สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบโครงข่ายสถานีการดูแลคุณภาพอากาศในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

T104103

ธนิศา แพร่เมตตา
นฤมล ใฝ่ฝัน

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104103
วัน,เดือน,ปี 30 ต.ค. 2552

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา พ.ศ.2551

THE DESIGN OF AIR QUALITY MONITORING NETWORK IN MAPTAPUT INDUSTRIAL ESTATE

THANISA PRAEMETTA

NARUMOL FHAIFHAN

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT

FOR THE DEGREE OF BACHELOR IN CHEMICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	การออกแบบโครงข่ายสถานีดูแลคุณภาพอากาศในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด
จัดทำโดย	นางสาวธนิศา แพร่เมตตา
	นางสาวนฤมล ใฝ่ฝัน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นริศรา ทองบุญชู

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ดร. นริศรา ทองบุญชู)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร. อภินันท์ นัมคณิสรณ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์บุญชัย โชติวิริยวาณิชย์)

ปริญญานิพนธ์เรื่อง	การออกแบบโครงข่ายสถานีการดูแลคุณภาพอากาศในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด
ชื่อนักศึกษา	นางสาวธนิศา แพร่เมตตา รหัสนักศึกษา 48010432
	นางสาวนฤมล ใฝ่ฝัน รหัสนักศึกษา 48010432
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นริศรา ทองบุญชู
ปริญญานิพนธ์	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี
	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอการออกแบบโครงข่ายสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง โดยการนำโปรแกรม The Industrial Source Complex Short Term Model (ISCST3) ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศของUS.EPA มาใช้ในศึกษาการแพร่กระจายของมลพิษจากแหล่งกำเนิด อัตราการปลดปล่อยสารมลพิษจากปล่องระบายมลพิษของโรงงานอุตสาหกรรม ข้อมูลคุณภาพอากาศ และข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายชั่วโมงนำมาใช้ในการคำนวณและประกอบการพิจารณา ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดของที่สถานีอนามัยมาบตาพุด (29T) เป็นข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม เนื่องจากมีความสมบูรณ์ที่สุด โดยได้ทำการจำลองข้อมูลรายชั่วโมงตั้งแต่วันที่ 1-31 ธันวาคม2550 เนื่องจากพบความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศสูงสุดในช่วงนั้น ผลจากแบบจำลองแสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในบางบริเวณสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ พบความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงกว่ามาตรฐานในทั่วทั้งบริเวณตำบลมาบตาพุด และด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของตำบลห้วยโป่ง ความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์สูงกว่ามาตรฐานที่บริเวณหมู่บ้านห้วยโป่ง ต.มาบข่า หมู่บ้านมาบตาพุดพัน ต.มาบตาพุด หมู่บ้านหนองน้ำเย็น ต.เนินพระ และด้านใต้ของตำบลนิคมพัฒนา และความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีความเข้มข้นสูงเกินค่ามาตรฐานทั่วทั้งบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ได้นำเสนอแนวทางในการจัดตั้งสถานีตรวจคุณภาพอากาศเป็น 3 ระดับโดยการแบ่งตามความจำเป็น จำนวนสถานีที่แนะนำให้จัดตั้งมีทั้งหมด 4 12 และ 15 สถานี สำหรับกรณีที่มีความจำเป็น มากที่สุด ปานกลางและน้อยที่สุดตามลำดับ ได้มีการศึกษาแนวทางในการควบคุมมลพิษทางอากาศ พบว่ามีวิธีการเดียวที่สามารถลดความเข้มข้นมลพิษทางอากาศของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนให้ต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ คือ การปิดปล่องระบายมลพิษจำนวน 133 ปล่องแต่วิธีการนี้ไม่สามารถลดความเข้มข้นของไนโตรเจนออกไซด์ได้ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

Report Title	The Design of Air Quality Monitoring Network in Maptaput Industrial Estate
By	MissThanisa Praemeeta
	MissNarumol FhaiFhan
Advisor	Dr.Narisara Thongboonchoo
Report for	Bachelor of Chemical Engineering
	Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

This project presented the design of air quality monitoring network in Maptaput Industrial Estate, Rayong. The Industrial Source Complex Short Term Model (ISCST3), The pollutant dispersion model from US.EPA, is used to study the dispersion of emission from sources. The emission rate from industrial stack, air quality data, and meteorological data were used in calculation and consideration. The data from monitoring station at Maptaput Health Center (29T) was used as input for the model from the completeness of the data. The simulation was selected to run hourly from December 1-31, 2007 since peak of chemical concentration was observed during that period. The results from model show that concentrations of air pollutants in some areas are higher than ambient air quality standard. The concentration of Sulfur dioxide that exceed the standard was observed at the whole area of Tambon Maptaput,and the northeastern area of Tambon Huay Pong. The concentration of Nitrogen Oxides that exceed the standard was observed at Huay Pong Village, Tambon Map Kha, Maptaputpun Villange, Tambon Maptaput, Nong Nam Yen Village, Tambon Nern Phra, and south of Tambon Nikom Pattana. The concentration of Particulate Matter with diameter lesser than 10 micron was observed for the whole area of Maptaput Industrial Estate. The air quality monitoring network was proposed into three levels of necessary. The total of 4, 12, and 15 stations are recommended for the most, moderate, and least necessary. The air pollutants control options is also considered. The only option to decrease concentration of sulfur dioxides and nitrogen oxides to lower than the air quality standard level is to shut down 133 stacks. However, this action could not lower concentration of nitrogen oxides to lower than standard

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.นริศรา ทองบุญชู ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประการณ์ที่ดี

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. อภินันท์ นัมคณิสรณ์ และ อาจารย์บุญชัย โชติวิริยวาณิชย์ กรรมการสอบและตรวจสอบปริญญานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำตลอดจนข้อเสนอแนะ จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.ประพัทธ์ พงษ์เกียรติกุล ให้ความอนุเคราะห์โปรแกรมในการทำปริญญานิพนธ์นี้ และคอยให้คำปรึกษาชี้แนะแนว ตลอดจนแนวทางการแก้ปัญหา

ขอขอบคุณกรมควบคุมมลพิษ และกรมอุตุนิยมวิทยาที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล ขอขอบคุณ คุณวาทิต วทัญญูไพศาล และคุณขนิษฐา กนกกาญจนา ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม

หากมีสิ่งผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำขอน้อมรับและขออภัยมา ณ ที่นี้

ธนิศา แพร่เมตตา

นฤมล ใฝ่ฝัน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูป.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 ขอบเขตโครงงาน.....2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ.....3

2.1 ระบบมลพิษทางอากาศ.....3

2.2 ความรู้เกี่ยวกับการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ.....6

2.3 ลักษณะทั่วไปของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และจังหวัดระยอง.....8

2.4 การทำแบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ.....9

2.5 หลักการออกแบบโครงข่ายสถานีการดูแลคุณภาพอากาศ.....12

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....13

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....18

3.1 การเลือกขอบเขตศึกษาการกระจายตัวของสารมลพิษ.....18

3.2 การรวบรวมข้อมูล.....19

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศ.....22

3.4 ทำแบบการกระจายตัวของอากาศ.....26

3.5 การออกแบบโครงข่ายของสถานีการดูแลคุณภาพอากาศ.....27

บทที่ 4 ผลการคำนวณและการวิเคราะห์ผลจากโปรแกรม ISCST3.....28

4.1 วิเคราะห์ผลกระทบของแหล่งมลพิษทางอากาศโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง.....28

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2 การออกแบบโครงข่ายสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ.....34
4.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา.....35
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....40
บรรณานุกรม.....41
ภาคผนวก.....43
ภาคผนวก ก การรวบรวมข้อมูล.....44
ภาคผนวก ข ข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม ISC3.....67
ภาคผนวก ค ผลลัพธ์จากโปรแกรม ISC3.....72
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ข้อมูล.....80

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป.....5

2.2 มาตรฐานอากาศเสียที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรม.....5

3.1 ที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยาและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาจากกรมควบคุมมลพิษ.....21

3.2 ที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยาและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุนิยมวิทยา.....22

4.1 ค่าความเข้มข้นสูงสุดที่จุดผู้รับผลกระทบของสารพิษ SO_2 NO_x และPM_{10}
ในบรรยากาศ กรณีปกติ และกรณีปิดปล่อง 133 ปล่อง.....37

ก-1 ข้อมูลบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด (ปล่อง).....45

ก-2 ตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
สถานีอนามัยมาบตาพุด (29T) จังหวัดระยอง ปี 2550.....60

ก-3 ข้อมูลปริมาณเมฆ (ส่วนของสิบส่วน) ณ สถานีตรวจวัดอากาศระยอง
เดือนธันวาคม ปี 2550.....61

ก-4 ข้อมูลความสูงของชั้นบรรยากาศ Mixing Height ณ สถานีตรวจวัดอากาศระยอง
เดือนธันวาคม ปี 2550.....62

ก-5 ข้อมูลความสูงของชั้นบรรยากาศ Ceiling Height ณ สถานีตรวจวัดอากาศระยอง
เดือนธันวาคม ปี 2550.....63

ก-6 ข้อมูลคุณภาพอากาศ.....64

ก-7 ข้อมูลผลการติดตามและตรวจสอบสารอินทรีย์ไอระเหยในพื้นที่มาบตาพุด
จังหวัดระยอง ปี 2550.....65

ข-1 รายละเอียดไฟล์ข้อมูลป้อนเข้า ข้อมูลระดับพื้นดิน Surface data.....68

ข-2 รายละเอียดไฟล์ข้อมูลป้อนเข้า ข้อมูลระดับพื้นดิน Upper air data.....69

ข-3 ข้อมูล Mixing Height ที่ใช้ป้อนเข้าสู่โปรแกรม PCRAMMET.....70

ข-4 ตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม ISC3
(เป็นข้อมูลผลลัพธ์จากโปรแกรม PCRAMMET).....71

ค-1 ตัวอย่างข้อมูลผลลัพธ์จากโปรแกรม ISC3: ความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง
100 อันดับของ NO_x 73

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air pollution system).....3
2.2 Plume dispersion.....9
2.3 ข้อมูลป้อนเข้าและออกจากคอมพิวเตอร์ของโปรแกรม ISCST3.....10
2.4 ข้อมูลป้อนเข้าและออกจากคอมพิวเตอร์ของโปรแกรม ISCLT3.....11
3.1 ขอบเขตศึกษาถึงแบบจำลองการกระจายตัวของอากาศ
ที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด.....19
3.2 ตำแหน่งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ.....21
3.3 ปริมาณข้อมูลระดับพื้นดิน ของแต่ละสถานีเป็นเวลา12เดือนในปี 2550.....23
3.4 ความเข้มข้นของ NO_x รายวัน สถานี 29T.....24
3.5 Windrose Diagram ของสถานี 28T.....25
3.6 Windrose Diagram ของสถานี 29T.....25
4.1 Contour ค่าความเข้มข้นของ SO_2 ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศใน
บรรยากาศ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550.....30
4.2 Contour ค่าความเข้มข้นของ SO_2 ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศใน
บรรยากาศ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550.....31
4.3 Contour ค่าความเข้มข้นของ NO_x ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ
เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550.....32
4.4 Contour ค่าความเข้มข้นของ PM_{10} ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศใน
บรรยากาศ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550.....33
4.5 การซ้อนทับ Contour Plots บนแผนที่ของสารของทุกสารมลพิษ.....35
4.6 ความเข้มข้นของ SO_2 รายวัน เทียบค่ามาตรฐาน.....38
4.7 ความเข้มข้นของ SO_2 รายชั่วโมง เทียบค่ามาตรฐาน.....38
4.8 ความเข้มข้นของ NO_x รายชั่วโมง เทียบค่ามาตรฐาน.....38
4.9 ความเข้มข้นของ PM_{10} รายวัน เทียบค่ามาตรฐาน.....39
4.10 เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นที่จุดผู้รับผลกระทบซึ่งลดลง เมื่อปิดปล่องปล่อย
สารมลพิษ 133 ปล่อง 39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ค-1 Contour ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศใน
บรรยากาศ ณ ต.มาบตาพุด เดือนธันวาคม 2550 ของ SO_2 เทียบ 24 ชั่วโมง.....74
ค-2 Contour ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ
ในบรรยากาศ ณ ต.มาบตาพุด เดือนธันวาคม 2550 ของ SO_2 เทียบ 1 ชั่วโมง.....75
ค-3 Contour ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ
ในบรรยากาศ ณ ต.มาบตาพุด เดือนธันวาคม 2550 ของ NO_x เทียบ 1 ชั่วโมง.....76
ค-4 Contour ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ
ในบรรยากาศ ณ ต.มาบตาพุด เดือนธันวาคม 2550 ของ PM_{10} เทียบ 24 ชั่วโมง.....77
ค-5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ SO_2 (24 ชั่วโมง)
กับอันดับเทียบค่ามาตรฐานจากผลการคำนวณของแบบจำลอง ISC.....78
ค-6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ SO_2 (1 ชั่วโมง) กับอันดับเทียบ
ค่ามาตรฐานจากผลการคำนวณของแบบจำลอง ISC.....78
ค-7 กราฟ่ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ NO_x กับอันดับเทียบ
ค่ามาตรฐานจากผลการคำนวณของแบบจำลอง ISC.....79
ค-8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ PM_{10}กับ อันดับ เทียบค่ามาตรฐาน
จากผลการคำนวณของแบบจำลอง ISC.....79
ง-1 ความเข้มข้นของ CO รายวัน สถานี 29T.....81
ง-2 ความเข้มข้นของ NO รายวัน สถานี 29T.....81
ง-3 ความเข้มข้นของ NO_2 รายวัน สถานี 29T.....82
ง-4 ความเข้มข้นของ NO_x รายวัน สถานี 29T.....82
ง-5 ความเข้มข้นของ O_3 รายวัน สถานี 29T.....83
ง-6 ความเข้มข้นของ PM_{10} รายวัน สถานี 29T.....83
ง-7 ความเข้มข้นของ SO_2 รายวัน สถานี 29T.....84

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ง-8 Windrose Diagram ของสถานี 28T.....84

ง-9 Windrose Diagram ของสถานี 29T.....85

ง-10 ความเข้มข้นของไดคลอโรอีเทน (1, 2-Dichloroethane) รายเดือนสถานี 29T.....85

ง-11 ความเข้มข้นของเบนซีน (Benzene) รายเดือนสถานี 29T.....86

ง-12 ความเข้มข้นของคลอโรฟอร์ม (Chloroform) รายเดือนสถานี 29T.....86

ง-13 ความเข้มข้นของไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) รายเดือนสถานี 29T.....86

ง-14 ความเข้มข้นของไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) รายเดือนสถานี 29T.....87

ง-15 ความเข้มข้นของบิวตะไดอีน (1, 3-Butadiene) รายเดือนสถานี 29T.....87

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในเขตพื้นที่ตำบลมาบตาพุดมีโรงงานอุตสาหกรรมกว่า 109 โรงงาน ซึ่งกระจายตัวอยู่ในนิคมอุตสาหกรรม 4 แห่ง ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด นิคมอุตสาหกรรมเหมราชตะวันออก (มาบตาพุด) นิคมอุตสาหกรรมผาแดง นิคมอุตสาหกรรมไอ อาร์ แอล จากการตรวจสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน 25 ชุมชน รอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เพื่อเฝ้าระวังและแก้ไขผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนพบว่ามีสารประกอบอินทรีย์ไอระเหย(VOCs)ในอากาศจากการตรวจสอบสารเคมีที่ตกค้างในร่างกายในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2550 พบว่าจากการตรวจปัสสาวะเพื่อหาสารอินทรีย์ระเหย 3 ชนิดที่ใช้มากที่สุดในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด คือ เบนซีน โทลูอีน และสไตรีน ทั้งหมด 2177 ราย พบว่ามีการตรวจพบว่า 329 ราย หรือ ร้อยละ 16 ที่สารเบนซีนสูงเกินมาตรฐาน ซึ่งการที่มีการสะสมสารเบนซีนอาจก่อให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว[1] ซึ่งสอดคล้องกับผลตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 4 สถานีในจังหวัดระยอง คือ สถานีองค์การบริหารส่วนตำบลตาสิทธิ์ (28T) สถานีอนามัยมาบตาพุด (29T) สถานีชุมสายโทรศัพท์ระยอง(30T) และ สถานีศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง(31T) โดยทำการตรวจวัดและบันทึกความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศได้แก่ SO_2 NOx (NO,NO_2) CO Ozone PM_{10} และ VOCs จากจำนวนสถานีเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ของนิคมอุตสาหกรรมและชุมชน ทำให้เกิดคำถามว่าจำนวนและที่ตั้งของสถานีอาจไม่เหมาะสมและเพียงพอที่จะใช้ในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศที่มีผลต่อประชาชน นอกจากนี้ยังไม่สามารถระบุตำแหน่งหรือบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงของมลพิษได้แน่นอน ดังนั้นผู้จัดทำจึงสนใจที่ออกแบบโครงข่ายสถานีดูแลคุณภาพอากาศสำหรับอุปกรณ์ราคาประหยัด เช่น จมูกอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศที่อยู่สนใจ และ มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ และใช้ในการระบุแหล่งกำเนิดของมลพิษดังกล่าว เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการควบคุมให้ความเข้มข้นของมลพิษที่อยู่ในความสนใจมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศและส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง และใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศโดยรอบว่ามีความปลอดภัยเพียงใด โดยจำนวนสถานีในโครงข่ายจะถูกออกแบบให้มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ด้านเศรษฐศาสตร์และสังคม

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศจากโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

1.2.2 ออกแบบโครงข่ายสถานีดูแลคุณภาพอากาศเพื่อใช้เฝ้าระวังและติดตามคุณภาพอากาศในเขตพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

1.3 ขอบเขตโครงงาน

1.3.1 ศึกษาการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศจากโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด โดยปีที่ทำการศึกษา คือ พ.ศ. 2550 สารพิษที่สนใจ คือ SO_2 NOx ได้แก่ (NO, NO2) CO Ozone PM_{10} และ VOCs

1.3.2 ทำการออกแบบโครงข่ายสถานีการดูแลคุณภาพอากาศในเขตพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานสามารถแบ่งออกขั้นตอน ได้เป็น

1.4.1 การเลือกขอบเขตศึกษาการกระจายตัวของอากาศ

1.4.2 การรวบรวมข้อมูล

1.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศ และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

1.4.4 การศึกษาแบบจำลองการกระจายตัวของอากาศ

1.4.5 ทำการออกแบบโครงข่ายของสถานีการดูแลคุณภาพอากาศ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 เรียนรู้ทักษะการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน โปรแกรมการเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (PCRAMMET) แบบจำลองการแพร่กระจายของอากาศ (ISCST3) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

1.5.2 ได้ทราบข้อมูลการปลดปล่อยสารมลพิษในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เพื่อช่วยในการจัดการคุณภาพอากาศ

1.5.3 ได้ทราบค่าความเข้มข้นของสารมลพิษสูงสุดที่เกิดขึ้นในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

1.5.4 ได้ทราบค่าความเข้มข้นของสารพิษในพื้นที่ซึ่งมีความหนาแน่นของประชากรมาก

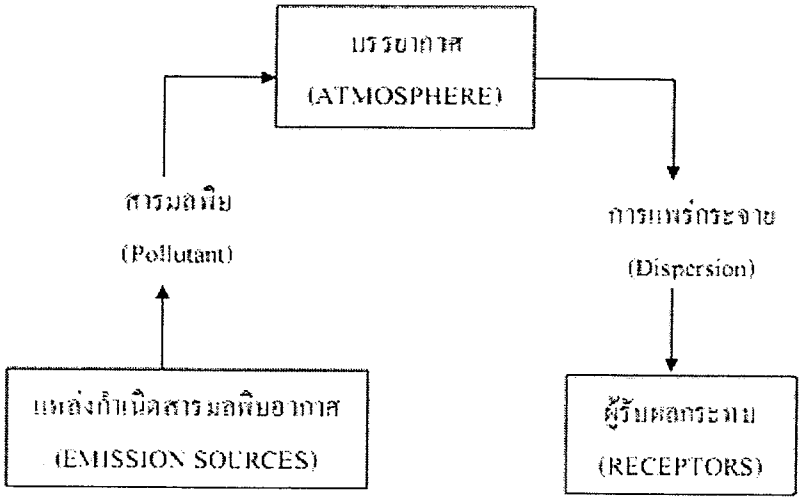
1.5.5 ได้ทราบว่าพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากสารมลพิษ เพื่อช่วยในการจัดการคุณภาพอากาศและสุขภาพของประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

ในการออกแบบโครงข่ายสถานีการดูแลคุณภาพอากาศนั้นจะต้องอาศัยความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

2.1 ระบบมลพิษทางอากาศ[2]

ภาวะมลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปน ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแก๊ส ของเหลว หรืออนุภาคของแข็ง ในปริมาณมากพอที่ทำให้เกิดผลต่อกระทบสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารเจือปนอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ และอาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษทางอากาศหลักที่สำคัญ คือ ฝุ่นละออง ตะกั่ว แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แก๊สออกไซด์ของไนโตรเจน และแก๊สโอโซน ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System) มีส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์กันคือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Emission Source) เช่น โรงงานอุตสาหกรรม จะปลดปล่อยสารมลพิษทางอากาศออกมา ซึ่งสารเหล่านี้สามารถเคลื่อนที่ไปในอากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และเกิดการแพร่กระจายเข้าสู่ผู้รับผลกระทบ (Receptor) ได้ แสดงเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ดังรูปที่ 2.1



รูปที่2.1 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air pollution system) [กรมควบคุมมลพิษ: 2551]

2.1.1 แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ[2] แบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังต่อไปนี้

1) แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ (Natural Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดสารมลพิษและระบายสารมลพิษออกสู่อากาศ โดยเป็นไปตามกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องแต่อย่างใด ตัวอย่างเช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า ทะเล และมหาสมุทร (แหล่งกำเนิดของละอองเกลือ) เป็นต้น

2) แหล่งกำเนิดที่เป็นกิจกรรมหรือการกระทำของมนุษย์ (Man-Made Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่มีมนุษย์หรือกิจกรรมที่มนุษย์กระทำ เป็นตัวการทำให้เกิดสารมลพิษและระบายสารมลพิษออกสู่อากาศแหล่งกำเนิดจากมนุษย์สามารถแบ่งออกไปได้อีก 2 ประเภท คือ

1. แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Sources) ได้แก่ รถยนต์ประเภทต่างๆ เรือยนต์ เครื่องบิน รถไฟ เป็นต้น

2. แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ (Stationary Sources) ได้แก่ แหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

- แหล่งกำเนิดแบบจุด (Point Sources) ประกอบด้วยโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษจากการสันดาปเชื้อเพลิงและกระบวนการผลิต
- แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area Sources) คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษที่ไม่จัดให้อยู่ในแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ หรือแหล่งกำเนิดแบบจุดได้ เช่น แหล่งกำเนิดมลพิษจากการใช้เชื้อเพลิงจากที่อยู่อาศัย การใช้ผลิตภัณฑ์สีและสารเคลือบผิว เป็นต้น

2.1.2 ลักษณะแหล่งกำเนิดในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด [3]

นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดตั้งอยู่ในพื้นที่ของจังหวัดระยอง มีจำนวนโรงงานทั้งหมด109 โรงงาน เป็นโรงงานประเภทปิโตรเคมีขนาดใหญ่จำนวนกว่า 5 โรงงาน โรงงานประเภทโพลิเมอร์มีจำนวนกว่า 27 โรงงาน และจำนวนปล่องของโรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นแหล่งปลดปล่อยสารมลพิษจำนวน 285 ปล่อง ซึ่งจากข้อมูลคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษมีแนวโน้มว่าจะมีความรุนแรงมากขึ้นจากสถิติผู้ป่วยโรคมะเร็งของจังหวัดระยองสูงเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ ซึ่งผู้ป่วยส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในเขตตำบลมาบตาพุด และพื้นที่ใกล้เคียงในรัศมี 10 กม. จากการรวบรวมข้อมูลปัญหานี้เกิดจากสาเหตุการปลดปล่อยมลพิษของโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ดังกล่าวนั่นเอง

2.1.3 มาตรฐานคุณภาพอากาศในประเทศไทย[4]

กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศไว้ 2 แบบ คือ มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปและมาตรฐานอากาศเสียที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรมดังแสดงในตารางที่ 2.1 และ 2.2

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

สารมลพิษ	ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (ไมโครกรัม./ลบ.ม.)	
	เฉลี่ย 1 ชม.	เฉลี่ย 24 ชม.
SO_2	780	300
NO_x	-	-
PM_{10}	-	120

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2551)

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานอากาศเสียที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรม

สารมลพิษ	ความเข้มข้นกระบวนการผลิตที่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง* (ไมโครกรัม./ลบ.ม.)	กระบวนการผลิตที่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง** (ไมโครกรัม/ลบ.ม.)
SO_2	1,308,793	-
NO_x	-	ไม่เกิน 752,556
PM_{10}	ไม่เกิน 400,000	ไม่เกิน 320,000

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2551)

หมายเหตุ : * ให้คำนวณผลที่ความดัน 1 atm หรือ 760 mmHg อุณหภูมิ 25°C ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมี ปริมาตรอากาศเสียที่ออกซิเจน ณ สภาวะจริงในขณะตรวจวัด

** ให้คำนวณผลที่ความดัน 1 atm หรือ 760 mmHg อุณหภูมิ 25°C ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรอากาศเสียที่ออกซิเจน ร้อยละ 7

2.1.4 อันตรายของสารมลพิษทางอากาศ [2]

สำหรับสารมลพิษทางอากาศนั้น ทางผู้จัดทำจะให้ความสำคัญกับสารพิษซึ่งทางกรมควบคุมมลพิษทำการตรวจวัดพร้อมบันทึกค่า ได้แก่ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โอโซน (Ozone) ฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน (PM_{10}) และสารประกอบอินทรีย์ไอระเหย (VOCs) กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับความอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ ได้ดังต่อไปนี้

1) อันตรายของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อสุขภาพ เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจหรือสัมผัสถูกเยื่อบุร่างกายต่าง ๆ ทำให้เกิดอาการระคายเคืองบริเวณผิวหนัง มีอาการแสบตา แสบจมูก นัยน์ตาอักเสบ หลอดลมอักเสบเรื้อรัง และทำลายเนื้อเยื่อปอดอาจกลายเป็นมะเร็งปอดได้

2) อันตรายจากออกไซด์ของไนโตรเจนต่อสุขภาพ เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งที่ปอดได้ ทำลายเนื้อเยื่อปอด และทำให้ทางเดินหายใจอักเสบ เกิดอาการแสบคอ แสบจมูก และแสบตาได้ ถ้าได้รับเป็นระยะเวลานานจะเกิดอาการอักเสบของระบบทางเดินหายใจ จะมีอาการบวมของเนื้อเยื่อในหลอดลมตอนบน และจะลุกลามถึงหลอดลมส่วนลึกในระบบจนถึงมีอาการปวดบวม

3) อันตรายของคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อสุขภาพ ร่างกายจะเกิดภาวะขาดแก๊สออกซิเจน (O_2) ทำให้สมองได้รับ O_2 ไม่เพียงพอมีผลกระทบกระเทือนถึงระบบประสาทส่วนกลาง เกิดอาการของพิษ CO คือ มีอาการง่วงซึม ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย วิงเวียน หน้ามืด ตาลายตามัว สายตาพร่า ความจำเสื่อม รู้สึกเฉื่อยชา การเห็นการได้ยินเสื่อมไป มึนงงเป็นลม ชัก คลื่นไส้อาเจียน หัวใจเต้นเร็ว หายใจเร็ว เจ็บหน้าอก ออกซิเจนในเลือดลดต่ำลงทำให้หมดสติ และอาจถึงตายได้

4) อันตรายของสารประกอบอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds: VOCs) ได้แก่ เบนซีน (Benzene) ไดคลอโรอีเทน (1, 2-Dichloroethane) บิวตะไดอีน (1, 3-Butadiene) สำหรับเบนซีนนั้นเป็นสารก่อมะเร็งเม็ดเลือดขาว นอกจากนี้ยังสามารถทำลายไขกระดูก เม็ดเลือดแดงแตก โรคโลหิตจาง และอาการหรือโรคทางประสาทส่วนกลางอีกด้วย

2.2 ความรู้เกี่ยวกับการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ[2]

2.2.1 ทิศทางและความเร็วลม สารมลพิษทางอากาศเมื่อระบายจากแหล่งกำเนิดแล้วจะถูกลมพัดพาไป แต่ลมมักไม่ได้พัดในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น มีแสงอาทิตย์ส่องประมาณวันละ 12 ชั่วโมง ทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิที่พื้นดิน น้ำกับอากาศมีได้สูง (เพราะพื้นดินจะดูดซับความร้อนได้มากกว่าอากาศหรือน้ำ) ดังนั้น ลมจะเกิดขึ้นจากการยกตัวของอากาศที่อยู่ใกล้พื้นดิน และการพัดเข้าไปแทนที่ของอากาศที่เย็นกว่าที่เข้าไปแทนที่ตัวอย่างของลมระดับท้องที่ ได้แก่ ลมทะเล ส่วนในเวลากลางคืน หรือ ฤดูหนาว พื้นดินจะเย็นลงกว่าอากาศหรือน้ำ ทำให้ทิศทางลมกลับกัน นอกจากนี้ก็ยังมีลมที่เกิดขึ้นเฉพาะที่ เช่น อาจเกิดจากสภาพทางภูมิประเทศ เช่น มีอาคารหรือภูเขา ทำให้ทิศทางลมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ความเร็วลมก็เช่นเดียวกับทิศทางลม คือมีค่าไม่คงที่ตลอดช่วงเวลา แต่ก็ยังมีผลกระทบต่อความถูกต้องของการประเมินโดย

ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้อยกว่า ทั้งนี้ เพราะความเร็วลมเป็นตัวแปรที่มีผลผูกพันกับความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ แต่หากได้ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องในช่วงเวลาที่ศึกษา ผลที่ได้ก็ยังมีความถูกต้องพอสมควร

2.2.2 การแพร่กระจาย การแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศนั้นเป็นกระบวนการเจือจางโดยการแลกเปลี่ยนสถานที่ระหว่างมลพิษกับอากาศ เช่น มวลอากาศปกติมีการเคลื่อนที่ไปมา หากมีมลพิษทางอากาศอยู่ในมวลอากาศนั้นก็จะถูกพาไปด้วย ในขณะที่มวลอากาศที่ปราศจากมลพิษจะเข้ามาแทนที่

2.2.3 การเปลี่ยนแปลงของมลพิษทางอากาศ เช่น การที่ฝุ่นอาจตกลงสู่พื้นดิน หรือแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อาจเปลี่ยนเป็นซัลเฟตหรือไนตริกออกไซด์จะถูกออกซิไดส์เป็นไนโตรเจนไดออกไซด์นั้น ถึงแม้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีวิธีการที่จะรวมการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเข้ามา แต่ก็มักจะเป็นในรูปง่ายๆ เช่น กำหนดอัตราที่คงที่ต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็ไม่เป็นความจริงเสมอไปเพราะปรากฏการณ์ เช่น ฝนตกลงมาชะล้างมลพิษทางอากาศนั้น ไม่มีใครทราบแน่นอนว่ามีผลอย่างไร

โดยสรุปการแพร่กระจายตัวของสารมลพิษทางอากาศนั้น จะได้รับผลกระทบจากการปัจจัยดังต่อไปนี้

1) ผลกระทบจากความเร็วและทิศทางลม โดยจะแปรผันตามเวลา อีกทั้งขึ้นกับลักษณะภูมิประเทศ ลมอิทธิพลต่างๆ

2) ผลกระทบจากสิ่งก่อสร้าง (Building effects) เมื่อกลุ่มควันของมลพิษทางอากาศเคลื่อนที่เข้าใกล้สิ่งก่อสร้างหรือโครงสร้างอื่นๆ จะเกิดลมหมุนแบบปั่นป่วนบริเวณด้านข้างของสิ่งก่อสร้าง ลมหมุนเหล่านั้นจะทำให้เกิดกลุ่มควันออกจากบริเวณแหล่งกำเนิดที่เป็นปล่องที่ความสูงใกล้เคียงกับสิ่งก่อสร้างหรือโครงสร้าง ซึ่งจะเกิดแรงลงสู่พื้นได้เร็วกว่าถ้าไม่มีสิ่งก่อสร้างหรือโครงสร้างอยู่ในบริเวณนั้น ผลกระทบนี้สามารถเพิ่มขึ้นได้มาก หากระดับความเข้มข้นของมลพิษที่ไหลลงมาของสิ่งก่อสร้างหรือโครงสร้างต่างๆอยู่ใกล้ระดับพื้นดินมาก กลุ่มควันมลพิษนั้นจะสามารถสลายตัวไปเองได้เมื่อสัมผัสกับพื้นดิน ตัวอย่างเช่น อนุภาคต่างๆ

3) ผลกระทบจากการเคลื่อนตัวของสารมลพิษ (Deposition) แบ่งได้ 2 แบบ ดังต่อไปนี้

- แบบแห้ง (Dry deposition) การเคลื่อนย้ายของอนุภาคหรืออนุภาคจากกลุ่มควันของมลพิษโดยจากการสัมผัสกับพื้นผิวดิน พืชพันธุ์ หรือ แม้กระทั่งผิวน้ำ โดยกระบวนการเคลื่อนย้าย เช่น การดูดซับ(Absorption) และการตกตะกอนโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก (gravitational sedimentation) ซึ่งในกรณีนี้จะคำนวณ ความเร็วในการสะสม (Deposition velocity)

- แบบเปียก (Wet deposition) การเคลื่อนย้ายส่วนประกอบของกลุ่มควันมลพิษโดยผลมาจากการกระทำของฝน คือ น้ำฝนจะไปเกาะกับอนุภาคของมลพิษทำให้ตกลงสู่พื้นดิน

2.3 ลักษณะทั่วไปของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และจังหวัดระยอง[5]

จังหวัดระยองมีลักษณะโดยทั่วไปดังนี้

2.3.1 ลักษณะภูมิประเทศ ประกอบด้วย ที่ราบชายฝั่งที่เกิดจากการทับถมของตะกอนบริเวณแอ่งลุ่มน้ำระยอง และที่ลาดสลับเนินเขาและภูเขา มีลักษณะเป็นลอนลูกคลื่นสูงต่ำสลับกันไป รวมกับพื้นที่ทิวเขา 2 แนวคือทิวเขาชะเมาทางทิศตะวันออก ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 1,035 เมตร และทิวเขาที่อยู่ประมาณกึ่งกลางของตัวจังหวัดเป็นแนวยาวจากอำเภอเมืองขึ้นไปทางเหนือจนสุดเขตจังหวัด เป็นเนินเขาที่เตี้ยกว่าคือ เขาขุอิน เขาจอมแห เขางวงช้าง ในเขตอำเภอบ้านค่าย และเขาท่าฉุด เขายายดา เขาตะเภาคว่ำ

2.3.2 ลักษณะภูมิอากาศ จังหวัดระยองมีสภาพภูมิอากาศ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1) แบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู ได้แก่ บริเวณทางด้านตะวันตกของจังหวัดระยอง จะมีฝนตกเฉลี่ยประมาณ 1,000-1,200 มิลลิเมตร/ปี บริเวณนี้จะมีสภาพที่มีช่วงฤดูฝน และฤดูแล้งที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

2) แบบมรสุมเขตร้อน ในพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดระยอง จะมีปริมาณฝนตกมากและมีช่วงแห้งแล้งสั้น มีฝนตกเฉลี่ยประมาณ 1, 200-1,700 มิลลิเมตร/ปี สำหรับเขตตำบลมาบตาพุดจะมีพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัด ฤดูกาลของจังหวัดระยอง มี 3 ฤดูกาล ดังนี้

1) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม - เดือนตุลาคม รวมระยะ 6 เดือน โดยในเดือนพฤษภาคม ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะพัดเข้ามา ฝนก็จะตกมาก ต่อมาในเดือนมิถุนายน ฝนจะลดปริมาณการตกลงอย่างชัดเจน ยกเว้นทางด้านอำเภอแกลง และกิ่งอำเภอเขาชะเมา ต่อมาในเดือนกรกฎาคม ฝนก็จะเริ่มตก และจะตกมากในเดือนสิงหาคม - กันยายน - ตุลาคม ซึ่งฝนที่ตกมากในช่วงนี้ ก็เนื่องจากได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในอ่าวไทย และพายุดีเปรสชั่น ที่ได้เคลื่อนตัวมาจากทะเลจีนใต้ที่ฝั่งเวียดนาม และพัดมาทางทิศตะวันตกเข้าสู่พื้นที่จังหวัดในภาคตะวันออก

2) ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ รวมระยะเวลา 4 เดือนฤดูนี้อุณหภูมิของจังหวัดระยองไม่ลดต่ำมากเหมือนภาคอื่นๆเพราะเขตนี้อยู่ปลายมรสุม ตะวันออกเฉียง เหนือ ความหนาวเย็นจึงไม่ลดลงมาก นอกจากนี้ก็ยังได้รับไออุ่นจากทะเล

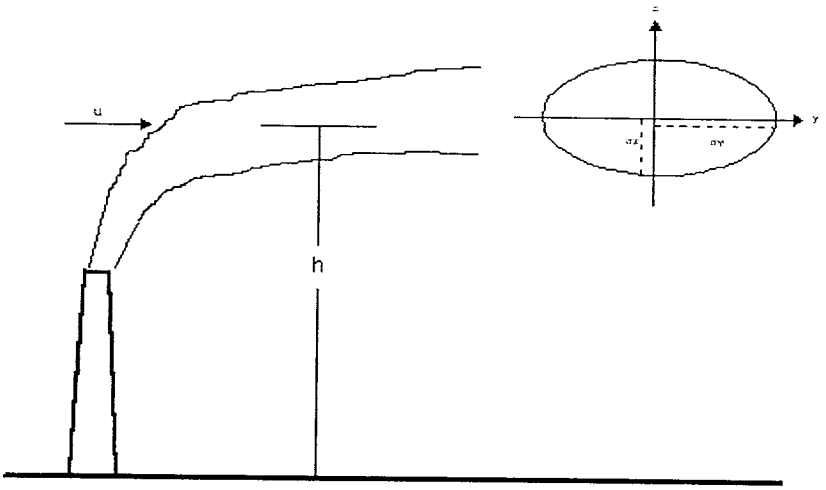
3) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์ จนถึงปลายเดือนเมษายน ระยะเวลา 2 เดือน ระยะนี้มีลมตะวันออกเฉียงใต้และลมเฉื่อยจากทะเลในตอนบ่ายพัดมาร่วมกับลมตะวันออกเฉียงใต้ จึงทำให้ลมมีกำลังแรงมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ฝั่งทะเลระยองในระยะเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน จึงมีคลื่นลมค่อนข้างแรงในตอนบ่ายและเย็นทำให้อุณหภูมิไม่สูงอากาศจึงไม่ร้อนมากนัก

2.4 การทำแบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ[2]

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จะมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือแบบ GAUSSIAN ซึ่งพัฒนาจาก Heat Diffusion Equation ของ Adolph Fick และพัฒนาโดย Sutton และ Pasquill เป็นแบบจำลองที่มีสูตรชัดเจน และมีข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับการแพร่กระจายอยู่ด้วย ทำให้ง่ายต่อการใช้ง่ายและมีความถูกต้องสูง ส่วนอีกแบบหนึ่งเป็นแบบ Eulorian ที่ใช้สมการ Diffision ที่ใส่ Boundary Conditions ต่างๆเข้าไปทำให้การแก้สมการต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยซึ่งทำให้ไม่เป็นที่นิยมมากนัก แม้ว่าน่าจะมีความถูกต้อง (ในแง่ของกรณีที่มี Boundary Conditions มากๆ เช่น มีภูเขา)

2.4.1 แบบจำลองแบบ GAUSSIAN

การจำลองการแพร่กระจายแบบ GAUSSIAN อาศัยหลักการที่ว่าการแพร่กระจายเป็นแบบ Normal Distribution นั้น เกิดขึ้นทั้งในแนวแกน Y ซึ่งเป็นแนวนอน และในแนวแกน Z หรือแนวตั้ง จึงเรียกลักษณะการเกิดการแพร่กระจายของสารมลพิษว่าเป็น Binormal ซึ่งใช้สมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Gaussian Dispersion Equation ในการทำนายการแพร่กระจายสารมลพิษดังกล่าว แสดง Plume dispersion ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 Plume dispersion. (EEA, 2003)

สมการ GAUSSIAN Plume สามารถแสดงดังสมการที่ 2.1

$$X(x,y,z)=\frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u}\exp\left[-\frac{(y-y_0)^2}{2\sigma_y^2}\right]\exp\left[-\frac{(z-z_0)^2}{2\sigma_z^2}\right] \qquad \text{สมการ 2.1}$$

โดยที่

(x,y,z) = ระยะห่างของจุดที่สนใจที่ห่างจากแหล่งกำเนิดในทิศ x,y,z (m)

X = ความเข้มข้นของสารพิษที่ต้องการทราบ (g/m3)

Q = ค่าการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด (g/s)

π = 3.141

H = ความสูงของปล่องและการยกตัวของควัน (m) (Effective Stack Height)

σ_z = ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายสารมลพิษในแนวแกน Z (m)

u = ความเร็วลมที่จุดปลายปล่อง (m/s)

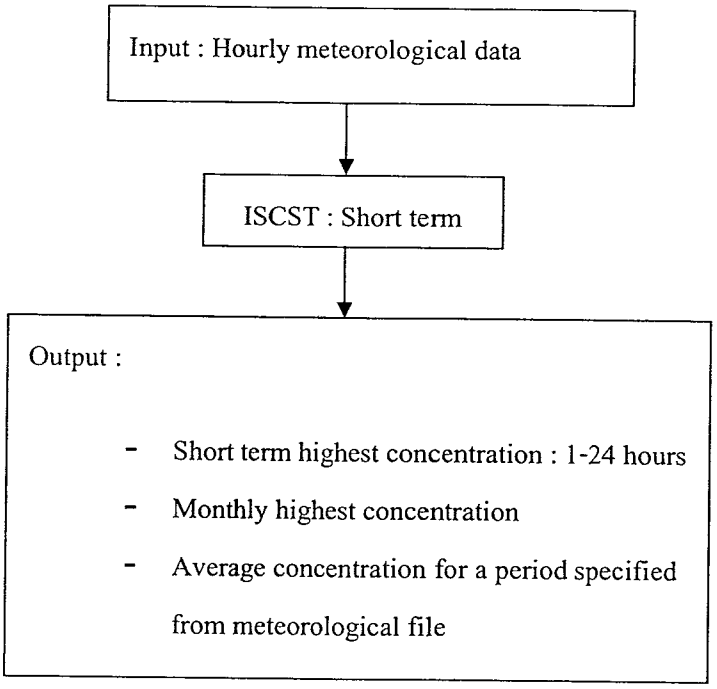
σ_y = ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายสารมลพิษในแนวแกน Y (m)

2.4.2 แบบจำลองที่ใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศในเขตอุตสาหกรรม[2]

The Industrial Sources Complex Model (ISC) เป็นแบบจำลองแบบ Gaussian ที่นิยมใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศในเขตอุตสาหกรรมยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบตามช่วงเวลาที่ต้องการศึกษาดังนี้

1) The Industrial Sources Complex Short Term model (ISCST3)

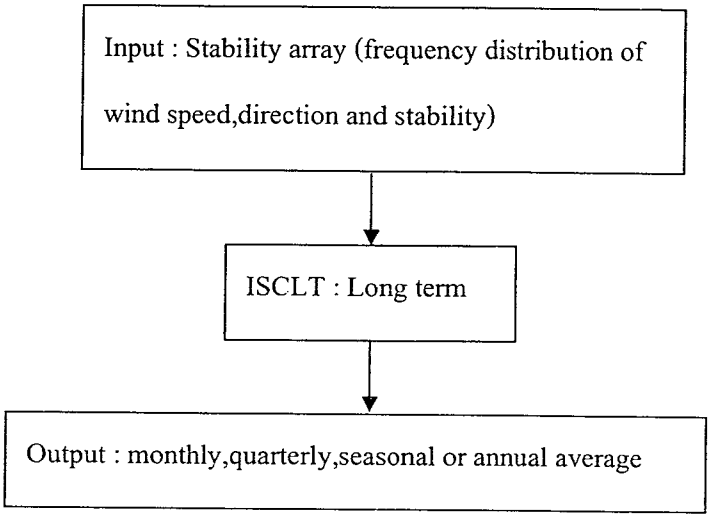
เป็นแบบจำลองที่ใช้ศึกษาการแพร่กระจายในช่วงระยะเวลาสั้นๆ โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในรูปของสถิติข้อมูลการกระจายตัวของความถี่ของการเกิดสภาวะอุตุนิยมวิทยาต่างๆ คือ ความเร็วลม ทิศทางลมและความคงตัวของบรรยากาศในช่วงระยะเวลาสั้นๆ (ประจำเดือน) โดยจะสามารถประเมินผลระยะสั้นได้ แสดงข้อมูลป้อนเข้าและออกจากคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ข้อมูลป้อนเข้าและออกจากคอมพิวเตอร์ของโปรแกรม ISCST3[2]

2) The Industrial Sources Complex Long Term Model (ISCLT3)

เป็นแบบจำลองที่ใช้ศึกษาการแพร่กระจายที่ใช้ในช่วงระยะเวลายาวๆ โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในรูปของสถิติข้อมูลการกระจายตัวของความถี่ของการเกิดสภาวะอุตุนิยมวิทยาต่างๆ คือ ความเร็วลม ทิศทางลมและความคงตัวของบรรยากาศในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆซึ่งอาจจะเป็นฤดูหรือปี สำหรับการประมาณความเข้มข้นของสารมลพิษในอากาศเฉลี่ยระยะยาว แสดงข้อมูลป้อนเข้าและออกจากคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ข้อมูลป้อนเข้าและออกจากคอมพิวเตอร์ของโปรแกรม ISCLT3 [2]

2.4.3 ข้อจำกัดของแบบจำลองแบบ GAUSSIAN [2]

1) ความเร็วและทิศทางลมคงที่

2) ใช้ได้ดีในช่วงระยะทาง 100-2000 เมตรจากแหล่งกำเนิด

3) เมื่อมลพิษทางอากาศออกจากแหล่งกำเนิดจะต้องลอยขึ้นจนถึงจุดสมดุลแล้วพัดไปตามทิศทางลม โดยรักษาระดับความสูงที่จุดสมดุลนั้นคงที่ตลอด

4) ช่วงเวลาที่ใช้แบบจำลองต้อง 10 นาทีขึ้นไป

5) มลพิษทางอากาศต้องไม่เปลี่ยนสภาพ หรือตกลงสู่พื้นดิน หากกระทบพื้นดินต้องสะท้อนกลับหมด

6) แหล่งกำเนิดมลพิษและสภาพอุตุนิยมวิทยาต้องคงที่เสมอ เพราะแบบจำลองนี้เป็นแบบ Steady State ในช่วงเวลาที่คำนวณ หากไม่คงที่ต้องแบ่งช่วงๆที่คงที่ แล้วคำนวณไปทีละครั้ง

7) การคำนวณทำได้แต่ละครั้งในทิศทางลมเพียงทิศเดียว โดยให้ทิศทางลมไปในแนวแกน x เสมอ

2.4.4 ข้อควรพิจารณาในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ [2]

ควรเลือกช่วงเวลาที่จะใช้ในการคำนวณให้ตรงกับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ทั้งนี้เพราะนำผลการคำนวณมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานดังกล่าวได้ เนื่องจากมาตรฐานได้กำหนดช่วงเวลาตามที่ผลกระทบของมลพิษชนิดนั้นๆจะมีผลต่อสุขภาพ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์มีค่ามาตรฐานรายชั่วโมง 34.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้น แบบจำลองก็ควรจะศึกษาในช่วงเวลา 1 ชั่วโมงเช่นกัน โดยในแบบจำลอง เช่น ISC MPTER ก็จะมีการระบุช่วงเวลาของแหล่งกำเนิดให้ผู้ใช้ใส่ข้อมูลลงไปได้เอง

การกำหนดพื้นที่ที่จะศึกษา หากเป็นจุด เช่น โรงพยาบาล หมู่บ้านที่จะได้รับผลกระทบก็เพียงกำหนดจุดพิกัดลงไปทั้งแหล่งกำเนิดและผู้รับ แต่หากมีแหล่งกำเนิดหรือผู้รับผลกระทบจำนวนมาก ก็ต้องกำหนดจุดพิกัดทั้งหมดลงไปให้สมบูรณ์ ในการกำหนดพื้นที่นั้นหากกำหนดไว้กว้างมากจะทำให้สิ้นเปลืองเวลาคอมพิวเตอร์ หรือไม่อาจทราบรายละเอียดได้ในบริเวณเล็กๆ ทั้งนี้เพราะแบบจำลองจะมีข้อจำกัดของ Grid ที่ใช้ในการคำนวณ (การคำนวณจะลงเพราะ Grid point) หาก Grid มีขนาดใหญ่มากๆจะไม่ได้รายละเอียด และหากใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวาด Contour ความเข้มข้นแล้วอาจมีข้อผิดพลาดได้มาก ความถูกต้องในการประเมินของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น Mahoney,J.[Meteolorogical Aspects of Air Pollution,Van Nostand,1974]ได้อ้างว่าในกรณีที่ดีที่สุดจะเป็น±15% ซึ่งต้องเป็นพื้นราบลมพัดสม่ำเสมอ ระยะทางห่างแหล่งกำเนิด 100-2000 เมตร และแหล่งกำเนิดปล่อยมลพิษอย่างสม่ำเสมอตลอดช่วงเวลา แต่ปกติแล้ว ความถูกต้องจะเป็น ±30-50% และคลาดเคลื่อนกว่านั้นในกรณีของบางพื้นที่ เช่น มีอาคารบดบัง ทางลมมากทำให้ลมผันแปร

โดยทั่วไปจากการศึกษางานวิจัยพบว่าสำหรับการประเมินคุณภาพอากาศในเขตอุตสาหกรรมจะใช้ โปรแกรม The Industrial Sources Complex model (ISC3) ซึ่ง Gaussian Model ใช้จำลองการกระจายตัวของอากาศในสภาพภูมิอากาศทั่วไปได้ โดยจะประเมินความเข้มข้นของสารพิษที่ปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดของเขตอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

2.5 หลักการออกแบบโครงข่ายสถานีการดูแลคุณภาพอากาศ [6]

การออกแบบโครงข่ายสถานีการดูแลคุณภาพอากาศโดยส่วนใหญ่ จะออกแบบตามหลักเกณฑ์ของ U.S. Environmental Protection Agency (EPA) โดยขั้นตอนที่สำคัญในการออกแบบคือจะต้องมีการกำหนดจุดประสงค์ว่าจะทำการออกแบบเพื่อจุดประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

1. เพื่อระบุค่าความเข้มข้นของสารพิษสูงสุดที่คาดว่าจะเกิดในพื้นที่ซึ่งโครงข่ายครอบคลุม
2. เพื่อระบุค่าความเข้มข้นของสารพิษในพื้นที่ซึ่งมีความหนาแน่นของประชากรมาก
3. เพื่อระบุผลกระทบตามระดับมลพิษของแหล่งกำเนิดและประเภทแหล่งกำเนิด
4. เพื่อระบุระดับความเข้มข้นทั่วไปของสารพิษ
5. เพื่อระบุผลกระทบต่อประชากรในชนบท (เช่น ผลกระทบต่อการเกษตรกรรม)

จากนั้นเลือกฮาร์ดแวร์ (เครื่องมือทางคอมพิวเตอร์) ที่ใช้ในโปรแกรมการจำลองโดยพิจารณาจากคุณสมบัติและวิธีใช้ให้ตรงกับความต้องการของผู้จัดทำ ต่อมาจึงกำหนดรายละเอียดการดำเนินงาน พร้อมทั้งอธิบายข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงาน ผลการดำเนินงานอย่างสรุปและเอกสารอ้างอิง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

G. Calori และคณะ[7]ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การตัดสินใจเพื่อสนับสนุนระบบการออกแบบโครงข่ายดูแลคุณภาพอากาศ พบว่าวิธีการออกแบบของ Noll และ Mitsutomi มีวัตถุประสงค์คือกระทำเพื่อระบุความเป็นไปได้ของความเข้มข้นซึ่งมีค่าเกินมาตรฐาน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1) แบ่งพื้นที่ที่ศึกษาเป็นกริด (ช่อง) ขนาดๆเท่ากันให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการศึกษา จากนั้นทำ การจำลองผลกระทบของมลพิษบนทุกจุดของกริดในพื้นที่ศึกษา

2) กำหนดค่า Threshold ของความเข้มข้นตามเกณฑ์ของมาตรฐานคุณภาพอากาศ

3) ระบุกลุ่ม (ชุดของจุดซึ่งมีความเข้มข้นที่สูงเกินมาตรฐานและอยู่ติดกันในกริด) ปริมาณสารมลพิษถูกกำหนดไว้ในทุกกลุ่มจะแสดงถึงผลกระทบที่เกิดกับชุดของจุดนั้น

4) การคำนวณดัชนีวัดประสิทธิภาพในเทอมของจำนวนมลพิษที่ถูกบันทึกไว้สำหรับทุกๆจุดที่ต้องดูแล

5) เลือกที่ตั้งของสถานีได้มากกว่าหนึ่งสถานี โดยหนึ่งในสถานีนั้นจะต้องมีประสิทธิภาพสูงสุด การครอบคลุมของสถานีคือ การมีสถานีอยู่ในกลุ่มของกริด ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวพบว่า มีค่าความเข้มข้นของสารพิษเกินค่า Threshold นอกจากนี้การเลือกที่ตั้งของสถานีผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงค่า Threshold ของความเข้มข้นซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของสารพิษที่สำนักงานปกป้องกำหนดไว้ด้านเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อมและสังคม เป็นต้น

Jehng-Jung Kao และคณะ[8]ได้ศึกษาปัญหามลพิษที่เกิดขึ้น การคุกคามคุณภาพของอากาศในพื้นที่รอบ ๆเขตโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าการจัดตั้งเครือข่ายการเฝ้าระวังติดตามคุณภาพอากาศ (AQMN) คือปัจจัยพื้นฐานสำหรับการประเมินค่าประสิทธิผลเกี่ยวกับการควบคุมมลพิษ วิธีการและคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการลดระดับสารมลพิษ AQMN จะต้องมีคุณภาพที่น่าเชื่อถือเพราะมีผลต่อการตรวจติดตามข้อมูลที่ตั้งสถานีตรวจติดตามที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลถึงความถูกต้องของข้อมูล ในการค้นคว้านี้มีวิธีการทำให้ถึงจุดประสงค์มากมาย โดยจะสำรวจทั้งโครงสร้างภายนอกของAQMNบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม แบบจำลองการแพร่กระจายใช้จำลองทุกๆชั่วโมงของศูนย์กลางการกระจายสารมลพิษในพื้นที่ที่ศึกษาพบว่าการเลือกใช้แบบจำลองการกระจายของสารมลพิษให้เหมาะสมเป็นตัวแปรสำคัญในการเลือก AQMNs กับจำนวนสถานีการเลือกใช้แบบจำลองการกระจายตัวของอากาศเป็นผลให้ AQMNs มีความแตกต่างกัน

พวงพร พันธุมคุปต์[9] ศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเพื่อใช้สำหรับแบบจำลอง INDUSTRIAL SOURCE COMPLEX กรณีศึกษาพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดประเทศไทย ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลคุณภาพอากาศที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดเป็นสิ่งสำคัญต่อการจัดการคุณภาพอากาศในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด พบว่าข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศ 7 สถานีในพื้นที่ยังไม่สามารถเป็นตัวแทนข้อมูลที่ดีเนื่องจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาได้ทำการตรวจวัดข้อมูลอุตุนิยมวิทยาทุกๆ 3 ชั่วโมงมีข้อมูลครบตลอดปี ในขณะที่สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษและนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดทำการตรวจวัดข้อมูลรายชั่วโมงแต่มีข้อมูลขาดหายไปบางช่วง วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ตรวจวัดราย 3 ชั่วโมงและรายชั่วโมงทั้งก่อนและหลังการแปลงข้อมูลโดยวิธีการทางคณิตศาสตร์และหาสถานีตรวจอากาศที่สามารถเป็นตัวแทนสภาพพื้นที่ศึกษา เทคนิควิธีที่ใช้ในการแปลงข้อมูลราย 3 ชั่วโมงคือสมการถดถอยเชิงเส้น และวิธีการแปลงข้อมูล 3 วิธี ได้แก่ วิธีซ้ำค่าแบบที่ 1 วิธีซ้ำค่าแบบที่ 2 และวิธีการประมาณค่าในช่วงสำหรับการศึกษาเรื่องการแปลงข้อมูลรายชั่วโมงพิจารณาจากค่า RMSE ในการเลือกสถานีอุตุนิยมวิทยา 7 สถานี เพื่อหาตัวแทนนั้นได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลอง ISCST3 และใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ paired t-test ในการเปรียบเทียบปริมาณแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)จากแบบจำลองและจากการตรวจวัดจริง ผลการศึกษาพบว่าการแปลงข้อมูลอุณหภูมิ ทิศทางลมและความเร็วลม โดยใช้วิธีการประมาณค่าในช่วงให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในทุกฤดูกาลและช่วงเวลาของวัน ความเข้มข้นของ SO_2 ที่ตรวจวัดจากสถานีตากวนและค่าที่ได้จาก ISCST3 โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตากวนไม่มีความแตกต่างกันในทุกฤดูกาล ในฤดูหนาวที่สถานีตรวจวัดอากาศพืชไร่ ค่าความเข้มข้นดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันเมื่อใช้ข้อมูลจากสถานีพืชไร่และในฤดูร้อนเมื่อใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการแปลงค่าจากสถานีห้วยโป่ง พบว่าค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดจริงจากสถานีตากวนและหนองแฟบไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพบว่าค่าความเข้มข้นของ SO_2จากสถานีตรวจอากาศที่เหลือจาก ISCST3มีความแตกต่างกันดังนั้นจึงไม่สามารถสรุปได้ว่าสถานีใดสามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาได้ในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาวิธีการแปลงข้อมูลโดยวิธีอื่นๆ นอกจากนี้ควรพัฒนาค่าระดับความเสถียรของบรรยากาศที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

ธนาพรรณ พงษ์พันธ์[10] ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในการจัดทำบัญชีการปล่อยมลสารทางอากาศจากนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งตั้งอยู่ทางภาคตะวันออกของประเทศไทยเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีการขยายตัวทางภาคอุตสาหกรรมค่อนข้างสูง ประเภทอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ประกอบด้วยอุตสาหกรรมด้านปิโตรเคมี โดยเฉพาะอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ตัวทำละลาย พลาสติก และสารเคมีอื่นๆ เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการปลดปล่อยมลสารทางอากาศจากนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ในปี 2541/2542 มีการปลดปล่อยปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอยทั้งหมด (TSP) จากประเภทอุตสาหกรรมปิโตรเลียมอุตสาหกรรมเคมีและผลิตภัณฑ์ และอุตสาหกรรมโลหะคิดเป็น สัดส่วน 64.1% 28.0% และ 7.9% ตามลำดับ ปริมาณแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)จากประเภทอุตสาหกรรมปิโตรเลียมอุตสาหกรรมเคมีและผลิตภัณฑ์และอุตสาหกรรมโลหะ คิดเป็นสัดส่วน 60.6% 15.2% และ 24.2% ตามลำดับ ส่วนปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)จากประเภทอุตสาหกรรมปิโตรเลียมอุตสาหกรรมเคมีและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโลหะ และอุตสาหกรรมผลิตกระแสไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วน 43.6% 34.3% 21.0% และ 1.2% ตามลำดับ สำหรับการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 ซึ่งได้รับการพัฒนาโดยองค์การพิทักษ์ สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (US.EPA.) เพื่อใช้ในการประเมินความเข้มข้นของมวลสารทางอากาศ ผลการศึกษาพบว่า ที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด 24 ชั่วโมงของปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอยทั้งหมด และปริมาณแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่า 124 และ 385 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับส่วนที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมงของปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจน มีค่า 744 ไมโครกรัม/ ลูกบาศก์เมตร ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้วิธีการทางสถิติที่ค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์พบว่า สำหรับค่า Fractional Bias และค่า NMSE มีค่า -0.1 และ 0.0 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ส่วนสำหรับ ค่า Factor of Two มีค่า 0.5 มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ส่วนผลการทดสอบทางสถิติของออกไซด์ของไนโตรเจนพบว่า ทั้งค่า Fractional Bias ค่า NMSE และค่า Factor of Two มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ อย่างไรก็ดี สาเหตุที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพของแบบจำลองอาจมาจากการขาดข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบางส่วนที่จำเป็นสำหรับการใช้แบบจำลองในประเทศไทย ดังนั้นการใช้แบบจำลองให้มีประสิทธิภาพนั้นควรคำนึงถึงข้อมูลนำเข้าที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับในแต่ละพื้นที่ศึกษาด้วย

มีนา ปะหนัน[11] ได้ทำการศึกษาความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้แบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษในอากาศ ISC3 สำหรับสภาพสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ในการศึกษานี้ได้ทำการประเมินการพยากรณ์ของแบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษ ISC3 ซึ่งใช้กันแพร่หลายในประเทศไทย การประเมินประกอบไปด้วยการประเมินความไวของแบบจำลอง (model sensitivity evaluation) การทำนายผลระยะสั้น (short term) และการทำนายผลระยะยาว (long term) ภายใต้เงื่อนไขทางอุตุนิยมวิทยาที่เป็นตัวแทน (representative condition) และเงื่อนไขวิกฤต (extreme condition) นอกจากนี้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทำนายของแบบจำลอง ADMS ซึ่งศึกษาโดยนักศึกษาอีกท่านหนึ่งผลที่ได้แสดงให้ทราบว่า แบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษในบรรยากาศ ISC3 ไวต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วลมพื้นดินมากกว่าตัวแปรอื่น โดยเฉพาะที่ความเร็วลมต่ำซึ่งเป็นความเร็วลมส่วนใหญ่ของประเทศไทย เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นแบบจำลอง ISC3 จะทำนายความเข้มข้นมลพิษที่ระดับพื้นดินลดลง และทำนายปริมาณการตกสะสมของอนุภาคเพิ่มขึ้น แบบจำลอง ISC3 มักจะทำนายความเข้มข้นมลพิษที่ระดับพื้นดินสูงกว่าที่คาดหมายในเวลากลางคืน นอกจากนี้โปรแกรมการเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (PCRAMMET programme) ที่ใช้ให้ผลการทำนายค่าความสูงผสม (Maximum mixing depth, MMD) สูงถึงประมาณ 10,000 เมตร ซึ่งเป็นค่าสูงเกินความเป็นจริง แบบจำลอง ISC3 มักจะทำนายความเข้มข้นมลพิษที่ระดับพื้นดินสูงกว่าแบบจำลอง ADMS ส่วนปริมาณการตกสะสมของอนุภาคจะต่ำกว่าค่าความสูงผสมที่ได้จากแบบจำลอง ISC3 สูงกว่าแบบจำลอง ADMS แต่ต่ำกว่าข้อมูลจากการตรวจวัด ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางลมกับความเข้มข้นของมลพิษที่ระดับพื้นดินและการตกสะสมของอนุภาคจากการทำนายผลระยะยาวของแบบจำลอง ADMS ดีกว่าผลที่ได้จากแบบจำลอง ISC3 สำหรับประเทศไทยนั้นมีข้อจำกัดของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบางค่า และจากข้อด้อยของการประยุกต์แบบจำลอง ISC3 จากการศึกษานี้และจากการศึกษาอื่นๆ ที่ผ่านมาทำให้สามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษ ISC3 มีข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้กับสภาพสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยมากกว่าแบบจำลอง ADMS

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อรประภา ภุมมะกาญจนะ[12] ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองการแพร่กระจายของอากาศ (ISCST) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการแสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแหล่งกำเนิดมลพิษ กรณีศึกษา : โรงไฟฟ้าบางปะกง ในการศึกษาครั้งนี้ได้แสดงวิธีและขั้นตอนต่างๆ ในการแสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแหล่งกำเนิดมลพิษ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองการแพร่กระจายของอากาศ (ISCST) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้โรงไฟฟ้าบางปะกงเป็นกรณีศึกษาเนื่องจากได้มีการศึกษาไว้บ้างแล้ว และกำหนดให้มีพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเท่ากับ 100 ตารางกิโลเมตร ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดชลบุรีโดยให้พิกัดของปล่องควันที่ 1 เป็นจุดกำเนิดผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองซึ่งก็คือความเข้มข้นของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่แต่ละค่าเวลาเฉลี่ย และแต่ละตำแหน่งของจุดรับผลกระทบได้นำเข้าสู่โปรแกรม Excelเพื่อจัดให้แต่ละคอลัมน์คือค่าพิกัดของตำแหน่งที่รับผลกระทบและค่าเวลาเฉลี่ยต่างๆ ส่วนในแต่ละแถวคือค่าความเข้มข้นของแก๊ส SO_2ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างฐานข้อมูลเชิงบรรยาย โดยจะเชื่อมกับข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อสร้างเป็น contour ของแก๊ส SO_2 ที่แต่ละเวลาเฉลี่ยขั้นตอนสุดท้ายคือการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ และรายงานผลการซ้อนทับชั้นข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของแก๊ส SO_2ประชากร และการใช้ประโยชน์จากที่ดิน ผลลัพธ์ที่ได้จากกรณีศึกษาสามารถสรุปได้ว่าค่าความเข้มข้นของแก๊ส SO_2ทุกค่าเวลาเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจากโรงไฟฟ้าบางปะกงมีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศอย่างไม่มีนัยสำคัญ เนื่องจากค่าความเข้มข้นของแก๊ส SO_2 ทุกค่าเวลาเฉลี่ยนั้นมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดไว้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ คาดหวังไว้เป็นอย่างมากที่จะให้การศึกษาครั้งนี้ได้เป็นแนวทางให้กับผู้ใช้แบบจำลองอื่นๆ สามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในงานวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อีกต่อไปได้

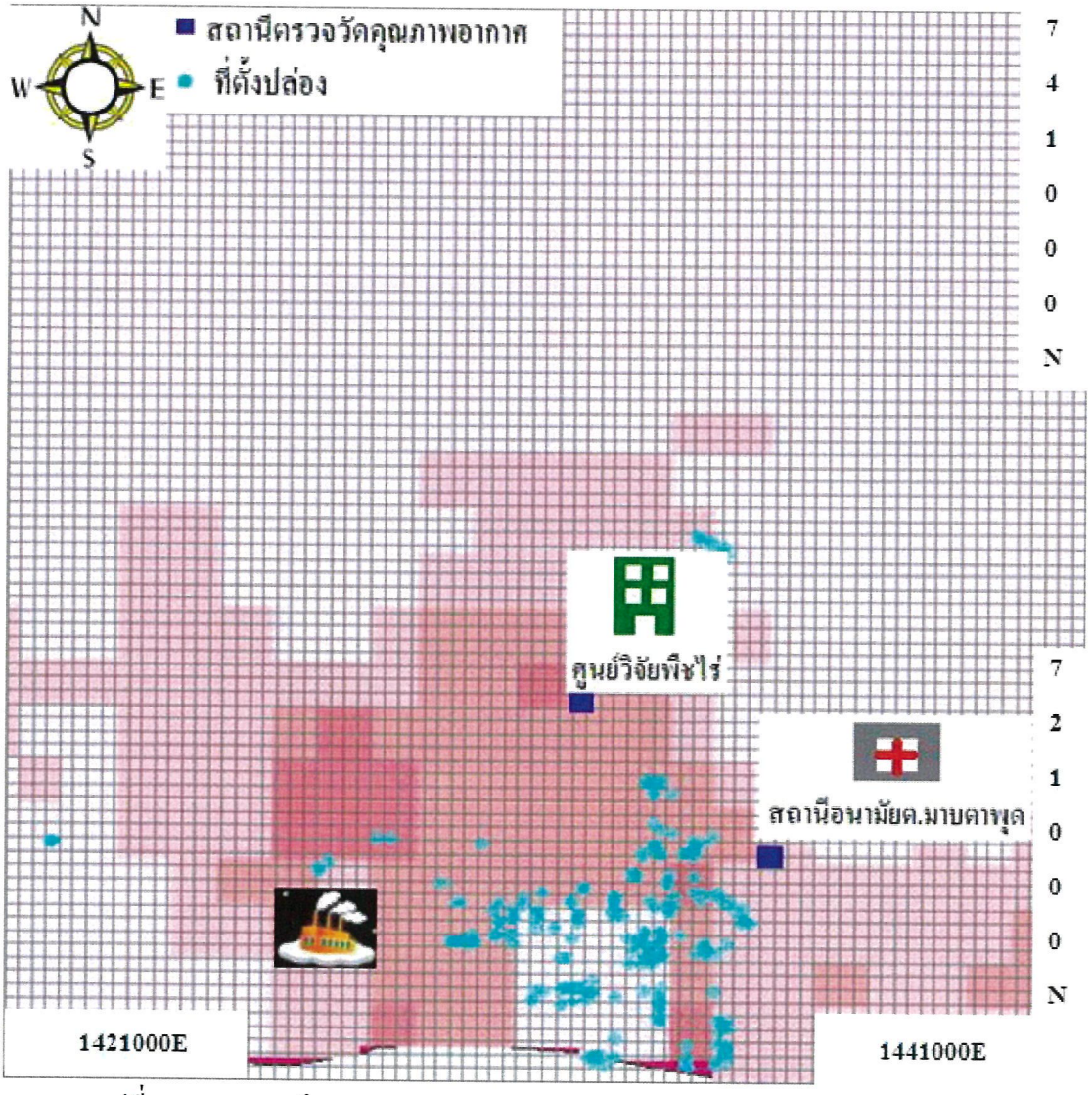
104103

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยของผู้จัดทำเพื่อออกแบบโครงข่ายของสถานีตรวจคุณภาพอากาศ ในพื้นที่ตำบลมาบตาพุด โดยการใช้แบบจำลอง ISCST3 มีขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ การเลือกขอบเขตศึกษาการกระจายตัวของสารมลพิษ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ทำแบบจำลองการกระจายตัวของอากาศ และการออกแบบโครงข่ายของสถานีตรวจคุณภาพอากาศ

3.1 การเลือกขอบเขตศึกษาการกระจายตัวของสารมลพิษ

ผู้จัดทำเลือกขอบเขตศึกษาที่มีขนาด 20 × 20 ×1.5 กม. (กว้าง×ยาว×สูง) ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ครอบคลุมที่ UTMX ตั้งแต่ 1421000E ถึง 1441000E (ลองติจูด 101.04E-101.22E) และ UTMY ตั้งแต่ 721000N ถึง 741000N (ละติจูด12.67N-12.85N) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของ ตำบลมาบตาพุด ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดอยู่กับที่ ซึ่งปลดปล่อยสารมลพิษ (ปล่อง) ทั้งหมด 285 ปล่อง ขอบเขตศึกษาดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขอบเขตศึกษาแบบจำลองการกระจายตัวของสารมลพิษ ตำบลมาบตาพุด

3.2 การรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา บัญชีการปลดปล่อยมลพิษจากแหล่งกำเนิดอยู่กับที่ (ปล่อง) จากโรงงานอุตสาหกรรม ในพื้นที่ตำบลมาบตาพุด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

1) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายชั่วโมง จากกรมควบคุมมลพิษ

รวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ จากกรมควบคุมมลพิษในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และจังหวัดระยอง ในปี 2550 ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมมีดังต่อไปนี้

- วัน/เดือน/ปี และชั่วโมง

- ความเร็วลม (เมตร/วินาที)

- ทิศทางลม (องศาในรูปของเวกเตอร์)

- อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ แสดงดังรูปที่ 3.2 ส่วนพิกัดของสถานีและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำการตรวจวัด ดังตารางที่ 3.1

2) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาราย 3 ชั่วโมง จากกรมอุตุนิยมวิทยา

รวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ของจังหวัดระยอง ในปี 2550 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ปริมาณเมฆ (ส่วนของสิบส่วน)

- ความสูงของชั้นบรรยากาศ Mixing Height

- ความสูงของชั้นบรรยากาศ Ceiling Height

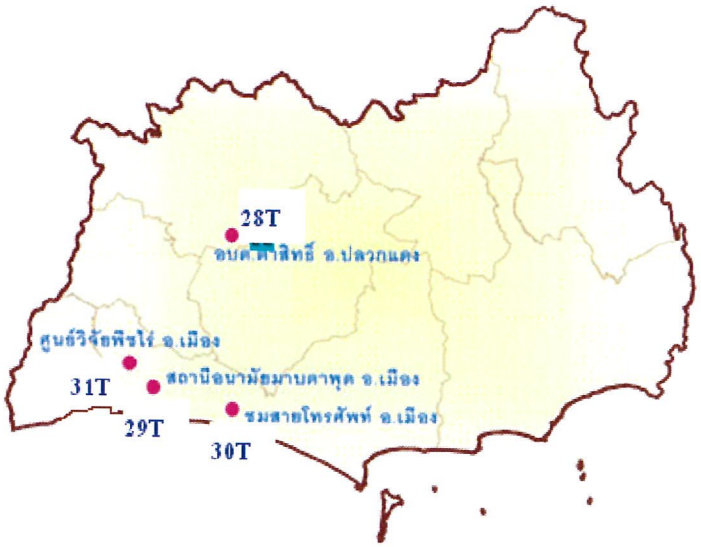
แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยาและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุนิยมวิทยา ดังตารางที่ 3.2

เนื่องจากทางกรมอุตุนิยมวิทยาตรวจวัดค่าทุก 3 ชั่วโมง มิได้วัดทุกชั่วโมง ทำให้ขาดข้อมูลที่เป็นค่าจริงบางชั่วโมง ดังนั้น จึงสมมติว่า ค่าปริมาณเมฆ ความสูงของชั้นบรรยากาศ Mixing Height และ Ceiling Height ที่ได้ในชั่วโมงที่ตรวจวัดจะคงที่ไปอีก 2 ชั่วโมงถัดไป เช่น ข้อมูลชั่วโมงที่ 1-3 เป็นข้อมูลเดียวกัน ข้อมูลชั่วโมงที่ 4-6 เป็นข้อมูลเดียวกัน ข้อมูลชั่วโมงที่ 7-9 เป็นข้อมูลเดียวกัน เป็นต้น ซึ่งการสมมติดังกล่าวมีข้อดีและข้อเสีย คือ

ข้อดี : ทำให้ไม่ต้องใช้สมมติฐานอื่นๆ เช่น การทำ Extrapolation ข้อมูล ของข้อมูลที่ขาดไป ซึ่งไม่สามารถยืนยันหรือตรวจสอบได้

ข้อเสีย : ทำให้ได้ค่าคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไปบ้าง [2]

เนื่องจากในการทำแบบจำลองจำเป็นต้องใช้ข้อมูลความเสถียรของบรรยากาศ แต่ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยานั้นไม่มีการจัดความเสถียรของบรรยากาศ จึงจำเป็นต้องอาศัยโปรแกรม PCRAMMET เพื่อวิเคราะห์และคำนวณข้อมูลในส่วนนี้ ซึ่งอธิบายไว้ในภาคผนวก ข ซึ่งแสดงข้อมูลการป้อนเข้าโปรแกรม ISCST3 นอกจากนี้กรมอุตุนิยมวิทยาไม่ได้ทำการตรวจวัดความสูงของชั้นบรรยากาศ Mixing height ที่สถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดระยอง จึงอนุโลมใช้ข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดกรุงเทพ ปี 2550 ซึ่งมีการตรวจวัดแทน



รูปที่3.2 ตำแหน่งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ตารางที่ 3.1 ที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยาและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาจากกรมควบคุมมลพิษ

สถานี	ละติจูด	ลองติจูด	ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา		
			อุณหภูมิ (°ซ)	ความเร็วลม (ม./วินาที)	ทิศทางลม (องศา)
28T อบต.ตาสิทธิ์	13.055940N	101.219480E	/	/	/
29T สถานีอนามัย มาบตาพุด	12.708200N	101.165950E	/	/	/
30Tชุมสายโทรศัพท์ ระยอง	12.680920N	101.273580E	-	-	-
31T ศูนย์วิจัยพืชไร่	12.735200N	101.135670E	/	/	

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2550)

หมายเหตุ : "/" ทราบข้อมูล

"-" ไม่ปรากฏข้อมูล

ตารางที่ 3.2 ที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยาและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุนิยมวิทยา

ชื่อสถานี	ละติจูด	ลองติจูด	ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา (ราย 3ชั่วโมง)
ระยอง	12.38″ N	101.21″ E	ชม.1,4,7, 10, 13, 16, 19,22: ปริมาณเมฆ, Ceiling height
กรุงเทพ	13.44″ N	100.34″ E	ชม.1,4,7, 10, 13, 16, 19,22: Mixing height

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2550)

3.2.2 ข้อมูลบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดอยู่กับที่ ข้อมูลการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม ในพื้นที่ ตำบลมาบตาพุด จากการนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ประกอบด้วยข้อมูลสำคัญ ดังนี้

- ชื่อสถานี
- ที่ตั้งของแหล่งกำเนิด (Latitude-Longitude Coordinates)
- ความสูงของปล่อง (เมตร)
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของปลายปล่อง (เมตร)
- อุณหภูมิที่ระบายออกจากปลายปล่อง (องศาเคลวิน)
- ความเร็วของก๊าซที่ปลายปล่อง (เมตร/วินาที)
- อัตราการปลดปล่อยสารพิษของสาร SO_2 NO_x PM_{10} (กรัม/วินาที)

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศ และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจำลองการแพร่กระจายมลพิษทางอากาศ โดยใช้โปรแกรม ISCST3 จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจคุณภาพอากาศที่เหมาะสม เพื่อป้อนเข้า และช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุด คือช่วงที่มีความเข้มข้นของสารมลพิษสูงสุด เนื่องจากการรันโปรแกรม ISCST3 ในหนึ่งครั้งสามารถรันโปรแกรมได้เพียงสถานีเดียวเท่านั้น

3.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณของข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

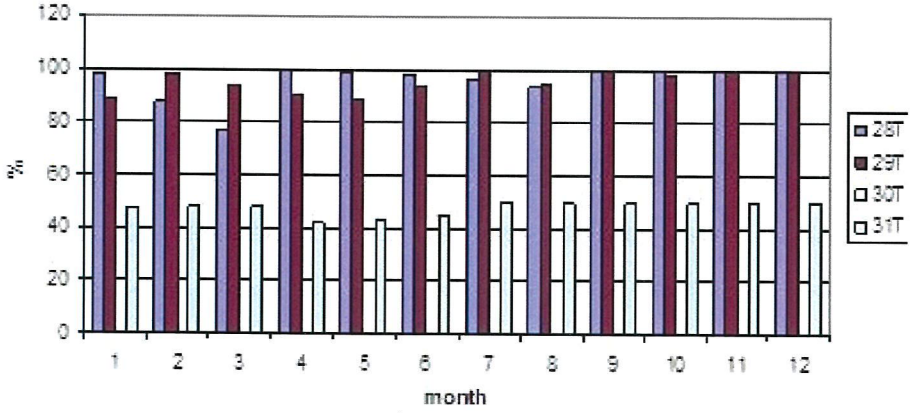
ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาซึ่งมีผลต่อการแพร่กระจายตัวของสารมลพิษคือ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ฝน ความกดอากาศ ปริมาณเมฆและความสูงของชั้นบรรยากาศ Mixing Height โดยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลระดับพื้นดิน (Surface Data) และข้อมูลอากาศระดับสูง (Upper Air data)

1) ข้อมูลระดับพื้นดิน (Surface data)

ปริมาณของข้อมูลระดับพื้นดิน ประกอบด้วย ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละสถานีตรวจวัด ในช่วง 12 เดือนของปี 2550 ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งจะเห็นว่า ปริมาณของข้อมูลระดับพื้นดิน ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 28T และ 29T มีมากกว่าสถานี 30T และ 31T นอกจากนี้ยัง พบว่าในช่วงเดือนธันวาคมมีความสมบูรณ์ของข้อมูลมากที่สุด จึงได้เลือกใช้ข้อมูลจากสถานี 29T เพื่อเป็นข้อมูลป้อนเข้าสู่โปรแกรม ISCST3 เพราะอยู่ในเขตพื้นที่สนใจด้วยมีความหนาแน่นของประชากรสูง และมีข้อมูลค่อนข้างครบถ้วน

2) ข้อมูลอากาศระดับสูง (Upper Air data)

ข้อมูลอากาศระดับสูง ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความเร็วลมและทิศทางลม ที่อยู่เหนือระดับพื้นดินขึ้นไป

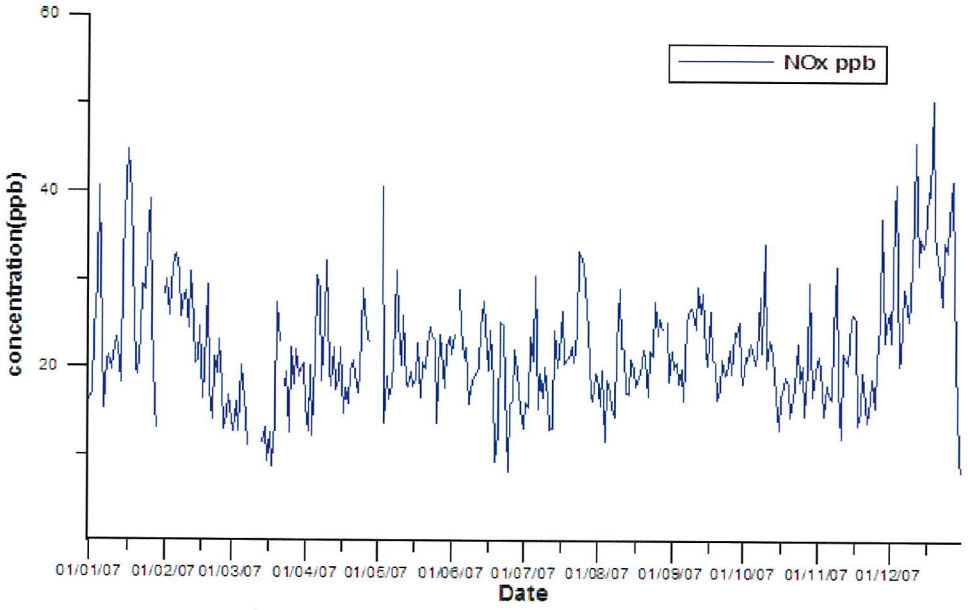


รูปที่ 3.3 ปริมาณข้อมูลระดับพื้นดิน ของแต่ละสถานีเป็นเวลา12เดือนในปี 2550

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศ

1) สารมลพิษทางอากาศที่มีการตรวจวัดอย่างต่อเนื่อง

กรมควบคุมมลพิษได้ทำการวัดความเข้มข้นของ SO_2, NO_x, CO, Ozone และ PM_{10} อย่างต่อเนื่องตลอดปี 2550 ซึ่งเมื่อนำข้อมูลดังกล่าว แสดงการเปลี่ยนแปลงรายวันตลอดทั้งปี ดังตัวอย่างข้อมูลของ NO_x ที่สถานี 29T ในรูปที่ 3.4 พบว่าในช่วงฤดูแล้ง (หนาว) ประมาณเดือนพฤศจิกายน-มกราคม จะมีความเข้มข้นสารมลพิษที่สูง โดยเดือนธันวาคมมีความเข้มข้นสูงสุด ดังนั้นในการทำแบบจำลอง จะทำในช่วงเดือนธันวาคม ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพอากาศของสารมลพิษอื่นแสดงอยู่ในภาคผนวก ง ดังรูปที่ ง-1 – ง-7



รูปที่ 3.4 ความเข้มข้นของ NO_x รายวัน สถานี 29T

2) สารมลพิษทางอากาศซึ่งวิเคราะห์เป็นครั้งคราว

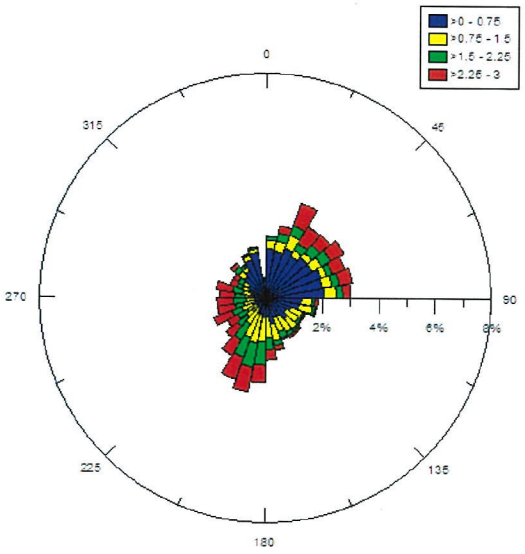
เนื่องจากการตรวจวัดความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ไอระเหย ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงมาก ทางกรมควบคุมมลพิษจึงทำการวัดค่าความเข้มข้นเดือนละ 1-2 ครั้งเท่านั้น โดยวัดค่าความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ไอระเหยทั้งหมด 44 ชนิดด้วยกัน และตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ซึ่งออกประกาศกำหนดค่ามาตรฐานสารประกอบอินทรีย์ไอระเหย 9 ชนิด ดังนี้ เบนซีน(Benzene) ไวนิลคลอไรด์(Vinyl Chloride) ไดคลอโรอีเทน (1, 2-Dichloroethane) ไตรคลอโรเอทิลีน(Trichloroethylene) ไดคลอโรมีเทน(Dichloromethane) ไดคลอโรโพรเพน (1,2-Dichloropropane) เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene) คลอโรฟอร์ม(Chloroform) และบิวตะไดอีน (1, 3-Butadiene)

จากกการวิเคราะห์ข้อมูลของสารทั้ง 9 ชนิดข้างต้น พบว่าสารมลพิษได้แก่ เบนซีน (Benzene) ไดคลอโรอีเทน (1, 2-Dichloroethane) และบิวตะไดอีน (1, 3-Butadiene) มีค่าความเข้มข้นสูงเกินค่ามาตรฐาน โดยที่เบนซีน และบิวตะไดอีน จะมีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานทุกครั้งที่มีการตรวจวัด แต่สำหรับไดคลอโรอีเทนนั้น โดยส่วนใหญ่จะไม่เกินค่ามาตรฐานจะมีเพียง 3 ครั้งเท่านั้นที่พบว่าสูงเกินค่ามาตรฐาน จึงอาจเป็นไปได้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ซึ่งผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นสารมลพิษ ในภาคผนวก ง ในรูปที่ ง-10 -ง-15

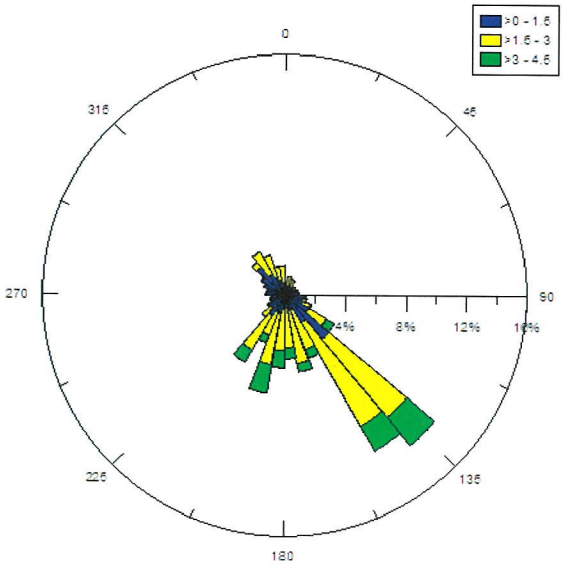
3.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วลมและทิศทางของลม

โดยส่วนใหญ่ในการวิเคราะห์ความเร็วลมและทิศทางของลม จะใช้ windrose diagram ซึ่งเป็นแผนภาพแสดงถึงทิศทางลมต่างๆ ว่ามีความถี่ และความเร็วเป็นอย่างไร จึงทำให้ง่ายต่อการสรุปว่าลมมีอิทธิพลมาจากทางทิศทางใด ซึ่งข้อมูลความเร็วลมและทิศทางของลมจากกรมควบคุมมลพิษนั้นมีครบถ้วนเฉพาะสถานี 28T และ 29T เท่านั้น

จากการวิเคราะห์พบว่าสถานี 28T ลมโดยส่วนใหญ่มาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนสถานี 29 T ลมโดยส่วนใหญ่มาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ windrose diagram ของสถานี 28T และ 29T ดังรูปที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ



รูปที่ 3.5 Windrose Diagram ของสถานี 28T



รูปที่ 3.6 Windrose Diagram ของสถานี 29T

3.4 ทำแบบจำลองการกระจายตัวของอากาศ

3.4 ทำแบบจำลองการกระจายตัวของอากาศ

หลังจากการศึกษาข้อมูลที่รวบรวมได้แล้ว ผู้จัดทำเลือกใช้โปรแกรม ISCST3 ทำการศึกษาเพียงช่วงเวลา 1 เดือน ที่วิเคราะห์แล้วว่ามีความเข้มข้นสูงหรือมีข้อมูลครบถ้วนแทนที่จะศึกษาเป็นระยะเวลา 1 ปี ด้วยเหตุที่มีข้อจำกัดทางด้านเศรษฐศาสตร์ และเวลา จากการวิเคราะห์แล้วผู้จัดทำเลือกที่จะรันโปรแกรมในทุก ๆ ชั่วโมงของเดือนธันวาคม

สำหรับขั้นตอนและข้อมูลที่ต้องใช้ในแบบจำลองมีดังนี้

ขั้นที่ 1 ใช้โปรแกรมการเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (PCRAMMET programme) ที่จะคำนวณค่าความเสถียรของอากาศ (Stability class) ความสูงผสมของพื้นที่ในชนบท (Rural mixing hight) และในเมือง (Urban mixing hight) เพื่อจะนำไปใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม ISCST3 ซึ่งรายละเอียดข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม PCRAMMET แบ่งเป็น 2 ไฟล์ ได้แก่

1) ข้อมูลระดับพื้นดิน (Surface data)

- วัน/เดือน/ปี และชั่วโมง
- ความเร็วลม (เมตร/วินาที)
- ทิศทางลม (องศาในรูปของเวกเตอร์)
- อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
- ปริมาณเมฆ (ส่วนของสิบส่วน)
- ความสูงของชั้นบรรยากาศ Ceiling Height
- ปริมาณเมฆมาก (ส่วนของสิบส่วน)

2) ข้อมูลระดับอากาศระดับสูง (Upper air data)

- วัน/เดือน/ปี
- ค่าความสูงผสมในช่วงเช้า (AM Mixing value) และค่าความสูงผสมในช่วงบ่าย (PM Mixing value)

หมายเหตุ : ใช้ข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันกับไฟล์ข้อมูลป้อนเข้าข้อมูลระดับพื้นดิน surface data ซึ่งไม่ได้ใช้ข้อมูลทุกชั่วโมงแต่ใช้ AM Mixing Value (เวลา 07.00 น.)PM Mixing Value (เวลา 13.00 น.)

ข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องจัดอยู่ในรูปของ FORMAT ที่แบบจำลองสามารถอ่านได้ จากนั้นรันโปรแกรม PCRAMMET ออกมา และเก็บไว้ในรูปของ .TXT หรือ .MET FILE

ขั้นที่ 2 ใช้โปรแกรม ISC ซึ่งรายละเอียดข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม ISCST3 แบ่งเป็น 2 ไฟล์ ได้แก่

1) ข้อมูล .TXT หรือ .MET FILE ที่ได้จากโปรแกรม PCRAMMET

2) ข้อมูลแหล่งกำเนิด ประกอบด้วยข้อมูลสำคัญดังต่อไปนี้

- ที่ตั้งของแหล่งกำเนิด (Latitude-Longitude Coordinate)

- ความสูงของฐานของแหล่งกำเนิด (เช่น ฐานปล่อง) จากระดับน้ำทะเล

- คุณสมบัติของปล่อง ได้แก่ ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลายปล่อง (เมตร) อุณหภูมิที่ระบายออกจากปลายปล่อง (องศาเคลวิน) และความเร็วของแก๊สที่ปลายปล่อง (เมตร/วินาที)

หลังจากที่ได้มีการป้อนข้อมูลต่างๆที่จำเป็นในการคำนวณลงในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้ว แบบจำลองจะคำนวณค่าการแพร่กระจายของสารมลพิษนั้นออกมาในรูปของความเข้มข้นที่จุดผู้รับผลกระทบและค่าสูงสุดเป็นรายชั่วโมง 24 ชั่วโมง ตามคำสั่งในโปรแกรม

3.5 การออกแบบโครงข่ายของสถานีการดูแลคุณภาพอากาศ

3.5.1 กำหนดวัตถุประสงค์

ผู้จัดทำได้เลือกตามหลักเกณฑ์ของ U.S. Environmental Protection Agency (EPA) เพื่อระบุค่าความเข้มข้นของสารมลพิษสูงสุดที่คาดว่าจะเกิดในพื้นที่ซึ่งโครงข่ายครอบคลุม และเพื่อระบุผลกระทบต่อประชากรในชนบท (เช่น ผลกระทบต่อการเกษตรกรรม)

3.5.2 วิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบจำลอง ISCST3

หลังจากที่ได้มีการป้อนข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นในการคำนวณลงในแบบจำลอง ISCST3 แล้ว แบบจำลองจะคำนวณค่าการกระจายของสารมลพิษนั้นออกมาในรูปของความเข้มข้นที่จุดผู้รับผลกระทบเป็นรายชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง รวมทั้งค่าสูงสุดรายชั่วโมง และ รายวัน เป็น Text ตามที่ผู้จัดทำมีคำสั่งในโปรแกรม ซึ่งผู้จัดทำได้นำค่าความเข้มข้นสูงสุดที่จุดผู้รับผลกระทบของสารพิษดังนี้ SO_2,NO_x และ PM_{10} เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ นอกจากนี้ผลที่ได้จากแบบจำลอง ยังสามารถแสดงค่าให้เห็นเป็น Contour Plots คือ เส้นขอบแสดงความเข้มข้นของสารพิษที่คำนวณได้บนแผนผัง โดยสามารถนำไปแสดงซ้อนบนแผนที่ได้ เพื่อแสดงตำแหน่งบนแผนที่ซึ่งคาดว่าจะพบค่าความเข้มข้นสูงที่คำนวณได้จากแบบจำลอง สังเกตจากสีได้ว่าบริเวณที่มีความเข้มข้นสูง จะมีสีเข้ม และบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำลง จะมีสีอ่อนลง นั่นเอง

3.5.3 สรุปและเสนอจำนวนและแหล่งที่ตั้งของสถานีการดูแลคุณภาพอากาศ

บทที่ 4
ผลการคำนวณและการวิเคราะห์ผลจากโปรแกรม ISCST3

4.1 การวิเคราะห์ผลกระทบของแหล่งมลพิษทางอากาศโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง

ในการศึกษานี้ได้นำผลที่ได้จากแบบจำลอง ISCST3 ในรูปแบบเส้นขอบแสดงความเข้มข้น (Contour) ซึ่งแสดงความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศที่สูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของแต่ละสารมลพิษ เพื่อใช้ในการระบุบริเวณที่จะได้รับผลกระทบจากการมีมลพิษทางอากาศสูงกว่ามาตรฐาน โดยจะอภิปรายแยกย่อยตามชนิดของสารมลพิษ ดังต่อไปนี้

4.1.1 บริเวณที่มีปริมาณ SO_2 สูงเกินค่ามาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง

ดังรูปที่ 4.1 จะเห็นว่า บริเวณที่ได้รับผลกระทบมี 7 บริเวณ คือ

- บริเวณที่ 1 พื้นที่เสี่ยง คือ บ้านนกล่าง บ้านหัวน้ำตก บ้านหนองหว้า บ้านเสริมสุวรรณ บ้านมาบยา บ้านเนินพะยอม 6 และ วัดมาบตาพุด ซึ่งมีชุมชนอยู่ด้านหลังวัด ทั้งหมดอยู่ด้านเหนือของตำบลมาบตาพุด พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 401-1,094 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่การปลูกสวนผลไม้และสวนยาง และพื้นที่อยู่อาศัย
- บริเวณที่ 2 พื้นที่เสี่ยง คือ บริเวณถนนตรอกยายชา ถนนสุขุมวิท 38 และถนนทับพระยา พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 401-900 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่การปลูกไม้ผลบนที่ราบสูง
- บริเวณที่ 3 พื้นที่เสี่ยง คือ ชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ใกล้ถนนมาบตาพุด-ลำนำมะม่วงทอง พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 401-900 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่การปลูกไม้ผลบนที่ราบสูง
- บริเวณที่ 4 พื้นที่เสี่ยงอยู่ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของตำบลห้วยโป่ง พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 401-900 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง
- บริเวณที่ 5 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณ ถนนสุขุมวิท 21 พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 401-700 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง
- บริเวณที่ 6 พื้นที่เสี่ยงอยู่ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของตำบลห้วยโป่ง พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 401-700 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง
- บริเวณที่ 7 พื้นที่เสี่ยงอยู่ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของตำบลบ้านฉาง พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 401-700 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง

4.1.2 บริเวณที่มีปริมาณ SO_2 สูงเกินค่ามาตรฐานเฉลี่ย 1 ชั่วโมง

ดังรูปที่ 4.2 จะเห็นว่า บริเวณที่ได้รับผลกระทบมีเพียงที่เดียว คือ ถ. มาบตาพุด 14 หมู่บ้าน นกล่าง หมู่บ้านหัวน้ำตก ทั้งหมดอยู่ในตำบลมาบตาพุด พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 801-1,094 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกสวนผลไม้และสวนยาง

4.1.3 บริเวณที่มีปริมาณ NO_x สูงเกินค่ามาตรฐาน NO_2 เฉลี่ย 1 ชั่วโมง

ดังรูปที่ 4.3 จะเห็นว่า บริเวณที่ได้รับผลกระทบมี 5 แห่ง คือ เนื่องจากไม่มีค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของ NO_x จึงสมมติให้ NO_x ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ คือ NO_2

- บริเวณที่ 1 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณ หมู่บ้านห้วยโป่ง ตำบลมาบข่า พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 2,001 -2,481 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่การปลูกสวนผลไม้และสวนยาง
- บริเวณที่ 2 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณ หมู่บ้านมาบตาพุดพัน ตำบลมาบตาพุด พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 1,001-2,000 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่การปลูกสวนผลไม้และสวนยาง
- บริเวณที่ 3 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณหมู่บ้านหนองน้ำเย็น ตำบลเนินพระ พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 1,001-2,000 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่การปลูกไม้ผลบนที่ราบสูง
- บริเวณที่ 4 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณ ตำบลนิคมพัฒนา พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 1,001-2,000 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่การปลูกสวนผลไม้และสวนยาง
- บริเวณที่ 5 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณ ตำบลมาบข่า มีค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 1,001-2,000 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นพื้นที่การปลูกสวนผลไม้และสวนยาง

4.1.4 บริเวณที่มีปริมาณ PM_{10} สูงเกินค่ามาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง

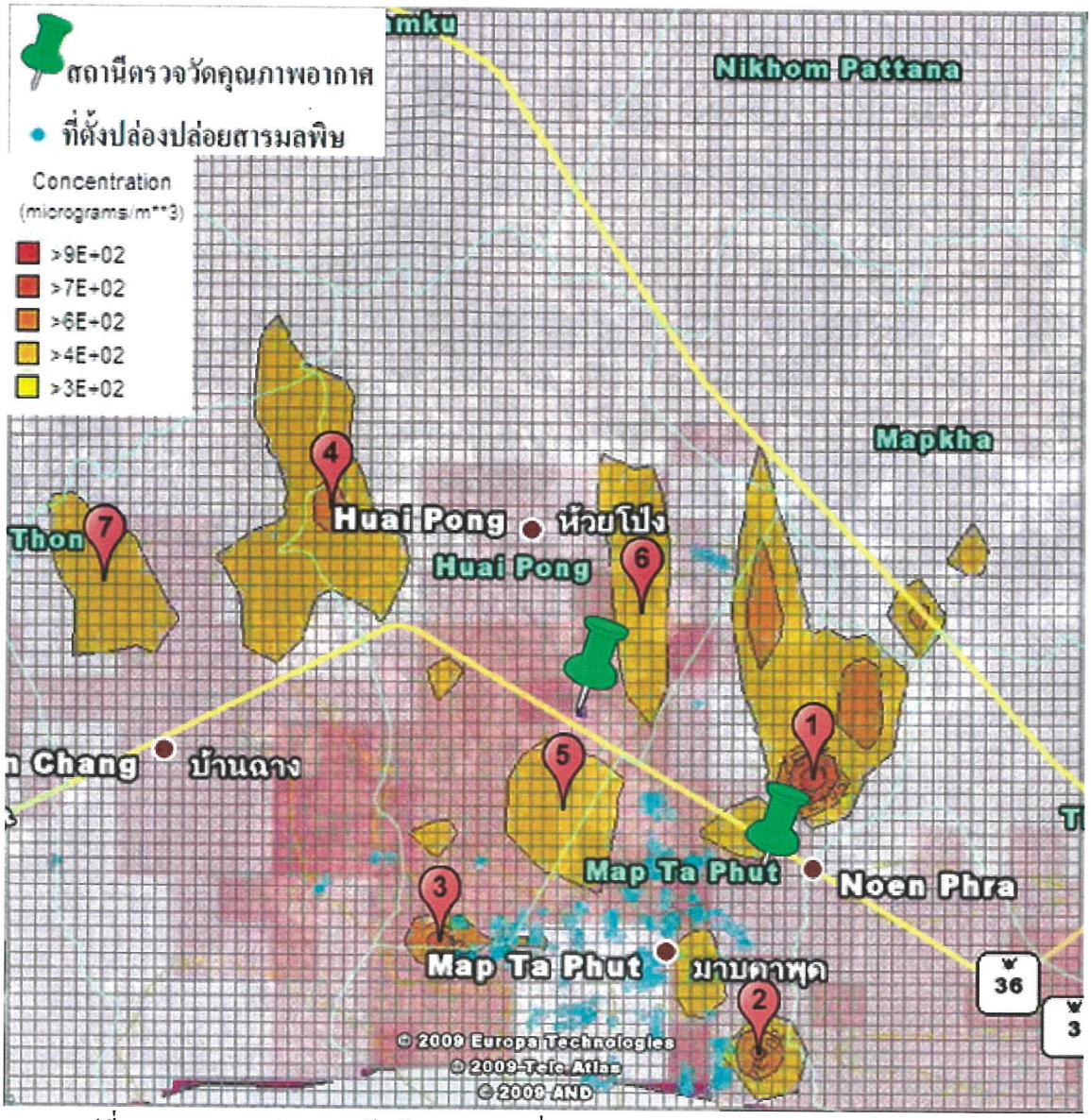
ดังรูปที่ 4.4 จะเห็นว่า บริเวณที่ได้รับผลกระทบมี 3 แห่ง คือ

- บริเวณที่ 1 และ 2 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 301-3,227ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร
- บริเวณที่3 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด พบค่าความเข้มข้นอยู่ประมาณ 201-300 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

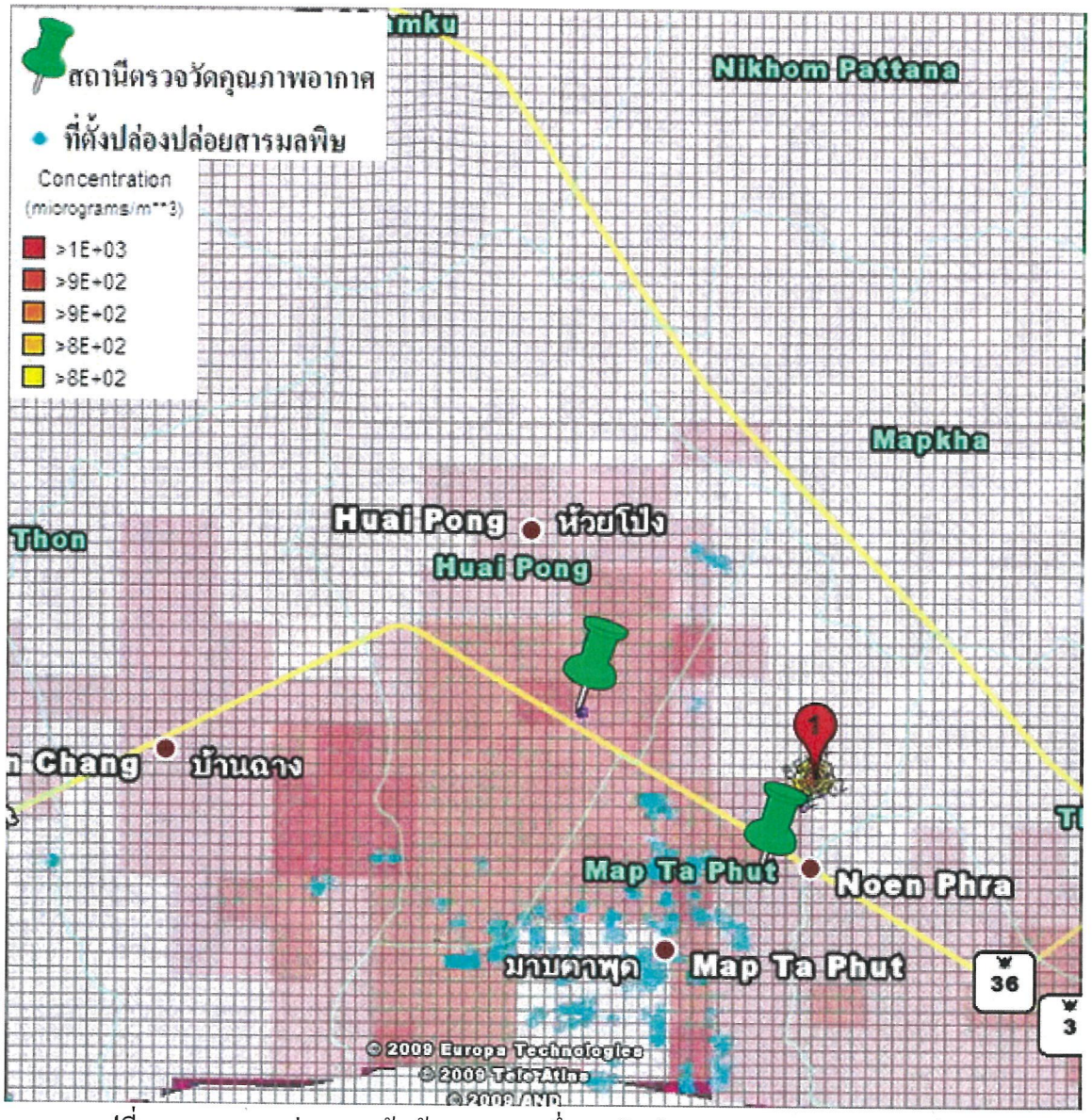
เมื่อพิจารณาโดยคำนึงถึงอิทธิพลของลม เป็นไปได้ว่า SO_2 และ NO_x มีสถานะเป็นแก๊สที่มีความเบาจึงถูกลมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งมีอิทธิพลมากพัดไปทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ไกลกว่า PM_{10} ซึ่งมีสถานะเป็นของแข็ง จึงทำให้ SO_2 และ NO_x มีการกระจายตัวไปไกลจากแหล่งกำเนิด และ PM_{10} มีการกระจายตัวอยู่ใกล้พื้นที่แหล่งกำเนิด นั่นคือภายในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงซึ่งได้รับผลกระทบจาก SO_2 และ NO_x ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ การปลูกสวนผลไม้และสวนยาง หรือ การปลูกไม้ผลบนที่ราบสูง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากโครงการพัฒนาความรู้และยุทธศาสตร์ด้านความตกลงพหุภาคีระหว่างประเทศด้านสิ่งแวดล้อม และหนังสือพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ ที่ว่าพื้นที่เกษตรกรรมในจังหวัดระยองได้รับ

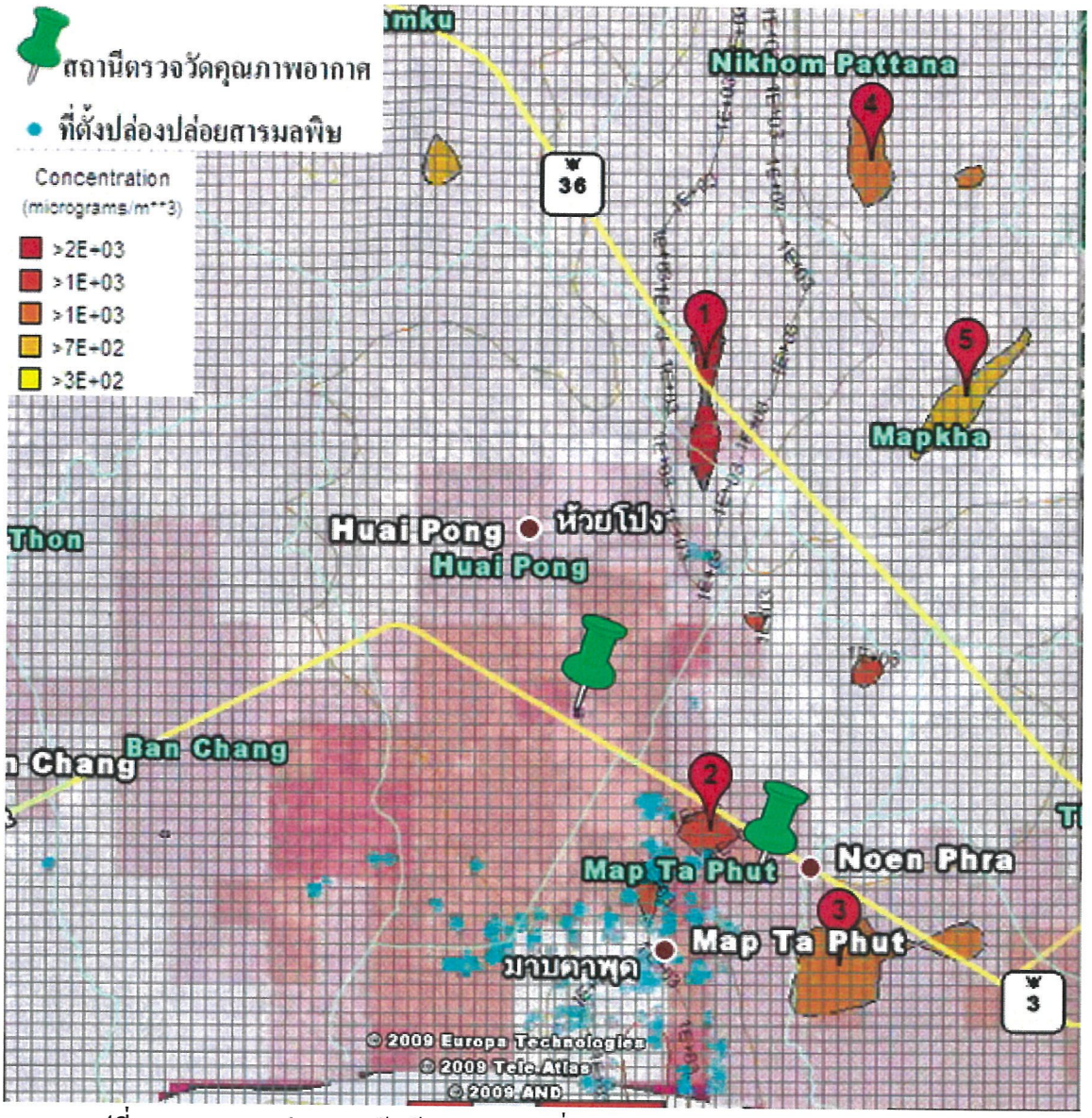
ความเสียหาย อันเกิดจากน้ำฝนที่ตกในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นไปได้ว่าเกิดจากฝนกรด โดยมีตัวการสารมลพิษสำคัญ คือ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และออกไซด์ไนโตรเจน น้ำฝนที่เป็นกรดนี้สามารถทำให้เกิดความเสียหายมากมาย เพราะฝนกรดนี้จะทำปฏิกิริยากับสารได้หลายชนิด เช่น ทำปฏิกิริยากับโลหะต่างๆทำให้วัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยโลหะ เกิดการกัดกร่อนผุพังขึ้น ทำให้พื้นคอนกรีตหรือสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยปูนหรือหินอ่อนค่อยๆถูกกัดกร่อนไปทีละเล็กละน้อย ทำให้พืชผักผลไม้ต่างๆเกิดความเสียหาย เช่น มีใบหงิกงอ เจริญเติบโตได้ไม่ดี นอกจากนี้ฝนกรดที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำก็จะทำให้สิ่งมีชีวิตต่างๆถูกทำลายไปด้วย [13] [14]



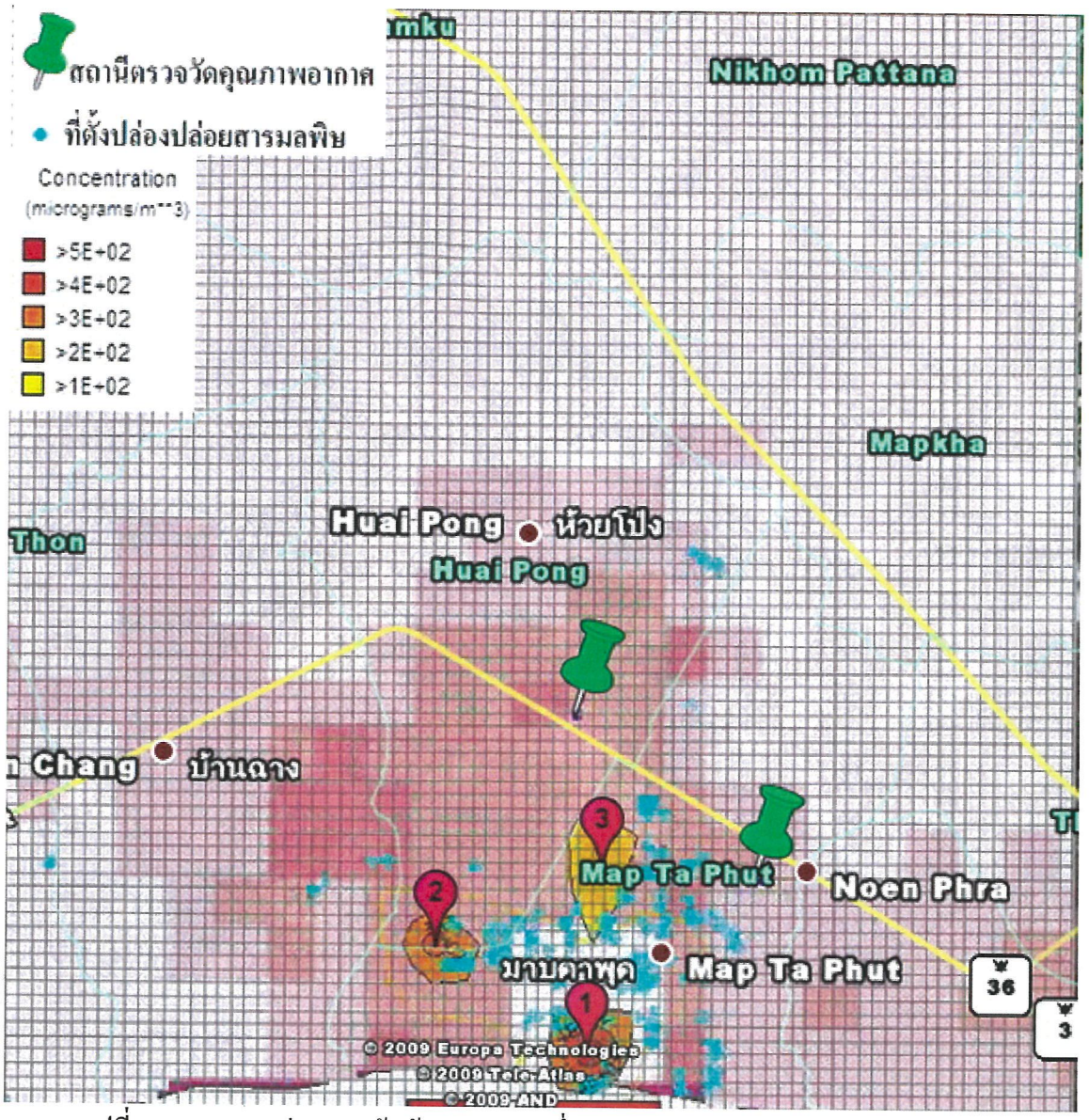
รูปที่ 4.1 Contour ค่าความเข้มข้นของ SO_2 ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550



รูปที่ 4.2 Contour ค่าความเข้มข้นของ SO_2 ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศใน บรรยากาศ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550



รูปที่ 4.3 Contour ค่าความเข้มข้นของ NO_x ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550



รูปที่ 4.4 Contour ค่าความเข้มข้นของ PM_{10} ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือน ธันวาคม 2550

4.2 การออกแบบโครงข่ายสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

จากการวิเคราะห์ Contour ความเข้มข้นของ SO_2 NO_x และ PM_{10} มีการกระจายตัวที่แตกต่างกัน ดังนั้น ด้วยเหตุผลด้านงบประมาณ ผู้จัดทำจึงได้จัดลำดับความสำคัญของจำนวนและสถานีตรวจคุณภาพอากาศที่จะติดตั้งตามความจำเป็น ดังต่อไปนี้

4.2.1 กรณีมีความจำเป็นมากที่สุด

หากมีงบประมาณจำกัด ผู้จัดทำได้เสนอแนวทางในการระบุจำนวนและสถานที่ตั้งของสถานีตรวจคุณภาพอากาศโดย การหาจำนวนของตำแหน่งที่มีค่าความเข้มข้นสูงเกินค่ามาตรฐานของทุกสารมลพิษซึ่งเกิดขึ้นที่จุดเดียวกัน ได้โดยการซ้อนทับ Contour Plots ของทุกสารมลพิษ ในแผนที่และพิจารณาพื้นที่ซ้อนทับกัน ดังรูปที่ 4.5 พบว่าที่ตั้งของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเพิ่มเติม มีจำนวน 4 สถานี คือ

1) บริเวณที่ 1 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณ ชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ใกล้ถนนมาบตาพุด-ลำนำมะม่วงทอง

2) บริเวณที่ 2 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

3) บริเวณที่ 3 พื้นที่เสี่ยงอยู่บริเวณ หมู่บ้านมาบตาพุดพัน ตำบลมาบตาพุด เป็นบริเวณใกล้เคียงกับ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศสถานีอนามัยมาบตาพุด (29T)

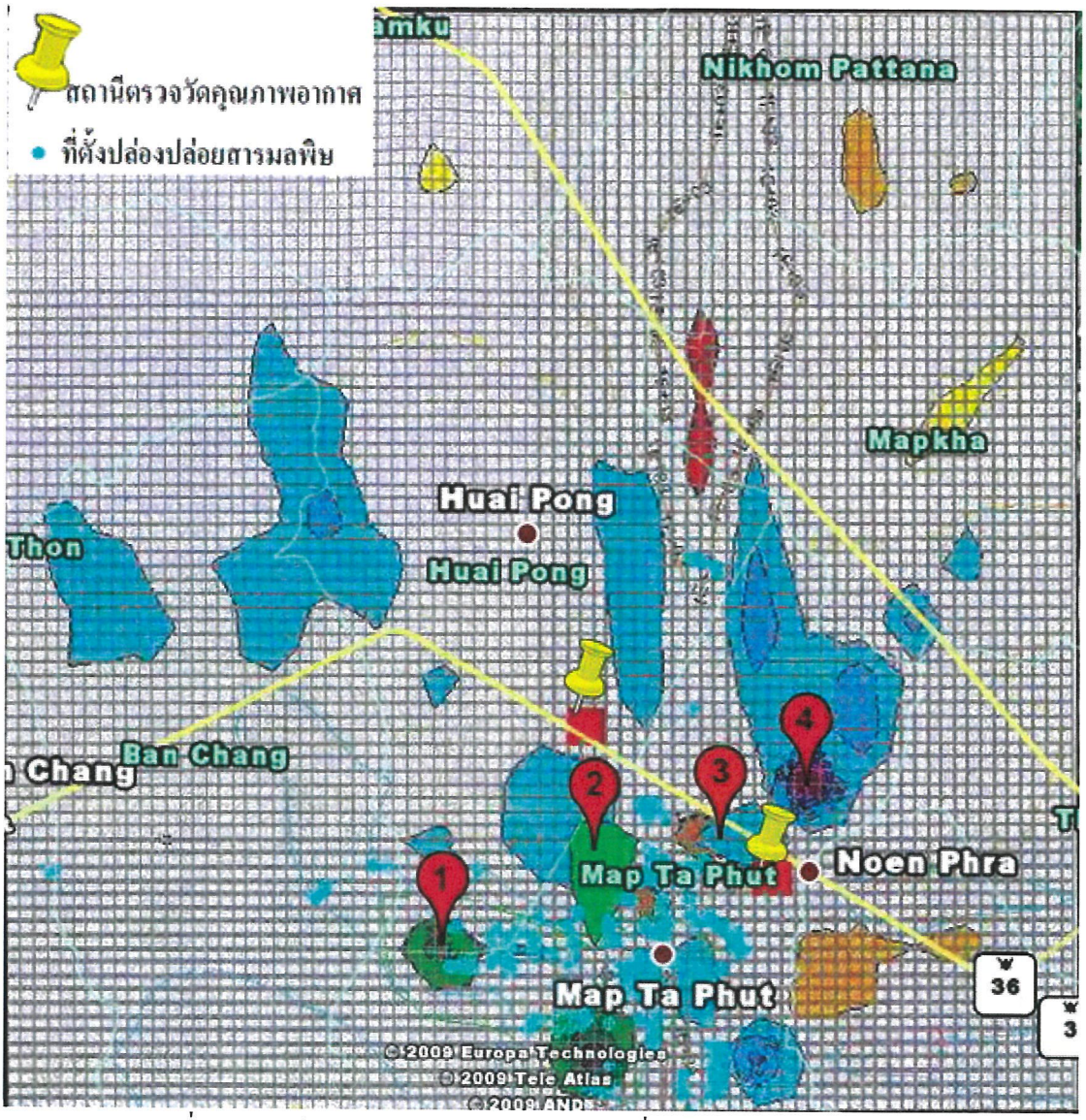
4) บริเวณที่ 4 พื้นที่เสี่ยงคือบริเวณบ้านนกล่าง บ้านหัวน้ำตก บ้านหนองหว้า บ้านเสริมสุวรรณ บ้านมาบยา บ้านเนินพะยอม 6 และ วัดมาบตาพุด ซึ่งมีชุมชนอยู่ด้านหลังวัด

4.2.2 กรณีมีความจำเป็นปานกลาง

หากมีงบประมาณสูงขึ้น ผู้จัดทำเสนอให้มีการจัดตั้งสถานีเพิ่มเติม โดยเลือกบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของแต่ละ SO_2 และ NO_x สูงเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งทำให้มีสถานีตรวจอากาศทั้งหมด 12 สถานีดังบริเวณที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.1 (แก๊ส มีการแพร่กระจายตัวของสารมลพิษได้มากกว่าของแข็ง คือ PM_{10})

4.2.3 กรณีมีความจำเป็นน้อยที่สุด

หากมีงบประมาณไม่จำกัด ผู้จัดทำเสนอให้มีการจัดตั้งสถานีเพิ่มเติม สำหรับสถานีที่มี PM_{10} สูงเกินค่ามาตรฐาน โดยจะต้องติดตั้งสถานีตรวจอากาศทั้งหมด 15 สถานีดังบริเวณที่กล่าวข้างต้น



รูปที่ 4.5 การซ้อนทับ Contour Plots บนแผนที่ของสารของทุกสารมลพิษ

4.3 แนวทางในการแก้ปัญหา

เนื่องจากค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในพื้นที่โดยส่วนใหญ่ของตำบลมาบตาพุดของ SO_2 NO_x และ PM_{10} นั้นมีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ผู้จัดทำพบว่าการลดมลพิษให้ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมนั้นไม่เพียงพอที่จะสามารถลดความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศให้ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน จึงได้ทำการศึกษาว่าการปิดปล่องปล่อยสารมลพิษ จำนวนเท่าไหร่ จึงจะสามารถลดมลพิษทางอากาศให้เป็นไปตามมาตรฐานได้ พบว่าการที่จะลดความเข้มข้นของ SO_2 NO_x และ PM_{10} ให้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานนั้น ต้องปิดปล่องปล่อยสารมลพิษทั้งหมด 133 ปล่อง เรียงตามลำดับความเข้มข้นของทุกสารมลพิษจากสูงไปต่ำ ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้น SO_2 NO_x และ PM_{10} ที่ปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดลดลง เท่ากับ 95.64 % 57.23% และ 83.36% ตามลำดับ โดยผลที่ได้จากแบบจำลองกรณีนี้พบว่า มีเฉพาะความเข้มข้นของ SO_2 และ PM_{10} เท่านั้น

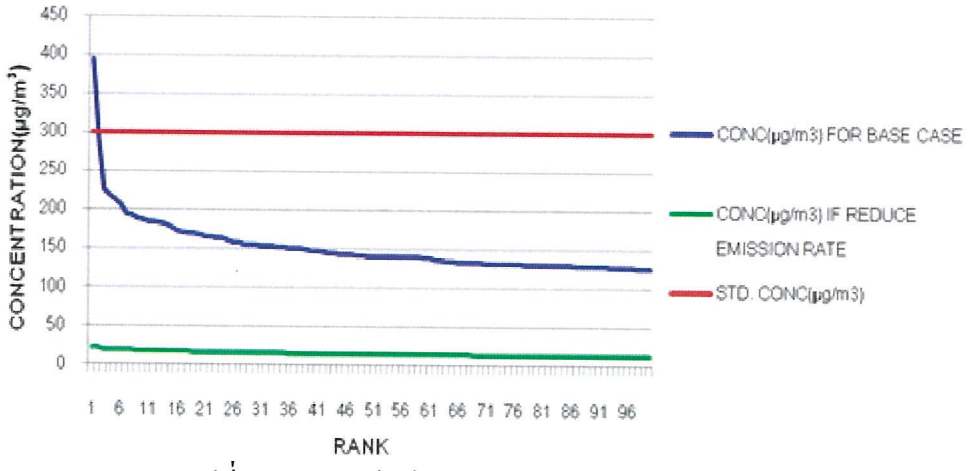
ที่เป็นไปตามมาตรฐาน แต่สำหรับความเข้มข้นของ NO_x นั้นยังมีค่าสูงเกินค่ามาตรฐานอยู่ ค่าความเข้มข้นสูงสุดที่จุดผู้รับผลกระทบของสารพิษ SO_2 NO_x PM_{10} ในบรรยากาศ กรณีปกติ และกรณีปิดปล่อง 133 ปล่อง ดังตารางที่ 4.1 ส่วนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงสุด 100 อันดับแรก ของกรณีปกติ และกรณีปิดปล่องปล่อยสารมลพิษ 133 ปล่อง ดังรูปที่ 4.6-4.9 ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นสูงสุดที่จุดผู้รับผลกระทบจากกรณีการลดปริมาณความเข้มข้นสารมลพิษโดยการปิดปล่อง เทียบกับค่าความเข้มข้นสูงสุดจากกรณีจริง จะพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นจะลดลง คือ

1) ความเข้มข้น SO_2 สูงสุดรายชั่วโมง ลดลง 88.85 % และรายวัน 94.42 %
2) ความเข้มข้น NO_x สูงสุดรายชั่วโมง ลดลง 43.33 % และรายวัน 49.05 %
3) ความเข้มข้น PM_{10} สูงสุดรายชั่วโมง ลดลง 91.11 % และรายวัน 76.58 %

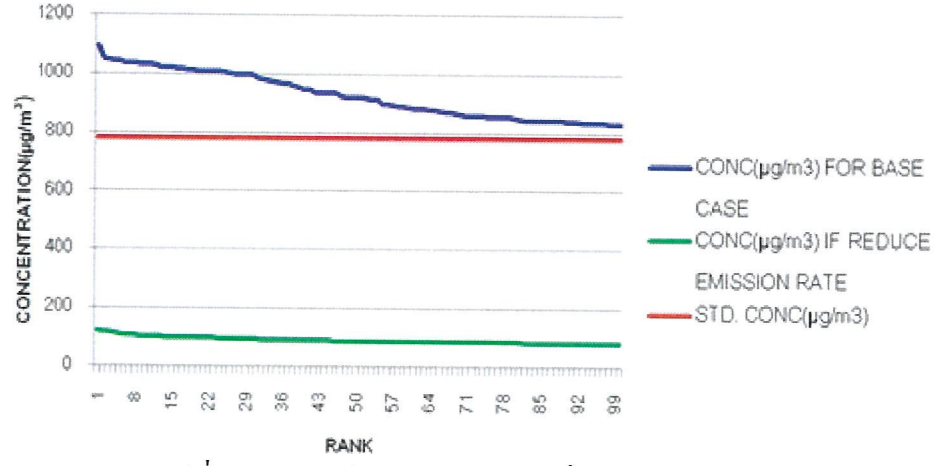
ดังในรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.1 ค่าความเข้มข้นสูงสุดที่จุดผู้รับผลกระทบของสารพิษ SO_2 NO_x PM_{10} ในบรรยากาศ กรณีปกติ และกรณีปิดปล่อง 133 ปล่อง

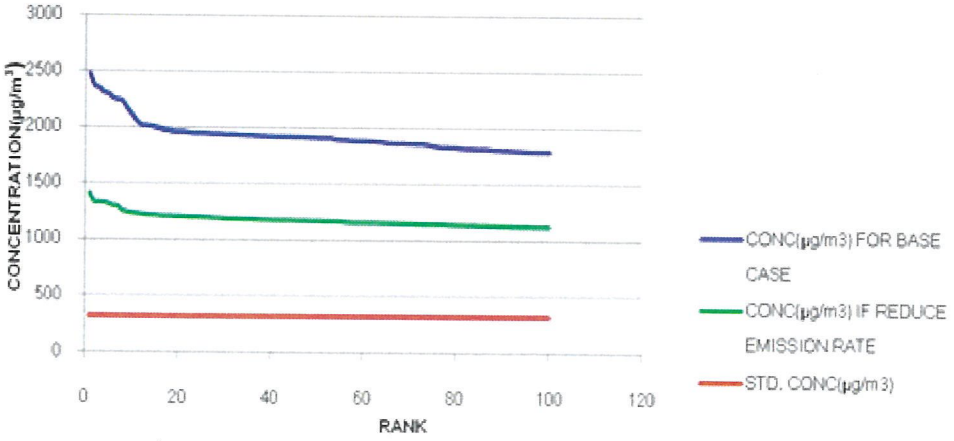
สารพิษ	กรณีปกติ						กรณีปิดปล่อง					
	ค่าความเข้มข้นสูงสุด (ไมโครกรัม/ลบ.ม.)		ข้อมูล-วัน เวลา และ สถานที่ที่ตรวจพบค่าสูงสุด				ค่าความเข้มข้นสูงสุด (ไมโครกรัม/ลบ.ม.)		ข้อมูล-วัน เวลา และ สถานที่ที่ตรวจพบค่าสูงสุด			
	เฉลี่ย 1 ชม.	เฉลี่ย 24 ชม.	วัน	เวลา (ชม.)	ละติจูด	ลองติจูด	เฉลี่ย 1 ชม.	เฉลี่ย 24 ชม.	วัน	เวลา (ชม.)	ละติจูด	ลองติจูด
SO_2	1,094	-	13	20	12.700779N	101.128500E	122	-	31	24	12.705012N	101.147861E
	-	394	23	24	12.700779N	101.128500E	-	22	31	20	12.687539N	101.156564E
NO_x	2,481	-	20	8	12.702522N	101.149417E	1406	-	28	24	12.702522N	101.149417E
	-	524	28	24	12.702522N	101.149417E	-	267	28	24	12.702522N	101.149417E
PM_{10}	3227	-	24	18	12.681946N	101.135371E	287	-	5	20	12.696004N	101.144759E
	-	269	21	24	12.691050N	101.115590E	-	63	7	24	12.705225N	101.150143E



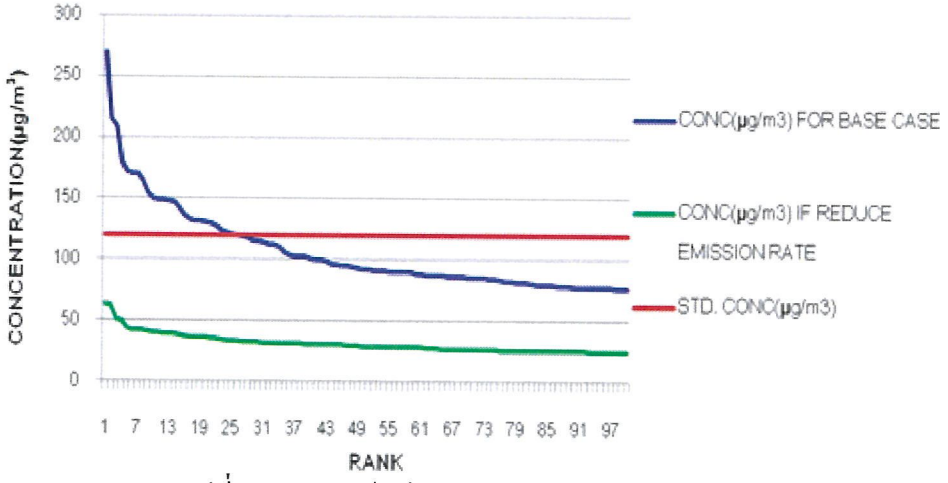
รูปที่ 4.6 ความเข้มข้นของ SO_2 รายวัน เทียบค่ามาตรฐาน



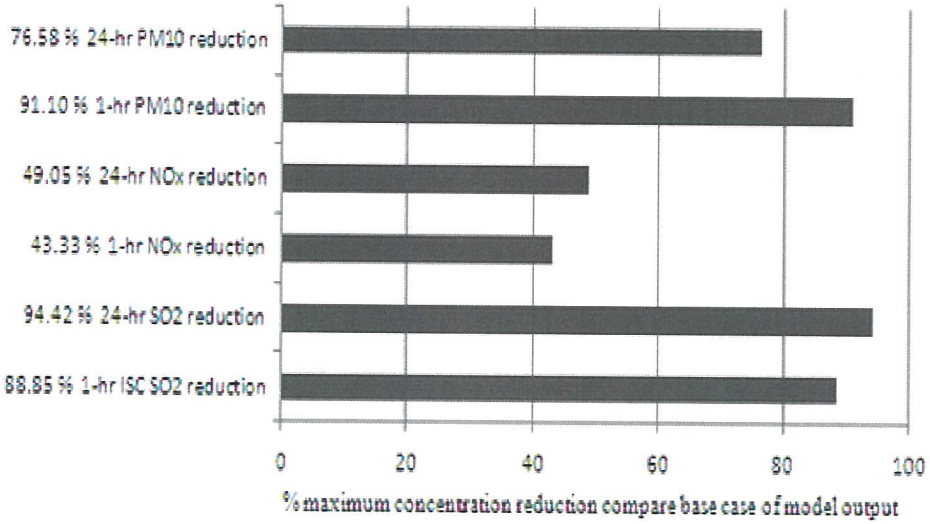
รูปที่ 4.7 ความเข้มข้นของ SO_2 รายชั่วโมง เทียบค่ามาตรฐาน



รูปที่ 4.8 ความเข้มข้นของ NO_x รายชั่วโมง เทียบค่ามาตรฐาน



รูปที่ 4.9 ความเข้มข้นของ PM_{10} รายวัน เทียบค่ามาตรฐาน



รูปที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นที่จุดผู้รับผลกระทบซึ่งลดลง เมื่อปิดปล่องปล่อยสารมลพิษ 133 ปล่อง

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาผลกระทบของแหล่งมลพิษทางอากาศในพื้นที่ตำบลมาบตาพุด เพื่อใช้ในการออกแบบโครงข่ายสถานีตรวจคุณภาพอากาศ โดยใช้โปรแกรม ISCST3 พบว่า ความเข้มข้นของสารมลพิษที่สนใจได้แก่ SO_2 NO_x และ PM_{10} ที่จุดได้รับผลกระทบ จะสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ โดยสรุปได้ดังนี้

1) กรณี SO_2 จะมีความเข้มข้นสูงทั่วทั้งบริเวณต.มาบตาพุด ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของ ต.ห้วยโป่ง และทิศตะวันตกเฉียงเหนือของ ต.บ้านฉาง

2) กรณี NO_x มีความเข้มข้นสูงเกินค่ามาตรฐานที่บริเวณหมู่บ้านห้วยโป่ง ต.มาบข่า หมู่บ้านมาบ-ตาพุดพัน ต.มาบตาพุด หมู่บ้านหนองน้ำเย็น ต.เนินพระ และด้านใต้ของ ต.นิคมพัฒนา

3) กรณี PM_{10} มีความเข้มข้นสูงเกินค่ามาตรฐานที่บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

2. ได้นำเสนอแนวทางในการจัดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศเพิ่มเติม ตามลำดับความสำคัญและความจำเป็น ได้ดังต่อไปนี้

1) กรณีมีความจำเป็นมากที่สุด (มีงบประมาณจำกัด) ควรจัดตั้งสถานีเพิ่มเติมทั้งหมด 4 สถานี ดังบริเวณต่อไปนี้ ชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ใกล้ถนนมาบตาพุด-ลำนำมะม่วงทอง นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด หมู่บ้านมาบตาพุดพัน ต.มาบตาพุด และวัดมาบตาพุด

2) กรณีมีความจำเป็นปานกลาง (มีงบประมาณปานกลาง) ควรจัดตั้งสถานีเพิ่มเติมทั้งหมด 12 สถานี ดังบริเวณต่อไปนี้ วัดมาบตาพุด ถนนสุขุมวิท 38 ชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ใกล้ถนนมาบตาพุด-ลำนำมะม่วงทอง ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของ ต.ห้วยโป่ง 2 แห่ง ถนนสุขุมวิท 21 ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของ ต.บ้านฉาง หมู่บ้านห้วยโป่ง ต.มาบข่า หมู่บ้านมาบตาพุดพัน ต.มาบตาพุด หมู่บ้านหนองน้ำเย็น ต.เนินพระ ต.นิคมพัฒนา และต.มาบข่า

3) กรณีมีความจำเป็นน้อยที่สุด (มีงบประมาณสูง) ควรจัดตั้งสถานีเพิ่มเติมทั้งหมด 15 สถานี ดังบริเวณที่กล่าวในข้อ 2) และนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด 3 แห่ง

3. แนวทางในการควบคุมมลพิษทางอากาศ พบว่าวิธีการที่จะลดความเข้มข้นมลพิษทางอากาศได้ โดยการปิดปล่องระบายมลพิษ โดยสามารถลด SO_2 และ PM_{10} ให้เป็นไปตามค่ามาตรฐานได้ หากทำการปิดปล่องปล่อยสารมลพิษจำนวน 133 ปล่อง แต่ไม่สามารถลดความเข้มข้นของ NO_x ได้ต่ำกว่าค่ามาตฐาน

บรรณานุกรม

[1] คม ชัด ลึก. **"ตรวจสุขภาพ25ชุมชนรอบมาบตาพุดพบมีสารก่อมะเร็งในปัสสาวะ."** [Online].Available: http://news.thaiza.com/detail_73982.html.2007.

[2] นพภาพร พานิชและแสงสันต์ พานิช, 2544. **"แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ".**พิมพ์ครั้งที่ 1 .กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] สำนักงานนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด.รายชื่อผู้ประกอบการ. [Online].Available: http://www.mtpie.com/tha/index.htm.2009.

[4] กรมควบคุมมลพิษ.มาตรฐานคุณภาพอากาศและเสียง. [Online].Available: http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd.html.

[5] จังหวัดระยอง.สภาพโดยทั่วไป. [Online].Available: http://www.rayong.go.th/KASAT/data/3-2-1.htm.

[6] Michelle L. Bell.2005. " **The use of ambient air quality modeling to estimate individual and population exposure for human health research: A case study of ozone in the Northern Georgia Region of the United States**" Yale University, 205 Prospect Street, New Haven, CT 06511, United States Received 25 October 2005; accepted 11 January 2006.

[7] G. Calori , G. Finzi and C. Tonezzer .1994. **" A decision support system for air quality network design"** Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano, Italy.

[8] Jehng-Jung Kao, Ming-Ru Hsieh .2005. **"Utilizing mutiobjective analysis to determine an air quality monitoring network in an industrial district"**Insititute of Environmental Engineering. National Chiao Tong University, Hsinchu , Taiwan 300. ROC.

[9] พวงพร พันธุมคุปต์.2544. " การวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเพื่อใช้สำหรับแบบจำลอง INDUSTRIAL SOURCE COMPLEX กรณีศึกษา พื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ประเทศไทย" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

[10] ธนาพรรณ พงษ์พันธ์.2544. "การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยมลสารทางอากาศจากนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด" วิทยานิพนธ์

[11] มีนา ปะหนัน.2544. "ความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้แบบจำลองการแพร่กระจายมลพิษในอากาศ ISC3 สำหรับสภาพสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

[12] อรประภา ภุมมะกาญจนะ.2545. "การประยุกต์ใช้แบบจำลองการแพร่กระจายของอากาศ (ISCST) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการแสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแหล่งกำเนิดมลพิษ กรณีศึกษา โรงไฟฟ้าบางปะกง" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

[13] การุณ ใจงาม. "**ระยอง ระโยง ระยาง ดูท่าจะยุ่งยาก.**"

[Online].Available:http://www.measwatch.org/autopage/print.php?t=20&s_id=231&d_id=231&page=1.2007.

[14] ฐานเศรษฐกิจ. "**ฝนกรดถล่มมาบตาพุด.**"

[Online].Available:http://opdc.dgr.go.th/maptapud_2.doc.2007.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลบัญชีการปลดปล่อยสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด (ปล่อง)

Stack	UTM		Coordinate		Stack	Stack	Temp.	Velocity	Emission Rate (g/sec)		
	x	y	Latitude	Longitude	Height (m)	Diameter	(K)	(m/sec)	SO_2	NO_x	PM_{10}
1	733.278	1404.132	12.69286N	101.14812E	40	1.55	442.9	11.9	0.000	3.083	0.000
2	733.278	1404.132	12.69286N	101.14812E	40	1.55	442.9	11.9	0.000	3.083	0.000
3	733.245	1403.971	12.69141N	101.14781E	37	3.25	386.0	17.6	0.130	11.647	0.000
4	733.273	1403.971	12.69141N	101.14807E	37	3.25	386.0	17.6	0.130	11.647	0.000
5	733.301	1403.971	12.69141N	101.14832E	37	3.25	386.0	17.6	0.130	11.647	0.000
6	733.329	1403.971	12.69140N	101.14858E	37	3.25	386.0	17.6	0.130	11.647	0.000
7	733.357	1403.971	12.69140N	101.14884E	37	3.25	386.0	17.6	0.130	11.647	0.000
8	733.385	1403.971	12.69140N	101.14909E	37	3.25	386.0	17.6	0.130	11.647	0.000
9	732.467	1402.064	12.67424N	101.14050E	35	3.06	466.8	25.2	0.150	10.321	0.000
10	732.467	1402.025	12.67389N	101.14050E	35	3.06	466.8	25.2	0.150	10.321	0.000
11	732.314	1402.005	12.67371N	101.13909E	60	2.78	398.2	29.2	0.160	10.312	0.000
12	732.278	1402.005	12.67371N	101.13876E	60	2.78	398.2	29.2	0.160	10.312	0.000
13	732.209	1402.005	12.67372N	101.13812E	60	2.78	398.2	29.2	0.160	10.312	0.000
14	732.169	1402.005	12.67372N	101.13776E	60	2.78	398.2	29.2	0.160	10.312	0.000
15	732.339	1401.920	12.67294N	101.13931E	100	2.82	443.0	32.4	116.781	76.372	0.000
16	732.228	1401.920	12.67295N	101.13829E	100	2.82	443.0	32.4	116.781	76.372	0.000
17	732.098	1402.005	12.67372N	101.13710E	60	3.06	429.8	24.6	0.130	10.242	0.000
18	732.058	1402.005	12.67373N	101.13673E	60	3.06	429.8	24.6	0.130	10.242	0.000
19	730.474	1404.330	12.69486N	101.12233E	35	3.75	375.8	14.8	0.000	9.659	0.000
20	730.467	1404.358	12.69511N	101.12227E	35	3.75	375.8	14.8	0.000	9.659	0.000
21	730.725	1404.285	12.69443N	101.12464E	35	1.00	410.5	8.8	0.000	0.839	0.000
22	730.725	1404.300	12.69457N	101.12464E	35	1.00	410.5	8.8	0.000	0.839	0.000

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack	Stack Diameter	Temp.	Velocity	Emission Rate (g/sec)		
	x	y	Latitude	Longitude	Height (m)	(m)	(K)	(m/sec)	SO_2	NO_x	PM_{10}
23	733.927	1405.327	12.70361N	101.15419E	46	3.84	386.0	22.9	0.000	9.440	0.000
24	733.983	1411.465	12.75907N	101.15517E	33.4	6.3	423.0	15.7	0.173	53.400	0.000
25	734.017	1411.441	12.75885N	101.15549E	33.4	6.3	423.0	15.7	0.173	53.400	0.000
26	734.118	1411.370	12.75821N	101.15641E	33.4	6.3	423.0	15.7	0.173	53.400	0.000
27	734.149	1411.349	12.75801N	101.15669E	33.4	6.3	423.0	15.7	0.173	53.400	0.000
28	734.239	1411.286	12.75744N	101.15751E	33.4	6.3	423.0	15.7	0.173	53.400	0.000
29	734.265	1411.268	12.75727N	101.15775E	33.4	6.3	423.0	15.7	0.173	53.400	0.000
30	734.363	1411.199	12.75664N	101.15865E	33.4	6.3	423.0	15.7	0.173	53.400	0.000
31	734.394	1411.177	12.75644N	101.15894E	33.4	6.3	423.0	15.7	0.173	53.400	0.000
32	733.967	1402.864	12.68135N	101.15437E	80	3.85	374.0	12.5	10.711	61.800	5.538
33	735.006	1398.382	12.64077N	101.16359E	200	6.8	347.1	24.6	297.100	315.300	32.000
34	735.006	1398.382	12.64077N	101.16359E	200	6.8	347.1	24.6	297.100	315.300	32.000
35	731.141	1404.736	12.69848N	101.12850E	35	3.7	427.3	22.3	0.000	16.500	0.000
36	731.166	1404.694	12.69810N	101.12873E	35	3.7	427.3	22.3	0.000	16.500	0.000
37	731.168	1404.749	12.69859N	101.12875E	35	1.8	425.8	14.0	0.000	2.100	0.000
38	734.420	1401.968	12.67322N	101.15847E	140	4.5	495.6	10.8	224.1	20.656	18.6
39	734.415	1401.793	12.67164N	101.15841E	61	1.7	499.1	8.9	0.120	1.070	0.080
40	734.468	1401.928	12.67286N	101.15891E	60	2.4	449.1	19.87	0.51	4.45	1.09
41	734.461	1402.131	12.67469N	101.15886E	60	2.5	475.3	17.9	0.000	9.370	0.000
42	734.461	1402.153	12.67489N	101.15886E	60	2.5	475.3	17.9	0.000	9.370	0.000

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height (m)	Stack Diameter (m)	Temp. (K)	Velocity (m/sec)	Emission Rate (g/sec)		
	x	y	Latitude	Longitude					SO_2	NO_x	PM_{10}
43	734.461	1402.175	12.67509N	101.15886E	60	2.5	475.3	17.9	0.000	9.370	0.000
44	734.576	1401.408	12.66815N	101.15986E	12	0.95	393.0	14.8	1.140	0.220	1.008
45	734.345	1404.999	12.70062N	101.15801E	73.8	2.8	551.3	19.2	147.510	19.272	10.690
46	734.749	1404.787	12.69867N	101.16171E	60.4	3	607.2	14.7	1.150	4.670	0.000
47	734.712	1404.821	12.69898N	101.16137E	54	2	599.1	14.8	0.590	1.834	0.000
48	734.608	1404.864	12.69938N	101.16042E	65	3.1	469.8	8.5	0.684	2.704	0.000
49	734.486	1404.955	12.70021N	101.15931E	36.2	1.6	693.0	11.0	0.107	0.691	0.000
50	734.521	1404.926	12.69994N	101.15962E	36.2	1.6	693.2	10.1	0.300	0.589	0.000
51	734.278	1405.078	12.70134N	101.15740E	70.1	2.2	769.4	5.5	3.740	0.162	0.000
52	734.773	1404.658	12.69750N	101.16193E	32.4	1.5	449.0	11.8	0.372	1.260	0.000
53	734.764	1404.636	12.69730N	101.16184E	32.4	1.5	449.0	11.8	0.372	1.260	0.000
54	734.867	1404.644	12.69737N	101.16279E	21.7	3	476.7	15.9	0.200	10.418	0.000
55	734.855	1404.621	12.69716N	101.16268E	21.7	3	476.7	15.9	0.200	10.418	0.000
56	731.911	1405.248	12.70305N	101.13562E	34	1.41	557.2	6.0	0.030	1.160	0.260
57	731.903	1405.205	12.70266N	101.13555E	30	0.65	552.0	8.3	0.129	0.240	0.178
58	731.903	1405.215	12.70275N	101.13555E	30	0.65	552.0	8.3	0.129	0.240	0.178
59	734.066	1403.970	12.69134N	101.15536E	15	1	602.3	6.0	0.000	0.140	0.015
60	734.086	1404.102	12.69253N	101.15556E	15.6	0.65	1010.0	11.9	0.000	0.230	0.449
61	734.089	1404.170	12.69314N	101.15559E	15	1	486.0	8.3	0.000	0.394	0.181
62	734.096	1403.982	12.69144N	101.15564E	51.1	1.5	463.0	4.7	0.000	0.360	0.074
63	734.096	1403.972	12.69135N	101.15564E	47	1.64	432.0	4.5	0.000	0.421	0.116

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height (m)	Stack Diameter (m)	Temp. (K)	Velocity (m/sec)	Emission Rate (g/sec)		
	x	y	Latitude	Longitude					SO_2	NO_x	PM_{10}
64	734.204	1403.960	12.69124N	101.15663E	40	2.75	466.5	8.9	0.000	2.583	0.326
65	734.451	1404.206	12.69344N	101.15893E	49	1.4	492.4	7.2	0.000	1.010	0.000
66	733.292	1407.159	12.72021N	101.14848E	60	4.06	440.5	8.3	0.350	11.617	0.000
67	733.307	1407.166	12.72028N	101.14862E	40	2.3	484.2	9.9	0.153	3.845	0.000
68	733.405	1407.035	12.71908N	101.14951E	20	1.524	464.0	29.4	0.524	5.020	0.000
69	733.427	1407.021	12.71896N	101.14971E	20	1.524	460.0	32.0	0.518	6.060	0.000
70	733.203	1407.070	12.71942N	101.14766E	20	2.82	475.0	11.5	0.260	2.356	0.000
71	733.224	1407.058	12.71931N	101.14785E	20	2	464.7	33.8	1.782	0.600	0.000
72	733.105	1407.106	12.71975N	101.14676E	5.216	1.649	797.8	14.3	0.180	0.946	0.000
73	733.102	1407.101	12.71970N	101.14673E	5.216	1.649	815.4	20.7	0.130	1.078	0.000
74	733.100	1407.097	12.71967N	101.14671E	5.216	1.649	772.8	16.9	0.111	1.206	0.000
75	733.097	1407.093	12.71963N	101.14668E	5.216	1.649	792.1	13.9	0.170	1.338	0.000
76	733.170	1407.101	12.71970N	101.14736E	12.168	2.82	674.0	21.2	0.680	5.656	0.000
77	733.310	1406.248	12.71198N	101.14858E	45	2.63	506.0	34.7	1.322	8.532	0.000
78	733.248	1406.393	12.71330N	101.14802E	24	3.43	460.0	14.3	0.730	10.971	0.000
79	733.292	1407.146	12.72010N	101.14848E	20	2.2	439.8	25.5	0.812	8.592	0.000
80	732.522	1404.951	12.70032N	101.14123E	42	1.27	430.0	8.0	0.000	2.020	0.000
81	732.520	1404.953	12.70034N	101.14121E	42	1.27	430.0	8.0	0.000	2.020	0.000
82	732.522	1404.971	12.70050N	101.14123E	42	1.27	430.0	8.0	0.000	2.020	0.000
83	732.520	1404.973	12.70052N	101.14121E	42	1.27	430.0	8.0	0.000	2.020	0.000
84	732.522	1404.991	12.70068N	101.14123E	42	1.27	430.0	8.0	0.000	2.020	0.000

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height	Stack Diameter	Temp.	Velocity	Emission Rate (g/sec)		
	x	y	Latitude	Longitude	(m)	(m)	(K)	(m/sec)	SO_2	NO_x	PM_{10}
85	732.520	1404.993	12.70070N	101.14121E	42	1.27	430.0	8.0	0.000	2.020	0.000
86	732.522	1405.011	12.70086N	101.14123E	42	1.27	430.0	8.0	0.000	2.020	0.000
87	732.520	1405.013	12.70088N	101.14121E	42	1.27	430.0	8.0	0.000	2.020	0.000
88	732.522	1405.031	12.70104N	101.14123E	42	1.27	430.0	8.0	0.000	2.020	0.000
89	732.506	1404.909	12.69994N	101.14108E	60.4	1.25	469.0	5.7	0.000	0.590	0.000
90	732.506	1404.889	12.69976N	101.14108E	52.4	1.05	463.0	5.6	0.000	0.480	0.000
91	732.500	1404.762	12.69861N	101.14101E	30	4.2	446.0	19.1	0.000	14.490	0.000
92	732.525	1404.825	12.69918N	101.14124E	30	2.8	413.0	4.3	0.000	1.850	0.000
93	732.520	1404.716	12.69819N	101.14119E	32	4.42	426.3	19.4	0.000	20.890	0.000
94	732.612	1404.725	12.69827N	101.14204E	30	3.65	382.0	13.7	0.000	9.300	0.000
95	732.530	1404.785	12.69881N	101.14129E	30	3.6	382.0	13.7	0.000	9.300	0.000
96	733.417	1404.394	12.69522N	101.14942E	33.5	1.5	440.9	19.2	0.580	3.590	0.000
97	733.415	1404.392	12.69520N	101.14940E	33.5	1.5	440.9	19.2	0.580	3.590	0.000
98	733.417	1404.372	12.69502N	101.14942E	33.5	1.5	440.9	19.2	0.580	3.590	0.000
99	733.415	1404.370	12.69500N	101.14940E	33.5	1.5	440.9	19.2	0.580	3.590	0.000
100	733.417	1404.350	12.69482N	101.14942E	33.5	1.5	440.9	19.2	0.580	3.590	0.000
101	733.415	1404.348	12.69480N	101.14940E	33.5	1.5	440.9	19.2	0.580	3.590	0.000
102	733.417	1404.328	12.69462N	101.14942E	33.5	1.5	440.9	19.2	0.580	3.590	0.000
103	733.415	1404.326	12.69460N	101.14940E	33.5	1.5	440.9	19.2	0.580	3.590	0.000
104	733.417	1404.306	12.69442N	101.14942E	33.5	1.5	440.9	19.2	0.580	3.590	0.000
105	733.658	1404.403	12.69528N	101.15164E	15	0.7	606.5	6.1	0.010	0.110	0.000

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height	Stack Diameter	Temp.	Velocity	Emission Rate (g/sec)		
	X(km)	y	Latitude	Longitude	(m)	(m)	(K)	(m/sec)	SO_2	NO_x	PM_{10}
106	733.417	1404.286	12.69424N	101.14941E	46.5	1.5	427.5	12.8	0.086	1.360	0.000
107	733.415	1404.284	12.69422N	101.14940E	46.5	1.5	427.5	12.8	0.086	1.360	0.000
108	733.417	1404.264	12.69404N	101.14941E	46.5	1.5	427.5	12.8	0.086	1.360	0.000
109	733.415	1404.262	12.69403N	101.14939E	46.5	1.5	427.5	12.8	0.086	1.360	0.000
110	733.417	1404.242	12.69384N	101.14941E	46.5	1.5	427.5	12.8	0.086	1.360	0.000
111	733.413	1404.243	12.69385N	101.14937E	33.5	1.5	447.0	20.0	1.300	1.720	0.000
112	733.411	1404.238	12.69381N	101.14936E	33.5	1.5	447.0	20.0	1.300	1.720	0.000
113	733.300	1404.800	12.69890N	101.14838E	40	1	426.0	10.2	0.269	1.770	0.000
114	733.408	1403.127	12.68377N	101.14924E	52.6	1.44	460.8	5.2	0.356	0.975	0.000
115	733.398	1403.083	12.68338N	101.14915E	35.7	1.44	458.2	9.7	0.214	0.832	0.000
116	733.398	1403.048	12.68306N	101.14915E	84	3.42	507.6	7.1	1.004	4.373	0.000
117	733.400	1402.968	12.68233N	101.14916E	45	1.44	589.1	7.3	0.131	0.628	0.000
118	733.400	1402.914	12.68185N	101.14915E	37.5	1.88	576.9	4.6	0.165	1.022	0.000
119	733.400	1402.873	12.68148N	101.14915E	40.84	2.03	545.0	7.3	0.348	1.517	0.000
120	733.400	1402.863	12.68138N	101.14915E	32.06	1.28	627.5	6.4	0.118	0.369	0.000
121	733.401	1402.845	12.68122N	101.14916E	46.05	2.66	520.7	8.1	0.672	4.042	0.000
122	733.400	1402.940	12.68208N	101.14916E	36.28	1.74	608.1	7.1	0.429	1.574	0.000
123	733.409	1403.191	12.68435N	101.14926E	34.8	0.89	457.5	3.1	0.003	0.156	0.000
124	733.409	1403.203	12.68446N	101.14926E	30	0.94	509.0	5.8	0.023	0.225	0.000
125	733.410	1403.159	12.68406N	101.14926E	52.6	1.84	567.0	4.5	0.000	0.133	0.000
126	733.333	1403.330	12.68561N	101.14857E	30	0.89	450.4	8.2	0.138	0.910	0.000

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height (m)	Stack Diameter (m)	Temp. (K)	Velocity (m/sec)	Emission Rate (g/sec)		
	X(km)	y	Latitude	Longitude					SO_2	NO_x	PM_{10}
127	733.828	1405.843	12.70829N	101.15332E	30	1.98	512.0	24.1	0.000	6.990	0.000
128	733.847	1405.832	12.70818N	101.15349E	30	1.98	512.0	24.1	0.000	6.990	0.000
129	733.872	1405.852	12.70836N	101.15372E	30	1.98	512.0	24.1	0.000	6.990	0.000
130	733.889	1405.909	12.70887N	101.15388E	44.3	1.456	400.0	25.2	0.000	4.040	0.000
131	733.895	1405.924	12.70900N	101.15394E	44.3	1.456	400.0	25.2	0.000	4.040	0.000
132	733.898	1405.924	12.70901N	101.15397E	44.3	1.456	400.0	25.2	0.000	4.040	0.000
133	733.905	1405.941	12.70916N	101.15404E	44.3	1.456	400.0	25.2	0.000	4.040	0.000
134	733.909	1405.941	12.70916N	101.15407E	44.3	1.456	400.0	25.2	0.000	4.040	0.000
135	733.916	1405.958	12.70931N	101.15413E	44.3	1.456	400.0	25.2	0.000	4.040	0.000
136	733.920	1405.958	12.70931N	101.15417E	44.3	1.456	400.0	25.2	0.000	4.040	0.000
137	733.927	1405.975	12.70946N	101.15423E	44.3	1.456	400.0	25.2	0.000	4.040	0.000
138	733.930	1405.975	12.70946N	101.15427E	44.3	1.456	400.0	25.2	0.000	4.040	0.000
139	733.886	1405.908	12.70887N	101.15385E	44.3	1.435	455.0	26.2	0.000	2.830	0.000
140	733.937	1405.992	12.70962N	101.15433E	44.3	1.759	405.0	16.1	0.000	4.040	0.000
141	733.941	1405.992	12.70962N	101.15437E	44.3	1.759	405.0	16.1	0.000	4.040	0.000
142	733.977	1406.027	12.70993N	101.15470E	20	1.2	731.0	4.6	0.000	0.150	0.000
143	733.555	1406.200	12.71153N	101.15083E	44.3	1.759	405.0	16.1	0.000	4.040	0.000
144	734.206	1406.179	12.71129N	101.15682E	25	1.75	395.1	22.9	0.000	4.430	0.000
145	731.743	1403.179	12.68436N	101.13392E	35	0.485	487.3	8.2	1.220	0.250	0.030
146	731.700	1403.113	12.68377N	101.13352E	9	0.508	304.6	16.4	0.000	0.000	0.120
147	731.766	1403.128	12.68390N	101.13413E	30	1.2	345.4	16.5	0.000	0.000	0.410

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height (m)	Stack Diameter (m)	Temp. (K)	Velocity (m/sec)	Emission Rate (g/sec)		
	X(km)	y	Latitude	Longitude					SO_2	NO_x	PM_{10}
148	730.397	1404.788	12.69900N	101.12166E	16.3	1.02	1079.4	11.4	0.000	0.534	0.636
149	730.562	1404.867	12.69970N	101.12319E	50	0.37	359.8	9.5	0.000	0.000	0.013
150	730.797	1404.731	12.69846N	101.12533E	69	0.35	323.0	24.8	0.000	0.000	0.064
151	730.395	1404.784	12.69897N	101.12164E	20.3	1.15	569.5	13.7	0.000	0.744	1.182
152	730.714	1404.779	12.69889N	101.12458E	50	0.37	359.8	9.5	0.000	0.000	0.013
153	730.802	1404.728	12.69843N	101.12538E	69	0.35	323.0	24.8	0.000	0.000	0.064
154	730.500	1404.600	12.69730N	101.12259E	50	0.37	359.8	9.5	0.000	0.000	0.013
155	730.500	1404.600	12.69730N	101.12259E	69	0.35	323.0	24.8	0.000	0.000	0.064
156	734.429	1402.322	12.67642N	101.15858E	30.5	1.6	378.8	12.9	0.489	1.331	0.036
157	734.370	1402.297	12.67620N	101.15803E	30.5	1.45	417.0	3.5	0.016	0.356	0.025
158	734.471	1402.295	12.67617N	101.15896E	30.5	0.61	353.5	13.5	0.013	0.357	0.152
159	734.405	1402.514	12.67816N	101.15837E	14.5	0.74	369.0	13.4	0.000	0.015	0.126
160	734.381	1402.531	12.67831N	101.15815E	35	0.4	480.0	10.8	0.0	0.077	0.000
161	734.434	1402.572	12.67868N	101.15864E	19.7	0.2	273.0		0.000	0.000	0.000
162	734.401	1402.548	12.67846N	101.15834E	25	0.2	273.0		0.000	0.000	0.000
163	731.500	1403.323	12.68568N	101.13170E	10	0.45	400.8	2.3	0.314	0.073	0.033
164	731.686	1403.330	12.68573N	101.13341E	8	0.4	632.9	7.1	0.000	0.050	0.002
165	731.624	1403.370	12.68610N	101.13285E	8.5	0.38	673.7	6.5	0.303	0.056	0.040
166	731.622	1403.403	12.68640N	101.13283E	10	0.45	543.0	4.6	0.410	0.084	0.027
167	731.702	1403.405	12.68641N	101.13356E	8	0.4	459.5	10.4	0.000	0.077	0.021
168	731.574	1403.053	12.68324N	101.13236E	11.4	0.82	754.6	9.8	0.079	0.327	0.262

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height (m)	Stack Diameter (m)	Temp. (K)	Velocity (m/sec)	Emission Rate (g/sec)		
	X(km)	y	Latitude	Longitude					SO_2	NO_x	PM_{10}
148	730.397	1404.788	12.69900N	101.12166E	16.3	1.02	1079.4	11.4	0.000	0.534	0.636
149	730.562	1404.867	12.69970N	101.12319E	50	0.37	359.8	9.5	0.000	0.000	0.013
150	730.797	1404.731	12.69846N	101.12533E	69	0.35	323.0	24.8	0.000	0.000	0.064
151	730.395	1404.784	12.69897N	101.12164E	20.3	1.15	569.5	13.7	0.000	0.744	1.182
152	730.714	1404.779	12.69889N	101.12458E	50	0.37	359.8	9.5	0.000	0.000	0.013
153	730.802	1404.728	12.69843N	101.12538E	69	0.35	323.0	24.8	0.000	0.000	0.064
154	730.500	1404.600	12.69730N	101.12259E	50	0.37	359.8	9.5	0.000	0.000	0.013
155	730.500	1404.600	12.69730N	101.12259E	69	0.35	323.0	24.8	0.000	0.000	0.064
156	734.429	1402.322	12.67642N	101.15858E	30.5	1.6	378.8	12.9	0.489	1.331	0.036
157	734.370	1402.297	12.67620N	101.15803E	30.5	1.45	417.0	3.5	0.016	0.356	0.025
158	734.471	1402.295	12.67617N	101.15896E	30.5	0.61	353.5	13.5	0.013	0.357	0.152
159	734.405	1402.514	12.67816N	101.15837E	14.5	0.74	369.0	13.4	0.000	0.015	0.126
160	734.381	1402.531	12.67831N	101.15815E	35	0.4	480.0	10.8	0.0	0.077	0.000
161	734.434	1402.572	12.67868N	101.15864E	19.7	0.2	273.0		0.000	0.000	0.000
162	734.401	1402.548	12.67846N	101.15834E	25	0.2	273.0		0.000	0.000	0.000
163	731.500	1403.323	12.68568N	101.13170E	10	0.45	400.8	2.3	0.314	0.073	0.033
164	731.686	1403.330	12.68573N	101.13341E	8	0.4	632.9	7.1	0.000	0.050	0.002
165	731.624	1403.370	12.68610N	101.13285E	8.5	0.38	673.7	6.5	0.303	0.056	0.040
166	731.622	1403.403	12.68640N	101.13283E	10	0.45	543.0	4.6	0.410	0.084	0.027
167	731.702	1403.405	12.68641N	101.13356E	8	0.4	459.5	10.4	0.000	0.077	0.021
168	731.574	1403.053	12.68324N	101.13236E	11.4	0.82	754.6	9.8	0.079	0.327	0.262

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height (m)	Stack Diameter (m)	Temp. (K)	Velocity (m/sec)	Emission Rate (g/sec)		
	X(km)	y	Latitude	Longitude					SO_2	NO_x	PM_{10}
169	731.352	1403.238	12.68493N	101.13033E	39.9	0.84	273.0		0.000	0.000	0.000
170	732.913	1404.200	12.69351N	101.14477E	28.5	0.92	502.0	6.1	0.000	0.128	0.000
171	732.913	1404.204	12.69354N	101.14477E	28.5	0.92	502.0	6.1	0.000	0.128	0.000
172	732.913	1404.208	12.69357N	101.14477E	28.5	0.92	502.0	6.1	0.000	0.128	0.000
173	732.913	1404.211	12.69360N	101.14477E	28.5	0.92	502.0	6.1	0.000	0.128	0.000
174	732.727	1404.206	12.69357N	101.14306E	18.2	0.8	337.0	5.9	0.000	0.880	0.000
175	732.787	1404.072	12.69236N	101.14360E	40.5	1.52	481.0	6.5	0.000	0.410	0.000
176	732.787	1404.067	12.69231N	101.14360E	40.5	1.52	481.0	6.5	0.000	0.410	0.000
177	732.796	1404.049	12.69215N	101.14368E	40	0.51	314.0	7.2	0.000	0.110	0.000
178	732.796	1404.041	12.69207N	101.14368E	40	0.51	314.0	7.2	0.000	0.110	0.000
179	733.073	1404.210	12.69358N	101.14624E	15.9	1.3	317.7	23.5	0.000	0.000	1.430
180	733.057	1404.106	12.69264N	101.14609E	30	1.4	332.3	15.0	0.000	0.000	1.950
181	733.059	1403.956	12.69128N	101.14610E	30	1.4	332.3	15.0	0.000	0.000	1.950
182	733.070	1403.882	12.69062N	101.14619E	27	1.58	336.0	14.5	0.000	0.000	1.400
183	733.027	1404.333	12.69470N	101.14583E	28	0.31	312.0	24.6	0.000	0.000	0.012
184	733.067	1404.333	12.69469N	101.14620E	28	0.31	312.0	24.6	0.000	0.000	0.012
185	733.111	1403.932	12.69107N	101.14657E	28	0.31	312.0	24.6	0.000	0.000	0.012
186	733.124	1403.871	12.69051N	101.14669E	28	0.16	321.0	16.1	0.000	0.000	0.009
187	733.068	1403.818	12.69004N	101.14617E	20	2.54	273.0		0.000	0.000	0.000
188	733.123	1403.798	12.68985N	101.14667E	38	0.31	273.0		0.000	0.000	0.000
189	733.431	1404.977	12.70049N	101.14960E	40	1.65	423.0	7.5	0.000	1.442	0.000

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height	Stack Diameter	Temp.	Velocity	Emission Rate (g/sec)		
	X(km)	y	Latitude	Longitude	(m)	(m)	(K)	(m/sec)	SO_2	NO_x	PM_{10}
190	733.476	1404.828	12.69914N	101.15000E	40	0.55	317.0	8.5	0.000	0.112	0.000
191	733.475	1404.828	12.69914N	101.14999E	40	0.5	317.0	6.7	0.000	0.125	0.000
192	733.438	1405.247	12.70293N	101.14968E	25	0.23	338.0	9.5	0.000	1.566	0.000
193	733.435	1405.240	12.70286N	101.14965E	25	1.1	335.0	26.5	0.000	1.362	0.000
194	733.100	1404.960	12.70036N	101.14655E	40	1.65	423.0	7.5	0.000	1.442	0.000
195	731.869	1403.329	12.68571N	101.13509E	20	0.45	563.2	9.1	0.006	0.018	0.041
196	731.869	1403.323	12.68566N	101.13509E	22	0.6	463.2	12.5	0.009	0.017	0.039
197	732.757	1403.836	12.69023N	101.14331E	33.5	1.83	330.4	14.7	0.086	0.360	1.475
198	730.052	1404.253	12.69419N	101.11844E	18	1	438.0	5.0	5.510	1.260	1.550
199	732.114	1403.435	12.68665N	101.13736E	30	0.4	496.5	5.9	0.238	0.127	0.122
200	731.029	1404.946	12.70038N	101.12749E	30	0.53	447.0	6.5	0.000	0.211	0.030
201	730.967	1405.003	12.70090N	101.12692E	20	0.35	273.0		0.000	0.000	0.000
202	734.277	1403.244	12.68476N	101.15725E	30	0.875	471.0	8.9	0.162	0.009	0.422
203	734.277	1403.249	12.68481N	101.15725E	30	0.875	471.0	8.9	0.162	0.009	0.422
204	733.404	1405.790	12.70783N	101.14941E	15	0.73	515.5	7.4	0.080	0.080	0.070
205	733.411	1405.786	12.70780N	101.14947E	20	0.8	448.0	8.5	0.003	0.120	0.200
206	733.068	1405.787	12.70783N	101.14632E	25	0.4	403.5	5.6	0.006	0.054	0.000
207	733.069	1405.788	12.70784N	101.14633E	25	0.4	403.5	5.6	0.006	0.054	0.000
208	733.063	1405.857	12.70847N	101.14628E	15	0.23	416.0	4.2	0.005	0.011	0.000
209	732.995	1405.835	12.70827N	101.14565E	30	0.2	322.0	5.1	0.003	0.006	0.000
210	732.994	1405.840	12.70832N	101.14564E	30	0.2	322.0	5.1	0.003	0.006	0.000

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height	Stack Diameter	Temp.	Velocity	Emission Rate (g/sec)		
	X(km)	y	Latitude	Longitude	(m)	(m)	(K)	(m/sec)	SO_2	NO_x	PM_{10}
212	729.877	1404.237	12.69406N	101.11683E	33	2.65	311.2	2.9	0.085	0.000	1.422
213	729.888	1404.280	12.69445N	101.11694E	18	0.6	432.7	12.2	0.155	0.058	0.702
214	729.892	1404.292	12.69456N	101.11698E	18	0.6	443.6	10.5	0.089	0.043	0.409
215	729.897	1404.300	12.69463N	101.11702E	18	0.6	327.2	14.4	0.000	0.000	0.086
216	729.833	1404.254	12.69422N	101.11643E	3.6	1.11	308.7	8.5	0.000	0.000	0.633
217	729.846	1404.279	12.69444N	101.11655E	18	0.4	455.2	3.2	0.007	0.060	0.023
218	729.830	1404.279	12.69445N	101.11640E	18	0.6	455.9	6.5	0.026	0.042	0.046
219	729.868	1404.282	12.69447N	101.11675E	18	0.5	432.7	2.7	0.046	0.096	0.053
220	731.802	1404.544	12.69669N	101.13457E	10	0.38	450.7	6.1	0.910	0.190	0.070
221	733.025	1403.253	12.68494N	101.14573E	47	3.2	338.8	3.3	14.704	0.000	0.000
222	733.025	1403.253	12.68494N	101.14573E	15	1	430.0	15.1	0.026	2.012	1.201
223	733.025	1403.253	12.68494N	101.14573E	13	0.4	322.0	46.5	0.329	0.000	0.000
224	731.178	1403.196	12.68456N	101.12873E	30	1.5	273.0		0.000	0.000	0.000
225	731.148	1403.159	12.68423N	101.12845E	50	1.1	338.5	5.0	4.050	0.310	0.100
226	731.140	1403.120	12.68387N	101.12837E	25	0.74	273.0		0.000	0.000	0.000
227	731.517	1403.818	12.69015N	101.13189E	40	0.7	562.8	11.3	0.000	0.216	0.000
228	731.635	1403.849	12.69043N	101.13298E	29	0.81	347.2	11.4	0.000	0.011	0.000
229	733.261	1405.906	12.70890N	101.14810E	16.7	0.6	415.7	9.8	0.000	0.180	0.000
230	733.221	1405.887	12.70872N	101.14773E	22	1	355.8	19.6	0.000	0.000	0.424
231	733.201	1405.896	12.70881N	101.14755E	21.3	0.2	320.5	15.9	0.000	0.000	0.009
232	733.202	1405.898	12.70882N	101.14756E	18.3	0.2	306.3	18.8	0.000	0.000	0.004

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height	Stack Diameter	Temp.	Velocity	Emission Rate (g/sec)		
	X(km)	y	Latitude	Longitude	(m)	(m)	(K)	(m/sec)	SO_2	NO_x	PM_{10}
233	733.199	1405.896	12.70881N	101.14753E	31.8	0.4	311.0	6.3	0.000	0.000	0.008
234	733.202	1405.900	12.70884N	101.14755E	30.3	0.3	304.5	11.2	0.000	0.000	0.007
235	732.860	1405.523	12.70546N	101.14438E	40	0.79	471.0	7.5	0.025	0.076	0.008
236	732.827	1405.508	12.70533N	101.14408E	42	0.94	379.0	13.1	0.030	0.129	1.469
237	732.931	1405.469	12.70497N	101.14503E	12	0.5	384.0	9.0	0.051	0.022	0.225
238	733.517	1405.495	12.70516N	101.15042E	6	1.23	361.8	14.6	0.000	0.000	0.449
239	733.522	1405.460	12.70484N	101.15047E	10	0.75	365.5	13.8	0.000	0.000	0.150
240	734.390	1402.700	12.67984N	101.15825E	20	0.85	443.0	11.3	10.094	1.663	0.606
241	734.368	1402.662	12.67950N	101.15804E	30	2	472.9	2.9	4.410	1.860	0.880
242	734.485	1402.697	12.67980N	101.15912E	20	0.5	515.0	28.4	0.000	0.534	0.000
243	734.350	1402.700	12.67984N	101.15788E	30	0.9	391.0	8.6	0.000	0.260	0.000
244	731.688	1404.917	12.70007N	101.13355E	10.3	0.7	490.3	5.9	0.000	0.143	0.066
245	731.688	1404.922	12.70012N	101.13355E	9	0.55	1002.5	14.9	0.000	0.031	0.020
246	731.684	1404.920	12.70010N	101.13351E	9.3	0.35	612.0	4.6	0.000	0.018	0.004
247	731.293	1405.377	12.70425N	101.12994E	15	0.4	384.2	9.4	0.624	0.132	0.000
248	731.804	1404.715	12.69824N	101.13460E	16	0.6	414.0	3.9	0.008	0.004	0.006
249	731.816	1404.700	12.69810N	101.13471E	18	0.29	273.0		0.000	0.000	0.000
250	730.651	1404.375	12.69525N	101.12396E	8.9	0.48	648.5	6.4	0.014	0.016	0.008
251	731.788	1404.218	12.69375N	101.13442E	15	0.32	430.0	4.8	0.003	0.002	0.005
252	731.407	1404.446	12.69584N	101.13093E	20	0.1016	305.0	4.3	0.126	0.000	0.000
253	731.920	1403.093	12.68357N	101.13555E	5.5	0.5	304.0	9.2	0.000	0.000	1.987

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height (m)	Stack Diameter (m)	Temp. (K)	Velocity (m/sec)	Emission Rate (g/sec)		
	X(km)	y	Latitude	Longitude					SO_2	NO_x	PM_{10}
254	733.980	1405.017	12.70081N	101.15465E	17	0.65	362.0	2.1	0.000	0.013	0.000
255	733.975	1405.017	12.70081N	101.15461E	17	0.35	378.0	5.3	0.000	0.016	0.000
256	733.949	1405.000	12.70065N	101.15437E	16	0.4	548.0	9.3	0.000	0.040	0.000
257	734.013	1404.960	12.70029N	101.15495E	10	1.12	746.0	15.3	0.000	0.521	0.000
258	727.226	1405.616	12.70672N	101.09253E	40	0.7	313.0	9.8	0.000	0.230	0.000
259	727.208	1405.500	12.70567N	101.09236E	40	2.2	421.0	11.5	0.000	3.300	0.000
260	727.187	1405.503	12.70570N	101.09216E	40	2.2	421.0	11.5	0.000	3.300	0.000
261	734.000	1408.900	12.73589N	101.15513E	15	0.98	513.0	11.4	0.000	0.268	0.000
262	730.054	1405.955	12.70957N	101.11859E	15	0.97	375.0	4.7	0.000	0.020	0.000
263	730.054	1405.950	12.70953N	101.11859E	15	0.97	375.0	4.7	0.000	0.020	0.000
264	733.588	1404.981	12.70051N	101.15104E	32.5	0.55	328.0	1.5	0.000	0.043	0.000
265	733.588	1404.962	12.70034N	101.15104E	15	0.48	435.0	4.7	0.000	0.017	0.000
266	731.230	1404.494	12.69628N	101.12930E	18	0.65	452.5	8.4	0.278	1.209	1.996
267	727.763	140.577	1.27102N	101.04691E	34	0.9	323.5	8.0	0.000	0.846	0.030
268	727.763	140.577	1.27102N	101.04691E	40.3	1.04	432.0	2.4	0.000	0.173	0.005
269	727.763	140.577	1.27102N	101.04691E	40	2.3	410.0	5.1	0.000	2.747	0.082
270	729.350	1405.250	12.70325N	101.11205E	30	1	498.7	6.6	0.000	0.300	0.063
271	728.125	1406.116	12.71117N	101.10084E	38	0.39	305.3	12.1	0.000	0.039	0.027
272	728.125	1406.116	12.71117N	101.10084E	25	0.3	317.8	4.2	0.000	0.000	0.022
273	728.125	1406.116	12.71117N	101.10084E	25	0.15	318.0	4.2	0.000	0.000	0.013
274	728.315	1406.087	12.71089N	101.10259E	20	0.4	453.0	3.0	0.000	0.009	0.001

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

Stack	UTM		Coordinate		Stack Height (m)	Stack Diameter (m)	Temp. (K)	Velocity (m/sec)	Emission Rate (g/sec)		
	X(km)	y	Latitude	Longitude					SO_2	NO_x	PM_{10}
275	733.827	1402.100	12.67446N	101.15302E	63	1.8	665.2	6.1	11.960	2.400	0.000
276	733.845	1402.234	12.67567N	101.15320E	20	4	333.7	8.3	1.087	0.410	6.520
277	733.864	1402.220	12.67554N	101.15337E	20	3.7	361.9	20.1	5.050	0.710	6.016
278	733.880	1401.810	12.67183N	101.15349E	25	5	363.5	23.4	0.000	0.000	15.180
279	733.857	1401.930	12.67292N	101.15329E	47	2.8	755.0	8.3	0.020	8.420	0.530
280	732.459	1403.198	12.68448N	101.14052E	35	1.8	549.8	5.2	11.126	0.000	0.000
281	729.664	1404.862	12.69973N	101.11491E	39.5	2.2	550.9	14.4	0.170	5.400	1.590
282	729.691	1404.860	12.69971N	101.11516E	36.7	1.4	447.4	5.7	0.030	1.600	0.150
283	729.732	1404.180	12.69355N	101.11549E	36	1.35	963.0	14.1	0.000	0.301	0.000
284	729.616	1404.235	12.69406N	101.11443E	24	0.25	479.5	10.0	0.000	0.010	0.000
285	729.579	1404.245	12.69415N	101.11409E	24	1.7	505.8	10.2	0.000	0.357	0.000
286	729.732	1404.180	12.69355N	101.11549E	39.3	1.4	556.0	16.5	0.000	0.329	0.000
287	732.500	1402.348	12.67680N	101.14083E	18	0.6	447.0	4.5	1.195	0.014	0.104
288	732.069	1403.275	12.68521N	101.13693E	15	0.27	718.5	9.1	0.375	0.083	0.065
289	732.059	1403.275	12.68521N	101.13684E	10	0.22	565.5	10.5	0.014	0.019	0.008

ที่มา : การนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง (ปี 2550)

ตารางที่ ก-2 ตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีอนามัยมาบตาพุด (29T) จังหวัดระยอง ปี 2550

Year	Month	Day	Hour	WS(m/s)	WD(deg)	RH	T(°C)
07	12	01	01	0.57	265	66	22.4
07	12	01	02	0.47	285	68	21.9
07	12	01	03	0.48	280	68	21.7
07	12	01	04	0.9	312	69	21.4
07	12	01	05	1.07	317	68	21.4
07	12	01	06	1.02	305	69	21.1
07	12	01	07	1.15	315	72	20.8
07	12	01	08	1.74	326	67	22
07	12	01	09	1.29	343	55	24.5
07	12	01	10	1.43	41	43	27.1
07	12	01	11	1.65	33	36	29
07	12	01	12	1.21	29	31	30.2
07	12	01	13	0.849999	74	28	31.3
07	12	01	14	2.63	120	31	31.4
07	12	01	15	2.96	132	35	30.6
07	12	01	16	2.65	132	39	29.1
07	12	01	17	1.81	145	42	28.5
07	12	01	18	1.33	185	43	27.6
07	12	01	19	0.48	176	48	26.4
07	12	01	20	0.35	146	52	25.6
07	12	01	21	0.639999	286	56	25.1
07	12	01	22	0.47	232	62	24.2
07	12	01	23	0.22	246	70	23.4
07	12	01	24	0.669999	304	73	22.9
07	12	02	01	0.44	259	74	22.7
07	12	02	02	0.79	310	78	22.3
07	12	02	03	0.83	307	78	22.1
07	12	02	04	1.11	305	79	21.8
07	12	02	05	1.05	300	77	21.9
07	12	02	06	1.48	319	71	22.2
07	12	02	07	1.17	316	67	22.6
07	12	02	08	1.59	328	65	23.1
07	12	02	09	1.36	339	55	25.4
07	12	02	10	1.97	18	44	27.9
07	12	02	11	2.25	25	38	29.7
07	12	02	12	2.09	52	32	31.3
07	12	02	13	2.43	114	32	32
07	12	02	14	3.51	128	34	31.6
07	12	02	15	3.22	125	33	31.4
07	12	02	16	3.1	119	37	30.2
07	12	02	17	3	112	41	29.3
07	12	02	18	0.99	130	45	28.6
07	12	02	19	0.35	215	51	27.1
07	12	02	20	0.36	206	55	26.3
07	12	02	21	0.2	245	61	25.4

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (ปี 2550)

ตารางที่ ก-3 ข้อมูลปริมาณเมฆ (ส่วนของสิบส่วน) ณ สถานีตรวจวัดอากาศระยอง เดือนธันวาคม ปี 2550

Time	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	Mean
Date									
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	7	0	2	2	1	1	2
3	1	1	1	0	1	2	2	1	1
4	1	2	1	1	2	7	7	2	3
5	2	2	9	9	9	9	4	2	6
6	2	1	1	0	0	2	5	2	2
7	1	1	3	2	2	4	3	2	2
8	1	1	2	1	4	3	5	2	3
9	1	2	3	1	1	2	3	2	2
10	2	1	5	2	2	2	1	2	2
11	2	2	6	5	6	9	9	5	6
12	3	2	2	1	2	3	4	3	3
13	2	1	6	6	6	7	1	3	4
14	1	3	4	4	4	4	5	5	4
15	4	2	7	6	7	6	6	2	5
16	2	2	5	4	3	4	4	3	3
17	4	2	3	1	5	5	3	2	3
18	2	1	7	6	9	10	2	1	5
19	1	2	6	5	5	6	4	3	4
20	2	3	6	4	4	5	3	2	4
21	2	2	3	2	2	1	1	1	2
22	1	6	7	7	8	9	9	8	7
23	7	4	4	4	4	2	1	1	3
24	1	2	4	3	4	2	3	1	3
25	3	1	2	1	2	2	2	1	2
26	1	1	2	1	4	4	2	2	2
27	2	1	6	4	4	5	7	4	4
28	2	8	5	2	7	2	2	1	4
29	3	3	2	2	2	4	3	2	3
30	2	1	4	7	8	3	5	6	5
31	2	4	7	7	4	7	2	1	4
Mean	2	2	4	3	4	4	4	2	3

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2550)

ตารางที่ ก-4 ข้อมูลความสูงของชั้นบรรยากาศ Mixing Height ณ สถานีตรวจวัดอากาศระยอง เดือนธันวาคม ปี 2550

Date	Time					
	07.00	10.00	13.00	16.00	19.00	Maximum
1	500	500	800	1100	520	1200
2	610	620	1500	1500	610	1800
3	400	1200	1400	1050	600	1700
4	550	800	1300	1200	510	1500
5	1000	1000	1200	1300	980	1600
6	900	900	1420	1020	750	1500
7	400	420	1200	1330	470	1500
8	-	420	1200	1500	350	1600
9	400	1070	1300	1300	610	1550
10	-	720	1500	1000	600	1620
11	-	200	1000	1200	700	1600
12	-	530	800	530	470	850
13	-	550	1500	1000	800	1600
14	500	700	1200	900	600	1570
15	320	330	1100	1130	320	1800
16	-	-	-	-	-	-
17	850	850	870	870	600	1100
18	750	750	730	700	600	1100
19	1400	1400	1100	1500	800	1700
20	1200	1200	1100	1110	850	1500
21	1000	1000	980	1100	900	1300
22	1120	1120	830	1130	700	1400
23	1600	1600	1600	1650	1100	1720
24	1600	1600	1610	1750	1400	1800
25	700	700	800	820	650	1800
26	600	600	1520	1700	800	1800
27	430	430	1550	1800	600	1870
28	320	430	600	580	400	1600
29	1200	1200	1500	1510	400	1700
30	1100	1100	1700	1720	1000	1800
31	1650	1650	1870	1710	1310	2100
Mean	812	826	1187	1185	687	1576

หมายเหตุ : "-" หมายความว่า ไม่ปรากฏข้อมูล หรือ ไม่มีการตรวจวัด

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (ปี 2550)

ตารางที่ ก-5 ข้อมูลความสูงของชั้นบรรยากาศ Ceiling Height ณ สถานีตรวจวัดอากาศระยอง เดือนธันวาคม ปี 2550

Time	100	400	700	1000	1300	1600	1900	2200
Date								
1	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
2	0000	0000	0000	0000	2500	2500	0000	0000
3	0000	0000	0000	0000	2500	2500	2500	0000
4	0000	0000	0000	0000	2100	2500	2500	0000
5	0000	2500	2500	2500	2500	2500	0000	0000
6	0000	0000	0000	0000	0000	2500	2500	0000
7	0000	0000	0000	0000	0000	2500	2500	0000
8	0000	0000	0000	0000	2100	2500	2500	0000
9	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
10	00000	0000	0000	0000	2100	2500	0000	0000
11	0000	0000	0000	0000	2100	2100	2500	0000
12	0000	0000	0000	0000	2100	2100	0000	0000
13	0000	0000	0000	0000	2200	2500	0000	0000
14	0000	0000	2500	2500	2500	2500	2500	0000
15	0000	0000	2500	0000	2500	2100	2500	0000
16	0000	0000	2500	2100	2100	2100	0000	0000
17	2500	0000	0000	0000	2100	0000	0000	0000
18	0000	0000	0000	0000	2500	2500	0000	0000
19	0000	0000	0000	0000	2500	2500	0000	0000
20	0000	0000	2500	2500	2100	2100	2500	0000
21	0000	0000	2500	2100	2100	2100	0000	0000
22	0000	0000	2500	2100	2100	2100	2500	0000
23	0000	2500	2500	2200	2200	2200	0000	0000
24	0000	0000	0000	2500	2100	2500	0000	0000
25	0000	0000	0000	0000	2100	2100	0000	0000
26	0000	0000	0000	2100	2100	2100	0000	0000
27	0000	0000	2500	0000	2500	2100	2500	0000
28	0000	0000	0000	0000	2100	2100	0000	0000
29	2500	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
30	0000	0000	0000	2500	2500	2500	2500	0000
31	0000	0000	0000	0000	0000	2500	0000	0000

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (ปี 2550)

ตารางที่ ก-6 ข้อมูลคุณภาพอากาศ

Dec	2007	1-hr avg conc. 28T			1-hr avg conc. 29T			1-hr avg conc. 30T			1-hr avg conc. 31T		
		SO_2	NO_x	PM_{10}	SO_2	NO_x	PM_{10}	SO_2	NO_x	PM_{10}	SO_2	NO_x	PM_{10}
Day	Hour	(ppb)	(ppb)	($\mu g/m^3$)	(ppb)	(ppb)	($\mu g/m^3$)	(ppb)	(ppb)	($\mu g/m^3$)	(ppb)	(ppb)	($\mu g/m^3$)
1	1	2	33	43	3	30	52	3	17	79	20	16	119
1	2	3	72	47	2	33	55	3	21	77	6	20	89
1	3	9	17	53	1	26	47	3	24	81	8	13	63
1	4	-	-	49	2	17	42	2	23	76	7	13	55
1	5	4	6	44	3	15	43	2	30	73	13	11	46
1	6	2	4	39	5	21	45	3	51	85	12	12	42
1	7	3	15	38	5	36	56	3	54	92	10	15	31
1	8	3	11	32	6	45	61	-	-	121	10	15	117
1	9	3	6	49	6	31	51	3	44	99	5	19	82
1	10	2	5	49	1	15	46	2	21	90	4	17	53
1	11	2	3	54	0	8	51	2	15	76	2	7	35
1	12	3	2	70	0	8	36	1	13	58	3	8	34
1	13	2	2	51	0	9	31	4	14	52	3	7	50
1	14	3	2	33	0	11	36	7	11	50	3	8	52
1	15	2	2	35	0	9	41	12	12	65	14	36	52
1	16	3	3	18	0	11	54	5	11	64	8	20	52
1	17		-	18	2	20	50	3	14	51	4	16	48
1	18	3	8	26	3	32	46	3	20	48	5	23	41
1	19	3	10	43	24	37	49	6	36	65	5	32	42
1	20	2	9	51	4	61	66	8	62	97			22
1	21	3	10	51	1	40	83	4	64	112	4	50	33
1	22	4	15	37	-	-	91	3	49	140	4	30	76
1	23	3	21	64	2	55	109	3	45	133	3	30	91
1	24	3	30	70	0	36	93	3	36	118	3	25	92
2	1	3	27	116	1	41	56	3	28	107	6	20	69
2	2	3	16	107	0	27	62	4	22	91	7	22	48
2	3	3	18	88	0	17	54	5	23	84	4	19	41
2	4	3	15	67	0	17	56	3	24	91	4	17	45
2	5	-	-	41	0	17	53	3	27	102	3	14	46
2	6	4	4	30	1	14	45	2	37	106	3	13	45
2	7	4	4	55	0	24	47	3	57	115	4	12	39
2	8	4	6	54	1	33	57	4	37	112	3	14	68
2	9	3	5	47	2	26	41	-	-	108	3	12	42
2	10	2	4	47	0	13	43	2	20	86	3	8	22
2	11	3	4	47	0	9	47	2	13	73	3	2	15
2	12	2	3	43	0	10	33	1	13	54	2	1	19
2	13	2	1	42	0	8	31	2	11	45	2	1	15
2	14	2	1	37	0	7	38	2	9	50	3	3	14
2	15	2	3	22	0	8	31	3	9	52	2	2	18
2	16	3	4	33	0	9	33	4	12	49	2	2	23
2	17	2	4	31	0	12	47	8	15	54	2	9	26
2	18	-	-	30	0	24	62	1	20	83	3	13	27
2	19	2	3	42	1	31	77	9	33	172	3	24	24
2	20	2	18	49	1	62	81	2	52	81	3	21	29

หมายเหตุ : "-" หมายความว่า ไม่ปรากฏข้อมูล หรือ ไม่มีการตรวจวัด

ตารางที่ ก-7 ข้อมูลผลการติดตามและตรวจสอบสารอินทรีย์ไอระเหย ในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง ปี 2550

ลำดับที่	Concentration (µg/m^3)															
	Type:Ambient Site Name : สถานีอนามัยมาบตาพุด															
	08/01	13/02	21/03	25/04	13/05	15/06	10/07	10/08	26/08	29/09	11/10	23/10	04/11	28/11	11/12	25/12
1	3.1	2.2	2.9	2.6	9.6	2.1	3.2	1.9	2.0	2.1	2.0	1.9	<0.04	<0.03	no	1.7
2	0.06	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	0.12	<0.01	<0.05	<0.05	<0.04	<0.05	<0.05	<0.05	<0.04	<0.04	<0.04
3	1.4	1.1	1.5	1.1	1.0	0.76	1.1	0.91	0.84	1.1	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	1.2
4	<0.006	<0.009	0.51	0.46	0.04	0.11	0.61	0.19	<0.12	6.2	<0.11	<0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
5	0.23	0.72	0.52	0.29	0.70	0.85	0.50	0.64	0.39	0.41	0.55	0.33	0.45	0.26	1.6	0.68
6	0.11	0.16	0.18	0.11	0.15	0.16	0.22	0.16	0.18	<0.03	<0.03	<0.03	<0.04	<0.03	1.6	<0.12
7	<0.005	<0.007	<0.006	<0.009	<0.009	<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
8	1.5	1.2	1.1	1.3	1.3	1.0	1.4	0.95	0.94	0.96	0.62	0.50	1.3	1.1	1.0	<0.03
9	<0.006	<0.009	<0.008	<0.005	<0.005	<0.01	<0.02	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03
10	0.65	0.43	0.44	0.46	0.48	0.46	0.48	0.37	0.33	<0.05	<0.05	<0.06	0.55	<0.03	<0.03	<0.03
11	<0.01	<0.01	<0.009	<0.01	<0.01	<0.01	<0.009	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.02	<0.03	<0.02	<0.03	<0.03
12	<0.02	<0.005	<0.005	<0.04	<0.04	<0.02	<0.01	<0.03	<0.03	<0.02	<0.02	no	<0.03	no	<0.02	<0.02
13	0.63	0.17	1.2	0.21	0.33	0.50	0.55	0.32	0.15	1.3	no	<0.12	0.36	no	0.73	0.11
14	<0.005	<0.009	<0.008	<0.007	<0.007	<0.02	<0.07	<0.06	<0.06	<0.05	<0.05	<0.06	<0.03	<0.02	<0.02	<0.02
15	<0.01	<0.006	<0.005	<0.008	<0.008	<0.02	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03
16	0.17	<0.03	<0.008	<0.01	<0.04	0.04	0.09	<0.03	<0.03	<0.02	<0.02	<0.03	<0.10	<0.02	<0.02	<0.02
17	0.12	0.04	0.07	0.08	0.08	0.05	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03
18	0.32	0.06	0.42	<0.03	0.21	0.39	2.9	1.0	4.5	17	16	<0.06	0.30	<0.02	0.22	0.43
19	3.9	3.4	5.6	1.8	3.5	3.7	2.6	2.8	2.5	3.9	2.8	1.3	3.7	2.2	5.1	3.7
20	0.63	0.53	0.48	0.54	0.56	0.46	0.46	0.36	0.36	0.17	<0.04	<0.04	0.48	<0.03	0.33	<0.03
21	0.14	<0.009	0.17	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.02	0.10	0.34	0.41	0.39	<0.04	0.26	<0.11	<0.11
22	0.16	<0.02	<0.01	0.09	<0.01	<0.02	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.45	0.18	no	<0.02	<0.02
23	<0.01	<0.009	<0.009	<0.01	<0.01	<0.01	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03
24	6.2	6.4	37	8.9	12	14	6.2	9.7	7.7	3.1	7.8	3.6	8.0	5.9	26	20

ตารางที่ ก-7 (ต่อ)

ลำดับที่	Concentration (µg/m^3)															
	Type:Ambient Site Name : สถานีอนามัยมาบตาพุด															
	08/01	**13/02**	**21/03**	**25/04**	**13/05**	**15/06**	**10/07**	**10/08**	**26/08**	**29/09**	**11/10**	**23/10**	**04/11**	**28/11**	**11/12**	**25/12**
25	<0.01	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.07	<0.007	<0.05	<0.06	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.04	<0.04	<0.04
26	<0.01	<0.02	<0.02	<0.01	<0.01	<0.05	<0.02	<0.32	<0.10	<0.09	<0.09	<0.10	<0.02	<0.01	<0.01	<0.01
27	0.10	<0.03	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.07	<0.07	<0.02	0.28	0.29	<0.04	<0.10	<0.03	<0.03
28	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.18	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.04	<0.03	<0.03	<0.03
29	0.04	0.14	0.11	<0.01	0.15	<0.07	0.10	0.58	<0.04	<0.04	0.53	0.51	0.10	<0.02	0.27	0.71
30	0.71	0.61	3.2	1.4	1.5	1.8	no data	1.4	0.93	0.16	1.2	1.0	1.2	1.3	3.2	no data
31	1.3	1.3	5.0	2.3	3.4	3.2	no data	2.7	1.9	0.19	1.8	1.1	2.7	1.8	4.2	2.8
32	0.57	0.92	4.3	1.0	2.0	1.9	1.4	1.9	1.0	0.41	1.3	0.93	0.90	1.1	2.4	1.9
33	0.15	0.29	0.49	0.18	0.31	0.36	0.53	0.66	0.38	0.82	0.83	0.83	0.44	0.55	0.58	no data
34	0.86	0.71	3.0	1.3	2.0	2.2	0.82	1.5	1.1	0.17	1.3	1.0	1.3	1.1	2.4	1.3
35	<0.02	<0.009	<0.008	<0.02	<0.02	0.09	<0.02	<0.07	<0.07	<0.06	<0.07	<0.07	<0.06	<0.04	<0.04	<0.04
36	0.22	0.16	0.73	0.39	0.68	no data	no data	1.1	0.41	<0.08	0.12	<0.09	0.58	<0.12	1.0	1.1
37	0.22	0.16	0.72	0.28	0.62	no data	no data	0.43	0.22	<0.08	0.10	<0.09	0.57	<0.12	0.53	0.63
38	1.0	0.60	2.8	1.5	2.5	no data	no data	1.7	1.1	0.15	0.48	0.24	1.9	0.30	2.8	1.5
39	<0.03	<0.04	<0.04	<0.02	<0.02	<0.03	<0.02	<0.15	no data	<0.04	<0.04	<0.05	<0.08	no data	<0.06	<0.06
40	<0.03	<0.05	<0.05	no data	<0.02	<0.01	<0.08	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.09	<0.07	no data	no data
41	0.15	<0.28	no data	no data	0.16	no data	<0.11	0.18	no data	<0.04	<0.04	<0.04	<0.37	<0.09	<0.29	<0.29
42	<0.02	<0.05	<0.04	<0.02	<0.02	<0.03	<0.05	<0.13	<0.04	<0.03	<0.04	<0.04	<0.08	<0.06	<0.06	<0.06
43	<0.04	no data	no data	<0.17	<0.16	no data	no data	<0.32	no data	no data	no data	<0.33	no data	no data	no data	no data
44	<0.03	<0.36	<0.10	<0.21	<0.20	no data	<0.56	<0.16	<0.17	<0.14	<0.15	<0.16	<0.27	<0.21	no data	no data

ที่มา : ส่วนคุณภาพอากาศ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง

หมายเหตุ : เป็นข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบเบื้องต้น

ภาคผนวก ข

ข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม ISC3

1. รายละเอียดข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม PCRAMMET

เนื่องจากทางกรมอุตุนิยมวิทยาไม่มีการจัดความเสถียรของอากาศ จึงจำเป็นต้องใช้โปรแกรม PCRAMMET ในการอ่านและวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ เพื่อเตรียมข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม ISC3 จึงสามารถอธิบาย รายละเอียดข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม PCRAMMET โดยแบ่งเป็น 2 ไฟล์ ได้แก่ ข้อมูลระดับพื้นดิน (surface data) และ ข้อมูลระดับอากาศระดับสูง (upper air data) รายละเอียดไฟล์ ดังตารางที่ ข-1 และ ข-2

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดไฟล์ข้อมูลป้อนเข้า ข้อมูลระดับพื้นดิน surface data

Element	Columns	Source
Surface Station Number	1-5	
Year	6-7	
Month	8-9	
Day	10-11	
Hour	12-13	
Ceiling Height (Hundreds of Feet)	14-16	Met Dept.
Wind Direction (Tens of Degrees)	17-18	PCD
Wind Speed (Knots)	19-21	PCD
Dry Bulb Temperature (Fahrenheit)	22-24	PCD
Total Cloud Cover	25-26	Met Dept.
Opaque Cloud Cover	27-28	Met Dept.

