

การศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์:
กรณีศึกษา บริษัท เคซีเอฟ กรีน เอนเนอจี จำกัด

The Feasibility Study of Electricity Production from Napier Grass:
A Case Study of KCF GREEN ENERGY Co., Ltd.

ปริญญา พัฒนวงศ์พร

เลขที่ 1 หมู่ 6 สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

E-mail: fengypa@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์พร้อมทั้งเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากมูลไก่รวมกับน้ำเสียจากโรงงานและการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ผสมมูลไก่รวมไปถึงการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์ใช้วิธีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์และมูลไก่ (ระบบใหม่) การผลิตไฟฟ้าจากมูลไก่และน้ำเสีย (ระบบเดิม) โดยใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนทางการตลาด ด้านเทคนิค ด้านการเงิน ด้านการจัดการ และด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมผลการศึกษารูปได้ว่า จากการวิเคราะห์การศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์ พบว่ามีความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการนี้ มีผลตอบแทนคุ้มค่างบเงินลงทุนทั้งหมด โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 82,896,000 ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 1 ปี 10 เดือน 7 วัน และมีอัตราผลตอบแทนภายใน 56.25% ซึ่งให้ผลตอบแทนสูง และกำไรระบบใหม่เพิ่มขึ้นจากระบบเดิม 623 เปอร์เซ็นต์

ต่อปี เนื่องจากระบบในการหมักและการผลิตไฟฟ้าเป็นระบบการผลิตแบบเดิม

Abstract

This research focuses on studying and analyzing the Feasibility Study of Electricity Production from Napier Grass including cost comparison and return of electricity production from biogas (chicken droppings and wastewater from factories) and electricity production from biogas, Napier Grass mixing with chicken droppings as well as analyzing the feasibility of producing the electricity from Napier Grass. Using the method of feasibility analysis of electricity production from Napier Grass and chicken droppings (new system) and from chicken droppings and wastewater (existing system) by analyzing and comparing the cost and return in marketing, technique, financial, management, and social and environmental aspects. The result found that there is the

feasibility to invest in this project. The return is worth for the investment with the net present value of 82,896,000 baht. The payback period would be 1 year, 10 months, 7 days. The internal rate of return is 56.25 which will increase the high return. The result of the new system is satisfactory increasing the profit from the existing system about 623 percent per year. Because the fermentation system and electricity production system is existing already

Keywords: Feasibility Study, Napier Grass

1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการนำพลังงานทางเลือกมาใช้แทนเชื้อเพลิงทั่วไปเป็นจำนวนมาก พลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้กันอยู่เหลือน้อยลงทุกทีไม่ว่าจะเป็นการใช้ในธุรกิจทางด้านอุตสาหกรรม ทางด้านการขนส่ง การพาณิชย์ การผลิตกระแสไฟฟ้า และมีการเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปัญหาด้านพลังงานที่พบมากที่สุดคือในด้านไฟฟ้า โดยส่วนใหญ่พึ่งพาอาศัยการผลิตจากพลังงานที่ได้จากก๊าซธรรมชาติมาก ในสถานการณ์ปัจจุบันมีเพียงพอต่อความต้องการยังเพิ่มขึ้นทวีคูณ ส่งผลกระทบให้มีความไม่มั่นคงทางด้านพลังงาน ทางภาครัฐจึงได้มีนโยบายส่งเสริมเพื่อหาแหล่งพลังงานทดแทนที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งหญ้าเนเปียร์นั้นเป็นพืชเลี้ยงสัตว์ที่มีศักยภาพสูงทั้งในด้านการให้ผลผลิตและมีความคุ้มค่าทางด้านอาหารที่ดี จึงกลายมาเป็นพืชที่ให้พลังงานมากเป็นอันดับต้นๆ จากหญ้าหลายชนิด และเมื่อได้เมื่อพิจารณาร่วมกับคุณลักษณะอื่นๆ

พบว่าหญ้าเนเปียร์เพาะปลูกง่ายให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าหญ้าชนิดอื่นเกือบ 7 เท่า จึงทำให้ได้รับความสนใจมากขึ้นในฐานะพืชพลังงาน และกลายเป็นพืชพลังงานทางเลือกที่น่าสนใจ เพื่อการพัฒนาและลงทุนในอนาคตของประเทศ [1] โดยกระทรวงพลังงานได้จัดทำแผนที่ทางยุทธศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อที่จะใช้พลังงานทดแทน และพลังงานทางเลือกให้ได้ 25% มีกรอบเวลาของแผน 10 ปี โดยมีการทำแผนตั้งแต่วันที่ พ.ศ. 2555 - พ.ศ. 2564 [2] เพื่อลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศและมาให้ความสำคัญกับพลังงานทดแทนมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะพลังงานทดแทนที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตร ที่สำคัญยังสามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานชนิดอื่นๆ ได้ คือ ในก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร สามารถใช้ทดแทน ก๊าซหุงต้ม (LPG) 0.46 กิโลกรัม, น้ำมันเบนซิน 0.67 ลิตร, น้ำมันดีเซล 0.60 ลิตร, น้ำมันเตาเกรด A 0.55 ลิตร และสามารถผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า 2.00 กิโลวัตต์-ลิตร

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อวิเคราะห์ห้วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากมูลไก่ผสมกับน้ำเสียจากโรงงาน กับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ผสมมูลไก่

2.2 เพื่อวิเคราะห์การศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์

2.3 เพื่อเปรียบเทียบเปรียบเทียบต้นทุน และผลตอบแทนของการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากมูลไก่ผสมกับน้ำเสียจากโรงงาน กับการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ผสมมูลไก่

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 การศึกษาความเป็นไปได้ ในทางด้านต่างๆ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าโครงการที่เลือกมานั้นมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ มีผลตอบแทนหรือผลประโยชน์ที่คุ้มค่าต่อการลงทุนและสามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยจะต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมและสังคมตามมาในภายหลังและสามารถทำให้บรรลุได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านงบประมาณและเวลา และมีปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์การศึกษาความเป็นไปได้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1 ดังนี้คือ

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

ปัจจัยที่ 1 ด้านการตลาด
<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อประมาณการณ์หรือคาดคะเนอุปสงค์และอุปทานของสินค้าและแนวโน้มในอนาคต - เพื่อพิจารณาขีดความสามารถในการแข่งขันและส่วนแบ่งทางการตลาด
ปัจจัยที่ 2 ด้านเทคนิค
<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อเลือกรูปแบบและเทคโนโลยีทางการผลิตที่เหมาะสม - เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประมาณการต้นทุนการผลิตของโครงการ - เพื่อพิจารณาความเหมาะสมทางเทคนิคและระบบการบำรุงรักษาและการวางแผนด้านเทคนิคในอนาคต - เพื่อนำผลการวิเคราะห์โครงการทางด้านเทคนิคไปใช้ในการวิเคราะห์โครงการทางด้านอื่นๆ
ปัจจัยที่ 3 ด้านการเงิน
<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อวิเคราะห์สถานะทางการเงินของโครงการและแหล่งที่มาของเงินทุน - เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการในการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ - เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของโครงการว่ามีผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสวัสดิการทางสังคม

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ (ต่อ)

ปัจจัยที่ 4 ด้านการจัดการ
<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อพิจารณาแนวทางการบริหารจัดการและการวางแผนของผู้ดำเนินโครงการ - เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและเพียงพอของผู้บริหารโครงการและบุคลากรเพื่อพิจารณาโอกาสในการได้รับความช่วยเหลือหรือการสนับสนุนทางด้านต่างๆ เช่นทางด้านการเงิน เทคโนโลยี - เพื่อพิจารณาโอกาสในการได้รับความช่วยเหลือหรือการสนับสนุนทางด้านต่างๆ เช่นทางด้านการเงิน เทคโนโลยี เป็นต้น
ปัจจัยที่ 5 ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม
<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของโครงการทางด้านสังคมว่าคุ้มค่าต่อการลงทุนและมีผลกระทบต่อสวัสดิการ โดยเน้นที่ความเสมอภาคและเท่าเทียมกันหรือการกระจายรายได้

ดังนั้นการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์โครงการทางด้านอุปสงค์หรือตลาด ทางด้านเทคนิค ทางด้านการเงิน และเศรษฐศาสตร์ ทางด้านการบริหารจัดการ ทางด้านสังคม และสิ่งแวดล้อม [3], [4]

3.2 หญ้าเนเปียร์ มีชื่อทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า Pennisetum purpureum เป็นพืชนำเข้ามาจากประเทศไต้หวันมีลักษณะคล้ายต้นอ้อย มีใบหนาและกว้าง ซึ่งมีการศึกษาวิจัยจากพันธุ์หญ้ากว่า 20 ชนิด พบว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีอัตราการผลิตก๊าซมีเทนสูงกว่าหญ้าชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีโครงสร้างของสารอาหารที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดก๊าซโดยมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 6,860-7,840 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/ปี สามารถผลิตเป็นก๊าซไบโอมิเทนอัด (Compressed Bio Gas : CBG) ได้ประมาณ 3,118-3,563 กิโลกรัม/ปี สามารถนำมาใช้ทดแทนก๊าซ LPG และก๊าซ NGV ได้ ซึ่งการนำหญ้าเนเปียร์มาผลิตพลังงาน สามารถทำได้ 2 รูปแบบคือ 1) การเผาโดยตรงหลังผ่านกระบวนการลดความชื้น 2) การผลิตมาเป็นก๊าซชีวภาพด้วยการหมัก

ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าและเป็นที่ยอมรับมากกว่า ซึ่งหญ้าเนเปียร์สดปริมาณ 1 ตัน อายุ 60 วัน เมื่อได้ทำการเก็บเกี่ยวและผ่านกระบวนการหมักจะเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) สามารถผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้ 90 ลูกบาศก์เมตรเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 170 กิโลวัตต์ต่อวัน โดยสรุปได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 รูปแบบการผลิตพลังงานทดแทนจากหญ้าเนเปียร์

จากรูปการผลิตพลังงานทดแทนจากหญ้าเนเปียร์โดยนำหญ้าเนเปียร์ไปเป็นอาหารสัตว์จะได้มูลสัตว์หรือนำหญ้าเนเปียร์ผสมกับมูลสัตว์หรือวัสดุคอกอื่นๆ เข้ากระบวนการหมัก จะได้พลังงานทดแทน คือ ก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ คือ ก๊าซ CBG (Compressed Bio methane Gas) โดยนำก๊าซชีวภาพ มาปรับปรุงคุณภาพด้วยกระบวนการกำจัด ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) และความชื้นออกจากก๊าซชีวภาพด้วยการใช้ เทคโนโลยี Water Scrubbing และ เทคโนโลยี Membrane เพื่อให้ได้ก๊าซไบโอมีเทนอัดหรือ CBG ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับก๊าซ NGV (Natural Gas for Vehicles) สามารถนำไปใช้สำหรับยานยนต์ และนำไปบรรจุถังสำหรับใช้ในภาคครัวเรือนเพื่อทดแทน ก๊าซหุงต้ม (LPG) และนำไปผลิตไฟฟ้า

3.3 ทฤษฎีการคำนวณ

3.3.1 การหาปริมาณก๊าซชีวภาพ

$$BG_i = 0.17 \times C_i \times \text{Efficiency COD}_{\text{removed}} \times \left[\text{m}^3 / \text{KgCOD}_{\text{removed}} \right] \quad (1)$$

โดยที่ BG คือ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (m³/วัน)

C_i คือ ปริมาณมูลโคนม (kg/วัน)

Efficiency COD_{removed} คือ ค่าประสิทธิภาพในการกำจัดค่าซีโอดี

m³/KgCOD_{removed} คือ ลูกบาศก์เมตรก๊าซชีวภาพต่อกิโลกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด

3.3.2 การหาปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

จากก๊าซชีวภาพและขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

$$G = BG_i \times \frac{1.2}{\text{Hr}} \quad (2)$$

โดยที่ BG_i คือ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (m³/วัน)

G คือ ขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (kW)

Hr คือ ชั่วโมงใช้งานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากก๊าซชีวภาพ (คิดที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน)

3.3.3 การหาปริมาณปุ๋ยจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

$$FC_t = BG_i \times 0.3 \times 1 \quad (3)$$

โดยที่ FC_t คือ มูลค่าจากการขายปุ๋ย (บาท)

BG_i คือ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (m³/วัน)

3.3.4 การหาปริมาณหญ้าเนเปียร์และปริมาตรก๊าซชีวภาพที่ใช้สำหรับผลิตไฟฟ้า

$$F = \frac{Q \times 3600 \times 24}{\text{LHV}} \quad (4)$$

3.3.5 การหาอัตราความร้อนที่ป้อนเข้าเครื่องยนต์

$$Q = \frac{W}{\eta} \quad (5)$$

โดยที่ F คือ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ป้อนเข้าเครื่องยนต์ต่อวัน (ลูกบาศก์เมตร/วัน)

Q คือ อัตราความร้อนที่ป้อนเข้าเครื่องยนต์ (กิโลจูล/วินาที)

W คือ ขนาดโรงไฟฟ้า (กิโลวัตต์)

η คือ ประสิทธิภาพเครื่องยนต์

LHV คือ ค่าความร้อนต่ำของก๊าซชีวภาพที่มีเทนร้อยละ 51.9 (กิโลจูล/ลูกบาศก์เมตร)

3.3.6 การหาปริมาณสารอินทรีย์ในรูปแบบ Volatile Solid ที่ป้อนเข้าถังปฏิกรณ์

$$VS = \frac{F}{G_N} \quad (6)$$

โดยที่ VS คือ ปริมาณสารอินทรีย์ในรูปแบบ Volatile Solid ที่ป้อนเข้าถังปฏิกรณ์ต่อวัน (กิโลกรัมของแข็งระเหย/วัน)

F คือ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ป้อนเข้าเครื่องยนต์ (ลูกบาศก์เมตร/วัน)

G_N คือ ก๊าซชีวภาพที่ผลิตจากหญ้าเนเปียร์ผลิตได้เท่ากับ 0.42 (ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัมปริมาณของแข็งที่ระเหยที่ป้อน)

3.3.7 การหาปริมาณหญ้าเนเปียร์

$$N_p = \frac{VS}{M_{vs}} \quad (7)$$

โดยที่ N_p คือ ปริมาณหญ้าเนเปียร์ (ตัน/วัน)

VS คือ ปริมาณสารอินทรีย์ในรูปแบบ Volatile Solid ที่ป้อนเข้าถังปฏิกรณ์ต่อวัน (กิโลกรัมของแข็งระเหย/วัน)

M_{vs} คือ ปริมาณของแข็งระเหยง่าย (VS) เท่ากับ 0.213 (กิโลกรัมของแข็งระเหย/กิโลกรัม)

3.3.8 หาขนาดถังปฏิกรณ์แบบ CSTR

$$V = \frac{VS}{OLR} \times \left[1 + \frac{SF}{100} \right] \quad (8)$$

โดยที่ V คือ ขนาดถังปฏิกรณ์แบบ CSTR (ลูกบาศก์เมตร)

VS คือ ปริมาณสารอินทรีย์ในรูปแบบ Volatile Solid ที่ป้อนเข้าถังปฏิกรณ์ต่อวัน (กิโลกรัมของแข็งระเหย/วัน)

OLR คือ อัตราการรับภาระสารอินทรีย์ต่อวัน เท่ากับ 2.67 (กิโลกรัมปริมาณของแข็งระเหย/ลูกบาศก์เมตร-วัน)

SF คือ ค่าความปลอดภัย (Safety Factor)

3.3.9 ระยะเวลาคืนทุน (PB)

ระยะเวลาคืนทุน = กระแสเงินสดจ่ายลงทุน / กระแสเงินสดสุทธิรายปี

$$(9)$$

3.3.10 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

$$I = \sum_{t=1}^n \left(\frac{CF_t}{(1+k)^t} \right) \quad (10)$$

โดยที่ I คือ เงินสดจ่ายลงทุนของโครงการ

NPV คือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิ

CF_t คือ กระแสเงินสดรับสุทธิ ณ ปีที่ t
 n คือ อายุโครงการ

3.3.11 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - I \quad (11)$$

$$NPV = 0 = \frac{CF_1}{(1+k)^1} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k)^n} - I$$

โดยที่ CF_t คือ กระแสเงินสดที่คาดหวัง ณ ช่วงเวลาที่ t
 N คือ ช่วงอายุของโครงการ
 I คือ เงินสดจ่ายลงทุนของโครงการ
 k คือ ค่าของทุนหรืออัตราผลตอบแทนที่
 ต้องการ

3.3.12 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน

(Benefit / Cost Ratio: B/C Ratio)

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{B}{C} \quad (12)$$

โดยที่ B คือ มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน
 C คือ มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย [5], [6], [7]

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลจากรายงาน บทความ งานวิจัยและเอกสารด้านวิชาการต่างๆ โดยการสืบค้นจากวารสาร วิทยานิพนธ์ หรืออินเทอร์เน็ต หรือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

4.2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพไปเป็นไฟฟ้าเริ่มตั้งแต่แหล่งที่มาของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต จนผลผลิตส่ง

ถึงมือผู้บริโภค โดยเปรียบเทียบข้อมูลของการผลิตไฟฟ้าจากมูลไก่และน้ำเสีย (บาท/ปี) และการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์มูลไก่และน้ำ (บาท/ปี)

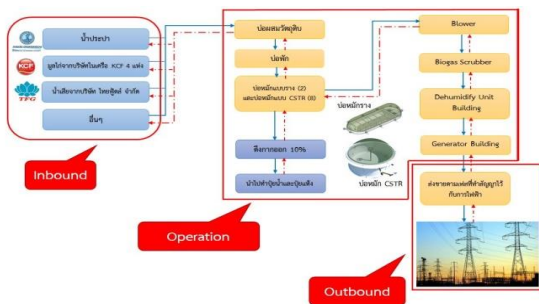
- 1 **การวิเคราะห์ปัญหา:** การทำความเข้าใจกับปัญหาเพื่อแยกข้อมูลที่กำหนดมาในปัญหาของระบบการผลิตปัจจุบันหรือการกำหนดปัญหาของระบบการผลิตแบบใหม่
- 2 **การศึกษาความเป็นไปได้:** การศึกษาความเป็นไปได้ของระบบงานใหม่ ด้านเทคนิค ด้านการปฏิบัติงาน ด้านเศรษฐกิจหรือความคุ้มค่าของการลงทุน ด้านกำหนดระยะเวลา ด้านกลยุทธ์ และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง คือ การศึกษาความเป็นไปได้ของระบบงานใหม่ ด้านเทคนิค ด้านการปฏิบัติงาน ด้านเศรษฐกิจหรือความคุ้มค่าของการลงทุน ด้านกำหนดระยะเวลา ด้านกลยุทธ์ ตลอดจนบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อตัดสินใจว่าจะเปลี่ยนแปลงระบบหรือไม่
- 3 **การวิเคราะห์ความต้องการ:** ผลจากการศึกษาความเป็นไปได้นำมาใช้พิจารณาว่าจะจัดทำระบบใหม่หรือไม่ เมื่อต้องการทำระบบใหม่จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ความต้องการเพื่อหาข้อสรุป
- 4 **การวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจ:** การนำข้อกำหนดความต้องการของระบบมาจัดทำแผนภาพช่วยการอธิบาย โดยใช้เครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ระบบที่แสดงแบบจำลองกระบวนการ แบบจำลองข้อมูล
- 5 **การออกแบบ:** ทำการออกแบบการปลูก เก็บเกี่ยววัตถุดิบ และการจัดเก็บวัตถุดิบ เลือกรูปแบบการขนส่ง
- 6 **การสร้างระบบ:** นำข้อมูลที่ออกแบบให้มาดำเนินการตามแผนการปลูก การเก็บเกี่ยวและการนำเข้าระบบเพื่อประเมินประสิทธิภาพและนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไป
- 7 **การนำระบบไปใช้:** ประกอบด้วย ขั้นตอนการปรับเปลี่ยนระบบ การจัดทำเอกสารประกอบการฝึกอบรมผู้ใช้ ตลอดจนการบำรุงรักษาระบบ

รูปที่ 2 กระบวนการการศึกษาความเป็นไปได้

4.3 กระบวนการการศึกษาความเป็นไปได้ของงานวิจัย สามารถสรุปโดยมี 7 ขั้นตอน ดังนี้ต่อไปนี้เป็น 1) การวิเคราะห์ปัญหา 2) การศึกษาความเป็นไปได้ 3) การวิเคราะห์ความต้องการ 4) การวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจ 5) การออกแบบ 6) การสร้างระบบ 7) การนำระบบไปใช้ สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 2

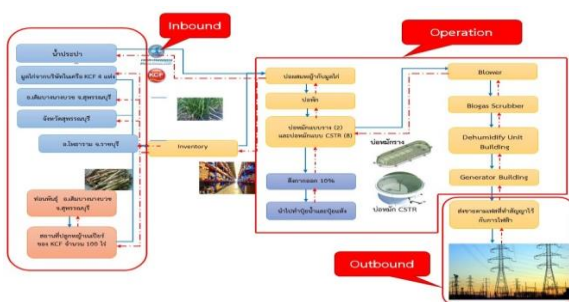
5. ผลการศึกษา

5.1 ทราบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ในการผลิตไฟฟ้าจากมูลไก่และน้ำเสีย



รูปที่ 3 ห่วงโซ่การผลิตไฟฟ้าจากมูลไก่และน้ำเสีย

5.2 ทราบห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ในการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์และมูลไก่



รูปที่ 4 ห่วงโซ่ในการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์และมูลไก่

เพื่อความเข้าใจในโครงสร้างห่วงโซ่อุปทานของการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์ส่วนประกอบของโครงสร้างห่วงโซ่อุปทานมีรายละเอียดดังนี้

1. แหล่งที่มาของวัตถุดิบ จากรูปที่ 3
 - 1.1 มูลไก่จากบริษัทในเครือ KCF 4 แห่ง
 - 1.2 น้ำเสียจากบริษัท ไทยฟู้ดส์ จำกัด
 - 1.3 อื่นๆ ได้แก่ กากยีสต์ จากโรงเบียร์และน้ำเสียจากบริษัท ไทยแอล

2. แหล่งที่มาของวัตถุดิบ จากรูปที่ 4
 - 2.1 รับซื้อหญ้าเนเปียร์มาจากอำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี
 - 2.2 รับซื้อหญ้าเนเปียร์มาจากจังหวัดสุพรรณบุรี
 - 2.3 รับซื้อหญ้าเนเปียร์มาจากตำบลท่าชุมพล อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

3. คลังเก็บวัตถุดิบ จากรูปที่ 4

เมื่อรับวัตถุดิบจากผู้จำหน่ายหรือได้มาจากการปลูกเอง ก็นำมาเก็บไว้ที่คลังวัตถุดิบเพื่อรอส่งไปที่บ่อผสมหญ้าเนเปียร์

4. บ่อผสมหญ้าเนเปียร์กับมูลไก่

วัตถุดิบต่างๆ ได้นำมาผสมในบ่อผสมหญ้าเนเปียร์กับมูลไก่ จะใส่หญ้าเนเปียร์ 450 ตันลงไปผสมในบ่อนี้ในครั้งแรก และรอการหมักของหญ้าเป็นเวลา 45 วันแล้วจึงนำหญ้ามาผสมกับมูลไก่อีกครั้งหนึ่งในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ คือ 45 ตัน เมื่อผสมเสร็จแล้ว ก็นำไปไว้ที่บ่อพักวัตถุดิบเพื่อรอการนำเข้าบ่อหมักต่อไป

5. บ่อพักวัตถุดิบ

เมื่อได้วัตถุดิบจากบ่อผสมแล้ว ส่งไปยังบ่อพักเพื่อรอเวลาในการนำเข้ากระบวนการถัดไป

6. บ่อหมักแบบรางและบ่อหมักแบบ CSTR

บ่อหมักข้าวแบบราง (Plug Flow digester) มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูฝังในดิน ข้อดีของบ่อแบบนี้ คือเนื่องจากลักษณะของบ่อเป็นแนว จึงทำให้

ระยะเวลาในการหมักของเสียมากขึ้นจะทำให้ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นมีมากขึ้นด้วย

บ่อหมัก แบบ แบบ Completely Stirred Tank Reactor เป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศที่มีการเลี้ยงตะกอนแบบเชื้อแขวนลอย โดยมีเครื่องกวนเพื่อให้แบคทีเรียและน้ำเสียผสมกันได้อย่างทั่วถึงข้อดีของระบบก๊าซชีวภาพแบบตรึงฟิล์มจุลินทรีย์ คือระบบสามารถรับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยสูงได้ดี และสามารถรองรับชนิดน้ำเสียที่มีการเปลี่ยนแปลงกะทันหันจากนั้นดึงกากออก 10 เปอร์เซนต์ต่อวัน แล้วนำไปทำปุ๋ยน้ำและปุ๋ยแห้ง

7. Blower

เมื่อได้ก๊าซจากบ่อหมักแบบรางและบ่อหมักแบบ CSTR ก็ใช้ Blower ในการดูดก๊าซและเป่าก๊าซเพื่อส่งไปยังเครื่อง Biogas Scrubber

8. Biogas Scrubber

ใช้ในการรอก๊าซที่ได้มาจาก Blower เพื่อนำมากำจัด สารปนเปื้อน ออกจากระบบ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไฮโดรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจนเพื่อเพิ่มคุณภาพในก๊าซชีวภาพให้สูงขึ้น โดยดึงก๊าซชีวภาพไปสัมผัสกับของเหลวเพื่อให้ทำการดูดซับ จากนั้นจะนำก๊าซชีวภาพไปผ่านกระบวนการออกซิไดซ์โดยแบคทีเรีย

9. Dehumidify Unit Building

ใช้ในการลดความชื้นโดยใช้ความเย็นทำให้ลดการกัดกร่อนของก๊าซชีวภาพภายในชุดผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือเครื่องกำเนิดไอน้ำ

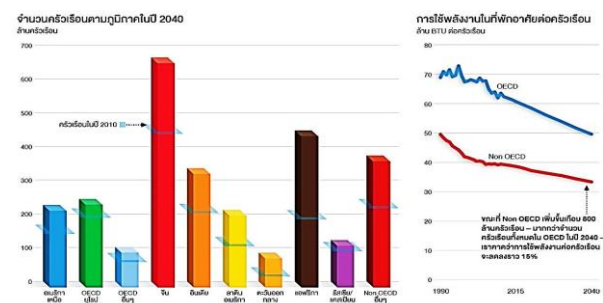
10. Generator Building

เป็นเครื่องที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

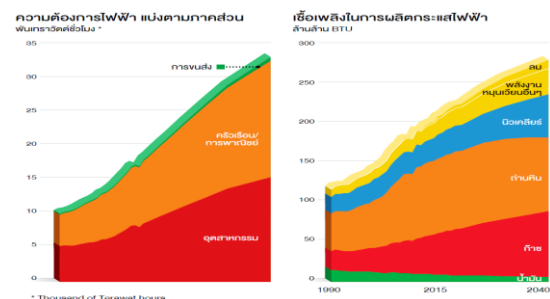
11. ส่งขายตามเฟสที่ทำสัญญาไว้กับการไฟฟ้า

5.3 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้

5.3.1 การวิเคราะห์ด้านการตลาด ความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกแห่งในโลกมาจาก 2 สาเหตุหลักคือ จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 5 และการขยายตัวทางเศรษฐกิจในปี 2040 ความต้องการกระแสไฟฟ้าทั่วโลกจะสูงกว่าวันนี้ราว 80% เมื่อกระจายออกมาในแต่ละภาคส่วนแล้วการเติบโตจะมาจากภาคอุตสาหกรรม (45%) ภาคครัวเรือน (30%) และภาคการพาณิชย์ (20%) การใช้กระแสไฟฟ้าในภาคขนส่งนั้นแม้จะเติบโตขึ้นแต่ก็ยังคงจำกัดอยู่ในขณะเดียวกันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะเริ่มเปลี่ยนจากถ่านหินมาเป็นแหล่งเชื้อเพลิงคาร์บอนต่ำ เช่น ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์และแหล่งเชื้อเพลิงหมุนเวียน ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 5 จำนวนครัวเรือนตามภูมิภาคในปี 2040 และการใช้พลังงานในที่พักอาศัยต่อครัวเรือน



รูปที่ 6 ความต้องการไฟฟ้าและเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าของโลก ที่มา: มงคลนิมิตร (2555) [8]

5.3.2 การวิเคราะห์โอกาสทางการตลาด

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ SWOT

จุดแข็ง (Strengths)
1.1) ผู้ประกอบการมีศักยภาพในการพัฒนาระบบการผลิตให้ได้มาตรฐานระดับสากลซึ่งจะเพิ่มมุมมองที่ดีให้แก่ผู้ประกอบการและเป็นที่ยอมรับของภาครัฐในการที่จะรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ประกอบการ 1.2) มีบ่อหมักที่ครบวงจรและทันสมัย อยู่ 2 แบบ ได้แก่ แบบบ่อหมักวาง และบ่อหมัก CSTR ซึ่งจะทำให้มีระบบการผลิตมีประสิทธิภาพสูงมากยิ่งขึ้น
จุดอ่อน (Weaknesses)
1.1) วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าหายากเนื่องจากเกษตรกรยังไม่มีความรู้เรื่องการปลูกหญ้าและการดูแลรักษา จึงทำให้หญ้าเนเปียร์ยังไม่เป็นที่นิยมปลูกของเกษตรกร 1.2) ยังไม่มีแผนการจัดการในกระบวนการผลิตของวัตถุดิบที่ดีทำให้ปริมาณที่จะใช้วัตถุดิบไม่แน่นอนและจะส่งผลทำให้กระบวนการผลิตไฟฟ้าไม่ต่อเนื่อง
โอกาส (Opportunities)
1.1) มีข้อตกลงทางการค้าระหว่างทางบริษัทกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จึงทำให้มีแหล่งจำหน่ายที่แน่นอน 1.2) มีแนวโน้มที่จะเพิ่มกำลังการผลิตได้ เนื่องจากเรามีบ่อหมักที่ยังไม่ได้ใช้งานหลายบ่อ ซึ่งถ้านำบ่อหมักมาใช้งานก็จะทำให้มีกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นด้วย 1.3) ทางการตลาดในประเทศมีความต้องการในการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นทุกปีซึ่งทางบริษัทสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้มากขึ้นเพื่อตอบสนองให้เพียงพอต่อความต้องการของการใช้ไฟฟ้า
อุปสรรค (Threats)
1.1) แหล่งวัตถุดิบอยู่ไกลทำให้เกิดความไม่สมดุลของวัตถุดิบและปริมาณที่ไม่แน่นอน รวมถึงระยะเวลาของการขนส่งอาจทำให้ล่าช้าได้ถ้าเกิดเหตุสุวิสัย 1.2) กำลังการปลูกยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งต้องรับวัตถุดิบมาจากหลายแหล่งทำให้มีค่าขนส่งสูง

เนื่องจากประเทศไทยมีปริมาณความต้องการทางด้านไฟฟ้าสูง แต่กำลังการผลิตภายในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ต้องอาศัยการนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน ทำให้มีต้นทุนที่สูง ทำให้บริษัทของมองเห็นโอกาสช่องทางการค้ามากขึ้น จึงได้ทำการ

วิเคราะห์โดยใช้หลักการ SWOT (Strengths Weaknesses Opportunities and Threats) โดยสรุปได้ดังตารางที่ 2

5.3.3 การวิเคราะห์สถานการณ์การจัดจำหน่าย มีแหล่งรับซื้อที่แน่นอน เนื่องจากการจำหน่ายไฟฟ้าของบริษัทได้ทำสัญญากับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ให้ส่งไปจำหน่ายตามชุมชนที่ทำสัญญากันไว้

5.3.4 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านเทคนิควิศวกรรม

5.3.4.1 สมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณ การวิเคราะห์การผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์ โดยระบบผลิตไฟฟ้าแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพด้วยถังปฏิกรณ์แบบ CSTR ร่วมกับเครื่องยนต์

ตารางที่ 3 สมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณ

อายุการใช้งานของระบบ	20 ปี
เดินเครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพ	24 ชม./วัน
จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อปีของระบบ	330 วัน/ปี หรือ 7,920 ชั่วโมง/ปี
องค์ประกอบหญ้าเนเปียร์	
ความชื้น	83.5% w.b.
อัตราส่วน C/N เท่ากับ	54.36
ปริมาณของแข็งรวมทั้งหมด (TS)	0.237 กิโลกรัมของแข็งรวมทั้งหมด/กิโลกรัม
ปริมาณของแข็งระเหยง่าย (VS)	0.213 กิโลกรัมของแข็งระเหย/กิโลกรัม
ปริมาตรก๊าซชีวภาพ	0.42 (ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมของแข็งระเหย)
ปริมาตรก๊าซมีเทนที่เกิด	0.217 (ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมของแข็งระเหย)
สัดส่วน CH ₄ ในก๊าซชีวภาพ	51.90%
OLR ของมูลไก่	1.33 (กิโลกรัมของแข็งระเหย/ลูกบาศก์เมตร-วัน)

ตารางที่ 3 สมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณ (ต่อ)

OLR ของเนเปียร์	2.67 (กิโลกรัมของแข็งระเหย/ ลูกบาศก์เมตร-วัน)
HRT	30 วัน
ค่า LHV ของก๊าซชีวภาพที่มี มีเทน 50% (มูลไก่)	18,958.83 (กิโลจูล/ลูกบาศก์ เมตร)
ค่า LHV ของก๊าซชีวภาพที่มี มีเทน 60% (เนเปียร์)	21,535.69 (กิโลจูล/ลูกบาศก์ เมตร)
มูลค่าต่อหน่วยเนเปียร์ 1 ตัน	2.55 (กิโลกรัม)
ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ต่อหน่วย เนเปียร์ 1 ตัน	13 (กิโลกรัม)
ราคาค่าก่อสร้างถังปฏิกรณ์ แบบ CSTR	2,500 (บาท/ลูกบาศก์เมตร)
ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการ หมักไบโอดี	0.102 (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ ลูกบาศก์เมตร-วัน)
สมมติฐานเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ	
ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษา เครื่องยนต์ 1 ขนาด	2 เครื่อง
เครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพ ขนาด 2 MW	Electrical Efficiency 40%

5.3.4.2 ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของเครื่องยนต์ขนาดต่างๆ ระยะเวลาในการเดินเครื่องยนต์ตลอด 24 ชั่วโมง 330 วัน หรือ 7.920 ชั่วโมง/ปี ซึ่งเครื่องยนต์มีความสามารถผลิตไฟฟ้าดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสามารถการผลิตไฟฟ้าในเครื่องยนต์ขนาดต่างๆ

ชนิดของ วัตถุดิบ	ขนาด (กิโลวัตต์)	ประสิทธิ ภาพ (%)	ความสามารถผลิตไฟฟ้า	
			(กิโลวัตต์- ชั่วโมง/วัน)	(กิโลวัตต์- ชั่วโมง/ปี)
หญ้า เนเปียร์	2,000	40%	48,000	15,840,000
	เครื่องยนต์ 2 เครื่องรวม มีขนาด 4,000 (กิโลวัตต์)		96,000	31,680,000
มูลไก่	4,000	40%	96,000	31,680,000

จากตารางที่ 4 เป็นตารางแสดงความสามารถการผลิตไฟฟ้าในเครื่องยนต์ขนาดต่างๆ มีเครื่องยนต์ขนาด 2 เมกะวัตต์และ 4 เมกะวัตต์ ซึ่งกำหนดให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพเท่ากันคือร้อยละ 40 ซึ่งเครื่องยนต์ 2 เมกะวัตต์สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 48,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน ส่วนเครื่องยนต์ 4 เมกะวัตต์สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 96,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน

5.3.4.3 ผลการหาปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ป้อนเข้าเครื่องยนต์ในระบบผลิตไฟฟ้า การหาปริมาณก๊าซชีวภาพที่ป้อนเข้าเครื่องยนต์ในขนาด 2,000 KW ที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังแสดงในตารางที่ 4 จะหาปริมาณก๊าซชีวภาพที่ป้อนเข้าเครื่องยนต์ โดยคำนวณจากสมการที่ 3.3 และผลการคำนวณที่ได้แสดงดังในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ป้อนเข้าเครื่องยนต์

ชีวมวล	ขนาดเครื่องยนต์ (กิโลวัตต์)	ปริมาณก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตร/วัน)
หญ้า เนเปียร์	2,000	20,059.68
	เครื่องยนต์ 2 เครื่อง รวมมีขนาด 4,000 (กิโลวัตต์)	40,119.36
มูลไก่	4,000	40,119.36

จากตารางที่ 5 แสดงปริมาณก๊าซชีวภาพที่ใช้ป้อนเข้าเครื่องยนต์โดยจะใช้เครื่องยนต์ขนาดเท่ากันคือ 4 เมกะวัตต์ ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากหญ้าเนเปียร์ที่ใช้ป้อนเข้าเครื่องยนต์คือ 40,119.36 ลูกบาศก์เมตรต่อวันและปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากมูลไก่ที่ใช้ป้อนเข้าเครื่องยนต์คือ 40,119.36 ลูกบาศก์เมตรต่อวันเท่ากัน

5.3.4.4 ผลการหาปริมาณ Volatile Solid ของแฉ่งระเหย การหาปริมาณ Volatile Solid ที่ป้อนเข้าถังปฏิกรณ์แบบ CSTR เพื่อให้ผลิตก๊าซชีวภาพได้ ดังแสดงในตารางที่ 5 ปริมาณ Volatile Solid คำนวณได้จากสมการที่ 3.5 มีอัตราการเกิดก๊าซมีเทนเท่ากับ 0.217 (ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมของแฉ่งระเหย) และคิดเป็นก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นได้เท่ากับ 0.42 (ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมของแฉ่งระเหย) ดังนั้นค่าปริมาณ Volatile Solid ที่ป้อนเข้าถังปฏิกรณ์แบบ CSTR ของเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า ดังแสดงดังในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณ Volatile Solid ที่ป้อนเข้าถังปฏิกรณ์แบบ CSTR ของเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า

ชีวมวล	ขนาดเครื่องยนต์ (กิโลวัตต์)	ปริมาณ Volatile Solid (กิโลกรัมของแฉ่งระเหย/วัน)
หญ้าเนเปียร์	2000	47,761.14
	เครื่องยนต์ 2 เครื่องรวมมีขนาด 4,000 (กิโลวัตต์)	95,522.28
มูลไก่	4,000	108,505.78

จากตารางที่ 6 แสดงถึงปริมาณ Volatile Solid ที่ป้อนเข้าถังปฏิกรณ์แบบ CSTR ของเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า จากการคำนวณโดยใช้สูตรที่ 3.6 หญ้าเนเปียร์ จะต้องใส่ Volatile Solid ในปริมาณ 95,522.28 กิโลกรัมของแฉ่งระเหยต่อวันและใส่ปริมาณมูลไก่เท่ากับ 108,505.78 กิโลกรัมของแฉ่งระเหยต่อวัน

5.3.4.5 ผลการหาปริมาณถังปฏิกรณ์แบบ CSTR ที่ใช้ในระบบผลิตก๊าซชีวภาพในเครื่องยนต์ การหาปริมาณถังปฏิกรณ์แบบ CSTR หาได้จากปริมาณ Volatile Solid เป็นตัวกำหนดปริมาณถังปฏิกรณ์ โดยคำนวณจากปริมาณ Volatile Solid

ดังแสดงในตารางที่ 6 และอัตราการรับสารอินทรีย์ต่อวันเท่ากับ 2.67 (กิโลกรัมของแฉ่งระเหย/ลูกบาศก์เมตร-วัน) โดยปริมาตรถังปฏิกรณ์คำนวณจากสมการที่ 3.7 เมื่อได้ปริมาตรถังปฏิกรณ์ให้นำมาคิดค่าความปลอดภัยที่ 20% ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ขนาดถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในเครื่องยนต์

ชีวมวล	ขนาดเครื่องยนต์ (กิโลวัตต์)	ปริมาตรถังปฏิกรณ์ (ลูกบาศก์เมตร)	ปริมาตรถังปฏิกรณ์รวมค่า Safety Factor*(xSF) (ลูกบาศก์เมตร)
หญ้าเนเปียร์	2,000	21,465.68	22,000
	เครื่องยนต์ 2 เครื่องรวมมีขนาด 4,000 (กิโลวัตต์)		44,000
มูลไก่	4,000	81,584.49	82,000

จากตารางที่ 7 แสดงขนาดถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในเครื่องยนต์ โดยการคำนวณจากสูตรที่ 3.8 พบว่า หญ้าเนเปียร์ต้องการปริมาตรถังปฏิกรณ์ 44,000 ลูกบาศก์เมตร ส่วนมูลไก่ต้องการปริมาตรถังปฏิกรณ์ไม่น้อยกว่า 82,000 ลูกบาศก์เมตร

5.3.4.6 ผลการปริมาณหญ้าเนเปียร์เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในระบบผลิตไฟฟ้าแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพด้วยถังปฏิกรณ์แบบ CSTR ร่วมกับเครื่องยนต์ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเครื่องยนต์ก๊าซชีวภาพขนาด 2,000 KW ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณหญ้าเนเปียร์ที่ใช้จากปริมาตรก๊าซชีวภาพที่ป้อนเข้าเครื่องยนต์ในตารางที่ 5 ต่อปริมาณของแฉ่งระเหยง่าย (VS) เท่ากับ 0.213 กิโลกรัมของแฉ่งระเหย/กิโลกรัม โดยปริมาณหญ้าเนเปียร์ที่ใช้ป้อนสู่ระบบ แสดงดังในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ปริมาณหญ้าเนเปียร์ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิต ก๊าซชีวภาพ

ชีวมวล	ขนาดเครื่องยนต์ (กิโลวัตต์)	ปริมาณหญ้าเนเปียร์ที่ความชื้น 83.5% w.b.	
		(ตัน/วัน)	(ตัน/ปี)
หญ้าเนเปียร์	2,000	224.23	7,375
	เครื่องยนต์ 2 เครื่อง รวมมีขนาด 4,000 (กิโลวัตต์)	448.46	13,275
มูลไก่	4,000	509.42	15,027.89

ในการคำนวณปริมาณหญ้าเนเปียร์ที่ความชื้น 83.5% w.b. (ตัน/ปี) โดยวันที่เริ่มระบบการผลิตเราป้อนหญ้าเนเปียร์สดเข้าระบบปริมาณ 450 ตัน และใช้ระยะเวลาการหมัก 45 วัน วันที่ 46 จะต้องดึงกากออกจากระบบ 10% เท่ากับ 45 ตัน/วัน ปริมาณหญ้าเนเปียร์ที่ความชื้น 83.5% w.b. (ตัน/ปี) = 450 ตัน + [(330 วัน - 45 วัน) × (450 × 10%)] = 13,275 ตัน/ปี

จากตารางที่ 8 แสดงถึงปริมาณหญ้าเนเปียร์ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตก๊าซชีวภาพ โดยหญ้าเนเปียร์ต้องใช้ 13,275 ตันต่อปี ส่วนมูลไก่จะใช้ 15,027.89 ตันต่อปี

5.4 การวิเคราะห์ด้านการจัดการ

การจัดหาบุคคล ในการดำเนินงานตามโครงการสามารถจัดหาได้ ดังนี้

5.4.1 แรงงานในการเพาะปลูกหญ้าเนเปียร์ เป็นค่าแรงในการปักท่อนพันธุ์ลงดินวันละ 300 บาท ต่อวัน ใช้แรงงานทั้งหมด 3 คน ใช้เวลาปลูก 13 วัน ในพื้นที่ทั้งหมด 100 ไร่ค่าใช้จ่ายเท่ากับ 750 บาทต่อไร่ ดังนั้นค่าแรงในการปลูกคิดเป็น 75,000 บาท

5.4.2 แรงงานในการใส่ปุ๋ย ค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาทต่อวัน ใช้แรงงานทั้งหมด 3 คน ในพื้นที่ทั้งหมด 100 ไร่ ค่าใช้จ่ายเท่ากับ 200 บาทต่อไร่ ดังนั้นค่าแรงในการใส่ปุ๋ยคิดเป็น 20,000 บาท

5.4.3 ค่าจ้างแรงงานในการเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาทต่อวัน ใช้แรงงานทั้งหมด 3 คน ใช้เวลาตัด 2 วัน ในพื้นที่ทั้งหมด 100 ไร่ ค่าใช้จ่ายเท่ากับ 1,200 บาทต่อไร่ ดังนั้นค่าแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิตคิดเป็น 120,000 บาท

5.4.4 ค่าจ้างแรงงานในการดูแลรักษาเป็น ค่าจ้างแรงงานในการดูแลรักษาทั่วไปในไร่ จ่ายค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาทต่อวัน ใช้แรงงานดูแลรักษา สวนประมาณ 2 คนต่อวัน ปีละ 330 วัน จ่ายค่าจ้างแรงงาน 1,980 บาทต่อไร่ ดังนั้น ค่าจ้างแรงงานในการดูแลรักษา ในพื้นที่การปลูก 100 ไร่ คิดเป็น 198,000 บาท

5.4.5 ค่าจ้างพนักงานในบริษัท แบ่งออกเป็น ค่าวิศวกรดูแลระบบ 1 คนเป็นจำนวน 288,000 บาท ค่าวิศวกรดูแลระบบ 1 คน เป็นจำนวน 480,000 บาท ค่าคนงาน 12 คน เป็นจำนวน 1,296,000 บาท ดังนั้น ค่าจ้างพนักงานในบริษัท คิดเป็น 19,835,112 บาทต่อปี

5.5 การวิเคราะห์ด้านการเงิน

5.5.1 โครงสร้างต้นทุนและรายได้

ค่าใช้จ่ายในการผลิตมีค่าเสื่อมราคาโดยคิดโครงการที่มีอายุเฉลี่ย 10 ปี ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเสื่อมราคา

รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
ค่าใช้จ่ายในการผลิต											
ค่าบ่อหมักราง	15	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ค่าบ่อหมัก CSTR	90	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Biogas scrubber	6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Dehumidify	3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Generator building	40	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Blower	2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
รถตัด	4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

5.5.2 ระยะเวลาคืนทุน (PB)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{183,318,556}{99,475,200} = 1.84 \text{ ปี}$$

5.5.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

ตารางที่ 10 การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายใน มีเงินลงทุนเริ่มต้น

ปีที่	เงินลงทุนเริ่มต้น	กระแสเงินสดรับสุทธิ
1	183,318,556	99,475,200
2	-	101,464,704
3	-	103,493,998
4	-	105,563,878
5	-	107,675,156
6	-	109,828,659
7	-	112,025,232
8	-	114,265,737
9	-	116,551,051
10	-	118,882,072
11	-	121,259,714
12	-	123,684,908
13	-	126,158,606
14	-	128,681,778
15	-	131,255,414
16	-	133,880,522
17	-	136,558,133
18	-	139,289,295
19	-	142,075,081
20	-	144,916,583
IRR	56.25	

5.5.4 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) บริษัท เคซี

เอฟ พลังงานสีเขียวจำกัด มีการจ่ายเงินลงทุนครั้งแรก 191,246,320 บาทและจะได้รับกระแสเงินสดสุทธิเป็นระยะเวลาตามโครงการ 20 ปี อัตราผลตอบแทนในขณะนั้นร้อยละ 10 การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิคำนวณได้ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

ปีที่	กระแสเงินสดรับสุทธิ	ปรับมูลค่าปัจจุบัน	มูลค่าปัจจุบัน
1	99,475,200	0.833333333	82,896,000
2	101,464,704	0.694444444	70,461,600
3	103,493,998	0.578703704	59,892,360
4	105,563,878	0.482253086	50,908,506
5	107,675,156	0.401877572	43,272,230
6	109,828,659	0.334897977	36,781,396
7	112,025,232	0.279081647	31,264,186
8	114,265,737	0.232568039	26,574,558
9	116,551,051	0.193806699	22,588,375
10	118,882,072	0.161505583	19,200,118
11	121,259,714	0.134587986	16,320,101
12	123,684,908	0.112156655	13,872,086
13	126,158,606	0.093463879	11,791,273
14	128,681,778	0.077886566	10,022,582
15	131,255,414	0.064905472	8,519,195
16	133,880,522	0.054087893	7,241,315
17	136,558,133	0.045073244	6,155,118
18	139,289,295	0.037561037	5,231,850
19	142,075,081	0.031300864	4,447,073
20	144,916,583	0.026084053	3,780,012

หมายเหตุ: กำหนดให้อัตราผลตอบแทนที่ต้องการเป็นร้อยละ 20

5.5.5 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit /Cost Ratio: B/C Ratio)

ตารางที่ 12 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน

มูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย (บาท)	มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน (บาท)	B/C Ratio
422,259,166	743,024,398	1.76

จากตารางที่ 12 เป็นการวิเคราะห์อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนว่าควรลงทุนหรือไม่เมื่อคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนแล้วพบว่ามีความอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 1.76

5.6 การวิเคราะห์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

5.6.1 ทางด้านบริษัทได้รับ ISO14001, ISO9001 ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่เป็นมลพิษทางอากาศแน่นอน ไม่ส่งผลกระทบต่อแม่น้ำลำคลอง ไม่ก่อมลพิษแก่ชุมชน

5.6.2 ทางด้านการดูแลผู้มีส่วนได้เสียทุกกลุ่ม ทั้งในส่วนของผู้ถือหุ้น ลูกค้า ผู้บริโภค คู่ค้า อย่างเหมาะสมและเป็นธรรม รวมทั้งมีการเปิดเผยข้อมูลอย่างโปร่งใส ตระหนักในความสำคัญของการกำกับดูแลกิจการที่ดี (Good Corporate Governance) ในส่วนของพนักงานนั้น บริษัทได้ดูแลพนักงาน โดยยึดหลักการบริหารค่าจ้างด้วยความเป็นธรรม มีความเหมาะสมต่อการครองชีพอย่างเป็นสุข มีการสนับสนุนเงินในรูปแบบของเงินช่วยเหลือและเงินกู้สวัสดิการต่างๆ รวมถึงสวัสดิการทางด้านอื่นๆ อีกมากมาย

5.6.3 ทางด้านการทำโครงการสนับสนุนการเพาะปลูก เพื่อเพิ่มรายได้และทางเลือกที่ดีให้กับเกษตรกรและเพิ่มแหล่งวัตถุดิบให้กับบริษัท

5.6.4 ทางด้านการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการศึกษาแก่เด็กและเยาวชนที่ด้อยโอกาสให้มีการศึกษา และได้รับการอบรมพัฒนาปลูกฝังจิตสำนึกที่ดีต่อสังคม ส่งเสริมกิจกรรมการพัฒนาเด็กและเยาวชนโดยอาศัยชุมชน มีส่วนร่วม ปลูกจิตสำนึกการอนุรักษ์และการประยุกต์ใช้ทรัพยากรอย่างสอดคล้องเข้ากับวิถีชีวิตพื้นบ้านและภูมิปัญญาไทย ส่งเสริมให้เกิดการกระจายทางการศึกษาและลดช่องว่างความแตกต่างระหว่างสังคมเมืองกับสังคมชนบท

5.7 การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงิน

รายการ	การผลิตไฟฟ้าจากมูลไก่และน้ำเสีย (บาท/ปี)	การผลิตไฟฟ้าจากหมู่บ้านเป็ยร์มูลไก่และน้ำ (บาท/ปี)
ต้นทุน		
ต้นทุนวัตถุดิบ		
- หมู่บ้านเป็ยร์ปลูกเอง	-	54,286
- การเก็บเกี่ยว ดูแลรักษา	-	839,300
- การรับซื้อหมู่บ้านเป็ยร์จากแหล่งจำหน่าย	-	9,878,400
- การรับซื้อน้ำประปา	-	780,570
- การรับซื้อมูลไก่	12,780,612	5,292,000
- น้ำเสีย	4,990,500	-
ต้นทุนการขนส่งวัตถุดิบ	-	4,410,000
ต้นทุนแรงงาน		
- วิศวกรดูแลระบบ 1 คน	288,000	288,000
- ผู้ดูแลห้องทดลอง 2 คน	480,000	480,000
- ค่าคนงาน 12 คน	1,296,000	1,296,000

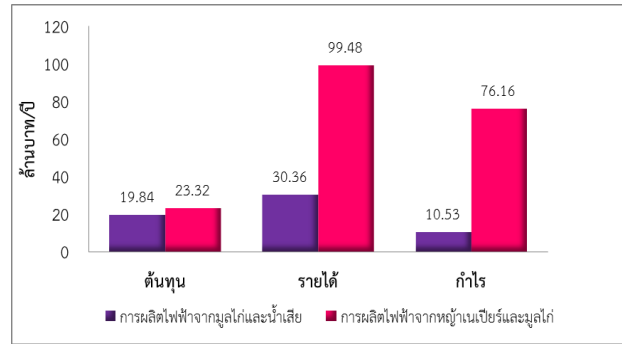
ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางการเงิน (ต่อ)

รายการ	การผลิตไฟฟ้าจาก มูลไก่และน้ำเสีย (บาท/ปี)	การผลิตไฟฟ้าจาก หญ้าเนเปียร์มูลไก่ และน้ำ (บาท/ปี)
ต้นทุนรวม	19,835,112	23,318,556
รายได้		
- การจำหน่ายไฟฟ้า ให้การไฟฟ้าส่วน ภูมิภาค	30,363,107	99,475,200
กำไร	10,527,995	76,156,644

6. สรุปผลการศึกษา

6.1 การวิเคราะห์ด้านการศึกษาความเป็นไปได้

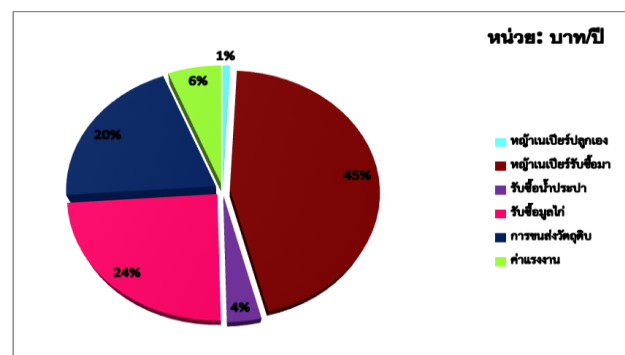
จากการวิเคราะห์พบว่ามีความเป็นไปได้ในด้านการลงทุนในโครงการนี้ เนื่องจากมีโอกาสทางการตลาดสูง มีแหล่งรับซื้อที่แน่นอน มีระบบการผลิตไฟฟ้าที่ครบวงจร สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องและสามารถตอบสนองต่อความต้องการได้ มีการวางแผนการผลิต กำลังคน ให้เหมาะสมกับงานที่ทำ เพื่อความสะดวกในการดำเนินงานมีการให้ความสำคัญในส่วนของการจัดการองค์กรให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มผลผลิต กำไร และให้ความสำคัญกับคุณภาพของผลผลิตโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก มีผลตอบแทนคุ้มค่างบการเงินลงทุนทั้งหมด โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 822,896,000 ในอัตราผลตอบแทนที่ต้องการเป็นร้อยละ 20 ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 1 ปี 10 เดือน 7 วัน และมีอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 56.25 ซึ่งให้ผลตอบแทนสูงสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาที่รวดเร็ว และให้ผลเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่งสามารถแสดงผลตอบแทนทางการเงินดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงผลตอบแทนทางการเงิน

จากรูปที่ 7 แผนภูมิแสดงผลตอบแทนทางการเงิน พบว่าต้นทุน รายได้และกำไรของการผลิตไฟฟ้าจากมูลไก่และน้ำเสียเท่ากับ 19,835,112 และ 30,363,107 และ 10,527,995 บาท ต่อปี ตามลำดับ ส่วนต้นทุน รายได้และกำไรของการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์กับมูลไก่เท่ากับ 23,318,556 และ 99,475,200 และ 76,156,644 บาท ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าการผลิตไฟฟ้าจากหญ้าเนเปียร์และมูลไก่มีผลตอบแทนที่สูงกว่าการผลิตไฟฟ้าจากมูลไก่และน้ำเสีย

6.2 ผลการศึกษาต้นทุนการปลูก การเก็บเกี่ยว และการขนส่งหญ้าเนเปียร์



รูปที่ 8 แผนภูมิแสดงผลการศึกษาต้นทุนการปลูก การเก็บเกี่ยวและการขนส่งหญ้าเนเปียร์

จากรูปที่ 8 แผนภูมิแสดงผลการศึกษาด้านทุน การปลูก การเก็บเกี่ยวและการขนส่งหญ้าเนเปียร์ ใช้ ท่อนพันธุ์ในปริมาณ 700 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นทุนเท่ากับ 1,500 บาทต่อไร่ สามารถเก็บเกี่ยวได้ 8 ครั้งต่อปีและ อายุของท่อนพันธุ์ในการปลูกต่อครั้งสามารถอยู่ได้ 7 ปี และเริ่มปลูกใหม่ได้ในปีที่ 8 ต้นทุนการจ้างเหมาในการปลูก 3,800 บาทต่อไร่ และจ้างเหมาการเก็บเกี่ยว 8,393 บาทต่อไร่

การขนส่งหญ้าเนเปียร์จะขนส่งเฉพาะหญ้าที่ รับซื้อจากแหล่งจำหน่าย รับซื้อในราคา 1,200 บาท ต่อตัน ใช้ปริมาณ 8,232 ตันต่อปี มีค่าใช้จ่าย 9,878,400 บาทต่อปีและมีค่าขนส่งหญ้าเนเปียร์ 4,410,000 บาทต่อปี

6.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณหญ้าเนเปียร์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณหญ้าเนเปียร์ที่ใช้เป็น เชื้อเพลิงสำหรับผลิตก๊าซชีวภาพ ในระบบผลิตไฟฟ้า แบบระบบด้วยถังปฏิกรณ์ แบบ CSTR รวมกับ เครื่องยนต์ขนาด 2,000 กิโลวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง พิจารณาที่อายุโครงการ 20 ปี โดยใช้หญ้าเนเปียร์ที่ ความชื้น 83.5% ใส่เข้าระบบทั้งหมด 13,275 ตันต่อปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณโรงงานกรณีศึกษาและ บุคลากรซึ่งผู้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวม ข้อมูลและรวมถึงคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนใน การทำงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] นิชชา บุรณสิงห์. 2558. การผลิตไฟฟ้าด้วยก๊าซ ชีวภาพหญ้าเนเปียร์ หญ้าพลังงาน : หญ้าเน เปียร์.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.). แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงาน ทางเลือก พ.ศ. 2558 - 2579 (AEDP2015). แหล่งที่มา : [http://www.dede.go.th/ewt_news .php?nid=42195](http://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=42195), 5 พฤษภาคม 2561
- [3] การศึกษาความเป็นไปได้. แหล่งที่มา : [http://www.stou.ac.th/stouonline/lom/data/se c/Lom14/02.html](http://www.stou.ac.th/stouonline/lom/data/sec/Lom14/02.html), 5 พฤษภาคม 2561
- [4] ทิพย์วรรณ เอกตะ. 2555. การศึกษาความเป็นไป ได้ในการตั้งโรงงานประกอบสายพานลำเลียงของ บริษัท เฟิร์ท คอนเวเยอร์ จำกัด. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- [5] บุรณะศักดิ์ มาดหมาย. 2552. ก๊าซชีวภาพ การ ใช้เทคโนโลยีพลังงานชีวภาพเพื่อการจั ดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ: 61.
- [6] ศศิรินนา ชมชื่น. 2558. การวิเคราะห์ทางเศรษฐ ศาสตร์และการประเมินวัฏจักรชีวิตของระบบ ก๊าซชีวภาพสำหรับฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ในประเทศ ไทย . วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [7] สมนาตย์ ทองประภา. 2554. ต้นทุนและ ผลตอบแทนการปลูกหญ้าเนเปียร์และครุที่ใช้ น้ำ เสียจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง ในเขตอำเภอ เมือง จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

- [8] บุญทรัพย์ พานิชการ. 2556. โซลูชันพลังงาน (น้ำมันสำเร็จรูปและไฟฟ้า) ของอาเซียน. แหล่งที่มา: <http://www.freightmaxad.com/magazine/?p=4731>, 1 มิถุนายน 2556.