ประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีศึกษาตลาดไท

นายปริพัฒน์ จึงชัยชนะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

POTENTIAL ANALYSIS OF FRESH-FOOD MARKET WASTE FOR BIOGAS PRODUCTION TO ELECTRICITY ; CASE STUDY TALAD-THAI

MR.PARIPHAT CHUENGCHAICHANA

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Energy Technology and Management

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยก๊าซชีวภาพจากขยะ กรณีศึกษา ตลาดไท
โดย	นายปริพัฒน์ จึงชัยชนะ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.สุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรพจน์ เปี่ยมสมบูรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช)

……... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร.สุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ชรินพานิชกุล)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.ธงชัย กลิ่นหรั่น)

นายปริพัฒน์ จึงชัยชนะ : ประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วย Biogas จากขยะกรณีศึกษาตลาดไท. (Evaluate the potential for electricity generation with biogas from waste market study) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ดร.สุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ, 95 หน้า.

ในปัจจุบันนี้ไม่ว่าเราจะหันไปในทิศทางใดก็ไม่สามารถที่จะปฏิเสธได้ว่าความต้องการทางด้านพลังงานมีเพิ่มสูงขึ้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งหนึ่งในหลายๆพลังงานที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆนั่นก็คือพลังงานไฟฟ้า โดยพลังงานไฟฟ้านั้นเป็นที่ต้องการมากขึ้นทั้งในส่วนของภาคครัวเรือน ธุรกิจร้านค้ารายย่อย ตลอดจนถึงภาคอุตสาหกรรม ซึ่งบทความนี้เป็นการศึกษาและการประเมินถึงศักยภาพความเป็นไปได้ในด้านของการเพิ่มความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าภายในชุมชน โดยการนำขยะและเศษอินทรีย์สารจากตลาดและขยะภายในชุมชนมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพด้วยเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Dry Fermentation จากนั้นจึงนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาเข้าเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้กับชุมชนต่อไป โดยผลจากการศึกษาข้อมูลปริมาณขยะในส่วนที่สามารถนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพตลอดปี พศ. 2553 พบว่าอัตราเฉลี่ยปริมาณขยะภายในตลาดไท มีค่าเท่ากับ 94.19 ตันต่อวัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าจะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ที่ 17,806.58 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยสามารถผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อยู่ที่ 12,642.67 – 24,929.21 kWh หรือเท่ากับ 0.53 – 1.04 MW (จากการคิดค่าปริมาณก๊าซชีวภาพที่ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ 0.71 และ 1.4 kWh) ซึ่งจากการคำนวณและประเมิณค่าใช้จ่ายและรายรับจากโครงการแล้วนั้นพบว่า รายได้ทั้งในส่วนการจำหน่ายไฟฟ้าและขายปุ๋ยที่ได้จากส่วนที่เหลือของกระบวนการการผลิตก๊าซชีวภาพ ค่าต่ำสุดจะอยู่ที่ 67,093.58 บาทต่อวัน และค่าสูงสุดจะอยู่ที่ 103,142.31 บาทต่อวัน นอกเหนือไปจากนั้นยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านการขนส่งขยะจากตัวชุมชนอยู่ที่ 4,857.91 บาทต่อวัน

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา 2554 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์.....

##5287636120 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
KEYWORDS : ELECTRICITY PRODUCTION / BIOGAS / WASTE / FRESH-FOOD / TALAD-THAI

PARIPHAT CHUENGCHAICHANA : POTENTIAL ANALYSIS OF FRESH-FOOD MARKET WASTE FOR BIOGAS PRODUCTION TO ELECTRICITY ; CASE STUDY TALAD-THAI. THESIS ADVISOR : SUPAWAT VIVANPATARAKIJ, D.ENG., 95 PP.

Nowadays we are facing in any direction, it is impossible to deny the demand for energy has increased over the years. Which is one of several energy is as important as the primary means of electricity. The power is more desirable in the household, small businesses and in the industry. This article is a study and evaluation of the potential possibilities of increasing the ability to generate electricity within the community. We use the garbage and waste organic material from the market and waste within the community to produce biogas by Dry Fermentation technology then use the gas engine generator to produce electricity to the community. The results of the study in the amount of waste that can be used to produce biogas along the year of 2553 found that the average amount of garbage within the market is equal to 94.19 tons per day, which was found to be capable of producing gas at 17,806.58 cubic meters per day. It can produce electricity at 12,642.67 - 24,929.21 kWh, or 0.53 - 1.04 MW (from up to 1 cubic meter of gas per amount of electricity at 0.71 and 1.4 kWh) from the calculated, and assess the costs and revenues of the project, it was found that Income in the distribution of electricity and sale of fertilizer from the rest of the biogas process. The minimum value is 67,093.58 baht per day and the maximum is located at 103,142.31 baht per day in addition to that it also reduces the cost of transportation of garbage from the community at 4,857.91 baht per day.

Field of Study: Energy Technology and Management Student's Signature.....

Academic Year: 2011 Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร. สุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือและหาวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้น อันก่อให้เกิดประโยชน์แก่การศึกษาในครั้งนี้ รวมทั้งให้กำลังใจผู้ทำวิทยานิพนธ์ด้วยความเมตตา ตั้งแต่เริ่มทำการศึกษาค้นคว้าในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ยังใคร่ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช ประธานกรรมการโครงการ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อ.ดร.ธงชัย กลิ่นหรั่น และ รศ.ดร.ธวัชชัย ชรินพานิชกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้ทำวิทยานิพนธ์ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งขอขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่กรุณาอบรมสั่งสอน และถ่ายทอดความรู้แก่ผู้ทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่อำนวยความสะดวก ช่วยเหลือด้านเอกสาร และการจัดการด้านต่างๆ และขอขอบพระคุณคุณ ไชยวัฒน์ พลลาภ อาจารย์ผู้บรรยายพิเศษ และคุณมนัส วิไลรัตน์ ผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาชุมชน บริษัท ไทย แอ็กโกร เอ็กซเชนจ์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือทางด้านข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณทุกๆท่านเป็นอย่างสูง และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ นายขจรเกียรติ จึงชัยชนะ(บิดา) และนางเรณุกา จึงชัยชนะ(มารดา) ที่ได้ให้การเลี้ยงดูอบรมส่งเสริมการศึกษา และที่สำคัญยิ่งเป็นผู้คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนในด้านต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาอย่างดียิ่งจนประสบผลสำเร็จ

อนึ่ง หากมีส่วนดี หรือประโยชน์อื่นใดที่พึงบังเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้ทำวิทยานิพนธ์ขอมอบความดีนี้ให้แก่ บิดา มารดา คณาจารย์ และสถาบันที่ให้การศึกษาตลอดจนผู้มีพระคุณที่ได้กล่าวมาข้างต้น ส่วนข้อบกพร่อง หรือข้อผิดพลาดทุกประการที่พึงมีผู้ทำวิทยานิพนธ์ขอน้อมรับไว้ ณ ที่นี้แต่เพียงผู้เดียว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 5
1.4 ข้อจำกัดงานวิจัย 5
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
1.7 วิธีดำเนินการวิจัย 8
บทที่ 2 ทฤษฎี 9
2.1 ทฤษฎีก๊าซชีวภาพ 9
2.2 ประโยชน์ของก๊าซชีวภาพ 11
2.3 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง 13
บทที่ 3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18
3.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18
3.1.1 การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ 18
3.1.2 การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ 24
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 26
4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของตลาดไท 26
4.1.1 สัดส่วนและประเภทตลาดของตลาดไท 27
4.1.2 ระบบการจัดการของเสียและขยะของตลาดไท 28
4.1.3 สัดส่วนประเภทและปริมาณขยะโดยภาพรวมของตลาดไท 31

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณก๊าซชีวภาพ 33
4.2.1 เทคโนโลยีที่เลือกใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ 34
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณไฟฟ้า 36
4.3.1 เทคโนโลยีที่เลือกใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า 37
4.4 ประมาณการเงินลงทุน 38
4.5 ประมาณการรายได้ 39
4.6 ประมาณการรายจ่าย 42
4.7 ประมาณการรายรับสุทธิ 42
4.8 การวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากขยะ 43
4.9 วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน 44
4.10 การจัดการและวางแผนให้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีความยั่งยืน 46
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 50
5.1 สรุปผลการวิจัย 50
5.2 อภิปรายผล 51
5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ 52
5.4 ข้อเสนอแนะ 53
รายการอ้างอิง 54
ภาคผนวก 56
ภาคผนวก ก. วิธีคำนวณค่าไฟฟ้าผันแปร F_t โดยละเอียด 57
ภาคผนวก ข. สรุปปริมาณขยะนำทิ้งของตลาดไท เดือนม.ค.53 – ธ.ค.53 66
ภาคผนวก ค. คำอธิบายตัวย่อที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ 79
ภาคผนวก ง. รายละเอียดตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน 81
ภาคผนวก จ. สรุปสมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ 92
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 95

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 เปรียบเทียบหน่วยซื้อไฟฟ้าปี 2551 -2554 : รายเดือน 2

1.2 สถิติค่า F_t ขายปลีก เดือนตุลาคม 2548 – มิถุนายน 2554 4

2.1 กลุ่มก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ 9

2.2 แสดงก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร : พลังงานทดแทน 12

3.1 ศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนของของเสียแต่ละชนิด 24

3.2 อัตราการทดแทนการใช้พลังงานของก๊าซชีวภาพ 25

4.1 จำนวนรอบของการขนถ่ายขยะในตลาดไท 29

4.2 แสดงปริมาณการเก็บขยะเฉลี่ยต่อวันในแต่ละเดือนตลอดปี พ.ศ.2553 32

4.3 องค์ประกอบของมูลฝอยรวมตลาดไท 32

4.4 ปริมาณก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในตลาดไท 34

4.5 ปริมาณไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในตลาดไท 36

4.6 ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบต่างๆ 37

4.7 องค์ประกอบของศักยภาพการผลิตไฟฟ้าประเภทเครื่องยนต์ก๊าซสันดาปภายใน 37

4.8 รายละเอียดประเมินเงินลงทุนโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท 38

4.9 น้ำหนักบรรทุกของรถแต่ละประเภทแบ่งตามรายเดือนตลอดปี 2553 39

4.10 ค่าใช้จ่ายการขนถ่ายขยะก่อน – หลังดำเนินโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ 40

4.11 ประมาณการรายรับจากการจำหน่ายไฟฟ้า และขายปุ๋ย 41

4.12 สรุปประมาณการรายรับโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท 41

4.13 สรุปประมาณการรายจ่ายโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท 42

4.14 สรุปประมาณการรายรับสุทธิโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท 43

4.15 ความอ่อนไหวปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากขยะโดยคิดที่อัตราไฟฟ้า
ต่อขยะที่ 1 m^3 :1.2 kWh 44

4.16 สรุปผลตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน
(กรณีสมมุติฐานความอ่อนไหวปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้) 45

4.17 สรุปผลตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน
(กรณีสมุติฐานค่าความอ่อนไหวปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้) 45

ก-1 ค่า BFC สำหรับการคำนวณค่า Ft ตั้งแต่เดือน กันยายน 2554 61
ง-1 แสดงค่าของตัวแปรรายรับสุทธิจากโครงการ (FCF) ในแต่ละปี 82
ง-2 แสดงค่าของตัวแปรอัตราคิดลด (WACC) ในแต่ละปี 84
จ-1 แสดงค่าทางทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณ 93
จ-2 แสดงค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางการเงิน 94

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	แผนภาพแสดงขั้นตอนขบวนการเกิดก๊าซชีวภาพ	11
2.2	บ่อหมักแบบยอดโดม (Fixed Dome Digester)	13
2.3	บ่อหมักแบบฝาครอบลอย (Floating Drum Digester)	14
2.4	บ่อหมักแบบปลั๊กโฟลว์ (Plug Flow)	14
2.5	บ่อหมักแบบUASB (Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket)	15
2.6	เครื่องยนต์ดีเซลพลังงานก๊าซชีวภาพ	16
2.7	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานก๊าซชีวภาพ	17
3.1	โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	23
4.1	สถานที่ตั้งตลาดไท	26
4.2	แผนผังตลาดภายในตลาดไท (โซนหน้า)	27
4.3	แผนผังตลาดภายในตลาดไท (โซนกลาง)	27
4.4	แผนผังตลาดภายในตลาดไท (โซนหลัง)	28
4.5	เศษขยะจากตัวตลาดในตลาดไท	29
4.6	จุดพักรถขยะภายในตัวตลาดไท	30
4.7	ตำแหน่งบ่อบำบัดน้ำเสียภายในบริเวณตลาดไท	31
4.8	บ่อบำบัดน้ำเสียภายในบริเวณตลาดไท	31
4.9	รูปแบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Dry Fermentation	35
4.10	รูปแบบจำลองโรงผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Dry Fermentation	35
4.11	รูปโรงผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Dry Fermentation	36
4.12	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 500 kW แบบติดตั้งคู่ (Model: 500GF1-RZ 2 SETS)	38
4.13	แผนผังตำแหน่งจุดทิ้งขยะบริเวณต่างๆภายในตัวตลาดไท	46
4.14	จุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับร้านค้าของตลาดช่วงต้น	47
4.15	จุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับร้านค้าของตลาดช่วงกลาง	47
4.16	จุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับร้านค้าของตลาดช่วงปลาย	47
4.17	การทิ้งขยะของร้านค้าแบบเดิมภายในตลาดไท	48
4.18	รูปแบบตัวอย่างจุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับร้านค้า	48

4.19 ที่ทิ้งขยะสำหรับผู้มาใช้บริการตลาดไทแต่เดิม 48
4.20 ที่ทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับผู้ที่มาใช้บริการตลาดไท 49
ก-1 แสดงหลักการคำนวณค่า Ft 60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันไม่ว่าเราจะหันไปทิศทางใดก็ไม่สามารถที่จะปฏิเสธได้ว่าความต้องการทางด้านพลังงานมีเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งหนึ่งในหลายๆพลังงานที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆนั่นก็คือพลังงานไฟฟ้า โดยพลังงานไฟฟ้านั้นเป็นที่ต้องการมากขึ้นทั้งในส่วนของภาคครัวเรือน ธุรกิจร้านค้ารายย่อย รวมไปถึงภาคอุตสาหกรรม จะเห็นได้จากตารางที่ 1.1 แสดงถึงการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของหน่วยซื้อไฟฟ้า (หน่วยซื้อ : หน่วยซื้อ กฟผ. + พพ. + vspp และผลิตเอง) โดยในปีพ.ศ. 2551 2552 และ 2553 เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.38 0.97 และ 11.63 ตามลำดับ ดังนั้นในระยะยาวแล้วภาครัฐบาลจึงจำเป็นที่จะต้องผลิตพลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการเหล่านั้น โดยวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการเพิ่มปริมาณการผลิตไฟฟ้านั่นก็คือการสร้างโรงไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน พลังงานน้ำ หรือ พลังงานนิวเคลียร์ และสิ่งที่ตามมาเมื่อโครงการต่างๆเหล่านี้จะเกิดขึ้นนั่นก็คือการต่อต้านจากชุมชนหรือสังคมโดยเฉพาะอย่างยิ่งสังคมที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่จะมีการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ประชาชนเหล่านั้นไม่มั่นใจ และกลัวปัญหาด้านต่างๆที่จะตามมาภายหลังทั้งในส่วนของผลกระทบต่อตนเองในระยะสั้นที่เห็นได้ชัด และผลกระทบในระยะยาวต่อคนรุ่นหลัง เช่น ปัญหาทางด้านมลภาวะทางเสียง อากาศ และน้ำที่จะเกิดขึ้นตามมา

ตารางที่1.1 เปรียบเทียบหน่วยซื้อไฟฟ้าปี 2551 – 2554 : รายเดือน

เดือน	จำนวนหน่วยซื้อไฟฟ้า (ล้านหน่วย)				อัตราเพิ่ม - ลด (ร้อยละ)			
	ปี 2551	ปี 2552	ปี 2553	ปี 2554	ปี 2551	ปี 2552	ปี 2553	ปี 2554
ม.ค.	7,687.96	6,792.37	8,258.25	8,460.49	7.38	-11.65	21.58	2.45
ก.พ.	7,422.71	7,086.46	8,207.38	8,385.75	7.06	-4.53	15.82	2.17
มี.ค.	8,512.95	8,252.18	9,445.28	9,292.82	2.34	-3.06	14.46	-1.61
ไตรมาส 1	**23,623.62**	**22,131.01**	**25,910.91**	**26,139.06**	**5.41**	**-6.32**	**17.08**	**0.88**
เม.ย.	8,051.32	7,869.04	9,136.82	8,902.07	4.64	-2.26	16.11	-2.57
พ.ค.	8,422.31	8,346.56	9,807.51	9,633.90	4.30	-0.90	17.50	-1.77
มิ.ย.	8,234.28	8,225.03	9,249.99	9,430.72	2.44	-0.11	12.46	1.95
ไตรมาส 2	**24,707.91**	**24,440.63**	**28,194.32**	**27,966.69**	**3.78**	**-1.08**	**15.36**	**-0.81**
6 เดือน	**48,331.53**	**46,571.64**	**54,105.23**	**54,105.75**	**4.57**	**-3.64**	**16.18**	**0.00**
ก.ค.	8,476.68	8,386.57	9,324.97	9,669.74	5.10	-1.06	11.19	3.70
ส.ค.	8,430.35	8,595.88	9,102.88	9,685.19	3.72	1.96	5.90	6.40
ก.ย.	8,005.01	8,356.17	9,013.22		0.81	4.39	7.86	
ไตรมาส 3	**24,912.04**	**25,338.62**	**27,441.07**		**3.23**	**1.71**	**8.30**	
9 เดือน	**73,243.57**	**71,910.26**	**81,546.30**		**4.11**	**-1.82**	**13.40**	
ต.ค.	8,203.55	8,601.85	9,085.19		2.95	4.86	5.62	
พ.ย.	7,329.93	8,015.83	8,541.90		-2.03	9.36	6.56	
ธ.ค.	6,829.86	8,007.99	8,588.89		-9.89	17.25	7.25	
ไตรมาส 4	**22,363.34**	**24,625.67**	**26,215.98**		**-2.90**	**10.12**	**6.46**	
รวม	**95,606.91**	**96,535.93**	**107,762.28**		**2.38**	**0.97**	**11.63**	

หน่วยซื้อ : หน่วยซื้อ กฟผ. + พพ. + vspp และผลิตเอง

นอกจากปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องแล้วนั้น สังคมทุกวันนี้ยังต้องเผชิญกับภาวะทางด้านราคาไฟฟ้าที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากค่า F_t ซึ่งก็คือค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ หรือค่าไฟฟ้าผันแปร หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าค่า F_t เป็นค่าไฟฟ้าที่ผันแปรตามการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและค่าซื้อไฟฟ้า ที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของการไฟฟ้า ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าเชื้อเพลิงในค่าไฟฟ้าฐาน ซึ่งค่าไฟฟ้าฐานส่วนใหญ่เป็นค่าลงทุนก่อสร้าง และค่าเชื้อเพลิงที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า 5 ปี ซึ่งค่าเชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นจริงอาจจะเพิ่มขึ้น หรือลดลงจากที่คาดการณ์ไว้ โดยส่วนราคาที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงนั้นก็จะนำมาคิดเป็นค่าไฟฟ้าผันแปร หรือค่า F_t โดยหากราคาเชื้อเพลิงลดลงค่า F_t จะเป็นลบ และถ้าหากค่าเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นค่า F_t จะเป็นบวก ซึ่งค่า F_t นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงทุกๆ 4 เดือน และมีวิธีการคำนวณหลักๆ ดังนี้ (ในรายละเอียดเพิ่มเติมจะแสดงในภาคผนวก ก.)

$$F_t \text{ ขายปลีก} = \frac{FAC+AF}{EU}$$

โดย FAC คือ ส่วนต่างระหว่างประมาณการค่าเชื้อเพลิงของ กฟผ. ค่าซื้อไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าเอกชน และค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ (EFC) กับ ค่าเชื้อเพลิงฯ ฐาน (BFC) ในงวดปัจจุบัน มีหน่วยเป็น บาท

AF คือ ส่วนต่างของเงินค่า F_t จริง และเงินค่า F_t เรียกเก็บ สะสมยกมาจากงวดที่ผ่านมา (Accumulate Factor : AF) มีหน่วยเป็น บาท

EU คือ ประมาณการหน่วยขายปลีกที่ กฟน. กฟภ. ขายให้ผู้ใช้ไฟฟ้า (ไม่รวมหน่วยที่ซื้อมาจาก VSPP มาขายปลีก) และ กฟผ. ขายให้ลูกค้าตรงในงวดปัจจุบัน มีหน่วยเป็น หน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ kilowatt-hour เรียกย่อเป็น kWh หรือ หน่วย)

และหากพิจารณาสถิติค่าไฟฟ้าผันแปรย้อนหลังในตารางที่ 1.2 จะพบว่าค่า F_t ขายปลีกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จากเดิมปี 2548-2551 ราคา F_t แกว่งอยู่ในช่วง 56.83 – 85.44 สตางค์/หน่วย มีการปรับเพิ่มขึ้นโดยแกว่งในช่วง 86.88 – 95.81 สตางค์/หน่วย ในปี 2552 – มิ.ย. 2554

ตารางที่1.2 สถิติค่า F_t ขายปลีก เดือนตุลาคม 2548 – มิถุนายน 2554

เดือนเรียกเก็บ	F_t ขายปลีกคงที่	DF_t	F_t ขายปลีก	เปลี่ยนแปลง
ต.ค.48-ม.ค.49	46.83	10	56.83	-
ก.พ.49-พ.ค.49	46.83	29.01	75.84	+19.01
มิ.ย.49-ก.ย.49	46.83	38.61	85.44	+9.6
ต.ค.49-ม.ค.50	46.83	31.59	78.42	-7.02
ก.พ.50-พ.ค.50	46.83	26.59	73.42	-5
มิ.ย.50-ก.ย.50	46.83	21.59	68.42	-5
ต.ค.50-ม.ค.51	46.83	19.28	66.11	-2.31
ก.พ.51-พ.ค.51	46.83	22.03	68.86	+2.75
มิ.ย.51-ก.ย.51	46.83	16.02	62.85	-6.01
ต.ค.51-ธ.ค.51	46.83	30.87	77.7	+14.85
ม.ค.52-เม.ย.52	46.83	45.72	92.55	+14.85
พ.ค.52-ส.ค.52	46.83	45.72	92.55	0
ก.ย.52-ธ.ค.52	46.83	45.72	92.55	0
ม.ค.53-เม.ย.53	46.83	45.72	92.55	0
พ.ค.53-ส.ค.53	46.83	45.72	92.55	0
ก.ย.53-ธ.ค.53	46.83	45.72	92.55	0
ม.ค.54-เม.ย.54	46.83	40.05	86.88	0
พ.ค.54-มิ.ย.54	46.83	48.98	95.81	+8.93

หน่วย : สตางค์/หน่วย

จากจุดนี้เองผู้ศึกษาจึงได้ทำการค้นคว้าวิธีการอื่นที่จะช่วยบรรเทาปัญหาต่างๆข้างต้น โดยการเพิ่มศักยภาพการผลิตไฟฟ้าในระดับรายย่อยเพื่อลดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมให้ขยายตัวในระดับที่ลดลง ประกอบกับการเห็นถึงประโยชน์จากการนำของเสียหรือขยะเหลือใช้ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของชุมชนต่างๆ โดยเฉพาะของเสียในลักษณะของสารอินทรีย์ที่ทำให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ส่งกลิ่นรบกวน และเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคต่างๆ ซึ่งของเสียที่ไม่เป็นที่ต้องการเหล่านี้โดยปกติมักถูกนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบ หรือเผาทำลายซึ่งไม่ก่อให้เกิดประโยชน์และยังเป็นมลพิษต่อชุมชนบริเวณโดยรอบ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจที่จะนำขยะอินทรีย์เหล่านี้มาสร้างให้เกิดประโยชน์โดยการนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไฟฟ้าให้กับแหล่งชุมชนนั้นๆ และสร้างเป็นโครงการต้นแบบในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะชุมชน ซึ่งโครงการนี้นอกจากจะช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายและปัญหาที่เกิดจากขยะอินทรีย์แล้ว ยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการลดปริมาณความต้องการไฟฟ้าจากภาคการผลิตฯของชุมชนนั้นๆ โดยวิทยานิพนธ์ชิ้นนี้จะเน้นเนื้อหาในส่วนของการนำเทคโนโลยีและระบบการจัดการมาช่วยเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการนำขยะภายในชุมชนมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ(Biogas) และนำก๊าซชีวภาพมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อนำกลับมาใช้ในชุมชนต่อไป ผู้ศึกษาได้

ทำการเลือกศึกษาในพื้นที่ตลาดไทเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพเพียงพอและสามารถประเมินผลได้ชัดเจนสำหรับแนวคิดนี้ อันเป็นผลมาจากการที่ตลาดไทเป็นตลาดค้าผัก, ผลไม้ ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับต้นๆของเมืองไทย ทำให้มีปริมาณขยะอินทรีย์ในแต่ละวันเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ประเมินศักยภาพพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากขยะในชุมชนตลาดไท
2. ศึกษาเพื่อให้เห็นแนวทางการนำขยะอินทรีย์มาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า
3. ศึกษาพิจารณาการจัดการระบบผลิตไฟฟ้าจากขยะให้สามารถจ่ายไฟฟ้าได้อย่างสม่ำเสมอ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์
2. ศึกษากระบวนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ
3. ประเมินปริมาณขยะในชุมชนตลาดไท โดยแบ่งประเภทของตลาด และปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน
4. ศึกษาและเลือกประเภท ขนาดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ และการผลิตไฟฟ้า
5. ศึกษาและเลือกสถานที่ที่เหมาะสมในการสร้างโรงผลิตก๊าซชีวภาพในชุมชนตลาดไท โดยอาศัยหลักเกณฑ์ของความสะดวกในการขนถ่ายขยะอินทรีย์ และการดูแลรักษา
6. วิเคราะห์และประเมินศักยภาพในการผลิตของระบบ
7. วางแผนรูปแบบการจัดการเพื่อการนำขยะอินทรีย์มาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าอย่างยั่งยืน

1.4 ข้อจำกัดงานวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยที่อาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ และนำมาวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ที่ได้ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้ในส่วนของการคาดการณ์ปริมาณก๊าซและ ปริมาณไฟฟ้า รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่างๆที่ปรากฏในงานวิจัยชิ้นนี้เป็นเพียงตัวเลขการคาดการณ์จากข้อมูลที่ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ออกมา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จริงอาจมีความเบี่ยงเบนไปจากการรายงานในงานวิจัยฉบับนี้ เนื่องจากตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่นอุณหภูมิการหมัก ค่าพีเอช อัตราค่าแรงและวัตถุดิบที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ชีวมวล หรือ Biomass คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติจำพวกคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศและสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นพลังงานได้ เช่นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หรือกากจากกะบวนการผลิตในอุตสาหกรรมทางการเกษตร ซึ่งชีวมวลเหล่านี้นั้นมีการหมุนเวียนเกิดขึ้นได้ใหม่ตลอดเวลา ใช้แล้วไม่หมดไปเหมือนกับพลังงานเชื้อเพลิงประเภทน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ หรือถ่านหิน โดยตัวอย่างชีวมวลส่วนมากที่เห็นกันจะเป็น แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ กากปาล์ม กากมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด กาบและกะลามะพร้าว เป็นต้น

พืช / ผัก หรือพรรณไม้ที่เราสามารถใช้ราก ดอก ผล หรือ ลำต้น เพื่อที่จะนำมาเป็นอาหารของมนุษย์ได้ ซึ่งสามารถแบ่งได้ตามลักษณะการนำมาประกอบอาหารได้ทั้งหมด 4 จำพวก ได้แก่ พืชที่ใช้ผลเป็นอาหาร พืชที่ใช้ใบหรือลำต้นเป็นอาหาร พืชที่ใช้ดอกเป็นอาหาร และพืชที่ใช้หัวหรือรากเป็นอาหาร

ซังข้าวโพด ส่วนประกอบบริเวณนอกสุดของฝักข้าวโพด ซึ่งจัดว่าเป็นประเภทหนึ่งของปลังงานทดแทนประเภทชีวมวลที่สามารถนำมาสร้างและผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยที่ส่วนเปลือกนำมาหมักให้เกิดก๊าสชีวภาพโดยใช้ระบบการย่อยสลายแบบไร้อากาศ ซึ่งในกระบวนการนี้แบคทีเรียจะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งบางแห่งก็ใช้ก๊าซชีวภาพไปเผาในหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำไปปั่นไฟฟ้าเพื่อใช้ในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

ขยะมูลฝอย สิ่งของหรือสิ่งที่เหลือทิ้งจากกิจกรรมต่างๆ ทั้งการอุปโภคบริโภคของมนุษย์นอกเหนือนไปจากนี้ยังรวมถึงกากของเสีย เศษกระดาษ เศษสินค้า เศษอาหารต่างๆ มูลสัตว์ภาชนะและของต่างๆที่เหลือทิ้ง ตลอดจนซากพืชซากสัตว์ รวมถึงสิ่งอื่นๆที่เก็บกวาดจากตลาดสด ท้องถนน หรือ แหล่งที่มีสัตว์เลี้ยงต่างๆ โดยเราสามารถจำแนกประเภทของลักษณะขยะมูลฝอยได้สองจำพวก ได้แก่ ขยะสด หรือ ขยะเปียก ซึ่งโดยขยะประเภทนี้จะมีความชื้นผสมปนอยู่ในตัวขยะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 50% ขึ้นไป โดยขยะประเภทนี้จะติดไฟได้ยาก ส่วนมากจะเป็นขยะจำพวก มูลสัตว์ ขยะเศษอาหาร เศษ กระดาษ,ผ้า เศษไม้ เศษเนื้อสัตว์ ผัก ซากพืช ซากสัตว์ เป็นต้น ในส่วนประเภทที่สองได้แก่ ขยะจำพวกขยะแห้ง คือ ขยะที่มีความชื้นน้อย ไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น ซึ่งในขยะจำพวกขยะแห้งยังสามารถจำแนกได้เป็นสองจำพวกย่อยๆได้อีกคือ ขยะที่สามารถติดไฟและนำมาเป็นเชื้อเพลิงได้ได้ เช่น เศษผ้า กระดาษ ใบไม้แห้ง เป็นต้น และ ขยะประเภทไม่เป็นเชื้อเพลิงเช่น เศษเหล็ก เศษแก้ว อิฐ เป็นต้น

น้ำเสีย คือน้ำที่มีสารต่างๆหรือมีสิ่งปฏิกูลหรือสิ่งปนเปื้อนที่สามารถส่งผลทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพหรือคุณลักษณะเดิมที่มีอยู่ จนไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยสารหรือสิ่งปนเปื้อนต่างๆที่เกิดขึ้นมักมากจากแหล่งใหญ่ๆได้ที่งสิ้นสองแหล่งได้แก่ น้ำเสียจากแหล่งชุมชน

อันเนื่องมาจากการดำรงในชีวิตประจำวันที่ต้องมีการใช้น้ำเพื่ออุปโภคและบริโภค ของในแต่ละครัวเรือนตลอดจน อาคารบ้านเรือนซึ่งน้ำที่เหลือจากการอุปโภคและบริโภคของครัวเรือนเหล่านั้นมักจะไม่สามารถนำไปใช้ต่อได้เนื่องจากมีสิ่งปนเปื้อนที่ส่งผลให้คุณลักษณะของน้ำเปลี่ยนไปโดยตัวอย่างสิ่งปนเปื้อนจากครัวเรือนนั้นได้แก่ น้ำมัน สบู่ ไขมันต่างๆ สารอินทรีย์ ยาฆ่าแมลง เป็นต้น ในส่วนแหล่งที่สองนั้นจะเป็นน้ำเสียที่มาจากแหล่งอุตสาหกรรม ซึ่งจะเกิดจากกระบวนการผลิต หล่อเย็น หรือมาจากกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้น้ำ ซึ่งโดยส่วนมากนั้นน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรมนั้นสารปนเปื้อนมักจะเป็นสารเคมีที่เป็นพิษ หรือ โลหะหนักต่างๆ หรือสารอินทรีย์ที่มาจากโรงงานที่ต้องมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต

ก๊าซชีวภาพ หรือ Biogas คือ ก๊าซที่เกิดจากการที่สารชีวมวลถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน (Anaerobic Digestion) โดยที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม ซึ่งก๊าซที่เกิดขึ้นมานั้นโดยทั่วไปแล้วจะประกอบไปด้วย ก๊าซมีเทน ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบหลักที่ได้ประมาณที่ 50-70% ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งโดยองค์ประกอบหลักแล้วนั้น มีคุณสมบัติที่สามารถติดไฟได้ ซึ่งก๊าซเหล่านี้นั้นส่วนมากจะพบได้จากแหล่งบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือในชุมชนขนาดใหญ่ หรือจากแหล่งโรงงานกำจัดขยะตามที่ต่างๆ ซึ่งของเสียจำพวกนี้นั้นเราสามารถนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้จำนวนมาก ซึ่งเราสามารถที่จะนำก๊าซจำพวกนี้ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานที่สามารถนำมาทดแทนเพื่อแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะอินทรีย์ภายในตลาดไท
2. สร้างรายได้จากปุ๋ยซึ่งเกิดจากกากของเสียที่เหลือจากการผลิตก๊าซชีวภาพ
3. ลดค่าไฟฟ้าภายในตลาดไท
4. เพิ่มการสร้างงานใหม่ให้แก่ตลาดไท
5. เป็นต้นแบบในการนำขยะอินทรีย์มาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลและบทความที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์และการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ
2. ศึกษาข้อมูลตลาดไทเบื้องต้นในส่วนของขนาด และลักษณะตลาด
3. ลงพื้นที่ตรวจดูสถานที่จริง และเก็บข้อมูลแหล่งขยะต่างๆในตลาด และจุดรวมขยะภายในตลาด
4. ติดต่อขอข้อมูลเชิงลึกของตลาดไทกับผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาวิเคราะห์ในรายละเอียด เช่นรูปแบบการขนถ่ายขยะแบบเดิม ระบบการบริหารจัดการขยะแบบเดิม และระบบการบำบัดของเสียต่างๆแบบเดิม เป็นต้น
5. นำข้อมูลที่ได้ศึกษามาประเมินศักยภาพเบื้องต้นของวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในการผลิตโดยอาศัยข้อมูลปริมาณขยะแต่ละประเภท
6. วิเคราะห์และคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ และผลิตไฟฟ้าของตลาดไท
7. วางแผนกระบวนการผลิตโดยรวม และการจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ
8. ประเมินและคาดการณ์ปริมาณก๊าซชีวภาพ และพลังงานไฟฟ้าที่จะสามารถผลิตได้จากขยะอินทรีย์ในตลาดไท
9. วิเคราะห์ศักยภาพไฟฟ้าที่ผลิตได้จากก๊าซชีวภาพ
10. ประเมินพร้อมทั้งวิเคราะห์ในด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการก๊าซชีวภาพของตลาดไท
11. วางแผนการบริหารจัดการขยะในชุมชนตลาดไทโดยแบ่งตามแต่ละพื้นที่
12. วางแผนการรณรงค์การจัดการขยะกับผู้ค้าภายในตลาด
13. วางแผนการดูแลระบบก๊าซชีวภาพและระบบผลิตกระแสไฟฟ้าให้เป็นไปอย่างยั่งยืน
14. สรุปผลการศึกษา

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีก๊าซชีวภาพ

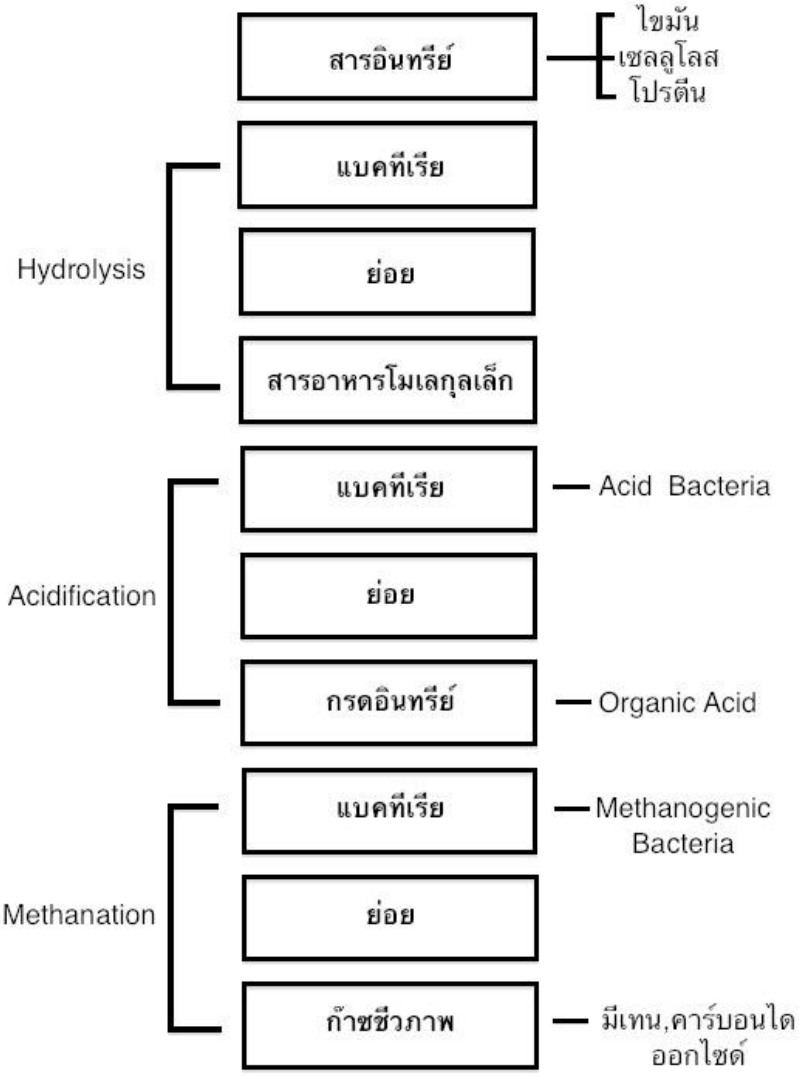
ก๊าซชีวภาพ มีชื่ออื่นที่บางครั้งจะพบได้ เช่น ก๊าซหนองน้ำ และมาร์ซก๊าซ (Marsh Gas) ซึ่งขึ้นกับแหล่งที่มันเกิด โดยการเกิดก๊าซชีวภาพนั้นเกิดจากกลุ่มก๊าซจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ เช่น คน สัตว์ พืช และสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่ตายลงแล้วถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาก) กลุ่มหนึ่ง โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีชีวิตอยู่ได้โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจน ในขณะที่ทำการย่อยสลายอยู่นั้นจะเกิดก๊าซขึ้นกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมีก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นก๊าซประกอบหลัก รองลงมาจะเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซไนโตรเจน (N_2) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และก๊าซชนิดอื่น ๆ ดังตารางที่ 2.1 ก๊าซมีเทนซึ่งมีมากที่สุด มีคุณสมบัติไม่มีสีไม่มีกลิ่น และติดไฟได้ แต่ที่เราเปิดก๊าซชีวภาพแล้วจะมีกลิ่นเหม็นนั้นเกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือ “ก๊าซไข่เน่า” เมื่อเราจุดไฟกลิ่นเหม็นก็จะหายไป ซึ่งกระบวนการนี้เป็นที่นิยมในการเปลี่ยนของเสียประเภทอินทรีย์ทั้งหลายไปเป็นกระแสไฟฟ้า เพราะนอกจากจะสามารถกำจัดขยะซึ่งไม่เป็นที่ต้องการได้แล้ว ยังสามารถทำลายเชื้อโรคที่มากับขยะได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้นการใช้ก๊าซชีวภาพจึงเป็นการบริหารจัดการของเสียที่ควรได้รับการสนับสนุน เพราะไม่เป็นการเพิ่มก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) เนื่องจากการเผาไหม้ของก๊าซชีวภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซมีเทน

ตารางที่ 2.1 กลุ่มก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ

ชนิดของก๊าซ	ปริมาณ
มีเทน	ร้อยละ 50 - 60
คาร์บอนไดออกไซด์	ร้อยละ 25 -35
ไนโตรเจน	ร้อยละ 2 - 7
ไฮโดรเจน	ร้อยละ 1 - 5
คาร์บอนมอนอกไซด์	เล็กน้อย
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	เล็กน้อย
ก๊าซอื่นๆ	เล็กน้อย

ขบวนบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะปราศจากออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ประกอบด้วยสามขั้นตอนหลักๆคือ ขั้นตอนย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่จำพวกไขมัน แป้ง และโปรตีน ซึ่งอยู่ในรูปสารละลาย (Hydrolysis) จนกระทั่งกลายเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Acidification) โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรด (Acid-producing Bacteria) และขั้นตอนการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้เป็นแก๊สมีเทน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Methanation) โดย จุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทน (Methane-producing Bacteria)

โดยที่ปัจจัยหลักๆที่เกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพได้แก่ อุณหภูมิการย่อยสลายอินทรีย์และการผลิตแก๊สในสภาพปราศจากออกซิเจน สามารถเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมาก ตั้งแต่ 4-60 องศาเซลเซียส โดยที่ขึ้นอยู่กับชนิดของกลุ่มจุลินทรีย์ตามแต่ละประเภท ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ซึ่งมีความสำคัญต่อการหมักมาก โดยช่วง pH ที่เหมาะสมจะอยู่ในระดับ 6.6-7.5 ถ้า pH ต่ำเกินไปจะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่ช่วยในการสร้างแก๊สมีเทน ค่าอัลคาลินิตี้(Alkalinity) หมายถึงความสามารถในการรักษาระดับความเป็นกรด-ด่าง ค่าอัลคาลินิตี้ที่เหมาะสมต่อการหมักจะต้องมีค่าประมาณ 1,000 - 5,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูปของแคลเซียมคาร์บอร์เนต (CaCO3) สารอาหารหรือ Nutrients ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ สารยับยั้งและสารพิษ (Inhibiting and Toxic Materials) ตัวอย่างเช่น กรดไขมันระเหยได้ ไฮโดรเจน หรือแอมโมเนีย ซึ่งมีผลสามารถทำให้ขบวนการการย่อยสลายในสภาพไร้ออกซิเจนหยุดชะงักได้ สารอินทรีย์และลักษณะของสารอินทรีย์สำหรับขบวนการย่อยสลาย ซึ่งมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง



ที่มา: งานวิจัยอัตราการผลิตกระแสไฟฟ้าของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบต่างๆ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนขบวนการเกิดก๊าซชีวภาพ

2.2 ประโยชน์ของก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานใกล้ตัวที่ให้ประโยชน์กับเราในหลาย ๆ ด้านขึ้นอยู่กับเราที่ต้องการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านใด โดยแบ่งเป็น 3ด้านใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม การสร้างบ่อก๊าซชีวภาพแท้จริงแล้ว เป็นการสร้างระบบกำจัดของเสียที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์ ระบบกำจัดน้ำเสียจากโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม โรงงานทำเส้นก๋วยเตี๋ยว โรงงานทำแป้งมัน หรือการกำจัดของเสียจากภาคชุมชนและครัวเรือนจำพวกขยะอินทรีย์ เป็นต้น โดยสามารถลดกลิ่นเน่าเหม็น ลดแหล่งเพาะเชื้อโรค ทำให้ทัศนียภาพโดยรอบน่ามองและลดปัญหาสังคมที่อาจจะเกิดขึ้นจากการวิวาทกับเพื่อนบ้านอันเนื่องจาก

กลิ่นเหม็นของมูลสัตว์ หรือจากขยะอินทรีย์ประเภทต่างๆ นอกจากนี้ยังเป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนขึ้นสู่บรรยากาศ ช่วยลดปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกได้อีกด้วย

2. ประโยชน์ด้านพลังงาน ก๊าซชีวภาพสามารถที่จะนำมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนการใช้น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ฟืนหรือถ่าน และเป็นเชื้อเพลิงใช้กับเครื่องยนต์เพื่อผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

ตาราง 2.2 เปรียบเทียบก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตรกับเชื้อเพลิงชนิดต่าง

เชื้อเพลิง	ปริมาณ	หน่วย
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	0.46	กิโลกรัม
น้ำมันดีเซล	0.60	ลิตร
น้ำมันเตา	0.55	ลิตร
ไฟฟ้า	1.20	กิโลวัตต์ชั่วโมง

การใช้ก๊าซชีวภาพเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มนั้นก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร สามารถปรุงอาหารได้ 3 มื้อต่อหนึ่งครอบครัว ก๊าซจะเกิดขึ้นตลอดเวลาเมื่อใช้หมดแล้วจะเกิดขึ้นมาใหม่ ตราบใดที่เรายังมีการเพิ่มเติมวัตถุดิบเข้าไปในบ่อหมักอยู่ สำหรับการที่จะนำไปเป็นเชื้อเพลิงใช้ในเครื่องยนต์ก็สามารถทำได้ ปัจจุบันมีการปรับแต่งเครื่องยนต์ดีเซลให้สามารถใช้กับก๊าซชีวภาพได้โดยตรง แต่เนื่องจากก๊าซชีวภาพเป็นกลุ่มก๊าซที่ประกอบไปด้วยก๊าซหลายชนิด ก๊าซแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันบางชนิดจะเป็นอันตรายต่อเครื่องยนต์เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์มีฤทธิ์เป็นกรดจะเข้าไปกัดกร่อนส่วนที่เป็นโลหะให้สึกหรอ และไอน้ำที่มากับก๊าซจะเข้าไปในเครื่องยนต์ทำให้เครื่องยนต์ขัดข้อง ดังนั้นก่อนที่จะนำก๊าซชีวภาพไปใช้กับเครื่องยนต์ต้องมีการดักไอน้ำและแยกไฮโดรเจนซัลไฟด์เสียก่อน ก๊าซชีวภาพมีสถานะอยู่ในรูปของก๊าซจึงทำให้เสียพื้นที่มากในการกักเก็บ ในอนาคตถ้ามีการแยกให้ได้ก๊าซมีเทนบริสุทธิ์ แล้วหาวิธีเปลี่ยนสถานะจากก๊าซให้เป็นของเหลวหรือของแข็งได้พื้นที่ในการกักเก็บจะน้อยลงจะทำให้การใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพในรูปของพลังงานกว้างขวางมากกว่านี้

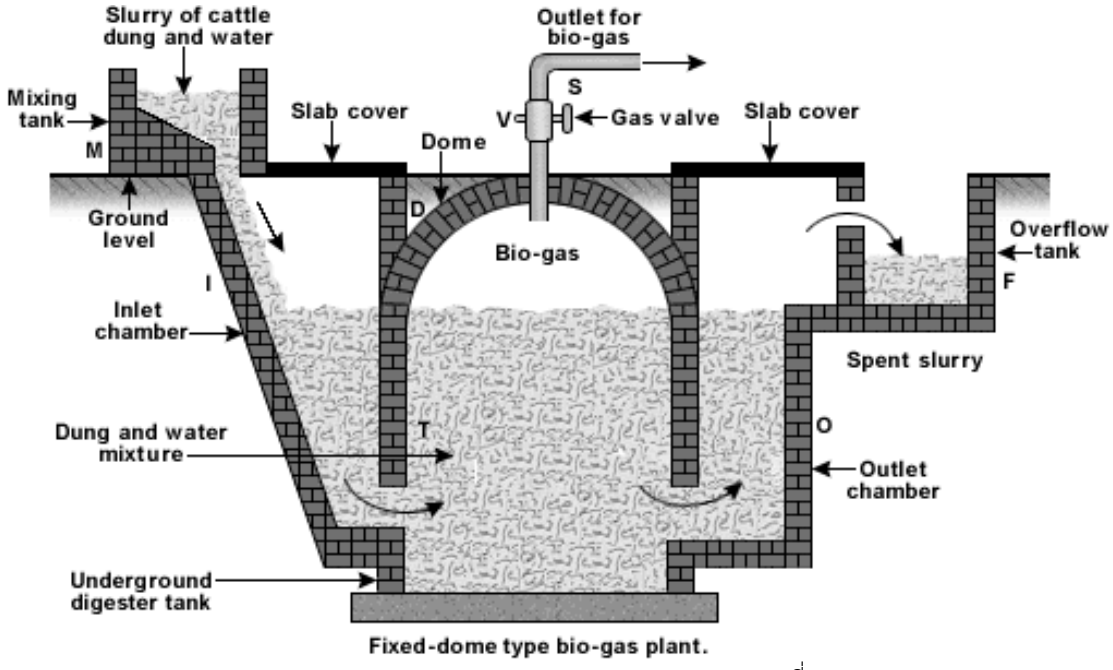
3. ประโยชน์ด้านการเกษตร กากมูลสัตว์ หรือขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้วซึ่งถูกดันออกมาภายนอกยังสามารถนำไปเป็นปุ๋ยใช้กับพืช หรืออาจจะตากให้แห้งแล้วบรรจุใส่ถุงเพื่อการจำหน่ายก็ได้ กากมูลสัตว์ และขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้วนี้จะปราศจากเมล็ดพันธุ์พืชและเชื้อโรคบางชนิดหรือไข่แมลงต่าง ๆ เนื่องจากถูกหมักอยู่ในบรรยากาศที่ไร้ออกซิเจนเป็นเวลานาน

2.3 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ชนิดและแบบของบ่อแก๊สชีวภาพ (Biogas Plant) แบ่งตามลักษณะการทำงาน ลักษณะของของเสียที่เป็นวัตถุดิบ และประสิทธิภาพการทำงานซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ได้แก่

ชนิดแรกเป็นบ่อหมักของแข็ง หรือ บ่อหมักช้า ซึ่งโดยทั่วไปแล้วบ่อหมักช้าที่มีการสร้างและใช้ประโยชน์อยู่ และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปจะมีด้วยกันอยู่ 3 แบบได้แก่

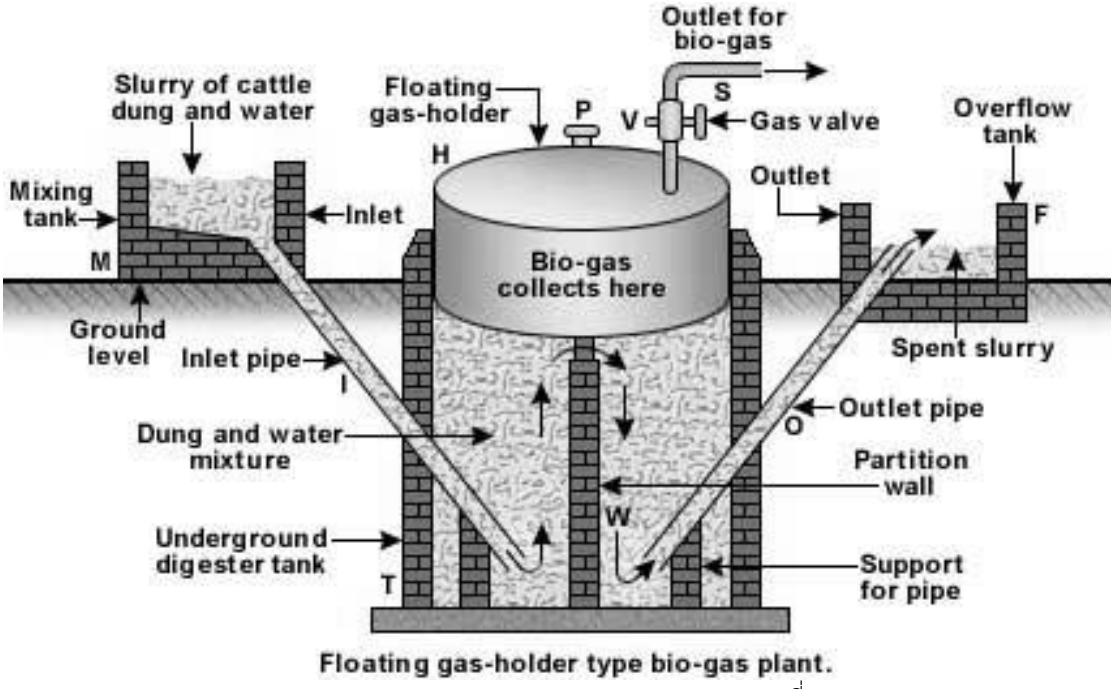
1. บ่อหมักแบบยอดโดม (Fixed Dome Digester) ลักษณะแบบนี้จะนิยมใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีขนาดเล็กเป็นส่วนมาก ซึ่งข้อดีหลักของระบบนี้คือใช้พื้นที่ในการสร้างค่อนข้างน้อย เนื่องจากตัวบ่อหมักนั้นฝังอยู่ใต้ดินและนอกเหนือจากนี้ยังง่ายต่อการต่อรางส่งของเสียจากโรงเลี้ยงสัตว์เข้าสู่บ่อหมัก



ที่มา: educationalelectronicsusa.com

รูปที่ 2.2 บ่อหมักแบบยอดโดม (Fixed Dome Digester)

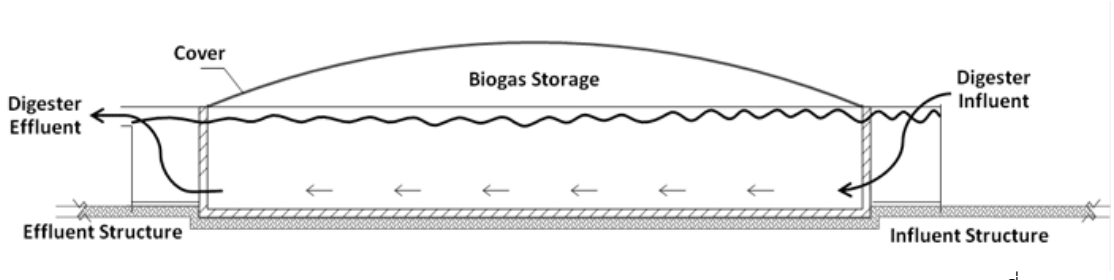
2. แบบฝาครอบลอย (Floating Drum Digester) หรือแบบอินเดีย (Indian Digester) บ่อหมักชนิดนี้จะเป็นบ่อหมักที่เป็นรูปทรงกระบอกโดยตัวของบ่อหมักมูลสัตว์หรือของเสียจะฝังอยู่ใต้ดิน ในส่วนของฝาปิดบริเวณด้านบนนั้น มักจะทำด้วยเหล็กหรือไฟเบอร์กลาสซึ่งจะขยับขึ้นลงตามปริมาณก๊าซสะสมที่มีอยู่ภายในบ่อ



ที่มา: educationalelectronicsusa.com

รูปที่ 2.3 บ่อหมักแบบฝาครอบลอย (Floating Drum Digester)

3. แบบพลาสติกคลุมราง (Plastic Covered Ditch) หรือแบบปลั๊กโฟลว์ (Plug Flow Digester) โดยรูปแบบของบ่อหมักประเภทนี้จะมีรูปแบบสี่เหลี่ยมคางหมูโดยจะถูกฝังอยู่ใต้ดิน ส่วนบริเวณด้านบนซึ่งเป็นจุดที่เก็บสะสมแก๊ซจะใช้พลาสติคคลุมไว้แทนซึ่งข้อดีของระบบนี้คือจะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้มากเนื่องจากลักษณะของบ่อหมักมีลักษณะเป็นแนวยาวทำให้เวลาในการใช้หมักมากขึ้นซึ่งมีผลให้ปริมาณก๊าซชีวภาพมากขึ้นตามไปด้วย



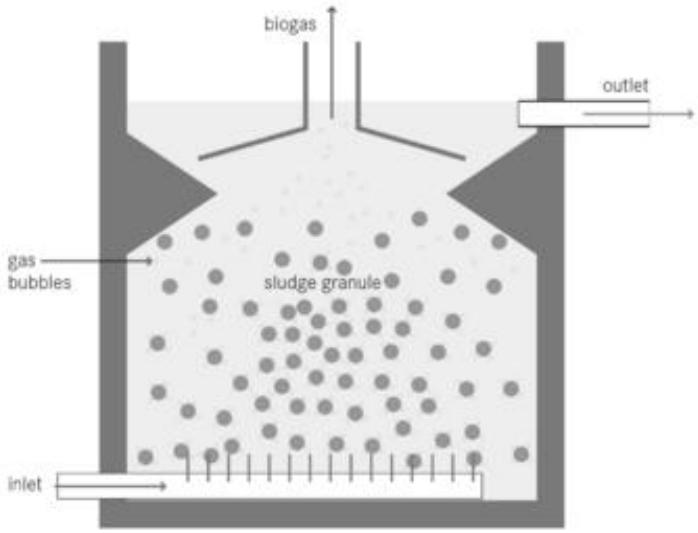
ที่มา: epa.gov

รูปที่ 2.4 บ่อหมักแบบปลั๊กโฟลว์ (Plug Flow)

ชนิดที่สองแบบบรรจุตัวกลางในสภาพไร้ออกซิเจน หรืออีกชื่อหนึ่งคือAnaerobic Filter (AF) ซึ่งตัวกลางที่ทำได้จากวัสดุหลายชนิด โดยอาจที่จะเป็น พลาสติก กรวด ก้อนหิน ไม้ไผ่ตัดเป็นท่อน เส้นใยสังเคราะห์ เป็นต้น ซึ่งตัวกลางเหล่านี้จะถูกใส่ไว้เพื่อให้เป็นที่ๆแบคทีเรียยึดติดเพื่อไม่ให้ไหลไหลตามของเสียออกจากังหมักก๊าซชีวภาพ โดยในลักษณะของบ่อหมักชนิดนี้สามารถผลิต

ก๊าซชีวภาพได้เร็วขึ้น จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนบนตัวกลางที่ถูกใส่ไว้ และแก๊สจะถูกเก็บอยู่ภายในพลาสติกที่คลุมอยู่เหนือราง โดยทั่วไปมักใช้ไม้แผ่นทับเพื่อป้องกันแสงแดดและเพิ่มความดันแก๊ส

1. แบบ UASB (Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket) เป็นบ่อหมักแบบเร็วที่ใช้หลักการจ่ายน้ำเสียเข้าจากบริเวณด้านล่างของตัวถังหมักซึ่งจะต้องผ่านชั้นตะกอนแบคทีเรียก่อนขึ้นมาสู่ชั้นบนซึ่งจะมีอุปกรณ์ที่ไว้แยกก๊าซและตะกอนแบคทีเรียไม่ให้หลุดออกไปกับน้ำเสีย (Gas Solid Seperator : GSS) ซึ่งถังหมักรูปแบบนี้นั้นจะให้ประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพที่ค่อนข้างสูง โดยข้อดีของระบบนี้คือ ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างน้อย ใช้พลังงานต่ำ ได้ก๊าซชีวภาพคุณภาพ และสามารถรีดเอาน้ำออกจากตะกอนส่วนเกินได้ง่าย



ที่มา: www.grassrootswiki.org

รูปที่ 2.5 บ่อหมักแบบUASB (Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket)

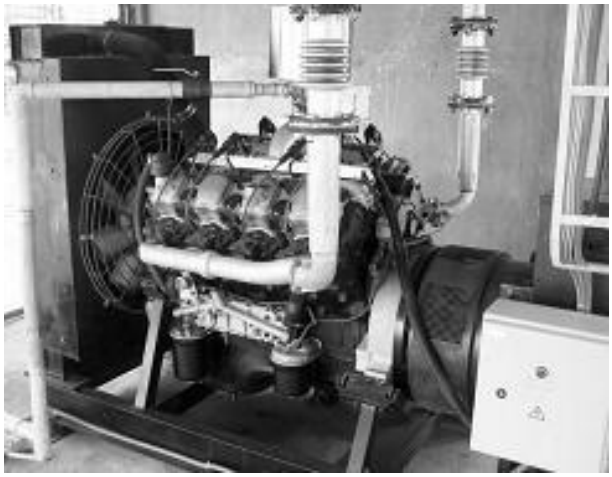
2. แบบ EGSB (Extended Granular Sludge Blanket) เป็นบ่อหมักแบบเร็วที่พัฒนาแนวคิดมาจากระบบบ่อหมักก๊าซชีวภาพระบบ UASB โดยระบบนี้จะเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของตะกอนแบคทีเรียกับน้ำเสียให้มากขึ้น เป็นระบบที่เหมะสมกับฟาร์มสัตว์เลี้ยงหรือแหล่งที่มีของเสียขนาดกลางถึงใหญ่

ชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ โดยส่วนมากรูปแบบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นทรัพยากรเชื้อเพลิงหลักนั้นจะมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบซึ่งหากเราใช้รูปแบบการกำเนิดไฟฟ้าด้วยเครื่องกลจะสามารถแบ่งออกได้ทั้งหมดด้วยกัน 4 รูปแบบดังนี้

1. รูปแบบที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้ใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล เป็นรูปแบบที่สามารถทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลได้ถึงร้อยละ 60-70 ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและเสียค่าใช้จ่าย

ต่อการดัดแปลงน้อยที่สุด โดยวิธีหลักๆนั้นจะใช้วิธีการต่อเชื่อมก๊าซชีวภาพเข้ากับระบบท่อไอดีของตัวเครื่องยนตร์จากนั้นติดตั้งวาวล์เพื่อใช้สำหรับปรับตั้งค่าปริมาณการไหลของก๊าซชีวภาพให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม แต่ยังคงต้องมีการใช้น้ำมันดีเซลอยู่ในส่วนหนึ่ง

2. รูปแบบที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลดัดแปลงให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพได้ร้อยเปอร์เซน เป็นรูปแบบที่มีการดัดแลงเครื่องยนตร์ดีเซลให้สามารถทำงานในลักษณะเดียวกับเครื่องยนตร์เบนซินซึ่งจะทำให้เครื่องยนตร์สามารถใช้พลังงานจากก๊าซชีวภาพได้ร้อยเปอร์เซน แต่ระบบรูปแบบนี้จะมีราคาค่าดัดแปลงเครื่องยนตร์ที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเหมาะกับเครื่องยนตร์ที่มีขนาดใหญ่ที่มีกำลังความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากกว่า 30 KW ขึ้นไป

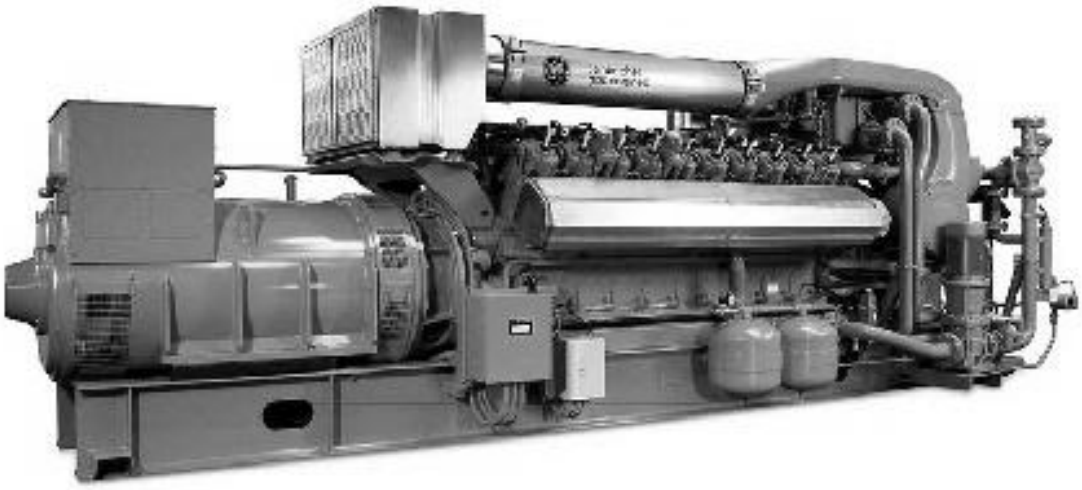


ที่มา: gnvmagazine

รูปที่ 2.6 เครื่องยนต์ดีเซลพลังงานก๊าซชีวภาพ

3. รูปแบบที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินดัดแปลงให้ใช้ก๊าซชีวภาพได้ร้อยเปอร์เซน เป็นรูปแบบที่มีการดัดแปลงระบบการจ่ายอัตราระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศให้สามารถรองรับการใช้งานกับก๊าซชีวภาพได้ทั้งหมดโดยระบบนี้จะมีค่าใช้จ่ายในการดัดแปลงระบบที่ค่อนข้างน้อยเป็นระบบที่เหมาะสมกับเครื่องยนตร์ขนาด 10-25 KW

4. รูปแบบที่ใช้เครื่องยนตร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่องใช้ร่วมกับก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะเป็นรูปแบบที่ใช้เครื่องยนตร์ซึ่งเป็นเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ราคาค่าเครื่องยนตร์จะมีราคาที่ค่อนข้างสูงเหมาะกับกำลังผลิตไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 200 KW โดยจะต้องต่อร่วมกับ Synchronous Generator



ที่มา: thomasnet.com

รูปที่ 2.7 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานก๊าซชีวภาพ

บทที่ 3

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากรูปแบบการดำเนินงานวิจัยทำให้สามารถแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ โดยในส่วนแรกจะศึกษาในส่วนของการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ เพื่อให้สามารถคาดการณ์ปริมาณก๊าซที่สามารถผลิตได้ต่อปริมาณขยะอินทรีย์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ และในส่วนที่สองจะศึกษาเกี่ยวกับการนำก๊าซชีวภาพไปผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อคาดการณ์ปริมาณไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ต่อปริมาณก๊าซชีวภาพ

3.1.1 การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

Kim, Han และ Shin (2004) ทำการศึกษาการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากขยะจำพวกเศษอาหารร่วมกับตะกอนน้ำเสียชุมชน โดยใช้การทดลองแบบทีละเท(Batch) ที่มีการใช้หัวเชื้อจุลชีพที่ผ่านการบำบัดด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และมีการควบคุมอุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียส และค่าพีเอชที่ 6.0 ในแต่ละชุดการทดลอง ทำการทดลองโดยให้ปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมดเริ่มตั้งแต่ร้อยละ 0.5-50 และมีอัตราส่วนของเศษอาหารและตะกอนน้ำเสียชุมชนเท่ากับ 0:100 ไปจนถึง 100:0 จากผลการทดลอง ในชุดการทดลองที่ไม่มีการผสมระหว่างเศษอาหารและตะกอนน้ำเสียชุมชน พบว่าอัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจำเพาะที่ได้จากเศษอาหารมีค่าสูงกว่าตะกอนน้ำเสียชุมชน และในชุดการทดลองที่มีการเติมน้ำเสียชุมชนพบว่าเมื่ออัตราส่วนตะกอนน้ำเสียเพิ่มขึ้นมีผลทำให้อัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจำเพาะเพิ่มสู.ขึ้น และมีค่าสูงสุดเมื่ออัตราส่วนของเศษอาหารและตะกอนน้ำเสียเท่ากับ 87:13 โดยมีอัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจำเพาะเท่ากับ 122.9 มล./ก. ซีโอดี

Mohan และคณะ (2009) ทำการศึกษาการผลิตก๊าซไฮโดรเจนชีวภาพจากขยะจำพวกเศษผักจากตลาดสดโดยใช้การทดลองแบบทีละเท ทำการทดลองเปรียบเทียบปริมาณก๊าซไฮโดรเจนที่ได้จากเศษผักที่มี และไม่มีเยื่อผักผสมอยู่ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์แตกต่างกันตั้งแต่ 4.4 – 57.6 กก.ซีโอดี/ลบ.ม. โดยใช้หัวเชื้อจุลชีพจากระบบยูเอเอสบี ที่ผ่านการบำบัดด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ร่วมกับการปรับสภาพหัวเชื้อจุลชีพให้มีสภาพเป็นกรดโดยมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.0 และใช้สารเคมีคือ ($BrCH_2CH_2SO_3Na$, BESA) ในการยับยั้งแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน โดยในการทดลองมีการควบคุมอุณหภูมิของชุดการทดลองให้มีค่าเท่ากับ 32 องศาเซลเซียส และปรับค่าพีเอชเริ่มต้นให้มีค่าเท่ากับ 6.0 จากผลการทดลองพบว่าปริมาณก๊าซไฮโดรเจนมีความสัมพันธ์กับภาระบรรทุกสารอินทรีย์และลักษณะของเศษผัก โดยพบว่าอัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจนสู.สุดในชุดการ

ทดลองที่ไม่มีเยื่อผักผสมอยู่มีค่าสูงกว่าชุดการทดลองที่มีเยื่อผักโดยมีค่า 23.96 มิลลิโมล/วัน ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 30.0 กก.ซีโอดี/ลบ.ม. และ 22.46 มิลลิโมล/วัน ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 32.0 กก.ซีโอดี/ลบ.ม. ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองสรุปได้ว่าในชุดการทดลองที่ไม่มีเยื่อผักผสมอยู่มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตก๊าซไฮโดรเจน จากการที่มีกรดอะซิติกและกรดบิวไทริกเป็นองค์ประกอบหลักโดยมีกรดโพรไพโอนิก เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการสร้างกรดในการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจนดำเนินไปได้ด้วยดี ส่งผลให้การผลิตก๊าซไฮโดรเจนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

Mohanakrishna และคณะ (2010) ทำการศึกษาการผลิตก๊าซไฮโดรเจนชีวภาพจากขยะจำพวกเศษผักจากตลาดสดร่วมกับน้ำเสียชุมชน โดยใช้การทดลองแบบทีละเท ทำการทดลองเปรียบเทียบปริมาณก๊าซไฮโดรเจนที่ได้จากชุดการทดลองที่มีเยื่อผักผสมอยู่ที่มีการเติมน้ำเสียและไม่มีการเติมน้ำเสียชุมชน โดยใช้ค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์แตกต่างกันตั้งแต่ 5.2-40.0 กก.ซีโอดี/ลบ.ม. และชุดการทดลองที่ไม่มีเยื่อผักผสมอยู่ที่มีการเติมน้ำเสียและไม่มีการเติมน้ำเสียชุมชนที่มีค่าภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 5.2 – 40.0 กก.ซีโอดี/ลบ.ม. หัวเชื้อจุลชีพที่ใช้ในการทดลองเป็นหัวเชื้อจุลชีพจากระบบยูเอเอสบีที่ผ่านการบำบัดด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ร่วมกับการปรับสภาพหัวเชื้อจุลชีพให้มีสภาพเป็นกรดโดยมีค่าพีเอชเท่ากับ 3.0 และใช้ BESA เป็นสารเคมีที่ใช้ในการยับยั้งแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน โดยในการทดลองมีการควบคุมอุณหภูมิของชุดการทดลองให้มีค่าเท่ากับ 32 องศาเซลเซียส และปรับค่าพีเอชเริ่มต้นให้มีค่าเท่ากับ 6.0 ซึ่งจากผลการทดลองก่อนที่จะมีการเติมน้ำเสียชุมชนพบว่า ชุดการทดลองที่ไม่มีเยื่อผักมีอัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซไฮโดรเจนสะสมสูงสุดเท่ากับ 24.1 มิลลิโมล/วัน ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 19.0 กก.ซีโอดี/ลบ.ม. และ 33.5 มิลลิโมล ตามลำดับ โดยมีค่าสูงกว่าในชุดการทดลองที่มีเยื่อผักซึ่งมีอัตราการผลิตก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซไฮโดรเจนสะสมสูงสุดเท่ากับ 22.4 มิลลิโมล/วัน ที่ภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 19.0 กก.ซีโอดี/ลบ.ม. และ 26.8 มิลลิโมล ตามลำดับ ภายหลังจากการทดลองเติมน้ำเสียชุมชนพบว่าสามารถเพิ่มปริมาณก๊าซไฮโดรเจนสะสมในชุดการทดลองที่มีเยื่อผัก และไม่มีเยื่อผักได้ถึงร้อยละ 51.1 และร้อยละ55.3 ตามลำดับ ดังนั้นการใช้เศษผักที่ไม่มีเยื่อผักผสมอยู่ร่วมกับน้ำเสียชุมชนจึงสามารถสร้างสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนชีวภาพได้มากกว่าการใช้เศษผักที่มีเยื่อผักผสมอยู่ในสภาวะการทดลองเดียวกัน

Wang และ Zhao (2009) ทำการศึกษาการผลิตก๊าซไฮโดรเจนชีวภาพจากขยะจำพวกเศษอาหารด้วยระบบต่อเนื่องแบบสองขั้นตอนที่ประกอบด้วยถังปฏิกิริยาแบบทรงกระบอกหมุนไร้ออกซิเจน (Anaerobic rotating drum) และถังปฏิกิริยาแบบ CSRT สำหรับถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนและมีเทนตามลำดับ ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอัตราภาระสารอินทรีย์ และเวลากักพักตะกอนที่มีต่อ

การผลิตก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซมีเทน โดยถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนมีการปรับเปลี่ยนอัตราภาระสารอินทรีย์และเวลากักพักตะกอนให้มีค่าแตกต่างกันอยู่ในช่วง 15.10 – 37.75 กก. ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด/ลบ.ม.-วัน และ 96 – 240 ชั่วโมง ตามลำดับ และทำการปรับเปลี่ยนอัตราภาระสารอินทรีย์ และเวลากักพักตะกอนในถังผลิตก๊าซมีเทนให้มีค่าแตกต่างกันอยู่ในช่วง 2.94 – 8.15 กก. ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด/ลบ.ม.-วัน และ16 – 40 วัน ตามลำดับ โดยใช้หัวเชื้อจุลชีพที่ไม่ผ่านการบำบัดด้วยความร้อน และมีการควบคุมอุณหภูมิของระบบให้มีค่าเท่ากับ 40±2 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราภาระสารอินทรีย์ภายในถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนมีผลทำให้ไฮโดรเจนยิลด์ของระบบมีค่าลดลงจาก 0.071 ลบ.ม./กก.ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด (อัตราภาระอินทรีย์เท่ากับ 15.10 กก.ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด/ลบ.ม.-วัน) เป็น 0.049 ลบ.ม./กก.ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด (อัตราภาระอินทรีย์เท่ากับ 37.75 กก.ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด/ลบ.ม.-วัน) และอัตราภาระอินทรีย์ที่มีค่าสูงยังมีผลทำให้เวลากักพักตะกอนของระบบมีค่าต่ำลงซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้ลดลง อันเนื่องมาจากการที่แบคทีเรียถูกชะล้างออกจากระบบเร็วกว่าเวลาที่ต้องใช้ในขั้นตอนไฮโดรไลซิสซึ่งขั้นตอนนี้ต้องใช้เวลานานกว่าขั้นตอนการย่อยสลายอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเศษอาหารซึ่งประกอบไปด้วยสารอินทรีย์หลายชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุลที่ซับซ้อน นอกจากนี้ยังพบว่าเวลากักพักตะกอนมีผลต่อไฮโดรเจนยิลด์อย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีการเพิ่มเวลากักพักตะกอนจาก 120 ชั่วโมง (0.054 ลบ.ม./กก.ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด) เป็น 160 ชั่วโมง (0.065 ลบ.ม./กก.ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด) ซึ่งเป็นเวลากักพักตะกอนที่ได้จากอัตราภาระสารอินทรีย์เท่ากับ 30.20 และ 22.65 กก. ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด/ลบ.ม./วัน ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการทดลองดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า อัตราภาระสารอินทรีย์และเวลากักพักตะกอนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตก๊าซไฮโดรเจนจากเศษอาหารในการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 22.65 กก.ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด/ลบ.ม./วัน และ 160 ชั่วโมง ตามลำดับ สำหรับถังผลิตก๊าซมีเทนนั้นพบว่ามีอัตราภาระสารอินทรีย์และเวลากักพักตะกอนที่เหมาะสมเท่ากับ 4.61 กก.ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด/ลบ.ม./วัน และ 26.67 วัน ตามลำดับ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพที่ได้จากถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนพบว่ามีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 29.42 – 30.86 โดยไม่พบองค์ประกอบของก๊าซมีเทน

Chu และคณะ (2008) ทำการศึกษาการผลิตก๊าซไฮโดรเจนชีวภาพจากขยะจำพวกเศษอาหารโดยใช้ระบบต่อเนื่องแบบสองขั้นตอนที่มีการเวียนตะกอนจากถังผลิตก๊าซมีเทนไปยังถังผลิตก๊าซไฮโดรเจน สำหรับถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนทำการทดลองโดยใช้ถังปฏิกิริยาแบบ CSTR ที่มีเวลากักพักทางชลศาสตร์เท่ากับ 1.3 วัน อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 38.4 กก.ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด/ลบ.ม. – วัน มีการควบคุมอุณหภูมิและค่าพีเอชของระบบให้มีค่าเท่ากับ 55 องศาเซลเซียส และ 5.5 ตามลำดับ สำหรับถังผลิตก๊าซมีเทนทำการทดลองโดยถังปฏิกิริยาแบบ CSTR ที่มีการเติม

วัสดุตัวกลางเพื่อใช้เป็นตัวกลางในการเกาะติดของแบคทีเรีย และใช้เวลากักพักทางชลศาสตร์เท่ากับ 5 วัน อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์เท่ากับ 6.6 กก.ของของแข็งระเหยได้ทั้งหมด/ลบ.ม./วัน มีการควบคุมอุณหภูมิและค่าพีเอชของระบบให้มีค่าเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส และ 7.0 ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าที่สภาวะคงตัวถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 10.4 ล.ไฮโดรเจน/ล.น้ำเสีย/วัน โดยมีองค์ประกอบของก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วงร้อยละ 52 – 56 และร้อยละ 41 – 47 ตามลำดับ โดยไม่พบองค์ประกอบของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ และระบบมีไฮโดรเจนยิลด์เท่ากับ 205 มล./ก.ของของแข็งระเหยได้ที่เข้าระบบ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันระเหยง่ายพบว่า มีกรดอะซิติก และบิวไทริกเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงการมีสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซไฮโดรเจนได้ นอกจากนี้การเวียนตะกอนจากถังผลิตก๊าซมีเทนกลับเข้าสู่ถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนยังช่วยปรับค่าพีเอชของระบบไม่ให้มีค่าต่ำเกินไปได้โดยไม่ต้องมีการเติมสารเคมีประเภทด่างเพื่อปรับค่าพีเอช สำหรับถังผลิตก๊าซมีเทนสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 4.7ล./ล.น้ำเสีย/วัน โดยมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วงร้อยละ 70 – 80 และร้อยละ 20 – 29 ตามลำดับ คิดเป็นยิลด์ของก๊าซมีเทนเท่ากับ 464 มล./ก.ของของแข็งระเหยได้ที่เข้าระบบ ดังนั้นจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การควบคุมค่าพีเอชให้เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียแต่ละกลุ่ม (กลุ่มสร้างกรด/กลุ่มสร้างก๊าซมีเทน) ร่วมกับการควบคุมค่าอุณหภูมิโดยใช้อุณหภูมิในช่วงเทอร์โมฟิลิกสำหรับถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนสามารถช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทนภายในถังผลิตก๊าซไฮโดรเจนได้

Valdez-Vazquez และ Poggi-Varaldo (2009) ทำการศึกษาผลของสภาพด่างทั้งหมด และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีต่อการผลิตก๊าซไฮโดรเจนชีวภาพจากของเสียอินทรีย์ที่มีลักษณะสมบัติเป็นของเสียที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูง (มากกว่าร้อยละ 20 ขึ้นไป) โดยใช้การทดลองแบบต่อเนื่องที่มีการเติมซับสเตรทสัปดาห์ละ 2 ครั้ง และมีการควบคุมอุณหภูมิของระบบให้อยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิก (55±1 องศาเซลเซียส) ทำการทดลองโดยใช้การทดลองทั้งหมด 12 ชุดการทดลองที่มีปริมาณของแข็งที่เข้าระบบแตกต่างกันตั้งแต่ร้อยละ 20.9 – 35.1 และมีอัตราส่วนระหว่างสภาพด่างทั้งหมดในรูปฟอสเฟตบัฟเฟอร์ต่อปริมาณซับสเตรท (ก.ฟอสเฟต/ก.น้ำหนักแห้ง) อยู่ในช่วง 0.15 – 0.45 โดยของเสียที่ใช้เป็นขยะอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบของกระดาษร้อยละ 40 และเศษอาหารร้อยละ 60 จากผลการทดลองพบว่าปริมาณของแข็งที่เข้าระบบและอัตราส่วนระหว่างสภาพด่างทั้งหมดต่อปริมาณซับสเตรทที่มีค่าสูงมีผลทำให้การผลิตก๊าซไฮโดรเจนลดลง โดยปริมาณก๊าซไฮโดรเจนและไฮโดรเจนยิลด์สูงสุดที่ได้จากการทดลองมีค่าเท่ากับ 463.7 นอร์มัล มล./กก.-วัน และ 54.8 นอร์มัล มล./ก.ของของแข็งระเหยได้ที่ถูกกำจัด ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากชุดการทดลองที่มีปริมาณของแข็งที่เข้าระบบเท่ากับร้อยละ 20.9 และมีอัตราส่วนระหว่างสภาพด่างทั้งหมดต่อปริมณซับสเตรทเท่ากับ 0.25 (เทียบเท่ากับ 0.11 ก.

แคลเซียมคาร์บอเนต/ก.นน.แห้งของซับสเตรท) จากการทดลองทั้ง 12 ชุดพบว่าค่าพีเอชของระบบขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างสภาพด่างทั้งหมดต่อปริมาณซับสเตรทเพียงอย่างเดียวโดยไม่ขึ้นกับปริมาณของแข็งที่เข้าระบบ โดยหากระบบมีกำลังบัฟเฟอร์มากพอจะสามารถรักษาค่าพีเอชของระบบให้คงที่ได้แม้ว่าปริมาณของแข็งที่เข้าระบบจะมีค่าสูงขึ้นก็ตาม ในการรักษาค่าพีเอชของระบบให้มีค่าอยู่ในช่วง 5.56 - 5.95 ซึ่งเป็นค่าที่ให้ไฮโดรเจนยิลด์สูงสุดนั้น ควรที่จะมีการควบคุมอัตราส่วนระหว่างสภาพด่างทั้งหมดต่อปริมาณซับสเตรทให้อยู่ในช่วง 0.15 – 0.30 และยังพบว่าเมื่อมีการสะสมของกรดไขมันระเหยง่ายและผลิตภัณฑ์ที่เป็นตัวทำละลายสูง เช่น เมทานอล เอทานอล บิวทานอล เป็นต้น ระบบจะมีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งระเหยได้สูงด้วย แต่ไม่มีผลต่อปริมาณก๊าซไฮโดรเจนและไฮโดรเจนยิลด์ที่ได้ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า เมื่อระบบมีปริมาณของแข็งที่เข้าระบบและมีอัตราส่วนระหว่างสภาพด่างทั้งหมดต่อปริมาณซับสเตรทสูง การกำจัดสารอินทรีย์ต่างๆนั้นจะเป็นการย่อยสลายและผลิตเป็นตัวทำละลายต่างๆแทนการผลิตกรดไขมันระเหยง่ายและก๊าซไฮโดรเจน

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ (2550) ทำการศึกษาการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะและเศษอาหาร โดยวัตถุดิบมาจากของเหลือทิ้งที่เป็นอินทรีย์วัตถุที่สามารถย่อยสลายและเน่าเปื่อยได้ง่าย เช่น เนื้อสัตว์ ข้าว ผลไม้ ผัก เป็นต้น โดยใช้วิธีบำบัดของเสียแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) ซึ่งสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ได้จัดทำโครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อจัดการของเสียเศษอาหารจากโรงแรมและสถานประกอบการต่างๆ หรือ Food Waste โดยได้ทดลองทำระบบเพื่อรองรับเศษอาหารจากตลาดร่มสักประมาณ 200 กิโลกรัมต่อวัน และเริ่มต้นเดินระบบเป็นระยะเวลา 45 วัน จึงได้ดำเนินการศึกษาทดลองอิทธิพลของการหมุนเวียนน้ำออกกลับเข้าระบบที่อัตราร้อยละ 50 ร้อยละ 75 และ ร้อยละ 100 ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าระบบตามลำดับ ซึ่งแต่ละการทดลองจะเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 2 เดือน เพื่อนำผลการศึกษามาใช้ปรับปรุงระบบ ผลการศึกษาเริ่มต้นเดินระบบ สามารถสรุปได้ว่าเศษอาหาร 1 กิโลกรัม ผลิตก๊าซชีวภาพได้ 90 ลิตร สัดส่วนปริมาณก๊าซมีเทนร้อยละ 61 ส่วนการศึกษาการหมุนเวียนน้ำออกกลับเข้าระบบ ร้อยละ 50 ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าระบบ สามารถสรุปได้ว่าเศษอาหาร 1 กิโลกรัม ผลิตก๊าซชีวภาพได้ 94.5 ลิตร สัดส่วนปริมาณก๊าซมีเทนร้อยละ 64 ซึ่งปริมาณก๊าซที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติของเศษอาหารในแต่ละวัน

รูปที่ 3.1 โครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พุทธิธร แสงรุ่งเรือง (2544) ทำการศึกษาปริมาณและคุณภาพก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการหมักแบบผสมผสาน โดยผลการศึกษาในส่วนแรกพบว่า อัตราส่วน C/N ratio ที่ 150 ให้ความร้อนสูงที่สุด โดยอยู่ในช่วง 60 - 80 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาเริ่มต้นในการให้ค่าความร้อนเพียงแค่ 7 วัน และยังสามารถให้ค่าความร้อนต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานถึง 12 สัปดาห์ จึงนำ อัตราส่วน C/N ratio ที่ 150 มาหมักเพื่อให้ความร้อนแก่ถังหมักก๊าซชีวภาพ ส่วนการ ศึกษาด้านปริมาณและคุณภาพก๊าซชีวภาพนั้น ได้ทำการเปรียบเทียบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบ อาศัยและไม่อาศัยความร้อนจากภายนอกถังหมัก พบว่าการทดลองที่อาศัยความร้อนจากภายนอกถังหมัก มีปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพในแต่ละวันค่อนข้างสม่ำเสมอและสามารถผลิตก๊าซเฉลี่ยในแต่ละวันได้ถึง 60 ลิตรต่อวัน ส่วนในด้านคุณภาพก๊าซ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละวัน ทั้งในการผลิตก๊าซชีวภาพแบบอาศัยและไม่อาศัยความร้อนจากภายนอกถังหมัก

จรัสศรี รุ่งวิชานิวัฒน์ (2546) ทำการศึกษาการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศของของเสียประเภทเศษผัก ผลไม้ ผสมมูลโค ทั้ง 4 อัตราส่วน (100:0 80:20 60:40 และ40:60) โดยถังย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศขนาด 12.5 ลิตร จำนวน 4 ถัง และมีระยะเวลาเก็บกัก 31.25 วันได้พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 36.84 - 73.12 และประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งระเหยอยู่ระหว่างร้อยละ 43.83 - 80.63 โดยมีประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพอยู่ในช่วง 0.67 - 0.73 ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตรของปริมาณถัง/วัน หรือ 0.12 - 0.30 ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมของของแข็งระเหยที่เข้าสู่ระบบ/วัน และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพในการทดลองนี้ประกอบด้วยก๊าซมีเทนอยู่ในช่วงร้อยละ 48.64 - 53.26 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วงร้อยละ 29.84 - 41.28

โดยปริมาณของก๊าซมีเทนที่ผลิตได้อยู่ในช่วง 0.16 - 0.37 ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตรของปริมาณถัง/วัน หรือ 0.07 - 0.15 ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมของของแข็งระเหยที่เข้าสู่ระบบ/วัน โดยถังย่อยสลายทั้งหมดสามารถดำเนินระบบได้โดยไม่ต้องเติมสารเคมีหรือสารอาหารใด ๆ ลงในระบบ ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่าถังย่อยสลายที่ป้อนด้วยวัตถุดิบที่มีอัตราส่วนเศษผักและผลไม้ต่อมูลโค 80:20 สามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้สูงสุด เท่ากับ 0.73 ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตรของปริมาณถัง/วัน หรือ 0.30 ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมของของแข็งระเหยของวัตถุดิบที่เข้าสู่ระบบ/วัน และสามารถให้ปริมาตรก๊าซมีเทนสูงสุด 0.37 ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตรของปริมาณถัง/วัน หรือ 0.15 ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมของของแข็งระเหยที่เข้าสู่ระบบ/วัน โดยมี ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งทั้งหมดและของแข็งระเหยเท่ากับร้อยละ 60.61 และร้อยละ 66.77ตามลำดับ

Naskeo Environment (2009) ของประเทศฝรั่งเศษได้ทำการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์จำพวกต่างๆเพื่อหาปริมาณก๊าซที่แตกต่างกันจากขยะแต่ละจำพวก โดยใช้เครื่องมือปิดและใช้จุลินทรีย์จำพวกไม่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลาย ซึ่งผลการทดสอบศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนของขยะอินทรีย์แต่ละชนิดเป็นดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนของของเสียแต่ละชนิด

ประเภท	ศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทน (ลูกบาศก์เมตรของ CH4/Ton of meterial)
มูลสัตว์ประเภทของเหลว	20
มูลสัตว์	40
กากมันฝรั่ง	50
น้ำเสียจากอุตสาหกรรม	75
เศษหญ้า/ใบไม้	125
ฟางข้าวโพด	150
กากของเสียจากครัวเรือน	180
ชาญอ้อย	230
ไขมันที่ใช้แล้ว	250
เศษพืชผลทางการเกษตร	300

3.1.2 การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

เกียรติไกร อายุวัฒน์ (2537) จากศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ศึกษาการใช้ก๊าซชีวภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่สถานีวิจัยทับกวาง ซึ่งผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกรโดยใช้บ่อหมักแบบ Plug-flow องค์ประกอบของ

ก๊าซพบว่ามี CH_4 , N_2 , CO_2 และ O_2 อยู่ร้อยละ 47, 27, 19 และ 7 ตามลำดับ แล้วนำก๊าซชีวภาพไปปั่นไฟ โดยต่อเข้ากับเครื่องยนต์เบนซินขนาด 1600 ซีซี โดยการปรับปรุงคาร์บูเรเตอร์ใหม่ จากการทดลองจะได้ว่าอัตราส่วนอากาศกับก๊าซที่เข้าเครื่องคือ 1:1.39 โดยปริมาตร ใช้เครื่องยนต์นี้ปั่นมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส จะได้แรงดันไฟฟ้า 381.25 โวลต์ กระแสไฟฟ้าได้ 10.28 กิโลวัตต์-ชั่วโมง อัตราการใช้ก๊าซชีวภาพ 14.45 ลบ.ม./ชั่วโมง มีอุณหภูมิไอเสีย 269.23 0C พบว่าก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 0.71 กิโลวัตต์-ชั่วโมง จากการที่ผลิตไฟฟ้าได้น้อยกว่าทฤษฎีนั้น (ทางทฤษฎี 1.2 กิโลวัตต์-ชั่วโมง) เนื่องจากการผลิตไฟฟ้านี้ไม่ได้ใช้ Generator โดยตรงแต่ใช้ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแบบ Alternative ซึ่งจะมีข้อดีคือเครื่องยนต์สตาร์ทได้ง่ายกว่าเพราะใช้ไฟจากข้างนอกป้อนเข้ามอเตอร์หมุนลูกสูบแล้วดูดก๊าซเข้ามาจุดระเบิดจากหัวเทียน ส่วนระบบ Generator จะสตาร์ทยากกว่าเพราะจะต้องเอาก๊าซใส่เข้าเครื่องแล้วให้เครื่องสตาร์ทเองเพื่อหมุน Generator อีกครั้งหนึ่ง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้รายงานเปรียบเทียบอัตราการทดแทนการใช้พลังงานต่างๆของก๊าซชีวภาพ ซึ่งสอดคล้องตามทฤษฎีที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 อัตราการทดแทนการใช้พลังงานของก๊าซชีวภาพ

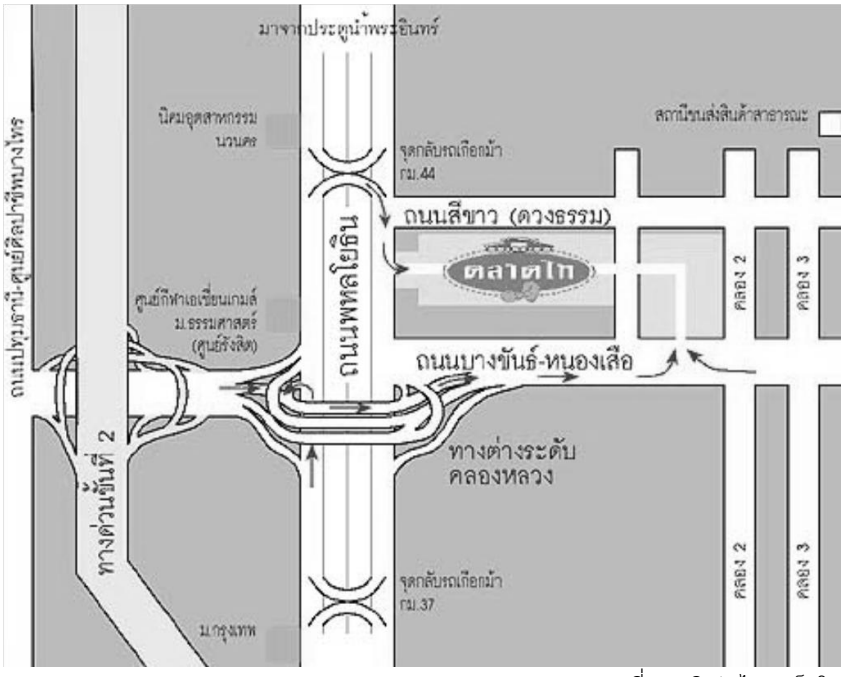
พลังงานทดแทน	อัตราการทดแทนต่อก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม.
LPG	0.46 กิโลกรัม
น้ำมันดีเซล	0.67 ลิตร
น้ำมันเบนซิน	0.60 ลิตร
ฟืนไม้	1.50 กิโลกรัม
กระแสไฟฟ้า	1.2 - 1.4 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของตลาดไท

ตลาดไทเป็นตลาดกลางการค้าของสินค้าทางการเกษตรที่เรียกว่าเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย ซึ่งก่อตั้งโดยดร.ถนอม อังคณะวัฒนา โดยมี บริษัท ไทย แอ็กโกร เอ็กซเชนจ์ จำกัดเป็นผู้ดูแล ซึ่งตัวตลาดนั้นตั้งอยู่บนพื้นที่กว่า 500ไร่ ริมถนนพหลโยธิน กม.ที่ 42 เยื้องมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยมีการจัดแบ่งตลาดออกเป็นสัดส่วนอย่างชัดเจน เป็นศูนย์กลางสินค้าทางการเกษตร นอกเหนือจากนี้ยังเป็นแหล่งรวมและกระจายสินค้าทั้งภายในและต่างประเทศ ซึ่งเป็นตลาดที่มีศักยภาพในการรองรับปริมาณสินค้าหรือพืชผลทางการเกษตรในแต่ละวันไม่ต่ำกว่า 15,000 ตันจากเกษตรกรทั่วประเทศไทย โดยตัวตลาดจะเปิดทำการตลอด 24 ชั่วโมง โดยตัวพื้นที่ตลาดในส่วนของการจราจรนั้นในบริเวณลานจอดรถสามารถรองรับรถยนต์ได้สูงถึง 4,000 คัน รองรับรถบรรทุกสินค้าหมุนเวียนได้ถึง 30,000 คันต่อวัน

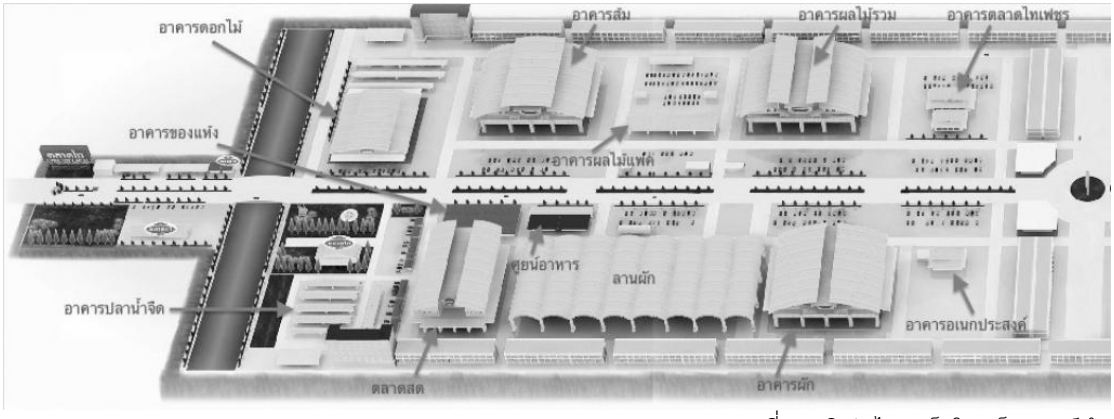


ที่มา: บริษัท ไทย แอ็กโกร เอ็กซเชนจ์ จำกัด

รูปที่ 4.1 สถานที่ตั้งตลาดไท

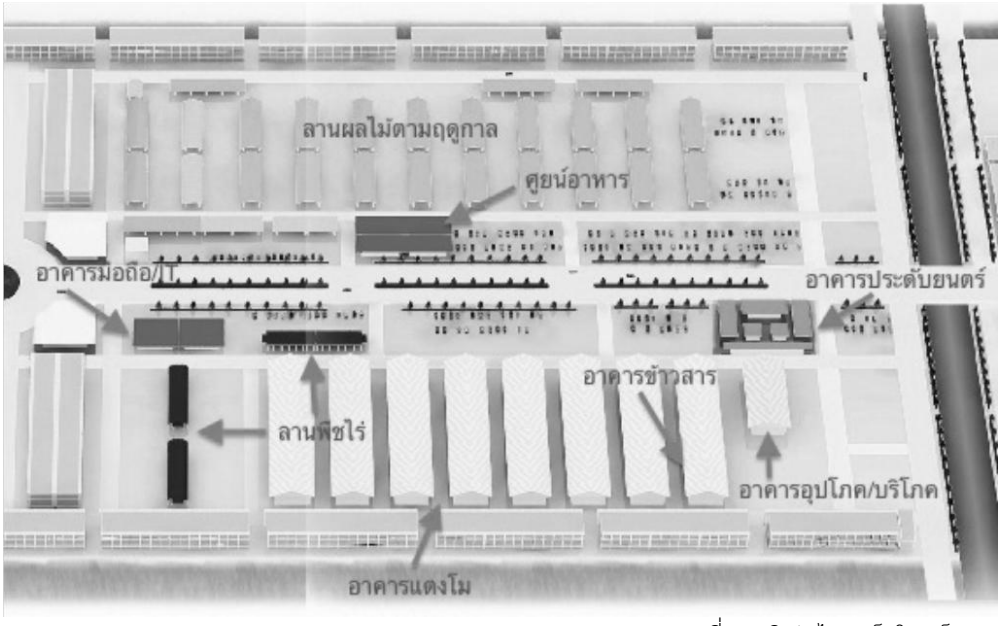
4.1.1 สัดส่วนและประเภทตลาดของตลาดไท

เนื่องจากตลาดไทเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่ จึงได้มีการแบ่งสัดส่วนของตัวตลาดออกเป็นประเภทต่างๆเพื่อให้มีความง่ายและสะดวกสบายแก่ผู้ค้า โดยตัวตลาดไทนั้นแบ่งเป็นตลาดย่อยๆทั้งหมด 10 ตลาดด้วยกัน ได้แก่ อาคารส้ม อาคารผลไม้รวม ลานผลไม้ตามฤดูกาล อาคารตลาดสด อาคารปลาน้ำจืด เต็นท์อาหารทะเล อาคารดอกไม้ อาคารต้นไม้ อาคารสัตว์เลี้ยง อาคารสินค้าเบ็ดเตล็ด อาคารผัก ลานผัก ลานพืชไร่ อาคารข้าวสาร อาคารแตงโม อาคารอุปโภค/บริโภค อาคารของแห้ง อาคารขนม อาคารมือถือ IT และอาคารประดับยนต์



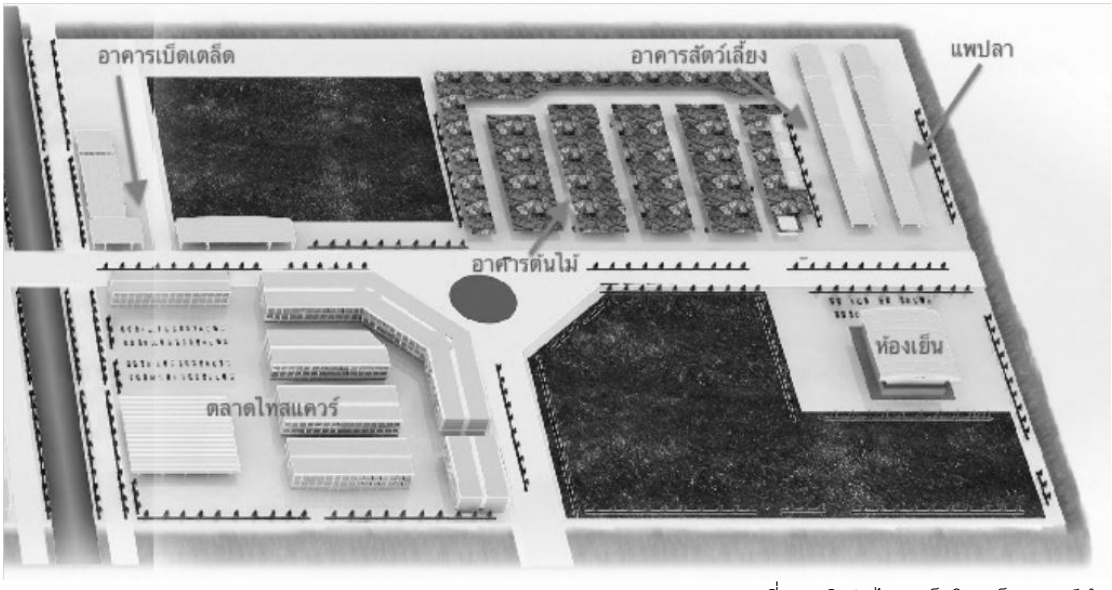
ที่มา: บริษัท ไทย แอ็กโกร เอ็กซเชนจ์ จำกัด

รูปที่ 4.2 แผนผังตลาดภายในตลาดไท (โซนหน้า)



ที่มา: บริษัท ไทย แอ็กโกร เอ็กซเชนจ์ จำกัด

รูปที่ 4.3 แผนผังตลาดภายในตลาดไท (โซนกลาง)



ที่มา: บริษัท ไทย แอ็กโกร เอ็กซเชนจ์ จำกัด

รูปที่ 4.4 แผนผังตลาดภายในตลาดไท (โซนหลัง)

4.1.2 ระบบการจัดการของเสียและขยะของตลาดไท

สืบเนื่องจากตลาดไทเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่ทำให้ปริมาณของเสียและขยะต่างๆมีมากตามขนาดของตัวตลาดไปด้วย ซึ่งขั้นตอน และมาตรการในการกำจัดขยะเหล่านี้ของตลาดไทในปัจจุบันได้มีการจัดระเบียบขยะออกเป็นสองประเภทใหญ่ๆได้แก่ ขยะที่อยู่ในรูปของแข็ง หรือขยะเปียกที่เก็บได้จากตัวอาคารหรือตลาดสินค้าและพืชผลทางการเกษตร ซึ่งขยะประเภทนี้ทางสำนักงานส่วนบริหารของตลาดไทได้มีการจัดระบบให้มีการเก็บขยะ โดยจะแบ่งออกเป็นรอบๆโดยใช้รถเก็บขยะขนาด 6 ล้อ และ 10 ล้อ ซึ่งเฉลี่ยแล้วรถ 6 ล้อจะวิ่ง 9 เที่ยวต่อวัน และรถ 10 ล้อจะวิ่ง 6 เที่ยวต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 (ข้อมูลโดยละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.) โดยขึ้นอยู่กับปริมาณขยะของแต่ละตลาด จากนั้นจะถูกนำไปพักรวมกันก่อนที่จะขนไปทิ้งยังแหล่งทิ้งขยะที่ถูกจัดไว้โดยสถานที่จะอยู่นอกตัวบริเวณของตลาดไท ซึ่งระยะทางห่างจากตัวตลาดจนถึงแหล่งทิ้งขยะจะอยู่ห่างออกไป 47 กิโลเมตร

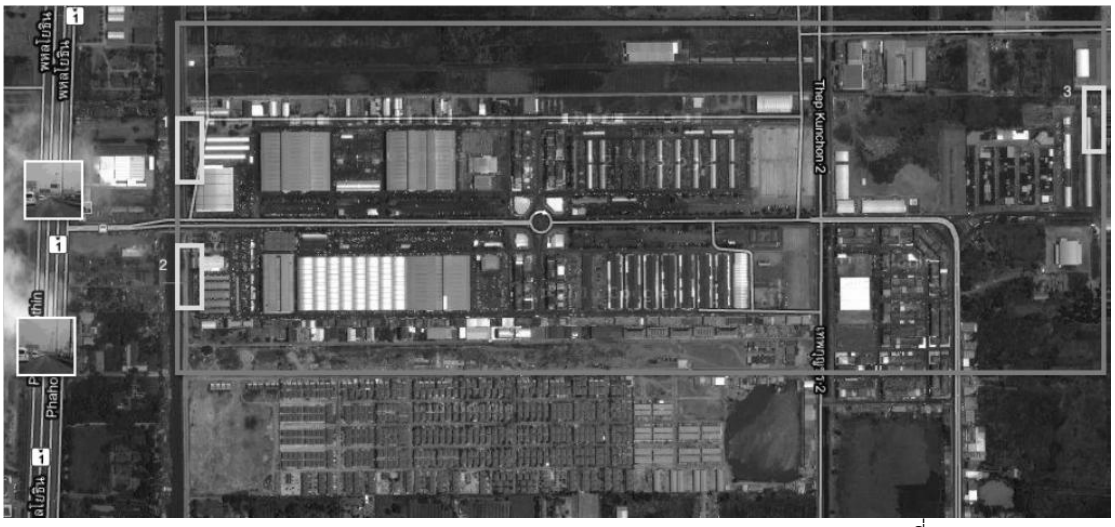
ตารางที่ 4.1 จำนวนรอบของการขนถ่ายขยะในตลาดไท

เดือน	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)		จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ย (รอบ/วัน)	
	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ
ม.ค.	201	143	6.48	4.61
ก.พ.	178	153	6.36	5.46
มี.ค.	224	145	7.23	4.68
เม.ย.	259	141	8.63	4.70
พ.ค.	269	200	8.68	6.45
มิ.ย.	258	172	8.60	5.73
ก.ค.	232	179	7.48	5.77
ส.ค.	282	199	9.10	6.42
ก.ย.	230	141	7.67	4.70
ต.ค.	245	148	7.90	4.77
พ.ย.	264	115	8.80	3.83
ธ.ค.	217	122	7.00	3.94
รวม	2,859	1,858	8.03	5.22

รูปที่ 4.5 เศษขยะจากตัวตลาดในตลาดไท

รูปที่ 4.6 **จุดพักรถขยะภายในตัวตลาดไท**

ในส่วนของขยะประเภทที่สองนั้นส่วนมากจะอยู่ในรูปแบบของของเหลวหรือประเภทของน้ำเสียจากการประกอบกิจกรรมต่างๆของตัวตลาด ซึ่งน้ำเสียเหล่านี้ทางสำนักงานบริหารและจัดการของตลาดไท ได้มีการก่อสร้างบ่อพักและบำบัดน้ำเสียไว้ทั้งหมดสามจุดด้วยกันโดยในสองจุดแรกจะเป็นบ่อบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในส่วนของด้านหน้าของตัวตลาดซึ่งรองรับของเสียที่มาจากตลาดสด ตลาดผลไม้ ตลาดเนื้อ ตลาดไม้ประดับ ตลาดผัก และพืชผลทางการเกษตรต่างๆ ส่วนในจุดที่สามซึ่งเป็นจุดที่ถูกสร้างขึ้นมาใหม่นั้นจะอยู่ในบริเวณท้ายสุดของตลาดซึ่งโดยหลักๆจะรองรับน้ำเสียจากแพปลาเป็นหลักนอกเหนือจากนั้นจะเป็นน้ำเสียจากห้องเย็น ตลาดสัตว์เลี้ยง ตลาดเบ็ดเตล็ด ตลาดสด และตลาดชุมชน ซึ่งบ่อบำบัดน้ำเสียทั้ง 3 แห่งนี้เป็นจุดรองรับน้ำเสียจากตัวตลาดทั้งหมดโดยตำแหน่งที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียทั้งสามแห่งสามารถดูได้จากรูปที่ 4.7



ที่มา: maps.google.com

รูปที่ 4.7 ตำแหน่งบ่อบำบัดน้ำเสียภายในบริเวณตลาดไท

รูปที่ 4.8 บ่อบำบัดน้ำเสียภายในบริเวณตลาดไท

4.1.3 สัดส่วนประเภท และปริมาณขยะโดยภาพรวมของตลาดไท

จากข้อมูลการจัดเก็บขยะโดยรวมของตลาดไท ตลอดปี พศ. 2553 ทั้งหมด โดยจะเฉลี่ยปริมาณขยะคิดเป็นจำนวนตันต่อวันของในแต่ละเดือนออกมา จะสามารถสรุปผลได้ตามตารางที่ 4.2 (ข้อมูลโดยละเอียดแสดงในภาคผนวก ข.)

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณการเก็บขยะเฉลี่ยต่อวันในแต่ละเดือนตลอดปี พ.ศ.2553

เดือน	ปริมาณขยะรวม (ตัน/เดือน)	ปริมาณขยะเฉลี่ย (ตัน/วัน)
ม.ค.	3,124.33	100.78
ก.พ.	3,229.64	115.34
มี.ค.	3,448.11	111.23
เม.ย.	3,835.73	127.86
พ.ค.	4,550.45	146.79
มิ.ย.	4,154.66	138.49
ก.ค.	3,993.42	128.82
ส.ค.	4,657.52	150.24
ก.ย.	3,573.28	119.11
ต.ค.	4,360.25	140.65
พ.ย.	3,242.66	108.09
ธ.ค.	2,492.01	80.39
รวม	44,662.06	122.36

จากข้อมูลในตารางจะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณขยะภายในตลาดไทตลอดทั้งปีมีค่าเท่ากับ 122.36 ตันต่อวัน โดยค่าปริมาณขยะที่น้อยที่สุดจะอยู่ที่ 80.39 ตันต่อวันในเดือนธันวาคมและปริมาณที่มากที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมที่ 150.24 ตันต่อวัน ซึ่งหากนำมาคัดแยกองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในตลาดไทยจะสามารถจำแนกสัดส่วนของขยะแต่ละประเภทออกได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบของมูลฝอยรวมตลาดไท
(Composition of Solid Waste of Talad-Thai)

องค์ประกอบ	สัดส่วนมูลฝอยแต่ละประเภท (ร้อยละ)
เศษผัก ผลไม้ (Organic Waste)	71.18
พลาสติก (Plastic)	16.10
เศษอาหาร (Food Waste)	5.80
กระดาษ (Paper)	3.80
แก้ว/ขวดต่างๆ (Glass)	1.10
ไม้ (Wood)	0.40
ผ้า (Clothes)	1.10
โลหะ (Metal)	0.30
อื่นๆ (Miscellaneous)	0.22
รวม	100.00

จากข้อมูลในตารางจะเห็นได้ว่าประเภทของขยะที่เราสามารถจะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อไปใช้งานได้นั้นมีสัดส่วนร้อยละ 76.98 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดของตลาดไท ซึ่งมาจากขยะทั้งหมด 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ ประเภทของขยะจำพวกเศษผักและผลไม้ (Organic Waste) ซึ่งมีองค์ประกอบจากขยะมวลรวมทั้งหมดอยู่ที่ร้อยละ 71.18 และประเภทที่สองเป็นขยะจำพวกเศษอาหาร (Food Waste) ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 5.80 จากปริมาณขยะโดยรวมทั้งหมด ซึ่งขยะทั้งสองประเภทนี้เท่านั้นที่สามารถจะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อที่จะนำไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าต่อไป

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณก๊าซชีวภาพ

จากข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยที่รวบรวมได้จากตลาดไทจะพบว่าปริมาณขยะที่มีศักยภาพที่จะสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้นั้นมี 2 ประเภท คือขยะอินทรีย์จำพวกเศษผัก ผลไม้ และเศษอาหาร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 76.98 ของปริมาณขยะทั้งหมดดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ดังนั้นจะพบว่าปริมาณขยะอินทรีย์ทั้งหมดในตลาดไทจากปริมาณเฉลี่ย 122.36 ตัน/วัน ในตารางที่ 4.10 คิดเป็นขยะที่สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ 94.19 ตัน/วัน โดยแบ่งเป็นขยะจำพวกเศษผักผลไม้ปริมาณเฉลี่ย 87.10 ตัน/วัน (ร้อยละ71.18 ของปริมาณขยะทั้งหมด) และขยะจำพวกเศษอาหารปริมาณเฉลี่ย 7.10 ตัน/วัน (ร้อยละ5.80 ของปริมาณขยะทั้งหมด) ซึ่งจากงานวิจัยของ Naskeo Environment ประเทศฝรั่งเศสได้ศึกษาและพบว่า ขยะจำพวกเศษผัก ผลไม้ และเศษอาหารนั้นสามารถนำมาหมักและก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพได้ โดยเศษผัก ผลไม้ปริมาณ 1 ตันจะก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ 180 ลบ.ม. และเศษอาหาร 1 ตันจะก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ 300 ลบ.ม. ดังนั้นจากปริมาณขยะทั้ง 2 ประเภทข้างต้นสามารถนำมาคำนวณหาปริมาณก๊าซชีวภาพซึ่งอ้างอิงจากงานวิจัยของ Naskeo Environment ได้ โดยขยะจำพวกเศษผัก ผลไม้จะก่อให้เกิดก๊าซปริมาณ 15,667.48 ลบ.ม./ปริมาณขยะประเภทผัก ผลไม้เฉลี่ย 1 วัน และขยะจำพวกเศษอาหารจะก่อให้เกิดก๊าซปริมาณ 2,129.10 ลบ.ม./ปริมาณขยะประเภทเศษอาหารเฉลี่ย 1 วัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณขยะที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 94.19 ตัน/วัน ของตลาดไทก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 17,806.58 ลบ.ม./ปริมาณขยะเฉลี่ยใน 1 วันดังตารางที่ 4.4

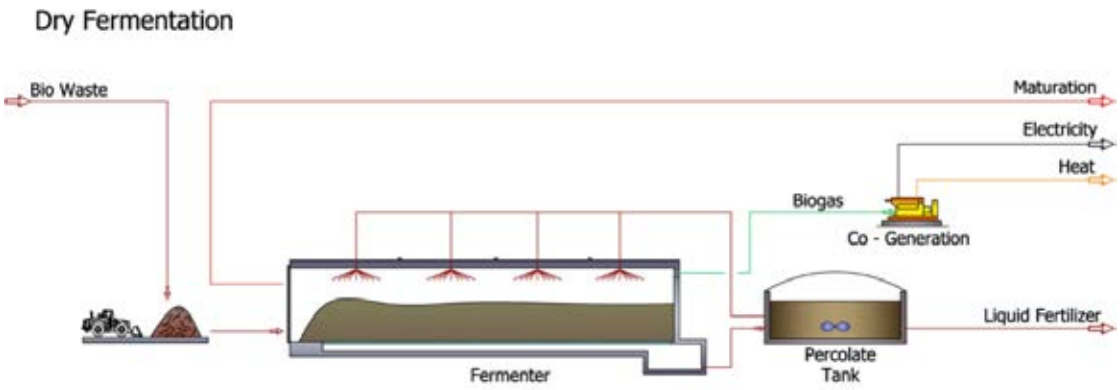
ตารางที่ 4.4 ปริมาณก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในตลาดไท

ประเภท	ร้อยละของปริมาณขยะทั้งหมด	ปริมาณเฉลี่ย (ตัน/วัน)	อัตราส่วนการเกิดก๊าซชีวภาพ(ลบ.ม.) : วัตถุดิบ 1 ตัน	ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม.)
เศษผัก ผลไม้	71.18	87.10	180	15,677.48
เศษอาหาร	5.80	7.10	300	2,129.10
			รวม	17,806.58

4.2.1 เทคโนโลยีที่เลือกใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ

การเลือกใช้เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียและขยะสดจากตลาดไทนั้นจะเลือกใช้เทคโนโลยีประเภทของระบบผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Dry Fermentation เนื่องจากวัตถุดิบหลักของตัวตลาดไทนั้น มีความหลากหลายมากทั้งขยะประเภทพืชผลทางการเกษตร,ขยะจากตัวตลาดที่เป็นขยะที่จัดอยู่ในประเภทขยะครัวเรือน และขยะจากตัวตลาดในส่วนต่างๆ ซึ่งส่วนมากล้วนแล้วเป็นขยะที่อยู่ในรูปแบบของแข็งเกินกว่า 60% จากทั้งหมด โดยหากนำมาเปรียบเทียบกับระบบอื่นระบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Dry Fermentation นั้นจะช่วยให้เราได้ก๊าซชีวภาพที่มีคุณภาพสูง ซึ่งนอกเหนือจากนี้ระบบผลิตก๊าซชีวภาพนั้นยังมีข้อดีต่างๆดังต่อไปนี้

1. ไม่จำเป็นต้องมีการจัดระเบียบหรือแยกประเภทของขยะและไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการบำบัดเบื้องต้นเหมือนอย่างแบบระบบอื่นๆ ทำให้ช่วยในด้านการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายการผลิตก๊าซชีวภาพ
2. ลดการใช้ทรัพยากรบุคคลในการจัดการกับขยะน้อยลงโดยอาจจะใช้คนงานเพียง 1 – 2 คนในการรับหน้าที่การจัดการขยะเพื่อป้อนเข้าสู่ตัวระบบ
3. ลดอัตราความเสียหายอันเกิดจากกรณีที่ชีวมวลอยู่ในภาวะมีความไม่คงที่ โดยเนื่องจากระบบการหมักได้ถูกออกแบบมาเป็นห้องชุดย่อยๆทำให้ในกรณีที่ชีวมวลมีการสัมผัสกับกรดในระดับที่ไม่เหมาะสมเราสามารถที่จะแยกออกและไม่กระทบต่อกระบวนการของระบบโดยรวม
4. เนื่องจากเป็นระบบแบบแห้งทำให้ไม่มีความต้องการในการใช้น้ำในระบบซึ่งสามารถถือได้ว่าเป็นการลดค่าใช้จ่ายภายในระบบได้อีกทางหนึ่ง
5. ใช้พลังงานน้อยในการเดินระบบ



รูปที่ 4.9 รูปแบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Dry fermentation

รูปที่ 4.10 รูปแบบจำลองโรงผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Dry Fermentation

รูปที่ 4.11 โรงผลิตก๊าซชีวภาพแบบ dry fermentation

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณไฟฟ้า

จากการคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพคาดการณ์ที่ได้ในข้างต้นจะพบว่าตลาดไทมีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 17,806.58 ลบ.ม./ปริมาณขยะเฉลี่ยใน 1 วัน ซึ่งจากทฤษฎีการแปลงค่าก๊าซชีวภาพเพื่อนำมาทดแทนพลังงานไฟฟ้านั้นจะพบว่า ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. สามารถนำมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าได้ในช่วงระหว่าง 0.71 – 1.4 kWh ดังนั้นจะพบว่าปริมาณก๊าซชีวภาพ 17,806.58 ลบ.ม./ปริมาณขยะเฉลี่ยใน 1 วัน ที่ตลาดไทผลิตได้สามารถนำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 12,642.67 – 24,929.21 kWh ซึ่งคิดเป็นปริมาณไฟฟ้า 526.78 - 1,038.72 kW หรือ 0.53 – 1.04 MW ดังตารางที่ 4.5 โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ จะแบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรกจำนวนร้อยละ 10 จะนำกลับเข้าไปใช้ในระบบสำหรับเดินเครื่องผลิตต่อไป และอีกส่วนจำนวนร้อยละ 90 จะนำออกจำหน่าย ซึ่งจะได้กล่าวถึงในลำดับถัดไป

ตารางที่ 4.5 ปริมาณไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในตลาดไท

ปริมาณก๊าซชีวภาพ(ลบ.ม.)	ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. : ปริมาณกระแสไฟฟ้า (kWh)	ปริมาณไฟฟ้า (kWh)	ปริมาณไฟฟ้า (kW)	ปริมาณไฟฟ้า (MW)
17,806.58	0.71*	12,642.67	526.78	0.53
17,806.58	1.2	21,367.90	890.33	0.89
17,806.58	1.3	23,148.55	964.52	0.96
17,806.58	1.4	24,929.21	1,038.72	1.04

*อ้างอิงปริมาณทดแทนกระแสไฟฟ้าเพิ่มเติมจากงานวิจัยของ เกียรติไกร อายุวัฒน์ (2537)

4.3.1 เทคโนโลยีที่เลือกใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

จากการคำนวณปริมาณไฟฟ้าที่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพสามารถผลิตได้ จะพบว่าโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไทนั้นจำเป็นที่จะต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่รองรับกำลังการผลิตไฟฟ้าขนาด 1 MW ประกอบกับข้อมูลทางเทคนิคในการเลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ของบริษัท S.D. Machinery (Southeast ASIA) Co., Ltd. ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ระบบเครื่องยนต์แก๊สสันดาปภายใน ซึ่งมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 35 (Gas Engine Generator Efficiency) เนื่องจากระบบนี้เป็นระบบที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆดังแสดงในตารางที่ 4.6 อีกทั้งปริมาณความต้องการของขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของโครงการตลาดไทมีขนาดที่สูง (1 MW) จึงเลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากแก๊สชีวภาพ (Biogas Generator) ที่กำลัง 500 KW จำนวน 2 เครื่อง เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของระบบ โดยปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นโครงการจะจำหน่ายไฟฟ้าจำนวน 900 kW หรือ ร้อยละ 90 ของไฟฟ้าที่ผลิตได้ ส่วนที่เหลือ 100 kW หรือประมาณร้อยละ10 ของไฟฟ้าที่ผลิตได้ จะนำกลับเข้าใช้ในระบบผลิตก๊าซชีวภาพและระบบผลิตไฟฟ้าเพื่อดำเนินการผลิตต่อไป

ตารางที่ 4.6 ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบต่าง ๆ

ระบบ	ประสิทธิภาพ
ระบบกังหันไอน้ำ	ร้อยละ 15
ระบบกังหันแก๊สเดินคู่กับระบบกังหันไอน้ำ	ร้อยละ 30
ระบบเครื่องยนต์ก๊าซสันดาปภายใน	ร้อยละ 35

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบของศักยภาพการผลิตไฟฟ้าประเภทเครื่องยนต์ก๊าซสันดาปภายใน

ระบบเครื่องยนต์ก๊าซสันดาปภายใน	ร้อยละ
พลังงานไฟฟ้า	ร้อยละ 35
ปล่อยทิ้งทางท่อไอเสีย	ร้อยละ 30
ปล่อยทิ้งทางน้ำหล่อเย็น	ร้อยละ 25
ความร้อนกระจายตามเครื่องยนต์	ร้อยละ 10

รูปที่ 4.12 **เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด** 500 kW **แบบติดตั้งคู่** (Model: 500GF1-RZ 2 SETS)

4.4 ประมาณการเงินลงทุน

ประมาณการงบประมาณการลงทุนโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท สามารถแบ่งงบประมาณลงทุนออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนแรกงบประมาณลงทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ ส่วนที่สองงบประมาณลงทุนระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Gas Engine Generator พร้อมด้วยการเชื่อม Grid และส่วนสุดท้าย คือระบบผลิตปุ๋ย พร้อมอาคารเก็บสำรองและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ซึ่งจากการสัมภาษณ์ที่ปรึกษาโครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อจัดการของเสียเศษอาหาร ของสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สถาบันฯ) และจากข้อมูลงานวิจัยโครงการศึกษาการเพิ่มศักยภาพ และความเป็นไปได้ในการพัฒนาก๊าซชีวภาพสำหรับประเทศไทย ของสำนักงานนโยบาย และแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ทำให้สามารถประมาณการเงินลงทุนโครงการสำหรับตลาดไท ภายใต้สมมติฐานการวิเคราะห์ที่ระบบสามารถรองรับปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 17,806.58 ลบ.ม./วัน และรองรับการผลิตไฟฟ้าขนาด 1 MW ได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 **รายละเอียดประเมินเงินลงทุนโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท**

ประเมินเงินลงทุนโครงการ	บาท
ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ	65,000,000
ระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Gas Engine Generator พร้อมด้วยการเชื่อม Grid	6,570,000
ระบบผลิตปุ๋ย พร้อมอาคารเก็บสำรอง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ*	5,000,000
รวม	**76,570,000**

*ค่าจ้างที่ปรึกษาออกแบบโครงการ และค่าอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ

4.5 ประมาณการรายได้

ปริมาณค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้จากโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ในส่วนแรกคือค่าใช้จ่ายที่ลดลงไปในส่วนของการขนถ่ายลำเลียงขยะไปทิ้ง ซึ่งระบบเดิมจะใช้รถบรรทุก 6 ล้อ และ 10 ล้อ ในการขนถ่ายขยะจากตลาดมาเทกองรวมกัน โดยมีเที่ยววิ่งคือ รถ 6 ล้อเฉลี่ยวิ่งวันละ 9 รอบ และ รถ 10 ล้อเฉลี่ยวิ่งวันละ 6 รอบ เพื่อนำขยะมาเทกองและพักไว้ก่อนที่จะลำเลียงไปทิ้ง โดยระยะห่างระหว่างจุดเทกองและที่ทิ้งขยะเป็นระยะทาง 47 กิโลเมตร ซึ่งรถแต่ละประเภทมีอัตราบรรทุกเฉลี่ย ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 น้ำหนักบรรทุกของรถแต่ละประเภทแบ่งตามรายเดือนตลอดปี 2553

เดือน	น้ำหนักบรรทุก (ตัน/คัน)		
	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถ 10 ล้อ (รับจ้าง)
ม.ค.	7.59	11.18	-
ก.พ.	9.05	10.58	-
มี.ค.	9.05	10.58	-
เม.ย.	9.05	10.58	-
พ.ค.	9.05	10.58	-
มิ.ย.	9.05	10.58	-
ก.ค.	9.05	10.58	-
ส.ค.	9.05	10.58	-
ก.ย.	9.05	10.58	-
ต.ค.	9.05	10.58	12.28
พ.ย.	7.44	9.98	12.28
1-5 ธ.ค.	5.73	7.92	-
6 - 16 ธ.ค.	6.42	9.04	7.92
เฉลี่ย	8.36	10.26	10.83

เมื่อดำเนินโครงการและมีการนำขยะบางจำพวกมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพเพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าทำให้ภาระบรรทุกขยะจากจุดเทกองไปจุดทิ้งขยะในส่วนนี้ลดลง โดยจากเดิมจำเป็นที่จะต้องขนถ่ายขยะทั้งหมดไปทิ้งเฉลี่ย 122.36 ตัน/วัน ซึ่งคิดเป็นภาระบรรทุกของรถ 10 ล้อ ประมาณ 10 เที่ยว (คำนวณจากน้ำหนักบรรทุกสูงสุดในอดีตของรถ 10 ล้อ จากตารางที่ 4.9 คือ 12.28 ตัน/คัน) มีจำนวนเที่ยววิ่งที่ลดลงเหลือเพียง รถ 10 ล้อ 2 เที่ยว และรถ 6 ล้อ 1 เที่ยว เนื่องจากขยะปริมาณเฉลี่ย 94.19 ตัน/วัน โดยแบ่งเป็นขยะจำพวกเศษผักผลไม้ปริมาณเฉลี่ย 87.10 ตัน/วัน (ร้อยละ 71.18 ของปริมาณขยะทั้งหมด) และขยะจำพวกเศษอาหารปริมาณเฉลี่ย 7.10 ตัน/วัน (ร้อยละ 5.80 ของปริมาณ

ขยะทั้งหมด) เป็นขยะที่มีคุณสมบัติเพียงพอที่จะสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพดังที่ได้กล่าวไปแล้วในข้างต้น จึงไม่จำเป็นต้องขนถ่ายขยะในส่วนนี้ไปทิ้ง ทำให้ภาระค่าใช้จ่ายลดลงไป ซึ่งสามารถคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จำนวน 4,857.91 บาท/วัน รายละเอียดดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าใช้จ่ายการขนถ่ายขยะก่อน – หลังดำเนินโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ

	ก่อนทำโครงการ	หลังทำโครงการ
ปริมาณขยะเฉลี่ย (ตัน/วัน)	122.36	28.17
จำนวนเที่ยววิ่งลำเลียงขยะไปทิ้ง (รอบ/วัน)		
รถ 6 ล้อ (Capacity สูงสุดจากข้อมูลในอดีต 9.05 ตัน)	-	~1
รถ 10 ล้อ (Capacity สูงสุดจากข้อมูลในอดีต 12.28 ตัน)	~10	~2
ระยะทางไป-กลับ (ก.ม./วัน)	940	282
ต้นทุนค่าน้ำมัน* (บาท/วัน)		
รถ 6 ล้อ(8.5 ก.ม./ลิตร)	-	344.26
รถ 10 ล้อ(4.5 ก.ม./ลิตร)	6,502.71	1,300.54
ค่าน้ำมันที่ลดลงไปได้ (บาท/วัน)		4,857.91

*ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน วันที่ 23 ม.ค. 55 ราคาน้ำมันดีเซล 31.13 บาท/ลิตร

นอกจากภาระค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายขยะไปทิ้งที่ลดลงแล้ว ส่วนสำคัญของโครงการนี้คือรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติซึ่งมีขยะอินทรีย์เป็นวัตถุดิบ โดยรายได้ที่เพิ่มขึ้นสามารถคำนวณได้จากข้อมูลในส่วนของปริมาณการคาดการณ์กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ตลาดไทสามารถผลิตได้ซึ่งมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.53 – 1.04 MW จากตารางที่ 4.5 หรือคิดเป็น 12,642.67 – 24,929.21 kWh ซึ่งกระแสไฟฟ้าในส่วนนี้จะมีการนำกลับเข้าไปใช้เดินระบบจำนวนร้อยละ 10 และส่วนที่เหลือร้อยละ 90 จะนำออกจำหน่าย ซึ่งคิดเป็นปริมาณไฟฟ้า 0.48 – 0.94 MW หรือ 11,378.40 – 22,436.29 kWh ประกอบกับอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยซึ่งมีอัตรา 2.96 บาท/kWh (อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยประจำปี 2554) ทำให้สามารถคำนวณเป็นรายรับที่เกิดขึ้นจากการผลิตไฟฟ้าของตลาดไท (ไม่รวมส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder))ได้ประมาณ 33,680.06 – 66,411.42 บาท/วัน นอกจากนั้นเศษผัก ผลไม้ และเศษอาหารที่ป้อนเข้าไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพนั้นเมื่อผ่านกระบวนการหมักในสภาวะไร้ออกซิเจนเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดการย่อยสลาย และเกิดก๊าซชีวภาพตามกระบวนการและส่วนที่เหลือจากการย่อยสลายซึ่งเรียกว่ากากวัตถุดิบนั้นจะถูกดันออกมาภายนอกโรงหมัก ซึ่งกากวัตถุดิบในส่วนนี้สามารถนำมาตากแห้ง และใส่บรรจุภัณฑ์เพื่อนำไปขาย หรือแจกจ่ายสำหรับเป็นปุ๋ยแก่เกษตรกร ซึ่งรายได้ทั้งในส่วนของการจำหน่ายไฟฟ้า และขายปุ๋ยรวมประมาณ 63,680.06 – 96,411.42 บาท/วัน (ไม่รวมส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)) โดยรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ประมาณการรายรับจากการจำหน่ายไฟฟ้า และขายปุ๋ย

รายรับ	**จำนวน**				**หน่วย**
ปริมาณปุ๋ยออกจากระบบ (ร้อยละ 10 ของวัตถุดิบ)*	10				ตัน
ราคาขายปุ๋ย	3,000				บาท/ตัน
รายได้จากการจำหน่ายปุ๋ย	**30,000**				**บาท/วัน**
Gas : ปริมาณไฟฟ้า	1 : 0.71	1 : 1.2	1 : 1.3	1 : 1.4	m^3: kWh
กระแสไฟฟ้าที่ผลิตและนำออกจำหน่าย (kWh)	11,378.40	19,231.11	20,833.70	22,436.29	kWh
ราคารับซื้อไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)**	2.96	2.96	2.96	2.96	บาท/kWh
รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า (VSPP)	33,680.06	56,924.09	61,667.75	66,411.42	**บาท/วัน**
รายได้จาก ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder) **อัตรา** 0.50 **(บาท/kWh)***	5,689.20	9615.555	10416.85	11,218.15	**บาท/วัน**
รวม (ไม่คิด ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder))	63,680.06	86,924.09	91,667.75	96,411.42	**บาท/วัน**
(คิด ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder))***	69,369.26	96,539.64	102,084.60	107,629.57	**บาท/วัน**

*ข้อมูลจากโครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อจัดการของเสียเศษอาหาร ของสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยประจำปี 2554

***เฉพาะ 7 ปีแรกของการดำเนินโครงการ

ดังนั้นจากค่าใช้จ่ายที่สามารถลดลงไปได้ในส่วนของขนถ่ายขยะไปทิ้ง ประกอบกับรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการผลิตกระแสไฟฟ้า และขายปุ๋ยทำให้สามารถสรุปประมาณการรายได้จากโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 68,537.97 – 101,269.33 บาท/วัน (ไม่รวมส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)) ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 สรุปประมาณการรายรับโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท

รายรับ	**จำนวน**				**หน่วย**
ค่าน้ำมันที่ลดลงไปได้	4,857.91				บาท/วัน
รายได้จากการจำหน่ายปุ๋ย	30,000				บาท/วัน
Gas : ปริมาณไฟฟ้า	1 : 0.71	1 : 1.2	1 : 1.3	1 : 1.4	m^3: kWh
รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า (VSPP)	33,680.06	56,924.09	61,667.75	66,411.42	บาท/วัน
รายได้จาก ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder) อัตรา 0.50 (บาท/kWh)*	5,689.20	9615.555	10416.85	11,218.15	บาท/วัน
รวม (ไม่คิด ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder))	68,537.97	91,782.00	96,525.66	101,269.33	**บาท/วัน**
(คิด ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder))*	74,227.17	101,397.56	106,942.51	112,487.48	**บาท/วัน**

*เฉพาะ 7 ปีแรกของการดำเนินโครงการ

4.6 ประมาณการรายจ่าย

รายจ่ายของโครงการแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนแรกรายจ่ายจากการบำรุงรักษาเครื่องจักร-อุปกรณ์ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Gas Engine-Generator และส่วนที่สองคือ รายจ่ายจากค่าใช้จ่ายในด้านการบริหารจัดการ ซึ่งประกอบไปด้วยค่าจ้างพนักงาน เช่น ผู้บริหารโครงการ พนักงานเดินระบบหรือพนักงานคุมเครื่อง พนักงานขนถ่ายลำเลียงเศษอาหารเข้าเครื่อง และนำกากวัตถุดิบไปตากแห้งเพื่อทำเป็นปุ๋ย เป็นต้น โดยรายละเอียดการประเมินรายจ่ายโครงการแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 สรุปประมาณการรายจ่ายโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท

รายจ่าย	จำนวน	หน่วย
ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร – อุปกรณ์ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (ร้อยละ 4 ของมูลค่าเครื่องจักร)	216,666,67	บาท/เดือน
ค่าซ่อมบำรุง Gas Engine – Generator (ร้อยละ 4 ของมูลค่าเครื่องจักร)	21,900	บาท/เดือน
ค่าจ้างพนักงาน		
ผู้บริหารโครงการ (1 คน)	12,000	บาท/เดือน
พนักงาน Lab test และดูแลเครื่องจักร (2 คน)	25,000	บาท/เดือน/คน
พนักงานลำเลียงเศษอาหาร และกากวัตถุดิบ (3 คน)	9,000	บาท/เดือน/คน
พนักงานบรรจุปุ๋ย และจัดจำหน่าย (4 คน)	9,000	บาท/เดือน/คน
รวม	**363,566.67**	**บาท/เดือน**

4.7 ประมาณการรายรับสุทธิ

จากการประมาณการรายได้ ซึ่งเกิดจากค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากค่าน้ำมันรถ รวมกับรายได้จากการจำหน่ายปุ๋ย และจำหน่ายไฟฟ้า ที่ 68,537.97 – 101,269.33 บาท/วัน (ไม่รวมส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)) หรือ 74,227.17 – 112,487.48 บาท/วัน ใน 7 ปีแรกของโครงการ (รวมส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)) และจากการประมาณการรายจ่ายของโครงการซึ่งเกิดจาก ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และระบบผลิตไฟฟ้า รวมกับค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าจ้างพนักกงานในตำแหน่งต่างๆ ที่ 12,118.89 บาท/วัน สามารถนำมาคำนวณหารายรับสุทธิของโครงการได้ 62,108.28 – 100,368.59 บาท/วัน โดยรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สรุปประมาณการรายรับสุทธิโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท

รายการ	จำนวน				หน่วย
รายรับ					
ค่าน้ำมันที่ลดลงไปได้	4,857.91				บาท/วัน
รายได้จากการจำหน่ายปุ๋ย	30,000				บาท/วัน
Gas : ปริมาณไฟฟ้า	1 : 0.71	1 : 1.2	1 : 1.3	1 : 1.4	m^3: kWh
รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า (VSPP)	33,680.06	56,924.09	61,667.75	66,411.42	บาท/วัน
รายได้จาก ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder) อัตรา 0.50 (บาท/kWh)*	5,689.20	9615.555	10416.85	11,218.15	บาท/วัน
รวมรายรับ (ไม่คิด ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder))	68,537.97	91,782.00	96,525.66	101,269.33	**บาท/วัน**
(คิด ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder))*	74,227.17	101,397.56	106,942.51	112,487.48	**บาท/วัน**
รายจ่าย					
ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร – อุปกรณ์ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (ร้อยละ 4 ของมูลค่าเครื่องจักร)	216,666.67				บาท/เดือน
ค่าซ่อมบำรุง Gas Engine – Generator (ร้อยละ 4 ของมูลค่าเครื่องจักร)	21,900				บาท/เดือน
ค่าจ้างพนักงาน					
ผู้บริหารโครงการ (1 คน)	12,000				บาท/เดือน
พนักงาน Lab test และดูแลเครื่องจักร (2 คน)	50,000				บาท/เดือน
พนักงานลำเลียงเศษอาหาร และกากวัตถุดิบ (3 คน)	27,000				บาท/เดือน
พนักงานบรรจุปุ๋ย และจัดจำหน่าย (4 คน)	36,000				บาท/เดือน
รวมรายจ่าย	363,566.67				**บาท/เดือน**
	12,118.89				**บาท/วัน**
รายรับสุทธิของโครงการ					
กรณีไม่คิด ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)	56,419.08	79,663.11	84,406.77	89,150.44	**บาท/วัน**
กรณีคิด ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)*	62,108.28	89,278.67	94,823.62	100,368.59	**บาท/วัน**

*เฉพาะ 7 ปีแรกของการดำเนินโครงการ

4.8 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากขยะ

จากกรณีศึกษาที่ค่าก๊าซชีวภาพที่คำนวนได้ออกมานั้นอยู่ที่ 17,806.58 ลบ.ม./วัน ซึ่งหากนำมาวิเคราะห์ค่าความอ่อนไหวต่อปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากขยะในกรณีที่คิดที่บวกลบ 10% และ 20% ตามลำดับโดยกำหนดค่าไฟฟ้าที่ 1.2 kWh ต่อก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. จะสามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ความอ่อนไหวปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากขยะโดยคิดที่อัตราไฟฟ้าต่อขยะที่ 1 m^3 :1.2 kWh

รายการ	จำนวน					หน่วย
ร้อยละความอ่อนไหวก๊าซชีวภาพ	80%	90%	100%	110%	120%	%
ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้	14,245.26	16,025.92	17,806.58	19,587.24	21,367.90	kWh
กระแสไฟฟ้าที่ผลิตและนำออกจำหน่าย (kWh)	15,384.88	17,307.99	19,231.11	21,154.22	23,077.33	kWh
รายได้จากการจำหน่ายไฟฟ้า (VSPP)	45,539.24	51,231.65	56,924.09	62,616.49	68,308.90	บาท/วัน
รายได้จากส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder) อัตรา 0.50 (บาท/kWh)	7,692.44	8,653.99	9615.56	10,577.11	11,538.67	บาท/วัน

4.9 วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน

จากการประมาณการเงินลงทุน รายได้ และรายจ่าย ของโครงการดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อข้างต้น สามารถนำมาวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนได้ ภายใต้ตัวแปรวิเคราะห์ทางด้านการเงินคือ แบ่งสัดส่วนเงินลงทุนโดยกู้ในสัดส่วนร้อยละ 60 ของเงินลงทุน ที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7.7 (อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อเฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ที่จดทะเบียนในประเทศไทย รูปแบบสินเชื่อลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี ประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (MLR: Minimum Loan Rate) จากธนาคารแห่งประเทศไทย ประจำวันที่ 27 ม.ค. 2555) ระยะเวลาคืนเงินกู้ 7 ปี (ไม่รวม Grace Period 1 ปี) โดยอายุโครงการกำหนดที่ 15 ปี ตามมาตรฐานอายุการใช้งานของเครื่องจักร และกำหนดอัตราคิดลดเฉลี่ย (WACC: Weighted Average Cost Of Capital) เพื่อคำนวณหา NPV (Net Present Value) ที่ร้อยละ 12.63 โดยอัตราคิดลดคำนวณจากสมมติฐาน ซึ่งอ้างอิงจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำเกินกว่า 2 ปี เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ที่จดทะเบียนในประเทศไทย จากธนาคารแห่งประเทศไทย เดือน ธ.ค.2554 ที่ร้อยละ 3.43 และคำนวณอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี ซึ่งอ้างอิงจากภาวะอัตราเงินเฟ้อย้อนหลังในอดีต และคาดการณ์ส่วนเพิ่มล่วงหน้า 15 ปีตามอายุโครงการ ซึ่งเป็นตัวแทนของต้นทุนเงินลงทุนในส่วนของเจ้าของเพื่อเทียบกับผลตอบแทนจากการนำเงินไปลงทุนด้วยการฝากประจำระยะยาว พร้อมทั้งหักความเสี่ยงด้านอัตราเงินเฟ้อ บวกกับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ซึ่งได้กล่าวไปแล้วข้างต้นที่อัตราร้อยละ 7.7 ซึ่งเป็นต้นทุนเงินลงทุนในส่วนของเจ้าหนี้

ดังนั้นจากตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงินข้างต้นจะสามารถคำนวณหา IRR (Internal Rate of Return) และ NPV ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไทได้ ดังนี้ (สมการค่าของตัวแปรต่างๆ แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค.)

$$NPV = \sum_{i=1}^{15} \frac{FCF_i}{(1+WACC)^i}$$

โดย FCF = รายรับสุทธิจากโครงการ (บาท/ปี)

WACC = อัตราคิดลดเฉลี่ย ซึ่งคำนวณจากผลรวมของอัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ MLR เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ กับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำเกินกว่า 2 ปี เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ ซึ่งหักความเสี่ยงด้านอัตราเงินเฟ้อแล้ว

$$C_0 = \sum_{i=1}^{15} R_i(1+IRR)^{-i}$$

โดย C_0 = เงินลงทุนโครงการ

R_i = รายรับสุทธิจากโครงการ (บาท/ปี)

ตารางที่ 4.16 สรุปผลตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน (กรณีสมมุติฐานความอ่อนไหวปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้)

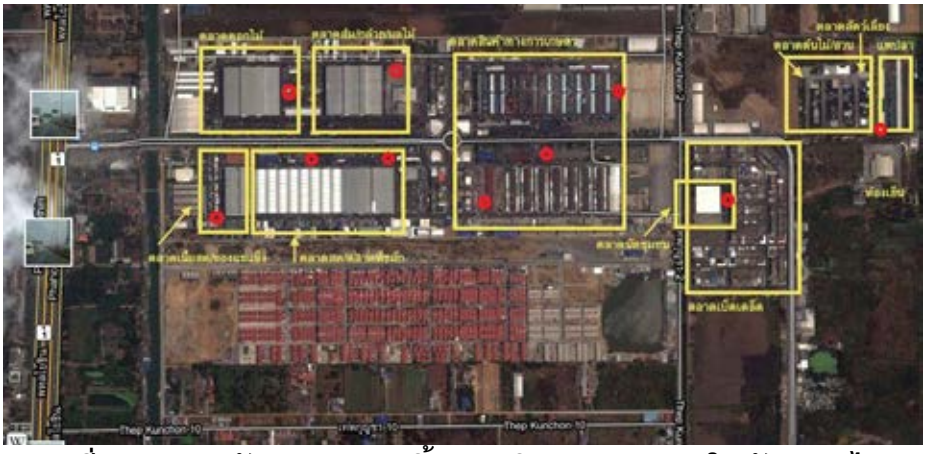
กรณี Gas (m^3) : ไฟฟ้า (kWh) / ตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน	1 : 0.71	1 : 1.2	1 : 1.3	1 : 1.4	หน่วย
NPV	144,561,595.00	206,771,254.65	219,467,043.34	232,162,872.71	บาท
IRR	28.93	42.54	45.28	48.01	ร้อยละ
Break Even Point	4	3	3	3	ปี

ตารางที่ 4.17 สรุปผลตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน (กรณีสมุติฐานค่าความอ่อนไหวปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้)

ร้อยละความอ่อนไหวก๊าซชีวภาพ / ตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน	80%	90%	100%	110%	120%	หน่วย
NPV	21,872,469.77	37,106,532.08	52,340,699.70	67,574,738.08	82,808,817.14	บาท
IRR	23.65%	27.11%	30.51%	33.86%	37.18%	ร้อยละ
Break Even Point	4	4	4	3	3	ปี

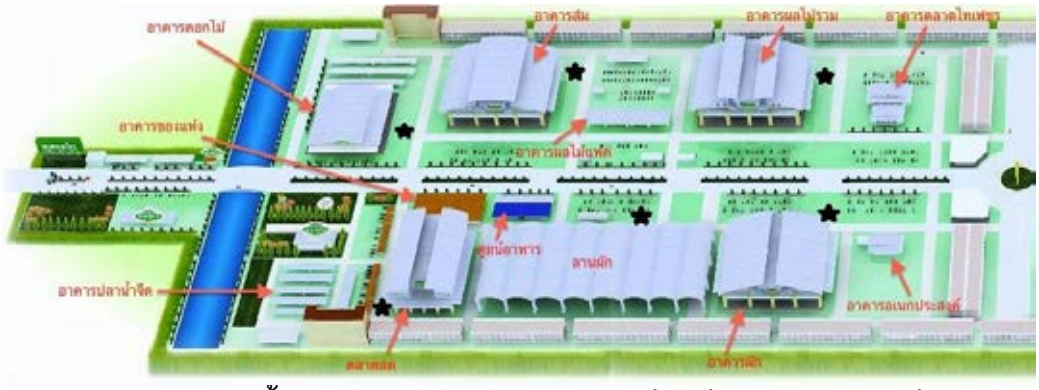
4.10 การจัดการและวางแผนให้ระบบการผลิตก๊าซชีวภาพมีความยั่งยืน

โดยจากการที่โครงการได้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบจากแต่เดิมที่ขยะทั้งหมดจะถูกนำไปทิ้งยังจุดทิ้งขยะในแต่ก่อน เป็นการคัดแยกเพื่อนำขยะบางส่วนที่ยังสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตก๊าซชีวภาพมานั้น ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดเก็บขยะเพื่อให้ง่ายต่อการคัดแยกขยะเพื่อนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ โดยจะใช้วิธีการจัดจุดทิ้งขยะแยกประเภทภายในตัวตลาดไทตามตลาดต่างๆเพื่อให้ผู้ประกอบการร้านค้าสามารถนำขยะที่ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตก๊าซชีวภาพมาทิ้งได้อีกทางหนึ่งเพื่อช่วยลดระยะเวลาและภาระในการคัดแยกขยะของตัวตลาดไท โดยนอกเหนือไปจากนี้ถังขยะตามจุดทิ้งขยะต่างๆสำหรับผู้ที่เข้ามาใช้บริการตลาดไทจำเป็นต้องมีการแยกประเภทของขยะด้วยอีกทางหนึ่ง โดยจุดทิ้งขยะโดยคร่าวๆสำหรับร้านค้าภายในตลาดนั้นๆจะแสดงดังรูปภาพด้านล่างนี้

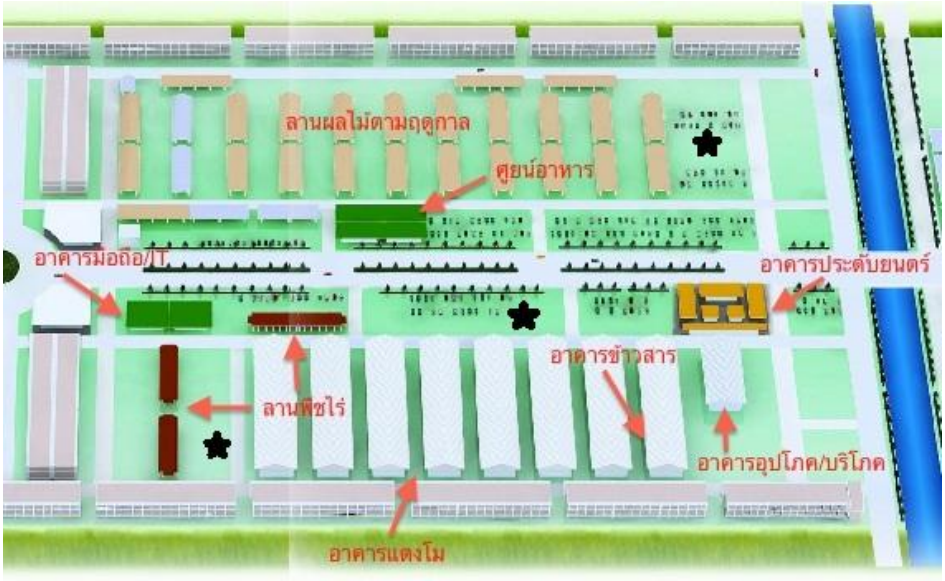


รูปที่ 4.13 แผนผังตำแหน่งจุดทิ้งขยะบริเวณต่าง ๆภายในตัวตลาดไท

ซึ่งจุดทิ้งขยะสำหรับผู้ประกอบการร้านค้าแบบแยกประเภทนั้นจะตั้งในบริเวณที่ง่ายต่อการจัดเก็บขยะของตัวตลาดไทเพื่อเป็นความสะดวนรวดเร็วให้คบผู้ที่เข้ามาใช้บริการของตลาดไทโดยหากเราขยายภาพแผนผังตำตำแหน่งจุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทได้นั้นจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ตลาดช่วงต้น ตลาดช่วงกลาง และตลาดตอนปลาย โดนในส่วนของตลาดช่วงต้นนั้นจะจัดให้มีจุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำกหรับร้านค้าต่างๆด้วยกันจำนวน 5 จุด ในส่วนตลาดช่วงกลางนั้นจะจัดให้มีจุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับร้านค้าอยู่ 3 จุด และในส่วนตลาดตลาดช่วงปลายจะมีจุดทิ้งขยะด้วยกัน 2 จุด โดยในแต่ละจุดของตลาดแต่ละช่วงนั้นจะตั้งอยู่ใกล้กับตัวตลาดประเภทต่างและเป็นจุดที่สามารถเข้าไปเก็บขยะออกมาได้โดยง่าย



รูป 4.14 จุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับร้านค้าของตลาดช่วงต้น



รูป 4.15 จุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับร้านค้าของตลาดช่วงกลาง

รูป 4.16 จุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับร้านค้าของตลาดช่วงปลาย

รูปที่ 4.17 **การทิ้งขยะของร้านค้าแบบเดิมภายในตลาดไท**

รูปที่ 4.18 **รูปแบบตัวอย่างจุดทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับร้านค้า**

รูปที่ 4.19 **ที่ทิ้งขยะสำหรับผู้มาใช้บริการตลาดไทแต่เดิม**

รูปที่ 4.20 ที่ทิ้งขยะแบบแยกประเภทสำหรับผู้ที่มาใช้บริการตลาดไท

ซึ่งนอกเหนือไปจากยังนี้จำเป็นจะต้องมีมาตราการรณรงค์เพื่อให้มีความกระตือรือล้นต่อการช่วยเหลือต่อตัวตลาดสำหรับร้านค้าหรือผู้ประกอบการภายในตัวของตลาดไทโดยอาจจะใช้มาตรการการลดค่าจัดเก็บขยะของร้านค้าหรือลดภาษีค่าจัดเก็บของตัวร้านในกรณีที่ร้านค้าได้มีการคัดแยกและนำขยะไปทิ้งยังจุดที่ทางตลาดได้มีการจัดตั้งไว้ให้อีกทางหนึ่ง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา และเก็บข้อมูลของพื้นที่ตลาดไททำให้ทราบว่าตลาดไทเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพสูง เนื่องจากเป็นตลาดกลางการค้าจำพวกสินค้าเกษตรที่มีขนาดใหญ่ ทำให้ในแต่ละวันตลาดไทจะมีขยะจำพวกขยะมูลฝอยในปริมาณมาก ซึ่งขยะมูลฝอยเหล่านี้สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพได้ และจากการเก็บข้อมูลพบว่าขยะมูลฝอยของตลาดไทเมื่อคัดแยกประเภทแล้ว พบว่ามีปริมาณขยะในประเภทที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพสูงถึง 94.19 ตัน/วัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 76.98 ของปริมาณขยะมูลฝอยรวมในแต่ละวัน โดยขยะที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ 1. ขยะจำพวกเศษผักและผลไม้ (Organic Waste) โดยมีสัดส่วนร้อยละ 71.18 ของขยะมูลฝอยรวม หรือคิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 87.10 ตัน/วัน และ 2. ขยะจำพวกเศษอาหาร (Food Waste) โดยมีสัดส่วนร้อยละ 5.80 ของขยะมูลฝอยรวม หรือคิดเป็นปริมาณเฉลี่ย 7.10 ตัน/วัน

โดยขยะจำพวกเศษผักและผลไม้นั้นสามารถนำมาหมักและก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพได้ 180 ลบ.ม. ต่อ ปริมาณขยะ 1 ตัน และขยะจำพวกเศษอาหารสามารถนำมาหมักและก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพได้ 300 ลบ.ม. ต่อปริมาณขยะ 1 ตัน ซึ่งอ้างอิงจากการศึกษางานวิจัยของ Naskeo Environment ประเทศฝรั่งเศส ดังนั้นจะพบว่าขยะจำพวกเศษผัก ผลไม้จะก่อให้เกิดก๊าซปริมาณ 15,677.48 ลบ.ม./ปริมาณขยะประเภทผัก ผลไม้เฉลี่ย 1 วัน และขยะจำพวกเศษอาหารจะก่อให้เกิดก๊าซปริมาณ 2,129.10 ลบ.ม./ปริมาณขยะประเภทเศษอาหารเฉลี่ย 1 วัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณขยะที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 94.19 ตัน/วัน ของตลาดไทก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 17,806.58 ลบ.ม./ปริมาณขยะเฉลี่ยใน 1 วัน และจากการศึกษาทฤษฎีการแปลงค่าก๊าซชีวภาพเพื่อนำมาทดแทนพลังงานไฟฟ้าพบว่า ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. สามารถนำมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าได้ในช่วงระหว่าง 0.71 – 1.4 kWh ดังนั้นจะพบว่าปริมาณก๊าซชีวภาพ 17,806.58 ลบ.ม./ปริมาณขยะเฉลี่ยใน 1 วัน ที่ตลาดไทผลิตได้สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 12,642.67 – 24,929.21 kWh ซึ่งคิดเป็นปริมาณไฟฟ้า 526.78 – 1,038.72 kW หรือ 0.53 – 1.04 MW

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิจัยภายใต้โครงการการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท สามารถประมาณการงบประมาณการลงทุนโครงการโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนแรกงบประมาณลงทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ ส่วนที่สองงบประมาณลงทุนระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Gas Engine Generator พร้อมด้วยการเชื่อม Grid และส่วนสุดท้าย คือระบบผลิตปุ๋ยพร้อมอาคารเก็บสำรองและค่าใช้จ่ายอื่นๆ รวมงบประมาณลงทุนจำนวน 76.57 ล้านบาท

ซึ่งโครงการการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไทนี้สามารถวิเคราะห์และคาดการณ์รายได้และรายจ่ายของโครงการได้ โดยในส่วนแรก รายได้ของโครงการสืบเนื่องจากระบบเดิมตลาดไทมีขั้นตอนในการกำจัดขยะประเภทขยะแข็ง โดยสำนักงานส่วนบริหารของตลาดไทได้มีการจัดระบบให้มีการเก็บขยะประเภทขยะแข็ง ซึ่งจะแบ่งออกเป็นรอบๆโดยใช้รถเก็บขยะขนาด 6 ล้อ และ 10 ล้อในการเก็บและขนถ่าย เฉลี่ยแล้วรถ 6 ล้อจะวิ่ง 9 เที่ยวต่อวัน และรถ 10 ล้อจะวิ่ง 6 เที่ยวต่อวัน จากนั้นจะถูกนำไปพักรวมกันยังจุดเทกองก่อนที่จะขนไปทิ้งยังแหล่งทิ้งขยะที่ถูกจัดไว้โดยสถานที่จะอยู่นอกตัวบริเวณของตลาดไท ซึ่งระยะทางห่างจากตัวตลาดจนถึงแหล่งทิ้งขยะจะอยู่ห่างออกไป 47 กิโลเมตร เมื่อมีโครงการและมีการนำขยะบางจำพวกมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ ทำให้ภาระบรรทุกขยะจากจุดเทกองไปจุดทิ้งขยะในส่วนนี้ลดลง โดยจากเดิมจำเป็นที่จะต้องขนถ่ายขยะทั้งหมดไปทิ้งเฉลี่ย 122.36 ตัน/วัน ซึ่งคิดเป็นภาระบรรทุกของรถ 10 ล้อ ประมาณ 10 เที่ยว เหลือเพียง รถ 10 ล้อ 2 เที่ยว และรถ 6 ล้อ 1 เที่ยว เนื่องจากขยะปริมาณเฉลี่ย 94.19 ตัน/วัน ซึ่งเป็นขยะจำพวกเศษผักผลไม้ และเศษอาหารสามารถนำไปผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้ จึงไม่จำเป็นต้องขนถ่ายขยะในส่วนนี้ไปทิ้ง ทำให้ภาระค่าใช้จ่ายลดลงไป โดยสามารถคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จำนวน 4,857.91 บาท/วัน และนอกจากภาระค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายขยะไปทิ้งที่ลดลงแล้ว ส่วนสำคัญของโครงการนี้คือรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการผลิตไฟฟ้า ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นจะพบว่าระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ของตลาดไทสามารถผลิตไฟฟ้าได้ปริมาณ 0.53 – 1.04 MW โดยไฟฟ้าที่ระบบสามารถผลิตได้นี้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรกปริมาณร้อยละ 10 จะนำกลับเข้าไปใช้ในระบบสำหรับเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อไป และส่วนที่สองปริมาณร้อยละ 90 จะนำออกจำหน่าย เป็นรายได้เข้าสู่โครงการ ซึ่งสามารถคำนวณเป็นรายได้ที่เกิดขึ้นจากการผลิตไฟฟ้าของตลาดไท (ไม่รวมส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder))ได้ประมาณ 33,680.06 – 66,411.42 บาท/วัน นอกจากนั้นขยะจำพวกเศษผัก ผลไม้ และเศษอาหารที่ป้อนเข้าไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพนั้นเมื่อผ่านกระบวนการหมักจะเหลือกากวัตถุดิบที่ถูกดันออกมาภายนอกโรงหมัก ซึ่งสามารถนำมาตากแห้ง และนำไปขาย หรือแจกจ่ายสำหรับเป็นปุ๋ยแก่เกษตรกร โดยรายได้ทั้งในส่วนของการจำหน่ายไฟฟ้า และขายปุ๋ยรวมประมาณ 63,680.06 – 96,411.42 บาท/วัน (ไม่รวมส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)) ในส่วนที่สอง รายจ่ายของโครงการ

จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนแรกรายจ่ายจากการบำรุงรักษาเครื่องจักร-อุปกรณ์ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ จำนวน 2.6 ล้านบาท/ปี ส่วนที่สองรายจ่ายจากการบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Gas Engine-Generator จำนวน 262,800 บาท/ปี และส่วนสุดท้ายคือ รายจ่ายจากค่าใช้จ่ายในด้านการบริหารจัดการ จำนวน 125,000 บาท/ เดือน โดยค่าใช้จ่ายทั้งสามส่วนคิดเป็นรายจ่ายของโครงการรวมทั้งสิ้น 363,566.67 บาท/เดือน

ดังนั้นโครงการการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไทจะก่อให้เกิดรายได้ ซึ่งเกิดจากค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากค่าน้ำมันรถ บวกกับรายได้จากการจำหน่ายปุ๋ย และจำหน่ายไฟฟ้า จำนวน 68,537.97 – 101,269.33 บาท/วัน (ไม่รวมส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)) หรือ 74,227.17 – 112,487.48 บาท/วัน ใน 7 ปีแรกของโครงการ (รวมส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)) และมีรายจ่ายของโครงการซึ่งเกิดจาก ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และระบบผลิตไฟฟ้า บวกกับค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าจ้างพนักกงานในตำแหน่งต่างๆ จำนวน 12,118.89 บาท/วัน เกิดเป็นรายรับสุทธิของโครงการ จำนวน 62,108.28 – 100,368.59 บาท/วัน ซึ่งจากงบประมาณเงินลงทุนโครงการ และการคาดการณ์อายุโครงการ 15 ปี ตามอายุการใช้งานเครื่องจักร สามารถวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการผ่านตัวแบบ NPV (อัตราคิดลดร้อยละ 12.63) และ IRR โดยแบ่งออกเป็น 4 กรณี ตามทฤษฎีการแปลงค่าก๊าซชีวภาพเพื่อนำมาทดแทนพลังงานไฟฟ้า โดยกรณีแรก (ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. : ปริมาณไฟฟ้า 0.71 kWh) คำนวณ NPV ได้ 144,561,595 บาท IRR ร้อยละ 28.3 กรณีที่สอง (ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. : ปริมาณไฟฟ้า 1.2 kWh) คำนวณ NPV ได้ 206,771,254.65 บาท IRR ร้อยละ 42.54 กรณีที่สาม (ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. : ปริมาณไฟฟ้า 1.3 kWh) คำนวณ NPV ได้ 219,467,043.34 บาท IRR ร้อยละ 45.28 และกรณีสุดท้าย (ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. : ปริมาณไฟฟ้า 1.4 kWh) คำนวณ NPV ได้ 232,162,872.71 บาท IRR ร้อยละ 48.01 โดยโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไทนี้มีจุดคุ้มทุนอยู่ในช่วงระหว่าง 3 - 4 ปี

ประโยชน์ที่ได้รับ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์ในด้านการผลิตพลังงานทดแทน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในปัจจุบันที่แนวโน้มความต้องการพลังงานนับวันจะเพิ่มสูงขึ้น แต่ในทางกลับกันพลังงานจากทรัพยากรธรรมชาติกลับมีน้อยลง ดังนั้นโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจึงเป็นโครงการทางเลือกหนึ่งที่มีประโยชน์ โดยการนำขยะอินทรีย์ที่ไม่เป็นที่ต้องการ อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลภาวะต่างๆแก่สิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลเสียต่อสังคม นำกลับมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพซึ่งเป็นก๊าซที่สามารถนำมาทดแทนพลังงานในรูปแบบต่างๆได้ ทั้งพลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน เป็นต้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้วิจัย

และศึกษา โดยอาศัยพื้นที่ตลาดไทซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์สูง จากนั้นได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ผลโครงการทั้งในส่วนของประโยชน์ทางด้านค่าพลังงานที่ได้รับ และวิเคราะห์ทางด้านการเงิน เพื่อหวังว่างานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ประกอบเป็นแนวทางในการพิจารณาดำเนินโครงการทั้งในส่วนของพื้นที่ตลาดไทซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษา และพื้นที่ตลาดอื่นๆที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ตลอดจนบุคคล หรือหน่วยงานใดๆที่สนใจโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ สามารถนำวิทยานิพนธ์ชิ้นนี้ไปเป็นแนวทางประกอบในการศึกษาวิจัยต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากข้อจำกัดในงานวิจัยซึ่งอาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ และนำมาวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ที่ได้ ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้ในส่วนของการคาดการณ์ปริมาณก๊าซและปริมาณไฟฟ้า รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่างๆที่ปรากฏในงานวิจัยชิ้นนี้เป็นเพียงตัวเลขการคาดการณ์จากข้อมูลที่ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ออกมา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จริงอาจมีความเบี่ยงเบนไปจากการรายงานในงานวิจัยฉบับนี้ เนื่องจากตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ลักษณะและส่วนประกอบย่อยของขยะอินทรีย์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ อุณหภูมิการหมัก ค่าพีเอช อัตราค่าแรง และวัตถุดิบที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น ดังนั้นหากผู้ที่จะนำงานวิจัยชิ้นนี้ไปอ้างอิงควรศึกษาถึงรายละเอียดที่เปลี่ยนแปลงไป ก่อนการนำไปใช้ เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในส่วนของผู้วิจัยที่ต้องการศึกษาขยายผลเพิ่มเติมจากงานวิจัยชิ้นนี้อาจจะศึกษาเพิ่มในส่วนของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจากระบบการจัดการของเสียของตลาดไทแบ่งประเภทขยะออกเป็น 2 ประเภท คือขยะจำพวกของแข็ง และขยะจำพวกของเหลว โดยขยะจำพวกของเหลวนี้สามารถนำมาเป็นส่วนผสมวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยจะต้องนำมาศึกษาเพิ่มเติมในส่วนขององค์ประกอบทางเคมีของขยะจำพวกของเหลว และทดลองหาอัตราส่วนที่ผสมกับขยะจำพวกของแข็งที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพ เพื่อให้การผลิตก๊าซชีวภาพมีศักยภาพสูงมากยิ่งขึ้นต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การไฟฟ้านครหลวง. การขอรับส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.mea.or.th/internet/Elecvalue/VSPP/adder_form.pdf

การไฟฟ้านครหลวง. ราคารับซื้อพลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.mea.or.th/internet/Elecvalue/VSPPPrice.pdf

การไฟฟ้านครหลวง. ระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.mea.or.th/internet/Elecvalue/VSPP/VSPPRenew.pdf

การไฟฟ้านครหลวง. ระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก สำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยระบบ Cogeneration. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.mea.or.th/internet/Elecvalue/VSPP/VSPPCogen.pdf

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2554, พฤศจิกายน). การจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า. [Online]. แหล่งที่มา: http://prinfo.egat.co.th/indexview.php?main_menu1=01&sub_menu1=01

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t). [Online]. แหล่งที่มา: http://www2.egat.co.th/ft-learning/course/view.php?id=3

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2554, พฤศจิกายน). ราคาขายไฟฟ้าเฉลี่ย. [Online]. แหล่งที่มา: http://prinfo.egat.co.th/addbase_save/file/54010312056/salerate1.pdf

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. สูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (F_t). [Online]. แหล่งที่มา: http://www2.egat.co.th/ft/20110819_Ft_detail.pdf

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2554, พฤศจิกายน). รายงานสถานการณ์การจำหน่ายไฟฟ้า. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.pea.co.th/ped/display/analyst_need_nov_54.pdf

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. สำนักงานโครงการรับซื้อไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก. การขอจำหน่ายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.pea.co.th/vspp/etc/kumeu.pdf

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. อัตราค่าไฟฟ้า. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.eppo.go.th/power/pw-Rate-PEA.html

ธนาคารแห่งประเทศไทย. อัตราดอกเบี้ยเงินกู้. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.bot.or.th/thai/statistics/financialmarkets/interestrate/_layouts/application/interest_rate/in_rate.aspx

ธนาคารแห่งประเทศไทย. อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก. [Online]. แหล่งที่มา: http://www2.bot.or.th/statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=223&language=TH

นันทิยา เปปะตัง. “แนวทางการใช้ก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของฟาร์มสุกร และโรงงานอุตสาหกรรมอาหารขนาดกลาง-เล็กไปใช้เป็นพลังงานทดแทนในจังหวัดนครปฐม.” ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2545)

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. โอกาสและการลงทุนเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.efe.or.th/datacenter/ckupload/files/2_Investment%220Part%202.pdf

วีระพันธ์ เกียรติภักดี. ก๊าซชีวภาพพลังงานทดแทนจากสิ่งปฏิกูล. *การสัมมนาการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพน้ำเสียเพื่อเป็นพลังงานทดแทน และปรับปรุงสิ่งแวดล้อม*. กระทรวงพลังงาน. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=12547&section=9&rcount=Y

สำนักนโยบายปิโตรเลียม และปิโตรเคมี สนพ. (2555, มกราคม). รายงานราคาน้ำมันประจำวันที่ 26 มกราคม 2555. [Online]. แหล่งที่มา: http://www.eppo.go.th/retail_prices.html

ภาษาอังกฤษ

C. F. Chu, Y. Y. Li, K. Q. Xu, Y. Ebie,Y. Inamori, and H. N. Kong, “A pH-and temperature-phased two-stage process for hydrogen and methane production from food waste,” *Int. J. Hydrogen Energy,* vol. 33, pp. 4739-4746, 2008.

G. Mohanakrishna, R. K. Goud, S.V. Mohan, and P.N. Sarma, “P. N. Enhancing biohydrogen production through sewage supplementation of composite vegetable based market waste,” *Int. J. Hydrogen Energy,* vol. 35, pp. 533-541, 2010.

I. Valdez-Vazquez, and Poggi-Varaldo, “H. M. Alkalinity and high total solids affecting H_2 production from organic solid waste by anaerobic consortia,” *Int. J. Hydrogen Energy,* vol. 34, pp. 3639-3646, 2009.

S. H. Kim, S. K. Han, and H.S. Shin, “Feasibility of biohydrogen production by anaerobic co-digestion of food waste and sewage sludge,” *Int. J. Hydrogen Energy,* vol. 29, pp. 1670-1616, 2004.

S. V. Mohan, G. Mohanakrishna, R. K. Goud, and P.N. Sarma, “P. N. Acidogenic fermentation of vegetable based market waste to harness biohydrogen with simultaneous stabilization,” *Bioresource Technology,* vol. 100, pp. 3061-3068, 2009.

X. Wang, and Y. C. Zhao, “A bench scale study of fermentative hydrogen and methane production from food waste in integrated two-stage process,” *Int. J. Hydrogen Energy,* vol. 34, pp. 245-254, 2009.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
วิธีคำนวณค่าไฟฟ้าผันแปร F_t โดยละเอียด

สูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft)

ความเป็นมา

คณะรัฐมนตรี (ครม.) ในการประชุมเมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2554 ได้มีมติอนุมัติตามมติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ในการประชุมครั้งที่ 2/2554 (ครั้งที่ 135) เมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2554 เรื่อง นโยบายการกำหนดโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าของประเทศไทยปี 2554-2558 เพื่อให้สะท้อนถึงต้นทุนในการจัดหาไฟฟ้าที่เหมาะสมและเป็นธรรม ส่งเสริมให้มีการใช้ไฟฟ้าที่สะท้อนถึงต้นทุนค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามช่วงเวลาในแต่ละวัน ตลอดจนส่งเสริมให้มีการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับสภาวะเศรษฐกิจและสังคม โดยคำนึงถึงการดูแลผู้ใช้ไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยที่มีรายได้น้อย

ต่อมา ครม. ในการประชุมเมื่อวันที่ 3 พฤษภาคม 2554 ได้มีมติอนุมัติตามมติ กพช. ในการประชุมครั้งที่ 3/2554 (ครั้งที่ 136) เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2554 เกี่ยวกับการปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าของประเทศไทย ปี 2554-2558 โดยให้ประกาศใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าในรอบเดือนกรกฎาคม 2554 เป็นระยะเวลา 2 ปี และให้มีการทบทวนในปี 2556 เพื่อประกาศใช้ต่อไปอีก 3 ปี และมอบหมายให้คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) นำความเห็นของที่ประชุมไปดำเนินการต่อไป

กกพ. ในการประชุมครั้งที่ 26/2554 (ครั้งที่ 135) เมื่อวันที่ 13 กรกฎาคม 2554 ได้มีมติเห็นชอบโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าของประเทศไทย ปี 2554-2558 โดยให้นำค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (F_t) ในงวดพฤษภาคม 2554-สิงหาคม 2554 จำนวน 95.81 สตางค์/หน่วยขายปลีก ไปรวมในโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าขายปลีกที่ใช้มาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2548 และให้ประกาศใช้อัตราค่าไฟฟ้าใหม่ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าในรอบเดือนกรกฎาคม 2554 เป็นระยะเวลา 2 ปี และให้มีการทบทวนในปี 2556 เพื่อประกาศใช้ตามขั้นตอนต่อไป และเห็นชอบให้กระจายภาระค่าไฟฟ้าจากการอุดหนุนค่าไฟฟ้าสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยซึ่งติดตั้งมิเตอร์ 5(15) แอมแปร์ และใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 90 หน่วยต่อเดือน ให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภทยกเว้นผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทบ้านอยู่อาศัย กิจการขนาดเล็กและสูบน้ำเพื่อการเกษตร

ดังนั้น สูตร F_t จึงเป็นดังนี้

1. ปรับฐานค่าเชื้อเพลิงและค่าซื้อไฟฟ้า (BFC) ให้สอดคล้องกับค่า F_t ขายปลีกที่รวมไว้ในค่าไฟฟ้าฐานจำนวน 95.81 สตางค์/หน่วยขายปลีก ดังนั้น BFC ตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 เป็นต้นไป จะเท่ากับ210.28 สตางค์/หน่วยขายส่ง
2. ค่า Ft ใหม่จะปรับปรุงทุกๆ 4 เดือน เพื่อสะท้อนการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนที่อยู่นอกเหนือการควบคุมของการไฟฟ้า คือค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ค่าซื้อไฟฟ้าและผลกระทบจาก

ค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ[1]เปลี่ยนแปลงไปจากระดับค่าไฟฟ้าฐานใหม่ โดยให้ส่งผ่านค่าใช้จ่ายดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรมต่อผู้ใช้ไฟฟ้า

สูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (F_t)

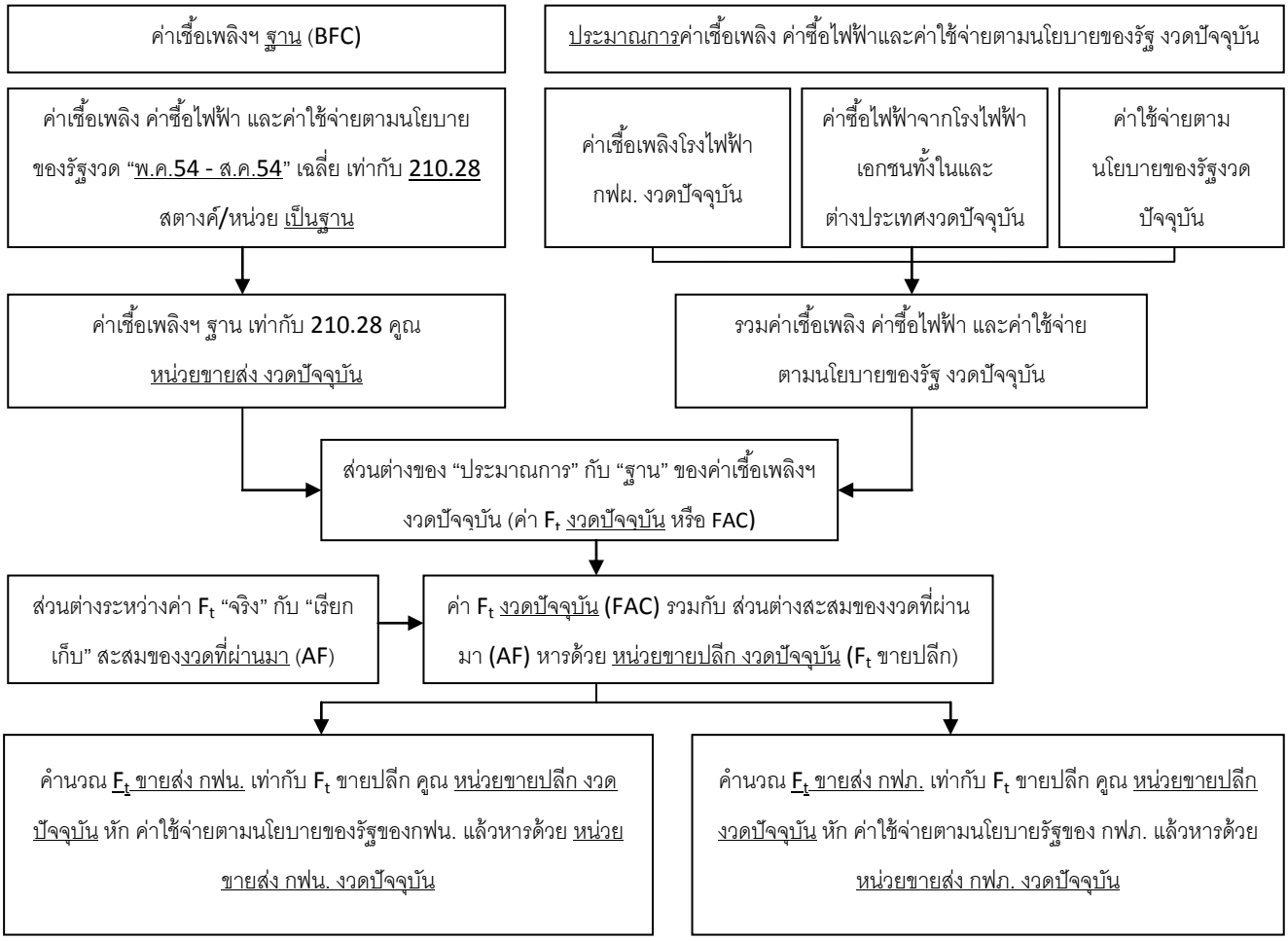
1. โครงสร้างสูตร F_t
   1.1. จำแนกเป็น F_t ขายปลีก และ F_t ขายส่ง
   1.2. F_t ขายปลีก เป็น F_t ที่ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เรียกเก็บจากใช้ไฟฟ้าทุกประเภท และ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เรียกเก็บจากผู้ใช้ไฟฟ้าที่เป็นลูกค้าตรงของ กฟผ. และอื่นๆ
   1.3. F_t ขายส่ง เป็น F_t ที่ กฟผ. เรียกเก็บจาก กฟน. และ กฟภ.
   1.4. F_t จะคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย 4 เดือน และปรับเปลี่ยนทุกๆ 4 เดือน โดยเรียกเก็บในใบเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าและแสดงในใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าเป็นประจำทุกเดือน เป็นรายการพิเศษ
   1.5. F_t เป็นอัตราต่อหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า และเป็นค่าที่ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม
2. หลักการคำนวณค่า F_t

ค่า F_t ขายปลีก คำนวณจากค่าใช้จ่ายในด้านค่าเชื้อเพลิง ค่าซื้อไฟฟ้าของ กฟผ. และ ค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ ในงวด 4 เดือนข้างหน้า (งวดปัจจุบัน) เทียบกับ ค่าใช้จ่ายที่ใช้คำนวณในค่าไฟฟ้าฐาน รวมกับ ค่า F_t ที่เกิดขึ้นจริงต่างจากที่เรียกเก็บ สะสมในงวด 4 เดือนที่ผ่านมา (AF) หารด้วยประมาณการหน่วยขายปลีกในงวดปัจจุบันค่า

F_t ขายส่งให้ กฟน. และ กฟภ. Ft ขายส่งให้ กฟน. คำนวณจากค่า F_t ขายปลีกคูณประมาณการหน่วยขายปลีก ที่ กฟน. ขายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าในงวดปัจจุบัน หักค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐของ กฟน. หารด้วยประมาณการหน่วยขายส่งที่ กฟผ. ขายให้ กฟน. สำหรับ F_t ขายส่งให้ กฟภ. ก็คำนวณในทำนองเดียวกัน

---

[1] ตัวอย่างค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ เช่น มูลค่าการรับซื้อไฟฟ้า (ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)) สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (VSPP) ค่าใช้จ่ายและมูลค่าเงินนำส่งเข้ากองทุนพัฒนาไฟฟ้าสำหรับโรงไฟฟ้าของการไฟฟ้า



รูปที่ ก-1 แสดงหลักการคำนวณค่า Ft

3. องค์ประกอบของค่า F_t

3.1. ค่าเชื้อเพลิงฐาน (Base Fuel Cost : BFC) คำนวณจากค่าเชื้อเพลิง ค่าซื้อไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ ที่สอดคล้องกับค่า F_t ขายปลีกในงวดเดือนพฤษภาคม 2554–สิงหาคม 2554 ที่รวมไว้ในค่าไฟฟ้าฐานจำนวน 95.81 สตางค์/หน่วยขายปลีก BFC มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 210.28 สตางค์/หน่วยขายส่ง คูณ ประมาณการหน่วยขายส่งในงวดปัจจุบัน

สำหรับราคาเชื้อเพลิงเฉลี่ยในงวดเดือนพฤษภาคม 2554 – สิงหาคม 2554 มีค่าดังนี้

น้ำมันเตา	23.64	บาท/ลิตร
น้ำมันดีเซล	28.59	บาท/ลิตร

ก๊าซธรรมชาติ

อ่าวไทยและพม่า	250.05	บาท/ล้านบีทียู
JDA	232.71	บาท/ล้านบีทียู
น้ำพองและภูฮ่อม	303.78	บาท/ล้านบีทียู
ลานกระบือ	43.89	บาท/ล้านบีทียู
ลิกไนต์	569.7	บาท/ตัน

โดยค่าใช้จ่ายในด้านเชื้อเพลิง ค่าซื้อไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐเฉลี่ยเท่ากับ216.13 สตางค์/หน่วยขายส่ง เมื่อหักค่าใช้จ่ายที่ปรับลดเพียงครั้งเดียวในงวดเดือนพฤษภาคม 2554 – สิงหาคม 2554 คือ 1) เงินช่วยเหลือบรรเทาภาระค่าไฟฟ้าให้ผู้ใช้ไฟฟ้าจากส่วนลดการลงทุนที่ต่ำกว่าแผนของการไฟฟ้าในปี 2551-2553 บางส่วนจำนวน 2,600 ล้านบาท หรือ 4.64 สตางค์/หน่วยขายส่ง และ 2) เงินค่า AF ที่ยกจากงวดมกราคม 2554 - เมษายน 2554 มาลดในงวดเดือนพฤษภาคม 2554 – สิงหาคม 2554 จำนวน 678 ล้านบาท หรือ 1.21 สตางค์/หน่วยขายส่ง แล้วจะมีค่า BFC สำหรับการคำนวณค่า Ft ตั้งแต่เดือน กันยายน 2554 เป็นต้นไป เท่ากับ 210.28 สตางค์/หน่วยขายส่ง ดังตาราง

ตาราง ก-1 ค่า BFC สำหรับการคำนวณค่า Ft ตั้งแต่เดือน กันยายน 2554

(สตางค์/หน่วยขายส่ง)

ค่าเชื้อเพลิง ค่าซื้อไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ เฉลี่ย	[1]	216.13
เงินปรับลดงวดเดียวในค่า F_t พ.ค.54 – ส.ค.54		
- ส่วนลดการลงทุนฯ 2551 – 2553 จำนวน 2,600 ล้านบาท	[2]	4.64
- AF ม.ค.54 – เม.ย.54	[3]	1.21
BFC สำหรับการคำนวณค่า F_t ตั้งแต่เดือน กันยายน 2554 เป็นต้นไป	[4] = [1] - [2] - [3]	210.28

3.2. ประมาณการค่าเชื้อเพลิงโรงไฟฟ้าของ กฟผ. ประกอบด้วยประมาณการค่าเชื้อเพลิงน้ำมันเตา น้ำมันดีเซล ก๊าซธรรมชาติ ลิกไนต์ และอื่นๆ เป็นต้น โดยนำปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดคูณกับราคาเชื้อเพลิงชนิดนั้นๆ

3.3. ประมาณการค่าซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชน ประกอบด้วยประมาณการค่าซื้อไฟฟ้าจากการบริษัทในเครือ กฟผ. ผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระรายใหญ่ (Independent Power Producers : IPPs) ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Small Power Producers : SPPs) และค่าซื้อไฟฟ้าจากต่างประเทศ (สาธารณรัฐประชาธิปไตย ประชาชนลาว มาเลเซีย และอื่นๆ) รวมทั้งค่าซื้อไฟฟ้าในรูปแบบอื่นๆ ค่าซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าแต่ละรายประกอบด้วยส่วนของ 1) ค่าความพร้อมจ่าย (Availability Payments : AP) และ 2) ค่าพลังงานไฟฟ้า

(Energy Payments : EP) และ 3) ค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ (Policy Expense : PE) ในส่วนของโรงไฟฟ้าเอกชน

3.4. ประมาณการค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ (Policy Expense : PE) ประกอบด้วย ประมาณการ 1) เงินนำส่งเข้ากองทุนพัฒนาไฟฟ้าเพื่อการพัฒนาหรือฟื้นฟูท้องถิ่นที่ได้รับผลกระทบจากการดำเนินงานของโรงไฟฟ้าของการไฟฟ้า 2) เงินส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า ที่ กฟน. กฟภ. จ่ายให้กับผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (Very Small Power Producers : VSPPs) และที่ กฟผ. จ่ายให้กับโครงการผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Small Power Producers : SPPs) เป็นต้น รวมทั้งค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐอื่นๆ

3.5. Fuel Adjustment Cost : FAC คำนวณจาก ส่วนต่างระหว่าง “ประมาณการค่าใช้จ่ายในด้านเชื้อเพลิงฯ” (Estimated Fuel Cost : EFC) ตามข้อ 3.2-3.4 กับ “ค่าเชื้อเพลิงฐาน” ตามข้อ 3.1 ในงวดปัจจุบัน หารด้วย ประมาณการหน่วยขายปลีกรวม 4 เดือนในงวดปัจจุบัน ได้อัตราค่า FAC เฉลี่ยต่อหน่วยขายปลีก ซึ่งจะเทียบเท่ากับค่า F_t ขายปลีก ในกรณีที่ยอดยกมาจากที่งวดที่ผ่านมาเป็นศูนย์

3.6. ยอดสะสมยกมาจากงวดที่ผ่านมา (Accumulate Factor : AF) คือ ส่วนต่างระหว่าง “ค่า F_t ที่เกิดขึ้นจริง” กับ “ค่า F_t เรียกเก็บ” สะสมของงวดที่ผ่านมา ซึ่งอาจจะมีค่า “เป็นบวก” คือ เก็บเงินค่า Ft จริงเกินกว่าค่า F_t เรียกเก็บ หรือมีค่า “เป็นลบ” คือ เก็บเงินค่า F_t ที่เกิดขึ้นจริงต่ำกว่าค่า F_t เรียกเก็บ

3.7. F_t ขายปลีก สำหรับงวดปัจจุบัน คำนวณจากผลรวมของ “FAC งวดปัจจุบัน” ตามข้อ 3.5 รวมกับ “ยอดสะสมยกมาจากงวดที่ผ่านมา” ตามข้อ 3.6 หารด้วย ประมาณการหน่วยขายปลีกงวดปัจจุบัน จะได้อัตราค่า F_t ขายปลีกเฉลี่ย สำหรับเรียกเก็บในอัตราเท่ากันตลอดทั้งงวด 4 เดือน เป็นอัตราที่เสนอขออนุมัติให้เรียกเก็บจากผู้ใช้ไฟฟ้าทุกประเภท มีหน่วยเป็น สตางค์/หน่วยขายปลีก

3.8. F_t ขายส่ง ประกอบด้วย F_t ขายส่ง กฟน. และ F_t ขายส่ง กฟภ. โดย F_t ขายส่ง กฟน. คำนวนจาก F_t ขายปลีก คูณด้วย ประมาณการหน่วยขายปลีกงวดปัจจุบัน ที่ กฟน. ขายให้ผู้ใช้ไฟฟ้า หักเงินค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐในส่วนของ กฟน. หารด้วย หน่วยขายส่งที่ กฟผ. ขายให้ กฟน. งวดปัจจุบัน อัตรานี้ใช้สำหรับ กฟผ. เรียกเก็บจาก กฟน. เท่านั้น มีหน่วยเป็น สตางค์/หน่วยขายส่ง สำหรับ F_t ขายส่ง กฟภ. ก็คำนวณในทำนองเดียวกัน

4. สูตรการคำนวณค่า F_t จากหลักการตามข้อ 2 สามารถสรุปเป็นสูตร F_t ได้ดังนี้

4.1. F_tขายปลีก= $\frac{FAC+AF}{EU}$

โดย FAC คือ ส่วนต่างระหว่างประมาณการค่าเชื้อเพลิงของ กฟผ. ค่าซื้อไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าเอกชน และค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ (EFC) กับ ค่าเชื้อเพลิงฯ ฐาน (BFC) ในงวดปัจจุบัน มีหน่วยเป็น บาท

AF คือ ส่วนต่างของเงินค่า F_t จริง และเงินค่า F_t เรียกเก็บ สะสมยกมาจากงวดที่ผ่านมา (Accumulate Factor : AF) มีหน่วยเป็น บาท

EU คือ ประมาณการหน่วยขายปลีกที่ กฟน. กฟภ. ขายให้ผู้ใช้ไฟฟ้า (ไม่รวมหน่วยที่ซื้อมาจาก VSPP มาขายปลีก) และ กฟผ. ขายให้ลูกค้าตรง ในงวดปัจจุบัน มีหน่วยเป็น หน่วย (กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ kilowatt-hour เรียกย่อเป็น kWh หรือ หน่วย)

4.2. FAC=EFC-BFC*ES

โดย EFC คือ ประมาณการค่าเชื้อเพลิงของ กฟผ. ค่าซื้อไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าเอกชน และค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ (Estimated Fuel Cost : EFC) ในงวดปัจจุบันรวม 4 เดือน มีหน่วยเป็นบาท

BFC คือ อัตราค่าเชื้อเพลิงฐาน (Base Fuel Cost : BFC) เป็นอัตราค่าเชื้อเพลิง ค่าซื้อไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ ในงวดพฤษภาคม 2554 – สิงหาคม 2554 ที่สอดคล้องกับค่า F_t ขายปลีกในงวดเดือนพฤษภาคม 2554–สิงหาคม 2554 ที่รวมไว้ในค่าไฟฟ้าฐานจำนวน 95.81 สตางค์/หน่วยขายปลีก BFC เฉลี่ยเท่ากับ 210.28 สตางค์/หน่วยขายส่ง

ES คือ ประมาณการหน่วยจำหน่ายที่ กฟผ. ขายส่งให้ กฟน. กฟภ. และลูกค้าตรง ในงวดปัจจุบัน มีหน่วยเป็น หน่วย

4.3. EFC=Fuel+Purchase+PE

โดย Fuel คือ ประมาณการค่าเชื้อเพลิงของ กฟผ. ในงวดปัจจุบัน มีหน่วยเป็น บาท

Purchase คือ ประมาณการค่าซื้อไฟฟ้าจากเอกชน ในงวดปัจจุบัน มีหน่วยเป็น บาท

PE คือ ประมาณการค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ ในงวดปัจจุบัน มีหน่วยเป็นบาท

4.4. Fuel= $\sum$ (Pit*Qit)

โดย Pit คือ ประมาณการราคาเชื้อเพลิงชนิดที่ i ในเดือน t มีหน่วยเป็น บาท / ลิตร บาท / ล้านบีทียู หรือ บาท/ตัน แล้วแต่ชนิดของเชื้อเพลิง

Qit คือ ประมาณการปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชนิดที่ i ในเดือน t มีหน่วยเป็น ลิตร ล้านบีทียู หรือ ตัน แล้วแต่ชนิดของเชื้อเพลิง

4.5. Purchase= $\sum [(APjt)+(EPjt)]$

โดย APjt คือ ประมาณการค่าความพร้อมจ่ายไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายที่ j มีหน่วยเป็น บาท

EPjt คือ ประมาณการค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน รวมทั้งค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายที่ j มีหน่วยเป็น บาท

4.6. PE= $\sum[(\text{VSPP adder})kt)]+ \sum(PDFkt)+$ etc.

โดย VSPP adder kt คือ ประมาณการเงินส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจาก VSPP ของ กฟน. หรือ กฟภ. รายที่ k ในเดือน t มีหน่วยเป็น บาท

PDFkt คือ ประมาณการเงินกองทุนพัฒนาไฟฟ้า (Power Development Fund : PDF) ของโรงไฟฟ้าของสามการไฟฟ้า และเงินกองทุนพัฒนาไฟฟ้าส่วนที่รับซื้อไฟฟ้าจาก VSPP ของ กฟน. หรือ กฟภ. รายที่ k ในเดือน t มีหน่วยเป็น บาท

Etc. คือ ประมาณการค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐอื่นๆ (Etc.) มีหน่วยเป็น บาท

4.7. Accumulated Factor :AF

AF=เงินค่า F_t จริงงวดที่ผ่านมา-[F_t ขายปลีกงวดที่ผ่านมา*EU งวดที่ผ่านมา]

โดย เงินค่า F_t จริงงวดที่ผ่านมาคำนวณจากค่าซื้อไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าเอกชน และค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ ที่เกิดขึ้นจริง (Actual Fuel Cost : AFC) ทั้งหมด หักด้วยค่าเชื้อเพลิงฯฐาน ในงวดที่ผ่านมารวม 4 เดือน รวมกับค่า AF ในงวดก่อนงวดที่ผ่านมามีหน่วยเป็น บาท F_t ขายปลีกงวดที่ผ่านมา เท่ากับ อัตราค่า F_t ที่อนุมัติให้ใช้เรียกเก็บในงวดที่ผ่านมา มีหน่วยเป็นบาท/หน่วย EU งวดที่ผ่านมาเท่ากับ หน่วยขายปลีกที่ กฟน. กฟภ. ขายให้ผู้ใช้ไฟฟ้า และ กฟผ. ขายให้ลูกค้าตรง ที่เกิดขึ้นจริง ในงวดที่ผ่านมารวม 4 เดือน มีหน่วยเป็น หน่วย

4.8. F_t ขายส่ง กฟน.

กำหนดให้ F_t ขายส่ง กฟน.= $\frac{F_t\text{ขายปลีก} \times EU_{MEA} - PE_{MEA}}{ES_{MEA}}$

โดย EU_{MEA} คือ ประมาณการหน่วยจำหน่ายที่ กฟน. ขายให้ผู้ใช้ไฟฟ้า งวดปัจจุบัน (หน่วย)

PE_{MEA} คือ ประมาณค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ ในส่วนของ กฟน. งวดปัจจุบัน (บาท)

ES_{MEA} คือ ประมาณการหน่วยจำหน่ายที่ กฟผ. ขายให้ กฟน. งวดปัจจุบัน (หน่วย)

4.9. F_t ขายส่ง กฟภ.

กำหนดให้ F_t ขายส่ง กฟภ.= $\frac{F_t \text{ ขายปลีก} \times EU_{PEA} - EU_{PEA}}{ES_{PEA}}$

โดย EU_{PEA} คือ ประมาณการหน่วยจำหน่ายที่ กฟภ. ขายให้ผู้ใช้ไฟฟ้า งวดปัจจุบัน (หน่วย)

PE_{PEA} คือ ประมาณค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ ในส่วนของ กฟภ. งวดปัจจุบัน (บาท)

ES_{PEA} คือ ประมาณการหน่วยจำหน่ายที่ กฟผ. ขายให้ กฟภ. งวดปัจจุบัน (หน่วย)

ภาคผนว ข.
ตารางสรุปปริมาณขยะนำทิ้งของตลาดไท เดือนม.ค.53 – ธ.ค.53

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)														รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์	เบอร์		
ม.ค.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	16	17		
1						2			2			2	2	2	10	90.26
2									2			2	2	2	8	75.08
3															0	0.00
4			3			3			3			2	3	3	17	150.57
5			2			2			3			3	3	2	15	131.80
6						2			2			2	2	2	10	90.26
7						1			2			2	3	3	11	105.03
8						2			2			2	2	2	10	90.26
9			2			2			2			2	2	2	12	105.44
10															0	0.00
11			3			3			3			3	3	3	18	158.16
12			1			3			3			3	3	3	16	142.98
13						2			3			2	3	3	13	120.21
14						2			2			2	2	2	10	90.26
15						3			3			3	3	2	14	124.21
16						2			2			2	2	2	10	90.26
17						2			2			2	2	2	10	90.26
18									2			2	2	2	8	75.08
19									3			3	3	3	12	112.62
20						2			2			3	3	3	13	120.21
21						3			3				3	3	12	112.62
22						2			2				2	2	8	75.08
23						2			2				2	2	8	75.08
24			1			2			2			2	2	2	11	97.85
25						2			3			2	3	3	13	120.21
26						3			3			3	3	3	15	135.39
27						3			3			3	2	2	13	113.03
28						2			2			3	2	2	11	97.85
29									2			3	3	3	11	105.03
30						1			3			3	3	3	13	120.21
31						1			3			3	3	2	12	109.03
รวม	0	0	12	0	0	54	0	0	71	0	0	64	73	70	344	**3124.33**
เฉลี่ย	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	3	2	11	100.78

จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน 11 เที่ยว/วัน

ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน 101 ตัน/วัน

หมายเหตุ น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก) 5.01 ตัน น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ 11.18 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม) 6.27 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม) 7.59 ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)														รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์	เบอร์		
ก.พ.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	16	17		
1						1			3			3	3		10	95.09
2						1			3			3	3	3	13	126.83
3						1			2			2	3	2	10	98.15
4									3			3	3	3	12	117.78
5						1			3			2	2	2	10	96.62
6									3			3	3	3	12	117.78
7			2			1			2			3	3	2	13	125.30
8			2									3	3	3	11	108.73
9						1						4	3	3	11	108.73
10						1						2	1	2	6	58.89
11						3						3	3	3	12	117.78
12						2			1			3	2	3	11	107.20
13						3			3			3	2	3	14	134.35
14						2			2			3	3	3	13	126.83
15									3			3	3	3	12	117.78
16									3			3	3	3	12	117.78
17									3			3	2	2	10	96.62
18									2			2	3	3	10	99.68
19									3			3	3	3	12	117.78
20									3			3	3	3	12	117.78
21									3			3	3	3	12	117.78
22									4			4	3	3	14	135.88
23			1						4			4	3	4	16	155.51
24									4			4	3	3	14	135.88
25									4			3	3	3	13	126.83
26									3			3	2	3	11	107.20
27									3			3	3	2	11	107.20
28			2						3			3	3	3	14	135.88
รวม	0	0	7	0	0	17	0	0	70	0	0	84	77	76	331	3229.64
เฉลี่ย	0	0	2	0	0	2	0	0	3	0	0	3	3	3	12	115.34

จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน	12	เที่ยว/วัน
ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน	115	ตัน/วัน

หมายเหตุ

น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก)	5.01	ตัน
น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม)	6.27	ตัน
น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม)	9.05	ตัน
น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ	10.58	ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)														รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์	เบอร์		
มี.ค.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	16	17		
1									3			3	3	3	12	117.78
2									3			2	3	3	11	108.73
3									3			3	3	3	12	117.78
4									3			3	3	3	12	117.78
5									3			2	3	3	11	108.73
6									3			3	3	3	12	117.78
7						2			3			3	2	2	12	114.72
8									3			3	3	2	11	107.20
9									2			3	3	3	11	108.73
10									3			3	3	3	12	117.78
11									3			3	3	3	12	117.78
12									3			3	3	3	12	117.78
13									3			3	3	3	12	117.78
14						2			3			3	3	2	13	125.30
15									3			3	3	3	12	117.78
16									3			3	4	1	11	107.20
17									3			3	2	3	11	107.20
18									3			3	3	3	12	117.78
19									3			3	3	2	11	107.20
20									3			3	3	2	11	107.20
21			3						3			3	2		11	102.61
22			3						3			3	3		12	113.19
23			3						3			3	3		12	113.19
24			3						3			3	3		12	113.19
25			3						3			3	3		12	113.19
26			2			1			3			3	3		12	113.19
27			3						3			3	3		12	113.19
28			3						3			3	3		12	0.00
29			1						4			4	3		12	113.19
30			4						4			4	3		15	140.34
31			4						3			3	3	1	14	132.82
รวม	0	0	32	0	0	5	0	0	94	0	0	93	91	54	369	3448.11
เฉลี่ย	0	0	3	0	0	2	0	0	3	0	0	3	3	3	12	111.23

	จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน	12	เที่ยว/วัน
	ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน	111	ตัน/วัน
หมายเหตุ	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก)	5.01	ตัน
	หนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม)	6.27	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม)	9.05	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ	10.58	ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)														รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์	เบอร์		
เม.ย.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	16	17		
1									3			3	2	3	11	107.20
2			3						3			3		3	12	113.19
3			4									4	3	1	12	114.72
4			4									4	1		9	82.98
5			4									4	2		10	93.56
6			4									4	3	4	15	146.46
7			4			2						4	4	4	18	175.14
8			2			1			1			2	2	2	10	96.62
9			3						3			3	2	2	13	123.77
10			3						3			3	2	2	13	123.77
11			3						2			2	2	2	11	105.67
12			2						2			3	1	2	10	95.09
13			2						3			2	1	2	10	95.09
14			2						2			2		2	8	75.46
15			2						2			3		1	8	73.93
16			3						3			1	2	2	11	105.67
17			2						2			3	2	2	11	105.67
18			3						2			3	2	2	12	114.72
19			3						3			3	3	2	14	134.35
20			3						2			2	3	3	13	126.83
21			4									4	3	3	14	135.88
22			3									3	3	3	12	117.78
23			4									6	4	4	18	175.14
24						2			4			4	3	3	16	153.98
25						5			5				4	3	17	164.56
26			6						6				3	3	18	172.08
27			6						2			3	3	3	17	163.03
28			5						6			2	3	3	19	181.13
29			5						4			5	3	3	20	190.18
30			5						4			3	3	3	18	172.08
รวม	0	0	94	0	0	10	0	0	67	0	0	88	69	72	400	3835.73
เฉลี่ย	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	3	3	13	127.86

	จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน	13	เที่ยว/วัน
	ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน	128	ตัน/วัน
หมายเหตุ	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก)	5.01	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม)	6.27	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม)	9.05	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ	10.58	ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)														รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์	เบอร์		
พ.ค.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	16	17		
1			4						4			5	2	3	18	170.55
2			4						3			4	3	3	17	163.03
3			4						4			4	3	3	18	172.08
4			3						4			3	3	3	16	153.98
5			3						5			3	3	3	17	163.03
6			4						3			1	3	3	14	135.88
7			4						4			1	3	3	15	144.93
8			3						4			2	3	3	15	144.93
9			4						4			4	2	2	16	150.92
10									1			2	3	3	9	90.63
11			3						4			3	3	4	17	164.56
12						2			3			2	4	4	15	147.99
13						2			3			4	3	3	15	144.93
14						2			4			1	3	3	13	126.83
15						2			3			2	3	3	13	126.83
16						4			4			3	2	2	15	141.87
17						2			2			4	3	3	14	135.88
18									4			5	2	3	14	134.35
19									2			2	4	5	13	131.42
20									1			2	4	4	11	111.79
21									1			1	5	5	12	123.90
22									1			1	5	5	12	123.90
23									4			4	3	3	14	135.88
24									1			1	5	5	12	123.90
25						2			1			2	4	4	13	129.89
26						4			6			6	3	1	20	187.12
27						1			6			4	2	4	17	163.03
28						4			5			4	4	3	20	191.71
29						4			4			4	3	4	19	182.66
30						4			4			4	4	3	19	182.66
31						2			5			6	3		16	149.39
รวม	0	0	36	0	0	35	0	0	104	0	0	94	100	100	469	4550.45
เฉลี่ย	0	0	4	0	0	3	0	0	3	0	0	3	3	3	15	146.79

	จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน	15	เที่ยว/วัน
	ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน	147	ตัน/วัน
หมายเหตุ	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก)	5.01	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม)	6.27	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม)	9.05	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ	10.58	ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)														รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์	เบอร์		
มิ.ย.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	16	17		
1			1						4			4	3	4	16	155.51
2			4						5			4	3	5	21	202.29
3			2						3			3	4	2	14	135.88
4			1						2			2	3	4	12	119.31
5			2						4			3	4	3	16	155.51
6									4			6	3	5	18	175.14
7			2						4			4	4	3	17	164.56
8			1						3			5	2	4	15	144.93
9			3						4			3	4	2	16	153.98
10			4						4			4	2	3	17	152.45
11			4						3			3	4	2	16	163.03
12									4			4	3	4	15	146.46
13									4			5	5	3	17	157.04
14									3			4	2	4	13	135.88
15			1						4			4	3	2	14	134.35
16			1						3			3	2	4	13	126.83
17			1						4			4	3	2	14	134.35
18			1						3			3	2	4	13	126.83
19			1						3			3	4	2	13	126.83
20			3						3			3	2	2	13	123.77
21			1						3			3	3	2	12	116.25
22			1						3			3	2	3	12	116.25
23			1						3			4	3	1	12	114.72
24									5			5	1	2	13	122.24
25			1						4			3	3	2	13	125.30
26			1						4			3	2	3	13	125.30
27			4						3			4	2	2	15	141.87
28			1						3			4	3	2	13	125.30
29			1						4			2	3	2	12	116.25
30									3			4	3	2	12	116.25
รวม	0	0	43	0	0	0	0	0	106	0	0	109	87	85	430	4154.66
เฉลี่ย	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	4	3	3	14	138.49

	จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน	14	เที่ยว/วัน
	ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน	138	ตัน/วัน
หมายเหตุ	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก)	5.01	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม)	6.27	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม)	9.05	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ	10.58	ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)														รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์	เบอร์		
ก.ค.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	16	17		
1									3			5	3	2	13	125.30
2									3			4	2	2	11	105.67
3			1						3			2	3	3	12	117.78
4			4						4			4	3	2	17	161.50
5			2						3			3	3	2	13	125.30
6			2						3			3	3	2	13	125.30
7			1						4			3	3	2	13	125.30
8			1						3			3	2	2	11	105.67
9			1						3			3	2	2	11	105.67
10			2						2			3	2	3	12	116.25
11			3						3			4		3	13	122.24
12			1						3			3	2	3	12	116.25
13									5			3	3	2	13	125.30
14			1						5			3	2	2	13	123.77
15			2						3			4	3	2	14	134.35
16			1						2			3	3	3	12	117.78
17			1			2						2	3	3	11	108.73
18			5									5		4	14	132.82
19			2									4	3	4	13	128.36
20			5									5	4	3	17	164.56
21			3									4	3	3	13	126.83
22			2									4	4	3	13	128.36
23			2									4	3	4	13	128.36
24			3									3	4	3	13	128.36
25			4			2						1	4	4	15	147.99
26			3			4							4	5	16	158.57
27			3			2							2	2	9	87.57
28			3										5	3	11	111.79
29			3						3			1	4	4	15	147.99
30									4			4	3	3	14	135.88
31			3						4			5	5	4	21	203.82
รวม	0	0	64	0	0	10	0	0	63	0	0	95	90	89	411	3993.42
เฉลี่ย	0	0	2	0	0	3	0	0	3	0	0	3	3	3	13	128.82

	จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน	13	เที่ยว/วัน
	ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน	129	ตัน/วัน
หมายเหตุ	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก)	5.01	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม)	6.27	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม)	9.05	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ	10.58	ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)														รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์	เบอร์		
ส.ค.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	16	17		
1			4						5			3	3	4	19	182.66
2									4			4	5	4	17	167.62
3									4			4	3	3	14	135.88
4			2						4			4	4	3	17	175.14
5									4			4	4	3	15	135.88
6			2						2			5	4	2	15	144.93
7			2						2			3	4	4	15	147.99
8			5						2			4	4	5	20	194.77
9												4	4	3	11	110.26
10			3						2			4	4	4	17	166.09
11			2						5			4	4	3	18	173.61
12			2						4			4	4	4	18	175.14
13									4			3	4	3	14	137.41
14			2						4			4	3	3	16	153.98
15			5						4			4	4	4	21	202.29
16			2						3			3	3	3	14	135.88
17			1						3			3	3	3	13	126.83
18			4						4			3	3	3	17	163.03
19									2			3	2	2	9	87.57
20			2			3			3			3	3	3	17	163.03
21			3			3			4			3	4	4	21	202.29
22						3			3			3	3	3	15	144.93
23			1			2			3			3	3	3	15	144.93
24			1			1			1			2	2	2	9	87.57
25			2			2			3			3	3	3	16	153.98
26			2			3			3			3	3	2	16	152.45
27						1			3			1	3	3	11	108.73
28			3			3			4			3	3	3	19	181.13
29			3			2			3			3	3	3	17	163.03
30			2						3			3	3	3	14	135.88
31			2			2			3			2	1	1	11	102.61
รวม	0	0	57	0	0	25	0	0	98	0	0	102	103	96	481	4657.52
เฉลี่ย	0	0	2	0	0	2	0	0	3	0	0	3	3	3	16	150.24

	จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน	16	เที่ยว/วัน
	ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน	150	ตัน/วัน
หมายเหตุ	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก)	5.01	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม)	6.27	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม)	9.05	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ	10.58	ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)														รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์	เบอร์		
ก.ย.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	16	17		
1			2			3			3			2	3	3	16	153.98
2			2			3			3			2	2	2	14	132.82
3			2			2			2			2	2	2	12	114.72
4			2			3			3			3	2	3	16	152.45
5			3			3			2			2	3	2	15	143.40
6			1			2			2			3	2	2	12	114.72
7			1			2			3			2	2	2	12	114.72
8			2						4			3	3	2	14	134.35
9			1			3			1			3	2	4	14	135.88
10			1			4			3			3	2	2	15	141.87
11			2			2			2			2	2	2	12	114.72
12			1			2			3			3	2	2	13	123.77
13						1			2			2	2	2	9	87.57
14						2			2			3	3	3	13	126.83
15						1			3			2	2	2	10	96.62
16						1			3			3	3	3	13	126.83
17			1			3			3			2	3	2	14	134.35
18			2			2			2			3	2	2	13	123.77
19			3			2			3			3	2	2	15	141.87
20						2			3			2	2	2	11	105.67
21						3			2			3	3	3	14	135.88
22						3			3			3	3	3	15	144.93
23						1			2			1	2	2	8	78.52
24						1			4			3	4	3	15	146.46
25						1			2			2	3	2	10	98.15
26						2			2			2	2	2	10	96.62
27									1			2	3	3	9	90.63
28						1			3			3	1	2	10	95.09
29						1			2			2		2	7	66.41
30						1			2			1	3	3	10	99.68
รวม	0	0	26	0	0	57	0	0	75	0	0	72	70	71	371	3573.28
เฉลี่ย	0	0	2	0	0	2	0	0	3	0	0	2	2	2	12	119.11

	จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน	12	เที่ยว/วัน
	ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน	119	ตัน/วัน
หมายเหตุ	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก)	5.01	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม)	6.27	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม)	9.05	ตัน
	น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ	10.58	ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)															รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ		รถ 10 ล้อนอก		
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์ 16	เบอร์ 17			
ต.ค.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม					
1									3			3	3	3		12	117.78
2						2			3			2	2	3		12	116.25
3						1			3			3	3	3		13	126.83
4						1			2			2	3	2		10	98.15
5						1			2			2	2	2		9	87.57
6						1			1			3	3	2	6	16	171.83
7						1			3			2	2	2	9	19	207.14
8						1			1			2	2	2	9	17	189.04
9						1			2			2	2	2	6	15	161.25
10						3			3			3	3	3	5	20	206.33
11						1			2			3	3	2		11	107.20
12			2			2			2			2	2	2		12	114.72
13						2			3			2	2	2		11	105.67
14			1			2			3			3	2	2		13	123.77
15			1			2			2			2	2	1		10	95.09
16			2			2			2			2	2	2		12	114.72
17			2			2			2			2	2	2		12	114.72
18			1			2			3			1	2	2		11	105.67
19			1			2			2			2	2	2	3	14	142.51
20			3			3			3			3	3	3	5	23	233.48
21			1			3			3			3	3	3	4	20	203.1
22						3			2			3	3	3		14	135.88
23			1			2			3			3	3	2		14	134.35
24			3			2			2			2	3	1		13	123.77
25			1			3			4			2	2	2		14	132.82
26			1			2			2			3	3	3		14	135.88
27			1			3			3			3	3	3		16	153.98
28						3			3			3	3	3		15	144.93
29			3			3			2			2	3	3		16	153.98
30			2			3			3			3	2	2		15	141.87
31			4			3			3			3	2	2		17	159.97
รวม	0	0	30	0	0	62	0	0	77	0	0	76	77	71		440	4360.25
เฉลี่ย	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	2	2	2		14	140.65

จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน 14 เที่ยว/วัน

ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน 141 ตัน/วัน

หมายเหตุ

น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก) 5.01 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม) 6.27 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม) 9.05 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ 10.58 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ (รับจ้าง) 12.28 ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)															รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)	ขยะนำไปทดลอง (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ		นำไปทดลอง			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์ 16	เบอร์ 17				
พ.ย.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม						
1			2			3			3			3	2	2		15	121.76	
2			1			3			3			3	2	2		14	114.32	
3			2						4			5	2	2		15	121.76	
4			1			3			4			4	2	2		16	129.20	
5			2			5			4				2	2		15	121.76	
6			1			3			4			4	2	1		15	119.22	
7			2			3			4			3	1	2		15	119.22	
8			2			3			3			4	2	2		16	129.20	
9			1			4			4			2	2	2		15	121.76	
10						3			2			2	2	3		12	101.98	
11			1			3			3			2	3	2		14	116.86	
12			1			3			2			2	3	2		13	109.42	
13			2			3			2			3	3	2		15	124.30	
14						2			3			3	3	2		13	109.42	
15									3			3	3	4		13	114.50	
16			1						3			4	3	2		13	109.42	
17			1			2			2			3	2	1	1	12	102.99	13.53
18						2			2			3	2	3		12	101.98	
19			1			2			2			2	1	1	1	10	88.04	16.00
20						1			2			2	2	2	1	10	91.06	13.94
21			2			2			2			2	3	2		13	109.42	
22						1			1			1	1	1		5	67.7	25.42
23			1			4			2			2	2	2	2	15	106.88	
24			2			3			3			4	3	1		16	129.2	
25			2			3			3			5	2	1		16	126.66	
26			1			3			3			2	2	2	2	15	106.88	
27						2			3			3	3	2		13	109.42	
28			1			2			1			2	1		3	10	116.53	61.91
29			2			1			5			3	2			13	101.80	
30																0		
รวม	0	0	32	0	0	69	0	0	82	0	0	81	63	52		389	3242.66	130.80
เฉลี่ย	0	0	1	0	0	3	0	0	3	0	0	3	2	2		13	111.82	

จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน 13 เที่ยว/วัน

ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน 112 ตัน/วัน

หมายเหตุ น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก) 5.01 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก+ขยะรวม) 6.27 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม) 7.44 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ 9.98 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ (รับจ้าง) 12.28 ตัน

วันที่	จำนวนเที่ยววิ่ง (รอบ)															รวมเที่ยววิ่งต่อวัน (รอบ)	ปริมาณขายรวมต่อวัน (ตัน)	ขยะนำไปทดลอง (ตัน)
	6 ล้อใหญ่												รถ 10 ล้อ		นำไปทดลอง			
	เบอร์ 1			เบอร์ 2			เบอร์ 3			เบอร์ 4			เบอร์ 16	เบอร์ 17				
ธ.ค.	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม	ผัก	ผัก+รวม	รวม						
1			1			2			3			3	2	3		14	91.17	
2			1			2			2			1	2	2		10	66.06	
3						3			2			4	3	2		14	91.17	
4			1			2			3			3	1	2		12	75.33	
5			1			2			3			3	2	1		12	75.33	
6			1			2			2			3	2	2		12	87.52	
7			1						2			4	4	1		12	90.14	
8			1						3			2	1	3		10	74.68	
9			1						3			4	3	1		12	87.52	
10			1			2			2			2	1	3		11	81.10	
11			1			2			1			2	2	1		9	65.64	
12			2			2			2			1	2	1		10	72.06	
13			1			1			1				1	2		6	46.38	
14			1			3			2			3	2	3		14	102.98	
15			1			3			2			3	3	1		13	93.94	
16			1						3			2	2	2		10	74.68	
17			1			1			2			2	2	2		10	74.68	
18			2			2			2			3	3	2		14	102.98	
19			2			2			2			2	2	2		12	87.52	
20			1			2			2			3	2	2		12	87.52	
21						3			2			3	4	1		13	96.56	
22			1			2			2			3	2	2		12	87.52	
23						2			3			2	2	2		11	81.1	
24			1			2			1			1	2	2	1	10	91.16	22.90
25						1			3			2	3	1		10	74.68	
26			3									3	2	3		11	83.72	
27			1			2						3	3	2		11	83.72	
28						2			1			1				4	25.68	
29			1			2			2			2	2	2	2	13	105.57	24.47
30			1			2			2			2	2	2		11	81.10	
31						2			2				2	1		7	52.80	
รวม	0	0	30	0	0	53	0	0	62	0	0	72	66	56		342	2492.01	47.37
เฉลี่ย	0	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	2	2	2		11	80.39	

จำนวนเที่ยววิ่งเฉลี่ยต่อวัน 11 เที่ยว/วัน ปริมาณขยะเฉลี่ยต่อวัน 80 ตัน/วัน

หมายเหตุ น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม) 5.73 ตัน น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ 7.92 ตัน (น้ำหนักวันที่ 1-5 ธันวาคม 2552)

หมายเหตุ น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ขยะรวม) 6.42 ตัน น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ 9.04 ตัน

น้ำหนักบรรทุกรถ 6 ล้อ (ผัก) 5.01 ตัน น้ำหนักบรรทุกรถ 10 ล้อ (รับจ้าง) 7.92 ตัน

ภาคผนวก ค.
คำอธิบายตัวย่อที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

คำอธิบายตัวย่อ

NPV	=	Net Present Value
IRR	=	Internal Rate of Return
FCF	=	Free Cash Flow
WACC	=	Weighted Average Cost Of Capital
MLR	=	Minimum Loan Rate
C	=	Capital
R	=	Return

ภาคผนวก ง.
รายละเอียดตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน

ตารางที่ ง-1 แสดงค่าของตัวแปรรายรับสุทธิจากโครงการ (FCF) ในแต่ละปี

กรณีสมมุติฐานความอ่อนไหวปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้

ปี / กรณี	1 - 7	8 - 15	หน่วย
Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 0.71 kWh	22,669,522.57	20,592,964.57	บาท/ปี
Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.2 kWh	32,586,714.92	29,077,035.52	บาท/ปี
Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.3 kWh	34,610,621.67	30,808,471.42	บาท/ปี
Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.4 kWh	36,634,535.72	32,539,910.97	บาท/ปี

กรณีสมุติฐานค่าความอ่อนไหวปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้

ปี / ร้อยละความอ่อนไหวก๊าซชีวภาพ	1 - 7	8 - 15	หน่วย
80%	19,429,563.20	16,621,822.60	บาท/ปี
90%	21,858,258.60	18,699,552.25	บาท/ปี
100%	24,286,972.25	20,777,292.85	บาท/ปี
110%	26,715,664.00	22,855,018.85	บาท/ปี
120%	29,144,363.05	24,932,748.50	บาท/ปี

ตารางที่ ง-2 แสดงค่าของตัวแปรอัตราคิดลด (WACC) ในแต่ละปี

WACC = อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ MLR เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์
+ อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำเกินกว่า 2 ปี เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ ซึ่งหักความเสี่ยงด้านอัตราเงินเฟ้อแล้ว

โดย อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ MLR เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ = ร้อยละ 7.7
อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำเกินกว่า 2 ปี เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ = ร้อยละ 3.43
อัตราเงินเฟ้อคาการณ์ = ร้อยละ 5

(ข้อมูลจากธนาคารแห่งประเทศไทย ประจำวันที่ 27 ม.ค. 55 และการประมาณการล่วงหน้าเพื่อให้ครอบคลุมอายุโครงการตามระยะเวลาประเมิน)

ปี	WACC	
1	7.7% + 3.43%	11.13%
2	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{1}]}	11.30%
3	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{2}]}	11.48%
4	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{3}]}	11.67%
5	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{4}]}	11.87%
6	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{5}]}	12.08%
7	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{6}]}	12.30%
8	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{7}]}	12.53%
9	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{8}]}	12.77%
10	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{9}]}	13.02%
11	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{10}]}	13.29%
12	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{11}]}	13.57%
13	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{12}]}	13.86%
14	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{13}]}	14.17%
15	{7.7% + [3.43%*(1+5%)^{14}]}	14.49%
	WACC เฉลี่ย	**12.63%**

รายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆในสมการ NPV

$$NPV = \sum_{i=1}^{15} \frac{FCF_i}{(1+WACC)^i}$$

โดย FCF = รายรับสุทธิจากโครงการ (บาท/ปี)

WACC = อัตราคิดลดเฉลี่ย ซึ่งคำนวณจากผลรวมของอัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ MLR เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ กับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำเกินกว่า 2 ปี เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ ซึ่งหักความเสี่ยงด้านอัตราเงินเฟ้อแล้ว

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 0.71 kWh

$$NPV = \frac{22,669,522.57}{(1+11.13\%)^1} + \frac{22,669,522.57}{(1+11.30\%)^2} + \frac{22,669,522.57}{(1+11.48\%)^3} + \frac{22,669,522.57}{(1+11.67\%)^4} + \frac{22,669,522.57}{(1+11.87\%)^5} + \frac{22,669,522.57}{(1+12.08\%)^6} + \frac{22,669,522.57}{(1+12.30\%)^7} + \frac{20,592,964.57}{(1+12.53\%)^8} + \frac{20,592,964.57}{(1+12.77\%)^9} + \frac{20,592,964.57}{(1+13.02\%)^{10}} + \frac{20,592,964.57}{(1+13.29\%)^{11}} + \frac{20,592,964.57}{(1+13.57\%)^{12}} + \frac{20,592,964.57}{(1+13.86\%)^{13}} + \frac{20,592,964.57}{(1+14.17\%)^{14}} + \frac{20,592,964.57}{(1+14.49\%)^{15}}$$

NPV = 144,561,595.00 ล้านบาท

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.2 kWh

$$NPV = \frac{32,586,714.92}{(1+11.13\%)^1} + \frac{32,586,714.92}{(1+11.30\%)^2} + \frac{32,586,714.92}{(1+11.48\%)^3} + \frac{32,586,714.92}{(1+11.67\%)^4} + \frac{32,586,714.92}{(1+11.87\%)^5} + \frac{32,586,714.92}{(1+12.08\%)^6} + \frac{32,586,714.92}{(1+12.30\%)^7} + \frac{29,077,035.52}{(1+12.53\%)^8} + \frac{29,077,035.52}{(1+12.77\%)^9} + \frac{29,077,035.52}{(1+13.02\%)^{10}} + \frac{29,077,035.52}{(1+13.29\%)^{11}} + \frac{29,077,035.52}{(1+13.57\%)^{12}} + \frac{29,077,035.52}{(1+13.86\%)^{13}} + \frac{29,077,035.52}{(1+14.17\%)^{14}} + \frac{29,077,035.52}{(1+14.49\%)^{15}}$$

NPV = 206,771,254.65 ล้านบาท

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.3 kWh

$$NPV = \frac{34,610,621.67}{(1+11.13\%)^1} + \frac{34,610,621.67}{(1+11.30\%)^2} + \frac{34,610,621.67}{(1+11.48\%)^3} + \frac{34,610,621.67}{(1+11.67\%)^4} + \frac{34,610,621.67}{(1+11.87\%)^5} + \frac{34,610,621.67}{(1+12.08\%)^6} + \frac{34,610,621.67}{(1+12.30\%)^7} + \frac{30,808,471.42}{(1+12.53\%)^8} + \frac{30,808,471.42}{(1+12.77\%)^9} +$$

$$\frac{30{,}808{,}471.42}{(1+13.02\%)^{10}}+\frac{30{,}808{,}471.42}{(1+13.29\%)^{11}}+\frac{30{,}808{,}471.42}{(1+13.57\%)^{12}}+\frac{30{,}808{,}471.42}{(1+13.86\%)^{13}}+\frac{30{,}808{,}471.42}{(1+14.17\%)^{14}}+\frac{30{,}808{,}471.42}{(1+14.49\%)^{15}}$$

NPV = 219,467,043.34 ล้านบาท

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.4 kWh

$$\text{NPV}=\frac{36{,}634{,}535.72}{(1+11.13\%)^{1}}+\frac{36{,}634{,}535.72}{(1+11.30\%)^{2}}+\frac{36{,}634{,}535.72}{(1+11.48\%)^{3}}+\frac{36{,}634{,}535.72}{(1+11.67\%)^{4}}+\frac{36{,}634{,}535.72}{(1+11.87\%)^{5}}+\frac{36{,}634{,}535.72}{(1+12.08\%)^{6}}+\frac{36{,}634{,}535.72}{(1+12.30\%)^{7}}+\frac{32{,}539{,}910.97}{(1+12.53\%)^{8}}+\frac{32{,}539{,}910.97}{(1+12.77\%)^{9}}+\frac{32{,}539{,}910.97}{(1+13.02\%)^{10}}+\frac{32{,}539{,}910.97}{(1+13.29\%)^{11}}+\frac{32{,}539{,}910.97}{(1+13.57\%)^{12}}+\frac{32{,}539{,}910.97}{(1+13.86\%)^{13}}+\frac{32{,}539{,}910.97}{(1+14.17\%)^{14}}+\frac{32{,}539{,}910.97}{(1+14.49\%)^{15}}$$

NPV = 232,162,872.71 ล้านบาท

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 80

$$\text{NPV}=\frac{19{,}429{,}563.20}{(1+11.13\%)^{1}}+\frac{19{,}429{,}563.20}{(1+11.30\%)^{2}}+\frac{19{,}429{,}563.20}{(1+11.48\%)^{3}}+\frac{19{,}429{,}563.20}{(1+11.67\%)^{4}}+\frac{19{,}429{,}563.20}{(1+11.87\%)^{5}}+\frac{19{,}429{,}563.20}{(1+12.08\%)^{6}}+\frac{19{,}429{,}563.20}{(1+12.30\%)^{7}}+\frac{16{,}621{,}822.60}{(1+12.53\%)^{8}}+\frac{16{,}621{,}822.60}{(1+12.77\%)^{9}}+\frac{16{,}621{,}822.60}{(1+13.02\%)^{10}}+\frac{16{,}621{,}822.60}{(1+13.29\%)^{11}}+\frac{16{,}621{,}822.60}{(1+13.57\%)^{12}}+\frac{16{,}621{,}822.60}{(1+13.86\%)^{13}}+\frac{16{,}621{,}822.60}{(1+14.17\%)^{14}}+\frac{16{,}621{,}822.60}{(1+14.49\%)^{15}}$$

NPV = 121,872,469.77 ล้านบาท

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 90

$$\text{NPV}=\frac{21{,}858{,}258.60}{(1+11.13\%)^{1}}+\frac{21{,}858{,}258.60}{(1+11.30\%)^{2}}+\frac{21{,}858{,}258.60}{(1+11.48\%)^{3}}+\frac{21{,}858{,}258.60}{(1+11.67\%)^{4}}+\frac{21{,}858{,}258.60}{(1+11.87\%)^{5}}+\frac{21{,}858{,}258.60}{(1+12.08\%)^{6}}+\frac{21{,}858{,}258.60}{(1+12.30\%)^{7}}+\frac{18{,}699{,}552.25}{(1+12.53\%)^{8}}+\frac{18{,}699{,}552.25}{(1+12.77\%)^{9}}+\frac{18{,}699{,}552.25}{(1+13.02\%)^{10}}+\frac{18{,}699{,}552.25}{(1+13.29\%)^{11}}+\frac{18{,}699{,}552.25}{(1+13.57\%)^{12}}+\frac{18{,}699{,}552.25}{(1+13.86\%)^{13}}+\frac{18{,}699{,}552.25}{(1+14.17\%)^{14}}+\frac{18{,}699{,}552.25}{(1+14.49\%)^{15}}$$

NPV = 137,106,532.08 ล้านบาท

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 100

$$NPV = \frac{24,286,972.25}{(1+11.13\%)^1} + \frac{24,286,972.25}{(1+11.30\%)^2} + \frac{24,286,972.25}{(1+11.48\%)^3} + \frac{24,286,972.25}{(1+11.67\%)^4} + \frac{24,286,972.25}{(1+11.87\%)^5} + \frac{24,286,972.25}{(1+12.08\%)^6} + \frac{24,286,972.25}{(1+12.30\%)^7} + \frac{20,777,292.85}{(1+12.53\%)^8} + \frac{20,777,292.85}{(1+12.77\%)^9} + \frac{20,777,292.85}{(1+13.02\%)^{10}} + \frac{20,777,292.85}{(1+13.29\%)^{11}} + \frac{20,777,292.85}{(1+13.57\%)^{12}} + \frac{20,777,292.85}{(1+13.86\%)^{13}} + \frac{20,777,292.85}{(1+14.17\%)^{14}} + \frac{20,777,292.85}{(1+14.49\%)^{15}}$$

NPV = 152,340,699.70 ล้านบาท

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่รื้อยละ 110

$$NPV = \frac{26,715,664}{(1+11.13\%)^1} + \frac{26,715,664}{(1+11.30\%)^2} + \frac{26,715,664}{(1+11.48\%)^3} + \frac{26,715,664}{(1+11.67\%)^4} + \frac{26,715,664}{(1+11.87\%)^5} + \frac{26,715,664}{(1+12.08\%)^6} + \frac{26,715,664}{(1+12.30\%)^7} + \frac{22,855,018.85}{(1+12.53\%)^8} + \frac{22,855,018.85}{(1+12.77\%)^9} + \frac{22,855,018.85}{(1+13.02\%)^{10}} + \frac{22,855,018.85}{(1+13.29\%)^{11}} + \frac{22,855,018.85}{(1+13.57\%)^{12}} + \frac{22,855,018.85}{(1+13.86\%)^{13}} + \frac{22,855,018.85}{(1+14.17\%)^{14}} + \frac{22,855,018.85}{(1+14.49\%)^{15}}$$

NPV = 167,574,738.08 ล้านบาท

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่รื้อยละ 120

$$NPV = \frac{29,144,363.05}{(1+11.13\%)^1} + \frac{29,144,363.05}{(1+11.30\%)^2} + \frac{29,144,363.05}{(1+11.48\%)^3} + \frac{29,144,363.05}{(1+11.67\%)^4} + \frac{29,144,363.05}{(1+11.87\%)^5} + \frac{29,144,363.05}{(1+12.08\%)^6} + \frac{29,144,363.05}{(1+12.30\%)^7} + \frac{24,932,748.5}{(1+12.53\%)^8} + \frac{24,932,748.5}{(1+12.77\%)^9} + \frac{24,932,748.5}{(1+13.02\%)^{10}} + \frac{24,932,748.5}{(1+13.29\%)^{11}} + \frac{24,932,748.5}{(1+13.57\%)^{12}} + \frac{24,932,748.5}{(1+13.86\%)^{13}} + \frac{24,932,748.5}{(1+14.17\%)^{14}} + \frac{24,932,748.5}{(1+14.49\%)^{15}}$$

NPV = 182,808,817.14 ล้านบาท

รายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆ ในสมการ IRR

$$C_0 = \sum_{i=1}^{15} R_i(1+IRR)^{-i}$$

โดย C_0 = เงินลงทุนโครงการ

R_i = รายรับสุทธิจากโครงการ (บาท/ปี)

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 0.71 kWh

$$76{,}570{,}000 = \frac{22{,}669{,}522.57}{(1+IRR)^1} + \frac{22{,}669{,}522.57}{(1+IRR)^2} + \frac{22{,}669{,}522.57}{(1+IRR)^3} + \frac{22{,}669{,}522.57}{(1+IRR)^4} + \frac{22{,}669{,}522.57}{(1+IRR)^5} + \frac{22{,}669{,}522.57}{(1+IRR)^6} + \frac{22{,}669{,}522.57}{(1+IRR)^7} + \frac{20{,}592{,}964.57}{(1+IRR)^8} + \frac{20{,}592{,}964.57}{(1+IRR)^9} + \frac{20{,}592{,}964.57}{(1+IRR)^{10}} + \frac{20{,}592{,}964.57}{(1+IRR)^{11}} + \frac{20{,}592{,}964.57}{(1+IRR)^{12}} + \frac{20{,}592{,}964.57}{(1+IRR)^{13}} + \frac{20{,}592{,}964.57}{(1+IRR)^{14}} + \frac{20{,}592{,}964.57}{(1+IRR)^{15}}$$

IRR = 28.93%

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.2 kWh

$$76{,}570{,}000 = \frac{32{,}586{,}714.92}{(1+IRR)^1} + \frac{32{,}586{,}714.92}{(1+IRR)^2} + \frac{32{,}586{,}714.92}{(1+IRR)^3} + \frac{32{,}586{,}714.92}{(1+IRR)^4} + \frac{32{,}586{,}714.92}{(1+IRR)^5} + \frac{32{,}586{,}714.92}{(1+IRR)^6} + \frac{32{,}586{,}714.92}{(1+IRR)^7} + \frac{29{,}077{,}035.52}{(1+IRR)^8} + \frac{29{,}077{,}035.52}{(1+IRR)^9} + \frac{29{,}077{,}035.52}{(1+IRR)^{10}} + \frac{29{,}077{,}035.52}{(1+IRR)^{11}} + \frac{29{,}077{,}035.52}{(1+IRR)^{12}} + \frac{29{,}077{,}035.52}{(1+IRR)^{13}} + \frac{29{,}077{,}035.52}{(1+IRR)^{14}} + \frac{29{,}077{,}035.52}{(1+IRR)^{15}}$$

IRR = 42.54%

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.3 kWh

$$76{,}570{,}000 = \frac{34{,}610{,}621.67}{(1+IRR)^1} + \frac{34{,}610{,}621.67}{(1+IRR)^2} + \frac{34{,}610{,}621.67}{(1+IRR)^3} + \frac{34{,}610{,}621.67}{(1+IRR)^4} + \frac{34{,}610{,}621.67}{(1+IRR)^5} + \frac{34{,}610{,}621.67}{(1+IRR)^6} + \frac{34{,}610{,}621.67}{(1+IRR)^7} + \frac{30{,}808{,}471.42}{(1+IRR)^8} + \frac{30{,}808{,}471.42}{(1+IRR)^9} + \frac{30{,}808{,}471.42}{(1+IRR)^{10}} + \frac{30{,}808{,}471.42}{(1+IRR)^{11}} + \frac{30{,}808{,}471.42}{(1+IRR)^{12}} + \frac{30{,}808{,}471.42}{(1+IRR)^{13}} + \frac{30{,}808{,}471.42}{(1+IRR)^{14}} + \frac{30{,}808{,}471.42}{(1+IRR)^{15}}$$

IRR = 45.28%

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.4 kWh

$$76{,}570{,}000 = \frac{36{,}634{,}535.72}{(1+\text{IRR})^1} + \frac{36{,}634{,}535.72}{(1+\text{IRR})^2} + \frac{36{,}634{,}535.72}{(1+\text{IRR})^3} + \frac{36{,}634{,}535.72}{(1+\text{IRR})^4} + \frac{36{,}634{,}535.72}{(1+\text{IRR})^5} + \frac{36{,}634{,}535.72}{(1+\text{IRR})^6} + \frac{36{,}634{,}535.72}{(1+\text{IRR})^7} + \frac{32{,}539{,}910.97}{(1+\text{IRR})^8} + \frac{32{,}539{,}910.97}{(1+\text{IRR})^9} + \frac{32{,}539{,}910.97}{(1+\text{IRR})^{10}} + \frac{32{,}539{,}910.97}{(1+\text{IRR})^{11}} + \frac{32{,}539{,}910.97}{(1+\text{IRR})^{12}} + \frac{32{,}539{,}910.97}{(1+\text{IRR})^{13}} + \frac{32{,}539{,}910.97}{(1+\text{IRR})^{14}} + \frac{32{,}539{,}910.97}{(1+\text{IRR})^{15}}$$

IRR = 48.01%

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 80

$$76{,}570{,}000 = \frac{19{,}429{,}563.20}{(1+\text{IRR})^1} + \frac{19{,}429{,}563.20}{(1+\text{IRR})^2} + \frac{19{,}429{,}563.20}{(1+\text{IRR})^3} + \frac{19{,}429{,}563.20}{(1+\text{IRR})^4} + \frac{19{,}429{,}563.20}{(1+\text{IRR})^5} + \frac{19{,}429{,}563.20}{(1+\text{IRR})^6} + \frac{19{,}429{,}563.20}{(1+\text{IRR})^7} + \frac{16{,}621{,}822.60}{(1+\text{IRR})^1} + \frac{16{,}621{,}822.60}{(1+\text{IRR})^9} + \frac{16{,}621{,}822.60}{(1+\text{IRR})^{10}} + \frac{16{,}621{,}822.60}{(1+\text{IRR})^{11}} + \frac{16{,}621{,}822.60}{(1+\text{IRR})^{12}} + \frac{16{,}621{,}822.60}{(1+\text{IRR})^{13}} + \frac{16{,}621{,}822.60}{(1+\text{IRR})^{14}} + \frac{16{,}621{,}822.60}{(1+\text{IRR})^{15}}$$

IRR = 23.65%

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 90

$$76{,}570{,}000 = \frac{21{,}858{,}258.60}{(1+\text{IRR})^1} + \frac{21{,}858{,}258.60}{(1+\text{IRR})^2} + \frac{21{,}858{,}258.60}{(1+\text{IRR})^3} + \frac{21{,}858{,}258.60}{(1+\text{IRR})^4} + \frac{21{,}858{,}258.60}{(1+\text{IRR})^5} + \frac{21{,}858{,}258.60}{(1+\text{IRR})^6} + \frac{21{,}858{,}258.60}{(1+\text{IRR})^7} + \frac{18{,}699{,}552.25}{(1+\text{IRR})^8} + \frac{18{,}699{,}552.25}{(1+\text{IRR})^9} + \frac{18{,}699{,}552.25}{(1+\text{IRR})^{10}} + \frac{18{,}699{,}552.25}{(1+\text{IRR})^{11}} + \frac{18{,}699{,}552.25}{(1+\text{IRR})^{12}} + \frac{18{,}699{,}552.25}{(1+\text{IRR})^{13}} + \frac{18{,}699{,}552.25}{(1+\text{IRR})^{14}} + \frac{18{,}699{,}552.25}{(1+\text{IRR})^{15}}$$

IRR = 27.11%

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 100

$$76{,}570{,}000 = \frac{24{,}286{,}972.25}{(1+\text{IRR})^1} + \frac{24{,}286{,}972.25}{(1+\text{IRR})^2} + \frac{24{,}286{,}972.25}{(1+\text{IRR})^3} + \frac{24{,}286{,}972.25}{(1+\text{IRR})^4} + \frac{24{,}286{,}972.25}{(1+\text{IRR})^5} + \frac{24{,}286{,}972.25}{(1+\text{IRR})^6} + \frac{24{,}286{,}972.25}{(1+\text{IRR})^7} + \frac{20{,}777{,}292.85}{(1+\text{IRR})^8} + \frac{20{,}777{,}292.85}{(1+\text{IRR})^9} + \frac{20{,}777{,}292.85}{(1+\text{IRR})^{10}} + \frac{20{,}777{,}292.85}{(1+\text{IRR})^{11}} + \frac{20{,}777{,}292.85}{(1+\text{IRR})^{12}} + \frac{20{,}777{,}292.85}{(1+\text{IRR})^{13}} + \frac{20{,}777{,}292.85}{(1+\text{IRR})^{14}} + \frac{20{,}777{,}292.85}{(1+\text{IRR})^{15}}$$

IRR = 30.51%

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 110

$$76{,}570{,}000 = \frac{26{,}715{,}664}{(1+\text{IRR})^1} + \frac{26{,}715{,}664}{(1+\text{IRR})^2} + \frac{26{,}715{,}664}{(1+\text{IRR})^3} + \frac{26{,}715{,}664}{(1+\text{IRR})^4} + \frac{26{,}715{,}664}{(1+\text{IRR})^5} + \frac{26{,}715{,}664}{(1+\text{IRR})^6} + \frac{26{,}715{,}664}{(1+\text{IRR})^7} + \frac{22{,}855{,}018.85}{(1+\text{IRR})^8} + \frac{22{,}855{,}018.85}{(1+\text{IRR})^9} + \frac{22{,}855{,}018.85}{(1+\text{IRR})^{10}} + \frac{22{,}855{,}018.85}{(1+\text{IRR})^{11}} + \frac{22{,}855{,}018.85}{(1+\text{IRR})^{12}} + \frac{22{,}855{,}018.85}{(1+\text{IRR})^{13}} + \frac{22{,}855{,}018.85}{(1+\text{IRR})^{14}} + \frac{22{,}855{,}018.85}{(1+\text{IRR})^{15}}$$

IRR = 33.86%

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 120

$$76{,}570{,}000 = \frac{29{,}144{,}363.05}{(1+\text{IRR})^1} + \frac{29{,}144{,}363.05}{(1+\text{IRR})^2} + \frac{29{,}144{,}363.05}{(1+\text{IRR})^3} + \frac{29{,}144{,}363.05}{(1+\text{IRR})^4} + \frac{29{,}144{,}363.05}{(1+\text{IRR})^5} + \frac{29{,}144{,}363.05}{(1+\text{IRR})^6} + \frac{29{,}144{,}363.05}{(1+\text{IRR})^7} + \frac{24{,}932{,}748.5}{(1+\text{IRR})^8} + \frac{24{,}932{,}748.5}{(1+\text{IRR})^9} + \frac{24{,}932{,}748.5}{(1+\text{IRR})^{10}} + \frac{24{,}932{,}748.5}{(1+\text{IRR})^{11}} + \frac{24{,}932{,}748.5}{(1+\text{IRR})^{12}} + \frac{24{,}932{,}748.5}{(1+\text{IRR})^{13}} + \frac{24{,}932{,}748.5}{(1+\text{IRR})^{14}} + \frac{24{,}932{,}748.5}{(1+\text{IRR})^{15}}$$

IRR = 37.18%

รายละเอียดค่าตัวแปรต่างๆ ในสมการ Break Even Point

$$\text{Break Even Point} = \frac{C_0}{FCF}$$

โดย C_0 = เงินลงทุนโครงการ

FCF = รายรับสุทธิจากโครงการ (บาท/เดือน)

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 0.71 kWh

$$\text{Break Even Point} = \frac{76,570,000}{1,889,126.88}$$

Break Even Point = 40 เดือน 4 ปี

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.2 kWh

$$\text{Break Even Point} = \frac{76,570,000}{2,715,559.58}$$

Break Even Point = 28 เดือน 3 ปี

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.3 kWh

$$\text{Break Even Point} = \frac{76,570,000}{2,884,218.47}$$

Break Even Point = 27 เดือน 3 ปี

กรณี Gas 1 m^3: ไฟฟ้า 1.4 kWh

$$\text{Break Even Point} = \frac{76,570,000}{3,052,877.98}$$

Break Even Point = 25 เดือน 3 ปี

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 80

$$\text{Break Even Point} = \frac{76,570,000}{1,619,130.27}$$

Break Even Point = 48 เดือน 4 ปี

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 90

$$\text{Break Even Point} = \frac{76,570,000}{1,821,521.55}$$

Break Even Point = 43 เดือน 4 ปี

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 100

$$\text{Break Even Point} = \frac{76,570,000}{2,023,914.35}$$

Break Even Point = 38 เดือน 4 ปี

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 110

$$\text{Break Even Point} = \frac{76,570,000}{2,226,305.33}$$

Break Even Point = 35 เดือน 3 ปี

กรณี ความอ่อนไหวของก๊าซที่ร้อยละ 120

$$\text{Break Even Point} = \frac{76,570,000}{2,428,696.92}$$

Break Even Point = 32 เดือน 3 ปี

ภาคผนวก จ.
สรุปสมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

ตารางที่ จ-1 แสดงค่าทางทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณ

ทฤษฎีอัตราส่วนที่ใช้ในการคำนวณ	ค่าสมมติฐาน	หน่วย
ก๊าซชีวภาพ : เศษผักผลไม้	180 : 1	ลบ.ม. : ตัน
ก๊าซชีวภาพ : เศษอาหาร	300: 1	ลบ.ม. : ตัน
ก๊าซชีวภาพ : ปริมาณกระแสไฟฟ้า	1 : 0.71	ลบ.ม. : kWh
ก๊าซชีวภาพ : ปริมาณกระแสไฟฟ้า	1 : 1.2	ลบ.ม. : kWh
ก๊าซชีวภาพ : ปริมาณกระแสไฟฟ้า	1 : 1.3	ลบ.ม. : kWh
ก๊าซชีวภาพ : ปริมาณกระแสไฟฟ้า	1 : 1.4	ลบ.ม. : kWh
น้ำหนักบรรทุกเต็มคันรถ*		
รถ 6 ล้อ	9.05	ตัน
รถ 10 ล้อ	12.28	ตัน
ปริมาณการใช้น้ำมัน		
รถ 6 ล้อ	8.5	ก.ม./ลิตร
รถ 10 ล้อ	4.5	ก.ม./ลิตร
ปริมาณปุ๋ยออกจากระบบ**	10	ร้อยละของวัตถุดิบ

*ข้อมูลในอดีต

**ข้อมูลจากโครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อจัดการของเสียเศษอาหาร ของสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ-2 แสดงค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางการเงิน

รายการ	ค่าสมมติฐาน	หน่วย
ระบบผลิตก๊าซชีวภาพรูปแบบ Dry Fermentation	65	ล้านบาท
ระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Gas Engine Generator พร้อมด้วยการเชื่อม Grid	6.57	ล้านบาท
ระบบผลิตปุ๋ย พร้อมอาคารเก็บสำรอง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ*	5	ล้านบาท
ปุ๋ย	3,000	บาท/ตัน
น้ำมันดีเซล**	31.13	บาท/ลิตร
ราคารับซื้อไฟฟ้าเฉลี่ย***	2.96	บาท/kWh
ส่วนเพิ่มการรับซื้อไฟฟ้า (Adder)****	0.50	บาท/kWh
ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร – อุปกรณ์ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (ร้อยละ 4 ของมูลค่าเครื่องจักร)	2.6	ล้านบาท/ปี
ค่าซ่อมบำรุง Gas Engine – Generator (ร้อยละ 4 ของมูลค่าเครื่องจักร)	262,800	บาท/ปี
ค่าจ้างพนักงาน		
ผู้บริหารโครงการ (1 คน)	12,000	บาท/เดือน/คน
พนักงาน Lab test และดูแลเครื่องจักร (2 คน)	25,000	บาท/เดือน/คน
พนักงานลำเลียงเศษอาหาร และกากวัตถุดิบ (3 คน)	9,000	บาท/เดือน/คน
พนักงานบรรจุปุ๋ย และจัดจำหน่าย (4 คน)	9,000	บาท/เดือน/คน

*ค่าจ้างที่ปรึกษาออกแบบโครงการ และค่าอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ

**ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน วันที่ 23 ม.ค. 55 ราคาน้ำมันดีเซล 31.13 บาท/ลิตร

***ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยประจำปี 2554

****เฉพาะ 7 ปีแรกของการดำเนินโครงการ

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย ปริพัฒน์ จึงชัยชนะ

เกิด วันที่ 27 สิงหาคม พศ.2528

ที่อยู่ปัจจุบัน 59/1 ม.6 ถนน เอกชัย แขวง บางบอน เขต บางบอน กทม. 10150

ประวัติการศึกษา

มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียน อัสสัมชัญธนบุรี
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียน อัสสัมชัญธนบุรี
ปริญญาตรี	สถาบัน เทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร สาขาวิศวกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์