บทสรุปผู้บริหาร

1. ความเป็นมาโครงการ

ปัจจุบันได้มีการดำเนินการส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนร้อยละ 5.0 ในภาคขนส่ง สำหรับโครงการทดสอบการใช้ไบโอดีเซลตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไปกับเรือประมงขนาดความเร็วรอบเดินกลาง เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของการใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่มีต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์เรือประมง และเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับกลุ่มชาวประมง ในการนำน้ำมันไบโอดีเซลไปใช้งานจริงต่อไป

2. การคัดเลือกเครื่องยนต์เรือประมงที่ใช้ในการทดสอบ

บริษัทที่ปรึกษาฯ ได้ทำการคัดเลือกเครื่องยนต์เรือประมง ที่จะนำมาทดสอบการใช้งานกับน้ำมันไบโอดีเซลในโครงการวิจัยนี้ โดยได้จัดทำเกณฑ์การคัดเลือกเบื้องต้น ตลอดจนขั้นตอนการคัดเลือกเครื่องยนต์เรือประมงที่จะเข้าร่วมโครงการฯ โดยแนวคิดและปัจจัยที่บริษัทที่ปรึกษาฯ นำมาใช้กำหนดเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเครื่องยนต์นั้น ประกอบด้วย 4 หัวข้อหลักๆ ได้แก่

1) ความนิยมในการใช้งานเครื่องยนต์	ค่าถ่วงน้ำหนัก 40%
2) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	ค่าถ่วงน้ำหนัก 30%
3) ความสะดวกในการจัดหาอะไหล่เครื่องยนต์	ค่าถ่วงน้ำหนัก 15%
4) ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง	ค่าถ่วงน้ำหนัก 15%

2.1 ผลสรุปการคัดเลือกเครื่องยนต์เรือประมงที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องยนต์ Hinoรุ่น HO5C และ HO7C ได้คะแนนรวมเท่ากัน ดังนั้นทางบริษัทที่ปรึกษาฯ ได้เลือก รุ่น HO7C เนื่องจากทั้ง 2 โมเดล มีลักษณะการทำงานคล้ายกัน แต่รุ่น HO7C เป็นโมเดลที่ใหม่กว่า และมีแนวโน้มในการใช้งานในกลุ่มเรือประมงมากกว่า ประกอบกับตามข้อกำหนดในสัญญาการว่าจ้างที่ปรึกษาฯ นั้นกำหนดให้เลือกเพียง 3 ยี่ห้อ ซึ่งทั้งเครื่องยนต์ Hinoรุ่น HO7C และ รุ่น HO5C เป็นยี่ห้อเดียวกัน ดังนั้นทางบริษัทที่ปรึกษาฯ จึงได้เลือกเครื่องยนต์ Hinoรุ่น HO7C เป็นลำดับแรก

ส่วนลำดับที่สองและสาม บริษัทที่ปรึกษาฯ เลือกเครื่องยนต์ Komatsu และ Cummins ตามลำดับ โดยเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ จะถูกเลือกมายี่ห้อละ 4 เครื่อง ที่เป็นลักษณะและรุ่นเดียวกัน รวมเป็น 12 เครื่อง เพื่อนำมาทดสอบสมรรถนะในห้องปฏิบัติการต่อไป

3. การจัดหาน้ำมันไบโอดีเซล

การจัดหาน้ำมันไบโอดีเซล เพื่อใช้ในการทดสอบในโครงการนั้น ทางบริษัทที่ปรึกษาฯ เลือกวิธีการจัดหาน้ำมันไบโอดีเซล โดยการติดต่อสั่งซื้อกับบริษัทฯ ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานจากกรมธุรกิจพลังงาน ให้เป็นผู้ผลิตและจำหน่ายน้ำมันไบโอดีเซลเชิงพาณิชย์ ได้แก่ บริษัท ไบโอเอ็นเนอร์ยี่พลัส จำกัด และ บริษัท วีระสุวรรณ จำกัด จ.สมุทรสาคร โดยมีหนังสือรับรองจากกรมธุรกิจพลังงาน และผลการทดสอบคุณภาพน้ำมันไบโอดีเซล B100 ตามเอกสารแนบท้ายรายงาน

4. ขอบเขตการดำเนินงาน

การทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory test) ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Short-term test) 12 เครื่อง (3 ยี่ห้อ ๆ ละ 4 เครื่อง ที่เป็นยี่ห้อที่ได้รับความนิยมในการใช้งาน โดยพิจารณาร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมประมงในการคัดเลือกเครื่องยนต์เรือประมงที่ใช้เป็นตัวแทนในการทดสอบ) เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซล B100 และอีก 2 สัดส่วนผสมที่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 เปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง โดยศึกษาถึงผลที่มีต่อกำลังของเครื่องยนต์ อัตราการใช้เชื้อเพลิง และมลพิษที่ปล่อยออกมา ตลอดจนทดสอบความทนทานของเครื่องยนต์ (Durability test) ตามมาตรฐานการทดสอบ "**200-hr Screening Test for Alternative Fuels" หรือ EMA 200 Hours Test** ซึ่งเป็นมาตรฐานการทดสอบความทนทานของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงทางเลือก (Alternative fuel) ของหน่วยงาน **Alternative Fuels Committee of the Engine Manufacturer's Association (1982)** เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 500 ชั่วโมง เพื่อดูการสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์

การทดสอบภาคสนาม (Field test) ทำการเลือกน้ำมันไบโอดีเซล 1 สัดส่วนผสม และเครื่องยนต์ จำนวน 6 เครื่อง และ 3 ยี่ห้อ โดยพิจารณาจากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการเป็นสำคัญ และนำมาติดตั้งในเรือประมงเพื่อทดสอบและดูการสึกหรอของเครื่องยนต์จากการใช้งานจริงเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1,000 ชั่วโมง (สะสม)

5. ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

5.1. ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

สมรรถนะด้านกำลังของเครื่องยนต์ พบว่า เครื่องยนต์ Cummins ให้กำลังเครื่องยนต์น้อยกว่าเครื่องยนต์ Hino อยู่ระหว่าง 6 – 12 % ในทุกสัดส่วนน้ำมัน (B20, B50 และ B100) และเช่นเดียวกันกับเครื่องยนต์ Komatsu ที่ให้กำลังน้อยกว่าเครื่องยนต์ Hino ในทุกสัดส่วนน้ำมัน คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 6 – 13 % ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากค่าสมรรถนะทางด้านกำลังของเครื่องยนต์เป็นหลักแล้ว จึงควรเลือกเครื่องยนต์ Hino เนื่องจากให้กำลังสูงที่สุด

สมรรถนะทางด้านอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ หรือค่า Specific Fuel Consumption (SFC) พบว่า เครื่องยนต์ Cummins มีค่า SFC มากกว่าเครื่องยนต์ Hino ประมาณ 4 – 65 % ในทุกน้ำมันที่นำมาทดสอบ และเครื่องยนต์ Komatsu มีค่า SFC มากกว่าเครื่องยนต์ Hino อยู่ในช่วง 5 – 40 % ในทุกน้ำมันที่นำมาทดสอบ ดังนั้นถ้าพิจารณาสมรรถนะด้าน SFC แล้ว เครื่องยนต์ Hino ควรได้รับการเลือกมาใช้งาน เนื่องจากมีค่า SFC ต่ำที่สุด ที่ความเร็วรอบใช้งานจริง

5.2. ผลการตรวจวัดมลพิษ

จากผลการตรวจวัดมลพิษที่ปล่อยออกมา 3 ตัวหลัก ได้แก่ CO, NO_X และค่าควันดำ (Smoke) พบว่าเครื่องยนต์ Hino เมื่อใช้น้ำมันดีเซล, B20, B50 และ B100 ค่าควันดำที่ตรวจวัดได้ มีค่า 20.4, 18.5, 14.7 และ 13.4 % ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าค่าควันดำจะลดลงตามสัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลที่เพิ่มขึ้น สำหรับเครื่องยนต์ Cummins ค่าควันดำของน้ำมันดีเซลและ B20 มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 11.0 และ 9.19 % ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกับน้ำมัน B50 และ B100 ที่ให้ค่าควันดำ 4.42 และ 4.76 % ตามลำดับ

สำหรับเครื่องยนต์ Komatsu พบว่า ค่าควันดำที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับเครื่องยนต์ Cummins คือ น้ำมันดีเซล, B20, B50, B100 ให้ค่าควันดำ 13.84, 11.5, 6.4 และ 4.9 % ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบค่าควันดำของเครื่องยนต์ทั้งสามยี่ห้อ พบว่า เครื่องยนต์ Hino ปล่อยควันดำมากที่สุด รองลงมา คือ เครื่องยนต์ Komatsu และ Cummins ตามลำดับ ในทุกสัดส่วนน้ำมันที่นำมาทดสอบ

เมื่อเปรียบเทียบการปลดปล่อยค่า CO ของเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ พบว่า เครื่องยนต์ Cummins ปล่อยค่า CO สูงสุด รองลงมา คือ เครื่องยนต์ Hino และ Komatsu ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าการปล่อย NO_X พบว่า เครื่องยนต์ Cummins ปล่อย NO_X มากที่สุด สำหรับเครื่องยนต์ Hino และ เครื่องยนต์ Komatsu ปล่อย NO_X ที่ค่าใกล้เคียงกัน

5.3. ผลการตรวจวัดการสึกหรอของเครื่องยนต์

จากการตรวจวัดการสึกหรอของแหวนลูกสูบ เมื่อทำการทดสอบความทนทาน (Durability test) ที่ 200 และ 500 ชั่วโมง แสดงให้เห็นว่า เมื่อสัดส่วนผสมของน้ำมันไบโอดีเซลสูงขึ้น การสึกหรอของแหวนลูกสูบ (น้ำหนักที่สูญหาย) จะยิ่งสูงขึ้นด้วย

ในส่วนของผลการวิเคราะห์ค่า Coking Index (CI) หรือคราบเขม่าที่จับที่หัวฉีด พบว่า เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลในสัดส่วนผสมที่สูงขึ้น ค่า CI มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผลกระทบจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งน้ำมันที่มีสัดส่วนผสมไบโอดีเซลที่สูงๆ จะมีความหนืดและมีน้ำหนักโมเลกุลมาก และมีค่าความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้อัตราการใช้เชื้อเพลิงสูงกว่า เป็นผลให้เกิดเขม่าที่หัวฉีดมากกว่า ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า น้ำมันไบโอดีเซลมีผลต่อคราบเขม่าที่หัวฉีด ดังนั้นควรพิจารณาถึงผลกระทบที่จะเกิดตามมาจากการเกิดเขม่าที่หัวฉีดด้วย เช่น ผลกระทบต่อปั๊มหัวฉีด ซึ่งในการทดสอบ Durability test ที่ 500 ชั่วโมง ยังไม่พบความผิดปกติของปั๊มหัวฉีดในเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ และยังพบว่า ค่า CI มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเครื่องยนต์รับภาระมากขึ้น

5.4. ผลการทดสอบการติดเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่ำ

การทดสอบนี้ ได้กระทำในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2551 – มกราคม 2552 ซึ่งที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ. นครราชสีมา อยู่ในช่วงฤดูหนาว (อุณหภูมิอากาศบริเวณพื้นที่ที่ทดสอบวัดได้อยู่ในช่วง 12 – 15 ^{0}C เป็นช่วงเวลาเช้า 06.00 น. – 09.00 น. ซึ่งทางที่ปรึกษาคาดว่าเพียงพอต่อการทดสอบการติดเครื่องยนต์ที่อุณหภูมิต่ำเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำทะเลในประเทศไทยเฉลี่ยต่ำสุดสูงกว่า 15 ^{o}C จากฐานข้อมูลเอกสารการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาวิทยาศาสตร์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระบุว่าเดือนที่มีอุณหภูมิน้ำทะเลต่ำสุดจะอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคมมีค่าระหว่าง 25.5 – 29 ^{o}C)

พบว่า น้ำมัน B20 ในถังน้ำมันเชื้อเพลิงจับตัวเป็นไขแต่มีปริมาณไม่มากจึงสามารถติดเครื่องยนต์ได้แต่ในกรณีของน้ำมัน B50 และ B100 นั้นไม่สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์เพื่อทำการทดสอบได้ เนื่องจากน้ำมันไบโอดีเซลที่อยู่ในถังน้ำมันเชื้อเพลิงจับตัวเป็นไข จึงทำให้ไม่สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ได้ จนกระทั่งเวลาประมาณ 10.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีแสงแดดแล้ว ทำให้น้ำมันไบโอดีเซลที่มีสภาพเป็นไข สามารถกลับคืนมาอยู่ในรูปของเหลว จึงทำให้เครื่องยนต์สามารถสตาร์ทติดได้ สำหรับค่าอุณหภูมิปกติทั่วไป ที่สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ได้ จะอยู่ที่ประมาณ 20 ^{0}C

สรุปภาพรวมการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

จากการทดสอบพบว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซลที่สัดส่วนต่างๆ กับเครื่องยนต์เรือประมงความเร็วรอบกลางทั้ง 3 ยี่ห้อพบว่า

1. **กำลังของเครื่องยนต์** น้ำมัน B20 ให้กำลังของเครื่องยนต์มากกว่าน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ Hino และ Komatsu แต่สำหรับเครื่องยนต์ Cummins กำลังจะตกลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซล (อาจเนื่องจากปั๊มเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ Cummins เป็นชนิดโรตารีทำให้มีการจ่ายน้ำมันคงที่ซึ่งต่างจากเครื่องยนต์ Hino และ Komatsu ซึ่งมีการจ่ายน้ำมันแปรผันตามกำลังเครื่องยนต์ เมื่อค่าความร้อนของน้ำมัน B20 ต่ำกว่าดีเซลเล็กน้อยเมื่อจ่ายน้ำมันคงที่จึงทำให้ได้กำลังออกมาน้อยกว่าเล็กน้อย) แต่โดยรวมแล้วจากการทดสอบเครื่องยนต์โดยใช้น้ำมัน B20 กำลังของเครื่องยนต์ที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล และน้ำมันผสมที่ใช้ในการทดสอบนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากออกซิเจนที่อยู่ในน้ำมันไบโอดีเซลพอดีกับความต้องการในการสันดาบทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์มากขึ้น ส่งผลให้ได้กำลังของเครื่องยนต์มากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มสัดส่วนมากขึ้นเป็น B50 และ B100 ให้กำลังน้อยกว่าน้ำมันดีเซล อาจเนื่องจากออกซิเจนในน้ำมันไบโอดีเซลที่เพิ่มมากเกินไปส่งผลให้ความร้อนที่ได้จากการสันดาบในห้องเผาไหม้ถูกพาออกไปพร้อมกับอากาศส่วนเกิน ส่งผลให้กำลังของเครื่องยนต์ที่ได้น้อยกว่าน้ำมันดีเซล
2. **อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ (SFC)** ของน้ำมันไบโอดีเซลที่สัดส่วนต่างๆ เมื่อนำมาใช้งานกับเครื่องยนต์เรือประมงความเร็วรอบกลาง พบว่า อัตราการสิ้นเปลืองของน้ำมันไบโอดีเซลที่สัดส่วนต่างๆ มีค่ามากกว่าน้ำมันดีเซล และในกลุ่มน้ำมันไบโอดีเซลด้วยกัน ค่า SFC จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้สัดส่วนของน้ำมันไบโอดีเซลที่เพิ่มสูงขึ้น
3. **การปลดปล่อยควันดำ (Smoke)** มีแนวโน้มที่ทางที่ลดลงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล เมื่อใช้ไบโอดีเซลในสัดส่วนที่สูงขึ้น ในทุกยี่ห้อของเครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบและมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าความเร็วรอบ
4. **การปลดปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)** มีแนวโน้มที่ทางที่ลดลงเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล เมื่อใช้ไบโอดีเซลในสัดส่วนที่สูงขึ้น ในทุกยี่ห้อของเครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบและมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าความเร็วรอบ
5. **การปลดปล่อย NO_X** มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสำหรับเครื่องยนต์ Cummins และ Komatsu โดยเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซล เมื่อใช้ไบโอดีเซลในสัดส่วนที่สูงขึ้น แต่สำหรับเครื่องยนต์ Hino ปริมาณ NO_X ที่ปลดปล่อยออกมา จะมีปริมาณใกล้เคียงกันในทุกสัดส่วนน้ำมันที่ใช้ทดสอบ อาจเนื่องจากประสิทธิภาพในการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น อายุการใช้งานของเครื่องยนต์ การสึกหรอของระบบส่งจ่ายน้ำมัน ฯลฯ
6. **ค่า Coking Index (CI)** พบว่า เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซลในส่วนผสมที่สูงขึ้น ค่า CI มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากผลกระทบของสมบัติและอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซลที่มีส่วนผสมสูงๆ มีความหนืดและมีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูง อีกทั้งมีค่าความร้อนต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้อัตราการใช้น้ำมันสูงกว่า เป็นผลทำให้เกิดเขม่าที่หัวฉีดมากกว่าน้ำมันดีเซล

7. **<u>การสึกหรอของแหวนและลูกสูบ</u>** เมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่า เมื่อส่วนผสมของน้ำมันไบโอดีเซลที่เพิ่มมากขึ้นนั้น จะส่งผลให้เกิดการสึกหรอกับแหวนลูกสูบเพิ่มมากขึ้นในทุกชนิดของยี่ห้อเครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบ

5.5. เกณฑ์การคัดเลือกน้ำมันและเครื่องยนต์ที่จะใช้ในการทดสอบภาคสนาม

5.5.1 เกณฑ์การเลือกน้ำมันในการทดสอบภาคสนาม

บริษัทที่ปรึกษา ฯ ดำเนินการเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องยนต์แต่ละยี่ห้อ ในการทดสอบกับน้ำมันชนิดต่างๆ แล้วทำการเปรียบเทียบสัดส่วนน้ำมันผสมกับเครื่องยนต์ทั้ง 3 ยี่ห้อ โดยได้กำหนดเกณฑ์ในการเลือกสัดส่วนน้ำมันที่จะนำไปใช้ในการทดสอบภาคสนามไว้ 5 เกณฑ์หลัก ได้แก่

1) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะแต่ละสัดส่วนผสมไบโอดีเซล ค่าถ่วงน้ำหนัก 40%
2) กำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์ที่แต่ละสัดส่วนผสมไบโอดีเซล ค่าถ่วงน้ำหนัก 20%
3) อัตราการปลดปล่อยมลพิษ NO_x ค่าถ่วงน้ำหนัก 13.33%
4) อัตราการปลดปล่อยมลพิษ CO ค่าถ่วงน้ำหนัก 13.33%
5) อัตราการปลดปล่อยควันดำ (Smoke) ค่าถ่วงน้ำหนัก 13.33%

สำหรับสัดส่วนผสมของน้ำมันไบโอดีเซลที่ทางบริษัทที่ปรึกษาฯ เลือกโดยพิจารณาตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ประกอบกับดูจากปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ร่วมด้วย โดยผลการให้คะแนนจึงสามารถสรุปได้ว่า น้ำมัน B20 น่าจะนำมาใช้ในการทดสอบภาคสนามมากที่สุด

5.5.2. เกณฑ์การคัดเลือกเครื่องยนต์ในการทดสอบภาคสนาม

บริษัทที่ปรึกษาฯ ได้ทำการทดสอบเครื่องยนต์เรือประมงที่ใช้งานกับน้ำมันไบโอดีเซลในโครงการวิจัยนี้ โดยได้จัดทำเกณฑ์การคัดเลือกเครื่องยนต์ เพื่อใช้ในการทดสอบในภาคสนาม โดยมีกรอบแนวคิด และปัจจัยร่วมอื่นๆ ที่นำมาใช้พิจารณา และใช้กำหนดเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกเครื่องยนต์ โดยประกอบด้วยหัวข้อหลัก 4 หัวข้อ ได้แก่

1) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ ค่าถ่วงน้ำหนัก 40%
2) กำลังและแรงบิดของเครื่องยนต์ ค่าถ่วงน้ำหนัก 20%
3) การสึกหรอและการซ่อมบำรุงภายใต้การทดสอบที่ 500 ชั่วโมง ค่าถ่วงน้ำหนัก 25%
4) ความสะดวกในการหาอะไหล่เครื่องยนต์ ค่าถ่วงน้ำหนัก 15%

และตามข้อกำหนดของโครงการฯ ที่ต้องคัดเลือกเครื่องยนต์จำนวน 6 เครื่อง 3 ยี่ห้อ จากทั้งหมด 12 เครื่อง 3 ยี่ห้อ ๆ ละ 4 เครื่อง ที่นำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจากผลสรุปการคัดเลือกเครื่องยนต์ ทางบริษัทที่ปรึกษาฯ

1) เครื่องยนต์ HINO จำนวน 3 เครื่อง
2) เครื่องยนต์ CUMMINS จำนวน 1 เครื่อง
3) เครื่องยนต์ KOMATSU จำนวน 2 เครื่อง

6. สรุปผลการทดสอบภาคสนาม

การทดสอบภาคสนาม (Field test) สำหรับการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในเครื่องยนต์เรือประมง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงสมรรถนะของเครื่องยนต์จากการใช้น้ำมัน B20 ตลอดจนดูผลกระทบของการใช้น้ำมัน B20 กับเครื่องยนต์เรือประมงในด้านการสึกหรอของเครื่องยนต์ ภายหลังจากการใช้งานเครื่องยนต์ในสภาวะการทำงานจริงเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1,000 ชั่วโมง (สะสม) โดยสรุปผลการทดสอบภาคสนามดังต่อไปนี้

6.1. ผลการตรวจวัดอัตราการใช้เชื้อเพลิง

เมื่อใช้น้ำมัน B20 ทดสอบกับเครื่องยนต์เรือประมง เมื่อพิจารณาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง พบว่าเครื่องยนต์ Hino ทั้ง 3 เครื่องที่ความเร็วรอบปกติและความเร็วรอบใช้งานมีค่าแตกต่างกันประมาณ 14% แสดงว่าเครื่องยนต์ Hino มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในช่วงแคบขณะใช้งาน สาเหตุมาจากเรือประมงที่ใช้เครื่องยนต์ Hino มีการปรับระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยต้องการให้เครื่องยนต์มีกำลังที่ความเร็วรอบปกติและความเร็วรอบใช้งานที่ใกล้เคียงกัน เพื่อให้สามารถขับใบจักรขนาด ϕ 45 นิ้ว ให้ทำงานได้ดี และสำหรับเครื่องยนต์ Cummins และ Komatsu มีอัตราการใช้น้ำมันแตกต่างกันระหว่างความเร็วรอบปกติและความเร็วรอบใช้งานที่ 28.46 และ 27.98% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เครื่องยนต์ Cummins และ Komatsu มีช่วงความเร็วรอบการใช้งานที่กว้างกว่า เครื่องยนต์ Hino สำหรับเครื่องยนต์ Cummins ขับใบจักรเรือขนาด 32 นิ้ว และเครื่องยนต์ Komatsu ขับใบจักรขนาด 38 นิ้ว ซึ่งจะให้อัตราเร่งที่ดีกว่าเครื่องยนต์ Hino

6.2. ผลการตรวจวัดมลพิษจากการเผาไหม้

จากการตรวจวัด พบว่า การปลดปล่อย CO และ Smoke มีค่าสูงขึ้นตามความเร็วรอบ (ค่าดังกล่าวเกิดจากการเฉลี่ยการตรวจวัดก่อน ระหว่างและ หลังการทดสอบในภาคสนาม) ทั้งนี้อาจเกิดจากโหลดขณะเดินเรือมีค่าสูงและไม่สม่ำเสมอจากแรงคลื่นที่มาปะทะ จึงทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงสูงขึ้น ทั้งนี้พบว่าค่า NO_X มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สูงมาก ทั้งนี้อาจเกิดจากอุณหภูมิอากาศแวดล้อมภายนอกขณะที่เรืออยู่ในทะเล และอุณหภูมิอากาศในห้องเครื่องยนต์มีค่าใกล้เคียงกัน อุณหภูมิขณะเผาไหม้มีค่าไม่สูง ส่งผลให้ค่า NO_X มีค่าต่ำไปด้วย ซึ่งเครื่องยนต์ทั้ง 6 เครื่อง มีแนวโน้มไปในลักษณะเดียวกัน

6.3. ผลการตรวจวัดการสึกหรอของเครื่องยนต์

ผลการตรวจวัดน้ำหนักแหวนลูกสูบที่หายไป

ในการตรวจวัดการสึกหรอของแหวนลูกสูบ กระทำโดยการชั่งน้ำหนักแหวนลูกสูบใหม่ก่อนทำการทดสอบ และหลังการทำงานสะสมครบ 1,000 ชั่วโมง โดยเครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียด 0.0001 กรัม ผลการตรวจวัดน้ำหนักแหวนลูกสูบ พบว่า น้ำหนักแหวนลูกสูบที่หายไปของเครื่องยนต์ทั้ง 6 เครื่อง มีค่าอยู่ในช่วง 0.20 – 1.03 %

ผลการตรวจวัดคราบเขม่าที่หัวฉีด

ค่า Coking Index (CI) เมื่อเครื่องยนต์ทำงานเป็นเวลา 1,000 ชั่วโมง ปริมาณคราบเขม่าที่เกาะบริเวณหัวฉีดจะเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับผลนี้กับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่า เครื่องยนต์ทั้ง 6 เครื่อง ที่ผ่านการทดสอบภาคสนามแล้ว จะมีค่า CI สูงขึ้นอยู่ในช่วง 70 – 80 % ดังนั้นเพื่อให้การทำงานของ

เครื่องยนต์เรือมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในทุกๆ 1,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 3 รอบของการออกเรือ (ระยะเวลาประมาณ 2 – 3 เดือน) ควรมีการทำความสะอาดหัวฉีด และตรวจเช็คสภาพให้อยู่ในมาตรฐานอยู่เสมอ

ผลการตรวจวัดสมรรถนะปั๊มหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง และหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

เนื่องจากเครื่องยนต์ Hino ไม่ใช่เครื่องยนต์ที่ออกแบบมาเพื่อรับภาระเริ่มต้นที่สูงได้ ดังนั้นเพื่อให้เครื่องยนต์รับภาระการทำงานได้สูงขึ้น ชาวประมงจึงทำการปรับแต่งในส่วนของปั๊มหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง ให้มีการส่งน้ำมันได้มากขึ้น เพื่อให้เครื่องยนต์มีการจุดระเบิดมากขึ้น จึงทำให้เครื่องยนต์ Hino มีปริมาณการใช้น้ำมันเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปั๊มหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเดียวกันที่ยังไม่ได้ถูกปรับแต่ง แต่สำหรับเครื่องยนต์ Cummins และเครื่องยนต์ Komatsu เป็นเครื่องยนต์ที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถรับภาระเริ่มต้นที่มีค่าสูงได้ ปริมาณการใช้น้ำมันจึงเป็นไปตามมาตรฐานของเครื่องยนต์แต่ละยี่ห้อ

ผลการตรวจวัดแรงดันหัวฉีดของเครื่องยนต์โดยรวมแล้ว พบว่า หัวฉีดแต่ละชุดโดยส่วนใหญ่แรงดันหัวฉีดจะต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งแรงดันหัวฉีดที่ลดลงนี้ จะส่งผลให้หัวฉีดไม่สามารถฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้น้ำมันบางส่วนไม่เป็นละออง ไม่สามารถเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้เมื่อจุดระเบิดแล้วไม่ได้พลังงานเพียงพอ ระบบจ่ายน้ำมันจึงต้องจ่ายน้ำมันเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณที่สูงขึ้น

ผลวิเคราะห์สิ่งปนเปื้อนและคุณสมบัติของน้ำมันเครื่อง

น้ำมันเครื่องเมื่อใช้งานในระยะเวลาที่ทำการทดสอบภาคสนาม ซึ่งหน้าที่ของน้ำมันเครื่อง คือ ช่วยหล่อลื่นชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องยนต์ และช่วยระบายความร้อนไปพร้อมๆ กันด้วย ดังนั้นจะทำให้ค่าความหนืดและค่าความหนาแน่นของน้ำมันเครื่องมีค่าลดลงตามลำดับ และมีค่าโลหะต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันเครื่องเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้งานโดยเฉพาะโลหะจำพวกเหล็ก (Fe) จะมีปริมาณการปนเปื้อนในน้ำมันเครื่องมากที่สุด เนื่องจากส่วนผสมของชิ้นส่วนของเครื่องยนต์จะมีเหล็กผสมอยู่มากกว่าโลหะชนิดอื่นๆ

สรุปภาพรวมการทดสอบภาคสนามเปรียบเทียบกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

จากการทดสอบพบว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซล B20 กับเครื่องยนต์เรือประมงความเร็วรอบกลางทั้ง 3 ยี่ห้อพบว่า

1. **อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง** มีค่าเพิ่มมากขึ้นกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการเนื่องจาก สภาพโหลดจำลองในห้องปฏิบัติการอาจน้อยกว่าสภาพโหลดในการใช้งานจริง เช่น สภาพน้ำหนักเรือ, ใบจักร, คลื่นลม เป็นต้น
2. **การปลดปล่อยควันดำ (Smoke)** มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากในสภาพการใช้งานจริง มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงที่มากขึ้นกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ อาจเนื่องจากสภาพโหลดในการใช้งานจริง เช่น สภาพน้ำหนักเรือ, ใบจักร, คลื่นลม เป็นต้น
3. **การปลดปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)** มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามค่าความเร็วรอบซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ
4. **การปลดปล่อย NO_X** มีแนวโน้มลดลงกว่าการใช้น้ำมันไบโอดีเซล B20 เมื่อเทียบกับที่ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

5. **ค่า Coking Index (CI)** พบว่า ค่า CI มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลกระทบของอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มากขึ้นกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และจำนวนชั่วโมงที่ทำการทดสอบในภาคสนามที่เพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม ทำให้อัตราการใช้น้ำมันสูงขึ้น เป็นผลทำให้เกิดเขม่าที่หัวฉีดมากกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ
6. **การสึกหรอของแหวนและลูกสูบ** พบว่าเมื่อเปรียบเทียบการใช้ B20 ในห้องปฏิบัติการพบว่า การสึกหรอกับแหวนลูกสูบเพิ่มมากขึ้นกว่าตอนทดสอบในห้องปฏิบัติการแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในทุกชนิดของยี่ห้อเครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบ ในส่วนการสึกหรอที่เพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยอาจเนื่องจากสภาพภาระโหลดและจำนวนชั่วโมงที่ทำการทดสอบที่เพิ่มมากขึ้น

7. การจัดสัมมนาแถลงผลสำเร็จโครงการ

ทางบริษัทที่ปรึกษาฯ ยังได้ดำเนินการแถลงผลการดำเนินโครงการตามกำหนดการที่ได้วางแผนไว้ และรายชื่อชาวประมงและนักวิชาการ ตลอดจนผู้สนใจทั่วไป เข้ารับฟังการแถลงผลสรุปโครงการไว้โดยประมาณ 150 คน และยังมีการนำเสนอแนวทางในการใช้งานไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์เรือประมงดังนี้

การตรวจสภาพเครื่องก่อนใช้งาน

1. หากพบเครื่องยนต์อยู่ในสภาพชำรุด ควรตรวจสอบหาสาเหตุ และทำการแก้ไขเบื้องต้น เช่นระบบท่อทางเดินน้ำมัน สายน้ำมัน ซีลยางต่างๆ ให้อยู่สภาพพร้อมใช้งาน
2. ตรวจสอบความสะอาดของไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง
3. ตรวจสอบระดับของน้ำมันเครื่องให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
4. ตรวจสอบระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

การตรวจสอบระหว่างการใช้งาน

1. ติดเครื่องยนต์เดินเบา ประมาณ 5 นาที สังเกตเสียงของเครื่องยนต์ว่าเป็นปกติหรือไม่ ตรวจสอบมาตรวัดต่างๆของเครื่องยนต์ เช่นมาตรวัดอุณหภูมิเครื่องยนต์ ยังใช้งานได้อยู่หรือไม่ ถ้ามาตรวัดเสีย ควรเปลี่ยนทันที เพื่อใช้สังเกตว่าเครื่องยนต์ร้อนเกินไปหรือไม่ เป็นต้น

การตรวจสอบหลังการใช้งาน

1. ควรเติมน้ำมันให้เต็มถึงเสมอ เพื่อป้องกันอากาศเข้าไปในถัง
2. ตรวจสอบไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง หากอุดตัน ให้เปลี่ยนใหม่ หรือล้างตะกอนออก
3. น้ำมันเครื่องควรเปลี่ยนทุกรอบของการออกเรือ
4. ตรวจสอบไส้กรองอากาศ ควรถอดออกมาเป่าฝุ่นออก อย่างสม่ำเสมอ
5. การดูแลรักษาเช่นเดียวกับเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไป