

บทความวิจัย (Research Article)

การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กเมื่อนำใช้น้ำมันดีเซลผสมกับ  
น้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติก

Performance Testing on a Small Diesel Engine Using Diesel Mixed  
with Waste Plastic Diesel

คงเดช พะสินาม<sup>1\*</sup> และธันวาคมส กาศสนุก<sup>2</sup>

Khongdet Phasinam<sup>1\*</sup> and Thanwamas Kassanuk<sup>2</sup>

วันที่รับบทความ (Received) วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised) วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)

11 ตุลาคม 2565

9 พฤศจิกายน 2565

9 พฤศจิกายน 2565

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีนโยบายสนับสนุนการผลิต การใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ การนำขยะพลาสติกมาผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมควบคู่กับปัญหาด้านพลังงานภายในประเทศ เพื่อสร้างความมั่นใจว่าน้ำมันที่ได้จากเชื้อเพลิงขยะพลาสติกสามารถนำมาทดแทนได้จริง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยวเมื่อนำใช้น้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์ผสมกับน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติก และเปรียบเทียบผลที่ได้กับน้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์ จากผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อนำใช้น้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์กับน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกที่สัดส่วนต่างๆ พบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกมีค่ากำลังเบรกลดลง 7% แรงบิดลดลง 3% และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะมากกว่า 1% โดยสรุปน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกเป็นพลังงานทางเลือกที่มีศักยภาพนำมาทดแทนน้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์ได้โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์

คำสำคัญ : สมรรถนะของเครื่องยนต์, เครื่องยนต์ดีเซล, น้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติก

<sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

<sup>2</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

\*Corresponding author; email: [phasinam@psru.ac.th](mailto:phasinam@psru.ac.th)

## Abstract

Thailand has had policies supporting the production and use of renewable and alternative energies in order to reduce its imports of fuels from other countries. Producing the fuels from plastic waste can lower the pollution and energy problems in the country in order to ensure that the fuels can actually be alternatives. The purpose of this research is to study the performance of a single-cylinder diesel engine using waste plastic diesel mixed with commercial diesel. The outcomes were then compared to those obtained using commercial diesel. According to the results of a performance test on diesel engines using different ratios of commercial diesel and waste plastic diesel, it was found that waste plastic diesel causes an engine's brake power to decrease by 7%, brake torque to decrease by 3%, and brake specific fuel consumption to increase by more than 1%. It was concluded that waste plastic diesel offered an alternative energy source with the potential of commercial diesel that could be used without modifying the engines.

**Keywords:** engine performance, diesel engine, waste plastic diesel

## บทนำ

ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเป็นหลัก พบว่าร้อยละ 60 ของความต้องการพลังงานเชิงพาณิชย์ขึ้นต้นมาจากการนำเข้า จากข้อมูลในปี 2562 พบว่ามีสัดส่วนการนำเข้าน้ำมันดิบสูงถึงร้อยละ 87 เมื่อเทียบกับการจัดหาน้ำมันดิบในประเทศ และยังมีแนวโน้มจะสูงขึ้นอีกเพราะไม่สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตปิโตรเลียมในประเทศได้ทันกับความต้องการ [1] การพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกอย่างจริงจังจะช่วยลดการพึ่งพาและนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ ทางรัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกที่ผลิตได้ภายในประเทศ ประกอบด้วย พลังงานลม แสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ ชีวมวล ชยะ ก๊าซชีวภาพ และเชื้อเพลิงชีวภาพ โดยมีเป้าหมายเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกในรูปของพลังงานไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ ต่อการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายที่ร้อยละ 30 ในปี 2580 [2] ดังนั้นการผลักดันให้ใช้พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกเพิ่มขึ้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ การขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วทำให้พฤติกรรมผู้บริโภคของประชาชนภายในประเทศเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอยตามมาภายในประเทศ โดยปี 2564 มี

ขยะมูลฝอยมีปริมาณมากถึง 24.98 ล้านตัน หรือประมาณ 68,434 ตันต่อวัน [3] ซึ่งการกำจัดขยะมูลฝอยส่วนใหญ่ยังไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ก่อให้เกิดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชน [4] อย่างไรก็ตาม ขยะมูลฝอยเหล่านี้มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นพลังงาน [5] ดังนั้นการนำขยะมาเพิ่มมูลค่าเป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ เช่น ไฟฟ้า ความร้อน หรือ เชื้อเพลิง เป็นต้น จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อมและแก้วิกฤตด้านพลังงานของประเทศได้อีกด้วย [6]

ขยะพลาสติกมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเช่นเดียวกับน้ำมันเชื้อเพลิง จึงสามารถนำมาแปรสภาพให้กลับเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้โดยการเปลี่ยนโมเลกุลให้เล็กลงเพื่อให้เป็นเชื้อเพลิงเหลว โดยต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่ากระบวนการไพโรไลซิส หรือ Thermal Treatment [7] ซึ่งเป็นกระบวนการแตกตัวของสารที่มีมวลโมเลกุลสูงด้วยความร้อนภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน โดยความร้อนที่ใช้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 450–600 °C [8] ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด จำแนกตามสถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ [9] ซึ่งของเหลวที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสมีคุณสมบัติคล้ายกับน้ำมันดีเซล [10, 11] จึงสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลได้

จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการนำน้ำมันจากขยะพลาสติกมาทดสอบสมบัติและทดสอบการใช้งานกับเครื่องยนต์เบื้องต้น พบว่าน้ำมันจากขยะพลาสติกมีค่าความร้อน ค่าเลขซีเทน ค่าความถ่วงจำเพาะ ค่าความหนืด และจุดวาบไฟสูงกว่าเชื้อเพลิงดีเซลเล็กน้อย โดยการทดสอบกับเครื่องยนต์สามารถสร้างกำลังที่ภาระสูงสุดได้มากกว่า มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะสูงกว่า 5–8% และการปลดปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าใกล้เคียงกัน สมบัติและการทดสอบน้ำมันจากขยะพลาสติกมีความใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล [12]–[15] อย่างไรก็ตาม แม้ว่าน้ำมันที่ได้เหล่านี้จะมีศักยภาพนำมาทดแทนน้ำมันเชิงพาณิชย์ได้ แต่คุณภาพที่ได้แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น เทคโนโลยีที่ใช้ ระบบการผลิต และวัตถุดิบ เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้มีความมั่นใจและใช้น้ำมันจากขยะพลาสติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องมีข้อมูลสนับสนุนทั้งด้านสมรรถนะของเครื่องยนต์ การสึกหรอของเครื่องยนต์ และการปลดปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ ซึ่งจะสามารถนำน้ำมันจากขยะพลาสติกมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงดีเซลได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อเครื่องยนต์

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวเมื่อใช้น้ำมันดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติก

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1) น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

น้ำมันดีเซลที่ใช้ในการทดสอบนี้จะใช้น้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์ ตามมาตรฐานกรมธุรกิจพลังงาน [16] และน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติก (Waste Plastic Diesel : WPD) จากกระบวนการไพโรไลซิสที่นำมาจากโรงกลั่นน้ำมันจากขยะพลาสติกของศูนย์ความเป็นเลิศทางชีวมวล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกที่ผลิตได้ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็นไปตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน ยกเว้นค่าการกลั่น และจัดอยู่ในน้ำมันดีเซลประเภทรอบหมุนเร็ว ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งการทดสอบจะใช้น้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์ผสมกับน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกในอัตราส่วนต่างๆ โดยปริมาตร ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 1:** คุณสมบัติของน้ำมันดีเซลที่กลั่นได้เปรียบเทียบกับคุณลักษณะของน้ำมันดีเซลตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน [17]

ลำดับ	คุณสมบัติ	วิธีทดสอบ	น้ำมันดีเซลที่กลั่นได้	อัตรา	กรมธุรกิจพลังงาน	
				สูง-ต่ำ	หมุนเร็ว	หมุนช้า
1	Specific Gravity at 15.6/15.6 °C	ASTM D1298	0.81	ไม่ต่ำกว่า ไม่สูงกว่า	0.81 0.87	- 0.92
2	Cetane Number	ASTM D613	66.1	ไม่ต่ำกว่า	50	45
3	Calculated Cetane Index	ASTM D976	65.8	ไม่ต่ำกว่า	50	45
4	Gross Calorific Value (MJ/kg)	ASTM D240	46.04	-	-	-
5	Kinematic Viscosity @ 40°C (cSt)	ASTM D445	3.103	ไม่ต่ำกว่า ไม่สูงกว่า	1.8 4.1	- 8
6	Flash Point (°C)	ASTM D93	50.5	ไม่ต่ำกว่า	52	52
7	Pour Point (°C)	ASTM D97	15	ไม่ต่ำกว่า	10	16
8	การกักคร่อนผ่านทองแดง	ASTM D130	หมายเลข 1	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	-
9	เสถียรภาพต่อการเกิดออกซิเดชัน (g/m <sup>3</sup> )	ASTM D2274	17.8	ไม่สูงกว่า	25	-
10	กำมะถัน (% w/w)	ASTM D2622	0	ไม่สูงกว่า	0.005	1.5
11	กากถ่าน (% w/w)	ASTM D189	<0.10	ไม่สูงกว่า	0.05	-
12	เถ้า (% w/w)	ASTM D482	0.005	ไม่สูงกว่า	0.01	0.02
13	การกลั่น (อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตรในอัตรา 90% (°C))	ASTM D86	371.9	ไม่สูงกว่า	357	-
14	โพลีเมอร์อะโรมาติก (% w/w)	ASTM D2425	3.1	ไม่สูงกว่า	11	-
15	น้ำ (% w/w)	ASTM D2709	0	ไม่สูงกว่า	0.05	0.3
16	คุณสมบัติการหล่อลื่น (µm)	CEC F-06-96	350	ไม่สูงกว่า	460	-

ตารางที่ 2: น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ [18]

ลำดับ	สัดส่วนโดยปริมาตร (WPD : Diesel)	ชนิดเชื้อเพลิง
1	0 : 100	Diesel
2	25 : 75	WPD25
3	50 : 50	WPD50
4	75 : 25	WPD75
5	100 : 0	WPD

## 2) เครื่องยนต์ดีเซลและชุดทดสอบสมรรถนะ

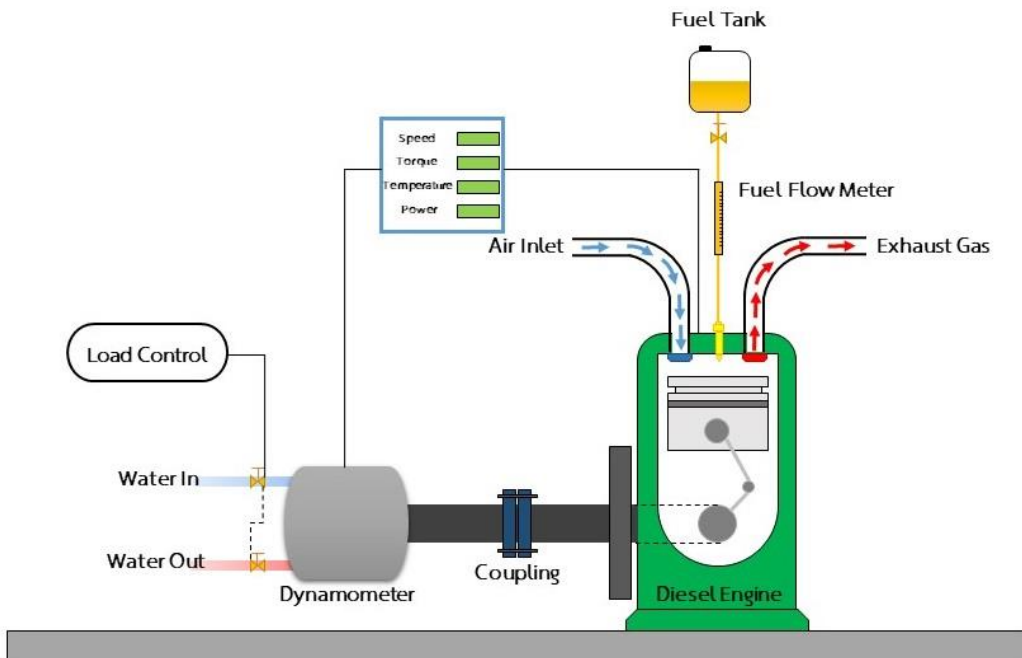
เครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องยนต์ดีเซลใหม่สูบเดี่ยว ยี่ห้อ Honmar รุ่น DH850E ที่มีสภาพพร้อมใช้งาน และชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซล ยี่ห้อ Essom รุ่น MT502HD (ภาพที่ 1) โดยข้อมูลทางเทคนิคต่างๆ ของเครื่องยนต์ดีเซลแสดงในตารางที่ 3 และชุดอุปกรณ์การทดสอบและการติดตั้งเครื่องมือวัดต่างๆ เพื่อทำการตรวจวัดค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 1: เครื่องยนต์ดีเซลและชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

ตารางที่ 3: ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้ในการทดสอบ [19]

Specifications	Honmar Model DH850E
Horse Power (hp)	6.7 at 3,600 rpm
Engine Type	Single-cylinder, 4-stroke
Cooling System	Air Cooled Type
Combustion System	Direct Injection
Cylinder Bore x Stroke (mm x mm)	78x62
Cylinder Volume (cm <sup>3</sup> )	296
Engine Start System	Recoil
Fuel Capacity (liter)	3.5
Fuel Type	Diesel
Engine Oil Capacity (liter)	1.1
Engine Dimension (mm)	427x383x450
Weight (kg)	33



ภาพที่ 2: แผนผังการติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล

### 3) มาตรฐานและการทดสอบ

การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์อ้างอิงตามมาตรฐาน ISO 1550:2016 Internal Combustion Engine–Determination and Method for the Measurement of Engine Power–General Requirements [20] ซึ่งเป็นมาตรฐานการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ทั่วไปที่ใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในเกือบทุกชนิด ทำการทดสอบโดยใช้น้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์ Honmar รุ่น DH850E สำหรับใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการอ้างอิงและเปรียบเทียบผลกับการทดสอบเครื่องยนต์เดียวกันแต่เปลี่ยนเป็นใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกอัตราส่วนต่างๆ ตามตารางที่ 2 เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ ได้แก่ กำลังเบรกของเครื่องยนต์ (Engine Brake Power) แรงบิดของเครื่องยนต์ (Engine Brake Torque) และความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (Brake Specific Fuel Consumption) ที่ความเร็วรอบต่างๆ (1,900–2,700 rpm)

วิธีการทดสอบเริ่มด้วยการอุ่นเครื่องยนต์เดินเบาที่ 1,000 รอบต่อนาที โดยการหมุน Loading Valve บนไดนาโมมิเตอร์ (Dynamometer) ทวนเข็มนาฬิกาเพื่อปลดภาระ (แรงบิด) ที่อยู่ในไดนาโมมิเตอร์ให้หมดไปหรือเหลือน้อยที่สุด และให้คงสภาวะนั้นไว้จนเครื่องยนต์มีอุณหภูมิในการทำงานคงที่ประมาณ 70 °C จากนั้นปรับตั้งความเร็วรอบของเครื่องยนต์ไปที่ 2,700 รอบต่อนาที (75% ของตำแหน่งเปิดสุด) และเพิ่มภาระให้กับเครื่องยนต์ด้วยการหมุน Loading Valve บนไดนาโมมิเตอร์ตามเข็มนาฬิกาจนความเร็วรอบของเครื่องยนต์ลดลง และบันทึกค่าแรงบิด กำลังเบรก และการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (BSFC) ทุกความเร็วรอบที่ลดลง 100 รอบต่อนาที จนกระทั่งรอบเครื่องยนต์ลดลงเหลือ 1,900 รอบต่อนาที จึงยุติการทดสอบ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแสดงผลในรูปของกราฟสมรรถนะของเครื่องยนต์ (Performance Curves) ตามมาตรฐานสากล [21]

### 4) สมการที่เกี่ยวข้อง

$$P = \frac{2\pi Tn}{60} \quad (1)$$

$$T = F \times r \quad (2)$$

$$BSFC = \frac{\gamma \times mf}{P} \quad (3)$$

เมื่อ	P	=	กำลังเบรกของเครื่องยนต์ (kW)
	T	=	แรงบิดของเครื่องยนต์ (Nm)
	BSFC	=	ความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (g/kw-hr)
	F	=	แรงหรือภาระงานกระทำที่ระยะรัศมี (N)
	r	=	ระยะรัศมีภาระกระทำ (m)

$n$	= ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)
$\gamma$	= ความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิง ( $\text{kg/m}^3$ )
$mf$	= อัตราการไหลของเชื้อเพลิง (g/s)

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ Honmar รุ่น DH850E โดยใช้ น้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์ เปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกที่ความเร็วรอบต่างๆ พบว่า กราฟแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงกำลังเบรก แรงบิด และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะของเครื่องยนต์ตามความเร็วรอบต่างๆ มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วราคม [22] และ Phasinam and Kassanuk [23] โดยกำลังเบรกและแรงบิดของเครื่องยนต์ที่ได้จากน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกที่สัดส่วนต่างๆ จะน้อยกว่าน้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์ เนื่องจากน้ำมันดีเซลมีความถ่วงจำเพาะที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้เครื่องยนต์สามารถฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออกจากหัวฉีดโดยมวลต่อวัฏจักรได้มากขึ้น และอิทธิพลของความแตกต่างของค่าความร้อนไม่แสดงผลต่อแรงบิดและกำลังเบรกของเครื่องยนต์ เนื่องจากค่าความร้อนของน้ำมันดีเซลน้อยกว่าน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกเพียงเล็กน้อย แต่การฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในหนึ่งครั้งของน้ำมันดีเซลมีมวลมากกว่า ซึ่งอาจจะชดเชยกันได้ ดังนั้นความแตกต่างของค่าความร้อนจึงไม่ได้แสดงผลต่อแรงบิดและกำลังเบรกของเครื่องยนต์ออกมา

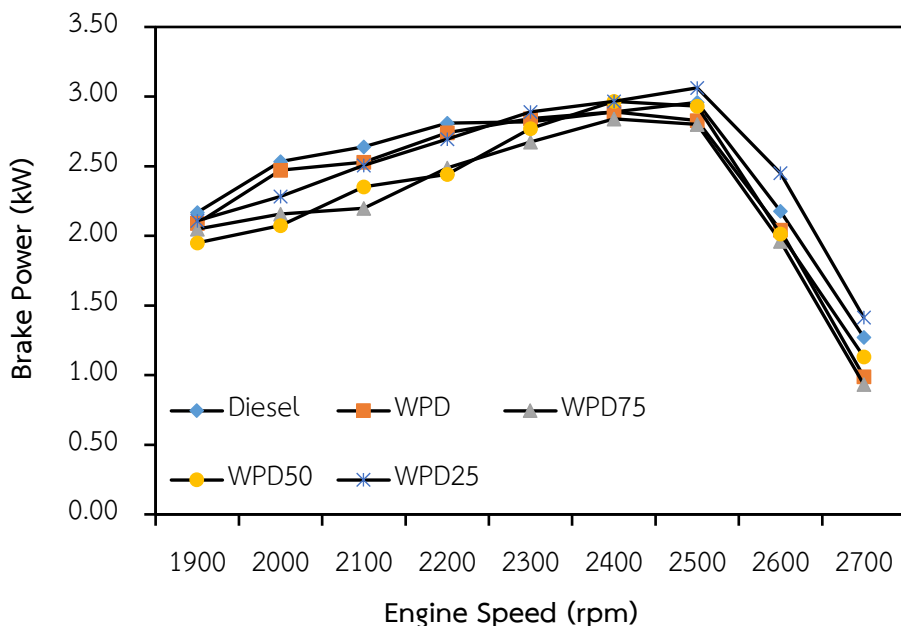
จากภาพที่ 3 กำลังเบรกของเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิด ให้ผลการทดสอบใกล้เคียงกัน ซึ่งกำลังเบรกสูงสุดของเครื่องยนต์จะอยู่ในช่วงความเร็วรอบ 2,400–2,500 rpm โดย น้ำมันเชื้อเพลิง WPD25 ให้ค่ากำลังเบรกของเครื่องยนต์สูงสุดที่ 3.06 kW รองลงมาเป็นน้ำมันดีเซล WPD50 WPD75 และ WPD ตามลำดับ ซึ่งน้ำมันเชื้อเพลิง WPD25 มีค่าความร้อนสูงกว่าน้ำมันดีเซลเล็กน้อย และมีสัดส่วนการผสมระหว่างน้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์กับน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกน้อยกว่า WPD50 WPD75 และ WPD จึงส่งผลให้กำลังเบรกของเครื่องยนต์สูงสุด อย่างไรก็ตาม ในช่วงความเร็วรอบ 1,900–2,300 rpm กำลังเบรกของเครื่องยนต์ที่ได้จากน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกที่สัดส่วนต่างๆ จะน้อยกว่าน้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์เฉลี่ย 7%

เมื่อพิจารณาแรงบิดของเครื่องยนต์ พบว่าเครื่องยนต์เมื่อใช้น้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกที่สัดส่วนต่างๆ มีแรงบิดต่ำกว่าน้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์เล็กน้อย (ภาพที่ 4) โดยเฉพาะในช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,000–2,400 rpm ซึ่งเป็นช่วงทำงานปกติของเครื่องยนต์ โดยเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์ที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2,200 rpm ให้ค่าแรงบิดสูงสุด 12.2 Nm ส่วนเครื่องยนต์

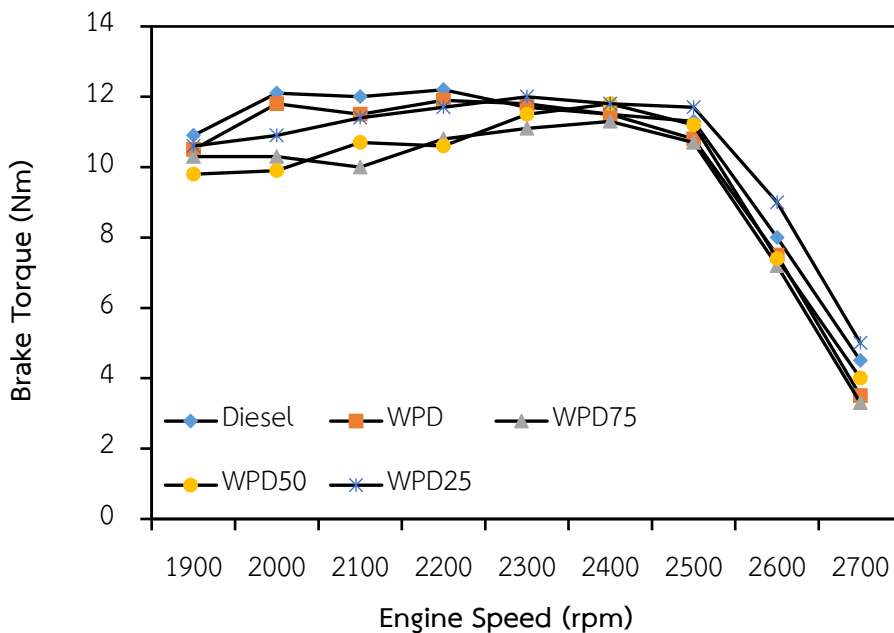


ที่ใช้น้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกที่สัดส่วนต่างๆ ที่ช่วงการทำงานปกติของเครื่องยนต์จะให้ค่าแรงบิดน้อยกว่าน้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์เฉลี่ย 3%

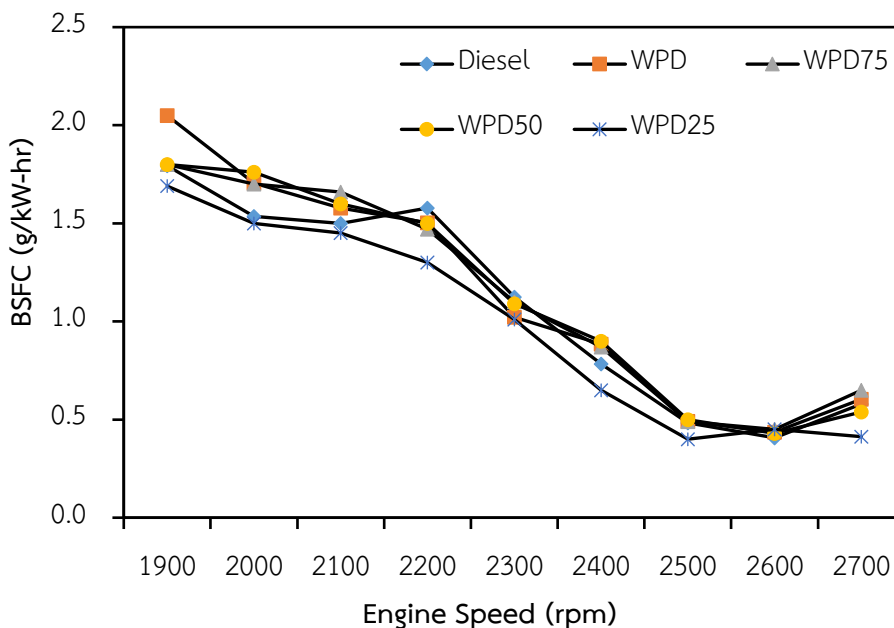
สำหรับอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเบรก (ภาพที่ 5) เครื่องยนต์ที่ทดสอบโดยใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทั้ง 4 ชนิด ในช่วงความเร็วรอบเครื่องยนต์ใช้งานจริง 2,000–2,600 rpm ให้ผลการทดสอบใกล้เคียงกันมาก โดยเครื่องยนต์ใช้น้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกที่สัดส่วนต่างๆ มีค่า BSFC มากกว่าเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์เพียง 1% ซึ่งอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันจำเพาะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกมีกำลังเบรกของเครื่องยนต์ต่ำกว่าน้ำมันดีเซล ส่งผลให้อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 3: ผลของความเร็วรอบต่อกำลังเบรกเมื่อใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติก



ภาพที่ 4: ผลของความเร็รรอบต่อแรงบิดเมื่อใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติก



ภาพที่ 5: อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่ความเร็รรอบต่างๆ

## สรุปผล

จากผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์กับน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกที่สัดส่วนต่างๆ โดยปริมาตร (0:100 25:75 50:50 75:25 100:0) ส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องยนต์เล็กน้อย โดยทำให้กำลังลดลง ~7% แรงบิดลดลง ~3% และอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะมากกว่า ~1% ดังนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำมันดีเซลที่กลั่นได้จากขยะพลาสติกมีศักยภาพที่จะนำมาทดแทนน้ำมันดีเซลเชิงพาณิชย์ได้ โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่สนับสนุนทุนวิจัย และศูนย์ความเป็นเลิศทางชีวมวล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติก

## เอกสารอ้างอิง

1. กรมเชื้อเพลิงพลังงาน กระทรวงพลังงาน. พลังงานเพื่อทุกคน. [Internet] 2562 [มกราคม 28, 2565]. ค้นหาจาก: <https://dmf.go.th/public/list/data/index/menu/668>.
2. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2561–2580. [Internet] 2563 [มกราคม 28, 2565]. ค้นหาจาก: [www.dede.go.th/ewt\\_dl\\_link.php?nid=54495](http://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=54495).
3. สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 9 (อุดรธานี). รายงานสถานการณ์ สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2564. [Internet] 2564 [ตุลาคม 2, 2565]. ค้นหาจาก: [www.mnre.go.th/reo09/th/information/more/425](http://www.mnre.go.th/reo09/th/information/more/425).
4. Syamsiro, M., Saptoadi, H., Norsujianto, T., Noviasri, P., Cheng, S., Alimuddin, Z. and Yoshikawa, K. Fuel Oil Production from Municipal Plastic Wastes in Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors. *Energy Procedia*. 2014; 47: 180–188.
5. Kommana, S., Chowdary, P., G. and Madhuri, A.H.R. Optimization of Injection Pressure and Compression Ratio of VCR CI Engine Fueled with Waste Plastic Oil Blended with Diesel. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*. 2020; 10(3): 2585–2600.

6. สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. น้ำมันเชื้อเพลิงผลิตจากขยะพลาสติก. [Internet] 2559 [ตุลาคม 2, 2565]. ค้นหาจาก: [www.parliament.go.th/library](http://www.parliament.go.th/library).
7. Walendziewski, J. Engine Fuel Derived from Waste Plastics by Thermal Treatment. Fuel. 2002; 81: 473-481.
8. Beld, B.V., Holle, E. and Florijn, J. The Use of Pyrolysis Oil and Pyrolysis Oil Derived Fuels in Diesel Engines for CHP Applications. Applied Energy. 2013; 102: 190-197.
9. จิรพัฒน์พงษ์ เสนาบุตร อมรรัตน์ ปิ่นชัยมูล และ กนกพงษ์ ศรีเที่ยง. การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันที่ได้จากการไพโรไลซิสพลาสติกพอลิพรอพิลีนเป็นเชื้อเพลิงโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาซิลิกาอสัณฐานที่ทำการสกัดได้จากแกลบข้าว. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 2560; 10(2): 12-23.
10. Banar, M., Akyıldız, A., Özkan, A., Çokaygil, Z. and Onay, Ö. Characterization of Pyrolytic Oil Obtained from Pyrolysis of TDF (Tire Derived Fuel). Energy Conversion and Management. 2012; 62: 22-30.
11. Ramanathan, A. and Santhoshkumar, A. Feasibility Analysis of Pyrolysis Waste Engine Oil in CRDI Diesel Engine. Energy Procedia. 2019; 158: 755-760.
12. คณิต วัฒนวิเชียร และ อรวรรณ กรรณิกา. เชื้อเพลิงดีเซลสังเคราะห์จากขยะพลาสติก: การแปรรูปและผลการใช้ในเครื่องยนต์ดีเซล. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28. 2557; 155-168.
13. Gopidesi, R.K., Sankar, G.R., Kumar, A.D.P., Kumar, A.S. and Srimal, B. Evaluating the Performance and Emission Characteristics of CI Engine with Waste Plastic Oil. International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2019; 9(3): 1015-1020.
14. Jatadhara, G.S., Chandrashekar, T.K. and Kumar, N.K. Experimental Study on Characteristics of Direct Injection Compressed Ignition Engine using Waste Plastic Oil and Biodiesel Blends. International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2020; 10(3): 2085-2094.
15. Daniel, M.P., Kumar, K.V., Prasad, B.D. and Puli, R.K. Performance and Emission Characteristics of Diesel Engine Operated on Plastic Pyrolysis Oil with Exhaust Gas Recirculation. International Journal of Ambient Energy. 2017; 38(3): 295-299.

16. กรมธุรกิจพลังงาน. ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล. [Internet] 2563 [ตุลาคม 5, 2565]. ค้นหาจาก:  
[http://elaw.doeb.go.th/document\\_doeb/TH/699TH\\_0001.pdf](http://elaw.doeb.go.th/document_doeb/TH/699TH_0001.pdf).
17. Arjarn, W., Liplap, P., Maithomklang, S., Thammakul, K., Chuepeng, S., and Sukjit, E. Distilled Waste Plastic Oil as Fuel for a Diesel Engine: Fuel Production, Combustion Characteristics, and Exhaust Gas Emissions. ACS Omega. 2022; 7(11), 9720–9729.
18. ธวัชชัย ทรายขาว ทรงศักดิ์ สุวรรณศรี และ รัชพล สันติวรารกร. การศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำมันจากขยะพลาสติกและผลกระทบบ เมื่อใช้กับเครื่องยนต์ CI ขนาดเล็ก. การประชุมวิชาการวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ ระดับชาติครั้งที่ 2. 2558; 60–69.
19. บริษัท เอสซอม จำกัด. คู่มือการใช้และการทดลอง MT502HD ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ชนิดสูบเดี่ยวแบบไฮดรอลิกสี่ไดนาโมมิเตอร์. กรุงเทพฯ: บริษัท เอสซอม จำกัด; 2555. 65.
20. International Organization for Standardization. ISO 15550: 2016 Internal Combustion Engines–Determination and Method for the Measurement of Engine Power–General Requirements. [Internet] 2016 [January 26, 2022]. Available: [www.iso.org/standard/70030.html](http://www.iso.org/standard/70030.html).
21. Phasinam, K., Nikhomchaiprasert, K., Arjarn, W., and Kassanuk, T. Performance and Wearing of a Diesel Engine with Blends of Biodiesel and High Speed Diesel. Life Sciences and Environment Journal. 2021; 22(1): 48–61.
22. วราคม วงศ์ชัย. ผลกระทบของอัตราส่วนผสมน้ำมันไพโรไลซิสและน้ำมันดีเซลต่อสมรรถนะและก๊าซไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. 2557; 10(2): 72–84.
23. Phasinam, K., and Kassanuk, T. Long-term Wear and Performance Testing in Small Diesel Engines Using Waste Plastic Diesel. International Journal of Mechanical Engineering. 2022; 7(1): 1562–1567.