บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ทางผู้วิจัยได้มีการนำทฤษฎีต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงานวิจัย และยังได้มีการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องต่างๆ ที่มีความมีความสัมพันธ์กับงานวิจัยดังต่อไปนี้

2.1 หลักการทำงานของระบบเครื่องยนต์และอุปกรณ์ที่ใช้เชื้อเพลิงร่วมระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลวกับน้ำมันดีเซล

2.1.1 ส่วนประกอบและลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล

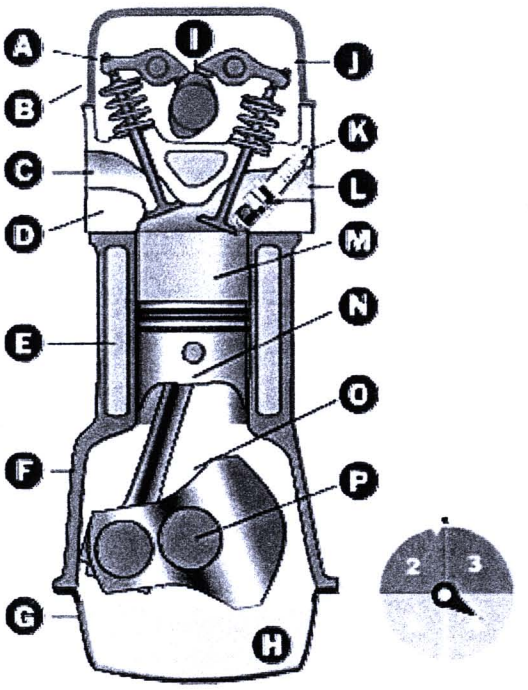
เครื่องยนต์ดีเซล เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในประเภทหนึ่ง มีหลักการทำงานโดยการอัดอากาศร้อนเข้าไปในกระบอกสูบ เพื่อให้เกิดการสันดาปของเชื้อเพลิงขึ้น ซึ่งเป็นคุณลักษณะของเครื่องยนต์ดีเซล อากาศที่ถูกอัดอยู่ในกระบอกสูบด้วยกำลังอัดที่สูงขึ้น จะทำให้เกิดอุณหภูมิของอากาศในกระบอกสูบสูงขึ้น ดังนั้นเมื่อหัวฉีดฉีดเชื้อเพลิงเป็นละอองฝอยเข้าไป กระทบกับอากาศร้อนที่ถูกอัดอยู่ในกระบอกสูบจะเกิดการเผาไหม้ขึ้น แรงดันจากการขยายตัวของก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้จะผลักดันหัวลูกสูบให้เลื่อนลง เป็นกำลังงานถ่ายทอดออกมาปัจจุบันเครื่องยนต์ดีเซล ได้นำไปใช้อย่างแพร่หลายในงานประเภทที่ต้องการกำลังงานมาก ๆ (Atcloud.com, 2553)

ส่วนประกอบเครื่องยนต์สันดาปภายใน (http://atcloud.com/stories/74695 , 2553) แสดงในภาพ 2-1

หัวเทียน (Sparkplug) (K) ใช้สำหรับจุดเชื้อเพลิงผสมให้เกิดการเผาไหม้

วาล์ว (Valve) วาล์วไอดี (A) และวาล์วไอเสีย (J) เปิดและปิดในจังหวะที่เหมาะสม เพื่อให้อากาศและเชื้อเพลิงถูกดูดเข้า และผลักออก ถ้าลูกสูบอยู่ในช่วงจังหวะระเบิดวาล์วทั้งสองจะต้องปิดสนิท ห้ามมีการรั่ว จึงต้องมีการชีลด์ที่จุดสัมผัสให้ดี

ลูกสูบ (Piston) (M) เป็นอุปกรณ์รูปทรงกระบอกเคลื่อนที่ขึ้นและลง ลูกสูบต้องสร้างจากวัสดุที่มีความแข็งแรงสามารถรับแรงกดดันจากความร้อนในห้องเผาไหม้ได้ เพื่อจะส่งกำลังผ่านก้านลูกสูบไปที่ข้อเหวี่ยง โดยปกติลูกสูบทำจากโลหะผสมอลูมิเนียม ทำให้มีน้ำหนักเบา หน้าถัดไปเป็นชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องยนต์



ภาพ 2-1 ส่วนประกอบภายในลูกสูบ (Howstuffworks.com, 2552)

เสื้อสูบ (Cylinder Block) (F) เสื้อสูบเป็นชิ้นส่วนที่ใหญ่และมีน้ำหนักมากที่สุด เป็นที่ติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ ชิ้นส่วนที่ติดกับเสื้อสูบได้แก่กระบอกสูบหลาย ๆ ชุด ซึ่งมีลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและลงอยู่ภายใน เพลาข้อเหวี่ยง เพลาลูกเบี้ยว วาล์ว จานจ่าย เป็นต้น ลักษณะของเสื้อสูบที่เรามักพบเห็นกันบ่อยก็จะมีทั้ง แบบตัววี หรือแบบแถวเรียง

ลูกสูบ (Piston) (M) เป็นชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวขึ้น-ลง อยู่ในกระบอกสูบ ลูกสูบนั้นจะต้องมีความแข็งแรงพอที่จะรับแรงกดดันและความร้อนที่เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้ได้ หน้าที่ของลูกสูบก็คือ รับแรงกดดันจากการเผาไหม้และส่งกำลังนี้ไปสู่เพลาข้อเหวี่ยงโดยผ่านก้านสูบ โดยปกติแล้วลูกสูบนั้นจะทำมาจากโลหะผสมอลูมิเนียม

ก้านสูบ (Connecting Rod) (N) ก้านสูบนั้นจะทำด้วยเหล็กผสมหรือเหล็กหล่อเหนียว หรืออลูมิเนียมผสม เพื่อให้แข็งแรงไม่ยืดหดตัว น้ำหนักเบา ก้านสูบนั้นจะทำหน้าที่ต่อลูกสูบกับเพลาข้อเหวี่ยง โดยที่ปลายด้านเล็กนั้นจะยึดติดกับสลักลูกสูบ และปลายด้านใหญ่จะยึดติดกับเพลาข้อเหวี่ยง และจะถ่ายทอดกำลังไปสู่เพลาข้อเหวี่ยง

เพลาข้อเหวี่ยง (Crankshaft) (P) เพลาข้อเหวี่ยงเป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว โดยรับพลังงานมาจากห้องเผาไหม้ ซึ่งเปลี่ยนจากการขึ้น-ลง ของลูกสูบมาเป็นการหมุนแทน

เพลาลูกเบี้ยว (Cam Shaft) (I) ส่วนปลายสุดของแคมชาฟท์นั้นจะมีเฟืองเพลาลูกเบี้ยว ซึ่งจะถูกขับให้หมุนโดยเพลาข้อเหวี่ยง เฟืองของเพลาลูกเบี้ยวจะใหญ่กว่าเฟืองข้อเหวี่ยงสองเท่า จึงทำให้เพลาลูกเบี้ยวนั้นมีการหมุน 1รอบ แต่เพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ หน้าที่ของแคมชาฟท์นั้นคือบังคับการปิด-เปิด ของลิ้นให้เป็นไปตามจังหวะของเครื่องยนต์

อ่างน้ำมันเครื่อง (Oil Pan) (G) เป็นชิ้นส่วนที่ใช้เก็บน้ำมันเครื่อง

ฝาสูบ (Cylinder) เป็นชิ้นส่วนที่ติดตั้งอยู่บนเสื้อสูบ ทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของห้องเผาไหม้ และมีอุปกรณ์ลิ้นปิด-เปิดบนฝาสูบ และยังมีช่องหัวเทียน ดังนั้นฝาสูบจึงต้องมีความแข็งแรง และทนต่ออุณหภูมิจากการทำงานของเครื่องยนต์ได้ ด้วยเหตุนี้ฝาสูบจึงทำมาจากเหล็กหล่อหรือโลหะผสมอลูมิเนียม แต่ระยะหลังได้หันมาใช้อลูมิเนียมมากขึ้นเนื่องจากมีน้ำหนักเบาและยังระบายความร้อนได้ดีอีกด้วย

แหวนลูกสูบ (Piston Ring) แหวนลูกสูบนั้นเป็นตัวป้องกันไม่ให้กำลังอัดรั่ว ซึ่งสามารถแบ่งออกมาได้ 2ชนิด คือ

- แหวนอัด (Compression) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้กำลังอัดรั่วผ่านช่องว่างรอบๆลูกสูบ

- แหวนน้ำมัน (Oil Ring) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำมันที่หล่อเลี้ยงลูกสูบกับกระบอกสูบให้อยู่ในปริมาณที่พอดี

ประเก็น (Gasket) เป็นตัวคั่นกลางระหว่างหน้าสัมผัสของโลหะเพื่อป้องกันการรั่ว ซึ่งส่วนใหญ่ที่รู้จักกันก็จะมี ประเก็นฝาสูบ,ประเก็นอ่างน้ำมันเครื่อง

ฟลายวีล (Fly Wheel) หรือล้อช่วยแรง เป็นตัวสะสมพลังงานการหมุนที่ถูกส่งมาจากเพลาข้อเหวี่ยง และช่วยให้เครื่องยนต์ตัดต่อกำลังต่อไป

ระบบระบายความร้อน (Cooling system) (E)

ประกอบด้วย หม้อน้ำ (Radiator) และปั๊มน้ำ น้ำจะถูกปั๊มอัดให้ไหลผ่านไปตามส่วนต่างๆของเครื่องยนต์ และไหลกลับมาระบายความร้อนที่หม้อน้ำ การระบายความร้อนใช้กับเครื่องยนต์ขนาดใหญ่ ส่วนเครื่องยนต์ขนาดเล็กใช้อากาศช่วยระบายความร้อน เช่นมอเตอร์ไซด์ และเครื่องตัดหญ้า การระบายความร้อนด้วยอากาศมีข้อดีอยู่เหมือนกัน คือ เครื่องยนต์มีขนาดเบา แต่ข้อเสียคือ ความร้อนค่อนข้างสูง ทำให้อายุการใช้งานของเครื่องยนต์สั้น และประสิทธิภาพต่ำ

ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ (http://atcloud.com/stories/74765 , 2553)

1. จังหวะดูด ลิ้นไอดีจะเปิด (ส่วนลิ้นไอเสียจะปิด) เพื่อให้อากาศถูกดูดเข้ากระบอกสูบในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ลง

2. จังหวะอัด ลิ้นไอดีจะปิดและลิ้นไอเสียปิดสนิท เพื่อไม่ให้อากาศที่ถูกดูดเข้ากระบอกสูบรั่วออกไปในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นเพื่ออัดอากาศในกระบอกสูบ ทำให้ความดันและอุณหภูมิในกระบอกสูบเพิ่มสูงขึ้น

3. จังหวะระเบิด ในจังหวะนี้ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียยังคงปิดสนิท เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นในจังหวัดอัดเกือบถึงจุดสูงสุด หัวฉีดจะเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปปะทะกับอากาศที่ถูกอัดจนเกิดอุณหภูมิสูง ทำให้เกิดการเผาไหม้ขึ้นอย่างรวดเร็ว อากาศที่ขยายตัวจากการเผาไหม้จะผลักดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ลง ส่งกำลังต่อไปยังเพลาข้อเหวี่ยง

4. จังหวะคาย เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ลงเกือบถึงตำแหน่งต่ำสุด ลิ้นไอเสียจะเริ่มเปิดลูกสูบจะเคลื่อนที่ขึ้นเพื่อไล่อากาศเสียออกจากกระบอกสูบทางลิ้นไอเสีย จนถึงตำแหน่งสูงสุด และเมื่อลูกสูบเริ่มเคลื่อนที่ลงอีกครั้ง ลิ้นไอเสียจะปิด ลิ้นไอดีจะเปิด เพื่อดูดอากาศเข้า ซึ่งจะเป็นการเริ่มจังหวะดูดใหม่ ลูกสูบจะทำงานหมุนเวียนครบ 4 จังหวะ เช่นนี้ตลอดไปทำให้เกิดพลังงานที่จะไปขับเคลื่อนการทำงานของเครื่องจักรที่ต่อกับเครื่องยนต์ดีเซล

ข้อดีของเครื่องยนต์ดีเซล

1. ราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงถูกกว่าน้ำมันเบนซิน
2. เครื่องยนต์ดีเซลไม่ต้องใช้อุปกรณ์ไฟจุดระเบิดซึ่งยุ่งยาก
3. ชิ้นส่วนของเครื่องยนต์แข็งแรง มีอายุการใช้งานได้ยาวนาน
4. สามารถรับภาระ (Load) ได้ดี
5. น้ำมันดีเซลไม่ไวไฟเหมือนน้ำมันเบนซินทำให้มีความปลอดภัยมากกว่า

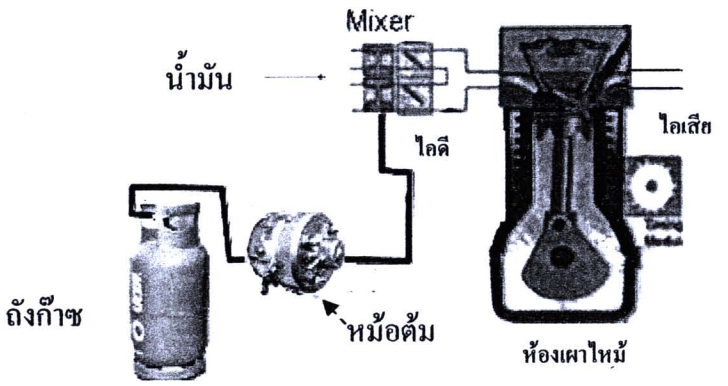
2.1.2 ระบบเชื้อเพลิงร่วม

ระบบการจ่ายเชื้อเพลิงทางเลือกอื่นๆ ร่วมกับเชื้อเพลิงดีเซล (Diesel Dual Fuel System: DDF) โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์ ซึ่งในอดีตจนถึงปัจจุบันแบ่งตามระบบการจ่ายเชื้อเพลิงร่วมได้ดังนี้

ระบบดูด (Fumigation System) เป็นระบบที่จ่ายเชื้อเพลิงร่วมโดยใช้แรงดูดของเครื่องยนต์ในการดูดเชื้อเพลิงทางเลือกเข้าไปในเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อใช้ในการเผาไหม้ร่วมกับเชื้อเพลิงดีเซลเดิม

ระบบฉีด (Injection System) เป็นระบบที่จ่ายเชื้อเพลิงร่วมโดยการใช้หัวฉีด และ กล่องควบคุม (Electronic Control Unit: ECU) ในการควบคุมปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิงทางเลือก เข้าไปในเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อใช้ในการเผาไหม้ร่วมกับเชื้อเพลิงดีเซลเดิม

ระบบเครื่องยนต์เชื้อเพลิงร่วมระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลว กับน้ำมันดีเซลที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะการทำงานเป็นระบบดูด ที่อาศัยการจุดระเบิดด้วยน้ำมันดีเซล และก๊าซจะถูกดูดเข้าสู่ห้องเผาไหม้ผ่านท่อไอดี หลังจากผ่านการผสมด้วยหม้อต้ม



ภาพ 2-2 แผนภาพเครื่องยนต์ดีเซลระบบเชื้อเพลิงร่วมกับก๊าซธรรมชาติเหลวที่ใช้ในการทดลอง

2.1.3 การประยุกต์ใช้ระบบเครื่องยนต์และอุปกรณ์เพื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมระหว่าง ก๊าซปิโตรเลียมเหลว กับ เครื่องยนต์ดีเซล

การติดตั้งระบบเครื่องยนต์และอุปกรณ์เพื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลวกับน้ำมันดีเซล มักจะใช้อุปกรณ์ดัดแปลงจากเบนซิน เช่นหม้อต้มของเครื่องเบนซินซึ่งปกติ จะจ่ายก๊าซให้เครื่องเบนซิน 100 % ซึ่งน้ำมันเบนซิน มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับ LPG และไม่สามารถควบคุมการจ่ายก๊าซได้ แต่เครื่องยนต์ดีเซล ออกแบบมาให้ใช้น้ำมันดีเซล ซึ่งคุณสมบัติต่างกับ LPG มาก จึงทำให้เครื่องยนต์ดีเซลไม่สามารถรับก๊าซ LPG ได้เหมือนเครื่องยนต์เบนซิน การติดตั้งระบบเชื้อเพลิงร่วมระหว่าง LPG และ Diesel ด้วยอุปกรณ์ดัดแปลงที่ผ่านมา จึงทำให้มีอาการเครื่องยนต์เข็ก เครื่องสะดุด ความร้อนสูงเกินกว่าปกติ และทำให้ลูกสูบทะลุ

การติดตั้งระบบเครื่องยนต์และอุปกรณ์เพื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมระหว่าง LPG และ Diesel สามารถติดตั้งได้กับเครื่องยนต์ดีเซลทุกชนิด โดยใช้อุปกรณ์สำหรับดีเซลโดยตรง ประกอบด้วย หม้อต้มดีเซล กล่อง ECU ควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิง ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลว มีมาตรฐาน มอก. โดยสามารถติดตั้งได้กับรถยนต์ ปิกอัพ รถทัวร์โดยสาร รถบรรทุกหัวลาก รถแบ็คโฮ รถไถ เรือประมง เรือโดยสาร เรือขุดทราย เครื่องสูบน้ำ เครื่องปั่นไฟ โดยมีความประหยัดเฉพาะน้ำมันดีเซลสูงสุดถึง 50% ระบบดังกล่าวไม่มีปัญหาเครื่องเข็ก เครื่องน็อค ความร้อนสูงเกินกับเครื่องยนต์

ระบบเครื่องยนต์และอุปกรณ์เพื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมเป็นระบบใช้ก๊าซ LPG ร่วมกับน้ำมันดีเซล โดยก๊าซ LPG จะฉีดเข้าไปทางท่อร่วมไอดี เข้าไปผสมกับน้ำมันตามท่ออากาศโดยมีกล่อง

ECU เฉพาะควบคุมการจ่าย LPG ตามรอบเครื่อง ติดตั้งควบคู่กับหม้อต้มดีเซล ซึ่งจะไม่ไปยุ่งกับระบบใดๆ ของการจ่ายน้ำมันและเครื่องยนต์เดิมเลย การประหยัดจะเกิดขึ้นได้จากการที่ก๊าซเข้าไปช่วยให้น้ำมันเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น ตามปกติเครื่องยนต์ดีเซลทั่วๆไป จะเผาไหม้น้ำมันได้ประมาณ 70-80% เท่านั้น น้ำมันส่วนที่เหลือจะเผาไหม้ไม่หมดออกมาเป็นเขม่าและควันดำหรือคาร์บอนทางท่อไอเสีย เมื่อก๊าซ LPG เข้าไปช่วยเผาให้น้ำมันส่วนที่เหลือเผาไหม้หมดจดขึ้น ทำให้เครื่องยนต์มีกำลังมากขึ้น เมื่อเครื่องยนต์มีกำลังมากขึ้น ก็จะทำให้การเหยียบคันเร่งน้อยลงในความเร็วเท่าเดิม ยกตัวอย่างเช่น ก่อนติดตั้งก๊าซเหยียบคันเร่งประมาณ 50% วิ่งได้ความเร็วที่ 120 km/ชม. หลังจากติดตั้งก๊าซ LPG แล้วเหยียบคันเร่งเพียง 25-30% วิ่งได้ 120 km/ชม. เท่ากับว่าการเหยียบคันเร่งน้อยกว่าเดิมน้ำมันจ่ายน้อยลง สามารถติดตั้งได้ทั้งระบบเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอลเรลทุกรุ่นและเครื่องยนต์ดีเซลใหญ่ 12 สูบ และเครื่องยนต์ดีเซลทุกชนิด (Luckylpg.igetweb.com , 2548)

2.1.4 การประหยัดของระบบเชื้อเพลิงร่วมระหว่าง LPG และ Diesel

อัตราการประหยัด ขึ้นอยู่กับสภาพเครื่องยนต์ และน้ำหนักบรรทุก และวิธีการขับ โดยเฉลี่ยในรถยนต์ปิกอัพ และรถบรรทุกทั่วๆไป น้ำมันดีเซล จะประหยัด 25-30% จะมีการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวร่วมอีกประมาณ 10-20% รวมประหยัดเฉลี่ยรวมทั้งก๊าซปิโตรเลียมเหลวกับน้ำมันดีเซล ในรถปิกอัพประมาณ 25% รถบรรทุกหัวลากประมาณ 20% รถบรรทุกสิบล้อและรถพ่วงสิบล้อ ประมาณ 15%

เรือประมง ประหยัดได้ประมาณ 10-30% แล้วแต่ชนิดเครื่องยนต์และวิธีการดำเนินการจับปลาของเรือชนิดนั้นๆ เช่น เรือทัวร์ เรือโดยสาร ประหยัดได้ประมาณ 25% เรืออวนดำประหยัดได้ประมาณ 15-20% และเรืออวนลากต่างๆ ประหยัดได้ประมาณ 10%

ส่วนในรถเพื่อการเกษตร เช่น รถตักแบ็คโฮ รถไถ รถเกี่ยวข้าว เครื่องสูบน้ำดีเซล และเรือดูดทรายจะประหยัดน้ำมันได้ถึง 50% หลังหักค่าก๊าซปิโตรเลียมเหลวแล้วจะประหยัดเฉลี่ยสูงสุดได้ ประมาณ 35% และเครื่องปั่นไฟฟ้าดีเซล ประหยัดรวมได้ประมาณ 10-20% การเติมก๊าซปิโตรเลียมเหลวของเรือต่างๆ รถเพื่อการเกษตร และเครื่องปั่นไฟฟ้าดีเซล จะใช้ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวที่ใช้ตามบ้านทั่วไป หากก๊าซปิโตรเลียมเหลวหมดก็โทรสั่งจากร้านก๊าซปิโตรเลียมเหลวใกล้บ้านมาเปลี่ยนได้ทันที เหมือนเปลี่ยนถังเตาก๊าซปิโตรเลียมเหลวตามบ้าน

2.1.5 ผลกระทบจาการลอยตัวก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

เนื่องจากระบบเชื้อเพลิงร่วมระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลวกับน้ำมันดีเซล ยังใช้น้ำมันดีเซลอยู่ถึง 70-80% และมีการใช้ก๊าซเพียง 8-18% ดังนั้นหากมีการปรับราคาก๊าซขึ้นอีกตามราคาตลาดโลก ซึ่งก็ไม่น่าเกินกว่า ลิตรละ 15 บาท (ปัจจุบันราคาตลาดอยู่ประมาณลิตรละ 13 บาท

เท่านั้น) ซึ่งยังถูกกว่าราคาน้ำมันอย่างน้อย 50% และการใช้ก๊าซในเครื่องยนต์ดีเซลในปริมาณน้อย ทำให้การใช้ระบบเชื้อเพลิงร่วมระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลวกับน้ำมันดีเซล ยังมีความประหยัดอยู่โดยมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2.1.6 ความแตกต่างระหว่างระบบ ก๊าซ NGV กับ LPG

ระบบเครื่องยนต์ดีเซลใช้ก๊าซ NGV และระบบเครื่องยนต์ดีเซลใช้ก๊าซ LPG เป็นระบบการใช้เชื้อเพลิงร่วมแบบเดียวกัน การประหยัดใกล้เคียงกัน แต่มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันคือ

ข้อดีของระบบเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ก๊าซ LPG

- ปั๊มเติมก๊าซ LPG มีมากมายทั่วไป หาเติมตามต่างจังหวัดได้เกือบทั่วประเทศ

- ก๊าซ LPG มีแรงดันต่ำ สามารถบรรจุในถังได้ปริมาณถึง 90% ทำให้วิ่งได้ระยะทางมากกว่าโดยไม่ต้องเติมก๊าซบ่อยๆ

- ก๊าซ LPG จุดระเบิดในอุณหภูมิ 400 กว่าองศา จึงทำให้ใช้ก๊าซปริมาณน้อยกว่าในการจุดระเบิด

- หากก๊าซ LPG หมดกะทันหัน ยามฉุกเฉิน สามารถถ่ายจากถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวบ้านมาใช้ชั่วคราวได้ (แต่ผิดกฎหมาย และอาจเกิดอันตรายได้หากไม่ระวัง)

- ราคาติดตั้งทั้งระบบ ถูกกว่าระบบอื่นๆ โดยเฉพาะรถใหญ่ราคาจะต่างกันถึง 2 เท่า และสามารถติดตั้งได้ในรถเกษตร เครื่องปั่นไฟ เครื่องสูบน้ำ เรือประมงได้

ข้อดีของระบบเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ก๊าซ NGV

- ก๊าซ NGV ราคาถูกกว่า ก๊าซ LPG (ปัจจุบันราคา ก๊าซ NGV ลิตรละ 8.50 ก๊าซ LPG ราคาลิตรละ 9.50)

- ก๊าซ NGV เบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วจะลอยไปในอากาศเร็วกว่า LPG เล็กน้อย

ข้อแตกต่างการติดตั้งระหว่างระบบเครื่องยนต์ดีเซลใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) กับระบบเครื่องยนต์ดีเซลใช้ก๊าซ NGV ต่างกันที่อุปกรณ์บางส่วน แต่จุดที่สำคัญที่สุดก็คือถังบรรจุก๊าซ เนื่องจาก NGV เป็นก๊าซที่มีแรงดันสูงมากจึงต้องใช้ถังขนาดใหญ่และหนากว่า น้ำหนักมากกว่า และยังบรรจุก๊าซได้น้อยกว่าถังก๊าซ LPG และราคาถังก๊าซ NGV แพงกว่ามาก ทำให้การติดตั้งระบบก๊าซ NGV มีค่าใช้จ่ายสูงกว่า

2.1.7 ผลกระทบต่อเครื่องยนต์ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกัน

การติดตั้งระบบเครื่องยนต์และอุปกรณ์เพื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมระหว่าง LPG กับเครื่องยนต์ดีเซลไม่มีเกี่ยวกับระบบเครื่องยนต์เดิม คือจะไม่มีการปรับตั้งค่าปั๊ม และไม่ปรับตั้งค่ากล่อง ECU

เดิมของรถยนต์เลย ระบบจะ จ่ายก๊าซโดยมีกล่อง ECU ของตัวเองควบคุมการจ่ายก๊าซ LPG อย่างแม่นยำ โดยปกติเครื่องยนต์ดีเซลจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้น้ำมันดีเซลเท่านั้น การที่จะนำก๊าซ LPG เข้าไปใช้นั้นจะต้องมีระบบรองรับด้วยจึงจะสมบูรณ์และจะต้องไม่ทำให้เครื่องยนต์เสียหายด้วย ซึ่งกล่อง ECU จะทำหน้าที่ควบคุมการจ่ายก๊าซ LPG ให้เหมาะสมตามรอบเครื่องยนต์ เพราะในแต่ละรอบของเครื่องยนต์ดีเซลจะจ่ายก๊าซไม่เท่ากัน เช่นในรอบเครื่องต่ำ ก๊าซจะยังไม่จ่ายจนกว่ารอบเครื่องจะเดินเกินกว่า 1000 รอบ และกล่อง ECU ก็จะสั่งจ่ายก๊าซ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ละรอบจะไม่เท่ากัน ECU จะคำนวณการจ่ายก๊าซ LPG จนถึงระยะ 4000 กว่ารอบก็จะหยุดจ่ายทันที่ในรอบที่สูงเกิน เพื่อป้องกันเครื่องยนต์เสียหาย

อุปกรณ์อีกชนิดที่สำคัญคือ หม้อต้มซึ่งเป็นหม้อต้มสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลโดยตรง จะต่างกับหม้อต้มของเครื่องยนต์เบนซิน หม้อต้มดีเซลจะจ่ายก๊าซสัมพันธ์กับกล่อง ECU โดยอัตราเฉลี่ยของการจ่ายก๊าซ ของเครื่องยนต์ดีเซลจะอยู่ที่ 8-18% เท่านั้น ซึ่งหม้อต้มเบนซินจะจ่ายก๊าซ 100% ปัญหาที่จะเกิดกับเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้อุปกรณ์เบนซิน ดัดแปลงคือ เครื่องจะมีอาการเข็กเป็นระยะ และเครื่องสะดุด ความร้อนสูงขึ้นเกินกำหนด และสุดท้ายก็คือลูกสูบทะลุ

2.1.8 ผลที่มีต่อกำลังของเครื่องยนต์

เครื่องยนต์จะมีกำลังเพิ่มขึ้น และควันดำลดลงทันที และใช้ไปในระยะยาว เครื่องยนต์จะสะอาด ไม่มีเขม่าสะสมในห้องเผาไหม้ ส่วนผลกระทบกับวาว์ลจะไม่แห้งเหมือนกับเครื่องเบนซิน เนื่องจากยังใช้น้ำมันดีเซลอยู่ถึง 80% จึงทำให้วาว์ลต่างๆ ในเครื่องดีเซลยังมีน้ำมันหล่อเลี้ยงอยู่ จึงไม่มีผลกระทบใดๆ ในระยะยาว

กรณีก๊าซหมดสามารถกลับมาใช้น้ำมันได้ทันทีโดยไม่ต้องปรับตั้งเครื่องยนต์ เนื่องจากกล่อง ECU จะทำงานโดยอัตโนมัติทันที และกำลังเครื่องยนต์ก็จะเหมือนเดิมกับตอนที่ก่อนติดก๊าซ กำลังจะไม่ตกลงเลย เมื่อเติมก๊าซ LPG อีกครั้ง ECU ก็จะสั่งจ่ายก๊าซเป็นระบบร่วมทันที และหากน้ำมันหมด แต่ยังมี LPG อยู่ เครื่องยนต์ก็จะไม่ทำงาน เพราะก๊าซ LPG จุดระเบิดด้วยการอัดอากาศไม่ได้ และกล่องควบคุมจะไม่จ่ายก๊าซ

2.2 หลักการการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

2.2.1 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return : IRR)

(1) นิยามของอัตราผลตอบแทนภายใน

อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) หมายถึงอัตราลดค่า (Discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบัน ของกระแสเงินสด ที่คาดว่าจะต้องจ่ายในการลงทุน เ ท่ากับ มูลค่าปัจจุบัน ของกระแส เงินสด ที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินการ ตลอดอายุโครงการ

หรือ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) คือ อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการมีค่าเท่ากับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก

อัตราผลตอบแทนภายใน มีหลักเกณฑ์ ดังนี้

ก. กิจการจะตอบรับโครงการลงทุน ถ้าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) มีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (r) นั่นคือ ตอบรับโครงการลงทุนเมื่อ IRR > r

ข. ใช้หลักเกณฑ์การเปรียบเทียบมูลค่าของเงิน 2 ประเภท คือ มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก ณ จุดเวลาเดียวกัน

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

เนื่องจากการหามูลค่าปัจจุบันของเงินจำนวนหนึ่งในอนาคต ก็คือ การหาค่าของเงินจำนวนนั้นในอนาคตย้อนกลับมายังจุด ณ เวลาปัจจุบันซึ่งเปรียบเสมือนกับการหาเงินต้น P เมื่อทราบเงินรวม S ในการคำนวณเรื่องเงินรวม เงินต้นและดอกเบี้ย ดังนั้น การหามูลค่าปัจจุบันของเงินในอนาคตซึ่งคิดผลตอบแทนแบบทบต้น จึงสามารถคำนวณได้โดยสูตร $P = S(1+i)^{-n}$ โดยที่ i คืออัตราผลตอบแทนทบต้นต่องวด ซึ่งใช้เป็นอัตราคิดลด (Discount Rate) ค่าของเงิน และ n เป็นจำนวนงวด ดังนั้น มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิ R_1 ซึ่งมีอัตราคิดลดเท่ากับ i จึงคำนวณได้จาก $P_1 = R_1(1+i)^{-1}$ และเนื่องจากอัตราคิดลด i คืออัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ดังนั้น จะได้

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

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

(2) การคำนวณหาค่าอัตราผลตอบแทนภายใน ทำได้ 2 แบบ

ก. เงินสดรับสุทธิในแต่ละงวดมีค่าเท่ากัน

วิธีทำ ต้องสมมุติค่าอัตราผลตอบแทน (i) แล้วนำไปหาค่า IRR โดยการประมาณให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดโครงการมีค่าใกล้เคียงกับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรกให้มากที่สุด โดย ใช้ตาราง PVIFA

เช่น จากตัวอย่างที่ 1 โครงการลงทุนเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ของ บริษัทการกิจ ต้องใช้เงินลงทุนเริ่มแรก 123,500 บาท และคาดว่าจะได้รับเงินสดสุทธิปีละ 45,000 บาท เป็นเวลา 5 ปี ตลอดอายุโครงการ ถ้าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (r) เป็น 15 % คำนวณอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ได้ดังนี้

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

แทนค่า $123,500 = 45,000(1+i)^{-1} + 45,000(1+i)^{-2} + 45,000(1+i)^{-3}$

$+45,000(1+i)^{-4} + 45,000(1+i)^{-5}$

$123,500 = 45,000[(1+i)^{-1} + (1+i)^{-2} + \ldots + (1+i)^{-5}]$

สมมุติ i=24%

$123,500 = 45,000$ [PVIFA 24%, 5]

$123,500 = 45,000$ [2.7454]

$123,500 \approx 123,543$

จะได้ IRR = 24 % โดยประมาณ

นั่นคือ อัตราผลตอบแทนภายในนี้เท่ากับ 24 % โดยประมาณถ้าบริษัทการกิจจำกัด ต้องการอัตราผลตอบแทน 20 % ดังนั้น บริษัทสมควรตอบรับโครงการลงทุนนี้เพราะ IRR > r

ข. เงินสดรับสุทธิในแต่ละงวดมีค่าไม่เท่ากัน

กรณีนี้ ต้องสมมุติค่าอัตราผลตอบแทน (i) แล้วนำไปหาค่า IRR โดยการประมาณให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดโครงการมีค่าใกล้เคียงกับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรกให้มากที่สุด โดย ใช้ตาราง PVIF

เช่น โครงการหนึ่งต้องใช้เงินลงทุนเริ่มแรก 180,000 บาท ซึ่งจะทำให้ได้เงินสดรับ 1 สุทธิในปีที่ 1, 2 และ 3 เป็น 100,000 บาท 80,000 บาท และ 60,000 บาท ตามลำดับ จงวิเคราะห์ค่าของโครงการลงทุนนี้ ด้วยวิธี IRR ถ้าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (r) เป็น 15 %

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

แทนค่า

$180,000 = 100,000(1+i)^{-1} + 80,000(1+i)^{-2} + 60,000(1+i)^{-3}$

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 1 ส.ค. 2554
เลขทะเบียน 242753
เลขเรียกหนังสือ

สมมุติ i=17%

180,000 = 100,000 [PVIF 17%, 1]+80,000 [PVIF 17%, 2]

+60,000 [PVIF 17%, 3]

180,000 ≈ 181,373 (ซึ่งมากกว่า 180,000 บาท อยู่ 1,373 บาท)

สมมุติ i=18%

180,000 = 100,000 [PVIF 18%, 1]+80,000 [PVIF 18%, 2]

+60,000 [PVIF 18%, 3]

180,000 ≈ 178,718.20 (ซึ่งน้อยกว่า 180,000 บาท อยู่ 1,281.80 บาท)

ดังนั้น IRR = 18 % โดยประมาณ

นั่นคือ อัตราผลตอบแทนภายในนี้เท่ากับ 18 % โดยประมาณถ้าบริษัทการกิจจำกัด ต้องการอัตราผลตอบแทน 15 % ดังนั้น สมควรตอบรับโครงการลงทุนนี้เพราะ IRR > r (Learners.in.th, 2551)

2.2.2 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)

ระยะเวลาคืนทุน คือ ระยะเวลา (เป็นจำนวนปี /เดือน หรือวัน) ที่กระแส เงินสด รับจากโครงการ สามารถชดเชย กระแสเงินสดจ่าย ลงทุนสุทธิตอนเริ่มโครงการ พอดี กรณีของโครงการที่มีลักษณะการลงทุน เพียงครั้งเดียว ในปีแรก และให้ผลตอบแทน ที่เท่ากันทุกปี การหาค่า PB สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

(1) Static method

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

(2) Dynamic method

งวดเวลาคืนทุน = จำนวนปีที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าศูนย์

ระยะเวลาคืนทุน ที่ได้จากทั้ง 2 วิธี จะมีความแตกต่างกัน โดยค่าจาก Static method จะให้งวดเวลาคืนทุน เร็วกว่า Dynamic method เนื่องจาก Dynamic method จะใช้การคำนวณค่า แบบสะสม จากมูลค่าปัจจุบัน ของ ต้นทุน พลังงานที่ประหยัดได้ ซึ่งคิดอัตราลดค่า (Discount Rate) ในการเลือก โครงการ ระยะเวลาคืนทุนจะแสดงให้เห็นว่า ต้องใช้เวลานาน เพียงใดในการได้ทุนคืน ถ้า

สามารถได้ทุนคืนเร็ว โครงการ ก็จะน่าสนใจ วิธีดังกล่าว จะมีข้อเสีย ในการเลือกโครงการ คือ วิธีนี้จะไม่ให้ความสนใจ ถึงเงินเข้าสุทธิในส่วนที่ได้หลังจากช่วงเวลา คืนทุนแล้ว ซึ่งอาจจะมีผลตอบแทนภายหลังมากกว่าโครงการที่มี PB เร็วก็ได้ แต่ PB สำหรับการประเมินโครงการ ของกองทุนฯ สามารถนำมาใช้ พิจารณาได้เนื่องจาก ลักษณะโครงการที่ขอการสนับสนุน จะให้ผลการประหยัดพลังงาน ที่เท่ากันตลอดอายุ ของโครงการ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2550)

ระยะเวลาคืนทุนคือจำนวนปีในการดำเนินงาน ซึ่งทำให้มูลค่าการลงทุนสะสม (อย่างน้อยที่สุด) เท่ากับมูลค่าผลตอบแทนเงินสดสุทธิสะสม หรือระยะเวลาคืนทุน คือ จำนวนปีในการดำเนินการ ซึ่งทำให้ผลกำไรที่ได้รับในแต่ระปีรวมกันแล้วมีค่าเท่ากับจำนวนเงินลงทุนเริ่มแรก "ผลกำไร" ในที่นี้ คือ กำไรสุทธิหลังหักภาษี + ดอกเบี้ย + ค่าเสื่อมราคา

2.2.3 ค่าเสื่อมราคา (Depreciation)

สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง (2548) ได้สรุปไว้ว่า ค่าเสื่อมราคาจัดว่าเป็นเงินทุนภายในที่สำคัญประเภทหนึ่ง สินทรัพย์ถาวรที่มีตัวตนเท่านั้นที่จะนำมาคำนวณค่าเสื่อมราคา เพราะค่าเสื่อมราคาเป็นการหักค่าใช้สินทรัพย์ถาวรในแต่ละปี เนื่องจากสินทรัพย์ถาวรต้องจ่ายซื้อเป็นเงินทุนจำนวนสูง แต่ใช้ได้หลายปี เมื่อใช้ไปจะมีการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้ ได้แก่ อาคาร โรงงาน เครื่องจักร รถยนต์ เป็นต้น ยกเว้นที่ดิน ที่ไม่คิดค่าเสื่อมราคา เนื่องจากที่ดินเป็นสินทรัพย์ที่ไม่มีการเสื่อมสภาพและราคาที่ดินมีแนวโน้ม ที่จะเพิ่มสูงขึ้นตลอดเวลา จึงต้องหักค่าเสื่อมราคาของการใช้เพื่อสะสมไว้ซื้อสินทรัพย์ถาวรชิ้นใหม่ ค่าเสื่อมราคาที่สะสมไว้นี้ เมื่อยังไม่ได้นำไปซื้อสินทรัพย์ถาวรชิ้นใหม่ สามารถนำมาใช้เป็นเงินทุนสำหรับหมุนเวียนในกิจการได้

ก. ความหมายของศัพท์ต่าง ๆ ที่ควรทราบ

(1) ราคาซาก (Scrap Value หรือ Salvage Value) หมายถึง มูลค่าที่คาดว่าจะขายสินทรัพย์ถาวรนั้นได้เมื่อหมดอายุการใช้งาน หักด้วยค่ารื้อถอนและค่าใช้จ่ายในการจำหน่ายสินทรัพย์นั้น (ถ้ามี)

(2) มูลค่าเสื่อมราคาทั้งสิ้น หมายถึง ราคาต้นทุนเดิมของสินทรัพย์ที่มีการเสื่อมสภาพ หรือราคาอื่นที่นำมาใช้แทนซึ่งปรากฏอยู่ในงบการเงิน หักด้วยราคาซากที่ได้ประมาณไว้

มูลค่าเสื่อมราคาทั้งสิ้น = ราคาทุนของสินทรัพย์ - ราคาซาก

(3) อายุการใช้งาน (Useful life) หมายถึง ระยะเวลาที่กิจการคาดว่าจะใช้ประโยชน์จากสินทรัพย์ถาวรนั้น ๆ

ข. วิธีคิดค่าเสื่อมราคา

การคิดค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์ถาวรมีได้หลายวิธที่ใช้กัน ค่าเสื่อมราคาที่ได้ในแต่ละวิธีก็จะทำให้มีเงินทุนภายในสะสมเพิ่มขึ้น เป็นจำนวนแตกต่างกัน แต่เมื่อกิจการได้เลือกวิธีการคำนวณค่าเสื่อมราคาวิธีใดแล้ว ก็จำเป็นต้องใช้วิธีนั้นอย่างสม่ำเสมอทุกงวดบัญชี จะเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณค่าเสื่อมราคาได้ก็ต่อเมื่อได้รับอนุมัติจาก อธิบดีกรมสรรพากร ตัวอย่างเช่น บริษัทรับเหมาก่อสร้างแห่งหนึ่งซื้อเครื่องจักรมาใหม่มูลค่า 25,800 บาท โดยคาดว่ามีอายุการใช้งาน 5 ปี และมีมูลค่าซากในปลายปีที่ 5 มูลค่า 800 บาท ธุรกิจจึงได้กระจายมูลค่าการใช้งานของเครื่องจักรโดยคิดค่าเสื่อมราคาแต่ละปี ซึ่งวิธีคิดค่าเสื่อมราคาสามารถคิดได้หลายวิธี คือ

(1) วิธี Straight - Line : เป็นวิธีคิดค่าเสื่อมราคาโดยเฉลี่ยมูลค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์ ให้เป็นค่าเสื่อมราคาในแต่ละปีเท่า ๆ กัน ตลอดอายุการใช้งานของสินทรัพย์ถาวรนั้น ๆ สูตรในการคำนวณค่าเสื่อมราคา มีดังนี้

ค่าเสื่อมราคาต่อปี = (ราคาทุนของสินทรัพย์ - ราคาซาก) / อายุการใช้งาน

มูลค่าเครื่อง จักร	25,800	บาท
มูลค่า ซาก	800	บาท
มูลค่าเครื่องจักรหลังหักมูลค่าซาก	25,000	บาท
อายุการใช้ งาน	5	ปี

ฉะนั้น ค่าเสื่อมราคาต่อปี คือ 25,000 / 5 = 5,000 บาท

(2) วิธี Double - Declining Balance (DDB) : เป็นวิธีคิดค่าเสื่อมราคาอีกวิธีหนึ่ง โดยคิดในปีแรก ๆ สูงกว่าปีหลัง ๆ วิธีนี้เป็นวิธีคิดค่าเสื่อมราคาแบบอัตราเร่ง นั่นคือ คิดเป็น 2 เท่าของวิธี Straight - Line และค่าเสื่อมราคาแต่ละปีก็จะนำจำนวน 2 เท่าของวิธี Straight - Line นี้ไปคูณกับมูลค่าเครื่องจักรที่หักค่าเสื่อมราคา แต่ละปีออกแล้ว ดังนั้น จากในตัวอย่างเดิม

วิธี Straight - Line หักค่าเสื่อมปีละ 1/5 (6,800/34,000) ของมูลค่าเครื่องจักรหลังหักมูลค่าซาก

วิธี Double - Declining Balance (DDB) จึงหักค่าเสื่อมปีละ (1/5) x 2 = 2/5 เท่าของเครื่องจักรหลังหักมูลค่าซาก และหักค่าเสื่อมแต่ละปีออกแล้ว ดังนี้

ปีที่ 1 ค่าเสื่อมราคาจึงเป็น 2/5 (25,000) = 2,000 บาท

ปีที่ 2 ค่าเสื่อมราคาจึงเป็น 2/5 (23,000) = 9,200 บาท

ปีที่ 3 ค่าเสื่อมราคาจึงเป็น 2/5 (13,800) = 5,520 บาท

และเนื่องจากปีที่ 3 ค่าเสื่อมราคาต่ำกว่าการคิดแบบ Straight - Line ปีที่ 4 และ 5 จึงนำมูลค่าเครื่องจักรที่เหลือหาร 2 จึงเป็นปีละ 3,312/2 = 1,656 บาท

(3) วิธี Units - of - Production Method : เป็นวิธีคิดค่าเสื่อมราคาตามความเป็นจริง ถ้าเครื่องจักรผลิต 1,000 ก็คือค่าเสื่อมราคา 1,000 ถ้าปีต่อมาผลิต 2,000 ก็แสดงว่าใช้เครื่องจักรมากขึ้น ก็ต้องคิดค่าเสื่อมราคามากขึ้น เป็นวิธีคิดค่าเสื่อมราคาตามจำนวนหน่วยที่ผลิตได้ (หน่วยของสินค้าที่ผลิตโดยใช้เครื่องจักรนั้น) ในแต่ละงวด ดังนั้น จึงต้องคำนวณว่าเครื่องจักรนี้ ตลอดอายุจะสามารถผลิตผลผลิตได้รวมทั้งหมดกี่หน่วย และแต่ละหน่วยของผลผลิตจะทำให้เครื่องจักรเสื่อมราคาเท่าใด จากนั้น จะสามารถหาได้ว่าแต่ละงวดการผลิต จะเกิดค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักรนี้เท่าใด

จากตัวอย่างเดิม สมมติ เครื่องจักรนี้ผลิตสินค้าทั้งหมดได้ 5,000 หน่วย ฉะนั้น

ค่าเสื่อมราคาต่อหน่วยผลผลิต = (25,800 - 800) / 5,000

= 5 บาท

ถ้าปีแรกผลิตสินค้าได้ 1,000 หน่วย แสดงว่าค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรปีแรก = 5 x 1,000 = 5,000 และปีต่อ ๆ ไปก็คำนวณเช่นเดียวกันนี้

(4) วิธี Sum of Years' Digits : เป็นวิธีคิดค่าเสื่อมราคาแบบอัตราเร่งเช่นกัน คือ ค่าเสื่อมราคาในปีแรก ๆ จะมากและค่อย ๆ ลดลงในปีหลัง ๆ อัตรานี้นำมาคำนวณค่าเสื่อม คือ สัดส่วนของจำนวนปีที่เหลือของอายุการใช้งานของเครื่องจักร ต่อ จำนวนปีของอายุการใช้งานที่เหลือรวมกัน นั่นคือ

ปีที่ 1 อายุการใช้งานที่เหลือของเครื่องจักร คือ 5 ปี

ปีที่ 2 อายุการใช้งานที่เหลือของเครื่องจักร คือ 4 ปี

ปีที่ 3 อายุการใช้งานที่เหลือของเครื่องจักร คือ 3 ปี

ปีที่ 4 อายุการใช้งานที่เหลือของเครื่องจักร คือ 2 ปี

ปีที่ 5 อายุการใช้งานที่เหลือของเครื่องจักร คือ 1 ปี

ฉะนั้น จำนวนปีของอายุการใช้งานที่เหลือรวมกัน คือ 5+4+3+2+1 = 15 ดังนั้น

ค่าเสื่อมราคาปีที่ 1 = 5/15 (25,000) = 8,333 บาท

ค่าเสื่อมราคาปีที่ 2 = 4/15 (25,000) = 6,667 บาท

ค่าเสื่อมราคาปีที่ 3 = 3/15 (25,000) = 5,000 บาท

ค่าเสื่อมราคาปีที่ 4 = 2/15 (25,000) = 3,333 บาท

ค่าเสื่อมราคาปีที่ 5 = 1/15 (25,000) = 1,667 บาท

2.3 หลักการบำรุงรักษา (Maintenance)

การบำรุงรักษา หมายถึง การพยายามรักษาสภาพของเครื่องมือเครื่องจักรต่าง ๆ ให้มีสภาพที่พร้อมจะใช้งานอยู่ตลอดเวลา การบำรุงรักษานั้นครอบคลุมไปถึงการซ่อมแซมแซม (Repair) เครื่องด้วย

ในงานบริหารการผลิตหรือการบริการ การซ่อมและบำรุงรักษา เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ถึงแม้ว่างานซ่อมและบำรุงรักษาไม่ใช่งานผลิตโดยตรง แต่ก็มีบทบาทช่วยให้การผลิตและการบริการขององค์กรนั้นเป็นไปอย่างราบรื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโลกปัจจุบันที่การผลิตและการบริการจำเป็นที่จะต้องอาศัยอุปกรณ์และเครื่องจักรมากขึ้น (กลางเดือน โภชนา, 2553)

ธานี อ่วมอ้อ (2547) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับวิวัฒนาการของการบำรุงรักษาไว้ว่า การบำรุงรักษาแบบแรกที่มนุษย์รู้จักตั้งแต่มีการนำเครื่องจักรมาใช้งาน คือ การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง ซึ่งเป็นการบำรุงรักษาตามอาการ นั่นก็คือ เมื่อเครื่องจักรมีอาการเสียหายอย่างไรก็รักษาหรือแก้ไขไปตามนั้น เพื่อให้กลับมาใช้งานได้ตามปกติ แต่ไม่สามารถใช้ได้กับเครื่องจักรที่เสียหายแล้วส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตเป็นอย่างมาก จึงมีการคิดค้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้นมา โดยบำรุงรักษาในขณะที่เครื่องจักรใช้งานได้อยู่ แต่ก็ยังประสบปัญหาในกรณีที่เครื่องจักรออกแบบมาแล้วไม่สะดวกต่อการแก้ไขและบำรุงรักษา หรือใช้งานยาก จึงเกิดการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขและปรับปรุง เพื่อให้ใช้งานได้ง่าย และซ่อมแซม บำรุงรักษาได้ง่าย แต่ถึงกระนั้นก็ตามก็ยังเสียเวลาในการบำรุงรักษาอยู่ดี การป้องกันการบำรุงรักษาจึงเกิดขึ้น การบำรุงรักษามีวิวัฒนาการมาอย่างต่อเนื่องแต่ไม่สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิผลด้วยการบำรุงรักษาแบบใดแบบหนึ่ง จึงเกิดการรวมเอาการบำรุงรักษาแบบต่างเข้าไว้ด้วยกัน เรียกว่า การบำรุงรักษาทวีผล และที่สำคัญทุกคนในองค์กรต้องมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาจึงจะเกิดประสิทธิผลสูงสุดไม่ใช่หน้าที่ฝ่ายผลิตอย่างเดียว จึงเกิดการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม ดังนั้นสรุปได้ว่าการบำรุงรักษามีทั้งหมด 6 ชนิด ดังนี้

2.3.1 การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง (Breakdown Maintenance : BM)

2.3.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM)

2.3.3 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขและปรับปรุง (Corrective Maintenance : CM)

2.3.4 การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Preventive : MP)

2.3.5 การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance: PM)

2.3.6 การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม(Total Productive Maintenance: TPM)

2.3.1 การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง (Breakdown Maintenance : BM) คือ การซ่อมบำรุงเครื่องจักรภายหลังที่เครื่องจักรเกิดการชำรุด หรือเสื่อมสมรรถนะลง การบำรุงรักษาแบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

(1) การซ่อมแบบมีแผน ซึ่งจะดำเนินการซ่อมเมื่อเห็นว่าจะเป็นการประหยัดกว่าหากว่าจะทำการซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหาหลักจากที่เครื่องจักรเกิดการชำรุด แทนที่จะไปดำเนินการในการป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุด

(2) การซ่อมแบบไม่มีแบบแผน ซึ่งรวมไปถึงการชำรุดของเครื่องจักรที่น่าจะป้องกันได้ การซ่อมเครื่องจักรในลักษณะดังกล่าว จะเป็นการเสี่ยงต่อการหยุดชะงักหรือเกิดความไม่ต่อเนื่องต่อการผลิตตามแผนที่วางไว้ และมักจะทำให้เกิดการซ่อมแบบกะทันหันขึ้น

ซึ่งสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเสียหาย มักจะมีลักษณะหรือองค์ประกอบหลาย ๆ ส่วนร่วมกัน คือ

(1) อุปกรณ์เครื่องจักรสกปรก

(2) น้ำมันหล่อลื่นรั่ว รวมทั้งชุดจ่ายน้ำมันหล่อลื่นไม่มีน้ำมันหล่อลื่นบรรจุไว้

(3) ชิ้นส่วนที่มีการหมุน ถูกปกคลุมด้วยวัสดุจากการผลิต

(4) สายไฟและท่ออ่อนพันกันอย่างยุ่งเหยิง

(5) กลไกของเครื่องจักรถูกปิดด้วยฝาครอบขนาดใหญ่ มองไม่เห็นภายในได้

(6) วัสดุ ชิ้นส่วน เครื่องมือ ถูกจัดวางอย่างระเกะระกะ

(7) ทุกคนมีแนวความคิดแบบเดียวกัน ว่าทุกสิ่งทุกอย่างควรคงไว้ในรูปแบบเดิม

2.3.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) คือ การที่จะสามารถจัดการดำเนินการผลิตได้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องนั้น สามารถหลีกเลี่ยงการเกิดสิ่งผิดปกติ แลการชำรุดของเครื่องจักร เราต้องทำการติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เหมาะสมตั้งแต่ขั้นตอนแรกและคอยดูแลควบคุมให้เครื่องจักรอุปกรณ์ดังกล่าวทำงานอย่างถูกต้อง การดำเนินการดังกล่าวนั้นต้องดำเนินการกิจกรรม 3 อย่าง ดังนี้

(1) การบำรุงรักษาประจำวัน เพื่อเป็นการป้องกันการเสื่อมสภาพ

(2) การตรวจสอบตามระยะเวลา เพื่อเป็นการตรวจสอบวัดอัตราการเสื่อมสภาพ

(3) ดำเนินการบำรุงรักษาหรือซ่อมปรับคืนสภาพ

ดังนั้น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หมายถึง การดำเนินกิจกรรมทั้งสามส่วนป้องกัน ตรวจวัด ขจัด หรือแก้ไขการเสื่อมสภาพ

2.3.3 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขและปรับปรุง (Corrective Maintenance: CM) เป็นชื่อที่ใช้แทนวิธีการบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรอุปกรณ์ชำรุด และเป็นวิธีการที่ช่วย

เอื้ออำนวยในการตรวจสอบ ซ่อม และการใช้งานเครื่องจักร ทำให้เชื่อมั่นในด้านความปลอดภัย โดยผู้ใช้ต้องดำเนินการ 2 ส่วน คือ

(1) บันทึกผลจากการทำการตรวจสอบรายวัน และรายละเอียดของการชำรุดของเครื่องจักรทั้งหมด

(2) มีการเสนอแนวความคิดเพื่อการปรับปรุงแก้ไขอย่างจริงจัง

2.3.4 การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Preventive : MP) เป็นการรวบรวมเอาแนวความคิดในการปรับปรุงพัฒนาในการบำรุงรักษาทวีผล เข้ามาช่วยในการออกแบบเครื่องจักรรุ่นใหม่ ๆ ให้พัฒนามากขึ้น ซึ่งจะหมายถึงว่าเป็นการออกแบบ หรือจัดทำรายการคุณสมบัติเครื่องจักรที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดการชำรุดน้อยมาก และเป็นเครื่องจักรที่มีความง่ายต่อการบำรุงรักษา เครื่องจักรที่มีความน่าเชื่อถือ รวมไปถึงการใช้งานง่าย ปลอดภัย และราคาไม่แพง และผู้ควบคุมเครื่องจักรและบุคลากรในฝ่ายบำรุงรักษาต้องดำเนินการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ในรูปแบบของแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล เพื่อจะนำมาเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ให้กับบุคลากรที่ทำการออกแบบเครื่องจักร อุปกรณ์ได้

2.3.5 การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance: PM) คือ การนำผลการบำรุงรักษารูปแบบต่าง ๆ มารวมเข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วย การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง เพื่อความพร้อมหากเครื่องจักรเสียหาย การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อไม่ให้เครื่องเกิดเสียหายในขณะกำลังทำการผลิต การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้เครื่องจักรใช้งานได้ง่าย และการป้องกันการบำรุงรักษาเพื่อให้ลดเวลาที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษา ดังนั้นการบำรุงรักษาทวีผล ก็คือ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่มีความพร้อมหากเครื่องจักรเกิดเสียหาย และก็มีการศึกษาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการทำให้เครื่องจักรใช้งานง่าย ดูแลง่าย ซ่อมแซมง่าย และต้องการการดูแลรักษาน้อยลง และนี่คือที่มาของคำว่า ทวีผล (สมชาย อัครทิวา, 2547)

2.3.6 การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) เป็นแนวทางการปรับปรุงประสิทธิผลและอายุการใช้งานของเครื่องจักรทั่วทั้งองค์กร ซึ่งถือเป็นกุญแจที่นำไปสู่การผลิตแบบลีน เพราะว่าช่วยกำจัดความสูญเปล่าหลักๆ ทั้งหลายที่เกิดขึ้นในการดำเนินการผลิต และ มีเป้าหมายเพื่อลดความสูญเปล่า รวมถึงการบำรุงรักษาเครื่องจักรและการรักษาสภาพการดำเนินงานที่เป็นมาตรฐาน นอกจากนี้เทคนิคต่าง ๆ ของ การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม ยังช่วยปรับปรุงระบบการทำงานของเครื่องจักร ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษาและออกแบบกระบวนการเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอีกด้วย(พรเทพ เหลืองทรัพย์สุข และ ยุพา กลอนกลาง, 2550)

ธานี อ่วมอ้อ (2547) ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมไว้ว่าวัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม ก็คือ การทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE) สูงที่สุด โดยอาศัยความสัมพันธ์ ของทุกคนในองค์การกับเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยมีวิธีการ คือ การกำจัดความสูญเสีย (Losses) ทุกอย่างที่เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องจักรเป็นสาเหตุภายในกระบวนการผลิตที่ถือว่าเป็นหน้าที่ของทุกคน

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพิจารณาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นจะเป็นการพิจารณาทบทวนหลักการและวิธีการประยุกต์ใช้ระบบเครื่องยนต์และอุปกรณ์เพื่อใช้เชื้อเพลิงร่วมระหว่างก๊าซปิโตรเลียมเหลว กับน้ำมันดีเซล บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2550) ได้นำเอาก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยได้นำเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อใช้เป็นต้นกำลังในการผลิตกระแสไฟฟ้า และทำการปรับปริมาณก๊าซชีวภาพด้วยบอลวาล์ว โดยในการปรับแต่ละครั้งจะทำการปรับด้วยมือ ซึ่งการปรับปริมาณก๊าซชีวภาพในแต่ละครั้งจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการปรับปริมาณก๊าซชีวภาพเพื่อความสะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพ จึงได้นำระบบควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมการปรับปริมาณก๊าซชีวภาพ ซึ่งจะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณก๊าซออกซิเจน (Oxygen Sensor) มาใช้เป็นตัวควบคุมร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณก๊าซออกซิเจน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผสมกับอากาศเพื่อการเผาไหม้ โดยจะถูกติดตั้งไว้บริเวณท่อไอเสียของเครื่องยนต์ เมื่อเกิดการเผาไหม้ขึ้นอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนจะทำการตรวจวัดปริมาณออกซิเจน เมื่อปริมาณออกซิเจนที่ได้ออกมามีค่ามากหรือน้อยเกินไป ก็จะเข้าสู่ระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งให้เข็มควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพทำงาน โดยในการปรับเข็มควบคุมปริมาณก๊าซชีวภาพ จะถูกปรับโดยการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ซึ่งการใช้ระบบควบคุมก๊าซชีวภาพแบบอัตโนมัติ จะทำให้อัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับเชื้อเพลิงมีความเหมาะสม เพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้

วราพร และคณะ (2552) ได้ศึกษาแนวโน้มการใช้พลังงานของประเทศจากความต้องการใช้ในห้าภาคส่วนหลักคือ ภาคการเกษตรก่อสร้างและเหมืองแร่ (Agriculture, Construction and Mining; ACM) ภาคอุตสาหกรรมการผลิต (Manufacturing) ภาคการขนส่ง (Transport) ภาค

ครัวเรือน (Household) และภาคบริการ (Service) พบว่าสัดส่วนของพลังงานทางเลือกในปี 2573 จะมีมากขึ้นแต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน การพัฒนาโรงงานพลังงานหมุนเวียนแบบผสมผสานจะสามารถเพิ่มปริมาณพลังงานทางเลือกขึ้นเป็น 54.38%ของพลังงานทางเลือกทั้งหมด ตามด้วยพลังงานจากความร้อน ไบโอแก๊ส (Biogass) และ ไบโอดีเซล(Biodiesel) เป็นพลังงานทางเลือกที่มีโอกาสพัฒนาความสามารถในการผลิต และมีความเป็นไปได้ในการใช้งานโดยมุ่งเน้นใช้เป็นพลังงานทดแทนในภาคอุตสาหกรรมการผลิต และภาคการขนส่งเป็นหลัก

ศุทธินี ตุ้ยเต็มวงค์ และ เดช ดำรงศักดิ์ (2009) ได้พัฒนาอุปกรณ์ควบคุมปริมาณก๊าซอัตโนมัติสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบ 4 จังหวะที่ใช้ก๊าซชีวภาพ โดยใช้ชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมเข็มปรับปริมาณก๊าซ จากการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ได้จากก๊าซไอเสียของเครื่องยนต์เป็นข้อมูลป้อนกลับไปยังชุดควบคุม เพื่อควบคุมให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างเหมาะสม พบว่าช่วงองการจ่ายก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ จะได้แรงดันเอาท์พุทจากตัวตรวจวัดปริมาณออกซิเจนในก๊าซไอเสียในช่วง 380 ถึง 600 mV ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนในช่วง 11.9 – 10.7% ชุดควบคุมปริมาณก๊าซอัตโนมัติสามารถควบคุมการจ่ายปริมาณก๊าซชีวภาพให้แก่เครื่องยนต์เพื่อการเผาไหม้ที่เหมาะสมที่ค่าแรงดันเอาท์พุทเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 V และเปอร์เซ็นต์ออกซิเจนเฉลี่ยจากท่อไอเสียเท่ากับ 11.3% ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 1,509 rpm

นิลวรรณ ไชยทนุ และพฤกษ์ อักกะรังสี (2009) ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและเศรษฐศาสตร์ของการใช้ระบบหมักไร้อากาศแบบถังกวนต่อเนื่องในสภาวะเทอร์โมฟิลิกเพื่อบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร โดยในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์นั้นคิดจากการลงทุน (ต้นทุน + ค่าบำรุงรักษา + ค่าไฟฟ้า) และผลตอบแทน (ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้) อายุการใช้งาน 20 ปี การหาผลตอบแทนและความคุ้มทุนจากการขายก๊าซชีวภาพเท่ากับราคาก๊าซหุงต้ม กับ การนำเอาก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มาเป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าใช้ในระบบพบว่า ถ้าขายก๊าซชีวภาพที่สามารถผลิตได้เท่ากับราคาก๊าซหุงต้มในท้องตลาดที่ราคาปัจจุบัน โดยถังขนาด 15 กิโลกรัม ราคา 280 บาท หรือ 18.7 บาท/กก. คิดเป็นราคาขายก๊าซชีวภาพได้ 0.0086 บาท/ลิตร

สุทธิพงษ์ วงค์สารภี และเสริมเกียรติ จอมจันทร์ยอง (2008) ได้ศึกษาการเลือกขนาดและวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กจากน้ำระบายความร้อนของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ โดยในการศึกษาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้วยอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return : IRR) คือ อัตราที่จะทำให้ผลตอบแทนและต้นทุนที่ได้คิดลดเป็นค่าปัจจุบันแล้วเท่ากัน อัตราที่กล่าวถึงจะเป็นอัตราความสามารถของเงินลงทุนที่จะก่อให้เกิดรายได้คุ้มกับเงินลงทุนนั้นพอดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ หาดูว่าอัตราส่วนลดตัวใดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นศูนย์ การคำนวณ IRR อาจจะเริ่มต้นด้วยการหักผลประโยชน์ออกด้วย

ปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นศูนย์ การคำนวณ IRR อาจจะเริ่มต้นด้วยการหักผลประโยชน์ออกด้วยค่าใช้จ่ายเป็นปีๆ ไปตลอดอายุโครงการเพื่อให้ได้มาซึ่งผลประโยชน์สุทธิในแต่ละปีจะปรากฏผลเป็นบวกหรือเป็นลบเป็นปีๆ ไปหรือกระแสเงินสดหลังจากนั้นก็หาอัตราส่วนลดที่จะทำให้ผลรวมของข้อมูลปัจจุบันของผลประโยชน์สุทธิรวมกันแล้วมีค่าเป็นศูนย์ วิธีการคำนวณหา IRR ทำได้ 2 วิธีคือ 1) วิธี Trial and error 2) วิธีการ Interpolation สำหรับการหาระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) คือ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิ จากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าลงทุนของโครงการ หลักเกณฑ์นี้พิจารณาจำนวนปีหรือช่วงเวลาที่จะได้รับผลตอบแทนคุ้มกับเงินลงทุนที่มีการเสี่ยงสูงเช่น กรณีผลผลิตใหม่ หรือใช้วิธีการใหม่ๆ ที่ไม่มีการคุ้มครองสิทธิบัตร (Patent) สิ่งที่ประดิษฐ์คิดได้ใหม่จะถูกขโมยความคิด หรือลอกเลียนแบบจากคู่แข่งขันได้ภายในระยะเวลาอันสั้นหลังจากที่ผลผลิตใหม่นั้นออกสู่ตลาดหรือ ในกรณีที่ภาวะในทางการเมืองไม่แน่นอนฉะนั้นเพื่อความไม่ประมาทนักลงทุนจึงต้องพิจารณาเลือกโครงการที่ให้ผลตอบแทนคืนเร็วในระยะสั้นๆ เช่น ระหว่าง 3-5 ปี ผลการวิจัยพบว่าเมื่อนำค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและค่าใช้จ่ายด้านอื่นมาเปรียบเทียบกับรายได้แล้วทำการวิเคราะห์โครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่าที่กำลังการผลิตของเครื่องกำเนินไฟฟ้าขนาด 10 กิโลวัตต์ตัวประกอบโรงไฟฟ้า (Plant factor, PF) 40 เปอร์เซ็นต์ อัตราค่าไฟฟ้า 2.3774 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง อัตราส่วนลด 12 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาโครงการ 25 ปี จะมีระยะเวลาคืนทุน (Payback period) เท่ากับ 7.817 ปี อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return, IRR) เท่ากับ 18.16 เปอร์เซ็นต์

ถิรายุ ปิ่นทอง และคณะ (2552) ได้ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้เงื่อนแผนการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย โดยทำการศึกษาการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายและการจัดหาพลังงานไฟฟ้ารวมถึงการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย โดยคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจของประเทศ รวมถึงวิเคราะห์ผลกระทบต่อการจัดหาพลังงานของประเทศ โดยแบบจำลอง Model for Analysis of Energy Demand (MAED) และแบบจำลอง Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts (MESSAGE) ใช้ฐานข้อมูลปี ค.ศ. 2005 และแบ่งกรณีศึกษาการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายได้ 3 กรณี คือ (1) Business-As-Usual (BAU) (2) Energy Efficiency (EE) (3) Electricity Generation from Electricity Demand in Transport Sector (ELEC) และแบ่งกรณีศึกษาการจัดหาพลังงานไฟฟ้าได้ 2 กรณีคือ (1) Business-As-Usual (BAU Scenario) (2) Nuclear Scenario (NC Scenario) รวมถึงประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศพบว่า การใช้พลังงานกรณี BAU ในช่วงปี ค.ศ. 2005-2030 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 6.7 ต่อปี ภาคการ

ขนส่งมีการใช้พลังงานมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 37.77% ในปี ค.ศ. 2030 ตามด้วยภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจ และภาคเกษตรกรรม การก่อสร้าง เหมืองแร่ คิดเป็น 37.72% , 11.85% , 7.61% และ 6.79% ของการใช้พลังงานทั้งประเทศตามลำดับ กรณี EE คือการเพิ่มประสิทธิภาพอุปกรณ์และเครื่องมือด้านพลังงานเพิ่มขึ้น 10% พบว่าความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 9.53 ต่อปี กรณี ELEC ซึ่งคือการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาคขนส่ง ตามแผนการสร้างรถไฟฟ้าของระเทศไทยและการเพิ่มขึ้นของรถระบบไฮบริดจ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 5% ต่อปี พบว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าในภาคขนส่ง (เชื้อเพลิงที่ใช้ในมอเตอร์)เพิ่มขึ้น 2.2% ต่อปี การจัดหาพลังงานไฟฟ้ารวมของประเทศไทยกรณี BAU Scenario ในช่วงปี ค.ศ. 2005-2030 พบว่าการจัดหาพลังงานไฟฟ้าภายใต้เงื่อนไขแผนการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยเพิ่มขึ้นจากการผลิตไฟฟ้ารวมจากทุกโรงไฟฟ้า เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 6.43% ต่อปีตั้งแต่ปี ค.ศ. 2005 ถึงปี ค.ศ. 2030 กรณี NC Scenario เมื่อใช้ BAU Scenario เป็นฐานในการเปรียบเทียบพบว่า NC Scenario สามารถทำให้สัดส่วนในการจัดหาพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมลดลงถึง 1.43% การประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตไฟฟ้ารวมจากทุกโรงไฟฟ้ามีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้เงื่อนไขแผนการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยรวมแต่ละโรงไฟฟ้ามีอัตราเพิ่มขึ้นเป็น 5.99% ต่อปี กรณี NC Scenario เมื่อใช้ BAU Scenario เป็นฐานในการเปรียบเทียบพบว่า สามารถทำให้ผลรวมในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคการผลิตไฟฟ้าลดลง เมื่อมีการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขนาด 1,000 เมกะวัตต์ จำนวน 2 โรง จะลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 5.91% ในปี ค.ศ. 2030