บทที่ 4
การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะ

การประเมินต้นทุนการผลิตไฟฟ้านั้น มีจุดประสงค์เพื่อให้ทราบถึงความเหมาะสมในการลงทุนของโครงการผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชน เนื่องมาจากเงินลงทุนเริ่มต้นที่สูงของระบบผลิตพลังงาน นอกจากนั้นเพื่อให้ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าสะท้อนถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ของการผลิตไฟฟ้าจาก ขยะเกิดขึ้นตลอดวัฏจักร งานวิจัยนี้จึงแบ่งการวิเคราะห์ต้นทุนออกเป็น 2 ส่วน ด้วยกันคือ ต้นทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์และต้นทุนสิ่งแวดล้อม

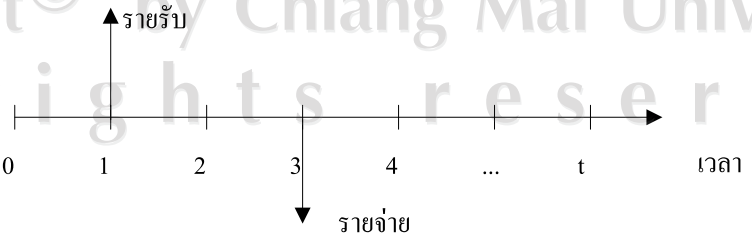
4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนด้านเศรษฐศาสตร์

4.1.1 แผนภูมิการไหลของเงิน (Cash flow diagram)

แผนภูมิการไหลของเงิน (cash-flow diagram) เป็นแผนภูมิที่แสดงรายละเอียดของรายรับและรายจ่ายของโครงการ ณ เวลาต่าง ๆ ตลอดอายุของโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยแผนภูมิการไหลของเงิน ประกอบด้วย

1) แกนเวลา มีลักษณะเป็นเส้นยาวตามแนวนอนแบ่งออกเป็นช่วงเวลาเท่า ๆ กัน หน่วยของแต่ละช่วงอาจกำหนดเป็นวัน เดือน ปี ก็ได้ โดยกำหนดว่า ณ ปีที่ 0 ในแผนภูมิการไหลของเงิน คือ เวลา ณ ปัจจุบัน

2) รายรับหรือจ่ายเงิน ณ เวลาต่าง ๆ จะเขียนแทนด้วยลูกศร ที่ตำแหน่งเวลานั้น โดยรายการที่เป็นรายรับจะแสดงด้วยลูกศรชี้ขึ้น ส่วนรายการที่เป็นรายจ่ายจะแสดงด้วยลูกศรชี้ลง ความยาวของลูกศรจะเป็นสัดส่วนกับจำนวนเงินที่รับ -จ่ายในแผนภูมิการไหลนั้น



รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างการเขียนแผนภูมิการไหลของเงิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับแผนภูมิการไหลของเงิน ดังรูปที่ 4.2 อธิบายได้ดังนี้

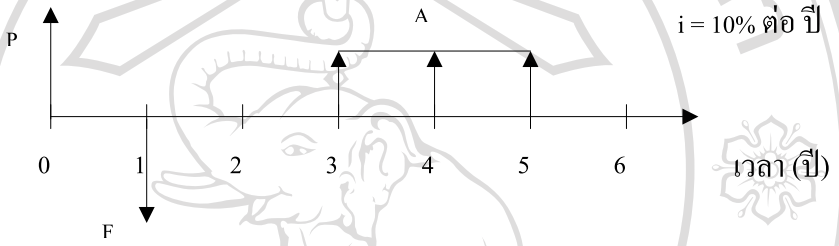
n เป็นอักษรตัวแรกของ Number หมายถึงระยะเวลาหรือ ช่วงเวลาเช่นวัน เดือน ปี

i เป็นอักษรตัวแรกของ Interest หมายถึงอัตราดอกเบี้ยต่อระยะเวลานั้น ๆ

P เป็นอักษรตัวแรกของ Present Worth หมายถึงรายรับหรือรายจ่ายที่เวลาปัจจุบัน (ปีที่ 0) ซึ่งส่วนมากมักจะถูกกำหนดให้เป็นเงินลงทุนเริ่มต้นของโครงการ

F เป็นอักษรตัวแรกของ Future Worth หมายถึงรายรับหรือรายจ่ายที่เวลาอนาคต (ปีที่1เป็นต้นไป)

A เป็นอักษรตัวแรกของ Annual Worth หมายถึงลักษณะของรายรับหรือรายจ่ายที่เท่า ๆ กันทุกปี



รูปที่ 4.2 แสดงตัวอย่างการเขียนสัญลักษณ์ต่างภายในแผนภูมิการไหลของเงิน

4.1.2 ขั้นตอนในการหาต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า

ในการคำนวณเพื่อหาต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยของเทคโนโลยีแต่ละประเภท หาได้จากสมการที่ 4.1

$$C_C = \frac{A}{E_A} \tag{4.1}$$

เมื่อ C_c คือต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า 1 หน่วย (บาท/kWh)

A คือ มูลค่าเทียบเท่ารายปี (บาท/ปี)

E_A คือ ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยต่อปี (kWh/ปี)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยมูลค่าเทียบเท่ารายปี คือการ กระจายมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (P) ออกไปเป็นรายรับหรือรายจ่ายที่เท่า ๆ กันทุกปี คำนวนได้จากสมการที่ 4.2

$$A = P \times \left(\frac{A}{P}, i\%, n\right)_n \tag{4.2}$$

เมื่อ P คือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)

เมื่อ $(\frac{A}{P},i\%,n)_n$ เป็นค่าที่ใช้คูณเมื่อต้องการที่จะหามูลค่าเทียบเท่ารายปี (A)

โดย $(\frac{A}{P},i\%,n)_n$ มีความหมายว่า ค่านี้จะใช้คูณกับมูลค่ากระแสเงินสดในปัจจุบัน เพื่อย้ายกระแสเงินสด ณ เวลาปัจจุบันกระจายออกมาเท่า ๆ กันเป็นระยะเวลา n ปี ด้วยอัตราดอกเบี้ย i % ต่อปี สำหรับพจน์นี้มีสูตรในการหาดังสมการ 4.3

$$(\frac{A}{P},i\%,n)_n = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1} \qquad (4.3)$$

ยกตัวอย่าง เช่น หากต้องการย้ายมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (P) มูลค่า 100 บาท ให้กระจายเป็นมูลค่าเทียบเท่ารายปี (A) ตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ 3 ด้วยอัตราดอกเบี้ย 10% ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ตัวอย่างการคำนวณ คือ

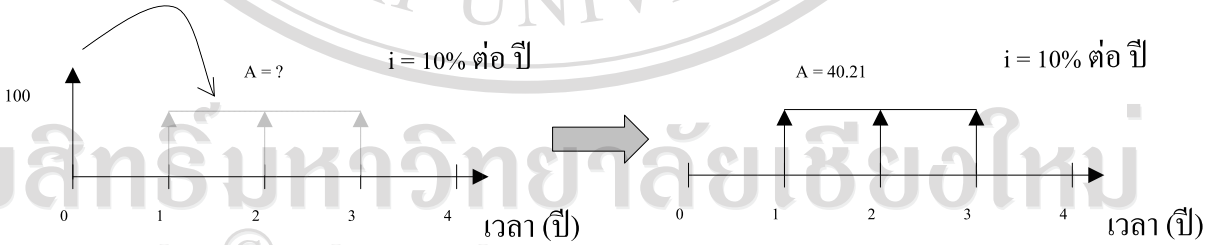
จากสมการที่ 4.2: $A = P \times (\frac{A}{P},i\%,n)_n$

$$A = 100 \times \left[\frac{0.1(1+0.1)^3}{(1+0.1)^3-1}\right]$$

$$A = 100 \times 0.40211$$

$$A = 40.21$$

ดังนั้น มูลค่าเทียบเท่ารายปี (A) ตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ 3 ที่เกิดจากการย้ายมูลค่าปัจจุบัน (P) ของเงิน 100 บาท ด้วยอัตราดอกเบี้ย 10 % จะมีค่าเท่ากับ 40.21 บาทต่อปี



รูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างการย้ายมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (P) เป็นมูลค่าเทียบเท่ารายปี (A)

การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Values หรือ P) ของทั้งโครงการ สามารถทำได้โดยการย้ายกระแสเงินสดของทุก ๆ ปี ให้มาอยู่ที่ตำแหน่งเวลาปัจจุบัน (ปีที่ 0) นั่นหมายถึงต้องการย้ายกระแสเงินสดที่ช่วงเวลาในอนาคต (F) กลับมาที่เวลาปัจจุบัน (P) นั่นเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับการคำนวณจะใช้สัญลักษณ์แทนการย้ายกระแสเงินสดในช่วงเวลาในอนาคตกลับมาที่เวลาปัจจุบัน จะใช้สมการที่ 4.4

$$P = \sum_{t=0}^{n} (F \times (\frac{P}{F}, i\%, n))_n \qquad (4.4)$$

เมื่อ F คือกระแสเงินสดที่ช่วงเวลาในอนาคต (บาท)

เมื่อ $(\frac{P}{F}, i\%, n)_n$ เป็นค่าที่ใช้คูณเมื่อต้องการที่จะหามูลค่ากระแสเงินสดในปัจจุบัน (P)

โดย $(\frac{P}{F}, i\%, n)_n$ มีความหมายว่า ค่านี้จะใช้คูณกับ มูลค่าเงินในอนาคต (F) เพื่อย้ายกลับมาที่ปีที่ 0 โดยย้ายกระแสเงินสดกลับมาที่ปัจจุบันด้วยอัตราดอกเบี้ย i % ต่อปี เป็นระยะเวลา n ปี สำหรับพจน์นี้มีสูตรในการหาดังสมการ 4.5

$$(\frac{P}{F}, i\%, n)_n = \frac{1}{(1+i)^n} \qquad (4.5)$$

ยกตัวอย่าง เช่น ต้องการย้ายกระแสเงินสดจำนวน 110 บาทจากปีที่ 1 กลับมาที่มูลค่า ณ เวลาปัจจุบัน ด้วยอัตราดอกเบี้ย 10% แสดงดังรูปที่ 4.4 ตัวอย่างการคำนวณ คือ

จากสมการที่ 4.4: $P = F \times (\frac{P}{F}, i\%, n)$

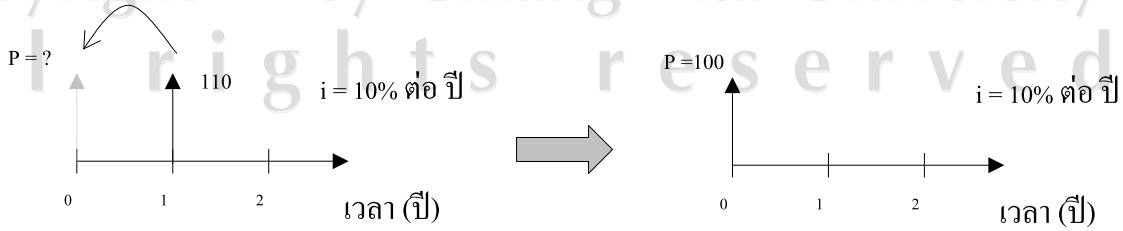
$$P = 110 \times \left[\frac{1}{(1+0.1)^1}\right]$$

$$P = 110 \times 0.90909$$

$$P = 100$$

ดังนั้น มูลค่าปัจจุบันของเงิน 110 บาทที่ปีที่ 1 เมื่อถูกย้ายกลับมาที่มูลค่าปัจจุบัน ด้วยอัตราดอกเบี้ย 10 % จะมีค่าเท่ากับ 100 บาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างการย้ายกระแสเงินสดในอนาคตกลับมาที่เวลาปัจจุบัน

4.2 การประเมินต้นทุนสิ่งแวดล้อมในการผลิตไฟฟ้าจากขยะ

4.2.1 ประเภทของมูลค่าสิ่งแวดล้อม

มูลค่าของสิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ Use Value, Non-Use Value และ Option Value โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.1 ซึ่งในงานวิจัยนี้จะให้ความสำคัญเฉพาะ Use Value คือ การที่การใช้ทรัพยากรและการปล่อยมลพิษของโรงไฟฟ้าจากขยะ ส่งผลกระทบต่อประชาชนอย่างเป็นรูปธรรม

ตารางที่ 4.1 ประเภทของมูลค่าสิ่งแวดล้อม

มูลค่าของสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด
1. Use Value	Direct Use Value คือ การที่ประชาชนในฐานะผู้บริโภคได้รับประโยชน์โดยตรงจากสิ่งแวดล้อม เช่น ผลกระทบของคุณภาพอากาศต่อสุขภาพ ระดับกลิ่นและเสียงบริเวณที่อยู่อาศัย หรือความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการทิ้งสารเคมีผิดวิธี เป็นต้น
	Indirect Use Value คือ การที่สิ่งแวดล้อมทำหน้าที่เป็นปัจจัยการผลิตอย่างหนึ่งและให้ประโยชน์ต่อประชาชนโดยผ่านกระบวนการผลิต เช่น คุณภาพน้ำในแม่น้ำที่สะอาดช่วยลดต้นทุนการผลิตน้ำประปาทำให้ค่าน้ำประปาลดลง เป็นต้น
2. Non-Use Value	การที่สิ่งแวดล้อมให้ประโยชน์กับประชาชนในรูปของการสร้างความรู้สึกที่ดีเมื่อทราบว่าสิ่งแวดล้อมอยู่ในสภาพที่ดีโดยที่ประชาชนไม่ได้รับประโยชน์จากการใช้สิ่งแวดล้อมนั้นเลยไม่ว่าทางตรง หรือทางอ้อม
3. Option Value	การที่ประชาชนไม่ได้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมเลย แต่คิดว่าจะมีโอกาสใช้ประโยชน์ในอนาคต ดังนั้นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไว้ขณะนี้ประชาชนอาจได้รับประโยชน์เพราะเป็นการเปิดโอกาสให้เขาสามารถใช้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมในอนาคตได้ถ้าเขาต้องการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.1 การเลือกใช้วิธีประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

วิธีที่ใช้ในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมมีอยู่ด้วยกัน 6 วิธี ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 วิธีที่ใช้ในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

วิธีประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม	รายละเอียด
1. Contingent Valuation Method (CVM)	เป็นการตั้งคำถามที่จะสัมภาษณ์ประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม โดยต้องมีจำนวนตัวอย่าง 500 ตัวอย่างขึ้นไป
2. Travel Cost Method (TCM)	เป็นวิธีที่ใช้ประเมินมูลค่า ที่เป็นมูลค่าเชิงนันทนาการเท่านั้น เช่น มูลค่าของแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ
3. Hedonic Price Method (HPM)	เป็นวิธีที่ใช้ประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมประเภทที่เกี่ยวข้องกับมูลค่าอสังหาริมทรัพย์หรือค่าจ้าง
4. Environment as Factor Input	เป็นวิธีการประเมินเฉพาะกรณีที่สิ่งแวดล้อมทำหน้าที่เป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยการผลิต เช่น น้ำเสียทำให้ต้นทุนในการผลิตน้ำประปาสูงขึ้น การสูญเสียป่าชายเลนทำให้จำนวนลูกปลาลดลง ซึ่งในที่สุดก็จะส่งผลให้ปริมาณปลาลดลงด้วย เป็นต้น
5. Market Valuation (MV)	สามารถนำมาใช้ประเมินได้เฉพาะ Use Value เท่านั้น เช่น การใช้มูลค่าเครื่องกรองน้ำเสียเป็นตัวแทนในการประเมินมูลค่าของคุณภาพน้ำดื่ม การใช้มูลค่าเครื่องปรับอากาศเป็นตัวแทนในการประเมินมูลค่าสภาพอากาศ เป็นต้น
6. Benefit Transfer Approach (BT)	วิธีนี้ไม่ต้องทำการสำรวจหรือเก็บข้อมูลภาคสนามเอง แต่เป็นการสำรวจเอกสารจากงานวิจัยเดิมและนำมูลค่าสิ่งแวดล้อมที่ศึกษาไว้แล้วจากที่อื่น มาปรับค่าเพื่อเป็นตัวแทนของมูลค่าสิ่งแวดล้อมที่กำลังศึกษาอยู่

โดยแต่ละวิธีที่กล่าวมานั้น มีความเหมาะสมกับมูลค่าสิ่งแวดล้อมที่ต้องการประเมินแตกต่างกันออกไปดังตารางที่ 4.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.3 ความเหมาะสมของวิธีประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมและมูลค่าที่ต้องการประเมิน

		Contingent Valuation Method (CVM)	Travel Cost Method (TCM)	Hedonic Price Method (HPM)	Environment as Factor Input	Market Valuation (MV)	Benefit Transfer Approach (BT)
Use Value	Direct Use Value	■	■	■		■	■
	Indirect Use Value	■		■	■	■	■
Non-Use Value		■					■
Option Value		■					■

ในการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จะเลือกใช้วิธี Benefit Transfer Approach (BT) ซึ่งเป็นการสำรวจเอกสารจากงานวิจัยเดิมและนำมูลค่าสิ่งแวดล้อมที่ศึกษาไว้แล้วจากที่อื่น มาปรับค่าเพื่อเป็นตัวแทนของมูลค่าสิ่งแวดล้อมที่กำลังศึกษาอยู่

โดยผลกระทบ ที่เกิดจากระบบผลิตพลังงานจากขยะทั้ง 3 เทคโนโลยี อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น ปัญหาภาวะโลกร้อน (Global warming), ปัญหาฝนกรด (Rain Acidification), ปัญหาฝุ่นควัน (Smog), ปัญหาการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ (Natural resource depletion) เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะยกตัวอย่างการหาคำนวนต้นทุนสิ่งแวดล้อมของผลกระทบด้านภาวะโลกร้อน โดย มูลค่าผลกระทบ ดังกล่าว จะหาได้ จากความสัมพันธ์ดังสมการที่ 4.6

$$E_{GW} = \sum x_i \times VED_{CO2} \quad (4.6)$$

เมื่อ E_{GW} = ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมในกรณีของปัญหาด้านภาวะโลกร้อน (บาท/kWh)

x_i = ปริมาณการปล่อยก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะร้อนขึ้นเมื่อเทียบกับ CO_2 (kg/kWh)

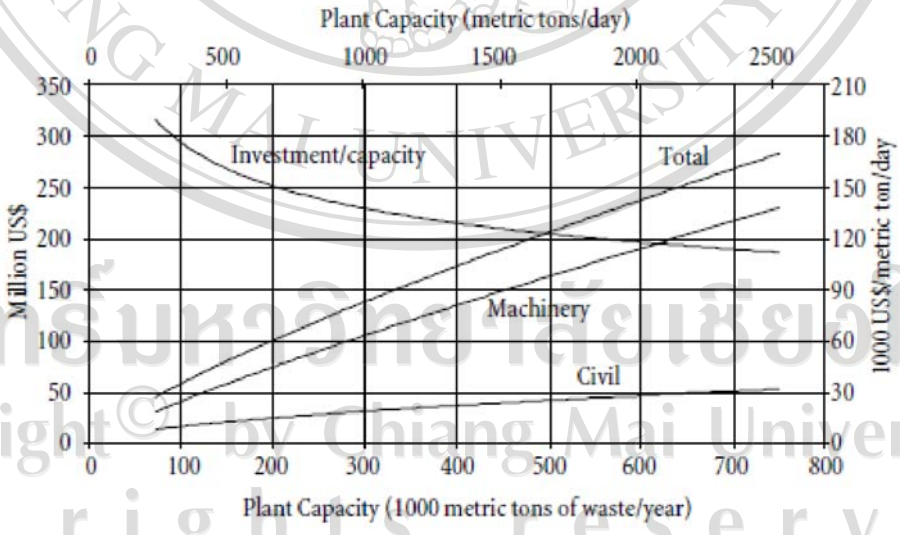
VED_{CO2} = ค่าใช้จ่ายทางสิ่งแวดล้อมในการป้องกันและบำบัดก๊าซ CO_2(บาท/kg)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีเตาเผาถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่ต้องใช้เงินลงทุนสูง จึงมีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเงินลงทุนเบื้องต้นและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา ของเทคโนโลยีเตาเผาเพื่อใช้ในการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการเช่น World Bank (1999) นำเสนอว่าเงินลงทุนเบื้องต้นของเทคโนโลยีเตาเผาจะขึ้นอยู่กับปริมาณขยะที่รองรับได้ (ตัน/วัน)เป็นหลัก รวมถึงค่าความร้อนของขยะที่เข้าสู่ระบบ โดยราคาต่อปริมาณของขยะมีแนวโน้มที่จะมีราคาลดลงในระบบที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยราคาส่วนใหญ่ของเงินลงทุนเริ่มต้นอยู่ที่อุปกรณ์ส่วนบำบัดมลพิษทางอากาศ

ในรายงานฉบับนี้ ได้ยกตัวอยากระบบผลิตพลังงานจากขยะและเงินลงทุนโดยประมาณไว้ดังรูปที่ 4.5 โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า ขยะที่เข้าสู่ระบบควรมีปริมาณขั้นต่ำ 500 ตัน/วัน ทำงานที่ 7500 ชั่วโมงต่อปี (PF 85%) ระบบนี้มีการผลิตไฟฟ้าและความร้อนใช้โดยหม้อไอน้ำและระบบกังหันไอน้ำ การบำบัดมลพิษทางอากาศใช้ dry scrubbers และ subsequent electrostatic recipitator และ bag-house filter ซึ่งถือว่าเป็นการควบคุมมลพิษระดับปานกลาง หากเป็นระบบบำบัดอากาศระดับต่ำเงินลงทุนอาจลดลงอีก 10% ถ้าต้องการระบบบำบัดอากาศระดับสูงเงินลงทุนอาจเพิ่มขึ้นได้อีก 15% โดยในรายงานได้มีข้อเสนอแนะว่า 50 % ของเงินลงทุนเบื้องต้นนี้อาจลดลงได้หากใช้วัสดุภายในประเทศ



รูปที่ 4.5 เงินลงทุนเบื้องต้นของเทคโนโลยีเตาเผา

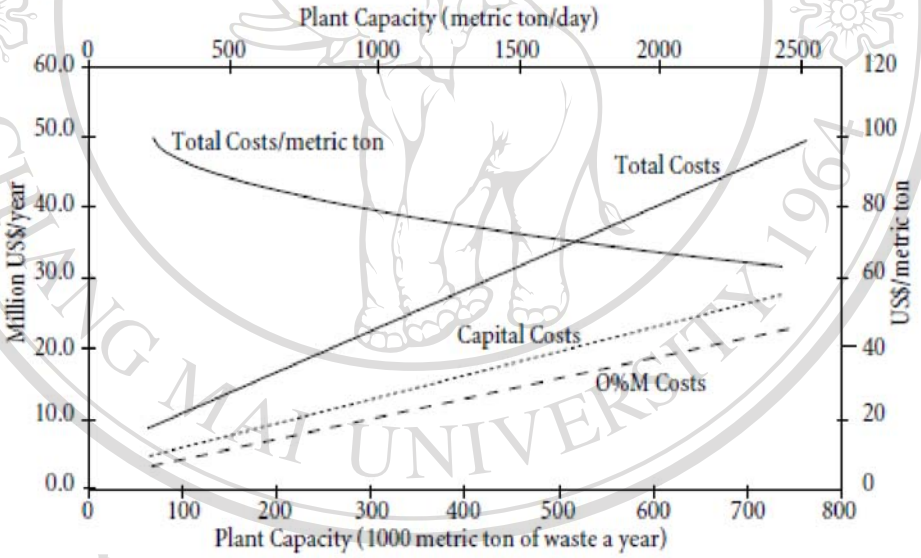
สำหรับ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา ของเทคโนโลยีเตาเผาดังรูปที่ 4.6แบ่งออกได้ 3 ประเภทคือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. Fixed operating costs คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการคงที่ ส่วนใหญ่เป็นค่าจ้าง โดยจะประมาณไว้ที่ 2 % ของเงินลงทุนเบื้องต้น

2. Variable operating costs คือ ค่าใช้จ่ายใน การดำเนินการ แปรผัน เป็นค่าใช้จ่ายที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามกำลังการผลิต สำหรับโรงไฟฟ้าแล้วค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะเป็นค่าใช้จ่ายในการกำจัดเถ้าลอยและเถ้าหนักที่เกิดขึ้นในระบบเผาไหม้และระบบบำบัดมลพิษทางอากาศรายงานฉบับนี้ให้ข้อมูลว่าในสหรัฐเถ้าลอยมีค่ากำจัดสูงถึง 100 ดอลลาต่อตัน ส่วน เถ้าหนัก มีค่ากำจัด 5 ดอลลาต่อตัน โดยรายงานนี้แนะนำว่า Variable operating costs ควรจะมีค่าประมาณ 15 ดอลลาต่อตันของขยะที่เข้าสู่ระบบ

3. Maintenance costs คือ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาของเทคโนโลยี เครื่องจักรต่างๆ และตัวอาคาร โดยกำหนดค่าบำรุงรักษาตัวอาคารเป็น 1 % ของเงินลงทุนเบื้องต้น ส่วนค่าบำรุงรักาเครื่องจักรนั้นคิดเป็น 2.5% ของเงินลงทุนเบื้องต้น



รูปที่ 4.6 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาของเทคโนโลยีเตาเผา

ในบางกรณีนั้น การประมาณเงินลงทุนเบื้องต้นยังสามารถทำการปรับให้เหมาะสมกับประเทศต่าง ๆ ได้ Paula Estevez (2006) ได้ทำการศึกษาความเป็นได้ในการผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชน ณ เมืองซานดิเอโก ประเทศชิลี เนื่องจากมีการประมาณการไว้ว่า พื้นที่ฝังกลบขยะชุมชนของเมืองซานดิเอโกจะสามารถใช้งานได้ต่อไปอีกเพียงประมาณ 20 ปีเท่านั้น อีกทั้งการหาหลุมฝังกลบขยะชุมชนใหม่ ก็เกิดปัญหาการต่อต้านจากชาวบ้านอยู่เสมอ จึงจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการใหม่มากำจัดขยะชุมชนให้เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เทคโนโลยีที่ถูกเลือกคือเทคโนโลยีเตาเผา (Incineration) มาใช้ในการทำงานวิจัย เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในทางเศรษฐศาสตร์ ในการประเมินราคาสำหรับเทคโนโลยีเตาเผาที่ใช้ในประเทศชิลี อ้างอิงเงินลงทุนเบื้องต้นจากประเทศสหรัฐอเมริกาที่ USD 150,000 ต่อตันขยะที่เข้าระบบ และกำหนดให้ 70% ของราคานี้เป็นราคาอุปกรณ์และการก่อสร้างซึ่งสามารถใช้ของภายในประเทศได้ โดยนำราคาของสิ่งก่อสร้างทางด้านอุตสาหกรรมทั้ง 2 ประเทศมาเปรียบเทียบกัน สำหรับชิลีจะมีค่าใช้จ่ายที่ US $ 165/m^2 ส่วนประเทศสหรัฐอเมริกาจะมีค่าใช้จ่าย US $ 527/m^2 ดังนั้นอัตราส่วนของราคาชิลีต่อราคาของประเทศสหรัฐอเมริกา = 165 / 527 = 0.3131 จากอัตราส่วนดังกล่าวจะสามารถหาเงินลงทุนเบื้องต้นในประเทศชิลีได้ดังนี้

ส่วนแรกเป็นเงินลงทุนเบื้องต้นของเตาเผาที่ใช้วัสดุภายในประเทศชิลีคิดเป็นเงินลงทุน 0.7 x USD 150,000 ต่อตันขยะที่เข้าระบบ x 0.3131 = USD 32,876 ส่วนที่สองเป็นเงินลงทุนเบื้องต้นของเตาเผาที่จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศคิดเป็นเงินลงทุน 0.3 x USD150,000 ต่อตันขยะที่เข้าระบบ = USD 45,000 ดังนั้น เงินลงทุนเบื้องต้นในประเทศชิลีคือ USD 77,876 ต่อตันขยะที่เข้าระบบ

เมื่อใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) พบว่าเมื่อใช้เทคโนโลยีเตาเผาขยะขนาด 1,200 ตัน/วัน มีเชื้อเพลิงคือขยะชุมชนที่มีความร้อนประมาณ 10.04 MJ/kg เงินลงทุนเบื้องต้นของโครงการมีค่า 2 ,625 ล้านบาท จะผลิตไฟฟ้าได้ 600 kWh/ตัน ส่งผลให้มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิตลอดโครงการ 13 ล้านดอลลาร์ สหรัฐ หมายความว่า โครงการนี้สามารถดำเนินการได้เองโดยภาคเอกชนโดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากรัฐบาล แต่หากมีการสนับสนุนจากรัฐบาลเพิ่มเข้ามาก็จะทำให้ราคาค่าธรรมเนียมในการกำจัดขยะลดลงอีกด้วย

ในรายงานที่ผ่านมาจะใช้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิซึ่งเป็นค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้บอกความเหมาะสมในการการลงทุน ในบางครั้งอาจใช้ระยะเวลาคืนทุนเพื่อประกอบการตัดสินใจได้อีกด้วย Perinaz Bhada (2007) ทำการประเมินความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าจากขยะโดยใช้เทคโนโลยีเตาเผาใน Mumbi ประเทศอินเดียซึ่งขยะส่วนใหญ่ที่ถูกรวบรวมจะถูกกองทิ้งไว้ เนื่องจากปริมาณขยะมีปริมาณมากของประเทศอินเดีย มีการประมาณไว้ว่าภายใน 10 ปี ขยะที่กองอยู่ของอินเดียจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ถึง 3,350 MW

งานวิจัยนี้ประเมินความเป็นได้ทางเศษฐศาสตร์ โดยใช้เงินลงทุนเบื้องต้นโดยเฉลี่ยในการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงต่าง ๆดังตารางที่ 4.4 เมื่อทำการวิเคราะห์ที่อายุโครงการ 25 ปีพบว่าจะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ 19 ล้าน USD มีระยะเวลาคืนทุน 19 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.4 เงินลงทุนเบื้องต้นของระบบผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานต่าง ๆ

แหล่งพลังงาน	เงินลงทุนเบื้องต้น(‘000 $/MW)
Wind	890-1,100
Small hydro <25MW	1,100 – 1,300
Bagasse Cogeneration	665 - 775
Biomass	890
Biomass Gasifier	555 - 665
Energy from Waste	1,100 – 2,225
Solar Photovoltaic	5,555 – 6,665

ค่าทางเศรษฐศาสตร์อีกตัวหนึ่งที่นิยมใช้ตัดสินใจเลือกดำเนินโครงการไฟฟ้าพลังงานขยะ คือผลตอบแทนของผู้ลงทุน (Return on Equity)โดย Georgia Columbus (2006) ได้วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ของการผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชนในพื้นที่ของเขตแอตติกา ในประเทศกรีซ สืบเนื่องจากมีการจัดการขยะโดยไม่ได้ใส่ใจปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมอย่างเพียงพอ จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำชะขยะลงในดินและน้ำ ในบางพื้นที่พบว่ามีการเผาขยะชุมชนทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ อีกทั้งอัตราการผลิตขยะต่อคนมีค่าสูงถึง 1.6 kg/วัน ซึ่งถือว่าสูงมากเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของทั้งประเทศกรีซที่อยู่ที่ประมาณ 0.6-1.4 kg/วัน จึงทำให้เขตนี้มีพื้นที่ไม่เพียงพอต่อการกำจัดขยะด้วยหลุมฝังกลบ ประกอบกับมีการต่อต้านจากชุมชนข้างเคียงในการหาพื้นที่ใหม่สำหรับทำหลุมฝังกลบขยะ

งานวิจัยนี้ เลือกใช้เทคโนโลยีเตาเผา (Incineration) ที่สามารถรองรับขยะได้ 3,000 ตันต่อวัน ใช้เงินลงทุนเบื้องต้นประมาณ 17,974 ล้านบาท โดยเงินลงทุนเริ่มต้นจำนวนนี้ 40% จะเป็นเงินสนับสนุนของกองทุนรวมกลุ่มประเทศยุโรป อีก 35% เป็นการกู้เงินจากแหล่งเงินทุนภายนอก โดยเอกชนผู้ดำเนินโครงการจะออกเงินเพียง 25% ของเงินลงทุนเริ่มต้นทั้งหมด โดยขยะชุมชนของประเทศกรีซมีค่าความร้อนประมาณ 13 MJ/kg ส่งผลให้โครงการนี้สามารถผลิตไฟฟ้าได้ถึง 1,500,000 kWh/วัน หรือคิดเป็น 650 kWh/ตัน เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนที่เอกชนผู้ลงทุนในโครงการนี้ได้รับจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 19%

จากงานวิจัยที่กล่าวมานั้น จะเห็นได้ว่าโครงการลงทุนขนาดใหญ่ไม่ว่าจะเป็นโครงการของภาครัฐหรือภาคเอกชน จะมีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ ทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยผลตอบแทนต่อผู้ลงทุน(Internal Rate of Return) จะต้องสูงในระดับที่ผู้ลงทุนยอมรับได้ ดังนั้นการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตัดสินใจว่าโครงการดังกล่าว ควรมีการดำเนินการหรือไม่ โดยในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ผลตอบแทนต่อผู้ลงทุนอยู่ที่ 10%

นอกจากนั้นในโครงการ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ยังจำเป็น ที่จะต้องทำการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment) อีกด้วย ซึ่งเป็นการศึกษาว่าโครงการดังกล่าว ส่งผลกระทบอย่างไรต่อสิ่งแวดล้อม และมีแนวทางอย่างไรที่จะป้องกันมิให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือหากหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ควรหาแนวทางเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

ในการใช้ข้อมูลการวิเคราะห์ทั้ง 2 ส่วนนี้ พบปัญหาประการหนึ่ง คือ ผลของการศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการมีหน่วยวัดเป็นตัวเงิน แต่ผลของการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม จะมีลักษณะในเชิงบรรยาย มิได้มีหน่วยวัดเป็นตัวเงิน ดังนั้นในการเปรียบเทียบโครงการสองโครงการจึงมักจะใช้ผลของการศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการในรูปของตัวเงินเป็นเกณฑ์หลักในการตัดสินใจ

ดังนั้นการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมจึงถูกนำมาใช้ในการเปลี่ยนผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในรูปตัวเงิน เพื่อที่จะสามารถนำมูลค่านี้มาเปรียบเทียบกันระหว่างโครงการ อีกทั้งทำให้การตัดสินใจเลือกโครงการ ที่แตกต่างกันนั้น ครอบคลุมทั้งในส่วนของเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

4.4 เงื่อนไขทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า

การประเมินต้นทุนของการผลิตไฟฟ้า จะพิจารณาจากเงินลงทุน เบื้องต้น ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา และผลตอบแทนที่จะได้ตลอดอายุโครงการ รวมทั้งวิเคราะห์ความไวของตัวแปรที่มีผลต่อผลตอบแทนการลงทุนเพื่อลดความเสี่ยงในการตัดสินใจลงทุน

โดยการวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าจะพิจารณาค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนที่ประมาณการได้ตลอดอายุโครงการ โดยการลงทุนมีเงื่อนไขดังตารางที่ 4.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 เงื่อนไขทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า

	รายละเอียด
เงินลงทุนเบื้องต้น	เงินลงทุนเบื้องต้นในแต่ละเทคโนโลยีผู้ดำเนินโครงการ ลงทุนเอง 30% ส่วนอีก 70% จะมาจากการกู้เงิน
ค่าดำเนินการและบำรุงรังษา	ผู้ดำเนินโครงการลงทุนค่าดำเนินการและบำรุงรักษาเอง
การชำระคืนเงินกู้	ชำระคืนเงินต้นพร้อมดอกเบี้ยในระยะเวลา 10 ปี เท่ากันทุกปี ที่อัตราดอกเบี้ย 5.85%
ผลตอบแทนของผู้ลงทุน	ผู้ลงทุนต้องการ อัตราผลตอบแทนต่อส่วนเงินของผู้ลงทุน (Return on Equity: ROE) ที่ 10%
อัตราราคารับซื้อไฟฟ้า	กำหนดให้มี Adder 7 ปีนับตั้งแต่ขายไฟฟ้าปีแรก โดยเทคโนโลยีเตาเผามี Adder 3.5 บาท/kWh ส่วนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนและหลุมฝังกลบมี Adder 2.5 บาท/kWh
ราคาขายปุ๋ย	600 บาท/ตัน
มูลค่าซาก	มีมูลค่าซาก 10% ในปีสุดท้ายของการดำเนินงาน
ภาษีรายได้จากการขายไฟฟ้า	อัตราภาษีรายได้เท่ากับ 30%
อายุของระบบผลิตไฟฟ้า	เทคโนโลยีเตาเผาและการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีอายุผลิตไฟฟ้า 20 ปี โดยเริ่มขายไฟฟ้าในปีแรกที่เริ่มดำเนินการคือ พ.ศ. 2555 ส่วนเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบขยะรูปแบบ 1 จะเริ่มขายไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2560 จนกระทั่งปี พ.ศ. 2591
อายุโครงการทั้งหมด	เทคโนโลยีเตาเผาและการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีอายุโครงการ 20 ปี แต่สำหรับระบบฝังกลบที่มีก๊าซชีวภาพแพร่ออกมาเป็นระยะเวลานานจึงพิจารณาใช้อายุโครงการที่ 40 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.1 การประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการ

ค่าใช้จ่ายของโครงการประกอบด้วยเงินลงทุน เบื้องต้น ได้แก่ ค่าก่อสร้าง ค่าอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ ของเทคโนโลยีต่าง ๆ ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ข นอกจากเงินลงทุนเบื้องต้นแล้วยังมี ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา ได้แก่ ค่าวัสดุที่ใช้เป็นปัจจัยในการผลิต ค่าแรงงาน ค่าพลังงาน/เชื้อเพลิง ค่าซ่อมบำรุงรักษา ค่าภาษีและดอกเบี้ย จากการกู้เงินมาลงทุน

4.4.2 การประมาณรายรับของโครงการ

รายรับ ของโรงไฟฟ้าจากขยะทั้งสามเทคโนโลยีประกอบด้วย

4.4.2.1 รายรับจากการขายไฟฟ้าที่ผลิตได้

ไฟฟ้าที่ผลิตได้ หมายถึง ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ลบด้วยปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการ ซึ่งสามารถขายกลับให้การไฟฟ้าได้ การประมาณมูลค่าผลตอบแทนจากการขายไฟฟ้าเข้าระบบที่มีขนาดเสนอขายไม่เกิน 10 MW จะใช้ระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (Very small producer power, VSPP) ซึ่งจะรับซื้อไฟฟ้าในราคาขายส่งรวมกับค่า Ft ขายส่งเฉลี่ย

กรณีผู้ใช้ไฟฟ้าอัตรา TOU อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าที่ขายจะเท่ากับอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าขายส่ง ณ ระดับแรงดัน 11 – 33 กิโลโวลต์ ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยขายให้การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าขายส่ง ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยขายให้การไฟฟ้าฝ่ายภูมิภาค

อัตราขายส่ง (บาท/หน่วย) (ไม่รวม Ft)	
Peak	Off Peak
2.9278	1.1154

ช่วง Peak : เวลา 09.00 – 22.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์ และวันพืชมงคล

ช่วง Off Peak : เวลา 22.00 – 09.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์ และวันพืชมงคล

: เวลา 00.00 – 24.00 น. วันเสาร์ – อาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ และวันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมนับวันพืชมงคล และวันหยุดชดเชย)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าระบบผลิตไฟฟ้าทำงานตลอด 24 ชั่วโมง อัตราขายส่งไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วง peak และ off peak ตลอดปีจะมีค่าเท่ากับ 1.7744 บาท/kWh และค่า Ft ขายส่งเฉลี่ยปี 2550 มีค่าเท่ากับ 0.7301 บาท/kWh รวมเป็น 2.5045 บาท/kWh

นอกจากนั้นได้รับการส่งเสริมจากรัฐบาลจึงได้รับผลตอบแทนส่วนเพิ่มจากของราคารับซื้อไฟฟ้า ซึ่งคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ ในการประชุมเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2552 ได้มีมติเห็นชอบได้มีมติเห็นชอบให้ปรับปรุงการกำหนดส่วนเพิ่มของราคาซื้อไฟฟ้า (Adder) สำหรับ

เทคโนโลยีเตาเผาเพิ่มจาก 2.5 บาท/kWh เป็น 3.5 บาท/kWh ส่วนเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน และก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบนั้นมี Adder ที่ 2.5 บาท/kWh เท่าเดิม

4.4.2.3 รายรับที่ได้จากการขายปุ๋ย

เนื่องจากในกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะได้ก๊าซชีวภาพและกากตะกอนที่เหลือจากถังปฏิกิริยา ซึ่งสามารถนำมาทำเป็นปุ๋ยได้ ในงานวิจัยนี้จะคิดรายรับจากการขายปุ๋ยเท่ากับ 600 บาท/ตัน

4.5 ผลการประเมินต้นทุนเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากขยะ

4.5.1 การประเมินต้นทุนเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากเทคโนโลยีเตาเผา

ขั้นแรกจะทำการประเมินเงินลงทุนเบื้องต้นของโครงการ โดยในงานวิจัยนี้จะอ้างอิงเอกสารของ World Bank ซึ่งนำเสนอว่าเงินลงทุนเบื้องต้นของเทคโนโลยีเตาเผาจะขึ้นอยู่กับปริมาณขยะที่รองรับได้ (ตัน/วัน) เป็นหลัก นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับค่าความร้อนของขยะที่เข้าสู่ระบบ โดยราคาต่อปริมาณของขยะมีแนวโน้มที่จะมีราคาลดลงในระบบที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยระบบนี้มีการผลิตไฟฟ้าและความร้อนใช้โดยหม้อไอน้ำและระบบกังหันไอน้ำ การบำบัดมลพิษทางอากาศใช้ Dry scrubbers และ Subsequent electrostatic recipitator และ Bag-house filter ซึ่งถือว่าเป็นการควบคุมมลพิษระดับปานกลาง หากเป็นระบบบำบัดอากาศระดับต่ำ เงินลงทุนอาจลดลงอีก 10 % ถ้าต้องการระบบบำบัดอากาศระดับสูงเงินลงทุนอาจเพิ่มขึ้นได้อีก 15 %โดยในรายงานได้มีข้อเสนอแนะว่า 50% ของเงินลงทุนเบื้องต้นนี้อาจลดลงได้หากใช้วัสดุภายในประเทศ

เงินลงทุนเบื้องต้นของระบบเทคโนโลยีเตาเผาจากตารางที่ 4.7 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขยะของพื้นที่เขตใต้ จังหวัดเชียงใหม่ที่สามารถเข้าระบบเตาเผาประมาณ 352 ตัน/วันหรือ 116,160 ตัน/ปี โดยคิดอัตราแลกเปลี่ยนที่ 34.1879 บาท/USD เงินลงทุนเบื้องต้นแสดงการคำนวนได้ดังนี้

เงินลงทุนเบื้องต้น = 60 + ((116,160-100,000)×(100 – 60)) / (200,000-100,000)

= 66.464 ล้าน USD

= 2,272 ล้านบาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.7 ปริมาณขยะของพื้นที่เขตใต้ จังหวัดเชียงใหม่และเงินลงทุนที่ต้องใช้

ปริมาณขยะ (ตัน/ปี)	เงินลงทุนเบื้องต้น (ล้าน USD)	ปริมาณขยะเชียงใหม่เข้าระบบ (ตัน/ปี)
75,000	50	116,160
100,000	60	
200,000	100	
300,000	140	
400,000	175	
500,000	210	
600,000	240	
700,000	270	

สำหรับ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาของเทคโนโลยีเตาเผาดังตารางที่ 4.8 แบ่งออกได้ 3 ประเภทคือ

1. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการคงที่ (Fixed operating costs) ส่วนใหญ่เป็นค่าจ้าง โดยจะประมาณไว้ที่ 2 % ของเงินลงทุนเบื้องต้น

2. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการแปรผัน(Variable operating costs) เป็นค่าใช้จ่ายที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามกำลังการผลิต สำหรับโรงไฟฟ้าแล้วค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะเป็นค่าใช้จ่ายในการกำจัดเถ้าลอยและเถ้าหนักที่เกิดขึ้นในระบบเผาไหม้และระบบบำบัดมลพิษทางอากาศรายงานฉบับนี้ให้ข้อมูลว่าในสหรัฐเถ้าลอยมีค่ากำจัดสูงถึง 100 USDต่อตัน ส่วนเถ้าหนักมีค่ากำจัด 5 USDต่อตัน โดยรายงานนี้แนะนำว่า Variable operating costs ควรจะมีค่าประมาณ 15 USDต่อตันของขยะที่เข้าสู่ระบบ

3. Maintenance costs คือ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาของเทคโนโลยี เครื่องจักรต่างๆ และตัวอาคาร โดยกำหนดค่าบำรุงรักษาตัวอาคารเป็น 1% ของเงินลงทุนเบื้องต้น ส่วนค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรนั้นคิดเป็น 2.5% ของเงินลงทุนเบื้องต้น

โดยการประมาณ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาของเทคโนโลยีเตาเผา สามารถคำนวนได้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา = 5 + ((116,160 -100,000)×(8 – 5)) / (200,000-100,000)

= 5.4848 ล้าน USD/ปี

= 188 ล้านบาท/ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.8 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาของเทคโนโลยีเตาเผา

ปริมาณขยะ (ตัน/ปี)	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (ล้านUSD /ปี)	ปริมาณขยะเชียงใหม่เข้าระบบ (ตัน/ปี)
75,000	4	116,160
100,000	5	
200,000	8	
300,000	10	
400,000	12	
500,000	15	
600,000	18	
700,000	20	

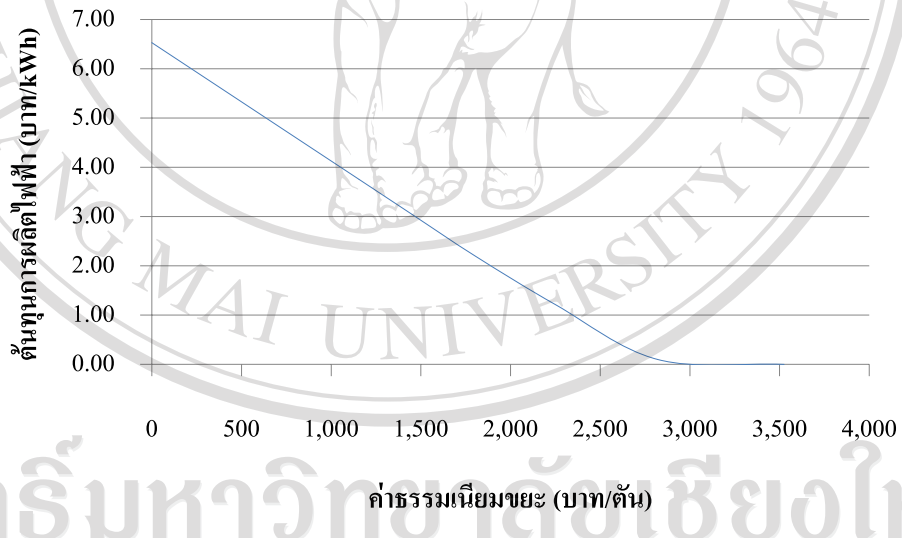
ด้านรายรับจากโครงการจะประกอบไปด้วยรายรับจากค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะซึ่งจะขึ้นอยู่กับการทำสัญญาระหว่างผู้ลงทุนและหน่วยงานที่นำขยะเข้ามากำจัดในระบบเตาเผา รายรับอีกส่วนหนึ่งคือ รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าที่ผลิตได้ซึ่งปัจจุบันมีอัตรารับซื้ออยู่ที่ประมาณ 2.5 บาท/kWh

จากการประเมินศักยภาพในการผลิตพลังงานในบทที่ 2 พบว่า โรงไฟฟ้าพลังงานขยะแบบเตาเผามีขนาด 7.5 MW และมีการใช้ไฟฟ้าภายในระบบ 10% จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 53 ล้านkWh/ปี ในราคาฐานหน่วยละ 2.5 บาท/kWh อีกทั้งได้รับการสนับสนุน Adder 3.5 บาท/kWh เป็นระยะเวลา 7 ปี ส่งผลให้มีรายรับในช่วงที่มีการสนับสนุนประมาณ 321 ล้านบาท/ปี และหลังจากไม่มี Adder โครงการนี้จะมีรายรับจากการขายไฟฟ้าประมาณ 134 ล้านบาท/ปี ในขณะที่รายรับอีกส่วนคือค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะมีค่าที่แตกต่างกันมากในแต่ละพื้นที่ โดยอาจมีค่าตั้งแต่ 300 – 2,000 บาท/ตัน ซึ่งจากเงินลงทุนเบื้องต้น ค่าดำเนินงาน และรายรับจากการขายไฟฟ้าดังที่กล่าวมานั้น จะพบว่าหากต้องการให้โครงการนี้มีผลตอบแทนที่ 10%/ปี จะต้องได้รับค่าธรรมเนียมในการจัดการขยะที่ 1,677 บาท/ตัน โดยรายละเอียดของกระแสเงินสดแสดงได้ดังตารางที่ 4.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการจัดการขยะของเทศบาลนครเชียงใหม่ซึ่งมีปริมาณขยะมากที่สุดในกลุ่มพื้นที่เขตใต้พบว่า ปัจจุบันเทศบาลนครเชียงใหม่ได้จัดจ้างเอกชนเพื่อทำการกำจัดขยะในราคาตันละ 600 บาท ซึ่งน้อยกว่าค่าธรรมเนียมที่ต้องการเพื่อจะให้โครงการมีผลตอบแทนที่ 10%ต่อปี ดังนั้น หากต้องการให้โครงการกำจัดขยะด้วยเตาเผามีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ การสนับสนุนอาจอยู่ในรูปแบบของการสนับสนุนรายรับของโครงการใน 2 แนวทางด้วยกันคือ การสนับสนุนรายรับจากการจำหน่ายไฟฟ้า และ การสนับสนุนด้านรายรับจากค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะ

จากเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าของโครงการนี้ และ ค่าธรรมเนียมในการกำจัดขยะ โดยรายละเอียดของกระแสเงินสดแสดงได้ดังตารางที่ 4.10 – 4.16 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าธรรมเนียมการจัดการขยะและต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า โดยโครงการกำหนดให้มีผลตอบแทนที่ 10 % ต่อปี ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงได้ดังรูปที่ 4.7



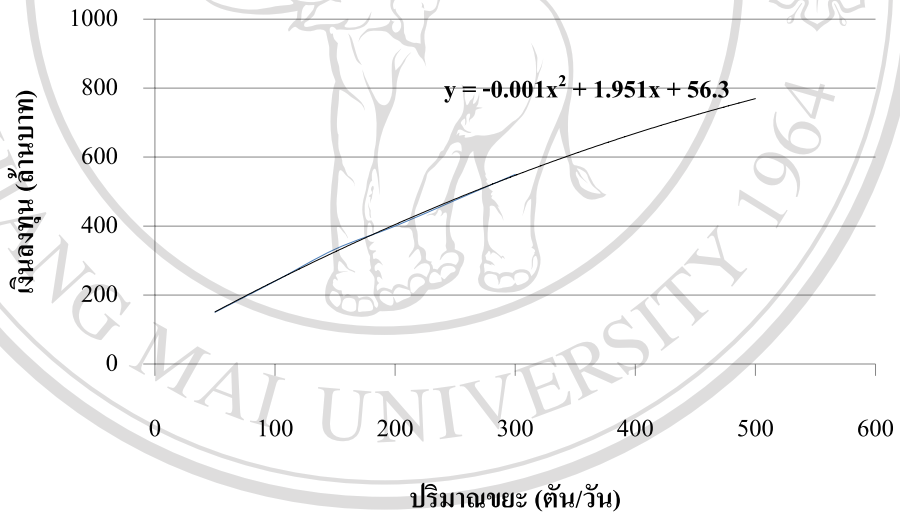
รูปที่ 4.7 ค่าธรรมเนียมการจัดการขยะและต้นทุนไฟฟ้าที่เหมาะสมของเตาเผา

ในงานวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบต้นทุนต่อหน่วยไฟฟ้า ดังนั้นในการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าของเทคโนโลยีแต่ละรูปแบบจะใช้ข้อมูลของต้นทุนไฟฟ้าซึ่งยังไม่ได้พิจารณารายรับจากค่าธรรมเนียมในการกำจัดขยะ ซึ่งสำหรับเทคโนโลยีเตาเผาจะมีต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าอยู่ที่ 6.53 บาท/kWh

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.2 การประเมินต้นทุนเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ขั้นแรกจะทำการประเมินเงินลงทุนเบื้องต้นของโครงการ โดยงานวิจัยนี้อ้างอิงเงินลงทุนเบื้องต้นจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนละอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งได้เลือกนำเอาเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน เป็นแบบ Single-stage Anaerobic Digestion มาเป็นต้นแบบในการประมาณ เงินลงทุนเบื้องต้น ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา เนื่องจากระบบดังกล่าวเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทยก็มีโครงการสาธิตที่ใช้ระบบดังกล่าว (โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงาน จังหวัดระยอง) จึงทำให้มีข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของราคาค่าลงทุนในส่วนต่างๆรวมทั้งค่าเดินระบบและผลได้จากระบบในประเทศไทยที่ชัดเจน เงินลงทุนเบื้องต้นของระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ ออกซิเจนแสดงได้ดังรูปที่ 4.8

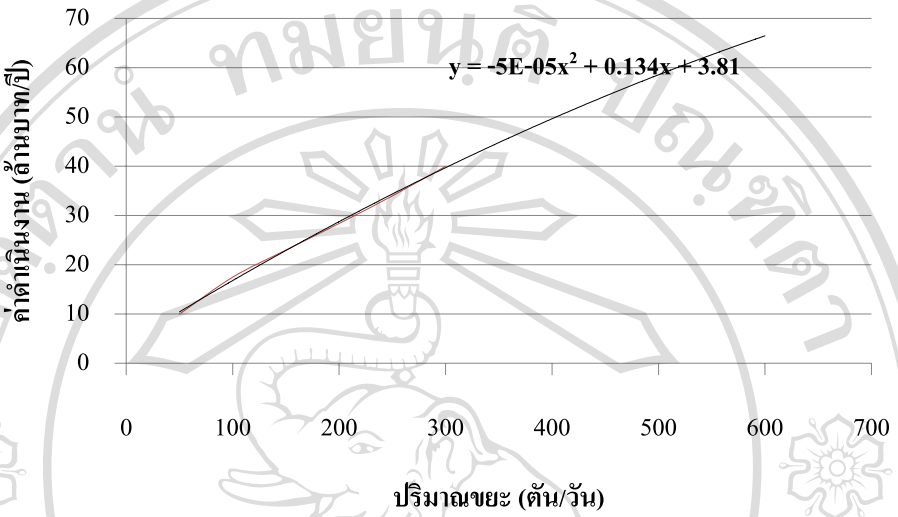


รูปที่ 4.8 การประมาณเงินลงทุนเบื้องต้นของระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากระบบที่ถูกประมาณไว้รองรับขยะอินทรีย์ได้เพียง 300 ตัน/วัน ในขณะที่จังหวัดเชียงใหม่มีขยะอินทรีย์เข้าระบบ 316 ตัน/วัน ผู้วิจัยจึงได้ทำการหาสมการแนวโน้มของราคาเงินลงทุนเบื้องต้นได้สมการ $y = -0.0011x^2 + 1.9515x + 56.3$ เมื่อ y คือเงินลงทุนเบื้องต้น และ x คือปริมาณขยะ เมื่อแทนค่า x = 316 ลงในสมการจะได้ค่าเงินลงทุนเบื้องต้นที่ 562.33 ล้านบาท

สำหรับการประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานแสดงได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

โดยสมการแนวโน้มของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาคือ $y = -0.0011x^2 + 1.9515x + 56.3$ เมื่อ y คือค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา และ x คือปริมาณขยะ เมื่อแทนค่า x = 316 ลงในสมการจะได้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา ที่ 46.32 ล้านบาท/ปี

ด้านรายรับจากโครงการจะประกอบไปด้วยรายรับ 3 ส่วนคือ รายรับจากค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะซึ่งจะขึ้นอยู่กับการทำสัญญาระหว่างผู้ลงทุนและหน่วยงานที่นำขยะเข้ามากำจัดในระบบการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน รายรับอีกส่วนหนึ่งคือ รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าที่ผลิตได้ซึ่งปัจจุบันมีอัตรารับซื้ออยู่ที่ประมาณ 2.5 บาท/kWh นอกจากนั้นแล้วยังมีรายรับที่ได้จากการขายปุ๋ยซึ่งเป็นผลพลอยได้ของระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

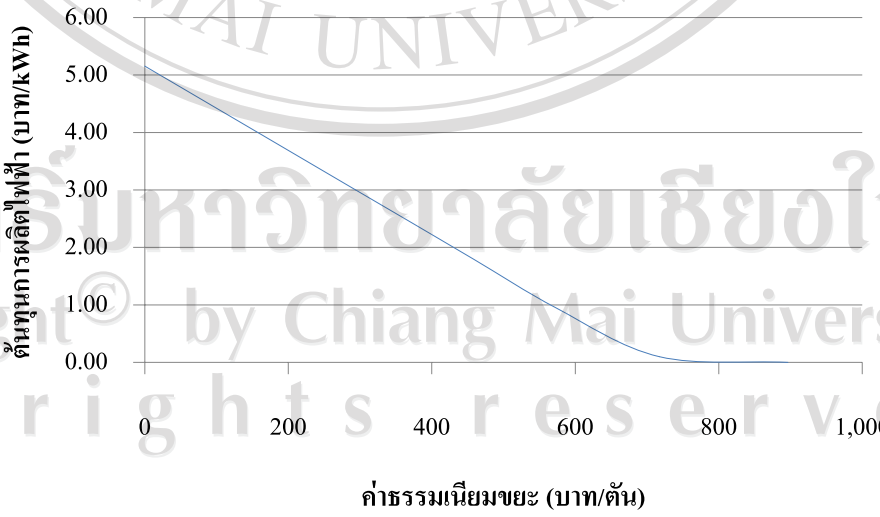
จากการประเมินศักยภาพในการผลิตพลังงานในบทที่ 2 พบว่า โรงไฟฟ้าพลังงานขยะแบบการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีขนาด 2.425 MW และมีการใช้ไฟฟ้าภายในระบบ 20% จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 15.7 ล้านkWh/ปี ในราคาฐานหน่วยละ 2.5 บาท/kWh อีกทั้งได้รับการสนับสนุน Adder 2.5 บาท/kWh เป็นระยะเวลา 7 ปี ส่งผลให้มีรายรับในช่วงที่มีการสนับสนุนประมาณ 79 ล้านบาท/ปี และหลังจากไม่มี Adder โครงการนี้จะมีรายรับจากการขาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไฟฟ้าประมาณ 39 ล้านบาท/ปี รวมถึงมีรายรับจากการขายปุ๋ยประมาณ 9 ล้านบาท/ปี ในขณะที่รายรับอีกส่วนคือค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะมีค่าที่แตกต่างกันมากในแต่ละพื้นที่ โดยอาจมีค่าตั้งแต่ 300 – 2,000 บาท/ตัน ซึ่งจากเงินลงทุนเบื้องต้น ค่าดำเนินงาน และรายรับจากการขายไฟฟ้าดังที่กล่าวมานั้น จะพบว่าหากต้องการให้โครงการนี้มีผลตอบแทนที่ 10%/ปี จะต้องได้รับค่าธรรมเนียมในการจัดการขยะที่ 362 บาท/ตัน โดยรายละเอียดของกระแสเงินสดแสดงได้ดังตารางที่ 4.17

จากค่าธรรมเนียมในการกำจัดขยะดังกล่าวเมื่อพิจารณาการจัดการขยะของเทศบาลนครเชียงใหม่ซึ่งมีปริมาณขยะมากที่สุดในกลุ่มพื้นที่เขตใต้พบว่า ปัจจุบันเทศบาลนครเชียงใหม่ได้จัดจ้างเอกชนเพื่อทำการกำจัดขยะในราคาตันละ 600 บาท ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าธรรมเนียมที่ต้องการเพื่อจะให้โครงการมีผลตอบแทนที่ 10%ต่อปี ดังนั้น จะเห็นได้ว่าโครงการกำจัดขยะด้วยการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ อีกทั้งยังส่งผลให้ค่าธรรมเนียมในการกำจัดขยะมีราคาที่ต่ำ ซึ่งถือเป็นแรงจูงในหนึ่งสำหรับหน่วยงานที่อยู่ในพื้นที่ ๆ ห่างไกลออกไป หรืออยู่นอกเขตพื้นของเขตใต้

ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า และ ค่าธรรมเนียมในการกำจัดขยะ รายละเอียดของกระแสเงินสดแสดงได้ดังตารางที่ 4.18 – 4.24 จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าธรรมเนียมการจัดการขยะและต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า โดยโครงการกำหนดให้มีผลตอบแทนที่ 10% ต่อปี ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงได้ดังรูปที่ 4.10 ต้นทุนไฟฟ้าซึ่งยังไม่ได้พิจารณารายรับจากค่าธรรมเนียมในการกำจัดขยะของเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนจะมีต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าอยู่ที่ 5.15 บาท/kWh



รูปที่ 4.10 ค่าธรรมเนียมการจัดการขยะและต้นทุนไฟฟ้าที่เหมาะสมของการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.3 การประเมินต้นทุนเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ

ในการประมาณเงินลงทุนเบื้องต้นและ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา ของการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ระบบรวมรวมก๊าซชีวภาพและระบบผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพ ดังตารางที่ 4.25 และ ตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.25 เงินลุงทุนในระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ

การรวมก๊าซ	1 ล้านตัน	5 ล้านตัน	10 ล้านตัน
เงินลงทุนเบื้องต้น(USD)	628,000	2,088,000	3,599,000
ค่าดำเนินงาน (USD/ปี)	89,000	152,000	218,000

ระบบรวบรวมก๊าซที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เขตใต้คือระบบที่รองรับขยะ 3.6 ล้านตัน ซึ่งจะใช้เงินลงทุน 1,577,000 USD หรือ 53.91 ล้านบาท และมีค่าดำเนินงาน 129,950 USD/ปี หรือ 4.44 ล้านบาท/ปี

ตารางที่ 4.26 เงินลุงทุนในระบบผลิตพลังงานที่ได้จากการรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ

ระบบผลิตพลังงาน	ขยะขั้นต่ำ (ล้านตัน)	เงินลงทุนเบื้องต้น (USD/kW)	ค่าดำเนินงาน (USD/kWh)
IC Engine	>1	1,100-1,300	0.018
Combine Turbine	>3	1,200-1,700	0.013-0.016
Boiler/Steam Turbine	>8	2,000-2,500	0.010-0.020

พิจารณาขนาดของโรงไฟฟ้าที่ประเมินได้จากบทที่ 2 จะสามารถประมาณการลงทุนระบบรวบรวมก๊าซและระบบผลิตพลังงานได้ตารางที่ 4.27

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.27 การลงทุนในระบบผลิตไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบ

ปี พ.ศ.	ระบบฝังกลบ	ค่าใช้จ่าย	มูลค่า	หน่วย
พ.ศ. 2555	ระบบรวบรวมก๊าซ	เงินลงทุนเบื้องต้น	53.91	ล้านบาท
		ค่าดำเนินงาน	4.44	ล้านบาท/ปี
พ.ศ. 2560	ระบบผลิตพลังงาน	เงินลงทุนเบื้องต้น	31.36	ล้านบาท
	0.834 MW	ค่าดำเนินงาน	4.16	ล้านบาท/ปี
พ.ศ. 2566	ระบบผลิตพลังงาน	เงินลงทุนเบื้องต้น	31.36	ล้านบาท
	0.834 MW	ค่าดำเนินงาน	4.16	ล้านบาท/ปี
พ.ศ. 2572	ระบบผลิตพลังงาน	เงินลงทุนเบื้องต้น	42.53	ล้านบาท
	1.131 MW	ค่าดำเนินงาน	5.64	ล้านบาท/ปี

ด้านรายรับจากโครงการจะประกอบไปด้วยรายรับจากค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะซึ่งจะขึ้นอยู่กับการทำสัญญาระหว่างผู้ลงทุนและหน่วยงานที่นำขยะเข้ามากำจัดในระบบการฝังกลบ รายรับอีกส่วนหนึ่งคือ รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้าที่ผลิตได้ซึ่งปัจจุบันมีอัตรารับซื้ออยู่ที่ประมาณ 2.5 บาท/kWh

จากการประเมินศักยภาพในการผลิตพลังงานในบทที่ 2 พบว่า โรงไฟฟ้าพลังงานขยะจากหลุมฝังกลบจะผลิตพลังงานเป็น 3 ช่วงด้วยกัน โดยรายรับจากการจำหน่ายไฟฟ้าจะได้รับการสนับสนุน Adder 2.5 บาท/kWh เป็นระยะเวลา 7 ปีแรกของทั้ง 3 ช่วงของการผลิตไฟฟ้า เมื่อทำการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์เมื่อจำหน่ายไฟฟ้าในราคาหน่วยละ 2.5 บาท/kWh โดยยังไม่พิจารณาถึงรายรับจากค่าธรรมเนียมในการกำจัดขยะ พบว่าโครงการนี้มีศักยภาพในการจัดตั้งเนื่องจากโครงการนี้ให้ผลตอนแทนสูงถึง 21.45%ต่อปี โดยรายละเอียดของกระแสเงินสดแสดงดังตารางที่ 4.28

อย่างไรก็ตามในการเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าจะพิจารณาจากต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าที่ให้ผลตอบแทน 10%ต่อปีโดยไม่พิจารณาถึงรายรับที่ได้จากค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะ ซึ่งจากกระแสเงินสดดังตารางที่ 4.29 พบว่าการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพที่ได้จากหลุมฝังกลบนั้นจะมีต้นทุนอยู่ที่ 0.34 บาท/kWh

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุปผลการประเมินต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าจากเทคโนโลยีทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าเทคโนโลยีเตาเผามีต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดที่ 6.53 บาท/kWh การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ มีต้นทุนถูกที่สุดคือ 0.34 บาท/ kWh ส่วนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีต้นทุน 5.15 บาท/ kWh ดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 สรุปต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าจากขยะ

	ผลการประเมิน			หน่วย
	เตาเผา	ย่อยสลายไม่ใช้ออกซิเจน	หลุมฝังกลบขยะ	
ต้นทุนเศรษฐศาสตร์	6.53	5.15	0.34	บาท/kWh

จากตารางที่ 4.30 พบว่าต้นทุนของเทคโนโลยีเตาเผาและการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีต้นทุนที่สูงกว่าราคารับซื้อไฟฟ้าที่มีราคาอยู่ที่ 2.5 บาท/ kWh อย่างไรก็ตามต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 รูปแบบ สามารถลดลงได้เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากจากขยะยังมีรายรับอื่น นอกจากการจำหน่ายไฟฟ้าคือ ค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะซึ่งจะขึ้นอยู่กับการทำสัญญากันระหว่างเทศบาลนครเชียงใหม่รวมถึงหน่วยงานท้องถิ่นในเขตใต้และ เอกชนผู้ลงทุนในโครงการนี้

4.6 ผลการประเมินต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมของการผลิตไฟฟ้าจากขยะ

จากสมการในการประเมินต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อม และ ปริมาณการปล่อยก๊าซที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนและการก่อให้เกิดภาวะฝนกรดของการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 จะสามารถประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อมของการผลิตไฟฟ้าจากเทคโนโลยีต่าง ๆได้ โดยการระบุมูลค่าสิ่งแวดล้อมของแต่ละปริมาณสารเทียบเท่าในแต่ละผลกระทบ

มูลค่าของสารมลพิษที่มีการซื้อขายอยู่ในท้องตลาดปัจจุบันคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นมลพิษเทียบเท่าสำหรับผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนโดยอยู่ในหน่วยกิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kg CO_2 eq) และมีราคาตามตลาดคาร์บอนอยู่ที่ 13.13 ยูโรต่อตันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าหรือ 568.56 บาท/ตัน ซึ่งเป็น ราคาสัญญาซื้อขายล่วงหน้าสำหรับการส่งมอบในเดือนธันวาคม 2010 (อัตราแลกเปลี่ยน ธนาคารกรุงไทย วันที่ 1 เมษายน 2553 1 ยูโรมีค่า 43.3025 บาท)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในขณะที่มูลค่าของสารตัวอื่น ๆ เช่น CFC11, SO_2, NO_3 ยังไม่มีการซื้อขายที่แพร่หลาย ดังเช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นในรายงานฉบับนี้จะอ้างอิงราคาของสารเหล่านั้น โดยใช้ความสัมพันธ์ของค่าน้ำหนักความสำคัญในแต่ละผลกระทบเทียบกับผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน ซึ่งรู้ค่าอยู่แล้ว โดยผลกระทบของคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อใช้วิธีประเมินแบบ EDIP/UMIP 97 พบว่าจะมีค่า 0.127 Pt/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบกับราคาของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 568.56 บาท/ตัน จะได้ว่าราคาของคาร์บอนไดออกไซด์คือ 4 ,476.85 บาท/Pt ดังนั้นราคาของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีแต่ละรูปแบบ เมื่อเทียบกับก๊าซคารบอนไดออกไซด์แล้วจะแสดงได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.29 ราคาของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีแต่ละรูปแบบ

ผลกระทบ	เตาเผา		การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน		ผลิตไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบ	
	Pt/kWh	บาท/kWh	Pt/kWh	บาท/kWh	Pt/kWh	บาท/kWh
Global warming	0.000345	1.544	0.000126	0.459	0.000215	0.965
Ozone depletion	4.92E-06	0.022	9.72E-07	0.004	1.95E-06	0.009
Acidification	7.66E-05	0.343	0.00013	0.472	7.29E-05	0.326
Eutrophication	7.07E-05	0.317	0.000138	0.501	8.07E-05	0.361
Human toxicity air	1.33E-06	0.006	5.11E-07	0.002	5E-06	0.022
Human toxicity water	1.36E-06	0.006	4.7E-08	0.000	9.45E-08	0.000
Human toxicity soil	1.56E-05	0.070	8.32E-07	0.003	1.67E-06	0.007
Total		2.31		1.44		1.69

จากมูลค่าทางด้านสิ่งแวดล้อมในการผลิตไฟฟ้าจากขยะทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าการผลิตไฟฟ้าจากเตาเผามีมูลค่าทางด้านสิ่งแวดล้อมสูงสุดอยู่ที่ 2. 31 บาท/kWh รองลงมาคือการผลิตไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบมีมูลค่า 1. 69 บาท/kWh ส่วนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีผลกระทบน้อยที่สุด คือ 1.44 บาท/kWh

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.7 สรุปการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากขยะ

สรุปผลการประเมินต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าจากเทคโนโลยีทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าเทคโนโลยีเตาเผามีต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดที่ 6.53 บาท/kWh การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ มีต้นทุนถูกที่สุดคือ 0.34 บาท/ kWh ส่วนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีต้นทุน 5.15 บาท/ kWh ค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่าต้นทุนของเทคโนโลยีเตาเผาและการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีต้นทุนที่สูงกว่าราคารับซื้อไฟฟ้าที่มีราคาอยู่ที่ 2.5 บาท/ kWh อย่างไรก็ตามต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 รูปแบบ สามารถลดลงได้เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากจากขยะยังมีรายรับอื่นนอกจากการจำหน่ายไฟฟ้าคือ ค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะ

ในส่วนของต้นทุนด้านสิ่งแวดล้อมพบว่าการผลิตไฟฟ้าจากเตาเผามีมูลค่าทางด้านสิ่งแวดล้อมสูงสุดอยู่ที่ 2. 31 บาท/kWh รองลงมาคือการผลิตไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบมีมูลค่า 1. 69 บาท/kWh ส่วนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมีผลกระทบน้อยที่สุดคือ 1.44 บาท/kWh

เมื่อรวมต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าทั้ง 2 ส่วนพบว่าการผลิตไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบขยะมีต้นทุนที่ต่ำที่สุดตามมาด้วยการการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ส่วนเตาเผามีต้นทุนสูงที่สุด

โดยการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมจำเป็นต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในแต่ละประเด็นทั้งในด้านศักยภาพในการผลิตพลังงาน ด้านเศรษฐศาสตร์และด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งการตัดสินในการเลือกเทคโนโลยี ได้มีการสรุปและข้อเสนอแนะไว้ในบทที่ 5

ตารางที่ 4.30 มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมของการผลิตไฟฟ้าจากขยะ

เทคโนโลยีในการผลิตไฟฟ้า	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์	มูลค่าทางด้านสิ่งแวดล้อม	รวม	หน่วย
เตาเผา	6.53	2.31	8.84	บาท/kWh
การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน	5.15	1.44	6.59	บาท/kWh
การผลิตไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบ	0.34	1.69	2.03	บาท/kWh

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved