การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน กรณีศึกษา เทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

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

อัญชลี วังวิเศษกุศล[1] และรองศาสตราจารย์จีรพรรณ กุลดิลก[2]

[1]บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [2]คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-Mail: aunchalee.v@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโครงการเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินผลการดำเนินงานโครงการ และใช้ประกอบการตัดสินใจของหน่วยงานที่ต้องการลงทุนในระบบดังกล่าวในอนาคต การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เป็นการประเมินผลประโยชน์ของโครงการที่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเงินได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายของโครงการ โดยอาศัยเกณฑ์ชี้วัดความคุ้มค่าของการลงทุน ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหว ของโครงการ โดยกำหนดให้ตัวแปรด้านปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิตเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้กำหนดอายุโครงการเท่ากับ 10 ปี ตามอายุการใช้งานของเครื่องจักร และใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในระยะ 4 เดือนพบว่า โครงการจะไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน หากคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้เพียงวันละ 1 ตัน ส่วนผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ กรณีที่โครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 10 และ 15 ตัน พบว่าโครงการมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนและมีแนวโน้มที่เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ การจัดการขยะ การวิเคราะห์โครงการ

Abstract

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 if 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.

Keyword: biogas, waste, analysis project

บทนำ

พลังงานนับเป็นปัจจัยสำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจทุกสาขาของประเทศ แต่เนื่องจากประเทศไทยมิได้มีแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์เพียงพอที่จะตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้ การจัดหาพลังงานของประเทศไทยส่วนใหญ่จึงต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ สถานการณ์การใช้พลังงานของประเทศไทยต้องนำเข้าน้ำมันกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณการใช้ และด้านการผลิตไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติได้ถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักในสัดส่วนที่สูงถึงร้อยละ 72 ซึ่งถึงแม้ว่าก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่จะสามารถผลิตได้ภายในประเทศ แต่การพึ่งพาพลังงานเพียงชนิดเดียว ในสัดส่วนที่สูงและต้องมีการนำเข้าเพิ่มขึ้นอีกมากในอนาคต ก็ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความมั่นคงของประเทศ (กระทรวงพลังงาน, 2550: 4-8) แนวทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดความเสี่ยงด้านพลังงานได้ คือ การกระจายแหล่งเชื้อเพลิงไปสู่พลังงานทดแทนที่พัฒนาได้ภายในประเทศ นอกจากนี้ปัจจุบันมีกระแสความตื่นตัวเกี่ยวกับการส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างกว้างขวางมากขึ้น ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการคาดการณ์ว่าแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์ อันได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน จะมีปริมาณสำรองน้อยลง และราคามีแนวโน้มสูงขึ้น (กระทรวงพลังงาน, 2550: 18) หลายประเทศจึงเริ่มส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างแพร่หลาย และคาดว่าพลังงานหมุนเวียนจะมีความสำคัญมากขึ้น โดยเฉพาะพลังงานจากชีวมวลและขยะที่เริ่มเข้ามาเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่สำคัญทางหนึ่ง ตามการคาดการณ์ของสำนักงานพลังงานสากลในช่วงปี พ.ศ. 2544-2573 (กิตติมา ไกรพีรพรรณ, 2552)

ขณะเดียวกันสถานการณ์ด้านปริมาณขยะที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ ในช่วงปี พ.ศ. 2543-2551 พบว่าปริมาณขยะในเขตเทศบาลที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัญหาขยะจึงเป็นปัญหาที่สำคัญของชุมชนโดยเฉพาะในเขตเมืองใหญ่หรือเทศบาลที่เป็นศูนย์กลางความเจริญ ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในพื้นที่ รวมถึงพฤติกรรมการบริโภคอุปโภคที่เปลี่ยนแปลงไป จึงส่งผลให้เกิดปริมาณขยะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ละปี ส่วนการกำจัดขยะของเทศบาลส่วนใหญ่จะใช้วิธีกองทิ้งหรือเผาทิ้งกลางแจ้ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2547: 8) ซึ่งวิธีดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยของประชาชน นอกจากนี้สภาพพื้นที่ของเขตเทศบาลที่มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรที่ส่งผลต่อการขยายตัวของที่อยู่อาศัย การกำจัดขยะโดย

วิธีกองทิ้งหรือเผาทิ้งกลางแจ้ง ซึ่งต้องมีพื้นที่อยู่ห่างไกลจากย่านชุมชนออกไป อาจประสบปัญหาการขาดแคลนพื้นที่สำหรับใช้กำจัดขยะ และบางพื้นที่ประสบปัญหาการต่อต้านจากชุมชนในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นการกำจัดขยะด้วยวิธีกองทิ้งหรือเผาทิ้งกลางแจ้งจึงมีข้อจำกัด

การศึกษาองค์ประกอบของขยะชุมชน องค์ประกอบเฉลี่ยประมาณร้อยละ 64 เป็นขยะอินทรีย์ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551: 2-11) ซึ่งขยะอินทรีย์ดังกล่าวสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนในรูปของก๊าซชีวภาพได้ โดยที่ก๊าซชีวภาพนั้นสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อผลิตพลังงานความร้อน เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงในการหุงต้ม หรือผลิตกระแสไฟฟ้า ดังนั้นการนำขยะมาผลิตก๊าซชีวภาพ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดความเสี่ยงด้านพลังงาน และช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการจัดการขยะที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาล อย่างไรก็ตาม การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะยังเป็นเรื่องใหม่สำหรับประเทศไทย มีตัวอย่างในการเดินระบบจริงน้อยมาก การออกแบบระบบจึงต้องมีการปรับปรุงให้เหมาะสมกับลักษณะและคุณสมบัติของขยะอินทรีย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จึงเห็นความจำเป็นในการดำเนินโครงการพัฒนาระบบก๊าซชีวภาพจากขยะชุมชนขึ้น และมีการคัดเลือกพื้นที่สำหรับก่อสร้างโครงการต้นแบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะจำนวน 5 แห่งในภูมิภาคต่างๆทั่วประเทศ สำหรับเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นหนึ่งในพื้นที่ที่ได้รับการคัดเลือกสำหรับก่อสร้างโครงการต้นแบบ เพื่อดำเนินการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะยังเป็นเรื่องใหม่สำหรับประเทศไทย ผลการดำเนินงานยังไม่ปรากฏผลที่ชัดเจนหรือเพียงพอที่จะจูงใจให้หน่วยต่างๆ เข้ามาลงทุนในโครงการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินผลการดำเนินงานโครงการ และเป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจของหน่วยงานที่ต้องการลงทุนในระบบดังกล่าวต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมือง ทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

วิธีการศึกษา

1. การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ และการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ อาศัยข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจพื้นที่ และจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ เพื่อใช้ในการอธิบายถึงรายละเอียดของระบบการผลิต โดยใช้วิธีการบรรยายหรือเชิงพรรณนา
2. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เป็นการนำมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการมาเปรียบเทียบกัน แล้วนำมาวิเคราะห์ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจลงทุน โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สำนักงบประมาณ สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

และข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เจ้าที่ที่ดูแลโครงการเทศบาลเมืองทุ่งสง ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้ (เยาวเรศ ทับพันธ์, 2551: 39-51)

2.1 ศึกษาขอบเขตและวัตถุประสงค์ของโครงการ เพื่อให้ทราบว่าต้องวิเคราะห์กิจกรรมใดบ้างของโครงการ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องใช้ในการระบุรายการต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ โดยขอบเขตของโครงการต้นแบบในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ จะศึกษาตั้งแต่เริ่มการก่อสร้างโครงการ การดำเนินการผลิต และการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพ ส่วนวัตถุประสงค์การจัดตั้งโครงการ เพื่อพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะให้มีประสิทธิภาพ และส่งเสริมการผลิตพลังงานจากขยะและนำมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ เชื้อเพลิงในการหุงต้ม หรือผลิตกระแสไฟฟ้า

2.2 ระบุรายการและการประเมินค่าต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ

2.2.1 รายการต้นทุน (cost) ประกอบด้วย ค่าที่ดิน ค่าก่อสร้างระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ ค่ายานพาหนะ ค่ากล้าเชื้อจุลินทรีย์ ค่าจ้างพนักงาน ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร ค่าขนส่งขยะอินทรีย์ ค่าน้ำประปา ค่าไฟฟ้า และค่าอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของพนักงาน การประเมินมูลค่าต้นทุน จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์ อาทิ ค่าก่อสร้างระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ ใช้ข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

2.2.2 รายการผลประโยชน์ (benefits) ประกอบด้วย การประหยัดค่าก๊าซหุงต้ม (ผลประโยชน์ที่เกิดจากการนำก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบการผลิตมาใช้ทดแทนก๊าซหุงต้ม) การประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะ (ค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะที่ลดลง เมื่อนำขยะอินทรีย์มาผลิตก๊าซชีวภาพ) การประหยัดค่าปุ๋ยอินทรีย์ (ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อปุ๋ยที่ลดลง เมื่อนำตะกอนที่ได้จากระบบการผลิตมาใช้) การลดต้นทุนการบำบัดน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ (เนื่องจากโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะตั้งอยู่ในบริเวณโรงฆ่าสัตว์ และน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์สามารถนำใช้เป็นวัตถุดิบร่วมในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ การมีโครงการจึงทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและบำรุงรักษาระบบการบำบัดน้ำเสียแบบเดิมของโรงฆ่าสัตว์) และการลดต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก (การนำขยะมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ และนำก๊าซชีวภาพดังกล่าวมาใช้ประโยชน์เป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสู่บรรยากาศ) การประเมินมูลค่าผลประโยชน์ จะใช้ข้อมูลด้านปริมาณขยะที่ป้อนเข้าระบบ และปริมาณก๊าซชีวภาพ ที่ระบบผลิตได้จากบันทึกการปฏิบัติงานประจำวันของโครงการมาคำนวณผลประโยชน์ อาทิ ต้นทุนการบำบัดก๊าซเรือนกระจก จะประเมินมูลค่าโดยการนำราคาซื้อขายก๊าซเรือนกระจก (Mr. Mike Faden ได้ประมาณราคาซื้อขายเฉลี่ยตันละ 332.82 บาท) มาคูณด้วยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง การคำนวณหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างการกำจัดขยะด้วยวิธีฝังกลบและการผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการฝังกลบขยะ 1 ตัน มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 equivalent) เท่ากับ 687.80 กิโลกรัม (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2551)

2.3 ประเมินมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการเป็นตัวเงิน ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้ราคาตลาดในการกำหนดมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ และได้แปลงค่าเป็นราคาเงาหรือมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยการประยุกต์ใช้ค่า conversion factor คูณกับราคาตลาด เนื่องจากการวิเคราะห์โครงการทางเศรษฐศาสตร์นั้นต้องใช้ราคาเงา ซึ่งเป็นราคาที่สะท้อนถึงมูลค่าที่แท้จริงของปัจจัยการผลิตและผลผลิตในโครงการได้ ขณะที่ราคาตลาดของปัจจัยการผลิตและผลผลิตทั่วไปมักถูกบิดเบือนจึงไม่สะท้อนมูลค่าที่แท้จริง (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ, 2545: 303-304)

2.4 การปรับมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์ให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน ข้อสมมติของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะมีอายุโครงการ 10 ปี ตามอายุการใช้งานของเครื่องจักร ซึ่งกรณีนี้อายุโครงการมีมากกว่า 1 ปี มูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นในอนาคตย่อมมีมูลค่าน้อยกว่าในปัจจุบัน (หฤทัย มีนะพันธ์, 2550: 406) ดังนั้นก่อนที่จะนำเงินในแต่ละปีมารวมกัน จะต้องมีการคิดลดค่าเงินในอนาคตตลอดอายุโครงการให้มาเป็นมูลค่าปัจจุบันก่อนที่จะมีการคำนวณค่าตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ ในการคิดลดค่าเงินในอนาคตให้เป็นมูลค่าปัจจุบันจะใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8

2.5 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการ โดยการนำมูลค่าของต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการที่ปรับเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วมาเปรียบเทียบกัน แล้วนำมาคำนวณค่าตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ ได้แก่ (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544: 98-103)

2.5.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่บ่งชี้ถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ ซึ่งอาจมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ ขึ้นอยู่กับขนาดของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหักออกด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม หลักการตัดสินใจถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีค่ามากกว่าศูนย์ หรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าโครงการมีความเหมาะสมหรือมีความคุ้มค่าที่จะลงทุนได้

2.5.2 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เป็นอัตราส่วนมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมหารด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ขนาดของอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนอาจมีค่าเท่ากับหนึ่ง มากกว่าหนึ่ง หรือน้อยกว่าหนึ่งก็ได้ แต่หลักการตัดสินใจที่แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่า เมื่ออัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน มีค่าเท่ากับหนึ่งหรือมีค่ามากกว่าหนึ่ง

2.5.3 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) คือผลตอบแทนเป็นร้อยละต่อโครงการที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์ หลักการตัดสินใจว่าโครงการมีความคุ้มค่า เมื่ออัตราผลตอบแทนภายในโครงการมีค่าสูงกว่าอัตราคิดลด

2.6 วิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เป็นการวิเคราะห์ตามข้อสมมติใหม่ หรือการเปลี่ยนแปลง ข้อสมมติในการวิเคราะห์ โดยข้อสมมติที่แปลงเปลี่ยนนั้นต้องเป็นข้อสมมติที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ (เยาวเรศ ทับพันธ์, 2551: 51) สำหรับการวิเคราะห์ครั้งนี้พิจารณาตัวแปรสำคัญ คือ ปริมาณขยะอินทรีย์ที่โครงการสามารถคัดแยกเพื่อป้อนเข้าระบบการผลิตในปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อความคุ้มค่าของโครงการ การกำหนดปริมาณขยะอินทรีย์แต่ละระดับจะพิจารณาถึงขนาดของระบบผลิต และปริมาณขยะอินทรีย์ที่ทางเทศบาลเมืองทุ่งสงสามารถคัดแยกได้สูงสุด 15 ตันต่อวัน ซึ่งการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจะพิจารณา 3 กรณี คือ ถ้าโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5 10 และ 15 ตัน ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงคำนวณหาค่าตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

2.7 สรุปผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการจากตัวชี้วัดที่คำนวณไว้

ผลการวิจัย

1. โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ เป็นโครงการต้นแบบที่เกิดจากความร่วมมือระหว่างกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และเทศบาลเมืองทุ่งสง โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ศึกษาข้อมูล

เพื่อออกแบบการก่อสร้างระบบ สนับสนุนงบประมาณด้านการลงทุนก่อสร้างและจัดหาอุปกรณ์ทั้งหมด ส่วนเทศบาลเมืองทุ่งสงต้องจัดหาสถานที่ติดตั้งระบบและดำเนินงานโครงการ สำหรับสถานที่ตั้งของโครงการอยู่ในบริเวณโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองทุ่งสง จึงมีการปรับระบบให้สามารถนำน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์มาใช้เป็นปัจจัยร่วมในการผลิตก๊าซชีวภาพด้วย โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสงได้เริ่มเดินระบบเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2550 ขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิต ส่วนใหญ่จะรวบรวมมาจากตลาดสดและโรงพยาบาลทุ่งสง โดยพนักงานของโครงการจะทำหน้าที่เก็บรวบรวมขยะอินทรีย์ และขนส่งมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโครงการ พบว่าปริมาณขยะอินทรีย์ที่รวบรวมได้เฉลี่ย 1 ตันต่อวัน เหตุผลที่โครงการคัดแยกขยะอินทรีย์ได้น้อยเมื่อเทียบกับขนาดของระบบที่รองรับขยะอินทรีย์ได้สูงสุด 15 ตันต่อวัน ส่วนหนึ่งมาจากข้อกำหนดของโครงการให้ทางเทศบาลต้องดำเนินงานโดยใช้ขยะอินทรีย์จากแหล่งที่สามารถคัดแยกและจัดหาได้ง่าย เพื่อให้โครงการสามารถดำเนินงานตามกำหนด ประกอบกับการรณรงค์ให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิด มีการดำเนินงานในพื้นที่นำร่องเพียง 2 ชุมชน

2. เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง วิศวกรที่ปรึกษาแนะนำให้ใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือการหมักแบบไม่ใช้อากาศ เป็นการหมักขยะภายในบ่อที่คลุมด้วยแผ่นพลาสติกหนาพิเศษ ซึ่งเป็นการหมักแบบเติมน้ำ หลักการทำงานของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) คือ (1) การบำบัดขั้นต้น เป็นการเตรียมสภาพขยะอินทรีย์ให้เหมาะสำหรับการหมัก โดยการบดย่อยขยะอินทรีย์ให้มีขนาดที่เหมาะสม (2) การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ โดยอาศัยการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ภายในบ่อหมัก และทำให้ขยะคงสภาพ ปราศจากกลิ่นเหม็นและเชื้อโรค (3) การบำบัดขั้นหลัง เป็นขั้นตอนการจัดการตะกอนจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้มีความคงตัวมากขึ้น เช่น การนำไปตากแดดให้แห้ง เพื่อฆ่าเชื้อโรคและลดความชื้นก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในรูปปุ๋ยอินทรีย์หรือสารปรับสภาพดิน จุดเด่นของเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน คือ ลดการใช้พื้นที่ในการกำจัดขยะ เมื่อเปรียบเทียบกับการการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล สามารถแก้ปัญหากลิ่นเหม็นและสัตว์พาหะนำโรคที่เกิดจากการกำจัดขยะไม่ถูกหลักวิชาการ ส่วนจุดด้อย คือ ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากขยะอินทรีย์ได้ทั้งหมด และปัจจัยความสำเร็จขึ้นอยู่กับความเข้าใจของประชาชนในการคัดแยกขยะ

องค์ประกอบของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วย ลานคัดแยกขยะและอาคารย่อยขยะ บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน บ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์ บ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง บ่อสูบน้ำทิ้ง ถังเก็บก๊าซชีวภาพ และลานตากตะกอน ก่อนดำเนินการผลิตจะต้องเลี้ยงกล้าเชื้อจุลินทรีย์ (มูลสัตว์)ในบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนให้มีปริมาณเพียงพอและมีความพร้อมในการย่อยสลายขยะจำนวน 15 ตันต่อวัน แต่หากปริมาณขยะน้อยกว่านั้นก็จะมีการเติมน้ำเปล่าเข้าสู่ระบบเพื่อปรับให้ระบบการหมักมีค่าพีเอช(pH) ที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ หลังจากเตรียมความพร้อมของระบบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะก็สามารถเริ่มดำเนินการได้ ขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพ เริ่มจากการนำขยะอินทรีย์ที่รวบรวมได้มากองรวมที่ลานคัดแยกขยะ เพื่อแยกเอาสิ่งที่ย่อยสลายไม่ได้ออกก่อนที่จะย่อยขยะอินทรีย์ให้มีขนาดที่เหมาะสมกับการหมักด้วยเครื่องบดขยะ ในระหว่างที่มีการบดขยะอินทรีย์จะมีการเติมน้ำเพื่อให้ขยะย่อยเป็นชิ้น

ละเอียด หลังจากนั้นขยะที่บดละเอียดแล้วจะปล่อยให้ไหลลงในบ่อสูบขยะ เพื่อสูบต่อไปยังบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน ขณะเดียวกันน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ก็จะสูบมายังบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียนด้วยเช่นกัน เมื่อขยะบดและน้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์เข้าสู่บ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน บ่อสร้างกรดจะทำการย่อยขยะบดและน้ำเสียให้กลายเป็นกรดอินทรีย์ หลังจากนั้นขยะบดและน้ำเสียที่ผ่านการหมักจากบ่อสร้างกรดแบบคลองวนเวียน ก็จะไหลออกไปยังบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์เพื่อย่อยกรดอินทรีย์ดังกล่าวให้กลายเป็นก๊าซชีวภาพ และไหลต่อไปยังบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง เพื่อให้ขยะบดและน้ำเสียบางส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายกลายเป็นก๊าซชีวภาพได้แล้วเกิดการตกตะกอน ส่วนน้ำล้นจากบ่อตกตะกอนน้ำทิ้งซึ่งเป็นน้ำคุณภาพดี สามารถนำไปใช้เป็นน้ำหมุนเวียนในระบบการผลิต นอกจากนี้ตะกอนที่สะสมอยู่ในบ่อสร้างก๊าซแบบเอบีอาร์และบ่อตกตะกอนน้ำทิ้ง หากมีการสะสมในปริมาณมากก็จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพลดลง จึงต้องสูบตะกอนและปล่อยสู่ลานตากตะกอน เพื่อตากให้แห้งก่อนนำไปใช้ประโยชน์ในรูปปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบการผลิตจะสูบไปเก็บไว้ที่ถังเก็บก๊าซชีวภาพก่อนนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป จากข้อมูลบันทึกการปฏิบัติงานประจำของโครงการ พบว่าปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบการผลิตเฉลี่ย 40 ลูกบาศก์เมตรต่อ ขยะอินทรีย์ 1 ตัน ซึ่งปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้ถือว่ามีปริมาณน้อย เทศบาลเมืองทุ่งสงจึงใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนก๊าซหุงต้ม สำหรับต้มน้ำร้อนในโรงฆ่าสัตว์ และใช้ทดแทนก๊าซหุงต้มในครัวเรือนพนักงานของโรงฆ่าสัตว์

3. การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลโครงการ โดยข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายในการลงทุน ได้แก่ ค่าที่ดิน ใช้ข้อมูลของกรมที่ดิน ค่าก่อสร้างระบบการผลิต ค่าเครื่องจักร และค่ายานพาหนะ ใช้ข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และสำนักงบประมาณ ส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ได้แก่ ค่าจ้างและสวัสดิการพนักงาน ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าขนส่งขยะมายังโรงผลิตก๊าซชีวภาพ ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร และค่าอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยของพนักงาน ใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโครงการ ส่วนข้อมูลด้านผลประโยชน์จะใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโครงการ และข้อมูลจากบันทึกการปฏิบัติงานประจำวันของโครงการในระยะเวลา 4 เดือน(ตุลาคม 2551 - มกราคม 2552)หลังจากการทดลองเดินระบบ โดยข้อมูลส่วนใหญ่จะเน้นไปที่ปริมาณขยะอินทรีย์ที่คัดแยกได้ และปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากระบบ นอกจากนี้ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณผลประโยชน์ อาทิ ราคาก๊าซหุงต้มใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

ข้อสมมติในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ กำหนดให้อายุโครงการ 10 ปีตามอายุการใช้งานของเครื่องจักร ใช้อัตราคิดลดร้อยละ 8 กำหนดให้ปริมาณขยะที่ป้อนเข้าระบบการผลิตวันละ 1 ตัน ตลอดอายุโครงการในกรณีปกติ ส่วนกรณีการวิเคราะห์ความอ่อนไหว 3 กรณี กำหนดให้ปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบการผลิตวันละ 5 10 และ 15 ตัน ตลอดอายุโครงการ ทั้งนี้ในการวิเคราะห์โครงการกรณีปกติและกรณีอ่อนไหว กำหนดให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเท่ากันทุกกรณี ส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและผลประโยชน์กำหนดให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณขยะอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบ

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการกรณีปกติและการวิเคราะห์ความอ่อนไหวจะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน (PVC) และมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ (PVB) แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1 และสรุปผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ จากตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ รายละเอียดดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการกรณีปกติ พบว่าโครงการจะไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน หากโครงการคัดแยกขยะป้อนเข้าระบบการผลิตได้เพียง 1 ตันต่อวัน ส่วนผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ กรณีที่โครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้วันละ 5, 10 และ 15 ตัน พบว่าโครงการมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน และมีแนวโน้มที่จะเกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 แสดงมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและผลประโยชน์กรณีปกติและกรณีวิเคราะห์ความอ่อนไหว

(หน่วย: บาท)

พ.ศ.	กรณีปกติ		กรณีที่ 1		กรณีที่ 2		กรณีที่ 3	
	PVC	PVB	PVC	PVB	PVC	PVB	PVC	PVB
2550	5,022,683	0	5,022,683	0	5,022,683	0	5,022,683	0
2551	350,225	409,442	807,859	1,609,630	1,228,105	3,207,595	1,648,513	4,805,560
2552	330,762	399,523	762,965	1,568,184	1,159,857	3,124,217	1,556,902	4,680,250
2553	312,388	388,916	720,581	1,524,399	1,095,426	3,036,297	1,470,414	4,548,194
2554	295,033	377,762	680,549	1,478,792	1,034,569	2,944,851	1,388,725	4,410,909
2555	278,661	366,225	642,782	1,431,968	977,157	2,851,072	1,311,659	4,270,177
2556	263,350	354,379	607,251	1,384,182	923,056	2,755,461	1,238,983	4,126,740
2557	248,709	342,326	573,494	1,335,808	871,745	2,658,751	1,170,110	3,981,694
2558	234,898	330,199	541,652	1,287,343	823,345	2,561,921	1,105,147	3,836,499
2559	221,811	317,985	511,478	1,238,713	777,480	2,464,821	1,043,585	3,690,929
2560	209,509	305,903	483,115	1,190,749	734,367	2,369,096	985,716	3,547,443
รวม	**7,768,029**	**3,592,660**	**11,354,409**	**14,049,768**	**14,647,790**	**27,974,082**	**17,942,437**	**41,898,395**

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการกรณีปกติและกรณีวิเคราะห์ความอ่อนไหว

กรณีที่พิจารณา	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (ล้านบาท)	อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (ร้อยละ)
กรณีปกติ (ขยะ 1 ตัน/วัน)	- 4.18	0.46	-52.72
กรณีที่ 1 (ขยะ 5 ตัน/วัน)	2.70	1.24	20.30
กรณีที่ 2 (ขยะ 10 ตัน/วัน)	13.33	1.91	26.17
กรณีที่ 3 (ขยะ 15 ตัน/วัน)	23.96	2.34	27.76

ที่มา: จากการคำนวณ

นอกจากการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการที่ประเมินค่าเป็นตัวเงินได้แล้ว ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตน ซึ่งเป็นผลประโยชน์ที่ไม่สามารถประเมินเป็นตัวเลขที่ชัดเจนได้ พบว่า โครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ มีส่วนช่วยยืดอายุการใช้งานของหลุมฝังกลบขยะ อันนำมาซึ่งการ ลดค่าใช้จ่ายที่ต้องจัดหาสถานที่เพื่อกำจัดขยะเพิ่มขึ้น

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

1. ผลการศึกษาด้านเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง ใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน หรือการหมักแบบไม่ใช้อากาศ เป็นการหมักขยะภายในบ่อที่คลุมด้วยแผ่นพลาสติกหนาพิเศษ ซึ่งเป็นการหมักแบบเติมน้ำ หลักการทำงานของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน คือ การเตรียมสภาพขยะอินทรีย์ให้เหมาะสำหรับการหมักโดยการบดย่อยขยะอินทรีย์ จากนั้นขยะอินทรีย์ที่ผ่านการบดย่อยแล้ว จะนำไปหมักในบ่อหมักเพื่อให้ขยะเกิดการย่อยสลายและกลายเป็นก๊าซชีวภาพ ส่วนขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้อีกแล้วจะกลายเป็นตะกอน และหากตะกอนในบ่อหมักมีการสะสมในปริมาณมากก็จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพลดลง จึงต้องสูบตะกอนและปล่อยสู่ลานตากตะกอน เพื่อตากให้แห้งก่อนนำไปใช้ประโยชน์ในรูปปุ๋ยอินทรีย์ต่อไป ส่วนผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการตามเกณฑ์ตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ พบว่าหากโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับขนาดของระบบ จะทำให้โครงการมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

2. ข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อให้โครงการเกิดผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน สำหรับเทศบาลเมืองทุ่งสง และหน่วยงานที่ต้องการลงทุนในระบบดังกล่าวต่อไปในอนาคต

2.1 ขนาดของระบบการผลิตที่ตัดสินใจลงทุน ควรมีความสัมพันธ์กับปริมาณวัตถุดิบที่สามารถจัดหาได้ การก่อสร้างระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะที่มีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ จะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ไม่เท่ากันและมีความเหมาะสมกับสภาพการณ์ที่แตกต่างกัน

2.2 จากผลการวิจัยพบว่า หากโครงการสามารถคัดแยกขยะอินทรีย์ป้อนเข้าระบบการผลิตได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับขนาดของระบบได้มากยิ่งขึ้น โครงการก็มีแนวโน้มที่จะมีความคุ้มค่ามากขึ้น ดังนั้นเทศบาลเมือง ทุ่งสงควรรณรงค์ให้ประชาชนหรือหน่วยงานของภาครัฐและเอกชนเข้ามีส่วนร่วมในการคัดแยกขยะจากแหล่งกำเนิดเพิ่มขึ้นหรือดำเนินงานโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะร่วมกับองค์กรการปกครองส่วนท้องถิ่นที่อยู่บริเวณใกล้เคียง

3. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

3.1 ควรมีการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดระบบการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะ เช่น ปัญหาที่เกิดกับหัวเตาหุงต้มที่นำมาใช้งานกับก๊าซชีวภาพ ปัญหาการรั่วซึมของก๊าซชีวภาพตามรอยต่อของแผ่นพลาสติกที่คลุมบ่อ เป็นต้น เพราะปัญหาดังกล่าวย่อมส่งผลให้ประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ของโครงการลดลง ทั้งในแง่ของผลประโยชน์ที่ลดลงและต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการดูแลระบบ

3.2 จากผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรด้านปริมาณขยะอินทรีย์เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้โครงการมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมไว้ในช่วงระยะเวลา 4 เดือน (ตุลาคม 2551 -

มกราคม 2552) ข้อมูลที่ได้อาจไม่ตรงกับประสิทธิภาพที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ดังนั้นการศึกษา ครั้งต่อไปควรใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่ยาวนานกว่านี้ หรือควรมีการศึกษาถึงแผนดำเนินในการรณรงค์ให้มีการคัดแยกขยะ เพื่อให้ได้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ที่ใกล้ความเป็นจริงมากที่สุด

3.3 หากระบบสามารถผลิตก๊าซชีวภาพที่มีปริมาณมากกว่าความต้องการใช้ หรือหากจะนำก๊าซชีวภาพมาไปใช้ประโยชน์เพื่อทดแทนพลังงานไฟฟ้า ควรมีการศึกษาถึงต้นทุนที่ต้องเพิ่มขึ้นด้วย เช่น การนำก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ก็จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ดักน้ำในท่อส่งก๊าซชีวภาพเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน กรณีศึกษา เทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความกรุณาของท่านอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์จีรพรรณ กุลดิลก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร.ศักดิ์สิทธิ์ บุศยพลากร ประธานการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.ชลลดา หลวงพิทักษ์ และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รองศาสตราจารย์ ดร.อ้อทิพย์ ราษฎร์นิยม ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คุณสมเจตน์ เทพคง ที่กรุณาสละเวลาในการให้ข้อมูล และพาเยี่ยมชมโครงการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะของเทศบาลเมืองทุ่งสง

เอกสารอ้างอิง

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

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (21 สิงหาคม 2552). **เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน.** www.dede.go.th/dede/index.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และบริษัทปัญญา คอนซัลแตนท์ จำกัด. 2551. **รายงานฉบับสมบูรณ์การพัฒนาระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะในระดับชุมชน.** กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

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

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

ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี. 2544. **เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ.** กรุงเทพมหานคร: บริษัทเท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด

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

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

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). 2551. **สรุปรายงานผลการสัมมนา เรื่องสัมมนาเปิดโครงการการจัดการขยะกับภาวะโลกร้อน 10 เมษายน 2551.**

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

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