ปริมาณการปล่อยและชนิดของสารประกอบอินทรีย์ระเหยได้จากรถจักรยานยนต์

นายภราดา มีเงิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-03-0448-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- 6 มิ.ย. 2545

I32646626

EMISSION ESTIMATES AND SPECIES OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM MOTORCYCLES

Mr. Pharada Meengoen

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Environmental Engineering

Department of Environmental Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic year 2001

ISBN 974-03-0448-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปริมาณการปล่อยและชนิดของสารประกอบอินทรีย์ระเหยได้จากรถจักรยานยนต์
โดย	นายภราดา มีเงิน
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุรี ขาวเธียร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. นพภาพร พานิช)

..... กรรมการ

(นาย สมเกียรติ ท้วมแสง)

นายภราดา มีเงิน : ปริมาณการปล่อยและชนิดของสารประกอบอินทรีย์ระเหยได้จากรถจักรยานยนต์. (EMISSION ESTIMATES AND SPECIES OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM MOTORCYCLES) อ. ที่ปรึกษา : รศ. วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, 170 หน้า. ISBN 974-03-0448-6.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณการปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยได้ 4 ชนิด คือ เบนซิน โทลูอีน เอทิลเบนซิน และไซลีน (BTEX) จากไอเสียรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะก่อนและหลังการซ่อมบำรุง จำนวน 10 คัน โดยแบ่งตัวอย่างรถตามอายุการใช้งานออกเป็น 3 กลุ่ม คือ รถที่มีอายุมากกว่า 10 ปี รถที่มีอายุ 6-10 ปี และรถที่มีอายุน้อยกว่า 6 ปี

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างไอเสียสามสภาวะ คือ สภาวะเดินเบา สภาวะขับจริงบนถนน และการขับในห้องทดสอบ โดยใช้ปั๊มดูดไอเสียผ่านหลอด Charcoal แล้วนำไปสกัดด้วย CS_2 ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/FID เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้น และปริมาณของมลพิษ BTEX แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาถึงผลของอายุการใช้งาน และการซ่อมบำรุงที่มีต่อการปล่อย BTEX

จากการวิจัยพบว่า อายุรถไม่มีผลต่อปริมาณการปล่อย BTEX และการซ่อมบำรุงมีส่วนช่วยทำให้ปริมาณ BTEX ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยก่อนการซ่อมบำรุงค่าเฉลี่ยของ BTEX ที่ปล่อยจากรถจักรยานยนต์ 2 จังหวะ มีค่าเท่ากับ 790.458, 1550.108, 74.946 และ 244.856 มก./กม. ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นสัดส่วน BTEX ต่อ THC ในไอเสียเท่ากับร้อยละ 8.46, 16.54, 0.83 และ 2.72 ตามลำดับ

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2544

4270475221 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEY WORD: BENZENE / TOLUENE / ETHYL BENZENE / XYLENE / BTEX / VOC / OZONE / MOTORCYCLE / EMISSION

PHARADA MEENGOEN : EMISSION ESTIMATES AND SPECIES OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM MOTORCYCLES. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. WONGPUN LIMPASENI, 170 pp. ISBN 974-03-0448-6.

The objectives of this study were to investigate the emission of benzene, toluene, ethyl benzene and xylene (BTEX) from 2-stroke motorcycles (MC), to compare the sampling conditions and to learn about the effect of the ages and maintenance of the motorcycles with BTEX emission. The 10 MC samples were divided by ages into 3 groups; more than 10 years, 6-10 years and less than 6 years.

To measure BTEX, the MC exhaust were collected both before and after the maintenance by using vacuum pump with charcoal tube in three conditions; idle, on-road driving and driving on chassis dynamometer, then extracted with CS_2 and analyzed by GC/FID.

The results show that the ages of MC did not affect the BTEX emission. And the BTEX emission decreased after maintenance insignificantly. Before maintenance the averages of BTEX emission from 2-stroke MC are 790.458, 1550.108, 74.946 and 244.856 mg/km respectively while BTEX/THC ratio in the 2-stroke MC exhaust are 8.46, 16.54, 0.83 and 2.72 respectively.

Department ENVIRONMENTAL ENGINEERING Student's signature .....

Field of study ENVIRONMENTAL ENGINEERING Advisor's signature .....

Academic year 2001

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฐ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย 3
1.4 แผนการดำเนินงานวิจัย 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 5
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 รถจักรยานยนต์ 6
2.1.1 ชนิดของเครื่องยนต์สันดาปภายใน 6
2.1.2 วัฏจักรของเครื่องยนต์ 7
2.1.3 ระบบหล่อลื่น 8
2.2 เชื้อเพลิงและการเผาไหม้ 15
2.2.1 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน 15
2.2.2 โครงสร้างของเชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน 17
2.2.3 กระบวนการเผาไหม้ 18
2.2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อมลพิษจากเครื่องยนต์เบนซิน 19
2.3 บทบาทของไฮโดรคาร์บอนต่อชีวอนามัยและการเกิดก๊าซโอโซน 20
2.3.1 ผลกระทบต่อชีวอนามัย 20
2.3.2 ปรากฏการณ์โฟโตเคมิคัลสม็อก 21

2.3.3 โฟโตเคมิคัลออกซิแดนท์ 22
2.3.4 กลไกการเกิดก๊าซโอโซน (O_3) 22
2.4 ผลกระทบของก๊าซโอโซน 23
2.4.1 ผลกระทบของก๊าซโอโซนต่อสุขภาพ 23
2.4.1.1 พิษเฉียบพลัน 25
2.4.1.2 พิษเรื้อรัง 26
2.4.2 ผลกระทบของก๊าซโอโซนต่อสิ่งแวดล้อม 26
2.4.2.1 ผลกระทบต่อพืชและระบบนิเวศน์วิทยาเกษตร 26
2.4.2.2 ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์วิทยาธรรมชาติ 28
2.4.2.3 ผลกระทบต่อเกษตรกรรม ป่าไม้ ระบบนิเวศน์ และเศรษฐกิจ 30
2.4.3 ผลกระทบของก๊าซโอโซนต่อวัสดุ 30
2.5 มาตรฐานในการควบคุมปริมาณโอโซนในบรรยากาศ 30
2.5.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศของไทย 30
2.5.2 มาตรฐานคุณภาพอากาศของสหรัฐอเมริกา 30
2.5.3 มาตรฐานสารมลพิษจากท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ 33
2.6 การศึกษาที่ผ่านมา 34

3 วิธีดำเนินการวิจัย 42
3.1 ตัวอย่างรถจักรยานยนต์ 42
3.2 การเก็บตัวอย่างอากาศ 43
3.2.1 วิธีการเก็บตัวอย่างอากาศ 43
3.2.2 สภาวะการเก็บตัวอย่างอากาศ 44
3.2.3 สถานที่เก็บตัวอย่างอากาศ 46
3.3 วัสดุและอุปกรณ์ 48
3.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ 48
3.4.1 การสกัดด้วยสารละลาย CS_2 49
3.4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 49
3.4.3 การหาเปอร์เซ็นต์การสกัดคืน 52
3.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 53
3.6 ตัวแปรในการทดลอง 55

3.7 วิธีการซ่อมบำรุง 55

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการอภิปรายผล 56

4.1 การวัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 56

4.2 การตรวจวัดปริมาณมลพิษจากไอเสีย 56

4.3 การตรวจวัด BTEX จากไอเสีย 61

4.4 การอภิปรายผล 61

4.4.1 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิง 61

4.4.2 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อการปล่อยมลพิษและ BTEX 61

4.4.2.1 สภาวะเดินเบา 88

4.4.2.2 สภาวะขับจริง 91

4.4.2.3 สภาวะขับในห้องทดสอบ 93

4.4.3 ผลของอายุรถที่มีต่อการปล่อย BTEX 95

4.4.4 ปริมาณ BTEX ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียรถจักรยานยนต์ 98

4.4.5 สัดส่วน BTEX ต่อ THC 99

4.4.5.1. สภาวะเดินเบา 99

4.4.5.2. เมื่อขับในห้องทดสอบ 100

4.4.6 การเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา 101

4.4.7 การเปรียบเทียบวิธีการเก็บไอเสียในสภาวะต่างๆ 101

5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 102

5.1 สรุปผลการวิจัย 102

5.2 ข้อเสนอแนะ 103

รายการอ้างอิง 104

ภาคผนวก 107

ก ประวัติและรายละเอียดการซ่อมบำรุงรถจักรยานยนต์ 108

ข ตัวอย่างวัฏจักรในการขับทดสอบในห้องปฏิบัติการ 111

ค ผลการตรวจวัดมลพิษในห้องปฏิบัติการก่อนการซ่อมบำรุงรถจักรยานยนต์ 113

ง ผลการตรวจวัดมลพิษในห้องปฏิบัติการหลังการซ่อมบำรุงรถจักรยานยนต์ 124

จ รายละเอียดการเก็บตัวอย่างไอเสียเพื่อวิเคราะห์หา BTEX 135
ฉ รายการคำนวณสารละลายมาตรฐานในการเตรียม Calibration Curve.....143
ช รายการคำนวณ % Recovery และการอ่านค่าจากโครมาโตแกรม 149
ซ สภาวะการทำงานของเครื่อง GC/FID 158
ฌ Calibration Curve และตัวอย่างโครมาโตแกรมจากการวิเคราะห์ 162

ประวัติผู้วิจัย 170

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนงานและระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย..... 4

1.2 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....5

2.1 ข้อแตกต่างระหว่างเครื่องยนต์แบบ SI และ CI..... 7

2.2 ลักษณะสมบัติของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง.....18

2.3 ผลกระทบของก๊าซโอโซนทางด้านชีวอนามัย..... 25

2.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทย.....31

2.5 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของสหรัฐอเมริกา.....32

2.6 มาตรฐานสารมลพิษจากท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ใหม่.....33

2.7 ปริมาณมลพิษจากการจราจรทางถนน พ.ศ. 2535 (หน่วย : ตัน/ปี) 37

2.8 ปริมาณมลพิษจากการจราจรทางถนน พ.ศ. 2535 (หน่วย : %).....38

2.9 ส่วนประกอบของ VOCs ที่ปล่อยออกมาจากเครื่องยนต์สันดาปภายใน.....38

2.10 ปริมาณความเข้มข้นของBTXที่ปล่อยออกมาไอเสียรถจักรยานยนต์..... 40

2.11 อัตราการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดชนิดต่างๆ..... 41

2.12 อัตราการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดชนิดเคลื่อนที่ จำแนกตามประเภท..... 41

3.1 ปริมาณสารละลายมาตรฐาน BTEX.....52

3.2 แผนงานการเก็บตัวอย่างไอเสียในการวิเคราะห์ BTEX..... 55

4.1 อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงก่อนการซ่อมบำรุง..... 58

4.2 อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงหลังการซ่อมบำรุง..... 58

4.3 ผลการตรวจวัดมลพิษจากไอเสียแบบเดินเบาก่อนการซ่อมบำรุง..... 59

4.4 ผลการตรวจวัดมลพิษจากไอเสียแบบเดินเบาหลังการซ่อมบำรุง.....59

4.5 ผลการตรวจวัดมลพิษจากไอเสียในห้องทดสอบก่อนการซ่อมบำรุง..... 60

4.6 ผลการตรวจวัดมลพิษจากไอเสียในห้องทดสอบหลังการซ่อมบำรุง..... 60

4.7 ผลการวิเคราะห์ BTEX ในสภาวะเดินเบาก่อนการซ่อมบำรุง.....62

4.8 ผลการวิเคราะห์ BTEX ในสภาวะเดินเบาหลังการซ่อมบำรุง..... 63

4.9 ผลการวิเคราะห์ BTEX ในสภาวะขับจริงก่อนการซ่อมบำรุง.....64

4.10 ผลการวิเคราะห์ BTEX ในสภาวะขับจริงหลังการซ่อมบำรุง.....65

4.11 ผลการวิเคราะห์ BTEX เมื่อขับในห้องทดสอบก่อนการซ่อมบำรุง.....66

4.12 ผลการวิเคราะห์ BTEX เมื่อขับในห้องทดสอบหลังการซ่อมบำรุง.....67
4.13 ผลการวิเคราะห์ BTEX ในไอเสียรถจักรยานยนต์ 4 จังหวะเมื่อขับในห้องทดสอบ.....68
4.14 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของมลพิษและ BTEX กับผลการทดสอบความสอดคล้องของข้อมูลระหว่างกลุ่มก่อนและหลังการซ่อมบำรุงในสภาวะเดินเบา.....89
4.15 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของมลพิษและ BTEX ในสภาวะเดินเบาก่อนและหลังการซ่อมบำรุง.....90
4.16 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ BTEX กับผลการทดสอบความสอดคล้องของข้อมูลระหว่างกลุ่มก่อนและหลังการซ่อมบำรุงในสภาวะขับจริง.....92
4.17 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ BTEX ในสภาวะขับจริงก่อนและหลังการซ่อมบำรุง.....92
4.18 ค่าเฉลี่ยปริมาณมลพิษและ BTEX กับผลการทดสอบความสอดคล้องของข้อมูลระหว่างกลุ่มก่อนและหลังการซ่อมบำรุงในสภาวะการขับในห้องทดสอบ.....94
4.19 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณมลพิษและ BTEX ในสภาวะการขับในห้องทดสอบก่อนและหลังการซ่อมบำรุง.....95
4.20 ค่าเฉลี่ยปริมาณ BTEX ในสภาวะการขับในห้องทดสอบที่ช่วงอายุรถต่างๆ.....96
4.21 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณ BTEX ในสภาวะการขับในห้องทดสอบที่ช่วงอายุรถต่างๆ.....96
4.22 สัดส่วน BTEX ต่อ THC ในสภาวะเดินเบา.....99
4.23 สัดส่วน BTEX ต่อ THC เมื่อขับในห้องทดสอบ.....100

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ..... 9

2.2 การทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ..... 9

2.3 ระบบหล่อลื่นของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ..... 12

2.4 วงจรการจ่ายน้ำมันแบบ YCLS (Yamaha Computerized Lubricating System)..... 12

3.1 การเก็บตัวอย่างไอเสียด้วย Charcoal ในสภาวะเดินเบา..... 44

3.2 การเก็บตัวอย่างไอเสียด้วย Charcoal ในสภาวะขับจริง..... 45

3.3 การเก็บตัวอย่างไอเสียด้วย Charcoal ในห้องทดสอบ..... 46

3.4 การสกัด Charcoal ด้วย CS_2..... 50

3.5 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน BTEX..... 51

3.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 54

4.1 การวัดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง..... 57

4.2 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ CO ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการทดสอบแบบเดินเบา..... 69

4.3 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ THC ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการทดสอบแบบเดินเบา..... 70

4.4 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณควันขาวที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการทดสอบแบบเดินเบา..... 71

4.5 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ THC ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศเมื่อขับทดสอบบน Chassis Dynamometer..... 72

4.6 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ CO ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศเมื่อขับทดสอบบน Chassis Dynamometer..... 73

4.7 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณควันขาวที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศเมื่อขับทดสอบบน Chassis Dynamometer..... 74

4.8 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Benzene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศในสภาวะเดินเบา..... 75

4.9 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Toluene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศในสภาวะเดินเบา..... 76

4.10 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Ethyl benzene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศในสภาวะเดินเบา..... 77
4.11 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Xylene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศในสภาวะเดินเบา..... 78
4.12 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Benzene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศในสภาวะขับจริง..... 79
4.13 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Toluene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศในสภาวะขับจริง..... 80
4.14 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Ethyl benzene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศในสภาวะขับจริง..... 81
4.15 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Xylene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศในสภาวะขับจริง..... 82
4.16 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Benzene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศเมื่อขับทดสอบบน Chassis Dynamometer..... 83
4.17 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Toluene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศเมื่อขับทดสอบบน Chassis Dynamometer..... 84
4.18 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Ethyl benzene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศเมื่อขับทดสอบบน Chassis Dynamometer..... 85
4.19 ผลของการซ่อมบำรุงที่มีต่อปริมาณ Xylene ที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจักรยานยนต์ในการเก็บตัวอย่างอากาศเมื่อขับทดสอบบน Chassis Dynamometer..... 86