,524,399.84
2554	925,917.42	2,011,962.55	0.7350	680,549.30	1,478,792.47
2555	944,435.77	2,103,979.02	0.6806	642,782.99	1,431,968.12
2556	963,585.51	2,196,417.49	0.6302	607,251.59	1,384,182.30
2557	982,851.97	2,289,304.15	0.5835	573,494.12	1,335,808.97
2558	1,002,503.81	2,382,644.86	0.5403	541,652.81	1,287,343.02
2559	1,022,548.65	2,476,435.50	0.5002	511,478.83	1,238,713.04
2560	1,042,994.39	2,570,702.58	0.4632	483,115.00	1,190,749.44
รวม (บาท)				11,354,413.96	14,049,773.08
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)					2,695,359.12
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน					1.24
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (ร้อยละ)					20.30

ที่มา: จากการคำนวณ

กรณีที่ 2 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน

ถ้าโครงการต้องมีการคัดแยกขยะอินทรีย์ให้ได้จำนวน 10 ตันต่อวัน โครงการจะมีต้นทุนเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา และขณะเดียวกันผลประโยชน์ของโครงการก็เพิ่มขึ้น ได้แก่ การประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม การประหยัดค่ากำจัดขยะ ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ และลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่เพิ่มขึ้นจะแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข ส่วนที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิเคราะห์โครงการ พบว่าโครงการมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 13.33 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.91 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เท่ากับร้อยละ 26.17 รายละเอียดดังตารางที่ 5.17

ตารางที่ 5.17 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 2 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน

(หน่วย: บาท)

ปี	ต้นทุน (Cost)	ผลประโยชน์ (Benefit)	อัตราคิดลด ร้อยละ 8	มูลค่าปัจจุบันของต้น (PVC)	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (PVB)
2550	5,022,683.00	-	-	5,022,683.00	-
2551	1,326,391.55	3,464,300.10	0.9259	1,228,105.94	3,207,595.46
2552	1,352,919.37	3,644,252.53	0.8573	1,159,857.78	3,124,217.69
2553	1,379,977.75	3,825,015.56	0.7938	1,095,426.34	3,036,297.35
2554	1,407,577.32	4,006,600.11	0.7350	1,034,569.33	2,944,851.08
2555	1,435,728.87	4,189,058.04	0.6806	977,157.07	2,851,072.90
2556	1,464,704.45	4,372,360.00	0.6302	923,056.74	2,755,461.27
2557	1,493,993.30	4,556,558.28	0.5835	871,745.09	2,658,751.76
2558	1,523,867.97	4,741,664.73	0.5403	823,345.86	2,561,921.45
2559	1,554,340.11	4,927,671.02	0.5002	777,480.92	2,464,821.04
2560	1,585,421.68	5,114,630.13	0.4632	734,367.32	2,369,096.68
รวม (บาท)				14,647,795.39	27,974,086.69
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)					13,326,291.30
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน					1.91
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (ร้อยละ)					26.17

ที่มา: จากการคำนวณ

กรณีที่ 3 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน

ถ้าโครงการต้องมีการคัดแยกขยะอินทรีย์ให้ได้จำนวน 15 ตันต่อวัน โครงการจะมีต้นทุนเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา และขณะเดียวกันผลประโยชน์ของโครงการก็เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้แก่ การประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม การประหยัดค่ากำจัดขยะ ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ และลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่เพิ่มขึ้นจะแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข ส่วนที่ 3

ผลการวิเคราะห์โครงการ พบว่าโครงการมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 23.96 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 2.34 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เท่ากับร้อยละ 27.76 รายละเอียดดังตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.18 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 3 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน

(หน่วย: บาท)

ปี	ต้นทุน (Cost)	ผลประโยชน์ (Benefit)	อัตราคิดลด ร้อยละ 8	มูลค่าปัจจุบันของต้น (PVC)	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (PVB)
2550	5,022,683.00	-	-	5,022,683.00	-
2551	1,780,444.58	5,190,150.17	0.9259	1,648,513.64	4,805,560.04
2552	1,816,053.47	5,459,291.30	0.8573	1,556,902.64	4,680,250.43
2553	1,852,374.54	5,729,648.33	0.7938	1,470,414.91	4,548,194.84
2554	1,889,422.03	6,001,237.66	0.7350	1,388,725.19	4,410,909.68
2555	1,927,210.47	6,274,137.07	0.6806	1,311,659.45	4,270,177.69
2556	1,966,015.69	6,548,302.50	0.6302	1,238,983.09	4,126,740.24
2557	2,005,330.76	6,823,812.43	0.5835	1,170,110.50	3,981,694.55
2558	2,045,432.18	7,100,684.59	0.5403	1,105,147.01	3,836,499.88
2559	2,086,335.59	7,378,906.50	0.5002	1,043,585.06	3,690,929.03
2560	2,128,057.07	7,658,557.71	0.4632	985,716.03	3,547,443.93
รวม (บาท)				17,942,440.51	41,898,400.32
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)					23,955,959.81
อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน					2.34
อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (ร้อยละ)					27.76

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการทั้ง 3 กรณี สามารถสรุปผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันได้ดังตารางที่ 5.19 แสดงให้เห็นว่า ถ้าหากโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตในปริมาณที่เหมาะสมกับขนาดของระบบการผลิตได้มากขึ้น โครงการก็มีแนวโน้มที่เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 5.19 สรุปผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

กรณีที่พิจารณา	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)	อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (ร้อยละ)
กรณีที่ 1 (ขยะ 5 ตัน)	2,695,359.12	1.24	20.30
กรณีที่ 2 (ขยะ 10 ตัน)	13,326,291.30	1.91	26.17
กรณีที่ 3 (ขยะ 15 ตัน)	23,955,959.81	2.34	27.76

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การใช้พลังงานของประเทศไทยนั้นประมาณร้อยละ 80 เป็นการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์ อันได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์นั้นส่วนใหญ่ต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ จากสถานการณ์การใช้พลังงานของประเทศสะท้อนให้เห็นว่า ความต้องการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์มีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี แต่ข้อมูลจากการคาดการณ์ปริมาณพลังงานเชิงพาณิชย์ทั้งภายในประเทศและของโลก พบว่าปริมาณพลังงานเชิงพาณิชย์มีปริมาณสำรองน้อยลง และราคามีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นการพึ่งพาพลังงานเชิงพาณิชย์ในสัดส่วนที่สูงและต้องมีการนำเข้าเพิ่มขึ้นอีกมาก อาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ แนวทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดความเสี่ยงด้านพลังงาน คือ การพัฒนาแหล่งพลังงานหมุนเวียน หรือพลังงานทดแทนที่สามารถพัฒนาได้ภายในประเทศ

การศึกษาองค์ประกอบของขยะชุมชน องค์ประกอบเฉลี่ยประมาณร้อยละ 64 เป็นขยะอินทรีย์ ซึ่งขยะอินทรีย์ดังกล่าวสามารถนำมาผลิตพลังงานหมุนเวียนในรูปของก๊าซชีวภาพได้ โดยที่ก๊าซชีวภาพนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อผลิตเป็นพลังงานความร้อน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงในการหุงต้ม หรือผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ดังนั้นการนำขยะมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดความเสี่ยงด้านพลังงาน และช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการจัดการขยะที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาล อย่างไรก็ตามการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะยังเป็นเรื่องใหม่สำหรับประเทศไทย มีตัวอย่างในการเดินระบบจริงน้อยมาก ผลการดำเนินงานยังไม่ปรากฏผลที่ชัดเจนหรือเพียงพอที่จะจูงใจให้หน่วยต่างๆ เข้ามาลงทุนในโครงการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินผลการดำเนินงานโครงการ และเป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจของหน่วยงานที่ต้องการลงทุนในระบบดังกล่าวต่อไปในอนาคต

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้การเก็บข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ รวมถึงข้อมูลจากวารสารและเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวกับพลังงานและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ โดยการศึกษานี้จะแสดงให้เห็นถึงต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในช่วงเวลาของอายุโครงการ 10 ปี ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 8 ต่อปี และมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ 3 กรณี โดยมีผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ 2 ข้อ ดังนี้

เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพของเทศบาลเมืองทุ่งสง

การจัดตั้งโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และเทศบาลเมืองทุ่งสง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชนให้มีประสิทธิภาพ และนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงในการหุงต้ม หรือผลิตกระแสไฟฟ้า ทั้งนี้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้เข้ามาช่วยเหลือในการศึกษาหาข้อมูล ออกแบบระบบการผลิต และฝึกอบรมคณะทำงานให้มีความรู้ความสามารถในการบริหารจัดการ สำหรับโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง วิศวกรที่ปรึกษาแนะนำให้ใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือการหมักแบบไม่ใช้อากาศ เป็นการหมักขยะภายในบ่อที่คลุมด้วยแผ่นพลาสติกหนาพิเศษ ซึ่งเป็นการหมักแบบเติมน้ำ โดยองค์ประกอบของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วย ลานคัดแยกขยะและอาคารย่อยขยะ บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ บ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง บ่อสูบน้ำทิ้ง บ่อดูดตะกอน ลานตากตะกอน และถังเก็บก๊าซชีวภาพ หลักการทำงานของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การบำบัดขั้นต้น เป็นการเตรียมสภาพขยะอินทรีย์ให้เหมาะสำหรับการหมัก โดยการบดย่อยขยะอินทรีย์ให้มีขนาดที่เหมาะสม

2. การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ โดยอาศัยการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ภายในบ่อหมัก ทำให้ขยะคงสภาพ ปราศจากกลิ่นเหม็นและเชื้อโรค

3. การบำบัดขั้นหลัง เป็นขั้นตอนการจัดการตะกอนจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศหรือออกซิเจนให้มีความคงตัวมากขึ้น เช่น การนำไปตากแดดให้แห้งเพื่อฆ่าเชื้อโรค และลดความชื้น ก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในรูปปุ๋ยอินทรีย์หรือสารปรับสภาพดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อดีของเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน คือ ลดการใช้พื้นที่ในการกำจัดขยะเมื่อเปรียบเทียบกับการการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล สามารถแก้ปัญหากลิ่นเหม็น และสัตว์พาหะนำโรคที่เกิดจากการกำจัดขยะไม่ถูกหลักวิชาการ ส่วนข้อจำกัด คือ ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ได้ทั้งหมด และปัจจัยความสำเร็จขึ้นอยู่กับความเข้าใจของประชาชนในการคัดแยกขยะ

ขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ เริ่มต้นจากการบดขยะอินทรีย์เพื่อให้มีขนาดที่เหมาะสมกับการหมักด้วยเครื่องบดขยะ ในระหว่างที่มีการบดขยะอินทรีย์จะมีการเติมน้ำเพื่อให้ขยะย่อยเป็นชิ้นรายละเอียด หลังจากนั้นขยะที่บดละเอียดแล้วจะปล่อยให้ไหลลงในบ่อสูบขยะ เพื่อสูบต่อไปยังบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน ขณะเดียวกันน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ก็จะสูบมายังบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนด้วยเช่นกัน เมื่อขยะบดและน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์เข้าสู่บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน บ่อสร้างกรดจะทำการย่อยน้ำเสียให้กลายเป็นสารอินทรีย์ และมีการย่อยให้เป็นกลายเป็นก๊าซชีวภาพบางส่วน เนื่องจากปริมาณขยะบดที่ทางเทศบาลเมืองทุ่งสงป้อนเข้าระบบมีปริมาณน้อยกว่าที่ออกแบบไว้ ดังนั้นจึงทำให้บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนทำหน้าที่ผลิตก๊าซชีวภาพแทนบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ ขณะเดียวกันน้ำเสียที่ผ่านการย่อยสลายแล้วจากบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน ก็จะไหลไปยังบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ และบ่อตกตะกอนน้ำทิ้งเพื่อให้น้ำเสียที่ผ่านการหมักบางส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายกลายเป็นก๊าซชีวภาพได้แล้วเกิดการตกตะกอน ส่วนน้ำทิ้งจากบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง สามารถนำไปใช้เป็นน้ำหมุนเวียนในระบบการผลิต นอกจากนี้ตะกอนที่สะสมอยู่ในบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์และบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง สามารถสูบตะกอนมาตากแดดให้แห้งเพื่อใช้ทดแทนปุ๋ยอินทรีย์ได้ สำหรับก๊าซชีวภาพที่ได้จากบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ และบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง จะสูบไปเก็บไว้ที่ถังเก็บก๊าซชีวภาพ ก่อนนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ส่วนรูปแบบการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทน แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. พลังงานความร้อน คือการนำก๊าซชีวภาพไปเผาไหม้ให้ความร้อน เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการอบแห้ง ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มไอน้ำในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ใช้กับหัวกกลูกสุกร และทดแทนก๊าซหุงต้ม

2. พลังงานกล คือ การนำก๊าซชีวภาพไปเผาเพื่อให้เกิดความร้อน และใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องยนต์ เช่น ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงทดแทน น้ำมันเบนซิน น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. พลังงานไฟฟ้า เป็นการเผาก๊าซชีวภาพเพื่อให้เกิดความร้อน และใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำหรับการนำก๊าซชีวภาพมาผลิตไฟฟ้านั้น ประสิทธิภาพการผลิตจะแตกต่างกันตามประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้ใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีภาพได้ทั้งหมด เครื่องยนต์เบนซินดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ทั้งหมด และเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซโดยเฉพาะ

แม้ว่าก๊าซชีวภาพจะสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนได้หลายรูปแบบ แต่การนำก๊าซชีวภาพมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบใดนั้น จะต้องพิจารณาถึงความต้องการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบการผลิต และควรพิจารณาถึงความพร้อมของอุปกรณ์เครื่องมือ และงบประมาณที่มีอยู่ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมหรือเกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าต่อธุรกิจ

สำหรับเทศบาลเมืองทุ่งสง มีปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบการผลิตมีปริมาณน้อยและระบบอยู่ในช่วงของการทดลองเดินระบบการผลิต จึงใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม สำหรับต้มน้ำร้อนในโรงฆ่าสัตว์ และใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในครัวเรือนพนักงาน

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ มาทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ โดยใช้ตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) ผลการวิเคราะห์พบว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน และสรุปผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการจากตัวชี้วัดแต่ละตัวได้ดังนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของโครงการมีมูลค่าเป็นลบ หมายความว่า ผลประโยชน์เปรียบเทียบกับต้นทุนของโครงการโดยคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้ว ต้นทุนจะสูงกว่าผลประโยชน์ที่จะได้รับถึง 4,175,371.33 บาท ซึ่งแสดงว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ของโครงการมีค่าเท่ากับ 0.46 หมายความว่ามูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม แล้วมีอัตราส่วนของผลตอบแทนที่มากกว่าต้นทุน 0.46 เท่า แต่หลักการตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน ควรมีค่าเท่ากับ 1 หรือมากกว่า 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) ของโครงการเท่ากับร้อยละ -52.72 หมายความว่า อัตราดอกเบี้ยของเงินทุนที่นำมาใช้ในการลงทุนในโครงการ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเสียโอกาสของทรัพยากรที่นำมาใช้ในโครงการ หรืออัตราคิดลด ซึ่งอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าน้อยกว่าอัตราคิดลดร้อยละ 8 ถือว่าโครงการไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

นอกจากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการที่ประเมินค่าเป็นตัวเงินได้แล้ว ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน ซึ่งเป็นผลประโยชน์ที่ไม่สามารถประเมินเป็นตัวเลขที่ชัดเจนได้ พบว่าโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเป็นโครงการที่เป็นศูนย์การเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการกำจัดขยะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และโครงการนี้มีส่วนช่วยยืดอายุการใช้งานของหลุมฝังกลบขยะ อันนำมาซึ่งการลดค่าใช้จ่ายที่ต้องจัดหาสถานที่เพื่อกำจัดขยะเพิ่มขึ้น

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

การวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการครั้งนี้ ชี้ให้เห็นว่าโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชนไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นโครงการนี้จึงอาจไม่ก่อให้เกิดแรงจูงใจให้หน่วยงานอื่นเข้ามาทำการลงทุน นอกจากว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขบางประการ อันมีผลให้หน่วยงานที่ลงทุนได้รับความคุ้มค่าจากการลงทุน โดยการวิเคราะห์วิเคราะห์ความอ่อนไหว ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณี

กรณีที่ 1 จากการวิเคราะห์โครงการกรณีที่สามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน พบว่าโครงการมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ หรือมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2,695,359.12 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.24 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เท่ากับร้อยละ 20.30

กรณีที่ 2 จากการวิเคราะห์โครงการกรณีที่สามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน พบว่าโครงการมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ หรือมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 13,326,291.30 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.91 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เท่ากับร้อยละ 26.17

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรณีที่ 3 จากการวิเคราะห์โครงการกรณีที่สามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน พบว่าโครงการมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ หรือมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 23,955,959.81 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 2.34 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ เท่ากับร้อยละ 27.76

จากผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการทั้ง 3 กรณี แสดงให้เห็นว่าถ้าหากโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตในปริมาณที่เหมาะสมกับขนาดของระบบการผลิตได้มากขึ้น โครงการก็มีแนวโน้มที่เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

จากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีศึกษาเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช สามารถสรุปข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางเพื่อให้โครงการเกิดผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน สำหรับเทศบาลเมืองทุ่งสง และหน่วยงานที่ต้องการลงทุนในระบบดังกล่าวต่อไปในอนาคต โดยสรุปข้อเสนอแนะที่สำคัญ 2 ด้าน ดังนี้

1. แนวทางปฏิบัติเพื่อลดต้นทุนของโครงการ

1.1 ขนาดของระบบการผลิตที่ตัดสินใจลงทุน ควรมีความสัมพันธ์กับปริมาณวัตถุดิบที่สามารถจัดหาได้ การก่อสร้างระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะที่มีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่จะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ไม่เหมาะสม

1.2 เทศบาลเมืองทุ่งสง ควรจัดกิจกรรมรณรงค์ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิด หรือการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารที่ทำให้ประชาชนกลุ่มเป้าหมายได้ตระหนักถึงความสำคัญของการคัดแยกขยะ เพื่อลดการปนเปื้อนของขยะ ซึ่งจะทำให้ขยะมีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้น เช่น การจัดกิจกรรมควรจัดให้นักเรียนเข้ามาดูงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงประโยชน์และคุณค่าของโครงการมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างจิตสำนึกที่ดีในการจัดการขยะ หรือส่งเสริมให้มีการคัดแยกขยะก่อนทิ้งเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. แนวปฏิบัติเพื่อเพิ่มผลประโยชน์ของโครงการ

2.1 จากผลการวิเคราะห์พบว่าหากโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับขนาดของระบบได้มากยิ่งขึ้น โครงการก็มีแนวโน้มที่จะมีความคุ้มค่ามากขึ้น ดังนั้นเทศบาลเมืองทุ่งสงควรรณรงค์ให้ประชาชนหรือหน่วยงานของภาครัฐและเอกชนเข้ามีส่วนร่วมในการคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิดเพิ่มขึ้น หรือดำเนินงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ร่วมกับองค์กรการปกครองส่วนท้องถิ่นที่อยู่บริเวณใกล้เคียง

2.2 จากการวิจัยพบว่าน้ำทิ้งจากระบบก๊าซชีวภาพ (น้ำทิ้งจากบ่อตกตะกอน) มีการนำมาใช้ประโยชน์ในสัดส่วนที่น้อย ดังนั้นเพื่อให้โครงการเกิดผลประโยชน์เพิ่มขึ้น เทศบาลเมืองทุ่งสงควรนำน้ำทิ้งจากบ่อตกตะกอนมาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร หรือใช้สำหรับล้างทำความสะอาดพื้นของโรงฆ่าสัตว์ หรือนำมาใช้เป็นแทนน้ำประปาในระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ เช่น ปัญหาการรั่วซึมของก๊าซชีวภาพตามรอยต่อของแผ่นพลาสติกที่คลุมบ่อ ปัญหาที่เกิดกับหัวเตาหุงต้มที่นำมาใช้งานกับก๊าซชีวภาพ ปัญหาน้ำขังบนพลาสติกที่คุลมบ่อ เป็นต้น เพราะปัญหาดังกล่าวย่อมส่งผลให้ประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ของโครงการลดลง ทั้งในแง่ของผลประโยชน์ที่ลดลงและต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการดูแลระบบ

2. จากผลการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรด้านปริมาณขยะอินทรีย์ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้โครงการมีความคุ้มค่า ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมไว้ในช่วงระยะเวลา 4 เดือน ข้อมูลที่ได้อาจไม่ตรงกับประสิทธิภาพที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นการศึกษาครั้งต่อไปควรใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่ยาวนานกว่านี้ หรือควรมีการศึกษาถึงแผนดำเนินในการรณรงค์ให้มีการคัดแยกขยะ เพื่อให้ได้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ที่ใกล้ความเป็นจริงมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. หากระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพที่มีปริมาณมากกว่าความต้องการใช้ของโรงฆ่าสัตว์ โรงฆ่าสัตว์ และครัวเรือนพนักงาน หรือหากจะนำก๊าซชีวภาพมาไปใช้ประโยชน์เพื่อทดแทนพลังงานไฟฟ้า ควรมีการศึกษาถึงต้นทุนที่ต้องเพิ่มขึ้นด้วย เช่น การนำก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ก็จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ดักน้ำในท่อส่งก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. **การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร คู่มือสำหรับผู้บริหารองค์กรการปกครองส่วนท้องถิ่น.** กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว

_____. 2550. **รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2548.** กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดเหรียญบุญการพิมพ์ (1988).

_____. 2552. **รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2550**. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดเหรียญบุญการพิมพ์ (1988).

_____. 2551. **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2551** (Online). www.pcd.go.th, 1 ธันวาคม 2552.

_____. 2549. **ปริมาณขยะชุมชน** (Online)**.** www.pcd.go.th, 2 เมษายน 2552.

_____. 2552. **คู่มือการกำหนดอัตราค่าบริการบำบัดน้ำเสีย** (Online)**.** www.pcd.go.th, 22 ธันวาคม 2552.

กรมบัญชีกลาง. 2551. **ตารางค่าขนส่งวัสดุก่อสร้าง และค่าดำเนินการและค่าเสื่อมราคาสำหรับการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง** (Online)**.** www.gprocurement.go.th, 19 ธันวาคม 2552.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. **รายงานฉบับสมบูรณ์การพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน.**

_____. 2552. **เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน** (Online)**.** www.dede.go.th/dede/index, 21 สิงหาคม 2552.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระทรวงพลังงาน. 2550. **แผนอนุรักษ์พลังงานและแนวทาง หลักเกณฑ์ เงื่อนไขและลำดับความสำคัญของการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ในช่วงปี 2551-2554.**

กิตติมา ไกรพีรพรรณ. 2549. **ก๊าซชีวภาพพลังงานทางเลือก** (Online)**.** www.biotec.or.th/biotechnology_th/newsdetail, 9 ธันวาคม 2552.

กุลชา จรุงกิจอนันต์. 2552. "ประเทศไทยกับการซื้อขายคาร์บอนเครดิต." **กรุงเทพธุรกิจ** (Online)**.** www.bankokbiznews.com, 30 สิงหาคม 2552.

กฤษณ์ คงเจริญ. 2548. **การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนโครงการผลิตน้ำร้อนด้วยระบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์: กรณีศึกษา โรงพยาบาลแกลง จังหวัดระยอง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**.**

โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ. 2551. **องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ** (Online). www.thaibiogas.com, 10 ธันวาคม 2552.

ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี. 2544. **เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ.** กรุงเทพมหานคร: บริษัทเท็กซ์แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่นจำกัด.

เทศบาลเมืองทุ่งสง. 2552. **ประวัติความเป็นมาและสภาพทั่วไปของเทศบาลเมืองทุ่งสง** (Online). www.tungsong.com, 12 มกราคม 2553.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2551. **รายงานแนวโน้มเงินเฟ้อ ตุลาคม 2551** (Online). www.bot.or.th, 9 ธันวาคม 2552.

_____. 2552. **อัตราแลกเปลี่ยนเฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2545-2551** (Online). www.bot.or.th, 1 ธันวาคม 2552.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ. 2545. **การวางแผนและการวิเคราะห์โครงการ.** กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2542. **เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์. 2552. "ก๊าซชีวภาพพลังงานแห่งอนาคต." **วารสารส่งเสริมการลงทุน.** 20(6): 6-15.

ยุพิน ประจวบเหมาะ. 2537. **การจัดทำและประเมินโครงการ.** กรุงเทพมหานคร: คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เยาวเรศ ทับพันธ์. 2551. **การประเมินโครงการตามแนวทางเศรษฐศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วรางคณา กิจเกื้อกูล. 2541. **การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกำจัดขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลเมืองภูเก็ต.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัฒนา กสิกุล และคณะ. 2548. **รายงานการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะและผลตอบแทนการลงทุนของเครื่องยนต์ชนิดต่างๆที่ใช้ก๊าซชีวภาพ.** กรุงเทพมหานคร: สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.

ศสิรส พิทักษ์รัตนโชติ. 2548. **การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานไฟฟ้าชีวมวลที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทรัพยากร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมพงษ์ ใจมา. 2549. "แนวทางการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์เป็นพลังงานทดแทน." **วารสารเกษตรธรรมชาติ.** 2549(9): 55-58.

สำนักงบประมาณ. 2550. **ราคามาตรฐานครุภัณฑ์** (Online). www.bb.go.th, 19 มกราคม 2553.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2552. **ราคาก๊าซหุงต้ม** (Online). www.eppo.go.th, 1 ตุลาคม 2552.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(สวทช.). 2551. **สรุปรายงานผลการสัมมนาเรื่องสัมมนาเปิดโครงการการจัดการขยะกับภาวะโลกร้อน 10 เมษายน 2551.**

หฤทัย มีนะพันธ์. 2550. **หลักการวิเคราะห์โครงการ : หลักการและวิธีปฏิบัติเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Mike Faden. 2005**. The Pollution Boom** (Online). www.ghgx.org/html/news_archive/GHG_emissions_trading, December 12, 2009.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

การคำนวณต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง

ตำแหน่ง	จำนวนพนักงาน (คน)	อัตราเงินเดือน (บาท/เดือน)	เงินสวัสดิการ (บาท/เดือน)	รวม (บาท/เดือน)
พนักงานดูแลเครื่อง	1	6,580.00	329.00	6,909.00
พนักงานควบคุมการผลิต	4	5,350.00	268.00	22,472.00
รวม	**5**			**29,381.00**

หมายเหตุ: เงินสวัสดิการ หมายถึง ค่าประกันสังคมที่นายจ้างจ่ายสมทบร้อยละ 5 ของเงินเดือน

ที่มา: เทศบาลเมืองทุ่งสง (2552)

ตารางผนวกที่ ก2 ค่าน้ำประปาต่อปีของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

เดือน	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ม./เดือน)	อัตราค่าน้ำ (บาท/ลบ.ม.)	ค่าน้ำที่ใช้ (บาท/เดือน)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)	รวม (บาท/เดือน)
มกราคม	8.00	11.45	91.60	50.00	141.60
กุมภาพันธ์	7.00	11.45	80.15	50.00	130.15
มีนาคม	8.00	11.45	91.60	50.00	141.60
เมษายน	7.00	11.45	80.15	50.00	130.15
พฤษภาคม	8.00	11.45	91.60	50.00	141.60
มิถุนายน	7.00	11.45	80.15	50.00	130.15
กรกฎาคม	8.00	11.45	91.60	50.00	141.60
สิงหาคม	8.00	11.45	91.60	50.00	141.60
กันยายน	8.00	11.45	91.60	50.00	141.60
ตุลาคม	8.00	11.45	91.60	50.00	141.60
พฤศจิกายน	8.00	11.45	91.60	50.00	141.60
ธันวาคม	7.00	11.45	80.15	50.00	130.15
	รวม				**1,653.40**

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก3 ค่าน้ำไฟฟ้าต่อปีของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

เดือน	ไฟฟ้าที่ใช้ (หน่วย/เดือน)	อัตราค่าไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)
มกราคม	125.00	2.90	362.50
กุมภาพันธ์	115.00	2.90	333.50
มีนาคม	130.00	2.90	377.00
เมษายน	110.00	2.90	319.00
พฤษภาคม	125.00	2.90	362.50
มิถุนายน	120.00	2.90	348.00
กรกฎาคม	125.00	2.90	362.50
สิงหาคม	125.00	2.90	362.50
กันยายน	130.00	2.90	377.00
ตุลาคม	130.00	2.90	377.00
พฤศจิกายน	125.00	2.90	362.50
ธันวาคม	120.00	2.90	348.00
รวม			**4,292.00**

หมายเหตุ: อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย เป็นราคาที่รวมค่าไฟฟ้าฐานและค่าไฟฟ้าผันแปร(ค่าเอฟที)
ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ ก4 รายการค่าใช้จ่ายอื่นๆ ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ

รายการ	มูลค่า (บาท/ปี)
1. ถุงมือยาง จำนวน 60 คู่ต่อปี ราคาคู่ละ 60 บาท	3,600.00
2. รองเท้าบู๊ต จำนวน 10 คู่ต่อปี ราคาคู่ละ 175 บาท	1,750.00
3. ถังพลาสติก จำนวน 4 ใบต่อปี ราคาใบละ 562 บาท	2,248.00
4. กระสอบปุ๋ยใช้แล้ว จำนวน 240 ใบต่อปี ราคาใบละ 1 บาท	240.00
รวม	**7,838.00**

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก5 จำนวนขยะอินทรีย์และปริมาณก๊าซชีวภาพที่นำมาใช้งานในระบบ ประจำเดือน พฤศจิกายน 2551- มกราคม 2552

เดือน	ขยะอินทรีย์ (ตัน)	ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม.)
ตุลาคม	31.00	1,199.00
พฤศจิกายน	33.00	1,237.00
ธันวาคม	28.00	1,094.00
มกราคม	31.00	1,250.00
เฉลี่ยต่อเดือน	**31.00**	**1,195.00**

ที่มา: สรุปจากบันทึกการปฏิบัติงานระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ เทศบาลเมืองทุ่งสง (2552)

ตารางผนวกที่ ก6 ประมาณการราคาซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปี	ราคาซื้อขายสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ดอลลาร์สหรัฐอเมริกา/ตัน)
2547	7.19
2548	8.72
2549	6.98
2550	6.68
2551	12.20
2552	8.77
2553	9.66
เฉลี่ย	**8.60**

ที่มา: Mike Faden (2005)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก6 อัตราแลกเปลี่ยนเงินบาทต่อเงินดอลลาร์สหรัฐอเมริกา

ปี	อัตราแลกเปลี่ยน
2545	43.00
2546	41.53
2547	40.27
2548	40.27
2549	37.93
2550	34.56
2551	33.36
เฉลี่ย	**38.70**

ที่มา: ธนาคารแห่งประเทศไทย (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการทั้ง 3 กรณี เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการภายใต้ข้อกำหนดเดียวกับกรณีปกติ โดยเนื้อหาในภาคผนวก ข จะแสดงการวิเคราะห์เฉพาะในส่วนของต้นทุนและผลประโยชน์ที่มีการเปลี่ยนแปลงเท่านั้น ส่วนข้อมูลด้านต้นทุนและผลประโยชน์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในกรณีปกติ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ สำหรับค่าใช้จ่ายในการลงทุนใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในกรณีปกติ ส่วนค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ ประมาณการตามปริมาณการผลิตในแต่กรณี ซึ่งยกเว้นค่ากล้าเชื้อจุลินทรีย์ จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในกรณีปกติ

2. การวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ สำหรับผลประโยชน์ที่เกิดจากการลดต้นทุนการบำบัดน้ำเสีย ใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในกรณีปกติ ส่วนผลประโยชน์ที่เกิดจากการประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม ประหยัดค่ากำจัดขยะ ประหยัดค่าปุ๋ย และลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมประมาณการตามสัดส่วนของปริมาณขยะในแต่ละกรณี

สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการจะกระทำภายใต้เงื่อนไข ดังนี้

1. เทศบาลเมืองทุ่งสง สามารถเข้าไปใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่ใช้ในการกำจัดขยะ ซึ่งทางเทศบาลได้ก่อสร้างระบบเป็นที่เรียบร้อย และสามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องคัดแยกขยะที่มีอยู่ได้

2. แหล่งที่มาของขยะ ขยะที่ป้อนเข้าระบบการผลิตเป็นขยะอินทรีย์ที่คัดแยกจากแหล่งกำเนิด (ตลาดสดและโรงพยาบาลทุ่งสง) จำนวน 1 ตันต่อวัน ส่วนที่เหลือจะเป็นการคัดแยกขยะจากโรงคัดแยกขยะจนครบจำนวนในแต่ละกรณี

3. การขนส่งขยะจากโรงคัดแยกขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีระยะทางประมาณ 10 กิโลเมตร จะใช้วิธีจ้างเหมาให้บริษัทเอกชนเข้ามาดำเนินการขนส่ง ทั้งนี้บริษัทเอกชนจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันหล่อลื่น และค่าซ่อมบำรุงรักษารถขนขยะโดยมีค่าขนส่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตันละประมาณ 31.00 บาท (กรมบัญชีกลาง, 2551)

4. การประมาณการต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ จะใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ เพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น อันประกอบด้วย

4.1 เครื่องคัดแยกขยะที่มีอยู่ เป็นเครื่องคัดแยกขยะที่ต้องใช้แรงงานคนในการคัดแยก ซึ่งทางโครงการต้องจ้างพนักงานเพื่อคัดแยกขยะเพิ่มโดยกำหนดให้พนักงาน 1 คนสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ได้วันละ 1 ตัน

4.2 ระบบการผลิต ต้องใช้น้ำประปาวันละประมาณ 0.30 ลูกบาศก์เมตร ไฟฟ้าวันละ 5.00 หน่วย และระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้เฉลี่ย 40 ลูกบาศก์เมตร ต่อขยะอินทรีย์ 1 ตัน โดยกำหนดให้ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ระบบสามารถผลิตได้จะนำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด

4.3 ขยะที่ต้องแยกขยะ ณ โรงคัดแยกขยะส่วนใหญ่เป็นขยะที่ค้างคืน และขยะบางส่วนเริ่มมีการย่อยสลายและมีกลิ่น โครงการจำเป็นต้องจัดหาอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยให้พนักงานเพิ่มขึ้น ได้แก่ หน้ากากอนามัย ผ้ากันเปื้อนพลาสติก

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของกรณีที่ 1

กรณีที่ 1 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน จะแสดงการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการในส่วนของค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา ผลประโยชน์ทางตรง และผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา ได้แก่ ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงาน ค่าสาธารณูปโภค ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ค่าขนขยะ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ค่าจ้างและสวัสดิการของพนักงาน จากตารางผนวกที่ ข1 โครงการมีค่าจ้างและสวัสดิการพนักงานเท่ากับ 757,068.00 บาทต่อปี (เดือนละ 63,089 × 12 เดือน) กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มแรงงาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92 ดังตารางผนวกที่ ข2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 อัตราเงินเดือนพนักงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 1

ตำแหน่ง	จำนวน (คน)	อัตราเงินเดือน (บาท/เดือน)	เงินสวัสดิการ (บาท/เดือน)	รวม (บาท/เดือน)
พนักงานดูแลเครื่อง	1	6,580.00	329.00	6,909.00
พนักงานควบคุมการผลิต	6	5,350.00	268.00	33,708.00
พนักงานคัดแยกขยะ(โรงคัดแยกขยะ)	4	5,350.00	268.00	22,472.00
รวม	**11**			**63,089.00**

หมายเหตุ: เงินสวัสดิการ หมายถึง ค่าประกันสังคมที่นายจ้างจ่ายสมทบร้อยละ 5 ของเงินเดือน
ที่มา: การประมาณของเทศบาลเมืองทุ่งสง (2552)

ตารางผนวกที่ ข2 ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงาน กรณีที่ 1

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าจ้างและเงินสวัสดิการพนักงานของโครงการ		
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางการเงิน
2550	-	-	-
2551	757,068.00	0.92	696,502.56
2552	772,209.36	0.92	710,432.61
2553	787,653.55	0.92	724,641.26
2554	803,406.62	0.92	739,134.09
2555	819,474.75	0.92	753,916.77
2556	835,864.25	0.92	768,995.11
2557	852,581.53	0.92	784,375.01
2558	869,633.16	0.92	800,062.51
2559	887,025.82	0.92	816,063.76
2560	904,766.34	0.92	832,385.03

ที่มา: จากการคำนวณ

1.2 ค่าสาธารณูปโภค ประกอบด้วย ค่าน้ำประปา และค่าไฟฟ้า จากการคำนวณค่าน้ำประปาเท่ากับ 7,953.15 บาทต่อปี และค่าไฟฟ้า 21,460.00 บาทต่อปี กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย SCF มีค่าเท่ากับ 0.92 สำหรับค่าน้ำประปา และคูณด้วย CF ของกลุ่มไฟฟ้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.90 สำหรับค่าไฟฟ้า รายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข3 ค่าสาธารณูปโภคที่ใช้ในการผลิต กรณีที่ 1

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าน้ำประปา			ค่าไฟฟ้า			รวมค่าสาธารณูปโภค
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	
2550	-	-	-	-	-	-	-
2551	7,953.15	0.92	7,316.90	21,460.00	0.90	19,314.00	26,630.90
2552	8,112.21	0.92	7,463.24	21,889.20	0.90	19,700.28	27,163.52
2553	8,274.46	0.92	7,612.50	22,326.98	0.90	20,094.29	27,706.79
2554	8,439.95	0.92	7,764.75	22,773.52	0.90	20,496.17	28,260.92
2555	8,608.75	0.92	7,920.05	23,228.99	0.90	20,906.09	28,826.14
2556	8,780.92	0.92	8,078.45	23,693.57	0.90	21,324.22	29,402.67
2557	8,956.54	0.92	8,240.02	24,167.45	0.90	21,750.70	29,990.72
2558	9,135.67	0.92	8,404.82	24,650.79	0.90	22,185.71	30,590.53
2559	9,318.38	0.92	8,572.91	25,143.81	0.90	22,629.43	31,202.34
2560	9,504.75	0.92	8,744.37	25,646.69	0.90	23,082.02	31,826.39

ที่มา: จากการคำนวณ

1.3 ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ มีค่าใช้จ่ายประมาณปีละ 78,500.00 บาท กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี ปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มการก่อสร้าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88 ดังตารางผนวกที่ ข4

1.4 ค่าขนขยะ เป็นค่าใช้จ่ายในการขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ค่าขนขยะจากแหล่งกำเนิดจำนวน 1 ตันจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในกรณีปกติ และค่าขนขยะจากโรงคัดแยกขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพจำนวน 4 ตัน ซึ่งมีค่าขนส่งขยะ 36,704.00 บาทต่อปี (ขยะ 4 ตัน × ค่าขนส่งตันละ 31.00 บาท × 296 วันทำงาน) ทั้งนี้กำหนดให้ค่าขนส่งขยะมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มขนส่ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87 ดังตารางผนวกที่ ข5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข4 ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 1

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ		
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-	-
2551	78,500.00	0.88	69,080.00
2552	80,070.00	0.88	70,461.60
2553	81,671.40	0.88	71,870.83
2554	83,304.83	0.88	73,308.25
2555	84,970.92	0.88	74,774.41
2556	86,670.34	0.88	76,269.90
2557	88,403.75	0.88	77,795.30
2558	90,171.82	0.88	79,351.21
2559	91,975.26	0.88	80,938.23
2560	93,814.77	0.88	82,556.99

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ ข5 ค่าใช้จ่ายสำหรับขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 1

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าขนขยะจากแหล่งกำเนิด			ค่าขนส่งขยะจากโรงคัดแยก			รวม
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	
2550	-	-	-	-	-	-	-
2551	31,583.00	0.87	7,477.21	36,704.00	0.87	31,932.48	59,409.69
2552	32,214.66	0.87	28,026.75	37,438.08	0.87	32,571.13	60,597.88
2553	32,858.95	0.87	28,587.29	38,186.84	0.87	33,222.55	61,809.84
2554	33,516.13	0.87	29,159.03	38,950.58	0.87	33,887.00	63,046.03
2555	34,186.46	0.87	29,742.22	39,729.59	0.87	34,564.74	64,306.96
2556	35,170.19	0.87	30,598.07	40,524.18	0.87	35,256.04	65,854.11
2557	35,867.58	0.87	31,204.79	41,334.67	0.87	35,961.16	67,165.95
2558	36,578.95	0.87	31,823.69	42,161.36	0.87	36,680.38	68,504.07
2559	37,304.52	0.87	32,454.93	43,004.59	0.87	37,413.99	69,868.92
2560	38,044.60	0.87	33,098.80	43,864.68	0.87	38,162.27	71,261.07

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ ถุงมือยาง รองเท้าบู๊ต หน้ากากอนามัย ผ้ากันเปื้อนพลาสติก ถังพลาสติก และกระสอบปุ๋ยใช้แล้ว จากตารางผนวกที่ ข6 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ มีมูลค่าเท่ากับ 22,706.00 บาทต่อปี กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และและปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย SCF ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92 ดังตารางผนวกที่ ข7

ตารางผนวกที่ ข6 รายการค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 1

รายการ	มูลค่า (บาท/ปี)
1. ถุงมือยาง จำนวน 132 คู่ต่อปี ราคาคู่ละ 60 บาท	7,920.00
2. รองเท้าบู๊ต จำนวน 22 คู่ต่อปี ราคาคู่ละ 175 บาท	3,850.00
3. หน้ากากอนามัย จำนวน 3,256 ชิ้นต่อปี ราคาชิ้นละ 2 บาท	6,512.00
4. ผ้ากันเปื้อนพลาสติก จำนวน 22 ตัวต่อปี ราคาตัวละ 88 บาท	1,936.00
5. ถังพลาสติก จำนวน 4 ใบต่อปี ราคาใบละ 562 บาท	2,248.00
6. กระสอบปุ๋ยใช้แล้ว จำนวน 240 ใบต่อปี ราคาใบละ 1 บาท	240.00
รวม	**22,706.00**

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ ข7 ค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 1

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-	-
2551	22,706.00	0.92	20,889.52
2552	23,160.12	0.92	21,307.31
2553	23,623.32	0.92	21,733.46
2554	24,095.79	0.92	22,168.13
2555	24,577.70	0.92	22,611.49
2556	25,069.26	0.92	23,063.72
2557	25,570.64	0.92	23,524.99
2558	26,082.06	0.92	23,995.49
2559	26,603.70	0.92	24,475.40
2560	27,135.77	0.92	24,964.91

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการ ในส่วนของค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาของกรณีที่ 1 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน สรุปได้ดังตารางผนวกที่ ข8

ตารางผนวกที่ ข8 สรุปค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 1

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่ากล้าเชื้อจุลินทรีย์	ค่าจ้างและสวัสดิการ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าซ่อมบำรุง	ค่าขนขยะ	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	รวม
2550	870.00	-	-	-	-	-	870.00
2551	-	696,502.56	26,630.90	69,080.00	59,409.69	20,889.52	872,512.67
2552	-	710,432.61	27,163.52	70,461.60	60,597.88	21,307.31	889,962.92
2553	-	724,641.26	27,706.79	71,870.83	61,809.84	21,733.46	907,762.18
2554	-	739,134.09	28,260.92	73,308.25	63,046.03	22,168.13	925,917.42
2555	-	753,916.77	28,826.14	74,774.41	64,306.96	22,611.49	944,435.77
2556	-	768,995.11	29,402.67	76,269.90	65,854.11	23,063.72	963,585.51
2557	-	784,375.01	29,990.72	77,795.30	67,165.95	23,524.99	982,851.97
2558	-	800,062.51	30,590.53	79,351.21	68,504.07	23,995.49	1,002,503.81
2559	-	816,063.76	31,202.34	80,938.23	69,868.92	24,475.40	1,022,548.65
2560	-	832,385.03	31,826.39	82,556.99	71,261.07	24,964.91	1,042,994.39

ที่มา: จากการคำนวณ

2. ผลประโยชน์ทางตรง ได้แก่ ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม และประหยัดค่ากำจัดขยะ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม จะประเมินจากปริมาณก๊าซชีวภาพที่ระบบสามารถผลิตได้ โดยกำหนดเงื่อนไขว่าก๊าซชีวภาพที่ระบบสามารถผลิตได้จะนำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด หากเทศบาลสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน ระบบจะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณปีละ 59,200.00 ลูกบาศก์เมตร (ขยะ 5 ตัน × 40 ลบ.ม. × 296 วันทำงาน) เทียบเท่าก๊าซหุงต้ม 27,232.00 กิโลกรัมต่อปี ทั้งนี้กำหนดให้ราคาก๊าซหุงต้มเพิ่มขึ้นกิโลกรัมละ 0.82 บาทต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังตารางผนวกที่ ข9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข9 มูลค่าก๊าซชีวภาพเมื่อใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม กรณีที่ 1

(หน่วย: บาท)

ปี	มูลค่าทางการเงิน			CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
	เทียบเท่าก๊าซหุงต้ม	ราคาก๊าซหุงต้ม	มูลค่าก๊าซชีวภาพ		
2550	-	-	-	-	-
2551	27,232.00	19.33	526,394.56	0.87	457,963.27
2552	27,232.00	20.15	548,724.80	0.87	477,390.58
2553	27,232.00	20.97	571,055.04	0.87	496,817.88
2554	27,232.00	21.79	593,385.28	0.87	516,245.19
2555	27,232.00	22.61	615,715.52	0.87	535,672.50
2556	27,232.00	23.43	638,045.76	0.87	555,099.81
2557	27,232.00	24.25	660,376.00	0.87	574,527.12
2558	27,232.00	25.07	682,706.24	0.87	593,954.43
2559	27,232.00	25.89	705,036.48	0.87	613,381.74
2560	27,232.00	26.71	727,366.72	0.87	632,809.05

ที่มา: จากการคำนวณ

2.2 ประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ ประเมินมูลค่าจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งและกำจัดขยะที่ลดลงได้ ซึ่งคำนวณจากปริมาณขยะที่นำมาผลิตก๊าซชีวภาพ คูณด้วยค่าขนส่งและกำจัดขยะโดยค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะตันละ 530 บาท หากเทศบาลเมืองทุ่งสงสามารถคัดแยกขยะป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน จะสามารถประหยัดค่ากำจัดขยะได้ปีละ 784,400.00 บาท (ขยะ 5 ตัน × 296 วันทำงาน × 530 บาท) กำหนดให้ค่ากำจัดขยะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังตารางผนวกที่ ข10

3. ผลประโยชน์ทางอ้อม ได้แก่ การประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ และลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ จะประเมินจากตะกอนที่ตากแห้งแล้ว ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน จะมีปริมาณตะกอนประมาณ 296.00 ตันต่อปี (ร้อยละ 20 ของขยะ 1,480 ตัน) หรือ 296,000.00 กิโลกรัมต่อปี มีรายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข10 มูลค่าการประหยัดค่ากำจัดขยะ กรณีที่ 1

(หน่วย: บาท)

ปี	มูลค่าทางการเงิน			CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
	ปริมาณขยะ (ตัน)	ค่ากำจัดขยะ (บาท/ตัน)	ค่ากำจัดขยะที่ลดลง		
2550	-	-	-	-	-
2551	1,480.00	530.00	784,400.00	0.87	682,428.00
2552	1,480.00	540.60	800,088.00	0.87	696,076.56
2553	1,480.00	551.41	816,089.76	0.87	709,998.09
2554	1,480.00	562.44	832,411.56	0.87	724,198.05
2555	1,480.00	573.69	849,059.79	0.87	738,682.01
2556	1,480.00	585.16	866,040.98	0.87	753,455.65
2557	1,480.00	596.86	883,361.80	0.87	768,524.77
2558	1,480.00	608.80	901,029.04	0.87	783,895.26
2559	1,480.00	620.98	919,049.62	0.87	799,573.17
2560	1,480.00	633.40	937,430.61	0.87	815,564.63

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ ข11 มูลค่าการประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ กรณีที่ 1

ปี	ตะกอนน้ำ (กก.)	ตะกอนแห้ง (กก.)	ราคาปุ๋ย (บาท/กก.)	มูลค่าปุ๋ยที่ประหยัดได้(บาท)
2550	-	-	-	-
2551	296,000.00	98,666.67	2.50	246,666.67
2552	296,000.00	98,666.67	3.00	296,000.00
2553	296,000.00	98,666.67	3.50	345,333.33
2554	296,000.00	98,666.67	4.00	394,666.67
2555	296,000.00	98,666.67	4.50	444,000.00
2556	296,000.00	98,666.67	5.00	493,333.33
2557	296,000.00	98,666.67	5.50	542,666.67
2558	296,000.00	98,666.67	6.00	592,000.00
2559	296,000.00	98,666.67	6.50	641,333.33
2560	296,000.00	98,666.67	7.00	690,666.67

หมายเหตุ: ตะกอนน้ำหนัก 3 กิโลกรัม เมื่อตากให้แห้งแล้วจะมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

ที่มา: จากกการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก การนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาใช้เป็นพลังงานเป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่บรรยากาศ การประเมินมูลค่าต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก จึงประเมินมูลค่าด้วยวิธีการซื้อขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ หรือเรียกว่าคาร์บอนเครดิต ราคาการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเท่ากับ 332.82 บาทต่อตัน และกำหนดให้ราคาคาร์บอนเครดิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี รายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข12

ตารางผนวกที่ ข12 ต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้ กรณีที่ 1

ปี	ขยะ (ตัน)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน)	ต้นทุนการบำบัด (บาท/ตัน)	ลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก (บาท)
2550	-	-	-	-
2551	1,480.00	1,017.94	332.82	338,792.12
2552	1,480.00	1,017.94	339.48	345,571.63
2553	1,480.00	1,017.94	346.27	352,483.47
2554	1,480.00	1,017.94	353.19	359,527.64
2555	1,480.00	1,017.94	360.26	366,724.51
2556	1,480.00	1,017.94	367.46	374,053.70
2557	1,480.00	1,017.94	374.81	381,535.59
2558	1,480.00	1,017.94	382.31	389,170.17
2559	1,480.00	1,017.94	389.95	396,947.26
2560	1,480.00	1,017.94	397.75	404,887.23

หมายเหตุ: การฝังกลบขยะ 1 ตัน มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 687.80 กิโลกรัม
ที่มา: จากการคำนวณ

จากการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางตรงและผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ กรณีที่ 1 ถ้าโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน สามารถสรุปเป็นผลประโยชน์รวมดังตารางผนวกที่ ข13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข13 สรุปผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 1

(หน่วย: บาท)

ปี	ผลประโยชน์ทางตรง		ผลประโยชน์ทางอ้อม		
	ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม	ประหยัดค่ากำจัดขยะ	ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์	ลดต้นทุนบำบัดน้ำเสีย	ลดต้นทุนบำบัดก๊าซเรือนกระจก
2550	-	-	-	-	-
2551	457,963.27	682,428.00	246,666.67	12,600.00	338,792.12
2552	477,390.58	696,076.56	296,000.00	14,175.00	345,571.63
2553	496,817.88	709,998.09	345,333.33	15,750.00	352,483.47
2554	516,245.19	724,198.05	394,666.67	17,325.00	359,527.64
2555	535,672.50	738,682.01	444,000.00	18,900.00	366,724.51
2556	555,099.81	753,455.65	493,333.33	20,475.00	374,053.70
2557	574,527.12	768,524.77	542,666.67	22,050.00	381,535.59
2558	593,954.43	783,895.26	592,000.00	23,625.00	389,170.17
2559	613,381.74	799,573.17	641,333.33	25,200.00	396,947.26
2560	632,809.05	815,564.63	690,666.67	26,775.00	404,887.23

ที่มา: จากการคำนวณ

ส่วนตารางผนวกที่ ข14 เป็นการสรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 1 โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในกรณีปกติ และการวิเคราะห์ในส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในกรณีที่โครงการสามารถคัดแยกขยะป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 ตัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข14 สรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 1

(หน่วย: บาท)

ปี	ต้นทุน			ผลประโยชน์		
	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา	รวม	ผลประโยชน์ทางตรง	ผลประโยชน์ทางอ้อม	รวม
2550	5,021,813.00	870.00	5,022,683.00	-	-	-
2551	-	872,512.67	872,512.67	1,140,391.27	598,058.79	1,738,450.06
2552	-	889,962.92	889,962.92	1,173,467.14	655,746.63	1,829,213.77
2553	-	907,762.18	907,762.18	1,206,815.97	713,566.80	1,920,382.77
2554	-	925,917.42	925,917.42	1,240,443.24	771,519.31	2,011,962.55
2555	-	944,435.77	944,435.77	1,274,354.51	829,624.51	2,103,979.02
2556	-	963,585.51	963,585.51	1,308,555.46	887,862.03	2,196,417.49
2557	-	982,851.97	982,851.97	1,343,051.89	946,252.26	2,289,304.15
2558	-	1,002,503.81	1,002,503.81	1,377,849.69	1,004,795.17	2,382,644.86
2559	-	1,022,548.65	1,022,548.65	1,412,954.91	1,063,480.59	2,476,435.50
2560	-	1,042,994.39	1,042,994.39	1,448,373.68	1,122,328.90	2,570,702.58

ที่มา: จากการคำนวณ

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของกรณีที่ 2

กรณีที่ 2 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน จะแสดงการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการในส่วนของค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา ผลประโยชน์ทางตรง และผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา ได้แก่ ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงาน ค่าสาธารณูปโภค ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ค่าขนขยะ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ค่าจ้างและสวัสดิการของพนักงาน จากตารางผนวกที่ ข15 โครงการมีค่าจ้างและสวัสดิการพนักงานเท่ากับ 1,094,148.00 บาทต่อปี (เดือนละ 91,179 × 12 เดือน) กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มแรงงาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92 ดังตารางผนวกที่ ข16

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข15 อัตราเงินเดือนพนักงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 2

ตำแหน่ง	จำนวน (คน)	อัตราเงินเดือน (บาท/เดือน)	เงินสวัสดิการ (บาท/เดือน)	รวม (บาท/เดือน)
พนักงานดูแลเครื่อง	1	6,580.00	329.00	6,909.00
พนักงานควบคุมการผลิต	6	5,350.00	268.00	33,708.00
พนักงานคัดแยกขยะ(โรงคัดแยกขยะ)	9	5,350.00	268.00	50,562.00
รวม	**16**			**91,179.00**

หมายเหตุ: เงินสวัสดิการ หมายถึง ค่าประกันสังคมที่นายจ้างจ่ายสมทบร้อยละ 5 ของเงินเดือน
ที่มา: การประมาณของเทศบาลเมืองทุ่งสง (2552)

ตารางผนวกที่ ข16 ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงานของโครงการ กรณีที่ 2

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าจ้างและเงินสวัสดิการพนักงานของโครงการ		
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-	-
2551	1,094,148.00	0.92	1,006,616.16
2552	1,116,030.96	0.92	1,026,748.48
2553	1,138,351.58	0.92	1,047,283.45
2554	1,161,118.61	0.92	1,068,229.12
2555	1,184,340.98	0.92	1,089,593.70
2556	1,208,027.80	0.92	1,111,385.58
2557	1,232,188.36	0.92	1,133,613.29
2558	1,256,832.13	0.92	1,156,285.56
2559	1,281,968.77	0.92	1,179,411.27
2560	1,307,608.14	0.92	1,202,999.49

ที่มา: จากการคำนวณ

1.2 ค่าสาธารณูปโภค ประกอบด้วย ค่าน้ำประปา และค่าไฟฟ้า จากการคำนวณค่าน้ำประปา เท่ากับ 15,562.80 บาทต่อปี และค่าไฟฟ้า 42,920.00 บาทต่อปี กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยการคูณด้วย SCF มีค่าเท่ากับ 0.92 สำหรับค่าน้ำประปา และคูณด้วย CF ของกลุ่มไฟฟ้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.90 สำหรับค่าไฟฟ้า และดังตารางผนวกที่ ข17

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข17 ค่าสาธารณูปโภคที่ใช้ในการผลิตของโครงการ กรณีที่ 2

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าน้ำประปา			ค่าไฟฟ้า			รวมค่าสาธารณูปโภค
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	
2550	-	-	-	-	-	-	-
2551	15,562.80	0.92	14,317.78	42,920.00	0.90	38,628.00	52,945.78
2552	15,874.06	0.92	14,604.13	43,778.40	0.90	39,400.56	54,004.69
2553	16,191.54	0.92	14,896.21	44,653.97	0.90	40,188.57	55,084.78
2554	16,515.37	0.92	15,194.14	45,547.05	0.90	40,992.34	56,186.48
2555	16,845.68	0.92	15,498.02	46,457.99	0.90	41,812.19	57,310.21
2556	17,182.59	0.92	15,807.98	47,387.15	0.90	42,648.43	58,456.41
2557	17,526.24	0.92	16,124.14	48,334.89	0.90	43,501.40	59,625.54
2558	17,876.77	0.92	16,446.62	49,301.59	0.90	44,371.43	60,818.05
2559	18,234.30	0.92	16,775.56	50,287.62	0.90	45,258.86	62,034.42
2560	18,598.99	0.92	17,111.07	51,293.37	0.90	46,164.04	63,275.11

ที่มา: จากการคำนวณ

1.3 ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ มีค่าใช้จ่ายประมาณปีละ 157,000.00 บาท กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มการก่อสร้าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88 ดังตารางผนวกที่ ข18

1.4 ค่าขนขยะ เป็นค่าใช้จ่ายในการขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ค่าขนขยะจากแหล่งกำเนิดจำนวน 1 ตันจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในกรณีปกติ และค่าขนขยะจากโรงคัดแยกขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพจำนวน 9 ตัน ซึ่งมีค่าขนส่งขยะ 82,584.00 บาทต่อปี (ขยะ 9 ตัน × ค่าขนส่งตันละ 31.00 บาท × 296 วันทำงาน) กำหนดให้ค่าขนส่งขยะ มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มขนส่ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87 ดังตารางผนวกที่ ข19

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข18 ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 2

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ		
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-	-
2551	157,000.00	0.88	138,160.00
2552	160,140.00	0.88	140,923.20
2553	163,342.80	0.88	143,741.66
2554	166,609.66	0.88	146,616.50
2555	169,941.85	0.88	149,548.83
2556	173,340.69	0.88	152,539.80
2557	176,807.50	0.88	155,590.60
2558	180,343.65	0.88	158,702.41
2559	183,950.52	0.88	161,876.46
2560	187,629.53	0.88	165,113.99

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ ข19 ค่าใช้จ่ายสำหรับขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 2

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าขนขยะจากแหล่งกำเนิด			ค่าขนส่งขยะจากโรงคัดแยก			รวม
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	
2550	-	-	-	-	-	-	-
2551	31,583.00	0.87	27,477.21	82,584.00	0.87	71,848.08	99,325.29
2552	32,214.66	0.87	28,026.75	84,235.68	0.87	73,285.04	101,311.79
2553	32,858.95	0.87	28,587.29	85,920.39	0.87	74,750.74	103,338.03
2554	33,516.13	0.87	29,159.03	87,638.80	0.87	76,245.76	105,404.79
2555	34,186.46	0.87	29,742.22	89,391.58	0.87	77,770.67	107,512.89
2556	35,170.19	0.87	30,598.07	91,179.41	0.87	79,326.09	109,924.16
2557	35,867.58	0.87	31,204.79	93,003.00	0.87	80,912.61	112,117.40
2558	36,578.95	0.87	31,823.69	94,863.06	0.87	82,530.86	114,354.55
2559	37,304.52	0.87	32,454.93	96,760.32	0.87	84,181.48	116,636.41
2560	38,044.60	0.87	33,098.80	98,695.52	0.87	85,865.11	118,963.91

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ ถุงมือยาง รองเท้าบู๊ต หน้ากากอนามัย ผ้ากันเปื้อนพลาสติก ถังพลาสติก และกระสอบปุ๋ยใช้แล้ว จากตารางผนวกที่ ข20 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ มีมูลค่าเท่ากับ 31,896.00 บาทต่อปี กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และและปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย SCF ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92 ดังตารางผนวกที่ ข21

ตารางผนวกที่ ข20 รายการค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 2

รายการ	มูลค่า (บาท/ปี)
1. ถุงมือยาง จำนวน 192 คู่ต่อปี ราคาคู่ละ 60 บาท	11,520.00
2. รองเท้าบู๊ต จำนวน 32 คู่ต่อปี ราคาคู่ละ 175 บาท	5,600.00
3. หน้ากากอนามัย จำนวน 4,736 ชิ้นต่อปี ราคาชิ้นละ 2 บาท	9,472.00
4. ผ้ากันเปื้อนพลาสติก จำนวน 32 ตัวต่อปี ราคาตัวละ 88 บาท	2,816.00
5. ถังพลาสติก จำนวน 4 ใบต่อปี ราคาใบละ 562 บาท	2,248.00
6. กระสอบปุ๋ยใช้แล้ว จำนวน 240 ใบต่อปี ราคาใบละ 1 บาท	240.00
รวม	**31,896.00**

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ ข21 ค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการ กรณีที่ 2

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-	-
2551	31,896.00	0.92	29,344.32
2552	32,533.92	0.92	29,931.21
2553	33,184.60	0.92	30,529.83
2554	33,848.29	0.92	31,140.43
2555	34,525.26	0.92	31,763.24
2556	35,215.76	0.92	32,398.50
2557	35,920.08	0.92	33,046.47
2558	36,638.48	0.92	33,707.40
2559	37,371.25	0.92	34,381.55
2560	38,118.67	0.92	35,069.18

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการ ในส่วนของค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาของกรณีที่ 2 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน สรุปได้ดังตารางผนวกที่ ข22

ตารางผนวกที่ ข22 สรุปค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาของโครงการ กรณีที่ 2

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่ากล้าเชื้อจุลินทรีย์	ค่าจ้างและสวัสดิการ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าซ่อมบำรุง	ค่าขนขยะ	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	รวม
2550	870.00	-	-	-	-	-	870.00
2551	-	1,006,616.16	52,945.78	138,160.00	99,325.29	29,344.32	1,326,391.55
2552	-	1,026,748.48	54,004.69	140,923.20	101,311.79	29,931.21	1,352,919.37
2553	-	1,047,283.45	55,084.78	143,741.66	103,338.03	30,529.83	1,379,977.75
2554	-	1,068,229.12	56,186.48	146,616.50	105,404.79	31,140.43	1,407,577.32
2555	-	1,089,593.70	57,310.21	149,548.83	107,512.89	31,763.24	1,435,728.87
2556	-	1,111,385.58	58,456.41	152,539.80	109,924.16	32,398.50	1,464,704.45
2557	-	1,133,613.29	59,625.54	155,590.60	112,117.40	33,046.47	1,493,993.30
2558	-	1,156,285.56	60,818.05	158,702.41	114,354.55	33,707.40	1,523,867.97
2559	-	1,179,411.27	62,034.42	161,876.46	116,636.41	34,381.55	1,554,340.11
2560	-	1,202,999.49	63,275.11	165,113.99	118,963.91	35,069.18	1,585,421.68

ที่มา: จากการคำนวณ

2. ผลประโยชน์ทางตรง ได้แก่ ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม และประหยัดค่ากำจัดขยะ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม จะประเมินจากปริมาณก๊าซชีวภาพที่ระบบสามารถผลิตได้ โดยกำหนดเงื่อนไขว่าก๊าซชีวภาพที่ระบบสามารถผลิตได้จะนำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด หากเทศบาลสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน ระบบจะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณปีละ 118,400.00 ลูกบาศก์เมตร (ขยะ 10 ตัน × 40 ลบ.ม. × 296 วันทำงาน) เทียบเท่าก๊าซหุงต้ม 54,464.00 กิโลกรัมต่อปี ทั้งนี้กำหนดให้ราคาก๊าซหุงต้มเพิ่มขึ้นกิโลกรัมละ 0.82 บาทต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังตารางผนวกที่ ข23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข23 มูลค่าก๊าซชีวภาพเมื่อใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม กรณีที่ 2

(หน่วย: บาท)

ปี	มูลค่าทางการเงิน			CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
	เทียบเท่าก๊าซหุงต้ม (กก.)	ราคาก๊าซหุงต้ม (บาท/กก.)	มูลค่าก๊าซชีวภาพ		
2550	-	-	-	-	-
2551	54,464.00	19.33	1,052,789.12	0.87	915,926.53
2552	54,464.00	20.15	1,097,449.60	0.87	954,781.15
2553	54,464.00	20.97	1,142,110.08	0.87	993,635.77
2554	54,464.00	21.79	1,186,770.56	0.87	1,032,490.39
2555	54,464.00	22.61	1,231,431.04	0.87	1,071,345.00
2556	54,464.00	23.43	1,276,091.52	0.87	1,110,199.62
2557	54,464.00	24.25	1,320,752.00	0.87	1,149,054.24
2558	54,464.00	25.07	1,365,412.48	0.87	1,187,908.86
2559	54,464.00	25.89	1,410,072.96	0.87	1,226,763.48
2560	54,464.00	26.71	1,454,733.44	0.87	1,265,618.09

ที่มา: จากการคำนวณ

2.2 ประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ ประเมินมูลค่าจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งและกำจัดขยะที่ลดลงได้ ซึ่งคำนวณจากปริมาณขยะที่นำมาผลิตก๊าซชีวภาพ คูณด้วยค่าขนส่งและกำจัดขยะโดยค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสงอยู่ที่ตันละ 530 บาท หากเทศบาลเมืองทุ่งสง สามารถคัดแยกขยะป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน จะสามารถประหยัดค่ากำจัดขยะได้ปีละ 1,568,800.00 บาท (ขยะ 10 ตัน × 296 วันทำงาน × 530 บาท) กำหนดให้ค่ากำจัดขยะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังตารางผนวกที่ ข24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข24 มูลค่าการประหยัดค่ากำจัดขยะ กรณีที่ 2

(หน่วย: บาท)

ปี	มูลค่าทางการเงิน			CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
	ปริมาณขยะ (ตัน)	ค่ากำจัดขยะ (บาท/ตัน)	ค่ากำจัดขยะที่ลดลง		
2550	-	-	-	-	-
2551	2,960.00	530.00	1,568,800.00	0.87	1,364,856.00
2552	2,960.00	540.60	1,600,176.00	0.87	1,392,153.12
2553	2,960.00	551.41	1,632,179.52	0.87	1,419,996.18
2554	2,960.00	562.44	1,664,823.11	0.87	1,448,396.11
2555	2,960.00	573.69	1,698,119.57	0.87	1,477,364.03
2556	2,960.00	585.16	1,732,081.96	0.87	1,506,911.31
2557	2,960.00	596.86	1,766,723.60	0.87	1,537,049.53
2558	2,960.00	608.80	1,802,058.08	0.87	1,567,790.53
2559	2,960.00	620.98	1,838,099.24	0.87	1,599,146.34
2560	2,960.00	633.40	1,874,861.22	0.87	1,631,129.26

ที่มา: จากการคำนวณ

3. ผลประโยชน์ทางอ้อม ได้แก่ การประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ และลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ จะประเมินจากตะกอนที่ตากแห้งแล้ว ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน จะมีปริมาณตะกอนประมาณ 592.00 ตันต่อปี (ร้อยละ 20 ของขยะ 2,960 ตัน) หรือ 592,000.00 กิโลกรัมต่อปี รายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข25

3.2 ลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก การนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาใช้เป็นพลังงานเป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่บรรยากาศ การประเมินมูลค่าต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก จึงประเมินมูลค่าด้วยวิธีการซื้อขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ หรือเรียกว่าคาร์บอนเครดิต ราคาการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเท่ากับ 332.82 บาทต่อตัน และกำหนดให้ราคาคาร์บอนเครดิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี รายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข25 มูลค่าการประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ กรณีที่ 2

ปี	ตะกอนน้ำ (กก.)	ตะกอนแห้ง (กก.)	ราคาปุ๋ย (บาท/กก.)	มูลค่าปุ๋ยที่ประหยัดได้ (บาท)
2550	-	-	-	-
2551	592,000.00	197,333.33	2.50	493,333.33
2552	592,000.00	197,333.33	3.00	592,000.00
2553	592,000.00	197,333.33	3.50	690,666.67
2554	592,000.00	197,333.33	4.00	789,333.33
2555	592,000.00	197,333.33	4.50	888,000.00
2556	592,000.00	197,333.33	5.00	986,666.67
2557	592,000.00	197,333.33	5.50	1,085,333.33
2558	592,000.00	197,333.33	6.00	1,184,000.00
2559	592,000.00	197,333.33	6.50	1,282,666.67
2560	592,000.00	197,333.33	7.00	1,381,333.33

หมายเหตุ: ตะกอนน้ำหนัก 3 กิโลกรัม เมื่อตากให้แห้งแล้วจะมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

ที่มา: จากกการคำนวณ

ตารางผนวกที่ ข26 ต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้ กรณีที่ 2

ปี	ขยะ (ตัน)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน)	ต้นทุนการบำบัด (บาท/ตัน)	ลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก (บาท)
2550	-	-	-	-
2551	2,960.00	2,035.89	332.82	677,584.24
2552	2,960.00	2,035.89	339.48	691,143.26
2553	2,960.00	2,035.89	346.27	704,966.94
2554	2,960.00	2,035.89	353.19	719,055.28
2555	2,960.00	2,035.89	360.26	733,449.01
2556	2,960.00	2,035.89	367.46	748,107.40
2557	2,960.00	2,035.89	374.81	763,071.18
2558	2,960.00	2,035.89	382.31	778,340.34
2559	2,960.00	2,035.89	389.95	793,894.53
2560	2,960.00	2,035.89	397.75	809,774.45

หมายเหตุ: การฝังกลบขยะ 1 ตัน มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 687.80 กิโลกรัม

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางตรงและผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ กรณีที่ 2 ถ้าโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน สามารถสรุปเป็นผลประโยชน์รวมดังตารางผนวกที่ ข27

ตารางผนวกที่ ข27 สรุปผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 2

(หน่วย: บาท)

ปี	ผลประโยชน์ทางตรง		ผลประโยชน์ทางอ้อม		
	ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม	ประหยัดค่ากำจัดขยะ	ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์	ลดต้นทุนบำบัดน้ำเสีย	ลดต้นทุนบำบัดก๊าซเรือนกระจก
2550	-	-	-	-	-
2551	915,926.53	1,364,856.00	493,333.33	12,600.00	677,584.24
2552	954,781.15	1,392,153.12	592,000.00	14,175.00	691,143.26
2553	993,635.77	1,419,996.18	690,666.67	15,750.00	704,966.94
2554	1,032,490.39	1,448,396.11	789,333.33	17,325.00	719,055.28
2555	1,071,345.00	1,477,364.03	888,000.00	18,900.00	733,449.01
2556	1,110,199.62	1,506,911.31	986,666.67	20,475.00	748,107.40
2557	1,149,054.24	1,537,049.53	1,085,333.33	22,050.00	763,071.18
2558	1,187,908.86	1,567,790.53	1,184,000.00	23,625.00	778,340.34
2559	1,226,763.48	1,599,146.34	1,282,666.67	25,200.00	793,894.53
2560	1,265,618.09	1,631,129.26	1,381,333.33	26,775.00	809,774.45

ที่มา: จากการคำนวณ

ส่วนตารางผนวกที่ ข28 เป็นการสรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกรณีที่ 2 โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในกรณีปกติ และการวิเคราะห์ในส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในกรณีที่โครงการสามารถคัดแยกขยะป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 10 ตัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข28 สรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 2

(หน่วย: บาท)

ปี	ต้นทุน			ผลประโยชน์		
	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา	รวม	ผลประโยชน์ทางตรง	ผลประโยชน์ทางอ้อม	รวม
2550	5,021,813.00	870.00	5,022,683.00	-	-	-
2551	-	1,326,391.55	1,326,391.55	2,280,782.53	1,183,517.57	3,464,300.10
2552	-	1,352,919.37	1,352,919.37	2,346,934.27	1,297,318.26	3,644,252.53
2553	-	1,379,977.75	1,379,977.75	2,413,631.95	1,411,383.61	3,825,015.56
2554	-	1,407,577.32	1,407,577.32	2,480,886.50	1,525,713.61	4,006,600.11
2555	-	1,435,728.87	1,435,728.87	2,548,709.03	1,640,349.01	4,189,058.04
2556	-	1,464,704.45	1,464,704.45	2,617,110.93	1,755,249.07	4,372,360.00
2557	-	1,493,993.30	1,493,993.30	2,686,103.77	1,870,454.51	4,556,558.28
2558	-	1,523,867.97	1,523,867.97	2,755,699.39	1,985,965.34	4,741,664.73
2559	-	1,554,340.11	1,554,340.11	2,825,909.82	2,101,761.20	4,927,671.02
2560	-	1,585,421.68	1,585,421.68	2,896,747.35	2,217,882.78	5,114,630.13

ที่มา: จากการคำนวณ

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของกรณีที่ 3

กรณีที่ 3 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน จะแสดงการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการในส่วนของค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา ผลประโยชน์ทางตรง และผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา ได้แก่ ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงาน ค่าสาธารณูปโภค ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ค่าขนขยะ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ค่าจ้างและสวัสดิการของพนักงาน จากตารางผนวกที่ ข29 โครงการมีค่าจ้างและสวัสดิการพนักงานเท่ากับ 1,431,228.00 บาทต่อปี (เดือนละ 119,269 × 12 เดือน) กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มแรงงาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92 ดังตารางผนวกที่ ข30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข29 อัตราเงินเดือนพนักงาน โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 3

ตำแหน่ง	จำนวน (คน)	อัตราเงินเดือน (บาท/เดือน)	เงินสวัสดิการ (บาท/เดือน)	รวม (บาท/เดือน)
พนักงานดูแลเครื่อง	1	6,580.00	329.00	6,909.00
พนักงานควบคุมการผลิต	6	5,350.00	268.00	33,708.00
พนักงานคัดแยกขยะ(โรงคัดแยกขยะ)	14	5,350.00	268.00	78,652.00
รวม	**21**			**119,269.00**

หมายเหตุ: เงินสวัสดิการ หมายถึง ค่าประกันสังคมที่นายจ้างจ่ายสมทบร้อยละ 5 ของเงินเดือน
ที่มา: การประมาณของเทศบาลเมืองทุ่งสง (2552)

ตารางผนวกที่ ข30 ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงาน กรณีที่ 3

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าจ้างและเงินสวัสดิการพนักงานของโครงการ		
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-	-
2551	1,431,228.00	0.92	1,316,729.76
2552	1,459,852.56	0.92	1,343,064.36
2553	1,489,049.61	0.92	1,369,925.64
2554	1,518,830.60	0.92	1,397,324.16
2555	1,549,207.22	0.92	1,425,270.64
2556	1,580,191.36	0.92	1,453,776.05
2557	1,611,795.19	0.92	1,482,851.57
2558	1,644,031.09	0.92	1,512,508.60
2559	1,676,911.71	0.92	1,542,758.78
2560	1,710,449.95	0.92	1,573,613.95

ที่มา: จากการคำนวณ

1.2 ค่าสาธารณูปโภค ประกอบด้วย ค่าน้ำประปา และค่าไฟฟ้า จากการคำนวณค่าน้ำประปาเท่ากับ 23,361.75 บาทต่อปี และค่าไฟฟ้า 64,380.00 บาทต่อปี กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยการคูณด้วย SCF มีค่าเท่ากับ 0.92 สำหรับค่าน้ำประปา และคูณด้วย CF ของกลุ่มไฟฟ้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.90 สำหรับค่าไฟฟ้า ดังตารางผนวกที่ ข31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข31 ค่าสาธารณูปโภคที่ใช้ในการผลิต กรณีที่ 3

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าน้ำประปา			ค่าไฟฟ้า			รวมค่าสาธารณูปโภค
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	
2550	-	-	-	-	-	-	-
2551	23,361.75	0.92	21,492.81	64,380.00	0.90	57,942.00	79,434.81
2552	23,828.99	0.92	21,922.67	65,667.60	0.90	59,100.84	81,023.51
2553	24,305.56	0.92	22,361.12	66,980.95	0.90	60,282.86	82,643.98
2554	24,791.68	0.92	22,808.34	68,320.57	0.90	61,488.51	84,296.85
2555	25,287.51	0.92	23,264.51	69,686.98	0.90	62,718.28	85,982.79
2556	25,793.26	0.92	23,729.80	71,080.72	0.90	63,972.65	87,702.45
2557	26,309.12	0.92	24,204.39	72,502.34	0.90	65,252.10	89,456.49
2558	26,835.31	0.92	24,688.48	73,952.38	0.90	66,557.14	91,245.62
2559	27,372.01	0.92	25,182.25	75,431.43	0.90	67,888.29	93,070.54
2560	27,919.45	0.92	25,685.90	76,940.06	0.90	69,246.05	94,931.95

ที่มา: จากการคำนวณ

1.3 ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ มีค่าใช้จ่ายประมาณปีละ 235,500.00 บาท กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มการก่อสร้าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88 ดังตารางผนวกที่ ข32

1.4 ค่าขนขยะ เป็นค่าใช้จ่ายในการขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ค่าขนขยะจากแหล่งกำเนิดจำนวน 1 ตัน จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในกรณีปกติ และค่าขนขยะจากโรงคัดแยกขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพจำนวน 14 ตัน ซึ่งมีค่าขนส่งขยะ 128,464.00 บาทต่อปี (ขยะ 14 ตัน × ค่าขนส่งตันละ 31.00 บาท × 296 วันทำงาน) ทั้งนี้กำหนดให้ค่าขนส่งขยะมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย CF ของกลุ่มขนส่ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87 ดังตารางผนวกที่ ข33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข32 ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 3

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและโรงผลิตก๊าซชีวภาพ		
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-	-
2551	235,500.00	0.88	207,240.00
2552	240,210.00	0.88	211,384.80
2553	245,014.20	0.88	215,612.50
2554	249,914.48	0.88	219,924.75
2555	254,912.77	0.88	224,323.24
2556	260,011.03	0.88	228,809.71
2557	265,211.25	0.88	233,385.90
2558	270,515.47	0.88	238,053.62
2559	275,925.78	0.88	242,814.69
2560	281,444.30	0.88	247,670.98

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ ข33 ค่าใช้จ่ายสำหรับขนขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ กรณีที่ 3

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าขนขยะจากแหล่งกำเนิด			ค่าขนส่งขยะจากโรงคัดแยก			รวม
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	
2550	-	-	-	-	-	-	-
2551	31,583.00	0.87	27,477.21	128,464.00	0.87	111,763.68	139,240.89
2552	32,214.66	0.87	28,026.75	131,033.28	0.87	113,998.95	142,025.70
2553	32,858.95	0.87	28,587.29	133,653.95	0.87	116,278.93	144,866.22
2554	33,516.13	0.87	29,159.03	136,327.02	0.87	118,604.51	147,763.54
2555	34,186.46	0.87	29,742.22	139,053.57	0.87	120,976.60	150,718.82
2556	35,170.19	0.87	30,598.07	141,834.64	0.87	123,396.13	153,994.20
2557	35,867.58	0.87	31,204.79	144,671.33	0.87	125,864.06	157,068.85
2558	36,578.95	0.87	31,823.69	147,564.76	0.87	128,381.34	160,205.03
2559	37,304.52	0.87	32,454.93	150,516.05	0.87	130,948.96	163,403.89
2560	38,044.60	0.87	33,098.80	153,526.37	0.87	133,567.94	166,666.74

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้แก่ ถุงมือยาง รองเท้าบู๊ต หน้ากากอนามัย ผ้ากันเปื้อนพลาสติก ถังพลาสติก และกระสอบปุ๋ยใช้แล้ว จากตารางผนวกที่ ข34 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ มีมูลค่าเท่ากับ 41,086.00 บาทต่อปี กำหนดให้มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคูณด้วย SCF ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.92 ดังตารางผนวกที่ ข35

ตารางผนวกที่ ข34 รายการค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีที่ 3

รายการ	มูลค่า (บาท/ปี)
1. ถุงมือยาง จำนวน 252 คู่ต่อปี ราคาคู่ละ 60 บาท	15,120.00
2. รองเท้าบู๊ต จำนวน 42 คู่ต่อปี ราคาคู่ละ 175 บาท	7,350.00
3. หน้ากากอนามัย จำนวน 6,216 ชิ้นต่อปี ราคาชิ้นละ 2 บาท	12,432.00
4. ผ้ากันเปื้อนพลาสติก จำนวน 42 ตัวต่อปี ราคาตัวละ 88 บาท	3,696.00
5. ถังพลาสติก จำนวน 4 ใบต่อปี ราคาใบละ 562 บาท	2,248.00
6. กระสอบปุ๋ยใช้แล้ว จำนวน 240 ใบต่อปี ราคาใบละ 1 บาท	240.00
รวม	**41,086.00**

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ ข35 ค่าใช้จ่ายอื่นๆของโครงการ กรณีที่ 3

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		
	มูลค่าทางการเงิน	CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
2550	-	-	-
2551	41,086.00	0.92	37,799.12
2552	41,907.72	0.92	38,555.10
2553	42,745.87	0.92	39,326.20
2554	43,600.79	0.92	40,112.73
2555	44,472.81	0.92	40,914.98
2556	45,362.26	0.92	41,733.28
2557	46,269.51	0.92	42,567.95
2558	47,194.90	0.92	43,419.31
2559	48,138.80	0.92	44,287.69
2560	49,101.57	0.92	45,173.45

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการ ในส่วนของค่าดำเนินการและบำรุงรักษาของกรณีที่ 3 ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน สรุปได้ดังตารางผนวกที่ ข36

ตารางผนวกที่ ข36 สรุปค่าดำเนินงานและบำรุงรักษาของโครงการ กรณีที่ 3

(หน่วย: บาท)

ปี	ค่ากล้าเชื้อจุลินทรีย์	ค่าจ้างและสวัสดิการ	ค่าสาธารณูปโภค	ค่าซ่อมบำรุง	ค่าขนขยะ	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	รวม
2550	870.00	-	-	-	-	-	870.00
2551	-	1,316,729.76	79,434.81	207,240.00	139,240.89	37,799.12	1,780,444.58
2552	-	1,343,064.36	81,023.51	211,384.80	142,025.70	38,555.10	1,816,053.47
2553	-	1,369,925.64	82,643.98	215,612.50	144,866.22	39,326.20	1,852,374.54
2554	-	1,397,324.16	84,296.85	219,924.75	147,763.54	40,112.73	1,889,422.03
2555	-	1,425,270.64	85,982.79	224,323.24	150,718.82	40,914.98	1,927,210.47
2556	-	1,453,776.05	87,702.45	228,809.71	153,994.20	41,733.28	1,966,015.69
2557	-	1,482,851.57	89,456.49	233,385.90	157,068.85	42,567.95	2,005,330.76
2558	-	1,512,508.60	91,245.62	238,053.62	160,205.03	43,419.31	2,045,432.18
2559	-	1,542,758.78	93,070.54	242,814.69	163,403.89	44,287.69	2,086,335.59
2560	-	1,573,613.95	94,931.95	247,670.98	166,666.74	45,173.45	2,128,057.07

ที่มา: จากการคำนวณ

2. ผลประโยชน์ทางตรง ได้แก่ ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม และประหยัดค่ากำจัดขยะ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม จะประเมินจากปริมาณก๊าซชีวภาพที่ระบบสามารถผลิตได้ โดยกำหนดเงื่อนไขว่าก๊าซชีวภาพที่ระบบสามารถผลิตได้จะนำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด หากเทศบาลสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน ระบบจะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ประมาณปีละ 177,600.00 ลูกบาศก์เมตร (ขยะ 15 ตัน × 40 ลบ.ม.× 296 วันทำงาน) เทียบเท่าก๊าซหุงต้ม 81,696.00 กิโลกรัมต่อปี ทั้งนี้กำหนดให้ราคาก๊าซหุงต้มเพิ่มขึ้นกิโลกรัมละ 0.82 บาทต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังตารางผนวกที่ ข37

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข37 มูลค่าของก๊าซชีวภาพเมื่อใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม กรณีที่ 3

(หน่วย: บาท)

ปี	มูลค่าทางการเงิน			CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
	เทียบเท่าก๊าซหุงต้ม (กก.)	ราคาก๊าซหุงต้ม (บาท/กก.)	มูลค่าก๊าซชีวภาพ		
2550	-	-	-	-	-
2551	81,696.00	19.33	1,579,183.68	0.87	1,373,889.80
2552	81,696.00	20.15	1,646,174.40	0.87	1,432,171.73
2553	81,696.00	20.97	1,713,165.12	0.87	1,490,453.65
2554	81,696.00	21.79	1,780,155.84	0.87	1,548,735.58
2555	81,696.00	22.61	1,847,146.56	0.87	1,607,017.51
2556	81,696.00	23.43	1,914,137.28	0.87	1,665,299.43
2557	81,696.00	24.25	1,981,128.00	0.87	1,723,581.36
2558	81,696.00	25.07	2,048,118.72	0.87	1,781,863.29
2559	81,696.00	25.89	2,115,109.44	0.87	1,840,145.21
2560	81,696.00	26.71	2,182,100.16	0.87	1,898,427.14

ที่มา: จากการคำนวณ

2.1 ประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ ประเมินมูลค่าจากปริมาณขยะที่นำมาผลิตก๊าซชีวภาพ คูณด้วยค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะตันละ 530.00 บาท หากเทศบาลเมืองทุ่งสงสามารถคัดแยกขยะป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน จะสามารถประหยัดค่ากำจัดขยะได้ปีละ 2,353,200.00 บาท (ขยะ 15 ตัน × 296 วันทำงาน × 530 บาท) โดยกำหนดให้ค่ากำจัดขยะเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี และปรับให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ดังตารางผนวกที่ ข38

3. ผลประโยชน์ทางอ้อม ได้แก่ การประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ และลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ จะประเมินจากตะกอนที่ตากแห้งแล้ว ถ้าสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน จะมีปริมาณตะกอนประมาณ 888.00 ตันต่อปี (ร้อยละ 20 ของขยะ 4,440 ตัน) หรือ 888,000.00 กิโลกรัมต่อปี รายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข39

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข38 มูลค่าการประหยัดค่ากำจัดขยะ กรณีที่ 3

(หน่วย: บาท)

ปี	มูลค่าทางการเงิน			CF	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
	ปริมาณขยะ (ตัน)	ค่ากำจัดขยะ (บาท/ตัน)	ค่ากำจัดขยะที่ลดลง		
2550	-	-	-	-	-
2551	4,440.00	530.00	2,353,200.00	0.87	2,047,284.00
2552	4,440.00	540.60	2,400,264.00	0.87	2,088,229.68
2553	4,440.00	551.41	2,448,269.28	0.87	2,129,994.27
2554	4,440.00	562.44	2,497,234.67	0.87	2,172,594.16
2555	4,440.00	573.69	2,547,179.36	0.87	2,216,046.04
2556	4,440.00	585.16	2,598,122.95	0.87	2,260,366.96
2557	4,440.00	596.86	2,650,085.41	0.87	2,305,574.30
2558	4,440.00	608.80	2,703,087.11	0.87	2,351,685.79
2559	4,440.00	620.98	2,757,148.86	0.87	2,398,719.50
2560	4,440.00	633.40	2,812,291.83	0.87	2,446,693.89

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ ข39 มูลค่าการประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ กรณีที่ 3

ปี	ตะกอนน้ำ (กก.)	ตะกอนแห้ง (กก.)	ราคาปุ๋ย (บาท/กก.)	มูลค่าปุ๋ยที่ประหยัดได้ (บาท)
2550	-	-	-	-
2551	888,000.00	296,000.00	2.50	740,000.00
2552	888,000.00	296,000.00	3.00	888,000.00
2553	888,000.00	296,000.00	3.50	1,036,000.00
2554	888,000.00	296,000.00	4.00	1,184,000.00
2555	888,000.00	296,000.00	4.50	1,332,000.00
2556	888,000.00	296,000.00	5.00	1,480,000.00
2557	888,000.00	296,000.00	5.50	1,628,000.00
2558	888,000.00	296,000.00	6.00	1,776,000.00
2559	888,000.00	296,000.00	6.50	1,924,000.00
2560	888,000.00	296,000.00	7.00	2,072,000.00

ที่มา: จากกการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก การนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาใช้เป็นพลังงาน เป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่บรรยากาศ การประเมินมูลค่าต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก จึงประเมินมูลค่าด้วยวิธีการซื้อขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ หรือเรียกว่า คาร์บอนเครดิต ราคาการซื้อขายคาร์บอนเครดิตเท่ากับ 332.82 บาทต่อตัน และกำหนดให้ราคาคาร์บอนเครดิตมีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ต่อปี รายละเอียดดังตารางผนวกที่ ข40

ตารางผนวกที่ ข40 ต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจกที่สามารถประหยัดได้ กรณีที่ 3

ปี	ขยะ (ตัน)	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน)	ต้นทุนการบำบัด (บาท/ตัน)	ลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก (บาท)
2550	-	-	-	-
2551	4,440.00	3,053.83	332.82	1,016,376.37
2552	4,440.00	3,053.83	339.48	1,036,714.89
2553	4,440.00	3,053.83	346.27	1,057,450.41
2554	4,440.00	3,053.83	353.19	1,078,582.92
2555	4,440.00	3,053.83	360.26	1,100,173.52
2556	4,440.00	3,053.83	367.46	1,122,161.11
2557	4,440.00	3,053.83	374.81	1,144,606.77
2558	4,440.00	3,053.83	382.31	1,167,510.51
2559	4,440.00	3,053.83	389.95	1,190,841.79
2560	4,440.00	3,053.83	397.75	1,214,661.68

ที่มา: จากการคำนวณ

จากการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางตรงและผลประโยชน์ทางอ้อมของโครงการกรณีที่ 3 ถ้าโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน สามารถสรุปเป็นผลประโยชน์รวมดังตารางผนวกที่ ข41

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข41 สรุปผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 3

(หน่วย: บาท)

ปี	ผลประโยชน์ทางตรง		ผลประโยชน์ทางอ้อม		
	ประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม	ประหยัดค่ากำจัดขยะ	ประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์	ลดต้นทุนบำบัดน้ำเสีย	ลดต้นทุนบำบัดก๊าซเรือนกระจก
2550	-	-	-	-	-
2551	1,373,889.80	2,047,284.00	740,000.00	12,600.00	1,016,376.37
2552	1,432,171.73	2,088,229.68	888,000.00	14,175.00	1,036,714.89
2553	1,490,453.65	2,129,994.27	1,036,000.00	15,750.00	1,057,450.41
2554	1,548,735.58	2,172,594.16	1,184,000.00	17,325.00	1,078,582.92
2555	1,607,017.51	2,216,046.04	1,332,000.00	18,900.00	1,100,173.52
2556	1,665,299.43	2,260,366.96	1,480,000.00	20,475.00	1,122,161.11
2557	1,723,581.36	2,305,574.30	1,628,000.00	22,050.00	1,144,606.77
2558	1,781,863.29	2,351,685.79	1,776,000.00	23,625.00	1,167,510.51
2559	1,840,145.21	2,398,719.50	1,924,000.00	25,200.00	1,190,841.79
2560	1,898,427.14	2,446,693.89	2,072,000.00	26,775.00	1,214,661.68

ที่มา: จากการคำนวณ

ส่วนตารางผนวกที่ ข42 เป็นการสรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกรณีที่ 3 โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในกรณีปกติ และการวิเคราะห์ในส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในกรณีที่โครงการสามารถคัดแยกขยะป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 15 ตัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข42 สรุปต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ กรณีที่ 3

(หน่วย: บาท)

ปี	ต้นทุน			ผลประโยชน์		
	ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	ค่าดำเนินงานและบำรุงรักษา	รวม	ผลประโยชน์ทางตรง	ผลประโยชน์ทางอ้อม	รวม
2550	5,021,813.00	870.00	5,022,683.00	-	-	-
2551	-	1,780,444.58	1,780,444.58	3,421,173.80	1,768,976.37	5,190,150.17
2552	-	1,816,053.47	1,816,053.47	3,520,401.41	1,938,889.89	5,459,291.30
2553	-	1,852,374.54	1,852,374.54	3,620,447.92	2,109,200.41	5,729,648.33
2554	-	1,889,422.03	1,889,422.03	3,721,329.74	2,279,907.92	6,001,237.66
2555	-	1,927,210.47	1,927,210.47	3,823,063.55	2,451,073.52	6,274,137.07
2556	-	1,966,015.69	1,966,015.69	3,925,666.39	2,622,636.11	6,548,302.50
2557	-	2,005,330.76	2,005,330.76	4,029,155.66	2,794,656.77	6,823,812.43
2558	-	2,045,432.18	2,045,432.18	4,133,549.08	2,967,135.51	7,100,684.59
2559	-	2,086,335.59	2,086,335.59	4,238,864.71	3,140,041.79	7,378,906.50
2560	-	2,128,057.07	2,128,057.07	4,345,121.03	3,313,436.68	7,658,557.71

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวอัญชลี วังวิเศษกุศล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 8 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2527
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	เศรษฐศาสตรบัณฑิต (ศ.บ.) มหาวิทยาลัยทักษิณ
ประวัติการทำงาน	ผู้ช่วยนักวิจัย ศูนย์ศึกษาและพัฒนาการจัดการศึกษาพิเศษ “คุณพุ่ม” คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2550-2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์