

ไอเสียจากเครื่องยนต์เบนซิน (ก๊าซโซลีน)



นาย กนก สุขสมสังข์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974-578-416-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017525

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Exhaust Gas from Gasoline Engines

Mr. Kanog Suksomsankh

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Inter Department of Environmental Science  
Graduate School  
Chulalongkorn University

1991

ISBN 974-578-416-8



หัวข้อวิทยานิพนธ์

ไอเสียจากเครื่องยนต์เบนซิน(ก๊าซโซลีน)

โดย

นาย กนก สุขสมสังข์

สหสาขาวิชา

วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ เพลินจิต ทมทิตชงค์

อาจารย์ ดร. แสงสันต์ พานิช

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของ การศึกษาหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( ศาสตราจารย์ ดร. อถรร วชิรราชัย )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา )

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( รองศาสตราจารย์ เพลินจิต ทมทิตชงค์ )

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
( อาจารย์ ดร. แสงสันต์ พานิช )

..... กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร. ธรรมบุญ โรจนะบุรานนท์ )

..... กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์ )



กนก สุขสมสังข์ : ไอเสียจากเครื่องยนต์เบนซิน(ก๊าซโซลีน) (EXHAUST GAS FROM GASOLINE ENGINES) อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ เพลินจิต ทมทิตขงค์ อาจารย์ ดร. แสงสันต์ พานิช 150 หน้า ISBN 974-578-416-8

ศึกษาลักษณะการระบายสารมลพิษทางอากาศ จากท่อไอเสียของยานพาหนะทางบกที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน(ก๊าซโซลีน) โดยเก็บตัวอย่างก๊าซจากท่อไอเสียของรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ชนิดเครื่องยนต์สองและสี่จังหวะ รถแท็กซี่ และรถสามล้อซึ่งจดทะเบียนยานพาหนะกรุงเทพมหานคร ที่สภาวะต่างๆคือรอบเครื่องเดินเบา ซึ่งพบมากในสภาพการจราจรคับคั่ง ที่ความเร็วสิบ สิบแปด ยี่สิบแปดกิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าความเร็วเฉลี่ยที่ได้จากการศึกษาสภาพการจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร และ หกสิบกิโลเมตรต่อชั่วโมงซึ่งเป็นความเร็วสูงสุดที่กฎหมายจราจรอนุญาตให้ใช้ในกรุงเทพมหานคร แล้วนำตัวอย่างก๊าซนั้นมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน และ ไฮโดรคาร์บอน (CO NO<sub>x</sub> และ HC) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิดด้วย ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ารถจักรยานยนต์ทั้งสองประเภทระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และ ไฮโดรคาร์บอนมากกว่ารถยนต์ประเภทอื่น ส่วนออกไซด์ของไนโตรเจนมีปริมาณการระบายจากรถยนต์ส่วนบุคคลและรถแท็กซี่สูงกว่ารถยนต์ในกลุ่มนี้ ชนิดและปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนที่ความเข้มข้นสูงพบว่ามีจากรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์สองจังหวะมากกว่าเครื่องยนต์สี่จังหวะ และพบว่ามีสารไฮโดรคาร์บอนสามชนิดซึ่งมีความเป็นพิษมากคือ เบนซีน โทลูอีน และโซลีน (benzene, toluene และ xylene) ระบายออกมามากกว่าสารไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นๆ

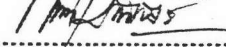
ภาควิชา ..... สหสาขา  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม  
ปีการศึกษา ..... 2533

ลายมือชื่อนิติกร .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....


KANOG SUKSOMSANKH : EXHAUST GAS FROM GASOLINE ENGINES  
THESIS ADVISOR : PLERNCHIT TOMTITCHONG , ASSO. PROF. ,  
SANGSANT PANICH , PH.D. , 150 PP. ISBN 974-578-416-8

This study was designed to study emissions from gasoline engines. Motor vehicles registered in Bangkok including passenger cars, two and four stroke engine motorcycles, taxies, and two stroke engine tricycles (Sam-Lhor or Tuk-Tuk) were used in the study. Gas samples were collected directly from the exhaust pipes of motor vehicles at five different speeds : idling speed which usually found in traffic jam condition, ten, eighteen, twenty-eight kilometers/hour which were averaged travelling speed in Bangkok, and sixty kilometers/hour which was a city limit of Bangkok. Concentrations of carbon monoxide, oxides of nitrogen, total hydrocarbons and composition of hydrocarbons in gas samples were analyzed. Results from this study showed that the highest concentrations of carbon monoxide and hydrocarbons were found in gas samples from two and four stroke engine motorcycles. The highest levels of oxides of nitrogen were emitted from passenger cars and taxies. Concentrations of hydrocarbon components in gas samples from two stroke engine motorcycles were higher than those from four stroke engine motorcycles. Benzene, toluene and xylene, which are strongly toxic to human health, were major aromatic hydrocarbons found in gas samples from both two and four stroke engine motorcycles.

ภาควิชา ..... สหสาขา .....  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม .....  
ปีการศึกษา ..... 2533 .....

ลายมือชื่อนิติ ..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... 



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ เพลินจิต ทมกิตชงค์ และอาจารย์ ดร. แสงสันต์ พานิช ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดมา นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือทางด้านอุปกรณ์ที่สำคัญ และ คำแนะนำเทคนิคการใช้เครื่องวิเคราะห์ก๊าซโครมาโตกราฟเป็นอย่างดีจากคุณ ฮีโรมิ ฮีโรนากะ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านสิ่งแวดล้อมจากประเทศญี่ปุ่น ประจำสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ระหว่างปี พ.ศ. 2531 ถึง 2533 ตลอดจนการอนุมัติให้ เข้าศึกษาในสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสนับสนุนทางด้านเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับใช้ในงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ รวมถึงการสนับสนุนทางด้านทุนอุดหนุนงานวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยด้วย

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวนามไว้ข้างต้นเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ รวมทั้งขอขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลืออีกหลายท่านซึ่งไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ด้วย ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขออุทิศให้แก่บิดา มารดา และญาติผู้ใหญ่ทุกท่านที่เคารพรักยิ่ง

## Acknowledgements

I would like to express my sincere and deep gratitude to Associate Professor Plernchit Tomtitchong , Faculty of Science and Dr. Sangsant Panich , Faculty of Engineering , Chulalongkorn University for their supervision , encouragement and keen interest which enabled me to complete this thesis.

I am grateful to Mr. Hiromi Hironaka , an Environmental Expert from Japan at Office of the National Environment Board of Thailand from 1988 to 1990 for his helpful advise and assistance in Gas Chromatography. I am indebted to Office of the National Environment Board for allowing me to study in the Inter Department of Environmental Science master programme, and to Graduate School, Chulalongkorn University for partial support througout my study.

Most of all I would like to thanks my parents for their support, encouragement and understanding.



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศภาษาไทย .....	ฉ
กิตติกรรมประกาศภาษาอังกฤษ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ณ
สารบัญภาพ .....	ท

## บทที่

1. บทนำ .....	1
2. ทฤษฎี และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	8
3. อุปกรณ์การวิจัยและวิธีดำเนินการ .....	38
4. ผลการวิจัย .....	59
5. สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย .....	113
6. สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ .....	129
เอกสารอ้างอิง .....	135
ภาคผนวก .....	137
ประวัติผู้เขียน .....	150



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ปริมาณอากาศเสียที่เกิดขึ้นในประเทศไทยในปี 2525 .....	3
2.1	ร้อยละของสารมลพิษที่ระบายออกจากจุดต่างๆในรถยนต์ .....	14
2.2	สถิติยานพาหนะทางบกที่จดทะเบียนยานพาหนะในกรุงเทพมหานคร .....	20
2.3	สถิติยานพาหนะทางบกที่จดทะเบียนในกรุงเทพมหานคร ของปี 2532 แยกประเภทตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งรายงานโดยกรมการขนส่งทางบก ....	21
2.4	แสดงชนิดและปริมาณของสารไฮโดรคาร์บอนที่ระบายออกจากท่อไอเสียของรถยนต์ในเมืองซินี๋ย ประเทศสหรัฐอเมริกา .....	30-32
2.5	แสดงเอมิสชัน แฟกเตอร์ (กรัมต่อกิโลเมตร) ของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO <sub>x</sub> ) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO <sub>2</sub> ) จากรถยนต์ประเภทต่างๆในประเทศเนเธอร์แลนด์ .....	33-36
2.6	ชนิดและปริมาณสารไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียรถยนต์ .....	36-37
3.1	ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างรถยนต์ส่วนบุคคล .....	39
3.2	ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างรถจักรยานยนต์สองจังหวะ .....	40
3.3	ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างรถจักรยานยนต์สี่จังหวะ .....	41
3.4	ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างรถแท็กซี่ .....	42
3.5	ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างรถสามล้อ .....	42
4.1	แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นก๊าซในถุงเก็บตัวอย่างอากาศชนิดเตลลาร์ ในช่วงเวลาต่างๆ กัน .....	60
4.2	แสดงปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากรถยนต์ส่วนบุคคลที่ความเร็วต่างๆ .....	62
4.3	แสดงปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากรถจักรยานยนต์สอง-จังหวะที่ความเร็วต่างๆ .....	63
4.4	แสดงปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากรถจักรยานยนต์สี่-จังหวะที่ความเร็วต่างๆ .....	64
4.5	แสดงปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากรถแท็กซี่ที่ความเร็ว	

ตารางที่	๗ หน้า
ต่าง ๆ .....	65
4.6 แสดงปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากรถสามล้อที่ความเร็ว ต่าง ๆ .....	66
4.7 แสดงปริมาณการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์ จากรถยนต์ส่วนบุคคลที่ความเร็ว เร็วต่างๆ .....	67
4.8 แสดงปริมาณการระบายออกไซด์ของไนโตรเจน จากรถยนต์ส่วนบุคคลที่ ความเร็วต่างๆ .....	67
4.9 แสดงปริมาณการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์ จากรถจักรยานยนต์สอง- จังหวะที่ความเร็วต่างๆ .....	69
4.10 แสดงปริมาณการระบายออกไซด์ของไนโตรเจนจากรถจักรยานยนต์สอง- จังหวะที่ความเร็วต่างๆ .....	69
4.11 แสดงปริมาณการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์ จากรถจักรยานยนต์สี่จังหวะ ที่ความเร็วต่างๆ .....	71
4.12 แสดงปริมาณการระบายออกไซด์ของไนโตรเจน จากรถจักรยานยนต์สี่- จังหวะที่ความเร็วต่างๆ .....	71
4.13 แสดงปริมาณการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์จากรถแท็กซี่ที่ความเร็วต่างๆ .	73
4.14 แสดงปริมาณการระบายออกไซด์ของไนโตรเจน จากรถแท็กซี่ที่ความเร็ว ต่างๆ .....	73
4.15 แสดงปริมาณการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์ จากรถสามล้อที่ความเร็ว ต่างๆ .....	75
4.16 แสดงปริมาณการระบายออกไซด์ของไนโตรเจนจากรถสามล้อที่ความเร็ว ต่างๆ .....	75
4.17 แสดงปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอน จากรถยนต์ส่วนบุคคลที่ความเร็ว ต่างๆ .....	77
4.18 แสดงปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอน จากรถจักรยานยนต์สองจังหวะที่ ความเร็วต่างๆ .....	78
4.19 แสดงปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอน จากรถจักรยานยนต์สี่จังหวะที่ ความเร็วต่างๆ .....	79

ตารางที่	ม หน้า
4.20 แสดงปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอนจากรถแท็กซี่ที่ความเร็วต่างๆ ....	80
4.21 แสดงปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอน จากรถสามล้อที่ความเร็ว ต่างๆ .....	81
4.22 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถยนต์ส่วนบุคคลที่รอบเครื่อง เดินเบา .....	82
4.23 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถยนต์ส่วนบุคคล ที่ความเร็ว สิบกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	83
4.24 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถยนต์ส่วนบุคคล ที่ความเร็ว สิบแปดกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	84
4.25 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถยนต์ส่วนบุคคล ที่ความเร็ว ยี่สิบแปดกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	85
4.26 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถยนต์ส่วนบุคคล ที่ความเร็ว หกสิบกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	86
4.27 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถจักรยานยนต์สองจังหวะ ที่ รอบเครื่องเดินเบา .....	89
4.28 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถจักรยานยนต์สองจังหวะ ที่ ความเร็วสิบกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	90
4.29 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถจักรยานยนต์สองจังหวะ ที่ ความเร็วสิบแปดกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	91
4.30 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถจักรยานยนต์สองจังหวะ ที่ ความเร็วยี่สิบแปดกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	92
4.31 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถจักรยานยนต์สองจังหวะ ที่ ความเร็วหกสิบกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	93
4.32 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถจักรยานยนต์สี่จังหวะ ที่ รอบเครื่องเดินเบา .....	96
4.33 แสดงชนิดและปริมาณของไฮโดรคาร์บอนจากรถจักรยานยนต์สี่จังหวะ ที่ ความเร็วสิบกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	97

ตารางที่	ฉ หน้า
4.34 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถจักรยานยนต์สี่จังหวะ ที่ ความเร็วสี่สิบแปดกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	98
4.35 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถจักรยานยนต์สี่จังหวะ ที่ ความเร็วสี่สิบแปดกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	99
4.36 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถจักรยานยนต์สี่จังหวะ ที่ ความเร็วหกสิบกิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	100
4.37 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถแท็กซี่ที่รอบเครื่องเดินเบา	103
4.38 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถแท็กซี่ ที่ความเร็วสี่สิบกิโล- เมตรต่อชั่วโมง .....	103
4.39 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถแท็กซี่ ที่ความเร็วสี่สิบแปด กิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	104
4.40 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถแท็กซี่ ที่ความเร็วสี่สิบแปด กิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	104
4.41 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถแท็กซี่ ที่ความเร็วหกสิบ กิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	105
4.42 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถสามล้อที่รอบเครื่องเดิน- เบา .....	108
4.43 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถสามล้อที่ความเร็วสี่สิบกิโล- เมตรต่อชั่วโมง .....	108
4.44 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถสามล้อ ที่ความเร็วสี่สิบแปด กิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	109
4.45 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถสามล้อที่ความเร็วสี่สิบแปด กิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	109
4.46 แสดงชนิดและปริมาณของ ไฮโดรคาร์บอนจากรถสามล้อ ที่ความเร็วหกสิบ กิโลเมตรต่อชั่วโมง .....	110
5.1 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากรถยนต์ ประเภทต่างๆเมื่อความเร็วเปลี่ยนแปลง .....	114

ตารางที่	๖ หน้า
5.2 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นก๊าซไนตริกออกไซด์(NO) ออกไซด์- ของไนโตรเจน(NO <sub>x</sub> ) จากรถยนต์ประเภทต่างๆ เมื่อความเร็วเปลี่ยนแปลง .....	116
5.3 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของการระบายไฮโดรคาร์บอน จาก รถยนต์ประเภทต่างๆเมื่อความเร็วเปลี่ยนแปลง .....	118
5.4 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของการระบายไฮโดรคาร์บอน จาก รถยนต์ประเภทต่างๆเทียบกับมาตรฐานฯ ญี่ปุ่น .....	120
5.5 แสดงการเปรียบเทียบผลการศึกษานิต และระดับของสารไฮโดรคาร์บอน ที่ระบายออกจากท่อไอเสียรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซโซลีนเหลว ...	126-128

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณอากาศเสียที่เกิดขึ้นในประเทศไทย .....	4
2.1 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนสองจังหวะ .....	9
2.2 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ก๊าซโซลีนสี่จังหวะ .....	10
2.3 แสดงจุดระบายสารมลพิษทางอากาศจากรถยนต์ .....	14
2.4 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ระบายออกจากท่อไอเสียของเครื่องยนต์ ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล .....	16
2.5 แสดงปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนที่ระบายออกจากท่อไอเสียของเครื่องยนต์ ก๊าซโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล .....	18
2.6 แสดงปริมาณรถยนต์แต่ละประเภทที่จดทะเบียนใน กทม. ปี 2532 .....	22
2.7 แสดงปริมาณการจราจรของถนนสายสำคัญใน กทม. ระหว่างเวลา 7.00- 20.00 น. ของวันทำงาน .....	24
2.8 แสดงเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) ที่ 15 50 และ 85 ของความเร็ว รถยนต์ที่สัญจรใน กทม. ระหว่างเวลาเร่งด่วน .....	25
2.9 ฮิสโตแกรม (Histogram) ของความเร็วรถยนต์ใน กทม. ....	25
2.10 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนละออง เฉลี่ยยี่สิบสี่ชั่วโมงที่ประตูน้ำ .....	26
2.11 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณสารตะกั่ว เฉลี่ยยี่สิบสี่ชั่วโมงที่แมนศรี .....	27
2.12 ผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ริมถนนสี่ลม .....	27
2.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศบริเวณริม เส้นทางจราจร ในคาบยี่สิบสี่ชั่วโมง .....	28
3.1 โครมาโตแกรม ของคาร์บอนิล คอลัมน์ SPB-TM1 ยี่ห้อ SUPELCO .....	48
3.2 แสดงเครื่องมือเก็บตัวอย่างก๊าซจากท่อไอเสียรถยนต์ .....	52
3.3 ฝักของสารไฮโดรคาร์บอนมาตรฐานจากการเตรียม ( $C_3$ ถึง $C_{10}$ ) .....	55
3.4 ฝักของตัวอย่างก๊าซจากเชื้อเพลิงก๊าซโซลีนเหลว .....	55
3.5 ฝักของสารไฮโดรคาร์บอนมาตรฐานจากก๊าซมาตรฐาน ( $C_1$ ถึง $C_5$ ) .....	56
3.6 ฝักของตัวอย่างก๊าซจากเชื้อเพลิง แอลพีจี .....	56
4.1 อัตราการลดความเข้มข้นก๊าซในถุงเก็บตัวอย่าง .....	60

รูปที่	หน้า
4.2 แสดงการเปรียบเทียบการระบายก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากรถยนต์ส่วนบุคคล ที่ความเร็วต่าง ๆ .....	62
4.3 แสดงการเปรียบเทียบการระบายก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ จากรถจักรยานยนต์ สองจังหวะที่ความเร็วต่าง ๆ .....	63
4.4 แสดงการเปรียบเทียบการระบายก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากรถจักรยานยนต์ สี่จังหวะที่ความเร็วต่าง ๆ .....	64
4.5 แสดงการเปรียบเทียบการระบายก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากรถแท็กซี่ที่ความ เร็วต่าง ๆ .....	65
4.6 แสดงการเปรียบเทียบการระบายก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากรถสามล้อที่ความ เร็วต่าง ๆ .....	66
4.7 แสดงการเปรียบเทียบการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์ จากรถยนต์ส่วนบุคคลที่ ความเร็วต่าง ๆ .....	68
4.8 แสดงการเปรียบเทียบการระบายออกไซด์ของไนโตรเจนจากรถยนต์ส่วนบุคคล ที่ความเร็วต่าง ๆ .....	68
4.9 แสดงการเปรียบเทียบการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์ จากรถจักรยานยนต์สอง จังหวะที่ความเร็วต่าง ๆ .....	70
4.10 แสดงการเปรียบเทียบการระบายออกไซด์ของไนโตรเจน จากรถจักรยานยนต์ สองจังหวะที่ความเร็วต่าง ๆ .....	70
4.11 แสดงการเปรียบเทียบการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์จาก รถจักรยานยนต์สี่ จังหวะที่ความเร็วต่าง ๆ .....	72
4.12 แสดงการเปรียบเทียบการระบายออกไซด์ของไนโตรเจนจากรถจักรยานยนต์สี่ จังหวะที่ความเร็วต่าง ๆ .....	72
4.13 แสดงการเปรียบเทียบการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์ จากรถแท็กซี่ที่ความเร็ วต่าง ๆ .....	74
4.14 แสดงการเปรียบเทียบการระบายออกไซด์ของไนโตรเจน จากรถแท็กซี่ที่ความ เร็วต่าง ๆ .....	74
4.15 แสดงการเปรียบเทียบการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์จากรถสามล้อที่ความเร็ วต่าง ๆ .....	76

รูปที่	ณ หน้า
4.16 แสดงการเปรียบเทียบการระบายออกไซด์ของไนโตรเจนจากรถสามล้อที่ความ เร็วต่าง ๆ .....	76
4.17 แสดงการเปรียบเทียบการระบายไฮโดรคาร์บอน จากรถยนต์ส่วนบุคคลที่ความ เร็วต่าง ๆ .....	77
4.18 แสดงการเปรียบเทียบการระบาย ไฮโดรคาร์บอน จากรถจักรยานยนต์สอง จังหวะที่ความเร็วต่าง ๆ .....	78
4.19 แสดงการเปรียบเทียบการระบาย ไฮโดรคาร์บอน จากรถจักรยานยนต์สี่ จังหวะที่ความเร็วต่าง ๆ .....	79
4.20 แสดงการเปรียบเทียบการระบาย ไฮโดรคาร์บอน จากรถแท็กซี่ที่ความ เร็วต่าง ๆ .....	80
4.21 แสดงการเปรียบเทียบการระบาย ไฮโดรคาร์บอน จากรถสามล้อที่ความ เร็วต่าง ๆ .....	81
4.22 แสดงปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิด จากรถยนต์ส่วนบุคคลที่ความ เร็วต่าง ๆ .....	87-88
4.23 แสดงปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิด จากรถจักรยานยนต์สอง จังหวะที่ความเร็วต่าง ๆ .....	94-95
4.24 แสดงปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิดจากรถจักรยานยนต์สี่จังหวะที่ ความเร็วต่าง ๆ .....	101-102
4.25 แสดงปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิด จากรถแท็กซี่ที่ความเร็ว ต่าง ๆ .....	106-107
4.26 แสดงปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอนแต่ละชนิด จากรถสามล้อที่ความเร็ว ต่าง ๆ .....	111-112
5.1 ปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากรถยนต์ห้าประเภทที่ความเร็ว ต่าง ๆ .....	115
5.2 ปริมาณการระบายก๊าซไนตริกออกไซด์ และออกไซด์ของไนโตรเจน จากรถยนต์ ห้าประเภทที่ความเร็วต่าง ๆ .....	117
5.3 ปริมาณการระบายไฮโดรคาร์บอน จากรถยนต์ห้าประเภท ที่ความเร็ว ต่าง ๆ .....	119



ข.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระบายก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ จากรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์สอง และสี่จังหวะ กับความจุระบอกลูบของเครื่องยนต์ในเครื่องยนต์แต่ละประเภท ..... 141

ข.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระบายออกไซด์ของไนโตรเจน จากรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์สอง และสี่จังหวะ กับความจุระบอกลูบของเครื่องยนต์ในเครื่องยนต์แต่ละประเภท ..... 142

ข.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระบาย ไฮโดรคาร์บอน จากรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์สอง และ สี่จังหวะ กับความจุระบอกลูบของเครื่องยนต์ในเครื่องยนต์แต่ละประเภท ..... 143

ข.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากรถยนต์ทั้งห้าประเภท กับอายุการใช้งานรถยนต์ ..... 144-145

ข.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระบายออกไซด์ของไนโตรเจนจากรถยนต์ทั้งห้าประเภท กับอายุการใช้งานรถยนต์ ..... 146-147

ข.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการระบายไฮโดรคาร์บอนจากรถยนต์ทั้งห้าประเภท กับอายุการใช้งานรถยนต์ ..... 148-149