การประเมินศักยภาพในการผลิตคาร์บอนเครดิตจากหลุมฝังกลบขยะภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด: กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร

นางสาว เบญจาภา จรณศักดิ์สกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EVALUATION OF CARBON CREDIT POTENTIAL UNDER CDM FROM LANDFILL: CASE STUDY BANGKOK

Miss Benjapa Jaranasaksakul

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Environmental Engineering
Department of Environmental Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

511701

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินศักยภาพในการผลิตคาร์บอนเครดิตจากหลุมฝังกลบขยะภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด: กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร
โดย	นางสาว เบญจาภา จรณศักดิ์สกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ชนาธิป ผาริโน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรทัย ชวาลภาฤทธิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.ชนาธิป ผาริโน)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.พรรณวดี สุวัฒิกะ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เบญจาภา จรณศักดิ์สกุล : การประเมินศักยภาพในการผลิตคาร์บอนเครดิตจากหลุมฝังกลบขยะภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด: กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร. (Evaluation of Carbon Credit Potential Under CDM from Landfill: Case Study Bangkok)
อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.ชนาธิป ผาริโน, 221 หน้า

งานวิจัยนี้ศึกษาและประเมินศักยภาพในการผลิตคาร์บอนเครดิตที่ได้จากหลุมฝังกลบมูลฝอยของกรุงเทพมหานครที่นำไปฝังกลบที่หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม เมื่อมีการดำเนินการรวบรวมก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบมาผลิตกระแสไฟฟ้า การศึกษาได้คำนวณปรียบเทียบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศที่เกิดขึ้นหากมีการดำเนินการจัดการในลักษณะต่างๆ และประเมินคาร์บอนเครดิตได้ใช้วิธีตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC (วิธีมาตรฐาน ACM0001) และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน รวมทั้ง ปัญหาและอุปสรรคด้านต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการดำเนินโครงการ CDM ในปัจจุบัน

ผลการวิจัย พบว่า ในการจัดการก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบมูลฝอยในระหว่างปี 2548 - 2557 ของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง หากมีการจัดการวางระบบรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อนำมาเผาทิ้งจะลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศได้ 65% และหากมีการนำก๊าซมีเทนที่รวบรวมได้นี้ไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 69% ในกรณีที่ดำเนินโครงการ CDM หลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสน ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 52% และ 48% ตามลำดับ จากการศึกษาด้านการลงทุนในการรวบรวมก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบไปผลิตกระแสไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวจะไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน แต่หากมีการดำเนินโครงการ CDM ด้วยจะทำให้มีความคุ้มค่ามากเนื่องจากมีรายได้ในการขายคาร์บอนเครดิต ส่งผลให้มีอัตราการคืนทุนในระยะเวลาสั้นลง

ปัญหาอุปสรรคอื่นๆที่เกิดขึ้นในการจัดการหลุมฝังกลบ ได้แก่ ปัญหาด้านเทคนิคและประสิทธิภาพในการรวบรวมก๊าซจากหลุมฝังกลบ ที่ไม่ได้มีการวางแผนตั้งแต่เริ่มดำเนินการฝังกลบ ปัญหาด้านนโยบายและกฎหมายเกี่ยวกับ CDM ที่ขาดความชัดเจน และเกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงาน ทำให้ผู้ประกอบการไม่มั่นใจในผลตอบแทนที่ได้รับ ปัญหาด้านการขาดแคลนเงินลงทุน ดังนั้น ทางภาครัฐและเอกชนควรปรึกษาและร่วมมือกันเพื่อหาทางแก้ปัญหาและส่งเสริมการจัดการขยะให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา 2551

5070577721 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEYWORD : SANITARY LANDFILL / CARBON CREDITS / CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM, CDM

BENJAPA JARANASAKSAKUL : EVALUATION OF CARBON CREDIT POTENTIAL UNDER CDM FROM LANDFILL: CASE STUDY BANGKOK. ADVISOR : CHANATHIP PHARINO, Ph.D., 221 pp.

This research evaluated potential carbon credit generating from Phanomsarakam sanitary landfill and Kampaengsan sanitary landfill by collection of landfill gases to generate electricity. The emission reduction credits are calculated by following the UNFCCC protocol, (methodology ACM 0001). The research compared environmental impacts from different landfill gases management scenarios. The study analyzed investment feasibility of electricity generation and of CDM project and examined factors hindering the success of CDM project implementation in Thailand.

The results show that methane released from Phanomsarakam sanitary landfill and Kampaengsan sanitary landfill to the atmosphere during 2005-2014. If methane gases are collected and then combustion with flare, it can reduce the total amounts of GHG emissions by 65 percent. If methane gas is collected for electricity generation, it can decrease amounts of carbon dioxide released to the atmosphere by 69 percent . Investment analysis found that collection gas to generate electricity hasn't potential investment so this project can be CDM project. CDM project case will help creating additional incomes to promote an investment because it get income from carbon credit and high intemal rate of return for environmental improvement.

Major obstacle of CDM landfill gas to electricity project is an inefficiency of landfill gas collection to electricity generation because in many landfills pipe collection system were installed after the landfill operation. Moreover, lack of clear regulation and CDM policy direction in Thailand creates uncertainty among investors about CDM investment returns. Financial loans for CDM projects are also insufficient. In the future, government and private sectors need to work together to create most practical solutions to promote efficiency of solid waste management via CDM projects.

Department : Environmental Engineering Student's Signature เบญจภา จารนาสักสกุล

Field of Study : Environmental Engineering Advisor's Signature

Academic Year : 2008

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณต่อผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ดังต่อไปนี้

อาจารย์ ดร.ชนาธิป ผาริโน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้คำปรึกษา แนะแนวทางหลักการในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งมีส่วนสำคัญมากในการทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและให้ความรู้

ดร.ชาญวิทย์ อุดมศักดิกุล ผู้ช่วยวิชาการอาวุโส องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และ คุณจุฑามณี มาศฉมาดล ผู้มีประสบการณ์และให้คำปรึกษาการทำงานเกี่ยวกับโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ที่ให้คำแนะนำและอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินงานและปัญหาที่เกิดขึ้นของกลไกการพัฒนาที่สะอาดของประเทศไทยในปัจจุบัน

คุณ เสาวลักษณ์ เจริญพงษ์ ผู้จัดการหลุมฝังกลบราชาเทวะ และหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา ผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินตามโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดของโครงการโรงไฟฟ้าราชาเทวะและปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งแนวทางการจัดการของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา ในปัจจุบัน

คุณ พันทิพย์ จันทร์เจริญกิจ ผู้จัดการทั่วไปหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม และ ผศ.บุญมา ป้านประดิษฐ์ หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรกำแพงแสน ผู้ให้ข้อมูลและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

คุณ วิชา วงษ์ประดิษฐ์ และเจ้าหน้าที่สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยในการอนุเคราะห์ด้านข้อมูลการจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร พร้อมทั้งติดต่อให้ความช่วยเหลือในการเข้าดูงานหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา และผู้ใกล้ชิดทุกท่าน ซึ่งสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฒ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 หลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) 6

2.1.1 การบริหารจัดการขยะและหลุมฝังกลบ 6

2.1.2 การใช้ประโยชน์จากหลุมฝังกลบ 7

2.1.3 ปฏิกิริยาที่เกิดจากการฝังกลบมูลฝอย 8

2.1.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบมูลฝอย 10

2.1.5 ข้อดี-ข้อเสียของกระบวนการฝังกลบมูลฝอย 11

2.2 มูลฝอยของกรุงเทพมหานคร 12

2.2.1 ลักษณะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร 12

2.2.2 การกำจัดมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร 16

2.3 อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) และกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM) 18

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

2.3.1 อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและหลักการของพิธีสารเกียวโต 18
2.3.2 กลไกการทำงานของการพัฒนาที่สะอาด 20
2.3.3 สถานการณ์ภาพรวมของโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดในประเทศไทย 22
2.4 วิธีที่ใช้สำหรับประเมินคาร์บอนเครดิตจากหลุมฝังกลบ (Methodology for Carbon Credits from Landfill Sector) 23
2.5 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน 25
2.5.1 Net Present Value (NPV) 25
2.5.2 Internal Rate of Return (IRR) 26
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26
2.6.1 การประเมินอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบมูลฝอย 27
2.6.2 วิธีการประเมินคาร์บอนเครดิต 29
2.6.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน 30
3 วิธีดำเนินการวิจัย 32
3.1 ขั้นตอนการวิจัย 32
3.2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร 33
3.2.1 ข้อมูลทั่วไป 33
3.2.2 องค์ประกอบของมูลฝอย 33
3.2.3 หลักเกณฑ์ในการนำมูลฝอยมาพิจารณาอัตราการผลิตก๊าซมีเทน 33
3.3 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากหลุมฝังกลบมูลฝอย 35
3.3.1 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี 35
3.3.2 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC 35
3.4 การกำหนดกรณีในการพิจารณาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากโครงการ 39
3.5 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีฐาน 41
3.6 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ในระบบ Flare 41
3.7 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการผลิตกระแสไฟฟ้า 42
3.8 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงได้จากการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดหรือคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit) 43
3.8.1 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงต่อปี 44

บทที่ หน้า

3.8.2 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยลดลงจากการนำก๊าซมีเทนไปผลิตกระแสไฟฟ้าและเผาทำลายในระบบ Flare ต่อปี 45
3.8.3 ปริมาณมีเทนที่ควรจะถูกทำลายต่อปีเมื่อไม่มีโครงการต่อปี 45
3.8.4 การคำนวณหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยเมื่อมีโครงการต่อปี 47
3.8.5 ปริมาณกระแสไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตจากก๊าซของหลุมฝังกลบระหว่างปี 48
3.8.6 ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แทนการผลิตกระแสไฟฟ้าปกติ 49
3.8.7 ปริมาณการผลิตพลังงานความร้อนจากก๊าซของหลุมฝังกลบ 49
3.8.8 ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แทนพลังงานความร้อนปกติ 49
3.8.9 ปริมาณมลภาวะที่ปล่อยจากการใช้กระแสไฟฟ้าในโครงการต่อปี 49
3.9 วิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน 52
3.10 ศึกษาปัจจัยทางนโยบายและแผนการจัดการเพื่อเพิ่มศักยภาพในการดำเนินโครงการ CDM จากหลุมฝังกลบในประเทศไทยให้เกิดขึ้นอย่างแพร่หลาย 55
4 ผลการวิจัยและการวิจารณ์ 56
4.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมูลฝอยกับจำนวนประชากรในอดีต 57
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานครปี 2542 – 2551 57
4.1.2 ผลการวิเคราะห์จำนวนประชากรของกรุงเทพมหานครปี 2542 – 2550 64
4.2 ผลการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบในปี 2548 – 2557 67
4.2.1 จำนวนประชากรในกรุงเทพมหานครปี 2552 – 2557 67
4.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัม/คน/วัน 71
4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากการคาดการณ์ของ JBIC 71
4.2.4 การคาดการณ์การกำจัดมูลฝอยโดยวิธีต่างๆในปี 2552 – 2557 75
4.3 ผลการคาดการณ์องค์ประกอบมูลฝอยที่ฝังกลบในปี 2548 – 2557 79
4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น 84
4.4.1 ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นตามทฤษฎีทั่วไป 84
4.4.2 ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC 92
4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่บรรยากาศในกรณีศึกษาต่างๆ 98
4.5.1 กรณีฐาน 99
4.5.2 กรณีที่ 1 100

บทที่ หน้า

4.5.3 กรณีที่ 2 103
4.5.4 กรณีทางเลือกทำโครงการ CDM 106
4.6 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน 112
4.6.1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบโดยไม่พิจารณาการดำเนินตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) 112
4.6.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ และพิจารณาผลประโยชน์ที่ได้จากการดำเนินตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) 122
4.7 ผลการสัมภาษณ์จากผู้เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด 135
4.7.1 ภาครัฐบาล 135
4.7.2 ภาคเอกชน 139
4.8 กฎหมายและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยและกลไกการพัฒนาที่สะอาด 153
4.8.1 กฎหมายและนโยบายเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอย 153
4.8.2 กฎหมายและนโยบายเกี่ยวกับการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) 154
4.9 ผลกระทบเมื่อมีการตัดสินใจดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า 155
5 สรุปผลการวิจัย 159
5.1 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทน 159
5.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี 159
5.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC 159
5.2 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามกรณีศึกษาต่างๆ 160
5.3 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนเครดิต 161
5.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน 163
5.5 การวิเคราะห์ปัญหา/อุปสรรคในการดำเนินโครงการ CDM 166
5.6 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ 168
5.7 สรุปภาพรวม 172
5.8 การเสนอแนวทางเพื่อส่งเสริมการดำเนินโครงการ CDM ให้แพร่หลายมากขึ้น 173
5.8.1 ด้านการลงทุน 174

บทที่ หน้า

5.8.2 ด้านนโยบาย 175
5.9 การดำเนินโครงการ CDM ในอนาคต 176
6 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม 177
รายการอ้างอิง 179
ภาคผนวก 186
ภาคผนวก ก ปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร 187
ภาคผนวก ข จำนวนประชากรของกรุงเทพมหานคร 189
ภาคผนวก ค องค์ประกอบมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร 193
ภาคผนวก ง การคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC 197
ภาคผนวก จ การคำนวณปริมาตรก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ 199
ภาคผนวก ฉ การคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในกรณีศึกษาต่างๆ 204
ภาคผนวก ช การคำนวณความคุ้มค่าในการลงทุน 214
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 221

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหลุมฝังกลบ	9
2.2	เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทนที่พบในพื้นที่หลุมฝังกลบในช่วงระยะเวลา 1 - 48 เดือน ส่วนเปอร์เซ็นต์ที่เหลือจะเป็นก๊าซอื่น	10
2.3	องค์ประกอบทางกายภาพ ของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครในปี 2537 – 2548	14
2.4	องค์ประกอบทางเคมี ของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครในช่วงปี 2537 – 2548	15
2.5	ปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสถานีขนถ่ายมูลฝอยแต่ละแห่งในปี 2541 – 2548	17
2.6	ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด	20
2.7	ประโยชน์ที่ได้รับจากการโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด	21
3.1	องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยกรุงเทพมหานครเฉลี่ยระหว่างปี 2537 – 2549	34
3.2	องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยกรุงเทพมหานครเฉลี่ยระหว่างปี 2537 - 2548	34
3.3	การสรุปแนวทางหาค่าตัวแปรจากสมการ (3.1)	36
3.4	ค่าความแตกต่างสัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ (โดยน้ำหนัก) ที่สามารถย่อยสลายของมูลฝอยแต่ละชนิด	38
3.5	อัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์แต่ละชนิด	38
3.6	สรุปแนวทางการวิเคราะห์ในกรณีศึกษาต่างๆ	41
3.7	การสรุปแนวทางหาค่าตัวแปรจากสมการ (3.2) – (3.3)	42
3.8	การสรุปแนวทางหาค่าตัวแปรจากสมการ (3.7) – (3.18)	50
3.9	ต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบ	54
4.1	เปอร์เซ็นต์มูลฝอยที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยจาก 3 สถานีของแต่ละเดือนในปี 2542 – 2551	58
4.2	ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ของมูลฝอยที่กำจัด ณ ศูนย์กำจัดมูลฝอยต่างๆตามนโยบายและการกำจัดจริงของกรุงเทพมหานครในปี 2542 – 2551	60
4.3	สรุปปริมาณมูลฝอยที่คาดการณ์ไว้และเก็บขนได้จริง (ตัน/วัน) ของกรุงเทพมหานครในปี 2542 - 2551 ของ JBIC	62
4.4	จำนวนประชากรทั้งหมดและเปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรแฝงของกรุงเทพมหานครในปี 2542 - 2550	65
4.5	เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรและจำนวนประชากรตามทะเบียนกรุงเทพมหานครในปี 2548 – 2557	70

ตาราง หน้า

4.6 ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปี 2548 – 2557 เมื่อวิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 74
4.7 ปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร (ตัน/วัน) ที่นำไปใช้ในการวิจัยในปี 2552 – 2557 75
4.8 ปริมาณการกำจัดมูลฝอย ณ ศูนย์กำจัดมูลฝอยต่างๆ 78
4.9 ปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบในปี 2548 - 2557 79
4.10 องค์ประกอบทางกายภาพของของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานคร ในปี 2536 – 2549 83
4.11 องค์ประกอบทางเคมีของของมูลฝอยชุมชนกรุงเทพมหานครในปี 2537 – 2548 84
4.12 น้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย 85
4.13 องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร 86
4.14 ข้อมูลทั่วไปสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบของมูลฝอยชุมชน 87
4.15 การปรับค่าองค์ประกอบของธาตุต่างๆ 88
4.16 คำนวณหาโมลโมเลกุล 88
4.17 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากการดำเนินโครงการในกรณีที่2 96
4.18 ดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงิน ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 4 ต่อปี 101
4.19 ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากการขายไฟปกติ 102
4.20 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ขาย รายได้จากการขายไฟฟ้า ส่วนเพิ่มจากการไฟฟ้า (Adder)และภาษีรายได้จากการขายไฟฟ้า 103
4.21 ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้รับในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยไม่พิจารณาผลประโยชน์ด้าน CDM 104
4.22 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน ในกรณีที่ไม่พิจารณาผลประโยชน์ทางด้าน CDM เมื่อกำหนดสมมติฐานให้มีอัตราลด 4% 105
4.23 อัตราค่าธรรมเนียมในการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และติดตามผลโครงการ 107
4.24 ค่าจัดทำเอกสารประกอบโครงการ (PDD) 108
4.25 ค่าขึ้นทะเบียนรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 109
4.26 รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต เงินภาษีเข้ากองทุนและภาษีรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต 111
4.27 ดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงิน ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 4 ต่อปี 112
4.28 ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้รับในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าและพิจารณาผลประโยชน์ด้าน CDM 114

ตาราง หน้า

4.29 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน ในกรณีที่พิจารณาผลประโยชน์ทางด้าน CDM เมื่อกำหนดสมมติฐานให้มีอัตราลด 4% 116
4.30 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน ในกรณีที่พิจารณาผลประโยชน์ทางด้าน CDM เมื่อกำหนดสมมติฐานให้มีอัตราลด 12% 118
4.31 แผนงานการกำจัดมูลฝอยของศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขมในปี 2551 และ 2553 138
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน 148
5.2 สรุปค่าที่ใช้ในเอกสารประกอบโครงการ และพื้นที่ที่ทำการวิจัย 153

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปประกอบ		หน้า
3.1	ลักษณะการคิดเครดิตในช่วงเวลา7ปี แบบต่ออายุได้	24
3.2	ลักษณะการคิดเครดิตในช่วงเวลา10ปี ช่วงเวลาแบบตายตัว	24
4.1	ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน) ที่กำจัดในปี 2542 – 2551	60
4.2	การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยและปริมาณมูลฝอยที่รวบรวมได้จริงของกรุงเทพมหานคร ในปี 2543 - 2551 ของ JBIC	64
4.3	เปอร์เซ็นต์ของจำนวนประชากรแฝงในกรุงเทพมหานครปี 2542 – 2550	65
4.4	การเปรียบเทียบปริมาณมูลฝอยและจำนวนประชากรในปี 2542 – 2550	66
4.5	เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรตามทะเบียนในกรุงเทพมหานครในปี 2533 – 2550	70
4.6	สรุปปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานครเมื่อวิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC ในปี 2552 – 2557	72
4.7	องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพแต่ละชนิดในปี 2536 – 2549	80
4.8	องค์ประกอบมูลฝอยทางเคมีปี 2537 – 2548	81
4.9	ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการคำนวณตามทฤษฎีในปีต่างๆ	90
4.10	ปริมาณก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา	91
4.11	ปริมาณก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม	91
4.12	เปรียบเทียบผลการประเมินก๊าซมีเทนด้วยวิธีของ UNFCCC และการประเมินตามทฤษฎี	92
4.13	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศในกรณีฐาน	94
4.14	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศในกรณีที่ 1	95
4.15	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศในกรณีที่ 2	96
4.16	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ลดลงได้ในกรณีทางเลือก	98
4.17	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ขายได้ (MWh) ของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่งในปีต่างๆ	102
4.18	ระบบการวางท่อแนวดิ่ง	124
4.19	ระบบการวางท่อแนวนอน	125
4.20	อุปกรณ์ระบบดูดและกำจัดก๊าซขยะ	125
4.21	ภาพตัดแนวดิ่งแสดงชั้นขยะที่ฝังกลบ	129
4.22	การวางท่อรวบรวมก๊าซในแนวดิ่ง	129

รูปประกอบ หน้า

4.23 การวางท่อรวบรวมก๊าซในแนวดิ่ง 145
4.24 ภาพตัดแนวดิ่งแสดงการวางท่อรวบรวมก๊าซในแนวนอน 146
4.25 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศหากมีการดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า 155
4.26 ปริมาณคาร์บอนเครดิต (จากการประเมิน) หากมีการดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า 156
4.27 เงินตอบแทนจากการขาย CERs หากมีการดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า 157
4.28 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการเมื่อมีการดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า 157
5.1 การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในกรณีศึกษาต่างๆ 160

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเกิดปัญหาสภาวะโลกร้อน อันมีสาเหตุมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) สู่ชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดความพยายามของประชาคมโลกในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงเป็นที่มาของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) ซึ่งมีเป้าหมายในการบรรลุถึงการรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศให้คงที่ อยู่ในระดับที่ปลอดภัยจากการแทรกแซงของมนุษย์ที่ทำลายความสมดุลของระบบภูมิอากาศ การรักษาระดับดังกล่าวต้องดำเนินการในระยะเวลาเพียงพอที่จะให้ระบบนิเวศสามารถปรับตัว โดยไม่คุกคามต่อการผลิตอาหารของมนุษย์ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) [TGO], 2547) ดังนั้น จึงได้มีการจัดตั้งพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ขึ้น เพื่อกำหนดพันธกรณีให้ประเทศต่างๆ หันมาร่วมมือและดำเนินการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยมีเป้าหมายแรกคือ การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง 5% ของปีฐาน 1990 ภายในปี 2012

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ตระหนักถึงความสำคัญในการแก้ไขปัญหาภาวะโลกร้อนร่วมกับนานาประเทศ จึงมีการตกลงให้ความร่วมมือในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก โดยลงนามให้สัตยาบันต่ออนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และพิธีสารเกียวโต จากการให้สัตยาบันส่งผลให้ประเทศไทยสามารถเข้าร่วมลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM) บนพื้นฐานของภาคความสมัครใจได้ ประเทศไทยจึงได้จัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) ขึ้นเมื่อปี 2550 เพื่อปฏิบัติงานด้านการบริหารจัดการเกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจกและการดำเนินการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดภายใต้พิธีสารเกียวโตให้เป็นไปตามข้อกำหนดสากล สำหรับการดำเนินงานในปัจจุบันขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) ได้ให้การสนับสนุนรวมทั้งเป็นผู้ให้อนุมัติการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดเพื่อดำเนินตามนโยบายของประเทศในด้านการสร้างแรงจูงใจและเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานหมุนเวียน ช่วยลดก๊าซเรือนกระจกและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมไปในเวลาเดียวกัน

ในปัจจุบัน โครงการนำก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมาผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นโครงการหนึ่งที่ได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างมากจากทางรัฐบาล ซึ่งเมื่อเทียบกับในอดีตการจัดการขยะและหลุมฝังกลบยังขาดความต่อเนื่อง ขาดการสนับสนุนและขาดแรงจูงใจสำหรับการที่จะจัดการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบและนำมาผลิตเป็นไฟฟ้า เนื่องจากอุปสรรคหลายประการ เช่น ความทับซ้อนด้านการบริหารจัดการ และขาดแคลนด้านความรู้และงบประมาณในการจัดการ เป็นต้น

ในหลุมฝังกลบขยะปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นกระบวนการหมักแบบไร้ออกซิเจน ได้ผลผลิตคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทน ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก เมื่อพิจารณาสัดส่วนการปล่อยก๊าซมีเทนจากกิจกรรมต่างๆ เช่น ในประทศสหรัฐอเมริกาพบว่า หลุมฝังกลบขยะมีการปล่อยก๊าซมีเทนมากที่สุด คิดเป็น 24 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2003 (USEPA, 2005) ดังนั้น หากมีการนำก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า จะสามารถก่อให้เกิดประโยชน์หลายด้าน เพราะนอกจากจะเป็นการผลิตพลังงานหมุนเวียนจากของที่เหลือใช้แล้ว ยังจะเป็นการลดปริมาณก๊าซมีเทนที่จะปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งก๊าซมีเทนนี้มีศักยภาพทำให้เกิดโลกร้อน (Global Warming Potential, GWP) ประมาณ 21 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (IPCC, 2006) และการลดก๊าซมีเทนนี้ในปัจจุบันสามารถนำไปคำนวณเป็นคาร์บอนเครดิตเพื่อขายภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดต่อไปได้ รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตนี้เป็นแรงจูงใจด้านการลงทุนที่สำคัญและสามารถช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการจัดการขยะอีกด้วย กรุงเทพมหานครเป็นเมืองที่มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจและประชากรในพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีปริมาณขยะและของเสียจากการผลิตและบริโภคเพิ่มขึ้น จากข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยที่ฝังกลบในปี 2548 – 2551 ที่หลุมฝังกลบมูลฝอยอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และหลุมฝังกลบมูลฝอยอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา เฉลี่ย 5,358 และ 2,180 ตัน/วัน ตามลำดับ (กรุงเทพมหานคร, 2551) ถือว่าเป็นปริมาณที่สูงมาก ดังนั้น หากไม่มีการจัดการเก็บรวมรวมและดูแลการดำเนินงานของหลุมฝังกลบอย่างมีประสิทธิภาพ หลุมฝังกลบขยะอาจจะก่อให้เกิดปัญหาสังคมและสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ รวมทั้งจะเป็นสาเหตุสำคัญในการเพิ่มปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศอีกด้วย การทำโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของหลุมฝังกลบภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความเป็นไปได้ในการเพิ่มความคุ้มค่าสำหรับการลงทุนและถือเป็นทางเลือกน่าสนใจที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการขยะ ซึ่งจะสามารถช่วยลดก๊าซเรือนกระจก และมีรายได้เพิ่มจากการขายไฟฟ้าและคาร์บอนเครดิตในเวลาเดียวกัน

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาแนวโน้มในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานครโดยมีแรงจูงใจเป็นรายได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้าและขายคาร์บอนเครดิต ดังนั้น การศึกษานี้จะพิจารณาถึงปัจจัยด้านต่างๆในปัจจุบันที่ส่งผลกระทบต่อศักยภาพของการดำเนินโครงการในภาพรวม รวมถึงการประเมินปริมาณคาร์บอนเครดิตที่จะเกิดขึ้นหากมีโครงการการจัดการก๊าซเรือนกระจกจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยที่รองรับขยะจากกรุงเทพมหานคร อีกทั้งจะเสนอแนวทางพัฒนาการดำเนินโครงการภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดตามศักยภาพและความเหมาะสมในการดำเนินโครงการ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ประมาณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบที่รองรับขยะของกรุงเทพมหานคร ตามกรณีศึกษาต่างๆ

1.2.2 ประเมินปริมาณคาร์บอนเครดิตที่ผลิตได้จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลจากหลุมฝังกลบขยะของกรุงเทพมหานคร

1.2.3 ศึกษาปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมและอุปสรรคหากมีการดำเนินกลไกการพัฒนาที่สะอาดของหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล เพื่อเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการส่งเสริมการดำเนินโครงการภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดของหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 วิเคราะห์ข้อมูลขยะมูลฝอย องค์ประกอบและปริมาณขยะ ในพื้นที่หลุมฝังกลบขยะที่ของกรุงเทพมหานคร โดยจะศึกษาหลุมฝังกลบ 2 แห่ง ได้แก่ หลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

1.3.2 ประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบตามทฤษฎีเปรียบเทียบกับการคำนวณก๊าซมีเทนตามวิธีการของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC)

1.3.3 ประเมินปริมาณคาร์บอนเครดิตตามวิธีการของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC)

1.3.4 คำนวณความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์โดยพิจารณาค่าอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ

1.3.5 วิเคราะห์ประสิทธิภาพและแนวทางตามนโยบายการจัดการหลุมฝังกลบขยะในปัจจุบัน รวมทั้งเปรียบเทียบประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดของหลุมฝังกลบขยะที่ประสบความสำเร็จแล้ว

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

1.4.1 การรวบรวมข้อมูลในการวิจัยในบางกรณีไม่สามารถรวบรวมข้อมูลที่เป็นตัวเลขที่เกิดขึ้นจริงจากโครงการได้ เนื่องจาก ผู้จัดจำหน่ายอุปกรณ์ มีความจำเป็นที่จะต้องเก็บเป็นความลับของบริษัทจึงไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลจริงได้ ดังนั้น จึงจำเป็นที่ต้องอ้างอิงจากโครงการอื่นๆที่มีลักษณะใกล้เคียงกันหรือเป็นค่าที่มาจากการประมาณจากงานวิจัยอื่นๆ เช่น การกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า หรือ ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและบำบัดก๊าซก่อนที่จะเข้าสู่ระบบการผลิตไฟฟ้า

1.4.2 การประเมินปริมาณคาร์บอนเครดิตด้วยวิธีของ UNFCCC จำเป็นต้องใช้เงื่อนไขตาม Methodology เพื่อให้เป็นไปตามหลักสากลและนำไปซื้อขายในตลาดสากลได้ เนื่องจาก ในการดำเนินการจริงของโครงการ CDM จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการคำนวณค่าต่างๆให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่สากลกำหนดไว้

1.4.3 การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ บางข้อมูลอาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ เช่น มีค่าสูงเกินความจริง เนื่องจาก การวิเคราะห์ความคุ้มค่าด้านการลงทุนขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น อัตราการแลกเปลี่ยนเงินหากมีการนำเข้าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์จากต่างประเทศ รายคาซื้อขายของคาร์บอนเครดิตที่มีแนวโน้มลดต่ำลง เป็นต้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบปริมาณก๊าซมีเทนที่ลดลงได้โดยประมาณและผลประโยชน์ตอบแทนในด้านการลดต้นทุนหากมีการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ของหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล

1.5.2 ทราบปัจจัยหลักที่ช่วยส่งเสริมและอุปสรรคในการจัดการขยะภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดของหลุมฝังกลบที่วางแผนดำเนินการต่อไปในอนาคต

1.5.3 ทราบถึงปัจจัยสำคัญและแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาการจัดการหลุมฝังกลบขยะอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อรองรับการพัฒนาและเตรียมพร้อมที่จะรับมือกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

หลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เป็นวิธีการกำจัดมูลฝอยวิธีหนึ่งที่ใช้ในประเทศไทย โดยนำมูลฝอยมาเทกองในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ซึ่งมีการปูพลาสติกรองพื้นสำหรับชั้นล่างสุด ใช้เครื่องจักรกลเกลี่ยและบดอัดให้ยุบตัว แล้วใช้ดินกลบทับและบดอัดให้แน่นอีกครั้ง หลังจากนั้นนำขยะมูลฝอยมาเกลี่ยและบดอัดอีกเป็นชั้นๆ สลับด้วยชั้นดินกลบเพื่อป้องกันปัญหาในด้านกลิ่น แมลงและน้ำฝนชะล้างมูลฝอย และเหตุรำคาญอื่นๆ สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในมูลฝอยจะถูกย่อยสลายตามธรรมชาติโดยจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Decomposition) ทำให้มูลฝอยยุบตัว เกิดก๊าซมีเทน และน้ำเสียขึ้นในชั้นของมูลฝอย การดำเนินการฝังกลบมูลฝอยจะต้องมีมาตรการในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้น และการระบายก๊าซออกจากบริเวณฝังกลบ พื้นที่ที่จะใช้ในการฝังกลบนี้จะต้องมีการสำรวจตรวจสอบแล้วว่าเหมาะสม กล่าวคือ เป็นพื้นที่ว่างไม่ได้ใช้ประโยชน์หรือเป็นพื้นที่ด้อยคุณค่าทางการเกษตร และไม่เป็นที่ลุ่มน้ำท่วมขัง เป็นต้น

2.1.1 การบริหารจัดการขยะและหลุมฝังกลบ

จากพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 มาตรา 18 ได้ระบุเกี่ยวกับการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยว่า การบริหารจัดการกำจัดสิ่งปฏิกูลและมูลฝอยเป็นอำนาจหน้าที่ของราชการส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ ซึ่งราชการส่วนท้องถิ่นยังสามารถจ้างให้บริษัทเอกชนหรือผู้อื่นมาดำเนินการแทนได้ในกรณีที่มีเหตุอันควร ซึ่งต้องได้รับอนุญาตจากส่วนราชการหรือเจ้าพนักงานก่อน และราชการส่วนท้องถิ่นนั้นยังคงต้องเป็นผู้รับผิดชอบ หากมีความเสียหายใดๆเกิดขึ้นก็ตาม

ดังนั้น การบริหารจัดการรวบรวมและฝังกลบมูลฝอยจึงเป็นหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงของราชการส่วนท้องถิ่นในพื้นที่นั้นๆ จึงแบ่งลักษณะการดำเนินงานได้ 3 กรณี ดังนี้

(1) ส่วนราชการท้องถิ่นดำเนินการจัดการรวบรวมและฝังกลบมูลฝอยเอง

(2) ส่วนราชการท้องถิ่นสามารถแบ่งงานบางส่วนให้ประชาชนหรือบริษัทเอกชนดำเนินการในบางกิจกรรม เช่น ให้ประชาชนสามารถแยกประเภทขยะได้ เป็นการนำไปสู่กระบวนการรี

ไซเคิล หรือการดำเนินฝังกลบในพื้นที่ของภาคเอกชน แต่ทั้งนี้ราชการท้องถิ่นยังคงเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงหากเกิดความเสียหายขึ้นจากกิจกรรมดังกล่าว

(3) ส่วนราชการท้องถิ่นมอบอำนาจหน้าที่ให้เอกชนดำเนินการในการรวบรวมและฝังกลบมูลฝอยทั้งหมด ดังนั้น ภาคเอกชนที่รับดำเนินการจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงหากเกิดความเสียหาย และส่วนราชการท้องถิ่นยังคงเป็นผู้รับผิดชอบแต่ไม่เป็นจำเลยที่ 1

สำหรับกรุงเทพมหานครเป็นเมืองที่มีการปกครองท้องถิ่นในรูปแบบพิเศษ ซึ่งการจัดการและบริหารเมืองขึ้นกับผู้ว่าราชการจังหวัดกรุงเทพมหานคร มีหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร คือ สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร มีหน้าที่ในการเก็บรวบรวมและกำจัดมูลฝอยที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานคร และมีศูนย์กำจัดมูลฝอย 3 แห่ง ได้แก่ ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช ศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม และศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม โดยจะเป็นจุดขนถ่ายมูลฝอยแล้วจะนำไปกำจัดหรือฝังกลบต่อไป ในปัจจุบันมีหลุมฝังกลบมูลฝอยชุมชนที่ดำเนินการสองแห่งคือ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

2.1.2 การใช้ประโยชน์จากหลุมฝังกลบ

การผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เป็นการพัฒนาและปรับปรุงระบบฝังกลบขยะมูลฝอยเพื่อลดการปล่อยออกของก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ภายในหลุมฝังกลบ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas, GHG) ที่เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก หรือ ภาวะโลกร้อน (Global Warming) ดังนั้น โครงการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยซึ่งเป็นการรวบรวมมีเทนที่เกิดขึ้นไปใช้ประโยชน์ (Methane Recovery) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถลดปัญหาดังกล่าว และเป็นการใช้มีเทนในการผลิตพลังงานทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล ทั้งนี้ ปัจจัย ที่เกี่ยวข้องซึ่งควรพิจารณาสำหรับการนำก๊าซมีเทนมาใช้ประโยชน์มีดังนี้คือ ปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบตลอดอายุการดำเนินงานฝังกลบ (เฉลี่ยประมาณ 20 ปี) ที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าควรมีปริมาณไม่น้อยกว่า 1 ล้านตันขึ้นไป (Landfill Methane Outreach Program: LMOP โดย U.S.EPA.) (U.S.EPA, 2551) เนื่องจากปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณขยะมูลฝอยที่นำมาฝังกลบในพื้นที่โครงการ และปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ ซึ่งจะส่งผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุน

2.1.3 ปฏิกิริยาที่เกิดจากการฝังกลบมูลฝอย

หลังจากมีการฝังกลบมูลฝอย ขยะที่ถูกอัดทับในพื้นที่ฝังกลบจะมีการเกิดปฏิกิริยาต่างๆขึ้น โดยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะมีทั้งด้านชีวะ เคมี และฟิสิกส์ ได้แก่ การเน่าเปื่อยของอินทรีย์วัตถุ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของขยะ การรั่วไหลและแพร่กระจายตัวของก๊าซต่างๆ ออกจากชั้นขยะ เกิดการเคลื่อนตัวของของเหลวต่างๆ เนื่องจากมีสภาวะความดันแตกต่างกัน เกิดการละลายและชะสารอินทรีย์และอนินทรีย์วัตถุโดยน้ำและกลายเป็นสภาพน้ำชะขยะเคลื่อนตัวออกจากชั้นขยะที่ถูกอัดและเกิดการยุบตัวของชั้นขยะอัด

ปฏิกิริยาการย่อยสลายตัว และสร้างสภาวะที่เสถียรที่เกิดขึ้นในพื้นที่ฝังกลบ ขึ้นกับปัจจัยสำคัญหลายประการเช่น องค์ประกอบของขยะ ระดับการอัดแน่น ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในวัสดุ การมีสารยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา อัตราการเคลื่อนตัวของน้ำและอุณหภูมิ เป็นต้น สามารถแสดงปฏิกิริยาการย่อยสลายตัวของสารอินทรีย์ภายในหลุมฝังกลบดังสมการ

$$\text{Organic matter} + H_2O \xrightarrow{\text{bacteria}} \text{Biodegraded organic matter} + CH_4 + CO_2 + \text{other gases}$$

เมื่อพิจารณาระยะการเกิดของก๊าซในพื้นที่หลุมฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล สามารถแบ่งได้ 5 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 Initial Adjustment phase เป็นระยะที่มีการย่อยสลายของจุลินทรีย์จะเกิดภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน เนื่องจากอากาศที่แทรกตัวอยู่ในพื้นที่ฝังกลบ

ระยะที่ 2 Transition Phase เมื่อออกซิเจนลดลง เนื่องจากการใช้ของจุลินทรีย์ในระยะนี้เองพบว่า สภาพการย่อยสลายภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนเริ่มเกิดขึ้น ไนเตรทและซัลเฟตจะถูกรีดิวส์เปลี่ยนไปเป็นก๊าซไนโตรเจน และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ในระยะนี้สารอินทรีย์เชิงซ้อนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดอินทรีย์ นอกจากนี้ค่า pH ของน้ำชะขยะจะต่ำลง เนื่องจากเริ่มมีกรดอินทรีย์เกิดขึ้น อีกทั้งมีการเพิ่มของคาร์บอนไดออกไซด์

ระยะที่ 3 Acid Phase การย่อยสลายของจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนเริ่มลดลง และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น กรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระยะนี้ได้แก่ กรดอะซิติก

ระยะที่ 4 Methane Fermentation Phase จุลินทรีย์พวกที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเปลี่ยนกรดอะซิติกและก๊าซไฮโดรเจนให้เป็นมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เรียกว่า เมธาโนจี

นิค แบคทีเรีย ในระยะนี้ pH บริเวณหลุมฝังกลบจะสูงขึ้น ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วง 6.8 – 8.0 (อุษา วิเศษสุมน, 2548: 148)

ระยะที่ 5 Maturation Phase ระยะนี้เกิดขึ้นหลังจากอินทรีย์สารถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายเปลี่ยนเป็นก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนสารอินทรีย์บางกลุ่มที่ย่อยสลายยังไม่สมบูรณ์จะค่อยๆย่อยสลายอย่างช้าๆ ก๊าซที่พบมากในระยะนี้ ได้แก่ ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หลังจากหยุดการฝังกลบอาจพบก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจนในปริมาณเล็กน้อย

ในปฏิกิริยาการย่อยสลายตัวของสารอินทรีย์จะทำให้เกิดก๊าซต่างๆ โดยมีจุลินทรีย์จะย่อยสลายส่วนประกอบเหล่านี้ได้แก่ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ ทำให้เกิดก๊าซส่วนใหญ่คือ คาร์บอนไดออกไซด์และมีเทน ดังตาราง 2.1 นอกจากนี้อาจเกิดก๊าซแอมโมเนียและไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยตามทฤษฎีแล้ว ปริมาณขยะ 1 ปอนด์จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2.7 ลูกบาศก์ฟุตและก๊าซมีเทน 3.9 ลูกบาศก์ฟุต (สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2539: 15)

ตาราง 2.1 องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหลุมฝังกลบ

ก๊าซ	เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร
มีเทน (CH_4)	45-60
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	40-60
ไนโตรเจน (N_2)	2-5
ออกซิเจน (O_2)	0.1-1.0
แอมโมเนีย (NH_3)	0.1-1.0
ไฮโดรเจน (H_2)	0-0.2
คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	0-0.2
ก๊าซอื่นๆ	0.01-0.6

แหล่งที่มา : เนทิยา ตัณฑชุณห์, 2551: 11

ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซหลักที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายตัวแบบไม่ใช้ออกซิเจน ขององค์ประกอบอินทรีย์วัตถุในมูลฝอย ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของก๊าซที่เกิดขึ้นจะแปรตามอายุของพื้นที่ฝังกลบดังตาราง 2.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 2.2 เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทนที่พบในพื้นที่หลุมฝังกลบในช่วงระยะเวลา 1 - 48 เดือน ส่วนเปอร์เซ็นต์ที่เหลือจะเป็นก๊าซอื่น

ระยะเวลา,เดือน	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์โดยประมาณ	
	คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	มีเทน (CH_4)
0-3	88	5
3-6	76	21
6-12	65	29
18-24	53	47
36-42	50	47
42-48	51	48

แหล่งที่มา : Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S. A., 1993: 388

จากตาราง 2.2 พบว่า ในช่วงเริ่มต้น จะมีสัดส่วนปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างสูง เนื่องจาก ในช่วงปฏิกิริยาการย่อยสลายตัวแบบใช้ออกซิเจน ซึ่งจะดำเนินอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศที่แทรกอยู่ในชั้นขยะอัดเริ่มถูกใช้หมดไป หลังจากนั้นการย่อยสลายตัวในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจนจะดำเนินต่อไป หลังจากการดำเนินการฝังกลบผ่านไปเป็นเวลา 18 สัปดาห์ สัดส่วนองค์ประกอบของก๊าซต่างๆจะคงอยู่ในสภาพที่ค่อนข้างคงที่ ถ้าหากไม่มีการระบายก๊าซต่างๆในพื้นที่ฝังกลบออกมา จะคาดการณ์ได้ว่าสัดส่วนปริมาตรของก๊าซมีเทนจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลายาวนาน ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะแพร่กระจายลงสู่ดินที่อยู่ใต้ชั้นขยะอัด

2.1.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบมูลฝอย

ผลกระทบจากการฝังกลบมูลฝอย ได้แก่ การเกิดก๊าซและน้ำชะมูลฝอยที่ไม่มีการออกแบบและเตรียมการรองรับแล้วยังอาจมีปัญหาอื่นๆที่อาจเกิดขึ้นได้ หากไม่มีการควบคุมดูแลในแต่ละส่วนอย่างดี เช่น

- <u>กลิ่นรบกวน</u> เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ อาจแก้ไขได้โดยการปลูกต้นไม้ใบทึบเป็นแนวบังลมพัด รวมทั้งควบคุมก๊าซกับน้ำชะขยะมูลฝอยให้เหมาะสม

- การปลิวและฟุ้งกระจายของมูลฝอย สามารถแก้ไขได้โดยการติดตั้งรั้วตาข่ายแบบเคลื่อนย้ายได้ หรือการปลูกต้นไม้ใบทึบในบริเวณที่มีลมแรงเป็นแนวบังลมได้
- ฝุ่น เกิดจากรถบรรทุกขยะมูลฝอยและรถที่ทำงานบดอัดในสถานที่ฝังกลบ แก้ไขได้โดยทำผิวการจราจรสถานที่ฝังกลบเป็นแบบราดยาง ลดความเร็วของรถเก็บมูลฝอย และลดการทำงาน เช่น การขุด การเกลี่ย การบดอัดในขณะที่มีลมพัดแรง
- การปนเปื้อนน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ขณะดำเนินการฝังกลบ จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.1.5 ข้อดี-ข้อเสียของกระบวนการฝังกลบมูลฝอย

ในกระบวนการฝังกลบขยะแบบถูกหลักสุขาภิบาลมีข้อดี-ข้อเสีย ดังต่อไปนี้

ข้อดี

(1) ถ้ามีพื้นที่ดินอยู่แล้ว การกำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุด

(2) เป็นระบบที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนทั้งในด้านการจัดการและดำเนินงาน

(3) ระบบมีความยืดหยุ่นดี กรณีที่เกิดปัญหาสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที ไม่เกิดปัญหาขยะมูลฝอยตกค้าง

(4) ไม่มีเศษเหลือตกค้างที่จะต้องนำไปกำจัดต่ออีก

(5) สามารถกำจัดขยะมูลฝอยได้ทุกประเภท ทุกขนาด ยกเว้นของเสียอันตรายและของเสียติดเชื้อ

(6) เมื่อทำการฝังกลบเต็มพื้นที่แล้ว สามารถปรับปรุงพื้นที่เดิมเพื่อทำเป็นสวนสาธารณะ สนามกีฬา

(7) ก๊าซที่เกิดจากการฝังกลบสามารถพัฒนาโดยนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า และอื่นๆได้

ข้อเสีย

(1) ต้องการพื้นที่ฝังกลบขนาดใหญ่ ทำให้ประสบปัญหาในการจัดหาพื้นที่

(2) อยู่ห่างไกลชุมชน ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง

(3) ก๊าซและน้ำเสียจากมูลฝอยที่ฝังกลบไว้อาจทำให้เกิดอันตรายได้

(4) จำเป็นต้องใช้ดินกลบทับขยะมูลฝอยรายวันจำนวนมาก

(5) ในช่วงฤดูฝนอาจมีปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานและไม่สามารถทำการฝังกลบได้อย่างต่อเนื่อง

2.2 มูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

การจัดการมูลฝอยจำเป็นต้องทราบถึงการเกิดมูลฝอยว่าเกิดขึ้นจากแหล่งใด ปริมาณและองค์ประกอบ รวมทั้งประเภทของมูลฝอยเป็นอย่างไรบ้าง เพื่อให้การจัดการมูลฝอยเป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

แหล่งกำเนิดมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย บ้านพักอาศัย สถานประกอบการ สถาบันต่างๆ เขตการ-ก่อสร้างและรื้อถอน เขตการให้บริการของชุมชน เขตที่ตั้งของโรงงานบำบัดของเสีย เขตอุตสาหกรรม และเขตเกษตรกรรม ซึ่งเมื่อพิจารณาอัตราการเกิดมูลฝอยในกรุงเทพมหานครประมาณ 0.9 – 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน และมีแนวโน้มของการเพิ่มปริมาณขยะสูงขึ้นเรื่อยๆ หากกรุงเทพมหานครไม่เร่งดำเนินการลดปริมาณขยะ ปริมาณขยะจะเพิ่มเป็น 12,644 ตันต่อวัน ในปี 2555 ซึ่งศึกษาโดยธนาคารเพื่อความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่น (JBIC) ดังนั้น นายอภิรักษ์ โกษะโยธิน อดีตผู้ว่าราชการจังหวัดกรุงเทพมหานคร จึงมีนโยบายลดปริมาณขยะร้อยละ 10 ต่อปีในช่วงปี 2547- 2551 ทำให้ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในช่วง 4 ปีนี้มีปริมาณลดลง (กรุงเทพมหานคร, 2550)

2.2.1 ลักษณะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

การเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดมูลฝอยในอนาคต และกำลังเป็นปัญหาหลักของกรุงเทพมหานคร ดังนั้น วิธีหนึ่งในการจัดการมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การลดอัตราและปริมาณการเกิดของขยะ การแยกขยะ รวมถึงการทราบถึงปริมาณ,ลักษณะและองค์ประกอบของมูลฝอย เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ทั้งนี้คุณสมบัติของมูลฝอยจะมีความหลากหลายและแตกต่างกันไป ขึ้นกับหลายปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติดังกล่าว เช่น สภาพเศรษฐกิจ ลักษณะกิจกรรมทางสังคม วัฒนธรรม ฤดูกาล และวิถีชีวิตของประชาชน ซึ่งจะส่งผลให้ลักษณะองค์ประกอบมูลฝอยเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น กองจัดการขยะ ของเสียอันตรายและสิ่งปฏิกูล สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร จึงได้ดำเนินการติดตามคุณสมบัติมูลฝอยอย่างต่อเนื่อง เพื่อ

ศึกษาถึงการการเปลี่ยนแปลงของมูลฝอย โดยสำรวจมูลฝอยจากศูนย์กำจัดมูลฝอยทั้ง 3 แห่งของกรุงเทพมหานคร ได้ข้อมูลองค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของมูลฝอยชุมชนกรุงเทพมหานคร ดังตาราง 2.3 และ ตาราง 2.4 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นประโยชน์ในการสนับสนุน การวางแผนจัดการมูลฝอยที่แท้จริง

องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยกรุงเทพมหานครตั้งแต่ปี 2537 - 2548 ในกลุ่มสารอินทรีย์ มีค่าเฉลี่ย 94.00% และกลุ่มสารอนินทรีย์เฉลี่ย 6.00% โดยมีรายละเอียดแสดงในตาราง 2.3

องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยกรุงเทพมหานครตั้งแต่ปี 2537 - 2548 เฉลี่ยมีค่าดังต่อไปนี้ และรายละเอียดแสดงในตาราง 2.4

- ความชื้น มีค่าเฉลี่ย 51.68%
- ของแข็งที่ระเหยได้ มีค่าเฉลี่ย 37.78%
- เถ้า มีค่าเฉลี่ย 10.40%
- ค่าความร้อน มีค่าเฉลี่ย 1,475.42 kcal/kg

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 2.3 องค์ประกอบทางกายภาพ ของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครในปี 2537 - 2548

องค์ประกอบมูลฝอย/ปี	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
สารอินทรีย์												
เศษอาหาร	14.72	20.72	28.74	44.28	35.54	35.41	46.88	46.92	34.16	30.59	34.74	44.32
กระดาษ	13.99	14.49	11.25	11.39	11.58	9.57	8.66	8.58	13.58	13.41	10.40	9.65
พลาสติกและโฟม	20.66	18.72	19.06	17.43	19.80	25.84	19.47	19.41	20.76	23.18	25.08	28.21
ผ้าและสิ่งทอ	3.49	1.95	7.34	6.17	3.71	11.01	6.43	4.00	4.58	8.10	4.77	4.58
หนังและยาง	0.15	0.82	2.36	0.62	0.82	2.15	0.11	0.78	2.19	0.58	0.22	0.83
ไม้และใบไม้	5.89	5.39	2.98	5.77	14.51	7.89	6.77	7.52	6.59	8.53	6.17	5.11
กระดูกและเปลือกหอย	0.62	0.78	0.40	0.00	0.00	0.00	0.35	1.29	1.74	0.92	0.84	0.45
อื่นๆ	32.73	30.22	17.93	7.57	7.87	5.50	6.76	6.56	8.57	10.13	13.60	1.10
รวมสารอินทรีย์	92.25	93.09	93.06	93.23	93.83	97.37	95.43	95.06	92.17	95.44	95.82	94.25
สารอนินทรีย์												
แก้ว	4.64	3.86	6.72	4.47	4.17	1.67	2.57	2.30	5.07	2.55	2.97	3.16
โลหะ	2.00	1.28	2.76	2.30	2.00	0.96	1.49	1.64	2.18	1.33	0.87	2.06
หินและเซรามิค	1.11	1.77	0.46	0.00	0.00	0.00	0.51	1.00	0.58	0.68	0.34	0.53
รวมสารอนินทรีย์	7.75	6.91	9.94	6.77	6.17	2.63	4.57	4.94	7.83	4.56	4.18	5.75
ความหนาแน่นของขยะทั้งหมด (kg/L)	0.35	0.35	0.35	0.32	0.42	0.34	0.38	0.34	0.39	0.37	0.39	0.33

แหล่งที่มา : สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2548: 18

ตาราง 2.4 องค์ประกอบทางเคมี ของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครในช่วงปี 2537 - 2548

ลักษณะทางเคมี/ปี	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
ความชื้น (%)	48.91	49.71	49.11	55.12	57.95	52.76	60.46	55.62	46.46	44.16	49.98	49.94
ของแข็งที่ระเหยได้ (%)	33.95	38.89	39.26	34.25	32.57	38.82	33.16	35.96	-	43.41	41.50	43.86
เถ้า (%)	17.13	11.40	11.63	10.63	11.42	8.42	6.41	10.64	-	12.23	8.52	6.20
ค่าความร้อน (kcal/kg.)	1,325.15	1,451.64	1,471.91	1,210.79	1,130.55	1,430.34	1,129.75	1,677.73	1,946.35	1,688.39	1,567.81	1,674.60

แหล่งที่มา : สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2548: 20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2 การกำจัดมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

สำนักสิ่งแวดล้อม โดยกองโรงงานกำจัดมูลฝอย ซึ่งมีหน้าที่ในการกำจัดมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในเขตกรุงเทพมหานคร ในปัจจุบันสามารถรวบรวมมูลฝอยเพื่อนำไปกำจัดได้ประมาณ 8,500 – 9,000 ตัน/วัน โดยผ่านศูนย์กำจัดมูลฝอย 3 แห่ง ได้แก่

(1) ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช ตั้งอยู่บริเวณ ซอยอ่อนนุช86 แขวงประเวศ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร มีเนื้อที่ประมาณ 580 ไร่เศษ มีโครงการกำจัดมูลฝอยได้แก่

- โครงการจ้างเหมา ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ ขนมูลฝอยและนำไปทำลายโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ โดยอัดและห่อมูลฝอยด้วยแผ่นพลาสติก (Wrapping) ที่อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา สามารถกำจัดมูลฝอยได้วันละ 2,500 ตัน/วัน

- โครงการจ้างเหมา บริษัท ยูโรเวสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ปรับปรุงโรงงานพร้อมเดินเครื่องจักรโรงงานกำจัดมูลฝอยขนาด 1,000 ตัน/วัน ที่โรงงานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช โดยสามารถกำจัดมูลฝอยด้วยกระบวนการหมักทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ (Compost) ได้ประมาณ 1,000 ตัน/วัน

- โครงการจ้างเหมา บริษัท กรุงเทพธนาคม จำกัด ดำเนินการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อจากโรงพยาบาล 136 แห่ง ศูนย์สาธารณสุข 144 แห่ง โพลิคลีนิกและคลีนิก 1,650 แห่ง สามารถเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยการเผาที่โรงงานเตาเผามูลฝอยติดเชื้อของกรุงเทพมหานครที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช วันละประมาณ 18 ตัน ไม่มีมูลฝอยตกค้าง สามารถกำจัดมูลฝอยอันตรายจากบ้านเรือนเฉลี่ย 5.48 ตัน/เดือน โดยดำเนินการนำไปกำจัดโดยวิธีการปรับเสถียร จากนั้นนำขยะอันตรายดังกล่าวไปฝังกลบที่จังหวัดสระแก้ว

(2) ศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม ตั้งอยู่บริเวณ ซอยเพชรเกษม104 เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร มีเนื้อที่ประมาณ 365 ไร่เศษ มีโครงการกำจัดมูลฝอย ได้แก่

- โครงการจ้างเหมา บริษัท กลุ่ม 79 จำกัด ขนมูลฝอยจากโรงงานกำจัดมูลฝอยหนองแขม เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร และนำไปฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ ที่ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม โดยสามารถกำจัดมูลฝอยได้ประมาณ 3,500 ตัน/วัน

- โครงการก่อสร้างสถานีขนถ่ายมูลฝอย (ระบบใหม่) เป็นโครงการจ้างเหมาเอกชนก่อสร้างอาคารสถานีขนถ่ายมูลฝอยและติดตั้งเครื่องอัดมูลฝอย (Compactor) เข้าสู่ตู้บรรจุมูลฝอย (Container) ที่ใช้ในการขนส่งมูลฝอย สามารถจัดเก็บมูลฝอยได้มากขึ้น ลดปัญหาผลกระทบต่อ

สิ่งแวดล้อมทั้งที่สถานีขนถ่ายมูลฝอยและระหว่างการขนส่งไปยังสถานีทำลายมูลฝอย ซึ่งสถานีขนถ่ายมูลฝอยระบบใหม่สามารถรองรับปริมาณมูลฝอยได้ไม่น้อยกว่า 1,000 ตัน/วัน

(3) ศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม ตั้งอยู่บริเวณ ถนนสุขาภิบาล5 เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร มีเนื้อที่ประมาณ 52 ไร่เศษ มีโครงการกำจัดมูลฝอย ได้แก่ โครงการจ้างเหมา บริษัท วัสดุภัณฑ์ธุรกิจ จำกัด ขนมูลฝอยและนำไปทำลายโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ ที่ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ปัจจุบันสามารถกำจัดมูลฝอยได้ประมาณ 1,800 ตัน/วัน

ดังนั้น การรวบรวมขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานครจะไปรวบรวมที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยทั้ง 3 สถานี ได้แก่ สถานีขนถ่ายมูลฝอยอ่อนนุช จะนำขยะมูลฝอยไปฝังกลบที่ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา สำหรับสถานีขนถ่ายมูลฝอยหนองแขม สถานีขนถ่ายมูลฝอยสายไหม จะนำขยะมูลฝอยไปฝังกลบที่ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ซึ่งแต่ละสถานีจะรองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสถานีแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 2.5

ตาราง 2.5 ปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสถานีขนถ่ายมูลฝอยแต่ละแห่งในปี 2541 – 2548

ปี	สถานีขนถ่ายอ่อนนุช		สถานีขนถ่ายหนองแขม		สถานีขนถ่ายสายไหม	
	ปริมาณขยะที่เข้าสถานี (ตัน/วัน)	% ปริมาณขยะที่แต่ละเข้าสถานี	ปริมาณขยะที่เข้าสถานี (ตัน/วัน)	% ปริมาณขยะที่แต่ละเข้าสถานี	ปริมาณขยะที่เข้าสถานี (ตัน/วัน)	% ปริมาณขยะที่แต่ละเข้าสถานี
2541	3,549	41.35	2,678	31.20	2,356	27.45
2542	3,545	40.41	2,865	32.66	2,362	26.93
2543	3,542	39.40	2,995	33.32	2,452	27.28
2544	3,661	39.96	3,104	33.88	2,397	26.16
2545	3,493	36.92	3,557	37.60	2,410	25.48
2546	3,546	37.93	3,422	36.60	2,382	25.47
2547	3,634	38.84	3,580	38.26	2,143	22.90
2548	2,575	30.31	3,394	39.95	2,527	29.74
ค่าเฉลี่ย	3,443	38.17	3,199	35.46	2,379	26.37

แหล่งที่มา : สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2548: 30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) และกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM)

2.3.1 อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และหลักการของพิธีสารเกียวโต

ปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์สู่ชั้นบรรยากาศ จะส่งผลให้สภาวะเรือนกระจกทวีความรุนแรงขึ้น โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Program, UNEP) จึงร่วมกับองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization, WMO) จัดตั้งคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเพื่อเตรียมมาตรการและกลยุทธ์ที่เป็นไปได้ในการบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต่อมาในปี พ.ศ. 2533 IPCC ได้จัดทำรายงานที่มีข้อสรุปยืนยันว่ากิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศจริง

จากจุดเริ่มต้นดังกล่าว จึงเกิดการประชุมระดับนานาชาติขึ้น เพื่อหาแนวทางยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ โดยได้มีการลงนามรับรองอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) และมีประเทศจำนวนกว่า 150 ประเทศ ได้ลงนามให้สัตยาบัน ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2535 ณ กรุงริโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล เป็นอนุสัญญาที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศให้คงที่ในระดับที่ปลอดจากการแทรกแซงของมนุษย์

สำหรับประเทศไทยได้เห็นความสำคัญของปัญหาโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงได้ลงนามในอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเมื่อวันที่ 12 มิถุนายน 2535 และได้ให้สัตยาบันเข้าร่วมเป็นภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2537 โดยมีผลบังคับใช้กับประเทศไทยตั้งแต่วันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2538 เป็นต้นมา ส่งผลให้ประเทศไทยมีข้อผูกพันตามพันธกรณีต่างๆที่ระบุในอนุสัญญาดังกล่าว

ผลจากการลงนามในอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังกล่าว ทำให้มีการประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาฯ ขึ้นทุกปี โดยในการประชุมสมัยที่ 3 (3rd Conference of the Parties, COP3) ที่กรุงเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น ได้มีการยกร่างพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) เพื่อจัดการกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกอย่างเป็นรูปธรรม โดยสาระสำคัญ ภายใต้พิธีสารเกียวโต คือ กลุ่มประเทศในภาคผนวกที่ 1 จะต้องร่วมมือกันในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้บรรลุตามเป้าหมาย คือให้อยู่ต่ำกว่าปริมาณการปลดปล่อยในปี พ.ศ. 2533 ร้อยละ 5 ในช่วงระยะเวลา 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 - 2555 หรือที่เรียกว่าในช่วงพันธกรณีแรก (First Commitment Period) นอกจากนี้พิธีสารยังได้กำหนดกลไกความร่วมมือในการลดก๊าซเรือนกระจกไว้ 3 รูปแบบ ได้แก่ การซื้อขายก๊าซเรือนกระจก (Emission Trading, ET) การดำเนินการร่วมกัน (Joint Implementation, JI) และกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM)

สำหรับก๊าซเรือนกระจกตามพิธีสารเกียวโตมีเพียง 6 ชนิด คือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs) และซัลเฟอร์เฮกซาฟลูโอไรด์ (SF_6) โดยก๊าซแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อน (Radioactive Efficiency) ที่แตกต่างกัน ดังนั้น ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก จึงให้คำนวณเป็นปริมาณเทียบเท่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential, GWP) ของก๊าซแต่ละชนิดเป็นตัวคูณ สำหรับค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดในช่วงพันธกรณีแรก จะเป็นไปตามรายงานของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังแสดงในตาราง 2.6

พิธีสารเกียวโตมีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 ปัจจุบันมีประเทศต่างๆ เข้าร่วมในพิธีสารเกียวโตรวมทั้งสิ้น 175 ประเทศ (ณ วันที่ 6 มิถุนายน 2550) และประเทศไทยได้ให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโต เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2545 อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยไม่ได้อยู่ในกลุ่มภาคผนวกที่ 1 จึงไม่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกในช่วงพันธกรณีแรก แต่ประเทศไทยสามารถมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ตามที่นิยามไว้ในมาตรา 12 ของพิธีสารเกียวโต

ตาราง 2.6 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิด

ก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)	
	IPCC 1995	IPCC 2001
1. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	1	1
2. มีเทน (CH_4)	21	23
3. ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	310	296
4. ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs)	140 – 11,700	12 – 12,000
5. เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs)	6,500 – 9,200	5,700 – 11,900
6. ซัลเฟอร์เฮกซาฟลูโอไรด์ (SF_6)	23,900	22,200

แหล่งที่มา : IPCC, 2001 อ้างถึงใน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2550: 11

2.3.2 กลไกการทำงานของการพัฒนาที่สะอาด

กลไกการพัฒนาที่สะอาด เป็นกลไกที่กำหนดขึ้นภายใต้พิธีสารเกียวโต เพื่อช่วยให้ประเทศอุตสาหกรรมหรือประเทศในภาคผนวกที่ 1 ที่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกสามารถบรรลุพันธกรณีได้ และเพื่อส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศกำลังพัฒนา ทำให้เกิดความร่วมมือกันระหว่างประเทศในภาคผนวกที่ 1 กับประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ด้วยความสมัครใจของทั้งสองฝ่าย โดยประเทศในภาคผนวกที่ 1 สามารถนำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากโครงการที่ดำเนินการร่วมกับประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ไปคิดเป็นปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศของตน เพื่อให้บรรลุถึงพันธกรณีที่กำหนดไว้ในอนุสัญญาฯ ส่วนประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ก็ได้รับการสนับสนุนปัจจัยด้านต่างๆ ในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ดังนั้น กลไกการพัฒนาที่สะอาดจึงเปรียบเสมือนแรงจูงใจให้ประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ปรับเปลี่ยนมาใช้เทคโนโลยีสะอาดเพิ่มมากขึ้น อันจะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง โดยแรงจูงใจที่กล่าวถึงคือ Certified Emission Reductions (CERs) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า คาร์บอนเครดิต จากหน่วยงานที่เรียกว่า CDM Executive Board (CDM EB) และคาร์บอนเครดิตที่ผู้ประกอบการได้รับนี้ สามารถนำไปขายให้กับประเทศอุตสาหกรรม ที่สามารถใช้คาร์บอนเครดิตในการบรรลุถึงพันธกรณีตามพิธีสารเกียวโตได้ โดยการดำเนินโครงการ CDM นั้นจะต้องได้รับความเห็นชอบจากประเทศเจ้าบ้าน (Host Country) ว่าโครงการ

ที่เสนอนั้น เป็นโครงการที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศเจ้าบ้าน ซึ่งประเทศไทยจะได้รับประโยชน์จากโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด แสดงในตาราง 2.7

ตาราง 2.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด

ประเด็น	ผลประโยชน์ที่ได้รับ
ระดับท้องถิ่น	
ด้านสิ่งแวดล้อม	- มีการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับชุมชนในพื้นที่โครงการ - ลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น โดยการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงพลังงาน - ลดการใช้ทรัพยากรเชื้อเพลิงที่ไม่สามารถทดแทนได้
ด้านเศรษฐกิจ	- กรณีที่เป็นโครงการ ด้านพลังงานทดแทนจะช่วยให้นำผลิตผลทางการเกษตร เช่น ปาล์ม มะพร้าว ทานตะวัน ผลสบู่ดำ ฯลฯ มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงาน - เกษตรกรสามารถนำวัสดุเหลือใช้ เช่น แกลบ ใบอ้อย เศษไม้ ฯลฯ ไปขายเพื่อเป็นวัตถุดิบในการดำเนินโครงการ CDM - กระตุ้นเศรษฐกิจในระดับชุมชนให้เกิดการจ้างงานมากขึ้น
ด้านสังคม	- ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นจากคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น - เพิ่มทางเลือกในการประกอบกิจการที่เป็นประโยชน์ต่อสภาวะแวดล้อม
ระดับประเทศ	
ด้านสิ่งแวดล้อม	- คุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวมของประเทศดีขึ้น - มีการถ่ายทอดและพัฒนาเทคโนโลยีที่สะอาดทั้งจากต่างประเทศและภายในประเทศ
ด้านเศรษฐกิจ	- ลดการพึ่งพาการนำเข้าเชื้อเพลิงพลังงาน - กระตุ้นเศรษฐกิจระดับชาติและเพิ่มความมั่นคงทางเศรษฐกิจ - มีรายได้จากภาษีเงินได้นิติบุคคลจากการซื้อขายคาร์บอนเครดิต ลดภาระของประเทศที่ภาครัฐจะต้องลงทุนในการรักษาสิ่งแวดล้อมและอนุรักษ์พลังงาน
ด้านสังคม	- มีบทบาทในเวทีโลกในการแก้ไขปัญหาระดับนานาชาติ - ทำให้เพิ่มอำนาจต่อรองในการเจรจาระหว่างประเทศ

แหล่งที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2549

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3.3 สถานการณ์ภาพรวมของโครงการ CDM ในประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการจัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) เพื่อทำหน้าที่เป็นหน่วยงานกลางประสานการดำเนินงานตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดของประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์ กลั่นกรอง และจัดทำความเห็นเกี่ยวกับการให้คำรับรองโครงการ ตลอดจนติดตามประเมินผลโครงการที่ได้รับคำรับรอง ส่งเสริมการพัฒนาโครงการ และการตลาดสำหรับซื้อขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการรับรอง จัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับโครงการที่ได้รับคำรับรอง และการขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการรับรอง นอกจากนี้ อบก. ยังมีหน้าที่ที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การกำหนดแนวทางการให้คำรับรองว่าโครงการที่เสนอนั้นเป็นโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดหรือไม่ โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา คือ โครงการมีความเหมาะสมและมีประโยชน์ทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตลอดจนต้องเป็นโครงการที่ส่งผลให้เกิดการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศ และส่งเสริมการพัฒนาของประเทศอย่างยั่งยืน

โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่ประเทศไทยให้ความสำคัญโครงการด้านพลังงานเป็นหลักตามนโยบายการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนของรัฐบาล และมีโครงการ CDM ที่ได้รับการรับรองจาก UNFCCC จำนวน 17 โครงการ และมีโครงการที่ คณะกรรมการ อบก. พิจารณาให้ความเห็นชอบและออกหนังสือรับรองโครงการอีกจำนวน 41 โครงการ (สำรวจข้อมูล มีนาคม 2552) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2552)

การประมาณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2541-2563 ภายใต้อัตราการขยายตัวของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ร้อยละ 4-5 ต่อปี พบว่ามีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น โดยมีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.9 ต่อปี และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.2 ต่อปี โดยสาขาพลังงานเป็นสาขาที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, 2551)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 วิธีที่ใช้สำหรับประเมินคาร์บอนเครดิตจากหลุมฝังกลบ (Methodology for Carbon Credits from Landfill Sector)

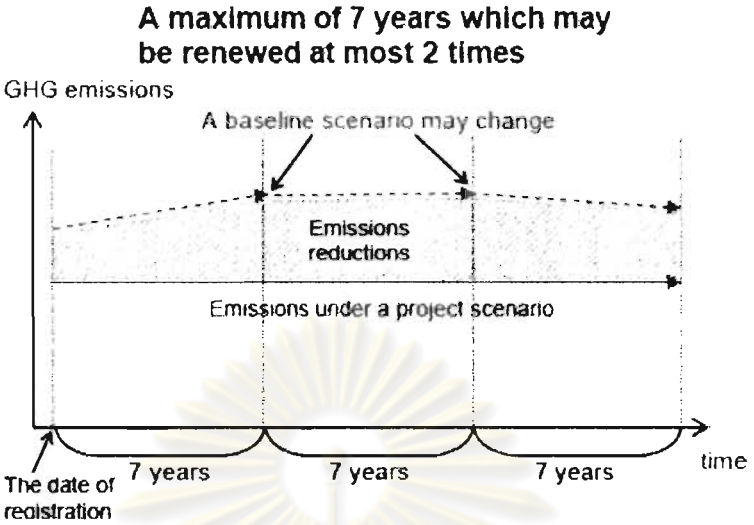
คาร์บอนเครดิต (Carbon Credit) เกิดจากการดำเนินโครงการ CDM เป็นการเปิดโอกาสให้เกิดการร่วมมือกันระหว่างกลุ่มภาคีในภาคผนวก 1 (กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว) กับกลุ่มประเทศนอกภาคผนวก 1 (กลุ่มประเทศกำลังพัฒนา) ทำให้เกิดการลงทุนในโครงการที่มีผลในการลดปริมาณก๊าซในพื้นที่ของประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งจะช่วยให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีและส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนได้อีกส่วนหนึ่ง ทั้งนี้ จะมีการคิดคาร์บอนเครดิตจากหน่วยปริมาณก๊าซที่ลดได้และได้รับการรับรอง (Certified Emission Reductions, CERs) ซึ่งกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วสามารถนำ CERs นี้ไปคำนวณเพื่อคิดปริมาณการปล่อยก๊าซโดยรวมทั้งหมดของประเทศได้

ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการดำเนินโครงการนั้น ต้องใช้วิธีที่ได้รับการเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหารฯ (Executive Board, EB) หรือผู้ดำเนินโครงการสามารถยื่นเสนอวิธีการคำนวณที่เหมาะสมเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหารฯ ซึ่งวิธีการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการอนุมัติแล้วจะแสดงใน UNFCCC Website โดยมีหลักการพื้นฐานของการคำนวณคือ Emission ที่ลดได้เท่ากับ Emission ที่โครงการสามารถลดได้เมื่อเทียบกับกิจการที่ไม่มีการดำเนินโครงการ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการนำไปคำนวณเป็นค่า CERs

ช่วงเวลาในการคิดเครดิต (Crediting Period) ผู้ดำเนินโครงการสามารถเลือกช่วงเวลาในการคิดเครดิตได้จากสองแนวทาง คือ

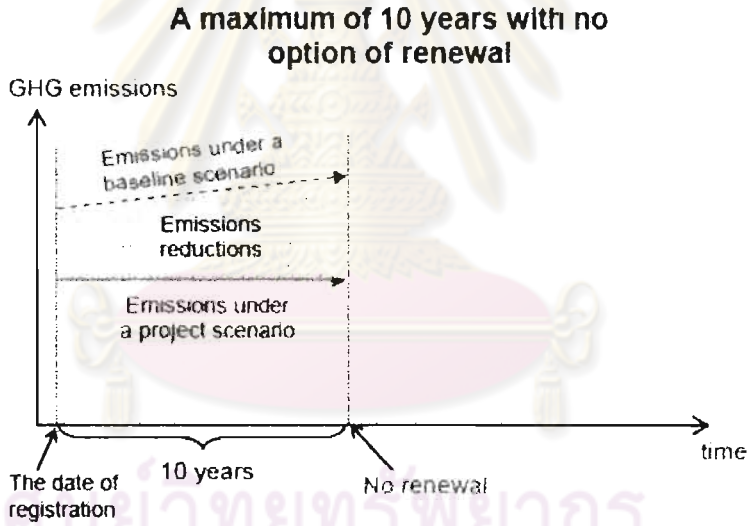
1. ช่วงเวลาแบบต่ออายุได้ (Renewable Crediting Period) เป็นเวลาสูงสุด 7 ปี แต่สามารถต่ออายุได้ 2 ครั้ง หาก baseline ของโครงการยังคงใช้ได้อยู่หรือได้มีการปรับปรุงให้เข้ากับข้อมูลใหม่ หรือ
2. ช่วงเวลาแบบตายตัว (Fixed Crediting Period) เป็นเวลาสูงสุด 10 ปี และไม่สามารถต่ออายุได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 3.1 ลักษณะการคิดเครดิตในช่วงเวลา 7 ปี แบบต่ออายุได้

แหล่งที่มา: IGES, CDM in CHARTS Ver. 5.1, May 2008



รูป 3.2 ลักษณะการคิดเครดิตในช่วงเวลา10 ปี ช่วงเวลาแบบตายตัว

แหล่งที่มา: IGES, CDM in CHARTS Ver. 5.1, May 2008

สำหรับการต่ออายุโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดระยะที่ 2 และระยะที่ 3 จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมว่ากรณีฐานที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกยังใช้ได้หรือไม่ โดยมีประเด็นต่างๆ ที่จะต้องพิจารณา เช่น โครงการจะยังคงส่งผลให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงหรือไม่ กฎ ระเบียบ ข้อบังคับต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ และหากมีการ

เปลี่ยนแปลงจะมีผลกับการกำหนดกรณีฐานอย่างไร ซึ่งวิธีการในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณีฐานของช่วงเวลาในการคิดเครดิตระยะที่ 2/ระยะที่ 3 ควรจะเป็นวิธีเดียวกับการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระยะแรก ซึ่งหน่วยงานที่จะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบในการประเมินเหล่านี้ คือ บริษัทเอกชนที่ได้รับการรับรองความสามารถในการตรวจประเมินโครงการ CDM (Designated Operating Entities, DOE)

2.5 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน

ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุนของโครงการสามารถพิจารณาได้หลายค่า เช่น มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) และอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return) ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดี-ข้อเสียแตกต่างกันดังนี้

2.5.1 Net Present Value (NPV)

เป็นผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับเงินที่ลงทุนตอนแรก ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุนของโครงการ โดยเกณฑ์การตัดสินใจลงทุน คือ เมื่อ NPV มีค่าเป็นบวก จะยอมรับโครงการ แต่หาก NPV มีค่าเป็นลบจะปฏิเสธโครงการ

ข้อดีของ NPV ได้แก่ เป็นวิธีที่คำนึงถึงความสำคัญของมูลค่าของเงินตราตามเวลา โดยมีการคิดมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดตลาดอายุของโครงการ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับแนวคิดการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับกิจการ โดย NPV คือ ส่วนต่างระหว่างจำนวนเงินที่แสดงถึงผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ และต้นทุนของโครงการ นั่นก็คือ มูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้น หากมีการยอบรับโครงการนั้น และในกรณีที่จะต้องเลือกโครงการใด เพียงโครงการเดียว (Mutually Exclusive Projects) วิธีNPVจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่น

ข้อเสียของ NPV ได้แก่ หากโครงการ 2 โครงการใช้เงินลงทุนต่างกัน แต่โครงการทั้งสองมีค่า NPV เท่ากัน วิธี NPV สามารถบอกได้ว่าโครงการทั้งสองจะสร้างมูลค้าเพิ่มให้กับบริษัท แต่ไม่สามารถที่จะบอกได้ว่า โครงการใดจะให้ผลตอบแทนต่อต้นทุนที่ลงไปได้คุ้มค่ากว่ากัน ในทางปฏิบัติ วิธี NPV อาจมีการคลาดเคลื่อนได้ เพราะ เงินสดที่ได้รับมาในปีแรกๆ นั้น ตามทฤษฎีแล้ว กระแสเงินสดที่ได้มาจะต้องถูกนำไปลงทุนต่อแต่ในทางปฏิบัติจริงๆ เงินสดที่ได้รับมานั้นอาจนำไปจ่ายเงินปันผล หรือนำไปใช้จ่ายอื่นๆได้

2.5.2 Internal Rate of Return (IRR)

วิธีการหนึ่งที่ใช้พิจารณาความคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพของการลงทุนคือ การวิเคราะห์จากอัตราผลตอบแทน (Rates of Return) ที่ได้จากการลงทุนซึ่งเป็นอัตราคิดลด (r) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนตลอดอายุโครงการเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนตลอดอายุโครงการ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุนคือ อัตราผลตอบแทนที่คำนวณได้ (r) ต้องมีค่าสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยหรือต้นทุนของเงินที่ลงทุน

ข้อดีของ IRR ได้แก่ เป็นวิธีที่บ่งบอกถึงอัตราผลตอบแทนของโครงการเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเข้าใจง่าย และสะดวกในการอ้างอิง หากมีโครงการเป็นโครงการประเภทที่เป็นอิสระต่อกัน (Independent Projects) วิธี IRR จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก เพราะเกณฑ์ของการพิจารณาโครงการจะบ่งบอกถึงว่า บริษัทมีความปลอดภัยมากน้อยเพียงใด (Safety Margin) เพราะถ้ายิ่งค่า IRR มาก โอกาสของการขาดทุนจากโครงการจะน้อยลง

ข้อเสียของ IRR ได้แก่ หากกระแสเงินสดของโครงการไม่ปกติ (Non-Normal Cash Flows) แล้ว วิธี IRR นี้จะให้ค่าอัตราผลตอบแทนภายในหลายค่า (Multiple IRRs) เป็นวิธีที่ด้อยกว่า วิธี NPV เมื่อโครงการที่จะต้องเลือกเป็นโครงการที่ทดแทนกันไม่ได้ (Mutually Exclusive Projects) โดยเฉพาะโครงการที่แตกต่างกัน ในเรื่องขนาดของโครงการ และระยะเวลาของกระแสเงินสดรับ ที่แตกต่างกัน โดยเกิดข้อขัดแย้งกับวิธี NPV

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเกี่ยวกับการประเมินศักยภาพการผลิตคาร์บอนเครดิตจากหลุมฝังกลบมูลฝอยที่รองรับขยะจากกรุงเทพมหานครนี้ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยซึ่งสามารถแบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ ประกอบด้วย การประเมินอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบมูลฝอย วิธีการประเมินคาร์บอนเครดิต และการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6.1 การประเมินอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบมูลฝอย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลุมฝังกลบมูลฝอยมีจำนวนพอสมควร ในจำนวนนี้มักเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินการแพร่ระบายก๊าซมีเทนในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย และการประเมินวงจรชีวิตของการนำก๊าซจากหลุมฝังกลบขยะไปผลิตพลังงาน ซึ่งความเข้าใจเกี่ยวกับงานวิจัยในส่วนนี้สามารถนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุนในด้านกลไกการพัฒนาที่สะอาดต่อไปได้

ชาติ และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษาศักยภาพและอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยและกองมูลฝอยกลางแจ้งในประเทศไทย จำนวน 142 แห่ง โดยการเปรียบเทียบการคำนวณจากวิธีของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), U.S. Environmental Protection Agency (U.S.EPA) และการตรวจวัดในภาคสนามโดยวิธีกล่องวัดอัตราการแพร่ระบายแบบปิด พบว่า ปริมาณการผลิตก๊าซมีเทนที่คำนวณโดยวิธี IPCC มีค่า 138.9 กิกะกรัมต่อปี ซึ่งสูงกว่าการประเมินด้วยการใช้ Landfill Gas Emission Model (LandGEM) ของ U.S.EPA มีค่า 94.6 กิกะกรัมต่อปี ในขณะที่การตรวจวัดในภาคสนามโดยวิธีกล่องวัดอัตราการแพร่ระบายแบบปิด พบว่า มีอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยเฉลี่ย 22.89 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และจากกองมูลฝอยกลางแจ้งเฉลี่ย 1.98 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน นำมาประเมินอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนได้รวม 64.3 กิกะกรัมต่อปี

ทิพย์สุรีย์ และคณะ (2548) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการการแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากพื้นที่กำจัดมูลฝอยในประเทศไทยโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม Arcview GIS ซึ่งได้ประเมินปริมาณก๊าซมีเทนจากพื้นที่กำจัดมูลฝอย 2 วิธี ได้แก่ การคำนวณของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) และ Landfill Gas Emission Model (LandGEM) แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับการตรวจวัดในภาคสนามโดยวิธีกล่องวัดอัตราการแพร่ระบายแบบปิด และจากข้อมูลการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม พบว่า การเทกองมูลฝอยกลางแจ้งเป็นวิธีที่ใช้มากที่สุดในประเทศไทย แต่ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากหลุมฝังกลบยังคงมีปริมาณสูงกว่าการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีเทกองมูลฝอยกลางแจ้ง ดังนั้นอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนที่เกิดจากการปรับปรุงการเทกองมูลฝอยกลางแจ้งให้เป็นพื้นที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล จะมีการแพร่ระบายก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นจาก 120 กิกะกรัมต่อปี เป็น 339 กิกะกรัมต่อปี ภายใน 15 ปี เมื่อกำหนดอัตราการเพิ่มประชากร 1.5% และอัตราการผลิตมูลฝอยคงที่

นนทพัทธ์ สื่อเสรีธรรม และคณะ (2552) ศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และเครื่องเก็บก๊าซ เพื่อประเมินการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบแบบสุขาภิบาล ของเทศบาลนครสงขลา โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) และ

การตรวจวัดจริงในภาคสนามโดยเทคนิค Close flux chamber จากผลการศึกษาการประเมินโดยแบบจำลองนี้ให้ผลการระบายก๊าซมีเทนในช่วงปี พ.ศ. 2546- 2551 ที่ผ่านมาเท่ากับ 59.7 กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ และทำนายอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนที่จะเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2552- 2573 ได้เท่ากับ 198.4 คาร์บอนไดออกไซด์เฉพาะในปี 2551 อัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 14.2 คาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนผลที่ได้จากการตรวจวัดจริงของปีเดียวกันมีค่า 116.1 gCH_4 / m^2-day โดยไม่สามารถคำนวณเป็นปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นต่อปีได้ และผลการตรวจวัดจริงที่ได้มีค่าแปรผันมาก เนื่องจากพื้นที่ที่ปลดปล่อยก๊าซมีเทนไม่ได้ครอบคลุมพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยทั้งหมด องค์ประกอบของมูลฝอยที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ รวมถึงสภาพชั้นดินที่ฝังกลบมูลฝอยไว้ ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบอัตราการแพร่ระบายที่เกิดขึ้นจากทั้ง 2 วิธีได้ นอกจากนี้การประเมินโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นว่าปริมาณก๊าซมีเทนมีปริมาณเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปีแรกที่ทำการฝังกลบจนถึงปีสุดท้ายมีปริมาณมากที่สุด หลังจากปิดหลุมฝังกลบแล้วปริมาณก๊าซจึงลดลง ดังนั้นการนำก๊าซมีเทนมาใช้ประโยชน์ต้องมีการออกแบบและติดตั้งระบบเก็บรวบรวมก๊าซที่มีประสิทธิภาพตั้งแต่เริ่มต้น หากเป็นเช่นนี้ก็จะทำให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจริงและ ตรวจวัดได้มีปริมาณเพิ่มขึ้นและนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด

พิรียุตม์ และคณะ (2550) ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ขยะชุมชนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ประกอบด้วยการประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านการเงิน ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม และผลกระทบทางด้านสังคม พบว่า ความเป็นไปได้ของโครงการขึ้นกับประสิทธิภาพในการแยกขยะชุมชนจากแหล่งกำเนิด โดยมีสมมติฐานว่า องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถจัดเก็บขยะอินทรีย์ที่แยกจากแหล่งกำเนิดและป้อนเข้าสู่ระบบได้ตามขนาดที่ออกแบบไว้ นอกจากนี้ยังได้นำเสนอค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซที่เกิดจากสถานที่ฝังกลบ ซึ่งแต่ละแห่งจะต้องมีขยะชุมชนไม่น้อยกว่า 100 ตันต่อวัน และใช้งานมาแล้วไม่น้อยกว่า 10 ปี จะทำให้แต่ละแห่งมีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นประมาณ 9-12 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 1,800-2,400 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และสามารถแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 350-500 เมกะวัตต์ สำหรับศักยภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้นกับปริมาณอินทรีย์สารในขยะชุมชนซึ่งมีสัดส่วนมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณขยะชุมชนรวมโดยน้ำหนัก

Chiemchisri, C. และ Visvanathan, C.. (2008) ศึกษาศักยภาพในการแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากพื้นที่กำจัดมูลฝอยชุมชนในประเทศไทยในหลุมฝังกลบจำนวน 95 แห่ง และวิธีเทกองมูลฝอยกลางแจ้งจำนวน 330 แห่ง โดยใช้วิธีการประเมิน 3 วิธี ได้แก่ วิธีการคำนวณของ IPCC ได้ 366 กิกะกรัมต่อปี ซึ่งสูงกว่าวิธีของ LandGEM และวิธีกล่องวัดอัตราการแพร่ระบายแบบปิด คือ 115 และ 103

กิกะกรัมต่อปี ตามลำดับ และจากการศึกษาพบว่า ปริมาณก๊าซมีเทนจะสูงขึ้นหากมีการนำขยะจากกองมูลฝอยกลางแจ้งไปทิ้งในหลุมฝังกลบ จะทำให้สามารนำก๊าซไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

Jaramillo, P. และ Matthews, H.S.. (2005) ศึกษาศักยภาพของก๊าซจากหลุมฝังกลบในการผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นการวิเคราะห์ทางด้านสังคม โดยใช้ Landfill Methane Outreach Program ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการพัฒนาโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยการใช้ก๊าซจากหลุมฝังกลบ พบว่ายังไม่มีความคุ้มทุนทางด้านการเงินเนื่องจากมีต้นทุนการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงไม่เพียงพอกับการรายได้จากการซื้อขายไฟฟ้า และรัฐควรให้เงินสนับสนุน จึงจะช่วยให้มีการใช้เทคโนโลยีนี้เป็นพลังงานทดแทนต่อไป

Wanichpongpan, W., และ Gheewala, S.H.. (2006) ศึกษาการประเมินวงจรชีวิตเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนโครงการนำก๊าซจากหลุมฝังกลบมาผลิตพลังงาน เป็นการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซมีเทนระหว่างมีพื้นที่ฝังกลบขนาดเล็กแต่ไม่มีการผลิตกระแสไฟฟ้า กับพื้นที่ฝังกลบขนาดใหญ่แต่มีการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้วิธีการศึกษาตามเกณฑ์ของ ISO 14000 พบว่า การมีโครงการที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่จะผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าพื้นที่ขนาดเล็กจำนวนหลายพื้นที่รวมกัน ซึ่งพื้นที่ขนาดใหญ่จะสามารช่วยลดศักยภาพทำให้เกิดโลกร้อนสุทธิได้มากกว่าพื้นที่ขนาดเล็กที่ไม่มีการผลิตกระแสไฟฟ้า

2.6.2 วิธีการประเมินคาร์บอนเครดิต

การประเมินปริมาณคาร์บอนเครดิตได้ใช้วิธีตามหลักการซึ่งขึ้นกับอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) ซึ่งได้รับการยอมรับเป็นสากลและสามารถยืนยันขอเครดิตได้ในทางปฏิบัติ โดย Code ที่มีความเกี่ยวข้องกับการผลิตกระแสไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบขยะได้แก่ ACM0001

วิธีการศึกษาใน ACM0001 version 8 ของ UNFCCCC (2008) ได้ระบุรายละเอียดถึงมาตรการและแนวทางการศึกษาโครงการรวบรวมก๊าซจากหลุมฝังกลบและนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า มีหลักการพื้นฐานต่างๆ ดังนี้

1) AM0002 เรื่อง การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของหลุมฝังกลบโดยการรวบรวบและเผาก๊าซ

2) AM0003 เรื่อง การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ในโครงการรวบรวมก๊าซจากหลุมฝังกลบ

3) AM0010 เรื่อง โครงการที่รวบรวมก๊าซจากหลุมฝังกลบขยะและนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า ในขณะที่การรวบรวมก๊าซนี้ไม่มีข้อบังคับในทางกฎหมาย

4) AM0011 เรื่อง การนำก๊าซจากหลุมฝังหลบมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและไม่มีการรวบรวมหรือทำลายก๊าซมีเทน

จากเอกสารประกอบของโครงการโรงไฟฟ้าราชาเทวะ จ.สมุทรปราการ (Project Design Document) (UNFCCCC, 2006) ของห้างหุ้นส่วนจำกัด ไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ เป็นหลุมฝังกลบมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลและนำก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมาผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้วิธีการศึกษาของ UNFCCC ใน ACM0001-version5 เพื่อขอยืนยันคาร์บอนเครดิตและขึ้นทะเบียนโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดจาก Executive Board ของ UNFCCC

จากเอกสารประกอบของโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบมูลฝอ Bionersis Project Thailand1 ของบริษัท กลุ่ม 79 จำกัด อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม (UNFCCCC, 2007) เป็นหลุมฝังกลบมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลและนำก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมาผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้วิธีการศึกษาของ UNFCCC ใน ACM0001-version8 ปัจจุบันอยู่ระหว่างการขอขึ้นทะเบียนเป็นโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดจาก Executive Board ของ UNFCCC

2.6.3 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน

ชวลิต แซ่ลิ่ม (2543) ศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพจากการฝังกลบขยะของเทศบาลที่มีอัตราการผลิตขยะ 100 ตันต่อวัน โดยใช้สมการทำนายการเกิดก๊าซมีเทน LandGEM ของ U.S.EPA ประกอบกับการแบ่งหลุมฝังกลบออกเป็น 4 บ่อฝังกลบย่อย แต่ละบ่อสามารถฝังกลบได้เป็นระยะเวลา 5 ปี แล้วนำก๊าซทั้งหมดในระยะเวลาดำเนินโครงการ 30 ปีมาใช้ในการศึกษา พบว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และนำไปใช้เผาไหม้โดยตรง พบว่า โครงการสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อนได้รวม 89.36×10^6 กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) และ 900,666 จิกะจูล (GJ) ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์โดยใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 8.5% พบว่ามีความน่าลงทุนของโครงการ และเมื่อนำก๊าซมาผลิตกระแสไฟฟ้า พบว่าราคาขายกระแสไฟฟ้าที่ทำให้มีระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่า 5 ปี

Chiemchisri, C. และคณะ (2007) ศึกษาการนำก๊าซจากหลุมฝังกลบขยะไปผลิตพลังงาน: กรณีศึกษาประเทศไทย และใช้หลุมฝังกลบขยะจ.นนทบุรีเป็นพื้นที่ที่ทำการศึกษา จะมีการรับขยะ

ประมาณ 843 ตันต่อวัน มีองค์ประกอบของขยะคือ เศษอาหารประมาณ 41.5% โดยน้ำหนัก และมีความชื้นเฉลี่ย 59.5% ใช้วิธีการประเมินปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นโดย LandGEM model พบว่า มีปริมาณก๊าซจากหลุมฝังกลบสูงสุด 8.59×10^6 ลูกบาศก์เมตรต่อปีและลดลงเป็น 6.57×10^6 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ในเวลา 15 ปี สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 1.07 เมกะวัตต์ แล้วขายให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ เมื่อวิเคราะห์ทางด้านการเงินโดยพิจารณาจากผลตอบแทนภายในโครงการ พบว่า มีค่า 21.36% หรือมากกว่านี้

Winkel, J.. (2006) กล่าวถึง กลไกการพัฒนาที่สะอาดและแนวโน้มของเทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซของหลุมฝังกลบขยะ และอธิบายโดยใช้ค่าผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) ซึ่งจะรวมรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต (CERs) พบว่า โครงการ CDM ของหลุมฝังกลบขยะมีความน่าสนใจในการลงทุนมาก ซึ่งเป็นผลจากการขาย CERs ได้มาก โดยการทดสอบความอ่อนไหวในการลงทุนจะทดสอบโดยการเปลี่ยนแปลงราคาของ CERs ราคาขายไฟฟ้าและปริมาณขยะทั้งหมดที่ใช้ ซึ่งทั้ง 3 ค่านี้จะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่า IRR อย่างมีนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยนี้ได้กำหนดแนวทางการวิจัยเกี่ยวกับศักยภาพในการผลิตคาร์บอนเครดิตภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด ของหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยที่รองรับขยะจากกรุงเทพมหานคร โดยจะวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนเครดิตที่ได้จากโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซของหลุมฝังกลบ และความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งจะมีแนวทางการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

การวิจัยนี้เลือกพื้นที่ทำการศึกษา คือ พื้นที่ที่รองรับขยะมูลฝอยชุมชนจากกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน 2 แห่ง ได้แก่ หลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม โดยทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับขยะมูลฝอย จากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ข้อมูลทั่วไป

การกำจัดมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร มีศูนย์กำจัดมูลฝอยทั้งหมด 3 แห่ง ได้แก่

(1) ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช ดำเนินการกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา มีปริมาณการกำจัดในปี 2548 - 2551 เฉลี่ย 2,180 ตัน/วัน (กรุงเทพมหานคร, 2551)

(2) ศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม ดำเนินการกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มีปริมาณการกำจัดในปี 2548 - 2551 เฉลี่ย 3,308 ตัน/วัน (กรุงเทพมหานคร, 2551)

(3) ศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม ดำเนินการกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มีปริมาณการกำจัดในปี 2548 - 2551 เฉลี่ย 2,050 ตัน/วัน (กรุงเทพมหานคร, 2551)

3.2.2 องค์ประกอบของมูลฝอย

จากการศึกษาองค์ประกอบขยะเฉลี่ยของสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร พบว่าสัดส่วนขององค์ประกอบขยะในแต่ละปีมีค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในปี 2537 - 2548 แสดงในตาราง 3.1 ดังนั้นในการวิจัยจึงใช้ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบขยะมาคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น เนื่องจาก ข้อมูลองค์ประกอบขยะของกรุงเทพมหานครมีถึงปี 2548

3.2.3 หลักเกณฑ์ในการนำมูลฝอยมาพิจารณาอัตราการผลิตก๊าซมีเทน

หลักเกณฑ์ในการเลือกขยะมูลฝอยที่นำมาพิจารณาอัตราการผลิตก๊าซมีเทน ได้แก่ ขยะมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครที่นำไปฝังกลบที่ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ปี 2548 - 2551 ซึ่งจะพิจารณาองค์ประกอบขยะที่เป็นสารอินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ตามองค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอยชุมชนกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก/โฟม ผ้า/สิ่งทอ หนัง/ยาง ไม้/ใบไม้ กระดูก/เปลือก

หอย และอื่นๆ ในตาราง 3.1 ทั้งนี้สารอินทรีย์นี้จะเป็นส่วนที่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติในหลุมฝังกลบ และได้ผลผลิตเป็นก๊าซชีวภาพซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียนนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า

ตาราง 3.1 องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยกรุงเทพมหานครเฉลี่ยระหว่างปี 2537 – 2549

องค์ประกอบ	**สัดส่วน** (%)
สารอินทรีย์	**94.19**
เศษอาหาร	35.54
กระดาษ	11.41
พลาสติกและโฟม	21.85
ผ้าและสิ่งทอ	5.49
หนังและยาง	0.97
ไม้และใบไม้	6.86
กระดูกและเปลือกหอย	0.64
อื่นๆ	11.43
สารอนินทรีย์	**5.81**
แก้ว	3.52
โลหะ	1.73
หินและเซรามิค	0.56
รวม	100.00

แหล่งที่มา : การรวบรวมข้อมูลจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2551

ตาราง 3.2 องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยกรุงเทพมหานครเฉลี่ยระหว่างปี 2537 - 2548

องค์ประกอบ	**สัดส่วน** (%)
ปริมาณความชื้น (%)	51.68
ของแข็งที่ระเหยได้ (%)	37.78
เถ้า	10.40
ค่าความร้อน (kcal/kg)	1,475.42

แหล่งที่มา : การรวบรวมข้อมูลจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย

งานวิจัยนี้ได้ประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย 2 วิธี ได้แก่ วิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี และวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. คาดการณ์จำนวนประชากรในอนาคต
2. คาดการณ์ปริมาณมูลฝอยในอนาคต
3. คาดการณ์องค์ประกอบมูลฝอย

3.3.1 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎีได้ยึดหลักการคำนวณสากล และอ้างอิงค่าคงที่จาก Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S. A., 1993 โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะเป็นข้อมูลปี 2544 – 2547 เท่านั้น เนื่องจาก ข้อจำกัดในข้อมูลที่มีอยู่ ที่ต้องนำมาใช้ในการวิจัยมีไม่ครบ เช่น องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอย เป็นต้น โดยในการวิเคราะห์ก๊าซมีเทนตามทฤษฎีมีขั้นตอนต่างๆดังนี้

1. การพิจารณาปริมาณมูลฝอยและองค์ประกอบของมูลฝอย
2. การหาน้ำหนักแห้งของมูลฝอย
3. การกำหนดสูตรทางเคมีของมูลฝอย
4. การคำนวณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น

3.3.2 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC

ในการประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น ได้ใช้ Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to determine methane emission avoided from dumping solid waste disposal site เป็นวิธีในการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนที่ระบายจากขยะมูลฝอยที่ทิ้งในหลุมฝังกลบในกรณีที่ไม่มีโครงการ CDM ซึ่งไม่สามารถใช้กับของเสียอันตรายได้ โดยการคำนวณค่า $BE_{CH4,SWDS,y}$ (tCO_2e) อันเป็นวิธีคำนวณแบบ Multi-Phase Model ที่มีพื้นฐานมาจาก First Order Decay Model (FOD) ซึ่งจะพิจารณาความแตกต่างของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการย่อยสลาย เช่น ชนิดของมูลฝอย อัตราการย่อยสลาย (Decay Rates; k) สัดส่วนของสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ และปริมาณขยะมูลฝอยที่ทิ้งในแต่ละปี ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้ในการ

คำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหัวข้อ 3.5 - 3.8 สมการที่ใช้ในการคำนวณแสดงได้ดังสมการ (3.1)

สมการ (3.1)

$$BE_{CH4,SWDS,y} = \varphi \cdot (1 - f) \cdot GWP_{CH4} \cdot (1 - OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^{y} \cdot \sum W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j \cdot (y-x)} \cdot (1 - e^{-k_j})$$

เมื่อ $BE_{CH4,SWDS,y}$ = ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบขยะมูลฝอยต่อปี (tCO_2e)

φ = ค่าความถูกต้องของแบบจำลอง (model) มีค่า 0.9

f = สัดส่วนของปริมาณก๊าซมีเทนที่รวบรวมได้เมื่อไม่มีโครงการ

GWP_{CH4} = ค่าศักยภาพทำให้เกิดโลกร้อนของมีเทน

OX = ปัจจัยที่มีผลต่อการออกซิไดส์ เช่น สิ่งปกคลุมขยะในช่วงการย่อยสลาย

F = สัดส่วนของปริมาตรก๊าซมีเทน มีค่า 0.5

DOC_f = สัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลาย (DOC)ได้

MCF = Methane Correction Factor

$W_{j,x}$ = ปริมาณขยะมูลฝอยอินทรีย์แต่ละชนิดที่ฝังกลบในแต่ละปี (ตัน)

DOC_j = สัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ (โดยน้ำหนัก) ที่สามารถย่อยสลายของขยะมูลฝอยแต่ละชนิด

k_j = อัตราการย่อยสลายของขยะมูลฝอยแต่ละชนิด

j = ขยะมูลฝอยแต่ละชนิด

x = ปีที่คำนวณคาร์บอนเครดิต

y = ปีที่คำนวณปริมาณก๊าซมีเทน

ตาราง 3.3 การสรุปแนวทางหาค่าตัวแปรจากสมการ (3.1)

ตัวแปร	วิธีการหาค่าของตัวแปร
1) $BE_{CH4,SWDS,y}$	คำนวณจากสมการ (3.1)
2) φ	UNFCCC Methodology กำหนดให้เท่ากับ 0.9
3) f	ไม่มีการรวบรวมก๊าซจากหลุมฝังกลบก่อนการดำเนินโครงการ CDM

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3.3 (ต่อ) การสรุปแนวทางหาค่าตัวแปรจากสมการ (3.1)

ตัวแปร	วิธีการหาค่าของตัวแปร
4) GWP_{CH4}	UNFCCC Methodology กำหนดให้เท่ากับ 21 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
5) OX	UNFCCC Methodology กำหนดให้เท่ากับ 0.1 เมื่อมีการใช้ดินปกคลุมหลุมฝังกลบ
6) F	UNFCCC Methodology ได้พิจารณาจาก IPCC 2006 Guideline for National Greenhouse Gas Inventories กำหนดค่าการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน เท่ากับ 0.5
7) DOC_f	UNFCCC Methodology ได้พิจารณาจาก IPCC 2006 Guideline for National Greenhouse Gas Inventories กำหนดให้มีค่า 0.5
8) MCF	เมื่อพิจารณาจากเงื่อนไขและค่าที่กำหนดให้ใน UNFCCC Methodology กำหนดให้มีค่า 0.5 เป็นกลุ่มกึ่งแอโรบิค (Semi - Aerebic Managed Solid Waste Disposal Site) มีการใช้วัสดุปกคลุม มีระบบการระบายน้ำชะขยะ มีท่อระบายก๊าซ
9) $W_{j,x}$	รวบรวมข้อมูลจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร
10) DOC_j	ใช้ค่าจาก Methodology ที่กำหนดโดย UNFCCC มีรายละเอียดดังตาราง 3.4
11) k_j	ใช้ค่าจาก Methodology ที่กำหนดโดย UNFCCC มีรายละเอียดดังตาราง 3.5
12) j	รวบรวมข้อมูลจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3.4 ค่าความแตกต่างสัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ (โดยน้ำหนัก) ที่สามารถย่อยสลายของมูลฝอยแต่ละชนิด

ชนิดของมูลฝอย	DOC_j (% โดยน้ำหนักเปียก)	DOC_j (% โดยน้ำหนักแห้ง)
ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	43	50
กระดาษ	40	44
เศษอาหาร ผัก ผลไม้	15	38
สิ่งทอ	24	30
ใบไม้ กิ่งไม้	20	49
แก้ว พลาสติก โลหะ	0	0

แหล่งที่มา : UNFCCC, 2008: 5

ตาราง 3.5 อัตราการย่อยสลายของสารอินทรีย์แต่ละชนิด

ชนิดของมูลฝอย		อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี น้อยกว่า 20 องศาเซลเซียส		อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี มากกว่า 20 องศาเซลเซียส	
		Dry (MAP/PET น้อยกว่า 1)	Wet (MAP/PET มากกว่า 1)	Dry (MAP น้อยกว่า 1,000 mm.)	Wet (MAP มากกว่า 1,000 mm.)
การย่อยสลายช้า	กระดาษและสิ่งทอ	0.04	0.06	0.045	0.07
	ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	0.02	0.03	0.025	0.035
การย่อยสลายปานกลาง	สารอินทรีย์อื่นๆที่สามารถย่อยสลายได้ยกเว้น เศษอาหาร เช่น ใบไม้ กิ่งไม้	0.05	0.10	0.065	0.17
การย่อยสลายเร็ว	เศษอาหาร	0.06	0.185	0.085	0.40

หมายเหตุ : MAT คือ Mean Annual Temperature

MAP คือ Mean Annual Precipitation

PET คือ Potential Evapotranspiration

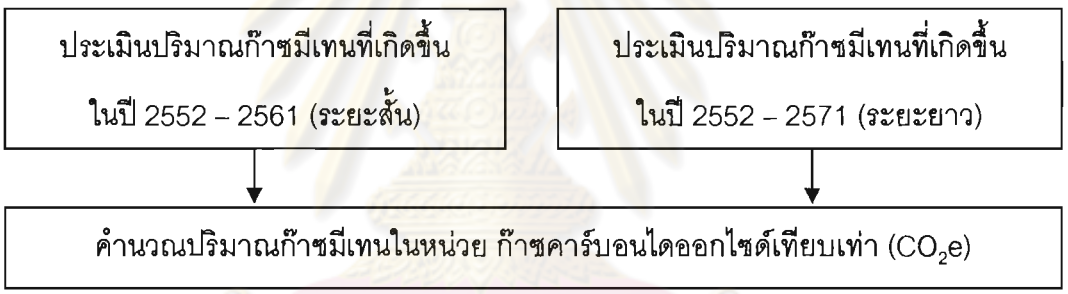
แหล่งที่มา : UNFCCC, 2008: 6

3.4 การกำหนดกรณีในการพิจารณาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากโครงการ

การกำหนดกรณีในการพิจารณาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของหลุมฝังกลบอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา และหลุมฝังกลบอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ฝังกลบมูลฝอยในปี 2548 – 2557 ในหน่วย คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) โดยใช้วิธีมาตรฐาน ACM0001 Version 8 ได้กำหนดแนวทางการวิเคราะห์เป็น 4 กรณี สรุปได้ดังตาราง 3.6 ได้แก่

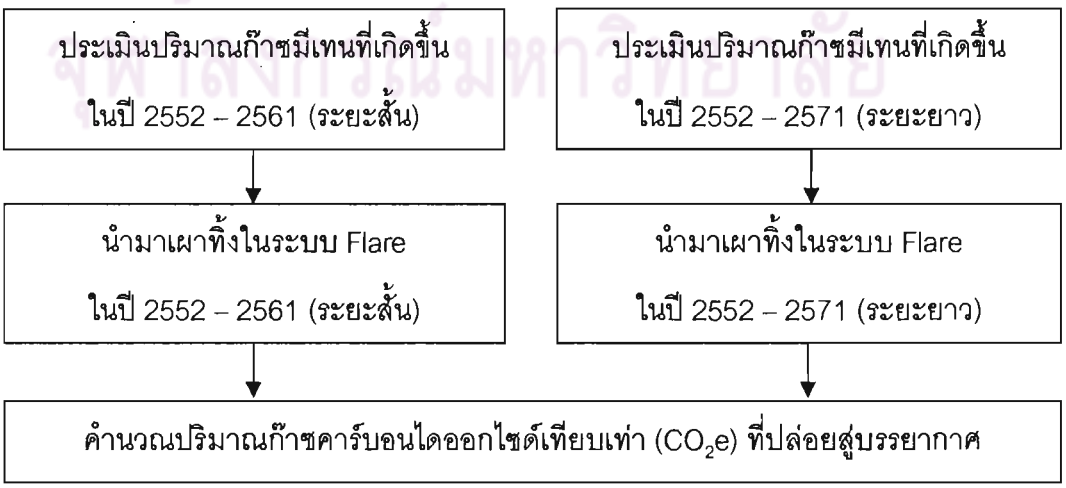
<u>กรณีฐาน</u>

ประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นระหว่างปี 2552 – 2561 ซึ่งระบายสู่บรรยากาศโดยไม่มีการจัดการ (เผาทิ้ง) โดยแบ่งระยะเวลาการดำเนินการออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ ระยะสั้น และระยะยาว



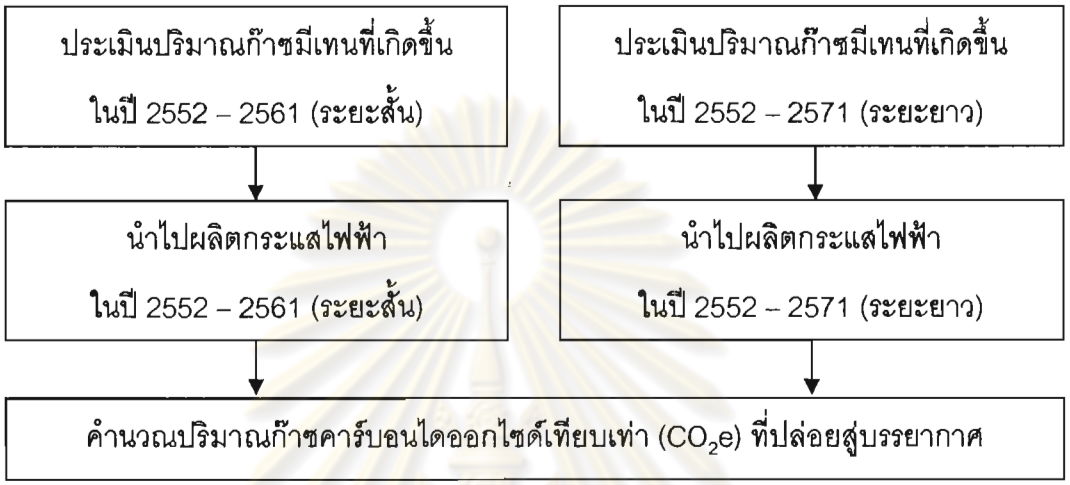
<u>กรณีที่ 1</u>

ประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นระหว่างปี 2552 – 2561 และรวมรวมมาเผาทิ้งโดยระบบ Flare ก่อนระบายสู่บรรยากาศ ทั้งระยะสั้น และระยะยาว



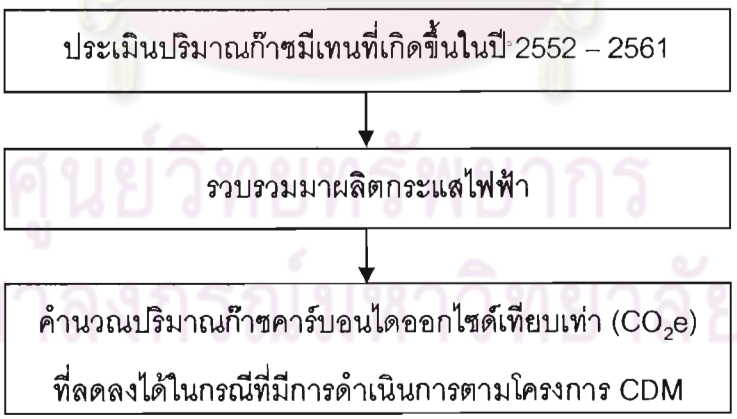
กรณีที่ 2

ประเมินปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น จากการนำก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบไปผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในโครงการและส่วนที่เหลือได้ขายออกสู่นอกระบบ ทั้งระยะสั้น และระยะยาว



ทางเลือก

ประเมินปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงในปี 2552 - 2561 จากการฝังกลบมูลฝอยระหว่างปี 2548 – 2557 โดยการนำก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมาผลิตกระแสไฟฟ้าและพิจารณาคาร์บอนเครดิตจำนวน 1 ครั้งตามโครงการ CDM ซึ่งมีระยะเวลาดำเนินโครงการ 10 ปี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3.6 สรุปแนวทางการวิเคราะห์ในกรณีศึกษาต่างๆ

วิเคราะห์	กรณีฐาน	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	ทางเลือก
ระยะสั้น	ปล่อยสู่บรรยากาศ	เผาทิ้ง	ผลิตกระแสไฟฟ้า	ทำโครงการ CDM
ระยะยาว	ปล่อยสู่บรรยากาศ	เผาทิ้ง	ผลิตกระแสไฟฟ้า	

3.5 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีฐาน

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนภายในหลุมฝังกลบ ทำให้เกิดก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้น การวิจัยในกรณีฐานนี้จึงนำก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมาคำนวณในหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) เพื่อที่จะสามารถนำไปเปรียบเทียบกับกรณีอื่นๆได้ โดยก๊าซมีเทนมีค่าศักยภาพทำให้โลกร้อนเป็น 21 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (IPCC, 2006)

3.6 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ในระบบ Flare

ในการประเมินปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ในระบบ Flare ได้ใช้พื้นฐานการคำนวณจาก Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้คำนวณก๊าซมีเทนที่เข้าสู่ระบบการเผาไหม้แบบ Flare และสามารถเผาไหม้ก๊าซมีเทนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะช่วยลดศักยภาพทำให้เกิดโลกร้อน (GWP) และจะเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณปริมาณคาร์บอนเครดิตในหัวข้อ 3.8 และสมการใช้ในการคำนวณแสดงได้ดังสมการ (3.2) – (3.3)

$$PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} \times (1 - \eta_{flare,h}) \times \frac{GWP_{CH4}}{1000} \quad \text{.....(3.2)}$$

เมื่อ $PE_{flare,y}$ = ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากระบบ Flare ในปีที่ y (tCO_2e)

$TM_{RG,h}$ = อัตราการไหลของมวลของมีเทนในก๊าซที่เหลือทิ้งในชั่วโมง h (kg/h)

$\eta_{flare,h}$ = ประสิทธิภาพของ Flare ในชั่วโมง h โดย UNFCCC Methodology และจากการสอบถามเจ้าของโครงการกำหนดให้มีค่า 50%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัตราการไหลของมีเทนที่เหลือทิ้ง ($TM_{RG,h}$) สามารถคำนวณได้จากสมการ (3.3)

$$TM_{RG,h} = FV_{RG,h} \times fv_{CH4,RG,h} \times \rho_{CH4,n} \quad \text{.....} \quad (3.3)$$

เมื่อ $FV_{RG,h}$ = อัตราการไหลเชิงปริมาตรของก๊าซที่เหลือทิ้ง (dry basis) กรณีปกติในชั่วโมง h (m^3/h)

$fv_{CH4,RG,h}$ = สัดส่วนปริมาตรก๊าซมีเทนในก๊าซที่เหลือทิ้ง (dry basis) ในชั่วโมง h

$\rho_{CH4,n}$ = ความหนาแน่นของก๊าซมีเทนที่สภาวะปกติ (0.716 kg/m^3)

ตาราง 3.7 การสรุปแนวทางหาค่าตัวแปรจากสมการ (3.2) – (3.3)

ตัวแปร		วิธีการหาค่าของตัวแปร
1)	$PE_{flare,y}$	คำนวณจากสมการ (3.2)
2)	$TM_{RG,h}$	คำนวณจากสมการ (3.3)
3)	$\eta_{flare,h}$	การวิจัยนี้กำหนดให้ เป็นการเผาไหม้ระบบเปิดและมีประสิทธิภาพ 50% (จากการสอบถามเจ้าของโครงการ)
4)	$FV_{RG,h}$	พิจารณาก๊าซที่เหลือจากระบบผลิตกระแสไฟฟ้า
5)	$fv_{CH4,RG,h}$	ใช้ค่าจากเอกสารประกอบโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดในการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบของบริษัทเจริญสมพงษ์(ราชาเทวะ) เนื่องจาก เป็นขยะของกรุงเทพมหานครเหมือนกัน ดังนั้นสัดส่วนก๊าซมีเทนมีค่าใกล้เคียงกัน
6)	$\rho_{CH4,n}$	UNFCCC Methodology กำหนดให้เท่ากับ 0.716 kg/m^3

3.7 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการผลิตกระแสไฟฟ้า

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการผลิตกระแสไฟฟ้าภายในโครงการเป็นการประเมินว่า หากมีการรวบรวมก๊าซมีเทนมาผลิตกระแสไฟฟ้าจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณเท่าใด (วิธีการคำนวณอ้างอิงจาก UNFCCC, 2006) โดยจะวิเคราะห์ตามลักษณะการคำนวณของการผลิตไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบราชาเทวะ

การหาปริมาณพลังงานที่เข้าระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้สมการ (3.4)

สมการ (3.4)

$$\text{ปริมาณก๊าซพลังงานที่เข้าระบบ } (\text{GJ/yr}) = \frac{\text{ปริมาณกระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตได้} \times 3.6\ (\text{GJ/MWh})}{\text{ประสิทธิภาพของเครื่องจักร}}$$

เปลี่ยนพลังงานที่เข้าระบบ (GJ/yr) นำมาคำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทนที่เข้าระบบ ในหน่วย tCH_4/yr โดยการหารด้วย $0.037 GJ/m^3CH_4$ (IPCC, 2006) และความหนาแน่นของก๊าซมีเทน $7.168 \times 10^{-4}\ tCH_4/m^3\ CH_4$ (IPCC, 2006) ดังสมการ (3.5)

สมการ (3.5)

$$\text{ปริมาณก๊าซมีเทนที่เข้าระบบ } (tCH_4/yr) = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่เข้าระบบ } (\text{GJ/yr})}{0.037\left(\frac{GJ}{m^3CH_4}\right) \times 7.168 \times 10^{-4}(tCH_4/m^3CH_4)}$$

แปลงเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) โดยการคูณค่าศักภาพทำให้เกิดโลกร้อนขอนมีเทน (GWP_{CH4}) เท่ากับ 21 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการ (3.6)

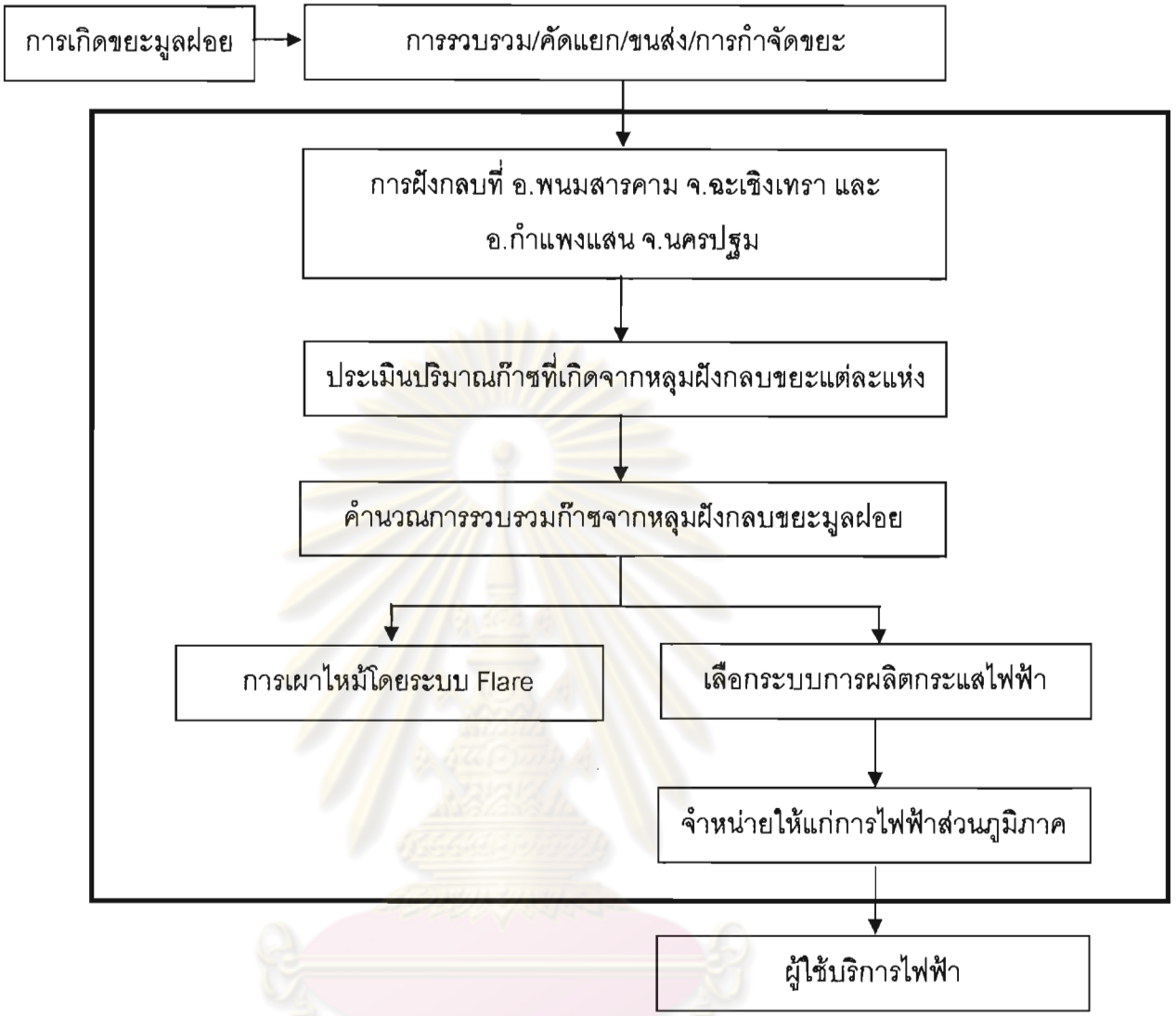
สมการ (3.6)

Baseline Emission จากการผลิตกระแสไฟฟ้า (tCO_2e)

$$= \text{ปริมาณก๊าซมีเทนที่เข้าระบบ } (tCH_4/yr) \times GWP_{CH4}$$

3.8 วิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงได้จาดการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดหรือคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit)

การประเมินปริมาณคาร์บอนเครดิตจากหลุมฝังกลบขยะ ได้พิจารณาตามแนวทางของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change) ใน Code ACM0001 Version 8 เนื่องจากเป็นวิธีมาตรฐานในการพิจารณาคาร์บอนเครดิตที่ยอมรับและเป็นสากลทั่วโลก โดยพิจารณาจากการก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงเมื่อมีโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด และกำหนดให้ไม่มีการรั่วไหลของก๊าซจากหลุมฝังกลบขยะ ดังนั้นในการวิจัยนี้มีขอบเขตการพิจารณาคาร์บอนเครดิตจากขั้นตอนต่างๆดังนี้



3.8.1 **ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงต่อปี (ER_y)** คำนวณได้โดยใช้สมการ (3.7)

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.7)$$

เมื่อ ER_y = ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงต่อปี (tCO_2e/yr)

BE_y = ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยลดลงจากการนำก๊าซมีเทนไปผลิตกระแสไฟฟ้าและเผาทำลายในระบบ Flare ต่อปี (tCO_2e/yr)

PE_y = ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากการใช้กระแสไฟฟ้าในโครงการต่อปี (tCO_2e/yr)

3.8.2 **ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยลดลงจากการนำก๊าซมีเทนไปผลิตกระแสไฟฟ้าและเผาทำลายในระบบ Flare ต่อปี (BE_y)** คำนวณได้โดยใช้สมการ (3.8)

$$BE_y = \left(MD_{project,y} - MD_{BL,y}\right) \times GWP_{CH4} + \left(EL_{LFG,y} \times CEF_{elec,BL,y}\right) + \left(ET_{LFG,y} \times CEF_{ther,BL,y}\right) \quad \text{.....} \quad (3.8)$$

เมื่อ BE_y = ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยเมื่อไม่มีโครงการต่อปี (tCO_2e/yr)

$MD_{project,y}$ = ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยเมื่อมีโครงการต่อปี (tCH_4)

$MD_{BL,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ควรจะถูกทำลายต่อปีเมื่อไม่มีโครงการ (tCH_4)

GWP_{CH4} = ค่าศักยภาพทำให้เกิดโลกร้อนของก๊าซมีเทน (21 tCO_2e/ tCH_4)

$EL_{LFG,y}$ = ปริมาณกระแสไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตจากก๊าซของหลุมฝังกลบระหว่างปี (MWh)

$CEF_{elec,BL,y}$ = ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แทนการผลิตกระแสไฟฟ้าปกติ (tCO_2e / MWh)

$ET_{LFG,y}$ = ปริมาณการผลิตพลังงานความร้อนจากก๊าซของหลุมฝังกลบระหว่างปี (TJ)

$CEF_{ther,BL,y}$ = ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แทนการผลิตพลังงงานความร้อนปกติ (tCO_2e / TJ)

3.8.3 **ปริมาณมีเทนที่ควรจะถูกทำลายต่อปีเมื่อไม่มีโครงการต่อปี ($MD_{BL,y}$)**

ในกรณีที่ $MD_{BL,y}$ ไม่มีค่าเฉพาะที่เคยคำนวณแล้วในอดีตหรือไม่มีข้อมูลในอดีตเกี่ยวกับก๊าซที่ถูกรวบรวมและทำลาย ให้ใช้ Adjustment Factor (AF) ซึ่งจะคำนวณได้สมการ (3.9)

$$MD_{BL,y} = MD_{project,y} \times AF \quad \text{.....} \quad (3.9)$$

<u>การคำนวณหาค่า Adjustment Factor (AF)</u>

ในการคำนวณเพื่อหาค่า Adjustment Factor ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆดังนี้

1) การประเมินประสิทธิภาพการทำลายก๊าซจากหลุมฝังกลบของระบบ (ε_{BL})

ในกรณีที่มีระบบรวบรวมและทำลายก๊าซมีเทนติดตั้งและดำเนินการมาก่อน สามารถวัดปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายดังสมการ (3.10)

$$\mathcal{E}_{BL} = MD_{Hist}/MG_{Hist} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.10)$$

เมื่อ $\mathcal{E}_{BL}$ = ประสิทธิภาพการทำลายของก๊าซที่เกิดขึ้นปกติ

MD_{Hist} = ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายในปีก่อนหน้าที่จะเริ่มโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากชีวภาพของหลุมฝังกลบ (tCH_4)

MG_{Hist} = ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นก่อนปีที่จะเริ่มดำเนินโครงการ(tCH_4)

ในกรณีที่ไม่มีระบบรวบรวมและทำลายก๊าซมีเทนติดตั้งและดำเนินการมาก่อน กำหนดให้ประสิทธิภาพการทำลายของก๊าซเท่ากับการคำนวณทางทฤษฎีของระบบรวบรวมและทำลายก๊าซมีเทนซึ่งระบุไว้ในข้อกำหนด สำหรับกรณีอื่นๆ ขั้นตอนในการประเมินปริมาณก๊าซจากหลุมฝังกลบขยะที่ควรจะถูกรวบรวมในโครงการจะสามารถพิจารณาได้จากเอกสารประกอบโครงการ ซึ่งตรวจประเมินโดยหน่วยงานที่เป็นตัวแทนของ UNFCCC ในการดูแลโครงการ CDM ในประเทศไทย ใช้เป็นค่าประมาณของ MD_{Hist} ในสมการที่ (3.10) และนำไปคำนวณค่า $\mathcal{E}_{BL}$ต่อไป

2) การประเมินประสิทธิภาพการทำลายก๊าซจากหลุมฝังกลบขยะของระบบในกรณีที่มีโครงการ ($\mathcal{E}_{PR}$)

ประสิทธิภาพการทำลายของระบบถูกใช้ในการดำเนินโครงการซึ่งจะต้องมีการกำหนดระยะเวลาขอเครดิต สามารถประเมินได้ดังสมการ (3.11)

$$\mathcal{E}_{PR} = MD_{project1}/MG_{project1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.11)$$

เมื่อ $\mathcal{E}_{PR}$ = ประสิทธิภาพการทำลายของระบบในโครงการซึ่งจะมีการกำหนดระยะเวลาขอเครดิตทั้งหมด

$MD_{project1}$ = ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายระหว่างปีแรกของการดำเนินโครงการ (tCH_4)

$MG_{project1}$ = ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นระหว่างปีแรกของการดำเนินโครงการฯ โดยใช้ปริมาณขยะจริงที่ทิ้งในหลุมฝังกลบในปีสุดท้าย (tCH_4) ในวิธีการ " Tool to determine methane emission avoided from dumping waste at a solid waste disposal site "

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) การประเมินค่า Adjustment factor (AF) สามารถคำนวณได้ดังสมการ (3.12)

$$AF = \mathcal{E}_{BL}/\mathcal{E}_{PR} \quad \text{..... (3.12)}$$

เนื่องจาก การดำเนินการฝังกลบมูลฝอยในประเทศไทยไม่มีกฎหมายบังคับในการเผาทำลายก๊าซจากหลุมฝังกลบ แต่เป็นเพียงข้อเสนอแนะหรือคำแนะนำของกรมควบคุมมลพิษเท่านั้น ซึ่งไม่สามารถเอาผิดตามกฎหมายได้ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากการคำนวณของหลุมฝังกลบราชาเทวะ พบว่า มีการกำหนดให้ $MD_{BL,y}$ มีค่าเป็นศูนย์ เนื่องจาก AF มีค่าเป็นศูนย์

3.8.4 การคำนวณหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยเมื่อมีโครงการต่อปี ($MD_{project,y}$)

ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายเมื่อมีการดำเนินโครงการระหว่างปี โดยทำการติดตามปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกเผาไหม้โดยระบบ Flare และก๊าซที่ถูกนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า และ/หรือ นำไปผลิตพลังงานความร้อน และ/หรือ ส่งไปตามท่อนำส่งก๊าซให้แก่ผู้บริโภคที่มีการใช้ก๊าซธรรมชาติโดยตรง สามารถนำไปคำนวณเป็นปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกรวบรวมได้ แสดงได้สมการ (3.13)

<u>สมการ (3.13)</u>

$$MD_{project,y} = MD_{flared,y} + MD_{electricity,y} + MD_{thermal,y} + MD_{PL,y}$$

เมื่อ $MD_{flared,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายโดยระบบ Flare (tCH_4)

$MD_{electricity,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า (tCH_4)

$MD_{thermal,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายที่ใช้ในการผลิตพลังงานความร้อน (tCH_4)

$MD_{PL,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ใช้ในการส่งก๊าซธรรมชาติในท่อ (tCH_4)

ในการวิจัยได้เสนอให้พิจารณานำก๊าซมีเทนไปใช้ในระบบ Flare และการผลิตกระแสไฟฟ้าเท่านั้น ดังนั้นจึงได้ดังสมการ (3.14)

$$MD_{project,y} = MD_{flared,y} + MD_{electricity,y} \quad \text{..... (3.14)}$$

(1) การคำนวณปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายที่ใช้ในระบบ Flare ต่อปี ($MD_{flared,y}$)

การคำนวณปริมาณก๊าซที่ถูกทำลายซึ่งใช้ในระบบ Flare สามารถคำนวณได้ดังสมการ (3.15)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการ (3.15)

$$MD_{flared,y} = \left(LFG_{flared,y} \times W_{CH4,y} \times D_{CH4}\right) - \left(PE_{flared,y}/GWP_{CH4}\right)$$

เมื่อ $LFG_{flared,y}$ = ปริมาณมีเทนที่เข้าระบบ Flared ระหว่างปี (m^3)

$W_{CH4,y}$ = ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนมีเทนกับก๊าซจากหลุมฝังกลบระหว่างปี (m^3 CH_4 / m^3 LFG) พิจารณาจากเอกสารประกอบโครงการของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบที่ราชาเทวะ มีค่าเท่ากับ 0.576 m^3 CH_4 / m^3 LFG

D_{CH4} = ความหนาแน่นของมีเทน (tCH_4 / m^3 CH_4) โดยคำนวณที่สภาวะมาตรฐานคือ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1,013 บาร์ ก๊าซมีเทนจะมีความหนาแน่น 7.168 x 10^{-4} tCH_4 / m^3 CH_4

$PE_{flared,y}$ = ปริมาณมลภาวะที่ปล่อยออกจากระบบ Flared ในปี y โดยใช้ "Tool the determine project emissions from flaring gases containing methane"

(2) การคำนวณปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อปี ($MD_{electricity,y}$)

การคำนวณปริมาณก๊าซที่ถูกทำลายซึ่งใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าสามารถคำนวณได้ดังสมการ (3.16)

$$MD_{electricity,y} = \left(LFG_{electricity,y} \times W_{CH4,y} \times D_{CH4}\right) \quad \text{.....} \quad (3.16)$$

เมื่อ $MD_{electricity,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายโดยใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

$LFG_{electricity,y}$ = ปริมาณก๊าซจากหลุมฝังกลบที่เข้าสู่ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า (m^3)

3.8.5 ปริมาณกระแสไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตจากก๊าซของหลุมฝังกลบระหว่างปี ($EL_{LFG,y}$)

คำนวณปริมาณกระแสไฟฟ้าสุทธิจากก๊าซที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบขยะต่อปี กำลังของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า และเวลาที่เดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ในหน่วย เมกะวัตต์ชั่วโมง (MWh)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.8.6 ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แทนการผลิตกระแสไฟฟ้าปกติ ($CEF_{elec,BL,y}$)

ในกรณีที่การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลในโรงไฟฟ้าในประเทศไทย คือ 0.5289 tCO_2 / MWh กำหนดโดยกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

3.8.7 ปริมาณการผลิตพลังงานความร้อนจากก๊าซของหลุมฝังกลบ ($ET_{LFG,y}$)

งานวิจัยนี้ใช้สมมติฐานว่า ไม่มีการนำก๊าซของหลุมฝังกลบขยะไปผลิตพลังงานความร้อน ดังนั้นจึงมีค่าเป็น 0 TJ

3.8.8 ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แทนพลังงานความร้อนปกติ ($CEF_{ther,BL,y}$)

งานวิจัยนี้ใช้สมมติฐานว่า ไม่มีการนำก๊าซของหลุมฝังกลบขยะไปผลิตพลังงานความร้อน ดังนั้นจึงมีค่าเป็น 0 tCO_2 / TJ

3.8.9 ปริมาณมลภาวะที่ปล่อยจากการใช้กระแสไฟฟ้าในโครงการต่อปี (PE_y)

การวิจัยนี้พิจารณาการนำก๊าซจากหลุมฝังกลบไปผลิตกระแสไฟฟ้า และกำหนดให้ระบบรวบรวมก๊าซได้ 100% ไม่มีการรั่วไหลของก๊าซจากหลุมฝังกลบ ดังนั้น ปริมาณมลภาวะที่ปล่อยเมื่อมีโครงการสามารถคำนวณได้ดังสมการ (3.17)

$$PE_y = PE_{EC,y} \quad \text{..... (3.17)}$$

เมื่อ $PE_{EC,y}$ = ปริมาณมลภาวะจากการใช้กระแสไฟฟ้าของโครงการ CDM (tCO_2e/yr) สารถคำนวณได้จาก " Tool to calculate baseline, project and/or leakage emission from electricity consumption " ซึ่งมีรายละเอียดสมการ (3.18)

$$PE_{EC,y} = \sum_j EC_{PS,j,y} \times EF_{EL,j,y} \times (1 + TDL_{j,y}) \quad \text{..... (3.18)}$$

เมื่อ $EC_{PS,j,y}$ = ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคต่อปี (MWh/yr)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$EF_{EL,j,y}$ = Emission Factor ของการการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปี 2006 (tCO_2/MWh) สำหรับค่าที่ใช้ในประเทศไทยกำหนดให้มีค่า 0.59 tCO_2/MWh

$TDL_{j,y}$ = ค่าความสูญเสียในระหว่างการขนส่งและกระจายกระแสไฟฟ้าไปสู่ผู้ใช้เฉลี่ย ในปี y โดย UNFCCC กำหนดให้ใช้ค่า default คือ 3%

ตาราง 3.8 การสรุปแนวทางหาค่าตัวแปรจากสมการ (3.7) – (3.18)

ตัวแปร	วิธีการหาค่าของตัวแปร
1) ER_y	คำนวณจากสมการ (3.7)
2) BE_y	คำนวณจากสมการ (3.8)
3) PE_y	คำนวณจากสมการ (3.17)
4) $MD_{project,y}$	คำนวณจากสมการ (3.13)
5) $MD_{BL,y}$	คำนวณจากสมการ (3.9)
6) GWP_{CH4}	UNFCCC Methodology กำหนดให้เท่ากับ 21 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
7) $EL_{LFG,y}$	คำนวณปริมาณกระแสไฟฟ้าสุทธิจากก๊าซที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบขยะต่อปี กำลังของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า และเวลาที่เดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ในหน่วย เมกะวัตต์ชั่วโมง (MWh)
8) $CEF_{elec,BL,y}$	ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แทนการผลิตกระแสไฟฟ้าปกติของประเทศไทย คือ 0.5289 tCO_2 / MWh กำหนดโดยกระทรวงพลังงาน
9) $ET_{LFG,y}$	การวิจัยนี้ใช้สมมติฐานว่า ไม่มีการนำก๊าซของหลุมฝังกลบขยะไปผลิตพลังงานความร้อน ดังนั้นจึงมีค่าเป็น 0 TJ
10) $CEF_{ther,BL,y}$	งานวิจัยนี้ใช้สมมติฐานว่า ไม่มีการนำก๊าซของหลุมฝังกลบขยะไปผลิตพลังงานความร้อน ดังนั้นจึงมีค่าเป็น 0 tCO_2 / TJ
11) AF	คำนวณจากสมการ (3.12)
12) ε_{BL}	คำนวณจากสมการ (3.10)
13) MD_{Hist}	ไม่มีระบบรวบรวมและทำลายก่อนมีโครงการ CDM ดังนั้นจึงมีค่าเป็น 0 tCH_4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3.8 (ต่อ) การสรุปแนวทางหาค่าตัวแปรจากสมการ (3.7) – (3.18)

ตัวแปร	วิธีการหาค่าของตัวแปร
14) $LFG_{flared,y}$	พิจารณาจากปริมาณก๊าซมีเทนที่เหลือจากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าต่อปี
15) $PE_{flare,y}$	ปริมาณมลภาวะที่ปล่อยออกจากระบบ Flared ในปี y สามารถคำนวณ โดยใช้ "Tool the determine project emissions from flaring gases containing methane"
16) $MD_{electricity,y}$	คำนวณจากสมการ (3.13)
17) $W_{CH4,y}$	พิจารณาค่าจากเอกสารประกอบโครงการของโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซของหลุมฝังกลบราชาเทวะ มีค่าเท่ากับ 0.576 m^3 CH_4 / m^3 LFG
18) D_{CH4}	ความหนาแน่นของก๊าซมีเทน โดยคำนวณที่สภาวะมาตรฐานคือ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1,013 บาร์ ก๊าซมีเทนจะมีความหนาแน่น 7.168 x 10^{-4} tCH_4 / m^3 CH_4
19) $LFG_{electricity,y}$	คำนวณจากปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบ โดยใช้" Tool to determine methane emission avoided from dumping solid waste disposal site " (m^3) เนื่องจากมีการรวบรวมเข้าสู่ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า 100%
20) $EL_{LFG,y}$	คำนวณปริมาณกระแสไฟฟ้าสุทธิจากก๊าซที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบขยะต่อปี กำลังของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า และเวลาที่เดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า
21) $PE_{EC,y}$	คำนวณจากสมการ (3.15)
22) $EC_{PS,j,y}$	รวบรวมข้อมูลและคำนวณจากกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินระบบโรงไฟฟ้าต่อปี
23) $EF_{EL,j,y}$	Emission Factor ของการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปี y (tCO_2/MWh) สำหรับค่าที่ใช้ในประเทศไทยกำหนดให้ มีค่า 0.59 tCO_2/MWh กำหนดโดยกระทรวงพลังงาน
24) $TDL_{j,y}$	ค่าความสูญเสียในระหว่างการขนส่งและกระจายกระแสไฟฟ้าไปสู่ผู้ใช้เฉลี่ย ในปี y โดย UNFCCC กำหนดให้ใช้ค่า default คือ 3%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อคำนวณหาค่าปริมาณมลภาวะที่ลดลงต่อปี (ER_y) คำนวณได้โดยใช้สมการ (4) นั่นคือ ปริมาณคาร์บอนเครดิต โดยปริมาณมลภาวะที่ลดลงได้ 1 tonCO_2e มีค่าเท่ากับ 1 คาร์บอนเครดิต (CERs) ดังนั้นจากการคำนวณข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างของปริมาณคาร์บอนเครดิตของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง ได้แก่ ปริมาณขยะที่ฝังกลบเนื่องจากขยะที่นำไปฝังยังหลุมฝังกลบทั้ง 2 มีปริมาณแตกต่างกัน

3.9 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน

ในการศึกษานี้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการโดยพิจารณามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value; NPV) และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return; IRR) เป็นอัตราที่แสดงถึงความสามารถในการก่อให้เกิดรายได้โดยเฉลี่ยจากการลงทุนตลอดอายุโครงการ ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบผลประโยชน์กับต้นทุน โดยการหาอัตราการคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนและค่าใช้จ่ายเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ นั่นคือ อัตราการการคิดลดที่ทำให้ Benefit/Cost = 1 และในการวิจัยนี้ได้ใช้สมการ (3.19) ในการคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ

$$\sum_{t=0}^{S} \frac{C_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=s+1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} \quad \text{..... (3.19)}$$

เมื่อ C_t = ต้นทุนที่เกิดจากการลงทุนในโครงการ

B_t = ผลประโยชน์ที่ได้จากการลงทุนในโครงการ

S = จำนวนปีที่ลงทุน

n = จำนวนปีที่ได้รับผลตอบแทน

r = อัตราผลตอบแทนหรืออัตราคิดลด (Discount Rate)

t = ระยะเวลาของโครงการ (t = 0, 1, …,n)

การวิเคราะห์ความเป็นได้ไปในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี ได้แก่

<u>กรณีที่ 1</u> การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ โดยไม่พิจารณาการดำเนินตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM)

<u>กรณีที่ 2</u> การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ และพิจารณาผลประโยชน์ที่ได้จากการดำเนินตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ กำหนดให้

1. การลงทุนทั้งหมดเป็นการกู้เงินจากภาครัฐ ซึ่งจะมีการคิดดอกเบี้ยร้อยละ 4 ต่อปี สำหรับการลงทุนในโครงการพลังงานหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
2. มีการผ่อนชำระเงินกู้ปีละ 7.2 ล้านบาท

รายการต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับที่นำมาพิจารณาได้ทำการศึกษาโดยการสัมภาษณ์และสอบถามจากหน่วยงานราชการและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการ CDM เช่น องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หน่วยงานภาคเอกชน ที่ปรึกษาผู้รับดำเนินโครงการ CDM เป็นต้น โดยข้อมูลที่จะศึกษาและเก็บรวบรวมมีรายละเอียดดังตาราง 3.9

ตาราง 3.9 ต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบ

ต้นทุน	ผลประโยชน์ที่ได้รับ
กรณีที่ 1 มีการขายกระแสไฟฟ้า แต่ไม่พิจารณาการดำเนินตามโครงการ CDM	

• <u>ต้นทุนคงที่</u> ได้แก่ ค่าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศ
• <u>ต้นทุนต่อเนื่อง</u> ได้แก่
  • ค่าจ้างแรงงานประจำโครงการ
  • ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์
  • ค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงิน
  • ภาษีรายได้จากการขายไฟฟ้า
	• รายได้จากการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้านครหลวง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3.9 (ต่อ) ต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบ

ต้นทุน	ผลประโยชน์ที่ได้รับ
กรณีที่ 2 มีการขายกระแสไฟฟ้า และพิจารณาการดำเนินตามโครงการ CDM	

• <u>ต้นทุนคงที่</u> ได้แก่
  • ค่าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศ
  • อัตราการค่าธรรมเนียมในการวิเคราะห์ตรวจสอบและติดตามผลโครงการ
  • ค่าจัดทำเอกสารประกอบโครงการ (PDD)
  • ค่าจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (IEE)
  • ค่าติดตามตรวจสอบโครงการ (Monitoring)
  • ค่าขึ้นทะเบียนรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับ EB
  • ค่าดำเนินการ (Transaction Cost)
• <u>ต้นทุนต่อเนื่อง</u> ได้แก่
  • ค่าจ้างแรงงานประจำโครงการ
  • ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์
  • ค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงิน
  • ค่ายืนยันการลดก๊าซเรือนกระจก (Verification)
  • เงินภาษีเพื่อเข้ากองทุนในการวางแผนปรับตัวสำหรับปัญหาสภาวะโลกร้อน
  • ภาษีรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตและขายไฟฟ้า
	• รายได้จากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้านครหลวง
	• รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.10 ศึกษาปัจจัยทางนโยบายและแผนการจัดการเพื่อเพิ่มศักยภาพในการดำเนินโครงการ CDM จากหลุมฝังกลบในประเทศไทยให้เกิดขึ้นอย่างแพร่หลาย

รวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับด้านการบริหารจัดการปัจจุบัน โดยสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนเรื่องปัจจัยส่งเสริมและอุปสรรคในการดำเนินโครงการ CDM ร่วมกับผลการศึกษาด้านศักยภาพ ปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนและเป็นอุปสรรคในการดำเนินการโครงการ CDM ที่กำลังประสบอยู่ในปัจจุบันของประเทศไทยจะนำมาประมวลและวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นภาพรวมและศักยภาพของการดำเนินการโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบที่รองรับขยะจากกรุงเทพมหานคร รวมทั้งเปรียบเทียบกับประสบการณ์ในการดำเนินโครงการลักษณะเดียวกันในพื้นที่อื่นๆ และเสนอแนวทางในการจัดการที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมศักยภาพในการดำเนินโครงการ CDM ตามข้อมูลที่ได้วิเคราะห์มา เพื่อให้เกิดการจัดการกับขยะจากหลุมฝังกลบที่เหมาะสมตามศักยภาพที่มีมากขึ้น เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประเมินศักยภาพในการผลิตคาร์บอนเครดิตของหลุมฝังกลบ ซึ่งได้แบ่งการวิเคราะห์เป็นขั้นตอนหลักๆดังนี้

1. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร โดยการรวบรวมข้อมูลจริงจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร และข้อมูลจำนวนประชากร จากกระทรวงมหาดไทย

2. การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปี 2552 – 2557 โดยใช้วิธีการคำนวณ 2 วิธี เพื่อให้เกิดความถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ วิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัม/คน/วัน (เป็นช่วงต่ำ) และ วิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากการคาดการณ์ของ JBIC (เป็นช่วงสูง) แล้วจึงการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยที่กำจัดโดยการฝังกลบในปี 2552 – 2557 ที่หลุมฝังกลบมูลฝอยทั้ง 2 แห่ง

3. การคาดการณ์องค์ประกอบมูลฝอยที่ฝังกลบในปี 2548 – 2557

4. การวิเคราะห์ปริมาณมีเทนที่เกิดขึ้น โดยใช้วิธีการคำนวณ 2 วิธี ได้แก่ การประเมินปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี และการประเมินปริมาณก๊าซมีเทนตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC

5. คำนวณการปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามกรณีศึกษาต่างๆ

6. การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน จะโดยพิจารณา 2 กรณี ได้แก่ การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ โดยไม่พิจารณาการดำเนินโครงการ CDM และ ดำเนินโครงการ CDM

7. การวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ CDM ในปัจจุบัน โดยการสัมภาษณ์จากผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งทางรัฐและเอกชน เพื่อหาแนวทางและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมการดำเนินโครงการ CDM ในอนาคตให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น

8. กฎหมายและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยและกลไกการพัฒนาที่สะอาด

9. ผลกระทบเมื่อมีการตัดสินใจดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า

แนวทางในการดำเนินโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบที่กำหนดโดย UNFCCC ได้ระบุเกี่ยวกับหลุมฝังกลบว่า ต้องเป็นหลุมฝังกลบที่ปิดดำเนินการแล้ว หรือปิดดำเนินการแล้วบางส่วน จึงจะสามารถดำเนินโครงการ CDM ได้ ทั้งนี้ หากพิจารณาจากการดำเนินโครงการปัจจุบัน พบว่าในประเทศไทยมีหลุมฝังกลบ 2 แห่ง ที่สามารถขอหนังสือรับรองโครงการ (LoA) จาก อบก. ได้แล้ว นั่นคือ หลุมฝังกลบราชาเทวะ และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน (หลุมเก่า) (Bionersis Project

Thailand1) ซึ่งทั้ง 2 แห่งนี้ ได้ปิดดำเนินการเรียบร้อยแล้ว และหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม ที่เปิดดำเนินการฝังกลบตั้งแต่ปี 2548 และคาดว่าจะฝังกลบเต็มพื้นที่ในปี 2557 ก็อยู่ระหว่างการขอ LoA เช่นเดียวกัน แต่ไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลได้ เนื่องจาก อยู่ในขั้นตอนการอนุมัติโครงการจาก อบก. (ถ้าอนุมัติโครงการแล้ว จึงจะสามารถเปิดเผยข้อมูลได้)

พื้นที่ที่ได้ทำการวิจัย ได้แก่ พื้นที่ อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสน (หลุมใหม่) เป็นพื้นที่ที่กำลังดำเนินการฝังกลบเช่นเดียวกัน โดยได้มีพื้นที่บางส่วนได้ปิดดำเนินการฝังกลบแล้ว (สัมภาษณ์ ตุลาคม 2551) ดังนั้น พื้นที่ที่ได้ทำการวิจัยนี้จึงสามารถดำเนินโครงการ CDM ได้ตั้งแต่ปี 2552 เป็นต้นไป นอกจากนี้จากข้อกำหนดของ UNFCCC ได้กำหนดให้ใช้วิธีการประเมินคาร์บอนเครดิตของหลุมฝังกลบที่เปิดดำเนินการและปิดดำเนินการให้ใช้วิธีเดียวกัน ดังนั้น วิธีการประเมินดังกล่าวและใช้ในการศึกษานี้จึงสามารถใช้กับหลุมฝังกลบที่เปิดและปิดได้เช่นเดียวกัน

4.1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมูลฝอยกับจำนวนประชากรในอดีต

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานครปี 2542 – 2551

การวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานครปี 2542 – 2551 ได้ดำเนินการวิเคราะห์ตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

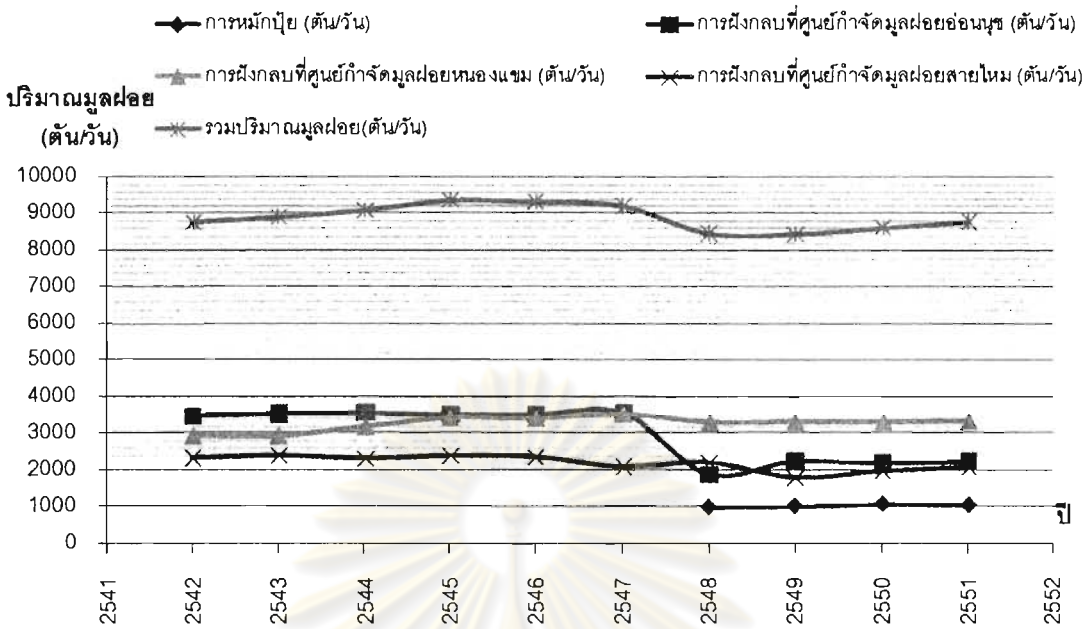
(1) หาค่าปริมาณมูลฝอยเฉลี่ยรายเดือนของศูนย์กำจัดมูลฝอยทั้ง 3 แห่ง ระหว่างปี 2542 - 2551 จากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร เนื่องจาก เป็นปีที่มีข้อมูลปริมาณมูลฝอยครบ 12 เดือน และนำค่าเฉลี่ยดังกล่าวคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในแต่ละเดือนในปี 2552 – 2557 ตาราง 4.1 พบว่า เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของมูลฝอยแต่ละเดือนมีค่าอยู่ในช่วง 7.5 - 9.0% จึงใช้ t-test ทดสอบแบบ 2 ด้าน โดยพิจารณาจากค่านัยสำคัญ (2-tailed) เพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรที่มีการแจกแจงปกติและตัวอย่างขนาดเล็ก ($n<30$) ทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นหากเปอร์เซ็นต์ของปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นไม่ได้อยู่ในช่วง 8.14 – 8.53% จึงกำหนดให้ปรับแก้ให้มีค่าให้เข้าใกล้กับช่วงที่กำหนดไว้มากที่สุด

(2) หาค่าเฉลี่ยของปริมาณมูลฝอยที่กำจัดที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยแต่ละแห่ง ตาราง 4.2 – 4.4 และรูป 4.1

ตาราง 4.1 เปอร์เซ็นต์มูลฝอยที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยจาก 3 สถานีของแต่ละเดือนในปี 2542 - 2551

เดือน	เปอร์เซ็นต์มูลฝอยที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยจาก 3 สถานีในแต่ละปี										ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์มูลฝอย	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์มูลฝอย (ปรับแก้)
	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551		
มกราคม	7.64	7.97	8.06	7.94	7.98	8.36	9.95	8.87	7.67	10.31	8.27	8.27
กุมภาพันธ์	7.56	7.61	7.69	7.74	8.55	7.72	8.86	9.17	8.01	11.39	8.10	8.14
มีนาคม	8.01	7.99	8.34	8.41	8.02	8.28	5.33	8.14	8.06	10.72	7.84	8.14
เมษายน	8.14	8.02	7.87	8.01	8.08	8.06	7.81	7.75	8.03	10.58	7.97	8.14
พฤษภาคม	9.12	8.74	8.89	9.00	8.69	8.92	7.94	8.12	9.11	11.81	8.72	8.53
มิถุนายน	9.02	9.14	8.51	8.46	9.04	8.91	8.42	9.27	8.69	11.45	8.83	8.53
กรกฎาคม	8.46	8.60	8.32	8.62	8.39	8.51	8.31	8.58	8.60	11.57	8.49	8.49
สิงหาคม	8.52	8.62	8.77	8.60	8.50	8.57	8.27	8.30	8.93	11.25	8.56	8.53
กันยายน	8.61	8.43	8.52	8.33	8.36	8.53	8.33	8.34	8.69	10.92	8.46	8.46
ตุลาคม	8.63	8.41	8.69	8.50	8.34	8.20	8.66	8.20	8.43	0.00	8.45	8.45
พฤศจิกายน	8.45	8.30	8.34	8.44	8.01	8.00	9.23	7.76	7.99	0.00	8.28	8.28
ธันวาคม	7.83	8.17	8.00	7.95	8.03	7.94	8.89	7.53	7.79	0.00	8.01	8.14
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
S.D.	0.51	0.41	0.37	0.36	0.33	0.37	1.07	0.55	0.47	0.50	0.34	0.17

แหล่งที่มา : คำนวณจากปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานครในปี 2542 – 2551 (สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2542 - 2551)



รูป 4.1 ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน) ที่กำจัดในปี 2542 - 2551

จากรูป 4.1 พบว่า แนวโน้มปริมาณการกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลในช่วงปี 2542 – 2547 ของศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุชมีปริมาณใกล้เคียงกับศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม แต่ในปี 2548 – 2551 ปริมาณมูลฝอยที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุชมีปริมาณลดลงจาก 3,560 ตัน/วัน เหลือ 2,200 ตัน/วัน และมีค่าใกล้เคียงกับศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม เนื่องจาก มูลฝอยส่วนหนึ่งที่เคยกำจัดโดยการฝังกลบที่ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช จะนำไปกำจัดโดยการหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณเฉลี่ย 1,000 ตัน/วัน

สำหรับปริมาณมูลฝอยที่กำจัด ณ ศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม และศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม ค่อนข้างคงที่ตั้งแต่ปี 2542 – 2551 คือ มีปริมาณมูลฝอยโดยเฉลี่ย 3,270 และ 2,215 ตัน/วัน ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.2 ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน) และเปอร์เซ็นต์ (%) ของมูลฝอยที่กำจัด ณ ศูนย์กำจัดมูลฝอยต่างๆตามนโยบายและการกำจัดจริงของกรุงเทพมหานครในปี 2542 - 2551

การกำจัดมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร	ปี 2542 - 2547		ปี 2548 - 2551		ช่วงเปอร์เซ็นต์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	ยอมรับ/ปฏิเสธ เปอร์เซ็นต์การกำจัดมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริง	ค่าที่นำไปใช้ในการวิจัย
	เปอร์เซ็นต์การกำจัดมูลฝอยตามนโยบาย (ตัน/วัน)	เปอร์เซ็นต์การกำจัดมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริง (ตัน/วัน)	เปอร์เซ็นต์การกำจัดมูลฝอยตามนโยบาย (ตัน/วัน)	เปอร์เซ็นต์การกำจัดมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริง (ตัน/วัน)			
การหมักทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์	-	-	1,000 (**11.36**)	1,060 (**12.33**)	11.85% – 12.84%	ปฏิเสธ	11.85
การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล							
1. ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช	3,600 (**39.00**)	3,556 (**38.99**)	2,500 (**28.41**)	2,180 (**25.36**)	22.41% – 28.23%	ปฏิเสธ	28.23
2. ศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม	2,700 (**35.43**)	3,236 (**35.47**)	3,500 (**39.77**)	3,320 (**38.63**)	37.80% – 39.49%	ปฏิเสธ	39.49
3. ศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม	2,400 (**25.57**)	2,331 (**25.55**)	1,800 (**20.45**)	2,035 (**23.68**)	20.51% – 26.87%	ปฏิเสธ	20.51
รวม	8,700 (**100.00**)	9,123 (**100.00**)	8,800 (**100.00**)	8,595 (**100.00**)			

หมายเหตุ : การกำจัดมูลฝอยในปี 2542 – 2547 มีการกำจัดแบบหมักทำปุ๋ยเช่นเดียวกัน แต่ได้รวมปริมาณมูลฝอยที่หมักปุ๋ยไว้ในศูนย์กำจัดมูลฝอยต่างๆ

แหล่งที่มา : สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2542: 42

Department of Environment, 2006: 30

สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2550: 71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในตาราง 4.2 จะได้เปอร์เซ็นต์การกำจัดมูลฝอยตามนโยบายและที่เกิดขึ้นจริงมีค่าใกล้เคียงกันในปี 2542 – 2547 แต่เปอร์เซ็นต์การกำจัดมูลฝอยตามนโยบายและที่เกิดขึ้นจริงในปี 2548 – 2551 ยังมีค่าแตกต่างกัน ทั้งนี้นโยบายการลดปริมาณขยะร้อยละ 10 ต่อปี จะสิ้นสุดในปี 2553 ซึ่งจากผลการดำเนินการที่ผ่านมา พบว่า กรุงเทพมหานคร ได้ทำตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) ดังนั้น ในการคาดการณ์สัดส่วนมูลฝอยในปี 2552 - 2557 จึงใช้สัดส่วนตามนโยบายของกรุงเทพมหานคร

(3) การคำนวณปริมาณมูลฝอยในเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2551

การวิจัยนี้ ได้คำนวณปริมาณมูลฝอยในเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2551 เนื่องจากขณะที่ทำการวิจัยอยู่ในเดือนตุลาคม 2551 ดังนั้น จึงยังไม่มีข้อมูลปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเดือนดังกล่าว

ก. จากปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในเดือนมกราคม-กันยายน 2551 นำมาคำนวณแล้วเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยที่คำนวณได้ในข้อ 4.1 ดังนั้น มูลฝอยที่เกิดขึ้นในช่วงเดือนมกราคม - กันยายน 2551 มีปริมาณ 2,401,226 ตัน คิดเป็น 75.25% เมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์รวมในเดือนมกราคม-กันยายน ในข้อ (1)

ข. หาปริมาณมูลฝอยในเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2551 จะได้ตามเปอร์เซ็นต์มูลฝอยรายเดือนในข้อ (1) และปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปี 2551 สามารถนำมาคำนวณปริมาณมูลฝอยเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ได้ 262,187, 248,281 และ 241,460 ตัน ตามลำดับ

(4) ผลการวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนในปี 2542 – 2551

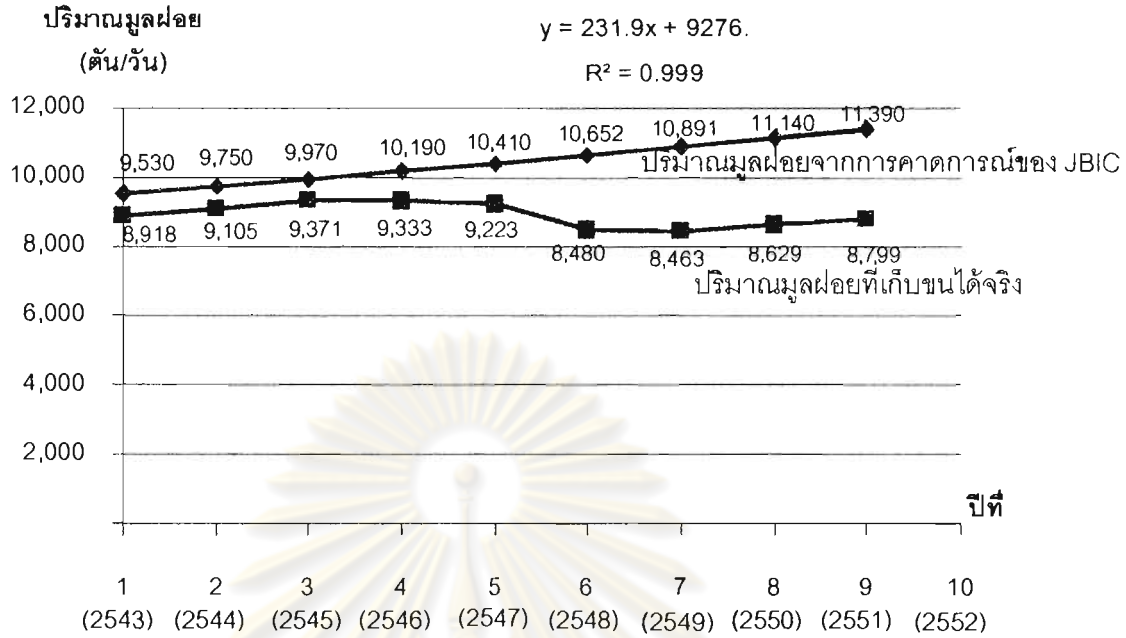
การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร โดยธนาคารเพื่อความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น (The Japan Bank for Cooperation : JBIC) เป็นปริมาณมูลฝอยที่สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ใช้ในการคาดการณ์แนวโน้มของปริมาณมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเปอร์เซ็นต์ของมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริง สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตาราง 4.3 และรูป 4.2

ตาราง 4.3 สรุปปริมาณมูลฝอยที่คาดการณ์ไว้และเก็บขนได้จริง (ตัน/วัน) ของกรุงเทพมหานคร ในปี 2542 - 2551 ของ JBIC

ปี	ปีที่	ปริมาณมูลฝอย จากการคาดการณ์ (ตัน/วัน)	ปริมาณมูลฝอย ที่เก็บขนได้ (ตัน/วัน)	เปอร์เซ็นต์ มูลฝอยที่ลดลง (%)
2542	1	9,276.00	8,789.02	5.25
2543	2	9,530.00	8,918.04	6.42
2544	3	9,750.00	9,104.75	6.62
2545	4	9,970.00	9,370.58	6.01
2546	5	10,190.00	9,332.97	8.41
2547	6	10,410.00	9,223.35	11.40
2548	7	10,652.00	8,480.21	20.39
2549	8	10,891.00	8,463.03	22.29
2550	9	11,140.00	8,628.96	22.54
2551	10	11,390.00	8,741.99	23.25

แหล่งที่มา : ดัดแปลงมาจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2550: 67

จากตาราง 4.3 พบว่า ปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้จริง มีปริมาณน้อยกว่า ปริมาณมูลฝอยจากการคาดการณ์ เนื่องจาก กรุงเทพมหานครได้มีการรณรงค์การลดขยะมูลฝอย และมีนโยบายการลดปริมาณขยะร้อยละ 10 ต่อปี ถือว่าเป็นนโยบายสำคัญของผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร และกำหนดเป้าหมายว่า ปริมาณมูลฝอยในกรุงเทพมหานครจะต้องลดลงในอัตราร้อยละ 10 ทุกปี ซึ่งนโยบายดังกล่าวเริ่มต้นเมื่อปี 2547 โดยสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร และสำนักงานเขต มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง และจากนโยบายดังกล่าว ได้มีปริมาณมูลฝอยลดลงมากขึ้นถึง 22% ทุกปี นับตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา และเมื่อใช้ t-test ทดสอบทางสถิติแบบ 2 ด้าน โดยพิจารณาจากค่านัยสำคัญ (2-tailed) เพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรที่มีการแจกแจงปกติและตัวอย่างขนาดเล็ก ($n<30$) ทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$) พบว่า การใช้ประมาณค่าแบบช่วง ที่มีระดับความเชื่อมั่น 95% คือ $-1.83 < \mu - 22.00 < 2.06$ ดังนั้น เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยของปริมาณมูลฝอยที่ลดลงจะมีค่าอยู่ในช่วง 20.17 – 24.06%



รูป 4.2 การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยของ JBIC และปริมาณมูลฝอยที่รวบรวมได้จริงของกรุงเทพมหานครในปี 2543 - 2551

แหล่งที่มา : สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2550: 67

จากรูปจะได้สมการที่ใช้คาดการณ์ปริมาณมูลฝอย(ตัน/วัน)ได้ คือ

$$y = 231.9x + 9276 \quad \text{.....} \quad (4.1)$$

เมื่อ y คือ ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน)

x คือ ปีที่ กำหนดให้ ปีที่1 ได้แก่ ปี 2543

มีค่า $R^2 = 0.999$ ถือว่า มีความเชื่อถือในระดับสูง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้สมการนี้ในการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยในปี 2552 - 2557

จากรูป 4.2 พบว่า ปริมาณมูลฝอยที่คาดการณ์ไว้มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี แต่ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริงมีปริมาณน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้ และลดลงค่อนข้างคงที่ในปี 2548 - 2551 เนื่องจากมีนโยบายการลดขยะลง 10% ของผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร แต่ผลการดำเนินโครงการนั้นสามารถลดลงได้ถึง 20.17% – 24.06% ดังนั้น การศึกษานี้จึงกำหนดสมมติฐานโดยใช้ปริมาณมูลฝอยที่รวบรวมได้คิดเป็น 75.94% – 79.83% ของปริมาณมูลฝอยที่คาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นของแต่ละปี

4.1.2 ผลการวิเคราะห์จำนวนประชากรของกรุงเทพมหานครปี 2542 - 2550

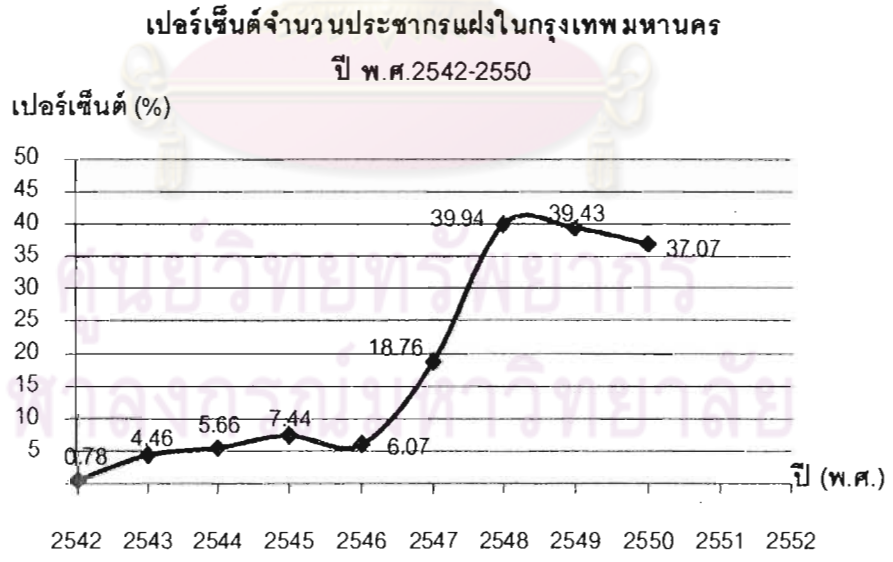
การวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานคร ที่เป็นเมืองหลวงและเป็นศูนย์กลางในหลายๆด้าน ทำให้มีจำนวนประชากรเข้ามาประกอบอาชีพหรืออาศัยอยู่ในเขตเมืองหลวงค่อนข้างมาก ซึ่งจะมีทั้งที่ย้ายทะเบียนบ้านมา และไม่ย้ายทะเบียนบ้าน (ประชากรแฝง) แต่ประชากรทั้งหมดนี้ก็เป็นผู้ก่อให้เกิดมูลฝอย ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องทราบจำนวนประชากรตามทะเบียนและจำนวนประชากรแฝง ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการคำนวณดังนี้

- จำนวนประชากรตามทะเบียน

จำนวนประชากรในกรุงเทพมหานครได้รวบรวมและใช้ข้อมูลจำนวนประชากรตามทะเบียนที่สำรวจโดย สำนักการบริการงานทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ในปี 2542 – 2550

- จำนวนประชากรแฝง

จำนวนประชากรแฝงในกรุงเทพมหานคร พิจารณาจากปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด ลบด้วยปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากประชากรตามทะเบียนของกระทรวงมหาดไทย ในปี 2542 - 2550 เมื่อได้ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากประชากรแฝง จึงนำมาหารด้วยอัตราการเกิดขยะต่อคน ซึ่งสรุปดังตาราง 4.4



รูป 4.3 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนประชากรแฝงในกรุงเทพมหานครปี 2542 - 2550

แหล่งที่มา : คำนวณจากปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานครทั้งหมดและจำนวนประชากรตามทะบียนของกระทรวงมหาดไทย

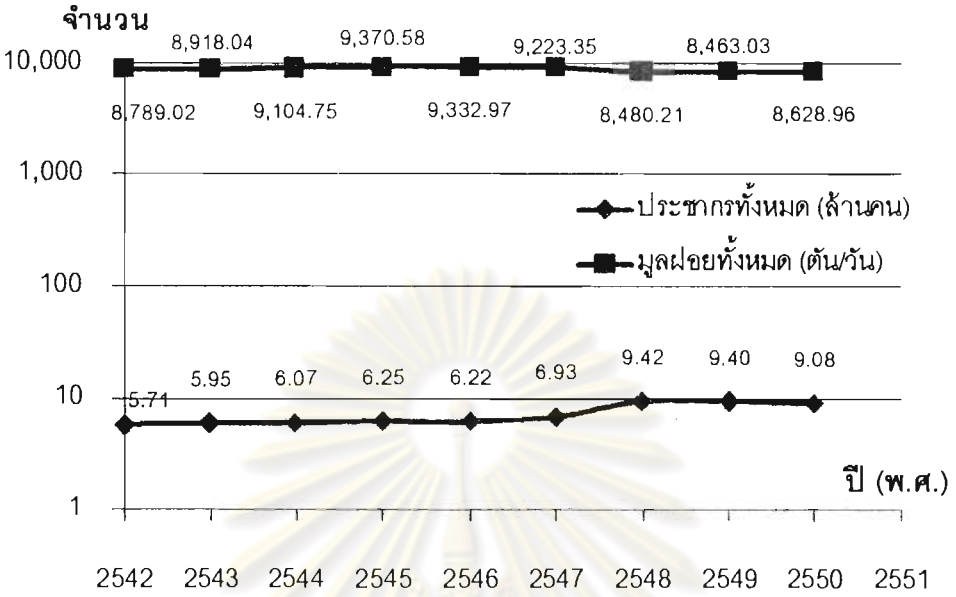
ตาราง 4.4 จำนวนประชากรทั้งหมดและเปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรแฝงของกรุงเทพมหานครในปี 2542 - 2550

ปี	จำนวนประชากรตามทะเบียน (คน) (1)	จำนวนประชากรแฝง (คน) (2)	จำนวนประชากรทั้งหมด (คน) (3) = (1)+(2)	เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรแฝง (%) (4) = (2) / (3) x 100	ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมด (ตัน/วัน) (5)
2542	5,662,499	44,657	5,707,156	0.78	8,789.02
2543	5,680,380	264,980	5,945,360	4.46	8,918.04
2544	5,726,203	343,631	6,069,833	5.66	9,104.75
2545	5,782,159	464,895	6,247,053	7.44	9,370.58
2546	5,844,607	377,373	6,221,980	6.07	9,332.97
2547	5,634,132	1,300,718	6,934,850	18.76	9,223.35
2548	5,658,953	3,763,503	9,422,456	39.94	8,480.21
2549	5,695,956	3,707,411	9,403,367	39.43	8,463.03
2550	5,716,248	3,366,868	9,083,116	37.07	8,628.96

แหล่งที่มา : รวบรวมข้อมูลจากภาคผนวก ข-2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาณมูลฝอยและจำนวนประชากรในปี พ.ศ.2542-2550



รูป 4.4 การเปรียบเทียบปริมาณมูลฝอยและจำนวนประชากรในปี 2542 – 2550

แหล่งที่มา : สำนักการบริการงานทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2551
สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2548 และ 2551

ในรูป 4.3 แสดงให้เห็นว่าจำนวนประชากรแฝงในกรุงเทพมหานครมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2542 เป็นต้นมา ซึ่งทำให้ปริมาณมูลฝอยมีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย แต่ในปี 2548 – 2550 ปริมาณมูลฝอยมีแนวโน้มลดลงในขณะที่ จำนวนประชากรยังคงมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากมีการการดำเนินนโยบายการลดขยะลง 10% ต่อปี และอัตราการเกิดมูลฝอยในปี 2548 – 2550 มีค่าลดลง เหลือน้อยกว่า 1 กิโลกรัม/คน/วัน ทำให้ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นมีค่าลดลง

จากตาราง 4.4 ทำให้เห็นว่า ปี 2548 – 2551 เป็นช่วงที่มีจำนวนประชากรแฝงเพิ่มสูงขึ้นถึง 39% และเมื่อพิจารณาบทความเรื่อง "ระเบิดคนเมือง" ในประเทศไทย ของปราโมทย์ ประสาทกุล สุรีย์พร พันพึ่ง และปัทมา ว่าพัฒนวงศ์ (2550) ได้สำรวจการเปลี่ยนแปลงของประชากรไทย 2548 - 2549 และข้อมูลสำมะโนประชากรของกระทรวงมหาดไทย พบว่า "ประชากรที่ถูกสำรวจในกรุงเทพมหานคร ไม่มีชื่ออยู่ในทะเบียนบ้านสูงถึงร้อยละ 40" นั่นคือ จำนวนประชากรแฝงในกรุงเทพมหานครมีประมาณ 40% ซึ่งผลการสำรวจดังกล่าว มีค่าใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์ของประชากรแฝง ที่ได้จากการคำนวณในงานวิจัยนี้

4.2 ผลการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบในปี 2548 – 2557

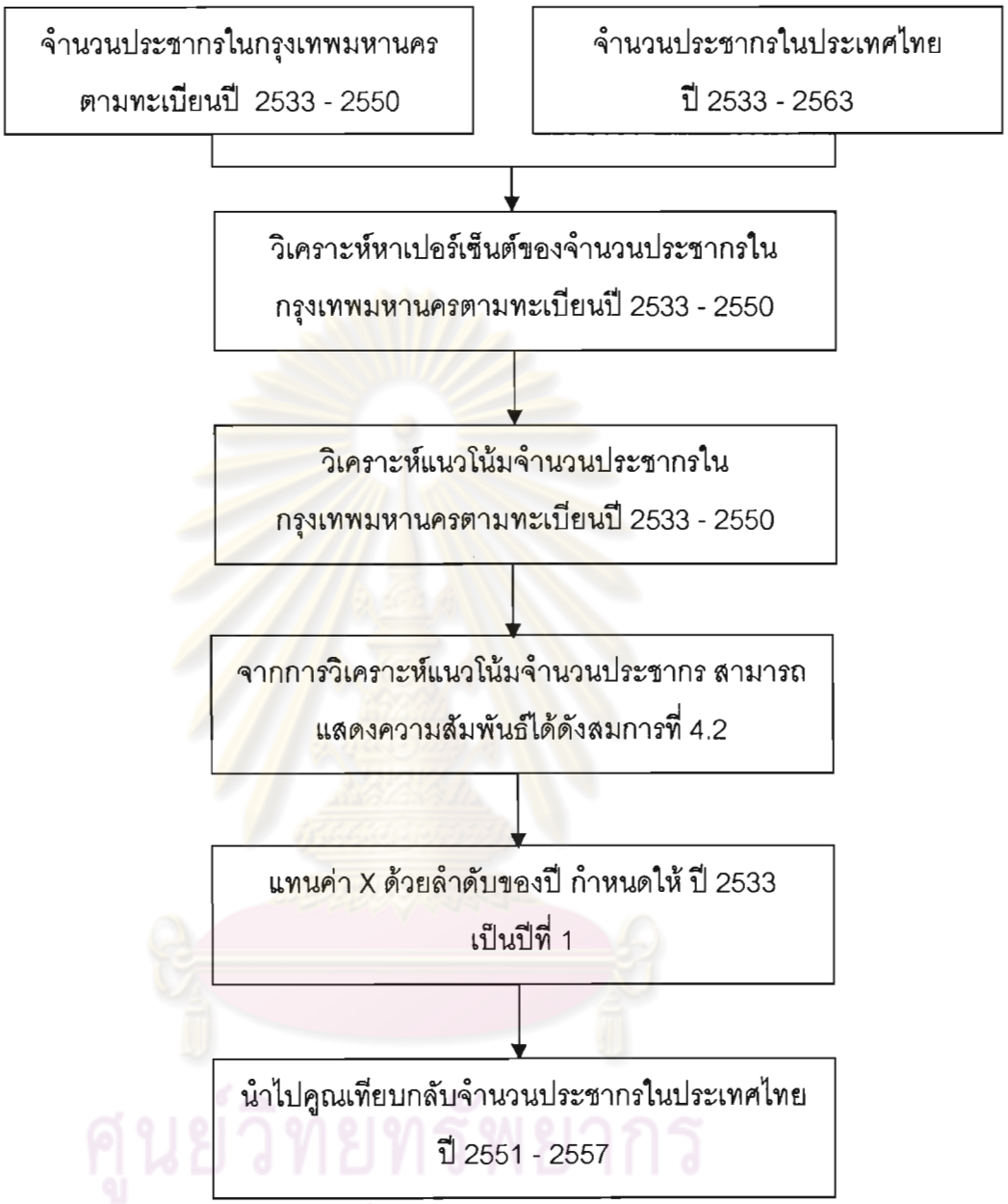
จากแนวโน้มปริมาณขยะมูลฝอยและแนวโน้มประชากรของกรุงเทพมหานครที่เกิดขึ้น สามารถนำมาใช้ในการคาดประมาณมูลฝอยในอนาคต ตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การคาดการณ์จำนวนประชากรในกรุงเทพมหานครปี 2552 -2557
2. การวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัม/คน/วัน
3. การวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากการคาดการณ์ของ JBIC
4. การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยที่กำจัดโดยวิธีต่างๆในปี 2552 -2557

4.2.1 จำนวนประชากรในกรุงเทพมหานครปี 2552 – 2557

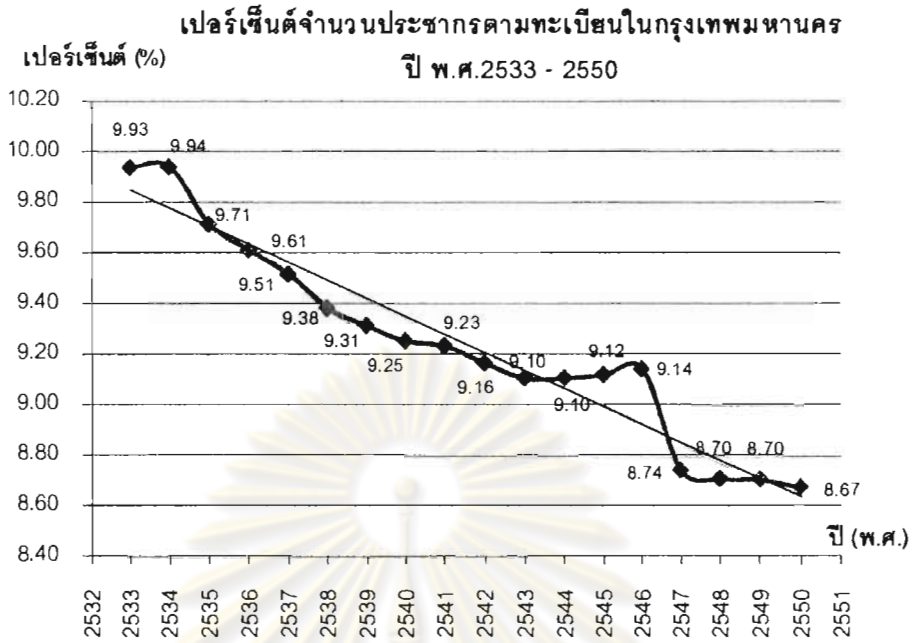
การวิเคราะห์จำนวนประชากรตามทะเบียนในกรุงเทพมหานคร ปี 2552 – 2557 ได้ทำการวิเคราะห์จากการคาดประมาณประชากรของประเทศไทย 2533 - 2563 โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี และข้อมูลจำนวนประชากรกรุงเทพมหานคร จากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย (ภาคผนวก ข) ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรตามทะเบียนในกรุงเทพมหานครในปี 2533 – 2550 สามารถสรุปได้ดังรูป 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.5 เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรตามทะเบียนในกรุงเทพมหานครในปี 2533 – 2550
แหล่งที่มา : สำนักการบริการงานทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2551

จากรูป 4.5 พบว่า เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรตามทะเบียนในกรุงเทพมหานครในปี 2533 – 2550 มีแนวโน้มลดลงและมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงดังสมการ (4.2) คือ

$$y = -0.071x + 9.918 \quad \text{.....} \quad (4.2)$$

เมื่อ y คือ เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรตามทะเบียนในกรุงเทพมหานคร

x คือ ปีที่ กำหนดให้ ปีที่1 ได้แก่ ปี 2533

ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึงใช้ค่าความชันในสมการ (4.2) ใช้คาดการณ์เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรตามทะเบียนในกรุงเทพมหานครในปี 2551 - 2557 และกำหนดสมมติฐานให้จำนวนประชากรแฝงเท่ากับ 40% ของประชากรทั้งหมดในกรุงเทพมหานคร (ปราโมทย์ และคณะ(2550)) จึงสามารถสรุปจำนวนประชากรทั้งหมดที่ทำให้เกิดมูลฝอยในกรุงเทพมหานครในปี 2551 – 2557 ได้ดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรและจำนวนประชากรตามทะเบียนกรุงเทพมหานครในปี 2548 – 2557

ปี	เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรตามทะเบียนในกรุงเทพมหานคร (%) (y)	จำนวนประชากรตามทะเบียนในกรุงเทพมหานคร (คน)	จำนวนประชากรแฝง (คน)	จำนวนประชากรทั้งหมด (คน)
2548	8.70	* 5,658,953	* 3,763,503	9,422,456
2549	8.70	* 5,695,956	* 3,707,411	9,403,367
2550	8.67	* 5,716,248	* 3,366,868	9,083,116
2551	8.57	5,431,534	3,621,022	9,052,556
2552	8.50	5,423,560	3,615,706	9,039,266
2553	8.43	5,424,394	3,616,263	9,040,657
2554	8.36	5,390,796	3,593,864	8,984,660
2555	8.29	5,353,092	3,568,728	8,921,820
2556	8.21	5,444,948	3,629,966	9,074,914
2557	8.14	5,440,624	3,627,082	9,067,706

หมายเหตุ * หมายถึง จำนวนประชากรจริง (สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2551)

แหล่งที่มา : ดัดแปลงและคำนวณมาจากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2551

คำนวณจากสมการที่ (4.2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัม/คน/วัน

ในการคาดประมาณปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นได้ใช้ข้อมูลจากอัตราการเกิดมูลฝอยของกรุงเทพมหานครในปี 2550 ซึ่งมีค่า 0.9 – 1.0 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน (กรุงเทพมหานคร, 2550: 55) ดังนั้น จึงสามารถคำนวณปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปี 2552 – 2557 ได้ดังตาราง 4.6

4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากการคาดการณ์ของ JBIC

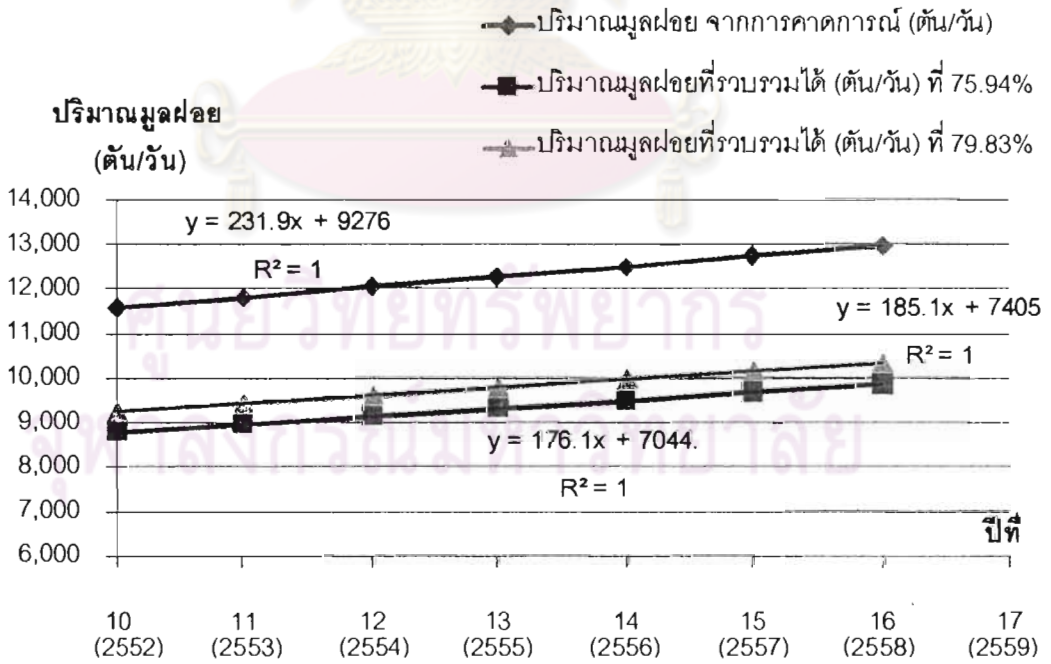
จากสมการการคากการณ์ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นตามวิธีการศึกษาของ JBIC ในข้อ 4.1 พบว่า การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยและระยะเวลา มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ดังสมการ (4.1) คือ

$$y = 231.9x + 9276 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.1)$$

เมื่อ y คือ ปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน)

x คือ จำนวนปีนับตั้งแต่ปีเริ่มต้น ได้แก่ ปี 2544

ดังนั้น ในการศึกษาจึงใช้สมการ (4.1) ในการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยในปี 2552 - 2557 ต่อไป และปริมาณมูลฝอยที่รวบรวมได้คิดเป็น 75.94% – 79.83% ของปริมาณมูลฝอยที่คาดการณ์ ได้ดังรูป 4.6



รูป 4.6 สรุปปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานครเมื่อวิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC ในปี 2552 – 2557

การกำหนดช่วงปริมาณมูลฝอยที่ใช้ในการวิจัย ได้กำหนดสมมติฐานใช้ ค่าสูงสุดของการวิเคราะห์แต่ละวิธี ได้แก่ ค่าสูงสุดจากการวิเคราะห์อัตราการเกิดมูลฝอย และค่าสูงสุดจากการวิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC เนื่องจาก การคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยทั้ง 2 วิธี มีขั้นตอนการหาปริมาณมูลฝอยแตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกค่าสูงสุดของแต่ละวิธี นำมาใช้เป็นค่าประเมินเป็นช่วง (ค่าต่ำและค่าสูง) ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์อัตราการเกิดมูลฝอยจะใช้ในการประเมินในค่าช่วงต่ำ ส่วนค่าที่ได้จากการคาดการของ JBIC จะใช้คาดการณ์ค่าในช่วงสูง และทำให้สามารถประเมินปริมาณคาร์บอนเครดิตที่สามารถเกิดขึ้นได้สูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.6 ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในปี 2548 – 2557 เมื่อวิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย

ปี	จำนวนประชากรทั้งหมด (คน)	ปริมาณมูลฝอยที่อัตราการเกิดมูลฝอย (กก./วัน)		ปริมาณมูลฝอยที่อัตราการเกิดมูลฝอย (ตัน/วัน)	
		0.9 กก./คน/วัน	1.0 กก./คน/วัน	0.9 กก./คน/วัน	1.0 กก./คน/วัน
2548	9,422,456	8,480,209.76		8,480.21	
2549	9,403,367	8,463,035.39		8,463.04	
2550	9,083,116	8,628,953.13		8,628.95	
2551	9,052,556	8,741,986.60		8,741.99	
2552	9,039,266	8,167,422.38	9,074,913.76	8,167.42	9,074.91
2553	9,040,657	8,160,935.33	9,067,705.92	8,160.94	9,067.71
2554	8,984,660	8,158,279.82	9,064,755.36	8,158.28	9,064.76
2555	8,921,820	8,147,300.54	9,052,556.16	8,147.30	9,052.56
2556	9,074,914	8,135,339.76	9,039,266.40	8,135.34	9,039.27
2557	9,067,706	8,136,591.26	9,040,656.96	8,136.59	9,040.66

แหล่งที่มา : จำนวนประชากร ดัดแปลงและคำนวณมาจากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2551

ปริมาณมูลฝอย ดัดแปลงและคำนวณมาจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2548 – 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.7 ปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร(ตัน/วัน) ที่นำไปใช้ในการวิจัยในปี 2552 - 2557

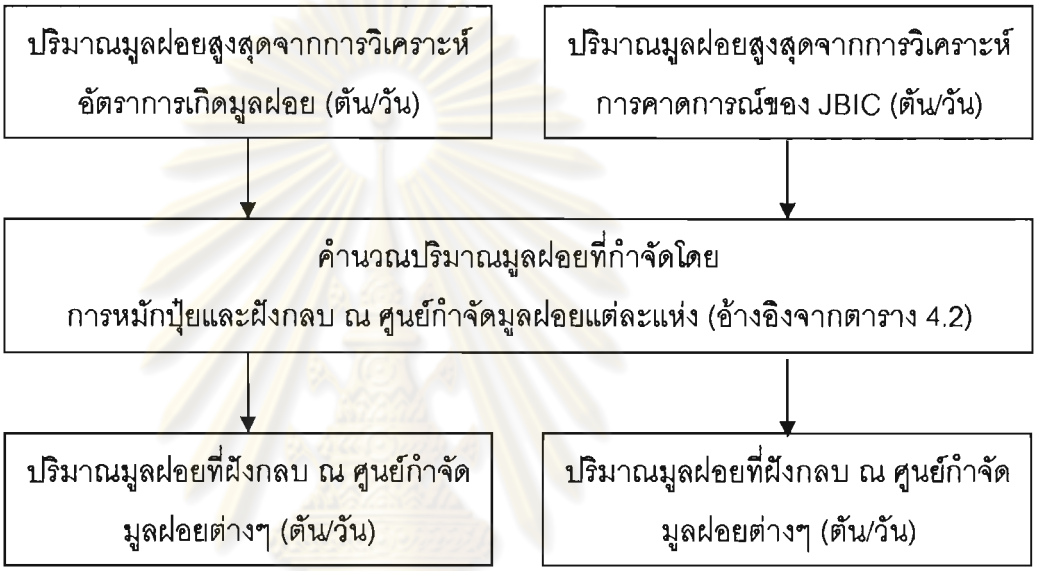
ปี	ปริมาณมูลฝอยจากการวิเคราะห์อัตราการเกิดมูลฝอย (ตัน/วัน)		ปริมาณมูลฝอยจากการวิเคราะห์การคาดการณ์ของ JBIC (ตัน/วัน)		ปริมาณมูลฝอยที่นำไปใช้ในการวิจัย (ตัน/วัน)	
	0.9 กก./คน/วัน	1.0 กก./คน/วัน	ที่ 75.94%	ที่ 79.83%	ค่าช่วงต่ำ	ค่าช่วงสูง
2548	8,480.21		8,480.21		8,480.21	
2549	8,463.04		8,463.04		8,463.04	
2550	8,628.95		8,628.95		8,628.95	
2551	8,741.99		8,741.99		8,741.99	
2552	8,167.42	9,074.91	8,805.24	9,256.29	9,074.91	9,256.29
2553	8,160.94	9,067.71	8,981.35	9,441.41	9,067.71	9,441.41
2554	8,158.28	9,064.76	9,157.45	9,626.54	9,064.76	9,626.54
2555	8,147.30	9,052.56	9,333.56	9,811.67	9,052.56	9,811.67
2556	8,135.34	9,039.27	9,509.66	9,996.79	9,039.27	9,996.79
2557	8,136.59	9,040.66	9,685.77	10,181.92	9,040.66	10,181.92

แหล่งที่มา : รวบรวมข้อมูลจากตาราง 4.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.4 การคาดการณ์การกำจัดมูลฝอยโดยวิธีต่าง ๆในปี 2552 - 2557

การกำจัดมูลฝอยของกรุงเทพมหานครได้มีการกำจัด 2 วิธี ได้แก่ การกำจัดมูลฝอยโดยการหมักปุ๋ย ซึ่งจะดำเนินการ ณ ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุชเท่านั้น และ การฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ที่หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และ หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม สำหรับเปอร์เซ็นต์การกำจัดมูลฝอยแต่ละแห่งจะใช้ค่าที่ผ่านการวิเคราะห์ทางสถิติในตาราง 4.2 สามารถแสดงขั้นตอนการคำนวณได้ดังนี้



- <u>การกำจัดมูลฝอยโดยการหมักทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ณ ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช</u>

การดำเนินการกำจัดมูลฝอยโดยการหมักทำปุ๋ยอินทรีย์ เริ่มดำเนินการในปี 2548 เป็นต้นมา รับผิดชอบโดย บริษัท ยูโรเวสท์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ในการเดินเครื่องจักรโรงงานกำจัดมูลฝอยขนาด 1,000 ตัน/วัน

ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานคร ที่กำจัดที่ศูนย์กำจัดอ่อนนุช ก่อนปี 2548 จะถูกนำไปฝังกลบทั้งหมด แต่หลังจากปี 2548 จะมีการแบ่งมูลฝอยประมาณ 1,000 - 1,200 ตัน/วัน มากำจัดโดยการหมักทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เนื่องจาก ถูกจำกัดด้วยกำลังการผลิตของโรงงาน และมูลฝอยที่เหลือจากการกำจัดโดยการหมักปุ๋ย จะถูกนำไปกำจัดโดยการฝังกลบที่หลุมฝังกลบพนมสารคาม และจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตาราง 4.2 พบว่า มูลฝอยที่กำจัดโดยการหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์คิดเป็น 11.85% ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด

- <u>การกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบจากศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช</u>

มูลฝอยที่รวบรวมเข้าศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช จะถูกกำจัดโดยการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยอัดและห่อมูลฝอยด้วยแผ่นพลาสติก (Wrapping) ที่อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา รับผิดชอบโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ สามารถกำจัดมูลฝอยได้ประมาณ 2,500 ตัน/วัน และจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตาราง 4.2 พบว่า มูลฝอยที่กำจัดโดยการฝังกลบจากศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุชคิดเป็น 28.23% ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด

- <u>การกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบจากศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม</u>

มูลฝอยที่รวบรวมเข้าศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม จะถูกกำจัดโดยการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ที่อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม รับผิดชอบโดย บริษัท กลุ่ม 79 จำกัดสามารถกำจัดมูลฝอยได้ประมาณ 3,500 ตัน/วัน และจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตาราง 4.2 พบว่า มูลฝอยที่กำจัดโดยการฝังกลบจากศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขมคิดเป็น 39.49% ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด

- <u>การกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบจากศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม</u>

มูลฝอยที่รวบรวมเข้าศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม จะถูกกำจัดโดยการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ที่อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม รับผิดชอบโดย บริษัท วัสดุภัณฑ์ธุรกิจ จำกัด สามารถกำจัดมูลฝอยได้ประมาณ 1,800 ตัน/วัน และจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติในตาราง 4.2 พบว่า มูลฝอยที่กำจัดโดยการฝังกลบจากศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหมคิดเป็น 20.51% ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด

ดังนั้น ปริมาณมูลฝอยที่ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยปี 2552 – 2557 ได้เลือกจากวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยสูงสุด เนื่องจาก การวิจัยนี้ต้องการประเมินความเป็นไปได้สูงสุดในการผลิตคาร์บอนเครดิต ดังนั้น จึงจำเป็นที่ต้องเลือกช่วงปริมาณมูลฝอยที่มีความเป็นไปได้สูงสุด จึงมีการกำหนดช่วง โดยกำหนดสมมติฐานให้ค่าช่วงต่ำคือ การพิจาณาอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัม/คน/วัน และค่าช่วงสูงคือ การพิจารณาการคาดการณ์ของ JBIC ที่เกิดขึ้นจริง 79.83% ของปริมาณมูลฝอยที่คาดการณ์ไว้ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตาราง 4.8 และได้สรุปปริมาณมูลฝอยที่เข้ากำจัดโดยการฝังกลบ ณ หลุมฝังกลบมูลฝอยอ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ในตาราง 4.9

ตาราง 4.8 ปริมาณการกำจัดมูลฝอย ณ ศูนย์กำจัดมูลฝอยต่างๆ

ปี	ปริมาณมูลฝอยที่กำจัดโดยการหมักปุ๋ย (ตัน/วัน)		ปริมาณมูลฝอยที่กำจัดโดยการฝังกลบ ณ ศูนย์กำจัดมูลฝอยต่างๆ (ตัน/วัน)						รวมปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน)	
			ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช		ศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม		ศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม			
	1กก./คน/วัน	JBIC	1กก./คน/วัน	JBIC	1กก./คน/วัน	JBIC	1กก./คน/วัน	JBIC	1กก./คน/วัน	JBIC
2548	1,018.57	1,018.57	1,924.94	1,924.94	3,305.90	3,305.90	2,230.80	2,230.80	8,480.21	8,480.21
2549	1,044.27	1,044.27	2,281.95	2,281.95	3,315.32	3,315.32	1,821.49	1,821.49	8,463.04	8,463.04
2550	1,101.04	1,101.04	2,223.02	2,223.02	3,314.21	3,314.21	1,990.69	1,990.69	8,628.95	8,628.95
2551	1,033.30	1,094.88	2,466.12	2,312.81	3,449.59	3,355.81	1,792.98	2,014.22	8,741.99	8,741.99
2552	1,072.65	1,094.09	2,560.03	2,611.20	3,580.96	3,652.53	1,861.26	1,898.46	9,074.91	9,256.29
2553	1,071.80	1,115.98	2,558.00	2,663.42	3,578.12	3,725.58	1,859.79	1,936.43	9,067.71	9,441.41
2554	1,071.45	1,137.86	2,557.17	2,715.65	3,576.95	3,798.63	1,859.18	1,974.40	9,064.76	9,626.54
2555	1,070.01	1,159.74	2,553.73	2,767.87	3,572.14	3,871.68	1,856.68	2,012.37	9,052.56	9,811.67
2556	1,068.44	1,181.62	2,549.98	2,820.09	3,566.90	3,944.73	1,853.95	2,050.34	9,039.27	9,996.79
2557	1,068.61	1,203.50	2,550.37	2,872.32	3,567.44	4,017.78	1,854.24	2,088.31	9,040.66	10,181.92

แหล่งที่มา : คำนวณจากตาราง 4.2 และ 4.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.9 ปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบในปี 2548 - 2557

ปี	หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา		หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม	
	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัม/คน/วัน (ตัน/วัน)	วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC (ตัน/วัน)	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัม/คน/วัน (ตัน/วัน)	วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC (ตัน/วัน)
2548	1,924.94	1,924.94	5,536.70	5,536.70
2549	2,281.95	2,281.95	5,136.81	5,136.81
2550	2,223.02	2,223.02	5,304.90	5,304.90
2551	2,466.12	2,312.81	5,242.57	5,370.03
2552	2,560.03	2,611.20	5,442.22	5,550.99
2553	2,558.00	2,663.42	5,437.91	5,662.01
2554	2,557.17	2,715.65	5,436.13	5,773.03
2555	2,553.73	2,767.87	5,428.82	5,884.05
2556	2,549.98	2,820.09	5,420.85	5,995.07
2557	2,550.37	2,872.32	5,421.68	6,106.09

แหล่งที่มา : คำนวณจากตาราง 4.8

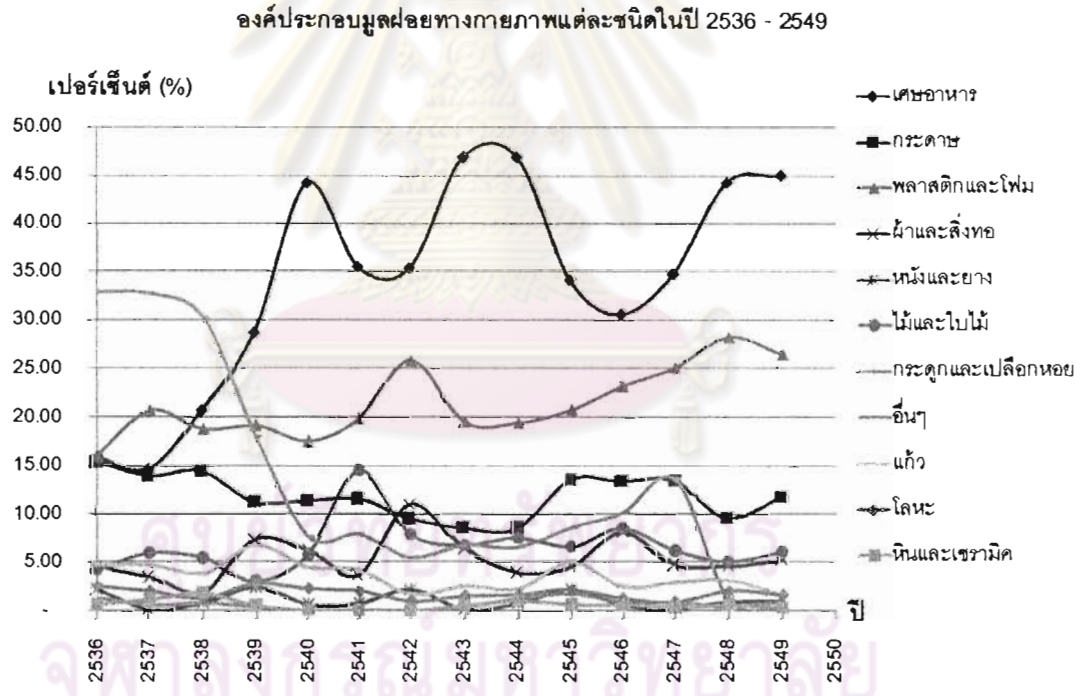
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้น ปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบในหลุมฝังหลบ อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสน ในปี 2548 – 2557 มีค่าเฉลี่ย 9.02 และ 20.10 ล้านตัน ตามลำดับ

4.3 ผลการคาดการณ์องค์ประกอบมูลฝอยที่ฝังกลบในปี 2548 – 2557

องค์ประกอบมูลฝอยมีความสำคัญสำหรับใช้ในการประเมินหาความต้องการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ การเลือกระบบกำจัดมูลฝอย การดำเนินโครงการจัดการมูลฝอย และใช้ประกอบการวางแผนการจัดการมูลฝอยทั้งในปัจจุบันและอนาคต ลักษณะของมูลฝอยอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมี

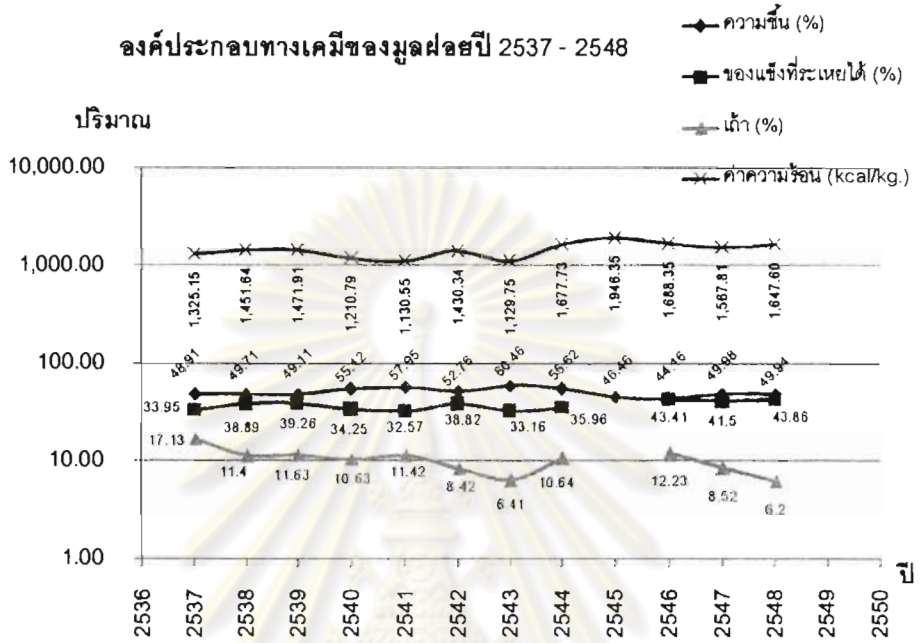
จากข้อมูลที่รวบรวมได้สามารถองค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพและเคมีในปี 2536 - 2549 ได้ดังรูป 4.7 และ 4.8



รูป 4.7 องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพแต่ละชนิดในปี 2536 – 2549

แหล่งที่มา : สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2549

จากรูป 4.7 พบว่า องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงมากในปีต่างๆ จึงทำให้ไม่สามารถหาสมการเพื่อใช้คาดการณ์องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพในปี 2550 – 2557 ได้



รูป 4.8 องค์ประกอบมูลฝอยทางเคมีปี 2537 – 2548

หมายเหตุ : ไม่มีข้อมูลปริมาณเถ้า (%) และค่าความร้อน (kcal/kg) ในปี 2545

แหล่งที่มา : สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2549

จากรูป 4.8 พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยได้แก่ ความชื้น ของแข็งที่ระเหยได้ เถ้า มีค่าค่อนข้างคงที่ แต่ปริมาณเถ้ามีแนวโน้มลดลงตั้งแต่ปี 2546 เป็นต้นมา

งานวิจัยนี้ได้คำนวณค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางกายภาพทางเคมีของมูลฝอยของกรุงเทพมหานครในปี 2536 - 2549 เพื่อใช้เป็นค่าที่ทดสอบ (Test Value) ทางสถิติ ว่าอยู่ในระดับที่เชื่อมั่นได้ 95% หรือไม่ ด้วยโปรแกรม SPSS เนื่องจาก เป็นค่าเฉลี่ยของระยะเวลา 14 ปี และทดสอบข้อมูลองค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยของกรุงเทพมหานครในปี 2542 - 2549 อีกครั้ง เนื่องจาก เป็นช่วงปีเดียวกับการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอย สามารถแสดงในตาราง 4.10 และ 4.11 พบว่า เศษอาหาร และอื่นๆ ในองค์ประกอบทางกายภาพและความชื้น ในองค์ประกอบทางเคมี มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง

เมื่อพิจารณาจากตาราง 4.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขององค์ประกอบทางกายภาพในปี 2536 – 2542 พบว่ามีค่าสูงกว่า องค์ประกอบทางกายภาพในปี 2542 – 2549 ดังนั้น จึงได้เลือก

วิเคราะห์ช่วงทางสถิติขององค์ประกอบทางกายภาพในปี 2542 – 2549 โดยการใช้การทดสอบแบบ t-test ทดสอบแบบ 2 ด้าน โดยพิจารณาจากค่านัยสำคัญ (2-tailed) เพื่อทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรที่มีการแจกแจงปกติและตัวอย่างขนาดเล็ก (n<30) ทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (α = 0.05) แต่ได้ใช้ค่าทดสอบ (Test Value) จากค่าเฉลี่ยองค์ประกอบมูลฝอยปี 2542 – 2549 ว่าอยู่ในระดับที่มีความเชื่อมั่น 95% หรือไม่

จากผลการทดสอบทางสถิติในตาราง 4.10 พบว่า องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยที่ไม่อยู่ในช่วงที่ยอมรับ คือ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้แก่ เศษอาหาร และอื่นๆ ดังนั้น ในการวิจัยจึงกำหนดให้ใช้ เปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ยปี 2542 - 2549 ทั้งนี้ โดยมีการตั้งสมมติฐานว่าประชากรจะมีลักษณะนิสัยในการบริโภคในสิบปีข้างหน้าจะไม่เปลี่ยนแปลงมากจากปัจจุบัน ดังนั้น องค์ประกอบมูลฝอยจึงมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มาก

นอกจากนี้จากผลการทดสอบทางสถิติในตาราง 4.11 พบว่า ค่าความร้อน ในองค์ประกอบทางเคมี มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาก ดังนั้น จึงกำหนดให้ใช้ค่าเฉลี่ยในปี 2544 – 2548 คือ 1,705.57 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม เนื่องจาก ถ้าหากพิจารณาจากรูป 4.8 พบว่า ตั้งแต่ปี 2545 – 2548 เป็นปีที่ค่าความร้อนมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก และค่าดังกล่าวยังคงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% อีกด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.10 องค์ประกอบทางกายภาพของของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครในปี 2536 - 2549

ประเภท	องค์ประกอบทางกายภาพ	ปี 2536 - 2549		ปี 2542 - 2549		ช่วงเปอร์เซ็นต์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	ยอมรับ/ปฏิเสธเปอร์เซ็นต์ อปก.ทางกายภาพของมูลฝอยปี 2536 – 2549	ค่าที่นำไปใช้ในการวิจัย
		ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์	S.D.	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์	S.D.			
สารอินทรีย์	เศษอาหาร	34.13	11.06	39.75	6.65	34.19% – 45.31%	ปฏิเสธ	39.75
	กระดาษ	11.70	2.20	10.71	2.00	9.03% – 12.38%	ยอมรับ	11.70
	พลาสติกและโฟม	21.44	3.69	23.55	3.37	20.73% – 26.37%	ยอมรับ	21.44
	ผ้าและสิ่งทอ	5.42	2.27	6.08	2.39	4.09% – 8.08%	ยอมรับ	5.42
	หนังและยาง	1.06	0.81	0.99	0.79	0.32% – 1.65%	ยอมรับ	1.06
	ไม้และใบไม้	6.67	2.67	6.83	1.10	5.91% – 7.75%	ยอมรับ	6.67
	กระดูกและเปลือกหอย	0.68	0.52	0.93	0.48	0.49% – 1.37%	ยอมรับ	0.68
	อื่นๆ	12.96	11.23	7.28	3.91	3.85% – 11.07%	ปฏิเสธ	7.28
รวมสารอินทรีย์		**94.05**	**2.01**	**95.25**	**1.55**			
สารอนินทรีย์	แก้ว	3.60	1.45	2.74	1.09	1.83% – 3.65%	ยอมรับ	3.60
	โลหะ	1.79	0.57	1.52	0.47	1.13% – 1.91%	ยอมรับ	1.79
	หินและเซรามิก	0.56	0.49	0.56	0.24	0.32% – 0.76%	ยอมรับ	0.56
รวมสารอินทรีย์		**5.95**	**2.01**	**4.75**	**1.55**			
ความหนาแน่น (kg./L)		0.36	0.03	0.36	0.03			

แหล่งที่มา : รวบรวมข้อมูลจากสำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2542 – 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.11 องค์ประกอบทางเคมีของของมูลฝอยชุมชนกรุงเทพมหานครในปี 2537 – 2548

องค์ประกอบทางเคมี	ปี 2536 - 2549		ปี 2542 - 2549		ช่วงเปอร์เซ็นต์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	ยอมรับ/ปฏิเสธเปอร์เซ็นต์อปก.ทางกายภาพของมูลฝอยปี 2536 – 2549	ค่าที่นำไปใช้ในการวิจัย
	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์	S.D.	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์	S.D.			
ความชื้น (%)	51.68	4.79	51.34	5.52	46.24% – 56.44%	ยอมรับ	51.68
ของแข็งที่ระเหยได้ (%)	37.78	4.07	39.45	4.28	34.96% – 43.94%	ยอมรับ	37.78
เถ้า (%)	10.42	3.05	8.74	2.36	6.26% – 11.21%	ยอมรับ	10.42
ค่าความร้อน (kcal/kg.)	1,473.16	248.60	1,583.99	253.39	1,619.65 – 2,088.33	ปฏิเสธ	1,705.57

แหล่งที่มา : รวบรวมข้อมูลจากสำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2542 – 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น

การวิเคราะห์ปริมาณมีเทนที่เกิดขึ้นได้ทำการประเมิน 2 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์ตามทฤษฎี และการวิเคราะห์ตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ในการวิจัยนี้ ได้นำปริมาณก๊าซมีเทนตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC ใช้ในการคำนวณต่อไป เนื่องจาก เป็นวิธีที่ใช้ในการประเมินคาร์บอนเครดิต

4.4.1 ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นตามทฤษฎีของ Rachel

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น องค์ประกอบมูลฝอยทางกายภาพและทางเคมี ปริมาณมูลฝอย ปริมาณความชื้น ฯลฯ ดังนั้น การวิจัยจึงใช้ข้อมูลเดียวกันกับที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซมีเทนจากการประเมินด้วยวิธีของ UNFCCC

ตาราง 4.12 น้ำหนักแห้งขององค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย

องค์ประกอบทางกายภาพ	เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก)	* เปอร์เซ็นต์ปริมาณความชื้น (โดยน้ำหนัก)	น้ำหนักแห้ง (ปอนด์)
สารอินทรีย์			
เศษอาหาร	39.75	70	11.93
กระดาษ	11.70	6	11.00
พลาสติก	21.44	2	21.01
ผ้าและสิ่งทอ	5.42	10	4.88
หนังและยาง	1.06	10	0.95
ใบไม้	6.67	60	2.67
รวม	**86.04**		**52.43**
สารอนินทรีย์			
แก้ว	3.60	2	3.53
โลหะ	1.79	3	1.74
ฝุ่น, ขี้เถ้า และอื่นๆ	8.52	8	7.84
รวม	**13.91**		**13.10**

แหล่งที่มา : * ดัดแปลงจากตาราง 4-1 Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S. A., 1993: 70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>คำนวณหาปริมาณความชื้นในมูลฝอย</u>

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \left(\frac{99.95-65.54}{99.95}\right) x100$$

$$= 34.43\%$$

จากการรวบรวมข้อมูลการจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานครโดยสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร และงานวิจัยต่างๆ พบว่า มูลฝอยของกรุงเทพมหานครมีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจนและซัลเฟอร์ ในปีต่างๆ มีค่าดังตาราง 4.13

ตาราง 4.13 องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

องค์ประกอบ	ปี				
	*2544	*2545	**2546 -2547	***2547	เฉลี่ย
ความชื้น (%)	55.62	46.46	62.29	43.6	51.99
ของแข็งที่ระเหยได้ (%)	35.96	-	33.37	-	34.67
เถ้า (%)	10.64	-	4.34	-	7.49
ค่าความร้อน (kcal/kg.)	1,677.73	1,946.35	1,578.00	2,065.00	1,816.77
คาร์บอน (%)	29.12	45.41	44.70	46.65	41.47
ไฮโดรเจน (%)	3.28	5.11	2.22	5.25	3.97
ออกซิเจน (%)	17.58	30.37	46.32	-	31.42
ไนโตรเจน (%)	2.28	-	1.75	1.00	1.68
ซัลเฟอร์ (%)	0.40	0.67	0.67	-	0.58

แหล่งที่มา : * สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, 2546

** ณัฐวุฒิ แสนอำนวยผล, 2547 (เก็บตัวอย่างวันที่ 1 ก.ค. 2546 – 28 มี.ค. 2547)

*** กนกพร ธนะสถิตย์ และคณะ, 2548

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.14 ข้อมูลทั่วไปสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบของมูลฝอยชุมชน

องค์ประกอบ	*เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักแห้ง)						คำนวณเป็นสัดส่วนเทียบกับองค์ประกอบอื่นๆ					
	C	H	O	N	S	Ash	C	H	O	N	S	Ash
สารอินทรีย์												
เศษอาหาร	48.0	6.4	37.6	2.6	0.4	5.0	0.14	0.15	0.20	0.12	0.24	0.02
กระดาษ	43.5	6.0	44.0	0.3	0.2	6.0	0.13	0.14	0.23	0.01	0.12	0.02
พลาสติก	60.0	7.2	22.8	-	-	10.0	0.17	0.16	0.12	-	-	0.03
ผ้าและสิ่งทอ	55.0	6.6	31.2	4.6	0.15	2.5	0.16	0.15	0.16	0.21	0.09	0.01
หนังและยาง	60.0	8.0	11.6	10.0	0.4	10.0	0.17	0.18	0.06	0.47	0.24	0.03
ใบไม้	47.8	6.0	38.0	3.4	0.3	4.5	0.14	0.14	0.20	0.16	0.18	0.02
สารอนินทรีย์												
แก้ว	0.5	0.1	0.4	<0.1	-	98.9	0.00	0.00	0.00	-	-	0.33
โลหะ	4.5	0.6	4.3	<0.1	-	90.5	0.01	0.01	0.02	-	-	0.31
ฝุ่น, ขี้เถ้า และอื่นๆ	26.3	3.0	2.0	0.5	0.2	68.0	0.08	0.07	0.01	0.02	0.12	0.23
รวม							1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

หมายเหตุ : การแบ่งองค์ประกอบมูลฝอยของกรุงเทพมหานครได้จำแนกกระดูกและเปลือกหอยซึ่งไม่มีในหลักสากล จึงไม่สามารถประเมินค่าเปรียบเทียบได้ ในที่นี้จึงกำหนดสมมติฐานให้อยู่ในกลุ่มสารอนินทรีย์ เนื่องจาก กระดูกและเปลือกหอยสามารถย่อยสลายได้ช้ามาก

แหล่งที่มา : * ดัดแปลงจากตาราง 4-4 Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S. A., 1993: 81

การคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นได้แบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่พิจารณาองค์ประกอบของมูลฝอยทั้งหมด ยกเว้น พลาสติกและสารอนินทรีย์ และกรณีที่พิจารณาองค์ประกอบมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย

- กรณีที่ 1 กรณีที่พิจารณาองค์ประกอบของมูลฝอยทั้งหมด ยกเว้น พลาสติกและสารอนินทรีย์

เป็นกรณีที่มีการพิจารณาเป็นองค์ประกอบมูลฝอยที่ฝังกลบทั้งหมดยกเว้น พลาสติกและสารอนินทรีย์ เนื่องจาก ต้องใช้เวลานานในการย่อยสลาย แต่เนื่องจาก ข้อมูลที่รวบรวมได้เป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของแต่ละธาตุที่เกิดจากมูลฝอยทั้งหมด ที่มีพลาสติกและสารอนินทรีย์เป็นองค์ประกอบ จะไม่นำมาพิจาณาในการคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ดังนั้น จึงต้องนำมาคำนวณเพื่อปรับสัดส่วนของแต่ละธาตุใหม่ก่อนนำไปคำนวณหาปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น

ตาราง 4.15 การปรับค่าองค์ประกอบของธาตุที่เป็นสารอินทรีย์

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยทั้งหมดในมูลฝอย (จากตาราง 4.13)	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของพลาสติกและสารอนินทรีย์	เปอร์เซ็นต์ที่นำไปใช้
คาร์บอน (%)	41.47	10.91	30.56
ไฮโดรเจน (%)	3.97	0.99	2.98
ออกซิเจน (%)	31.42	4.83	26.59
ไนโตรเจน (%)	1.68	0.04	1.64
ซัลเฟอร์ (%)	0.58	0.07	0.51

แหล่งที่มา : คำนวณจากตาราง 4.13

จากข้อมูลดังกล่าวมีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

1. <u>คำนวณโมลของธาตุแต่ละตัว</u> จากตาราง 4.15 สามารถนำมาคำนวณหาโมลของธาตุต่างๆ โดยกำหนดสมมติฐานให้สูตรทางเคมีไม่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.16 คำนวณหาโมลโมเลกุลของสารอินทรีย์

ธาตุ	น้ำหนักโมล อะตอม (g) (1)	เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) (2)	โมล (3) = (2) / (1)	สัดส่วนโมล เมื่อ ไนโตรเจนเท่ากับ 1 (4) = (3) / 0.12
คาร์บอน (%)	12.01	30.56	2.54	21.70
ไฮโดรเจน (%)	1.01	2.98	2.95	25.21
ออกซิเจน (%)	16.00	26.59	1.66	14.20
ไนโตรเจน (%)	14.01	1.64	0.12	1.00
ซัลเฟอร์ (%)	32.06	0.51	0.02	-

แหล่งที่มา : (2) จากตาราง 4.15

จากการคำนวณในตารางจะได้สูตรทางเคมีของมูลฝอย ได้แก่ $C_{21.70}H_{25.21}O_{14.20}N$ จึงปรับใช้เป็น $C_{22}H_{25}O_{14}N$

2. <u>คำนวณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลาย</u>

การคำนวณปริมาตรก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนจะแสดงในสูตรทั่วไปของ $C_aH_bO_cN_d$ และปริมาตรก๊าซทั้งหมดจะประเมินจากสมการ 4.3 โดยกำหนดสมมติฐานให้ มูลฝอยที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากมีความชื้นมากเกินพอ ได้ผลิตภัณฑ์คือ ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2)

<u>สมการที่ 4.3</u>

$$C_aH_bO_cN_d + \left(\frac{4a - b - 2c - 3d}{4}\right)H_2O \rightarrow \left(\frac{4a + b - 2c - 3d}{8}\right)CH_4 + \left(\frac{4a - b + 2c + 3d}{8}\right)CO_2 + dNH_3$$

เมื่อแทนค่า a = 22, b = 25, C = 14 และ N = 1 ลงในสมการ จะได้

$$C_{22}H_{25}O_{14}N + 8H_2O \rightarrow 10.25CH_4 + 11.75CO_2 + NH_3 \quad \text{..... (4.4)}$$

น้ำหนักโมเลกุล 527.0 144.0 164.0 517.0 17.0

ค่า Specific Weights ของก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีค่า 0.0448 และ 0.1235 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต (lb / ft^3) ตามลำดับ ที่ 0 องศาเซลเซียส ความดันบรรยากาศ 1 atm (Tchobanoglous, G. และคณะ, 1993) และ น้ำหนักแห้งของมูลฝอย 31.42 ปอนด์ (จากตาราง 4.12)

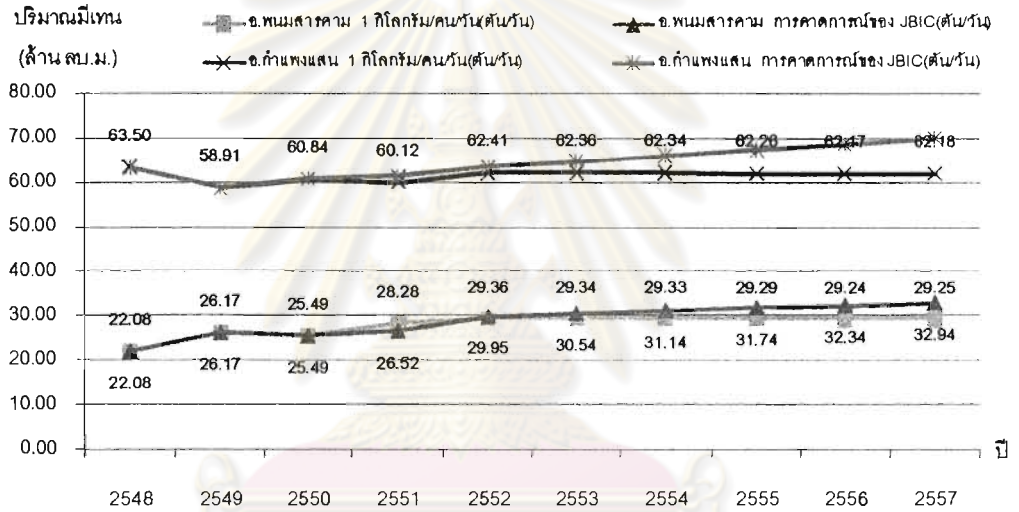
ก๊าซมีเทน $= \frac{(164.0)(31.42)}{(527.0)(0.0448\ \mathrm{lb/ft^3})} =$ 218.25 ft^3 ที่ STP

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ $= \frac{(517.0)(31.42)}{(527.0)(0.1235\ \mathrm{lb/ft^3})} =$ 249.58 ft^3 ที่ STP

ดังนั้นปริมาตรก๊าซทั้งหมดที่เกิดขึ้น $= \frac{218.25\ ft^3 + 249.58\ ft^3}{31.42\ lb}$

$= 14.89\ ft^3 / lb$

นั่นคือ จะมีปริมาณก๊าซมีเทนคิดเป็น 6.95 ลูกบาศก์ฟุต (ft^3) ต่อปริมาณมูลฝอยที่สารอินทรีย์ (ยกเว้น พลาสติก) 1 ปอนด์ (lb) จากการคำนวณสามารถแสดงปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นได้ดังรูป 4.9



รูป 4.9 ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากมูลฝอยอินทรีย์ (ยกเว้น พลาสติก)

จากรูป 4.9 เป็นปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากมูลฝอยที่ฝังกลบในปีนั้นๆ เช่น ปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบในปี 2548 เท่ากับ A ตัน ดังนั้น ปริมาณก๊าซมีเทนที่แสดงในรูปของปี 2548 เกิดจากการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ของขยะ A ตัน ว่าจะเกิดก๊าซมีเทนขึ้นทั้งหมดเท่าใด ดังนั้น ปริมาณก๊าซมีเทนในปี 2548 – 2550 จะมีค่าเท่ากันของแต่ละหลุมฝังกลบ เนื่องจาก ใช้ข้อมูลปริมาณมูลฝอยจริงในการวิเคราะห์แต่ปี 2551 – 2557 ปริมาณก๊าซมีเทน จะแตกต่างกันขึ้นกับการประเมินปริมาณมูลฝอยในอนาคต จากหัวข้อ 4.2.4

- กรณีที่ 2 กรณีที่พิจารณาองค์ประกอบมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย

หากมีการดำเนินโครงการ CDM ในช่วง 10 ปีแรกที่มีการฝังกลบ ซึ่งจะเกิดจากมูลฝอยที่ย่อยสลายได้เร็วเท่านั้น ได้แก่ เศษอาหาร กระดาษ และใบไม้ ดังนั้น กรณีที่2 จึงวิเคราะห์

ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากมูลฝอยที่ย่อยสลายได้เร็วเท่านั้น จึงต้องคำนวณเพื่อปรับสัดส่วนของแต่ละธาตุใหม่ก่อนนำไปคำนวณหาปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น

ตาราง 4.17 การปรับค่าองค์ประกอบของธาตุที่เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายเร็ว

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยทั้งหมดในมูลฝอย (จากตาราง 4.13)	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายเร็ว
คาร์บอน (%)	41.47	17.41
ไฮโดรเจน (%)	3.97	1.71
ออกซิเจน (%)	31.42	19.79
ไนโตรเจน (%)	1.68	0.48
ซัลเฟอร์ (%)	0.58	0.31

แหล่งที่มา : คำนวณจากตาราง 4.13

จากข้อมูลดังกล่าวมีขั้นตอนการคำนวณดังนี้

1. <u>คำนวณโมลของธาตุแต่ละตัว</u> จากตาราง 4.17 สามารถนำมาคำนวณหาโมลของธาตุต่างๆ โดยกำหนดสมมติฐานให้สูตรทางเคมีไม่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ

ตาราง 4.18 คำนวณหาโมลโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายเร็ว

ธาตุ	น้ำหนักโมลอะตอม (g) (1)	เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) (2)	โมล (3) = (2) / (1)	สัดส่วนโมล เมื่อไนโตรเจนเท่ากับ 1 (4) = (3) / 0.03
คาร์บอน (%)	12.01	17.41	1.45	48.33
ไฮโดรเจน (%)	1.01	1.71	1.69	56.33
ออกซิเจน (%)	16.00	19.79	1.24	41.33
ไนโตรเจน (%)	14.01	0.48	0.03	1.00
ซัลเฟอร์ (%)	32.06	0.31	0.01	-

แหล่งที่มา : (2) จากตาราง 4.17

จากการคำนวณในตารางจะได้สูตรทางเคมีของมูลฝอย ได้แก่ $C_{48.33}H_{56.33}O_{41.33}N$ จึงปรับใช้เป็น $C_{48}H_{56}O_{41}N$

2. <u>คำนวณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลาย</u>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณปริมาตรก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนจะแสดงในสูตรทั่วไปของ $C_aH_bO_cN_d$ และปริมาตรก๊าซทั้งหมดจะประเมินจากสมการ 4.3 โดยกำหนดสมมติฐานให้ มูลฝอยที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพเกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากมีความชื้นมากเกินพอ ได้ผลิตภัณฑ์คือ ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

<u>สมการที่ 4.3</u>

$$C_aH_bO_cN_d + \left(\frac{4a-b-2c-3d}{4}\right)H_2O \rightarrow \left(\frac{4a+b-2c-3d}{8}\right)CH_4 + \left(\frac{4a-b+2c+3d}{8}\right)CO_2 + dNH_3$$

เมื่อแทนค่า a = 48, b = 56, C = 41 และ N = 1 ลงในสมการ จะได้

$$C_{48}H_{56}O_{41}N + 6.38H_2O \rightarrow 20.38CH_4 + 27.63CO_2 + NH_3 \quad \text{..... (4.5)}$$

น้ำหนักโมเลกุล 1,958.48 114.84 326.08 1,215.72 17.0

ค่า Specific Weights ของก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีค่า 0.0448 และ 0.1235 ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต (lb / ft^3) ตามลำดับ ที่ 0 องศาเซลเซียส ความดันบรรยากาศ 1 atm (Tchobanoglous, G. และคณะ, 1993) และ น้ำหนักแห้งของมูลฝอยอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย 25.60 ปอนด์ (จากตาราง 4.12)

ก๊าซมีเทน $= \frac{(326.08)(25.60)}{(1{,}958.48)(0.0448\ lb/ft^3)} =$ 95.12 ft^3 ที่ STP

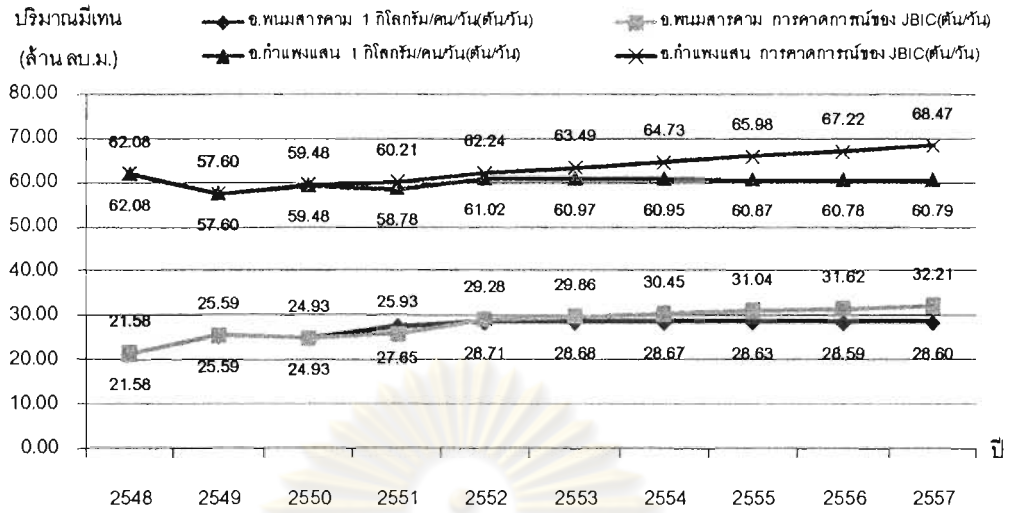
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ $= \frac{(1{,}215.72)(25.60)}{(1{,}958.48)(0.1235\ lb/ft^3)} =$ 128.67 ft^3 ที่ STP

ดังนั้นปริมาตรก๊าซทั้งหมดที่เกิดขึ้น $= \frac{95.12\ ft^3 + 128.67\ ft^3}{25.60\ lb}$

$= 8.74\ ft^3 / lb$

นั่นคือ จะมีปริมาณก๊าซมีเทนคิดเป็น 3.72 ลูกบาศก์ฟุต (ft^3) ต่อมูลฝอยอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย 1 ปอนด์ (lb) จากการคำนวณสามารถแสดงปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นได้ดังรูป 4.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.10 ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นเมื่อพิจารณาจากมูลฝอยอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย

4.4.2 ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC

การประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากมูลฝอยที่ฝังกลบ ณ หลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ได้ประเมินตาม Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to determine methane emission avoided from dumping solid waste disposal site ซึ่งเป็นวิธีการเพื่อประเมินก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากมูลฝอยที่ทิ้งในหลุมฝังกลบมูลฝอยชุมชน โดยการคำนวณค่า $BE_{CH4,SWDS,y}$ (tCO_2e) อันเป็นวิธีคำนวณแบบ Multi-Phase Model ที่มีพื้นฐานมาจาก First Order Decay Model (FOD) ซึ่งจะพิจารณาความแตกต่างของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการย่อยสลาย เช่น ชนิดของมูลฝอย อัตราการย่อยสลาย (Decay Rates; k) สัดส่วนของสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ และปริมาณมูลฝอยที่ทิ้งในแต่ละปี ทั้งนี้ปริมาณก๊าซมีเทนสามารถสรุปได้ดังรูป 4.11 และ 4.12

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ตัวอย่างการคำนวณได้ใช้ข้อมูลปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบจากหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา เมื่อวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน โดยจะคำนวณก๊าซมีเทนที่เกิดจากเศษอาหาร ในปี 2552 โดยใช้สมการ (3.1) ในการประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น

สมการ 3.1

$$BE_{CH4,SWDS,y} = \varphi \cdot (1 - f) \cdot GWP_{CH4} \cdot (1 - OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^{y} \cdot \sum W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j \cdot (y-x)} \cdot (1 - e^{-k_j})$$

เมื่อ $BE_{CH4,SWDS,y}$ = ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบขยะมูลฝอยต่อปี (tCO_2e)

φ = ค่าความถูกต้องของแบบจำลอง (model) มีค่า 0.9

f = สัดส่วนของปริมาณก๊าซมีเทนที่รวบรวมได้เมื่อไม่มีโครงการ มีค่าเป็น 0 เนื่องจากประเทศไทยไม่มีกฎหมายเกี่ยวกับการรวบรวมและทำลายก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบ

GWP_{CH4} = ค่าศักยภาพทำให้เกิดโลกร้อนของมีเทน มีค่าเป็น 21 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามข้อตกลงในพันธกรณีแรก

OX = ปัจจัยที่มีผลต่อการออกซิไดส์ เช่น สิ่งปกคลุมขยะในช่วงการย่อยสลาย และหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม มีการใช้ดินปกคลุมหลุมฝังกลบ ดังนั้นจึงมีค่า 0.1

F = UNFCCC กำหนดสัดส่วนของปริมาตรก๊าซมีเทนที่เกิดจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน มีค่า 0.5

DOC_f = UNFCCC กำหนดสัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลาย (DOC) ได้ให้มีค่า 0.5

MCF = Methane Correction Factor และเมื่อพิจารณาจากเงื่อนไขและค่าที่กำหนดให้ใน UNFCCC Methodology กำหนดให้มีค่า 0.5 เนื่องจาก เป็นกลุ่มกึ่งแอโรบิค (Semi - Aerebic Managed Solid Waste Disposal Site) มีการใช้วัสดุปกคลุม มีระบบการระบายน้ำชะขยะ มีท่อระบายก๊าซ

$W_{j,x}$ = ปริมาณขยะมูลฝอยอินทรีย์แต่ละชนิดที่ฝังกลบในแต่ละปี (ตัน) ในตัวอย่างการคำนวณ ได้แก่ มีปริมาณฝังกลบเศษอาหารในปี 2552 คิดเป็น 357,803 ตัน

DOC_j = สัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ (โดยน้ำหนัก) ที่สามารถย่อยสลายของเศษอาหาร มีค่า 15% (จากตาราง 3.4)

k_j = อัตราการย่อยสลายของเศษอาหาร มีค่า 0.4 (จากตาราง 3.5)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

j = ขยะมูลฝอยแต่ละชนิด ได้แก่ เศษอาหาร

x = ปีที่คำนวณคาร์บอนเครดิต ได้แก่ ปีที่ 1

y = ปีที่คำนวณปริมาณก๊าซมีเทน ได้แก่ ปีที่1 เนื่องจาก คำนวณจากเศษอาหารที่ฝังกลบในปี 2552

แทนค่าในสมการ 3.1

$BE_{CH4,SWDS,y}$ = $0.9 \cdot (1-0) \cdot 21 \cdot (1-0.1) \cdot \frac{16}{12} \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot \sum_{x=1}^{1} \cdot 357{,}803 \cdot 0.15 \cdot e^{-0.4 \cdot (1-1)} \cdot (1-e^{-0.4})$

$BE_{CH4,SWDS,y}$ = 50,211.39 tCO_2e ในปี 2552

จากตัวอย่างการคำนวณในสมการ 3.1 ได้แสดงปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากเศษอาหารที่ฝังกลบในปี 2552 ดังนั้น หากต้องการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากมูลฝอยที่ฝังกลบจึงต้องมีการคำนวณจากมูลฝอยแต่ละชนิด เนื่องจาก ค่าตัวแปรของมูลฝอยต่างๆไม่เท่ากัน เช่น สัดส่วนขององค์ประกอบแต่ละชนิด อัตราการย่อยสลาย สัดส่วนคาร์บอนอินทรีย์ ฯลฯ เป็นต้น จากการคำนวณดังกล่าว สามารถสรุปปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากมูลฝอยที่ฝังกลบในปี 2552 ได้ดังตาราง 4.19 และสรุปปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นทั้งหมดในระยะเวลา 20 ปีได้ในรูป 4.11 และ 4.12

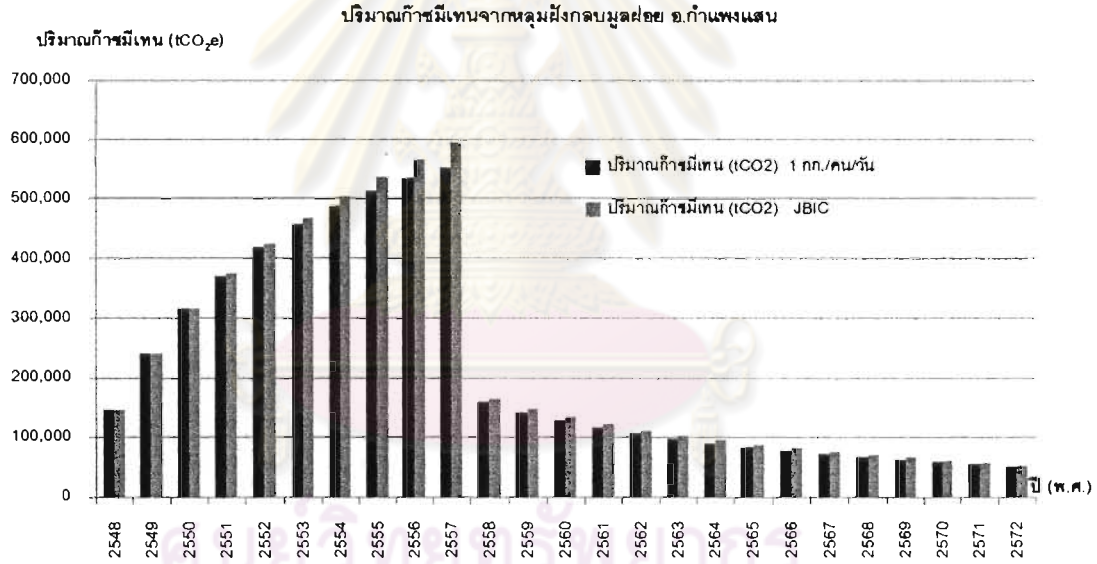
ตาราง 4.19 ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการคำนวณตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC ของมูลฝอยที่ฝังกลบในหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม ปี 2552

องค์ประกอบมูลฝอย	เปอร์เซ็นต์ใน มูลฝอยทั้งหมด (จากตาราง 4.10)	ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นใน 2552 (tCO_2e)
ไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้	6.67	755.21
กระดาษ	11.70	8,074.07
เศษอาหาร ผัก ผลไม้	39.75	50,211.39
สิ่งทอ	5.42	2,244.18
รวม	63.54	61,284.85

แหล่งที่มา : คำนวณจาก Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to determine methane emission avoided from dumping solid waste disposal site , ข้อมูลชนิดและปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

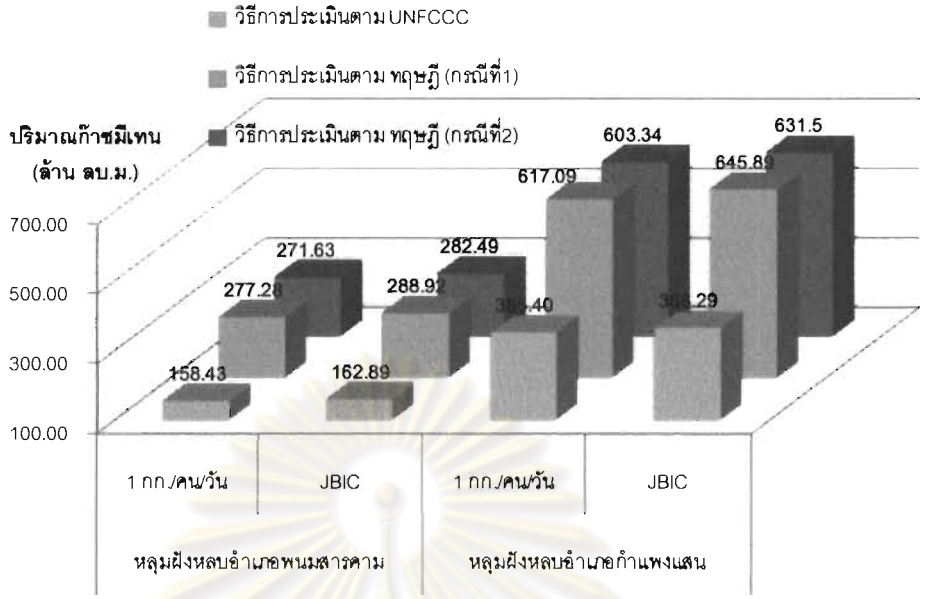
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 4.11 ปริมาณก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา



รูป 4.12 ปริมาณก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

จากรูป 4.11 และ 4.12 เป็นกราฟแสดงปริมาณก๊าซมีเทนสะสมจากมูลฝอยตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา ทำให้ปริมารก๊าซมีเทนของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม เมื่อพิจารณาจากอัตราการเกิดมูลฝอยที่ 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในรูป 4.11 สูงกว่าปริมาณก๊าซมีเทนที่คำนวณได้ในตาราง 4.19



รูป 4.13 เปรียบเทียบผลการประเมินก๊าซมีเทนด้วยวิธีของ UNFCCC และการประเมินตามทฤษฎี

จากรูป 4.13 พบว่า วิธีการประเมินก๊าซมีเทนตามทฤษฎี Rachel มีปริมาณก๊าซมีเทนสูงกว่าการประเมินตามวิธีของ UNFCCC ประมาณ 2 เท่า สำหรับปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการประเมินตามทฤษฎีในกรณีที่ 1 ซึ่งพิจารณาจากสารอินทรีย์ทั้งหมดที่ฝังกลบ (ยกเว้น พลาสติก) ประกอบด้วย สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้เร็วและช้า ประกอบด้วย ใบไม้ เศษอาหาร กระดาษ สิ่งทอ และ หนัง/ยาง กระดูก/เปลือกหอย และอื่นๆ คิดเป็น 72.61% ของมูลฝอยทั้งหมด ทำให้มีปริมาณสูงกว่ากรณีที่ 2 พิจารณาสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่ายเท่านั้น สำหรับมูลฝอยอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่ายประกอบด้วย ใบไม้ เศษอาหาร กระดาษ และสิ่งทอ คิดเป็น 63.54% ของมูลฝอยทั้งหมด

นอกจากนี้ การประเมินปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎีของ Rachel มีค่าสูงกว่า การประเมินก๊าซมีเทนตาม Methodology ของ UNFCCC เนื่องจาก มีความแตกต่างในปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. <u>ระยะเวลา</u>

การประเมินปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี เป็นการประเมินจากมูลฝอยว่า จะทำให้เกิดก๊าซมีเทนทั้งหมดเท่าไรตลอดการย่อยสลาย ซึ่งไม่ได้กำหนดระยะเวลา แต่การประเมินด้วยวิธีของ UNFCCC เป็นการประเมินที่กำหนดระยะเวลาตั้งแต่ปี 2548 – 2571 เท่านั้น ซึ่งเป็นช่วง 20 ปีแรกของการฝังกลบที่มีการย่อยสลายมากที่สุด และลดลงตามระยะเวลา แต่มูลฝอยนั้นสามารถย่อยสลายได้ถึง 50 ปี แต่ปริมาณก๊าซหลังจาก 20 ปีจะน้อยลง จึงไม่นำมาคำนวณในที่นี้

2. ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ

การประเมินปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี มีการปรับแก้ค่าต่างๆตามทฤษฎี เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมาได้ไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง ดังนั้น จึงต้องมีการปรับแก้ค่าเพื่อให้สอดคล้องกับเงื่อนไขในการคำนวณ นอกจากนี้ ข้อมูลของประเทศไม่มีการรวบรวมที่เป็นระบบ ทำให้ข้อมูลในตัวแปรต่างๆไม่ครบ จึงจำเป็นต้องใช้ค่าทั่วไปในหนังสือ ซึ่งจะมีความแตกต่างกับค่าของประเทศไทย ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้

ในกรณีการวิเคราะห์ปริมาณกาซมีเทนตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC ได้กำหนดค่าอัตราการย่อยสลายของมูลฝอยแต่ละชนิด (k) เป็นค่าที่ใช้โดยสากล ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะมีค่าน้อยกว่าของประเทศไทย (ชาติ, 2552) ซึ่งค่า k ของประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดไว้ และอยู่ระหว่างการศึกษา ดังนั้น การประเมินก๊าซมีเทนตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC กับ ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจริง อาจจะมีความคลาดเคลื่อนไปจากการประเมินในการศึกษาได้ นอกจากนี้ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นของประเทศไทยจะเกิดขึ้นมากในช่วง 2 – 3 ปีแรกหลังจากการฝังกลบ และก๊าซจะก๊าซหมดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจาก มีค่า k สูง เพราะปัจจัยทางด้านอุณหภูมิของประเทศไทยที่มีลักษณะร้อนชื้นเหมาะกับการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทำให้เกิดการย่อยสลายได้เร็ว เมื่อเทียบกับประเทศที่มีอากาศหนาวและแห้ง

3. ลักษณะในการคำนวณ

การประเมินปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎีมีวิธีการประเมินมาจากการคำนวณจากองค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอย ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน หลังจากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์เป็นสูตรโมเลกุลของมูลฝอยของประเทศไทย และจากค่าที่สำรวจเป็นผลการวิจัยของสถาบันการศึกษาต่างๆ ดังนั้น จึงคาดว่าจะมีความใกล้เคียงกับปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจริงมากกว่าการประเมินปริมาณก๊าซมีเทนตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC เนื่องจาก เป็นค่ามาตรฐานสากลที่ใช้ประเมินทั่วไป นอกจากนี้การประเมินด้วยวิธีนี้ ได้ประเมินจากองค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย ได้แก่ เศษอาหาร กระดาษ ใบไม้ สิ่งทอ ไม่ได้พิจารณาจากองค์ประกอบทางเคมีโดยตรง ซึ่งองค์ประกอบของมูลฝอยทางเคมีระหว่างประเทศไทยกับประเทศอื่นๆย่อมมีความแตกต่างกันตามลักษณะและกระบวนการผลิต ดังนั้น การประเมินตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC จึงอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้มากกว่า ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้จะส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนเครดิตที่คำนวณได้ แต่ผลตอบแทนที่ได้รับจากการขายคาร์บอนเครดิตไม่ขึ้นกับคาร์บอนเครดิตที่คำนวณได้ในเอกสารประกอบโครงการ แต่ขึ้นกับปริมาณก๊าซมีเทนที่ลดลงได้ที่เกิดจากตรวจวัดจริง

จากเหตุผลดังกล่าว การดำเนินโครงการ CDM จะพิจารณาปริมาณก๊าซมีเทนตามหลักเกณฑ์นี้เท่านั้น และความคลาดเคลื่อนในวิธีการประเมินตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC ไม่มีผลต่อการดำเนินโครงการ CDM เนื่องจาก ผลตอบแทนที่ได้รับจะขึ้นกับผลการตรวจวัดได้เท่านั้น

4.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่บรรยากาศในกรณีศึกษาต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC ในรูป 4.11 และ 4.12 จะทราบปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบในแต่ละปี แต่จากการดำเนินการฝังกลบของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง ซึ่งได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา ดังนั้น จึงมีรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการหลุมฝังกลบและระบบการรวบรวมก๊าซมาผลิตกระแสไฟฟ้าดังต่อไปนี้

- <u>หลุมฝังกลบมูลฝอยอ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา</u>

ระบบการรวบรวมก๊าซเพื่อนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าของหลุมฝังกลบมูลฝอยในปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการวางแผน ดังนั้นก๊าซที่เกิดจากมูลฝอยที่ฝังกลบในปี พ.ศ.2548 – 2551 จะถูกเผาทำลายโดยระบบ Flare

- <u>หลุมฝังกลบมูลฝอยอ.กำแพงแสน จ.นครปฐม</u>

จากการดำเนินงานหลุมฝังกลบมูลฝอยอ.กำแพงแสน ได้แบ่งการดำเนินการฝังกลบออกเป็น 3 ระยะ บนพื้นที่ 200 ไร่ สามารถรองรับมูลฝอยที่จะฝังกลบได้ประมาณ 10 ปี แต่ในปัจจุบันได้ปิดดำเนินการฝังกลบในระยะที่ 1 ซึ่งรองรับมูลฝอยตั้งแต่ปี พ.ศ.2548 – 2551 และก๊าซที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบในระยะที่ 1 จะถูกเผาทำลายโดยระบบ Flare

จากการดำเนินการของหลุมฝังกลบในปัจจุบัน พบว่า ยังไม่มีการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบ แต่ได้มีการวางแผนรวบรวมก๊าซเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในอนาคต ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึง กำหนดให้เริ่มมีการระบบผลิตกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ปี 2552 และมีการดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งระยะสั้น (10 ปี) ได้แก่ ปี 2552 – 2561 และระยะยาว (20ปี) ได้แก่ ปี 2552-2571 นอกจากนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ด้านประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซในช่วง 60 – 80% (UNFCCC, 2008) โดยการทำเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในกรณีศึกษาที่ 1, 2 และ ทางเลือก สำหรับกรณีฐาน ไม่มีการวิเคราะห์ Sensitivity เนื่องจาก เป็นการนำก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของมูลฝอยทั้งหมด แล้วนำมาคูณ 21 เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

4.5.1 กรณีฐาน

ประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นระหว่างปี 2552 – 2561 ซึ่งระบายสู่บรรยากาศโดยไม่มีการจัดการ (เผาทิ้ง) โดยแบ่งระยะเวลาการดำเนินการออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ ระยะสั้น และระยะยาว ดังนั้นกรณีฐาน จึงเป็นการคำนวณโดยนำก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของมูลฝอยทั้งหมดคูณกับค่าศักยภาพทำให้เกิดโลกร้อนของมีเทน (GWP) ซึ่งมีค่าเป็น 21 เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์ ตามที่ IPCC กำหนดไว้

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ตัวอย่างการคำนวณได้ใช้ข้อมูลจากหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา เมื่อวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในปี 2552 มีปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบ 4.2 ล้านตัน และมีปริมาณก๊าซมีเทนเกิดขึ้น 8,875.17 tCH_4 / yr. แสดงการคำนวณได้ในสมการ 4.4

<u>สมการ 4.4</u>

ปริมาณ CO_2e ที่ปล่อยสู่บรรยากาศ (tCO_2e/yr) = ปริมาณ CH_4 (tCH_4/yr) x GWP_{CH4}

แทนค่า

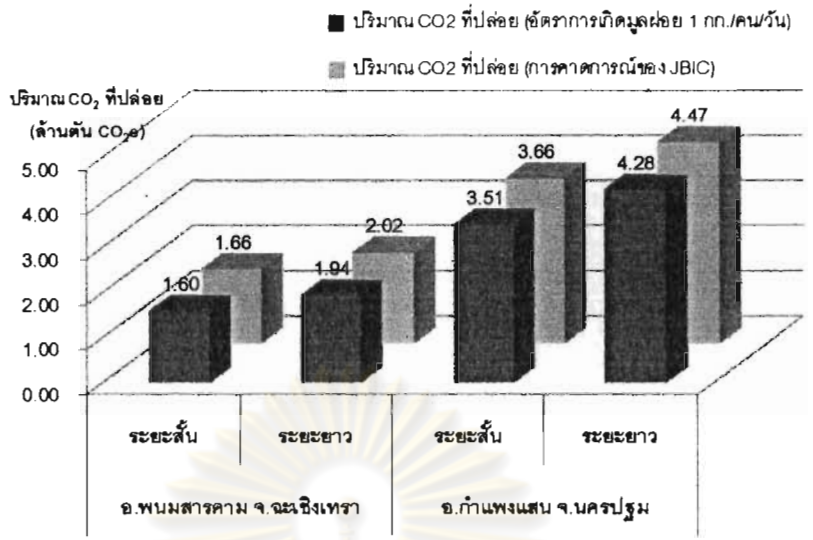
ปริมาณ CO_2e ที่ปล่อยสู่บรรยากาศ (tCO_2e/yr) = 8,875.17 (tCH_4/yr) x 21

ปริมาณ CO_2e ที่ปล่อยสู่บรรยากาศ (tCO_2e/yr) = 186,378.57 (tCO_2e/yr)

ดังนั้น ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากการฝังกลบที่หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม หากไม่มีการรวบรวมหรือการจัดการใดๆ จะมีการปล่อยก๊าซมีเทน 186,378.57 tCO_2e

รูป 4.14 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศในกรณีฐานของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่งในระยะสั้นและระยะยาว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.14 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศในกรณีฐาน

4.5.2 กรณีที่ 1

ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบจะถูกรวบรวมเพื่อนำมาเผาทิ้งก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดลดลงจากกรณีฐาน เนื่องจากมีการพิจารณาประสิทธิภาพของ Flare ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และผลจากการเผาไหม้ทำให้ก๊าซมีเทนเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีผลทำให้ค่าศักยภาพทำให้โลกร้อนลดลง

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ตัวอย่างการคำนวณได้ใช้ข้อมูลจากหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา เมื่อวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในปี 2552 มีปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบ 4.2 ล้านตัน และมีปริมาณก๊าซมีเทนเกิดขึ้น 8,875.17 tCH_4 / yr โดยกำหนดให้มีประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70%

จากสมการ 3.2 และ 3.3

$$PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} \times (1 - \eta_{flare,h}) \times \frac{GWP_{CH4}}{1000} \quad \text{..... (3.2)}$$

เมื่อ $PE_{flare,y}$ = ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากระบบ Flare ในปีที่ y (tCO_2e)

$TM_{RG,h}$ = อัตราการไหลของมวลของมีเทนในก๊าซที่เหลือทิ้งในชั่วโมง h (kg/h) สามารถคำนวณได้ในสมการ 3.3

$\eta_{flare,h}$ = ประสิทธิภาพของ Flare ในชั่วโมง h โดย UNFCCC Methodology และจากการสอบถามเจ้าของโครงการกำหนดให้มีค่า 50%

<u>คำนวณอัตราการไหลของมีเทนที่เหลือทิ้ง ($TM_{RG,h}$)</u> สามารถคำนวณได้จากสมการ 3.3

$$TM_{RG,h} = FV_{RG,h} \times fv_{CH4,RG,h} \times \rho_{CH4,n} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (3.3)$$

เมื่อ $FV_{RG,h}$ = อัตราการไหลเชิงปริมาตรของก๊าซที่เหลือทิ้ง (dry basis) ที่กรณีปกติในชั่วโมง h (m^3/h) คำนวณจากสมการ 4.5

$fv_{CH4,RG,h}$ = สัดส่วนปริมาตรก๊าซมีเทนในก๊าซที่เหลือทิ้ง (dry basis) ในชั่วโมง (57.6% หรือ 0.58) เป็นค่าที่วัดได้จริงจากโครงการโรงไฟฟ้าราชาเทวะ

$\rho_{CH4,n}$ = ความหนาแน่นของก๊าซมีเทนที่สภาวะปกติ (0.716 kg/m^3)

<u>คำนวณอัตราการไหลเชิงปริมาตรของก๊าซที่เหลือทิ้ง ($FV_{RG,h}$)</u>

เนื่องจากกรณีศึกษานี้ กำหนดสมมติฐานให้รวบรวมก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นทั้งหมดมาเผาทำลาย ดังนั้น จึงต้องมีการคำนวณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นทั้งหมด เมื่อก๊าซมีเทนมีสัดส่วนเป็น 57.6% ของก๊าซชีวภาพ และ h คือ 8,760 ชั่วโมง (1 ปี มีจำนวน 8,760 ชั่วโมง) โดยปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น 8,875.17 tCH_4 / yr และความหนาแน่นที่สภาวะปกติ 0.72 kg/m^3 (UNFCCC, 2007)

<u>สมการ 4.6</u>

แทนค่า ปริมาตรของก๊าซที่เหลือทิ้ง ($FV_{RG,h}$) = $\frac{\text{ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น } (tCH_4 / yr)}{\text{ความหนาแน่นของก๊าซมีเทน}}$

ปริมาตรของก๊าซที่เหลือทิ้ง ($FV_{RG,h}$) = $\frac{8{,}875.17\ tCH_4 / yr}{0.72\ kg/m^3}$

ปริมาตรของก๊าซที่เหลือทิ้ง ($FV_{RG,h}$) = 12,381,653.25 m^3/yr

จากก๊าซมีเทน คิดเป็น 57.6% ของก๊าซชีวภาพ ดังนั้น ถ้ามีก๊าซมีเทน 8,875.17 tCH_4 / yr หรือ 12,381,653.25 m^3/yr จะมีก๊าซชีวภาพปริมาตร 21,495,952.78 m^3/yr และที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% จะได้ 15,047,166.95 m^3/yr

แทนค่าในสมการ 3.3 จะได้

$$TM_{RG,h} = 15{,}047{,}166.95 \frac{m^3}{yr} \times 0.58 \times 0.72 \frac{kg}{m^3}$$

$$TM_{RG,h} = 6{,}205{,}684.61 \frac{kg\ CH_4}{yr}$$

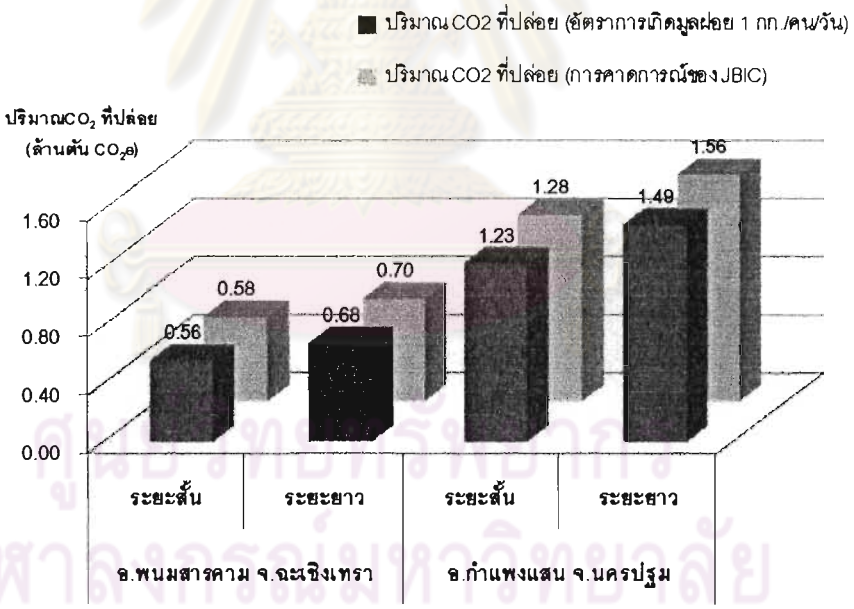
แทนค่าในสมการ 3.2 จะได้

$$PE_{flare,y} = 6{,}205{,}684.61 \frac{kg\ CH_4}{yr} \times (1 - 0.50) \times \frac{21}{1000}$$

$$PE_{flare,y} = 65{,}159.69\ tCO_2e\ /yr$$

ดังนั้น ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นหากมีกำจัดโดยการนำมาเผาทำลายในระบบ Flare โดยที่มีประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 65,160 ตันคาร์บอนออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) ในปี 2552 แต่ถ้าไม่มีการรวบรวมและเผาทำลายจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนออกไซด์เทียบเท่า 186,379 tCO_2e จะเห็นได้ว่า การรวบรวมก๊าซมีเทนมาเผาทำลายจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 65%

รูป 4.15 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศในกรณีที่มีการรวบรวมมาเผาทำลายในระบบ Flare ของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่งในระยะสั้น (10ปี) และระยะยาว (20ปี)



รูป 4.15 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศในกรณีที่ 1

4.5.3 กรณีที่ 2

ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในหลุมฝังกลบจะถูกรวบรวมเพื่อนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในโครงการและขายออกนอกระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยการใช้ก๊าซมีเทนจะช่วยทดแทนหรือลดปริมาณการผลิตกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ที่มีการใช้ถ่านหินและก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงโดยรวมซึ่งจะเกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ และในการวิจัยนี้ได้กำหนดสมมติฐานให้ ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าไว้ที่ 45.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลักษณะการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าของหลุมฝังกลบราชาเทวะ (UNFCCC, 2006) และได้วิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการนำก๊าซหลุมฝังกลบขยะไปผลิตกระแสไฟฟ้า พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่บรรยากาศลดลงจากกรณีฐานและกรณีที่1 สามารถแสดงค่าได้ดังรูป 4.16

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ตัวอย่างการคำนวณได้ใช้ข้อมูลจากหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา เมื่อวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในปี 2552 มีปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบ 4.2 ล้านตัน และมีปริมาณก๊าซมีเทนเกิดขึ้น 8,875.17 tCH_4 / yr โดยกำหนดให้มีประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% และมีประสิทธิภาพของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า 45.5%

จากสมการ 3.4

$$\text{ปริมาณก๊าซพลังงานที่เข้าระบบ } (\text{GJ/yr}) = \frac{\text{ปริมาณกระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่ผลิตได้} \times 3.6\ (\text{GJ/MWh})}{\text{ประสิทธิภาพของเครื่องจักร}}$$

จากผลการสัมภาษณ์พบว่า ก๊าซชีวภาพ 1 m^3 สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 1.2 kWh และจากกรณีที่ 1 ได้คำนวณปริมาตรก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นแล้ว จึงสามารถนำมาใช้ต่อในขั้นตอนนี้ได้

<u>คำนวณปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด (MWh)</u>

$$\text{ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh)} = \frac{\text{ปริมาตรก๊าซชีวภาพ} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{yr}}\right) \times 1.2}{1000}$$

แทนค่า

$$\text{ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh)} = \frac{15{,}047{,}166.95 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{yr}}\right) \times 1.2}{1000}$$

$$\text{ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh)} = 18{,}056.58 \text{ MWh}$$

แทนค่าในสมการ 3.4

$$\text{ปริมาณพลังงานที่เข้าระบบ (GJ/yr)} = \frac{18{,}056.58\ \text{MWh} \times 3.6\ (\text{GJ/MWh})}{0.46}$$

$$\text{ปริมาณพลังงานที่เข้าระบบ (GJ/yr)} = 142{,}865.23\ \text{GJ/yr}$$

เปลี่ยนพลังงานที่เข้าระบบ (GJ/yr) นำมาคำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทนที่เข้าระบบ ในหน่วย tCH_4/yr โดยการหารด้วย $0.037 GJ/m^3CH_4$ (IPCC, 2006) และความหนาแน่นของก๊าซมีเทน $7.168 \times 10^{-4}\ tCH_4/m^3\ CH_4$ (IPCC, 2006) ดังสมการ 3.5

<u>สมการ 3.5</u>

$$\text{ปริมาณก๊าซมีเทนที่เข้าระบบ } (tCH_4/yr) = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่เข้าระบบ } (GJ/yr)}{0.037\left(\frac{GJ}{m^3CH_4}\right) \times 7.168 \times 10^{-4}(tCH_4/m^3CH_4)}$$

แทนค่าในสมการ

$$\text{ปริมาณก๊าซมีเทนที่เข้าระบบ } (tCH_4/yr) = \frac{142{,}865.23\ GJ/yr}{0.037\left(\frac{GJ}{m^3CH_4}\right) \times 7.168 \times 10^{-4}(tCH_4/m^3CH_4)}$$

$$\text{ปริมาณก๊าซมีเทนที่เข้าระบบ } (tCH_4/yr) = 2{,}767.72\ tCH_4/yr$$

แปลงเป็นหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) โดยการคูณค่าศักภาพทำให้เกิดโลกร้อนของมีเทน (GWP_{CH4}) เท่ากับ 21 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการ 3.6

<u>สมการ 3.6</u>

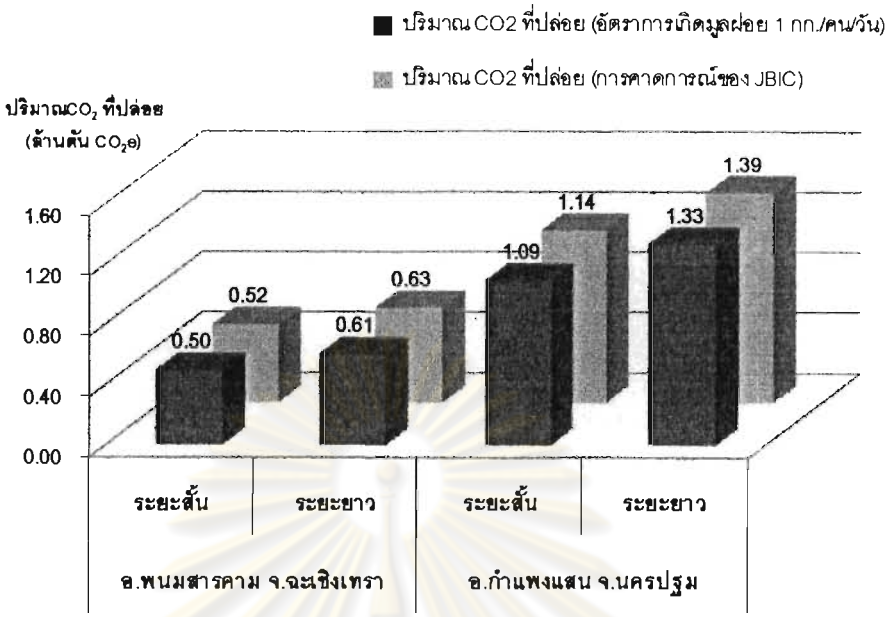
Baseline Emission จากการผลิตกระแสไฟฟ้า (tCO_2e)

$$= \text{ปริมาณก๊าซมีเทนที่เข้าระบบ } (tCH_4/yr) \times GWP_{CH4}$$

$$\text{Baseline Emission จากการผลิตกระแสไฟฟ้า } (tCO_2e/yr) = 2{,}767.72\ (tCH_4/yr) \times 21$$

$$\text{Baseline Emission จากการผลิตกระแสไฟฟ้า } (tCO_2e/yr) = 58{,}122.21\ tCO_2e/yr$$

ดังนั้น ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นหากมีกำจัดโดยการนำมาเผาทำลายในระบบ Flare โดยที่มีประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 58,122 ตันคาร์บอนออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) ในปี 2552 แต่ถ้าไม่มีการรวบรวมและเผาทำลายจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนออกไซด์เทียบเท่า 186,379 tCO_2e จะเห็นได้ว่า การรวบรวมก๊าซมีเทนมาเผาทำลายจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 69%



รูป 4.16 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศในกรณีที่ 2

การดำเนินการจัดการในกรณีที่ 2 สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในตาราง 4.20

ตาราง 4.20 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากการดำเนินโครงการในกรณีที่ 2

วิเคราะห์	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kWh)	
	ระยะสั้น (10ปี)	ระยะยาว (20ปี)
หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม		
1 กก./คน/วัน	154,887.20	188,369.69
JBIC	160,431.25	195,251.59
เฉลี่ย	**157,659.23**	**191,810.64**
หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน		
1 กก./คน/วัน	339,871.58	414,202.18
JBIC	354,922.26	432,671.68
เฉลี่ย	**347,396.92**	**423,436.93**

แหล่งที่มา : จากการคำนวณ

จากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 60 - 80% พบว่า

1. การดำเนินโครงการระยะสั้น มีความแตกต่างของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่บรรยากาศเปลี่ยนแปลงในช่วง 5 – 15% เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70%

2. การดำเนินโครงการระยะยาว มีความแตกต่างของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่บรรยากาศเปลี่ยนแปลงในช่วง 5 – 22% เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70%
3. การดำเนินโครงการระยะสั้นและระยะยาว ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่บรรยากาศที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 60% และ 65% มีความแตกต่างประมาณ 8% และ 2% ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 75 – 80%
4. เมื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่บรรยากาศ พบว่า กรณีฐานที่ไม่มีการรวบรวมหรือการจัดการก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น จะมีการปล่อยมากที่สุด รองลงมาคือ กรณีที่ 1 การเผาทำลายก๊าซมีเทนทิ้งก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ และ กรณีที่ 2 การนำก๊าซมีเทนมาผลิตกระแสไฟฟ้า ตามลำดับ

4.5.4 กรณีทางเลือกทำโครงการ CDM

การดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดในอนาคต (CDM) เป็นทางเลือกที่ผู้ดำเนินกิจการหลุมฝังกลบขยะสามารถดำเนินการได้ ซึ่งในการพิจารณาคาร์บอนเครดิตได้จากการดำเนินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 10 ปี จำนวน 1 ครั้ง (ไม่สามารถต่อสัญญาการขายเครดิตได้อีก) จะทำให้มีรายได้จากการขายเครดิตซึ่งถือเป็นการส่งเสริมโครงการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบให้เกิดความคุ้มค่าต่อการลงทุนมากขึ้นและได้ผลตอบแทนการลงทุนในระยะเวลาที่สั้นลง และในการวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถลดลงได้โดยการนำก๊าซจากหลุมฝังกลบไปผลิตกระแสไฟฟ้า ในปี 2552 – 2561 (ระยะสั้น) ตามลักษณะการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด แสดงได้รูป 4.17

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ตัวอย่างการคำนวณหาคาร์บอนเครดิตได้ใช้ข้อมูลจากหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา เมื่อวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในปี 2552 มีปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบ 4.2 ล้านตัน และมีปริมาณก๊าซมีเทนเกิดขึ้น 8,875.17 tCH_4 โดยกำหนดให้มีประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% โดยมีประสิทธิภาพการเผาทำลายของ Flare 50% และเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้ายี่ห้อ Caterpillar 3516LE ขนาด 1 เมกะวัตต์ ที่มีประสิทธิภาพ 45.5%

จากการคำนวณในกรณีศึกษาที่ 1 และ 2 พบว่า ที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% จะมีปริมาตรก๊าซชีวภาพ 15,047,166.95 m^3 นอกจากนี้ที่เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 1 MW ต้องมีก๊าซชีวภาพป้อนเข้าสู่ระบบ 700 m^3/hr ดังนั้นจะสามารถคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพที่เข้าระบบได้ 6,132,000 m^3 และมีก๊าซเหลือเผาทำลายในระบบ Flare 8,915,166 m^3

จากสมการ 3.7 – 3.18

การคำนวณหาคาร์บอนเครดิตสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad \text{..... (3.7)}$$

เมื่อ ER_y = ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงต่อปี (tCO_2e/yr)

BE_y = ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยเมื่อไม่มีโครงการต่อปี (tCO_2e/yr) คำนวณจากสมการ 3.8

PE_y = ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากการใช้กระแสไฟฟ้าในโครงการต่อปี (tCO_2e/yr) คำนวณจากสมการ 3.18

4.5.4.1 การคำนวณ Baseline Emission (BE_y)

$$BE_y = \left(MD_{project,y} - MD_{BL,y}\right) \times GWP_{CH4} + \left(EL_{LFG,y} \times CEF_{elec,BL,y}\right) + \left(ET_{LFG,y} \times CEF_{ther,BL,y}\right) \quad \text{..... (3.8)}$$

เมื่อ $MD_{project,y}$ = ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยเมื่อมีโครงการต่อปี (tCH_4) คำนวณจากสมการ 3.13

$MD_{BL,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ควรจะถูกทำลายต่อปีเมื่อไม่มีโครงการ (tCH_4) แต่ประเทศไทยไม่มีกฎหมายที่บังคับให้เต้องมีการรวบรวมและเผาทำลายก๊าซมีเทน ดังนั้นจึงมีค่าเป็น 0 tCH_4

GWP_{CH4} = ค่าศักยภาพทำให้เกิดโลกร้อนของก๊าซมีเทน (21 tCO_2e/ tCH_4) ตามข้อกำหนดในพันธกรณีแรก

$EL_{LFG,y}$ = ปริมาณกระแสไฟฟ้าสุทธิที่ผลิตจากก๊าซของหลุมฝังกลบระหว่างปี 2552 (MWh)

$CEF_{elec,BL,y}$ = ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แทนการผลิตกระแสไฟฟ้าปกติ มีค่า 0.5289 กำหนดโดยกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานในปี 2550 (tCO_2e / MWh)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$ET_{LFG,y}$ = ปริมาณการผลิตพลังงานความร้อนจากก๊าซของหลุมฝังกลบระหว่างปี (TJ) ในงานวิจัยนี้ กำหนดสมมติฐานให้ไม่มีการผลิตพลังงานความร้อน ดังนั้นจึงมีค่าเป็น 0 TJ

$CEF_{ther,BL,y}$ = ความเข้มของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แทนการผลิตพลังงงานความร้อนปกติ (tCO_2e / TJ) งานวิจัยนี้ใช้สมมติฐานว่า ไม่มีการนำก๊าซของหลุมฝังกลบขยะไปผลิตพลังงานความร้อน ดังนั้นจึงมีค่าเป็น 0 tCO_2e / TJ

จากสมการ 3.13

$$MD_{project,y} = MD_{flared,y} + MD_{electricity,y} + MD_{thermal,y} + MD_{PL,y}$$

เมื่อ $MD_{flared,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายโดยระบบ Flare (tCH_4) คำนวณจากสมการ 3.15

$MD_{electricity,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า (tCH_4) คำนวณจากสมการ 3.16

$MD_{thermal,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายที่ใช้ในการผลิตพลังงานความร้อน(tCH_4) และในงานวิจัยนี้ กำหนดสมมติฐานให้ไม่มีการผลิตพลังงานความร้อน ดังนั้นจึงมีค่าเป็น 0 tCH_4

$MD_{PL,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ใช้ในการส่งก๊าซธรรมชาติในท่อ (tCH_4) และในงานวิจัยนี้ กำหนดสมมติฐานให้ ไม่มีการใช้ในการส่งในท่อก๊าซธรรมชาติ ดังนั้นจึงมีค่าเป็น 0 tCH_4

จากสมการ 3.15

$$MD_{flared,y} = \left(LFG_{flared,y} \times W_{CH4,y} \times D_{CH4}\right) - \left(PE_{flared,y}/GWP_{CH4}\right)$$

เมื่อ $LFG_{flared,y}$ = ปริมาณมีเทนที่เข้าระบบ Flared ระหว่างปี 2552 (m^3)

$W_{CH4,y}$ = ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนมีเทนกับก๊าซจากหลุมฝังกลบระหว่างปี 2552 (m^3 CH_4 / m^3 LFG) พิจารณาจากเอกสารประกอบโครงการของการผลิตกระแสไฟฟ้าจากหลุมฝังกลบที่ราชาเทวะ มีค่าเท่ากับ 0.576 m^3 CH_4 / m^3 LFG

D_{CH4} = ความหนาแน่นของมีเทน (tCH_4 / m^3 CH_4) โดยคำนวณที่สภาวะมาตรฐานคือ อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1,013 บาร์ ก๊าซมีเทนจะมีความหนาแน่น 7.168×10^{-4} tCH_4 / m^3 CH_4

$PE_{flared,y}$ = ปริมาณมลภาวะที่ปล่อยออกจากระบบ Flared ในปี 2552 โดยใช้ "Tool the determine project emissions from flaring gases containing methane" คำนวณจากสมการ 3.2 และ 3.3

แทนค่าในสมการ 3.3 เมื่อ

ปริมาตรของก๊าซที่เหลือทิ้ง ($FV_{RG,h}$) = 8,915,166 m^3 LFG

$TM_{RG,h}$ = $8{,}915{,}166\ m^3LFG \times 0.576 \frac{m^3CH_4}{m^3LFG} \times 0.716 \frac{kg}{m^3CH_4}$

= 3,702,290.14 kg

แทนค่าในสมการ 3.2

$PE_{flare,y}$ = $3{,}702{,}290.14\ kg \times (1 - 0.50) \times \frac{21}{1000}$

= 38,605.87 tCO_2e

แทนค่าในสมการ 3.15

$MD_{flared,y}$ = $\left(8{,}915{,}166\ m^3 \times 0.576 \frac{m^3}{CH_4} \times 7.168 \times 10^{-4} \frac{tCH_4}{m^3LFG}\right) - 38{,}605.87\ tCO_2e$

$MD_{flared,y}$ = 1,842.48 tCH_4

<u>จากสมการ 3.16</u>

$$MD_{electricity,y} = (LFG_{electricity,y} \times W_{CH4,y} \times D_{CH4}) \quad \text{..... (3.16)}$$

เมื่อ $MD_{electricity,y}$ = ปริมาณมีเทนที่ถูกทำลายโดยใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในปี 2552

$LFG_{electricity,y}$ = ปริมาณก๊าซจากหลุมฝังกลบที่เข้าสู่ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า(m^3) ในปี 2552

แทนค่า $MD_{electricity,y}$ = $6{,}132{,}000\ m^3 \times 0.576 \frac{m^3CH_4}{m^3LFG} \times 7.168 \times 10^{-4} \frac{tCH_4}{m^3CH_4}$

$MD_{electricity,y}$ = 2,531.76 tCH_4

ดังนั้นแทนค่าในสมการ 3.13 เพื่อคำนวณ $MD_{project,y}$

$MD_{project,y}$ = $1{,}842.48\ tCH_4 + 2{,}531.76\ tCH_4 + 0\ tCH_4 + 0\ tCH_4$

= 4,374.24 tCH_4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5.4.2 การคำนวณ Project Emission (PE_y)

<u>คำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากโครงการ จากสมการ 3.18</u>

$$PE_y = PE_{EC,y} = \sum_j EC_{PS,j,y} \times EF_{EL,j,y} \times (1 + TDL_{j,y}) \ldots\ldots (3.18)$$

เมื่อ $EC_{PS,j,y}$ = ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการต่อปี (MWh)

$EF_{EL,j,y}$ = Emission Factor ของการการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปี 2006 (tCO_2/MWh) สำหรับค่าที่ใช้ในประเทศไทยกำหนดให้ มีค่า 0.59 tCO_2/MWh

$TDL_{j,y}$ = ค่าความสูญเสียในระหว่างการขนส่งและกระจายกระแสไฟฟ้าไปสู่ผู้ใช้เฉลี่ย ในปี 2552 โดย UNFCCC กำหนดให้ใช้ค่า default คือ 3%

<u>คำนวณหาปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh)</u>

จากผลการสัมภาษณ์พบว่า ก๊าซชีวภาพ 1 m^3 สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 1.2 kWh และมีการใช้แระแสไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการคิดเป็น 20% ของปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้

ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh) = $\frac{\text{ปริมาตรก๊าซชีวภาพ } (m^3) \times 1.2}{1000}$

แทนค่า

ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh) = $\frac{6{,}132{,}000\ (m^3) \times 1.2}{1000}$

ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh) = 7,358.40 MWh

ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการ(MWh) = 7,358.40 MWh x 20%

= 1,471.68 MWh

ดังนั้น ปริมาณกระแสไฟฟ้าสุทธิที่ขายให้กับการไฟฟ้า

= 7,358.40 MWh -1,471.68 MWh

= 5,886.72 MWh

แทนค่าในสมการ 3.18

$PE_{EC,y}$ = $1{,}471.68\ \text{MWh} \times 0.52 \frac{tCO_2}{\text{MWh}} \times (1 + 0.03)$

= 788.23 tCO_2e

แทนค่าในสมการ 3.8

$$BE_y = (4{,}374.24\ tCH_4 - 0\ tCH_4) \times 21 \frac{tCO_2e}{tCH_4} + \left(5{,}886.72\ \text{MWh} \times 0.5289 \frac{tCO_2e}{\text{MWh}}\right)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

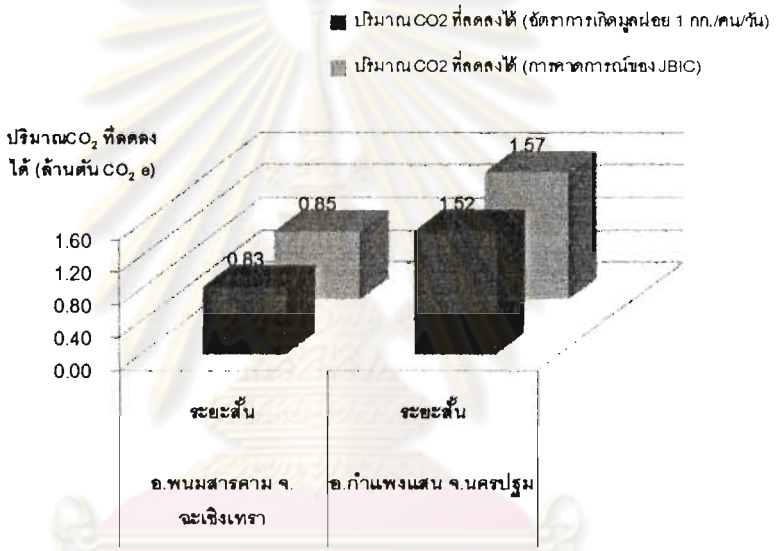
= 99,217.44 tCO_2e

แทนค่าคำนวณคาร์บอนเครดิตในสมการ 3.7

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

= 99,217.44 tCO_2e – 788.23 tCO_2e = 98,429.21 tCO_2e

ดังนั้น หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม หากมีการดำเนินโครงการ CDM จะช่วยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 98,429 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี 2552 (มีสรุปตัวเลขการคำนวณของปีอื่นๆ ในภาคผนวก ฉ)



รูป 4.17 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ลดลงได้ในกรณีทางเลือก

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ลดลงได้ หรือ ปริมาณคาร์บอนเครดิต จากการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) เมื่อวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กิโลกรัม/คน/วัน และจากการคาดการณ์ของ JBIC มีความแตกต่างไม่เกิน 1% นอกจากนี้ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 60 – 80% มีผลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงได้ โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 5 –12% เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70%

4.6 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน

การวิจัยนี้ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการโดยพิจารณาอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return; IRR) เป็นอัตราที่แสดงถึงความสามารถในการก่อให้เกิดรายได้โดยเฉลี่ยจากการลงทุนตลอดอายุโครงการ รายการต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับที่นำมาพิจารณาได้ทำการศึกษาโดยการรวบรวมข้อมูลและสอบถามจากหน่วยงานราชการและเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการ CDM เช่น องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หน่วยงานภาคเอกชน บริษัทที่ปรึกษาผู้รับดำเนินโครงการ CDM เป็นต้น

การวิเคราะห์ความเป็นได้ไปในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 กรณี ได้แก่ การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ โดยไม่พิจารณาตามการดำเนินโครงการ CDM และ พิจารณาผลประโยชน์ที่ได้จากการดำเนินโครงการ CDM ทั้งนี้ การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ กำหนดสมมติฐานให้

1. การลงทุนเป็นการกู้เงินจากภาครัฐจำนวน 50 ล้านบาท มีอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 4 ต่อปี และผ่อนชำระเงินกู้ปีละ 7.20 ล้านบาท สำหรับการลงทุนในโครงการพลังงานหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
2. เงินลงทุนส่วนเกินจาก 50 ล้านบาทมีการกู้สินเชื่อจากธนาคารพาณิชย์ โดยมีอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.65 ต่อปี และผ่อนชำระเงินกู้ปีละ 2.80 ล้านบาท

4.6.1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ โดยไม่พิจารณาการดำเนินตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM)

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ โดยไม่พิจารณาตามการดำเนินตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6.1.1 <u>ต้นทุน</u> ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่และต้นทุนต่อเนื่อง

(1) ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศ

งานวิจัยนี้ กำหนดสมมติฐานให้ใช้เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า Caterpillar จาก บริษัท เมโทรแมชีนเนอรี่ จำกัด เนื่องจาก เป็นเครื่องที่คาดว่าจะใช้จริง มีราคาประมาณ 25 – 50 ล้านบาท และค่าวางระบบท่อรวบรวมก๊าซเฉลี่ย 500,000 บาท (สำรวจข้อมูล กุมภาพันธ์ 2552) แต่สำหรับอุปกรณ์อื่นๆไม่ได้ระบุ รุ่นและยี่ห้อ จึงมีการสำรวจราคาตลาดของอุปกรณ์ของบริษัทต่างๆ โดยพิจารณาจาก อัตราการไหลของก๊าซที่เข้าเครื่อง 700 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m^3/hr) ซึ่งเป็นอัตราไหลของก๊าซที่เข้าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่สอบถามจากบริษัทต่างๆ พบว่า ค่าใช้จ่ายกี่ยวกับอุปกรณ์และค่าติดตั้งทั้งหมดประมาณ 47.23 - 73.95 ล้านบาท แบ่งเป็น

1. ค่าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า มีราคาอยู่ในช่วง 25 – 35 ล้านบาท ขึ้นกับรุ่นและการปรับฟังก์ชันต่างๆ
2. ค่าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเพื่อส่งเข้าสู่สายไฟฟ้าของการไฟฟ้า ราคาประมาณ 3.00 ล้านบาท (สำรวจจาก Bionersis Project Thailand1, 2008)
3. ค่าเจาะบ่อและวางระบบท่อรวบรวมก๊าซ เฉลี่ย 3.20 – 10.00 ล้านบาท (สำรวจจาก Bionersis Project Thailand1, 2008)
4. ราคาอุปกรณ์บำบัดก๊าซ (*สำรวจจาก Bionersis Project Thailand1, 2008)

4.1	Blower	ราคาอยู่ในช่วง	0.025 – 0.050	ล้านบาท
4.2	Dryer *	ราคาอยู่ในช่วง	3.75 – 10.00	ล้านบาท
4.3	Activated Carbon*	ราคาอยู่ในช่วง	3.00 – 6.00	ล้านบาท
4.4	Flare	ราคาอยู่ในช่วง	5.50 – 9.90	ล้านบาท

(2) ต้นทุนต่อเนื่อง ได้แก่

- ค่าจ้างแรงงานประจำโครงการ

จากการดูงานที่หลุมฝังกลบมูลฝอยอ.กำแพงแสน จ.นครปฐม พบว่า มีวิศวกรประจำโครงการจำนวน 4 คน โดยกำหนดให้ มีค่าตอบแทนเดือนละ 25,000 บาทต่อคน และ

แม่บ้านดูแลอาคารจำนวน 1 คน มีค่าตอบแทนเดือนละ 8,000 บาท รวมทั้งสิ้นมีการจ่ายผลตอบแทนให้กับพนักงงาน 108,000 บาทต่อเดือน หรือ 1.30 ล้านบาทต่อปี และจากการสำรวจค่าใช้จ่ายจากโครงการ Bionersis Project Thailand1 มีค่าจ้างแรงงาน 2.00 ล้านบาทต่อปี

- ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์

ค่าดูแลรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆภายในโครงการกำหนดสมมติฐานให้มีค่า 0.019 EUR / kWh และแสดงรายละเอียดการคำนวณในตาราง 4.21 พบว่า หลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสน มีค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์ประมาณ 65 และ 70 ล้านบาท ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.21 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ขาย และค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์

ปี	หลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม			หลุมฝังกลบมูลฝอย อ.กำแพงแสน		
	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh)	ค่าบำรุงรักษา (ล้านบาท)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ขายได้ (MWh)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh)	ค่าบำรุงรักษา (ล้านบาท)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ขายได้ (MWh)
2552	7,358.40	6.99	5,886.72	7,358.40	6.99	5,886.72
2553	7,358.40	6.99	5,886.72	7,358.40	6.99	5,886.72
2554	7,358.40	6.99	5,886.72	7,358.40	6.99	5,886.72
2555	7,358.40	6.99	5,886.72	7,358.40	6.99	5,886.72
2556	7,358.40	6.99	5,886.72	7,358.40	6.99	5,886.72
2557	7,358.40	6.99	5,886.72	7,358.40	6.99	5,886.72
2558	7,042.83	6.69	5,634.26	7,358.40	6.99	5,886.72
2559	6,291.50	5.98	5,033.20	7,358.40	6.99	5,886.72
2560	5,676.60	5.39	4,541.28	7,358.40	6.99	5,886.72
2561	5,162.08	4.90	4,129.66	7,358.40	6.99	5,886.72
รวม	68,323.40	64.91	54,658.73	73,584.00	69,91	58,867.20

แหล่งที่มา : มาจากการคำนวณปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้และค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์อัตรา 0.019 EUR / kWh และปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ขายคิดเป็น 80% ของกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ต่างๆ

ในการติดตั้งระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าและระบบรวบรวมก๊าซจะมีอายุการใช้งานของแต่ละอุปกรณ์ และจากการสอบถามจากผู้ขายได้ระบุว่า เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้ามีอายุการใช้งาน 10 ปี ดังนั้น จึงไม่มีการเปลี่ยนเครื่องระหว่างการดำเนินโครงการ แต่สำหรับอุปกรณ์อื่นๆ จะมีการเปลี่ยนทุก 5 ปี เนื่องจาก ก๊าซที่เข้าระบบมีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบทำให้อุปกรณ์เสื่อมอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในงานวิจัยนี้ กำหนดสมมติฐานให้ อุปกรณ์อื่นมีการเปลี่ยนชุดในปีที่ 6 จึงต้องมีการลงทุนค่าอุปกรณ์ต่างๆ อีก 22.23 – 38.95 ล้านบาท

- ค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงิน

การประกอบธุรกิจกำหนดให้มีการกู้เงินจากสถาบันการเงินลงทุน และมีอัตราดอกเบี้ย 4% เนื่องจาก หลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง ใช้เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้ายี่ห้อและรุ่นเดียวกัน ดังนั้น จำนวนเงินที่กู้จึงมีค่าเท่ากัน แต่การกู้เงินตามนโยบายการส่งเสริมการผลิตพลังงานทดแทนสามารถกู้ได้ 50 ล้านบาทต่อ 1 โครงการ และต้องชำระคืนเสร็จสิ้นภายในระยะเวลา 7 ปี ดังนั้น การวิจัยนี้จึงกำหนดสมมติฐานให้มีการกู้เงินตามนโยบายจำนวน 50 ล้านบาท จะเสียดอกเบี้ยอัตราร้อยละ 4.00 ต่อปี และเงินส่วนเกินกู้กับธนาคารพาณิชย์เพื่อการลงทุน มีอัตราดอกเบี้ยเฉลี่ยร้อยละ 6.65 ต่อปี (แหล่งที่มา: ธนาคารไทยพาณิชย์, 23 เมษายน 2552) โดยต้นทุนที่ทั้งหมดประมาณ 60.59 ล้านบาท และใช้ชำระเงินกู้ตามนโยบายปีละ 7.20 ล้านบาท และชำระเงินกู้จากกธนาคารพาณิชย์ปีละ 2.80 ล้านบาทมีดอกเบี้ยที่ต้องชำระทั้งสิ้นประมาณ 9.65 ล้านบาท แสดงในตาราง 4.22

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.22 ดอกเบี้ยเงินกู้ที่อัตราร้อยละ 4 ต่อปี สำหรับการกู้เงินตามนโนบายของกระทรวงพลังงาน และอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.65 ต่อปี สำหรับการกู้เงินจากธนาคารพาณิชย์

ปี	เงินกู้ตามนโยบาย (บาท)		เงินกู้จากธนาคารพาณิชย์ (บาท)	
	จำนวนเงินคงค้าง (บาท)	ดอกเบี้ยเงินกู้ (บาท)	จำนวนเงินคงค้าง (บาท)	ดอกเบี้ยเงินกู้ (บาท)
2552	50,000,000	2,000,000	10,590,000	704,235
2553	42,800,000	1,712,000	7,790,000	518,035
2554	35,600,000	1,424,000	4,990,000	331,835
2555	28,400,000	1,136,000	2,190,000	145,635
2556	21,200,000	848,000	-	-
2557	14,000,000	560,000	-	-
2558	6,800,000	272,000	-	-
2559	-	-	-	-
2560	-	-	-	-
2561	-	-	-	-
รวม	-	7,952,000	-	1,699,740

แหล่งที่มา : จากการคำนวณต้นทุนที่ใช้ลงทุน

- ภาษีรายได้จากการขายกระแสไฟฟ้า

การประกอบธุรกิจจะต้องเสียภาษีรายได้นิติบุคคลจากการขายกระแสไฟฟ้า 30% ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ขายได้ ซึ่งรายได้จากการขายกระแสไฟฟ้าจะมาจาก 2 ส่วน ได้แก่ ราคาขายไฟ 1.70 บาทต่อหน่วย และส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากการขายปกติอีก 2.50 บาทต่อหน่วย สำหรับพลังงานจากขยะ

4.6.1.2 <u>ผลประโยชน์ที่ได้รับ</u> ได้แก่ รายได้จากการขายไฟฟ้า

จากการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 เมกะวัตต์ (MW) ด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอย ถือว่า เป็นผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก ไม่เกิน 10 MW (VSPP) มีรายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า 2 ส่วน ได้แก่ รายได้จากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเฉลี่ย 1.70

บาทต่อหน่วย และรายได้จากส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากการขายไฟปกติ (ขยะ) 2.50 บาทต่อหน่วย เป็นระยะเวลา 7 ปี นับตั้งแต่วันเริ่มต้นซื้อขายไฟฟ้าตามสัญญา (ในตาราง 4.23)

ตาราง 4.23 ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากการขายไฟปกติ

ประเภทพลังงาน	ให้ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า[4/]
ชีวมวล[1/]	30 สตางค์/หน่วย
ก๊าซชีวภาพ	30 สตางค์/หน่วย
พลังน้ำขนาดเล็กต่ำกว่า 50 กิโลวัตต์	80 สตางค์/หน่วย
พลังน้ำขนาดเล็กตั้งแต่ 50-200 กิโลวัตต์	40 สตางค์/หน่วย
ขยะ[2/]	2.50 บาท/หน่วย
ลม	2.50 บาท/หน่วย
แสงอาทิตย์[3/]	8 บาท/หน่วย

หมายเหตุ: 1/ ชีวมวล หมายถึง กากหรือเศษวัสดุเหลือใช้ในการเกษตร หรือกากจากการผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เศษไม้ หรือไม้จากการปลูกป่าเชื้อเพลิง

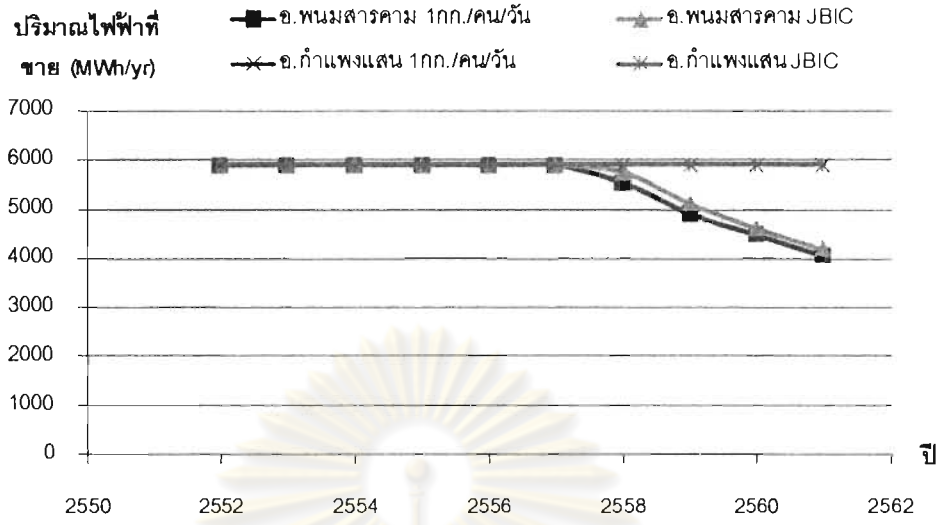
2/ ขยะ หมายถึง ขยะชุมชนทุกเทคโนโลยี

3/ พลังงานแสงอาทิตย์ หมายความรวมถึงการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ในการผลิตน้ำร้อนเพื่อผลิตไฟฟ้า (Solar Thermal)

4/ หน่วย หมายถึง พลังงานไฟฟ้า = 1 Kilowatt-Hour.

แหล่งที่มา : กระทรวงพลังงาน , 2545

จากมติของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ในการประชุม เมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2552 เห็นชอบให้ปรับส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า "Adder" จากพลังงานหมุนเวียน เพื่อส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานทดแทนมากขึ้น เพิ่มความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศในอนาคต ขยะที่นำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้มีการเพิ่ม Adder สำหรับการแปลงขยะเป็นพลังงานไฟฟ้าอีก 1 บาท/หน่วย ถ้าใช้เทคโนโลยีพลังงานความร้อน เช่น Gasifier หรือเตาเผาปลอดมลพิษ เพื่อช่วยจูงใจนักลงทุน เนื่องจากการจัดการขยะทั้งจากชุมชนและจากอุตสาหกรรมในขั้นตอนแรกเพื่อให้เป็นเชื้อเพลิงขยะ (RDF) มีต้นทุนสูง การแปลงขยะเป็นพลังงานนับว่าเป็นธุรกิจที่มีโอกาสทางธุรกิจค่อนข้างสูงจากการปรับ Adder (ที่มา: หนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ, 2552) แต่โครงการในงานวิจัยไม่ได้เป็นการนำพลังงานความร้อนไปใช้ ดังนั้น จึงยังคงใช้ส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากการขายไฟปกติ 2.50 บาท/หน่วย



รูป 4.18 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ขายได้ (MWh) ของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่งในปีต่างๆ

ตาราง 4.24 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ขาย, รายได้จากการขายไฟฟ้า, ส่วนเพิ่มจากการขายไฟฟ้า (Adder) และภาษีรายได้จากการขายไฟฟ้า

วิเคราะห์	ปริมาณไฟฟ้าที่ขาย (MWh)	รายได้จากการขายไฟฟ้า (ล้านบาท)		ภาษีรายได้จากการขายไฟฟ้า (ล้านบาท)
		ขายไฟปกติ (1.70 บาท/kWh)	Adder (2.50 บาท/kWh)	
หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม				
1 กก./คน/วัน	54,312	92.33	102.11	58.34
JBIC	55,013	93.52	102.66	58.86
เฉลี่ย	**54,663**	**92.93**	**102.39**	**58.60**
หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน				
1 กก./คน/วัน	58,867	100.07	103.02	60.93
JBIC	58,867	100.07	103.02	60.93
เฉลี่ย	**58,867**	**100.07**	**103.02**	**60.93**

แหล่งที่มา : การคำนวณ

ตาราง 4.25 ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้รับในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยไม่พิจารณาผลประโยชน์ด้าน CDM

รายการ	จำนวนเงินของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม (ล้านบาท)		จำนวนเงินของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน (ล้านบาท)	
	1 กก./คน/วัน	การคาดการณ์ของ JBIC	1 กก./คน/วัน	การคาดการณ์ของ JBIC
ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศ	47.23 - 73.95	47.23 - 73.95	47.23 - 73.95	47.23 - 73.95
ต้นทุนต่อเนื่อง ได้แก่				
• ค่าจ้างแรงงานประจำโครงการ	13.00 - 20.00	13.00 - 20.00	13.00 - 20.00	13.00 - 20.00
• ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์	22.23 – 38.95	22.23 – 38.95	22.23 – 38.95	22.23 – 38.95
• ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์	64.91	64.91	69.91	69.91
• ค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงิน	8.52	8.52	8.52	8.52
• ภาษีรายได้จากการขายไฟฟ้า	58.32	58.87	60.93	60.93
ผลประโยชน์ที่ได้รับ ได้แก่ รายได้จากการขายไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้านครหลวง	194.39	196.23	203.09	203.09

แหล่งที่มา : จากการรวบรวมข้อมูล, สัมภาษณ์ และคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ต้นทุนและผลประโยชน์ในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ โดยไม่พิจารณาการดำเนินโครงการ CDM ดังกล่าวทั้งหมดสามารถสรุปดังตาราง 4.25 โดยหลุมฝังหลบ อ.พนมสารคาม เกิดผลประโยชน์ที่ได้รับแตกต่างกันระหว่างการวิเคราะห์ปริมาณมูลฝอยจากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน และการคาดการณ์ของ JBIC แต่สำหรับหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน ผลประโยชน์ที่ได้รับเท่ากันระหว่างการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี เนื่องจาก ถูกจำกัดด้วยขนาดของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ขนาด 1 เมกะวัตต์ ทำให้ปริมาณไฟที่ขายได้เท่ากัน (ตาราง 4.24)

เมื่อนำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่า NPV และ IRR โดยกำหนดสมมติฐานให้อัตราลดเท่ากับ 4% ตามอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ สรุปได้ดังตาราง 4.26

ตาราง 4.26 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนในกรณีที่ไม่พิจารณาผลประโยชน์ทางด้าน CDM เมื่อกำหนดสมมติฐานให้มีอัตราลด 4%

วิเคราะห์	ความคุ้มค่าในการลงทุน			ปีที่คุ้มทุน
	B / C ratio	NPV	IRR	
หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม				
1 กก./คน/วัน	0.65	- 85.01 ล้านบาท	-	-
JBIC	0.65	-84.74 ล้านบาท	-	-
เฉลี่ย	**0.65**	**-84.88 ล้านบาท**	-	-
หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน				
1 กก./คน/วัน	0.66	-84.55 ล้านบาท	-	-
JBIC	0.66	-84.55 ล้านบาท	-	-
เฉลี่ย	0.66	-84.55 ล้านบาท	-	-

แหล่งที่มา : จากการคำนวณ

จากผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนดังตาราง 4.26 การดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบเป็นระยะเวลา 10 ปี (2552 - 2561) โดยไม่พิจารณาผลตอบแทนทางด้านคาร์บอนเครดิตไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจาก

1. ค่า Benefit / Cost Ratio มีค่าน้อยกว่า 1 นั่นคือ มีผลประโยชน์ที่ได้รับน้อยกว่าต้นทุน
2. ค่า NPV มีค่า เป็นลบนั่นคือ ขาดทุน โดยคิดมูลค่า ณ ปัจจุบัน

3. ค่า IRR เป็นการเกิดอัตราผลตอบแทนภายในโครงการพบว่า ไม่สามารถคำนวณได้ เนื่องจาก ไม่มีความคุ้มทุนในการดำเนินโครงการ

จากผลการวิเคราะห์นี้ แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดการขาดทุน ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ต่างๆ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ซึ่งขึ้นกับขนาดของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่กำหนดขนาดที่ 1 เมกะวัตต์ (MW) ทำให้เกิดก๊าซเผาทิ้งจำนวนมาก ทำให้การคืนทุนเป็นไปได้ค่อนข้างยาก ดังนั้นหากไม่มีการดำเนินโครงการ CDM ควรจะมีการเพิ่มขนาดของเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อที่จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้นและมีความคุ้มทุนมากยิ่งขึ้น

4.6.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ และพิจารณาผลประโยชน์ที่ได้จากการดำเนินตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM)

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ และพิจารณาผลประโยชน์ที่ได้จากการดำเนินตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) เป็นระยะเวลา 10 ปี ประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

4.6.2.1 <u>ต้นทุน</u> ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่และต้นทุนต่อเนื่อง

(1) ต้นทุนคงที่ ได้แก่

- ค่าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศ

มีรายละเอียดเช่นเดียวกับกรณี 1 นั่นคือ ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอุปกรณ์และค่าติดตั้งทั้งหมดประมาณ 47.23 - 73.95 ล้านบาท

- อัตราการค่าธรรมเนียมในการวิเคราะห์ ตรวจสอบและติดตามผลโครงการ

เป็นค่าธรรมเนียมที่เรียกเก็บโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) เพื่อใช้ในการตรวจสอบและรับรองโครงการ โดยมีอัตราการเรียกเก็บ คือ โครงการที่ลดก๊าซเรือนกระจกได้น้อยกว่า 15,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) มีอัตราค่าธรรมเนียมโครงการละ 75,000 บาท สำหรับโครงการที่ลดก๊าซเรือนกระจกได้มากกว่า 15,000 tCO_2e มีอัตราค่าธรรมเนียมโครงการ 10 บาทต่อคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) แต่ไม่เกิน 900,000 บาท (สำรวจข้อมูล ธันวาคม 2551)

ดังนั้น จากกรณีทางเลือกเพื่อดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และ หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน โดยพิจารณาประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% สรุปดังตาราง 4.27

ตาราง 4.27 อัตราค่าธรรมเนียมในการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และติดตามผลโครงการ

วิเคราะห์	ค่าธรรมเนียมในการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และติดตามผลโครงการ	
	CO_2 ที่ลดได้ (tCO_2e)	ค่าธรรมเนียม (บาท)
หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม		
1 กก./คน/วัน	830,577	900,000
JBIC	850,085	900,000
เฉลี่ย	**848,331**	**900,000**
หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน		
1 กก./คน/วัน	1,516,616	900,000
JBIC	1,571,049	900,000
เฉลี่ย	**1,543,883**	**900,000**

แหล่งที่มา : จากการคำนวณ

จากการวิเคราะห์ในตาราง 4.27 พบว่า หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน มีอัตราค่าธรรมเนียมในการวิเคราะห์ ตรวจสอบและติดตามผลโครงการประมาณ 900,000 บาท

- ค่าจัดทำเอกสารประกอบโครงการ (PDD)

ค่าใช้จ่ายในการจัดทำเอกสารประกอบโครงการ (PDD) และ การตรวจเอกสารประกอบโครงการ (Validation) เป็นราคาที่ตกลงกันระหว่างเจ้าของโครงการกับบริษัทที่ปรึกษา (สำรวจข้อมูล ธันวาคม 2551) จากการสำรวจสามารถสรุปได้ดังนี้

ตาราง 4.28 ค่าจัดทำเอกสารประกอบโครงการ (PDD)

แหล่งที่มา	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)	1.5 – 2.0 ล้าน
2. บริษัทที่ปรึกษา	1.6 - 1.8 ล้าน
เฉลี่ย	**1.5 – 2.0 ล้าน**

แหล่งที่มา : จากการรวบรวมข้อมูลและการสอบถาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ค่าจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (IEE)

ค่าใช้จ่ายในการจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น ประมาณ 30,000 บาท (สำรวจข้อมูล พฤษภาคม 2551)

- ค่าติดตามตรวจสอบโครงการ (Monitoring)

ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการตรวจสอบโครงการโดย Designated Operational Entity (DOE) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ได้รับการรับรองจาก UNFCCC ในการติดตามตรวจสอบโครงการว่ามีการดำเนินการถูกต้อง มีค่าใช้จ่ายประมาณ 150,000 – 300,000 บาท (สำรวจข้อมูล ธันวาคม 2551)

- ค่าขึ้นทะเบียนรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับ Executive Board CDM (EB CDM)

การรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยคณะกรรมการของ UNFCCC มีค่าธรรมเนียมในแต่ละครั้ง โดยมีอัตราการเรียกเก็บ คือ โครงการที่ลดก๊าซเรือนกระจกได้น้อยกว่า 15,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) มีอัตราค่าธรรมเนียม US$ 0.1 ต่อ CER สำหรับโครงการที่ลดก๊าซเรือนกระจกได้มากกว่า 15,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) มีอัตราค่าธรรมเนียม US$ 0.2 ต่อ CER แต่ไม่เกิน US$ 350,000 หรือ 12.14 ล้านบาท (สำรวจข้อมูล ธันวาคม 2551) เมื่ออัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราในวันที่ 1 - 16 กุมภาพันธ์ 2552 ที่ US$ 1 มีค่าเท่ากับ 34.68 บาท (กรมศุลกากร, 2552)

ดังนั้น จากกรณีทางเลือกเพื่อดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และ หลุมฝังกลบอ.กำแพงแสน โดยพิจารณาประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% จะมีค่าขึ้นทะเบียนรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สรุปได้ดังตาราง 4.29

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.29 ค่าขึ้นทะเบียนรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

วิเคราะห์	ค่าขึ้นทะเบียนรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	
	CO_2 ที่ลดได้ (tCO_2e)	ค่าธรรมเนียม (ล้านบาท)
หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม		
1 กก./คน/วัน	830,577	5.76
JBIC	850,085	5.90
เฉลี่ย	**848,331**	**5.83**
หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน		
1 กก./คน/วัน	1,516,616	10.52
JBIC	1,571,049	10.90
เฉลี่ย	**1,543,883**	**10.71**

แหล่งที่มา : จากการคำนวณ

จากการวิเคราะห์ในตาราง 4.29 พบว่า หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน มีค่าขึ้นทะเบียนรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับ Executive Board CDM ประมาณ 5.83 และ 10.71 ล้านบาท ตามลำดับ

- ค่าดำเนินการ (Transaction Cost)

การดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการระหว่างเจ้าของโครงการกับบริษัทที่ปรึกษา เช่น การติดต่อสื่อสาร การเดินทาง ค่าประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาของ Anonen, H. และ Hamekeoki, K. (2005) เรื่อง Transaction costs under the Finish CDM/JI Programme พบว่าค่าดำเนินการของ CDM มีช่วงอยู่ระหว่าง 19,000 – 121,000 ปอนด์ ดังนั้น การวิจัยนี้จึงกำหนดสมมติฐานให้ ราคาดำเนินการมีค่า 70,000 ปอนด์ หรือ 3.07 ล้านบาท

(2) ต้นทุนต่อเนื่อง ได้แก่

- ค่าจ้างแรงงานประจำโครงการ

จากการไปดูงานที่หลุมฝังกลบมูลฝอยอ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ได้มีการจ้างงาน ตำแหน่งวิศวกรประจำโครงการจำนวน 4 คน กำหนดให้ มีค่าตอบแทนเดือนละ 25,000 บาทต่อคน และแม่บ้านดูแลอาคารจำนวน 1 คน มีค่าตอบแทนเดือนละ 8,000 บาท รวมทั้งสิ้นมีการ

จ่ายผลตอบแทนให้กับพนักงงาน 108,000 บาทต่อเดือน หรือ 1,296,000 บาทต่อปี และจากการสำรวจค่าใช้จ่ายจากโครงการ Bionersis Project Thailand1 มีค่าจ้างแรงงาน 2.00 ล้านบาทต่อปี

- ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์

ค่าดูแลรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆภายในโครงการกำหนดสมมติฐานให้มีค่า 0.019 EUR / kWh มีรายละเอียดดังตาราง 4.21

- ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ต่างๆ

ในการติดตั้งระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าและระบบรวบรวมก๊าซจะมีอายุการใช้งานของแต่ละอุปกรณ์ และจากการสอบถามจากผู้ขายได้ระบุว่า เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้ามีอายุการใช้งาน 10 ปี ดังนั้น จึงไม่มีการเปลี่ยนเครื่องระหว่างการดำเนินโครงการ แต่สำหรับอุปกรณ์อื่นๆ จะมีการเปลี่ยนทุก 5 ปี เนื่องจาก ก๊าซที่เข้าระบบมีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบทำให้อุปกรณ์เสื่อมอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในงานวิจัยนี้ กำหนดสมมติฐานให้ อุปกรณ์อื่นมีการเปลี่ยนชุดในปีที่ 6 จึงต้องมีการลงทุนค่าอุปกรณ์ต่างๆ อีก 22.23 – 38.95 ล้านบาท

- ค่ายืนยันการลดก๊าซเรือนกระจก (Verification)

ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและยืนยันการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโครงการโดย DOE ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 1 - 2 ล้านบาทต่อปี (สำรวจข้อมูล ธันวาคม 2551)

- เงินภาษีเพื่อเข้ากองทุนในการวางแผนปรับตัวสำหรับปัญหาสภาวะโลกร้อน

เงินภาษีเพื่อเข้ากองทุนในการวางแผนปรับตัวสำหรับปัญหาสภาวะโลกร้อนในอนาคต คิดเป็น 2 เปอร์เซ็นต์ของรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตที่ได้ แสดงรายละเอียดดังตาราง 4.30

- ภาษีรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต

การประกอบธุรกิจจะต้องเสียภาษีรายจากการขายคาร์บอนเครดิตให้กับกรมสรรพากร 30% แสดงรายละเอียดดังตาราง 4.30

- ภาษีรายได้จากการขายกระแสไฟฟ้า

การประกอบธุรกิจจะต้องเสียภาษีรายจากการขายกระแสไฟฟ้าให้กับกรมสรรพากร 30% แสดงรายละเอียดดังตาราง 4.24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.30 รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต เงินภาษีเข้ากองทุนและภาษีรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต

วิเคราะห์	CO_2 ที่ลดได้ (tCO_2e)	รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต * (ล้านบาท)	เงินภาษีเพื่อเข้ากองทุน (ล้านบาท)	ภาษีรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต (ล้านบาท)
หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม				
1 กก./คน/วัน	830,577	325.82	6.52	97.75
JBIC	850,085	333.47	6.67	100.04
เฉลี่ย	**848,331**			98.90
หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน				
1 กก./คน/วัน	1,516,616	594.94	11.90	178.48
JBIC	1,571,049	616.29	12.33	184.89
เฉลี่ย	**1,543,883**	605.62	12.12	181.85

*หมายเหตุ : ราคาซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่ 8.59 EUR / CERs (ราคาวันที่ วันที่ 16 – 20 กุมภาพันธ์ 2552)

แหล่งที่มา : จากการคำนวณตามเงื่อนไขข้างต้น

- ค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงิน

จากการสนับสนุนด้านพลังงานทดแทน ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้กำหนดมาตรการสนับสนุนโครงการพลังงานหมุนเวียนโดยการคิดดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 4.00 วงเงินไม่เกิน 50 ล้านบาทต่อโครงการ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552)

ดังนั้น การวิจัยนี้ ได้กำหนดสมมติฐาน โดยมีการกู้ยืมเงินจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีเงื่อนไขคือ อายุเงินกู้ไม่เกิน 7 ปี ดังนั้น การลงทุนแรกเริ่มของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน มีวงเงินประมาณ 69.36 ล้านบาท ใช้ชำระเงินกู้ตามนโยบายปีละ 7.20 ล้านบาท และชำระเงินกู้จากธนาคารพาณิชย์ปีละ 2.80 ล้านบาท หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสนมีดอกเบี้ยที่ต้องชำระทั้งสิ้นประมาณ 14.67 และ 17.08 ล้านบาทตามลำดับ สรุปได้ดังตาราง 4.31

ตาราง 4.31 ดอกเบี้ยเงินกู้ที่อัตราร้อยละ 4.00 ต่อปี สำหรับการกู้เงินตามนโนบายของกระทรวงพลังงาน และอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 6.65 ต่อปี สำหรับการกู้เงินจากธนาคารพาณิชย์

ปี	หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา				หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม			
	เงินกู้ตามนโยบาย (บาท)		เงินกู้จากธนาคารพาณิชย์ (บาท)		เงินกู้ตามนโยบาย (บาท)		เงินกู้จากธนาคารพาณิชย์ (บาท)	
	จำนวนเงินคงค้าง (บาท)	ดอกเบี้ยเงินกู้ (บาท)	จำนวนเงินคงค้าง (บาท)	ดอกเบี้ยเงินกู้ (บาท)	จำนวนเงินคงค้าง (บาท)	ดอกเบี้ยเงินกู้ (บาท)	จำนวนเงินคงค้าง (บาท)	ดอกเบี้ยเงินกู้ (บาท)
2552	50,000,000	2,000,000	22,423,100	1,491,136	50,000,000	2,000,000	27,083,100	1,801,026
2553	42,800,000	1,712,000	19,623,100	1,304,936	42,800,000	1,712,000	24,283,100	1,614,826
2554	35,600,000	1,424,000	16,823,100	1,118,736	35,600,000	1,424,000	21,483,100	1,428,626
2555	28,400,000	1,136,000	14,023,100	932,536	28,400,000	1,136,000	18,683,100	1,242,426
2556	21,200,000	848,000	11,223,100	746,336	21,200,000	848,000	15,883,100	1,056,226
2557	14,000,000	560,000	8,423,100	560,136	14,000,000	560,000	13,083,100	870,026
2558	6,800,000	272,000	5,623,100	373,936	6,800,000	272,000	10,283,100	683,826
2559	-	-	2,823,100	187,736	-	-	7,483,100	497,626
2560	-	-	23,100	1,536	-	-	4,683,100	311,426
2561	-	-	-	-	-	-	1,883,100	125,226
รวม	-	7,952,000	-	6,717,025	-	7,952,000	-	9,131,262

แหล่งที่มา : จากการคำนวณต้นทุนที่ใช้ลงทุน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6.2.2 <u>ผลประโยชน์ที่ได้รับ</u> ได้แก่ รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต และรายได้จากการขายไฟฟ้า

- รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต

รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตจะพิจารณาจากปริมาณ CERs ที่ผลิตได้ ซึ่งราคาตลาดปัจจุบัน (วันที่ 16 – 20 กุมภาพันธ์ 2552) 1 CERs มีราคาเฉลี่ย 8.59 EUR (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2552) เมื่ออัตราการแลกเปลี่ยนเงินตราในวันที่ 1 - 16 กุมภาพันธ์ 2552 ที่ 1 EUR มีค่าเท่ากับ 43.83 บาท (กรมศุลกากร, 2552)

- รายได้จากการขายไฟฟ้า

จากการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 เมกะวัตต์ (MW) ด้วยก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมูลฝอย ถือว่า เป็นผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก ไม่เกิน 10 MW (VSPP) มีรายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า 2 ส่วน ได้แก่ รายได้จากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเฉลี่ย 1.70 บาทต่อกิโลวัตต์ และรายได้จากส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากการขายไฟปกติ (ขยะ) 2.50 บาทต่อกิโลวัตต์ เป็นระยะเวลา 7 ปี นับตั้งแต่วันเริ่มต้นซื้อขายไฟฟ้าตามสัญญา (ในตาราง 4.23)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.32 ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้รับในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าและพิจารณาผลประโยชน์ด้าน CDM

รายการ	จำนวนเงินของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม (ล้านบาท)		จำนวนเงินของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน (ล้านบาท)	
	1 กก./คน/วัน	การคาดการณ์ของ JBIC	1 กก./คน/วัน	การคาดการณ์ของ JBIC
ต้นทุนคงที่ ได้แก่				
• ค่าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศ	47.23 - 73.95	47.23 - 73.95	47.23 - 73.95	47.23 - 73.95
• อัตราการค่าธรรมเนียมในการวิเคราะห์ ตรวจสอบและติดตามผลโครงการ	0.90	0.90	0.90	0.90
• ค่าจัดทำเอกสารประกอบโครงการ (PDD)	1.5 - 2.0	1.5 - 2.0	1.5 - 2.0	1.5 - 2.0
• ค่าจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (IEE)	0.03	0.03	0.03	0.03
• ค่าติดตามตรวจสอบโครงการ (Monitoring)	0.15 – 0.30	0.15 – 0.30	0.15 – 0.30	0.15 – 0.30
• ค่าขึ้นทะเบียนรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับ EB CDM	5.83	5.90	10.52	10.90
• ค่าดำเนินการ (Transaction Cost)	3.07	3.07	3.07	3.07

แหล่งที่มา : จากการรวบรวมข้อมูล, สัมภาษณ์ และการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.32 (ต่อ) ค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่ได้รับในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าและพิจารณาผลประโยชน์ด้าน CDM

รายการ	จำนวนเงินของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม (ล้านบาท)		จำนวนเงินของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน (ล้านบาท)	
	1 กก./คน/วัน	การคาดการณ์ของ JBIC	1 กก./คน/วัน	การคาดการณ์ของ JBIC
ต้นทุนต่อเนื่อง ได้แก่				
• ค่าจ้างแรงงานประจำโครงการ	13.00 - 20.00	13.00 - 20.00	13.00 - 20.00	13.00 - 20.00
• ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์	22.23 – 38.95	22.23 – 38.95	22.23 – 38.95	22.23 – 38.95
• ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์	64.91	64.91	69.91	69.91
• ค่าดอกเบี้ยเงินกู้จากสถาบันการเงิน	14.67	14.67	14.67	14.67
• ค่ายืนยันการลดก๊าซเรือนกระจก (Verification)	15.00	15.00	15.00	15.00
• เงินภาษีเพื่อเข้ากองทุนในการวางแผนปรับตัวสำหรับปัญหาสภาวะโลกร้อน	6.52	6.67	11.90	12.33
• ภาษีรายได้จากการขายไฟฟ้า	58.32	58.87	60.93	60.93
• ภาษีรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต	97.75	100.04	178.48	184.89
ผลประโยชน์ที่ได้รับ ได้แก่				
• รายได้จากการขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้านครหลวง รวมกับ Adder	194.39	196.23	203.09	203.09
• รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต (1 CERs ราคา 8.59 EUR)	325.82	333.47	594.94	616.29

แหล่งที่มา : จากการรวบรวมข้อมูล, สัมภาษณ์และการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อนำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยพิจารณาจากค่า NPV และ IRR โดยกำหนดให้อัตราลดเท่ากับ 4% ตามอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ สรุปได้ดังตาราง 4.33

ตาราง 4.33 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนในกรณีที่มีการพิจารณาผลประโยชน์ทางด้าน CDM เมื่อกำหนดสมมติฐานให้มีอัตราลด 4%

วิเคราะห์	ความคุ้มค่าในการลงทุน			ปีที่คุ้มทุน
	B / C ratio	NPV	IRR	
หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม				
1 กก./คน/วัน	1.17	62.08 ล้านบาท	23.27%	4
JBIC	1.21	74.39 ล้านบาท	25.84%	4
เฉลี่ย	**1.19**	**68.24 ล้านบาท**	**24.56%**	**4**
หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน				
1 กก./คน/วัน	1.50	147.97 ล้านบาท	37.78%	3
JBIC	1.52	154.37 ล้านบาท	39.52%	3
เฉลี่ย	**1.51**	**151.17 ล้านบาท**	**38.65%**	**3**

แหล่งที่มา : จากการคำนวณ

จากผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนดังตาราง 4.33 เห็นได้ว่า การดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบและพิจารณาผลตอบแทนทางด้าน CDM คุ้มค่าแก่การลงทุน เนื่องจาก

1. ค่า Benefit / Cost Ratio มีค่ามากกว่า 1 นั่นคือ มีผลประโยชน์ที่ได้รับมากกว่าต้นทุน
2. ค่า NPV มีค่า บวก นั่นคือ ได้กำไร โดยคิดมูลค่า ณ ปัจจุบัน
3. ค่า IRR เป็นการเกิดอัตราผลตอบแทนภายในโครงการพบว่า หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม มีค่า มีค่าประมาณ 25% และ อ.กำแพงแสน มีค่าประมาณ 40%

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า การลงทุนในโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน มีความคุ้มค่าในการลงทุนทั้ง 2 แห่ง โดยพิจารณาจาก B/C Ratio มีค่ามากกว่า 1 แต่โครงการ CDM ของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จะมีความคุ้มทุนมากกว่าโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม เนื่องจาก เปอร์เซ็นต์ของอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน มีค่ามากกว่าหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม เมื่อพิจารณาต้นทุนในการดำเนินโครงการไม่มีความแตกต่างกันมาก แต่มีความแตกต่างกันในส่วนของผลประโยชน์ที่ได้รับ (รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต หรือ CERs) ซึ่งจะสอดคล้องกับค่า

B/C Ratio ของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสนที่มีค่าผลประโยชน์ (Benefits) สูงกว่าหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่า IRR ได้แก่ รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีการพิจารณาผลประโยชน์ทางด้าน CDM จะทำให้เห็นความแตกต่างของค่า B/C Ratio ถ้าหากไม่มีการดำเนินโครงการ CDM จะมีค่าน้อยกว่า 1 นั่นคือ ไม่คุ้มค่าในการลงทุน นอกจากนี้ ระยะเวลาที่คุ้มทุนของหลุมฝังกลบอ.พนมสารคาม มีโอกาสคุ้มทุนในปีที่ 4 และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสนมีโอกาสคุ้มทุนในปีที่ 3 ทำให้ความเสี่ยงในการขาดทุนน้อย

ในการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยกำหนดให้อัตราคิดลดเป็น 4% เนื่องจากอัตราการกู้เพื่อโครงการพลังงานหมุนเวียนของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้ที่ 4% ถือเป็นปัจจัยบวกต่อการลงทุนประเภทนี้ด้วย นอกจากนี้ การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการยังขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น อัตราเงินเฟ้อ ค่าเงินลอยตัว ค่าความเสี่ยงในการลงทุน ค่าเสียโอกาส และไม่ได้เปรียบเทียบกับความคุ้มค่าในการลงทุนโครงการอื่น เป็นต้น

จากเอกสารประกอบโครงการราชาเทวะ และ หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน (Bionersis Project Thailand1) ได้กำหนดสมมติฐานให้ใช้อัตราลด 12.00% ในการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ดังนั้น การวิจัยจึงทดสอบเปรียบเทียบที่อัตราลด 12.00% (ในกรณีที่ไม่มีเงินกู้ยืมจากโครงการพลังงานหมุนเวียนของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน) และอัตราลด 6.65% (ในกรณีที่มีการกู้สินเชื่อเพื่อการลงทุนจากธนาคารพาณิชย์) โดยที่กำหนดให้ต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินโครงการเท่าเดิม สามารถแสดงผลการทดสอบได้ดังตาราง 4.34

ผลการวิเคราะห์ที่อัตราลด 6.65% และ 12.00% พบว่า ค่า B / C Ratio มีค่าลดลง แต่ยังคงมีคุ้มทุนจากการดำเนินโครง CDM เช่นเดียวกัน แต่มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าลดลง เนื่องจาก อัตราลดเป็นการคำนวณมูลค่าเงินในอนาคต เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจุบัน ดังนั้น ถ้ามีอัตราลดมากขึ้น มูลค่า ณ ปัจจุบัน จึงน้อยลง แต่อัตราลดไม่มีผลต่ออัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) และระยะเวลาที่คุ้มทุน เนื่องจาก เป็นการคำนวณจากต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินโครงการในแต่ละปีตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดโครงการเท่านั้น

ตาราง 4.34 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนในกรณีที่มีการพิจารณาผลประโยชน์ทางด้าน CDM เมื่อกำหนดสมมติฐานให้มีอัตราลด 6.65 และ 12.00%

วิเคราะห์	อัตราลด 6.65%				อัตราลด 12.00%			
	B / C ratio	NPV (ล้านบาท)	IRR	ปีที่คุ้มทุน	B / C ratio	NPV (ล้านบาท)	IRR	ปีที่คุ้มทุน
หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม								
1 กก./คน/วัน	1.15	47.82	23.27%	4	1.10	26.26	23.27%	4
JBIC	1.19	58.30	25.84%	4	1.13	33.95	25.84%	4
เฉลี่ย	**1.17**	**53.06**	**24.56%**	**4**	**1.22**	**30.11**	**24.56%**	**4**
หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน								
1 กก./คน/วัน	1.47	112.81	37.78%	3	1.42	62.05	37.78%	3
JBIC	1.49	116.24	39.52%	3	1.44	71.41	39.52%	3
เฉลี่ย	**1.48**	**114.53**	**38.65%**	**3**	**1.43**	**66.73**	**38.65%**	**3**

แหล่งที่มา : จากการคำนวณโดยใช้เงื่อนไขและตัวเลขข้างต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.7 ผลการสัมภาษณ์จากผู้เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด

ในการวิจัยนี้ได้ดำเนินการสัมภาษณ์การดำเนินงานการจัดการมูลฝอยจนถึงการจัดทำโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดจากหน่วยงานและผู้เกี่ยวข้องต่างๆ สามารถแบ่งได้ดังนี้

4.7.1 ภาครัฐบาล

ในการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดของหลุมฝังกลบจะเกี่ยวข้องหน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) และสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร และสถาบันการเงิน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.7.1.1 องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

การสัมภาษณ์องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยวิชาการอาวุโส (ดร.ชาญวิทย์ อุดมศักดิกุล) วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2552 มีรายละเอียดดังนี้

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) เป็นหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) โดยมีบทบาทที่สำคัญคือ เป็นหน่วยงานที่มีอำนาจรับรองโครงการที่ดำเนินงานตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด โดยการออกหนังสือรับรองโครงการ (LoA) การสนับสนุนทางด้านวิชาการ ข้อมูล สภานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปล่อยก๊าซกระจกภายในประเทศไทย การส่งเสริมและพัฒนาโครงการ และการตลาดซื้อขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการรับรอง การสนับสนุนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้านการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากการสัมภาษณ์พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินโครงการ CDM สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาความล่าช้าในการออกหนังสือรับรองโครงการ (LoA)

ปัญหาความล่าช้าในการออกหนังสือรับรองโครงการ (LoA) โดย อบก. มักจะเกิดจากความเข้าใจผิด เอกสารไม่ครบถ้วน หรือ เอกสารไม่ถูกต้อง ของผู้ดำเนินโครงการซึ่งในการพิจารณาจะต้องใช้เอกสารทั้งหมด 5 รายการ ที่มีความถูกต้องและครบถ้วน ในแต่ละเอกสารประกอบด้วย ผลการประเมินข้อเสนอโครงการโดยผู้พัฒนาโครงการตามแบบการประเมิน (Self-Assessment Form) เอกสารประกอบโครงการภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Project Design

Document : PDD) รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น (IEE) รายงานสรุปผลการประชุมของประชาชนเพื่อรับทราบโครงการ และแผ่นบันทึกข้อมูล (CD) ไฟล์เอกสาร

นอกจากนี้ปัญหาความล่าช้าในการออกหนังสือรับรองโครงการยังเกิดจากการขอข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้พัฒนาโครงการ เนื่องจาก ข้อมูลใน PDD กับ IEE ไม่ตรงกัน เช่น CERs ที่คำนวณได้ ซึ่งทาง อบก. ได้แจ้งไปหลังจาก 20 วันที่มายื่นเอกสาร แต่ผู้พัฒนาโครงการมักจะต้องเก็บข้อมูลหรือมีการตรวจสอบเพิ่มเติม ทำให้เสียเวลาที่แก้ไขเอกสารและส่งเอกสารเพื่อเข้าพิจารณาจากอนุกรรมการมาก ส่งผลให้การออกหนังสือรับรองโครงการ (LoA) เกิดความล่าช้า

2. ปัญหาด้านการลงทุน

การลงทุนดำเนินโครงการ CDM มักจะต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างมาก ซึ่งบางครั้งอาจต้องกู้ยืมจากแหล่งเงินทุนต่าง เช่น ธนาคาร แต่ธนาคารมักจะไม่ปล่อยสินเชื่อให้กับโครงการ CDM เนื่องจาก เห็นว่า การดำเนินธุรกิจปกติจะมีอัตราผลตอบแทนค่อนข้างน้อย (IRR ต่ำ) หากมีการดำเนินโครงการ CDM จะทำให้มีค่า IRR สูงขึ้น แต่ทางธนาคารหรือแหล่งเงินทุนมักจะไม่เข้าใจเรื่อง CDM จึงคิดว่า ไม่คุ้มค่าในการลงทุน ดังนั้นผู้ประกอบการจึงไม่มีแหล่งเงินทุนที่จะกู้ยืมสินเชื่อเพื่อดำเนินโครงการ ทาง อบก. จึงเป็นผู้ติดต่อระหว่างผู้ประกอบการกับแหล่งเงินทุนต่างๆ เช่น World Bank, ธนาคารไทยพาณิชย์, ธนาคารทหารไทย เป็นต้น

นอกจากนี้ อบก. ยังสนับสนุนการซื้อขายคาร์บอนเครดิต (CERs) โดยเป็นคนกลางในการหาตลาดให้กับผู้ประกอบการได้ เนื่องจาก มีหลายประเทศที่เข้ามาติดต่อเพื่อขอซื้อ CERs กับทาง อบก. แต่สิ่งที่เกิดขึ้นคือ อบก.ไม่สามารถหา CERs มาขายให้ตามที่ต้องการได้ เนื่องจากผู้ประกอบการมักจะมีการเจรจาต่อรองเพื่อซื้อขายกับต่างประเทศโดยตรงอยู่แล้ว ดังนั้น ราคาการซื้อขายจึงมาจากการตกลงระหว่างผู้ประกอบการกับผู้ซื้อเอง ทาง อบก. ไม่มีสิทธิ์กำหนดราคาซื้อขายกลางได้ แต่หากพิจารณาในประเทศจีน ทางรัฐบาลจีนจะซื้อ CERs จากผู้ประกอบการทั้งหมด แล้วนำไปขายต่อให้ต่างชาติเอง ดังนั้นประเทศจีนจึงมีราคา CERs ที่เป็นค่ากลางได้

ปัจจุบัน อบก. กำลังเจรจากับ กรมสรรพากร เพื่อขอลดหย่อนภาษีรายได้ 30% จากการขาย CERs และกรมส่งเสริมการลงทุน เพื่อขอลดหย่อนภาษีและสนับสนุนการลงทุนโครงการ CDM

3. ปัญหาด้านนโยบาย

ปัจจุบันประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ดังนั้น จึงไม่ถูกบังคับให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่สามารถร่วมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ โดยเข้าร่วมในกลไก

การพัฒนาที่สะอาด ซึ่งไม่ได้กำหนดตัวเลขเป้าหมายว่า จะต้องลดได้กี่ตันคาร์บอนไดดอกไซด์เทียบเท่า หรือต้องมีกี่โครงการ ภายในปีใด แต่จะสนับสนุนให้เกิดโครงการให้ได้มากที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งคือ กฎหมายของประเทศไทยยังไม่บังคับหรือไม่เห็นความจำเป็นในการบังคับให้ผู้ประกอบการต้องลงทุนในการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

4.7.1.2 สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร

การสัมภาษณ์สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการกองโรงงานกำจัดมูลฝอย (คุณวิชา วงศ์ประดิษฐ์) ในวันที่ 18 กันยายน 2551 และวิศวกรไฟฟ้า 7 วช. กองโรงงานกำจัดมูลฝอย (คุณจาตุรงค์ บุญสิน) ในวันที่ 28 กรกฎาคม 2551

(1) ผู้อำนวยการกองโรงงานกำจัดมูลฝอย สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร (คุณวิชา วงศ์ประดิษฐ์)

- เรื่อง การขอเข้าดูงานที่หลุมฝังกลบราชาเทวะ จ.สมุทรปราการ หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ตามหนังสือเลขที่ วส. 349/2551 เรื่อง การขออนุญาตเดินทางไปดูงานที่หลุมฝังกลบทั้ง 3 แห่ง

วันที่ 9 ตุลาคม 2551 เดินทางไปดูงานที่หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ได้เพียงแห่งเดียวเท่านั้น และไม่สามารถถ่ายรูปใดๆได้ทั้งสิ้น เนื่องจาก เป็นข้อกำหนดของบริษัทฯ สำหรับหลุมฝังกลบอีก 2 แห่ง ไม่สามารถเข้าดูงานได้ เนื่องจาก เจ้าของโครงการไม่อนุญาต

- เรื่อง การดำเนินการจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

การดำเนินการจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร ปัจจุบันได้ฝังกลบที่หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสน เพียง 2 แห่ง เท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดตามในหนังสือ กรุงเทพมหานครกับงานด้านสิ่งแวดล้อม (กรุงเทพมหานคร, 2550) โดยหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง ได้ดำเนินการเผาทำลายก๊าซในระบบ Flare ตามข้อกำหนดของกรุงเทพมหานครแล้ว

- เรื่อง การดำเนินการเกี่ยวกับคาร์บอนเครดิต

การดำเนินโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบ เป็นความรับผิดชอบของเจ้าของที่ดินและผู้ประกอบการ เนื่องจาก กรุงเทพมหานคร เปรียบแสมือนผู้ว่าจ้างที่จ้างให้ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ ขนถ่ายและกำจัดมูลฝอยจากศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช และบริษัท กลุ่ม 79 จำกัด ขนถ่ายและกำจัดมูลฝอยจากศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขมและสายไหม ดังนั้น 2 บริษัทนี้ จึงต้องรับผิดชอบในการหาพื้นที่เพื่อฝังกลบมูลฝอยเอง และเมื่อฝังกลบมูลฝอยเรียบร้อยแล้ว

ที่ดินดังกล่าวจึงเป็นสิทธิ์ของเจ้าของพื้นที่และ/หรือเจ้าของโครงการที่จะดำเนินการตามโครงการ CDM ต่อไป

(2) วิศวกรไฟฟ้า 7 วช. กองโรงงานกำจัดมูลฝอย ผู้ให้ข้อมูลและรับผิดชอบการดำเนินการจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร (คุณจาตุรงค์ บุญสิน)

- เรื่อง การดำเนินการจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

การจัดการมูลฝอยของกรุงเทพมหานครในปัจจุบัน จะมีมูลฝอยเกิดขึ้นโดยเฉลี่ย 8,000 ตันต่อวัน โดยมูลฝอยทั่วไปจะรวบรวมไปยังศูนย์กำจัดมูลฝอย 3 แห่ง ได้แก่ ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช นำไปฝังกลบที่หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา ศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขมและสายไหม นำไปฝังกลบที่หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐมโดยมีระยะการเซ็นสัญญา 10 ปี เริ่มตั้งแต่วันที่ 20 กรกฎาคม 2547 เป็นต้นไป นอกจากนี้ยังมีการกำจัดโดยการนำไปหมักปุ๋ยอินทรีย์เฉลี่ย 1,000 ตันต่อวัน สำหรับมูลฝอยอันตรายจะมีการคัดแยกเพื่อให้ บริษัท โพรเฟสชันแนลเวสท์ จำกัด นำไปฝังกลบที่ จ.สระแก้ว นอกจากนี้ยังมีการวางแผนการกำจัดมูลฝอยของกรุงเทพมหานครในอนาคต จะพยายามลดการฝังกลบให้น้อยลงโดยมีการคัดแยกมูลฝอย และนำกลับมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด

- เรื่อง การดำเนินการเกี่ยวกับคาร์บอนเครดิต

การดำเนินการตามโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบราชาเทวะในปัจจุบัน กรุงเทพมหานคร จะมีการจ่ายเงินมัดจำเป็นค่าดูแลดูแลหลุมฝังกลบหลังจากดำเนินการเท่านั้น แต่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องใดๆ กับการขอพิจารณาคาร์บอนเครดิต

4.7.1.3 <u>สถาบันการเงิน</u>

จากการเข้าร่วมประชุมสัมมนาในหัวข้อ Future of Carbon Finance in Thailand : CDM Projects, Post – Kyoto Protocol ในวันที่ 16 มีนาคม 2552 ซึ่งมีตัวแทนจากสถาบันการเงินมาบรรยาย ได้แก่ สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง กระทรวงการคลัง (ดร.สมชัย สัจจพงษ์) ธนาคารแห่งประเทศไทย (Mrs.Niramon Asavamanee) และ สำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ (คุณสุรีรัตน์ สุรเดชะ) สามารถสรุปได้ดังนี้

- มาตรการด้านภาษี

หน่วยงานที่มีบทบาทในการกำหนดภาษี ได้แก่ กระทรวงการคลัง ซึ่งมีมาตรการภาษีสนับสนุนการค้าเครบอนเครดิตดังนี้

- อนุญาตให้นำค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมมาหักเป็นรายจ่ายในการคำนวณภาษีเงินได้นิติบุคคล
- การเก็บภาษีนำเข้าเครื่องจักรและวัสดุอุปกรณ์ซึ่งไม่มีการผลิตในประเทศในอัตราร้อยละศูนย์
- อนุญาตให้นำค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนามาหักเป็นรายจ่ายในการคำนวณภาษีเงินได้นิติบุคคล

มาตรการเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้การดำเนินโครงการ CDM และส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโนโลยีเพื่อพัฒนาการผลิตที่สะอาดมากขึ้น นอกจากนี้ ยังมีการพิจารณามาตรการลดภาระภาษีเงินได้นิติบุคคลจากการขายคาร์บอนเครดิต เพื่อช่วยจูงใจผู้ประกอบการการให้พัฒนากระบวนการผลิตที่สะอาด และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ ซึ่งขณะนี้ยังอยู่ในการขั้นตอนการศึกษา และถ้าผลการศึกษาออกมา พบว่า มาตรการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อส่วนร่วม กระทรวงการคลัง ก็ยินดีลดภาษีให้กับผู้ประกอบการ

- เงินลงทุน

เงินลงทุนในการดำเนินโครงการ CDM มักต้องใช้เงินมากกว่า การดำเนินโครงการปกติ ดังนั้น จึงจะมีความเสี่ยงในการคุ้มทุนมากกว่าโครงการปกติ แต่การอนุมัติเงินกู้จากสถาบันการเงินจะพิจารณาจากหลายปัจจัยเพื่อไม่ให้ขาดทุน เช่น ความเสี่ยง ความมั่นคง ความมั่นใจว่าจะได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า ซึ่งความเสี่ยงนี้ยังไม่มีผู้ใดที่สามารถออกมายืนยันและรับรองได้อย่างเป็นรูปธรรม

นอกจากนี้ โครงการ CDM สำหรับสถาบันการเงิน ยังคงถือเป็นเรื่องใหม่ ที่ต้องใช้เวลาในการศึกษาและทำความเข้าใจระบบการดำเนินการที่ชัดเจน ดังนั้น สถาบันการเงินยินดีที่จะสนับสนุนด้านการเงินของโครงการ CDM ซึ่งถือว่าเป็นการช่วยลดสภาวะโลกร้อน แต่ทั้งนี้จะต้องมีการประเมินและกำหนดความเสี่ยงของโครงการก่อน

4.7.2 ภาคเอกชน

ในการวิจัยได้สัมภาษณ์จากหน่วยงานเอกชนที่เกี่ยวข้องกับดำเนินโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบ ได้แก่ ผู้ดำเนินการจัดการหลุมฝังกลบทั้ง 3 แห่ง ได้แก่ หลุมฝังกลบราชาเทวะ จ.สมุทรปราการ, หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน

จ.นครปฐม และบริษัทที่ปรึกษาโครงการ ผู้มีประสบการณ์ทางด้านการดำเนินโครงการ CDM มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.7.2.1 ผู้ดำเนินการจัดการหลุมฝังกลบราชาเทวะ จ.สมุทรปราการ

หลุมฝังกลบราชาเทวะ เป็นหลุมฝังกลบแห่งแรกและแห่งเดียวในประเทศไทย ที่ดำเนินการตามโครงการ CDM ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสัมภาษณ์ ผู้ดำเนินการจัดการหลุมฝังกลบราชาเทวะ จ.สมุทรปราการ เพื่อสอบถามปัญหาและอุสรรคที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการจริง ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก ผู้จัดการหลุมฝังกลบราชาเทวะ (คุณเสาวลักษณ์ เจริญพงษ์) ในวันที่ 14 ตุลาคม 2551 มีรายละเอียดดังต่อนี้

หลุมฝังกลบราชาเทวะตั้งอยู่ที่ตำบลราชาเทวะ อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ เป็นหลุมฝังกลบที่มีการดำเนินการอย่างถูกสุขาภิบาล นั่นคือ มีการป้องกันสิ่งแวดล้อมเทียบเท่ามาตราฐานบ่อฝังกลบสากล มีปริมาณมูลฝอยที่นำมาฝังกลบทั้งหมดประมาณ 12 ล้านตัน แบ่งการดำเนินการฝังกลบออกเป็น 2 Phase ปริมาณขยะที่มีการรวบรวมก๊าซเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าประมาณ 7 ล้านตัน และปิดดำเนินการฝังกลบไปแล้วเป็นเวลาประมาณ 4 ปีจึงเริ่มดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้า

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการฝังกลบ ได้แก่ ปัญหาด้านมวลชน ซึ่งเป็นปัญหาหลักของการกำจัดขยะ โดยมีแนวทางแก้ไข โดยการแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อตรวจสอบการดำเนินงานของบ่อฝังกลบ และตั้งโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบมาใช้ประโยชน์

- ระบบการรวบรวมก๊าซจากหลุมฝังกลบ

ลักษณะการดำเนินงานฝังกลบได้มีการเตรียมระบบการรวบรวมก๊าซเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าตั้งแต่เริ่มต้นเป็นการทดลอง แต่ทั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงรายได้จากคาร์บอนเครดิตเป็นหลัก แต่คำนึงถึงผลกระทบต่อมวลชนเป็นลำดับแรก โดยในช่วงแรกมีการวางหลุมก๊าซแบบแนวดิ่ง แต่เกิดปัญหาน้ำท่วมท่อรวบรวมก๊าซ ทำให้ก๊าซที่เกิดขึ้นไม่สามารถลอยตัวสู่ด้านบนได้ ต่อมาจึงได้แก้ไขการวางท่อเป็นแนวนอนสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ และปัจจุบันได้ใช้เฉพาะท่อแนวนอนเป็นหลัก โดยมีอัตราการรวบรวมก๊าซมาใช้ในโครงการมีปริมาณประมาณ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m^3/hr) นอกจากนี้ยังมีการใช้ Blower ช่วยในการดูดก๊าซเข้าระบบผลิตกระแสไฟฟ้า และมีการเผาก๊าซทิ้งน้อยมากเนื่องจากปริมาณก๊าซที่รวบรวมได้น้อยกว่าที่คำนวณไว้ ปัจจุบัน บริษัทฯ มีปัญหาในเรื่องการวางท่อรวบรวมก๊าซ เนื่องจากขยะมีการทรุดตัวไม่เท่ากันทำให้ท่อขาด จึงต้องมีการทดลองการวางท่อไปเรื่อยๆ เพื่อความเหมาะสมของการวางท่อรวบรวมก๊าซ

รูป 4.19 ระบบการวางท่อแนวดิ่ง

รูป 4.20 ระบบการวางท่อแนวนอน

รูป 4.21 อุปกรณ์ระบบดูดและกำจัดก๊าซขยะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า

การฝังกลบของหลุมฝังกลบราชาเทวะ ปิดดำเนินการปี 2543 และเริ่มผลิตกระแสไฟฟ้าในปี 2547 โดยใช้เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้ายี่ห้อ Caterpillar 3516LE มีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 เมกะวัตต์ (MW) มีอัตราการไหลของก๊าซที่เข้าเครื่อง 700 m^3/hr (โดยประมาณ) ซึ่งก๊าซที่เกิดขึ้นจะถูกรวบรวมไปผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมด แต่หากเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าเสียจึงจะส่งไปเผา ก๊าซที่เกิดขึ้นประกอบด้วยก๊าซมีเทน (CH_4) 45-50% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 35-40% โดยจะมีการดักน้ำ และกรองฝุ่นละอองออกก่อนที่จะนำก๊าซเข้าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า

สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ ปัญหาทางด้านเทคนิคเกี่ยวกับการรวบรวมก๊าซ ต้องมีการพัฒนาระบบรวบรวมก๊าซอีก ปัญหาเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญในการซ่อมเครื่องน้อยมาก บางครั้งมาช้าและการสั่งซื้ออะไหล่นาน ปัญหาเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการขออนุญาตดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้าจากหน่วยงานรัฐบาลช้ามาก

โครงสร้างค่าไฟฟ้าที่มีการให้ส่วนเพิ่มสำหรับพลังงานทดแทนยังกำหนดไม่ชัดจน ถ้าบริษัทฯ ได้รับส่วนเพิ่มเติมนี้ บริษัทฯ สามารถขยายโครงการต่อได้ เนื่องจาก ต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้างและดำเนินโครงการมากกว่าที่ประมาณมาก ทั้งนี้จุดประสงค์ที่ดำเนินการ บริษัทฯ ไม่ได้หวังผลกำไร แต่หวังการยอมรับจากชุมชนโดยรอบ

- การพิจารณาคาร์บอนเครดิต

ในการทำคาร์บอนเครดิตต้องรอการปิดดำเนินการหลุมฝังกลบครบทุก Phase แล้วทั้งหมดจึงเริ่มดำเนินการโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) และในขั้นตอนการดำเนินการเพื่อให้เป็นโครงการ CDM มีบริษัทฯ ที่ปรึกษาเข้ามาเสนอโครงการ และรับผิดชอบในการจัดการขั้นตอนต่างๆ ค่าใช้จ่ายจะเป็นไปในลักษณะ Profit Sharing หลังจากขายคาร์บอนเครดิตแล้ว แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการตกลงการซื้อขาย

ปัจจัยที่ส่งเสริมและเป็นอุปสรรคในการดำเนินโครงการ CDM ได้แก่ ขั้นตอนการทำเอกสาร Validation, Verification ที่ยังไม่แน่นอน ทำให้ไม่มีหลักในการดำเนินการอย่างชัดเจน นอกจากนี้รัฐบาลยังไม่มีนโยบายด้านเงินสนับสนุนที่ทางบริษัทฯอาจจะได้จากต่างประเทศที่ชัดเจน

การเสนอความคิดเห็นในการสนับสนุนเพื่อให้โครงการ CDM ของหลุมฝังกลบอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ได้แก่

- การขออนุญาตการประกอบกิจการไม่ควรยุ่งยากมาก เนื่องจาก ต้องได้รับความเห็นชอบจากหน่วยราชการหลายแห่ง ได้แก่ อบต. , กรมโยธาธิการ, กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กรมธุรกิจพลังงาน, การไฟฟ้านครหลวง, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งการขายไฟควรจะเป็น One Stop Service ตามนโยบายรัฐบาล
- บางหน่วยงานขาดความรู้ความเข้าใจ ทำให้ต้องศึกษาโครงการและพิจารณานานการก่อสร้างโครงการจึงล่าช้า (4ปี) ทำให้ผู้ลงทุนเสียโอกาสเป็นอย่างมาก

4.7.2.2 ผู้ดำเนินการจัดการหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา เป็นหลุมฝังกลบที่รองรับมูลฝอยจากศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช และดำเนินการโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ ซึ่งเป็นบริษัทเดียวกับผู้ดำเนินการของหลุมฝังกลบราชาเทวะ และงานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์จาก วิศวกรโครงการหลุมฝังกลบพนมสารคาม (คุณเสาวลักษณ์ เจริญพงษ์) ในวันที่ 14 ตุลาคม 2551 มีรายละเอียดดังต่อนี้

หลุมฝังกลบพนมสารคามตั้งอยู่ที่ตำบลท่าถ่าน อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา เป็นการฝังกลบอย่างถูกสุขาภิบาลเช่นเดียวกับหลุมฝังกลบราชาเทวะ มีปริมาณมูลฝอยที่นำมาฝังกลบประมาณ 1,800 ตันต่อวัน และแบ่งเป็น 4 Zone แต่ละ Zone มีหลาย Phase ย่อย ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการฝังกลบ ได้แก่ ปัญหาด้านมวลชนเป็นปัญหาหลักของการกำจัดขยะ โดยมีแนวทางแก้ไข ได้แก่ นำมาตรฐานต่างๆมาใช้ เช่น ISO 14001 ปัจจุบันห้างหุ้นส่วนจำกัดไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ ได้รับมาตรฐานสากลนี้ในการดำเนินงานบ่อฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกสุขาภิบาล การแต่งตั้งชุมชนสัมพันธ์เข้าไปสำรวจตามชุมชนรอบด้านบ่อตรวจวัดคุณภาพน้ำ และการตั้งโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทนด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบมาใช้ประโยชน์

- ระบบการรวบรวมก๊าซจากหลุมฝังกลบ

ลักษณะการดำเนินงานฝังกลบได้มีการเตรียมระบบการรวบรวมก๊าซเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนการวางแผน และคาดว่ามีการใช้ Blower ช่วยในการดูดก๊าซเข้าระบบผลิตกระแสไฟฟ้า สัดส่วนก๊าซที่นำไฟผลิตกระแสไฟฟ้ากับการเผาทิ้งยังไม่มีการออกแบบที่แน่นอน และยังไม่มีการทดสอบเรื่องอัตราการเกิดก๊าซ

- ระบบการเผาไหม้ของ Flare

ยังไม่มีการออกแบบ

- ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า

เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้คือ Caterpillar 3516LE รุ่นเดียวกับหลุมฝังกลบราชาเทวะ เพื่อง่ายต่อการซ่อมบำรุง มีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า 1 เมกะวัตต์ (MW) มีอัตราการไหลของก๊าซที่เข้าเครื่อง 700 m^3/hr (โดยประมาณ) ปัจจุบันยังไม่เริ่มผลิตกระแสไฟฟ้า และยังไม่พบปัญหาที่เกิดขึ้น เนื่องจาก ยังไม่ดำเนินการ

- การพิจารณาคาร์บอนเครดิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ด้านการพิจารณาคาร์บอนเครดิต อยู่ในขั้นตอนการวางแผนและติดต่อบริษัทที่ปรึกษาหลายแห่งและแจ้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)

4.6.2.3 ผู้ดำเนินการจัดการหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

จากการเดินทางไปดูงานที่หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ได้รับความอนุเคราะห์ในการสัมภาษณ์จาก ผู้จัดการทั่วไปของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม (คุณพันทิพย์ จันทร์เจริญกิจ) และหัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรกำแพงแสน (ผศ.บุญมา ป้านประดิษฐ์) ในวันที่ 9 ตุลาคม 2551

(1) ผู้จัดการทั่วไปหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม (คุณพันทิพย์ จันทร์เจริญกิจ) เป็นผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการจัดการฝังกลบมูลฝอยโดยทั่วไป

หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม เป็นหลุมฝังกลบแห่งหนึ่งที่รองรับมูลฝอยจากศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขมและสายไหม ดำเนินการโดย บริษัท กลุ่ม 79 จำกัด มีปริมาณมูลฝอยที่นำมาฝังกลบเฉลี่ย 5,000 ตันต่อวัน (โดยประมาณ) ปัจจุบันพื้นที่ฝังกลบแบ่งออกเป็น 3 Phase ใช้ดำเนินการฝังกลบประมาณ 10 ปี

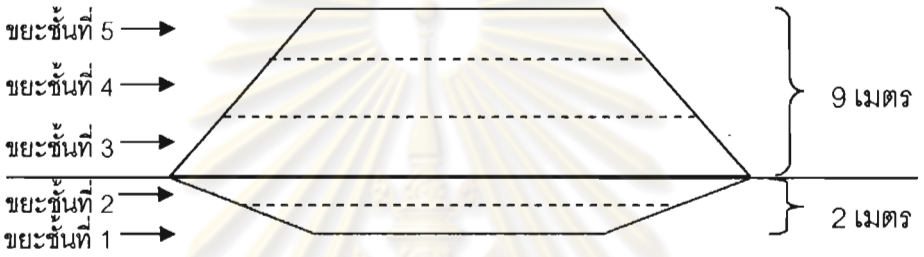
พื้นที่ที่ดำเนินการปัจจุบันมีพื้นที่ทั้งหมด 200 ไร่ แบ่งออกเป็น 3 Phase แต่ปริมาณขยะที่ฝังกลบในแต่ละ Phase บริษัทฯ ไม่สามารถให้ข้อมูลได้ เนื่องจาก ไม่ทราบปริมาณขยะที่แน่นอน คือ การดำเนินการฝังกลบจะทยอยทำไปทุกหลุมพร้อมๆกัน โดยขุดดินจาก Phase ด้านข้างมาเป็นดินกลบทับใน Phase ที่กำลังฝังกลบอยู่ โดยมีการฝังกลบขยะแล้วประมาณ 11 ล้านตัน และก๊าซที่เกิดขึ้นมีการรวบรวมเพื่อนำไปเผาทำลายในระบบ Flare มีอัตราการเกิดก๊าซ 300 m^3/hr สำหรับปริมาณขยะที่สามารถคาดว่าจะฝังกลบทั้งหมดได้คือ 37,000,000 ตัน ในระยะเวลา 10 ปี และมีปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการฝังกลบ ได้แก่ กลิ่น ฝุ่นละออง น้ำเสีย และมลภาวะทางทัศนียภาพ

(2) หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรกำแพงแสน (ผศ.บุญมา ป้านประดิษฐ์) เป็นผู้ให้ข้อมูลด้านการรวบรวมก๊าซจากหลุมฝังกลบมาใช้ประโยชน์

การดำเนินการฝังกลบมูลฝอยจะทำให้เกิดก๊าซชีวภาพที่สามารถนำผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อเป็นพลังงานทดแทนได้ ดังนั้น จึงมีโครงการพระราชดำริให้งบประมาณสนับสนุน

แก่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศึกษาเกี่ยวกับการนำชีวภาพจากหลุมฝังกลบมาใช้ประโยชน์ โดยร่วมมือกับหน่วยงานอื่นๆ เช่น บริษัท กลุ่ม 79 จำกัด แบ่งพื้นที่ 65 ไร่ จากพื้นที่ที่ปิดดำเนินการฝังกลบแล้ว เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัย จากการดำเนินการดังกล่าว สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ

การศึกษาบนพื้นที่ฝังกลบ 65 ไร่ จะมีขยะสูงประมาณ 10 – 12 เมตร มีขยะประมาณ 1.3 ล้านตัน ในการศึกษาได้เจาะขยะในชั้นที่ 5 (ดังรูป 4.22) เนื่องจาก ไม่ได้มีการวางแผนในการวางท่อรวบรวมก๊าซตั้งแต่แรกเริ่มฝังกลบ ดังนั้น จึงสามารถวางท่อได้เฉพาะชั้นบนเท่านั้น ไม่สามารถวางท่อได้ถึงก้นหลุม และจากการดำเนินงานสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ ดังนี้

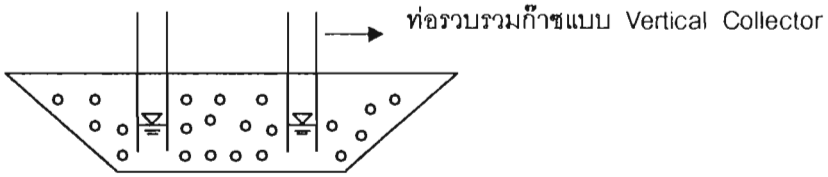


รูป 4.22 ภาพตัดแนวดิ่งแสดงชั้นขยะที่ฝังกลบ

ระยะที่ 1

มีการวางท่อแนวดิ่งจำนวน 39 หลุม เพื่อรวบรวมก๊าซที่เกิดขึ้น แล้วต่อส่งไปเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าที่ตั้งอยู่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เป็นระยะทาง 1.7 กิโลเมตร โดยใช้เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 435 กิโลวัตต์ (kW) จำนวน 2 เครื่อง ต้องการก๊าซเชื้อเพลิง 600 m^3/hr ซึ่งเมื่อเพิจารณาจากการคำนวณจะสามารถผลิตได้ประมาณ 450 m^3/hr แต่ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจริงคือ 180 m^3/hr เนื่องจาก

1. มีปริมาณขยะน้อย ทำให้เกิดก๊าซน้อย
2. น้ำชะขยะสูง ทำให้น้ำไหลเข้าท่อรวบรวมก๊าซ ทำให้ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นไม่สามารถลอยตัวสู่ด้านบนได้ ดังรูป 4.23

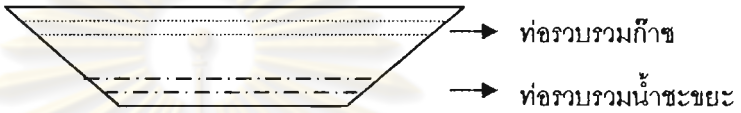


รูป 4.23 การวางท่อรวบรวมก๊าซในแนวดิ่ง

ในการดำเนินงานระยะที่ 1 พบว่า เกิดปัญหาก๊าซที่เข้าสู่ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อความต้องการของเครื่องจักร

ระยะที่ 2

การดำเนินงานระยะที่ 2 จึงเป็นแก้ปัญหาก๊าซไม่เพียงพอ โดยการวางท่อในแนวนอน (Horizontal Collector) ดังรูป 4.22 โดยทำจำนวน 6 แนว และใช้เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 435 จำนวน 1 เครื่อง และมีการตรวจวัดเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น พบว่า มีก๊าซมีเทน 50%



รูป 4.24 ภาพตัดแนวดิ่งแสดงการวางท่อรวบรวมก๊าซในแนวนอน

จากผลการวิจัย พบว่า สารอินทรีย์ 1 ตัน จะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 60 ลูกบาศก์เมตร (m^3) โดยการใช้ก๊าซชีวภาพ 1 m^3/hr (โดยมีก๊าซมีเทน 50%) จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 1.2 kW นอกจากนี้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ 1 MW จะขายได้ 0.8 MW และใช้ในโครงการ 0.2 MW

การนำก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบมาผลิตกระแสไฟฟ้า จะมีการบำบัดก๊าซก่อนเข้าเครื่องจักร เนื่องจาก ก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ , ไซโลเซน และความชื้นสูง ด้วยวิธีการต่างๆดังนี้

1. Wet Scrubber - ใช้กำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
2. Cyclone - ใช้กำจัดความชื้นขั้นที่ 1
3. Dehumidity - ใช้กำจัดความชื้นขั้นที่ 2
4. Activated Carbon - ใช้กำจัดไซโลเซน

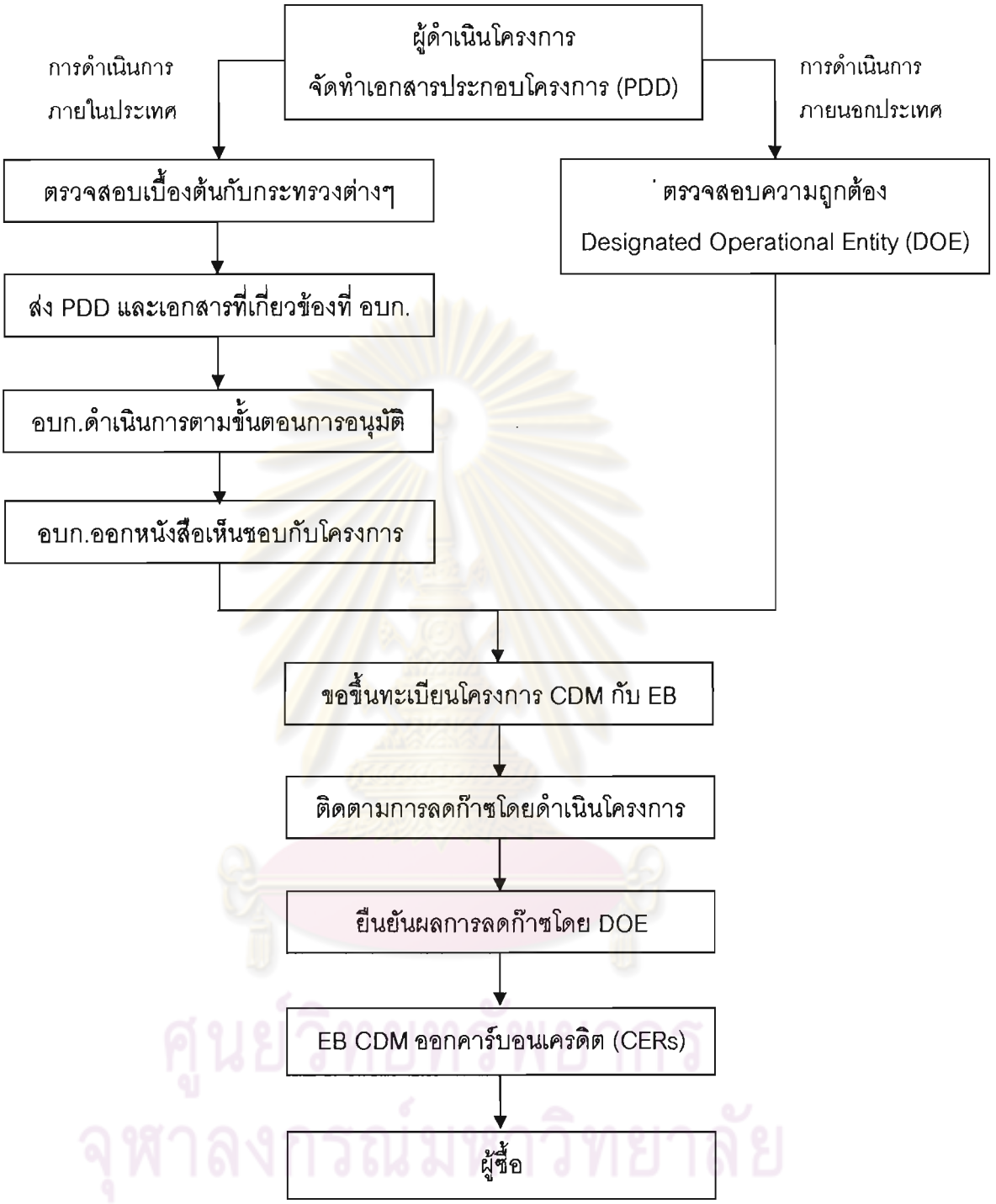
4.7.2.3 บริษัทที่ปรึกษาโครงการ

สัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ด้านการดำเนินโครงการ CDM ได้รับความอนุเคราะห์จาก ผู้มีประสบการณ์และให้คำปรึกษาการทำงานเกี่ยวกับโครงการ CDM ของบริษัท Sindicatum Carbon Capital และบริษัท South Pole Carbon Asset Management Ltd., นักศึกษาปริญญา

เอกของ Asian Institute of Technology (AIT) (คุณจุฑามณี มาศฉมาดล) ในวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2552 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การดำเนินโครงการ CDM ของประเทศไทย คือ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่วัดในหน่วยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) ซึ่งปริมาณที่ลดลงได้นี้จะเรียกว่า คาร์บอนเครดิต หรือ Certified Emission Reductions (CERs) สามารถนำไปขายให้กับประเทศที่ต้องการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามที่ตกลงไว้ในพิธีสารเกียวโตได้ แต่ทั้งนี้ การซื้อขาย CERs จะต้องได้รับการตรวจสอบความถูกต้องของโครงการจาก DOE และยืนยันการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยคณะกรรมการบริหาร (EB CDM) ของ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) จึงจะออกใบรับรองการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้วนำไปซื้อขายได้ และสรุปแผนผังการดำเนินโครงการ CDM ได้ดังแผนผัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แหล่งที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.), 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนผังดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า การดำเนินโครงการ CDM จะต้องผ่านหลายขั้นตอนและหลายหน่วยงานจึงมีปัญหาและอุปสรรคค่อนข้างมาก สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การตัดสินใจเลือก

การประกอบธุรกิจต่างๆ ผู้ประกอบการมักจะหาผลประโยชน์หรือกำไรให้กับบริษัทฯ มากที่สุด ดังนั้น ในด้านการตลาดแล้ว ผู้ซื้อรายใดที่ให้ราคาซื้อสูงกว่า มักจะเป็นผู้ได้สินค้านั้นไป และเมื่อเปรียบเทียบในทางธุรกิจของ CDM ก็เช่นเดียวกัน ผู้ซื้อรายใดที่ให้ราคาซื้อสูงกว่าย่อมได้ CERs นั้นไป แต่ทั้งนี้ ในขั้นตอนการดำเนินการต่างๆเพื่อให้เกิด CERs ต้องมีหลายขั้นตอน ซึ่งผู้ประกอบการบางรายสามารถจ้างบริษัทที่ปรึกษาให้จัดทำเอกสารต่างๆและ เป็นผู้หาตลาดในการดำเนินการซื้อขายด้วยก็ได้ ขึ้นกับการตกลงของแต่ละบริษัทฯ

ดังนั้น ผู้ประกอบการจึงสามารถเลือกบริษัทที่ปรึกษาที่สามารถทำให้เกิดผลประโยชน์กับบริษัทฯมากที่สุด เช่น ต้นทุนต่ำกว่า หรือสามารถผลิตคาร์บอนเครดิตได้มากกว่า ซึ่งมักจะเป็นเหตุผลทางธุรกิจ และ ทำให้เกิดความล่าช้าในการตัดสินใจเลือก นอกจากนี้ในการจัดทำเอกสารประกอบโครงการต้องระบุรายละเอียดของเครื่องจักรที่ใช้ในโครงการ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจเช่นเดียวกัน และเอกสารประกอบโครงการนี้ก็ต้องยื่นให้กับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) จึงทำให้เกิดความล่าช้ามากขึ้น

2. ระยะเวลาการออกหนังสือรับรองโครงการ

การดำเนินโครงการ CDM ของประเทศไทยต้องได้หนังสือรับรองโครงการจาก อบก. ซึ่งจะมีการขั้นตอนพิจารณาหลายขั้นตอน เช่น การตรวจสอบเอกสารใช้เวลา 20 วันทำการ การออกหนังสือรับรองโครงการ (LoA) ใช้เวลา 45 วันทำการ โดยจะได้รับการพิจารณาจากอนุกรรมการที่เป็นผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานและกระทรวงต่างๆ แต่การพิจารณาที่เกิดขึ้นจริงไม่ได้ใช้เวลาทั้งหมด 65 วัน เนื่องจาก หากเอกสารไม่ครบหรือต้องมีการแก้ไขจะต้องนำไปแก้ไขมาใหม่แล้วจึงจัดอยู่ในกลุ่มการขอหนังสือรับรองโครงการซึ่งจะต้องมีลำดับก่อนหลังกับโครงการต่างๆ ในแผนงานระบุว่า 45 วันทำการ นั่นหมายถึง 45 วันทำการสำหรับโครงการลำดับแรกๆ จึงทำให้เกิดความล่าช้าในการออกหนังสือรับรองโครงการ ตัวอย่างเช่น มีโครงการที่หนังสือรับรองโครงการ (LoA) ทั้งหมด 20 โครงการ และโครงการ A เป็นโครงการที่ 21 ที่จะพิจารณา และหากกำหนดว่า อบก. จะพิจารณาเดือนละ 8 โครงการ ดังนั้น โครงการ A จะมีสิทธิ์เริ่มได้พิจารณาโครงการในเดือนที่ 3 (ใช้เวลา 90 วัน) ซึ่งบางโครงการใช้เวลาเป็นปีในการออกหนังสือรับรองโครงการ จึงทำให้เกิดความเสียหายทางธุรกิจได้ หากธุรกิจดังกล่าวต้องมีการกู้ยืมเงิน เนื่องจาก การเริ่มต้นนับคาร์บอนเครดิตจะเริ่มนับเมื่อโครงการดังกล่าวได้ขึ้นทะเบียนเป็นโครงการ CDM จาก UNFCCC

แล้วเท่านั้น ดังนั้นในกรณีของหลุมฝังกลบ จะได้คาร์บอนเครดิตจากการผลิตกระแสไฟฟ้าและใช้ก๊าซมีเทนเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจะเกิดก๊าซมากที่สุดในช่วง 3-5 ปีหลังจากการฝังกลบ แล้วปริมาณก๊าซจะลดลง แต่หากการดำเนินการขอขึ้นทะเบียนโครงการ CDM มากกว่า 5 ปี ก็อาจจะทำให้ไม่เกิดความคุ่มค่าด้านการลงทุนได้

จากปัญหาการออกหนังสือรับรองโครงการล่าช้า (LoA) จาก อบก. และการขึ้นทะเบียนโครงการกับ EB CDM ล่าช้า ทำให้ผู้ประกอบการเสียโอกาสในการขายคาร์บอนเครดิตได้มากขึ้น เนื่องจาก การพิจารณาปริมาณคาร์บอนเครดิตจะนับตั้งแต่วันที่ขึ้นทะเบียนโครงการกับ EB CDM แล้วเท่านั้น แต่การขออนุญาตทำโครงการ CDM ต้องได้รับความยินยอมจากประเทศเจ้าบ้านก่อน ได้แก่ อบก. โดยจะมีการพิจารณาข้อมูลที่มาจากการดำเนินการจริง เช่น การปล่อยก๊าซจากเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อพิจารณาว่า เป็นโครงการที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนจริง และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ทำให้การเดินระบบส่วนหนึ่ง เป็นการเดินระบบเพื่อวัดค่าและทำรายการผลให้กับ อบก. แต่ส่วนนี้จะไม่ได้รับการพิจารณาคาร์บอนเครดิต เพราะ โครงการดังกล่าวยังไม่ได้ขึ้นทะเบียนกับ EB CDM ทำให้การดำเนินโครงการ CDM เกิดขึ้นกับโครงการขนาดใหญ่เท่านั้น ที่มีความมั่นใจว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุน นอกจากนี้ การพิจารณาโครงการล่าช้า จะทำให้ผู้ประกอบการส่วนหนึ่งเปลี่ยนลักษณะการซื้อขายจาก CERs เป็น VERs[1] ซึ่งจะมีราคาซื้อขายถูกลงและมีขั้นตอนการพิจารณาน้อยกว่า ส่งผลทำให้มีความคุ้มค่าในการลงทุนลดลง

3. ปัญหาทางด้าน Methodology

การดำเนินโครงการ CDM จะมี Methodology เปรียบเสมือน แนวทางในการดำเนินกิจกรรมของโครงการประเภทต่างๆ ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขรายละเอียดอยู่เสมอ และยกเลิก Methodology เดิม แต่หากโครงการใดได้จัดทำเอก PDD ไปแล้ว ก็สามารถ ยืดระยะเวลาออกไปได้อีก 6 เดือนในการขอขึ้นทะเบียนกับ UNFCCC แต่หากเกิน 6 เดือนก็ต้องจัดทำ PDD และขอ LoA จากประเทศเจ้าบ้าน (อบก.) ใหม่

4. ปัญหาทางด้านการเงิน

---

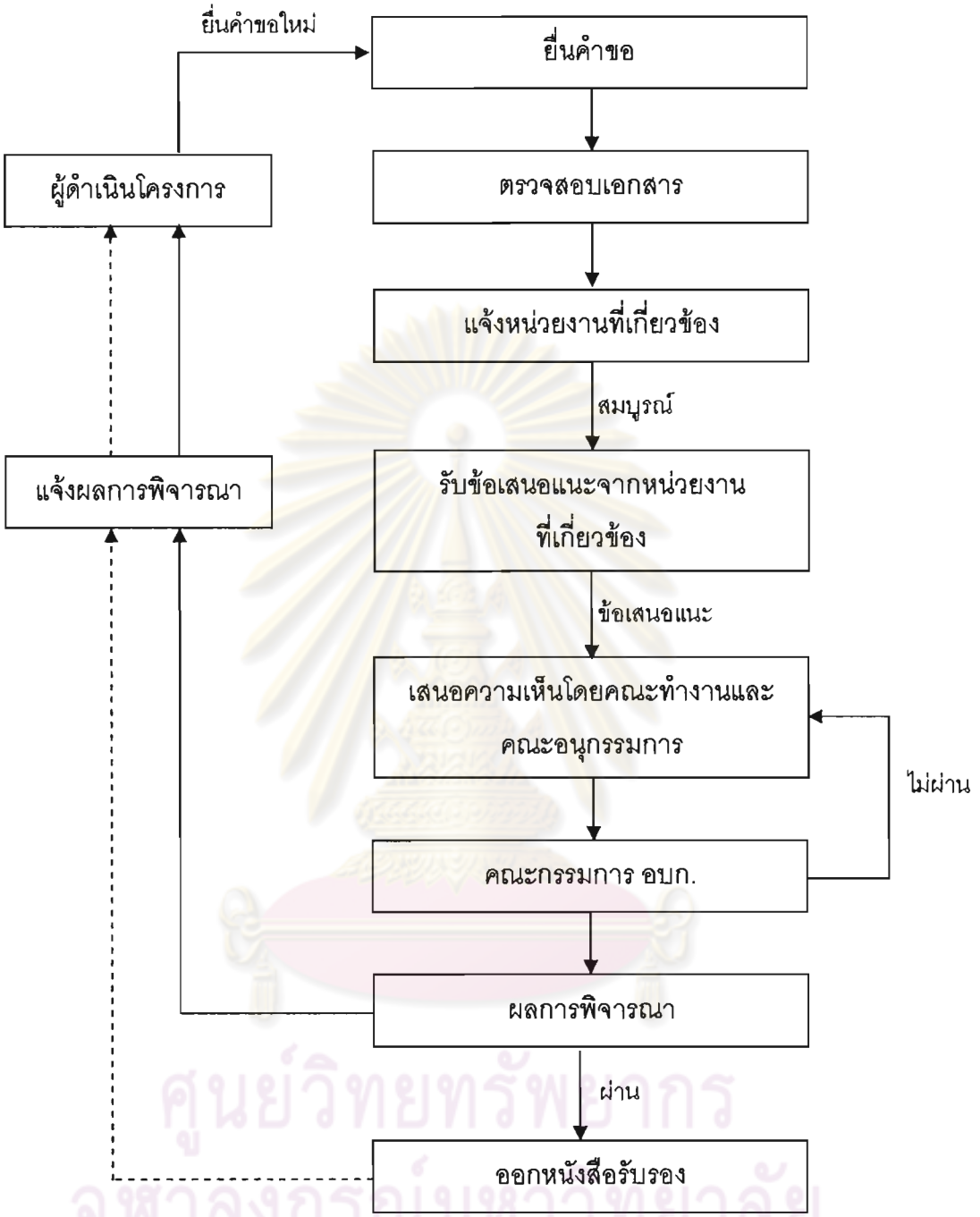
[1] VERs หรือ Verified Emission Reduction ถือเป็นคาร์บอนเครดิตประเภทหนึ่ง ที่เกิดขึ้นจากความสมัครใจของโครงการที่ตั้งใจจะลดก๊าซเรือนกระจก และเป็นเครดิตที่เกิดจากมาตรฐานที่สร้างขึ้นมานอกเหนือจากข้อกำหนดของ Kyoto Protocol และยังไม่ถูกนับไปในโครงการพัฒนาที่สะอาด ตลาดในการซื้อขาย VERs มีเพื่อการสร้างความสมดุลของก๊าซเรือนกระจก การสร้างความตระหนักของบุคคลหรือองค์กรในการช่วยลดสาเหตุของโลกร้อน หรือ การแสดงความรับผิดชอบในการดำเนินธุรกิจ เป็นต้น สามารถอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก (1) http://www.ctrade.org/VERsAugust_31_2007.pdf และ (2) http://www.tuev-sued.de/uploads/images/1179142340972697520616/Standard_VER_e.pdf

ในการขอกู้ยืมเงินเพื่อประกอบธุรกิจหรือดำเนินโครงการ บางครั้งต้องมีการกู้ยืมจากธนาคาร และทางธนาคารจะพิจารณาความเหมาะสมในการอนุมัติเงินกู้จาก IRR ของโครงการนั้นๆ ซึ่งควรจะมีค่าสูง แต่ในทางตรงข้ามหากมองในทาง CDM ด้าน Additionality ในการดำเนินธุรกิจปกติจะต้องมีค่า IRR ต่ำ (ไม่คุ้มค่า) แต่หากมีการดำเนินโครงการ CDM จะทำให้มีความคุ้มค่ามากขึ้น ทำให้เกิดความขัดแย้งของหลักการพิจารณาด้านตัวเลขและส่งผลต่อการอนุมัติเงินกู้ยืมของโครงการ

5. ปัญหาความเข้าใจและการตีความในการทำประชาพิจารณ์

การดำเนินโครงการ CDM ต้องมีการทำประชาพิจารณ์ในพื้นที่ท้องถิ่น ยังไม่มีเกณฑ์การประเมินที่แน่นอน ทำให้การตีความของผู้พัฒนาโครงการกับ อบก. ไม่ตรงกัน เช่น หากผลการประเมินโครงการจากการทำประชาพิจารณ์ยอมรับ 70% ของประชาชนในท้องถิ่นให้จัดตั้งโครงการได้ แต่ อบก. อาจต้องการผลการยอมรับในการทำประชาพิจารณ์ที่ 90% ซึ่งรายละเอียดส่วนนี้ยังไม่มีการระบุที่ชัดเจน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แหล่งที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.), 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8 กฎหมายและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการมูลฝอยและกลไกการพัฒนาที่สะอาด

หากมีการดำเนินโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบมูลฝอย สิ่งที่ควรพิจารณาอีกด้านคือ กฎหมายหรือข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่ กฎหมายเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอย และกฎหมายเกี่ยวกับกลไกการพัฒนาที่สะอาด

4.8.1 กฎหมายและนโยบายเกี่ยวกับการจัดการมูลฝอย

การดำเนินการจัดการมูลฝอย เป็นหน้าที่ของรัฐบาลท้องถิ่นที่มีหน้าที่รักษาความสะอาดเรียบร้อยของบ้านเมือง ตามพระราชบัญญัติต่างๆ ได้แก่

- พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535
- พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535
- พระราชบัญญัติรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535
- ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดวิธีการเก็บ ทำลายฤทธิ์ กำจัด ฝัง ทิ้ง เคลื่อนย้ายการขนส่งสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (ฉบับที่ 1) พ.ศ. 2531

ในการรวบรวมและจัดการมูลฝอยที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ กรุงเทพมหานครเป็นราชการส่วนท้องถิ่นที่มอบอำนาจหน้าที่ให้เอกชนดำเนินการในการรวบรวมและฝังกลบมูลฝอยทั้งหมด ดังนั้น ภาคเอกชนที่รับดำเนินการจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงหากเกิดความเสียหาย และกรุงเทพมหานครยังคงเป็นผู้รับผิดชอบแต่ไม่เป็นจำเลยที่ 1

จากการศึกษาคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานครในอนาคตของ JBIC พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้น กรุงเทพมหานครจึงมีมาตรการและนโยบายต่างๆ เพื่อลดปริมาณมูลฝอย การใช้เทคโนโลยีหรือการทำลายขยะเป็นกลยุทธ์สำคัญ ซึ่งการดำเนินงานเพื่อจัดการขยะมูลฝอยที่ผ่านมา กรุงเทพมหานครมีนโยบายที่จะดำเนินการกำจัดมูลฝอยโดยการฝังกลบน้อยลงและส่งเสริมการคัดแยกมูลฝอย และนำกลับมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด

1. ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช มีการเพิ่มปริมาณการหมักทำปุ๋ยอินทรีย์และลดปริมาณการฝังกลบ
2. ศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม มีการวางแผนปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงลักษณะการกำจัดดังตาราง 4.35

ตาราง 4.35 แผนงานการกำจัดมูลฝอยของศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขมในปี 2551 และ 2553

ปี 2551	ปี 2553
1. มีปริมาณการฝังกลบมูลฝอย 3,200 ตันต่อวัน 2. ระบบผสมผสาน คือ มีการหมักเพื่อนำก๊าซแล้วนำไปใช้กับรถยนต์ และหมักทำปุ๋ย 500 ตันต่อวัน 3. นำไปทำเป็นมูลฝอยก่อสร้าง 50 ตันต่อวัน	1. มีปริมาณการฝังกลบมูลฝอย (ระบบใหม่) 3,200 ตันต่อวัน 2. ระบบผสมผสาน คือ มีการหมักเพื่อนำก๊าซแล้วนำไปใช้กับรถยนต์ และหมักทำปุ๋ย 500 ตันต่อวัน 3. นำไปทำเป็นมูลฝอยก่อสร้าง 50 ตันต่อวัน 4. นำไปหมักทำปุ๋ยอินทรีย์ 1,000 ตันต่อวัน 5. เตาเผามูลฝอย

แหล่งที่มา : จากการรวบรวมข้อมูลและสัมภาษณ์

3. ศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม ในปี 2553 มีการกำจัดโดยการฝังกลบ 1,550 ตันต่อวัน และนำไปทำเป็นมูลฝอยก่อสร้าง 50 ตันต่อวัน

แต่การจัดการมูลฝอยที่ถูกต้องไม่ควรเป็นความรับผิดชอบของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง แต่ควรเป็นความรับผิดชอบของบุคคลทุกฝ่ายร่วมมือกัน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชน เพื่อให้เกิดประโยชน์และบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

4.8.2 กฎหมายและนโยบายเกี่ยวกับการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM)

กฎหมายเกี่ยวกับการดำเนินโครงการ CDM ในประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายที่ชัดเจน เนื่องจาก ประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่ไม่ได้ถูกกำหนดให้ลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้ได้ตามเป้าหมาย (ลดก๊าซเรือนกระจกให้ได้ 5% ที่ปล่อยในปี 1990) ในพิธีสารเกียวโต แต่สามารถเข้าร่วมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ โดยการดำเนินโครงการ CDM และผลิตคาร์บอนเครดิต ทั้งนี้ การดำเนินการดังกล่าวเป็นการดำเนินโครงการโดยความสมัครใจของผู้ประกอบการเอง ดังนั้น ประเทศไทยจึงยังไม่มีกฎหมายที่กำหนดให้การประกอบกิจการใดๆ ต้องลดก๊าซเรือนกระจกให้ได้ตามเป้าหมาย มีเพียงแต่เป็นการดำเนินตามนโยบายเกี่ยวกับพลังงานทดแทน เนื่องจาก โครงการส่วนใหญ่จะเป็นการนำก๊าซชีวภาพหรือชีวมวล มาผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อเป็นพลังงานทดแทน เท่านั้น (ชาญวิทย์, 2552)

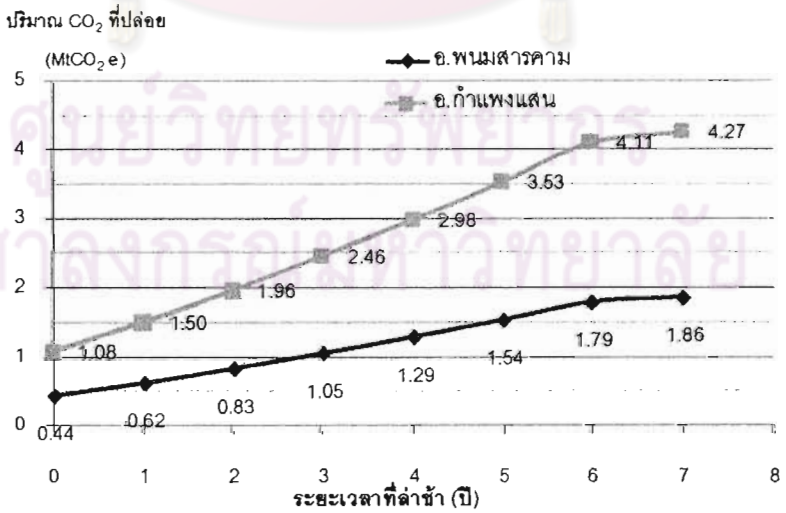
นอกจากนี้ การดำเนินการซื้อขายคาร์บอนเครดิต มักเป็นการตกลงทางธุรกิจระหว่างผู้ประกอบการภายในประเทศกับผู้ลงทุนต่างประเทศ ซึ่งทางรัฐบาลไม่มีสิทธิ์ที่จะกำหนดราคาซื้อขายได้ เนื่องจาก ไม่มีกฎหมายรองรับที่ชัดเจน

4.9 ผลกระทบเมื่อมีการตัดสินใจดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า

จากผลการสอบถามและสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบ พบว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้โครงการ CDM เกิดขึ้นช้า เนื่องจาก การตัดสินใจของผู้ประกอบการที่ต้องการความมั่นใจในการลงทุน ว่ามีความคุ้มค่าหรือไม่ ทำให้ต้องมีการศึกษารายละเอียดค่อนข้างนาน ซึ่งระยะเวลาในการตัดสินใจนั้น จะทำให้ผู้ประกอบการเสียผลประโยชน์มากขึ้น ดังนั้น ผลการวิจัยในส่วนนี้จะแสดงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น หากมีการดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า ซึ่งนอกจากจะมีผลกระทบทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ยังส่งผลต่อผลประโยชน์ความคุ้มค่าของการลงทุนอีกด้วย

1. <u>ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยเพิ่มขึ้น</u>

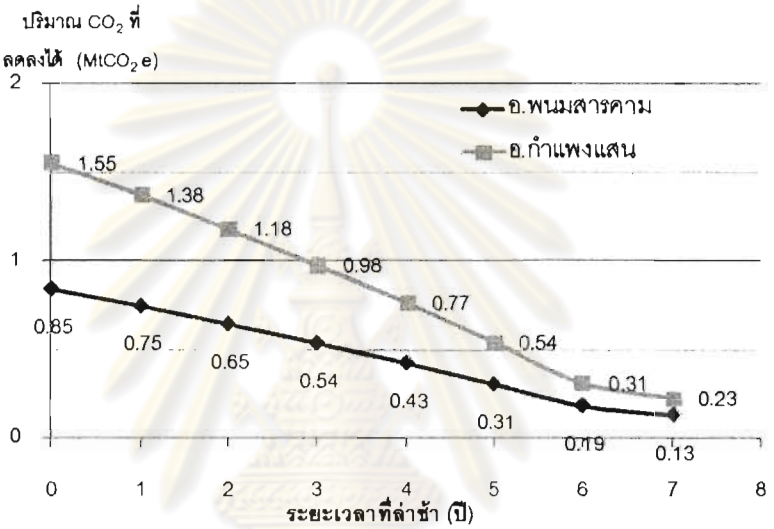
จากการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้น (รูป 4.11 - 4.12) พบว่า มีก๊าซเกิดขึ้นมากในปีแรกๆ ดังนั้น หากไม่มีการรวบรวมทำลายหรือนำมาใช้ประโยชน์ จะทำให้ก๊าซมีเทนถูกปล่อยสู่บรรยากาศมากขึ้น และในวิจัยนี้ ได้แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออก หากมีการดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า 1 - 7 ปี พบว่า จะมีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 22 – 24% ต่อปี



รูป 4.25 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศหากมีการดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า

2. <u>ปริมาณคาร์บอนเครดิต (CERs) ที่ได้รับ</u>

การวิจัยข้างต้นได้พิจารณาคาร์บอนเครดิตระหว่างปี 2552 – 2561 (10 ปี) จำนวน 1 ครั้ง ซึ่งหลุมฝังกลบแต่ละแห่งสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าได้ดังตาราง ฉ – 9 และ ฉ – 10 แต่ปริมาณ CERs ที่จะได้รับไม่ได้พิจารณาตาม PDD แต่ขึ้นกับปริมาณที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจริง โดยมี DOE เป็นผู้ตรวจสอบและยืนยัน ดังนั้น หากไม่มีการดำเนินการจัดการหรือมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศในปริมาณที่มากในตอนเริ่มต้นของการฝังกลบ ก็จะส่งผลทำให้ปริมาณ CERs ที่จะได้รับลดลงไปตามระยะเวลา

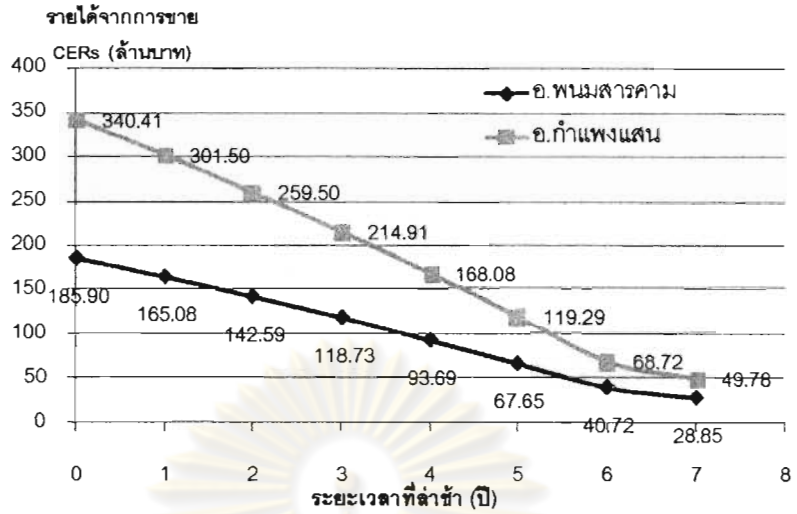


รูป 4.26 ปริมาณคาร์บอนเครดิต (จากการประเมิน) หากมีการดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า

รูป 4.26 แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่ลดลงได้ (CERs) จากปีที่เริ่มดำเนินการ ได้แก่ ปี 2552 ถึงปี 2561 ดังนั้น หากมีการดำเนินโครงการล่าช้า เช่น การดำเนินโครงการล่าช้า 2 ปี ของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จะทำให้ปริมาณ CERs ที่ควรจะได้ 1.55 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($MtCO_2e$) เหลือเพียง 1.18 $MtCO_2e$ เท่านั้น และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วการดำเนินโครงการล่าช้า จะทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสน มีอัตราการลดลงเฉลี่ย 23% ต่อปี

3. <u>เงินตอบแทนจากการขายคาร์บอนเครดิต (CERs)</u>

เงินตอบแทนจากการขาย CERs เป็นผลมาจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ถ้าหากลดได้มาก ย่อมมีปริมาณ CERs มาก ทำให้มีรายได้เกิดขึ้นมาก

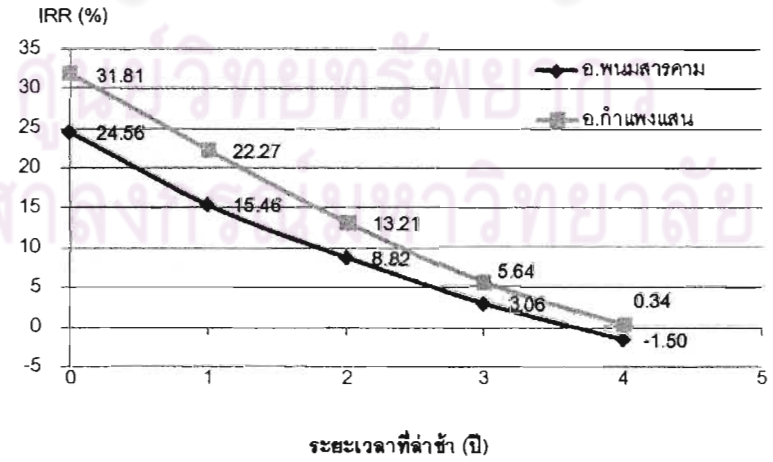


รูป 4.27 เงินตอบแทนจากการขาย CERs หากมีการดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า

รูป 4.27 แสดงรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตหากมีการดำเนินโครงการ CDM จะมีแนวโน้มลดลง โดยจะแปรผันตามปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้ (CERs) ในรูป 4.24 เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วการดำเนินโครงการล่าช้าจะทำให้รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสน มีอัตราการลดลงเฉลี่ย 23% ต่อปี

4. <u>อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR)</u>

ผลการวิเคราะห์หากมีการดำเนินโครงการล่าช้า 1 – 7 ปี จะทำให้ผู้ประกอบเสียโอกาสในการเพิ่มรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต ส่งผลให้อัตราผลตอบแทนภายในโครงการลดลงดังแสดงในรูป 4.28



รูป 4.28 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการเมื่อมีการดำเนินโครงการ CDM ล่าช้า

ถ้าหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่งมีการดำเนินโครงการ CDM ในปีที่ 3 หลังจากที่ได้เริ่มทำการฝังกลบ จะไม่มีความคุ้มทุน เนื่องจากมีค่า IRR น้อยกว่าอัตราดอกเบี้ยที่ 4% แต่สำหรับการดำเนินโครงการทั่วๆ ไปมักพิจารณาที่ IRR มากกว่า 12% จึงจะมีความคุ้มทุน นั่นคือ ดูจากอัตราดอกเบี้ยที่มากกว่าของธนาคารทั่วไปที่ปล่อยสินเชื่อได้ ดังนั้น หากมีการดำเนินโครงการ CDM ช้ากว่าปีที่ 2 ก็อาจจะส่งผลทำให้โครงการดังกล่าวขาดทุนได้ และเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้ว การดำเนินโครงการล่าช้าจะทำให้ IRR ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสน มีอัตราการลดลงเฉลี่ย 48% และ 42% ต่อปี ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นหากมีการดำเนินโครงการล่าช้า แสดงให้เห็นว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อีกทั้งส่งผลทำให้ปริมาณคาร์บอนเครดิตที่ผลิตได้ลดลง ดังนั้น เงินตอบแทนจากการขายคาร์บอนเครดิต และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทน

5.1.1 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนตามทฤษฎี Rachel โดยอ้างอิงจาก Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S. A. (1993) พบว่า มีปริมาณก๊าซมีเทนเกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคามเฉลี่ย 283.31 ล้านลูกบาศก์เมตร และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน เฉลี่ย 631.49 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าการวิเคราะห์ตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC เนื่องจาก ในการวิเคราะห์มีเทนตามวิธีนี้ที่ไม่ได้กำหนดระยะเวลา ดังนั้น จึงเป็นปริมาณก๊าซมีเทนทั้งหมดที่เกิดจากมูลฝอยทั้งหมด แต่การวิเคราะห์ตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC ได้กำหนดระยะเวลา 20 ปี นอกจากนี้ ตัวแปรและค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณมีความแตกต่างกันระหว่างการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี ทำให้ผลการวิเคราะห์มีค่าออกมาแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาจากการประเมินตามทฤษฎีของ Rachel ในกรณีที่ 1 ได้พิจารณามูลฝอยอินทรีย์ทั้งหมด (ยกเว้น พลาสติก) และกรณีที่ 2 ได้พิจารณูลฝอยอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่ายเท่านั้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจน เนื่องจาก มูลฝอยอินทรีย์ที่ย่อยลายยากมีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับมูลฝอยทั้งหมด

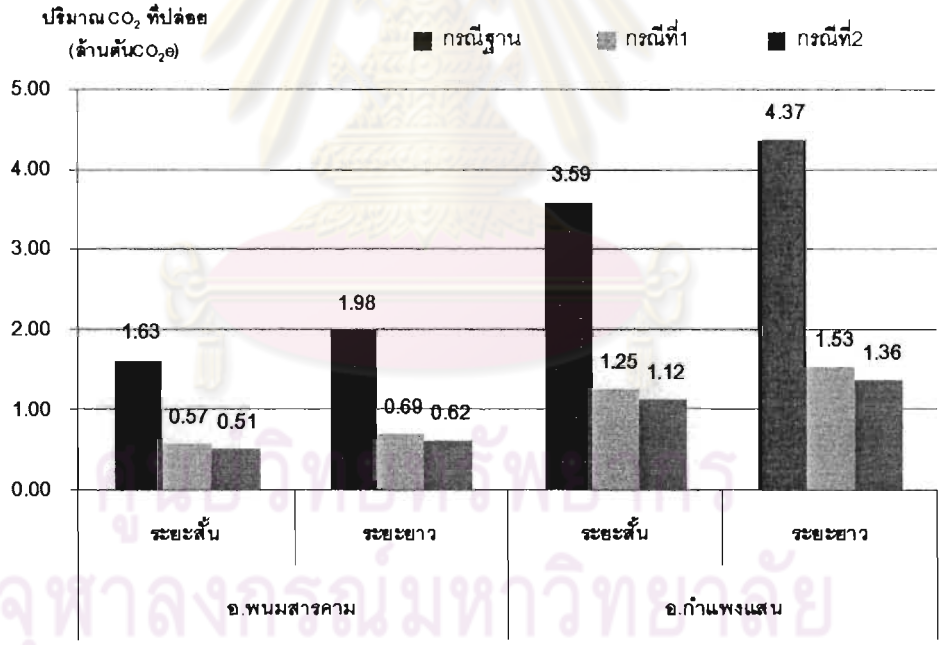
5.1.2 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC

การประเมินปริมาณก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา และหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม ได้ประเมินตาม Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to Determine Methane Emission Avoided from Dumping Solid Waste Disposal Site โดยจะพิจารณาความแตกต่างของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการย่อยสลาย เช่น ชนิดของมูลฝอย อัตราการย่อยสลาย (Decay Rates; k) สัดส่วนของสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ และปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบในแต่ละปี ทั้งนี้ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจะน้อยลงตามระยะเวลาโดยเฉพาะ หลังจาก 10 ปีแรกที่ทำการฝังกลบ เนื่องจากสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายได้ถูกย่อยสลายแล้ว โดยปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดจากหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม เฉลี่ย 160.69 ล้านลูกบาศก์เมตร และหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน เฉลี่ย 361.85 ล้านลูกบาศก์เมตร ในระยะเวลา 20 ปี

การประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นทั้ง 2 วิธี เป็นการประเมินโดยยึดหลักเกณฑ์และตัวแปรที่ใช้เป็นค่าสากลเท่านั้น ไม่ใช่ค่าของประเทศไทยโดยตรง เนื่องจาก มีหลายตัวแปรที่ยังไม่มีการกำหนดในประเทศไทย เช่น อัตราการย่อยสลายมูลฝอย ซึ่งอยู่ระหว่างการศึกษาวิจัย และมีแนวโน้มว่า ค่าจะสูงกว่าของสากล ดังนั้น ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจริงกับทางทฤษฎีย่อมมีความแตกต่างกันหรือคลาดเคลื่อนจากการประเมินในการศึกษานี้ได้ แต่ถ้าหากต้องการดำเนินโครงการ CDM ควรพิจารณาตาม UNFCCC เป็นหลัก ยกเว้น จะมีค่าของประเทศไทยแล้ว จึงจะใช้ค่าคงที่ของตัวแปรที่วัดตามสภาพปัจจัยของประเทศไทยแทน

5.2 การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามกรณีศึกษาต่าง ๆ

การดำเนินการฝังกลบโดยไม่มีการจัดการรวบรวมก๊าซมีเทนมาเผาทำลาย (กรณีฐาน) จะปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศมากกว่า กรณีที่มีการเผาทำลายก๊าซมีเทนก่อน (กรณีที่1) และการรวบรวมก๊าซมีเทนมาผลิตกระแสไฟฟ้า (กรณีที่2) ตามลำดับ แสดงดังรูป 5.1



รูป 5.1 การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในกรณีศึกษาต่างๆ

หากเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยสู่บรรยากาศของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง จะเห็นได้ว่า ที่หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากกว่าหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม เนื่องจาก หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน มีปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบมากกว่าจึงทำให้เกิดก๊าซมีเทนมากกว่า

จากการพิจารณาระยะเวลาที่ดำเนินโครงการ ได้แก่ ระยะสั้น 10 ปี (ปี 2552 - 2561) และระยะยาว 20 ปี (ปี 2552 – 2571) จะเห็นได้ว่า การดำเนินโครงการระยะยาว จะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามากกว่าการดำเนินโครงการระยะสั้น แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าไม่ได้เพิ่มเป็น 2 เท่าตามระยะเวลา แต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจาก สารอินทรีย์ส่วนใหญ่ได้ถูกย่อยสลายไปแล้วในช่วงสิบปีแรก ทำให้ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในปี 2562 – 2571 มีปริมาณน้อยลง

การดำเนินการจัดการในกรณีที่ 1 ได้แก่ การรวบรวมก๊าซมีเทนมาเผาและทำลายก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ ช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 65% สำหรับการดำเนินการจัดการในกรณีที่ 2 ได้แก่ การรวบรวมก๊าซเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า จะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 69% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ดำเนินการจัดการใดๆ ในกรณีฐาน

5.3 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนเครดิต

ปริมาณคาร์บอนเครดิต คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงได้จากการดำเนินโครงการ CDM (หน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ; CO_2e) โดย 1 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) คือ 1 CERs

หลุมฝังกลบอ.พนมสารคาม สามารถลดลงได้ ได้ 0.83 – 0.85 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ($MtCO_2e$) (เฉลี่ย 153,000 – 158,000 $tCO_2e/yr.$) สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 52.15% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐาน และ หลุมฝังกลบอ.กำแพงแสน สามารถลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้ 1.52 – 1.57 $MtCO_2e$ (เฉลี่ย 84,000 – 86,000 $tCO_2e/yr.$) จะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น 47.85% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐาน ซึ่งการดำเนินโครงการ CDM สามารถนำคาร์บอนเครดิตไปขายเพื่อสร้างรายได้ ถือเป็นแรงจูงใจให้เกิดการลงทุนและกระตุ้นให้มีการระบบการจัดการมูลฝอยให้ดียิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

จากผลการวิจัยในกรณีศึกษาต่างๆ พบว่า การดำเนินการจัดการแต่ละวิธีจะสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้แตกต่างกัน โดยการดำเนินการจัดการในกรณีที่ 2 คือ การรวบรวมก๊าซมีเทนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า จะสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าได้มากที่สุดคือ 69% รองลงมา คือ การดำเนินการจัดการในกรณีที่ 1 การรวบรวมก๊าซมีเทนมาเผาและทำลายก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 65% และกรณี

ทางเลือก ได้แก่ การดำเนินโครงการ CDM ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจาก การดำเนินโครงการ CDM จะมีการพิจารณาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการใช้กระแสไฟฟ้าภายในโครงการ จึงต้องมีคำนวณแล้วนำมาหักออกไป ดังนั้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงได้จึงมีค่าน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณคาร์บอนเครดิตของโครงกการในลักษณะเดียวกัน ได้แก่ โครงการโรงไฟฟ้าราชาเทวะ พบว่า ปริมาณคาร์บอนเครดิตที่ได้จริงในปีที่ 1 น้อยกว่าที่ประเมินในเอกสารประกอบโครงการประมาณ 60% เนื่องจาก ประสิทธิภาพในการรวบรวมก๊าซที่กำหนดโดย UNFCCC ได้กำหนดไว้ที่ 60 – 80% แต่สามารถรวบรวมได้จริงประมาณ 20% เท่านั้น

หากพิจารณาจากปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบ ของหลุมฝังกลบราชาเทวะ กับ หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม มีค่าใกล้เคียงกันแต่ปริมาณคาร์บอนเครดิตที่คำนวณได้เฉลี่ยต่อปี แตกต่างกันมาก เนื่องจาก การคำนวณในการวิจัยนี้ ได้คำนวณในขณะที่ยังมีดำเนินการฝังกลบอยู่ จึงทำให้ก๊าซที่เกิดขึ้นถูกรวบรวมและนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าทันที แต่หลุมฝังกลบราชาเทวะเป็นหลุมฝังกลบที่ปิดดำเนินการแล้ว 4 ปี จึงเริ่มดำเนินการผลิตกระแสไฟฟ้า ทำให้ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในช่วงแรกซึ่งเป็นช่วงที่มีการผลิตก๊าซมีเทนมากที่สุด ถูกเผาทำลายหรือปล่อยสู่บรรยากาศไปมาก ดังนั้น หากมีการดำเนินโครงการ CDM ตั้งแต่เริ่มฝังกลบจะทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าและคาร์บอนเครดิตได้มากขึ้น

การพิจารณาโครงการต่างๆ เพื่อให้เป็นการดำเนินโครงการ CDM มีหลักเกณฑ์ดังนี้

1. ต้องเป็นโครงการที่เกิดขึ้นโดยความสมัครใจ ซึ่งผู้ประกอบการของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง มีความสนใจในการร่วมดำเนินโครงการ CDM หากมีความคุ้มทุนในการดำเนินการ
2. ประเทศที่ร่วมโครงการจะต้องให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโต และต้องจัดตั้งองค์กรกำกับดูแลการดำเนินงานตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Designated National Authority: DNA) ได้แก่ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.)
3. โครงการที่ดำเนินการจะต้องมีส่วนช่วยในการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศเจ้าบ้าน
4. หากมีเงินช่วยเหลือโครงการจากประเทศในกลุ่มภาคผนวกที่ 1 จะต้องไม่ใช่เงินช่วยเหลือที่เพื่อการพัฒนาอย่างเป็นทางการ
5. ต้องมีการสอบถามความคิดเห็นจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการ และต้องดำเนินการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
6. การลดก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น จะต้องเป็นการดำเนินโครงการเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติในด้านการเงิน (Financial Additionality) การลงทุน (Investment

Additionality) การถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Additionality) และด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Additionality)

7. กระบวนการต่างๆ ในการดำเนินโครงการจะต้องมีความโปร่งใส มีประสิทธิภาพ และมีความรับผิดชอบ โดยการผ่านการตรวจสอบและการพิสูจน์อย่างเป็นอิสระ

5.4 การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน

การพิจารณาความเหมาะสมในการลงทุนได้พิจารณาจากค่าต่างๆ ดังนี้

1. B / C Ratio (Benefit / Cost Ratio) ควรมีค่ามากกว่า 1 จึงจะถือว่า มีความคุ้มค่าในการลงทุน
2. Net Present Value (NPV) หรือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ ควรมีค่าเป็นบวก จึงจะถือว่าเกิดผลกำไรจากการประกอบการ
3. Internal Rate of Return (IRR) หรือ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ ควรมีค่ามากกว่าอัตราลด หรือ มีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ย นั่นคือ อัตราดอกเบี้ยของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กำหนดไว้ที่ 4%
4. Payback Period (Years) หรือ ระยะเวลาที่คืนทุน ควรมีค่าน้อยกว่า 4 ปี จึงมีโอกาสสามารถขออนุมัติเงินกู้จากสถาบันการเงินหรือแหล่งเงินทุนต่างๆ เนื่องจาก ถ้าหากมีระยะเวลาคืนทุนมากกว่า 4 ปี ถือว่า มีความเสี่ยงในระดับสูง การอนุมัติเงินกู้จึงค่อนข้างยาก

จากการวิจัยได้สรุปค่าต่างๆ ในกรณีที่ผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อขายให้กับการไฟฟ้าโดยไม่พิจารณาผลประโยชน์ทาด้าน CDM และพิจารณาผลประโยชน์ทางด้าน CDM ดังตาราง 5.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน

วิเคราะห์	กรณีที่ไม่พิจารณาผลประโยชน์ทางด้าน CDM	กรณีที่พิจารณาผลประโยชน์ทางด้าน CDM
หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม		
B / C Ratio	0.65	1.19
Net Present Value (NPV)	-84.88 ล้านบาท	68.24 ล้านบาท
Internal Rate of Return (IRRR)	-	24.56%
Payback Period (Years)	-	4 ปี
หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน		
B / C Ratio	0.66	1.51
Net Present Value (NPV)	-84.55 ล้านบาท	151.17 ล้านบาท
Internal Rate of Return (IRRR)	-	38.65%
Payback Period (Years)	-	3 ปี

แหล่งที่มา : รวบรวมจากตาราง 4.22 และ 4.29

จากตาราง 5.1 การดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยไม่พิจารณาผลประโยชน์ที่ได้รับทางด้าน CDM จะไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง แต่เมื่อนำมาพิจารณาในเงื่อนไขของการดำเนินโครงการ CDM จะมีความคุ้มทุนโดยพิจารณาจาก B/C Ratio , NPV , IRR และระยะเวลาคืนทุน ที่มีระยะเวลาคืนทุนน้อยกว่า 4 ปี ทำให้มีความเป็นไปได้ในการอนุมัติเงินกู้จากสถาบันการเงินมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังผ่านเงื่อนไข Additionality ของลักษณะการดำเนินโครงการ CDM อีกด้วย

ลักษณะของ Additionality ของโครงการ CDM คือ โครงการมีลักษณะที่ไม่สามารถดำเนินการได้เอง จำเป็นต้องมีเงินช่วยเหลือจากต่างประเทศ จึงจะทำให้โครงการสามารถดำเนินการต่อไปได้ ซึ่งเงินช่วยเหลือจากต่างประเทศในที่นี้ คือ รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต (CERs)

การพิจารณาความเป็นไปได้ในการลงทุนของงานวิจัยนี้ ได้รวบรวมข้อมูลจากการสอบถาม การสัมภาษณ์จากหน่วยงานต่างๆ อีกทั้ง ยังได้รวบรวมข้อมูลจากเอกสารประกอบโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน (Bionersis Project Thailand1) ซึ่งเป็นโครงการที่เกิดขึ้นจริง ที่กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 1 เมกะวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง ดังนั้นค่าใช้จ่ายจึงมีแนวโน้มค่อนข้างสูง ทำให้เกิดความไม่คุ้มทุนของโครงการ หากไม่ดำเนินโครงการ

CDM แต่ผลการวิจัยนี้ค่อนข้างคลาดเคลื่อนกับลักษณะการดำเนินการจริง เนื่องจาก การดำเนินการในปัจจุบันมักจะมีความคุ้มค่าในการลงทุน เพราะได้รับราคาส่วนเพิ่มจากการขายไฟฟ้า (Adder) ในอัตรา 2.50 บาทต่อกิโลวัตต์ และมีระยะเวลาดำเนินโครงการอย่างน้อย 15 ปี จึงทำให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน (ในงานวิจัย กำหนดระยะเวลา 10 ปี) ซึ่งผู้ประกอบการจะเน้นผลตอบแทนจากการขายกระแสไฟฟ้าเป็นหลัก สำหรับรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตเป็นผลพลอยได้เท่านั้น

หากพิจารณาการดำเนินการจริงในปัจจุบัน จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนหากไม่มีการดำเนินโครงการ CDM เนื่องจาก ได้รับส่วนเพิ่มจากการขายไฟฟ้า ทำให้ผู้ประกอบการมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากยิ่งขึ้น แต่หาก UNFCCC มีการตรวจสอบนโยบายนี้ จะทำให้โครงการในประเทศไทยไม่สามารถเข้าร่วมการดำเนินโครงการ CDM ได้ เนื่องจาก ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐและสามารถดำเนินการได้โดยไม่ต้องพึ่งเงินช่วยเหลือจากต่างประเทศ (มีความคุ้มค่าในการลงทุนแล้ว ไม่ถือเป็น Additionality) ดังนั้น การที่รัฐบาลหรือการไฟฟ้ากำหนดอัตราการขายไฟฟ้าที่ผลิตมาจากขยะสูงกว่าอัตราปกติหรือสูงกว่าของเหลือใช้อื่นๆ เช่น ชีวมวล เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ประชาชนและผู้ประกอบการเห็นมูลค่าเพิ่มของขยะ และนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น ถ้าพิจารณาในเชิงนโยบายระยะยาวนั้นถือเป็นนโยบายที่ดีมากในการส่งเสริมการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในประเทศ แต่ประเทศไทยจะไม่ได้รับผลประโยชน์จาก CDM ซึ่งถ้าประเทศไทยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาเงินช่วยเหลือจากต่างประเทศก็ถือว่า ไม่มีความเสียหาย แต่รัฐบาลควรต้องมีมาตรการในการให้เงินสนับสนุนที่เพียงพอและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าหากรัฐบาลขาดความต่อเนื่อง เช่น เปลี่ยนรัฐบาลแล้วเปลี่ยนนโยบาย หรือ หมดเงินกองทุนช่วยเหลือก็เลิกโครงการสนับสนุนในลักษณะนี้ ก็อาจจะทำให้การจัดการสิ่งแวดล้อมที่กำลังดำเนินการอยู่ไม่มีความต่อเนื่องหรือชะลอการพัฒนาได้ และยังเป็นการเสียโอกาสที่จะได้เรียนรู้และได้รับเงินช่วยเหลือจากต่างประเทศด้วย สำหรับโครงการที่มีการดำเนินการลักษณะเดียวกันนี้ หน่วยงานรัฐควรประสานงาน ลดความทับซ้อนด้านผลประโยชน์และความช่วยเหลือที่ควรจะได้รับ และตกลงด้านนโยบายที่เหมาะสมสำหรับอนาคต เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

ในการพิจารณาต้นทุนสำหรับการลงทุนของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง ไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบแตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่งแตกต่างกัน ทำให้การผลิตกระแสไฟฟ้าและขายคาร์บอนเครดิตได้แตกต่างกัน

ทั้งนี้ หากพิจารณาการจัดการขยะมูลฝอยทั่วประเทศ พบว่า ลักษณะการจัดการส่วนใหญ่เป็นกองมูลฝอยเททิ้งกลางแจ้ง (Open Dump) ซึ่งจะทำให้เกิดอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทน

ค่อนข้างสูง และไม่สามารถรวบรวมก๊าซมีเทนมาผลิตกระแสไฟฟ้าและดำเนินโครงการ CDM ได้ ดังนั้นหากพิจารณาจากผลตอบแทนที่จะได้รับหากมีการดำเนินโครงการ CDM แล้ว น่าจะเป็นแรงจูงใจที่สำคัญที่ทำให้ผู้ประกอบการหรือเจ้าของพื้นที่หันมาให้ความสนใจในการจัดการหลุมฝังกลบที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งนอกจากจะช่วยลดกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมแล้วยังสามารถเพิ่มรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตได้อีกทางหนึ่งด้วย

ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน ได้อ้างอิงข้อมูลและค่าใช้จ่าย เครื่องมือ อุปกรณ์จากโครงการโรงไฟฟ้าราชาเทวะ (2006), โครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบของ อ.กำแพงแสน (Bionersis Project Thailand1) (2008) และจากการการสอบถาม/สัมภาษณ์จากบริษัทต่างๆ (2009) นำมาเป็นค่ากลางในการวิจัย รวมทั้ง การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน นอกจากนี้งานวิจัยนี้ ไม่ได้วิเคราะห์ถึงปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการลงทุน เช่น อัตราเงินเฟ้อ อัตราเงินฝืด ความเสี่ยง ฯลฯ

5.5 การวิเคราะห์ปัญหา/อุปสรรคในการดำเนินโครงการ CDM

จากการสัมภาษณ์และวิเคราะห์ปัญหา/อุปสรรคในการดำเนินงานโครงการ CDM ในปัจจุบัน ได้แก่

1. การออกหนังสือรับรองโครงการช้า เกิดจากสาเหตุต่างๆดังนี้

   1.1 ความไม่เข้าใจในรายละเอียดของเอกสารของผู้ดำเนินโครงการ เอกสารจึงไม่ถูกต้องสมบูรณ์ และต้องมีการแก้ไข ทำให้เสียเวลาและโอกาสในการยื่นขอขึ้นทะเบียนกับ EB CDM ทั้งนี้ ในแต่ละช่วงของกระบวนการต้องเกี่ยวข้องกับการเตรียมเอกสารและข้อมูลทางเทคนิคที่ค่อนข้างซับซ้อน และระยะเวลาในการดำเนินตั้งแต่ขั้นตอนการยื่นเรื่องจนขึ้นการได้รับ CERs อาจใช้เวลานานหลายเดือนจนถึงเป็นปี จึงเป็นสาเหตุให้มีผู้ประการเพียงส่วนน้อยที่สนใจพัฒนาโครงการ CDM โดยมากจะเน้นเพื่อเป็นรายได้เสริมให้กับรายได้หลักจากการผลิตมากกว่าที่จะเป็นโครงการที่จัดทำเพื่อประโยชน์จาก CERs โดยเฉพาะ

   1.2 การตกลงทางธุรกิจ เป็นการตกลงการซื้อขายเครดิตหรือต่อรองราคาระหว่างผู้ประกอบการกับบริษัทที่ปรึกษา หรือ ผู้ประกอบการกับผู้ประกอบธุรกิจอื่นๆที่เกี่ยวข้อง มีส่วนสำคัญทำให้เสียเวลาในการตัดสินใจ และส่งผลให้เอกสารที่ต้องยื่นเพื่อขอขึ้นทะเบียนล่าช้าด้วยเช่นกัน

2. การขออนุญาตประกอบกิจการการผลิตกระแสไฟฟ้าต้องติดต่อหลายหน่วยงาน เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน การไฟฟ้านครหลวง กรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งบางหน่วยงานยังไม่มีความเข้าใจเรื่องการดำเนินโครงการ CDM จึงต้องอธิบายและทำความเข้าใจ ทำให้เสียเวลาและโอกาสในนำก๊าซชีวภาพไปผลิตกระแสไฟฟ้ามาก

3. ปัญหาด้านการลงทุนในการกู้ยืมเงินเพื่อดำเนินโครงการ CDM จากสถาบันการเงินค่อนข้างยาก เนื่องจาก การดำเนินโครงการ CDM จะต้องมี Additionality นั่นคือ หากดำเนินธุรกิจปกติจะทำให้ผลประกอบการต่ำ แต่ถ้ามีการดำเนินโครงการ CDM จะทำให้มีความคุ้มค่ามากขึ้น ดังนั้น สถาบันการเงินจึงมักไม่อนุมัติเงินกู้ดังกล่าว เนื่องจาก เห็นว่า มีอัตราผลตอบแทนต่ำ และยังมีความเสี่ยงค่อนข้างสูง ทั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการจำเป็นต้องอธิบายให้กับสถาบันการเงินเข้าใจเกี่ยวกับโครงการ CDM และผลตอบแทนที่ได้รับจากการขายคาร์บอนเครดิต เพื่อให้สนับสนุนโครงการดังกล่าว

4. ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องโครงการ CDM และคาร์บอนเครดิต ทำให้ที่ผ่านมายังมีจำนวนโครงการ CDM ในประเทศไทยไม่มากนัก ซึ่งโครงการ CDM ถือว่าเป็นโครงการที่มีความเสี่ยงสูง (ความเสี่ยงในการดำเนินโครงการทั่วไปและความเสี่ยงที่เกี่ยวกับการผลิตและการซื้อขายคาร์บอนเครดิต) นอกจากนี้โครงการ CDM ต้องอาศัยเงินลงทุนสูงและระยะเวลาที่จะได้รับรายได้คืน (Payback Period) ค่อนข้างใช้เวลานาน ดังนั้น อาจจะมีแต่ผู้ผลิตขนาดใหญ่ที่มีต้นทุนหรือกำไรเพียงพอในการดำเนินกิจการลงทุนเพิ่มหรือมีกิจการขนาดใหญ่ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อรายได้มากนักเท่านั้น ที่จะมีความสามารถในการดำเนินโครงการ CDM ได้

5. ผู้ประกอบการมักมีปัญหาในการทำข้อตกลงที่ยุติธรรมกับผู้ร่วมดำเนินโครงการจากต่างประเทศ เนื่องจากขาดความรู้ด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะในส่วนกฎหมายระหว่างประเทศ ทำให้บางครั้งไม่สามารถบรรลุข้อตกลงในการขาย CERs ที่ได้ราคาดีได้

6. ความทับซ้อนด้านนโยบายในการสนับสนุนการผลิตพลังงานทดแทน เช่น รายได้จากส่วนเพิ่มของการขายกระแสไฟฟ้า ที่มีการกำหนดในระดับสูง ทำให้มีความคุ้มทุนโดยไม่จำเป็นต้องมีการดำเนินโครงการ CDM และขัดกับเงื่อนไขของ CDM ที่ต้องมี Additionality จึงทำให้เสียโอกาสในการรับรายได้เพื่อเป็นการสนับสนุนจากต่างประเทศ

7. ปัญหาทางด้านเทคนิค ได้แก่

7.1 การวางท่อรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบยังไม่สามารถรวบรวมได้ทั้งหมด เนื่องจาก

- การวางท่อแนวดิ่ง จะทำให้น้ำในหลุมฝังกลบไหลเข้ามาในท่อและก๊าซที่เกิดขึ้นไม่สามารถลอยตัวสู่ด้านบนได้ ทำให้ก๊าซที่เข้าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้ามีน้อยกว่าที่คำนวณไว้

- การวางท่อแนวราบ จะทำให้ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซดีขึ้น แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ขยะทรุดตัวไม่เท่ากันทำให้ท่อรวบรวมก๊าซแตกหัก ซึ่งในส่วนนี้มีการแก้ไขโดยมีการศึกษาเกี่ยวกับระบบการวางท่อเพิ่มเติมและการใช้ท่อที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น

7.2 การปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพที่เข้าเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้ายังไม่สามารถปรับตามความต้องการเนื่องจาก คุณภาพของก๊าซที่เกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ และทำให้เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าขัดข้องได้

7.3 การดำเนินโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบในปัจจุบัน ได้ดำเนินการกับหลุมฝังกลบที่ปิดดำเนินการแล้ว และไม่ได้มีการวางแผนรวบรวมก๊าซล่วงหน้า ทำให้ก๊าซที่รวบรวมได้ มาจากมูลฝอยชั้นบนเท่านั้น แต่ในอนาคตหากมีการวางแผนเพื่อรวบรวมก๊าซจึงคาดว่า ปริมาณก๊าซที่รวบรวมได้จะมากกว่าในปัจจุบัน

5.6 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ

ในการวิจัยนี้มีปัจจัยหลายประการที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ เนื่องจากตัวแปรหรือค่าที่ใช้แตกต่างกัน ระหว่างโครงการตัวอย่าง ได้แก่ โครงการราชาเทวะ กับโครงการหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน (หลุมเก่า) หรือ Bionersis Project Thailand1 และโครงการที่ใช้ในการวิจัย (หลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม กับ อ.กำแพงแสน) สามารถได้แบ่งเป็นประเด็นต่างๆ ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5.2 สรุปค่าที่ใช้ในเอกสารประกอบโครงการ และพื้นที่ที่ทำการวิจัย

ปัจจัย	ค่าที่ใช้ในหลุมฝังกลบ (โครงการตัวอย่าง)		ค่าที่ใช้ในการวิจัย	
	ราชาเทวะ	อ.กำแพงแสน ปิดดำเนินการแล้ว (หลุมเก่า)	อ.พนมสารคาม	อ.กำแพงแสน ดำเนินการอยู่ (หลุมใหม่)
ปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบ	2.5 ล้านตัน	10.5 ล้านตัน	9.02 ล้านตัน	20.10 ล้านตัน
Methodology ที่ใช้	ACM 0001 version 5	ACM 0001 version 8	ACM 0001 version 8	ACM 0001 version 8
ระยะเวลาที่จะเริ่มขอเครดิตหรือดำเนินโครงการหลังจากฝังกลบ	หลังจากปิดดำเนินการฝังกลบทั้งหมด 4 ปี	หลังจากปิดดำเนินการฝังกลบทั้งหมด 1 ปี	ปิดดำเนินการใน Phase 1	ปิดดำเนินการใน Phase 1
อัตราของส่วนเพิ่มจากการขายไฟฟ้า (Adder) (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	2.50	2.50	2.50	2.50
ราคาขายไฟฟ้าโดยเฉลี่ย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	2.10	2.70	3.20	3.20
กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า	1 เมกะวัตต์	2 เมกะวัตต์	1 เมกะวัตต์	1 เมกะวัตต์
ปริมาณคาร์บอนเครดิต (tCO_2e / yr.)	51,916	71,722	83,826	154,334
ประเทศคู่สัญญา	ประเทศญี่ปุ่น	ประเทศฝรั่งเศส	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5.2 (ต่อ) สรุปค่าที่ใช้ในเอกสารประกอบโครงการ และพื้นที่ที่ทำการวิจัย

ปัจจัย	ค่าที่ใช้ในหลุมฝังกลบ (โครงการตัวอย่าง)		ค่าที่ใช้ในการวิจัย	
	ราชาเทวะ	อ.กำแพงแสน ปิดดำเนินการแล้ว (หลุมเก่า)	อ.พนมสารคาม	อ.กำแพงแสน ดำเนินการอยู่ (หลุมใหม่)
อัตราดอกเบี้ยที่ใช้ในการคำนวณ	12%	12%	4%	4%
ระยะเวลาที่ดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้า	15 ปี	15 ปี	10 ปี	10 ปี
IRR ของโครงการหากไม่ทำโครงการ CDM	7.2 %	9.9%	24.56%	38.65%
Additionality	/	/	X	x

แหล่งที่มา : รวบรวมข้อมูลจากเอกสารประกอบโครงการของ บริษัทไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ จำกัด และ บริษัทกลุ่ม 79 จำกัด จากการคำนวณในบทที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตาราง 5.2 เป็นการเปรียบเทียบค่าต่างๆ จากเอกสารประกอบโครงการของโครงการราชาเทวะและกำแพงแสนที่ได้มีการยื่นดำเนินการตามโครงการ CDM แล้ว กับค่าตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งจะมีความแตกต่างในบางตัวแปร และด้วยเหตุนี้อาจจะส่งผลให้การประเมินในงานวิจัยนี้เกิดความคลาดเคลื่อนไปบ้าง ดังนั้น หากต้องการค่าที่ถูกต้องจริงๆ ควรมีทำการศึกษาโครงการอย่างละเอียดเมื่อจะมีการดำเนินการจริงอีกครั้ง

- หลุมฝังกลบราชาเทวะจะมีลักษณะใกล้เคียงกับหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม เนื่องจากบริษัทผู้ประกอบการเป็นบริษัทเดียวกัน
- หลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน(หลุมเก่า) มีพื้นที่ฝังกลบ 125 ไร่ และปิดดำเนินการแล้ว จะมีลักษณะใกล้เคียงกับหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน (หลุมใหม่) มีพื้นที่ฝังกลบ 200 ไร่ เนื่องจาก บริษัทผู้ประกอบการเป็นบริษัทเดียวกัน

ปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างได้แก่

1. ปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบของโครงการตัวอย่างมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณมูลฝอยที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากขนาดของพื้นที่ที่รองรับการฝังกลบไม่เท่ากัน
2. ระยะเวลาดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยไม่พิจารณาผลประโยชน์ทาง CDM ของโครงการตัวอย่างได้พิจารณาที่ 15 ปี แต่เป็นโครงการ CDM เพียง 10 ปี สำหรับงานวิจัยได้กำหนดผลิตกระแสไฟฟ้าที่ 10 ปี (ระยะสั้น) และ 20 ปี (ระยะยาว) พิจารณาเป็นโครงการ CDM เพียง 10 ปีแรกเท่านั้น
3. ราคาขายไฟฟ้าโดยเฉลี่ย ในเอกสารประกอบโครงการของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง ได้พิจารณาราคาขายไฟในช่วงเวลาต่างๆ จะมีราคาแตกต่างกัน แต่ในงานวิจัยกำหนดให้มีค่าเท่ากันตลอดทั้งโครงการ
4. อัตราดอกเบี้ย จะมีผลต่อการพิจารณาค่าอัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) โดยโครงการทั้ง 2 แห่ง (จากเอกสารประกอบโครงการราชาเทวะ และ อ.กำแพงแสน(หลุมเก่า)) จะพิจารณาอัตราดอกเบี้ย 12% แต่งานวิจัยพิจารณาอัตราดอกเบี้ย 4%
5. อัตราของส่วนเพิ่มจากการขายไฟฟ้า (Adder) เป็นส่วนหนึ่งที่มีผลต่อการวิจัย โดยถ้ากำหนดค่าให้เหมาะสม (ไม่สูงหรือต่ำเกินไป) จะทำให้โครงการที่มีการรวบรวมก๊าซตั้งแต่เริ่มฝังกลบมีความเป็น Additionality ได้ง่ายขึ้น และสามารถรับตอบแทนทางด้าน CDM จากต่างประเทศเป็นรายได้เพิ่มให้กับโครงการได้อีกทางหนึ่ง

5.7 สรุปภาพรวม

การดำเนินการจัดการหลุมฝังกลบมูลฝอย หากไม่มีการดำเนินการรวบรวมก๊าซมีเทนมาทำลายจะมีการก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศค่อนข้างสูง เนื่องจาก ก๊าซมีเทนมีค่าศักยภาพทำให้เกิดโลกร้อนเป็น 21 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ถ้ามีการดำเนินการรวบรวมมาเพื่อทำลายก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ ก็จะช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะปล่อยสู่บรรยากาศได้ แต่การดำเนินการดังกล่าวไม่ได้ก่อให้เกิดรายได้แก่ผู้ประกอบการแต่อย่างใด ซึ่งถ้ามีการรวบรวมแล้วนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า ก็ถือว่าเป็นการทำลายก๊าซมีเทนและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เช่นเดียวกับการเผาทำลาย แต่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้นมาเป็นพลังงานทดแทนจากชีวมวลและคำนวณเป็นคาร์บอนเครดิตได้อีกด้วย

การผลิตคาร์บอนเครดิตดังกล่าว สามารถนำไปขายให้กับประเทศที่ต้องการลดก๊าซเรือนกระจกให้ได้ตามข้อตกลงในพิธีสารเกียวโต ทำให้ผู้ประกอบการมีรายได้เพิ่มขึ้น และนำไปจัดการหลุมฝังกลบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป ซึ่งจากผลการวิจัย พบว่า การดำเนินโครงการ CDM ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสน มีศักยภาพในการผลิตคาร์บอนเครดิตค่อนข้างสูง เนื่องจาก มีปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบมาก อีกทั้งโครงการดังกล่าว ได้รับความสนใจเรื่องการลงทุนในโครงการ CDM จากผู้ประกอบการ และได้รับการสนับสนุนโครงการจากภาครัฐบาล ทั้งด้านนโยบาย และด้านแหล่งเงินทุน แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ขาดการประสานงานที่เพียงพอทำให้เกิดความเข้าใจที่ไม่ตรงกันระหว่างหน่วยงานต่างๆ ทำให้การดำเนินการในขั้นตอนต่างๆเป็นไปได้ช้ากว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้การวางแผนรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบยังคงต้องมีการทดสอบและวางแผนล่วงหน้า เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซให้ได้มากขึ้น

การดำเนินโครงการล่าช้าสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น การตัดสินใจของผู้ประกอบการล่าช้า หรือ การอนุมัติหรือรับรองโครงการล่าช้า ทั้งสองสาเหตุจะทำให้ผู้ประกอบการมีโอกาสเสียผลประโยชน์จากการดำเนินโครงการมากขึ้น เนื่องจาก การดำเนินโครงการ CDM จะมีผลบังคับใช้เมื่อได้ขึ้นทะเบียนโครงการกับ EB CDM แล้วเท่านั้น ดังนั้น หากมีการดำเนินโครงการก่อนการขึ้นทะเบียนโครงการที่ EB CDM จะไม่สามารถนำมาพิจารณาเป็นคาร์บอนเครดิตได้ นอกจากนี้ การเกิดปัญหาความล่าช้าในการอนุมัติโครงการ CDM ทำให้เกิดผลเสียด้านต่างๆ ได้แก่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศมากขึ้น ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจลดลงจนกระทั่งเกิดความไม่คุ้มทุนการดำเนินโครงการ และทำให้ผู้ประกอบการไม่มีแรงจูงใจในการพัฒนาโครงการ CDM หรืออยากจะลงทุนในโครงการลักษณะนี้ต่อไป

หากพิจารณาจากนโยบายหรือข้อบังคับต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการหลุมฝังกลบมูลฝอย พบว่า ยังไม่มีกฎหมายที่มีบทลงโทษในการรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นมาทำลาย มีเพียงแต่เป็นข้อเสนอแนะในการจัดการหลุมฝังกลบเท่านั้น ดังนั้น หากมีกฎหมายเกี่ยวกับการรวบรวมและทำลายก๊าซจากหลุมฝังกลบก็จะทำให้หลุมฝังกลบอื่นๆ มีแนวทางการจัดการที่ดีขึ้น และมีแนวโน้มในการดำเนินโครงการ CDM มากขึ้นด้วย

นอกจากนี้ประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายเกี่ยวกับการดำเนินโครงการ CDM ที่ชัดเจน ทำให้ผู้ดำเนินโครงการไม่มั่นใจในการลงทุน เนื่องจาก ยังไม่มีนโยบายที่ชัดเจนและเกรงว่าจะขาดทุนจากการดำเนินโครงการ

5.8 การเสนอแนวทางเพื่อส่งเสริมการดำเนินโครงการ CDM ให้แพร่หลายมากขึ้น

จากปัญหา/อุปสรรคที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ควรมีแนวทางเพื่อส่งเสริมการดำเนินโครงการ CDM ดังนี้

รัฐบาลควรเข้ามาสนับสนุนด้านต่างๆตามลำดับความสำคัญ คือ ด้านการพัฒนาโครงการ CDM เพื่อการผลิตและซื้อขายคาร์บอนเครดิต ด้านการเงิน/การธนาคาร และด้านกิจกรรมที่รัฐบาลควรดำเนินการทางด้านนโยบายและนำไปปฏิบัติให้เกิดผล ได้แก่

- ประชาสัมพันธ์/เผยแพร่ข้อมูลทางวิชาการ และกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องต่างๆถึงความจำเป็นและประโยชน์แก่ทุกภาคส่วน รวมทั้งสร้างความตระหนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งให้แก่ ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาโครงการ CDM และตลาดคาร์บอนเครดิต
- ประสานงานระหว่างหน่วยงานต่างๆ เผยแพร่และอธิบายให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุกหน่วยงาน เพื่อหามาตรการในการลดขั้นตอนหรืออุปสรรครวมถึงส่งเสริมให้โครงการเกิดขึ้นได้อย่างสะดวกมากขึ้น
- สร้างมาตรการเพื่อใช้ส่งเสริมกลไกทางการตลาดให้ดีขึ้น เช่น การกำหนดราคาซื้อขายกลางเพื่อให้เป็นราคามาตรฐานและลดปัญหาการกดราคาหรือโกงราคา
- พัฒนาฐานข้อมูล และให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิค เช่น เป็นที่ปรึกษาในการทำโครงการ CDM และการขายคาร์บอนเครดิต

- ภาครัฐ ควรทำโครงการ CDM เป็นโครงการตัวอย่าง และให้ความรู้ความเข้าใจแก่ภาคเอกชน

5.8.1 ด้านการลงทุน

จากความไม่แน่นอนของความต้องการคาร์บอนเครดิตในตลาดโลก ขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนเครดิตประเภทอื่นๆ รวมทั้งอนาคตของตลาดคาร์บอนเครดิตหลังปี 2012 เมื่อพิธีสารเกียวโตระยะแรกสิ้นสุดลง ภาครัฐอาจจัดตั้งกองทุนเพื่อรับซื้อ CERs จากเจ้าของโครงการ CDM โดยตรง และนำไปขายต่อให้แก่ผู้ที่ต้องการจากต่างประเทศ โดยอาจมีการประกันราคาในระดับหนึ่ง ซึ่งจะช่วยลดความไม่แน่นอนทางด้านราคาให้แก่ผู้ผลิต CERs ได้

ในปัจจุบันสถาบันการเงินในภาคเอกชนยังไม่มีความมั่นใจและยังไม่มีความพร้อมในการปล่อยกู้ให้แก่โครงการ CDM ดังนั้น ภาครัฐอาจพิจารณาความเป็นไปได้ในการให้ธนาคารของรัฐเป็นผู้ดำเนินโครงการนำร่องในการความช่วยเหลือทางด้านการให้เงินกู้ หรือการจัดตั้งเป็นกองทุนเพื่อร่วมลงทุนโครงการ CDM กับผู้ดำเนินโครงการที่มีความสนใจจะดำเนินโครงการ ทั้งนี้ ภาครัฐอาจขอความช่วยเหลือทางวิชาการจากสถาบันการเงินระหว่างประเทศได้แก่ World Bank, JBIC หรือสถาบันการเงินที่มีความชำนาญในธุรกิจนี้จากประเทศอื่นๆ ในการส่งผู้เชี่ยวชาญมาช่วยทำการประเมินโครงการซึ่งก็จะช่วยให้เกิดการถ่ายทอดความรู้ ความเชี่ยวชาญ แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องในประเทศไทยอีกทางหนึ่ง

ภาครัฐควรมีมาตรการจูงใจเพื่อส่งเสริมการพัฒนาโครงการ CDM มากขึ้น โดยใช้มาตรการให้ความช่วยเหลือทางด้านการเงิน หรือ มาตรการภาษี แก่ผู้ประกอบการ CDM ดังต่อไปนี้

- การส่งเสริมการลงทุนโดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) การส่งเสริมสิทธิประโยชน์ทางภาษียังไม่ครอบคลุมไปถึงรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต
- ควรพิจารณาปรับลดภาระด้านภาษีจากรายได้การขายคาร์บอนเครดิตตามความเหมาะสม เนื่องจาก ผู้ประกอบการที่สามารถขาย CERs จะต้องชำระภาษีที่เกิดจากรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตตามอัตราที่กำหนดไว้ในปัจจุบัน นั่นคือ 30% ของรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต ถ้าอยู่ในระยะส่งเสริมโครงการภาษีรายได้อาจจะลดหย่อนได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- นโยบายด้านการให้สินเชื่อ เงินกู้ปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดอัตราดอกเบี้ยสำหรับเงินกู้เพื่อพัฒนาโครงการ CDM ในอัตราพิเศษ ระยะยาว ซึ่งจะช่วยจูงใจให้ผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็ก (SMEs) ลงทุนพัฒนาโครงการมากขึ้น

5.8.2 ด้านนโยบาย

จากการวิเคราะห์ พบว่า ต้นทุนคงที่ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม และ อ.กำแพงแสน มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น ความคุ้มทุนของโครงการขึ้นกับปริมาณมูลฝอยที่ฝังกลบ ถ้าหากมีปริมาณมูลฝอยมากก็สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มาก และขายคาร์บอนเครดิตได้มาก ซึ่งหากพิจารณาหลุมฝังกลบอื่นๆที่มีปริมาณการฝังกลบน้อย สามารถนำมูลฝอยมาฝังกลบรวมกันในพื้นที่ฝังกลบขนาดใหญ่แล้วดำเนินโครงการ CDM จะเป็นการลดต้นทุนคงที่ และได้ปริมาณมูลฝอยมากพอที่จะผลิตก๊าซมีเทนเพื่อนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้ เป็นการเพิ่มรายได้ให้กับท้องถิ่นและช่วยผลิตพลังงานทดแทนได้อีกทางหนึ่ง

การกำหนดนโยบายควรลดความทับซ้อนของหน่วยงานต่างๆ และปรับค่าส่วนเพิ่มจากการขายกระแสไฟฟ้าให้มีความเหมาะสม ที่สามารถช่วยเหลือผู้ประกอบการ และสามารถพัฒนาเป็นโครงการ CDM ได้ในเวลาเดียวกัน เพื่อให้เกิดผลประโยชน์มากที่สุด นอกจากนี้การดำเนินการในลักษณะดังกล่าว ยังถือเป็นการสนับสนุนการผลิตพลังงานทดแทน และมีการดำเนินงานในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้เกิดการส่งเสริมการดำเนินโครงการ CDM ได้อย่างแท้จริง

ภาครัฐควรเร่งทำการศึกษาเพื่อวางนโยบายในเรื่องการพัฒนาโครงการ CDM และเรื่องการค้าขายคาร์บอนเครดิตอย่างเร่งด่วน เพื่อให้ผู้ประกอบการทราบแนวทางของภาครัฐในเรื่องดังกล่าว ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก เรื่องคาร์บอนเครดิตนี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงานทั้งในประเทศ รวมไปถึงการติดต่อประสานงานกับรัฐบาลและสถาบันการเงิน และองค์กรระหว่างประเทศทั้งหลาย ดังนั้น การกำหนดและการดำเนินนโยบายในเรื่องคาร์บอนเครดิตนี้ ควรพิจารณาตั้งแต่การสนับสนุนพัฒนาโครงการ CDM เพื่อลดต้นทุนการดำเนินโครงการ ไปจนถึงการส่งเสริมการซื้อขาย CERs ให้ได้รับราคาที่เหมาะสมและประกันความเสี่ยง รวมถึงการจัดเก็บภาษีด้วยมาตรการที่เหมาะสม จึงจะสามารถช่วยเหลือและส่งเสริมผู้ผลิตที่สนใจทำโครงการ CDM ได้อย่างแท้จริง

5.9 การดำเนินโครงการ CDM ในอนาคต

ผลจากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการ CDM ได้กล่าวถึง การพัฒนาโครงการ CDM ในอนาคตจะเป็นในแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร เช่น การใช้หลอดไฟที่มีการปล่อยกาซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยลง นอกจากนี้ จากพิธีสารเกียวโตระยะที่1 จะสิ้นสุดในปี 2012 ซึ่งจะมีการประชุมระยะที่ 2 ต่อไป คาดการณ์ว่า อาจมีการกำหนดชนิดของก๊าซเรือนกระจกมากขึ้น ซึ่งประเทศไทยก็พร้อมที่จะดำเนินตามนโยบายดังกล่าว

นอกจากนี้ ประธานาธิบดีสหรัฐอเมริกา ได้เริ่มให้ความสนใจเกี่ยวกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งในปัจจุบัน สหรัฐอเมริกายังไม่ได้ให้สัตยาบันในพิธีสารเกียวโต จึงไม่สามารถเข้าร่วมการซื้อขายก๊าซเรือนกระจกได้ ดังนั้น หลังจากปี 2012 หากสหรัฐอเมริกาได้ลงนามและให้สัตยาบันเข้าร่วมในพิธีสารเกียวโต อาจทำให้สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่เป็นตลาดใหญ่ในการซื้อขายก๊าซเรือนกระจกซึ่งจะส่งผลต่อราคาในตลาดโลกได้

สำหรับราคา CERs ในอนาคต ในช่วง 2009 – 2012 ควรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากประเทศที่อยู่ในกลุ่ม Annex1 จำเป็นต้องลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้ได้ตามให้สัตยาบันในพิธีสารเกียวโต แต่ด้วยภาวะทางเศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลกในปี 2008 ส่งผลให้ราคา CERs ลดลงด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม

จากผลการวิจัยเรื่องการประเมินศักยภาพในการผลิตคาร์บอนเครดิตของหลุมฝังกลบมูลฝอย กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. สำหรับการดำเนินการในอนาคต ควรมีการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการของหลุมฝังกลบทั้ง 2 แห่ง และทำการประเมินโดยใช้ข้อมูลที่เป็นค่าจริง เพื่อเพิ่มความถูกต้องให้มากยิ่งขึ้น โดยมีการเก็บข้อมูลและตรวจวัดก๊าซมีเทนภาคสนาม แต่ทั้งนี้ ต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของโครงการก่อนดำเนินการ

2. ผลการประเมินปริมาณคาร์บอนเครดิตที่ได้อาจจะคลาดเคลื่อนจากความเป็นไปจริง เนื่องจาก ปัจจัยหลายๆด้าน ได้แก่

   2.1 การประเมินปริมาณมูลฝอยในอนาคต อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจาก เกิดภาวะเศรษฐกิจตกต่ำในที่ผ่านมา ซึ่งส่งผลให้ปริมาณมูลฝอยอาจลดต่ำลงกว่าที่คาดการณ์ไว้ ดังนั้น หากเป็นไปได้จึงควรมีวิธีการคาดการณ์ปริมาณมูลฝอยจากค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ด้วย

   2.2 การประเมินปริมาณก๊าซมีเทนโดยใช้หลักเกณฑ์ของ UNFCCC เป็นค่าเฉลี่ยที่ใช้ทั่วโลก และบางครั้งค่าคงที่บางค่าอาจจะไม่ตรงกับค่าของประเทศไทย ทำให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่ประเมินคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้

3. การประเมินด้านการต้นทุนในการวิจัยนี้ เป็นการรวบรวมข้อมูลเฉพาะค่าใช้จ่ายหลักๆ ที่เกิดขึ้นในโครงการ อาจจะไม่ใช่ต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริง ทำให้การวิเคราะห์อัตราการ ตอบแทนภายในโครงการเปลี่ยนไปได้หากมีข้อมูลเพิ่มมากขึ้น

4. การวิเคราะห์ด้านการลงทุน ยังมีปัจจัยอีกหลายปัจจัยที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ เช่น อัตราเงินเฟ้อ อัตราเงินฝืด ค่าความเสี่ยงของโครงการ ฯลฯ จะมีผลต่อการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ

5. ค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ต่างๆ เป็นค่าที่สามารถรวบรวมจากบางบริษัทที่เป็นตัวแทนเพื่อสอบถามเกี่ยวกับราคา เนื่องจาก บริษัทส่วนใหญ่จะถูกจำกัดด้วยนโยบายบริษัทที่ไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลแก่บุคคลภายนอกได้ ดังนั้น ค่าเหล่านี้จึงเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างเท่านั้น

6. การศึกษาโอกาสในการจัดการลักษณะโครงการ CDM แบบ Bundled CDM ของโครงการขนาดเล็กของ Sector ต่างๆ เพื่อเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการลดก๊าซเรือนกระจกและการจัดการสิ่งแวดล้อมดีขึ้น
7. การเสนอแนวทางเพื่อปรับปรุงโครงสร้างหรือวิธีการในการอนุมัติโครงการ CDM ใน Sector ต่างๆ ให้มีความรวดเร็วและเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อเทียบกับนานาประเทศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกพร ธนะสถิตย์, สิรินทรเทพ เต้าประยูร และ สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล. การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชนมีระเบียบและไม่มีระเบียบ : เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร, ในการประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 31, 2548.

กนกศักดิ์ เอี่ยมโอภาส, เกียรติไกร อายุวัฒน์ และ บุญมา ป้านประดิษฐ์. การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากแหล่งฝังกลบมูลฝอย, ในรายงานสัมนาวิชาการวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่13, 2542.

กรุงเทพมหานคร กองโรงงานจัดการมูลฝอย. ปริมาณและองค์ประกอบมูลฝอยของกรุงเทพมหานครปี 2548-2551. กรุงเทพมหานคร: 2551.

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. สำนักรักษาความสะอาด 2533. กรุงเทพมหานคร: 2534.

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. กรุงเทพฯ เมืองสะอาด 2535. กรุงเทพมหานคร: 2536.

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. สำนักรักษาความสะอาด 2537. กรุงเทพมหานคร: 2538.

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. สำนักรักษาความสะอาด 2538. กรุงเทพมหานคร: 2539

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. การฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill). 2539.

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. สำนักรักษาความสะอาด 2540. กรุงเทพมหานคร: 2541.

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. สำนักรักษาความสะอาด 2541. กรุงเทพมหานคร: 2542.

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. สำนักรักษาความสะอาด 2542. กรุงเทพมหานคร: 2543.

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. สำนักรักษาความสะอาด 2544. กรุงเทพมหานคร: 2545.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. สำนักรักษาความสะอาด 2546 - 2547. กรุงเทพมหานคร: 2547.

กรุงเทพมหานคร สำนักรักษาความสะอาด. สถานการณ์การจัดการมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลในกรุงเทพมหานคร. 2548.

กรุงเทพมหานคร สำนักสิ่งแวดล้อม. สำนักสิ่งแวดล้อม 2548. กรุงเทพมหานคร: 2548.

กรุงเทพมหานคร สำนักสิ่งแวดล้อม. หนังสือรายงาน และแผนปฏิบัติการว่าด้วยการลดปัญหาภาวะโลกร้อนของกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2550 – 2555. กรุงเทพมหานคร: 2008.

กรุงเทพมหานคร สำนักสิ่งแวดล้อม. Solid Waste Management in Bangkok 2005. กรุงเทพมหานคร: 2006.

กรุงเทพมหานคร สำนักสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานครกับงานด้านสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: 2550.

การคลัง, กระทรวง. กรมศุลกากร. อัตราแลกเปลี่ยน [online]. 2550. แหล่งที่มา: http://www.customs.go.th/Exchange/main_exchange.jsp [16 กุมภาพันธ์ 2552]

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. สำนักงานโครงการรับซื้อไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก [online]. 2551. แหล่งที่มา: http://www.pea.co.th/vspp/vspp.htm [16 กุมภาพันธ์ 2552]

จุฑามณี มาศฉมาดล. ผู้มีประสบการณ์และให้คำปรึกษาการทำงานเกี่ยวกับโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดของบริษัท Sinvitum Carbon Capital และบริษัท South Pole Carbon Asset Management Ltd., นักศึกษาปริญญาเอกของ Asian Institute of Technology (AIT). สัมภาษณ์, 10 กุมภาพันธ์ 2552.

ชวลิต แซ่ลิ่ม. แนวทางการใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพที่ได้จากหลุมฝังกลบขยะในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2543.

ชาญวิทย์ อุดมศักดิกุล. ผู้ช่วยวิชาการอาวุโส องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). สัมภาษณ์, 23 กุมภาพันธ์ 2552.

ชาติ เจียมไชยศรี. อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สัมภาษณ์, 25 มีนาคม 2552.

ชาติ เจียมไชยศรี, วิไล เจียมไชยศรี, อุบลวรรณ นนทพันธุ์, อรนุช เสาวรส และ นวพรรษ ลักขณานุรักษ์. การประเมินศักยภาพและอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยและกองมูลฝอยกลางแจ้งในประเทศไทย. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย 18 (กันยายน-ธันวาคม 2547): 81-90.

ณัฐวุฒิ แสนอำนวยผล. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ค่าความร้อนของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานคร โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยพหุคูณเชิงเส้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547.

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. กรมควบคุมมลพิษ. การกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill). กรุงเทพมหานคร: 2547.

ทิพย์สุรีย์ กรบุญรักษา, ชาติ เจียมไชยศรี, วิไล เจียมไชยศรี, สิรินทรเทพ เต้าประยูร และ Visvanathan, C.. การวิเคราะห์การแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากพื้นที่กำจัดมูลฝอยในประเทศไทยโดยการประยุกต์ใช้ระบบข้อมูลสารสนเทศ. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย 19 (กันยายน-ธันวาคม 2548): 11-23.

ธิดารัตน์ ก้องวิวัฒน์สกุล. การระเหยน้ำชะมูลฝอยโดยใช้ก๊าซที่เกิดจากหลุมฝังกลบขยะ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543.

นนทพัทธ์ สื่อเสรีธรรม, ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา, ชัยศรี สุขสาโรจน์ และ จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์. การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และเครื่องเก็บก๊าซเพื่อประเมินการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบแบบสุขาภิบาล. ใน เกษมสันติ์ สุวรรณรัต และคณะ, เอกสารการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 8, หน้า 117-118. 25 – 27 มีนาคม 2552 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา.

นริศรา พึ่งโพธิ์สภ. การแยกประเภทขยะมูลฝอยของประชาชนชุมชนเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาประชากรศาสตร์ วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.

บงกช กิตติสมพันธ์. ผู้อำนวยการส่วนความตกลงพหุภาคีด้านสิ่งแวดล้อมฯ. สถานการณ์การซื้อขายคาร์บอนเครดิตในประเทศไทย [Slide]. กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2550.

บุญคุ้ม บุญญะโสภัต. บริษัท บีเคอี คอมบัสชั่น คอนโทรล์ จำกัด. สัมภาษณ์, 25 กุมภาพันธ์ 2552.

บุญมา ป้านประดิษฐ์. หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม. สัมภาษณ์, 9 ตุลาคม 2551.

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม. การศึกษาวิจัยด้านกลไกการพัฒนาที่สะอาด [online]. 2550. แหล่งที่มา:

http://www.jgsee.kmutt.ac.th/greenhouse/research/research5.php [21 มิถุนายน 2551]

ปราโมทย์ ประสาทกุล, สุรีย์พร พันพึ่ง และ ปัทมา ว่าพัฒนวงศ์. "ระเบิดคนเมือง"ในประเทศไทย, งานประชุมวิชาการประจำปี "ประชากรและสังคม" ครั้งที่ 3 พ.ศ.2550. สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2550.

พลังงาน, กระทรวง. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน . การผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอย โดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ[online]. 2550. แหล่งที่มา: http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=744 [20 มิถุนายน 2551]

พลังงาน, กระทรวง. มาตรการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียน [online]. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน, 2550. แหล่งที่มา: http://www.energy.go.th/th/newsDetail.asp?id=685&catId=25 [6 มีนาคม 2552]

พีรยุตม์ วรรณพฤกษ์, สมเกียรติ คุณเผือก และ อาริศรา ทะริยะ. โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ขยะชุมชนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า. มูลนิธิเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและพลังงาน. 2550.

พันทิพย์ จันทร์กิจเจริญ. ผู้จัดการทั่วไป บริษัท กลุ่ม 79 จำกัด. สัมภาษณ์, 9 ตุลาคม 2551.

มหาดไทย, กระทรวง. กรมการปกครอง. ระบบบริการข้อมูลประชากร [online]. 2549. แหล่งที่มา: http://www.dopa.go.th/hpstat9/people2.htm [8 พฤศจิกายน 2551]

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. CDM [online]. ศูนย์ประสานการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, 2550. แหล่งที่มา: http://www.onep.go.th/cdm/cdm.html [21 มิถุนายน 2551]

เสาวลักษณ์ เจริญพจน์. วิศวกรโครงการ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์. สัมภาษณ์, 14 ตุลาคม 2551.

เหมวรรณ คงทอง. อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนทางการศึกษาในมหาวิทยาลัยของรัฐ: กรณีศึกษาคณะเศรษฐศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2550.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), การดำเนินโครงการ CDM ในประเทศไทย and Carbon Market. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), ความก้าวหน้าในการดำเนินงานกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ตามพิธีสารเกียวโตในประเทศไทย [online]. กระทรวง

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551. แหล่งที่มา: http://www.tgo.or.th/download/seminar/presentation/CDM_in_Thailand.pdf [24 มกราคม 2552]

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), Case study of Landfill CDM Project and Its Considerations [online]. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551. แหล่งที่มา:http://www.tgo.or.th/download/seminar/presentation/071108/03_SUD OKWON.pdf [24 มกราคม 2552]

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), CERs price [online]. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2552. แหล่งที่มา: http://www.tgo.or.th/index.php?option=com_content&task=view&id=96 [16 กุมภาพันธ์ 2552]

อุษา วิเศษสุมน. เทคโนโลยีการจัดการด้านขยะและของเสียเสี่ยงอันตราย. พิมพ์ครั้งที่1. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2548.

เนทิยา ตัณฑชุณห์. การฝังกลบมูลฝอย [Computer file]. มหาวิทยาลัยนเรศวร พะเยา, 2550. แหล่งที่มา: http://www.pyo.nu.ac.th/ene/data/307331/8%20Landfill-1.pdf [14 มิถุนายน 2551]

โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. คู่มือการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด. กรุงเทพมหานคร: กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2550.

ภาษาอังกฤษ

Ahonen, H. and Hamekoski, K.. Transaction Costs under the Finish CDM / JI Pilot Programme. Discussion Paper no.12. University of Helsinki, 2005. (Mimeographed)

Chiemchisri, C., and Visvanathan, C.. Greenhouse Gas Emission Potential of the Municipal Solid Waste Disposal Sites in Thailand. Journal of the Air & Waste Management Association 58 (May 2008): 629-635.

Chiemchisri, C., Ayuwat, A., and Putthamilinprateep, P.. Feasibility of Landfill Gas Utilization for Power Generation: a case study in Thailand. International Conference on Sustainable Solid Waste Management, India: 2007.

Jaramillo, P., and Matthews, H. S.. Landfill-Gas-to-Energy Projects: Analysis of Net Private and Social Benefits. Journal of Environmental Science & Technology 39 (2005): 7365-7373.

Nuttakan, A.. General Manager of GAS STEP CO.,LTD.. Interview, 27 February 2009.

Mizuno, Y.. CDM in Charts version5.1[Computer file]. Institute for Global Environmental Strategies, 2008. Available from: http://www.iges.or.jp/en/cdm/pdf/charts.pdf [2008, July 1]

Mor, S., Ravindra, K., Visscher, A. D., Dahiya, R. P., and Chandra, A.. Municipal solid waste characterization and its assessment for potential methane generation: A case study. Journal of Science of the Total Environment 371 (July 2006): 1-10.

Siam Rajathanee Corporation Co. Ltd. Interview, 25 February 2009.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S. A.. Integrated Solid Waste Management. Singapore: McGraw-Hill, Inc., 1993.

Wanichpongpan, W. and Gheewala, S.H.. Life cycle assessment as a decision support tool for landfill gas-to-energy projects. Journal of Cleaner Production 15 (2007): 1819-1826.

Winkel, J.. Prevailing technologies and locations of CDM projects: the current situation compared with expectations. In Antes, R., Hansjürgens, B. and Letmathe, P. (eds.), Emissions Trading and Business, pp.387-400. Netherlands: Physica-Verlag, 2006.

United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC]. Approved consolidated baseline methodology ACM0001/version 8.1 "Consolidated baseline and monitoring methodology for landfill gas project activities". Methodology. 2008.

United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC]. Project Design Document Form (CDM PDD) "Krubong Melaka LFG Collection & Energy Recovery CDM Project". Project Activities. 2004.

United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC]. Project Design Document Form (CDM PDD) "Jaroensompong Corporation Rachathewa Landfill Gas to Energy Project". Project Activities. 2006.

United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC]. Project Design Document Form (CDM PDD) "Bionersis Project Thailand 1". Project Activities. 2008.

United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC]. Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site. Methodology tool. 2008.

United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC]. Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane. Methodology tool. 2008.

U.S. Environmental Protection Agency[U.S.EPA]. Converting Landfill Gas to Energy[online]. 2008. Available from: http://www.epa.gov/lmop/overview.htm [2008, July 24]

U.S. Environmental Protection Agency[U.S.EPA]. Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emission and Sinks: 1990-2003 [online]. 2005. Available from: http://yosemite.epa.gov/oar/globalwarming.nsf/content/ResourceCenterPublicationsGHGEmissionsUSEmissionsInventory2005.html [2008, July 15]

U.S. Environmental Protection Agency[U.S.EPA]. Landfill. U.S. Methane Emissions 1990–2020: Inventories, Projections, and Opportunities for Reductions (September 1999): 2-1 - 2-16.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
ปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก-1 ปริมาณมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร (ตัน/วัน) ปี 2542 – 2551

เดือน /ปี	ปริมาณมูลฝอยที่กำจัดโดยการหมักปุ๋ย (ตัน/วัน)	ปริมาณมูลฝอยที่กำจัดโดยการฝังกลบ ณ ศูนย์กำจัดมูลฝอยต่างๆ (ตัน/วัน)			รวมปริมาณมูลฝอย (ตัน/วัน)
		ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช	ศูนย์กำจัดมูลฝอยหนองแขม	ศูนย์กำจัดมูลฝอยสายไหม	
2542	-	3,514.69	2,931.04	2,343.29	8,789.02
2543	-	3,577.57	2,928.02	2,412.45	8,918.04
2544	-	3,588.94	3,178.54	2,337.27	9,104.75
2545	-	3,533.64	3,432.54	2,404.40	9,370.58
2546	-	3,539.78	3,415.72	2,377.47	9,332.97
2547	-	3,581.67	3,528.99	2,112.69	9,223.35
2548	1,018.57	1,924.94	3,305.90	2,230.80	8,480.21
2549	1,044.27	2,281.95	3,315.32	1,821.49	8,463.03
2550	1,101.04	2,223.02	3,314.21	1,990.69	8,628.96
2551 (9 เดือน)	1,080.04	2,275.89	3,344.34	2,098.70	8,798.97

แหล่งที่มา : สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2544 – 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
จำนวนประชากรของกรุงเทพมหานคร

ตาราง ข-1 ข้อมูลจำนวนประชากรในประเทศไทยและจำนวนประชากรตามทะเบียนของกรุงเทพมหานครในปี 2533 - 2550

ปี	จำนวนประชากรในประเทศไทย (ล้านคน) (1)	จำนวนประชากรกรุงเทพมหานครตามทะเบียน (ล้านคน) (2)	เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรกรุงเทพมหานครตามทะเบียน (%) (3) = (2) / (1) x 100
2533	55.84	5.55	9.93
2534	56.57	5.62	9.94
2535	57.29	5.56	9.71
2536	58.01	5.57	9.61
2537	58.71	5.58	9.51
2538	59.40	5.57	9.38
2539	60.00	5.58	9.31
2540	60.60	5.60	9.25
2541	61.20	5.65	9.23
2542	61.81	5.66	9.16
2543	62.41	5.68	9.10
2544	62.91	5.73	9.10
2545	63.43	5.78	9.12
2546	63.96	5.84	9.14
2547	64.49	5.63	8.74
2548	65.03	5.66	8.70
2549	65.47	5.70	8.70
2550	65.94	5.72	8.67
2551	63.36		
2552	63.82		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-1 (ต่อ) ข้อมูลจำนวนประชากรในประเทศไทยและจำนวนประชากรตามทะเบียนของกรุงเทพมหานครในปี 2533 – 2550

ปี	จำนวนประชากรในประเทศไทย (ล้านคน) (1)	จำนวนประชากรกรุงเทพมหานครตามทะเบียน (ล้านคน) (2)	เปอร์เซ็นต์จำนวนประชากรกรุงเทพมหานครตามทะเบียน (%) (3) = (2) / (1) x 100
2553	64.37		
2554	64.51		
2555	64.61		
2556	66.29		
2557	66.81		

แหล่งที่มา : (1) สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2551

(2) สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-2 อัตราการเกิดมูลฝอยและจำนวนประชากรตามทะเบียนของกระทรวงมหาดไทยของกรุงเทพมหานครในปี 2542 - 2550

ปี	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก./คน/วัน) (1)	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก./คน/วัน) ค่าที่ใช้ (2)	จำนวนประชากรตามทะเบียน (คน) (3)	ปริมาณมูลฝอยจากประชากรตามทะเบียน (กก./วัน) (4) = (2) x (3)	ปริมาณมูลฝอยจากประชากรตามทะเบียน (ตัน/วัน) (5)
2542	1.54	1.54	5,662,499	8,720,248.46	8,720.25
2543	1.50	1.50	5,680,380	8,520,570.00	8,520.57
2544	1.50	1.50	5,726,203	8,589,304.50	8,589.30
2545	1.50	1.50	5,782,159	8,673,238.50	8,673.24
2546	1.50	1.50	5,844,607	8,766,910.50	8,766.91
2547	1.33	1.33	5,634,132	7,493,395.56	7,493.40
2548	0.80 - 1.00	0.90	5,658,953	5,093,057.70	5,093.06
2549	0.90	0.90	5,695,956	5,126,360.40	5,126.36
2550	0.90 - 1.00	0.95	5,716,248	5,430,435.60	5,430.44

แหล่งที่มา : (1) และ (2) ดัดแปลงมาจากสำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2543 - 2550.

(3) จากสำนักการบริการงานทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-3 จำนวประชากรแฝงของกรุงเทพมหานครในปี 2542 - 2550

ปี	ปริมาณมูลฝอยจากประชากรตามทะเบียน (ตัน/วัน) (1)	ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด (ตัน/วัน) (2)	ปริมาณมูลฝอยจากประชากรแฝง (ตัน/วัน) (3) = (2) - (1)	ปริมาณมูลฝอยจากประชากรแฝง (กก./วัน) (4) = (3) x 1000	อัตราการเกิดมูลฝอย (กก./คน/วัน) (5)	จำนวนประชากรแฝง (คน) (6) = (4) / (5)
2542	8,720.25	8,789.02	68.77	68,771.54	1.54	44,656.84
2543	8,520.57	8,918.04	397.47	397,470.00	1.50	264,980.00
2544	8,589.30	9,104.75	515.45	515,445.50	1.50	343,630.33
2545	8,673.24	9,370.58	697.34	697,341.50	1.50	464,894.33
2546	8,766.91	9,332.97	566.06	566,059.50	1.50	377,373.00
2547	7,493.40	9,223.35	1,729.95	1,729,954.44	1.33	1,300,717.62
2548	5,093.06	8,480.21	3,387.15	3,387,152.30	0.90	3,763,502.56
2549	5,126.36	8,463.03	3,336.67	3,336,669.60	0.90	3,707,410.67
2550	5,430.44	8,628.96	3,198.52	3,198,524.40	0.95	3,366,867.79

แหล่งที่มา : (1) และ (5) จากตาราง ข-1

(2) จากสำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2543 - 2550.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
องค์ประกอบมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-1 องค์ประกอบทางกายภาพของของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครในปี 2536 – 2541

องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย	องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร					
	2536	2537	2538	2539	2540	2541
สารอินทรีย์						
เศษอาหาร	15.76	14.72	20.72	28.74	44.28	35.54
กระดาษ	15.40	13.99	14.48	11.25	11.39	11.58
พลาสติกและโฟม	16.02	20.66	18.72	19.06	17.43	19.80
ผ้าและสิ่งทอ	4.50	3.49	1.95	7.34	6.17	3.71
หนังและยาง	2.17	0.15	0.82	2.36	0.62	0.82
ไม้และใบไม้	4.24	5.89	5.39	2.98	5.77	14.51
กระดูกและเปลือกหอย	1.21	0.62	0.78	0.40	-	-
อื่นๆ	32.92	32.73	30.22	17.93	7.57	7.87
รวมสารอินทรีย์	92.22	92.25	93.08	90.06	93.23	93.83
สารอนินทรีย์						
แก้ว	4.65	4.64	3.86	6.72	4.47	4.17
โลหะ	2.52	2.00	1.28	2.76	2.30	2.00
หินและเซรามิก	0.61	1.11	1.77	0.46	-	-
รวมสารอนินทรีย์	7.78	7.75	6.91	9.94	6.77	6.17
ความหนาแน่น (kg./L)	-	0.35	0.35	0.35	0.32	0.42

แหล่งที่มา : ฝ่ายวิจัย กองวิชาการแผนงาน สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2548: 38

ตาราง ค-2 องค์ประกอบทางกายภาพของของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครในปี 2542 - 2549

องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอย	องค์ประกอบทางกายภาพของมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร										* ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์	S.D.
	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551		
สารอินทรีย์												
เศษอาหาร	35.41	46.88	46.92	34.16	30.59	34.74	44.32	44.99	-	-	39.75	6.65
กระดาษ	9.57	8.66	8.58	13.58	13.41	10.40	9.65	11.79	-	-	10.71	2.00
พลาสติกและโฟม	25.84	19.47	19.41	20.76	23.18	25.08	28.21	26.47	-	-	23.55	3.37
ผ้าและสิ่งทอ	11.01	6.43	4.00	4.58	8.10	4.77	4.58	5.20	-	-	6.08	2.39
หนังและยาง	2.15	0.11	0.78	2.19	0.58	0.22	0.83	1.03	-	-	0.99	0.79
ไม้และใบไม้	7.89	6.77	7.52	6.59	8.53	6.17	5.11	6.07	-	-	6.83	1.10
กระดูกและเปลือกหอย	0.00	0.35	1.29	1.74	0.92	0.84	0.45	0.92	-	-	0.81	0.55
อื่นๆ	5.50	6.76	6.56	8.57	10.13	13.60	1.10	0.00	-	-	6.53	4.48
รวมสารอินทรีย์	97.37	95.43	95.06	92.17	95.44	95.82	94.25	96.47	-	-	95.25	1.55
สารอนินทรีย์												
แก้ว	1.67	2.57	2.30	5.07	2.55	2.97	3.16	1.65	-	-	2.74	1.09
โลหะ	0.96	1.49	1.64	2.18	1.33	0.87	2.06	1.62	-	-	1.52	0.47
หินและเซรามิก	0.00	0.51	1.00	0.58	0.68	0.34	0.53	0.26	-	-	0.49	0.30
รวมสารอนินทรีย์	2.63	4.57	4.94	7.83	4.56	4.18	5.75	3.53	-	-	4.75	1.55
ความหนาแน่น (kg./L)	0.34	0.38	0.34	0.39	0.37	0.39	0.33	-	-	-	0.36	0.03

แหล่งที่มา : รวบรวมข้อมูลจากสำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2542 – 2551

ตาราง ค-3 องค์ประกอบทางเคมีของของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครในปี 2536 - 2541

องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอย	องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร					
	2536	2537	2538	2539	2540	2541
ความชื้น (%)	-	48.91	49.71	49.11	55.12	57.95
ของแข็งที่ระเหยได้ (%)	-	33.95	38.89	39.26	34.25	32.57
เถ้า (%)	-	17.13	11.4	11.63	10.63	11.42
ค่าความร้อน (kcal/kg.)	-	1,325.15	1,451.64	1,471.91	1,210.79	1,130.55

แหล่งที่มา : ฝ่ายวิจัย กองวิชาการแผนงาน สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2548: 38

ตาราง ค-4 องค์ประกอบทางเคมีของของมูลฝอยชุมชนของกรุงเทพมหานครในปี 2542 - 2548

องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอย	องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร										* ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์	S.D.
	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551		
ความชื้น (%)	52.76	60.46	55.62	46.46	44.16	49.98	49.94	-	-	-	51.34	5.52
ของแข็งที่ระเหยได้ (%)	38.82	33.16	35.96	-	43.41	41.50	43.86	-	-	-	39.45	4.28
เถ้า (%)	8.42	6.41	10.64	-	12.23	8.52	6.20	-	-	-	8.74	2.36
ค่าความร้อน (kcal/kg.)	1,430.34	1,129.75	1,677.73	1,946.35	1,688.35	1,567.81	1,647.60	-	-	-	1,583.99	253.39

แหล่งที่มา : รวบรวมข้อมูลจากสำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2542 – 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
การคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนตามหลักเกณฑ์ของ UNFCCC

ตาราง ง-1 ปริมาณก๊าซมีเทนรวมที่เกิดขึ้นของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน		วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC	
	ปริมาณมูลฝอย (ตัน)	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)	ปริมาณมูลฝอย (ตัน)	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)
2548	702,603.10	2,414.57	702,603.10	2,414.57
2549	1,535,514.85	4,613.73	1,535,514.85	4,613.73
2550	2,346,917.15	6,160.55	2,346,917.15	6,160.55
2551	3,247,050.95	7,633.10	3,191,092.80	7,440.79
2552	4,181,461.90	8,875.17	4,144,180.80	8,799.87
2553	5,115,131.90	9,838.15	5,116,329.10	9,913.73
2554	6,048,498.95	10,605.16	6,107,541.35	10,856.19
2555	6,980,610.40	11,228.15	7,117,813.90	11,677.40
2556	7,911,353.10	11,745.50	8,147,146.75	12,411.57
2557	8,842,238.15	12,189.23	9,195,543.55	13,082.17
2558	8,842,238.15	3,393.89	9,195,543.55	3,529.49
2559	8,842,238.15	3,031.83	9,195,543.55	3,152.97
2560	8,842,238.15	2,735.51	9,195,543.55	2,844.81
2561	8,842,238.15	2,487.57	9,195,543.55	2,586.96
2562	8,842,238.15	2,275.95	9,195,543.55	2,366.89
2563	8,842,238.15	2,092.22	9,195,543.55	2,175.82
2564	8,842,238.15	1,939.20	9,195,543.55	2,016.69
2565	8,842,238.15	1,786.19	9,195,543.55	1,857.56
2566	8,842,238.15	1,656.46	9,195,543.55	1,722.64
2567	8,842,238.15	1,538.88	9,195,543.55	1,600.37
2568	8,842,238.15	1,431.68	9,195,543.55	1,488.89
2569	8,842,238.15	1,333.49	9,195,543.55	1,386.77
2570	8,842,238.15	1,243.23	9,195,543.55	1,292.91
2571	8,842,238.15	1,160.01	9,195,543.55	1,206.36

แหล่งที่มา : รวบรวมและคำนวณจากภาคผนวก ค-1 – ค-4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ง-2 ปริมาณก๊าซมีเทนรวมที่เกิดขึ้นของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน		วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC	
	ปริมาณมูลฝอย (ตัน)	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)	ปริมาณมูลฝอย (ตัน)	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)
2548	2,020,895.50	6,945.03	2,020,895.50	6,945.03
2549	3,895,831.15	11,480.79	3,895,831.15	11,480.79
2550	5,832,119.65	15,055.28	5,832,119.65	15,055.28
2551	7,745,657.70	17,682.11	7,792,180.60	17,841.99
2552	9,732,068.00	19,973.66	9,818,291.95	20,226.07
2553	11,716,905.15	21,776.68	11,884,925.60	22,242.56
2554	13,701,092.60	23,234.24	13,992,081.55	23,998.90
2555	15,682,611.90	24,434.20	16,139,759.80	25,568.41
2556	17,661,222.15	25,442.87	18,327,960.35	27,001.40
2557	19,640,135.35	26,318.06	20,556,683.20	28,332.62
2558	19,640,135.35	7,538.41	20,556,683.20	7,890.20
2559	19,640,135.35	6,734.21	20,556,683.20	7,048.48
2560	19,640,135.35	6,076.04	20,556,683.20	6,359.59
2561	19,640,135.35	5,525.32	20,556,683.20	5,783.17
2562	19,640,135.35	5,055.28	20,556,683.20	5,291.19
2563	19,640,135.35	4,647.18	20,556,683.20	4,864.05
2564	19,640,135.35	4,287.74	20,556,683.20	4,487.84
2565	19,640,135.35	3,967.43	20,556,683.20	4,128.02
2566	19,640,135.35	3,679.28	20,556,683.20	3,850.98
2567	19,640,135.35	3,418.12	20,556,683.20	3,577.63
2568	19,640,135.35	3,180.01	20,556,683.20	3,328.41
2569	19,640,135.35	2,961.92	20,556,683.20	3,100.14
2570	19,640,135.35	2,761.43	20,556,683.20	2,890.30
2571	19,640,135.35	2,576.59	20,556,683.20	2,696.83

แหล่งที่มา : รวบรวมและคำนวณจากภาคผนวก ค-1 – ค-4

ภาคผนวก จ
การคำนวณปริมาตรก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง จ-1 ปริมาณก๊าซชีวภาพของหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

ปี	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)		ความหนาแน่นของมีเทนที่สภาวะปกติ (tCH_4 / m^3CH_4) (3)	ปริมาตรก๊าซมีเทน (m^3CH_4 / yr)		ปริมาตรก๊าซชีวภาพ(m^3CH_4 / yr)	
	1 กิโลกรัม/คน/วัน (1)	JBIC (2)		1 กิโลกรัม/คน/วัน (4) = (1) / (3)	JBIC (5) = (2) / (3)	1 กิโลกรัม/คน/วัน (6) = (4) x 100 / 57.6	JBIC (7) = (5) x 100 / 57.6
2548	2,414.57	2,414.57	0.0007168	3,368,542.73	3,368,542.73	5,848,164.46	5,848,164.46
2549	4,613.73	4,613.73	0.0007168	6,436,565.29	6,436,565.29	11,174,592.52	11,174,592.52
2550	6,160.55	6,160.55	0.0007168	8,594,517.96	8,594,517.96	14,921,038.13	14,921,038.13
2551	7,633.10	7,440.79	0.0007168	10,648,854.70	10,380,570.39	18,487,594.96	18,021,823.60
2552	8,875.17	8,799.87	0.0007168	12,381,653.25	12,276,605.68	21,495,925.78	21,313,551.53
2553	9,838.15	9,913.73	0.0007168	13,725,102.97	13,830,539.83	23,828,303.77	24,011,353.88
2554	10,605.16	10,856.19	0.0007168	14,795,147.75	15,145,359.67	25,686,020.39	26,294,027.20
2555	11,228.15	11,677.40	0.0007168	15,664,277.08	16,291,013.63	27,194,925.48	28,283,009.78
2556	11,745.50	12,411.57	0.0007168	16,386,016.56	17,315,241.68	28,447,945.41	30,061,183.48
2557	12,189.23	13,082.17	0.0007168	17,005,063.51	18,250,799.19	29,522,679.70	31,685,415.25
2558	3,393.89	3,529.49	0.0007168	4,734,772.93	4,923,959.00	8,220,091.90	8,548,539.93
2559	3,031.83	3,152.97	0.0007168	4,229,670.23	4,398,673.34	7,343,177.48	7,636,585.65
2560	2,735.51	2,844.81	0.0007168	3,816,280.03	3,968,766.61	6,625,486.16	6,890,219.81
2561	2,487.57	2,586.96	0.0007168	3,470,378.93	3,609,043.50	6,024,963.43	6,265,700.52

ตาราง จ-1(ต่อ) ปริมาณก๊าซชีวภาพของหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

ปี	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)		ความหนาแน่นของมีเทนที่สภาวะปกติ (tCH_4 / m^3CH_4) (3)	ปริมาตรก๊าซมีเทน (m^3CH_4 / yr)		ปริมาตรก๊าซชีวภาพ(m^3CH_4 / yr)	
	1 กิโลกรัม/คน/วัน (1)	JBIC (2)		1 กิโลกรัม/คน/วัน (4) = (1) / (3)	JBIC (5) = (2) / (3)	1 กิโลกรัม/คน/วัน (6) = (4) x 100 / 57.6	JBIC (7) = (5) x 100 / 57.6
2562	2,275.95	2,366.89	0.0007168	3,175,152.80	3,302,021.55	5,512,418.05	5,732,676.30
2563	2,092.22	2,175.82	0.0007168	2,918,831.71	3,035,458.52	5,067,416.17	5,269,893.26
2564	1,939.20	2,016.69	0.0007168	2,705,361.13	2,813,457.63	4,696,807.52	4,884,475.05
2565	1,786.19	1,857.56	0.0007168	2,491,890.55	2,591,456.74	4,326,198.86	4,499,056.84
2566	1,656.46	1,722.64	0.0007168	2,310,906.94	2,403,243.25	4,011,991.22	4,172,297.31
2567	1,538.88	1,600.37	0.0007168	2,146,873.01	2,232,655.72	3,727,210.08	3,876,138.40
2568	1,431.68	1,488.89	0.0007168	1,997,324.09	2,077,129.17	3,467,576.54	3,606,127.03
2569	1,333.49	1,386.77	0.0007168	1,860,341.60	1,934,674.61	3,229,759.72	3,358,810.09
2570	1,243.23	1,292.91	0.0007168	1,734,418.85	1,803,720.24	3,011,143.83	3,131,458.75
2571	1,160.01	1,206.36	0.0007168	1,618,322.17	1,682,984.56	2,809,587.11	2,921,848.20
รวม	113,409.42	116,599.71	-	158,216,266.74	162,667,000.49	274,681,018.65	282,407,986.96

แหล่งที่มา : ปริมาณก๊าซมีเทนจากภาคผนวก ง และ Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง จ-2 ปริมาณก๊าซชีวภาพของหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)		ความหนาแน่นของมีเทนที่สภาวะปกติ (tCH_4 / m^3CH_4) (3)	ปริมาตรก๊าซมีเทน (m^3CH_4 / yr)		ปริมาตรก๊าซชีวภาพ(m^3CH_4 / yr)	
	1 กิโลกรัม/คน/วัน (1)	JBIC (2)		1 กิโลกรัม/คน/วัน (4) = (1) / (3)	JBIC (5) = (2) / (3)	1 กิโลกรัม/คน/วัน (6) = (4) x 100 / 57.6	JBIC (7) = (5) x 100 / 57.6
2548	6,945.03	6,945.03	0.0007168	9,688,931.63	9,688,931.63	16,821,061.85	16,821,061.85
2549	11,480.79	11,480.79	0.0007168	16,016,725.79	16,016,725.79	27,806,815.61	27,806,815.61
2550	15,055.28	15,055.28	0.0007168	21,003,461.15	21,003,461.15	36,464,342.27	36,464,342.27
2551	17,682.11	17,841.99	0.0007168	24,668,120.88	24,891,169.08	42,826,598.75	43,213,835.22
2552	19,973.66	20,226.07	0.0007168	27,865,043.05	28,217,166.91	48,376,810.85	48,988,136.99
2553	21,776.68	22,242.56	0.0007168	30,380,417.60	31,030,351.83	52,743,780.55	53,872,138.59
2554	23,234.24	23,998.90	0.0007168	32,413,835.96	33,480,605.60	56,274,020.77	58,126,051.39
2555	24,434.20	25,568.41	0.0007168	34,087,885.31	35,670,217.50	59,180,356.44	61,927,460.94
2556	25,442.87	27,001.40	0.0007168	35,495,073.34	37,669,367.83	61,623,391.22	65,398,208.03
2557	26,318.06	28,332.62	0.0007168	36,716,040.87	39,526,531.94	63,743,126.51	68,622,451.29
2558	7,538.41	7,890.20	0.0007168	10,516,749.71	11,007,535.48	18,258,246.02	19,110,304.64
2559	6,734.21	7,048.48	0.0007168	9,394,826.21	9,833,255.61	16,310,462.17	17,071,624.32
2560	6,076.04	6,359.59	0.0007168	8,476,617.64	8,872,196.53	14,716,350.07	15,403,118.98
2561	5,525.32	5,783.17	0.0007168	7,708,308.75	8,068,031.86	13,382,480.47	14,006,999.76

ตาราง จ-2 (ต่อ) ปริมาณก๊าซชีวภาพของหลุมฝังกลบมูลฝอย อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)		ความหนาแน่นของมีเทนที่สภาวะปกติ (tCH_4 / m^3CH_4) (3)	ปริมาตรก๊าซมีเทน (m^3CH_4 / yr)		ปริมาตรก๊าซชีวภาพ(m^3CH_4 / yr)	
	1 กิโลกรัม/คน/วัน (1)	JBIC (2)		1 กิโลกรัม/คน/วัน (4) = (1) / (3)	JBIC (5) = (2) / (3)	1 กิโลกรัม/คน/วัน (6) = (4) x 100 / 57.6	JBIC (7) = (5) x 100 / 57.6
2562	5,055.28	5,291.19	0.0007168	7,052,562.31	7,381,684.47	12,244,031.80	12,815,424.43
2563	4,647.18	4,864.05	0.0007168	6,483,228.37	6,785,781.38	11,255,604.81	11,780,870.46
2564	4,287.74	4,487.84	0.0007168	5,981,783.46	6,260,934.84	10,385,040.72	10,869,678.55
2565	3,967.43	4,128.02	0.0007168	5,534,917.76	5,758,957.14	9,609,232.22	9,998,189.47
2566	3,679.28	3,850.98	0.0007168	5,132,924.11	5,372,462.93	8,911,326.57	9,327,192.59
2567	3,418.12	3,577.63	0.0007168	4,768,577.94	4,991,113.95	8,278,781.14	8,665,128.38
2568	3,180.01	3,328.41	0.0007168	4,436,400.54	4,643,433.12	7,702,084.27	8,061,515.83
2569	2,961.92	3,100.14	0.0007168	4,132,142.86	4,324,978.08	7,173,859.13	7,508,642.50
2570	2,761.43	2,890.30	0.0007168	3,852,442.07	4,032,223.91	6,688,267.48	7,000,388.72
2571	2,576.59	2,696.83	0.0007168	3,594,573.77	3,762,321.30	6,240,579.46	6,531,807.81
รวม	254,751.86	263,989.87	-	355,401,591.07	368,289,439.84	617,016,651.16	639,391,388.61

แหล่งที่มา : ปริมาณก๊าซมีเทนจากภาคผนวก ง และ Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ
การคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในกรณีศึกษาต่าง ๆ

ตาราง ฉ-1 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยในกรณีฐานของหลุมฝังกลบอ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน		วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC	
	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCO_2e / yr)	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCO_2e / yr)
2552	8,875.17	186,378.55	8,799.87	184,797.29
2553	9,838.15	206,601.23	9,913.73	208,188.35
2554	10,605.16	222,708.40	10,856.19	227,980.07
2555	11,228.15	235,791.23	11,677.40	245,225.37
2556	11,745.50	246,655.43	12,411.57	260,642.87
2557	12,189.23	255,973.82	13,082.17	274,725.63
2558	3,393.89	71,271.59	3,529.49	74,119.37
2559	3,031.83	63,668.38	3,152.97	66,212.35
2560	2,735.51	57,445.70	2,844.81	59,741.05
2561	2,487.57	52,238.92	2,586.96	54,326.21
2562	2,275.95	47,794.94	2,366.89	49,704.67
2563	2,092.22	43,936.59	2,175.82	45,692.15
2564	1,939.20	40,723.26	2,016.69	42,350.42
2565	1,786.19	37,509.93	1,857.56	39,008.68
2566	1,656.46	34,785.62	1,722.64	36,175.54
2567	1,538.88	32,316.45	1,600.37	33,607.72
2568	1,431.68	30,065.32	1,488.89	31,266.61
2569	1,333.49	28,003.35	1,386.77	29,122.27
2570	1,243.23	26,107.86	1,292.91	27,151.04
2571	1,160.01	24,360.28	1,206.36	25,333.63
รวม	92,587.47	1,944,336.85	95,970.06	2,015,371.29

แหล่งที่มา : ปริมาณก๊าซมีเทนจากภาคผนวก จ

ตาราง ฉ-2 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยในกรณีฐานของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน		วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC	
	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCO_2e / yr)	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCH_4 / yr)	ปริมาณก๊าซมีเทน (tCO_2e / yr)
2552	19,973.66	419,446.92	20,226.07	424,747.37
2553	21,776.68	457,310.35	22,242.56	467,093.68
2554	23,234.24	487,918.99	23,998.90	503,976.86
2555	24,434.20	513,118.12	25,568.41	536,936.65
2556	25,442.87	534,300.24	27,001.40	567,029.46
2557	26,318.06	552,679.22	28,332.62	594,984.98
2558	7,538.41	158,306.53	7,890.20	165,694.23
2559	6,734.21	141,418.44	7,048.48	148,018.03
2560	6,076.04	127,596.83	6,359.59	133,551.40
2561	5,525.32	116,031.63	5,783.17	121,446.47
2562	5,055.28	106,160.81	5,291.19	111,115.02
2563	4,647.18	97,590.74	4,864.05	102,145.01
2564	4,287.74	90,042.59	4,487.84	94,244.60
2565	3,967.43	83,316.01	4,128.02	86,688.43
2566	3,679.28	77,264.88	3,850.98	80,870.61
2567	3,418.12	71,780.45	3,577.63	75,130.24
2568	3,180.01	66,780.25	3,328.41	69,896.67
2569	2,961.92	62,200.32	3,100.14	65,103.03
2570	2,761.43	57,990.04	2,890.30	60,696.26
2571	2,576.59	54,108.40	2,696.83	56,633.47
รวม	203,588.66	4,275,361.76	212,666.78	4,466,002.47

แหล่งที่มา : ปริมาณก๊าซมีเทนจากภาคผนวก จ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ฉ-3 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยในกรณีที่ 1 ที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน		วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC	
	ปริมาตรก๊าซมีเทน (m^3CH_4 / yr)	PE flared,y (tCO_2e / yr)	ปริมาตรก๊าซมีเทน (m^3CH_4 / yr)	PE flared,y (tCO_2e / yr)
2552	15,047,148.04	65,159.69	14,919,486.07	64,606.87
2553	16,679,812.64	72,229.73	16,807,947.71	72,784.60
2554	17,980,214.28	77,860.94	18,405,819.04	79,703.97
2555	19,036,447.84	82,434.82	19,798,106.84	85,733.09
2556	19,913,561.79	86,233.05	21,042,828.43	91,123.19
2557	20,665,875.79	89,490.85	22,179,790.68	96,046.66
2558	5,754,064.33	24,917.22	5,983,977.95	25,912.83
2559	5,140,224.23	22,259.06	5,345,609.96	23,148.46
2560	4,637,840.31	20,083.56	4,823,153.86	20,886.03
2561	4,217,474.40	18,263.22	4,385,990.36	18,992.95
2562	3,858,692.63	16,709.56	4,012,873.41	17,377.22
2563	3,547,191.32	15,360.64	3,688,925.28	15,974.40
2564	3,287,765.26	14,237.23	3,419,132.54	14,806.10
2565	3,028,339.20	13,113.82	3,149,339.79	13,637.80
2566	2,808,393.85	12,161.38	2,920,608.12	12,647.31
2567	2,609,047.06	11,298.13	2,713,296.88	11,749.57
2568	2,427,303.58	10,511.12	2,524,288.92	10,931.10
2569	2,260,831.80	9,790.23	2,351,167.06	10,181.42
2570	2,107,800.68	9,127.55	2,192,021.12	9,492.26
2571	1,966,710.97	8,516.58	2,045,293.74	8,856.87
รวม	156,974,740.00	679,758.39	162,709,657.78	704,592.70

แหล่งที่มา : ปริมาณก๊าซมีเทนจากภาคผนวก จ และ Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane

ตาราง จ-4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยในกรณีที่ 1 ที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ 70% ของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน		วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC	
	ปริมาตรก๊าซมีเทน (m^3CH_4 / yr)	PE flared,y (tCO_2e / yr)	ปริมาตรก๊าซมีเทน (m^3CH_4 / yr)	PE flared,y (tCO_2e / yr)
2552	33,863,767.59	146,642.58	34,291,695.89	148,495.66
2553	36,920,646.38	159,879.99	37,710,497.01	163,300.33
2554	39,391,814.54	170,581.05	40,688,235.97	176,195.04
2555	41,426,249.51	179,390.91	43,349,222.66	187,718.09
2556	43,136,373.85	186,796.37	45,778,745.62	198,238.82
2557	44,620,188.56	193,221.84	48,035,715.90	208,012.33
2558	12,780,772.21	55,345.45	13,377,213.25	57,928.26
2559	11,417,323.52	49,441.21	11,950,137.02	51,748.49
2560	10,301,445.05	44,609.05	10,782,183.29	46,690.82
2561	9,367,736.33	40,565.75	9,804,899.83	42,458.82
2562	8,570,822.26	37,114.81	8,970,797.10	38,846.85
2563	7,878,923.37	34,118.64	8,246,609.32	35,710.85
2564	7,269,528.51	31,479.73	7,608,774.98	32,948.80
2565	6,726,462.55	29,128.06	6,998,732.63	30,307.09
2566	6,237,928.60	27,012.53	6,529,034.81	28,273.12
2567	5,795,146.80	25,095.12	6,065,589.86	26,266.24
2568	5,391,458.99	23,347.00	5,643,061.08	24,436.53
2569	5,021,701.39	21,745.82	5,256,049.75	22,760.63
2570	4,681,787.24	20,273.86	4,900,272.11	21,219.98
2571	4,368,405.62	18,916.80	4,572,265.46	19,799.59
รวม	345,168,482.87	1,494,706.55	360,559,733.56	1,561,356.33

แหล่งที่มา : ปริมาณก๊าซมีเทนจากภาคผนวก จ และ Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane

ตาราง ฉ-5 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยในกรณีที่ 2 ที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ70% ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน			วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC		
	ปริมาตรก๊าซมีเทน (m^3CH_4 / yr)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh / yr)	Equivalent tons of Carbon dioxide (tCO_2e / yr)	ปริมาตรก๊าซมีเทน(m^3CH_4 / yr)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh / yr)	Equivalent tons of Carbon dioxide (tCO_2e / yr)
2552	15,047,148.04	18,056.58	58,122.21	14,919,486.07	17,903.38	57,629.09
2553	16,679,812.64	20,015.78	64,428.66	16,807,947.71	20,169.54	64,923.60
2554	17,980,214.28	21,576.26	69,451.68	18,405,819.04	22,086.98	71,095.66
2555	19,036,447.84	22,843.74	73,531.57	19,798,106.84	23,757.73	76,473.61
2556	19,913,561.79	23,896.27	76,919.57	21,042,828.43	25,251.39	81,281.56
2557	20,665,875.79	24,799.05	79,825.52	22,179,790.68	26,615.75	85,673.27
2558	5,754,064.33	6,904.88	22,226.07	5,983,977.95	7,180.77	23,114.15
2559	5,140,224.23	6,168.27	19,855.00	5,345,609.96	6,414.73	20,648.34
2560	4,637,840.31	5,565.41	17,914.46	4,823,153.86	5,787.78	18,630.27
2561	4,217,474.40	5,060.97	16,290.72	4,385,990.36	5,263.19	16,941.65
2562	3,858,692.63	4,630.43	14,904.87	4,012,873.41	4,815.45	15,500.42
2563	3,547,191.32	4,256.63	13,701.64	3,688,925.28	4,426.71	14,249.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ฉ-5 (ต่อ) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยในกรณีที่ 2 ที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ70% ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน			วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC		
	ปริมาตรก๊าซมีเทน (m^3CH_4 / yr)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh / yr)	Equivalent tons of Carbon dioxide (tCO_2e / yr)	ปริมาตรก๊าซมีเทน(m^3CH_4 / yr)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh / yr)	Equivalent tons of Carbon dioxide (tCO_2e / yr)
2564	3,287,765.26	3,945.32	12,699.56	3,419,132.54	4,102.96	13,206.99
2565	3,028,339.20	3,634.01	11,697.48	3,149,339.79	3,779.21	12,164.87
2566	2,808,393.85	3,370.07	10,847.91	2,920,608.12	3,504.73	11,281.35
2567	2,609,047.06	3,130.86	10,077.90	2,713,296.88	3,255.96	10,480.58
2568	2,427,303.58	2,912.76	9,375.88	2,524,288.92	3,029.15	9,750.50
2569	2,260,831.80	2,713.00	8,732.85	2,351,167.06	2,821.40	9,081.79
2570	2,107,800.68	2,529.36	8,141.74	2,192,021.12	2,630.43	8,467.06
2571	1,966,710.97	2,360.05	7,596.76	2,045,293.74	2,454.35	7,900.30
รวม	156,974,740.00	188,369.69	606,342.05	162,709,657.78	195,251.59	628,494.16

แหล่งที่มา : ปริมาณก๊าซมีเทนจากภาคผนวก จ และ Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to calculate baseline, project and/or leakage emission from electricity consumption

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ฉ-6 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยในกรณีที่ 2 ที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ70% ของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน			วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC		
	ปริมาตรก๊าซชีวภาพ (m^3CH_4 / yr)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh / yr)	Equivalent tons of Carbon dioxide (tCO_2e / yr)	ปริมาตรก๊าซชีวภาพ (m^3CH_4 / yr)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh / yr)	Equivalent tons of Carbon dioxide (tCO_2e / yr)
2552	33,863,767.59	40,636.52	130,804.65	34,291,695.89	41,150.04	132,457.60
2553	36,920,646.38	44,304.78	142,612.38	37,710,497.01	45,252.60	145,663.31
2554	39,391,814.54	47,270.18	152,157.69	40,688,235.97	48,825.88	157,165.34
2555	41,426,249.51	49,711.50	160,016.05	43,349,222.66	52,019.07	167,443.86
2556	43,136,373.85	51,763.65	166,621.70	45,778,745.62	54,934.49	176,828.31
2557	44,620,188.56	53,544.23	172,353.19	48,035,715.90	57,642.86	185,546.25
2558	12,780,772.21	15,336.93	49,367.94	13,377,213.25	16,052.66	51,671.80
2559	11,417,323.52	13,700.79	44,101.38	11,950,137.02	14,340.16	46,159.47
2560	10,301,445.05	12,361.73	39,791.11	10,782,183.29	12,938.62	41,648.05
2561	9,367,736.33	11,241.28	36,184.50	9,804,899.83	11,765.88	37,873.12
2562	8,570,822.26	10,284.99	33,106.28	8,970,797.10	10,764.96	34,651.25
2563	7,878,923.37	9,454.71	30,433.70	8,246,609.32	9,895.93	31,853.95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ฉ-6 (ต่อ) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยในกรณีที่ 2 ที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ70% ของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน			วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC		
	ปริมาตรก๊าซชีวภาพ (m^3CH_4 / yr)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh / yr)	Equivalent tons of Carbon dioxide (tCO_2e / yr)	ปริมาตรก๊าซชีวภาพ (m^3CH_4 / yr)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ (MWh / yr)	Equivalent tons of Carbon dioxide (tCO_2e / yr)
2564	7,269,528.51	8,723.43	28,079.81	7,608,774.98	9,130.53	29,390.21
2565	6,726,462.55	8,071.76	25,982.12	6,998,732.63	8,398.48	27,033.81
2566	6,237,928.60	7,485.51	24,095.08	6,529,034.81	7,834.84	25,219.52
2567	5,795,146.80	6,954.18	22,384.76	6,065,589.86	7,278.71	23,429.39
2568	5,391,458.99	6,469.75	20,825.44	5,643,061.08	6,771.67	21,797.30
2569	5,021,701.39	6,026.04	19,397.19	5,256,049.75	6,307.26	20,302.40
2570	4,681,787.24	5,618.14	18,084.21	4,900,272.11	5,880.33	18,928.15
2571	4,368,405.62	5,242.09	16,873.72	4,572,265.46	5,486.72	17,661.17
รวม	345,168,482.87	414,202.18	1,333,272.90	360,559,733.56	432,671.68	1,392,724.26

แหล่งที่มา : ปริมาณก๊าซมีเทนจากภาคผนวก จ และ Tool Methodology ของ UNFCCC ในหัวข้อ Tool to calculate baseline, project and/or leakage emission from electricity consumption

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ฉ-7 ปริมาณ Emission Reduction ในกรณีทางเลือก ที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ70% ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน			วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC		
	Emission Reduction (tCO_2e / yr)	Baseline Emission (tCO_2e / yr)	Project Emission (tCO_2e / yr)	Emission Reduction (tCO_2e / yr)	Baseline Emission (tCO_2e / yr)	Project Emission (tCO_2e / yr)
2552	98,429.21	99,217.44	788.23	93,615.24	94,403.47	788.23
2553	101,255.13	102,043.36	788.23	101,811.24	102,599.48	788.23
2554	106,898.93	107,687.16	788.23	108,746.08	109,534.31	788.23
2555	111,483.03	112,271.27	788.23	114,788.67	115,576.90	788.23
2556	115,289.75	116,077.98	788.23	120,190.82	120,979.05	788.23
2557	118,554.82	119,343.06	788.23	125,125.28	125,913.51	788.23
2558	52,056.98	52,796.63	788.23	54,137.61	54,906.81	788.23
2559	46,501.97	47,162.71	788.23	48,360.63	49,047.77	788.23
2560	41,955.59	42,551.75	788.23	43,632.60	44,252.59	788.23
2561	38,151.44	38,693.57	788.23	39,676.44	40,240.23	788.23
รวม	830,576.85	837,844.93	7,882.32	850,084.60	857,454.12	7,882.32

แหล่งที่มา : จากการคำนวณตามวิธีการของ Methodology ของ UNFCCC ใน Code ACM0001 version 8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ฉ-8 ปริมาณ Emission Reduction ในกรณีทางเลือก ที่ประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซ70% ของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน			วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC		
	Emission Reduction (tCO_2e / yr)	Baseline Emission (tCO_2e / yr)	Project Emission (tCO_2e / yr)	Emission Reduction (tCO_2e / yr)	Baseline Emission (tCO_2e / yr)	Project Emission (tCO_2e / yr)
2552	176,099.53	176,887.76	788.23	177,956.76	178,744.99	788.23
2553	189,366.52	190,154.75	788.23	192,794.51	193,582.74	788.23
2554	200,091.50	200,879.73	788.23	205,718.03	206,506.26	788.23
2555	208,921.04	209,709.27	788.23	217,266.83	218,055.06	788.23
2556	216,343.06	217,131.29	788.23	227,811.07	228,599.30	788.23
2557	222,782.88	223,571.11	788.23	237,606.42	238,394.65	788.23
2558	84,598.39	85,386.62	788.23	87,186.97	87,975.20	788.23
2559	78,680.96	79,469.19	788.23	80,993.39	81,781.62	788.23
2560	73,837.99	74,626.23	788.23	75,924.42	76,712.65	788.23
2561	69,785.66	70,573.89	788.23	71,682.97	72,471.20	788.23
รวม	1,520,507.53	1,528,389.84	7,882.32	1,574,941.36	1,582,823.68	7,882.32

แหล่งที่มา : จากการคำนวณตามวิธีการของ Methodology ของ UNFCCC ใน Code ACM0001 version 8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช
การคำนวณความคุ้มค่าในการลงทุน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ช-1 ราคาอุปกรณ์บำบัดมลพิษทางอากาศ

บริษัท	ราคาอุปกรณ์ (บาท)					
	Blower	Wet Scrubber	Cyclone	Dehumidity	Activated Carbon	Flare
บริษัท เอส.เค.โบลเวอร์	11,000	100,000	-	70,000 – 80,000	30,000	-
บริษัท เพียวริเทค (ประเทศไทย) จำกัด	20,000	200,000	30,000	50,000	20,000	-
บริษัท สยามปั้นลม จำกัด	29,000	175,000	30,000	-	-	-
Gencon Engineering Co., Ltd.	30,000	75,000	-	-	-	-
บริษัท บีเคอี คอม-บัสชั่น คอนโทรล์ จำกัด	29,000	100,000	-	-	-	2,700,000
Gas Step Co., Ltd.	-	100,000	-	-	-	17,000,000
Siam Rajathanee (East) Co.,Ltd.	-	-	-	-	-	10,000,000
เฉลี่ย	25,000	125,000	32,000	63,000	25,000	9,900,000

แหล่งที่มา : จากการรวบรวมข้อมูลและการสอบถาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ช-2 ค่าใช้จ่ายของโครงการ Bionersis Project Thailand1 (ข้อมูลเดือนพฤษภาคม 2551)

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยก๊าซจากหลุมฝังกลบของโครงการ Bionersis Project Thailand1 สำรวจในเดือนพฤษภาคม 2551 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.	ระบบรวบรวมก๊าซ	759,600	EUR
2.	ระบบโรงไฟฟ้า ประกอบด้วย		
2.1	Dryer	150,000	EUR
2.2	Activated Carbon	120,000	EUR
2.3	เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า (1 MW) จำนวน 2 เครื่อง	400,000	EUR
2.4	เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า จำนวน 2 เครื่อง	120,000	EUR
3.	ค่าฝึกอบรมพนักงาน	10,000	EUR
4.	ค่าบำรุงดูแลรักษา	0.019 EUR / kWh	

*หมายเหตุ : อัตราการแลกเปลี่ยน 1 EUR = 50 บาท (THB)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ช-3 ปริมาณไฟฟ้าที่ขาย รายได้จากการขายไฟฟ้า และภาษีที่ต้องเสียจากการขายไฟฟ้า ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน				วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC			
	ปริมาณไฟฟ้าที่ขาย (MWh)	รายได้จากขายไฟ (ล้านบาท)	รายได้จาก Adder (ล้านบาท)	ภาษีที่ต้องจ่าย (ล้านบาท)	ปริมาณไฟฟ้าที่ขาย (MWh)	รายได้จากขายไฟ (ล้านบาท)	รายได้จาก Adder (ล้านบาท)	ภาษีที่ต้องจ่าย (ล้านบาท)
2552	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2553	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2554	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2555	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2556	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2557	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2558	5,523.90	9.39	13.81	6.96	5,744.62	9.77	14.36	7.24
2559	4,934.62	8.39	-	2.52	5,131.79	8.72	-	2.62
2560	4,452.33	7.57	-	2.27	4,630.23	7.87	-	2.36
2561	4,048.78	6.88	-	2.06	4,210.55	7.16	-	2.15
รวม	54,279.94	92.28	102.11	58.32	55,037.50	93.56	102.66	58.87

แหล่งที่มา : ปริมาณไฟฟ้าที่ขายคำนวณจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด และปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ซ-4 ปริมาณไฟฟ้าที่ขาย รายได้จากการขายไฟฟ้า และภาษีที่ต้องเสียจากการขายไฟฟ้า ของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน				วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC			
	ปริมาณไฟฟ้าที่ขาย (MWh)	รายได้จากขายไฟ (ล้านบาท)	รายได้จาก Adder (ล้านบาท)	ภาษีที่ต้องจ่าย (ล้านบาท)	ปริมาณไฟฟ้าที่ขาย (MWh)	รายได้จากขายไฟ (ล้านบาท)	รายได้จาก Adder (ล้านบาท)	ภาษีที่ต้องจ่าย (ล้านบาท)
2552	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2553	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2554	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2555	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2556	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2557	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2558	5,886.72	10.01	14.72	7.42	5,886.72	10.01	14.72	7.42
2559	5,886.72	10.01	-	3.00	5,886.72	10.01	-	3.00
2560	5,886.72	10.01	-	3.00	5,886.72	10.01	-	3.00
2561	5,886.72	10.01	-	3.00	5,886.72	10.01	-	3.00
รวม	58,867.20	100.07	103.02	60.93	58,867.20	100.07	103.02	60.93

แหล่งที่มา : ปริมาณไฟฟ้าที่ขายคำนวณจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด และปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ช-5 รายได้จากการขาย CERs เงินภาษีสำหรับเข้ากองทุนการวางแผนปรับตัวสำหรับปัญหาสภาวะโลกร้อน (Levy 2% for adaptation fund) และภาษีรายได้จากการขาย CERs ของหลุมฝังกลบ อ.พนมสารคาม จ.ฉะเชิงเทรา

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน				วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC			
	ปริมาณ CERs (tCO_2e / yr)	รายได้จากการขาย CERs (ล้านบาท)	Levy 2% (ล้านบาท)	ภาษีที่ต้องจ่าย (ล้านบาท)	ปริมาณ CERs (tCO_2e / yr)	รายได้จากการขาย CERs (ล้านบาท)	Levy 2% (ล้านบาท)	ภาษีที่ต้องจ่าย (ล้านบาท)
2552	99,429.21	37.06	0.74	11.12	94,699.55	35.25	0.70	10.57
2553	101,255.13	38.12	0.76	11.44	101,811.24	38.33	0.77	11.50
2554	106,898.93	40.25	0.80	12.07	108,746.08	40.94	0.82	12.28
2555	111,483.03	41.97	0.84	12.59	114,788.67	43.22	0.86	12.97
2556	115,289.75	43.41	0.87	13.02	120,190.82	45.25	0.91	13.58
2557	118,554.82	44.64	0.89	13.39	125,125.28	47.11	0.94	14.13
2558	52,056.98	19.60	0.39	5.88	54,137.61	20.38	0.41	6.11
2559	46,501.97	17.51	0.35	5.25	48,360.63	18.21	0.36	5.46
2560	41,955.59	15.80	0.32	4.74	43,632.60	16.43	0.33	4.93
2561	38,151.44	14.36	0.29	4.31	39,676.44	14.94	0.30	4.48
รวม	830,576.85	312.71	6.25	93.81	850,084.61	320.06	6.40	96.02

แหล่งที่มา : ปริมาณ CERs คำนวณจากตาราง ฉ-7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ช-6 รายได้จากการขาย CERs เงินภาษีสำหรับเข้ากองทุนการวางแผนปรับตัวสำหรับปัญหาสภาวะโลกร้อน (Levy 2% for adaptation fund) และภาษีรายได้จากการขาย CERs ของหลุมฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	วิเคราะห์จากอัตราการเกิดมูลฝอย 1 กก./คน/วัน				วิเคราะห์จากการคาดการณ์ของ JBIC			
	ปริมาณ CERs (tCO_2e / yr)	รายได้จากการขาย CERs (ล้านบาท)	Levy 2% (ล้านบาท)	ภาษีที่ต้องจ่าย (ล้านบาท)	ปริมาณ CERs (tCO_2e / yr)	รายได้จากการขาย CERs (ล้านบาท)	Levy 2% (ล้านบาท)	ภาษีที่ต้องจ่าย (ล้านบาท)
2552	175,710.34	66.15	1.32	19.85	177,567.57	66.85	1.34	20.06
2553	188,977.34	71.15	1.42	21.34	192,405.32	72.44	1.45	21.73
2554	199,702.32	75.19	1.50	22.56	205,328.84	77.31	1.55	23.19
2555	208,531.85	78.51	1.57	23.55	216,877.64	81.65	1.63	24.50
2556	215,953.87	81.31	1.63	24.39	227,421.88	85.62	1.71	25.69
2557	222,393.69	83.73	1.67	25.12	237,217.24	89.31	1.79	26.79
2558	84,209.20	31.70	0.63	9.51	86,797.78	32.68	0.65	9.80
2559	78,291.77	29.48	0.59	8.84	80,604.21	30.35	0.61	9.10
2560	73,448.81	27.65	0.55	8.30	75,535.23	28.44	0.57	8.53
2561	69,396.47	26.13	0.52	7.84	71,293.78	26.84	0.54	8.05
รวม	1,516,615.66	571.01	11.42	171.30	1,571,049.49	591.50	11.83	177.45

แหล่งที่มา : ปริมาณ CERs คำนวณจากตาราง ฉ-8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว เบญจาภา จรณศักดิ์สกุล เกิดวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ.2528 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย