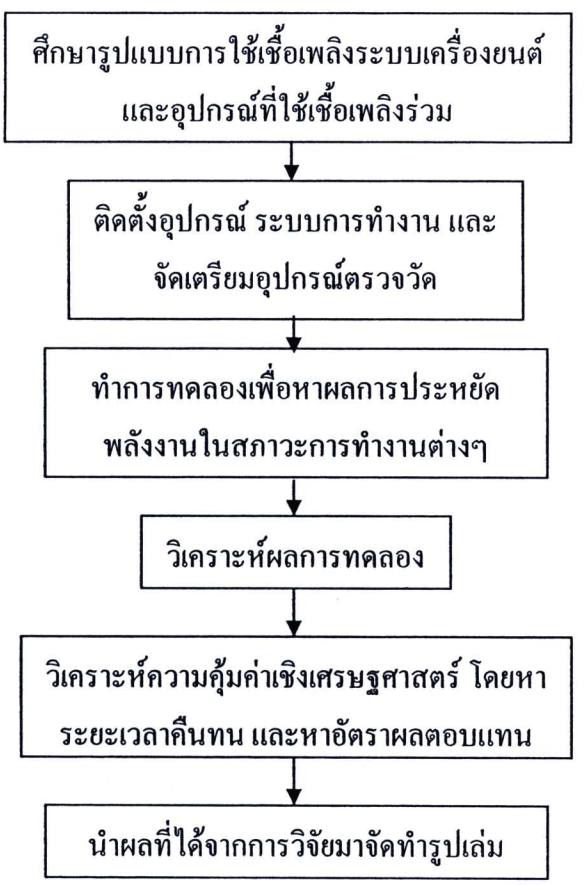
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการศึกษา

วิธีการศึกษาวิจัย โดยทำการศึกษาออกแบบและติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ทำให้ระบบเครื่องยนต์ดีเซลสามารถใช้น้ำมันดีเซลกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว ทำการทดลองหาส่วนผสมของน้ำมัน ดีเซลกับก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ทำให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงสูงสุด และทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยใช้เงินทุนในการติดตั้งอุปกรณ์การเตรียมความพร้อมก่อนดำเนินงาน และค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงระบบผสมที่เกิดขึ้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการศึกษาวิจัยดังแสดงในภาพ 3-1



ภาพ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

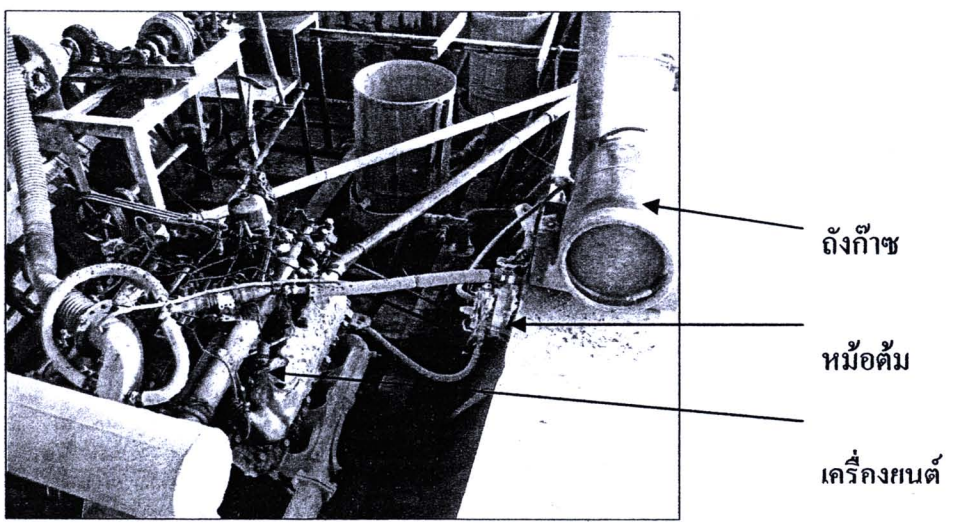
3.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับระบบเครื่องยนต์เชื้อเพลิงร่วม

ศึกษารูปแบบการใช้เชื้อเพลิงระบบเครื่องยนต์และอุปกรณ์ที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลวกับเครื่องยนต์ดีเซลในอุตสาหกรรมขุดตักทราย ศึกษาการทำงานระบบเครื่องยนต์ดีเซล ศึกษาผลการประยุกต์ใช้เชื้อเพลิงร่วมกับเครื่องยนต์ดีเซล ศึกษาคุณลักษณะเชื้อเพลิงและความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้งาน และศึกษาแนวโน้มต้นทุนค่าเชื้อเพลิง

3.3 การปรับแก้เครื่องยนต์ดีเซลให้สามารถใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวร่วมกับน้ำมันดีเซล

จากการพิจารณาระบบเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 8 สูบที่ติดตั้งบนเรือดูดทราย การติดตั้งอุปกรณ์และระบบการทำงานที่จำเป็น เพื่อให้เครื่องยนต์สามารถใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวร่วมกับน้ำมันดีเซลได้เริ่มจากการติดตั้งท่อข้าวของก๊าซ ณ ท่อไอดีของเครื่องยนต์ ติดตั้งขาตั้งยึดถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวกับเรือดูดทราย จัดซื้อและติดตั้งหม้อต้มดีเซล และอุปกรณ์ระบบท่อและวาล์วประกอบอื่นๆ

การเตรียมพร้อมสำกรับการทดลอง ได้จัดเตรียมเครื่องชั่งน้ำหนักก๊าซและอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณน้ำมันดีเซล การจัดเตรียมนาฬิกาจับเวลา และต่อเติมท่อลำเลียงทรายที่ได้หลังจากขั้นตอนการแยกทรายออกจากน้ำเพื่อตรวจวัดปริมาตรทราย 200 ลิตร



ภาพ 3-2 การติดตั้งอุปกรณ์

การทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลระบบเชื้อเพลิงร่วม

เครื่องยนต์ดีเซลติดก๊าซร่วม ใช้วาล์วเปิดก๊าซค้างคงที่ ระบบเชื้อเพลิงร่วมใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวร่วมกับน้ำมันดีเซล ใช้หม้อต้มเป็นตัวควบคุมการจ่ายแบบหยาบการทำงานของก๊าซร่วมจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

(1) การลุกไหม้จะเริ่มต้นจากการฉีดน้ำมันดีเซลเข้าไปในห้องเผาไหม้ก่อน หลังจากที่ดีเซลลุกไหม้แล้วก๊าซถึงลุกตามมา แต่การลุกไหม้ของก๊าซจะลุกแบบทีเดียวหมด จึงทำให้รอบของเครื่องยนต์พรุ่งขึ้นอย่างรวดเร็ว ผลที่ตามมาแรงม้าได้เพิ่มขึ้นด้วย สาเหตุที่จุดเริ่มต้นการลุกไหม้ของก๊าซช้ากว่าน้ำมันเพราะ Octane Number ของก๊าซสูงกว่าน้ำมัน

(2) ส่วนหลัง คือพลังงานของก๊าซส่วนที่เหลือเข้าไปเสริมโดยตรง ทำให้เราเหยียบคันเร่งน้อยลง โดยปริมาณก๊าซที่เข้าไปจะสัมพันธ์กับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ การปล่อยก๊าซก่อนเข้าหม้อกรอง (หจก. แอโรเทค โปรดักส์, 2553) เป็นการช่วยให้ก๊าซกับอากาศรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันได้ดีขึ้นและเมื่อไส้กรองสกปรกก็ไม่ทำให้ก๊าซถูกดูดเข้าไปมากขึ้น ยังคงรักษาสัดส่วนน้ำมันกับอากาศได้ดีเหมือนเดิม และป้องกันไม่ให้เครื่องยนต์มีเสียงเขก

เมื่อสตาร์ทเครื่องยนต์ จะยังไม่เปิดวาล์วก๊าซเพื่อป้องกันก๊าซเข้าไปห้องเผาไหม้ ก่อนที่เครื่องจะติดทำงานปกติ หลีกเลี่ยงการน๊อก เขก ขณะสตาร์ท ช่วงเดินเบาจะใช้น้ำมันอย่างเดียว ระบบจะจ่ายก๊าซเมื่อมีการเหยียบคันเร่ง ผู้ควบคุมเครื่องจะเหยียบคันเร่งน้อยลงเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมันอย่างเดียว โดยเครื่องจะดูดก๊าซเข้าไปแทนน้ำมันในห้องเผาไหม้ การเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น(มีเขม่าน้อยลง) เสียงเครื่องยนต์เงียบขึ้น

3.4 ดำเนินการทดลอง

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าอัตราส่วนผสมระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลวกับน้ำมันดีเซลที่เหมาะสมกับลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลในอุตสาหกรรมขุดตักทรายคือ 1:3.25 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 1 กิโลกรัม ต่อน้ำมันดีเซล 3.25 ลิตร (Luckylpg.igetweb.com , 2548) ทำให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 30% (หจก. แอโรเทค โปรดักส์ , 2553)

ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของอัตราส่วนระหว่างก๊าซกับน้ำมันที่ถูกใช้หมดไปที่ทำ ให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายชื้อเพลิงสูงที่สุด โดยในการวิจัยจะทำการทดลองจำนวน 20 ครั้ง โดยการปรับค่าส่วนผสมระหว่าง ก๊าซปิโตรเลียมเหลว กับน้ำมันดีเซลด้วยการปรับอัตราเร็วรอบเครื่องยนต์ตามระดับการทดเกียร์ที่เหมาะสมกับกำลังของเครื่องยนต์ที่สามารถทำการดูดทรายขึ้นจากพื้นผิวใต้น้ำ และปัญหาการน๊อกของเครื่องกับความร้อนในขณะเครื่องยนต์ทำงาน (K's Diesel

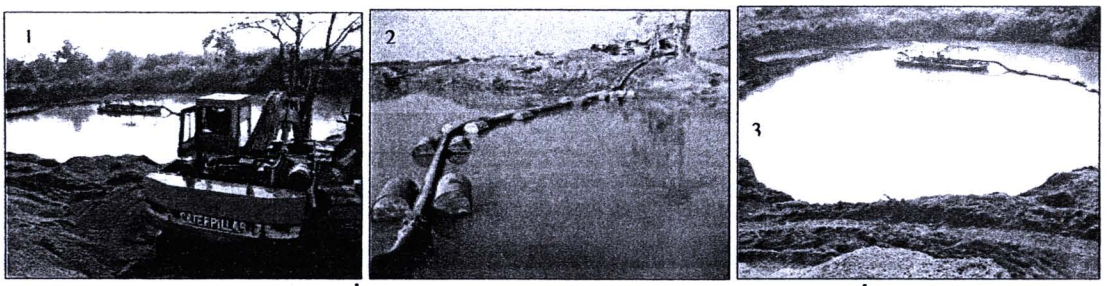
Energy, 2551) โดยลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 8 สูบมีความเร็วรอบ และอัตราการทดเกียร์แสดงดดังตาราง 3-1 ใช้เวลาเดินเครื่องครั้งละ 1 ชั่วโมงทำการวัดผลงานที่ได้จากปริมาตรของทรายที่ได้ (ปริมาตรทรายที่ได้ต่อชั่วโมงคูณจำนวนชั่วโมง) แล้วทำการหาปริมาณก๊าซที่ใช้ไป (กิโลกรัม) ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก และปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ไป (ลิตร) ด้วยมาตรวัดระดับน้ำมัน

ในการทดลองผู้วิจัยทำการปรับวาล์วให้ส่วนผสมก๊าซกับน้ำมันในห้องเผาไหม้คงที่ไว้ทด้วยเหตุผลความปลอดภัยต่อเครื่องยนต์ไม่ให้เกิดอาการน๊อกของเครื่องยนต์ที่เกิดจากก๊าซเข้าสู่ห้องเผาไหม้ในอัตราส่วนมากเกินไป และกำลังของเครื่องยนต์ที่จะส่งผลต่อการดูดทรายขึ้นจากใต้น้ำของเครื่องยนต์ที่ผันแปรไปตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ดังแสดงในตาราง 3-1 การเร่งการทำงานของเครื่องยนต์ในการทดลองแบ่งเป็น 20 ระดับแปรผันไปตามความเร็วรอบตั้งแต่ 1,600 รอบต่อนาที ถึง 3,500 รอบต่อนาที

ตาราง 3-1 ความเร็วรอบ และอัตราการทดเกียร์ ในการทดลองเดินเครื่องแต่ละรอบ

rpm	gear	การทดลองที่	rpm	gear	การทดลองที่
1600	2	1	2600	3	11
1700	2	2	2700	3	12
1800	2	3	2800	3	13
1900	2	4	2900	4	14
2000	2	5	3000	4	15
2100	3	6	3100	4	16
2200	3	7	3200	4	17
2300	3	8	3300	4	18
2400	3	9	3400	4	19
2500	3	10	3500	4	20

โดย rpm คือ ความเร็วรอบเครื่องยนต์มีหน่วยเป็น รอบต่อนาที



1) การตักทรายบริเวณที่พัก-แยกทราย 2) ท่อลำเลียงทรายไปบริเวณที่พัก-แยกทราย
3) เรือดูดทรายในบ่อทรายขณะทำงาน

ภาพ 3-3 ลักษณะการปฏิบัติงานขณะเครื่องยนต์ทำการดูดทราย

เนื่องจากชุดอุปกรณ์ของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงระบบร่วม ที่เลือกใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีการควบคุมอัตราการจ่ายก๊าซเข้าผสมกับไอดีในห้องเผาไหม้ตามการเร่งรอบการทำงานของเครื่องยนต์ ที่แปรผันไปตามลักษณะพื้นผิวทรายใต้น้ำ และความลึก (ความลึกในขณะเครื่องยนต์ทำงานเฉลี่ย 12 เมตร) ดังนั้นในการทดลองจึงทำการวัดปริมาณก๊าซที่ใช้และปริมาณน้ำมันดีเซลที่ใช้ต่อรอบการทำงาน และวัดปริมาตรทรายที่ได้ต่อรอบระยะเวลาการทำงาน เพื่อใช้คำนวณหาตัวแปรตามคือการประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงที่คำนวณจากค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงรวม ต่อ ผลงานที่ได้ (ปริมาตรของทรายที่ได้) ของเครื่องยนต์ดีเซลระบบเชื้อร่วมที่ใช้ดำเนินการทดลองปรับค่าตัวแปร และเก็บข้อมูลด้วยแบบฟอร์มเก็บข้อมูลจำนวน 20 ครั้ง

3.5 การเก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง

3.5.1 น้ำหนักก๊าซ (กิโลกรัม) ก่อนเดินเครื่อง – หลังหยุดเดินเครื่อง

3.5.2 ปริมาตรของทรายที่ได้ คำนวณเทียบจากเวลาเฉลี่ยที่ใช้ดูดทรายปริมาตร 200 ลิตร

3.5.3 ปริมาตรของน้ำมันดีเซลที่ใช้หมดไปหลังจากหยุดเดินเครื่อง

3.5.4 รอบการทำงานของเครื่องยนต์

3.5.5 ระดับความลึกของการดูดทรายขณะเครื่องยนต์ทำงาน

3.6 วิเคราะห์ผล นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

3.6.1 ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงต่อปริมาตรทรายจากผลการทดลองแต่ละครั้ง

$$\text{ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงต่อปริมาตรทราย} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง}}{\text{ปริมาตรทรายที่ได้}}$$

โดย

$$\text{ปริมาตรทรายที่ได้} = \frac{200 \text{ ลิตร x } 60 \quad m^3 \text{ per hour}}{\text{เวลาที่ใช้ดูดทรายปริมาตร } 200 \text{ ลิตร x } 1{,}000}$$

ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง = [น้ำหนักก๊าซ (กิโลกรัม) x ต้นทุนก๊าซ (บาทต่อกิโลกรัม)] +
[ปริมาตรน้ำมันดีเซล (ลิตร) x ราคาน้ำมันดีเซล (บาทต่อลิตร)]

3.7 วิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ด้วยการหาระยะเวลาคืนทุนของการประยุกต์ใช้ระบบเชื้อเพลิงร่วมระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลว กับ น้ำมันดีเซล และการหาอัตราผลตอบแทนภายใน

3.7.1 การหาระยะเวลาคืนทุน

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินสดจ่ายลงทุนสุทธิเมื่อเริ่มโครงการ}}{\text{เงินสดรับสุทธิรายปี}}$$

ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการปรับเปลี่ยนระบบเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ในการทดลองนี้คิดระยะเวลาของโครงการ 5 ปีตามอายุการใช้งานเครื่องยนต์

3.7.2 การหาอัตราผลตอบแทนภายใน

$$C_0 = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots + P_n$$

หรือ $C_0 = R_1 (1 + i)^{-1} + R_2 (1 + i)^{-2} + R_3 (1 + i)^{-3} + \ldots + R_n (1 + i)^{-n}$

กรณีเงินสดรับสุทธิคงที่จะได้สมการ

$$C_0 = R[(1-i)^{-1} + (1-i)^{-2} + \ldots + (1+i)^{-10}]$$

กำหนดให้

C_0 เป็นเงินสดจ่ายสุทธิ งวดที่ 0 หรือเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก

$R_1, R_2, R_3, \ldots, R_n$ เป็นเงินสดรับสุทธิ ในงวดที่ 1,2,3, … , n ตามลำดับ

$P_1, P_2, P_3, \ldots, P_n$ เป็นมูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิ $R_1, R_2, R_3, \ldots, R_n$ ตามลำดับ

i เป็นอัตราผลตอบแทนคิดเป็น (%)

3.8 สรุปผลและจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

หลังจากทดลองผลข้อมูล การสรุปผลการวิจัยโดยอ้างอิงจากวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อหาอัตราส่วนของการใช้เชื้อเพลิงระบบผสมระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลว กับน้ำมันดีเซล ที่มีต่อการประหยัดค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง และทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการประยุกต์ใช้เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลวในเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับอุตสาหกรรมขุดตักทราย