

ความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองนครราชสีมาโดยใช้

AERMOD



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พ.ศ. 2562

**AIR POLLUTANTS CARRYING CAPACITY OF
NAKHON RATCHASIMA CITY AREA USING AERMOD**



**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 2018

ความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองนครราชสีมาโดยใช้ AERMOD

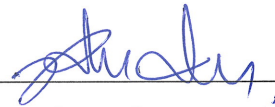
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



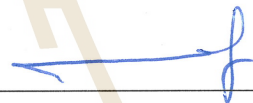
(อ. ดร.อภิชน วัชรนทร์วงศ์)

ประธานกรรมการ



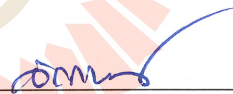
(ผศ. ดร.สุจิตต์ ครุจิต)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



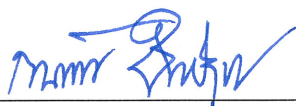
(รศ. ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ)

กรรมการ



(อ. ดร.ฉัตรเพชร ยศพล)

กรรมการ



(รศ. ร.อ. ดร.กนดัธร ชำนิประศาสน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนา

ความเป็นสากล



(รศ. ดร.พรศิริ จงกต)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

กมลรัศมี กติกา : ความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองนครราชสีมา โดย
ใช้ AERMOD (AIR POLLUTANTS CARRYING CAPACITY OF NAKHON
RATCHASIMA CITY AREA USING AERMOD) อาจารย์ที่ปรึกษา :
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สูดจิต ทรูจิต, 113 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมือง
นครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ในปัจจุบันและในอนาคตโดยมลพิษ
อากาศที่ศึกษามี 4 ชนิด ได้แก่ NO_2 , SO_2 , CO และ PM_{10} ด้วยวิธีการประมาณอัตราการมลพิษปีฐาน
จากข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษทุติยภูมิและค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ประมาณ
อัตราการมลพิษในอนาคตจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของประชากร เพิ่มขึ้นจากปีฐาน 0.5 เท่า 0.75
เท่า และ 1 เท่าของปีฐาน จากนั้นใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ในการประเมินผลกระทบ
มลพิษอากาศที่จะเกิดขึ้น เพื่อนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเพื่อใช้ในการหา
ความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองต่อไป จากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้น
 SO_2 , CO และ PM_{10} ของทั้งในปัจจุบัน (ปีฐาน) และอนาคตนั้นมีความสามารถในการรองรับมลพิษ
อากาศได้อีกในปริมาณมากพอสมควรจนกว่าค่าความเข้มข้นจะเกินค่ามาตรฐาน แต่ในส่วนของ
ความเข้มข้น NO_2 ในปัจจุบัน (ปีฐาน) นั้นมีความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศได้ ค่าความ
เข้มข้นมลพิษยังคงไม่เกินค่ามาตรฐานแต่เมืองนครราชสีมาไม่สามารถรองรับมลพิษ NO_2 ใน
อนาคต (0.5 เท่า, 0.75 เท่า และ 1 เท่าของผังเมือง) ได้

สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนักศึกษา กมลรัศมี กติกา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สุดจิต ทรูจิต

KAMOLRAT KATIKA : AIR POLLUTANTS CARRYING CAPACITY OF
NAKHON RATCHASIMA CITY AREA USING AERMOD. THESIS


ADVISOR : ASST. PROF. SUDJIT KARUCHIT, Ph.D. 113 PP.


AERMOD/CARRYING CAPACITY/AIR QUALITY MODEL/CITY

The objective of this research is to study of air pollution carrying capacity of Nakhon Ratchasima city area in the current and the future by using AERMOD air quality model. There are 4 types of air pollution which are NO₂, SO₂ CO and PM₁₀. Use the method of estimating the pollution rate for the base year from the data of the sources of secondary pollutants and the emission factor. Estimate the future pollution rate from the rate of population change. Increased by 0.5 times, 0.75 times and 1 time of the base year. Then use the AERMOD air quality model to assess the impact of the air pollution that will occur to compare the results with the standard values in order to find the capacity to handle air pollution in urban areas. From the study, it is found that the concentration of SO₂ CO and PM₁₀ of both the current (base year) and the future are able to handle the large amount of air pollution until the concentration exceeds the standard value. But the current NO₂ concentration (base year) is able to handle air pollution The concentration of pollutants still does not exceed the standard values, but Nakhon Ratchasima does not support future NO₂ pollution (0.5 times, 0.75 times and 1 time of the city plan).

School of Environmental Engineering

Academic Year 2019

Student's Signature 

Advisor's Signature 

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ รวมทั้งได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิต คุรุจิต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย

อาจารย์ ดร.อภิชน วัชรินทร์วงศ์ ที่กรุณาให้เกียรติเป็นประธานกรรมการ โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ และอาจารย์ ดร.ฉัตรเพชร ยศพล เป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและความรู้ทางด้านวิชาการอย่างดียิ่งมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เนตรนภิส ต้นเต็มทรัพย์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในทุก ๆ ด้าน ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัยและให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณสำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา รวมถึงหน่วยงานและเจ้าหน้าที่ของจังหวัดนครราชสีมาที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับเมืองนครราชสีมา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทุกท่านที่ให้ความสะดวกด้านอำนวยความสะดวกและประสานงานในการทำวิทยานิพนธ์ให้ผู้วิจัย ตลอดจนค้นคว้าหาข้อมูลในการจัดทำวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทั้งในอดีตและปัจจุบัน และขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีอุปการะทุกท่านที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและคอยเป็นกำลังใจ ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

กมลรัศมี กติกา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฒ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา.....	4
2 ทัศนวิสัยธรรมชาติและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ศักยภาพการรองรับมลพิษ (Carrying Capacity).....	5
2.2 มลพิษอากาศในเขตเมือง.....	6
2.2.1 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ.....	6
2.2.2 ประเภทของมลพิษอากาศ.....	7
2.2.3 มาตรฐานคุณภาพอากาศ (Air Quality Standards).....	9
2.3 ปัญหิแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ.....	10
2.3.1 วิธีประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ.....	11
2.3.2 ตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษ (Factors).....	12
2.4 แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD.....	13
2.4.1 หลักการในการทำงานของแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD.....	14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2	ข้อมูลสำหรับนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMET.....	14
2.4.3	ข้อมูลสำหรับนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMAP.....	20
2.5	ข้อมูลผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา.....	20
2.5.1	ที่ตั้งและขอบเขตพื้นที่ของผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา.....	21
2.5.2	ลักษณะทางสังคมและประชากร.....	23
2.5.3	ลักษณะการใช้ประโยชน์การใช้ที่ดินในอนาคต.....	24
2.5.4	ระบบคมนาคมและขนส่ง.....	27
2.5.5	การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และสถาบันศาสนา.....	29
2.6	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	30
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	32
3.1	ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาและแหล่งกำเนิด.....	33
3.1.1	แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบพื้นที่ (Area Sources).....	34
3.1.2	แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้น (line Sources).....	36
3.1.3	แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point Sources).....	39
3.2	ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลสำหรับประมาณและคาดการณ์ความเข้มข้น ของมลพิษอากาศ.....	39
3.2.1	มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของมลพิษอากาศ.....	40
3.2.2	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของมลพิษอากาศ.....	40
3.2.3	ข้อมูลลักษณะพื้นผิวและค่าลักษณะเฉพาะของพื้นที่.....	41
3.2.4	ข้อมูลขอบเขตและลักษณะพื้นที่ศึกษา.....	41
3.2.5	ข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษ.....	42
3.2.6	ข้อมูลจุดสังเกตความเข้มข้นของสารมลพิษ.....	43
3.2.7	ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor).....	43
3.3	ขั้นตอนที่ 3 คาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศ สูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน).....	44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4	ขั้นตอนที่ 4 ประเมินขีดความสามารถในการรองรับ มลพิษอากาศใน อนาคต.....	46
3.5	ขั้นตอนที่ 5 คาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศ ในอนาคต.....	48
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการอภิปรายผล.....	50
4.1	การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาและแหล่งกำเนิด.....	50
4.1.1	กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา จากแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่.....	50
4.1.2	กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา จากแหล่งกำเนิดแบบเส้น.....	53
4.1.3	กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา จากแหล่งกำเนิดแบบจุด.....	55
4.2	การรวบรวมข้อมูลสำหรับประมาณและคาดการณ์ความเข้มข้นของ มลพิษอากาศ.....	55
4.2.1	การจัดเรียงข้อมูลอุณหภูมิตามทิศทางของมลพิษอากาศ.....	55
4.2.2	ข้อมูลลักษณะพื้นผิวและค่าลักษณะเฉพาะของ.....	59
4.2.3	ข้อมูลจุดสังเกตความเข้มข้นของสารมลพิษ.....	59
4.2.4	ข้อมูลสารมลพิษที่ทำการศึกษา.....	59
4.2.5	ข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) และการประมาณมลพิษ.....	61
4.3	การคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบัน (ปัจจุบัน) โดยใช้ AERMOD.....	70
4.4	ประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศในอนาคต.....	79
4.5	คาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคต.....	80
4.5.1	คาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม ผังเมือง (มลพิษเพิ่มขึ้น 1 เท่า).....	85
4.5.2	คาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.5 เท่า).....	88
4.5.3	คาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.75 เท่า).....	92

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5.4 การคาดการณ์อัตราการระบายนพิษอากาศในอนาคต.....	95
5 สรุปผลการศึกษา.....	105
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	105
5.1.1 การคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน) โดยใช้ AERMOD.....	106
5.1.2 ประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศในอนาคต.....	106
5.1.3 การคาดการณ์อัตราการระบายนพิษอากาศในอนาคต.....	107
5.2 การนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์.....	109
เอกสารอ้างอิง.....	110
ประวัติผู้เขียน.....	113

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	มาตรฐานคุณภาพอากาศของมลพิษอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป..... 10
2.2	ค่า Albedo แบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินตามฤดูกาล..... 17
2.3	Bowen ratio ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาลในสถานะไม่มีความชื้น..... 18
2.4	Bowen ratio ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาลในสถานะมีความชื้นปกติ..... 18
2.5	Bowen ratio ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาลในสถานะมีความชื้นสูง..... 19
2.6	Surface roughness length (เมตร) ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาล..... 19
2.7	รายละเอียดเขตการปกครองส่วนท้องถิ่นตามผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา..... 22
2.8	จำนวนประชากรในเขตเมืองนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2538 – 2552..... 23
2.9	ความสามารถในการรองรับประชากรในอนาคตจำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน..... 26
4.1	ตารางสรุปการกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาของการศึกษานี้..... 52
4.2	แหล่งกำเนิดและค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่..... 62
4.3	ผลการประมาณมลพิษแบบพื้นที่จากค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)..... 63
4.4	ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด..... 64
4.5	การประมาณมลพิษแบบจุดจากค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)..... 64
4.6	การรวมข้อมูลการประมาณมลพิษแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่และแบบจุดอ้างอิงรายงาน GIZ..... 65
4.7	การประมาณมลพิษแหล่งกำเนิดมลพิษของพื้นที่ศึกษาโดยอ้างอิงรายงาน GIZ..... 66
4.8	รายละเอียดโครงข่ายถนนเมืองนครราชสีมา..... 67
4.9	ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้น..... 67
4.10	สรุปการประมาณมลพิษจากค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)..... 69
4.11	ข้อมูลความเข้มข้นมลพิษอากาศจากการตรวจวัดจริงเทียบกับข้อมูลความเข้มข้นมลพิษอากาศจากการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD ในปีฐาน..... 74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.12 ตารางข้อมูลการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปีฐาน โดยใช้ AERMOD.....	79
4.13 ข้อมูลการประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศ.....	80
4.14 อัตราการเปลี่ยนแปลงปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงจากผังเมือง.....	81
4.15 สรุปการประมาณการปล่อยมลพิษในอนาคตสำหรับแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่.....	83
4.16 สรุปการประมาณการปล่อยมลพิษในอนาคตสำหรับแหล่งกำเนิดแบบเส้น.....	84
4.17 สรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตามผังเมือง (เพิ่มขึ้น 1 เท่า).....	88
4.18 สรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม 50 % ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.5 เท่า).....	91
4.19 สรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม 75 % ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.75 เท่า).....	95
4.20 สรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศ ที่อัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการระบายมลพิษ ในปีฐานเพิ่มขึ้น 50% ของผังเมือง, เพิ่มขึ้น 75% ของผังเมือง.....	96
4.21 ตารางสมการหาค่าอัตราการระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมให้มีได้จากกราฟ ความสัมพันธ์.....	101

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	แผนภูมิแสดงองค์ประกอบที่มีผลต่อการประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศ..... 6
2.2	เปรียบเทียบวิธีการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ..... 11
2.3	การจัดเรียงข้อมูลคุณสมบัติวิทยาระดับผิวพื้นแบบ SCRAM format..... 15
2.4	การจัดเรียงข้อมูลอากาศชั้นบนแบบ FSL format..... 16
2.5	ขอบเขตพื้นที่ของผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา..... 21
3.1	แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา..... 32
3.2	ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 แบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น 11 ประเภท..... 33
3.3	ขอบเขตศึกษาตามบริเวณเขตที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) โดยครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท..... 33
3.4	เส้นทางการจราจรบนถนนทั้งหมดของผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา..... 37
3.5	เส้นทางการจราจรในพื้นที่ศึกษา ถนนประเภท ก ข และ ค บางส่วน..... 38
3.6	เส้นทางการจราจรในพื้นที่ศึกษา ถนนประเภท ค บางส่วน (เพิ่มเติม)..... 38
3.7	เส้นทางการจราจรในพื้นที่ศึกษา ถนนประเภท ค บางส่วน (เพิ่มเติม)..... 38
3.8	เส้นทางการจราจรในพื้นที่ศึกษา ถนนประเภท ง1 และ ง2..... 39
3.9	ผังแสดงรายละเอียดข้อมูลสำหรับการคาดการณ์ความเข้มข้นของมลพิษอากาศ..... 40
3.10	ขั้นตอนที่ 3 คาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศ สูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน)..... 44
3.11	ขั้นตอนที่ 4 ประเมินขีดความสามารถในการรองรับ มลพิษอากาศในอนาคต..... 46
3.12	ขั้นตอนที่ 5 คาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศ ในอนาคต..... 48
4.1	(ก.) ขอบเขตพื้นที่ศึกษาอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวม (ข.) กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาอ้างอิงจากการแบ่งชุมชนย่อยตามเขตพื้นที่ชุมชน (ค.) กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาอ้างอิงจากการแบ่งพื้นที่เทศบาลนครราชสีมาตามขอบเขตการเลือกตั้ง..... 51
4.2	โครงข่ายถนนสายประธาน..... 53

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3	54
4.4	54
4.5	55
4.6	56
4.7	57
4.8	57
4.9	58
4.10	58
4.11	71
4.12	72
4.13	72
4.14	73
4.15	73
4.16	75
4.17	76
4.18	76

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.19 กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น CO เฉลี่ย 8 ชั่วโมง จากการตรวจวัดจริง กับการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD ในปีฐาน.....	77
4.20 กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น PM ₁₀ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง จากการตรวจวัดจริง กับการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD ในปีฐาน.....	77
4.21 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ NO ₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง.....	85
4.22 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ SO ₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง.....	86
4.23 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง.....	86
4.24 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง.....	87
4.25 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ PM ₁₀ เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง.....	87
4.26 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ NO ₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตาม 50 % ของผังเมือง.....	89
4.27 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ SO ₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง อ้างอิงตาม 50 % ของผังเมือง.....	89
4.28 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง อ้างอิงตาม 50 % ของผังเมือง.....	90
4.29 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง อ้างอิงตาม 50 % ของผังเมือง.....	90
4.30 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ PM ₁₀ เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง อ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง.....	91
4.31 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ NO ₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง.....	92

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.32 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ SO ₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง.....	93
4.33 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง.....	93
4.34 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง.....	94
4.35 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ PM ₁₀ เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง.....	94
4.36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น มลพิษอากาศในบรรยากาศของ NO ₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572.....	97
4.37 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น มลพิษอากาศในบรรยากาศของ SO ₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572.....	98
4.38 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น มลพิษอากาศในบรรยากาศของ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572.....	98
4.39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น มลพิษอากาศในบรรยากาศของ CO เฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572.....	99
4.40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น มลพิษอากาศในบรรยากาศของ PM ₁₀ เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572.....	99
4.41 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น มลพิษอากาศของ NO ₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 แสดงตำแหน่งอัตรา การระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมรับได้ (สัญลักษณ์ X).....	101
4.42 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น มลพิษอากาศของ SO ₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 แสดงตำแหน่งอัตรา การระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมรับได้ (สัญลักษณ์ X).....	102
4.43 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น มลพิษอากาศของ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 แสดงตำแหน่งอัตรา การระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมรับได้ (สัญลักษณ์ X).....	102

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.44 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น มลพิษอากาศของ CO เฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 แสดงตำแหน่งอัตรา การระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมรับได้ (สัญลักษณ์ X).....	103
4.45 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น มลพิษอากาศของ PM ₁₀ เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 แสดงตำแหน่งอัตรา การระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมรับได้ (สัญลักษณ์ X).....	103



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

กม.	=	กิโลเมตร
กรัม/วินาที/ตร.ม	=	กรัมต่อวินาทีต่อตารางเมตร
กพ.	=	กรมควบคุมมลพิษ
มก./ลบ.ม	=	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
มค.ก/ลบ.ม	=	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ไมครอน	=	ไมโครเมตรหรือ 1 ใน 1,000,000 เมตร
AERMAP	=	Terrain Preprocessor for AERMOD
AERMET	=	Meteorological Data Preprocessor for AERMOD
AERMOD	=	The American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee's Dispersion Model
AMS	=	American Meteorological Society
AQI	=	Air Quality Index
CBL	=	Convective boundary layer
CO	=	Carbon Monoxide
EF	=	Emission Factor
FSL	=	Forecast system laboratory
GIZ	=	German international Cooperation
g/body	=	Grams per body
g/kg	=	Grams per kilograms
g/L	=	Grams per liters
g/sec	=	Grams per second
g/m ³ /sec	=	Grams per square meter per second
ISC	=	Industrial source complex model
km ²	=	Square Kilometer

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

m	=	Meters
mg/m ³	=	Milligrams per Cubic Meters
NCDC	=	National Climatic Data Center
NO _x	=	Oxide of nitrogen
NO ₂	=	Nitrogen Dioxide
PBL	=	Planetary Boundary Layer
PM ₁₀	=	Particulate Matter Smaller Than 10 Micrometers
PM _{2.5}	=	Particulate Matter Smaller Than 2.5 Micrometers
SBL	=	Stable boundary layer
SO ₂	=	Sulfur Dioxide
US.EPA	=	United States of America, Environmental Protection Agency

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ในปัจจุบันเมืองนครนครราชสีมาถูกพัฒนาให้เป็นพื้นที่ชุมชนที่มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคม มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น มีการก่อสร้าง การประกอบการ อุตสาหกรรม ส่งผลให้เทศบาลนครราชสีมาเป็นศูนย์กลางธุรกิจ การพาณิชย์ การท่องเที่ยว การอุตสาหกรรมและการขนส่งคมนาคม การขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคมนี้ แม้ว่าจะส่งผลดีต่อเศรษฐกิจ แต่กลับเป็นสาเหตุทำให้เกิดผลเสียในหลายด้าน อาทิ เกิดปัญหาการจราจรติดขัด เกิดปัญหาการคมนาคม เกิดปัญหาชุมชนแออัดและเกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ปัญหาสิ่งแวดล้อมในเขตชุมชนเมืองที่สำคัญ ปัญหาหนึ่งคือมลพิษอากาศ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากการขนส่งคมนาคม อุตสาหกรรม การดำเนินการก่อสร้าง และกิจกรรมประจำวันของมนุษย์ จากรายงานสถานการณ์มลพิษอากาศในประเทศไทยของกรมควบคุมมลพิษ ปีพ.ศ. 2557 พบว่าตรวจพบสารมลพิษทางอากาศ เกินค่ามาตรฐานในหลายพื้นที่ โดยทำการประเมินจากการตรวจวัดโดยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอัตโนมัติของกรมควบคุมมลพิษและใช้ดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) เพื่อบอกระดับคุณภาพอากาศ จากรายงานพบว่าสารมลพิษอากาศที่สำคัญที่มีค่าความเข้มข้นเกินมาตรฐานในหลายพื้นที่บ่อยครั้ง ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) แนวโน้มความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) มีปริมาณน้อยลง ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปีพ.ศ. 2556 ทั้งนี้ในปัจจุบันเมืองเทศบาลนครราชสีมา มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอัตโนมัติของกรมควบคุมมลพิษ 1 สถานีและเมื่อทำการตรวจวัดพบว่ามีความเข้มข้นสารมลพิษเกินมาตรฐานบางครั้ง แต่ก็ยังไม่ถูกจัดประเมินคุณภาพอากาศให้เป็นพื้นที่วิกฤต จึงเป็นที่น่าสนใจว่าถ้าหากในอนาคตมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่าในปัจจุบัน มีการขยายตัวของชุมชน มีการเพิ่มขึ้นของประชากร มีความต้องการขนส่งคมนาคมเพิ่มขึ้น สิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อด้านมลพิษอากาศมากน้อยเพียงใดและจะมีมาตรการรองรับเรื่องดังกล่าวอย่างไร

การจัดการคุณภาพอากาศในเขตเมือง ส่วนใหญ่มักมุ่งเน้นที่การศึกษาระดับมลพิษในปัจจุบันเทียบกับค่ามาตรฐานและแนวโน้มระดับมลพิษ แต่ยังไม่มีการศึกษาในด้านศักยภาพของเมืองที่จะรองรับมลพิษหากมีการเพิ่มการปล่อยจากแหล่งกำเนิด (Carrying Capacity) ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้แนวคิดในการนำแบบจำลองคุณภาพอากาศเข้ามาช่วยในการประเมินศักยภาพดังกล่าว ทั้งนี้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ที่ได้รับการพัฒนา โดยของค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (U.S.EPA) ได้รับความนิยมนอย่างมากในการนำมาประยุกต์ใช้ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ การนำแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD เข้ามาใช้งาน จะทำให้สามารถประมาณระดับมลพิษอากาศที่เกิดจากแหล่งกำเนิดทั้งในปัจจุบันและในอนาคตซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงจากการพัฒนาของเมืองและสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราการปล่อยมลพิษกับระดับมลพิษในบรรยากาศ อันจะนำไปสู่การหาคำตอบเกี่ยวกับความสามารถในการรองรับการปล่อยมลพิษของเมืองได้ ทั้งนี้ตัวอย่างการศึกษาศักยภาพในการรองรับมลพิษในประเทศไทยนั้นจากการทบทวนเอกสารพบเพียงในกรณีการใช้กับพื้นที่อุตสาหกรรมเท่านั้น อาทิเช่น งานวิจัยเรื่องการประเมินขีดความสามารถในการรองรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สำหรับแหล่งกำเนิดใหม่ ในนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง โดยใช้แบบจำลอง ISCST3 ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ดวงพรทองประเสริฐ, 2548) พบว่าข้อดีคือสามารถทราบถึงศักยภาพในการรองรับมลพิษได้จริงและมีค่าใช้จ่ายจากการตรวจวัดต่ำ แต่พบว่ามีข้อด้อยจากข้อจำกัดของแบบจำลอง

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ตามที่ดินที่แบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเลือกศึกษาขอบเขตตามบริเวณเขตที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลางและครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกี่ยวข้องอีก 4 ประเภท จากนั้นแบ่งกลุ่มแหล่งกำเนิดมลพิษออกเป็น 3 ประเภท นำมาประมาณค่า วิเคราะห์และประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษของพื้นที่และอัตราการระบายของมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ในปัจจุบันและในอนาคต

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษาคือพื้นที่ขอบเขตตามการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณเขตที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) ในเขตพื้นที่อำเภอเมืองนครนครรราชสีมา

1.3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้ในแบบจำลองคุณภาพอากาศ ข้อมูลคุณภาพอากาศใช้ข้อมูลทุติย โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างศึกษาออกตามประเภทของแหล่งกำเนิดของมลพิษอากาศ ได้แก่ แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ แหล่งกำเนิดแบบเส้น และแหล่งกำเนิดแบบจุด

1.3.3 แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่จะศึกษาขอบเขตตามบริเวณเขตสีส้มโดยจะครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท ได้แก่ ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง) ที่ดินประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมไทย (สีน้ำตาลอ่อน) ที่ดินประเภทสถานบันการศึกษา (สีเขียวมะกอก) และที่ดินประเภทสถาบันราชการการสาธารณูปโภค (สีน้ำเงิน)

1.3.4 แหล่งกำเนิดแบบเส้น จะศึกษาถนน 3 แบบ ได้แก่ ถนนสายประธาน (Freeway) ได้แก่ ถนนมิตรภาพ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2, ถนนสายหลัก (Arterial Road) ได้แก่ ถนนประเภท ก, ถนนสายรอง (Collector and Distributor Streets) ได้แก่ ถนนประเภท ก ข และค

1.3.5 แหล่งกำเนิดแบบจุด ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม เตาเผาศพ และสถานีบริการน้ำมัน

1.3.6 ศึกษาสารมลพิษทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ ฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound)

1.3.7 แบบจำลองที่นำมาช่วยในการประเมินคือแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD

1.3.8 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ในการศึกษานี้อ้างอิงจากฐานข้อมูลของประเทศไทยและต่างประเทศ ประกอบกับการประมาณด้วยวิธีการอื่น ๆ อาทิ การใช้หลักการสมดุลมวล และการตรวจวัดเพิ่มเติมในกรณีที่ต้องการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1.4.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผังเมืองและการพัฒนาสิ่งแวดล้อมของเมืองจะสามารถทราบความสามารถในการรองรับมลพิษ และเป็นแนวทางในการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาช่วยในการตัดสินใจ ในการวางแผนการดำเนินการกิจกรรม ในชุมชนเมือง และนำมาช่วยในการการออกมาตรการการป้องกันมลพิษที่จะเกิดขึ้น

1.4.2 ประชาชนในเขตบริเวณชุมชนเมืองและย่านเศรษฐกิจจะสามารถทราบแนวโน้มของระดับความเข้มข้นมลพิษทางอากาศในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความเสี่ยงจากมลพิษอากาศที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพต่อประชาชนในพื้นที่

1.4.3 นักวิจัยสามารถนำข้อมูลจากงานวิจัยไปต่อยอดองค์ความรู้และพัฒนาความรู้ด้านมลพิษอากาศต่อไป



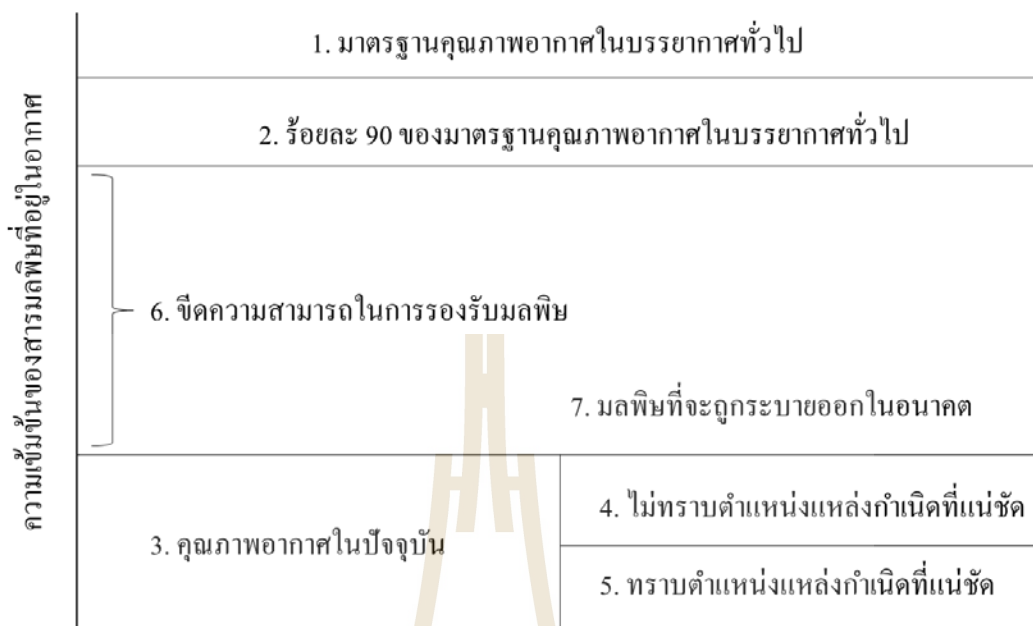
บทที่ 2

ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศักยภาพการรองรับมลพิษ (Carrying Capacity)

ศักยภาพในการรองรับมลพิษ (Carrying Capacity) หมายถึง ความสามารถของพื้นที่ในการรองรับสารมลพิษที่ถูกระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น โดยค่าความเข้มข้นสารมลพิษไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (ดวงพร ทองประเสริฐ, 2548) สิ่งแวดล้อมสามารถคงอยู่ได้อย่างปกติและปราศจากผลกระทบ แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของสารมลพิษเพิ่มมากขึ้น หากค่าความเข้มข้นสารมลพิษมีค่ามากเกินไปกว่าความสามารถในการรองรับสารมลพิษ จะส่งผลให้สิ่งแวดล้อมได้รับผลกระทบด้านลบและอาจถูกทำลายจนไม่อาจฟื้นฟูกลับสู่สภาพเดิมได้

จากรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นการตัดแปลงรูปภาพจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2543 พบว่ารูปดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อการประเมินศักยภาพในการรองรับมลพิษอากาศสำหรับพื้นที่ ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการประเมินศักยภาพในการรองรับมลพิษอันดับแรกคือค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปตามกฎหมายของประเทศไทยสำหรับสารมลพิษแต่ละชนิด (รูปที่ 2.1 หมายเลข 1) นำมาใช้สำหรับเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบและเป็นข้อจำกัด เพื่อป้องกันไม่ให้ความเข้มข้นของมลพิษที่ถูกระบายออกมีค่าเกินกว่าที่มาตรฐานตามกฎหมายกำหนด โดยกำหนดขีดจำกัดของสิ่งแวดล้อม หรือค่าความปลอดภัย (Safety Factor) ไว้ที่ร้อยละ 90 ของค่ามาตรฐาน (รูปที่ 2.1 หมายเลข 2) ข้อมูลอันดับที่ 2 คือ คุณภาพอากาศในปัจจุบัน (รูปที่ 2.1 หมายเลข 3) ซึ่งจะประกอบไปด้วย ค่าความเข้มข้นมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่ไม่ทราบตำแหน่งแน่ชัด (รูปที่ 2.1 หมายเลข 4) อาทิเช่นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ นำมารวมกับค่าความเข้มข้นมลพิษที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่ทราบตำแหน่งที่แน่ชัด อาทิเช่นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (รูปที่ 2.1 หมายเลข 5) เมื่อนำร้อยละ 90 ของค่ามาตรฐานมาลบกับค่าความเข้มข้นของคุณภาพอากาศในปัจจุบัน ผลต่างที่ได้เรียกว่า ขีดความสามารถในการรองรับมลพิษ หรือศักยภาพการรองรับมลพิษ (รูปที่ 2.1 หมายเลข 6) ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของสารมลพิษที่แหล่งกำเนิดใหม่สามารถระบายออกมาได้ในอนาคต (รูปที่ 2.1 หมายเลข 7) โดยไม่ทำให้คุณภาพอากาศในบรรยากาศเกินค่ามาตรฐาน (ดวงพร ทองประเสริฐ, 2548)



รูปที่ 2.1 แผนภูมิแสดงองค์ประกอบที่มีผลต่อการประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศ
(ดวงพร ทองประเสริฐ, 2548) ดัดแปลงมาจาก (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2543)

2.2 มลพิษอากาศในเขตเมือง

2.2.1 แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศ ที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลาานานพอ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่าง ๆ (นพภาพร พานิช และคณะ, 2550) ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเกิดเป็นปัญหา มลพิษทางอากาศ แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศสามารถจำแนกได้ในหลายแบบ แต่หากจำแนกตามลักษณะตำแหน่งการเกิดขึ้นของมลพิษอากาศ สามารถแบ่งออกเป็น 3 แหล่ง ดังนี้

1) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ (area source) เป็นแหล่งกำเนิดที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถระบุขอบเขตได้ชัดเจน มลพิษจะถูกปล่อยออกมาสู่อากาศตามผิวหน้าของพื้นที่นั้น ๆ หรืออาจจะเป็นพื้นที่ที่มีการปล่อยมลพิษต่อเนื่อง มีอาณาเขตกว้าง อาทิเช่น แหล่งกำเนิดในชุมชนเมือง การพ่นยาปราบศัตรูพืชและการเผาในที่โล่ง เป็นต้น

2) แหล่งกำเนิดมลพิษที่สามารถเคลื่อนที่ได้หรือแบบเส้น (line source) เป็นแหล่งกำเนิดที่มีลักษณะเป็นพื้นที่เส้นตรงอันเกิดจากการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ การจราจรบนท้องถนน มลพิษส่วนใหญ่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์ ซึ่งก่อให้เกิด

สารพิษที่สำคัญ ได้แก่ ฟูลินละออง ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน และสารตะกั่ว

3) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (point source) เป็นแหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งและกำหนดพิกัดของแหล่งกำเนิดมลพิษได้อย่างชัดเจน แหล่งกำเนิดจะมีขอบเขตพื้นที่ค่อนข้างเล็กจนสามารถระบุเป็นพิกัดตำแหน่งที่สามารถปล่อยมลพิษได้ อาทิเช่น ปล่อยไอเสีย โรงงาน โรงพยาบาล และฟาร์มเลี้ยงหมู เป็นต้น

2.2.2 ประเภทของมลพิษอากาศ

1) ฟูลินละออง (Particulate Matter : PM) หมายถึง อนุภาคมลพิษที่มีลักษณะเป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็งขนาดเล็ก มักมีรูปร่างไม่แน่นอน ไม่เป็นทรงกลม สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดได้จากกิจกรรมของมนุษย์ ฟูลินละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ บางชนิดมีขนาดใหญ่และมีสีดำจนสามารถมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฟูลินละอองโดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ฟูลินละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์และพืช ก่อเกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย และทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง (นพภาพร พานิช และคณะ, 2550) ฟูลินละอองเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญของเมืองใหญ่ ทั้งนี้ฟูลินละอองตามมาตรฐานคุณภาพอากาศทั่วไป ได้มีการจำแนกฟูลินละอองออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้ (ธนิยา เกาศล, 2554)

ฟูลินละอองรวม (Total Suspended Particulate : TSP) คือ ฟูลินละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 100 ไมครอน ฟูลินละอองชนิดนี้สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนต้นและจะส่งผลให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบประสาทรับความรู้สึกของร่างกายและส่งผลโดยตรงต่อระบบทางเดินหายใจ ในธรรมชาติโดยทั่วไปแล้ว ฟูลินละอองชนิดนี้มักเกิดจากการฟุ้งกระจายของดินและทราย ตามพื้นดินและพื้นผิวถนน ส่วนใหญ่จะมีส่วนประกอบของซิลิกาเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีฟูลินละอองรวมที่เป็นฟูลินละอองชีวภาพ อาจเกิดจากสปอร์หรือละอองเกสรของพืชด้วย ส่วนฟูลินละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนใหญ่มักถูกพบบริเวณเขตชุมชนเมือง มักเป็นฟูลินละอองจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์ในการคมนาคมขนส่งและการเผาในที่โล่งจากกิจกรรมของมนุษย์ นอกจากนี้แหล่งกำเนิดฟูลินละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะเกิดจากกระบวนการผลิต การโม่ การบด และการขัด ซึ่งอาจเป็นฟูลินละอองที่มีสารพิษเจือปนมาด้วย ทำให้เกิดการระคายเคืองอย่างมากและเกิดการอักเสบได้ (วนิดา จินศาสตร์, 2551)

ฟูลินละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ฟูลินละอองชนิดนี้เป็นสารมลพิษที่มีความสำคัญ เนื่องจากมีขนาดเล็กมากจึงสามารถที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจง่ายกว่าฟูลินละออง

รวม มีลักษณะเป็นอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ส่งผลให้ฝุ่นดังกล่าวนี้เข้าสู่ร่างกายและเกาะอยู่ตามผนังของทางเดินหายใจ ทำให้เกิดการระคายเคืองและเกิดการอักเสบบริเวณระบบทางเดินหายใจได้ แหล่งกำเนิดของ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในทุกรูปแบบ อาทิเช่น ในรูปของแข็งจำพวกถ่านหินและไม้ ในรูปของเหลวจำพวกน้ำมันและน้ำมันเตา และสุดท้ายในรูปของก๊าซจำพวกก๊าซหุงต้มและก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงการเผาไหม้จากการใช้ยานพาหนะ การคมนาคม ขนส่ง และการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าประเภทที่มีการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงอีกด้วย สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทั้งสิ้น (ชนิยา เกาศล, 2554)

ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) หรือสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Fine Particular เป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมาก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ส่งผลให้อนุภาคนาโนขนาดเล็กนี้สามารถเข้าถึงระบบทางเดินหายใจส่วนล่างได้ นอกจากนี้ยังสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ อาทิเช่น โรคหัวใจและปอด รวมถึงการเสียชีวิตจากมะเร็งปอด (ชนิยา เกาศล, 2554) ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนนี้มีแหล่งกำเนิดจากการที่เกิดการเผาไหม้เชื้อเพลิงถูกเปลี่ยนรูปในอากาศ โดยเกิดจากการทำปฏิกิริยาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคจากแก๊สให้ไปอยู่ในรูปของอนุภาค อนุภาคเหล่านี้มีช่วงเวลาที่อยู่ในอากาศเป็นระยะเวลานานและสามารถเคลื่อนที่ไปได้ในระยะไกล โดยมีแนวโน้มที่จะกระจายอย่างสม่ำเสมอ (Uniform) ในบริเวณเขตเมือง (วนิดา จินศาสตร์, 2551)

2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) หมายถึง ก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส แต่มีความเป็นพิษอย่างร้ายแรง มีน้ำหนักเบากว่าอากาศเล็กน้อย สามารถคงตัวอยู่ในบรรยากาศได้นานถึง 2-4 เดือน ละลายน้ำได้น้อย เป็นแก๊สเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยาในสภาพอุณหภูมิและความดันปกติ (วนิดา จินศาสตร์, 2551) สามารถพบได้หลายแห่ง มีแหล่งกำเนิดเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ อาทิเช่น การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอน โดยเฉพาะเครื่องยนต์สันดาปภายใน เป็นต้น และอีกทั้งยังมีแหล่งกำเนิดเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ อาทิเช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชันของมีเทน เป็นต้น ในปัจจุบัน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ส่วนใหญ่เกิดจากยานพาหนะเป็นหลัก ซึ่งเป็นผลมาจากการจราจรที่ติดขัด นอกจากนี้อาจเกิดจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม และการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีแหล่งกำเนิดประเภทเตาเผาหรือหม้อต้มไอน้ำ หากมนุษย์ได้รับคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในปริมาณไม่มากอาจทำให้เกิดการระคายเคืองและเกิดอาการวิงเวียน และหากได้รับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในปริมาณมากอาจทำให้เสียชีวิตได้ (ชนิยา เกาศล, 2554)

3) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) หมายถึง ก๊าซที่มีสีน้ำตาลแดงมีกลิ่นเหม็นฉุน ละลายน้ำได้ดี สามารถคงตัวอยู่ในบรรยากาศได้นาน 3 วัน ก่อนที่จะเปลี่ยนรูปไปเป็นสารอื่นต่อไป เป็นแก๊สที่ระเหยจากกรดไนตริก หรือเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดไนตริกกับสารอินทรีย์

นอกจากนี้ยังพบได้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นก๊าซประเภทเดียวกับก๊าซที่มีปฏิกิริยาสูงที่เรียกว่า ออกไซด์ของไนโตรเจน (Oxide of nitrogen, NOx) ก๊าซเหล่านี้จะเกิดขึ้นเมื่อเชื้อเพลิงถูกไหม้มีอุณหภูมิสูง และเนื่องจาก ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สามารถละลายน้ำได้ดี จึงทำให้เป็นส่วนหนึ่งของการเกิดฝนกรด (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556)

4) สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound : VOC) หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของของแข็งหรือของเหลวที่มีองค์ประกอบของคาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon) (วราวุธ เลือคดี และ จิราวรรณ จำปานิล, 2555) ปกติจะมีสถานะเป็นก๊าซหรือไอที่อุณหภูมิห้อง สามารถระเหยเป็นไอได้ในสภาวะที่อุณหภูมิและความดันปกติ ทำให้สามารถเกิดการฟุ้งกระจายและรั่วซึมได้ง่าย สาร VOCs เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยา photochemical smog และทำปฏิกิริยากับ NOx ทำให้เกิดก๊าซโอโซนและสารอื่นซึ่งเป็นสารมลพิษทางอากาศทุติยภูมิ (พัชรชาติ สุวรรณชาติ, 2557)

5) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) หมายถึง ก๊าซที่ไม่มีสี ไม่ติดไฟ มีกลิ่นกรด กลิ่นฉุน แสบจมูก เมื่อถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศจะทำปฏิกิริยากับน้ำในบรรยากาศเกิดเป็นกรดซัลฟิวริก ซึ่งเป็นอันตราย มีคุณสมบัติในการกัดกร่อน มักจะพบมากในบรรยากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงทั้งจากการคมนาคมและอุตสาหกรรม เป็นเหตุผลให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นมลพิษที่มีความสำคัญที่สุดในบรรดาสารประกอบซัลเฟอร์ที่มีอยู่ในบรรยากาศ (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556)

2.2.3 มาตรฐานคุณภาพอากาศ (Air Quality Standards)

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปเป็นเป้าหมายการกำหนดระดับคุณภาพอากาศ (Air Quality Goal) ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน เนื่องจากสารมลพิษแต่ละชนิดจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนได้มากหรือน้อยจะขึ้นกับความเข้มข้นและระยะเวลาที่รับสัมผัส (นพภาพร พานิช และคณะ, 2550) มาตรฐานคุณภาพอากาศของมลพิษอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศของมลพิษอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2535, 2547, 2552, 2553)

สารมลพิษอากาศ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น ในเวลา	ค่ามาตรฐาน
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สารมลพิษอากาศ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น ในเวลา	ค่ามาตรฐาน
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม)
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)
	1 ปี	ไม่เกิน 0.03 ppm. (0.057 มก./ลบ.ม.)
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม)
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm. (0.30 มก./ลบ.ม)
	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm. (780 มก./ลบ.ม)

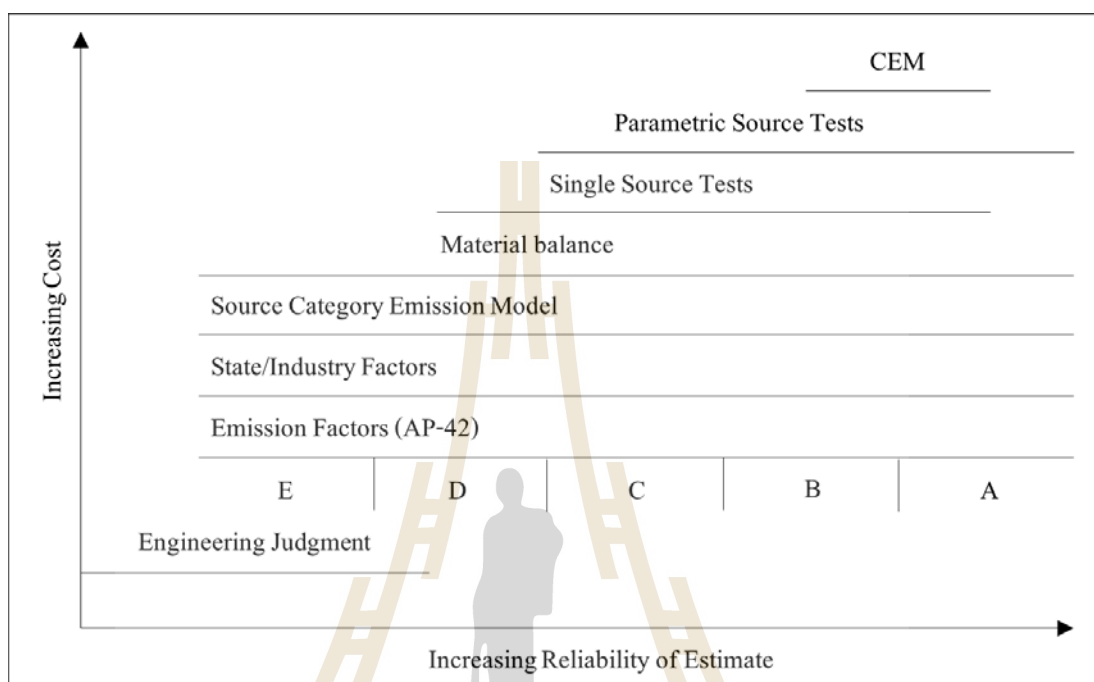
2.3 บัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ

บัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ คือ ข้อมูลแหล่งกำเนิดและปริมาณสารมลพิษอากาศที่สำคัญในพื้นที่ที่สนใจศึกษา ประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญคือปริมาณการปล่อยสารมลพิษอากาศแต่ละชนิดจากแหล่งกำเนิดหลักและข้อมูลลักษณะของ แหล่งกำเนิดที่มีรายละเอียดตามความจำเป็นในการใช้งาน (นภาพร พานิช และคณะ, 2550) บัญชีแหล่งกำเนิดอากาศระดับเมืองเป็นการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดจากแต่ละ โรงงาน รายละเอียดและความถูกต้องขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดเป็นสำคัญ

2.3.1 วิธีประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ

การจัดทำบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศมีขั้นตอนที่สำคัญ คือ การประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษซึ่งมีหลายวิธี แล้วแต่วัตถุประสงค์ของการใช้งาน รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายและความแม่นยำของวิธีต่าง ๆ ในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ โดยเรียงตามข้อจำกัดและความยากง่ายของแต่ละวิธี วิธีประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษที่ง่ายที่สุด คือ การใช้ตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษ (Factors) ค่านี้เป็นตัวแทนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อยมลพิษและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมลพิษ โดยทั่วไปค่าตัวคูณจะแสดงในรูปของน้ำหนักมลพิษต่อหน่วยน้ำหนัก หรือปริมาตร หรือระยะทาง หรือเวลาของกิจกรรมที่ปล่อยมลพิษ ค่าตัวคูณนี้ได้จาก

ค่าเฉลี่ยที่มีคุณภาพสามารถยอมรับได้และถือเป็นตัวแทนค่าเฉลี่ยระยะยาวของสารประกอบสารทั้งหมดในประเภทเดียวกัน (นพภาพร พานิช และคณะ, 2550)



รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบวิธีการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ

2.3.2 ตัวคูณประมาณการปล่อยมลพิษ (Factors)

2.3.2.1 การใช้ตัวคูณประมาณการปล่อยมลพิษ

แม้ว่าตัวคูณประมาณการปล่อยมลพิษอากาศจะไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุดในการประมาณการปล่อยมลพิษ แต่เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่ำ ทำได้ง่ายและรวดเร็ว ทั้งนี้ ผู้ใช้ควรจะต้องทราบถึงข้อจำกัดในการใช้งาน ปัจจุบันมีการพัฒนาการใช้ตัวคูณเพิ่มมากขึ้น ทำให้การใช้ตัวคูณมีการแพร่หลายอย่างมาก

สมการในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษ ดังนี้

$$E = A \times EF \times (1-ER/100) \quad (2.1)$$

เมื่อ E = ปริมาณการปล่อยมลพิษ

A = อัตราการทำกิจกรรม

EF = ตัวคูณประมาณการปล่อยมลพิษ (ไม่มีการควบคุมมลพิษ)

ER = ประสิทธิภาพการควบคุมมลพิษ

ในเอกสาร AP-42 ของสหรัฐอเมริกา มีกล่าวถึงระดับของตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษ (Emission Factors Rating) ซึ่งเป็นดัชนีความน่าเชื่อถือของตัวคูณในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากกิจกรรมนั้น ในบางกรณีอาจไม่พบตัวคูณมลพิษที่ต้องการใช้ในเอกสารจากต่างประเทศ มิได้หมายความว่าแหล่งกำเนิดนั้นไม่สำคัญหรือไม่มีการปล่อยมลพิษ แต่อาจเป็นเพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

2.3.2.2 แหล่งข้อมูลค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษ

การจัดทำบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษ ได้รับการยอมรับว่ามีความสำคัญมากในการควบคุมมลพิษอากาศ มีหลายหน่วยงานให้ความสำคัญต่อการจัดทำบัญชีมลพิษอากาศ จึงได้จัดพิมพ์เอกสารค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษเผยแพร่ เอกสารที่สำคัญและใช้กันทั่วไปมีดังนี้ (นพภาพร พานิช และคณะ, 2550)

1) United States of America, Environmental Protection Agency (US.EPA) องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่ง สหรัฐอเมริกา ได้จัดทำเอกสารค่าตัวคูณของการปล่อย มลพิษอากาศครอบคลุมแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors) มีรายละเอียดลักษณะแหล่งกำเนิดที่มีผลกระทบต่อปริมาณมลพิษที่ปล่อยออก เมื่อนำไปใช้ ต้องคำนึงถึงการใช้ค่าตัวคูณที่เหมาะสมกับสภาพแหล่งกำเนิดที่เกิดมลพิษขึ้นจริง

2) European Environmental Agency (EEA) คือ องค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหพันธ์ยุโรป โดยโครงการจัดทำบัญชีมลพิษอากาศใน ยุโรป (The Core Inventory of Air Emissions in Europe-CORINAIR) ได้จัดทำคู่มือการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ มีผลบังคับใช้สำหรับประเทศสมาชิก มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศซึ่งสามารถแพร่กระจายได้ไกลมีผลกระทบต่อภูมิภาคยุโรป

3) World Health Organization (WHO) คือ องค์การอนามัยโลกร่วมกับหน่วยงานของสหประชาชาติ 3 หน่วยงาน ได้แก่ United Nations Environment Programmed (UNEP), United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) และ International Atomic Energy Agency (IAEA) จัดทำคู่มือสำหรับใช้ ประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอย่างง่ายและทำได้รวดเร็ว ครอบคลุมแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศ น้ำเสียและมูลฝอย โดยใช้วิธี EF ซึ่งต้องการข้อมูลเท่าที่จำเป็นในการประมาณปริมาณมลพิษอย่างถูกต้องพอสมควร

4) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) คือ องค์การหนึ่งของสหประชาชาติ ได้จัดทำคู่มือแนวทางการจัดทำบัญชี ก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory) เพื่อให้แต่ละประเทศสมาชิกจัดทำรูปแบบบัญชีในรูปแบบ

เดียวกัน วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของทั้งโลก โดยให้ประเทศสมาชิกเป็นผู้จัดทำบัญชีรายชื่อก๊าซเรือนกระจกของแต่ละชาติ และ IPCC จะเป็นผู้รวบรวมข้อมูลของทุกประเทศ

2.4 แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD

รายละเอียดของแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ในหัวข้อนี้อ้างอิงจากเอกสารแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ปี พ.ศ. 2551 ของ รศ.ดร. วราวุธ เสือดี ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (วราวุธ เสือดี, 2551)

แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ถูกเริ่มพัฒนาในปี พ.ศ. 2534 โดยสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (Environmental Protection Agency, US.EPA) ร่วมกับสมาคมอุตุนิยมแห่งสหรัฐอเมริกา (American Meteorological Society: AMS) โดยแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD มีต้นแบบในการพัฒนามาจากแบบจำลองคุณภาพอากาศ ISC (Industrial source complex model) และ US.EPA ได้มีความคาดหวังในการนำแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD มาใช้งานแทนแบบจำลองคุณภาพอากาศ ISC3 ในอนาคต ซึ่งในปี พ.ศ. 2543 ได้เริ่มมีการเสนอนำแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD เข้ามาใช้งานแทนแบบจำลองคุณภาพอากาศ ISC3 ตามที่คาดหวังไว้ โดยแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD จะอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับชั้นบรรยากาศที่ติดกับผิวโลก (Planetary Boundary Layer, PBL) เป็นหลัก มีช่วงตั้งแต่ประมาณ 100 เมตรในตอนกลางคืน และเพิ่มขึ้นไปถึง 1-2 กิโลเมตรในตอนกลางวัน โดยแบ่งออกเป็นบรรยากาศที่อากาศเกิดการเคลื่อนที่ของมวลของอากาศเนื่องมาจากการพาความร้อน (Convective boundary layer, CBL) และชั้นบรรยากาศที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการพาความร้อน โดยจะได้รับจากผลจากแรงเสียดทานจากผิวโลก (Stable boundary layer, SBL) แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD จะสมมติให้ในชั้น SBL มีการแพร่กระจายความเข้มข้นเป็นแบบเกาส์เซียน (Gaussian) ทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ ส่วนใน CBL มีการแพร่กระจายความเข้มข้นเป็นแบบ Gaussian ในแนวราบแต่ในแนวดิ่งจะมีการแพร่กระจายแบบ Bi-Gaussian Probability Density Function (วราวุธ เสือดี, 2551)

2.4.1 หลักการในการทำงานของแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD

หลักการทำงานของแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD โดยแบบจำลองจะมีโปรแกรมหลักชุดคำสั่งหลักคือ AERMOD และโปรแกรมย่อยชุดคำสั่งสนับสนุนอีก 2 ชุด คือ โปรแกรมย่อย AERMET ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา และ โปรแกรมย่อย AERMAP ข้อมูลด้านความสูงของพื้นที่หรือข้อมูลทางภูมิศาสตร์ โดยโปรแกรมย่อยชุดคำสั่งสนับสนุนทั้ง 2 ชุด ทำหน้าที่เป็น pre-processor ในการป้อนข้อมูลเข้าไปเพื่อใช้ในการคำนวณและคาดการณ์การแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ

2.4.2 ข้อมูลสำหรับนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMET

หน้าที่การทำงานหลักของโปรแกรมย่อย AERMET คือ รับข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาและคำนวณตัวแปรต่าง ๆ ในชั้นบรรยากาศที่โปรแกรมหลัก AERMOD ต้องการในการคำนวณตัวแปรต่าง ๆ ในชั้นบรรยากาศที่ AERMOD ต้องการในการคำนวณความเข้มข้นสารมลพิษ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ โดยชุดคำสั่งในการตีความข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา (Interface) ที่ AERMOD จะนำไปใช้ โปรแกรมย่อย AERMET จะรับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาโดยใช้ข้อมูลนำเข้าจาก Surface File และ Upper Air File รายละเอียดดังนี้

2.4.2.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น (Surface air data) ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- 1) ความเร็วลม (Wind speed)
- 2) ทิศทางลม (Direction)
- 3) อุณหภูมิ (Ambient temperature)
- 4) ปริมาณเมฆปกคลุม (Cloud cover)
- 5) ความสูงฐานเมฆ (Ceiling height)

ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นบันทึกจากการตรวจวัดจริง สามารถนำข้อมูลจากเพิ่มข้อมูลมาใช้งานโดยสามารถถูกจัดเรียงข้อมูลได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น MET-144 Format, MET 144 หรือ SCRAM format และ SAMSON Format การจัดเรียงข้อมูลในรูปแบบที่โปรแกรมย่อย AERMET สามารถนำข้อมูลไปประมวลผลได้ในรูปแบบที่ง่ายที่สุดและเหมาะสมที่สุด คือ การจัดเรียงในรูปแบบ CD-144 หรือ SCRAM format ซึ่งเป็นที่นิยมใช้อย่างมากในประเทศไทย

จากรูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการจัดเรียงข้อมูลแบบ SCRAM format ซึ่งมีการจัดเรียงข้อมูลเป็นรายชั่วโมง โดยชั่วโมงที่ 1 ของวันที่ 1 เดือนมกราคม ของปีนั้น ๆ จะเป็นข้อมูลในแถวแรก และข้อมูลชั่วโมงสุดท้าย ของเดือนธันวาคม ของปีนั้น ๆ จะเป็นข้อมูลแถวสุดท้ายและในแต่ละแถว มีจำนวนข้อมูลแถวละ 28 ตัวอักษร ซึ่งประกอบด้วย ตัวอักษรที่ 1-5 คือ ข้อมูลหมายเลขประจำสถานีอุตุนิยมวิทยา, ตัวอักษรที่ 6-7 คือ ข้อมูลปีที่เลือกใช้เป็นคริสต์ศักราช, ตัวอักษรที่ 8-9 คือ ข้อมูลเดือน, ตัวอักษรที่ 10-11 คือ ข้อมูลวันที่, ตัวอักษรที่ 12-13 คือ ข้อมูลชั่วโมง, ตัวอักษรที่ 14-16 คือ ข้อมูลความสูงฐานเมฆ, ตัวอักษรที่ 17-18 คือ ข้อมูลทิศทางลม, ตัวอักษรที่ 19-21 คือ ข้อมูลความเร็วลม, ตัวอักษรที่ 22-24 คือ ข้อมูลอุณหภูมิ, ตัวอักษรที่ 25-26 คือ ปริมาณเมฆปกคลุม ท้องฟ้าทั้งหมดหรือ Total cloud cover และตัวอักษรที่ 27-28 คือ ปริมาณเมฆทึบแสงหรือ Opaque cloud cover ในกรณีที่ไม่มีกรตรวจวัดปริมาณ เมฆทึบแสง สามารถใช้ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าทั้งหมดแทนได้ (วารวช เสือดี, 2551)

4845501010100999350040750303
4845501010101999000000740404
4845501010102999000000740404
4845501010103999000000730404
4845501010104999000000730404
4845501010105999000000730404
4845501010106024000000730404
4845501010107024000000740505

รูปที่ 2.3 การจัดเรียงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในระดับผิวพื้นแบบ SCRAM format (วราวุธ เสือดี, 2551)

2.4.2.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นบน (Upper air data) ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

- 1) ความดันที่ระดับมาตรฐาน
- 2) ความสูงที่ระดับความดันมาตรฐาน
- 3) อุณหภูมิที่ระดับความดันมาตรฐาน
- 4) ทิศทางลมที่ระดับความดันมาตรฐาน
- 5) ความเร็วลมที่ระดับความดันมาตรฐาน

ข้อมูลของการตรวจวัดอากาศชั้นบน โดยโปรแกรมย่อย AERMET สามารถจำแนกหรือดึงข้อมูลที่ต้องการจากแฟ้มข้อมูลที่บันทึกจากการตรวจวัดแบบมาตรฐานของศูนย์ข้อมูลด้านภูมิอากาศแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Climatic Data Center, NCDC) ในหลายรูปแบบ รวมถึง TD-6201 format, CD-144 format และ TD-3280 format สำหรับประเทศไทย โดยส่วนใหญ่จะนิยมใช้รูปแบบการจัดเรียงแบบ Forecast system laboratory (FSL) โดย FSL Format จะประกอบด้วยกรเรียงข้อมูลจำนวน 365 วัน แต่ละวันใช้ข้อมูลจนถึงระดับความสูงประมาณ 5,000 เมตร โดยการจัดเรียงข้อมูลจำนวน 1 วันประกอบด้วย แถวที่ 1 คือ วันเดือนปี ชั่วโมงและจำนวนระดับความสูงที่ทำการตรวจวัด แถวที่ 2-6 คือ ข้อมูลอากาศระดับสูงจำนวน 6 คอลัมน์ ประกอบด้วย คอลัมน์ที่ 1 คือ ความดันที่ระดับมาตรฐาน, คอลัมน์ที่ 2 คือ ความสูงที่ระดับความดันมาตรฐาน, (คอลัมน์ที่ 3) คือ อุณหภูมิที่ระดับความดันมาตรฐาน, คอลัมน์ที่ 4 คือ ข้อมูลเสริมหรือ Dummy data, คอลัมน์ที่ 5 คือ ทิศทางลมที่ระดับความดันมาตรฐานและคอลัมน์ที่ 6 คือ ความเร็วลมที่ระดับความดันมาตรฐาน โดยรูปแบบการจัดเรียงข้อมูลอากาศชั้นบนแบบ FSL format แสดงดังรูปที่ 2.4

12010107	5					
	10000	131	244	244	80	110
	8500	1541	167	167	100	130
	7000	3175	98	98	80	130
	6000	4435	16	16	80	180
	5000	5892	-59	-59	70	190
12010207	5					
	10000	129	254	254	70	120
	8500	1542	171	171	130	90
	7000	3172	74	74	110	120
	6000	4434	28	28	110	90
	5000	5886	-85	-85	150	150
12010307	5					
	10000	112	262	262	100	30
	8500	1528	172	172	100	60
	7000	3161	85	85	60	30
	6000	4421	20	20	200	40
	5000	5873	-54	-54	200	80

รูปที่ 2.4 การจัดเรียงข้อมูลอากาศชั้นบนแบบ FSL format (วราวุธ เสือดี, 2551)

2.4.2.3 ค่าลักษณะเฉพาะของพื้นที่

1) Albedo คือค่าการสะท้อนของการแผ่รังสี (Solar radiation) จากพื้นดินกลับสู่บรรยากาศ โดยไม่มีการดูดซับ มีค่าระหว่าง 0.1 สำหรับพื้นที่ที่เป็นป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest) ถึง 0.60 สำหรับช่วงหิมะตกใหม่ ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่า Albedo แบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินตามฤดูกาล (US.EPA, 2004)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use)	ฤดูใบไม้ผลิ (Spring)	ฤดูร้อน (Summer)	ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn)	ฤดูหนาว (Winter)
แหล่งน้ำจืดและน้ำทะเล (Freshwater and Sea)	0.12	0.10	0.14	0.20
ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)	0.12	0.12	0.12	0.50
ป่าสน (Coniferous forest)	0.12	0.12	0.12	0.35
หนองน้ำ, บึง (Swamp)	0.12	0.14	0.16	0.30
พื้นที่การเกษตร (Cultivated land)	0.14	0.20	0.18	0.60
ทุ่งหญ้า (Grass land)	0.18	0.18	0.20	0.0
พื้นที่เขตเมือง (Urban)	0.14	0.16	0.18	0.35
พื้นที่ทะเลทราย (Desert shrub land)	0.30	0.28	0.28	0.45

2) Bowen ratio คือ ค่าอัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงความร้อน (Sensible heat flux) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความร้อนแฝง (Latent heat flux) ใช้พิจารณาพารามิเตอร์สำหรับสถานะที่เกิดการพา (Convective condition) ใน PBL เป็นดัชนีของความชื้นที่พื้นผิว ณ เวลาเที่ยง วัน Bowen ratio มีช่วงอยู่ระหว่าง 0.1 ที่เหนือผิวน้ำถึง 6.0 ที่เหนือทะเลทราย ดังแสดงในตารางที่ 2.3 ตารางที่ 2.4 และตารางที่ 2.5

3) Surface roughness length คือ ค่าความสูงที่ความเร็วลมเฉลี่ยในแนวระดับ เป็น 0 มีค่าอยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.0001 เมตร เหนือผิวน้ำที่สงบถึง 1.3 เมตรหรือมากกว่าที่เหนือพื้นที่ป่าหรือพื้นที่เขตเมือง ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.3 Bowen ratioตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาลในสถานะไม่มีความชื้น (US.EPA, 2004)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use)	ฤดูใบไม้ผลิ (Spring)	ฤดูร้อน (Summer)	ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn)	ฤดูหนาว (Winter)
แหล่งน้ำจืดและน้ำทะเล (Freshwater and Sea)	0.1	0.1	0.1	2.0
ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)	1.5	0.6	2.0	2.0
ป่าสน (Coniferous forest)	1.5	0.6	1.5	2.0
หนองน้ำ, บึง (Swamp)	0.2	0.2	0.2	2.0
พื้นที่การเกษตร (Cultivated land)	1.0	1.5	2.0	2.0
ทุ่งหญ้า (Grass land)	1.0	2.0	2.0	2.0
พื้นที่เขตเมือง (Urban)	2.0	4.0	4.0	2.0
พื้นที่ทะเลทราย (Desert shrub land)	5.0	6.0	10.0	10.0

ตารางที่ 2.4 Bowen ratioตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาลในสถานะมีความชื้นปกติ (US.EPA, 2004)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use)	ฤดูใบไม้ผลิ (Spring)	ฤดูร้อน (Summer)	ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn)	ฤดูหนาว (Winter)
แหล่งน้ำจืดและน้ำทะเล (Freshwater and Sea)	0.1	0.1	0.1	1.5

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use)	ฤดูใบไม้ผลิ (Spring)	ฤดูร้อน (Summer)	ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn)	ฤดูหนาว (Winter)
ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)	0.7	0.3	1.0	1.5
ป่าสน (Coniferous forest)	0.7	0.3	0.8	1.5
หนองน้ำ, บึง (Swamp)	0.1	0.1	0.1	1.5
พื้นที่การเกษตร (Cultivated land)	0.3	0.5	0.7	1.5
ทุ่งหญ้า (Grass land)	0.4	0.8	1.0	1.5
พื้นที่เขตเมือง (Urban)	1.0	2.0	2.0	1.5
พื้นที่ทะเลทราย (Desert shrub land)	3.0	4.0	6.0	6.0

ตารางที่ 2.5 Bowen ratio ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาลในสภาวะมีความชื้นสูง
(US.EPA, 2004)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use)	ฤดูใบไม้ผลิ (Spring)	ฤดูร้อน (Summer)	ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn)	ฤดูหนาว (Winter)
แหล่งน้ำจืดและน้ำทะเล (Freshwater and Sea)	0.1	0.1	0.1	0.3
ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)	0.3	0.2	0.4	0.5
ป่าสน (Coniferous forest)	0.3	0.2	0.3	0.3
หนองน้ำ, บึง (Swamp)	0.1	0.1	0.1	0.5
พื้นที่การเกษตร (Cultivated land)	0.2	0.3	0.4	0.5
ทุ่งหญ้า (Grass land)	0.3	0.4	0.5	0.5
พื้นที่เขตเมือง (Urban)	0.5	1.0	1.0	0.5
พื้นที่ทะเลทราย (Desert shrub land)	1.0	5.0	2.0	2.0

ตารางที่ 2.6 Surface roughness length (เมตร) ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและฤดูกาล (US.EPA, 2004)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use)	ฤดูใบไม้ผลิ (Spring)	ฤดูร้อน (Summer)	ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn)	ฤดูหนาว (Winter)
แหล่งน้ำจืดธรรมชาติและน้ำทะเล (Freshwater and Sea)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
ป่าไม้ผลัดใบ (Deciduous forest)	1.0	1.3	0.8	0.5
ป่าสน (Coniferous forest)	1.3	1.3	0.8	0.5
หนองน้ำ, บึง (Swamp)	0.2	0.2	0.2	0.05
พื้นที่การเกษตร (Cultivated land)	0.03	0.2	.05	0.01
ทุ่งหญ้า (Grass land)	0.05	0.1	0.01	0.001
พื้นที่เขตเมือง (Urban)	1.0	1.0	1.0	1.0
พื้นที่ทะเลทราย (Desert shrub land)	0.3	0.3	0.3	0.15

จากตารางที่ 2.3-2.6 ค่า Albedo, Bowen ratio และ Surface roughness length เป็นค่าที่มีเปลี่ยนแปลงตามละติจูดและวงจรรอบการเพาะปลูกใน 1 ปี โดยฤดูใบไม้ผลิ (Spring) หมายถึงช่วงที่เริ่มมีการเพาะปลูก ซึ่งอาจอนุโลมได้ว่าเป็นช่วง 1-2 เดือน หลังจากน้ำแข็งละลายเนื่องจากฤดูหนาว, ฤดูร้อน (Summer) หมายถึง ช่วงที่การเพาะปลูกมีความอุดมสมบูรณ์พื้นที่เป็นสีเขียวชุ่ม, ฤดูใบไม้ร่วง (Autumn) หมายถึง ช่วงที่เป็นสภาวะมีน้ำแข็งสลับกับน้ำแข็งละลาย ต้นไม้ผลัดใบจนเหลือน้อย พื้นดินว่างเปล่าหลังการเก็บเกี่ยว หญ้าเป็นสีเทาและไม่มีหิมะ และฤดูหนาว (Winter) หมายถึง ช่วงที่มีหิมะปกคลุมพื้นดินและอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (วราวุธ เสือดี, 2551)

2.4.3 ข้อมูลสำหรับนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMAP

ข้อมูลสำหรับนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMAP จะประกอบด้วยพิกัดอ้างอิงของพื้นที่ตำแหน่งที่ต้องการคำนวณความเข้มข้นสารมลพิษ (Receptors) ตำแหน่งของแหล่งกำเนิด โดย AERMAP จะทำหน้าที่ประเมินกลไกที่เปลี่ยนแปลงไปของการแพร่กระจายบนพื้นที่ที่ซับซ้อนนั้น โดยจะต้องอาศัยข้อมูลความสูงต่ำของพื้นที่โดยรอบด้วย โดยที่ AERMOD จะประมวลหาความสูงของพื้นที่ที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษมากที่สุดสำหรับจุดที่ต้องการการคำนวณความเข้มข้นแต่ละจุด ความสูงของพื้นที่นี้ คือ hill height scale ข้อมูลสำหรับนำเข้าโปรแกรมย่อย AERMAP ต่าง ๆ จะถูกจัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน เช่น STRM DEM (Shuttle Radar

Topography Mission) โดยครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ 60 องศาเหนือถึง 56 องศาใต้ โดยเก็บข้อมูลความสูงทุก ๆ 30 เมตร โดยประมาณในพื้นที่ของสหรัฐอเมริกา ส่วนพื้นที่นอกเหนือจากนั้นจะเป็นข้อมูลความสูงทุก ๆ 90 เมตร หรือ GTOPO30 (Global digital elevation model) สามารถ download ได้จาก <http://www.webgis.com/> โดยเป็นฐานข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่ต่าง ๆ ครอบคลุมทั่วโลก ซึ่งมีระยะห่างของข้อมูลแต่ละจุดคือ 30 กิโลเมตรหรือประมาณ 1 กิโลเมตร เป็นต้น (วารสาร เสือดี, 2551)

2.5 ข้อมูลผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา

ข้อมูลผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาได้อ้างอิงข้อมูลจากรายงานประกอบกรวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) ในอดีตผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ได้ประกาศเป็นกฎกระทรวงประกาศใช้บังคับเป็นผังเมืองรวมครั้งแรกในปี พ.ศ. 2529 ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 41 ตารางกิโลเมตร บังคับใช้จนถึงปี พ.ศ. 2534 จากนั้นก็ได้มีการปรับปรุงผังเมืองรวมครั้งที่ 1 มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 ถึงปี พ.ศ. 2539 ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 228 ตารางกิโลเมตร จากนั้นได้ทำการต่ออายุการใช้งานประกาศจากกฎกระทรวง และได้มีการทำการปรับปรุงแก้ไข เปลี่ยนแปลงข้อกำหนด จนถึงในปี พ.ศ. 2550 ได้มีการประกาศกฎกระทรวงให้บังคับใช้ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาปรับปรุงครั้งที่ 2 และหมดอายุลงในปี พ.ศ. 2552 จากนั้นได้ทำการขยายอายุการบังคับใช้ ครั้งละ 1 ปี จำนวน 2 ครั้งและหมดอายุลงอีกครั้งในปี พ.ศ. 2554 โดยปัจจุบันตามประกาศกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2560

2.5.1 ที่ตั้งและขอบเขตพื้นที่ของผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา

ในพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 328.44 ตารางกิโลเมตร โดยมีแนวเขตดังรูปที่ 2.5 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556)



รูปที่ 2.5 ขอบเขตพื้นที่ของผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556)

พื้นที่ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 ครอบคลุมเขตการปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมดจำนวน 29 แห่ง ประกอบด้วย เทศบาลนคร 1 แห่ง เทศบาลตำบล 8 แห่ง และ องค์การบริหารส่วนตำบลทั้งหมดรวม 20 แห่ง โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 รายละเอียดเขตการปกครองส่วนท้องถิ่นตามผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556)

เขตการปกครองส่วนท้องถิ่น	อำเภอ
1. เทศบาลนครนครราชสีมา	อำเภอเมืองนครราชสีมา
2. เทศบาลตำบลโคกกรวด	อำเภอเมืองนครราชสีมา
3. เทศบาลตำบลโคกสูง	อำเภอเมืองนครราชสีมา
4. เทศบาลตำบลจอหอ	อำเภอเมืองนครราชสีมา
5. เทศบาลตำบลหัวทะเล	อำเภอเมืองนครราชสีมา
6. เทศบาลตำบลหนองไผ่ล้อม	อำเภอเมืองนครราชสีมา
7. เทศบาลตำบลโพธิ์กลาง	อำเภอเมืองนครราชสีมา
8. เทศบาลตำบลปรุใหญ่	อำเภอเมืองนครราชสีมา

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

เขตการปกครองส่วนท้องถิ่น	อำเภอ
9. เทศบาลตำบลขามทะเลสอ	อำเภอขามทะเลสอ
10. องค์การบริหารส่วนตำบลบ่สนโพธิ์	อำเภอเมืองนครราชสีมา
11. องค์การบริหารส่วนตำบลพะเนา	อำเภอเมืองนครราชสีมา
12. องค์การบริหารส่วนตำบลมะเริง	อำเภอเมืองนครราชสีมา
13. องค์การบริหารส่วนตำบลตลาด	อำเภอเมืองนครราชสีมา
14. องค์การบริหารส่วนตำบลหนองระเวียง	อำเภอเมืองนครราชสีมา
15. องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัวศาลา	อำเภอเมืองนครราชสีมา
16. องค์การบริหารส่วนตำบลจอหอ	อำเภอเมืองนครราชสีมา
17. องค์การบริหารส่วนตำบลหมื่นไวย	อำเภอเมืองนครราชสีมา
18. องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกระทุ่ม	อำเภอเมืองนครราชสีมา
19. องค์การบริหารส่วนตำบลหนองจะบก	อำเภอเมืองนครราชสีมา
20. องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านใหม่	อำเภอเมืองนครราชสีมา
21. องค์การบริหารส่วนตำบลสีมม	อำเภอเมืองนครราชสีมา
22. องค์การบริหารส่วนตำบลสุรนารี	อำเภอเมืองนครราชสีมา
23. องค์การบริหารส่วนตำบลโคกกรวด	อำเภอเมืองนครราชสีมา
24. องค์การบริหารส่วนตำบลพุดซา	อำเภอเมืองนครราชสีมา
25. องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านเกาะ	อำเภอเมืองนครราชสีมา
26. องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแดง	อำเภอขามทะเลสอ
27. องค์การบริหารส่วนตำบลขามทะเลสอ	อำเภอขามทะเลสอ
28. องค์การบริหารส่วนตำบลนากลาง	อำเภอสูงเนิน
29. องค์การบริหารส่วนตำบลกุดจิก	อำเภอสูงเนิน

2.5.2 ลักษณะทางสังคมและประชากร

รายงานผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) อ้างอิงจาก ข้อมูลสำนักงานบริหารทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย พบว่า ในปี พ.ศ. 2552 จังหวัดนครราชสีมา มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 2,571,292 คน โดยคิดเป็นร้อยละ 11.90 ของประชากรรายภาค และมีความหนาแน่นมากที่สุดคือ 124.46 คนต่อตารางเมตร และมีขนาดครัวเรือน 3.29 คนต่อครัวเรือน โดยมีความหนาแน่นลดลงจากปี พ.ศ. 2538 ที่มี

ขนาด 4.43 คนต่อครัวเรือน โดยมีการศึกษาพบว่าจำนวนประชากรในจังหวัดนครราชสีมา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2538 - 2547 แต่ในช่วง 5 ปี ในระยะต่อมา (ปี พ.ศ. 2548 - 2552) กลับมีแนวโน้มลดลง และเมื่อมีการพิจารณาเปลี่ยนแปลงในระดับจังหวัดนครราชสีมาในช่วงปี พ.ศ. 2536 - 2552 มีอัตราการเพิ่มประชากรเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.02 ทั้งนี้ อาจสืบเนื่องมาจากภาวการณ์เจริญพันธุ์ของจังหวัดลดลง หรืออาจจะมีการย้ายถิ่นฐานออกจากพื้นที่เพื่อไปทำงานยังพื้นที่อื่น ข้อมูลประชากรแสดงดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 จำนวนประชากรในเขตเมืองนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2528 – 2552

ปี พ.ศ.	ประชากร			การ เปลี่ยนแปลง ต่อปี (คน)	อัตรา การเพิ่ม เฉลี่ยต่อปี (%)	อัตรา การเพิ่ม ช่วง 5 ปี (%)	ครัวเรือน (หลัง)	ขนาด ครัวเรือน (คน/ ครัวเรือน)
	ชาย	หญิง	รวม					
2538	1,230,635	1,237,196	2,467,831	3,961	0.161		557,691	4.43
2539	1,242,702	1,251,814	2,494,516	26,685	1.070		581,859	4.29
2540	1,249,077	1,261,762	2,510,839	16,323	0.650	0.611	581,173	4.32
2541	1,259,424	1,274,863	2,534,287	23,448	0.925		594,975	4.26
2542	1,261,626	1,279,036	2,540,662	6,375	0.251		605,004	4.20
2543	1,263,823	1,282,488	2,546,311	5,649	0.222		615,350	4.14
2544	1,272,823	1,292,862	2,565,685	19,374	0.755		631,786	4.06
2545	1,280,671	1,300,573	2,581,244	15,559	0.603	-0.016	647,149	3.99
2546	1,284,989	1,306,152	2,591,141	9,806	0.378		668,071	3.88
2547	1,258,088	1,281,256	2,539,344	-51,706	-2.036		68,777	3.69
2548	1,261,666	1,285,097	2,546,763	7,419	0.291		708,251	3.60
2549	1,265,625	1,289,962	2,555,587	8,824	0.345		726,522	3.52
2550	1,264,118	1,288,776	2,552,894	-2,693	-0.105	0.202	745,209	3.43
2551	1,269,885	1,295,232	2,565,117	12,223	0.479		763,903	3.36
2552	1,272,264	1,299,028	2,571,292	6,175	0.002		782,449	3.29

2.5.3 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

จากศักยภาพของพื้นที่และแนวคิดการใช้ประโยชน์ที่ดินเมืองนครราชสีมา รายงานผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 กำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต โดยจำแนกออกเป็น 11 ประเภท ดังนี้ (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556)

2.5.3.1 ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย (สีเหลือง)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 61,498.56 ไร่ ส่วนใหญ่กำหนดไว้ในบริเวณเขตรอบนอกของศูนย์กลางชุมชนและบริเวณที่เป็นชุมชนเดิม ซึ่งส่วนใหญ่จะยังคงทำการเกษตรอยู่และเป็นกลุ่มที่อยู่ในระดับหมู่บ้านที่มีความหนาแน่นต่ำ เช่น บริเวณตำบลบ้านใหม่ ตำบลหมื่นไวย ตำบลตลาด และตำบลสุรนารี เป็นต้น นอกจากนี้บริเวณพื้นที่ต่อเนื่องกับบริเวณที่มีการอยู่อาศัยค่อนข้างหนาแน่น โดยกำหนดความหนาแน่นประชากรไว้ 3 คนต่อไร่

2.5.3.2 ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 22,310.43 ไร่ กำหนดไว้เป็นพื้นที่ต่อเนื่องกับศูนย์กลางชุมชนในทุกระดับโดยพื้นที่ที่กำหนดไว้ ได้แก่ บริเวณต่อเนื่องกับเขตเทศบาลนครนครราชสีมา พื้นที่ต่อเนื่องบริเวณเทศบาลตำบลจอหอ พื้นที่ต่อเนื่องบริเวณเทศบาลตำบลหัวทะเล พื้นที่ต่อเนื่องบริเวณเทศบาลตำบลโคกกรวด องค์การบริหารส่วนตำบลโคกกรวดและบริเวณเทศบาลตำบลขามทะเลสอ โดยกำหนดความหนาแน่นประชากรไว้ 21 คนต่อไร่

2.5.3.3 ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 9,291.06 ไร่ เป็นพื้นที่ที่กำหนดไว้บริเวณใจกลางชุมชนหลัก ได้แก่ บริเวณพื้นที่เทศบาลนครราชสีมา พื้นที่บริเวณเทศบาลตำบลจอหอ พื้นที่บริเวณเทศบาลตำบลขามทะเลสอ และบางส่วนขององค์การบริหารส่วนตำบลหมื่นไวย และองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านเกาะ โดยกำหนดความหนาแน่นของประชากรไว้ 49 คนต่อไร่

2.5.3.4 ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า (สีม่วง)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 4,598.61 ไร่ กำหนดไว้ 2 บริเวณ คือบริเวณเทศบาลตำบลโคกกรวด และองค์การบริหารส่วนตำบลโคกกรวด ซึ่งเป็นพื้นที่ต่อเนื่องกับบริเวณเขตอุตสาหกรรมเอกชน (นอกเขตผัง) อีกบริเวณหนึ่งอยู่ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัวศาลา ใกล้กับเขตอุตสาหกรรมเอกชนสุรนารี โดยกำหนดความหนาแน่นของประชากรไว้ 12 คนต่อไร่

2.5.3.5 ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ (สีม่วงอ่อน)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 2,773.56 ไร่ กำหนดไว้ 2 บริเวณ คือบริเวณริมทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลโคกกรวด และบริเวณทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (เลี่ยงเมือง) บริเวณองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านโพธิ์ และองค์การบริหารส่วนตำบลตลาด โดยกำหนดความหนาแน่นของประชากรไว้ 20 คนต่อไร่

2.5.3.6 ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม (สีเขียว)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 76,052.67 ไร่ กำหนดไว้เป็นพื้นที่บริเวณรอบนอกเขตชุมชนทั้งหมด และพื้นที่ที่ยังคงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะพื้นที่ด้านเหนือและด้านตะวันออกของเขตผังซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสม เนื่องจากมีลำน้ำและระบบคลอง

ชลประทานที่ส่งเสริมเกษตรกรรมในพื้นที่ดังกล่าว โดยกำหนดความหนาแน่นประชากรไว้ 1 คนต่อไร่

2.5.3.7 ที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม (สีเขียวอ่อน)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 9,837.05 ไร่ กำหนดไว้ในระยะ 50 เมตรริมฝั่งแหล่งน้ำสาธารณะนอกเขตชุมชนเมือง และระยะ 15 เมตร ในเขตชุมชนเมือง นอกจากนี้ยังได้กำหนดพื้นที่บริเวณคูเมือง หนองน้ำบางแห่ง สวนสาธารณะ และสนามกีฬา เป็นต้น

2.5.3.8 ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา (สีเขียวมะกอก)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 4,328.36 ไร่ เป็นที่ตั้งของสถาบันการศึกษาระดับต่าง ๆ และวิทยาเขตของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

2.5.3.9 ที่ดินประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมไทย (สีน้ำตาลอ่อน)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 744.06 ไร่ กำหนดไว้ในบริเวณเขตคูเมือง โดยกำหนดความหนาแน่นของประชากรไว้ 15 คนต่อไร่

2.5.3.10 ที่ดินประเภทสถาบันศาสนา (สีเทาอ่อน)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 1,439.84 ไร่ เป็นที่ตั้งของศาสนสถานทุกประเภท รวมถึงสุสาน

2.5.3.11 ที่ดินประเภทสถาบันราชการการสาธารณูปโภค สาธารณูปการ (สีน้ำเงิน)

พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 4,254.78 ไร่ เป็นที่ตั้งของสถาบันราชการและหน่วยงานต่าง ๆ และบ่อบำบัดน้ำเสีย

จากการคาดการณ์ในอนาคตพบว่า ในปี พ.ศ.2572 จะมีประชากรในเขตผังเมืองรวมทั้งสิ้น 596,824 คน ซึ่งผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 สามารถรองรับประชากรได้ 1,306,145 คน จึงสามารถรองรับประชากรได้อย่างเพียงพอ รายละเอียดตามตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ความสามารถในการรองรับประชากรในอนาคต จำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556)

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่			ความหนาแน่นประชากร (คนต่อไร่)	จำนวนประชากรที่รองรับได้	
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	ร้อยละ		จำนวนคน (คน)	ร้อยละ
1 ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย (สีเหลือง)	98.40	61,498.56	30.11	3	184,496	14.13

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่			ความหนาแน่นประชากร (คนต่อไร่)	จำนวนประชากรที่รองรับได้		
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	ร้อยละ		จำนวนคน (คน)	ร้อยละ	
2	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาปานกลาง (สีส้ม)	35.70	22,310.43	10.92	21	468,519	35.87
3	ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง)	14.87	9,291.06	4.55	49	455,262	34.86
4	ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า (สีม่วง)	7.36	4,598.61	2.25	12	55,183	4.22
5	ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ (สีม่วงอ่อน)	4.44	2,773.56	1.36	20	55,471	0.25
6	ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม (สีเขียว)	121.68	76,052.67	37.24	1	76,053	5.82
7	ที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม (สีเขียวอ่อน)	15.74	9,837.05	4.82			
8	ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา (สีเขียวมะกอก)	6.93	428.36	2.12			
9	ดินประเภทอนุรักษ์ (สีน้ำตาลอ่อน)	1.19	744.06	0.36	15	11,161	0.85
10	ที่ดินประเภทสถาบันศาสนา (สีเทาอ่อน)	2.30	1,439.84	0.70			
11	ที่ดินประเภทสถาบันราชการการสาธารณูปโภค (สีน้ำเงิน)	6.81	4,254.78	2.08			
12	พื้นที่อื่น ๆ (เขตทหาร ล้ำคลอง แหล่งน้ำต่าง ๆ)	1.39	7,118.75	3.49			
พื้นที่ผังเมืองรวมทั้งหมด		328.44	204,247.74	100		1,306,145	100

2.5.4 ระบบคมนาคมและขนส่ง

ระบบคมนาคมและขนส่ง ในงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงมากจากข้อมูลของผังเมืองรวม เมืองนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้นส่วนใหญ่เกิดจากการใช้ยานพาหนะบนถนนตามเส้นทางการจราจร โครงข่ายระบบถนนในอนาคต จำแนกประเภทของถนนตามหน้าที่ (Road Function) ออกเป็น 4 ประเภทคือ

1) ถนนสายประธาน (Freeway) คือ เส้นทางสาธารณะสายหลักที่เป็นโครงข่ายเชื่อมระหว่างภูมิภาคและจังหวัด สามารถรองรับการจราจรได้จำนวนมากส่งผลให้การจราจรเคลื่อนตัวได้รวดเร็ว ถนนสายประธานที่เกี่ยวข้องกับผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาประกอบด้วย ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (เลี้ยวเมือง) ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 224 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 226 และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 304

2) ถนนสายหลัก (Arterial Road) คือ เส้นทางที่มีความสามารถในการรองรับการจราจรจำนวนมาก เพื่อเชื่อมต่อการจราจรจากถนนสายรองสู่ถนนสายประธาน เป็นถนนที่เป็นจุดเชื่อมต่อของเมือง ถนนสายหลักที่เกี่ยวข้องกับผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาประกอบด้วย ถนนสาย จ และถนนสาย ง

3) ถนนสายรอง (Collector and Distributor Streets) คือ เส้นทางที่รวบรวมและกระจายการจราจรระหว่างถนนสายย่อยและถนนสายหลัก เป็นถนนที่มีกิจกรรมสองข้างถนน ทำให้สามารถรองรับการจราจรได้ดี ความเร็วในการจราจรปานกลาง ถนนสายรองที่เกี่ยวข้องกับผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาประกอบด้วย ถนนสาย ก ถนนสาย ข และถนนสาย ค

4) ถนนสายย่อย (Local or Access Roads) คือ เส้นทางที่เข้าถึงพื้นที่เฉพาะเป็นหลัก เป็นถนนที่มีขนาดเขตทางค่อนข้างแคบ ทำให้สามารถรองรับการจราจรได้ดีและความเร็วในการจราจรต่ำเช่นกัน ถนนสายย่อยที่เกี่ยวข้องกับผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาประกอบด้วย ตรอก ซอก ซอย ต่าง ๆ

นอกจากนี้ยังได้ทำการกำหนดแบ่งถนนตามแผนผังแสดงโครงการคมนาคมและขนส่ง โดยอ้างอิงถนนสายประธานเป็นหลัก และแบ่งเส้นทางการจราจรตามถนน ออกเป็น 5 ขนาด ดังนี้

- (1) ถนนแบบ ก ขนาดเขตทาง 16 เมตร จำนวน 6 สาย
- (2) ถนนแบบ ข ขนาดเขตทาง 18 เมตร จำนวน 11 สาย
- (3) ถนนแบบ ค ขนาดเขตทาง 20 เมตร จำนวน 16 สาย
- (4) ถนนแบบ ง ขนาดเขตทาง 30 เมตร จำนวน 6 สาย
- (5) ถนนแบบ จ ขนาดเขตทาง 80 เมตร จำนวน 1 สาย

ระบบคมนาคมและขนส่งของผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ประกอบด้วย ระบบถนนโครงข่ายคมนาคมระบบขนส่งสาธารณะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.5.4.1 ระบบโครงข่ายคมนาคมระหว่างเมือง

ระบบโครงข่ายคมนาคมระหว่างเมืองภายในเขตผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา มีศูนย์กลางอยู่ในพื้นที่ของเทศบาลนครราชสีมา ถนนสายหลักจำนวนหลายสายทางที่สามารถใช้เป็นเส้นทางเดินทางจากพื้นที่ผังเมืองรวมไปยังพื้นที่ภายนอกเขตผังเมืองรวม ส่วนใหญ่เป็นถนนในแนวรัศมีออกจากเขตชุมชนหรือเป็นวงรอบ ส่วนถนนสายรองมีรูปแบบที่ไม่แน่นอน ส่วนใหญ่ทำหน้าที่เชื่อมต่อโยงถนนสายหลักกับชุมชนขนาดเล็กเท่านั้น ซึ่งถนนสายหลักในแนวรัศมีที่สำคัญ มีดังนี้

- 1) ถนนในแนวรัศมีทางด้านทิศเหนือ คือ ถนนสุรนารายณ์และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 205 เชื่อมศูนย์กลางพื้นที่ผังเมืองรวม และเดินทางไปอำเภอโนนไทย
- 2) ถนนในแนวรัศมีทางด้านทิศตะวันตก คือ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 เชื่อมการเดินทางไปยังอำเภอสีคิ้วและกรุงเทพมหานคร
- 3) ถนนแนวรัศมีทางด้านทิศตะวันออก คือ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 226 เชื่อมการเดินทางไปยังอำเภอโนนสูงและอำเภอเฉลิมพระเกียรติตามลำดับ
- 4) ถนนแนวรัศมีทางด้านทิศใต้ คือทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 224 เชื่อมการเดินทางไปยังพื้นที่อำเภอโชคชัย
- 5) ถนนในแนวเลี้ยวเมืองตั้งอยู่บริเวณตอนกลางของเขตผังเมืองรวม วางอยู่ในแนวทิศเหนือ-ใต้ คือทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (เลี้ยวเมือง) สามารถใช้เป็นเส้นทางเดินทางจากด้านตะวันตกของพื้นที่ผังเมืองรวมไปยังพื้นที่ตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ผังเมืองรวม โดยไม่ต้องผ่านศูนย์กลางชุมชน

2.5.4.2 ระบบโครงข่ายคมนาคมภายในเขตเทศบาลและพื้นที่ข้างเคียง

พื้นที่ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา มีศูนย์กลางชุมชนอยู่บริเวณพื้นที่ปิดล้อมของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 – ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 224 – ถนนท้าวสุระ ซอย 2 - ถนนราชดำเนิน - ถนนจอมสุรางค์ยาตร์ - ถนนมุขมนตรี - ถนนเดชอุดม – ถนนสืบศิริ โดยถนนโครงข่ายสายรองในเขตศูนย์กลางชุมชนจะมีลักษณะเป็นตาราง (Grid pattern)

ถนนสายหลักภายในศูนย์กลางชุมชนในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก ประกอบด้วย ถนนมุขมนตรี ถนนจอมสุรางค์ยาตร์ ถนนโพธิ์กลาง ถนนสุรนารี ถนนมหาดไทย ถนนอภัยวงศ์ และถนนราชนิกุล โดยที่แนวถนนมุขมนตรี – ถนนสุรนารี – ถนนอภัยวงศ์ และแนวถนนมุขมนตรี – ถนนจอมสุรางค์ยาตร์ - ถนนมหาดไทย เป็นถนนที่ต่อเนื่องกันที่มีความสำคัญที่สุด

ในพื้นที่ชุมชน มีอาคารก่อสร้างหนาแน่นตลอดแนวถนน มีสถานีที่ราชการ โรงพยาบาล สถาบันการศึกษา ฯลฯ ไว้ให้บริการ ส่วนถนนสายหลักในแนวทิศเหนือ - ใต้ ประกอบด้วย ถนนราชดำเนิน ถนนประจักษ์ ถนนสี่สีริ และถนนพิบูลย์-ละเอียด โดยถนนสายหลักมีแหล่งประกอบกิจกรรมหนาแน่น นอกจากนี้ยังเป็นเส้นทางเชื่อมต่อกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 304 ซึ่งเป็นถนนสายหลักสำหรับการเดินทางไปมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและอำเภอปักธงชัย

ถนนสายรองภายในเขตชุมชนส่วนมากจะมีลักษณะเป็นตาราง โดยถนนในแนวทิศตะวันออก - ทิศตะวันตก จะมีระยะทางยาวกว่า เช่น ถนนยมราช ถนนพลเสน ถนนจอมพล ถนนสรรพสิทธิ์ ซอยกิ่งสวายเรียง และซอยลำปรุ ส่วนถนนในแนวทิศเหนือ - ทิศใต้ ส่วนใหญ่จะเป็นถนนสายสั้น ๆ เช่น ถนนมนัส ถนนจักรี ถนนจันทร์ ถนนบูรินทร์ ตรอกสวายเรียง และซอยต่าง ๆ

2.5.5 การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และสถาบันศาสนา

ข้อมูลการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และสถาบันศาสนา ในงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงมาจากข้อมูลของผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) มีรายละเอียดดังนี้

2.5.5.1 เศรษฐกิจและสังคม

สภาพเศรษฐกิจของผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันขึ้นอยู่กับการผลิตในสาขากิจการค้าและบริการเป็นหลัก รองลงมา คือ กิจการอุตสาหกรรม สถานประกอบการดังกล่าวมีผลต่อการจ้างงานในพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาเป็นอย่างมาก พื้นที่ชุมชนส่วนใหญ่เป็นที่ตั้งของธุรกิจการค้าและอุตสาหกรรม ส่วนการผลิตจากภาคการเกษตรมีความสำคัญต่อสภาพเศรษฐกิจ ในเขตผังเมืองรวมค่อนข้างน้อย เนื่องจากปัจจัยทางสังคมที่ให้บริการระดับภาค ปัจจัยทางเศรษฐกิจด้านอุตสาหกรรมและการขนส่ง ได้ส่งผลกระทบต่อขยายตัวของกิจการค้าและบริการอย่างต่อเนื่อง กิจการและบริการที่สามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ ตัวอย่างเช่น สถานีบริการน้ำมัน จากการรวบรวมข้อมูลผู้ค้าน้ำมันตาม พ.ร.บ. การค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2543 มาตรา 11 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2559) พบว่ามีสถานีบริการน้ำมัน ตามขอบเขตที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) ในเขตพื้นที่เมืองนครราชสีมา จำนวน 35 สถานีบริการ

งานอุตสาหกรรมในพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา นับว่ามีความสำคัญต่อจังหวัดนครราชสีมา เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการระจุกตัวของแรงงานเช่นเดียวกับกิจการการค้าและบริการ โดยสาขาอุตสาหกรรมสร้างรายได้ให้กับประชาชนในท้องถิ่นและแรงงานต่างถิ่นเป็นจำนวนมาก จากการรวบรวมข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา, 2559) ตามขอบเขตที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) ในเขตพื้นที่เมืองนครราชสีมา มีจำนวนทั้งสิ้น 232 โรงงาน

2.5.5.2 ลักษณะทางสังคมและศาสนา

ในเขตพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ประกอบด้วย ประชาชนดั้งเดิมคือ คนไทยหรือไทยโคราช ที่อยู่มาตั้งแต่สมัยอยุธยา และประชาชนที่อพยพเข้ามาภายหลังคือ ลาว หรือ ไทยอีสาน กิจกรรมสำคัญที่เกี่ยวข้องกับประเพณีและวัฒนธรรมท้องถิ่นที่จัดขึ้นในเขตผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาเป็นประจำทุกปีได้แก่ งานฉลองวันแห่งชัยชนะท้าวสุรนารี นอกจากนี้เป็นงานเกี่ยวกับกิจกรรมทางศาสนา อาทิเช่น วันมาฆบูชา วันวิสาขบูชา วันอาสาฬหบูชา วันเข้าพรรษา และ วันออกพรรษา เป็นต้น เนื่องประชาชนในพื้นที่ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ จึงมีกิจกรรมทางศาสนาพุทธเป็นส่วนใหญ่ ศาสนสถานในบริเวณขอบเขตที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) ในเขตพื้นที่เมืองนครราชสีมา ส่วนใหญ่เป็นวัด มีจำนวนทั้งสิ้น 34 วัด

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดวงพร ทองประเสริฐ (2548) ทำการวิจัยเรื่องการประเมินขีดความสามารถในการรองรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สำหรับแหล่งกำเนิดใหม่ ในนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง โดยใช้แบบจำลอง ISCST3 วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือ การนำหลักการความสามารถในการรองรับสารมลพิษมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้ได้เครื่องมือในการพิจารณาอนุญาตโรงงานที่ต้องระบายสารมลพิษออกมาเพิ่มในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมที่มีโรงงาน ประกอบกิจการแล้วบางส่วน พื้นที่ศึกษาคือนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง ศึกษาสารมลพิษ คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ISCST3 ช่วยในการคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด โดยการทำนายความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปัจจุบัน ประเมินขีดความสามารถในการรองรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอนาคต คาดการณ์อัตราการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอนาคต และหาอัตราการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สำหรับแหล่งกำเนิดใหม่ โดยไม่เกินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษ ผลการศึกษาสรุปว่า ปริมาณการแพร่กระจายของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง และพื้นที่อุตสาหกรรมโดยรอบนิคมอุตสาหกรรม ครอบคลุมพื้นที่ 10x10 ตารางกิโลเมตร โดยแบบจำลอง ISCST3 ร่วมกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแหลมฉบังเพาเวอร์ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน สถานการณ์ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศบริเวณพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบังยังคงมีความสามารถในการรองรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้อีกในอนาคต

สฤกษ์ โคตุละ (2553) ทำการวิจัยเรื่องบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือ จัดทำบัญชีรายการการปล่อยสารมลพิษอากาศ (PM₁₀ TSP CO SO₂ NOX HC NMVOC และ CO₂) จากแหล่งกำเนิดมลพิษหลัก ๆ ในพื้นที่

เขตเทศบาลนครนครราชสีมา และเพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้กับเมืองอื่น ๆ พร้อมทั้งวิจารณ์ความเหมาะสมของวิธีการและความพร้อมของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่าง ๆ โดยใช้วิธี Emission Factor ในการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ ผลการศึกษาสรุปว่าแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเคลื่อนที่มีสัดส่วนการปล่อย NOX SO₂ CO TSP และ CO₂ มากที่สุด ส่วนแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่และแบบจุดมีการปล่อย PM₁₀ และ NMVOC มากที่สุด

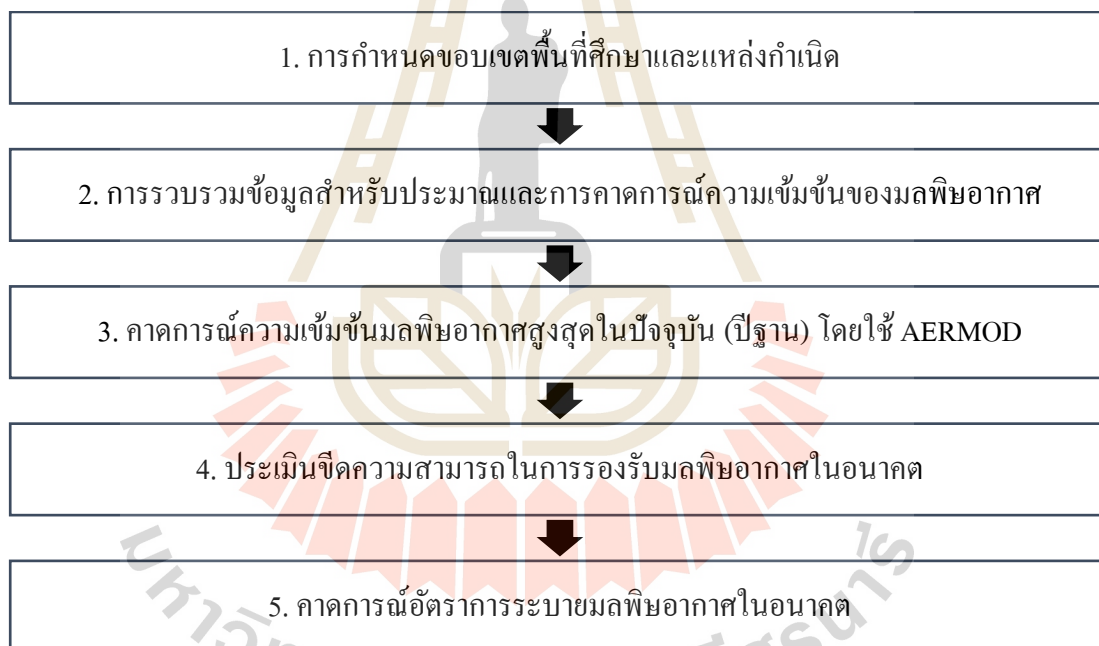
จันทรีธิดา ตั้งขวัญแก้ว (2554) เสนองานวิจัยเรื่องเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนายความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีผลจากการเผาในที่โล่งระหว่างแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องและ AERMOD กรณีศึกษาจังหวัดนครสวรรค์ ทำนายความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องและแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD เปรียบเทียบผลการทำนายความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กจากแบบจำลองคุณภาพอากาศกับผลความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการตรวจวัดจริง ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD สามารถอธิบายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศได้ 0.25% แบบจำลองแบบกล่องกรณีไม่คำนึงทิศทางลมอธิบายได้ 9.31% และแบบจำลองแบบกล่องกรณีคำนึงถึงทิศทางลมอธิบายได้ 15.66%

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการศึกษา

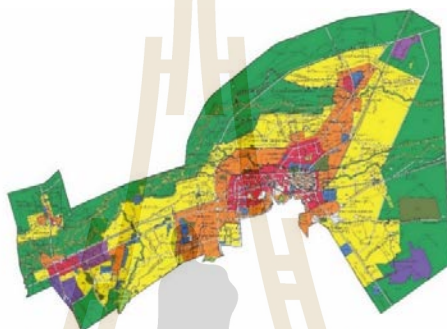
ขั้นตอนการศึกษาของงานวิจัยนี้สามารถแบ่งเป็นทั้งหมด 6 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนที่ 1 และ 2 เป็นการจัดเตรียมข้อมูลที่ทำเป็นสำหรั้นำไปใช้ในการศึกษาในขั้นตอนที่ 3 ถึงขั้นตอนที่ 6 แสดงดังรูปที่ 3.1



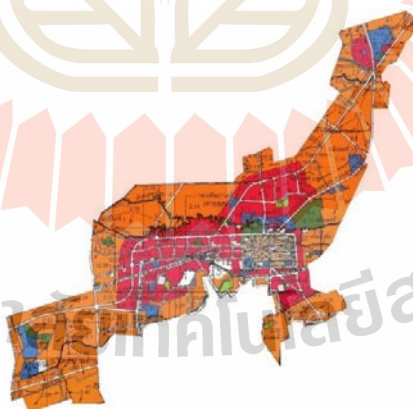
รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา

3.1 ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาและแหล่งกำเนิด

การกำหนดพื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงข้อมูลจาก รายงานประกอบการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) ดังมีรายละเอียดทบทวนไว้ในหัวข้อ 2.5 โดยผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมาฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3
แบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น 11 ประเภท



รูปที่ 3.3 ขอบเขตศึกษาตามบริเวณเขตที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)
โดยครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท

โดยพื้นที่ศึกษาเป็นที่ดินที่แบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเลือกศึกษาขอบเขตตามบริเวณเขตสีส้ม ครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท ได้แก่ ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัย

หนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง) ที่ดินประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมไทย (สีน้ำตาลอ่อน) ที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา (สีเขียวมะกอก) และที่ดินประเภทสถาบันราชการการสาธาณูปโภค (สีน้ำเงิน) ดังรูปที่ 3.3 โดยพื้นที่ศึกษารอบคลุมเขตเทศบาลนครราชสีมาทั้งหมด เทศบาลตำบลจอหอ บางส่วน และเทศบาลตำบลปรุใหญ่บางส่วน เนื่องจากเป็นพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีการเจริญเติบโตของชุมชนเมืองอย่างเห็นได้ชัด จากจำนวนประชากรและกิจกรรมพาณิชยกรรมที่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้บริเวณดังกล่าวยังเป็นศูนย์กลางชุมชนเมืองและย่านการค้า มีความหนาแน่นของประชากรค่อนข้างสูงอีกด้วย

3.1.1 แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบพื้นที่ (Area Sources)

จากการพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากข้อมูลผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา พบว่าเห็นควรเลือกแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบพื้นที่ ทั้งหมด 2 ประเภท ดังนี้

1) สีส้ม : ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง มีขนาดพื้นที่ครอบคลุมขนาดปานกลาง เป็นพื้นที่ติดกับพื้นที่ชุมชนเมืองหรือเป็นพื้นที่ต่อเนื่องกับศูนย์กลางเมือง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่อยู่อาศัย และมีการประกอบพาณิชยกรรมบางส่วน ในเขตพื้นที่นี้มีความหนาแน่นของประชากรปานกลาง ความหนาแน่นของประชากรอยู่ที่ 21 คนต่อไร่ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนและที่อยู่อาศัยเป็นหลัก จึงคาดว่าน่าจะมีการเกิดมลพิษมากในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวนี้ ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาตามขอบเขตสีส้มทั้งหมด ไม่รวมพื้นที่ถนนและการจราจร

2) สีแดง : ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก มีขนาดพื้นที่ปานกลางแต่มีขนาดเล็กกว่าที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง เป็นพื้นที่ชุมชนใจกลางเมืองหลัก ชุมชน ในเขตพื้นที่นี้มีความหนาแน่นของประชากรค่อนข้างสูง เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นพื้นที่อยู่อาศัยและย่านเศรษฐกิจการค้า การสัญจรของผู้คนและมีการประกอบกิจกรรมในพื้นที่ที่ทำให้เกิดมลพิษอยู่เป็นประจำ ดังนั้นจึงได้กำหนดพื้นที่ดังกล่าวเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาตามขอบเขตสีแดงทั้งหมด ไม่รวมพื้นที่ถนนและการจราจร

ในส่วนของลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ ที่รวมอยู่ในพื้นที่ศึกษานั้น จะถูกจัดประเภทให้อยู่ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง หรือพาณิชยกรรม และที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก โดยอ้างอิงตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบที่ใกล้เคียงที่สุด

สำหรับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินอีก 6 ประเภท ที่ไม่ได้กำหนดในการศึกษานั้น มีเหตุผลในการพิจารณาดังนี้

1) สีเหลือง : ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย มีขนาดพื้นที่ครอบคลุมค่อนข้างกว้าง ส่วนใหญ่ถูกกำหนดไว้ในบริเวณเขตพื้นที่ด้านนอกของเมืองรวม เป็นเขตรอบนอกซึ่งค่อนข้างห่างจากชุมชนเมืองและศูนย์กลางเมืองรวม อีกทั้งพื้นที่เขตรอบนอกยังประกอบกิจการทำ

การเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ชุมชนในเขตพื้นที่นี้มีความหนาแน่นของประชากรค่อนข้างต่ำ โดยมีการกำหนดความหนาแน่นประชากรไว้ที่ 3 คนต่อไร่ เนื่องจากประชาชนจะอาศัยอยู่รวมกันในระดับหมู่บ้าน มลพิษที่เกิดขึ้นจึงเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย จึงเป็นเหตุผลที่ไม่นับรวมในการศึกษาครั้งนี้

2) สีเขียว : ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม มีขนาดพื้นที่ที่ครอบคลุมค่อนข้างกว้างมาก พื้นที่ประมาณ 76,052.67 ไร่ เป็นบริเวณพื้นที่รอบนอกเขตชุมชนทั้งหมด และพื้นที่ที่ยังคงเป็นเกษตรกรรม โดยเฉพาะพื้นที่ด้านเหนือและด้านตะวันออกของเขตผัง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสม เนื่องจากมีลำน้ำและคลองชลประทานที่ส่งเสริมพื้นที่เกษตรกรรมนี้ด้วย พื้นที่นี้มีความหนาแน่นของประชากรค่อนข้างต่ำ ความหนาแน่นของประชากรอยู่ที่ 1 คนต่อไร่ ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าพื้นที่ดังกล่าวนี้ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่เป็นธรรมชาติ มลพิษที่เกิดขึ้นจึงเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย จึงเป็นเหตุผลที่ไม่นับรวมในการศึกษาครั้งนี้

3) สีเขียวอ่อน : ที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม มีขนาดพื้นที่ที่ครอบคลุมขนาดเล็กและใหญ่ปะปนกันหลายจุด จนใหญ่เป็นพื้นที่โล่งและลำน้ำ โดยกำหนดไว้ในระยะ 50 เมตร ริมฝั่งแหล่งน้ำสาธารณะนอกเขตชุมชนเมือง และระยะ 15 เมตร ในเขตชุมชนเมือง นอกจากนี้ยังได้กำหนดพื้นที่บริเวณคูเมือง หนองน้ำบางแห่ง สวนสาธารณะ และสนามกีฬา เป็นต้น ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าพื้นที่ดังกล่าวนี้ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่เป็นธรรมชาติ มลพิษที่เกิดขึ้นจึงเกิดขึ้นค่อนข้างน้อย จึงเป็นเหตุผลที่ไม่นับรวมในการศึกษาครั้งนี้

4) สีม่วง : ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า มีขนาดพื้นที่ที่ครอบคลุมขนาดเล็กและมีทั้งหมด 2 ตำแหน่ง คือ บริเวณเทศบาลตำบลโลกกรวด และองค์การบริหารส่วนตำบลโลกกรวด ซึ่งเป็นพื้นที่ต่อเนื่องกับบริเวณเขตอุตสาหกรรมเอกชน (นอกเขตผังเมือง) อีกบริเวณหนึ่งอยู่ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัวศาลา ใกล้กับเขตอุตสาหกรรมเอกชนสุรนารี พื้นที่ดังกล่าวนี้ค่อนข้างอยู่ห่างจากตัวเมืองและชุมชน อีกทั้งยังมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันยังไม่มาก จึงเป็นเหตุผลที่ไม่นับรวมในการศึกษาครั้งนี้

5) สีม่วงอ่อน : ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ มีขนาดพื้นที่ที่ครอบคลุมขนาดเล็กและมีทั้งหมด 2 ตำแหน่ง คือ บริเวณทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลโลกกรวด และบริเวณริมทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (เลียงเมือง) บริเวณองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านโพธิ์ และองค์การบริหารส่วนตำบลตลาด พื้นที่ดังกล่าวนี้จะคล้ายกับพื้นที่ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า เนื่องจากพื้นที่นี้ค่อนข้างอยู่ห่างจากตัวเมืองและชุมชน อีกทั้งยังมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันยังไม่มากจึงเป็นเหตุผลที่ไม่นับรวมในการศึกษาครั้งนี้

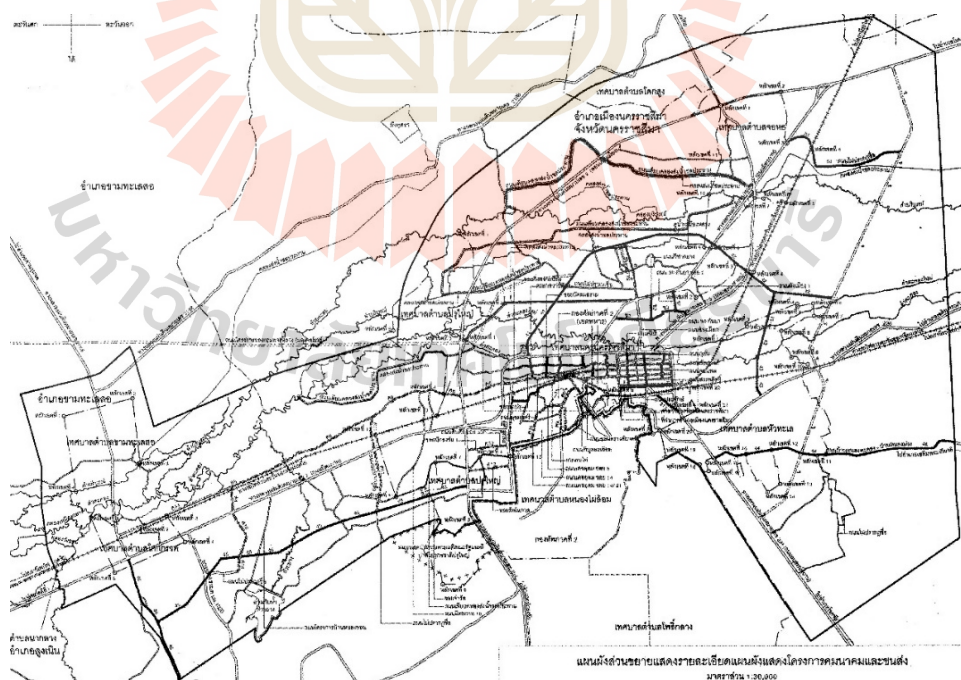
3.1.2 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้น (line Sources)

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้น ส่วนใหญ่เกิดจากการใช้ยานพาหนะบนถนนตามเส้นทางการจราจร อ่างอิงจากรายงานประกอบการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ฉบับ

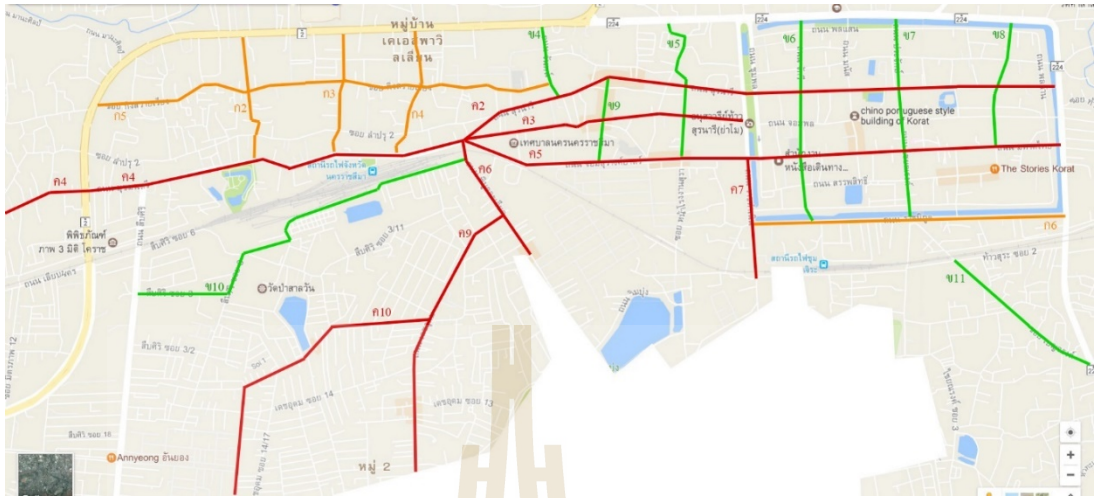
ปรับปรุงครั้งที่ 3 โดยได้ทำการวางแผนผังโครงข่ายระบบถนนในอนาคต จำแนกประเภทของถนนตามหน้าที่ (Road Function) ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ถนนสายประธาน (Freeway) ถนนสายหลัก (Arterial Road) ถนนสายรอง (Collector and Distributor Streets) และถนนสายย่อย (Local or Access Roads) นอกจากนี้ยังได้ทำการกำหนดแบ่งถนนตามแผนผังแสดงโครงการคมนาคมและขนส่ง โดยอ้างอิงถนนสายประธานเป็นหลัก และแบ่งเส้นทางการจราจรตามถนน ออกเป็น 5 ขนาด ได้แก่ ถนนประเภท ก ข ค ง และ จ (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556)

จากข้อมูลผังเมืองรวมพบว่า ข้อมูลเส้นทางการจราจรตามถนน 5 ขนาดดังที่กล่าวมา มีขนาดกว้างและถูกจัดอยู่ในประเภทของถนนตามหน้าที่ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตโครงข่ายถนนที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็นจำนวน 3 ประเภท อันได้แก่ ถนนสายประธาน (ถนนทางหลวง) ถนนสายหลัก (สาย ง และ จ) และถนนสายรอง (สาย ก ข และ ค) เฉพาะบางส่วน เหตุผลที่ถนนสาย ก. ไม่ถูกรวมอยู่ในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากถนนสาย ก. และถนนสายย่อยนั้นจะเป็นตรอก ซอก ซอย ที่กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ ซึ่งเป็นถนนสายย่อยที่ไม่ใช่การจราจรหลักของเมือง จึงไม่ได้รวมถนนย่อยในการศึกษาครั้งนี้

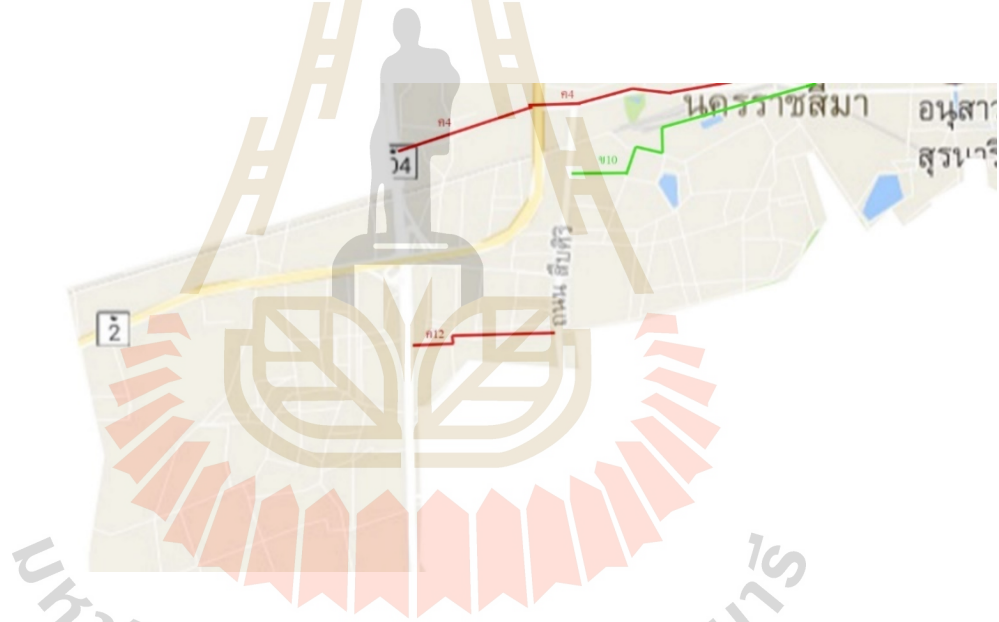
ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าขอบเขตพื้นที่ศึกษาตามพื้นที่สีส้มของงานผังเมือง พื้นที่ศึกษานั้นจะไม่ครอบคลุมเส้นทางการจราจรถนนประเภท ก. ทั้งหมด, ค1, ค11, ค13-16, ง และ จ โดยถนนประเภทต่าง ๆ ที่ครอบคลุมอยู่ในเขตพื้นที่ศึกษาจะแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 - 3.8 ดังนี้



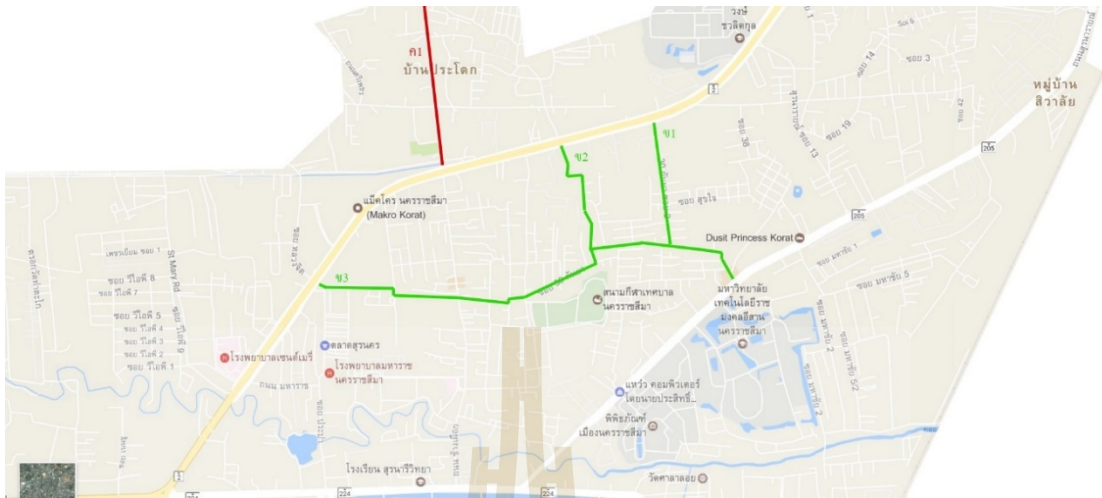
รูปที่ 3.4 เส้นทางการจราจรบนถนนทั้งหมดของผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา



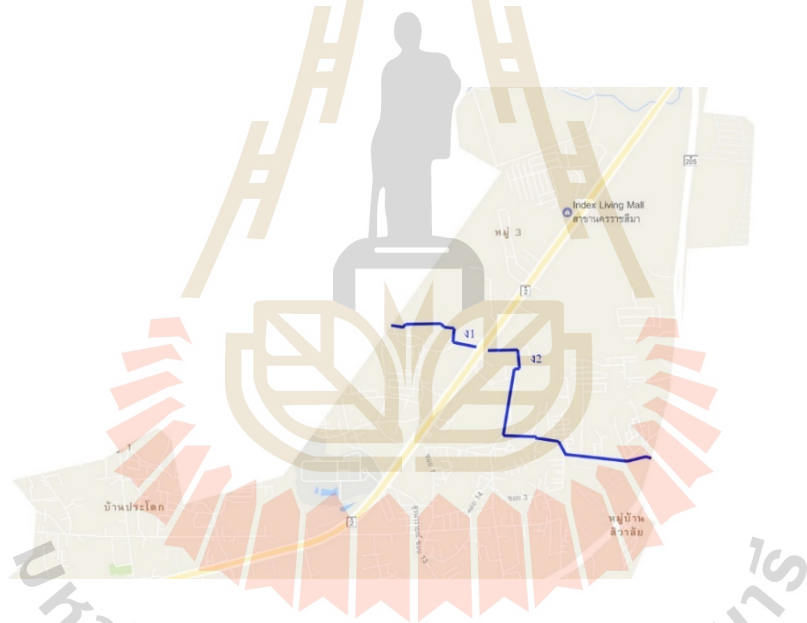
รูปที่ 3.5 เส้นทางการจราจรในพื้นที่ศึกษา ถนนประเภท ก ข และ ค บางส่วน



รูปที่ 3.6 เส้นทางการจราจรในพื้นที่ศึกษา ถนนประเภท ค บางส่วน (เพิ่มเติม)



รูปที่ 3.7 เส้นทางจราจรในพื้นที่ศึกษา ถนนประเภท ค บางส่วน (เพิ่มเติม)



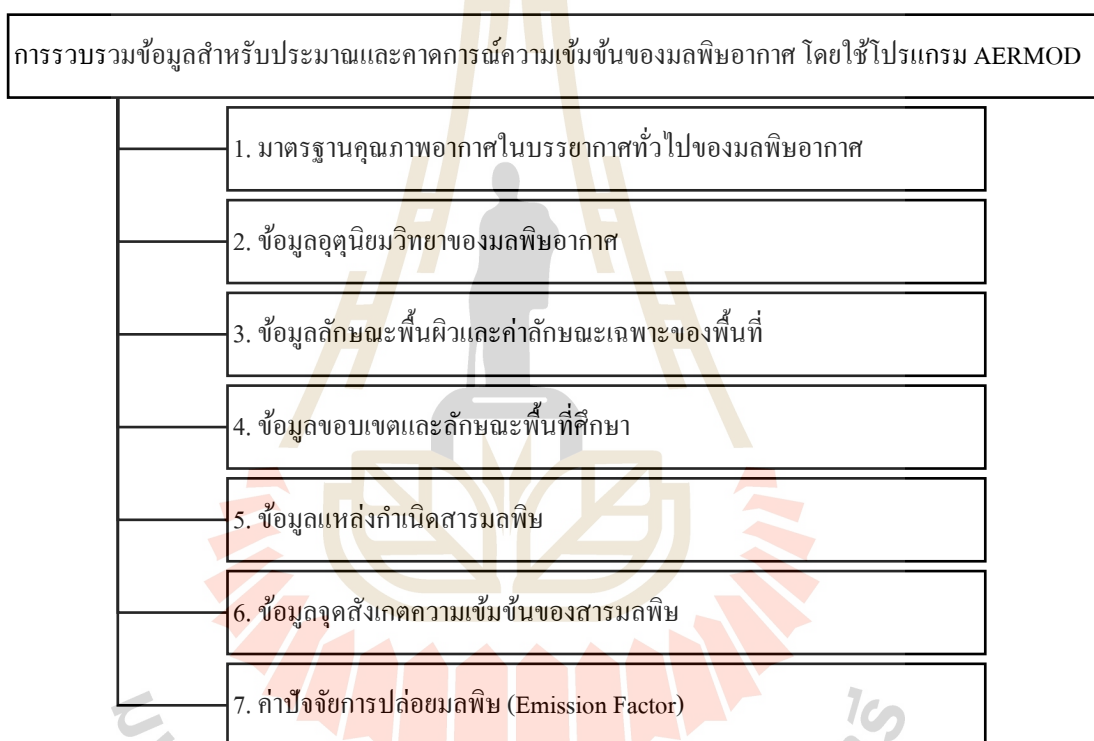
รูปที่ 3.8 เส้นทางจราจรในพื้นที่ศึกษา ถนนประเภท ง1 และ ง2

3.1.3 แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point Sources)

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในเขตเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ในการศึกษาี้ได้กำหนดแหล่งกำเนิดแบบจุดออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ จำนวน 20 ตำแหน่ง, หม้อต้มน้ำโรงพยาบาล (Hospital boiler) จำนวน 41 ตำแหน่ง, หม้อต้มน้ำโรงแรม (Hotel boiler) จำนวน 8 ตำแหน่ง, และโรงงานอุตสาหกรรม (Industry) จำนวน 225 ตำแหน่ง โดยข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดนั้นจะอ้างอิงจากการประมาณมลพิษด้วย Emission Factor จากรายงานของ German international Cooperation (GIZ) ของเมืองนครราชสีมา (German International Cooperation (GIZ), 2012)

3.2 ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลสำหรับประมาณและคาดการณ์ความเข้มข้นของมลพิษอากาศ

การคาดการณ์มลพิษอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจะพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของเมือง โดยประเด็นหลัก ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของประชากร และปริมาณการจราจร จากนั้นนำแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD เข้ามาช่วยในการประมาณระดับมลพิษอากาศในกรณีเหล่านั้น แผนภาพการดำเนินการรวบรวมข้อมูลสำหรับประมาณและคาดการณ์ความเข้มข้นของมลพิษอากาศ แสดงดังรูปที่ 3.9 และมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.9 ผังแสดงรายละเอียดข้อมูลสำหรับการคาดการณ์ความเข้มข้นของมลพิษอากาศ

3.2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของมลพิษอากาศ

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของมลพิษอากาศที่ศึกษา แสดงไว้ในหัวข้อ 2.2.3 ซึ่งค่าที่ใช้กำหนดระดับขีดจำกัดที่สามารถยอมรับได้ กำหนดไว้ที่ร้อยละ 90 ของค่ามาตรฐาน เพื่อเป็นค่าความปลอดภัย หรือ Safety Factors จากความคลาดเคลื่อนของผลการประมาณค่าด้วยแบบจำลองคุณภาพอากาศ (ดวงพร ทองประเสริฐ, 2548)

3.2.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของมลพิษอากาศ

ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาปีล่าสุด 1 ปี หรือข้อมูลของปี 2558 เป็นตัวแทน เพื่อประมาณและคาดการณ์ระดับมลพิษที่จะเกิดขึ้น ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ดังนี้

1) อุณหภูมิของพื้นที่ : รวบรวมข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย และ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย

2) ปริมาณน้ำฝน : รวบรวมข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี เดือนที่มีฝนตกมากที่สุด ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และปริมาณฝนสูงสุดใน 24 ชั่วโมง

3) ความชื้นสัมพัทธ์ : รวบรวมข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งปี ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด

4) ความเร็วลมและทิศทางลม : รวบรวมข้อมูลรายละเอียดความเร็วลมและทิศทางลม ลมส่วนใหญ่ กำลังเฉลี่ยของลม กำลังลมสูงที่สุดที่เคยตรวจได้ในฤดูต่าง ๆ ในแต่ละปี

5) ข้อมูลอากาศผิวพื้น (Surface Air Data) รายชั่วโมง ของสถานีตรวจวัดอากาศ นครราชสีมา (รหัสสถานี 48431) นำข้อมูลมาจัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบ SCRAM ตามการจัดเรียงมาตรฐานแบบ SCRAM (SCRAM Format) เพื่อนำเข้าโปรแกรม PCRAMMET โดยข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้สำหรับป้อนเข้าโปรแกรม PCRAMMET ได้แก่ ความเร็วลมและทิศทางลมรายชั่วโมง อุณหภูมิรายชั่วโมง ปริมาณหมอกบนท้องฟ้า และ Ceiling height

6) ข้อมูลอากาศชั้นบน (Upper Air Data) รายชั่วโมง ของสถานีตรวจวัดอากาศ นครราชสีมา (รหัสสถานี 48431) และสถานีอุตุนิยมวิทยากรุงเทพมหานคร (รหัสสถานี 48453) นำข้อมูลมาจัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบที่ AERMET ต้องการ โดยรูปแบบที่ต้องการข้อมูลน้อยที่สุดคือ FSL Format เพื่อนำเข้าโปรแกรม AERMET โดยข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้สำหรับป้อนเข้าโปรแกรม AERMET ได้แก่ ความดันบรรยากาศ ความสูง อุณหภูมิ จุดน้ำค้าง ทิศทางลม ความเร็วลม วันที่ และจำนวนชุดข้อมูลหรือระดับความสูง

3.2.3 ข้อมูลลักษณะพื้นผิวและค่าลักษณะเฉพาะของพื้นที่

ข้อมูลลักษณะพื้นผิวและค่าลักษณะเฉพาะของพื้นที่ประกอบไปด้วยข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ การสะท้อนของการแผ่รังสีจากพื้นดินกลับสู่บรรยากาศ (Albedo) ข้อมูลอัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของความร้อนแฝง (Bowen ratio) และข้อมูลความสูงที่ความเร็วลมเฉลี่ยในแนวระดับเป็น 0 (Surface Roughness length)

3.2.4 ข้อมูลขอบเขตและลักษณะพื้นที่ศึกษา

กำหนดครอบคลุมพื้นที่เขตเมืองนครราชสีมา ตามผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2547 พื้นที่ครอบคลุม 328.44 ตารางกิโลเมตร โดยเลือกศึกษาขอบเขตตามบริเวณเขตที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) โดยจะครอบคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ประเภท

ได้แก่ ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) และที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง) และจากนั้นกำหนดแยกแหล่งกำเนิดมลพิษ ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้น และแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด ตามการกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาในหัวข้อ 3.1.2

3.2.5 ข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษ

ในการศึกษานี้ แบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษออกเป็น 3 ประเภท มีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการศึกษาศักยภาพในการรองรับมลพิษอากาศ ในแต่ละแหล่งกำเนิด ดังนี้

- 1) แหล่งกำเนิดมลพิษอากาศแบบพื้นที่ (Area Sources)
 - (1) ขอบเขตพื้นที่ ขนาดความกว้าง (เมตร) และความยาว (เมตร) ของพื้นที่
 - (2) ข้อมูลพื้นที่แบ่งประเภทตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน
 - (3) อัตราการระบายสารมลพิษ (กรัม/นาที่/ตารางเมตร)
 - (4) ข้อมูลของกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีการปล่อยมลพิษในพื้นที่
- 2) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้น (line Sources)
 - (1) ขนาดความกว้าง (เมตร) และความยาว (เมตร) ของพื้นที่ถนน
 - (2) อัตราการระบายสารมลพิษ (กรัม/นาที่/ตารางเมตร)
 - (3) ข้อมูลประเภทของยานพาหนะและการใช้เชื้อเพลิง
 - (4) ข้อมูลช่วงเวลาในการปล่อยมลพิษ
 - (5) กำลังการผลิตหรือจำนวนครั้งในการปล่อย
- 3) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด (Point Sources)
 - (1) ตำแหน่งที่ตั้งที่ (พิกัดทางภูมิศาสตร์)
 - (2) อัตราการระบายสารมลพิษ (กรัม/นาที่/ตารางเมตร)
 - (3) ความสูงของปล่องแหล่งกำเนิด (เมตร)
 - (4) ข้อมูลประเภทของสารมลพิษที่ปล่อยจากแต่ละกิจกรรม
 - (5) จำนวนครั้งในการปล่อยมลพิษ (ครั้ง/วัน)

3.2.6 ข้อมูลจุดสังเกตความเข้มข้นของสารมลพิษ

การศึกษานี้ใช้ระบบจุดสังเกต (Receptor) บนจุดตัดเส้นกริด (Cartesian Receptor Grid) ใช้ระบบพิกัดกริดแบบระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems) ด้วยวิธีการระบบพิกัดกริดแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) ในเขตพื้นที่แบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินตามขอบเขตสีส้ม พื้นที่ ประมาณ 40,000 ตารางกิโลเมตร โดยแต่ละจุดห่างกัน 0.2 กิโลเมตร ขนาดพื้นที่กริด 0.2x0.2 ตารางกิโลเมตร และเพิ่มเติมจุดสังเกต (Receptor) บนสถานที่สำคัญบางแห่ง

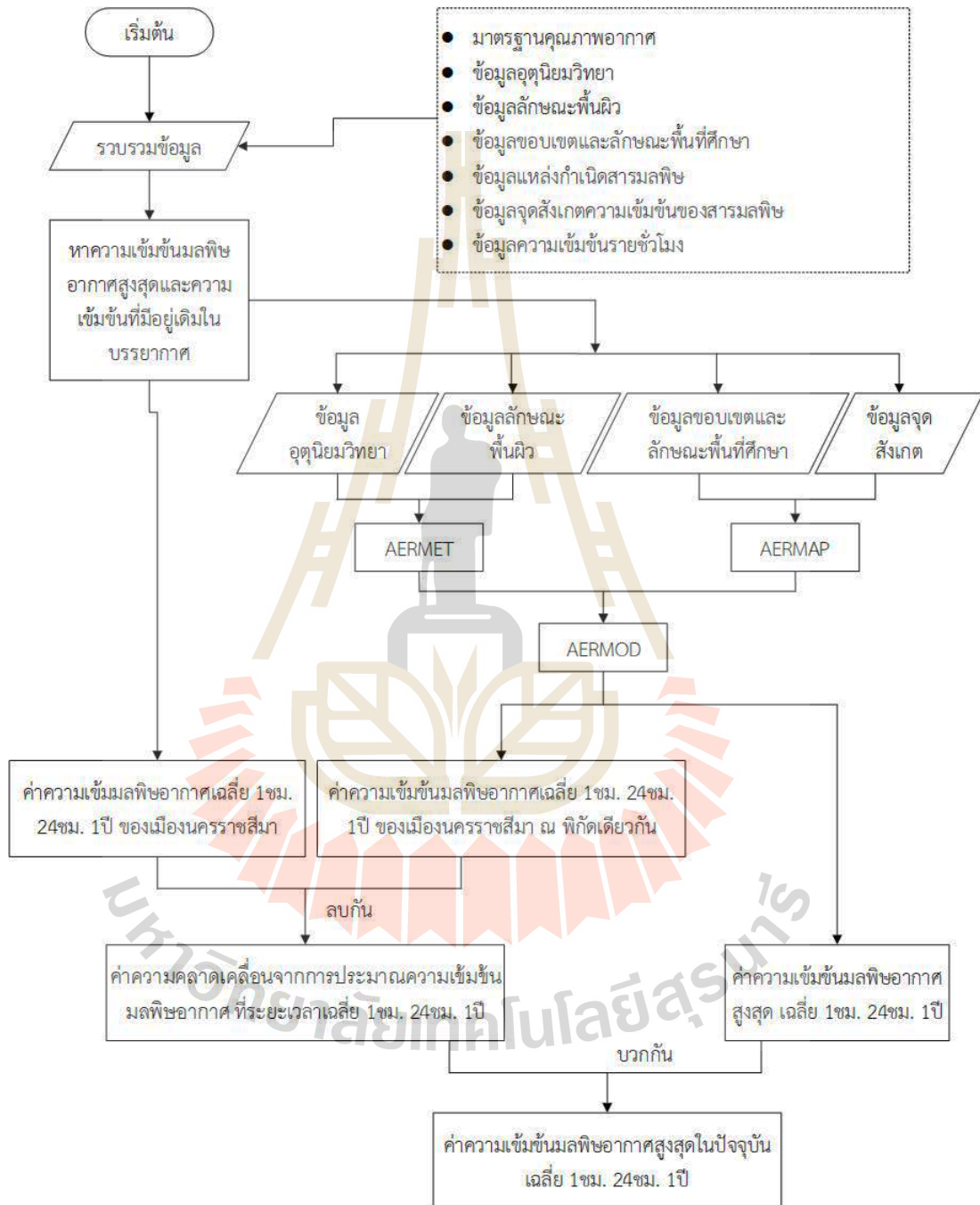
3.2.7 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)

ค่าตัวคูณปริมาณการปล่อยมลพิษ เลือกรูปแบบปริมาณการปล่อยมลพิษ โดยใช้ตัวคูณ หรือ Emission Factor จากบัญชีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่ได้มีการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดจากแต่ละแหล่งกำเนิด จากหลากหลายประเทศ อาทิเช่น เอกสาร AP-42 ของสหรัฐอเมริกา ดังที่ได้แสดงไว้ในหัวข้อ 2.3.2.1 โดยใช้ข้อมูลจากแหล่งอ้างอิงที่สำคัญ ดังแสดงไว้ในหัวข้อ 2.3.2.2 ตัวคูณคือดัชนีความน่าเชื่อถือของตัวคูณในการประมาณปริมาณการปล่อยมลพิษอากาศจากกิจกรรมนั้น ในงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ส่วนใหญ่มาจากบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา (สฤณี โคตตุละ, 2553) และ จากรายงานของ German international Cooperation (GIZ) ของเมืองนครราชสีมา (German International Cooperation (GIZ), 2012) เป็นหลัก



3.3 ขั้นตอนที่ 3 การคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศ สูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน)

แผนผังของขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 3.10 และมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.10 ขั้นตอนที่ 3 การคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบัน

1) ทำนายค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ โดยการนำข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลพื้นที่แหล่งกำเนิด ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ศึกษา และข้อมูลจุดสังเกต เข้าไปในโปรแกรมย่อย AERMET และ AERMAP

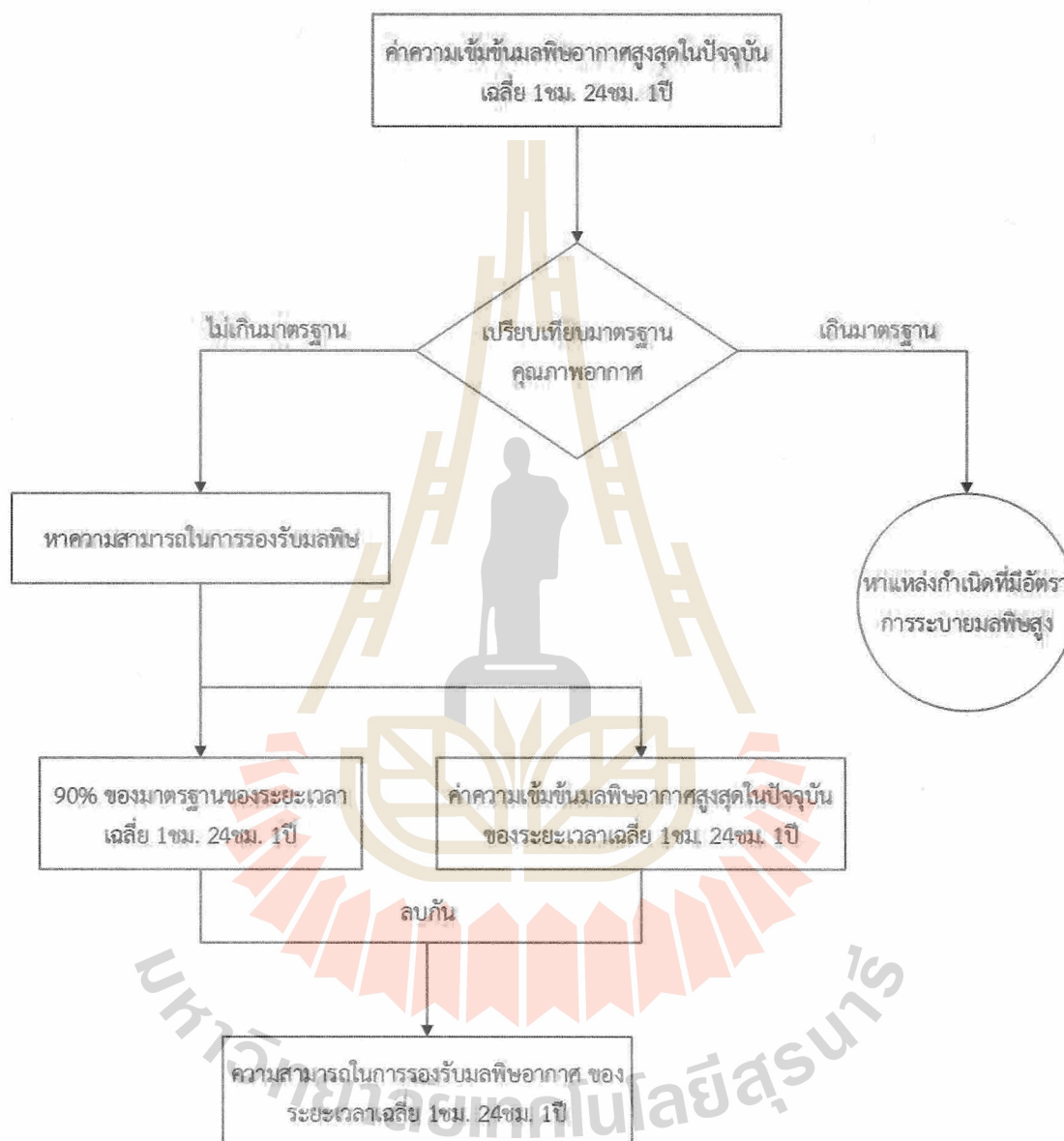
2) หาค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศ จากผลต่างระหว่างค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศเฉลี่ยของผลการตรวจวัดกับค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศที่ได้แบบจำลอง ณ ตำแหน่งเดียวกัน เพื่อแสดงถึงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (absolute error) ของผลการตรวจวัดอากาศจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศนครราชสีมา กับค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศที่ได้จากการประมวลผลโดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ณ ตำแหน่งเดียวกันกับสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศนครราชสีมา

3) จากนั้นนำผลค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุด จากแบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD รวมกับค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศ จะทำให้ได้ค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน)

ตัวอย่างเช่นความเข้มข้น SO_2 (มก./ลบ.ม) เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง ค่าจากการตรวจวัดจริงมีค่าเท่ากับ 0.0056 มก./ลบ.ม และค่าที่ได้จากทฤษฎีหรือแบบจำลอง จุดเดียวกันมีค่าเท่ากับ 0.0385 มก./ลบ.ม เมื่อนำค่าทั้งสองมาลบกัน เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณความเข้มข้น SO_2 ที่มีอยู่เดิมในบรรยากาศ จะได้ค่าเท่ากับ -0.0329 มก./ลบ.ม จากนั้นนำค่าที่ได้ไปบวกกับ ค่าความเข้มข้น SO_2 สูงสุด ที่ได้จากแบบจำลอง โดยหาค่าความเข้มข้นสูงสุด เท่ากับ 0.1538 มก./ลบ.ม เมื่อนำมาบวกกับค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณความเข้มข้น SO_2 จะได้ค่าความเข้มข้น SO_2 สูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน) เท่ากับ 0.1209 มก./ลบ.ม

3.4 ขั้นตอนที่ 4 ประเมินขีดความสามารถในการรองรับ มลพิษอากาศในอาคาร

แผนผังของขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 3.11 และมีรายละเอียดดังนี้



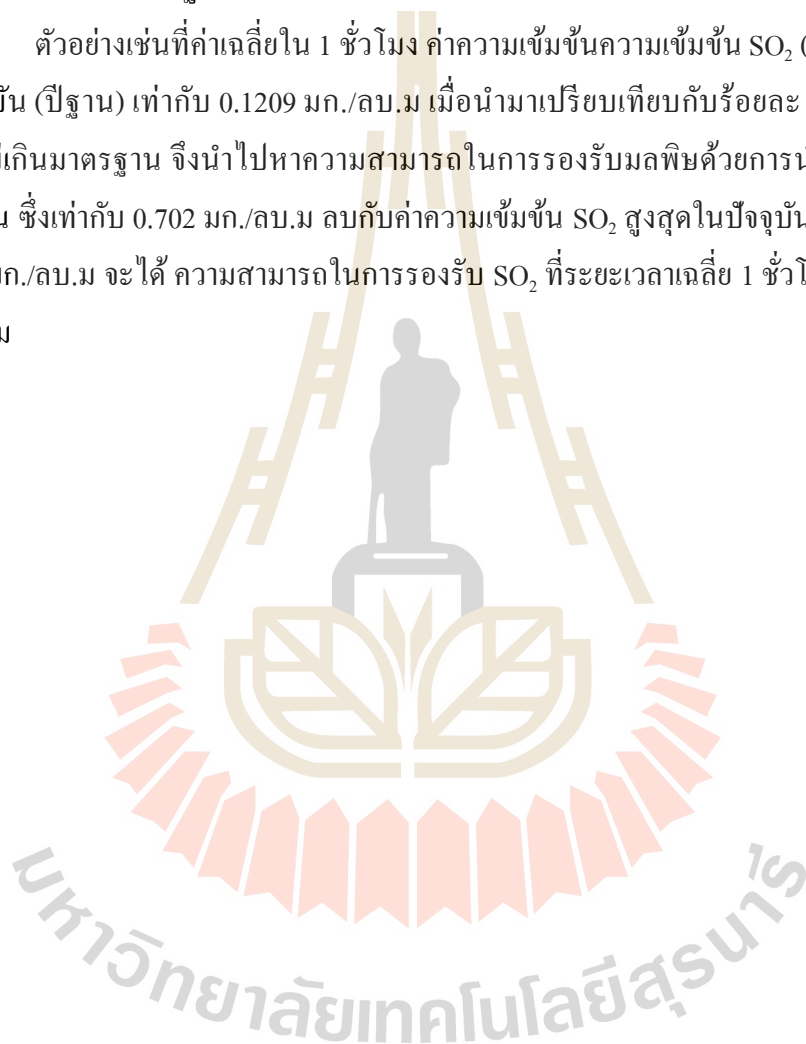
รูปที่ 3.11 ขั้นตอนที่ 4 การประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศในอาคาร

3.4.1 เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน) กับข้อมูลมาตรฐาน คุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของมลพิษอากาศนั้น ๆ โดยถ้าหากค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศ ในแต่ละระยะเวลาเฉลี่ย น้อยกว่าค่ามาตรฐานฯ ให้ทำการประเมินขีดความสามารถในการรองรับ มลพิษอากาศในขั้นตอนต่อไป แต่ถ้าหากค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศในแต่ละระยะเวลาเฉลี่ย

มากกว่าค่ามาตรฐานฯ ในทำการตรวจสอบหาแหล่งกำเนิดสำคัญที่มีการระบายมลพิษอากาศสูง เพื่อนำไปหามาตรการควบคุมและแก้ไขต่อไป

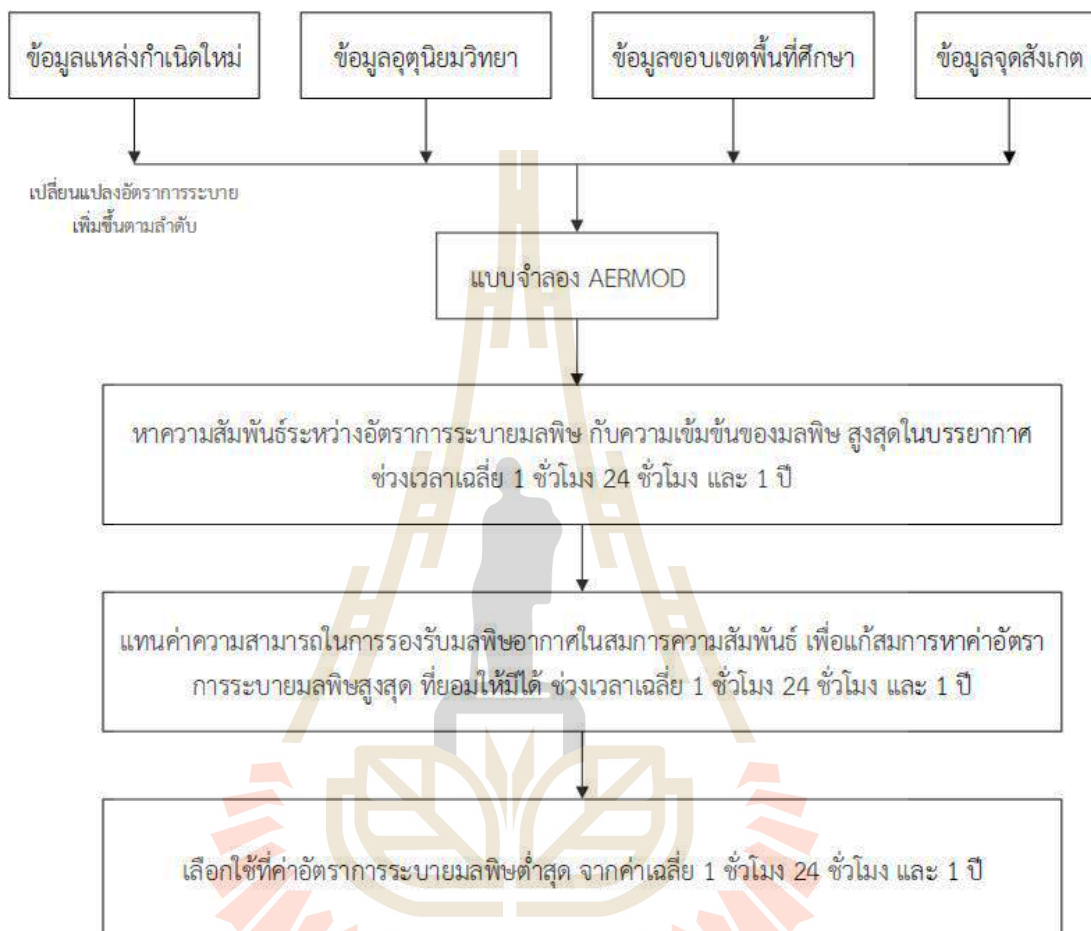
3.4.2 ในกรณีที่ค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศในแต่ละระยะเวลาเฉลี่ย น้อยกว่าค่ามาตรฐานฯ จากนั้นจะนำมาคำนวณขีดความสามารถในการรองรับมลพิษ โดยนำค่าร้อยละ 90 ของค่ามาตรฐานฯ ลบด้วยระดับความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน) เพื่อป้องกันไม่ให้ค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศเกินค่ามาตรฐานฯ

ตัวอย่างเช่นที่ค่าเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง ค่าความเข้มข้นความเข้มข้น SO_2 (มก./ลบ.ม) สูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน) เท่ากับ 0.1209 มก./ลบ.ม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับร้อยละ 90 ของมาตรฐานพบว่าไม่เกินมาตรฐาน จึงนำไปหาความสามารถในการรองรับมลพิษด้วยการนำ ร้อยละ 90 ของมาตรฐาน ซึ่งเท่ากับ 0.702 มก./ลบ.ม ลบกับค่าความเข้มข้น SO_2 สูงสุดในปัจจุบัน(ปีฐาน)ซึ่งเท่ากับ 0.1209 มก./ลบ.ม จะได้ ความสามารถในการรองรับ SO_2 ที่ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง เท่ากับ 0.5811 มก./ลบ.ม



3.5 ขั้นตอนที่ 5 คาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศ ในอนาคต

แผนผังของขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 3.12 และมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.12 ขั้นตอนที่ 5 คาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคต

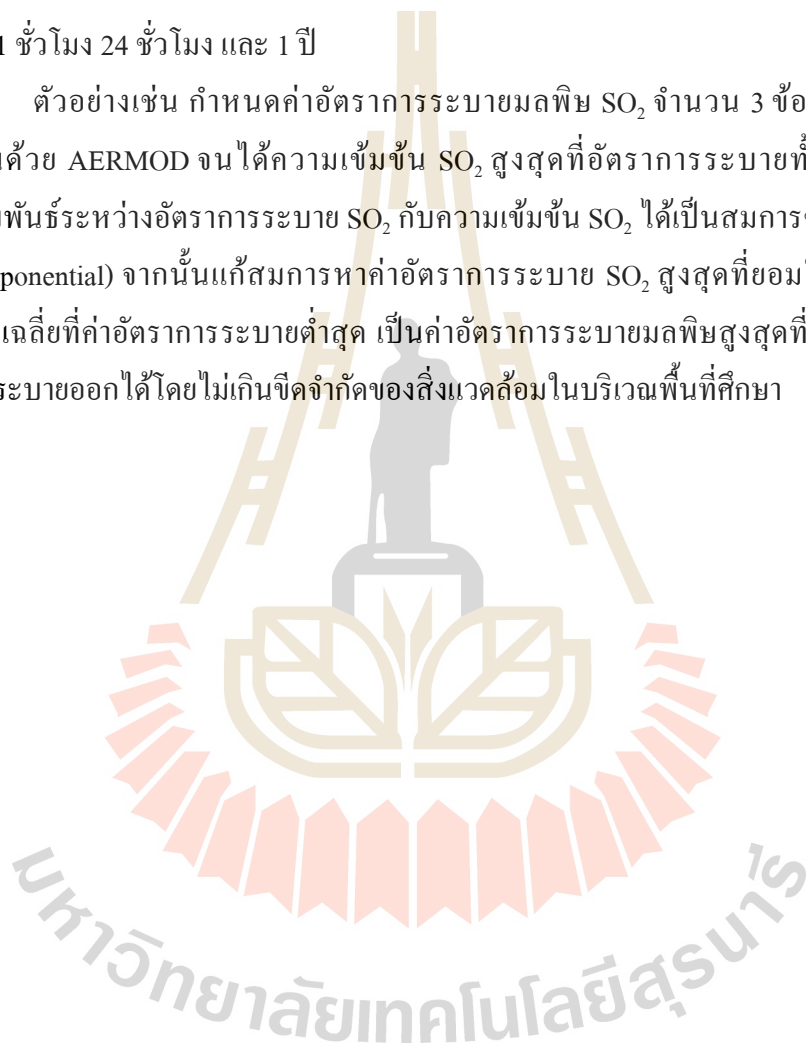
3.5.1 เริ่มด้วยการกำหนดพื้นที่ที่คาดการณ์ว่าจะมีการระบายมลพิษอากาศ เพิ่มขึ้นในอนาคต โดยในการศึกษานี้ทำการกำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่เดิม และคาดการณ์ว่าในอนาคตจะมีความหนาแน่นของแหล่งกำเนิดมลพิษและประชากรหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความเข้มข้นและปริมาณของมลพิษเพิ่มขึ้นตามด้วย จึงต้องทำการคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตในขอบเขตพื้นที่เดิม

3.5.2 จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในบรรยากาศ โดยทำการกำหนดอัตราการระบายที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ในหน่วยของมวลต่อเวลาต่อพื้นที่ ประมวลผลโดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ที่ช่วงเวลาเฉลี่ย 1

ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 1 ปี ซึ่งจะได้สมการ ความเข้มข้นสูงสุดของมลพิษอากาศเท่ากับอัตราการระบายมลพิษอากาศต่อหน่วยพื้นที่คูณกับค่าคงที่

3.5.3 จากนั้นหาช่วงเวลาที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดอัตราการระบายมลพิษอากาศ จากการเพิ่มขึ้นของแหล่งกำเนิดมลพิษและประชากร โดยการแทนค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศที่สามารถรองรับได้ นำมาแก้สมการหาค่าอัตราการระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมรับได้ สำหรับค่าความเข้มข้นแต่ละระยะเวลาเฉลี่ย จากนั้นก็เลือกช่วงเวลาที่ค่าอัตราการระบายมลพิษอากาศ ต่ำสุด จากค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง และ 1 ปี

ตัวอย่างเช่น กำหนดค่าอัตราการระบายมลพิษ SO_2 จำนวน 3 ข้อมูล นำไปทำการประเมินด้วย AERMOD จนได้ความเข้มข้น SO_2 สูงสุดที่อัตราการระบายทั้ง 3 ชุด นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบาย SO_2 กับความเข้มข้น SO_2 ได้เป็นสมการความสัมพันธ์เส้นโค้ง (Exponential) จากนั้นแก้สมการหาค่าอัตราการระบาย SO_2 สูงสุดที่ยอมรับได้และเลือกช่วงเวลาเฉลี่ยที่ค่าอัตราการระบายต่ำสุด เป็นค่าอัตราการระบายมลพิษสูงสุดที่แหล่งกำเนิดใหม่สามารถระบายออกได้โดยไม่เกินขีดจำกัดของสิ่งแวดล้อมในบริเวณพื้นที่ศึกษา



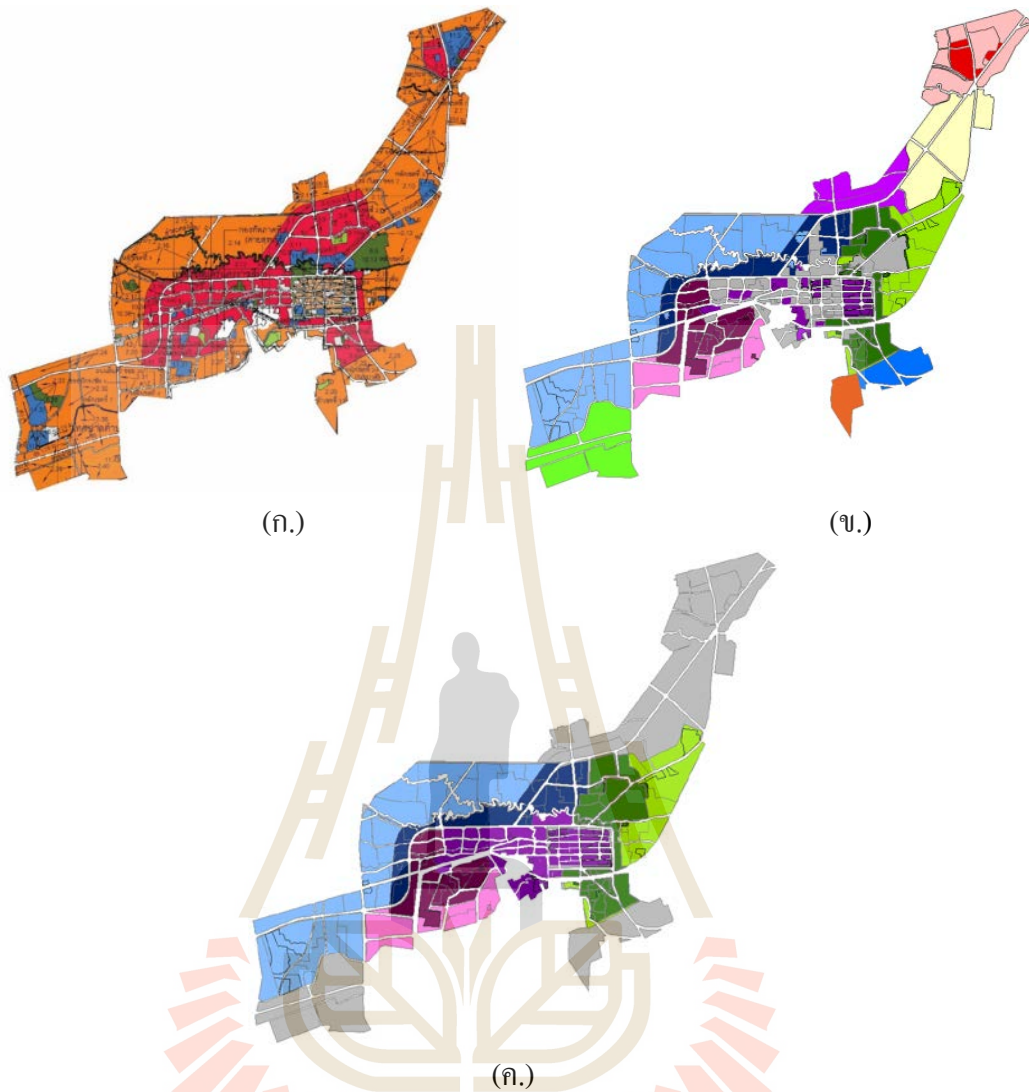
บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการอภิปรายผล

4.1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาและแหล่งกำเนิด

4.1.1 กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา จากแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่

การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา ได้ทำการกำหนดโดยอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวมนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) ตามที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง) และที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) แสดงดังรูปที่ 4.1 (ก.) โดยทำการแบ่งชุมชนย่อยออกตามเขตพื้นที่ชุมชน จำนวน 7 ชุมชน ได้แก่ เทศบาลนครราชสีมา, ตำบลจอหอ, ตำบลบ้านเกาะ, ตำบลหมื่นไวย, ตำบลห้วยทะเล, ตำบลโพธิ์กลาง และตำบลปรุใหญ่ แสดงดังรูปที่ 4.1 (ข.) จากนั้นยังได้ทำการแบ่งพื้นที่เทศบาลนครราชสีมาเพื่อให้ขอบเขตพื้นที่และจำนวนประชากรมีความละเอียดมากขึ้น และง่ายต่อการนำไปคาดการณ์มลพิษรูปแบบพื้นที่จากแบบจำลองซึ่งให้อัตราการปล่อยมลพิษแปรผันตามจำนวนประชากรและขนาดพื้นที่ โดยการแบ่งพื้นที่ชุมชนตามขอบเขตการปกครอง จึงสามารถแบ่งเทศบาลนครราชสีมาออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ เขตเลือกตั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 แสดงดังรูปที่ 4.1 (ค.) ดังนั้น เมื่อนำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินนำมาเทียบกับแผนที่การแบ่งชุมชนย่อย ผลพบว่าสามารถแบ่งกลุ่มพื้นที่ศึกษาออกเป็น 14 กลุ่ม รายละเอียดกลุ่มพื้นที่ศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.1



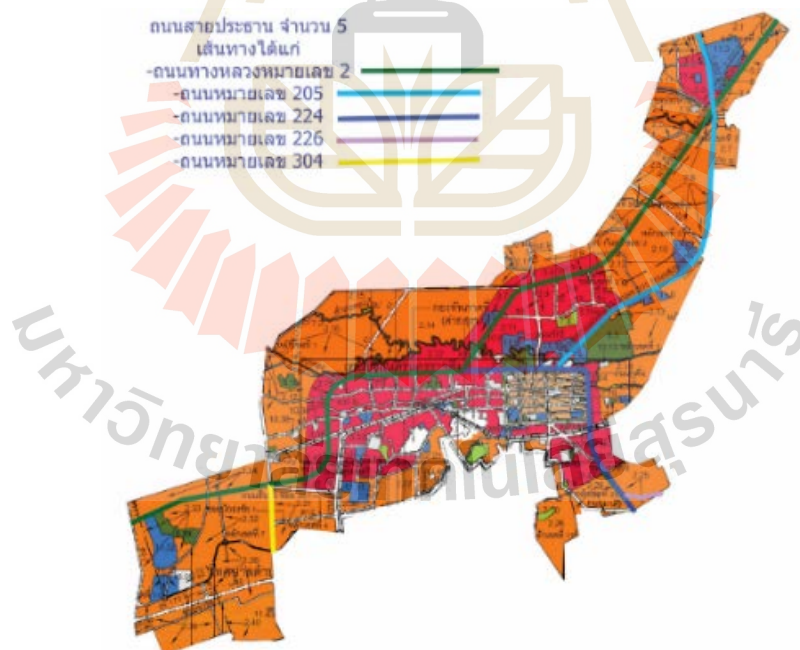
รูปที่ 4.1 (ก.) ขอบเขตพื้นที่ศึกษาอ้างอิงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวม
 (ข.) กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาอ้างอิงจากการแบ่งชุมชนย่อยตามเขตพื้นที่ชุมชน
 (ค.) กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาอ้างอิงจากการแบ่งพื้นที่เทศบาลนครราชสีมาตาม
 ขอบเขตการเลือกตั้ง

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปการกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาของการศึกษานี้

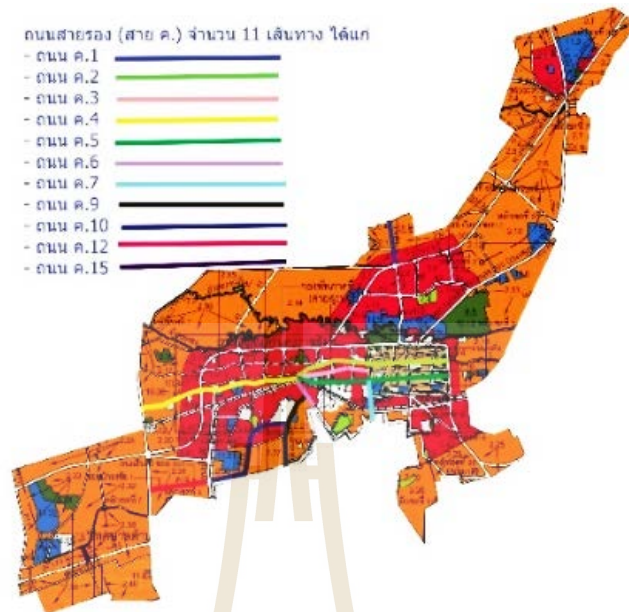
กลุ่ม	รายการ	การใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวม	การประมาณจำนวนประชากร
1	เทศบาลนครราชสีมา เขต 1	ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง)	จำนวนประชากร 100% ของพื้นที่เขต 1
2	เทศบาลนครราชสีมา เขต 2	ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง)	จำนวนประชากร 56% ของพื้นที่เขต 2
3	เทศบาลนครราชสีมา เขต 2	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)	จำนวนประชากร 44% ของพื้นที่เขต 2
4	เทศบาลนครราชสีมา เขต 3	ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง)	จำนวนประชากร 57% ของพื้นที่เขต 3
5	เทศบาลนครราชสีมา เขต 3	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)	จำนวนประชากร 43% ของพื้นที่เขต 3
6	เทศบาลนครราชสีมา เขต 4	ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง)	จำนวนประชากร 23% ของพื้นที่เขต 4
7	เทศบาลนครราชสีมา เขต 4	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)	จำนวนประชากร 77% ของพื้นที่เขต 4
8	ตำบลจอหอ	ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก (สีแดง)	จำนวนประชากร หมู่ที่ 2
9	ตำบลจอหอ	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)	จำนวนประชากร หมู่ที่ 5, 6
10	ตำบลบ้านเกาะ	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)	จำนวนประชากร หมู่ที่ 1, 2, 5, 6
11	ตำบลหมื่นไวย	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)	จำนวนประชากร หมู่ที่ 3, 6, 8
12	ตำบลหัวทะเล	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)	จำนวนประชากร หมู่ที่ 1
13	ตำบลโพธิ์กลาง	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)	จำนวนประชากร หมู่ที่ 1, 7
14	ตำบลปรุใหญ่	ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม)	จำนวนประชากร หมู่ที่ 5, 7

4.1.2 กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา จากแหล่งกำเนิดแบบเส้น

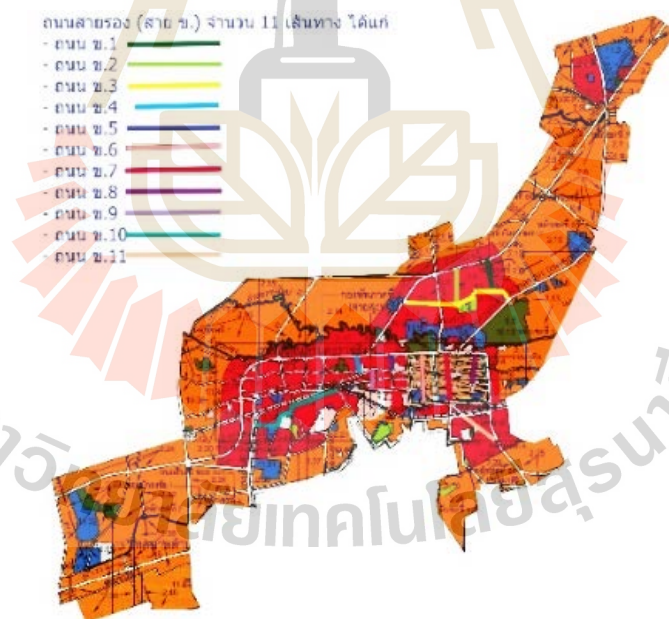
การกำหนดขอบเขตแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้น แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้นส่วนใหญ่เกิดจากการใช้ยานพาหนะบนถนนตามเส้นทางการจราจร อ้างอิงจากรายงานประกอบการวางแผนจัดทำผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) โดยกำหนดขอบเขตแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้นจำแนกประเภทของถนนตามหน้าที่ (Road Function) ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ถนนสายประธาน (Freeway) ถนนสายหลัก (Arterial Road) และถนนสายรอง (Collector and Distributor Streets) ผลพบว่าสามารถสรุปขอบเขตแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้นได้จำนวน 27 เส้นทาง แบ่งออกเป็น ถนนสายประธานจำนวน 5 เส้นทาง ถนนสายรอง (สาย ค.) จำนวน 11 เส้นทาง และถนนสายรอง (สาย ข.) จำนวน 11 เส้นทาง แสดงดังรูปที่ 4.2 - 4.4 ในการศึกษาครั้งนี้ ถนนสาย ก. ไม่ถูกนำมาศึกษา เนื่องจากโครงข่ายถนนสาย ก. นั้น มีขนาดใกล้เคียงกับถนนสายย่อยและข้อมูลจำนวนปริมาณรถจากผังเมืองรวม มีไม่ครอบคลุมถนนสาย ก. อย่างครบถ้วน จึงไม่รวมอยู่ในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนข้อมูลจำนวนยานพาหนะในแต่ละเส้นทางนั้น เลือกใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ อ้างอิงข้อมูลจากงานผังเมืองซึ่งได้ทำการตรวจนับจากการลงพื้นที่ในปี พ.ศ. 2556



รูปที่ 4.2 โครงข่ายถนนสายประธาน



รูปที่ 4.3 โครงข่ายถนนสายรอง (สาย ค.)



รูปที่ 4.4 โครงข่ายถนนถนนสายรอง (สาย ข.)

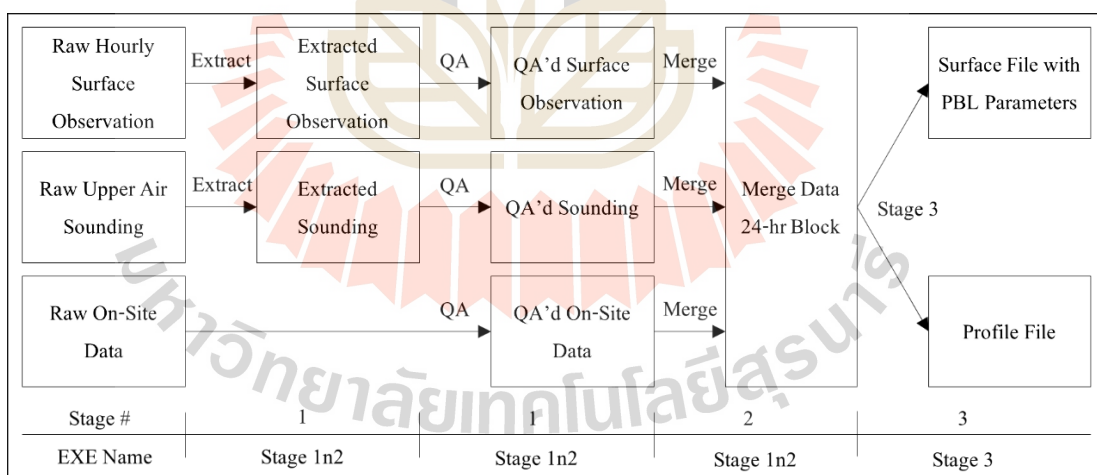
4.1.3 กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา จากแหล่งกำเนิดแบบจุด

การกำหนดขอบเขตแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด ในการศึกษาได้กำหนดแหล่งกำเนิดแบบจุดออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ เตาเผาศพ (crematorium) จำนวน 20 ตำแหน่ง หม้อต้มน้ำโรงพยาบาล (Hospital boiler) จำนวน 41 ตำแหน่ง หม้อต้มน้ำโรงแรม (Hotel boiler) จำนวน 8 ตำแหน่ง และโรงงานอุตสาหกรรม (Industry) จำนวน 225 ตำแหน่ง โดยข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดนั้นจะอ้างอิงจากการประมาณมลพิษด้วย Emission Factor จากรายงานของ German international Cooperation (GIZ) ของเมืองนครราชสีมา เมื่ออ้างอิงข้อมูลแล้ว นำข้อมูลอัตราการปล่อยมลพิษจากแบบจุดมารวมกับข้อมูลอัตราการปล่อยมลพิษจากแบบพื้นที่ ดังนั้น จะไม่มีข้อมูลมลพิษจากแหล่งกำเนิดแบบจุดป้อนเข้าแบบจำลอง AERMOD จากนั้นประมาณให้อยู่ในหน่วยกรัม/คน/ตร.ม/วินาที แล้วประยุกต์ใช้กับข้อมูลพื้นที่ศึกษาต่อไป

4.2 การรวบรวมข้อมูลสำหรับประมาณและคาดการณ์ความเข้มข้นของมลพิษอากาศ

4.2.1 การจัดเรียงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของมลพิษอากาศ

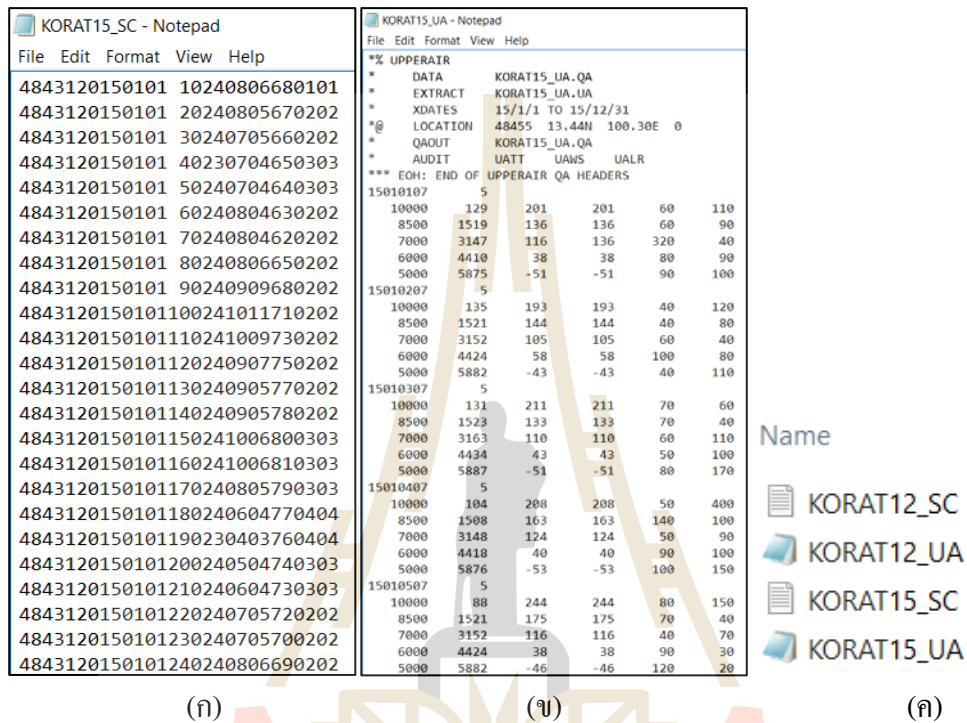
เริ่มต้นทำการจัดเรียงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแบบระดับพื้นผิวและระดับสูง โดยใช้ข้อมูลในปี 2015 ตามโครงสร้างการทำงานของ AERMET ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 โครงสร้างการทำงานของ AERMET (วราวุธ เสือดี, 2551)

ขั้นแรก Pre Stage ทำการจัดเรียงข้อมูล โดยการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดมาจัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบที่ AERMET สามารถประมวลผลได้ จำนวน 2 ชุดข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแบบระดับพื้นผิว (Raw Hourly Surface Data) ในงานนี้เลือกใช้รูปแบบ SCRAM

Format ได้ผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของ Text File (*.txt) และข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยแบบระดับสูง (Raw Upper Air Data) ในงานนี้เลือกใช้รูปแบบ FSL Format ได้ผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของ QA File (*.QA) ผลการจัดเรียงแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผลการจัดเรียงข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยที่ใช้นำเข้า Stage 1

- (1) ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยแบบระดับพื้นผิว
- (2) ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยแบบระดับสูง
- (3) เพิ่มข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยที่ใช้นำเข้า Stage 1

จากนั้นทำการแปลงไฟล์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ AERMOD สามารถนำไปใช้งานได้จากรูปที่ 4.7 คือ เพิ่มข้อมูลสำหรับแปลงไฟล์ทั้ง 3 ขั้นตอน (Stage 1-3) เริ่มต้นที่ขั้นตอนที่ 1 (Stage 1) ทำการคัดแยกและตรวจสอบเพิ่มข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยชั้นพื้นผิวที่อยู่ในรูปแบบ Text File (*.txt) ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ QA File (*.QA) ด้วยการป้อนข้อมูลใน aermet.imp ซึ่งจะประกอบด้วยชื่อ Text File (*.txt) ที่ทำการประมวลผล, ช่วงเวลาอุตุนิยมหาวิทยาลัย, สถานที่ตั้งและชื่อ QA File (*.QA) หลังจากผ่านการประมวลผล เริ่มต้นทำการประมวลผลด้วย Application aermet.exe ดังแสดงตามรูปที่ 4.8 จากนั้นนำเพิ่มข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยชั้นพื้นผิวและชั้นสูง ที่เป็น QA File (*.QA) มารวมกัน (Merge) ที่ขั้นตอนที่ 2 (Stage 2) ให้รวมกันเป็นไฟล์เดียว ได้ผลออกมาในรูปแบบของ MRG File

(*MRG) ดังแสดงตามรูปที่ 4.9 และสุดท้ายขั้นตอนที่ 3 (Stage 3) มีหน้าที่ในการตีความ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแบบระดับพื้นผิว (Surface Data) และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแบบระดับสูง (Upper Air) โดยการป้อนข้อมูล MRG File (*.MRG) เข้าไปพร้อมกับข้อมูลลักษณะเฉพาะของพื้นที่ (Albedo, Bowen ratio, Surface Roughness Length) และข้อมูลทิศทางและความเร็วของลม สุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมาอยู่ในรูปของ 2 ไฟล์ข้อมูล ดังแสดงตามรูปที่ 4.10 หลังจากทำการตีความ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแบบระดับพื้นผิว (Surface Data) และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแบบระดับสูง (Upper Air) ผ่านทั้ง 3 ขั้นตอนแล้ว จะได้ผลเป็น SFC File (*.SFC) และ PFL File (*.PFL) ซึ่งเป็นไฟล์ที่สามารถนำเข้าไปโปรแกรม AERMOD นำไปวิเคราะห์ข้อมูลได้ต่อไป

Name	Date modified	Type
Metdata	30/5/2560 11:52	File folder
ST1	30/5/2560 11:49	File folder
ST2	30/5/2560 11:49	File folder
ST3	30/5/2560 11:49	File folder

รูปที่ 4.7 เพิ่มข้อมูลสำหรับแปลงไฟล์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

```

aermet - Notepad
File Edit Format View Help
** FILE IEAT05-SF.INP
JOB
MESSAGES KORAT15SF.MSG
REPORT KORAT15SF.RPT

SURFACE
** data file_name format blk
DATA KORAT15_SC.txt SCRAM 1
EXTRACT KORAT15_SC.EXT
XDATES 15/1/1 TO 15/12/31
** location stn lat. long. time_adj
LOCATION 48431 14.57N 102.40E 0
QAOUT KORAT15_SC.QA

```

รูปที่ 4.8 ขั้นตอนที่ 1 (Stage 1) การป้อนข้อมูลใน aermaet.inp และประมวลผลด้วย

Application aermet.exe


```

aermet - Notepad
File Edit Format View Help
** FILE IEAT05-MRG.INP
JOB
  MESSAGES  KORAT15MRG.MSG
  REPORT    KORAT15MRG.RPT

SURFACE
  QAOUT     KORAT15_SC.QA

UPPERAIR
  QAOUT     KORAT15_UA.QA

MERGE
  OUTPUT    KORAT15.MRG
  XDATES    15/01/01 TO 15/12/31

```

รูปที่ 4.9 ขั้นตอนที่ 2 (Stage 2) การป้อนข้อมูลใน aermaet.inp และประมวลผลด้วย Application aermet.exe

```

aermet - Notepad
File Edit Format View Help
** FILE AERMET.INP
JOB
  MESSAGES  KORAT15ST3.MSG
  REPORT    KORAT15ST3.RPT

METPREP
  DATA     KORAT15.MRG

** location name lat long time_adj
LOCATION 48431 14.57N 100.20E 0
METHOD REFLEVEL SUBNWS
METHOD WIND_DIR RANDOM
NWS_HGT WIND 11.50

** freq_sect freq #sectors
FREQ_SECT ANNUAL 1

** sector index start end
SECTOR 1 0 360

** site_char freq sector alb B0 Zo
SITE_CHAR 1 1 0.16 2.0 1.0

OUTPUT KORAT15.SFC
PROFILE KORAT15.PFL

```

รูปที่ 4.10 ขั้นตอนที่ 3 (Stage 3) การป้อนข้อมูลใน aermaet.inp และประมวลผลด้วย aermet.exe

การจัดเรียงข้อมูลอุตุนิยมวิทยา Hourly Surface Data file ในโปรแกรมย่อย AERMET นั้น เริ่มต้นจากการจัดเรียงข้อมูลและป้อนข้อมูลอุตุนิยมวิทยา Hourly Surface Data file ในรูปแบบ Surface Data จากโปรแกรม Microsoft Excel เข้าไปในโปรแกรมย่อย AERMET ทำให้

ได้ผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของ Samson File (*.sam) จากนั้นข้อมูลดังกล่าวนี้จะถูกส่งต่อไปยังโปรแกรมหลัก AERMOD เพื่อวิเคราะห์ผลต่อไป

4.2.2 ข้อมูลลักษณะพื้นผิวและค่าลักษณะเฉพาะของพื้นที่

ข้อมูลลักษณะพื้นผิวจะประกอบด้วย 3 ข้อมูล ได้แก่ Albedo คือ ค่าการสะท้อนของการแผ่รังสี (Solar radiation) จากพื้นดินกลับสู่บรรยากาศ โดยไม่มีการดูดซับ, Bowen ratio คือ อัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงความร้อน (Sensible heat flux) ต่อการเปลี่ยนแปลงของความร้อนแฝง (Latent heat flux) และ Surface roughness length คือ ค่าความสูงที่ความเร็วลมเฉลี่ยในแนวระดับเป็น 0 โดยแต่ละข้อมูลจะเลือกใช้ค่าตามลักษณะพื้นที่ที่ต้องการศึกษา ในการศึกษาพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่เขตเมืองและเป็นพื้นที่เขตร้อนจึงได้ทำการกำหนดค่าดังนี้ Albedo เท่ากับ 0.16, Bowen ratio เท่ากับ 2.0 และ Surface roughness length เท่ากับ 1.0 การกำหนดข้อมูลแสดงผังรูปที่ 4.10 นอกจากนี้ข้อมูลลักษณะพื้นผิวและค่าลักษณะเฉพาะของพื้นที่อื่น ๆ ก็จะถูกป้อนลงในขั้นตอนเดียวกันนี้ด้วย

4.2.3 ข้อมูลจุดสังเกตความเข้มข้นของสารมลพิษ

ข้อมูลจุดสังเกตความเข้มข้นของสารมลพิษ การศึกษานี้ใช้ระบบจุดสังเกต (Receptor) แบบจุด (Discrete cartesian receptor points) ใช้ระบบพิกัดกริดแบบระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems) ด้วยวิธีการระบบพิกัดตำแหน่งแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) ในการศึกษาประกอบด้วยจุดสังเกต (Receptor) สำคัญจำนวน 2 จุด ได้แก่ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ จังหวัดนครราชสีมา (14.979584, 102.098338) และ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของเทศบาลนครราชสีมา (14.973830, 102.085735) 2 จุดนี้มีความสำคัญเนื่องจากเป็นจุดที่มีข้อมูลการตรวจวัดจริงที่สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์มลพิษด้วยแบบจำลอง AERMOD ส่วนจุดสังเกตอื่น ๆ จะเป็นจุดที่มีการความสำคัญของพื้นที่บริเวณนั้น อาทิ แหล่งท่องเที่ยว เป็นต้น

4.2.4 ข้อมูลสารมลพิษที่ทำการศึกษา

จากขอบเขตของงานวิจัย ซึ่งได้กำหนดข้อมูลสารมลพิษที่ทำการศึกษาทั้งหมด 6 มลพิษ ได้แก่ ฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound) จากการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิสำหรับประเมินมลพิษอากาศด้วยแบบจำลอง AERMOD แล้วพบว่าข้อมูลสารมลพิษที่มีข้อมูลครบถ้วนและสามารถประเมินความสามารถในอนาคตามขั้นตอนศึกษาได้ประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) เนื่องจากมีข้อมูลค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษจากแหล่งต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาที่สามารถอ้างอิงได้เหมาะสม ข้อมูลสาร

มลพิษเหล่านี้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานเพื่อหาความสามารถในการรองรับมลพิษของพื้นที่ศึกษาได้ นอกจากนี้ยังพบว่านอกเหนือจากมลพิษที่กล่าวมาทั้ง 6 มลพิษแล้ว มลพิษซัลเฟอร์ไดออกไซด์นั้น ถือเป็นสารมลพิษที่มีความสำคัญต่อมลพิษในเขตเมืองอย่างมาก เนื่องจากมลพิษซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ่านหินและน้ำมัน อีกทั้งมลพิษซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์เหมาะสมสำหรับประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษ จึงได้รวมข้อมูลมลพิษซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการศึกษาครั้งนี้ด้วย ดังนั้น สารมลพิษที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 4 มลพิษ ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₄)

ส่วนสารมลพิษที่นอกเหนือจากนี้จำนวน 3 มลพิษ ซึ่งประกอบด้วย ฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compound) นั้นไม่นำมารวมอยู่ในการศึกษานี้ เนื่องจากการประมาณมลพิษทั้ง 3 ชนิดนี้เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลข้อมูลทุกมิติพบว่าข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ส่งผลให้มีความน่าเชื่อถือสำหรับการนำมาประเมินมลพิษของข้อมูลลดลงกว่าความเป็นจริง ในส่วนของฝุ่นละอองรวม (TSP) และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) นั้น มีค่าปัจจัยมลพิษสำหรับการประมาณมลพิษใกล้เคียงกับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) จึงคาดการณ์ว่าผลที่ได้จากการศึกษาน่าจะมีความใกล้เคียงกัน อีกทั้งข้อมูลส่วนใหญ่ให้ความสำคัญต่อฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) อย่างชัดเจน มีการตรวจวัดจริงในรูปของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) จากกรมควบคุมมลพิษและเทศบาลจำนวน 2 ตำแหน่งในพื้นที่ศึกษา ส่งผลทำให้ข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) มีความสำคัญและน่าเชื่อถือมากกว่าฝุ่นละอองขนาดอื่น ๆ ในงานวิจัยนี้จึงใช้ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) เป็นตัวแทนในการประเมินความสามารถในการรองรับฝุ่นละอองของพื้นที่ศึกษา ส่วนข้อมูลของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) นั้น พบว่ามีข้อมูลทุกมิติสำหรับการประมาณมลพิษอยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยง่ายที่ไม่ใช่มีเทน (NMVOCs) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวแสดงถึงสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายโดยรวม จึงเป็นการยากที่จะแยกชนิดมลพิษและประมาณความสามารถในการรองรับมลพิษของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายที่ไม่ใช่มีเทนในทุกชนิด อีกทั้งการประมาณสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายจากแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ซึ่งมีมาตรฐานแตกต่างกันออกไปทำให้ยากต่อการเปรียบเทียบและยากต่อการควบคุมการประมาณให้มีความสมเหตุสมผลอีกด้วย การประมาณความสามารถในการรองรับมลพิษนั้นต้องการการสนับสนุนจากข้อมูลมาตรฐานและข้อมูลตรวจวัดจริงอย่างมากเพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ ดังนั้น จึงเป็นเหตุให้การประมาณสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย มีความน่าเชื่อถือน้อย

สำหรับการประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษ จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นเหตุผลให้มลพิษ ทั้ง 3 มลพิษไม่ถูกนำมารวมอยู่ในการศึกษา

4.2.5 ข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) และการประมาณมลพิษ

การประมาณมลพิษแบบจุดในหน่วย ตัน/ปี ตามสมการคำนวณอัตราการปล่อยมลพิษ ดังแสดงสมการที่ 4.1 German International Cooperation (GIZ), (GIZ. 2012)

$$E = EF \times A \times \frac{(1-ER)}{100} \quad (4.1)$$

โดยที่ E คือ อัตราการระบายสารมลพิษ

A คือ อัตราการทำกิจกรรม

EF คือ ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ

ER คือ overall emission reduction efficiency (%)

1) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่และค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ในงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงจากรายงานของ German International Cooperation (GIZ), (GIZ, 2012) ของเมืองนครราชสีมาโดยอ้างอิงและกำหนดแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่เป็น 5 ประเภท ได้แก่ สถานีบริการน้ำมัน (Petrol Station), ศาลเจ้าและอนุสาวรีย์ (shrine and respectful monument), การก่อสร้าง (Construction), การเผาไหม้จากการเกษตร (Agriculture burning), การเผาไหม้เชื้อเพลิงในครัวเรือน และในเชิงพาณิชย์ (household and commercial fuel burning) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แหล่งกำเนิดและค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่

แหล่งกำเนิด	ชนิดเชื้อเพลิง	Emission Factor					
		NO _x	SO ₂	CO	PM ₁₀	NMVOG	CO ₂
สถานีบริการน้ำมัน(Petrol Station)	สถานีบริการน้ำมัน (g/m ³ throughput/kPa TVP)	-	-	-	-	66	-
ศาลเจ้าและอนุสาวรีย์ (shrine and respectful monument)	การเผาไหม้ (mg/g incense)	1.3	-	156.15	-	-	186
การก่อสร้าง (Construction)	การก่อสร้าง (kg/m ² /year)	-	-	-	0.0812	-	-
การเผาไหม้จากการเกษตร (Agriculture burning)	การเผาไหม้จากการเกษตร (g/kg dry wt)	3.1	2	34.7	5.8	6.3	1460
การเผาไหม้เชื้อเพลิงในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ (household and commercial fuel burning)	ใช้ไม้ (Wood) ประกอบอาหารในครัวเรือน (g/kg fuel)	0.12	-	26.4	-	-	1596
	ใช้ถ่าน (Charcoal) ประกอบอาหารในครัวเรือน (g/kg fuel)	0.03	-	35.7	-	-	2155
	ใช้ไม้ (Wood) ในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ (g/GJ)	74.5	20	5300	695	925	112000
	ใช้ไม้ (Wood) ในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ (g/kg)	1.19	0.32	84.75	11.11	14.79	1791
	ใช้แก๊ส (LPG) ในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ (g/GJ)	68	0.5	46	3.7	15.5	63100
	ใช้แก๊ส (LPG) ในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ (g/L)	1.81	0.001	1.23	0.1	0.41	1680
	ใช้ถ่าน (Charcoal) ในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ (g/GJ)	74.5	20	5300	695	925	112000
	ใช้ถ่าน (Charcoal) ในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ (g/kg)	2.15	0.58	153.06	20.07	26.71	3235

ในส่วนของคุณค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของค่าฝุ่นละอองจากรายงาน GIZ ของเมืองนครราชสีมาที่ถูกจัดให้อยู่ในรูปของฝุ่นละอองรวม (PM) แต่เมื่อพิจารณา ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่จากรายงานนี้แล้วพบว่าค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษของฝุ่นละอองที่นำมาประมาณค่าอัตราการระบายสารมลพิษนั้น ทั้งหมดเป็นค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษที่อ้างอิงจากฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) จึงสามารถอ้างอิงได้ว่าค่าอัตราการระบายสารมลพิษฝุ่นละอองรวม (PM) ของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่จากรายงาน GIZ ของเมืองนครราชสีมาเป็นค่าอัตราการระบายสารมลพิษฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.3

ตัวอย่างการประมาณมลพิษแบบพื้นที่จากค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) เช่น ทำการคำนวณค่าการปล่อยมลพิษ PM₁₀ จากศาลเจ้าและอนุสาวรีย์ โดยอ้างอิงข้อมูล

และวิธีการคำนวณจาก GIZ (GIZ, 2012) ประมาณมลพิษจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมที่มีการเผาไหม้ในรูปแบบการใช้เชื้อเพลิงที่ต่างกันให้อยู่หน่วยเดียวกัน คือ ต้นต่อปี แล้วรวมค่ามลพิษในทุกพารามิเตอร์ในหน่วยที่สามารถประมาณมลพิษได้แสดงตามตารางที่ 4.3 เป็นต้น

ตารางที่ 4.3 ผลการประมาณมลพิษแบบพื้นที่จากค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)

แหล่งกำเนิด		ประมาณมลพิษ (ตัน/ปี)					
		PM ₁₀	NO _x	CO	SO ₂	NM VOC	CO ₂
แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่	สถานีบริการน้ำมัน(Petrol Station)	-	-	-	-	65.81	-
	ศาลเจ้าและอนุสาวรีย์ (shrine and respectful monument)	39.899	0.712	85.579	-	4.439	101.938
	การก่อสร้าง (Construction)	22.67	-	-	-	-	-
	การเผาไหม้จากการเกษตร (Agriculture burning)	0.168	0.09	1.004	0.058	0.182	42.249
	การเผาไหม้เชื้อเพลิงในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ (household and commercial fuel burning)	62.69	33.1	265.83	1.78	88.47	37696.5
รวม (ตัน/ปี)		125.427	33.902	352.413	1.838	158.901	37840.687

2) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุด

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดและค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ในงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงจากรายงานของ German International Cooperation (GIZ), (GIZ, 2012) ของเมืองนครราชสีมา โดยอ้างอิงและกำหนดแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดเป็น 4 ประเภท ได้แก่ เตาเผาศพ (Cremation), หม้อต้มน้ำโรงพยาบาล (Hospital Boiler), หม้อต้มน้ำโรงแรม (Hotel Boiler) และโรงงานอุตสาหกรรม (Industry)

เนื่องจากข้อมูลค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของค่าฝุ่นละอองจากรายงาน GIZ ของเมืองนครราชสีมา นั้นถูกจัดให้อยู่ในรูปของฝุ่นละอองรวม (PM) ซึ่งในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมนั้น มีการประมาณในรูปของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) เรียบร้อยแล้ว แต่ในส่วนของเตาเผาศพ หม้อต้มน้ำโรงพยาบาลและหม้อต้มน้ำโรงแรมนั้น มีการประมาณให้อยู่ในรูปของฝุ่นละอองรวม (PM) จากการทบทวนงานวิจัยเพิ่มเติม (Marc Deslauriers et al., 2016; Emily Wilton, 2008) สามารถอ้างอิงได้ว่าค่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) คิดเป็น 90% ของฝุ่นละอองรวม (TSP) ดังนั้น จึงสามารถสรุปค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในงานวิจัยนี้ได้ดังตารางที่ 4.4 และการประมาณมลพิษแบบจุดในหน่วย ต้น/ปี อัตราการปล่อยมลพิษแสดงตามรายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบจุดในงานวิจัยนี้

แหล่งกำเนิด	ชนิดเชื้อเพลิง	Emission Factor						
		NO _x	SO ₂	CO	PM ₁₀	TSP	NM VOC	CO ₂
เตาเผาศพ (Cremation)	เตาเผาศพ (kg/body)	0.309	0.054	0.141	0.013	0.015	0.013	-
	เผาผลาญเชื้อเพลิง Diesel (g/L)	2.400	5.100	1.680	0.198	0.220	0.560	2699.000
	เผาผลาญเชื้อเพลิง Wood (g/kg)	0.800	0.160	95.940	12.951	14.390	20.790	1596.000
	เผาผลาญเชื้อเพลิง Charcoal (g/kg)	1.440	0.290	173.280	23.391	25.990	37.540	2155.000
	เผาผลาญเชื้อเพลิง Kerosene (g/L)	2.350	4.830	1.590	0.189	0.210	0.540	-
หม้อต้มน้ำโรงพยาบาล	หม้อต้มน้ำโรงพยาบาล (g/L)	2.396	0.335	0.599	0.320	0.395	0.041	2712.000
หม้อต้มน้ำโรงแรม (Hotel Boiler)	หม้อต้มน้ำโรงแรม (g/L)	2.396	0.335	0.599	0.320	0.395	0.041	2712.000
โรงงานอุตสาหกรรม (Industry)	เผาผลาญเชื้อเพลิง Diesel (g/L)	3.642	5.099	1.457	0.783	1.002	0.364	-
	เผาผลาญเชื้อเพลิง LPG (g/L)	2.662	3.727	1.065	0.572	0.732	0.266	-

*ค่า PM₁₀ ใช้การประมาณค่า TSP โดยคิดเป็น 90% ของ TSP (WebFIRE, 1993)

การประมาณมลพิษแบบจุดจากค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) เช่น PM10 จากแหล่งกำเนิดเตาเผาศพ จากรายงาน GIZ ได้อ้างอิงข้อมูลการเผาศพจากวัดทั้งหมด 20 วัด ที่ใช้เชื้อเพลิงสี่ชนิดในการเผาไหม้ หาอัตราการปล่อยมลพิษจากการเผาศพต่อศพต่อวัด และหาอัตราการปล่อยมลพิษจากพลังงานที่ใช้ในการเผาศพต่อวัด เท่ากับ 1051.93 และ 13.32 ในหน่วย กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ ดังนั้น เมื่อนำค่าอัตราการปล่อยมลพิษที่ได้ทั้งสองข้อมูลมารวมกันจะได้เป็นอัตราการปล่อยมลพิษ 1,065.25 กิโลกรัมต่อปี 1.065 ตันต่อปี

ตารางที่ 4.5 การประมาณมลพิษแบบจุดจากค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)

แหล่งกำเนิดมลพิษ		อัตราการปล่อยมลพิษ					
		PM ₁₀	NO _x	CO	SO ₂	NM VOC	CO ₂
แบบจุด	เตาเผาศพ (Cremation)	1.065	0.447	7.942	0.215	1.709	3118.570
	หม้อต้มน้ำโรงพยาบาล (Hospital Boiler)	0.028	0.209	0.052	2.962	0.004	236.080
	หม้อต้มน้ำโรงแรม (Hotel Boiler)	0.036	0.266	0.067	3.776	0.005	301.002
	โรงงานอุตสาหกรรม (Industry)	0.077	0.521	0.243	0.856	75.845	407.531
รวม (ตันปี)		1.206	1.443	8.304	7.809	77.563	4063.183

ในขั้นต่อมาได้ทำการรวมข้อมูลการประมาณมลพิษแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่และแบบจุดเข้าด้วยกัน จะอยู่ในหน่วย ตัน/ปี เข้าด้วยกันจากนั้นทำการเปลี่ยนการปล่อยมลพิษด้วยการคิดเทียบมลพิษต่อจำนวนประชากรและพื้นที่ ให้อยู่ในหน่วย กรัม/คน/ตร.ม/วินาที รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.6

ตัวอย่างเช่น ค่าประมาณมลพิษของ CO นั้น เมื่อรวมค่าประมาณในทุกกิจกรรมแล้วจะมีค่าเท่ากับ 3600.7165 ตันต่อปี จากนั้นคิดค่าประมาณพิษให้อยู่ในรูปต่อจำนวนประชากรและต่อพื้นที่ด้วยการนำไปหารด้วยขนาดพื้นที่และจำนวนประชากรได้ผลลัพธ์เท่ากับ 5.8195E-05 ตัน/คน/ตร.กม/ปี พร้อมเปลี่ยนหน่วยจากตันเป็นกรัม เปลี่ยนจากตร.กม เป็นตร.ม และเปลี่ยนจากปีเป็นวินาทีจะมีค่าเท่ากับ 58.19498138 กรัม/คน/ตร.กม/ปี และ 1.84535E-12 กรัม/คน/ตร.ม/วินาทีตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 การรวมข้อมูลการประมาณมลพิษแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่และแบบจุดอ้างอิงรายงาน GIZ

แหล่งกำเนิด		จำนวนประชากร (คน)	ขนาดพื้นที่ (km ²)	ประมาณมลพิษ					
				PM ₁₀	NO _x	CO	SO ₂	NM VOC	CO ₂
แบบจุด	เตาเผาศพ (Cremation)	165291	37.5	1.065	0.447	7.942	0.215	1.709	3118.570
	หม้อต้มน้ำโรงพยาบาล (Hospital Boiler)	165291	37.5	0.034	0.209	0.052	2.962	0.004	236.080
	หม้อต้มน้ำโรงแรม (Hotel Boiler)	165291	37.5	0.044	0.266	0.067	3.776	0.005	301.002
	โรงงานอุตสาหกรรม (Industry)	165291	37.5	0.077	0.521	0.243	0.856	75.845	407.531
แบบพื้นที่	สถานีบริการน้ำมัน (Petrol Station)	165291	37.5	-	-	-	-	65.810	-
	ศาลเจ้าและอนุสาวรีย์ (shrine and respectful monument)	165291	37.5	39.899	0.712	85.579	-	4.439	101.938
	การก่อสร้าง (Construction)	165291	37.5	22.670	-	-	-	-	-
	การเผาไหม้จากการเกษตร (Agriculture burning)	165291	37.5	0.168	0.090	1.004	0.058	0.182	42.249
	การเผาไหม้เชื้อเพลิงในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์ (household and commercial fuel burning)	165291	37.5	62.690	33.100	265.830	1.780	88.470	37696.500
รวม (ตันปี)		165291	37.5	126.6476615	35.345	360.7165	9.647	236.4635	41903.87
รวม (กรัม/คน/ตร.กม/ปี)		165291	37.5	40.68283613	5.702266508	58.19498138	1.556366247	38.14904219	6760.419704
รวม (กรัม/คน/ตร.ม/วินาที)		165291	37.5	1.29004E-12	1.80818E-13	1.84535E-12	4.9352E-14	1.2097E-12	2.14372E-10

เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลพื้นที่ศึกษา โดยการคิดเทียบจากจำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษา ได้ผลการประมาณมลพิษอยู่ในรูปของ กรัม/คน/ตร.ม./วินาที จากตัวอย่างข้างต้นข้อมูลจากรายงาน GIZ มีค่าการปล่อย CO เท่ากับ $1.84535E-12$ กรัม/คน/ตร.ม./วินาที และในเขตเทศบาลนครราชสีมาเขต 1 มีจำนวนประชากร 14,292 คน นำไปประมาณมลพิษต่อจำนวนคนในพื้นที่ศึกษา ดังนั้นในเขตเทศบาลนครราชสีมาเขต 1 มีค่าการปล่อย CO เท่ากับ $2.6374E-08$ กรัม/ตร.ม./วินาที เป็นต้น สุดท้ายแล้วทำให้สามารถประมาณมลพิษแบบพื้นที่ได้ 6 พารามิเตอร์ ได้ข้อมูลออกมาทั้งหมด 14 กลุ่มพื้นที่ศึกษา รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การประมาณมลพิษแหล่งกำเนิดมลพิษของพื้นที่ศึกษาโดยอ้างอิงรายงาน GIZ

แหล่งกำเนิด	จำนวนประชากร (คน)	ขนาดพื้นที่ (km ²)	Estimate Emission (g/m ² /sec)					
			PM ₁₀	Nox	CO	SO ₂	NMVOG	CO ₂
1.เทศบาลนครราชสีมาเขต 1	14292	5.6	2.2125E-05	2.5842E-09	2.6374E-08	7.0534E-10	1.7289E-08	3.0638E-06
2.เทศบาลนครราชสีมาเขต 2 หนาแน่นมาก	13266	4.50	1.7114E-08	2.3987E-09	2.4480E-08	6.5470E-10	1.6048E-08	2.8439E-06
3.เทศบาลนครราชสีมาเขต 2 หนาแน่นน้อย	10318	3.50	1.3311E-08	1.8657E-09	1.9040E-08	5.0921E-10	1.2482E-08	2.2119E-06
4.เทศบาลนครราชสีมาเขต 3 หนาแน่นมาก	14265	3.32	1.8402E-08	2.5793E-09	2.6323E-08	7.0399E-10	1.7256E-08	3.0579E-06
5.เทศบาลนครราชสีมาเขต 3 หนาแน่นน้อย	10913	2.54	1.4079E-08	1.9733E-09	2.0139E-08	5.3860E-10	1.3202E-08	2.3395E-06
6.เทศบาลนครราชสีมาเขต 4 หนาแน่นมาก	6559	3.67	8.4619E-09	1.1861E-09	1.2104E-08	3.2372E-10	7.9349E-09	1.4061E-06
7.เทศบาลนครราชสีมาเขต 4 หนาแน่นน้อย	21877	12.24	2.8222E-08	3.9557E-09	4.0370E-08	1.0797E-09	2.6464E-08	4.6897E-06
8. ตำบลจอหอ หนาแน่นมาก	1200	0.70	1.5481E-09	2.1698E-10	2.2144E-09	5.9222E-11	1.4516E-09	2.5725E-07
9. ตำบลจอหอ หนาแน่นน้อย	3200	3.32	4.1281E-09	5.7862E-10	5.9051E-09	1.5793E-10	3.8710E-09	6.8599E-07
10. ตำบลบ้านเกาะ	4720	4.32	6.0890E-09	8.5346E-10	8.7101E-09	2.3294E-10	5.7098E-09	1.0118E-06
11. ตำบลหมื่นไวย	2600	2.35	3.3541E-09	4.7013E-10	4.7979E-09	1.2832E-10	3.1452E-09	5.5737E-07
12. ตำบลหัวทะเล	6300	1.42	8.1273E-09	1.1392E-09	1.1626E-08	3.1092E-10	7.6211E-09	1.3505E-06
13. ตำบลโพธิ์กลาง	2300	0.94	2.9671E-09	4.1588E-10	4.2443E-09	1.1351E-10	2.7823E-09	4.9305E-07
14. ตำบลปรุใหญ่	4900	4.10	6.3212E-09	8.8601E-10	9.0422E-09	2.4183E-10	5.9275E-09	1.0504E-06

3) แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้น

แหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้นในงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงโครงข่ายถนนจากรายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวมนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) โดยกำหนดขอบเขตแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้นได้จำนวน 27 เส้นทาง แบ่งออกเป็น ถนนสายประธานจำนวน 5 เส้นทาง ถนนสายรอง (สาย ค.) จำนวน 11 เส้นทาง และถนนสายรอง (สาย ข.) จำนวน 11 เส้นทาง แสดงดังรูปที่ 4.2 เหตุผลที่กำหนดขอบเขตมลพิษแบบเส้นจากทั้งหมด 45 เส้นทางเหลือเพียงแค่จำนวน 27 เส้นทาง เนื่องจากโครงข่ายถนนของพื้นที่ศึกษาเป็นเพียงส่วนหนึ่งของรายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวมนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 เมื่อได้จำกัดโครงข่ายถนนในพื้นที่ศึกษาแล้วสรุปว่าสามารถกำหนดขอบเขตแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้นได้จำนวน 27 เส้นทาง รายละเอียดโครงข่ายถนนแสดงดังตารางที่ 4.8 ส่วนค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้นและวิธีการประมาณมลพิษ ได้อ้างอิงจากบัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครราชสีมา (สฤกษ์ โคตุละ,

2553) รายละเอียดค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษแสดงดังตารางที่ 4.9 การคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะมีสมการสำหรับเลือกใช้ตามสมการที่ 4.2

ตารางที่ 4.8 รายละเอียดโครงข่ายถนนเมืองนครราชสีมา

รหัส	ชื่อสายทาง	กว้าง (m)	ระยะทาง (กม.)	รหัส	ชื่อสายทาง	กว้าง (m)	ระยะทาง (กม.)
ข.1	30 กันยายน ซอย 2	18	0.68	ค.15	คลองส่งน้ำ	20	1.34
ข.10	หน้าประกันสังคม	18	2.1	ค.2	สุรนารี	20	3.3
ข.11	ประจักษ์	18	0.87	ค.3	โพธิ์กลาง	20	1.6
ข.2	กีฬากลาง	18	0.75	ค.4	มุขมนตรี (หน้าวัด)	20	3.43
ข.3	30 กันยายน	18	1.23	ค.5	มหาไถไทย	20	3.25
ข.4	สุรนารี	18	0.44	ค.6	หน้าโรงเรียนบวร	20	0.68
ข.5	สุรนารี	18	0.47	ค.7	ถนนราชดำเนิน	20	0.58
ข.6	จักรี	18	1.07	ค.9	เดชอุดม	20	1.624
ข.7	ประจักษ์	18	1.04	ท.205	สุรนารายณ์	80	8.5
ข.8	กุดั่น	18	0.7	ท.224	ราชสีมา-โชคชัย	80	5.7
ข.9	มุขมนตรี (หน้าวัดหนองจะบก)	18	0.47	ท.226	เพชรมาตุคลา	80	0.68
ค.1	ประโดก - โคกไผ่	20	0.92	ท.304	คลองส่งน้ำ	80	1.34
ค.10	บึงดาหลวง	20	2.43	ทล.2	มิตรภาพ	80	18.5
ค.12	สีบศิริ	20	1.3				

ตารางที่ 4.9 ค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษของแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้น (สถุณดี โศตุละ, 2553)

ชนิดยานพาหนะ	แหล่งข้อมูล	EF (กรัม/กิโลเมตร/คัน)				
		HC	NO _x	SO ₂	CO	PM ₁₀
รถจักรยานยนต์	PCD (2008), EEA (2009)*	2.09	0.24	0.02	13.14	0.095*
รถยนต์เบนซิน	PCD (2010), EEA (2009)*	0.053	0.026	0.061	0.513	0.003*
รถยนต์ดีเซล ขนาดเล็ก	PCD (2010)	0.036	0.469	0.041	0.439	0.042

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ชนิดยานพาหนะ	แหล่งข้อมูล	EF (กรัม/กิโลเมตร/คัน)				
		HC	NO _x	SO ₂	CO	PM ₁₀
รถยนต์ดีเซล ขนาดใหญ่	EEA (2009), PCD (2005)*	0.384	8.88	0.327*	1.92	0.288

$$E_{i,j} = N_j \times EF_{i,j} \times D \quad (4.2)$$

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

N_j คือ ปริมาณการจราจรของรถประเภท j (คัน/วัน)

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

D คือ ระยะทางที่รถวิ่ง (กม.)

การคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษจากยานพาหนะ อ้างอิงข้อมูลจากรายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวมนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) เนื่องจากรายงานดังกล่าวมีข้อมูลปริมาณการจราจรในแต่ละเส้นทาง ครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษา แต่ข้อมูลที่นำมาคำนวณหาปริมาณการปล่อยมลพิษมีเพียงข้อมูลจำนวนยานพาหนะ เฉลี่ยในชั่วโมงเร่งด่วน เส้นทางละ 1 ชั่วโมงเท่านั้น ไม่มีข้อมูลปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ที่เป็นรายวัน จะพบว่าข้อมูลปริมาณการจราจรมีค่าสูงกว่าความเป็นจริง

จากการทบทวนงานวิจัยเพิ่มเติม (Nedal T. Ratrou et al., 2014) พบว่าจำนวนยานพาหนะเฉลี่ยต่อวันคิดเป็นร้อยละ 49 ของจำนวนยานพาหนะสูงสุดในหนึ่งวัน จึงได้อ้างถึงงานวิจัยดังกล่าวเพื่อปรับลดและทำการคำนวณจำนวนยานพาหนะที่อ้างอิงจากรายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวมนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 ให้ลดลงเหลือเพียง ร้อยละ 49 จากทั้งหมด และนำไปประมาณมลพิษจากค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor) ต่อไปรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.10

ตัวอย่างเช่น มลพิษ SO₂ ของถนน ข.1 มีความกว้าง 18 เมตร ยาว 0.68 กิโลเมตร จากรายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวมนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 มีข้อมูลปริมาณการจราจรในแต่ละประเภทยานพาหนะ ทำการปรับลดและคำนวณจำนวนยานพาหนะให้ลดลงเหลือเพียง ร้อยละ 49 จากทั้งหมดตามงานวิจัย จากนั้นทำการคำนวณอัตราการระบายสารมลพิษ

ตามสมการที่ 4.2 แล้วรวมอัตราการระบาย SO₂ จากทุกประเภทยานพาหนะได้เท่ากับ 2.18249E-07 กรัม/วินาที/ตร.ม

ตารางที่ 4.10 สรุปการประมาณมลพิษจากค่าปัจจัยการปล่อยมลพิษ (Emission Factor)

ประเภท	ชื่อสายทาง	จำนวนคัน/ชม.	กว้าง (m)	ระยะทาง (กม.)	Emission (grams/sec/m2)					
					HC	NO _x	SO ₂	CO	PM ₁₀	CO ₂
ข.1	30 กันยายน ซอย 2	293.02	18	0.68	5.661E-06	2.564E-06	2.182E-07	3.504E-05	2.772E-07	0.0005756
ข.11	ประจักษ์	958.44	18	0.87	1.885E-05	4.648E-06	6.85E-07	0.0001187	8.838E-07	0.0018797
ข.2	กีฬากลาง	293.02	18	0.75	7.012E-06	2.661E-06	1.972E-07	4.348E-05	3.395E-07	0.0005
ข.3	30 กันยายน	689.43	18	1.23	1.313E-05	4.504E-06	5.085E-07	8.202E-05	6.24E-07	0.0013666
ข.4	สุรนารี	913.85	18	0.44	1.578E05	3.837E-06	6.793E-07	9.977E-05	7.426E-07	0.0019132
ข.5	สุรนารี	913.85	18	0.47	1.578E05	3.837E-06	6.793E-07	9.977E-05	7.426E-07	0.0019132
ข.6	จักรี	500.29	18	1.07	7.506E-06	2.609E-06	3.847E-07	4.718E-05	3.579E-07	0.0010758
ข.7	ประจักษ์	958.44	18	1.04	1.885E-05	4.648E-06	6.85E-07	0.0001187	8.838E-07	0.0018797
ข.8	กุฉิน	349.37	18	0.7	5.15E-06	3.261E-06	2.814E-07	3.161E-05	2.599E-07	0.0007564
ข.9	มูขมมนตรี	1466.57	18	0.47	2.172E-05	4.643E-06	1.121E-06	0.0001384	1.024E-06	0.0032522
ค.1	ประโดก - โลกไผ่	844.27	20	7.36	1.232E-05	3.12E-06	5.791E-07	7.795E-05	5.773E-07	0.0016337
ค.10	บึงตาทั่ว	523.81	20	2.43	7.775E-06	3.247E-06	3.617E-07	4.846E-05	3.763E-07	0.0009868
ค.12	สี่บศิริ	856.03	20	1.3	1.101E-05	3.049E-06	6.005E-07	6.979E-05	5.231E-07	0.001725
ค.15	คลองส่งน้ำ	561.54	20	1.34	8.929E-06	4.223E-06	3.712E-07	5.538E-05	4.514E-07	0.0010182
ค.2	สุรนารี	913.85	20	6.6	2.543E-05	7.464E-06	1.231E-06	0.0001605	1.213E-06	0.0017219
ค.3	โพธิ์กลาง	806.05	20	0.47	1.012E-05	3.845E-06	5.725E-07	6.362E-05	4.909E-07	0.0016243

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ประเภท	ชื่อสายทาง	จำนวน คัน/ชม.	กว้าง (m)	ระยะ ทาง (กม.)	Emission (grams/sec/m2)					
					HC	NO _x	SO ₂	CO	PM ₁₀	CO ₂
ก.4	มุขมนตรี	1466.57	20	3.43	1.955E-05	4.179E-06	1.009E-06	0.0001245	9.218E-07	0.002927
ก.5	มหาตไทย	583.59	20	3.25	8.438E-06	4.4E-06	4.114E-07	5.221E-05	4.22E-07	0.0011208
ก.6	หน้าโรงเรียนบวร ฯ	774.2	20	0.68	1.041E-05	3.137E-06	5.365E-07	6.579E-05	4.981E-07	0.0015289
ก.7	ถนนราชดำเนิน	774.2	20	0.58	1.041E-05	3.137E-06	5.365E-07	6.579E-05	4.981E-07	0.0015289
ก.9	เดชอุดม	691.39	20	1.624	1.192E-05	4.874E-06	4.613E-07	7.41E-05	5.805E-07	0.0012355
ข.10	หน้าประกันสังคม	744.8	18	2.1	1.053E-05	3.08E-06	5.877E-07	6.669E-05	4.972E-07	0.0016751
ทล.2	มิตรภาพ	1831.13	80	18.5	9.394E-06	4.376E-06	5.221E-07	5.906E-05	5.104E-07	0.0015728
ทล.205	สุนทรารายณ์	1157.87	80	8.5	1.052E-05	3.089E-06	4.82E-07	6.629E-05	4.985E-07	0.0013491
ทล.224	ราชสีมา-โชคชัย	742.35	80	5.7	3.973E-06	4.449E-06	2.674E-07	2.351E-05	2.243E-07	0.0007051
ทล.226	เพชรมาตุกลาง	441.98	80	0.68	2.116E-06	2.216E-06	1.36E-07	1.254E-05	1.127E-07	0.0003465
ทล.304	คลองส่งน้ำ	561.54	80	1.34	2.232E-06	1.056E-06	9.281E-08	1.384E-05	1.128E-07	0.0002546

4.3 การคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน) โดยใช้ AERMOD

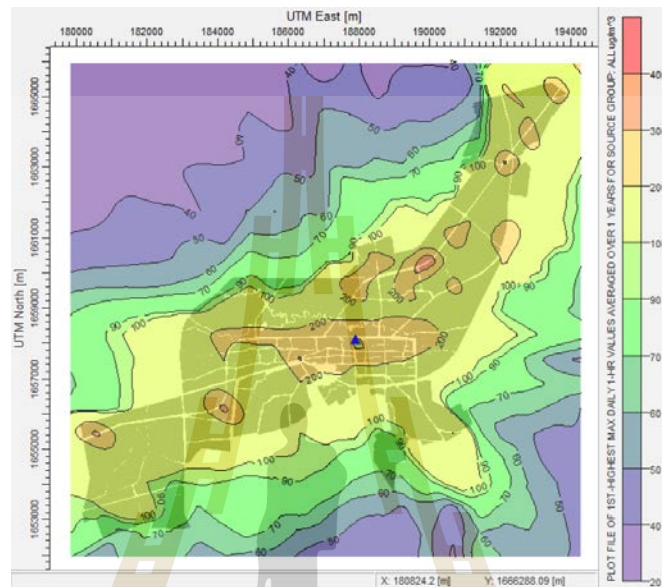
การคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน) โดยใช้แบบจำลอง AERMOD ในปีฐาน พ.ศ. 2558 เริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการป้อนเข้าแบบจำลอง ขั้นแรกเริ่มจากหาความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดและความเข้มข้นที่มีอยู่เดิมในบรรยากาศ ทำการป้อนข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศและข้อมูลขอบเขตลักษณะพื้นที่ศึกษาเข้าสู่แบบจำลอง จากนั้นทำการประเมินค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศเฉลี่ยและสูงสุดของพื้นที่ศึกษาด้วยแบบจำลอง AERMOD

ผลจากการประเมินมลพิษอากาศในปีฐานทั้ง 4 พารามิเตอร์พบว่า การกระจายตัวของมลพิษที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกาะกลุ่มอยู่ในบริเวณโดยรอบของโครงข่ายถนน การกระจายตัวของ NO_2 ที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 4.11 พบว่าค่าความเข้มข้น NO_2 สูงสุดเท่ากับ 387.1 มก./ลบ.ม มีการกระจายตัวของความเข้มข้นมลพิษในบริเวณกว้าง ค่าความเข้มข้นมลพิษในระดับสูงกว่า 300 มก./ลบ.ม จะเกาะรวมกลุ่มกันในหลายจุด ส่วนที่บริเวณใจกลางเมืองจะพบกลุ่มก้อนความเข้มข้น NO_2 ที่ประมาณ 200 ถึง 300 มก./ลบ.ม เป็นกลุ่มก้อนขนาดใหญ่ ความเข้มข้น NO_2 ที่ประเมินโดยแบบจำลอง AERMOD ณ ตำแหน่งเดียวกันกับจุดตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) (กรมควบคุมมลพิษ (คพ.), 2558) มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง เท่ากับ 189.02056 มก./ลบ.ม

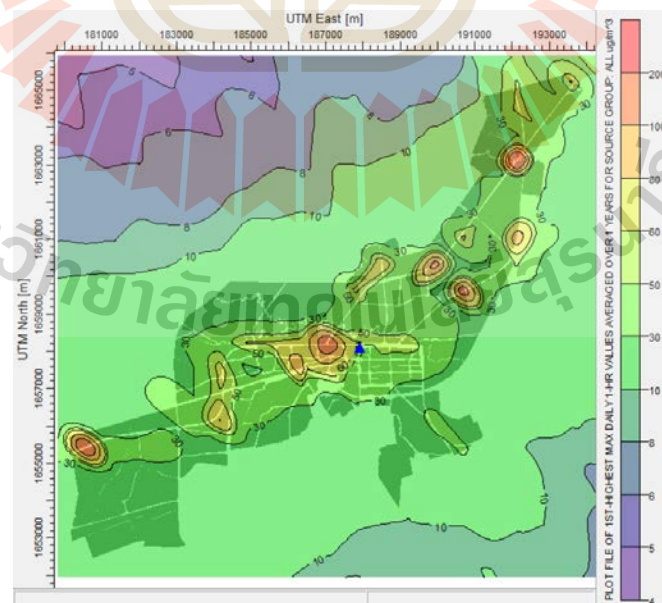
ในส่วนการกระจายตัวของ SO_2 ที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 4.12 พบว่าค่าความเข้มข้น SO_2 สูงสุดเท่ากับ 153.8 มก./ลบ.ม การกระจายตัวของมลพิษมีลักษณะเกาะกันเป็นกลุ่มหลายกลุ่ม มีการกระจายตัวเป็นวงแคบและเกิดเป็นกลุ่มชั้นระดับความเข้มข้นที่ระดับสูงกว่า 100 มก./ลบ.ม ตามกลุ่มความเข้มข้นต่าง ๆ ส่วนที่บริเวณใจกลางเมืองจะพบกลุ่มก้อนความเข้มข้น SO_2 ขนาดใหญ่ที่สุด ความเข้มข้น SO_2 ที่ประเมินโดยแบบจำลอง AERMOD ณ ตำแหน่งเดียวกันกับจุดตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) (กรมควบคุมมลพิษ (คพ.), 2558) มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง เท่ากับ 38.51967 มก./ลบ.ม

ในส่วนการกระจายตัวของ CO ที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมงแสดงดังรูปที่ 4.13 พบว่าค่าความเข้มข้น CO สูงสุดเท่ากับ 17,530.6796 มก./ลบ.ม การกระจายตัวของมลพิษมีลักษณะเกาะกันเป็นกลุ่มจำนวนหลายกลุ่ม มีการกระจายตัวเป็นวงแคบและเป็นชั้นความเข้มข้น ที่มีระดับมลพิษสูง ความเข้มข้น CO ที่ประเมินโดยแบบจำลอง AERMOD ณ ตำแหน่งเดียวกันกับจุดตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) (กรมควบคุมมลพิษ (คพ.), 2558) มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง เท่ากับ 4331.2413 มก./ลบ.ม ในส่วนการกระจายตัวของ CO ที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 8 ชั่วโมงแสดงดังรูปที่ 4.14 พบว่าค่าความเข้มข้น CO สูงสุดเท่ากับ 2349.56 มก./ลบ.ม การกระจายตัวของมลพิษ มีลักษณะกระจายตัวมากกว่าที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชั่วโมง มลพิษส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง กระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษา มีการเกาะกลุ่มของระดับความเข้มข้นมลพิษค่อนข้างสูงในบางแห่ง ความเข้มข้น CO ที่ประเมินโดยแบบจำลอง AERMOD ณ ตำแหน่งเดียวกันกับจุดตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) (กรมควบคุมมลพิษ (คพ.), 2558) มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 8 ชั่วโมง เท่ากับ 1381.5 มก./ลบ.ม และสุดท้ายในส่วนการกระจายตัวของฝุ่นละอองที่มีขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงแสดงดังรูปที่ 4.15 พบว่าค่าความเข้มข้น PM_{10} สูงสุดเท่ากับ 34.9 มก./ลบ.ม มีการกระจายตัวของความเข้มข้น PM_{10} เป็นกลุ่มกระจายในหลายพื้นที่ในบริเวณกว้าง มีการรวมกลุ่มความเข้มข้นมลพิษในระดับที่สูงกว่า 10 มก./ลบ.ม เป็นจำนวนมาก และกลุ่ม

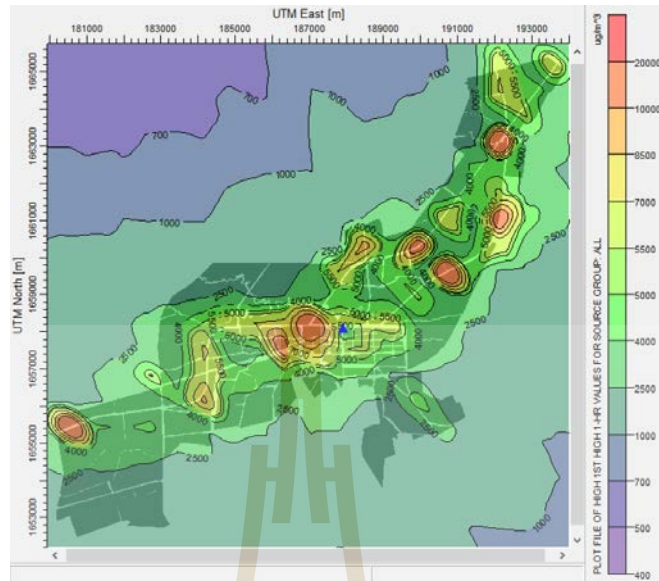
ที่ใหญ่ที่สุดอยู่บริเวณใจกลางเมือง ความเข้มข้น PM_{10} ที่ประเมินโดยแบบจำลอง AERMOD ณ ตำแหน่งเดียวกันกับจุดตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) (กรมควบคุมมลพิษ (คพ.), 2558) มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เท่ากับ 10.75174 มค.ก/ลบ.ม



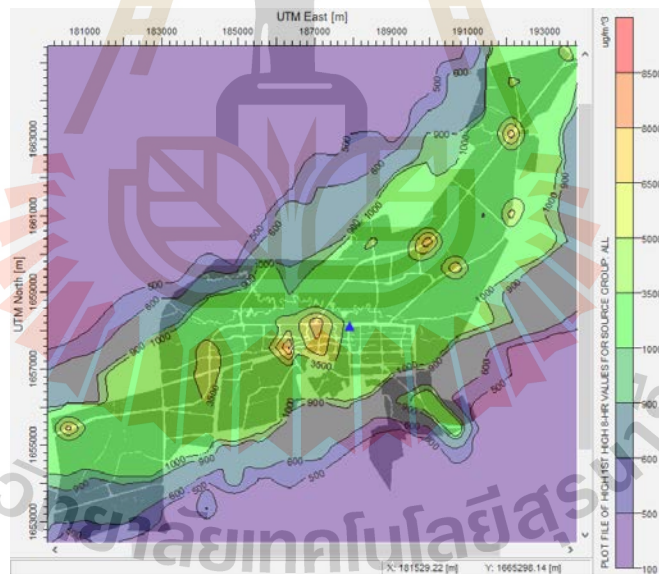
รูปที่ 4.11 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ NO_2 ในพื้นฐานเฉลี่ยรายชั่วโมง



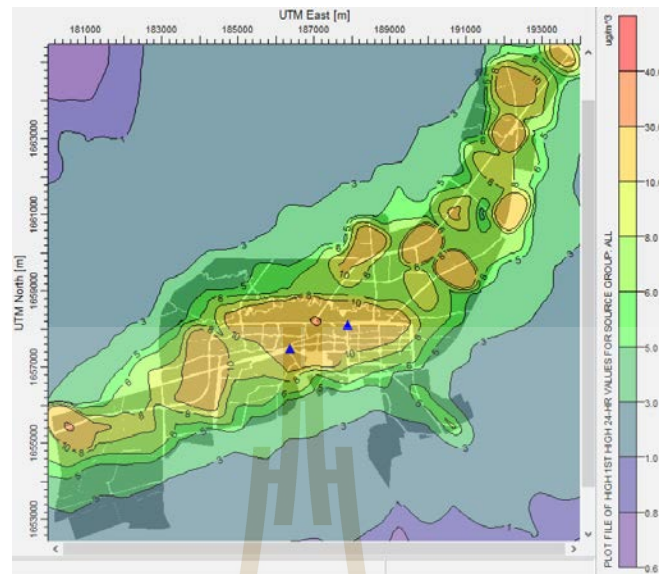
รูปที่ 4.12 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ SO_2 ในพื้นฐานเฉลี่ยรายชั่วโมง



รูปที่ 4.13 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO ในปฏิฐานเฉลี่ยรายชั่วโมง



รูปที่ 4.14 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO ในปฏิฐานเฉลี่ยราย
8 ชั่วโมง

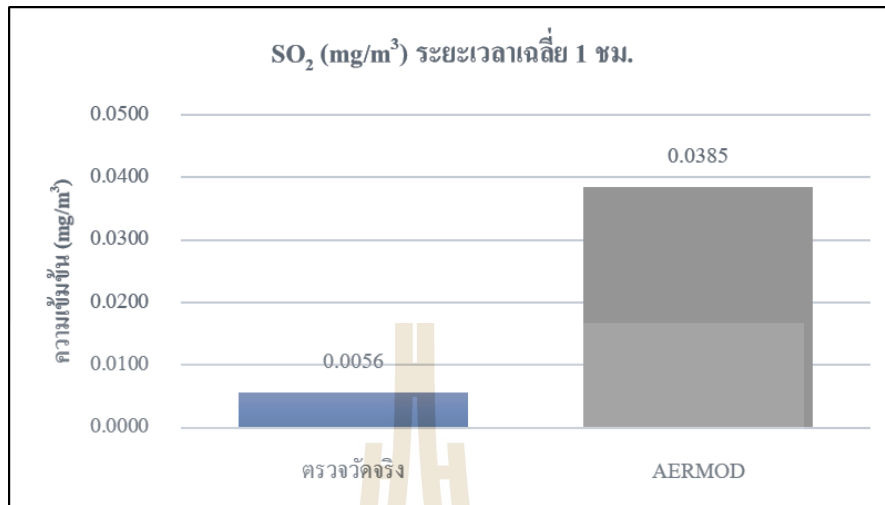


รูปที่ 4.15 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ PM_{10} ในปี่ฐานเฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง

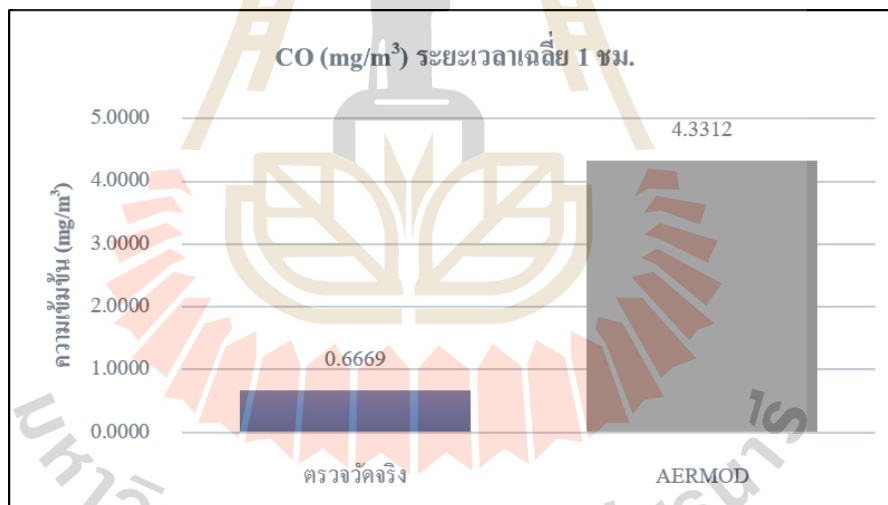
ตารางสรุปข้อมูลความเข้มข้นมลพิษอากาศจากการตรวจวัดจริงและจากการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD แสดงดังตารางที่ 4.11 เมื่อทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นมลพิษอากาศจากการตรวจวัดจริง (กรมควบคุมมลพิษ (คพ.), 2558) และจากการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD ในแต่ละพารามิเตอร์แล้ว พบว่าค่าเฉลี่ยจากแบบจำลอง AERMOD มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัดจริงในเกือบทุกพารามิเตอร์ ยกเว้นค่าความเข้มข้นมลพิษฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ซึ่งจากรูปที่ 4.16 – 4.20 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นมลพิษจากการตรวจวัดจริงกับการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD ที่มลพิษ NO₂ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง, SO₂ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง, CO เฉลี่ย 1 ชั่วโมง และ CO เฉลี่ย 8 ชั่วโมง การประเมินจากแบบจำลอง AERMOD มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัดจริงค่อนข้างมาก โดยที่การประเมินจากแบบจำลองคิดเป็น 7 เท่า, 6.8 เท่า, 6.5 เท่า และ 3.5 เท่า ของการตรวจวัดจริงตามลำดับ ในส่วนของมลพิษฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนนั้น มีการเปรียบเทียบมลพิษจากการตรวจวัดจริงกับการประเมินจากแบบจำลอง 2 ตำแหน่ง ซึ่งทั้ง 2 ตำแหน่งนี้ค่าความเข้มข้นมลพิษจากการตรวจวัดจริงมีค่ามากกว่าการประเมินจากแบบจำลอง โดยที่ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ ค่าความเข้มข้นมลพิษจากการตรวจวัดจริงคิดเป็น 4.4 – 4.7 เท่า ของการประเมินจากแบบจำลอง และสุดท้ายที่ตำแหน่งเทศบาลนั้นค่าความเข้มข้นมลพิษจากการตรวจวัดจริงคิดเป็น 1.95 เท่า ของการประเมินจากแบบจำลอง



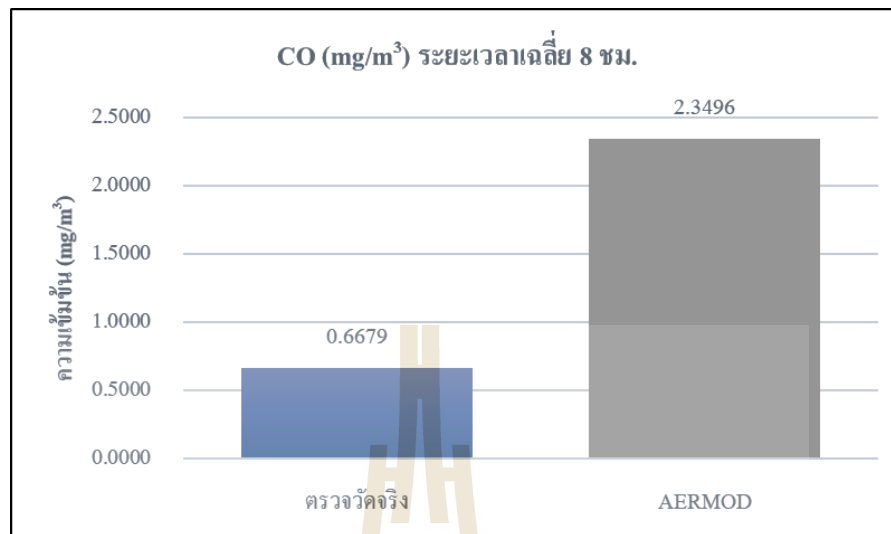
รูปที่ 4.16 กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น NO₂ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง จากการตรวจวัดจริงกับการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD ในปีฐาน



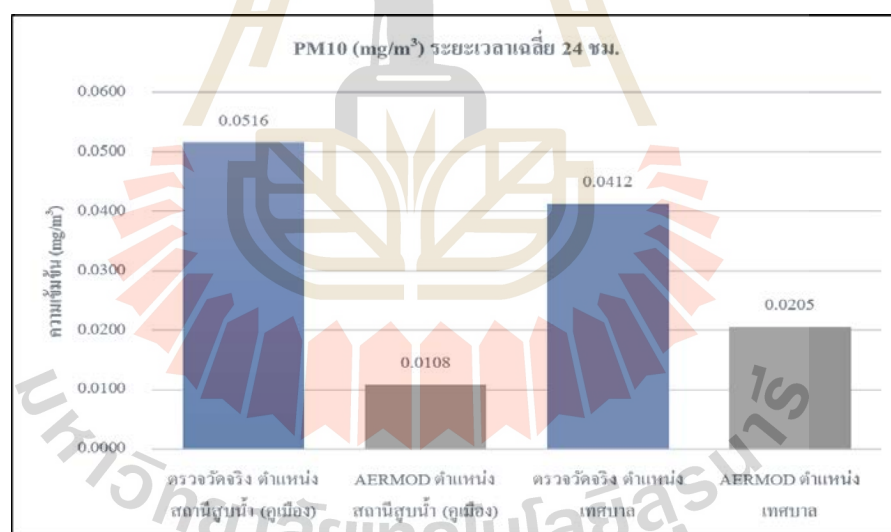
รูปที่ 4.17 กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น SO₂ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง จากการตรวจวัดจริงกับการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD ในปีฐาน



รูปที่ 4.18 กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น CO เฉลี่ย 1 ชั่วโมง จากการตรวจวัดจริงกับการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD ในปีฐาน



รูปที่ 4.19 กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น CO เฉลี่ย 8 ชั่วโมง จากการตรวจวัดจริงกับการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD ในปัจจุบัน



รูปที่ 4.20 กราฟเปรียบเทียบค่าความเข้มข้น PM₁₀ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง จากการตรวจวัดจริงกับการประเมินจากแบบจำลอง AERMOD ในปัจจุบัน

สาเหตุที่ค่าการประเมินจากแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนจากการตรวจวัดจริงนั้น ส่วนหนึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของการประมาณอัตราการปล่อยมลพิษ ซึ่งหากมีการป้อนข้อมูลที่ถูกต้องและมีความละเอียดมากขึ้น อาจช่วยให้การประเมินด้วยแบบจำลองมีความ

แม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้ยังได้ทำการการทบทวนเอกสารเพิ่มเติมซึ่ง (M. Andretta et al., 2006) พบว่าข้อมูลความเข้มข้นมลพิษที่ได้จากแบบจำลอง ISCST3 ซึ่งเป็นต้นแบบในการพัฒนาเป็นแบบจำลอง AERMOD นั้น เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า การจำลองแบบระยะยาว (เฉลี่ย 1 ปี) มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการจำลองแบบระยะสั้น (เฉลี่ย 1 ชั่วโมง) โดยไม่คำนึงถึงสารมลพิษ การประเมินแบบระยะสั้นด้วยแบบจำลองนั้น จะมีค่าความเข้มข้นสูงกว่าการตรวจวัดจริง แต่การจำลองแบบระยะยาวจะมีค่าความเข้มข้นใกล้เคียงค่าจากการตรวจวัดจริงมากขึ้น ดังนั้น จากที่กล่าวมา จึงสามารถอ้างอิงได้ว่า ข้อมูลอัตราการปล่อยมลพิษที่ป้อนเข้าสู่แบบจำลอง AERMOD เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศนั้น สามารถยอมรับได้และนำมาใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป

เมื่อข้อมูลการประเมินจาก AERMOD เป็นที่ยอมรับแล้ว ขั้นต่อไปได้ทำการหาค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศที่มีอยู่ในบรรยากาศ จากผลต่างระหว่างค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศเฉลี่ยของผลการตรวจวัดกับค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศที่ได้แบบจำลอง ณ ตำแหน่งเดียวกัน เพื่อแสดงถึงค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (absolute error) ได้ผลออกมาเป็นค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศ จากนั้นนำไปรวมกับค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดจากแบบจำลอง ตัวอย่างเช่นความเข้มข้น SO_2 (มก./ลบ.ม) เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง ค่าจากการตรวจวัดจริงมีค่าเท่ากับ 0.0056 มก./ลบ.ม และค่าที่ได้จากทฤษฎีหรือแบบจำลอง จุดเดียวกันมีค่าเท่ากับ 0.0385 มก./ลบ.ม เมื่อนำค่าทั้งสองมาลบกัน เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณความเข้มข้น SO_2 ที่มีอยู่เดิมในบรรยากาศ จะได้ค่าเท่ากับ -0.0329 มก./ลบ.ม จากนั้นนำค่าที่ได้ไปบวกกับ ค่าความเข้มข้น SO_2 สูงสุด ที่ได้จากแบบจำลอง โดยหากค่าความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับ 0.1538 มก./ลบ.ม เมื่อนำมาบวกกับค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณความเข้มข้น SO_2 จะได้ค่าความเข้มข้น SO_2 สูงสุด ในปีฐานเท่ากับ 0.1209 มก./ลบ.ม เป็นต้น ค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปีฐาน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ตารางข้อมูลการคาดการณ์ค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปีฐาน โดยใช้

AERMOD

มลพิษ	ตรวจวัดจริง	AERMOD	ค่าสูงสุด	ตรวจวัดจริง-AERMOD	ค่าความเข้มข้นสูงสุดในปัจจุบัน
NO_2 (mg/m^3) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.0271	0.1890	0.3871	-0.1619	0.2252
SO_2 (mg/m^3) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.0056	0.1538	0.1538	-0.0329	0.1209
CO (mg/m^3) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.6669	4.3312	17.5307	-3.6643	13.8663
CO (mg/m^3) ระยะเวลาเฉลี่ย 8 ชม.	0.6679	2.3496	8.2976	-1.6817	6.6159

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

มลพิษ	ตรวจ วัดจริง	AERMOD	ค่าสูงสุด	ตรวจวัด จริง- AERMOD	ค่าความเข้มข้น สูงสุดใน ปัจจุบัน
PM ₁₀ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชม.					
คพ.- ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ (คูเมือง)	0.0516	0.0108	0.0349	0.0408	0.0757
เทศบาล - ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ (คูเมือง)	0.0466	0.0108	0.0349	0.0358	0.0707
เทศบาล - ตำแหน่งเทศบาล	0.0412	0.0205	0.0349	0.0207	0.0556

4.4 ประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศในอนาคต

การประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศในอนาคต เริ่มจากเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปีฐานกับข้อมูลมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของมลพิษอากาศนั้น ๆ พบว่าค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศที่พิจารณาน้อยกว่าค่ามาตรฐานฯ ทั้งหมด จากนั้นจะนำมาคำนวณขีดความสามารถในการรองรับมลพิษ โดยนำค่าร้อยละ 90 ของค่ามาตรฐานฯ ลบด้วยระดับความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปีฐาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศเกินค่ามาตรฐานฯ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.13 ผลจากการคำนวณค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศจากแบบจำลอง พบว่ามลพิษในทุกพารามิเตอร์นั้นยังคงมีความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศในเขตพื้นที่ศึกษา ส่วนของมลพิษ NO₂ นั้นแม้ว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดในปีฐานจะมีค่าเข้าใกล้ค่า 90% ของมาตรฐาน แต่ NO₂ ยังคงสามารถรองรับมลพิษอากาศ NO₂ ได้ในอนาคตได้อีก 0.0628 mg/m³ ตัวอย่างเช่นที่ค่าเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง ค่าความเข้มข้นความเข้มข้น SO₂ (มก./ลบ.ม) สูงสุดในปีฐานเท่ากับ 0.1209 มก./ลบ.ม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับร้อยละ 90 ของมาตรฐาน พบว่าไม่เกินมาตรฐาน จึงนำไปหาความสามารถในการรองรับมลพิษด้วยการนำ ร้อยละ 90 ของมาตรฐาน ซึ่งเท่ากับ 0.702 มก./ลบ.ม ลบกับค่าความเข้มข้น SO₂ สูงสุดในปีฐานซึ่งเท่ากับ 0.1209 มก./ลบ.ม จะได้ ความสามารถในการรองรับ SO₂ ที่ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง เท่ากับ 0.5811 มก./ลบ.ม เป็นต้น

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลการประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศ

มลพิษ	ค่าความเข้มข้น สูงสุดในปัจจุบัน	มาตรฐาน	90% ของ มาตรฐาน	ความสามารถในการ รองรับมลพิษอากาศ
NO ₂ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.2252	0.320	0.288	0.0628
SO ₂ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.1209	0.780	0.702	0.5811
CO (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	13.8663	34.200	30.78	16.9137
CO (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 8 ชม.	6.6159	34.200	30.78	24.1641
PM ₁₀ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชม.				
คพ.- ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ (คูเมือง)	0.0757	0.330	0.297	0.2213
เทศบาล - ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ (คูเมือง)	0.0707	0.330	0.297	0.2263
เทศบาล - ตำแหน่งเทศบาล	0.0556	0.330	0.297	0.2414

4.5 คาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคต

คาดการณ์การปล่อยมลพิษในอนาคต เริ่มด้วยการกำหนดพื้นที่ที่คาดการณ์ว่าจะมีการปล่อยมลพิษ เพิ่มขึ้นในอนาคต โดยในการศึกษานี้ทำการกำหนดพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่เดิม และคาดการณ์ว่าในอนาคตจะมีความหนาแน่นของแหล่งกำเนิดมลพิษและประชากรหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความเข้มข้นและปริมาณของมลพิษเพิ่มขึ้นตามด้วย จึงเริ่มคาดการณ์การปล่อยมลพิษในอนาคตในขอบเขตพื้นที่เดิม โดยปรับอัตราการระบายที่เพิ่มมากขึ้นอ้างอิงตามรายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวมนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา, 2556) คำนวณอัตราการระบายที่เพิ่มมากขึ้นจากอัตราการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธี Exponential Method (ชลธิชา เกตุรัมย์, 2558) ตามสมการที่ 4.3 ดังนั้น สามารถสรุปรายละเอียดอัตราการเปลี่ยนแปลง สำหรับแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่แสดงดังตารางที่ 4.14 และสำหรับแหล่งกำเนิดแบบเส้นนั้น กำหนดอัตราการเปลี่ยนแปลงในอนาคตเพิ่มขึ้น 4% ทุกปีในทุกโครงข่ายถนน

$$P_t = P_0 e^{(rxn)} \quad (4.3)$$

โดยที่ P_t คือ จำนวนประชากรในช่วงหลังของเวลาที่ศึกษา

P_0 คือ จำนวนประชากรในช่วงแรกของเวลาที่ศึกษา

r คือ อัตราเพิ่มประชากรต่อปี

n คือ ช่วงเวลาของการศึกษา

ตัวอย่างเช่น ผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2552 มีประชากร 364,471 คน จากงานผังเมืองกำหนดให้อัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 1.47% ทำการประมาณประชากรในอนาคต 20 ปี หรือในปี พ.ศ. 2572 ทำการคำนวณค่า e จะได้ EXP (1.47*20) เท่ากับ 1.341783904 จากนั้นนำมาคูณกับจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2552 จะได้เท่ากับ 489,041,32 คน เป็นต้น

ตารางที่ 4.14 อัตราการเปลี่ยนแปลงปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงจากผังเมือง

แหล่งกำเนิด	กลุ่มศึกษา ปีฐาน 2552	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (%) ต่อปี (r)	จำนวนปี (n)	EXP (r*n)	50% ของ ผังเมือง	75% ของ ผังเมือง
			2572 - 2558	ผังเมือง (เพิ่มขึ้น 1 เท่า)		
แบบพื้นที่	1. เทศบาลนครราชสีมา เขต 1	0.52	14	1.076	1.038	1.057
	2. เทศบาลนครราชสีมา เขต 2 หนาแน่นมาก	0.52	14	1.076	1.038	1.057
	3. เทศบาลนครราชสีมา เขต 2 หนาแน่นน้อย	0.52	14	1.076	1.038	1.057
	4. เทศบาลนครราชสีมา เขต 3 หนาแน่นมาก	0.52	14	1.076	1.038	1.057
	5. เทศบาลนครราชสีมา เขต 3 หนาแน่นน้อย	0.52	14	1.076	1.038	1.057
	6. เทศบาลนครราชสีมา เขต 4 หนาแน่นมาก	0.52	14	1.076	1.038	1.057
	7. เทศบาลนครราชสีมา เขต 4 หนาแน่นน้อย	0.52	14	1.076	1.038	1.057
	8. ตำบลจอหอ หนาแน่นมาก	3.17	14	1.559	1.279	1.419
	9. ตำบลจอหอ หนาแน่นน้อย	3.17	14	1.559	1.279	1.419
	10. ตำบลบ้านเกาะ	0.77	14	1.114	1.057	1.085
	11. ตำบลหมื่นไวย	1.46	14	1.227	1.113	1.170
	12. ตำบลห้วยทะเล	2.98	14	1.518	1.259	1.388
	13. ตำบลโพธิ์กลาง	1.26	14	1.193	1.096	1.145
	14. ตำบลปรุใหญ่	2.26	14	1.372	1.186	1.279
แบบเส้น	โครงข่ายถนนทุกเส้น	4	14	1.751	1.375	1.563

ข้อมูลที่น่ามาอ้างอิงดังกล่าวนี้ ตามรายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินใช้สำหรับการคาดการณ์จำนวนประชากรและการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตอีก 14 ปี ข้างหน้า จึงได้อ้างอิง

ข้อมูลดังกล่าวนี้เพื่อใช้ในการคาดการณ์มลพิษที่จะเกิดขึ้นในอีก 14 ปี ข้างหน้าในงานวิจัยนี้ด้วยเช่นกัน เริ่มจากการคำนวณโดยการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอัตราการระบายมลพิษจากปีฐาน เนื่องจากงานผังเมืองคาดการณ์ว่าจำนวนประชากรจะเพิ่มขึ้นในอนาคตในรูปแบบ Exponential จึงได้อ้างอิงกำหนดให้อัตราการระบายมลพิษในปีฐานเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากร โดยกำหนดอัตราการระบายมลพิษครั้งนี้ อัตราการระบายมลพิษเพิ่มขึ้นจากปีฐานอ้างอิงผังเมืองกำหนด 0.5 เท่า อัตราการระบายมลพิษเพิ่มขึ้นจากปีฐานอ้างอิงผังเมืองกำหนด 0.75 เท่า และอัตราการระบายมลพิษเพิ่มขึ้นจากปีฐานอ้างอิงผังเมืองกำหนด 1 เท่า

จากตารางที่ 4.14 อัตราการเปลี่ยนแปลง (%) ต่อปี r อ้างอิงจาก การเปลี่ยนแปลงประชากรของงานผังเมืองรวม ซึ่งในแต่ละพื้นที่ตำบลมีอัตราการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันออกไป ชั้นแรกทำการคาดการณ์มลพิษที่จะเกิดขึ้นในอีก 14 ปี ข้างหน้า กำหนดให้ n เท่ากับ 14 ปี แล้วทำการคำนวณค่า $EXP(r*n)$ จะได้อัตราการเปลี่ยนแปลง (%) ต่อ 14 ปี หรือกำหนดเรียกว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากปีฐานอ้างอิงผังเมืองกำหนด 1 เท่า เมื่อได้ข้อมูลถึงตรงนี้ เราจะสามารถคำนวณหา อัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากปีฐานอ้างอิงผังเมืองกำหนด 0.5 เท่า และ 0.75 เท่า ได้จากการเทียบเปอร์เซ็นต์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลงในปีฐานและอัตราการเปลี่ยนแปลงในอีก 14 ปี ข้างหน้า (1 เท่า) ตัวอย่างเช่น เทศบาลนครราชสีมาเขต 1 มีอัตราการเปลี่ยนแปลง (%) ต่อปี r อ้างอิงจากผังเมืองเท่ากับ 0.52 % ทำการคาดการณ์มลพิษที่จะเกิดขึ้นในอีก 14 ปี ข้างหน้า ($n = 14$) แล้วทำการคำนวณค่า $EXP(r*n)$ จะได้อัตราการเปลี่ยนแปลง (%) ต่อ 14 ปีเท่ากับ 1.076 จากนั้นคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากปีฐานอ้างอิงผังเมืองกำหนด 0.5 เท่า และ 0.75 เท่า ต่อไป

เมื่อทราบอัตราการเปลี่ยนแปลงในอนาคต 0.5 เท่า, 0.75 เท่า และ 1 เท่าเรียบร้อยแล้วจะสามารถนำมาคำนวณการปล่อยมลพิษในอนาคตสำหรับแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่และแบบเส้นได้ตามตารางที่ 4.15 และ 4.16 ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงในอนาคตของทั้งแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่และแหล่งกำเนิดแบบเส้นนั้นจะนำมาคูณกับค่าการประมาณมลพิษในปีฐาน ตามอัตราการเปลี่ยนแปลงในอนาคต 0.5 เท่า, 0.75 เท่า และ 1 เท่า ตัวอย่างเช่น เทศบาลนครราชสีมาเขต 1 ประมาณมลพิษที่เกิดขึ้นในปีฐานเท่ากับ $9.2587E-09$ เมื่อนำไปคูณกับอัตราการเปลี่ยนแปลง ในอนาคต 0.5 เท่า, 0.75 เท่า และ 1 จะได้ $9.6083 E-09$, $9.7831 E-09$ และ $9.9579 E-09$ ในหน่วย กรัม/วินาที/ตร.ม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15 สรุปการประมาณการปล่อยมลพิษในอาคารสำหรับแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่

กลุ่มศึกษา	อัตราเพิ่มประชากรต่อปี (r) ที่ n=14	การเปลี่ยนแปลง 20 ปี EXP(r*n)	Emission (g/sec/m2)				กลุ่มศึกษา	อัตราเพิ่มประชากรต่อปี (r) ที่	การเปลี่ยนแปลง 20 ปี EXP(r*n)	Emission (g/sec/m2)			
			PM ₁₀	NO _x	CO	SO ₂				PM ₁₀	NO _x	CO	SO ₂
1.เทศบาลนครราชสีมาเขต 1		1.000	9.2587E-09	2.5842E-09	2.6374E-08	7.0534E-10	8. ตำบลจอหอ หนาแน่นมาก		1.000	7.7739E-10	2.1698E-10	2.2144E-09	5.9222E-11
		1.038	9.6083E-09	2.6818E-09	2.7370E-08	7.3197E-10			1.279	9.9453E-10	2.7759E-10	2.8329E-09	7.5764E-11
		1.057	9.7831E-09	2.7306E-09	2.7867E-08	7.4529E-10			1.419	1.1031E-09	3.0789E-10	3.1422E-09	8.4035E-11
2. เทศบาลนครราชสีมาเขต 2 หนาแน่นมาก	0.52	1.076	9.9579E-09	2.7794E-09	2.8365E-08	7.5860E-10	9. ตำบลจอหอ หนาแน่นน้อย	3.17	1.559	1.2117E-09	2.2036E-10	2.2489E-09	6.0146E-11
		1.000	8.5941E-09	2.3987E-09	2.4480E-08	6.5470E-10			1.000	2.0730E-09	5.7862E-10	5.9051E-09	1.5793E-10
		1.038	8.9186E-09	2.4893E-09	2.5405E-08	6.7942E-10			1.279	2.6521E-09	7.4023E-10	7.5545E-09	2.0204E-10
3.เทศบาลนครราชสีมาเขต 2 หนาแน่นน้อย	0.52	1.057	9.0808E-09	2.5346E-09	2.5867E-08	6.9178E-10	10. ตำบลบ้านเกาะ	3.17	1.419	2.9416E-09	8.2104E-10	8.3792E-09	2.2409E-10
		1.076	9.2431E-09	2.4245E-09	2.4744E-08	6.6175E-10			1.559	3.2311E-09	5.8764E-10	5.9972E-09	1.6039E-10
		1.000	6.6843E-09	1.8657E-09	1.9040E-08	5.0921E-10			1.000	3.0577E-09	8.5346E-10	8.7101E-09	2.3294E-10
4. เทศบาลนครราชสีมาเขต 3 หนาแน่นมาก	0.52	1.038	6.9367E-09	1.9361E-09	1.9759E-08	5.2844E-10	11. ตำบลห้วยน้ำไข้ว	0.77	1.057	3.2318E-09	9.0203E-10	9.2058E-09	2.4620E-10
		1.057	7.0629E-09	1.9713E-09	2.0119E-08	5.3805E-10			1.085	3.3188E-09	9.2632E-10	9.4536E-09	2.5283E-10
		1.076	7.1890E-09	1.8857E-09	1.9245E-08	5.1469E-10			1.114	3.4058E-09	8.6297E-10	8.8071E-09	2.3554E-10
5. เทศบาลนครราชสีมาเขต 3 หนาแน่นน้อย	0.52	1.000	9.2410E-09	2.5793E-09	2.6323E-08	7.0399E-10	12. ตำบลหัวทะเล	1.46	1.000	1.6844E-09	4.7013E-10	4.7979E-09	1.2832E-10
		1.038	9.5900E-09	2.6767E-09	2.7317E-08	7.3057E-10			1.113	1.8753E-09	5.2344E-10	5.3420E-09	1.4287E-10
		1.057	9.7644E-09	2.7254E-09	2.7814E-08	7.4386E-10			1.170	1.9708E-09	5.5009E-10	5.6140E-09	1.5014E-10
6. เทศบาลนครราชสีมาเขต 4 หนาแน่นมาก	0.52	1.076	9.9389E-09	2.6070E-09	2.6606E-08	7.1156E-10	13. ตำบลโพธิ์กลาง	2.98	1.227	2.0663E-09	4.7589E-10	4.8568E-09	1.2989E-10
		1.000	7.0700E-09	1.9733E-09	2.0139E-08	5.3860E-10			1.000	4.0813E-09	1.1392E-09	1.1626E-08	3.1092E-10
		1.038	7.3369E-09	2.0478E-09	2.0899E-08	5.5893E-10			1.259	5.1378E-09	1.4340E-09	1.4635E-08	3.9140E-10
7. เทศบาลนครราชสีมาเขต 4 หนาแน่นน้อย	0.52	1.057	7.4704E-09	2.0851E-09	2.1280E-08	5.6910E-10	14. ตำบลป่าใหญ่	1.26	1.388	5.6660E-09	1.5815E-09	1.6140E-08	4.3164E-10
		1.076	7.6038E-09	1.9945E-09	2.0356E-08	5.4439E-10			1.518	6.1942E-09	1.1564E-09	1.1802E-08	3.1564E-10
		1.000	4.2494E-09	1.1861E-09	1.2104E-08	3.2372E-10			1.000	1.4900E-09	4.1588E-10	4.2443E-09	1.1351E-10
8. เทศบาลนครราชสีมาเขต 4 หนาแน่นมาก	0.52	1.038	4.4098E-09	1.2308E-09	1.2561E-08	3.3594E-10			1.096	1.6337E-09	4.5600E-10	4.6537E-09	1.2446E-10
		1.057	4.4900E-09	1.2532E-09	1.2790E-08	3.4205E-10			1.145	1.7056E-09	4.7605E-10	4.8584E-09	1.2993E-10
		1.076	4.5703E-09	1.1988E-09	1.2235E-08	3.2720E-10			1.193	1.7774E-09	4.2084E-10	4.2949E-09	1.1486E-10
9. เทศบาลนครราชสีมาเขต 4 หนาแน่นน้อย	0.52	1.000	1.4172E-08	3.9557E-09	4.0370E-08	1.0797E-09			1.000	3.1744E-09	8.8601E-10	9.0422E-09	2.4183E-10
		1.038	1.4707E-08	4.1050E-09	4.1894E-08	1.1204E-09			1.186	3.7651E-09	1.0509E-09	1.0725E-08	2.8683E-10
		1.057	1.4975E-08	4.1797E-09	4.2656E-08	1.1408E-09			1.279	4.0604E-09	1.1333E-09	1.1566E-08	3.0933E-10
10. เทศบาลนครราชสีมาเขต 4 หนาแน่นมาก	0.52	1.076	1.5242E-08	3.9982E-09	4.0804E-08	1.0913E-09			1.372	4.3558E-09	8.9816E-10	9.1663E-09	2.4514E-10

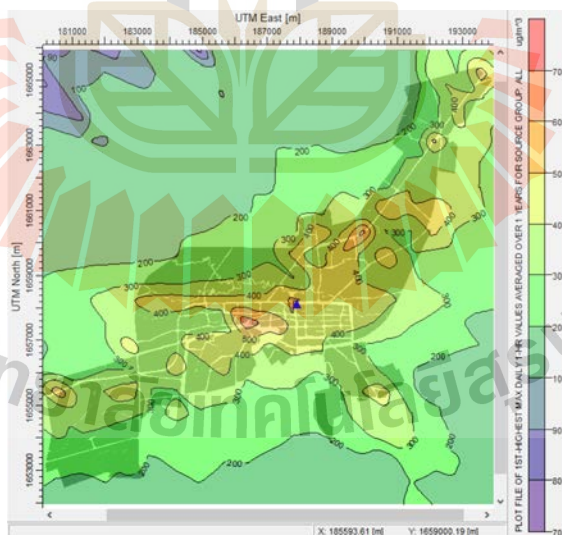
ตารางที่ 4.16 สรุปการประมาณการปล่อยมลพิษในอาคารสำหรับแหล่งกำเนิดแบบเส้น

ประเภท	อัตราเพิ่มประชากร ต่อปี (r) ที่ n=14	การเปลี่ยนแปลง 20 ปี EXP(*n)	Emission (grams/sec/m2)				ประเภท	อัตราเพิ่มประชากร ต่อปี (r) ที่ n=14	การเปลี่ยนแปลง 20 ปี EXP(*n)	Emission (grams/sec/m2)				ประเภท	อัตราเพิ่มประชากร ต่อปี (r) ที่ n=14	การเปลี่ยนแปลง 20 ปี EXP(*n)	Emission (grams/sec/m2)							
			NO _x	SO ₂	CO	PM ₁₀				NO _x	SO ₂	CO	PM ₁₀				NO _x	SO ₂	CO	PM ₁₀				
ข.1		1.000	2.564E-06	2.182E-07	3.504E-05	2.772E-07	ข.9		1.000	4.643E-06	1.121E-06	0.0001384	1.024E-06	ข.6		1.000	3.137E-06	5.365E-07	6.579E-05	4.981E-07				
		1.375	3.527E-06	3.002E-07	4.819E-05	3.812E-07			1.375	6.385E-06	1.542E-06	0.0001903	1.409E-06			1.375	4.315E-06	7.379E-07	9.048E-05	6.85E-07				
		1.563	4.008E-06	3.411E-07	5.477E-05	4.332E-07			1.563	7.257E-06	1.753E-06	0.0002162	1.601E-06			1.563	4.903E-06	8.386E-07	0.0001028	7.785E-07				
0.04		1.751	4.489E-06	3.821E-07	6.135E-05	4.852E-07	0.04		1.751	8.128E-06	1.963E-06	0.0002422	1.793E-06	0.04		1.751	5.492E-06	9.393E-07	0.0001152	8.72E-07				
		1.000	4.648E-06	6.85E-07	0.0001187	8.838E-07			ข.11		1.000	3.137E-06	5.365E-07			6.579E-05	4.981E-07							
		1.375	6.393E-06	9.42E-07	0.0001632	1.216E-06					1.375	4.315E-06	7.379E-07			9.048E-05	6.85E-07							
1.563	7.265E-06	1.071E-06	0.0001855	1.381E-06	1.563	4.903E-06	8.386E-07	0.0001028			7.785E-07													
0.04		1.751	8.138E-06	1.199E-06	0.0002078	1.547E-06	0.04		1.751	5.461E-06	1.014E-06	0.0001365	1.011E-06	0.04		1.751	5.492E-06	9.393E-07	0.0001152	8.72E-07				
		1.000	2.661E-06	1.972E-07	4.348E-05	3.395E-07			ข.10		1.000	3.247E-06	3.617E-07			4.846E-05	3.763E-07	ข.9		1.000	4.874E-06	4.613E-07	7.41E-05	5.805E-07
		1.375	3.66E-06	2.712E-07	5.98E-05	4.669E-07					1.375	4.465E-06	4.975E-07			6.665E-05	5.175E-07			1.375	6.704E-06	6.345E-07	0.0001019	7.984E-07
1.563	4.159E-06	3.082E-07	6.796E-05	5.306E-07	1.563	5.075E-06	5.654E-07	7.574E-05			5.881E-07	1.563	7.619E-06	7.211E-07	0.0001158	9.073E-07								
0.04		1.751	4.658E-06	3.453E-07	7.611E-05	5.943E-07	0.04		1.751	5.684E-06	6.333E-07	8.483E-05	6.587E-07	0.04		1.751	8.533E-06	8.077E-07	0.0001297	1.016E-06				
		1.000	4.504E-06	5.085E-07	8.202E-05	6.24E-07			ข.12		1.000	3.049E-06	6.005E-07			6.979E-05	5.231E-07	ข.10		1.000	3.08E-06	5.877E-07	6.669E-05	4.972E-07
		1.375	6.194E-06	6.994E-07	0.0001128	8.583E-07					1.375	4.194E-06	8.259E-07			9.598E-05	7.194E-07			1.375	4.236E-06	8.083E-07	9.172E-05	6.837E-07
1.563	7.039E-06	7.949E-07	0.0001282	9.754E-07	1.563	4.766E-06	9.386E-07	0.0001091			8.176E-07	1.563	4.814E-06	9.185E-07	0.0001042	7.77E-07								
0.04		1.751	7.884E-06	8.903E-07	0.0001436	1.092E-06	0.04		1.751	5.338E-06	1.051E-06	0.0001222	9.158E-07	0.04		1.751	5.393E-06	1.029E-06	0.0001168	8.703E-07				
		1.000	3.837E-06	6.793E-07	9.977E-05	7.426E-07			ข.15		1.000	4.223E-06	3.712E-07			5.538E-05	4.514E-07	ข.2		1.000	4.376E-06	5.221E-07	5.906E-05	5.104E-07
		1.375	5.277E-06	9.343E-07	0.0001372	1.021E-06					1.375	5.809E-06	5.106E-07			7.617E-05	6.208E-07			1.375	6.019E-06	7.18E-07	8.122E-05	7.019E-07
1.563	5.997E-06	1.062E-06	0.0001559	1.161E-06	1.563	6.601E-06	5.802E-07	8.656E-05			7.055E-07	1.563	6.84E-06	8.16E-07	9.231E-05	7.977E-07								
0.04		1.751	6.717E-06	1.189E-06	0.0001747	1.3E-06	0.04		1.751	7.394E-06	6.499E-07	9.695E-05	7.902E-07	0.04		1.751	7.661E-06	9.14E-07	0.0001034	8.935E-07				
		1.000	3.837E-06	6.793E-07	9.977E-05	7.426E-07			ข.2		1.000	7.464E-06	1.231E-06			0.0001605	1.213E-06	ข.205		1.000	3.089E-06	4.82E-07	6.629E-05	4.985E-07
		1.375	5.277E-06	9.343E-07	0.0001372	1.021E-06					1.375	1.027E-05	1.693E-06			0.0002208	1.669E-06			1.375	4.249E-06	6.629E-07	9.117E-05	6.856E-07
1.563	5.997E-06	1.062E-06	0.0001559	1.161E-06	1.563	1.167E-05	1.924E-06	0.0002509			1.897E-06	1.563	4.828E-06	7.534E-07	0.0001036	7.791E-07								
0.04		1.751	6.717E-06	1.189E-06	0.0001747	1.3E-06	0.04		1.751	1.307E-05	2.155E-06	0.000281	2.124E-06	0.04		1.751	5.408E-06	8.438E-07	0.0001161	8.726E-07				
		1.000	2.609E-06	3.847E-07	4.718E-05	3.579E-07			ข.3		1.000	3.845E-06	5.725E-07			6.362E-05	4.909E-07	ข.224		1.000	4.449E-06	2.674E-07	2.351E-05	2.243E-07
		1.375	3.589E-06	5.291E-07	6.489E-05	4.922E-07					1.375	5.288E-06	7.874E-07			8.75E-05	6.752E-07			1.375	6.119E-06	3.678E-07	3.233E-05	3.085E-07
1.563	4.078E-06	6.013E-07	7.375E-05	5.594E-07	1.563	6.009E-06	8.949E-07	9.944E-05			7.673E-07	1.563	6.954E-06	4.179E-07	3.675E-05	3.506E-07								
0.04		1.751	4.568E-06	6.735E-07	8.26E-05	6.265E-07	0.04		1.751	6.731E-06	1.902E-06	0.0001114	8.594E-07	0.04		1.751	7.789E-06	4.681E-07	4.116E-05	3.927E-07				
		1.000	4.648E-06	6.85E-07	0.0001187	8.838E-07			ข.4		1.000	4.179E-06	1.009E-06			0.0001245	9.218E-07	ข.226		1.000	2.216E-06	1.36E-07	1.254E-05	1.127E-07
		1.375	6.393E-06	9.42E-07	0.0001632	1.216E-06					1.375	5.747E-06	1.388E-06			0.0001713	1.268E-06			1.375	3.047E-06	1.871E-07	1.724E-05	1.55E-07
1.563	7.265E-06	1.071E-06	0.0001855	1.381E-06	1.563	6.531E-06	1.578E-06	0.0001946			1.441E-06	1.563	3.463E-06	2.126E-07	1.96E-05	1.762E-07								
0.04		1.751	8.138E-06	1.199E-06	0.0002078	1.547E-06	0.04		1.751	7.315E-06	1.767E-06	0.000218	1.614E-06	0.04		1.751	3.879E-06	2.381E-07	2.195E-05	1.973E-07				
		1.000	3.261E-06	2.814E-07	3.161E-05	2.599E-07			ข.5		1.000	4.4E-06	4.114E-07			5.221E-05	4.22E-07	ข.304		1.000	1.056E-06	9.281E-08	1.384E-05	1.128E-07
		1.375	4.485E-06	3.871E-07	4.347E-05	3.574E-07					1.375	6.051E-06	5.659E-07			7.181E-05	5.805E-07			1.375	1.452E-06	1.276E-07	1.904E-05	1.552E-07
1.563	5.097E-06	4.399E-07	4.94E-05	4.062E-07	1.563	6.877E-06	6.431E-07	8.16E-05			6.597E-07	1.563	1.65E-06	1.451E-07	2.164E-05	1.764E-07								
0.04		1.751	5.709E-06	4.927E-07	5.534E-05	4.549E-07	0.04		1.751	7.702E-06	7.203E-07	9.14E-05	7.389E-07	0.04		1.751	1.848E-06	1.625E-07	2.424E-05	1.976E-07				

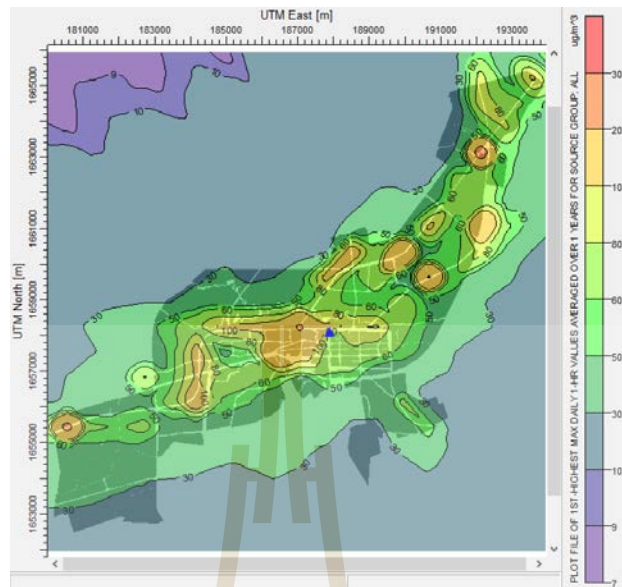
4.5.1 การคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตามผังเมือง (มลพิษเพิ่มขึ้น 1 เท่า)

การคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคต ในปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง โดยใช้แบบจำลอง AERMOD ข้อมูลที่ใช้ป้อนเข้าสู่แบบจำลองนั้นนอกจากข้อมูลอัตราการระบายมลพิษในอนาคตที่ได้ทำการประมาณตารางที่ 4.14 – 4.15 แล้ว นอกเหนือจากที่กล่าวมานี้ ใช้ข้อมูลเดียวกันกับข้อมูลความเข้มข้นมลพิษอากาศในปีฐานทั้งหมด จากนั้นทำการประเมินค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศเฉลี่ยและสูงสุดของพื้นที่ศึกษาด้วยแบบจำลอง AERMOD ผลจากการประเมินผลด้วยแบบจำลองแสดงดังรูปที่ 4.21 – 4.25 และสามารถสรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตามผังเมือง (เพิ่มขึ้น 1 เท่า) ได้ดังตารางที่ 4.17

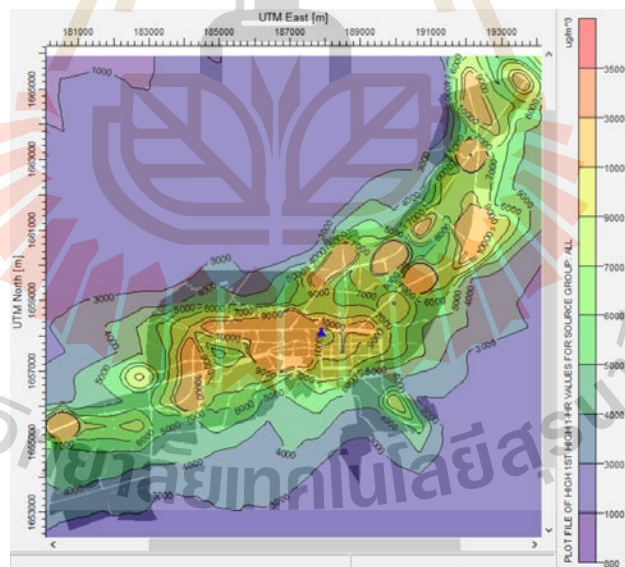
ผลการคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตามผังเมือง (เพิ่มขึ้น 1 เท่า) พบว่าเส้นชั้นความเข้มข้นมลพิษอากาศตามทีมงานผังเมืองคาดการณ์ไว้นั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเส้นชั้นความเข้มข้นมลพิษอากาศในปีฐานค่อนข้างมากในทุกพารามิเตอร์ เนื่องจากความเข้มข้นมลพิษมีระดับเพิ่มมากขึ้น และมลพิษระดับความเข้มข้นสูงส่วนใหญ่มีการเกาะกลุ่มอยู่บริเวณใจกลางเมืองและบริเวณแหล่งกำเนิดที่มีกิจกรรมการปล่อยมลพิษ ที่เข้มข้นมลพิษ NO_2 เฉลี่ยรายชั่วโมงนั้นจะมีการกระจายตัวความเข้มข้นระดับต่ำในบริเวณกว้างที่สุด และที่เข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง มีการกระจายตัวความเข้มข้นระดับต่ำในบริเวณแคบที่สุด



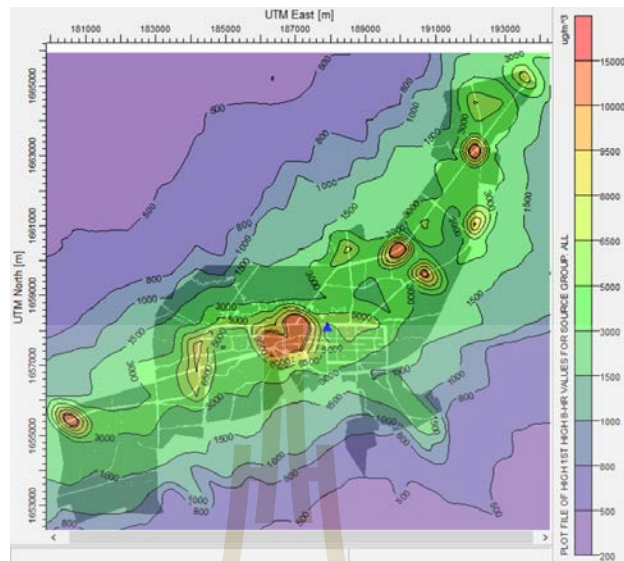
รูปที่ 4.21 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ NO_2 เฉลี่ยรายชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง



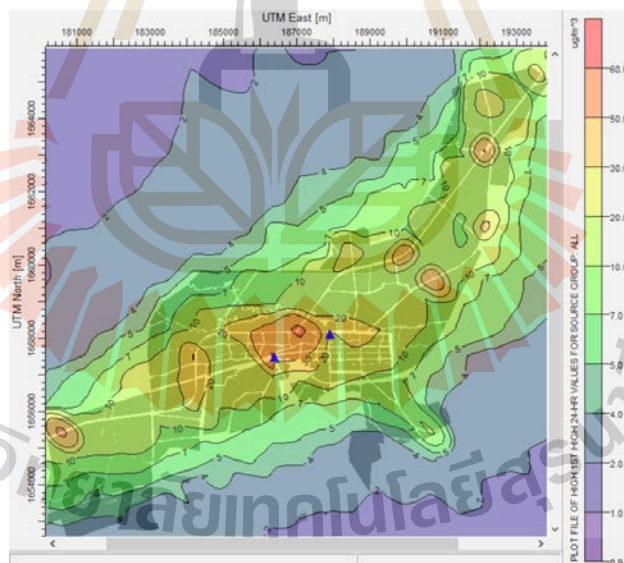
รูปที่ 4.22 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ SO₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง
ในปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง



รูปที่ 4.23 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง ในปี
พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง



รูปที่ 4.24 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง
ในปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง



รูปที่ 4.25 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ PM₁₀ เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง
ในปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตามผังเมือง

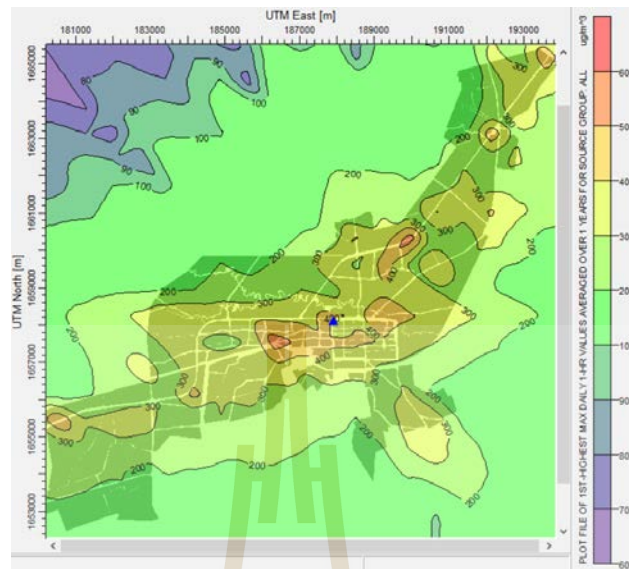
ตารางที่ 4.17 สรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตามผังเมือง (เพิ่มขึ้น 1 เท่า)

มลพิษ	AERMOD ปี 2572
	ผังเมือง
NO ₂ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.4312
SO ₂ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.0672
CO (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	7.6544
CO (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 8 ชม.	4.2603
PM ₁₀ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชม.	
คพ. - ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ (คูเมือง)	0.0178
เทศบาล - ตำแหน่งเทศบาล	0.0350

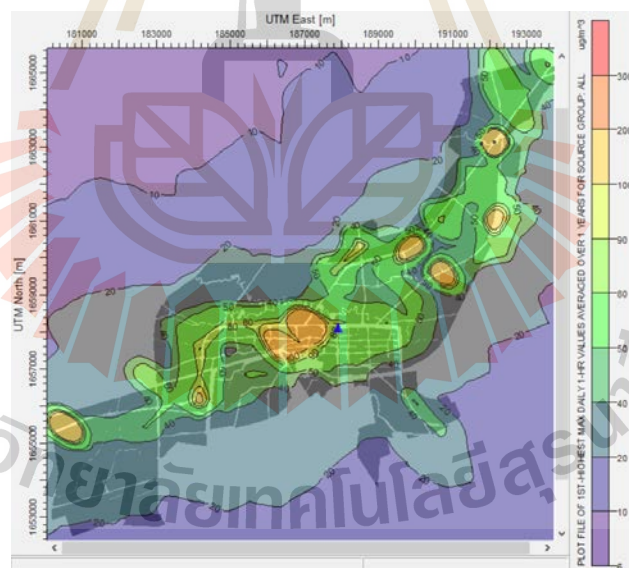
4.5.2 การคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.5 เท่า)

การคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคต ในปี พ.ศ. 2572 โดยใช้ข้อมูล 50% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.5 เท่า) จากปีฐาน ทำการประเมินค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศเฉลี่ยและสูงสุดของพื้นที่ศึกษาด้วยแบบจำลอง AERMOD ผลจากการประเมินผลด้วยแบบจำลองแสดงดังรูปที่ 4.26 – 4.30 และสามารถสรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.5 เท่า) ได้ดังตารางที่ 4.18

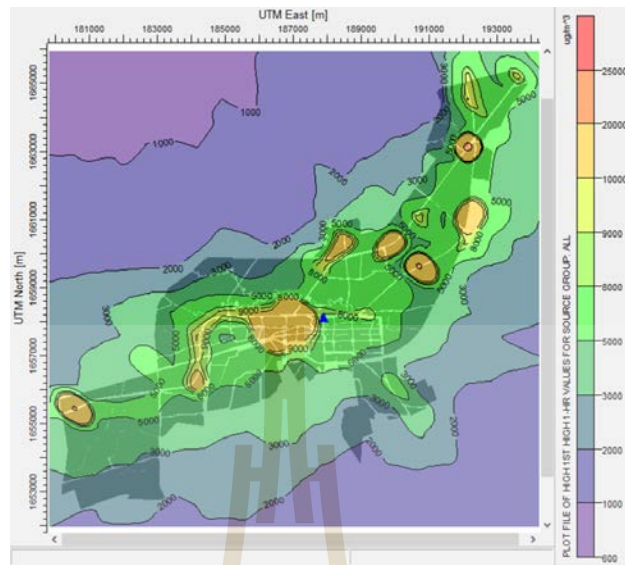
ผลการคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.5 เท่า) พบว่าเส้นชั้นความเข้มข้นมลพิษอากาศ 50% ของผังเมืองคาดการณ์ไว้นั้น สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของมลพิษได้ชัดเจนมากขึ้น เส้นชั้นความเข้มข้นมลพิษอากาศในปีฐานขยายตัวและมีระดับสูงมากขึ้นในทุกพารามิเตอร์



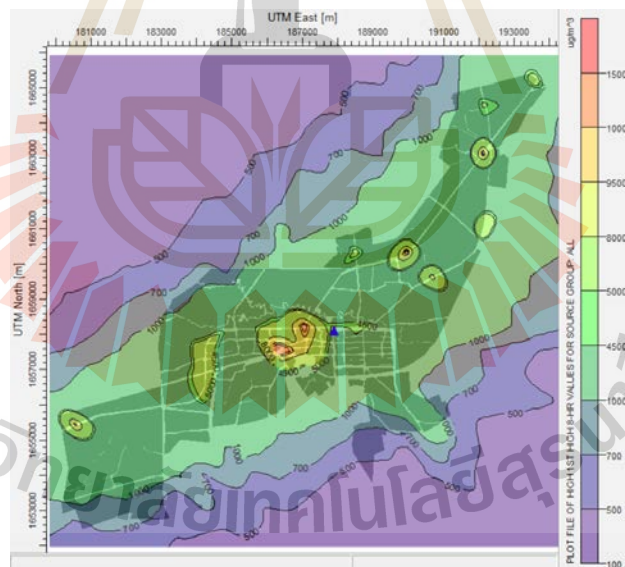
รูปที่ 4.26 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ NO₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง
ปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง



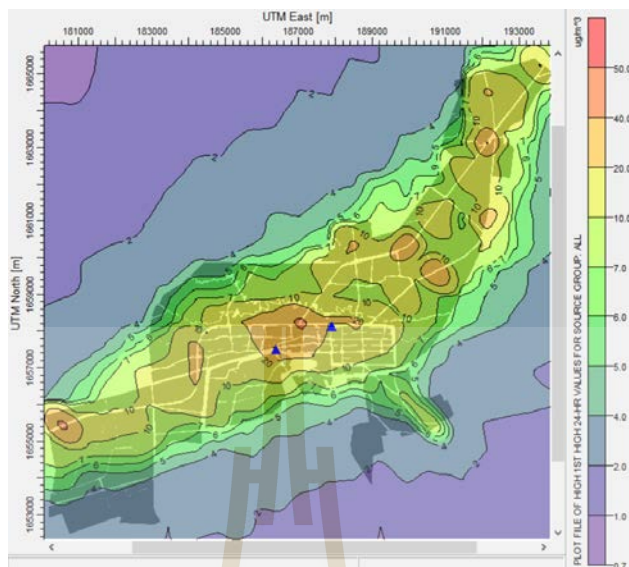
รูปที่ 4.27 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ SO₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง
อ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง



รูปที่ 4.28 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง
อ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง



รูปที่ 4.29 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง
อ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง



รูปที่ 4.30 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ PM_{10} เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง อ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง

ตารางที่ 4.18 สรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคต อ้างอิงตาม 50% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.5 เท่า)

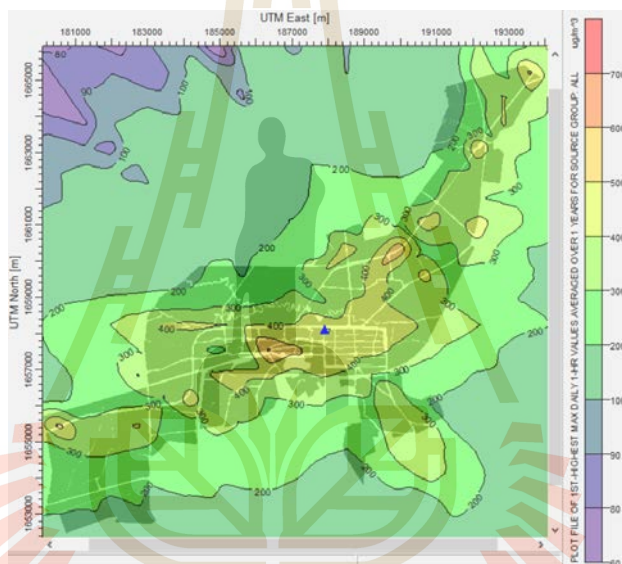
มลพิษ	AERMOD ปี 2572
	50% ของผังเมือง
NO_2 (mg/m^3) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.3478
SO_2 (mg/m^3) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.0529
CO (mg/m^3) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	6.0167
CO (mg/m^3) ระยะเวลาเฉลี่ย 8 ชม.	3.3491
PM_{10} (mg/m^3) ระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชม.	
คพ. - ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ (คูเมือง)	0.0143
เทศบาล - ตำแหน่งเทศบาล	0.0278

4.5.3 การคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.75 เท่า)

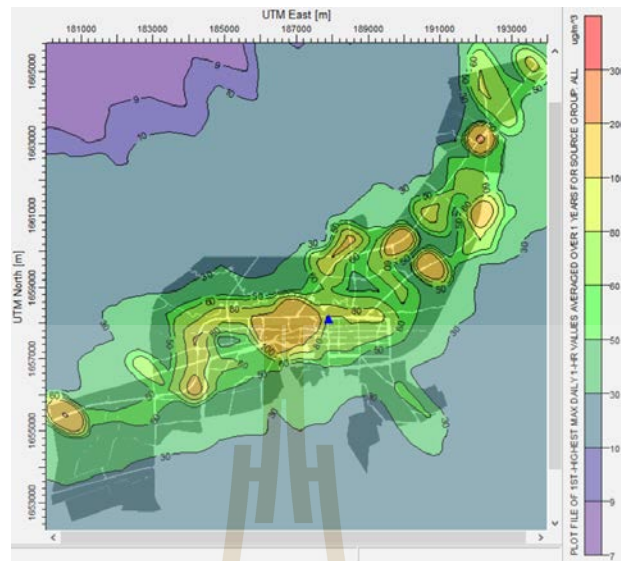
การคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคต ในปี พ.ศ. 2572 โดยใช้ข้อมูล 75% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.75 เท่า) จากปีฐาน ทำการประเมินค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศเฉลี่ยและสูงสุดของพื้นที่ศึกษาด้วยแบบจำลอง AERMOD ผลจากการประเมินผลด้วยแบบจำลองแสดงดังรูป

ที่ 4.31 – 4.35 และสามารถสรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.75 เท่า) ได้ดังตารางที่ 4.19

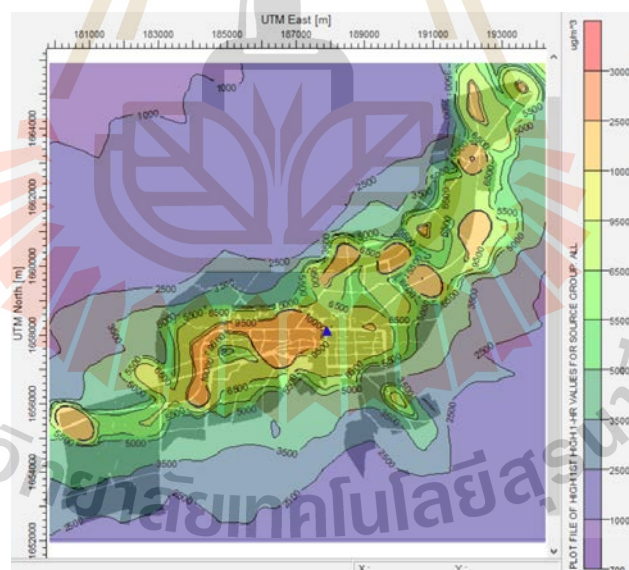
ผลการคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตอ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.75 เท่า) พบว่าเส้นชั้นความเข้มข้นมลพิษอากาศ 75% ของผังเมืองคาดการณ์ไว้นั้น สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของมลพิษจาก 50% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.5 เท่า) เพียงเล็กน้อย ในทุกพารามิเตอร์ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงแค่ระดับความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้นเท่านั้น ส่วนพื้นที่การกระจายตัวของมลพิษนั้น เส้นชั้นความเข้มข้นมลพิษอากาศยังคงคล้ายคลึงกับการกระจายตัวของมลพิษ 50% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.5 เท่า)



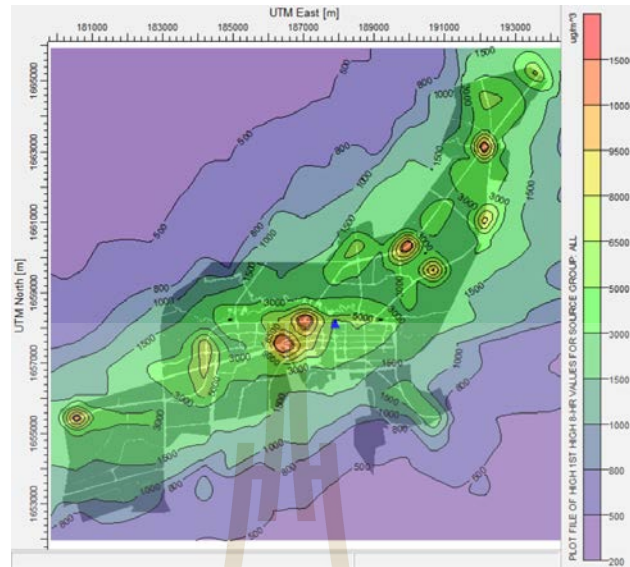
รูปที่ 4.31 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ NO_2 เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง



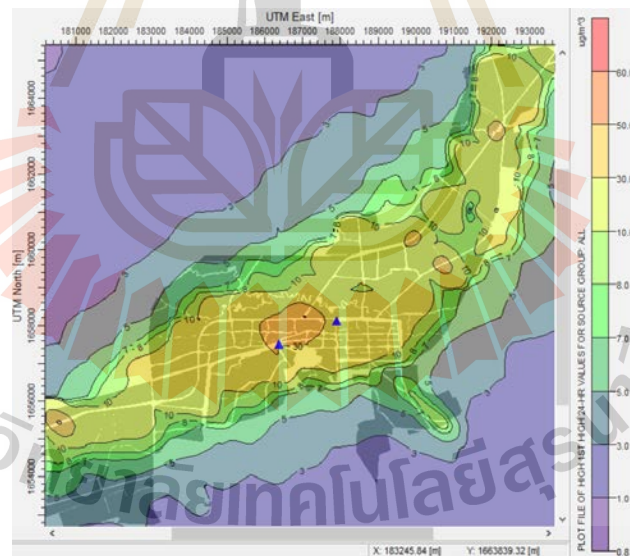
รูปที่ 4.32 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ SO_2 เฉลี่ยรายชั่วโมง
อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง



รูปที่ 4.33 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง
อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง



รูปที่ 4.34 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง
อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง



รูปที่ 4.35 เส้นชั้นความเข้มข้นจากการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษ PM₁₀ เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง
อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง

ตารางที่ 4.19 สรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศในอนาคต อ้างอิงตาม 75% ของผังเมือง (เพิ่มขึ้น 0.75 เท่า)

มลพิษ	AERMOD ปี 2572
	75% ของผังเมือง
NO ₂ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.3895
SO ₂ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	0.0601
CO (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	6.6951
CO (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 8 ชม.	3.8049
PM ₁₀ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชม.	
คพ. - ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ (คูเมือง)	0.0160
เทศบาล - ตำแหน่งเทศบาล	0.0314

4.5.4 คาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคต

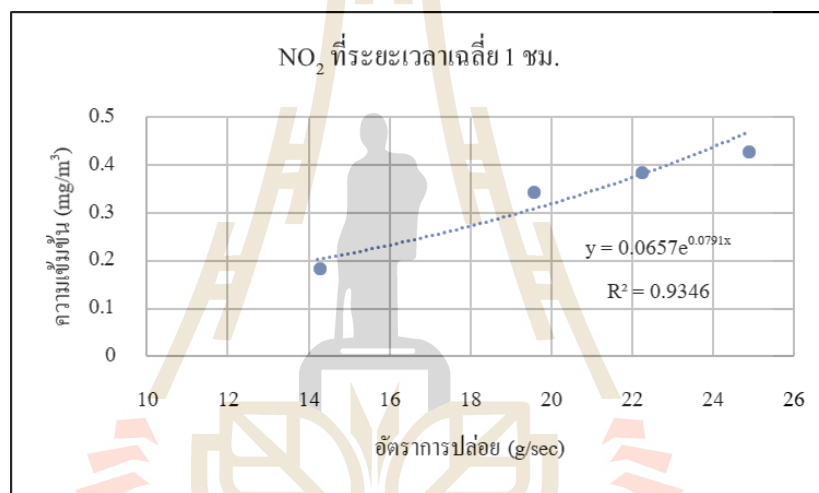
การพล็อตกราฟของอัตราการระบายเปลี่ยนแปลง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศในบรรยากาศในแต่ละพารามิเตอร์ ที่อัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการระบายมลพิษในปีฐาน, เพิ่มขึ้น 50% ของผังเมือง, เพิ่มขึ้น 75% ของผังเมือง และอ้างอิงตามผังเมือง แสดงดังตารางที่ 4.20 นำมาพล็อตกราฟความสัมพันธ์ในรูปแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Methods) เนื่องจากข้อมูลอัตราการระบายมลพิษนั้นมีความสัมพันธ์แปรผันตามจำนวนประชากร ซึ่งจำนวนประชากรที่เกิดขึ้นในอนาคตนั้น จะมีอัตราการเพิ่มขึ้นแบบสะสม จึงคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษให้มีการเพิ่มขึ้นแบบสะสมตามจำนวนประชากร จากข้อมูลจำนวนประชากรที่นำมาอ้างอิงนั้น งานผังเมืองรวมได้ทำนายจำนวนประชากรในอนาคตด้วยวิธีแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Methods) เช่นเดียวกัน ได้กราฟแสดงดังรูปที่ 4.36 – 4.40

ตารางที่ 4.20 สรุปความเข้มข้นมลพิษอากาศ ที่อัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการระบายมลพิษในปีฐาน, เพิ่มขึ้น 50% ของผังเมือง, เพิ่มขึ้น 75% ของผังเมือง

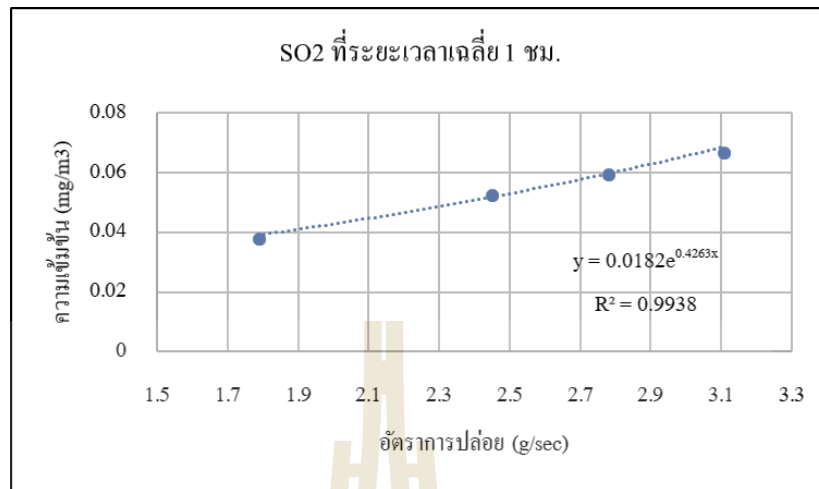
มลพิษ	ประเภท	ปัจจุบัน		50% ของผังเมือง		75% ของผังเมือง		ผังเมือง	
		AERMOD ปี 2558	AQI	AERMOD ปี 2572	AQI	AERMOD ปี 2572	AQI	AERMOD ปี 2572	AQI
NO ₂ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	อัตราการปล่อย (g/sec)	14.2281	-	19.5326	-	22.1849	-	24.8278	-
	ความเข้มข้น (mg/m ³)	0.1890	47 (สีเขียว)	0.3478	109 (สีส้ม)	0.3895	122 (สีส้ม)	0.4312	135 (สีส้ม)
SO ₂ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	อัตราการปล่อย (g/sec)	1.7846	-	2.4446	-	2.7746	-	3.1021	-
	ความเข้มข้น (mg/m ³)	0.0385	4 (สีฟ้า)	0.0529	5 (สีฟ้า)	0.0601	6 (สีฟ้า)	0.0672	7 (สีฟ้า)
CO (mg/m ³) CO (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม. CO (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 8 ชม.	อัตราการปล่อย (g/sec)	214.9612	-	295.2788	-	335.4376	-	375.5010	-
	ความเข้มข้น (mg/m ³)	4.3312	-	6.0167	-	6.6951	-	7.6544	-
	ความเข้มข้น (mg/m ³)	2.3496	12 (สีฟ้า)	3.3491	16 (สีฟ้า)	3.8049	19 (สีฟ้า)	4.2603	21 (สีฟ้า)
PM ₁₀ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชม. คพ. - ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ (คูเมือง) เทศบาล - ตำแหน่งเทศบาล	อัตราการปล่อย (g/sec)	2.1290	-	2.7999	-	3.1354	-	3.4709	-
	ความเข้มข้น (mg/m ³)	0.0108	6 (สีฟ้า)	0.0143	7 (สีฟ้า)	0.0160	8 (สีฟ้า)	0.0178	6 (สีฟ้า)
	ความเข้มข้น (mg/m ³)	0.0205	11 (สีฟ้า)	0.0278	14 (สีฟ้า)	0.0314	16 (สีฟ้า)	0.0350	18 (สีฟ้า)



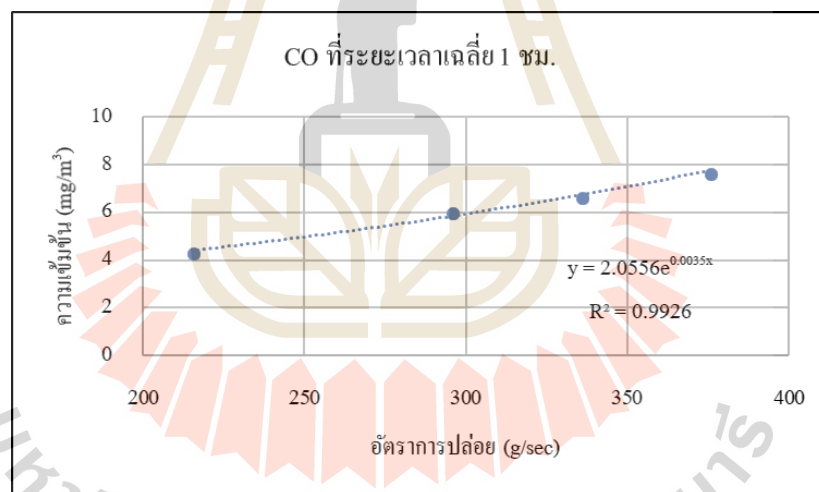
จากกราฟความสัมพันธ์พบว่ากราฟมีลักษณะความโค้งแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ในทุกพารามิเตอร์นั้นมีค่าสหสัมพันธ์ r^2 (Correlation) ค่า r^2 ที่ได้จากกราฟมีค่าอยู่ที่ 0.934 – 0.9983 มีค่าเข้าใกล้ 1 อย่างมากจึงถือได้ว่าข้อมูลดังกล่าวนี้มีความน่าเชื่อถือ จากทุกกราฟความสัมพันธ์ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศในบรรยากาศ แสดงดังสมการที่ 4.4 – 4.9 ทั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลความสัมพันธ์กับรูปแบบกราฟที่มีลักษณะความโค้งแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลและกราฟที่มีลักษณะเส้นตรง พบว่าค่าสหสัมพันธ์ r^2 เส้นโค้งแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลมีความน่าเชื่อถือมากกว่าเส้นตรง จึงเลือกใช้สมการเส้นโค้งแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล



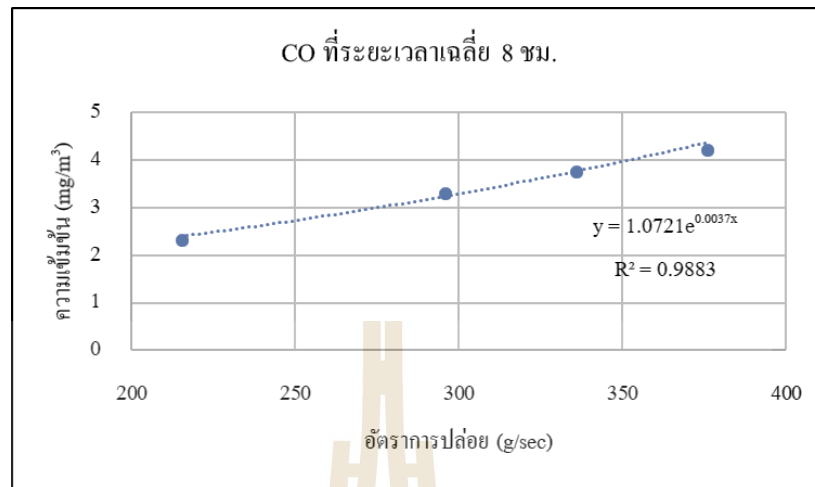
รูปที่ 4.36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศในบรรยากาศของ NO₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572



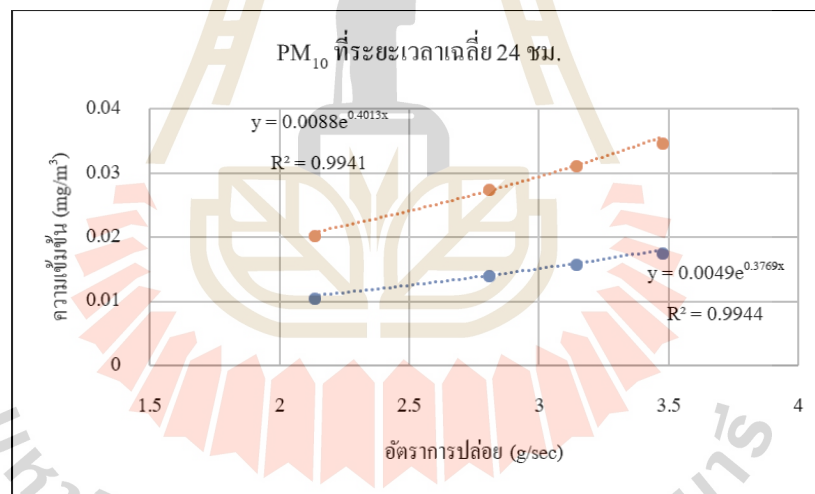
รูปที่ 4.37 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศ
ในบรรยากาศของ SO₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572



รูปที่ 4.38 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศ
ในบรรยากาศของ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572



รูปที่ 4.39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศ
 ในบรรยากาศของ CO เฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572



รูปที่ 4.40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศ
 ในบรรยากาศของ PM₁₀ เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572

จากนั้นหาช่วงเวลาที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดอัตราการระบายมลพิษอากาศ จากการเพิ่มขึ้นของแหล่งกำเนิดมลพิษและประชากร โดยการแทนค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศที่สามารถรองรับได้หรือ 90% ของค่ามาตรฐาน นำมาแก้สมการหาค่าอัตราการระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมรับได้ สำหรับค่าความเข้มข้นแต่ละระยะเวลาเฉลี่ย จากนั้นก็เลือกช่วงเวลาที่ค่าอัตราการระบายมลพิษอากาศต่ำสุด การพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับ

ความเข้มข้นมลพิษอากาศในบรรยากาศ โดยเพิ่มจุด ค่าอัตราการระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมให้มีได้ รายละเอียดดังตารางที่ 4.20 ได้กราฟแสดงดังรูปที่ 4.41 – 4.45

อัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น NO_2 ในบรรยากาศ ที่เฉลี่ย 1 ชั่วโมง สมการที่ 4.4

$$y = 0.0657e^{0.0791x} \quad (4.4)$$

อัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น SO_2 ในบรรยากาศ ที่เฉลี่ย 1 ชั่วโมง สมการที่ 4.5

$$y = 0.0182e^{0.4263x} \quad (4.5)$$

อัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น CO ในบรรยากาศ ที่เฉลี่ย 1 ชั่วโมง สมการที่ 4.6

$$y = 2.0556e^{0.0035x} \quad (4.6)$$

อัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น CO ในบรรยากาศ ที่เฉลี่ย 8 ชั่วโมง สมการที่ 4.7

$$y = 1.0721e^{0.0037x} \quad (4.7)$$

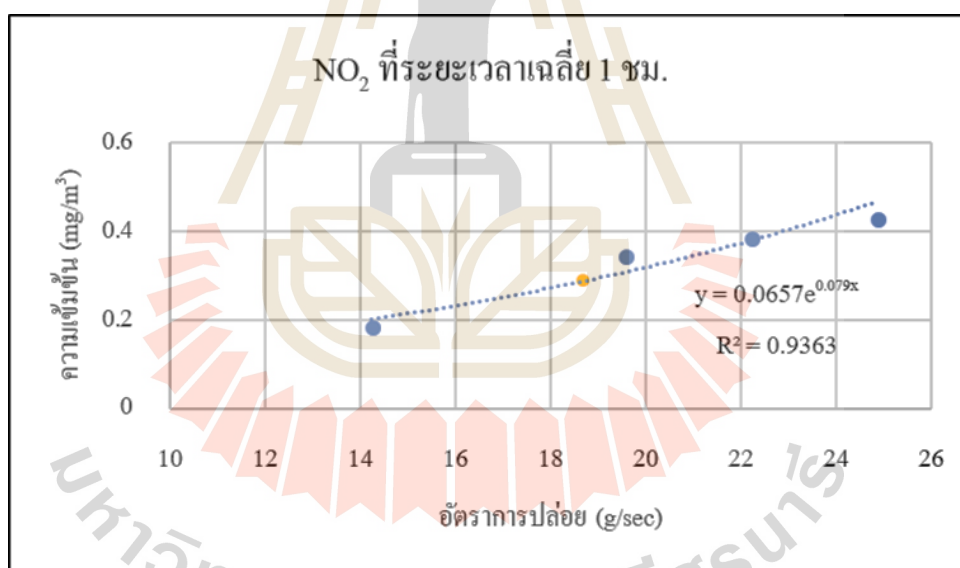
อัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้น PM_{10} ในบรรยากาศ ที่เฉลี่ย 23 ชั่วโมง ที่ตำแหน่งสถานีสูบสูบน้ำ (คูเมือง) ดังสมการที่ 4.8 และที่ตำแหน่งเทศบาล ดังสมการที่ 4.9

$$y = 0.0049e^{0.3769x} \quad (4.8)$$

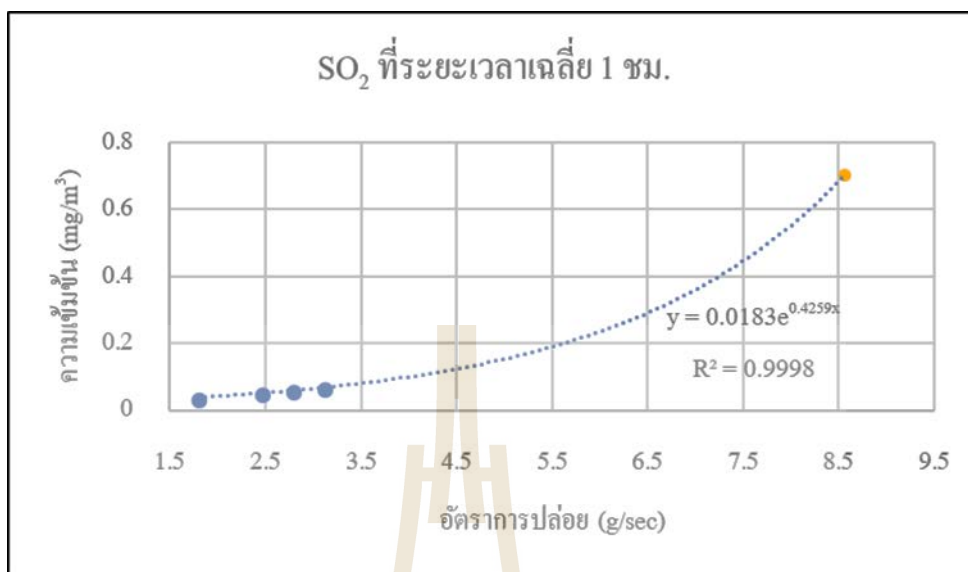
$$y = 0.0088e^{0.4013x} \quad (4.9)$$

ตารางที่ 4.21 ตารางสมการหาค่าอัตราการระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมให้มีได้ จากกราฟความสัมพันธ์

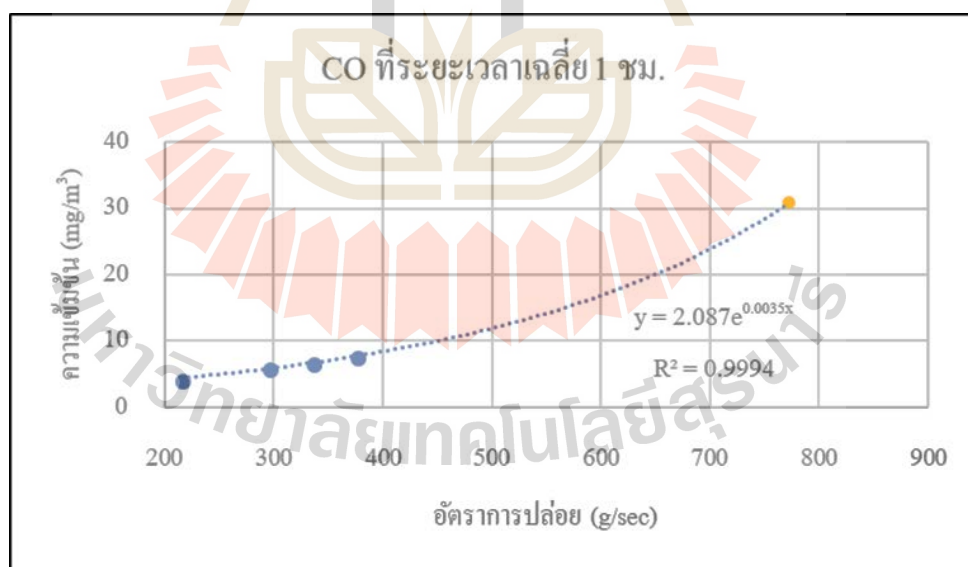
มลพิษ	สมการ	90% ของมาตรฐาน	อัตราการระบาย มลพิษ (mg/m ³)
NO ₂ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	$y = 0.0657e^{0.0791x}$	0.2880	18.6835
SO ₂ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	$y = 0.0182e^{0.4263x}$	0.7020	8.5679
CO (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 1 ชม.	$y = 2.0556e^{0.0035x}$	30.7800	773.2278
CO (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 8 ชม.	$y = 1.0721e^{0.0037x}$	30.7800	906.2568
PM ₁₀ (mg/m ³) ระยะเวลาเฉลี่ย 24 ชม.			
คพ. - ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ (คูเมือง)	$y = 0.0049e^{0.3769x}$	0.2970	10.8901
เทศบาล - ตำแหน่งเทศบาล	$y = 0.0088e^{0.4013x}$	0.297	8.7690



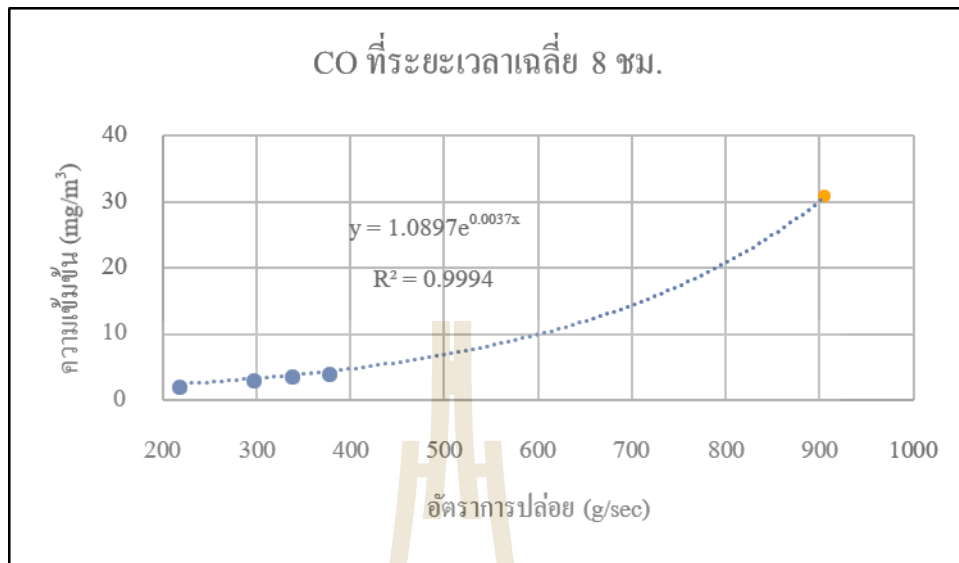
รูปที่ 4.41 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศของ NO₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 แสดงตำแหน่งอัตราการระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (สัญลักษณ์ X)



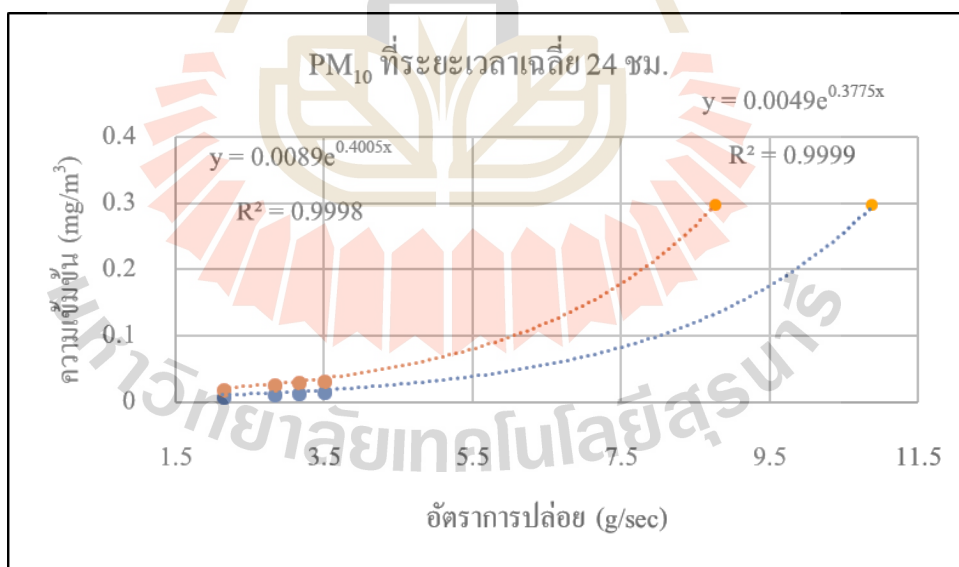
รูปที่ 4.42 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศของ SO₂ เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 แสดงตำแหน่งอัตราการระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (สัญลักษณ์ X)



รูปที่ 4.43 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศของ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 แสดงตำแหน่งอัตราการระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (สัญลักษณ์ X)



รูปที่ 4.44 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศของ CO เฉลี่ยราย 8 ชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 แสดงตำแหน่งอัตราการระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (สัญลักษณ์ X)



รูปที่ 4.45 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศของ PM₁₀ เฉลี่ยราย 24 ชั่วโมง ปี พ.ศ. 2572 แสดงตำแหน่งอัตราการระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (สัญลักษณ์ X)

จากรูปที่ 4.41 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศของ NO_2 ที่เวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง พบว่าเมื่อแทนค่าความเข้มข้น NO_2 ที่ 90% ของค่ามาตรฐานลงไปในสมการที่ได้พบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ NO_2 สูงสุดที่ยอมให้มีได้มีค่าเท่ากับ 18.835 กรัม/วินาที เมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์แล้วพบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ NO_2 สูงสุดของเมืองนครราชสีมาที่มีค่ามากกว่าอัตราการระบายมลพิษในปัจจุบันเท่ากับ 4.4554 กรัม/วินาที แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายมลพิษ NO_2 สูงสุดกับอัตราการระบายมลพิษในอนาคตแล้วพบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ NO_2 สูงสุดน้อยกว่าอัตราการระบายมลพิษในอนาคต (0.5 เท่า, 0.75 เท่า และ 1 เท่าของฝั่งเมือง) เท่ากับ 0.8492, 3.5014 และ 6.1443 กรัม/วินาที ตามลำดับ นั่นหมายความว่า หากเมืองนครราชสีมายังคงมีค่าอัตราการระบาย NO_2 เท่ากับปีฐานและยังคงมีค่าอัตราการระบาย NO_2 เพิ่มขึ้นตามรูปแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Methods) เมืองนครราชสีมาจะมีค่าความเข้มข้นมลพิษ NO_2 เกินค่ามาตรฐานก่อน ปี พ.ศ. 2572 จากที่ 4.41 จะเห็นได้ว่าแม้ว่าจะคาดการณ์ว่าในปีฐานจะมีการจัดการมลพิษและสามารถลดอัตราการปล่อยมลพิษ NO_2 จากที่คาดการณ์ไว้สำหรับ ปี พ.ศ. 2572 ลงครึ่งหนึ่ง (0.5 เท่า) ส่งผลให้เหลืออัตราการปล่อย มลพิษ NO_2 เพียงแค่ 19.5326114 กรัม/วินาที เมืองนครราชสีมาก็ยังมีความเข้มข้นมลพิษ NO_2 เกินค่ามาตรฐานหรือเกินจากความสามารถในการรองรับมลพิษ NO_2 ของเมืองเช่นเดิม ดังนั้นในปีฐานควรเพิ่มมาตรการและเริ่มจัดการการปล่อย NO_2 อย่างจริงจังเพื่อควบคุมให้อัตราการระบายมลพิษ NO_2 ในอนาคตมีค่าไม่เกินจากความสามารถในการรองรับมลพิษ NO_2 ของเมือง หรือเท่ากับ 18.835 กรัม/วินาที

จากรูปที่ 4.42 – 4.45 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศของ SO_2 , CO และ PM_{10} พบว่าเมื่อแทนค่าความเข้มข้นมลพิษที่ 90% ของค่ามาตรฐานลงไปในสมการที่ได้พบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษสูงสุดที่ยอมให้มีได้ของ SO_2 , CO และ PM_{10} นั้นมีค่ามากกว่าอัตราการระบายมลพิษในปัจจุบันค่อนข้างมาก จากรูปจะเห็นได้ชัดว่าเมืองนครราชสีมายังสามารถรองรับมลพิษได้อีกในปริมาณมากพอสมควรจนกว่าค่ามลพิษดังกล่าวจะเกินค่ามาตรฐาน

ตัวอย่างงานวิจัยการวิเคราะห์ความสามารถในการรวมของสารมลพิษทางอากาศในเขตอุตสาหกรรม Dawai (Sarawut Thepanondh and Nittaya Jitbantoung, 2014) คุณภาพอากาศโดยรอบ 90% ในการวิเคราะห์พบว่าความสามารถในการรองรับของ PM_{10} , SO_2 และ NO_2 ในพื้นที่ศึกษาคือ 0.0025, 0.0031 และ 0.0075 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อวัน ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ในปัจจุบันและในอนาคต ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ขอบเขตตามการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณเขตที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง (สีส้ม) ในเขตพื้นที่อำเภอเมืองนครราชสีมา รวมทั้งการแบ่งเขตพื้นที่ชุมชนตามเขตพื้นที่เลือกตั้ง กำหนดมลพิษจากแหล่งกำเนิดมลพิษ 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่ แบบจุด และแบบเส้น โดยมลพิษอากาศที่ศึกษามี 4 ชนิด ได้แก่ NO_2 , SO_2 , CO และ PM_{10} ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบไปด้วยข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งข้อมูลสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่และแบบจุดอ้างอิงข้อมูลจากรายงาน German International Cooperation (GIZ) ของเมืองนครราชสีมา ส่วนข้อมูลสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบเส้นอ้างอิงข้อมูลจากรายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินตามผังเมืองรวมนครราชสีมา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 ในส่วนข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาใช้อ้างอิงข้อมูลในปี พ.ศ. 2558 เป็นหลัก ในงานวิจัยนี้ใช้การคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษด้วยวิธี Emission Factor ในการประมาณการปล่อยมลพิษอากาศ รวมอัตราการระบายมลพิษสำหรับแหล่งกำเนิดมลพิษแบบพื้นที่และแบบจุดที่ได้อ้างอิงข้อมูลจากรายงาน German International Cooperation (GIZ) ในหน่วย กรัม/คน/ตร.ม/วินาที จากนั้นนำมาคูณกับจำนวนประชากรในพื้นที่เพื่อหาอัตราการระบายมลพิษในพื้นที่ศึกษา ในส่วนของอัตราการระบายมลพิษจากแหล่งกำเนิดแบบเส้นนั้น ทำการอ้างอิงจำนวนการจราจรจากรายงานผังเมืองรวม เมืองนครราชสีมา เพื่อใช้ในการคำนวณอัตราการระบายมลพิษด้วยวิธี Emission Factor สำหรับตอบวัตถุประสงค์การศึกษาความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD ในปัจจุบันและในอนาคต โดยผลการศึกษาที่ได้สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 การคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบัน (ปีฐาน) โดยใช้ AERMOD

ผลการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบันโดยใช้ AERMOD พบว่าความเข้มข้นมลพิษอากาศที่ได้จากแบบจำลอง AERMOD มีค่าความเข้มข้นสูงกว่าการตรวจวัดจริงในมลพิษ NO_2 , SO_2 และ CO ยกเว้นค่าความเข้มข้นของ PM_{10} ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการตรวจวัดจริงที่ตำแหน่งเดียวกันกับสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) สาเหตุที่ค่าการประเมินจากแบบจำลองมีความคลาดเคลื่อนจากการตรวจวัดจริงนั้น ส่วนหนึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของการประมาณอัตราการปล่อยมลพิษ ซึ่งหากมีการป้อนข้อมูลที่ถูกต้องและมีความละเอียดมากขึ้น อาจช่วยให้การประเมินด้วยแบบจำลองมีความแม่นยำมากขึ้น ดังนั้น จึงได้ทำการหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error) ได้ผลออกมาเป็นค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศ จากผลต่างระหว่างค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศเฉลี่ยของผลการตรวจวัดกับค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศที่ได้แบบจำลอง ณ ตำแหน่งเดียวกัน เพื่อช่วยสนับสนุนข้อมูลให้น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณความเข้มข้นมลพิษอากาศ รวมกับค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดจากแบบจำลอง ทำให้ได้ค่าความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปีฐาน เมื่อนำผลการคาดการณ์ความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปัจจุบันมาเปรียบเทียบกับดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI) พบว่า ค่าความเข้มข้นของ SO_2 , CO และ PM_{10} นั้นถูกจัดอยู่ในเกณฑ์ AQI คุณภาพอากาศดีมาก ช่วง 0 - 25 (สีเขียว) แต่ในส่วนของคุณค่าความเข้มข้น NO_2 นั้นถูกจัดอยู่ในเกณฑ์ AQI คุณภาพอากาศดี ช่วง 26 - 50 (สีเขียว)

5.1.2 ประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศในอนาคต

การประเมินขีดความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศในอนาคต โดยประเมินจากการเปลี่ยนแปลงของประชากร คำนวณอัตราการระบายที่เพิ่มมากขึ้นจากอัตราการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธี Exponential Method ที่การเปลี่ยนแปลงอัตราการระบายเพิ่มขึ้น 0.5เท่า, 0.75เท่า และ 1เท่า ของค่ามลพิษในปีฐานตามลำดับจนกว่าจะเกินมาตรฐาน เมื่อทำการประเมินด้วยแบบจำลองพบว่า ความเข้มข้นมลพิษ NO_2 ในอนาคตสามารถรองรับมลพิษได้อีก -0.32 เท่า, -0.54 เท่า และ -0.76 เท่า ของปีฐานตามลำดับ ในส่วนของคุณค่าความเข้มข้นมลพิษ SO_2 ในอนาคตสามารถรองรับมลพิษได้อีก 16.85 เท่า, 16.67 เท่า และ 16.48 เท่า ของปีฐานตามลำดับ ในส่วนของคุณค่าความเข้มข้นมลพิษ CO ที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 1 ชม. ในอนาคตสามารถรองรับมลพิษได้ 5.72 เท่า, 5.56 เท่า และ 5.34 เท่า ของปีฐานตามลำดับ และที่ความเข้มข้นเฉลี่ย 8 ชม. ในอนาคตสามารถรองรับมลพิษได้ 11.67 เท่า, 11.48 เท่า และ 11.29 เท่า ของปีฐานตามลำดับ ในส่วนของคุณค่าความเข้มข้นมลพิษ PM_{10} ที่ตำแหน่งสถานีสูบน้ำ (คูเมือง) ในอนาคตสามารถรองรับมลพิษได้ 26.30 เท่า, 26.13 เท่า และ 25.97 เท่า ของปีฐานตามลำดับ และที่ตำแหน่งเทศบาล ในอนาคตสามารถรองรับมลพิษได้ 13.12 เท่า, 12.94 เท่า และ 12.77 เท่า ของปีฐานตามลำดับ จนกว่าความเข้มข้นของมลพิษจะเกินค่ามาตรฐานในทุกพารามิเตอร์

เมื่อนำการกระจายตัวของมลพิษในอนาคตทั้ง 3 ระดับมาเปรียบเทียบกับ การกระจายตัวของมลพิษ ในปีฐานพบว่า เส้นชั้นความเข้มข้นมลพิษอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการระบายมลพิษ มี ลักษณะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงการกระจายตัวไปจากเส้นชั้นความเข้มข้นมลพิษอากาศในปีฐานตาม ระดับอัตราการเปลี่ยนแปลงและสามารถเห็นได้ถึงความเปลี่ยนแปลงชัดเจนในทุกพารามิเตอร์ เนื่องจากความเข้มข้นมลพิษมีระดับเพิ่มมากขึ้น และมลพิษระดับความเข้มข้นสูงส่วนใหญ่มีการ เกาะกลุ่มอยู่บริเวณใจกลางเมืองและบริเวณแหล่งกำเนิดที่มีกิจกรรมการปล่อยมลพิษ ที่เข้มข้น มลพิษ NO₂ เฉลี่ยรายชั่วโมงนั้นจะมีการกระจายตัวความเข้มข้นระดับต่ำในบริเวณกว้างที่สุด และ ที่เข้มข้นมลพิษ CO เฉลี่ยรายชั่วโมง มีการกระจายตัวความเข้มข้นระดับต่ำในบริเวณแคบที่สุด เมื่อนำค่าความเข้มข้นมลพิษในอนาคตทั้ง 3 ระดับดังกล่าวมา เปรียบเทียบตามดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index : AQI) พบว่า ค่าความเข้มข้นของ SO₂, CO และ PM₁₀ นั้นถูกจัดอยู่ในเกณฑ์ AQI คุณภาพอากาศดีมาก ช่วง 0 – 25 (สีฟ้า) แต่ในส่วนของค่าความเข้มข้น NO₂ นั้นถูกจัดอยู่ในเกณฑ์ AQI เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ ช่วง 101 - 200 (สีส้ม)

5.1.3 การคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคต

การคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคต จากการหาความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการระบายมลพิษอากาศกับความเข้มข้นมลพิษอากาศในบรรยากาศในแต่ละพารามิเตอร์ ที่ อัตราการเพิ่มขึ้นของอัตราการระบายมลพิษในปีฐาน, เพิ่มขึ้น 50% ของปีฐาน, เพิ่มขึ้น 75% ของปี ฐานและอ้างอิงตามผังเมือง เมื่อพล็อตกราฟความสัมพันธ์ในรูปแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Methods) พบว่ากราฟความสัมพันธ์มีลักษณะความโค้งแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลในทุกพารามิเตอร์ มี ค่าสหสัมพันธ์ r^2 (Correlation) ที่ได้จากกราฟมีค่าอยู่ที่ 0.934 – 0.9983 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 อย่างมากจึง ถือได้ว่าข้อมูลดังกล่าวนี้มีความน่าเชื่อถือ จากนั้นหาช่วงเวลาที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดอัตรา การระบายมลพิษอากาศ จากการเพิ่มขึ้นของแหล่งกำเนิดมลพิษและประชากร โดยการแทนค่าความ เข้มข้นมลพิษอากาศที่สามารถรองรับได้หรือ 90% ของค่ามาตรฐาน นำมาแก้สมการหาค่าอัตราการ ระบายมลพิษอากาศสูงสุดที่ยอมรับได้พบว่า

จากการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ของมลพิษ NO₂ ที่อัตราการระบายมลพิษอากาศกับความ เข้มข้น NO₂ ในบรรยากาศ ที่เวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง พบว่าได้สมการ $y = 0.0657e^{0.0791x}$, $r^2 = 0.9363$ และเมื่อแทนค่าความเข้มข้น NO₂ ที่ 90% ของค่ามาตรฐานลงไปในสมการพบว่าค่าอัตราการระบาย มลพิษ NO₂ สูงสุดที่ยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 18.835 กรัม/วินาที เมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์แล้ว พบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ NO₂ สูงสุดของเมืองนครราชสีมาที่มีค่ามากกว่าอัตราการระบาย มลพิษในปัจจุบันเท่ากับ 4.4554 กรัม/วินาที แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราการระบายมลพิษ NO₂ สูงสุดกับอัตราการระบายมลพิษในอนาคตแล้วพบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ NO₂ สูงสุดน้อยกว่า อัตราการระบายมลพิษในอนาคต (0.5 เท่า, 0.75 เท่า และ 1 เท่าของผังเมือง) เท่ากับ 0.8492, 3.5014

และ 6.1443 กรัม/วินาที ตามลำดับ จากกราฟจะเห็นได้ชัดว่าเมืองนครราชสีมาไม่สามารถรองรับมลพิษ NO_2 ในอนาคต (0.5 เท่า, 0.75 เท่า และ 1 เท่าของผังเมือง) ได้

จากการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ของมลพิษ SO_2 ที่อัตราการระบายมลพิษกับความเข้มข้น SO_2 ในบรรยากาศ ที่เวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง พบว่าได้สมการ $y = 0.0182e^{0.4263x}$, $r^2 = 0.9998$ และเมื่อแทนค่าความเข้มข้น SO_2 ที่ 90% ของค่ามาตรฐานลงไปในการสมการพบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ SO_2 สูงสุดที่ยอมให้มีได้มีค่าเท่ากับ 8.5679 กรัม/วินาที ซึ่งเมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์แล้วพบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ SO_2 สูงสุดของเมืองนครราชสีมาปัจจุบันมีค่ามากกว่าอัตราการระบายมลพิษในปัจจุบันเท่ากับ 6.7834 กรัม/วินาที จากกราฟจะเห็นได้ชัดว่าเมืองนครราชสีมายังคงสามารถรองรับมลพิษ SO_2 ได้อีกในปริมาณมากพอสมควรจนกว่าค่า SO_2 จะเกินค่ามาตรฐาน

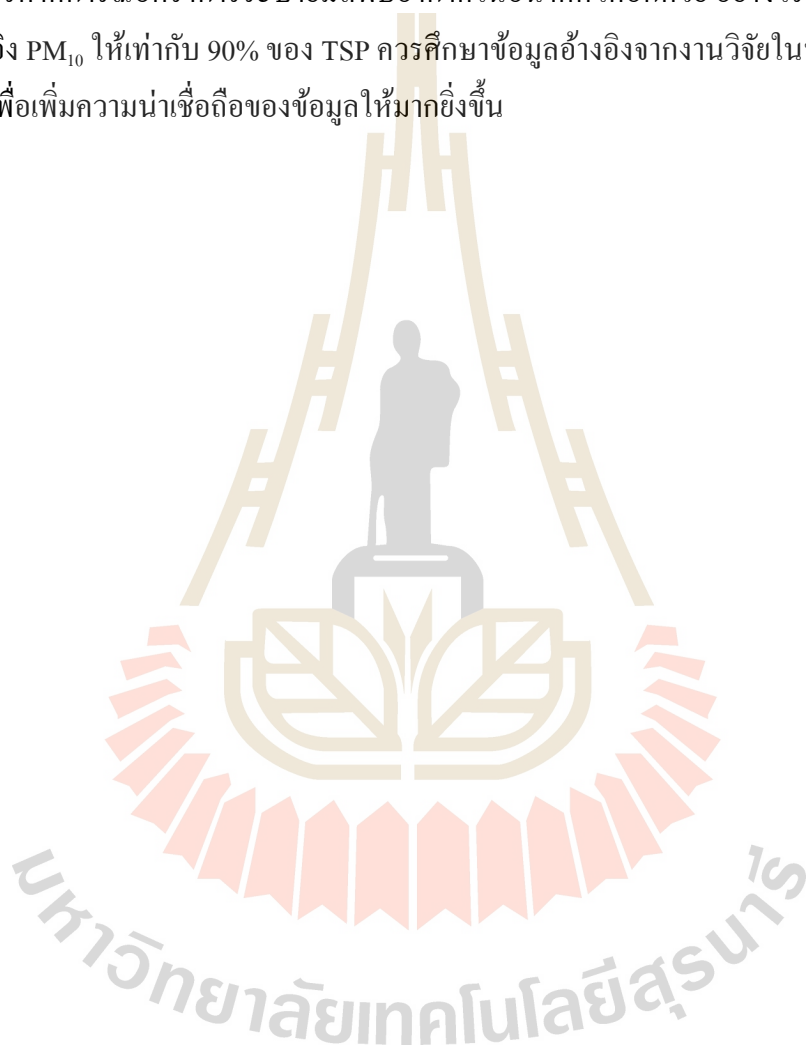
จากการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ของมลพิษ CO ที่อัตราการระบายมลพิษกับความเข้มข้น CO ในบรรยากาศ ที่เวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมง พบว่าได้สมการ $y = 2.0556e^{0.0035x}$, $r^2 = 0.9994$ และเมื่อแทนค่าความเข้มข้น CO ที่ 90% ของค่ามาตรฐานลงไปในการสมการพบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ CO สูงสุดที่ยอมให้มีได้ มีค่าเท่ากับ 773.2278 กรัม/วินาที และ 906.2568 กรัม/วินาที ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์แล้วพบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ CO สูงสุดของเมืองนครราชสีมาปัจจุบันมีค่ามากกว่าอัตราการระบายมลพิษในปัจจุบันเท่ากับ 558.2666 กรัม/วินาที และ 691.2956 กรัม/วินาที จากกราฟจะเห็นได้ชัดว่าเมืองนครราชสีมายังคงสามารถรองรับมลพิษ CO ได้อีกในปริมาณมากพอสมควรจนกว่าค่า CO จะเกินค่ามาตรฐาน

และสุดท้าย จากการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ของมลพิษ PM_{10} ที่อัตราการระบายมลพิษกับความเข้มข้น PM_{10} ในบรรยากาศ ที่เวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ณ จุดตรวจวัดของ คพ. และ จุดตรวจวัดของเทศบาล พบว่าได้สมการ $y = 0.0049e^{0.3769x}$, $r^2 = 0.9998$ และ $y = 0.0088e^{0.4013x}$, $r^2 = 0.9999$ ตามลำดับ เมื่อแทนค่าความเข้มข้น PM_{10} ที่ 90% ของค่ามาตรฐานลงไปในการสมการพบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ PM_{10} สูงสุดที่ยอมให้มีได้ มีค่าเท่ากับ 10.8901 กรัม/วินาที และ 8.7690 กรัม/วินาที ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณากราฟความสัมพันธ์แล้วพบว่าค่าอัตราการระบายมลพิษ PM_{10} สูงสุดของเมืองนครราชสีมาปัจจุบันมีค่ามากกว่าอัตราการระบายมลพิษในปัจจุบันเท่ากับ 8.7611 กรัม/วินาที และ 6.6399 กรัม/วินาที จากกราฟจะเห็นได้ชัดว่าเมืองนครราชสีมายังคงสามารถรองรับมลพิษ PM_{10} ได้อีกในปริมาณมากพอสมควรจนกว่าค่า PM_{10} จะเกินค่ามาตรฐาน

5.2 การนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์

การศึกษานี้สามารถประเมินถึงความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองนครราชสีมาได้ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต โดยการเลือกใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD นี้สามารถประเมินถึงมลพิษที่จะเกิดขึ้นด้วยการประเมินทางสถิติและข้อมูลทุติยภูมิ การคาดการณ์

ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นหากสามารถกำหนดอัตราการเกิดมลพิษได้ใกล้เคียงกับความจริง จะทำให้ผลการประเมินได้ผลลัพธ์ที่มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้เมืองนครราชสีมาทราบถึงความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงสุดในปีฐาน ประชาชนสามารถตระหนักถึงระดับมลพิษที่เกิดขึ้นในบริเวณที่อยู่อาศัยของตนเองและสามารถตรวจสอบระดับความเข้มข้นที่จะเกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังสามารถทราบถึงความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศในอนาคตและข้อมูลการคาดการณ์อัตราการระบายมลพิษอากาศในอนาคตได้อีกด้วย อย่างไรก็ตามในส่วนของการอ้างอิง PM_{10} ให้เท่ากับ 90% ของ TSP ควรศึกษาข้อมูลอ้างอิงจากงานวิจัยในประเทศไทยอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูลให้มากยิ่งขึ้น



เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ (คพ.). (2558). **คุณภาพอากาศในพื้นที่บริเวณ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา**. Retrieved from
- กรมธุรกิจพลังงาน. (2559). **ข้อมูลผู้ค้าน้ำมันตาม พ.ร.บ.การค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2543 มาตรา 11 (สถานีบริการ)**. Retrieved from: กรุงเทพมหานคร: <http://www.doeb.go.th/info/data/dataoil/4-m11.xls>
- ชลธิชา เกตุรังษี. (2558). **การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรในจังหวัดพิษณุโลก พ.ศ. 2543 - 2553**. (ปริญาตรีหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ธนิยา เกาศล. (2554). **มลพิษทางอากาศและการควบคุม** (พิมพ์ครั้งที่ 1). สงขลา: หน่วยเทคโนโลยีการศึกษา, คณะวิศวกรรมศาสตร์.
- สฤณี โคตละ. (2553). **บัญชีรายการการปล่อยมลพิษอากาศในเขตเทศบาลนครราชสีมา**. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- วราวุธ เสือดี และ จิราวรรณ จำปานิล. (2555). **แนวทางการจัดการสารอินทรีย์ระเหย** (พิมพ์ครั้งที่ 1. 310 เล่ม). ระยอง: สมาคมเพื่อนชุมชนและบริษัท เอ็นพีซี เซฟตี้ แอนด์ เอ็นไวรอนเมนทอล เซอร์วิส จำกัด.
- วนิดา จีนศาสตร์. (2551). **มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ** (จุฬามาศ ตั้งจิตวิชัย. พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2556). **มลพิษทางอากาศ** (จุฬามาศ ตั้งจิตวิชัย. พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงพร ทองประเสริฐ. (2548). **การประเมินขีดความสามารถในการรองรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สำหรับแหล่งกำเนิดใหม่ในนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง โดยใช้แบบจำลอง ISCST3**. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต Thesis), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- นภาพร พานิช และคณะ. (2550). **ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

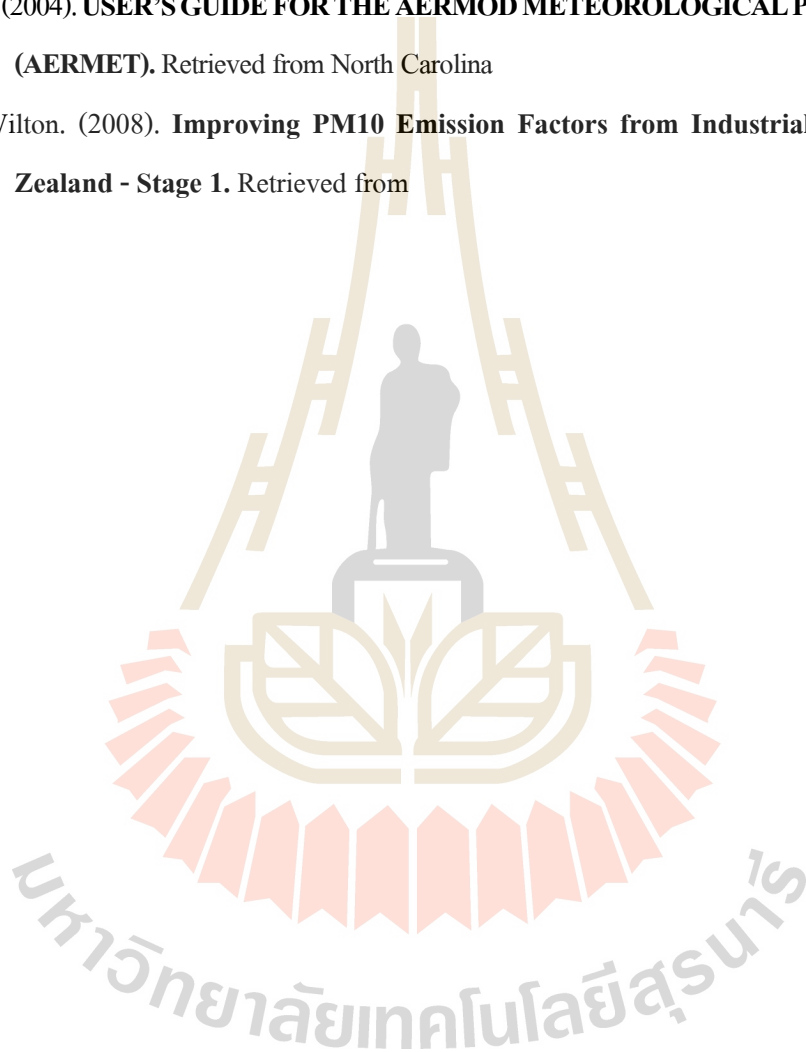
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2535). **กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป**. (ฉบับที่ 10). กรุงเทพมหานคร Retrieved from: http://www.pcd.go.th/count/lawdl.cfm?FileName=2_36_air.pdf&BookName=กฎหมายเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศและเสียง.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2547). **กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป**. (ฉบับที่ 24). กรุงเทพมหานคร Retrieved from: http://www.pcd.go.th/count/lawdl.cfm?FileName=2_51_air.pdf&BookName=กฎหมายเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศและเสียง.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2552). **กำหนดมาตรฐานการใช้ค่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศทั่วไป**. (ฉบับที่ 33). กรุงเทพมหานคร Retrieved from: http://www.pcd.go.th/count/lawdl.cfm?FileName=2_91_air.pdf&BookName=กฎหมายเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศและเสียง.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2553). **กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศทั่วไป**. (ฉบับที่ 36). กรุงเทพมหานคร Retrieved from: http://www.pcd.go.th/count/lawdl.cfm?FileName=2_99_air.pdf&BookName=กฎหมายเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศและเสียง.
- สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครราชสีมา. (2556). **รายงานการประกอบการวางและจัดทำผังเมืองรวมเมืองนครราชสีมา** (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3). นครราชสีมา.
- สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา. (2559). **ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครราชสีมา ปี 2559**. Retrieved from: <http://www.industry.go.th/nakhonratchasima/index.php>
- พัชรชาติ สุวรรณชาติ. (2557). **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ**. Retrieved from กรุงเทพมหานคร:
- วรารุช เสือดี. (2551). **แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD**. วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ, 1. German International Cooperation (GIZ). (2012). **Emission Inventory of major Air Pollutansiin Nakhon Ratchasima Municipality (NRM)**. Retrieved from
- M. Andretta et al. (2006). **Application of the ISCST3 model to an industrial area: comparison between predicted and observed concentrations**. WIT Transactions on Ecology and the Environment, 91. doi:10.2495/RISK060181.
- Marc Deslauriers et. al. (2016). **Cremation**. In Carlo Trozzi and Jeroen Kuenen (Ed.), EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016.

Nedal T. Ratrout et al. (2014). **Effects of using average annual daily traffic (AADT) with exogenous factors to predict daily traffic**. 6. doi:10.1016/j.procs.2014.05.431.

Sarawut Thepanondh and Nittaya Jitbantoung. (2014). **Assimilative Capacity Analysis of Air Pollutants over the Dawai Industrial Complex**. International Journal of Environmental Science and Development, 5. doi:10.7763/IJESD.2014.V5.470.

US.EPA. (2004). **USER'S GUIDE FOR THE AERMOD METEOROLOGICAL PREPROCESSOR (AERMET)**. Retrieved from North Carolina

Emily Wilton. (2008). **Improving PM10 Emission Factors from Industrial Boilers in New Zealand - Stage 1**. Retrieved from



ประวัติผู้เขียน

นางสาวกมลรัศมี กติกา เกิดเมื่อวันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ. 2535 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนอนุบาลกาญจนบุรี และชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกาญจนาอนุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี ในปีการศึกษา 2553 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีการศึกษา 2557 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยในระหว่างการศึกษาเรื่อง การศึกษาความสามารถในการรองรับมลพิษอากาศของพื้นที่เมืองนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ AERMOD และได้นำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 2018 2nd International Conference on Energy and Environmental Science เรื่อง Estimation of Urban Air Pollutant Levels using AERMOD: A Case Study in Nakhon Ratchasima, Thailand. ในระหว่างวันที่ 16 - 18 มกราคม พ.ศ. 2561 ณ มหาวิทยาลัยมาลาया กัวลาลัมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี