

การประเมินทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการนำซากมูลฝอยเก่า จากบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลมาผลิตเป็นพลังงานมูลฝอย ในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง

อริศรา ร่มเย็น*

เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี**

สุเมธ ไชยประพัทธ์***

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาโดยนำซากมูลฝอยเก่าจากบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลมาผลิตเป็นพลังงานมูลฝอย ในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง โดยวิธีการทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาถึงผลกระทบวงนอกทั้งหมดและนำมาคำนวณกรอง แล้วทำการประเมินมูลค่า เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาพิจารณาแนวทางในการเลือกวิธีการกำจัดมูลฝอยให้กับเทศบาลต่างๆ ตลอดจนความเหมาะสมของพื้นที่ของเทศบาลที่จะเข้าใช้บริการได้อย่างเหมาะสม

ผลการศึกษาพบว่า ซากมูลฝอยที่มีอายุฝังกลบ 7 ปีขึ้นไปมีความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงมูลฝอย ซึ่งเตาเผาที่มีกำลังการเผา 250 ตันต่อวัน ตลอดโครงการ 20 ปี เมื่อรวมมูลค่าผลกระทบวงนอก มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมดและผลประโยชน์ทั้งหมด เท่ากับ 2.55 พันล้านบาท

*อาจารย์ประจำ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**อาจารย์ประจำ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

***อาจารย์ประจำ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บาท และ 3.80 พันล้านบาท ตามลำดับ ส่วนมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 12 ระยะเวลา 20 ปี เมื่อรวมต้นทุนและผลประโยชน์วงนอก มีมูลค่าเท่ากับ 1.24 พันล้านบาท ซึ่งมีค่าเป็นบวก และอัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (BCR) เท่ากับ 1.49 หมายความว่ามีความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ และเมื่อพิจารณาถึงความอ่อนไหวกรณีที่ไม่รวมผลกระทบวงนอก พบว่า โครงการไม่มีความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ส่วนกรณีที่รวมผลกระทบวงนอกพบว่า โครงการมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ในทุกกรณี ยกเว้นกรณีที่ต้นทุนเพิ่มขึ้น 20% และผลประโยชน์ลดลง 20% ดังนั้นเทศบาลนครสงขลาจึงน่าจะพิจารณาแนวทางในการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา เพื่อผลิตพลังงานมูลฝอย ถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายของระบบเตาเผาสูงมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลประโยชน์ทางอ้อมที่เกิดขึ้นกับสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นผลประโยชน์ที่ไม่เป็นตัวเงิน นั้นพบว่าผลประโยชน์วงนอกที่เกิดขึ้นสูงกว่าต้นทุน

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์, การประเมินทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม, การประเมินมูลค่าผลกระทบสิ่งแวดล้อม, ผลกระทบวงนอก, เชื้อเพลิงมูลฝอย, เตามูลฝอย

ABSTRACT

This research aimed to assess the energy generation from Refuses Derived Fuel of sanitary landfills in Songkhla and Phatthalung provinces by using environmental economic method. All externalities were taken into consideration to be screened and then evaluated. The information from the study can be used in making decision on solid waste disposal in municipalities, especially in Songkhla and Phatthalung provinces.

The research found out that solid waste put in landfill about seven years or more is the most suitable period for using in the Refuses Derived Fuel. When external costs and benefit were incorporated, the present value of total cost and total benefit of incineration plant with capacity of 250 ton/day and 20 years life was 2.55 thousand million bath and 3.80 thousand million bath respectively. NPV at a discount rate of 12 percent, using the project life of 20 years, was 1.24 thousand million baht which was positive and BCR was 1.49, meaning that the project was economically viable. Sensitivity analysis when external costs were not incorporated showed that

the project was not economically viable and when external costs were incorporated the result showed that NPV was positive in all cases except in the cases of 20% increased cost and 20% reduced benefit. Songkhla City Municipality should consider the incineration plant that can generate energy from Refuses Derived Fuel. Although to do so may require high expenses, but when comparing with social benefits, it is found that the intangible benefits covered the costs.

Keywords: cost-benefit analysis, environmental economic assessment, environment impact evaluation, externalities, Refuses Derived Fuel, Incineration Plant

บทนำ

ปัจจุบันปัญหามลพิษเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในชุมชนทุกระดับตั้งแต่ระดับสุขาภิบาล เทศบาลและเมืองใหญ่ ปัญหาเหล่านี้นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การพัฒนาประเทศอย่างต่อเนื่องและการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้ปริมาณมูลฝอยที่ต้องกำจัดมากขึ้นตามมา การกำจัดมูลฝอยที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย เช่น ปัญหากลิ่นเหม็น แหล่งเพาะพันธุ์พาหะนำโรค เป็นต้น นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินอีกด้วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

การกำจัดมูลฝอยในเขตเทศบาล เทศบาลร้อยละ 64 กำจัดมูลฝอยโดยการกองทิ้งและเผากลางแจ้ง รองลงมาร้อยละ 35 กำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบ และร้อยละ 1 กำจัดมูลฝอยโดยการเผาในเตาเผา (ยงยุทธ บุญจันทร์, 2544) วิธีการกำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบมีข้อจำกัดและปัญหาต่างๆ ตามมา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเตรียมพื้นที่บ่อฝังกลบเพื่อรองรับมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เป็นเรื่องที่เทศบาลซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีบทบาทหน้าที่โดยตรงกำลังประสบปัญหา ดังเช่นเทศบาลนครสงขลาที่มีระบบฝังกลบมูลฝอยได้ดำเนินการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2542 จนถึงปัจจุบันใช้พื้นที่ในการฝังกลบไปแล้ว 140 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16, 2548) ซึ่งทางเทศบาลได้มีการเตรียมหาพื้นที่ใหม่เพื่อรองรับบ่อฝังกลบแล้ว แต่เกิดปัญหาในการเตรียมพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้นการกำจัดมูลฝอยโดยนำซากมูลฝอยเก่าในบ่อฝังกลบมากำจัดในเตาเผา อาจเป็นการหมุนเวียนการใช้พื้นที่บ่อฝังกลบที่มีอยู่เดิม โดยไม่ต้องจัดสรรพื้นที่สำหรับทำบ่อฝังกลบใหม่ นอกจากนี้ยังเกิดความร้อนจากการเผาไหม้มูลฝอย สามารถนำไปใช้ในการกำเนิดไอน้ำผลิตกระแสไฟฟ้า กลายเป็นเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนได้อีกด้วย

การผลิตและการใช้พลังงานจากมูลฝอยของประเทศไทยยังมีไม่มากนัก สำหรับในภาคใต้พบว่ามีเฉพาะเทศบาลนครภูเก็ตเท่านั้นที่มีการใช้พลังงานมูลฝอย ส่วนจังหวัดอื่นๆ ยังไม่มีการศึกษาในประเด็นนี้ เมื่อพิจารณาพื้นที่ความรับผิดชอบของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 ได้แก่ จังหวัดสงขลา จังหวัดพัทลุง จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลาและจังหวัดนราธิวาส ซึ่งในส่วนของจังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง เป็นจังหวัดที่กำลังมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและมีการเพิ่มจำนวนประชากร ส่งผลทำให้ปริมาณมูลฝอยเพิ่มมากขึ้นด้วย ประกอบกับเทศบาลนครสงขลา กำลังประสบกับปัญหาในการเตรียมพื้นที่สำหรับบ่อฝังกลบ ดังนั้นหากพิจารณาเบื้องต้นพบว่าปริมาณ มูลฝอยใน 2 จังหวัด น่าจะมีศักยภาพในการผลิตเป็นพลังงานมูลฝอยได้ ส่วนจังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลาและจังหวัดนราธิวาส อาจจะมีอุปสรรคในการเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาเฉพาะจังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุงเท่านั้น

สำหรับจังหวัดสงขลา มีสถานที่กำจัดมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล 4 แห่ง ได้แก่ เทศบาลนครสงขลา เทศบาลนครหาดใหญ่ เทศบาลเมืองบ้านพรุและเทศบาลเมืองสะเดาและจังหวัดพัทลุง มีสถานที่กำจัดมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล 1 แห่ง ได้แก่ เทศบาลเมืองพัทลุง โดยผู้วิจัยกำหนดข้อสมมติการวิจัย ให้ตั้งโรงเตาเผามูลฝอยในพื้นที่เทศบาลนครสงขลา และมีการนำซากมูลฝอยเก่าจากทั้ง 5 บ่อฝังกลบ มาทำเป็นพลังงานมูลฝอย แล้วทำการประเมินทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาถึงต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมหรือทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นประเด็นสำคัญด้วย

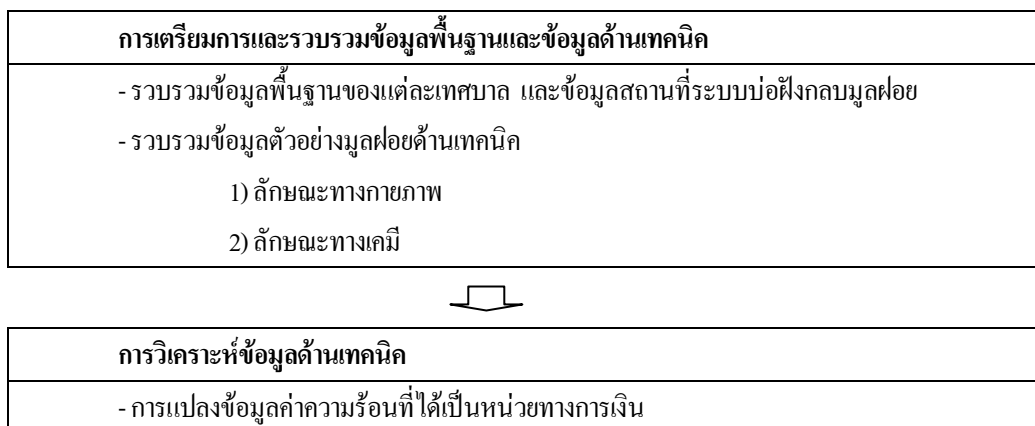
วัตถุประสงค์ของบทความ

เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา เพื่อใช้พลังงานมูลฝอยในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยรวมผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

กรอบแนวคิด

การทำวิจัยครั้งนี้เป็นการประเมินทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการนำซากมูลฝอยเก่าจากบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลมาผลิตเป็นพลังงานมูลฝอย ซึ่งเท่าที่ผ่านมาจะพบงานวิจัยในลักษณะนี้น้อยมาก ซึ่งจะเป็นลักษณะการประเมินเฉพาะต้นทุนและผลประโยชน์ที่อยู่ในรูปตัวเงิน แต่ยังไม่ได้พิจารณาประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม เช่น สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม (2537) ได้

ศึกษาความเหมาะสมของการจัดตั้งเตาเผามูลฝอยชุมชน สำหรับพื้นที่ภาคตะวันออก เพื่อการพลังงาน หรืองานวิจัยของอรุรัตน์ วรรณะจิตติกุล (2543) ได้วิเคราะห์ต้นทุนถ้ามีการกำจัดมูลฝอย โดยใช้เตาเผาของเทศบาลนครเชียงใหม่ เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าในขั้นตอนต่างๆ ของการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา ก่อให้เกิดต้นทุนและผลประโยชน์อื่นๆ อีก เรียกว่าเป็นผลกระทบวงนอก ซึ่งผลกระทบวงนอกที่เกิดขึ้นจะกลายมาเป็นต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคม จะช่วยให้เห็นภาพรวมของสังคมที่ได้รับจากการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา นอกจากนี้ยังไม่เคยมีการศึกษาในลักษณะที่รีไซเคิลมูลฝอยเก่าเพื่อผลิตเป็นพลังงานมูลฝอย เท่าที่ผ่านมาจะเป็นการใช้เชื้อเพลิงมูลฝอยใหม่เท่านั้น เช่น งานวิจัยของรัชณี โพธิ์รัชต์ (2546) ได้ศึกษาการกำจัดมูลฝอยชุมชนด้วยการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงทดแทน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการประเมินทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อที่จะได้สะท้อนถึงต้นทุนและผลประโยชน์ที่แท้จริงในการกำจัดมูลฝอยโดยเตาเผา เพื่อผลิตพลังงาน โดยมีกรอบแนวคิดดังนี้





การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

- รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ
 - ต้นทุนในการก่อสร้างและดำเนินการ
 - ผลประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม
 - ผลกระทบวงนอกทั้งทางบวกและลบ
- กลั่นกรองผลกระทบวงนอก และประเมินมูลค่าผลกระทบวงนอก
- วิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี
 - กรณีที่ 1 ไม่พิจารณาผลกระทบวงนอกต่อสังคม
 - กรณีที่ 2 พิจารณาผลกระทบวงนอกต่อสังคม
- เกณฑ์ในการตัดสินใจ: NPV, IRR, BCR



การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

- กรณีปัจจัยด้านต้นทุนเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 5% จนถึง 30% ของต้นทุนทั้งหมดของ โรงเตาเผา และปัจจัยด้านผลประโยชน์คงที่
- กรณีปัจจัยด้านต้นทุนคงที่ และปัจจัยด้านผลประโยชน์เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 5% จนถึง 30% ของ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากโรงเตาเผา
- กรณีปัจจัยด้านต้นทุนคงที่ และปัจจัยด้านผลประโยชน์ลดลง ตั้งแต่ 5% จนถึง 30% ของ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากโรงเตาเผา



การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

- กรณีที่ปัจจัยด้านต้นทุนเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 5% จนถึง 30% ของต้นทุน ทั้งหมดของโรงเตาเผา และปัจจัยด้านผลประโยชน์ลดลง ตั้งแต่ 5% จนถึง 30% ของผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากโรงเตาเผา
- กรณีกำลังเตาเผาเป็น 150 ตันต่อวัน

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีพื้นที่วิจัย ได้แก่เทศบาลนครสงขลา เทศบาลนครหาดใหญ่ เทศบาลเมืองสะเตาเทศบาลเมืองบ้านพรุ และเทศบาลเมืองพัทลุง เนื่องจากปัจจุบันในภาคใต้ การกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาเพื่อใช้ประโยชน์จากพลังงานมูลฝอย มีการดำเนินการเฉพาะที่เทศบาลนครภูเก็ตเท่านั้น เมื่อผู้วิจัยกำหนดข้อสมมติการวิจัย ให้ตั้งโรงเตาเผามูลฝอยในพื้นที่ความรับผิดชอบของเทศบาลนครสงขลา ซึ่งยังไม่มีโครงการกำจัดแบบเตาเผาอยู่จริง ผู้วิจัยจึงต้องทำการสำรวจเก็บข้อมูลจากระบบกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาที่เทศบาลนครภูเก็ต ซึ่งมีต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมเกิดขึ้นจริง เพื่อประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมที่เป็นผลกระทบวงนอก หากมีการดำเนินการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง ซึ่งเป็นการนำผลการศึกษาจากพื้นที่หนึ่งไปประยุกต์ใช้กับอีกพื้นที่หนึ่ง สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) กล่าวว่าเป็นการประเมินผลกระทบวิฤทธิภูมิ ที่เรียกว่าการ โอนประโยชน์

(1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรในการวิจัยคือ คริวเรือนที่ได้รับมลพิษจากเตาเผา มูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต ที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย เพื่อจะนำไปประเมินมูลค่าผลกระทบวงนอก ประเด็นสุขภาพอนามัยของประชาชน การพิจารณาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศที่เกิดจากเตาเผามูลฝอยคำนวณได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยหลักการของ GUSSIAN DISTRIBUTION ซึ่งสามารถจะนำมาศึกษาเพื่อคาดคะเนการกระจายตัวของมลสารได้ (ชนาคม วิรุพหุสุนทรกุลม, 2533) โดยมีสูตรในการคำนวณ แสดงดังสมการ (1)

$$X(x,y,zH)=\frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_zU}\times[e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}}]\times[e^{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}}+e^{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}}] \quad (1)$$

เทอมแรกในวงเล็บก้ามปู [] ที่ (1) แทนการกระจายของมลสารจากปล่องควันโดยตรง ส่วนเทอมท้ายแทนการกระจายซึ่งเกิดจากการสะท้อนกลับของมลสารจากพื้นดิน

X คือ ค่าความเข้มข้น ณ จุดใด ๆ หน่วยเป็น กรัมต่อลบ.ม.

x คือ ระยะทางตามทิศทางลม จากแหล่งต้นกำเนิดมลสารไปยังแหล่งรองรับมลสาร

y คือ ระยะทางที่แหล่งรองรับมลสารในแนวราบและตั้งฉากกับทิศทางลม

- z คือ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ของแหล่งรองรับมลสาร
- Q คือ อัตราการปล่อยมลสาร หน่วยเป็นกรัม/วินาที
- Y คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการกระจายตามแนวราบ (แกน Y) ซึ่งแปรตามระยะทาง x และความเสถียรของบรรยากาศ
- z คือ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการกระจายตามแนวตั้ง (แกน z) ซึ่งแปรเปลี่ยนตามระยะทาง x และความเสถียรของบรรยากาศ
- U คือ ความเร็วลมที่ระดับยอดปล่องควัน โรงเตาเผา หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที
- exp คือ e ยกกำลังด้วยเทอมที่ตามหลัง, e มีค่าประมาณ 2.718281
- H คือ ความสูงของปล่องควัน หน่วยเป็นเมตร

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของมลสารที่ปล่อยจากเตาเผา พบว่าที่ระยะ 300 เมตรถึง 3 กิโลเมตร แสดงดังภาพประกอบ 1 เป็นช่วงที่มีความเข้มข้นที่สูงขึ้น ประมาณ 1.19×10^{-7} - 1.1×10^{-8} กรัม/ลูกบาศก์เมตร จากมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (2524) มีค่าเท่ากับ 3.0×10^{-4} กรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งพบว่า ค่าความเข้มข้นของมลสารไม่เกินมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 1 แต่เพื่อความครอบคลุมผู้วิจัยจึงได้กำหนดพื้นที่ที่จะสำรวจเพื่อประเมินผลกระทบวงนอกต่อสุขภาพจากมลสารที่เกิดจากเตาเผาตั้งแต่ระยะต้นกำเนิดมลพิษจนถึง 3 กิโลเมตร หรือภายในรัศมี 3 กิโลเมตรรอบ ๆ เตาเผา

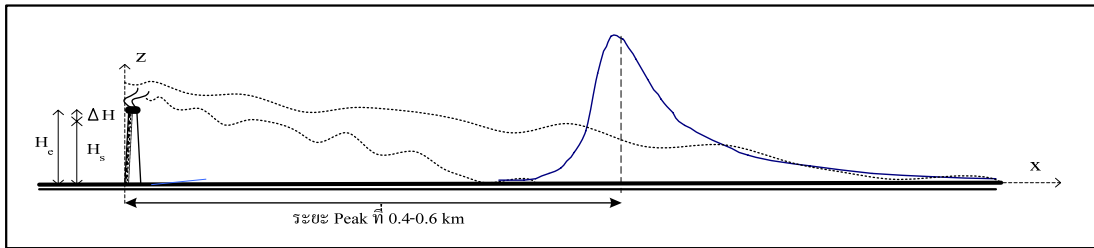
ตารางที่ 1

ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ระยะทาง (กม.)	ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ก./ลบ.ม.) Stability class แบบ B
5.0	$3.86 \cdot 10^{-9}$
4.5	$4.52 \cdot 10^{-9}$
4.0	$5.89 \cdot 10^{-9}$
3.5	$7.64 \cdot 10^{-9}$
3.0	$1.1 \cdot 10^{-8}$
2.5	$1.5 \cdot 10^{-8}$
2.0	$2.5 \cdot 10^{-8}$
1.5	$3.9 \cdot 10^{-8}$
1.0	$8.0 \cdot 10^{-8}$
0.9	$9.7 \cdot 10^{-8}$
0.8	$1.15 \cdot 10^{-7}$
0.7	$1.39 \cdot 10^{-7}$
0.6	$1.64 \cdot 10^{-7}$
0.5	$1.84 \cdot 10^{-7}$
0.4	$1.78 \cdot 10^{-7}$
0.3	$1.19 \cdot 10^{-7}$
0.2	$1.7 \cdot 10^{-8}$
0.1	$8.43 \cdot 10^{-13}$

ที่มา: จากการวิจัย (ดู อริศรา ร่มเย็น, 2550)

จากมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (2524) พบว่าค่ามาตรฐานของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศ มีค่าเท่ากับ $3.0 \cdot 10^{-4}$ กรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อพิจารณาระยะทางจากเตาเผา พบว่าทุกระยะทางที่คำนวณภายในระยะ 1 – 5 กิโลเมตร ไม่มีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลไฟด์ไดออกไซด์ที่เกินมาตรฐานกำหนด



ภาพประกอบ 1 ระยะการวัดความเข้มข้นของมลสารที่ปล่อยจากเตาเผา

ที่มา: จากการวิจัย (คู อริศรา ร่มเย็น, 2550)

(2) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

การหาขนาดกลุ่มตัวอย่างจากประชากรสามารถหาได้โดยใช้สูตรของ Taro Yamane (บุญธรรม กิจปรีดาวิสุทธิ, 2543)

$$\text{สูตร} \quad n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

โดยที่ e แทน ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน ขนาดของประชากร

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยกำหนดให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 5 ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามแนวคิดของ Taro Yamane ควรพิจารณาถึงปัจจัยเหล่านี้ คือ (ชัยสิทธิ์ เถลิงมีประเสริฐ, ม.ป.ป.) ได้แก่พิจารณาว่าจะให้ความเชื่อมั่นเป็นร้อยละ 95 หรือร้อยละ 99 ต้องสามารถประมาณขนาดของประชากร (N) ได้ และกำหนดความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยยอมรับได้

(3) วิธีการสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างที่อาศัยความน่าจะเป็น โดยใช้การสุ่มอย่างมีระบบ (Systematic random sampling) หาช่วงห่างของการสุ่มโดยนำเอาจำนวนของประชากรหารด้วยขนาดของกลุ่มตัวอย่าง กำหนดจุดเริ่มต้น (random start) โดยการสุ่มอย่างง่ายในหน่วยแรก และหน่วยตัวอย่างถัดไปจะบวกเพิ่มขึ้นเท่ากับช่วงห่างของการสุ่มไปเรื่อยๆ จนครบจำนวนที่ต้องการ กลุ่มตัวอย่างของประชาชนในพื้นที่หมู่ที่ 1, 6, 9 ตำบลวิชิต และตำบลตลาดเหนือ จังหวัดภูเก็ต

จนครบ 182 ครั้วเรือน แต่จะมีการเก็บแบบสอบถามสำรวจไว้ ร้อยละ 10 ของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเก็บรวบรวมแบบสอบถามครบแล้วก็จะตัดให้เหลือสำหรับครัวเรือน 182 ชุด แล้วนำข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

ขั้นตอนการศึกษา

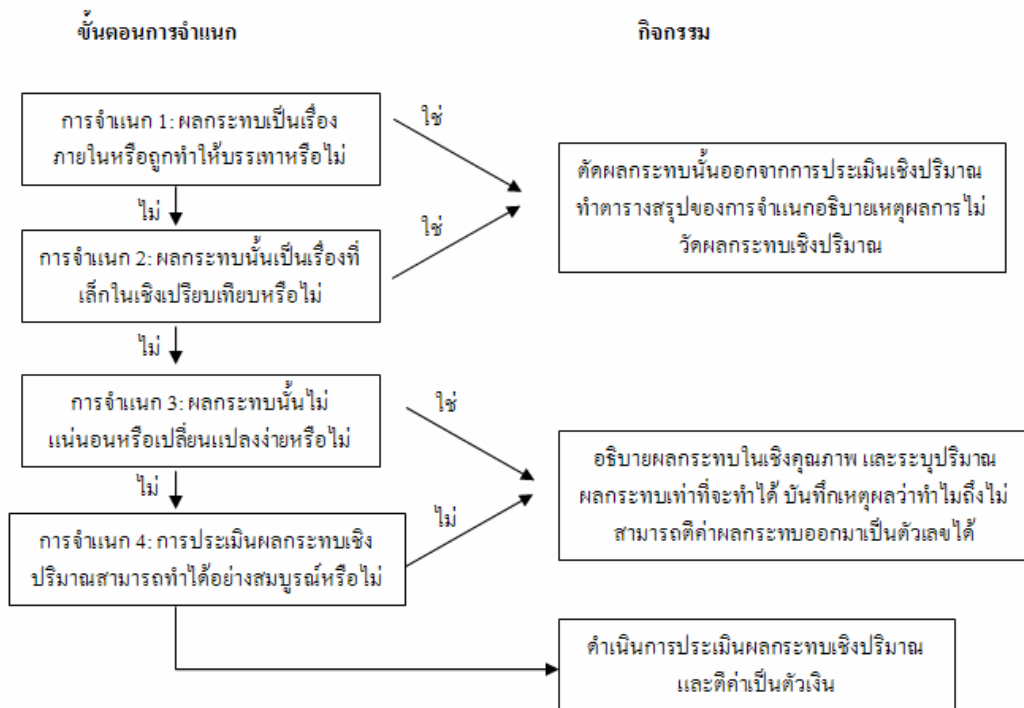
1. การศึกษาทางด้านเทคนิค ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากการตรวจเอกสาร สํารวจ สังกัดและสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดข้อมูลที่ต้องการ ได้แก่

- 1.1 รวบรวมข้อมูลคุณสมบัติ องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของมูลฝอย
- 1.2 รวบรวมข้อมูลค่าความร้อน (Calorific value) ปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผามูลฝอยและแปลงค่าความร้อนที่ได้เป็นหน่วยทางการเงิน

2. การศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

- 2.1 การประเมินต้นทุนและผลตอบแทนทั้งหมดของโครงการ รวมทั้งต้นทุนและผลประโยชน์นอกที่เกิ่เกิดขึ้นทั้งทางด้านบวกและด้านลบ
- 2.2 การถ่วงรอกผลกระทบต่อวงนอก โดยใช้หลักเกณฑ์การถ่วงรอกของกองวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในภาพประกอบ 2 และดูตารางที่ 2, 3

3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาโดยใช้การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ปัจจุบันสุทธิ



ภาพประกอบ 2 หลักเกณฑ์การคัดกรองผลกระทบวงนอก

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540)

ตารางที่ 2

ผลกระทบวงนอกเชิงบวกและเชิงลบในระบบการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา

C/B object	ผลกระทบ
1. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	(-)
2. ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO _x)	(-)
3. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	(-)
4. ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl)	(-)
5. ออกซิแดน :Oxidants (ozone)	(-)
6. ไดออกซิน/พีวเรน(PCDDs/PCDFs)	(-)
7. เถ้าหนัก/ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ As, Cd, Cr, Pb, Hg, Se, Ag	(-)
8. ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน (PM10)	(-)
9. ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) หรือฝุ่นรวม	(-)
10. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EMR)	(-)
11. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลก	(-)
12. การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก	(-)
13. กลิ่นเหม็นจากอาคารเตาเผา	(-)
14. ระดับเสียงภายในอาคารเตาเผาและนอกอาคารตามแนวเขตบริเวณ โรงงาน	(-) (-)
15. อุณหภูมิแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณใกล้เคียง	(-)
16. การปนเปื้อนโลหะหนักในกากดินเตาจากบ่อฝังกลบเถ้าหนักค่อน้ำ ใต้ดิน	(-) (-)
17. ความขัดแย้งของประชาชน รอบ ๆ เตาเผามูลฝอย	(-)
18. สูญเสียทัศนียภาพ ณ บ่อฝังกลบ	(-)
19. ลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดินใหม่และการสร้างบ่อฝังกลบใหม่	(+)
20. นำพื้นที่บ่อฝังกลบไปดำเนินการ โครงการหรือกิจกรรมอื่น	(+)
21. ลดข้อขัดแย้งในการจัดหาที่ฝังกลบ	(+)
22. ลดผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุน	(+)

หมายเหตุ: (-) คือ ได้รับผลกระทบในด้านลบ

(+) คือ ได้รับผลกระทบในด้านบวก

ตารางที่ 3

สรุปผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่จะทำการประเมินมูลค่าและวิธีการประเมิน (ประเมินเชิงปริมาณ)

ผลกระทบ	วิธีประเมิน
1. ต้นทุนด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน	ประเมินโดยใช้วิธีทรัพยากรมนุษย์ (Human Capital Approach) รวบรวมข้อมูลโดยการสำรวจโรคที่เกิดจากออกซิเดนและไดออกซิน โดยสอบถามประชาชนที่อาศัยรอบๆ รัศมี 3 กิโลเมตรของโรงเตาเผา ว่าเคยเป็นโรคเหล่านั้นหรือไม่ ถ้าเคยเป็นก็ทำการประเมินโดยดูค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลจากโรคเหล่านั้น และรายได้ที่ขาดหายไปจากการหยุดทำงาน เนื่องจากไม่สบายจากโรคนั้น ๆ
2. ผลประโยชน์วงนอกด้านการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดินใหม่และการสร้างบ่อฝังกลบใหม่	ประเมินโดยสอบถามงบประมาณในการจัดซื้อที่ดินและการสร้างบ่อฝังกลบจากเทศบาลทั้ง 5 แห่ง เนื่องจากการเตรียมการที่ดินดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นในอีกประมาณ 20 – 25 ปี ข้างหน้า และทำการปรับในอนาคตให้เป็นมูลค่าในปัจจุบัน
3. ผลประโยชน์วงนอกด้านการนำพื้นที่บ่อฝังกลบไปดำเนินการโครงการหรือกิจกรรมอื่น	ประเมินโดยใช้วิธีค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) เพื่อประเมินมูลค่าเสียโอกาสในการนำพื้นที่ไปใช้สร้างบ่อฝังกลบแทนที่จะนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น
4. ผลประโยชน์วงนอกด้านการลดผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุน	ประเมินโดยเทคนิคการโอนประโยชน์ Benefit Transfer Approach โดยนำมูลค่าผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุนจากงานวิจัยของพิณทิพย์ ศรีสมัย (2548) ที่ได้ทำการประเมินมูลค่าของเทศบาลนครสงขลาจากบ่อฝังกลบมาปรับใช้กับเทศบาลทั้ง 5 แห่ง

ผลการศึกษา

จากการรวบรวมข้อมูลต้นทุนและผลประโยชน์ของโรงเตาเผา และการกักันกรอง ผลกระทบวงนอก โดยผู้เขียนได้ทำการวิเคราะห์โครงการที่ 20 ปี สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1. ต้นทุนของโครงการ ประกอบด้วย 3 รายการ ได้แก่ ต้นทุนคงที่ในการผลิตต้นทุนดำเนินการและต้นทุนผลกระทบวงนอก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ต้นทุนคงที่ในการผลิต ได้แก่ ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างโรงงานและโครงสร้างพื้นฐาน เช่น บ่อรับมูลฝอย โครงสร้างสำหรับติดตั้งหม้อน้ำ โครงสร้างสำหรับติดตั้งกังหัน เป็นต้น เครื่องจักร เช่น เตาเผา หม้อน้ำ เครื่องบดมูลฝอยขนาดใหญ่ เครื่องปรับสภาพน้ำสำหรับป้อนหม้อน้ำ และน้ำที่เกิดจากการควบแน่นของไอน้ำ ระบบไฟฟ้า อุปกรณ์วัดและควบคุม หรือ เครื่องจักรแยกซากมูลฝอย ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างมากในการรื้อซากมูลฝอยจากบ่อฝังกลบ เพื่อแยกองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับทำเชื้อเพลิง หรือแยกเศษโลหะ เศษแก้ว ออกก่อนนำเข้าเตาเผา ค่าใช้จ่ายที่ปรึกษาโครงการและค่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาควบคุมการก่อสร้าง เป็นต้น โดยที่มูลค่าปัจจุบันต้นทุนคงที่ของโรงเตาเผามูลฝอยสำหรับโครงการ 20 ปี มีค่าเท่ากับ 1,598.32 ล้านบาท

1.2 ต้นทุนดำเนินการหรือต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าจ้างบุคลากร ค่าขนมูลฝอยป้อนเตาเผา ค่าน้ำมันหล่อลื่น เชื้อเพลิง เคมีภัณฑ์ และวัสดุต่าง ๆ ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย ค่ากำจัดกากแก้วหนักและแก้วลอย เป็นต้น โดยที่มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนดำเนินการรวมของโรงเตาเผามูลฝอยสำหรับโครงการ 20 ปี มีค่าเท่ากับ 949.17 ล้านบาท

1.3 ต้นทุนผลกระทบวงนอก หมายถึง ต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมที่ผลักดันไปให้แก่สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการหรือกิจกรรมใดๆ ได้รับสวัสดิการทางสังคมและคุณภาพชีวิตที่ต่ำลง จากการกักันกรองผลกระทบสิ่งแวดล้อม พบว่าผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุนมี 1 รายการ ได้แก่ ต้นทุนสุขภาพอนามัยของประชาชน ซึ่งการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาก่อให้เกิดมลพิษ ได้แก่ ออกซิเจน ไคออกซิน/พีวเรน (PCDDs/PCDF) ประเมินโดยใช้วิธีทรัพยากรมนุษย์ (Human Capital Approach) พบว่าต้นทุนการรักษาพยาบาลของประชาชนสำหรับพื้นที่เทศบาลนครภูเก็ตเท่ากับ 15,486.67 บาทต่อปี เมื่อใช้เทคนิคการโอนประโยชน์ (Benefit Transfer Approach) การปรับค่าทำได้โดย คัดสัดส่วนมูลค่าต้นทุนสุขภาพต่อ GPP นั่นคือ คำนวณต้นทุนการรักษาพยาบาลต่อผลผลิตมวลรวมของจังหวัดภูเก็ต (GPP) โดยผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด

ภูเก็ต เท่ากับ 54,844,500,000 บาท ในปีพ.ศ. 2549 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2549) (15,486.67/ 54,844,500,000.00 เท่ากับ 0.000028237%) จากนั้นนำค่าสัดส่วน GPP คูณผลผลิตมวลรวมของจังหวัดสงขลา (GPP) โดยผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดสงขลา เท่ากับ 126,941,500,000 บาท ในปีพ.ศ. 2549 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2549) (0.000028237 % * 126,942 ล้านบาท) จะได้ต้นทุนในการรักษาพยาบาลของประชาชนสำหรับเทศบาลนครสงขลาเท่ากับ 35,844.99 บาทต่อปี

2. ผลประโยชน์ของโครงการ ประกอบด้วย 5 รายการ ได้แก่ ผลตอบแทนในส่วนของการขายไฟฟ้า ผลตอบแทนจากค่ากำจัดมูลฝอย ผลตอบแทนจากการนำเศษเตาเผาไหม้สมบรูณ์นำมาทำเป็นวัสดุใช้งานต่อ ผลตอบแทนจากการนำเศษโลหะ/เศษแก้วไปขายเป็นวัสดุรีไซเคิล และผลประโยชน์อื่น ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลตอบแทนในส่วนของการขายไฟฟ้า

ในส่วนของผลผลิตของโรงเผามูลฝอย นอกจากกำจัดมูลฝอยชุมชนเป็นหลักแล้ว ผลผลิตของโรงงานยังรวมถึงผลผลิตจากการขายไฟฟ้า โดยผลตอบแทนในส่วนของการขายไฟฟ้า เกิดจากการนำผลผลิตที่ได้จากระบบกำจัดมูลฝอยโดยใช้เตาเผา โดยนำพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผา มูลฝอยมาใช้ในการผลิตไอน้ำหรือทำน้ำร้อนหรือผลิตกระแสไฟฟ้าได้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทน, 2548) สำหรับการหาค่าพลังงานของสารอินทรีย์ (Energy Content) ใช้วิธี Bomb calorimeter จากนั้นคูณด้วยค่า Efficiency (%) ของเตาเผา การหาค่าพลังงานจากการคำนวณสามารถหาได้จากสูตรที่ปรับปรุงของ Dulong (Tchobanoglous *et al*, 1993) แสดงดังสมการ (2)

$$\text{Btu/lb} = 145C + 610 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 40S + 10N \quad (2)$$

โดยที่ Btu/lb = หน่วยพลังงานในสารอินทรีย์ของมูลฝอย (Btu) ต่อน้ำหนัก 1 ปอนด์

C = เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนโดยน้ำหนัก

H = เปอร์เซ็นต์ของไฮโดรเจนโดยน้ำหนัก

O = เปอร์เซ็นต์ของออกซิเจนโดยน้ำหนัก

S = เปอร์เซ็นต์ของซัลเฟอร์โดยน้ำหนัก

N = เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนโดยน้ำหนัก

สำหรับงานวิจัยขั้นนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้ใช้ซากมูลฝอยจากบ่อฝังกลบของ 5 เทศบาล ซึ่งในการหาค่าพลังงานโดยใช้สูตรดังสมการ (2) ผู้วิจัยต้องนำข้อมูลองค์ประกอบทางกายภาพ และลักษณะทางเคมีของมูลฝอย เช่น ความชื้น องค์ประกอบทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณสารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม คาร์บอน และไฮโดรเจน เป็นต้น เพื่อหาสูตรเคมีของมูลฝอยในแต่ละเทศบาล เพื่อที่จะได้นำค่าองค์ประกอบทางเคมี ที่คิด Mole ratio แทนค่าในสมการ (2)

จากการศึกษาสามารถหาสูตรเคมีมูลฝอยและพลังงานของสารอินทรีย์ (Energy Content) ในเทศบาลต่างๆ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ซากมูลฝอยเก่าจะถูกรื้อมาเผาในเตาเผาหมดไปภายในโครงการปีที่ 3-13 จากนั้นโครงการปีที่ 14-20 จะเป็นการเผามูลฝอยที่เก็บขนได้โดยไม่ต้องฝังกลบ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4
สูตรเคมีมูลฝอยและค่าพลังงาน

เทศบาล	สูตรเคมีซากมูลฝอย (โครงการปีที่ 3-13)	ค่าพลังงาน (kJ/ปี)	สูตรเคมีมูลฝอยใหม่ (โครงการปีที่ 14-20)	ค่าพลังงาน (kJ/ปี)
เทศบาลนครสงขลา	$C_{513.5}H_{950.7}O_{335.5}N_{15.4}S$	430,085,642,161.70	$C_{509.1}H_{2441.9}O_{1089.8}N_{15.3}S$	168,390,418,396.07
เทศบาลนครหาดใหญ่	$C_{484.99}H_{899.54}O_{320.23}N_{14.89}S$	904,387,663,273.78	$C_{480.86}H_{2314.30}O_{1035.83}N_{14.76}S$	407,915,077,838.72
เทศบาลเมืองพัทลุง	$C_{405.81}H_{763.53}O_{283.62}N_{14.77}S$	58,223,408,372.82	$C_{406.82}H_{1998.25}O_{906.88}N_{14.81}S$	41,879,919,608.96
เทศบาลเมืองสะเตาะ	$C_{423.82}H_{792.94}O_{290.15}N_{15.22}S$	27,519,028,322.46	$C_{419.22}H_{2046.97}O_{924.37}N_{15.09}S$	19,786,796,061.24
เทศบาลเมืองบ้านพรุ	$C_{872.98}H_{1498.98}O_{468.32}N_{22.02}S$	47,063,534,729.33	$C_{872.73}H_{3800.39}O_{1630.62}N_{22.01}S$	31,114,012,317.82
รวมพลังงาน (kJ/ปี)		1,467,279,276,860.08		669,086,224,222.81

ที่มา: จากการวิจัย (คู อริศรา ร่มเย็น, 2550)

จากนั้นนำค่าพลังงานแต่ละช่วงโครงการคูณด้วยค่า Efficiency (%) ของเตาเผาที่มีค่าเท่ากับ 27.2% และจากรายงานของเทศบาลนครภูเก็ต (2548) ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด จะใช้ภายในโรงเตาเผาประมาณ 66% และมีไฟฟ้าเหลือส่งขายให้ กฟผ. ประมาณ 34% ดังนั้นการจำหน่ายไฟฟ้าส่วนเกินให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จะจำหน่ายโดยใช้สัญญาประเภท Firm อัตรารับซื้อจะได้รับเงินทั้งค่าพลังไฟฟ้า (Cp) และค่าพลังงานไฟฟ้า (Ept) คิดสัญญาที่ 20 ปี มีอัตรารับซื้อไฟฟ้าที่ประมาณ 2.50 บาทต่อ kWh ในโครงการปีที่ 1-5 และอัตรา 2.10 บาทต่อ kWh ในช่วงปีต่อไป แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5
รายรับจากการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า

ส่วน	ปริมาณพลังงาน ที่ผลิตได้ (kWh)	ใช้ภายใน โรงเตาเผา (kWh) ¹	จำหน่าย การไฟฟ้า (kWh) ²	ราคา (บาท/kWh)	รายรับ (บาท/ปี) ³
ซากมูลฝอย (ปีที่ 3-8)	110,861,100.92	37,692,774.31	73,168,326.61	2.50	182,920,816.52
ซากมูลฝอย (ปีที่ 9-13)	110,861,100.92	37,692,774.31	73,168,326.61	2.10	153,653,485.87
มูลฝอยใหม่ (ปีที่ 14-20)	50,553,181.39	17,188,081.67	33,365,099.71	2.10	70,066,709.40

ที่มา: จากการวิจัย (ดู อริศรา ร่มเย็น, 2550)

หมายเหตุ ¹ จากสคตมภ์ที่ 1 คูณ 66%

² จากสคตมภ์ที่ 2 คูณ 34%

³ จากสคตมภ์ที่ 3 คูณ 2.50, 2.10

2.2 ผลตอบแทนจากค่ากำจัดมูลฝอย กำหนดให้เทศบาลนครสงขลาเก็บค่ากำจัดมูลฝอยจากเทศบาลต่างๆ ที่จะนำมูลฝอยมากำจัดที่โรงเตาเผา ในอัตราตันละ 200 บาท ดังนั้นเทศบาลนครสงขลาสามารถเก็บค่ากำจัดมูลฝอยจากเทศบาลต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6
ค่ากำจัดมูลฝอยและปริมาณมูลฝอยของเทศบาลต่างๆ

เทศบาล	ปริมาณซากมูลฝอย (ตัน./ปี) ¹ (โครงการปี 3-13)	ปริมาณมูลฝอยใหม่ (ตัน./ปี) ¹ (โครงการปี 4-20)	ค่ากำจัด (บาท/ปี) ³	ค่ากำจัด (บาท/ปี) ³
เทศบาลนครสงขลา	22,046.97	18,100.63	-	-
เทศบาลนครหาดใหญ่	46,736.11	44,189.48	9,347,221.09	3,620,126.21
เทศบาลเมืองพัทลุง	3,142.45	4,727.57	628,489.30	8,837,896.11
เทศบาลเมืองสะเดา	1,464.44	2,203.14	292,888.22	945,514.25
เทศบาลเมืองบ้านพรุ	2,180.37	3,029.32	436,074.76	440,628.00
รวมค่ากำจัดมูลฝอย			10,704,673.38	13,844,164.57

ที่มา: จากการวิจัย (ดู อริศรา ร่มเย็น, 2550)

2.3 ผลตอบแทนจากการนำเศษเถ้าเผาไหม้สมบูรณ์ นำมาทำเป็นวัสดุใช้งานต่อ การจัดการเถ้าลอยจากเตาเผามูลฝอยทำเป็นคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก โดยใช้เถ้าลอยแทนที่ปูนซีเมนต์ จากงานวิจัยของ สินีนาฏ พวงมณี (2546) ทดลองใช้เถ้าลอยแทนที่ปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนผสม 20% โดยน้ำหนัก และอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 58-2530 ประเมินโดยใช้วิธีราคา/รายได้ (Price/Revenues Approach) จากการศึกษาพบว่า เมื่อมีเถ้าลอยจากการเผาไหม้ในเตาเผา ปริมาณ 864,000.00 กก.ต่อวัน สามารถผลิตคอนกรีตบล็อกได้ 21,600,000 ก้อนต่อปี จะเกิดมูลค่าผลประโยชน์ เท่ากับ 8,424,000 บาทต่อปี

2.4 ผลตอบแทนจากการนำเศษโลหะ/เศษแก้วไปขายเป็นวัสดุรีไซเคิล เมื่อทำการรื้อซากมูลฝอย จากงานวิจัยของ สุวรรณพร สิทธิถาวรทรัพย์ (2542) ที่ได้ทำการรื้อซากมูลฝอยจากบ่อฝังกลบที่มีอายุการฝังกลบมากกว่า 7 ปีขึ้นไป พบว่าหากมีการกำจัดมูลฝอยโดยเตาเผา จะต้องทำการแยกประเภทของซากมูลฝอยก่อนที่จะนำเข้าเตาเผา จึงมีเศษโลหะ/เศษแก้ว ที่ไม่สามารถนำเข้าเตาเผา สามารถนำมาขายเป็นวัสดุรีไซเคิล ประเมินโดยใช้วิธีราคา/รายได้ (Price/Revenues Approach) ผลประโยชน์จากการขายเศษโลหะ/เศษแก้ว จากการรื้อซากมูลฝอยของทั้ง 5 เทศบาล โดยในช่วงโครงการปีที่ 3-13 เท่ากับ 93,810,408.71 บาทต่อปี และโครงการปีที่ 14-20 เท่ากับ 378,579,242.70 บาทต่อปี

2.5 ผลประโยชน์วงนอก หมายถึง ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินกิจกรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นผลตอบแทนที่ได้จากการดำเนินโครงการและผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นกับสังคม ทำให้สังคมมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากการถ่วงดุลผลกระทบวงนอกจากโครงการเตาเผามูลฝอย พบว่ามีผลกระทบวงนอกที่เป็นผลประโยชน์อยู่ 3 รายการ ได้แก่

1) การประเมินมูลค่าผลประโยชน์ในการลดค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดซื้อที่ดินใหม่และการสร้างบ่อฝังกลบใหม่ เมื่อมีการกำจัดมูลฝอยโดยเตาเผา ทำให้เทศบาลไม่ต้องจัดเตรียมหรือหาซื้อพื้นที่สำหรับทำเป็นบ่อฝังกลบที่ใหม่อีก เป็นต้นทุนที่ประหยัดได้ จึงเป็นผลกระทบวงนอกทางด้านบวก คำนวณมูลค่าของต้นทุนทั้งหมดในการสร้างบ่อฝังกลบและที่ดินในอนาคต ปรับให้เป็นมูลค่าในปัจจุบัน จากการศึกษาต้นทุนบ่อฝังกลบในระยะเวลาดำเนินการ 20 ปี ทั้ง 5 เทศบาล เท่ากับ 1,702,248,830.53 บาท

2) การประเมินมูลค่าผลประโยชน์ในการนำพื้นที่บ่อฝังกลบเดิมไปดำเนินโครงการหรือกิจกรรมอื่น เมื่อมีการกำจัดมูลฝอยโดยเตาเผา ทำให้ไม่ต้องจัดสรรพื้นที่จำนวนมากเท่าเดิมเพื่อรองรับบ่อฝังกลบอีกต่อไป ดังนั้นเทศบาลจึงสามารถนำพื้นที่บางส่วนที่เป็นบ่อฝังกลบไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินโครงการหรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งจะเกิดผลประโยชน์ต่อเนื่องตามมา จึงเป็นผลกระทบวงนอกระบบด้านบวก ประเมินโดยใช้วิธีค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) โดยพิจารณาผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นใน 2 ทางเลือกคือ การปลูกยางพาราและการนำไปสร้างเป็นแหล่งนันทนาการ จากงานวิจัยของนันทิยา สิทธิบุตร (2542) ได้ประเมินมูลค่าประโยชน์ของแหล่งนันทนาการในเขตเทศบาล จากการศึกษาพบว่ามูลค่าที่เกิดจากการนำไปสร้างเป็นแหล่งนันทนาการมีมูลค่าที่สูงกว่า ดังนั้นดังนั้นค่าเสียโอกาสในการใช้ประโยชน์จากพื้นที่บ่อฝังกลบไปสร้างเป็นแหล่งนันทนาการของทั้ง 5 เทศบาล ประเมินโดยวิธีโอนผลประโยชน์ พบว่าในช่วงโครงการปีที่ 3-13 เท่ากับ 21,471,607.78 บาทต่อปี และโครงการปีที่ 14-20 เท่ากับ 30,290,107.60 บาทต่อปี

3) การประเมินมูลค่าผลประโยชน์จากการลดต้นทุนผลกระทบวงนอกระบบจากบ่อฝังกลบกรณีที่ไม่อนาคตไม่ต้องมีการกำจัดมูลฝอยด้วยการฝังกลบ เนื่องจากใช้วิธีการกำจัด มูลฝอยโดยเตาเผา ทำให้สามารถลดผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุนจากบ่อฝังกลบ เช่น ปัญหาน้ำ ใต้ดิน การสูญเสียทัศนียภาพและคุณภาพสิ่งแวดล้อม ประเมินโดยเทคนิคการโอนประโยชน์ โดยการปรับผลกระทบให้เป็นสัดส่วนของพื้นที่บ่อฝังกลบในแต่ละเทศบาล จากงานวิจัยของ พิณทิพย์ ศรีสมัย (2548) ที่ได้ทำการประเมินมูลค่าต้นทุนผลกระทบต่างๆ จากการมีบ่อฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา ดังนั้น เมื่อพิจารณาการลดผลกระทบจากการไม่ต้องมีบ่อฝังกลบในอนาคตของทั้ง 5 เทศบาลเมื่อมีการกำจัดมูลฝอยโดยเตาเผา สามารถประเมินมูลค่าการลดผลกระทบได้ โดยพิจารณาเฉพาะช่วงโครงการปีที่ 14-20 เท่ากับ 1,138,459,692.34 บาทต่อปี

ผู้วิจัยสรุปต้นทุนทั้งหมด ผลประโยชน์ทั้งหมดของโครงการโรงเตาเผาที่ 20 ปี โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7

สรุปต้นทุนทั้งหมด ผลประโยชน์ทั้งหมดของโครงการโรงเตาเผาที่ 20 ปี

รายการ	มูลค่า
ต้นทุน ประกอบด้วย 3 รายการ	
1. ต้นทุนคงที่ (คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน โดยคิดที่ 20 ปี)	1,598,329,548.56 บาท
2. ต้นทุนดำเนินการ (คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน โดยคิดที่ 20 ปี)	949,171,520.81 บาท
3. ต้นทุนผลกระทบวงนอก ประกอบด้วย 1 รายการ	
3.1 ต้นทุนผลกระทบวงนอกด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน	35,844.99 บาทต่อปี
ผลประโยชน์ ประกอบด้วย 5 รายการ	
1. ผลตอบแทนจากจำหน่ายไฟฟ้า	
- ช่วงโครงการปีที่ 3-8 ใช้เชื้อเพลิงซากมูลฝอย	182,920,816.52 บาทต่อปี
- ช่วงโครงการปีที่ 9-13 ใช้เชื้อเพลิงซากมูลฝอย	153,653,485.87 บาทต่อปี
- ช่วงโครงการปีที่ 14-20 ใช้เชื้อเพลิงมูลฝอยใหม่	70,066,709.40 บาทต่อปี
2. ผลตอบแทนจากค่ากำจัดมูลฝอย	
- ช่วงโครงการปีที่ 3-13 ใช้เชื้อเพลิงซากมูลฝอย	10,704,673.38 บาทต่อปี
- ช่วงโครงการปีที่ 14-20 ใช้เชื้อเพลิงมูลฝอยใหม่	13,844,164.57 บาทต่อปี
3. ผลประโยชน์ในการนำเศษเถ้าเผาใหม่ผสมบดได้เป็นวัสดุใช้งานต่อ	8,424,000.00 บาทต่อปี
4. ผลประโยชน์ในการนำเศษโลหะ เศษแก้วไปขายเป็นวัสดุรีไซเคิล	
- ช่วงโครงการปีที่ 9-13	93,810,408.71 บาทต่อปี
- ช่วงโครงการปีที่ 14-20	378,579,242.70 บาทต่อปี
5. ผลประโยชน์วงนอก ประกอบด้วย 3 รายการ	
5.1 ผลประโยชน์ในการลดค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดซื้อที่ดินใหม่ และการสร้างบ่อฝังกลบใหม่ (คิดเป็นมูลค่าปัจจุบัน โดยคิดที่ 20 ปี)	778,720,712.10 บาท
5.2 ผลประโยชน์ในการนำพื้นที่บ่อฝังกลบไปดำเนินโครงการ หรือกิจกรรมอื่น	
- ช่วงโครงการปีที่ 9-13	21,471,607.78 บาทต่อปี
- ช่วงโครงการปีที่ 14-20	30,290,107.60 บาทต่อปี
5.3 ผลประโยชน์จากการลดผลกระทบวงนอกที่เป็นต้นทุน	
- ช่วงโครงการปีที่ 14-20	1,138,459,692.34 บาทต่อปี

ที่มา: จากการวิจัย (ดู อิศรา ร่มเย็น, 2550)

3. ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ (NPV) ในการกำหนดอัตราคิดลด เป็น 12% 10% และ 8% เพื่อทำการเปรียบเทียบ NPV นั้นพบว่า กรณีรวมผลกระทบวงนอกทั้งที่เป็น ต้นทุนและผลประโยชน์ต่อสังคม มีค่าเป็นบวกทุกกรณี โดยมีค่าเท่ากับ 1.24, 1.88 และ 2.75 พันล้านบาท ตามลำดับ เช่นเดียวกับอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนหรือ BCR (benefit-cost ratio) ซึ่งมีค่ามากกว่าหนึ่งในทุกกรณี โดยมีค่าเท่ากับ 1.49, 1.67 และ 1.89 ตามลำดับ หมายความว่า การนำซากมูลฝอยเก่าจากบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุงมา ผลิตเป็นพลังงานมูลฝอยมีประสิทธิภาพในเชิงเศรษฐศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8

มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิและอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

อัตราคิดลด	มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิ (NPV)	อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR)
8%	2,749,730,590.22	1.89
10%	1,880,824,330.56	1.67
12%	1,244,414,233.21	1.49

ที่มา: จากการวิจัย (คู อริศรา ร่มเย็น, 2550)

4. ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหว การทดสอบความอ่อนไหวของโครงการเป็นการวัดดูว่า โครงการที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นยังมีความคุ้มค่าอยู่อีกหรือไม่ ถ้าผลประโยชน์และต้นทุนของ โครงการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่ดี โดยผู้วิจัยได้แยกการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี คือ กรณีใช้เตาเผา ที่ 250 ตัน ตามอัตราการเผาของเทศบาลนครภูเก็ต และกรณีเตาเผา 150 ตัน เนื่องจากที่อัตราการเผา นี้จะทำให้อัตราการเผากับปริมาณเชื้อเพลิงมูลฝอยมีความสมดุลกัน นั่นคือปริมาณซากมูลฝอยที่เป็นเชื้อเพลิงพลังงานซึ่งมีอยู่ในบ่อฝังกลบของเทศบาลทั้ง 5 แห่งจะมีอายุฝังกลบตั้งแต่ 7 ปีขึ้นไป แล้วจึงรื้อมาเผา หรือกล่าวได้ว่าเชื้อเพลิงมูลฝอยจะเป็นซากมูลฝอยเก่าทั้งหมดก่อนที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจะส่งผลดีต่อการผลิตพลังงานที่ได้รับเนื่องจากซากมูลฝอยเก่ามีความเหมาะสมสำหรับนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงมูลฝอย โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9

มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิและอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

เตาเผา 250 ต้นต่อวัน	เตาเผา 150 ต้นต่อวัน
(1) ต้นทุนเพิ่มขึ้น 5%-30% ผลประโยชน์คงที่	(1) ต้นทุนเพิ่มขึ้น 5%-30% ผลประโยชน์คงที่
(2) ต้นทุนคงที่และผลประโยชน์เพิ่มขึ้น 5%-30%	(2) ต้นทุนคงที่และผลประโยชน์เพิ่มขึ้น 5%-30%
(3) ต้นทุนคงที่และผลประโยชน์ลดลง 5%-30%	(3) ต้นทุนคงที่และผลประโยชน์ลดลง 5%-30%
(4) ต้นทุนเพิ่มขึ้น 5%-30% ผลประโยชน์ลดลง 5%-30%	(4) ต้นทุนเพิ่มขึ้น 5%-30% ผลประโยชน์ลดลง 5%-30%
ผล: เป็นบวกทุกกรณี ยกเว้นต้นทุนเพิ่ม 20% ผลประโยชน์ลด 20%	ผล: เป็นบวกทุกกรณี ยกเว้นต้นทุนเพิ่ม 20% ผลประโยชน์ลด 20%

ที่มา: จากการวิจัย (ดู อริศรา ร่มเย็น, 2550)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์

(1) การกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า ในบทความนี้ที่กำหนดใช้เตาเผาที่มีกำลังการเผา 250 ต้นต่อวัน ดังนั้นหากเทศบาลต้องการนำระบบกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาไปใช้แทนระบบบ่อฝังกลบและเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงมากเมื่อเทียบกับระบบกำจัดแบบบ่อฝังกลบที่ใช้กันอยู่เดิม เทศบาลอาจปรับลดต้นทุนให้เหมาะสม โดยอาจจะปรับกำลังของเตาเผาให้มีขนาดเล็กลง เช่น กำลังการเผาที่ 120 ต้นต่อวัน หรือ 150 ต้นต่อวัน โดยพิจารณากำลังของเตาเผาให้เหมาะสมกับปริมาณมูลฝอยในพื้นที่ของเทศบาลและเหมาะสมตามงบประมาณในการลงทุนได้ เพื่อที่จะได้นำงบประมาณที่เหลือไปพัฒนาในด้านอื่นๆ เทศบาลนครสงขลานั้นจะพิจารณาแนวทางในการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผา เพื่อผลิตพลังงานมูลฝอย ถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายของระบบเตาเผาสูงมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบผลประโยชน์ทางอ้อมที่เกิดขึ้นกับสังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นผลประโยชน์ที่ไม่เป็นตัวเงิน (intangible benefits) กลับพบว่าผลประโยชน์วงนอกสูงกว่าผลกระทบวงนอกเชิงลบ

(2) ที่กำลังการเผา 250 ต้นต่อวัน จะเห็นว่าปริมาณมูลฝอยจากทั้ง 5 เทศบาลไม่เพียงพอต่อกำลังการเผาของเตาเผา หมายความว่า ยังสามารถรองรับมูลฝอยจากเทศบาลอื่นๆ ได้อีก เทศบาลควรที่จะดึงเทศบาลอื่นๆ เข้ามาใช้บริการจากเตาเผาได้อีก ดังนั้นควรมีการพัฒนาความร่วมมือระหว่างหน่วยงานในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดการมูลฝอยในพื้นที่รับผิดชอบของตนเอง

และเป็นความร่วมมือระหว่างท้องถิ่นที่มีความสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่เกี่ยวข้องกับนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมอีกด้วย หากเทศบาลนครสงขลาพัฒนาความร่วมมือกับอีก 4 เทศบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ย่อมสามารถนำไปสู่นโยบายศูนย์กำจัดมูลฝอยรวมหรือระบบบำบัดน้ำเสียรวม ซึ่งจะทำให้การอุดหนุนของรัฐบาลสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

(3) อัตราค่ากำจัดมูลฝอย 200 บาทต่อตัน ซึ่งอัตรานี้เป็นเพียงหนึ่งในสี่ส่วนของค่าใช้จ่ายจริงจากอัตราค่ากำจัดมูลฝอยที่ต่ำกว่าความเป็นจริงอาจก่อให้เกิดปัญหาได้ เนื่องจากประชาชนเข้าใจว่าค่าใช้จ่ายนี้ครอบคลุมค่าใช้จ่ายในการบำบัดและกำจัดมลพิษแล้ว จึงทำให้ผู้ก่อมลพิษไม่ได้ตระหนักของปัญหามูลฝอยเท่าที่ควร ดังนั้นเทศบาลควรสร้างแรงจูงใจโดยใช้มาตรการทางเศรษฐศาสตร์ โดยให้หลักการผู้สร้างปัญหามลพิษควรเป็นผู้รับภาระในการบำบัดและกำจัดมลพิษ (P-P-P: Polluter Pays Principle) ที่ให้ความสำคัญในการผลักดันให้ผู้ก่อมลพิษต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่าย ใ้ร่วมกับหลักการการป้องกันล่วงหน้า (Prevention Principle) ที่ให้ความสำคัญการป้องกันการกำเนิดมลพิษตั้งแต่เริ่มต้น

(4) เทศบาลนครสงขลาควรพิจารณาลงทุนสร้างโรงงานคัดแยกมูลฝอย การแยกมูลฝอยนำไปขายเป็นวัสดุรีไซเคิลนอกจากเป็นการสร้างรายได้แล้ว ยังเป็นการลดปริมาณมูลฝอยที่จะนำเข้าเตาเผา หากไม่มีการคัดแยกมูลฝอย จะทำให้ปริมาณมูลฝอยจากทั้ง 5 เทศบาล ที่นำเข้ามากำจัดยังโรงเตาเผาของเทศบาลนครสงขลาเกินขีดความสามารถในการ โดยควรณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนมีความเข้าใจที่ถูกต้องว่าวัสดุประเภทใดบ้างที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ การคัดแยกมูลฝอยจึงเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของโรงเตาเผามูลฝอยได้อีกทางหนึ่งด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

(1) ควรมีการทำวิจัยในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การประเมินมูลค่าผลประโยชน์ที่ได้จากการผลิตพลังงานมูลฝอยมีความถูกต้องมากขึ้น ผู้วิจัยเสนอให้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของซากมูลฝอยเก่าในบ่อฝังกลบของทั้ง 5 เทศบาล ที่จะนำซากมูลฝอยมาเป็นเชื้อเพลิงพลังงาน เพื่อให้ได้ค่าความร้อน ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ ปริมาณเถ้า และค่าพลังงานของสารอินทรีย์ในมูลฝอย นอกจากนี้ยังควรที่จะศึกษาอย่างละเอียดลงไปอีกว่า ระยะเวลาการฝังกลบในช่วงปีต่างๆ จะส่งผลต่อค่าพลังงานที่ได้รับอย่างไร และช่วงระยะเวลาการฝังกลบนานแค่ไหนถึงจะให้ค่าพลังงานมูลฝอยที่ดีที่สุด

(2) ควรมีการศึกษาระบบบ่อฝังกบมูลฝอยในส่วนที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาลที่มีดำเนินการอยู่ทั้งหมดในพื้นที่จังหวัดสงขลา เนื่องจากสามารถที่จะนำซากมูลฝอยจากบ่อฝังกบเหล่านั้นเข้ามาเป็นเชื้อเพลิงมูลฝอยได้ นอกจากนี้ด้วยอัตราการเผาของเตาเผาที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ พบว่ายังมีความสามารถในการรับปริมาณซากมูลฝอยเพิ่มเติมได้อีก ดังนั้นการนำซากมูลฝอยจากบ่อฝังกบอื่นๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่จังหวัดสงขลา จะช่วยให้ค่าขนส่งมูลฝอยที่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับต้องขนส่งจากจังหวัดพัทลุง และยังสามารถช่วยแก้ปัญหาผลกระทบจากบ่อฝังกบที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาลต่อสิ่งแวดล้อมและประชาชนในบริเวณใกล้เคียงกับบ่อฝังกบเหล่านั้นได้อีกทางหนึ่ง และสามารถผลิตพลังงานมูลฝอยได้เพิ่มเติมอีกด้วย

(3) ในการวิจัยครั้งต่อไป หากเทศบาลนครสงขลาจะมีการดำเนิน โครงการกำจัดมูลฝอยแบบเตาเผาเพื่อผลิตพลังงานจริง สมควรอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาบริบททางสังคมในการยอมรับระบบกำจัดแบบเตาเผา เพื่อศึกษาทัศนคติ ความคิดเห็น การยอมรับหรือการคัดค้านจากประชาชน เนื่องจากภาคประชาชนมีส่วนสำคัญที่สุดที่เป็นทั้งผู้รับประโยชน์และผู้เสียประโยชน์ในสังคม

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547. “การกำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล(Sanitary landfill)”, <http://infofile.pcd.go.th/waste/Landfills.pdf> [28 พฤศจิกายน 2548]
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2539. รายงานฉบับสมบูรณ์การศึกษาความเหมาะสมการผลิตก๊าซมีเทนจากขยะชุมชน เพื่อเป็นเชื้อเพลิงพลังงาน, เสนอโดย ศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม.
- ชูชีพ พิพัฒนศิริ. 2540. เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นันทิยา สิทธิบุตร. 2542. “การประเมินมูลค่าประโยชน์ของแหล่งนันทนาการในเขตเทศบาล กรณีศึกษาสวนสาธารณะเขลางค์นครลำปาง”, วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (สำเนา)
- ชัยสิทธิ์ เถลิงมีประเสริฐ. ม.ป.ป. สถิติเพื่อนักบริหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทศบาลนครภูเก็ต. 2548. “โรงเผาขยะมูลฝอย เทศบาลนครภูเก็ต”, http://www.phuketcity.go.th/html/incinerator/pm_inc01.html [8 มิถุนายน 2549]
- ธนาคม วิรุฬห์สุนทรกุล. 2533. “การกำหนดความสูงของปล่องโรงไฟฟ้าโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์”, จุลสารสภาวะแวดล้อม. 2 (มีนาคม-เมษายน 2533), 13-19.
- ประสิทธิ์ ดงยิ่งศิริ. 2545. การวางแผนและการวิเคราะห์โครงการ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธ์. 2543. สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.

- พิณทิพย์ ศรีสมัย. 2548. “การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์ในการบริหารจัดการมูลฝอยของเทศบาลนครสงขลา”, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)
- รัชณี โพธิ์รัชต์. 2546. “การศึกษาการกำจัดขยะชุมชนด้วยการแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงทดแทน”, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิศวกรรมศาสตร์ (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (สำเนา)
- ยงยุทธ บุญจันทร์. 2544. การจัดการมูลฝอยของเทศบาลในประเทศไทย: สถานการณ์ในปัจจุบันและทิศทางในอนาคต. สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย.
- วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ นิตยา มหาผล และธีระ เกรอต. 2543. มลภาวะอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม. 2537. การศึกษาความเหมาะสมของการจัดตั้งเตาเผามูลฝอยชุมชนสำหรับพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อการพลังงาน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวรรณพร สิทธิถาวรทรัพย์. 2542. “ความสามารถในการหมุนเวียนใช้ใหม่ของกากเสียจากพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยของเทศบาลเมืองสงขลา เพื่อนำมาเป็นวัสดุปิดกลบมูลฝอย” , วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2549. “สภาวะเศรษฐกิจและสังคมประจำปี 2549”. กรุงเทพฯ. (สำเนา)
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16. 2548. “รายงานการแบ่งพื้นที่เพื่อรองรับการจัดตั้งศูนย์จัดการมูลฝอย ในพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16”. สงขลา. (สำเนา)
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม: มปป. 2540. หนังสือคู่มือการทำงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพฯ.

- สินีนากู พวงมณี. 2547. “การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำถ้ำลอยจากเตาเผามูลฝอยชุมชน จังหวัดภูเก็ตมาทำเป็นคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก”, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร-มหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)
- อริศรา ร่มเย็น. 2550. “การประเมินทางเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการนำซากมูลฝอยเก่าจากบ่อฝังกลบบ่อฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลมาผลิตเป็นพลังงานมูลฝอย ในพื้นที่จังหวัดสงขลา และจังหวัดพัทลุง”, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อุรรัตน์ วรรณะจิตติกุล. 2543. “การวิเคราะห์อัตราการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการมูลฝอยจากการเปรียบเทียบต้นทุนในการจัดการมูลฝอย โดยการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และการเผาแบบใช้เตาเผาของเทศบาลนครเชียงใหม่”, วิทยานิพนธ์บัญชีมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (สำเนา)
- B. A/K. Abu-Hijleha, M. Mousaa, R. Al-Dwairia, M. Al-Kumoosa and S. Al-Tarazi. 2004. “FEASIBILITY STUDY OF A MUNICIPALITY SOLIDWASTE INCINERATION PLANT IN JORDAN”, *Journal of Mechanical Engineering*, S0196-8904(98)00010-7.
- Carlo Collivignarelli and Sabrina Sorlini. 2002. “Reuse of municipal solid wastes incineration fly ashes in concrete Mixture”, *Journal of Waste Management*, 22(2002), 909-912.
- Hans Tammemagi. 1999. *The waste crisis Landfills, Incinerations, and the Search for a Sustainable Future*. New York Oxford University.
- Larry L. Anderson and David A. Tillman. 1977. *Fuels From Waste*, Academic New York San Francisco London.
- Nair, I., M.G. Morgan, and H.K. Florig. 1989. Biological Effects of Power Frequency Electric and Magnatic Fields: *Background Paper*. Washington, D.C: US Congress, office of Technology Assessment.

Rowe, R.D. S. Bernow, L.A. Brid, J.M. Callaway, L.G.Chestnut, M.M.Eldridge, C.M. Lang, D.A. Latimer, 1994. "New York State Environmental Externality Cost Study. Report 2: Methodology."

Tchobanoglous, G.; Theisen, H. And Vigil, S. 1993. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*, United States: McGraw-Hill.