

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (Diesel Blending Refined Palm Oil ; RBD) และน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ (Diesel Blending Fuel Oil Additive) เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล จากนั้นจะกล่าวถึงผลการทดสอบเดินเครื่องยนต์ในห้องปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม ซึ่งได้จากรายงานการศึกษาการใช้ น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันพืชอื่นๆ เป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่อง

ยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากศูนย์วิจัยพลังงานแม่โจ้ (ณัฐฉา และคณะ , 2551) เปรียบเทียบกับการทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าด้วยน้ำมันดีเซลเติมสารเพิ่มประสิทธิภาพซึ่งได้จากรายงานความร่วมมือระหว่างบริษัท Mazoil (สิงคโปร์) กับศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ณัฐฉา และคณะ, 2551) ในด้านสมรรถนะคือ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพเชิงความร้อน และกำลังไฟฟ้าที่ได้จากระบบ หลังจากนั้นจะเลือกเชื้อเพลิงที่ได้จากการทดสอบในห้อง

ปฏิบัติการไปทดสอบเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลในสภาพการใช้งานจริง โดยทำการทดสอบ ณ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี แล้วทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมสำหรับเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า

4.2 คุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันปาล์ม

โดยข้อมูลคุณสมบัติเบื้องต้นน้ำมันปาล์ม ได้มาจากรายงานการศึกษาการใช้ น้ำมันปาล์ม

ดิบและน้ำมันพืชอื่นๆ เป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ดังแสดงไว้ในรูป 4.1 และตาราง 4.1



รูป 4.1 น้ำมันปาล์ม (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

ค่าคุณสมบัติ	ค่าที่ได้
ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid)	0.1 % Max. (As Palmitic Acid)
ค่าไอโอดีน (Iodine Value)	50 - 53 meq/g
ความหืน (Peroxide Value)	1.0 meq/kg Max.
ค่าปริมาณสบู่ (Saponification Value)	190 – 290 meq.KOH/g
ความชื้นและสิ่งปลอมปน (Moisture & Impurity)	0.1 % Max.
สี (Color)	2.5 R Max.
จุดเทตัว (Slip point)	36 – 39 °C Temp.

ตาราง 4.1 คุณสมบัติเบื้องต้นน้ำมันปาล์ม (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

4.3. คุณสมบัติเบื้องต้นของสารเพิ่มประสิทธิภาพ

สารเพิ่มประสิทธิภาพที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ Nitriparaffins ส่วนประกอบคือ Nitropropane Nitromethane และ Toluene โดยรายละเอียดของคุณสมบัติของสารเคมีได้จาก เอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเพิ่มประสิทธิภาพ บริษัท ไทยเมซ จำกัด ดังแสดงในรูป 4.2 และมีรายละเอียดดังตาราง 4.2



รูป 4.2 สารเพิ่มประสิทธิภาพน้ำมันดีเซล

4.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

ค่าคุณสมบัติ	ผลการทดสอบ
สถานะ (Form)	ของเหลว
สี (Color)	ใส คล้ายสีฟางข้าว
กลิ่น (Ordor)	คล้ายน้ำมันปิโตรเลียม
จุดเดือด (ณ 760 มม.ปรอท) องศาเซลเซียส (Boiling Point) at 760 mm/Hg	~ 107-136
จุดหลอมเหลว องศาเซลเซียส (Melting Point °C.)	-
ความดันไอ (ณ 20 องศาเซลเซียส) มม.ปรอท (Vapor Pressure at 20 °C)	7.5
ความถ่วงจำเพาะ (Density)	~ 1
ความสามารถในการละลายน้ำที่ (กรัม/100 มล.) ที่ 20 องศาเซลเซียส (Solubility in Water ,WT % at 20 °C .)	~ 0.1-1 %
ความหนาแน่นไอ (อากาศเท่ากับ 1) (Vapor Density Air = 1)	2 - 3
อัตราการกลายเป็นไอ (Evaporation rate)	> 1
ความเป็นกรด - ด่าง (pH)	-
อุณหภูมิสลายตัว	> 50 °C

ตาราง 4.2 คุณสมบัติเบื้องต้นของสารเพิ่มประสิทธิภาพ

4.3.2 ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

ความคงตัว ไม่เสถียรเมื่อได้รับความร้อน

สารที่เข้ากันไม่ได้ สารออกซิไดซ์เอเจนต์และสารรีดิวซิงเอเจนต์ เป็นตัวทำลายอย่างแรง

สารเคมีอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว การลุกไหม้ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และควัน

อันตรายจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ ไม่มีรายงาน

4.4 คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพและน้ำมันดีเซล (ดังแสดงในภาคผนวก ก)

4.4.1 ความหนืด ค่าความหนืดของน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) (ที่ 60°C) มีค่าสูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 70 % ส่วนน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ มีค่าความหนืดต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 1.5 %

4.4.2 จุดเทตัว น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) มีค่าจุดเทตัวสูงกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 3 เท่า และสูงกว่าข้อกำหนด ประมาณ 1.6 เท่า ส่วนน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพมีค่าจุดเทตัวไม่เกินข้อกำหนดของน้ำมันดีเซล

4.4.3 จุดวาบไฟ น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) มีค่าจุดวาบไฟสูงกว่าข้อกำหนดของน้ำมันดีเซลประมาณ 6 เท่า ส่วนน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ มีค่าจุดวาบไฟสูงกว่าข้อกำหนด

ของน้ำมันดีเซลประมาณ 1.44 เท่า

4.4.4 ความถ่วงจำเพาะ น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) และน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพมีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในข้อกำหนดของน้ำมันดีเซล

4.4.5 ค่าความร้อน น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) มีค่าความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 10 % ส่วนน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพมีค่าความร้อนเท่ากับน้ำมันดีเซล

4.4.6 ซีเทนัมเบอร์ น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ มีค่าซีเทนัมเบอร์สูงกว่าข้อกำหนดของน้ำมันดีเซลประมาณ 16 % แต่มีค่าเท่ากับค่าซีเทนัมเบอร์ของน้ำมันดีเซล

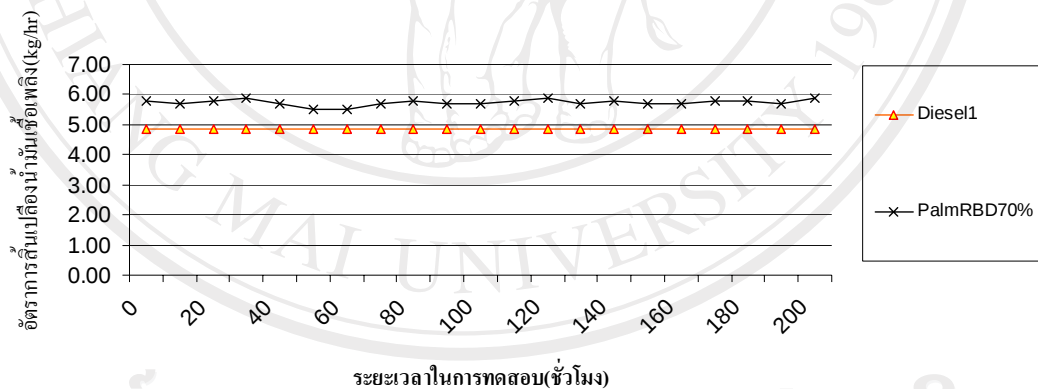
4.4.7 อุณหภูมิกลั่นตัวที่ 90 °C น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพมีค่าอุณหภูมิกลั่นตัวที่ 90 °C สูงกว่าข้อกำหนดของน้ำมันดีเซลประมาณ 1 % และมีค่าน้อยกว่าค่าซีเทนัมเบอร์ของน้ำมันดีเซลประมาณ 1 %

4.5 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ

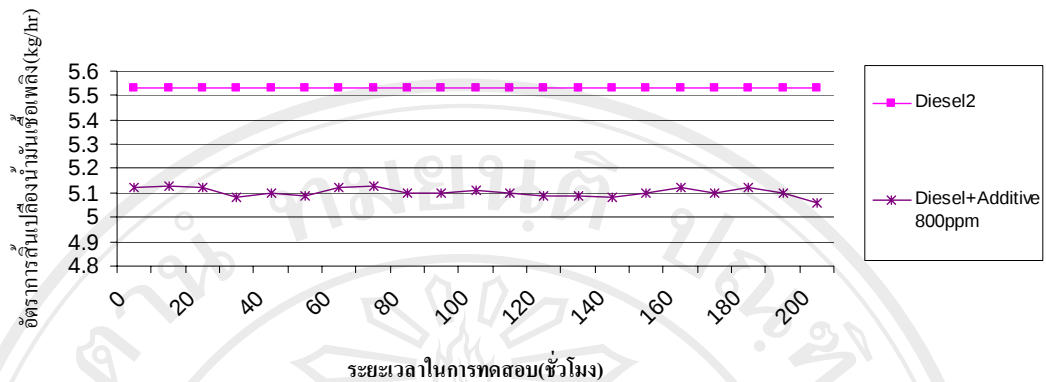
จากการทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าขนาด 25 กิโลวัตต์ โดยการเดินเครื่องยนต์ที่ความเร็วรอบเครื่อง 1,500 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นรอบการทำงานของเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ภาระคงที่ 60 % ของโหลดสูงสุด ได้ผลการทดสอบดังนี้

4.5.1 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) เทียบกับ น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm

จากรายงานการศึกษาการใช้น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันพืชอื่นๆเป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551) ดังแสดงในรูป 4.3 พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) เมื่อใช้เวลาในการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเท่ากัน จะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 5.74 กิโลกรัม/ชั่วโมง มากกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซล 18.60 % และเมื่อทำการทดสอบใช้น้ำมันดีเซลเติมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเท่ากับ 5.10 กิโลกรัม/ชั่วโมง น้อยกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซล 7.78 % ดังแสดงในรูป 4.4



รูป 4.3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) กับน้ำมันดีเซล (ณัฐวุฒิ และคณะ , 2551)

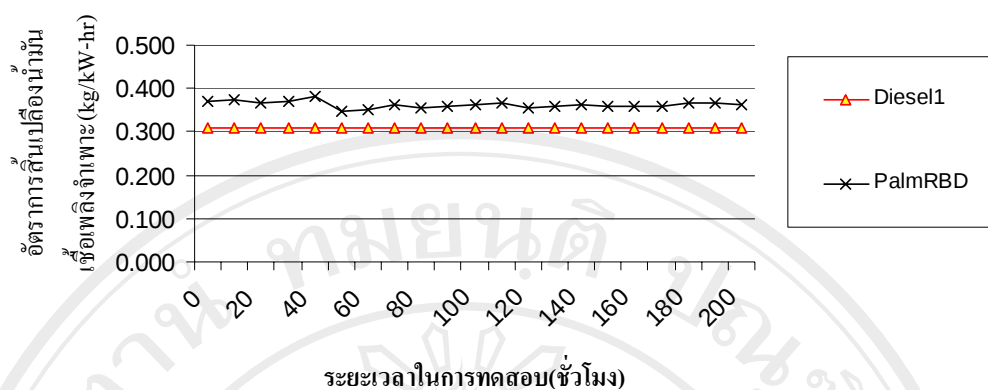


รูป 4.4 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพกับน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วน 800 ppm (ณัฐฤติ และคณะ , 2551)

