# โมเดลการจัดการขยะชุมชน อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี*

**จุรีรัตน์ ไชยจิตร** ** **ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช** ***

## บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาขยะชุมชนล้นเมืองให้กับเทศบาลเมืองเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยกำหนดเป้าหมาย สามารถกำจัดขยะในปัจจุบันได้หมดและสามารถรองรับขยะที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตได้ ด้วยต้นทุนและผลตอบแทนที่เหมาะสม เกิดประโยชน์สูงสุดต่อชุมชนในภาพรวม และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ผลการศึกษาพบว่า ณ สภาวะปัจจุบัน (เดือน เมษายน ปีพ.ศ. 2555) ปัญหาขยะอำเภอเกาะสมุยมีความรุนแรงมาก เนื่องจากเตาเผาที่มีอยู่ใช้งานไม่ได้ทั้ง 2 เตา มีขยะกองรวมรอการกำจัดอยู่กว่า 15,000 ตัน ขณะที่ปริมาณขยะเพิ่มขึ้นทุกวันกว่าวันละ 168 ตัน ปัจจุบันกำจัดโดยการฝังกลบซึ่งไม่สามารถฝังได้หมดและยังไม่ถูกสุขลักษณะ จึงส่งผลกระทบต่อดินและน้ำบาดาลบริเวณใกล้เคียง รวมถึงการปล่อยน้ำชะขยะลงสู่คลองธรรมชาติ เช่น คลองมะเร็ต ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาวะของชุมชนในที่สุด จึงได้นำเสนอแนวทางการจัดการขยะชุมชนแบบครบวงจร โดยคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง ขยะเปียกจะถูกคัดแยกลงหลุมฝังกลบเพื่อผลิตแก๊สชีวภาพ ส่วนขยะแห้งที่รีไซเคิลไม่ได้จะถูกส่งไปทำเชื้อเพลิงขยะอัดแท่งแข็ง (RDF) และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงนำเสนอการสร้างโรงไฟฟ้าโดยใช้เชื้อเพลิง RDF ร่วมกับแก๊สชีวภาพจากขยะชุมชนดังกล่าว ทั้งนี้หากประเมินจากปริมาณขยะปัจจุบันวันละ 168 ตัน จะสามารถผลิตไฟฟ้าด้วยกำลังการผลิต 1.5 เมกกะวัตต์ อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการรองรับการขยายตัวในอนาคต จึงเสนอสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 3.0 เมกกะวัตต์ ด้วยต้นทุนในการก่อสร้างอยู่ที่ประมาณ 310 ล้านบาท หากประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น โดยกำหนดขายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 1.4 เมกกะวัตต์สุทธิ ในราคาหน่วยละ 2.50 บาท พบว่าโครงการจะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 32 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน 1.37 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าเท่ากับร้อยละ 17 และมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 6 ปี ซึ่งนอกจากความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์แล้ว ยังได้รับผลตอบแทนด้านความมั่นคงของแหล่งพลังงาน ตลอดจนพัฒนาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมในชุมชนอีกด้วย

**คำสำคัญ :** โมเดลการจัดการขยะชุมชน แก๊สชีวภาพจากขยะ เชื้อเพลิง RDF

---

* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

** นิสิตมหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*** รองศาสตราจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และ รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# Model for Municipal Solid Waste Management of Koh Samui District, Surattani Province*

**Jureerat Chaiji**** **Dawan Wiwattanadate*****

**Abstract**

This article is a part of study on how to solve the problem of Municipal solid waste of Koh Samui District, Surat Thani province. The objective is to totally get rid of existing Municipal solid waste and to reduce increasing garbage disposal in the future, with effective cost and benefit to the community as a whole minimizing the environment impacts.

This study shows that at present ( April 2012) the problem of Municipal solid waste in Koh Samui has become intense due to the malfunctioning of the 2 existing incinerator, that were used to eliminate garbage of about 15,000 tons and this return increase the quantity of garbage 168 ton per day. Nowadays, burying of garbage which is not good management affected the soil and underground water in neighborhood including poor drainage leachate in the Maret canal has impacted on well-being in the community. An approach of effectively getting rid of garbage is by separating the garbage that comes from the origin. This is done by burying the separated waste garbage to reduce biogas and garbage that cannot be recycled will be separated to produce RDF. For maximum benefit, the suggestion should be the power plant contraction which RDF together with biogas from the garbage as mentioned above. Estimating the quantity of increasing garbage of 168 tons when recycled can generate electricity of about 1.5 megawatts.

However, in order to support it future expansion power plant construction of 3.0 megawatts in singe are being interlude the amount of using low cost power plant construction is about 310 Million Baht. However, evaluating income according to fundamental economic by selling electricity to the Regional

---

* This Article is Part of Thesis Master of Sciences Energy Technology and Management Program, Graduate School, Chulalongkorn University.

** Master Student of Energy Technology and Management Program, Graduate School, Chulalongkorn University.

*** Associate Professor at Faculty of Engineering and Deputy Director of Energy Research Institute, Chulalongkorn University.

Electricity generation authority for 1.4 Megawatts net or 2.5 Baht per unit. It was found that the project could cost approximately 32 million Baht, and the proportion of the profit per cost could be 1.37. The projects earning income will be equivalent to 17% and will have cost refund period of 6 years. That is not only withstanding the economical return but also obtaining the stability of power sources as well as the quality of life in the community and it's environment.

**Key words :** Models of getting rid of community garbage**;** Biogas from the garbage**;** RDF fuel

## บทนำ

ปัจจุบันปัญหาปริมาณขยะล้นเมืองและยากต่อการจัดการมีความรุนแรงทั่วประเทศ ทางเลือกในการจัดการขยะที่ได้ผลจริงและได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ คือ การผลิตพลังงานทดแทนจากขยะชุมชน (Waste-to-Energy) ซึ่งนอกจากจะได้พลังงานไฟฟ้าใช้ภายในชุมชุมหรือภายในโรงงานแล้ว ยังสามารถเชื่อมต่อเข้าสายส่ง ขายพลังงานไฟฟ้าให้การไฟฟ้าภูมิภาค สร้างรายได้ให้กับชุมชนหรือหน่วยงานภาครัฐระดับท้องถิ่น โดยกรณีขยะชุมชนซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยขยะอินทรีย์ซึ่งเหมาะแก่การผลิตแก๊สชีวภาพขณะเดียวกันก็จะมีขยะจำพวกสารอนินทรีย์ซึ่งไม่สามารถย่อยสลายและไม่สามารถเผาไหม้ได้ จำเป็นต้องคัดแยกออกตั้งแต่ต้น ก่อนป้อนขยะเข้าสู่กระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ

อย่างไรก็ตามขยะอินทรีย์บางประเภทโดยเฉพาะขยะพลาสติก ซึ่งไม่สามารถย่อยสลายได้แต่สามารถเผาผลิตความร้อนทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล จากนั้นนำความร้อนที่ได้มาผลิตไอน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าต่อไป จากข้อมูลที่เผยแพร่ทั่วไปพบว่าปริมาณของขยะที่คัดแยกแล้ว 100 ตันต่อวัน จะสามารถสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1 เมกะวัตต์ ขณะที่ปัจจุบันประเทศไทยมีขยะเฉลี่ยสูงถึง 40,000 ตันต่อวัน[1]และมีศักยภาพที่จะนำมาคัดแยกเพื่อแปรรูปขยะบางส่วนไปเป็นพลังงานได้ อีกทั้งกระทรวงพลังงานมีแนวทางส่งเสริมการผลิตพลังงานทดแทนจากขยะโดยการเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าของโครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะ โดยรับการสนับสนุนจากกองทุนอนุรักษ์พลังงาน เพื่อสนับสนุนงานวิจัยและการพัฒนา พร้อมทั้งสนับสนุนการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนและชุมชนในการคัดแยกขยะเพื่อให้เหมาะกับการนำมาผลิตพลังงาน เมื่อโครงการนี้เกิดขึ้นจะสามารถช่วยแก้ไขสาเหตุของปัญหาขยะล้นเมือง และสร้างรายได้ภายในชุมชนได้

ในเกาะสมุยก็เช่นเดียวกัน ปัญหาขยะมีความรุนมาก มีขยะรอการกำจัดสูงถึง 15,000 ตัน จากปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของเศรษฐกิจและการท่องเที่ยว ส่งผลให้เตาเผาขยะที่มีอยู่ไม่เพียงพอ ปัญหาด้านการจัดเก็บไม่มีปัญหา สิ่งที่มีปัญหา คือ การกำจัด และประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องเนื่องจากมีผลกระทบกับการดำรงชีพของประชาชน ในขณะเดียวกันเกาะสมุยใช้การกำจัดขยะโดยการเผา ในกระบวนการเผากำจัดขยะนั้นมีลมร้อนที่ได้จากการเผาขยะซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 1,000 องศาถูกปล่อยทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าปัจจุบัน (ปี พ.ศ.2554) ขยะที่เกิดขึ้นในอำเภอเกาะสมุยมีประมาณวันละ 150 ตัน [2]หากนำมาผลิตไฟฟ้าจะสามารถผลิตได้ 1.5 เมกกะวัตต์ ซึ่งคิดเป็น 1% ของปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าทั้งเกาะสมุย ดังนั้นจึงได้ศึกษาความเหมาะสมของการจัดการขยะในเกาะสมุยโดยนำข้อมูล

[1]กรมควบคุมมลพิษ. (2551). **เกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางจัดการ ขยะมูลฝอยชุมชน.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

[2] รายงานการจัดการขยะ กองช่างสุขาภิบาล เทศบาลเมืองสมุย จ.สุราษฎร์ธานี

ปัญหาที่เกาะสมุยกำลังประสบอยู่ทุกด้านมาศึกษาเปรียบเทียบจากข้อมูลทางวิชาการและศึกษาจากกรณีศึกษาด้านการจัดการของสถานที่อื่นที่ประสบปัญหาเช่นเดียวกับอำเภอเกาะสมุย ซึ่งสามารถรวบรวมและสรุปแนวทางการจัดการขยะชุมชนจากทั่วประเทศได้ทั้งสิ้น 6 รูปแบบ และนำรูปแบบทั้ง 6 รูปแบบมาศึกษาเปรียบเทียบในด้านหารูปแบบที่เหมาะสมกับเกาะสมุย โดยพิจารณาในการแก้ไขปัญหาได้อย่างยั่งยืน

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการขยะชุมชนที่เหมาะสมและยั่งยืน สำหรับเทศบาล อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการจัดสร้างโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะและแก๊สชีวภาพจากขยะในเกาะสมุย ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจให้กับทางเทศบาลเมืองสมุยหรือบริษัทเอกชนที่สนใจ

3. นำเสนอโมเดลการจัดการขยะชุมชนอย่างยั่งยืน เพื่อเป็นกรณีศึกษาให้กับหน่วยงานหรือเทศบาลอื่นๆที่ประสบกับปัญหาทำนองเดียวกัน

## ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้

1.1 เทคโนโลยีการจัดการขยะชุมชน

1.2 การผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงขยะ

1.3 โครงการศึกษาและสาธิตการผลิตไฟฟ้า/ความร้อนจากขยะชุมชนทั่วประเทศ

1.4 ทฤษฎีและหลักการการศึกษาความเป็นไปได้ของการจัดตั้งโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงขยะ

2. ลงพื้นที่เก็บข้อมูลสำรวจสภาพปัญหาต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลด้านเทคนิคของโรงเผาขยะ

2.2 ข้อมูลการจัดการขยะปัจจุบัน

2.3 ข้อมูลด้านปัญหาที่ประสบอยู่ในปัจจุบัน

2.4 ชนิดและปริมาณของขยะที่มีอยู่

2.4 นโยบายและแผนการบริหารจัดการของทางเทศบาล อำเภอเกาะสมุย

3. เก็บตัวอย่างขยะเพื่อส่งทดสอบสมบัติทางกายภาพ

4. นำข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่มาวิเคราะห์และสร้างโมเดลเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาขยะ ที่เหมาะสมกับเกาะสมุย ตามหลักการจัดการขยะอย่างยั่งยืน

5. นำผลการศึกษาที่ได้มาศึกษาความเป็นไปได้

ศึกษาความเป็นไปได้ของการจัดสร้างโรงไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะด้านต่างๆดังต่อไปนี้

5.1 ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินดังรายละเอียดต่อไปนี้

- นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าเชื้อเพลิงขยะ (Adder/Feed in Tariff for VSPP)
- วิเคราะห์ต้นทุนการจัดสร้างโครงการ
- วิเคราะห์ต้นทุนดำเนินโครงการ
- วิเคราะห์สภาพคล่องทางการเงิน
- จุดคุ้มทุนโครงการ
- วิเคราะห์ต้นทุนการใช้เชื้อเพลิงขยะในการผลิตไฟฟ้า

5.2 ด้านวิศวกรรม

- เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงขยะ
- วิศวกรรมการจัดการขยะ

5.3 ความเป็นไปได้ในการบริหารและดำเนินโครงการ

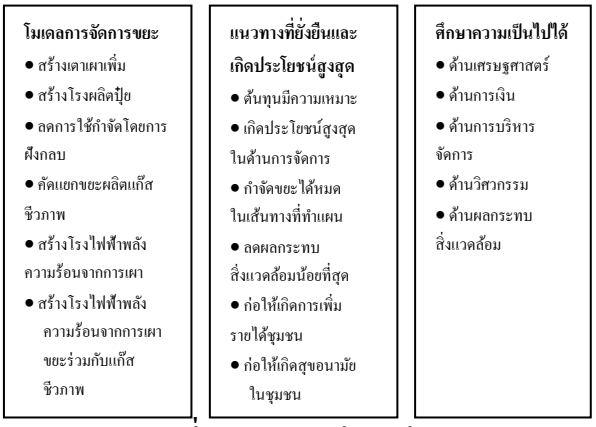
5.4 สมบัติกายภาพเชื้อเพลิงด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ความชื้น
- เถ้า
- ไนโตรเจน
- คาร์บอน
- ไฮโดรเจน
- ค่าความร้อน

5.5 ด้านผลกระทบด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

- ผลกระทบจากการจัดสร้างโรงไฟฟ้าในชุมชน
- ผลกระทบจากการผลิตไฟฟ้าเชื้อเพลิงขยะ
- วิเคราะห์หาสาเหตุและเสนอแนะแนวทางป้องกันและแก้ไขหรือสรุปได้ตามรูปภาพ

**ภาพที่ 1 แสดงโมเดลทั้ง 6 แบบ**

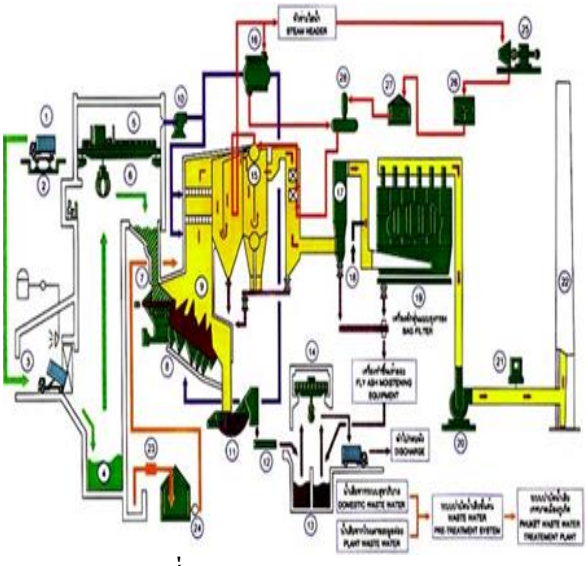



**ภาพที่ 2 แสดงระเบียบวิธีวิจัย**

## ผลการศึกษา

### เตาเผาขยะเทศบาลสมุย

ปัจจุบันโรงเผาขยะของเทศบาล อำเภอเกาะสมุย ใช้เตาเผาแบบตะกรับชนิดเคลื่อนที่ได้ ซึ่งใช้หลักการในการเผาไหม้ที่ให้อากาศเกินพอ โดยอุณหภูมิภายในเตาประมาณ 850-1,200 องศาเซลเซียล เป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก เหมาะสำหรับใช้กับขยะมูลฝอยที่มีปริมาณมาก ประมาณ 70 ตันต่อวันขึ้นไป มีทั้งหมด 2 เตาสามารถเผาขยะได้วันละ 140 ตัน การทำงานเริ่มจากรถเก็บขนขยะมูลฝอยมาถ่ายเทลงบ่อรับขยะมูลฝอย จากนั้นเครนหรือก้ามปูทำหน้าที่ในการตักและป้อนขยะมูลฝอยเข้าสู่ช่องเตาเผาด้วยแรงโน้มถ่วง ซึ่งมีตะกรับอยู่เพื่อทำหน้าที่เคลื่อนขยะให้ผสมกัน และกระจายตลอดทั่วเตาเผา ทำให้การเผาไหม้ขยะมูลฝอยเป็นไปได้อย่างทั่วถึง



**ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการเผาขยะ**

**ความร้อน**ที่ได้สามารถนำกลับมาเป็นพลังงานและนำไปใช้ประโยชน์ได้

**เถ้า**ที่ได้จากการเผาไหม้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เถ้าหนัก คือ เถ้าที่เหลืออยู่กับเตาเผา (Bottom Ash) และเถ้าลอย (Fly Ash) คือ เถ้าที่ลอยปะปนไปกับอากาศเสีย

- เถ้าหนักจะถูกลำเลียงไปยังบ่อรับเถ้า
- เถ้าลอยจะปนไปกับอากาศเสียเข้าสู่ระบบบำบัดอากาศ ซึ่งนิยมใช้ชุดถุงกรอง (Bag Filter) หรือเครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator) ก่อนที่จะระบายออกสู่บรรยากาศภายนอก

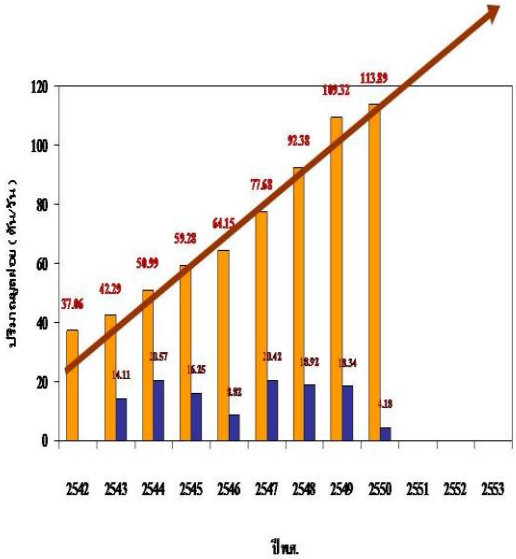
**ข้อมูลด้านปัญหาที่ประสบอยู่ในปัจจุบันปัญหาเบื้องต้นที่จะเกิดขึ้นกับโรงเผาขยะมูลฝอยเทศบาลเมืองเกาะสมุย**

1.ปัญหาจากการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรทำให้ประสิทธิภาพการเผาไม่เต็มที่

2.เตาเผาเสียเป็นเวลานานทำให้มีขยะกองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้มีขยะรอการเผาอยู่ถึงกว่า 15,000 ตัน แสดงในภาพที่ 4

3. ปัญหาจากปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มมากขึ้นในอัตราส่วนที่สูง เตาเผาที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถเผาได้หมด เนื่องจากขยะในปัจจุบัน มีปริมาณวันละ 168 ตัน[3] แต่เตาเผาสามารถเผาได้ 140 ตัน แสดงในภาพที่ 5

**ภาพที่ 4 แสดงกองขยะเทศบาลในอำเภอเกาะสมุย**[4]




**ภาพที่ 5 แสดงปริมาณขยะมูลฝอยและการพยากรณ์**

[3] รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2551.

[4] บันทึกภาพ วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2554

**โดยผลการนำข้อมูลและกรณีศึกษามาวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้**

**รูปแบบที่ 1** สร้างเตาเผาเพิ่มเติม

สามารถลดมูลฝอยได้ประมาณร้อยละ 80-90 เถ้าที่เหลืออาจนำไปฝังกลบหรือใช้ประโยชน์ได้ ยังต้องใช้พื้นที่ในการฝังกลบ มีสารพิษที่เกิดจากระบบที่ต้องมีระบบกำจัด เช่น แก๊สและโลหะหนักในเถ้า สามารถนำพลังงานความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ผลิตกระแสไฟฟ้า ปัจจุบันสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพิ่มมากขึ้น ต้องลงทุนในการสร้างโรงเผามูลฝอย (สูงกว่าโรงผลิตปุ๋ย) ปัจจุบันสมุยมีเตาเผาอยู่แล้วทั้งสิ้น 2 เตากำลังการผลิตสามารถเผาได้เต็มกำลังสูงสุดอยู่ที่ 140 ตัน ซึ่งไม่สามารถกำจัดขยะได้หมดเพราะขยะสมุยในปัจจุบันมีปริมาณขยะอยู่ที่ 168 ตันต่อวัน

**สำหรับเกาะสมุย** นอกจากขยะรายวันแล้วยังมีขยะที่กองรอการกำจัดอีกกว่า 15,000 ตัน และน้ำชะขยะอีกหลายหมื่นลูกบาศก์ลิตรที่หมักหมม และปล่อยทิ้งลงแม่น้ำลำคลองโดยไม่ได้บำบัด เนื่องจากเตาเผาขยะเสียมากว่า 2 ปีแล้ว ทำให้ปัจจุบันสถานการณ์มีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ รวมถึงปัญหามลพิษทางดินและทางน้ำ ทำให้น้ำบาดาลในเกาะไม่สามารถใช้ได้ในรัศมี 10 กิโลเมตรรอบกองขยะ ดังนั้นหากจะสร้างเตาเผาเพิ่มจะต้องซ่อมเตาเผาที่มีอยู่ก่อน และจัดสร้างเพิ่มอีก 1 เตา รวมเป็น 3 เตาจะสามารถเผาได้วันละ 210 ตันสามารถเผาได้หมดในแต่ละวัน ปัจจุบันซึ่งมีอยู่ประมาณ 168 ตันต่อวัน และรองรับการขยายตัวและเพิ่มขึ้นของขยะได้อีกในอนาคต 4-5 ปี แต่จะส่งผลกระทบต่อสภาวะอากาศในส่วนของการเกิดมลพิษจากการเผาและการเกิดเถ้าหนักและที่สำคัญอีกประการคือจะเกิดพลังงานความร้อนปล่อยทิ้งรวมทั้งสิ้นประมาณ 3,000 องศาเซลเซียส และพฤติกรรมการทิ้งขยะไม่แยกชนิด ทำให้ขยะเปียกถูกรวมมาเผาด้วย ประสิทธิภาพเตาเผาลดลงทำให้ระยะเวลาการใช้งานเตาเผาลดลง ต้องใช้งบประมาณเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 100 ล้านบาท ในการก่อสร้างเตาเผาเพิ่มเติม จะต้องเลือกใช้เตาเผาประสิทธิภาพสูงดังต่อไปนี้

**1.Incineration** เป็นเทคโนโลยีที่ใช้เผาขยะในเตาเผาที่ได้ออกแบบมาเป็นพิเศษ เพื่อให้เข้ากับสมบัติของขยะชุมชน คือ ขยะมีความชื้นสูงและมีค่าความร้อนไม่แน่นอน (แปรผันตามฤดูกาล) ขยะจะถูกเผาไหม้โดยป้อนอากาศเข้าโดยตรง เป็นที่นิยมใช้กันมานานและให้ผลค่อนข้างดี

**2.Gasification และ Paralysis** เป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับการพัฒนาขึ้นมา โดยมีข้อดีในด้านการกำจัดมลภาวะที่เกิดจากการเผาได้ดี

**3.Plasma Arc** เป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่แพร่หลายอยู่ในระหว่างการพัฒนาการกำจัดขยะโดยการเผาทำลายด้วยความร้อนนี้เป็นวิธีการที่จะทำให้ได้พลังงานกลับคืนมาในรูปของความร้อนซึ่งสามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าการกำจัดขยะแบบอื่นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาเลือกใช้การกำจัดขยะวิธีนี้ คือ ค่าความร้อนของขยะมูลฝอยที่จะส่งเข้ากระบวนการเผา ซึ่งโดยทั่วไปควรมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 2,150 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม หากต่ำกว่าต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มสูงขึ้น และต้องคำนึงถึงปริมาณขยะที่เผาไหม้เพียงพอสำหรับแต่ละเทคโนโลยี โดยเน้น

เฉพาะเทคโนโลยี incineration เท่านั้น เพราะมีรูปแบบเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อน และมีการใช้งานได้ผลดีมานาน ในประเทศไทยมีการติดตั้งใช้งานแล้วสองแห่ง คือ ที่จังหวัดภูเก็ต และเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

**รูปแบบที่ 2** สร้างโรงงานผลิตปุ๋ย

สามารถลดมูลฝอยได้ประมาณร้อยละ 15-20 จึงมีมูลฝอยเหลือที่ต้องกำจัดโดยวิธีอื่น สามารถนำปุ๋ยไปใช้ประโยชน์ได้ (อาจมีปัญหาด้านการขนส่งและการใช้ประโยชน์) อาจมีปัญหาด้านการปนเปื้อนสารพิษในปุ๋ย เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีการแยกมูลฝอยที่เป็นพิษออกจากมูลฝอยชุมชน ต้องลงทุนในการสร้างโรงผลิตปุ๋ย (สูงกว่าโรงคัดแยก) ปัจจุบันมี 2 แห่งที่กรุงเทพมหานคร ขนาด 1,000 ตันต่อวัน (เอามูลฝอยที่กองเก็บไว้มาผลิตเป็นปุ๋ย) เทศบาลนครระยอง ขนาด 60 ตันต่อวัน

**สำหรับเกาะสมุย** ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง เนื่องจากสมุยมีขยะมากอาจเรียกได้ว่าเกินเยียวยา และจะมีขยะเหลือจากการทำปุ๋ยอีกประมาณ 130 ตันต่อวันจะต้องกำจัดวิธีอื่นหากจะเลือกการสร้างโรงงานทำปุ๋ยจะต้องมีการวางแผนอื่นร่วมด้วยเพื่อกำจัดขยะส่วนที่เหลือ

**รูปแบบที่ 3** ลดการใช้ คัดแยกและกำจัดโดยการฝังกลบ

**การคัดแยก และลดการใช้** สามารถลดมูลฝอยได้ประมาณร้อยละ 15-20 (ถ้าคัดแยกมูลฝอยจากการเก็บขนแบบรวม) และยังมีมูลฝอยเหลือที่ต้องกำจัดโดยวิธีอื่น สามารถนำของเสียทิ้งแล้วกลับมาใช้ได้เพื่อเพิ่มมูลค่าของมูลฝอยเป็นการรักษาทรัพยากรธรรมชาติและประหยัดพลังงานของโลก ต้องลงทุนในการสร้างโรงคัดแยก (สูงกว่าการฝังกลบ)ปัจจุบันมีการคัดแยกมูลฝอยในระหว่างเก็บขนในครัวเรือเพียงบางพื้นที่ โดยผู้รับซื้อระบุเฉพาะวัสดุบางชนิดตั้งจุดรับวัสดุคัดแยกเป็นครั้งคราวมีโรงงานคัดแยกที่ ภูเก็ต คัดแยกโดยคน คัดแยกได้ประมาณร้อยละ 10-15 สำหรับการคัดแยกขยะเป็นการแก้ปัญหาที่ได้ผลช้าเนื่องจากต้องปรับเปลี่ยนการคัดแยกขยะ ส่วนแนวทางการลดการใช้ขยะในเกาะสมุยได้มีการดำเนินการจัดตั้งธนาคารขยะในโรงเรียนต่างๆ นำร่อง 10 โรงเรียนทั่วเกาะ แต่ก็ไม่เป็นผลแต่อย่างใดไม่สามารถลดขยะได้ และผู้คนในเกาะยังมีพฤติกรรมไม่แยกขยะทำให้ขยะเปียกถูกจัดเก็บมารวมและนำเข้าเตาเผาจึงทำให้ต้องใช้ความร้อนสูงในการเผา เตาเผาจึงเสื่อมประสิทธิภาพเร็วและทำให้เกิดแก๊สไดออกซิน ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่เหมาะสมอย่างมากที่จะนำมาใช้กำจัดขยะนับหมื่นตันที่เกาะสมุยเพราะส่งผลเสียรอบด้านต่อเกาะรวมถึงกระทบต่อภาพลักษณ์ด้านการท่องเที่ยวด้วย

**การฝังกลบ** เป็นการที่สามารถกำจัดมูลฝอยได้ 100% แต่ต้องใช้พื้นที่จำนวนมากถ้ามีมูลฝอย 10,000 ตันต่อวันต้องใช้พื้นที่ฝังกลบมูลฝอยวันละ 1 ไร่ และพื้นที่ที่ใช้ในการฝังกลบจะไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ใดๆ ได้ประมาณ 30-40 ปี ระหว่างการฝังกลบมีปัญหาด้านกลิ่น แมลง การปนเปื้อนน้ำใต้ดิน น้ำผิวดินและต้องลงทุนในการก่อสร้างระบบฝังกลบ

**สำหรับเกาะสมุย** หลังจากเตาเผาขยะเสียทางเทศบาลสมุยได้มีการกำจัดโดยการฝังกลบซึ่งบัดนี้ผ่านมากว่า 2 ปี ยังไม่สามารถกำจัดได้หมดเนื่องจากพื้นที่มีจำกัดแต่ปริมาณขยะมีมาก ปัจจุบัน

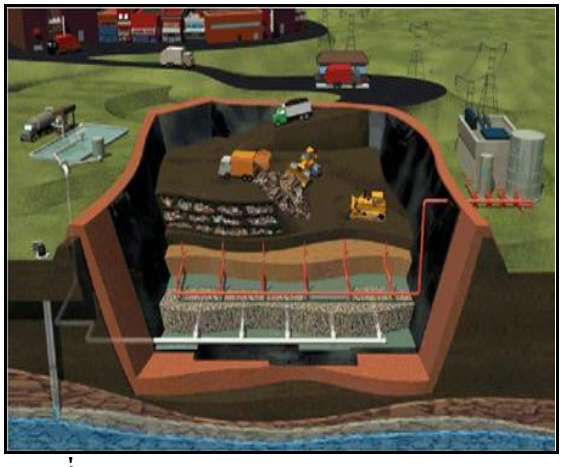
ส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง ทั้งทางดิน ทางน้ำ และอากาศ เนื่องจากปัจจุบันน้ำบาดาลในรัศมี 10 กิโลเมตรรอบกองขยะไม่สามารถใช้ได้แล้ว นอกจากนั้นยังส่งกลิ่นเหม็นและมีแมลงวันรบกวนชาวบ้านบริเวณใกล้เคียง รวมถึงน้ำชะขยะที่ไหลลงคลองมะเร็ตซึ่งเป็นคลองธรรมชาติอีกด้วย

**รูปแบบที่ 4** ผลิตแก๊สชีวภาพ

เป็นเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เป็นการพัฒนาและปรับปรุงระบบฝังกลบขยะมูลฝอย เพื่อลดการปล่อยแก๊สมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ภายในหลุมฝังกลบที่เป็นแก๊สเรือนกระจกและก่อให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกหรือภาวะโลกร้อนได้

โดยการขุดหลุมฝังกลบขนาดใหญ่โดยมากจะต้องมีความลึกตั้งแต่ 12 เมตรขึ้นไป แล้วนำขยะมาทิ้งลงไป โดยขยะจะถูกทับถมเป็นชั้นๆ อัดแน่นจนเต็มพื้นที่และจะปิดทับด้วยดินกลบปากหลุม ในส่วนที่เป็นตัวหลุมขยะจะต้องมีการปูทับด้วยแผ่นพลาสติก HDPE เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำชะขยะ (Leachate) ไหลออกสู่พื้นที่ใกล้เคียงหรือลงสู่ดิน พร้อมทั้งต้องจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ไม่ให้เกิดการทำลายสภาวะแวดล้อมข้างเคียง โดยกลุ่มประเทศที่มีการผลิตพลังงาน โดยใช้แก๊สชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยกันมาก ได้แก่ ประเทศในกลุ่มยุโรป อเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และประเทศในแถบเอเชีย เช่น เกาหลีใต้ ฟิลิปปินส์ เป็นต้น

หลักการทำงาน ขยะที่เป็นสารอินทรีย์ที่อยู่ในหลุมฝังกลบจะเกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาย่อยสลายทางชีวเคมีของขยะโดยจุลินทรีย์ช่วงแรกจะเป็นการย่อยสลายแบบใช้อากาศ จากนั้นจึงเป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งกระบวนการนี้จะทำให้ได้แก๊สมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนโตรเจน โดยปริมาณของแก๊สชีวภาพนี้ประกอบด้วยแก๊สมีเทนมากกว่า 50% จะสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงป้อนเข้าสู่เครื่องยนต์แก๊ส (Gas Engine) ซึ่งนำไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้า ได้ทั้งนี้มีการประเมินคร่าวๆว่าจะเกิดแก๊สชีวภาพประมาณ 6-18 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน ลักษณะของระบบกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้หลุมฝังกลบแสดงในภาพที่ 6



**ภาพที่ 6 แสดงลักษณะของระบบกำจัดขยะมูลฝอยโดยใช้หลุมฝังกลบ**

สำหรับประเทศไทยเองได้มีการริเริ่มโครงการนำร่องขึ้นในปี พ.ศ. 2538 โดยศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้เริ่มดำเนินโครงการบำบัดและใช้ประโยชน์จากขยะ โดยได้รับงบประมาณจากมูลนิธิชัยพัฒนา เพื่อจัดตั้งกองทุนบำบัดและใช้ประโยชน์จากขยะตามแนวพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ซึ่งมีเป้าหมายในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 650 กิโลวัตต์ จากพื้นที่ประมาณ 65 ไร่ ซึ่งอยู่ห่างจากโรงไฟฟ้าซึ่งตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน 1.7 กิโลเมตร ปัจจุบันอยู่ระหว่างการเริ่มต้นดำเนินโครงการระยะที่ 3 เพื่อเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าเครื่องที่ 1 ขนาดกำลังผลิต 435 กิโลวัตต์ ตัวอย่างการผลิตไฟฟ้าจากแก๊สชีวภาพในเขตกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน คือที่บ่อฝังกลบขยะราชาเทวะ ที่บางพลี ซึ่งมีพื้นที่ฝังกลบ 50 ไร่มีปริมาณขยะ 4-5 ล้านตัน ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1 เมกกะวัตต์ และจำหน่ายกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้เข้าสู่ระบบของ การไฟฟ้านครหลวง ตั้งแต่ต้น ปี 2549

**สำหรับเกาะสมุย** หากเลือกใช้วิธีนี้จะสามารถกำจัดขยะได้หมดแต่ต้องใช้พื้นที่มาก แต่มีขยะแห้งและพลาสติกปะปนอยู่ด้วยทำให้ไม่เกิดแก๊สชีวภาพจะต้องมีการคัดแยกทำให้เกิดต้นทุนเพิ่มมากขึ้นและไม่สามารถกำจัดขยะอื่นได้หมด

**รูปแบบที่ 5** สร้างโรงไฟฟ้าโดยใช้เชื้อเพลิง RDF

กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงขยะ(RDF) ประกอบด้วย 2 ระบบย่อย ที่เรียกว่า การบำบัดขั้นต้น (Front End ) และการบำบัดขั้นหลัง (Back End) การบำบัดขั้นต้นมีจุดประสงค์เพื่อแยกขยะมูลฝอยที่ได้รับออกเป็นส่วนที่สามารถเผาได้ และส่วนที่ไม่สามารถเผาได้ เพื่อที่จะทำเป็นวัตถุดิบสำหรับการบำบัดขั้นหลัง ส่วนการบำบัดขั้นหลังหมายถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลง RDF ให้เป็นพลังงาน ซึ่งอาจจะอาศัยเทคโนโลยีทางความร้อนหรือทางชีวภาพ (UNEP,2005) ทั้งนี้หากแบ่งตามเทคโนโลยีการผลิต RDF สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. **Mechanical Biological Treatment Plant (MBT)**

เป็นกระบวนการที่ผสมผสานกันระหว่างวิธีคัดแยกทางกลและวิธีย่อยสลายทางชีวภาพ จะพบว่า RDF เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการดังกล่าวซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการคัดแยกด้วยอุปกรณ์ทางกล กระดาษ พลาสติก เศษเสื้อผ้าจะนำไปทำ RDF ส่วนขยะอินทรีย์จำพวกเศษอาหารซึ่งมีขนาดเล็กจะนำไปเข้ากระบวนการย่อยสลายซึ่งอาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน หรือแบบไร้ออกซิเจน และสุดท้ายจะได้สารปรับปรุงคุณภาพดิน

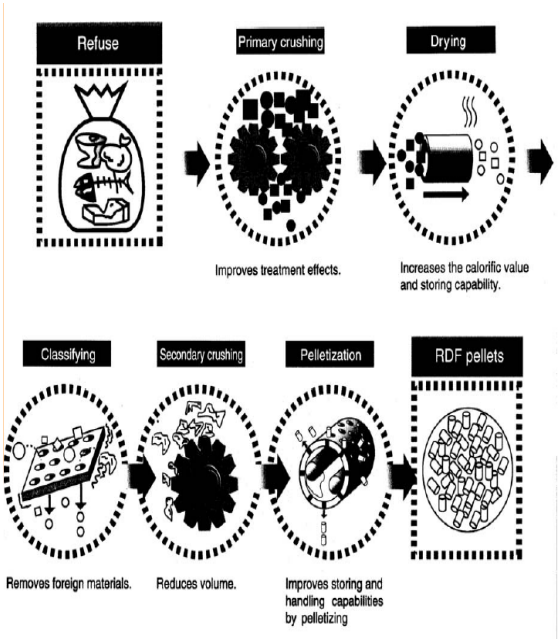
2. **Autoclaving RDF Plant**

เป็นเทคโนโลยีอีกแบบหนึ่งในการผลิต RDF คือการแทนที่ระบบคัดแยกขยะมูลฝอยทางกลด้วยไอน้ำ โดยการใช้ไอน้ำอุณหภูมิและความดันสูงพ่นเข้าไปอบขยะภายใต้เวลาและสภาวะที่เหมาะสมจะทำให้โลหะ อโลหะ พลาสติก และสารอินทรีย์แยกตัวออกจากกันหลังจากนำไปผ่านกระบวนการคัดขนาดและจะทำให้ได้ RDF และวัสดุรีไซเคิล

โดยทั่วไปการผลิต RDF จะประกอบไปด้วยหน่วยปฏิบัติการย่อย ๆ ต่อกันเพื่อที่จะแยก

ส่วนที่ไม่ต้องการออกไป ทำให้ได้คุณลักษณะ RDF ที่ต้องการ หน่วยปฏิบัติการย่อยดังกล่าว คือ การร่อน การลดขนาด การคัดแยก ทั้งส่วนที่เป็นโลหะ แก้ว รวมไปทั้งวัสดุเปียก การอบแห้ง และการอัด

หลักการทำงานของเทคโนโลยี RDF เริ่มจากการคัดแยกขยะที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (โลหะ แก้ว เศษหิน) ขยะอันตราย และขยะรีไซเคิล ออกจากขยะรวม โดยคัดแยกมูลฝอยที่มีเหล็กและอลูมิเนียม




**ภาพที่ 5 แสดงการแปรรูปเป็นแท่งเชื้อเพลิงจากขยะที่เผาไหม้ได้ (Densified RDF : RDF5)**

เป็นส่วนประกอบออกจากมูลฝอย จากนั้นจึงป้อนขยะมูลฝอยไปเข้าเครื่องสับ-ย่อยเพื่อลดขนาด และป้อนเข้าเตาอบเพื่อลดความชื้นของมูลฝอย โดยการใช้ความร้อนจากไอน้ำหรือลมร้อนเพื่ออบขยะให้แห้งซึ่งจะทำให้น้ำหนักลดลงเกือบ 50% (ความชื้นเหลือไม่เกิน 15%) และสุดท้ายจะส่งไปเข้าเครื่องอัดเม็ด (Pellet) เพื่อทำให้ได้เชื้อเพลิงขยะอัดเม็ดที่มีขนาดและความหนาแน่นเหมาะสมต่อการขนส่งไปจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิง (สัญชัย ชนะสงคราม, 2553)

**สำหรับขยะเกาะสมุย**เป็นขยะที่ไม่มีการคัดแยกมีปริมาณขยะเปียกปะปนอยู่ถึง 45% จะต้องใช้ต้นทุนเพิ่มขึ้นในการคัดแยกขยะสามารถกำจัดขยะได้หมดแต่ไม่สามารถแก้ปัญหาน้ำชะขยะได้

**รูปแบบที่ 6** สร้างโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิง RDF[5] ร่วมกับแก๊สชีวภาพ(โมเดลที่ 4+โมเดลที่5) สำหรับโมเดลแบบที่ 6 คือการจัดสร้างโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงอัดแท่งแข็งร่วมกับแก๊สชีวภาพเป็นโมเดลที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถกำจัดขยะได้หมดทั้งน้ำชะขยะและขยะเปียก ขยะแห้งต้นทุนในการก่อสร้างอยู่ในระดับที่ไม่สูงมาก สำหรับเกาะสมุยมีพื้นที่ในการจัดสร้างมากพอและเกิดประโยชน์สูงสุดเนื่องจากในการสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 1.5 เมกะวัตต์ ไฟฟ้าที่ผลิตได้จะสามารถใช้ในโรงงานได้ ส่วนที่เหลือจากการใช้ในโรงงาน สามารถจำหน่ายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้หน่วยละ 2.50 บาท โดยการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะทำสัญญารับซื้อไฟฟ้า 7 ปี (Vspp) [6]

สำหรับขยะเกาะสมุย เป็นขยะที่ไม่มีการคัดแยกมีปริมาณขยะเปียกปะปนอยู่ถึง 45%ซึ่งจะต้องใช้ต้นทุนเพิ่มขึ้นในการทำให้แห้ง ดังนั้นจะต้องมีการบริหารจัดการ ต้องคัดแยกจากต้นทางขยะเปียกเศษอาหารแยกไปยังหลุมฝังกลบเพื่อผลิตแก๊สนำมาเป็นเชื้อเพลิงส่วนร่วมกับขยะแห้ง นำมา

[5] RDF คือขยะที่นำมาอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงแข็ง

[6] Very Small Power Plant ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กขนาด 1-9 เมกกะวัตต์

อัดแท่งเพื่อเป็นเชื้อเพลิง ทำให้สามารถกำจัดขยะได้หมดและสามารถแก้ปัญหาน้ำชะขยะได้ด้วย จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าควรสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 3 เมกกะวัตต์ เพื่อรองรับการขยายตัวในอนาคตโดยต้นทุนในการก่อสร้างอยู่ที่ประมาณ 310 ล้านบาท พบว่าโครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 32 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน 1.37 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าเท่ากับร้อยละ 17 และมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 6 ปี

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาแสดงว่าโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะเทศบาลขนาดกำลังการผลิต 1 เมกะวัตต์มีความเหมาะสมในการลงทุนไม่ว่าจะพิจารณาด้านการเงิน หรือด้านเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องจึงควรที่จะให้ความสนใจในการลงทุนผลิตไฟฟ้าจากขยะเทศบาลไม่ว่าจะเป็นการผลิตไฟฟ้าเพื่อขายให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยหรือการผลิตเพื่อใช้เองในโรงไฟฟ้าก็ตาม โดยมองว่าปัญหาขยะเป็นปัญหาของประเทศที่ต้องแก้ไขซึ่งการเผาในเตานอกจากกำจัดขยะแล้วยังมีพลังงานไฟฟ้าเป็นผลพลอยได้ นอกจากนั้นยังมีข้อเสนอแนะในด้านที่เกี่ยวกับการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อมและปัจจัยทางประเพณีสังคมเพราะการดำเนินนโยบายด้านสาธารณะใดๆ ต้องศึกษาผลกระทบทางด้านต่างๆ การศึกษาก็เพื่อทราบถึงข้อดีข้อเสียอย่างจริงจัง ในกรณีของโรงไฟฟ้าที่ใช้ขยะเทศบาลมาเป็นเชื้อเพลิงนั้นต้องศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการศึกษาผลกระทบทางด้านสังคมศาสตร์ด้วย ทั้งนี้เพื่อศึกษาผลกระทบด้านต่างๆ จนกระทั่งเชื่อมั่นว่าไม่เกิดผลกระทบทางด้านลบแล้วจะต้องประชาสัมพันธ์ให้เป็นที่เข้าใจแก่สังคม โดยเริ่มจากเจ้าหน้าที่ของรัฐเองแล้วขยายไปสู่สาธารณะตามลำดับ ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงสิทธิชุมชนคือ การให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับโครงการดังกล่าวด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการต่อต้านจากชุมชนต่อนโยบายด้านสาธารณะของรัฐด้วย นอกจากนั้นยังควรศึกษาในด้านของการสร้างงานให้กับชุมชนเพื่อให้ชุมชนได้เห็นถึงประโยชน์และรายได้ที่จะเกิดขึ้นต่อชุมชนและตนเองจากการสร้างโรงไฟฟ้า

เพื่อการรองรับการขยายตัวในอนาคต เสนอแนะให้สร้างโรงไฟฟ้า ขนาด 3 เมกะวัตต์ มูลค่าปัจจุบันสุทธิประมาณ 32 ล้านบาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน 1.37 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าเท่ากับร้อยละ 17 และมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 6 ปี

## เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2543). เกร็ดความรู้เพื่อลดมลพิษในชีวิตประจำวัน. ค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2554 จาก http://www.pcd.go.th/

กรมควบคุมมลพิษ. (2551). *เกณฑ์มาตรฐานและแนวทางจัดการ ขยะมูลฝอยชุมชน*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

โกศล อมรไชย. (2548). *การออกแบบเตาเผาขยะชุมชนและศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการเผาไหม้และการปลดปล่อยแก๊สมลพิษ* กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

จุไรรัตน์ ดวงเดือน และ คณะ. (2545). ฐาปนา ฉิ่นไพศาล และ อัจฉรา ชีวะตระกูลกิจ. (2549). ค้นเมื่อ ธันวาคม 2554, จาก http://www.environnet.in.th

ธเรศ ศรีสถิตย์. (2553). *วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน* : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรางคณา กิจเกื้อกูล. (2541). *ขนาดเล็ก.* กรุงเทพฯ : วารสารพลังงาน.

สมโชค พงษ์สมบูรณ์. (2547). *การบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนให้ได้ประโยชน์สูงสุด.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ส่วนบริการลูกค้า SPP การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป.). ประกาศอัตรารับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็ก ประเภทสัญญา Firm ที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทพลังงานหมุนเวียน. ค้นเมื่อ ธันวาคม 2554, จาก http:/www.egat.or.th

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2551). *ระบบการจัดการขยะมูลฝอย เทศบาลตำบลเกาะสมุย* . กรุงเทพฯ : สำนักงาน นโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

อำนาจ เจริญศิลป์. (ม.ป.ป.) *การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม* (ม.ป.พ),472