ที่มา : USEPA, 1999

หมายเหตุ :

1. Met Dept = กรมอุตุนิยมวิทยา
2. PCD = กรมควบคุมมลพิษ
3. ใช้ข้อมูล 1 ปี ตั้งแต่ ชั่วโมงที่ 0 ของ วันที่ 30 ธันวาคม 2550 ถึง ชั่วโมงที่ 0 ของวันที่ 1 มกราคม 2551

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดไฟล์ข้อมูลป้อนเข้า ข้อมูลระดับพื้นดิน Upper air data

Element	Columns
Mixing Station Number	1-5
Year	6-7
Month	8-9
Day	10-11
AM Mixing Value	14-17
PM Mixing Value	32-35

ที่มา : USEPA, 1999

หมายเหตุ : ใช้ข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันกับไฟล์ข้อมูลป้อนเข้า ข้อมูลระดับพื้นดิน surface data ซึ่งไม่ได้ใช้ข้อมูลทุกชั่วโมง แต่ใช้ AM Mixing Value (เวลา 07.00 น.)PM Mixing Value (เวลา 13.00 น.)

1.1 ตัวอย่างการจัดเตรียมข้อมูลป้อนเข้าของ Surface data

12355071201140001300608701 01

12355071201150001300508401 01

12355071201160001500408301 01

12355071201170001900308201 01

12355071201180001800108001 01

12355071201190001500107801 01

12355071201200002900107701 01

12355071201210002300107601 01

12355071201220002500007401 01

12355071201230003000107301 01

12355071202000002600107301 01

1.2 ตัวอย่างการจัดเตรียมข้อมูลป้อนเข้าของ Upper air data

13100071219 1400 1400

13100071220 1200 1200

13100071221 1000 1000

13100071222 1120 1120

13100071223 1600 1600

13100071224 1600 1600

13100071225 0700 0700

13100071226 0600 0600

ตารางที่ ข-3 ข้อมูล Mixing Height ที่ใช้ป้อนเข้าสู่โปรแกรม PCRAMMET

Month	Date	Mixing Height		Month	Date	Mixing Height	
		AM	PM			AM	PM
11	29	-	-	12	16	-	-
11	30	500	800	12	17	850	850
12	1	-	-	12	18	750	750
12	2	610	1500	12	19	1400	1400
12	3	400	1400	12	20	1200	1200
12	4	550	800	12	21	1000	1000
12	5	1000	1200	12	22	1120	1120
12	6	900	1420	12	23	1600	1600
12	7	400	1200	12	24	1600	1600
12	8	-	420	12	25	700	700
12	9	400	1070	12	26	600	600
12	10	-	720	12	27	430	430
12	11	-	200	12	28	320	430
12	12	-	530	12	29	1200	1200
12	13	-	550	12	30	1100	1100
12	14	500	700	12	31	1650	1650
12	15	320	330	1	1	350	1050

ตารางที่ ข-4 ตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าโปรแกรม ISC3 (เป็นข้อมูลผลลัพธ์จากโปรแกรม PCRAMMET)

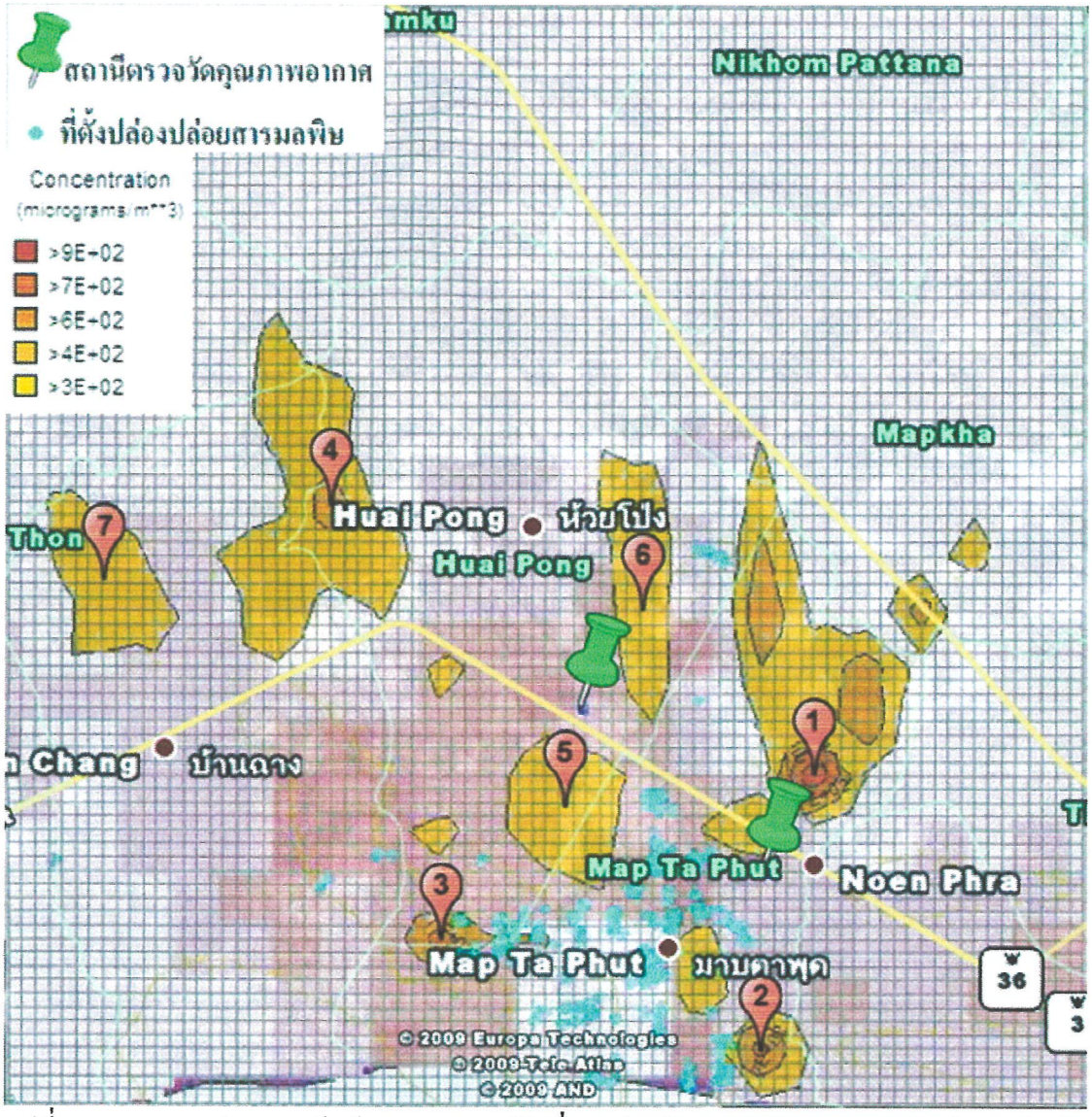
Month	Day	Hour	Flow Vector (deg)	Wind Speed (m/s)	Ambient Temperature (K)	Stability Class (1-6)	Rural mixing (m)	Urban mixing (m)
12	1	1	265	1	296	7	513	0
12	1	2	285	1	295	7	474	0
12	1	3	280	1	295	7	434	0
12	1	4	312	1	295	7	395	0
12	1	5	317	1	295	7	355	0
12	1	6	305	1	294	7	316	0
12	1	7	315	1	294	6	0	0
12	1	8	326	2	295	5	0	0
12	1	9	343	1	298	4	0	0
12	1	10	41	1	300	3	0	0
12	1	11	33	2	302	2	0	0
12	1	12	29	1	303	2	0	0
12	1	13	74	1	305	2	0	0
12	1	14	120	3	305	2	0	0
12	1	15	132	3	304	3	0	0
12	1	16	132	3	302	3	0	0
12	1	17	145	2	302	3	0	0
12	1	18	185	1	301	4	19	19
12	1	19	176	1	300	5	93	123
12	1	20	146	0	299	6	167	220
12	1	21	286	1	298	7	241	318
12	1	22	232	1	297	7	315	415
12	1	23	246	0	297	7	389	513
12	1	24	304	1	296	7	464	610
12	2	1	259	0	296	7	537	610
12	2	2	310	1	296	7	611	610
12	2	3	307	1	295	7	686	610
12	2	4	305	1	295	7	760	610
12	2	5	300	1	295	7	834	610
12	2	6	319	2	295	6	908	610
12	2	7	316	1	296	5	112	677
12	2	8	328	2	296	4	311	794
12	2	9	339	1	299	3	509	912
12	2	10	18	2	301	2	707	1030
12	2	11	25	2	303	2	905	1147
12	2	12	52	2	305	2	1104	1265
12	2	13	114	2	305	2	1302	1382
12	2	14	128	4	305	2	1500	1500
12	2	15	125	3	305	3	1500	1500
12	2	16	119	3	303	3	1500	1500
12	2	17	112	3	303	3	1500	1500
12	2	18	130	1	302	4	1499	1499
12	2	19	215	0	300	5	1494	1279
12	2	20	206	0	300	6	1489	1103
12	2	21	245	0	299	7	1484	927
12	2	22	226	0	298	7	1479	752
12	2	23	217	0	297	7	1474	576
12	2	24	244	0	296	7	1469	400

ภาคผนวก ค

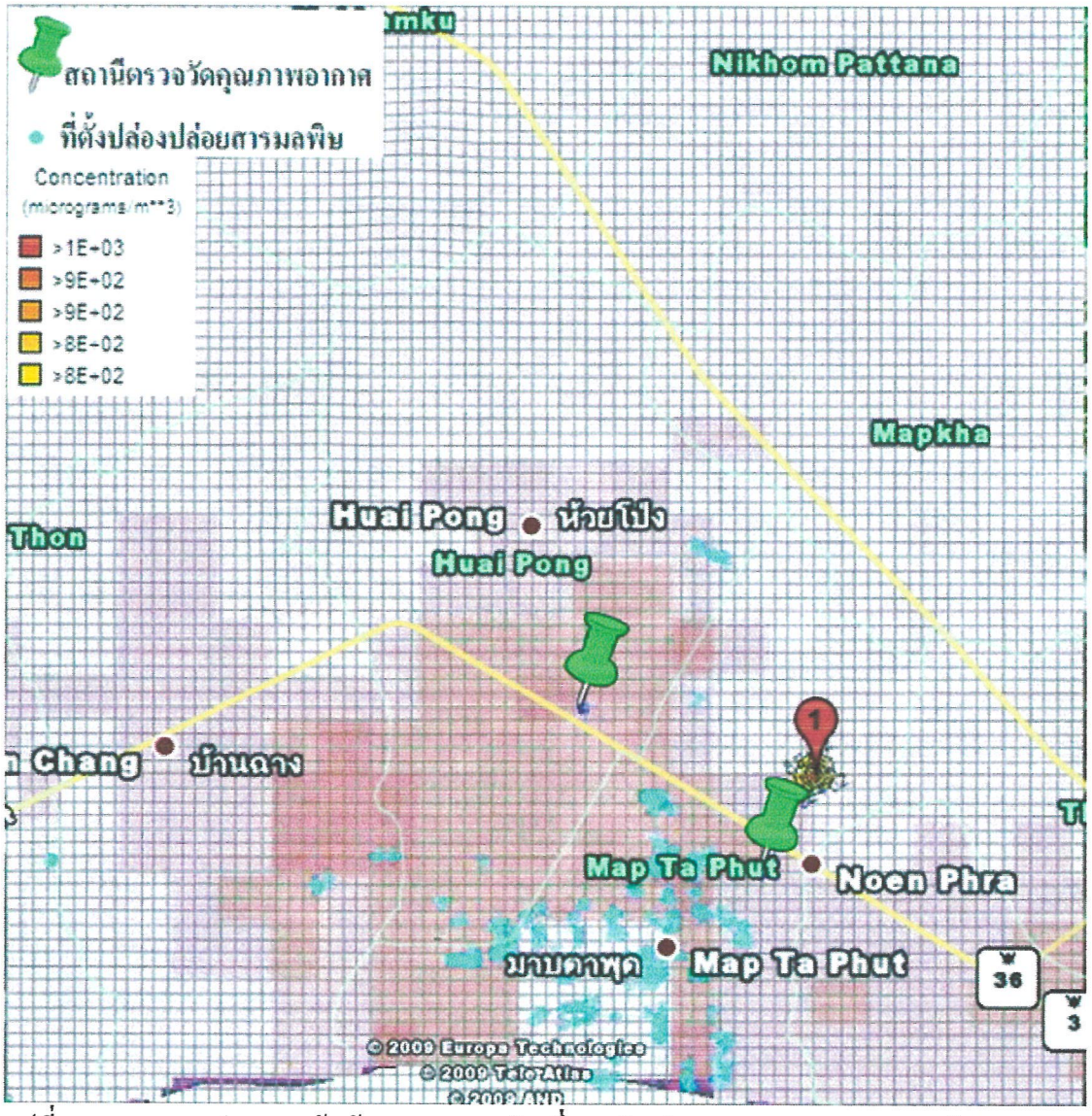
ผลลัพธ์จากโปรแกรม ISC3

ตารางที่ ค-1 ตัวอย่างข้อมูลผลลัพธ์จากโปรแกรม ISC3; ความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุด 1 ชั่วโมง 100 แรก ของ NO_x

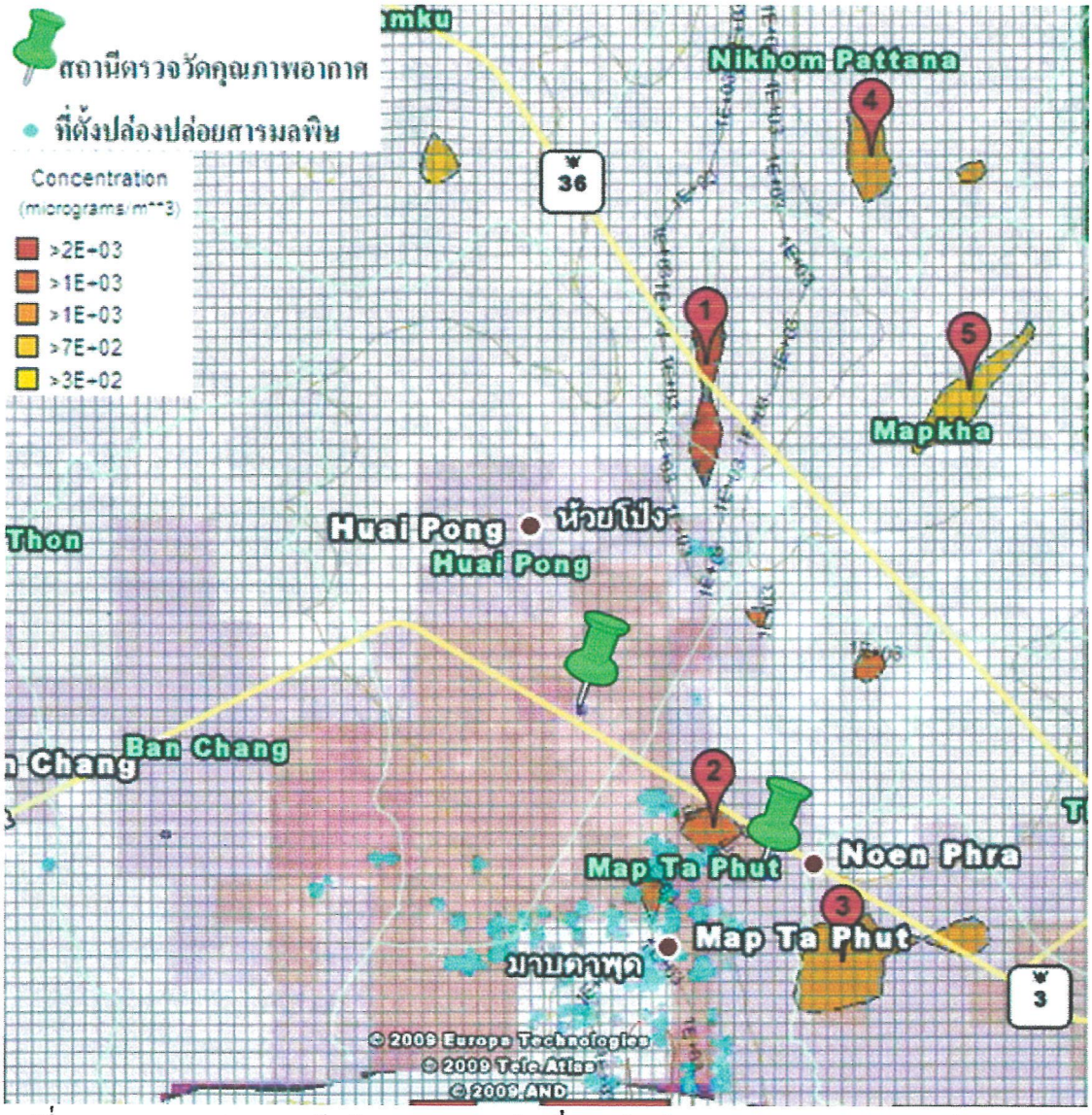
RANK	CONC(ug/m3)	YYMMDDHH	RANK	CONC(ug/m3)	YYMMDDHH
1	2481.37549	7122008	51	1912.97168	7122806
2	2377.50024	7122908	52	1912.70544	7122806
3	2356.68066	7120520	53	1912.6604	7120522
4	2313.46338	7122907	54	1899.74353	7120522
5	2299.90894	7121721	55	1897.2063	7122705
6	2262.43652	7121901	56	1895.91431	7120522
7	2249.79761	7122601	57	1891.23669	7121901
8	2238.62036	7122806	58	1889.27832	7122621
9	2174.49146	7122709	59	1888.62085	7120420
10	2119.50415	7122705	60	1888.45703	7121823
11	2060.85986	7122820	61	1886.62964	7122601
12	2022.16821	7121721	62	1886.03931	7122204
13	2016.9519	7121721	63	1882.52185	7122806
14	2012.56201	7121721	64	1880.12	7120522
15	2003.02783	7121721	65	1872.22961	7121901
16	1993.78943	7120522	66	1869.31836	7120522
17	1978.93604	7120522	67	1868.26782	7122601
18	1975.45203	7120522	68	1867.49939	7120522
19	1964.76733	7122705	69	1867.26331	7120422
20	1964.4895	7120522	70	1864.73157	7122806
21	1963.50269	7121721	71	1864.35767	7122805
22	1959.18982	7120522	72	1862.94543	7120522
23	1952.28284	7122705	73	1862.44739	7123123
24	1951.88965	7120522	74	1856.40698	7122805
25	1951.40234	7120522	75	1845.14392	7121901
26	1949.95068	7120522	76	1840.21985	7122601
27	1947.4436	7122705	77	1835.83411	7122806
28	1946.32788	7120522	78	1835.07581	7120522
29	1946.14417	7121901	79	1833.07263	7120522
30	1942.65125	7120522	80	1831.18408	7120522
31	1941.50464	7120522	81	1825.35132	7121901
32	1941.02234	7122601	82	1823.30664	7120522
33	1937.95813	7120522	83	1821.56201	7120522
34	1936.45862	7122806	84	1821.31213	7122601
35	1934.35754	7120522	85	1820.45142	7120522
36	1933.06299	7122805	86	1820.16199	7122805
37	1931.31641	7122705	87	1817.70923	7122806
38	1928.61475	7121721	88	1811.66711	7120522
39	1927.3418	7120522	89	1809.65527	7120522
40	1926.45935	7120522	90	1806.9364	7122820
41	1924.5437	7120522	91	1806.34717	7120522
42	1924.51965	7120522	92	1804.09204	7122821
43	1924.08435	7120522	93	1802.95984	7120522
44	1922.95703	7121901	94	1800.77637	7122820
45	1921.49817	7120522	95	1796.88281	7120522
46	1920.79517	7120522	96	1795.41602	7122820
47	1920.0531	7121901	97	1795.04016	7120522
48	1917.67468	7122601	98	1793.94287	7120522
49	1916.17114	7122601	99	1793.72839	7120522
50	1913.98572	7120522	100	1792.96472	7120522



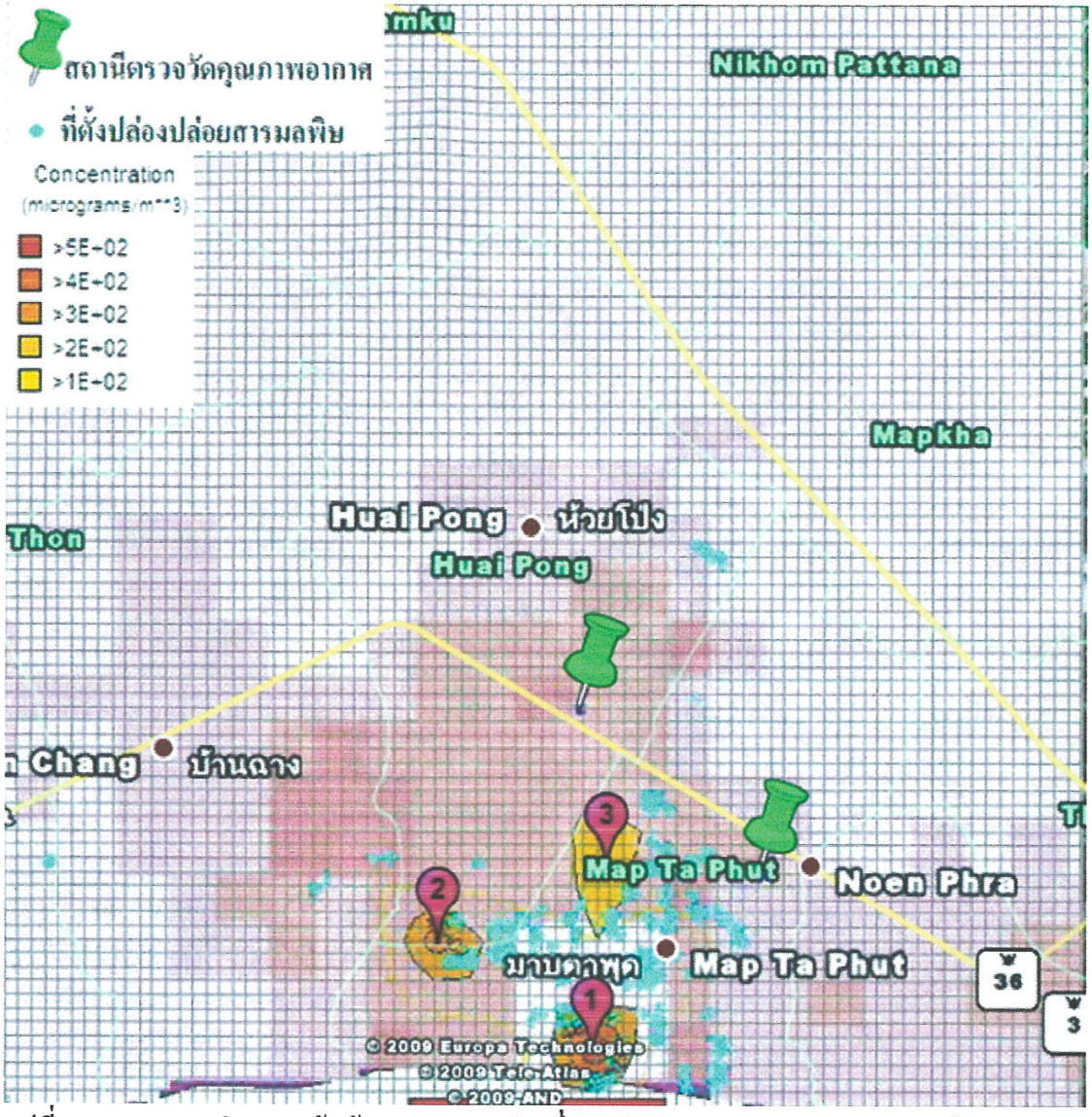
รูปที่ ค-1 Contour ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550 ของแสดง SO_2 เทียบ 24 ชั่วโมง



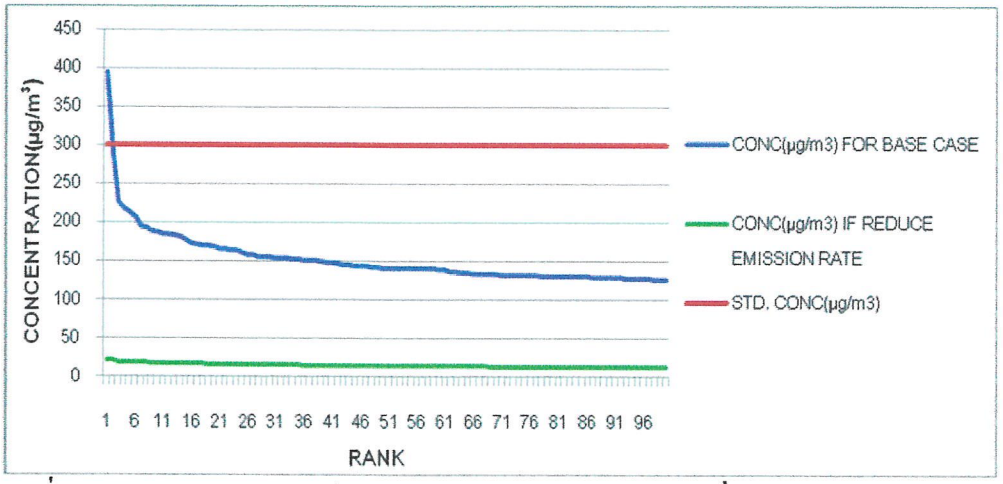
รูปที่ ค-2 Contour ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศใน บรรยากาศ ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550 ของSO_2 เทียบ 1 ชั่วโมง



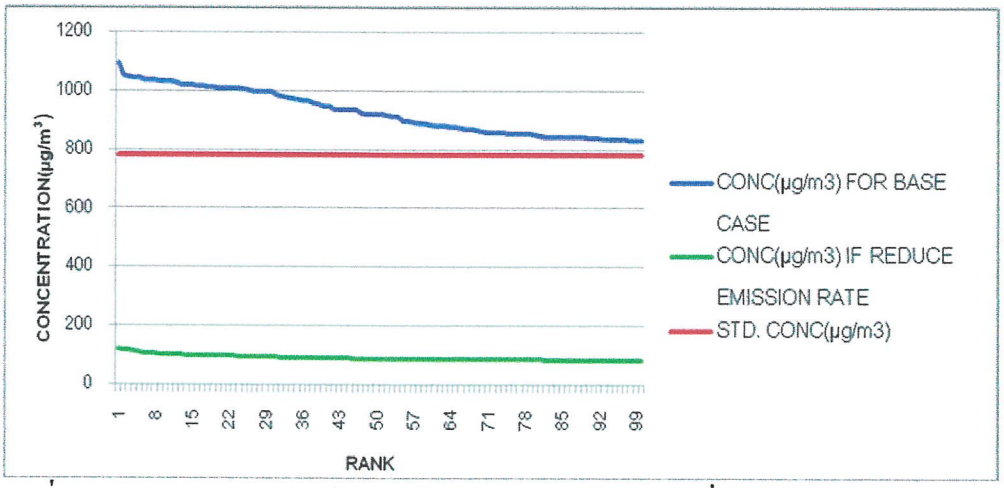
รูปที่ ค-3 Contour ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550 ของNO_x เทียบ 1 ชั่วโมง



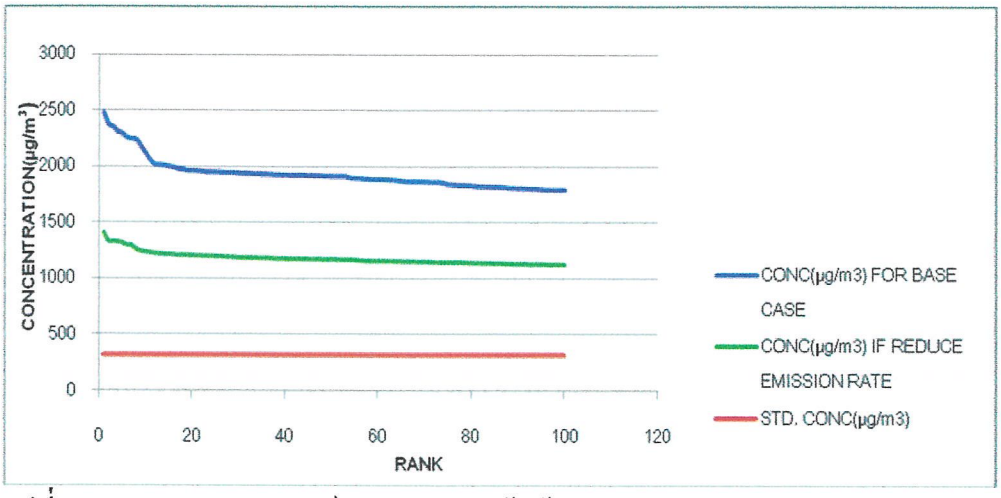
รูปที่ ค-4 Contour ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษ ซึ่งสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ณ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เดือนธันวาคม 2550 ของ PM_{10} เทียบ 24 ชั่วโมง



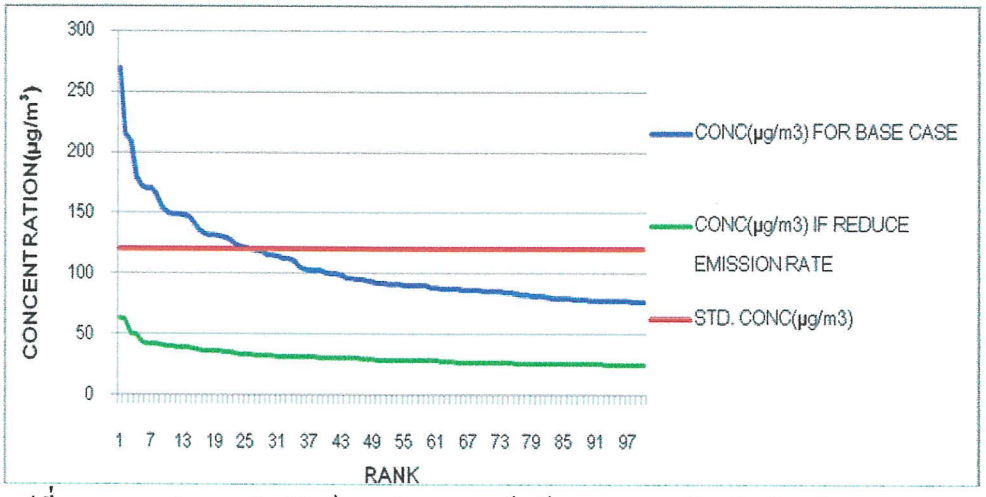
รูปที่ ค-5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ SO_2(24 ชั่วโมง) กับอันดับเทียบค่ามาตรฐานจาก ผลการคำนวณของแบบจำลอง ISC



รูปที่ ค-6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ SO_2(1 ชั่วโมง) กับอันดับเทียบค่ามาตรฐานจากผลการคำนวณของแบบจำลอง ISC



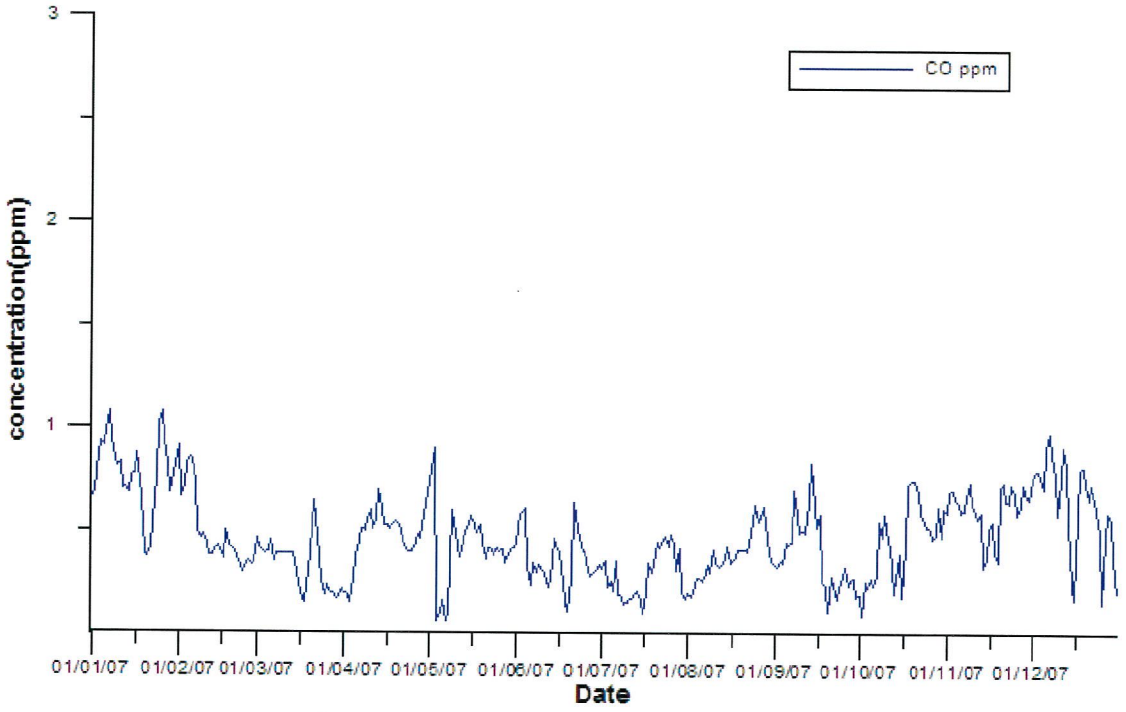
รูปที่ ค-7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ NO_x กับอันดับเทียบค่ามาตรฐานจาก ผลการคำนวณของแบบจำลอง ISC



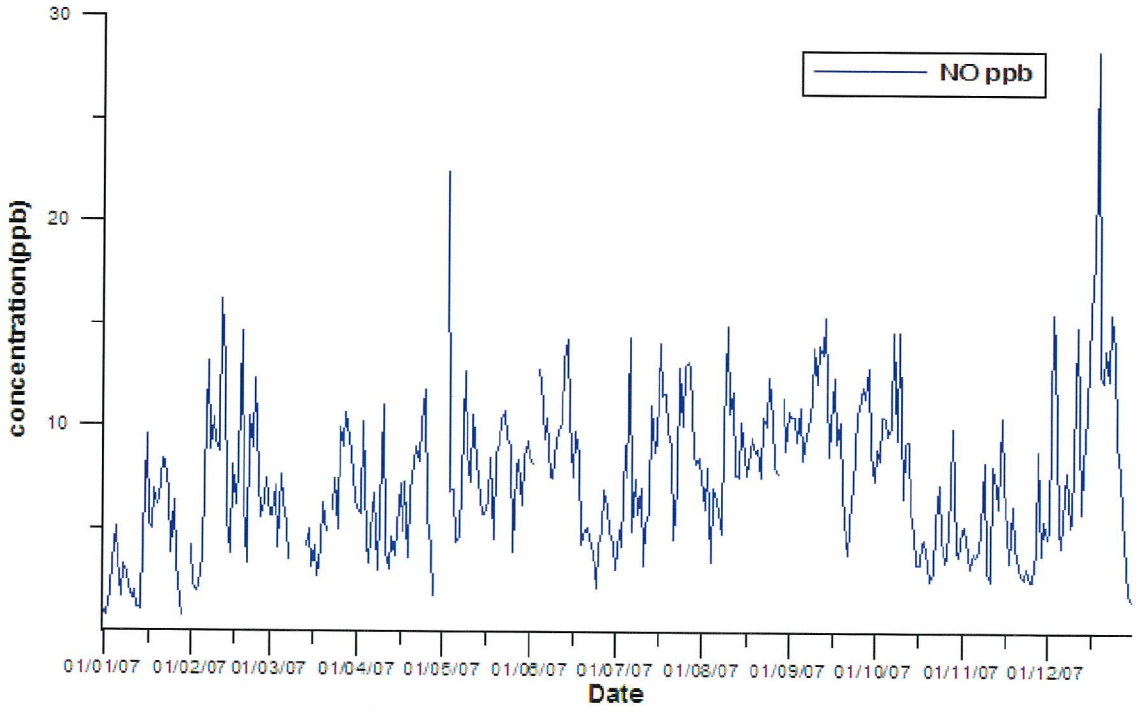
รูปที่ ค-8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ PM_{10}กับ อันดับ เทียบค่ามาตรฐานจากผลการคำนวณของแบบจำลอง ISC

ภาคผนวก ง

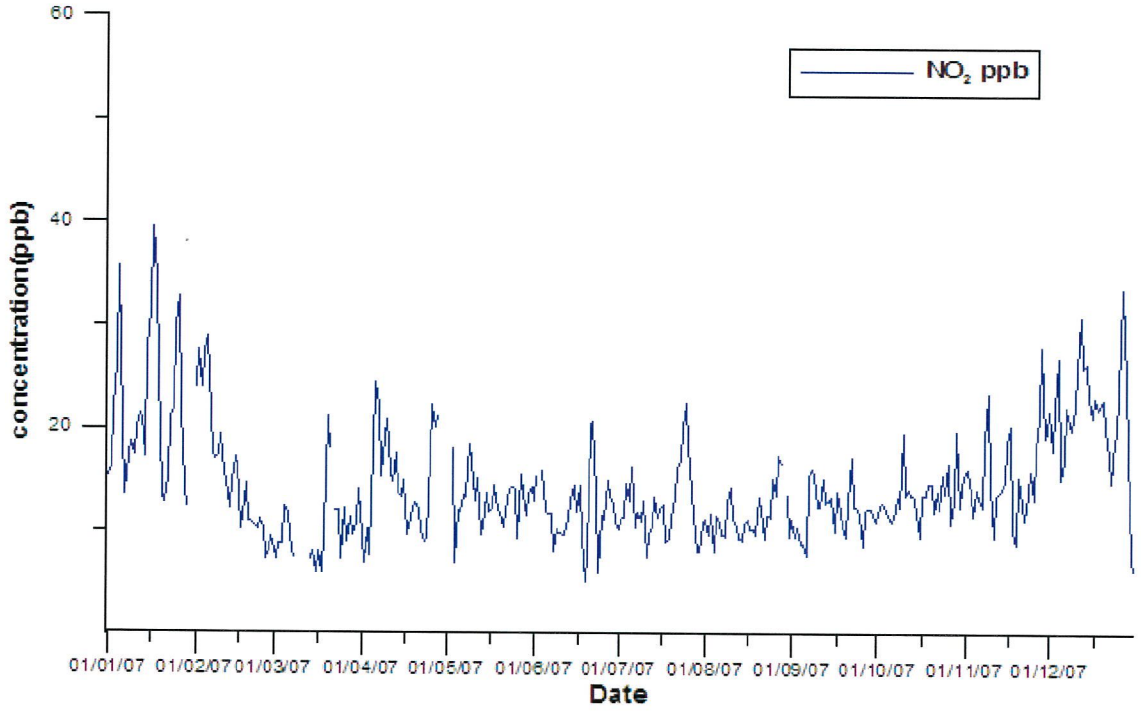
การวิเคราะห์ข้อมูล



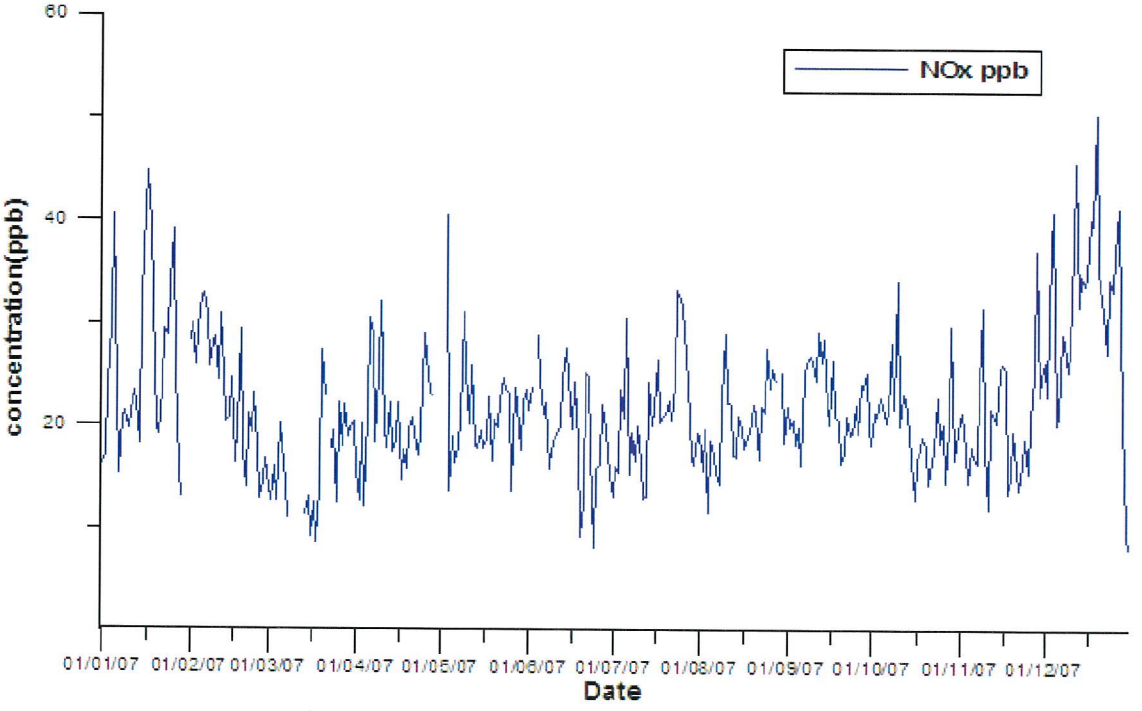
รูปที่ ง-1 ความเข้มข้นของ CO รายวัน สถานี 29T



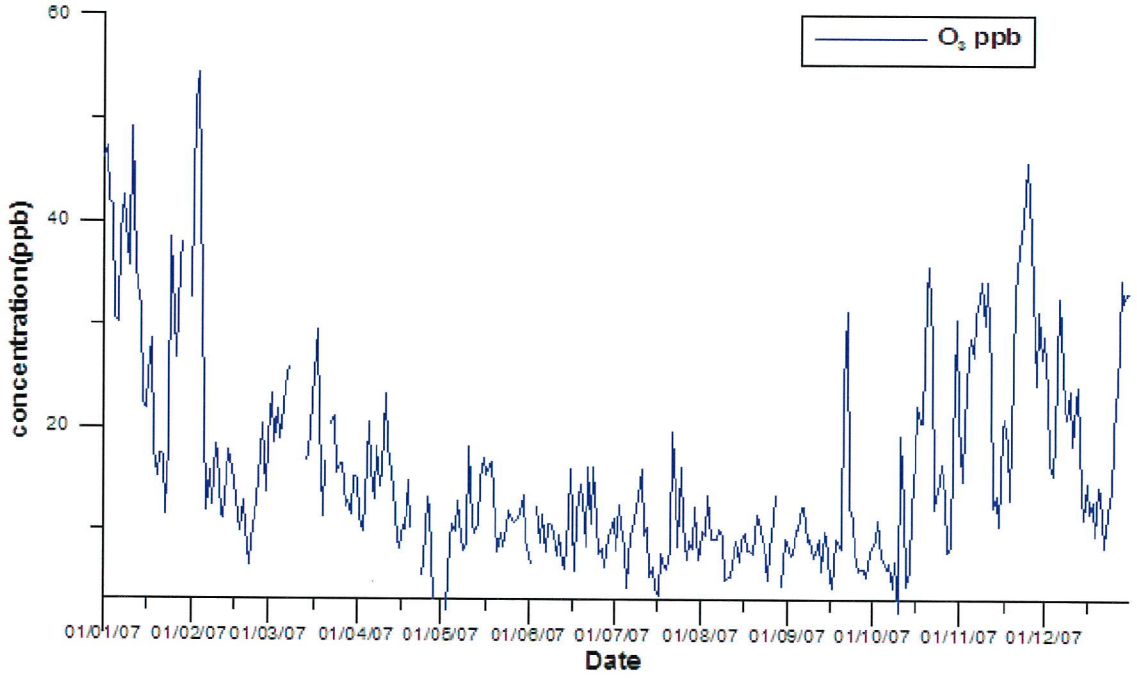
รูปที่ ง-2 ความเข้มข้นของ NO รายวัน สถานี 29T



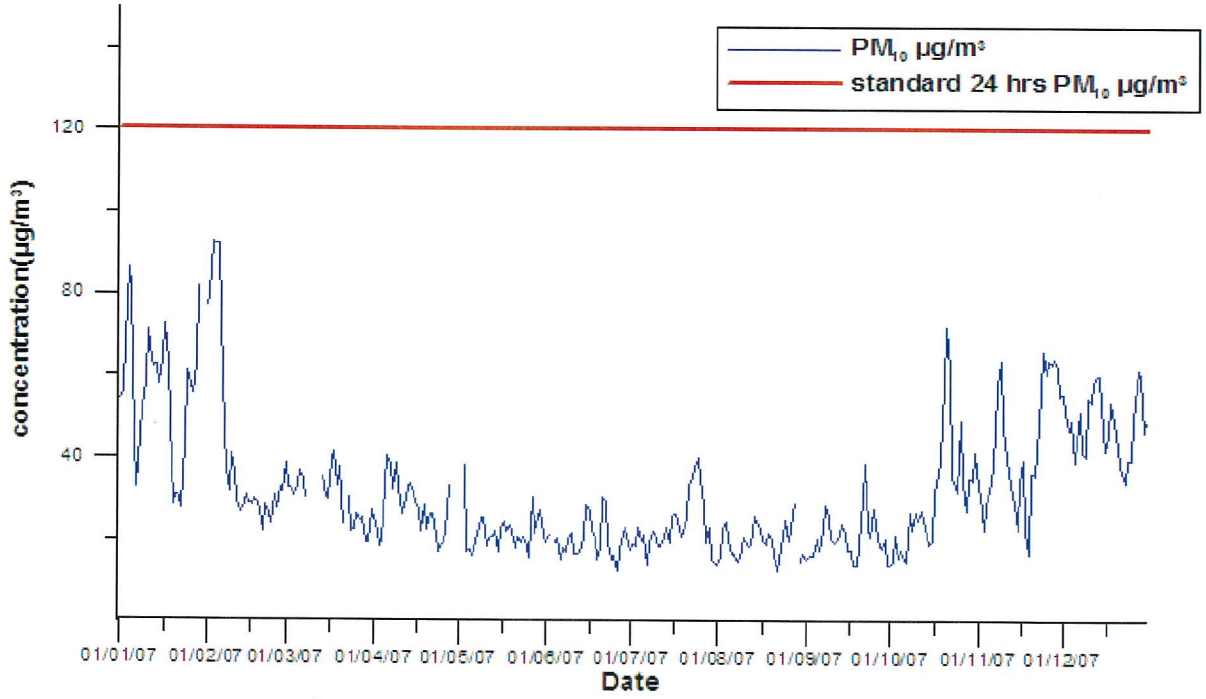
รูปที่ ง-3 ความเข้มข้นของ NO_2 รายวัน สถานี 29T



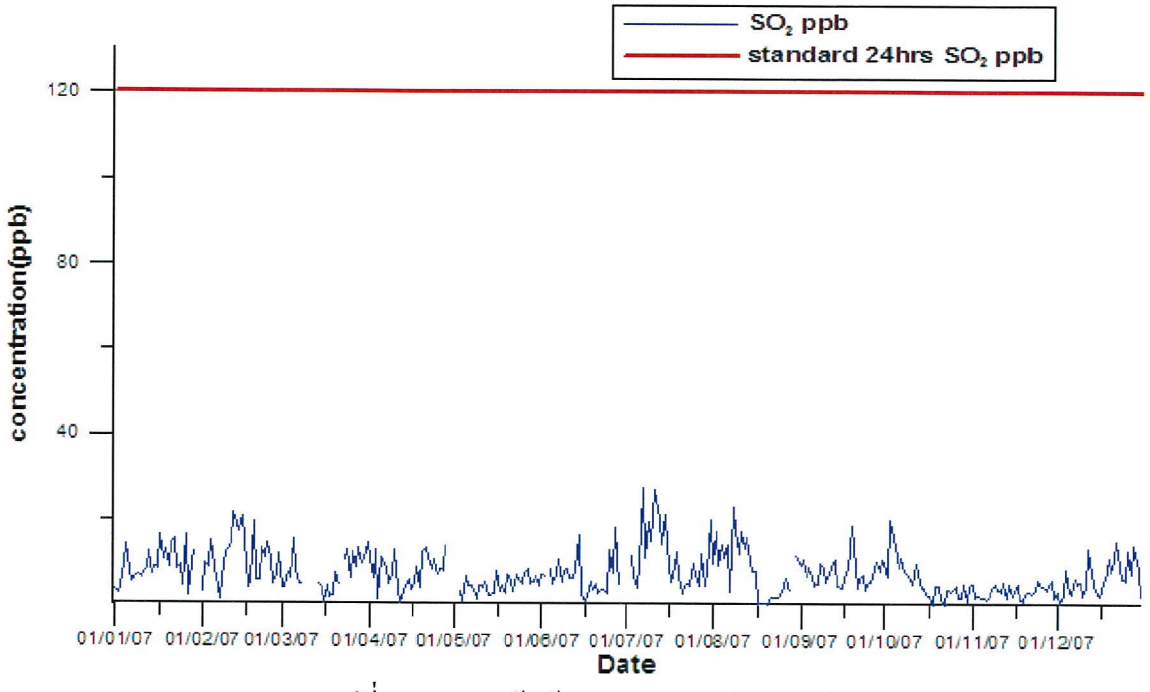
รูปที่ ง-4 ความเข้มข้นของ NO_x รายวัน สถานี 29T



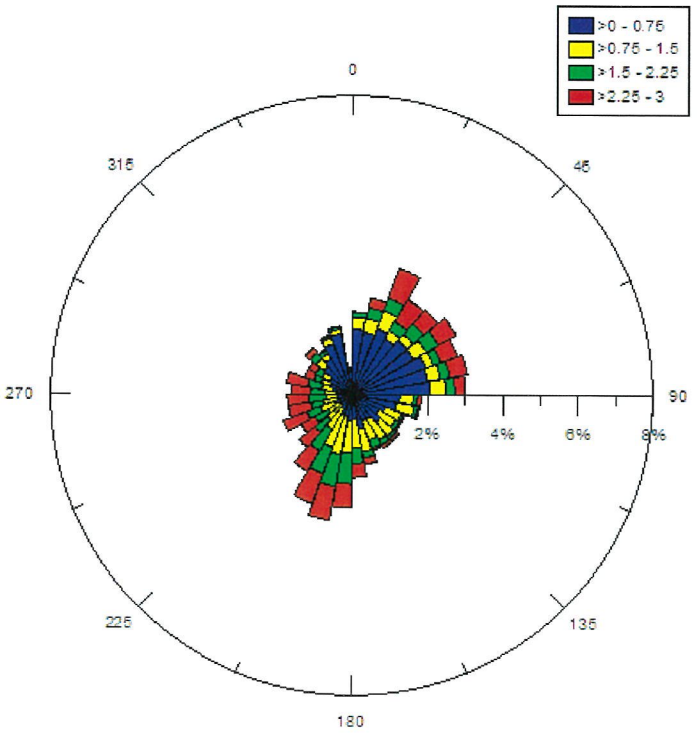
รูปที่ ง-5 ความเข้มข้นของ O_3 รายวัน สถานี 29T



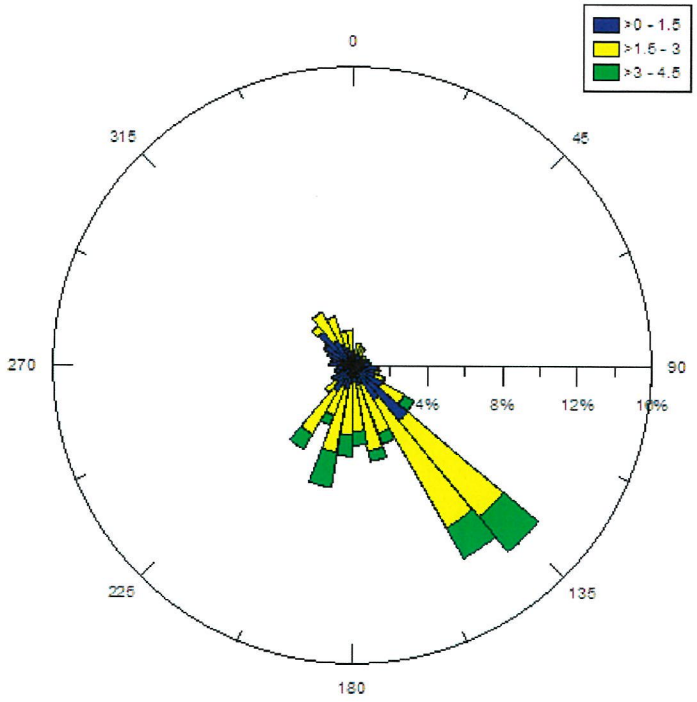
รูปที่ ง-6 ความเข้มข้นของ PM_{10} รายวัน สถานี 29T



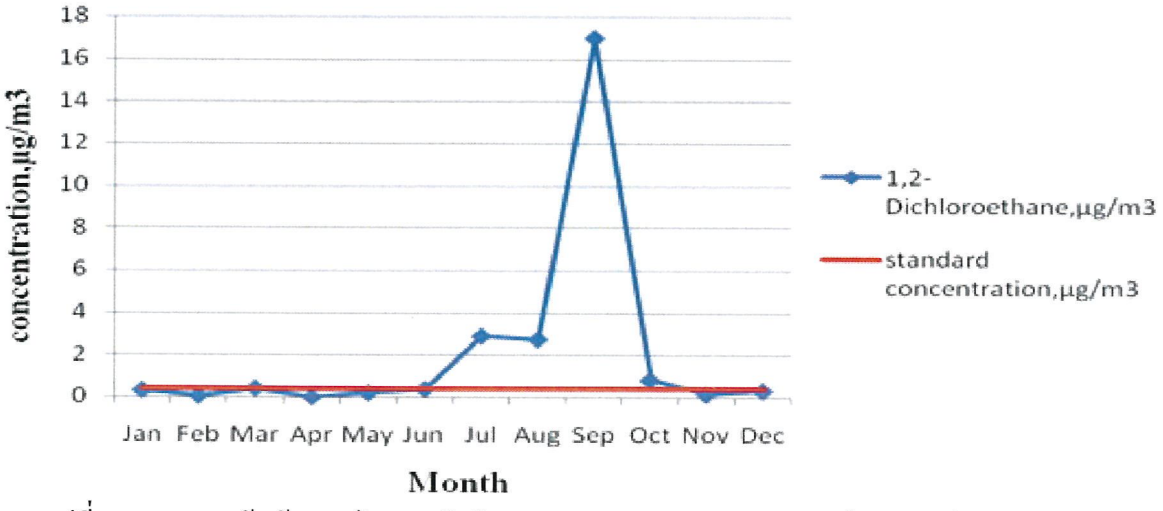
รูปที่ ง-7 ความเข้มข้นของ SO_2 รายวัน สถานี 29T



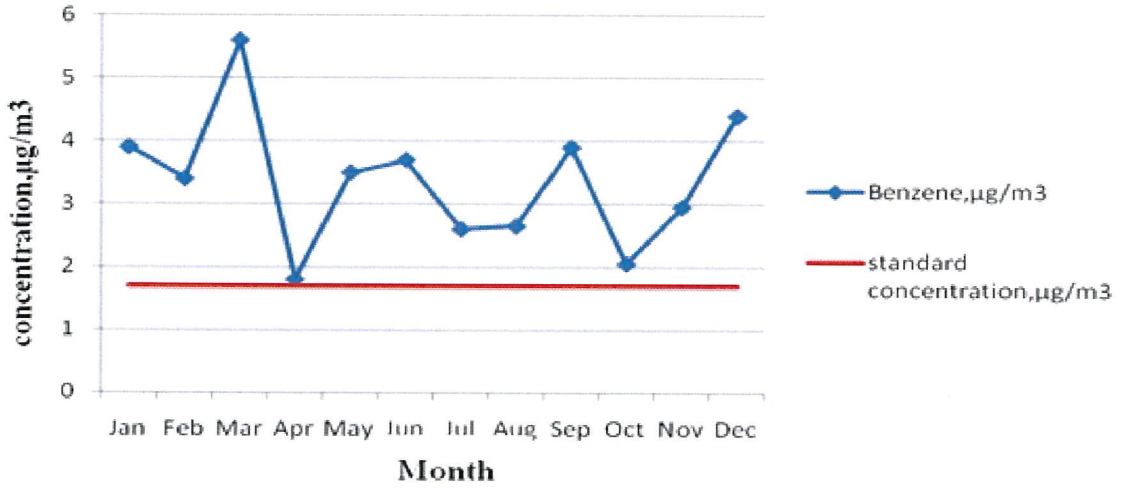
รูปที่ ง-8 Windrose Diagram ของสถานี 28T



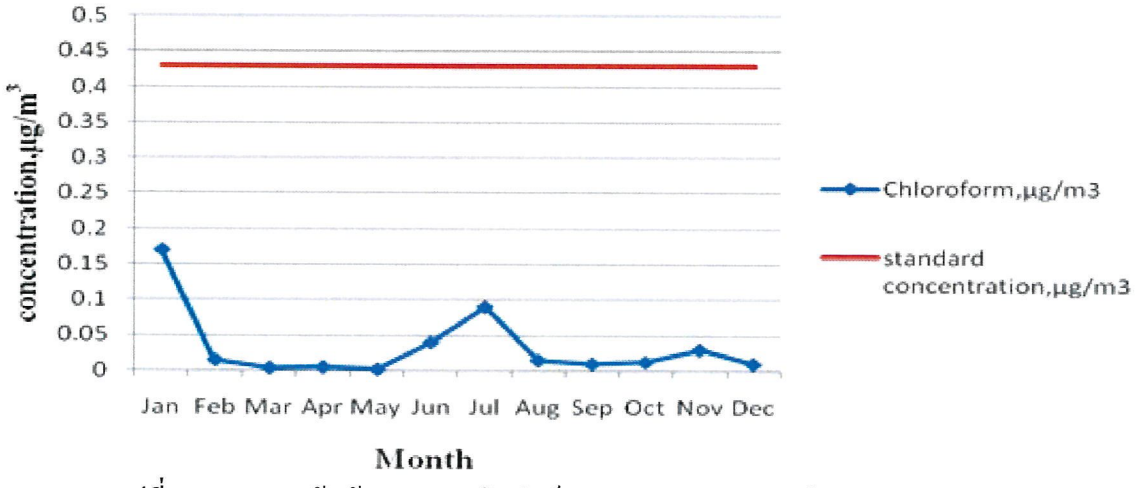
รูปที่ ง-9 Windrose Diagram ของสถานี 29T



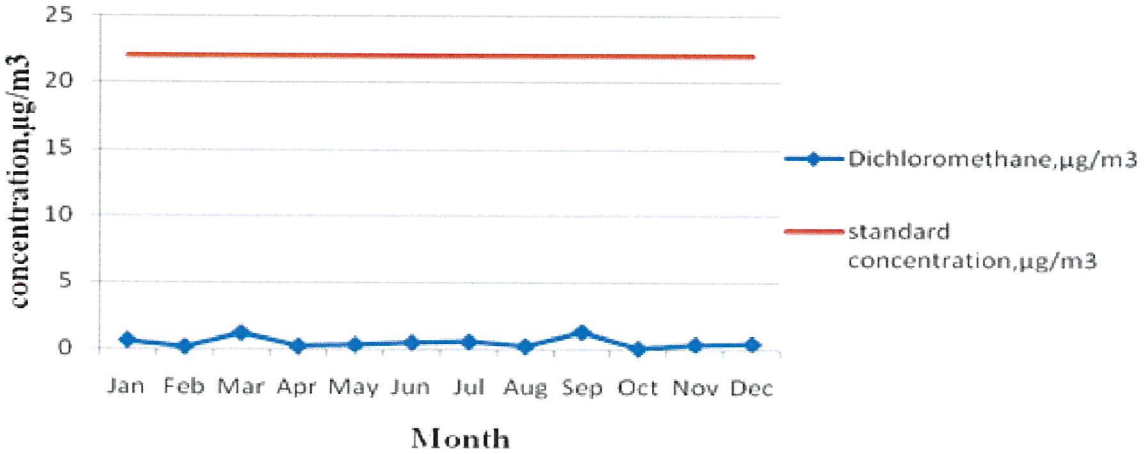
รูปที่ ง-10 ความเข้มข้นของไดคลอโรอีเทน (1, 2-Dichloroethane) รายเดือนสถานี 29T



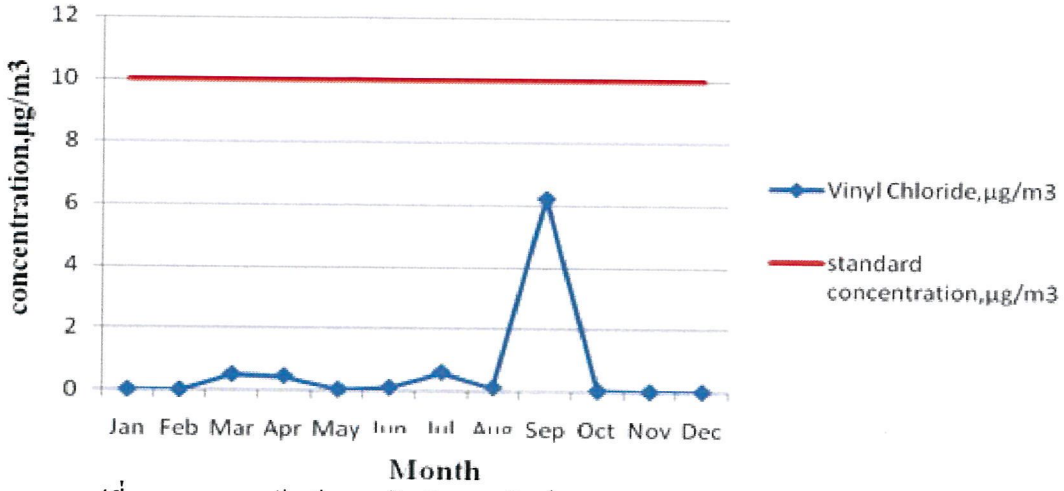
รูปที่ ง-11 ความเข้มข้นของเบนซีน (Benzene) รายเดือนสถานี 29T



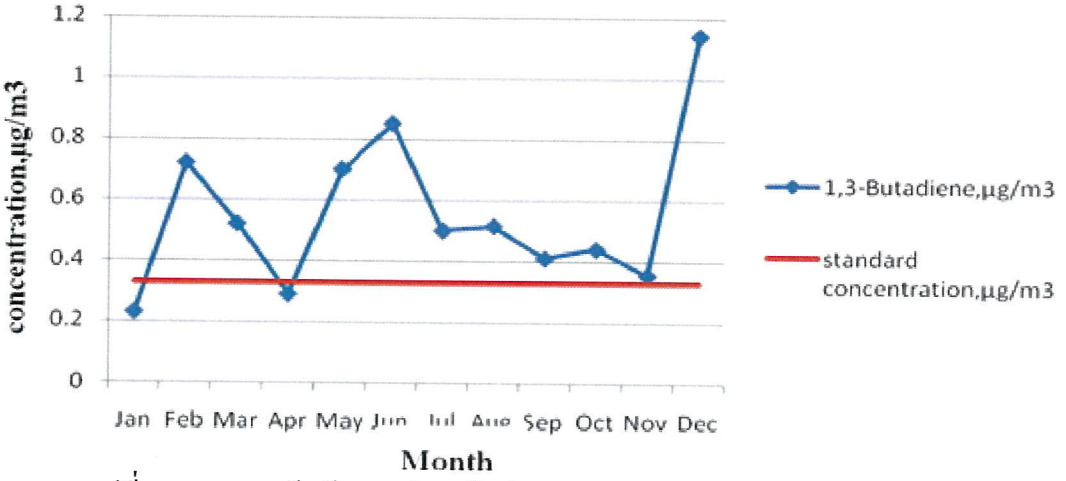
รูปที่ ง-12 ความเข้มข้นของคลอโรฟอร์ม (Chloroform) รายเดือนสถานี 29T



รูปที่ ง-13 ความเข้มข้นของไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) รายเดือนสถานี 29T



รูปที่ ง-14 ความเข้มข้นของไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) รายเดือนสถานี 29T



รูปที่ ง-15 ความเข้มข้นของบิวตะไดอีน (1, 3-Butadiene) รายเดือนสถานี 29T