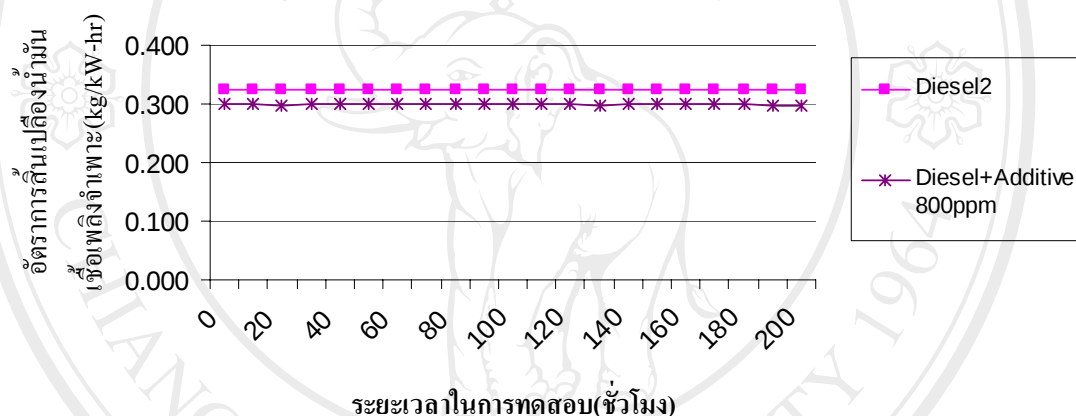
4.5.2 ผลการทดสอบ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ เมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) เทียบกับ น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm

จากรายงานการศึกษาการใช้น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันพืชอื่นๆเป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ณัฐฤติ และคณะ , 2551) ดังแสดงในรูป 4.5 พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) เฉลี่ยเท่ากับ 0.362 กิโลกรัม/กิโลวัตต์-ชั่วโมง มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซล 16.77 % และเมื่อทำการทดสอบใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm พบว่าอัตราการสิ้น

เปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 0.299 กิโลกรัม/กิโลวัตต์-ชั่วโมง น้อยกว่าเมื่อใช้น้ำมันดีเซล 7.43 % ดังแสดงในรูป 4.6



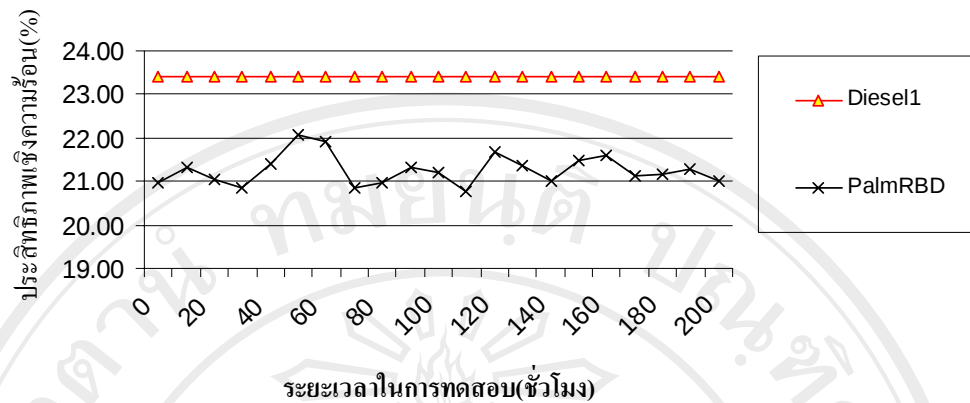
รูป 4.5 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะระหว่างน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) กับน้ำมันดีเซล (ณัฐวุฒิ และคณะ , 2551)



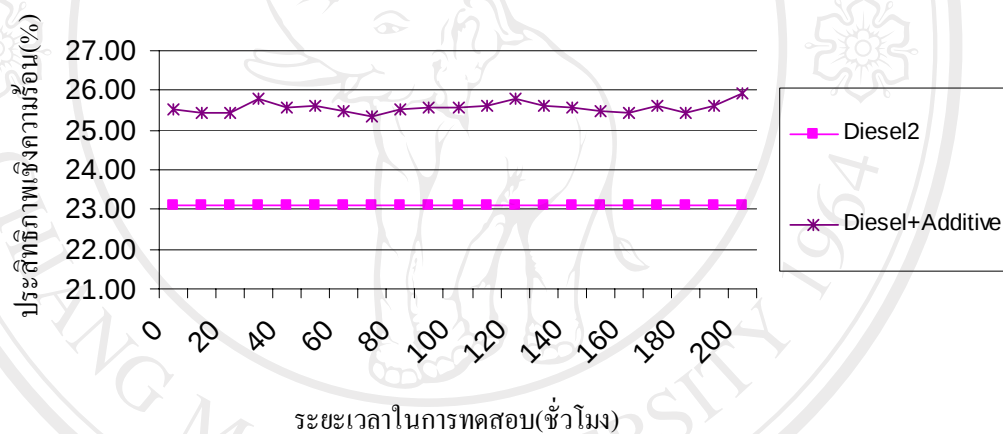
รูป 4.6 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะระหว่างน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพกับน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วน 800 ppm (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

4.5.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงความร้อน เมื่อน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) เทียบกับ น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm

จากรายงานการศึกษาการใช้น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันพืชอื่นๆเป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องยนต์ ผลิตรกระแสไฟฟ้าจากศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ณัฐวุฒิ และคณะ , 2551) ดังแสดงในรูป 4.7 พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเมื่อน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) เฉลี่ยเท่ากับ 21.26 % มีค่าน้อยกว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเมื่อน้ำมันดีเซล 9.22 % และเมื่อทำการทดสอบใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm พบว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ยเท่ากับ 25.56 % มากกว่าเมื่อน้ำมันดีเซล 10.65 % ดังแสดงในรูป 4.8



รูป 4.7 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนระหว่างน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) กับน้ำมันดีเซล (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)



รูป 4.8 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนระหว่างน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพกับน้ำมันดีเซลที่อัตราส่วน 800 ppm (ณัฐวุฒิ และคณะ , 2551)

4.5.4 ผลการทดสอบกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า เมื่อน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) เทียบกับ น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm

จากรายงานการศึกษาการใช้ น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันพืชอื่นๆเป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องยนต์ ผลิตรกระแสไฟฟ้าจากศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ณัฐวุฒิ และคณะ , 2551) และข้อมูลจากรายงานความร่วมมือระหว่างบริษัท Mazoil (สิงคโปร์) กับศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ณัฐวุฒิ และคณะ , 2551) ดังแสดงในตาราง 4.3 พบว่ากำลังไฟฟ้าเมื่อน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) รวมเท่ากับ 3,162.70 กิโลวัตต์-ชั่วโมง มีค่าน้อยกว่ากำลังไฟฟ้าเมื่อทำการทดสอบใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm 7.78 %

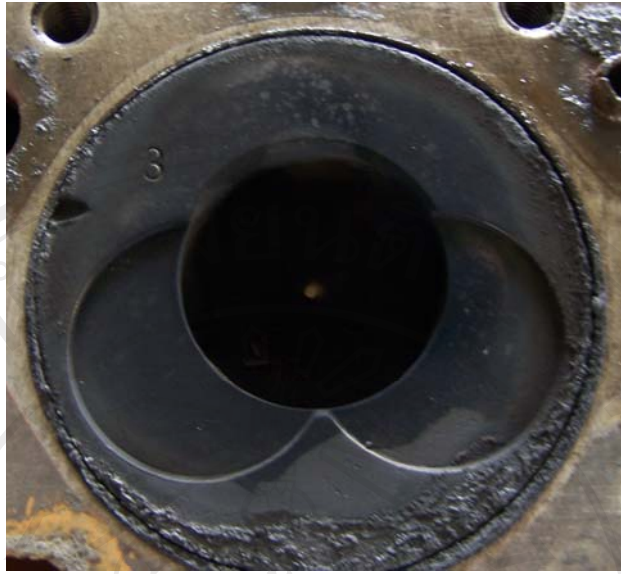
ชนิดเชื้อเพลิง	เวลา	ปริมาณน้ำมัน เชื้อเพลิง	กำลังไฟฟ้า
	(H)	(L)	(kW-hr)
น้ำมันดีเซลผสมน้ำมัน ปาล์ม (RBD 70 %)	200	1,348.95	3,162.70
น้ำมันดีเซลผสม สารเพิ่มประสิทธิภาพ 800 ppm	200	1,209.90	3,408.70

ตาราง 4.3 แสดงกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อทดสอบครบ 200 ชั่วโมง (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

4.6 รายละเอียดเพิ่มเติม

4.6.1 รายละเอียดเพิ่มเติมการทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าด้วยน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm

การทดสอบโดยการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าด้วยน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm และเดินเครื่องยนต์แบบไม่ต่อเนื่องโดยเดินเครื่องยนต์วันละ 10 ชั่วโมง เครื่องยนต์เดินได้เป็นปกติจนครบ 200 ชั่วโมง ไม่พบว่ามีคราบเหนียวของน้ำมันหล่อลื่น เกาะติดบริเวณห้องเผาไหม้ ลูกสูบและลิ้นไอดี ลิ้นไอเสีย แหวนลูกสูบเหมือนกับการเดินเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) มีเพียงคราบเขม่าเพียงเล็กน้อย เท่านั้นดังแสดงในรูป 4.9 - 4.10



รูป 4.9 สภาพหัวลูกสูบของเครื่องยนต์หลังการทดสอบ 200 ชั่วโมง (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)



รูป 4.10 สภาพฝาสูบของเครื่องยนต์หลังการทดสอบ 200 ชั่วโมง (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)



รูป 4.11 สภาพลิ้นไอดีของเครื่องยนต์หลังการทดสอบ 200 ชั่วโมง (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)



รูป 4.12 สภาพลิ้นไอดีเสียของเครื่องยนต์หลังการทดสอบ 200 ชั่วโมง (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)



รูป 4.13 ช่องทางออกของท่อไอเสียของเครื่องยนต์หลังการทดสอบ 200 ชั่วโมง (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551)

4.7 การทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าด้วยน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm ในสภาพการใช้งานจริง

จากรายงานการศึกษาการใช้น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันพืชอื่นๆเป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องยนต์ผลิตกระแสไฟฟ้าจากศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ณัฐวุฒิ และคณะ, 2551) เมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) สรุปได้ว่าที่อัตราส่วนผสมน้ำมันดังกล่าวไม่สามารถที่จะใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า เนื่องจากหลังจากทดสอบครบ 200 ชั่วโมง พบว่ามีคราบเขม่าและคราบเหนียวของน้ำมันหล่อลื่นเกาะติดบริเวณห้องเผาไหม้ ลูกสูบ ลื่นไอดี ลื่นไอเสีย แหวนลูกสูบหักใช้การต่อไม่ได้

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเลือกใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพในการทดสอบในสภาพการใช้งานจริงโดยทำการทดสอบ ณ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ซึ่งผลการทดสอบและรายละเอียดแสดงดังต่อไปนี้

4.8. ข้อมูลทั่วไปของการไฟฟ้าอำเภอเกาะสีชัง

เกาะสีชังอยู่ห่างจากชายฝั่งศรีราชา 12 กิโลเมตร เป็นที่จอดพักเรือสินค้านานาชาติและเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีทัศนียภาพสวยงาม ชุมชนเกาะสีชังอยู่ทางด้านตะวันออกของเกาะ มีประชากรประมาณ 3,000 ครอบครัว ซึ่งมีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 1 เมกะวัตต์

ข้อมูลทั่วไปของการไฟฟ้าอำเภอเกาะสีชังจังหวัดชลบุรีได้จากจากรายงานกฟอ.เกาะสีชังประจำปี 2550 ดังแสดงรายละเอียดในรูป 4.14 - 4.23 และ ตาราง 4.4

รายการ	รายละเอียด
สถานที่ตั้งการไฟฟ้า	เลขที่ 28 หมู่ 2 ตำบลท่าเทววงษ์ อำเภอเกาะสีชัง จังหวัด ชลบุรี
ระยะเวลาการจ่ายไฟฟ้า	จ่ายตลอด 24 ชั่วโมง
การผลิตกระแสไฟฟ้า	ใช้เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 5 เครื่องดังนี้ เครื่องที่ 1 เครื่องยนต์คัมมินส์ ขนาด 335 กิโลวัตต์ เครื่องที่ 2 เครื่องยนต์เปอร์กินส์ ขนาด 1,000 กิโลวัตต์ เครื่องที่ 3 เครื่องยนต์คัมมินส์ ขนาด 500 กิโลวัตต์ เครื่องที่ 4 เครื่องยนต์คัมมินส์ ขนาด 500 กิโลวัตต์ เครื่องที่ 5 เครื่องยนต์คอร์แมน ขนาด 1,000 กิโลวัตต์
รวมกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า	3,335 กิโลวัตต์
ผลิตกระแสไฟฟ้าวันละ	13,330 หน่วยต่อวัน
ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล	4,000 ลิตรต่อวัน
ใช้น้ำมันหล่อลื่น	600 ลิตรต่อเดือน
การจ่ายกระแสไฟฟ้า	จ่ายไฟฟ้า 400 โวลท์ ออกจากเครื่องยนต์ เข้าฟีดเดอร์ จำนวน 2 ฟีดเดอร์โดยฟีดเดอร์ที่ 1 จ่ายเข้าหม้อแปลงปลักอิน ขนาด 2,000 เควีเอ. จากแรงดัน 400 โวลท์ เพิ่มขึ้น 22,000 โวลท์ จ่ายให้กับหม้อแปลงต่างๆที่ติดตั้งอยู่บนเกาะสีชังทั้งหมด
จำนวนหม้อแปลง	20 เครื่อง รวม 5,170 เควีเอ.
โหลดสูงสุดต่อวันในวันธรรมดา	700 กิโลวัตต์
โหลดต่ำสุดต่อวันในวันธรรมดา	480 กิโลวัตต์
โหลดสูงสุดต่อวันในวันหยุดช่วงเทศกาล	1,000 กิโลวัตต์
โหลดต่ำสุดต่อวันในวันหยุดช่วงเทศกาล	500 กิโลวัตต์
จำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมด	1,355 ราย

ตาราง 4.4 แสดงข้อมูลทั่วไปของการไฟฟ้าอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี



รูป 4.14 แผนที่จากภาพถ่ายทางดาวเทียมอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี



รูป 4.15 ที่ตั้งการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี



รูป 4.16 ที่ตั้งโรงจักรการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

4.8.1 การทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าในสภาพการใช้งานจริง

การทดสอบโดยเดินเครื่องยนต์ CUMMINS แบบ VT 1710 GC ขนาด 700 แรงม้า
ขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ชื่อ STAMFORD ขนาด 335 กิโลวัตต์ ดังแสดงในรูป 4.42 - 4.48



รูป 4.17 เครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้ายี่ห้อ CUMMINS ขนาด 335 กิโลวัตต์



รูป 4.18 ชุดอุปกรณ์ ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้า



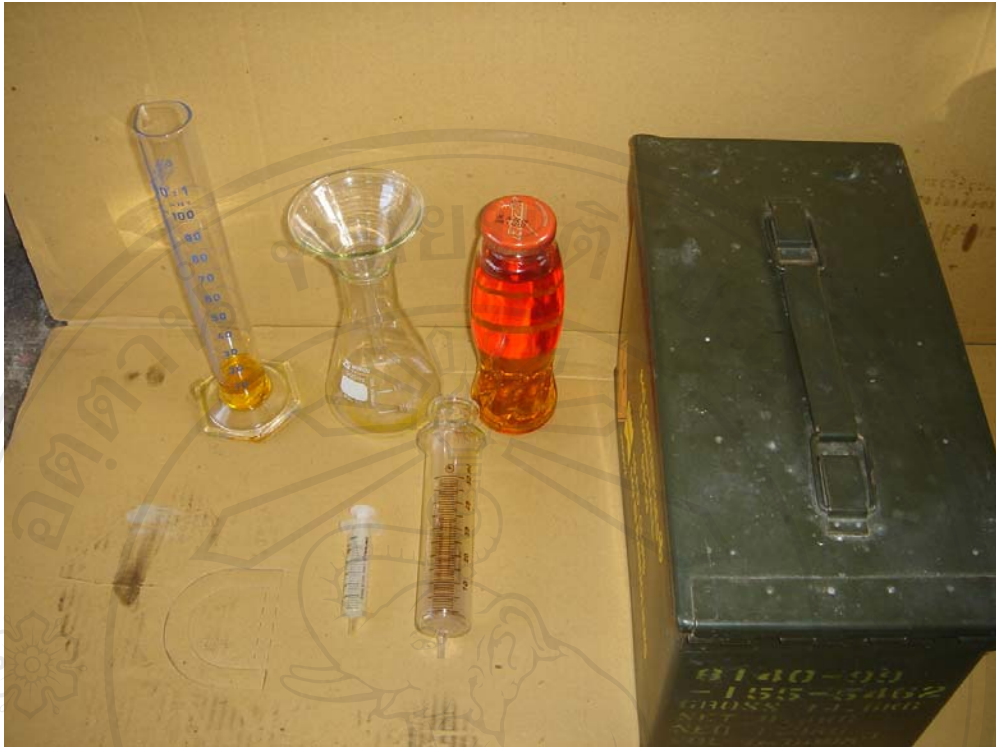
รูป 4.19 ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงสำรอง



รูป 4.20 ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องชนิดดีเซลกำเนิดไฟฟ้าที่ทำการทดสอบ



รูป 4.21 สารเพิ่มประสิทธิภาพที่ใช้ในการทดสอบ



รูป 4.22 อุปกรณ์วัดสารเพิ่มประสิทธิภาพที่ใช้ในการทดสอบ



รูป 4.23 การเติมสารเพิ่มประสิทธิภาพในน้ำมันดีเซลอัตราส่วน 800 ppm

4.8.2 ผลการทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อน้ำมันดีเซล

เวลาที่ทำการทดสอบ	หน่วยไฟฟ้า	ปริมาณน้ำมัน	อัตราการสิ้นเปลืองจำเพาะ	อัตราการสิ้นเปลืองจำเพาะ	ความเร็วรอบ
(Time)	(kW-hr)	(Litre)	(Litre/kW-hr)	(kg/kW-hr)	(rpm)
8.00-9.00	182.40	72.91	0.400	0.338	1,500
9.00-10.00	187.00	77.65	0.415	0.350	1,500
10.00-11.00	185.00	78.82	0.426	0.359	1,500
11.00-12.00	193.00	81.18	0.421	0.355	1,500
12.00-13.00	190.00	80.00	0.421	0.355	1,500
13.00-14.00	196.00	78.82	0.402	0.339	1,500
14.00-15.00	187.00	77.65	0.415	0.350	1,500
15.00-16.00	197.00	78.82	0.400	0.338	1,500
เฉลี่ย	189.68	78.23	0.413	0.348	1,500

ตาราง 4.5 ผลการทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อน้ำมันดีเซล

4.8.3 ผลการทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพอัตราส่วน 800 ppm

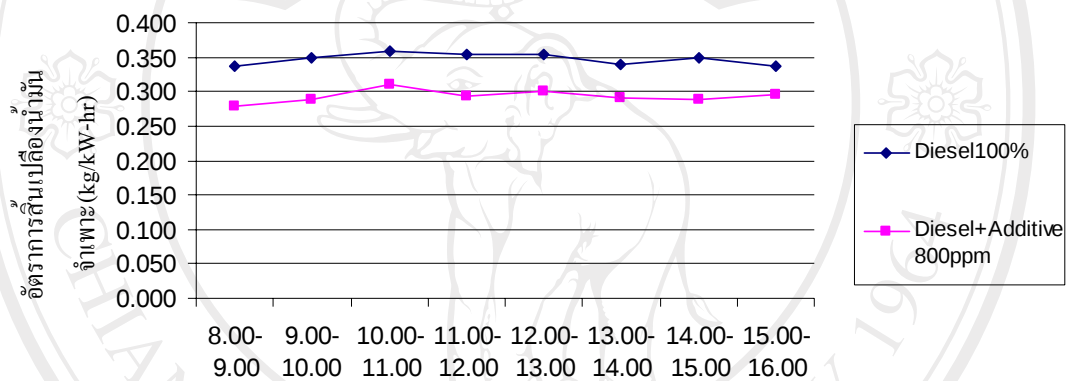
เวลาที่ทำการทดสอบ	หน่วยไฟฟ้า	ปริมาณน้ำมัน	อัตราการสิ้นเปลืองจำเพาะ	อัตราการสิ้นเปลืองจำเพาะ	ความเร็วรอบ
(Time)	(kW-hr)	(Litre)	(Litre/kW-hr)	(kg/kW-hr)	(rpm)
8.00-9.00	182.40	59.97	0.329	0.278	1,500
9.00-10.00	167.20	57.30	0.343	0.289	1,500
10.00-11.00	182.40	67.06	0.368	0.311	1,500
11.00-12.00	189.00	66.05	0.349	0.294	1,500
12.00-13.00	190.00	67.40	0.355	0.300	1,500
13.00-14.00	193.00	66.30	0.344	0.290	1,500
14.00-15.00	200.00	68.60	0.343	0.289	1,500
15.00-16.00	189.00	66.20	0.350	0.295	1,500
เฉลี่ย	186.63	64.86	0.348	0.293	1,500

ตาราง 4.6 ผลการทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm

4.8.4 สรุปผลการทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าจากสภาพการใช้งานจริง

จากการทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้ายี่ห้อ CUMMINS ขนาด 335 กิโลวัตต์ เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงรวมระยะเวลา 16 ชั่วโมง ดังแสดงในตาราง 4.5-4.6 พบว่ามีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเฉลี่ย เท่ากับ 0.348 กิโลกรัม/กิโลวัตต์-ชั่วโมง และเมื่อทำการทดสอบเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า เมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ อัตรา

ส่วน 800 ppm พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเฉลี่ย เท่ากับ 0.293 กิโลกรัม/กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งมีค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะลดลง 15.80 % ดังแสดงในรูป 4.24



รูป 4.24 อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเทียบกับน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm

4.9 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการใช้ในการเลือกใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) และน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพเป็นเชื้อเพลิงทดแทนที่เหมาะสมในการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า ซึ่ง

จำเป็นต้องพิจารณาข้อ

มูลเชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจ จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่าเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้น้ำมันดีเซลผสมน้ำมันปาล์ม (RBD 70 %) ไม่สามารถที่จะใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้ ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm ไปทดสอบในสภาพการใช้งานจริง หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อเดินเครื่องยนต์

ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า โดยพิจารณาเปรียบเทียบเมื่อใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิดคือ น้ำมันดีเซล และน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm

ตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

4.9.1 ค่าใช้จ่ายของโครงการ ประกอบด้วย

1) ค่าลงทุนของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า หมายถึงเงินลงทุนในการดำเนินการจัดหาและติดตั้งเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า โดยงานวิจัยนี้จะไม่คิดเงินลงทุนในส่วนนี้เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกติดตั้งและมีอายุการใช้งานนานแล้ว (อายุเครื่องยนต์ประมาณ 80 ปี)

2) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง หมายถึง ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อมีการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า โดยงานวิจัยนี้เลือกน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพ ที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการซึ่งกำหนดให้คงที่ตลอดในปีเริ่มต้นคือ ปี พ.ศ. 2551 และอาศัยข้อมูลพยากรณ์ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามการพยากรณ์ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนอัตราการใช้เปลี่ยนแปลงน้ำมันเชื้อเพลิงใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในสภาพการใช้งานจริงที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

3) ค่าดูแลรักษาและดำเนินการในการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า หมายถึงค่าแรงและค่าอะไหล่ตามการบำรุงรักษาตามระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการควบคุมการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า โดยเป็นเงินเดือนของพนักงานที่ควบคุมการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าในสภาพการใช้งานจริงที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

4.9.2 ผลตอบแทนที่ได้รับ ประกอบด้วย

1) รายได้จากการขายไฟฟ้าที่ผลิตได้ หมายถึง รายได้จากการขายไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าได้เมื่อมีการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า

2) อัตราเงินสนับสนุนค่าไฟฟ้า หมายถึง ค่าเงินสนับสนุนจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคส่วนกลางที่จ่ายชดเชยให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรีซึ่งเป็นค่าที่กำหนดขึ้นเฉพาะงานวิจัยเท่านั้น

4.9.3 กำหนดหลักเกณฑ์ที่ใช้ในงานวิจัย

การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า โดยพิจารณาเปรียบเทียบเมื่อใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิดคือ น้ำมันดีเซล และน้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งสามารถแบ่งย่อยอีกได้เป็น 3 ส่วนคือ

1) ศึกษากระบวนการต้นทุนและรายการผลตอบแทนที่ได้จากการผลิตไฟฟ้า

2) การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินและทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (B/C Ratio)

3) วิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงการ เมื่อต้นทุนหรือผลตอบแทนของโครงการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis)

4.9.3 การเปรียบเทียบมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value ; NPV) เติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้า เมื่อใช้น้ำมันดีเซลกับใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm เป็นเชื้อเพลิง

จากการคำนวณมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ดังแสดงในภาคผนวก ข กรณีเมื่อเติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ค่า NPV เท่ากับ 71,131,968.00 บาท

และจากการคำนวณมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ดังแสดงในภาคผนวก ข กรณีเมื่อเติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm ค่า NPV เท่ากับ 141,382,084.83 บาท

จากการคำนวณมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) กรณีเมื่อเติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm มีค่ามากกว่า กรณีเมื่อเติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แสดงว่าโครงการเติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้าโดยใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm น่าลงทุนมากกว่า

4.9.4 การเปรียบเทียบอัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่าย (Benefit Cost ; B/C Ratio) เติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้า เมื่อใช้น้ำมันดีเซลกับใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm เป็นเชื้อเพลิง

จากการคำนวณอัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายดังแสดงในภาคผนวก ข กรณีเมื่อเติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ค่า B/C Ratio เท่ากับ 1.10

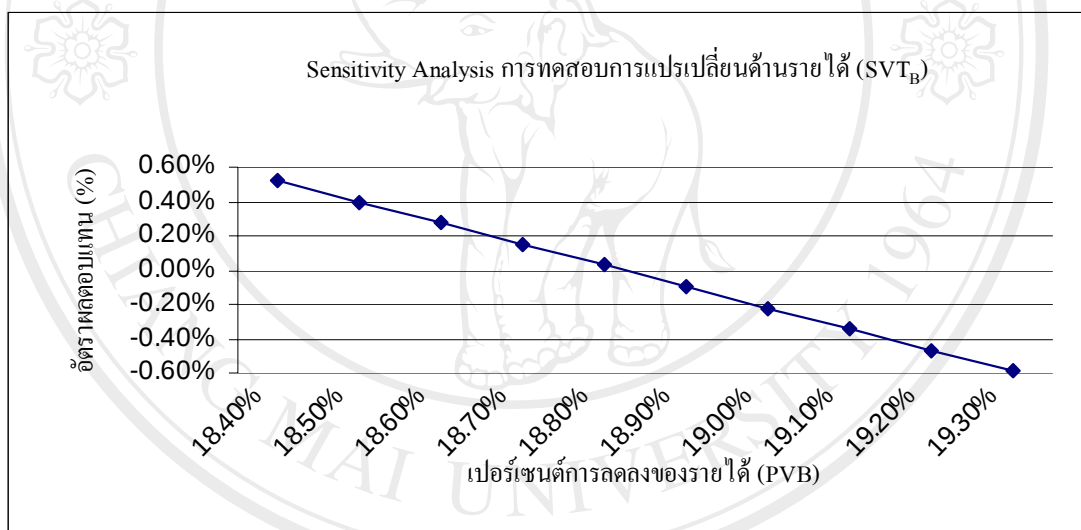
และจากการคำนวณอัตราผลประโยชน์ต่อค่าใช้จ่ายดังแสดงในภาคผนวก ข กรณีเมื่อเติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm ค่า B/C Ratio เท่ากับ 1.23

จากค่า B/C Ratio กรณีเมื่อเติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้าทั้งสองกรณีมีค่ามากกว่าศูนย์ แสดงว่าทั้งสองโครงการยังน่าลงทุน แต่ถ้าเปรียบเทียบกรณีเมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm มี B/C Ratio มากกว่า กรณีเมื่อเติมน้ำมันดีเซลกำเหนิดไฟฟ้าเมื่อ

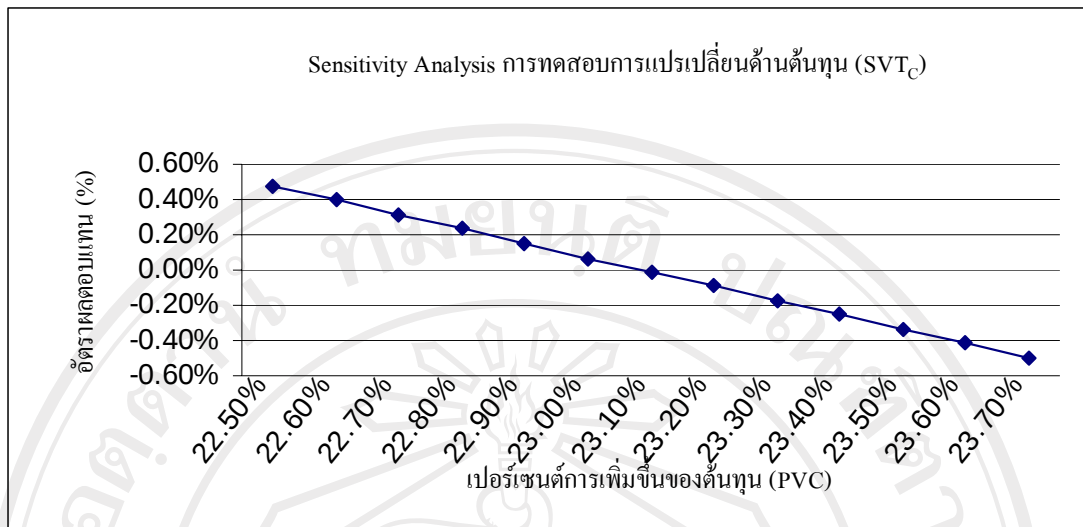
ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นโครงการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm จึงเป็นโครงการที่นำลงทุนมากกว่า

4.9.5 ผลการทดสอบความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis)

จากการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการวิเคราะห์จากข้อมูลการทดสอบในสภาพการใช้งานจริงตามอัตราผลตอบแทนที่กำหนดขึ้น พบว่าการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากกว่าการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการทดสอบความไวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) ในกรณีของการการเดินเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าเมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมสารเพิ่มประสิทธิภาพที่อัตราส่วน 800 ppm ดังได้แสดงดังต่อไปนี้



รูป 4.25 ผลการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านรายได้



รูป 4.26 ผลการทดสอบค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุน

ผลการทดสอบความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sensitivity Analysis) พบว่าด้านรายได้ของโครงการสามารถลดลงได้ 18.82 % และด้านต้นทุนสามารถเพิ่มขึ้นได้ 23.10 % โดยที่ผลตอบแทนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังแสดงในรูป 4.25 - 4.26

4.9.4 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการอยู่ภายใต้ข้อสมมุติฐานดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นผู้ลงทุนในการดำเนินโครงการผลิตกระแสไฟฟ้า
- 2) ขนาดกำลังการผลิตของเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้าซึ่งเป็นข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอเกาะสีชัง ขนาด 13,330 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน
- 3) ค่าดูแลรักษาและดำเนินการซึ่งเป็นข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอเกาะสีชัง มีค่าเท่ากับ 3,028,000 บาทต่อปี และเพิ่มขึ้นทุกๆ ปีตามอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ 6 %
- 4) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.413 ลิตร/กิโลวัตต์-ชั่วโมง และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.348 ลิตร/กิโลวัตต์-ชั่วโมงเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเติมสารเพิ่มประสิทธิภาพอัตราส่วน 800 ppm ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในสภาพการใช้งานจริง
- 5) ต้นทุนสารเพิ่มประสิทธิภาพเท่ากับที่ เท่ากับ 2 บาท/ซีซี ดังนั้นเมื่อใช้ผสมที่อัตราส่วน 800 ppm (0.8 ซีซี ต่อน้ำมันดีเซล 1 ลิตร) ดังนั้นต้นทุนราคาสารเพิ่มประสิทธิภาพต่อลิตรเท่ากับ $0.8 \times 2 = 1.6$ บาท และกำหนดให้เพิ่มขึ้นทุกๆ ปี ที่อัตรา 3 % ของราคาต้นทุนสารเพิ่มประสิทธิภาพในปี 2551
- 6) รายได้จากการขายไฟฟ้าคิดตามอัตราค่าไฟฟ้า 3 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง และอัตราเงินสนับสนุน

สนุนค่าไฟฟ้า 12 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

7) อายุของโครงการ มีอายุ 15 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงระยะเวลาวางแผนการผลิตระยะยาวของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

8) กำหนดให้โครงการมีการลงทุนตั้งแต่ต้นปีของปี 1 ฉะนั้นการคิดมูลค่าในอนาคตมาเป็นมูลค่าปัจจุบันจึงเริ่มตั้งแต่ปีที่ 1 (ณ ต้นปีปัจจุบัน) จนถึงปีที่ 15 รวมทั้งหมดคือ 15 ปี



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved