



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน  
และอนุรักษ์พลังงาน  
กระทรวงพลังงาน

## รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร (EXECUTIVE REPORT)

โครงการศึกษาผลกระทบของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์  
ที่มีต่อรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดติดตั้งอุปกรณ์เสริม FFV Conversion Kit เพื่อใช้เชื้อเพลิง E85

EFFECT OF LUBRICANT ON THE USE OF ETHANOL BLENDED FUELS  
E85 IN MOTORCYCLES EQUIPPED WITH FFV CONVERSION KIT



ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ  
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

## รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร

## EXECUTIVE REPORT

### 1. หลักการและเหตุผลความจำเป็น

สืบเนื่องจากพันธกิจหลักในการพัฒนา ส่งเสริม และสนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานสะอาดที่สอดคล้องกับสภาพการณ์ของแต่ละพื้นที่อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) โดยสำนักพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพ (สพช.) และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) ในฐานะที่ปรึกษา ได้ดำเนินโครงการศึกษาและทดสอบการใช้เชื้อเพลิง E85 ในรถจักรยานยนต์ระบบหัวฉีดหลังติดตั้งอุปกรณ์เสริม FFV Conversion Kit ในเบื้องต้น โดยพบว่าน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ เป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความทนทานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ รวมถึงด้านสมรรถนะเครื่องยนต์ของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E85 ในรถจักรยานยนต์ เพื่อเป็นการส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ในภาคขนส่งอย่างต่อเนื่องและแพร่หลาย และเพื่อศึกษาผลกระทบทั้งทางด้านเทคนิคในการใช้งานอุปกรณ์เสริมดังกล่าว พพ. และเอ็มเทคในฐานะที่ปรึกษา จึงได้ดำเนินโครงการศึกษาสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ชนิดและยี่ห้อที่ประชาชนทั่วไปใช้กันแพร่หลาย โดยใช้เกณฑ์พิจารณาความเหมาะสมด้านคุณภาพจากการเสื่อมสภาพและการสึกหรอของอนุภาคโลหะในชิ้นส่วนเครื่องยนต์จากการใช้งานในรถจักรยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง E85

### 2. วัตถุประสงค์

- 1) สำรวจและจัดอันดับความนิยมชนิดและยี่ห้อ น้ำมันหล่อลื่นจากผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์เพื่อคัดเลือกมาทดสอบในโครงการ
- 2) ศึกษาเปรียบเทียบด้านอัตราเร่งของรถจักรยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง E85 ในกรณีที่ใช้ น้ำมันหล่อลื่นชนิดต่างๆ
- 3) ศึกษาเปรียบเทียบด้านอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง E85 ในรถจักรยานยนต์ ในกรณีที่ใช้ น้ำมันหล่อลื่นชนิดต่างๆ
- 4) ศึกษาเปรียบเทียบด้านการสึกหรอของชิ้นส่วนโลหะของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง E85 ในกรณีที่ใช้ น้ำมันหล่อลื่นชนิดต่างๆ

### 1. PRINCIPLES AND RATIONALE

Nowadays, FFV conversion kit for ethanol fuel mixtures has been developed. As part of government effort to ensure efficient and sustainable ethanol fuel mixtures use in logistic and in other field of application, the Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) found it necessary to conduct a study to the potential of ethanol as an alternative fuel, in terms of the corresponding engine performance, fuel economy and effects on deterioration of parts due to ethanol blended fuels.

Consultant team, consisting of researchers from National Metal and Materials Technology Center (MTEC) was hired to conduct this study on the field test in terms of usage of ethanol blended fuels in motorcycles. Main objective of this project is to study the effects of different lubricants provided by 7 manufacturers on the deterioration of metal parts, the fuel economy, and the vehicle acceleration.

### 2. OBJECTIVES

- 1) To conduct the survey of the best-selling lubricant based on voices of motorcyclists in order to select for the test
- 2) To compare the vehicle acceleration of the motorcycles equipped with FFV conversion kit
- 3) To conduct a fuel economy comparison between different lubricants for motorcycles
- 4) To study the effects on deterioration of parts due to ethanol blended fuels between different lubricants for motorcycles

### 3. วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 คัดเลือกน้ำมันหล่อลื่นสำหรับรถจักรยานยนต์

ในการคัดเลือกน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์สำหรับรถจักรยานยนต์ในโครงการนั้น ได้พิจารณาจากผลสำรวจความนิยมในการเลือกซื้อของผู้ใช้รถจักรยานยนต์ในพื้นที่ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 550 ราย ซึ่งจากการสำรวจพบว่า ปัจจัยด้านราคา ยี่ห้อและรุ่นของรถจักรยานยนต์ที่ใช้ และความสะดวกด้านสถานที่ในการจัดหา มีผลสำคัญต่อการตัดสินใจอย่างสูง ซึ่งจากผลการดำเนินการสำรวจ พบว่าชนิดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ทั้ง 7 ยี่ห้อที่ได้รับความนิยมสูงสุดเป็นชนิดกึ่งสังเคราะห์ทั้งสิ้น โดยมีลำดับดังนี้

- (1) Honda 4T JASO MA 10W-30
- (2) Castrol Power 1 4T 10W-30
- (3) Shell Advance AX5 4T 15W-40
- (4) Valvoline Champ Extra 4T 10W-30
- (5) PTT Challenger 4T SAE 10W-40
- (6) Veloil 4 Cycle Racing SAE 10W-40
- (7) Yamalube 4T Single Grade SAE 40

### 3. METHODS

#### 3.1 SELECTION OF LUBRICANTS

The selection of lubricants considered in this project is carried out based on survey of the best-selling lubricant based on voices of 550 motorcyclists from Bangkok and near regions. As for the selection of motorcycle samples, the study relied on sale statistics such as lists of the most popular motorcycle brands and models, producer surveys, and online rankings. As a result, a total of 7 samples were selected as followed:

- (1) Honda 4T JASO MA 10W-30
- (2) Castrol Power 1 4T 10W-30
- (3) Shell Advance AX5 4T 15W-40
- (4) Valvoline Champ Extra 4T 10W-30
- (5) PTT Challenger 4T SAE 10W-40
- (6) Veloil 4 Cycle Racing SAE 10W-40
- (7) Yamalube 4T Single Grade SAE 40



รูปที่ 1 น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ทดสอบในโครงการ

Figure 1 Selection of lubricants

#### 3.2 ออกแบบการทดสอบ แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล และ

#### 3.2 DESIGN OF EXPERIMENT (DoE), QUESTIONNAIRE AND

### คู่มือการใช้รถของผู้ทดสอบ

ดำเนินการทดสอบโดยอาสาสมัครจำนวน 2 ราย โดยกำหนดให้แต่ละรายใช้งานรถจักรยานยนต์สำหรับการทดสอบน้ำมันหล่อลื่นแต่ละยี่ห้อเป็นระยะทาง 2,000 กิโลเมตร อาสาสมัครจะทำการบันทึกข้อมูลทุกครั้งที่มีการเติมน้ำมัน

### USER MANUAL

A total of 2 volunteers have been designed to test continuously in the distance of 2,000 km for each lubricant. Among the test, they have to record when fuel added.



รูปที่ 2 ตัวอย่างคู่มือการใช้รถของผู้ทดสอบ  
Figure 2 Example of user manual

### 3.3 ติดตั้งอุปกรณ์เสริม FFV CONVERSION KIT

### 3.3 INSTALLATION OF FFV CONVERSION KIT

### 3.4 ติดตั้งอุปกรณ์วัดพิกัด GPS

### 3.4 INSTALLATION OF GPS-TRACKER



รูปที่ 3 การติดตั้งชุดอุปกรณ์เสริม FFV conversion kit  
Figure 3 Installation of FFV conversion kit



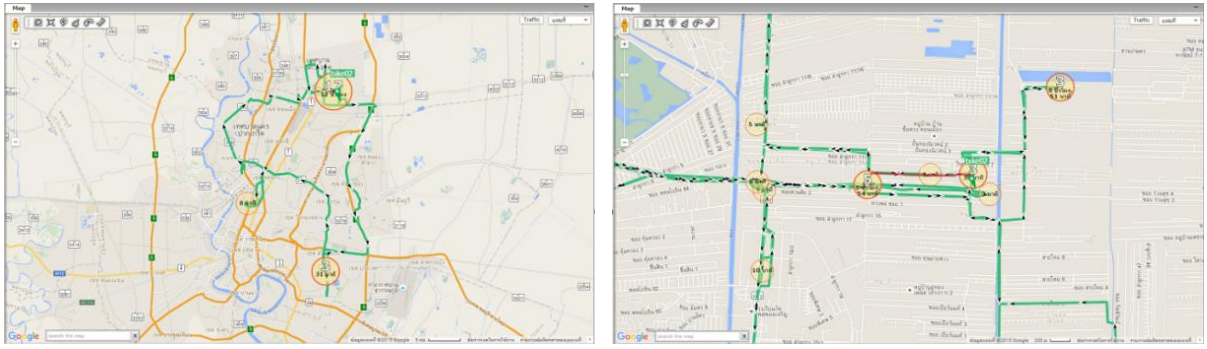
รูปที่ 4 ตัวอย่างชุดอุปกรณ์วัดพิกัด GPS  
Figure 4 Example of the installed GPS-Tracker

### 3.5 ทดสอบด้านอัตราเร่งการในขับขี่

### 3.5 VEHICLE ACCELERATION TEST

จากการทดสอบด้านสมรรถนะการขับขี่จากการใช้งานรถต้นแบบจริงโดยใช้อุปกรณ์บันทึกค่าความเร็ว และเส้นทาง การขับขี่ (GPS-Tracker) ตลอดระยะเวลาการทดสอบการใช้งานจริง ซึ่งตัวชี้วัดด้านสมรรถนะในการขับขี่ที่กำหนดไว้ในโครงการนี้ได้แก่ ค่าอัตราเร่ง (ระยะเวลาที่ใช้) ในการออกตัวจากที่รถหยุดนิ่งถึงความเร็ว 50, 60, 70, 80 และ 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในกรณีที่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ยี่ห้อต่างๆ ในสถานการณ์การใช้งานขับขี่รถจักรยานยนต์จริง

To study the potential of ethanol as an alternative fuel, in terms of the corresponding engine performance in motorcycles equipped with FFV conversion kit, the objective evaluation based on the measured vehicle acceleration is considered. By means of the GPS-Tracker, the time period required to reach the travelling speed of 50, 60, 70, 80 and 90 km/h from standstill were measured.



รูปที่ 5 ตัวอย่างการแสดงผลเส้นทางการขับขี่จากการบันทึกค่าความเร็วและเส้นทางการขับขี่ด้วยอุปกรณ์ GPS-Tracker  
Figure 5 Example of the recorded speed and position data using the GPS-Tracker

### 3.6 ทดสอบด้านอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

ดำเนินการทดสอบโดยอาสาสมัครจำนวน 2 ราย โดยกำหนดให้แต่ละรายใช้งานรถจักรยานยนต์สำหรับการทดสอบน้ำมันหล่อลื่นแต่ละยี่ห้อเป็นระยะทาง 2,000 กิโลเมตร

### 3.6 FUEL ECONOMY TEST

A total of 2 volunteers have been tested continuously in the distance of 2,000 km for each lubricant.



| ยี่ห้อและรุ่นเครื่องยนต์ | อาสาสมัคร       | ระยะทางทดสอบ (กิโลเมตร) | ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงเริ่มต้น (ลิตร) | ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงสิ้นสุด (ลิตร) | ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร) | อัตราค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (ลิตร/กิโลเมตร) |
|--------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Honda 1000-30            | อาสาสมัครแรก    | 2,000.00                | 41.95                                 | 2.37                                 | 42.25                               |   |
|                          | อาสาสมัครที่สอง | 2,000.00                | 35.07                                 | 2.37                                 | 36.92                               |   |
|                          | เฉลี่ย          |                         |                                       |                                      |                                     | 40.57   |
| Canoni 1000-30           | อาสาสมัครแรก    | 2,000.00                | 35.72                                 | 2.41                                 | 41.41                               |   |
|                          | อาสาสมัครที่สอง | 2,000.00                | 33.57                                 | 2.57                                 | 35.16                               |   |
|                          | เฉลี่ย          |                         |                                       |                                      |                                     | 40.57   |
| Shadi 1500-40            | อาสาสมัครแรก    | 2,000.00                | 40.76                                 | 2.55                                 | 43.52                               |   |
|                          | อาสาสมัครที่สอง | 2,000.00                | 35.25                                 | 2.61                                 | 38.23                               |   |
|                          | เฉลี่ย          |                         |                                       |                                      |                                     | 40.88   |
| Yamaha 1000-20           | อาสาสมัครแรก    | 2,000.00                | 35.75                                 | 2.41                                 | 41.41                               |   |
|                          | อาสาสมัครที่สอง | 2,000.00                | 33.58                                 | 2.68                                 | 37.86                               |   |
|                          | เฉลี่ย          |                         |                                       |                                      |                                     | 40.09   |
| PTT 1000-40              | อาสาสมัครแรก    | 2,000.00                | 40.25                                 | 2.45                                 | 43.10                               |   |
|                          | อาสาสมัครที่สอง | 2,000.00                | 35.85                                 | 2.66                                 | 37.61                               |   |
|                          | เฉลี่ย          |                         |                                       |                                      |                                     | 40.36   |
| Indot 1000-40            | อาสาสมัครแรก    | 2,000.00                | 35.25                                 | 2.38                                 | 42.10                               |   |
|                          | อาสาสมัครที่สอง | 2,000.00                | 35.88                                 | 2.62                                 | 38.99                               |   |
|                          | เฉลี่ย          |                         |                                       |                                      |                                     | 40.55   |
| Yamaha S400              | อาสาสมัครแรก    | 2,000.00                | 41.55                                 | 2.57                                 | 42.25                               |   |
|                          | อาสาสมัครที่สอง | 2,000.00                | 34.85                                 | 2.65                                 | 37.99                               |   |
|                          | เฉลี่ย          |                         |                                       |                                      |                                     | 40.12   |



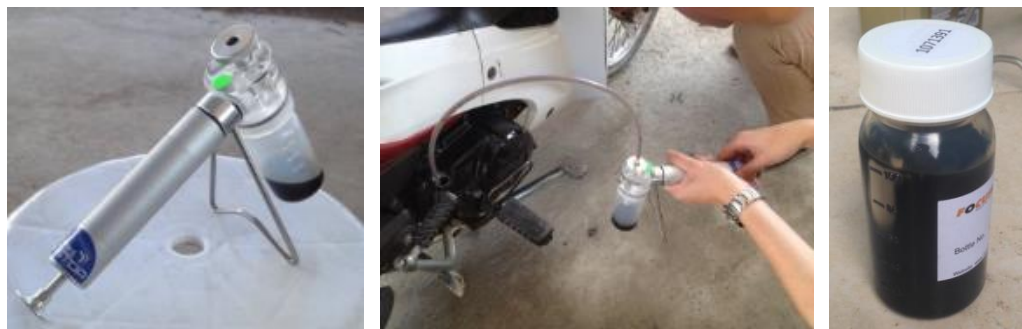
รูปที่ 6 ตัวอย่างแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลด้านอัตราการสิ้นเปลือง  
Figure 6 Example of fuel economy data collection

### 3.7 ทดสอบด้านความทนทานของเครื่องยนต์จากการใช้งานจริง

ดำเนินการโดยเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นที่ระยะการใช้งานทุก 1,000 กิโลเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ สภาพการสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ชุดคลัทช์ และเกียร์ (พิจารณาค่าปริมาณโลหะแบบหยาบ) สมบัติทางกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการใช้งาน (สิ่งเจือปน และปริมาณสารเพิ่มคุณภาพที่มีในน้ำมันหล่อลื่นแต่ละชนิด) ตามมาตรฐาน ASTM

### 3.7 EFFECTS ON DETERIORATION OF PARTS DUE TO ETHANOL BLENDED FUELS

The 100 cc of used lubricant was sampled at every 1,000 km driving distance. The lubricant sample analysis is performed in the laboratory to determine the lubricant condition, the contamination and the wear condition of the parts of the engine, clutch and transmission based on ASTM standards.



รูปที่ 7 การเก็บตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่น  
Figure 7 Sampling of used lubricant

#### 4. ผลการศึกษาทดสอบและผลสรุป

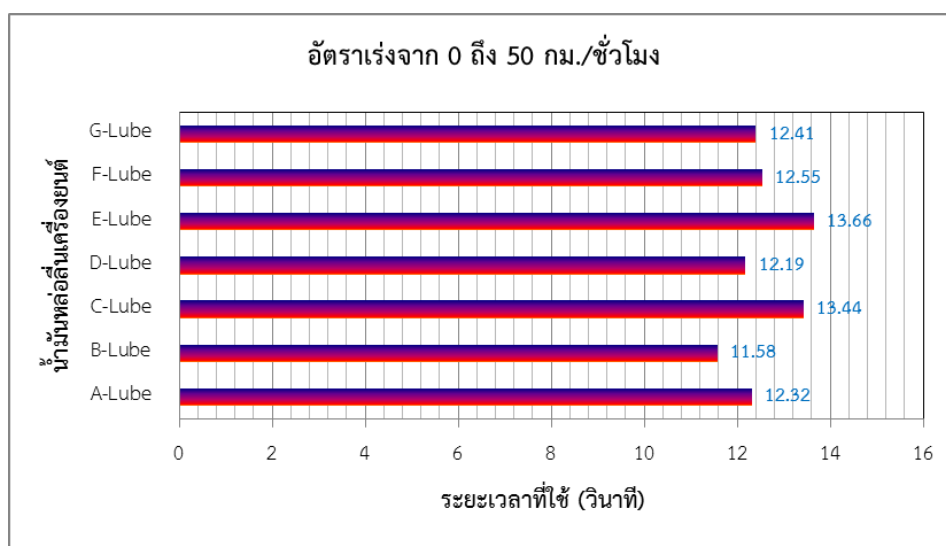
##### 4.1 การทดสอบด้านสมรรถนะเครื่องยนต์

จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบ สามารถสรุปได้ว่าค่าอัตราเร่งของรถจักรยานยนต์ที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง E85 และใช้น้ำมันหล่อลื่นแต่ละยี่ห้อ มีค่าใกล้เคียงกัน (แตกต่างกันสูงสุดประมาณ 2 วินาทีเท่านั้น) ดังนั้น ในกรณีของการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าอัตราเร่งที่เป็นผลที่เกิดจากน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์นั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างการใช้ น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์แต่ละยี่ห้ออย่างมีนัยสำคัญ

#### 4. RESULTS AND CONCLUSION

##### 4.1 ENGINE PERFORMANCE TEST RESULT

In this study, the engine performance test is performed in to compare the effects of different lubricants. Based on the results, the difference of time required to reach the aimed speed from standstill by using different lubricant is quite small. The maximum difference of the period of about 2 seconds is measured. It can be concluded that the type of considered lubricants is irrelevant to ratings of the acceleration in this case.



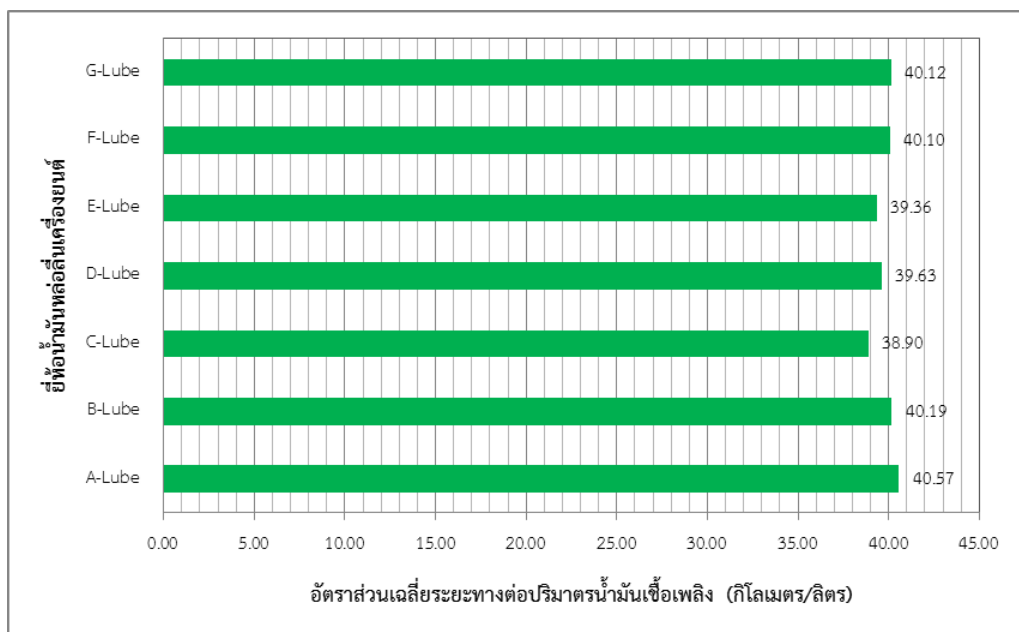
รูปที่ 8 การเปรียบเทียบค่าอัตราเร่งของการออกตัวถึงความเร็ว 50 กม./ชั่วโมง  
Figure 8 Comparison of the vehicle acceleration from 0-50 km/h

#### 4.2 การทดสอบด้านอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง E85

ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์พบว่า อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง E85 สูงสุดและต่ำสุดจากการใช้น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ทั้ง 7 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันไม่เกิน 2 กิโลเมตร/ลิตร หรือคิดเป็น 5% ซึ่งหมายความว่า ยี่ห้อหรือผู้ผลิตของน้ำมันหล่อลื่นทั้ง 7 ยี่ห้อที่ทำการศึกษาในโครงการไม่ได้เป็นตัวแปรหลักที่มีผลต่อความแตกต่างด้านอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง E85

#### 4.2 FUEL ECONOMY TEST RESULT

Due to the maximum 5% difference of the distance-fuel volume-ratio or about 2 km/liter difference between 7 different lubricants. It can be concluded that the lubricant types considered in this study are irrelevant to the fuel consumption of the engine with E85 fuel.



รูปที่ 9 อัตราส่วนเฉลี่ยระยะทางต่อปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิง E85 จากการใช้น้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อต่างๆ

Figure 9 Comparison of E85 fuel economy (km/liter)

#### 4.3 การทดสอบด้านความทนทานของเครื่องยนต์จากการทำงานจริง

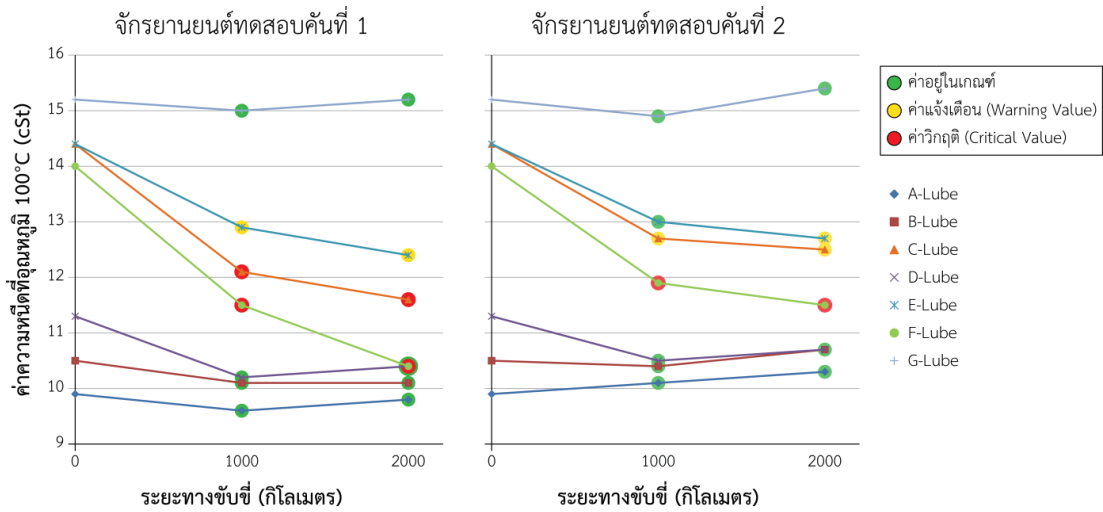
สำหรับการเสื่อมสภาพของน้ำมันหล่อลื่นเนื่องจากเกิดการสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องยนต์นั้น พิจารณาจากค่าความหนืดเชิงจลน์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D-445 ควบคู่ไปกับผลการวิเคราะห์ปริมาณอนุภาคโลหะชนิดต่างๆ ในน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ ตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D-6595 รวมถึงพิจารณาค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหล่อลื่นตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D-974

#### 4.3 EFFECTS ON DETERIORATION OF PARTS DUE TO ETHANOL BLENDED FUELS

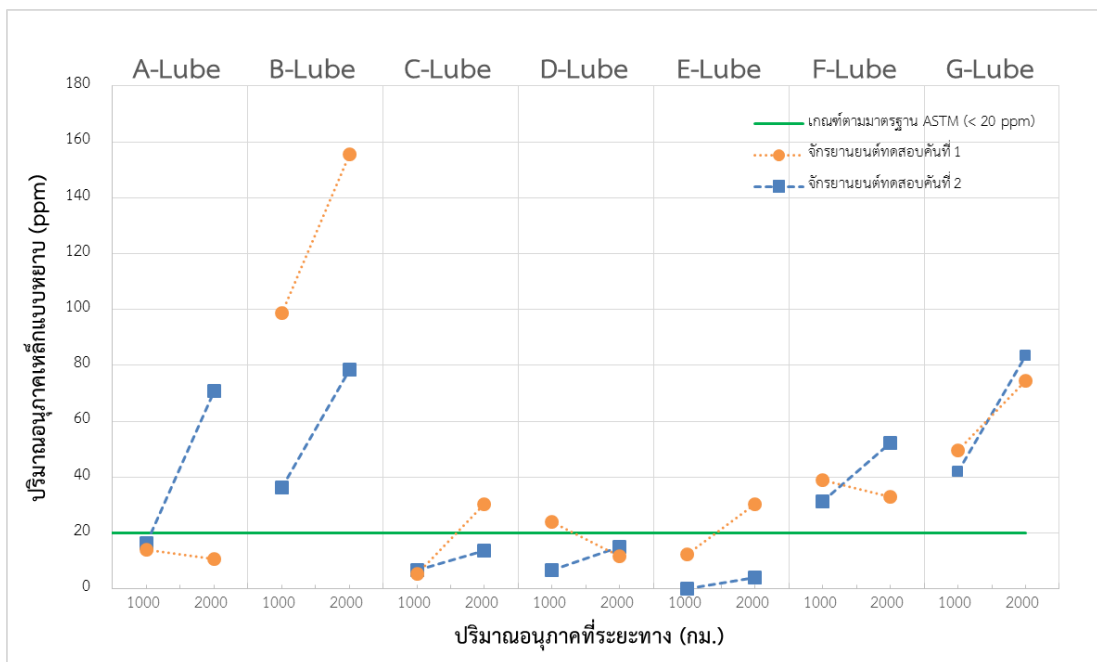
Durability testing of the motorcycle samples involved determination of wear metals and contaminants in used lubricants according to standard test method ASTM D-6595, the acid and base numbers of the used lubricant according to standard test method ASTM D-974 and the kinematic viscosity of the used lubricant according to standard test method ASTM D-445.

จากผลการวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้งานเป็นระยะทาง 2,000 กิโลเมตร พบว่า มีน้ำมันหล่อลื่นจำนวน 5 ยี่ห้อ จากทั้งหมด 7 ยี่ห้อ ที่มีค่าความหนืดเชิงจลน์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ น้ำมันหล่อลื่น A-Lube, B-Lube, D-Lube, E-Lube, และ G-Lube

Based on the ASTM D-445, the acceptable kinematic viscosity at 100°C should not exceed 20% different from the substrate. This is found in 5 types of 2,000 km used samples, i.e. A-Lube, B-Lube, D-Lube, E-Lube, and G-Lube.



รูปที่ 10 ค่าความหนืดเชิงจลน์ที่ 100°C ของน้ำมันหล่อลื่น  
Figure 10 Comparison of the viscosity of 7 lubricants



รูปที่ 11 ปริมาณอนุภาคเหล็กแบบหยาบของน้ำมันหล่อลื่น  
Figure 11 Comparison of coarse wear particle of iron

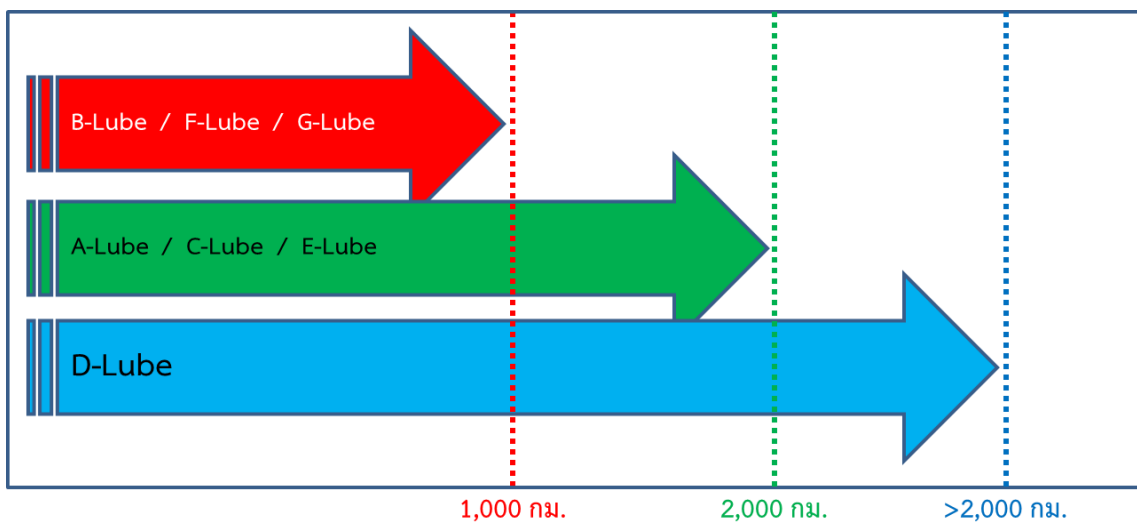


โดยจากผลการวิเคราะห์ในด้านสภาพของน้ำมันหล่อลื่นจากตัวอย่างทั้งหมด 7 ยี่ห้อ เมื่อพิจารณาค่าอนุภาคของเหล็ก (Fe) ขนาดหยาบ จะพบว่า มีเพียงน้ำมันหล่อลื่น D-Lube เท่านั้นที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ มีปริมาณไม่เกิน 20 ppm ที่ระยะทางวิ่ง 2,000 กิโลเมตร นอกจากนี้ยังพบอนุภาคขนาดหยาบของอะลูมิเนียมและทองแดงในบางยี่ห้อที่มีปริมาณเกินมาตรฐานเล็กน้อย ในขณะที่อนุภาคขนาดหยาบของโลหะชนิดอื่น ซึ่งได้แก่ โครเมียม ตะกั่ว ดีบุก นิกเกิล เงิน โมลิบดีนัม และไทเทเนียม มีปริมาณเฉลี่ยไม่เกินเกณฑ์ตามมาตรฐาน

จากผลการวิเคราะห์สภาพของน้ำมันหล่อลื่นและการสึกหรอของชิ้นส่วนจากปริมาณอนุภาคของเหล็ก อะลูมิเนียม และทองแดงแล้วนั้น จึงแนะนำให้เปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นยี่ห้อ B-Lube, F-Lube, และ G-Lube ที่ระยะทาง 1,000 กิโลเมตร ยี่ห้อ A-Lube, C-Lube, และ E-Lube ที่ระยะทาง 2,000 กิโลเมตร และยี่ห้อ D-Lube ที่ระยะทาง 2,000 กิโลเมตร เป็นต้นไป เพื่อการปกป้องชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานในกรณีที่ใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง E85

Based on the ASTM D-6595, the coarse wear metals particle number of the iron should be lower than the threshold of 20 ppm. This is found in only D-Lube on 2,000 km usage. While as coarse wears of aluminum and copper are detected slightly higher than the thresholds in some samples. The amount of other coarse wear metal particles such as Chromium, Lead, Tin, Nickel, Silver, Molybdenum and Titanium is in average lower than the threshold. Thus, the normal abrasive wear is determined.

Based on the given results of wear and lubricant conditions, it was suggested to perform the lubricant change in different period for E85 usage in motorcycle. By using B-Lube, F-Lube, and G-Lube as lubricant, the oil change should be done at travelling distance of 1,000 km. In case of A-Lube, C-Lube, and E-Lube, the lubricant can be changed at 2,000 km. While D-Lube can be changed after 2,000 km.



รูปที่ 12 ระยะทางที่แนะนำสำหรับน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์แต่ละยี่ห้อเพื่อการใช้เชื้อเพลิง E85  
Figure 12 Suggestion of the oil change period of 7 lubricants in case of E85 fuel usage