

การจัดการมลพิษทางอากาศเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรม
ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา



นางสาวเทียมดารา จุนเจือ

สถาบันวิทยบริการ
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5799-9

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AIR POLLUTION MANAGEMENT FOR SUPPORTING
INDUSTRIAL DEVELOPMENT IN PHRA NAKHON SI AYUTTHAYA PROVINCE



Miss Tiamdara Chunchua

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science (Inter-Department)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-5799-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการมลพิษทางอากาศเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมใน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
โดย	นางสาวเทียมดารา จุนเจือ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ

บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. คุณหญิง สุชาดา กีระนันทน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วนิดา จินศาสตร์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ศิริมา ปัญญาเมธีกุล)

นางสาวเทียมดารา จุนเจือ : การจัดการมลพิษทางอากาศเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรม
ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา.(AIR POLLUTION MANAGEMENT FOR SUPPORTING
INDUSTRIAL DEVELOPMENT IN PHRA NAKHON SI AYUTTHAYA PROVINCE)
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.สุรัตน์ บัวเลิศ, 187 หน้า.ISBN 974-17-5799-9

ผลการศึกษาแนวทางการจัดการมลพิษทางอากาศเพื่อรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรม
ต้องมีการวางนโยบายในระดับประเทศ เพื่อลงไปสู่นโยบายระดับจังหวัด โดยพิจารณาจาก ศักยภาพ
ของที่ดิน ศักยภาพในการรองรับอุตสาหกรรม และอัตราการระบายสารมลพิษทางอากาศ เพื่อลงไปสู่
ระดับนิคมอุตสาหกรรมต่อไป

โดยในการศึกษาครั้งนี้ เป็นกรณีศึกษาในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าช่วงลมมรสุม
ตะวันออกเฉียงเหนือของปี 2540 มีสภาวะบรรยากาศเลวร้ายที่สุด โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินของ
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ และฝุ่นละอองรวม สูงสุดที่บริเวณนิคมอุตสาหกรรม
บ้านหว่า ความเข้มข้นระดับพื้นดินของคาร์บอนมอนนอกไซด์สูงสุด ที่บริเวณทางหลวงหมายเลข 1 ตัด
กับทางหลวงหมายเลข 32 ในกรณีลมสงบความเข้มข้นระดับพื้นดินมีค่าสูงกว่าการคำนวณจาก
ISCST3 (Industrial Source Complex Short Term 3) และเมื่อมีการเผาที่นาพร้อมกันทุกจุด ก๊าซ
คาร์บอนมอนนอกไซด์ และ ฝุ่นละอองรวม จะสูงกว่าการคำนวณจาก ISCST3มาก เมื่อทำการเก็บ
ตัวอย่างที่แหล่งรับพบว่าสารมลพิษยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ยกเว้นฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน
และพบว่า อ.ภาชี และ อ.ท่าเรือ เหมาะต่อการขยายตัวมากที่สุด เนื่องจากสามารถระบายมลพิษได้
มากกว่าทุกที่ที่ทำการศึกษา โดยมีอัตราการระบายสูงสุดของ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนได
ออกไซด์ และฝุ่นละอองรวม 2.75×10^{-5} 9.11×10^{-6} และ 1.81×10^{-6} กรัม/วินาที ตามลำดับ ในขณะที่
ผลกระทบที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกัน เพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมแต่
ไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ จึงต้องคำนึงถึงความสมดุลของการพัฒนา และการอนุรักษ์พื้นที่
เกษตรและสภาพแวดล้อม โดยมีการจัดการแบบผสมผสานกับการใช้ที่ดิน เทคโนโลยีระบบโรงงาน
อุตสาหกรรม และการคมนาคมเพื่อรองรับปริมาณการจราจรที่จะเกิดขึ้น

ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

##4389071720 : MAJOR IN THE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: AIR POLLUTION MANAGEMENT/ PHRA NAKHON SI AYUTTHAYA

TIAMDARA CHUNCHRA :AIR POLLUTION MANAGEMENT FOR SUPPORTING
INDUSTRIAL DEVELOPMENT IN PHRA NAKHON SI AYUTTHAYA PROVINCE

THESIS ADVISOR :SURAT BAULEAT, Ph.D.,187 pp. ISBN974-17-5799-9.

The study result in air pollution management for supporting industrial development should be set in policy from national level to provincial level ,and Industrial Estate level ,respectively.

From the case study ,Phra Nakorn Si Ayutthaya province ,during 2540 North-East monsoon ,there was the worst case :concentration of Sulphurdioxide and Nitrogendioxide and total particles matter were maximum at Baan Hwa Industrial Estate ;concentration of Carbondioxide is maximum at highway no.1 and no. 32 cross section. When the wind is calm ,concentration is higher than the result from ICST3 calculation. Moreover ,when there are fields burning at the same time ,Carbondioxide and total particle matter are much more than those caculated from ISCST3. From samples collection ,all pollutants values ,except PM_{10} ,are lower standard. Amphur Phachi and Amphur Tarua are most suitable for supporting industrial development because the air pollutants ventilation is better than others. The maximum emission rate of SO_2 , NO_2 and total PM are 2.75×10^{-5} , 9.11×10^{-6} and 1.81×10^{-6} g/s ,respectively. To reach the aim in industrial development while not create air pollution, it is necessary to concern the balance of development and agricultural area and environmental conservation. Therefore, land use managements, industrial system technologies and mass transportation are required to complete the purpose.

Student's.....

Field of study....Environmental Science.....Advisor's.....

Academic year....2003.....Co-advisor's.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การจัดการมลพิษทางอากาศเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยข้าพเจ้าได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านคือ

อาจารย์ ดร. สุวัฒน์ บัวเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำในการทำงานมาโดยตลอด ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ และสารเคมี คุณอนันต์ วีระณรงค์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ และ คุณเพ็ญศรี เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่ช่วยเหลืองานห้องปฏิบัติการ คุณกิตติศักดิ์ มีคุณเยี่ยม ผู้อำนวยการสิ่งแวดล้อมภาค 1 สำนักงานสิ่งแวดล้อม จังหวัดพระนครศรีอยุธยา คุณกฤษดาภรณ์ ฝ่ายสิ่งแวดล้อมการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย คุณวีระ แก้วแหวน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดชุมพลนิกายาราม และคุณวีระชล คงคาไพโรจน์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการเก็บตัวอย่าง รวมถึงเจ้าหน้าที่ทุก ๆ หน่วยงานที่ข้าพเจ้าไปติดต่อข้อมูล

ขอบคุณเจ้าหน้าที่สหสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พร้อมด้วยเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำ และขอขอบคุณคุณชญา แวนไวศาสตร์ ที่คอยดูแลช่วยเหลือตลอดการทำวิทยานิพนธ์ ทำยสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับครอบครัว "จุนเจือ" คือ คุณพ่อ คุณแม่ คุณปู่ คุณย่า คุณอา และน้อง ๆ ทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือทั้งด้านกำลังกาย กำลังใจ และกำลังทรัพย์ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฎ
สารบัญแผนภูมิ	ด

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	3
1.4 การดำเนินการวิจัย.....	4
1.5 แหล่งที่มาของข้อมูล.....	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	6

บทที่ 2 ทบทวนเอกสารและงานวิจัย

2.1 ความเข้าใจพื้นฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม.....	8
2.2 การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน.....	9
2.3 การจัดการคุณภาพอากาศ.....	10
2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ	13
2.5 มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดในประเทศไทย	19
2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทย.....	24
2.7 ทฤษฎีพื้นฐานทางด้านการกระจายตัวของมลพิษในบรรยากาศ.....	26
2.8 องค์ประกอบที่มีผลต่อการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศในบรรยากาศ	31

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.9	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ....	34
2.10	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	49
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย		
3.1	ขั้นเตรียมการ.....	52
3.2	ขั้นดำเนินการ	53
3.3	ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล	57
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลการวิจัย		
4.1	พื้นที่ที่ทำการวิจัย.....	58
4.2	การศึกษาการกระจายตัว ทิศทางและความเข้มข้นของสารมลพิษ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3	72
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมลพิษ ณ แหล่งรับกับแหล่งกำเนิด	121
4.4	การศึกษาที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมเมื่อมีการขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรม และอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่สูงสุดที่จะไม่ทำให้คุณภาพอากาศ เกินมาตรฐานที่กำหนด	123
4.5	แนวทางการจัดการมลพิษทางอากาศเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรม ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา.....	139
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ		
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	144
5.2	ข้อเสนอแนะ	153
รายการอ้างอิง.....		154

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก	ตัวอย่างข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบเส้นปริมาณรถ บนถนนสายสำคัญในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา.....	158
ภาคผนวก ข	ตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน	160
ภาคผนวก ค	ตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับพื้นผิว.....	162
ภาคผนวก ง	ตัวอย่างการประมวลผลโดย ISCST3.....	175
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์		187

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 สรุปดัชนีคุณภาพอากาศ การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์	3
2.1 การวิเคราะห์ปัญหาและเหตุของปัญหา	10
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการตอบสนองและระดับคาร์บอนกึ่งไฮโดรคาร์บอนอินทรีย์ตัว	16
2.3 มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม	20
2.4 สรุปค่ามาตรฐานการระบายมลพิษทางอากาศจากเตาเผามูลฝอย	22
2.5 มาตรฐานการระบายมลพิษทางอากาศจากรถใช้งาน (รถยนต์เบนซิน)	23
2.6 มาตรฐานการระบายมลพิษทางอากาศจากรถใช้งาน (รถยนต์ดีเซล)	23
2.7 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย พ.ศ. 2538	25
2.8 การจำแนกสภาพความเสถียรของบรรยากาศของ Pasquill – Gifford.....	33
2.9 ค่าความสูงผสมขึ้นกับความเสถียรของบรรยากาศ.....	34
3.1 สรุปดัชนีคุณภาพอากาศ การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์.....	56
4.1 การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2533 , 2538 และ 2542.....	60
4.2 เส้นทางคมนาคมสายสำคัญของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	64
4.3 แสดงจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม แยกตามรายอำเภอ	70
4.4 จำนวนโรงงานที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศเสียง.....	71
4.5 จำนวนครั้งที่ประชาชนร้องเรียนมายังสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพระนครศรีอยุธยา.....	72
4.6 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบจุดที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3	73
4.7 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3	74
4.8 อัตราการปลดปล่อยมลสารทางอากาศของ ยานพาหนะที่ความเร็วมากกว่า 50 km/hr	74
4.9 อัตราการระบายสารมลพิษสูงสุดแบบเส้น.....	75
4.10 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบเส้นที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3.....	63
4.11 ข้อมูลแหล่งกำเนิดที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3	78

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.12 สรุปข้อมูลอุตุนิยมิวิทยาของพื้นที่ศึกษา.....	80
4.13 สรุปค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปี 2540-2544	92
4.14 สรุปค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ และช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2540-2544.....	99
4.15 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	118
4.16 ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองแบบกล่อง เมื่อเกิดสภาวะลมสงบเปรียบ เทียบกับการคำนวณโดยแบบจำลอง ISCST3	120
4.17 สรุปความเข้มข้น ณ แหล่งรับจากการเผาที่นา	121
4.18 อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของแหล่งรับกับความเข้มข้นของแหล่งกำเนิด.....	122
4.19 สรุปอัตราการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดที่ยอมรับได้ ว่าจะไม่ทำให้เกิดผลกระทบมากกว่าในสภาวะเลวร้าย	133
5.1 ผลกระทบของความเข้มข้นของสารมลพิษต่อพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 และพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2	150

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 แนวทางการจัดการมลพิษทางอากาศ.....	12
2.2 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ	13
2.3 ขอบเขตของพุ่มที่เวลาชักตัวอย่าง เฉลี่ยต่าง ๆ	26
2.4 แบบจำลองการแพร่กระจายกลุ่มควันแบบเกาส์เสียน.....	27
2.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การกระจายทางแนวแกน y	29
2.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การกระจายทางแนวแกน z	29
2.7 ทิศทางของลมมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย	31
2.8 การหาค่าความสูงผสม.....	35
2.9 ผังการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านมลพิษทางอากาศ.....	41
2.10 แผนผังแสดงการทำงานของแบบจำลอง	42
4.1 ที่ตั้งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา.....	59
4.2 ศักยภาพของพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	63
4.3 ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดในพื้นที่ศึกษา	77
4.4 ผังลมปี 2540	81
4.5 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2540	81
4.6 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2540	81
4.7 ผังลมปี 2541	82
4.8 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2541	82
4.9 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2541	82
4.10 ผังลมปี 2542	83
4.11 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2542	83
4.12 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2542	83
4.13 ผังลมปี 2543	84
4.14 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2543	84
4.15 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2543	84

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
4.16	85
4.17	85
4.18	85
4.19	94
4.20	95
4.21	96
4.22	97
4.23	98
4.24	101
4.25	102
4.26	103
4.27	104

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
4.28 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในปี 2542 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจาก แต่ละนิคมอุตสาหกรรม.....	105
4.29 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2542 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจาก แต่ละนิคมอุตสาหกรรม.....	106
4.30 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในปี 2543 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจาก แต่ละนิคมอุตสาหกรรม.....	107
4.31 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2543 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจาก แต่ละนิคมอุตสาหกรรม.....	108
4.32 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในปี 2544 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจาก แต่ละนิคมอุตสาหกรรม.....	109
4.33 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2544 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจาก แต่ละนิคมอุตสาหกรรม.....	110
4.34 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2540 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจาก แต่ละนิคมอุตสาหกรรม.....	113
4.35 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2540 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจาก แต่ละนิคมอุตสาหกรรม.....	114

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
4.36 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของฝุ่นละอองรวม ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2540 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจาก แต่ละนิคมอุตสาหกรรม.....	116
4.37 ที่ตั้งที่จะทำการศึกษาการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมในอนาคต	123
4.38 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 1 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 2.57×10^{-5} g/s.....	126
4.39 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 1 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 1.95×10^{-5} g/s.....	127
4.40 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 2 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 1.75×10^{-5} g/s.....	128
4.41 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 3 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 5×10^{-5} g/s.....	129
4.42 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 3 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 2.57×10^{-5} g/s.....	130
4.43 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 4 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 2.57×10^{-5} g/s.....	131
4.44 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 4 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 1.95×10^{-5} g/s.....	132

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป	หน้า
4.45 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 3 ซึ่งเพิ่มถนนเพื่อรองรับแหล่งอุตสาหกรรมในพื้นที่ 3	134
4.46 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 3 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 9.11×10^{-6} g/s.....	137
4.47 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของ ฝุ่นละอองรวมเมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 3 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 1.81×10^{-6} g/s.....	138
4.48 แนวทางการจัดการมลพิษทางอากาศแบบผสมผสาน.....	143
5.1 ที่ตั้งของแหล่งรับต่าง ๆ	149
5.2 สรุปแนวทางการจัดการมลพิษทางอากาศแบบผสมผสาน	152

สารบัญแผนภูมิ(ต่อ)

แผนภูมิ	หน้า
4.13 ความถี่ของความความเร็วลม และความถี่ของระดับความเสถียร ของบรรยากาศปี 2544	90
4.14 ความถี่ของความความเร็วลม และความถี่ของระดับความเสถียร ของบรรยากาศช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2544	90
4.15 ความถี่ของความความเร็วลม และความถี่ของระดับความเสถียร ของบรรยากาศช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2544.....	90

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นจังหวัดที่มีศักยภาพในหลายด้าน เนื่องจากมีข้อได้เปรียบทางด้านความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ มีชื่อเสียงในฐานะเป็นอู่ข้าวอู่น้ำ ที่สำคัญของประเทศเนื่องจากมีดินที่อุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การทำนา รวมถึงมีแหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ที่น่าสนใจ น่าศึกษา ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็น "มรดกโลก" (World Heritage) เมื่อวันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2534 (นงนุช นัยยุติ, 2540) แต่เนื่องจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 และ 8 ได้กำหนดนโยบายในการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ภาคกลางตอนบน เพื่อให้เป็นศูนย์กลางรองรับการกระจายอุตสาหกรรมออกจากกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จึงทำให้จังหวัดพระนครศรีอยุธยาถูกกำหนดให้เป็นเมืองบริวารของกรุงเทพมหานคร และตามนโยบายดังกล่าวนั้นก็ส่งผลให้ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นที่สนใจของนักลงทุนเข้ามาลงทุนตั้งโรงงาน และกิจการเขตอุตสาหกรรมกันมากขึ้น ดังนั้นในปัจจุบัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยาจึงเป็นจังหวัดที่ค่อนข้างมีความหลากหลายของการใช้ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ที่อยู่อาศัย พื้นที่อุตสาหกรรม และพื้นที่แหล่งท่องเที่ยว จึงจำเป็นต้องมีการจัดการที่ดีเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมขึ้นในภายหลัง ในส่วนของมลพิษทางอากาศ โรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้ส่วนใหญ่จะระบายสารมลพิษทางอากาศออกมาทางปล่องควัน และสารมลพิษเหล่านี้ก็จะแพร่กระจายพร้อมกับการเคลื่อนที่ไปโดยอิทธิพลของลมไปถึงผู้รับ อันอาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน และทรัพย์สิน ก่อให้เกิดความเดือดร้อน กลิ่น หรือทำให้ทัศนียภาพเสื่อมโทรมลง ซึ่งในขณะนี้ก็มีโรงงานที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและเสียง จำนวน 143 แห่ง จากจำนวนโรงงานทั้งหมด 802 แห่ง และสารพิษที่สำคัญ คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และฝุ่นละออง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1, 2543) ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการกำหนดมาตรการป้องกันแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่จะเข้าไปตั้งใหม่ในพื้นที่นั้น ๆ ไม่ให้ไปก่อให้เกิดการเสื่อมลงของคุณภาพอากาศอย่างมีนัยสำคัญ (Prevention of Significant Deterioration, PSD) โดยกำหนดเกณฑ์ระดับการเพิ่มขึ้น ของสารมลพิษในอากาศที่ยอมให้ได้จากแหล่งกำเนิดใหม่ เพื่อที่จะรักษาคุณภาพอากาศให้อยู่ในระดับที่ดีกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ (กรม

ควบคุมมลพิษ,2541) ดังนั้นสาเหตุของการเกิดมลพิษทางอากาศ ส่วนหนึ่งจึงเกิดจากการแยก ส่วนจัดการ และการจัดการที่ไม่คำนึงถึงภาพรวม

ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีแนวทางในการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศ โดยต้องการจะเสนอ มาตรการในรูปแบบของการจัดการแบบผสมผสาน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST33 (Industrial Source Complex Short Term) และ แบบจำลองแบบกล่อง (BOX model) เพื่อให้หา ความเข้มข้นขณะลมสงบ ที่เป็นข้อจำกัดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST33 เป็นเครื่องมือ ในการจัดการดังกล่าว โดยการคำนวณอัตราการระบายมลพิษต่อหน่วยพื้นที่สูงสุด ซึ่งจะไม่ทำให้ คุณภาพอากาศในบรรยากาศเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (Ambient Air Quality Standards) ซึ่งใช้ข้อมูลเฉพาะของแหล่งกำเนิด ปริมาณสารที่ระบายออก ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา นำไป คำนวณระดับความเข้มข้นของสารมลพิษทั่วพื้นที่ทำทางการศึกษา แล้วนำผลของระดับมลพิษที่ แพร่กระจายมาสร้างเส้นความเข้มข้นที่เท่ากันและทาบบนแผนที่ เพื่อพิจารณาความรุนแรงของ สารมลพิษทางอากาศในพื้นที่ (วรารุช เสือดี,2541) และกำหนดพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเพื่อง่ายต่อการ ติดตามตรวจสอบต่อไป โดยมีจุดมุ่งหมายให้การพัฒนาอุตสาหกรรมสามารถดำเนินการควบคู่กับ การพัฒนาเกษตรกรรม และมีการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม แหล่งโบราณสถานและสถานที่ท่องเที่ยว ให้คงอยู่ในสภาพที่ดีตลอดไป (Sustainable Development)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อหาแนวทางในการจัดการคุณภาพอากาศ เพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมใน จังหวัดพระนครศรีอยุธยาในอนาคต

1.2.2 ศึกษาอัตราการฟุ้งกระจาย ทิศทางการฟุ้งกระจาย และประเมินความเข้มข้นของ สารมลพิษทางอากาศ ที่แพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดโรงงานอุตสาหกรรม ในจังหวัด พระนครศรีอยุธยา โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์

1.2.3 ศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศระหว่างแหล่งรับ และแหล่งกำเนิด เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จะไม่ทำให้แหล่งรับในจังหวัด พระนครศรีอยุธยา ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ

1.2.4 ศึกษาการระบายมลพิษต่อหน่วยพื้นที่สูงสุด ที่จะไม่ทำให้คุณภาพอากาศใน บรรยากาศเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 พื้นที่ทำการศึกษาคือครอบคลุมพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาทั้งจังหวัด รวม 16 อำเภอ มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 2,547.26 ตารางกิโลเมตร แบ่งเป็น

1.3.1.1 แหล่งกำเนิด (Source) เป็นนิคมอุตสาหกรรมทั้ง 4 แห่ง ได้แก่

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1) นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน | อ.บางปะอิน |
| 2) นิคมอุตสาหกรรมไฮเทค | อ.บางปะอิน |
| 3) นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร | อ.นครหลวงและ อ.บางปะหัน |
| 4) สวนอุตสาหกรรมโรจนะ | อ.อุทัย |

1.3.1.2 แหล่งรับ (Receptor) ใช้การใช้อำนาจที่ดินของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นตัวแบ่ง ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น

- 1) การเกษตรและชลประทาน
- 2) เขตชุมชนและแหล่งท่องเที่ยว

1.3.2 ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 (Industrial Source Complex Short Term) และใช้แบบจำลองแบบกล่อง (BOX model) เมื่อความเร็วลมมีค่าน้อยกว่า 1 เมตรต่อวินาที

1.3.3 ช่วงเวลาทำการศึกษาคือ

ศึกษา 2 ช่วงลมมรสุม

1.3.3.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2546

1.3.3.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

1.3.4 ใช้ดัชนีคุณภาพอากาศ วิธีเก็บตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 สรุปดัชนีคุณภาพอากาศ การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์

ดัชนีคุณภาพอากาศ	วิธีเก็บตัวอย่าง	วิธีวิเคราะห์
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	เครื่องปั๊มอากาศ (Air pump)	Non-dispersive Infrared Method
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	เครื่องปั๊มอากาศ (Air pump)	TGS-ANSA Method
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	เครื่องปั๊มอากาศ (Air pump)	Pararosaniline Method
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM ₁₀)	High Volume Sample	Gravimetric High Volume Method

1.4 การดำเนินการวิจัย

1.4.1 ชั้นเตรียมการ

1.4.1.1 การสำรวจสภาพแวดล้อมปัจจุบัน ศึกษาลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะพื้นที่ภูมิประเทศ ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.4.1.2 สำรวจนิคมอุตสาหกรรม และรวบรวมแหล่งกำเนิด

1.4.1.3 ศึกษาแบบจำลอง ISCST3 และ แบบจำลองแบบกล่อง

1.4.1.4 รวบรวมข้อมูลคุณภาพอากาศ อันได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO), ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) จากหน่วยงานและการวิจัยต่าง ๆ เพื่อทราบสภาพพื้นฐานทางอากาศ ในอดีตและปัจจุบัน

1.4.1.5 รวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จากทิศทางลม ความเร็วลมและสภาพคงตัวของบรรยากาศซึ่งมีอิทธิพลที่สำคัญต่อการฟุ้งกระจายของสารมลพิษทางอากาศ

1.4.2 ชั้นดำเนินการ

1.4.2.1 ประมวลผลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 โดยเปลี่ยนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในปีต่างๆ 5 ปี คือ ปี 2540 – 2544 เพื่อหาช่วงลมมรสุมของปีที่เกิดสภาวะที่เลวร้ายที่สุด(worst case) มาทำการวางแผนเพื่อรองรับการขยายตัวของนิคมอุตสาหกรรมต่อไป โดยนำข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษและลักษณะเฉพาะที่สำคัญ อันได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน นิคมอุตสาหกรรมไฮเทค นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร และสวนอุตสาหกรรมโรจนะ ซึ่งมาจากกระบวนการผลิตในแต่ละนิคมอุตสาหกรรมและข้อมูลแหล่งกำเนิดจากรถยนต์ มาศึกษาลักษณะการแพร่กระจายโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.4.2.2 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างตามแหล่งรับที่กำหนด โดยนำมาเชื่อมโยงกับลักษณะการใช้ที่ดินและศักยภาพการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ และอิงกับพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบจากสารมลพิษตามที่ประมวลผลได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3

1.4.2.3 เก็บตัวอย่างตามแหล่งรับที่วิเคราะห์ได้ จำนวน 56 ตัวอย่างต่อ 1 ช่วงลมมรสุม และวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารมลพิษ

1.4.2.4 ประมวลผลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 ในกรณีศึกษาต่าง ๆ เพื่อวางแผนการรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมในอนาคต

1.4.3 ชั้นวิเคราะห์ข้อมูล

1.4.3.1 เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างผลจากตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.4.3.2 หาความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งรับ และแหล่งกำเนิด เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จะไม่ทำให้แหล่งรับต่างๆ ได้รับผลกระทบถ้ามีการขยายตัวของแหล่งกำเนิด

1.4.3.3 หาบริเวณที่เหมาะสมต่อการขยายตัวของแหล่งกำเนิดที่จะไม่ทำให้แหล่งรับต่างๆ ได้รับผลกระทบ

1.4.3.4 สรุปผลการวิเคราะห์

1.5 แหล่งที่มาของข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานรัฐและเอกชนหลายแห่งดังนี้

1.5.1 หน่วยงานส่วนกลาง

1.5.1.1 สำนักงานกลางทะเบียนราษฎร กรมการปกครอง

1.5.1.2 กรมการผังเมือง

1.5.1.3 กรมทางหลวง

1.5.1.4 กรมควบคุมมลพิษ

1.5.1.5 กรมอุตุนิยมวิทยา

1.5.1.6 การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

1.5.1.7 สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม

1.5.2 หน่วยงานส่วนท้องถิ่น

1.5.2.1 สำนักงานจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.5.2.2 สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.5.2.3 สำนักงานผังเมืองจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.5.3 หน่วยงานเอกชน

1.5.3.1 นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน

1.5.3.2 นิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า (ไฮ-เทค)

1.5.3.3 นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร

1.5.3.4 สวนอุตสาหกรรมโรจนะ

1.5.4 เอกสาร หนังสือ วิทยานิพนธ์

1.5.5 ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อทราบถึงสภาพมลพิษทางอากาศปัจจุบัน และแหล่งกำเนิดที่สำคัญของมลพิษทางอากาศที่อาจจะเกิดขึ้นในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.6.2 ผลทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่กระจายออกในบริเวณกว้างสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลที่จะเกิดขึ้นในเวลานานได้ ซึ่งการตรวจวัดเฉพาะจุดไม่สามารถครอบคลุมถึง

1.6.3 เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาการระบายมลพิษต่อหน่วยพื้นที่สูงสุด ที่จะไม่ทำให้คุณภาพอากาศในบรรยากาศเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดได้ต่อไป

1.6.4 เพื่อทราบถึงแนวทางในการจัดการคุณภาพอากาศ เพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 แบบจำลองคุณภาพอากาศ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศชนิดหนึ่ง แบบจำลองคุณภาพอากาศนี้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และแบบจำลองทางกายภาพ แต่ในการศึกษานี้แบบจำลองคุณภาพอากาศที่ใช้เป็นชนิดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.7.2 แบบจำลองคุณภาพอากาศ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศชนิดหนึ่ง แบบจำลองคุณภาพอากาศนี้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และแบบจำลองทางกายภาพ แต่ในการศึกษานี้แบบจำลองคุณภาพอากาศที่ใช้เป็นชนิดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.7.3 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สมการทางคณิตศาสตร์ที่อธิบายกระบวนการทางฟิสิกส์และเคมีบางอย่างในบรรยากาศ คำตอบจากสมการจะให้ความสัมพันธ์ระหว่างประมาณการระบาย (Emission) และคุณภาพอากาศ (Air Quality)

1.7.4 ความเข้มข้นระดับพื้นดิน หมายถึง ความเข้มข้นของมลพิษที่ระดับผิวพื้น ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตต่างๆ

1.7.5 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา หมายถึง ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ทำการตรวจวัดทั่วไปที่ระดับความสูง 10 เมตร เช่น ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ เป็นต้น

1.7.6 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน หมายถึง ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือหยั่งอากาศเบื้องบน (Radiosonde) เช่น อุณหภูมิที่ระดับความสูงต่างๆ

1.7.7 ข้อมูลแหล่งกำเนิด หมายถึง ข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณลักษณะของแหล่งกำเนิดนั้นๆ

1.7.8 ระยะเวลาเฉลี่ย หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ย เช่น ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 1 ชั่วโมง เป็นต้น

1.7.9 ความสูงผสม หมายถึง เป็นความสูงของสภาพบรรยากาศจากพื้นผิว (Ground Level) ซึ่งอากาศสามารถผสมหรือถ่ายเทมวลกันได้

1.7.10 เสถียรภาพของบรรยากาศ หมายถึง เสถียรภาพของบรรยากาศจะมากเมื่อบรรยากาศเคลื่อนที่น้อยหรือหยุดนิ่ง เสถียรภาพของบรรยากาศจะน้อยมากเมื่ออากาศมีการเคลื่อนที่

1.7.11 สภาพความเสถียรของบรรยากาศแบบ A หมายถึง สภาพบรรยากาศไม่เสถียรมาก

1.7.12 สภาพความเสถียรของบรรยากาศแบบ B หมายถึง สภาพบรรยากาศไม่เสถียรปานกลาง

1.7.13 สภาพความเสถียรของบรรยากาศแบบ C หมายถึง สภาพบรรยากาศไม่เสถียรเล็กน้อย

1.7.14 สภาพความเสถียรของบรรยากาศแบบ D หมายถึง สภาพบรรยากาศเป็นกลาง

1.7.15 สภาพความเสถียรของบรรยากาศแบบ E หมายถึง สภาพบรรยากาศเสถียรเล็กน้อย

1.7.16 สภาพความเสถียรของบรรยากาศแบบ F หมายถึง สภาพบรรยากาศค่อนข้างเสถียร

1.7.17 แบบจำลองแบบกล่อง หมายถึง แบบจำลองที่ใช้สมมติฐานว่าการกระจายสารมลพิษทางอากาศจำกัดอยู่ในขอบเขตรูปกล่อง

บทที่ 2

ทบทวนเอกสารและงานวิจัย

2.1 ความเข้าใจพื้นฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม

เกษม จันทรแก้ว (2545) กล่าวถึง การประยุกต์ทฤษฎีทางสิ่งแวดล้อมเพื่อการจัดการไว้หลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีทางนิเวศวิทยา (Eco Development) ที่เป็นศาสตร์ที่ผสมผสานระหว่างนิเวศวิทยาและการพัฒนา (ทางเศรษฐศาสตร์) เข้าด้วยกัน โดยแนวคิดนี้ชี้ให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง หรือ สิ่งแวดล้อมใดๆย่อมเป็นไปได้ แต่ต้องไม่เกินขีดความสามารถของระบบที่จะฟื้นฟูสภาพด้วยความสามารถของธรรมชาติเองหรือของเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น หรือ ทฤษฎีทางอนุรักษ์วิทยา ที่เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและควบคุมสิ่งแวดล้อมให้สามารถเอื้อประโยชน์ต่อมนุษย์ได้โดยการนำมาใช้ในลักษณะต่างๆ ได้อย่างยั่งยืนต่อไป ซึ่งต้องอาศัย การใช้แบบยั่งยืน การกักเก็บ การรักษาซ่อมแซม การฟื้นฟู การพัฒนา การป้องกัน การสงวน และ การแบ่งเขต โดยมีหลักการจัดการสิ่งแวดล้อม ดังนี้

หลักการที่หนึ่ง: การกำหนดชนิด ประเภทและขอบเขตของสิ่งแวดล้อมเพื่อการใช้ประโยชน์ โดยอาศัยพื้นฐานสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีจุดเด่นเพื่อการสร้างรูปแบบการจัดการโดยการกำหนด ชนิด ประเภท และขอบเขต (อาจทำโดยการวางแผนการใช้ที่ดิน) รวมถึงการสำรวจแก่นับทรัพยากร ว่ามีประมาณเท่าไรในแต่ละชนิด อยู่กันเป็นสัดส่วนอย่างไร และมีการกระจายตัวหนาแน่นอย่างไร สิ่งเหล่านี้สามารถนำไปจำลองออกมาเป็นแผนที่ หรือการแสดงสัญลักษณ์ได้

หลักการที่สอง: การกำหนดกิจกรรมเพื่อการคงสภาพ และการสร้างศักยภาพความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม การประเมินสถานการณ์สิ่งแวดล้อมจะทำให้ทราบว่าสิ่งแวดล้อมที่จัดการนั้นมีความสมบูรณ์หรือเสื่อมโทรมอย่างไร ถ้าต้องการใช้สิ่งแวดล้อมเหล่านั้นต้องมีกิจกรรมลักษณะการนำสิ่งแวดล้อมมาใช้อย่างไร จึงจะทำให้สิ่งแวดล้อมนั้นยั่งยืนตลอดไป ดังนั้นกิจกรรมที่จะถูกกำหนดขึ้นมานั้นต้องขึ้นอยู่กับการสภาพสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ

หลักการที่สาม: การควบคุมในการบำบัด กำจัดของเสียและมลพิษจากกิจกรรมการใช้ทรัพยากร ซึ่งแน่นอนว่าไม่มีเทคโนโลยีใดมีประสิทธิภาพร้อยเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในหลักการที่สามนี้ จึงมุ่งเน้นที่จะสร้างกิจกรรมควบคุม บำบัดของเสียและมลพิษสิ่งแวดล้อม จากหลักการข้างต้น

แม้ว่าจะมีประสิทธิภาพ ก็คงไม่สามารถรักษาสภาพของสิ่งแวดล้อมให้มีความยั่งยืนได้ เพราะของเสียและมลพิษมีพลังการทำลาย สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ หรือที่เกี่ยวข้องเสมอ

2.2 การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน

เกษม จันทรแก้ว (2545) ได้อธิบายความหมายการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสานไว้ดังนี้

หลักการผสมผสาน หมายถึง กระบวนการการเทีใส่ การถ่ายเท หรือการเชื่อมประสานระหว่างสิ่งแวดล้อมภายในระบบให้ได้สถานภาพใหม่อย่างกลมกลืน และมีศักยภาพความยั่งยืนอย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้น การผสมผสานจึงเป็นการนำหลายสิ่งมาเทีใส่ ถ่ายเทออก หรือเชื่อมโยงรวมกันโดยการเรียงลำดับการเทีใส่จนกลมกลืนกันเป็นเนื้อเดียว ซึ่งสิ่งที่นำมาเทีใส่ นั้นเปรียบเสมือนระบบย่อยๆมารวมกัน แต่ละหน่วยมีเอกลักษณ์และพฤติกรรม ร่วมกันอย่างกลมกลืนเป็นหนึ่งเดียวกัน ในทำนองเดียวกันการถ่ายเทและการเชื่อมประสานระหว่างสิ่งแวดล้อมในระบบ ซึ่งการทำความเข้าใจเรื่องการผสมผสานนั้น สามารถใช้กับงานสิ่งแวดล้อมด้านใดก็ได้ ไม่ว่าจะเป็น ทรัพยากร เทคโนโลยี ของเสียและมลพิษ และสิ่งแวดล้อมทางสังคม อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันทุกประเด็นก็ได้

“สิ่งแวดล้อม” เป็นสิ่งที่ “ผสมผสานด้วยตัวเอง” (self integration) หมายถึงว่า การวางแผนการจัดการภายในระบบสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพแล้ว ต้องทำการวางแผนการจัดการแบบผสมผสาน เพราะการจัดการสิ่งแวดล้อมมุ่งมันให้สิ่งแวดล้อมเอื้อประโยชน์ต่อมนุษย์แบบยั่งยืน โดยต้องควบคุมกิจกรรมทุกประเภทที่มาทำลายหรือสร้างความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมให้หมดไป ในกรณีที่ต้องจัดการแหล่งมลพิษ ต้องทำการขจัดแหล่งเหตุของปัญหา (point sources) และแหล่งปัญหาที่ไม่สามารถระบุแหล่งที่มา (non-point sources) ด้วยเทคโนโลยีและวิธีอื่นๆ ส่วนแหล่งรองรับปัญหา (point effects) ต้องฟื้นฟูหรือวิธีอื่น ๆ ซึ่งในการแก้ไขปัญหาสีแวดล้อมต้องแก้ที่ต้นเหตุ จึงต้องมีมาตรการและวิธีแก้ไขคล้ายคลึงกัน หรือวิธีการเดียวกันหรืออาจจะต่างพื้นที่กันเหล่านี้ล้วนเป็นเรื่องของการผสมผสานทั้งสิ้น

แนวปฏิบัติสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน

การผสมผสาน เป็นกระบวนการดำเนินการอย่างมีขั้นตอนด้วยหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการผสมผสาน มีแนวปฏิบัติดังนี้

(1) การวิเคราะห์หาสถานภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการบ่งบอกว่าสิ่งแวดล้อมมีค่าหรือมีคุณภาพสูงต่ำกว่าค่ามาตรฐานหรือค่าธรรมชาติ ปกติแล้วการวิเคราะห์หาสถานภาพสิ่งแวดล้อมหนึ่งๆ มักต้องใช้ดัชนีมากกว่าหนึ่งตัว เพื่อใช้ชี้สถานภาพได้ถูกต้อง

(2) การวิเคราะห์ปัญหาและเหตุของปัญหา ผลการประเมินสถานภาพสิ่งแวดล้อมจะให้ทราบปัญหาและเหตุของปัญหาต่อศักยภาพการคงสภาพความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การวิเคราะห์ปัญหาและเหตุของปัญหา

ปัญหา	เหตุของปัญหา
1. การเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม 2. การร่อยหรอของทรัพยากรธรรมชาติ 3. การเกิดมลพิษและของเสีย	1. การใช้สิ่งแวดล้อมเกินศักยภาพ 2. กิจกรรมที่เข้าไปกระทำ <ul style="list-style-type: none"> ● ผิดเวลาและฤดูกาล ● ผิดสถานที่ ● ใช้อุปกรณ์ไม่เหมาะสม

(3) การสร้างมาตรการควบคุมปัญหาและเหตุของปัญหา การสร้างมาตรการที่ทำให้เกิดปัญหา หรือบรรเทาปัญหาต้องดำเนินการที่ ต้นเหตุ ซึ่งก็คือ การควบคุมกิจกรรมในการใช้ทรัพยากร ในทำนองเดียวกันก็จะเป็นการ ฟื้นฟู รักษาซ่อมแซม ป้องกัน พัฒนา สงวน แบ่งเขต ซึ่งการดำเนินการนั้นต้อง ควบคุม รูปใดรูปหนึ่งของกิจกรรม ทั้งนี้เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของใช้หรือการคงศักยภาพของสิ่งแวดล้อมให้คงสภาพตลอดไป รวมไปถึงการแปรสภาพของเสียและมลพิษ ซึ่งทำให้สิ่งแวดล้อมสามารถมีทรัพยากรที่มีค่าต่อคุณภาพชีวิตอย่างยั่งยืนต่อไป

2.3 การจัดการคุณภาพอากาศ

อากาศบริสุทธิ์ประกอบด้วย ไนโตรเจน 78.09% ออกซิเจน 20.94% และอื่นๆที่ประกอบด้วย อาร์กอน คาร์บอนไดออกไซด์ นีออน ฮีเลียม คริปทอน ซีนอน ก๊าซอินทรีย์ อื่นๆ 0.97% ซึ่งมีปริมาณการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพการณ์ และเวลาโดยปกติจะมีไอน้ำอยู่ในอากาศประมาณ 1-3% มลพิษทางอากาศเกิดจากการมีสารอื่นๆปะปนมากถึงขีดที่ก่อให้เกิดอันตราย ทั้งที่เกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ และมนุษย์ปล่อยเข้าสู่บรรยากาศ (นพภาพรพานิช และ แสงสันต์ พานิช, 2544) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

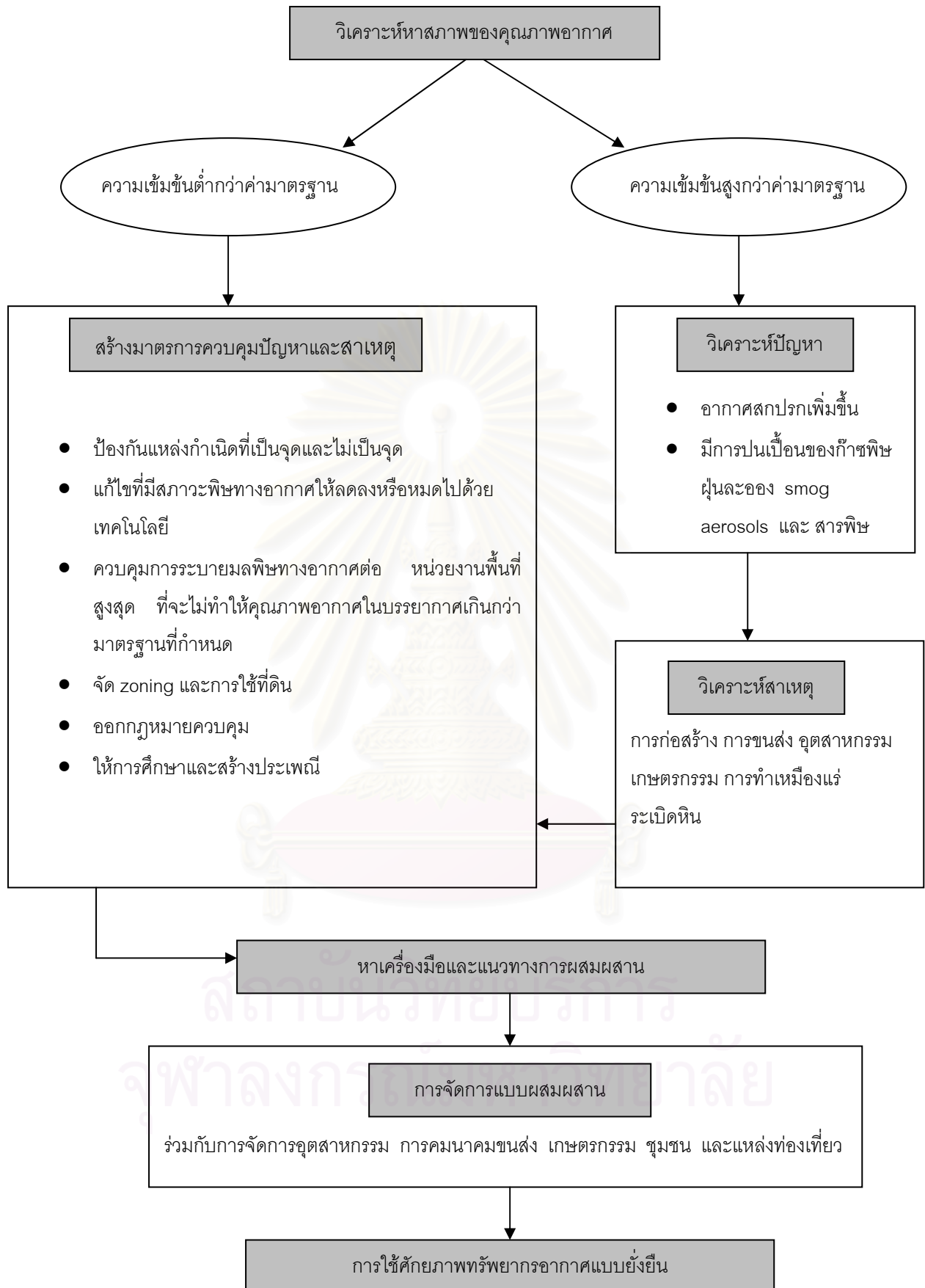
- 1) ก๊าซของสารอนินทรีย์ ได้แก่ ออกไซด์ของคาร์บอน ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของซัลเฟอร์ และก๊าซอินทรีย์อื่นๆอีก เช่น H_2S HF NH_3 เป็นต้น
- 2) ก๊าซของสารอินทรีย์ ได้แก่ ไฮโดรคาร์บอน อัลดีไฮด์ และ คีโตน
- 3) อนุภาคมลพิษ ได้แก่ อนุภาคที่เป็นของแข็ง อนุภาคของเหลว

นอกจากนี้ ยังมีพวกสารกัมมันตรังสี ก๊าซโอโซน รวมทั้งจุลินทรีย์ต่างๆ ละอองเกสรดอกไม้ เชื้อรา และ ยีสต์ เป็นต้น

คุณภาพอากาศมีผลอย่างมากต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เนื่องจากสภาวะปัจจุบันซึ่งมีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ สังคม และการอุตสาหกรรมของประเทศ เข้าสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรม มีการใช้แหล่งพลังงานและวัสดุต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิต มีการใช้ยวดยานพาหนะต่างๆ สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศเป็นอย่างมาก คุณภาพอากาศเสื่อมโทรมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมืองใหญ่ๆ มีผลทำให้สุขภาพของมนุษย์แย่ลง ดังนั้นการควบคุมมลพิษทางอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งอาจมีแนวทางดังนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



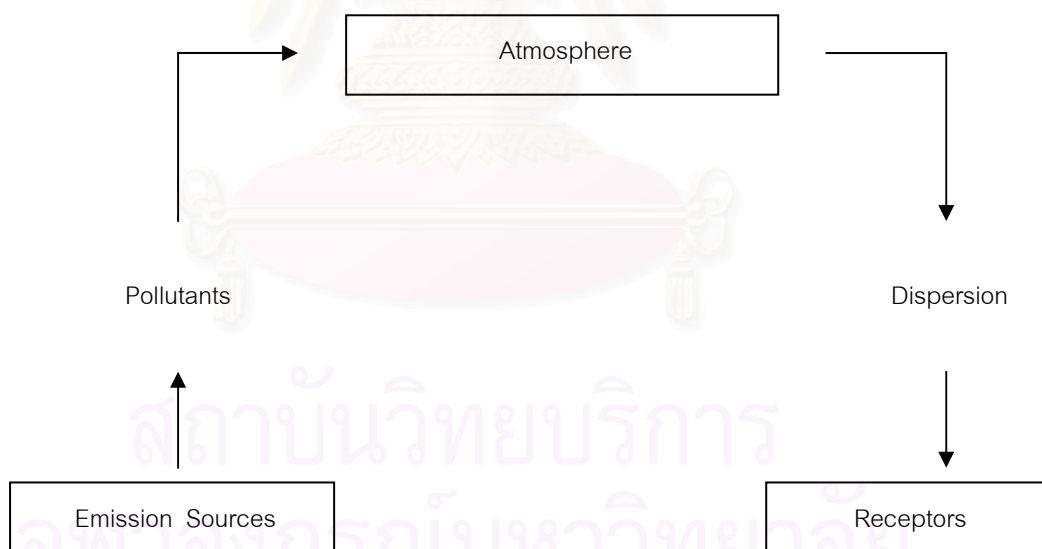
รูปที่ 2.1 แนวทางการจัดการมลพิษทางอากาศ

2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ

2.4.1 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System)

กรมควบคุมมลพิษ (2538) กล่าวว่า ภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศ ซึ่งมีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลาที่นานพอ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารที่กล่าวถึงอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ อาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษทางอากาศหลักที่สำคัญ คือ ฝุ่นละออง ตะกั่ว ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และก๊าซโอโซน

ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System) ประกอบไปด้วย ส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptors) ดังแสดงเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Systems)

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2538)

2.4.2 ประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Sources of Air Pollutants)

แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.4.2.1 แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดและระบายสารมลพิษทางอากาศออกสู่อากาศ โดยเป็นไปตามกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องแต่อย่างใด ตัวอย่างเช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า ทะเล และมหาสมุทร (แหล่งกำเนิดของละอองเกลือ) เป็นต้น

2.4.2.2 แหล่งกำเนิดที่เป็นกิจกรรมหรือการกระทำของมนุษย์ (Man-Made Source) เป็นแหล่งกำเนิดที่มีมนุษย์หรือกิจกรรมที่มนุษย์กระทำ เป็นตัวการที่ทำให้เกิดและระบายสารมลพิษทางอากาศออกสู่อากาศ แหล่งกำเนิดจากมนุษย์ยังสามารถแบ่งย่อยออกไปได้อีกเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Sources) ได้แก่ ยานพาหนะต่าง ๆ และแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ (Stationary Sources) ได้แก่ การเผาเชื้อเพลิงประเภทต่างๆ และกระบวนการผลิต

2.4.3 ประเภทของสารมลพิษทางอากาศ (Type of Air Pollutants) สารมลพิษทางอากาศ สามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะทางการเกิด คือ

2.4.3.1 สารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิ (Primary Air Pollutants) เป็นสารมลพิษทางอากาศที่เกิดและถูกระบายจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ฝุ่นละออง และเขม่าควันที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงในยานพาหนะ และเตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2.4.3.2 สารมลพิษทางอากาศทุติยภูมิ (Secondary Air Pollutants) เป็นสารมลพิษทางอากาศที่ไม่ได้เกิดและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดใด ๆ แต่เกิดขึ้นในบรรยากาศทั่วไป จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิด้วยตัวเอง หรือปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่น ๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ เช่น ก๊าซโอโซน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมี Photochemical Oxidation ระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในบรรยากาศ โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทั้งก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนและสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเป็นสารมลพิษทางอากาศปฐมภูมิ ที่มีแหล่งกำเนิดหลักมาจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในยานพาหนะประเภทต่าง ๆ

2.4.4 ผลเสียหายจากมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Effects)

มลพิษทางอากาศสามารถทำให้เกิดผลเสียหายต่อสิ่งต่างๆ ได้มากมาย เช่น เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์ ทำลายพืช ทำให้วัสดุเสียหาย ทำให้เกิดผลเสียแก่สภาพภูมิอากาศ และเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ ลักษณะและความรุนแรงของ

ผลเสียที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับประเภทและความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ และความยาวนานของการสัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศนอกจากนี้ สารมลพิษทางอากาศบางชนิด ยังอาจมีผลที่เสริมฤทธิ์กัน ทำให้ผลเสียที่เกิดขึ้นทวีความรุนแรงมากขึ้นกว่าผลเสียที่เกิดขึ้น หากมีเพียงสารมลพิษทางอากาศเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้นหรืออาจมีผลหักล้างซึ่งกันและกัน ทำให้ผลเสียที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงน้อยลง

2.4.4.1 ผลเสียที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ผลเสียที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เป็นผลเสียที่มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากเกี่ยวพันถึงชีวิตและความแข็งแรงสมบูรณ์ของมนุษย์เรา อันตรายที่เกิดขึ้นอาจเริ่มตั้งแต่การก่อให้เกิดความรำคาญระคายเคือง เกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกายโดยไม่แสดงอาการ จนกระทั่งมีอาการชัดเจน และถึงขั้นเสียชีวิตในที่สุด นอกจากนี้แล้ว อันตรายต่อสุขภาพอาจจะไม่ได้เกิดขึ้นโดยตรงเนื่องจากสารมลพิษทางอากาศเพียงอย่างเดียว แต่อาจเกิดโดยทางอ้อมจากโรคแทรกซ้อนที่เกิดขึ้น เมื่อร่างกายอ่อนแอจากการได้รับหรือสัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศ โดยปกติแล้ว มนุษย์เราจะรับสารมลพิษทางอากาศเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ และโดยการสัมผัสทางผิวหนังและนัยน์ตาต่อไปนี้จะได้กล่าวถึงอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ดังนี้

2.4.4.1.1 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีรสและกลิ่น เบากว่าอากาศทั่วไปเล็กน้อย เมื่อหายใจเข้าไปก๊าซนี้จะรวมกับเฮโมโกลบิน (Haemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้มากกว่าออกซิเจนถึง 200 – 250 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีเฮโมโกลบิน (COHb) ซึ่งลดความสามารถของเลือดในการเป็นตัวนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆโดยทั่วไป องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดคาร์บอกซีเฮโมโกลบินในเลือดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศที่สูดหายใจเข้าไป และระยะเวลาที่อยู่ในสภาวะนั้น สำหรับอาการสนองตอบของมนุษย์ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์คาร์บอกซีเฮโมโกลบิน และความไวรับของแต่ละบุคคล (Individual Susceptibility) เป็นสำคัญ บริเวณที่มักจะพบว่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์สูง ได้แก่ บริเวณริมถนนและบริเวณสี่แยกของถนนที่มีการจราจรหนาแน่น

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการตอบสนองและระดับคาร์บอนซีเฮโมลโกลบินอิมิตัวในเลือด

ร้อยละของคาร์บอนซีเฮโมลโกลบินอิมิตัวในเลือด	อาการตอบของคนปกติ (ผู้ใหญ่)	อาการสนองตอบของผู้ป่วยโรคหัวใจ
0.3 – 0.7	ยังไม่ปรากฏอาการใดๆ (No Effect)	–
1 – 5	กระตุ้นให้หัวใจสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงอวัยวะสำคัญบางส่วนเพิ่มขึ้นเป็นการชดเชย	หัวใจไม่สามารถที่จะสูบฉีดเลือดชดเชยได้ สำหรับผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจตีบ จะมีความสามารถในการออกกำลังกายลดลงเมื่อจำนวนคาร์บอนซีเฮโมลโกลบินอิมิตัวในเลือดร้อยละ 2.5 – 3
5 – 9	การเห็นต้องใช้แสงมากขึ้นกว่าปกติ ปวดศีรษะ การเห็นพร่ามัว มืดปกติ	การออกกำลังกายเพียงเล็กน้อย จะทำให้ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจตีบเกิดอาการผิดปกติ เช่น เจ็บหน้าอก
16 – 20	ปวดศีรษะ คลื่นไส้ ลดความสามารถใน	อาจเป็นอันตรายถึงตายได้
20 – 30	การทำงานประณีต ปวดศีรษะรุนแรง คลื่นไส้ และอาเจียน	–
30 – 40	อ่อนเปลี้ย เป็นลม หหมดสติ (Syncope)	–
50	หมดสติ (Coma) ชัก	–
60 – 70	ถึงตายหากไม่ได้รับการรักษาทันที	–

หมายเหตุ ถ้าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในอากาศสูงมาก ผู้ที่ได้รับจะมีอาการรุนแรง หมดสติ และถึงตายทันที โดยไม่มีอาการนำได้

2.4.4.1.2 ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน

ประกอบด้วย ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไนตริกออกไซด์ (NO) ไดไนโตรเจนไดออกไซด์ (N_2O_3) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ไดไนโตรเจนเตตราออกไซด์ (N_2O_4) และไดไนโตรเจนเพนต็อกไซด์ (N_2O_5) ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างๆ เช่น ก๊าซ ถ่านหิน ฟืน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของออกไซด์ของไนโตรเจนซับซ้อนมาก และขึ้นอยู่กับสารมลพิษอื่นๆ เช่น ไฮโดรคาร์บอน โอโซน สารประกอบซัลเฟอร์ เป็นต้น อีกทั้งสภาวะทางธรรมชาติ เช่น แสงอาทิตย์ ก็เป็นองค์ประกอบตัวหนึ่งเช่นกัน ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะไนตริกออกไซด์ (NO) และ ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ไนตริกออกไซด์ เป็นก๊าซไม่มีสีและกลิ่น ซึ่งส่วนมากเมื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีกับออกซิเจนในอากาศจะเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ซึ่งมีกลิ่นกรด และอาจมีผลต่อมนุษย์ ซึ่งค่าต่ำสุดที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ป่วยเป็นหืด คือ 190 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (0.1 ส่วนในล้านส่วน) ในระยะเวลา 1 ชั่วโมงต่อวัน ที่หายใจเอาก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เข้าไป อย่างไรก็ตาม จากการประชุมขององค์การอนามัยโลก พ.ศ.2519 ที่กรุงโตเกียว ได้สรุปว่า ถึงแม้จะมีการทดลองกับผู้ป่วยโรคหืด และพบว่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ระดับ 190 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในระยะเวลา 1 ชั่วโมง มีผลทำให้เกิดหลอดลมตีบตันมากขึ้น แต่ก็ยังไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าควรมีการทดสอบต่อไปอีก ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่สำคัญ คือ ก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) และก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีของไนโตรเจนกับออกซิเจนในระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ที่อุณหภูมิสูงๆ โดยทั่วไปแล้ว NO ในอากาศจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็น NO_2 โดยออกไซด์ของไนโตรเจนที่จะทำอันตรายต่อสุขภาพได้ คือ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เมื่อหายใจเข้าไปแล้วอาจทำให้เกิดความระคายเคืองในถุงลม ทำให้เกิดอาการคล้ายกับ โรคหลอดลมตีบตัน (Emphysema) โดยเฉพาะในบุคคลที่เป็นโรคหืดอยู่แล้ว นอกจากนี้ NO_2 ในปอดยังอาจเปลี่ยนเป็น Nitrosamines ซึ่งทำให้เกิดมะเร็งปอดได้

2.4.4.1.3 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุน แสบจมูก เกิดจากการรวมตัวของสารกำมะถันที่เจือปนอยู่ในเชื้อเพลิงกับก๊าซออกซิเจนในขณะที่เผาไหม้ สามารถละลายน้ำได้ดีพอสมควร และถูกดูดซึมได้ดีในระบบทางเดินหายใจส่วนบน ซึ่งชั้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จะค่อย ๆ ทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) ซึ่งเมื่อรวมตัวกับความชื้นในอากาศ เกิดเป็นก๊าซซัลฟิวริก (H_2SO_4) ทั้ง SO_2 , SO_3 และ H_2SO_4 อาจก่อให้เกิดความระคายเคือง และเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้เป็นโรคระบบทางเดินหายใจได้ง่ายและบ่อยขึ้น เช่น โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง โรคทางเดินหายใจ และโรคปอดอื่น ๆ อันตรายจะรุนแรงมากขึ้นเมื่อรวมกับฝุ่นละออง โดยเพิ่มความต้านทานการเคลื่อนที่ของอากาศในทางเดินหายใจและเพิ่มความระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อในระบบหายใจ

นอกจากนี้ ฝุ่นละอองของโลหะบางชนิดยังเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้ SO_2 กลายเป็นกรด H_2SO_4 ได้เร็วขึ้น

2.4.4.1.4 ฝุ่นละออง เป็นทั้งอนุภาคของแข็งและของเหลวซึ่งไม่ใช่สารที่มีโมเลกุลเดียว ขนาดของอนุภาคทำให้อัตราการคงอยู่ในอากาศเป็นไปได้นานตั้งแต่ 2-3 วินาทีไปจนถึงหลาย ๆ เดือน ฝุ่นทำให้ทัศนวิสัยลดลง โดยอนุภาคทั้งของแข็งและของเหลวที่มีขนาดระหว่าง 0.1 ถึง 1 ไมครอน จะเป็นสาเหตุสำคัญที่เป็นตัวลดทัศนวิสัย ตัวฝุ่นละอองเองและการรวมตัวของฝุ่นกับสารมลพิษทางอากาศอื่นทำให้เกิดเป็นพิษมากขึ้นจะเข้าสู่ร่างกายโดยทางระบบหายใจ ทำให้รบกวนระบบการหายใจโดยตรง โดยประมาณขนาดของฝุ่น 0.01 ถึง 0.1 ไมครอนจะมีอยู่ในฝุ่นทั้งหมดประมาณ 50% ฝุ่นขนาดนี้สามารถเข้าไปสะสม อยู่ในถุงลมปอดได้ ความสัมพันธ์โดยตรงระหว่าง ความเข้มข้นของฝุ่นกับผลทางร่างกาย ไม่แน่นอน เพราะว่าลักษณะในการส่งผลเสริมกับสารมลพิษตัวอื่น และลักษณะปลีกย่อยของฝุ่น คือ องค์ประกอบทางเคมีในฝุ่น ลักษณะทางกายภาพขนาดของฝุ่นและความสามารถในการดูดซับสารพิษและพาเข้าสู่ร่างกาย (วรารุณ เสือดี, 2541)

2.4.4.2 ผลเสียหายที่มีต่อพืชและสัตว์ สารมลพิษทางอากาศที่เป็นอันตรายต่อพืชที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน PAN ฝุ่นละออง ก๊าซคลอรีน ก๊าซแอมโมเนีย และปรอท เป็นต้น โดยปกติแล้วสารมลพิษทางอากาศที่อยู่ในรูปก๊าซ จะเข้าสู่ต้นไม้ได้โดยการหายใจของต้นไม้ผ่านรูปากใบ และจะไปทำลายคลอโรฟิลล์และการสังเคราะห์แสงของพืชทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตและตายในที่สุด สีของใบจะเปลี่ยนไป เนื่องจากคลอโรฟิลล์ถูกทำลาย สีที่เปลี่ยนจะขึ้นอยู่กับชนิดของสารมลพิษ สำหรับฝุ่นละอองจะก่อให้เกิดอันตรายต่อพืช โดยตกลงจับบนใบและส่วนอื่น ๆ ของพืช ทำให้ก๊าซผ่านเข้าสู่ใบน้อยลง ใบจะเหลืองและเฉาไปในที่สุด นอกจากนี้ ฝุ่นละอองที่ตกเคลือบอยู่บนผิวใบยังกันและสะท้อนแสงแดดในช่วงความยาวคลื่นสั้น (400-700 นาโนเมตร) ซึ่งพืชใช้ในการสังเคราะห์แสงไว้ ทำให้พืชสังเคราะห์แสงได้น้อยลง และขณะเดียวกันกลับดูดแสงแดดช่วงความยาวคลื่นยาว (1,750-1,850 นาโนเมตร) ซึ่งเป็นรังสีความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในใบสูงขึ้น ใบจะเกิดการเหี่ยวเฉา

2.4.4.3 ผลเสียหายที่เกิดกับวัสดุต่าง ๆ ผลเสียหายที่เกิดกับวัสดุต่าง ๆ เช่น ทำให้เกิดความสกปรก สีซีดจาง โลหะเป็นสนิม สึกและผุกร่อนทำให้ยางและพลาสติกเปราะและแตกในที่สุด ผ้าเปื่อยและขาด กระจกเหลืองและกรอบ ทำให้ผิววัสดุ เช่น เซรามิกสีดำน ลดความมันเงา

2.4.4.4 ผลเสียหายที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศ เป็นผลที่เกิดจากฝนกรด โดยธรรมชาติน้ำฝนจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ เมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการละลายน้ำของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทางทฤษฎีแล้ว น้ำฝนตามธรรมชาติจะมีสภาพเห็นกรด

เล็กน้อยอยู่แล้ว คือ มีความเป็นกรดเป็นด่างที่ประมาณ 5.6 อย่างไรก็ตาม ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนเป็นสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญที่สามารถทำให้น้ำฝนมีสภาพเป็นกรดมากขึ้นก็ได้ การที่ฝนมีความเป็นกรดมากขึ้นทำให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศวิทยาในดิน แหล่งน้ำ ป่าไม้ ที่ได้รับน้ำฝน ทั้งนี้ เนื่องจากสิ่งมีชีวิต ทั้งที่เป็นพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะความเป็นกรดเป็นด่างของสิ่งแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่ ทำให้การเจริญเติบโตช้าลง การแพร่พันธุ์ลดลง และตายได้

2.4.4.5 ผลเสียหายต่อสภาวะภูมิอากาศ การที่มีฝุ่นละอองแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศเป็นจำนวนมาก หรือการเกิด Photochemical Smog จะบดบังทัศนวิสัย ทำให้ระยะทางในการมองเห็นผ่านอากาศลดลง ไม่สามารถมองเห็นวัตถุในระยะทางไกล ๆ ได้นอกจากนี้ ฝุ่นละอองยังทำหน้าที่กั้นและสะท้อนแสงแดดที่ส่องมายังผิวโลก ทำให้ผิวโลกมีอุณหภูมิลดลง

2.5 มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดในประเทศไทย

2.5.1 มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้กำหนดความเข้มข้นของสารมลพิษชนิดต่าง ๆ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2536 ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน สำหรับสารมลพิษจำนวน 15 ชนิด โดยห้ามใช้วิธีเจือจาง และให้คำนวณเทียบที่ความดัน 1 บรรยากาศ และอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (ความดัน 1 บรรยากาศ และ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส)

ประเภทสารมลพิษ	แหล่งที่มาของสารมลพิษ	ค่ามาตรฐาน (mg/m ³)
1. ฝุ่นละออง	หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิง ดังนี้ - น้ำมันเตา - ถ่านหิน - เชื้อเพลิงต่าง ๆ การถลุงหล่อหลอม รีดดิ่ง และผลิตเหล็กกล้า อะลูมิเนียม	300 400 400 300
2. พลวง	การผลิตทั่วไป	400
3. สารหนู	การผลิตทั่วไป	20
4. ทองแดง	การหลอมหรือการถลุง	30
5. ตะกั่ว	การผลิตทั่วไป	30
6. คลอรีน	การผลิตทั่วไป	30
7. ไฮโดรเจนคลอไรด์	การผลิตทั่วไป	200
8. พรอท	การผลิตทั่วไป	3
9. คาร์บอนมอนอกไซด์	การผลิตทั่วไป	1,000 (870ppm)
10. กรดกำมะถัน	การผลิตทั่วไป	100 (25ppm)
11. ไฮโดรเจนซัลไฟด์	การผลิตทั่วไป	140 (100ppm)
12. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	การผลิตกรดซัลฟิวริก การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ใช้ น้ำมันเตา*	1,300 (500ppm) 1,250 ppm
13. ออกไซด์ของไนโตรเจน (วัดในรูป NO _x)	หม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิง ดังนี้ - ถ่านหิน - เชื้อเพลิง	940 (500ppm) 740 (250ppm)
14. ไซลีน**	การผลิตทั่วไป	870 (200ppm)
15. ครีซอล	การผลิตทั่วไป	22 (5ppm)

ที่มา: ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 เรื่องกำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงาน 14 ชนิด (ประกาศ ณ วันที่ 20 กรกฎาคม 2536)

*ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 9 เรื่องกำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานเพิ่มอีก 1 ชนิด (ประกาศ ณ วันที่ 6 กันยายน 2538)

** ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 เรื่องกำหนดค่าปริมาณของสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากโรงงานเพิ่มอีก 1 ชนิด (ประกาศ ณ วันที่ 11 เมษายน 2543) ยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (ประกาศ ณ วันที่ 3 เมษายน 2539)

2.5.2 มาตรฐานการระบายสารมลพิษทางอากาศจากเตาเผามูลฝอยชุมชน

อากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญแหล่งหนึ่ง กรมควบคุมมลพิษ จึงได้จัดทำประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กำหนดให้เตาเผามูลฝอยเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ และเรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย ซึ่งได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 114 ตอนที่ 63ง วันที่ 7 สิงหาคม 2540 โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้

มูลฝอยในมาตรฐานนี้ หมายถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร ถ้ำ มูลสัตว์ หรือ ซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือ ที่อื่นแต่จะไม่รวมถึงมูลฝอยที่เป็นวัตถุอันตรายตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข หรือมูลฝอยที่เป็นสิ่งปฏิกูล หรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานเป็นการเฉพาะ ซึ่งสรุปค่ามาตรฐานการระบายสารมลพิษทางอากาศจากเตาเผามูลฝอยชุมชน ดังแสดงในตารางที่ 2.4



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 สรุปค่ามาตรฐานการระบายมลพิษทางอากาศจากเตาเผามูลฝอย

มลพิษทางอากาศ*	ขนาดของเตาเผามูลฝอย		วิธีการตรวจวัด
	ใหญ่กว่า 50 ตัน/วัน ขึ้นไป	ตั้งแต่ 1-50 ตัน/วัน	
1) TSP (mg/m ³)	120	400	U.S EPA. Method 5 หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
2) SO ₂ (ppm)	30	30	U.S EPA. Method 5 หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
3) NO _x as NO ₂	180	250	U.S EPA. Method 5 หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
4) Opacity (%)	10	20	U.S EPA. Method 5 หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
5) HCl (ppm)	25	136	U.S EPA. Method 5 หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
6) Dioxin(ng/m ³)**	30	30	U.S EPA. Method 5 หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ที่มา : ออกเป็นประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม วันที่ 17 มิถุนายน 2540 เล่มที่ 144 ตอนที่ 63ง วันที่ 7 สิงหาคม 2540

หมายเหตุ * ให้คำนวณความเข้มข้นมลพิษทางอากาศเทียบที่สภาวะอ้างอิง (Reference Condition) อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท หรือความดัน 1 บรรยากาศ ปริมาตรออกซิเจนส่วนเกินในการเผาไหม้ (Excess Oxygen) ร้อยละ 7 หรือปริมาตรอากาศ (Excess Air) ร้อยละ 50 ที่ภาวะแห้ง (Dry basis)

**Total Chlorinated PCDD plus PCDF, Poly Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins (PCDD) and Poly Chlorinated Dibenzofurans (PCDF)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5.3 มาตรฐานการระบายมลพิษทางอากาศจากรถยนต์

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานการระบายมลพิษทางอากาศจากรถใช้งาน (รถยนต์เบนซิน)

ประเภทรถ	มลพิษ	ค่ามาตรฐาน	เครื่องมือ	วิธีตรวจวัด
รถยนต์เบนซิน				
-จุดทะเบียนก่อน 1 พฤศจิกายน 2536	CO	4.5%	เครื่องมือวัดก๊าซ CO และ HC	ตรวจวัดขณะ รถยนต์จอดอยู่กับ ที่ ไม่มีภาระ
-จุดทะเบียนตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2536	CO	1.5%	ระบบ NDIR (Non- Dispersive Infrared)	ที่ ไม่มีภาระ
ทุกประเภท	HC	200 ppm		เครื่องยนต์เดินเบา

ที่มา: จากประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2540) เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอนจากท่อไอเสียของรถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 114 ตอนที่ 76ง วันที่ 23 กันยายน 2540

ตารางที่ 2.6 มาตรฐานการระบายมลพิษทางอากาศจากรถใช้งาน (รถยนต์ดีเซล)

มลพิษ	ค่ามาตรฐาน	เครื่องมือ	วิธีตรวจวัด
ควันดำ	50%	ระบบกระดาษกรอง	ตรวจวัดขณะรถยนต์จอดอยู่กับที่ ไม่มีภาระ
	45%	ระบบวัดความทึบแสง	โดยเร่งเครื่องยนต์อย่างรวดเร็วจนสุดคันเร่ง
	40%	ระบบกระดาษกรอง	ตรวจวัดขณะรถยนต์มีภาระ และอยู่บน
	35%	ระบบวัดความทึบแสง	เครื่องทดสอบที่มีความเร็วรอบร้อยละ 60 ของความเร็วรอบที่ให้กำลังสูงสุด

ที่มา: จากประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2540) เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าควันขาวจากท่อไอเสียของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 114 ตอนที่ 76ง วันที่ 17 มิถุนายน 2540

2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทย

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป เป็นเป้าหมายระดับคุณภาพอากาศ (Air Quality Goals) ที่ต้องการ ซึ่งแสดงอยู่ในรูปของความเข้มข้นเฉลี่ยของสารมลพิษแต่ละชนิด ที่ยอมให้มีได้ในบรรยากาศในช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้ กำหนดโดยใช้ข้อมูลและผลการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งบ่งบอกถึงผลเสียหายและอันตรายของสารมลพิษแต่ละชนิด หากสัมผัสกับสารมลพิษนั้น ๆ ที่ระดับความเข้มข้น และระยะเวลาสัมผัสต่างๆ กันเป็นพื้นฐานหลัก และอาจใช้ปัจจัยอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น ปัจจัยทางเทคโนโลยี และปัจจัยทางเศรษฐกิจ เป็นต้น ดังนั้น มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศจะต้องได้รับการทบทวน และปรับปรุงให้เหมาะสมกับสถานการณ์เป็นระยะ ๆ ในปี 2538 กรมควบคุมมลพิษได้ทำการปรับปรุงมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทย โดยได้มีการปรับเปลี่ยนค่ามาตรฐานสำหรับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และตะกั่วให้เข้มงวดขึ้น และเพิ่มเติมค่ามาตรฐานสำหรับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.7 ทั้งนี้ เป็นการกำหนดตามมาตรา 32 ของพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ซึ่งกำหนดให้การกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป จะต้องอาศัยหลักวิชาการ กฎเกณฑ์ และหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ เป็นพื้นฐานและจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.7 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย พ.ศ. 2538

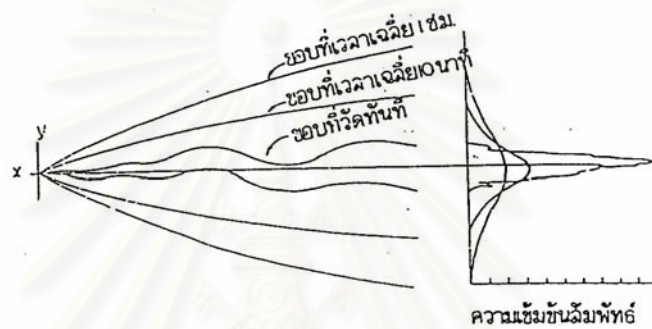
สารมลพิษ*	ค่าเฉลี่ย 1		ค่าเฉลี่ย 8		ค่าเฉลี่ย 24		ค่าเฉลี่ย 1		ค่าเฉลี่ย 1 ปี**		วิธีการตรวจวัด
	mg/m	ppm	mg/m	ppm	mg/m	ppm	mg/m	ppm	mg/m	ppm	
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	34.2	30	10.26	9	-	-	-	-	-	-	Non-Dispersive Infrared Detection
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	0.32	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	Chemilluminescence
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์/a (SO ₂)	0.78	0.3	-	-	0.3	0.12	-	-	0.1	0.04	UV-Fluorescence
ฝุ่นรวม (TSP)	-	-	-	-	0.33	-	-	-	0.1	-	Gravimetric-High Volume
ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10)	-	-	-	-	0.12	-	-	-	0.05	-	Gravimetric-High Volume
โอโซน (O ₃)	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	Chemilluminescence
สารตะกั่ว (Pb)	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	Atomic Absorption Spectrometer

หมายเหตุ

- * ค่าความเข้มข้นของก๊าซ คำนวณที่ความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
- ** ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต
- /a ค่ามาตรฐาน SO₂ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง - 1,300 µg/m³ สำหรับพื้นที่แม่เมาะ
- 780 µg/m³ สำหรับบริเวณทั่วไป (ยกเว้นในพื้นที่แม่เมาะ)

2.7 ทฤษฎีพื้นฐานทางด้านการกระจายตัวของมลพิษในบรรยากาศ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ทำนายความเข้มข้นตามทิศทางลมจากจุดเกิดจุดหนึ่ง มีหลายแบบ แบบของเกาส์เซียนเป็นแบบจำลองแบบหนึ่งที่ใช้อยู่ จากการศึกษาสามารถอธิบายการกระจายตัวแบบเกาส์เซียนได้ว่า เนื่องจากความเข้มข้นของมลพิษที่จุดใดๆ ภายในกลุ่มควัน (Plume) จะขึ้นอยู่กับระยะเวลาการชักตัวอย่างอากาศ ถ้าชักตัวอย่างของพุ่มทันทีที่จะได้ความเข้มข้นสูง แต่ถ้าชักตัวอย่างอากาศเป็นเวลา 10 นาที ความเข้มข้นที่ได้จะน้อยลงเนื่องจากพุ่มมีเวลาในการกระจายตัวมากขึ้น (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ และคณะ, 2536) ดังแสดงในรูปที่ 2.3



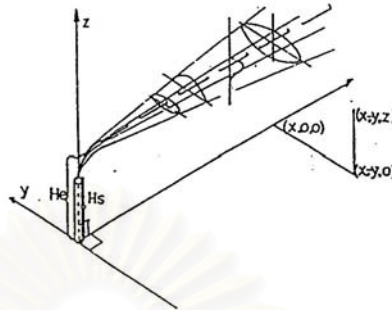
รูปที่ 2.3 ขอบเขตของพุ่มที่เวลาชักตัวอย่าง เฉลี่ยต่าง ๆ

ที่มา : Cooper C.D. and Alley F.C.(1994)

จากการที่พื้นที่หน้าตัดของพุ่มขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เราสังเกตพฤติกรรมของพุ่ม เมื่อเวลาชักตัวอย่างที่สั้น ๆ ขอบของพุ่มจะแคบและเป็นรูป Sinuous แต่ถ้าเป็นช่วงเวลายาว ขอบของพุ่มจะกว้างขึ้น โดยที่จุดความเข้มข้นสูงสุดยังอยู่บนเส้นผ่าศูนย์กลางของพุ่มเหมือนเดิม พฤติกรรมทางกายภาพนี้สามารถอธิบายได้ด้วย ฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian Function) ความเข้มข้นของมลพิษ (X) เป็นฟังก์ชันของตำแหน่งตามลมจากแหล่งเกิด ทางด้านขวางของลม (Cross-Wind Coordinates) และจะเกิดกระบวนการกระจายตัว ซึ่งพอจะสมมติได้ว่าเป็นเกาส์เซียนฟังก์ชัน ส่วนทางด้านตามลมนั้นผลของการพา (Convection) จะมีอิทธิพลมากกว่าการกระจาย ดังนั้นอาจคิดเพียงแค่ผลของความเร็วมที่มีต่อการยัดตัวของพุ่มเพียงอย่างเดียว การกระจายของมลพิษจะเร็วขึ้นเมื่อความเร็วมสูงขึ้นโดยไม่ขึ้นอยู่กับสภาพความปั่นป่วนที่เกิดจากลม

ในกรณีของพุ่มความเข้มข้นของมลพิษจะขึ้นอยู่กับกระบวนการกระจายในทิศทางขวางลม การพาในทิศทางตามลม และความเข้มข้นของมลพิษที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด จะเห็นได้แล้ว

ว่าการกระจายตัวของพลาสมาในทิศทางขวางลมเป็นแบบเกาส์เซียน ดังนั้นจะจำลองพลาสมาให้เป็นเกาส์เซียนฟังก์ชัน ทั้งทางแนวตั้ง z และทางแนวนอน y ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แบบจำลองการแพร่กระจายกลุ่มควีนแบบเกาส์เซียน

ที่มา: Sax,N.I. (1974)

ในการวิเคราะห์สมการเกาส์เซียน เราจะแยกวิเคราะห์ในแต่ละแนวแกน โดยให้ทิศทางของลมพัดในทิศทางของแกน x สามารถแยกวิเคราะห์ได้ดังนี้

แนวแกน x เป็นแนวแกนตามทิศทางลม การกระจายตัวของพลาสมาเป็นอิทธิพลจากการพามากกว่าการกระจาย ดังนั้นความเข้มข้นของมลพิษจะเป็นสัดส่วนกับ $1/u$ ดังสมการ 2.1 ส่วนปริมาณของมลพิษที่ถูกปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดก็มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของพลาสมาที่จุดต่างๆ ได้ลมเช่นกัน ความเข้มข้นของพลาสมาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิด

$$\chi \propto Q$$

$$\chi \propto 1/u \dots\dots\dots(2.1)$$

- โดยที่ Q หมายถึง อัตราการปล่อยมลพิษที่แหล่งกำเนิด (กรัม/วินาที)
- χ หมายถึง ความเข้มข้นของมลพิษ (กรัม/ลูกบาศก์เมตร)
- u หมายถึง ความเร็วลมเฉลี่ยที่ความสูงของปล่อง (เมตร/วินาที)

แนวแกน y เป็นแนวด้านพื้นที่หน้าตัดของพลาสมา เราสามารถเขียนสมการอธิบายในรูปของเกาส์เซียนฟังก์ชันดังนี้

$$\chi \propto \{1/(2\pi\sigma_y)\} e^{-1/2((y)/\sigma_y)^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

โดยที่ σ_y หมายถึง ความเบี่ยงมาตรฐาน (Standard Deviation) ทางแกน y (เมตร)
y หมายถึง ระยะทางจากจุดกำเนิดตามแนวแกน y (เมตร)

แนวแกน z เป็นแนวด้านพื้นที่หน้าตัดของพุ่มด้านแนวดิ่ง สามารถเขียนสมการอธิบายได้ดังนี้

$$\chi \propto \{1/(2\pi\sigma_z)\} e^{-1/2((z-H)/\sigma_z)^2} \dots\dots\dots(2.3)$$

โดยที่ σ_z หมายถึง ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ทางแกน z(เมตร)
Z หมายถึง ระยะทางจากจุดกำเนิดตามแนวแกน z (เมตร)
H หมายถึง ความสูงของปล่องและการยกตัวของควัน (เมตร)

ในกรณีที่เกิดการสัมผัสของพุ่มกับพื้นดิน สามารถใช้สมการ 2.4 ในการอธิบายได้ดังนี้

$$\chi \propto \{1/(2\pi\sigma_z)\} \{e^{-1/2((z-H)/\sigma_z)^2} + e^{-1/2((z+H)/\sigma_z)^2}\} \dots\dots\dots(2.4)$$

เมื่อพิจารณาทั้งสามแกน x,y,z และปริมาณมลพิษจากแหล่งเกิด ก็จะหาความเข้มข้นของพุ่ม ทางด้านใต้ลมจากจุดกำเนิด ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\chi(x,y,z,H) = \{Q/(2\pi\sigma_y\sigma_z u)\} e^{-1/2((y)/\sigma_y)^2} \{e^{-1/2((z-H)/\sigma_z)^2} + e^{-1/2((z+H)/\sigma_z)^2}\} \dots\dots(2.5)$$

โดยที่ (x,y,z) = Receptor coordinates (m)

χ = ความเข้มข้นของมลพิษที่จุด x,y,z (กรัม/ลูกบาศก์เมตร)

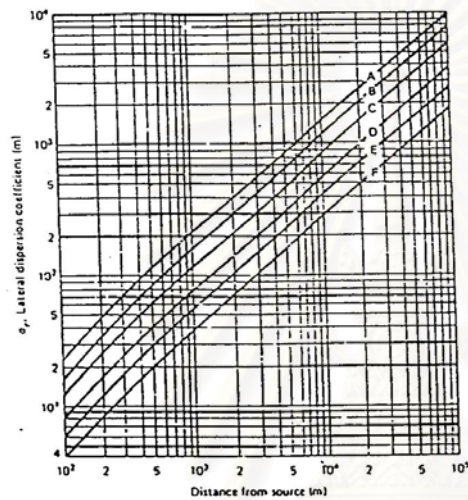
Q = อัตราปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิด (กรัม/วินาที)

u = ความเร็วลมเฉลี่ยที่ความสูงของปล่องไฟ (เมตร/วินาที)

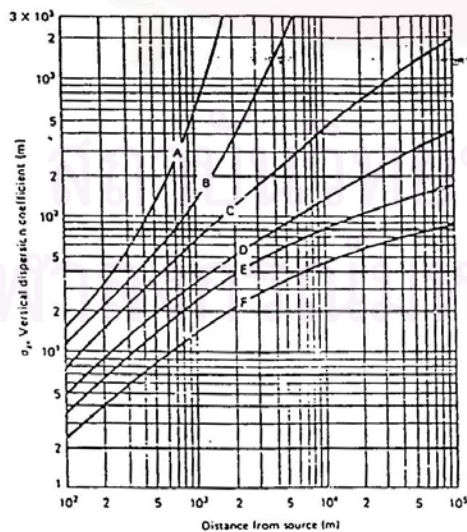
$\sigma_y \sigma_z$ = สัมประสิทธิ์ของการกระจายในแกน y และ z (เมตร)

H = ความสูงของปล่องและการยกตัวของควัน (เมตร)

สัมประสิทธิ์ของการกระจาย (Diffusion Coefficients) ในการใช้สมการแก๊สเสียน ค่าตัวแปรอื่นหนึ่งได้แก่ค่า σ_y σ_z ซึ่งสามารถหาความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ของการกระจาย ในแนวแกน y และแนวแกน z จากผลความเบี่ยงเบนของทิศทางการหมุนในมุมนอน (Azimuth) และ ในมุมตั้ง (Elevation) ได้ การเปลี่ยนแปลงของมุมเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความเร็วลมและสภาพความคงตัวของบรรยากาศ (Stability Conditon) ในปี 1970 Turner ได้สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ของการกระจายทางแนวแกน y และแนวแกน z กับระยะทางตามลมและสภาพความคงตัวของบรรยากาศดังแสดงในรูปที่ 2.5 และ 2.6 ตามลำดับ



รูปที่ 2.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การกระจายทางแนวแกน y
ที่มา : วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ (2536)



รูปที่ 2.6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การกระจายทางแนวแกน z
ที่มา : วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ (2536)

ความสูงประสิทธิของปล่อง ในการคำนวณหาความเข้มข้นในการกระจายของมลพิษเราสมมติว่าการกระจายเริ่มต้นที่จุดเหนือปล่องที่ความสูงประสิทธิของปล่อง หรือผลรวมของความสูงของปล่องกับระยะลอยขึ้นของพวยม

$$H = h + \Delta h$$

โดยที่ H = ความสูงของปล่องและการยกตัวของควัน (เมตร)
 h = ความสูงของปล่อง (เมตร)
 Δh = ระยะลอยขึ้นของพวยม (เมตร)

ในทางอุดมคติระยะลอยขึ้นของพวยมเป็นระยะความสูงเหนือปากปล่องของแนวเส้นผ่านศูนย์กลางพวยมที่ลอยเคลื่อนที่ไปในแนวระดับ

ในการคำนวณหาความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศนั้น จำเป็นต้องอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ของการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulence) กรรมวิธีการผสมผสาน และปฏิกิริยาเคมีระหว่างก๊าซต่างๆ รวมทั้งสภาวะทางอุณหภูมิตามเวลา โดยเฉพาะ สิ่งยุ่งยากเกี่ยวกับการคำนวณหาความเข้มข้นของการกระจายของมลพิษ มักมาจากค่าของลมที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละเวลาและแต่ละวันในชั้นบรรยากาศใกล้ผิวโลก แต่อย่างไรก็ดีในกรณีในช่วงเวลาทำการศึกษานั้นมีค่าสัมมาก และมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบ ก็สามารถตั้งสมมติฐานสภาวะประหนึ่งว่ามีความคงที่ (Quasi-Steadiness) ของลมในชั้นบรรยากาศใกล้ผิวโลกได้ ซึ่งสมมติฐานดังกล่าวนี้อาจจะให้ค่าประมาณของลมที่ดี และเป็นสมมติฐานที่สำคัญในการใช้แบบจำลองตามรูปแบบของเกาส์เซียน(ชั้นทอง สุนทรภา,2532)

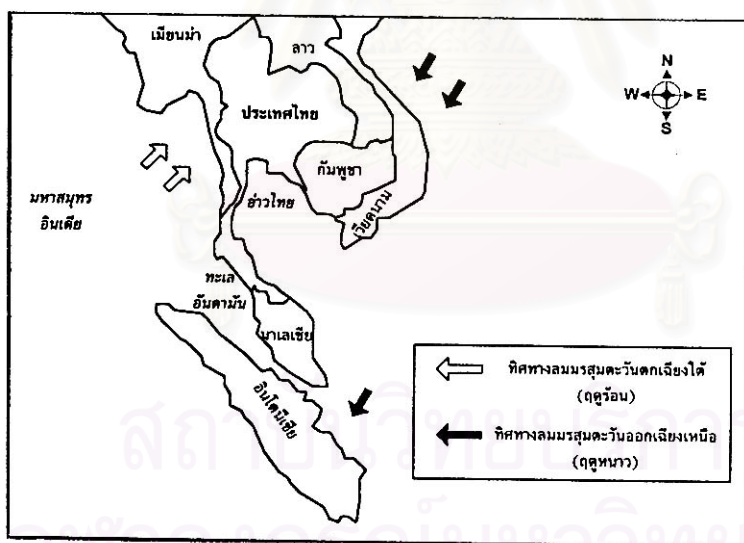
สำหรับเงื่อนไขของการใช้แบบจำลองเกาส์เซียน ในการอธิบายการแพร่กระจายของมลพิษ สามารถแยกเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

- แหล่งกำเนิดมลพิษและสภาพทางอุณหภูมิต้องคงที่เสมอ ในช่วงเวลาที่คำนวณ
- ความเร็วลมและทิศทางลมมีค่าคงที่ในแนวราบและไม่คำนึงถึงความเร็วลมหรือแรงเสียดทานลมในแนวตั้ง
- เมื่อมลพิษทางอากาศออกจากแหล่งกำเนิดจะต้องลอยขึ้นจนถึงจุดสมดุลแล้วพัดไปตามทิศทางลม โดยรักษาระดับความสูงนั้นให้คงที่ตลอด
- มลพิษทางอากาศต้องไม่เปลี่ยนแปลงสภาพและหากกระทบพื้นดินต้องสะท้อนกลับหมด
- ใช้กับพื้นที่ที่เป็นที่ราบ

2.8 องค์ประกอบที่มีผลการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศในบรรยากาศ

สภาพอุตุนิยมวิทยาเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ ซึ่งเมื่อปล่อยจากแหล่งกำเนิดแล้วจะแพร่กระจายได้มากหรือน้อย และจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างไรนั้นขึ้นกับสภาพทางอุตุนิยมวิทยา เช่น ความเร็วลม ทิศทางลม รวมทั้งสภาพการคงตัวของบรรยากาศ (Stability Condition) ถ้าหากเกิดกรณีสภาวะบรรยากาศเลวร้าย (Worst Case Condition) และสารมลพิษปล่อยออกสู่บรรยากาศในปริมาณที่มากพอ อาจเอื้ออำนวยให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนบริเวณใกล้เคียงได้

2.8.1 ทิศทางลม (Wind Direction) ลมเป็นตัวแปรที่สำคัญมากอย่างหนึ่งต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ ซึ่งชุมชนที่อยู่ทิศทางใดลมมักจะได้รับผลกระทบจากการปล่อยสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดเสมอ โดยส่วนใหญ่แล้วลมของประเทศไทยนั้นประกอบด้วยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นลมที่พัดพาความชื้นจากทะเลขึ้นสู่แผ่นดิน และมักจะมีโอกาสก่อให้เกิดฝนตกได้มากในช่วงฤดูฝน ส่วนลมอีกฤดูหนึ่งได้แก่ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดพาเอาความเย็นจากทางตอนเหนือของประเทศลงมาจากด้านล่างของประเทศ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ทิศทางของลมมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย

ที่มา :แสงสันต์ พานิช (2545)

2.8.2 ความเร็วของลม (Wind Speed) จะมีอิทธิพลค่อนข้างมากต่อการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ ธรรมชาติของความเร็วลมนั้นในพื้นที่เดียวกันแต่ที่ระดับความสูงที่แตกต่างกันจะให้ค่าความเร็วแตกต่างกันด้วย

2.8.3 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิของบรรยากาศจะมีผลต่อการกระจายตัวของสารมลพิษที่ปล่อยออกจากปล่องของโรงงาน ถ้าหากว่าบรรยากาศภายนอกมีอุณหภูมิแตกต่างกว่าอากาศที่ปล่อยออกจากปล่อง ย่อมก่อให้เกิดการกระจายตัวที่แตกต่างกันด้วย นอกจากนี้ในเมืองหนาว หากมีอุณหภูมิต่ำมากย่อมมีการให้เชื้อเพลิงในการให้ความร้อนมาก ทำให้มีการปล่อยสารมลพิษออกมามากขึ้น แล้วส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศโดยตรง

2.8.4 สภาพความเสถียรของบรรยากาศ (Stability Condition) สภาพความเสถียรของบรรยากาศมีอิทธิพลค่อนข้างมากกว่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ผลกระทบของสารมลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกจากโครงการอุตสาหกรรมจะกระจายตัวหรือเจือจางได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพความเสถียรของบรรยากาศเป็นส่วนใหญ่

การจัดระดับความเสถียรของบรรยากาศมีวิธีการจัดหลายวิธี ได้แก่ วิธีที่พัฒนาโดย Pasquill – Gifford วิธีวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเร็วของลมโดย Brookhaven และวิธีการดูการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับความสูง เป็นต้น แต่วิธีที่ใช้กันค่อนข้างมาก คือ วิธีที่พัฒนาโดย Pasquill-Gifford

สำหรับวิธีการจัดสภาพความเสถียรของบรรยากาศ ตามวิธีของ Pasquill – Gifford ใช้การพิจารณาค่าความเร็วลม ค่ารังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) และปริมาณเมฆบนท้องฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 2.8 แต่เนื่องจาก ค่ารังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) เป็นข้อมูลที่วัดได้ค่อนข้างลำบากและไม่เป็นที่นิยมใช้ จึงมีการประยุกต์เอาปริมาณเมฆในท้องฟ้าเป็นตัวระบุแทนค่ารังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) โดยปริมาณเมฆในท้องฟ้าจะมีค่าแปรผกผันกับค่ารังสีดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) โดยที่วิธีการนี้ได้แบ่งสภาพความเสถียรของบรรยากาศออกเป็น 6 ระดับด้วยกัน ได้แก่

Class A	=	สภาพของบรรยากาศไม่เสถียรมาก
Class B	=	สภาพของบรรยากาศไม่เสถียรปานกลาง
Class C	=	สภาพของบรรยากาศไม่เสถียรเล็กน้อย
Class D	=	สภาพของบรรยากาศเป็นกลาง
Class E	=	สภาพของบรรยากาศไม่เสถียรเล็กน้อย
Class F	=	สภาพของบรรยากาศค่อนข้างเสถียร

ตารางที่ 2.8 การจำแนกสภาพความเสถียรของบรรยากาศของ Pasquill – Gifford

Surface Wind Speed (at 10 m) m/s	Insolation			Night	
	Strong ($I > 700$) W/m ²	Moderate ($350 \leq I \leq 700$) W/m ²	Slight ($I < 350$) W/m ²	Thinly overcast Or $> 4/8$ low cloud	$< 3/8$ cloud
<2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	D	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

ที่มา : วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ และคณะ (2536)

2.8.5 ความสูงผสม (Mixing Height) เป็นความสูงของสภาพบรรยากาศจากพื้นผิว (Ground level) ซึ่งอากาศสามารถผสมหรือถ่ายเทมวลกันได้ ค่าความสูงผสมสามารถหาได้จาก ค่าอุณหภูมิที่ระดับความสูงต่างๆ (Vertical Temperature) จากพื้นดินซึ่งได้จากการวัดโดย Radiosonde และค่าอุณหภูมิ (Surface Maximum Temperature) แต่การวัดจาก Radiosonde อาจจะไม่ได้อัดในเวลาที่เกิด Surface Maximum Temperature จึงประมาณจากการลากเส้น Dry Adiabatic จากข้อมูล Surface Maximum Temperature ดังนั้นค่าที่ได้จึงเป็นค่า Mean Maximum Mixing Height ดังรูปที่ 2.8

สำหรับในกรณีของความสูงผสมในแต่ละชั่วโมงนั้น สามารถหาได้โดยใช้วิธีของ Holzworth ซึ่งคาดประมาณโดยใช้ค่าความสูงผสมที่ตรวจวัดได้จริงในตอนเช้าครั้งหนึ่ง และในตอนบ่ายอีกครั้งหนึ่ง หรืออาจใช้ค่าที่แนะนำ โดย Nieuwstadt et al. ซึ่งแนะนำค่าความสูงผสมขึ้นอยู่กับความเสถียรของบรรยากาศดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.9 ค่าความสูงผสมขึ้นกับความเสถียรของบรรยากาศ

Atmospheric Stability Class	Mixing Height (metres)
A	1,500
B	1,500
C	1,000
D	500
E	200
F	200
F	200

ที่มา : Nieuwstadt et al. (1976)

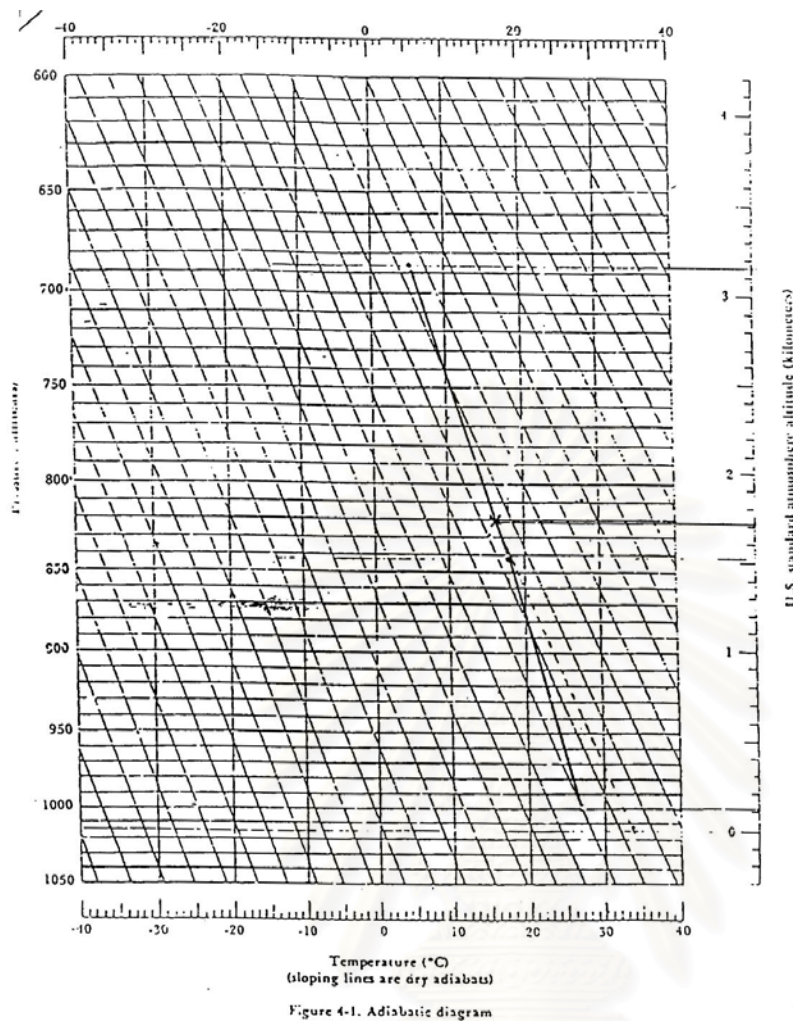
2.9 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ

2.9.1 ความรู้ทั่วไปทางด้านแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านอากาศ

ในการทำนายผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการประกอบกิจกรรมอุตสาหกรรมที่มีแหล่งกำเนิดของสารมลพิษใด ๆ นั้น นพภาพร พานิช (2545) สามารถดำเนินการได้ 2 วิธี ดังนี้

2.9.1.1 การใช้แบบจำลองทางด้านกายภาพ (Physical Model) เป็นการสร้างแบบจำลองของแหล่งกำเนิดและสภาพพื้นที่โดยรอบให้มีลักษณะเหมือนของจริงมากที่สุด โดยใช้วิธีการย่อส่วนให้มีสัดส่วนอยู่ระหว่าง 1: 100 ถึง 1 : 5,000 แล้วจึงศึกษาการแพร่กระจายของสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดออกสู่บรรยากาศจริง ๆ โดยทำการศึกษาในอุโมงค์ลม (Wind Tunnel) แล้วเก็บตัวอย่างอากาศในบรรยากาศตามจุดต่าง ๆ ที่สนใจภายในอุโมงค์ลมที่ดำเนินการศึกษา วิธีนี้จะให้ผลถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาก แต่จะเสียค่าใช้จ่ายสูง

2.9.1.2 การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์คำนวณการแพร่กระจายสารมลพิษเป็นการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้มีการพัฒนามาจากพื้นฐานของทฤษฎีการแพร่กระจายสารมลพิษทางอากาศซึ่งได้มีผู้คิดค้นปรับปรุงให้เหมาะสมกับการนำมาใช้งาน เป็นวิธีที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปเนื่องจากเสียเวลาและค่าใช้จ่ายน้อยกว่าวิธีแรกแม้ว่าผลที่ได้จะต้องแม่นยำน้อยกว่าการใช้แบบจำลอง



รูปที่ 2.8 การหาค่าความสูงผสม

ที่มา : Holzworth GC. (1972)

2.9.2 การวิจัยสภาวะแวดล้อมทางอากาศโดยอาศัยหลักการของการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในบรรยากาศนั้น เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งมีต่อผู้รับมลพิษ ซึ่งได้รับผลกระทบดังกล่าว การศึกษาผลกระทบที่ดีที่สุดนั้น ได้แก่ การตรวจวัดมลพิษทางอากาศด้วยเครื่องมือทางฟิสิกส์ อาทิ การวัดฝุ่นแขวนลอยด้วยเครื่องวัดฝุ่นปริมาตรสูง (High Volume Air Sampler) หรือทางเคมี เช่น การวัดสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยวิธีพาราโรซานิลีน แต่เนื่องจากการตรวจวัดทำได้จำกัด เช่น สามารถตรวจวัดได้เพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งหรือบางครั้งต้องใช้เวลาถึง

24 ชั่วโมง จึงจะได้ตัวอย่างหนึ่งสำหรับวิธีพาราซานิสัน ซึ่งค่าที่วัดได้ก็ถือเป็นค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง แต่ในระหว่าง 24 ชั่วโมงนั้น หากต้องการทราบค่าในชั่วโมงใดชั่วโมงหนึ่งก็ไม่อาจจะทราบได้นอกจากจะใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง ในลักษณะของการวัดแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampler) ซึ่งก็มีข้อจำกัดอื่นอีกมาก

ส่วนการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถจะประเมินค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมงหรือ 24 ชั่วโมง หรือ 1 ปี ได้อย่างสมบูรณ์ แต่จำเป็นจะต้องรู้ข้อมูลของแหล่งกำเนิด และสภาพอุตุนิยมวิทยาอย่างถูกต้องที่สุด เพราะผลที่ได้ออกมาจะมีความถูกต้องไม่มากไปกว่าข้อมูลที่ป้อนเข้าไปเท่านั้น ในปัจจุบันไม่อาจกล่าวได้ว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความแม่นยำในการประเมินได้เกิน ± 50 เปอร์เซ็นต์ ของความเข้มข้นที่เกิดขึ้นจริง

เมื่อพิจารณาจากข้อดีข้อเสียของวิธีในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทั้งสองแบบจึงสมควรที่จะใช้ประกอบกันทั้งสองวิธี โดยสามารถจะนำข้อดีของแต่ละวิธีมาเสริมกันได้

การตรวจวัดมลพิษในอากาศ

ข้อดี

- (1) ได้ค่าความเข้มข้นของมลพิษในอากาศที่ถูกต้อง ความผิดพลาดจะมีอยู่ในการวิเคราะห์เท่านั้น
- (2) หากตรวจวัดต่อเนื่องอย่างมีหลักเกณฑ์จะสามารถยืนยันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้องที่สุด (เฉพาะจุดที่ตรวจวัด)

ข้อเสีย

- (1) การตรวจวัดต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาและค่าใช้จ่ายแพง
- (2) ไม่อาจตั้งเครื่องมือไว้ต่อเนื่องได้เป็นเวลานาน ๆ และหลาย ๆ จุดให้เพียงพอ
- (3) ในบางกรณี เช่น ยังไม่ได้สร้างหรือมีแหล่งกำเนิดมลพิษ ก็ใช้วัดเฉพาะความเข้มข้นของมลพิษที่มีอยู่แล้ว เพื่อหวังผลในการเปรียบเทียบในอนาคตเท่านั้น แต่เอามาใช้ในการประเมินผลกระทบไม่ได้
- (4) หากไม่สามารถตรวจวัดได้เป็นเวลานานและหลายจุดเพียงพอ จะทำให้การประเมินผลกระทบผิดพลาดได้ เนื่องจากความผันแปรของอุตุนิยมวิทยา ซึ่งอาจเกิดในช่วงเวลาที่ตรวจวัด และหากจุดตรวจวัดไม่เพียงพอก็อาจไม่เป็นตัวแทนในการพิจารณาผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้ เช่น ในกรณีพื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบกว้างขวางมาก

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ข้อดี

(1) สามารถใช้ประเมินผลกระทบได้ในทุกกรณีที่ทราบหรือคาดคะเนแหล่งกำเนิดมลพิษ (ที่ตั้ง อัตราการปล่อยสารมลพิษ ลักษณะของการปล่อยสารมลพิษ) และสภาพอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลาที่ต้องการประเมิน(ความเร็วและทิศทางลมความเสถียรของบรรยากาศ เป็นต้น) จึงสามารถใช้ประเมินผลกระทบจากแหล่งกำเนิดที่ยังมิได้สร้างหรือมีขึ้นได้ด้วย

(2) มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการตรวจวัดจริงแต่ให้ผลที่กว้างขวางและละเอียดกว่า เช่น ทำเส้นความเข้มข้น (Contour) ได้ทั้งบริเวณศึกษา

(3) สามารถทราบผลได้อย่างรวดเร็ว จึงเป็นเครื่องมือในการประเมินผลกระทบเบื้องต้นที่ดี เช่น การเลือกจุดตรวจวัดที่เหมาะสม หรือประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงแหล่งกำเนิด

ข้อเสีย

(1) หากข้อมูลแหล่งกำเนิด หรือสภาพอุตุนิยมวิทยา มีความคลาดเคลื่อน การประเมินก็จะผิดพลาดไปด้วย

-ความผิดพลาดของข้อมูลแหล่งกำเนิด เช่น อัตราการปล่อยสารมลพิษจะทำให้ผลที่คำนวณได้ผิดพลาดไปในสัดส่วนเดียวกัน

-ความผิดพลาดของข้อมูลอื่น ๆ เช่น ความสูงของปล่อง อุณหภูมิ หรือความเร็วและทิศทางลมจะทำให้ผลที่คำนวณได้ผิดพลาดไปมาน้อย ตามแต่กรณี

(2) เนื่องจากผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความสวยงาม น่าเชื่อถือ จึงอาจได้รับการยอมรับและเชื่อถือมากเกินไปจนกว่าความถูกต้องของแบบจำลอง ซึ่งควรต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องและยืนยันผลการตรวจวัดจริงอยู่เสมอ

วิธีการที่ใช้ทั้งสองวิธีเสริมกัน ตัวอย่าง เช่น

(1) ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถได้ผลโดยรวดเร็ว เพื่อแสดงจุดที่คาดว่าจะมีผลกระทบสูง แล้วจึงตั้งจุดตรวจวัดด้วยวิธีการเคมีหรือฟิสิกส์ที่จุดนั้น ๆ

(2) นำผลการตรวจวัดที่ได้จริงนั้นมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อปรับแต่งข้อมูลที่ใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

ในการทดสอบที่ทำกันในต่างประเทศ เช่น ในโครงการของสหรัฐอเมริกา หรือยุโรป ซึ่งพยายามปรับแต่งความถูกต้องของการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอโดยการตรวจวัดความจริงควบคู่ไปกับการใช้แบบจำลองทำให้วิธีประเมินทั้งสองมีการพัฒนาขึ้นและทราบถึงความถูกต้องแม่นยำ และความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้ แต่ในประเทศไทยยังมิได้มีการศึกษาอย่างจริงจังมากนัก

2.9.3 ความรู้เกี่ยวกับการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ

2.9.3.1 ทิศทางและความเร็วลม

สารมลพิษทางอากาศเมื่อระบายจากแหล่งกำเนิดแล้วจะถูกพัดพาไป แต่ลมมักไม่ได้พัดในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา เพราะในประเทศไทยนั้น ความแน่นอนทางทิศทางลมมีน้อยมาก แม้แต่ในชั่วโมงหนึ่ง ๆ ลมก็อาจพัดไปได้หลายทิศทาง ทั้งนี้เพราะประเทศไทยเป็นเมืองร้อน มีแสงอาทิตย์ส่องมาก ทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิที่พื้นดิน น้ำกับอากาศมีได้สูง

จากการตรวจสอบทิศทางลมโดยกรมอุตุนิยมวิทยาทราบว่า ทิศทางลมในกรุงเทพมหานครเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา ในชั่วโมงหนึ่ง ๆ ดังนั้นคำว่าทิศทางลมในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ก็เป็นทิศทางลมเฉลี่ยเท่านั้น ทั้งนี้ ต้องระมัดระวังในการใช้ค่าทิศทางและความเร็วลมจากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ในกรณีที่สถานีตรวจวัดเป็นแบบไม่อัตโนมัติวัดทุก 3 ชั่วโมง เพราะสถานีเหล่านี้จะใช้การวัดความเร็วและทิศทางลมทุก 3 ชั่วโมงในเวลานั้น ๆ เท่านั้น มิใช่ค่าเฉลี่ยแต่อย่างใด ซึ่งหากนำมาใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก็必将มีความคลาดเคลื่อนไปมาก เพราะข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองต้องเป็นข้อมูลค่าเฉลี่ย ตลอดช่วงเวลาเท่านั้น

ความเร็วลมก็เช่นเดียวกับทิศทางลม คือมีความไม่คงที่ตลอดช่วงเวลา แต่ก็ยังมีผลกระทบต่อความถูกต้องของการประเมินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้อยกว่า ทั้งนี้ เพราะความเร็วลมเป็นตัวแปรที่มีผลผูกพันกับความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ ดังนั้น ถึงความเร็วลมจะไม่คงที่ แต่หากได้ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องในช่วงเวลาที่ศึกษา ผลที่ได้ก็ยังคงมีความถูกต้องพอสมควร ส่วนทิศทางลมนั้นหากแปรปรวนมาก ๆ จะทำให้ผิดพลาดได้มาก ในความเป็นจริงแล้ว การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น ได้คำนึงถึงการแปรปรวนของทิศทางลมแล้ว แต่เป็นของต่างประเทศ ในประเทศไทยนั้นยังมิได้มีการศึกษาโดยละเอียด แต่อาจเป็นเพราะทิศทางลมของประเทศไทยอาจมีความแปรปรวนมากกว่าต่างประเทศที่เป็นผู้พัฒนาแบบจำลอง จึงทำให้การแพร่กระจายของมลพิษในประเทศไทยอาจเป็นไปอย่างกว้างขวางกว่า เพราะจะพบอยู่เสมอว่าแบบจำลองจะแสดงความเข้มข้นของมลพิษที่สูงกว่าการตรวจวัด

2.9.3.2 การแพร่กระจาย

การแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศนั้นเป็นกระบวนการเจือจางโดยการแลกเปลี่ยน สถานะที่ระหว่างมลพิษกับอากาศ กระบวนการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศซึ่งทำหน้าที่เจือจางมลพิษทางอากาศนั้นไม่ใช่กระบวนการแพร่กระจายแบบทฤษฎี แต่เป็นการแพร่กระจายที่เกิดจากความปั่นป่วนของอากาศและทิศทางลมที่ผันแปรไปก็มีผลต่อการแพร่กระจายด้วย

การแพร่กระจาย มีปรากฏอยู่ในสูตรคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในรูปของสัมประสิทธิ์ การแพร่กระจายหรือ Dispersion Coefficient ซึ่งมีทั้งในแนวราบและแนวตั้ง แต่ก็ยังเป็นค่าที่ได้จากการทดลองในต่างประเทศ ซึ่งมีใช้แบบของ Pasquill โดยใช้เวลาในการทดสอบหลายปี และนิยมใช้กันทั่วโลก โดยไม่มีการปรับแต่งอีก

2.9.3.3 การเปลี่ยนแปลงของมลพิษทางอากาศ

การเปลี่ยนแปลง เช่น ฝุ่นอาจตกลงสู่พื้นดิน หรือก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อาจเปลี่ยนเป็นซัลเฟตหรือไนตริกออกไซด์จะถูกออกไซด์เป็นไนโตรเจนออกไซด์นั้น ถึงแม้แบบจำลองในทางคณิตศาสตร์จะมีวิธีการที่จะรวมการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเข้ามา แต่ก็มักจะเป็นในรูปที่ง่าย ๆ เช่น กำหนดอัตราที่คงที่ต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็ไม่ใช่ความจริงเสมอไปเพราะปรากฏการณ์ เช่น ฝนตกลงมาชะล้างสารพิษทางอากาศนั้น ไม่มีใครทราบแน่นอนว่ามีผลอย่างไร โดยเฉพาะในประเทศไทย

2.9.3.4 ข้อควรพิจารณาในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ช่วงเวลาที่จะใช้ในการคำนวณควรจะต้องอิงกับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ทั้งนี้เพราะผลการคำนวณจะเอาไปเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ดังนั้น ช่วงเวลาจึงต้องเท่ากัน ซึ่งก็มีความเหมาะสมดี เนื่องจากมาตรฐานได้กำหนดช่วงเวลาตามผลกระทบของมลพิษชนิดนั้น ๆ จะมีผลต่อสุขภาพ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์จะมีผลต่อสุขภาพในช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเช่นกัน เป็นต้น

พื้นที่ที่จะศึกษา หากเป็นจุด เช่น โรงพยาบาล หมู่บ้านที่จะได้รับผลกระทบก็เพียงกำหนดจุดพิคตกลงไปทั้งแหล่งกำเนิดและผู้รับ แต่หากมีแหล่งกำเนิดหรือผู้รับผลกระทบจำนวนมาก ก็ต้องกำหนดจุดพิคทั้งหมดลงไปให้สมบูรณ์ในการกำหนดพื้นที่นั้นหากกำหนดไว้กว้างมาก อาจทำให้สิ้นเปลืองเวลาคอมพิวเตอร์ หรือไม่อาจทราบรายละเอียดได้ในบริเวณเล็ก ๆ ทั้งนี้เพราะแบบจำลองจะมีข้อจำกัดของ Grid ที่ใช้ในการคำนวณ (การคำนวณจะลงเพราะ Grid Point เท่านั้น) หาก Grid มีขนาดใหญ่มาก ๆ จะไม่ได้รายละเอียดและหากใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวาดเส้นความเข้มข้นที่เท่ากัน (Contour) ความเข้มข้นแล้วอาจมีข้อผิดพลาดได้มาก

2.9.4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบ GAUSSIAN

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จะมีอยู่สองประเภทใหญ่ ๆ คือ GAUSSIAN ซึ่งพัฒนามาจาก Heat Diffusion ของ Adolph Fick และพัฒนาโดย Sutton และ Pasquill เป็นแบบจำลองที่มีสูตรชัดเจนและมีข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับการแพร่กระจายอยู่ด้วย ทำให้ใช้ง่ายและมีความถูกต้องสูง ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบที่ใช้สมการ Diffusion ที่ใส่ Boundary Conditions ต่าง ๆ เข้าไป ทำให้การแก้สมการต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วย ซึ่งทำให้ไม่เป็นที่นิยมมากนัก (นภาพา

พร พานิช และแสงสันต์ พานิช,2545) แม้ว่าน่าจะมีความถูกต้อง (ในแง่ของกรณีที่มี Boundary Conditions มาก ๆ เช่น มีภูเขา)

ดังนั้น ในการอธิบายจะเน้นเฉพาะแบบจำลองแบบ GAUSSIAN ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ ถึงแม้แบบจำลองชนิดนี้จะออกแบบมาสำหรับกรณีต่อไปนี้เท่านั้นก็ตาม

ข้อจำกัดของแบบจำลองแบบ GAUSSIAN

- (1) ความเร็วและทิศทางลมคงที่
- (2) ใช้ได้ดีในช่วงระยะทาง 100-2,000 เมตร จากแหล่งกำเนิด
- (3) เมื่อมลพิษทางอากาศออกจากแหล่งกำเนิดจะต้องลอยขึ้นจนถึงจุดสมดุลแล้วพัดไปตามทิศทางลม โดยรักษาระดับความสูงที่จุดสมดุลนั้นคงที่ตลอด
- (4) ช่วงเวลาที่ใช้แบบจำลองต้อง 10 นาทีขึ้นไป
- (5) มลพิษทางอากาศต้องไม่เปลี่ยนแปลง หรือตกลงสู่พื้นดิน หากกระทบพื้นดินต้องสะท้อนกลับหมด
- (6) แหล่งกำเนิดมลพิษและสภาพทางอุตุนิยมวิทยาต้องคงที่เสมอเพราะแบบจำลองนี้เป็นระบบ Steady State ในช่วงเวลาที่คำนวณ หากไม่คงที่ต้องแบ่งช่วง ๆ ที่คงที่แล้วคำนวณไปที่ละครั้ง
- (7) การคำนวณทำได้แต่ครั้งในทิศทางลมเพียงทิศเดียว โดยให้ทิศทางลมไปในแนวแกน X เสมอ

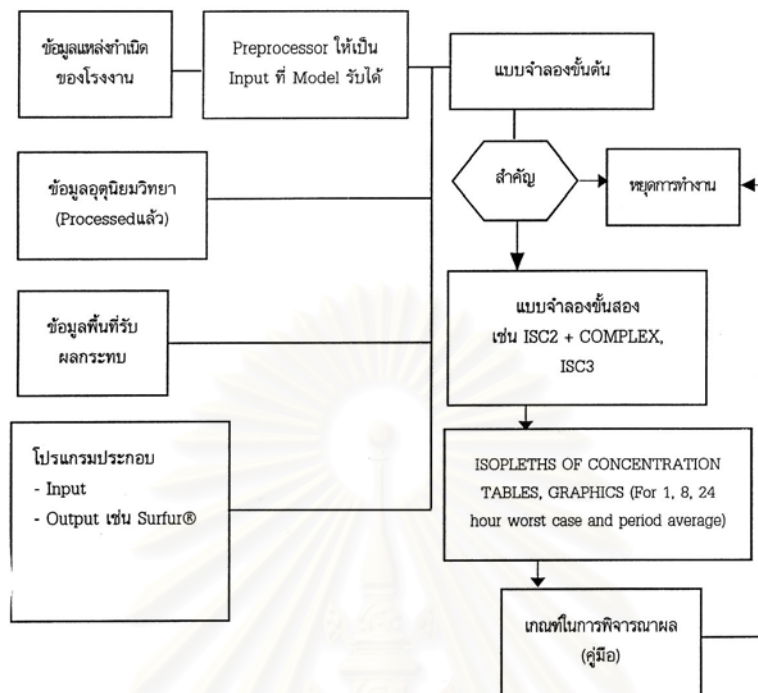
2.9.5 หลักการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านอากาศ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มี 2 ระดับ คือ

ระดับต้น (Screening) สำหรับการพิจารณาว่าจำเป็นต้องศึกษาในระดับละเอียดต่อไปหรือไม่ แบบจำลองในลักษณะนี้จะใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสมมุติ เช่น ใช้ความเร็วลมและความเสถียรของบรรยากาศต่าง ๆ กันจนครบทุกกรณีที่จะเป็นไปได้แต่จะไม่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลพื้นที่จริง เช่น จะให้คำตอบว่ามีโอกาสเป็นไปได้ในสภาพอุตุนิยมวิทยาใดที่แหล่งกำเนิดนี้จะทำให้เกิดความเข้มข้นเกินมาตรฐานที่จุดผู้รับบนพื้นดินได้

ระดับสอง เป็นระดับที่ใช้รายละเอียดข้อมูลพื้นที่จริง เช่น สภาพพื้นที่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และมีรายละเอียดต่าง ๆ ที่เป็นของพื้นที่นั้น ๆ

ในประเทศไทย อาจกล่าวได้ว่า การใช้แบบจำลองในระดับต้นและระดับสองจะอยู่ก้ำกึ่งกัน เนื่องจากฐานข้อมูลต่าง ๆ ในประเทศไทยจะเหมาะสมกับระดับสองเพียงบางส่วนเท่านั้น เช่น ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลพื้นที่และแหล่งกำเนิดต่าง ๆ จะไม่ค่อยสมบูรณ์นัก ดังนั้น ถึงแม้จะใช้แบบจำลองในระดับสองได้ก็ตาม จะต้องแสดงให้เห็นข้อจำกัดของข้อมูลและการแปรผลควบคู่กันไปเสมอ แผนผังแสดงการใช้งานของแบบจำลองทั้งสองระดับแสดงในรูปที่ 2.9

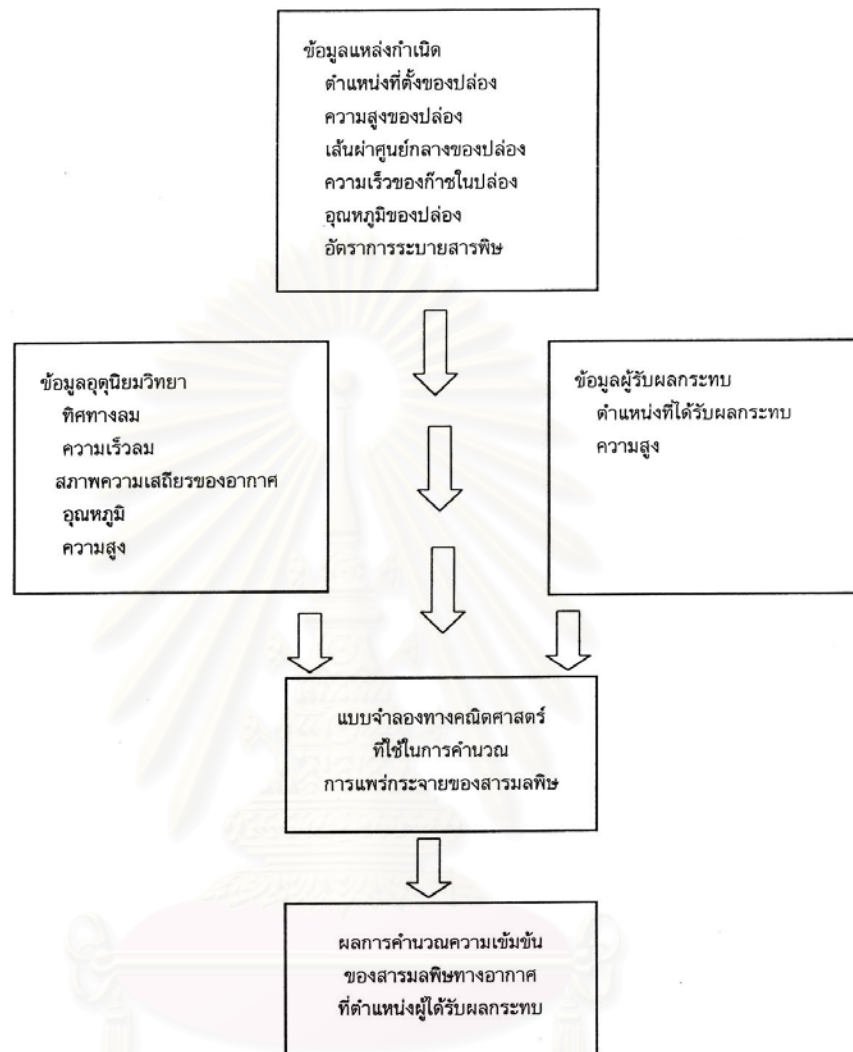


รูปที่ 2.9 ผังการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านมลพิษทางอากาศ
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2543)

แบบจำลองบางอันก็มีเทคนิคพิเศษใช้กับกรณีลมสงบดังกล่าวแต่ความถูกต้องอาจน้อย เพราะกรณีลมพัดอ่อน ผลของภูมิประเทศจะสูงขึ้น

เมื่อป้อนข้อมูลลงในแบบจำลองแล้ว แบบจำลองก็จะคำนวณผลการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศและแสดงผลการคำนวณที่จุดผู้รับผลกระทบ ดังแสดงแผนผังการทำงานในรูปที่ 2.10

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.10 แผนผังแสดงการทำงานของแบบจำลอง
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2543)

การวิเคราะห์ผลที่ได้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะให้ผลเป็นความเข้มข้นมลพิษทางอากาศ ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา หากการศึกษาไม่ได้ใช้ข้อมูลของแหล่งกำเนิดอื่น ๆ ความเข้มข้นที่ได้ก็จะเป็นของแหล่งกำเนิดนั้น ๆ เท่านั้น จึงนิยมบอกความเข้มข้นที่มีอยู่เดิม (Background) ซึ่งถือว่าเกิดจากแหล่งกำเนิดอื่น ๆ เข้าไปด้วย ค่า Background หาได้จากการวัด

จริง ๆ ในขณะที่แหล่งกำเนิดที่ศึกษานั้นไม่ได้ทำงาน หรือยังไม่มีแหล่งกำเนิดนั้น ส่วนการเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดนั้น ถึงแม้ผลจะไม่ตรงกัน ก็ควรมีการวิเคราะห์เหตุผล เพื่อนำไปปรับปรุงในอนาคต การนำผลไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศนั้นควรเป็นในเชิงคุณภาพมากกว่าปริมาณ เพราะแบบจำลองเองก็มีความคลาดเคลื่อนมากพอสมควร จึงไม่ควรสรุปเป็นเด็ดขาดว่าเกินหรือไม่เกินมาตรฐาน การพิสูจน์เช่นนั้นจะต้องใช้การตรวจวัดจริง แต่แบบจำลองสามารถแสดงแนวโน้มได้

2.9.6 ข้อกำหนดในการใช้แบบทดลองทางคณิตศาสตร์ด้านอากาศ

2.9.6.1 การใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาควรใช้อย่างน้อย 1 ปีหากมีการตรวจวัดในพื้นที่ศึกษา และตามหลักการของ US.EPA ควรใช้ 5 ปี หากเป็นไปได้

2.9.6.2 ข้อมูลผู้รับควรเป็นกรณีไป โดยขึ้นกับสภาพพื้นที่และภูมิอากาศ โดยทั่วไป US.EPA กำหนดพื้นที่ศึกษาโดยรอบ 10 กิโลเมตรจากแหล่งกำเนิด โดยมีกริดจำนวน 400 กริด (หรือ 1 กิโลเมตร x 1 กิโลเมตร) เป็นพื้นที่ศึกษา 20x20 กิโลเมตร แต่อาจจะละเอียดกว่านี้ก็ได้หากเห็นว่าไม่ครอบคลุมพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบสูงสุด แต่ต้องมั่นใจว่า จุดที่มีความเข้มข้นสูงสุดรวมอยู่ในพื้นที่นี้แล้ว (ระยะทางจากแหล่งกำเนิดถึงขอบ 10 กิโลเมตร นับว่าเพียงพอ) ในพื้นที่ที่ต้องการความละเอียดสูง อาจใช้ขนาดกริด 500x500 เมตรได้

2.9.6.3 สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของอากาศและการกระจายเนื่องจากการลอยตัว (σ_{yz}) ซึ่งใช้ของ Pasquill เป็นส่วนใหญ่ นั้น ให้ใช้ตามที่เงื่อนไขกำหนดไว้ในแบบจำลองการยกตัวของควัน (Plume Rise) Downwash ก็เช่นกัน

2.9.6.4 การเปลี่ยนแปลงของมลพิษที่ไม่เสถียร เช่น SO_2 ในเมืองจะลดลงทุก 4 ชั่วโมง รวบรวมละ 50 อาจเลือกนำมาใช้ได้แบบจำลองซึ่งบางชนิดได้มีอยู่ในแบบจำลองอยู่แล้ว

2.9.6.5 การเลือกพื้นที่ว่า เป็นเมืองหรือชนบท อาจเลือกใช้ในกรณีที่มีการพัฒนาพื้นที่เกินร้อยละ 50 หรือมีประชาชนเกิน 750 คน / ตารางกิโลเมตร ทั้งนี้ต้องพิจารณาพื้นที่จริงด้วยว่ามีลักษณะโน้มเอียงไปทางใด

2.9.6.6 การปรับแต่งแบบจำลอง (Calibration) โดยเทียบกับผลการตรวจวัด ในระยะเวลาช่วงสั้น ๆ ไม่ค่อยมีการปฏิบัติกัน และผลที่ได้จะไม่ดีและไม่เป็นที่ยอมรับ

2.9.6.7 ข้อมูลแหล่งกำเนิด ควรใช้ Emission Factors ที่เป็นมาตรฐาน เช่น US.EPA's AP 42 Compilation of Air Emission Factors และใช้กำลังการผลิตที่แท้จริงในการประเมิน และหากมีการตรวจวัดจากปล่องข้อมูลที่ใช้ต้องเป็นข้อมูลล่าสุด

2.9.6.8 ความเข้มข้นของมลพิษที่มีอยู่เดิมในบรรยากาศ หากแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและแยกจากแหล่งกำเนิดมลพิษอื่น ๆ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยจากสถานีตรวจวัดบริเวณนั้น หากการ

ตรวจวัดเป็นระยะสั้นกว่า 1 ปีต้องคัดเลือกข้อมูลที่เชื่อได้ว่าไม่ได้รับผลกระทบจากแหล่งกำเนิดที่ศึกษา เช่น ไม่อยู่ท่ามกลางขณะตรวจวัดลักษณะของพื้นที่ทำಯلم ในกรณีมีหลายแหล่งกำเนิดในพื้นที่ ควรใช้แบบจำลองคำนวณผลของแหล่งกำเนิดเหล่านี้เข้าไปด้วย (เช่น กรณีนิคมอุตสาหกรรม) โดยเฉพาะควรศึกษาพื้นที่ซึ่งแหล่งกำเนิดที่ศึกษาก่อนผลกระทบสูงสุด และที่แหล่งกำเนิดอื่นก่อนผลกระทบสูงสุด และพื้นที่ที่ทั้งสองประเภทก่อให้เกิดผลกระทบรวมกันสูงสุด

2.9.6.9 สถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาที่เหมาะสมควรมีการวัดรายชั่วโมง (อุณหภูมิ, ความเร็วลม – ทิศทางลม การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และความสูงควรใกล้เคียงกับความสูงของปล่อง หากปล่องสูงมากควรพิจารณาการวัดทางไกล (Remote Sensing)

2.9.6.10 การจัดความเสถียรของบรรยากาศตามวิธีของ Pasquill ควรใช้ข้อมูลที่ความสูง 10 เมตร ซึ่งจัดตาม Turner's Workbook of Atmospheric Estimates ของ US.EPA

2.9.6.11 แบบจำลองชนิดที่ใช้หลักการคำนวณแบบ Gaussian ไม่สามารถคำนวณในขณะลมสงบได้อย่างถูกต้อง ในแบบจำลอง เช่น ISC จะใช้วิธีการคำนวณจากชั่วโมงที่มีความเร็วลมเพียงพอ โดยใช้โปรแกรม CALMPRO ซึ่งมีอยู่ในรูปแบบจำลอง ISC แล้ว หรือ มิฉะนั้นให้ใส่ข้อมูลความเร็วลมที่ 1 เมตร / วินาที และทิศทางลมของชั่วโมงก่อนหน้านั้นแทน

2.9.6.12 ในกรณีที่ผลการคำนวณจากแบบจำลองอาจไม่แน่นอนว่าจะถูกต้อง เช่น พื้นที่ที่มีความซับซ้อนมาก ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้อาจไม่เพียงพอ อาจยอมให้ใช้ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ตรวจวัดจริงด้วย แต่ต้องได้รับการรับรองจาก EPA และข้อมูลต้องมีไม่น้อยกว่า 1 ปี และใช้ได้ (Valid)

2.9.7 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศที่ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กันทั่วไปในทางปฏิบัติมีที่ทำเป็นแบบสำเร็จรูปอยู่เป็นจำนวนมากมาย ซึ่งส่วนใหญ่มีพื้นฐานมาจาก Gaussian Plume Model โดยทั้งนี้แต่ละแบบจำลองจะมีการดัดแปลงให้แตกต่างกันไป เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของแหล่งกำเนิด (Point, Area, Line, Volume, Single, Multiple, Plume, Puff) สภาพภูมิประเทศ (Flat, Complex, Valley, Urban, Rural) ประเภทของสารมลพิษ (Primary Secondary, Reactive, Non-Reactive, Wet/Dry Deposition) ระยะเวลา (Long-Term ,Short-Term) ระยะทาง (Long-Range,Short- Range) การจัดการข้อมูลด้านภูมิอากาศ (Mixing Height Atmospheric Stability ,Dispersion Parameters ,Calm Condition)

Gaussian Plume Dispersion Model เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นิยมใช้กันทั่วไปในทางปฏิบัติ เนื่องจากการคำนวณไม่ยุ่งยากซ้ำซ้อน ไม่ใช้เวลามากเกินไป และ

สามารถให้ค่าประมาณได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงพอสมควรรายละเอียดพื้นฐานของ Gaussian Plume Dispersion Model มีอยู่ในหนังสือ Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates ของ Turner (1970)

2.9.8 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Industrial Source Complex Short Term 3 (ISCST3)

แบบจำลอง Industrial Source Complex (ISC) พื้นฐานของแบบจำลองนี้เป็นแบบ Straight-line, Steady-state Gaussian Plume Equation แบบ Complex Long Term (ISCST3) นั้นจะคำนวณความเข้มข้นเฉลี่ยในระยะยาว เช่น เป็นฤดูกาลหรือปี ISC สามารถใช้ได้กว้างขวางกับแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ โดยแหล่งกำเนิดถูกจัดเป็น 4 ชนิด คือ แหล่งกำเนิดแบบจุด (Point Sources) แบบพื้นที่ (Area Sources) แบบปริมาตร (Volume Sources) และแบบป่อเปิด (Open Pit Sources) แบบจำลอง ISCST3 นี้โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่บันทึกเป็นรายชั่วโมงเพื่ออธิบายสภาวะการลอยขึ้น การเคลื่อนที่ และการกระจายของพุ่ม เป็นต้น การประเมินค่าความเข้มข้นของแต่ละแหล่งกำเนิดที่มีผลต่อผู้รับ (Receptors) จำเป็นต้องมีทั้งข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายชั่วโมงและเวลาเฉลี่ยในการคำนวณตามที่ต้องการ (USEPA, 1995)

2.9.8.1 ประโยชน์จากการใช้งานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3

2.9.8.1.1 การใช้ประกอบการพิจารณาให้อนุญาตโรงงานประกอบกิจการ ในขณะที่โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆที่ต้องพิจารณาให้ใบอนุญาตนั้นหากเป็นโรงงานประเภทที่ต้องผ่านความเห็นชอบของคณะกรรมการผู้ชำนาญการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และต้องยื่นเสนอรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมนั้น และโรงงานดังกล่าวมีผลกระทบทางด้านคุณภาพอากาศ ก็จะต้องศึกษาผลกระทบดังกล่าวโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อยู่แล้วในปัจจุบันโดยมีแนวทางที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2538) จึงควรใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการคัดเลือก (SCREEN และ ISC) โดยทดสอบกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในระยะเวลา 1-2 ปี หากพบว่า มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดผลกระทบเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ (คุณภาพอากาศในบรรยากาศ) ให้กำหนดมาตรการเพิ่ม เช่น การติดตั้งระบบบำบัด หรือการต่อปล่องให้สูงขึ้น (ในกรณีแหล่งกำเนิดขนาดเล็ก) แล้วทดสอบใหม่จนกว่าจะไม่เกินค่ามาตรฐาน (แสงสันต์ พานิช, 2544)

หากมีแหล่งกำเนิดอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้วในบริเวณใกล้เคียงกันให้นำมาทดสอบในแบบจำลองร่วมกันได้ เมื่อพิจารณาผลกระทบโดยรวมแล้วยังเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ก็จำเป็นต้องมีการพิจารณา ศึกษาการจัดการวางแผนระยะยาวของพื้นที่ดังกล่าว เพื่อหาแนวทางการควบคุมเป็นพื้นที่เฉพาะต่อไป

2.9.8.1.2 การใช้แบบจำลองควบคุมการดำเนินกิจการของโรงงาน ในการพิสูจน์เรื่องรางวัลทุกซ์ หรือในกรณีที่ต้องการการตัดสินใจที่เป็นรูปแบบ (Quantitative) สามารถนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์เหล่านี้ได้ เพราะการตรวจวัดจากแหล่งกำเนิด หรือการตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยรวม หรือที่อยู่อาศัยของผู้ร้องทุกซ์นั้น เป็นภาระที่ยากต่อการปฏิบัติ และข้อมูลที่ได้มักจะไม่ค่อยเพียงพอในการตัดสินใจ เช่น ในขณะที่ไปตรวจวัดอาจมีปัญหาให้เห็นหรือไม่ก็ไม่ได้ การใช้แบบจำลองมักจะเป็นที่ยอมรับและการโต้แย้งมีน้อย เพราะหลักการเป็นอย่างเดียวกันกับทางด้านวิชาการ และการประเมินจะทำในกรณีสมมติใด ๆ ก็ได้

2.9.8.1.3 การจัดการวางแผนระยะยาวสำหรับพื้นที่อุตสาหกรรม ในการจัดทำแผนการจัดการคุณภาพอากาศสำหรับพื้นที่อุตสาหกรรมนั้น สามารถจะดำเนินการได้ โดยอาศัยฐานข้อมูลแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรมในพื้นที่ที่ต้องทำแผนการดังกล่าว และใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาขีดความสามารถในการรองรับมลพิษทางอากาศ (Assimilative Capacity) ของพื้นที่นั้น ๆ

2.9.8.2 สมมติฐานที่ใช้ในแบบจำลอง ISC3

ISC3 เป็นแบบจำลองชนิด Steady State Gaussian ที่สามารถใช้ในการประเมินผลจากแหล่งกำเนิดหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม สามารถคำนวณการตกลงสู่พื้น (Dry and Wet Deposition) ผลของการไหลของอากาศหลังสิ่งกีดขวาง (Downwash Area) จำนวนโดยใช้การยกตัวของควัน เป็นสัดส่วนกับระยะทางเคลื่อนที่ของ Plume ซึ่ง US.EPA แนะนำไว้ใน CFR 40 Appendix W to Part 51 (1998) ให้ใช้ในกรณีเหล่านี้

- อุตสาหกรรมที่ซับซ้อน (Complex) เช่น นิคมอุตสาหกรรม ฯลฯ
- พื้นที่ในชนบทหรือในเมือง
- ที่ราบ หรือไม่สูงชันในทันที (Rolling Terrain)
- ประเมินค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ถึง 1 ปีได้
- การระบายมลพิษเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

แบบจำลอง ISC3 ได้ใช้สมมติฐานในการคำนวณดังนี้

- การยกตัวของควัน ใช้วิธีของ Briggs
- การไหลของปล่องอากาศหลังขนาดใหญ่ (Stack Tip Downwash) ใช้วิธีของ Briggs
- การไหลการเคลื่อนที่ของอากาศที่อยู่ใกล้เคียงปล่อง ใช้โปรแกรม BPIP (ดูรายละเอียดในคู่มือ ISC3)
- ไม่ใช้ Fumigation (การกระจายของควันใต้ชั้นอุณหภูมิผกผัน)

- สมมติให้ลมในแต่ละชั่วโมงมีทิศทางและความเร็วเดียวกันในทุกจุด
 - ให้ควันลอยเป็นเส้นตรงเสมอ
 - สมมติความเร็วลมในแนวตั้งเป็นศูนย์
 - สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายอ้างอิงของ Turner (1969) , Briggs และ Pasquill โดยใช้ความเสถียรของบรรยากาศ A-F
 - กรณีควันไปพบชั้นอุณหภูมิลดลง ใช้วิธีสะท้อนกลับจนกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งของกลุ่มควันเท่ากับ 1.6 เท่าของชั้น Mixing Height หลังจากนั้น สมมติให้ความสูงทุกความสูง มีการกระจายของควันเท่ากันหมด (Uniform Vertical Mixing) ในกรณีควันไปกระทบพื้นดิน ให้สมมติการสะท้อนกลับเช่นเดียวกัน
- แบบจำลอง ISC3 รวม Complex-1 ใช้สำหรับการคำนวณกรณีที่ได้รับมีตำแหน่งความสูงมากกว่าความสูงของปล่อง เช่น ภูเขา เป็นต้น ISC3 มีการคำนวณของตนเองที่เห็นว่าเหมาะสม (Default) แต่ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลงค่าเหล่านี้ได้หากต้องการ คือ
- การไหลของอากาศหลังปล่องขนาดใหญ่ (Stack Tip Downwash)
 - การยกตัวของควัน (Final Plume Rise)
 - การกระจายตัวของควันเนื่องจากการลอยตัว (Buoyancy Induced)
 - การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูง
 - การทำงานหากความเร็วลมเป็นศูนย์ (Calm)
 - ความเร็วของลมที่ความสูงต่าง ๆ กัน
 - ค่าที่เหมาะสมสำหรับครึ่งชีวิต (Half Life) ของมลพิษ
 - ผลของอาคารต่อการแพร่กระจาย
 - ฯลฯ

2.9.8.3 ข้อมูลที่ต้องการในการใช้แบบจำลอง

2.9.8.3.1 ข้อมูลแหล่งกำเนิด ประกอบด้วยข้อมูลสำคัญ ดังนี้

- ที่ตั้งของแหล่งกำเนิด (UTM Coordinates) ซึ่งอ่านได้จากแผนที่ 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร หรือเครื่องใช้ Global Positioning System (GPS)
- ความสูงของฐานของแหล่งกำเนิด ได้แก่ ความสูงเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลายปล่อง (เมตร) อุณหภูมิที่ระบายออกจากปลายปล่อง (องศาเซลเซียส) และความเร็วของก๊าซที่ปลายปล่อง (เมตร/วินาที)

- ปริมาณมลพิษที่ปล่อยออกจากปล่องดังกล่าว มีหน่วยเป็น กรัม/วินาที และต้องระบุทุกมลพิษที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ขนาดของฝุ่นละอองและปริมาณ (ถ้ามี) รวมทั้งความเร็วในการตกสู่พื้น หากมีช่วงเวลาในการทำงานต้องระบุด้วยเช่นกัน เช่น ทำงานวันละกี่ชั่วโมง ตั้งแต่เวลาใด ถึงเวลาใด เป็นต้น

- ข้อมูลของอาคารที่อยู่ข้างเคียง ได้แก่ ความสูง ความกว้าง ซึ่งจะมีผลต่อการคำนวณการรบกวนการไหลของอากาศผ่านบริเวณศึกษา

หากมีข้อมูลจากแหล่งกำเนิดครบถ้วน ก็จะสามารถนำข้อมูลมาใช้เป็นข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2.9.8.3.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายชั่วโมง

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่จะใช้ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะต้องมีองค์ประกอบดังนี้

- วัน/เดือน/ปี และชั่วโมง
- ความเร็วลม (เมตร/วินาที)
- ทิศทางลม (องศาในรูปของเวกเตอร์)
- อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
- ความเสถียรของบรรยากาศในรูปแบบของPasquill's Classification
- ปริมาณเมฆ (ส่วนของสิบส่วน)
- ความสูงของชั้นบรรยากาศ Mixing Height

ทั้งหมดนี้จะต้องอยู่ในรูปแบบที่แบบจำลองสามารถอ่านได้ และมักจะเก็บไว้ในรูปของ.TXT หรือ .MET FILE

2.9.8.4 ผลที่ได้จากแบบจำลอง ISC3 หลังจากที่ได้มีการป้อนข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในการคำนวณลงในแบบจำลอง แล้ว แบบจำลอง จะคำนวณค่าการแพร่กระจายของสารมลพิษนั้นออกมาในรูปของความเข้มข้นที่จุดผู้รับผลกระทบเป็นรายชั่วโมง 8 ชั่วโมง 24 ชั่วโมง รายปี รวมทั้งค่าสูงสุดรายชั่วโมง รายวัน รายปีก็ได้ ตามที่จะมีคำสั่งในโปรแกรม และหากต้องการให้คำนวณค่าการตกลงสู่พื้นของมลพิษ ก็สามารถทำได้หากป้อนข้อมูลให้เพียงพอ นอกจากนี้ในแบบจำลอง ISC3 จะสร้าง Plot File (X, Y ความเข้มข้น) ซึ่งจะแสดงผลในรูปของเส้นความเข้มข้นของมลพิษ (Isopleths) ได้ด้วย ละเอียดมากขึ้น

2.9.9 แบบจำลองแบบกล่อง (Box Model) เป็นแบบจำลองที่ไม่ได้อาศัยพื้นฐานของแบบจำลองเกาส์เซียน เหมาะสำหรับการศึกษาในกรณีที่แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศเป็นแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ หรือแบบเคลื่อนที่ และผู้รับสารมลพิษทางอากาศอยู่ในบริเวณเดียวกัน เช่น การศึกษาความเข้มข้นของสารมลพิษจากยานพาหนะบนถนนในเมืองถนนที่มีลักษณะเป็น

คูมิงค์ เป็นต้น การใช้แบบจำลองแบบกล่อง จะง่ายกว่าแบบจำลองที่อาศัยพื้นฐานของแบบจำลองเกาส์เซียน เพราะใช้ข้อมูลน้อยกว่า และไม่มีความซับซ้อน พื้นฐานของแบบจำลองแบบกล่องสมมติให้ลักษณะทางอุตุนิยมิวิทยา (ความเร็วลม) มีค่าคงที่ และเท่ากันตลอดกล่อง การกระจายของสารมลพิษทางอากาศเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ และมีค่าเท่ากันตลอด ในโครงสร้างแบบกล่อง หรือขอบเขตกล่องที่ทำการศึกษา

กนกพร สว่างแจ้ง (2540) อธิบายแบบจำลองแบบกล่องว่า แบบจำลองแบบกล่องตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ให้สารมลพิษที่ปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดถูกผสมกับอากาศอย่างรวดเร็ว ความเข้มข้นที่ได้ผ่านกล่องอย่างสม่ำเสมอ และไม่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา

เกษม จันทรแก้ว (2541) กล่าวถึงแบบจำลองแบบกล่องว่า สมมติว่าก๊าซหรือสารมลพิษทางอากาศปลดปล่อยออกมาในปริมาณคงที่ และด้วยความเร็วลมอย่างคงที่ตลอดเวลา และความเข้มข้นเป็นความเข้มข้นคงที่ (steady state concentration) กระจายไปยังจุดต่าง ๆ ภายในกล่องอย่างสม่ำเสมอ

กรมควบคุมมลพิษ และสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2543) อธิบายสภาวะ steady state ว่า เป็นการสมมติให้ทุกอย่างคงที่ในขณะที่มีการคำนวณ เช่น ความเร็วลมในทุกตำแหน่งของพื้นที่ที่ศึกษามีค่าเท่ากันในชั่วโมงนั้น ๆ ซึ่งไม่เป็นความจริงเสมอไป

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรมพัฒนาที่ดิน (1990) ศึกษาเขตการใช้ที่ดินในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเมื่อปี พ.ศ. 2533 พบว่า ที่ดินส่วนใหญ่ใช้เพื่อการกสิกรรมและการเกษตรทั่วไปร้อยละ 93.87 และเขตชุมชนมีการใช้ที่ดินเพียงร้อยละ 6.13 ของพื้นที่ดินทั้งหมด แต่เมื่อปี พ.ศ. 2538 พิจารณาจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5-TM พบว่า การใช้ที่ดินได้เปลี่ยนไปดังนี้คือ ที่อยู่อาศัยร้อยละ 9.54 อุตสาหกรรมร้อยละ 2.4 พื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 86.65 และพื้นที่อื่น ๆ อีกร้อยละ 1.41 และปี พ.ศ. 2542 จากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าเขตอุตสาหกรรมและเขตที่อยู่อาศัยขยายตัวอย่างรวดเร็ว คือ ร้อยละ 4.3 และ 15.84 ขณะที่เขตกสิกรรมลดลงเหลือร้อยละ 73.48 จากการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินพบว่า มีแนวโน้มในการขยายตัวทางอุตสาหกรรมค่อนข้างสูง ซึ่ง นงนุช (1997) ได้ศึกษาการวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรม โดยเน้นสภาพที่ตั้งการกระจายตัวของประเภทและแหล่งอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า โรงงานอุตสาหกรรม 75% ตั้งอยู่ตอนล่างของจังหวัด ได้แก่ อ.บางปะอิน อ.วังน้อย อ.เสนา อ.บางไทร และ อ.อุทัย ย่านอุตสาหกรรมที่มีการวางแผน ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน นิคม

อุตสาหกรรมไฮเทค นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร สวนอุตสาหกรรมโรจนะ และเขตประกอบการแพคทอรีแลนด์ อุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มการขยายตัวเพิ่มสูงที่สุดได้แก่ ประเภทอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์รถยนต์ โดยขยายตัวร้อยละ 37.5 ซึ่งส่งเสริมให้พัฒนาในสวนอุตสาหกรรมโรจนะ อ. อุทัย ดังนั้นเมื่อต้องการจัดการมลพิษทางอากาศในรูปแบบการจัดการแบบผสมผสานร่วมกับอุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง เกษตรกรรม ชุมชน แหล่งท่องเที่ยว และการใช้ที่ดิน (เกษม ,2545) โดยดูแหล่งกำเนิดและแหล่งที่ได้รับผลกระทบที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่การจัดการมลพิษทางอากาศอย่างยั่งยืนในอนาคต จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือมาช่วยซึ่งได้แก่แบบจำลอง ISC (The Industrial Source Complex Model) พื้นฐานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้เป็นแบบ Straight-line, Steady-state Gaussian Plume Equation โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ Industrial Source Complex Short term (ISCST3) โดยจะคำนวณความเข้มข้นเฉลี่ยในระยะเวลานั้น เช่น ชั่วโมง และ Industrial Source Complex Long term (ISCLT) โดยจะคำนวณความเข้มข้นเฉลี่ยในระยะเวลายาว เช่น ฤดูกาลหรือปี กับแหล่งกำเนิดประเภทต่าง ๆ 4 ชนิด คือ แหล่งกำเนิดแบบจุด แบบพื้นที่ แบบปริมาตร และแบบเส้น แบบจำลองนี้พัฒนาโดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (US.EPA) ในปี 1970s มีการใช้งานและถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าในตอนแรกแบบจำลอง ISCST3 และ ISCLT จะถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ประเมินความเข้มข้นของสารมลพิษในช่วงเวลาที่ต่างกัน แต่ ในปี 1990 Bellam N. และ Kumar A. ได้เปรียบเทียบแบบจำลองทั้งสอง ในการแพร่กระจายของ SO_2 , NO_x และฝุ่น ในบรรยากาศ โดยใช้ ISCST3 ประเมินในช่วง 24 ชั่วโมง และ ISCLT3 ใช้ประเมินในช่วง 1 เดือน 3 เดือน และ 1 ปี พบว่า แบบจำลองทั้ง 2 วิเคราะห์ค่าความเข้มข้น ได้ค่าต่ำกว่าการวิเคราะห์ภาคสนาม โดย ISCST3 ให้ผลการวิเคราะห์ใกล้เคียงกว่า ISCLT3 และถ้าใช้ ISCST3 ประเมินในช่วง 1 เดือน 3 เดือน และ 1 ปี จะมีความแม่นยำมากกว่า 3 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จึงสรุปได้ว่า ISCST3 น่าจะใช้ในการศึกษาด้าน long term ได้ดีกว่า ISCLT3 นอกจากนั้น Kouchi. A. และคณะ (2001) ได้พัฒนาแบบจำลองการแพร่กระจายทางอากาศเพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมโดยใช้แบบจำลอง ISC ซึ่งตัวแปรที่มีการปรับเปลี่ยน ได้แก่ ความสูงของปล่องความเร็วลม ตำแหน่งของแหล่งกำเนิด โดยขึ้นกับความกว้างของอาคาร ความสูงของอาคาร การจัดเรียงตัวของอาคาร พบว่าแบบจำลองที่มีการปรับแล้วจะให้ค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด ($r=0.927$) มากกว่าแบบจำลองที่ไม่ได้ปรับ ($r=0.652$) ส่วนในความถูกต้องในการประเมินของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น Mahoney, J. (1974) ได้อ้างว่าในกรณีที่ดีที่สุดจะเป็น $\pm 15\%$ ซึ่งจะต้องเป็นพื้นราบลมพัดสม่ำเสมอ ระยะทางห่างแหล่งกำเนิด 100-2,000 เมตร และแหล่งกำเนิดปล่อยมลพิษอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา แต่ปกติแล้ว ความ

ถูกต้องจะเป็น $\pm 30-50\%$ และความคลาดเคลื่อนกว่านั้นในกรณีของพื้นที่ เช่น มีอาคารบดบัง ทางลมมากทำให้ลมผันแปร

การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการจัดการมลพิษทางอากาศ นั้น ได้แก่ วราวุธ (1998) ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 ศึกษาการฟุ้งกระจายเพื่อ คัดคะเนระดับความเข้มข้นของ ฝุ่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ ใน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ซึ่งเกิดจากนิคมอุตสาหกรรมนวนคร พบว่าผลกระทบยังอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน หรือการนำมามีส่วนร่วมในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในส่วนของจัดการนิคมอุตสาหกรรม เช่น ในปี 1993 วราวุธ ศึกษาการจัดการมลพิษทางอากาศในนิคมอุตสาหกรรมกบินทร์บุรี โดยใช้แบบจำลอง 2 กลุ่มคือ Box Model และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) โดยใช้ ISCST3 แทน แบบจำลอง short term และ ใช้ VALLEY แทนแบบจำลอง long term เพื่อหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และนำไปคำนวณปริมาณน้ำมันเตา พบว่าวิธีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ น่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะนำมาใช้ในการวางแผนจัดการควบคุมการระบายสารมลพิษในเขตอุตสาหกรรมและแบบจำลอง Short Term น่าจะมีข้อบกพร่องน้อยที่สุดที่จะนำมาใช้ และในทางปฏิบัติก็เป็นวิธีที่มีเทคนิค ซับซ้อนน้อยที่สุด แต่ใช้เวลามากที่สุด

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนเตรียมการ

3.1.1 การสำรวจสภาพแวดล้อมปัจจุบัน ศึกษาลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะพื้นที่ภูมิประเทศ ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยข้อมูลสภาพพื้นที่ พิจารณาจากแผนที่ภูมิประเทศ ขนาด 1 : 50,000 L 70175 ของกรมแผนที่ทหาร

3.1.2 สำรวจนิคมอุตสาหกรรม และรวบรวมแหล่งกำเนิด ในการศึกษาค้างนี้จะใช้ข้อมูลของนิคมอุตสาหกรรม 3 แห่ง และสวนอุตสาหกรรม 1 แห่ง เท่านั้น เนื่องจากลักษณะโครงการของเขตประกอบการแพคทอรีแลนด์ เป็นคลังสินค้า และอาคารสำนักงานเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษน้อยมาก ดังนั้นข้อมูลที่จะนำไปใช้กับแบบจำลอง ISCST3 จึงแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ แหล่งกำเนิดแบบจุด (Point Source) ซึ่งเป็นเตาเผาขยะ กับแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Polygon Area Source) ซึ่งคิดพื้นที่ที่คาดว่าจะเกิดมลพิษในบริเวณนิคมอุตสาหกรรม นอกจากนั้นยังมีแหล่งกำเนิดที่มาจากยานพาหนะซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแบบเส้น (Line Source) ได้แก่ ถนนที่สำคัญของจังหวัดจำนวน 16 สาย คือ ทางหลวงหมายเลข 1, 9, 32, 308, 309, 329, 340, 347, 3043, 3056, 3063, 3111, 3263, 3267, 3309, 3477 ซึ่งได้ข้อมูลจากกรมทางหลวง

3.1.3 รวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จากทิศทางลม ความเร็วลมและสภาพคงตัวของบรรยากาศซึ่งมีอิทธิพลที่สำคัญต่อการฟุ้งกระจายของสารมลพิษทางอากาศ ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 ใ้ปี พ.ศ. 2540 - 2544 มีดังนี้ Cloud Cover, Temperature, Relative Humidity, Station Pressure, Wind Direction, Wind Speed, Ceiling Height, Hourly Precipitation, Global Horizontal Radiation และ Mixing height

3.1.4 ศึกษาแบบจำลอง ISCST3 และแบบจำลองแบบกล่อง สำหรับการใช่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 จะประกอบไปด้วยรายละเอียด 5 ส่วนหลักคือ

3.1.4.1 Control Pathway ซึ่งกำหนดในส่วนของตัวโปรแกรม ชนิดของมลพิษ ระยะเวลา

3.1.4.2 Source Pathway ในส่วนนี้จะใส่ข้อมูลของแหล่งกำเนิดที่เตรียมไว้ และสร้างสถานการณ์ต่างๆ เพื่อดูผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

3.1.4.3 Receptor Pathway กำหนดแหล่งรับซึ่งในการศึกษาค้างนี้จะกำหนดแหล่งรับเป็นทั้งจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและเฉพาะพื้นที่อ่อนไหวเพื่อดูผลกระทบโดยตรงด้วย

3.1.4.4 Meteorology Pathway เป็นส่วนของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เตรียมไว้

3.1.4.5 Output Pathway เพื่อกำหนดผลลัพธ์ในรูปของช่วงเวลาเฉลี่ยซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เป็นการประมวลผลความเข้มข้นระดับพื้นดินของสารมลพิษ จากแหล่งกำเนิดทั้งหมดบริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้ระยะเวลาเฉลี่ย (Average time) ตามค่ามาตรฐานกำหนด

3.1.5 รวบรวมข้อมูลคุณภาพอากาศ อันได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) จากหน่วยงานและการวิจัยต่าง ๆ เพื่อทราบสภาพพื้นฐานทางอากาศ ในอดีตและปัจจุบัน

3.2 ขั้นตอนดำเนินการ

3.2.1 ประมวลผลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ISCST3 โดยเปลี่ยนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 5 ปี คือ ปี 2540 – 2544 เพื่อหาช่วงลมมรสุมของปีที่เกิดสภาวะที่เลวร้ายที่สุด (worst case) มาทำการวางแผนเพื่อรองรับการขยายตัวของนิคมอุตสาหกรรมต่อไป เพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมแล้วจะไม่ก่อให้เกิดสภาวะเลวร้ายลงไปกว่าเดิม โดยนำข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษและลักษณะเฉพาะที่สำคัญ อันได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน นิคมอุตสาหกรรมไฮเทค นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร และสวนอุตสาหกรรมโรจนะ ซึ่งมาจากกระบวนการผลิตในแต่ละนิคมอุตสาหกรรมและข้อมูลแหล่งกำเนิดจากรถยนต์ มาศึกษาลักษณะการแพร่กระจายโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยประมวลผลกรณีต่าง ๆ ดังนี้

กรณีที่ 1 ศึกษาสภาวะบรรยากาศเลวร้ายของลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของแต่ละปีการศึกษา คือ ปี 2540-2544

สารมลพิษที่ใช้ทดสอบ คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เนื่องจาก เป็นสารมลพิษที่สำคัญเพราะแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่มาจากอุตสาหกรรม และในที่นี้กำหนดให้อัตราการปลดปล่อยคงที่ตลอดเวลา

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ใช้ปี 2540-2544

แหล่งรับ ได้แก่ ทั้งจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยกำหนด grid ขนาด 1000 x 1000 เมตร

กรณีที่ 2 ศึกษาสภาวะเลวร้าย ของลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของแต่ละช่วงลมมรสุม

สารมลพิษที่ใช้ทดสอบ คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เนื่องจาก เป็นสารมลพิษที่สำคัญเพราะแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่มาจากอุตสาหกรรม และในที่นี่กำหนดให้อัตราการปลดปล่อยคงที่ตลอดเวลา

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ใช้ปี 2540-2544 โดยแบ่งเป็นช่วงลมมรสุม 2 ช่วง คือ ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม และช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม

แหล่งรับ ได้แก่ ทั้งจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดย กำหนด grid ขนาด 1000 x 1000 เมตร

กรณีที่ 3 ศึกษาสภาวะเลวร้าย เมื่อมีอัตราการระบายของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์สูงสุด

เมื่อได้ผลการศึกษาจากกรณีที่ 2 แล้วก็นำมาศึกษาต่อโดยเปลี่ยนสารมลพิษจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะเพียงอย่างเดียว และอัตราการปลดปล่อยก็จะเปลี่ยนแปลงตามจำนวนรถในแต่ละปี โดยเลือกศึกษาปีที่มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์มากที่สุด

แหล่งรับ ได้แก่ ทั้งจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดย กำหนด grid ขนาด 1000 x 1000 เมตร

กรณีที่ 4 ศึกษาสภาวะเลวร้าย เมื่อมีอัตราการระบายของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มากที่สุด

ข้อมูลแหล่งกำเนิดประกอบด้วย แหล่งกำเนิดแบบจุด จากเตาเผาขยะของนิคมอุตสาหกรรม แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ จากพื้นที่อุตสาหกรรม และแหล่งกำเนิดแบบเส้น จากถนนซึ่งเลือกปีที่มีอัตราการปลดปล่อยมลพิษรวมสูงสุด

แหล่งรับ ได้แก่ ทั้งจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดย กำหนด grid ขนาด 1000 x 1000 เมตร

กรณีที่ 5 ศึกษาสภาวะเลวร้าย เมื่อมีอัตราการระบายของฝุ่นรวมสูงสุด

ศึกษาเหมือนกรณีที่ 4

กรณีที่ 6 ศึกษาที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมที่เหมาะสมเมื่อมีการขยายตัวของอุตสาหกรรม

สารมลพิษที่ใช้ทดสอบคือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เนื่องจาก เป็นสารมลพิษที่สำคัญเพราะแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่มาจากอุตสาหกรรม และในที่นี่กำหนดให้อัตราการปลดปล่อยคงที่ตลอดเวลา ส่วนอัตราการระบายก็พิจารณาจากนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นหลัก และ

พิจารณาบริเวณที่จะมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมจากศักยภาพการใช้ที่ดิน โดยนางนุช นัยยัติ (2541) ได้ทำการศึกษาไว้ ประกอบเข้ากับทำเลที่ตั้งที่ควรจะต้องติดถนนสายสำคัญเป็นหลัก

กรณีที่ 7 ศึกษาทิศทางและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เมื่อมีการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่เหมาะสม

เมื่อได้ที่ตั้งของอุตสาหกรรมและอัตราการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหมาะสมจากการศึกษาในกรณีที่ 6 แล้ว ทำการพิจารณาอัตราการระบายก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่เหมาะสม โดยแหล่งกำเนิดของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ จะใช้อัตราการระบายจากทางหลวงหมายเลข 308 ในปีที่มีอัตราการระบายสูงสุด เนื่องจากทางหลวงหมายเลข 308 เป็นถนนเพียงเส้นเดียวที่ผ่านนิคมอุตสาหกรรมบางปะอินและปริมาณรถส่วนใหญ่น่าจะมาจากนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน เพราะถนนสายนี้ไม่ใช้ถนนสายหลักที่เป็นทางผ่านเข้าในตัวเมืองพระนครศรีอยุธยา และไม่มีแหล่งท่องเที่ยวใดตั้งอยู่

กรณีที่ 8 ศึกษาทิศทางและความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เมื่อมีการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่เหมาะสม

ข้อมูลแหล่งกำเนิดประกอบด้วย พื้นที่อุตสาหกรรมและถนน ให้หลักการพิจารณาอัตราการปลดปล่อยเช่นเดียวกับกรณีที่ 6 และ 7

กรณีที่ 9 ศึกษาทิศทางและความเข้มข้นของฝุ่นรวมมีการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่เหมาะสม

ศึกษาเช่นเดียวกับกรณีที่ 8

3.2.2 การประมวลผลโดยใช้แบบจำลองแบบกล่องในกรณีลมสงบ ใช้ในกรณีของลมสงบ (ความเร็วลมต่ำกว่า 1 m/s) คำนวณโดย

$$X = \frac{Q}{W.L.H} + C_0 - C_w$$

X	คือ	ความเข้มข้นของมลพิษ ณ แหล่งรับ (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
Q	คือ	อัตราปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิด (กรัม/วินาที)
W	คือ	ความกว้างของกล่อง (เมตร)
L	คือ	ความยาวของกล่อง (เมตร)
H	คือ	Mixing Height (เมตร)
C ₀	คือ	ความเข้มข้นของมลพิษที่มีอยู่เดิม ณ แหล่งรับ (Background) (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
C _w	คือ	ความเข้มข้นของมลพิษที่ลมพัดออกไป (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

นอกจากนั้น ยังใช้คำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษที่ได้จากการเผาที่นา ซึ่งจะ
ทำในช่วงหลังเกี่ยวข้าว นั่นคือ ช่วงเดือนธันวาคม โดยค่าอัตราการปลดปล่อยสามารถหาได้จาก
มวลชีวภาพของทุ่งหญ้าสะวันนาคือ 4 กิโลกรัม/ตารางเมตร (Whittaker,1975) และ Emission
Factorของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในทุ่งหญ้า และฝุ่นรวม คือ 75 และ 10 กรัม/กิโลกรัม
ตามลำดับ (US.EPA's AP42 Compilation of Air Emission Factor) และกำหนดพื้นที่ ๆ มีการ
เผาที่นาตามศักยภาพการใช้ที่ดิน 12 x 15 ตารางกิโลเมตร และสมมติในกรณีที่เลวร้ายที่สุดคือเผา
ที่นาในคราวเดียวกันทุกพื้นที่

3.2.3 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างตามแหล่งรับที่กำหนด โดยพิจารณาจากลักษณะการใช้
ที่ดินและศักยภาพการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ รวมถึงกับพื้นที่อ่อนไหวที่ได้รับผลกระทบจากสาร
มลพิษตามที่ประมวลผลได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3

3.2.4 เก็บตัวอย่างตามแหล่งรับที่วิเคราะห์ได้ จำนวน 56 ตัวอย่างต่อ 1 ช่วงลมมรสุม และ
วิเคราะห์ความเข้มข้นของสารมลพิษ โดยทำการศึกษา 2 ช่วงมรสุม ช่วงละ 7 วัน คือ

3.2.4.1 ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2546

3.2.4.2 ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547

สถานที่เก็บตัวอย่างคือ ร้านไฟโรจน์การช่าง เลขที่ 76/6 หลังธนาคารไทยพาณิชย์
สาขาเจ้าพระม ต.หอรบตันไชย อ.เมือง และโรงเรียนวัดชุมพลนิกายาราม ถ.พระจอมเกล้า ต.บ้าน
เลน อ.บางปะอิน

โดยใช้ดัชนีคุณภาพอากาศ วิธีเก็บตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 สรุปดัชนีคุณภาพอากาศ การเก็บตัวอย่าง และการวิเคราะห์

ดัชนีคุณภาพอากาศ	วิธีเก็บตัวอย่าง	วิธีวิเคราะห์
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	เครื่องปั๊มอากาศ (Air pump)	Non-dispersive Infrared Method
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	เครื่องปั๊มอากาศ (Air pump)	ANSA
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	เครื่องปั๊มอากาศ (Air pump)	Pararosaniline Method
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM ₁₀)	High Volume Sample	Gravimetric High Volume Method

3.3 ชั้นวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเปรียบเทียบผลจากตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้จากการเก็บตัวอย่างกับผลที่ได้จากการประมวลผลโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ เพื่อศึกษาความรุนแรงของผลจากการแพร่กระจายของสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดดังกล่าว

3.3.2 หาความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งรับ และแหล่งกำเนิด เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จะไม่ทำให้แหล่งรับต่าง ๆ ได้รับความกระทบ หรือได้รับความกระทบน้อยที่สุด

3.3.3 หาบริเวณที่เหมาะสมต่อการขยายตัวของแหล่งกำเนิด ที่จะไม่ทำให้แหล่งรับต่าง ๆ ได้รับความกระทบ หรือได้รับความกระทบน้อยที่สุด



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบและวางแผน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 พื้นที่ทำการวิจัย

4.1.1 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

4.1.1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 2,547.62 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 1,597,900 ไร่ ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มภาคกลางตอนบนของประเทศ ประมาณละติจูดที่ 14 องศาเหนือ ลองจิจูดที่ 101 องศาตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร ไปทางทิศเหนือประมาณ 75 กิโลเมตร แสดงดังรูปที่ 4.1 โดยมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ เขตอำเภอบ้านแพรก อำเภอมหาราช ติดต่อกับจังหวัดอ่างทอง และลพบุรี

ทิศตะวันออก เขตอำเภอบางบาล อำเภอบางซ้าย อำเภอบางบาล และอำเภอบางบาล ติดต่อกับจังหวัดสระบุรี

ทิศตะวันตก เขตอำเภอบางบาล อำเภอบางบาล ติดต่อกับจังหวัดสุพรรณบุรี

ทิศใต้ เขตอำเภอบางบาล อำเภอบางบาล และอำเภอบางบาล ติดต่อกับจังหวัดนครปฐม ปทุมธานี และนนทบุรี

4.1.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นที่ราบลุ่มและทุ่งนาไม่มีภูเขา มีแม่น้ำสำคัญไหลผ่าน 4 สาย ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำป่าสัก แม่น้ำลพบุรี และแม่น้ำน้อย มีลำคลองต่อเนื่องกับแม่น้ำเกือบทั่วบริเวณพื้นที่จังหวัด ทำให้มีลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม น้ำท่วมขัง ซึ่งเรียกว่า ที่ราบลุ่มเดลาต้า (ที่ราบดินดอนสามเหลี่ยมแม่น้ำเจ้าพระยา) เมื่อถึงฤดูน้ำหลากน้ำในแม่น้ำลำคลองจะมีระดับสูงและท่วมปกคลุมบริเวณที่ราบลุ่มของจังหวัด พื้นที่ส่วนใหญ่จึงเป็นดินตะกอนแม่น้ำพัดพาจึงมีความอุดมสมบูรณ์สูงเหมาะกับการเกษตรพื้นที่จังหวัดอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยประมาณ 3.50 เมตร

เมื่อพิจารณาสภาพภูมิประเทศ จากการที่พื้นที่ศึกษานี้เป็นพื้นที่ราบ (Flat Terrain) ดังนั้นการศึกษานี้จึงถือว่าไม่มีผลกระทบจากลักษณะภูมิประเทศ



รูปที่ 4.1 ที่ตั้งของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
 ที่มา :สำนักงานสถิติแห่งชาติ

4.1.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดพระนครศรีอยุธยามีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบทุ่งหญ้าเมืองร้อน หรือทุ่งหญ้าสะวันนา บริเวณที่ตั้งจังหวัดเปิดรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากอ่าวไทยโดยตรง ทำให้มีฝนตกชุกประมาณ 5 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม สามารถแบ่งฤดูกาลได้ 3 ฤดู ดังนี้ ฤดูฝน (เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม) ฤดูหนาว (เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม) ฤดูร้อน (เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม) สำหรับลักษณะภูมิอากาศโดยทั่วไปสรุปจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในคาบ 30 ปี ได้ดังนี้

4.1.1.3.1 อุณหภูมิ อุณหภูมิสูงสุดพบในเดือนเมษายน เท่ากับ 35.1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดพบในเดือนมกราคม เท่ากับ 20.5 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 27.9 องศาเซลเซียส

4.1.1.3.2 ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝนเฉลี่ยรายเดือน อยู่ระหว่าง 136.4-266.9 มิลลิเมตร ส่วนฤดูกาลอื่น ๆ มีฝนตกเฉลี่ยรายเดือน 9.0-61.8 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนในรอบปีเฉลี่ย 1,224.2 มิลลิเมตร โดยพบว่าเดือนสิงหาคมมีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยสูงสุดคือ 19.5 วัน

4.1.1.3.3 ความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 68.76 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยรายปี 74 เปอร์เซ็นต์

4.1.1.4 การใช้ที่ดิน และศักยภาพของพื้นที่

จากการศึกษาเขตการใช้ที่ดินต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2533 , 2538 และ 2542

การใช้ที่ดิน	พ.ศ.2533		พ.ศ.2538		พ.ศ.2542	
	ตาราง กิโลเมตร	ร้อยละ	ตาราง กิโลเมตร	ร้อยละ	ตาราง กิโลเมตร	ร้อยละ
1) เขตเกษตรกรรม	2399.98	93.87	2207.70	86.65	1878.60	73.48
2) เขตที่อยู่อาศัย	15.70	6.13	243.24	9.65	403.54	15.84
3) เขตอุตสาหกรรม	-	-	60.65	2.4	109.54	4.3
4) อื่น ๆ	-	-	35.92	1.41	162.53	6.38

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน, ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5-TM,

จะเห็นได้ว่าพื้นที่ดินเพื่อการเกษตรมีแนวโน้มลดลง แต่พื้นที่เพื่อกิจกรรมอุตสาหกรรมและพื้นที่ชุมชนเพิ่มสูงขึ้น และสามารถพัฒนาพื้นที่เพื่อการอุตสาหกรรมได้อีกมาก (อุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา, 2542)

และจากการศึกษาศักยภาพของพื้นที่ (นนุช นัยยุติ, 2541) คือ พื้นที่ที่มีความสามารถในการรองรับการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับสภาพที่ดิน โดยที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาเมืองและอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์สูงสุด และมีผลกระทบต่อพื้นที่เกษตรกรรมและสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด โดยพิจารณาจากข้อมูลและปัจจัยต่างๆ ทางด้านกายภาพ เศรษฐกิจ ประชากรและชุมชน การใช้ที่ดินในปัจจุบัน ทรัพยากรธรรมชาติ และโครงการพัฒนาต่าง ๆ ในปัจจุบันและที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งใช้ปัจจัยทางกายภาพเป็นหลัก โดยใช้

เทคนิคการซ้อนทับกัน (Overlay) คือการนำแผนที่ของข้อมูลหรือปัจจัยต่าง ๆ มาซ้อนทับกันหลาย ๆ ชั้น ซึ่งปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาได้แก่

1. ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ คุณภาพดิน แหล่งน้ำผิวดิน พื้นที่ที่มีการประกาศ และมีการกำหนดการใช้ที่ดินตามกฎหมาย เช่นพื้นที่ปฏิรูปที่ดิน เขตจัดรูปที่ดิน เขตควบคุมอาคาร เขตอนุรักษ์ โบราณสถาน เขตอนุรักษ์น้ำดิบเพื่อการประปา พื้นที่โรงงาน อุตสาหกรรม โครงข่ายการคมนาคม โครงการพัฒนาต่าง ๆ ในอนาคต

2. ประชากรและพื้นที่ชุมชนเมือง

3. โครงการพัฒนาต่าง ๆ ในอนาคต

ซึ่งผลการวิเคราะห์คือข้อจำกัดของการพัฒนาพื้นที่ และศักยภาพพื้นที่

ข้อจำกัดของพื้นที่ หมายถึง พื้นที่ที่มีข้อกำหนดการใช้ที่ดินตามกฎหมาย หรือมีลักษณะทางกายภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาหรือใช้ประโยชน์ในด้านใดด้านหนึ่ง แต่อาจจะมีประโยชน์กับด้านอื่น ๆ ก็ได้ ซึ่งความไม่เหมาะสมนี้ จะเป็นกรอบในการเสนอแนวทางในการพัฒนา หรือเป็นสิ่งที่ต้องยอมรับและต้องคำนึงถึง เมื่อจะมีโครงการพัฒนาเกิดขึ้น ซึ่งพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในการพัฒนาอุตสาหกรรม ได้แก่ พื้นที่ทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัด เนื่องจากเป็นที่ลุ่ม การสร้างโรงงานอุตสาหกรรมต้องลงทุนถมดิน และอาจเกิดปัญหาน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก ส่วนในอำเภอพระนครศรีอยุธยา อำเภอบางปะอิน และอำเภอบางไทร นอกจากจะเป็นที่ลุ่มแล้วยังมีข้อกำหนดต่างๆ ที่เป็นข้อจำกัดในการพัฒนาอุตสาหกรรม เช่น เขตควบคุมอาคาร พื้นที่อนุรักษ์น้ำดิบและพระราชดำริเกี่ยวกับการอนุรักษ์พื้นที่ในเขตอำเภอบางปะอิน อำเภอบางไทร ให้เป็นพื้นที่สีเขียว ปลอดภัยจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือเป็นพื้นที่อนุรักษ์โบราณสถาน ในพื้นที่อำเภอพระนครศรีอยุธยา

ศักยภาพของพื้นที่ หมายถึง การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีความสามารถ ในการรองรับการพัฒนาด้านต่างๆ ที่เหมาะสมกับสภาพของดิน โดยที่จะก่อให้เกิดการพัฒนาเมืองและอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประโยชน์สูงสุด และมีผลกระทบต่อพื้นที่เกษตรกรรมและสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด

ผลการวิเคราะห์ได้จำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ออกเป็น 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 พื้นที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมือง หมายถึง พื้นที่ที่ประกาศเป็นเขตเทศบาลและสุขาภิบาลทั้งสิ้น 27 ชุมชน และพื้นที่ตามถนนสายหลักหมายเลข 32 347 3263 ในอำเภอบางปะอิน อำเภอบางไทร อำเภอเสนา และอำเภอบางปะหัน รวมพื้นที่ประมาณ 330 ตารางกิโลเมตร

กลุ่มที่ 2 พื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม เป็นพื้นที่ที่มีความพร้อมทางกายภาพหลายประการ เช่น มีความสะดวกในการคมนาคม ทั้งทางบก และทางน้ำ

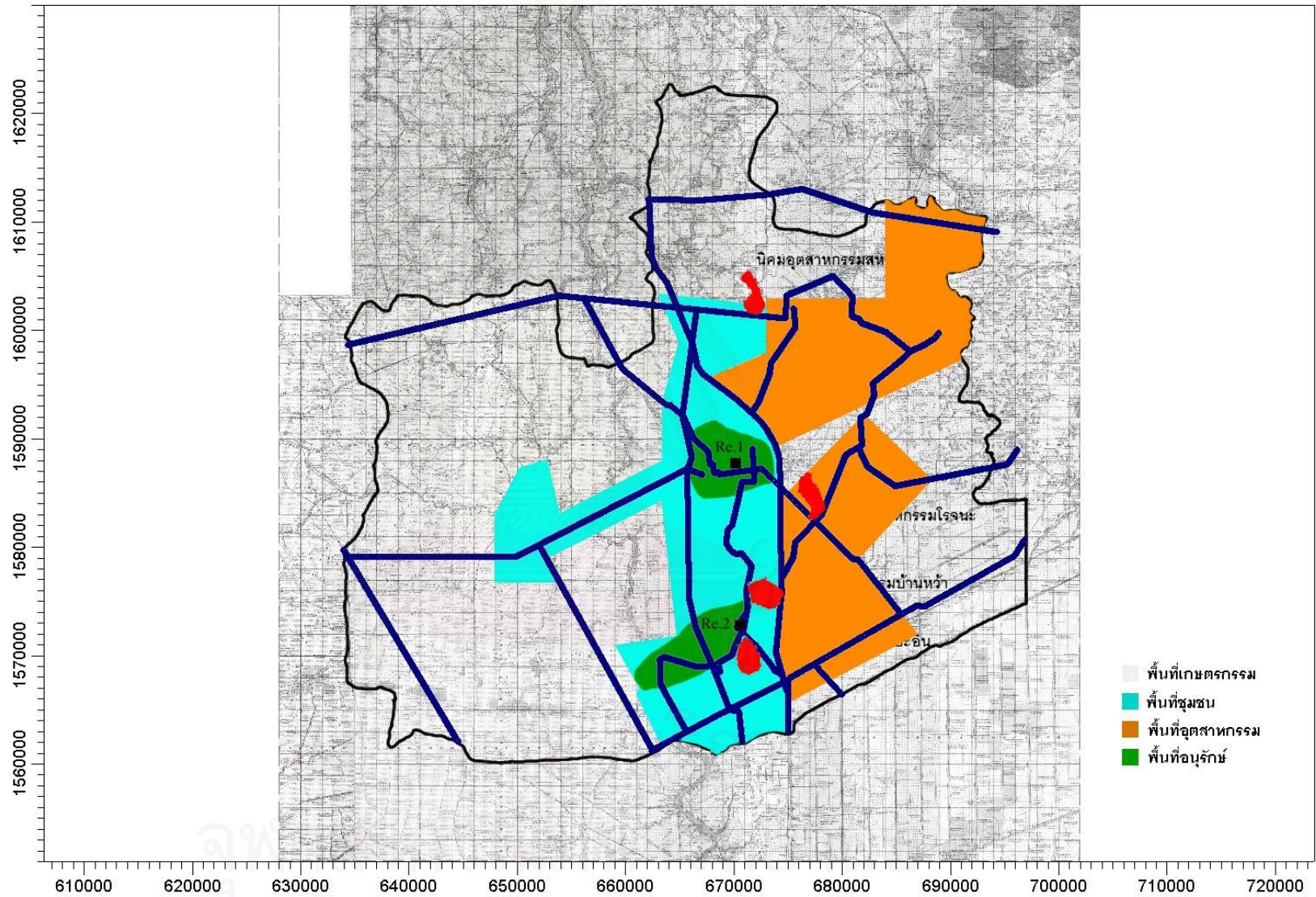
มีความพร้อมในด้านแหล่งน้ำทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน คุณภาพดินไม่มีความเหมาะสมกับการทำการเกษตรคือเป็นดินเปรี้ยว รวมพื้นที่ 170 ตารางกิโลเมตร ได้แก่พื้นที่ในอำเภออุทัย นครหลวง ภาชี ท่าเรือ และวังน้อย

กลุ่มที่ 3 พื้นที่ที่เหมาะสมในการทำการเกษตร เป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลเส้นทางคมนาคม การพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพให้กับพื้นที่เพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงมาก แต่มีความเหมาะสมกับการทำการเกษตร โดยเฉพาะการปลูกข้าว เพราะอยู่ในพื้นที่ชลประทาน รวมเนื้อที่ 2,056 ตารางกิโลเมตร กระจายอยู่ทุกอำเภอแต่ที่สำคัญ คือ อำเภอนครหลวง เสนา บาไทร บางซ้าย ลาดบัวหลวง บางบาล ผักไห่ บางปะหัน บ้านแพรง และมหาราช นอกจากนี้ยังมีบางส่วนของ อำเภอวังน้อย และอำเภออุทัย

ดังรูปที่ 4.2



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 คัดยภาพของพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ที่มา: นงนุชชัยยุติ, 2541

4.1.1.5 ประชากร

จากสถิติกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย เมื่อสิ้นเดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีประชากรทั้งสิ้น 734,011 คน เป็นชาย 357,211 คน เป็นหญิง 376,790 คน ประชากรหนาแน่นที่สุดที่ อำเภอพระนครศรีอยุธยา มีจำนวน 76,224 คน คิดเป็น ร้อยละ 10.38 ความหนาแน่นของประชากรเท่ากับ 288.11 คนต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งจัดว่าเป็นพื้นที่ชนบท (ประชากรต้องมากกว่า 750 คนต่อตารางกิโลเมตร จึงจัดเป็นพื้นที่เมือง)

4.1.1.6 การคมนาคม

4.1.1.6.1 การคมนาคมทางบก โครงข่ายการคมนาคมทางบกที่สำคัญ ประกอบด้วย การคมนาคมทางถนน และทางรถไฟ

(1) การคมนาคมทางถนน ถนนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาสายสำคัญ ที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานทางหลวงที่ 11 แขวงการทางอยุธยา ที่สำคัญมีดังนี้

ตารางที่ 4.2 เส้นทางคมนาคมสายสำคัญของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ทางหลวง หมายเลข	เส้นทาง
1	เป็นทางหลวงสายประธานของการไปสู่ภาคเหนือ เริ่มต้นจากกรุงเทพมหานคร-รังสิต-ประตูน้ำพระอินทร์-วังน้อย ผ่านจังหวัดต่าง ๆ ของภาคกลางและภาคเหนือ สำหรับพระนครศรีอยุธยาเป็นเส้นทางสายหลักทางตอนใต้ โดยผ่านพื้นที่ อ.บางปะอิน และ อ.วังน้อย
32	เป็นทางหลวงแยกจากทางหลวงหมายเลขหนึ่งที่ อ.บางปะอิน บริเวณประตูน้ำพระอินทร์เข้าสู่อยุธยา ที่กม.71 ผ่านพื้นที่ อ.บางปะอิน อ. พระนครศรีอยุธยา อ.นครหลวง อ.บางปะหัน อ.มหาราช ผ่านจังหวัดต่าง ๆ ของภาคกลาง ได้แก่จังหวัดอ่างทอง ลพบุรี สิงห์บุรี บรรจบกับทางหลวงหมายเลข 1 ที่จังหวัดชัยนาท เป็นเส้นทางหลักในแนวเหนือ-ใต้ ที่สำคัญที่สุดของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
37	แยกจากทางหลวงหมายเลข 1 จากบางปะอิน-บรรจบสาย 3309
309	เป็นทางหลวงแนวเหนือ-ใต้ ที่สำคัญอีกเส้นทางหนึ่งเริ่มจากสี่แยกวังน้อย ผ่านอ.วังน้อย อ.อุทัย อ.พระนครศรีอยุธยา อ.บางบาล ไปสู่จังหวัดอ่างทอง และไปสิ้นสุดที่จังหวัดสิงห์บุรี
329	เส้นทางบางปะหัน-นครหลวง
340	เป็นเส้นทางจากกรุงเทพมหานคร ผ่านปทุมธานี เข้าจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่บ้านศาลี ไปสิ้นสุดที่จังหวัดสุพรรณบุรี ทางสายนี้เป็นทางสายหลักผ่านพื้นที่ทางด้านตะวันตกของจังหวัด โดยผ่าน อ.ลาดบัวหลวง และ อ.บางซ้าย
308	เป็นทางหลวงแยกจากทางหลวงหมายเลข 32 เข้าสู่ อ.บางปะอิน
347	เป็นทางหลวงที่เชื่อมระหว่าง อ.บางปะอินและ อ.บางปะหัน มีจุดตัดกับทางหลวงหมายเลข 3263 ที่ อ.บางบาล

ทางหลวง หมายเลข	เส้นทาง
3111	เป็นทางหลวงในแนวเหนือ-ใต้ เริ่มจากจังหวัดปทุมธานี ผ่านอ.บางไทร อ.เสนา บรรจบกับทางหลวงหมายเลข 3263
3263	เป็นทางหลวงสำคัญในแนวตะวันออก-ตก แยกจากทางหลวงหมายเลข 340 ผ่าน อ.บางซ้าย อ.เสนา อ.บางบาล และ อ. พระนครศรีอยุธยา
3298	เป็นทางหลวงในแนวตะวันออก-ตะวันตก ที่อยู่ตอนเหนือของจังหวัดโดยอยู่ระหว่าง อ.มหาราช และ อ.บ้านแพรก
3298	เป็นทางหลวงที่แยกจากทางหลวงหมายเลข 309 ผ่านอ.บางปะหัน อ.มหาราช อ.บ้านแพรก เข้าสู่จังหวัดสระบุรี
3056	ผ่านทางหลวงที่แยกจากทางหลวงหมายเลข 309 เข้าสู่ อ.อุทัย
3418	เป็นทางหลวงที่แยกจากทางหลวงหมายเลข 3111 เข้าสู่ อ.บางไทร
3419	เป็นทางหลวงที่แยกจากทางหลวงหมายเลข 3263 เข้าสู่ อ.บางซ้าย
3412	เป็นทางหลวงที่แยกจากทางหลวงหมายเลข 3263 เข้าสู่ อ.บางบาล
3309	เป็นทางหลวงที่แยกจากทางหลวงหมายเลข 308 เรียบแม่น้ำเจ้าพระยาตะวันออก ผ่านศูนย์ศิลป์ป่าชี่พิเศษบางไทร เข้าสู่จังหวัดปทุมธานี
3469	เป็นทางหลวงที่เชื่อมระหว่าง อ.บางปะอิน และ อ. พระนครศรีอยุธยา
3189	เป็นทางหลวงที่เชื่อมระหว่าง วังน้อย-ธัญบุรี-ลำลูกกา
3501	เป็นทางหลวงที่เชื่อมระหว่าง อ.เสนา ผ่านพื้นที่ตอนเหนือของ อ.บางบาล และเข้าสู่ อ.พระนครศรีอยุธยา
37	เป็นทางหลวงวงแหวนด้านตะวันออก (บางปะอิน-บางพลี)

ที่มา : กรมทางหลวง (2542)

นอกจากนี้ยังมีทางหลวง ที่อยู่ในความรับผิดชอบของแขวง การทางอีกหลายสายและอยู่ระหว่างการรับโอนโครงการทางหลวงท้องถิ่น ทางหลวงชนบท ทั้งของ กรมโยธาธิการ และคันคลองชลประทานอีกหลายสาย รวมทั้งมีการก่อสร้างผิวจราจรโดยการลาดยางถนนระหว่างตำบล-หมู่บ้าน การคมนาคมทางถนนที่เป็นถนนเชื่อมระหว่างอำเภอ-ตำบล-หมู่บ้าน ส่วนใหญ่จะเป็นถนนลูกรัง ถนนดิน และคันคลองชลประทาน ซึ่งใช้ได้เฉพาะบางฤดูกาล เท่านั้น แขวงทางอยุธยาจึงได้รับมอบจากจังหวัดให้ดำเนินการปรับปรุงเส้นทางต่าง ๆ อยู่เสมอ เช่น การขยายช่องทางจราจร จัดทำทางแยกต่างระดับ เป็นต้น และสำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.) ก็มีโครงการมอบสายทางท้องถิ่นของจังหวัดไปให้ดำเนินการอีกไม่น้อย

(2) ทางรถไฟ มีขบวนไฟสายเหนือผ่านขึ้น-ลงวันละ 18 ขบวน และขบวนรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือผ่านขึ้น-ลงวันละ 18 ขบวน นอกจากนี้ยังมีขบวนรถสินค้าผ่านขึ้น-ลงอีกวันละประมาณ 20 ขบวน สถานีรถไฟของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีหลายสถานี ได้แก่ สถานีรถไฟบางปะอิน สถานีรถไฟอยุธยาสถานีรถไฟชุมทางบ้านภาชี และสถานีรถไฟท่าเรือ

4.1.1.6.2 การคมนาคมขนส่งทางน้ำ แม่น้ำที่สามารถใช้ในการเดินทางหรือขนส่งได้มี 4 สายด้วยกัน คือ

(1) แม่น้ำป่าสัก มีต้นกำเนิดจากจังหวัดเพชรบูรณ์ไหลผ่านจังหวัดลพบุรี สระบุรี อำเภوتاเรือ และอำเภอนครหลวง ไหลมาบรรจบแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลป้อมเพชร อำเภอพระนครศรีอยุธยา รวมความยาวที่ไหลผ่านจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ประมาณ 52 กิโลเมตร

(2) แม่น้ำน้อย เริ่มต้นจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ประตูระบายน้ำบรมธาตุผ่านจังหวัดชัยนาทสิงห์บุรี อ่างทอง เข้าเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่อำเภอผักไห่ ความยาว 27 กิโลเมตร มาเชื่อมกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่อำเภอเสนา

(3) แม่น้ำเจ้าพระยา เริ่มต้นจากจังหวัดนครสวรรค์ถึงอำเภอบางบาล แยกเป็น 2 สายสายที่ 1 ผ่านอำเภอบางบาล อำเภอบางไทร ระยะทาง 26 กิโลเมตร สายที่ 2 ผ่านอำเภอบางบาล อำเภอพระนครศรีอยุธยา อำเภอบางปะอิน ระยะทาง 55 กิโลเมตร

(3) แม่น้ำลพบุรี เริ่มต้นจากจังหวัดสิงห์บุรีผ่านอำเภอบ้านแพรก อำเภอมหาราช อำเภอบางปะหัน อำเภอพระนครศรีอยุธยา ระยะทาง 85 กิโลเมตร

นอกจากนี้ยังมีคลองต่าง ๆ จำนวนมากถึง 860 สาย ที่สามารถใช้สัญจรได้ดีในช่วงฤดูฝน แต่ในฤดูแล้งบางสายไม่สามารถใช้สัญจรได้

4.1.2 การพัฒนาอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

คณะกรรมการแผนพัฒนาระดับภูมิภาคและท้องถิ่นได้จัดทำแผนพัฒนาจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พ.ศ. 2535-2539 ขึ้น ซึ่งเป็นแผนงานที่ดำเนินการต่อเนื่องจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตามมติประชุม ครั้งที่ 1/2533 เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2533 ให้จังหวัดจัดทำแผนพัฒนาจังหวัดในลักษณะที่เป็นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของจังหวัด ในสภาพรวมในช่วงระยะเวลา 5 ปี โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของจังหวัดให้สอดคล้องกับโอกาสและศักยภาพของพื้นที่ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของแต่ละท้องถิ่น

ถึงแม้ว่าแผนพัฒนาจังหวัดพระนครศรีอยุธยาไม่ได้มีการกำหนดแผนพัฒนาอุตสาหกรรมโดยตรง แต่ในแผนงานหลักเรื่องการขยายโอกาสการผลิต การตลาด และการจ้างแรงงานก็ได้มีการกำหนดนโยบายปรับโครงสร้างการผลิตให้กระจายสู่กิจกรรมหลายสาขา ซึ่งรวมถึงภาคอุตสาหกรรมได้ ในแผนนี้ได้กำหนดแนวทางและนโยบายที่เป็นการส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมของจังหวัดหลายประการ ได้แก่ การสนับสนุนอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร การส่งเสริมภาคเอกชนในการลงทุนด้านอุตสาหกรรม การพัฒนาและการส่งเสริมการตลาดอุตสาหกรรมการสำรวจและศึกษาภาวะด้านการตลาดของสินค้าด้านอุตสาหกรรม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาสินค้าท้องถิ่น การจัดงานสินค้าอุตสาหกรรมและหัตถกรรมพื้นบ้าน การจัดตั้งศูนย์ประสานและปฏิบัติการส่งออกสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรม เป้าหมายของแผนพัฒนาจังหวัดในแผนงานดังกล่าว ได้กำหนดให้ภาคอุตสาหกรรมขยายตัวร้อยละ 9.3 ต่อปี และรายได้เฉลี่ยประชากรเพิ่มขึ้นจากเดิม 17,967 บาท ซึ่งนับว่าเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับนโยบายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 ที่มีนโยบายกระจายอุตสาหกรรมไปต่างจังหวัด และมีเป้าหมายให้ภาคอุตสาหกรรมมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง

4.1.2.1 โรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

การประกอบกิจการอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เริ่มมีบทบาทความสำคัญเพิ่มขึ้นเมื่อเริ่มมีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และนิคมอุตสาหกรรมมาตั้งในพื้นที่

4.1.2.1.1 จำนวนและโครงสร้างของโรงงานอุตสาหกรรม

จากข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม โดยสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (สิงหาคม 2542) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมทั้งสิ้น 802 โรงงาน มีเงินลงทุน 109,332.252 ล้านบาท มีการจ้างงานทั้งหมด 80,795 คน แบ่งเป็นแรงงานชาย 32,953 คน แรงงานหญิง 47,842 คน

ในจำนวนโรงงานของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งสิ้น 802 โรงงาน อาจแบ่งรายละเอียดประเภทตามหมวดอุตสาหกรรมได้ 9 หมวดใหญ่ ได้แก่

(1) หมวดอุตสาหกรรมบริการ เป็นหมวดที่มีโรงงานมากที่สุด คือ 221 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 27.56 ของโรงงานทั้งหมด มีโรงงานที่มีกิจกรรมตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงกิจการขนาดใหญ่อุตสาหกรรมที่สำคัญได้แก่ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ฯลฯ ตั้งอยู่ที่ อ. พระนครศรีอยุธยา มากที่สุด

(2) หมวดอุตสาหกรรมก่อสร้าง มีโรงงานจำนวน 109 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 13.59 ของโรงงานทั้งหมด ได้แก่ อุตสาหกรรมแปรรูปไม้ เลื่อยไม้ ไสไม้ เป็นต้น โดยตั้งอยู่ที่ อ. พระนครศรีอยุธยา มากที่สุด

(3) หมวดอุตสาหกรรมการเกษตร มีโรงงานจำนวน 109 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 13.59 ของโรงงานทั้งหมด อุตสาหกรรมที่สำคัญ ได้แก่ อุตสาหกรรมอบพืช อุตสาหกรรมเก็บรักษาพืชด้วยไซโลและอุตสาหกรรมมันอัดเม็ด เป็นต้น โดยตั้งอยู่ที่ อ.ท่าเรือ มากที่สุด

(4) หมวดอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ มีจำนวนโรงงาน 109 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 13.59 ของโรงงานทั้งหมด ได้แก่ อุตสาหกรรมแปรรูปไม้ เลื่อยไม้ ใสไม้ เป็นต้น โดยตั้งอยู่ที่ อ. พระนครศรีอยุธยา มากที่สุด

(5) หมวดอุตสาหกรรมโลหะและอโลหะ มีจำนวนโรงงาน 63 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 7.86 ของโรงงานทั้งหมด ได้แก่ อุตสาหกรรมปั๊มโลหะ ชุบโลหะ ทำเครื่องใช้เล็ก ๆ จากโลหะ โรงงานหล่อเหล็ก เป็นต้น โดยตั้งอยู่ที่ อ.ปางปะอิน มากที่สุด

(6) หมวดอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม มีจำนวนโรงงาน 57 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 7.11 ของโรงงานทั้งหมด ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตอาหารสำเร็จรูป ทำขนมปัง ทำน้ำดื่ม น้ำแข็ง ไซดาและเบียร์ เป็นต้น โดยตั้งอยู่ที่ อ. พระนครศรีอยุธยา มากที่สุด

(7) หมวดอุตสาหกรรมอื่น ๆ มีจำนวนโรงงาน 56 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 6.98 ของโรงงานทั้งหมด ได้แก่ อุตสาหกรรมทำรองเท้า อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมผลิตนาฬิกา โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น โดยตั้งอยู่ที่ อ. พระนครศรีอยุธยา มากที่สุด

(8) หมวดอุตสาหกรรมเคมีพลาสติก มีจำนวนโรงงาน 36 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 4.49 ของโรงงานทั้งหมด ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตโพลีเอสเตอร์และเส้นใยสังเคราะห์ต่าง ๆ อุตสาหกรรมปุ๋ยเคมีอุตสาหกรรมทำผลิตภัณฑ์พลาสติก เป็นต้น โดยตั้งอยู่ที่ อ. อุทัย มากที่สุด

(9) หมวดอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม มีจำนวน 18 โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 2.24 ของโรงงานทั้งหมด ได้แก่ อุตสาหกรรมทอผ้า อุตสาหกรรมตัดเย็บเครื่องนุ่งห่ม เป็นต้น โดยตั้งอยู่ที่ อ.อุทัย มากที่สุด

4.1.2.1.2 การกระจายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม

การกระจายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม หากจำแนกโรงงานอุตสาหกรรมตามอำเภอที่ตั้งของปี พ.ศ.2532 พ.ศ.2538 และ พ.ศ. 2542 จะเห็นการเปลี่ยนแปลงดังตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า อำเภอบางปะอินจากปี 2538 ไปถึง ปี 2542 มีการขยายตัวของโรงงานน้อยมากเมื่อเทียบกับปี 2532 กับปี 2538 เนื่องจากเป็นไปตามข้อกำหนดของ

ทางราชการที่ต้องการอนุรักษ์พื้นที่ไว้แต่การขยายตัวกลับไปอยู่ที่อำเภออุทัย แทนที่ขยายตัวมาก ถึง 100% เนื่องจากพื้นที่มีศักยภาพมากกว่า

4.1.2.1.3 นิคมอุตสาหกรรมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยร่วมกับภาคเอกชน

ได้จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมขึ้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รวม 3 แห่ง ได้แก่

(1) นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน ตั้งอยู่บนทางหลวงหลายเลข 308 ถนนอุดมสรยุทธเลขที่ 139 อยู่กึ่งกลางระหว่าง 2 ตำบล คือ ตำบลบางกระสั้น และตำบลคลองจิกอำเภอบางปะอิน มีพื้นที่โครงการ 2,000 ไร่ มีโรงงานที่ได้รับอนุญาตประกอบกิจการจำนวน 63 โรงงาน แรงงาน 17,615 คน เงินทุน 30,693 ล้านบาทดำเนินการโดย บริษัทที่ดินบางปะอิน จำกัด โดยมีผู้ประกอบการเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนี้ กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ ไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ กลุ่มผู้ผลิตอาหาร แป้ง และขนบขบเคี้ยว กลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก กลุ่มอุตสาหกรรมก่อสร้าง และวัสดุก่อสร้าง คลังสินค้าและบริการขนส่ง และ อื่น ๆ เช่น เครื่องใช้ในบ้าน สีทาบ้าน อุปกรณ์กีฬา เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม แยกตามรายอำเภอ

อำเภอ	จำนวนโรงงาน		
	2532	2538	2542
พระนครศรีอยุธยา	105	94	101
เสนา	40	51	68
ท่าเรือ	42	42	50
ผักไห่	9	14	23
บางบาล	30	20	38
บางไทร	28	30	47
บางปะอิน	62	111	129
วังน้อย	19	40	72
อุทัย	28	61	123
นครหลวง	21	26	43
มหาราช	7	7	8
บางปะอิน	7	19	41
ลาดบัวหลวง	16	22	41
ภาชี	12	13	12
บางซ้าย	5	7	11
บ้านแพรก	2	2	2
รวม	433	559	802

ที่มา : สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

(2) นิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า (ไฮเทค) ตั้งอยู่บนทางหลวงหลายเลย 32 (ถนนเอเชีย-นครสวรรค์) หลักกิโลเมตรที่ 59 อยู่ในท้องถื่นตำบลบ้านหว้า อำเภอบางปะอิน มีพื้นที่โครงการ 2,150 ไร่ มีโรงงานที่ได้รับอนุญาตประกอบกิจการจำนวน 33 โรงงาน แรงงาน 13,666 คน เงินทุน 30,248 ล้านบาท ดำเนินการโดย บริษัทไทยอินดีสเตรียล เอสเตท จำกัด โดยมีผู้ประกอบการเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนี้ กลุ่มผู้ผลิตอุตสาหกรรมเกษตร กลุ่มผู้ผลิตอาหารและเครื่องดื่ม กลุ่มผู้ผลิตอัญมณี กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ และ กลุ่มอื่น ๆ เช่น รองเท้า เครื่องมือแพทย์ และบริการ

(3) นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร ตั้งอยู่บนถนน

ชลประทาน พื้นที่โครงการเชื่อมติดถนนอยู่ในท้องที่ ตำบลบางพระเดรุ อำเภอนครหลวง และ ตำบลบ้านค้อ อำเภอบางปะอิน มีพื้นที่โครงการ 2,000 ไร่ มีโรงงานที่ได้รับอนุญาตประกอบกิจการจำนวน 39 โรงงาน แรงงาน 6,106 คน เงินทุน 4,252,52 ล้านบาท ดำเนินการโดย บริษัทสหรัตนนคร จำกัด โดยมีผู้ประกอบการเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนี้ กลุ่มผู้ผลิตอุตสาหกรรมการเกษตร กลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และ กลุ่มอื่น ๆ เช่น ทอผ้า รองเท้า และอัญมณีต่าง ๆ

นอกจากนี้ยังมีเขตอุตสาหกรรม 2 แห่ง ได้แก่

(1) สวนอุตสาหกรรมโรจนะ ตั้งอยู่ที่ 1 หมู่ 5 ถนนโรจนะ ตำบลคานหามอำเภอกุทัย มีพื้นที่โครงการ 3,300 ไร่ มีโรงงานที่ได้รับอนุญาตประกอบกิจการจำนวน 88 โรงงาน จำนวนแรงงาน 26,132 คน ดำเนินการโดยบริษัทสวนอุตสาหกรรมโรจนะ จำกัด (มหาชน) โดยมีผู้ประกอบการเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนี้ กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และแผงวงจรไฟฟ้า กลุ่มผู้ผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป และของเด็กเล่น กลุ่มผู้ผลิตเลนส์ กล้องถ่ายรูป และ กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

(2) เขตประกอบการอุตสาหกรรม แพลคตอรีแลนด์วังน้อย ตั้งอยู่ที่ถนนพหลโยธิน กม.ที่ 68 ต. วังจุกฟ้าและตำบลชะแมบ อำเภอวังน้อย มีพื้นที่โครงการ 130 ไร่ ดำเนินการโดย บริษัทวังจุกฟ้า เรียลเอสเตท จำกัด มีโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการจำนวน 29 โรงงาน ลักษณะโครงการเป็นการขายโรงงานสำเร็จรูป คลังสินค้าและอาคารสำนักงาน สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อม (Mini Factory)

4.1.2.2 ปัญหามลพิษทางอากาศ

จากการรายงานผลของสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปรากฏว่าอาจมีโรงงานที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและเสียง จำนวน 143 แห่ง จากจำนวนโรงงานทั้งหมด 802 แห่ง คิดเป็น ร้อยละ 19.7 ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งกระจายอยู่ตามอำเภอต่าง ๆ อำเภอที่มีปัญหามากที่สุดได้แก่

ตารางที่ 4.4 จำนวนโรงงานที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและเสียง

อำเภอ	จำนวนโรงงาน
อำเภอกุทัย	31
อำเภอบางปะอิน	20
อำเภอพระนครศรีอยุธยา	8
อำเภอท่าเรือ	18

ที่มา : สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (2543)

สารมลพิษที่สำคัญ คือ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และฝุ่นละออง เท่าที่ผ่านมามีประชาชนที่ได้รับความเดือดร้อนร้องเรียนจากมลพิษอากาศได้ร้องเรียนมายังสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดดังนี้

ตารางที่ 4.5 จำนวนครั้งที่ประชาชนร้องเรียนมายังสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ปัญหา	จำนวนครั้ง
กลิ่นเหม็นรบกวน	1,621
ฝุ่นละออง เถ้า เหมม่า	165

ที่มา : สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (2543)

4.2 การศึกษาการกระจายตัว ทิศทาง และ ความเข้มข้นของสารมลพิษโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3

4.2.1 แหล่งกำเนิดสารมลพิษ

4.2.1.1 โรงงานอุตสาหกรรม

ในการศึกษานี้จะใช้ข้อมูลของนิคมอุตสาหกรรม 3 แห่ง และสวนอุตสาหกรรม 1 แห่ง เท่านั้น เนื่องจากลักษณะโครงการของเขตประกอบการแพคทอรีแลนด์ เป็นคลังสินค้า และอาคารสำนักงานเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษน้อยมาก ดังนั้นข้อมูลที่จะนำไปใช้กับแบบจำลอง ISCST3 จึงแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ แหล่งกำเนิดแบบจุด (Point Source) ซึ่งเป็นเตาเผาขยะ กับแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Polygon Area Source) ซึ่งคิดพื้นที่ที่คาดว่าจะเกิดมลพิษในบริเวณนิคมอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 4.4

(1) Point Source เป็นแหล่งกำเนิดจากเตาเผาขยะของแต่ละนิคมอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่ยอมให้ปล่อยที่กำหนดไว้ในรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบจุดที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 ในกรณีที่นิคมอุตสาหกรรมยอมให้ปลดปล่อยได้สูงสุด

ข้อมูลปล่องเตาเผา	นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน			นิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า		นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร	
	เตาที่ 1	เตาที่ 2	เตาที่ 3	เตาที่ 1	เตาที่ 2	เตาที่ 1	เตาที่ 2
1) Base Elevation (m)	0	0	0	0	0	0	0
2) ความสูงของปล่อง (m)	15.9	20	20	13	13	15	15
3) Emission Rate (g/s)							
3.1 SO ₂	0.42	0.54	0.54	0.31	0.31	0.12	0.21
3.2 CO	unco*	unco*	unco*	unco*	unco*	unco*	unco*
3.3 NO ₂	0.12	0.27	0.17	2.07	2.07	0.01	0.02
3.4 TSP	0.28	0.49	0.15	0.29	0.29	0.31	0.79
4) อุณหภูมิในปล่อง (K)	315	497	497	544	629	653	673
5) ความเร็วของอากาศในปล่อง (m / s)	10	10	10	9.18	5.71	10	10
6) เส้นผ่าศูนย์กลาง (m)	0.70	0.70	0.70	0.60	0.60	0.68	0.92

ที่มา : 1) รายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน
2) รายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า
3) รายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการนิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร

หมายเหตุ เนื่องจากสวนอุตสาหกรรมโรจนะได้ทำการรื้อเตาเผาขยะแล้วจึงไม่นำมาคิด

* uncontrol เนื่องจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรมใช้เตาเผาที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการเกิดของคาร์บอนมอนอกไซด์จึงมีน้อยหรือแทบไม่มีเลย

(2) Polygon Area Source เป็นแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ ซึ่งคิดเฉพาะบริเวณที่เป็นส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมเท่านั้น ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่ยอมให้ปล่อยที่กำหนดไว้ในรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3

ข้อมูลที่ต้องการ	นิคม	นิคม	นิคม	สวน
	อุตสาหกรรม บางปะอิน	อุตสาหกรรม บ้านหว้า	อุตสาหกรรม สห รัตนนคร	อุตสาหกรรม โรจนะ
1) Base Elevation (m)	0	0	0	0
2) ความสูงปล่อง (m)	20	20	20	20
3) Emission Rate (g/s-m ²)				
3.1 SO ₂	1.74 x 10 ⁻⁵	5 x 10 ⁻⁵	1.95 x 10 ⁻⁵	2.57 x 10 ⁻⁵
3.2 CO	uncontrol	uncontrol	uncontrol	uncontrol
3.3 NO ₂	1.45 x 10 ⁻⁵	5 x 10 ⁻⁵	3 x 10 ⁻⁶	9.11 x 10 ⁻⁶
3.4 TSP	1.81 x 10 ⁻⁵	5 x 10 ⁻⁵	1.49 x 10 ⁻⁵	1.38 x 10 ⁻⁵

ที่มา : รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของแต่ละโครงการ

4.2.1.2 ปริมาณการจราจร ได้แก่ ถนนที่สำคัญของจังหวัดจำนวน 16 สาย คือ ทางหลวงหมายเลข 1, 9, 32, 308, 309, 329, 340, 347, 3043, 3056, 3063, 3111, 3263, 3267, 3309, 3477 โดยแสดงจำนวนการปล่อยสารมลพิษไว้ที่ภาคผนวก ก และเป็นแหล่งกำเนิดแบบเส้น (Line Source) ซึ่งอัตราการปล่อยสารมลพิษ แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 อัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของยานพาหนะที่ความเร็วมากกว่า 50km/hr.

ชนิดรถยนต์	อัตราการปลดปล่อย (g / km)		
	NO _x **	PM ₁₀ ***	CO**
● รถยนต์ส่วนบุคคล	1.93	0.2	21.79
● รถบรรทุกขนาดเล็ก	0.96	0.485	0.8
● รถโดยสารขนาดเล็ก	0.96	0.899	0.82
● รถโดยสาร	16.36	0.618	5.1
● รถบรรทุก 4-6 ล้อ	16.36	0.458	5.1
● รถบรรทุก 10 ล้อ	16.36	0.899	5.1
● รถบรรทุก >10 ล้อ	16.36	0.899	5.1

หมายเหตุ ** pollution Control Department (J994) และกรมควบคุมมลพิษ (2546)

*** Nurell (J997)

ที่มา : - Murrell, , T.S. 1997. UK ROAD TRANSPORT EMISSION PROJECTIONS The Assumptions Used and Results of the 1997 National ATM Emissions Inventory Boye Projections

- กรมควบคุมมลพิษ, 2546. Emission standard for mobile Source <http://www.pcd.go.th/>

แต่เนื่องจากข้อจำกัดของแบบจำลอง ISCST3 ซึ่งใช้มาตรฐานของสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้แบบจำลองแสดงผลค่าสูงสุดลำดับที่ 4 เท่านั้น ซึ่งไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และข้อจำกัดอีกข้อคือ ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาไม่สามารถเลือกช่วงเวลาได้จึงทำให้ไม่สามารถประมวลผลในช่วงลมมรสุมได้ จึงจำเป็นต้องใช้การประมวลผลโดย TSP แทน แต่เนื่องจากอัตราการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศของยานพาหนะมีแต่ PM₁₀ เท่านั้น จึงต้องใช้วิธีคูณอัตราส่วนระหว่าง PM₁₀ กับ TSP นั่นก็คือ $PM_{10}/TSP = 0.86$ (สิทธิชัย, 2546) มาเทียบอัตราส่วนแทน ดังนั้นแหล่งกำเนิดแบบเส้น ซึ่งคิดเฉพาะถนนสายสำคัญและมีอัตราการปลดปล่อยมลพิษของถนนแต่ละสายดังตารางที่ 4.10 ส่วนรูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งของแหล่งกำเนิดในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 4.9 อัตราการระบายสารมลพิษสูงสุดแบบเส้น

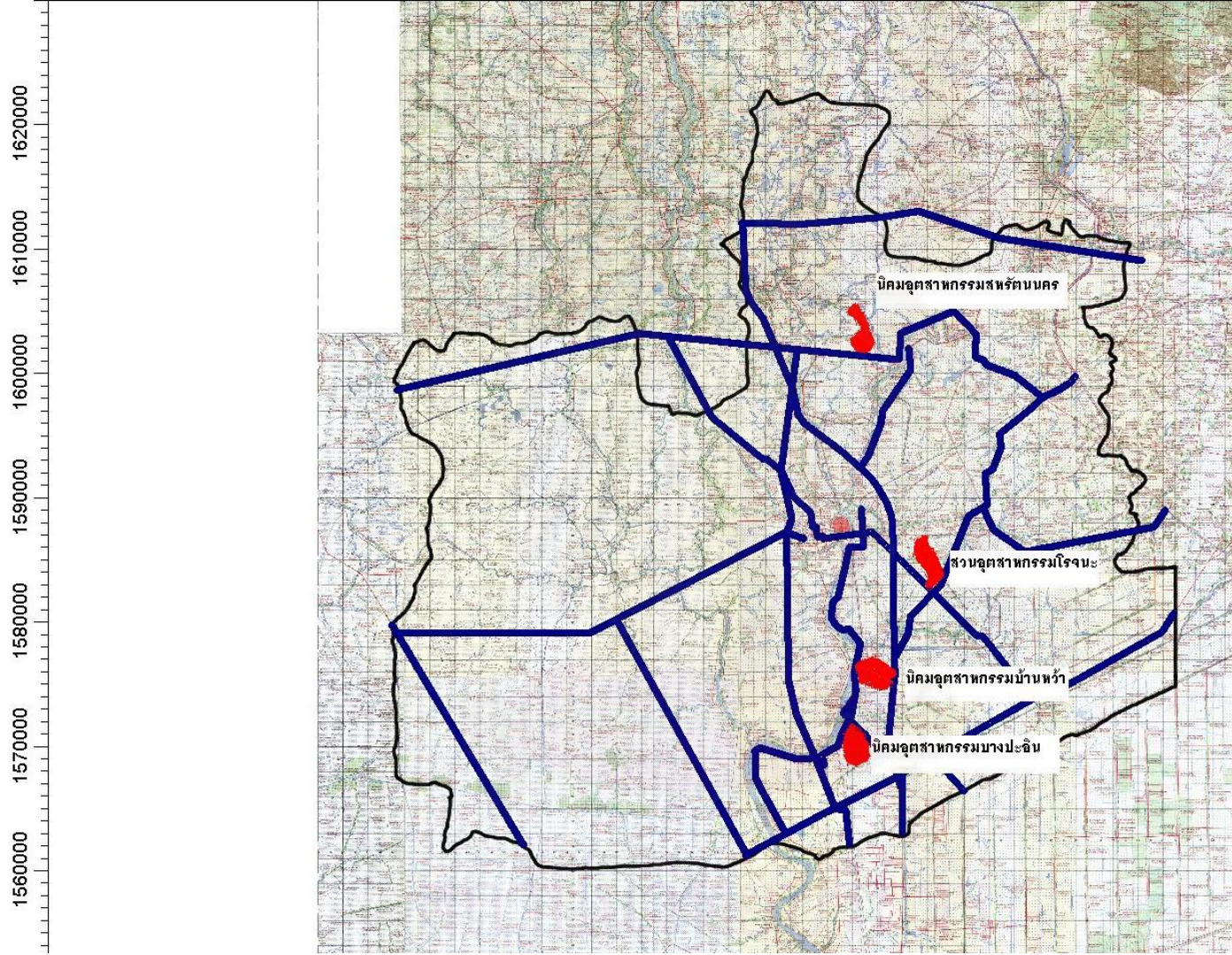
สารมลพิษ	ปีที่มีอัตราการปลดปล่อยสูงสุด	อัตราการระบายรวมสูงสุด (กรัม/วินาที)
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	-	-
ไนโตรเจนไดออกไซด์	2543	52.58
คาร์บอนมอนอกไซด์	2544	111.86
ปริมาณฝุ่นรวม	2544	4.48

ที่มา : จากการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบเส้นที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3

Route No.	2540				2541				2542				2543				2544				
	CO g/s	TSP g/s	PM ₁₀ g/s	NO ₂ g/s	CO g/s	TSP g/s	PM ₁₀ g/s	NO ₂ g/s	CO g/s	TSP g/s	PM ₁₀ g/s	NO ₂ g/s	CO g/s	TSP g/s	PM ₁₀ g/s	NO ₂ g/s	CO g/s	TSP g/s	PM ₁₀ g/s	NO ₂ g/s	
1	1	32.27	1.88	1.62	26.25	20.03	1.16	1	15.81	32.98	1.49	1.28	19.69	38.6	1.67	1.44	22.17	39.16	1.64	1.41	19.17
2	32	14.2	0.44	0.38	5.86	16.18	0.60	0.52	7.59	17.6	0.88	0.76	10.75	21.83	0.95	0.82	11.22	22.89	0.97	0.83	11.48
3	9	3.27	0.16	0.14	2.53	0.25	0.01	0.01	0.1	4.56	0.21	0.18	2.19	8.89	0.33	0.28	4.1	7.25	0.28	0.24	3.73
4	308	2.25	0.05	0.04	0.78	2.16	0.05	0.04	0.69	2.47	0.05	0.04	0.76	1.74	0.03	0.03	0.53	1.73	0.05	0.04	0.62
5	309	6.76	0.24	0.21	2.82	11.29	0.34	0.29	3.76	10.47	0.36	0.31	3.67	8.07	0.33	0.28	3.46	7.19	0.28	0.24	2.59
6	329	1.35	0.05	0.04	0.73	1.06	0.05	0.04	0.6	1.13	0.06	0.05	0.69	0.75	0.03	0.03	0.49	1.84	0.08	0.07	1.1
7	347	3.04	0.23	0.2	3	2.02	0.13	0.11	1.62	2.13	0.14	0.12	1.77	4.76	0.22	0.19	2.86	5.84	0.22	0.19	3.13
8	3043	1.01	0.05	0.04	0.57	0.72	0.05	0.04	0.37	0.82	0.03	0.03	0.37	0.83	0.03	0.03	0.35	1.59	0.02	0.02	0.29
9	3056	1.48	0.05	0.04	0.69	1.28	0.03	0.03	0.46	1.58	0.06	0.05	0.51	2.97	0.08	0.07	0.97	3.28	0.09	0.08	1.26
10	3063	3.67	0.12	0.1	1.53	2.14	0.06	0.05	0.95	2.23	0.05	0.04	0.71	2.32	0.05	0.04	0.67	2.66	0.07	0.06	1
11	3111	2.72	0.16	0.14	1.51	2.76	0.14	0.12	1.28	2.7	0.17	0.15	1.49	2.57	0.13	0.11	1.14	2.05	0.10	0.09	0.98
12	3263	1.52	0.09	0.08	0.74	1.55	0.06	0.06	0.63	2.18	0.06	0.08	1.11	1.99	0.03	0.07	0.91	1.83	0.03	0.06	0.76
13	3309	0.05	0.02	0.75	1.85	0.05	0.07	0.64	1.34	0.05	0.09	0.64	1.16	0.03	0.08	0.45	1.22	0.03	0.07	0.5	1.6
14	3477	0.9	1.88	0.02	0.33	1.33	0.03	0.03	0.41	1.58	0.02	0.02	0.31	0.95	0.02	0.02	0.36	1.28	0.02	0.02	0.32
15	340																	1.48	0.13	0.11	0.82
16	3267																	2.04	0.07	0.06	0.92

ที่มา : จากการวิเคราะห์



รูปที่ 4.3 ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบเส้นที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3

ข้อมูล	นิคมอุตสาหกรรม											แหล่งกำเนิดแบบเส้น															
	บางปะอิน				บ้านหว้า			สหรัตนนคร			โรจนะ	ทางหลวงหมายเลข															
	P*			A*	P*		A*	P*		A**	A**																
	เตา1	เตา2	เตา3	*	เตา1	เตา2	*	เตา1	เตา2	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	1	32	9	308	309	329	347	3043	3056	3063	3111	3263	3309	3477	340	3267
1. ความสูง ของปล่อง(m)	15.9	20	20	20	13	13	20	15	15	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. อุณหภูมิ ในปล่อง (K)	315	497	497	-	544	629	-	653	673	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. ความเร็ว อากาศ ในปล่อง(m/s)	10	10	10	-	9.18	5.71	-	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. เส้นผ่าศูนย์กลาง กลางปล่อง (m)	0.70	0.70	0.70	-	0.60	0.60	-	0.68	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. ความกว้าง ถนน (m)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	14	14	6	21	6.5	7	6	6	6.5	7	6.5	5.5	7.5	5.5	7
6. อัตราการ ปล่อย (g/s)																											
6.1 SO ₂	0.42	0.54	0.54	1.74	0.31	0.31	5.0	0.12	0.21	1.95	2.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.2 NO ₂	0.12	0.27	0.17	1.45	2.07	2.07	5.0	0.01	0.02	0.3	0.91	22.17	11.22	4.1	0.53	3.46	0.49	2.86	0.35	0.97	0.67	1.14	0.91	1.22	0.36	-	-
6.3 TSP	0.28	0.49	0.15	1.81	0.29	0.29	5.0	0.31	0.79	1.49	1.38	1.64	0.97	0.28	0.05	0.28	0.08	0.22	0.02	0.09	0.07	0.10	0.03	0.07	0.02	0.13	0.07
6.4 CO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.16	22.89	7.25	1.73	7.91	1.84	5.84	1.59	3.28	2.66	2.05	1.83	0.03	1.28	1.48	2.04

4.2.2 สภาพทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารมลพิษ

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 ใช้ปี พ.ศ. 2540 - 2545 มีดังนี้ Cloud Cover, Temperature, Relative Humidity, Station Pressure, Wind Direction, Wind Speed, Ceiling Height, Hourly Precipitation, Global Horizontal Radiation และ Mixing height

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่จะต้องใช้ในการศึกษาแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้น และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน ในส่วนของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้น (Surface data) ได้แก่ Cloud Cover, Temperature, Relative Humidity, Station Pressure, Wind Direction, Wind Speed, Ceiling Height, Hourly Precipitation และ Global Horizontal Radiation ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ทั้งหมดเป็นข้อมูลรายชั่วโมง ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศกรุงเทพมหานครของกรมอุตุนิยมวิทยา (ดอนเมือง) ซึ่งเป็นสถานีที่ใกล้เคียง และมีข้อมูลครบที่สุด ส่วนข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน (Mixing height data) ได้แก่ Mixing height ได้จาก สถานีตรวจวัดอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) โดยเตรียมข้อมูลในรูปแบบแฟ้ม excel ประกอบไปด้วย ข้อมูล ปี เดือน วัน ชั่วโมง และ surface data ส่วน Mixing height data เตรียมใน wordpad ซึ่งจะได้แฟ้มนามสกุล .txt เพื่อนำไปสร้างแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตามรูปแบบที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 กำหนด คือ แฟ้มที่มีนามสกุล MET ซึ่งจะต้องนำไปแปลงแฟ้มจาก excel และ txt ให้เป็น MET ในโปรแกรมทางอุตุนิยมวิทยา RAMMET (วิธีใช้โปรแกรมอ้างอิงจาก User's Guide ISC - AERMOD View, Lakes environmental)

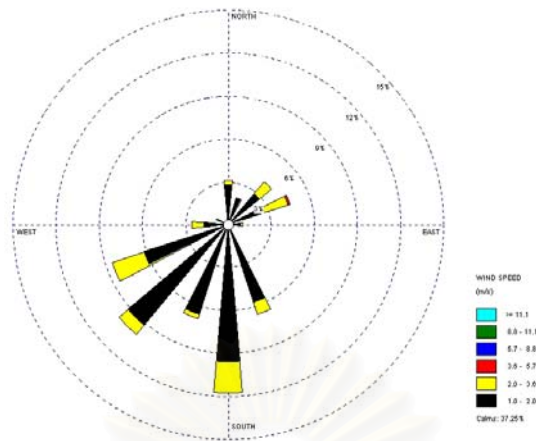
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยากรุงเทพฯ ในคาบ 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2540 – 2544 มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทิศทางลม ความเร็วลม ความเสถียรของบรรยากาศ อุณหภูมิ และ ความสูงผสม เฉลี่ยทั้งปี และ ช่วงลมมรสุม ได้แก่ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม) และ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน – มกราคม) โดยจะไม่ทำการศึกษาช่วง มิถุนายน – ตุลาคม เนื่องจากเป็นช่วงหน้าฝน ปริมาณสารมลพิษจะมีความเข้มข้นต่ำเพราะเกิดการชะล้างโดยฝน (Wash – out) โดยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.11 รายละเอียดทั้งหมดอยู่ที่ภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.12 สรุปข้อมูลคุณุณิยมหาวิทยาลัยของพื้นที่ศึกษา

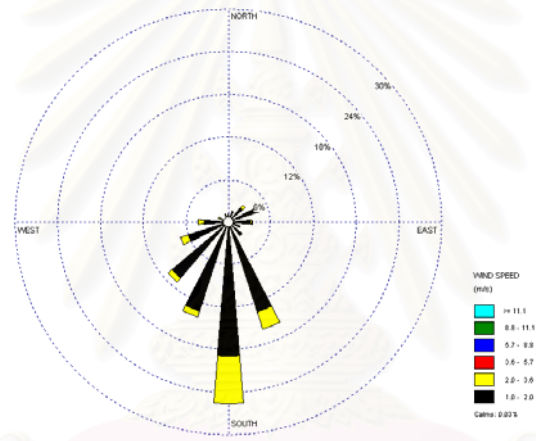
ปี	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)		ระดับ ความ เสถียรของ บรรยากาศ	อุณหภูมิ เฉลี่ย (องศา เซลเซียส)	ความสูงผสม เฉลี่ย(เมตร)	
	เฉลี่ย	ความถี่			เช้า	บ่าย
2540						
- เฉลี่ยรายปี	1.20	1.0-2.0(85.7%)	F(43.6%)	28.28	977.40	1562.25
- มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	1.25	1.0-2.0(85.5%)	F(42.8%)	29.00	951.68	1537.07
- มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	1.14	1.0-2.0(87.1%)	F(47.3%)	27.48	1112.00	1793.00
2541						
- เฉลี่ยรายปี	3.07	3.6-5.7(29.5%)	D(23.0%)	29.73	970.29	1440.10
- มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	4.71	3.6-5.7(42.0%)	D(37.0%)	30.15	1003.71	1557.07
- มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	1.56	2.0-3.0(61.1%)	F(43.4%)	30.63	883.95	1417.50
2542						
- เฉลี่ยรายปี	2.73	1.0-2.0(34.4%)	D(23.6%)	29.14	886.92	1384.08
- มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	1.91	1.0-2.0(63.6%)	F(31.7%)	31.52	917.50	1466.25
- มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	2.19	2.0-3.6(38.3%)	F(28.7%)	25.34	735.00	1284.00
2543						
- เฉลี่ยรายปี	3.09	2.0-3.6(39.1%)	D(23.2%)	27.96	738.48	1269.01
- มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	3.08	2.0-3.6(41.0%)	D(31.7%)	28.76	740.81	1316.00
- มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	2.15	2.0-3.6(49.4%)	F(27.0%)	26.87	724.00	1415.5
2544						
- เฉลี่ยรายปี	3.18	2.0-3.6(36.2%)	D(25.4%)	28.21	771.00	1276.5
- มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	3.15	2.0-3.6(40.8%)	E(22.3%)	28.89	717.00	1233.25
- มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	2.27	2.0-3.6(44.9%)	F(30.3%)	26.45	813.00	1455.00

ที่มา :จากการวิเคราะห์

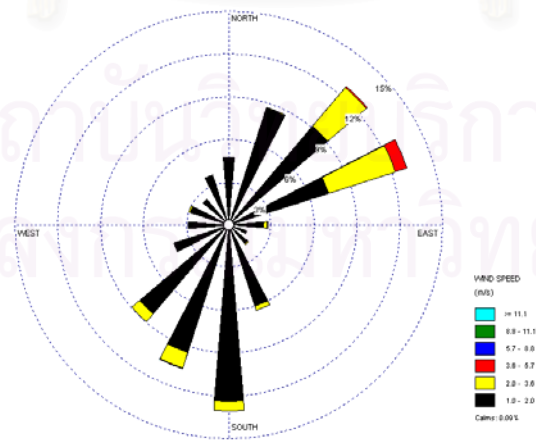
โดยสามารถดูทิศทางการลมได้จากผังลมดังรูปที่ 4.4-4.18 และแผนภูมิที่ 4.1-4.15



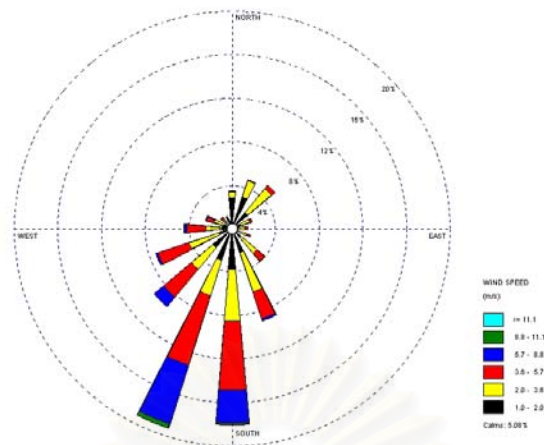
รูปที่ 4.4 ฝั่งลมปี 2540



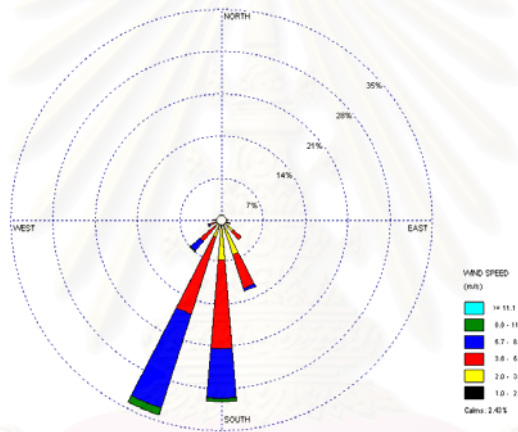
รูปที่ 4.5 ฝั่งลมช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2540



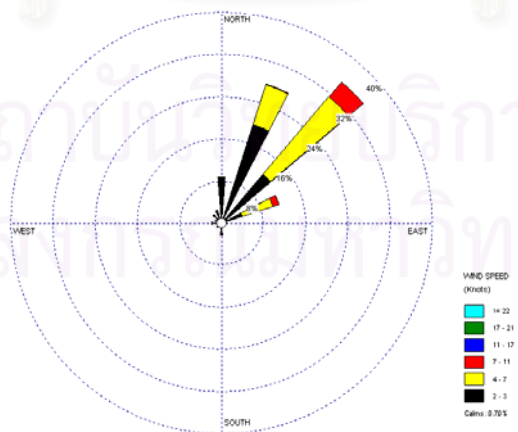
รูปที่ 4.6 ฝั่งลมช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2540



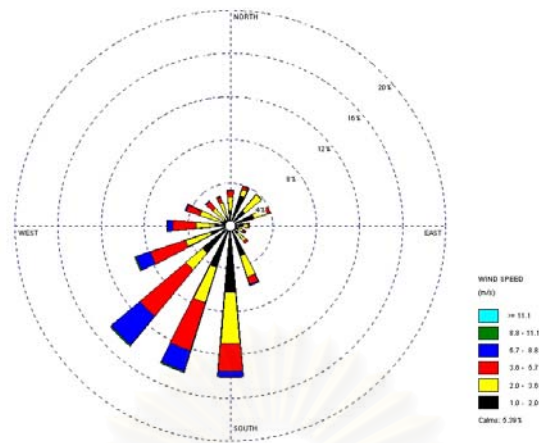
รูปที่ 4.7 ผังลมปี 2541



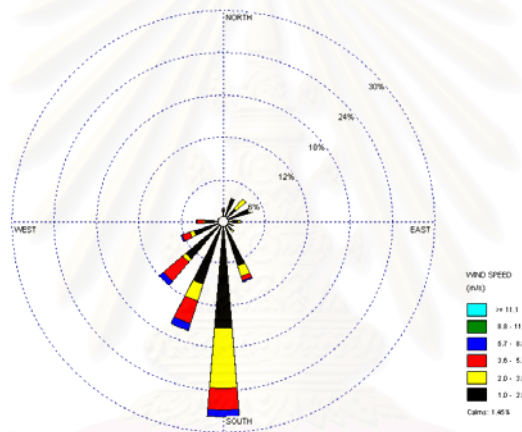
รูปที่ 4.8 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2541



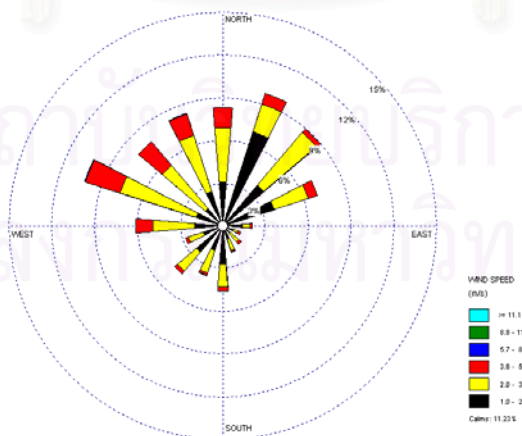
รูปที่ 4.9 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2541



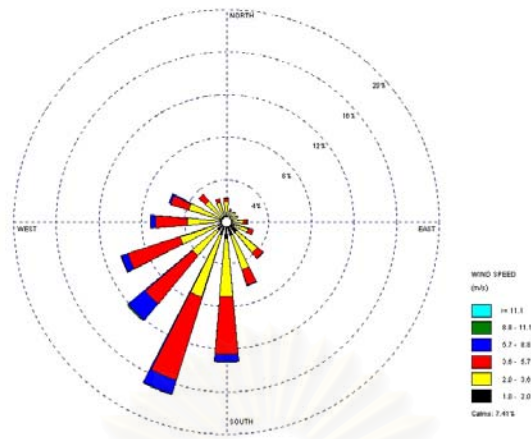
รูปที่ 4.10 ผังลมปี 2542



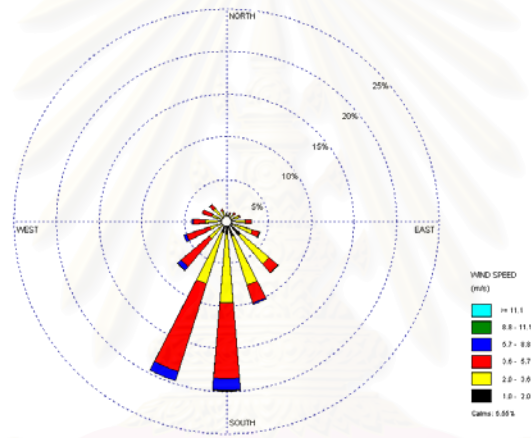
รูปที่ 4.11 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2542



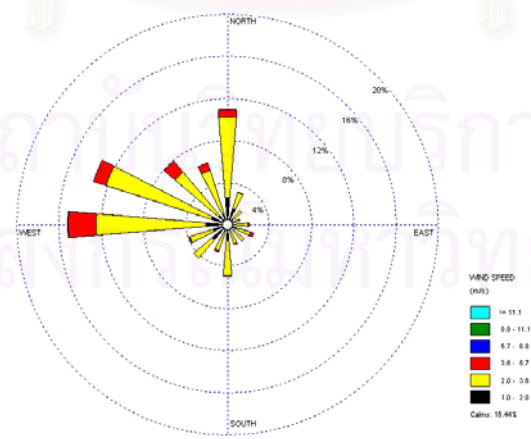
รูปที่ 4.12 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2542



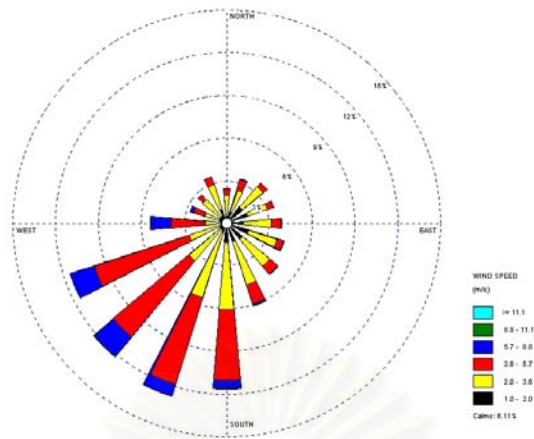
รูปที่ 4.13 ผังลมปี 2543



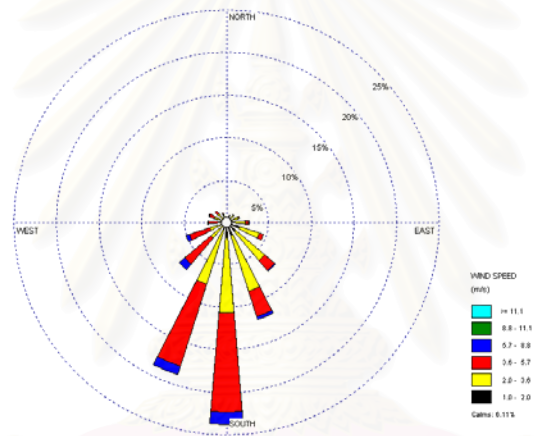
รูปที่ 4.14 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2543



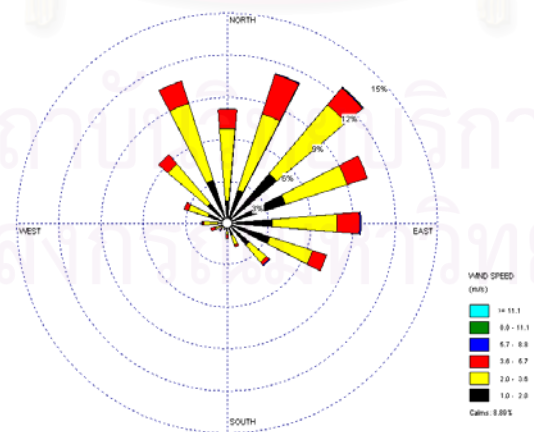
รูปที่ 4.15 ผังลมช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2543



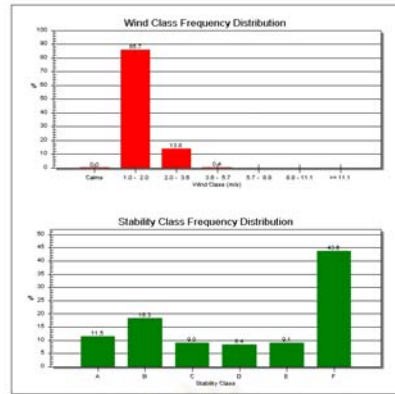
รูปที่ 4.16 ฝั่งลมปี 2544



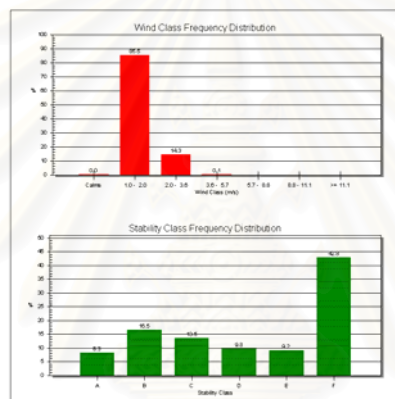
รูปที่ 4.17 ฝั่งลมช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2544



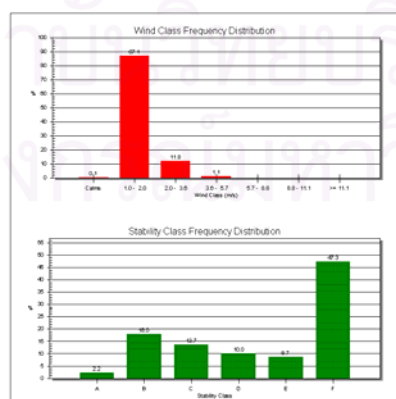
รูปที่ 4.18 ฝั่งลมช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2544



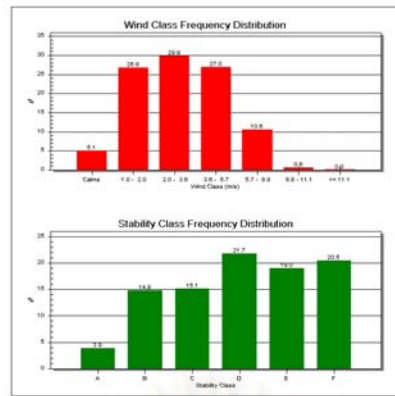
แผนภูมิที่ 4.1 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศปี 2540



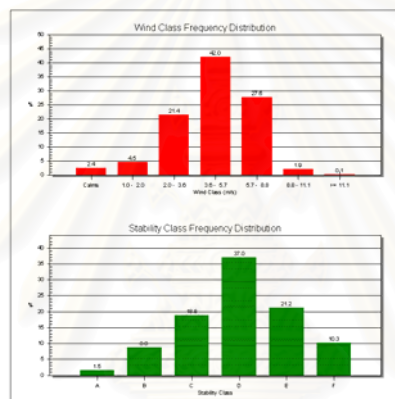
แผนภูมิที่ 4.2 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศ ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปี 2540



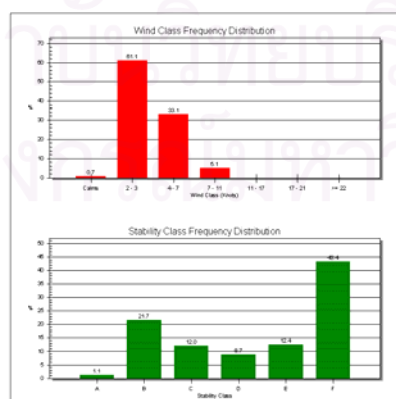
แผนภูมิที่ 4.3 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศ ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือปี 2540



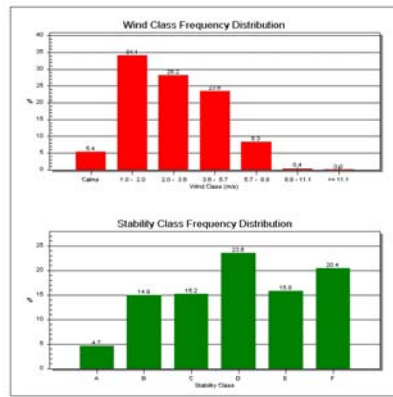
แผนภูมิที่ 4.4 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศปี 2541



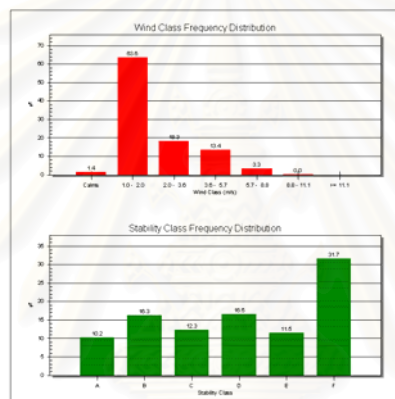
แผนภูมิที่ 4.5 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศ ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปี 2541



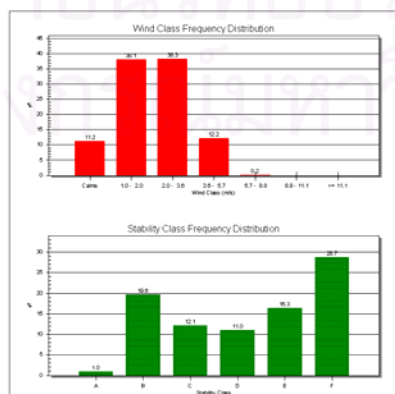
แผนภูมิที่ 4.6 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศ ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือปี 2541



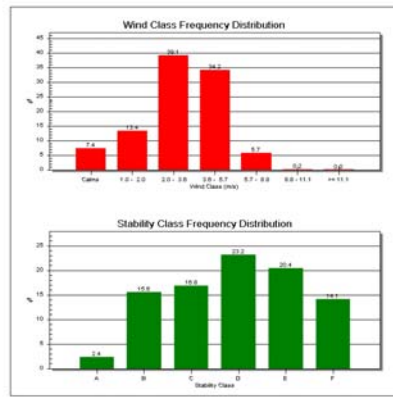
แผนภูมิที่ 4.7 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศปี 2542



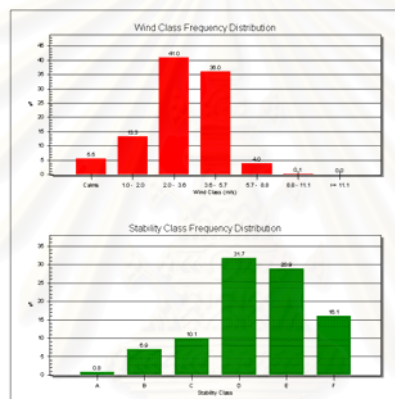
แผนภูมิที่ 4.8 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศ ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปี 2542



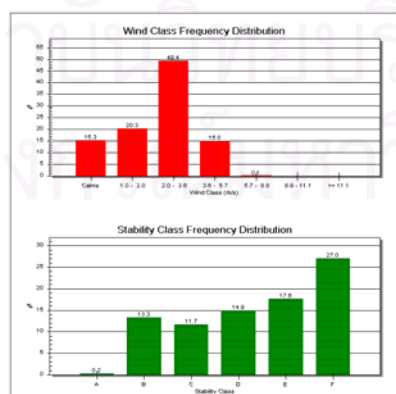
แผนภูมิที่ 4.9 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศ ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือปี 2542



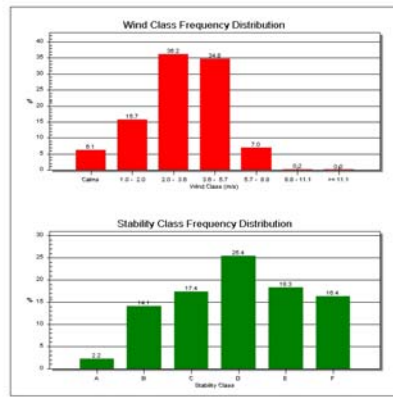
แผนภูมิที่ 4.10 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศปี 2543



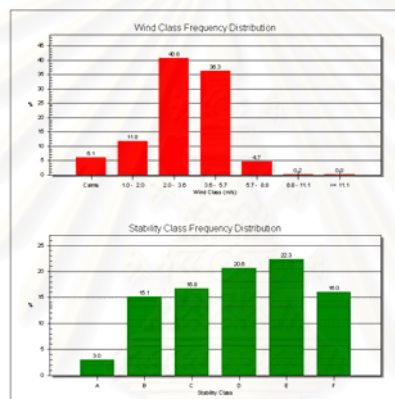
แผนภูมิที่ 4.11 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศ
ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปี 2543



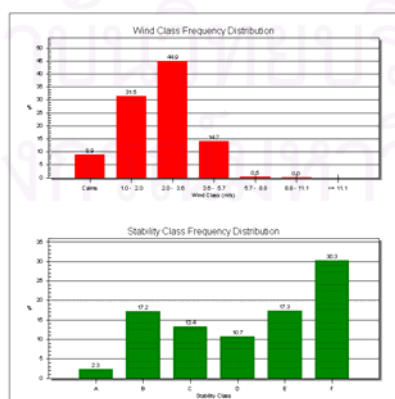
แผนภูมิที่ 4.12 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศ
ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือปี 2543



แผนภูมิที่ 4.13 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศปี 2544



แผนภูมิที่ 4.14 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศ
ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปี 2544



แผนภูมิที่ 4.15 ความถี่ของความเร็วลมและความถี่ระดับความเสถียรของบรรยากาศ
ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือปี 2544

จากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เมื่อนำมาประมวลผลกับแบบจำลองทางอุตุนิยมวิทยา RAMMET พบว่า ทิศทางลมในช่วง 5 ปี จะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ส่วนใหญ่ลมจะพัดมาจากทางทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีความเร็วลมเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ โดยในปี 2540 จะมีความเร็วเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 1.2 เมตร/วินาที มีความถี่อยู่ในช่วง 1.0-2.0 เมตร/วินาที 85.7% และมีลมสงบมากที่สุดถึง 37.25% ส่วนในปี 2544 จะมีความเร็วลมเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 3.18 เมตร/วินาที โดยมีความถี่อยู่ในช่วง 3.6-5.7 เมตร/วินาที 29.5% ความเสถียรของบรรยากาศส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับ D คือ สภาพของบรรยากาศเป็นกลาง จะมีเพียงปี 2540 เท่านั้น ที่มีความเสถียรของบรรยากาศอยู่ในระดับ F คือ มีสภาพของบรรยากาศค่อนข้างเสถียร อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 27.96 – 29.73 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงสุดในปี 2541 และ ต่ำสุดในปี 2543 ส่วนค่าความสูงผสมเฉลี่ยช่วง เช้า – บ่าย จะต่ำสุดในปี 2543 คือ 738 – 1269.01 เมตร และ สูงสุดในปี 2540 คือ 977.4 – 1562.25 เมตรลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วง 5 ปี พบว่าทิศทางลมจะมาทางทิศใต้เป็นส่วนใหญ่ โดยมีความเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุดในปี 2540 และ สูงสุดในปี 2541 คือ 1.25 และ 4.71 เมตร/วินาที ตามลำดับ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในปี 2542 และ ต่ำสุดในปี 2543 แต่ก็มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 28.76-31.52 องศาเซลเซียส ความเสถียรของบรรยากาศอยู่ในระดับ D และ ระดับ F เป็นส่วนใหญ่

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าในช่วง 5 ปี จะมีทิศทางลมไปในทางเดียวกัน คือ ลมจะพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะมีเพียงปี 2543 เท่านั้นที่ทิศทางลมจะพัดมาจากทิศตะวันตกและทิศเหนือ โดยความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในปี 2544 คือ 2.27 เมตร/วินาที และ 1.14 เมตร/วินาที ในปี 2540 เป็นความเร็วลมเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด แต่ก็มีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก ระดับความเสถียรของบรรยากาศจะอยู่ในระดับ F ทั้ง 5 ปี ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ย อยู่ในช่วง 25.34-30.63 องศาเซลเซียส

จากการเปรียบเทียบลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วง 5 ปีดังกล่าว พบว่า ความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีความเร็วมากกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีเพียง ปี 2542 เท่านั้นที่ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีความเร็วลมเฉลี่ยสูงกว่าลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ค่อนข้างมีรูปแบบเดียวกัน คือ ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีทิศทางลมพัดมาจากทิศใต้ ซึ่งมีความเร็วลมเฉลี่ยสูงกว่าลมที่พัดมาในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละช่วงลมมรสุมมีค่าใกล้เคียงกันแต่อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะสูงกว่าเล็กน้อย และระดับความเสถียรของบรรยากาศก็มีค่าใกล้เคียงกันแต่ระดับความเสถียรในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีความเสถียรมากกว่า

4.2.3 การประเมินการกระจายตัวและความเข้มข้นของสารมลพิษ

4.2.3.1 การศึกษาการแพร่กระจายของสารมลพิษในช่วงเวลา 1 ปี (ผลการประมวลผลในกรณีที่ 1)

ซึ่งในที่นี้จะใช้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นตัวแทนสารมลพิษ เนื่องจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสารมลพิษที่สำคัญ ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่เป็นอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการศึกษากำหนดความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เมื่อเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในแบบจำลองที่ได้รวบรวมมา 5 ปี ตั้งแต่ปี 2540-2544 ได้ผลการศึกษาดังนี้

ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดอยู่ที่ ปี 2540 โดยมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.91 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ณ บริเวณนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว่า ใกล้กับพระราชวังบางปะอิน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐาน (0.30 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นบริเวณพื้นผิว มีรูปเส้นความเข้มข้นที่เท่ากัน (contour) และทิศทางการกระจายตัวดังรูปที่ 4.16 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่อนข้างสอดคล้องกับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของปี 2540 ที่มีลมสงบมากและความเร็วลมเฉลี่ยต่ำคือ 1.2 เมตร/วินาที รวมถึงมีความเสถียรของบรรยากาศอยู่ที่ระดับ F ตลอดทั้งปี จึงทำให้ในปีนี้อ่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ณ ระดับพื้นผิวมีค่าสูงเกินมาตรฐานมามาก และความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดในแต่ละปีที่ทำการศึกษาจะอยู่บริเวณเดียวกันคือตำแหน่งพิกัด 673400,157740 บริเวณนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว่า และมีค่าเกินมาตรฐานทั้งสิ้น สามารถสรุปค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 สรุปค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปี 2540-2544

ปี	ความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุด เฉลี่ย 24 ชั่วโมง (mg/m ³)
2540	0.91
2541	0.79
2542	0.70
2543	0.51
2544	0.54
ค่ามาตรฐาน	0.30

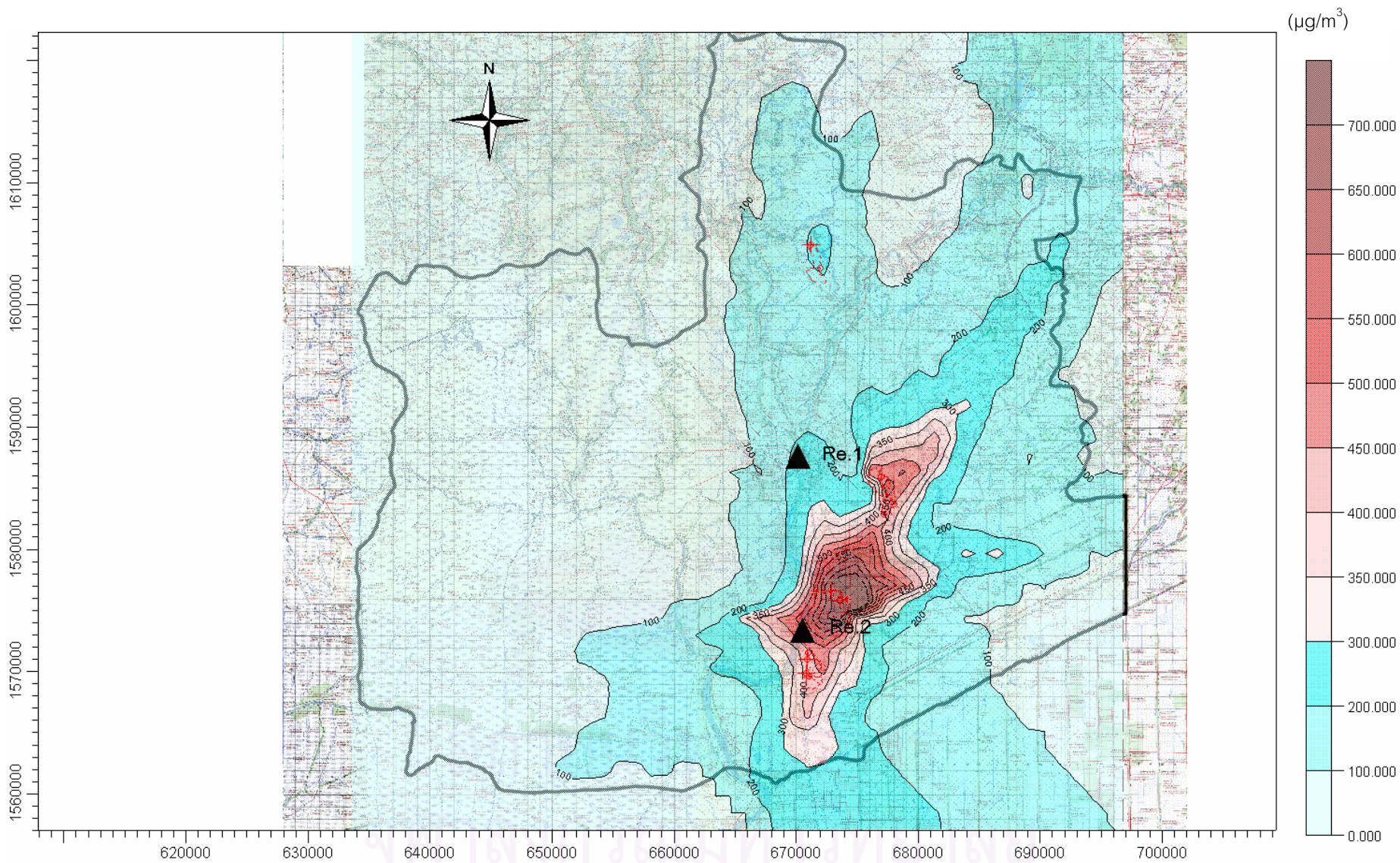
ส่วนทิศทางการแพร่กระจายและความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ บริเวณพื้นผิวในรูปเส้นความเข้มข้นเท่ากัน (contour) ในปี 2541-2544 แสดงในรูปที่ 4.20 - 4.23

จากรูปจะเห็นได้ว่า ปี 2543 มีการกระจายตัวในวงแคบที่สุดและมีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่ำที่สุด แต่ความเร็วลมเฉลี่ยในปี 2543 (3.09 เมตร/วินาที) กลับน้อยกว่าความเร็วลมเฉลี่ยของปี 2544 อาจเป็นเพราะเปอร์เซ็นต์ความถี่ของความเร็วลมในช่วง 2.0-3.6 เมตร/วินาที ของปี 2543 (39.1%) ทำให้มีการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไปได้ไกลกว่าทำให้เกิดความเจือจางได้ดีกว่า ส่วนการขยายตัวของเส้นความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะแปรผกผันกับค่าความเร็วลมเฉลี่ย

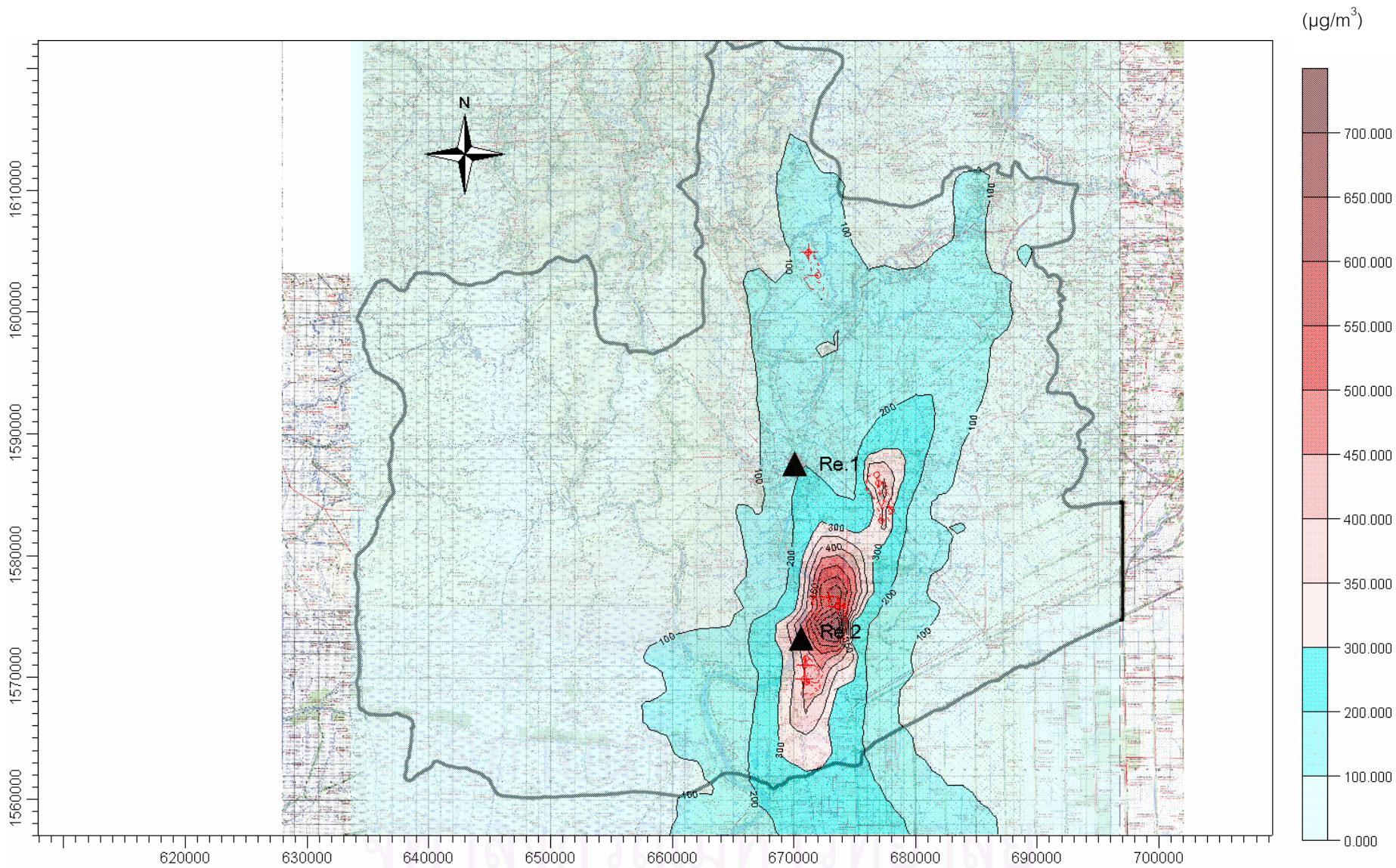
ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า สภาวะบรรยากาศเลวร้ายในช่วงเวลา 5 ปีที่ทำการศึกษา คือ ตั้งแต่ปี 2540-2544 คือ ลักษณะอากาศในปี 2540



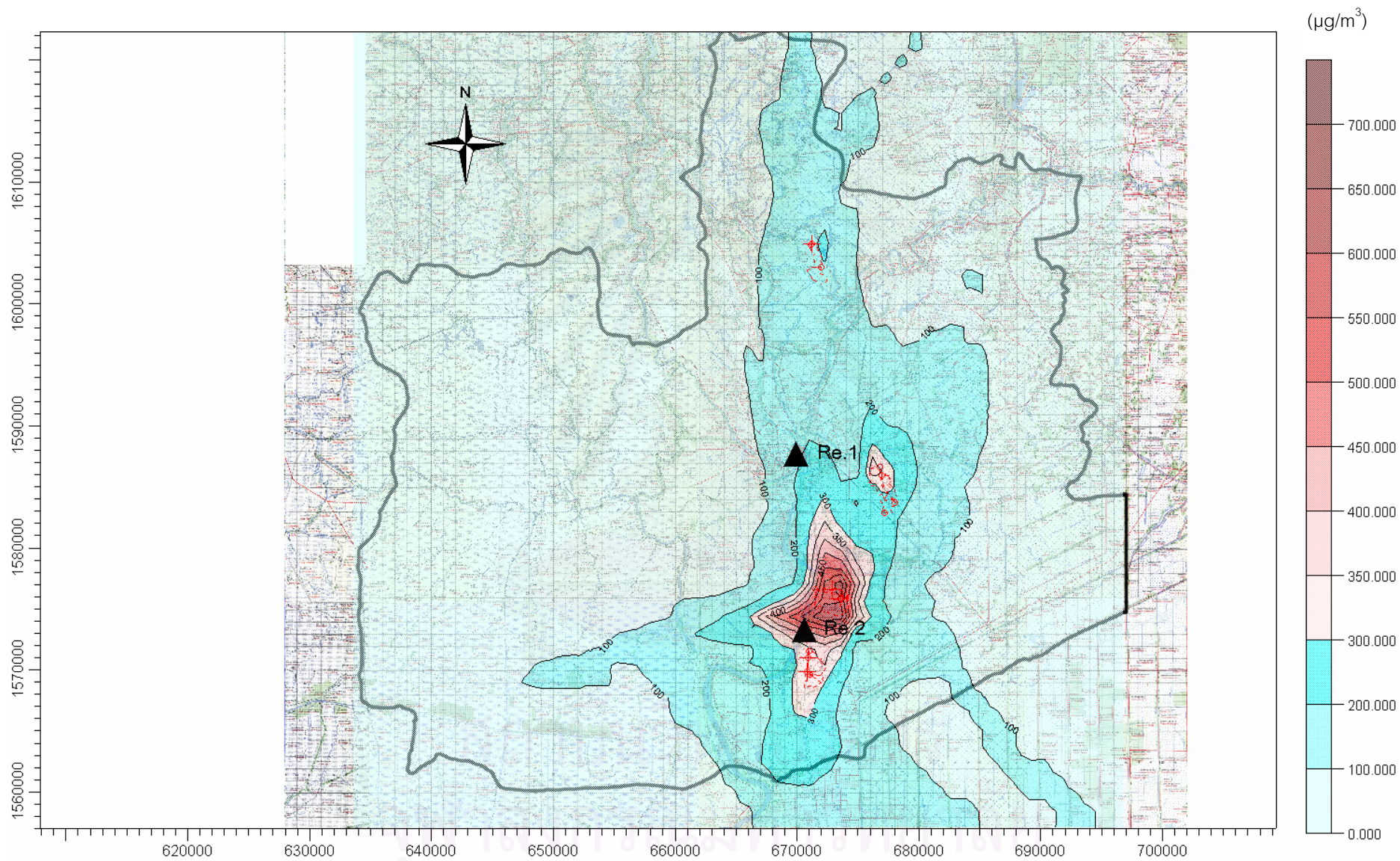
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



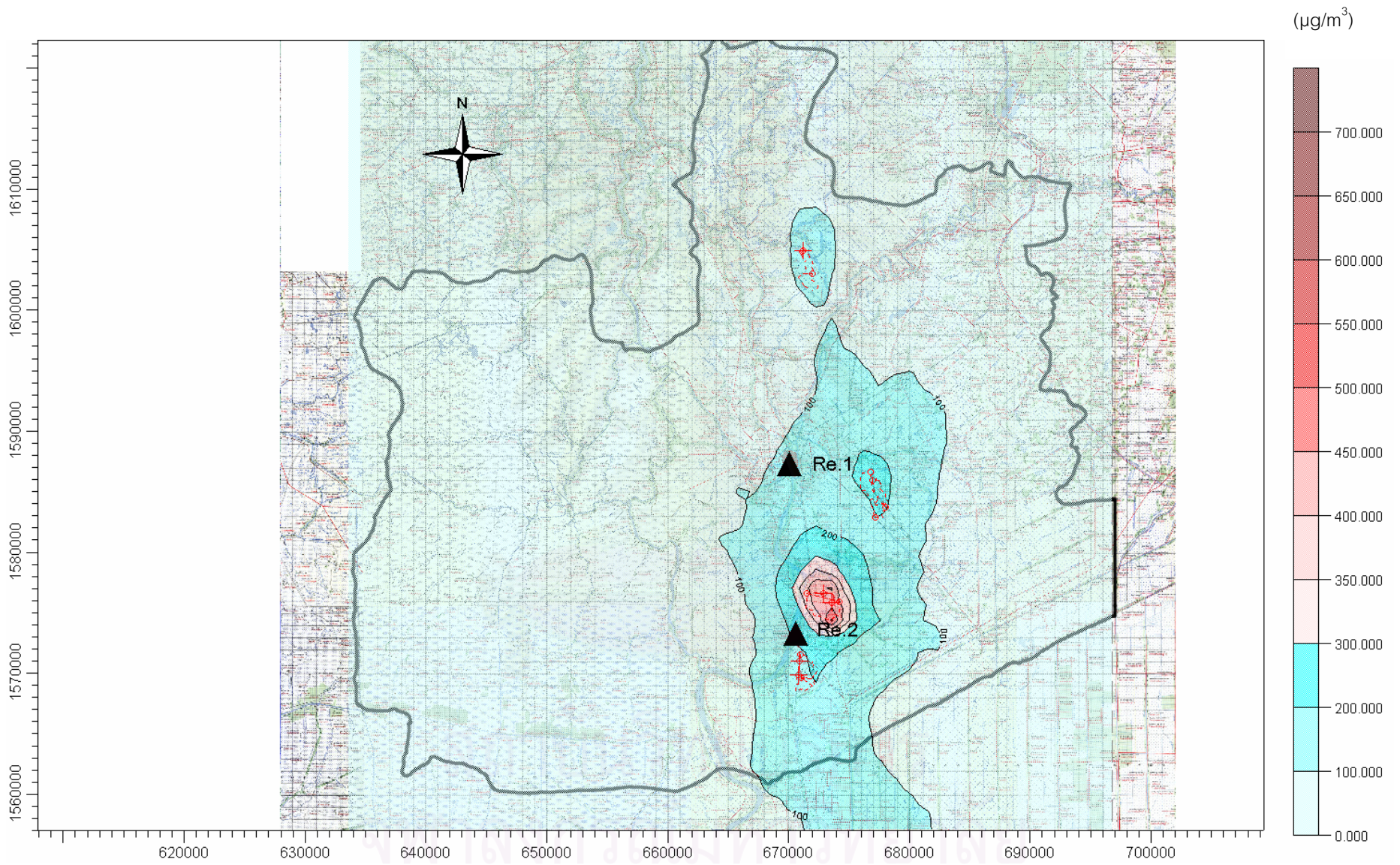
รูปที่ 4.19 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซรัลเฟอไรโดออกไซด์ในปี 2540 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



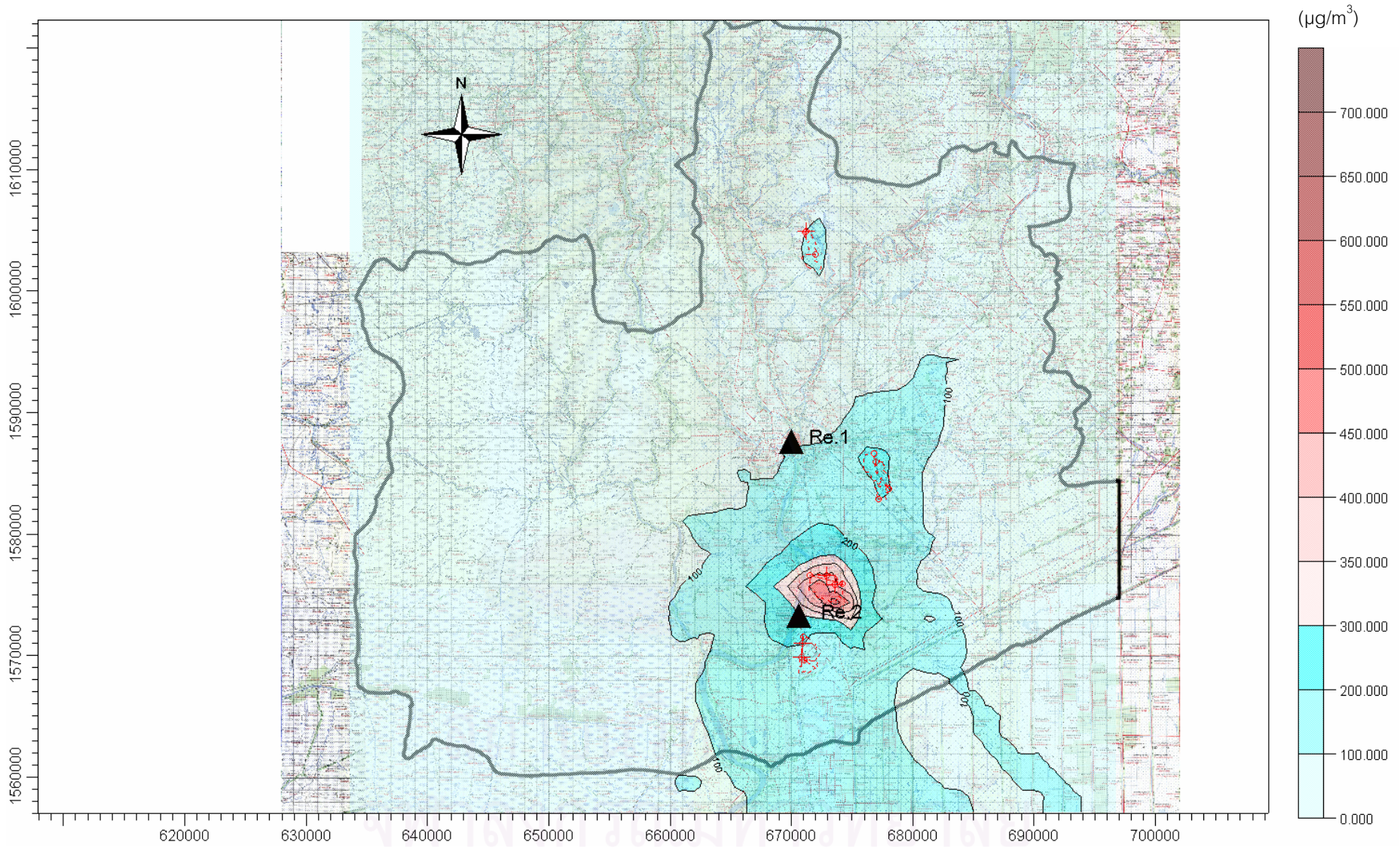
รูปที่ 4.20 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปี 2541 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.21 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปี 2542 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.22 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปี 2543 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.24 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปี 2544 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม

4.2.3.2 ความเข้มข้นของสารมลพิษในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ผลการประมวลผลในกรณีที่ 2)

ทำการทดสอบเพื่อหาช่วงลมมรสุมในปีที่ทำการศึกษา ที่ทำให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีความเข้มข้นสูงสุด เพื่อนำไปวางแผนรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมในอนาคต ได้ผลดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สรุปค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2540-2544 เมื่อนิคมอุตสาหกรรมมีอัตราการระบายสูงสุด

ปี	ความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (mg/m^3)	
	ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ
2540	0.65	0.81
2541	0.27	0.79
2542	0.70	0.44
2543	0.50	0.53
2544	0.43	0.54
ค่ามาตรฐาน	0.30	

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ยกเว้นในปี 2542 ที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่ำกว่า เนื่องจากความเร็วลมเฉลี่ยของช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่านั่นเอง

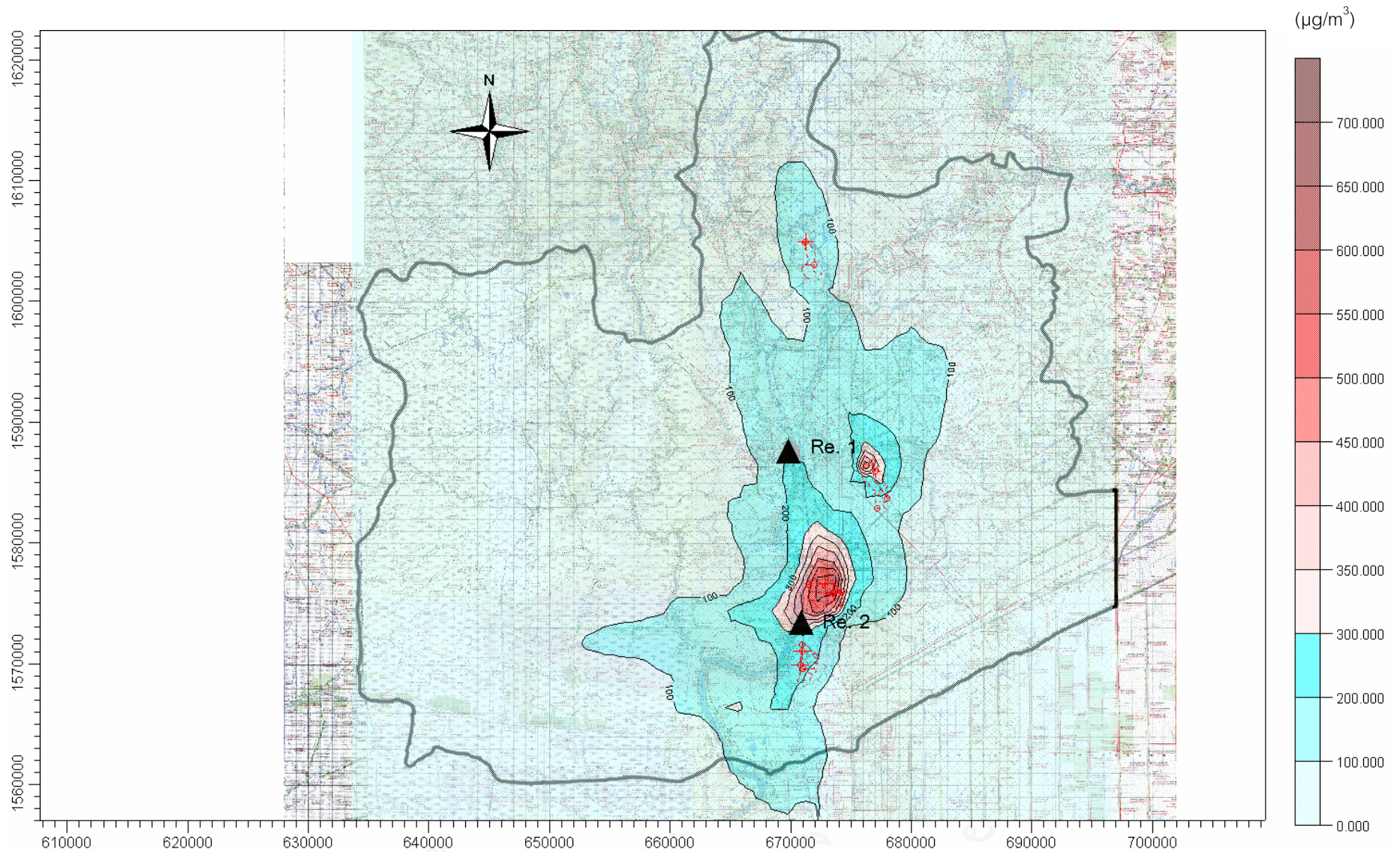
ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือของปี 2540 คือมีความเข้มข้น 0.81 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร บริเวณนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่วิเคราะห์ได้ คือ ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือของปี 2540 มีความเร็วลมเฉลี่ยต่ำกว่าทุกช่วงลมมรสุม คือ 1.14 เมตร/วินาที และความเร็วลมช่วง 1.0 – 2.0 เมตร/วินาที มีความถี่มากที่สุดถึง 87.1% จึงทำให้ค่าความเข้มข้นระดับพื้นดินของช่วงลมมรสุมนี้มีค่าสูงและกระจายตัวในวงกว้าง ส่วนค่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ต่ำที่สุดอยู่ที่ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปี 2541 คือ

0.27 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เนื่องจากช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปี 2541 มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงกว่าทุกช่วงลมมรสุม คือ 4.71 เมตร/วินาที และความเร็วลมช่วง 3.6 – 5.7 เมตร/วินาที มีความถี่มากถึง 42.0% ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ความเข้มข้นของสารมลพิษเฉื่อยจากลง ส่วนทิศทางการกระจายตัวในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในปี 2540-2544 แสดงดังรูปที่ 4.24-4.33

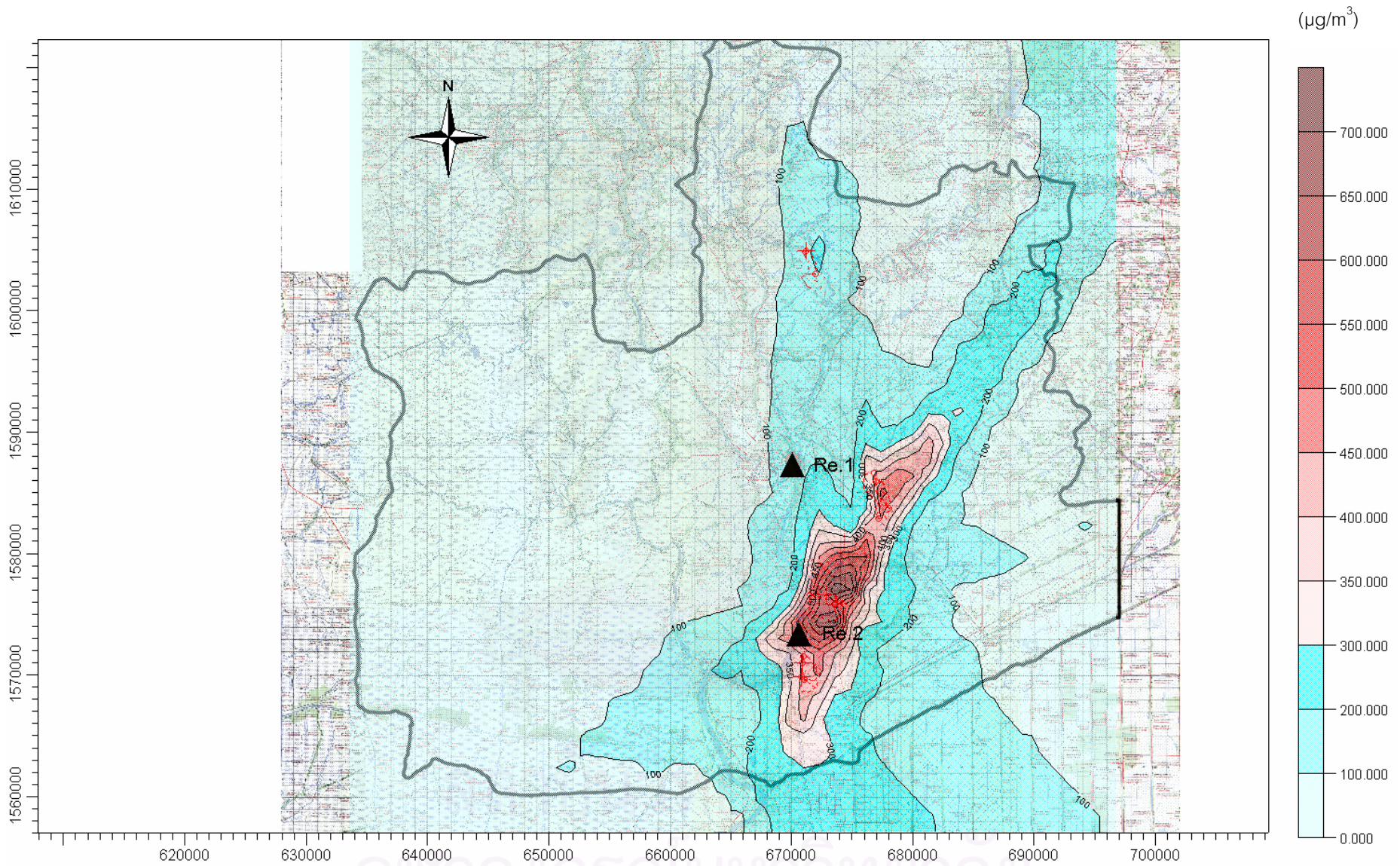
ซึ่งจากรูปที่ 4.24-4.33 พบว่า บริเวณที่ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินค่ามาตรฐานมีวงกว้างแตกต่างกัน และในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือของปี 2540 มีการกระจายตัวเป็นวงกว้างที่สุด และมีค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดดังที่กล่าวไว้ข้างต้น จึงกำหนดให้ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือของปี 2540 เป็นสภาวะเลวร้ายที่สุด (Worse case) ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต



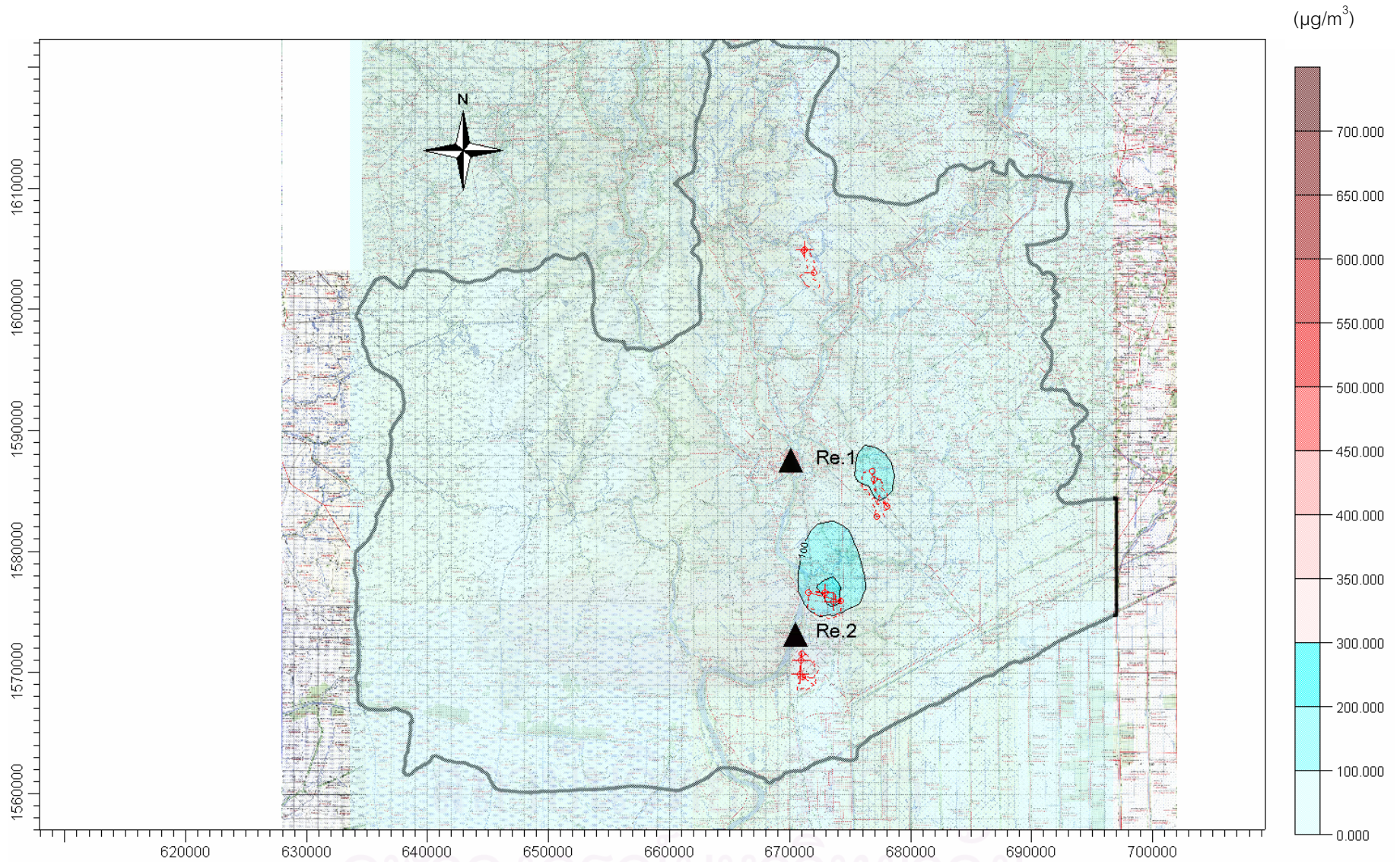
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



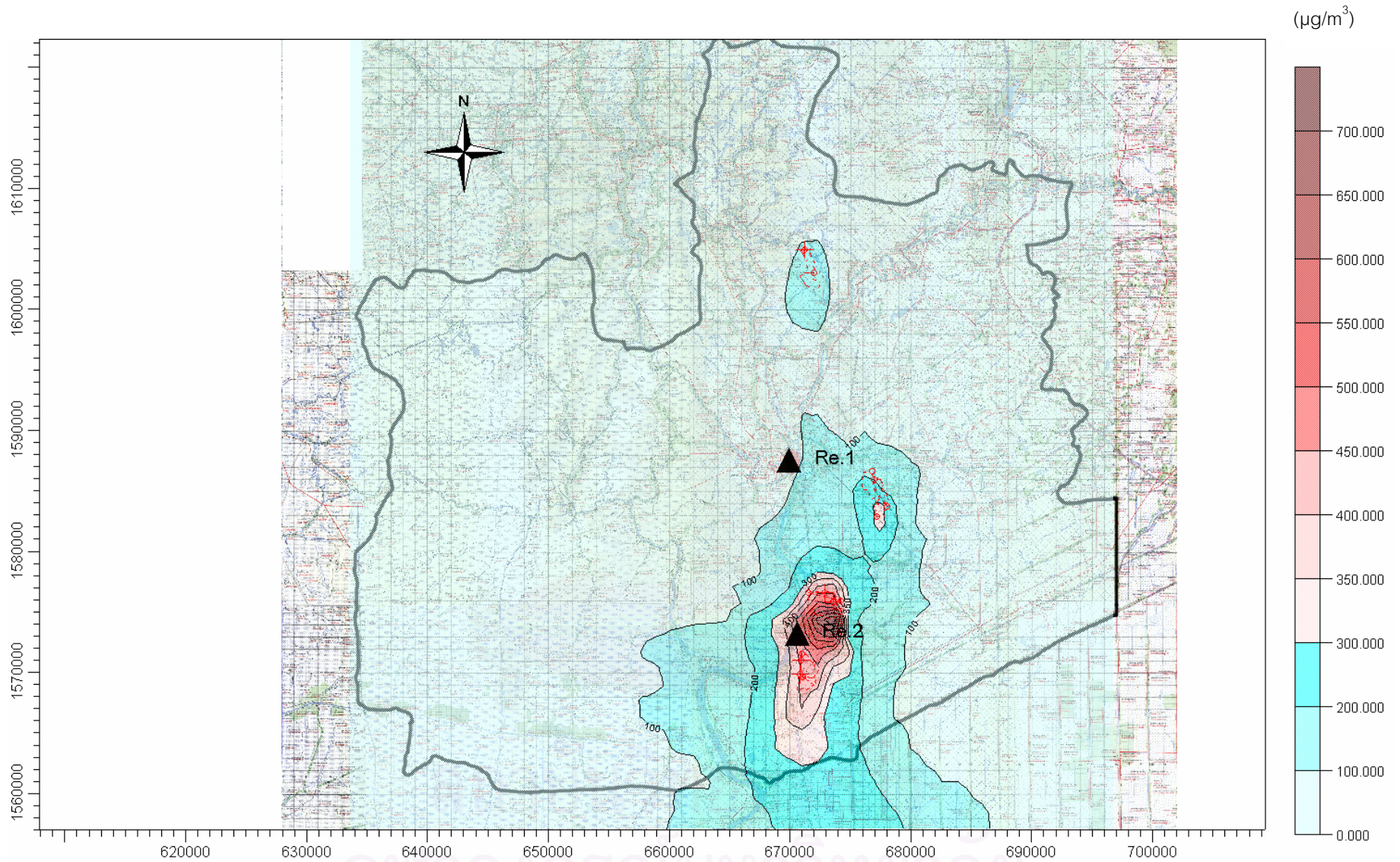
รูปที่ 4.24 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
ในปี 2540 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



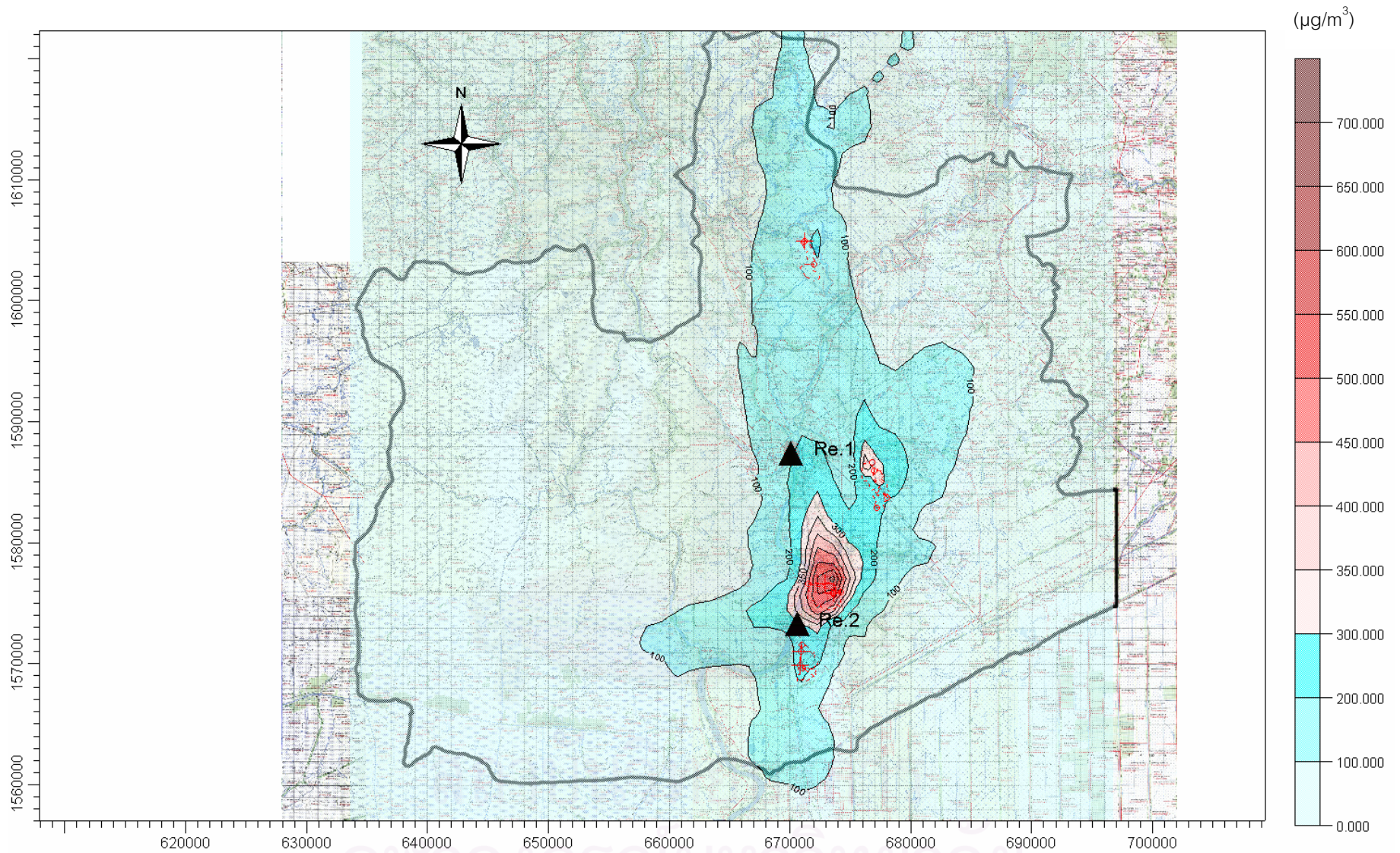
รูปที่ 4.25 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2540 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



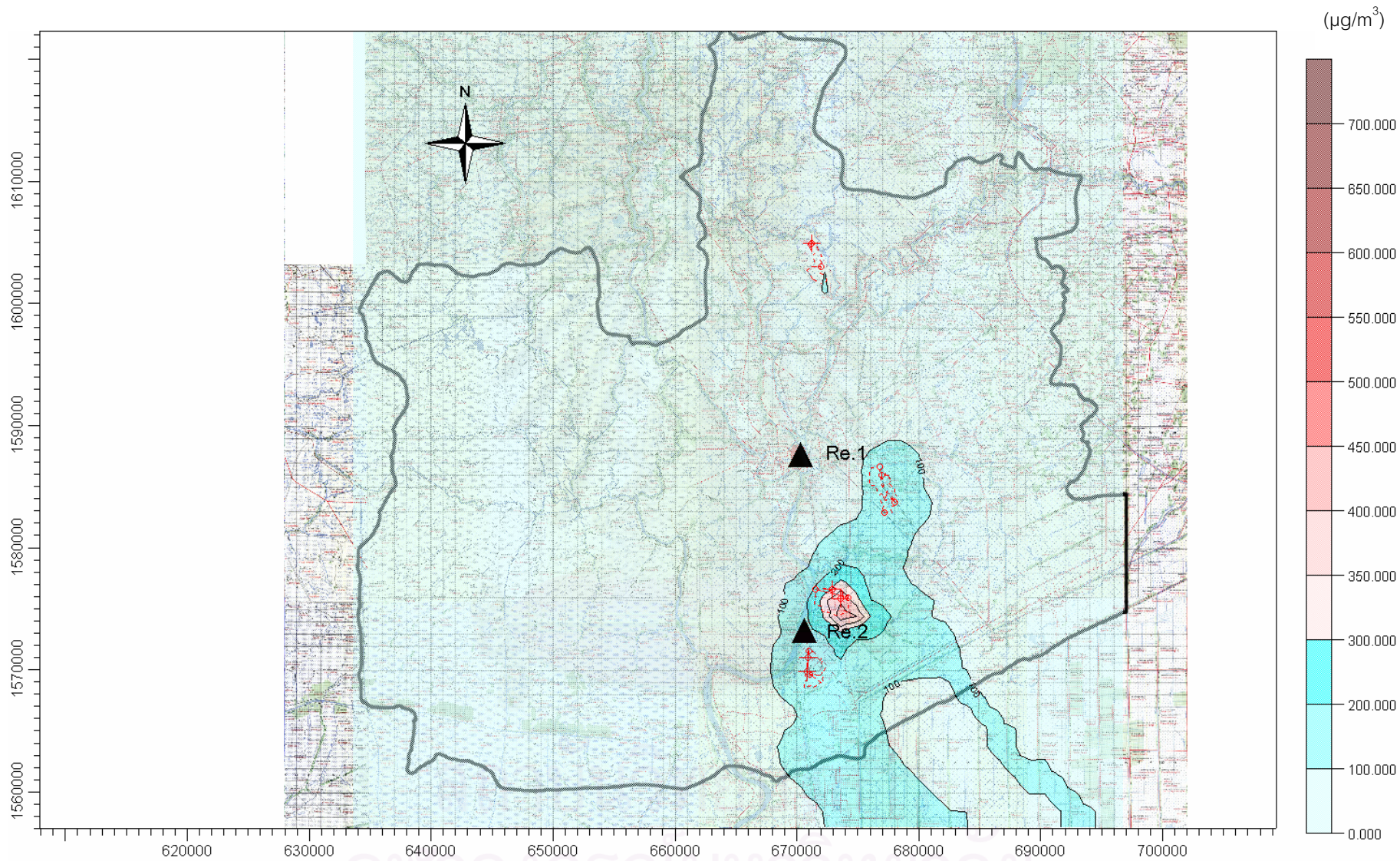
รูปที่ 4.26 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในปี 2541 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



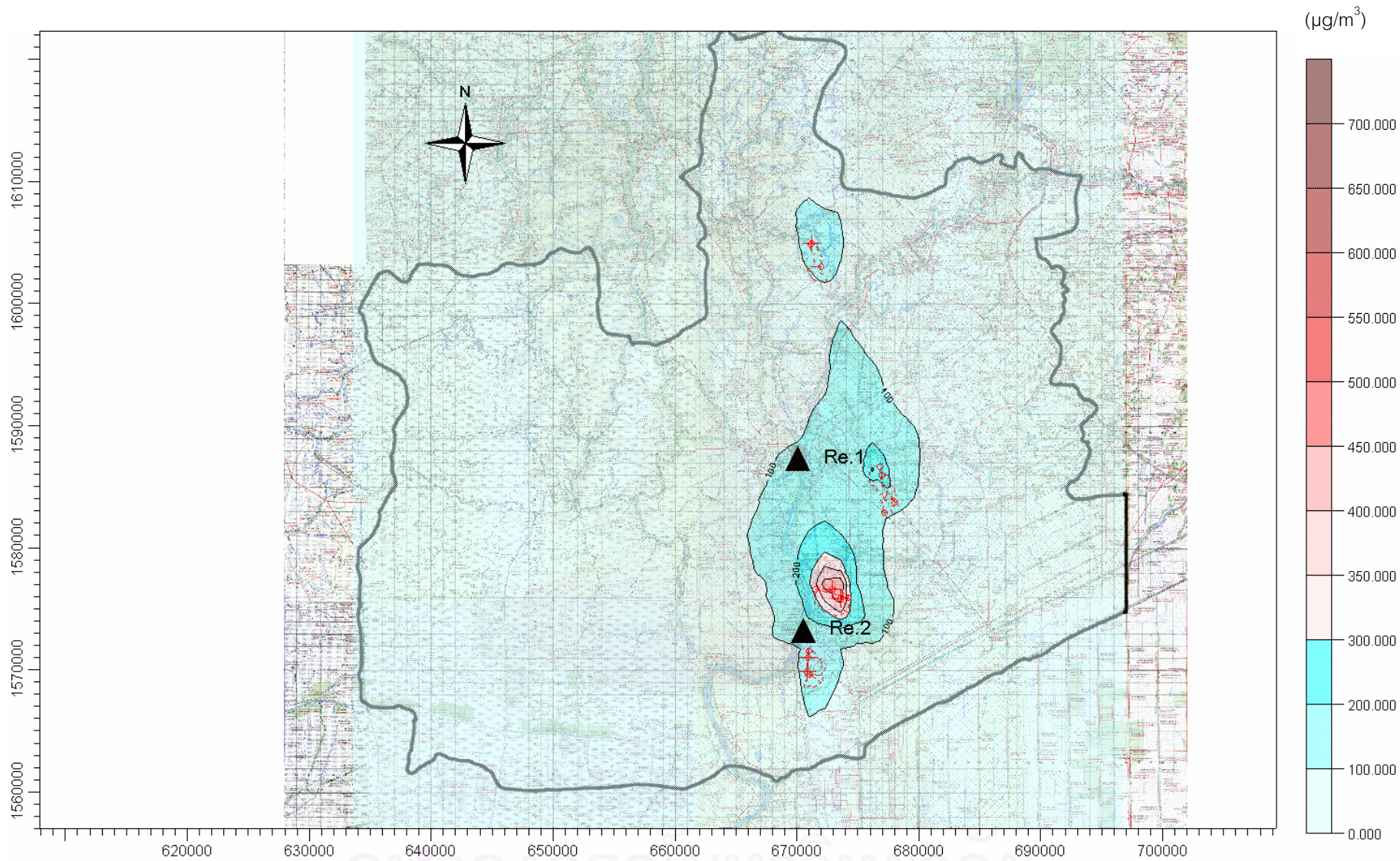
รูปที่ 4.27 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2541 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



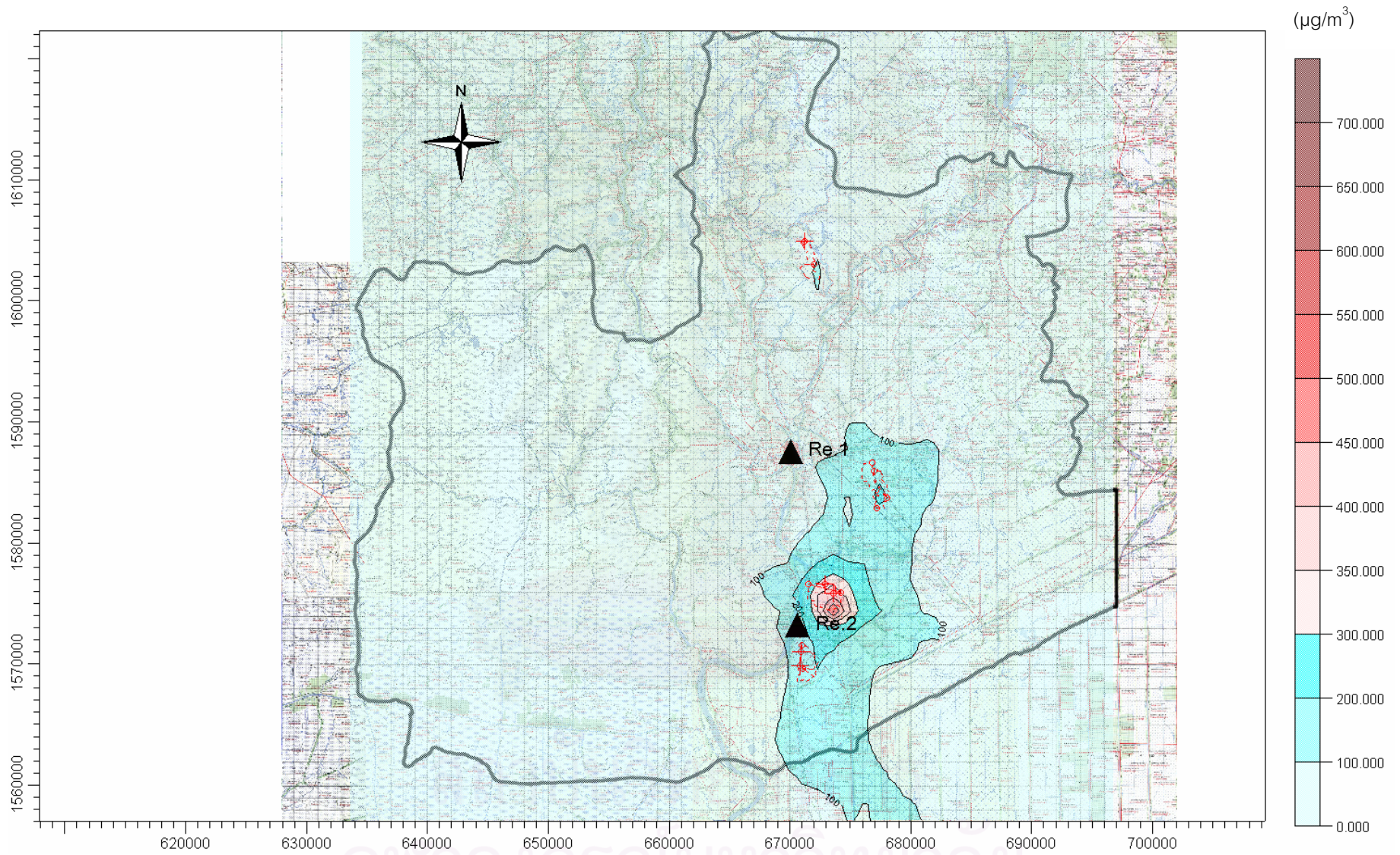
รูปที่ 4.28 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
ในปี 2542 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม)



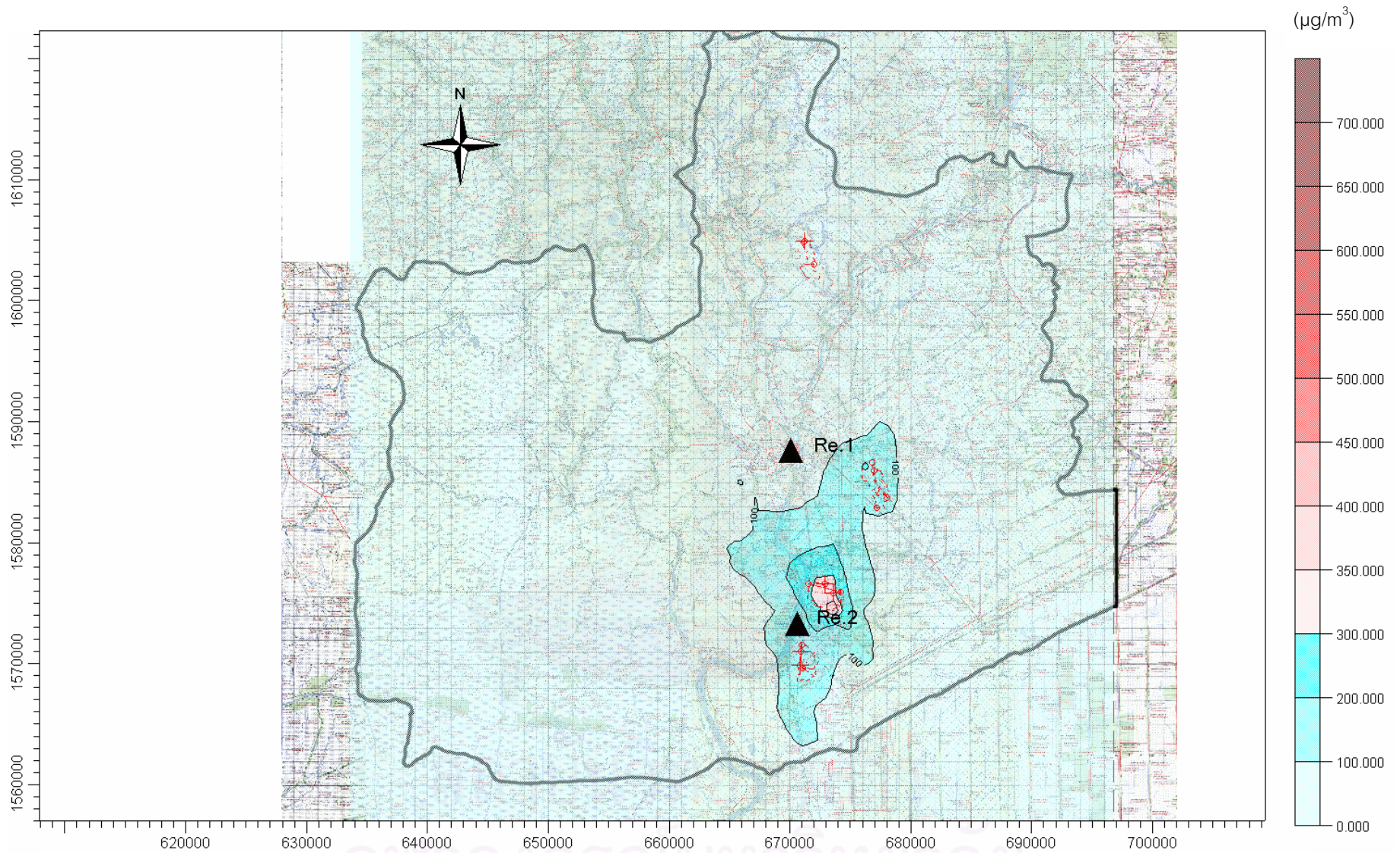
รูปที่ 4.29 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2542 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



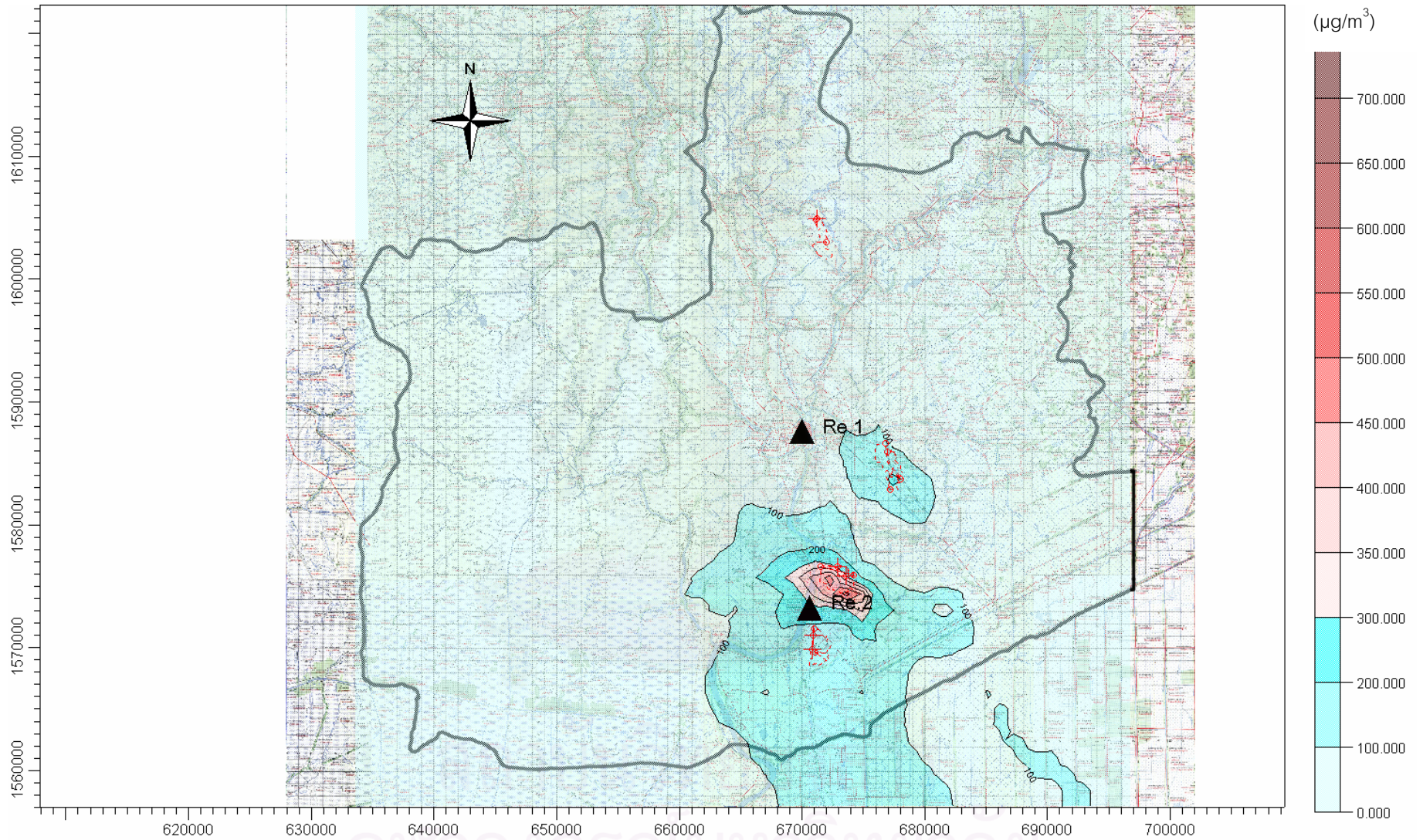
รูปที่ 4.30 ความเข้มข้นบริเวณพื้นผิวและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
ในปี 2543 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.31 ความเข้มข้นบริเวณพื้นผิวและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2543 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.32 ความเข้มข้นบริเวณพื้นผิวและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
ในปี 2544เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.33 ความเข้มข้นบริเวณพื้นผิวและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2544 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม

4.2.3.3 การกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือปี 2540 (ผลการประมวลผลในกรณีที่ 3)

จากการประมวลผลในกรณีที่ 2 พบว่า สภาพเลวร้ายที่สุดของลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาที่มีผลต่อการกระจายตัวของสารมลพิษ คือ ลักษณะอุตุนิยมวิทยาในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2540 จากนั้นนำมาทำการศึกษาการกระจายตัว และความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ โดยพบว่า

แหล่งกำเนิดที่สำคัญคือยานพาหนะ โดยมีลักษณะเป็นแหล่งกำเนิดแบบเส้นและปริมาณการระบายก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ก็จะแปรผันตามปริมาณการจราจรซึ่งก็ต่างกันในแต่ละปี ดังนั้นจึงเลือกปีที่มีการระบายปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มากที่สุดมาศึกษานั้นก็คือการระบายของปี 2544 ซึ่งมีอัตราการระบาย 111.86 กรัม/วินาที ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.34

จากรูปที่ 4.34 จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นระดับพื้นดินสูงสุดของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในสภาวะบรรยากาศเลวร้ายมีค่า 2.52 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เกิดขึ้นที่ตำแหน่ง 676900,1568900 ซึ่งอยู่ในบริเวณทางหลวงหมายเลข 1 ตัดกับทางหลวงหมายเลข 32 เนื่องจากทางหลวงทั้งสองมีประมาณรถเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นถนนสายสำคัญที่จะผ่านเข้าตัวเมืองอยุธยา และมีบริเวณผิวพื้นที่การจราจรเป็นบริเวณกว้างกว่าถนนทุกสายอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นระดับพื้นดินก็ยังมีค่าไม่เกินมาตรฐาน(ค่ามาตรฐานเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 34.2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) แม้จะเกิดขึ้นในสภาวะบรรยากาศเลวร้ายและมีอัตราการระบายก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์สูงที่สุดก็ตาม แต่ต้องเข้าใจก่อนว่าแหล่งกำเนิดที่กล่าวถึงนั้นเป็นเพียงแค่นิคมอุตสาหกรรมที่มีเตาเผาที่มีประสิทธิภาพและแหล่งกำเนิดที่มาจากยานพาหนะจากถนนสายสำคัญเท่านั้น

4.2.3.4 การกระจายตัวของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ในรูปของออกไซด์ของไนโตรเจน ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือปี 2540 (ผลการประมวลผลในกรณีที่ 4)

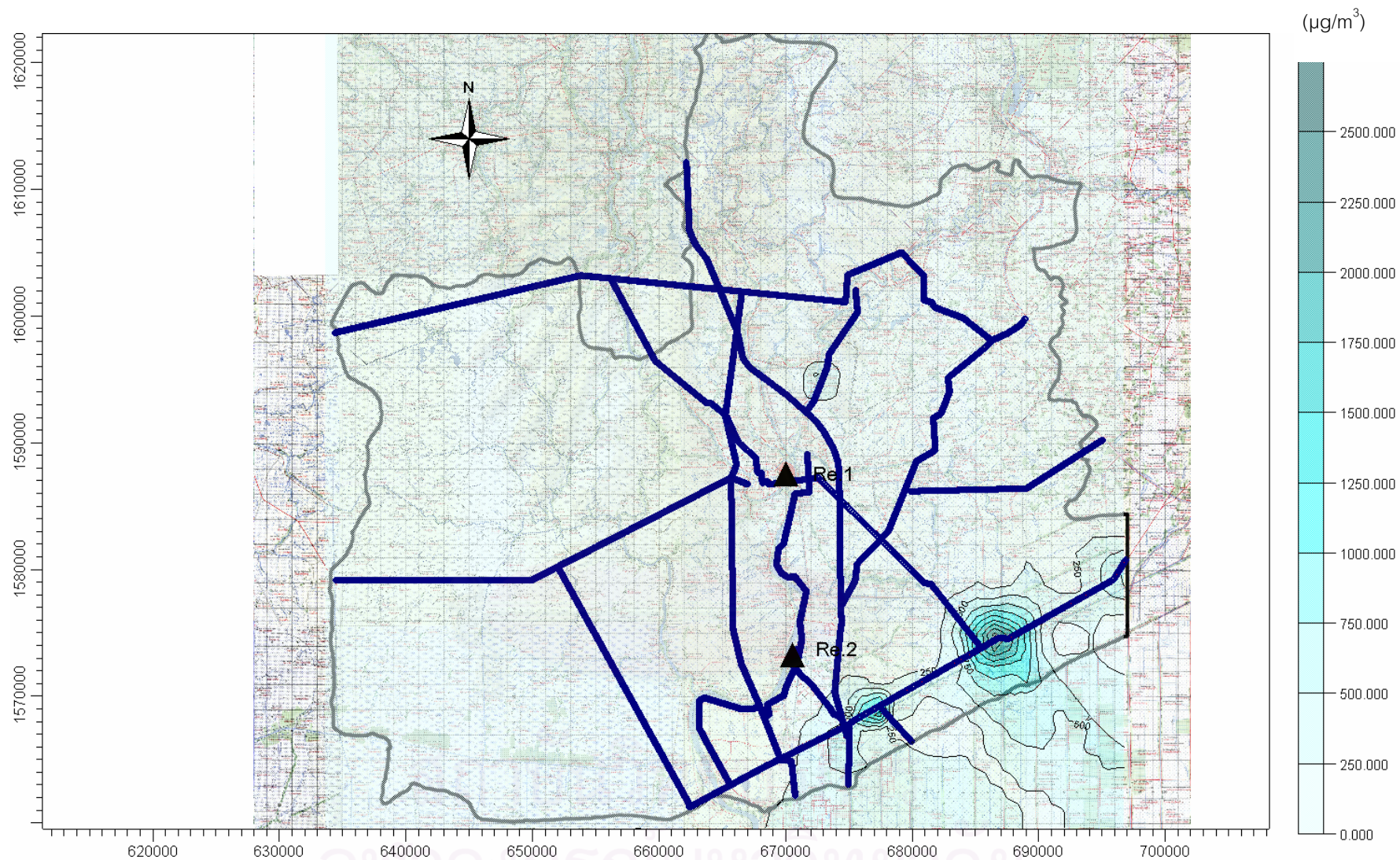
แหล่งกำเนิดที่สำคัญคือ นิคมอุตสาหกรรมและยานพาหนะ โดยสมมติให้อัตราการระบายของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ของแหล่งกำเนิดจากนิคมอุตสาหกรรมคงที่ตลอดเวลา และปริมาณการระบายของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ก็จะแปรผันตามปริมาณการจราจร ซึ่งก็ต่างกันในแต่ละปีเช่นเดียวกันกับ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ดังนั้นจึงเลือกปีที่มีการระบายปลดปล่อยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มากที่สุดมาศึกษานั้นก็คือการระบายของปี 2543 ซึ่งมีอัตราการระบาย 52.58 กรัม/วินาที ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.35

รูปที่ 4.35 จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในสภาวะบรรยากาศเลวร้ายมีค่า 1.78 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เกิดขึ้นที่ตำแหน่ง

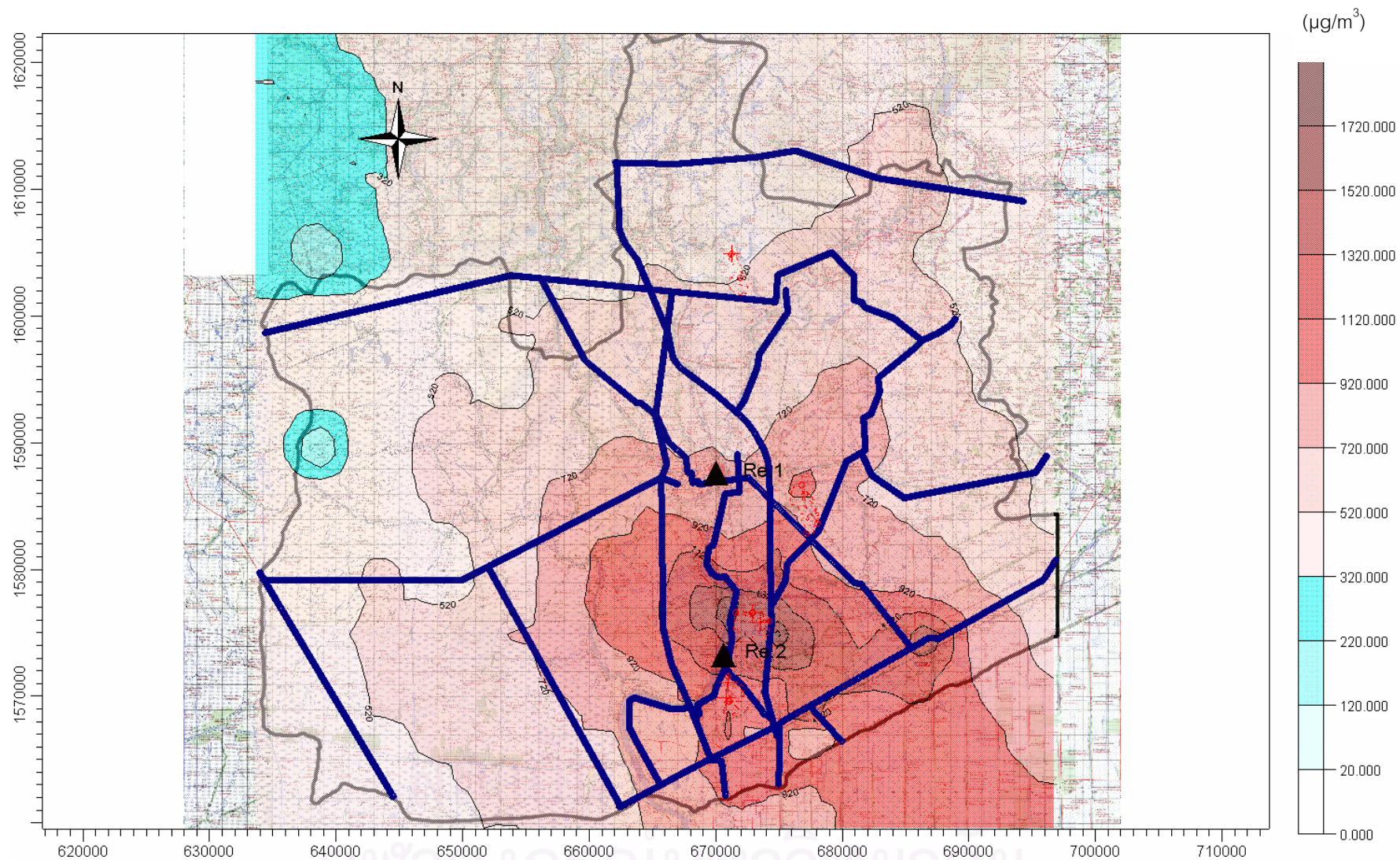
674900,1574900 ซึ่งอยู่ในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า ซึ่งสถานการณ์โดยรวมค่อนข้างอันตรายเพราะพื้นที่ทั้งจังหวัดมีค่าเกินมาตรฐานทั้งสิ้น (มาตรฐานเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 0.32 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ถึงแม้ว่ายิ่งไกลออกไปจะเจือจางขึ้นก็ตามและจากรูปก็ยังพบว่าแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะนั้นแทบจะไม่มีผลต่อการความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์เลย ดังนั้นแหล่งกำเนิดไนโตรเจนไดออกไซด์ที่สำคัญจึงเป็นแหล่งกำเนิดจากนิคมอุตสาหกรรม จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมการปลดปล่อยไนโตรเจนไดออกไซด์อย่างเข้มงวดและที่สำคัญคือการศึกษาครั้งนี้พิจารณาแหล่งกำเนิดเพียง 4 นิคมอุตสาหกรรมที่มีอัตราการระบายสูงสุด(ดำเนินการเต็มที่) เท่านั้น โดยยังไม่รวมโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่กระจายตัวอยู่นอกนิคมอุตสาหกรรมอีกจำนวนมาก



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.34 ความเข้มข้นบริเวณพื้นผิวและทิศทางกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2540 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม

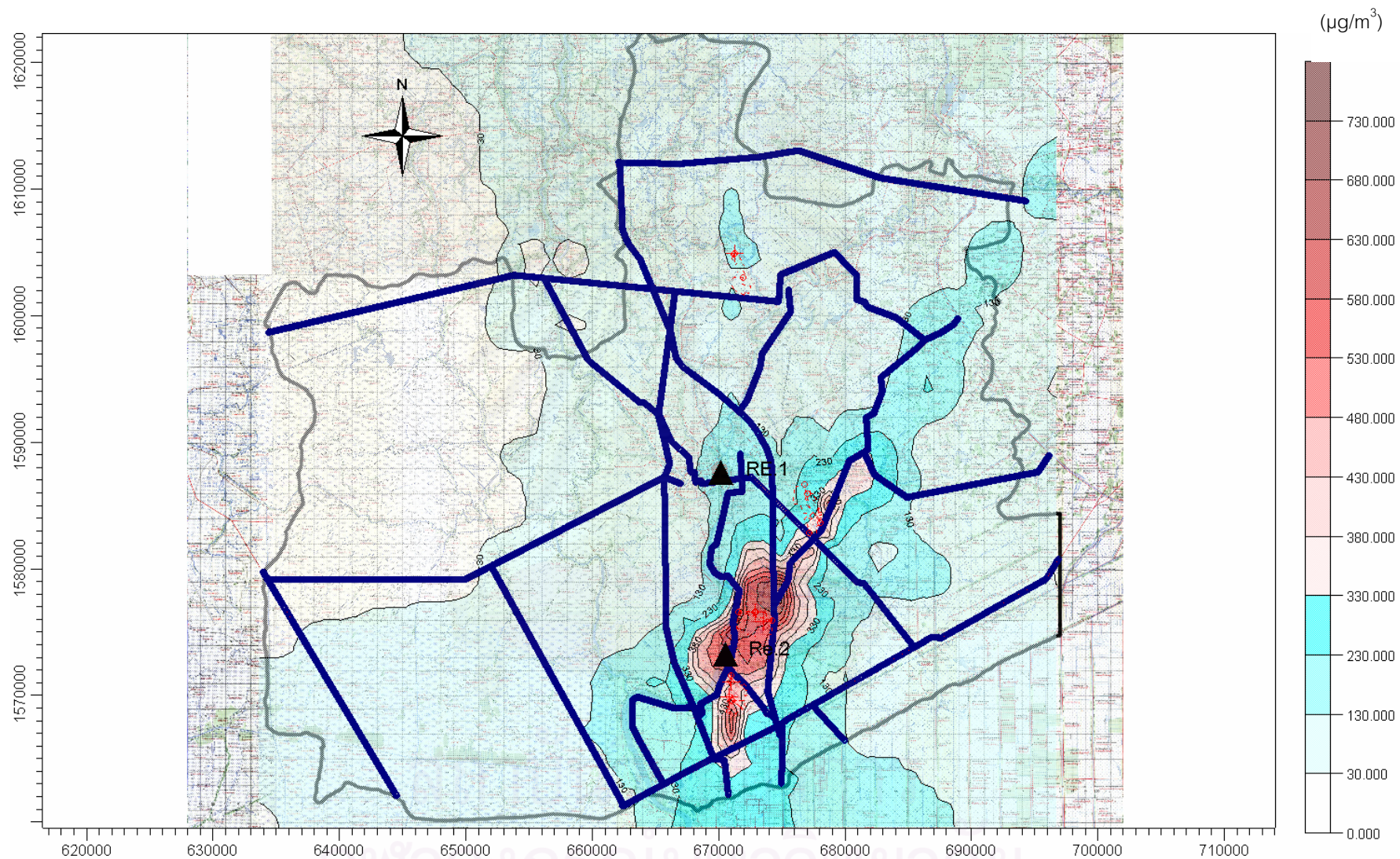


รูปที่ 4.35 ความเข้มข้นบริเวณพื้นผิวและทิศทางกระจายตัวของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2540 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม

4.2.3.5 การกระจายตัวของฝุ่นละอองรวมในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2540 (ผลการประมวลผลในกรณีที่ 5)

แหล่งกำเนิดที่สำคัญคือ นิคมอุตสาหกรรมและยานพาหนะ โดยสมมติให้อัตราการระบายของฝุ่นรวมของแหล่งกำเนิดจากนิคมอุตสาหกรรมคงที่ตลอดเวลา และปริมาณการระบายของฝุ่นรวมก็จะแปรผันตามปริมาณการจราจร ซึ่งก็ต่างกันในแต่ละปีเช่นเดียวกันกับ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ ดังนั้นจึงเลือกปีที่มีการระบายฝุ่นรวมมากที่สุด มาศึกษานั้นก็คือการระบายของปี 2544 ซึ่งมีอัตราการระบาย 4.48 กรัม/วินาที ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.36

จากรูปที่ 4.36 จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นรวมในสภาวะบรรยากาศเลวร้ายมีค่า 0.79 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เกิดขึ้นที่ตำแหน่ง 674900,1574900 ซึ่งอยู่ในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า และค่อยๆ กระจายตัวออกเป็นวงกว้างและลดความเข้มข้นลงตามระยะทางเนื่องจากมีการเจือจาง (มาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 0.33 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และจากรูปก็ยังพบว่าแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะนั้นนั้นแทบจะไม่มีผลต่อการความเข้มข้นของฝุ่นรวมเลย ดังนั้นแหล่งกำเนิดฝุ่นรวมที่สำคัญจึงเป็นแหล่งกำเนิดจากนิคมอุตสาหกรรม จึงจำเป็นต้อง มีการควบคุมการปลดปล่อยฝุ่นรวมอย่างเข้มงวดและที่สำคัญคือการศึกษาคั้งนี้ พิจารณาแหล่งกำเนิดเพียง 4 นิคมอุตสาหกรรมเท่านั้น ยังไม่รวมโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่กระจายตัวอยู่นอกนิคมอุตสาหกรรมอีกจำนวนมาก



รูปที่ 4.36 ความเข้มข้นบริเวณพื้นผิวและทิศทางการกระจายตัวของฝุ่นรวมในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ
ในปี 2540 เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากแต่ละนิคมอุตสาหกรรม

4.2.4 การเปรียบเทียบข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศและผลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3

ดังนั้นจึงกำหนดจุดเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบสภาพความเป็นจริงในปัจจุบัน ว่าได้เกิดสภาวะที่เลวร้ายตามผลการศึกษาหรือไม่ เมื่อทำการศึกษากฎเกณฑ์สภาวะเลวร้ายของการกระจายตัวของสารมลพิษ โดยทำตามภายใต้เงื่อนไข คือ ใช้ลักษณะอุตุนิยมวิทยาที่เลวร้าย และอัตราการระบายสูงสุดที่ยอมให้แต่ละนิคมอุตสาหกรรมปล่อยได้ ก็พบว่าบริเวณที่ได้รับผลกระทบโดยแบ่งตามศักยภาพการใช้ที่ดิน คือ บริเวณพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 และอีกบริเวณเป็นพื้นที่เสี่ยงที่ควรมีการติดตามตรวจสอบเสมอ คือ พื้นที่อนุรักษ์ที่ 1

การตรวจวัดคุณภาพอากาศปัจจุบัน ได้ดำเนินการระหว่างวันที่ 23-30 ธันวาคม 2546 เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลสำหรับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และระหว่างวันที่ 3-10 กุมภาพันธ์ 2547 เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลสำหรับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่จุดตรวจวัด 2 จุดคือบริเวณตลาดเจ้าพรหม เกาะเมืองจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เป็นตัวแทนพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 และบริเวณโรงเรียนวัดชุมพลนิกายาราม ซึ่งอยู่ติดกับพระราชวังบางปะอิน เป็นตัวแทนพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 ซึ่งทั้ง 2 บริเวณถือว่าเป็นแหล่งชุมชน โบราณสถานและเกษตรกรรมที่สำคัญ และนับเป็นจุดพื้นที่อ่อนไหวต่อการรับสารมลพิษจากการประมวลผลโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ทราบสถานการณ์ปัจจุบันของคุณภาพอากาศที่ศึกษาโดยสารมลพิษที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยแต่ละแห่งจะตรวจวัดติดต่อกัน 24 ชั่วโมง อย่างน้อย 7 วัน ผลการตรวจวัดแสดงดังตารางที่ 4.12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.15 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

วันที่เก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้นของสารมลพิษ							
	จุดที่ 1 บริเวณเกาะเมือง ตลาดเจ้า				จุดที่ 2 บริเวณโรงเรียนวัดชุมพลนิ			
	พรม				กายาราม			
	PM ₁₀ mg/m ³	SO ₂ ppm	NO ₂ ppm	CO ppm	PM ₁₀ mg/m ³	SO ₂ ppm	NO ₂ ppm	CO ppm
ลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ								
23 ธ.ค. 2546	0.182	0.0045	0.0062	1.23	0.22	0.0017	0.0037	*
24 ธ.ค. 2546	0.199	*	0.0045	2.99	0.19	0.0017	0.0040	1.41
25 ธ.ค. 2546	0.181	0.0010	0.0053	*	0.21	0.0023	0.0038	0.88
26 ธ.ค. 2546	0.114	0.0006	0.0065	3.01	0.12	0.0017	0.0024	0.26
27 ธ.ค. 2546	0.132	0.0028	0.0058	-	0.21	0.0017	0.0036	-
28 ธ.ค. 2546	0.149	0.0034	0.0061	1.08	0.19	0.0023	0.0043	0.84
29 ธ.ค. 2546	0.170	0.0185	0.0063	0.85	0.24	0.0023	0.0041	0.49
ค่าเฉลี่ย	0.188	0.0051	0.0058	1.83	0.197	0.0019	0.0037	0.776
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0304	0.0067	0.0007	1.0748	0.0414	0.0003	0.0006	0.4373
ลมมรสุม ตะวันออกเฉียงใต้								
3 ก.พ. 2547	0.012	0.0050	0.0053	1.26	0.067	0.0022	0.0023	0.54
4 ก.พ. 2547	0.15	0.0033	0.0076	0.67	0.065	0.0017	0.0013	0.30
5 ก.พ. 2547	0.096	0.0028	0.0055	0.84	0.049	0.0017	0.0027	0.56
6 ก.พ. 2547	0.12	0.0028	0.0069	1.96	0.054	0.0022	0.0025	0.28
7 ก.พ. 2547	0.19	0.005	0.0067	-	0.039	0.0022	0.0029	-
8 ก.พ. 2547	0.074	0.0072	0.0052	0.81	0.035	0.0028	0.0032	0.47
9 ก.พ. 2547	0.14	0.0089	0.0061	0.73	0.051	0.0033	0.0034	0.56
ค่าเฉลี่ย	0.11	0.0050	0.0062	1.04	0.054	0.0023	0.0026	0.45
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0778	0.0023	0.0009	0.4941	0.0120	0.0006	0.0007	0.1297

หมายเหตุ * เครื่องมือขัดข้อง

- ไม่ได้ทำการตรวจวัด

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารมลพิษ ตามช่วงลมมรสุมพบว่า จุดที่ 1 บริเวณเกาะเมือง ตลาดเจ้าพรหม PM_{10} ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีค่าเฉลี่ย 0.188 และ 0.11 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเกินมาตรฐาน (มาตรฐาน 0.12 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) เมื่อเทียบกับค่าที่ประมวลผลได้จากแบบจำลองที่พบว่า TSP ไม่เกินมาตรฐาน (แหล่งกำเนิดที่เข้ามาจากนิคมอุตสาหกรรมและถนนซึ่งเป็นทางหลวงเท่านั้น) แต่ผลที่ได้ในการตรวจวัดจริงของ PM_{10} มีค่าเกินมาตรฐาน อาจเป็นเพราะ แหล่งกำเนิดในบริเวณนี้จะมาจากยานพาหนะ เนื่องจากเป็นที่ตลาดและเป็นท่ารถสองแถวหลายสาย ซึ่งไม่ได้นำแหล่งกำเนิดนี้มาคิดในแบบจำลอง เลยเป็นสาเหตุให้ค่าความเข้มข้นของ PM_{10} เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์พบว่าทั้งสองช่วงลมมรสุมได้แก่ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 0.0051 และ 0.0050 ppm ตามลำดับ ซึ่งยังไม่เกินค่ามาตรฐาน (มาตรฐาน 0.12 ppm) ค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์พบว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าต่ำกว่าช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีค่าเฉลี่ยคือ 0.0058 และ 0.0062 ppm ตามลำดับ ซึ่งยังไม่เกินค่ามาตรฐาน (มาตรฐาน 0.17 ppm) และค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์พบว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่าช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีค่าเฉลี่ยคือ 1.83 และ 1.04 ppm ตามลำดับ ซึ่งยังไม่เกินค่ามาตรฐาน (มาตรฐาน 30 ppm)

จุดที่ 2 บริเวณโรงเรียนวัดชุมพลนิกายาราม PM_{10} ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่าในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีค่าเฉลี่ย 0.197 และ 0.054 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และพบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเกินมาตรฐาน (มาตรฐาน 0.12 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่ประมวลผลได้จากแบบจำลองที่พบว่า TSP เกินค่ามาตรฐานเช่นกัน ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าความเข้มข้นของ PM_{10} ที่บริเวณจุดตรวจวัดที่ 2 น่าจะมีแหล่งกำเนิดจากนิคมอุตสาหกรรม ส่วนค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์พบว่าในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าต่ำกว่าช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีค่าเฉลี่ยคือ 0.0019 และ 0.0023 ppm ยังไม่เกินค่ามาตรฐาน (มาตรฐาน 0.12 ppm) ค่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์พบว่า ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่าช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีค่าเฉลี่ยคือ 0.0027 และ 0.0036 ppm ตามลำดับ ซึ่งยังไม่เกินค่ามาตรฐาน (มาตรฐาน 0.17 ppm) และค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์พบว่า ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงกว่าช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เช่นกันโดยมีค่าเฉลี่ยคือ 0.776 และ 0.45 ppm ตามลำดับ ซึ่งยังไม่เกินค่ามาตรฐาน (มาตรฐาน 30 ppm)

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า นิคมอุตสาหกรรมทุกนิคมที่ทำการศึกษายังไม่ดำเนินการและยังไม่ได้มีอัตราภาวะระบายสารมลพิษสูงสุดในขณะนี้

4.2.5 การศึกษาความเข้มข้นของสารมลพิษในกรณีที่ลมสงบ

4.2.5.1 ผลการคำนวณจากแบบจำลองแบบกล่องเมื่อเกิดสภาวะลมสงบ

จากผลการทดลองจากการประเมินผลโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISCST3 ยังมีข้อบกพร่องของแบบจำลอง ISCST3 คือแบบจำลองจะคำนวณโดยคิดความเร็วลมที่มากกว่า 1 เมตร/ต่อวินาที เท่านั้น ดังนั้นเมื่อแบบจำลองเจอความเร็วลมที่น้อยกว่า 1 เมตร/วินาที (ลมสงบ) แบบจำลองจะคำนวณโดยคิดปัดเป็น ความเร็วลมที่ 1 เมตร/วินาทีทั้งหมด ทำให้การประเมินผลการศึกษาเกิดความคลาดเคลื่อน จึงจำเป็นต้องคำนวณความเข้มข้นจากแบบจำลองแบบกล่อง โดยลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาที่เลวร้ายจะเกิดในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ปี 2540 ดังที่ทดสอบมาแล้ว ซึ่งในปีนั้นมีลมสงบร้อยละ 2.9 ผลการคำนวณดังตารางที่ 4.13 โดยแหล่งรับมีสองจุด คือ บริเวณเขตอนุรักษ์ที่ 1 มีแหล่งกำเนิดที่ใกล้เคียง คือ สวนอุตสาหกรรมโรจนะ และ บริเวณเขตอนุรักษ์ที่ 2 มีแหล่งกำเนิดที่ใกล้เคียง คือ นิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า ซึ่งทำการตี grid ให้ครอบคลุมบริเวณแหล่งรับและแหล่งกำเนิดที่ใกล้เคียง

ตารางที่ 4.16 ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองแบบกล่องเมื่อเกิดสภาวะลมสงบเปรียบ เทียบกับการคำนวณโดยแบบจำลอง ISCST3

แหล่งรับ	SO ₂ mg/m ³		NO ₂ mg/m ³		CO mg/m ³		TSP mg/m ³	
	Box	ISCST3	Box	ISCST3	Box	ISCST3	Box	ISCST3
1.ตลาดเจ้าพรหม เกาะเมือง	0.18	0.155	1.64	0.73	3.9	0.097	1.88	0.157
2. พระราชวังบาง ปะอิน อ.บางปะอิน	0.72	0.517	1.90	1.17	4.65	0.162	2.52	0.515
มาตรฐาน	0.30		0.32		32.2		0.33	

จากตารางที่ 4.16 พบว่า แหล่งรับที่สำคัญเมื่อเกิดสภาวะลมสงบจะ ทำให้ความเข้มข้นสูงกว่าที่คำนวณได้จากแบบจำลอง ISCST3 เนื่องจากสภาวะลมสงบจะไม่ทำให้มีการเจือจางของสารมลพิษ

4.2.5.2 ผลการคำนวณแบบจำลองแบบกล่องเมื่อมีการเผาที่นาหลังการเก็บเกี่ยว

การเผานาหลังการเก็บเกี่ยวจะทำในช่วงเดือนธันวาคม ปีละ 1 ครั้ง สมมติให้ทำการเผาพร้อมกันทั้งจังหวัด โดยตี grid ขนาด 12x15 กิโลเมตร ในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา จะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.17 ความเข้มข้น ณ แหล่งรับจากการเผาที่นา

สารมลพิษ	ความเข้มข้น ณ แหล่งรับ mg/m ³
CO	280
TSP	27.5

จากตารางที่ 4.17 พบว่าเมื่อทำการเผาที่นาพร้อมกันทั้งจังหวัด จะทำให้เกิดภาวะวิกฤติ ในทุกแหล่งรับ แต่ในความเป็นจริงแล้วไม่มีโอกาสเกิดขึ้น

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมลพิษ ณ แหล่งรับกับแหล่งกำเนิด

เมื่อนำผลการประเมินความเข้มข้นของสารมลพิษจากแบบจำลอง ISCST3 มาเชื่อมโยงกับศักยภาพการใช้ที่ดิน ในรูปที่ 4.23 พบว่า

การกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีผลน้อยมากในพื้นที่เกษตรกรรม แต่มีผลกับพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 คือบริเวณเกาะเมืองอันเป็นที่ตั้งของแหล่งโบราณสถานและแหล่งชุมชน โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 0.1-0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 คือบริเวณพระราชวังบางปะอิน โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 0.3-0.55 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงสุดในบริเวณนั้นด้วย

การกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีผลน้อยมากในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 คือบริเวณเกาะเมืองอันเป็นที่ตั้งของแหล่งโบราณสถานและแหล่งชุมชน และพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 0-0.25 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

การกระจายตัวของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีผลต่อพื้นที่เกษตรกรรมค่อนข้างมากอยู่ในช่วง 1.12-3.20 และ มีผลกับพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 คือบริเวณเกาะเมืองอันเป็นที่ตั้งของแหล่งโบราณสถานและแหล่งชุมชน โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 7.20-9.20 มิลลิกรัม/

ลูกบาศก์เมตร รวมถึงพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 คือบริเวณพระราชวังบางปะอิน มีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 1.32-1.52 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

การกระจายตัวของฝุ่นรวมมีผลต่อพื้นที่เกษตรกรรมค่อนข้างน้อยโดยอยู่ในช่วง 0.03-0.23 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และมีผลกับพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 คือบริเวณเกาะเมืองอันเป็นที่ตั้งของแหล่งโบราณสถานและแหล่งชุมชน โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 0.23-0.32 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานรวมถึงพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 คือบริเวณพระราชวังบางปะอิน มีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 0.53-0.58 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐาน

นอกจากนี้สามารถสรุปเป็นอัตราส่วนของความเข้มข้นของสารมลพิษระหว่างแหล่งรับกับแหล่งกำเนิดที่ใกล้เคียงได้ดังนี้ แหล่งรับที่ 1 คือ ตลาดเจ้าพรหม (เขตอนุรักษ์ที่ 1) มีแหล่งกำเนิดที่ใกล้เคียง คือ นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ และ แหล่งรับที่ 2 คือ พระราชวังบางปะอิน (เขตอนุรักษ์ที่ 2) มีแหล่งกำเนิดที่ใกล้เคียง คือ นิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้าดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของแหล่งรับกับความเข้มข้นของแหล่งกำเนิดจากการประมวลผลโดยแบบจำลอง ISCST3

แหล่งรับที่	SO ₂ mg/m ³		NO ₂ mg/m ³		CO mg/m ³		TSP mg/m ³	
	แหล่งรับ	แหล่งกำเนิด	แหล่งรับ	แหล่งกำเนิด	แหล่งรับ	แหล่งกำเนิด	แหล่งรับ	แหล่งกำเนิด
1.เขตอนุรักษ์ที่ 1	0.095	0.518	0.73	0.941	0.097	-	0.157	0.355
อัตราส่วน	0.183		0.776		-		0.442	
2.เขตอนุรักษ์ที่ 2	0.165	0.667	1.17	1.53	0.162	-	0.515	0.583
อัตราส่วน	0.247		0.765		-		0.883	

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นว่าอัตราส่วนของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่แหล่งรับกับความเข้มข้นบริเวณแหล่งกำเนิดที่ตลาดเจ้าพรหม มีค่าต่ำที่สุด นั่นหมายถึง ความเข้มข้นบริเวณแหล่งกำเนิดแตกต่างกับแหล่งรับ โดยความเข้มข้นบริเวณแหล่งกำเนิดสูงกว่าความเข้มข้นบริเวณแหล่งรับค่อนข้างมาก และอัตราส่วนของฝุ่นละอองรวมระหว่างแหล่งรับกับแหล่งกำเนิดที่พระราชวังบางปะอิน มีค่าสูงที่สุด นั่นหมายถึง ความเข้มข้นบริเวณแหล่งกำเนิดใกล้เคียงกับความเข้มข้นบริเวณแหล่งรับ

ส่วนอัตราส่วนของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่สามารถหาได้ เนื่องจาก แหล่งกำเนิดได้มาจากยานพาหนะ

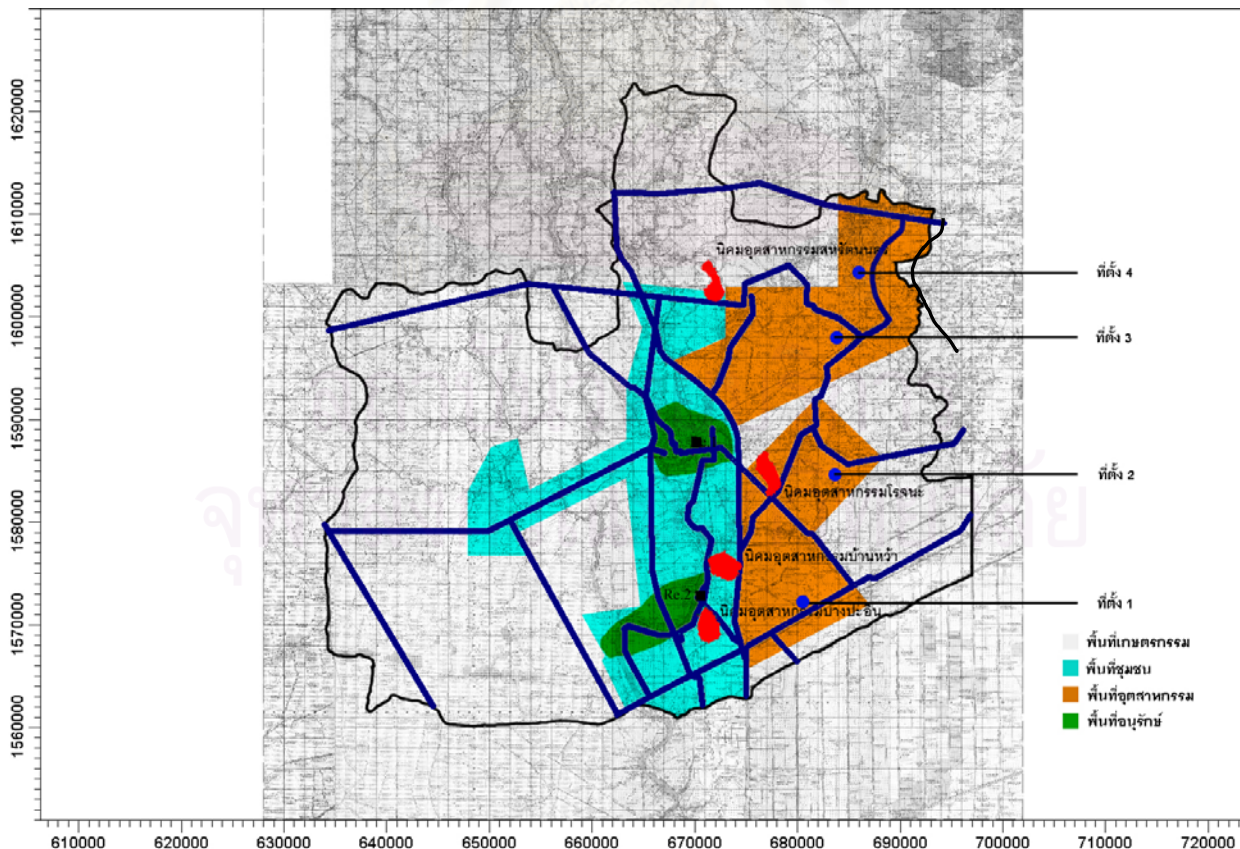
4.4 การศึกษาที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมเมื่อมีการขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรม และ อัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่สูงสุดที่จะไม่ทำให้คุณภาพอากาศเกินมาตรฐานที่กำหนด

เมื่อทำการศึกษากฎนิสภาวะเลวร้ายของการกระจายตัว และความเข้มข้นระดับพื้นดินของสารมลพิษโดยทำภายใต้เงื่อนไข คือ ใช้ลักษณะอุตุนิยมวิทยาที่เลวร้ายและใช้อัตราการระบายสูงสุดที่ยอมให้แต่ละนิคมอุตสาหกรรมปล่อยได้ จากนั้นกำหนดให้กรณีเหล่านี้เป็นกรณีตั้งต้น (base case) เพื่อที่จะศึกษาส่วนขยายของพื้นที่อุตสาหกรรม และอัตราการระบายสารมลพิษต่อหน่วยพื้นที่ ที่จะไม่ทำให้กรณีตั้งต้นมีผลกระทบต่อแหล่งรับต่างๆต่อไปในอนาคต

4.4.1 ศึกษาที่ตั้งที่เหมาะสมเมื่อมีการขยายตัวของอุตสาหกรรม

จากข้อมูลศักยภาพการใช้ที่ดินพบว่าบริเวณที่ควรมีการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมคือ บริเวณอำเภอวังน้อย อำเภอดุสิต อำเภอนครหลวง อำเภอภาชี และอำเภอท่าเรือ ดังรูปที่ 4.2

ดังนั้นการพิจารณาที่ตั้งจึงเลือกพื้นที่ตามศักยภาพการใช้ที่ดินประกอบกับทำเลที่ตั้งที่อยู่ติดถนนสายสำคัญเป็นหลัก ซึ่งพิจารณา 4 ที่ตั้ง มีพื้นที่ 1800 x 1800 ตารางเมตร เนื่องจากขนาดจากมีพื้นที่ใกล้เคียงกับนิคมอุตสาหกรรมทั้ง 4 ดังรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 ที่ตั้งที่จะทำการศึกษากการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมในอนาคต

4.4.2 ศึกษาอัตราการระเหยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

สารมลพิษที่ใช้ทดสอบคือก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เนื่องจากเป็นสารมลพิษที่สำคัญที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่เป็นอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่และกำหนดให้อัตราการระเหยคงที่ตลอดเวลาและการเลือกอัตราการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก็อิงตามนิคมอุตสาหกรรมดังต่อไปนี้

นิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า	อัตราการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์	5.00×10^{-5} g/s
สวนอุตสาหกรรมโรจนะ	อัตราการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์	2.57×10^{-5} g/s
นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร	อัตราการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์	1.95×10^{-5} g/s
นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน	อัตราการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์	1.75×10^{-5} g/s

ขั้นที่ 1 ใช้แบบจำลองประมวลผล โดยใช้ที่ตั้งที่ 1 และอัตราการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่น้อยที่สุดก่อน คือ 1.75×10^{-5} กรัมต่อวินาที เนื่องจากบริเวณนี้มีนิคมอุตสาหกรรมตั้งอยู่แล้วถึง 2 นิคม ซึ่งผลการทดลองในกรณีนี้ 2 พบว่าค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่อนข้างสูงอยู่แล้ว จึงค่อย ๆ เพิ่มอัตราการระเหยขึ้นเรื่อย ๆ พบเมื่อใช้อัตราการระเหย 2.75×10^{-5} กรัม/วินาที จะมีความเข้มข้นเกินกว่าที่ยอมรับได้ ผลการทดลองดังรูปที่ 4.38 ดังนั้นจึงพบว่าความเข้มข้นที่ยอมรับได้โดยไม่ทำให้มีผลกระทบมากไปกว่าเดิม อยู่ที่อัตราการระเหย 1.95×10^{-5} กรัม/วินาที ผลการทดลองดังรูปที่ 4.39

จากรูปที่ 4.39 พบว่าเมื่อมีการตั้งของนิคมอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ณ บริเวณที่ตั้งที่ 1 ในอัตราการระเหย 1.95×10^{-5} กรัม/วินาที จะทำให้ บริเวณที่ความเข้มข้น 0.20-0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตรขยายตัวมากขึ้นแต่ก็ไม่ทำให้เกิดมาตรฐานที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 2 ใช้แบบจำลองประมวลผล โดยใช้ที่ตั้งที่ 2 และอัตราการระเหยของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่น้อยที่สุดก่อน คือ 1.75×10^{-5} กรัมต่อวินาที ซึ่งบริเวณนี้มีนิคมอุตสาหกรรมโรจนะตั้งอยู่แล้วและ เนื่องจากผลการทดลองในกรณีนี้ 2 ซึ่งพบว่าค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่อนข้างสูงอยู่แล้วด้วย จากนั้นค่อย ๆ เพิ่มอัตราการระเหยขึ้นเรื่อย ๆ จนได้อัตราการระเหยที่เหมาะสม ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.40

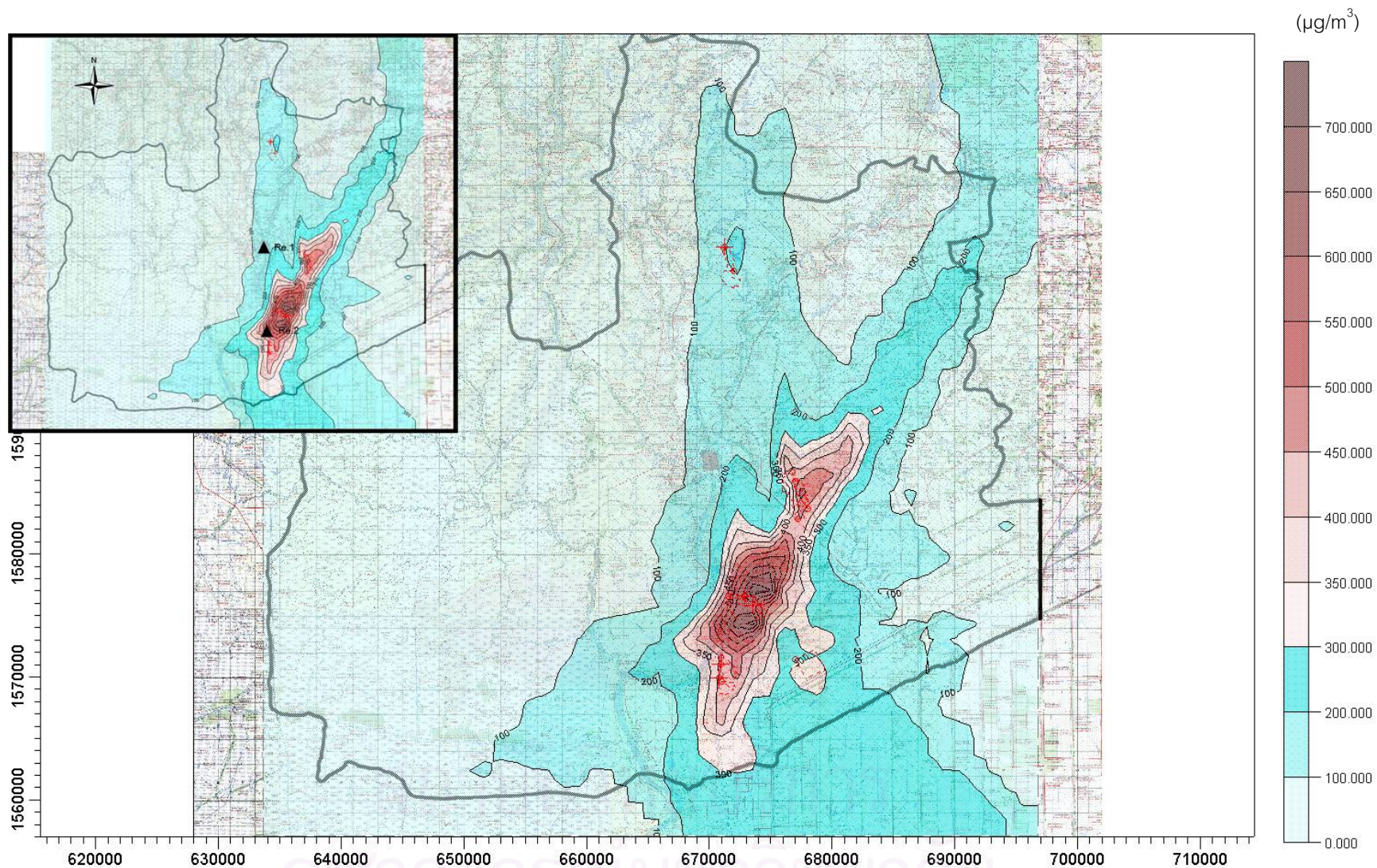
จากรูปที่ 4.40 พบว่าเมื่อมีการตั้งของนิคมอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ณ บริเวณที่ตั้งที่ 2 ในอัตราการระเหย 1.75×10^{-5} กรัม/วินาที จะทำให้บริเวณที่ความเข้มข้น 0.3 – 0.35 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ขยายตัวมากขึ้นซึ่งเป็นอันตรายเนื่องจากเป็นค่าที่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความเข้มข้นที่ยอมรับได้โดยไม่ทำให้มีผลกระทบมากไปกว่าเดิม ควรอยู่ที่อัตราการระเหยน้อยกว่า 1.75×10^{-5} กรัม/วินาที

ขั้นที่ 3 ใช้แบบจำลองประมวลผล โดยใช้ที่ตั้งที่ 3 และ โดยเริ่มจากอัตราการระบายของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มากที่สุดคือ 5×10^{-5} กรัมต่อวินาที ซึ่งได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.41 เนื่องจากบริเวณนี้อยู่ค่อนข้างห่างจากมีนนิคมอุตสาหกรรมอื่น ๆ จากนั้นค่อย ๆ ลดอัตราการระบายลงเรื่อย ๆ พบว่าความเข้มข้นที่ยอมรับได้โดยไม่ทำให้มีผลกระทบมากไปกว่าเดิม อยู่ที่อัตราการระบาย 2.75×10^{-5} กรัม/วินาที ผลการทดลองดังรูปที่ 4.42

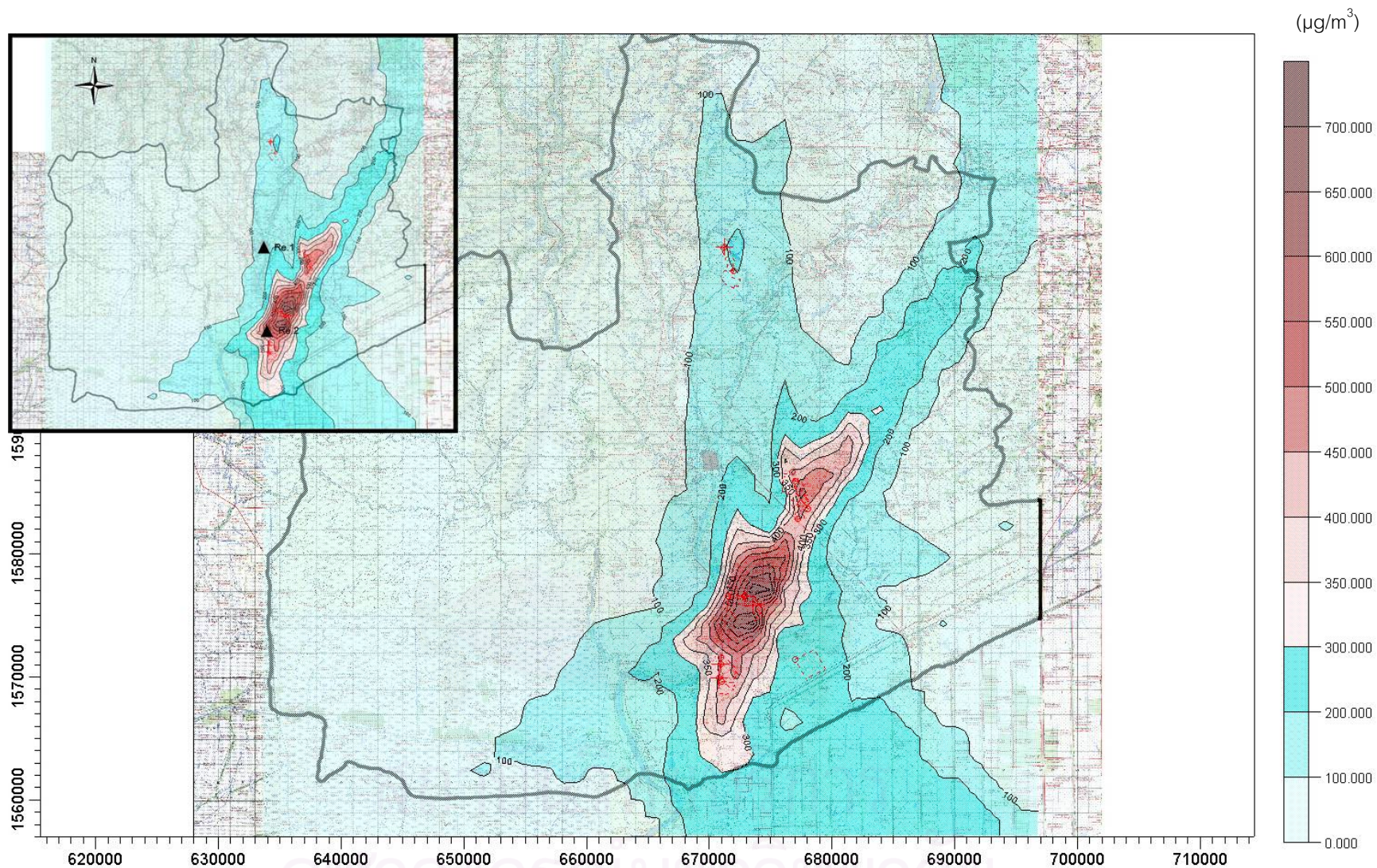
จากรูปที่ 4.42 พบว่าเมื่อมีการตั้งของนิคมอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ณ บริเวณที่ตั้งที่ 3 ในอัตราการระบาย 2.75×10^{-5} กรัม/วินาที ทำให้บริเวณความเข้มข้น 0.2 – 0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ขยายตัวมากขึ้นแต่ก็ไม่ทำให้เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 4 ใช้แบบจำลองประมวลผล โดยใช้ที่ตั้งที่ 4 และอัตราการระบายของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มากที่สุดคือ 5×10^{-5} กรัมต่อวินาที จากนั้นใช้อัตราการระบายเท่ากับ 2.57×10^{-5} กรัมต่อวินาที ซึ่งได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.43 เนื่องจากบริเวณนี้ไม่มีนิคมอุตสาหกรรมตั้งอยู่ จากนั้นค่อย ๆ ลดอัตราการระบายลงเรื่อย ๆ พบว่าความเข้มข้นที่ยอมรับได้โดยไม่ทำให้มีผลกระทบมากไปกว่าเดิม อยู่ที่อัตราการระบาย 1.95×10^{-5} กรัม/วินาที ผลการทดลองดังรูปที่ 4.44

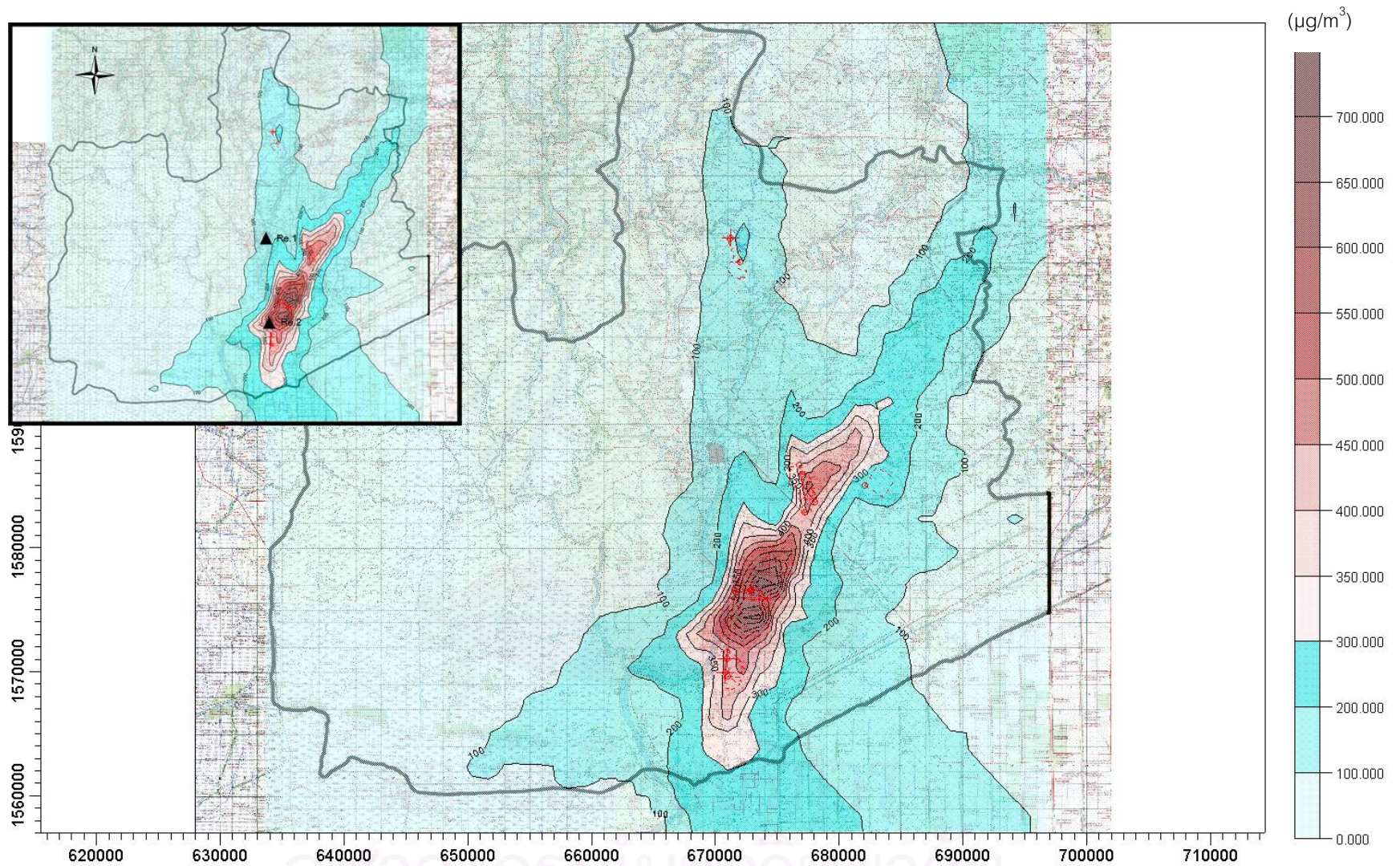
จากรูปที่ 4.44 พบว่าเมื่อมีการตั้งของนิคมอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ณ บริเวณที่ตั้งที่ 4 ในอัตราการระบาย 1.95×10^{-5} กรัม/วินาที ทำให้บริเวณความเข้มข้น 0.2-0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ขยายตัวมากขึ้นแต่ก็ไม่ทำให้เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้



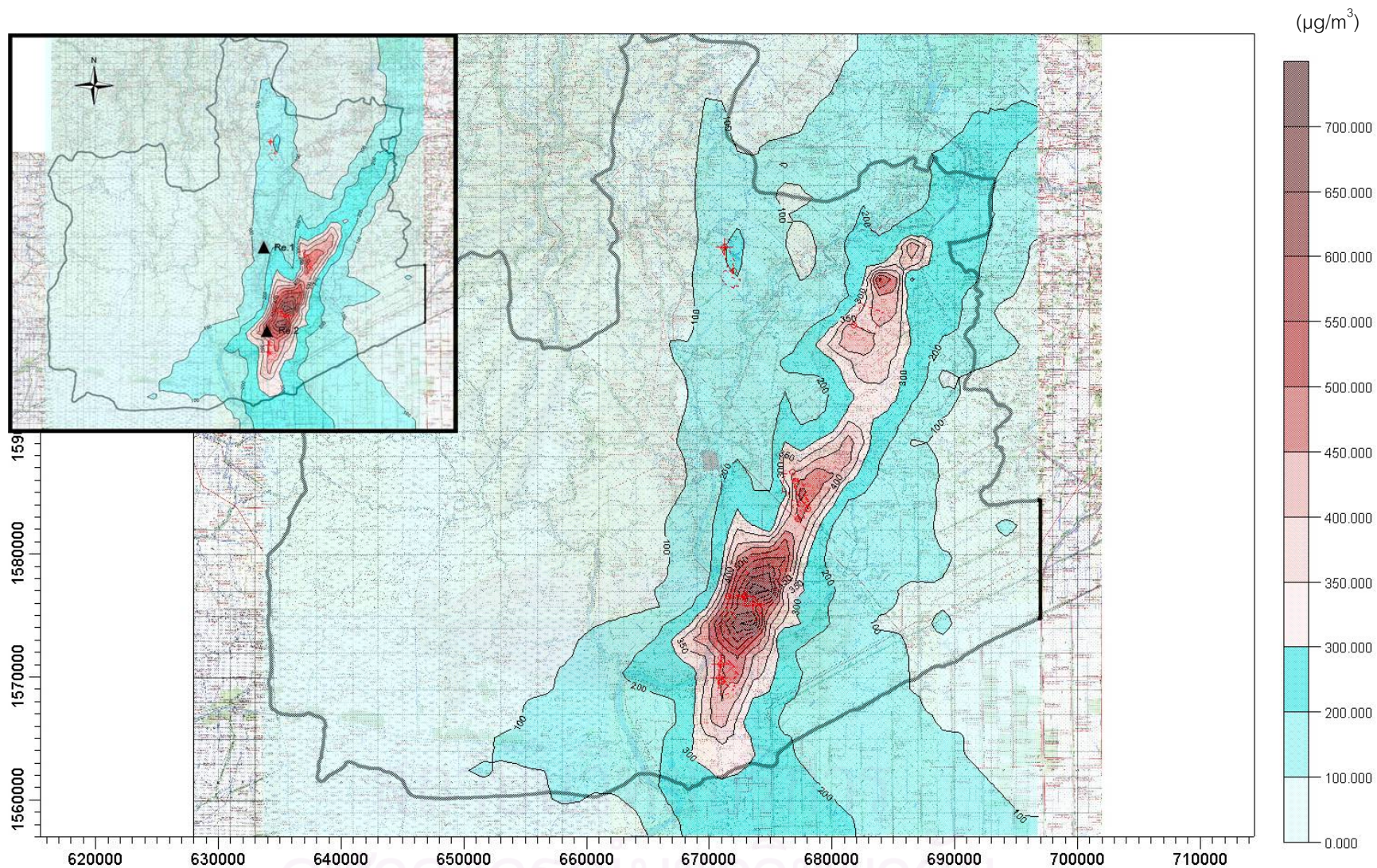
รูปที่ 4.38 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเมื่อดังแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 1 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 2.57×10^{-5} กรัม/วินาที



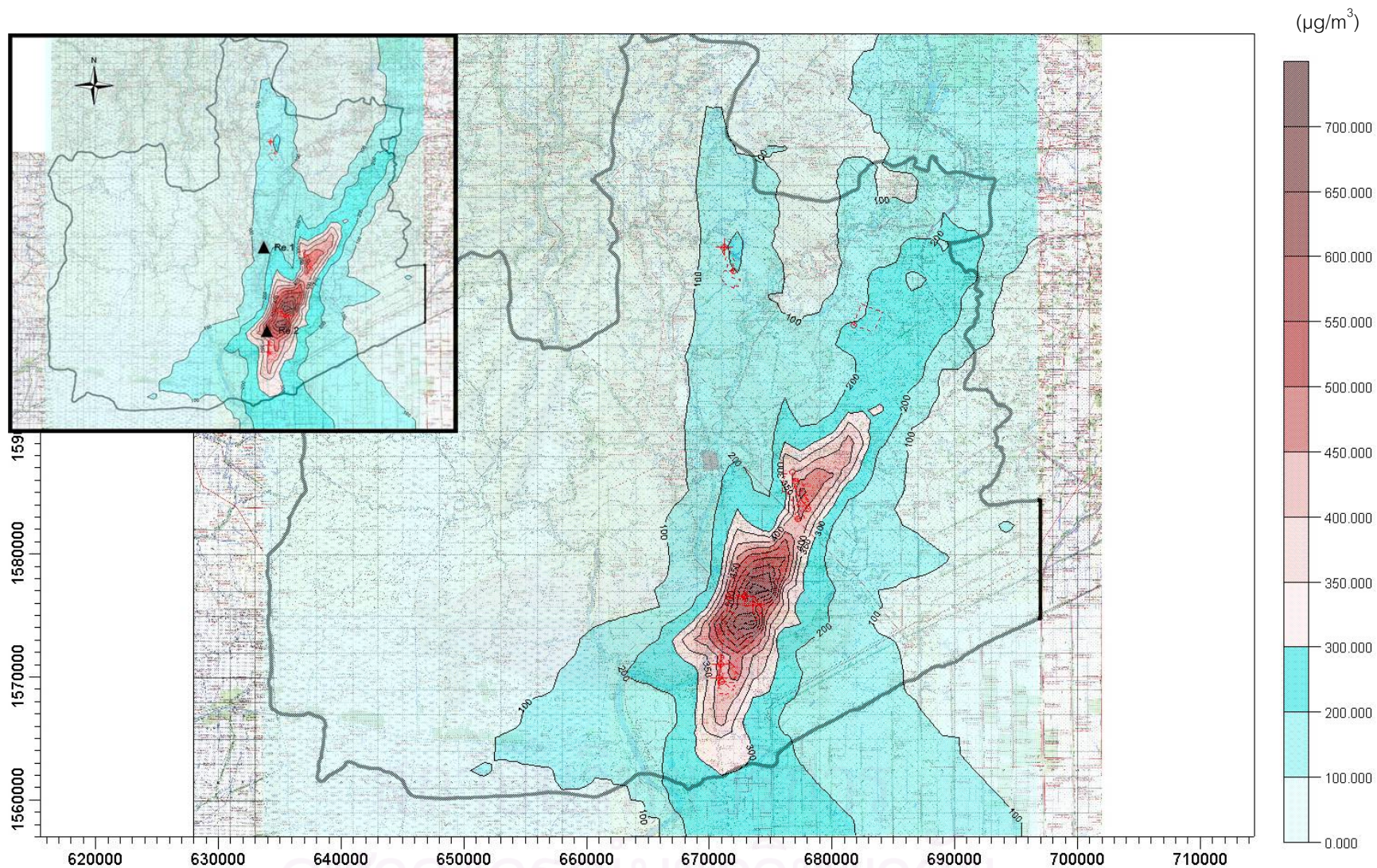
รูปที่ 4.39 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 1 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 1.95×10^{-5} กรัม/วินาที



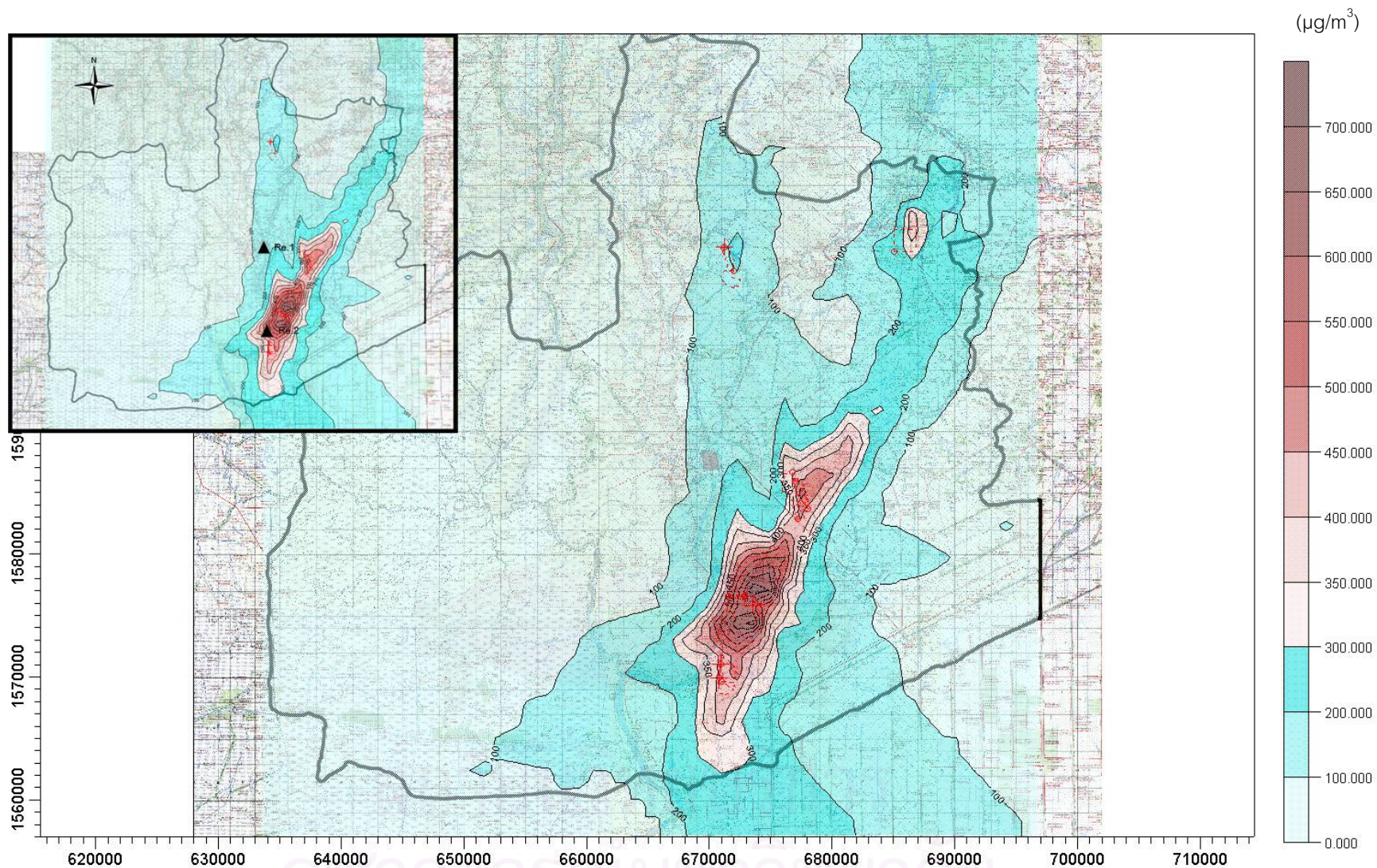
รูปที่ 4.40 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 2 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 1.75×10^{-5} กรัม/วินาที ก



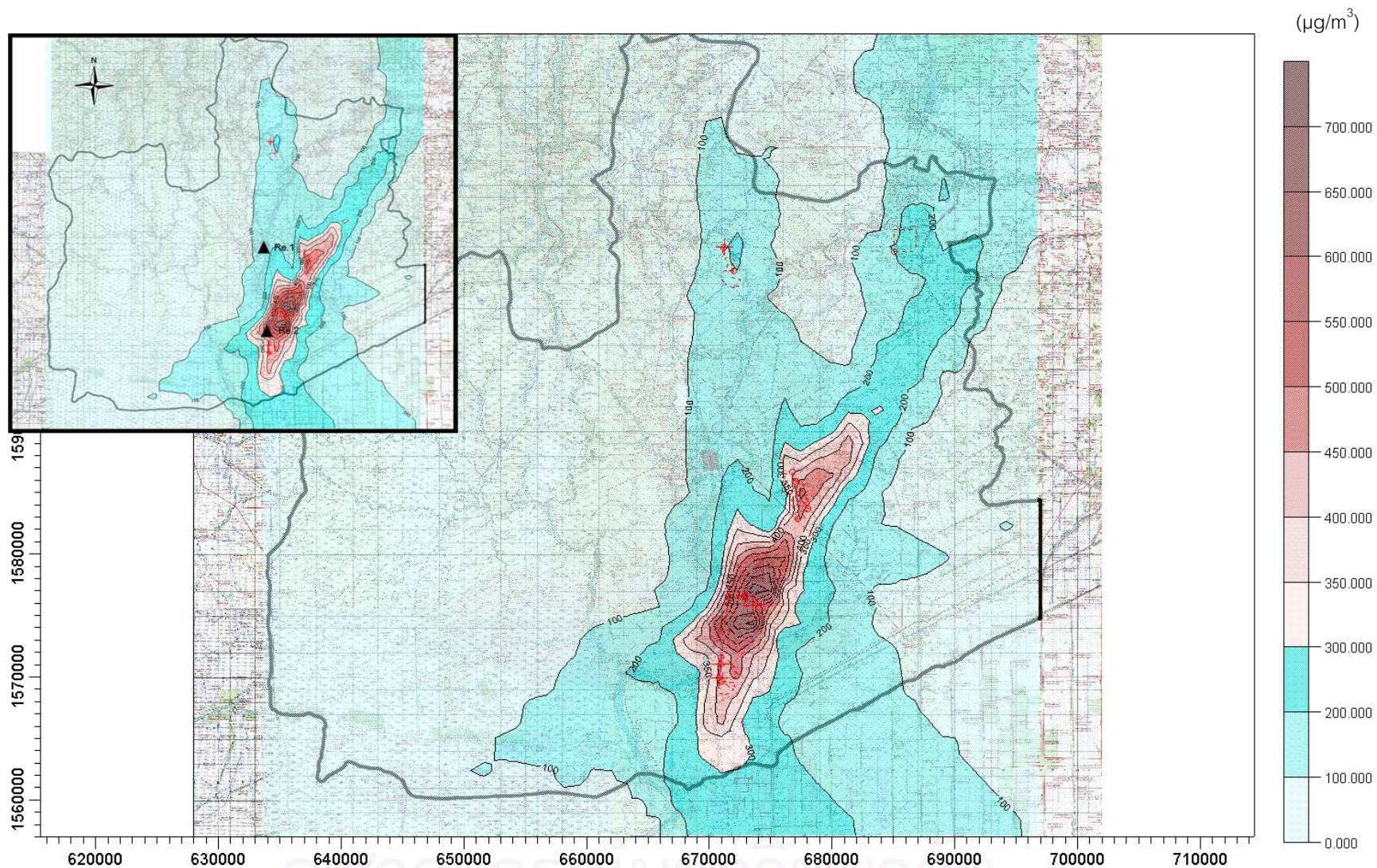
รูปที่ 4.41 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 3 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 5×10^{-5} กรัม/วินาที



รูปที่ 4.42 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 3 โดยมีอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 2.57×10^{-5} กรัม/วินาที



รูปที่ 4.43 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเมื่อดังแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 4 โดยอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 2.57×10^{-5} กรัม/วินาที



รูปที่ 4.44 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเมื่อดังแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่ 4 โดยอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 1.95×10^{-5} กรัม/วินาที

ดังนั้นอัตราการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดที่ยอมรับได้ว่าจะไม่ทำให้เกิดผลกระทบมากกว่าในสภาวะเลวร้าย ได้ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 สรุปลักษณะการระบายก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดของแหล่งอุตสาหกรรมตามที่ตั้งต่างๆ ที่ยอมรับได้ว่าจะไม่ทำให้เกิดผลกระทบมากกว่าในสภาวะเลวร้าย

ที่ตั้งที่	อัตราการระบายที่ยอมรับได้ g/s	ผลกระทบที่เกิดขึ้น
1	1.95×10^{-5}	ทำให้ช่วงความเข้มข้น 0.20-0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตรขยายตัวมากขึ้น
2	$< 1.75 \times 10^{-5}$	ทำให้พื้นที่อันตรายขยายตัวมากขึ้นถ้ามีอัตราการระบายที่ 1.75×10^{-5} g/s
3	2.75×10^{-5}	ทำให้ช่วงความเข้มข้น 0.20-0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตรขยายตัวมากขึ้นทำ
4	1.95×10^{-5}	ให้ช่วงความเข้มข้น 0.20-0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตรขยายตัวมากขึ้น

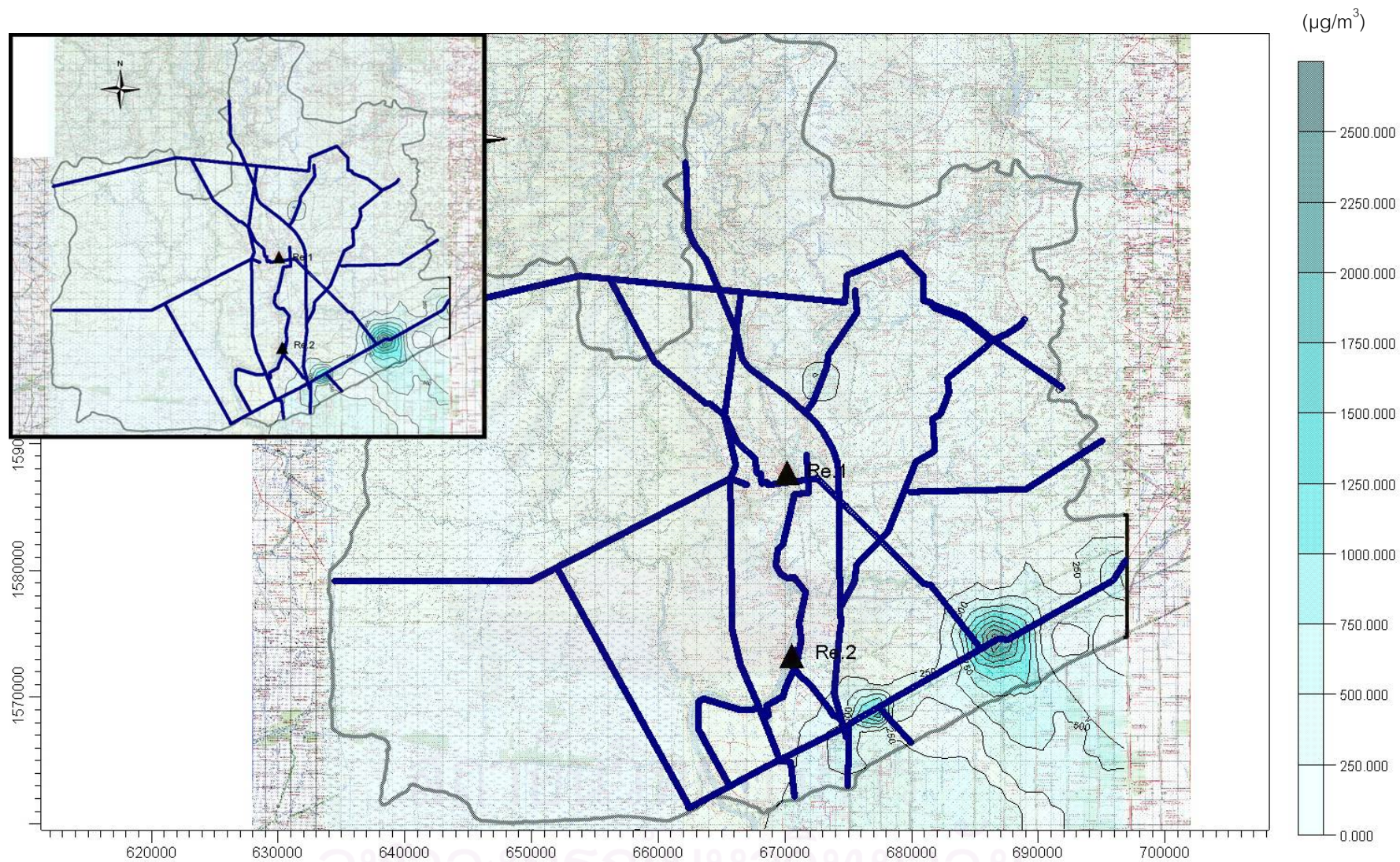
นั่นคือพื้นที่ที่อุตสาหกรรมสามารถขยายตัวได้ คือพื้นที่ที่ 1 บริเวณอำเภอวังน้อย พื้นที่ที่ 3 บริเวณอำเภอภาชี-นครหลวง และพื้นที่ที่ 4 บริเวณอำเภอท่าเรือ

แต่จากทิศทางการกระจายตัวและอัตราการระบายที่ยอมรับได้นั้นมีความเห็นว่าการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมควรจะมีการขยายตัวบริเวณพื้นที่ที่ 3 คือบริเวณอำเภอภาชี-นครหลวงมากที่สุดเนื่องจากสามารถระบายมลพิษได้มากกว่าในขณะที่ผลกระทบเท่ากันซึ่งคุ้มกับการลงทุนมากกว่า การเดินทางสะดวกและไม่เพิ่มความเสี่ยงค่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ให้กับทางหลวงหมายเลข 1 ถ้าตั้งในพื้นที่ที่ 1 และย่นระยะทางขนส่งเข้าสู่กรุงเทพมหานครมากกว่าตั้งในพื้นที่ที่ 4

4.4.3 ศึกษาอัตราการของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

ที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมที่เหมาะสมได้จากผลการทดลองในข้างต้น คือบริเวณอำเภอภาชี-นครหลวง (พื้นที่ที่ 3) และแหล่งกำเนิดของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จะใช้อัตราการระบายจากทางหลวงหมายเลข 308 ในปีที่มีอัตราการระบายสูงสุด เนื่องจากทางหลวงหมายเลข 308 เป็นถนนเพียงสายเดียวที่ผ่านนิคมอุตสาหกรรมบางปะอินและปริมาณรถส่วนใหญ่จะมาจากนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน เพราะถนนสายนี้ไม่ใช่ถนนสายหลักที่เป็นทางผ่านเข้าในตัวเมืองพระนครศรีอยุธยา และไม่มีแหล่งท่องเที่ยวใดตั้งอยู่ โดยมาเพิ่มจากสายที่มีอยู่เดิมเฉพาะบริเวณหน้าแหล่งอุตสาหกรรมที่หาได้มีทิศทางเข้าสู่กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาดังรูปที่ 4.45

จากรูปที่ 4.45 พบว่า อัตราการระบายคาร์บอนมอนอกไซด์จากปริมาณการจราจรแทบจะไม่มีผลกับการขยายตัวต่อการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.45 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในเมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในพื้นที่ 3 ซึ่งเพิ่มถนนเพื่อรองรับแหล่งอุตสาหกรรมในพื้นที่ 3

4.4.4 อัตราการระบายของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์

ที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมที่เหมาะสมได้จากผลการทดลองในข้างต้น คือบริเวณอำเภอภาชี-นครหลวง (พื้นที่ที่ 3) และแหล่งกำเนิดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ จะใช้อัตราการระบายจากทางหลวงหมายเลข 308 ในปีที่มีอัตราการระบายสูงสุด เนื่องจากทางหลวงหมายเลข 308 เป็นถนนเพียงสายเดียวที่ผ่านนิคมอุตสาหกรรมบางปะอินและปริมาณรถส่วนใหญ่น่าจะมาจากนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน เพราะถนนสายนี้ไม่ใช่ถนนสายหลักที่เป็นทางผ่านเข้าในตัวเมืองพระนครศรีอยุธยา และไม่มีแหล่งท่องเที่ยวใดตั้งอยู่ โดยมาเพิ่มจากสายที่มีอยู่เดิมเฉพาะบริเวณหน้าแหล่งอุตสาหกรรมที่หาได้มีทิศทางเข้าสู่กรุงเทพมหานคร และอัตราการระบายจากพื้นที่อุตสาหกรรมเดิมและพื้นที่ที่เพิ่มมาใหม่ คือบริเวณอำเภอภาชี-นครหลวง (พื้นที่ที่ 3) โดยคิดอัตราการระบายที่จะไม่ทำให้ความเข้มข้นที่มีอยู่แล้วในกรณีตั้งต้น (base case) เปลี่ยนแปลงไป โดยอัตราการระบายจากน้อยที่สุดคือ

นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร มีอัตราการระบายของไนโตรเจนไดออกไซด์ 3.00×10^{-6} g/s

สวนอุตสาหกรรมโรจนะ มีอัตราการระบายของไนโตรเจนไดออกไซด์ 9.11×10^{-6} g/s

นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน มีอัตราการระบายของไนโตรเจนไดออกไซด์ 1.45×10^{-5} g/s

นิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า มีอัตราการระบายของไนโตรเจนไดออกไซด์ 5.00×10^{-5} g/s

ผลการศึกษาพบว่า อัตราการระบายที่ไม่ทำให้ความเข้มข้นที่มีอยู่เดิมเปลี่ยนแปลงไป คืออัตราการระบายที่ 9.11×10^{-6} กรัม/วินาที ทิศทางการกระจายตัวและความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แสดงดังรูปที่ 4.46

4.4.5 อัตราการระบายของฝุ่นละอองรวม

ที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมที่เหมาะสมได้จากผลการทดลองในข้างต้น คือบริเวณอำเภอภาชี-นครหลวง (พื้นที่ที่ 3) และแหล่งกำเนิดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ จะใช้อัตราการระบายจากทางหลวงหมายเลข 308 ในปีที่มีอัตราการระบายสูงสุด โดยมาเพิ่มจากสายที่มีอยู่เดิมเฉพาะบริเวณหน้าแหล่งอุตสาหกรรมที่หาได้มีทิศทางเข้าสู่กรุงเทพมหานคร และอัตราการระบายจากพื้นที่อุตสาหกรรมเดิมและพื้นที่ที่เพิ่มมาใหม่ คือบริเวณอำเภอภาชี-นครหลวง (พื้นที่ที่ 3) โดยคิดอัตราการระบายที่จะไม่ทำให้ความเข้มข้นที่มีอยู่แล้วในกรณีตั้งต้น (base case) เปลี่ยนแปลงไป โดยเริ่มอัตราการระบายจากน้อยที่สุดคือ

สวนอุตสาหกรรมโรจนะ มีอัตราการระบายของฝุ่นรวม 1.38×10^{-5} g/s

นิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร มีอัตราการระบายของฝุ่นรวม 1.49×10^{-5} g/s

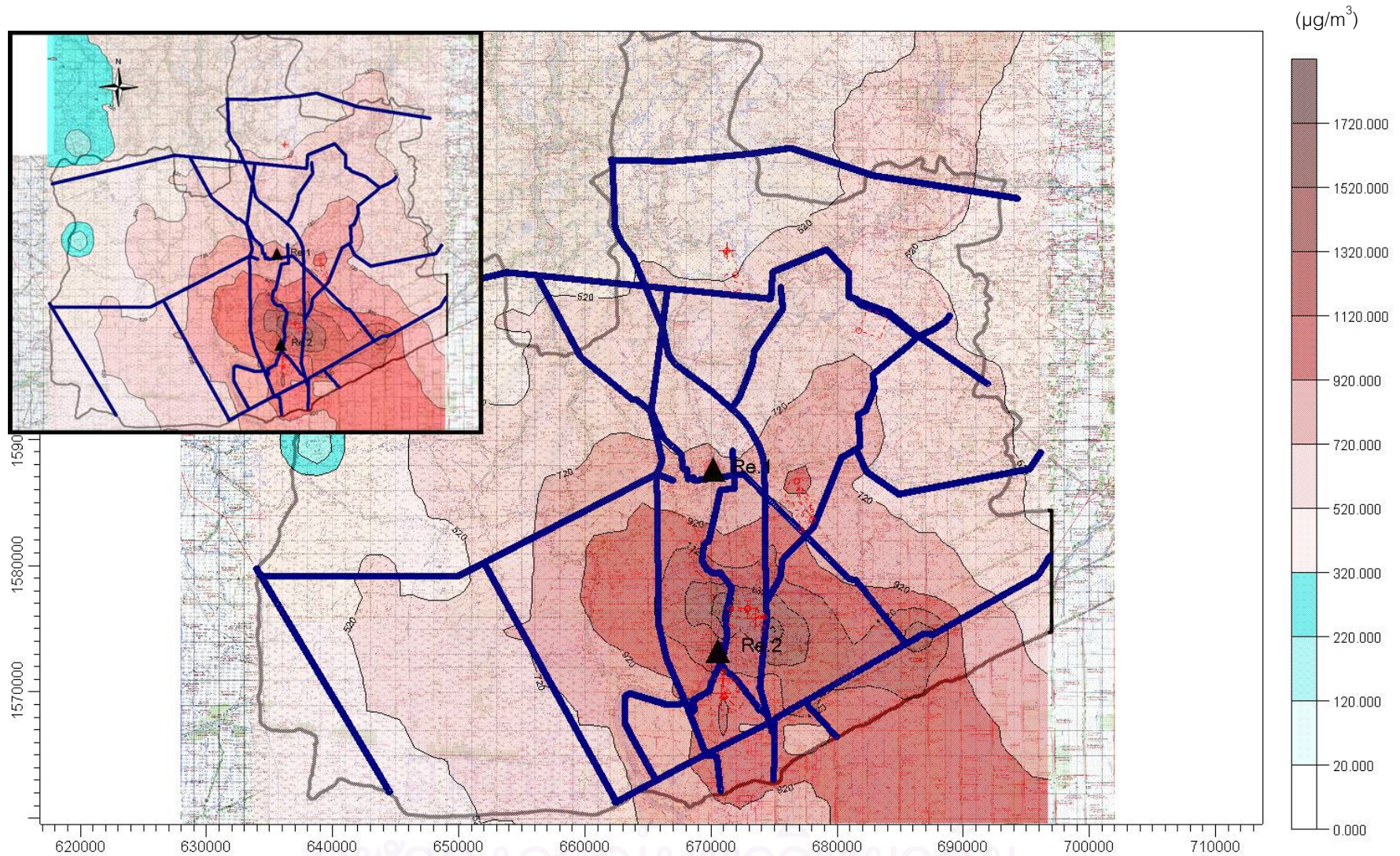
นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน มีอัตราการระบายของฝุ่นรวม 1.81×10^{-5} g/s

นิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า มีอัตราการระบายของฝุ่นรวม 5.0×10^{-5} g/s

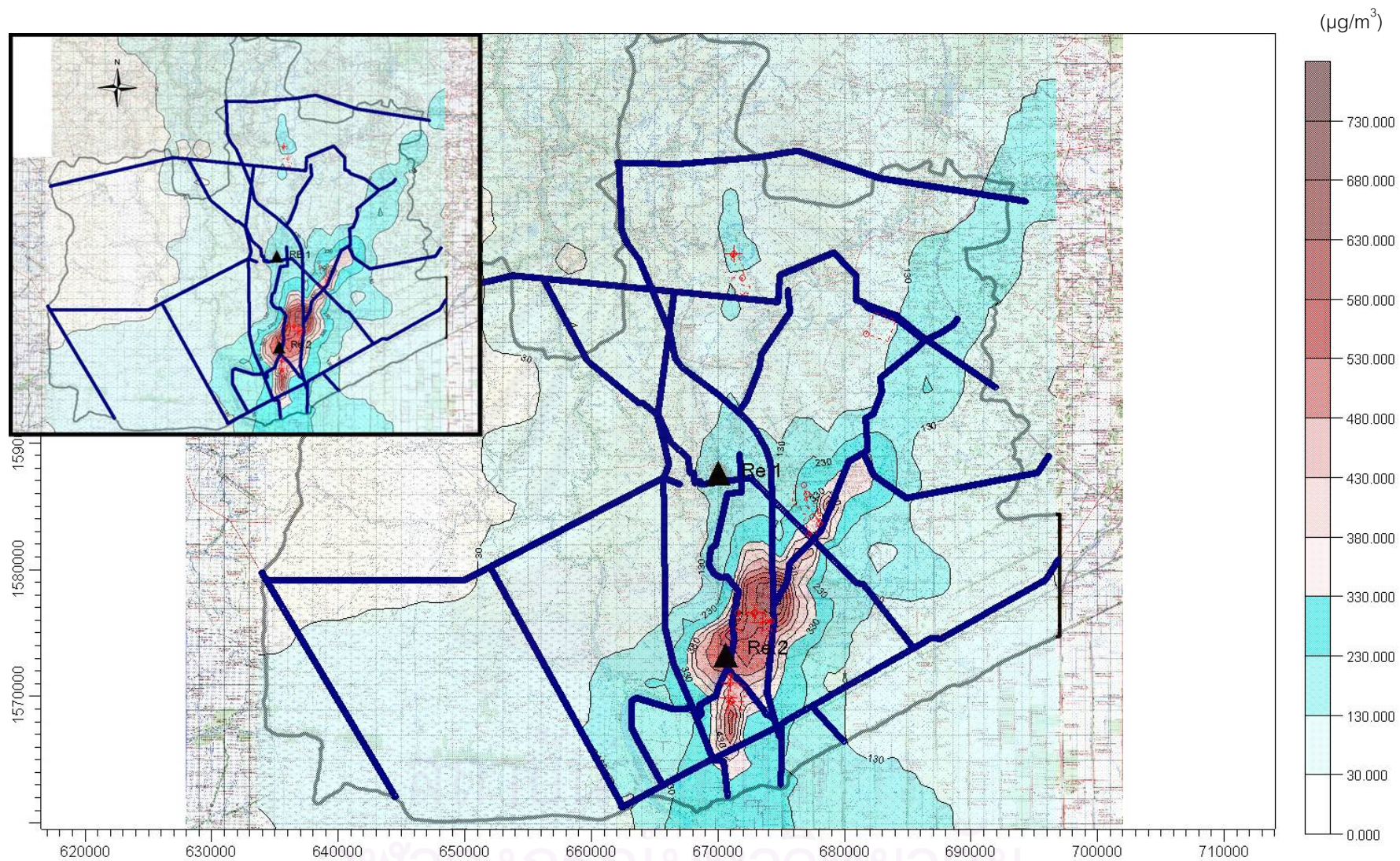
ผลการศึกษาพบว่า อัตราการระบายนี้อาจไม่ทำให้ความเข้มข้นที่มีอยู่เดิมเปลี่ยนแปลงไป คืออัตราการระบายนี้อยู่ที่ 1.81×10^{-6} กรัม/วินาที ทิศทางการกระจายตัวและความเข้มข้นของฝุ่นรวมแสดงดังรูปที่ 4.47



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.46 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในเมื่อดังแหล่งอุตสาหกรรมในพื้นที่ที่ 3 โดยอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 9.11×10^{-6} กรัม/วินาที เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากนิคมอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.47 ความเข้มข้นระดับพื้นดินและทิศทางการกระจายตัวของฝุ่นละอองรวมในเมื่อตั้งแหล่งอุตสาหกรรมในพื้นที่ที่ 3 โดยอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่ 1.81×10^{-6} กรัม/วินาที เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจากนิคมอุตสาหกรรม

4.5 แนวทางการจัดการมลพิษทางอากาศเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมในจังหวัด พระนครศรีอยุธยา

จังหวัดพระนครศรีอยุธยามีศักยภาพเป็นเมืองเกษตรกรรม นอกจากนี้ยังมีสถานที่ท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ที่สำคัญแต่เนื่องจากแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ ส่งผลให้การลงทุนด้านอุตสาหกรรมและพื้นที่อุตสาหกรรมในจังหวัดมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นเมื่อมีการพัฒนาอุตสาหกรรมเกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องมีแผนการจัดการที่ดีที่จะไม่ทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรและสภาพแวดล้อม

แต่การพัฒนาอุตสาหกรรมช่วงแรกในอดีต จะเห็นได้ชัดว่าไม่มีการจัดการที่ดีพอ ไม่ว่าจะเป็นในแง่การใช้ที่ดินการวางผังเมือง การออกกฎหมายควบคุม หรือการจราจรที่เพิ่มมากขึ้นตามจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม จึงทำให้ปัจจุบันจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเกิดปัญหาขึ้นมากมาย เช่น การสูญเสียพื้นที่เกษตรกรรม การใช้ที่ดินแบบขาดระเบียบ ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกระจุกกระจายไปทั่วในพื้นที่เกษตรกรรมโดยมีแนวโน้มคาดว่าพื้นที่เกษตรกรรมจะลดลงเรื่อย ๆ ในขณะที่พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมจะเพิ่มขึ้น

แน่นอนว่าเมื่อมีการพัฒนาอุตสาหกรรมย่อมส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา เช่นเดียวกับปัญหามลพิษทางอากาศ โดยในขณะนี้พบสารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และฝุ่นละอองในบรรยากาศ ในบริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมและริมทางหลวงสายสำคัญ ซึ่งปัญหามลพิษทางอากาศส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งสิ้น ดังนั้นการจัดการมลพิษทางอากาศจึงมุ่งเน้นไปยังการควบคุมกิจกรรมของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่

4.5.1 การวิเคราะห์หาสภาพของคุณภาพอากาศในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งได้ดำเนินการระหว่างวันที่ 23 – 30 ธันวาคม 2546 และระหว่างวันที่ 3 – 10 กุมภาพันธ์ 2547 ทำการตรวจวัด 2 จุด คือ บริเวณเขตอนุรักษ์ที่ 1 และเขตอนุรักษ์ที่ 2 พบว่าค่าความเข้มข้นของสารมลพิษอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

ผลการประมวลผลโดยแบบจำลอง ISCST3 ภายใต้เงื่อนไข ลักษณะอุตุนิยมวิทยาที่เลวร้ายและอัตราการระบายสูงสุดที่ยอมให้แต่ละนิคมอุตสาหกรรมปล่อยได้ เพื่อศึกษาการกระจายตัวของสารมลพิษต่างๆ ปรากฏว่า บริเวณเขตอนุรักษ์ที่ 2 มีค่าความเข้มข้นของสารมลพิษระดับพื้นดิน สูงกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

4.5.2 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากมลพิษทางอากาศในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปัญหาที่เกิดขึ้นจากมลพิษทางอากาศในจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีดังนี้

4.5.2.1 อากาศสกปรกเพิ่มมากขึ้น

4.5.2.2 มีการปนเปื้อนของสารมลพิษในบรรยากาศ คือ SO₂ NO₂ CO และฝุ่นละออง

4.5.2.3 โบราณสถาน โบราณวัตถุ เกิดความชำรุดทรุดโทรม

4.5.3 สาเหตุที่เกิดจากมลพิษทางอากาศในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

การวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาน่าจะมาจาก

4.5.3.1 โรงงานอุตสาหกรรมไม่ได้คำนึงถึงกรณีที่มีการปล่อยสารมลพิษในอัตราสูงสุดจากทุกโรงงานพร้อมกัน (Worst Case Condition : ในช่วงลักษณะอุตุนิยมวิทยาที่เลวร้าย) และในการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมใหม่แต่ละครั้งก็ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นในภาพรวม

4.5.3.2 ไม่มีสถานีตรวจวัดลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาในบริเวณที่ใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิด ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าเกิดลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาที่เอื้อให้เกิดการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศในวงกว้างและมีความเข้มข้นในปริมาณสูงหรือไม่

4.5.3.3 ลักษณะการกระจายตัวของอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างไม่มีระเบียบเนื่องจากไม่มีการจัดผังเมืองที่เหมาะสม และการใช้ที่ดินโดยไม่คำนึงถึงศักยภาพ ทำให้พื้นที่อุตสาหกรรมรุกล้ำเข้าไปในพื้นที่เกษตรกรรมและชลประทาน รวมถึงในพื้นที่ชุมชน ตัวอย่างเช่น ในอำเภอบางปะอิน เห็นได้ชัดว่ามีความหลากหลายของการใช้พื้นที่สูงมาก มีนิคมอุตสาหกรรมตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณสถานที่ท่องเที่ยวและโบราณสถาน ได้แก่ พระราชวังบางปะอิน นอกจากนั้นบริเวณโดยรอบก็เป็นพื้นที่เกษตรกรรมทั้งสิ้น

4.5.3.4 ที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมบางแห่งมีระยะห่างที่น้อยเกินไป ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศเสริมฤทธิ์กัน ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้พบว่า นิคมอุตสาหกรรมบางปะอินและนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้ามีระยะห่างประมาณ 2.5 กิโลเมตร เมื่อมีอัตราการระบายสูงสุดจะทำให้ความเข้มข้นของสารมลพิษในระดับพื้นดินในบริเวณดังกล่าว มีค่าสูงกว่าในกรณีของนิคมอุตสาหกรรมสหรัตนนคร ที่อยู่ไกลออกไปประมาณ 17 กิโลเมตร จากสวนอุตสาหกรรมโรจนะ

4.5.3.5 โรงงานอุตสาหกรรมโดยส่วนมากยังไม่มียุทธศาสตร์ควบคุมมลพิษที่มีประสิทธิภาพ และการกวดขันควบคุมการระบายอากาศเสียไม่ได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

4.5.4 การสร้างมาตรฐานการควบคุมปัญหาและสาเหตุ

4.5.4.1 กำหนดศักยภาพของพื้นที่ เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม อาจจะคำนึงในแง่กายภาพ เช่น มีความสะดวกในการคมนาคม มีความพร้อมในด้านแหล่งน้ำ คุณภาพดินไม่มีความเหมาะสมในการทำเกษตร ซึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้แก่ พื้นที่ใน อำเภอ อุทัย นครหลวง ภาชี ท่าเรือ วังน้อย (ทางทิศตะวันออกของจังหวัด) รวมพื้นที่ 270 ตารางกิโลเมตร

4.5.4.2 าศักยภาพในการรองรับการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม โดยการกำหนดจำนวนของโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อไม่ให้มีจำนวนมากเกินศักยภาพของพื้นที่ และต้องเพียงพอต่อการรองรับการขยายตัวของอุตสาหกรรมที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต

4.5.4.3 กำหนดระยะห่างระหว่างแหล่งอุตสาหกรรมให้เหมาะสม โดยให้มีระยะห่างประมาณ 5 – 10 กิโลเมตร เพื่อไม่ให้เกิดการเสริมฤทธิ์กันระหว่างความเข้มข้นของแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรม ดังที่เห็นได้จากนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้าและนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน

4.5.4.4 กำหนดตำแหน่งที่ตั้ง โดยคำนึงถึงลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา และสิ่งแวดล้อมโดยรอบ ซึ่งในการศึกษาคั้งนี้ที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมที่เหมาะสมที่อยู่ในศักยภาพการใช้ที่ดินควรจะอยู่ที่ อำเภอวังน้อยติดกับทางหลวงหมายเลข 1 อำเภอภาชี-นครหลวง และอำเภอท่าเรือตามผลการศึกษาในข้างต้น ซึ่งจุดที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถรองรับมลพิษได้มากที่สุด คือ อำเภอภาชี-นครหลวง

4.5.4.5 กำหนดอัตราการระบายสารมลพิษสูงสุดของแต่ละแหล่งอุตสาหกรรมที่เหมาะสม ที่จะไม่ทำให้แหล่งรับ อันได้แก่ แหล่งชุมชน แหล่งเกษตรกรรม และแหล่งท่องเที่ยวได้รับผลกระทบในกรณีที่ประมวผลโดยคำนึงถึงอัตราการปล่อยจากแหล่งอุตสาหกรรมอื่นๆในจังหวัดด้วย

4.5.4.6 มีการเก็บข้อมูลและติดตามตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ โดยมาตรการสำหรับอุตสาหกรรมจังหวัดในการเฝ้าระวังและตรวจสอบใบอนุญาตจัดตั้งและประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมให้ละเอียดรอบคอบ เพื่อให้มั่นใจว่าโรงงานอุตสาหกรรมมีมาตรการที่ดีเพียงพอในการควบคุมมลพิษทางอากาศ และได้มีการปฏิบัติตามมาตรการดังกล่าวอย่างครบถ้วน โดยให้ท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการเฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบ รวมถึงการเก็บรวบรวมข้อมูล แหล่งที่มาตลอดจนผลกระทบของมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาล โดยประสานงานกับสำนักสาธารณสุขจังหวัด สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

4.5.5 การจัดการมลพิษทางอากาศแบบผสมผสาน

จุดมุ่งหมายของการจัดการมลพิษทางอากาศของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือเพื่อการรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรม ดังนั้นการจัดการมลพิษทางอากาศไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้ ถ้าขาดการจัดการร่วมกับการจัดการอุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่งและการใช้ที่ดิน

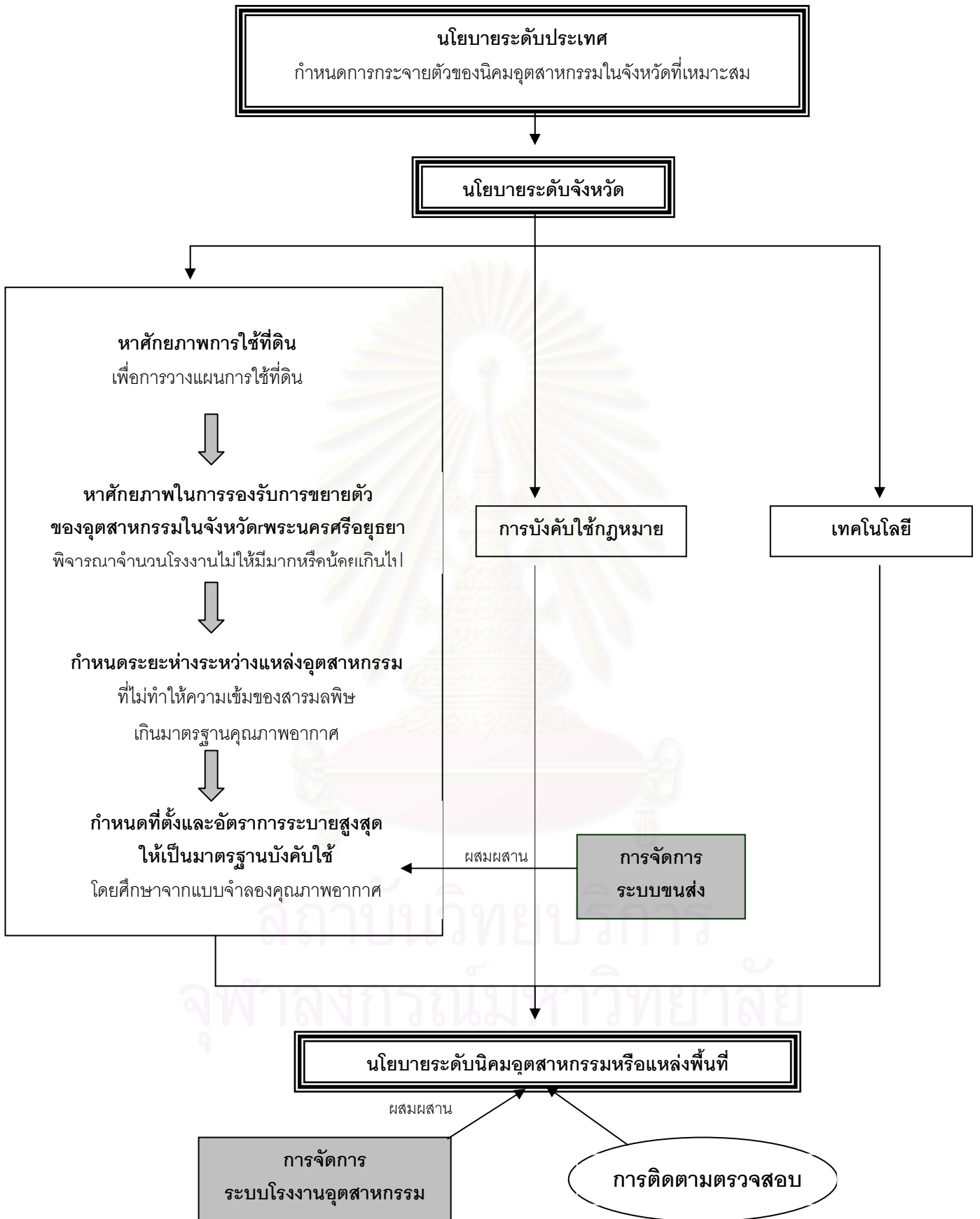
เพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในการพัฒนาอุตสาหกรรม จึงต้องคำนึงถึงความสมดุลของการพัฒนา และการอนุรักษ์พื้นที่เกษตรและสภาพแวดล้อม ดังนั้นเพื่อให้เกิดการพัฒนาในอนาคตที่มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และไม่ทำให้คุณภาพอากาศเปลี่ยนแปลง ต้องมีการประสานการพัฒนาอุตสาหกรรมระหว่างสภาพทางกายภาพ เศรษฐกิจ โครงสร้างพื้นฐาน สภาพแวดล้อม และตลอดจนการใช้ที่ดินที่เหมาะสม รวมทั้งการจัดรูปแบบโครงข่ายคมนาคม เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณการจราจรได้โดยไม่มีปัญหา ลดปัญหาความขัดแย้งและทำให้ประชากรมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ดังนั้นจึงนำเสนอการจัดการแบบผสมผสาน คือการจัดการมลพิษทางอากาศร่วมกับการจัดการอุตสาหกรรม การจัดการการใช้ที่ดินและการจัดการระบบขนส่งดังนี้

4.5.5.1 กำหนดการใช้ที่ดินเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม โดยการหาพื้นที่ที่ให้ผลตอบแทนทางด้านเกษตรต่ำ และพื้นที่ที่ไม่มีผลต่อการกระจายตัวของมลพิษไปสู่แหล่งรับ ทำให้มีผลกระทบมาพัฒนา โดยมีนโยบายในการกำหนดพื้นที่ให้แน่นอน และชัดเจน เพื่อประกาศเป็นนโยบายให้ประชาชนทราบว่า พื้นที่ส่วนไหนบ้างที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นย่านอุตสาหกรรมได้บ้าง ซึ่งจุดที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถรองรับมลพิษได้มากที่สุด คือ อำเภอภาชี-นครหลวง

4.5.5.2 กำหนดการติดตั้งเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและตรวจสภาพตลอดเวลา มีระบบกำจัดมลพิษทางอากาศ โดยระบบโรงงานต้องพร้อมและมีประสิทธิภาพก่อนแปรสภาพวัตถุดิบ เมื่อแปรสภาพวัตถุดิบแล้วต้องกำจัดหรือบำบัดมลพิษนั้นก่อนปล่อยสู่สาธารณะ

4.5.5.3 ถนนของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาต้องรองรับปริมาณการจราจร ซึ่งมาจากภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับปรุงและขยายผิวจราจร เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณจราจร และจะต้องพัฒนาโครงข่ายคมนาคมด้านตะวันออกและตะวันตกของจังหวัด ในแนวเหนือใต้ เพื่อแบ่งเบาปริมาณการจราจรในถนนสายหลัก

เพื่อให้เห็นภาพรวมที่ชัดเจนจึงแสดงเป็นแผนภาพดังรูปที่ 4.48



รูปที่ 4.48 แนวทางการจัดการมลพิษทางอากาศแบบผสมผสาน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และฝุ่นละออง ระหว่างแหล่งกำเนิดคือ นิคมอุตสาหกรรม และยานพาหนะ และแหล่งรับ ซึ่งได้แก่ แหล่งเกษตรกรรม แหล่งชุมชนและแหล่งโบราณสถาน เมื่อมีการขยายตัวของอุตสาหกรรม และหาพื้นที่กับอัตราการระบายสารมลพิษที่เหมาะสมในการขยายตัวนั้น โดยสามารถสรุปการศึกษาได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษาอัตราการฟุ้งกระจาย ทิศทางการฟุ้งกระจาย และประเมินความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ที่แพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดโรงงานอุตสาหกรรม ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST33

จากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เมื่อนำมาประมวลผลกับแบบจำลองทางอุตุนิยมวิทยา RAMMET พบว่า ทิศทางลมในช่วง 5 ปี คือปี 2540-2544 จะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ส่วนใหญ่ลมจะพัดมาจากทางทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีความเร็วลมเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วง 5 ปี พบว่าทิศทางลมจะมาทางทิศใต้เป็นส่วนใหญ่ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ก็จะมีทิศทางลมไปในทางเดียวกัน คือ ลมจะพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือและจากการเปรียบเทียบลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วง 5 ปีดังกล่าว พบว่า ส่วนใหญ่ความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีความเร็วมากกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีลักษณะดังนี้คือ ช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีทิศทางลมพัดมาจากทิศใต้ ซึ่งมีความเร็วลมเฉลี่ยสูงกว่าลมที่พัดมาในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละช่วงลมมรสุมมีค่าใกล้เคียงกันแต่อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะสูงกว่าเล็กน้อย และระดับความเสถียรของบรรยากาศก็มีค่าใกล้เคียงกันแต่ระดับความเสถียรในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีความเสถียรมากกว่า

การศึกษากการแพร่กระจายของสารมลพิษในช่วงเวลา 1 ปี ซึ่งในที่นี่จะใช้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นตัวแทนสารมลพิษ เนื่องจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นสารมลพิษที่สำคัญ

ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดที่เป็นอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการศึกษาการทำนายความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง เมื่อเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในแบบจำลองที่ได้รวบรวมมา 5 ปี ตั้งแต่ปี 2540-2544 เป็นดังนี้การกระจายตัวของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีผลน้อยมากในพื้นที่เกษตรกรรม แต่มีผลกับพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 คือบริเวณเกาะเมืองอันเป็นที่ตั้งของแหล่งโบราณสถานและแหล่งชุมชน โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 0.1-0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 คือบริเวณพระราชวังบางปะอิน โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 0.3-0.55 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่ความเข้มข้นสูงสุดในบริเวณนั้นด้วย และจะเห็นได้ว่าบริเวณที่ความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินค่ามาตรฐานมีวงกว้างแตกต่างกัน ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือของปี 2540 มีการกระจายตัวเป็นวงกว้างที่สุด โดยมีความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุด จึงกำหนดให้ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือของปี 2540 เป็นสภาวะเลวร้ายที่สุด (Worse case) ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

เมื่อศึกษาสภาวะเลวร้ายเมื่อมีอัตราการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงสุด สามารถสรุปได้ว่า ความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในสภาวะบรรยากาศเลวร้ายมีค่า 2.52 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เกิดขึ้นที่ตำแหน่ง 676900,1568900 ซึ่งอยู่ในบริเวณทางหลวงหมายเลข 1 ตัดกับทางหลวงหมายเลข 32 แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นระดับพื้นดินก็ยังมีค่าไม่เกินมาตรฐาน (ค่ามาตรฐานเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 34.2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) แม้จะเกิดขึ้นในสภาวะบรรยากาศเลวร้ายและมีอัตราการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์สูงที่สุดก็ตาม ซึ่งต้องคำนึงว่าแหล่งกำเนิดที่กล่าวถึงนั้นเป็นเพียงแค่นิคมอุตสาหกรรมและยังมีเตาเผาที่มีประสิทธิภาพและแหล่งกำเนิดที่มาจากยานพาหนะจากถนนสายสำคัญเท่านั้น เมื่อนำมาเชื่อมโยงกับศักยภาพการใช้ที่ดิน พบว่าการกระจายตัวของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีผลน้อยมากในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 คือบริเวณเกาะเมืองอันเป็นที่ตั้งของแหล่งโบราณสถานและแหล่งชุมชน และพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 0-0.25 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

เมื่อศึกษาสภาวะเลวร้ายเมื่อมีอัตราการระบายของไนโตรเจนไดออกไซด์สูงสุด สามารถสรุปได้ว่า ความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในสภาวะบรรยากาศเลวร้ายมีค่า 1.78 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เกิดขึ้นที่ตำแหน่ง 674900,1574900 ซึ่งอยู่ในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว่า ซึ่งสถานการณ์โดยรวมค่อนข้างอันตรายเพราะพื้นที่ทั้งจังหวัดมีค่าเกินมาตรฐานทั้งสิ้น (มาตรฐานเฉลี่ย 1 ชั่วโมง 0.32 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ถึงแม้ว่ายิ่งไกลออกไปจะเจือจางขึ้นก็ตามนอกจากนั้นยังพบว่าแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะนั้นแทบจะไม่มีผลต่อความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์เลย เพราะฉะนั้นแหล่งกำเนิดไนโตรเจนไดออกไซด์ที่สำคัญจึงเป็นแหล่งกำเนิดจากนิคมอุตสาหกรรมทั้งสิ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมการปลดปล่อย

ไนโตรเจนไดออกไซด์อย่างเข้มข้นและที่สำคัญคือการศึกษาครั้งนี้ พิจารณาแหล่งกำเนิดเพียง 4 นิคมอุตสาหกรรมเท่านั้น ยังไม่รวมโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่กระจายตัวอยู่นอกนิคมอุตสาหกรรมอีกจำนวนมาก และเมื่อนำมาเชื่อมโยงกับศักยภาพการใช้ที่ดิน พบว่าการกระจายตัวของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีผลต่อพื้นที่เกษตรกรรมค่อนข้างมากอยู่ในช่วง 1.12-3.20 และมีผลกับพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 คือบริเวณเกาะเมืองอันเป็นที่ตั้งของแหล่งโบราณสถานและแหล่งชุมชน โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 7.20-9.20 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร รวมถึงพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 คือบริเวณพระราชวังบางปะอิน โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 1.32-1.52 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

เมื่อศึกษาสภาวะเลวร้ายเมื่อมีอัตราการระบายของฝุ่นรวมสูงสุดสามารถสรุปได้ว่า ความเข้มข้นสูงสุดของฝุ่นรวมในสภาวะบรรยากาศเลวร้ายมีค่า 0.79 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เกิดขึ้นที่ตำแหน่ง 674900,1574900 ซึ่งอยู่ในบริเวณนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า และค่อย ๆ กระจายตัวออกเป็นวงกว้างและลดความเข้มข้นลงตามระยะทางเนื่องจากมีการเจือจาง (มาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง 0.33 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และยังพบว่าแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะนั้นแทบจะไม่มีผลต่อการความเข้มข้นของฝุ่นรวมเลย เพราะฉะนั้นแหล่งกำเนิดฝุ่นรวมที่สำคัญจึงเป็นแหล่งกำเนิดจากนิคมอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมการปลดปล่อยฝุ่นรวมอย่างเข้มงวด เมื่อนำมาเชื่อมโยงกับศักยภาพการใช้ที่ดิน พบว่าการกระจายตัวของฝุ่นรวมมีผลต่อพื้นที่เกษตรกรรมค่อนข้างน้อยโดยอยู่ในช่วง 0.03-0.23 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร แต่มีผลกับพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 คือบริเวณเกาะเมืองอันเป็นที่ตั้งของแหล่งโบราณสถานและแหล่งชุมชน โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 0.23-0.32 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานรวมถึงพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 คือบริเวณพระราชวังบางปะอิน โดยมีความเข้มข้นระดับพื้นดินอยู่ในช่วง 0.53-0.58 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐาน

การคำนวณด้วยแบบจำลองแบบกล่อง พบว่า แหล่งรับที่สำคัญเมื่อเกิดสภาวะลมสงบจะทำให้ความเข้มข้นสูงกว่าที่คำนวณได้จากแบบจำลอง ISCST3 เนื่องจากสภาวะลมสงบจะไม่เกิดการเจือจางของสารมลพิษ และผลการคำนวณแบบจำลองแบบกล่องเมื่อมีการเผาที่นาปีละ 1 ครั้งหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ณ แหล่งรับ มีค่าเท่ากับ 280 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และเข้มข้นของฝุ่นรวม ณ แหล่งรับ มีค่าเท่ากับ 27.5 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร เมื่อทำการเผาที่นาพร้อมกันทั้งจังหวัด จะทำให้เกิดภาวะวิกฤติ ในทุกแหล่งรับ แต่ในความเป็นจริงแล้วไม่มีโอกาสเกิดขึ้น

การตรวจวัดคุณภาพอากาศปัจจุบัน ได้ดำเนินการระหว่างวันที่ 23-30 ธันวาคม 2546 เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลสำหรับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และระหว่างวันที่ 3-10 กุมภาพันธ์ 2547 เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลสำหรับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่จุดตรวจวัด 2 จุดคือบริเวณตลาดเจ้า

พรม เกาะเมืองจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และบริเวณโรงเรียนวัดชุมพลนิกายาราม ซึ่งอยู่ติดกับพระราชวังบางปะอิน ซึ่งทั้ง 2 บริเวณถือว่าเป็นแหล่งชุมชน โบราณสถานและเกษตรกรรมที่สำคัญและนับเป็นจุดพื้นที่อ่อนไหว ต่อการรับสารมลพิษจากการประมวลผลโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ทราบสถานการณ์ปัจจุบันของคุณภาพอากาศที่ศึกษา ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยแต่ละแห่งจะตรวจวัดติดต่อกัน 24 ชั่วโมง อย่างน้อย 7 วัน ผลการตรวจวัดเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ คือ 0.33 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตรสำหรับฝุ่น(ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) 0.12 ppm สำหรับ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) 0.17 ppm สำหรับ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง) และ 30 ppm สำหรับ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง) พบว่าค่าที่ได้จากการสำรวจยังต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศมาก (ยกเว้นค่าความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่มีค่าเกินมาตรฐานทั้ง 2 จุด ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) แม้กระทั่งบริเวณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณโรงเรียนวัดชุมพลนิกายารามที่เป็นจุดที่ใกล้เคียงกับค่าความเข้มข้นสูงสุดจากการประเมินผลโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพราะอยู่ใกล้กับนิคมอุตสาหกรรมถึง 2 นิคม คือ นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน และนิคมอุตสาหกรรมบ้านหว้า ก็ยังมีระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐานมาก อาจมีสาเหตุมาจากกระบวนการปล่อยสารมลพิษยังไม่อยู่ในระดับที่สูงที่สุด จึงอาจกล่าวได้ว่า คุณภาพอากาศในบรรยากาศ ในบริเวณดังกล่าวยังอยู่ในสภาพที่ยอมรับได้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าปัญหามลพิษที่สำคัญน่าจะเป็นฝุ่น อาจเป็นเพราะช่วงเวลาดังกล่าวอากาศค่อนข้างแห้งและลมค่อนข้างแรงจึงทำให้อนุภาคฝุ่นมีการพัดพาไปได้ไกล และอาจเป็นเพราะมีการเผาที่นาหรือหญ้าข้างทางตามที่สังเกตเห็นจึงทำให้ปริมาณฝุ่นเกินค่ามาตรฐานได้

5.1.2 การศึกษาที่ตั้งของแหล่งอุตสาหกรรมเมื่อมีการขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรม และอัตราการระบายต่อหน่วยพื้นที่สูงสุดที่จะไม่ทำให้คุณภาพอากาศเกินมาตรฐานที่กำหนด

เมื่อศึกษาที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมที่เหมาะสมเมื่อมีการขยายตัวของอุตสาหกรรม จากข้อมูลศักยภาพการใช้ที่ดินพบว่าบริเวณที่ควรมีการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมคือ บริเวณอำเภอวังน้อย อำเภอกุทัย อำเภอนครหลวง อำเภอภาชี และอำเภอท่าเรือ พบว่าเมื่อมีการตั้งของนิคมอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ณ บริเวณที่ตั้งที่ 1 อำเภอวังน้อย ในอัตราการระบาย 1.95×10^{-5} กรัม/วินาที จะทำให้ บริเวณที่ความเข้มข้น 0.20-0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ขยายตัวมากขึ้นแต่ก็ไม่ทำให้เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ถ้าตั้งในบริเวณที่ 2 อำเภอกุทัย ในอัตราการระบาย 1.75×10^{-5} กรัม/วินาที จะทำให้ บริเวณที่ความเข้มข้น 0.3-0.35 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ขยายตัวมากขึ้นซึ่งเป็นอันตรายเนื่องจากเป็นค่าที่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงสรุปได้

ว่าความเข้มข้นที่ยอมรับได้โดยไม่ทำให้มีผลกระทบมากไปกว่าเดิม ควรอยู่ที่อัตราการระบายน้อยกว่า 1.75×10^{-5} กรัม/วินาที และพบว่าเมื่อมีการตั้งของนิคมอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ณ บริเวณที่ตั้งที่ 3 อำเภอนครหลวง-ภาษี ในอัตราการระบายน้อยกว่า 2.75×10^{-5} กรัม/วินาที ทำให้บริเวณความเข้มข้น 0.2-0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ขยายตัวมากขึ้นแต่ก็ไม่ทำให้เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ และเมื่อมีการตั้งของนิคมอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ณ บริเวณที่ตั้งที่ 4 อำเภอท่าเรือในอัตราการระบายน้อยกว่า 1.95×10^{-5} กรัม/วินาที ทำให้บริเวณความเข้มข้น 0.2-0.29 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ขยายตัวมากขึ้นแต่ก็ไม่ทำให้เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นพื้นที่ที่อุตสาหกรรมสามารถขยายตัวได้ คือพื้นที่ที่ 1 บริเวณอำเภอวังน้อย พื้นที่ที่ 3 บริเวณอำเภอภาษี-นครหลวง และพื้นที่ที่ 4 บริเวณอำเภอท่าเรือ แต่จากทิศทางการกระจายตัวและอัตราการระบายน้อยกว่าได้นั้นมีความเห็นว่าการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมควรจะมีการขยายตัวบริเวณพื้นที่ที่ 3 คือบริเวณอำเภอภาษี-นครหลวงมากที่สุด เนื่องจากสามารถระบายมลพิษได้มากกว่าในขณะที่ผลกระทบใกล้เคียงกันซึ่งคุ้มกับการลงทุนมากกว่า การเดินทางสะดวกและไม่เพิ่มความเสี่ยงค่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ให้กับทางหลวงหมายเลข 1 ถ้าตั้งในพื้นที่ที่ 1 และย่นระยะทางขนส่งเข้าสู่กรุงเทพมหานครมากกว่าตั้งในพื้นที่ที่ 4

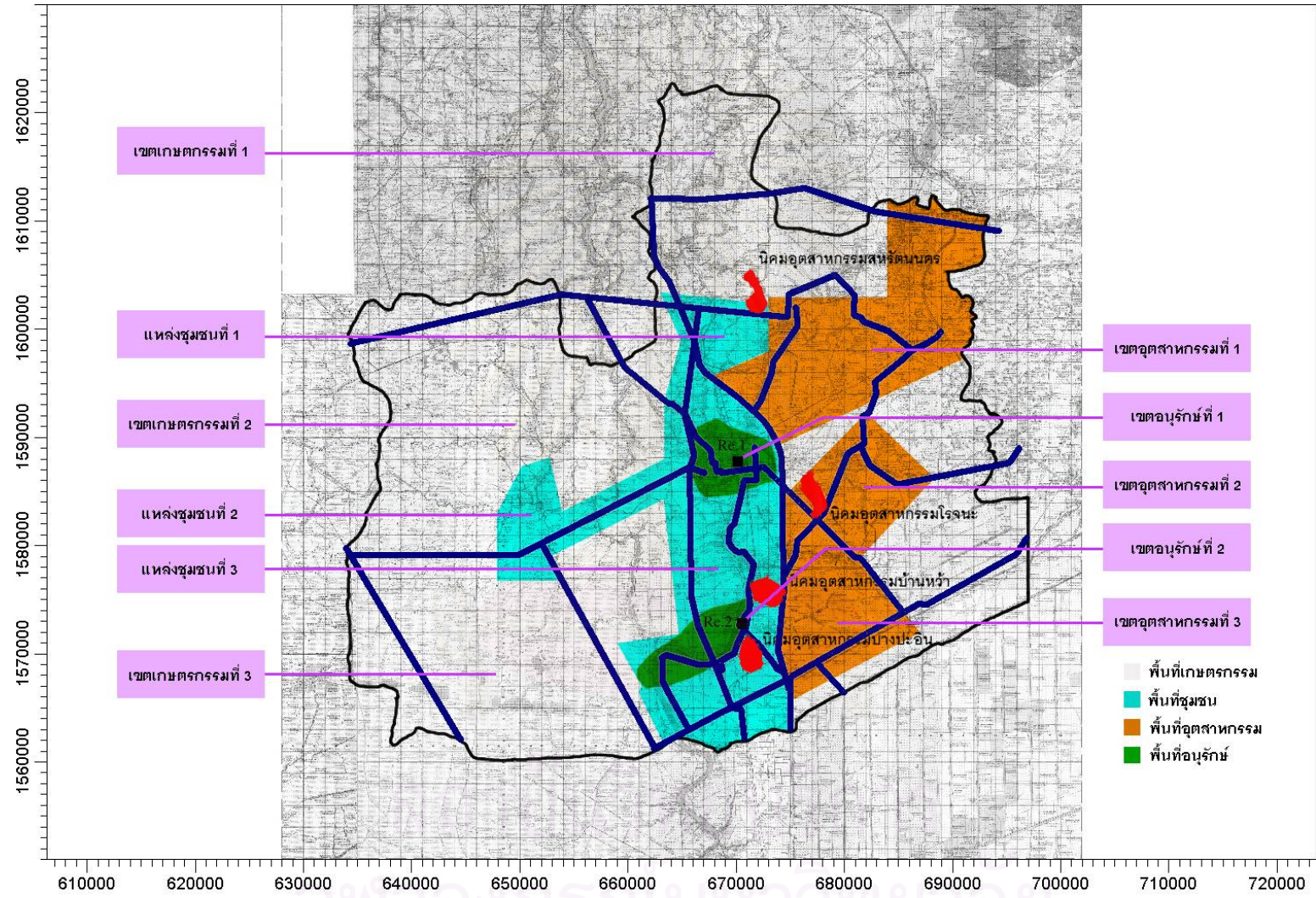
เมื่อศึกษาทิศทางและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เมื่อมีการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่เหมาะสม พบว่า อัตราการระบายน้อยกว่าคาร์บอนมอนอกไซด์จากปริมาณการจราจรแทบจะไม่มีผลกับการขยายตัวต่อการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรม

เมื่อศึกษาทิศทางทิศทางและความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เมื่อมีการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่เหมาะสม ผลการศึกษาพบว่า อัตราการระบายน้อยกว่าที่ไม่ทำให้ความเข้มข้นที่มีอยู่เดิม(เกินมาตรฐานอยู่แล้ว) เปลี่ยนแปลงไป คืออัตราการระบายน้อยกว่าที่ 9.11×10^{-6} กรัม/วินาที

เมื่อศึกษาทิศทางทิศทางและความเข้มข้นของฝุ่นรวมเมื่อมีการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมในที่ตั้งที่เหมาะสม ผลการศึกษาพบว่า อัตราการระบายน้อยกว่าที่ไม่ทำให้ความเข้มข้นที่มีอยู่เดิมเปลี่ยนแปลงไป คืออัตราการระบายน้อยกว่าที่ 1.81×10^{-6} กรัม/วินาที ทิศทางการกระจายตัวและความเข้มข้นของฝุ่นรวม

5.1.3 การศึกษาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศระหว่างแหล่งรับ และแหล่งกำเนิด เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสม ที่จะไม่ทำให้แหล่งรับในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ

สามารถสรุปความสัมพันธ์ เมื่อมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมกับพื้นที่แหล่งรับต่างๆ ดังรูปที่ 5.1 และตารางที่ 5.1 ได้ดังนี้



รูปที่ 5.1 ที่ตั้งของแหล่งรับต่างๆ

ตารางที่ 5.1 ผลกระทบของความเข้มข้นของสารมลพิษต่อพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชน พื้นที่อนุรักษ์ และพื้นที่อุตสาหกรรม เมื่อมีการขยายตัวของอุตสาหกรรม

แหล่งรับ	ความเข้มข้นกรณีที่ไม่มีการขยายตัว				ความเข้มข้นกรณีที่มีการขยายตัว				เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง			
	SO ₂	NO ₂	CO	TSP	SO ₂	NO ₂	CO	TSP	SO ₂	NO ₂	CO	TSP
1. เขตอนุรักษ์												
1) เขตอนุรักษ์ที่ 1	176.61	743.09	92.39	159.67	176.61	743.09	92.39	159.67	100.00	100.00	100.00	100.00
2) เขตอนุรักษ์ที่ 2	475.95	1212.53	210.57	517.82	478.81	1212.99	210.57	519.54	100.60	100.04	100.00	100.33
2. แหล่งชุมชน												
1) แหล่งชุมชนที่ 1	95.88	567.97	62.81	96.49	95.88	567.97	62.81	96.49	100.00	100.00	100.00	100.00
2) แหล่งชุมชนที่ 2	19.05	378.51	45.96	17.17	24.66	378.51	45.96	17.33	129.45	100.00	100.00	100.93
3) แหล่งชุมชนที่ 3	171.64	1402.44	80.12	144.57	171.76	1402.44	80.12	144.64	100.07	100.00	100.00	100.05
3. เขตเกษตรกรรม												
1) เขตเกษตรกรรมที่ 1	74.97	398.38	53.36	73.03	74.97	399.83	53.36	73.03	100.00	100.36	100.00	100.00
2) เขตเกษตรกรรมที่ 2	27.01	540.19	34.38	26.67	29.56	540.19	34.38	26.68	109.44	100.00	100.00	100.04
3) เขตเกษตรกรรมที่ 3	53.12	585.72	53.70	53.23	53.12	585.72	53.70	53.23	100.00	100.00	100.00	100.00
4. เขตอุตสาหกรรม												
1) เขตอุตสาหกรรมที่ 1	82.31	687.45	46.72	66.86	230.43	687.45	46.72	66.86	279.95	100.00	100.00	100.00
2) เขตอุตสาหกรรมที่ 2	373.67	685.47	63.63	385.80	373.67	685.47	63.63	385.80	100.00	100.00	100.00	100.00
3) เขตอุตสาหกรรมที่ 3	154.77	1237.41	107.14	154.79	154.91	1237.41	107.14	154.91	100.09	100.00	100.00	100.12

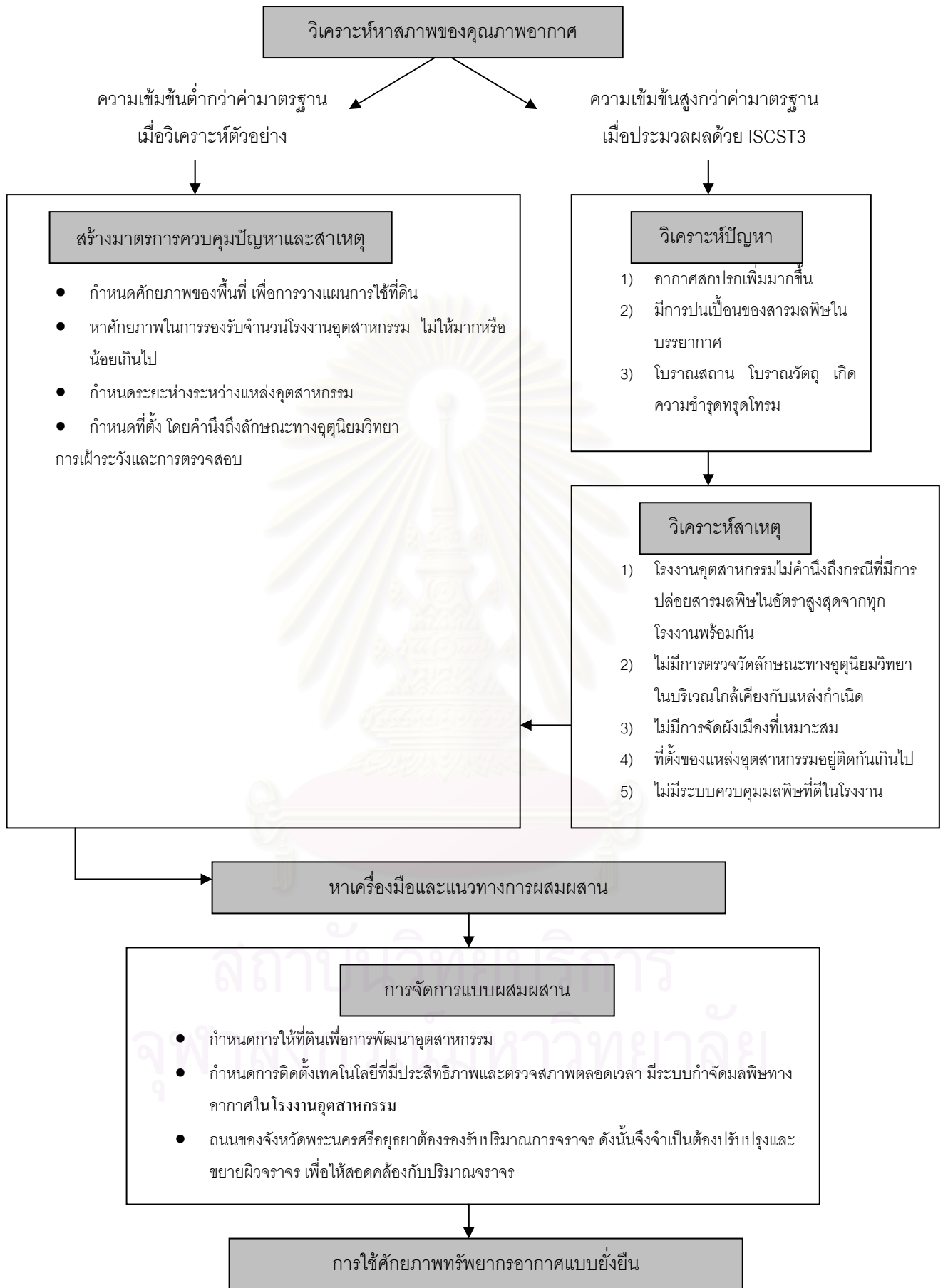
เมื่อมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมพบว่าพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือเขต อุตสาหกรรมที่ 1 โดยมีความแตกต่างของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถึง ร้อยละ 279.95 ส่วนพื้นที่ อื่นๆ ได้รับผลกระทบค่อนข้างน้อยเมื่อมีขยายตัวอย่างเหมาะสม

5.1.4 แนวทางในการจัดการคุณภาพอากาศเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมในจังหวัด พระนครศรีอยุธยาในอนาคต

จังหวัดพระนครศรีอยุธยามีศักยภาพเป็นเมืองเกษตรกรรม นอกจากนี้ยังมีสถานที่ ท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ที่สำคัญแต่เนื่องจากแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ ส่ง ผลให้การลงทุนด้านอุตสาหกรรมและพื้นที่อุตสาหกรรมในจังหวัดมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้นเมื่อมีการ พัฒนาอุตสาหกรรมเกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องมีแผนการจัดการที่ดีที่จะไม่ทำให้เกิดปัญหาความเสื่อม โทรมของทรัพยากรและสภาพแวดล้อม จึงเสนอแผนจัดการมลพิษทางอากาศดังรูปที่ 5.2



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 แนวทางการจัดการมลพิษทางอากาศแบบผสมผสาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการวางแผนการจัดการมลพิษทางอากาศเพื่อการรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรม จะสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรจะมีการพัฒนาและปรับปรุง รวมถึงมีการตรวจสอบอยู่เสมอ ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาและตรวจสอบข้อมูลแหล่งกำเนิดจริงในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และมีการตรวจสอบอัตราการระบายอยู่เสมอ
2. ควรมีการศึกษาและตรวจวัดข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่บริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอยู่เสมอ เพื่อป้องกันแก้ไขเมื่อเกิดสภาวะเลวร้ายทางอุตุนิยมวิทยาขึ้น
3. ควรมีการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 เพื่อให้เหมาะสมกับที่ใช้ในประเทศไทย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพอากาศ
โรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: 2540.
- เกษม จันทรแก้ว. การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร.
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.
- ควบคุมมลพิษ, กรม. นโยบายและแผนจัดการมลพิษ. กรุงเทพมหานคร: 2540.
- ควบคุมมลพิษ, กรม และสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เอกสาร
ประกอบการฝึกอบรมการประเมินคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิดด้วยแบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: 2543.
- ดำรงศักดิ์ ชัยสนธิ และ ก่อเกียรติ วิริยะกิจพัฒนา. การจัดการสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วังอักษร, 2546.
- ไทยอินดัสเตรียล เอสเตท. รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการนิคมอุตสาหกรรม
ไฮเทค. กรุงเทพมหานคร: 2532.
- นงนุช นัยยุติ. การวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมในจังหวัด
พระนครศรีอยุธยา, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวางแผนภาค ภาควิชา
การวางแผนภาคและเมือง บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- นพภาพร พานิช และ แสงสันต์ พานิช. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ. พิมพ์
ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- นิวัต เรืองพานิช, วิทยาศาสตร์ทุ่งหญ้า. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ลินคอร์นโปร
โมชัน, 2543.
- นุชจรรย์ ชูวิเชียร. การเปรียบเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ "ISC" และ "AUSPLUME" ในการ
ทำนายความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาตาพุด
จังหวัดระยอง, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและ
ความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2542.
- พัฒนาที่ดิน, กรม. กองวางแผนการใช้ที่ดิน. ฝ่ายนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน. แผนการใช้ที่ดิน
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, กรุงเทพมหานคร: 2542.
- แมคโครคอนซัลแตนท์. การศึกษามลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน.
กรุงเทพมหานคร: 2534.

แมคโครคอนซัลแตนท์. รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการนิคมอุตสาหกรรม
บางปะอิน(ระยะที่ 2).กรุงเทพมหานคร: 2534.

วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, นิตยา มหาผล, ชีระ เกรอต. มลภาวะอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 3.

กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

วรารุณ เสือดี. การศึกษามลภาวะทางอากาศในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. สถาบันไทย
คดีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2541.

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ และคณะ. มลภาวะทางอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร:

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542.

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. ศัพท์บัญญัติและนิยามมลพิษทางอากาศ. พิมพ์
ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร: 2544.

สิ่งแวดล้อมภาคที่ 1, สำนักงาน. โครงการส่งเสริมสร้างขีดความสามารถขององค์การปกครองส่วน
ท้องถิ่นในการจัดการสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัด (พระนครศรีอยุธยา) รายงานฉบับสมบูรณ์,
2543.

อุตสาหกรรมจังหวัด,สำนักงาน. ทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปี 2542.

พระนครศรีอยุธยา: สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดพระนครศรีอยุธยา, 2543.

อำนาจ เจริญศิลป์. การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 1.

กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไอเดียนสโตร, 2543.

ภาษาอังกฤษ

Bellam, N. and Kumar, A. Performance of an industrial source complex model;
Predicting long-term concentrations in an urban area. Available from:
<http://www.utoledo.edu/~aprg/theses/theses.html>. 1996.[2002, Jan 19].

Jesse, L.and Cristiane, L. User's Guide for ISC-Aermod View : Lakes Environmental
Software, 2002.

Jesse, L.and Cristiane, L. User's Guide for ISC-Aermod View Tutorials : Lakes
Environmental Software, 2002.

Kouchi, A. Development of Atmospheric Dispersion Model for Environmental Impact
Assessment of complicated Industrail Area. 7th International Conference
Garmonasation within Atmospheric Dispersion Modeling for Reguratory
Purposes, pp, 1-5< 28-31 May; 2001.

Levy, F.I. Impact of Residential Nitrogen Dioxide Exposure on personal Exposure; An International Study. Journal of the Air & Waste Management Association. 48 (June 1998.): 553-560.

Murrell, T. UK ROAD TRANSPORT EMISSION PROJECTIONS. The Assumptions Used and Results of the 1997 National ATM Emissions Inventory Boye Projections, 1997.

Schulze RH, Turner DB. Practical guide to atmospheric dispersion modeling, 1997.

Turner DB. Workbook of atmospheric dispersion estimates: an introduction to dispersion modellin. 2nd ed. Boca Raton(FL) : CrCPress, 1994.

United States Environmental Protection, Agency. AP42 Compilation of Air Emission Factor. Office of Research and Development, 1996.

United States Environmental Protection, Agency. Selection Criteria for Mathematical Models Used in Exposure Assessments: Atmospheric Dispersion Models. EPA/600/8-91/038. Office of Research and Development, 1993.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก ตัวอย่างข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบเส้น ปริมาณรถบนถนนสายสำคัญใน
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Route	Type		1997	
1		CO	PM10	Nox
Amount	Emission Factor	0.000252	0.000002	0.000022
96823	Car	24.399396	0.193646	2.130106
Amount	Emission Factor	0.000009	0.000010	0.000011
23281	Light Bus	0.209529	0.232810	0.256091
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000007	0.000189
25357	Heavy Bus	1.496063	0.177499	4.792473
Amount	Emission Factor	0.000009	0.000006	0.000011
38922	Light Truck	0.350298	0.217963	0.428142
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000005	0.000189
39990	Medium Truck	2.359410	0.211947	7.558110
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000010	0.000189
58636	Heavy Truck	3.459524	0.586360	11.082204
	total	32.274220	1.620225	26.247126

Route	Type		1997	
32		CO	PM10	Nox
Amount	Emission Factor	0.000252	0.000002	0.000022
50164	Car	12.641328	0.100328	1.103608
Amount	Emission Factor	0.000009	0.000010	0.000011
2970	Light Bus	0.026730	0.029700	0.032670
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000007	0.000189
7091	Heavy Bus	0.418369	0.049637	1.340199
Amount	Emission Factor	0.000009	0.000006	0.000011
10779	Light Truck	0.097011	0.060362	0.118569
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000005	0.000189
7256	Medium Truck	0.428104	0.038457	1.371384
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000010	0.000189
10022	Heavy Truck	0.591298	0.100220	1.894158
	total	14.202840	0.378704	5.860588

Route	Type	1997		
37		CO	PM10	Nox
Amount	Emission Factor	0.000252	0.000002	0.000022
10046	Car	2.531592	0.020092	0.221012
Amount	Emission Factor	0.000009	0.000010	0.000011
801	Light Bus	0.007209	0.008010	0.008811
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000007	0.000189
985	Heavy Bus	0.058115	0.006895	0.186165
Amount	Emission Factor	0.000009	0.000006	0.000011
2163	Light Truck	0.019467	0.012113	0.023793
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000005	0.000189
4649	Medium Truck	0.274291	0.024640	0.878661
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000010	0.000189
6386	Heavy Truck	0.376774	0.063860	1.206954
	total	3.267448	0.135610	2.525396

Route	Type	1997		
308		CO	PM10	Nox
Amount	Emission Factor	0.000252	0.000002	0.000022
8160	Car	2.056320	0.016320	0.179520
Amount	Emission Factor	0.000009	0.000010	0.000011
125	Light Bus	0.001125	0.001250	0.001375
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000007	0.000189
1012	Heavy Bus	0.059708	0.007084	0.191268
Amount	Emission Factor	0.000009	0.000006	0.000011
562	Light Truck	0.005058	0.003147	0.006182
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000005	0.000189
869	Medium Truck	0.051271	0.004606	0.164241
Amount	Emission Factor	0.000059	0.000010	0.000189
1256	Heavy Truck	0.074104	0.012560	0.237384
	total	2.247586	0.044967	0.779970

*หมายเหตุ ข้อมูลทั้งหมดอยู่ใน CD ROM ที่ยัดเล่ม

ภาคผนวก ข ตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน

Year	Month	Date	Morning	Evening
1997	1	1	250	2350
1997	1	2	300	2450
1997	1	3	400	2050
1997	1	4	1000	1800
1997	1	5	450	1850
1997	1	6	350	2400
1997	1	7	600	2000
1997	1	8	200	2100
1997	1	9	500	1700
1997	1	10	700	1600
1997	1	11	1000	2000
1997	1	12	900	1500
1997	1	13	500	1500
1997	1	14	500	1850
1997	1	15	250	1600
1997	1	16	600	1450
1997	1	17	1050	1450
1997	1	18	950	1650
1997	1	19	1650	1450
1997	1	20	850	1400
1997	1	21	750	1200
1997	1	22	1100	1150
1997	1	23	1600	2200
1997	1	24	350	1450
1997	1	25	850	1600
1997	1	26	1150	1600
1997	1	27	500	850
1997	1	28	850	1850
1997	1	29	1000	1700
1997	1	30	700	1800
1997	1	31	800	1600

Year	Month	Date	Morning	Evening
1997	2	1	900	1400
1997	2	2	950	1600
1997	2	3	1000	1450
1997	2	4	1000	1450
1997	2	5	750	1150
1997	2	6	1000	1200
1997	2	7	1150	1450
1997	2	8	800	1450
1997	2	9	650	1550
1997	2	10	650	1850
1997	2	11	900	1700
1997	2	12	900	1850
1997	2	13	948	1100
1997	2	14	950	1450
1997	2	15	1400	1850
1997	2	16	1150	1700
1997	2	17	900	1100
1997	2	18	550	1500
1997	2	19	700	1050
1997	2	20	1100	1450
1997	2	21	650	1750
1997	2	22	900	1450
1997	2	23	1000	1850
1997	2	24	500	1900
1997	2	25	1250	1950
1997	2	26	1350	1750
1997	2	27	1450	1900
1997	2	28	1100	1450

*หมายเหตุ ข้อมูลทั้งหมดอยู่ใน CD ROM ท้ายเล่ม

ภาคผนวก ค ตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับพื้นผิว

year	month	day	hour	cloud	temp (°C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	1	1	2	22.7	91	761	21	1.1	-99	0	0
1997	1	1	2	2	21.9	93	761	65	0.4	-99	0	0
1997	1	1	3	2	20.9	99	760	179	0.4	-99	0	0
1997	1	1	4	3	21.2	99	760	0	0.2	-99	0	0
1997	1	1	5	3	20.9	100	760	334	0.4	-99	0	0
1997	1	1	6	3	21.1	100	760	324	0.2	-99	0	1
1997	1	1	7	4	20.5	100	761	271	0.6	-99	0	24
1997	1	1	8	5	21.3	99	762	299	0.6	-99	0	9
1997	1	1	9	6	23	90	763	328	0.7	-99	0	717
1997	1	1	10	6	24.8	81	763	344	0.9	-99	0	523
1997	1	1	11	3	26.8	71	763	11	1.4	-99	0	629
1997	1	1	12	3	28.3	66	762	8	1.2	-99	0	931
1997	1	1	13	3	30.4	61	761	303	1	-99	0	122
1997	1	1	14	4	29.6	57	761	50	0.4	-99	0	321
1997	1	1	15	3	29.6	57	760	272	0.4	-99	0	11
1997	1	1	16	3	30.3	53	760	324	0.8	-99	0	56
1997	1	1	17	3	30.1	52	760	340	0.7	-99	0	81
1997	1	1	18	3	28.6	60	760	221	0.4	-99	0	4
1997	1	1	19	4	26.6	72	760	220	0.4	-99	0	0
1997	1	1	20	3	25.3	82	761	306	0.3	-99	0	0
1997	1	1	21	4	24.8	87	761	308	0.5	-99	0	0
1997	1	1	22	5	24.6	82	761	0	0	-99	0	0
1997	1	1	23	5	23.3	91	761	25	0.2	-99	0	0
1997	1	1	24	4	23.2	91	761	22	1	-99	0	0
1997	1	2	1	4	23.4	87	761	24	0.9	-99	0	0
1997	1	2	2	4	23.1	84	-99	77	0.6	-99	0	0
1997	1	2	3	4	22.5	82	760	47	0.6	-99	0	0
1997	1	2	4	4	21.3	90	760	37	0.3	-99	0	0
1997	1	2	5	1	20.2	99	760	180	0.3	-99	0	0
1997	1	2	6	1	19.6	100	760	46	0.3	-99	0	1
1997	1	2	7	4	19.3	100	761	11	0.3	-99	0	42
1997	1	2	8	2	20.1	100	761	336	0.4	-99	0	12
1997	1	2	9	3	22.7	90	762	337	0.5	-99	0	821
1997	1	2	10	3	24.8	73	762	276	0.1	-99	0	227
1997	1	2	11	3	26.4	66	762	6	0.5	-99	0	831
1997	1	2	12	3	28.1	60	762	328	0.6	-99	0	633
1997	1	2	13	3	29.3	53	761	271	0.3	-99	0	31
1997	1	2	14	4	29.6	52	760	325	0.9	-99	0	422
1997	1	2	15	4	29.9	51	759	304	1	-99	0	618
1997	1	2	16	3	29.9	50	759	281	1.3	-99	0	9
1997	1	2	17	3	28.9	53	759	267	1.5	-99	0	51
1997	1	2	18	3	27.1	63	759	235	0.9	-99	0	8
1997	1	2	19	3	25.6	69	759	238	0.7	-99	0	0
1997	1	2	20	3	24.5	78	759	273	0.3	-99	0	0
1997	1	2	21	3	23.7	84	760	354	0.5	-99	0	0
1997	1	2	22	3	23.2	89	760	345	0.3	-99	0	0
1997	1	2	23	2	23	91	760	353	0.5	-99	0	0
1997	1	2	24	2	22.8	89	760	12	0.6	-99	0	0
1997	1	3	1	2	22.2	86	760	66	0.4	-99	0	0
1997	1	3	2	4	21.3	95	760	169	0.4	-99	0	0
1997	1	3	3	4	21.6	96	759	66	0.5	-99	0	0
1997	1	3	4	5	21.1	100	759	165	0.5	-99	0	0
1997	1	3	5	4	21.3	93	759	171	0.7	-99	0	0
1997	1	3	6	5	21.2	94	760	142	0.3	-99	0	0
1997	1	3	7	6	21.2	97	760	73	0.5	-99	0	18

year	month	day	hour	cloud	temp (°C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	3	8	6	22.2	85	761	75	1.1	-99	0	7
1997	1	3	9	6	23.5	75	762	134	0.8	-99	0	818
1997	1	3	10	3	25.2	72	762	155	1	-99	0	927
1997	1	3	11	3	27.2	67	762	169	1.1	-99	0	326
1997	1	3	12	3	28.8	52	761	173	1.2	-99	0	533
1997	1	3	13	3	29.4	48	761	165	1	-99	0	331
1997	1	3	14	3	29.3	48	760	138	0.8	-99	0	125
1997	1	3	15	3	29.7	47	759	196	0.8	-99	0	918
1997	1	3	16	3	29.7	48	759	221	0.7	-99	0	410
1997	1	3	17	3	29.2	50	759	230	0.9	-99	0	2
1997	1	3	18	3	27.4	60	759	285	1.3	-99	0	0
1997	1	3	19	3	25.7	70	759	273	0.9	-99	0	0
1997	1	3	20	3	24.6	79	759	286	0.3	-99	0	0
1997	1	3	21	3	23.4	87	760	310	0.2	-99	0	0
1997	1	3	22	3	22.7	94	760	3	0.2	-99	0	0
1997	1	3	23	3	22.3	97	760	284	0.3	-99	0	0
1997	1	3	24	3	22.2	96	760	154	0.3	-99	0	0
1997	1	4	1	3	21.5	99	760	146	0.7	-99	0	0
1997	1	4	2	3	21	100	760	107	0.4	-99	0	0
1997	1	4	3	3	20.7	100	759	40	0.5	-99	0	0
1997	1	4	4	2	20.4	100	759	3	0.3	-99	0	0
1997	1	4	5	2	20.6	99	760	73	1	-99	0	0
1997	1	4	6	3	20.1	99	760	138	0.5	-99	0	0
1997	1	4	7	5	20	100	761	168	1.1	-99	0	19
1997	1	4	8	4	20.7	98	761	157	0.6	-99	0	9
1997	1	4	9	4	22.5	86	762	71	0.6	-99	0	818
1997	1	4	10	4	24.5	75	762	126	0.6	-99	0	26
1997	1	4	11	3	26.9	65	762	154	0.5	-99	0	529
1997	1	4	12	2	28.7	56	762	187	0.7	-99	0	623
1997	1	4	13	2	29.5	49	761	187	0.8	-99	0	923
1997	1	4	14	3	30.1	43	760	180	0.7	-99	0	620
1997	1	4	15	3	30.3	43	759	186	0.7	-99	0	716
1997	1	4	16	3	30.2	43	759	176	0.4	-99	0	18
1997	1	4	17	3	29.5	47	759	233	0.7	-99	0	11
1997	1	4	18	3	27.6	57	759	296	0.9	-99	0	2
1997	1	4	19	3	25.9	66	759	302	0.5	-99	0	0
1997	1	4	20	3	24.3	75	760	277	0.3	-99	0	0
1997	1	4	21	3	23.2	88	760	6	0.2	-99	0	0
1997	1	4	22	3	22.5	95	760	97	0.2	-99	0	0
1997	1	4	23	3	22.2	96	760	144	0.2	-99	0	0
1997	1	4	24	3	21.8	99	760	151	0.2	-99	0	0
1997	1	5	1	3	22.1	95	760	45	0.8	-99	0	0
1997	1	5	2	5	21.9	89	-99	59	0.5	-99	0	0
1997	1	5	3	6	22.1	85	759	72	1.1	-99	0	0
1997	1	5	4	6	21.5	88	759	70	0.6	-99	0	0
1997	1	5	5	6	20.8	91	760	81	0.7	-99	0	0
1997	1	5	6	5	19.7	98	760	241	0.2	-99	0	0
1997	1	5	7	6	19.5	100	761	255	0.4	-99	0	24
1997	1	5	8	6	20.4	99	761	9	0.4	-99	0	9
1997	1	5	9	7	22.7	86	762	50	0.8	-99	0	618
1997	1	5	10	5	24.7	75	763	80	0.9	-99	0	126
1997	1	5	11	3	27.3	65	763	159	1.5	-99	0	930
1997	1	5	12	2	29	52	762	148	1.5	-99	0	932
1997	1	5	13	1	29.9	45	761	108	1.5	-99	0	229
1997	1	5	14	1	30	44	760	66	1.4	-99	0	726
1997	1	5	15	1	30.5	43	760	72	0.8	-99	0	18
1997	1	5	16	1	30.1	47	760	315	0.7	-99	0	910
1997	1	5	17	1	29.9	46	760	299	0.5	-99	0	2

year	month	day	hour	cloud	temp (?C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	5	18	2	28	56	760	302	0.5	-99	0	2
1997	1	5	19	4	26.4	68	760	21	0.5	-99	0	0
1997	1	5	20	2	25.2	78	761	35	0.5	-99	0	0
1997	1	5	21	2	23.8	83	761	153	0.3	-99	0	0
1997	1	5	22	2	23.1	85	761	37	0.6	-99	0	0
1997	1	5	23	2	23.3	73	761	70	1.2	-99	0	0
1997	1	5	24	2	23.6	63	761	72	1.4	-99	0	0
1997	1	6	1	2	21.3	75	761	59	0.7	-99	0	0
1997	1	6	2	2	21.7	72	-99	68	1.1	-99	0	0
1997	1	6	3	2	21.2	73	760	67	1	-99	0	0
1997	1	6	4	1	21.4	70	760	73	1.5	-99	0	0
1997	1	6	5	1	19.5	81	761	127	0.6	-99	0	0
1997	1	6	6	1	18.5	91	761	15	0.1	-99	0	0
1997	1	6	7	1	17.7	99	762	324	0.3	-99	0	40
1997	1	6	8	1	19.6	87	762	35	0.9	-99	0	12
1997	1	6	9	1	22.1	71	763	47	1.9	-99	0	720
1997	1	6	10	1	24.2	69	764	40	1.7	-99	0	927
1997	1	6	11	1	26.9	59	764	40	1.3	-99	0	732
1997	1	6	12	2	28.6	48	763	55	1.5	-99	0	33
1997	1	6	13	2	29.5	43	762	57	1.5	-99	0	531
1997	1	6	14	2	30.4	38	761	44	1.5	-99	0	126
1997	1	6	15	2	30.8	37	760	37	1.9	-99	0	118
1997	1	6	16	1	30.6	37	760	38	1.7	-99	0	49
1997	1	6	17	0	30.2	39	760	26	1.4	-99	0	92
1997	1	6	18	1	28.7	46	760	20	1.3	-99	0	1
1997	1	6	19	2	25.9	58	761	32	0.9	-99	0	0
1997	1	6	20	2	25.3	58	761	59	1.2	-99	0	0
1997	1	6	21	2	25.2	56	762	67	1.7	-99	0	0
1997	1	6	22	2	24.2	61	762	56	1.1	-99	0	0
1997	1	6	23	2	23.6	64	762	49	1	-99	0	0
1997	1	6	24	2	23	67	762	86	0.8	-99	0	0
1997	1	7	1	2	21.6	75	762	55	0.5	-99	0	0
1997	1	7	2	2	20.9	86	761	17	0.5	-99	0	0
1997	1	7	3	2	20.1	93	761	58	0.2	-99	0	0
1997	1	7	4	2	19.9	95	761	18	0.4	-99	0	0
1997	1	7	5	2	19.4	97	761	352	0.2	-99	0	0
1997	1	7	6	2	19.5	97	761	10	0.5	-99	0	1
1997	1	7	7	4	19.2	98	762	14	0.7	-99	0	38
1997	1	7	8	0	19.9	91	762	12	1.2	-99	0	12
1997	1	7	9	0	22	82	763	27	1.7	-99	0	29
1997	1	7	10	0	25.4	71	764	46	1.9	-99	0	955
1997	1	7	11	0	27.6	61	764	54	1.7	-99	0	529
1997	1	7	12	1	28.8	53	763	70	1.7	-99	0	932
1997	1	7	13	1	30.1	50	762	44	1	-99	0	30
1997	1	7	14	3	30.3	48	761	48	0.7	-99	0	325
1997	1	7	15	3	30.7	47	761	24	0.7	-99	0	518
1997	1	7	16	4	30.6	46	760	30	1	-99	0	39
1997	1	7	17	3	30	50	761	354	1.3	-99	0	92
1997	1	7	18	3	28.5	56	761	351	0.9	-99	0	1
1997	1	7	19	3	26.3	66	761	343	0.6	-99	0	0
1997	1	7	20	4	25.2	74	761	347	0.5	-99	0	0
1997	1	7	21	3	24.4	80	762	24	0.7	-99	0	0
1997	1	7	22	3	24.2	80	762	17	1	-99	0	0
1997	1	7	23	3	23.3	85	762	14	0.8	-99	0	0
1997	1	7	24	4	23.1	83	762	16	1.3	-99	0	0
1997	1	8	1	2	23	80	762	16	1.4	-99	0	0
1997	1	8	2	1	22.7	80	762	23	1.6	-99	0	0
1997	1	8	3	1	22.5	80	-99	33	1.3	-99	0	0

year	month	day	hour	cloud	temp (°C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	8	4	1	22.1	80	761	20	1.2	-99	0	0
1997	1	8	5	1	21.7	81	761	18	1.4	-99	0	0
1997	1	8	6	2	21.3	83	762	26	1.2	-99	0	0
1997	1	8	7	3	22.1	80	762	33	1.7	-99	0	36
1997	1	8	8	2	21.7	82	763	22	1.6	-99	0	11
1997	1	8	9	2	23.2	78	764	28	1.9	-99	0	619
1997	1	8	10	2	26	69	764	55	2.3	-99	0	626
1997	1	8	11	1	27.9	63	764	48	1.9	-99	0	430
1997	1	8	12	1	29.3	57	763	54	1.5	-99	0	631
1997	1	8	13	3	30	54	762	28	1.1	-99	0	528
1997	1	8	14	3	29.8	54	762	36	0.8	-99	0	719
1997	1	8	15	4	30.8	51	761	18	1	-99	0	616
1997	1	8	16	4	30.5	50	761	13	1.2	-99	0	39
1997	1	8	17	3	30.4	53	761	6	1.3	-99	0	2
1997	1	8	18	5	29.1	57	761	9	1.2	-99	0	1
1997	1	8	19	5	27.4	67	761	17	1	-99	0	0
1997	1	8	20	5	26.8	68	761	28	1.3	-99	0	0
1997	1	8	21	5	25.7	73	762	33	1	-99	0	0
1997	1	8	22	6	25.3	71	762	44	1.3	-99	0	0
1997	1	8	23	5	24.9	71	762	35	1.4	-99	0	0
1997	1	8	24	5	24.6	74	761	35	1.4	-99	0	0
1997	1	9	1	4	24.1	75	761	36	1.4	-99	0	0
1997	1	9	2	4	23.6	77	761	38	1.5	-99	0	0
1997	1	9	3	5	23.4	76	761	39	2	-99	0	0
1997	1	9	4	3	23	78	761	45	2.3	-99	0	0
1997	1	9	5	2	22.3	83	761	49	2.4	-99	0	0
1997	1	9	6	2	22.1	84	-99	52	2.4	-99	0	0
1997	1	9	7	3	21.7	86	762	53	2.4	-99	0	21
1997	1	9	8	2	21.7	86	762	49	2.3	-99	0	9
1997	1	9	9	1	22.8	81	763	53	2.6	-99	0	414
1997	1	9	10	2	23.8	75	764	60	3.1	-99	0	723
1997	1	9	11	4	24.7	71	764	63	2.7	-99	0	632
1997	1	9	12	3	26	67	763	71	2.7	-99	0	433
1997	1	9	13	3	27.4	62	763	79	1.2	-99	0	629
1997	1	9	14	4	28.4	59	762	79	0.8	-99	0	626
1997	1	9	15	4	29.1	56	761	38	1.4	-99	0	19
1997	1	9	16	4	29.1	51	761	50	1.9	-99	0	110
1997	1	9	17	3	29	50	761	33	1.7	-99	0	42
1997	1	9	18	6	28	56	761	21	1.1	-99	0	3
1997	1	9	19	6	26.1	63	761	55	0.9	-99	0	0
1997	1	9	20	4	25.3	66	762	67	1.3	-99	0	0
1997	1	9	21	4	24.6	68	762	68	1.5	-99	0	0
1997	1	9	22	4	23.8	71	763	68	1.5	-99	0	0
1997	1	9	23	3	22.8	75	763	62	1.2	-99	0	0
1997	1	9	24	2	22.1	79	763	50	1.4	-99	0	0
1997	1	10	1	2	21.9	79	762	53	1.7	-99	0	0
1997	1	10	2	1	21.6	80	762	50	1.9	-99	0	0
1997	1	10	3	2	21	82	762	58	1.9	-99	0	0
1997	1	10	4	2	20.6	84	761	48	2	-99	0	0
1997	1	10	5	2	20.1	86	761	52	2	-99	0	0
1997	1	10	6	2	19.9	87	762	49	2	-99	0	0
1997	1	10	7	2	19.3	89	762	49	2.1	-99	0	39
1997	1	10	8	0	19.6	87	763	52	2.4	-99	0	12
1997	1	10	9	0	20.9	80	763	60	3.1	-99	0	821
1997	1	10	10	0	22.5	72	764	65	3.3	-99	0	528
1997	1	10	11	0	24.2	66	764	61	2.6	-99	0	633
1997	1	10	12	1	25.5	62	764	62	2.4	-99	0	234
1997	1	10	13	0	26.7	57	763	64	1.3	-99	0	332

year	month	day	hour	cloud	temp (?C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	10	14	1	27.4	59	762	110	0.6	-99	0	126
1997	1	10	15	2	27.8	59	761	189	0.5	-99	0	719
1997	1	10	16	3	28.2	58	761	347	0.8	-99	0	310
1997	1	10	17	2	27.6	58	761	4	0.7	-99	0	62
1997	1	10	18	4	26.6	62	761	0	0.6	-99	0	5
1997	1	10	19	5	25.8	63	761	38	1.2	-99	0	0
1997	1	10	20	3	24.6	66	762	52	1.6	-99	0	0
1997	1	10	21	3	23.7	70	762	62	1.8	-99	0	0
1997	1	10	22	2	23	72	763	59	1.6	-99	0	0
1997	1	10	23	2	22.4	75	763	54	1.3	-99	0	0
1997	1	10	24	2	22	75	763	62	1.6	-99	0	0
1997	1	11	1	2	21.6	75	763	58	1.4	-99	0	0
1997	1	11	2	2	21	77	762	43	1.4	-99	0	0
1997	1	11	3	2	20.5	79	762	52	1.5	-99	0	0
1997	1	11	4	2	20.4	78	761	52	1.7	-99	0	0
1997	1	11	5	2	20.4	78	761	54	1.9	-99	0	0
1997	1	11	6	2	19.8	80	762	52	1.8	-99	0	0
1997	1	11	7	0	19.3	83	762	47	1.7	-99	0	37
1997	1	11	8	0	19.9	82	763	50	1.9	-99	0	12
1997	1	11	9	0	21.7	75	764	52	2.8	-99	0	421
1997	1	11	10	0	23.8	67	764	59	3.1	-99	0	228
1997	1	11	11	0	25.5	60	764	55	3.2	-99	0	234
1997	1	11	12	0	26.6	54	764	58	3.6	-99	0	231
1997	1	11	13	1	27.5	52	763	51	2.9	-99	0	431
1997	1	11	14	2	28.1	50	762	48	2.6	-99	0	326
1997	1	11	15	3	28.4	48	761	38	2.3	-99	0	917
1997	1	11	16	4	28.1	47	761	46	2.3	-99	0	59
1997	1	11	17	5	27.6	49	761	59	2.4	-99	0	31
1997	1	11	18	7	26.5	53	761	54	2	-99	0	9
1997	1	11	19	6	24.9	59	762	50	1.5	-99	0	0
1997	1	11	20	3	23.7	62	762	57	1.5	-99	0	0
1997	1	11	21	2	22.8	64	763	70	1.2	-99	0	0
1997	1	11	22	2	21	73	763	34	0.7	-99	0	0
1997	1	11	23	2	20.5	78	763	59	0.9	-99	0	0
1997	1	11	24	2	20.6	74	763	72	1.2	-99	0	0
1997	1	12	1	2	20.6	72	763	64	1.5	-99	0	0
1997	1	12	2	2	20.1	73	763	53	1.5	-99	0	0
1997	1	12	3	2	19.7	73	762	47	1.9	-99	0	0
1997	1	12	4	2	19.7	72	762	47	2	-99	0	0
1997	1	12	5	2	19.4	73	762	42	1.9	-99	0	0
1997	1	12	6	2	18.9	76	762	37	2	-99	0	0
1997	1	12	7	4	18	82	762	34	1.6	-99	0	38
1997	1	12	8	3	18.5	81	763	35	1.8	-99	0	12
1997	1	12	9	3	20.2	74	764	48	2.6	-99	0	321
1997	1	12	10	3	22.6	63	764	57	3	-99	0	27
1997	1	12	11	3	24.5	57	764	54	2.9	-99	0	330
1997	1	12	12	3	25.7	53	764	49	2.6	-99	0	732
1997	1	12	13	3	26.8	49	763	48	2	-99	0	430
1997	1	12	14	3	27.7	47	762	41	1.8	-99	0	25
1997	1	12	15	3	28.1	45	761	30	1.7	-99	0	518
1997	1	12	16	3	28.4	45	760	9	1.5	-99	0	8
1997	1	12	17	3	27.7	46	760	0	1.5	-99	0	81
1997	1	12	18	3	26.2	54	761	342	0.9	-99	0	8
1997	1	12	19	3	23.9	65	761	332	0.6	-99	0	0
1997	1	12	20	3	22.7	74	761	325	0.5	-99	0	0
1997	1	12	21	2	21.8	78	761	331	0.4	-99	0	0
1997	1	12	22	2	21.2	82	762	354	0.6	-99	0	0
1997	1	12	23	2	20.5	84	762	299	0.4	-99	0	0

year	month	day	hour	cloud	temp (°C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	12	24	2	19.5	91	761	298	0.3	-99	0	0
1997	1	13	1	2	18.9	99	761	346	0.4	-99	0	0
1997	1	13	2	2	18.9	95	761	20	0.9	-99	0	0
1997	1	13	3	3	18.7	91	761	25	0.9	-99	0	0
1997	1	13	4	3	18.1	93	760	39	0.7	-99	0	0
1997	1	13	5	3	17.8	95	760	25	0.7	-99	0	0
1997	1	13	6	3	17.4	98	760	22	0.6	-99	0	0
1997	1	13	7	3	27.3	100	761	19	0.4	-99	0	33
1997	1	13	8	2	17.7	99	761	0	0.3	-99	0	10
1997	1	13	9	2	20.6	83	762	17	0.7	-99	0	918
1997	1	13	10	2	23	68	762	51	1.3	-99	0	624
1997	1	13	11	2	25.7	60	762	47	1.2	-99	0	828
1997	1	13	12	2	27.6	52	762	48	1.2	-99	0	727
1997	1	13	13	2	29.1	47	761	35	0.5	-99	0	622
1997	1	13	14	2	30.3	42	760	344	0.7	-99	0	318
1997	1	13	15	2	30.6	41	759	335	0.4	-99	0	113
1997	1	13	16	2	30.5	43	759	277	0.8	-99	0	87
1997	1	13	17	2	29.4	52	759	245	1.3	-99	0	41
1997	1	13	18	2	27.6	58	759	232	1	-99	0	6
1997	1	13	19	2	25.8	67	759	233	1	-99	0	0
1997	1	13	20	2	24.8	75	760	205	0.6	-99	0	0
1997	1	13	21	2	23	85	760	172	0.7	-99	0	0
1997	1	13	22	2	22.2	93	760	222	0.2	-99	0	0
1997	1	13	23	2	21.7	98	760	8	0.4	-99	0	0
1997	1	13	24	2	21.9	94	760	151	0.7	-99	0	0
1997	1	14	1	2	21.5	89	760	117	0.5	-99	0	0
1997	1	14	2	2	20.6	92	-99	56	0.5	-99	0	0
1997	1	14	3	2	19.7	99	759	82	0.2	-99	0	0
1997	1	14	4	2	19.2	99	759	353	0.1	-99	0	0
1997	1	14	5	3	18.8	100	759	40	0.3	-99	0	0
1997	1	14	6	3	18.6	100	760	57	0.3	-99	0	0
1997	1	14	7	3	18.5	100	760	59	0.4	-99	0	27
1997	1	14	8	3	19.6	93	761	79	0.7	-99	0	9
1997	1	14	9	2	21.6	83	761	68	0.7	-99	0	917
1997	1	14	10	2	24.3	77	762	52	0.4	-99	0	824
1997	1	14	11	2	26.4	70	762	166	0.6	-99	0	27
1997	1	14	12	2	28.2	63	761	168	0.7	-99	0	330
1997	1	14	13	3	29.5	54	761	173	0.6	-99	0	128
1997	1	14	14	2	30.1	51	760	87	0.6	-99	0	322
1997	1	14	15	2	30.7	52	759	267	0.6	-99	0	214
1997	1	14	16	2	30.8	54	759	259	1.3	-99	0	57
1997	1	14	17	2	29.9	55	758	256	1.1	-99	0	92
1997	1	14	18	3	28.4	61	759	248	0.9	-99	0	0
1997	1	14	19	3	26.9	67	759	255	0.6	-99	0	0
1997	1	14	20	3	25.1	77	759	175	0.2	-99	0	0
1997	1	14	21	3	23.9	87	760	173	0.8	-99	0	0
1997	1	14	22	2	23.7	87	760	171	0.8	-99	0	0
1997	1	14	23	2	23.2	90	760	172	0.6	-99	0	0
1997	1	14	24	2	22.4	96	759	217	0.2	-99	0	0
1997	1	15	1	2	22.1	98	759	56	0.2	-99	0	0
1997	1	15	2	2	21.6	98	759	81	0.5	-99	0	0
1997	1	15	3	1	20.4	100	759	185	0.4	-99	0	0
1997	1	15	4	1	20.4	100	759	38	0.2	-99	0	0
1997	1	15	5	1	20.1	100	759	50	0.3	-99	0	0
1997	1	15	6	1	20.2	100	-99	69	0.4	-99	0	0
1997	1	15	7	3	19.9	100	-99	95	0.4	-99	0	19
1997	1	15	8	5	20.4	100	760	104	0.6	-99	0	5
1997	1	15	9	4	22.1	99	761	166	1	-99	0	714
1997	1	15	10	4	24.1	97	761	163	1.1	-99	0	622

year	month	day	hour	cloud	temp (°C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	15	11	3	26.4	85	761	144	0.6	-99	0	28
1997	1	15	12	3	28.4	70	761	180	0.7	-99	0	430
1997	1	15	13	4	29.6	61	760	169	0.9	-99	0	326
1997	1	15	14	4	30.4	53	759	171	0.7	-99	0	723
1997	1	15	15	4	30.5	52	758	171	0.6	-99	0	617
1997	1	15	16	3	31	52	758	222	0.3	-99	0	47
1997	1	15	17	2	30.5	54	758	260	1.3	-99	0	92
1997	1	15	18	2	28.9	58	758	249	0.9	-99	0	0
1997	1	15	19	2	27.6	62	758	207	0.6	-99	0	0
1997	1	15	20	2	25.4	72	759	175	0.6	-99	0	0
1997	1	15	21	2	24.2	85	759	174	0.9	-99	0	0
1997	1	15	22	2	23.8	86	759	177	0.4	-99	0	0
1997	1	15	23	2	23.3	93	759	350	0.1	-99	0	0
1997	1	15	24	2	23.2	89	759	164	1.5	-99	0	0
1997	1	16	1	2	22.7	97	759	170	1.3	-99	0	0
1997	1	16	2	2	22.3	100	-99	158	0.8	-99	0	0
1997	1	16	3	1	22	100	-99	86	0.4	-99	0	0
1997	1	16	4	1	21.7	100	-99	151	0.5	-99	0	0
1997	1	16	5	4	21.3	100	-99	167	0.9	-99	0	0
1997	1	16	6	6	21.7	100	-99	163	0.6	-99	0	0
1997	1	16	7	7	21.7	100	-99	162	0.5	-99	0	24
1997	1	16	8	6	22.3	100	760	160	0.7	-99	0	10
1997	1	16	9	6	23.5	100	761	144	0.5	-99	0	716
1997	1	16	10	6	24.4	97	761	129	0.8	-99	0	23
1997	1	16	11	5	26.3	92	761	187	1	-99	0	230
1997	1	16	12	4	27.9	84	761	187	1	-99	0	28
1997	1	16	13	4	29.1	75	760	203	0.9	-99	0	25
1997	1	16	14	4	29.8	67	759	191	1.1	-99	0	23
1997	1	16	15	5	30	66	758	200	0.9	-99	0	317
1997	1	16	16	6	30.3	62	758	193	1	-99	0	79
1997	1	16	17	6	29.7	66	758	260	1	-99	0	62
1997	1	16	18	5	28.3	76	758	231	0.9	-99	0	3
1997	1	16	19	4	27	85	759	216	0.9	-99	0	0
1997	1	16	20	2	26	87	759	226	0.8	-99	0	0
1997	1	16	21	2	25	91	760	234	0.7	-99	0	0
1997	1	16	22	2	24.6	92	760	207	0.4	-99	0	0
1997	1	16	23	2	23.6	99	760	189	0.6	-99	0	0
1997	1	16	24	2	22.8	100	759	176	0.8	-99	0	0
1997	1	17	1	2	22.5	100	759	173	0.9	-99	0	0
1997	1	17	2	2	22.4	100	759	104	0.5	-99	0	0
1997	1	17	3	2	21.9	100	759	72	0.8	-99	0	0
1997	1	17	4	2	21.6	100	759	82	0.7	-99	0	0
1997	1	17	5	2	21.9	100	759	153	0.7	-99	0	0
1997	1	17	6	1	22	100	-99	156	0.9	-99	0	0
1997	1	17	7	6	22.1	100	760	166	1	-99	0	17
1997	1	17	8	3	22.5	100	761	169	1.2	-99	0	8
1997	1	17	9	4	23.6	100	761	162	1.6	-99	0	417
1997	1	17	10	3	25	100	762	165	1.5	-99	0	424
1997	1	17	11	3	26.8	95	762	177	1.4	-99	0	125
1997	1	17	12	3	28.8	81	761	196	1.2	-99	0	828
1997	1	17	13	4	30	70	760	194	1.4	-99	0	630
1997	1	17	14	5	30.6	66	759	185	1.3	-99	0	725
1997	1	17	15	5	31	62	758	180	1.5	-99	0	919
1997	1	17	16	5	30.5	66	758	197	1.4	-99	0	210
1997	1	17	17	3	29.4	75	758	242	1.4	-99	0	32
1997	1	17	18	3	28.4	78	758	247	1	-99	0	5
1997	1	17	19	2	26.9	82	759	237	0.8	-99	0	0
1997	1	17	20	2	25.8	88	759	230	0.7	-99	0	0
1997	1	17	21	2	25.1	91	759	209	0.8	-99	0	0

year	month	day	hour	cloud	temp (°C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	17	22	2	24	98	760	190	0.8	-99	0	0
1997	1	17	23	2	23.6	99	760	174	1.1	-99	0	0
1997	1	17	24	2	23	100	760	167	1.1	-99	0	0
1997	1	18	1	2	22.5	100	760	160	0.5	-99	0	0
1997	1	18	2	2	22.1	100	759	103	0.3	-99	0	0
1997	1	18	3	2	21.8	100	759	57	0.2	-99	0	0
1997	1	18	4	2	21.4	100	759	340	0.3	-99	0	0
1997	1	18	5	5	21.2	100	759	174	0.8	-99	0	0
1997	1	18	6	4	21.4	100	759	172	1.2	-99	0	0
1997	1	18	7	4	21.4	100	759	169	1	-99	0	31
1997	1	18	8	3	21.9	100	760	125	0.4	-99	0	10
1997	1	18	9	2	23.3	100	761	164	1.4	-99	0	617
1997	1	18	10	1	25.1	100	761	167	1.7	-99	0	824
1997	1	18	11	1	27.4	91	762	179	1.2	-99	0	830
1997	1	18	12	1	28.8	76	761	189	1.2	-99	0	732
1997	1	18	13	2	29.5	72	760	173	0.5	-99	0	531
1997	1	18	14	2	31.1	65	759	244	0.7	-99	0	327
1997	1	18	15	2	31	66	758	249	0.7	-99	0	120
1997	1	18	16	2	31	68	758	229	1.1	-99	0	11
1997	1	18	17	2	30.4	71	758	252	1.3	-99	0	3
1997	1	18	18	3	29.1	76	758	252	1	-99	0	0
1997	1	18	19	3	27.9	82	758	235	0.7	-99	0	0
1997	1	18	20	2	26.7	83	759	184	0.7	-99	0	0
1997	1	18	21	2	25.5	82	759	176	1	-99	0	0
1997	1	18	22	2	24.3	86	759	172	1.1	-99	0	0
1997	1	18	23	2	23.7	87	759	185	1	-99	0	0
1997	1	18	24	2	22.8	95	759	180	0.8	-99	0	0
1997	1	19	1	2	22.6	100	759	172	1	-99	0	0
1997	1	19	2	2	22.4	100	-99	111	0.7	-99	0	0
1997	1	19	3	1	21.7	100	758	48	0.4	-99	0	0
1997	1	19	4	1	21.7	100	758	85	0.6	-99	0	0
1997	1	19	5	5	21.8	100	758	158	0.8	-99	0	0
1997	1	19	6	5	22.1	100	758	164	1.4	-99	0	0
1997	1	19	7	4	22.5	100	759	165	1.4	-99	0	35
1997	1	19	8	4	22.5	100	759	162	1.4	-99	0	11
1997	1	19	9	4	24	100	760	162	1.8	-99	0	218
1997	1	19	10	2	25.7	100	761	168	2	-99	0	518
1997	1	19	11	3	27.6	93	760	178	1.7	-99	0	730
1997	1	19	12	4	29.3	82	760	179	1.5	-99	0	733
1997	1	19	13	4	30.6	73	759	185	1.5	-99	0	232
1997	1	19	14	4	31.5	67	758	208	1.1	-99	0	727
1997	1	19	15	3	31.5	67	757	223	1.1	-99	0	20
1997	1	19	16	2	31.6	66	757	206	1.3	-99	0	11
1997	1	19	17	1	31.2	66	757	219	1.2	-99	0	12
1997	1	19	18	2	29.9	70	757	225	0.9	-99	0	9
1997	1	19	19	2	27.9	77	757	228	0.7	-99	0	0
1997	1	19	20	2	26.7	82	758	244	0.7	-99	0	0
1997	1	19	21	2	25.3	91	758	171	0.7	-99	0	0
1997	1	19	22	2	24.2	99	758	174	1.1	-99	0	0
1997	1	19	23	2	23.5	99	758	180	0.7	-99	0	0
1997	1	19	24	2	23.5	100	758	137	0.5	-99	0	0
1997	1	20	1	1	23.3	100	758	72	0.7	-99	0	0
1997	1	20	2	1	22.7	100	-99	29	0.3	-99	0	0
1997	1	20	3	2	23.1	100	-99	75	0.7	-99	0	0
1997	1	20	4	2	23.4	100	-99	103	0.4	-99	0	0
1997	1	20	5	2	23.2	100	-99	149	0.6	-99	0	0
1997	1	20	6	2	23.1	100	-99	171	1.1	-99	0	1
1997	1	20	7	6	22.9	100	-99	169	1.2	-99	0	13
1997	1	20	8	6	23.2	100	759	162	1.2	-99	0	3

year	month	day	hour	cloud	temp (?C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	20	9	6	24.5	100	760	161	1.7	-99	0	512
1997	1	20	10	6	26.2	100	760	170	1.5	-99	0	222
1997	1	20	11	6	28.2	94	760	180	1.4	-99	0	426
1997	1	20	12	6	30	81	759	214	1.1	-99	0	624
1997	1	20	13	6	29.9	81	759	228	1	-99	0	830
1997	1	20	14	6	30.2	80	758	230	0.8	-99	0	325
1997	1	20	15	5	30.1	79	757	212	0.5	-99	0	919
1997	1	20	16	5	30.8	75	757	218	0.8	-99	0	10
1997	1	20	17	2	31.1	72	757	222	1.1	-99	0	53
1997	1	20	18	2	29.8	77	757	209	0.9	-99	0	0
1997	1	20	19	2	28.3	84	757	177	0.6	-99	0	0
1997	1	20	20	2	26.8	93	758	164	0.7	-99	0	0
1997	1	20	21	2	25.9	98	758	178	0.9	-99	0	0
1997	1	20	22	1	25.2	100	758	209	0.6	-99	0	0
1997	1	20	23	1	24.6	100	758	179	0.6	-99	0	0
1997	1	20	24	1	24.1	100	758	169	0.9	-99	0	0
1997	1	21	1	1	23.8	100	758	158	0.6	-99	0	0
1997	1	21	2	2	24	100	-99	164	1.1	-99	0	0
1997	1	21	3	2	23.8	100	-99	164	1	-99	0	0
1997	1	21	4	2	23.6	100	-99	164	1.1	-99	0	0
1997	1	21	5	3	23.7	100	-99	138	0.3	-99	0	0
1997	1	21	6	3	23.5	100	-99	97	0.3	-99	0	1
1997	1	21	7	6	23.3	100	759	163	0.8	-99	0	21
1997	1	21	8	6	23.5	100	759	166	1.1	-99	0	7
1997	1	21	9	5	25.1	100	760	161	1.5	-99	0	67
1997	1	21	10	6	26.7	86	761	169	1.9	-99	0	921
1997	1	21	11	6	28.3	92	761	180	1.7	-99	0	29
1997	1	21	12	6	29.7	83	760	184	1.4	-99	0	932
1997	1	21	13	6	30.6	77	759	217	1.3	-99	0	732
1997	1	21	14	7	30.2	78	758	213	0.7	-99	0	724
1997	1	21	15	6	30.8	76	757	198	1.3	-99	0	920
1997	1	21	16	6	30.7	76	757	221	1.3	-99	0	112
1997	1	21	17	5	30.3	76	757	225	1.3	-99	0	3
1997	1	21	18	5	29.2	78	757	225	1.1	-99	0	3
1997	1	21	19	4	27.7	87	757	200	0.9	-99	0	0
1997	1	21	20	3	26.8	90	758	180	1.1	-99	0	0
1997	1	21	21	2	25.5	97	758	180	0.8	-99	0	0
1997	1	21	22	2	24.8	100	759	180	0.4	-99	0	0
1997	1	21	23	2	24.2	100	759	171	1.1	-99	0	0
1997	1	21	24	2	23.8	100	759	169	1	-99	0	0
1997	1	22	1	2	23.6	100	758	165	1	-99	0	0
1997	1	22	2	2	23.5	100	758	167	1.3	-99	0	0
1997	1	22	3	2	23.3	100	758	164	1.3	-99	0	0
1997	1	22	4	3	23.3	100	757	133	0.3	-99	0	0
1997	1	22	5	3	23.1	100	757	165	1.2	-99	0	0
1997	1	22	6	3	22.8	100	758	167	1.1	-99	0	1
1997	1	22	7	3	22.8	100	758	163	1.4	-99	0	38
1997	1	22	8	3	23.1	100	759	161	1.5	-99	0	8
1997	1	22	9	3	24.8	100	759	167	2.1	-99	0	221
1997	1	22	10	5	26.6	99	760	174	1.9	-99	0	128
1997	1	22	11	6	28.4	92	760	198	1.3	-99	0	530
1997	1	22	12	6	30.5	78	759	204	1.6	-99	0	531
1997	1	22	13	6	31.5	68	758	220	1.8	-99	0	126
1997	1	22	14	6	31.1	68	758	233	1.8	-99	0	928
1997	1	22	15	7	30.8	69	757	220	1.5	-99	0	920
1997	1	22	16	7	30.9	67	756	227	1.5	-99	0	88
1997	1	22	17	5	30.5	70	756	219	1.4	-99	0	23
1997	1	22	18	5	29.1	77	756	209	1.3	-99	0	7
1997	1	22	19	4	27.4	86	756	204	1.2	-99	0	0

year	month	day	hour	cloud	temp (°C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	22	20	4	26.5	89	757	190	1.2	-99	0	0
1997	1	22	21	4	25.7	95	757	180	0.9	-99	0	0
1997	1	22	22	3	25.1	99	758	188	1	-99	0	0
1997	1	22	23	3	24.4	100	758	193	0.6	-99	0	0
1997	1	22	24	4	24	100	758	176	0.5	-99	0	0
1997	1	23	1	4	24.1	100	758	195	0.4	-99	0	0
1997	1	23	2	2	23.6	100	757	173	1	-99	0	0
1997	1	23	3	2	23.3	100	757	168	1.4	-99	0	0
1997	1	23	4	2	23.1	100	757	170	1.2	-99	0	0
1997	1	23	5	3	22.8	100	757	175	1	-99	0	0
1997	1	23	6	3	22.7	100	757	171	1.1	-99	0	0
1997	1	23	7	4	22.6	100	757	171	1.1	-99	0	32
1997	1	23	8	4	22.9	100	758	173	1.3	-99	0	12
1997	1	23	9	3	24.5	99	759	196	1	-99	0	919
1997	1	23	10	3	22.8	85	759	240	1	-99	2	626
1997	1	23	11	2	27.3	70	759	254	0.9	-99	0	926
1997	1	23	12	2	30.8	59	759	282	1.4	-99	0	830
1997	1	23	13	3	31.2	55	758	323	1.1	-99	0	629
1997	1	23	14	3	31.7	45	757	318	1.1	-99	0	726
1997	1	23	15	3	32.5	43	757	284	1.3	-99	0	717
1997	1	23	16	2	32.2	42	756	308	1.1	-99	0	69
1997	1	23	17	2	32	40	756	281	0.9	-99	0	22
1997	1	23	18	2	30.5	43	756	279	0.7	-99	0	7
1997	1	23	19	2	28.4	53	756	210	0.6	-99	0	0
1997	1	23	20	2	26.2	66	756	193	0.7	-99	0	0
1997	1	23	21	2	25.5	81	757	219	1.1	-99	0	0
1997	1	23	22	2	24.8	100	757	222	1	-99	0	0
1997	1	23	23	2	24.1	100	757	222	0.7	-99	0	0
1997	1	23	24	2	23.8	100	757	220	0.7	-99	0	0
1997	1	24	1	2	23.6	100	757	215	0.8	-99	0	0
1997	1	24	2	2	23.1	100	757	198	0.7	-99	0	0
1997	1	24	3	2	22.7	100	756	175	0.8	-99	0	0
1997	1	24	4	2	22.4	100	756	173	0.9	-99	0	0
1997	1	24	5	2	21.9	100	756	179	0.7	-99	0	0
1997	1	24	6	2	21.9	100	756	198	0.3	-99	0	0
1997	1	24	7	2	21.6	100	757	233	0.5	-99	0	44
1997	1	24	8	2	21.1	100	757	225	0.7	-99	0	13
1997	1	24	9	2	23.5	97	758	260	1.1	-99	0	422
1997	1	24	10	2	27.1	76	759	277	1.4	-99	0	829
1997	1	24	11	2	29.1	59	759	311	1.4	-99	0	533
1997	1	24	12	2	30.1	55	759	321	1.4	-99	0	533
1997	1	24	13	2	31.1	45	758	287	1.4	-99	0	730
1997	1	24	14	2	31.3	44	757	262	1.3	-99	0	225
1997	1	24	15	2	31.3	46	756	280	0.9	-99	0	917
1997	1	24	16	2	31.3	45	755	278	1	-99	0	39
1997	1	24	17	2	31	45	755	292	0.8	-99	0	42
1997	1	24	18	2	29.6	50	755	214	0.5	-99	0	7
1997	1	24	19	2	27.2	63	755	174	0.6	-99	0	0
1997	1	24	20	2	25.7	72	756	172	0.4	-99	0	0
1997	1	24	21	2	24.8	78	756	207	0.4	-99	0	0
1997	1	24	22	2	24.2	80	756	241	0.5	-99	0	0
1997	1	24	23	5	24.2	80	757	204	0.8	-99	0	0
1997	1	24	24	5	23.7	87	757	199	0.7	-99	0	0
1997	1	25	1	2	23	95	756	196	0.7	-99	0	0
1997	1	25	2	2	22.1	100	756	177	0.6	-99	0	0
1997	1	25	3	2	21.6	100	756	187	0.6	-99	0	0
1997	1	25	4	2	21.4	100	756	217	0.5	-99	0	0
1997	1	25	5	2	20.9	100	756	164	0.4	-99	0	0
1997	1	25	6	2	20.7	100	756	81	0.6	-99	0	0

year	month	day	hour	cloud	temp (?C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	25	7	2	20.1	100	757	95	0.4	-99	0	39
1997	1	25	8	2	20.6	96	757	166	1.1	-99	0	12
1997	1	25	9	2	22.6	88	758	170	1.3	-99	0	521
1997	1	25	10	3	25.5	72	759	209	1	-99	0	26
1997	1	25	11	2	28.4	53	759	265	1.5	-99	0	631
1997	1	25	12	2	29.6	48	759	255	1.4	-99	0	632
1997	1	25	13	2	29.8	47	758	234	1.3	-99	0	331
1997	1	25	14	3	30.4	48	757	240	1	-99	0	425
1997	1	25	15	3	30.7	48	757	226	0.6	-99	0	618
1997	1	25	16	3	30.6	53	756	242	1.1	-99	0	10
1997	1	25	17	3	30.1	57	756	244	1.1	-99	0	23
1997	1	25	18	3	29	62	756	241	0.7	-99	0	4
1997	1	25	19	3	27.6	70	757	260	0.8	-99	0	0
1997	1	25	20	2	26.7	74	757	211	0.6	-99	0	0
1997	1	25	21	2	25.7	81	758	202	0.6	-99	0	0
1997	1	25	22	2	25.4	86	758	189	0.7	-99	0	0
1997	1	25	23	2	25	90	758	104	0.6	-99	0	0
1997	1	25	24	2	24.3	94	758	76	0.9	-99	0	0
1997	1	26	1	2	23.9	96	758	64	0.5	-99	0	0
1997	1	26	2	2	23.4	98	758	70	0.7	-99	0	0
1997	1	26	3	2	22.7	100	-99	34	0.2	-99	0	0
1997	1	26	4	3	22.2	100	-99	124	0.2	-99	0	0
1997	1	26	5	2	22.1	100	-99	54	0.1	-99	0	0
1997	1	26	6	4	22	100	-99	67	0.2	-99	0	1
1997	1	26	7	4	22	100	759	65	0.5	-99	0	36
1997	1	26	8	5	22.9	99	759	71	0.9	-99	0	12
1997	1	26	9	3	24.8	87	760	57	1.2	-99	0	19
1997	1	26	10	3	26.2	87	761	70	0.9	-99	0	724
1997	1	26	11	4	27.3	87	761	164	0.9	-99	0	326
1997	1	26	12	5	28.2	80	761	167	0.9	-99	0	832
1997	1	26	13	4	28.9	75	760	180	1	-99	0	32
1997	1	26	14	5	29.8	72	759	149	0.6	-99	0	627
1997	1	26	15	5	30.6	67	758	145	0.7	-99	0	719
1997	1	26	16	5	30.9	65	758	167	0.9	-99	0	611
1997	1	26	17	5	30.2	68	758	251	1.1	-99	0	2
1997	1	26	18	7	29.1	76	758	267	1.2	-99	0	8
1997	1	26	19	6	27.6	84	758	290	0.5	-99	0	0
1997	1	26	20	6	26.9	88	759	15	0.7	-99	0	0
1997	1	26	21	6	26.2	88	760	21	0.3	-99	0	0
1997	1	26	22	5	25.9	92	760	321	0.2	-99	0	0
1997	1	26	23	5	25.5	96	760	17	0.3	-99	0	0
1997	1	26	24	6	25.3	94	760	244	0.3	-99	0	0
1997	1	27	1	6	25.4	94	760	171	1.1	-99	0	0
1997	1	27	2	6	24.2	100	760	131	1.4	-99	0	0
1997	1	27	3	6	23.7	100	-99	152	0.9	-99	0	0
1997	1	27	4	6	23.3	100	759	78	1.8	-99	0	0
1997	1	27	5	6	23.2	100	759	82	1.4	-99	0	0
1997	1	27	6	6	23	100	760	83	1.1	-99	0	0
1997	1	27	7	5	22.8	100	760	80	1.3	-99	0	21
1997	1	27	8	4	22.9	100	761	76	1.2	-99	0	8
1997	1	27	9	4	23.4	99	762	77	1.9	-99	0	514
1997	1	27	10	4	24.7	90	762	63	1.7	-99	0	921
1997	1	27	11	4	26	77	762	61	1.5	-99	0	521
1997	1	27	12	7	27.5	73	762	126	1.2	-99	0	920
1997	1	27	13	7	28.4	69	761	143	2	-99	0	916
1997	1	27	14	7	28.3	69	760	162	2.3	-99	0	227
1997	1	27	15	7	27.7	72	759	160	2.1	-99	0	415
1997	1	27	16	6	27.2	71	759	166	2.7	-99	0	55
1997	1	27	17	8	27	69	759	167	3	-99	0	1

year	month	day	hour	cloud	temp (°C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	27	18	8	26	74	759	174	2.2	-99	0	9
1997	1	27	19	7	24.7	83	759	178	1.4	-99	0	0
1997	1	27	20	6	23.5	92	759	175	1.2	-99	0	0
1997	1	27	21	6	23	96	760	176	1.1	-99	0	0
1997	1	27	22	6	22.6	99	760	172	1.1	-99	0	0
1997	1	27	23	3	22.1	100	760	172	1	-99	0	0
1997	1	27	24	3	21.7	100	760	173	0.6	-99	0	0
1997	1	28	1	3	21.5	100	760	177	0.3	-99	0	0
1997	1	28	2	3	21.1	100	760	18	0.4	-99	0	0
1997	1	28	3	2	20.8	100	759	9	0.4	-99	0	0
1997	1	28	4	2	20.9	100	759	17	0.6	-99	0	0
1997	1	28	5	2	20.7	100	759	24	0.7	-99	0	0
1997	1	28	6	2	20.5	100	759	20	0.7	-99	0	0
1997	1	28	7	3	20.4	100	760	30	1.3	-99	0	31
1997	1	28	8	3	20.9	100	761	17	0.8	-99	0	10
1997	1	28	9	4	23.1	96	761	21	1.3	-99	0	518
1997	1	28	10	6	25.4	83	762	33	1.2	-99	0	25
1997	1	28	11	5	27.2	74	762	37	0.6	-99	0	330
1997	1	28	12	5	28.8	64	761	132	0.5	-99	0	432
1997	1	28	13	5	29.9	59	760	140	0.9	-99	0	229
1997	1	28	14	2	30.2	60	759	179	1.6	-99	0	826
1997	1	28	15	3	30.9	59	759	196	1.4	-99	0	519
1997	1	28	16	2	30.3	61	758	186	1.1	-99	0	210
1997	1	28	17	3	29.9	61	758	158	0.8	-99	0	32
1997	1	28	18	3	29.6	62	758	56	0.3	-99	0	8
1997	1	28	19	3	28.2	67	758	66	0.6	-99	0	0
1997	1	28	20	3	26.7	70	758	66	0.7	-99	0	0
1997	1	28	21	4	25.3	79	759	310	0.2	-99	0	0
1997	1	28	22	5	24.4	90	759	63	0.3	-99	0	0
1997	1	28	23	5	23.6	89	759	35	0.3	-99	0	0
1997	1	28	24	3	22.7	95	759	244	0.2	-99	0	0
1997	1	29	1	2	22.2	100	759	269	0.2	-99	0	0
1997	1	29	2	2	21.9	99	758	30	0.3	-99	0	0
1997	1	29	3	2	21.6	97	758	46	0.3	-99	0	0
1997	1	29	4	1	21.1	93	758	171	0.5	-99	0	0
1997	1	29	5	1	20.8	99	758	159	0.5	-99	0	0
1997	1	29	6	1	20.4	99	759	68	0.3	-99	0	0
1997	1	29	7	4	20.1	100	759	32	0.3	-99	0	33
1997	1	29	8	4	21.1	97	760	21	0.2	-99	0	10
1997	1	29	9	0	23.5	80	761	141	0.6	-99	0	720
1997	1	29	10	1	25.2	73	761	161	0.7	-99	0	327
1997	1	29	11	1	27.3	66	761	222	0.4	-99	0	331
1997	1	29	12	1	28.8	59	761	132	1.1	-99	0	533
1997	1	29	13	1	30	56	760	159	1.5	-99	0	631
1997	1	29	14	3	30.9	54	759	176	1.5	-99	0	526
1997	1	29	15	3	31.3	51	758	186	1.3	-99	0	418
1997	1	29	16	3	31.3	50	757	173	1.1	-99	0	9
1997	1	29	17	3	31.1	51	757	210	1.1	-99	0	92
1997	1	29	18	3	29.5	60	757	255	1.3	-99	0	8
1997	1	29	19	3	27.8	68	758	255	1	-99	0	0
1997	1	29	20	3	26.6	76	758	197	0.6	-99	0	0
1997	1	29	21	2	25.2	86	758	166	0.4	-99	0	0
1997	1	29	22	2	24.4	97	758	261	0.1	-99	0	0
1997	1	29	23	2	24.2	96	758	184	0.5	-99	0	0
1997	1	29	24	2	23.8	97	758	190	0.4	-99	0	0
1997	1	30	1	2	22.9	100	-99	175	0.5	-99	0	0
1997	1	30	2	2	22.8	100	757	167	0.3	-99	0	0
1997	1	30	3	2	22.6	100	757	100	0.4	-99	0	0
1997	1	30	4	2	22.2	100	757	72	1	-99	0	0

year	month	day	hour	cloud	temp (°C)	relhum (%)	press (mmHg)	wd (?)	ws (m/s)	CH	rain	radiation
1997	1	30	5	2	22.1	100	757	80	0.8	-99	0	0
1997	1	30	6	2	22.2	100	757	82	0.8	-99	0	0
1997	1	30	7	3	22.1	100	758	142	0.7	-99	0	25
1997	1	30	8	2	22.5	100	759	170	1.1	-99	0	10
1997	1	30	9	2	23.8	100	760	169	1.9	-99	0	18
1997	1	30	10	2	25.8	98	760	170	1.8	-99	0	222
1997	1	30	11	2	28.1	88	760	202	1.2	-99	0	319
1997	1	30	12	3	29.7	75	759	221	0.9	-99	0	416
1997	1	30	13	6	30.8	67	758	243	1	-99	0	430
1997	1	30	14	6	31.5	60	757	236	0.8	-99	0	625
1997	1	30	15	6	32.3	55	757	257	1.1	-99	0	518
1997	1	30	16	7	32.3	54	756	265	1.2	-99	0	710
1997	1	30	17	7	31.7	57	756	250	1.1	-99	0	32
1997	1	30	18	4	30.2	63	756	246	0.9	-99	0	8
1997	1	30	19	4	28.5	73	757	174	1	-99	0	0
1997	1	30	20	3	26.9	86	757	174	1	-99	0	0
1997	1	30	21	3	26.3	88	757	186	0.7	-99	0	0
1997	1	30	22	2	25.7	91	758	196	0.8	-99	0	0
1997	1	30	23	2	24.9	97	758	196	0.6	-99	0	0
1997	1	30	24	2	24.4	100	757	204	0.7	-99	0	0
1997	1	31	1	2	24.1	100	757	200	0.6	-99	0	0
1997	1	31	2	2	23.7	100	757	139	0.5	-99	0	0
1997	1	31	3	2	23.3	100	757	66	0.7	-99	0	0
1997	1	31	4	4	22.9	100	756	81	0.8	-99	0	0
1997	1	31	5	6	23.2	100	757	154	1	-99	0	0
1997	1	31	6	6	23.3	100	757	167	1.2	-99	0	0
1997	1	31	7	6	23.3	100	758	135	0.3	-99	0	27
1997	1	31	8	7	23.7	100	758	159	0.9	-99	0	6
1997	1	31	9	8	24.7	100	759	162	1.4	-99	0	410
1997	1	31	10	7	26.6	100	759	168	1.6	-99	0	210
1997	1	31	11	7	28.6	93	759	186	1.5	-99	0	422
1997	1	31	12	7	30	81	759	187	1.3	-99	0	727
1997	1	31	13	7	30.7	73	758	201	1.2	-99	0	426
1997	1	31	14	6	31.5	68	757	213	1.2	-99	0	525
1997	1	31	15	5	32.1	66	756	234	1.1	-99	0	518
1997	1	31	16	5	32	67	756	230	1.2	-99	0	711
1997	1	31	17	5	31.5	69	756	213	1	-99	0	3
1997	1	31	18	5	30.3	74	756	215	0.7	-99	0	0
1997	1	31	19	5	28.9	81	756	222	0.4	-99	0	0
1997	1	31	20	4	27.8	89	757	188	0.8	-99	0	0
1997	1	31	21	4	26.6	94	757	202	0.7	-99	0	0
1997	1	31	22	3	25.8	99	757	201	0.9	-99	0	0
1997	1	31	23	3	25.1	100	757	201	0.8	-99	0	0
1997	1	31	24	2	24.8	100	757	205	0.7	-99	0	0

*หมายเหตุ ข้อมูลทั้งหมดอยู่ใน CD ROM ทำยเล่ม

ภาคผนวก ง ตัวอย่างการประมวลผลโดย ISCST3

* ISCST3 (02035): AYUTTAYA Winter

* MODELING OPTIONS USED:

* CONC RURAL FLAT DFAULT

* PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

* FOR A TOTAL OF 345 RECEPTORS.

* FORMAT: (3(1X,F13.5),1X,F8.2,3X,A5,2X,A8,2X,A4,6X,A8)

* X Y AVERAGE CONC ZELEV AVE GRP HIVAL NET ID

*

X	Y	AVERAGE CONC	ZELEV	AVE	GRP	HIVAL	NET ID
633700.00000	1559500.00000	378.91916	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
638700.00000	1559500.00000	406.35556	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
643700.00000	1559500.00000	444.02164	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
648700.00000	1559500.00000	488.38989	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
653700.00000	1559500.00000	515.56262	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
658700.00000	1559500.00000	557.36847	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
633700.00000	1564500.00000	394.36038	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
638700.00000	1564500.00000	447.32104	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
643700.00000	1564500.00000	488.88611	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
648700.00000	1564500.00000	519.19391	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
653700.00000	1564500.00000	587.87958	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
658700.00000	1564500.00000	630.03870	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
633700.00000	1569500.00000	431.47958	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
638700.00000	1569500.00000	477.78339	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
643700.00000	1569500.00000	525.54242	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
648700.00000	1569500.00000	585.72363	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
653700.00000	1569500.00000	653.99652	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
658700.00000	1569500.00000	715.47485	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
633700.00000	1574500.00000	435.97714	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
638700.00000	1574500.00000	496.20923	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
643700.00000	1574500.00000	556.56067	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1

648700.00000	1574500.00000	632.09918	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
653700.00000	1574500.00000	726.53387	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
658700.00000	1574500.00000	785.06140	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
633700.00000	1579500.00000	322.36804	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
638700.00000	1579500.00000	481.45474	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
643700.00000	1579500.00000	545.62524	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
648700.00000	1579500.00000	378.51483	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
653700.00000	1579500.00000	605.92950	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
658700.00000	1579500.00000	875.77258	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
633700.00000	1584500.00000	434.99564	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
638700.00000	1584500.00000	473.59891	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
643700.00000	1584500.00000	458.46967	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
648700.00000	1584500.00000	525.99884	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
653700.00000	1584500.00000	634.36530	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
658700.00000	1584500.00000	825.42377	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
633700.00000	1589500.00000	403.72452	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
638700.00000	1589500.00000	106.64860	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
643700.00000	1589500.00000	500.06839	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
648700.00000	1589500.00000	589.06183	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
653700.00000	1589500.00000	595.93042	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
658700.00000	1589500.00000	603.46655	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
633700.00000	1594500.00000	402.06192	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
638700.00000	1594500.00000	354.58734	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
643700.00000	1594500.00000	423.69250	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
648700.00000	1594500.00000	540.19183	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
653700.00000	1594500.00000	464.82397	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
658700.00000	1594500.00000	595.52094	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
633700.00000	1599500.00000	355.59808	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
638700.00000	1599500.00000	420.88736	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
643700.00000	1599500.00000	330.07416	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1
648700.00000	1599500.00000	375.11823	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART1

653700.00000	1599500.00000	530.84564	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART1
658700.00000	1599500.00000	551.45819	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART1
633700.00000	1604500.00000	233.61877	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART1
638700.00000	1604500.00000	146.08629	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART1
643700.00000	1604500.00000	314.21194	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART1
648700.00000	1604500.00000	458.68924	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART1
653700.00000	1604500.00000	455.31543	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART1
658700.00000	1604500.00000	453.82272	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART1
662900.00000	1566900.00000	709.84412	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1566900.00000	731.02106	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1566900.00000	773.76752	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1566900.00000	892.90607	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1566900.00000	1184.80151	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1566900.00000	819.19879	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1566900.00000	1008.73596	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1566900.00000	724.52472	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1566900.00000	889.19684	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1566900.00000	898.06403	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1568900.00000	763.40106	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1568900.00000	780.57343	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1568900.00000	828.62970	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1568900.00000	899.29865	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1568900.00000	1171.55042	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1568900.00000	915.15137	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1568900.00000	943.49060	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1568900.00000	1528.27502	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1568900.00000	1052.96997	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1568900.00000	1016.62683	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1570900.00000	825.47211	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1570900.00000	842.24274	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1570900.00000	890.23962	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2

668900.00000	1570900.00000	942.34296	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1570900.00000	1043.97021	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1570900.00000	1021.13519	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1570900.00000	1018.13934	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1570900.00000	1193.77380	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1570900.00000	1144.00378	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1570900.00000	1195.40857	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1572900.00000	904.94965	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1572900.00000	969.67169	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1572900.00000	1019.56927	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1572900.00000	1047.90503	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1572900.00000	1167.23840	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1572900.00000	1203.94299	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1572900.00000	1422.72888	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1572900.00000	1400.79431	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1572900.00000	1237.40930	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1572900.00000	1108.64197	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1574900.00000	968.82611	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1574900.00000	1079.43799	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1574900.00000	1206.81165	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1574900.00000	1374.22351	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1574900.00000	1569.59912	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1574900.00000	1432.44409	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1574900.00000	1783.46680	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1574900.00000	1372.60132	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1574900.00000	1192.73242	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1574900.00000	1085.94727	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1576900.00000	1019.31848	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1576900.00000	1080.03357	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1576900.00000	1223.33130	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1576900.00000	1402.44043	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2

670900.00000	1576900.00000	1744.92273	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1576900.00000	1510.22803	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1576900.00000	1432.20642	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1576900.00000	1262.33875	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1576900.00000	1150.64978	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1576900.00000	1040.92114	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1578900.00000	1028.17139	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1578900.00000	976.44049	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1578900.00000	1204.39954	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1578900.00000	1332.65674	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1578900.00000	1251.32300	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1578900.00000	1222.61792	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1578900.00000	1227.37952	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1578900.00000	1020.30084	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1578900.00000	991.41699	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1578900.00000	862.73029	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1580900.00000	917.37567	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1580900.00000	1039.36243	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1580900.00000	1118.08386	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1580900.00000	1166.14001	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1580900.00000	1005.86987	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1580900.00000	1031.99548	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1580900.00000	1168.13403	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1580900.00000	921.70593	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1580900.00000	863.98236	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1580900.00000	839.51355	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1582900.00000	906.99585	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1582900.00000	996.69031	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1582900.00000	1031.55969	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1582900.00000	940.03217	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1582900.00000	890.07806	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2

672900.00000	1582900.00000	893.62512	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1582900.00000	1040.22815	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1582900.00000	919.38861	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1582900.00000	804.25378	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1582900.00000	772.38531	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1584900.00000	884.70203	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1584900.00000	925.79572	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1584900.00000	887.19073	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1584900.00000	836.24707	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1584900.00000	810.17029	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1584900.00000	807.08411	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1584900.00000	926.31323	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1584900.00000	908.18665	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1584900.00000	831.51813	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1584900.00000	716.66083	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1586900.00000	831.64282	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1586900.00000	819.57349	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1586900.00000	792.93347	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1586900.00000	774.53687	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1586900.00000	756.87878	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1586900.00000	738.37994	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1586900.00000	852.00189	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1586900.00000	1003.05835	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1586900.00000	894.54376	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1586900.00000	685.46539	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1588900.00000	758.07678	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1588900.00000	754.25659	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1588900.00000	706.78473	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1588900.00000	710.76129	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1588900.00000	707.94379	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1588900.00000	687.05511	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2

674900.00000	1588900.00000	791.92126	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1588900.00000	883.02368	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1588900.00000	897.03363	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1588900.00000	787.68488	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1590900.00000	718.00806	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1590900.00000	695.83765	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1590900.00000	672.25153	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1590900.00000	673.96667	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1590900.00000	659.13019	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1590900.00000	639.29999	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1590900.00000	741.74194	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1590900.00000	768.86639	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1590900.00000	847.89294	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1590900.00000	771.23920	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1592900.00000	626.63599	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1592900.00000	691.84076	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1592900.00000	644.96838	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1592900.00000	645.09058	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1592900.00000	624.23895	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1592900.00000	622.74194	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1592900.00000	694.95105	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1592900.00000	727.22449	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1592900.00000	823.65100	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1592900.00000	767.74988	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1594900.00000	623.54694	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1594900.00000	622.37598	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1594900.00000	615.26288	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1594900.00000	661.45807	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1594900.00000	604.61249	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1594900.00000	724.25519	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1594900.00000	655.46729	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2

676900.00000	1594900.00000	689.45624	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1594900.00000	752.55762	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1594900.00000	738.21472	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1596900.00000	599.21820	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1596900.00000	513.29987	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1596900.00000	606.18689	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1596900.00000	596.85822	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1596900.00000	577.72961	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1596900.00000	583.03839	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1596900.00000	624.27802	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1596900.00000	657.39825	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1596900.00000	669.37982	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1596900.00000	721.69806	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1598900.00000	563.56000	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1598900.00000	565.00586	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1598900.00000	567.35114	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1598900.00000	567.96643	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1598900.00000	552.91895	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1598900.00000	560.82220	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1598900.00000	587.07599	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1598900.00000	629.00586	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1598900.00000	641.20740	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1598900.00000	687.44696	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1600900.00000	526.24792	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1600900.00000	531.06689	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1600900.00000	542.51575	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1600900.00000	541.53131	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1600900.00000	529.37610	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1600900.00000	541.19653	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1600900.00000	556.93542	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1600900.00000	599.20587	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2

678900.00000	1600900.00000	607.27582	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1600900.00000	655.05719	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1602900.00000	459.64389	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1602900.00000	564.92603	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1602900.00000	516.64020	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1602900.00000	512.03412	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1602900.00000	512.03589	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1602900.00000	523.68011	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1602900.00000	631.82574	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1602900.00000	567.46606	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1602900.00000	575.27264	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1602900.00000	612.49854	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1604900.00000	491.05698	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1604900.00000	508.70001	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1604900.00000	494.56784	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1604900.00000	497.68567	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1604900.00000	510.91388	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1604900.00000	506.11221	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1604900.00000	531.10559	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1604900.00000	552.65936	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1604900.00000	561.46143	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1604900.00000	561.87732	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1606900.00000	509.76773	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1606900.00000	481.28461	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1606900.00000	481.87750	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1606900.00000	475.33856	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1606900.00000	500.55066	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1606900.00000	490.36703	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1606900.00000	512.23102	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1606900.00000	518.03857	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1606900.00000	537.48706	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART2

680900.00000	1606900.00000	548.19769	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
662900.00000	1608900.00000	494.77979	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
664900.00000	1608900.00000	453.45505	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
666900.00000	1608900.00000	461.88104	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
668900.00000	1608900.00000	462.57742	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
670900.00000	1608900.00000	493.20700	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
672900.00000	1608900.00000	475.89038	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
674900.00000	1608900.00000	490.41882	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
676900.00000	1608900.00000	512.94257	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
678900.00000	1608900.00000	511.41339	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
680900.00000	1608900.00000	516.05756	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART2
686800.00000	1574500.00000	1473.56812	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
691800.00000	1574500.00000	775.98340	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
696800.00000	1574500.00000	657.59265	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
686800.00000	1579500.00000	778.64795	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
691800.00000	1579500.00000	681.36017	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
696800.00000	1579500.00000	579.78082	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
686800.00000	1584500.00000	665.84924	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
691800.00000	1584500.00000	592.64380	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
696800.00000	1584500.00000	461.68338	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
686800.00000	1589500.00000	592.81830	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
691800.00000	1589500.00000	554.88702	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
696800.00000	1589500.00000	469.30258	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
686800.00000	1594500.00000	547.69940	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
691800.00000	1594500.00000	505.96664	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
696800.00000	1594500.00000	467.99017	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
686800.00000	1599500.00000	589.12531	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
691800.00000	1599500.00000	470.69092	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
696800.00000	1599500.00000	438.93439	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
686800.00000	1604500.00000	491.90875	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
691800.00000	1604500.00000	483.10172	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3

696800.00000	1604500.00000	405.14313	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
686800.00000	1609500.00000	544.23370	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
691800.00000	1609500.00000	487.31836	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
696800.00000	1609500.00000	414.26755	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART3
663000.00000	1612300.00000	447.26715	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART4
668000.00000	1612300.00000	433.76031	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART4
673000.00000	1612300.00000	449.39426	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART4
663000.00000	1617300.00000	395.28949	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART4
668000.00000	1617300.00000	398.38113	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART4
673000.00000	1617300.00000	418.61682	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART4
663000.00000	1622300.00000	368.51593	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART4
668000.00000	1622300.00000	376.46805	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART4
673000.00000	1622300.00000	390.30011	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART4
670344.18750	1573294.25000	1153.28796	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670444.18750	1573294.25000	1164.00830	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670544.18750	1573294.25000	1173.53430	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670644.18750	1573294.25000	1212.52637	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670344.18750	1573394.25000	1153.95850	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670444.18750	1573394.25000	1166.56396	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670544.18750	1573394.25000	1176.66113	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670644.18750	1573394.25000	1186.45251	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670344.18750	1573494.25000	1157.43469	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670444.18750	1573494.25000	1165.61267	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670544.18750	1573494.25000	1179.54248	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670644.18750	1573494.25000	1189.16321	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670344.18750	1573594.25000	1180.03052	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670444.18750	1573594.25000	1175.88037	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670544.18750	1573594.25000	1178.56384	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
670644.18750	1573594.25000	1192.13220	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART5
669925.18750	1587700.00000	743.13031	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART6
670025.18750	1587700.00000	741.31439	0.00	1-HR ALL	1ST	UCART6

670125.18750	1587700.00000	743.09387	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
670225.18750	1587700.00000	742.40405	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
669925.18750	1587800.00000	739.96429	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
670025.18750	1587800.00000	739.30524	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
670125.18750	1587800.00000	740.51007	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
670225.18750	1587800.00000	739.26233	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
669925.18750	1587900.00000	736.73804	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
670025.18750	1587900.00000	737.24164	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
670125.18750	1587900.00000	737.86615	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
670225.18750	1587900.00000	736.04169	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
669925.18750	1588000.00000	733.42291	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
670025.18750	1588000.00000	735.09863	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
670125.18750	1588000.00000	735.16595	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6
670225.18750	1588000.00000	732.72369	0.00	1-HR	ALL	1ST	UCART6

*หมายเหตุ ข้อมูลทั้งหมดอยู่ใน CD ROM ทำยเล่ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว เทียมดารา จุนเจือ เกิดเมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ.2521 ที่จังหวัดสงขลา จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท ที่หลักสูตรสหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย