

บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2553

**EMISSION INVENTORY OF AIR POLLUTANTS IN
NAKHON RATCHASIMA MUNICIPALITY AREA**



Sarid Kotula

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Environmental Engineering**

Suranaree University of Technology

Academic Year 2010

บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อ. ดร.นัทรเพชร ยศพล)

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.สุจิตต์ กระจิต)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ผศ. ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ)

กรรมการ

(อ. ดร.อภิชน วัชรนทร์วงศ์)

กรรมการ

(อ. ดร.ประพัฒน์ เป็นตามวา)

กรรมการ

(อ. ดร.วุฒิ คำนกิตติกุล)

รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รศ. น.อ. ดร.วราภรณ์ จำพิศ)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ศฤงคาร์ โคนุละ : บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา
(EMISSION INVENTORY OF AIR POLLUTANTS IN NAKHON RATCHASIMA
MUNICIPALITY AREA) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศฤงคาร์ จรุงจิต, 200 หน้า.

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อจัดทำบัญชีรายการการปล่อยสารมลพิษอากาศ (PM₁₀ TSP CO SO₂ NO_x HC NMVOC และ CO₂) จากแหล่งกำเนิดมลพิษหลัก ๆ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา (ยานพาหนะ โรงงานอุตสาหกรรม เตาเผาศพ สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่พักอาศัยและพาณิชย์กรรม และการเผาในที่โล่ง) และเพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้กับเมืองอื่น ๆ พร้อมทั้งวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการและความพร้อมของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในปี พ.ศ. 2552 เป็นหลัก และใช้ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลประกอบด้วย โรงงานอุตสาหกรรม 225 แห่ง วัดที่มีเมรุเผาศพ 20 แห่ง สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง 18 แห่งที่พักอาศัยและพาณิชย์กรรม 400 ครัวเรือน และทำการตรวจนับปริมาณจราจรบนถนน 20 สายทางโดยใช้วิธี Emission Factor ในการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ

ผลการศึกษา พบว่าปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ประกอบด้วย NO_x 8,249.93 ตัน/ปี SO₂ 214.03 ตัน/ปี CO 13,451.26 ตัน/ปี TSP 571.93 ตัน/ปี PM₁₀ 1.87 ตัน/ปี NMVOC 68.32 ตัน/ปี HC 2,737.36 ตัน/ปี และ CO₂ 415,321.04 ตัน/ปี โดยแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่และแบบพื้นที่ เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศหลักของพื้นที่ศึกษา ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่มีสัดส่วนการปล่อย NO_x SO₂ CO TSP และ CO₂ มากที่สุด มีค่าอยู่ในช่วง 93-100% ของปริมาณการปล่อยทั้งหมด ส่วนแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่และแบบจุดมีการปล่อย PM₁₀ และ NMVOC มากที่สุด ~99% และ ~90% ของปริมาณการปล่อยทั้งหมด ตามลำดับ ขณะที่ยานพาหนะเป็นกิจกรรมที่มีการปล่อยมลพิษมากที่สุดในพื้นที่ โดยมีจักรยานยนต์และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่เป็นสาเหตุหลักและสารมลพิษอากาศที่มีสัดส่วนการปล่อยในเชิงปริมาณมากที่สุด 3 ชนิดแรกภายในพื้นที่ ได้แก่ CO 53.18% NO_x 32.61% และ HC 10.82% โดยผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ก่อกำหนดมาตรการจัดการคุณภาพอากาศได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพ

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2553

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

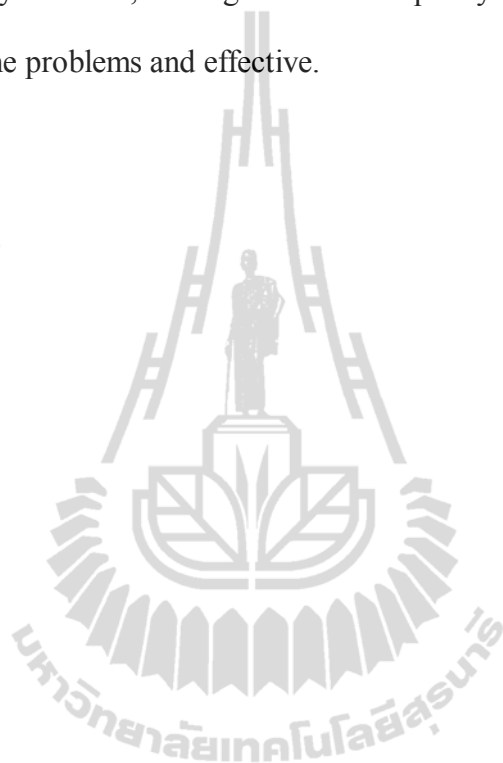
SARID KOTULA : EMISSION INVENTORY OF AIR POLLUTANTS IN
NAKHON RATCHASIMA MUNICIPALITY AREA. THESIS ADVISOR :
ASST. PROF. SUDJIT KARUCHIT, Ph.D., 200 PP.

EMISSION INVENTORY / EMISSION FACTOR / AIR POLLUTANT / NRM

This research aims to develop an emission inventory of air pollutants (PM₁₀, TSP, CO, SO₂, NO_x, HC, NMVOC and CO₂) from major sources in Nakhon Ratchasima Municipality (NRM) (On-road Vehicle, Industries, Cremation, Gas station, Residential and Commercial, and Open burning) and to compare the results with other city and discuss the suitability of methods used and the preparedness of database necessary for developing the inventory. Secondary data were gathered from relevant agencies, based on the year 2009. Primary data were collected from field survey using questionnaires, consisting of 225 factories, 20 crematories, and 18 gas stations, 400 residents and commercial estates, and 20 points of traffic survey by mid-block count. This study use the Emission Factor method to quantify emission.

Results showed that estimated emissions from major sources of air pollution in NRM consist of NO_x 8,249.93 ton/year, SO₂ 214.03 ton/year, CO 13,415.26 ton/year, TSP 571.93 ton/year, PM₁₀ 1.87 ton/year, NMVOC 68.32 ton/year, HC 2,737.36 ton/year and CO₂ 415,321.04 ton/year. Mobile sources and Area sources are major sources of air pollutants in NRM. The mobile sources were the highest emitter for NO_x, SO₂, CO, TSP and CO₂ (~93-100% of the total emission). The area sources and point sources were the major emitter for PM₁₀ and NMVOC, ~99% and ~90% of the total emission respectively. Moreover, the On-road vehicles which contributed most to

emission of air pollutants in NRM are motorcycles and heavy-duty diesel trucks. The quantitative proportions of the top three major air pollutants emitted are CO 53.18%, NO_x 32.61% and HC 10.82%. The results are use for screening the activities that affect the air quality in NRM, leading to clean air quality management planning which correctly address the problems and effective.



School of Environmental Engineering

Academic Year 2010

Student's Signature_____

Advisor's Signature_____

Co-Advisor's Signature_____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย จากบุคคลและกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ได้แก่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิต กระจิต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้โอกาสทางการศึกษา ให้คำแนะนำปรึกษา ช่วยแก้ปัญหาและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไข วิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำ ปรึกษาด้านวิชาการ รวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

อาจารย์ ดร.ฉัตรเพชร ยศพล ที่ให้โอกาสทางการศึกษา ให้คำปรึกษาด้านวิชาการและประธาน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ ดร.อภิชน วัชรนทร์วงศ์และอาจารย์ ดร.ประพัฒน์ เป็นตามวา ที่ให้คำปรึกษาด้านวิชาการ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ทุนอุดหนุนภายใต้โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2553

ขอขอบคุณ องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) ที่ได้ให้การสนับสนุน งบประมาณบางส่วนในการดำเนินการตรวจนับปริมาณการจราจร

ขอขอบคุณ คุณไกรสิทธิ์ ทิพย์วงศ์ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิชาการจัดระบบการขนส่งและจราจรเมือง ภูมิภาค ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ให้คำปรึกษาด้านการตรวจนับปริมาณการจราจร

ขอขอบคุณ ประธานชุมชน ผู้ประกอบกิจการน้ำมัน ผู้ประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรมและ เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบคุณ คุณนารี กลิ่นกลาง ที่ให้ปรึกษาด้านการดำเนินการวิจัยและคุณจริยาพร ศรีวิไลลักษณ์ ที่ให้คำปรึกษาด้านการจัดทำเล่มวิทยานิพนธ์อย่างดียิ่ง

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่ รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนจนครุอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอด ประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบผลสำเร็จในชีวิต

ศฤงฆ์ โคตุละ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ค
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ช
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา.....	4
2 ปรีक्षणัวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ	5
2.1.1 ขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ.....	5
2.1.2 สิ่งที่ต้องคำนึงในการวางแผนจัดทำบัญชีรายการ การปล่อยมลพิษอากาศ.....	5
2.1.3 ทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ การปล่อยมลพิษอากาศ.....	6
2.1.4 ประโยชน์ของบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ.....	6
2.2 วิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	7
2.2.1 ลักษณะวิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	7
2.2.2 วิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ.....	8

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3	ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)	9
2.3.1	การใช้ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ.....	9
2.3.2	แหล่งข้อมูลค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศ	10
2.3.3	การพัฒนาค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศ.....	11
2.3.4	แนวทางการเลือกใช้ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ.....	12
2.4	ประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ.....	13
2.4.1	แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point sources)	13
2.4.2	แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ (Area sources)	13
2.4.3	แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ (Mobile sources)	15
2.4.4	แหล่งกำเนิดมลพิษตามธรรมชาติ (Natural sources)	16
2.5	การจำแนกกลุ่มของแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ	17
2.6	ประเภทสารมลพิษอากาศ.....	19
2.6.1	คำจำกัดความของสารมลพิษอากาศ(HC VOC และ PM)	21
2.7	ผลกระทบของมลพิษอากาศ.....	22
2.8	ข้อมูลทั่วไปของเทศบาลนครนครราชสีมา.....	23
2.9	สถานการณ์คุณภาพอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....	24
2.10	การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในประเทศไทย.....	26
2.11	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	33
3.1	ขั้นตอนการศึกษา.....	33
3.2	การกำหนดคุณลักษณะที่จำเป็นของบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ.....	35
3.2.1	การจำแนกประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในพื้นที่ศึกษา.....	35
3.2.2	การกำหนดชนิดสารมลพิษอากาศ.....	35
3.2.3	ข้อมูลที่พิจารณา.....	36
3.3	การเก็บรวบรวมข้อมูลและการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ.....	36
3.3.1	แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point Sources)	37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.2 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources)	43
3.3.3 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ (Area Sources)	48
3.4 การจัดทำรายงานบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ.....	52
3.5 การเปรียบเทียบผลการศึกษากับงานวิจัยอื่น ๆ.....	52
3.6 การวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการและความพร้อมของฐานข้อมูล ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ.....	53
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล	54
4.1 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point Sources)	54
4.1.1 โรงงานอุตสาหกรรม.....	54
4.1.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	54
4.1.1.2 การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จากโรงงานอุตสาหกรรม.....	57
4.1.1.3 ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ภาคสนาม.....	66
4.1.2 เตาเผาศพ	67
4.1.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	67
4.1.2.2 การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จากเตาเผาศพ	69
4.1.2.3 ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ภาคสนาม.....	73
4.1.3 สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง.....	75
4.1.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	75
4.1.3.2 การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	77
4.1.3.3 ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ภาคสนาม.....	83

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2	แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources)	84
4.2.1	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	84
4.2.2	การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ.....	94
4.2.3	ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม.....	101
4.3	แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ (Area Sources)	102
4.3.1	ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม	102
4.3.1.1	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	102
4.3.1.2	การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม.....	109
4.3.1.3	ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ภาคสนาม.....	114
4.3.2	การเผาในที่โล่ง	115
4.3.2.1	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	115
4.3.2.2	การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จากการเผาในที่โล่ง.....	116
4.3.2.3	ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูล ภาคสนาม.....	118
4.4	การเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้กับงานวิจัยอื่น ๆ	119
4.4.1	สรุปผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่าง ๆ	119
4.4.2	การเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้กับงานวิจัยอื่น ๆ	126
4.5	การวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการและความพร้อมของฐานข้อมูล ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ.....	133
4.5.1	การวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการ	133
4.5.1.1	โรงงานอุตสาหกรรม	133
4.5.1.2	เตาเผาศพ	133

สารบัญ (ต่อ)

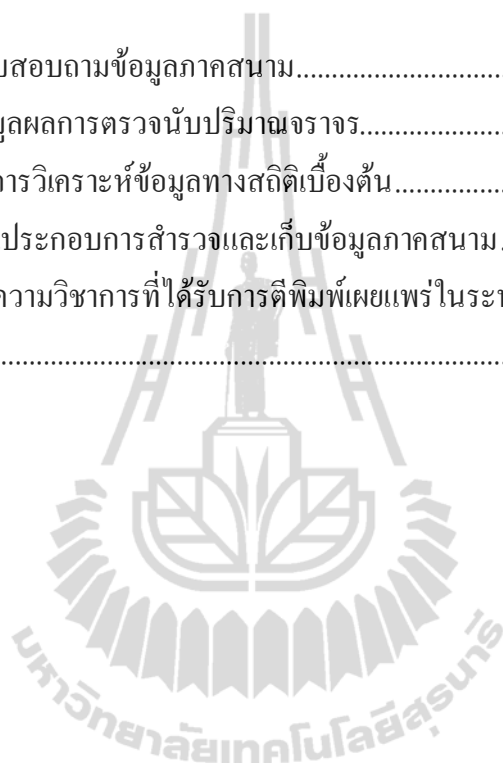
หน้า

4.5.1.3	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง.....	134
4.5.1.4	ยานพาหนะ.....	135
4.5.1.5	ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม.....	135
4.5.1.6	การเผาในที่โล่ง.....	136
4.5.2	ความพร้อมของฐานข้อมูล.....	136
5	สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	140
5.1	สรุปผลการศึกษา.....	140
5.1.1	บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ.....	140
5.1.1.1	โรงงานอุตสาหกรรม.....	140
5.1.1.2	เตาเผาศพ.....	141
5.1.1.3	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง.....	141
5.1.1.4	ยานพาหนะ.....	142
5.1.1.5	ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม.....	142
5.1.1.6	การเผาในที่โล่ง.....	143
5.1.1.7	สรุปผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จากแหล่งกำเนิดมลพิษที่ได้ทำการศึกษา.....	143
5.1.2	การเปรียบเทียบแหล่งกำเนิดมลพิษและปริมาณการปล่อย มลพิษอากาศของเทศบาลนครราชสีมากับเมืองอื่น ๆ.....	144
5.1.3	การวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการและความพร้อม ของฐานข้อมูล.....	146
5.1.3.1	การวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการ.....	146
5.1.3.2	ความพร้อมของฐานข้อมูล.....	147
5.2	การนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์.....	147
5.3	ปัญหาและอุปสรรค.....	148
5.4	ข้อเสนอแนะ.....	148
	รายการอ้างอิง.....	150

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. แบบสอบถามข้อมูลภาคสนาม.....	156
ภาคผนวก ข. ข้อมูลผลการตรวจนับปริมาณจراثอร์.....	166
ภาคผนวก ค. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้น.....	170
ภาคผนวก ง. ภาพประกอบการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม.....	176
ภาคผนวก จ. บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา.....	185
ประวัติผู้เขียน	200



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	วิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท.....10
2.2	แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบจุดและสารมลพิษอากาศที่สำคัญ.....15
2.3	การปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษตามธรรมชาติ.....17
2.4	การจำแนกสารมลพิษอากาศ.....19
2.5	แหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศพื้นฐาน.....20
2.6	การคาดการณ์จำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ช่วงปี พ.ศ. 2552-2558.....23
2.7	การจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ปี พ.ศ. 2540 .....29
2.8	ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2540 .....29
3.1	การจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....35
3.2	สารมลพิษอากาศจำแนกตามประเภทของแหล่งกำเนิดที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ .....36
3.3	จำนวนแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 .....37
3.4	ตัวอย่างค่า EF สำหรับกิจกรรมที่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง.....40
3.5	ตัวอย่างค่า EF สำหรับกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม .....40
3.6	ตัวอย่างค่า EF สำหรับเตาเผาศพ .....41
3.7	ค่าปัจจัยการปล่อย NMVOC จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง.....41
3.8	การจำแนกประเภทของยานพาหนะที่จะทำการศึกษา.....44
3.9	จำนวนจุดตรวจนับปริมาณจราจรบนช่วงถนนแต่ละประเภทในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....46

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.10 ตัวอย่างค่า EF สำหรับยานพาหนะ.....	47
3.11 ตัวอย่างอัตราการใช้น้ำมันของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย.....	48
3.12 ตัวอย่างค่า EF สำหรับที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม.....	51
3.13 ตัวอย่างค่า EF สำหรับการเผาในที่โล่ง.....	52
4.1 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552.....	55
4.2 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสาขาอุตสาหกรรมของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552.....	55
4.3 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 และผลการตอบกลับแบบสอบถามข้อมูลโรงงาน จำแนกตามประเภทโรงงาน.....	56
4.4 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับกิจกรรม การเผาไหม้เชื้อเพลิง.....	57
4.5 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA.....	58
4.6 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม.....	59
4.7 แสดงร้อยละของจีเอ็มและกำมะถันในเชื้อเพลิง.....	59
4.8 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA.....	60
4.9 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี BUA เฉพาะโรงงานที่ตอบกลับแบบสอบถาม.....	61
4.10 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อโรงงานที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถามกลับมา.....	62
4.11 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในโรงงานอุตสาหกรรม ที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถามกลับมา.....	62
4.12 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี BUA เฉพาะโรงงานที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถาม.....	63
4.13 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี BUA.....	64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552.....	64
4.15 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและตัวทำละลายภายในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับกิจกรรมที่ไม่มีเผาไหม้.....	66
4.16 อัตราการตายต่อประชากรพันคนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548-2552	67
4.17 ปริมาณการเผาของวัดที่มีเมรุภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552	68
4.18 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับเตาเผา.....	69
4.19 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA.....	70
4.20 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี BUA	71
4.21 ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากเตาเผาภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552	72
4.22 ลักษณะกิจกรรมอื่น ๆ ภายในบริเวณวัด	74
4.23 ข้อมูลจำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552	75
4.24 ข้อมูลปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552	76
4.25 ร้อยละโดยปริมาตรของน้ำมันเบนซินที่ผสมในแก๊สโซฮอล์ จำแนกตามกลุ่มน้ำมันแก๊สโซฮอล์.....	76
4.26 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552	77
4.27 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.28 ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่กำหนดภายใน เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 คำนวณจากข้อมูลทุติยภูมิ	79
4.29 ค่าใช้จ่ายการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง.....	80
4.30 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA.....	80
4.31 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซินและแก๊สโซฮอล์ภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม.....	81
4.32 ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่กำหนดภายใน เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 คำนวณจากข้อมูลปฐมภูมิ	82
4.33 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายใน เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี BUA	82
4.34 ข้อมูลจำนวนหัวจ่ายน้ำมันของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552	84
4.35 เกณฑ์การจำแนกประเภทถนนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ที่ใช้ในการศึกษา.....	85
4.36 โครงข่ายถนนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่ใช้ในการศึกษา.....	86
4.37 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปีบนถนนสายหลัก ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552	87
4.38 รายชื่อและความยาวของถนนสายรองสำคัญในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา	88
4.39 รายชื่อและความยาวของถนนสายรองทั่วไปในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....	89
4.40 รายชื่อและความยาวของถนนสายย่อยในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา	89
4.41 รายชื่อถนนที่ทำการตรวจนับปริมาณจราจร โดยผู้วิจัย.....	91
4.42 รายชื่อถนนที่ทำการตรวจนับปริมาณจราจร โดยโครงการ Clean Air for smaller cities in the ASEAN Region.....	91
4.43 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันจำแนกตามประเภทยานพาหนะบนถนนสายรอง และสายย่อยในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.44 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนถนนแต่ละประเภท ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....	94
4.45 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับยานพาหนะที่ใช้ในการศึกษา.....	95
4.46 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายหลัก ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552.....	95
4.47 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายรองสำคัญ ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....	96
4.48 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายรองทั่วไป ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....	96
4.49 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายย่อย ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....	97
4.50 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมาจำแนกตามประเภทถนน.....	97
4.51 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมาจำแนกตามประเภทยานพาหนะ.....	98
4.52 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของยานพาหนะ เพื่อการเดินทางและขนส่ง ของครัวเรือนที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....	102
4.53 ข้อมูลจำนวนประชากรและจำนวนครัวเรือน ปี พ.ศ. 2552	103
4.54 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในสาขาที่פקอาศัยและพาณิชย์กรรม ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552.....	103
4.55 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในที่פקอาศัยและพาณิชย์กรรม ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA.....	104
4.56 รายชื่อชุมชนที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างในแต่ละเขตชุมชน.....	105
4.57 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการประกอบอาหารภายในครัวเรือน เพื่อการอยู่อาศัย.....	106
4.58 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการประกอบกิจการภายในครัวเรือน.....	107

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.59 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อครัวเรือนจากข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง	108
4.60 ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อคนเพื่อการอยู่อาศัยจากข้อมูลที่ได้ จากการสุ่มตัวอย่าง	108
4.61 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ด้วยวิธี BUA.....	109
4.62 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม.....	111
4.63 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA.....	111
4.64 ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ด้วยวิธี BUA	112
4.65 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัย และพาณิชยกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....	113
4.66 ค่าปัจจัยการปล่อยอากาศสำหรับการเผาฟางข้าวในที่โล่ง.....	117
4.67 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่ง ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552	117
4.68 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด	119
4.69 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่	120
4.70 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่.....	121
4.71 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา.....	122
4.72 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศต่อหน่วยของกิจกรรมที่ศึกษา จากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด.....	125
4.73 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศต่อหน่วยของกิจกรรมที่ศึกษา จากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่	126
4.74 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศต่อหน่วยของกิจกรรมที่ศึกษา จากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่.....	126

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.75 การเปรียบเทียบวิธีการศึกษากับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ศึกษาในระดับกิจกรรม.....	127
4.76 การเปรียบเทียบวิธีการศึกษากับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ศึกษาในระดับพื้นที่	127
4.77 การเปรียบเทียบรูปแบบวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ.....	129
4.78 การเปรียบเทียบแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและปริมาณการปล่อย สารมลพิษอากาศของเทศบาลนครนครราชสีมา กับเมืองอื่น ๆ.....	130
4.79 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัย และพาณิชยกรรมของเทศบาลนครนครราชสีมา กับพื้นที่อื่น ๆ.....	131
4.80 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการ น้ำมันเชื้อเพลิงของเทศบาลนครนครราชสีมา กับเมืองอื่น ๆ	132
4.81 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ การปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม.....	137
4.82 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ การปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพ.....	137
4.83 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ การปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม.....	137
4.84 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ การปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ	138
4.85 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ การปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม.....	138
4.86 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ การปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่ง	139
5.1 สรุปผลการวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้	147
ก.1 แบบสอบถามข้อมูลจากวัด.....	157
ก.2 แบบสอบถามข้อมูลจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง.....	159
ก.3 แบบสอบถามข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรม.....	160

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.4	แบบสอบถามข้อมูลจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม .....163
ก.5	ตัวอย่างแบบตรวจนับปริมาณจราจร .....165
ข.1	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ของยานพาหนะประเภทจักรยานยนต์ และรถยนต์เบนซิน ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2553 .....167
ข.2	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ของยานพาหนะประเภทรถยนต์สี่ล้อ ขนาดเล็ก ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2553.....168
ข.3	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ของยานพาหนะประเภทรถยนต์สี่ล้อ ขนาดใหญ่ ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2553.....169
ค.1	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของโรงงานซ่อมแซมและเกาะพ่นสีรถยนต์.....171
ค.2	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ.....171
ค.3	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของโรงงานประกอบหรือตัดแปลงชิ้นส่วน สำหรับรถยนต์.....171
ค.4	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของโรงงานผลิต ประกอบ ตัดแปลง หรือซ่อมแซมเครื่องยนต์เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ.....172
ค.5	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของโรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม.....172
ค.6	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของโรงงานผลิตเกี่ยวกับไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ และเครื่องเรือน .....172
ค.7	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการพิมพ์.....173
ค.8	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของโรงงานอื่น ๆ.....173
ค.9	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของถนนสายรองสำคัญ.....173
ค.10	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของถนนสายรองทั่วไป .....174
ค.11	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของถนนสายย่อย (ตรอกและถนนอื่น ๆ) .....174
ค.12	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของถนนสายย่อย (ซอย) .....174
ค.13	ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน .....175

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	การเปรียบเทียบวิธีการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ .....8
2.2	ความเข้มข้นของ PM ₁₀ ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดนครราชสีมา ช่วงปี พ.ศ.2547-2551 .....25
3.1	แผนที่แสดงแนวเขตของเทศบาลนครนครราชสีมา .....33
3.2	ขั้นตอนการศึกษา.....34
3.3	แผนผังการตัดสินใจเลือกวิธีการประมาณที่ดี.....39
4.1	สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม .....65
4.2	การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพ .....72
4.3	สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดจากการเผาศพ .....73
4.4	การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง.....83
4.5	ตอนควบคุมของกรมทางหลวงตามแนวถนนสายหลัก ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา .....87
4.6	ตำแหน่งจุดตรวจนับปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา.....92
4.7	การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะ บนถนนแต่ละประเภท.....98
4.8	สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนแต่ละประเภท .....99
4.9	สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากยานพาหนะแต่ละประเภท.....100
4.10	ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากยานพาหนะแต่ละประเภท .....101
4.11	สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม .....113
4.12	สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่ง.....118
4.13	สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะ .....121
4.14	การปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท ภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา .....122

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.15 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในพื้นที่ศึกษา.....	124
4.16 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อย CO ₂ จากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในพื้นที่ศึกษา.....	125
ง.1 เมรุเผาศพภายในวัดที่ทำการสำรวจและเก็บข้อมูล	177
ง.2 ตัวอย่างภาพการตรวจนับปริมาณจราจรบนถนนสายรองสำคัญ	179
ง.3 ตัวอย่างภาพการตรวจนับปริมาณจราจรบนถนนรองทั่วไป	181
ง.4 ตัวอย่างภาพการตรวจนับปริมาณจราจรบนถนนสายย่อย	182
ง.5 ตัวอย่างภาพการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน	184



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

EF	=	ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)
TDA	=	การประมาณจากบนลงล่าง (Top down approach)
BUA	=	การประมาณจากล่างขึ้นบน (Bottom up approach)
ADT	=	ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic)
AADT	=	ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปี (Annual Average Daily Traffic)
US.EPA	=	องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United States of America, Environmental Protection Agency)
EEA	=	องค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหพันธรัฐยุโรป (European Environmental Agency)
WHO	=	องค์การอนามัยโลก (World Health Organization)
IPCC	=	Intergovernmental Panel on Climate Change
NRM	=	เทศบาลนครนครราชสีมา (Nakhon Ratchasima Municipality)
GIZ	=	องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (The Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)
CEM	=	ระบบติดตามตรวจสอบต่อเนื่อง (Continuous Emission Monitor)
PM ₁₀	=	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน
PM _{2.5}	=	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน
NO _x	=	ออกไซด์ของไนโตรเจน
SO ₂	=	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
NO ₂	=	ไนโตรเจนไดออกไซด์
CO	=	คาร์บอนมอนอกไซด์
CO ₂	=	คาร์บอนไดออกไซด์
TSP	=	ฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particle)
NMVOC	=	สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายยกเว้นมีเทน (Non-Methane Volatile Organic Compounds)
HC	=	ไฮโดรคาร์บอน
PM	=	ฝุ่นละออง (Particulate Matter)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

VOC	=	สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds)
CH ₄	=	มีเทน
O ₃	=	โอโซน
NO	=	ไนโตรเจนมอนอกไซด์
N ₂ O	=	ไนตรัสออกไซด์
NH ₃	=	ก๊าซแอมโมเนีย
Pb	=	ตะกั่ว
MC	=	รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง (Motorcycle and Motor tricycle)
PC	=	รถยนต์ส่วนบุคคล (Passenger Cars)
C & T	=	รถยนต์นั่ง (Passenger Car and Taxi)
LB	=	รถยนต์โดยสาร 4 ล้อ (Light Bus)
HB	=	รถยนต์โดยสารตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป (Heavy Bus)
LT	=	รถยนต์บรรทุก 4 ล้อ (Light Truck)
MT	=	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ (Medium Truck)
HT	=	รถยนต์บรรทุก 10 ล้อและรวมถึงรถพ่วง (Heavy Truck)
B & T	=	รถจักรยาน 2 ล้อและ 3 ล้อ (Bicycle and Tricycle)
LPG	=	ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้ม (Liquefied Petroleum Gas)
NGV	=	ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas Vehicle)
m ³	=	ลูกบาศก์เมตร
ม.	=	เมตร
กม.	=	กิโลเมตร
กก.	=	กิโลกรัม
มค.ก.	=	ไมโครกรัม
ลบ.ม.	=	ลูกบาศก์เมตร

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัญหามลพิษอากาศเป็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญ ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับสากล ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ในปี พ.ศ. 2543 ทั่วโลกมีการเสียชีวิตเนื่องจากมลพิษอากาศในบรรยากาศประมาณ 865,000 คน ซึ่งประมาณ 2 ใน 3 ของการเจ็บป่วยเกิดขึ้นในประเทศกำลังพัฒนา สำหรับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2543 มีการเสียชีวิตเนื่องจากมลพิษอากาศในบรรยากาศประมาณ 2,800 คน (WHO, 2002) จากสรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2551 ปัญหามลพิษที่ได้รับการร้องเรียนมากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ปัญหามลพิษอากาศและเสียง 67% ปัญหาของเสียงและสารอันตราย 16% และปัญหาน้ำเสีย 13% สารมลพิษหลักที่เป็นปัญหา คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ซึ่งพบมากในพื้นที่จังหวัดสระบุรี ราชบุรี สมุทรปราการ ลำปาง พระนครศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร เชียงใหม่และนครราชสีมา ตามลำดับความรุนแรง ส่วนสารมลพิษชนิดอื่น ๆ เช่น ก๊าซโอโซน (O_3) พบเกินค่ามาตรฐานมากที่สุดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรสาคร ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และฝุ่นละอองรวม (TSP) พบเกินค่ามาตรฐานเป็นครั้งคราวในกรุงเทพมหานคร (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ (Emission Inventory of Air Pollutants) คือ รายการแสดงปริมาณสารมลพิษอากาศชนิดต่าง ๆ ที่ปลดปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่สำคัญในพื้นที่ที่สนใจ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานควบคุมและวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศ ขั้นตอนที่สำคัญสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ คือ การประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ ซึ่งมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษโดยตรงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Emission Monitor: CEM) การตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษโดยตรง (Source Test) และการทำสมดุลมวล (Material Balance) แต่ละวิธีจะมีความน่าเชื่อถือ ความยากง่าย ค่าใช้จ่ายและการใช้ทรัพยากรบุคคลแตกต่างกัน แต่วิธีที่ใช้กันมากที่สุด คือ การใช้ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor: EF) เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่ำ ทำได้ง่าย ใช้เวลาไม่นาน เป็นที่ยอมรับได้ (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547) ซึ่งค่า EF ที่ใช้สำหรับประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษได้พัฒนามาจากข้อมูลการทำ Source Test

Modeling Mass balance หรือข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งจำนวนครั้งในการทดสอบและคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความน่าเชื่อถือของค่า EF (US.EPA, 2005) โดยค่า EF สามารถอ้างอิงจากผลงานวิจัยที่มีภายในประเทศหรือจากเอกสารที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป เช่น เอกสารของ US.EPA EEA และ IPCC เป็นต้น (นภาพร พานิช และคณะ, 2547)

จากผลการศึกษาที่ผ่านมาในอดีต พบว่า ปี พ.ศ. 2535 ประเทศไทยเริ่มจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศเป็นครั้งแรก โดยเป็นการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) จากนั้นมีการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537 ครอบคลุม 11 เมืองใหญ่และ 2 เขตควบคุมมลพิษ พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีการใช้เชื้อเพลิงน้อย ยกเว้นโรงผลิตไฟฟ้าและโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ ส่วนสารมลพิษหลักที่ปลดปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ สารมลพิษจากการเผาไหม้ ฝุ่นละอองและกลิ่นเหม็น โดยมีฝุ่นละอองและกลิ่นเหม็นเป็นปัญหามลพิษหลัก (กรมควบคุมมลพิษ, 2539) ในปี พ.ศ. 2540 มีการปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดแบบจุดที่มีปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศทุกชนิดสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดประเภทเดียวกัน ส่วนที่พักอาศัยเป็นแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ที่มีปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศทุกชนิดสูงที่สุด ยกเว้น NO_x เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดประเภทเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่า สารมลพิษอากาศ 3 ชนิดแรกที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ ได้แก่ CO 39.84% NO_x 30.14% และไฮโดรคาร์บอน (HC) 26.54% (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) ล่าสุดเมื่อปี พ.ศ. 2549 มีการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งทำการศึกษาเฉพาะฝุ่นละออง (PM) พบว่าแหล่งกำเนิดแบบจุดที่มีปริมาณการปล่อย PM สูงที่สุด คือ อุตสาหกรรมสิ่งทอ 52.55% รองลงมา ได้แก่ อุตสาหกรรมด้านการเกษตรกรรม 18.42% และอุตสาหกรรมเชื้อกระดาษ 14.65% ส่วนแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ พบว่า การปล่อย PM เกิดจากรถปัดฝุ่นสูงที่สุด คือ 40.80% รองลงมา ได้แก่ รถบรรทุกขนาดใหญ่ 23.56% และรถยนต์ 18.29% และกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อย PM สูงที่สุดของแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ คือ การเผาในที่โล่ง 49.95% รองลงมา คือ นิคมอุตสาหกรรม 46.93% (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) ทั้งนี้เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนจัดการคุณภาพอากาศในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงแต่การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในประเทศไทยที่ผ่านมา เป็นการจัดทำในพื้นที่ที่ประสบกับปัญหามลพิษอากาศที่รุนแรง ทำให้การดำเนินการจัดการคุณภาพอากาศตามแผนที่วางไว้กระทำได้ยาก มีค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลานานและอาจไม่มีทางย้อนกลับไปถึงคุณภาพอากาศที่ดีดังเดิมได้ ดังนั้นจึงควรมีการดำเนินการเพื่อนำไปสู่การวางแผนและนโยบายการจัดการคุณภาพอากาศตั้งแต่เนิ่น ๆ ในพื้นที่ที่สถานการณ์มลพิษอากาศยังไม่รุนแรง ก่อนกลายเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหามลพิษอากาศที่รุนแรง

แล้วยากต่อการดำเนินการแก้ไขปัญหามาจากผลการตรวจวัด PM_{10} ในพื้นที่เขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551 ซึ่งมีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวร 1 จุดพบว่า มีระดับค่าเฉลี่ย 1 ปี เท่ากับ 48.2 70.7 78.4 70.1 และ 45.9 มค.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่า ค่ามาตรฐานเกือบทุกปี (ค่ามาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 50 มค.ก./ลบ.ม.) (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) สะท้อนให้เห็นว่าปัจจุบันปัญหาคุณภาพอากาศภายในเขตเทศบาลนครราชสีมาอยู่ในช่วงเริ่มต้น ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าจะนำไปสู่ปัญหามลพิษอากาศในระดับที่รุนแรงและส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่ได้หากไม่มีการวางแผนป้องกันตั้งแต่นั้น ๆ ด้วยการวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศของเมืองอย่างมีประสิทธิภาพ แต่เทศบาลนครราชสีมายังขาดข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศ

โดยการศึกษาครั้งนี้ทำให้มีบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับเขตเทศบาลนคร นครราชสีมาเกิดขึ้นเป็นครั้งแรก โดยเป็นข้อมูลที่ทันสมัยเหตุการณ์และครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษหลัก ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการวางแผนจัดการคุณภาพอากาศในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมาของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อันจะส่งผลดีต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่ นอกจากนี้ทำให้มีฐานข้อมูลบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับชุมชนเมืองของประเทศไทยที่จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนปรับปรุงคุณภาพอากาศของเมืองที่มีขนาดและลักษณะโครงสร้างพื้นฐานด้านต่าง ๆ ใกล้เคียงกันกับเทศบาลนครราชสีมา และทำให้ทราบความเหมาะสมของวิธีการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ โดยใช้ค่า EF ด้วยวิธีการประมาณจากบนลงล่าง (Top Down Approach: TDA) และการประมาณจากล่างขึ้นบน (Bottom Up Approach: BUA) ในพื้นที่เมืองขนาดเล็ก เช่น เขตเทศบาลนครราชสีมา ทำให้ทราบถึงความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศในเขตเทศบาลนครราชสีมา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในพื้นที่ของเทศบาลนครราชสีมา

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและอัตราการปลดปล่อยมลพิษอากาศของเทศบาลนครราชสีมา กับเมืองอื่น ๆ

1.3 ข้อยกเว้นเบื้องต้น

การศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัด ในส่วนของข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษบางประเภทที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา จึงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษวิธีการอื่น ๆ ร่วมด้วย (วิธีการอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การใช้ค่า EF) สำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีข้อมูลอยู่อย่างจำกัด นอกจากนี้สมการที่ใช้สำหรับการคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ

จากแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภท จะพิจารณาเลือกใช้ตามความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีในพื้นที่ศึกษา โดยเป็นสมการที่อ้างอิงจากเอกสารที่ใช้กันโดยทั่วไป เช่น US.EPA (AP-42) EEA (CORINAIR) และเอกสารงานวิจัยอื่น ๆ ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 พื้นที่ศึกษา คือ เขตเทศบาลนครนครราชสีมา

1.4.2 ศึกษาแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point Source) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ (Mobile Source) และแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ (Area Source)

1.4.3 สารมลพิษอากาศที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกันตามประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษที่ทำการศึกษา โดยพิจารณาจากสารมลพิษที่เป็นชนิดหลักที่ปลดปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษนั้น ๆ ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ฝุ่นละอองรวม (TSP) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ไฮโดรคาร์บอน (HC) สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายกเว้นมีเทน (NMVOC) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

1.4.4 ฐานข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ ได้ใช้ฐานข้อมูลปี พ.ศ. 2552 เป็นหลัก โดยรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งกำเนิดมลพิษ โดยตรงและหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.4.5 ลักษณะการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศในการศึกษาค้างนี้ ได้ใช้ทั้ง 2 รูปแบบ คือ การประมาณจากบนลงล่าง (TDA) และการประมาณจากล่างขึ้นบน (BUA) แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของฐานข้อมูลที่มี

1.4.6 ประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ โดยใช้ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (EF)

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1.5.1 มีบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับเขตเทศบาลนครนครราชสีมา เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก โดยเป็นข้อมูลที่ทันต่อเหตุการณ์และครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษหลัก ๆ

1.5.2 มีฐานข้อมูลบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับชุมชนเมืองในประเทศไทย ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนปรับปรุงคุณภาพอากาศของเมืองที่มีขนาดและโครงสร้างพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจที่ใกล้เคียงกันกับเทศบาลนครนครราชสีมา

1.5.3 ทราบถึงความเหมาะสมของวิธีการระหว่างการประมาณจากบนลงล่าง (TDA) และการประมาณจากล่างขึ้นบน (BUA) ในการประมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ โดยใช้ค่า EF รวมทั้งความพร้อมของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศ ในเมืองขนาดเล็ก

บทที่ 2

ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ คือ รายการแสดงปริมาณสารมลพิษทางอากาศที่ระบายออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญในพื้นที่ที่สนใจ ประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากแหล่งกำเนิดหลักและข้อมูลลักษณะของแหล่งกำเนิดที่มีรายละเอียดตามความจำเป็นในการใช้งาน (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547)

บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ คือ รายการแสดงปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละแห่งสู่บรรยากาศในพื้นที่ที่สนใจ (ชุมชน เมือง จังหวัด ประเทศและโลก) ในระหว่างช่วงเวลาที่ทำการศึกษา โดยคุณลักษณะของบัญชีรายการการปล่อยสารมลพิษอากาศ ประกอบด้วย ข้อมูลการปล่อยมลพิษของปีทำการประมาณและแหล่งกำเนิดมลพิษหลักในพื้นที่ที่สนใจศึกษา มีขั้นตอนและสิ่งที่ต้องคำนึงในการดำเนินการจัดทำ ดังนี้ (Friedrich, 2006)

2.1.1 ขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 1) จำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในพื้นที่ศึกษา
- 2) ติดต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแต่ละแห่ง เพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ
- 4) ทบทวนและตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลที่จะใช้สำหรับการคำนวณหาปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ
- 5) พัฒนายุทธศาสตร์ทางเลือกหรือระดับของการดำเนินกิจกรรม (ถ้าจำเป็น)
- 6) จัดทำรายงานบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

2.1.2 สิ่งที่ต้องคำนึงในการวางแผนจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

- 1) การใช้ประโยชน์บัญชี ประกอบด้วย ภูมิหลังและส่วนประกอบหลักของบัญชีการจำแนกรายการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ
- 2) การจำแนกรายการแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ
- 3) บริเวณพื้นที่ทำการการศึกษา

- 4) ขนาดของแหล่งกำเนิดมลพิษที่เล็กที่สุดที่อยู่ในขอบเขตของการศึกษา
- 5) วิธีการรวบรวมข้อมูล
- 6) วิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศและการเลือกแหล่งข้อมูลค่า EF ได้แก่ เอกสาร US.EPA (AP-42) EEA (CORINAIR) และอื่น ๆ
- 7) สถานะของบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศที่มีอยู่ในปัจจุบัน
- 8) ระบบการจัดเก็บและดูแลข้อมูลของบัญชี
- 9) การควบคุมคุณภาพและการรับรองความเชื่อมั่นของบัญชี

2.1.3 ทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

ระดับความละเอียดของบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ ขึ้นอยู่กับระดับความรู้ความสามารถของผู้ทำการศึกษาและทรัพยากรการเงินที่ใช้ในการดำเนินงานโดยตรง ดังนั้นการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศจึงต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นก่อนการดำเนินงานเพื่อความเหมาะสมของปริมาณงานกับทรัพยากรที่มีอยู่ (Friedrich, 2006) ซึ่งปัจจัยหรือทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ มีดังนี้

- 1) คณะทำงานและผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ที่เพียงพอสำหรับการดำเนินงาน เช่น นักอุทกนิยมนวิทยา เป็นต้น
- 2) งบประมาณ
- 3) ความสามารถในการจัดการคอมพิวเตอร์และข้อมูล
- 4) ระบบการจัดเก็บและรักษาข้อมูล
- 5) ข้อมูลที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน
- 6) การสร้างชุดข้อมูล
- 7) ความพยายามร่วมกันภายในทีม
- 8) คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญที่ไม่อยู่ในคณะทำงาน

2.1.4 ประโยชน์ของบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศมีประโยชน์อย่างมากสำหรับหน่วยงานควบคุมและวางแผนจัดการคุณภาพอากาศ ทำให้ทราบถึงแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่สำคัญในพื้นที่ นำไปสู่การหามาตรการลดปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศในพื้นที่ (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547) และส่วนใหญ่ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการดำเนินการวางแผนจัดการคุณภาพอากาศในพื้นที่ที่ศึกษา (Friedrich, 2006) ซึ่งมีประโยชน์ดังต่อไปนี้

- 1) ใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดทำยุทธศาสตร์และการวางข้อกำหนด
- 2) ใช้ในการประมาณแนวโน้มการปล่อยสารมลพิษอากาศ
- 3) ใช้เป็นข้อมูลสำหรับจัดทำแบบจำลองคุณภาพอากาศ

- 4) ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงกฎหมายและยุทธศาสตร์ด้านสิ่งแวดล้อมให้ทันต่อเหตุการณ์
- 5) ใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดค่าธรรมเนียมการปล่อยสารมลพิษอากาศของแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท
- 6) ใช้เป็นข้อมูลสำหรับจัดทำโปรแกรมแสดงแนวโน้มการปล่อยสารมลพิษอากาศ
- 7) ทำให้ทราบถึงผลกระทบจากแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแหล่งใหม่ในพื้นที่นั้น ๆ
- 8) ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในการดำเนินการตามข้อกำหนดและกฎหมาย

2.2 วิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ

2.2.1 ลักษณะวิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ

ลักษณะวิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การประมาณจากบนลงล่าง (Top Down Approach: TDA) และประมาณจากล่างขึ้นบน (Bottom Up Approach: BUA) ซึ่งการประมาณแบบ TDA ต้องอาศัยข้อมูลโดยรวมของประเทศหรือพื้นที่ศึกษา สำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภท ที่ทำการศึกษา เช่น การใช้ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงาน โดยรวมของประเทศจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากที่พักอาศัย เป็นต้น ส่วนการประมาณแบบ BUA จำเป็นต้องใช้ข้อมูลรายละเอียดของแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภทในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากแต่ละแหล่งกำเนิด เพื่อรวมเป็นปริมาณการปล่อยมลพิษทั้งหมดของพื้นที่ที่ศึกษา (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547) โดยปกติในการตัดสินใจเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับฐานข้อมูลที่มีอยู่ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา (Friedrich, 2006) ซึ่งข้อพิจารณาพร้อมทั้งข้อดีและข้อเสียของทั้ง 2 วิธี มีดังนี้

1) วิธีการประมาณจากบนลงล่าง (TDA)

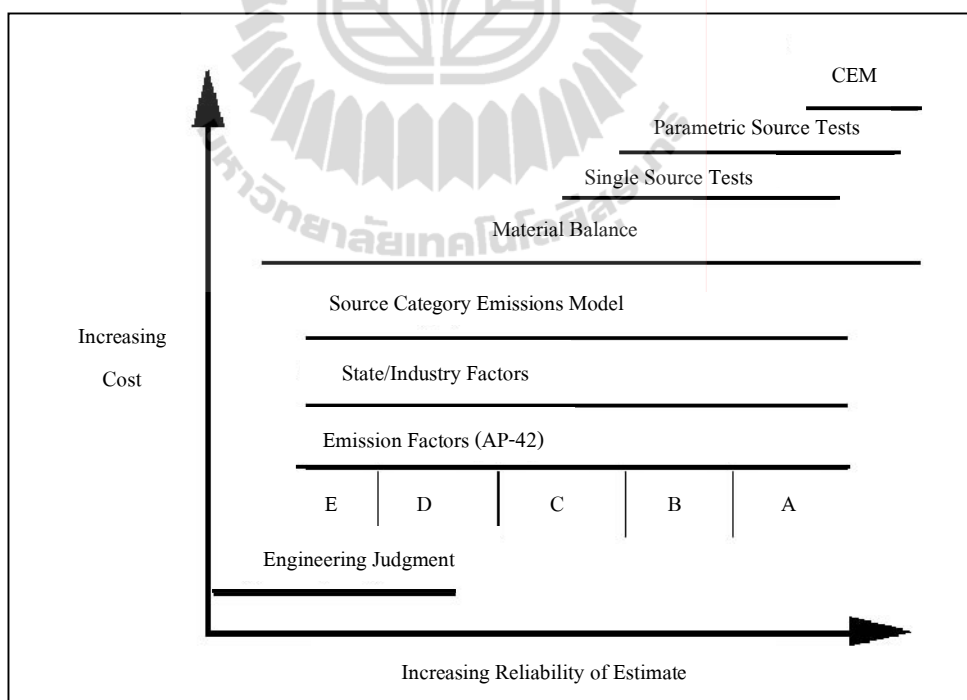
- ใช้วิธีนี้เมื่อข้อมูลรายละเอียดของพื้นที่ที่สนใจศึกษามีไม่เพียงพอและค่าใช้จ่ายในการรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ที่สนใจมีอยู่จำกัด
- ใช้ข้อมูลโดยรวมของประเทศในการแบ่งออกเป็นข้อมูลของรัฐหรือเมือง โดยอาศัยฐานพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทน เช่น จำนวนประชากรหรือการทำงานของกลุ่มที่ศึกษา
- โดยปกติวิธีการนี้ใช้สำหรับการจัดทำบัญชีการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่
- ใช้ทรัพยากรน้อย

2) วิธีการประมาณจากล่างขึ้นบน (BUA)

- ใช้ทรัพยากรมากในการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งกำเนิดมลพิษ ทั้งอัตราการทำกิจกรรมและค่า EF
- โดยปกติวิธีการนี้ใช้สำหรับการจัดทำบัญชีการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษหลัก ๆ
- ผลลัพธ์ให้ความถูกต้องมากกว่าการประมาณแบบ TDA

2.2.2 วิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ

ขั้นตอนที่สำคัญในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ คือ การประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภท โดยวิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษมีด้วยกันหลายวิธี ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งแต่ละวิธีมีความน่าเชื่อถือ ความง่าย ค่าใช้จ่ายและการใช้ทรัพยากรบุคคลที่แตกต่างกัน แต่วิธีที่ใช้กันมากที่สุด คือ การใช้ค่า EF เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่ำ ทำได้ง่าย ใช้เวลาไม่นานและยอมรับให้ใช้ได้ (นภาพพร พานิช และคณะ, 2547)



รูปที่ 2.1 การเปรียบเทียบวิธีการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ (US.EPA, 2005)

จากรูปที่ 2.1 CEM ย่อมาจาก Continuous Emission Monitor หรือระบบติดตามตรวจสอบต่อเนื่อง คือ การตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษโดยตรงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งให้ข้อมูลปริมาณการปล่อยสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่มีความถูกต้องที่สุด แต่เป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายสูง และผลการตรวจวัดจะใช้ได้เฉพาะกับสถานะการทำงานในช่วงเวลาที่ตรวจวัดเท่านั้น หากจะนำผลมาใช้ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษระยะยาว เช่น เฉลี่ยทั้งปี ช่วงเวลาการตรวจวัดต้องเป็นตัวแทนของการเดินเครื่องปกติของแหล่งกำเนิดนั้น ส่วน Source Test คือ การตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษโดยตรง ซึ่งช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างอากาศจะใช้ระยะยาว โดยการเก็บข้อมูลจริง ทั้งข้อมูลปริมาณและอัตราความเร็วการไหลของก๊าซในปล่องควัน เช่น ปล่องควันของโรงงาน ท่อไอเสียของยานพาหนะที่มีเครื่องยนต์ประเภทต่าง ๆ และการใช้เชื้อเพลิงตามบ้านเรือน เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษที่เกิดขึ้น ซึ่งให้ข้อมูลปริมาณการปล่อยสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่มีความถูกต้องสูง แต่มีค่าใช้จ่ายสูงเช่นเดียวกัน วิธี Material Balance (การทำสมดุลมวล) คือ การประมาณค่าเฉลี่ยปริมาณการปล่อยมลพิษที่มีความน่าเชื่อถือสำหรับแหล่งกำเนิดบางประเภท โดยทั่วไปการทำสมดุลมวลเหมาะที่จะนำมาใช้ในกรณีที่มีการสูญเสียวัตถุดิบปริมาณมากสู่บรรยากาศ เช่น การสูญเสียสารละลายจากกระบวนการเคลือบผิวที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุม ในทางตรงกันข้ามการทำสมดุลมวลไม่เหมาะนำมาใช้หากสารนั้นถูกใช้หมดไปหรือทำปฏิกิริยาทางเคมีหรือสูญเสียสู่บรรยากาศเป็นสัดส่วนน้อยของปริมาณวัตถุดิบทั้งหมดที่ใช้ ซึ่งในการทำสมดุลมวลจำเป็นต้องทราบปริมาณสารทั้งหมดที่เข้าสู่กระบวนการผลิตและที่ออกจากกระบวนการผลิต เพื่อใช้ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษที่ถูกต้อง Emissions Models (แบบจำลองการปล่อยมลพิษ) คือ การพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาประมาณการปล่อยมลพิษ โดยมีความซับซ้อนมากจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณ ซึ่งความถูกต้องของการประมาณขึ้นอยู่กับความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่ใช้ นอกจากนี้การประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท มีวิธีการประมาณแตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 2.1

2.3 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (EF)

2.3.1 การใช้ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

คำนิยามของ EF หรือ Emission Factor ในภาษาไทย คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2544) ซึ่งการใช้ค่า EF ในการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ ไม่ใช่วิธีการที่ถูกต้องที่สุด แต่เป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุด เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่ำ ทำได้ง่าย ใช้เวลาไม่นานและเป็นวิธีการที่ยอมรับให้ใช้ได้ แต่ต้องเลือกใช้ค่า EF จากเอกสารที่เป็นที่ยอมรับในวงการระหว่างประเทศ เนื่องจากความจำกัดด้านความถูกต้องของวิธีการ (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547) นอกจากนี้การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษโดยใช้ค่า EF

ต้องอาศัยสมการในการคำนวณ ดังนั้นในเอกสารที่รวบรวมค่า EF จึงได้ระบุสมการที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภทไว้ด้วย

ตารางที่ 2.1 วิธีการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท

แหล่งกำเนิดแบบจุด (Point Sources)	แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area Source)	แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources)
Continuous Emission Monitor	Surveys and questionnaires	Emission models
Source tests	Material balance	Emission factor ⁽¹⁾
Material balance	Emission models	
Fuel analysis	Emission factor	
Emission estimation models		
Emission factor		
Engineering judgment		

หมายเหตุ จาก Friedrich (2006); ⁽¹⁾ จาก US.EPA (2005); EEA (2009)

2.3.2 แหล่งข้อมูลค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศ

การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ ได้รับการยอมรับว่ามีความสำคัญในการจัดการมลพิษอากาศ ทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาคและระดับโลก มีหลายหน่วยงานในระดับประเทศและองค์กรระหว่างประเทศ จัดพิมพ์เอกสารข้อมูลค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษเผยแพร่สำหรับใช้ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ โดยเอกสารข้อมูลที่นิยมใช้กันทั่วไปมาจาก 4 แหล่ง (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547) ซึ่งแต่ละแหล่งมีความเหมาะสมในการใช้งานแตกต่างกันไป สรุปได้ดังต่อไปนี้

1) United States of America, Environmental Protection Agency (US.EPA)

องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา ได้จัดทำเอกสารค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศครอบคลุมแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors) (US.EPA, 2005) เป็นเอกสารที่มีรายละเอียดมาก ใช้สำหรับประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษให้มีความถูกต้องที่สุด

2) European Environmental Agency (EEA)

องค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหพันธรัฐยุโรป โดยโครงการจัดทำบัญชีมลพิษอากาศในยุโรป (The Core Inventory of Air Emissions in Europe-CORINAIR) ได้จัดทำคู่มือการจัดทำบัญชี

รายการการปล่อยมลพิษอากาศ (Emission Inventory Guidebook) (EEA, 2009) ซึ่งประกอบด้วยวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษหลายระดับตามความละเอียดของข้อมูลที่มี การใช้วิธีการระดับสูงทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องสูง แต่ต้องใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดมาก วิธีการนี้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมกับประเทศที่พัฒนาแล้วในทวีปยุโรป แต่ถ้าพื้นที่ใดมีข้อมูลไม่มากนักก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยเลือกวิธีการในระดับที่ให้ความถูกต้องรองลงมา

3) World Health Organization (WHO)

องค์การอนามัยโลกร่วมกับหน่วยงานของสหประชาชาติ จัดทำคู่มือสำหรับใช้ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอย่างง่ายและจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษได้รวดเร็ว (Assessment of Sources of Air Water and Land Pollution Part One: Rapid Inventory Techniques in Environmental Pollution) (WHO, 1993) ครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ น้ำเสียและมูลฝอย โดยใช้วิธี EF ซึ่งต้องการข้อมูลเท่าที่จำเป็นในการประมาณปริมาณมลพิษอย่างถูกต้องพอสมควร

4) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

IPCC เป็นองค์กรหนึ่งของสหประชาชาติ ได้จัดทำคู่มือแนวทางการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory) (IPCC, 2006) ซึ่งเป็นคู่มือที่ใช้ได้กับทุกประเทศทั่วโลก เพราะประเทศส่วนใหญ่จะมีข้อมูลน้อยและต้องใช้วิธีอย่างง่าย หรือที่เรียกว่า Tier 1 ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ แต่ทำให้ผลการประมาณที่ได้มีความถูกต้องไม่มากนัก ส่วนประเทศที่มีข้อมูลรายละเอียดของแหล่งกำเนิดมากพอ สามารถใช้วิธีแบบละเอียด หรือที่เรียกว่า Tier 2 และ Tier 3 ซึ่งจะให้ค่าความถูกต้องมากกว่าการใช้วิธีอย่างง่าย

2.3.3 การพัฒนาค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

ค่า EF สามารถพัฒนามาจากข้อมูลการทำ Source Test Modeling Mass Balance หรือข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งจำนวนครั้งในการทดสอบและคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความน่าเชื่อถือของค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ โดยค่า EF คือ ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารมลพิษที่ปล่อยสู่บรรยากาศกับกิจกรรมที่ปลดปล่อยมลพิษสู่บรรยากาศ ดังสมการ (2.1) ทั่วไปจะแสดงในรูปน้ำหนักสามลพิษต่อหน่วยน้ำหนัก ปริมาตร ระยะทาง หรือเวลา ของกิจกรรมที่ปล่อยมลพิษ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ค่า EF คือ ค่าเฉลี่ยอย่างง่ายของข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ ซึ่งคุณภาพของข้อมูลมีความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้และโดยทั่วไปค่า EF จะแสดงถึงค่าเฉลี่ยในระยะยาวสำหรับข้อมูลทั้งหมดของแหล่งกำเนิดประเภทนั้น (US.EPA, 2005)

$$EF = E/A \quad (2.1)$$

โดยที่ EF คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

E คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษสู่บรรยากาศ

A คือ อัตราการทำกิจกรรมที่ปล่อยมลพิษสู่บรรยากาศ

หมายเหตุ ใช้ในกรณีไม่มีการควบคุมมลพิษที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด

Hammerle (1976) กล่าวว่า ค่า EF หมายถึง ค่าเฉลี่ยทางสถิติของอัตราการปล่อยสารมลพิษสู่บรรยากาศจากผลของกิจกรรมนั้น ๆ โดยค่า EF ของแหล่งกำเนิดมลพิษที่อยู่กับที่ (Stationary source) คำนวณจากสมการ (2.2) ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษที่อยู่กับที่ หมายถึง แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point source) และแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ (Area source) (Friedrich, 2006)

$$EF = \frac{\text{น้ำหนักมลพิษ/น้ำหนักผลิตภัณฑ์}}{\text{น้ำหนักมลพิษ/น้ำหนักผลิตภัณฑ์}} \quad (2.2)$$

โดยข้อมูลน้ำหนักการปล่อยมลพิษสามารถหาได้จากหลายวิธี เช่น CEM Source Test Material Balance และ Emissions Models เป็นต้น แต่ละวิธีจะให้ข้อมูลที่มีคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อระดับความน่าเชื่อถือของค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษที่พัฒนาขึ้น

2.3.4 แนวทางการเลือกใช้ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

การเลือกใช้ค่า EF จากแหล่งข้อมูลใด ๆ ต้องพิจารณาเลือกใช้ค่าที่ถูกพัฒนามาจากข้อมูลกิจกรรมประเภทเดียวกันกับที่จะทำการประมาณการปล่อยมลพิษเป็นอันดับแรก แต่ถ้าไม่มีก็ให้เลือกใช้ค่า EF ที่ถูกพัฒนามาจากข้อมูลกิจกรรมที่คล้ายกันกับกิจกรรมที่จะทำการประมาณการปล่อยมลพิษมากที่สุด (US.EPA, 2005) นอกจากนี้ในเอกสาร AP-42 ของ US.EPA ได้กล่าวถึง Emission factor ratings หรือดัชนีความน่าเชื่อถือของค่า EF ที่นำมาใช้ในการประมาณการปล่อยมลพิษจากกิจกรรมนั้น ๆ โดยระดับความน่าเชื่อถือของค่า EF ขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งในการทดสอบและคุณภาพของข้อมูลที่นำมาใช้ในการพัฒนาค่า EF ซึ่ง Emission factor ratings มีระดับตั้งแต่ A-E เมื่อ A ดีมาก B ดี C ปานกลาง D พอใช้ และ E ไม่ดี โดยทั่วไปในการพัฒนาค่า EF มักมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะแสดงอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ทำให้ค่าที่ได้มีความถูกต้องน้อยลง ซึ่งส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของค่า EF ที่ลดลงตามไปด้วย แต่ถ้าข้อมูลที่มีสะท้อนถึงอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ย่อมทำให้ค่า EF ที่ได้มีความถูกต้องมากกว่าและทำให้มีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น (US.EPA, 2005)

ขณะที่จากเอกสาร Emission Inventory Guidebook ได้แบ่งวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษในเอกสารออกเป็น 3 ระดับ (Tier 1-Tier 3) โดย Tier 1 เป็นวิธีอย่างง่ายที่ต้องการข้อมูลเพียงอัตราการทำกิจกรรมจากข้อมูลทางสถิติและค่า EF ที่เลือกเท่านั้น โดยสมมุติให้ค่า EF ที่เลือกมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างอัตราการทำกิจกรรมกับปริมาณการปล่อยมลพิษทำให้ค่าการประมาณมีความไม่แน่นอนค่อนข้างมาก ส่วน Tier 2 คล้ายกันกับ Tier 1 แต่จะเลือกใช้ค่า EF ที่ถูกพัฒนาให้มีความเฉพาะต่อกิจกรรมและถูกพัฒนาขึ้นเป็นค่าของประเทศสำหรับการจัดทำบัญชี แต่ก็ต้องทราบข้อมูลประเภทเทคโนโลยีของกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งวิธีการนี้จะลดระดับความไม่แน่นอนของค่าประมาณลง Tier 3 เป็นวิธีที่ต้องการรายละเอียดของข้อมูลมากกว่า Tier 2 ซึ่งข้อมูลมีเพียงพอที่จะสะท้อนปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยมลพิษและค่า EF ที่เลือกใช้ได้ถูกพัฒนาจากข้อมูลที่มีความเฉพาะต่อกิจกรรมนั้น ทำให้ค่าการประมาณมีความถูกต้องสูง (EEA, 2009)

2.4 ประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ

แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man-made sources) และแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural sources) แต่โดยส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2550) ซึ่งแบ่งตามลักษณะของแหล่งกำเนิดมลพิษ (Friedrich, 2006) ได้ดังนี้

2.4.1 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point sources)

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดจัดเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่อยู่กับที่ (Stationary sources) โดยปกติแหล่งกำเนิดมลพิษที่อยู่กับที่ มักหมายความถึงกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงของโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial combustion processes) ขณะที่แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด หมายความว่าแหล่งกำเนิดที่เป็นจุดเดียวที่อยู่ภายในแหล่งกำเนิดมลพิษที่อยู่กับที่ เช่น ปล่องควัน แต่บ่อยครั้งที่การจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด ได้แบ่งตามประเภทกิจกรรมของโรงงานอุตสาหกรรม แสดงได้ดังตารางที่ 2.2

2.4.2 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ (Area sources)

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่จัดเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบอยู่กับที่ (Stationary sources) ที่ไม่สามารถจัดเป็นแหล่งกำเนิดแบบจุดได้ เพราะปริมาณการปล่อยสารมลพิษจากกิจกรรมนั้น ๆ มีน้อยมาก เช่น กิจกรรมภายในครัวเรือน ไฟป่าและแหล่งกำเนิดมลพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (บ่อยครั้งที่แหล่งกำเนิดมลพิษที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ถูกแยกออกเป็นอีกหนึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษหลัก โดยไม่นับรวมเป็นแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ยากต่อการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ จึงใช้หลายเทคนิคในการประมาณปริมาณการปล่อย

มลพิษอากาศที่ถูกปลดปล่อยออกมา ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ประเภทต่าง ๆ แสดงได้ดังต่อไปนี้

- 1) แหล่งกำเนิดมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ได้แก่
 - มลพิษจากการทำความร้อนในที่พักอาศัยและการทำอาหาร
 - มลพิษจากหม้อต้มของโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน
 - มลพิษจากเชื้อเพลิงชีวภาพ
 - มลพิษจากการเผาขยะ
 - การเผาในที่โล่ง เช่น ของเสียทางการเกษตร ของเสียจากสิ่งก่อสร้าง ไฟป่า
- 2) แหล่งกำเนิดมลพิษที่มีลักษณะฟุ้งกระจาย ได้แก่
 - มลพิษที่รั่วไหลจากข้อต่อหรือวาล์ว
 - การใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นกระป๋องฉีดตามชุมชน
 - การฉีดยาฆ่าแมลง
 - การทาสีหรือเคลือบพื้นผิว
 - การชักแห้ง
 - การบำบัดของเสียและการทำปุ๋ย
 - การเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวผลผลิต
 - การคัดกร่อนจากลม
 - ฝุ่นจากถนนที่มีการปูพื้นผิวและไม่ปูพื้นผิวนอน
 - ปศุสัตว์และการย่อยสิ่งปฏิกูล
- 3) แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศจากการระเหยของน้ำมันเบนซินและตัวทำละลาย ได้แก่
 - การระเหยจากภาชนะบรรจุปิโตรเลียมขณะการบรรจุและถ่ายออก
 - การระเหยของน้ำมันเบนซินขณะบริการ
 - การเติมน้ำมันของเครื่องบิน
 - การใช้ตัวทำละลายภายในชุมชน
 - การใช้ยาฆ่าแมลง
 - การพิมพ์
 - การทาสีและเคลือบพื้นผิว
 - การทำความสะอาดพื้นผิว
 - การระเหยของสารเคมีอินทรีย์จากถังเก็บ
 - การบริการล้างรถ
 - การปูพื้นถนน

4) แหล่งกำเนิดมลพิษอื่น ๆ ได้แก่

- การทำขนมปัง
- การต้มเหล้า
- การกลั่น
- การทำน้ำมันหกหรือลัน

ตารางที่ 2.2 แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบจุดและสารมลพิษอากาศที่สำคัญ

Point Sources	Major Pollutants
Electric utilities	PM CO NO _x SO _x Lead and Air Toxics
Chemical manufacturing	VOC Air Toxics
Petroleum refining	VOC PM Air Toxics
Primary/Secondary metal production	PM SO _x Lead Air Toxics
Cement production	PM SO _x Lead Air Toxics
Mining and quarrying	PM Lead Air Toxics
Mineral products	PM Lead Air Toxics
Waste disposal	VOC PM Lead Air Toxics
Automobile industry	VOC PM Air Toxics
Wood pulp & paper	PM SO _x Air Toxics
Oil & gas production	VOC Air toxics
Printing & publishing	VOC Air toxics
Surface coating	VOC Air toxics
Bulk fuel terminals	VOC Air toxics
Wood products manufacturing	VOC Air toxics
Food & agriculture industry	VOC Air toxics

หมายเหตุ จาก Friedrich (2006)

2.4.3 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ (Mobile sources)

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดที่กระจายมลพิษได้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดและอยู่ใกล้ที่พักอาศัยของมนุษย์ โดยการปล่อยไอเสียของยานพาหนะ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์มากกว่าแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่อยู่กับที่ เมื่อปริมาณการปลดปล่อยเท่ากัน

1) สารมลพิษอากาศหลักที่ปลดปล่อยออกจากท่อไอเสียของยานพาหนะ ได้แก่ CO HC NO_x (NO NO₂ และ N₂O) อนุภาคต่าง ๆ NH₃ และก๊าซเรือนกระจก (CO₂ N₂O CH₄)

2) การจำแนกยานพาหนะประเภทหลัก ๆ ตามแบบของกองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง (กรมทางหลวงชนบท, 2553) มีดังนี้

- รถจักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง (Motorcycle and Motor tricycle: MC)
- รถยนต์นั่ง (Passenger Car and Taxi: C & T)
- รถยนต์โดยสาร 4 ล้อ (Light Bus: LB)
- รถยนต์โดยสารตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป (Heavy Bus: HB)
- รถยนต์บรรทุก 4 ล้อ (Light Truck: LT)
- รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ (Medium Truck: MT)
- รถยนต์บรรทุก 10 ล้อและรวมถึงรถพ่วง (Heavy Truck: HT)
- รถจักรยาน 2 ล้อและ 3 ล้อ (Bicycle and Tricycle: B & T)

3) ประเภทของการปลดปล่อยสารมลพิษจากยานพาหนะ ได้แก่ การปล่อยมลพิษจากท่อไอเสียของยานพาหนะและการระเหยจากยานพาหนะ

4) พลังงานที่ยานพาหนะใช้ ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันแก๊สโซฮอล์ แก๊สแอลพีจี (ปิโตรเลียมเหลว) ก๊าซธรรมชาติและกระแสไฟฟ้า

นอกจากนี้แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ที่ไม่ได้วิ่งอยู่บนถนน (Non-road Sources) มีอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น เครื่องจักรที่ใช้สำหรับการก่อสร้าง รถแทรกเตอร์ หัวรถจักร เครื่องตัดหญ้า เรือ เครื่องบิน เครื่องจักรทางการเกษตร และอื่น ๆ ซึ่งการจำแนกกลุ่มของ Non-road Sources ประกอบด้วย เครื่องยนต์ 2 และ 4 จังหวะ สำหรับงานก่อสร้าง เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน เครื่องจักรที่ใช้สำหรับการเกษตรกรรม เครื่องตัดหญ้า หัวรถจักร (รถไฟ) เครื่องบิน เรือและเรือเดินสมุทรขนาดใหญ่ เป็นต้น

2.4.4 แหล่งกำเนิดมลพิษตามธรรมชาติ (Natural sources)

โดยปกติแหล่งกำเนิดมลพิษตามธรรมชาติ หมายความว่าถึง สารมลพิษบางตัวที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดที่มนุษย์ไม่ได้สร้างขึ้น ซึ่งกำลังเป็นที่สนใจของกลุ่มนักวิจัยเกี่ยวกับมลพิษทางด้านอากาศ แต่ด้วยความยากในการแบ่งกลุ่มของแหล่งกำเนิดมลพิษ ทำให้การศึกษายังไม่ครอบคลุม ทั้งที่แหล่งกำเนิดมลพิษเหล่านี้เกิดขึ้นอยู่ภายในประเทศ นอกจากนี้แหล่งกำเนิดมลพิษตามธรรมชาติเป็นแหล่งกำเนิดลำดับแรกที่สำคัญของการเกิดโอโซนในระดับภูมิภาค ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ โดยแหล่งกำเนิดมลพิษตามธรรมชาติและสารมลพิษหลักที่เกิดขึ้น แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การปลดปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษตามธรรมชาติ

แหล่งกำเนิด	สารมลพิษหลัก
Natural and semi-natural vegetation	NMVOC
Wind-blown dust	PM
Volcanoes	SO _x NO _x PM
Biomass burning and Forest fires	NO _x PM CO VOC
Natural and agricultural (soil)	NO
Lightning	NO
Sea salt	PM
Wild animal	CH ₄ NH ₃
Anoxic soil processes (wetlands)	CH ₄

หมายเหตุ จาก Friedrich (2007)

นอกจากนี้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษตามธรรมชาติ ได้แก่ ปัจจัยทั่วไปและปัจจัยเฉพาะ ซึ่งปัจจัยทั่วไป ได้แก่ กิจกรรมที่เกิดระหว่างเวลา กลางวัน การเปลี่ยนแปลงฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงของอากาศและอื่น ๆ ส่วนปัจจัยเฉพาะ ได้แก่ ชนิดของพืช จำนวนของสิ่งมีชีวิตต่อพื้นที่ อุณหภูมิในบรรยากาศ ปฏิบัติการสังเคราะห์ด้วยแสง ความชื้น ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝนและปริมาณการรั่วไหล

2.5 การจำแนกกลุ่มของแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ

การจำแนกกลุ่มของแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ (Source Sector) ได้ปรากฏในเอกสารเกี่ยวกับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ซึ่งมีความเหมือนและแตกต่างกันตามรายละเอียดของเอกสาร โดยคู่มือการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอย่างง่ายขององค์การอนามัยโลก (WHO, 1993) ได้แบ่งกลุ่มแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศออกเป็น 8 กลุ่ม ได้แก่ (1) Agriculture Livestock & Forestry (2) Mining and Quarrying (3) Manufacturing (4) Electricity Gas & Water (5) Wholesale & Retail Trade (6) Transport & Storage (7) Community Social & Personal Services และ (8) Activities not Adequately Defined สามารถสืบค้นรายละเอียดของรายการกิจกรรมได้จาก <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

เอกสารค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (US.EPA, AP-42) เป็นเอกสารที่ถูกใช้และอ้างอิงในการจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษอากาศของงานวิจัยหลายงาน โดยเฉพาะการจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทอยู่กับที่ทั้งแบบจุดและแบบพื้นที่ (Stationary Point and Area Sources) ซึ่งการจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบอยู่กับที่ออกเป็น 15 กลุ่ม ได้แก่ (1) External Combustion Sources (2) Solid Waste Disposal (3) Stationary Internal Combustion Sources (4) Evaporation Loss Sources (5) Petroleum Industry (6) Organic Chemical Process Industry (7) Liquid Storage Tanks (8) Inorganic Chemical Industry (9) Food & Agriculture Industries (10) Wood Products Industry (11) Mineral Products Industry (12) Metallurgical Industry (13) Miscellaneous Sources (14) Greenhouse Gas Biogenic Sources และ (15) Ordnance Detonation ซึ่งสามารถสืบค้นรายการกิจกรรมในแต่ละกลุ่มได้จาก <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html> ส่วนแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources) ตามเอกสาร AP-42 ของ US.EPA ได้มีการปรับปรุงค่า EF ครั้งสุดท้ายในปี พ.ศ. 2532 โดยปัจจุบันเน้นการพัฒนาแบบจำลองการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะแทนการใช้ค่า EF

คู่มือการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศขององค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหพันธ์ยุโรป (EEA, 2009) จำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศเป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ (1) Energy (2) Industrial Processes (3) Product Use (4) Agriculture (5) Waste (6) Other และ (7) Natural Sources สามารถสืบค้นรายละเอียดได้จาก <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>.

จากข้อมูลการจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษของเอกสารที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ เอกสาร WHO US.EPA และ EEA พบว่ามีการจำแนกกลุ่มแตกต่างกัน โดยเอกสารของ WHO มีรายละเอียดรายการกิจกรรมไม่มากนักและรายการกิจกรรมมีน้อยกว่าเอกสารของ US.EPA และ EEA แต่มีบางกิจกรรมที่จำแนกเหมือนกันกับ US.EPA และ EEA เช่น แหล่งกำเนิดภาคการเกษตร เหมืองแร่และภาคอุตสาหกรรม ส่วนรายการกิจกรรมตามเอกสารของ US.EPA และ EEA มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ซึ่งครอบคลุมรายการกิจกรรมที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เอกสารของ EEA ได้ครอบคลุมทั้งแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด แบบพื้นที่ และแบบเคลื่อนที่ รวมทั้งแหล่งกำเนิดมลพิษจากธรรมชาติ ในขณะที่เอกสารของ US.EPA จะเน้นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดและแบบพื้นที่เท่านั้น

2.6 ประเภทสารมลพิษอากาศ

สารมลพิษอากาศแบ่งได้ 2 ประเภท ตามลักษณะการเกิด คือ สารมลพิษอากาศปฐมภูมิ (Primary air pollutants) และสารมลพิษอากาศทุติยภูมิ (Secondary air pollutants) ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การจำแนกสารมลพิษอากาศ

กลุ่มของสารมลพิษ	สารมลพิษปฐมภูมิ	สารมลพิษทุติยภูมิ
1. สารประกอบซัลเฟอร์	SO ₂ H ₂ S	SO ₃ H ₂ SO ₄ สารประกอบซัลเฟต (MSO ₄)
2. สารประกอบอินทรีย์	สารไฮโดรคาร์บอน (C ₁ -C ₅ Compounds)	คีโตน อัลดีไฮด์ โอโซน อนุภาค สารประกอบอินทรีย์
3. สารประกอบไนโตรเจน	NO NH ₃	NO ₂ O ₃ สารประกอบไนเตรต (MNO ₃)
4. ออกไซด์ของคาร์บอน	CO (CO ₂)	-
5. สารประกอบฮาโลเจน	HCl HF	-
6. สารโฟโตเคมีคัล ออกซิแดนท์	-	O ₃ NO ₂ H ₂ O ₂ peroxyacetyl nitrate

หมายเหตุ จาก Wark et al. (1998)

สารมลพิษอากาศปฐมภูมิ (Primary air pollutants) เป็นสารมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นและปล่อยจากแหล่งกำเนิดสู่บรรยากาศโดยตรง ส่วนสารมลพิษอากาศทุติยภูมิ (Secondary air pollutants) คือสารมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นในบรรยากาศทั่วไปจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่น ๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ เช่น โอโซน (O₃) และฝุ่นละอองทุติยภูมิ (Secondary aerosol) (สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2550)

นอกจากนี้ US.EPA ได้จำแนกสารมลพิษอากาศเพื่อการควบคุมไว้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสารมลพิษอากาศพื้นฐาน (Criteria air pollutants) และกลุ่มสารมลพิษอากาศอันตรายหรือสารพิษในอากาศ (Hazardous air pollutants) โดยกลุ่มสารมลพิษอากาศพื้นฐาน หมายถึง สารมลพิษอากาศที่พบได้ทั่วไปในบรรยากาศทุก ๆ สถานที่ ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ มีด้วยกัน 6 ชนิด ได้แก่ CO SO₂ NO₂ O₃ PM และตะกั่ว (Pb) แหล่งกำเนิดของสารมลพิษอากาศพื้นฐาน แสดงได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศพื้นฐาน

สารมลพิษอากาศ	แหล่งกำเนิด
CO	ยานพาหนะ รถยนต์ รถบรรทุก เครื่องยนต์ และกระบวนการผลิต
SO ₂	โรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า หม้อไอน้ำ โรงกลั่นน้ำมัน โรงหลอม โรงงานเคมี โรงงานกระดาษ
NO ₂	การเผาไหม้เชื้อเพลิง โรงไฟฟ้า หม้อไอน้ำ โรงงานอุตสาหกรรม ยานพาหนะ รถยนต์ และรถบรรทุก
PM	กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม โรงหลอม ยานพาหนะเครื่องยนต์ดีเซล การเผาไหม้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม คาร์บอนจากการเผาไหม้ ฝุ่นถนน ฝุ่นจากการก่อสร้าง การเกษตรและการเผาในที่โล่ง
O ₃	เกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมีคัลของออกไซด์ของไนโตรเจน (NO _x เช่น NO ₂) และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOC) ในขณะที่มีแสง
Pb	โรงงานแบตเตอรี่ การหลอมแบตเตอรี่เก่า การเผาขยะที่มีผลิตภัณฑ์ตะกั่ว การผลิตเหล็กและเหล็กกล้า

หมายเหตุ จาก Buchholz, R.A. (1998); US.EPA (2007)

ส่วนกลุ่มสารมลพิษอากาศอันตรายหรือสารพิษในอากาศ หมายถึง สารเคมีที่ทำให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น สารก่อมะเร็งหรือสงสัยว่าเป็นสารก่อมะเร็ง สารเคมีที่ก่อให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงต่อสุขภาพ เช่น มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ ทำให้การผลิตลดลงลงเป็นหมัน ทำให้ทารกที่เกิดมามีความผิดปกติ สารมลพิษอากาศที่อันตรายมักเป็นสารมลพิษอากาศเฉพาะแหล่งมากกว่าสารมลพิษอากาศพื้นฐาน เช่น สารเบนซีนในน้ำมันเบนซิน สารปรอทจากการเผาไหม้ถ่านหิน เปอร์คลอโรเอทิลีนจากธุรกิจการซักแห้ง เมทิลคลอไรด์ที่ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมบางประเภท (พรณวดี สุวัณณิกะ, 2552)

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ประเทศไทยได้ประกาศมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปและมีการปรับปรุงค่าความเข้มข้นและวิธีการตรวจวัดมาเป็นลำดับ ซึ่งสารมลพิษอากาศที่ถูกกำหนดไว้ตามประกาศดังกล่าวมีทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ TSP PM₁₀ SO₂ NO₂ CO O₃ และ Pb นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2550 ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOC) ในบรรยากาศโดยทั่วไป

2.6.1 กำจำกัดความของสารมลพิษอากาศ (HC VOC และ PM)

สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (HC) คือ กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่มีคาร์บอนและไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งการตรวจวัดไอเสีย (Emission Measurement) โดยห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ได้รับมาตรฐาน มอก.17025 จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เทียบเท่ามาตรฐานยุโรป สามารถวิเคราะห์ปริมาณ HC จากยานพาหนะได้ในรูปสารไฮโดรคาร์บอน ทั้งหมด (Total Hydrocarbon: THC) (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) ส่วนสารประกอบอินทรีย์ทั้งหมด (TOC) ตาม AP-42 หมายถึง VOC ทั้งหมดและสารประกอบอินทรีย์ที่ได้รับการยกเว้น ประกอบด้วย methane (CH_4) ethane chlorofluorocarbons Toxics และ HAPs Aldehydes และ Semi-volatile compounds (US.EPA, 2005)

US.EPA นิยามความหมาย Volatile Organic Compounds (VOCs) คือ สารประกอบคาร์บอนใด ๆ ยกเว้น CO CO_2 Carbonic Acid Metallic Carbides หรือ Carbonates และ Ammonium Carbonate ซึ่งมีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในบรรยากาศ ทั้งนี้รวมถึงสารประกอบบางชนิด ซึ่งไม่ได้มีส่วนในกระบวนการเคมีแสง (photochemical) ประกอบด้วย CH_4 Ethane Methylene chloride Methyl Chloroform Chlorofluorocarbons และ Perfluorocarbons (US.EPA, 2005)

สหภาพยุโรป (European Union: EU) ได้ให้คำนิยาม VOCs โดยอ้างอิงจากคุณสมบัติการระเหยสู่บรรยากาศมากกว่ากลไกการเกิดปฏิกิริยา ตัวอย่าง เช่น EU National Emissions Ceilings Directive 2001/81/EC ให้กำจำกัดความ VOCs คือ สารประกอบอินทรีย์ใด ๆ ที่เกิดจากมนุษย์ ยกเว้น CH_4 ซึ่งสามารถก่อให้เกิดสาร Photochemical Oxidant เมื่อทำปฏิกิริยากับก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในสภาวะที่มีแดด ส่วน NMVOC ย่อมาจาก Non-methane Volatile Organic Compounds หมายถึง VOCs (or HC) ยกเว้น CH_4 (EEA, 2009)

สำหรับประเทศไทยตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดประเภทหรือชนิดโรงงานที่ต้องจัดทำรายงานชนิดและปริมาณสารมลพิษที่ระบายออกจากโรงงาน พ.ศ. 2551 (เพิ่มเติม) ได้ให้คำนิยามสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) หมายถึง สารประกอบเคมีที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบและมีความดันไอมากกว่า 2 มิลลิเมตรปรอท (0.27 kPa) ที่อุณหภูมิ 25°C แต่ไม่รวม CH_4 CO CO_2 คาร์บอนิกแอซิด โลหะคาร์ไบด์และเกลือคาร์บอเนต

PM หมายถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ โดยอนุภาคที่กระจายในอากาศบางชนิดมีขนาดใหญ่และมีสีจางมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศโดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ในประเทศไทยมีการให้ความหมายของคำว่า ฝุ่นละออง (PM) หมายถึง ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate: TSP) ซึ่งเป็นฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง

ตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ส่วน PM_{10} หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547) ขณะที่ US.EPA กล่าวว่า PM ประกอบด้วย PM_{10} ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ X ไมครอนลงมา (PM-X) ฝุ่นละอองทุกขนาด (Total Particulate) TSP หรือฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ฝุ่นละอองปฐมภูมิ ฝุ่นละอองทุติยภูมิ ฝุ่นละอองที่สามารถผ่านกระดาษกรองได้ (Filterable Particulate) และฝุ่นละอองที่ทำให้เป็นของเหลวได้ (Condensable particulate) (US.EPA, 2005) ส่วน PM จากยานพาหนะ คือ มวลของอนุภาค (Particle) ที่รวบรวมได้บนกระดาษกรอง ในระหว่างการเก็บตัวอย่างจากท่อไอเสียภายใต้อุณหภูมิ 52°C ซึ่งมีสอดคล้องกันกับ $PM_{2.5}$ เนื่องจากฝุ่นละอองหยาบ (เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2.5 ไมครอน) มีน้อยจนสามารถมองข้ามไปได้ ดังนั้น PM เท่ากับ $PM_{2.5}$ (EEA, 2009)

2.7 ผลกระทบของมลพิษอากาศ

มลพิษอากาศมีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ตั้งแต่ผลกระทบต่อสุขภาพ สวัสดิภาพ ทรัพย์สิน ทักษะนิสัย วัตถุและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นและใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ยังมีผลต่อพืช สัตว์ ระบบนิเวศ ดิน และน้ำ โดยผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ก่อนข้างมีผลที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเสี่ยง ซึ่งกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง ได้แก่

- 1) กลุ่มผู้สูงอายุ มีกลไกการด้านทานสิ่งแปลกปลอมของผู้สูงอายุเริ่มถดถอย เมื่อได้รับสารมลพิษทางอากาศเข้าไปแล้ว จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพก่อนข้างรุนแรง
- 2) เด็ก มีอัตราการหายใจสูงกว่าผู้ใหญ่ จึงรับสารมลพิษอากาศมากกว่าผู้ใหญ่ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน นอกจากนี้กลไกการกำจัดสิ่งแปลกปลอมของเด็กยังอยู่ในช่วงที่กำลังพัฒนา ส่งผลให้ทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

3) สตรีมีครรภ์ การรับสารมลพิษจะสามารถส่งผ่านถึงทารก

4) ผู้ป่วยโรคหัวใจและปอดเรื้อรัง

นอกจากนี้ผลกระทบต่อสุขภาพยังแสดงอาการทั้งแบบเฉียบพลัน (Acute effect) ซึ่งแสดงอาการเกือบจะทันทีที่ได้รับสัมผัสสารมลพิษ เช่น ระคายเคืองตา ปวดศีรษะและคลื่นไส้ ผลกระทบแบบเรื้อรัง (Chronic effect) ไม่แสดงอาการในทันที แต่จะแสดงอาการเมื่อได้รับสารมลพิษเป็นเวลานานหลายปี อาการที่เกิดขึ้น เช่น การเกิดมะเร็งปอดและประสิทธิภาพของปอดลดลง เป็นต้น ซึ่งการประเมินผลกระทบของสารมลพิษอากาศต่อสุขภาพได้จากการศึกษาทั้งด้านพิษวิทยา (Toxicology) และการศึกษาทางระบาดวิทยา (Epidemiology) (สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม, 2549)

2.8 ข้อมูลทั่วไปของเทศบาลนครนครราชสีมา

เทศบาลนครนครราชสีมา มีพื้นที่รับผิดชอบ 37.5 ตารางกิโลเมตร มีประชากรจำนวน 165,539 คน (งานทะเบียนราษฎร ณ ธันวาคม 2552) จำนวนประชากรแฝงมีอยู่ประมาณ 22% ของประชากรที่อยู่อาศัยจริงและผลการคาดการณ์จำนวนประชากรในช่วงปี พ.ศ. 2552-2560 แสดงดังตารางที่ 2.6 (สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา, 2552) การจัดการขนส่งมวลชนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ประกอบด้วย รถยนต์และรถไฟ ซึ่งการให้บริการขนส่งทางรถยนต์ระหว่างอำเภอและจังหวัดต่าง ๆ มีรถโดยสารให้บริการที่สถานีขนส่งผู้โดยสาร 2 แห่ง การขนส่งทางรถไฟมีด้วยกัน 2 สถานี ส่วนการให้บริการขนส่งสาธารณะทางรถยนต์ภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ได้แก่ รถโดยสารประจำทาง รถโดยสารขนาดเล็ก (รถสองแถว) รถสามล้อถีบ รถสามล้อเครื่อง รถตู้ รถแท็กซี่มอเตอร์และรถจักรยานยนต์รับจ้างให้บริการ

ด้านเศรษฐกิจของเทศบาลนครนครราชสีมา ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพาณิชย์กรรมและการบริการ การเกษตรกรรมและการอุตสาหกรรม ซึ่งจำนวนสถานประกอบการที่สำคัญในเขตเทศบาล ประกอบด้วย โรงแรม 41 แห่ง อาบอบนวด 8 แห่ง โรงภาพยนตร์ 12 แห่ง ปิมน้ำมัน 20 แห่ง สถานที่ล้างอัดฉีดรถยนต์ 26 แห่ง ร้านอาหาร 936 แห่ง ห้างสรรพสินค้า 11 แห่ง ตลาดสด 15 แห่ง โรงงานอุตสาหกรรม 400 แห่ง สถานที่สะสมและจำหน่ายก๊าซ 29 แห่ง ร้านแต่งผมและเสริมสวย 216 แห่ง และโรงพิมพ์ 18 แห่ง

ตารางที่ 2.6 การคาดการณ์จำนวนประชากรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ช่วงปี พ.ศ. 2552-2558

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร (คน)	ประชากรแฝง (คน)	รวมทั้งสิ้น (คน)
2552	192,670	93,950	286,620
2553	194,797	94,987	289,784
2554	196,924	96,024	292,948
2555	199,051	97,062	296,113
2556	201,178	98,099	299,277
2557	203,305	99,136	302,441
2558	205,433	100,173	305,606

หมายเหตุ จากงานการออกแบบรายละเอียดปรับปรุงระบบรวบรวมน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสีย

เทศบาลนครนครราชสีมา ระยะที่ 2 โดยบริษัท โปรแกรมเทคโนโลยีคอนซัลแต้นส์ จำกัด

(2544)

ด้านสังคมประกอบด้วย การพาณิชย์กรรม ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณใจกลางเมืองและริมถนนสายสำคัญต่าง ๆ การเกษตรกรรม ส่วนใหญ่อยู่บริเวณรอบ ๆ เมืองทางทิศเหนือ เลียบฝั่งลำตะคอง และการอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดเล็กและขนาดกลาง มีอยู่ประมาณ 400 แห่ง เช่น โรงงานทำกุนเชียง ทำเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำลูกชิ้น ทำไอศกรีม สถานเชื่อมโลหะ ปะยาง ประกอบตัวถังรถยนต์ และซ่อมเครื่องยนต์ เป็นต้น นอกจากนี้ด้านอื่น ๆ ยังมีเมรุเผาศพ จำนวน 20 แห่ง โรงพยาบาลและสถานอนามัย จำนวน 11 แห่ง ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีหลากหลายประเภท สรุปได้ดังนี้

1) การใช้ที่ดินเพื่อการพาณิชย์กรรม ส่วนใหญ่กระจายตัวทั่วไปทางตอนเหนือฝั่งตะวันตกในเขตคูเมือง ส่วนพื้นที่ฝั่งตะวันออกจะเป็นการใช้ที่ดินเพื่อการพักอาศัย นอกจากนี้จะเป็นที่ตั้งของสถาบันการศึกษา ศาสนสถาน และบางส่วนเป็นพื้นที่ประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้าที่กระจายตัวอยู่ทั่วไปในเขตคูเมือง

2) การใช้ที่ดินเพื่อการพาณิชย์กรรมและที่พักอาศัยหนาแน่นสูง ส่วนใหญ่กระจายตัวบริเวณสองฝั่งถนนมิตรภาพ ถนนอภัยวงศ์ ถนนมหาดไทย ถนนไชยณรงค์ ถนนชุมพล ถนนจักรี ถนนราชดำเนิน ถนนสุรนารี ถนนโพธิ์กลางและถนนจอมสุรางค์ยาตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบของเมืองทางด้านพาณิชย์กรรมที่เป็นตลาด

3) การใช้ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ กระจายตัวอยู่สองฝั่งถนนมิตรภาพและถนนท้าวสุระ

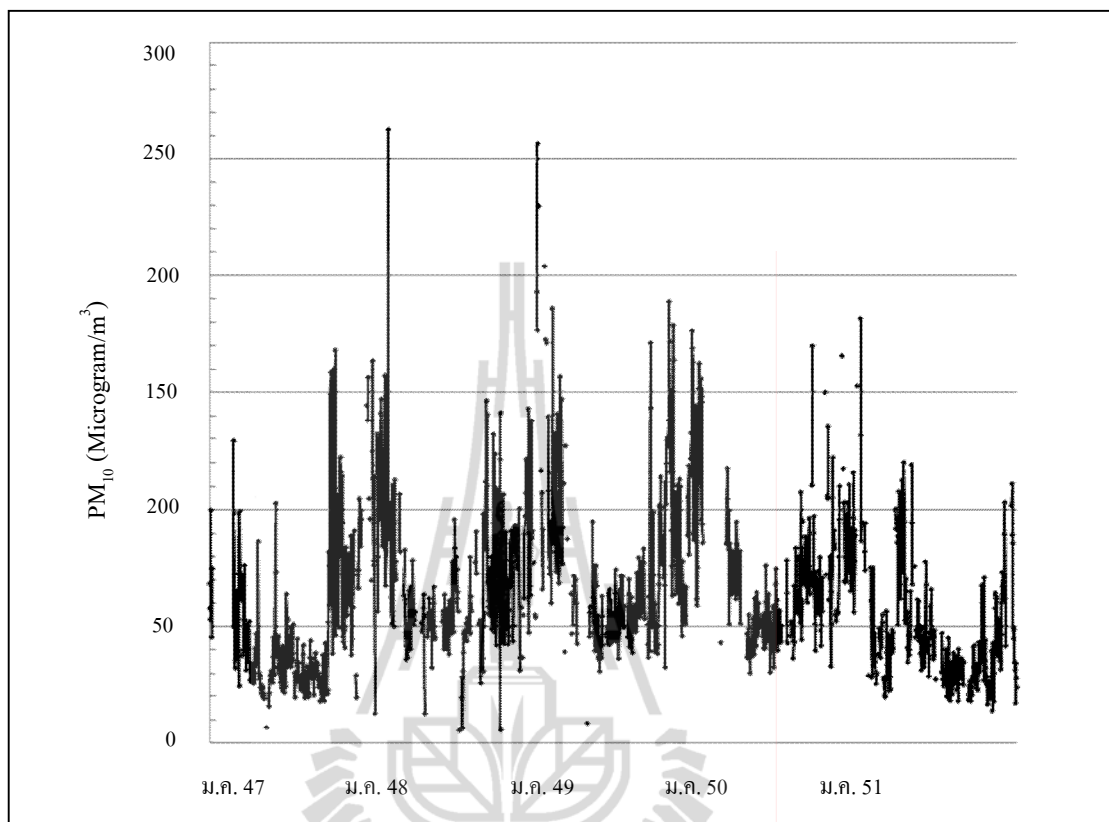
4) การใช้ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า ส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ทั่วไปบริเวณด้านทิศตะวันออกของเขตเทศบาล ตามแนวถนนสุรนารายณ์ ถนนเบญจรงค์ และถนนท้าวสุระ

5) การใช้ที่ดินประเภทศาสนสถาน ส่วนใหญ่กระจายตัวอย่างหนาแน่นในบริเวณเขตเทศบาล ร่วมกับการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ

6) ที่โล่งเพื่อนันทนาการและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของเมือง ซึ่งใช้เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ได้แก่ สวนหย่อม สวนสุขภาพ สนามกีฬา และสวนน้ำขนาดใหญ่

2.9 สถานการณ์คุณภาพอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญของประเทศไทย จากการเฝ้าระวังสารมลพิษทางอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551 ซึ่งมีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวร 1 จุด พบว่ามีระดับค่าเฉลี่ย 1 ปี เท่ากับ 48.2 70.7 78.4 70.1 และ 45.9 มก.ก./ลบ.ม. ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานเกือบทุกปี (มาตรฐานไม่เกิน 50 มก.ก./ลบ.ม.) (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)



รูปที่ 2.2 ความเข้มข้นของ PM_{10} ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดนครราชสีมา
ช่วงปี พ.ศ. 2547-2551 (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

จากสรุปรายงานการประชุมภาคีเครือข่ายความร่วมมือเมืองคุณชานาอยู่อย่างยั่งยืน เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพอากาศของเมืองนครราชสีมา โดยเทศบาลนครนครราชสีมา ร่วมกับองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) และกรมควบคุมมลพิษ ในส่วนของการประชุมกลุ่มย่อยของประชาชนจากทุกภาคส่วนเพื่อรับฟังความคิดเห็นของประชาชนต่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศของเมืองนครราชสีมา ได้มีผลสรุปเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ดังนี้ (บรรลือ นราพิณิจ, 2552)

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย หน่วยงานราชการ เทศบาล และสถาบันการศึกษา แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ ได้แก่ (1) ท่อไอเสียรถยนต์และรถจักรยานยนต์ (2) โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง (3) เตาเผาศพ (4) การเผาขยะในพื้นที่โล่งแจ้ง (5) ฝุ่นจากการก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างอาคาร และสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ (6) การทำถนนและการวางท่อ (7) การฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง การขนส่ง เช่น การบรรทุกที่ดิน และ (8) ควันจากการปิ้งย่างอาหาร ร้านค้า แผงลอย และร้านอาหาร

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ภาคธุรกิจเอกชน ผู้ประกอบการรถประจำทาง ศูนย์บริการซ่อมรถยนต์ สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ฌาปนสถานและโรงงาน แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ ได้แก่ (1) ยานพาหนะ (2) เตาเผาศพ (3) สถานบริการ เช่น กิจการฟันทรี ปิมน้ำมัน และอู่ซ่อม (4) การเผาขยะในชุมชน (การเผาในที่โล่ง) (5) ควันจากการปิ้งย่างอาหาร จากร้านค้า แผงลอย และ (6) ฝุ่นละอองจากถนน

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย ภาคประชาชน ประชาสังคมและตัวแทนจากชุมชน แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ ได้แก่ (1) ท่อไอเสียรถยนต์และรถจักรยานยนต์ (2) การเผาขยะในชุมชน (3) เตาเผาศพ (4) ฝุ่นจากการก่อสร้างอาคาร (5) ฝุ่นละอองจากถนน และ (6) กลิ่นจากท่อน้ำทิ้ง

2.10 การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในประเทศไทย

ประเทศไทยเริ่มมีการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศเป็นครั้งแรกปี พ.ศ. 2535 โดยกรมควบคุมมลพิษ ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) ต่อมา มีการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในประเทศไทยปี พ.ศ. 2537 (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) หลังจากนั้นมีการปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2540 (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) ล่าสุดมีการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) ซึ่งวัตถุประสงค์การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ ก็เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศของหน่วยงานในพื้นที่ศึกษา

นอกจากนี้ในภาครัฐวิสาหกิจและภาคอุตสาหกรรม ได้มีการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศหลายแห่ง (นภาพร พานิช และคณะ, 2547) ดังนี้

1) โรงไฟฟ้าพระนครใต้ ทำการตรวจวัดความเข้มข้นมลพิษแล้วนำค่าที่ได้คูณกับอัตราการไหลอากาศ ก็จะได้อัตราการระบายมลพิษแต่ละชนิด ซึ่งการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากการตรวจวัดนี้ จะให้ค่าข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ แต่เสียค่าใช้จ่ายสูงและเป็นข้อมูลการปล่อยเฉพาะเวลานั้นเท่านั้น

2) โรงงานปิโตรเคมีแห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ใช้วิธีเช่นเดียวกับกับโรงไฟฟ้าพระนครใต้ แต่ได้นำข้อมูลชนิดและปริมาณเชื้อเพลิงที่บันทึกไว้ในช่วงเวลาการตรวจวัดมาจัดทำค่า EF ของโรงงาน เพื่อใช้คำนวณปริมาณการปล่อยมลพิษในช่วงเวลาอื่น ๆ ที่มีการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงแตกต่างกัน ซึ่งค่าที่ได้ก็จะมีค่าความถูกต้องสูง เนื่องจากเป็นค่า EF ที่พัฒนาขึ้นจากข้อมูลการตรวจวัดของโรงงาน

3) โรงงานกลั่นน้ำมันของบริษัทข้ามชาติแห่งหนึ่ง มีภารกิจที่ต้องรายงานปริมาณการปล่อยมลพิษทุกชนิด แต่โรงงานกลั่นน้ำมันมีหน่วยการผลิตจำนวนมาก ทำให้มีความยุ่งยากสลับซับซ้อนในการจัดทำบัญชีปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ ดังนั้นจึงใช้ค่า EF ที่แตกต่างกันตามชนิดของ

เชื้อเพลิงและประเภทเตาเผา ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและง่ายต่อการดำเนินการ แต่อาจต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของค่า EF โดยการตรวจวัดจริง

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (Department of Energy Development and Promotion: DEDP) (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็นกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน) ได้ประยุกต์ใช้ค่า EF ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2543 จำแนกตามกลุ่มของแหล่งกำเนิดมลพิษหลัก ๆ พบว่าโรงไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดที่มีการปล่อยสารมลพิษชนิด TSP SO₂ และ CO₂ สูงที่สุด ส่วนแหล่งกำเนิดที่ปล่อยสารมลพิษชนิด CO และ CH₄ สูงที่สุด คือ ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม นอกจากนี้ยังพบว่ายานพาหนะเป็นแหล่งกำเนิดที่มีการปล่อย NO_x สูงที่สุด (DEDP, 2000)

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมควบคุมมลพิษ (2539) ได้จัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537 มีพื้นที่ศึกษาครอบคลุม 10 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ชลบุรี กาญจนบุรี ขอนแก่น ลำปาง นครราชสีมา ราชบุรี ระยอง สระบุรี สงขลา และอีก 3 เขตพื้นที่ที่ควบคุมมลพิษ คือ ภูเก็ต พัทยา และหาดใหญ่ มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบอยู่กับที่ (Stationary sources) โดยเฉพาะแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทอุตสาหกรรม ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม เตาเผา โรงไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมัน และโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ซึ่งสารมลพิษที่ทำการศึกษาก็คือเป็นสารมลพิษหลักที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดนั้น ๆ ประกอบด้วย SO₂ CO NO_x HC และ PM วิธีการประมาณการปล่อยมลพิษใช้ทั้งวิธี TDA ซึ่งอาศัยข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงของแต่ละจังหวัดและวิธี BUA ที่อาศัยข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงของแต่ละโรงงานที่ได้จากการสำรวจ ทำการคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษ โดยใช้ค่า EF ที่อ้างอิงจากเอกสาร AP-42 ของ US.EPA นอกจากนี้ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่ พิจารณาจาก (1) รายงานผลการตรวจติดตามของแหล่งกำเนิดแต่ละแห่ง (2) ค่าที่เสนอไว้ในรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (3) คำนวณจากข้อมูลที่ได้รับตามแบบสอบถามที่โรงงานตอบกลับมา ส่วนข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษจากกิจกรรมที่ไม่ได้มีการเผาไหม้ (Non-combustion pollutants) เช่น สารระเหย ส่วนใหญ่ได้รับจากโรงงาน โดยใช้ EF จากเอกสาร AP-42 เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากโรงงาน การเก็บข้อมูลได้รวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและจากการสำรวจพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีการใช้เชื้อเพลิงน้อย ยกเว้นโรงไฟฟ้าและโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ สารมลพิษหลักที่ปลดปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ สารมลพิษจากการเผาไหม้ ฝุ่นละออง และกลิ่นเหม็น โดยมีฝุ่นละอองและกลิ่นเหม็นเป็นปัญหามลพิษหลัก ขณะที่สารมลพิษจากการเผาไหม้ เช่น SO₂ และ NO_x ยังไม่เป็นปัญหา ส่วนปริมาณการปล่อยกลิ่นเหม็นไม่ได้ทำการศึกษา โดยข้อจำกัด

ของการศึกษา คือ ข้อมูลการขายเชื้อเพลิงในแต่ละจังหวัดจะไม่เป็นข้อมูลจริง เนื่องจากการจำหน่ายเชื้อเพลิงในแต่ละจังหวัดอาจถูกจำหน่ายให้กลับผู้ใช้ในจังหวัดใกล้เคียง

กรมควบคุมมลพิษ (2543) ได้ปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2540 เพื่อให้มีฐานข้อมูลที่ทันเหตุการณ์และครอบคลุมแหล่งกำเนิดมากยิ่งขึ้น การศึกษานี้ได้จำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 2.7 ส่วนสารมลพิษอากาศที่ทำการศึกษา ได้แก่ NO_x , SO_2 , CO , PM และ VOC ซึ่งทำการศึกษาอัตราการระบายจากแหล่งกำเนิดทุกประเภท ยกเว้นแหล่งกำเนิดประเภทเคลื่อนที่ ไม่ได้ศึกษาการระบายของ VOC นอกจากนี้ได้ศึกษาอัตราการระบาย HC จากแหล่งกำเนิดประเภทเคลื่อนที่และอัตราการระบาย CH_4 จากแหล่งกำเนิดประเภทพื้นที่ (การกำจัดขยะมูลฝอย) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและการคำนวณหาปริมาณการระบายมลพิษจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท มีดังนี้ (1) แหล่งกำเนิดแบบจุด (Point Sources) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ แบบสอบถามและการตรวจวัดการระบายมลพิษจากปล่องโรงงานขนาดใหญ่ ซึ่งคำนวณหาปริมาณการระบายสารมลพิษ โดยใช้ค่า EF อ้างอิงจากเอกสาร AP-42 ของ US.EPA และเอกสารของ EEA (2) แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources) เก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และทำการตรวจวัดปริมาณการระบายมลพิษจากยานพาหนะแต่ละประเภท เพื่อนำไปหาค่า EF ของสารมลพิษอากาศที่ศึกษา จากนั้นคำนวณหาปริมาณการปล่อยสารมลพิษ โดยใช้ค่า EF ที่ได้จากการศึกษาและข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ (3) แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area Sources) เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นคำนวณหาปริมาณการปล่อยสารมลพิษ โดยใช้ค่า EF อ้างอิงจากเอกสาร AP-42 ของ US.EPA และเอกสารอื่น ๆ ของหน่วยงานภายในประเทศ เช่น กระทรวงพาณิชย์และกระทรวงอุตสาหกรรม พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดแบบจุดที่มีอัตราการระบายสารมลพิษอากาศทุกชนิดสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดประเภทเดียวกัน แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่มีปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศสูงที่สุด 3 ชนิดแรก ได้แก่ CO 39.84% NO_x 30.14% และ HC 26.54% ส่วนที่พิกอศัยเป็นแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ที่มีปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศทุกชนิดสูงที่สุด ยกเว้น NO_x เมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดประเภทเดียวกันและปริมาณสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2540 แสดงได้ในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.7 การจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในเขตกรุงเทพมหานคร
และปริมณฑล ปี พ.ศ. 2540

แหล่งกำเนิดแบบจุด (Point Source)	แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ (Mobile Source)	แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area Source)
1) โรงงานอุตสาหกรรม	1) รถยนต์ขนาดเล็กเครื่องยนต์ดีเซล	1) สถานีบริการน้ำมัน
2) เตาเผาศพ	2) รถยนต์ขนาดใหญ่เครื่องยนต์ดีเซล	2) ที่พักอาศัย
3) เตาเผาขยะ	3) รถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน	3) ท่าอากาศยาน
	4) รถจักรยานยนต์ รวมถึงรถสามล้อ	4) การกำจัดขยะมูลฝอย

ตารางที่ 2.8 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2540

ประเภท แหล่งกำเนิด	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (%)						
	NO _x	SO ₂	CO	PM	VOC	HC	CH ₄
แบบจุด	17.0	95.8	1.4	9.8	7.7	-	-
แบบเคลื่อนที่	80.4	4.2	75.4	53.9	-	100.0	-
แบบพื้นที่	2.6	0.1	23.2	36.3	92.3	-	100.0

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

กรมควบคุมมลพิษ (2551) ได้จัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในจังหวัดสมุทรปราการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลการระบายมลพิษทางอากาศโดยเฉพาะ PM จากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ แหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ (Point Sources) ประกอบด้วย โรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ และเตาเผาขยะรวม แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources) ประกอบด้วย รถจักรยานยนต์ รถยนต์ รถปิคอัพ รถบรรทุกใหญ่ เรือโดยสาร แพขนานยนต์ขนาด 2 และ 4 เครื่องยนต์ และแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area Sources) ได้แก่ ที่พักอาศัย นิคมอุตสาหกรรม ท่าอากาศยาน และการเผาในที่โล่ง โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย ข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งเก็บรวบรวมด้วยแบบสอบถามและการตรวจวัดจริงจากแหล่งกำเนิดมลพิษ โดยตรงและข้อมูลทุติยภูมิทำการเก็บรวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การประมาณการระบาย PM จากแหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ คำนวณโดยใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดจริงและแบบสอบถาม การประมาณการระบาย PM จากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ คำนวณโดยใช้ค่า EF ที่อ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษและการประมาณ PM จากแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ คำนวณโดยใช้ค่า EF ที่อ้างอิงจากเอกสารของ US.EPA พบว่ามีปริมาณการปล่อย PM จากแหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ 83.38%

ปล่อยจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ 16.54% ส่วนปริมาณการระบาย PM จำแนกตามประเภทของแหล่งกำเนิด ประกอบด้วย ปริมาณการระบาย PM จากแหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ที่สูงที่สุด คือ อุตสาหกรรมสิ่งทอ 52.55% รองลงมา ได้แก่ อุตสาหกรรมเกษตรกรรม 18.42% และอุตสาหกรรมเชื้อกระดาษ 14.65% ปริมาณการระบาย PM จากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ เกิดจากรถบรรทุกที่สูงที่สุด คือ 40.80% รองลงมา ได้แก่ รถบรรทุกขนาดใหญ่ 23.56% และรถยนต์ 18.29% ปริมาณการระบายฝุ่นจากแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่สูงที่สุด ได้แก่ การเผาในที่โล่ง 49.95% และนิคมอุตสาหกรรม 46.93%

สงวน โกษารักษ์ (2544) ได้ประเมินมลภาวะอากาศที่ปล่อยออกจากยานพาหนะชนิดต่าง ๆ ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งครอบคลุมข้อมูลปี พ.ศ. 2542-2548 โดยใช้แบบจำลองประเมินการปล่อยมลสารชนิดต่าง ๆ ได้แก่ CO SO₂ NO₂ HC และ PM₁₀ ผลการศึกษาพบว่าสัดส่วนมลสารที่ปล่อยออกจากยานพาหนะชนิดต่าง ๆ ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มากที่สุด ได้แก่ CO HC และ PM₁₀ คิดเป็น 53.3% 19% และ 17.8% ตามลำดับ

Mugica et al. (2009) ได้ศึกษาแหล่งกำเนิด PM_{2.5} โดยใช้แบบจำลอง CMB (Chemical Mass Balance) ในพื้นที่เขตเมืองของ Mexico City พบว่า แหล่งกำเนิดและความเข้มข้นโดยเฉลี่ยของ PM_{2.5} ในเขตเมือง ได้แก่ ไอเดียยานพาหนะ 42% ฝุ่นแขวนลอย 26% ละอองอนินทรีย์ทุติยภูมิ 11% โรงงานอุตสาหกรรม 10% และการประกอบอาหาร (การเผาไม้เป็นเชื้อเพลิง) 10% เมื่อนำค่าความเข้มข้นของ PM_{2.5} จากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภทที่ได้จากการศึกษาไปเปรียบเทียบกับค่าในบัญชีรายการการปล่อยมลพิษในพื้นที่เขตเมืองของ Mexico City พบว่า ค่าที่ได้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกันเป็นอย่างดี

Elbir and Muezzinoglu (2004) ได้ศึกษาปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศปฐมภูมิ (PM SO₂ และ NO_x) จากแหล่งกำเนิดหลักในเมือง Izmir ของตุรกี โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิของปี พ.ศ. 2543 ซึ่งวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท โดยเลือกใช้ค่า EF ที่อ้างอิงจากเอกสาร CORINAIR ของ EEA และเอกสาร AP-42 ของ US.EPA พบว่ามีการปล่อย PM จากที่พักอาศัย 67.83% โรงงานอุตสาหกรรม 23.96% และยานพาหนะ 8.21% ส่วน SO₂ ปล่อยจากที่พักอาศัย 43.48% โรงงานอุตสาหกรรม 42.30% และการปล่อย NO_x จากยานพาหนะสูงที่สุด 83.80% รองลงมา คือ โรงงานอุตสาหกรรม 11.35%

Gurjar et al. (2004) ได้จัดทำบัญชีการปล่อยสารมลพิษอากาศ (CH₄ CO CO₂ N₂O NH₃ NMVOC NO_x SO₂ และ TSP) จากแหล่งกำเนิดหลัก ๆ ในเมืองเดลี ประเทศอินเดีย โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิของปี พ.ศ. 2533-2543 ซึ่งวิธีประมาณการปล่อยมลพิษอากาศได้ใช้ค่า EF อ้างอิงจากหลายงานวิจัยที่ผ่านมาและจากเอกสารขององค์กรต่าง ๆ พบว่าโรงไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดที่ปล่อย SO₂ และ TSP สูงที่สุด คือ ~68% และ ~80% จากปริมาณการปล่อยทั้งหมด ตามลำดับ ขณะที่การจราจรบนถนนเป็นแหล่งกำเนิดที่ปล่อย NO_x CO และ NMVOC มากที่สุด คือ >80% ของการปล่อยมลพิษ

ทั้งหมด รองลงมา คือ TSP ~19% จากปริมาณการปล่อย TSP ทั้งหมด การเกษตรกรรมปล่อย NH_3 และ N_2O สูงที่สุด คือ ~70% และ ~50% จากปริมาณการปล่อยทั้งหมด ตามลำดับ การบำบัดน้ำเสีย ปล่อย CH_4 สูงที่สุด คือ ~80% จากปริมาณการปล่อยทั้งหมด ส่วนมลพิษจากภาคครัวเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม ไม่มีสารมลพิษตัวใดที่ถูกปล่อยออกมาอย่างโดดเด่น เมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดอื่น ๆ ในพื้นที่ศึกษา

Winiwarter et al. (2009) ได้ทบทวนบัญชีการปล่อยฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($\text{PM}_{2.5}$ และ PM_{10}) ในยุโรป เพื่อระบุถึงอุปสรรคที่ชัดเจนในการประเมินการปล่อย PM ระบุแหล่งกำเนิด PM ที่ชัดเจน รวบรวมบัญชีการปล่อย PM ในยุโรปและระบุวิธีการตรวจสอบคุณภาพบัญชีการปล่อย PM พบว่าการทำบัญชีการปล่อย PM ในยุโรป มีการศึกษาไว้อย่างครอบคลุมหลายประเด็น โดยเน้นการปล่อย PM จากแหล่งกำเนิดที่ชัดเจน เช่น การจราจรบนถนน การทำความร้อนภายในครัวเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม โดยแหล่งกำเนิดที่มีการศึกษากันไว้อย่างชัดเจนที่สุด คือ การจราจรบนถนน ซึ่งครอบคลุมเกือบทุกพื้นที่ในยุโรป แต่อย่างไรก็ตามบัญชีการปล่อย PM ที่มีอยู่ยังไม่สามารถตอบสนองข้อมูลที่จำเป็นได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากแหล่งกำเนิด PM มีเป็นจำนวนมาก เกิดขึ้นได้จากหลายช่องทางและมีความแตกต่างกันในส่วนขององค์ประกอบทางเคมีและขนาดของฝุ่นละออง จึงทำให้ยากต่อการตรวจวัดให้ได้มาซึ่งการหาค่า EF ที่เพียงพอสำหรับแหล่งกำเนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะการปล่อย PM จากจุดที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้อย่างชัดเจน ข้อมูลการปล่อย PM แบบฟุ้งกระจาย (Fugitive emission) ยังมีน้อย ยกเว้นจากการจราจร ปัญหาช่องว่างของข้อมูลที่ควรตระหนักถึง ได้แก่ การปล่อย PM จากอุตสาหกรรมการขุดเจาะและเหมืองหิน การเกษตรกรรม รวมถึง PM ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ เกลือทะเลและฝุ่นแร่ ส่วนวิธีการตรวจสอบคุณภาพบัญชีการปล่อย PM ได้แก่ การนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยอื่น ๆ โดยเลือกงานวิจัยที่มีขอบเขตการศึกษาที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดและนำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริง

Soylu, S. (2007) ได้จัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะในประเทศตุรกี ปี พ.ศ. 2547 โดยใช้แบบจำลอง COPERT III Program ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะประเภทต่างๆ ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุกขนาดเล็ก รถบรรทุกขนาดใหญ่ รถบัส และรถจักรยานยนต์ พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลเป็นแหล่งกำเนิดหลักในการปล่อย CO HC และ Pb ขณะที่รถบรรทุกขนาดใหญ่เป็นแหล่งกำเนิดหลักที่ปล่อย NO_x PM และ SO_2 นอกจากนี้ปริมาณการปล่อย PM ปี พ.ศ. 2547 ในหน่วยกิโลกรัมต่อคันต่อปี จากยานพาหนะประเภทรถบรรทุกขนาดใหญ่ รถบัส รถบรรทุกขนาดเล็กและรถยนต์ส่วนบุคคล คิดเป็น 64% 23.6% 12.3% และ 0.1% ตามลำดับ ส่วนรถจักรยานยนต์มีการปล่อย PM ปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับยานพาหนะประเภทอื่น ๆ

Krittayakasem et al. (2004) ได้จัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้าถ่านหินลิกไนต์ในประเทศไทย โดยใช้วิธีการประมาณแบบ BUA สารมลพิษที่ศึกษาประกอบด้วย CO_2 , NO_x และ SO_2 ซึ่งการประมาณปริมาณการปล่อย NO_x และ SO_2 คำนวณจากข้อมูลการทำ CEM และ Stack Sampling System ส่วน CO_2 ประมาณปริมาณการปล่อยโดยใช้ค่า EF ซึ่งผลการศึกษาที่ได้ถูกใช้เป็นฐานข้อมูลสนับสนุนการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและแผนการจัดการมลพิษอากาศจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงในประเทศไทย

Manomaiphiboon et al. (2008) ได้จัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย เพื่อพัฒนาบัญชีให้ทันสมัย ซึ่งการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงไฟฟ้าพิจารณาจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (การเผาไหม้) ส่วนปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมพิจารณาจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (การเผาไหม้) และกระบวนการทางอุตสาหกรรม (กิจกรรมที่ไม่มีมีการเผาไหม้) โดยสารมลพิษอากาศที่ทำการศึกษาประกอบด้วย NO_x , SO_2 , NMVOC, CO, NH_3 , Organic Carbon และ Black Carbon ซึ่งประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศโดยใช้วิธี EF และอาศัยข้อมูลทุติยภูมิของประเทศในปี พ.ศ. 2548 การปล่อยมลพิษจากโรงไฟฟ้าขนาด ≥ 300 MW ใช้การประมาณแบบ BUA เพราะโรงไฟฟ้าแต่ละโรงมีข้อมูลอยู่มาก ส่วนโรงไฟฟ้าขนาด < 300 MW และโรงงานอุตสาหกรรมใช้การประมาณแบบกึ่ง BUA และแบบ TDA ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลที่มี โดยค่า EF ที่ใช้คัดเลือกจากเอกสารที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในระดับสากล ได้แก่ เอกสาร AP-42 ของ US.EPA, IPCC และ EEA ซึ่งเกณฑ์การคัดเลือกใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณของข้อมูลที่มีและขึ้นอยู่กับชนิดของสารมลพิษที่ศึกษาว่าสามารถหาได้จากเอกสารฉบับใดได้บ้าง พบว่าโรงงานที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลัก ประกอบด้วย โรงงานอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมเคมี และอุตสาหกรรมโลหะ

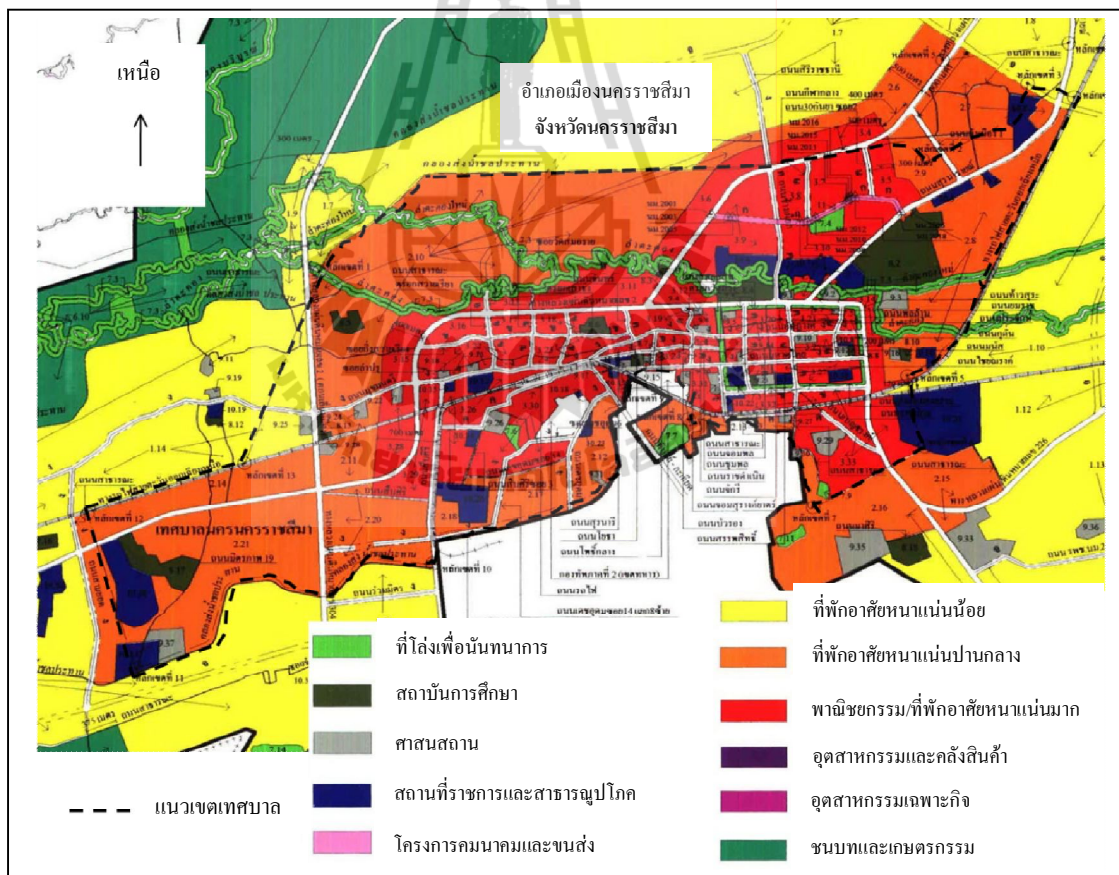
Manomaiphiboon et al. (2006) กล่าวว่า การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศภายในพื้นที่ของประเทศไทย ยังมีข้อจำกัดอยู่ 2 ข้อ คือ (1) มีการศึกษาไว้นานมาแล้ว ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่เป็นปัจจุบันหรือไม่ทันต่อเหตุการณ์ (2) ยังขาดข้อมูลการปล่อยสารมลพิษอากาศที่เพียงพอ เช่น พื้นที่ศึกษา ความหลากหลายของการรายงานปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศต่อหน่วยเวลาและประเภทของแหล่งกำเนิดที่ปล่อยมลพิษ

Manomaiphiboon et al. (2008) กล่าวว่า การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการคุณภาพอากาศให้มีประสิทธิภาพสำหรับประเทศไทย แต่การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศเท่าที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาไว้เฉพาะในระดับใหญ่ (Large Scale) เช่น ระดับโลก ระดับทวีปและระดับภูมิภาค ดังนั้นประเทศไทยจึงยังขาดข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่เพียงพอ นอกจากนี้การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศภายในพื้นที่ของประเทศไทยมีอยู่ระหว่าง 15 ปีผ่านมาแล้ว ข้อมูลจึงไม่ทันสมัยเป็นปัจจุบัน

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

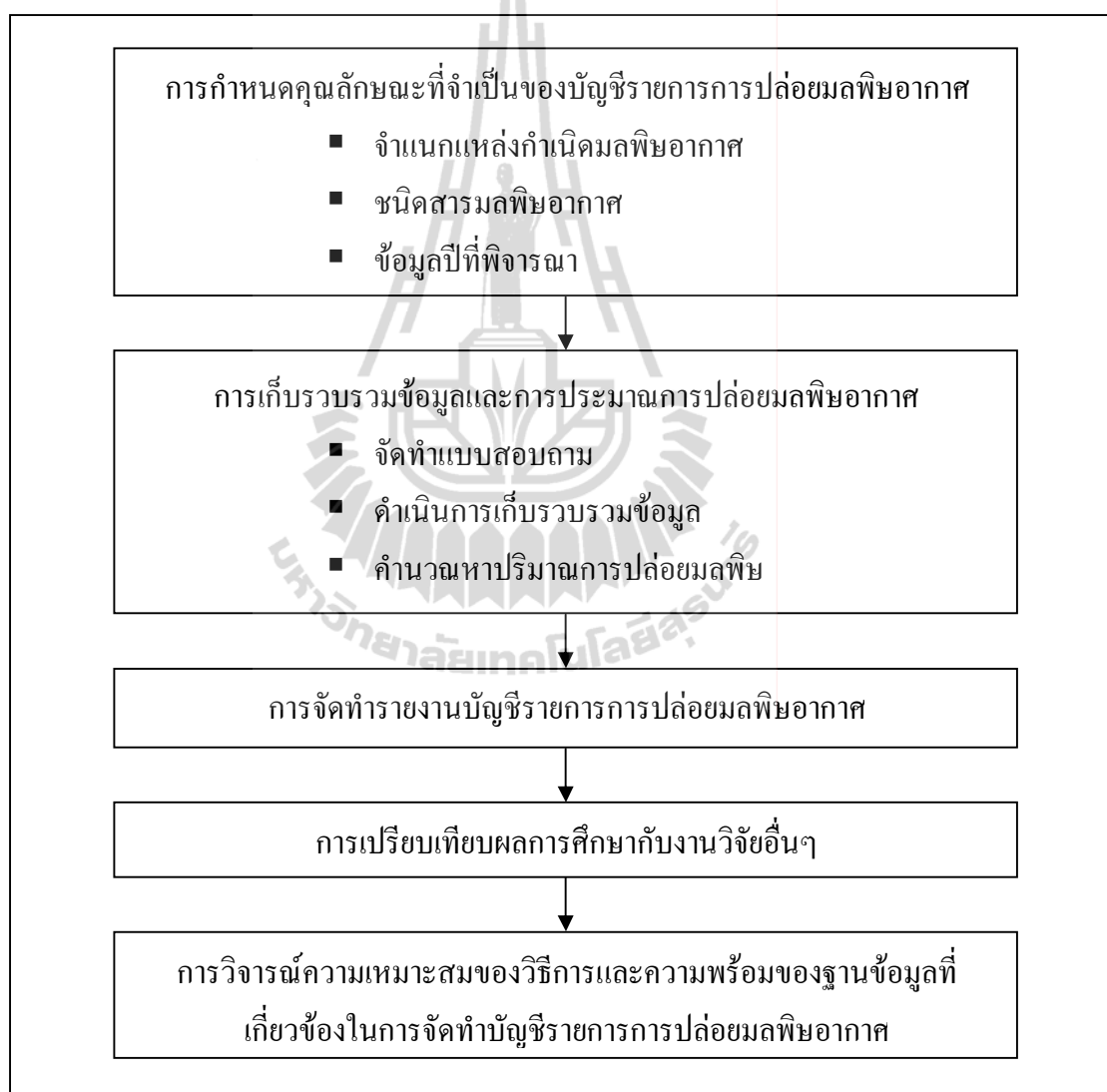
3.1 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษานี้ได้กำหนดพื้นที่ศึกษาในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งแนวเขตของเทศบาลแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงแนวเขตของเทศบาลนครนครราชสีมา
(กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2547)

ซึ่งแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.2 โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การกำหนดคุณลักษณะที่จำเป็นของบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ (2) การเก็บรวบรวมข้อมูลและการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ (3) การจัดทำรายงานบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ (4) การเปรียบเทียบผลการศึกษากับงานวิจัยอื่น ๆ และ (5) การวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการและความพร้อมของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการศึกษา

3.2 การกำหนดคุณลักษณะที่จำเป็นของบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

คุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศ ได้แก่ การจำแนกประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษ ชนิดของสารมลพิษอากาศและข้อมูลปีที่พิจารณา โดยการศึกษาครั้งนี้มีขั้นตอนการพิจารณา เพื่อกำหนดคุณลักษณะที่จำเป็นของบัญชีการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ ดังนี้

3.2.1 การจำแนกประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในพื้นที่ศึกษา

การกำหนดแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาจากเอกสารสรุปการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อรับฟังความคิดเห็นของประชาชนต่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศของเมืองนครราชสีมาในการประชุมภาคีเครือข่ายความร่วมมือเมืองคุณย่นาอยู่อย่างยั่งยืน ซึ่งได้ระบุถึงแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่สำคัญของเมืองนครราชสีมา ดังที่ได้กล่าวไว้ในการปรัทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนการจำแนกประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ ได้พิจารณาตามเอกสารค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (EF) ของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ได้แก่ EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook-2009 (EEA, 2009) และเอกสาร AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors (US.EPA, 2005) โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

แหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ (Point Source)	แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ (Mobile Source) ⁽¹⁾	แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area Source)
1) โรงงานอุตสาหกรรม	1) รถยนต์เบนซิน	1) ที่พักอาศัยและพาณิชย์กรรม
2) เตาเผาศพ	2) รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	2) การเผาในที่โล่ง
3) สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	3) รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	
	4) รถจักรยานยนต์	

หมายเหตุ ⁽¹⁾ จำแนกตามเอกสารของกรมควบคุมมลพิษ (2548)

3.2.2 การกำหนดชนิดสารมลพิษอากาศ

สารมลพิษอากาศที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีความแตกต่างกันตามประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษที่ทำการศึกษา ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งพิจารณากำหนดชนิดสารมลพิษอากาศที่ได้ทำการศึกษา ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

1) เป็นสารมลพิษหลักที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่ทำการศึกษา ทั้งที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิงและกิจกรรมที่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยอ้างอิงจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2) เป็นสารมลพิษอากาศพื้นฐานตามกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปและเป็นสารมลพิษอากาศปฐมภูมิ ได้แก่ TSP PM₁₀ CO NO_x และ SO₂
- 3) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีความสำคัญ ได้แก่ CO₂
- 4) เป็นสารมลพิษอากาศชนิดอื่น ๆ ที่ระบุไว้ในเอกสารค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษว่าถูกปลดปล่อยออกจากกิจกรรมที่ทำการศึกษา ได้แก่ HC และ NMVOC

ตารางที่ 3.2 สารมลพิษอากาศจำแนกตามประเภทของแหล่งกำเนิดที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้

แหล่งกำเนิดมลพิษ	สารมลพิษอากาศ
1) แหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ (Point Sources)	
• โรงงานอุตสาหกรรม	CO NO _x SO ₂ TSP PM ₁₀ NMVOC CO ₂
• เตาเผาศพ	CO NO _x SO ₂ TSP NMVOC
• สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	NMVOC
2) แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources)	CO HC NO _x SO ₂ PM CO ₂
3) แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area Sources)	
• ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม	CO NO _x SO ₂ TSP PM ₁₀ NMVOC CO ₂
• การเผาในที่โล่ง	CO NO _x SO ₂ TSP PM ₁₀ NMVOC CO ₂

3.2.3 ข้อมูลปีที่พิจารณา

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลกิจกรรมของเทศบาลนครนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2552 เป็นข้อมูลหลักสำหรับการประมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่มีอยู่ก่อนข้างสมบูรณและเป็นข้อมูลที่ทันต่อเหตุการณ์ในปัจจุบัน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ

การเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศมีแนวทางปฏิบัติ ดังนี้

- 1) วางแผนการจัดเก็บข้อมูลให้ละเอียด โดยจัดทำบัญชีรายการตรวจสอบ (Check list) ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภท ทั้งข้อมูลทุติยภูมิและปฐมภูมิ ก่อนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 2) สํารวจข้อมูลการปล่อยมลพิษอากาศที่มีอยู่ในปัจจุบันของเทศบาลนครนครราชสีมา เพื่อทราบถึงข้อมูลที่มีและที่ยังขาดอยู่
- 3) จัดทำแบบสอบถามและทดลองแบบสอบถามก่อนใช้จริง

โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดแนวทางในการเลือกใช้ค่า EF สำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ ดังนี้

1) ให้เลือกใช้ค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของท้องถิ่นที่ทำการศึกษาและเป็นค่าเฉพาะสำหรับกิจกรรมที่ทำการศึกษาเป็นลำดับแรกหรือเลือกใช้ค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลกิจกรรมที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดเป็นลำดับรองลงมา

2) ถ้าไม่มีค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของท้องถิ่นที่ทำการศึกษา ให้เลือกใช้ค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของประเทศไทย โดยเลือกใช้ค่า EF ที่เฉพาะสำหรับกิจกรรมนั้นเป็นลำดับแรกหรือเลือกใช้ค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลกิจกรรมที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดเป็นลำดับรองลงมา

3) ถ้าไม่มีค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของประเทศไทย ให้เลือกใช้ค่า EF จากแหล่งข้อมูลที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ US.EPA EEA และ IPCC โดยใช้แนวทางการเลือกใช้ค่า EF ตามที่มีระบุไว้ในเอกสารนั้น เช่น แนวทางการเลือกใช้วิธีการประมาณที่ดีในเอกสาร EEA แสดงได้ดังรูปที่ 3.3

ส่วน Emission factor ratings หรือดัชนีความน่าเชื่อถือของค่า EF ขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งในการทดสอบและคุณภาพของข้อมูลที่นำมาใช้ในการพัฒนา โดย Emission factor ratings มีระดับตั้งแต่ A (ดีมาก) B (ดี) C (ปานกลาง) D (พอใช้) และ E (ไม่ดี) ซึ่งการพิจารณาเลือกใช้ขึ้นอยู่กับค่า EF ที่มีอยู่ในปัจจุบันสำหรับกิจกรรมนั้น ๆ ว่ามี Emission factor ratings อยู่ในระดับใด แต่อย่างน้อยที่สุดควรเลือกใช้ค่า EF ที่มี Emission factor ratings ไม่ต่ำกว่าระดับ D (US.EPA, 2005)

3.3.1 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point Sources)

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ครอบคลุมโรงงานอุตสาหกรรม เตาเผาศพและสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมดในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 จำนวนแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point Source)	จำนวน (แห่ง)
1) โรงงานอุตสาหกรรม	225
2) เตาเผาศพ	20
3) สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	18

หมายเหตุ จากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา (2552)

และสำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา (2552)

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกิจกรรมของแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภท โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ทั้งข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลที่จำเป็นในการจัดทำบัญชีการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานของโรงงาน ข้อมูลกระบวนการผลิต ข้อมูลการปล่อยมลพิษอากาศ ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการผลิต ปริมาณการจำหน่ายเชื้อเพลิงและอื่น ๆ เช่น จำนวนศพที่เผาภายในพื้นที่ศึกษา โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากรายงานต่างๆ สถิติต่างๆ จากแหล่งข้อมูลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา กรมธุรกิจพลังงาน สำนักงานสถิติแห่งชาติ กรมการปกครอง กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและสำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา

- ข้อมูลปฐมภูมิ

นอกจากข้อมูลทุติยภูมิแล้ว ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 225 ชุด วัดที่มีเมรุเผาศพจำนวน 20 ชุด และสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จำนวน 18 ชุด ซึ่งเป็นการสำรวจข้อมูลจากแหล่งกำเนิดทั้งหมดที่ตั้งอยู่ภายในพื้นที่ศึกษา

โดยมีเกณฑ์การได้รับการตอบกลับแบบสอบถามจากโรงงานอุตสาหกรรม คือ มีการตอบกลับแบบสอบถามจากโรงงานครบทุกประเภทและรวมอย่างน้อย 144 โรงงานหรือ 64% เนื่องจากเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่อาจเกิดปัญหาในการตอบกลับแบบสอบถาม โดยเกณฑ์ที่ตั้งไว้คำนวณจากสูตรของ Taro Yamane (Yamane, 1967) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังสมการ (3.1)

$$n = N / (1 + Nd^2) \quad (3.1)$$

เมื่อ n คือ จำนวนตัวอย่าง

N คือ ขนาดประชากรทั้งหมด (โรงงานจำนวน 225 แห่ง)

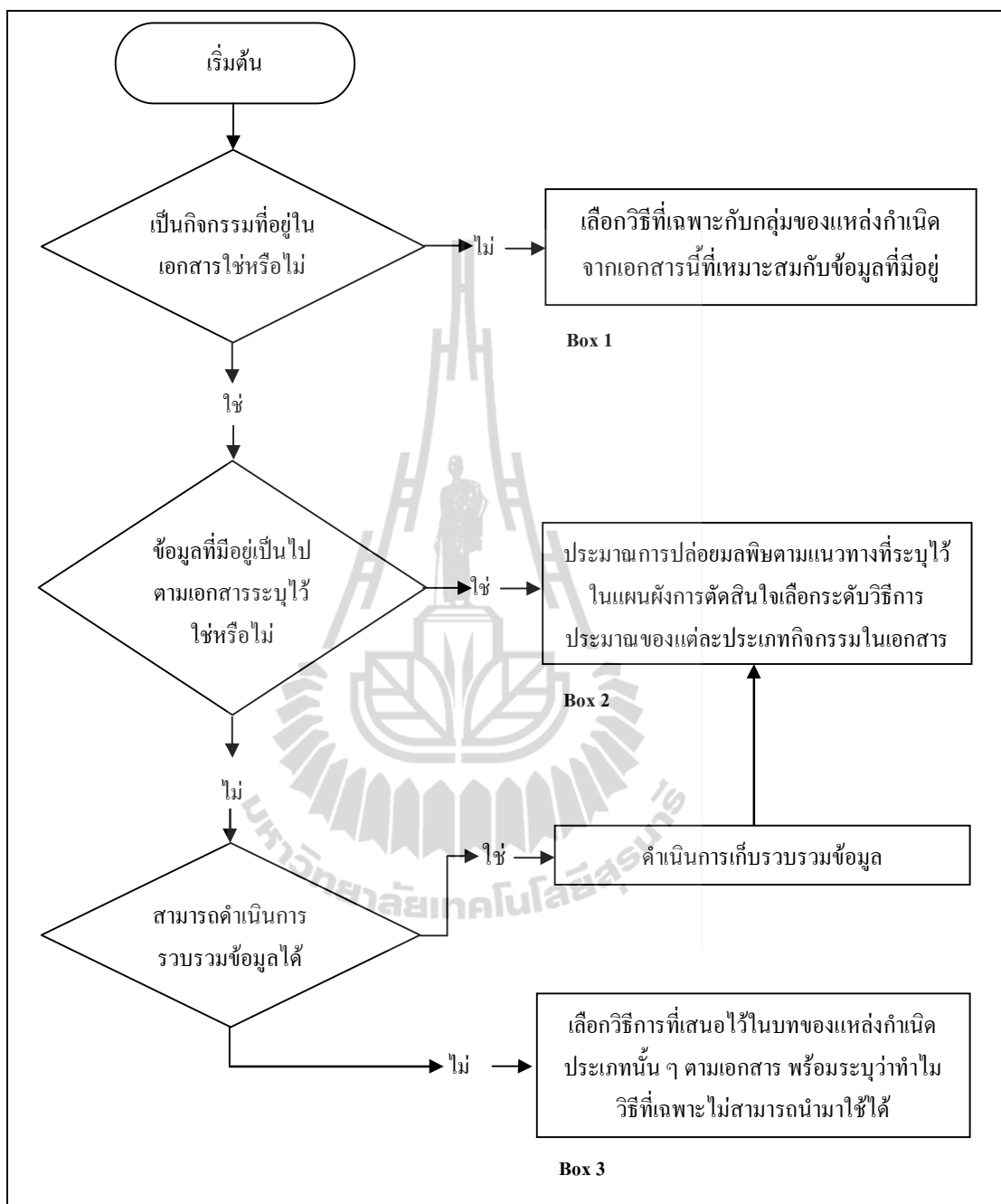
d คือ ระดับความมีนัยสำคัญ (0.05)

แทนค่า

$$n = 225 / [1 + 225(0.05)^2]$$

$$n = 144$$

$$n = 144 \text{ หรือ } 64\% \text{ ของจำนวน } 225$$



รูปที่ 3.3 แผนผังการตัดสินใจเลือกวิธีการประมาณที่ดี

2) การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด โดยใช้ค่า EF เป็นวิธีการหลัก ซึ่งค่า EF และสมการที่นำมาใช้ในการคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ มีแนวทางการเลือกใช้ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.3

- **ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ**

จากการรวบรวมค่า EF สำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม แสดงดังตารางที่ 3.4 และค่า EF สำหรับเตาเผาศพ แสดงดังตารางที่ 3.6 ส่วนค่า EF สำหรับสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง แสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างค่า EF สำหรับกิจกรรมที่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง

ประเภทโรงงาน	สารมลพิษ	ค่า EF	หน่วย
โรงงานเคหะพ่นสีรถยนต์	NMVOC	400	g/kg ของสีที่ใช้ในการพ่น
โรงงานผลิตอาหาร	NMVOC	0.33	g/kg ของเนื้อที่ใช้ในการผลิต
	NMVOC	1	g/kg ของปลาที่ใช้ในการผลิต
โรงงานผลิตสินค้าจากไม้	TSP	1	g/kg ของไม้ที่ใช้ในการผลิต
โรงพิมพ์	NMVOC	500	g/kg ของหมึกที่ใช้ในการพิมพ์

หมายเหตุ จาก EEA (2009)

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างค่า EF สำหรับกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม

ชนิดเชื้อเพลิง	EF (กรัม/หน่วยของเชื้อเพลิง)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NMVOC	CO ₂
น้ำมันเตา (ลิตร)							
- กรมควบคุมมลพิษ (2543)	8	19S	0.6	1A	0.86A	0.091	-
- EEA (2009)	8.55	19.29	0.2	0.99	0.72	0.032	-
ดีเซล (ลิตร)							
- กรมควบคุมมลพิษ (2543)	2.4	17S	0.6	0.24	0.13	0.024	2,699 ⁽¹⁾
- US.EPA (2005) (Rating: D)	69.06	4.54	14.88	-	4.85	-	2,568
LPG (ลิตร)							
- กรมควบคุมมลพิษ (2543)	2.28	0.012S	0.384	0.072	0.075	0.036	1,678 ⁽¹⁾
- US.EPA (2005) (Rating: E)	1.80	0.01S	1.01	0.10	0.07	0.13	1,714
- EEA (2009)	2.662	3.727	1.065	0.732	0.572	0.266	-
ฟืน (กิโลกรัม)							
- กรมควบคุมมลพิษ (2543)	0.19	0.0375	3.3	23.5	8.4	0.0844	1,698 ⁽¹⁾
- US.EPA (2005) (Rating: D-C)	3.37	0.17	4.13	-	2.47	0.12	1,341
- EEA (2009)	2.399	0.614	25.520	2.501	2.397	2.341	-

หมายเหตุ⁽¹⁾ จาก IPCC (2006) เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

A = ร้อยละ (%) ที่เผาไหม้ในเชื้อเพลิง S = ร้อยละ (%) กำมะถันในเชื้อเพลิง

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างค่า EF สำหรับเตาเผาศพ

แหล่งข้อมูล	EF (กิโลกรัม/ศพ)				
	NO _x	CO	NMVOG	SO ₂	TSP
US.EPA (2009)	-	-	-	-	-
EEA (2009)	0.309	0.141	0.013	0.544	0.0146
กรมควบคุมมลพิษ (2543)	0.1157	0.0962	0.013	0.07085	0.15145

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 3.7 ค่าปัจจัยการปล่อย NMVOG จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

แหล่งกำเนิด	EF (กรัม/ลิตร ของน้ำมันเบนซิน)
1) การเติมน้ำมันเชื้อเพลิงใต้ถังกักเก็บใต้ดิน (การกระเด็นขณะเติม)	1.38
2) การระเหยออกจากถังกักเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงใต้ดิน	0.12
3) กระบวนการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงใต้ถังน้ำมันยานพาหนะ	
• การระเหยขณะเติม (ไม่มีการควบคุม)	1.32
• การหก (ล้นออกจากถัง)	0.08
รวม	2.9

หมายเหตุ จากกรมควบคุมมลพิษ (2543)

- **สมการคำนวณค่าปริมาณการปล่อยมลพิษ**

การคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมและเตาเผาศพ มีสมการในการคำนวณที่จะเลือกใช้ในการศึกษา ดังต่อไปนี้ โดยแต่ละสมการยังไม่ได้ระบุหน่วยของตัวแปร เนื่องจากค่า EF มีหน่วยแตกต่างกัน จึงมีการเปลี่ยนตามกรณีที่ใช้

สมการ (3.2) อ้างอิงจากเอกสารของ EEA (2009) ใช้สำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากกิจกรรมที่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{production}} \times EF_{\text{pollutant}} \quad (3.2)$$

โดยที่ $E_{\text{pollutant}}$ คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ

$AR_{\text{production}}$ คือ ปริมาณการใช้วัตถุดิบ

$EF_{\text{pollutant}}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

สมการ (3.3) อ้างอิงจาก US.EPA (2005) ซึ่งเป็นสมการพื้นฐานที่สำคัญ และนิยมใช้กันทั่วไปในการประมาณการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ (Stationary Source)

$$E = A \times EF \quad (3.3)$$

โดยที่ E คือ ปริมาณการปล่อยมลพิษ

A คือ อัตราการทำกิจกรรม (ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง)

EF คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

หมายเหตุ ใช้ในกรณีไม่มีการควบคุมมลพิษที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด

สมการ (3.4) อ้างอิงจากเอกสารของ EEA (2009) ใช้สำหรับการประมาณ ปริมาณการปล่อยมลพิษจากเตาเผาศพ

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{production}} \times EF_{\text{pollutant}} \quad (3.4)$$

โดยที่ $E_{\text{pollutant}}$ คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ

$AR_{\text{production}}$ คือ จำนวนศพที่เผา

$EF_{\text{pollutant}}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

สมการ (3.5) และ (3.6) อ้างอิงจากเอกสารของกรมควบคุมมลพิษ (2543) ใช้สำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

$$V_{\text{Station}} = V_{\text{Province}} / N_{\text{Province}} \quad (3.5)$$

$$E_{\text{Station}} = V_{\text{Station}} \times EF \quad (3.6)$$

โดยที่ V_{Station} คือ ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซินต่อสถานี

V_{Province} คือ ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซินรวมทั้งจังหวัด

N_{Province} คือ จำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในจังหวัดนั้น

E_{Station} คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษต่อสถานี

EF คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

สมการ (3.7) อ้างอิงจากเอกสารของ EEA (2009) ใช้สำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{production}} \times EF_{\text{pollutant}} \quad (3.7)$$

โดยที่ $E_{\text{pollutant}}$ คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ
 $AR_{\text{production}}$ คือ ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซินทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา
 $EF_{\text{pollutant}}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

3.3.2 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources)

การศึกษานี้ครอบคลุมยานพาหนะ 4 ประเภท ได้แก่ รถจักรยานยนต์ รถยนต์เบนซิน รถยนต์ดีเซลขนาดเล็กและรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ โดยไม่คำนึงถึงการใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ เช่น NGV LPG B5 และแก๊สโซฮอล์ โดยยานพาหนะแต่ละประเภท ประกอบด้วยรถชนิดต่าง ๆ ดังตารางที่ 3.8 ซึ่งการกำหนดประเภทของรถแต่ละชนิดใช้การคาดคะเนจากขนาดของรถที่มีความใกล้เคียงกัน ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันและทำการพิจารณาความเหมาะสมโดยผู้วิจัยร่วมกับศูนย์วิชาการจัดระบบการขนส่งและจราจรเมืองภูมิภาค ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อให้เกิดความชัดเจน ความเหมาะสมและลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสมการที่เลือกใช้ ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษานี้ ได้แก่ ข้อมูลโครงข่ายถนนและข้อมูลปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- ข้อมูลโครงข่ายถนน

ตามหลักวิศวกรรมจราจรแบ่งลักษณะของถนนออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ทางด่วน (Expressway) ถนนสายหลัก (Arterial Street) ถนนสายรอง (Collector Road) และถนนสายย่อยหรือตรอกซอย (Local Road) โดยถนนสายรองแบ่งได้เป็น 2 ประเภทย่อย ได้แก่ ถนนสายรองสำคัญและถนนสายรองทั่วไป ซึ่งการสัญจรส่วนใหญ่ของยานพาหนะอยู่บนถนนสายหลักและสายรอง (อิฐอุท ภิมานนท์, 2550) การศึกษานี้ได้ทำการศึกษปริมาณจราจรเฉพาะยานพาหนะที่สัญจรบนถนนทุกประเภทที่มีภายในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ถนนสายหลัก ถนนสายรองและถนนสายย่อย

ตารางที่ 3.8 การจำแนกประเภทของยานพาหนะที่จะทำการศึกษา

ประเภทยานพาหนะ	ชนิดของยานพาหนะ
รถจักรยานยนต์ (MC)	- รถจักรยานยนต์ - รถสามล้อเครื่อง
รถยนต์เบนซิน (PC)	- รถยนต์นั่ง 4 ล้อ - รถยนต์รับจ้าง (Taxi)
รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก (LDT)	- รถบรรทุก 4 ล้อ - รถสองแถว 4 ล้อ - รถตู้
รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ (HDT)	- รถสองแถว 6 ล้อ - รถบัสขนาดกลางและใหญ่ - รถบรรทุก 10 ล้อ - รถแทรกเตอร์และรถพ่วง

หมายเหตุ จากสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2546)

- **ข้อมูลปริมาณจราจร**

วิธีการสำรวจปริมาณจราจรที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน มีอยู่ 2 วิธี คือ การใช้เครื่องนับอัตโนมัติ (Automatic Counters) และวิธีการใช้คนแจงนับ (Manual Counts) โดยการใช้เครื่องนับทั่วไปมีอยู่ 2 แบบใหญ่ ๆ ได้แก่ แบบสัมผัสโดยตรงกับยานพาหนะ (Contact Type) เช่น เครื่องจับสัญญาณและแบบไม่สัมผัสกับยานพาหนะ (Non-Contact Type) เช่น กล้องวิดีโอที่บันทึกกล้องถ่ายรูป ซึ่งวิธีการนี้มีราคาแพงเหมาะสำหรับการเก็บข้อมูลอย่างละเอียดและเป็นเวลานาน การจัดเก็บข้อมูลสามารถถ่ายทอดจากที่ตั้งในสนามผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ไปยังที่ทำการได้ ส่วนวิธีการใช้คนแจงนับเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด มีค่าใช้จ่ายไม่มาก ทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและละเอียดที่สุด แต่อาจเกิดความผิดพลาดเนื่องจากความเบื่อหน่ายละเอียดของผู้นับ (กรมทางหลวงชนบท, 2553)

ระยะเวลาที่ใช้ในการนับรถจะขึ้นอยู่กับงบประมาณและจุดมุ่งหมายของการนำข้อมูลที่ได้ออกไปใช้ สำหรับการจราจรแบบปกติทั่วไป การนับรถอาจเลือกศึกษาได้หลายวิธี เช่น การนับ 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการหาปริมาณจราจรในหนึ่งวัน โดยกระทำที่วันหนึ่ง ๆ ของสัปดาห์ ตั้งแต่เที่ยงคืนถึงเที่ยงคืนของอีกวัน แต่ถ้าต้องการดูลักษณะการจราจรของวันทำงานในสัปดาห์มักจะเลือกนับตั้งแต่เที่ยงวันของวันจันทร์ถึงเที่ยงวันของวันศุกร์ โดยกำหนดเลือกการจราจรในช่วง 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เพราะในช่วงเช้าวันจันทร์และเย็นวันศุกร์ การจราจรจะไม่เหมือนปกติ ซึ่งมีอิทธิพล

ของวันหยุดมากระทบ ส่วนการนับ 16 ชั่วโมง เป็นอีกวิธีที่ใช้ในกรณีที่ต้องการหาปริมาณจราจร ส่วนใหญ่ของแต่ละวัน โดยเริ่มนับตั้งแต่ 06:00-22:00 น. เนื่องจากกระแสการจราจรส่วนใหญ่ของแต่ละวันจะอยู่ในช่วงระยเวลานับนี้และการนับ 12 ชั่วโมง โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 07:00-19:00 น. ซึ่งจะคลุมการจราจรในช่วงทำงานทั้งหมด เหมาะสมสำหรับถนนในย่านชุมชนและพาณิชย์ (จิรพัฒน์ โชติกไกร, 2553) วิธีการสำรวจปริมาณจราจรในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดโดยอ้างอิงตามหลักวิชาการ ซึ่งเป็นวิธีการที่ถูกแนะนำไว้ในเอกสารวิชาการเกี่ยวกับการสำรวจปริมาณจราจรของกรมทางหลวงชนบท กล่าวคือ “วิธีการใช้คนเจนนับ ต้องนับแยกประเภทของรถติดต่อกันหลาย ๆ วัน และวันละหลายชั่วโมงเท่าที่จะทำได้ เพื่อนำมาใช้หาปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic: ADT) โดยระยะเวลาทำการนับรถแยกประเภทในแต่ละโครงการ ต้องทำการนับไม่ต่ำกว่า 3 วัน วันละ 8-12 ชั่วโมง (07:00-19:00 น.) และจะต้องเป็นวันสุดสัปดาห์ 1 วัน (เสาร์หรืออาทิตย์) ส่วนการกำหนดจุดตรวจนับ ควรเลือกบริเวณที่ยานพาหนะแล่นผ่านมากที่สุด บริเวณที่ตั้งจุดตรวจนับต้องพิจารณาถึงความกว้างของถนน ระยะไกลสุดที่ผู้ขับรถสามารถมองเห็นอย่างปลอดภัยและต้องมีเพียงพอที่เตือนให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะรู้ตัวว่ามีจุดสำรวจอยู่ข้างหน้า”

ดังนั้นการสำรวจปริมาณจราจรในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการใช้คนเจนนับรวมทั้งสองทิศทาง (Mid-block count) ตามจุดตรวจนับที่กำหนดบนถนนประเภทต่าง ๆ ภายในพื้นที่ศึกษา โดยทำการนับแยกชนิดรถตามการจำแนกของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งทำการตรวจนับปริมาณจราจรเป็นเวลา 3 วัน วันละ 12 ชั่วโมง (07:00-19:00 น.) แบ่งออกเป็นวันหยุดราชการ 1 วัน (เสาร์-อาทิตย์) และวันทำงานปกติอีก 2 วัน (จันทร์-ศุกร์) ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้คำนวณหาปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT)

จากการทบทวนเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและการสังเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายถนนที่ได้จากแขวงการทางนครราชสีมาที่ 1 และสำนักงานช่างของเทศบาลนครนครราชสีมา สามารถแบ่งประเภทถนนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา พร้อมทั้งกำหนดจำนวนจุดตรวจนับบนช่วงถนนแต่ละประเภท ดังตารางที่ 3.9 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้ตรวจนับปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก เนื่องจากใช้ข้อมูลปริมาณจราจรที่ได้จากการสำรวจของกรมทางหลวงประจำปี พ.ศ. 2552 ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดและมีความน่าเชื่อถือ ทั้งนี้ด้วยข้อจำกัดด้านเวลาและงบประมาณที่มีอยู่ ส่วนการกำหนดจุดตรวจนับบนถนนแต่ละประเภทได้พิจารณาโดยอาศัยปัจจัยด้านการเป็นตัวแทนของถนน เช่น ความยาวถนน ความกว้างผิวทางและลักษณะการเดินรถ อีกทั้งปัจจัยด้านความหนาแน่นของที่อยู่อาศัย รวมถึงความครอบคลุมพื้นที่ของโครงข่ายถนน เช่น ถนนแนวเหนือ-ใต้ ถนนแนวตะวันออก-ตะวันตก ถนนในคูเมือง ถนนนอกคูเมือง และถนนรอบคูเมือง เป็นต้น ทั้งนี้ปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อจำนวนจุดตรวจนับ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านเวลาและงบประมาณที่มีอยู่

ตารางที่ 3.9 จำนวนจุดตรวจนับปริมาณจราจรบนช่วงถนนแต่ละประเภท
ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ประเภทถนน	จำนวน (สายทาง)	ความยาว (กม.)	ความยาว ถนน (%)	จำนวนจุด ตรวจนับ	หมายเหตุ
สายหลัก	5	23.6	14.40	7	ใช้ข้อมูลจากกรมทางหลวง
สายรองสำคัญ	31	41.4	25.28	10	ใช้คนนับ 2-3 คน/จุด
สายรองทั่วไป	7	6.9	4.21	2	ใช้คนนับ 2 คน/จุด
สายย่อย	266	92.0	56.11	8	ใช้คนนับ 1 คน/จุด
รวม	309	163.9	100.00	27	-

หมายเหตุ แบ่งประเภทถนนตามสำนักงานโยธาและแผนการขนส่งและจราจร (2546)

ถิรยุทธ ลิมานนท์ (2550); บริษัท เซอร์เวย์ 22 และเพื่อน จำกัด (2548)

2) การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ

• ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

การเลือกใช้ค่า EF มีแนวทางการเลือกใช้ดังที่กล่าวในหัวข้อ 3.3 ซึ่งตัวอย่างค่า EF สำหรับแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ แสดงได้ดังตารางที่ 3.10

• สมการคำนวณค่าปริมาณการปล่อยมลพิษ

การคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะมีสมการสำหรับเลือกใช้ในการศึกษา ดังต่อไปนี้

สมการ (3.8) อ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษ (2551)

$$E_{ij} = N_j \times EF_{ij} \times D \quad (3.8)$$

โดยที่ E_{ij} คือ อัตราการระบายสารมลพิษ i จากรถประเภท j (กรัม/วัน)

N_j คือ ปริมาณการจราจรของรถประเภท j (คัน/วัน)

EF_{ij} คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ i จากรถประเภท j (กรัม/กม./คัน)

D คือ ระยะทางที่รถวิ่ง (กม.)

ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษสำหรับยานพาหนะ

ชนิดยานพาหนะ	แหล่งข้อมูล	EF (กรัม/กิโลเมตร/คัน)				
		HC	NO _x	SO ₂ ⁽¹⁾	CO	PM
รถจักรยานยนต์	กรมควบคุมมลพิษ (2543)	8.552	0.051	0.041	5.868	0.150 ⁽²⁾
	กรมควบคุมมลพิษ (2548)	2.070	0.845	-	13.325	0.086
	กรมควบคุมมลพิษ (2551)	2.090	0.240	0.020	13.140	-
	EEA (2009)	3.990	0.333	-	17.150	0.095
รถยนต์เบนซิน	กรมควบคุมมลพิษ (2543)	1.535	1.460	0.182	5.745	0.005 ⁽²⁾
	กรมควบคุมมลพิษ (2548)	5.035	0.485	-	5.413	0.101
	กรมควบคุมมลพิษ (2551)	0.653	1.273	0.055	4.644	-
	กรมควบคุมมลพิษ (2552)	0.058	0.014	0.062	0.460	-
	กรมควบคุมมลพิษ (2553)	0.053	0.026	0.061	0.513	-
	EEA (2009)	0.980	1.015	-	9.240	0.003
รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	กรมควบคุมมลพิษ (2543)	0.984	4.116	0.117	2.177	0.398
	กรมควบคุมมลพิษ (2548)	0.213	0.583	-	0.493	0.060
	กรมควบคุมมลพิษ (2552)	0.022	0.407	0.050	0.426	0.048
	กรมควบคุมมลพิษ (2553)	0.036	0.469	0.041	0.439	0.042
	EEA (2009)	0.175	0.007	-	1.100	0.280
รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	กรมควบคุมมลพิษ (2543)	3.074	28.478	0.534	11.887	1.855
	กรมควบคุมมลพิษ (2548)	3.420	23.120	0.327	8.890	1.150
	EEA (2009)	0.384	8.880	-	1.920	0.288

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูล ⁽¹⁾ คำนวณจากปริมาณองค์ประกอบกำมะถันในเชื้อเพลิง

⁽²⁾ Radian International, LLC. (1998)

สมการ (3.9) อ้างอิงจากงานวิจัยของ Gurjar et al. (2004)

$$E_i = \sum (\text{Veh}_j \times D_j) \times E_{i,j,\text{km}} \quad (3.9)$$

โดยที่ E_i คือ การปลดปล่อยสารมลพิษ i (กรัม/ปี)

Veh_j คือ จำนวนของรถประเภท j (คัน/ปี)

D_j คือ ระยะการเดินทางต่อปีของรถประเภท j (กม./ปี)

$E_{i,j,\text{km}}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ i จากรถประเภท j (กรัม/กม./คัน)

สมการ (3.10) อ้างอิงจากเอกสารของ EEA (2009)

$$E_i = \sum_j (\sum_m (FC_{j,m} \times EF_{i,j,m})) \quad (3.10)$$

โดยที่ E_i คือ ปริมาณการปล่อยมลพิษ i (กรัม/ปี)
 $FC_{j,m}$ คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง m ของรถประเภท j (ลิตร/ปี)
 $EF_{i,j,m}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ i จากรถประเภท j ที่ใช้เชื้อเพลิง m (กรัม/ลิตร)

ส่วนค่าอัตราการใช้น้ำมันของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย
 แสดงดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ตัวอย่างอัตราการใช้น้ำมันของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย

แหล่งข้อมูล	อัตราการใช้น้ำมัน (ลิตร/กิโลเมตร)			
	จักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	ดีเซลขนาดเล็ก	ดีเซลขนาดใหญ่
กรมควบคุมมลพิษ (2543)	0.028	0.123	0.138	0.632
กรมควบคุมมลพิษ (2551)	0.027	0.075	-	-
กรมควบคุมมลพิษ (2552)	-	0.084	0.097	-
กรมควบคุมมลพิษ (2553)	-	0.082	0.079	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

3.3.3 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ (Area Sources)

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม และกิจกรรมการเผาในที่โล่ง (เฉพาะวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตร) ที่อยู่ในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งมีขนาดพื้นที่รับผิดชอบครอบคลุมตำบลในเมืองทั้งหมด เนื้อที่ 37.5 ตารางกิโลเมตร

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้เป็นการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ มีความแตกต่างกันตามประเภทกิจกรรมที่ศึกษา ดังนี้

- ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

ข้อมูลที่ใช้เป็น ได้แก่ ข้อมูลประชากรและปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมปีล่าสุด คือ ปี พ.ศ. 2552 ซึ่งข้อมูลด้านประชากร ประกอบด้วย จำนวนประชากร จำนวนครัวเรือนและขนาดพื้นที่ศึกษา โดยจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2552 ของเทศบาลนคร

นครราชสีมา มีจำนวนทั้งหมด 165,539 คน แบ่งเป็นชาย 78,655 คน หญิง 86,884 คน มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 33,598 ครัวเรือน (สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา, 2552) สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและกรมทะเบียนการค้า

การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ได้ใช้แบบสอบถามจำนวน 400 ชุด ซึ่งคำนวณขนาดตัวอย่างจากจำนวนครัวเรือนทั้งหมดภายในพื้นที่ศึกษาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้สูตรของ Taro Yamane (Yamane, 1967) ดังสมการ (3.1) เนื่องจากเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับและอ้างอิงในการวิจัยเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น (Probability sampling) เนื่องจากเป็นวิธีที่ยอมรับโดยทั่วไปและเป็นการสุ่มที่สามารถนำไปใช้สรุปอ้างอิงถึงประชากรทั้งหมดได้ (ศิริชัย กาญจนวาสิ, 2550) โดยเลือกใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified sampling) เพื่อให้การสุ่มตัวอย่างนั้นครอบคลุมประชากรในทุกชุมชนที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษาจำนวน 79 ชุมชน โดยการสำรวจข้อมูลด้วยแบบสอบถามได้ติดต่อประสานงานไปยังประธานของแต่ละชุมชนและทำการเดินสำรวจตามครัวเรือนด้วยตัวผู้วิจัยเอง ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงต่อคนและต่อครัวเรือน ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความถูกต้องมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลทุติยภูมิ

- **ข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษจากกิจกรรมการเผาในที่โล่ง**

ข้อมูลที่จำเป็น ได้แก่ ชนิดของวัสดุที่เผา ปริมาณของวัสดุที่เผาและขนาดพื้นที่ทำการเกษตรภายในพื้นที่ศึกษา โดยได้เก็บรวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรที่เผาจากสำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครราชสีมาและเก็บข้อมูลปฐมภูมิด้วยแบบสอบถาม โดยดำเนินการไปพร้อมกับแบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจข้อมูลจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

2) การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ

- **ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ**

การเลือกใช้ค่า EF มีแนวทางการเลือกใช้ดังที่กล่าวในหัวข้อ 3.3 ซึ่งตัวอย่างค่า EF สำหรับที่ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม แสดงไว้ในตารางที่ 3.12 ส่วนตัวอย่างค่า EF สำหรับกิจกรรมการเผาในที่โล่ง แสดงดังตารางที่ 3.13

- **สมการคำนวณค่าปริมาณการปล่อยมลพิษ**

การคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ประเภทต่าง ๆ มีสมการคำนวณที่เป็นทางเลือกในการศึกษา ดังต่อไปนี้ โดยแต่ละสมการยังไม่ได้ระบุหน่วยของตัวแปร เนื่องจากหน่วยของค่า EF มีความแตกต่างกัน จึงเปลี่ยนตามกรณีที่ใช้

สมการ (3.11) อ้างอิงจากเอกสารของ EEA (2009) ใช้สำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากที่ฟักอาศัยและพาณิชยกรรม

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{fuel consumption}} \times EF_{\text{pollutant}} \quad (3.11)$$

โดยที่ $E_{\text{pollutant}}$ คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ
 $AR_{\text{fuel consumption}}$ คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเหลว
 $EF_{\text{pollutant}}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

นอกจากนี้ได้ใช้วิธีการประมาณจากข้อมูลการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ประกอบด้วยสมการ (3.12) (3.13) และ (3.14) คัดแปลงจากกรมควบคุมมลพิษ (2543) ใช้สำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากที่ฟักอาศัยและพาณิชยกรรม ดังนี้

สมการ (3.12) ใช้คำนวณหาอัตราการบริโภคเชื้อเพลิงต่อประชากร 1 คนในแต่ละจังหวัด

$$V_p = V_T / N_d \quad (3.12)$$

โดยที่ V_p คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงต่อคนในจังหวัดใดๆ
 V_T คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงรวมในแต่ละจังหวัด
 N_d คือ จำนวนประชากรในจังหวัดนั้น

สมการ (3.13) ใช้คำนวณหาปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา

$$V_c = P_d \times V_p \quad (3.13)$$

โดยที่ V_c คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา
 P_d คือ ความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ศึกษา
 V_p คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงต่อคนในจังหวัดใด ๆ

สมการ (3.14) ใช้คำนวณหาอัตราการระบายสารมลพิษจากที่พักอาศัย

$$E_i = \sum (V_c \times EF_i) \quad (3.14)$$

โดยที่ E_i คือ อัตราการระบายสารมลพิษ i
 V_c คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา
 EF_i คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ i

ตารางที่ 3.12 ตัวอย่างค่า EF สำหรับที่พักอาศัยและพาณิชย์กรรม

ชนิดเชื้อเพลิง	EF (กรัม/ หน่วยของเชื้อเพลิง)						
	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂	TSP	PM ₁₀	CO ₂
ก๊าซหุงต้ม (ลิตร)							
- US EPA (2005) (Rating E)	1.80	1.01	0.13	0.01S	0.1	0.07	1,714
- EEA (2009)	1.81	1.23	0.41	3.73	0.16	0.10	-
- IPCC (2006)	-	-	-	-	-	-	1,680
ฟืน (กก.)							
- US EPA (2005) (Rating)	1.18 (C)	114.58 (B)	103.87 (D)	0.18 (A)	-	15.69 (B)	1,542 (C)
- EEA (2009)	1.19	84.75	14.79	0.32	11.67	11.11	-
- IPCC (2006)	-	-	-	-	-	-	1,790
- Bhattacharya et al. (2002)	0.12	26.4	-	-	-	-	1,596
ถ่านไม้ (กก.)							
- US EPA (2005) (Rating)	1.18 (C)	114.58 (B)	103.87 (D)	0.18 (A)	-	15.69 (B)	1,542 (C)
- EEA (2009)	2.15	153.06	26.71	0.58	21.08	20.07	-
- IPCC (2006)	-	-	-	-	-	-	3,235
- Bhattacharya et al. (2002)	0.03	35.7	-	-	-	-	2,155

ตารางที่ 3.13 ตัวอย่างค่า EF สำหรับการเผาในที่โล่ง

ชนิดเชื้อเพลิง	EF (กรัม/ กิโลกรัม น้ำหนักแห้งของฟางข้าว)						
	NO _x	CO	NMVOC	SO ₂	TSP	PM ₁₀	CO ₂
ฟางข้าว							
- US.EPA (2005)	-	-	-	-	-	-	-
- EEA (2009)	2.4	58.9	6.3	0.3	5.8	5.8	-
- Gadde et al. (2009)	3.1	34.7	-	2.0	13.0	-	1,460

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

สมการ (3.15) อ้างอิงจากเอกสารของ EEA (2009) ใช้สำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากการเผาในที่โล่ง (ฟางข้าว หญ้าและเศษวัสดุภาคการเกษตรอื่น ๆ)

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{residue_burnt}} \times EF_{\text{pollutant}} \quad (3.15)$$

โดยที่ $E_{\text{pollutant}}$ คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ

$AR_{\text{residue_burnt}}$ คือ มวลของวัสดุที่เผา

$EF_{\text{pollutant}}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

3.4 การจัดทำรายงานบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

เนื้อหาของบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศ ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของแหล่งกำเนิดมลพิษที่ทำการศึกษา ข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดมลพิษ ข้อมูลปริมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภทและที่มาของแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ นอกจากนี้ได้จัดเก็บข้อมูลที่ได้ลงในโปรแกรม Microsoft Excel และ Microsoft Word เพื่อเป็นหลักฐานและเก็บรักษาข้อมูลไม่ให้อายุหาย ซึ่งทำให้สามารถนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์สำหรับงานในการพัฒนาการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษในอนาคตต่อไป

3.5 การเปรียบเทียบผลการศึกษากับงานวิจัยอื่น ๆ

หลังจากการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้พิจารณาความสมเหตุสมผลและความไม่แน่นอนของผลการประมาณการปล่อยมลพิษ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผลการศึกษาที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น โดยได้เปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้กับงานวิจัยอื่นๆ

เช่น โครงการปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศและประเมินผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2543 โดยงานวิจัยอื่น ๆ มีข้อมูลกิจกรรมที่ต่างกัน มีวิธีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันและเลือกใช้ค่า EF ต่างกันกับงานวิจัยนี้ ซึ่งสามารถนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกันได้

3.6 การวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการและความพร้อมของฐานข้อมูล ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

หลังจากขั้นตอนการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้จากวิธีการประมาณแบบ TDA และ BUA ในการประมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภทที่ทำการศึกษา เพื่อวิจารณ์ถึงความเหมาะสมของวิธีการที่ใช้ รวมทั้งข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธี

นอกจากนี้ได้วิจารณ์ความพร้อมของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับเขตเทศบาลนครราชสีมาในประเด็นต่าง ๆ เช่น ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศประเภทต่าง ๆ การมีอยู่หรือไม่มีของรายการข้อมูลที่จำเป็นและแหล่งของข้อมูลที่มี ซึ่งได้สรุปออกมาในรูปแบบของตาราง โดยข้อมูลเหล่านี้อาจเป็นประโยชน์ในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษทางอากาศสำหรับเมืองขนาดเล็กอื่น ๆ ในประเทศไทยและผู้ที่เกี่ยวข้องศึกษา

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

4.1 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point Sources)

4.1.1 โรงงานอุตสาหกรรม

4.1.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ ข้อมูลจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตที่ตั้งอยู่ในจังหวัดนครราชสีมาและเขตเทศบาลนครราชสีมา ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสาขาอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา และข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ภายในโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งข้อมูลจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในจังหวัดนครราชสีมาและเขตเทศบาลนครราชสีมาสามารถเก็บรวบรวมได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา และสำนักงานสิ่งแวดล้อม ภาค 11 จังหวัดนครราชสีมา ส่วนข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสาขาอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา สามารถเก็บรวบรวมได้จากกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน และข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตเทศบาลนครราชสีมา สามารถเก็บรวบรวมได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนามด้วยแบบสอบถาม ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม จากการรวบรวมจากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมาทำให้ทราบว่าจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 มีจำนวน 2,275 โรงงาน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.1 ข้อมูลจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 สืบค้นได้จากฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษประเภท โรงงานอุตสาหกรรมของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 11 จังหวัดนครราชสีมา มีจำนวน 217 โรงงาน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากกรมธุรกิจพลังงาน ทำให้ทราบข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในสาขาอุตสาหกรรมของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ส่วนข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมภาคสนาม ผู้วิจัยได้ทำการส่งแบบสอบถามข้อมูลโรงงานไปยังโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด จำนวน 225 โรงงาน (ข้อมูล ณ วันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2553) ตามที่อยู่ที่ได้ระบุไว้ในฐานข้อมูลของสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา พบว่า มีโรงงานอุตสาหกรรมตอบแบบสอบถามแล้วส่งกลับมาเป็นจำนวน 107 โรงงาน คิดเป็น 47.56% ของจำนวนโรงงานทั้งหมด นอกจากนี้มีการติดกลับจดหมายที่ใช้ส่งแบบสอบถามไปยังโรงงานโดยระบุว่าย้ายไม่ทราบที่อยู่ใหม่

จำนวน 12 โรงงาน คิดเป็น 5.33% ของจำนวนโรงงานทั้งหมด จัดเป็นข้อมูลส่วนที่ต้องขาดหายไป โดยข้อมูลจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 และผลการตอบกลับแบบสอบถามข้อมูลโรงงาน แสดงดังตารางที่ 4.3 ซึ่งได้แบ่งกลุ่มโรงงานออกเป็น 8 กลุ่ม โดยพิจารณาจากความใกล้เคียงกันของลักษณะการประกอบกิจการตามความอธิบายที่ได้ระบุไว้ในกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

ตารางที่ 4.1 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

ประเภทอุตสาหกรรม	จำนวนโรงงาน
อุตสาหกรรมกระดาษ	383
อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม	249
อุตสาหกรรมสิ่งทอ เครื่องแต่งกายและเครื่องหนัง	88
อุตสาหกรรมไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ เฟอร์นิเจอร์และเครื่องเรือน	168
อุตสาหกรรมกระดาษ ผลิตภัณฑ์จากกระดาษและสิ่งพิมพ์	19
อุตสาหกรรมยาง พลาสติก เคมี ปิโตรเคมีและผลิตภัณฑ์	190
อุตสาหกรรมโลหะ	285
อุตสาหกรรมโลหะขั้นมูลฐาน	9
อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ เครื่องจักรและอุปกรณ์	166
อุตสาหกรรมเครื่องจักรกล	185
อุตสาหกรรมไฟฟ้า	47
อุตสาหกรรมขนส่ง	261
อุตสาหกรรมอื่นๆ (จำแนกไม่ได้)	225
รวม	2,275

หมายเหตุ จากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา (2553)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสาขาอุตสาหกรรมของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

ชนิดเชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (พันลิตร/ปี)
น้ำมันเตา	27,182
ดีเซลและดีเซล บี5	28,592
เบนซินและแก๊สโซฮอล์	653
LPG	9,590

หมายเหตุ จากกรมธุรกิจพลังงาน (2553)

ตารางที่ 4.3 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552
และผลการตอบกลับแบบสอบถามข้อมูลโรงงาน จำแนกตามประเภทโรงงาน

ประเภทโรงงาน ⁽¹⁾	จำนวน (แห่ง)	ตอบกลับ		ตีกลับ ⁽²⁾	
		แห่ง	%	แห่ง	%
1) โรงงานซ่อมแซมและเกาะพ่นสีรถยนต์ ประเภท (95)	60	19	31.67	1	1.67
2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ ประเภท (63) (64)	31	18	58.06	1	3.23
3) โรงงานประกอบหรือดัดแปลงชิ้นส่วนสำหรับ รถยนต์ ประเภท (77) (78)	20	10	50.00	1	5.00
4) โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลงหรือซ่อมแซม เครื่องยนต์ เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ ประเภท (65) (66) (68) (70) (71) (72)	20	12	60.00	0	0.00
5) โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม ประเภท (4) (6) (10) (12) (13)	28	14	50.00	2	7.14
6) โรงงานผลิตเกี่ยวกับไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ และเครื่องเรือน ประเภท (34) (36) (37)	19	6	31.58	3	15.79
7) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการพิมพ์ ประเภท (41)	8	5	62.50	1	12.50
8) โรงงานอื่น ๆ	39	23	58.97	3	7.69
รวม	225	107	47.56	12	5.33

หมายเหตุ ⁽¹⁾ จำแนกตามกฎกระทรวง (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

⁽²⁾ ตีกลับโดยระบุว่าย้ายไม่ทราบที่อยู่ใหม่

จากตารางที่ 4.3 ได้แสดงให้เห็นว่า จำนวนการตอบกลับแบบสอบถามข้อมูลจากกลุ่มโรงงานแต่ละประเภท มีค่าอยู่ในช่วง 32%-63% ของจำนวนโรงงานทั้งหมด สะท้อนให้เห็นว่า ได้มีการตอบกลับแบบสอบถามข้อมูลจากทุกกลุ่มประเภทโรงงาน ซึ่งน่าจะสามารถนำข้อมูลที่ได้ในแต่ละกลุ่มประเภทโรงงาน ใช้เป็นตัวแทนเพื่อประมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดในแต่ละกลุ่มประเภทโรงงานได้ โดยข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในโรงงานที่สังเคราะห์ได้จากแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายใน โรงงานอุตสาหกรรมสำหรับกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิง

ประเภทโรงงาน	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (พันลิตร/ปี)	
	ดีเซล	LPG ⁽¹⁾
1) โรงงานซ่อมแซมและเคาะฟันสิริยนต์	56.352	3
2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ	0	7.534
3) โรงงานประกอบหรือดัดแปลงชิ้นส่วนสำหรับรถยนต์	0	20.112
4) โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลงหรือซ่อมแซม เครื่องยนต์ เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ	0	2.167
5) โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม	0	85.267
6) โรงงานผลิตเกี่ยวกับไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้และเครื่องเรือน	0.3	0
7) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการพิมพ์	0	0
8) โรงงานอื่น ๆ	0	0
รวม	56.652	118.080

หมายเหตุ จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2552)

⁽¹⁾ ได้ทำการแปลงหน่วยโดยใช้ค่า 1 ลิตรของ LPG เท่ากับ 0.54 กิโลกรัม

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมามีการใช้เชื้อเพลิงเพียง 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันดีเซลและก๊าซหุงต้ม (LPG) สำหรับกิจกรรม การเผาไหม้สำหรับการประกอบกิจการ โดยชนิดเชื้อเพลิงที่ทำการสำรวจ ประกอบด้วย ถ่านหิน ลิกไนต์ น้ำมันเตา ดีเซล เบนซิน ก๊าซหุงต้ม (LPG) ก๊าซธรรมชาติ (CNG NG) น้ำมันก๊าด ถ่านไม้ ฟืนและอื่น ๆ ยกเว้นชนิดที่ได้ระบุ ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง

4.1.1.2 การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจาก โรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา เฉพาะมลพิษที่เกิดจากกิจกรรมการเผา ไหม้เชื้อเพลิงเท่านั้น เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของฐานข้อมูลและค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษที่มีอยู่ โดยการประมาณด้วยวิธีการประมาณจากบนลงล่าง (Top Down Approach: TDA) ได้ใช้ข้อมูล จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมและข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในสาขาอุตสาหกรรมของจังหวัด นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิจากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 11 จังหวัดนครราชสีมาและกรมธุรกิจพลังงาน ส่วนการประมาณด้วย วิธีการประมาณจากล่างขึ้นบน (Bottom Up Approach: BUA) ได้ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิง

ชนิดต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเป็นข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามข้อมูล ผลที่ได้จากการศึกษาทั้ง 2 วิธี มีดังต่อไปนี้

1) วิธี Top down approach (TDA)

จากข้อมูลจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จำนวน 2,275 โรงงาน และข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในสาขาอุตสาหกรรมของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ดังตารางที่ 4.2 สามารถนำมาใช้คำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อโรงงานได้ ซึ่งข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อโรงงานที่ได้ สามารถใช้ประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในโรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ได้ โดยจำนวนโรงงานภายในพื้นที่ศึกษาปี พ.ศ. 2552 มีจำนวน 217 โรงงาน (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 11, 2553) ผลการประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในโรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 แสดงได้ดังตารางที่ 4.5 โดยปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อโรงงานและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในโรงงานที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษาหาได้จากสมการ (4.1) และ (4.2)

$$V = V_p / N_p \quad (4.1)$$

$$V_{ob} = V \times N_{ob} \quad (4.2)$$

โดยที่ V คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อโรงงาน (พันลิตร/ปี)

V_p คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดรวมทั้งจังหวัด (พันลิตร/ปี)

N_p คือ จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมทั้งจังหวัด (โรงงาน)

V_{ob} คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในโรงงานภายในพื้นที่ศึกษา (พันลิตร/ปี)

N_{ob} คือ จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษา (โรงงาน)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA

ชนิดเชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อโรงงาน (พันลิตร/ปี)	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา (พันลิตร/ปี)
น้ำมันเตา	11.95	2,593.15
ดีเซล	12.57	2,727.69
เบนซิน	0.29	62.93
LPG	4.22	915.74

จากตารางที่ 4.5 ทำให้ทราบปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor: EF) ดังตารางที่ 4.6 และค่าร้อยละของซัลเฟอร์และกำมะถันในเชื้อเพลิง ดังตารางที่ 4.7 ซึ่งเหตุการณ์เลือกใช้ค่า EF ในครั้งนี้ได้อาศัยแนวทางในการเลือกใช้ค่า EF ที่กำหนดขึ้น ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.3 ประกอบกับค่า EF จากเอกสารของ US.EPA (2005) มีระดับความน่าเชื่อถือ (Emission Factor Rating) ค่อนข้างต่ำและค่า EF จากเอกสารของ EEA (2009) มิได้ครอบคลุมทุกชนิดของเชื้อเพลิงที่ทำการศึกษาดังนั้นจึงเลือกใช้ค่า EF ตามกรมควบคุมมลพิษ (2543) ซึ่งมีการรวบรวมไว้อย่างครอบคลุมและน่าจะเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้

ตารางที่ 4.6 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับ โรงงานอุตสาหกรรม

สารมลพิษ	Emission Factor					
	น้ำมันเตา (kg./1000 L)	ดีเซล (kg./1000 L)	เบนซิน (kg./1000 L)	น้ำมันก๊าด (kg./1000 L)	LPG (kg./1000 L)	ฟืน (kg/1000 kg)
NO _x	8	2.4	2.4	2.4	2.28	0.19
SO ₂	19S	17S	17S	17S	0.012S	0.0375
CO	0.6	0.6	0.6	0.6	0.384	3.3
TSP	1A	0.24	0.24	0.24	0.072	23.5
PM ₁₀	0.86A	0.13	0.13	0.13	0.075	8.4
NMVOC	0.091	0.024	0.024	0.024	0.036	0.0844
CO ₂	-	2,699	2,182	2,483	1,678	1,698

หมายเหตุ จากกรมควบคุมมลพิษ (2543); IPCC (2006) A = ร้อยละ (%) ซัลเฟอร์ในเชื้อเพลิง

S = ร้อยละ (%) กำมะถันในเชื้อเพลิง เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4.7 แสดงร้อยละของซัลเฟอร์และกำมะถันในเชื้อเพลิง

องค์ประกอบ	ชนิดเชื้อเพลิง					
	น้ำมันเตา	ดีเซล	เบนซิน	แก๊สโซฮอล์	น้ำมันก๊าด	LPG
A, % by wt.	0.1	0.01	-	-	-	-
S, % by wt.	2	0.035	0.05	-	0.2	0.00014

หมายเหตุ จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2553)

เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ทั้งนี้ด้วยการสมมติว่า (Assumption) “ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดที่ได้จากการประมาณถูกใช้สำหรับกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในโรงงานและไม่มีการบำบัดมลพิษก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ” ซึ่งผลการประมาณที่ได้ แสดงดังตารางที่ 4.8 โดยสมการที่เลือกใช้สำหรับการประมาณการปล่อยมลพิษ แสดงดังสมการ (4.3)

$$E = A \times EF \quad (4.3)$$

โดยที่ E คือ ปริมาณการปล่อยมลพิษ (กิโลกรัม/ปี)

A คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (1,000 หน่วยเชื้อเพลิง/ปี)

EF คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (กิโลกรัม/ 1,000 หน่วยเชื้อเพลิง)

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจาก โรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA

ชนิด เชื้อเพลิง	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NMVOC	CO ₂
น้ำมันเตา	20.75	0.99	1.56	<0.01	<0.01	0.24	-
ดีเซล	6.55	0.02	1.64	0.65	0.35	0.07	7,362.04
เบนซิน	0.15	<0.01	0.04	0.02	0.01	<0.01	137.38
LPG	2.09	<0.01	0.35	0.07	0.07	0.03	1,536.61
รวม	29.54	1.01	3.59	0.74	0.43	0.34	9,036.03

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจาก โรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาปี พ.ศ. 2552 จากการประมาณด้วยวิธี TDA ประกอบด้วย NO_x 29.54 ตัน/ปี SO₂ 1.01 ตัน/ปี CO 3.59 ตัน/ปี TSP 0.74 ตัน/ปี PM₁₀ 0.43 ตัน/ปี NMVOC 0.34 ตัน/ปี และ CO₂ 9,036.03 ตัน/ปี

2) วิธี Bottom up approach (BUA)

การศึกษาครั้งนี้ได้แยกการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจาก โรงงานอุตสาหกรรมด้วยวิธี BUA ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มโรงงานที่ตอบกลับแบบสอบถามและ กลุ่มโรงงานที่ไม่ได้ตอบกลับแบบสอบถาม เมื่อพิจารณาข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายใน โรงงานอุตสาหกรรมสำหรับกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

ดังตารางที่ 4.4 สามารถนำไปใช้ประมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตอบแบบสอบถามกลับมาได้ โดยอาศัยค่า EF ดังตารางที่ 4.6 และสมการ (4.3) ซึ่งผลการประมาณที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี BUA เฉพาะโรงงานที่ตอบกลับแบบสอบถาม

ประเภทโรงงาน	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NMVOC	CO ₂
1) ซ่อมแซม/เคาะพ่นสีรถยนต์	0.14	0.00034	0.03	0.01	0.01	<0.01	157.13
2) ผลิตภัณฑ์โลหะ	0.02	<0.00001	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	12.64
3) ประกอบ คัดแปลงชิ้นส่วนสำหรับรถยนต์	0.05	<0.00001	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	33.75
4) ผลิต ประกอบ คัดแปลงเครื่องยนต์ เครื่องจักรฯ	<0.01	<0.00001	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	3.64
5) อาหารและเครื่องดื่ม	0.19	<0.00001	0.03	0.01	0.01	<0.01	143.08
6) ไม้และเครื่องเรือน	<0.01	<0.00001	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.81
7) การพิมพ์	-	-	-	-	-	-	-
8) อื่น ๆ	-	-	-	-	-	-	-
รวม	0.41	0.00034	0.08	0.02	0.02	0.01	351.04

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีการปล่อยมลพิษ

นอกจากนี้จากข้อมูลจำนวน โรงงานที่ตอบกลับแบบสอบถามในแต่ละกลุ่มประเภทโรงงาน ดังตารางที่ 4.3 และข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายใน โรงงานอุตสาหกรรมสำหรับกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิง จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม ดังตารางที่ 4.4 สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยมและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ค. ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้สำหรับการประมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในโรงงานที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถามกลับมา ซึ่งค่าทางสถิติที่เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้ แสดงดังตารางที่ 4.10 ซึ่งสามารถนำมาใช้ประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดภายใน โรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถามกลับมา ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อโรงงานที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถามกลับมา

ประเภทโรงงาน	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อโรงงาน (พันลิตร/ปี)	
	ดีเซล	LPG
1) โรงงานซ่อมแซมและเคาะพ่นสีรถยนต์	0 ⁽¹⁾	0 ⁽¹⁾
2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ	0	0 ⁽¹⁾
3) โรงงานประกอบหรือดัดแปลงชิ้นส่วนสำหรับรถยนต์	0	0.270 ⁽¹⁾
4) โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลงหรือซ่อมแซมเครื่องยนต์ เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ	0	0 ⁽¹⁾
5) โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม	0	0.936 ⁽¹⁾
6) โรงงานผลิตเกี่ยวกับไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้และเครื่องเรือน	0	0
7) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการพิมพ์	0	0
8) โรงงานอื่น ๆ	0	0

หมายเหตุ ได้เลือกใช้ค่าเฉลี่ย ยกเว้น ⁽¹⁾ คือ ค่ามัธยฐาน เนื่องจากมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง
เลข 0 หมายถึง จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ พบว่า ไม่มีการใช้เชื้อเพลิงดังกล่าว

ตารางที่ 4.11 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถามกลับมา

ประเภทโรงงาน	จำนวน โรงงาน	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (พันลิตร/ปี)	
		ดีเซล	LPG
1) โรงงานซ่อมแซมและเคาะพ่นสีรถยนต์	41	0	0
2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ	13	0	0
3) โรงงานประกอบหรือดัดแปลงชิ้นส่วนสำหรับรถยนต์	10	0	2.7
4) โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลงหรือซ่อมแซมเครื่องยนต์ เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ	8	0	0
5) โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม	14	0	13.1
6) โรงงานผลิตเกี่ยวกับไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้และเครื่องเรือน	13	0	0
7) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการพิมพ์	3	0	0
8) โรงงานอื่น ๆ	16	0	0
รวม	118	0	15.8

หมายเหตุ เลข 0 หมายถึง ไม่มีการใช้เชื้อเพลิงดังกล่าว

จากตารางที่ 4.11 ทำให้ทราบปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถามกลับมา สำหรับกิจกรรมการเผาไหม้ภายในโรงงาน ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้ใช้ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศได้ โดยใช้ค่า EF ดังตารางที่ 4.6 และสมการ 4.3 ซึ่งผลการประมาณที่ได้ แสดงดังตารางที่ 4.12 ทั้งนี้ด้วยการสมมติว่า (Assumption) “โรงงานที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถามกลับมาในแต่ละกลุ่มประเภทโรงงาน ได้มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเป็นไปดังค่าที่ได้จากการประมาณตามตารางที่ 4.11”

ตารางที่ 4.12 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี BUA เฉพาะโรงงานที่ไม่ได้ตอบแบบสอบถาม

ประเภทโรงงาน	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NM VOC	CO ₂
1) ซ่อมแซม/เคาะฟันสิริรถยนต์	-	-	-	-	-	-	-
2) ผลิตภัณฑ์โลหะ	-	-	-	-	-	-	-
3) ประกอบ คัดแปลงชิ้นส่วน สำหรับรถยนต์	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	4.53
4) ผลิต ประกอบ คัดแปลง เครื่องยนต์ เครื่องจักรฯ	-	-	-	-	-	-	-
5) อาหารและเครื่องคั้ม	0.03	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	21.98
6) ไม้และเครื่องเรือน	-	-	-	-	-	-	-
7) การพิมพ์	-	-	-	-	-	-	-
8) อื่น ๆ	-	-	-	-	-	-	-
รวม	0.04	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	26.51

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีการปล่อยมลพิษ

จากตารางที่ 4.9 และ 4.12 สามารถสรุปผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ด้วยวิธี BUA ได้ดังตารางที่ 4.13 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จากการประมาณด้วยวิธี BUA ประกอบด้วย NO_x 0.45 ตัน/ปี SO₂ 0.00034 ตัน/ปี CO 0.09 ตัน/ปี TSP 0.02 ตัน/ปี PM₁₀ 0.02 ตัน/ปี NMVOC 0.01 ตัน/ปี และ CO₂ 377.55 ตัน/ปี นอกจากนี้ยังพบว่า โรงงานอุตสาหกรรมประเภทหลักที่มีการปล่อยมลพิษอากาศ ได้แก่ โรงงานอาหารและเครื่องคั้ม โรงงานซ่อมแซมและเคาะฟันสิริรถยนต์ เมื่อเปรียบเทียบกับโรงงานประเภทอื่น ๆ เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจาก

โรงงานอุตสาหกรรมที่ได้จากการประมาณทั้ง 2 วิธี คือ TDA และ BUA ดังตารางที่ 4.8 และ 4.13 สามารถสรุปผลการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ได้ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.13 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี BUA

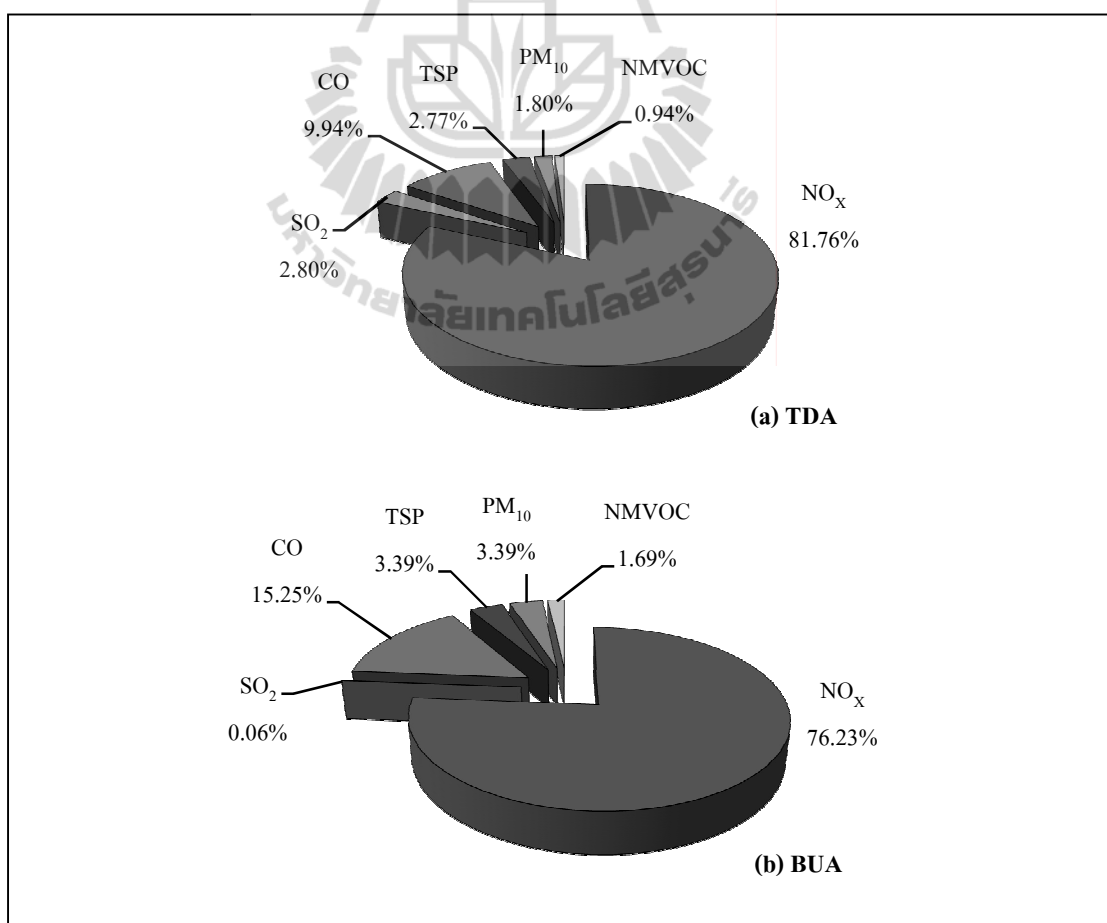
ประเภทโรงงาน	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NM VOC	CO ₂
1) ซ่อมแซม/เคาะฟันสีรถยนต์	0.14	0.00034	0.03	0.01	0.01	<0.01	157.13
2) ผลิตภัณฑ์โลหะ	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	12.64
3) ประกอบ ดัดแปลงชิ้นส่วน สำหรับรถยนต์	0.06	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	38.28
4) ผลิต ประกอบ ดัดแปลง เครื่องยนต์ เครื่องจักรฯ	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	3.64
5) อาหารและเครื่องดื่ม	0.22	<0.01	0.04	0.01	0.01	<0.01	165.06
6) ไม้และเครื่องเรือน	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.81
7) การพิมพ์	-	-	-	-	-	-	-
8) อื่น ๆ	-	-	-	-	-	-	-
รวม	0.45	0.00034	0.09	0.02	0.02	0.01	377.55

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีการปล่อยมลพิษ

ตารางที่ 4.14 ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

สารมลพิษอากาศ	ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ (ตัน/ปี)	
	วิธี TDA	วิธี BUA
NO _x	29.54	0.45
SO ₂	1.01	0.00034
CO	3.59	0.09
TSP	1.00	0.02
PM ₁₀	0.65	0.02
NM VOC	0.34	0.01
CO ₂	9,036.03	377.55

จากตารางที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่า ผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธี TDA และ BUA มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก ซึ่งปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศชนิดต่าง ๆ ได้แก่ NO_x SO_2 CO TSP PM_{10} NMVOC และ CO_2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.45-29.54 0.0003-1.01 0.09-3.59 0.02-1.00 0.02-0.65 0.01-0.34 และ 377.55-9,036.03 ตันต่อปี ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะโครงสร้างพื้นฐานด้านอุตสาหกรรมของเทศบาลนครนครราชสีมาที่โดยส่วนใหญ่แล้ว เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กภายในครัวเรือน ทำให้มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อโรงงานค่อนข้างต่ำ ส่วนลักษณะโรงงานอุตสาหกรรมทั้งจังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วยโรงงานขนาดใหญ่และมีหลายประเภทโรงงาน ทำให้มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อโรงงานค่อนข้างมาก ซึ่งความแตกต่างนี้ส่งผลต่อค่าการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ โดยสัดส่วนของการปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้น CO_2 แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

จากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมจากการประมาณทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีสารมลพิษหลัก 2 ชนิด ได้แก่ NO_x และ CO แต่สัดส่วนการปล่อย SO_2 จากการประมาณด้วยวิธี TDA มีมากกว่าการประมาณด้วยวิธี BUA ก่อนข้างมาก เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ไม่มีการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ทำให้ผลการประมาณการปล่อย SO_2 น้อยกว่าการประมาณด้วยวิธี TDA ที่ได้พิจารณาน้ำมันเตาร่วมด้วย ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่มีสัดส่วนการปล่อย SO_2 สูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้จากจำนวนการตอบกลับแบบสอบถามข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และบางโรงงานอาจไม่ได้ตอบข้อมูลตามความเป็นจริง จึงทำให้ข้อมูลที่ได้ อาจมีความผิดพลาดและความไม่แน่นอนเกิดขึ้นได้

4.1.1.3 ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลโรงงานด้วยแบบสอบถามข้อมูลทำให้ทราบข้อมูลอื่นๆ ที่น่าจะเป็นประโยชน์ในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและตัวทำละลายสำหรับกิจกรรมที่ไม่มีการเผาไหม้ ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและตัวทำละลายภายในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับกิจกรรมที่ไม่มีการเผาไหม้

ประเภทโรงงาน	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ปี)			
	ดีเซล	เบนซิน	น้ำมันก๊าด	ทินเนอร์
1) โรงงานซ่อมแซมและเกาะพันสียรถยนต์	480	10,164	73,000	1,800
2) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ	0	648	0	0
3) โรงงานประกอบหรือดัดแปลงชิ้นส่วนฯ	0	300	0	0
4) โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลงหรือซ่อมแซม เครื่องยนต์ เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ	0	1,200	0	0
5) โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม	0	0	0	0
6) โรงงานผลิตเกี่ยวกับไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ฯ	0	0	0	2,400
7) โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการพิมพ์	0	0	642	0
8) โรงงานอื่น ๆ	0	0	0	2,400
รวม	480	12,312	73,642	6,600

หมายเหตุ โรงงานได้ใช้เชื้อเพลิงและตัวทำละลายสำหรับล้างชิ้นส่วนเครื่องยนต์และชิ้นงานต่าง ๆ

จากตารางที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่ามีการใช้เชื้อเพลิงและตัวทำละลายในการล้างชิ้นส่วนเครื่องยนต์และชิ้นงานต่าง ๆ ได้แก่ น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าดและทินเนอร์ นอกจากนี้มี 1 โรงงาน ซึ่งอยู่ในกลุ่มประเภทโรงงานอื่น ๆ และอีก 1 โรงงาน ของกลุ่มประเภทโรงงานซ่อมแซมและเคาะพ่นสีรถยนต์ ได้ระบุว่ามีการใช้โทลูอินเป็นตัวทำละลาย 4,800 ลิตร/ปี และอะซิทีลีน 600 ลิตร/ปี ตามลำดับ ส่วนข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวกับกิจกรรมที่มีภายในโรงงาน ได้แก่ หม้อไอน้ำ (Boiler) เครื่องยนต์และเครื่องจักรที่ใช้เชื้อเพลิง ระบบบำบัดมลพิษอากาศและการตรวจวัดมลพิษอากาศภายในโรงงาน ซึ่งข้อมูลที่ได้ พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมทั้ง 107 โรงงาน ได้ระบุว่าไม่มีหม้อไอน้ำ ภายในโรงงาน มีการระบุว่ามีเครื่องยนต์และเครื่องจักรที่ใช้เชื้อเพลิงจำนวน 4 โรงงาน ระบุว่ามีการตรวจวัดมลพิษอากาศภายในโรงงานจำนวน 7 โรงงานและทั้ง 107 โรงงาน ระบุว่าไม่มีระบบบำบัดมลพิษอากาศ ยกเว้น 1 โรงงาน ระบุว่ามีการใช้แผ่นกรอง (Filter) ในห้องพ่นสีรถยนต์

4.1.2 เตาเผาศพ

4.1.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพ ได้แก่ อัตราการตายของประชากร จำนวนการตายของประชากรและปริมาณการเผาศพภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งข้อมูลอัตราการตายของประชากรและข้อมูลจำนวนการตายของประชากร สามารถเก็บรวบรวมได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานสถิติแห่งชาติ ส่วนข้อมูลปริมาณการเผาศพ สามารถเก็บรวบรวมได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลวัด

จากการรวบรวมจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ทำให้ทราบข้อมูลอัตราการตายต่อประชากรพันคนของประเทศไทยปี พ.ศ. 2552 ดังตารางที่ 4.16 ซึ่งจะเห็นได้ว่า อัตราการตายต่อประชากรพันคนของประเทศไทยตลอด 5 ปี หลังสุด (ปี พ.ศ. 2548-2552) อยู่ระหว่าง 5.73-5.99 คนต่อพันคนสะท้อนให้เห็นว่าจำนวนการตายของประชากรไทยในแต่ละปีค่อนข้างคงที่ ส่วนข้อมูลจำนวนการตายของประชากรภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 903 คน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2553)

ตารางที่ 4.16 อัตราการตายต่อประชากรพันคนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548-2552

ปี	จำนวนการตาย (คน)	การตายต่อประชากร 1,000 คน
2548	15,048	5.92
2549	14,628	5.73
2550	14,864	5.82
2551	15,326	5.99
2552	15,082	5.87

หมายเหตุ จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2553)

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลวัด ภายในพื้นที่ เขตเทศบาลนครนครราชสีมา พบว่า วัดที่มีเตาเผาศพหรือเมรุภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีจำนวนทั้งสิ้น 20 วัด โดยมีข้อมูลการเผาศพ จำนวน 18 วัด และไม่มีข้อมูลการเผาศพจำนวน 2 วัด ได้แก่ วัดแจ้งใน เนื่องจากมียกเลิกการใช้งานเมรุตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 และวัดใหม่อัมพวัน เนื่องจากการชำรุดของเมรุในปี พ.ศ. 2552 ทำให้ไม่มีการเผาศพและจนถึงปัจจุบันยังอยู่ในระหว่างการปิดปรับปรุงเมรุ ซึ่งข้อมูลปริมาณการเผาศพของวัดที่มีเมรุภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 แสดงไว้ในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ปริมาณการเผาศพของวัดที่มีเมรุภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

ลำดับ	ชื่อวัด	ปริมาณการเผาศพ (ศพ/ปี)
1	วัดทุ่งสว่าง	20
2	วัดบึง	40
3	วัดกองพระทราย	20
4	วัดหลักร้อย	15
5	วัดสวนพริกไทย	15
6	วัดโพธิ์	120
7	วัดสามัคคี	120
8	วัดหนองจะบก	50
9	วัดศาลาลอย	12
10	วัดท่าตะโก	30
11	วัดหนองบัวรอง	15
12	วัดสุทธจินดา	300
13	วัดโคกพรหม	20
14	วัดหงษาราม	32
15	วัดป่าจิตตสามัคคี	50
16	วัดสะแก	60
17	วัดเลียบ	5
18	วัดหนองไผ่ล้อม	90
19	วัดแจ้งใน	-
20	วัดใหม่อัมพวัน	-
รวม		1,014

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูลการเผาศพ

4.1.2.2 การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาผลาญ

การศึกษาครั้งนี้ทำการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาผลาญภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ทั้งด้วยวิธี TDA ซึ่งอาศัยข้อมูลอัตราการตายต่อประชากรพันคนของประเทศไทยและข้อมูลจำนวนการตายของประชากรในพื้นที่เขตเทศบาลนครราชสีมาที่ได้จากสำนักงานสถิติแห่งชาติและการประมาณด้วยวิธี BUA ซึ่งอาศัยข้อมูลปริมาณการเผาผลาญภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครราชสีมาที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลวัด ผลที่ได้จากการศึกษาทั้ง 2 วิธี มีดังต่อไปนี้

1) วิธี Top down approach (TDA)

อัตราการตายต่อประชากรพันคนของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552 มีค่าเท่ากับ 5.87 คนต่อพันคน สามารถนำมาใช้ในการประมาณจำนวนการตายของประชากรภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ซึ่งมีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 165,539 คน ดังสมการ (4.4)

$$\text{จำนวนการตาย (คน/ปี)} = 165,539 \text{ คน} \times (5.87 \text{ คน}/1,000 \text{ คน})/\text{ปี} \quad (4.4)$$

จำนวนการตายที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 972 คน ซึ่งทั้งข้อมูลจำนวนการตายที่คำนวณได้และข้อมูลจำนวนการตายของประชากรภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จำนวน 903 ศพ สามารถนำไปใช้ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาผลาญ โดยใช้ค่า EF ดังตารางที่ 4.18 ซึ่งเหตุผลการเลือกใช้ค่า EF ในครั้งนี้ได้อาศัยแนวทางการเลือกใช้ค่า EF ที่กำหนดขึ้นดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.3 โดยเลือกใช้ค่า EF ที่อ้างอิงตามกรมควบคุมมลพิษ (2543) ซึ่งน่าจะเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและเหมาะสมสำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากการเผาผลาญในประเทศไทย ดังที่ได้มีการอ้างอิงในงานวิจัยของอรรพรรณ ภัสสรศิริ (2551) เกี่ยวกับการประมาณการเผาผลาญในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นวิทยานิพนธ์ปริญญาคุยฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล

ตารางที่ 4.18 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับเตาเผาผลาญ

สารมลพิษ	EF (กิโลกรัม/ศพ)
NO _x	0.11570
SO ₂	0.07085
CO	0.09620
TSP	0.15145
NM VOC	0.01300

หมายเหตุ จากกรมควบคุมมลพิษ (2543)

ทั้งนี้ด้วยการสมมติว่า (Assumption) “จำนวนการตายทั้งหมดได้ทำการเผาผลาญภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาและไม่มีการนำศพที่ตายจากพื้นที่อื่น ๆ มาเผาภายในพื้นที่ศึกษา” ซึ่งผลการประมาณที่ได้จากทั้ง 2 กรณี แสดงได้ดังตารางที่ 4.19 โดยทำการประมาณด้วยสมการ (4.5)

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{production}} \times EF_{\text{pollutant}} \quad (4.5)$$

โดยที่ $E_{\text{pollutant}}$ คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ (กิโลกรัม/ปี)
 $AR_{\text{production}}$ คือ จำนวนศพที่เผา (ศพ/ปี)
 $EF_{\text{pollutant}}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (กิโลกรัม/ศพ)

ตารางที่ 4.19 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA

สารมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)	
	ใช้อัตราการตายของประเทศ	ใช้ข้อมูลจำนวนการตายจากเทศบาลฯ
NO _x	0.112	0.104
SO ₂	0.069	0.064
CO	0.094	0.087
TSP	0.147	0.137
NMVOC	0.013	0.012

จากตารางที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่า ผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพที่ได้จากทั้ง 2 กรณี มีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอัตราการตายต่อประชากรพันคนของประเทศไทยค่อนข้างคงที่ เมื่อนำเอาค่าอัตราการตายของประเทศไทยมาใช้ในการประมาณจำนวนการตายในพื้นที่ศึกษา จึงทำให้ผลการประมาณจำนวนการตายที่ได้ใกล้เคียงกับข้อมูลของเทศบาลฯ ซึ่งน่าจะเลือกใช้กรณีใดก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพโดยใช้ค่าอัตราการตายของประเทศไทยยังมีค่ามากกว่าการใช้ข้อมูลของเทศบาลฯ ดังนั้นถ้ามีข้อมูลจำนวนการตายของประชากรในพื้นที่ศึกษาอยู่แล้ว เช่น พื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ก็ควรเลือกใช้ข้อมูลที่มีแทนการประมาณจำนวนการตายในพื้นที่ศึกษาด้วยอัตราการตายต่อประชากรพันคนของประเทศไทย เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการบันทึกย่อมมีความถูกต้องมากกว่าข้อมูลที่ได้จากการประมาณ

2) วิธี Bottom up approach

จากการเก็บข้อมูลปริมาณการเผาของวัดภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จำนวน 1,014 ศพ ดังตารางที่ 4.17 ซึ่งเป็นจำนวนศพทั้งหมดที่ถูกเผา ภายในพื้นที่ศึกษา สามารถนำมาใช้ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาภายใน เขตเทศบาลนครราชสีมาได้ โดยใช้ค่า EF ดังตารางที่ 4.18 และสมการ (4.5) ผลการประมาณที่ได้ แสดงไว้ดังตารางที่ 4.20

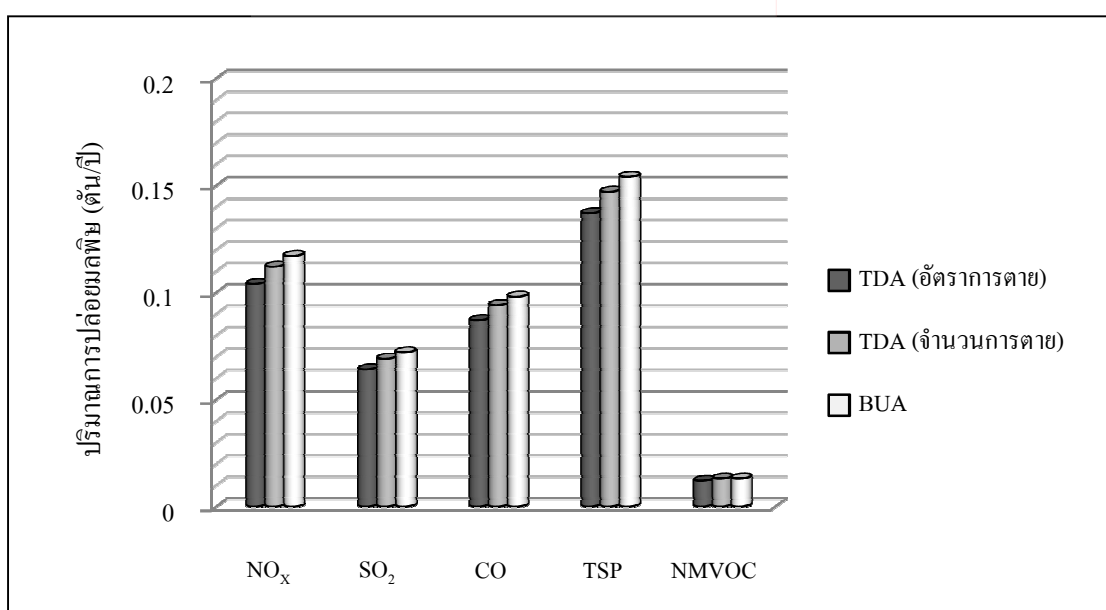
ตารางที่ 4.20 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี BUA

ลำดับ	ชื่อวัด	ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ (กิโลกรัม/ปี)				
		NO _x	SO ₂	CO	TSP	NM VOC
1	วัดทุ่งสว่าง	2.314	1.417	1.924	3.029	0.260
2	วัดนุ่ง	4.628	2.834	3.848	6.058	0.520
3	วัดกองพระทราย	2.314	1.417	1.924	3.029	0.260
4	วัดหลักร้อย	1.736	1.063	1.443	2.272	0.195
5	วัดสวนพริกไทย	1.736	1.063	1.443	2.272	0.195
6	วัดโพธิ์	13.884	8.502	11.544	18.174	1.560
7	วัดสามัคคี	13.884	8.502	11.544	18.174	1.560
8	วัดหนองจะบก	5.785	3.543	4.810	7.573	0.650
9	วัดศาลาลอย	1.388	0.850	1.154	1.817	0.156
10	วัดท่าตะโก	3.471	2.126	2.886	4.544	0.390
11	วัดหนองบัวรอง	1.736	1.063	1.443	2.272	0.195
12	วัดสุทธจินดา	34.710	21.255	28.860	45.435	3.900
13	วัดโคกพระหม	2.314	1.417	1.924	3.029	0.260
14	วัดหงษาราม	3.702	2.267	3.078	4.846	0.416
15	วัดป่าจิตตสามัคคี	5.785	3.543	4.810	7.573	0.650
16	วัดสะแก	6.942	4.251	5.772	9.087	0.780
17	วัดเลียบบ	0.579	0.354	0.481	0.757	0.065
18	วัดหนองไผ่ล้อม	10.413	6.377	8.658	13.631	1.170
รวม		117.320	71.842	97.547	153.570	13.182

จากตารางที่ 4.20 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากเตาเผาศพภายในเขตเทศบาลนครนครรราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จากการประมาณด้วยวิธี BUA ประกอบด้วย NO_x 0.117 ตัน/ปี SO_2 0.072 ตัน/ปี CO 0.098 ตัน/ปี TSP 0.154 ตัน/ปี และ NMVOC 0.013 ตัน/ปี เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศที่ได้จากการประมาณทั้ง 2 วิธีคือ TDA และ BUA ดังตารางที่ 4.19 และ 4.20 แสดงให้เห็นว่ามีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งสรุปผลการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากเตาเผาศพภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครรราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 แสดงดังตารางที่ 4.21

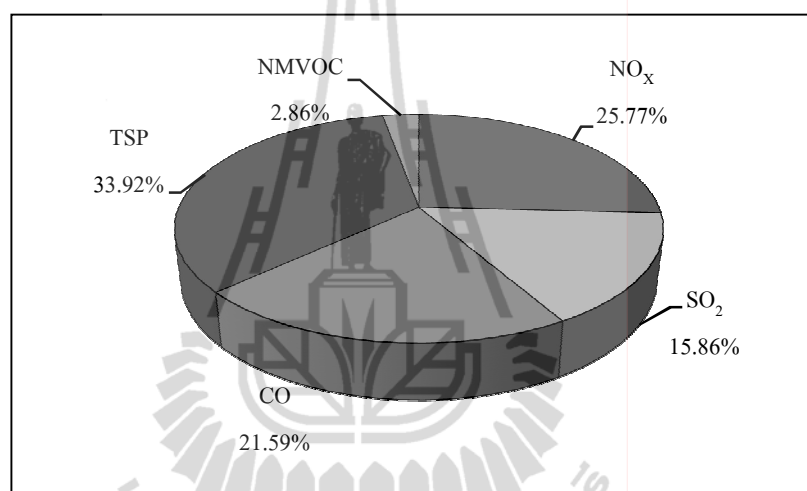
ตารางที่ 4.21 ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากเตาเผาศพภายในเขตเทศบาลนครนครรราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

สารมลพิษอากาศ	ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ (ตัน/ปี)	
	วิธี TDA	วิธี BUA
NO_x	0.104-0.112	0.117
SO_2	0.064-0.069	0.072
CO	0.087-0.094	0.098
TSP	0.137-0.147	0.154
NMVOC	0.012-0.013	0.013



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพ

จากตารางที่ 4.21 และรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธี TDA และ BUA มีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก ซึ่งปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ ได้แก่ NO_x SO_2 CO TSP และ NMVOC มีค่าอยู่ระหว่าง 0.104-0.117 0.064-0.072 0.087-0.098 0.137-0.154 และ 0.012-0.013 ตัน/ปี ตามลำดับ โดยสารมลพิษชนิดหลักที่เกิดจากการเผาศพ ได้แก่ TSP 33.87% NO_x 25.75% และ CO 21.58% ส่วนสารมลพิษชนิดอื่น ๆ แสดงได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดจากการเผาศพ

4.1.2.3 ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

การสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลวัด ทำให้ทราบข้อมูลอื่น ๆ ที่น่าจะเป็นประโยชน์สำหรับบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับเมรุเผาศพ พบว่าโดยส่วนใหญ่วัดแต่ละวัดจะมีเพียง 1 เมรุเผาศพและเป็นเมรุขนาด 1 ห้องเผาเท่านั้น ยกเว้นวัดสามัคคีที่มีเมรุเผาศพจำนวน 2 เมรุ ประกอบด้วย เมรุเผาศพขนาด 2 ห้องเผา จำนวน 1 เมรุและเมรุเผาศพขนาด 1 ห้องเผา จำนวน 1 เมรุ และวัดอื่น ๆ ที่มีเมรุเผาศพ 1 เมรุขนาด 2 ห้องเผา ได้แก่ วัดบึง วัดโพธิ์ วัดหนองจะบก วัดสุทธจินดา และวัดหงษาราม ส่วนความสูงของปล่องเมรุภายในพื้นที่ศึกษามีขนาดตั้งแต่ 10-30 เมตร ซึ่งความสูงที่แตกต่างกันอาจมีปัจจัยมาจากสถานที่ตั้งของวัด เช่น วัดกองพระทราย ตั้งอยู่ด้านหลังโรงแรมสีมาธานี และอยู่ในเขตชุมชนหนาแน่น ทำให้เมรุเผาศพต้องมีขนาดความสูงของปล่องมากถึง 30 เมตร เพื่อให้พื้นแนวหลังคาโรงแรมและลดผลกระทบต่อด้านมลพิษอากาศจากการเผาศพต่อคนของชุมชนในละแวกนั้น ส่วนวัดเลียบตั้งอยู่ในพื้นที่ชุมชนนอกเมืองมีความหนาแน่นน้อย ทำให้เมรุมีความสูง

ไม่มากนัก (10 เมตร) นอกจากนี้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปลายปล่องเมรุมีขนาดตั้งแต่ 0.3-0.6 เมตร และมีเพียง 2 วัดที่มีระบบบำบัดมลพิษจากเตาเผาศพ คือ วัดสุทธจินดาและวัดโพธิ์ โดยมีห้องเผาวันก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับการเผาศพ พบว่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาศพมีด้วยกัน 4 ชนิด ได้แก่ น้ำมันดีเซล ฟืน ถ่านไม้ และน้ำมันก๊าด ซึ่งในแต่ละวัดมีการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ในสัดส่วนและปริมาณทั้งที่เหมือนและแตกต่างกัน เช่น วัดโพธิ์ วัดสุทธจินดาและวัดสะแก ใช้ น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวเป็นเชื้อเพลิง โดยใช้ในปริมาณ 50-60 ลิตร/ศพ ในขณะที่บางวัด เช่น วัดทุ่งสว่างใช้ทั้งฟืน ถ่านไม้และน้ำมันก๊าดเป็นเชื้อเพลิง ส่วนวัดสามัคคีใช้ฟืนและน้ำมันก๊าดเป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น แต่โดยส่วนใหญ่เกือบทุกวัด จะใช้ถ่านไม้และน้ำมันก๊าดเป็นเชื้อเพลิงหลัก โดยมีปริมาณการใช้ถ่านประมาณ 50-100 กิโลกรัม/ศพ และใช้น้ำมันก๊าดประมาณ 1-3 ลิตร/ศพ ซึ่งการเผาศพโดยส่วนใหญ่ได้ก่อให้เกิดควันที่มีลักษณะสีดำและสีขาวปล่อยออกสู่บรรยากาศ ลักษณะการจัดการเผาศพในแต่ละวัดจะเผาเฉพาะศพและโลงในเมรุเผาศพ โดยแยกวัสดุอื่น ๆ เช่น พวงหรีด โคม พลาสติกที่ไม่จำเป็น กระดาษเงินกระดาษทองและวัสดุตกแต่งโลงออกก่อนและทิ้งลงถังขยะของเทศบาลฯ โดยไม่มีการเผาภายในบริเวณวัด ยกเว้นวัดเลียบและวัดป่าจิตตสามัคคี ที่แยกวัสดุอื่น ๆ ออก เช่น พวงหรีด โคม พลาสติกที่ไม่จำเป็น กระดาษเงิน กระดาษทองและวัสดุตกแต่งโลง แล้วเผาภายในบริเวณวัด ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมอื่น ๆ ที่มีภายในบริเวณวัด แสดงไว้ในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ลักษณะกิจกรรมอื่น ๆ ภายในบริเวณวัด

ชื่อวัด	กิจกรรมอื่น ๆ ภายในบริเวณวัด		
	เผาขยะและเศษใบไม้	การบิ่ย่างอาหารโดยใช้ถ่าน	การปรุงอาหารโดยใช้ก๊าซหุงต้ม
วัดทุ่งสว่าง	มี (1 ครั้ง/สัปดาห์)	ไม่มี	มี (ทุกวัน)
วัดบึง	มี (2-3 ครั้ง/สัปดาห์)	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)	มี (ทุกวัน)
วัดกองพระทราย	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)	ไม่มี	มี (ทุกวัน)
วัดหลักร้อย	ไม่มี	ไม่มี	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)
วัดสวนพริกไทย	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)	ไม่มี	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)
วัดโพธิ์	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)
วัดสามัคคี	ไม่มี	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)	มี (ทุกวัน)
วัดหนองจะบก	มี (1 ครั้ง/สัปดาห์)	ไม่มี	มี (2-3 ครั้ง/สัปดาห์)
วัดศาลาลอย	มี (ทุกวัน)	มี (ทุกวัน)	มี (ทุกวัน)
วัดท่าตะโก	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)	ไม่มี	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)
วัดหนองบัวรอง	ไม่มี	ไม่มี	มี (ทุกวัน)
วัดสุทธจินดา	ไม่มี	ไม่มี	มี (1-2 ครั้ง/เดือน)

4.1.3 สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

4.1.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่จำเป็นในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (ปั้มน้ำมัน) ได้แก่ ข้อมูลจำนวนปั้มน้ำมันและข้อมูลปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งข้อมูลจำนวนปั้มน้ำมันและปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในจังหวัดนครราชสีมา สามารถเก็บรวบรวมได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมธุรกิจพลังงานและข้อมูลปั้มน้ำมันภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา สามารถเก็บรวบรวมได้จากสำนักงานเทศบาลนครราชสีมา ส่วนข้อมูลปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา สามารถเก็บรวบรวมได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จากการรวบรวมข้อมูลจากกรมธุรกิจพลังงาน ทำให้ทราบจำนวนปั้มน้ำมันภายในจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 มีจำนวนทั้งสิ้น 1,021 แห่ง ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นสถานีบริการอิสระที่ไม่ใช้เครื่องหมายการค้า จำนวน 888 แห่ง มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.23 ส่วนข้อมูลปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในจังหวัดนครราชสีมาปี พ.ศ. 2552 แสดงดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.23 ข้อมูลจำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

สถานีบริการ	จำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (แห่ง)
ปตท.	43
เชลล์	16
เอสโซ่	16
เซฟรอน	11
บางจาก	32
ระยองเพียว	6
ซัสโก้	3
ปิโตรนาส	1
ปตท.บริหารค้าปลีก	5
อิสระ ⁽¹⁾	888
รวม	1,021

หมายเหตุ จากกรมธุรกิจพลังงาน (2553) ⁽¹⁾ สถานีบริการอิสระ คือ สถานีบริการที่ไม่ใช้เครื่องหมายการค้าของผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 (ตามพระราชบัญญัติการค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2543)

ตารางที่ 4.24 ข้อมูลปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในจังหวัดนครราชสีมาปี พ.ศ. 2552

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการจำหน่าย (พันลิตร)
เบนซิน 91	87,118.112
เบนซิน 95	1,209.840
แก๊สโซฮอล์ 91 (อี 10)	44,117.058
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 10)	66,104.849
แก๊สโซฮอล์ 95 (อี 20)	1,534.396
ดีเซลหมุนเร็ว	375,240.036
ดีเซลหมุนเร็ว (บี 5)	257,007.740
น้ำมันเตา	29,092.815
ก๊าซปิโตรเลียมเหลว	170,542.343
รวม	1,031,967.189

หมายเหตุ จากกรมธุรกิจพลังงาน (2553)

นอกจากนี้จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ พ.ศ. 2551 ได้จำแนกน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ น้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 10 น้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 20 และน้ำมันแก๊สโซฮอล์อี 85 ดังตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 ร้อยละ โดยปริมาตรของน้ำมันเบนซินที่ผสมในแก๊สโซฮอล์
จำแนกตามกลุ่มน้ำมันแก๊สโซฮอล์

น้ำมันแก๊สโซฮอล์	สัดส่วนโดยปริมาตร		ร้อยละน้ำมันเบนซิน (% vol.)
	น้ำมันเบนซิน	เอทานอล	
อี 10	90	10	90
อี 20	80	20	80
อี 85	15	85	15

ส่วนข้อมูลที่ได้จากสำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา พบว่า ภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีปั้มน้ำมันจำนวน 18 แห่ง แต่จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลปั้มน้ำมัน พบว่ามีจำนวน 2 แห่ง ที่ไม่มีข้อมูล ได้แก่ บริษัท ดาวเจริญเซอร์วิสเซอ จำกัด และ หจก.ปั้มน้ำมัน

เนื่องจากได้ทำการปิดกิจการและมีการปิดปรับปรุงสถานี ตามลำดับ ทำให้สามารถสำรวจและเก็บข้อมูลได้เพียงจำนวน 16 แห่ง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม แสดงดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

ลำดับ	ชื่อปั้มน้ำมัน	ปริมาณการจำหน่าย (พันลิตร/ปี)					
		เบนซิน 91	แก๊สโซฮอล์ 91	แก๊สโซฮอล์ 95	แก๊สโซฮอล์ E20	ดีเซล	ดีเซล B5
1	บริษัท บางจากกรีนเนท จำกัด	-	1,800.0	720.0	576.0	792.0	900.0
2	หจก. ราชสีมาไตรมิตรปิโตรเลียม	384.0	432.0	528.0	-	1,056.0	-
3	หจก. ที เอส 2000 ดี 1	576.0	227.0	250.5	-	528.0	1,305.5
4	หจก. โคราซกว้างไพศาล	219.0	-	146.0	-	438.0	-
5	หจก. 7 ก้าว จำกัด	429.0	737.0	360.0	-	750.0	575.4
6	หจก. โคราซ วี เอส กรู๊ป	-	900.0	396.0	-	684.0	540.0
7	หจก. มหานครรุ่งเรืองเซอร์วิส	-	960.0	840.0	-	-	1,080.0
8	หจก. โคราซดาวเจริญ	550.3	392.6	337.6	-	1,756.5	1,898.0
9	ปตท.บริหารธุรกิจค้าปลีก 1	897.0	-	1,238.6	-	2,786.0	861.0
10	บริษัท ไทยสงวนบริการ	624.0	480.0	432.0	-	1,776.0	1,872.0
11	ปตท.บริหารธุรกิจค้าปลีก 2	897.0	-	1,238.6	-	2,786.0	861.0
12	หจก. ที เอส 2000 ดี 2	702.8	454.0	250.0	-	1,584.0	-
13	หจก. พงษ์กิต	538.8	442.8	655.1	-	3,578.0	1,084.9
14	ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร นครราชสีมา	480.0	720.0	300.0	480.0	1,080.0	600.0
15	ชาวแดงออยล์ 1	147.2	62.0	-	-	512.3	-
16	ชาวแดงออยล์ 2	54.0	-	-	-	90.0	-
รวม		6,499.1	7,607.3	7,692.3	1,056.0	20,196.7	11,577.7

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีการจำหน่าย

4.1.3.2 การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยทั่วไปจะพิจารณาเฉพาะการปล่อย NMVOC จากน้ำมันเบนซินเท่านั้น เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงชนิดหลักที่มีการระเหยของสารมลพิษสู่บรรยากาศ (EEA, 2009) แต่ปัจจุบันปริมาณการจำหน่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ในจังหวัดนครราชสีมา มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ขณะที่ปริมาณการจำหน่ายน้ำมัน

เบนซินลดลง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2553) นอกจากนี้ปริมาณรวมของการจำหน่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์ทุกกลุ่มภายในจังหวัดนครราชสีมาและพื้นที่ศึกษามีมากกว่าปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน ดังตารางที่ 4.24 และ 4.26 ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นความสำคัญของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ซึ่งมีน้ำมันเบนซินผสมอยู่ในสัดส่วนค่อนข้างมาก ดังตารางที่ 4.25 ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากน้ำมันแก๊สโซฮอล์ร่วมด้วย โดยอาศัยค่าร้อยละโดยปริมาตรของน้ำมันเบนซินที่ผสมในแก๊สโซฮอล์ ดังตารางที่ 4.25

ทั้งนี้การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากปั้มน้ำมันภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA ได้อาศัยข้อมูลจำนวนปั้มน้ำมันและปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในจังหวัดนครราชสีมาจากกรมธุรกิจพลังงาน ส่วนวิธี BUA ได้อาศัยข้อมูลจำนวนปั้มน้ำมันและปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครราชสีมาจากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถาม ผลที่ได้จากการศึกษาทั้ง 2 วิธี มีดังต่อไปนี้

1) วิธี Top down approach (TDA)

จากข้อมูลจำนวนปั้มน้ำมันภายในจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จำนวน 1,021 แห่งและข้อมูลปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซินและแก๊สโซฮอล์ภายในจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ดังตารางที่ 4.24 สามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงต่อสถานีและปริมาณการจำหน่ายเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ซึ่งมีปั้มน้ำมันจำนวน 18 แห่ง ได้ดังตารางที่ 4.27 โดยใช้สมการ (4.6) และ (4.7)

$$V_{\text{Station}} = V_{\text{Province}} / N_{\text{Province}} \quad (4.6)$$

$$V_{\text{Ob}} = V_{\text{Station}} \times N_{\text{Ob}} \quad (4.7)$$

โดยที่	V_{Station}	คือ ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงต่อสถานี (ลิตร/ปี)
	V_{Province}	คือ ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งจังหวัด (ลิตร/ปี)
	N_{Province}	คือ จำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในจังหวัดนั้น (สถานี)
	V_{Ob}	คือ ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา (ลิตร/ปี)
	N_{Ob}	คือ จำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา (สถานี)

ตารางที่ 4.27 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา
ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการจำหน่าย (ลิตร/ปี)			
	ทั้งจังหวัด	ต่อสถานี	ภายในเทศบาลฯ	รวม
น้ำมันเบนซิน				
- เบนซิน 91	87,118,112	85,326.26	1,535,873	1,557,202
- เบนซิน 95	1,209,840	1,184.96	21,329	
น้ำมันแก๊สโซฮอล์				
- แก๊สโซฮอล์ 91 (E10)	44,117,058	43,209.66	777,774	1,943,188
- แก๊สโซฮอล์ 95 (E10)	66,104,849	64,745.20	1,165,414	
- แก๊สโซฮอล์ 95 (E20)	1,534,396	1,502.84	27,051	27,051

จากตารางที่ 4.27 สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ โดยอาศัยค่าร้อยละโดยปริมาตรของน้ำมันเบนซินที่ผสมในแก๊สโซฮอล์ ดังตารางที่ 4.25 เพื่อนำไปใช้ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากน้ำมันแก๊สโซฮอล์ โดยปริมาณน้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่จำหน่ายภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 แสดงดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่จำหน่ายภายในเขต
เทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 คำนวณจากข้อมูลทฤษฎี

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการจำหน่าย (ลิตร/ปี)	ร้อยละน้ำมันเบนซิน (% vol.)	ปริมาณน้ำมันเบนซิน โดยปริมาตร (ลิตร/ปี)
น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10	1,943,188	90	1,748,869.2
น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20	27,051	80	21,640.8
รวม			1,770,510

จากข้อมูลดังตารางที่ 4.27 และ 4.28 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซินและปริมาณน้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่จำหน่ายภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 1,557,202 ลิตร/ปี และ 1,770,510 ลิตร/ปี ตามลำดับ สามารถทำการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 โดยใช้ค่า EF ดังตารางที่ 4.29 ซึ่งเหตุผลการเลือกใช้ค่า EF

ในครั้งนี้ได้อาศัยแนวทางในการเลือกใช้ค่า EF ที่กำหนดขึ้นดังที่อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.3 โดยเลือกใช้ค่า EF ที่อ้างอิงตามกรมควบคุมมลพิษ (2543) ซึ่งน่าจะเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ อีกทั้งเป็นแหล่งข้อมูลที่มีค่า EF สำหรับการระเหยของ NMVOC จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่ค่อนข้างครอบคลุมทุกกิจกรรมการให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในสถานี ส่วนเอกสารของ US.EPA (2005) ไม่มีค่า EF สำหรับสถานีบริการน้ำมัน โดยตรงและตามเอกสารของ EEA (2009) ก็ต้องการข้อมูลค่อนข้างละเอียดสำหรับการประมาณ เช่น อุณหภูมิขณะเติมน้ำมันและความดันภายในถังน้ำมัน ทำให้ค่า EF จากเอกสารของ EEA ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ด้วยข้อจำกัดของข้อมูลที่มีอยู่

ตารางที่ 4.29 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

สารมลพิษ	EF (กรัม/ลิตร ของน้ำมันเบนซิน)
NMVOC	2.9

หมายเหตุ จากกรมควบคุมมลพิษ (2543)

ทั้งนี้สมมติให้ (Assumption) “น้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 1 ลิตร มีค่า EF เท่ากับน้ำมันเบนซินบริสุทธิ์ 1 ลิตร” ซึ่งผลการประมาณที่ได้ แสดงดังตารางที่ 4.30 โดยทำการประมาณด้วยสมการ (4.8)

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{production}} \times EF_{\text{pollutant}} \quad (4.8)$$

โดยที่ $E_{\text{pollutant}}$ คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ (กรัม/ปี)

$AR_{\text{production}}$ คือ ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซินทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา (ลิตร/ปี)

$EF_{\text{pollutant}}$ คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (กรัม/ลิตร)

ตารางที่ 4.30 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง
ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA

สารมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)		รวม (ตัน/ปี)
	จากการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน	จากการจำหน่าย น้ำมันแก๊สโซฮอล์	
NMVOC	4.52	5.13	9.65

จากตารางที่ 4.30 พบว่า ปริมาณการปล่อย NMVOC จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จากการประมาณด้วยวิธี TDA เท่ากับ 9.65 ตัน/ปี ซึ่งสัดส่วนปริมาณการปล่อย NMVOC เกิดจากการจำหน่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์มากกว่าการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน

2) วิธี Bottom up approach (BUA)

จากข้อมูลปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ดังตารางที่ 4.26 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามภายในพื้นที่ศึกษา เมื่อทำการสังเคราะห์ข้อมูลแล้ว พบว่ามีปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซินและแก๊สโซฮอล์ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซินและแก๊สโซฮอล์ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการจำหน่าย (พันลิตร/ปี)	รวม (พันลิตร/ปี)
เบนซิน 91	6,499.1	6,499.1
แก๊สโซฮอล์ 91 (E10)	7,607.3	15,299.6
แก๊สโซฮอล์ 95 (E10)	7,692.3	
แก๊สโซฮอล์ 95 (E20)	1,056	1,056

หมายเหตุ ไม่มีการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน 95 และแก๊สโซฮอล์ E85

จากตารางที่ 4.31 สามารถคำนวณหาปริมาณน้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ โดยอาศัยค่าร้อยละโดยปริมาตรของน้ำมันเบนซินที่ผสมในแก๊สโซฮอล์ ดังตารางที่ 4.25 เพื่อนำไปใช้ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากน้ำมันแก๊สโซฮอล์ โดยปริมาณน้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่จำหน่ายภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 แสดงดังตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 ปริมาณน้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่จำหน่ายภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จำนวนจากข้อมูลปฐมภูมิ

ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง	ปริมาณการจำหน่าย (พันลิตร/ปี)	ร้อยละน้ำมันเบนซิน (% vol.)	ปริมาณน้ำมันเบนซิน โดยปริมาตร (พันลิตร/ปี)
น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10	15,299.6	90	13,769.6
น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E20	1,056	80	844.8
รวม			14,614.4

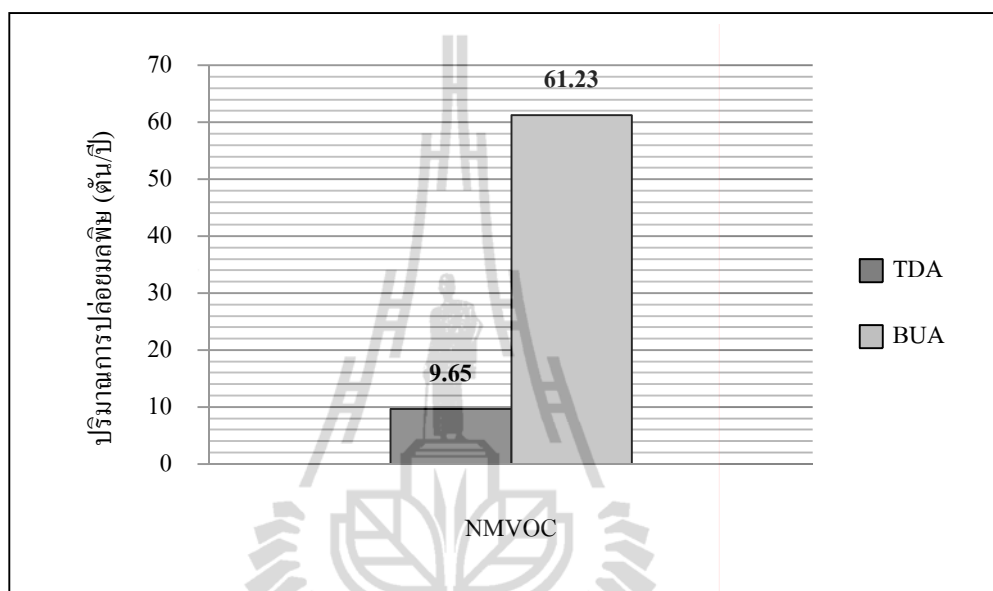
จากข้อมูลดังตารางที่ 4.31 และ 4.32 พบว่า ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเบนซินและปริมาณน้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่จำหน่ายภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 6,499.1 พันลิตร/ปี และ 14,614.4 พันลิตร/ปี ตามลำดับ สามารถประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 โดยอาศัยค่า EF ดังตารางที่ 4.29 และสมการ 4.8 ทั้งนี้สมมติให้ (Assumption) “น้ำมันเบนซินที่ผสมอยู่ในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 1 ลิตร มีค่า EF เท่ากับน้ำมันเบนซินบริสุทธิ์ 1 ลิตร” ซึ่งผลการประมาณที่ได้ แสดงดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี BUA

สารมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)		รวม (ตัน/ปี)
	จากการจำหน่าย น้ำมันเบนซิน	จากการจำหน่าย น้ำมันแก๊สโซฮอล์	
NMVOG	18.85	42.38	61.23

จากตารางที่ 4.33 พบว่า ปริมาณการปล่อย NMVOG จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จากการประมาณด้วยวิธี BUA มีค่าเท่ากับ 61.23 ตัน/ปี ซึ่งสัดส่วนปริมาณการปล่อย NMVOG เกิดจากการจำหน่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์มากกว่าการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการประมาณทั้ง 2 วิธี คือ TDA และ BUA ดังตารางที่ 4.30 และ 4.33 แสดงให้เห็นว่ามีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก ดังรูปที่ 4.4 เนื่องจากการประมาณด้วยวิธี TDA ทำให้ได้ค่าเฉลี่ย

ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงต่อสถานีต่ำกว่าค่าที่ได้จากการสำรวจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ศึกษาเป็นชุมชนเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น ทำให้สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีขนาดใหญ่และมีปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงต่อสถานีสูงกว่าค่าเฉลี่ยของจังหวัด



รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ
จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

4.1.3.3 ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

การสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนามด้วยแบบสอบถาม ทำให้ทราบข้อมูลอื่น ๆ ที่น่าจะเป็นประโยชน์สำหรับบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ได้แก่ ข้อมูลจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน ดังตารางที่ 4.34 และข้อมูลกิจกรรมอื่น ๆ ที่มีภายในบริเวณสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่า สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนใหญ่ มีการให้บริการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องและการบริการล้าง อัดฉีด รถยนต์ ภายในบริเวณสถานี ส่วนการให้บริการซ่อมและปะยางรถยนต์ มีเพียงแห่งเดียว คือ หจก. โคราชดาวเจริญ

ตารางที่ 4.34 ข้อมูลจำนวนหัวจ่ายน้ำมันของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง
ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

ชื่อสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	จำนวนหัวจ่าย (หน่วย: หัวจ่าย)					
	เบนซิน 91	แก๊สโซฮอล์ 91 (E10)	แก๊สโซฮอล์ 95 (E10)	แก๊สโซฮอล์ 95 (E20)	ดีเซล	ดีเซล B5
บริษัท บางจากกรีนเนท จำกัด	-	4	4	2	2	4
หจก. ราชสีมาไตรมิตรปิโตรเลียม	4	2	2	-	4	-
หจก. ที เอส 2000ดี 1	6	2	2	-	2	2
หจก. โคราชกว้างไพศาล	4	-	4	-	4	-
หจก. 7 ก้าว จำกัด	4	4	2	-	2	2
หจก. โคราช วี เอส กรู๊ป	-	4	4	-	2	2
หจก. มหานครรุ่งเรืองเซอร์วิส	-	2	8	-	-	8
หจก. โคราชดาวเจริญ	2	2	2	-	3	3
ปตท.บริหารธุรกิจค้าปลีก 1	8	-	8	-	4	4
บริษัท ไทยสงวนบริการ	6	4	4	-	6	4
ปตท.บริหารธุรกิจค้าปลีก 2	8	-	8	-	4	4
หจก. ที เอส 2000ดี 2	6	4	2	-	6	-
หจก. พงษ์กิต	4	12	8	-	8	4
ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร นครราชสีมา	4	8	4	4	8	8
ชาวแดงออยล์ 1	2	2	-	-	2	-
ชาวแดงออยล์ 2	1	-	-	-	1	-
รวม	59	50	62	6	58	45

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีหัวจ่ายน้ำมันดังกล่าว

4.2 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ (Mobile Sources)

4.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่สำคัญสำหรับการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณจราจรบนถนนและข้อมูลระยะทางที่รถวิ่ง (ความยาวถนน) ภายในพื้นที่ศึกษา ซึ่งเก็บรวบรวมได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและทำการตรวจนับปริมาณจราจรในภาคสนาม โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลลักษณะกายภาพทาง ได้แก่ ความกว้างผิวจราจรและความยาวของถนนแต่ละสายทางภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากสำนักการช่างของสำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา ส่วนข้อมูลปริมาณจราจรบนถนนสายหลักสามารถเก็บรวบรวมได้จากแขวงการทางนครราชสีมาที่ 1 กรมทางหลวง ซึ่งข้อมูลความกว้างผิวจราจรใช้ในการพิจารณาจำแนกประเภทถนน โดยอาศัยเกณฑ์การจำแนกประเภทถนนสายรองและสายย่อยภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่ได้กำหนดขึ้น ดังตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.35 เกณฑ์การจำแนกประเภทถนนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่ใช้ในการศึกษา

ประเภทถนน	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	ความกว้างไหล่ทาง (ม.)
ถนนสายรองสำคัญ ⁽¹⁾	≥ 8	≥ 1.8
ถนนสายรองทั่วไป ⁽²⁾	≥ 7	> 1
ถนนสายย่อย	≤ 7	1 หรือ ไม่มี

หมายเหตุ ⁽¹⁾ ยกเว้นถนนบางสายทางในจำนวน 26 เส้นทางที่ระบุว่าเป็นถนนสายสำคัญ

ตามผลการศึกษาของโครงการศึกษาการจัดทำแผนแม่บทด้านการจราจรและขนส่งเมืองในภูมิภาคจังหวัดนครราชสีมา ครั้งที่ 2 (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2546)

⁽²⁾ ยกเว้นถนนที่มีความกว้าง > 8 เมตร แต่ไม่มีไหล่ทางให้ถือว่าเป็นถนนสายรองทั่วไป

จากการใช้เกณฑ์การจำแนกประเภทถนนดังตารางที่ 4.35 สามารถจำแนกถนนในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาออกเป็นถนนสายรองสำคัญ 31 เส้นทาง ถนนสายรองทั่วไป 7 เส้นทาง และถนนสายย่อย 266 เส้นทาง ซึ่งข้อมูลโครงข่ายถนนทั้งหมดภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา แสดงได้ดังตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.36 โครงข่ายถนนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่ใช้ในการศึกษา

ประเภทถนน	จำนวน (สายทาง)	ความยาว (กม.)
ถนนสายหลัก	5	23.6
ถนนสายรองสำคัญ	31	41.4
ถนนสายรองทั่วไป	7	6.9
ถนนสายย่อย	266	92.0
- ซอย	232	72.9
- ตรอกและถนนอื่น ๆ	34	19.1
รวม	309	163.9

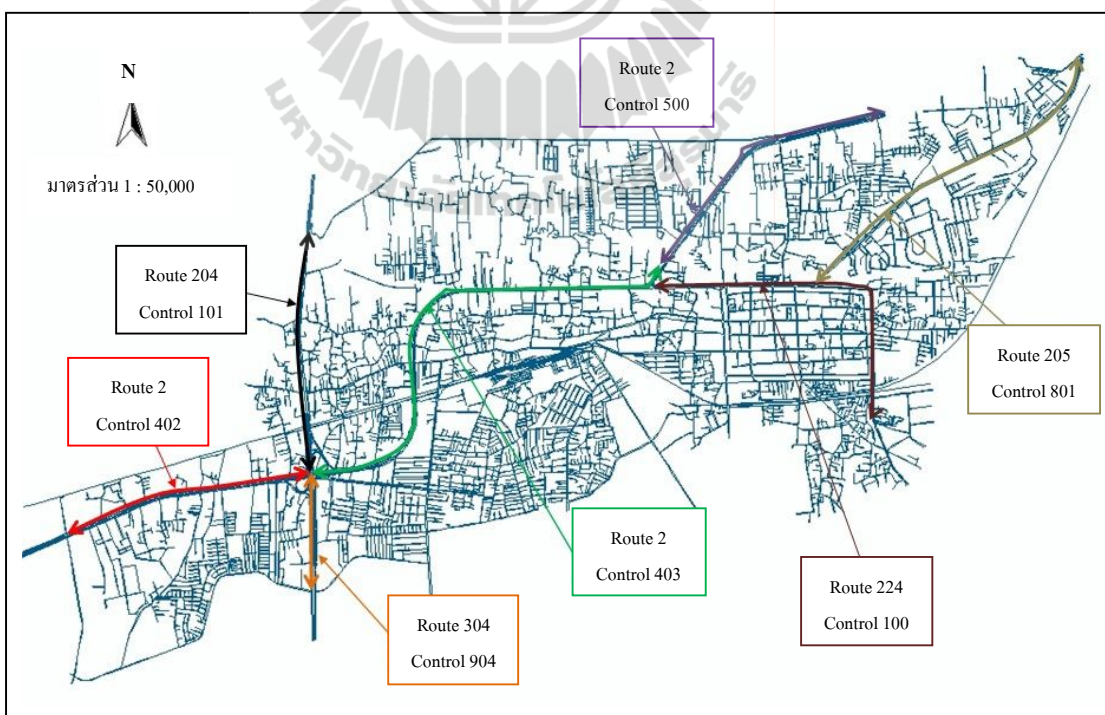
หมายเหตุ จากกรมทางหลวง (2553); สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา (2552)

จากตารางที่ 4.36 แสดงให้เห็นว่า โครงข่ายถนนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ประกอบด้วย ถนนทุกประเภทยกเว้นทางด่วนพิเศษ (จำแนกตามหลักวิศวกรรมจราจร) โดยถนนสายหลักที่มีหน้าที่ชัดเจนในการให้บริการจราจรขนส่งระหว่างเมืองหรือจากเมืองสู่เมืองภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีด้วยกัน 5 เส้นทาง ได้แก่ ถนนมิตรภาพ (ทล.2) ถนนเลี่ยงเมืองนครราชสีมา (ทล.204) ถนนนนทบุรี-นครราชสีมา (ทล.304) ถนนนครราชสีมา-โชคชัย (ทล.224) และถนนสุรนารายณ์ (ทล.205) แต่มีตอนควบคุมของกรมทางหลวงตามแนวถนนสายหลักในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาทั้งหมด 7 ตอนควบคุม ดังรูปที่ 4.5 ซึ่งความยาวของถนนสายหลักเฉพาะที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาและปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก ปี พ.ศ. 2552 แบ่งตามตอนควบคุมของกรมทางหลวงแสดงดังตารางที่ 4.37

ตารางที่ 4.37 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปีบนถนนสายหลักในเขตเทศบาลนคร
นครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

รายชื่อถนน	Route (Control)	ความ ยาว (กม.)	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปี (คัน/วัน)			
			จักรยานยนต์	รถยนต์ เบนซิน	รถยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่
มิตรภาพ	2 (402)	2.7	1,034	5,448	14,687	6,355
	2 (403)	5.9	7,255	14,819	23,239	8,082
	2 (500)	2.5	11,452	31,088	12,477	6,644
เลี้ยวเมืองนครราชสีมา	204 (101)	2.4	2,963	7,226	11,886	6,350
นนทบุรี-นครราชสีมา	205 (801)	1.3	10,613	19,320	9,212	3,137
นครราชสีมา-โชคชัย	224 (100)	4.7	3,519	6,508	10,938	4,713
สุรนารายณ์	304 (904)	4.1	2,120	4,205	8,486	2,338
รวม		23.6	38,956	88,614	90,925	37,619

หมายเหตุ จากกรมทางหลวง (2553)



รูปที่ 4.5 ตอนควบคุมของกรมทางหลวงตามแนวถนนสายหลัก
ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ถนนสายรองมีหน้าที่ให้บริการจราจรในการสัญจรผ่านไปมาและการเข้าถึงพื้นที่ข้างเคียง หรือทำหน้าที่นำการจราจรจากชุมชนสู่ถนนสายหลัก ซึ่งรายชื่อและความยาวของถนนสายรองสำคัญ และสายรองทั่วไปภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา แสดงดังตารางที่ 4.38 และ 4.39 ตามลำดับ ส่วนรายชื่อและความยาวของถนนสายย่อยภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา แสดงดังตารางที่ 4.40

ตารางที่ 4.38 รายชื่อและความยาวของถนนสายรองสำคัญภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ลำดับ	รายชื่อถนน	ความยาว (กม.)
1	ถนนมุขมนตรี	3.950
2	ถนนสุรนารี	1.560
3	ถนนโพธิ์กลาง	1.545
4	ถนนจอมสุรางค์ยาตย์	1.520
5	ถนนพิบูลละเอียด	0.720
6	ถนนเดชอุดม	1.536
7	ถนนสืบศิริ	3.519
8	ถนนยมราช	1.683
9	ถนนอัยภูวงค์	1.645
10	ถนนมหาดไทย	1.750
11	ถนนจอมพล	1.670
12	ถนนสรรพสิทธิ	1.412
13	ถนนกำแพงสงคราม	1.322
14	ถนนราชนิกุล	1.745
15	ถนนพลแสน	1.580
16	ถนนพลล้าน	0.560
17	ถนนกุศลัน	0.840
18	ถนนประจักษ์	0.560
19	ถนนไชยณรงค์	2.169
20	ถนนมนัส	0.897
21	ถนนจักรี	0.560
22	ถนนวีรยุทธยคี	0.490
23	ถนนชุมพล	0.742
24	ถนนราชดำเนิน	1.615

ตารางที่ 4.38 รายชื่อและความยาวของถนนสายรองสำคัญภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา (ต่อ)

ลำดับ	รายชื่อถนน	ความยาว (กม.)
25	ถนนเบญจรงค์	1.280
26	ถนนช้างเผือก	1.740
27	ถนนบัวรอง	0.440
28	ถนนโยธา	0.430
29	ถนนเทศบาล	0.153
30	ถนนจันทร์	0.404
31	ถนนอัสสัมชัญ	1.400

ตารางที่ 4.39 รายชื่อและความยาวของถนนสายรองทั่วไปภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ลำดับ	รายชื่อถนน	ความยาว (กม.)
1	ถนนกีฬากลาง	1.760
2	ถนนสีปรีศรี ซอย 3	0.500
3	ถนนบูรินทร์	0.400
4	ถนนมหาราช	0.928
5	ถนนพ่ายพิศ	1.250
6	ถนนเดชอุดม ซอย 6	1.045
7	ถนนมิตรภาพ ซอย 15	1.020

ตารางที่ 4.40 รายชื่อและความยาวของถนนสายย่อยภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ลำดับ	รายการสายทาง	จำนวนสายทาง	ความยาว (กม.)
1	ซอยถนนมูขมมนตรี	25	7.377
2	ซอยถนนมิตรภาพ	28	15.053
3	ซอยถนนพิบูลละเียด	10	1.560
4	ซอยถนนเดชอุดม	19	5.854
5	ซอยถนนสีปรีศรี	44	16.325
6	ซอยถนนช้างเผือก	11	1.706
7	ซอยถนนกีฬากลาง	10	3.278
8	ซอย 30 ถิ่นยา	13	2.460
9	ซอยถนนสุรนารายณ์	12	2.895

ตารางที่ 4.40 รายชื่อและความยาวของถนนสายย่อยภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา (ต่อ)

ลำดับ	รายการสายทาง	จำนวนสายทาง	ความยาว (กม.)
10	ซอยถนนท้าวสุระ	14	4.366
11	ซอยถนนเบญจรงค์	10	2.862
12	ซอยถนนไชยณรงค์	5	1.020
13	ซอยถนนมหาชัย	6	2.570
14	ซอยถนนพ่ายพิศ	25	5.550
15	ตรอกและถนนอื่น ๆ	34	19.107

2) การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

ข้อมูลปริมาณจราจรบนถนนสายรองและสายย่อยภายในพื้นที่ศึกษา ได้จากการตรวจนับปริมาณจราจรภาคสนาม ซึ่งวิธีการสำรวจปริมาณจราจรในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดโดยอ้างอิงตามวิธีการในเอกสารวิชาการเกี่ยวกับการสำรวจปริมาณจราจรของกรมทางหลวงชนบท (กรมทางหลวงชนบท, 2553) โดยใช้วิธีการใช้คนแจงบรรทัดรวมทั้งสองทิศทาง (Mid-block count) แยกตามชนิดของรถ ดังตารางที่ 3.8 บนช่วงถนนแต่ละประเภทรวม 20 จุด ประกอบด้วย ถนนสายรองสำคัญ 10 จุด สายรองทั่วไป 2 จุด และสายย่อย 8 จุด ซึ่งใช้เวลาในการตรวจนับปริมาณจราจรจุดละ 3 วัน วันละ 12 ชั่วโมง (07:00-19:00 น.) แบ่งออกเป็นวันหยุดราชการ 1 วัน (เสาร์-อาทิตย์) และวันทำงานปกติอีก 2 วัน (จันทร์-ศุกร์) ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้หาปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic: ADT) และข้อมูลปริมาณจราจรบนถนนสายหลักใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจของกรมทางหลวง ประจำปี พ.ศ. 2552 (กรมทางหลวง, 2553) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดและมีความน่าเชื่อถือ ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดงบประมาณและระยะเวลาในการดำเนินการ ส่วนการกำหนดจุดตรวจนับบนถนนแต่ละประเภทได้พิจารณาโดยอาศัยปัจจัยด้านการเป็นตัวแทนของถนน เช่น ความยาวถนน ความกว้างผิวทางและลักษณะการเดินรถ อีกทั้งปัจจัยด้านความหนาแน่นของที่อยู่อาศัย ความครอบคลุมพื้นที่ของโครงข่ายถนน เช่น ถนนในแนวเหนือ-ใต้ ถนนในแนวตะวันออก-ตะวันตก ถนนในคูเมือง ถนนนอกคูเมืองและถนนรอบคูเมือง ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อจำนวนจุดตรวจนับ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านเวลาและงบประมาณที่มีอยู่ ดังนั้นจึงมีการดำเนินการตรวจนับปริมาณจราจรร่วมกันระหว่างผู้วิจัยกับโครงการ Clean Air for smaller cities in the ASEAN Region ของสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียงและองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) โดยมีรายละเอียดการแบ่งจุดตรวจนับปริมาณจราจร ดังตารางที่ 4.41 และ 4.42 ส่วนตำแหน่งจุดตรวจนับปริมาณจราจร แสดงดังรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.41 รายชื่อถนนที่ทำการตรวจนับปริมาณจราจร โดยผู้วิจัย

ประเภทถนน	จำนวนจุดตรวจนับ	รายชื่อถนน
สายรองสำคัญ	5	(1) ถนนมุขมนตรี (2) ถนนเดชอุดม (3) ถนนจอมพล (4) ถนนโพธิ์กลางและ (5) ถนนช้างเผือก
สายรองทั่วไป	2	(1) ถนนเดชอุดม ซอย 6 และ (2) ถนนกีฬากลาง
สายย่อย	3	(1) ตรอกสมอราย (2) ซอยเห็ดนางฟ้า และ (3) ถนนท้าวสุระ ซอย 3

ตารางที่ 4.42 รายชื่อถนนที่ทำการตรวจนับปริมาณจราจรภายใต้โครงการ

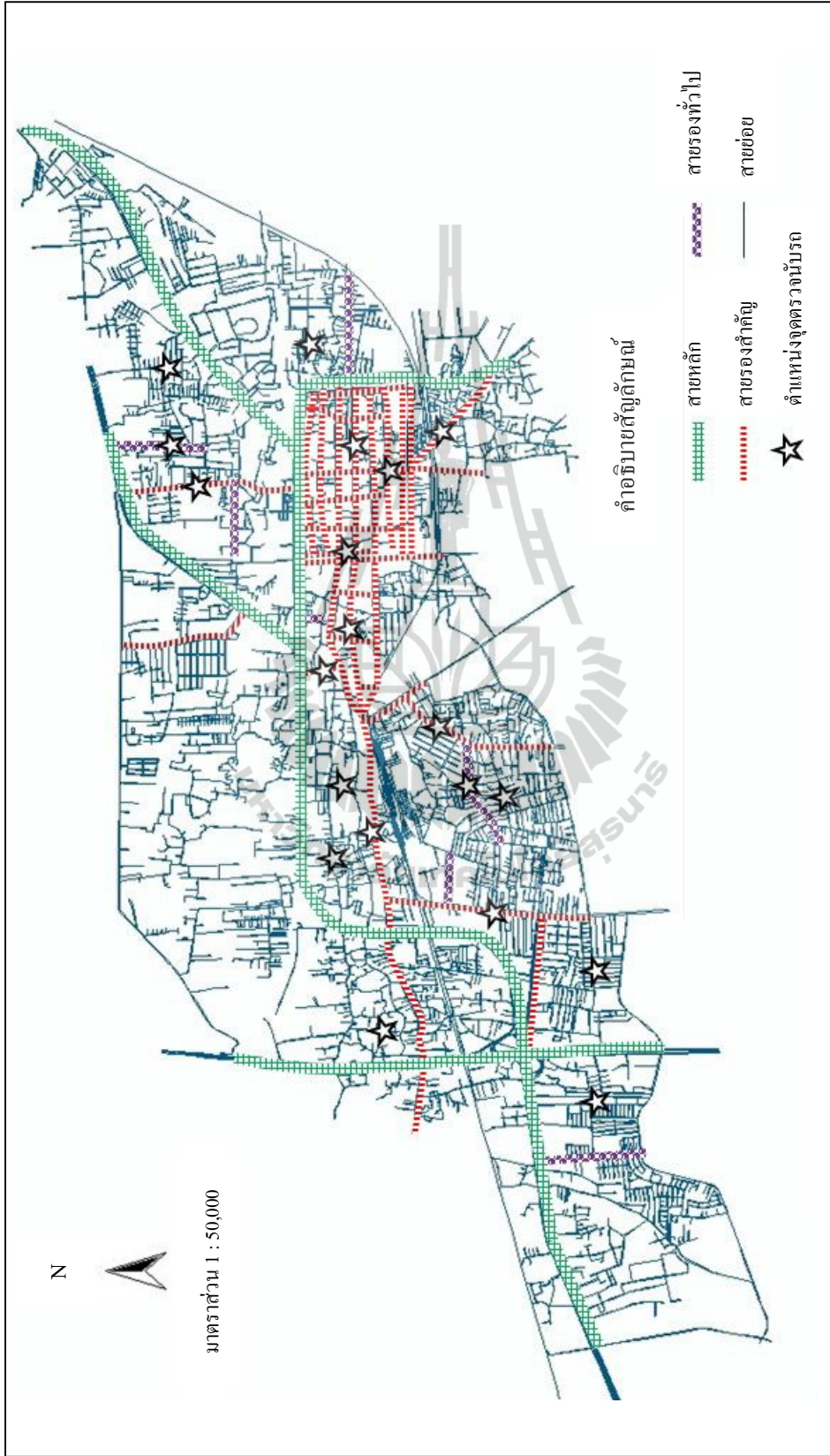
Clean Air for Smaller Cities in the ASEAN Region

ประเภทถนน	จำนวนจุดตรวจนับ	รายชื่อถนน
สายรองสำคัญ	5	(1) ถนนสีปศิริ (2) ถนนชุมพล (3) ถนนจันทร์ (4) ถนนไชยณรงค์ และ (5) ถนนเบญจรงค์
สายย่อย	5	(1) ตรอกกิ่งสวายเรียง (2) ถนนมิตรภาพ ซอย 13 (3) ถนนมุขมนตรี ซอย 20 (4) ถนนเดชอุดม ซอย 14 และ (5) ถนน 30 กันยายน

จากการตรวจนับปริมาณจราจรบนจุดตรวจนับที่กำหนด ทำให้ทราบปริมาณจราจรเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหาปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ได้ดังสมการ (4.9)

$$ADT = (\text{ปริมาณจราจรทั้งหมดที่สำรวจได้} / \text{จำนวนวันที่สำรวจ}) \times \text{Expansion Factor} \quad (4.9)$$

โดยที่ปริมาณจราจรทั้งหมดที่สำรวจได้ คือ ผลรวมของปริมาณจราจรที่สำรวจได้ในแต่ละวัน วันละ 12 ชั่วโมง และ Expansion Factor คือ ค่าตัวคูณขยายปรับปริมาณการจราจรที่สำรวจให้เป็น 24 ชั่วโมง การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ Expansion Factor เท่ากับ 1.33 โดยอ้างอิงจากแนวทางการทางนครราชสีมาที่ 1 และสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ในการจัดทำโครงการศึกษาการจัดทำแผนแม่บทด้านการจราจรและขนส่งเมืองในภูมิภาคจังหวัดนครราชสีมา (ครั้งที่ 2) โดยปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน แสดงได้ดังตารางที่ 4.43



รูปที่ 4.6 ตำแหน่งจุดตรวจนับปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 4.43 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันจำแนกตามประเภทยานพาหนะบนถนนสายรอง
และสายย่อยในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ลำดับ	จุดตรวจนับ	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน/วัน)			
		รถจักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่
1	ถนนสี่บศิริ	16,492	11,554	10,291	481
2	ถนนมุขมนตรี	19,260	10,272	12,107	340
3	ถนนเดชอุดม	15,686	6,336	6,130	156
4	ถนนโพธิ์กลาง	11,760	4,888	5,701	117
5	ถนนชุมพล	14,287	7,223	11,687	380
6	ถนนจอมพล	8,323	3,160	5,599	97
7	ถนนไชยณรงค์	13,454	5,591	5,575	115
8	ถนนช้างเผือก	15,884	8,173	7,959	180
9	ถนนจันทร์	6,543	3,284	4,240	129
10	ถนนเบญจรงค์	15,964	2,999	5,345	314
11	ถนนเดชอุดม ซ.6	11,414	3,439	4,543	316
12	ถนนกีฬากลาง	11,934	2,591	3,007	86
13	ตรอกสมอราย	8,842	2,081	2,774	68
14	ตรอกกิ่งสวายเรียง	10,172	2,245	3,011	55
15	ถนน 30 กันยายน	12,242	1,636	1,574	40
16	ซอยหีคนางฟ้า	2,717	755	942	19
17	ถนนเดชอุดม ซ.14	2,861	878	1,148	31
18	ถนนมิตรภาพ ซ.13	820	399	412	7
19	ถนนมุขมนตรี ซ.20	2,634	331	465	24
20	ถนนท้าวสุระ ซ.3	4,610	330	860	13

จากตารางที่ 4.43 สามารถนำข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ทางสถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก. ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้นำมาใช้เป็นตัวแทนของค่าปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนถนนแต่ละประเภทสำหรับการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งค่าทางสถิติที่เลือกใช้ในการศึกษาคั้งนี้แสดงดังตารางที่ 4.44

ตารางที่ 4.44 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนถนนแต่ละประเภทภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ประเภทถนน	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน/วัน)			
	รถจักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่
ถนนสายรองสำคัญ	14,987	5,964	5,916	168
ถนนสายรองทั่วไป	11,674	3,015	3,775	201
ถนนสายย่อย	12,889	2,480	3,634	74
- ซอย	2,717	399	860	19
- ตรอกและถนนอื่น ๆ	10,172	2,081	2,774	55

หมายเหตุ ค่าที่เลือกใช้ คือ ค่ามัธยฐาน เนื่องจากข้อมูลที่ได้มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างสูง

4.2.2 การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ

การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้สมการที่อ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษ (2551) ดังสมการ (4.10) ซึ่งอาศัยข้อมูลปริมาณจราจรและระยะทางที่รถวิ่งในพื้นที่ศึกษา (ความยาวถนน)

$$E_{ij} = N_j \times EF_{ij} \times D \quad (4.10)$$

โดยที่ E_{ij} คือ ปริมาณการปล่อยมลพิษ i จากรถประเภท j (กรัม/วัน)

N_j คือ ปริมาณการจราจรของรถประเภท j (คัน/วัน)

EF_{ij} คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ i จากรถประเภท j (กรัม/กม./คัน)

D คือ ระยะทางที่รถวิ่ง (กม.)

จากข้อมูลความยาวถนนและปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปีบนถนนสายหลักดังตารางที่ 4.37 สามารถนำมาใช้ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายหลักภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ได้ โดยอาศัยค่า EF ดังตารางที่ 4.45 ซึ่งเหตุผลในการเลือกใช้ค่า EF ในครั้งนี้ได้พิจารณาตามแนวทางการเลือกใช้ค่า EF ที่กำหนดขึ้น ดังที่อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.3 โดยการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ค่า EF ที่อ้างอิงจากกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นสำหรับประเทศไทยและได้เลือกฐานข้อมูลที่มีความเป็นปัจจุบันมากที่สุดเท่าที่มีอยู่เพื่อให้ได้ค่าการประมาณที่ทันต่อเหตุการณ์มากที่สุด แต่ต้องเป็นค่าที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานและใช้วิธีที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล และใช้สมการ (4.10) ทั้งนี้สมมติให้ (Assumption) “ระยะทาง

ทั้งหมดที่ร่ว้งบนถนนเท่ากับความยาวของถนนที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา ถึงแม้ว่ารถทุกคันจะไม่วิ่งตลอดเส้นทาง และกำหนดให้รถจักรยานยนต์หมายความรวมทั้ง 2 และ 4 จังหวะ และสมมติว่ายานพาหนะไม่มีการใช้เชื้อเพลิงชนิด LPG CNG B5 และน้ำมันแก๊สโซฮอล์” ผลการประมาณที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.46

ตารางที่ 4.45 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับยานพาหนะที่ใช้ในการศึกษา

ชนิดยานพาหนะ	EF (กรัม/กิโลเมตร/คัน)					
	HC	NO _x	SO ₂	CO	PM	CO ₂
รถจักรยานยนต์	2.09 ⁽²⁾	0.24 ⁽²⁾	0.02 ⁽²⁾	13.14 ⁽²⁾	0.086 ⁽³⁾	39.51 ⁽²⁾
รถยนต์เบนซิน	0.053 ⁽¹⁾	0.026 ⁽¹⁾	0.061 ⁽¹⁾	0.513 ⁽¹⁾	0.101 ⁽³⁾	190.58 ⁽¹⁾
รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	0.036 ⁽¹⁾	0.469 ⁽¹⁾	0.041 ⁽¹⁾	0.439 ⁽¹⁾	0.042 ⁽¹⁾	204.22 ⁽¹⁾
รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	3.42 ⁽³⁾	23.12 ⁽³⁾	0.327 ⁽³⁾	8.89 ⁽³⁾	1.15 ⁽³⁾	-

หมายเหตุ จาก ⁽¹⁾ กรมควบคุมมลพิษ (2553); ⁽²⁾ กรมควบคุมมลพิษ (2551); ⁽³⁾ กรมควบคุมมลพิษ (2548)
เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีค่า EF

ตารางที่ 4.46 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายหลัก
ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

สารมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)				รวม (ตัน/ปี)
	รถจักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่	
HC	701.33	40.46	28.20	1108.25	1,878.24
NO _x	80.54	19.85	367.33	7492.04	7,959.75
SO ₂	6.71	46.56	32.11	105.96	191.35
CO	4,409.35	391.58	343.84	2880.81	8,025.58
PM	28.86	77.10	32.90	372.66	511.51
CO ₂	13,258.25	145,473.72	159,950.81	-	318,682.78

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

นอกจากนี้จากข้อมูลโครงข่ายถนนภายในพื้นที่ศึกษา ดังตารางที่ 4.36 และข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันที่ได้จากการตรวจนับปริมาณจราจร ดังตารางที่ 4.44 สามารถนำมาใช้ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายรองสำคัญ สายรองทั่วไปและสายย่อย

ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยอาศัยค่า EF ดังตารางที่ 4.49 และสมการ (4.10) ทั้งนี้โดยใช้ Assumption เดียวกันกับถนนสายหลัก ซึ่งผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายรองสำคัญและสายรองทั่วไป แสดงดังตารางที่ 4.47 และ 4.48 ส่วนปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายย่อยภายในพื้นที่ศึกษา แสดงได้ดังตารางที่ 4.49

ตารางที่ 4.47 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายรองสำคัญ
ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

สารมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)				รวม (ตัน/ปี)
	รถจักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่	
HC	473.32	4.78	3.22	8.68	490.00
NO _x	54.35	2.34	41.93	58.69	157.32
SO ₂	4.53	5.50	3.67	0.83	14.52
CO	2,975.80	46.23	39.25	22.57	3,083.84
PM	19.48	9.10	3.75	2.92	35.25
CO ₂	8,947.77	17,175.45	18,256.59	-	44,379.81

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

ตารางที่ 4.48 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายรองทั่วไป
ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

สารมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)				รวม (ตัน/ปี)
	รถจักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่	
HC	61.45	0.40	0.34	1.73	63.92
NO _x	7.06	0.20	4.46	11.70	23.42
SO ₂	0.59	0.46	0.39	0.17	1.61
CO	386.33	3.90	4.17	4.50	398.90
PM	2.53	0.77	0.40	0.58	4.28
CO ₂	1,161.63	1,447.13	1,941.59	-	4,550.35

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

ตารางที่ 4.49 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายย่อย
ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

สารมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)				รวม (ตัน/ปี)
	รถจักรยานยนต์	รถยนต์ เบนซิน	รถยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่	
HC	299.31	1.33	1.52	3.04	305.20
NO _x	34.37	0.65	19.80	20.55	75.38
SO ₂	2.86	1.53	1.73	0.29	6.42
CO	1,881.77	12.89	18.54	7.90	1,921.10
PM	12.32	2.54	1.77	1.02	17.65
CO ₂	5,658.20	4,788.22	8,622.63	-	19,069.06

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

จากข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนแต่ละประเภทภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ดังตารางที่ 4.46-4.49 สามารถสรุปผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะภายในพื้นที่ศึกษา ได้ดังตารางที่ 4.50 และ 4.51 นอกจากนี้สามารถแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิด ยกเว้น CO₂ จากยานพาหนะบนถนนแต่ละประเภทได้ดังรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.50 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะภายในเขตเทศบาลนคร
นครราชสีมา จำแนกตามประเภทถนน

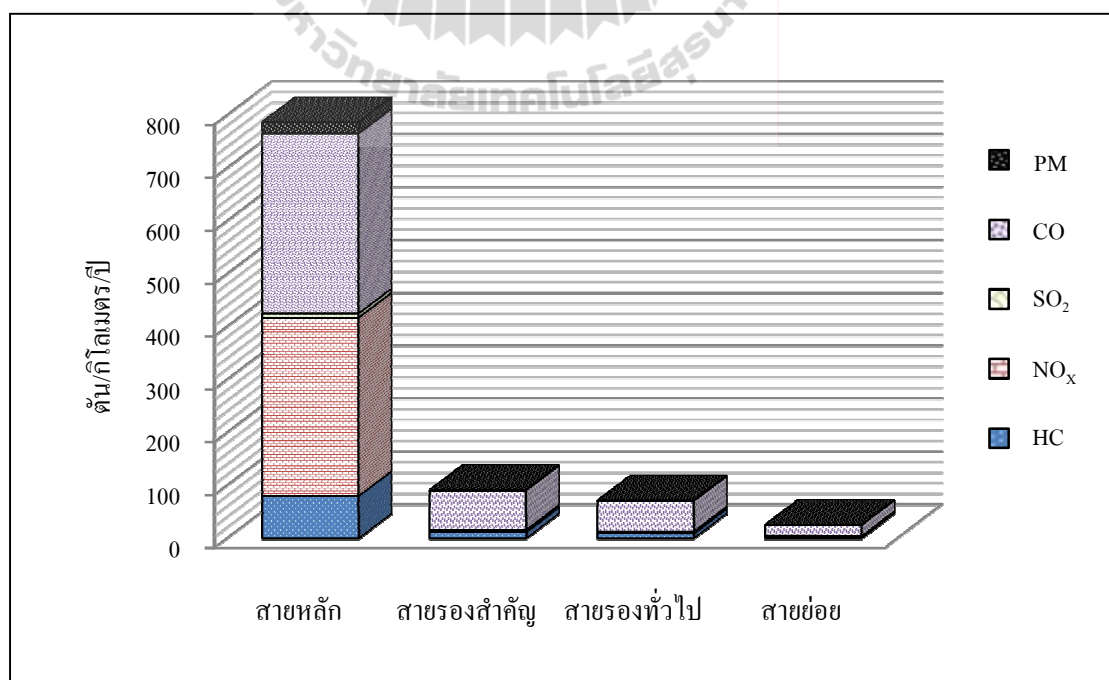
ประเภทถนน	ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)					
	HC	NO _x	SO ₂	CO	PM	CO ₂
สายหลัก	1,878.24	7,959.75	191.35	8,025.58	511.51	318,682.78
สายรองสำคัญ	490.00	157.32	14.52	3,083.84	35.25	44,379.81
สายรองทั่วไป	63.92	23.42	1.61	398.90	4.28	4,550.35
สายย่อย	305.20	75.38	6.42	1,921.10	17.65	19,069.06
รวม	2,737.36	8,215.87	213.90	13,429.42	568.69	386,682.00

ตารางที่ 4.51 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา
จำแนกตามประเภทยานพาหนะ

ประเภทถนน	ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ(ตัน/ปี)					
	HC	NO _x	SO ₂	CO	PM	CO ₂
รถจักรยานยนต์	1,535.41	176.32	14.69	9,653.25	63.18	29,025.86
รถยนต์เบนซิน	46.97	23.04	54.06	454.60	89.50	168,884.52
รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	33.28	433.52	37.90	405.79	38.82	188,771.62
รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	1,121.71	7582.99	107.25	2,915.78	377.18	-
รวม	2,737.36	8,215.87	213.90	13,429.42	568.69	386,682.00

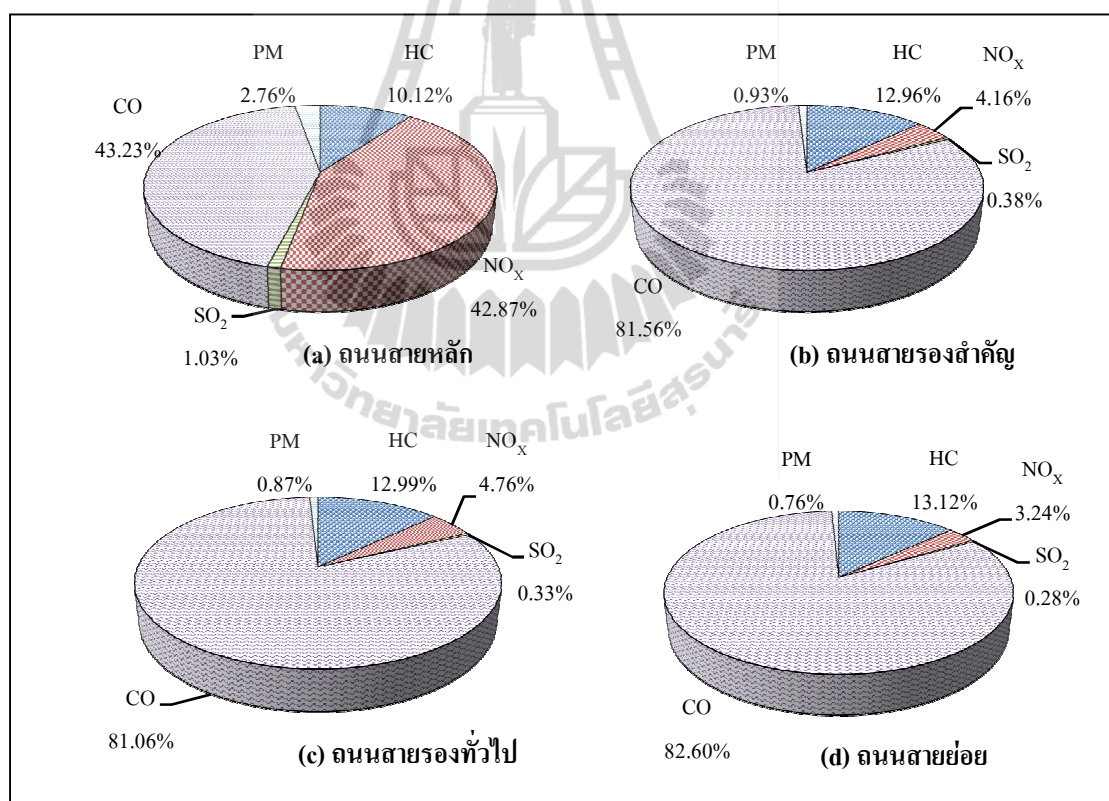
หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

จากตารางที่ 4.50 และ 4.51 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเป็นการประมาณด้วยวิธี BUA ประกอบด้วย HC 2,737.36 ตัน/ปี NO_x 8,215.87 ตัน/ปี SO₂ 213.90 ตัน/ปี CO 13,429.44 ตัน/ปี PM 487.73 ตัน/ปี และ CO₂ 386,678.37 ตัน/ปี



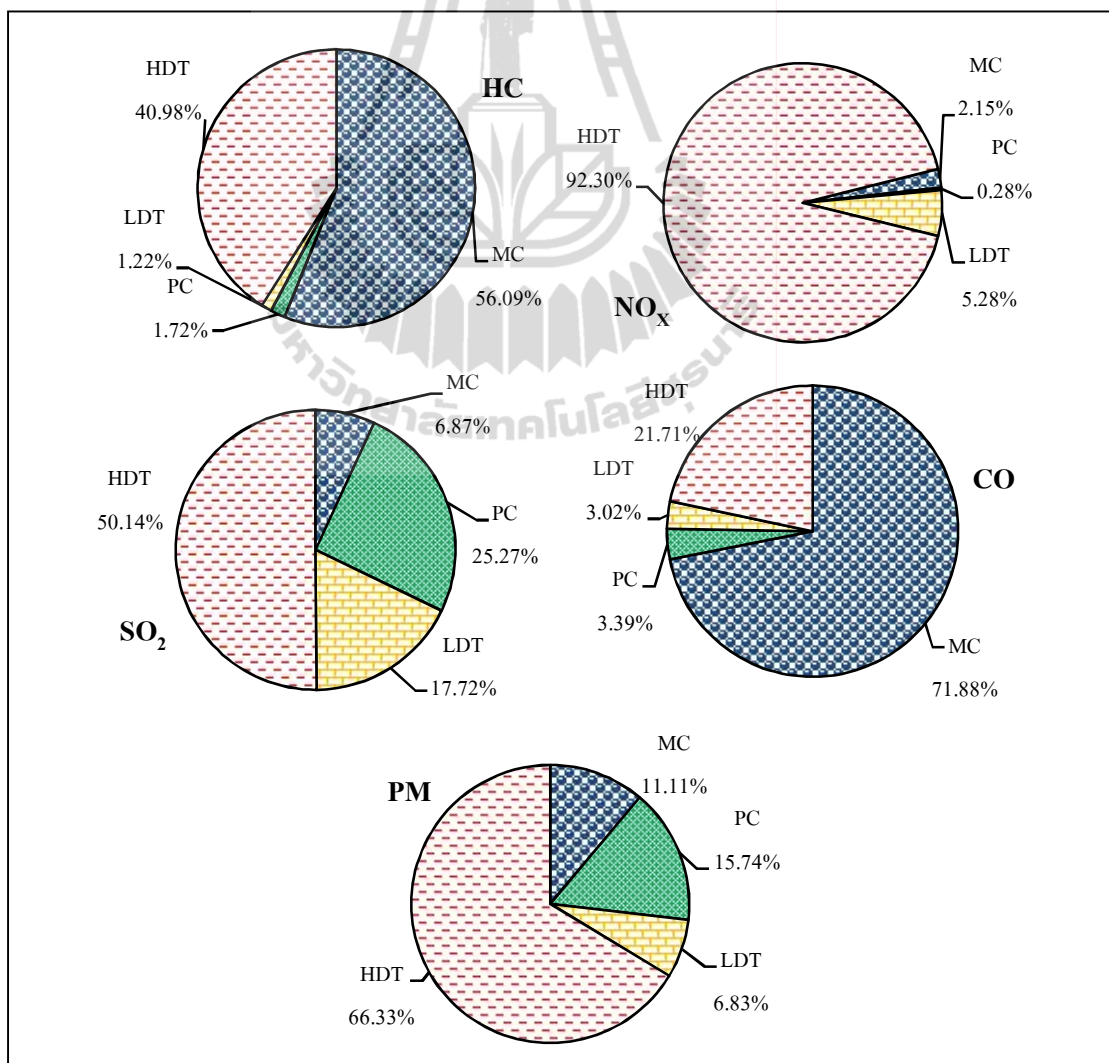
รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ
จากยานพาหนะบนถนนแต่ละประเภท

จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะส่วนใหญ่มาจากการสัญจรของยานพาหนะบนถนนสายหลัก เนื่องจากสภาพที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาเป็นทางผ่านของการเดินทางระหว่างกรุงเทพมหานครกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และระหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับภาคตะวันออก มีถนนสายหลักที่พาดผ่านพื้นที่ เช่น ถนนมิตรภาพและถนนสุรนารายณ์ ซึ่งมีการสัญจรของยานพาหนะหนาแน่น สำหรับถนนสายรองสำคัญและถนนสายรองทั่วไปมีปริมาณการปล่อยมลพิษต่อกิโลเมตรไม่แตกต่างกันมากนักและสายย่อยมีปริมาณการปล่อยมลพิษต่อกิโลเมตรค่อนข้างน้อย ส่วนสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนแต่ละประเภท แสดงดังรูปที่ 4.8 และสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิด ยกเว้น CO₂ จากยานพาหนะแต่ละประเภท แสดงได้ดังรูปที่ 4.9 และ 4.10

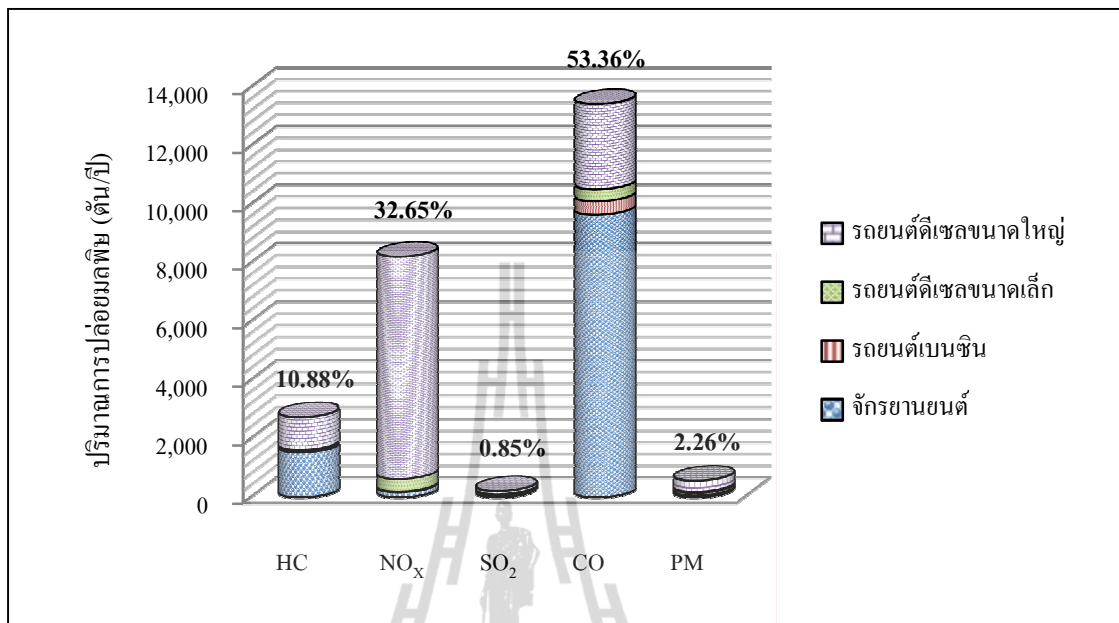


รูปที่ 4.8 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนแต่ละประเภท

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายรอง และสายย่อยภายในพื้นที่ศึกษามีสัดส่วนไม่แตกต่างกันมากนัก โดยสารมลพิษที่มีการปล่อยออกมา มากที่สุด คือ CO 81.06-82.60% รองลงมา ได้แก่ HC 12.96-13.12% NO_x 3.24-4.76% PM 0.76-0.93% และ SO₂ 0.28-0.38% ส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศบนถนนสายหลัก มีความแตกต่างจาก ถนนสายรองและสายย่อย คือ มีสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษมากที่สุด คือ CO 43.23%รองลงมา ได้แก่ NO_x 42.87% HC 10.12% PM 2.76% และ SO₂ 1.03% ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณจราจรของ ยานพาหนะประเภทรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่บนถนนสายหลักมีมากกว่าถนนสายอื่น ๆ โดยรถยนต์ ดีเซลขนาดใหญ่เป็นยานพาหนะที่มีอัตราการปล่อย NO_x สูง เมื่อเทียบกับยานพาหนะประเภทอื่น ๆ ทำให้สัดส่วนการปล่อย NO_x บนถนนสายหลักแตกต่างจากถนนสายรองและสายย่อยอย่างชัดเจน



รูปที่ 4.9 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากยานพาหนะแต่ละประเภท



รูปที่ 4.10 ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิด
จากยานพาหนะแต่ละประเภท

จากรูปที่ 4.9 พบว่ากรมมีส่วนร่วมในการปล่อยมลพิษของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ นั้น ยานพาหนะที่มีส่วนในการปล่อย CO มากที่สุด คือ รถจักรยานยนต์ 71.88% รองลงมา คือ รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ 21.71% ส่วนยานพาหนะที่มีการปล่อย NO_x มากที่สุด คือ รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ 92.30% และยานพาหนะที่มีการปล่อย HC มากที่สุด คือ รถจักรยานยนต์ 56.09% รองลงมา คือ รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ 40.98% นอกจากนี้ยานพาหนะที่มีการปล่อย PM มากที่สุด คือ รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ 66.33% รองลงมา คือ รถยนต์เบนซิน 15.74% และจากการสรุปปริมาณการปล่อยมลพิษดังรูปที่ 4.10 สะท้อนให้เห็นว่า ยานพาหนะที่เป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยมลพิษอากาศภายในพื้นที่ศึกษา คือ รถจักรยานยนต์และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ โดยสารมลพิษอากาศที่ปล่อยออกจากยานพาหนะในสัดส่วนเชิงปริมาณที่สูง ได้แก่ CO 53.36% NO_x 32.65% และ HC 10.88%

4.2.3 ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนยานพาหนะภายในครัวเรือนและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของยานพาหนะเพื่อการเดินทางและขนส่งของครัวเรือนที่อยู่อาศัยภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยข้อมูลจำนวนยานพาหนะภายในครัวเรือน พบว่าเกือบทุกครัวเรือนที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มียานพาหนะใช้ภายในครัวเรือน ซึ่งใหญ่เป็นรถจักรยานยนต์ 80.5%

รองลงมา ได้แก่ รถกระบะและรถเก๋ง 31.25% และ 26.25% ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมด ตามลำดับ แต่ยังมีบางครัวเรือนที่ไม่มียานพาหนะใช้ภายในครัวเรือน 9% ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมด นอกจากนี้ทำให้ทราบข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของยานพาหนะเพื่อการเดินทางและขนส่งของครัวเรือน ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยของยานพาหนะเพื่อการเดินทางและขนส่งต่อครัวเรือนได้ ดังตารางที่ 4.52 โดยข้อมูลเหล่านี้อาจสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นและอาจเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศได้ในอนาคต

ตารางที่ 4.52 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยของยานพาหนะเพื่อการเดินทางและขนส่งต่อครัวเรือน
ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ชนิดเชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยของยานพาหนะต่อครัวเรือน (ลิตร/เดือน)
ดีเซล	38.163
เบนซิน 91	46.705
แก๊สโซฮอล์ 91	3.718
แก๊สโซฮอล์ 95	2.468
LPG	8.050
NGV	0.375

ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยของยานพาหนะเพื่อการเดินทางและขนส่งต่อครัวเรือน ดังตารางที่ 4.52 อาจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ แต่อย่างไรก็ตามในสภาพความเป็นจริง ทุกครัวเรือนไม่ได้ใช้เชื้อเพลิงทุกชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของยานพาหนะที่ใช้ภายในครัวเรือน

4.3 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ (Area Sources)

4.3.1 ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

4.3.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ได้แก่ ข้อมูลจำนวนประชากร จำนวนครัวเรือนและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ภายในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ซึ่งข้อมูลจำนวนประชากรทั้งประเทศและจำนวนประชากรของจังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 เก็บรวบรวมได้จากกรมการปกครอง ข้อมูลจำนวน

ประชากรและจำนวนครัวเรือนในพื้นที่ศึกษาปี พ.ศ. 2552 เก็บรวบรวมได้จากสำนักงานเทศบาลนคร นครราชสีมา ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในสาขาที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมรวมทั้งประเทศ สามารถเก็บรวบรวมได้จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ส่วนข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมภายในพื้นที่ศึกษาได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม ด้วยแบบสอบถาม ซึ่งผู้วิจัยได้เดินสำรวจตามครัวเรือนและขอความอนุเคราะห์ผ่านประชาชนชุมชน จากการรวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมการปกครอง สำนักงานเทศบาลนคร นครราชสีมาและกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ทำให้ทราบข้อมูลจำนวนประชากร และจำนวนครัวเรือน ปี พ.ศ. 2552 ดังตารางที่ 4.53 และทราบข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในสาขา ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552 ดังตารางที่ 4.54

ตารางที่ 4.53 ข้อมูลจำนวนประชากรและจำนวนครัวเรือน ปี พ.ศ. 2552

พื้นที่	ชาย	หญิง	รวม	จำนวนครัวเรือน
ทั่วประเทศ	31,293,096	32,231,966	63,525,062	-
จังหวัดนครราชสีมา	1,272,264	1,299,028	2,571,292	-
เขตเทศบาลนครนครราชสีมา	78,655	86,884	165,539	33,598

หมายเหตุ จากกรมการปกครอง (2553) เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4.54 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในสาขาที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม
ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552

ชนิดเชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้	หน่วย
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	4,127,212	พันลิตร/ปี
ฟืน	7,202,494	พันกิโลกรัม/ปี
ถ่านไม้	4,382,423	พันกิโลกรัม/ปี

หมายเหตุ จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2552)

จากตารางที่ 4.54 แสดงให้เห็นว่า เชื้อเพลิงที่นำมาพิจารณามีด้วยกัน 3 ชนิด ได้แก่ ก๊าซหุงต้ม (LPG) ฟืนและถ่านไม้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม จากครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีการใช้เชื้อเพลิงภายในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม 3 ชนิด ดังกล่าวเท่านั้น จากข้อมูลที่มี ดังตารางที่ 4.53 และ 4.54 สามารถคำนวณหาปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อคนทั้งประเทศ สาขาที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ปี พ.ศ. 2552 ได้ ด้วยสมการ (4.11)

$$V_p = V_T / N_d \quad (4.11)$$

โดยที่ V_p คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อคนทั่วประเทศ (หน่วยเชื้อเพลิง/คน/ปี)

V_T คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงรวมทั้งประเทศ (หน่วยเชื้อเพลิง/ปี)

N_d คือ จำนวนประชากรทั่วประเทศ (คน)

ซึ่งข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อคนที่ได้ สามารถนำมาใช้ประมาณ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ปี พ.ศ. 2552 ภายในเขตเทศบาลนคร นครราชสีมาได้ ด้วยสมการ (4.12) โดยอาศัยข้อมูลจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2552 ดังตารางที่ 4.53

$$V_c = P_d \times V_p \quad (4.12)$$

โดยที่ V_c คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา (หน่วยเชื้อเพลิง/คน/ปี)

P_d คือ จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษา (คน)

V_p คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อคนทั้งในประเทศ (หน่วยเชื้อเพลิง/คน/ปี)

ซึ่งผลการประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 แสดงดังตารางที่ 4.55

ตารางที่ 4.55 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA

ชนิดเชื้อเพลิง	หน่วย	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อคน (หน่วย/คน/ปี)	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงรวม (หน่วย/ปี)
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	ลิตร	64.97	10,755,068.83
ฟืน	กิโลกรัม	113.38	18,768,811.82
ถ่านไม้	กิโลกรัม	68.99	11,420,535.61

การเก็บข้อมูลจากสำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา พบว่า มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 33,598 ครัวเรือน มีชุมชนจำนวน 79 ชุมชน แบ่งออกเป็น 4 เขต ได้แก่ เขต 1 จำนวน 16 ชุมชน เขต 2 จำนวน 23 ชุมชน เขต 3 จำนวน 15 ชุมชน และเขต 4 จำนวน 25 ชุมชน จากการขอคำแนะนำเกี่ยวกับแบบสอบถามข้อมูลที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมที่จัดทำขึ้นและหารือเกี่ยวกับวิธีการสำรวจและเก็บข้อมูลชุมชนในภาคสนามจากเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของเทศบาลนครนครราชสีมา ทำให้ได้แนวทางในการสุ่มตัวอย่างครัวเรือนในแต่ละเขตชุมชนและทราบวิธีการแบ่งชุมชนในแต่ละเขตชุมชนคือ ชุมชนที่อยู่ภายในเขตเดียวกันจะมีลักษณะความเป็นอยู่ที่คล้ายกัน แต่จะมีความแตกต่างกันของแต่ละเขตชุมชน เช่น ชุมชนเขต 1 เป็นชุมชนเมืองที่มีการประกอบพาณิชยกรรมเป็นส่วนใหญ่ ชุมชนเขต 2 และเขต 3 จะมีความเป็นชุมชนเมืองและมีการประกอบพาณิชยกรรมน้อยลงตามลำดับ ส่วนชุมชนเขต 4 จะมีความเป็นชุมชนเมืองน้อยและบางส่วนเป็นย่านเกษตรกรรม ซึ่งผลการสุ่มตัวอย่างชุมชนจำนวน 20 ชุมชน ตามวิธีดำเนินการวิจัย แสดงได้ดังตารางที่ 4.56 โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลจากชุมชนตัวอย่างในแต่ละเขตชุมชน ได้ทำการเก็บตัวอย่างชุมชนละ 20 ครัวเรือน รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 400 ตัวอย่าง ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ภายในครัวเรือน ทั้งเพื่อการอยู่อาศัยใช้และการประกอบกิจการ

ตารางที่ 4.56 รายชื่อชุมชนที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างในแต่ละเขตชุมชน

ชุมชน เขต 1 (4 ชุมชน)	ชุมชน เขต 2 (6 ชุมชน)	ชุมชน เขต 3 (4 ชุมชน)	ชุมชน เขต 4 (6 ชุมชน)
● เสาชิง-สมอราย	● ราชนิกุล 3	● กสน.พัฒนา	● สามแยกปัก
● หลังวัดโพธิ์	● ปลายนาสามัคคี	● บ้านพักรถไฟ	● กองพระทราย
● วัดม่วง-วัดสะแก	● เบญจรงค์ ซอย 5	● มุขมนตรี	● ตำโรงจันทร์
● วัดบูรพ์	● หัวสะพานพัฒนา	● เสาศูง	● ซ่างเผือก
	● ศาลาลอยพัฒนา		● วัดเลียบ
	● อบอุ้นพัฒนา		● โพธิ์ทอง

ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือนเพื่อการอยู่อาศัย แสดงดังตารางที่ 4.57 และข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการประกอบกิจการภายในครัวเรือน จำแนกตามประเภทของการประกอบกิจการ แสดงดังตารางที่ 4.58

ตารางที่ 4.57 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการประกอบอาหารภายในครัวเรือนเพื่อการอยู่อาศัย

ชนิดเชื้อเพลิง	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	369	92.25
ฟืน	36	9
ถ่านไม้	88	22
ไม่มีการใช้เชื้อเพลิง (ใช้เฉพาะไฟฟ้าและซื้อรับประทาน)	19	4.75

หมายเหตุ ค่าร้อยละที่แสดง หมายถึง ร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่มีการใช้เชื้อเพลิงดังกล่าว จากจำนวนทั้งหมด 400 ครัวเรือนที่ได้ทำการสุ่มตัวอย่าง

จากตารางที่ 4.57 แสดงให้เห็นว่าครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษา มีการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการประกอบอาหารภายในครัวเรือนเพื่อการอยู่อาศัย 3 ชนิด ได้แก่ ก๊าซหุงต้ม ฟืน และถ่านไม้ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วประชาชนจะใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงชนิดหลัก คิดเป็น 92.25% ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่สุ่มตัวอย่าง แสดงว่ามีเพียง 7.75% เท่านั้น ที่ไม่ใช้ก๊าซหุงต้มในครัวเรือน แต่จะใช้ฟืนหรือถ่านไม้แทน ซึ่งถ่านไม้และฟืน จะใช้กันเป็นบางครัวเรือนเท่านั้น คิดเป็น 22% และ 9% ตามลำดับ นอกจากนี้มีบางครัวเรือนที่ไม่มีการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน โดยจะซื้อรับประทานและใช้เฉพาะไฟฟ้า เช่น ไมโครเวฟและกระทะไฟฟ้า คิดเป็น 4.75%

ตารางที่ 4.58 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงสำหรับการประกอบกิจการภายในครัวเรือน

กิจการภายใน ครัวเรือน	จำนวน ครัวเรือน ทั้งหมด	การใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดเพื่อการประกอบกิจการ					
		ก๊าซหุงต้ม		ฟืน		ถ่านไม้	
		จำนวน (ครัวเรือน)	%	จำนวน (ครัวเรือน)	%	จำนวน (ครัวเรือน)	%
ร้านอาหาร	54	51	94.4	2	3.7	10	18.5
แผงลอยขายอาหาร	19	15	79.0	1	5.3	5	26.3
กิจการอื่น ๆ ที่ใช้เชื้อเพลิง	27	25	92.6	2	7.4	2	7.4
รวม	100	90	90.0	5	5.0	15	15.0

หมายเหตุ จำนวนครัวเรือนทั้งหมด หมายถึง ครัวเรือนที่มีการประกอบกิจการแต่ละประเภทนั้น ๆ
ค่า % ที่แสดง หมายถึง ร้อยละของจำนวนครัวเรือนที่มีการใช้เชื้อเพลิงดังกล่าว
จากจำนวนครัวเรือนทั้งหมดในแต่ละประเภทของการประกอบกิจการ

จากตารางที่ 4.58 แสดงให้เห็นว่า มีการประกอบกิจการภายในครัวเรือนทั้งหมด 100 ครัวเรือน จากการสุ่มตัวอย่าง 400 ครัวเรือน โดยเชื้อเพลิงชนิดหลักที่ใช้ในการประกอบกิจการแต่ละประเภทภายในครัวเรือน คือ ก๊าซหุงต้ม รองลงมา คือ การใช้ถ่านไม้และฟืน แต่การใช้ถ่านไม้และฟืนถือว่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับการใช้ก๊าซหุง ข้อมูลสะท้อนให้เห็นว่าเชื้อเพลิงชนิดหลักที่ใช้ภายในครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษา ทั้งเพื่อการอยู่อาศัยและการประกอบกิจการ คือ ก๊าซหุงต้ม

จากข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบสภาพทั่วไปโดยรวมของชุมชนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม นอกจากนี้มีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม คือ ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างทางสถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ค ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้สำหรับการประมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน ซึ่งปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อครัวเรือนที่เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้แสดงดังตารางที่ 4.59 โดยทำการพิจารณาเฉพาะก๊าซหุงต้มเท่านั้น เนื่องจากการใช้ฟืนและถ่านไม้ในครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษามีการใช้ไม่มากนัก เมื่อเทียบกับการใช้ก๊าซหุงต้ม

ตารางที่ 4.59 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อครัวเรือนจากข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง

ชนิดเชื้อเพลิง	การประกอบอาหารเพื่อการอยู่อาศัย	การประกอบกิจการ
	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อครัวเรือน (กก./เดือน/ครัวเรือน)	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อครัวเรือน (กก./เดือน/ครัวเรือน)
ก๊าซหุงต้ม	15	30

หมายเหตุ ค่าที่เลือกใช้ คือ ค่ามัธยฐาน เนื่องจากข้อมูลที่ได้มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างสูง

จากตารางที่ 4.59 พบว่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อครัวเรือนที่ได้ ทั้งเพื่อการอยู่อาศัยและประกอบกิจการภายในครัวเรือน มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเดือนต่อครัวเรือน ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลทางเลือกที่สามารถนำไปประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาได้ แต่ทั้งนี้ยังสามารถพิจารณาข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน โดยพิจารณาจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อจำนวนสมาชิกในครัวเรือน ดังตารางที่ 4.60

ตารางที่ 4.60 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อคนเพื่อการอยู่อาศัยจากข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง

ชนิดเชื้อเพลิง	จำนวน (คน)	การประกอบอาหารเพื่อการอยู่อาศัย	
		ปริมาณการใช้ (กก./เดือน)	ค่าเฉลี่ย (กก./เดือน/คน)
ก๊าซหุงต้ม	1,797	5,280.5	2.94

หมายเหตุ จำนวน (คน) หมายถึง จำนวนสมาชิกทั้งหมดภายในครัวเรือนที่ทำการสุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อคนเพื่อการอยู่อาศัย ดังตารางที่ 4.60 คือ ข้อมูลค่าเฉลี่ยทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาได้ แต่ในการตัดสินใจเลือกใช้ ต้องมีความเหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าการประมาณที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงได้พิจารณาข้อมูลด้านอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ข้อมูลปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในครัวเรือน จำแนกตามจำนวนสมาชิกภายในครัวเรือน พบว่าครัวเรือนที่มีสมาชิกตั้งแต่ 1 คน จนถึง >10 คนต่อครัวเรือน มีการใช้ก๊าซหุงต้มภายในครัวเรือนปริมาณ 15 กก./เดือน จำนวน 218 ครัวเรือน คิดเป็น 59.08% ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่มีการใช้ก๊าซหุงต้ม (369 ครัวเรือน) นอกจากนี้ครัวเรือนที่มีสมาชิกตั้งแต่ 1 คนจนถึง >10 คนต่อครัวเรือน ได้มีการใช้ก๊าซหุงต้มในครัวเรือนปริมาณน้อยกว่า 15 กก./เดือน จำนวน 105 ครัวเรือน คิดเป็น 28.46% ของจำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่มีการใช้ก๊าซหุงต้ม ข้อมูลที่ปรากฏสะท้อนให้เห็นว่า

จำนวนสมาชิกภายในครัวเรือน ไม่ได้เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน เพราะไม่ว่าจำนวนสมาชิกภายในครัวเรือนจะมากหรือน้อย ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือนของครัวเรือนส่วนใหญ่ก็ยังคงเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่านี่คือรูปแบบการใช้ชีวิตของคนในชุมชนที่อยู่ภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ส่วนการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือนเพื่อการประกอบกิจการก็ไม่น่าจะขึ้นอยู่กับจำนวนสมาชิกภายในครัวเรือน แต่อาจจะขึ้นอยู่กับประเภทของกิจการที่ทำภายในครัวเรือน ดังนั้นการเลือกใช้ค่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือนที่มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อเดือนต่อครัวเรือน จึงเป็นทางเลือกที่น่าจะเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งผลการปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมในพื้นที่ศึกษา แสดงได้ดังตารางที่ 4.61 โดยการคำนวณด้วยสมการ (4.13)

$$V = V_x \times P \quad (4.13)$$

โดยที่ V คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน (กิโลกรัม/เดือน)

V_x คือ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา (กิโลกรัม/ครัวเรือน/เดือน)

P คือ จำนวนครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษา (33,598 ครัวเรือน)

ตารางที่ 4.61 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม
ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ด้วยวิธี BUA

ชนิดเชื้อเพลิง	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง (พันลิตร/ปี)		
	เพื่อการอยู่อาศัย	เพื่อการประกอบกิจการ	รวม
ก๊าซหุงต้ม	11,199.33	5,600 ⁽¹⁾	16,799.33

หมายเหตุ ⁽¹⁾ คิดจาก 25% ของครัวเรือนทั้งหมด เนื่องจากการสุ่มตัวอย่าง พบว่ามีครัวเรือนที่ใช้เชื้อเพลิงในการประกอบกิจการ 25%

4.3.1.2 การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

การศึกษาครั้งนี้ทำการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ทั้งด้วยวิธี TDA และ BUA ซึ่งวิธี TDA อาศัยข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในสาขาที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมของประเทศและข้อมูลประชากรจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ส่วนวิธี BUA ได้อาศัยข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือนจากการสำรวจและเก็บข้อมูล

ในภาคสนามและข้อมูลจำนวนครัวเรือนจากสำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา รายละเอียดการประมาณด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธี มีดังต่อไปนี้

1) วิธี Top down approach (TDA)

จากข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธี TDA ดังตารางที่ 4.55 สามารถนำไปใช้ประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศชนิดต่าง ๆ จากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม โดยอาศัยค่า EF ดังตารางที่ 4.62 และสมการ (4.14) ซึ่งเหตุผลการเลือกใช้ค่า EF ได้พิจารณาตามแนวทางการเลือกใช้ค่า EF ที่กำหนดขึ้น ดังที่อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.3 โดยการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ค่า EF ที่อ้างอิงจากหลายแหล่งข้อมูล ดังนี้ (1) ค่า EF สำหรับ NO_x , CO และ CO_2 จากฟืนและถ่านไม้ อ้างอิงจากงานวิจัยของคนไทย ซึ่งได้พัฒนาค่า EF จากฐานข้อมูลของประเทศไทยและเป็นกิจกรรมเดียวกัน (2) ค่า EF สำหรับ CO_2 จากก๊าซหุงต้ม อ้างอิงจากเอกสารของ IPCC (2006) เนื่องจากไม่มีค่าของประเทศไทย และเป็นแหล่งข้อมูลที่มีการพัฒนาค่า EF สำหรับก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะ จึงน่าจะมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ (3) ค่า EF สำหรับ PM_{10} และ SO_2 จากถ่านไม้ อ้างอิงจากเอกสารของ US.EPA (2005) เนื่องจากมี Emission Factor Rating ในระดับ B และ A ตามลำดับ จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ และค่า EF สำหรับ SO_2 จากก๊าซหุงต้มได้อ้างอิงจากเอกสารของ US.EPA (2005) เช่นเดียวกัน เนื่องจากเป็นค่า EF ที่ต้องอาศัยปัจจัยร่วม คือ ปริมาณกำมะถันในก๊าซหุงต้ม ซึ่งใช้ค่าของประเทศไทยที่ได้จากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จึงน่าจะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ (4) ส่วนค่า EF สำหรับสารมลพิษชนิดอื่น ๆ อ้างอิงจากเอกสารของ EEA (2009) เนื่องจากเป็นค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของกิจกรรมที่เฉพาะกับกิจกรรมที่ศึกษาและเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ

$$E_i = \sum(V_c \times EF_i) \quad (4.14)$$

โดยที่ E_i คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ i (กรัม/ปี)

V_c คือ ปริมาณการบริโภคเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา (หน่วยเชื้อเพลิง/ปี)

EF_i คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ i (กรัม/หน่วยเชื้อเพลิง)

ตารางที่ 4.62 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

ชนิดเชื้อเพลิง	EF (กรัม/ หน่วยของเชื้อเพลิง)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NMVOC	CO ₂
ก๊าซหุงต้ม (ลิตร)	1.81 ⁽³⁾	0.01S ⁽⁴⁾	1.23 ⁽³⁾	0.16 ⁽³⁾	0.10 ⁽³⁾	0.41 ⁽³⁾	1,680 ⁽²⁾
ฟืน (กก.)	0.12 ⁽¹⁾	0.32 ⁽³⁾	26.4 ⁽¹⁾	11.67 ⁽³⁾	11.11 ⁽³⁾	14.79 ⁽³⁾	1,596 ⁽¹⁾
ถ่านไม้ (กก.)	0.03 ⁽¹⁾	0.18 ⁽⁴⁾	35.7 ⁽¹⁾	21.08 ⁽³⁾	15.69 ⁽⁴⁾	26.71 ⁽³⁾	2,155 ⁽¹⁾

หมายเหตุ จาก ⁽¹⁾ Bhattacharya et al. (2002); ⁽²⁾ IPCC (2006); ⁽³⁾ EEA (2009); ⁽⁴⁾ US.EPA (2005)

ปริมาณกำมะถัน (S) ในก๊าซหุงต้ม = 0.00014 % โดยน้ำหนัก

(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2553)

ซึ่งผลจากการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA แสดงได้ดังตารางที่ 4.63 ทั้งนี้ด้วยการสมมติให้ (Assumption) “ทุกครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษามีการใช้เชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิดภายในครัวเรือนและมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเป็นไปดังค่าที่ได้จากการประมาณด้วยวิธี TDA”

ตารางที่ 4.63 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี TDA

ชนิดเชื้อเพลิง	ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ (ตัน/ปี)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NMVOC	CO ₂
ก๊าซหุงต้ม	19.47	<0.01	13.23	1.72	1.08	4.41	18,068.52
ฟืน	2.25	6.01	495.50	219.03	208.52	277.59	29,955.02
ถ่านไม้	0.34	2.05	407.71	240.75	179.19	305.04	24,611.25
รวม	22.06	8.06	916.44	461.50	388.79	587.04	72,634.79

จากตารางที่ 4.63 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จากการประมาณด้วยวิธี TDA ประกอบด้วย NO_x 22.06 ตัน/ปี SO₂ 8.06 ตัน/ปี CO 916.44 ตัน/ปี TSP 461.49 ตัน/ปี PM₁₀ 388.79 ตัน/ปี NMVOC 587.04 ตัน/ปี และ CO₂ 72,634.79 ตัน/ปี ซึ่ง NO_x ปล่อยจากกิจกรรมการใช้ก๊าซหุงต้มมากที่สุด ขณะที่ SO₂ CO PM₁₀ และ CO₂ ถูกปล่อยจากกิจกรรมการใช้ฟืนมากที่สุด รองลงมา คือ การใช้ถ่านไม้ ส่วน TSP และ NMVOC ถูกปล่อยจากกิจกรรมการใช้ถ่านไม้มากที่สุด รองลงมา คือ การใช้ฟืน

2) วิธี Bottom up approach (BUA)

จากข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในที่פקอาศัยและพาณิชย์กรรม ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยใช้วิธี BUA ดังตารางที่ 4.61 สามารถนำไปใช้ประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศชนิดต่าง ๆ จากที่פקอาศัยและพาณิชย์กรรม โดยอาศัยค่า EF ดังตารางที่ 4.62 และสมการ (4.14) ซึ่งผลการประมาณที่ได้จากการประมาณด้วยวิธี BUA แสดงได้ดังตารางที่ 4.64 ทั้งนี้ด้วยการสมมติให้ (Assumption) “ทุกครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษามีการใช้เฉพาะก๊าซหุงต้มภายในครัวเรือนเท่านั้นและมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเป็นไปดังค่าที่ได้จากการประมาณด้วยวิธี BUA”

ตารางที่ 4.64 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากที่פקอาศัยและพาณิชย์กรรม

ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ด้วยวิธี BUA

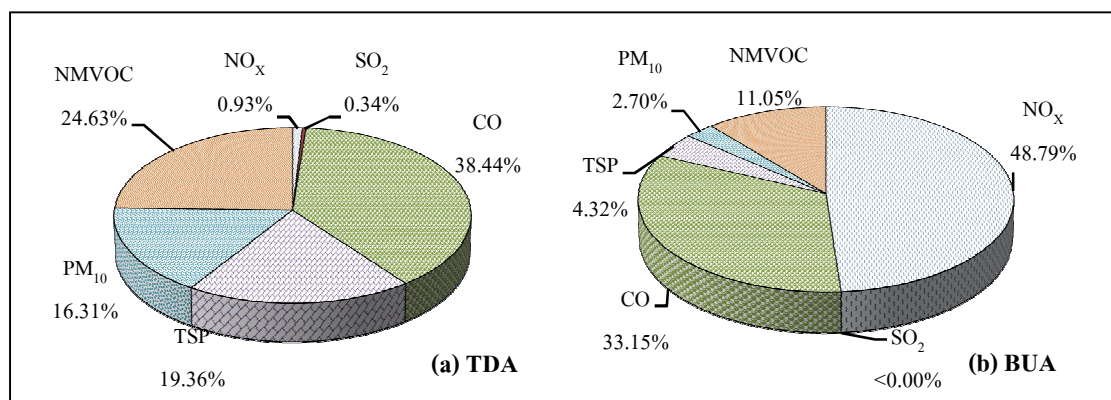
สารมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)
NO _x	30.41
SO ₂	<0.01
CO	20.66
TSP	2.69
PM ₁₀	1.68
NM VOC	6.89
CO ₂	28,222.87

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ จากที่פקอาศัยและพาณิชย์กรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่ได้จากการประมาณทั้ง 2 วิธี ยกเว้น CO₂ แสดงดังตารางที่ 4.65 และสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่פקอาศัยและพาณิชย์กรรม แสดงดังรูปที่ 4.11 ซึ่งได้แสดงให้เห็นว่า ปริมาณและสัดส่วนการปล่อยมลพิษอากาศจากที่פקอาศัยและพาณิชย์กรรมในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่ได้จากการประมาณทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างกัน โดยสารมลพิษที่ถูกปล่อยออกมามากที่สุด จากการประมาณด้วยวิธี TDA คือ CO 38.44% รองลงมา ได้แก่ NMVOC 24.63% TSP 19.36% และ PM₁₀ 16.31% ส่วน NO_x และ SO₂ มีสัดส่วนการปล่อยไม่มากนัก ในขณะที่สารมลพิษที่ถูกปล่อยออกมามากที่สุด จากการประมาณด้วยวิธี BUA คือ NO_x 48.79% รองลงมา ได้แก่ CO 33.15% และ NMVOC 11.05% ส่วน TSP PM₁₀ และ SO₂ มีสัดส่วนการปล่อยไม่มากนัก ทั้งนี้ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษาเป็นชุมชนเมืองและอยู่ในเขตเทศบาล ทำให้ชนิดและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงมีความแตกต่างกันกับชุมชนชนบทและอยู่นอก

เขตเทศบาล คือ โดยส่วนใหญ่ครัวเรือนภายในชุมชนนอกเขตเทศบาลจะใช้ฟืนและถ่านเป็นเชื้อเพลิงชนิดหลักภายในครัวเรือน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) ในขณะที่ครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษาใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงชนิดหลักและมีการใช้ฟืนและถ่านน้อยมาก จึงทำให้ค่าเฉลี่ยปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดภายในครัวเรือนต่อคนที่คำนวณได้จากทั้ง 2 วิธี มีค่าแตกต่างกัน จึงทำให้ค่าการประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมในพื้นที่ศึกษามีค่าแตกต่างกันไปด้วย ทั้งนี้ข้อมูลที่แตกต่างกันอาจมีผลมาจากจำนวนตัวอย่างที่ไม่มากนักและการให้ข้อมูลที่อาจไม่เป็นความจริงของผู้ให้ข้อมูล ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความผิดพลาดและความไม่แน่นอนของข้อมูลเกิดขึ้น

ตารางที่ 4.65 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

สารมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)	
	วิธี TDA	วิธี BUA
NO _x	22.06	30.41
SO ₂	8.06	<0.01
CO	916.44	20.66
TSP	461.49	2.69
PM ₁₀	388.79	1.68
NMVOС	587.04	6.89
CO ₂	72,634.79	28,222.87



รูปที่ 4.11 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

4.3.1.3 ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลที่พักอาศัย และพาณิชยกรรมทำให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ จากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ได้แก่ (1) ข้อมูลลักษณะที่อยู่อาศัย พบว่าลักษณะที่พักอาศัยของครัวเรือนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นบ้านเดี่ยว 73.75% รองลงมามีลักษณะเป็นอาคารพาณิชย์หรือตึกแถว 16.25% ส่วนที่เหลือมีลักษณะเป็นทาวเฮ้าส์ ห้างสรรพสินค้าหรืออพาร์ทเมนต์หรือหอพัก ตามลำดับ ซึ่งลักษณะที่อยู่อาศัยของครัวเรือนในแต่ละชุมชนจะมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาพโครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณที่เป็นที่ตั้งของแต่ละชุมชน เช่น ชุมชนปถุษธานีสามัคคีและชุมชนศาลาลอยพัฒนา จะมีที่อยู่อาศัยลักษณะที่เป็นอพาร์ทเมนต์หรือหอพักอยู่ในพื้นที่ เนื่องจากมีสถานศึกษา เช่น มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา อยู่ใกล้พื้นที่ของชุมชน ส่วนชุมชนโพธิ์ทองจะมีที่อยู่อาศัยลักษณะที่เป็นทาวเฮ้าส์ เนื่องจากเป็นชุมชนที่อยู่ในพื้นที่รอบนอกของเทศบาลฯ และไม่ใช่น่านการประกอบพาณิชยกรรม ซึ่งชุมชนที่อยู่ในย่านการประกอบพาณิชยกรรมส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่อยู่อาศัยเป็นอาคารพาณิชย์หรือตึกแถว เช่น ชุมชนวัดบูรพ์และชุมชนช่างเผือก แต่อย่างไรก็ตามลักษณะที่อยู่อาศัยของครัวเรือนในแต่ละชุมชนโดยส่วนใหญ่แล้วมีลักษณะเป็นบ้านเดี่ยวเหมือนกันทุกชุมชน (2) ข้อมูลจำนวนสมาชิกในครัวเรือนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยส่วนใหญ่มีสมาชิกจำนวน 4 คนต่อครัวเรือน คิดเป็น 23.5% รองลงมา คือ 3 คนต่อครัวเรือน คิดเป็น 20% และ 5 คนต่อครัวเรือน คิดเป็น 17.25% ซึ่งน่าจะสอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนในชุมชนเมืองที่อาศัยอยู่กันแบบครอบครัวเล็ก ๆ แตกต่างจากครอบครัวของคนในชนบทที่อยู่กันแบบครอบครัวใหญ่ ส่วนครัวเรือนที่มีจำนวนสมาชิกเป็นจำนวนมาก อาจเนื่องมาจากการมาอยู่ร่วมอาศัยของญาติพี่น้องหรือคนรู้จักเพื่อประกอบอาชีพในพื้นที่ ซึ่งจำนวนสมาชิกในครัวเรือนอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน (3) ข้อมูลการประกอบกิจการภายในครัวเรือน พบว่าส่วนใหญ่ประชาชนในพื้นที่ศึกษาไม่ได้ประกอบกิจการภายในครัวเรือน คิดเป็น 61.25% แต่ส่วนของครัวเรือนที่ประกอบกิจการภายในครัวเรือนมากที่สุด คือ กิจการที่ไม่มี การใช้เชื้อเพลิง เช่น ร้านเสริมสวย ร้านซ่อม ร้านซักรีด ร้านตัดเย็บเสื้อผ้า แผงลอยขายหมู ร้านรับซื้อของเก่าและรับสอนขับรถ เป็นต้น คิดเป็น 13.75% รองลงมา คือ ร้านอาหาร คิดเป็น 13.5% กิจการอื่น ๆ ที่ใช้เชื้อเพลิง คิดเป็น 6.75% ได้แก่ ร้านทำโรตีสายไหม ร้านทำขนมจีน ร้านขายกาแฟโบราณ ร้านผลิตกุนเชียงและไส้กรอก และกิจการแผงลอยขายอาหาร คิดเป็น 4.75% ซึ่งรวมจำนวนครัวเรือนที่ประกอบกิจการภายในครัวเรือนแล้ว คิดเป็น 39.75% แต่รวมเฉพาะที่มีการใช้เชื้อเพลิง คิดเป็น 25.75% จากข้อมูลที่ปรากฏได้สะท้อนให้เห็นว่า ข้อมูลที่สำรวจได้นี้จะมีความครอบคลุมทุกกลุ่มอาชีพและมีสัดส่วนใกล้เคียงกันกับสภาพที่เป็นอยู่จริงในพื้นที่ศึกษา

4.3.2 การเผาในที่โล่ง

4.3.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากสำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา และสำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครราชสีมา ทำให้ทราบว่าข้อมูลทั่วไปของเทศบาลนครนครราชสีมา และข้อมูลพื้นที่เกษตรภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการประมาณ ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่ง โดยข้อมูลที่ปรากฏมีดังต่อไปนี้

เทศบาลนครนครราชสีมาตั้งอยู่ในตำบลในเมือง เขตอำเภอเมืองนครราชสีมา มีพื้นที่รับผิดชอบ 37.50 ตารางกิโลเมตร หรือ 23,437 ไร่ 2 งาน โดยมีจำนวนครัวเรือนเกษตรกรรมทั้งหมด 654 ครัวเรือน และมีพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด 833 ไร่ ซึ่งจากพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด 833 ไร่ เกษตรกรจะทำการเพาะปลูกพืชผักตลอดทั้งปีทั้ง 833 ไร่ แต่มีบางปีเท่านั้นที่เกษตรกรจะหันมาปลูกข้าว ในพื้นที่จำนวน 112 ไร่ เมื่อว่างเว้นจากการปลูกพืชผัก โดยพื้นที่การเกษตรส่วนที่เหลือนั้น กลุ่มเกษตรกร ก็ยังคงทำการเพาะปลูกพืชผักเช่นเดิม (สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครราชสีมา, 2554)

จากข้อมูลการทำเกษตรกรรมในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา แสดงให้เห็นว่า การเพาะปลูกพืชผักเป็นพืชชนิดหลักของการทำเกษตร รองลงมาคือการปลูกข้าว ซึ่งในขั้นตอนการเพาะปลูก พืชผักของเกษตรกรในพื้นที่ ได้มีการใช้ปุ๋ยเคมีและฉีดพ่นยาฆ่าแมลงในกรณีที่มีศัตรูพืชระบาด (สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครราชสีมา, 2554) จึงก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการชะล้างสารเคมีออกจากพื้นที่การเกษตรลงสู่แหล่งน้ำชลประทาน และแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ อีกทั้งยังสามารถตกค้างในดินและพืชได้ (กลุ่มกรีนพีซประเทศไทย, 2551) นอกจากนี้ยังมีข้อมูล ระบุว่า การเพาะปลูกกลุ่มพืชผัก ได้มีการปลดปล่อยมลพิษจากการถูกชะล้างออกจากพื้นที่การเกษตรลงสู่แหล่งน้ำ ด้วยอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจน 2.04 กก./ไร่/ปี ฟอสฟอรัส 0.01 กก./ไร่/ปี สารเคมี 0.03 กก./ไร่/ปี และบีโอดี 2.04 กก./ไร่/ปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2550) ดังนั้นมลพิษหลักจากการเพาะปลูกพืชผัก คือ มลพิษต่อแหล่งน้ำ

การปลูกข้าวในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาถึงจะไม่ได้มีการเพาะปลูกกันทุกปี แต่จากฐานข้อมูลพื้นที่การเกษตร แผนพัฒนาตำบล ปี 2552-2554 ของสำนักงานเกษตรอำเภอเมือง นครราชสีมา พบว่าในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีพื้นที่การปลูกข้าว 112 ไร่ ซึ่งฟางข้าวที่เกิดขึ้น จากการทำนา เกษตรกรจะทำการอัดฟางข้าวแล้วมีคนมารับซื้อ ทั้งนี้เนื่องจากสำนักงานเทศบาลนคร นครราชสีมาได้มีระเบียบห้ามทำการเผาฟางข้าวในพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรบางราย ยังลักลอบเผา ต่อหังข้าวที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวพืชผล (สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครราชสีมา, 2554)

จากการสืบค้นข้อมูลจากสำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 65 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งประเทศ มีฟางข้าวเฉลี่ยประมาณ 25.45 ล้านตันต่อปี และมีปริมาณต่อหังข้าวที่ตกค้างอยู่ในนาข้าว 16.9 ล้านตันต่อปี

นับว่ามีปริมาณฟางข้าวและตอซังข้าวมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตอซังพืชชนิดอื่น ๆ โดยในพื้นที่ปลูกข้าว 1 ไร่ มีปริมาณฟางข้าวและตอซังข้าว เฉลี่ยปีละ 650 กิโลกรัม และปริมาณฟางข้าวและตอซังข้าวของประเทศไทย เฉลี่ย 60.25% และ 39.75% โดยปริมาณฟางข้าวและตอซังข้าว 1 ไร่ ตามลำดับ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

4.3.2.2 การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่ง

การปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่ง (วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร) ในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา เกิดจากการลักลอบเผาตอซังข้าวของเกษตรกรบางราย ทำให้การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามมีอุปสรรคเกิดขึ้น การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่งในการศึกษานี้ ได้ทำการประมาณจากการเผาตอซังข้าวที่เกิดขึ้น โดยสมมติให้ (Assumption) “เกษตรกรที่ปลูกข้าวในพื้นที่ศึกษาได้ทำการเผาตอซังข้าวทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการปลูกข้าวหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 112 ไร่ (1 ครั้ง/ปี)” ซึ่งจะให้มีปริมาณฟางข้าวและตอซังข้าวเกิดขึ้น 72,800 กิโลกรัม คิดเป็นตอซังข้าว 28,938 กิโลกรัม ตามสัดส่วนของฟางข้าวและตอซังข้าวในประเทศไทย จากข้อมูลปริมาณตอซังข้าวที่ได้สามารถนำไปประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่งได้ โดยใช้ค่า EF ดังตารางที่ 4.66 และสมการ (4.15) ซึ่งเหตุผลการเลือกใช้ค่า EF ได้พิจารณาตามแนวทางการเลือกใช้ค่า EF ที่กำหนดขึ้น ดังที่อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.3 โดยการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ค่า EF สำหรับ CO NO_x SO₂ TSP และ CO₂ จากงานวิจัยของคนไทย ซึ่งได้พัฒนาค่า EF ดังกล่าวจากข้อมูลที่เป็นของประเทศไทย จึงน่าจะมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ ส่วนค่า EF สำหรับ PM₁₀ และ NMVOC อ้างอิงจากเอกสารของ EEA (2009) เนื่องจากเป็นค่า EF ที่พัฒนามาจากข้อมูลของกิจกรรมที่เฉพาะกับกิจกรรมที่ศึกษาและเป็นแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งผลการประมาณที่ได้ แสดงดังตารางที่ 4.67

$$E_{\text{pollutant}} = AR_{\text{residue_burnt}} \times EF_{\text{pollutant}} \quad (4.15)$$

โดยที่	$E_{\text{pollutant}}$	คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ (กรัม/ปี)
	$AR_{\text{residue_burnt}}$	คือ มวลของวัสดุที่เผา (กิโลกรัม/ปี)
	$EF_{\text{pollutant}}$	คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (กรัม/กิโลกรัม น้ำหนักแห้งวัสดุ)

ตารางที่ 4.66 ค่าปัจจัยการปล่อยอากาศสำหรับการเผาฟางข้าวในที่โล่ง

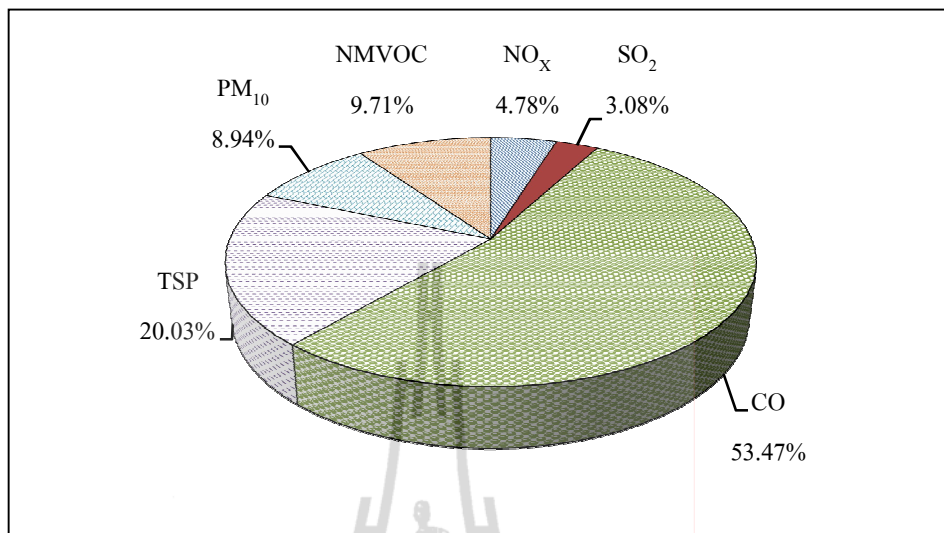
สารมลพิษ	EF (กรัม/กิโลกรัม น้ำหนักแห้งของฟางข้าว)
NO _x	3.1
SO ₂	2.0
CO	34.7
TSP	13.0
PM ₁₀ ⁽¹⁾	5.8
NMVOV ⁽¹⁾	6.3
CO ₂	1,460.0

หมายเหตุ จาก Gadde et al. (2009); ⁽¹⁾ EEA (2009)

ตารางที่ 4.67 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่งในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552

สารมลพิษ	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)
NO _x	0.090
SO ₂	0.058
CO	1.004
TSP	0.376
PM ₁₀	0.168
NMVOV	0.182
CO ₂	42.249

จากตารางที่ 4.67 แสดงให้เห็นว่าการปล่อยสารมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่งภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ประกอบด้วย NO_x 0.090 ตัน/ปี SO₂ 0.058 ตัน/ปี CO 1.004 ตัน/ปี TSP 0.376 ตัน/ปี PM₁₀ 0.168 ตัน/ปี NMVOV 0.182 ตัน/ปี และ CO₂ 42.249 ตัน/ปี ซึ่งสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่ง ยกเว้น CO₂ แสดงดังรูปที่ 4.12 ซึ่งพบว่า สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่ง มากที่สุด คือ CO 53.46% รองลงมา ได้แก่ TSP 20.02% NMVOV 9.69% PM₁₀ 8.95% NO_x 4.79% และ SO₂ 3.09%



รูปที่ 4.12 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่ง

4.3.2.3 ฐานข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูล ทำให้ทราบข้อมูลกิจกรรมการเผาขยะ การเผาวัสดุอื่น ๆ ภายในครัวเรือนและการเผาวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรในที่โล่ง พบว่าภายในบริเวณครัวเรือนเกือบทั้งหมดภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ไม่มีกิจกรรมการเผาขยะจากที่พักอาศัย เผากิ่งไม้ ใบไม้และหญ้าแห้งภายในบริเวณบ้าน คิดเป็น 95% และ 92.5% ของจำนวนครัวเรือนที่สุ่มตัวอย่าง ตามลำดับ แต่ก็จะมีการเผาบ้างเป็นบางครั้ง ประมาณ 1-2 ครั้ง/เดือน ซึ่งเป็นส่วนที่น้อยมาก คือ 3.25% และ 6% ของจำนวนครัวเรือนที่สุ่มตัวอย่างตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากความเป็นชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ของเขตเทศบาลทำให้ระบบการรวบรวมและเก็บขนขยะและเศษวัสดุต่าง ๆ ค่อนข้างที่จะทั่วถึงในทุกชุมชน ประกอบกับการเป็นชุมชนเมืองที่มีความแออัดของที่อยู่อาศัย ทำให้การเผาวัสดุในบริเวณบ้านอย่างเช่นครัวเรือนในชนบททำได้ยาก เนื่องจากอาจจะถูกร้องเรียนจากเพื่อนบ้านได้ ส่วนการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตรในพื้นที่การเกษตร ตามข้อมูลที่ปรากฏก็จะพบว่ามากถึง 99.75% ที่ไม่มีกิจกรรมดังกล่าว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพื้นที่ส่วนน้อยเป็นพื้นที่ทำการเกษตร

4.4 การเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้กับงานวิจัยอื่น ๆ

4.4.1 สรุปผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่าง ๆ

จากผลการศึกษาปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศหลักในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยใช้ฐานข้อมูลทุติยภูมิ ปี พ.ศ. 2552 เป็นหลักและข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูล โดยจำแนกแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ และแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ ซึ่งสามารถสรุปปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละประเภท ได้ดังตารางที่ 4.68-4.70

ตารางที่ 4.68 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด

แหล่งกำเนิด	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NM VOC	CO ₂
โรงงาน	0.45	0.00034	0.09	0.02	0.02	0.01	377.55
เตาเผาศพ	0.117	0.072	0.098	0.154	-	0.013	-
ปั๊มน้ำมัน	-	-	-	-	-	61.23	-
รวม	0.56	0.072	0.18	0.17	0.02	61.25	377.55

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

จากผลการศึกษาที่ได้ดังตารางที่ 4.68 แสดงให้เห็นว่า แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดที่ทำการศึกษา ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม เตาเผาศพ และสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (ปั๊มน้ำมัน) มีปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดไม่มากนัก โดยมีปริมาณการปล่อยสารมลพิษอยู่ในช่วง 0.01-0.45 ตัน/ปี ยกเว้นการปล่อย NM VOC จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงและการปล่อย CO₂ จากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการปล่อยค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับแหล่งกำเนิดประเภทเดียวกัน โดยมีปริมาณการปล่อย เท่ากับ 61.23 ตัน/ปี และ 377.55 ตัน/ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 4.69 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่

แหล่งกำเนิด	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)					
	HC	NO _x	SO ₂	CO	PM ⁽¹⁾	CO ₂
ยานพาหนะ	2,737.36	8,215.87	213.90	13,429.42	568.69	386,682.00
จำแนกตามประเภท						
ยานพาหนะ						
- รถจักรยานยนต์	1,535.41	176.32	14.69	9,653.25	63.18	29,025.86
- รถยนต์เบนซิน	46.97	23.04	54.06	454.60	89.50	168,884.52
- รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	33.28	433.52	37.90	405.79	38.82	188,771.62
- รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	1,121.71	7582.99	107.25	2,915.78	377.18	-
จำแนกตามประเภทถนน						
- สายหลัก	1,878.24	7,959.75	191.35	8,025.58	511.51	318,682.78
- สายรองสำคัญ	490.00	157.32	14.52	3,083.84	35.25	44,379.81
- สายรองทั่วไป	63.92	23.42	1.61	398.90	4.28	4,550.35
- สายย่อย	305.20	75.38	6.42	1,921.10	17.65	19,069.06

หมายเหตุ ⁽¹⁾ PM หมายถึง TSP จาก นภาพร พานิช และคณะ (2547)

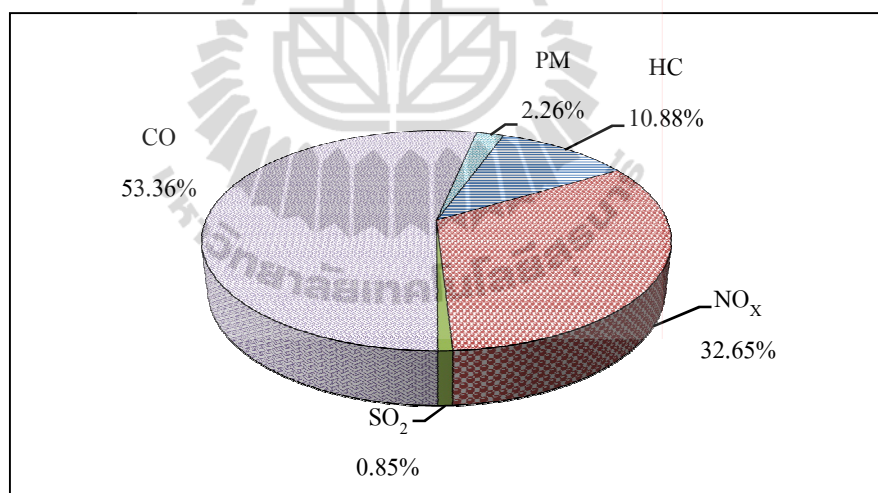
เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

จากผลการศึกษาที่ได้ ดังตารางที่ 4.69 แสดงให้เห็นว่า แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ คือ ยานพาหนะบนถนน มีปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศค่อนข้างสูงภายในพื้นที่ศึกษา เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศโดยจำแนกตามประเภทของยานพาหนะ พบว่า ยานพาหนะที่เป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยมลพิษอากาศภายในพื้นที่ศึกษา คือ รถจักรยานยนต์ และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ ซึ่งปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะโดยส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมการสัญจรไปมาของยานพาหนะบนถนนสายหลัก โดยสารมลพิษอากาศที่ปล่อยออกจากยานพาหนะในสัดส่วนเชิงปริมาณที่สูง ได้แก่ CO 53.36% NO_x 32.65% และ HC 10.88% รายละเอียดดังรูปที่ 4.13

ตารางที่ 4.70 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่

แหล่งกำเนิด	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NMVOC	CO ₂
ที่พักอาศัย	30.41	<0.01	20.66	2.69	1.68	6.89	28,222.87
เผาในที่โล่ง	0.090	0.058	1.004	0.376	0.168	0.182	42.249
รวม	30.50	0.058	21.66	3.07	1.85	7.07	28,265.12

จากตารางที่ 4.70 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยส่วนใหญ่มาจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ยกเว้นการปล่อย SO₂ ที่มีการปล่อยจากกิจกรรมการเผาในที่โล่งมากกว่า โดยปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่งมีปริมาณค่อนข้างน้อย ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.058-1.004 ตัน/ปี ยกเว้น CO₂



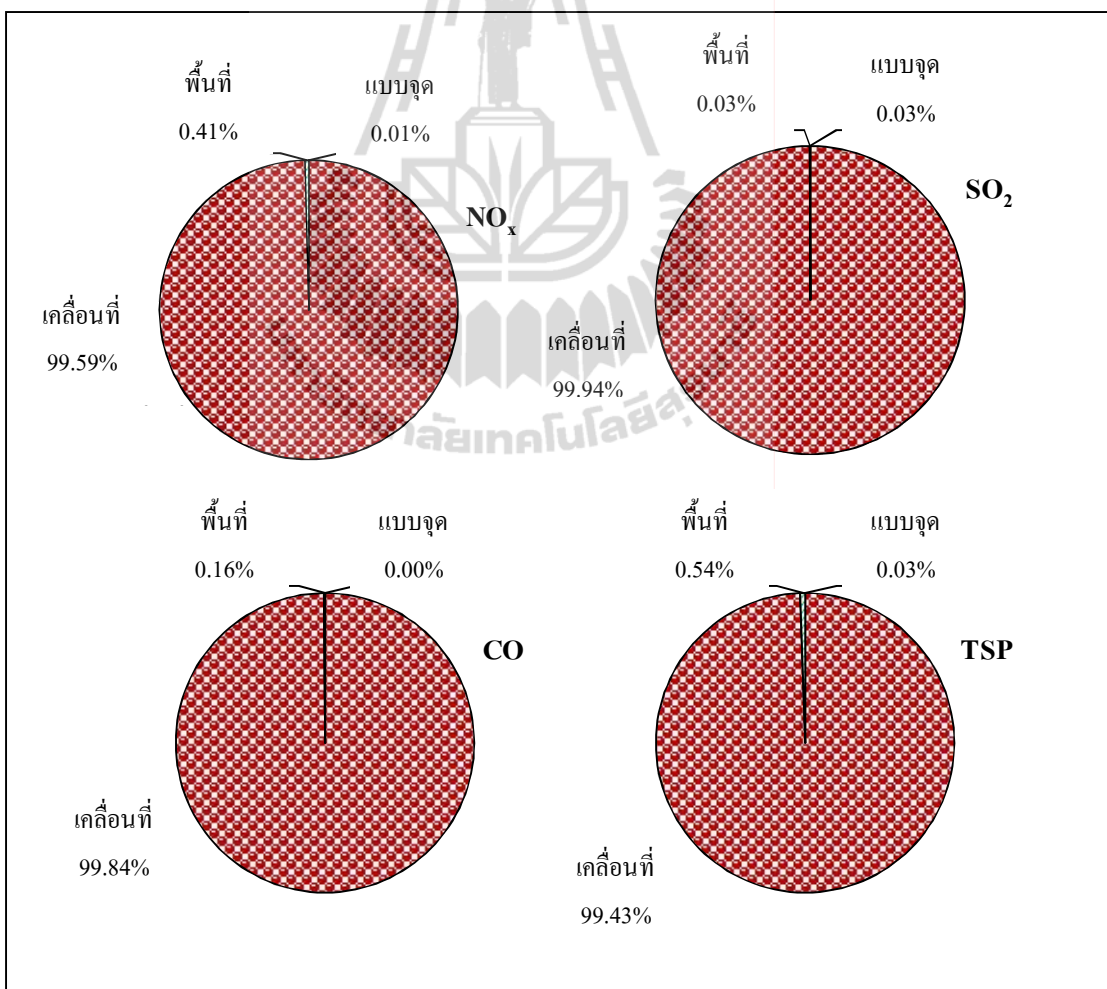
รูปที่ 4.13 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะ

เมื่อพิจารณาข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ได้ดังตารางที่ 4.71 พบว่า การปล่อยสารมลพิษอากาศภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ประกอบด้วย NO_x 8,249.93 ตัน/ปี SO₂ 214.03 ตัน/ปี CO 13,451.26 ตัน/ปี TSP 571.93 ตัน/ปี PM₁₀ 1.87 ตัน/ปี NMVOC 68.32 ตัน/ปี HC 2,737.36 ตัน/ปี และ CO₂ 415,321.04 ตัน/ปี สำหรับสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท แสดงดังรูปที่ 4.14

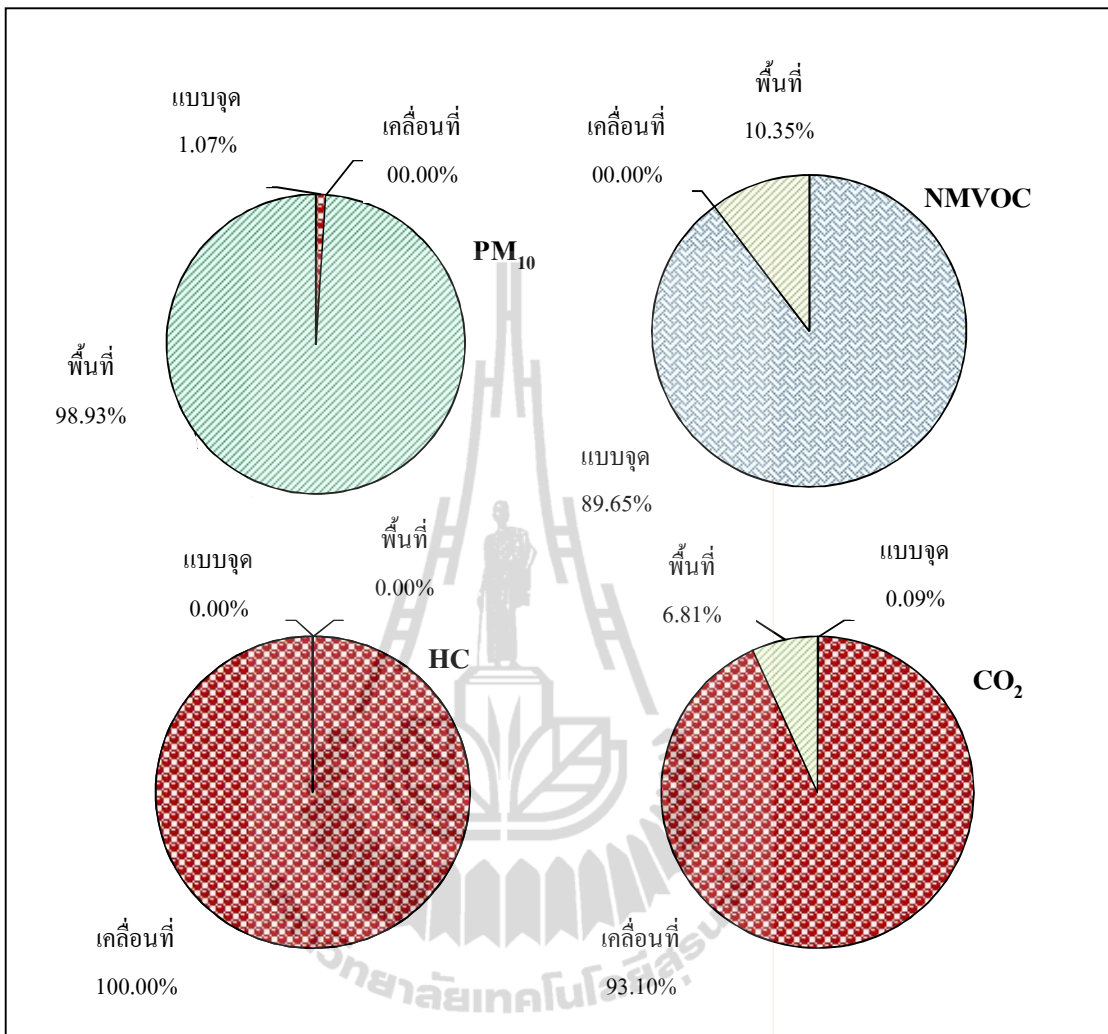
ตารางที่ 4.71 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ
ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

แหล่งกำเนิด	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ปี)							
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NMVOG	HC	CO ₂
แบบจุด	0.56	0.072	0.18	0.17	0.02	61.25	-	377.55
เคลื่อนที่	8,215.87	213.90	13,429.42	568.69	-	-	2,737.36	386,678.37
พื้นที่	30.50	0.058	21.66	3.07	1.85	7.07	-	28,265.12
รวม	8,246.93	214.03	13,451.26	571.93	1.87	68.32	2,737.36	415,321.04

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา



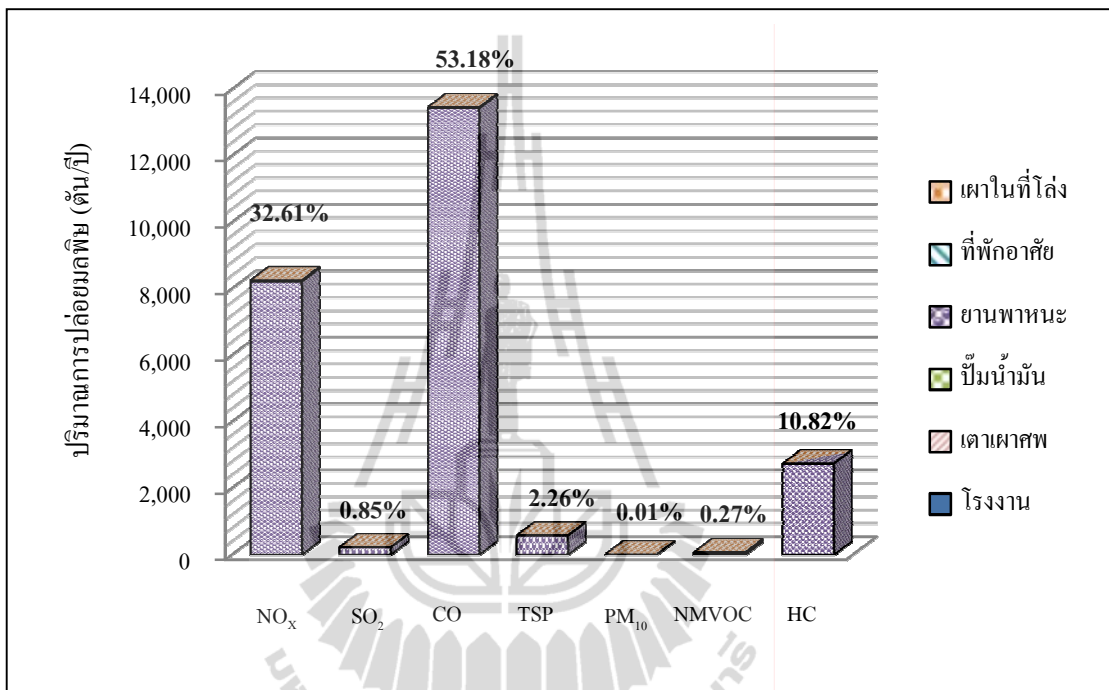
รูปที่ 4.14 การปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท
ภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา



รูปที่ 4.14 การปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดแต่ละประเภท
ภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา (ต่อ)

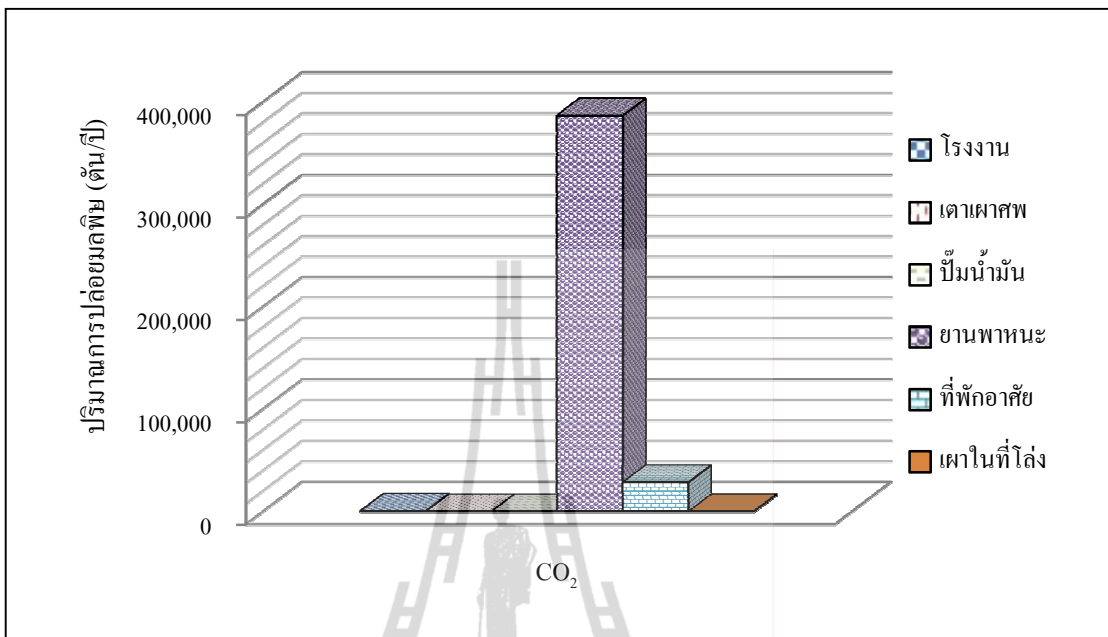
ผลการศึกษาที่ได้ ดังรูปที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่และแบบพื้นที่ เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศหลักของพื้นที่ศึกษา โดยแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่มีสัดส่วนการปล่อย NO_x SO₂ CO TSP และ CO₂ มากที่สุด ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 93-100% ของปริมาณการปล่อยทั้งหมด ส่วนแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีการปล่อย PM₁₀ มากที่สุด มีค่าประมาณ 99% ของปริมาณการปล่อยทั้งหมด ในขณะที่สารมลพิษชนิดหลักจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด คือ NMVOC ประมาณ 90% ของปริมาณการปล่อยทั้งหมด

นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศทั้งหมดจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้ทำการศึกษา ยกเว้น CO₂ แสดงดังรูปที่ 4.15 ส่วนการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อย CO₂ จากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้ทำการศึกษา แสดงดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในพื้นที่ศึกษา

รูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่ายานพาหนะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศหลักของพื้นที่ศึกษา โดยสารมลพิษอากาศที่มีสัดส่วนการปล่อยมากที่สุดภายในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ CO 53.18% รองลงมา ได้แก่ NO_x 32.61% และ HC 10.82% ส่วนสารมลพิษชนิดอื่น ๆ มีปริมาณการปล่อยน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสารมลพิษชนิด CO NO_x และ HC ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-2.26%



รูปที่ 4.16 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อย CO₂ จากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในพื้นที่ศึกษา

จากรูปที่ 4.16 แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่า การปล่อย CO₂ ส่วนใหญ่ภายในพื้นที่ศึกษา มาจากยานพาหนะ รองลงมา คือ ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ส่วนการปล่อย CO₂ จากกิจกรรมอื่น ๆ มีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยจากยานพาหนะ

นอกจากนี้จากการสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาเพื่อให้อยู่ในรูปของหน่วยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ของสำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งผลการสังเคราะห์ที่ได้ แสดงดังตารางที่ 4.72-4.74

ตารางที่ 4.72 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศต่อหน่วยของกิจกรรมที่ศึกษา

จากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด

กิจกรรม (หน่วย)	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (กิโลกรัม/หน่วยกิจกรรม/ปี)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NMVOC	CO ₂
โรงงานอุตสาหกรรม (โรงงาน)	2	<0.01	0.4	0.09	0.09	0.04	1,678
เตาเผาศพ (เตา)	6.5	4	5.44	8.56	-	0.72	-
ปิมน้ำมัน (สถานี)	-	-	-	-	-	3,826.88	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

ตารางที่ 4.73 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศต่อหน่วยของกิจกรรมที่ศึกษา
จากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่

ประเภทถนน	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/กิโลเมตร/ปี)					
	HC	NO _x	SO ₂	CO	PM	CO ₂
ถนนสายหลัก	79.59	337.28	8.11	340.07	21.67	13,503.51
ถนนสายรองสำคัญ	11.84	3.80	0.35	74.49	0.85	1,071.98
ถนนสายรองทั่วไป	9.26	3.39	0.23	57.81	0.62	659.47
ถนนสายย่อย	3.32	0.82	0.07	20.88	0.19	207.27

ตารางที่ 4.74 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศต่อหน่วยของกิจกรรมที่ศึกษา
จากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่

กิจกรรม	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ตร.กม./ปี)						
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	PM ₁₀	NMVOC	CO ₂
ที่พักอาศัย	0.811	<0.001	0.551	0.072	0.045	0.184	752.610
เผาในที่โล่ง	0.002	0.002	0.027	0.010	0.004	0.005	1.127

4.4.2 การเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้กับงานวิจัยอื่น ๆ

จากการปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในระดับพื้นที่ ทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาทั้งหมดเป็นการศึกษาในพื้นที่ระดับเขตเมืองขนาดใหญ่และพื้นที่ระดับจังหวัด แต่ในการศึกษาครั้งนี้เป็นครั้งแรกที่ทำการศึกษาในพื้นที่ชุมชนเมืองขนาดเล็กในระดับเขตเทศบาล โดยการเปรียบเทียบวิธีการศึกษากับงานวิจัยอื่น ๆ แสดงได้ดังตารางที่ 4.75 และ 4.76

ตารางที่ 4.75 การเปรียบเทียบวิธีการศึกษากับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ศึกษาในระดับกิจกรรม

กิจกรรม	งานวิจัย/พื้นที่ศึกษา		
	Soylu, S. (2007) ประเทศตุรกี ทั้งประเทศ	Krittayakasem. et al. (2004) ประเทศไทย ทั้งประเทศ	งานวิจัยครั้งนี้ (2553) เขตเทศบาลนคร นครราชสีมา
1) โรงไฟฟ้าถ่านหิน ลิกไนต์	-	NO _x SO ₂ CO ₂	-
2) โรงไฟฟ้า	-	-	-
3) ยานพาหนะบนถนน	NO _x SO ₂ CO CO ₂ PM CH ₄ N ₂ O NMVOC Pb	-	NO _x CO PM HC CO ₂
วิธีการ	Model: COPERT III Program	CEM Stack Sampling System EF	EF

ตารางที่ 4.76 การเปรียบเทียบวิธีการศึกษากับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ศึกษาในระดับพื้นที่

แหล่งกำเนิดมลพิษ	งานวิจัย/พื้นที่ศึกษา				
	กรมควบคุมมลพิษ (2543) กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล	กรมควบคุมมลพิษ (2551) จ.สมุทรปราการ	Elbir et al. (2004) เมือง Izmir ตุรกี	Gurjar et al. (2004) เมืองเดลี อินเดีย	งานวิจัยครั้งนี้ (2553) เขตเทศบาลนครราชสีมา
- โรงงาน	NO _x SO ₂ CO PM VOC	PM	NO _x SO ₂ PM	NO _x SO ₂ CO CO ₂ TSP CH ₄ N ₂ O NH ₃ NMVOC	NO _x SO ₂ CO CO ₂ TSP PM ₁₀ NMVOC
- เคาเผาศพ	NO _x SO ₂ CO PM VOC	-	-	-	NO _x SO ₂ CO TSP NMVOC
- ปิ่มน้ำมัน	VOC	-	-	-	NMVOC
- ยานพาหนะ	NO _x SO ₂ CO PM HC	PM	NO _x SO ₂ PM	NO _x SO ₂ CO CO ₂ TSP CH ₄ N ₂ O NH ₃ NMVOC	NO _x SO ₂ CO PM HC CO ₂

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

ตารางที่ 4.76 การเปรียบเทียบวิธีการศึกษากับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ศึกษาในระดับพื้นที่ (ต่อ)

แหล่งกำเนิดมลพิษ	งานวิจัย/พื้นที่ศึกษา				
	กรมควบคุมมลพิษ (2543) กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล	กรมควบคุมมลพิษ (2551) จ.สมุทรปราการ	Elbir et al. (2004) เมือง Izmir ตุรกี	Gurjar et al. (2004) เมืองเดลี อินเดีย	งานวิจัยครั้งนี้ (2553) เทศบาลนครนครราชสีมา
- ที่พักอาศัย/ธุรกิจ การค้า	NO _x SO ₂ CO PM VOC	PM	NO _x SO ₂ PM	NO _x SO ₂ CO CO ₂ TSP CH ₄ N ₂ O NMVOC	NO _x SO ₂ CO CO ₂ TSP PM ₁₀ NMVOC
- การเผาในที่โล่ง	-	PM	-	-	NO _x SO ₂ CO CO ₂ TSP PM ₁₀ NMVOC
- เตาเผาขยะ	NO _x SO ₂ CO PM VOC	PM	-	-	-
- หลุมฝังกลบขยะ	CH ₄	-	-	-	-
- การบำบัดน้ำเสีย	-	-	-	CH ₄	-
- โรงไฟฟ้า	-	PM	-	NO _x SO ₂ CO CO ₂ TSP CH ₄ N ₂ O NH ₃ NMVOC	-
- ทำอากาศยาน	NO _x SO ₂ CO VOC	PM	-	-	-
- เรือ/แพขนานยนต์	-	PM	-	-	-
- การเกษตรกรรม	-	-	-	CH ₄ N ₂ O NH ₃	-
วิธีการ	EF	EF	EF	EF	EF

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

จากข้อมูลดังตารางที่ 4.75 และ 4.76 แสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในระดับพื้นที่ จะใช้วิธี Emission Factor แต่จะเลือกใช้วิธีการอื่น ๆ เช่น วิธีการใช้แบบจำลองและวิธี CEM ในกรณีที่ทำการศึกษาเฉพาะกิจกรรมหรือที่เรียกว่า การศึกษาในระดับกิจกรรม สะท้อนให้เห็นว่าวิธีที่ใช้ในการศึกษารังนี้ เป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้กัน โดยทั่วไปทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ส่วนการเปรียบเทียบรูปแบบวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษ แสดงดังตารางที่ 4.77

ตารางที่ 4.77 การเปรียบเทียบรูปแบบวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ

แหล่งกำเนิดมลพิษ	รูปแบบวิธีการประมาณที่ใช้				
	กรมควบคุมมลพิษ (2543) กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล	กรมควบคุมมลพิษ (2551) จ.สมุทรปราการ	Elbir et al. (2004) เมือง Izmir ตุรกี	Gurjar et al. (2004) เมืองเดลี อินเดีย	งานวิจัยครั้งนี้ (2553) เทศบาลนครนครราชสีมา
โรงงาน	BUA	BUA	TDA	TDA	TDA&BUA
เตาเผาศพ	BUA	-	-	-	TDA&BUA
ปั๊มน้ำมัน	TDA	-	-	-	TDA&BUA
ยานพาหนะบนถนน	BUA	BUA	TDA	TDA	BUA
ที่พักอาศัย/ธุรกิจ การค้า	TDA	TDA	TDA	TDA	TDA&BUA
การเผาในที่โล่ง	-	TDA	-	-	TDA

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

จากตารางที่ 4.77 แสดงให้เห็นว่า โดยส่วนใหญ่งานวิจัยในต่างประเทศจะใช้วิธี TDA ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความพร้อมของฐานข้อมูลที่มีอยู่ ส่วนงานวิจัยในประเทศไทยจะเลือกใช้ทั้ง 2 วิธี แต่จะเลือกเพียงวิธีการใดวิธีการหนึ่งเท่านั้นสำหรับ 1 แหล่งกำเนิด ส่วนในการศึกษารังนี้ มีจุดเด่นที่ได้ทำการศึกษาโดยใช้ทั้ง 2 วิธี สำหรับ 1 แหล่งกำเนิด ยกเว้นยานพาหนะและการเผาในที่โล่ง เนื่องจากความจำกัดด้านความพร้อมของฐานข้อมูลที่มีอยู่ นอกจากนี้การเปรียบเทียบแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและปริมาณการปลดปล่อยสารมลพิษอากาศของเทศบาลนครนครราชสีมา กับเมืองอื่น ๆ แสดงได้ดังตารางที่ 4.78 โดยได้เลือกเปรียบเทียบเฉพาะแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทเดียวกันและมีลักษณะวิธีการวิจัยที่ใกล้เคียงกันกับการศึกษาในครั้งนี้

ตารางที่ 4.78 การเปรียบเทียบแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ
ของเทศบาลนครนครราชสีมา กับเมืองอื่น ๆ

ประเภท แหล่งกำเนิด	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ตร.กม./ปี)							
	NO _x	SO ₂	CO	TSP	NMVOC	HC	PM ₁₀	CO ₂
แบบจุด เมือง Izmir ประเทศตุรกี ⁽¹⁾	3.077	6.478	-	4.609	-	-	-	-
กรุงเทพฯ และปริมณฑล ⁽²⁾	7.251	29.761	0.811	0.484	-	-	-	-
เทศบาลนคร นครราชสีมา ⁽³⁾	0.015	0.002	0.005	0.005	1.633	-	0.001	10.1
แบบเคลื่อนที่ เมือง Izmir ประเทศตุรกี ⁽¹⁾	22.710	2.178	-	1.580	-	-	-	-
กรุงเทพฯ และปริมณฑล ⁽²⁾	34.265	1.291	45.286	2.667	-	30.164	-	-
เทศบาลนคร นครราชสีมา ⁽³⁾	219.09	5.704	358.118	15.165	-	73.00	-	10,311.4
แบบพื้นที่ เมือง Izmir ประเทศตุรกี ⁽¹⁾	1.315	6.658	-	13.051	-	-	-	-
กรุงเทพฯ และปริมณฑล ⁽²⁾	1.102	0.024	13.949	1.794	4.390	-	-	-
เทศบาลนคร นครราชสีมา ⁽³⁾	0.813	0.002	0.578	0.082	0.189	-	0.049	753.7

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่ได้ทำการศึกษา

⁽¹⁾ Elbir et al. (2004); ⁽²⁾ กรมควบคุมมลพิษ (2543); ⁽³⁾ งานวิจัยครั้งนี้

จากตารางที่ 4.78 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดภายในพื้นที่ศึกษามีค่าค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของขนาดโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ เป็นพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ แตกต่างจากพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

และมีจำนวนโรงงานไม่มากนัก ทำให้ปริมาณการปล่อยมลพิษน้อยตามไปด้วย ส่วนปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ภายในพื้นที่ศึกษามีค่าค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษาของงานวิจัยอื่น ๆ เป็นพื้นที่ระดับจังหวัด ซึ่งประกอบไปด้วยเขตชุมชนเมืองและเขตชนบทที่มีปริมาณจราจรไม่มาก เมื่อทำการเฉลี่ยปริมาณการปล่อยมลพิษต่อพื้นที่ จึงทำให้มีปริมาณการปล่อยมลพิษต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่เป็นพื้นที่ขนาดเล็กแต่มีปริมาณจราจรหนาแน่น นอกจากนี้ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ภายในพื้นที่ศึกษามีค่าต่ำกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษาของงานวิจัยอื่น ๆ เป็นพื้นที่ระดับจังหวัด ซึ่งประกอบไปด้วยเขตชนบทที่มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่แตกต่างจากชุมชนเมืองอย่างเช่น เทศบาลนครนครราชสีมา โดยเฉพาะการใช้ฟืน ถ่านไม้ และถ่านหิน (เฉพาะงานวิจัยของต่างประเทศ) จึงทำให้ปริมาณการปล่อย TSP และ SO₂ ค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมีการใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงชนิดหลัก

แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยมลพิษเฉพาะกิจกรรมที่มีข้อมูลพอสืบค้นได้ในพื้นที่ระดับเขตและอำเภอ แสดงดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.79 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมของเทศบาลนครนครราชสีมา กับพื้นที่อื่น ๆ

พื้นที่ศึกษา	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	ประชากร (คน)	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/ตร.กม./ปี)				
			NO _x	SO ₂	CO	TSP	NMVOG
เขตบางเขน กรุงเทพฯ	42.1	162,765	0.393	0.002	0.771	0.106	0.169
เขตบางแค กรุงเทพฯ	44.5	183,289	0.419	0.002	0.821	0.113	0.180
อ.เมืองปทุมธานี	120.2	123,527	0.254	0.001	0.482	0.066	0.105
อ.ปากเกร็ด จ.ปทุมธานี	89.0	177,115	0.350	0.002	0.649	0.090	0.142
ทน.นครราชสีมา	37.5	165,539	0.811	<0.001	0.551	0.072	0.184

หมายเหตุ พื้นที่เมืองอื่น ๆ เป็นฐานข้อมูลในปี พ.ศ. 2540

ตารางที่ 4.79 แสดงให้เห็นว่าปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมภายในพื้นที่ศึกษากับพื้นที่อื่น ๆ ที่มีจำนวนประชากรและขนาดพื้นที่ใกล้เคียงกันได้แก่ เขตบางเขน เขตบางแค อำเภอปากเกร็ดและ อำเภอเมืองปทุมธานี มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก สะท้อนให้เห็นว่าเมืองที่มีลักษณะโครงสร้างพื้นฐานใกล้เคียงกัน จะมีปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยที่ใกล้เคียงกัน แต่สัดส่วนปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศบางชนิดที่แตกต่างกัน อาจเกิดจากความแตกต่างระหว่างชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ภายในพื้นที่ศึกษานั้น ๆ

ตารางที่ 4.80 การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง
ของเทศบาลนครนครราชสีมา กับเมืองอื่น ๆ

จังหวัด	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตัน/สถานี/ปี)	ปริมาณการปล่อย NMVOC รวม (ตัน/ปี)
กรุงเทพมหานคร	8.706	7,495.8
สมุทรปราการ	4.212	783.4
นนทบุรี	3.359	644.9
ปทุมธานี	2.074	491.4
สมุทรสาคร	1.459	195.6
นครปฐม	0.788	271.2
เทศบาลนครนครราชสีมา	3.402	61.23

จากตารางที่ 4.80 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในพื้นที่เมืองอื่น ๆ กับเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกัน ในเชิงปริมาณการปล่อยมลพิษรวมทั้งพื้นที่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่ศึกษาที่แตกต่างกัน เช่น จำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง และสภาพการสัญจรของยานพาหนะในพื้นที่ แต่เมื่อเปรียบเทียบกัน ในรูปของปริมาณการปล่อยมลพิษต่อสถานีที่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากวิธีการประมาณที่ใช้ โดยข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธี BUA ในขณะที่เมืองอื่น ๆ ใช้วิธี TDA ทำให้ปริมาณการปล่อยมลพิษต่อสถานีมีค่าน้อยกว่าพื้นที่ศึกษา ทั้งที่มีขนาดเมืองใหญ่กว่า เช่น นครปฐม สมุทรสาครและปทุมธานี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการประมาณด้วยวิธี TDA เป็นการนำข้อมูลการปริมาณจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งจังหวัดมาเฉลี่ยต่อจำนวนสถานี ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าทั้งจังหวัดมีปั้มน้ำมันขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก จึงส่งผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณการปล่อยมลพิษต่อสถานี ทำให้สถานีขนาดใหญ่ ๆ มีปริมาณการปล่อยมลพิษต่อสถานีไม่มากนัก ผลการเปรียบเทียบได้สะท้อนให้เห็นว่า มลพิษจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของแต่ละเมือง โดยปริมาณการปล่อยมลพิษรวมขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ศึกษา แต่ค่าปริมาณการปล่อยมลพิษต่อสถานีอาจมีผลมาจากวิธีการประมาณที่เลือกใช้

4.5 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของวิธีการและความพร้อมของฐานข้อมูล ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

4.5.1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของวิธีการ

4.5.1.1 โรงงานอุตสาหกรรม

ผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยวิธี TDA โดยใช้ข้อมูลจำนวน โรงงานอุตสาหกรรมและข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสาขาอุตสาหกรรมภายในจังหวัดนครราชสีมา มีค่าแตกต่างค่อนข้างมาก ทั้งปริมาณและสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษ เมื่อเทียบกับผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยวิธี BUA โดยใช้ข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของลักษณะโครงสร้างพื้นฐานด้านอุตสาหกรรมของเทศบาลนครราชสีมาที่โดยส่วนใหญ่แล้ว โรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรืออุตสาหกรรมภายในครัวเรือน ทำให้มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงไม่มากนักและชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้มีเพียง 2 ชนิด ส่วนลักษณะ โรงงานอุตสาหกรรมทั้งจังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วย โรงงานขนาดใหญ่และมีหลายประเภท ทำให้มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงค่อนข้างมากและมีความหลากหลายของชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้ ซึ่งความแตกต่างนี้ ส่งผลต่อค่าการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครราชสีมา ด้วยวิธี TDA ไม่มีความเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยยังเห็นว่า การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ด้วยวิธี TDA ก็สามารถนำไปใช้ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันของลักษณะ โรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ศึกษากับลักษณะ โรงงานอุตสาหกรรมที่นำมาเอาข้อมูลที่นำมาใช้อ้างอิง

4.5.1.2 เตาเผาศพ

การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากเตาเผาศพ ด้วยวิธี TDA โดยอาศัยค่าอัตราการตายต่อประชากร ควรใช้ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลหรือไม่สามารถรวบรวมข้อมูลได้เกี่ยวกับจำนวนการตายของประชากรภายในพื้นที่ศึกษา เพราะถ้ามีข้อมูลจำนวนการตายอยู่แล้วก็ควรเลือกใช้ข้อมูลดังกล่าว เนื่องจากอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากการประมาณได้

การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากเตาเผาศพ ด้วยวิธี BUA โดยอาศัยข้อมูลปริมาณการเผาศพจริงในพื้นที่ศึกษา ทำให้ค่าการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษที่ได้มีค่าสูงกว่าการประมาณด้วยวิธี TDA เพราะการประมาณจากจำนวนการตายได้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจากในสภาพความเป็นจริง จำนวนคนทั้งหมดที่ตายภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครราชสีมา

อาจไม่ได้ถูกนำมาเผาภายในพื้นที่เขตเทศบาลทั้งหมด ซึ่งอาจจะถูกนำไปเผาในพื้นที่เขตเทศบาลหรือฌาปนกิจในลักษณะอื่นที่ไม่ใช่การเผา เช่น ฟังหรือเก็บศพไว้

แต่อย่างไรก็ตามผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธีการประมาณทั้ง 2 วิธี มีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า การประมาณปริมาณมลพิษอากาศจากเตาเผาศพภายในชุมชนเมืองที่มีขนาดและโครงสร้างพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจใกล้เคียงกันกับเทศบาลนครนครราชสีมาสามารถเลือกใช้การประมาณการปล่อยมลพิษด้วยวิธี TDA ได้ ซึ่งเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายต่ำและใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่าวิธี BUA

4.5.1.3 สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

ผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยวิธี TDA โดยใช้ข้อมูลจำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงและข้อมูลปริมาณการจำหน่ายเชื้อเพลิงภายในจังหวัดนครราชสีมา มีค่าแตกต่างค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ ด้วยวิธี BUA ซึ่งใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนาม

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะ โครงสร้างพื้นฐานของเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเป็นชุมชนเมืองที่มีการจราจรค่อนข้างหนาแน่นและมีถนนสายหลักพาดผ่านพื้นที่ ทำให้สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีขนาดใหญ่ โดยจะเห็นได้ว่าจากจำนวนสถานีบริการทั้งหมด 18 แห่ง มีเพียง 2 แห่งเท่านั้นที่เป็นสถานีบริการอิสระหรือผู้ค้ารายย่อยและมีปริมาณการจำหน่ายเชื้อเพลิงไม่มากนัก แต่ในขณะที่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในจังหวัดนครราชสีมาโดยส่วนใหญ่เป็นสถานีบริการอิสระมากถึง 888 แห่ง จากทั้งหมด 1,021 แห่ง ส่งผลให้การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยใช้ข้อมูลปริมาณการจำหน่ายเชื้อเพลิงต่อสถานี จากการประมาณด้วยวิธี TDA มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาและเมืองอื่น ๆ ที่มีลักษณะโครงสร้างพื้นฐานที่ใกล้เคียงกัน โดยใช้วิธี TDA ไม่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ แต่อย่างไรก็ตามการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยวิธี TDA ก็อาจจะสามารถนำไปใช้ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของข้อมูลที่นำมาใช้ มีความสอดคล้องกับลักษณะ โครงสร้างพื้นฐานของเมืองที่ทำการศึกษาหรือไม่

4.5.1.4 ยานพาหนะ

การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้วิธี BUA เนื่องจากยานพาหนะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลักของชุมชนเมืองที่มีปริมาณจราจรค่อนข้างหนาแน่น เช่น พื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ทำให้ค่าการประมาณที่ได้มีความสำคัญและมีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีที่ให้ค่าการประมาณที่มีความถูกต้องมากกว่า ในขณะที่การประมาณด้วยวิธี TDA ต้องอาศัยข้อมูลจำนวนรถจดทะเบียนภายในจังหวัดนครราชสีมาและข้อมูลปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในพื้นที่ศึกษา ซึ่งส่งผลทำให้เกิดความไม่แน่นอนของข้อมูลการปล่อยมลพิษ เนื่องจากในสภาพความเป็นจริงรถที่จดทะเบียนทั้งหมดภายในจังหวัดนครราชสีมาและยานพาหนะที่เติมน้ำมันจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครราชสีมา ไม่ได้สัญจรไปมาเฉพาะภายในพื้นที่เท่านั้น ทำให้ผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะด้วยวิธี TDA มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นค่อนข้างมาก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ ด้วยวิธี BUA เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ ส่วนการประมาณด้วยวิธี TDA ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการศึกษาระดับชุมชนเมืองขนาดเล็ก เช่น พื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ดังเหตุผลที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น แต่อย่างไรก็ตามการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ ด้วยวิธี TDA น่าจะสามารถนำไปใช้ได้ ในกรณีที่พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่เมืองขนาดใหญ่ เช่น พื้นที่ทั้งจังหวัดหรือทั้งประเทศ เป็นต้น

4.5.1.5 ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

ผลการประมาณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมที่ได้จากการประมาณทั้ง 2 วิธี คือ TDA และ BUA มีความแตกต่างกันเป็นอย่างมาก ทั้งค่าปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดและชนิดเชื้อเพลิงหลักที่ใช้ภายในครัวเรือน ซึ่งมีเมื่อพิจารณาตามข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ปี พ.ศ. 2552 เกี่ยวกับการใช้พลังงานในสาขาที่พักอาศัยและธุรกิจการค้า พบว่าข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่ได้จากการประมาณด้วยวิธี BUA มีความสอดคล้องกับข้อมูลการใช้พลังงานในสาขาที่พักอาศัยและธุรกิจการค้าของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน โดยเชื้อเพลิงหลักที่ใช้ในที่พักอาศัยในพื้นที่เขตเทศบาล คือ ก๊าซหุงต้ม ส่วนฟืนและถ่านไม้จะใช้น้อยมากนอกเขตเทศบาล คิดเป็น 98.68% และ 97.70% ของปริมาณการใช้ทั้งหมดภายในประเทศ ตามลำดับ ทำให้ภายในเขตเทศบาลมีการใช้ฟืนและถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิงไม่มากนัก จึงเป็นไปได้ที่ภายในเขตเทศบาลนครราชสีมาจะมีการใช้ฟืนและถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิงภายในที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมมากกว่าการใช้ก๊าซหุงต้ม ดังค่าที่ได้จาก

การประมาณด้วยวิธี TDA ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า การประมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาและพื้นที่เขตเทศบาลอื่น ๆ ด้วยวิธี TDA เป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยยังเห็นว่า การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ด้วยวิธี TDA ก็สามารถนำไปใช้ได้ ถ้าพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่นอกเขตเทศบาลหรือเมืองอื่น ๆ ที่มีสภาพเป็นชุมชนชนบท

4.5.1.6 การเผาในที่โล่ง

การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่งในการศึกษารั้งนี้ ได้ใช้วิธี TDA เนื่องจากมีข้อจำกัดหรืออุปสรรคในการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม ทำให้ไม่สามารถทำการประมาณด้วยวิธี BUA ได้ เพราะไม่มีข้อมูลปริมาณการเผาต่อชั่งข้าวจากเกษตรกร ด้วยการเผาฟางเกิดจากการลักลอบเผาของเกษตรกรบางรายเท่านั้นและการให้ข้อมูลที่ไม่เป็นความจริงของเกษตรกร

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากกิจกรรมการเผาในที่โล่ง (วัสดุเหลือใช้ภาคการเกษตร) ด้วยวิธี TDA เป็นวิธีที่น่าจะมีความเหมาะสมและสามารถนำมาใช้ได้ กรณีที่พื้นที่ศึกษามีลักษณะ โครงสร้างพื้นฐานด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินภาคการเกษตรไม่มากนักหรือมีพื้นที่ทำการเกษตรน้อย เช่น พื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา เนื่องจากการเผาในที่โล่งไม่ได้เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษหลักของพื้นที่ศึกษา ทำให้ค่าการประมาณที่ได้มีผลกระทบน้อย จึงไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการประมาณที่ให้ความถูกต้องมากนัก เช่น การประมาณด้วยวิธี BUA ดังนั้นผลการประมาณที่ได้จากวิธี TDA ก็น่าจะเพียงพอแล้ว

4.5.2 ความพร้อมของฐานข้อมูล

ความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษต่าง ๆ ภายในพื้นที่ศึกษา เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการดำเนินการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ เนื่องจากจะช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้สรุปความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ทั้งข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลที่ใช้ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในพื้นที่เมืองอื่น ๆ โดยสรุปความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้ทำการศึกษา แสดงได้ดังตารางที่ 4.81-4.86

ตารางที่ 4.81 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่สำคัญสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ
การปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	วิธีประมาณ
จำนวนโรงงานในจังหวัด	สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด	TDA
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานทั้งจังหวัด	กรมธุรกิจพลัง	TDA
จำนวนโรงงานในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด	TDA&BUA
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของโรงงานในพื้นที่ศึกษา	สำรวจข้อมูลภาคสนาม	BUA
ข้อมูลทั่วไปของโรงงานในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด	-

ตารางที่ 4.82 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่สำคัญสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ
การปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพ

รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	วิธีประมาณ
จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา	TDA
อัตราการตายต่อประชากรพันคนของประเทศ	สำนักงานสถิติแห่งชาติ	TDA
จำนวนการตายของประชากรในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานสถิติแห่งชาติ	TDA
จำนวนวัดที่มีเมรุ	สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา	BUA
ปริมาณการเผาศพ	สำรวจข้อมูลภาคสนาม	BUA
ข้อมูลเกี่ยวกับเมรุเผาศพ	สำรวจข้อมูลภาคสนาม	-

ตารางที่ 4.83 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่สำคัญสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ
การปล่อยมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	วิธีประมาณ
จำนวนสถานีบริการน้ำมันในจังหวัด	กรมธุรกิจพลังงาน	TDA
ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในจังหวัด	กรมธุรกิจพลังงาน	TDA
จำนวนสถานีบริการน้ำมันในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา	TDA&BUA
ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ศึกษา	สำรวจข้อมูลภาคสนาม	BUA
ข้อมูลจำนวนหัวจ่ายน้ำมัน	สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา	-
ข้อมูลจำนวนหัวจ่ายน้ำมันแยกตามชนิดเชื้อเพลิง	สำรวจข้อมูลภาคสนาม	-

ตารางที่ 4.84 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่สำคัญสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ
การปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ

รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	วิธีประมาณ
จำนวนรถที่จดทะเบียนในจังหวัด	กรมการขนส่งทางบก	TDA
จำนวนรถที่จดทะเบียนในพื้นที่ศึกษา	ไม่มี	TDA
ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเพื่อการขนส่งในจังหวัด	กรมธุรกิจพลังงาน	TDA
ค่าเฉลี่ยการใช้เชื้อเพลิงของยานพาหนะ	กรมควบคุมมลพิษ	TDA
ระยะทางที่รถวิ่งต่อปี	ไม่มี	TDA
ความยาวของถนนแต่ละสายทางในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานช่าง ทน.นม.	TDA&BUA
ปริมาณจราจรบนทางหลวงในพื้นที่ศึกษา	แขวงกรมทางที่ 1 กรมทางหลวง	BUA
ปริมาณจราจรบนสายทางต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา	ตรวจนับปริมาณจราจรภาคสนาม	BUA
ลักษณะสภาพทางของสายทางในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานช่าง ทน.นม.	-

ตารางที่ 4.85 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่สำคัญสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ
การปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	วิธีประมาณ
จำนวนประชากรทั่วประเทศ	กรมการปกครอง	TDA
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสาขาที่พักอาศัย และธุรกิจการค้าทั่วประเทศ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน	TDA
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงสาขาที่พักอาศัย และธุรกิจการค้าทั้งจังหวัด	ไม่มี	TDA
จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา	TDA&BUA
จำนวนครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา	TDA&BUA
ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน ในพื้นที่ศึกษา	สำรวจข้อมูลภาคสนาม	BUA
ข้อมูลทั่วไปของชุมชนภายในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา	-

ตารางที่ 4.86 ความพร้อมของฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการ
การปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่ง

รายการข้อมูล	แหล่งข้อมูล	วิธีประมาณ
ปริมาณการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรภายในอำเภอ	ไม่มี	TDA
ข้อมูลปริมาณฟางข้าวและตอซังข้าวในนา 1 ไร่	กรมพัฒนาที่ดิน	TDA
ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกพืชรายชนิดภายในพื้นที่ศึกษา	สำนักงานเกษตรอำเภอเมือง นม.	TDA&BUA
พื้นที่ทำการเกษตรทั้งอำเภอ	สำนักงานเกษตรอำเภอเมือง นม.	TDA&BUA
พื้นที่ทำการเกษตรของพื้นที่ศึกษา	สำนักงานเกษตรอำเภอเมือง นม.	TDA&BUA
ปริมาณการเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ศึกษา	ไม่มี	BUA
ข้อมูลการจัดการฟางข้าวและตอซังข้าวที่เกิดขึ้น	สำนักงานเกษตรอำเภอเมือง นม.	-

จากผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด มีอยู่ค่อนข้างพร้อม ทำให้สามารถดำเนินการได้ด้วยวิธี TDA ในพื้นที่ระดับเขตเทศบาล ส่วนฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ มีอยู่ค่อนข้างจำกัด จึงทำให้การดำเนินการด้วยวิธี TDA ในพื้นที่ระดับเขตเทศบาลเป็นไปได้ยาก แต่สามารถนำไปใช้ได้ ในกรณีพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ในระดับจังหวัดและระดับประเทศ นอกจากนี้ฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ สำหรับกิจกรรมของที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม มีอยู่ค่อนข้างพร้อม ทำให้สามารถดำเนินการได้ด้วยวิธี TDA ในพื้นที่ระดับเขตเทศบาล แต่ในส่วนของกิจกรรมการเผาในที่โล่ง ฐานข้อมูลยังมีอยู่อย่างจำกัด แต่ก็ยังสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธี TDA ในพื้นที่ระดับเขตเทศบาล ทั้งนี้การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามยังเป็นไปได้ยาก เนื่องจากการเผาฟางเกิดจากการลักลอบเผาของประชาชน ทำให้ไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูลปริมาณการเผาไว้ ซึ่งเป็นอุปสรรคในการให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามข้อมูลของเกษตรกร

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษหลัก ๆ ภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งครอบคลุมกิจกรรมการปล่อยมลพิษ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม เตาเผาศพ สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ยานพาหนะบนถนน ที่พักอาศัย และพาณิชยกรรม และการเผาในที่โล่ง โดยมลพิษอากาศที่ศึกษามี 8 ชนิด คือ PM₁₀ TSP CO SO₂ NO_x HC NMVOC และ CO₂ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบไปด้วยข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ฐานข้อมูลปี พ.ศ. 2552 เป็นหลัก และใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคสนามด้วยแบบสอบถามข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 225 แห่ง วัดที่มีเมรุเผาศพจำนวน 20 แห่ง สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 18 แห่ง ที่พักอาศัย และพาณิชยกรรมจำนวน 400 ครัวเรือน และได้ตรวจนับปริมาณจราจรบนถนนจำนวน 20 สายทาง ทั้งนี้โดยใช้วิธี Emission Factor ในการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ ซึ่งเป็นวิธีอย่างง่ายที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปในระดับสากล วัตถุประสงค์รองเพื่อทำการเปรียบเทียบแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ และปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศของเทศบาลนครนครราชสีมา กับเมืองอื่น ๆ พร้อมทั้งวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการและความพร้อมของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ โดยผลการศึกษาที่ได้ มีดังต่อไปนี้

5.1.1 บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ

5.1.1.1 โรงงานอุตสาหกรรม

ผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธี TDA และ BUA มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก ซึ่งปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ ได้แก่ NO_x SO₂ CO TSP PM₁₀ NMVOC และ CO₂ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.45-29.54 0.0003-1.01 0.09-3.59 0.02-1.00 0.02-0.65 0.01-0.34 และ 377.55-9,036.03 ตันต่อปี ตามลำดับ โดยผลการประมาณด้วยวิธี TDA มีค่าสูงกว่าการประมาณด้วยวิธี BUA อาจเนื่องมาจากลักษณะ โครงสร้างพื้นฐานด้านอุตสาหกรรมของเทศบาลนครนครราชสีมา โดยส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรืออุตสาหกรรมภายในครัวเรือน ทำให้มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อโรงงานค่อนข้างต่ำ ส่วนลักษณะโรงงานอุตสาหกรรมทั้งจังหวัดนครราชสีมา ประกอบด้วย โรงงานขนาดใหญ่และมีหลายประเภท ทำให้มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อโรงงานค่อนข้างมาก ซึ่งความแตกต่างนี้

ส่งผลต่อค่าการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษที่ได้ โดยสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมจากการประมาณทั้ง 2 วิธี ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งมีสารมลพิษหลัก 2 ชนิด ได้แก่ NO_x และ CO แต่สัดส่วนการปล่อย SO_2 จากการประมาณด้วยวิธี TDA มีมากกว่าการประมาณด้วยวิธี BUA ค่อนข้างมาก เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ไม่มีการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง ทำให้ผลการประมาณการปล่อย SO_2 น้อยกว่าการประมาณด้วยวิธี TDA ที่ได้พิจารณาน้ำมันเตาร่วมด้วย ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่มีสัดส่วนการปล่อย SO_2 สูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้จากจำนวนการตอบกลับแบบสอบถามข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และบางโรงงานไม่ได้ตอบข้อมูลตามความเป็นจริง จึงทำให้ข้อมูลที่ได้ อาจมีความผิดพลาดและความไม่แน่นอนเกิดขึ้นได้

5.1.1.2 เตาเผาศพ

ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากเตาเผาศพภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 โดยใช้วิธี TDA และ BUA มีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก ซึ่งปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศ ได้แก่ NO_x , SO_2 , CO, TSP และ NMVOC มีค่าอยู่ระหว่าง 0.104-0.117, 0.064-0.072, 0.087-0.098, 0.137-0.154 และ 0.012-0.013 ตันต่อปี ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามค่าการประมาณที่ได้จากวิธี TDA จะให้ค่าที่ต่ำกว่าการประมาณด้วยวิธี BUA เนื่องจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ในการประมาณ โดยวิธี TDA ได้ใช้ข้อมูลจำนวนการตายในการประมาณย่อมมีความผิดพลาดเกิดขึ้นเนื่องจากในสภาพความเป็นจริงปริมาณการเผาศพในพื้นที่ศึกษาไม่ได้มีเฉพาะคนที่ตายในพื้นที่เท่านั้น แต่อาจมีการนำศพจากที่อื่น ๆ ในพื้นที่ใกล้เคียง ถูกลำมาเผาภายในพื้นที่ก็ได้ ส่วนสารมลพิษหลัก 3 ชนิดแรกที่เกิดจากการเผาศพ ได้แก่ TSP 33.87%, NO_x 25.75% และ CO 21.58%

5.1.1.3 สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

ปริมาณการปล่อย NMVOC จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาปี พ.ศ. 2552 จากการประมาณด้วยวิธี TDA มีค่าเท่ากับ 9.65 ตัน/ปี ในขณะที่ผลการประมาณด้วยวิธี BUA มีค่าเท่ากับ 61.23 ตัน/ปี และสัดส่วนปริมาณการปล่อย NMVOC เกิดจากการจำหน่ายน้ำมันแก๊สโซฮอล์มากกว่าการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน ซึ่งเห็นได้ว่าผลการประมาณที่ได้จากทั้ง 2 วิธี มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก เนื่องจากการประมาณด้วยวิธี TDA ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงต่อสถานีต่ำกว่าค่าที่ได้จากการสำรวจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นเมืองขนาดใหญ่ ทำให้มีสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดใหญ่และมีปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงต่อสถานีสูงกว่าค่าเฉลี่ยของจังหวัด

5.1.1.4 ยานพาหนะ

ผลการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา จากการประมาณด้วยวิธี BUA ประกอบด้วย HC 2,737.36 ตัน/ปี NO_x 8,215.87 ตัน/ปี SO_2 213.90 ตัน/ปี CO 13,429.44 ตัน/ปี PM 487.73 ตัน/ปี และ CO_2 386,678.37 ตัน/ปี โดยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะส่วนใหญ่มาจากการสัญจรของยานพาหนะบนถนนสายหลัก เนื่องจากสภาพที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาเป็นทางผ่านของการเดินทางระหว่างกรุงเทพมหานครกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และระหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับภาคตะวันออก มีถนนสายหลักที่พาดผ่านพื้นที่ เช่น ถนนมิตรภาพและถนนสุรนารายณ์ ซึ่งมีการสัญจรของยานพาหนะหนาแน่น ในขณะที่ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายรองและสายย่อยภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีสัดส่วนไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีสารมลพิษที่ปล่อยออกมามากที่สุด คือ CO 81.06-82.60% รองลงมา ได้แก่ HC 12.96-13.12% NO_x 3.24-4.76% PM 0.76-0.93% และ SO_2 0.28-0.38% ส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายหลัก มีความแตกต่างจากถนนสายรองและสายย่อย คือ มีสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษมากที่สุด คือ CO 43.23% รองลงมา ได้แก่ NO_x 42.87% HC 10.12% PM 2.76% และ SO_2 1.03% ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณจราจรของยานพาหนะประเภทรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่บนถนนสายหลักมีมากกว่าถนนสายอื่น ๆ โดยรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่เป็นยานพาหนะที่มีอัตราการปล่อย NO_x สูง เมื่อเทียบกับยานพาหนะประเภทอื่น ๆ ทำให้สัดส่วนการปล่อย NO_x บนถนนสายหลักแตกต่างจากถนนสายรองและสายย่อยอย่างชัดเจน

ส่วนการมีส่วนในการปล่อยมลพิษของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ นั้น ยานพาหนะที่มีส่วนในการปล่อย CO มากที่สุด คือ รถจักรยานยนต์ 71.88% รองลงมา คือ รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ 21.71% ส่วนยานพาหนะที่มีการปล่อย NO_x มากที่สุด คือ รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ 92.30% และยานพาหนะที่มีการปล่อย HC มากที่สุด คือ รถจักรยานยนต์ 56.09% รองลงมา คือ รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ 40.98% นอกจากนี้ยานพาหนะที่มีการปล่อย PM มากที่สุด คือ รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ 66.33% รองลงมา คือ รถยนต์เบนซิน 15.74% สะท้อนให้เห็นว่า ยานพาหนะที่เป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยมลพิษอากาศภายในพื้นที่ศึกษา คือ รถจักรยานยนต์และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ โดยสารมลพิษอากาศที่ปล่อยออกจากยานพาหนะในสัดส่วนเชิงปริมาณที่สูง ได้แก่ CO 53.36% NO_x 32.65% และ HC 10.88%

5.1.1.5 ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 จากการประมาณด้วยวิธี TDA ประกอบด้วย NO_x 22.06 ตัน/ปี SO_2 8.06 ตัน/ปี CO 916.44 ตัน/ปี TSP 461.49 ตัน/ปี PM_{10} 388.79 ตัน/ปี NMVOC 587.04 ตัน/ปี และ CO_2 72,634.79 ตัน/ปี โดย NO_x เป็นสารมลพิษที่ปล่อยจากกิจกรรมการใช้ก๊าซหุงต้มมากที่สุด ในขณะที่ SO_2 CO PM_{10} และ CO_2 ถูกปล่อยจากกิจกรรมการใช้ฟืนมากที่สุด รองลงมา

คือ การใช้ถ่านไม้ ส่วน TSP และ NMVOC ถูกปล่อยจากกิจกรรมการใช้ถ่านไม้มากที่สุด รองลงมาคือ การใช้ฟืน ขณะที่ค่าการประมาณที่ได้จากการประมาณด้วยวิธี BUA ประกอบด้วย NO_x 30.41 ตัน/ปี CO 20.66 ตัน/ปี TSP 2.69 ตัน/ปี PM_{10} 1.68 ตัน/ปี NMVOC 6.89 ตัน/ปี และ CO_2 28,222.87 ตัน/ปี ส่วน SO_2 มีปริมาณการปล่อยน้อยมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณและสัดส่วนการปล่อยมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมในเขตเทศบาลนครนครรราชสีมาที่ได้จากทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างกัน โดยสารมลพิษที่ถูกปล่อยออกมามากที่สุด จากการประมาณด้วยวิธี TDA คือ CO 38.44% รองลงมาได้แก่ NMVOC 24.63% TSP 19.36% และ PM_{10} 16.31% ส่วน NO_x และ SO_2 มีสัดส่วนการปล่อยไม่มากนัก ในขณะที่สารมลพิษที่ถูกปล่อยออกมามากที่สุด จากการประมาณด้วยวิธี BUA คือ NO_x 48.79% รองลงมาได้แก่ CO 33.15% และ NMVOC 11.05% ส่วน TSP PM_{10} และ SO_2 มีสัดส่วนการปล่อยไม่มากนัก ทั้งนี้ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษาเป็นชุมชนเมืองและอยู่ในเขตเทศบาล ทำให้ชนิดและปริมาณการใช้เชื้อเพลิงมีความแตกต่างกันกับชุมชนชนบทและอยู่นอกเขตเทศบาล โดยส่วนใหญ่ครัวเรือนภายในชุมชนนอกเขตเทศบาลจะใช้ฟืนและถ่านเป็นเชื้อเพลิงชนิดหลักภายในครัวเรือน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) ขณะที่ครัวเรือนภายในพื้นที่ศึกษาใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงชนิดหลักและมีการใช้ฟืนและถ่านน้อยมาก ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดเฉลี่ยต่อคนภายในครัวเรือนที่คำนวณได้จากทั้ง 2 วิธี มีค่าแตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมในพื้นที่ศึกษามีค่าแตกต่างกันไปด้วย ทั้งนี้ข้อมูลที่แตกต่างกันอาจมีผลมาจากจำนวนตัวอย่างที่ไม่มากนักและการให้ข้อมูลที่อาจไม่เป็นความจริงของผู้ให้ข้อมูล จึงส่งผลให้ข้อมูลที่ได้อาจมีความผิดพลาดและความไม่แน่นอนของข้อมูลเกิดขึ้น

5.1.1.6 การเผาในที่โล่ง

การปล่อยสารมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่งภายในเขตเทศบาลนครนครรราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 ประกอบด้วย NO_x 0.090 ตัน/ปี SO_2 0.058 ตัน/ปี CO 1.004 ตัน/ปี TSP 0.376 ตัน/ปี PM_{10} 0.168 ตัน/ปี NMVOC 0.182 ตัน/ปี และ CO_2 42.249 ตัน/ปี โดยสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่งมากที่สุด คือ CO 53.46% รองลงมาได้แก่ TSP 20.02% NMVOC 9.69% PM_{10} 8.95% NO_x 4.79% และ SO_2 3.09%

5.1.1.7 สรุปผลการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่ได้ทำการศึกษา

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดที่ทำการศึกษา ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมเตาเผาศพ และสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง มีปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดไม่มากนัก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.45 ตัน/ปี ยกเว้นการปล่อย NMVOC จากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงและการปล่อย CO_2 จากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีปริมาณการปล่อยค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับ

แหล่งกำเนิดประเภทเดียวกัน โดยมีปริมาณการปล่อย 61.23 ตัน/ปี และ 377.55 ตัน/ปี ตามลำดับ ส่วนแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่ที่ศึกษา คือ ยานพาหนะบนถนน มีปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศค่อนข้างสูงภายในพื้นที่ศึกษา โดยยานพาหนะที่เป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยมลพิษอากาศ ได้แก่ รถจักรยานยนต์และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการสัญจรของยานพาหนะบนถนนสายหลัก สารมลพิษอากาศที่ปล่อยออกจากยานพาหนะในสัดส่วนเชิงปริมาณที่สูง ได้แก่ CO 53.36% NO_x 32.65% และ HC 10.88% การปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยส่วนใหญ่มาจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ยกเว้นการปล่อย SO₂ ที่มีการปล่อยจากกิจกรรมการเผาในที่โล่งมากกว่า โดยปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากการเผาในที่โล่งมีปริมาณค่อนข้างน้อย ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.058-1.004 ตัน/ปี ยกเว้น CO₂

ผลการประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ประกอบด้วย NO_x 8,249.93 ตัน/ปี SO₂ 214.03 ตัน/ปี CO 13,451.26 ตัน/ปี TSP 571.93 ตัน/ปี PM₁₀ 1.87 ตัน/ปี NMVOC 68.32 ตัน/ปี HC 2,737.36 ตัน/ปี และ CO₂ 415,321.04 ตัน/ปี โดยแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่และแบบพื้นที่ เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศหลักของพื้นที่ศึกษา ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่มีสัดส่วนการปล่อย NO_x SO₂ CO TSP และ CO₂ มากที่สุด มีค่าอยู่ในช่วง 93-100% ของปริมาณการปล่อยทั้งหมด ส่วนแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่มีการปล่อย PM₁₀ มากที่สุด ~99% ของปริมาณการปล่อยทั้งหมด ขณะที่สารมลพิษชนิดหลักจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด คือ NMVOC ~90% ของปริมาณการปล่อยทั้งหมด แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศทั้งหมดจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ศึกษา พบว่ายานพาหนะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศหลักภายในพื้นที่ โดยสารมลพิษอากาศที่มีสัดส่วนการปล่อยในเชิงปริมาณมากที่สุด ได้แก่ CO 53.18% รองลงมา ได้แก่ NO_x 32.61% และ HC 10.82% ส่วนสารมลพิษชนิดอื่น ๆ มีปริมาณการปล่อยน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ CO NO_x และ HC ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-2.26% นอกจากนี้ยังพบว่า การปล่อย CO₂ ภายในพื้นที่ศึกษา โดยส่วนใหญ่เกิดจากยานพาหนะบนถนน รองลงมา คือ ที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม ส่วนการปล่อย CO₂ จากกิจกรรมอื่น ๆ มีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยจากยานพาหนะ

5.1.2 การเปรียบเทียบแหล่งกำเนิดมลพิษและปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ

ของเทศบาลนครนครราชสีมา กับเมืองอื่น ๆ

ผลที่ได้จากการศึกษา พบว่าส่วนใหญ่การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในระดับพื้นที่ จะใช้วิธี Emission Factor แต่จะเลือกใช้วิธีการอื่น ๆ เช่น วิธีการใช้แบบจำลองและวิธี CEM ในกรณีที่ทำการศึกษาเฉพาะกิจกรรมหรือที่เรียกว่า การศึกษาในระดับกิจกรรม ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าวิธีที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้กันโดยทั่วไปทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ผลการเปรียบเทียบรูปแบบวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษ พบว่างานวิจัยในต่างประเทศ

จะใช้วิธี TDA ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความพร้อมของฐานข้อมูลที่มีอยู่ ส่วนงานวิจัยในประเทศไทยจะเลือกใช้ทั้ง 2 วิธี แต่จะเลือกเพียงวิธีการใดวิธีการหนึ่งเท่านั้นสำหรับ 1 กิจกรรม ส่วนการศึกษาครั้งนี้มีจุดเด่นที่ได้ทำการศึกษาโดยใช้ทั้ง 2 วิธี สำหรับ 1 กิจกรรม ยกเว้นยานพาหนะและการเผาในที่โล่ง เนื่องจากความจำกัดด้านความพร้อมของฐานข้อมูลที่มีอยู่

นอกจากนี้ผลการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยมลพิษที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดภายในพื้นที่ศึกษามีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของขนาดโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ เป็นพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ แตกต่างจากพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กและมีจำนวนโรงงานไม่มากนัก ทำให้ปริมาณการปล่อยมลพิษน้อยตามไปด้วย ส่วนปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่มีค่าค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษาของงานวิจัยอื่น ๆ เป็นพื้นที่ระดับจังหวัด ซึ่งประกอบไปด้วยเขตชุมชนเมืองและเขตชนบทที่มีปริมาณจราจรไม่มาก เมื่อทำการเฉลี่ยปริมาณการปล่อยมลพิษต่อพื้นที่ จึงทำให้มีปริมาณการปล่อยมลพิษต่ำ ขณะที่พื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาเป็นพื้นที่ขนาดเล็ก แต่มีปริมาณจราจรหนาแน่น ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีค่าต่ำกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพื้นที่ศึกษาของงานวิจัยอื่น ๆ เป็นพื้นที่ระดับจังหวัด ซึ่งประกอบไปด้วยเขตชนบทที่มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่แตกต่างจากชุมชนเมืองอย่างเช่นเทศบาลนครนครราชสีมา โดยเฉพาะการใช้ฟืน ถ่านไม้และถ่านหิน (เฉพาะงานวิจัยของต่างประเทศ) จึงทำให้ปริมาณการปล่อย TSP และ SO_2 ค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมีการใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงชนิดหลัก แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยมลพิษเฉพาะกิจกรรมที่มีข้อมูลพอสืบค้นได้ในพื้นที่ระดับเขตและอำเภอ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ศึกษาใกล้เคียงกัน พบว่าปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมภายในพื้นที่ศึกษากับเมืองอื่น ๆ ที่มีจำนวนประชากรและขนาดพื้นที่ใกล้เคียงกัน มีปริมาณการปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งได้สะท้อนให้เห็นว่าเมืองที่มีลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของเมืองใกล้เคียงกัน จะมีปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากที่พักอาศัยที่ใกล้เคียงกัน แต่สัดส่วนปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศบางชนิดที่แตกต่างกัน อาจเกิดจากความแตกต่างระหว่างชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ภายในพื้นที่ศึกษานั้น ๆ และปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงภายในพื้นที่เมืองอื่น ๆ กับเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกันในเรื่องปริมาณการปล่อยมลพิษรวมทั้งพื้นที่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่ศึกษาที่แตกต่างกัน เช่น จำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงและสภาพการสัญจรของยานพาหนะในพื้นที่ แต่เมื่อเปรียบเทียบกันในรูปแบบของปริมาณการปล่อยมลพิษต่อสถานีที่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากวิธีการ

ประมาณที่ใช้ โดยข้อมูลที่น่ามาเปรียบเทียบในการศึกษาคั้งนี้ใช้วิธี BUA ในขณะที่เมืองอื่น ๆ ใช้วิธี TDA ทำให้ปริมาณการปล่อยมลพิษต่อสถานีมักน้อยกว่าพื้นที่ศึกษา ทั้งที่มีขนาดเมืองใหญ่กว่า เนื่องจากการประมาณด้วยวิธี TDA เป็นการนำข้อมูลการปริมาณจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งจังหวัด มาเฉลี่ยต่อจำนวนสถานี ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าทั้งจังหวัดมีปั้มน้ำมันขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก จึงส่งผลต่อค่าเฉลี่ยปริมาณการปล่อยมลพิษต่อสถานี ทำให้สถานีขนาดใหญ่ ๆ มีปริมาณการปล่อยมลพิษต่อสถานีไม่มากนัก ผลการเปรียบเทียบสะท้อนให้เห็นว่ามลพิษจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของแต่ละเมือง โดยปริมาณการปล่อยมลพิษรวมขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ศึกษา แต่ค่าปริมาณการปล่อยมลพิษต่อสถานีอาจมีผลมาจากวิธีการประมาณที่เลือกใช้

ความไม่แน่นอนของการประมาณการปล่อยมลพิษด้วยวิธีการใช้ค่า EF ขึ้นอยู่กับความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของค่า EF ที่เลือกใช้ อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลที่มีอยู่ และนำมาใช้ในการประมาณ โดยในการศึกษาคั้งนี้ได้เลือกใช้ค่า EF จากแหล่งอ้างอิงที่นิยมใช้กัน โดยทั่วไปและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล นอกจากนี้ได้ทำการการสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนาม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลที่ได้จากการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศในการศึกษาคั้งนี้

5.1.3 การวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการและความพร้อมของฐานข้อมูล

5.1.3.1 การวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการ

จากผลการศึกษาที่ได้เกี่ยวกับการวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.1 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมของวิธีการที่จะนำไปใช้ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศในพื้นที่เมืองอื่น ๆ ที่มีลักษณะโครงสร้างพื้นฐานที่ใกล้เคียงกันกับเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยเฉพาะวิธี TDA ซึ่งเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ ทำได้ง่ายและใช้เวลาไม่มากนัก ถ้ามีความเหมาะสมในการนำมาใช้ก็จะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วิธีในการประมาณ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ลักษณะของแหล่งกำเนิดมลพิษ โดยความแม่นยำที่ต้องการและค่าใช้จ่าย เป็นสิ่งที่ผู้ศึกษาต้องพิจารณาควบคู่กันไป เช่น ควรเลือกใช้วิธีที่ให้ความแม่นยำมากกว่าแม้ว่าจะยาก และมีค่าใช้จ่ายสูง กรณีที่ผลลัพธ์มีผลกระทบมากต่อสิ่งแวดล้อม แต่หากข้อมูลที่ได้มีผลกระทบน้อย และไม่คุ้มค่าที่จะใช้วิธีที่ย่างยาก ก็ควรเลือกใช้วิธีที่มีค่าใช้จ่ายต่ำและใช้เวลาน้อย เป็นต้น

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการประมาณการปล่อยมลพิษ
ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

กิจกรรม	ข้อคิดเห็น	ระดับความเหมาะสม
เตาเผาศพ	วิธี TDA สามารถนำมาใช้ได้	ผลการประมาณทั้ง 2 วิธี แตกต่างกันไม่มากนัก
ปั๊มน้ำมัน	วิธี TDA ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้	ผลการประมาณทั้ง 2 วิธี แตกต่างกันเป็นอย่างมาก
โรงงาน	วิธี TDA ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้	ผลการประมาณทั้ง 2 วิธี แตกต่างกันค่อนข้างมาก
ยานพาหนะ	วิธี BUA เหมาะสมที่จะนำมาใช้	เป็นกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในพื้นที่
ที่พักอาศัยและ พาณิชยกรรม	วิธี TDA ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้	ผลการประมาณทั้ง 2 วิธี แตกต่างกันค่อนข้างมาก
เผาในที่โล่ง	วิธี TDA น่าจะมีความเหมาะสม และสามารถนำมาใช้ได้	เป็นกิจกรรมที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ ในพื้นที่

หมายเหตุ ผลการประมาณทั้ง 2 วิธี หมายถึง ผลการประมาณการปล่อยมลพิษด้วยวิธี TDA และ BUA

5.1.3.2 ความพร้อมของฐานข้อมูล

จากผลการศึกษา พบว่าฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด มีอยู่ค่อนข้างพร้อม ทำให้สามารถดำเนินการได้ด้วยวิธี TDA ในพื้นที่ระดับเทศบาล ส่วนฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัด จึงทำให้การดำเนินการด้วยวิธี TDA ในพื้นที่ระดับเขตเทศบาลเป็นไปได้ยาก และฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ ในส่วนกิจกรรมของที่พักอาศัยและพาณิชยกรรมมีอยู่ค่อนข้างพร้อม ทำให้สามารถดำเนินการได้ด้วยวิธี TDA ในพื้นที่ระดับเทศบาล แต่ในส่วนของกิจกรรมการเผาในที่โล่ง ฐานข้อมูลยังมีอยู่อย่างจำกัด แต่ก็ยังสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธี TDA ในพื้นที่ระดับเขตเทศบาล

5.2 การนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์

การจัดทำบัญชีรายการการปล่อยสารมลพิษอากาศ โดยจำแนกตามประเภทของแหล่งกำเนิดเป็นขั้นตอนหลักลำดับแรกสำหรับการจัดทำนโยบายและออกข้อบังคับในการจัดการคุณภาพอากาศให้มีประสิทธิภาพ (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) โดยผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษานี้ทำให้เทศบาลนครนครราชสีมาทราบถึงประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในพื้นที่ รวมทั้งปริมาณการปล่อยสารมลพิษแต่ละชนิดจากกิจกรรมการปล่อยมลพิษที่สำคัญ ได้แก่ ยานพาหนะ ที่พักอาศัย และพาณิชยกรรม โรงงานอุตสาหกรรม เตาเผาศพ สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงและการเผาในที่โล่ง ซึ่งเป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นและเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดทำแผนจัดการคุณภาพอากาศ เนื่องจากสามารถนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการคัดกรอง (Screening) แหล่งกำเนิดมลพิษหรือกิจกรรมที่มีผลต่อ

คุณภาพอากาศในพื้นที่และสารมลพิษที่เป็นปัญหาหลักรวมทั้งสารมลพิษที่สนใจว่ามีการปลดปล่อยมาจากกิจกรรมใดมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกิจกรรมที่ได้ทำการศึกษา ซึ่งจะช่วยให้เทศบาลนครนครราชสีมา สามารถแก้ไขปัญหาคอนเซนตรูอากาศภายในพื้นที่ได้ตรงจุดและนำไปสู่การวางแผนการจัดการกับแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.3.1 จากการสำรวจข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมโดยการส่งแบบสอบถามไปยังโรงงานได้รับความร่วมมือในการตอบกลับไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจส่งผลกระทบต่อข้อมูลที่ได้ โดยทำให้ผลการประมาณการปล่อยมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นได้

5.3.2 จำนวนตัวอย่างและการให้ข้อมูลที่ไม่เป็นความจริงของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่งผลกระทบต่อข้อมูลที่ได้ โดยเฉพาะการตอบแบบสอบถามของโรงงานอุตสาหกรรม ที่พักอาศัยและพาณิชย์กรรม และสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

5.3.3 ความไม่แน่นอนของการประมาณการปล่อยมลพิษด้วยวิธีการใช้ค่า EF ขึ้นอยู่กับความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของค่า EF และข้อมูลที่ใช้ในการประมาณการปล่อยมลพิษ

5.3.4 การมีอยู่อย่างจำกัดและความไม่เป็นปัจจุบันของฐานข้อมูล ทำให้ไม่สามารถประมาณการปล่อยมลพิษได้จากทุกกิจกรรม รวมทั้งส่งผลให้การคาดการณ์ต่าง ๆ มีโอกาสเบี่ยงเบนได้

5.3.5 ข้อมูลที่มีความทันสมัยไม่เท่ากัน (ไม่ใช่ฐานข้อมูลปีเดียวกัน) จากแต่ละแหล่งข้อมูล ทำให้การเปรียบเทียบข้อมูลไม่อยู่ในบรรทัดฐานเดียวกัน

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 จากปัญหาการตอบกลับแบบสอบถามข้อมูลของโรงงาน ควรขอความอนุเคราะห์ผ่านทางสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดและเตรียมแบบสอบถามให้เหมาะสม เช่น มีเนื้อหากระชับตรงประเด็น เพื่อลดจำนวนหน้าของแบบสอบถาม ซึ่งจะช่วยให้มีความน่าสนใจที่จะตอบกลับแบบสอบถาม นอกจากนี้ผู้วิจัยเห็นว่า สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการปรับข้อมูลของโรงงานให้เป็นปัจจุบันอยู่อย่างสม่ำเสมอ เช่น ที่ตั้งโรงงาน ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการส่งแบบสอบถามข้อมูลไปยังโรงงาน ซึ่งจะช่วยลดจำนวนการตีกลับแบบสอบถามข้อมูล

5.4.2 จากปัญหาจำนวนตัวอย่างที่อาจมีผลต่อความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ได้ จึงควรเก็บข้อมูลเพิ่มเติมมากขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนหรือทำการตรวจนับปริมาณจราจรหลายสายมากขึ้น เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล เป็นต้น

5.4.3 การปรับปรุงฐานข้อมูลในอนาคต ควรมีการเก็บสำรวจข้อมูลด้วยวิธีการอื่น ๆ ร่วมด้วย เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องหรือเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล เช่น ใช้วิธีการสุ่มตรวจจากท่อไอเสียรถแต่ละคันหรือการสุ่มตรวจจากปากปล่องโรงงาน แทนการใช้วิธี EF หรือทำการทดลองเพื่อพัฒนาค่า EF ที่เฉพาะสำหรับกิจกรรมที่ศึกษาโดยตรง แทนการใช้ค่า EF จากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

5.4.4 ควรมีการพัฒนาค่า EF ของกิจกรรมต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยและเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ให้ครอบคลุมและปรับให้เป็นปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยให้ค่าประมาณที่ได้จากการศึกษามีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจช่วยให้หลายพื้นที่หันมาสนใจการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศด้วยวิธีการใช้ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายน้อย แต่นำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้จริง



รายการอ้างอิง

- กรมการปกครอง. (2553). จำนวนราษฎรทั่วราชอาณาจักร แยกเป็นกรุงเทพมหานครและจังหวัดต่าง ๆ ตามหลักฐานการทะเบียนราษฎร วันที่ 31 ธันวาคม 2552 [แฟ้มข้อมูล]. กรุงเทพฯ: กระทรวงมหาดไทย.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2537). ฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2535. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2539). ฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและเสียงในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2543). การปรับปรุงฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและประเมินผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2540. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีคอท จำกัด.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2545). **Thailand Environment 2002: Air Quality**. World Bank, Pollution Control Department and The United States-Asia Environmental Partnership. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2548). การประเมินดัชนีการระบายนพิษจากยานพาหนะในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2548). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี พ.ศ. 2548. กรุงเทพฯ: สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2550). คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินปริมาณมลพิษจากการเกษตร. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2550). โครงการจัดทำแนวทางการจัดการมลพิษจากเกษตรกรรมและมาตรการจัดการมลพิษทางน้ำจากแหล่งกำเนิดที่ไม่มีจุดแน่นอนบนลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2550). รายงานประจำปีห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ พ.ศ. 2549. กรุงเทพฯ: ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ, สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2550). รายงานประจำปีห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ: ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ, สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง.

- กรมควบคุมมลพิษ. (2551). **โครงการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจังหวัดสมุทรปราการ. กรุงเทพฯ: บริษัท เทสโก้ จำกัด.**
- กรมควบคุมมลพิษ. (2551). **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการตรวจวัดมลพิษทางอากาศากรถยนต์ที่ไซ้แก๊สโซฮอลล์. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.**
- กรมควบคุมมลพิษ. (2552). **PM₁₀ Nakhon ratchasima 47T [เพิ่มข้อมูล]. กรุงเทพฯ: สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.**
- กรมควบคุมมลพิษ. (2552). **รายงานประจำปีห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ พ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ: ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ, สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง.**
- กรมควบคุมมลพิษ. (2552). **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ.**
- กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **รายงานประจำปีห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ: ส่วนมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ, สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง.**
- กรมทางหลวง. (2553). **Average Annual Daily Traffic on Highways 2009, Nakhon Ratchasima [เพิ่มข้อมูล]. กรุงเทพฯ: กรมทางหลวง.**
- กรมทางหลวงชนบท. (2553). **เอกสารการสำรวจปริมาณจราจร. กรุงเทพฯ: สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกทาง . [ออนไลน์].** ได้จาก <http://www.roadmaintenance.thaigov.net>
- กรมธุรกิจพลังงาน. (2554). **การนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง ปี พ.ศ. 2552-2553. [ออนไลน์].** ได้จาก http://www.doeb.go.th/info/info_procure.php
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). **การเฝ้าติดตามเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตข้าว. [ออนไลน์].** ได้จาก http://www.idd.go.th/menu_moc/POSTER/rice/rice.htm
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2552). **รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.**
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2552). **รายงานพลังงานของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.**
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2547). **ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา. [ออนไลน์].** ได้จาก http://www.dpt.go.th/lawmap/main_lawmap.html
- กลุ่มกรีนพีซประเทศไทย. (2551). **ผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงในประเทศไทย. [ออนไลน์].** ได้จาก <http://www.greenpeace.org/seasia/th/press/reports/agrochemicals-in-thailand/>
- จิรพัฒน์ โชติศิโร. (2553). **วิศวกรรมกรรมทาง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

- ถิรยุท ติมานนท์. (2550). **วิศวกรรมจราจร**. โครงการหนึ่งอาจารย์หนึ่งผลงาน ประจำปี 2550. สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- นภาพร พานิช และคณะ. (2547). **ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ**. กรุงเทพฯ: ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรลือ นราพินิจ. (2552). **เอกสารสรุปการประชุมภาคีความร่วมมือเมืองคุณย่น่าอยู่อย่างยั่งยืน: การประชุมกลุ่มย่อยเพื่อรับฟังความคิดเห็นของประชาชนต่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศของเมืองนครราชสีมา**. นครราชสีมา: สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา.
- บริษัท เซอร์เวย์ 22 และเพื่อน จำกัด. (2548). **แผนที่เทศบาลนครนครราชสีมา มาตรฐาน 1:12,500**. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรณวดี สุวัฑฒะ. (2552). **เอกสารการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง การออกแบบและติดตามตรวจสอบระบบบำบัดมลพิษอากาศ**. คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2550). **หนังสือสถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย (Applied Statistics for Behavioral Research)**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สงวน โกษารักษ์. (2544). **การประเมินมลภาวะอากาศจากการคมนาคมขนส่งในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2549). **สภาวะแวดล้อมของเรา**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2544). **ศัพท์บัญญัติและนิยามมลพิษทางอากาศ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2550). **ความรู้พื้นฐานวิชาชีพวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครราชสีมา. (2554). **การปลูกคะน้าจีน พันธุ์ไต้หวัน (คะน้าหัวโต)**. [ออนไลน์]. ได้จาก <http://mueang.khorat.doae.go.th>
- สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองนครราชสีมา. (2554). **ข้อมูลพื้นที่การเกษตร ฐานข้อมูลแผนพัฒนาตำบล ปี พ.ศ. 2552-2554** [แฟ้มข้อมูล]. จังหวัดนครราชสีมา: อาคารหลังเก่าที่ว่าการอำเภอเมือง.
- สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา. (2552). **รายชื่อสายทางและรหัสสายทางภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา** [แฟ้มข้อมูล]. นครราชสีมา: สำนักงานช่าง, สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา.
- สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา. (2552). **เอกสารข้อมูลทั่วไปของเทศบาลนครนครราชสีมา**. [ออนไลน์]. ได้จาก <http://www.koratcity.net>

- สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2546). **โครงการจัดทำแผนแม่บทด้านการจราจรและขนส่งเมืองในภูมิภาคจังหวัดนครราชสีมา(ครั้งที่2)**. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2553). **จำนวนการเกิด การตาย การลงทะเบียนย้ายเข้าและการลงทะเบียนย้ายออก จำแนกตามเพศ เป็นรายอำเภอและเขตการปกครอง พ.ศ. 2552** [เพิ่มข้อมูล]. กรุงเทพฯ: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2553). **จำนวนการเกิด การตาย จำแนกตามเพศ พ.ศ. 2546-2552** [เพิ่มข้อมูล]. กรุงเทพฯ: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 11. (2553). **เอกสารฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษ จังหวัดนครราชสีมา ปีงบประมาณ 2552 ประเภทโรงงานอุตสาหกรรม**. [ออนไลน์]. ได้จาก http://www.reo11.net/Form_appraise_of_Database_Information_Environmental_in_korat/data_excel/data_08.mht
- สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา. (2552). **เอกสารฐานข้อมูลรายชื่อและทะเบียนโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา**. [ออนไลน์]. ได้จาก <http://www.industry.go.th/ops/pio/nakhonratchasima/page/home.aspx>
- สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. (2552). **สถานการณ์คุณภาพอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา. เอกสารการประชุมภาคีเครือข่ายความร่วมมือเมืองคุณภาพอย่างยั่งยืน เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพอากาศของเมืองนครราชสีมา ณ โรงแรมสีมาธานี จังหวัดนครราชสีมา วันที่ 9 กันยายน 2552.**
- อรรวรรณ ภัตสรศิริ. (2551). **การจัดการศพ: แนวปฏิบัติที่เหมาะสมในกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Bhattacharya, S.C., Albina, D.O., and Salum, A. (2002). Emission factors of wood and charcoal-fired cookstoves. **Biomass and Bioenergy**. 23 (2002): 453-469.
- Buchholz, R.A. (1998). **Principles of Environmental Management: The Greening of Business** (2nd ed). New Jersey: Prentice-Hall.
- DEDP. (2000). **Thailand Energy Situation 2000**. Bangkok: DEDP.
- EEA. (2009). **EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook-2009**. [On-line]. Available: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>.
- Elbir, T., and Muezzinoglu, A. (2004). Estimation of emission strengths of primary air pollutants in the city of Izmir, Turkey. **Atmospheric Environment**. 38: 1851-1857.
- Friedrich, A. (2006). **Air Pollutant Emissions Module, Clean Air for Asia Training Program**. Germany: Federal Environment Agency, UBA.

- Friedrich, A. (2006). **Basic Considerations in Emission Inventories. Clean Air for Asia Training Course.** 24 May-2 June 2006. Germany: Federal Environment Agency, UBA.
- Friedrich, A. (2007). **Improving and applying methods for the calculation of natural and biogenic emissions and assessment of impacts to the air quality. Final project activity report developed under the Sixth framework programmed FP6-2003-ssp-3.** Germany: Federal Environment Agency, UBA.
- Gadde, B., Bonnet, S., Menke, C., and Garivait, S. (2009). Air pollutant emissions from rice straw open field burning in India, Thailand and the Philippines. **Environment Pollution.** 157 (2009): 1554-1558.
- Google maps. (2010). **Thailand Map.** [On-line]. Available: <http://maps.google.co.th>
- Gurjar, B.R., van Aardenne, J.A., Lelieveld, J., and Mohan, M. (2004). Emission estimates and trends (1990-2000) for megacity Delhi and implications. **Atmospheric Environment.** 38: 5663-5681.
- Hammerle, J.R. (1976). **Emission Inventory.** In Stern, A.C. Editor. Air Pollution (3rd ed.). New York: Academic Press. pp. 764-766.
- IPCC. (2006). **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** [On-line]. Available: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- Krittayakasem, P., Patumsawad, S., and Garivait, S. (2004). An Emission Inventory of Electricity Generation in Thailand. **The Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE).** Hua Hin, Thailand.
- Manomaiphiboon, K., Limpaseni, W., and Garivait, H. (2006). On archiving and harmonizing emission inventories for Thailand: public-minded cost-conscious perspective and framework. **Proceedings of National Conference on Air Pollution Technology: Community with Better Breath,** Bangkok, Thailand. Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment.
- Manomaiphiboon, K., Pham, T.B.T., and Vongmahadlek, C. (2008). Development of an inventory and temporal allocation profiles of emission from power plants and industrial facilities in Thailand. **Science of the Total Environment.** 397 (2008): 103-118.

- Mugica, V., Ortiz, E., Molina, L., De Vizcaya-Ruiz, A., Nebot, A., Quintana, R., Aguilar, J., and Alcantara, E. (2009). PM composition and source reconciliation in Mexico City. **Atmospheric Environment**. 43: 5068-5074.
- Radian International, LLC. (1998). **PM Abatement Strategy for the Bangkok Metropolitan Area, Final Report Volume 1-Report**. Prepared for Pollution Control Department, Ministry of Science, Technology and Environment. Bangkok, Thailand.
- Soylu, S. (2007). Estimation of Turkish road transport emissions. **Energy Policy**. 35: 4088-4094.
- US.EPA. (2005). **AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 5th edition**. [On-line]. Available: <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/index.html>
- US.EPA. (2007). **Air Pollution Control Orientation Course, APTI 422**. [Online]. Available: <http://www.epa.gov/air/oaqps/eog/course422/ap1.html>
- Wark, K., Warner, C.F., and Davis, W.T. (1998). **Air Pollution: Its origin and control**. (3rd ed.). England: Addison Wesley Longman.
- WHO. (1993). **Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution**. [Online]. Available: http://whqlibdoc.who.int/hp/1993/WHO_PEP_GETNET_93.1-A.pdf
- WHO. (2002). **The World Health Report 2002, Reducing Risks, Promoting Healthy Life**. Geneva: World Health Organization.
- Winiwarter, W., Thomas, A.J., Kuhlbusch, M.V., and Hitzenberger, R. (2009). Quality considerations of European PM Emission inventories. **Atmospheric Environment**. 43: 3819-3828.
- Yamane, T. (1967). **Elementary Sampling Theory**. New Jersey: Prentice-Hall.



ตารางที่ ก.1 แบบสอบถามข้อมูลจากวัด

ชื่อวัด.....

ที่ตั้ง.....ซอย.....ถนน.....

ตำบล..... อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000

ตำแหน่งพิกัด (ถ้ามี): X-Coordinate (m)..... Y-Coordinate (m).....

ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม.....ตำแหน่ง.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....

1. วัดมีเมรุเผาศพ จำนวน.....เมรุ

2. จำนวนห้องเผา/เตา 1 ห้องเผา คือ ห้องเผาศพ 2 ห้องเผา คือ ห้องเผาศพและห้องเผาศวัน
 อื่นๆ ระบุ.....

3. เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผา

น้ำมันดีเซล ปริมาณที่ใช้.....ลิตร/ศพ

ฟืน ปริมาณที่ใช้.....กก./ศพ

ถ่าน ปริมาณที่ใช้.....กก./ศพ

อื่นๆ ระบุ..... ปริมาณที่ใช้..... ระบุหน่วย.....

4. ปริมาณศพที่เผา.....ศพ/ปี

5. ความสูงของปล่อง.....เมตร และ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปลายปล่อง.....เมตร

6. วันที่ระบายนอกจากปล่องมีลักษณะอย่างไร อาทิ มีเขม่า ควันสีดำ มีกลิ่น เป็นต้น

ไม่มี ควัน

มีควัน (อธิบายลักษณะของควัน).....

7. มีระบบควบคุมมลพิษหรือไม่

ไม่มี มี ระบุ.....

8. ลักษณะการจัดการเผาศพของวัด

8.1 เผาเฉพาะศพและโลง

ใช่ ไม่ใช่

8.2 เผาศพ โลงและวัสดุอื่นพร้อมๆกัน

ใช่ ไม่ใช่

8.3 แยกวัสดุอื่นๆออกและเผาภายในวัด เช่น พวงหรีด โคม
 วัสดุตกที่ไม่จำเป็น กระดาษเงินกระดาษทอง และวัสดุตกแต่งโลง ใช่ ไม่ใช่

8.4 อื่นๆ.....

.....

.....

ตารางที่ ก.1 แบบสอบถามข้อมูลจากวัด (ต่อ)

9. ภายในบริเวณวัดมีการประกอบกิจกรรมต่อไปนี้หรือไม่

9.1 การเผาขยะและเศษใบไม้

ไม่มี

มี ความถี่ ทุกวัน 2-3 วัน/ครั้ง สัปดาห์ละครั้ง เดือนละ 1-2 ครั้ง

9.2 การปิ้งย่างอาหารโดยใช้ถ่าน

ไม่มี

มี ความถี่ ทุกวัน 2-3 วัน/ครั้ง สัปดาห์ละครั้ง เดือนละ 1-2 ครั้ง

9.3 การปรุงอาหารโดยใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG)

ไม่มี

มี ความถี่ ทุกวัน 2-3 วัน/ครั้ง สัปดาห์ละครั้ง เดือนละ 1-2 ครั้ง

9.4 อื่นๆ.....

.....

.....



ตารางที่ ก.2 แบบสอบถามข้อมูลจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

ชื่อสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง.....

ที่ตั้ง.....ซอย.....ถนน.....

ต.ในเมือง อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000

ตำแหน่งพิกัด (ถ้ามี): X-Coordinate (m)..... Y-Coordinate (m).....

ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม.....ตำแหน่ง.....

โทรศัพท์..... โทรสาร.....

1. จำนวนพนักงาน ระบุ.....คน

2. จำนวนหัวจ่ายและปริมาณการจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิง มีดังนี้

ชนิดน้ำมัน	จำนวนหัวจ่าย	ปริมาณการจำหน่าย
- น้ำมันเบนซิน 91	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- น้ำมันเบนซิน 95	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 (E10)	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 (E10)	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 (E20)	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E85	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- น้ำมันดีเซลปลาล์ม	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- น้ำมันดีเซลหมุนช้า	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- แก๊สปิโตรเลียมเหลว (LPG)	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- แก๊สธรรมชาติ (CNG)	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี
- อื่นๆ (ระบุ).....	ระบุ.....หัว	.....ลิตร/เดือน หรือ.....ลิตร/ปี

4. ภายในบริเวณสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีกิจกรรมดังต่อไปนี้หรือไม่

4.1 เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง มี ไม่มี

4.2 ล้าง อัดฉีดรถยนต์ มี ไม่มี

4.3 ร้านซ่อม ปะยาง มี ไม่มี

4.4 บริการซ่อมรถยนต์ มี ไม่มี

4.5 ร้านขายอาหาร (ประกอบปรุงอาหาร) มี ไม่มี

4.6 อื่นๆ.....

.....

.....

.....

ตารางที่ ก.3 แบบสอบถามข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรม

แบบสอบถามข้อมูลด้านมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม

วิทยานิพนธ์

เรื่อง บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลที่เป็นในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยแบบสอบถามนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

- | | |
|-----------|----------------------|
| ส่วนที่ 1 | ข้อมูลทั่วไป |
| ส่วนที่ 2 | ข้อมูลด้านมลพิษอากาศ |

หากมีข้อสงสัยประการใดสามารถติดต่อได้ที่

1. คุณศุภชัย โคตุละ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โทร. 086 630 2564, 080 163 8288
2. ผศ.ดร.สุจิต ทรุจิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โทร. 081 725 3040

เมื่อตอบแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว กรุณาส่งกลับมายัง คุณศุภชัย โคตุละ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (111 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000) ภายในวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2553

ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ตารางที่ ก.3 แบบสอบถามข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรม (ต่อ)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อโรงงาน.....
2. ที่ตั้ง.....
3. ตำแหน่งโรงงาน (ถ้ามี): X-Coordinate (m)..... Y-Coordinate (m).....
4. ประเภทกิจการ.....
5. ผู้ให้ข้อมูล..... ตำแหน่ง.....
โทรศัพท์..... โทรสาร.....
6. จำนวนคนงานทั้งหมด.....คน
7. วัตถุดิบหลักที่ใช้ (ระบุหน่วย อาทิ กก./เดือน, ตัน/ปี, ลิตร/เดือน, ลิตร/ปี)
 - (1).....ปริมาณ.....หน่วย.....
 - (2).....ปริมาณ.....หน่วย.....
 - (3).....ปริมาณ.....หน่วย.....
 - (4).....ปริมาณ.....หน่วย.....
 - (5).....ปริมาณ.....หน่วย.....
8. ผลิตภัณฑ์หลัก (ระบุหน่วย อาทิ กก./เดือน, ตัน/ปี, ลิตร/เดือน, ลิตร/ปี)
 - (1).....ปริมาณ.....หน่วย.....
 - (2).....ปริมาณ.....หน่วย.....
 - (3).....ปริมาณ.....หน่วย.....
 - (4).....ปริมาณ.....หน่วย.....
 - (5).....ปริมาณ.....หน่วย.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านมลพิษอากาศ

1. การใช้เชื้อเพลิงภายในโรงงาน มีดังต่อไปนี้ (ระบุหน่วย อาทิ กก./เดือน, ตัน/ปี, ลิตร/เดือน, ลิตร/ปี)

<input type="radio"/> ถ่านหินลิกไนต์	ปริมาณการใช้	.....หน่วย.....
<input type="radio"/> น้ำมันเตา	ปริมาณการใช้	.....หน่วย.....
<input type="radio"/> น้ำมันดีเซล	ปริมาณการใช้	.....หน่วย.....
<input type="radio"/> น้ำมันเบนซิน	ปริมาณการใช้	.....หน่วย.....
<input type="radio"/> ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้ม (LPG)	ปริมาณการใช้	.....หน่วย.....
<input type="radio"/> ก๊าซธรรมชาติ (CNG, NG)	ปริมาณการใช้	.....หน่วย.....
<input type="radio"/> น้ำมันก๊าด (Kerosene)	ปริมาณการใช้	.....หน่วย.....
<input type="radio"/> ถ่านไม้	ปริมาณการใช้	.....หน่วย.....

ตารางที่ ก.3 แบบสอบถามข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรม (ต่อ)

<input type="radio"/> ฟีน	ปริมาณการใช้	.....หน่วย.....
<input type="radio"/> อื่นๆ.....	ปริมาณการใช้	.....หน่วย.....
2. โรงงานมีหม้อไอน้ำ (Boiler) หรือไม่		
<input type="checkbox"/> ไม่มี	<input type="checkbox"/> มี	จำนวน.....เครื่อง ขนาด.....ตัน/ชั่วโมง
3. โรงงานมีเครื่องยนต์/เครื่องจักรที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงหรือไม่		
<input type="checkbox"/> ไม่มี	<input type="checkbox"/> มี	ได้แก่
.....		
4. โรงงานมีระบบบำบัดมลพิษอากาศต่อไปนี้หรือไม่		
<input type="checkbox"/> ไม่มี	<input type="checkbox"/> มี	(กรุณาระบุ)
<input type="radio"/> Bag Filter	<input type="radio"/> Cyclone	<input type="radio"/> Wet Scrubber
<input type="radio"/> Electrostatic Precipitator (ESP)	<input type="radio"/> อื่นๆ.....	
5. โรงงานเคยตรวจวัดการระบายอากาศเสียหรือไม่		
<input type="checkbox"/> ไม่มี	<input type="checkbox"/> มี	โปรดแนบผลการตรวจวัดการระบายอากาศเสียครั้งล่าสุด (ถ้ามี)
6. โรงงานมีการใช้ตัวทำละลายหรือไม่ เช่น ไซลีน ทินเนอร์		
<input type="checkbox"/> ไม่มี	<input type="checkbox"/> มี	ได้แก่ 1).....ปริมาณการใช้.....
		2).....ปริมาณการใช้.....

ตารางที่ ก.4 แบบสอบถามข้อมูลจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม

ชุมชน.....เขต.....

ผู้ตอบแบบสอบถาม ชื่อ (นาย/นาง/นางสาว).....
 ที่อยู่.....ซอย.....ถนน.....
 ต.ในเมือง อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000
 โทรศัพท์..... โทรสาร.....

1. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ระบุ.....คน

2. ประเภทการบริโภคเชื้อเพลิงภายในครัวเรือน

2.1 การประกอบอาหาร (เพื่ออยู่อาศัย)

ก๊าซหุงต้ม (LPG) ปริมาณที่ใช้..... ถึงขนาด 15 กก. จำนวน.....ถัง/เดือน
 ถึงขนาด.....กก. จำนวน.....ถัง/เดือน

ฟืน ปริมาณที่ใช้.....กก./เดือน

ถ่าน ปริมาณที่ใช้.....กก./เดือน

อื่นๆ ระบุ..... ปริมาณที่ใช้..... ระบุหน่วย.....

2.2 ยานพาหนะ (เพื่อการเดินทางและขนส่ง) ไม่มียานพาหนะ มียานพาหนะ ดังนี้

(1) รถเก๋ง.....คัน (2) รถกระบะ.....คัน (3) รถจักรยานยนต์.....คัน (4) รถ.....คัน

ปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

น้ำมันดีเซล ปริมาณที่ใช้.....ลิตร/เดือน

น้ำมันเบนซิน ปริมาณที่ใช้.....ลิตร/เดือน

..... ปริมาณที่ใช้.....ลิตร/เดือน

..... ปริมาณที่ใช้.....ลิตร/เดือน

2.3 การประกอบกิจการอื่นๆ ร้านอาหาร ร้านขายของชำ อื่นๆ.....

ก๊าซหุงต้ม (LPG) ปริมาณที่ใช้..... ถึงขนาด 15 กก. จำนวน.....ถัง/เดือน
 ถึงขนาด.....กก. จำนวน.....ถัง/เดือน

ฟืน ปริมาณที่ใช้.....กก./เดือน

ถ่าน ปริมาณที่ใช้.....กก./เดือน

น้ำมันดีเซล ปริมาณที่ใช้.....ลิตร/เดือน

น้ำมันเบนซิน ปริมาณที่ใช้.....ลิตร/เดือน

อื่นๆ ระบุ..... ปริมาณที่ใช้..... ระบุหน่วย.....

ตารางที่ ก.4 แบบสอบถามข้อมูลจากที่พักอาศัยและพาณิชยกรรม (ต่อ)

3. ภายในครัวเรือนของท่านมีการทำกิจกรรมต่อไปนี้หรือไม่

3.1 การเผาขยะจากที่พักอาศัย (เช่น เศษกระดาษ ถุงพลาสติก ฯลฯ)

ไม่มี

มี ความถี่ ทุกวัน 2-3 วัน/ครั้ง สัปดาห์ละครั้ง เดือนละ 1-2 ครั้ง

3.2 การเผาเศษกิ่งไม้ ใบไม้ หญ้าแห้ง เป็นต้น

ไม่มี

มี ความถี่ ทุกวัน 2-3 วัน/ครั้ง สัปดาห์ละครั้ง เดือนละ 1-2 ครั้ง

3.3 การเผาเศษวัสดุทางการเกษตร (เช่น ฟางข้าว อ้อย ข้าวโพด หรืออื่นๆ)

ไม่มี

มี ได้แก่

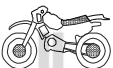

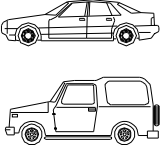
1).....	พื้นที่	.....ไร่
	ปริมาณ	.....กก./.....
	ความถี่ในการเผา	.....
2).....	พื้นที่	.....ไร่
	ปริมาณ	.....กก./.....
	ความถี่ในการเผา	.....



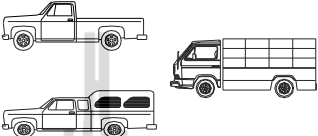

ภาคผนวก ข

ข้อมูลผลการตรวจนับปริมาณจราจร

ตารางที่ ข.1 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ของยานพาหนะประเภทจักรยานยนต์
และรถยนต์เบนซิน ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2553

ลำดับ	จุดตรวจนับ	ปริมาณจราจร (คัน/วัน)		
		รถจักรยานยนต์ 	รถสามล้อเครื่อง 	รถยนต์นั่ง 4 ล้อ 
1	ถนนสี่ปีศิริ	15,984	508	11,554
2	ถนนมุขมนตรี	18,599	661	10,272
3	ถนนเดชอุดม	15,310	376	6,336
4	ถนนโพธิ์กลาง	11,123	637	4,888
5	ถนนชุมพล	13,389	898	7,223
6	ถนนจอมพล	7,880	443	3,160
7	ถนนไชยณรงค์	13,159	295	5,591
8	ถนนช้างเผือก	15,250	634	8,173
9	ถนนจันทร์	6,203	340	3,284
10	ถนนเบญจรงค์	15,600	364	2,999
11	ถนนเดชอุดม ซ.6	11,205	209	3,439
12	ถนนกีฬากลาง	11,736	198	2,591
13	ตรอกสมอราย	8,692	150	2,081
14	ตรอกกิ่งสวายเรียง	10,024	148	2,245
15	ซอยหีคนางฟ้า	2,700	17	755
16	ถนนเดชอุดม ซ.14	2,805	56	878
17	ถนนมิตรภาพ ซ.13	815	5	399
18	ถนนมุขมนตรี ซ.20	2,609	25	331
19	ถนน 30 กันยายน	12,108	134	1,636
20	ถนนท้าวสุระ ซ.3	4,579	31	330

ตารางที่ ข.2 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ของยานพาหนะประเภทรถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก
ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2553

ลำดับ	จุดตรวจนับ	ปริมาณจราจร (คัน/วัน)	
		รถบรรทุก 4 ล้อ 	รถสองแถว 4 ล้อ และรถตู้ 
1	ถนนสี่เปสิริ	9,297	994
2	ถนนมุขมนตรี	10,784	1,323
3	ถนนเดชอุดม	5,747	383
4	ถนนโพธิ์กลาง	4,976	725
5	ถนนชุมพล	8,782	2,905
6	ถนนจอมพล	4,688	911
7	ถนนไชยณรงค์	5,079	496
8	ถนนช้างเผือก	7,504	455
9	ถนนจันทร์	4,066	174
10	ถนนเบญจรงค์	4,894	451
11	ถนนเดชอุดม ซ.6	4,217	326
12	ถนนกีฬากลาง	2,663	344
13	ตรอกสมอราย	2,453	321
14	ตรอกกิ่งสวายเรียง	2,523	488
15	ซอยเห็ดนางฟ้า	898	44
16	ถนนเดชอุดม ซ.14	923	225
17	ถนนมิตรภาพ ซ.13	391	21
18	ถนนมุขมนตรี ซ.20	434	31
19	ถนน 30 กันยายน	1,541	33
20	ถนนท้าวสุระ ซ.3	583	277

ตารางที่ ข.3 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ของยานพาหนะประเภทรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่
ภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2553

ลำดับ	จุดตรวจนับ	ปริมาณจราจร (คัน/วัน)			
		รถสองแถว 6 ล้อ และรถบัส	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถเทรเลอร์ และรถพ่วง
1	ถนนสี่สีศิริ	68	303	102	8
2	ถนนมูขมมนตรี	60	202	65	13
3	ถนนเดชอุดม	44	92	20	0
4	ถนนโพธิ์กลาง	19	69	29	0
5	ถนนชุมพล	198	138	43	1
6	ถนนจอมพล	8	49	39	1
7	ถนนไชยณรงค์	25	63	27	0
8	ถนนช้างเผือก	43	97	39	1
9	ถนนจันทร์	21	59	49	0
10	ถนนเบญจรงค์	15	210	80	9
11	ถนนเดชอุดม ซ.6	8	261	43	4
12	ถนนกีฬากลาง	28	47	11	0
13	ตรอกสมอราย	16	36	16	0
14	ตรอกกิ่งสวายเรียง	11	31	13	0
15	ซอยเห็นนางฟ้า	3	15	1	0
16	ถนนเดชอุดม ซ.14	0	28	3	0
17	ถนนมิตรภาพ ซ.13	3	3	1	0
18	ถนนมูขมมนตรี ซ.20	8	15	1	0
19	ถนน 30 กันยายน	4	35	1	0
20	ถนนท้าวสุระ ซ.3	0	13	0	0

หมายเหตุ 0 หมายถึง ไม่มี



ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้น

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของ โรงงานซ่อมแซมและเคาะฟันสิรถยนต์

ค่าสถิติ	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉพาะกิจกรรมการเผาไหม้	
	ดีเซล (ลิตร/ปี)	LPG (กก./ปี)
n	19	19
Min	0	0
Max	43,800	540
Mean	2,965.89	85.26
SD	10,297.95	151.41
Median	0	0
Mode	0	0

หมายเหตุ n หมายถึง จำนวน โรงงานที่ตอบแบบสอบถามกลับมา

ค่า Min หรือ Max = 0 หมายถึง ไม่มีการใช้เชื้อเพลิง

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ

ค่าสถิติ	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉพาะกิจกรรมการเผาไหม้	
	ดีเซล (ลิตร/ปี)	LPG (กก./ปี)
n	18	18
Min	0	0
Max	0	720
Mean	0.00	226.00
SD	0.00	287.42
Median	0	0
Mode	0	0

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของ โรงงานประกอบหรือดัดแปลงชิ้นส่วนสำหรับรถยนต์

ค่าสถิติ	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉพาะกิจกรรมการเผาไหม้	
	ดีเซล (ลิตร/ปี)	LPG (กก./ปี)
n	10	10
Min	0	0
Max	0	4,680
Mean	0.00	1,086.00
SD	0.00	1,737.00
Median	0	270
Mode	0	0

ตารางที่ ค.4 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของ โรงงานผลิต ประกอบ คัดแปลงหรือซ่อมแซมเครื่องยนต์ เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ

ค่าสถิติ	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉพาะกิจกรรมการเผาไหม้	
	ดีเซล (ลิตร/ปี)	LPG (กก./ปี)
n	12	12
Min	0	0
Max	0	540
Mean	0.00	97.50
SD	0.00	177.77
Median	0	0
Mode	0	0

ตารางที่ ค.5 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของ โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม

ค่าสถิติ	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉพาะกิจกรรมการเผาไหม้	
	ดีเซล (ลิตร/ปี)	LPG (กก./ปี)
n	14	14
Min	0	0
Max	0	17,520
Mean	0.00	3,288.86
SD	0.00	6,059.55
Median	0	936
Mode	0	720

ตารางที่ ค.6 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของ โรงงานผลิตเกี่ยวกับไม้ ผลิตภัณฑ์จาก ไม้และเครื่องเรือน

ค่าสถิติ	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉพาะกิจกรรมการเผาไหม้	
	ดีเซล (ลิตร/ปี)	LPG (กก./ปี)
n	6	6
Min	0	0
Max	300	0
Mean	50.00	00.00
SD	122.47	00.00
Median	0	0
Mode	0	0

ตารางที่ ค.7 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการพิมพ์

ค่าสถิติ	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉพาะกิจกรรมการเผาไหม้	
	ดีเซล (ลิตร/ปี)	LPG (กก./ปี)
n	6	6
Min	0	0
Max	0	0
Mean	00.00	00.00
SD	00.00	00.00
Median	0	0
Mode	0	0

ตารางที่ ค.8 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของโรงงานอื่น ๆ

ค่าสถิติ	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเฉพาะกิจกรรมการเผาไหม้	
	ดีเซล (ลิตร/ปี)	LPG (กก./ปี)
n	23	23
Min	0	0
Max	0	0
Mean	00.00	00.00
SD	00.00	00.00
Median	0	0
Mode	0	0

ตารางที่ ค.9 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของถนนสายรองสำคัญ

ลำดับ	ชื่อสายทาง	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนถนนแต่ละประเภท (คัน/วัน)			
		จักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่
1	ถนนสี่สีศิริ	16,492	11,554	10,291	481
2	ถนนมขมนตรี	19,260	10,272	12,107	340
3	ถนนเดชอุดม	15,686	6,336	6,130	156
4	ถนนโพธิ์กลาง	11,760	4,888	5,701	117
5	ถนนชุมพล	14,287	7,223	11,687	380
6	ถนนจอมพล	8,323	3,160	5,599	97
7	ถนนไชยณรงค์	13,454	5,591	5,575	115
8	ถนนช้างเผือก	15,884	8,173	7,959	180
9	ถนนจันทร์	6,543	3,284	4,240	129
10	ถนนเบญจรงค์	15,964	2,999	5,345	314
	Mean	13,765	6,348	7,463	231
	SD	3,899	2,983	2,876	136
	Median	14,987	5,964	5,916	168

ตารางที่ ค.10 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของถนนสายรองทั่วไป

ลำดับ	ชื่อสายทาง	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนถนนแต่ละประเภท (คัน/วัน)			
		จักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่
1	ถนนเดชอุดม ซ.6	11,414	3,439	4,543	316
2	ถนนกีฬากลาง	11,934	2,591	3,007	86
	Mean	11,674	3,015	3,775	201
	SD	368	600	1,086	163
	Median	11,674	3,015	3,775	201

ตารางที่ ค.11 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของถนนสายย่อย (ตรอกและถนนอื่น ๆ)

ลำดับ	ชื่อสายทาง	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนถนนแต่ละประเภท (คัน/วัน)			
		จักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่
1	ตรอกสมอราย	8,842	2,081	2,774	68
2	ตรอกกิ่งสวายเรียง	10,172	2,245	3,011	55
3	ถนน 30 กันยายน	12,242	1,636	1,574	40
	Mean	10,419	1,987	2,453	54
	SD	1,713	315	770	14
	Median	10,172	2,081	2,774	55

ตารางที่ ค.12 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของถนนสายย่อย (ซอย)

ลำดับ	ชื่อสายทาง	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนถนนแต่ละประเภท (คัน/วัน)			
		จักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่
1	ซอยเห็ดนางฟ้า	2,717	755	942	19
2	ถนนเดชอุดม ซ.14	2,861	878	1,148	31
3	ถนนมิตรภาพ ซ.13	820	399	412	7
4	ถนนมุขมนตรี ซ.20	2,634	331	465	24
5	ถนนท้าวสุระ ซ.3	4,610	330	860	13
	Mean	2,728	539	765	19
	SD	1,342	259	317	9
	Median	2,717	399	860	19

ตารางที่ ค.13 ข้อมูลทางสถิติเบื้องต้นของการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน

ค่าทางสถิติ	เพื่อการอยู่อาศัย (n=400)			เพื่อการประกอบกิจการภายในครัวเรือน (n=100)		
	ก๊าซหุงต้ม (กก./เดือน)	ฟืน (กก./เดือน)	ถ่าน (กก./เดือน)	ก๊าซหุงต้ม (กก./เดือน)	ฟืน (กก./เดือน)	ถ่าน (กก./เดือน)
Mean	13.20	3.87	3.14	44.38	1.25	8.26
SD	8.47	50.44	10.84	51.03	7.19	26.92
Median	15	0	0	30	0	0
Mode	15	0	0	15	0	0

หมายเหตุ n=400 หมายถึง จำนวนครัวเรือนทั้งหมดที่ทำการสุ่มตัวอย่าง

n=100 หมายถึง พิจารณาเฉพาะครัวเรือนที่มีการใช้เชื้อเพลิงเพื่อการประกอบกิจการ

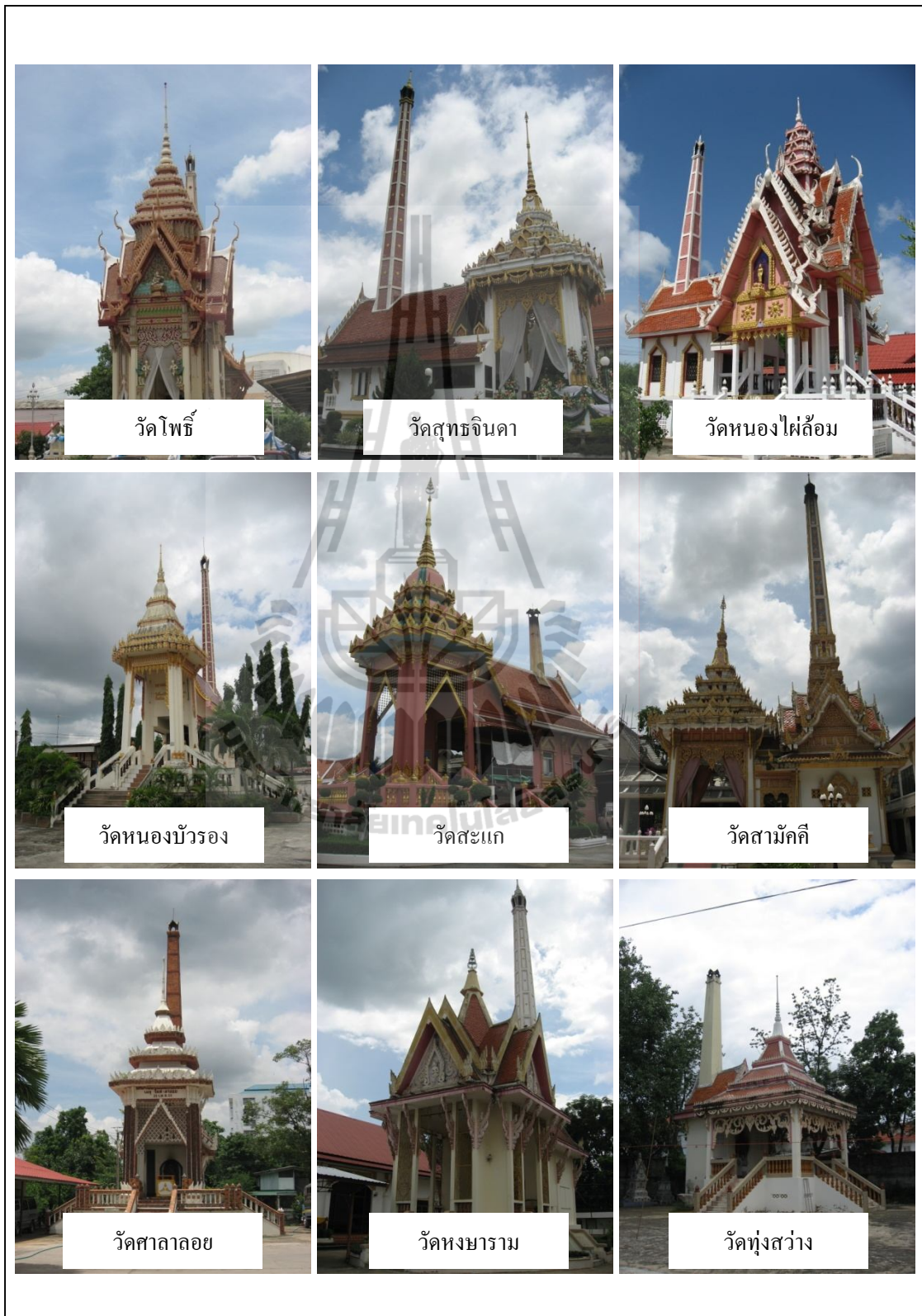




ภาพประกอบการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม



รูปที่ ง.1 เมรุเผาศพภายในวัดที่ทำการสำรวจและเก็บข้อมูล



รูปที่ ง.1 เมรุเผาศพภายในวัดที่ทำการสำรวจและเก็บข้อมูล (ต่อ)



ถนนสีปศิริ



ถนนจอมพล

รูปที่ ง.2 ตัวอย่างภาพการตรวจนับปริมาณจราจรบนถนนสายรองสำคัญ



รูปที่ ๓.2 ตัวอย่างภาพการตรวจนับปริมาณจราจรบนถนนสายรองสำคัญ (ต่อ)



ถนนเคชอุดม ซอย 6



ถนนกีฬากลาง

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างภาพการตรวจนับปริมาณจราจรบนถนนสายรองทั่วไป



ถนนมุขมนตรี ซอย 20



ถนนมิตรภาพ ซอย 13

รูปที่ 4 ตัวอย่างภาพการตรวจนับปริมาณจราจรบนถนนสายย่อย



รูปที่ ๓.4 ตัวอย่างภาพการตรวจนับปริมาณจราจรบนถนนสายย่อย (ต่อ)



การใช้ฟืนและถ่านไม้ภายในครัวเรือน



การใช้ก๊าซหุงต้มภายในครัวเรือน

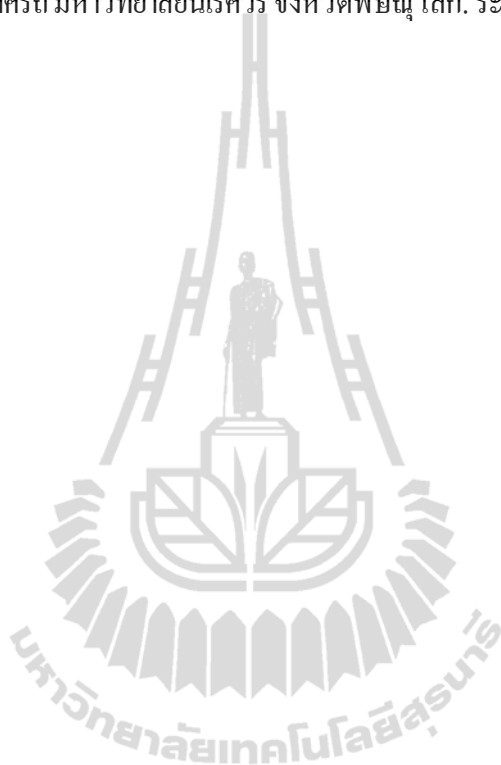
รูปที่ ๓.๕ ตัวอย่างภาพการใช้เชื้อเพลิงภายในครัวเรือน



บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

รายชื่อบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

ศฤงษ์ โคตุละ สุดจิต ครูจิต และ นเรศ เชื้อสุวรรณ. (2554). การปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนครสวรรค์ ครั้งที่ 7, ณ อาคารเอกาทศรถ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิจิตร โลก. ระหว่างวันที่ 29-30 กรกฎาคม 2554. หน้า 83-95.



การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนครศรีธรรมราช ครั้งที่ 7

การปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนในเขตเทศบาลนครราชสีมา
Emissions of Air Pollutants from On-road Vehicles in Nakhon Ratchasima Municipality

ศุภชาติ โคตุละ² สุจิตต์ คุรุจิต¹ และ นเรศ เชื้อสุวรรณ²
Sarid Kotula¹ Sudjit Karuchit¹ and Nares Chuersuwan²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศชนิดหลัก (CO, NO_x, HC, PM และ SO₂) จากยานพาหนะบนถนนภายในเขตเทศบาลนครราชสีมา การประมาณการปล่อยมลพิษอากาศใช้วิธีค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ อาศัยข้อมูลปริมาณจราจรบนถนนสายหลักจากกรมทางหลวงและข้อมูลปริมาณจราจรจากตรวจนับภาคสนามบนถนนสายรองและสายย่อยรวม 20 จุด ผลการศึกษา พบว่า การปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะภายในพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2553 ส่วนใหญ่เกิดขึ้นบนถนนสายหลักและสัดส่วนเชิงปริมาณของสารมลพิษอากาศชนิดหลักสามอันดับแรก ได้แก่ CO (53.36%) NO_x (32.65%) และ HC (10.88%) ยานพาหนะที่เป็นสาเหตุหลัก คือ รถจักรยานยนต์และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ ผลของการศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครราชสีมา

คำสำคัญ: สารมลพิษอากาศ, ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ, ยานพาหนะ, เทศบาลนครราชสีมา

Abstract

This research aims to estimate emissions of major air pollutants (CO, NO_x, HC, PM and SO₂) from on-road vehicle in Nakhon Ratchasima Municipality (NRM). The emission factor approach was carried out to quantify emission. Arterial street traffic data was obtained from Department of Highways, while the traffic data in collector roads and local roads were collected via field survey (20 sampling points). Results showed that

¹สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000

²สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000

^{*}Corresponding author. E-mail: u50_tourthai@hotmail.com

estimated emissions from on-road vehicles in NRM (2010) most emission came from vehicles on arterial streets and the quantitative proportion of the top three major air pollutants emitted were CO (53.36%), NO_x (32.65%) and HC (10.88%). The vehicles contributed most to emission of air pollutants were motorcycles and heavy-duty diesel trucks. The results are part of the development of air pollution emission inventory in NRM.

Keywords: air pollutants, emission factor, vehicle, Nakhon Ratchasima Municipality

บทนำ

มลพิษอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับสากล โดยความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศ ได้แก่ TSP NO_x และ SO₂ สัมพันธ์กับอัตราการตายด้วยโรคทางเดินหายใจของประชาชนในเมืองขนาดใหญ่ เช่น กรุงปักกิ่ง (5,500 คน/ปี) เมืองโคโร (5,000 คน/ปี) และเมืองเดลี (3,500 คน/ปี) ทำให้เมืองเหล่านี้จำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพอากาศ เพื่อป้องกันการเสียชีวิตและการเจ็บป่วยด้วยโรคอันเนื่องมาจากมลพิษอากาศในระดับที่รุนแรง (Gurjar et al., 2010) ส่วนสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551 พบว่า ปัญหามลพิษที่ได้รับการร้องเรียนมากที่สุด คือ มลพิษอากาศ และเสียง ถือเป็นระดับ 67% ของปัญหาที่ร้องเรียนทั้งหมด โดยสารมลพิษอากาศที่เป็นปัญหาหลักคือ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) พบมากในพื้นที่จังหวัดสระบุรี ราชบุรี ลำปาง สมุทรปราการ พระนครศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร เชียงใหม่และนครราชสีมา ส่วนสารมลพิษชนิดอื่นๆ พบเกินค่ามาตรฐานเป็นครั้งคราวในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) จากงานวิจัยของต่างประเทศ พบว่าปัญหาคุณภาพอากาศในชุมชนเมืองมีแหล่งกำเนิดหลักมาจากยานพาหนะ โดยสัมพันธ์กับแผนพัฒนาชุมชนเมืองที่ไม่ดีพอและการขยายตัวของเมือง แต่ปัจจัยที่มีอิทธิพลมากกว่าต่อระดับมลพิษอากาศที่เพิ่มสูงขึ้น คือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณจราจร ปัจจัยอื่นๆ เช่น สภาพของการจราจรที่แออัดและคุณภาพเชื้อเพลิง (Joumard, 2009)

จากผลการศึกษาแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พบว่า รถยนต์ดีเซลเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญของสารมลพิษชนิด PM 54% CO 75% NO_x 80% และ HC 87% ของปริมาณการปล่อยสารมลพิษทั้งหมด ตามลำดับ (กรมควบคุมมลพิษ, 2550) ตัวอย่างการศึกษาในต่างประเทศ เช่น เมือง Sardinia ประเทศอิตาลี พบว่า ยานพาหนะเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญของ CO 53%, NO_x 30%, HC 33% และ PM₁₀ 36% ของปริมาณการปล่อยสารมลพิษทั้งหมด (Bellasio et al., 2007) ส่วนพื้นที่เขตเทศบาลนครราชสีมาเป็นชุมชนเมืองที่พบ

การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนครสวรรค์ ครั้งที่ 7

ปัญหา PM₁₀ เกินค่ามาตรฐาน แต่ระดับความรุนแรงยังไม่มากนัก จากผลการตรวจวัด PM₁₀ ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวร 1 จุด ที่ตั้งอยู่ภายในพื้นที่พบว่า มีระดับค่าเฉลี่ย 1 ปี เท่ากับ 48.2, 70.7, 78.4, 70.1 และ 45.9 มค.ก./ลบ.ม. ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานเกือบทุกปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) สะท้อนถึงสภาพปัญหาคุณภาพอากาศที่มีในปัจจุบันว่าอยู่ในช่วงเริ่มต้น แต่เป็นไปได้ที่จะนำไปสู่ปัญหามลพิษอากาศในระดับที่รุนแรงและส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่ได้ในอนาคต หากไม่มีการเตรียมการหาแนวทางป้องกันและวางแผนจัดการคุณภาพอากาศในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ได้ประมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศชนิดหลักจากยานพาหนะบนถนนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลส่วนหนึ่งของการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในพื้นที่ ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่สามารถนำไปใช้สำหรับการกำกับการลดการปล่อยมลพิษที่มีผลต่อคุณภาพอากาศในพื้นที่ต่อไป

วิธีการการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้กำหนดพื้นที่ศึกษาในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งตั้งอยู่ในตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา มีขนาดพื้นที่ 37.50 ตารางกิโลเมตรดังภาพที่ 1

2. การจำแนกประเภทยานพาหนะและสารมลพิษอากาศที่ทำการศึกษา

การศึกษาได้ครอบคลุมยานพาหนะ 4 ประเภท ได้แก่ รถจักรยานยนต์ (MC) รถยนต์เบนซิน (PC) รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก (LDT) และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ (HDT) ซึ่งยานพาหนะแต่ละประเภทประกอบด้วยรถชนิดต่างๆ ตามเอกสารของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2546) และสารมลพิษอากาศที่ศึกษา ได้แก่ CO, NO_x, SO₂, HC และ PM

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการตรวจนับปริมาณจราจรภาคสนาม

3.1 ข้อมูลโครงข่ายถนน

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาปริมาณจราจรเฉพาะยานพาหนะที่สัญจรบนถนนทุกประเภทที่มีภายในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ถนนสายหลัก ถนนสายรองและถนนสายย่อย โดยการจำแนกประเภทถนนสายรองและสายย่อยได้อาศัยเกณฑ์การจำแนกที่กำหนดขึ้น ดังตารางที่ 1 โดยอ้างอิงตามสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2546) และข้อมูลลักษณะกายภาพทางภายในพื้นที่ศึกษาจากสำนักการช่างของเทศบาลนครนครราชสีมา (สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา, 2552)

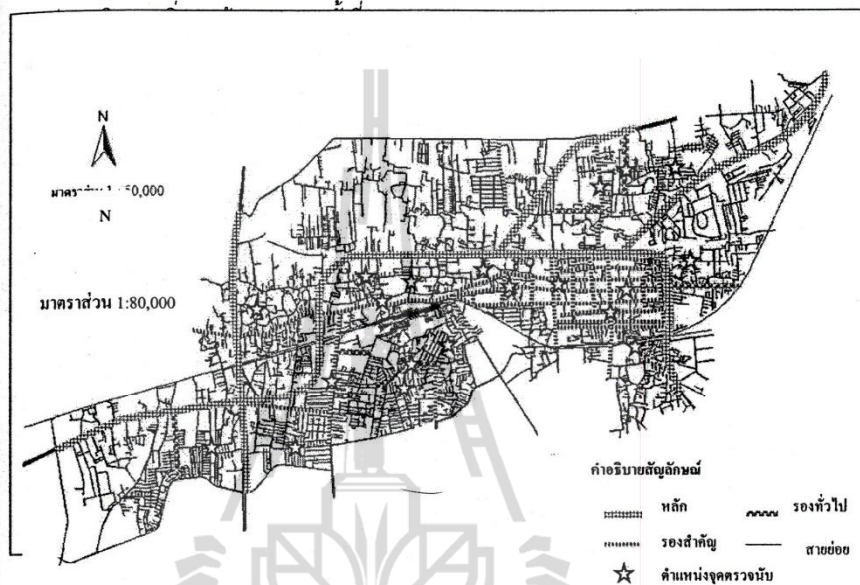
ตาราง 1 เกณฑ์การจำแนกประเภทถนนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมาที่ใช้ในการศึกษา

ประเภทถนน	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	ความกว้างไหล่ทาง (ม.)
ถนนสายรองสำคัญ	≥ 8	≥ 1.8
ถนนสายรองทั่วไป	≥ 7	> 1
ถนนสายย่อย	≤ 7	1 หรือไม่มี

3.2 ข้อมูลปริมาณจราจร

วิธีการสำรวจปริมาณจราจรได้กำหนดโดยอ้างอิงตามวิธีการในเอกสารวิชาการเกี่ยวกับการสำรวจปริมาณจราจรของกรมทางหลวงชนบท (กรมทางหลวงชนบท, 2553) โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการใช้คนแจงนับรถรวมทั้งสองทิศทาง (Mid-block count) แยกตามชนิดถนนช่วงถนนแต่ละประเภทรวม 20 จุด (ภาพที่ 1) ประกอบด้วย สายรองสำคัญ 10 จุด สายรองทั่วไป 2 จุด และสายย่อย 8 จุด ซึ่งใช้เวลาในการตรวจนับปริมาณจราจรจุดละ 3 วัน วันละ 12 ชั่วโมง (07:00-19:00 น.) แบ่งเป็นวันหยุดราชการ 1 วัน และวันทำงานปกติ 2 วัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้หาปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT)

โดยข้อมูลปริมาณจราจรบนถนนสายหลักใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจของกรมทางหลวงประจำปี พ.ศ. 2552 (กรมทางหลวง, 2553) ส่วนการกำหนดจุดตรวจนับบนถนนแต่ละประเภทได้พิจารณาโดยอาศัยปัจจัยด้านการเป็นตัวแทนของถนน เช่น ความยาวถนน ความกว้างผิวทางและลักษณะการเดินรถ อีกทั้งปัจจัยด้านความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยและความครอบคลุมพื้นที่ของโครงข่ายถนน เช่น ถนนในแนวเหนือ-ใต้ ถนนในแนวตะวันออก-ตะวันตก ถนนในคูเมืองนอกคูเมืองและรอบคูเมือง เป็นต้น



ภาพ 1 ตำแหน่งจุดตรวจนับปริมาณจราจรในพื้นที่ศึกษา

4. การประมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ

4.1 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor; EF)

การวิจัยนี้ใช้วิธี EF ในการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ ซึ่งเป็นวิธีอย่างง่าย มีค่าใช้จ่ายต่ำ ใช้เวลาน้อย ที่สำคัญเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ได้รวบรวมค่า EF จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้แก่ เอกสารของกรมควบคุมมลพิษและเอกสารของ EEA โดยได้กำหนดแนวทางการเลือกใช้ค่า EF ดังนี้ คือ ให้เลือกใช้ค่า EF ที่มีความเฉพาะสำหรับยานพาหนะแต่ละประเภท และเป็นพัฒนาจากข้อมูลของท้องถิ่นที่ทำการศึกษเป็นลำดับแรกและพัฒนามาจากข้อมูลของประเทศไทยเป็นลำดับรองลงมา แต่ถ้าไม่มีค่า EF ที่เป็นค่าของประเทศไทย ให้เลือกใช้ค่า EF จากแหล่งข้อมูลที่นิยมใช้กันทั่วไป เช่น EEA เป็นต้น

4.2 การประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ เลือกใช้สัมประสิทธิ์จากกรมควบคุมมลพิษ (2551) ดังนี้

$$E_{ij} = N_j \times EF_{ij} \times D$$

โดยที่	E_{ij}	คือ ปริมาณการปล่อยสารมลพิษ i จากรถประเภท j (กรัม/วัน)
	N_j	คือ ปริมาณการจราจรของรถประเภท j (คัน/วัน)
	EF_{ij}	คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ i จากรถประเภท j (กรัม/กม./คัน)
	D	คือ ระยะทางที่รถวิ่ง (กม.)

ทั้งนี้ในการประมาณ ได้สมมุติให้ระยะทางทั้งหมดที่รถวิ่งบนถนนเท่ากับความยาวของถนนที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา ถึงแม้ว่ารถทุกคันจะไม่วิ่งตลอดเส้นทาง และกำหนดให้รถจักรยานยนต์หมายรวมทั้ง 2 และ 4 จังหวะ นอกจากนี้สมมุติให้ยานพาหนะไม่มีการใช้เชื้อเพลิงชนิด LPG CNG B5 และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ส่วนการคำนวณหาปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ของยานพาหนะแต่ละประเภทจากข้อมูลที่ได้จากการตรวจนับปริมาณจราจร 12 ชั่วโมง มีสูตรการคำนวณดังสมการ

$$ADT = (\text{ปริมาณการจราจรทั้งหมดที่สำรวจได้/จำนวนวันที่ทำการตรวจนับ}) \times 1.33$$

โดยที่ปริมาณการจราจรทั้งหมดที่สำรวจได้ คือ ผลรวมของปริมาณการจราจรที่สำรวจได้ในช่วงวันที่ทำการตรวจนับทั้งหมด วันละ 12 ชั่วโมง และ 1.33 คือ ค่าตัวคูณขยายสำหรับปรับค่าปริมาณการจราจรที่สำรวจให้เป็น 24 ชั่วโมง (Expansion Factor) ซึ่งอ้างอิงจากแนวทางการทางนครราชสีมาที่ 1 และสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2546)

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลโครงข่ายถนนภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

จากการเก็บรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลโครงข่ายถนนที่ได้จากแนวทางการทางนครราชสีมาที่ 1 และสำนักงานช่างของเทศบาลนครนครราชสีมา โดยอาศัยเกณฑ์การจำแนกประเภทถนนที่กำหนดขึ้น (ตารางที่ 1) สามารถแบ่งประเภทถนนภายในพื้นที่ศึกษาออกเป็นถนนสายหลัก 5 สายทาง (ทล.2, ทล.204, ทล.304, ทล.205 และทล.224) แบ่งเป็น 7 ตอนควบคุม ดังตารางที่ 2 สายรองสำคัญ 31 สายทาง สายรองทั่วไป 7 สายทาง สายย่อย 266 สายทาง (ซอย 232 สายทาง และตรอกและถนนอื่นๆ 32 สายทาง)

การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนคร ครั้งที่ 7

ตาราง 2 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปีบนถนนสายหลักภายในพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2552

Route (Control)	ความยาว (กม.)	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปี (หน่วย: คัน/วัน)			
		จักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่
2 (402)	2.7	1,034	5,448	14,687	6,355
2 (403)	5.9	7,255	14,819	23,239	8,082
2 (500)	2.5	11,452	31,088	12,477	6,644
204 (101)	2.4	2,963	7,226	11,886	6,350
205 (801)	1.3	10,613	19,320	9,212	3,137
224 (100)	4.7	3,519	6,508	10,938	4,713
304 (904)	4.1	2,120	4,205	8,486	2,338
รวม	23.6	38,956	88,614	90,925	37,619

2. ข้อมูลปริมาณจราจร

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณจราจรบนถนนสายหลัก จากแขวงการทางนครราชสีมาที่ 1 ทำให้ทราบปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปี (AADT) บนถนนสายหลักภายในพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2552 (ตารางที่ 2) และจากการตรวจนับปริมาณจราจรตามจุดตรวจนับที่กำหนด ทำให้ทราบปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) บนถนนแต่ละประเภทภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา (ตารางที่ 3)

ตาราง 3 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนถนนแต่ละประเภทภายในพื้นที่ศึกษา

ประเภทถนน	ความยาว (กม.)	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (หน่วย: คัน/วัน)			
		รถจักรยานยนต์	รถยนต์เบนซิน	รถยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก	รถยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่
สายรองสำคัญ	41.4	14,987	5,964	5,916	168
สายรองทั่วไป	6.9	11,674	3,015	3,775	201
สายย่อย	92.0	12,889	2,480	3,634	74
- ซอย	72.9	2,717	399	860	19
- ตรอก/ถนนอื่นๆ	19.1	10,172	2,081	2,774	55

ที่มา: จากการตรวจนับปริมาณจราจรในภาคสนาม

3. ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ

3.1 การเลือกใช้ค่า Emission Factor

การเลือกใช้ค่า EF ได้พิจารณาตามแนวทางการเลือกใช้ค่า EF ที่กำหนดขึ้น ซึ่งค่า EF ที่เลือกใช้แสดงดังตารางที่ 4

3.2 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศ

ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนภายในพื้นที่ศึกษาได้แสดงดังตารางที่ 5 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนแต่ละประเภทแสดงดังภาพที่ 2 และสัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากยานพาหนะแต่ละประเภทแสดงดังภาพที่ 3 และ 4

ตาราง 4 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษอากาศสำหรับยานพาหนะที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ชนิดยานพาหนะ	EF (กรัมกิโลเมตร/คัน)				
	HC	NO _x	SO ₂	CO	PM
รถจักรยานยนต์	2.09 ⁽²⁾	0.24 ⁽²⁾	0.02 ⁽²⁾	13.14 ⁽²⁾	0.086 ⁽³⁾
รถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน	0.053 ⁽¹⁾	0.026 ⁽¹⁾	0.061 ⁽¹⁾	0.513 ⁽¹⁾	0.101 ⁽³⁾
รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	0.036 ⁽¹⁾	0.469 ⁽¹⁾	0.041 ⁽¹⁾	0.439 ⁽¹⁾	0.042 ⁽¹⁾
รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	3.42 ⁽³⁾	23.12 ⁽³⁾	0.327 ⁽³⁾	8.89 ⁽³⁾	1.15 ⁽³⁾

หมายเหตุ: ⁽¹⁾ กรมควบคุมมลพิษ (2553); ⁽²⁾ กรมควบคุมมลพิษ (2551); ⁽³⁾ กรมควบคุมมลพิษ (2548)

ตาราง 5 ปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากยานพาหนะ

แหล่งกำเนิด	ปริมาณการปล่อยมลพิษ (ตันปี)				
	HC	NO _x	SO ₂	CO	PM
ยานพาหนะ	2,737.36	8,215.87	213.90	13,429.42	568.69
จำแนกตามประเภทยานพาหนะ					
- รถจักรยานยนต์	1,535.41	176.32	14.69	9,653.25	63.18
- รถยนต์เบนซิน	46.97	23.04	54.06	454.60	89.50
- รถยนต์ดีเซลขนาดเล็ก	33.28	433.52	37.90	405.79	38.82
- รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่	1,121.71	7,582.99	107.25	2,915.78	377.18
จำแนกตามประเภทถนน					
- สายหลัก	1,878.24	7,959.75	191.35	8,025.58	511.51
- สายรองสำคัญ	490.00	157.32	14.52	3,083.84	35.25
- สายรองทั่วไป	63.92	23.42	1.61	398.90	4.28
- สายย่อย	305.20	75.38	6.42	1,921.10	17.65

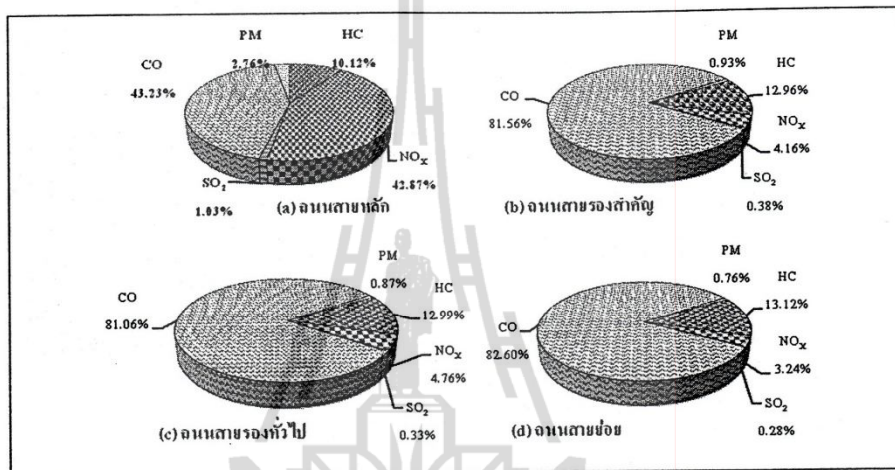
การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนครหลวง ครั้งที่ 7

วิจารณ์ผลการศึกษา

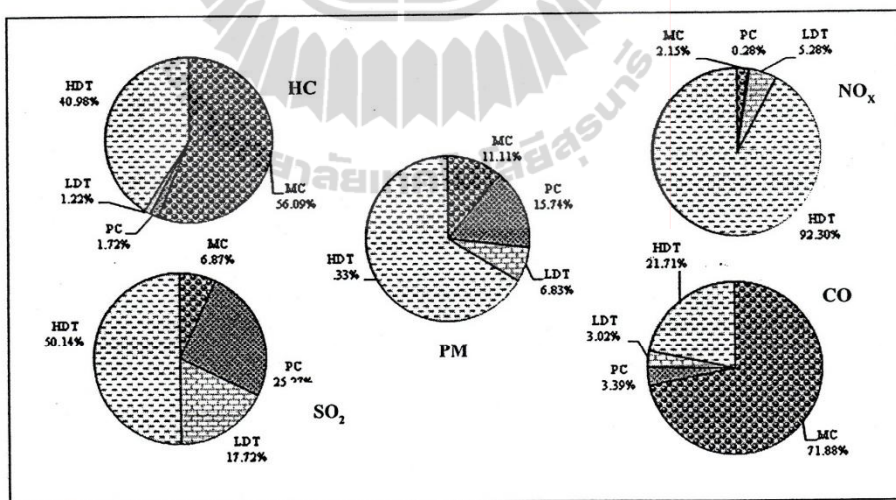
สารมลพิษอากาศจากยานพาหนะส่วนใหญ่มาจากการสัญจรของยานพาหนะบนถนนสายหลัก เนื่องจากสภาพที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาเป็นทางผ่านของการเดินทางระหว่างกรุงเทพมหานครกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และระหว่างภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับภาคตะวันออก มีถนนสายหลักที่พาดผ่านพื้นที่ เช่น ถนนมิตรภาพและถนนสุรนารายณ์ ที่มีการสัญจรของยานพาหนะหนาแน่น และการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายรองและสายย่อยภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีปริมาณรวมน้อยเมื่อเทียบกับถนนสายหลัก สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนสายหลัก มีความแตกต่างจากถนนสายรองและสายย่อยอย่างชัดเจน ดังภาพที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่บนถนนสายหลักมีมากกว่าถนนสายอื่นๆ ซึ่งรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่เป็นยานพาหนะที่มีอัตราการปล่อย NO_x สูง เมื่อเทียบกับยานพาหนะประเภทอื่นๆ ยานพาหนะที่เป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยมลพิษอากาศภายในพื้นที่ศึกษา คือ รถจักรยานยนต์และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ โดยสารมลพิษอากาศที่ปล่อยออกจากยานพาหนะในสัดส่วนเชิงปริมาณที่สูง ได้แก่ CO (53.36%) NO_x (32.65%) และ HC (10.88%)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ พบว่า ที่เมือง Shanghai มีรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่เป็นสาเหตุหลักของการปล่อย NO_x (65%) และ PM (56%) ขณะที่รถจักรยานยนต์เป็นสาเหตุหลักของการปล่อย HC (45%) และ PM (36.3%) ส่วนรถยนต์ขนาดเล็กเป็นแหล่งกำเนิดหลักของ CO (Wang et al., 2008) แต่ในประเทศจีนช่วงปี 1980-2005 รถจักรยานยนต์เป็นสาเหตุหลักของ CO, HC และ PM ส่วนรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่เป็นสาเหตุหลักของการปล่อย NO_x และ SO_2 (Cai and Xie, 2007) เมือง Buenos Aires มีรถยนต์เบนซินเป็นสาเหตุหลักของการปล่อย CO (85%) และ HC (65%) ขณะที่รถยนต์ดีเซลขนาดเล็กและขนาดใหญ่เป็นสาเหตุหลักของการปล่อย SO_2 (80%), NO_x (55%) และ PM เกือบทั้งหมด (D' Angiola et al, 2010) จากผลการศึกษาครั้งนี้และงานวิจัยอื่นๆ แสดงให้เห็นว่าโดยส่วนใหญ่มีความสอดคล้องในประเด็นที่รถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่เป็นสาเหตุหลักของการปล่อย NO_x และสาเหตุหลักของการปล่อย HC คือ รถจักรยานยนต์ แต่อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างเมืองมีข้อจำกัดเนื่องมาจากความแตกต่างกันของคุณภาพเชื้อเพลิง ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้และประเภทยานพาหนะในแต่ละเมือง

การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนครหลวง ครั้งที่ 7

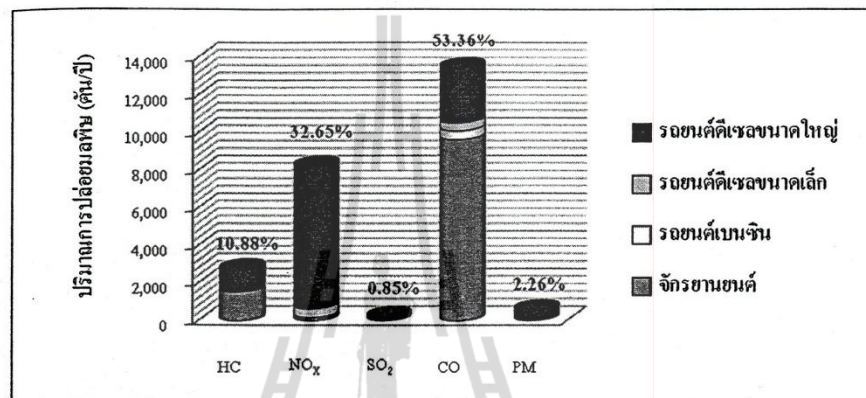


ภาพ 2 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนแต่ละประเภท



ภาพ 3 สัดส่วนการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากยานพาหนะแต่ละประเภท

การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนคร ครั้งที่ 7



ภาพ 4 ปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากยานพาหนะแต่ละประเภท

สรุปผลการศึกษา

การปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะในพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย HC (2,737.36 ตัน/ปี), NO_x (8,215.87 ตัน/ปี), SO₂ (213.9 ตัน/ปี), CO (13,429.42 ตัน/ปี) และ PM (568.69 ตัน/ปี) ส่วนใหญ่เกิดขึ้นบนถนนสายหลักและมีสัดส่วนเชิงปริมาณของสารมลพิษอากาศที่สำคัญได้แก่ CO (53.36%) NO_x (32.65%) และ HC (10.88%) ยานพาหนะที่เป็นสาเหตุหลักของการปล่อยมลพิษอากาศภายในพื้นที่ศึกษา คือ รถจักรยานยนต์และรถยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งของการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่สามารถนำไปใช้สำหรับการกำลักรองแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในพื้นที่ได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ภายใต้โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2553 และได้รับการสนับสนุนงบประมาณบางส่วนในการนับปริมาณจราจรจากองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ)

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2548). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี พ.ศ. 2548. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2550). รายงานประจำปี ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2551). โครงการจัดทำฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจังหวัดสมุทรปราการ. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2551). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการตรวจวัดมลพิษอากาศจากรถยนต์ที่ใช้แก๊สโซฮอล์. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2551). PM₁₀ Nakhonratchasima 47T [เพิ่มเติมข้อมูล]. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2552). สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2553). รายงานประจำปี ห้องปฏิบัติการตรวจวัดมลพิษจากยานพาหนะ พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมทางหลวง. (2553). Average Annual Daily Traffic on Highways 2009, Changwat: Nakhon Ratchasima [เพิ่มเติมข้อมูล]. กรุงเทพฯ: กรมทางหลวง.
- กรมทางหลวงชนบท. (2553). การสำรวจปริมาณจราจร. สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกปลอดภัยงานทาง [ออนไลน์]. ได้จาก <http://www.roadmaintenance.thaigov.net>
- สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา. (2552). รายชื่อสายทางและรหัสสายทางภายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา [เพิ่มเติมข้อมูล]. สำนักงานช่าง สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา.
- สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2546). โครงการศึกษาการจัดทำแผนแม่บทด้านการจราจรและขนส่งเมืองในภูมิภาคจังหวัดนครราชสีมา (ครั้งที่2). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- Bellasio, R., Bianconi, R., Corda, G. and Cucca, P. (2007). Emission inventory for the road transport sector in Sardinia (Italy). Atmospheric Environment, 41, 677-691.

การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนครหลวง ครั้งที่ 7

- Cai, H. and Xie, S. (2007). Estimation of vehicular emission inventories in China from 1980 to 2005. *Atmospheric Environment*, 41, 8963-8979.
- D'Angiola, A., Dawidowski, L.E., Gomez, L.E. and Osses, M. 2010. On-road traffic emissions in a megacity. *Atmospheric Environment*, 44, 483-493.
- Gurjar, B.R., Jain, A., Sharma, A., Agarwal, A., Gupta, P., Nagpure, A.S. and Lelieveld, J. (2010). Human health risk in megacities due to air pollution. *Atmospheric Environment*, 44, 4606-4613.
- Journard, R. (2009). Air pollution related to transport. *Atmospheric Environment*, 43, 985.
- Wang, H., Chen, C., Huang, C. and Fu, L. (2008). On-road vehicle emission inventory and its uncertainty analysis for Shanghai, China. *Science of the Total Environment*, 398, 60-67.



ประวัติผู้เขียน

นายศุภชัย โคตตะ เกิดเมื่อวันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2528 เริ่มการศึกษาในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ณ โรงเรียนบ้านนาฝาย จังหวัดอุดรธานี เข้าศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ณ โรงเรียนห้วยแก่งพิทยาการ จังหวัดอุดรธานี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (อนามัยสิ่งแวดล้อม) เกียรตินิยมอันดับ 1 จากสำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมื่อปี พ.ศ. 2550 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในระดับมหาบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ณ สถาบันการศึกษาเดิม เมื่อปีการศึกษา 2551 โดยได้รับทุนการศึกษาจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ภายใต้โครงการสร้างขีดความสามารถด้านการวิจัยและพัฒนา และการแข่งขันของภาคอุตสาหกรรมโดยกลไกความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชนและมหาวิทยาลัย (U-IRC Research) และได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ภายใต้โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2553 (MAG Window II Co-funding 2010) อีกทั้งยังได้รับการสนับสนุนงบประมาณบางส่วนจากองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) สำหรับการตรวจนับปริมาณจราจรภายในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมาในช่วงระหว่างการดำเนินการวิจัย ขณะศึกษาอยู่ในระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (22 สิงหาคม-7 ธันวาคม พ.ศ. 2550) ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แอดวานซ์ คอมโพสิทส์เต็มส์ จำกัด จังหวัดระยอง ในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (HSE Officer) โดยได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาองค์ประกอบของวัสดุที่ไม่ใช่แล้วและปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บขยะ (Composition of solid waste and Storage area Improvement) และได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา ณ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (19 มกราคม-22 พฤษภาคม พ.ศ. 2552) ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรสิ่งแวดล้อม โครงการวิจัย เรื่อง การตรวจสอบของเสียอุตสาหกรรมผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ กรณีศึกษา กระบวนการผลิตหัวอ่าน-เขียนและชุดหัวอ่าน-เขียน (Waste Audit in a Hard Disk Drive Industry: the Case Study of Slider Fabrication and Head Gimbal Assembly Process)

ผลงานวิจัย: ได้เสนอบทความเข้าร่วมในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมมนเรศวร ครั้งที่ 7 ประจำปี พ.ศ. 2554 เรื่อง การปล่อยสารมลพิษอากาศจากยานพาหนะบนถนนในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ในระหว่างวันที่ 29-30 กรกฎาคม 2554 ณ อาคารเอกาทศรถ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก มีรายละเอียดดังปรากฏในภาคผนวก จ.