บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ถึงต้นทุนราคาไฟฟ้าจากระบบผลิตก๊าซก๊าซชีวภาพทั้งแบบรวมและไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยวิธี Exergy Costing และเพื่อเปรียบเทียบกับราคาไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ซึ่งระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกรจะประกอบด้วยระบบหลัก 2 ระบบคือ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพและระบบผลิตไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้คือ บ่อรวมน้ำเสียซึ่งเป็นที่รวมน้ำเสียจากโรงเรือนสุกรปกติจะถูกออกแบบให้มีความจุของบ่อไม่เกินปริมาตรน้ำเสียที่จะไหลมารวมไม่เกิน 1 วัน บ่อเติมทำหน้าที่นำน้ำเสียจากบ่อรวมใส่เข้าบ่อหมักก๊าซ บ่อหมักช้าแบบรางจะเป็นที่ให้แบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์อาศัยอยู่และทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำเสียกลายเป็นก๊าซชีวภาพ บ่อหมักเร็ว UASB ที่เป็นบ่อหมักแบบไร้ออกซิเจนอีกอย่างหนึ่งใช้บำบัดน้ำเสียในส่วนที่เจือจาง ลานกรองของแข็งทำหน้าที่แยกของแข็งที่ย่อยสลายยากออกจากบ่อหมักก๊าซ สระพักน้ำเสียและระบบท่อส่งก๊าซ ดังรูป 3.1

รูป 3.1 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกร

ระบบผลิตไฟฟ้า

จะประกอบด้วยเครื่องยนต์ซึ่งอาจจะเป็นเครื่องยนต์เบนซินหรือดีเซลดัดแปลงก็ได้ มอเตอร์และตู้ควบคุม ในส่วนของระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์มีทั้งแบบใช้น้ำระบายความร้อนโดยตรงและใช้อากาศระบายผ่านหม้อน้ำ ดังรูป 3.2

รูป 3.2 ระบบผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

งานวิจัยนี้จะวิเคราะห์ถึงต้นทุนราคาไฟฟ้าที่ผลิตจากก๊าซชีวภาพซึ่งจะต้องนำข้อมูลต่างๆ มาประกอบการคำนวณอันประกอบด้วยสัดส่วนก๊าซ CO_2 และความชื้นสัมพัทธ์ในก๊าซชีวภาพ ความดันและอุณหภูมิภายในบ่อหมักก๊าซและสิ่งแวดล้อม อัตราการบริโภคก๊าซของเครื่องยนต์กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ อุณหภูมิและปริมาณก๊าซ CO_2 CO ในไอเสียเครื่องยนต์ เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย

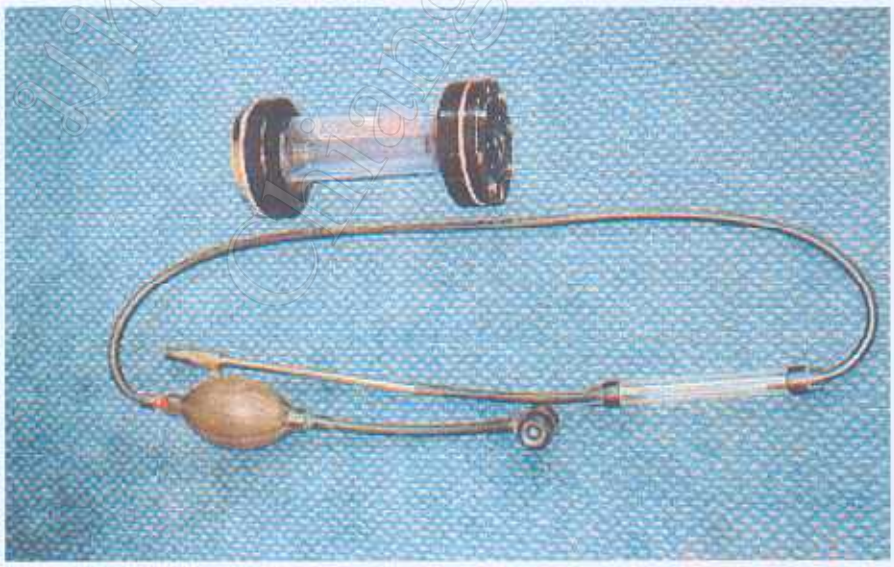
3.1.1 เครื่องมือ Combusion analysis ยี่ห้อ Kane-May รุ่น KM9106 Quintox ใช้สำหรับวัดส่วนประกอบก๊าซไอเสีย ดังรูป 3.3 ซึ่งมีคุณสมบัติในการวัดดังนี้

- สามารถวัดอุณหภูมิก๊าซไอเสียได้ตั้งแต่ 0 – 1,100 °C ความละเอียด 0.1 °C ความแม่นยำ 1 °C ± 0.3 % ของค่าที่อ่านได้
- สามารถวัดปริมาณก๊าซ CO ได้ตั้งแต่ 0 – 10 % โดยปริมาตร ความละเอียด 0.01 % ความแม่นยำ 1 °C ± 0.3 % ของค่าที่อ่านได้

- สามารถวัดปริมาณก๊าซ CO_2 ได้ละเอียด 0.1 % ความแม่นยำ $\pm$ 0.3 %
- สามารถวัดปริมาณก๊าซ O_2 ได้ตั้งแต่ 0 – 25 % โดยปริมาตร ความละเอียด 0.1 % ความแม่นยำ –0.1 % +0.2 %

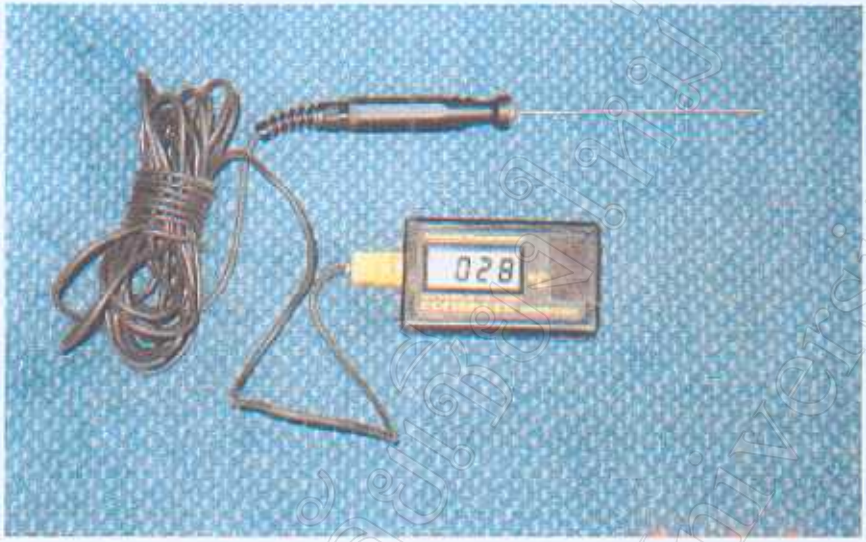
รูป 3.3 เครื่องมือวัดส่วนประกอบก๊าซไอเสีย

3.1.2 เครื่องมือ CO_2- indicator ยี่ห้อ Bringon ใช้สำหรับหาส่วนประกอบของก๊าซ CO_2 ในก๊าซชีวภาพมีสเกล 0 ถึง 60 % ดังรูป 3.4 สเกลอ่านได้ละเอียด 2 %



รูป 3.4 เครื่องมือวัดปริมาณก๊าซ CO_2

3.1.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ Greisinger electronic ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิซึ่งสามารถวัดค่าได้ตั้งแต่ –50 ถึง 1,150 °C ดังรูป 3.5 สเกลอ่านได้ละเอียด 1 °C



รูป 3.5 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

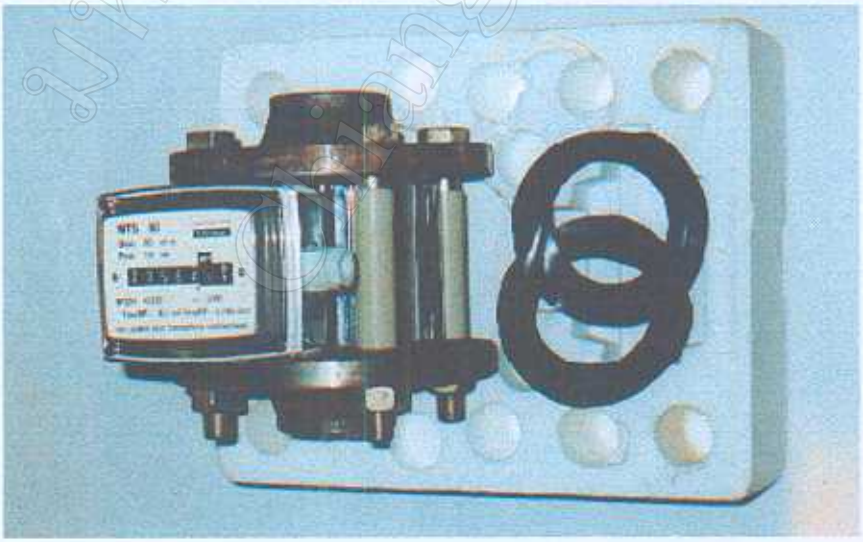
3.1.4 เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า ยี่ห้อ Circutor รุ่น Network Analyzer AR5 ใช้สำหรับวัดกำลังไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้า ดังรูป 3.6 ความแม่นยำในการวัด voltage 0.5% of readout ± 2 digit , current 0.5% of readout ± 2 digit , power 1.0 % of readout ± 2 digit

รูป 3.6 เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า

3.1.5 เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ Solomat รุ่น ZEPHRY II ใช้สำหรับวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ ดังรูป 3.7 สามารถวัดได้ตั้งแต่ 1 – 100 %RH

รูป 3.7 เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์

3.1.6 เครื่องมือ Gas Meter ยี่ห้อ Schlumger รุ่น MTS 60 วัดได้สูงสุด 60 m_3/h ที่ความดันสูงสุด 16 bar ความละเอียด 0.01 m^3 ใช้สำหรับวัดอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพ ดังรูป 3.8



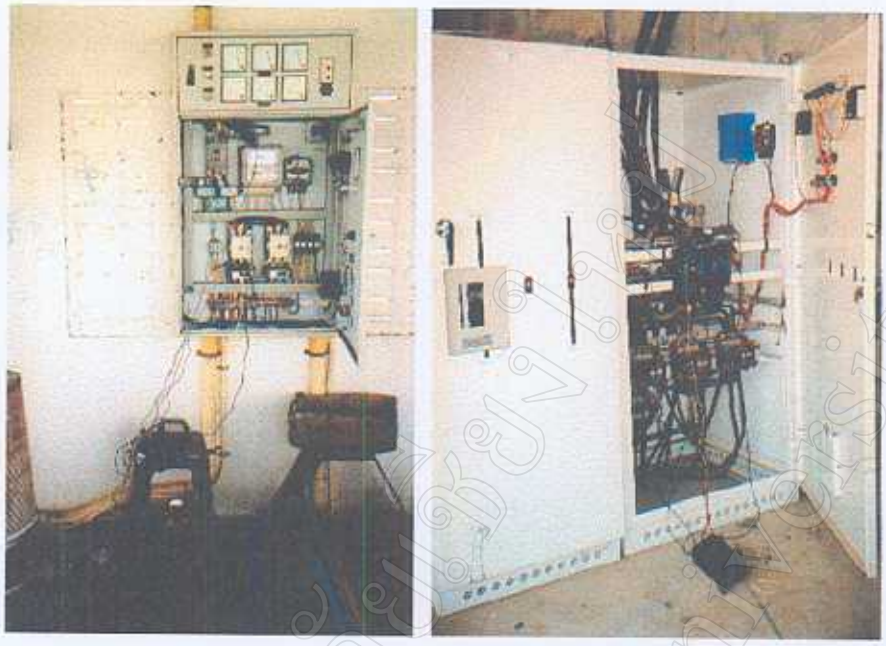
รูป 3.8 Gas Meter

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

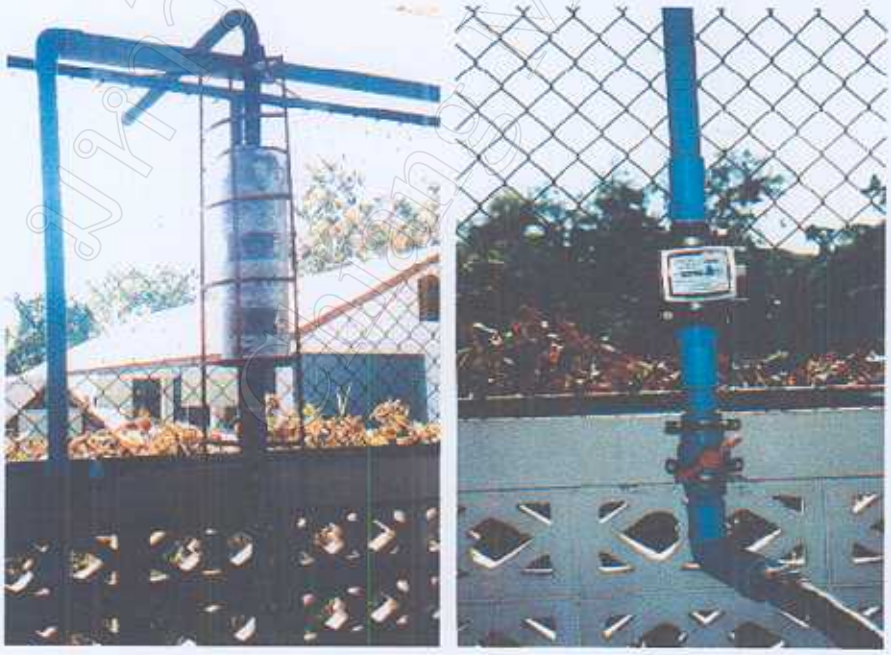
3.2.1 ทำการเก็บข้อมูลจากฟาร์มที่เลือกโดยใช้เครื่องมือวัดที่กล่าวมาข้างต้นเก็บค่าสัดส่วนก๊าซ CO_2ในก๊าซชีวภาพ ความดันและอุณหภูมิภายในบ่อหมักก๊าซและสิ่งแวดล้อม อัตราการบริโภคก๊าซของเครื่องยนต์ ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ ปริมาณก๊าซ CO_2 CO และ %Excess Air จากไอเสียเครื่องยนต์ โดยครอบคลุมเวลาทั้งช่วงเช้าและบ่ายดังแสดงวิธีการเก็บข้อมูลตั้งแต่รูป 3.9 ถึงรูป 3.13 ดังต่อไปนี้

รูป 3.9 การวัดค่าอุณหภูมิและปริมาณก๊าซ CO_2 ในก๊าซชีวภาพจากท่อส่งก๊าซ

รูป 3.10 การวัดค่าสัดส่วนก๊าซไอเสียจากท่อไอเสีย



รูป 3.11 การวัดค่ากำลังไฟฟ้าจากตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า



รูป 3.12 การติดตั้งเครื่องมือ Gas Meter เพื่อวัดค่าอัตราการไหลของก๊าซชีวภาพ

รูป 3.13 การวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของก๊าซชีวภาพจากท่อส่งก๊าซ

3.2.2 นำค่าที่ได้จากข้อ 3.2.1 มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาปริมาณไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ต่อวัน ประสิทธิภาพรวมของระบบผลิตไฟฟ้า ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพ (Hu) อัตราการปล่อยสารมลพิษ (EF) อัตราความร้อนต่อพลังงาน (HR)

3.2.3 ทำการประเมินต้นทุนราคาไฟฟ้าโดยใช้ Exergy Costing ทั้งแบบไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งแยกเป็นผลกระทบจากก๊าซ CH_4 อย่างเดียว และผลกระทบจากก๊าซ CO_2 และ CH_4 รวมกัน โดยใช้วิธี Externality Cost ร่วมกับการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยวิธี NETS

3.2.4 ทำการประเมินดังเช่นข้อที่ 3.2.3 ใหม่ โดยเปลี่ยนเวลาในการเดินเครื่องระบบผลิตไฟฟ้าจาก 3,600 ชม./ปี (10 ชม./วัน) ไปเป็น 5,040 ชม./ปี(14 ชม./วัน) 5,760 ชม./ปี (16 ชม./วัน) และ 8,640ชม./ปี (24 ชม./วัน)

3.2.5 ทำการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อหาอัตราผลตอบแทนของฟาร์มและระยะเวลาคืนทุน (Payback time period) ทั้งกรณีที่ฟาร์มได้รับเงินสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) และกรณีที่ฟาร์มไม่ได้รับเงินสนับสนุน

3.3 แนวทางและวิธีวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการวัดและบันทึกข้อมูลทั้งหมดในแต่ละวันจากระบบผลิตไฟฟ้าของฟาร์มต่างๆ แล้วจึงนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละฟาร์มเพื่อทำการวิเคราะห์ดังนี้

3.3.1 ประเมินค่าทางด้านเทคนิค

3.3.1.1 ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้สูงสุดในแต่ละวัน

3.3.1.2 ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพ

3.3.1.3 อัตราการปล่อยสารมลพิษ

3.3.1.4 อัตราความร้อนต่อพลังงาน

3.3.1.5 ประสิทธิภาพรวมระบบผลิตไฟฟ้า

3.3.2 ประเมินค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์

3.3.2.1 ต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีไม่รวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3.3.2.2 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- กรณีคิดผลกระทบจากก๊าซ CO_2 อย่างเดียว
- กรณีคิดผลกระทบจากก๊าซ CH_4 อย่างเดียว
- กรณีคิดผลกระทบจากก๊าซ CO_2 และ CH_4 รวมกัน

3.3.2.3 ต้นทุนราคาไฟฟ้ากรณีรวมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3.3.2.4 อัตราผลตอบแทนการลงทุน

3.3.2.5 ระยะเวลาคืนทุน

3.3.3 เปรียบเทียบต้นทุนราคาไฟฟ้าในกรณีต่างๆ รวมทั้งอัตราผลตอบแทนการลงทุนและระยะเวลาคืนทุนและวิเคราะห์ผล

3.3.4 วิเคราะห์ต้นทุนราคาไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมรวมทั้งอัตราผลตอบแทนการลงทุนและระยะเวลาคืนทุน

3.3.5 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบระหว่างราคาไฟฟ้าที่ผลิตจากก๊าซชีวภาพและราคาไฟฟ้าที่ผลิตจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม