รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร

โครงการศึกษาและทดสอบการใช้แก๊สโซฮอล์ E85 ในห้องปฏิบัติการของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กและรถจักรยานยนต์

1. หลักการและเหตุผลความจำเป็น

เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์มีหลากหลายประเภทแตกต่างกันตามปริมาณเอทานอลที่ผสม เช่น แก๊สโซฮอล์ E10, E20 และ E85 แต่เนื่องจากคุณสมบัติของเชื้อเพลิงเหล่านี้ไม่เหมือนกันดังนั้นจึงส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่สัมผัสเชื้อเพลิงและการก่อมลพิษที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศแตกต่างกัน เพื่อให้การดำเนินนโยบายของรัฐบาลในการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในภาคการเกษตรและรถจักรยานยนต์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนจึงต้องประเมินการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของวัสดุและคุณภาพอากาศที่ได้รับผลกระทบจากการใช้เครื่องยนต์ซึ่งมีความหลากหลายในการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมและน่าเชื่อถือสำหรับนำไปใช้ประกอบการพิจารณากำหนดมาตรการในการป้องกันควบคุมและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศจากเครื่องยนต์ในอนาคต

รัฐบาลได้มีนโยบายส่งเสริมให้ผู้ใช้เครื่องต้นกำลังที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินหันมาใช้เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลให้มากขึ้น โดยเฉพาะเครื่องจักรกลการเกษตร เช่น เครื่องพ่นสารเคมี เครื่องสูบน้ำ เครื่องตัดหญ้า เครื่องหยอดเมล็ดพืช รวมทั้งรถจักรยานยนต์ เพื่อให้การดำเนินนโยบายของรัฐบาลในการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในภาคการเกษตรและการใช้รถจักรยานยนต์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน จึงต้องมีการศึกษาการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ในสัดส่วนต่างๆ ให้ได้ผลอย่างน้อยไปถึงแก๊สโซฮอล์ E85 ในเครื่องยนต์การเกษตรและรถจักรยานยนต์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ว่าสามารถใช้ได้หรือไม่ และเมื่อใช้แล้วก่อให้เกิดปัญหาทางด้านกายภาพของวัสดุและคุณภาพอากาศ จากการใช้เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลในสัดส่วนต่างๆจนถึงแก๊สโซฮอล์ E85 อย่างไรบ้าง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จึงดำเนินการโครงการศึกษาและทดสอบการใช้แก๊สโซฮอล์ E85 ในห้องปฏิบัติการ ของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กและรถจักรยานยนต์ โดยว่าจ้าง บริษัท ฟรอนเทียร์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแทนท์ส จำกัด ให้เป็นบริษัทที่ปรึกษาในการดำเนินงานให้บรรลุวัตถุประสงค์โครงการต่อไป

2. วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แก๊สโซฮอล์ E10, E20, E50 และ E85 ในเครื่องยนต์การเกษตร

2) เพื่อศึกษาและทดสอบชิ้นส่วนที่สัมผัสเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์การเกษตรและรถจักรยานยนต์ที่อาจได้รับความเสียหายเมื่อใช้แก๊สโซฮอล์ E10 และ E85

Executive Report

Laboratory Study on the Use of Ethanol Blend Fuels in Small Agricultural Engines and Motorcycles

1. Principles and Rationale

Common ethanol fuel mixtures include E10, E20, and E85. Depending on the percentage of ethanol fuel in the mixture by volume, these different blends can affect differently engine performance, many plastic and rubber engine parts, and engines' air pollution emissions. As part of government effort to ensure efficient and sustainable biofuel use in agriculture (e.g. chemical sprayers, water pumps, mowers, and seed drills) and small engines such as motorcycles, the Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) found it necessary to conduct a study to assess the potential of ethanol as an alternative fuel and deterioration of parts due to ethanol blend fuels, as well as impacts on local air quality.

As a result, Frontier Engineering and Consultants Co., Ltd. (FEC) was hired to conduct a laboratory study on the use of ethanol blend fuels in small agricultural engines and motorcycles.

2. Objectives

1) To assess the potential of using ethanol (i.e. E10, E20, E50, and E85) as an alternative fuel in small agricultural engines and motorcycles.

2) To assess deterioration of engine parts due to ethanol blended fuels (i.e. E10 and E85)

3) To conduct a fuel economy comparison between gasoline and ethanol blended fuels (i.e. E10, E20, E50, and E85) for small agricultural engines and motorcycles.

3. Sample Selection

To select small agricultural engine samples for the assessment and identifying the most commonly used engines, the study relied on data and literatures from several credible sources, about agricultural machines being used in Thailand, as well as a field survey of small agricultural machinery sales (i.e. best-selling machines) in prime retail markets such as Charoen Krung, Bangbuathong, and other suburban areas. As for the selection of motorcycle samples, the study relied on sale statistics such as lists of the most popular motorcycle brands

3) เพื่อทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระหว่างเบนซินกับแก๊สโซฮอล์ E10, E20, E50 และ E85 ในเครื่องยนต์การเกษตร

3. การคัดเลือกเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กและรถจักรยานยนต์

การคัดเลือกเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กได้พิจารณาจากข้อมูลการสำรวจสถิติการครอบครองเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กแต่ละประเภทที่มีอยู่ในประเทศไทยจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ที่มีความน่าเชื่อถือ รวมไปถึงการลงสำรวจพื้นที่จริง โดยทำการสำรวจยอดขายของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กที่มียอดขายดีที่สุดจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย รวมถึงผู้ค้าปลีกในตลาดหลัก เช่น เจริญกรุง บางบัวทอง และตามชาญเมืองต่างๆ เป็นต้น เพื่อที่จะสามารถระบุรุ่นและชนิดของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กที่จะเลือกเพื่อนำมาใช้ทำการทดสอบ ให้มีความเหมาะสมกับจำนวนที่ครอบครองส่วนใหญ่ในประเทศ ในส่วนของการคัดเลือกรถจักรยานยนต์นั้น ได้ทำการศึกษาข้อมูลการจำหน่ายรถจักรยานยนต์ โดยทำการสำรวจหาข้อมูลทางสถิติยอดขายรถจักรยานยนต์ในแต่ละประเภท จากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น การจัดอันดับรถจักรยานยนต์ยอดนิยม การสำรวจกับบริษัทผู้ผลิตรถจักรยานยนต์ และจากเว็ปไซต์อันดับรถจักรยานยนต์ยอดนิยมปี 2554 และเมื่อได้ดำเนินการคัดเลือกเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กและรถจักรยานยนต์เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์และวัสดุสำหรับใช้ในการทดสอบของโครงการแล้ว บริษัทฯ ได้จัดให้มีการประชุมหารือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสรุปอุปกรณ์และวัสดุตลอดจนแนวทางการดำเนินการทดสอบให้เป็นที่ยอมรับของผู้ที่เกี่ยวข้อง และเสนอให้ พพ. อนุมัติก่อนที่จะดำเนินการทดสอบต่อไป

สำหรับผลการคัดเลือกเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กเพื่อนำมาทำการทดสอบนั้น สามารถแบ่งประเภทเครื่องยนต์ออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ เครื่องตัดหญ้า เครื่องพ่นยา และเครื่องสูบน้ำ ชนิดละ 2 เครื่อง (อย่างน้อย 2 ยี่ห้อที่มียอดจำหน่ายสูงในประเทศ) ดังสรุปในตารางที่ 3-1 และรูปที่ 3-1 รวมทั้งสิ้น 6 เครื่อง โดยจัดหาทั้งที่เป็นเครื่องใหม่ และเครื่องเก่าที่ใช้งานมาแล้วไม่เกิน 3 ปี ดังนั้นจึงมีเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กสำหรับใช้ในการทดสอบจำนวน 12 เครื่อง

ในส่วนของการคัดเลือกรถจักรยานยนต์เพื่อนำมาทำการทดสอบนั้น ได้เลือกรถจักรยานยนต์ที่มียอดจำหน่ายสูง 2 ยี่ห้อๆ ละ 3 คัน รวมทั้งสิ้น 6 คัน โดยมีผลการคัดเลือกดังสรุปในตารางที่ 3-2 และรูปที่ 3-2 เพื่อนำมาทำการทดสอบ

ตารางที่ 3-1 แสดงผลสรุปการคัดเลือกรุ่นเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็ก

อันดับ	เครื่องยนต์แบบ 2 จังหวะ		เครื่องยนต์แบบ 4 จังหวะ
	เครื่องตัดหญ้า	เครื่องพ่นยาปราบศัตรูพืช	เครื่องสูบน้ำ
1	ยี่ห้อ แรพบิท รุ่น NB411	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น 2 ขา(K-025)	ยี่ห้อ ฮอนด้า รุ่น WB30XT2(GX160)
2	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น T200	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น A808(TU26)	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่นK-006/30CX(K-002)

and models, producer surveys, and the 2011 online rankings. Once the samples had been selected, a review meeting was held among related agencies prior to requesting approval from DEDE to proceed further.

The small agricultural engines selected for the assessment can be divided into 3 main groups, namely, mowers, chemical sprayers, and water pumps. Each engine group comprises the top 2 selling brands, and both new and used (less than 3 years old) engines, as can be seen in **Table 3-1** and **Figure 3-1**.

As for the motorcycle samples, a total of 6 motorcycles was selected for the assessment. The samples comprise the top 2 selling brands and 6 different models, as can be seen in **Table 3-2** and **Figure 3-2**.

Table 3-1 Selection of Small Agricultural Engines for the Assessment.

No.	2-Stroke Engines		4-Stroke Engines
	Mowers	Chemical Sprayers	Water Pumps
1	Rabbit NB411 / 2 hp	Kwai Thong K-025 / 1.3 hp	Honda WB30XT2 / 3.5 hp
2	Mitsubishi T200 / 2 hp	Mitsubishi A808 / 1.4 hp	Kwai Thong K-006/30CX / 6.5 hp

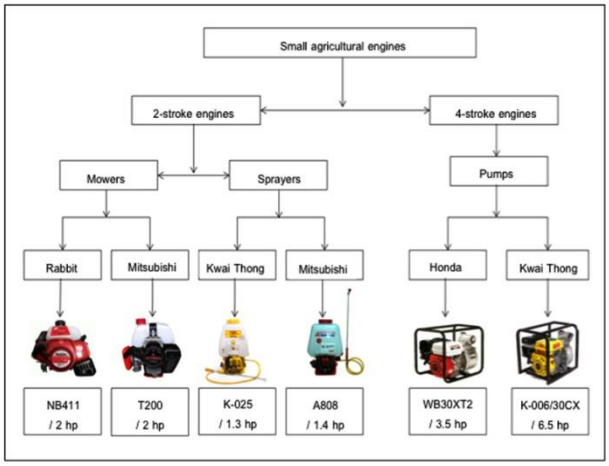
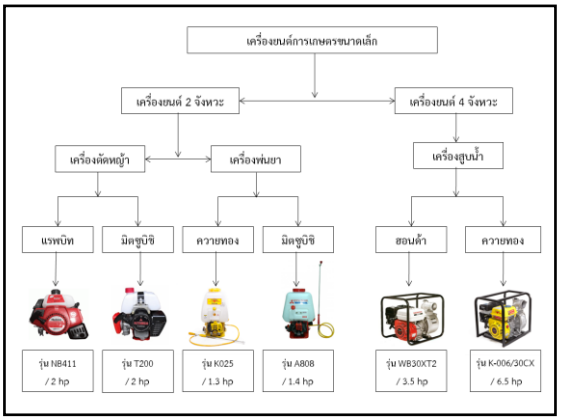


Figure 3-1 Selection of Small Agricultural Engines for the Assessment.

Table 3-2 Selection of Motorcycles for the Assessment.

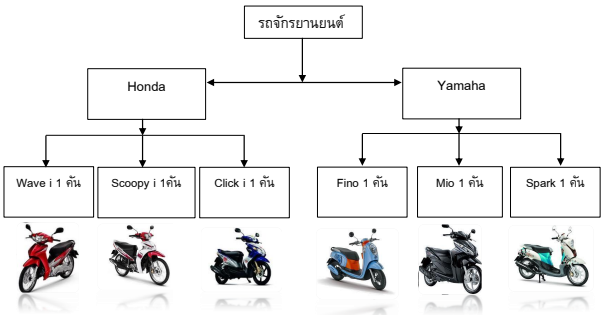
No.	Models	
	Brand: Honda	Brand: Yamaha
1.	Wave i (4-stroke)	Fino (4-stroke)
2.	Scoopy i (4-stroke)	Mio (4-stroke)
3.	Click i (4-stroke)	Spark (4-stroke)



รูปที่ 3-1 แสดงแผนผังสรุปการคัดเลือกเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็ก

ตารางที่ 3-2 แสดงผลสรุปการคัดเลือกรุ่นรถจักรยานยนต์

อันดับ	รุ่นรถจักรยานยนต์	
	ยี่ห้อ ฮอนด้า	ยี่ห้อ ยามาฮ่า
1.	เวฟ-ไอ	ฟีโน่
2.	สกู๊ปปี-ไอ	มีโอ
3.	คลิ๊ก-ไอ	สปาร์ค



รูปที่ 3-2 แสดงแผนผังสรุปการคัดเลือกรถจักรยานยนต์

4. ผลการศึกษาและทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็ก

การศึกษานี้ทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้า เครื่องยนต์ประเภทพ่นยา และเครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำ โดยการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ประกอบไปด้วย การทดสอบสตาร์ท การทดสอบกำลังสุทธิ การทดสอบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และการทดสอบการปลดปล่อยมลพิษ สามารถสรุปการทดสอบออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์โดยไม่ดัดแปลง และการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์หลังดัดแปลง ซึ่งจะดัดแปลงเฉพาะเครื่องยนต์ที่ทดสอบการสตาร์ทไม่ผ่านหรือเครื่องยนต์ที่มีกำลังสุทธิลดลงต่ำกว่าร้อยละ10 เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10 หลังจากทดสอบด้วยเชื้อเพลิงชนิดนั้นๆ ทั้งนี้ในการดัดแปลงเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กเพื่อรองรับการใช้งานแก๊สโซฮอล์ที่มีเอทานอลในสัดส่วนที่สูงขึ้น ได้ดำเนินการโดยขยายพื้นที่จ่ายเชื้อเพลิงของคาร์บูเรเตอร์ใหม่ เพื่อปรับปริมาณการจ่ายเชื้อเพลิง

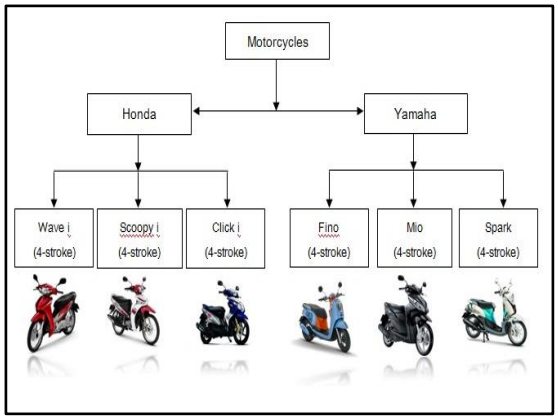


Figure 3-2 Selection of Motorcycles for the Assessment.

4. Performance Testing Results – Small Agricultural Engines

Performance testing of the small agricultural engine samples involved ignition system testing, net engine horsepower testing, fuel economy testing, and emissions testing. For engines which did not pass ignition system testing or produced less than 90% of net horsepower when tested with high-level ethanol blends than with E10, modifications were made to the engines before retest. The modification generally included enlargement of orifice tubes, referred to as jets, in the fuel path of the carburetors (float carburetors in mowers and water pumps and diaphragm carburetors in chemical sprayers).

4.1 Ignition System Testing Results

No Modifications to the Enginges

Ignition system testing results for unmodified small agricultural engines are shown in **Table 4.1-1**. In summary,

- All mowers and chemical sprayers (all brands, both new and used engines) were able to ignite E10, E20, and E50; but not E85.
- All water pumps (all brands, both new and used engines) were able to ignite all ethanol blend fuels.

ของคาร์บูเรเตอร์ให้มีความเหมาะสม ซึ่งเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กที่นำมาใช้ในการทดสอบสามารถแบ่งการดัดแปลงเครื่องยนต์เป็น 2 แบบ ได้แก่ เครื่องยนต์ใช้คาร์บูเรเตอร์แบบมีลูกลอย (เครื่องตัดหญ้าและเครื่องสูบน้ำ) และเครื่องยนต์ใช้คาร์บูเรเตอร์แบบแผ่นไดอะแฟรม (เครื่องพ่นยา)

4.1 ผลการศึกษาและทดสอบสตาร์ทของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็ก

<u>กรณีการทดสอบสตาร์ทเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลง</u>

การทดสอบสตาร์ทเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลงได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.1-1 และสรุปรายละเอียดดังนี้

- เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้าและประเภทพ่นยาซึ่งเป็นเครื่องยนต์ 2 จังหวะ ของทุกยี่ห้อ (ทั้งเครื่องเก่าและใหม่) โดยที่เครื่องยนต์ไม่มีการดัดแปลงสามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ติดได้เมื่อใช้กับแก๊สโซฮอล์ E10, E20 และ E50 แต่ไม่สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ติดได้กับแก๊สโซฮอล์ E85

- เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำซึ่งเป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะทั้งเครื่องใหม่และเครื่องเก่าของทั้ง 2 ยี่ห้อ โดยที่ไม่มีการดัดแปลงเครื่องยนต์สามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ติดได้กับแก๊สโซฮอล์ได้ทุกชนิดเชื้อเพลิง

ตารางที่ 4.1-1 ผลการทดสอบสตาร์ทเครื่องยนต์โดยไม่ดัดแปลงด้วยเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ทุกสัดส่วน

ประเภทเครื่องยนต์			ชนิดเชื้อเพลิง			
			แก๊สโซฮอล์ E10	แก๊สโซฮอล์ E20	แก๊สโซฮอล์ E50	แก๊สโซฮอล์ E85
เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้า	ยี่ห้อ แรพบิท รุ่น NB411	ใหม่	√	√	√	x
		เก่า	√	√	√	x
	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น T200	ใหม่	√	√	√	x
		เก่า	√	√	√	x
เครื่องยนต์ประเภทพ่นยา	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น A808(TU26)	ใหม่	√	√	√	x
		เก่า	√	√	√	x
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น K-025	ใหม่	√	√	√	x
		เก่า	√	√	√	x
เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำ	ยี่ห้อ ฮอนด้า รุ่น WB30XT2 (GX160)	ใหม่	√	√	√	√
		เก่า	√	√	√	√
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น K-006/30CX (K-002)	ใหม่	√	√	√	√
		เก่า	√	√	√	√

หมายเหตุ : เครื่องหมาย √ คือ เครื่องยนต์สามารถสตาร์ทติด, เครื่องหมาย X คือ เครื่องยนต์ไม่สามารถสตาร์ทติด

<u>กรณีการทดสอบสตาร์ทเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กที่ทำการดัดแปลง</u>

การทดสอบสตาร์ทเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กที่ทำการดัดแปลงได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1-2 และรายละเอียดดังนี้

- สำหรับเครื่องยนต์ที่ทดสอบสตาร์ทไม่ผ่านได้ดำเนินการ

Table 4.1-1 Ignition System Testing Results – No Modifications to the Engines.

Engines			Ethanol Blend Fuels			
			E10	E20	E50	E85
Mowers	Rabbit NB411 / 2 hp	New	√	√	√	X
		Used	√	√	√	X
	Mitsubishi T200 / 2 hp	New	√	√	√	X
		Used	√	√	√	X
Sprayers	Kwai Thong K-025 / 1.3 hp	New	√	√	√	X
		Used	√	√	√	X
	Mitsubishi A808 / 1.4 hp	New	√	√	√	X
		Used	√	√	√	X
Pumps	Honda WB30XT2 / 3.5 hp	New	√	√	√	√
		Used	√	√	√	√
	Kwai Thong K-006/30CX / 6.5 hp	New	√	√	√	√
		Used	√	√	√	√

Notes : √ denotes engines able to ignite, while X denotes engines not able to ignite

<u>With Modifications to the Engines</u>

Ignition system testing results for modified small agricultural engines are shown in **Table 4.1-2**. In summary,

- After modifications, engines – which did not initially pass ignition system testing when tested with E85 – were able to ignite all ethanol blend fuels. However, note that only new engines were modified and retested.

Table 4.1-2 Ignition System Testing Results – with Modifications to the Engines.

Engines		Ethanol Fuel Blends	
		E50	E85
Mowers	Rabbit NB411 / 2 hp	NA	√
	Mitsubishi T200 / 2 hp		√
Sprayers	Kwai Thong K-025/ 1.3 hp	√ *	√
	Mitsubishi A808 / 1.4 hp	√ *	√
Pumps	Honda WB30XT2 / 3.5 hp	NA	√ *
	Kwai Thong K-006/30CX / 6.5 hp		√ *

Notes: - √ denotes engines able to ignite after modifications
- √* denotes engines already able to ignite before modifications, but net horsepower not in a specified range
- NA = not applicable (engines already able to ignite before modifications)

4.2 Net Engine Horsepower Testing Results

<u>No Modifications to the Engines</u>

Net horsepower testing results for unmodified small agricultural engines when tested with high-level ethanol blends relative to when tested with E10 are shown in **Table 4.2-1**. In summary,

โดยนำเครื่องยนต์ใหม่ประเภทละ 1 เครื่องยนต์ ทำการทดสอบสตาร์ทหลังดัดแปลงซึ่งพบว่า เครื่องยนต์ทุกประเภทที่ผ่านการดัดแปลงสามารถผ่านการทดสอบสตาร์ทได้ปกติ

ตารางที่ 4.1-2 ผลการทดสอบสตาร์ทเครื่องยนต์หลังดัดแปลงทั้ง 3 ประเภทด้วยเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ทุกสัดส่วน

ประเภทเครื่องยนต์		ชนิดเชื้อเพลิง	
		แก๊สโซฮอล์ E50	แก๊สโซฮอล์ E85
เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้า	ยี่ห้อ แรพบิท รุ่น NB411	NA	√
	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น T200		√
เครื่องยนต์ประเภทพ่นยา	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น A808(TU26)	√*	√
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น 2 ขา(K-025)	√*	√
เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำ	ยี่ห้อ ฮอนด้า รุ่น WB30XT2 (GX160)	NA	√*
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น K-006/30CX (K-002)		√*

หมายเหตุ : - เครื่องหมาย √ คือ เครื่องยนต์สามารถสตาร์ทติดหลังดัดแปลง
- เครื่องหมาย √* คือ ก่อนดัดแปลงสตาร์ทติดแล้ว แต่กำลังสุทธิสูงสุดไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด จึงต้องดัดแปลงเครื่องยนต์และทำการทดสอบใหม่
- เครื่องหมาย NA คือ Not applicable (ก่อนดัดแปลงสตาร์ทติดแล้ว)

4.2 ผลการศึกษาและทดสอบกำลังสุทธิของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็ก

<u>กรณีการทดสอบกำลังสุทธิเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลง</u>

จากตารางที่ 4.2-1 แสดงผลสรุปการทดสอบกำลังสุทธิเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลงเมื่อทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E20, E50 และ E85 โดยเปรียบเทียบกับกำลังสุทธิสูงสุดของการทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10 พบว่า

- เครื่องยนต์ใหม่ประเภทตัดหญ้าทั้ง 2 ยี่ห้อสามารถทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10, E20 และ E50 ทั้งนี้เมื่อทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E20 เครื่องยนต์ให้กำลังสุทธิสูงสุดเพิ่มขึ้นแต่จะลดลงเมื่อทำการทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E50 สำหรับการทดสอบเครื่องยนต์เก่าทั้ง 2 ยี่ห้อ ด้วยแก๊สโซฮอล์ E20 พบว่า เครื่องยนต์ให้กำลังสุทธิสูงสุดเปลี่ยนแปลงระหว่าง 3% ถึง 12% โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องยนต์ แต่เมื่อทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E50 พบว่าไม่สามารถทดสอบกำลังสุทธิกับเครื่องยนต์เก่ายี่ห้อ แรพบิท ถึงแม้ว่าจะสามารถสตาร์ทเครื่องยนต์ติดก็ตาม

- เครื่องยนต์ประเภทพ่นยาใหม่และเก่าทั้ง 2 ยี่ห้อ สามารถทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10 และE20 แต่ไม่สามารถทดสอบกำลังสุทธิสูงสุดด้วยแก๊สโซฮอล์ E50 ได้ โดยเมื่อทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E20 พบว่าเครื่องยนต์ให้กำลังสุทธิสูงสุดลดลงประมาณ 5-10% โดยไม่ดัดแปลงเครื่องยนต์

- เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำทั้ง 2 ยี่ห้อ ทั้งเครื่องเก่าและใหม่สามารถทดสอบกำลังสุทธิสูงสุดด้วยแก๊สโซฮอล์ทุกสัดส่วน

- New mowers (all brands) – which able to ignite E10, E20, and E50 – produced more net horsepower when tested with E20 than when tested with E10; however, comparing to E10, E50 did not gave conclusive results, with the changes in net horsepower ranging between -1% and 3%.

- As for used mowers, when tested with E20, the changes in net horsepower produced consistently higher than testing with E10, with the range of 3 - 12% however, when tested with E50, the net horsepower could not be measured for the Rabbit brand, though the engine was able to ignite.

- All chemical sprayers (all brands, both new and used engines) produced less net horsepower when tested with E20 relative to when tested with E10; however, when tested with E50, the net horsepower could not be measured.

- For all water pumps (all brands, both new and used engines), the magnitude of the decrease in net horsepower produced increased with the percentage of ethanol in the blend, when tested with high-level ethanol blends relative to when tested with E10.

Table 4.2-1 Net Engine Horsepower Testing Results, When Tested with High-Level Ethanol Blends Relative to When Tested with E10 – No Modifications to the Engines.

Engines			Ethanol Fuel Blends		
			E20	E50	E85
Mowers	Rabbit NB411 / 2 hp	New	5%	-1%	NA
		Used	-3%	NA	
	Mitsubishi T200 / 2hp	New	13%	3%	
		Used	12%	-11%	
Sprayers	Kwai Thong K-025 / 1.3 hp	New	-13%	NA	
		Used	-8%		
	Mitsubishi A808 / 1.4 hp	New	-5%		
		Used	-12%		
Pumps	Honda WB30XT2 / 3.5 hp	New	1%	-10%	-23%
		Used	-3%	-10%	-17%
	Kwai Thong K-006/30CX / 6.5 hp	New	-3%	-10%	-25%
		Used	0%	-9%	-14%

Notes: NA = not applicable (engines able to ignite, but net horsepower not measurable)

<u>With Modifications to the Engines</u>

Net horsepower testing results for modified small agricultural engines when tested with high-level ethanol blends relative to when tested with E10 are shown in **Table 4.2-2**. Note that only new engines were modified and retested. In summary,

โดยกำลังสุทธิสูงสุดที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มลดลงตามสัดส่วนของแก๊สโซฮอล์ที่มีส่วนผสมของเอทานอลในเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.2-1 ผลการทดสอบกำลังสุทธิสูงสุดเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลงด้วยแก๊สโซฮอล์ E20, E50 และ E85 เปรียบเทียบกับกำลังสุทธิสูงสุดด้วยแก๊สโซฮอล์ E10

ประเภทเครื่องยนต์			ชนิดเชื้อเพลิง		
			แก๊สโซฮอล์ E20	แก๊สโซฮอล์ E50	แก๊สโซฮอล์ E85
เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้า	ยี่ห้อ แรพบิท รุ่น NB411	ใหม่	5%	-1%	NA
		เก่า	-3%	NA	
	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น T200	ใหม่	13%	3%	
		เก่า	12%	-11%	
เครื่องยนต์ประเภทพ่นยา	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น A808(TU26)	ใหม่	-5%	NA	
		เก่า	-12%		
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น 2 ขา(K-025)	ใหม่	-10%		
		เก่า	-8%		
เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำ	ยี่ห้อ ฮอนด้า รุ่น WB30XT2(GX160)	ใหม่	1%	-10%	-23%
		เก่า	-3%	-10%	-17%
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น K-006/30CX(K-002)	ใหม่	-3%	-10%	-25%
		เก่า	0%	-9%	-14%

หมายเหตุ : เครื่องหมาย NA คือ Not applicable (สตาร์ทติดแต่ไม่สามารถวัดค่ากำลังสุทธิได้ หรือสตาร์ทไม่ติด)

<u>กรณีการทดสอบกำลังสุทธิเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กหลังดัดแปลง</u>

การดัดแปลงเครื่องยนต์จะดัดแปลงเฉพาะเครื่องยนต์ใหม่ โดยเครื่องยนต์ที่ทดสอบไม่ผ่านการสตาร์ทหรือเครื่องยนต์มีกำลังสุทธิลดลงต่ำกว่า 10% ของการทดสอบก่อนดัดแปลงด้วยแก๊สโซฮอล์ E20, E50 และ E85 เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังสุทธิสูงสุดของการทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10 ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.2-2 และสรุปได้ดังนี้

- การทดสอบกำลังสุทธิของเครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้าหลังดัดแปลงด้วยแก๊สโซฮอล์ E85 พบว่าเครื่องยนต์ให้กำลังสุทธิสูงสุดเพิ่มขึ้นประมาณ 6-20%

- การทดสอบกำลังสุทธิของเครื่องยนต์ประเภทพ่นยาหลังดัดแปลงด้วยแก๊สโซฮอล์ E50 และE85 พบว่า เครื่องยนต์ยี่ห้อมิตซูบิชิให้กำลังสุทธิสูงสุดเพิ่มขึ้นประมาณ 33% และ 24% ตามลำดับ ส่วนเครื่องยนต์ยี่ห้อควายทองให้กำลังสุทธิสูงสุดเพิ่มขึ้นประมาณ 9% และ 2% ตามลำดับ

- การทดสอบกำลังสุทธิของเครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำหลังดัดแปลงด้วยแก๊สโซฮอล์ E85 พบว่าเครื่องยนต์ให้กำลังสุทธิสูงสุดลดลงประมาณ ±3%

- Modified mowers produced more net horsepower in a range of 6-20% when tested with E85 relative to when tested with E10.

- Modified chemical sprayers produced more net horsepower in a range of 9-33% and of 2-24% when tested with E50 and with E85, respectively, relative to when tested with E10.

- For modified water pumps, when tested with E85, the results were inconclusive relative to when tested with E10, with the changes in net horsepower ranging between -3% and 3%.

Table 4.2-2 Net Engine Horsepower Testing Results When Tested with High-Level Ethanol Blends Relative to When Tested with E10 – with Modifications to the Engines.

Engines		Ethanol Fuel Blends	
		E50	E85
Mowers	Rabbit NB411 / 2 hp	NA	20%
	Mitsubishi T200 / 2 hp		6%
Sprayers	Kwai Thong K-025 / 1.3 hp	9%	2%
	Mitsubishi A808 / 1.4 hp	33%	24%
Pumps	Honda WB30XT2 / 3.5 hp	NA	3%
	Kwai Thong K-006/30CX / 6.5 hp		-3%

Notes: NA = not applicable (engines already producing net horsepower in a specified range before modifications)

Note also that the unmodified engines, which produced more net horsepower when tested with E20 relative to when tested with E10, were found to have carburetor jets with diameter length close to what is stoichiometrically optimal for use with E20, but too long for use with E10. Note further that, with no modifications to the engines, E85 could only be used in 4-stroke engines.

4.3 Fuel Economy Testing Results

<u>No Modifications to the Engines</u>

Fuel economy testing results for unmodified small agricultural engines, at maximum net horsepower, when tested with high-level ethanol blend fuels relative to when tested with E10 are shown in **Table 4.3-1**. In summary,

- For all mowers (all brands, both new and used engines), the higher the percentage of ethanol in the blend was, the smaller the change in fuel economy number was in magnitude.

ตารางที่ 4.2-2 ผลการทดสอบกำลังสุทธิสูงสุดเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กหลังดัดแปลงของทุกประเภทด้วยแก๊สโซฮอล์ทุกสัดส่วน

ประเภทเครื่องยนต์		ชนิดเชื้อเพลิง	
		แก๊สโซฮอล์ E50	แก๊สโซฮอล์ E85
เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้า	ยี่ห้อ แรพบิท รุ่น NB411	NA	20%
	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น T200		6%
เครื่องยนต์ประเภทพ่นยา	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น A808(TU26)	33%	24%
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น 2 ขา(K-025)	9%	2%
เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำ	ยี่ห้อ ฮอนด้า รุ่น WB30XT2(GX160)	NA	3%
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น K-006/30CX(K-002)		-3%

หมายเหตุ : เครื่องหมาย NA คือ Not applicable (ผลการทดสอบก่อนดัดแปลงมีค่ากำลังสุทธิสูงสุดอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด)

โดยภาพรวมแล้วการเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงเพื่อใช้งานในเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลงพบว่า เมื่อทดสอบเครื่องยนต์ด้วยแก๊สโซฮอล์ E20 เครื่องยนต์มีการเปลี่ยนแปลงกำลังสุทธิเฉลี่ยระหว่าง ±10% เมื่อเทียบกับกำลังสูงสุดของเครื่องยนต์ไม่ดัดแปลงเมื่อทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10 แต่การทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E50 เครื่องยนต์มีกำลังสุทธิสูงสุดลดลงเฉลี่ยระหว่าง 1%-10% ทั้งนี้สาเหตุที่เมื่อทดสอบเครื่องยนต์ด้วยแก๊สโซฮอล์ E20 ของเครื่องยนต์บางยี่ห้อให้กำลังสุทธิสูงสุดสูงขึ้นเมื่อเทียบกับการทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10 เนื่องจากขนาดของรูจ่ายเชื้อเพลิง (นมหนู) ของเครื่องยนต์ถูกผลิตมาจากโรงงานมีขนาดที่ใหญ่มากกว่าขนาดที่คำนวณในทางทฤษฎี Stoichiometric A/F Ratio (การหาอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง) ที่ ด้วยแก๊สโซฮอล์ E10 ทำให้ส่วนผสมของมวลเชื้อเพลิงและมวลอากาศเป็นแบบหนา ดังนั้นเมื่อทดสอบเครื่องยนต์ด้วยแก๊สโซฮอล์ E20 ซึ่งมีค่า Stoichiometric A/F Ratio ใกล้กับของแก๊สโซฮอล์ E20 จึงมีกำลังสุทธิสูงที่สุดกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าแก๊สโซฮอล์ E85 สามารถใช้งานกับเครื่องยนต์แบบ 4 จังหวะเท่านั้น

4.3 ผลการศึกษาอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็ก

<u>กรณีการวัดอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลง</u>

จากตารางที่ 4.3-1 แสดงผลสรุปการวัดอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขณะทดสอบกำลังสุทธิสูงสุดของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลง พบว่า

- เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้าของทั้ง 2 ยี่ห้อ (ทั้งเครื่องเก่าและเครื่องใหม่) มีแนวโน้มอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับสัดส่วนของเอทานอลในเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้น โดยเห็นได้อย่างชัดเจนในเครื่องยี่ห้อมิตซูบิชิ

- เครื่องยนต์ประเภทพ่นยาของทั้ง 2 ยี่ห้อ ทั้งเครื่องเก่าและเครื่องใหม่ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงแตกต่างกันอย่าง

- For chemical sprayers, different results were observed for different brands – i.e. the Mitsubishi brand (both new and used engines) exhibited better fuel economy with the use of E20, while the Kwai Thong brand (both new and used engines) exhibited worse fuel economy with the use of E20, relative to the use of E10.

- For water pumps, the Honda brand (both new and used engines) exhibited worse fuel economy with the use of high-level ethanol blend fuels relative to the use of E10. For new Kwai Thong engine, fuel economy numbers observed for E20 and E10 did not differ much; though, for E50 and E85, the numbers were lower than that for E10. For used Kwai Thong engine, fuel economy numbers observed for high-level ethanol blend fuels did not differ much from the number observed for E10.

Table 4.3-1 Fuel Economy Testing Results, at Maximum Net Horsepower, When Tested with High-Level ethanol blend fuels Relative to When Tested with E10 – No Modifications to the Engines.

Engines			Ethanol Fuel Blends		
			E20	E50	E85
Mowers	Rabbit NB411 / 2 hp	New	21%	35%	NA
		Used	4%	NA	
	Mitsubishi T200 / 2 hp	New	4%	15%	
		Used	-8%	-19%	
Sprayers	Kwai Thong K-025 / 1.3 hp	New	20%	NA	
		Used	13%		
	Mitsubishi A808 / 1.4 hp	New	-6%		
		Used	-20%		
Pumps	Honda WB30XT2 / 3.5 hp	New	22%	24%	22%
		Used	6%	17%	14%
	Kwai Thong K-006/30CX / 6.5 hp	New	3%	-6%	-17%
		Used	2%	-3%	3%

Notes: NA = not applicable (engines not able to ignite or net horsepower not measurable)

<u>With Modifications to the Engines</u>

Fuel economy testing results for modified small agricultural engines, at maximum net horsepower, when tested with high-level ethanol blend fuels relative to when tested with E10 are shown in **Table 4.3-2**. In summary,

- Modified mowers exhibited worse fuel economy when tested with E85, with fuel economy number decreasing 55% relative to the number observed for unmodified mowers tested with E10.

ชัดเจน โดยเมื่อใช้กับแก๊สโซฮอล์ E20 เครื่องยนต์ยี่ห้อมิตซูบิชิ มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ลดลง ส่วนเครื่องยนต์ยี่ห้อควายทองจะมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่มากยิ่งขึ้น

- เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำยี่ห้อฮอนด้าเครื่องใหม่ เมื่อทดสอบกับแก๊สโซฮอล์ E20, E50 และ E85 อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 20% เมื่อเปรียบเทียบกับแก๊สโซฮอล์ E10 ซึ่งในเครื่องยนต์เก่าก็มีทิศทางในลักษณะเดียวกัน แต่อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นจะชัดเจนเมื่อทดสอบกับแก๊สโซฮอล์ E50 และ E85 สำหรับเครื่องยนต์ยี่ห้อควายทองเครื่องใหม่ เมื่อทดสอบกับแก๊สโซฮอล์ E20 อัตราการสิ้นเปลืองจะไม่แตกต่างจากการทดสอบกับแก๊สโซฮอล์ E10 มากนัก แต่อัตราการสิ้นเปลืองจะลดลงเมื่อใช้กับแก๊สโซฮอล์ E50 และ E85 ในส่วนของเครื่องเก่านั้นอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจะไม่พบการเปลี่ยนแปลงมากนัก

ตารางที่ 4.3-1 เปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในขณะกำลังสุทธิสูงสุดด้วยแก๊สโซฮอล์ทุกสัดส่วน เทียบกับแก๊สโซฮอล์ E10 ของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลง

ประเภทเครื่องยนต์			ชนิดเชื้อเพลิง		
			แก๊สโซฮอล์ E20	แก๊สโซฮอล์ E50	แก๊สโซฮอล์ E85
เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้า	ยี่ห้อ แรพบิท รุ่น NB411	ใหม่	21%	35%	NA
		เก่า	4%	NA	
	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น T200	ใหม่	4%	15%	
		เก่า	-8%	-19%	
เครื่องยนต์ประเภทพ่นยา	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น A808(TU26)	ใหม่	-6%	NA	
		เก่า	-20%		
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น 2 ขา(K-025)	ใหม่	20%		
		เก่า	13%		
เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำ	ยี่ห้อ ฮอนด้า รุ่น WB30XT2(GX160)	ใหม่	22%	24%	22%
		เก่า	6%	17%	14%
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น K-006/30CX(K-002)	ใหม่	3%	-6%	-17%
		เก่า	2%	-3%	3%

หมายเหตุ : เครื่องหมาย NA คือ Not applicable (เนื่องจากสตาร์ทเครื่องยนต์ไม่ติด หรือสตาร์ทติดแต่ไม่สามารถวัดค่าได้)

<u>กรณีการวัดอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กหลังดัดแปลง</u>

จากตารางที่ 4.3-2 แสดงผลสรุปการวัดอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กหลังดัดแปลง พบว่า

- การทดสอบเครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้าหลังดัดแปลงด้วยแก๊สโซฮอล์ E85 ในขณะกำลังสุทธิสูงสุดมีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นประมาณ 55% เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ไม่ดัดแปลงเมื่อทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10

- การทดสอบเครื่องยนต์ประเภทพ่นยาหลังดัดแปลงด้วยแก๊สโซฮอล์ E50 และ E85 ในขณะกำลังสุทธิสูงสุดมีอัตรา

- Modified chemical sprayers exhibited worse fuel economy when tested with E50 and E85, with fuel economy number decreasing in a range of 83-115% relative to the number observed for unmodified sprayers tested with E10.

- Modified water pumps exhibited worse fuel economy when tested with E85, with fuel economy number decreasing approximately 40% relative to the number observed for unmodified pumps tested with E10.

Table 4.3-2 Fuel Economy Testing Results, at Maximum Net Horsepower, When Tested with High-Level ethanol blend fuels Relative to When Tested with E10 – with Modifications to the Engines.

Engines		Ethanol Fuel Blends	
		E50	E85
Mowers	Rabbit NB411 / 2 hp	NA	56%
	Mitsubishi T200 / 2 hp		57%
Sprayers	Kwai Thong K-025 / 1.3 hp	99%	115%
	Mitsubishi A808 / 1.4 hp	83%	93%
Pumps	Honda WB30XT2 / 3.5 hp	NA	40%
	Kwai Thong K-006/30CX / 6.5 hp		38%

Notes: NA = not applicable (able to perform the testing with no modifications to the engines)

4.4 Emissions Testing Results

<u>No Modifications to the Engines</u>

Emissions testing results for unmodified small agricultural engines when tested with high-level ethanol blend fuels relative to when tested with E10 are shown in **Table 4.4-1**. In summary,

- Each and every engine group on average emitted the most pollution when tested with E10; and lesser pollution when tested with higher-level ethanol blend fuels.

- However, for Honda water pump, the amount of NO_X emitted increased with the percentage of ethanol in the blend. This is because the engine was stoichiometrically designed for use with conventional gasoline. So testing it wtih E85, which has a lower stochiometric A/F ratio of 9.86 relative to 14.7 of conventional gasoline and a higher number of oxygen molecules relative to conventional, resulted in combustion temperature as high as 800 ^{O}C and higher levels of NO_X emissions.

สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ณ กำลังสุทธิสูงสุดเพิ่มขึ้นระหว่าง 83-115% เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ไม่ดัดแปลงเมื่อทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10

- การทดสอบเครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำหลังดัดแปลงด้วยแก๊สโซฮอล์ E85 ในขณะกำลังสุทธิสูงสุดมีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ณ กำลังสุทธิสูงสุดเพิ่มขึ้นประมาณ 40% เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ไม่ดัดแปลงเมื่อทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10

ตารางที่ 4.3-2 เปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในขณะกำลังสุทธิสูงสุดด้วยแก๊สโซฮอล์ E50 และ E85 เทียบกับแก๊สโซฮอล์ E10 ของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กเครื่องใหม่หลังดัดแปลง

ประเภทเครื่องยนต์		ชนิดเชื้อเพลิง	
		แก๊สโซฮอล์ E50	แก๊สโซฮอล์ E85
เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้า	ยี่ห้อ แรพบิท รุ่น NB411	NA	56%
	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น T200		57%
เครื่องยนต์ประเภทพ่นยา	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น A808(TU26)	83%	93%
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น 2 ขา(K-025)	99%	115%
เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำ	ยี่ห้อ ฮอนด้า รุ่น WB30XT2(GX160)	NA	40%
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น K-006/30CX(K-002)		38%

หมายเหตุ : เครื่องหมาย NA คือ Not applicable (ก่อนดัดแปลงเครื่องยนต์ สามารถทำการทดสอบได้ตามปกติ)

4.4 ผลการศึกษาการปลดปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กจากการใช้แก๊สโซฮอล์แต่ละสัดส่วน

<u>กรณีการปลดปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลง</u>

จากการทดสอบการปลดปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์แต่ละประเภท ดังแสดงในตารางที่ 4.4-1 พบว่าเครื่องยนต์ทั้ง 3 ประเภท เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้า เครื่องยนต์ประเภทพ่นยา และเครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำ มีแนวโน้มโดยเฉลี่ยทิศทางเดียวกันกล่าวคือ แก๊สโซฮอล์ E10 มีการปลดปล่อยมลพิษต่ำที่สุดและการปลดปล่อยมลพิษลดลงสัมพันธ์กับสัดส่วนของเอทานอลในเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ตามสำหรับเครื่องสูบน้ำยี่ห้อ ฮอนด้า ปรากฏ NO_X มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับสัดส่วนของเอทานอลในเชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนมวลระหว่างอากาศและเชื้อเพลิง (Stoichiometric A/F Ratio) ของเชื้อเพลิงแต่ละสัดส่วนไม่เท่ากัน ซึ่งเครื่องยนต์ของเครื่องสูบน้ำยี่ห้อฮอนด้าถูกปรับแต่งให้จ่ายเชื้อเพลิงในสัดส่วนที่เหมาะสมกับน้ำมันเบนซิน ดังนั้นเมื่อทดสอบเครื่องยนต์ด้วยแก๊สโซฮอล์ E85 ที่มีค่า Stoichiometric A/F Ratio เท่ากับ 9.86 ต่ำกว่าเบนซินที่มี Stoichiometric A/F Ratio ประมาณ 14.7 ทำให้ส่วนผสมไอดี (น้ำมันและอากาศ) จะมีลักษณะที่บางลง และเมื่อเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 ถูกเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง จึงเกิดการออกซิเดชั่นของก๊าซไนโตรเจนที่ปนอยู่ในอากาศจนเกิดเป็นแก๊ส NOx ขึ้น

Table 4.4-1 Emissions Testing Results When Tested with High-Level Ethanol Blend Fuels Relative to When Tested with E10 – No Modifications to the Engines.

Engines			Ethanol Blend Fuels								
			E20			E50			E85		
			THC	CO	NO_X	THC	CO	NO_X	THC	CO	NO_X
Mowers	Rabbit NB411 /2 hp	New	6%	85%	0 ppm	-40%	-49%	0 ppm	NA		
		Used	-5%	-18%	14 ppm	NA	NA	NA			
	Mitsubishi T200 /2 hp	New	3%	-35%	0 ppm	-28%	-94%	0 ppm			
		Used	-13%	-84%	0 ppm	-25%	-87%	1 ppm			
Sprayers	Kwai Thong K-025 /1.3 hp	New	-5%	-44%	0 ppm	NA					
		Used	0%	-34%	0 ppm						
	Mitsubishi A808 /1.4 hp	New	-7%	-49%	0 ppm						
		Used	-24%	-35%	43 ppm						
Pumps	Honda WB30XT2 /3.5 hp	New	-38%	-12%	2 ppm	-77%	-51%	41 ppm	-87%	-87%	38 ppm
		Used	-36%	-24%	1 ppm	-58%	-56%	17 ppm	-88%	-80%	35 ppm
	Kwai Thong K-006/30CX /6.5 hp	New	-64%	-34%	0 ppm	-87%	-88%	0 ppm	-83%	-97%	0 ppm
		Used	39%	-23%	0 ppm	-31%	-99%	0 ppm	66%	-82%	0 ppm

Notes: - NA = not applicable
- NO_X values indicate changes in NO_X emissions when tested with high-level ethanol blend fuels relative to when tested with E10

<u>With Modifications to the Engines</u>

Emissions testing results for modified small agricultural engines when tested with high-level ethanol blend fuels relative to when tested with E10 are shown in **Table 4.4-2**. In summary,

- Most of the modified engines emitted more pollution when tested with high-level ethanol blend fuels relative to when tested with E10, due to the enlargement of carburetor jets causing combustion efficiency to go down.

ตารางที่ 4.4-1 ผลสรุปเปรียบเทียบการปลดปล่อยมลพิษโดยเฉลี่ยด้วยแก๊สโซฮอล์ทุกสัดส่วนเทียบกับแก๊สโซฮอล์ E10 ของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กโดยไม่ดัดแปลง

ประเภทเครื่องยนต์			ชนิดเชื้อเพลิง								
			แก๊สโซฮอล์ E20			แก๊สโซฮอล์ E50			แก๊สโซฮอล์ E85		
			THC	CO	NO_x	THC	CO	NO_x	THC	CO	NO_x
เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้า	ยี่ห้อ แรพบิท รุ่น NB411	ใหม่	6%	85%	0 ppm	-40%	-49%	0 ppm	NA		
		เก่า	-5%	-18%	14 ppm	NA	NA	NA			
	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น T200	ใหม่	3%	-35%	0 ppm	-28%	-94%	0 ppm			
		เก่า	-13%	-84%	0 ppm	-25%	-87%	1 ppm			
เครื่องยนต์ประเภทพ่นยา	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น A808 (TU26)	ใหม่	-7%	-49%	0 ppm	NA					
		เก่า	-24%	-35%	43 ppm						
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น 2 ขา (K-025)	ใหม่	-5%	-44%	0 ppm						
		เก่า	0%	-34%	0 ppm						
เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำ	ยี่ห้อ ฮอนด้า รุ่น WB30XT2 (GX160)	ใหม่	-38%	-12%	2 ppm	-77%	-51%	41 ppm	-87%	-87%	38 ppm
		เก่า	-36%	-24%	1 ppm	-58%	-56%	17 ppm	-88%	-80%	35 ppm
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น K-006/30CX (K-002)	ใหม่	-64%	-34%	0 ppm	-87%	-88%	0 ppm	-83%	-97%	0 ppm
		เก่า	39%	-23%	0 ppm	-31%	-99%	0 ppm	66%	-82%	0 ppm

หมายเหตุ : - เครื่องหมาย NA คือ Not applicable
- ค่า NO_x แสดงค่าเปลี่ยนแปลงจากเมื่อทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10
- ppm คือ part per million

<u>กรณีการปลดปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กหลังดัดแปลง</u>

จากการทดสอบสมรรถนะและการปลดปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์ดัดแปลงทั้ง 3 ประเภท ในกรณีเครื่องยนต์ทดสอบด้วยเชื้อเพลิงที่ไม่ผ่านการทดสอบสตาร์ทและสมรรถนะ (เครื่องยนต์ให้กำลังสุทธิต่ำกว่าแก๊สโซฮอล์ E10 เกินกว่า 10%) และถูกการดัดแปลงจนผ่านการทดสอบสตาร์ทและสมรรถนะ เพื่อสามารถทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E50 และ E85 ตามลำดับ พบว่าเครื่องยนต์ที่ได้รับการดัดแปลงส่วนใหญ่มีการปลดปล่อยมลพิษเพิ่มขึ้นสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบการใช้แก๊สโซฮอล์ E10 ทั้งนี้มีสาเหตุจากการปรับแต่งขนาดของรูจ่ายเชื้อเพลิงเพื่อให้เครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กสามารถให้กำลังเพียงพอต่อการทดสอบ จึงส่งผลโดยตรงทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ลดลง สำหรับผลการทดสอบการปลดปล่อยมลพิษภายหลังดัดแปลงเครื่องยนต์ด้วยแก๊สโซฮอล์สัดส่วนต่างๆเทียบกับการใช้แก๊สโซฮอล์ E10 แสดงดังตารางที่ 4.4-2

Table 4.4-2 Emissions Testing Results When Tested with High-Level Ethanol Blend Fuels Relative to When Tested with E10 – with Modifications to the Engines.

Engines		Ethanol Blend Fuels					
		E50			E85		
		THC	CO	NO_x	THC	CO	NO_x
Mowers	Rabbit NB411 / 2 hp	NA			205%	564%	0 ppm
	Mitsubishi T200 / 2 hp				145%	48%	0 ppm
Sprayers	Kwai Thong K-025 / 1.3 hp	185%	153%	0 ppm	192%	165%	0 ppm
	Mitsubishi A808 / 1.4 hp	90%	5%	0 ppm	128%	41%	0 ppm
Pumps	Honda WB30XT2 / 3.5 hp	NA			-68%	-29%	22 ppm
	Kwai Thong K-006/30CX / 6.5 hp				388%	147%	0 ppm

Notes: - NA = not applicable (able to perform the testing with no modifications to the engines)
- NO_x values indicate changes in NO_x emissions when tested with high-level ethanol blend fuels relative to when tested with E10

5. Engine Durability Testing Results – Small Agricultural Engines and Motorcycles

Durability testing of the small agricultural engine and motorcycle samples involved corrosion testing of metal and non-metal parts, as well as fuel pump and injector performance testing. Again, the small agricultural engine and motorcycle samples consist of top selling brands and models, with parts to be tested selected based on their direct contact with fuels and their importance to the functioning of the engines.

5.1 Corrosion Testing – Metal Parts

In testing corrosion resistance of metal parts, 2 methods – namely, immersion and electrochemical methods – were employed. The engine part selected for the testing was fuel tank, as it is always in direct contact with fuels and can be cut into smaller sizes for laboratory testing. Among the engine samples, only water pumps and motorcycles were found with metal fuel tanks. In using the immersion method, SAE J1747 standards were closely followed. As for the electrochemical method, in addition to being tested with E10 and E85, the specimens were tested with E100 as a reference.

The immersion method yielded the following results:

- No pitting corrosion was found in all specimens regardless of the ethanol blend fuels they were immersed in. Specifically, no visible corrosion was found in all specimens after immersion.

ตารางที่ 4.4-2 ผลสรุปเปรียบเทียบการปลดปล่อยมลพิษโดยเฉลี่ยด้วยแก๊สโซฮอล์ทุกสัดส่วนเทียบกับแก๊สโซฮอล์ E10 ของเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กภายหลังดัดแปลง

ประเภทเครื่องยนต์		ชนิดเชื้อเพลิง					
		แก๊สโซฮอล์ E50			แก๊สโซฮอล์ E85		
		THC	CO	NO_x	THC	CO	NO_x
เครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้า	ยี่ห้อ แรพบิท รุ่น NB411	NA			205%	564%	0 ppm
	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น T200				145%	48%	0 ppm
เครื่องยนต์ประเภทพ่นยา	ยี่ห้อ มิตซูบิชิ รุ่น A808(TU26)	90%	5%	0 ppm	128%	41%	0 ppm
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น 2 ขา(K-025)	185%	153%	0 ppm	192%	165%	0 ppm
เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำ	ยี่ห้อ ฮอนด้า รุ่น WB30XT2(GX160)	NA			-68%	-29%	22 ppm
	ยี่ห้อ ควายทอง รุ่น K-006/30CX(K-002)				388%	147%	0 ppm

หมายเหตุ : - เครื่องหมาย NA คือ Not applicable
- ค่า NO_x แสดงค่าเปลี่ยนแปลงจากเมื่อทดสอบด้วยแก๊สโซฮอล์ E10
- ppm คือ part per million

5. ผลการทดสอบความทนทานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็ก และรถจักรยานยนต์

การทดสอบความความทนทานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์การเกษตรและรถจักรยานยนต์ได้แบ่งการทดสอบออกเป็นสามส่วนหลัก คือ 1. การทดสอบความทนทานของชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นโลหะ 2. การทดสอบความทนทานของชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่เป็นโลหะ และ 3. การทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของปั๊มเชื้อเพลิงและหัวฉีด ซึ่งส่วนที่ 3 เป็นการทดสอบที่เพิ่มเติมขึ้นมาจากเงื่อนไขการว่าจ้าง เนื่องจากเล็งเห็นความสำคัญของการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานชิ้นส่วนของปั๊มเชื้อเพลิงและหัวฉีดที่อาจเกิดการกัดกร่อนจากการจุ่มแช่และสัมผัสกับเชื้อเพลิงแบบไดนามิกส์ (มีการทำงาน) โดยเครื่องยนต์การเกษตรและรถจักรยานยนต์ที่เลือกมาทำการทดสอบจะเป็นชนิดและรุ่นที่มียอดขายสูงสุด ประกอบด้วยเครื่องยนต์การเกษตร 6 เครื่อง และรถจักรยานยนต์อีก 2 ยี่ห้อ ยี่ห้อละ 3 รุ่น (รวมเป็น 6 ตัวอย่าง) สำหรับชิ้นส่วนวัสดุที่เป็นโลหะและไม่เป็นโลหะที่ถูกเลือกมาทำการทดสอบ จะพิจารณาจากชิ้นส่วนที่มีการสัมผัสกับเชื้อเพลิงโดยตรงและมีความสำคัญต่อการทำงานของเครื่องยนต์นั้น ๆ

5.1 ผลการทดสอบความทนทานของชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นโลหะ

การทดสอบความทนทานของชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นโลหะได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 วิธีคือ วิธีการจุ่มแช่ และวิธีทางไฟฟ้าเคมี โดยชิ้นส่วนการทดสอบ คือ ถังเชื้อเพลิง เนื่องจากถังเชื้อเพลิงมีการสัมผัสกับเชื้อเพลิงตลอดเวลา อีกทั้งสามารถนำมาตัดให้ได้ขนาดที่เหมาะสมในการทดสอบ ทั้งนี้เครื่องยนต์การเกษตรที่มีถังเชื้อเพลิงเป็นโลหะมีเพียง 2 ตัวอย่าง คือ เครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำยี่ห้อฮอนด้าและยี่ห้อควายทอง ในขณะที่รถจักรยานยนต์มีถังเชื้อเพลิงเป็นโลหะทั้ง 6 รุ่น การทดสอบการจุ่มแช่จะดำเนินตามมาตรฐาน SAE J1747 โดยเพิ่มการทดสอบเอทานอลสำหรับชิ้นงานบางตัวอย่างเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง

- For all the engine samples (both small agricultural engines and motorcycles) – except Honda Wave i, Scoopy i, and Click i motorcycles – no statistically significant decrease in the original weight of the specimens was found after immersion.
  - For Honda Wave i and Scoopy i, the most weight loss was due to E85.
  - For Honda Click i, the most weight loss was due to E10.

- The results were consistent with several previous studies finding no engine part corrosion due to ethanol.

The electrochemical method yielded uncomparable results when comparing metal part corrosions due to E10 and E85. This is because E10 produced corrosion current density that was too low to detect using polarization techniques. As a result, the specimens were also tested with E100 for comparison purpose. The results indicated the effects of E85 were more pronounced than those of E100 in all specimens.

5.2 Corrosion Testing – Non-Metal Parts

In testing corrosion resistance of non-metal parts, only the immersion method was employed, following closely the SAE J1748 standards and ASTM D417 standards. The non-metal parts tested were those made from rubber and plastic. Specifically, corrosion rates were determined by weight loss method and, when applicable, tensile methods. In addition, some of the specimens – namely, Kwai Thong chemical sprayer, Honda water pump, Honda Wave i motorcycle, and Yamaha Fino motorcycle – were tested with E100. The results indicated the dependence of corrosion rates on types of materials used to produce the engine parts. **Tables 5.2-1** and **5.2-2** summarize non-metal part corrosions due to ethanol blend fuels. These different types of corrosions may be explained as follows:

- Type 1 Corrosion

  All ethanol blend fuels led to initial weight gain of wet specimens. This swelling, caused by fluid penetration of the specimens, proceeded until it reached a limit and then increased no more. Prolonged immersion then caused bond cleavage in molecules and some constituents of the specimens (e.g. plasticizer) to dissolve. Consistent with previous studies, the results indicated that E10 had more penetrating power than E85 and may cause non-metal engine parts such as fuel lines and carburetor/float chamber gaskets in

ผลการทดสอบด้วยวิธีการจุ่มแช่ พบว่า ทุกชิ้นงานที่ทดสอบในเชื้อเพลิงทุกชนิดไม่พบการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นเฉพาะที่ และเมื่อพิจารณาด้วยตาเปล่าไม่พบความแตกต่างของชิ้นงานเมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นงานเริ่มต้น โดยการทดสอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์การเกษตรขนาดเล็กการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักมีค่าน้อยมากและไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของอิทธิพลของเชื้อเพลิง อัตราการกัดกร่อนที่คำนวณได้จากการจุ่มแช่ครบระยะพบว่ามีค่าต่ำมากและไม่พบอิทธิพลของเอทานอลต่ออัตราการกัดกร่อนชิ้นงานถังเชื้อเพลิงโลหะ สำหรับชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์การลดลงของน้ำหนักในทุกรุ่นมีค่าน้อยเช่นเดียวกัน โดยอิทธิพลของชนิดเชื้อเพลิงไม่มีผลต่อการลดลงของน้ำหนัก อย่างไรก็ตามชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์ทั้ง 2 ยี่ห้อ พบว่าชนิดของเชื้อเพลิงมีผลต่อการลดลงของน้ำหนัก แต่แนวโน้มไม่ได้เป็นไปในทางเดียวกัน โดยพบว่าแก๊สโซฮอล์ E85 ส่งผลต่อการลดลงของน้ำหนักสำหรับรถจักรยานยนต์ยี่ห้อฮอนด้า รุ่น Wave i และ Scoopy i มากกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น แต่แก๊สโซฮอล์ E10 ส่งผลต่อการลดลงของน้ำหนักในรถจักรยานยนต์ยี่ห้อฮอนด้า รุ่น Click i และเมื่อพิจารณาอัตราการกัดกร่อนหลังจากการจุ่มแช่ครบระยะจะมีเพียงรถจักรยานยนต์ยี่ห้อฮอนด้า รุ่น Click i มากที่สุดที่เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามค่าอัตราการกัดกร่อนที่ได้มีค่าต่ำมากในทุกรุ่น ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าอัตราการกัดกร่อนที่ต่ำนี้มิได้เกิดจากอิทธิพลของเชื้อเพลิงอย่างเป็นนัยสำคัญ ซึ่งจะสอดคล้องกับผลงานวิจัยในอดีต

การทดสอบวัสดุที่เป็นโลหะด้วยเทคนิคไฟฟ้าเคมี ไม่สามารถเปรียบเทียบอัตราการกัดกร่อนระหว่างแก๊สโซฮอล์ E10 และ E85 ได้ เนื่องจากแก๊สโซฮอล์ E10 ให้ค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าการกัดกร่อนต่ำกว่าขีดความสามารถของเครื่องที่จะตรวจสอบได้เป็นผลให้ไม่สามารถสร้างเส้นกราฟโพลาไรเซชั่นได้ ทั้งนี้จึงได้เพิ่มเติมการทดสอบจากเงื่อนไขการว่าจ้าง โดยการทดสอบเอทานอลเพื่อพิจารณาแนวโน้มในการกัดกร่อน ผลการทดสอบพบว่าแก๊สโซฮอล์ E85 มีแนวโน้มทำให้เกิดการกัดกร่อนมากกว่าเอทานอลในทุกชิ้นงานทดสอบ

5.2 ผลการทดสอบความทนทานของชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่เป็นโลหะ

การทดสอบความทนทานของชิ้นส่วนวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่เป็นโลหะสามารถแบ่งได้เป็นชิ้นส่วนที่ทำจากยาง และชิ้นส่วนที่ทำจากพลาสติก โดยวัสดุทั้งสองชนิดทำการทดสอบแบบจุ่มแช่เพียงอย่างเดียวตามมาตรฐาน SAE J1748 และ ASTM D417 ซึ่งการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานที่จุ่มแช่จะทำการพิจารณาจากการชั่งน้ำหนักสำหรับชิ้นส่วนที่ทำการทดสอบทุกชิ้น และการพิจารณาค่าแรงดึงที่ใช้ในการดึงชิ้นงานหลังจากการจุ่มแช่ให้ขาดจากกัน โดยเลือกชิ้นส่วนทดสอบเพียงบางชิ้นที่สามารถนำมาทำการดึงได้ โดยเปรียบเทียบกับผลการทดสอบแรงดึงของชิ้นงานก่อนสัมผัสเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังเพิ่มการทดสอบเอทานอลในชิ้นงานของเครื่องยนต์การเกษตรจำนวน 2 รุ่น คือ เครื่องยนต์ประเภทพ่นยายี่ห้อควายทอง และเครื่องยนต์ประเภทสูบน้ำยี่ห้อฮอนด้า และในชิ้นงานของรถจักรยานยนต์ยี่ห้อ Rabbit mowers to corrode more quickly than E85.

- Type 2 Corrosion

  All ethanol blend fuels led to initial weight gain of wet specimens. This swelling, caused by fluid penetration of the specimens, proceeded until it reached a limit and then increased no more. Prolonged immersion did not cause further weight changes of the specimens. Note that most of the specimens found subject to this corrosion type are typically made from plastic. The results indicated that, for small agricultural engine samples, E10 had more penetrating power than E85; while, for motorcycle samples (only 2 plastic specimens), E85 had more penetrating power than E10. Rubber specimens exhibited similar results.

- Type 3 Corrosion

  All ethanol blend fuels led to weight loss of wet specimens as some constituents of the specimens dissolve in the fuels. The weight loss occurred right at the beginning or after prolonged immersion. The results indicated that the effects of E85 on weight loss of the specimens were more pronounced than those of E10, except for the case of fuel line in Kwai Thong chemical sprayer where they indicated otherwise. For rubber, this type of corrosion can be more detrimental than weight gain, causing chemical degradation and leading to permanent deterioration of rubber.

- Type 4 Corrosion

  E10 led to weight gain of wet specimens after immersion, while E85 led to weight loss. The weight loss may cause permanent deterioration of rubber, leaching some of the constituents away and causing chemical degradation. The weight gain, or swelling, on the other hand, does not necessarily indicate permanent deterioration, as rubber often regains most of its original properties after the fluid has evaporated.

- Type 5 Corrosion

  Corrosion assessment could not be carried out due to specimens (e.g. floats and small valves) being too small in size and too light in weight; or being damaged during the test.

Tensile testing, which measures the maximum stress a material can withstand while being stretched or pulled before failing or breaking, found no clear link between changes in the

ฮอนด้า รุ่น Wave i และยี่ห้อยามาฮ่า รุ่น Fino ซึ่งผลการทดสอบที่ได้พบว่า ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ผลิต โดยสามารถสรุปผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ดังตารางที่ 5.2-1 และตารางที่ 5.2-2 และสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ลักษณะที่ 1 การเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลให้น้ำหนักเปียกของชิ้นงานที่จุ่มแช่มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการทดสอบสำหรับทุกเชื้อเพลิง ซึ่งเกิดจากการที่เชื้อเพลิงสามารถแทรกตัวเข้าไปในชิ้นงานได้ เป็นผลให้ชิ้นงานเกิดการบวมตัวขึ้น เมื่อชิ้นงานถึงสภาวะสมดุลของการซึมเข้าไปของเชื้อเพลิง ชิ้นงานจะไม่สามารถยอมให้เชื้อเพลิงแทรกตัวเข้าไปได้อีกต่อไป หลังจากนั้นเมื่อมีการจุ่มแช่นานขึ้น น้ำหนักเปียกของชิ้นงานจะมีการลดลงเนื่องมาจากการแตกหักของพันธะของชิ้นงาน ส่งผลให้เกิดการละลายขององค์ประกอบในชิ้นงานเช่นสารเติมแต่งประเภทสารเพิ่มคุณสมบัติความเป็นพลาสติก (Plasticizer) ทั้งนี้พบว่าแก๊สโซฮอล์ E10 มีสมบัติแทรกตัวเข้าไปอยู่ในชิ้นงานสูงกว่าแก๊สโซฮอล์ E85 ซึ่งจะสอดคล้องกับการวิจัยที่ผ่านมา เมื่อพิจารณาการเสื่อมสภาพของชิ้นงานจะพบว่าแก๊สโซฮอล์ E10 ส่งผลต่อการเสื่อมสภาพมากกว่าแก๊สโซฮอล์ E85 ชิ้นงานที่มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้เช่น ท่อส่งเชื้อเพลิงและปะเก็นห้องลูกลอยในเครื่องยนต์ประเภทตัดหญ้ายี่ห้อ แรพบิท

- ลักษณะที่ 2 การเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลให้น้ำหนักเปียกของชิ้นงานที่จุ่มแช่มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการทดสอบสำหรับทุกชนิดเชื้อเพลิง ซึ่งเกิดจากการที่เชื้อเพลิงสามารถแทรกตัวเข้าไปในชิ้นงานได้ เป็นผลให้ชิ้นงานเกิดการบวมตัวขึ้น หลังจากนั้นเมื่อชิ้นงานเข้าสู่สภาวะสมดุลจากการแทรกตัวของเชื้อเพลิง น้ำหนักของชิ้นงานจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีกต่อไป การเปลี่ยนแปลงในลักษณะเช่นนี้โดยมากจะเกิดจากชิ้นงานประเภทพลาสติก โดยแก๊สโซฮอล์ E10 จะแทรกตัวเข้าไปอยู่ในชิ้นงานได้มากกว่าแก๊สโซฮอล์ E85 สำหรับเครื่องยนต์การเกษตร และแก๊สโซฮอล์ E85 สามารถแทรกตัวเข้าไปอยู่ในชิ้นงานได้มากกว่าแก๊สโซฮอล์ E10 สำหรับรถจักรยานยนต์ (มีชิ้นส่วนพลาสติกเพียง 2 ตัวอย่าง) ทั้งนี้อิทธิพลของเชื้อเพลิงต่อการเสื่อมสภาพของยางจะเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการแทรกตัวของเชื้อเพลิงเข้าไปอยู่ในชิ้นงาน

- ลักษณะที่ 3 การเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลให้น้ำหนักเปียกของชิ้นงานที่จุ่มแช่มีค่าลดลงจากน้ำหนักเริ่มต้นสำหรับทุกชนิดเชื้อเพลิง ซึ่งเกิดจากการละลายของส่วนประกอบของชิ้นงานลงไปในเชื้อเพลิงที่จุ่มแช่ โดยน้ำหนักที่ลดลงนี้มีทั้งเกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นในการจุ่มแช่ และเกิดขึ้นเมื่อมีการจุ่มแช่เป็นเวลานาน ทั้งนี้แก๊สโซฮอล์ E85 ส่งผลต่อการลดลงของน้ำหนักมากกว่าแก๊สโซฮอล์ E10 ยกเว้นในบางกรณี เช่น ท่อส่งเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ประเภทพ่นยายี่ห้อ

ultimate tensile strength and the percentage of ethanol in the blends. This may be because of different modifications to the gripping heads of tensile test machines for different specimens; and the specimens not in standard shapes and sizes for tensile testing.

Table 5.2-1 Deterioration of Engine Parts/Small Agricultural Engines.

Items \ Brand Model	Rabbit NB 411	Mitsubishi T200	Kwai Thong K025	Mitsubishi A808	Honda WB30XT2	Kwai Thong K006/30CX
Fuel tank	2 (E10)	2 (E10)	2 (E10)	2 (E10)		
Fuel line	1 (E10)		3 (E10)	3	4	4
Carburetor gasket/Float bowl	1 (E10)					
Float bowl seal	5					
Fuel valve seal		3 (E85)				
Carburetor seal		3 (E85)				
Carburetor diaphragm				3 (E85)		
Supporting gasket for fuel regulating line				5		
Diaphragm for fuel regulating line				3 (E85)		
Fuel seal					3 (E85)	1 (E10)
Fuel float	5	5			2 (E85)	2 (E85)
Needle jet for adjusting float bowl level					1	
Initial fuel quantity adjusting system					1	1 (E10)
Fuel jet adjusting ring	5					

Notes: the numbers indicate types of corrosions observed; while parentheses show types of ethanol blend fuels which had more pronounced effects on the engines (i.e. no parentheses indicating similar results regardless of the blend types).

Table 5.2-2 characteristics of change of test motorcycle.

Items \ Brand Model	Honda Wave i	Honda Scoopyi	Honda Click i	Yamaha Fino	Yamaha Mio	Yamaha Spark
Fuel line	4	4	4	4	1 (E10)	1 (E10)
Fuel pump seal	1 (E10)	1 (E10)	1		1 (E10)	
Injector seal or O-ring	1 (E10)	1 (E10)	1		1 (E10)*	
Injector fuel line seal or O-ring	1 (E10)	1	1 (E10)		1*	
Fuel valve seal				5		
Float bowl gasket				3 (E85)		
Float bowl fuel line				4		
Fuel pump		2 (E85)				2 (E85)
Secondary fuel line (elbow)				4		

ควายทอง การเปลี่ยนแปลงของชิ้นส่วนที่ทดสอบลักษณะนี้น่าจะส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของยางมากกว่าการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มน้ำหนักของชิ้นส่วนเนื่องจากองค์ประกอบที่ผลิตเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ มีการละลายออกไปส่งผลต่อคุณสมบัติของชิ้นส่วนที่เปลี่ยนแปลงไป

- ลักษณะที่ 4 การเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดเชื้อเพลิง โดยแก๊สโซฮอล์ E10 ส่งผลให้ชิ้นงานมีน้ำหนักเปียกเพิ่มขึ้น ในขณะที่แก๊สโซฮอล์ E85 ส่งผลให้น้ำหนักเปียกมีน้ำหนักลดลงจากน้ำหนักเริ่มต้น การเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้ การลดลงของน้ำหนักเปียกน่าจะส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของยางมากกว่าการทำให้ยางเกิดการบวมตัวเนื่องจากส่วนประกอบในชิ้นงานมีการละลายออกไปจากชิ้นงานทำให้ชิ้นงานเสียคุณสมบัติบางอย่างไป

- ลักษณะที่ 5 ไม่สามารถสรุปผลการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานได้ อันเนื่องมาจากชิ้นงานมีขนาดหรือน้ำหนักน้อยเกินไป และมีการเสียหายของชิ้นงานระหว่างการทดสอบ เช่น ลูกลอย และ ซีลขนาดเล็ก

การทดสอบวัดค่าแรงดึงที่ใช้ดึงเพื่อให้ชิ้นงานขาดออกจากกันไม่เห็นแนวโน้มที่ชัดเจนของการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งแรงของชิ้นงานทดสอบที่ผ่านการจุ่มแช่เทียบกับชิ้นงานที่ยังไม่สัมผัสเชื้อเพลิง ทั้งนี้อาจเกิดจากการในทดสอบได้มีการดัดแปลงหัวจับยึดชิ้นงานสำหรับชิ้นงานแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน อีกทั้งขนาดและรูปร่างของชิ้นงานไม่สามารถทำได้ตามมาตรฐานการทดสอบแรงดึง (Tensile test)

ตารางที่ 5.2-1 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานทดสอบของ เครื่องยนต์การเกษตร

รายการ \ รุ่น ยี่ห้อ	แรพบิท NB 411	มิตซูบิชิ T200	ควายทอง K025	มิตซูบิชิ A808	ฮอนด้า WB30XT2	ควายทอง K006/30CX
ถังเชื้อเพลิง	2 (E10)	2 (E10)	2 (E10)	2 (E10)	-	-
ท่อส่งเชื้อเพลิง	1 (E10)		3 (E10)	3	4	4
ปะเก็นคาร์บูเรเตอร์หรือห้องลูกลอย	1 (E10)					
ซีลระบายห้องลูกลอย	5					
ซีลวาล์วจ่ายเชื้อเพลิง		3 (E85)				
ซีลปากคาร์บูเรเตอร์		3 (E85)				
แผ่นไดอะแฟรมชุดสูบเชื้อเพลิง				3 (E85)		
ปะเก็นรองชุดเปิดปิดทางเชื้อเพลิง				5		
แผ่นไดอะแฟรมเปิดปิดทางเชื้อเพลิง				3 (E85)		
ซีลเชื้อเพลิง					3 (E85)	1 (E10)
ลูกลอยเชื้อเพลิง	5	5			2 (E85)	2 (E85)
เข็มนมหนูปรับระดับเชื้อเพลิงห้องลูกลอย					1	
ชุดปรับตั้งปริมาณเชื้อเพลิงเริ่มต้น					1	1 (E10)
แหวนปรับระดับนมหนูเชื้อเพลิง	5					

หมายเหตุ : ตัวเลขแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น, ในวงเล็บแสดงชนิดเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงมากกว่ากรณีไม่มีวงเล็บหมายถึงไม่สามารถเปรียบเทียบได้หรือมีผลใกล้เคียง

Notes: the numbers indicate types of corrosions observed; while parentheses show types of ethanol blend fuels which had more pronounced effects on the engines (i.e. no parentheses indicating similar results regardless of the blend types)

5.3 Fuel Pump and Injector Performance Testing

Fuel pump and injector performance testing examined, under simulated conditions, whether the fuel pump was capable of generating sufficient pressure to deliver proper amount of ethanol blend fuels to the injector, as well as the effects of ethanol on injector pulse width. The results indicated no changes in fuel pump pressure and injector pulse width associated with the use of ethanol blend fuels

ตารางที่ 5.2-2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานทดสอบของ รถจักรยานยนต์

รายการ \ รุ่น ยี่ห้อ	ฮอนด้า Wave i	ฮอนด้า Scoopyi	ฮอนด้า Click i	ยามาฮ่า Fino	ยามาฮ่า Mio	ยามาฮ่า Spark
ท่อเชื้อเพลิง	4	4	4	4	1 (E10)	1 (E10)
ซีลปั๊มเชื้อเพลิง	1 (E10)	1 (E10)	1		1 (E10)	
ซีลหรือโอริงหัวฉีด	1 (E10)	1 (E10)	1		1 (E10)*	
ซีลหรือโอริงท่อเชื้อเพลิงเข้าหัวฉีด	1 (E10)	1	1 (E10)		1*	
ซีลวาล์วจ่ายเชื้อเพลิง				5		
ปะเก็นห้องลูกลอย				3 (E85)		
ท่อถ่ายเชื้อเพลิงห้องลูกลอย				4		
ปั๊มเชื้อเพลิง		2 (E85)				2 (E85)
ข้องอท่อเชื้อเพลิง				4		

หมายเหตุ : ตัวเลขแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น, ในวงเล็บแสดงชนิดเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากรณีไม่มีวงเล็บหมายถึงไม่สามารถเปรียบเทียบได้หรือมีผลใกล้เคียง และ * ใช้ชิ้นส่วนเดียวกัน

5.3 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของปั๊มเชื้อเพลิงและหัวฉีด

การทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของปั๊มเชื้อเพลิงและหัวฉีดเป็นการจำลองการทำงานของปั๊มเชื้อเพลิงที่มีการจุ่มแช่อยู่ในเชื้อเพลิงตลอดเวลาและการฉีดเชื้อเพลิงของหัวฉีด โดยวัดค่าความดันที่ปั๊มเชื้อเพลิงสร้างให้หัวฉีดในการฉีดเชื้อเพลิง และอัตราการฉีดเชื้อเพลิงของหัวฉีด ทั้งนี้พบว่าตลอดช่วงเวลาการทดสอบ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงความดันหรืออัตราการฉีดของหัวฉีดในเชื้อเพลิงทดสอบทุกชนิด