



การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของโรงงานแปรรูปมันสำปะหลังในอำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครราชสีมา

Feasibility Study of Biogas Power Generator Project of Cassava Processing Plant in Khonburi District, Nakhon Ratchasima Province

เกรียงไกร رایณะสุข^{1*}, อนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ¹, นเรนทร บุญส่ง¹, เอกมินทร์ แสงภักดีโยธิน²

Kriengkrai Rayanasuk^{1*}, Anuwat Pachanawan¹, Naraintorn Boonsong¹, Ekkamin Saengpukyothin²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

¹Division of Agricultural Engineering and Technology, Faculty of Agricultural and Natural Resource, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi

²สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการพลังงานและโลจิสติกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา

²School of Energy and Logistics Management Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima

*Corresponding author: Tel.: +66-8-1282-7089, E-mail: kriengkrai_ra@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของโรงงานแปรรูปมันสำปะหลังแห่งหนึ่งในอำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครราชสีมา โดยมีน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแล้วนำมาผ่านกระบวนการผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ จากนั้นนำก๊าซชีวภาพที่ได้มาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยผลการศึกษาคำนวณปริมาณก๊าซชีวภาพของโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังขนาด 200 tons of starch day⁻¹ มีน้ำเสียจากกระบวนการผลิต 2,000 m³ day⁻¹ ผลิตก๊าซชีวภาพได้ 16,800 m³ day⁻¹ สามารถผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 28,848 kWh day⁻¹ กำหนดอายุโครงการที่ 20 years ที่ต้นทุนเงินทุนอยู่ที่ 6% เงินลงทุนโครงการ 64,535,500 Baht ผลการศึกษา พบว่า ในกรณีพื้นฐาน มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 148,722,796.07 Baht อัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับ 27.35% และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 3.76 years ซึ่งผลการวิเคราะห์กรณีพื้นฐานมีความคุ้มค่าในการลงทุน และเนื่องจากมันสำปะหลังมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตตามฤดูกาลทำให้การเดินเครื่องจักรในการผลิตทำไม่ได้ทั้งปี แม้ในปัจจุบันมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตนอกฤดูกาลบ้างแต่มีปริมาณผลผลิตไม่มาก นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการแบ่งเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 การเดินเครื่อง 75% year⁻¹ กรณีที่ 2 การเดินเครื่อง 50% year⁻¹ และกรณีที่ 3 การเดินเครื่อง 25% year⁻¹ ซึ่งผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการทั้ง 3 กรณี พบว่ากรณีที่ 1 มีความน่าสนใจในการลงทุนมากที่สุด รองลงมาคือกรณีที่ 2 ส่วนกรณีที่ 3 การเดินเครื่องจักรผลิตไฟฟ้า 25% ไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเพราะมูลค่าปัจจุบันสุทธิติดลบและไม่สามารถประเมินค่าได้ผลตอบแทนโครงการได้

คำสำคัญ: การศึกษาความเป็นไปได้, ก๊าซชีวภาพ, มันสำปะหลัง

Abstract

The objective of this research was to conduct a feasibility study for a biogas power generation project at a cassava processing plant in Khonburi District, Nakhon Ratchasima Province. The study involved processing

Received: 21 August, 2023

Revised: 7 December, 2024

Accepted: 23 December, 2024

Available online: 28 December, 2024

wastewater from the cassava processing into biogas, which was then used as fuel for electric power generators to produce electricity. The cassava starch plant, with a daily capacity of 200 tons of starch, generates $2,000 \text{ m}^3 \text{ day}^{-1}$ of wastewater. This wastewater can be processed to produce $16,800 \text{ m}^3$ of biogas day^{-1} and generate $28,848 \text{ kWh day}^{-1}$ of electricity. The project's lifespan is set at 20 years with a capital cost of 64,535,500 Baht and a cost of capital of 6%. The results showed that in the fundamental case analysis, the net present value was calculated at 148,722,796.07 Baht, the rate of return within the project is 27.35%, and the payback period is 3.76 years. These results indicate that the fundamental case analysis supports the feasibility and worthiness of the investment. Given that cassava harvesting is seasonal and the production machinery is not available year-round, the sensitivity analysis considered three cases: case 1 with 75% operation year^{-1} , case 2 with 50% operation year^{-1} , and case 3 with 25% operation year^{-1} . The sensitivity analysis revealed that case 1 is the most attractive investment, followed by case 2. However, case 3, with only 25% of the machinery in operation, is not considered a worthwhile investment due to a negative net present value, and the project's return cannot be assessed.

Keywords: Feasibility study, Biogas, Cassava

1 บทนำ

การใช้พลังงานของประเทศไทย สูงขึ้นต่อเนื่องมาหลายปี อันเนื่องมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ จากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลกทำให้เกิดความต้องการในการใช้สินค้าทั้งอุปโภคและบริโภค ส่งผลให้เกิดการสร้างโรงงานขึ้นใหม่หรือการต่อขยายโรงงานเดิมเพื่อติดตั้งเครื่องจักรเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มกำลังการผลิต ซึ่งในปัจจุบันทางภาครัฐได้มีนโยบายในการจัดหาพลังงานทางเลือกเพื่อเป็นพลังงานทดแทนโดยส่งเสริมให้ผู้ประกอบการช่วยลดการพึ่งพาและการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงและพลังงานชนิดอื่น และยังช่วยกระจายความเสี่ยงในการจัดหาเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้าของประเทศซึ่งเดิมต้องพึ่งพาก๊าซธรรมชาติเป็นหลักมากกว่า 70% (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2556) โดยพลังงานทดแทนถือเป็นหนึ่งในเชื้อเพลิงเป้าหมายที่คาดว่าจะสามารถนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าทดแทนก๊าซธรรมชาติได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังน้ำขนาดเล็ก ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และขยะ เป็นต้น ในการบริหารจัดการด้านพลังงานของประเทศ กระทรวงพลังงานได้วางกรอบแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติ ที่ให้ความสำคัญใน 3 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านความมั่นคงทางพลังงาน (Security) ในการตอบสนองต่อปริมาณความต้องการพลังงานที่สอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ อัตราการเพิ่มของประชากร และอัตราการขยายตัวของเขตเมือง รวมถึงการกระจายสัดส่วนของเชื้อเพลิงให้มีความเหมาะสม (2) ด้านเศรษฐกิจ (Economy) ที่ต้องคำนึงถึงต้นทุนพลังงานที่มีความเหมาะสมและไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจและ สังคมของประเทศในระยะยาว การปฏิรูปโครงสร้างราคาเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ให้

สอดคล้องกับต้นทุน และให้มีภาระภาษีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของประเทศไม่ให้เกิดการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย รวมถึงส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (3) ด้านสิ่งแวดล้อม (Ecology) เพิ่มสัดส่วนการผลิตพลังงานหมุนเวียนภายในประเทศ และการผลิตพลังงานด้วยเทคโนโลยีประสิทธิภาพสูงเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และชุมชน

ปัจจุบันประเทศไทยมีแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยก๊าซธรรมชาติมีสัดส่วนการใช้น้ำมากที่สุดรองลงมาคือ น้ำมัน ถ่านหิน ตามลำดับ (อัคร และคณะ, 2557) ทำให้ประเทศจำเป็นต้องจัดหาแหล่งพลังงานอื่นเพื่อมาทดแทน สำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตเกษตรโดยเฉพาะการแปรรูปมันสำปะหลังจะมีน้ำเสียจากกระบวนการผลิต หากการจัดการน้ำเสียไม่ดีอาจก่อให้เกิดมลภาวะด้านสิ่งแวดล้อมกับชุมชนรอบข้างได้ ซึ่งปัจจุบันโรงงานส่วนใหญ่ได้ทำการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพ เป็นไปตามกฎหมายกำหนด แก้ไขปัญหากล้นรบกวนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังมีผลพลอยได้คือ ก๊าซชีวภาพ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมประเภทผลิตแอมโมเนียสำหรับปุ๋ยมีการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียที่ $416,540,000 \text{ m}^3 \text{ year}^{-1}$ (อัคร และคณะ, 2557) ทำให้ก๊าซชีวภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนได้ ทั้งเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำและผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในโรงงาน (อัคร และคณะ, 2557; วรพจน์และรัชพล, 2555) สำหรับการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านในการลงทุนโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ โดยมีขอบเขตในการศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลโครงการ การประเมินผลโครงการ และการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการโดยการนำน้ำเสียจากการกระบวนการแปรรูปมันสำปะหลังมาผลิต

ก๊าซชีวภาพจะทำให้บริษัทประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดการพลังงาน ลดต้นทุนในการผลิต สามารถจัดการของเสียให้เกิดประโยชน์และเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และก่อให้เกิดผลกำไรแก่บริษัทอีกด้วย

2 อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การศึกษาโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพโดยเริ่มจากน้ำเสียในกระบวนการผลิตนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพและส่งเข้าไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์และผลิตไฟฟ้าออกมา โดยศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค และการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการ โดยใช้ตัวชี้วัดความคุ้มค่าของโครงการ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คำนวณได้จากสมการ 1

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

โดยที่ B_t คือ ผลตอบแทนในปีที่ t ($t = 1, 2, 3, \dots, n$), C_t คือ ต้นทุนในปีที่ t ($t = 1, 2, 3, \dots, n$), i คือ อัตราดอกเบี้ย และ n คือ อายุโครงการ

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คำนวณได้จากสมการ 2

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+IRR)^t} \quad (2)$$

ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period: PB) คือระยะเวลาของการลงทุนที่กระแสเงินสดรับสุทธิจากโครงการเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายสุทธิพอดี

2.1 เครื่องมือที่ใช้

เอกสารรายงาน บทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากเอกสาร รายงาน บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแหล่งข้อมูล คือ อินเทอร์เน็ต ศูนย์หนังสือเผยแพร่ การผลิตก๊าซชีวภาพจากกระบวนการแปรรูปมันสำปะหลังซึ่งศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียของอุตสาหกรรมแต่ละประเภท

2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยการศึกษาคำนวณความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของโรงงานแปรรูปมันสำปะหลัง เริ่มจาก

การศึกษาข้อมูลโครงการ คุณสมบัติและปริมาณก๊าซชีวภาพ การศึกษาทางด้านเทคนิคของเครื่องจักร กำลังการผลิต จัดทำประมาณการเงินลงทุนโครงการและผลตอบแทนทางการเงิน วิเคราะห์โครงการด้วย NPV, IRR, PB โดยกรณีพื้นฐานของโครงการนี้คือการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้า 100% แต่การผลิตไฟฟ้าอาจไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้จึงมีการศึกษาความอ่อนไหวของโครงการแยกเป็น 3 กรณีศึกษาของการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าดังนี้ กรณีที่ 1 เดินเครื่อง 75%, กรณีที่ 2 เดินเครื่อง 50% และกรณีที่ 3 เดินเครื่อง 25% ตามลำดับ ซึ่งขั้นตอนดำเนินการวิจัย รายละเอียดแสดงดัง Figure 1

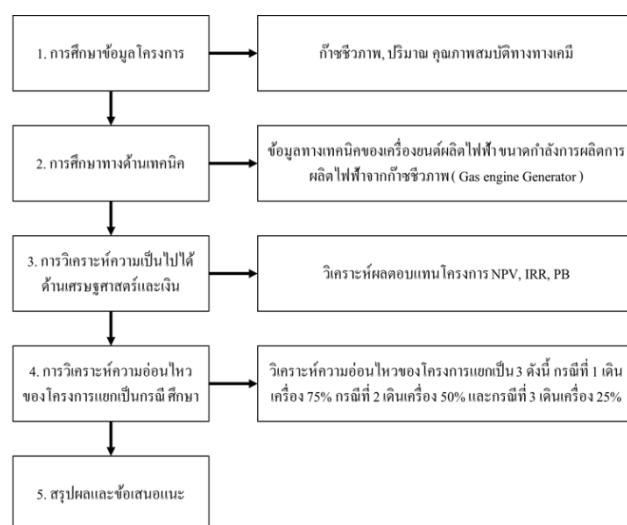


Figure 1 Research methods

การศึกษาข้อมูลโครงการ โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังขนาด 200 tons of starch day⁻¹ มีน้ำเสียจากกระบวนการผลิตที่ปล่อยออกมา 2,000 m³ day⁻¹ และส่งต่อไปยังโรงบำบัดน้ำเสียและผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งถูกจัดเก็บในถังบัลลูนที่ใช้สำหรับเก็บก๊าซชีวภาพ ที่มีขนาด 3,000 m³ เพื่อบรรณาไปใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนเข้าเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า (Gas engine generator) และนำไปใช้งานต่อไปตามรายละเอียดดัง Figure 2

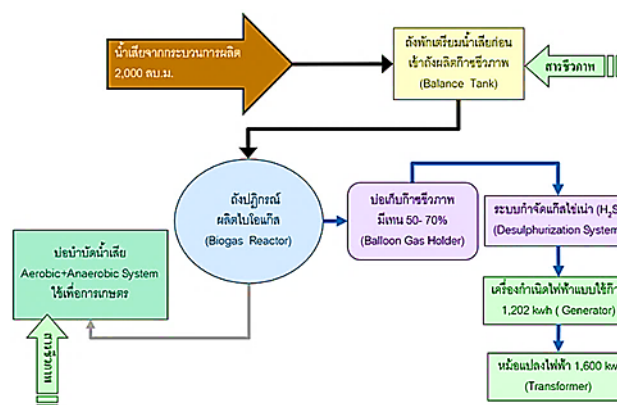


Figure 2 Power generation using biogas

การศึกษาด้านเทคนิค เครื่องยนต์ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพในโรงงานแปรรูปมันสำปะหลัง เป็นเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในซึ่งใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งต้องร่วมกับชุดขับเคลื่อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องจักรนำมาประมาณการเป็นเงินลงทุนของโครงการรวมทั้งค่าซ่อมบำรุง ซึ่งเครื่องยนต์ที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพครั้งนี้มีขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า 1,202 kWh เป็นเครื่องยนต์ใหม่ที่มีเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพโดยตรงรุ่น JMS 416 B25 ยี่ห้อ Jenbacher และมีอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ 60,000 hr ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดัง Table 1

Table 1 Engine Specification

Type of fuel	Biogas
Number of engines	1
Engine model	JMS 416 B25
Engine life (h)	60,000
Fuel gas LHV (kWh N ⁻¹ m ⁻³)	5
Fuel feed rate 50% (Nm ³ h ⁻¹)	344
Fuel feed rate 75% (Nm ³ h ⁻¹)	489
Fuel feed rate 100% (Nm ³ h ⁻¹)	635
Power generation capacity (@ pf 1.0 kW)	1,202

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินของโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของโรงงานแปรรูปมันสำปะหลัง โดยประเมินจากการหาค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทนโครงการ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (PB) โดย $NPV \geq 0$ โครงการนำลงทุน $IRR \geq i$ มากกว่าต้นทุนของเงินทุน แสดงว่าโครงการนำลงทุน (6%) และ $PB < 7.5$ years โครงการนำลงทุนมีรายละเอียดดัง Figure 3

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ (Sensitivity Analysis) เพื่อศึกษาว่าเมื่อสถานการณ์การดำเนินโครงการไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ มีปัจจัยต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปซึ่งมีผลต่อค่าใช้จ่ายและรายรับของโครงการ จึงวิเคราะห์เปรียบเทียบว่าโครงการนี้ยังคุ้มค่าที่จะลงทุนหรือไม่ โดยมีสมมติฐานการเดินเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าเป็น 3 กรณี คือ กรณีที่ 1 เดินเครื่องจักร 75%, กรณีที่ 2 เดินเครื่องจักร 50% และกรณีที่ 3 เดินเครื่องจักร 25% เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์และตามกรอบความคิดงานวิจัยดัง Figure 3

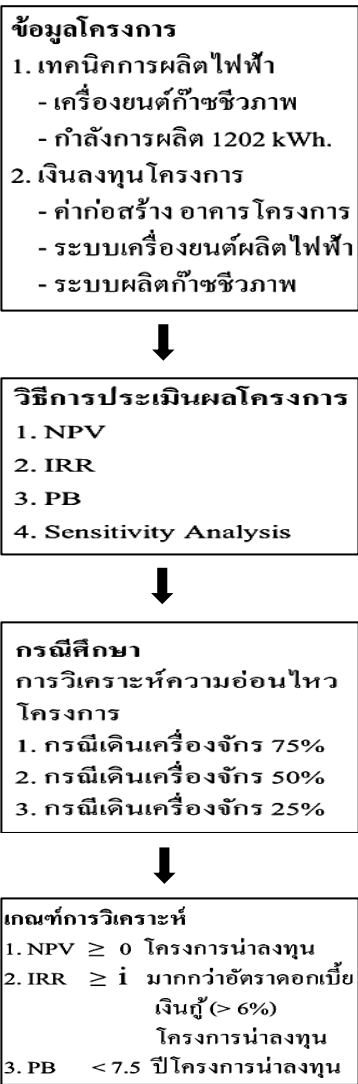


Figure 3 Conceptual framework

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ข้อมูลโครงการ

ข้อมูลประกอบใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และปรับปรุงคุณภาพก๊าซชีวภาพ จำนวน 46,283,700 Baht เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าก๊าซชีวภาพ กำลังการผลิต 1,202 kWh ราคา 13,600,000 Baht ค่าอาคารโรงงาน 3,520,000 Baht การผลิตจำนวน 24 hr day⁻¹ อัตราเงินเดือนพนักงานทั้งหมด 2,172,000.00 Baht year⁻¹ ค่าบำรุงรักษาอาคาร 60,000 Baht year⁻¹ ค่าสาธารณูปโภค 50,000 Baht year⁻¹ ค่าใช้จ่ายดำเนินการอื่น ๆ 100,000 Baht year⁻¹หนี้สินระยะยาว (กู้ธนาคาร) 50% เป็นเงิน 13,050,000.00 Baht ส่วนของเจ้าของ 50% เป็นเงิน 13,050,000.00 Baht อายุโครงการ 20 years เงินหมุนเวียน เท่ากับ 500,000 Baht คงที่ตลอดอายุโครงการ เงินลงทุนรวมทั้งโครงการทั้งหมด เท่ากับ 64,535,500.00 Baht

3.2 โครงสร้างการลงทุน

งบประมาณการลงทุนโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ แบ่งงบประมาณลงทุน ดังนี้ 1) ค่าก่อสร้าง อาคาร และสิ่งปลูกสร้าง 3,520,000.00 Baht 2) ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 41,865,500.00 Baht 3) ระบบผลิตไฟฟ้า 19,150,000.00 Baht รวมทั้งสิ้น 64,535,500.00 Baht

3.3 การประมาณการรายจ่ายโครงการ

รายจ่ายโครงการแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนแรกจ่ายจากการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ประกอบ เช่น เทอร์โบชาร์จเจอร์ อินเตอร์คูลเลอร์ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วย Gas Engine-Generator ค่าบำรุงรักษาอื่น ๆ และอีกส่วนคือรายจ่ายจากค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการซึ่งประกอบด้วย ค่าจ้างพนักงาน ได้แก่ ผู้บริหารโครงการ พนักงานเดินระบบหรือพนักงานควบคุมเครื่องและช่างซ่อมบำรุงเครื่องจักร เป็นต้น โดยมีค่าบำรุงรักษา Gas Engine-Generator 1,958,400 Baht year⁻¹ ค่าน้ำมันหล่อลื่น 570,240 Baht year⁻¹ ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์อื่น ๆ 756,013 Baht year⁻¹ และค่าจ้างพนักงานทั้งหมด 1,236,000 Baht year⁻¹

3.4 การประมาณการรายรับโครงการ

การประมาณการรายได้ซึ่งเกิดจากการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ขนาดกำลังการผลิต 1,202 kWh ทำให้สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า 28,848 kWh day⁻¹ คิดเป็นต่อปี 8,654,400 kWh year⁻¹ และจากการประมาณการรายจ่ายของโครงการซึ่งเกิดจากค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ประกอบ รวมกับค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าจ้างพนักงานในตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดัง Table 2

Table 2 Forecasting project revenue

รายการ	จำนวน	หน่วย
การผลิตไฟฟ้า		
- ปริมาณการผลิตไฟฟ้า	28,848.00	kWh day ⁻¹
- อัตราค่าไฟฟ้า	3.50	Baht kWh ⁻¹
- คิดเป็นเงินจากการผลิตไฟฟ้า (หรือคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้)	100,968.00	Baht day ⁻¹

3.5 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนโครงการ

แผนการเงินถือเป็นส่วนที่แสดงข้อมูลเชิงปริมาณที่ผู้ให้บริการแหล่งเงินทุน เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการพิจารณาและเป็นแผนการบริหารเงินให้กิจการสามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่น และเป็นแนวทางในการตัดสินใจ มีดังนี้

3.5.1 ค่าใช้จ่ายในการบริหาร

ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายพนักงาน และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องจักร โดยค่าใช้จ่ายแต่ละปีเท่ากันทุกปี (ปีที่ 1-20) เท่ากับ 3,410,900 Baht ยกเว้นปีที่ 8 และ 16 เท่ากับ 5,566,900 Baht รายละเอียดแสดงดัง Table 3

Table 3 Administrative expense

ระยะเวลา	ปีที่ 1-20 (ซึ่งเท่ากันทุกปี ยกเว้นปีที่ 8 และ 16)	ปีที่ 8 และ 16
ค่าใช้จ่ายพนักงาน		
- ค่าประกันชีวิตพนักงาน	6,500.00	6,500.00
- เงินเดือนพนักงาน 13 คน	1,236,000.00	2,172,000.00
ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องจักร		
- ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร	60,000.00	60,000.00
- ค่าบำรุงรักษาอาคาร	50,000.00	50,000.00
สถานที่	-	1,220,000.00
- ค่าสาธารณูปโภค	100,000.00	100,000.00
- ค่าบำรุงรักษาพิเศษ		
- ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ		
รวมค่าใช้จ่ายในการบริหาร	3,410,900.00	5,566,900.00

3.5.2 การคิดค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร

การคิดค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักรและอาคาร โดยใช้วิธีคิดค่าแบบเส้นตรง ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาของระบบผลิตก๊าซ 27,079,200.00 Baht จำนวน 20 years ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักรผลิตไฟฟ้า 17,235,000.00 Baht จำนวน 20 years และค่าเสื่อมราคาของอาคาร 3,344,000.00 Baht จำนวน 20 years รายละเอียดแสดงดัง Table 4

Table 4 Depreciation

ระยะเวลา	ปีที่ 1-20 (ซึ่งเท่ากันทุกปี)
ค่าเสื่อมราคาของระบบผลิตก๊าซ	1,353,960.00
ค่าเสื่อมราคาของระบบผลิตไฟฟ้า	861,750.00
ค่าเสื่อมราคาของอาคาร	167,200.00
รวมค่าเสื่อมราคา	2,382,910.00

3.5.3 อัตราการผลิตไฟฟ้า

เครื่องยนต์ที่ใช้ผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพโดยตรง ยี่ห้อ Jenbacher รุ่น JMS 416 B25 เมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่ประสิทธิภาพ 100% คือมีผลผลิตมันสำปะหลังตลอดทั้งปี จะมีกำลังการผลิตไฟฟ้าเท่ากับ 1,202 kWh จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน 24 hr อัตราการผลิตไฟฟ้าต่อวัน 28,848 kWh จำนวนวันทำงานต่อปี 300 day จำนวนชั่วโมงทำงานต่อปี 7,200 hr และอัตราการผลิตไฟฟ้าต่อปี 8,654,400 kWh รายละเอียดแสดงดัง Table 5

Table 5 Produce electricity rate

ระยะเวลา	ปีที่ 1-20 (ซึ่งเท่ากันทุกปี)
อัตราการผลิตไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี)	8,654,400
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)	3.50
เป็นจำนวนเงินต่อปี (บาท)	30,290,400.00

3.5.4 ตารางการผ่อนเงินกู้

การจ่ายดอกเบี้ยและเงินต้นประกอบด้วย เงินต้น 32,267,750.00 Baht (คิดที่ 50% ของงบประมาณการลงทุนโครงการ 64,535,500.00 Baht) อัตราดอกเบี้ย 6% (อ้างอิงจากธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทย อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดีเฉลี่ย 6%) และระยะเวลาการผ่อนชำระ 8 years รวมเงินต้นพร้อมดอกเบี้ย เท่ากับ 5,088,532.61 Baht ซึ่งเท่ากันทุกปี รายละเอียดแสดงดัง Table 6

Table 6 Pay by installments

ปีที่	ยอดเงินกู้ (บาท)	ผ่อนชำระคืนเงินต้น	ดอกเบี้ย	รวม
	32,267,750.00 บาท	(ปีละ)	(ปีละ)	(เงินต้น+ดอกเบี้ย)
1	29,027,128.26	3,240,621.74	1,847,910.87	5,088,532.61
2	25,586,632.06	3,440,496.20	1,684,036.42	5,088,532.61
3	21,933,933.58	3,652,698.48	1,435,834.14	5,088,532.61
4	18,055,944.65	3,877,988.93	1,210,543.69	5,088,532.61
5	13,938,769.85	4,117,174.80	971,357.82	5,088,532.61
6	9,567,656.72	4,371,113.13	717,419.48	5,088,532.61
7	4,926,942.90	4,640,713.82	447,818.79	5,088,532.61
8	1,675,185.50	4,926,942.90	161,589.72	5,088,532.61
รวม				40,708,260.88

3.5.5 บัญชีงบดุล กำไร-ขาดทุน

บัญชีงบดุลเป็นบัญชีที่แสดงผลการดำเนินงานของกิจการว่ามีผลกำไรหรือขาดทุนสุทธิเท่าใดประกอบด้วยรายละเอียดของรายได้และค่าใช้จ่าย โดยปีที่ 1-5 ผลรวมรายได้สุทธิเท่ากันทุกปีเท่ากับ 17,449,657.39 Baht รายละเอียดแสดงดัง Table 7

Table 7 Earnings statement

งบกำไร - ขาดทุน	ปีที่ 1-5 (ซึ่งเท่ากัน ทุกปี)
1. รายได้	
- จำนวนหน่วยผลิตไฟฟ้า (หน่วย)	8,654,400.00
- อัตราค่าไฟฟ้า (บาท)	3.50
รวมจำนวนเงิน (บาท)	30,290,400.00
2. รายจ่าย (ต้นทุนผันแปร)	
- ค่าใช้จ่ายในการบริหาร	3,410,900.00
- วัสดุสิ้นเปลืองและสารหล่อลื่น	1,958,400.00
รวมรายจ่าย	5,369,300.00
3. รวมค่าเสื่อมราคา (ต้นทุนคงที่)	2,382,910.00
4. กำไรก่อนหักดอกเบี้ย และภาษี เงินได้	22,538,190.00
5. จ่ายเงินต้นและดอกเบี้ยจ่าย	5,088,532.61
รายได้สุทธิ	17,449,657.39

3.6 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ

เมื่อสถานการณ์การดำเนินโครงการไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ มีปัจจัยต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปซึ่งมีผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าทำให้ค่าใช้จ่ายและรายรับของโครงการเปลี่ยนแปลงไป เพราะการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังทำได้ตามฤดูกาล ไม่สามารถทำได้ตลอดทั้งปี ทำให้โรงงานแปรรูปมันสำปะหลังต้องเดินเครื่องจักรตามฤดูกาล ซึ่งส่งผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพด้วย ดังนั้นจึงวิเคราะห์ที่ 25%, 50% และ 75% ของระยะเวลาการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าต่อปี สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิศาล และคณะ (2557) ที่ทดสอบภาระทางไฟฟ้า 100%, 75%, 50% และ 25% ด้วยเครื่องยนต์สันดาปภายในที่ใช้ก๊าซชีวภาพ จากนั้นเปรียบเทียบวิเคราะห์ผลตอบแทนซึ่งมีผลต่อค่าใช้จ่ายและรายรับของโครงการ แบ่งเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 คิด 75% ของการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้า อัตราการผลิตไฟฟ้า 6,490,800 kWh year⁻¹ อัตราค่าไฟฟ้า 3.50 Baht kWh⁻¹ (อัตรารับซื้อไฟฟ้าของโรงงานผลิตไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซชีวภาพ) คิดเป็นรายได้ 22,717,800.00 Baht year⁻¹ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลัดดาวรรณ (2563) ที่ศึกษารายได้จากก๊าซชีวภาพในการผลิตไฟฟ้า เพื่อจำหน่ายพบว่า ประมาณ 20,000,000.00 Baht year⁻¹

คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 66,782,111.71 Baht อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) เท่ากับ 15.95% และระยะเวลาคืนทุน 6.74 years สอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิศักดิ์ (2549) ที่ศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังพบว่า อัตราผลตอบแทนภายในโครงการต้องมากกว่าต้นทุนของเงินทุน โครงการดังกล่าวเหมาะที่จะลงทุน และระยะเวลาคืนทุนไม่ควรเกิน 10 years

กรณีที่ 2 คิด 50% ของการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้า อัตราการผลิตไฟฟ้า 4,327,200 kWh year⁻¹ อัตราค่าไฟฟ้า 3.50 Baht kWh⁻¹ คิดเป็นรายได้ 15,145,200.00 Baht year⁻¹ คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ -15,158,572.65 Baht อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) เท่ากับ 3.45% และระยะเวลาคืนทุน 32.26 years

กรณีที่ 3 คิด 25% ของการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้า อัตราการผลิตไฟฟ้า 2,163,600 kWh year⁻¹ อัตราค่าไฟฟ้า 3.50 Baht kWh⁻¹ คิดเป็นรายได้ 7,572,600.00 Baht year⁻¹ คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ได้เท่ากับ -97,099,257.01 Baht อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) และระยะเวลาคืนทุนไม่สามารถคำนวณได้ รายละเอียดแสดงดัง Table 8

Table 8 Project analysis

กรณีศึกษา	NPV (Baht)	IRR (%)	PB (years)	ผลการวิเคราะห์
กรณีพื้นฐาน	148,722,796.00	27.35	3.76	น่าลงทุน
กรณีที่ 1 (75%)	66,782,111.71	15.95	6.74	น่าลงทุน
กรณีที่ 2 (50%)	-15,158,572.65	3.45	32.26	ไม่น่าลงทุน
กรณีที่ 3 (25%)	-97,099,257.01	-	-	ไม่น่าลงทุนและไม่สามารถประเมินค่าได้

4 สรุป

จากการการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพของโรงงานแปรรูปมันสำปะหลัง โดยมีเงินลงทุนของโครงการอยู่ที่ 64,535,500 Baht และเมื่อโครงการเปิดดำเนินการจะมีค่าใช้จ่ายในการบริหารเท่ากับ 3,410,900 Baht year⁻¹ ค่าวัสดุสิ้นเปลืองและสารหล่อลื่นเท่ากับ 1,958,400 Baht year⁻¹ และจ่ายคืนเงินต้นและดอกเบี้ยเงินกู้เท่ากับ 5,088,532.61 Baht year⁻¹ สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าสุทธิได้ 1,202 kWh ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการพบว่า กรณีพื้นฐาน มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 148,722,796.00 Baht มีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนภายในโครงการมีค่าเท่ากับ 27.35% ระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 3.76 years แสดงว่าโครงการมีผลตอบแทนคุ้มค่าในการลงทุน

เมื่อทดสอบความอ่อนไหวของโครงการภายใต้การสมมติเนื่องจากการแปรรูปมันสำปะหลังมีผลผลิตและการเก็บเกี่ยวตามฤดูกาลไม่ได้มีตลอดทั้งปี ทำให้การเดินเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าอาจจะไม่สามารถเดินเครื่องผลิตได้ตลอดทั้งปี ซึ่งผลทดสอบตามสมมติฐาน กรณีที่ 1 มีความคุ้มค่าในการลงทุน โดยการเดินเครื่องจักรผลิตไฟฟ้า 75% กรณีที่ 2 โดยการเดินเครื่องจักรผลิตไฟฟ้า 50% อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับ 3.45% ซึ่งต่ำกว่าต้นทุนของเงินทุนที่ 6% และสอดคล้องกับระยะเวลาคืนทุนที่นานเกินไปที่ 32.26 years โครงการจึงไม่น่าลงทุนเพราะมูลค่าปัจจุบันสุทธิติดลบและเวลาในการเดินเครื่องไม่ควรน้อยกว่า 75% year⁻¹ (8 months year⁻¹) เพราะเป็นช่วงฤดูการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ส่วนในกรณีที่ 3 โดยการเดินเครื่องจักรผลิตไฟฟ้า 25% ไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเพราะมูลค่าปัจจุบันสุทธิติดลบและผลตอบแทนโครงการไม่สามารถประเมินค่าได้ ดังนั้นกรณีพื้นฐาน คือการเดินเครื่องจักรผลิตไฟฟ้า มีความคุ้มค่าทางการเงินมากกว่ากรณีอื่น ๆ รองลงมาคือการเดินเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าในกรณีที่ 1 ผลตอบแทนโครงการสูงกว่าต้นทุนของเงินทุนและระยะเวลาคืนทุนไม่นานเกินไป ตามลำดับ

5 กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บริษัท เน็กซ์โคราช เอ็นจิเนียริง จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

6 เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2556. เอกสารเผยแพร่คู่มือการลงทุนโรงไฟฟ้าก๊าซชีวภาพจากพืชพลังงาน. อัคร ผลพันธ์, วลัยรัตน์ อุตตะมะปรากรม, ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ. 2557. การศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียภาคอุตสาหกรรม. วารสารวิจัยพลังงาน 11(1), 50-62.

พิศาล สมบัติวงศ์, ธนภุต นน့်ชนะ, ประชาสันติ ไตรยสุทธิ, กุลเชษฐ เพียรทอง, คณิต วัฒนวิเชียร. 2557. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องยนต์สันดาปภายในใช้ก๊าซชีววมวล กรณีศึกษาการติดตั้งและทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าขนาด 75 kW. รายงานการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28, 123-130. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 15-17 ตุลาคม 2557, ขอนแก่น.

ลัดดาวรรณ พลหงษ์. 2563. การใช้ประโยชน์ของเสีย กรณีศึกษาโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังในจังหวัดมุกดาหาร. การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. อุบลราชธานี: คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

วรพจน์ คำจันลา, รัชพล สันติวรกร. 2555. รายงานการวิจัยเรื่องการผลิตก๊าซชีวภาพจากกากตะกอนบ่อบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแป้งมัน. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อภิศักดิ์ อุ่มจันสา. 2549. การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.