ประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วย Biogas จากขยะ กรณีศึกษา ตลาดไท

ปริพัฒน์ จึงชัยชนะ[1] และ สุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจ[2]

[1]สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2]สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

pariphat@spvi.co.th, supawat@eri.chula.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ไม่ว่าเราจะหันไปในทิศทางใดก็ไม่สามารถที่จะปฏิเสธได้ว่าความต้องการทางด้านพลังงานมีเพิ่มสูงขึ้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งหนึ่งในหลายๆพลังงานที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆนั่นก็คือพลังงานไฟฟ้า โดยพลังงานไฟฟ้านั้นเป็นที่ต้องการมากขึ้นทั้งในส่วนของภาคครัวเรือน ธุรกิจร้านค้ารายย่อย ตลอดจนถึงภาคอุตสาหกรรม ซึ่งบทความนี้เป็นการศึกษาและการประเมินถึงศักยภาพความเป็นไปได้ในด้านของการเพิ่มความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าภายในชุมชน โดยการนำขยะและเศษอินทรีย์สารจากตลาดและขยะภายในชุมชนมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพด้วยเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพแบบ Dry Fermentation จากนั้นจึงนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาเข้าเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้กับชุมชนต่อไป โดยผลจากการศึกษาข้อมูลปริมาณขยะในส่วนที่สามารถนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพตลอดปี พศ. 2553 พบว่าอัตราเฉลี่ยปริมาณขยะภายในตลาดไท มีค่าเท่ากับ 94.19 ตันต่อวัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าจะสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ที่ 17,807 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยจะสามารถผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้อยู่ที่ 12,643 – 24,929 kWh หรือเท่ากับ 0.53 – 1.04 MW (จากการคิดค่าปริมาณก๊าซชีวภาพที่ 1 ลูกบาศก์เมตรต่อ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต่ำสุด 0.71 และสูงสุดที่ 1.4 kWh) ซึ่งจากการคำนวณและประเมิณค่าใช้จ่ายและรายรับจากโครงการแล้วนั้นพบว่า รายจ่ายรวมต่อวันจะอยู่ที่ 12,119 บาท ในขณะที่รายได้ทั้งในส่วนการจำหน่ายไฟฟ้าและขายปุ๋ยที่ได้จากส่วนที่เหลือของกระบวนการการผลิตก๊าซชีวภาพหลังหักรายจ่ายในส่วนต่างๆทั้งหมดออกแล้วกรณีที่ไม่คิด Adder ค่าต่ำสุดจะอยู่ที่ 56,419 บาทต่อวัน และค่าสูงสุดจะอยู่ที่ 89,150 บาทต่อวัน และในกรณีที่คิด Adder ค่าต่ำสุดจะอยู่ 62108 บาทต่อวัน และค่าสูงสุดจะอยู่ที่ 100,369 บาทต่อวัน โดยมีค่า NPV ของโครงการค่าต่ำสุดจะอยู่ที่ 144,561,595 บาท และค่าสูงสุดจะอยู่ที่เท่ากับ 232,162,873 บาท และ IRR ต่ำสุดของโครงการจะเท่ากับร้อยละ 28.93 และสูงสุดที่เท่ากับร้อยละ 48.01

คำสืบค้น

ตลาดไท, ก๊าซชีวภาพ, การผลิตกระแสไฟฟ้า, ขยะ, ประเมินศักยภาพ

Potential analysis of fresh-food market waste for biogas production to electricity ; case study Talad-Thai

Pariphat Chungchaichana[1] and Supawat Vivanpatarakij[2]
[1]Energy Technology and Management, Graduate School Chulalongkorn University
[2]Energy Research Institute Phaya Thai Road, Wang Mai, Pathum Wan, Bangkok, Thailand 10330
pariphat@spvi.co.th, supawat@eri.chula.ac.th

ABSTRACT

Nowadays the demand of energy has increased every year. One of several energy is as important as the primary means of electricity. The electrical power is more desirable in the household, small businesses and in the industry. This article study and evaluate the potential of generate electricity within the community. This study uses the garbage and organic waste material from the market to produce biogas by using Dry Fermentation technology. Gas engine generator is used to produce electricity.
The results show the amount of 94.19 ton/day waste can be produce biogas 17,807 m^3/day. It can produce electricity at 12,643 - 24,929 kWh, or 0.53 - 1.04 MW (from up to 1 cubic meter of gas per electricity minimum at 0.71 and maximum at 1.4 kWh) from the calculated, the costs and revenues of the project, it was found that expenditure per day is equal to 12,119 baht, and revenue in both the distribution of electricity and sale of fertilizer from the rest of the biogas production after deduction of expenses in all segments, and then if do not included the Adder value, minimum is at 56,419 baht per day and the maximum is at 89,150 baht per day, and if included the Adder value, minimum is at 62,108 baht per day and the maximum is located at 100,369 baht per day, with the NPV of the project is located at the bottom. 144,561,595 baht and maximum values are equal to 232,162,873 baht and IRR of the project will be the lowest and the highest at 28.93 percent, 48.01 percent.

KEYWORDS
Talad-Thai, biogas production, potential, fresh-food, waste, electricity

I. บทนำ

ก๊าซชีวภาพ หรือที่เรียกว่า ก๊าซหนองน้ำ และมาร์ชก๊าซ (Marsh Gas) โดยการเกิดก๊าซชีวภาพนั้นเกิดจากการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ เช่น คน สัตว์ พืช และสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่ตายลงแล้วถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่ง โดยจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีชีวิตอยู่ได้โดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจน ในขณะที่ทำการย่อยสลายอยู่นั้นจะเกิดก๊าซขึ้นกลุ่มหนึ่ง ซึ่งมีก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นก๊าซประกอบหลัก รองลงมาจะเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซไนโตรเจน (N_2) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และก๊าซชนิดอื่น ๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 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

ก๊าซมีเทนซึ่งมีมากที่สุด มีคุณสมบัติไม่มีสีไม่มีกลิ่น และติดไฟได้ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นที่นิยมในการเปลี่ยนของเสียประเภทอินทรีย์ทั้งหลายไปเป็นกระแสไฟฟ้า เพราะนอกจากจะสามารถกำจัดของเสียซึ่งไม่เป็นที่ต้องการได้แล้ว ยังสามารถทำลายเชื้อโรคที่มากับขยะได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้นการใช้ก๊าซชีวภาพจึงเป็นการบริหารจัดการของเสียที่ควรได้รับการสนับสนุน เพราะไม่เป็นการเพิ่มก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศที่เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) เนื่องจากก๊าซชีวภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซมีเทน และยังสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานได้อีกด้วย

Naskeo Environment (2009) ของประเทศฝรั่งเศสได้ทำการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์จำพวกต่างๆเพื่อหาปริมาณก๊าซที่แตกต่างกันจากขยะแต่ละจำพวก โดยใช้จุลินทรีย์จำพวกไม่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลาย ซึ่งผลการทดสอบศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนของขยะอินทรีย์แต่ละชนิดเป็นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทนของของเสียแต่ละชนิด

ประเภท	ศักยภาพการผลิตก๊าซมีเทน (ลูกบาศก์เมตรของ CH_4/Ton of material)
มูลสัตว์ประเภทของเหลว	20
มูลสัตว์	40
กากมันฝรั่ง	50
น้ำเสียจากอุตสาหกรรม	75
เศษหญ้า/ใบไม้	125
ฟางข้าวโพด	150
กากของเสียจากครัวเรือน	180
ชาญอ้อย	230
ไขมันที่ใช้แล้ว	250
เศษพืชผลทางการเกษตร	300

จากข้อมูลกรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้รายงานเปรียบเทียบอัตราการทดแทนการใช้พลังงานต่างๆของก๊าซชีวภาพ ซึ่งสอดคล้องตามทฤษฎีที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 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

II. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตลาดไทเป็นตลาดกลางการค้าของสินค้าทางการเกษตรที่เรียกว่าเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย ซึ่งตัวตลาดนั้นตั้งอยู่บนพื้นที่กว่า 500ไร่ ริมถนนพหลโยธิน กม.ที่ 42 ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยมีการจัดแบ่งตลาดออกเป็นสัดส่วนอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งรวมและกระจายสินค้าทั้งภายในและต่างประเทศ ซึ่งเป็นตลาดที่มีศักยภาพในการรองรับปริมาณสินค้าหรือพืชผลทางการเกษตรในแต่ละวันไม่ต่ำกว่า 15,000 ตันจากเกษตรกรทั่วประเทศไทย โดยตัวตลาดจะเปิดทำการตลอด 24 ชั่วโมง โดยตัวพื้นที่ตลาดในส่วนของการจราจรนั้นในบริเวณลานจอดรถสามารถรองรับรถยนต์ได้สูงถึง 4,000 คัน รองรับรถบรรทุกสินค้าหมุนเวียนได้ถึง 30,000 คันต่อวัน โดยระบบการจัดการของเสียและขยะของตลาดไทนั้นสืบเนื่องจากตลาดไทเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่ทำให้ปริมาณของเสียและขยะต่างๆมีมากตามขนาดของตัวตลาดไปด้วย ซึ่งขั้นตอน และมาตรการในการกำจัดขยะเหล่านี้ของตลาดไทในปัจจุบันได้มีการจัดระเบียบขยะออกเป็นสองประเภทใหญ่ๆได้แก่ ขยะที่อยู่ในรูปของแข็ง หรือขยะเปียกที่เก็บได้จากตัวอาคารหรือตลาดสินค้าและพืชผลทางการเกษตร ซึ่งขยะประเภทนี้ทางสำนักงานส่วนบริหารของตลาดไทได้มีการจัดระบบให้มีการเก็บขยะ โดยจะแบ่งออกเป็นรอบๆโดยใช้รถเก็บขยะขนาด 6 ล้อ และ 10 ล้อ ซึ่งเฉลี่ยแล้วรถ 6 ล้อจะวิ่ง 9 เที่ยวต่อวัน และรถ 10 ล้อจะวิ่ง 6 เที่ยวต่อวัน โดยขึ้นอยู่กับปริมาณขยะของแต่ละตลาด จากนั้นจะถูกนำไปพักรวมกันก่อนที่จะขนไปทิ้งยังแหล่งทิ้งขยะที่ถูกจัดไว้โดยสถานที่จะอยู่นอกตัวบริเวณของตลาดไท ซึ่งระยะทางห่างจากตัวตลาดจนถึงแหล่งทิ้งขยะจะอยู่ห่างออกไป 47 กิโลเมตร

2.1 สัดส่วนประเภท และปริมาณขยะโดยภาพรวมของตลาดไท

จากข้อมูลการจัดเก็บขยะโดยรวมของตลาดไท ตลอดปี พศ. 2553 ทั้งหมดโดยจะเฉลี่ยปริมาณขยะคิดเป็นจำนวนตันต่อวันของในแต่ละเดือนออกมา จะสามารถสรุปผลได้ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 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

เดือน	ปริมาณขยะรวม (ตัน/เดือน)	ปริมาณขยะเฉลี่ย (ตัน/วัน)
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 ตันต่อวันในเดือนธันวาคมและ ปริมาณที่มากที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมที่ 150.24 ตันต่อวัน ซึ่งหากนำมาคัดแยกองค์ประกอบของขยะมูลฝอยในตลาดไทยจะสามารถจำแนกสัดส่วนของขยะแต่ละประเภทออกได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 องค์ประกอบของมูลฝอยรวมตลาดไท

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

ประเภทของขยะที่เราสามารถจะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อที่จะนำไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าได้นั้นมีสัดส่วนร้อยละ 76.98 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดของตลาดไท ซึ่งมาจากขยะทั้งหมด 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ประเภทของขยะจำพวกเศษผักและผลไม้ (Organic Waste) และขยะจำพวกเศษอาหาร (Food Waste) ซึ่งจากการอ้างอิงจากงานวิจัยของ Naskeo Environment จะเห็นได้ว่าปริมาณขยะที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 94.19 ตัน/วัน ของตลาดไทก่อให้เกิดก๊าซชีวภาพได้ประมาณ 17,807 ลบ.ม.ต่อปริมาณขยะเฉลี่ยใน 1 วัน

ตารางที่ 6 ปริมาณก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ในตลาดไท

ประเภท	ร้อยละของปริมาณขยะทั้งหมด	ปริมาณเฉลี่ย (ตัน/วัน)	อัตราส่วนการเกิดก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม.) : วัตถุดิบ 1 ตัน	ก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม.)
เศษผัก ผลไม้	71.18	87.10	180	15,678
เศษอาหาร	5.80	7.10	300	2,129
			รวม	17,807

2.2 เทคโนโลยีที่เลือกใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียและขยะสดจากตลาดไทนั้นจะเลือกใช้เทคโนโลยีประเภทของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และระบบจัดการแบบ Dry Fermentation ซึ่งจากข้อมูลเทคโนโลยีและงานวิจัยของบริษัท BIOFERM จะแสดงให้เห็นว่าระบบจัดการแบบ Dry Fermentation เป็นระบบที่เหมาะกับขยะอินทรีย์ประเภทที่มีความหลากหลาย นอกเหนือจากนั้นยังเป็นระบบที่มีความสเถียรมากกว่าระบบผสมในรูปแบบอื่นๆ ซึ่งหากแบคทีเรียในส่วนใดส่วนหนึ่งตกอยู่ในภาวะไม่สมดุลหรือมีประสิทธิภาพต่ำ ก็จะมีโอกาสที่จะทำลายระบบโดยรวมได้ยากกว่าระบบการผลิตก๊าซชีวภาพชนิดไม่ใช้อากาศแบบอื่นๆ

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณไฟฟ้า

จากการคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพคาดการณ์ที่ได้ในข้างต้นจะพบว่าตลาดไทมีศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ย 17,807 ลบ.ม./ปริมาณขยะเฉลี่ยใน 1 วัน ซึ่งจากทฤษฎีการแปลงค่าก๊าซชีวภาพเพื่อนำมาทดแทนพลังงานไฟฟ้านั้นจะพบว่า ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. สามารถนำมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าได้ในช่วงระหว่าง 0.71 – 1.4 kWh โดยปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ตลาดไทผลิตได้นั้นจะแสดงในตารางที่ 7 ซึ่งปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรกจำนวนร้อยละ 10 จะนำกลับเข้าไปใช้ในระบบสำหรับเดินเครื่องผลิตต่อไป และอีกส่วนจำนวนร้อยละ 90 จะนำออกจำหน่าย

ตารางที่ 7 ปริมาณไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในตลาดไท

ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม.)	ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. : ปริมาณกระแสไฟฟ้า(kWh)	ปริมาณไฟฟ้า (kWh)	ปริมาณไฟฟ้า (kW)	ปริมาณไฟฟ้า (MW)
17,806.58	0.71*	12,643	527	0.53
17,806.58	1.2	21,368	890	0.89
17,806.58	1.3	23,149	965	0.96
17,806.58	1.4	24,929	1,039	1.04

*อ้างอิงปริมาณทดแทนกระแสไฟฟ้าเพิ่มเติมจากงานวิจัยของ เกียรติไกร อายุวัฒน์ (2537)

2.4 เทคโนโลยีที่เลือกใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

จากการคำนวณปริมาณไฟฟ้าที่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพสามารถผลิตขนาด 1 MW ประกอบกับข้อมูลทางเทคนิคในการเลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ของบริษัท S.D. Machinery (Southeast ASIA) Co., Ltd. ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ระบบเครื่องยนต์ก๊าซสันดาปภายใน ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ประมาณร้อยละ 35 (Gas Engine Generator Efficiency) ดังแสดงในตารางที่ 8 เนื่องจากระบบนี้เป็นระบบที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ อีกทั้งปริมาณความต้องการของขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของโครงการตลาดไทมีขนาดที่สูง (1 MW) จึงเลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ (Biogas Generator) ที่กำลัง 500 KW จำนวน 2 เครื่อง เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของระบบ

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบต่างๆ

ระบบ	ประสิทธิภาพ
ระบบกังหันไอน้ำ	ร้อยละ 15
ระบบกังหันก๊าซเดินคู่กับระบบกังหันไอน้ำ	ร้อยละ 30
ระบบเครื่องยนต์ก๊าซสันดาปภายใน	ร้อยละ 35

2.5 ประมาณการเงินลงทุน

ประมาณการงบประมาณการลงทุนโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไทสามารถแบ่งงบประมาณลงทุนออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกงบประมาณลงทุนระบบผลิตก๊าซชีวภาพและปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ ส่วนที่สองงบประมาณลงทุนระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Gas Engine Generator พร้อมด้วยการเชื่อม Grid และระบบสุดท้าย คือระบบผลิตปุ๋ย พร้อมอาคารเก็บสำรองและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ซึ่งจากการสัมภาษณ์ที่ปรึกษาโครงการส่งเสริมเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพเพื่อจัดการของเสียเศษอาหาร ของสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สถาบันฯ) และจากข้อมูลงานวิจัยโครงการศึกษาการเพิ่มศักยภาพ และความเป็นไปได้ในการพัฒนาก๊าซชีวภาพสำหรับประเทศไทย ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ทำให้สามารถประมาณการเงินลงทุนโครงการสำหรับตลาดไท ภายใต้สมมติฐานการวิเคราะห์ที่ระบบสามารถรองรับปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 17,807 ลบ.ม./วัน และรองรับการผลิตไฟฟ้าขนาด 1 MW จะได้ผลสรุปดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ประมาณการเงินลงทุนโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท

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

2.6 ประมาณการรายจ่าย

รายจ่ายของโครงการแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนแรกรายจ่ายจากการบำรุงรักษาเครื่องจักร-อุปกรณ์ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Gas Engine-Generator และส่วนที่สองคือ รายจ่ายจากค่าใช้จ่ายในด้านการบริหารจัดการ ซึ่งประกอบไปด้วยค่าจ้างพนักงาน เช่น ผู้บริหารโครงการ พนักงานเดินระบบหรือพนักงานคุมเครื่อง พนักงานขนถ่ายลำเลียงเศษอาหารเข้าเครื่อง และนำกากวัตถุดิบไปตากแห้งเพื่อทำเป็นปุ๋ย เป็นต้น โดยรายละเอียดการประเมินรายจ่ายโครงการแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สรุปประมาณการรายจ่ายโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท

รายจ่าย	จำนวน	หน่วย
ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร – อุปกรณ์ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (ร้อยละ 4 ของมูลค่าเครื่องจักร)	2,600,000	บาท/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
รวม	**363,567**	**บาท/เดือน**

2.7 ประมาณการรายรับสุทธิ

จากการประมาณการรายได้ ซึ่งเกิดจากค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากค่าน้ำมันรถ รวมกับรายได้จากการจำหน่ายปุ๋ย และจำหน่ายไฟฟ้า ที่ 68,538 – 101,269 บาท/วัน (ไม่รวมส่วน Adder) หรือ 74,227 – 112,488 บาท/วัน ใน 7 ปีแรกของโครงการ (รวมส่วน Adder) และจากการประมาณการรายจ่ายของโครงการซึ่งเกิดจาก ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์ ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และระบบผลิตไฟฟ้า รวมกับค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าจ้างพนักงานในตำแหน่งต่างๆ ที่ 12,119 บาท/วัน สามารถนำมาคำนวณหารายรับสุทธิของโครงการได้ 62,108 – 100,369 บาท/วัน โดยรายละเอียดแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 สรุปประมาณการรายรับสุทธิโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท

รายการ	**จำนวน**				**หน่วย**
รายรับ					
ค่าน้ำมันที่ลดลงไปได้	4,858				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) อัตรา 2.96 (บาท/kWh)**	33,680	56,924	61,668	66,411	บาท/วัน
รายได้จาก Adder อัตรา 0.50 (บาท/kWh)*	5,689	9,616	10,417	11,218	บาท/วัน
รวมรายรับ (ไม่คิด Adder)	**68,538**	**91,782**	**96,526**	**101,269**	**บาท/วัน**
(คิด Adder)*	**74,227**	**101,398**	**106,943**	**112,488**	**บาท/วัน**
รายจ่าย					
ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร – อุปกรณ์ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (ร้อยละ 4 ของมูลค่าเครื่องจักร)	2,600,000				บาท/ปี
ค่าซ่อมบำรุง Gas Engine – Generator (ร้อยละ 4 ของมูลค่าเครื่องจักร)	262,800				บาท/ปี
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	**363,567**				**บาท/เดือน**
	12,119				**บาท/วัน**
รายรับสุทธิของโครงการ					
กรณีไม่คิด Adder	56,419	79,663	84,407	89,150	**บาท/วันบาท/**
กรณีคิด Adder*	62,108	89,279	94,824	100,369	**วัน**

*เฉพาะ 7 ปีแรกของการดำเนินโครงการ

**ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยประจำปี 2554

2.8 วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน

จากการประมาณการเงินลงทุนรายได้และรายจ่ายของโครงการ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อข้างต้น สามารถนำมาวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนได้ ภายใต้ตัวแปรวิเคราะห์ทางด้านการเงินคือ แบ่งสัดส่วนเงินลงทุนโดยกู้ในสัดส่วนร้อยละ 60 ของเงินลงทุนที่อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 7.7 (อัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อเฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ที่จดทะเบียนในประเทศไทยรูปแบบสินเชื่อลูกค้ารายใหญ่ชั้นดีประเภทเงินกู้แบบมีระยะเวลา (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 เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ที่จดทะเบียนในประเทศไทยจากธนาคารแห่งประเทศไทย เดือน ธ.ค. 2554 ที่ร้อยละ 3.43 และคำนวณอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี ซึ่งอ้างอิงจากภาวะอัตราเงินเฟ้อย้อนหลังในอดีต และคาดการณ์ส่วนเพิ่มล่วงหน้า 15 ปีตามอายุโครงการ ซึ่งเป็นตัวแทนของต้นทุนเงินลงทุนในส่วนของเจ้าของเพื่อเทียบกับผลตอบแทนจากการนำเงินไปลงทุนด้วยการฝากประจำระยะยาว พร้อมทั้งหักความเสี่ยงด้านอัตราเงินเฟ้อ บวกกับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ซึ่งได้กล่าวไปแล้วข้างต้นที่อัตราร้อยละ 7.7 ซึ่งเป็นต้นทุนเงินลงทุนในส่วนของเจ้าหนี้

ดังนั้นการวิเคราะห์ทางด้านการเงินของโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของตลาดไท จะทำการคำนวณผ่านตัวแบบจำลอง NPV และ IRR (Internal Rate of Return) ผ่านรูปแบบสมการ ดังนี้

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

โดย FCF = รายรับสุทธิจากโครงการ (บาท/ปี)

WACC = อัตราคิดลดเฉลี่ย ซึ่งคำนวณจากผลรวมของอัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อ MLR เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ กับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำเกินกว่า 2 ปี เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์ ซึ่งหักความเสี่ยงด้านอัตราเงินเฟ้อแล้ว

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

C_0 = เงินลงทุนโครงการ

R_i = รายรับสุทธิจากโครงการ (บาท/ปี)

ซึ่งจากการวิเคราะห์และคำนวณผ่านรูปแบบสมการ และค่าตัวแปรดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น จะสามารถคำนวณค่า NPV, IRR และ Break Even Point โดยแบ่งออกเป็น 4 กรณีตามทฤษฎีเปรียบเทียบปริมาณก๊าซชีวภาพต่อพลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกัน โดยกรณีแรก ก๊าซ 1 m^3:ไฟฟ้า 0.71 kWh จะคำนวณค่า NPV และ IRR ได้ 144.56 ล้านบาท และ ร้อยละ 28.93 ตามลำดับ และคำนวณ Break Even Point ได้ที่ 4 ปี กรณีที่สอง ก๊าซ 1 m^3:ไฟฟ้า 1.2 kWh จะคำนวณค่า NPV และ IRR ได้ 206.77 ล้านบาท และ ร้อยละ 42.54 ตามลำดับ และคำนวณ Break Even Point ได้ที่ 3 ปี กรณีที่สาม ก๊าซ 1 m^3:ไฟฟ้า 1.3 kWh จะคำนวณค่า NPV และ IRR ได้ 219.46 ล้านบาท และ ร้อยละ 45.28 ตามลำดับ และคำนวณ Break Even Point ได้ที่ 3 ปี และกรณีสุดท้าย ก๊าซ 1 m^3:ไฟฟ้า 1.4 kWh จะคำนวณค่า NPV และ IRR ได้ 232.16 ล้านบาท และ ร้อยละ 48.01 ตามลำดับ และคำนวณ Break Even Point ได้ที่ 3 ปี ดังแสดงค่าในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สรุปผลตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน

กรณี Gas (m^3) : ไฟฟ้า (kWh) / ตัวแปรการวิเคราะห์ทางด้านการเงิน	1 : 0.71	1 : 1.2	1 : 1.3	1 : 1.4	หน่วย
NPV	144,561,595	206,771,255	219,467,043	232,162,873	บาท
IRR	28.93	42.54	45.28	48.01	ร้อยละ
Break Even Point	4	3	3	3	ปี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ขอขอบพระคุณคุณ ไชยวัฒน์ พลลาภ อาจารย์ผู้บรรยายพิเศษ และคุณมนัส วิไลรัตน์ ผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาชุมชน บริษัท ไทย แอ็กโกร เอ็กซเซนจ์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือทางด้านข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ , อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.สุภวัฒน์ วิวรรธ์ภัทรกิจที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือและหาวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้น ตั้งแต่เริ่มทำการศึกษาค้นคว้าในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

บรรณานุกรม

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

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

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

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

[5] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2554, พฤศจิกายน). การจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า. [Online]. แหล่งที่มา: http://prinfo.egat.co.th/indexview.php?main_menu1=01&sub_menu1=01&sub_menu2=0103

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

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

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

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

[10] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. สำนักงานโครงการรับซื้อไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก. การขอจำหน่ายไฟฟ้า

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

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

[12] เกียรติไกร อายุวัฒน์. “การทดแทนพลังงานไฟฟ้าจากไบโอก๊าซ.” คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[13] คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ก๊าซชีวภาพ. [Online].
แหล่งที่มา: http://www.eng.chula.ac.th/newsletter/index.php?q=node/192

[14] ตลาดไท. ประวัติและความเป็นมา. [Online].
แหล่งที่มา: http://www.talaadthai.com/web/aboutus/th/default.html

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

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

[17] บริษัท S.D. Machinery (Southeast asia) Co.,Ltd. “เทคนิคการเลือกใช้เครื่องกำเหนิดไฟฟ้า (Generator) ให้เหมาะสมกับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแก๊ซชีวภาพ.”

[18] มนัส วิไลรัตน์. ผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาชุมชน. ข้อมูลปริมาณขยะจำแนกตามแต่ละชนิดของตลาดไท. บริษัท ไทย แอ๊กโกร เอ็กเซนจ์ จำกัด.

[19] มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. โอกาสและการลงทุนเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน. [Online]. แหล่งที่มา:
http://www.efe.or.th/datacenter/ckupload/files/2_Investment%20Opportunity%20Part%202.pdf

[20] วิกิพีเดีย. ก๊าซชีวภาพ. [Online].
แหล่งที่มา: http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%81%E0%B9%8A%E0%B8%B2%E0%B8%8B%E0%B8%8A%E0%B8%B5%E0%B8%A7%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E

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

[22] Naskeo Environment. (2009). Potential methane production from waste. [Online]. Source:
http://www.naskeo.com/

[23] Dry fermentation. (2005). Dry fermentation technology. [Online]. Source:
http://www.dryfermentation.com/dryfermentation-1.html

[24] BIOFERM GmbH (2007).Dry fermentation : from bio waste to biogas.
Source: http://www.bioferm-energy.com