- 7 มิ.ย. 2545

ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศจากโครงการอุตสาหกรรม

ธรรศ กลิ่นษร

อภินันทนาการ
จาก
ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ.2542

ISBN 974-663-449-6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

วพ
ธ3695
2542
ฉ.3

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ
จากโครงการอุตสาหกรรม

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)
สาขาวิชาเอกการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร
วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ.2542

.....

นายธรรศ กลิ่นยร
ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุระ พัฒนเกียรติ
วท.ม.
ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

วราวุธ เสือดี Ph.D.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

นายสุวัชร์ บัวแย้ม วท.ม.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์ เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์
Ph.D.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี
Ph.D.
คณบดี
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ
จากโครงการอุตสาหกรรม

.....

นายธรรศ กลิ่นษร
ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุระ พัฒนเกียรติ
วท.ม.
ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

วราวุธ เสือดี Ph.D.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์ เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์
Ph.D.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศรัณยา สุจริตกุล
พบ.ม. (สถิติประยุกต์)
ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)
สาขาวิชาเอก การจัดการสารสนเทศ
สิ่งแวดล้อมและทรัพยากร
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุระ พัฒนเกียรติ อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วราวุธ เสือดี อาจารย์ ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่อ การวิจัยมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณ คุณสุวัชร์ บัวแย้ม ผู้ชำนาญการสิ่งแวดล้อม ที่กรุณาเป็นกรรมการควบคุมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำปรึกษาและข้อคิดเห็นต่างๆ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุก ๆ ท่านที่ได้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณวราภรณ์ หิรัญวัฒน์ศิริ และพนักงานบริษัท เอส ที เอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ทุกท่านที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณ คุณชนินดา โรจน์พานิช ที่เป็นกำลังใจและเป็นแรงผลักดันอย่างดียิ่งในการทำการวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องทุกท่าน รวมทั้งเพื่อนๆ ชาว “ET 21” “IM 2” และ “AT 9” ที่เป็นกำลังใจและช่วยเหลือตลอดมา

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณที่ครอบครัว กลิ่นษร ที่ให้กำลังใจ คอยดูแลและเป็นกำลังใจ อย่างดีเสมอมา

ธรรศ กลิ่นษร

Copyright by Mahidol University

3736032 ENIM/M : สาขาวิชาเอก : การจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร ; วท.ม.
(เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)

คำสำคัญ : แบบจำลองทางคณิตศาสตร์/ ผลกระทบคุณภาพอากาศ/ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ธรรศ กลิ่นษร : ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศจากโครงการอุตสาหกรรม (INFORMATION SYSTEM FOR SUPPORTING AIR QUALITY IMPACT ASSESSMENT FOR INDUSTRY) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุระ พัฒนเกียรติ, วทม., ดร.วราวุธ เสือดี, Ph.D. 89 หน้า, ISBN 974-663-449-6

เพื่ออำนวยให้กระบวนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งพัฒนาใช้อยู่ก่อนแล้วในสหรัฐอเมริกา สามารถนำมาปรับใช้ในประเทศไทยซึ่งมีระบบการเก็บข้อมูลพื้นฐานแตกต่างกัน ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้พัฒนาระบบสารสนเทศที่เป็นเครื่องมือเพื่อสนับสนุนการทำนายคุณภาพอากาศจากโครงการอุตสาหกรรมโดยระบบใช้ EXINTER ในการควบคุมการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คุณภาพอากาศ ISCST ในการคำนวณความเข้มข้นสารมลพิษที่แพร่กระจายในบรรยากาศ ระบบจะควบคุมการทำงานของ PCRAMMET ในการจัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้นและระดับบนสำหรับแบบจำลอง พัฒนาระบบย่อยสำหรับการนำเข้าข้อมูล การแปลงระดับค่าดัชนี และการคำนวณค่าดัชนี เพื่อให้ระบบสามารถใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่จัดเก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยาได้โดยตรง สำหรับข้อมูลอุตุนิยมระดับผิวพื้นระบบย่อยจะสร้างแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับราย 1 ชั่วโมง โดยการนำเข้ารองรับรูปแบบข้อมูลรายชั่วโมง และราย 3 ชั่วโมงของกรมอุตุนิยมวิทยา ทำการสร้างแฟ้มเฉพาะของแต่ละดัชนี แล้วจึงสร้างแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยารูปแบบ CD144 ส่วนกรณีที่ข้อมูลนำเข้าเป็นราย 3 ชั่วโมง ระบบจะทำการแปลงระดับเป็นราย 1 ชั่วโมงก่อน สำหรับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน ระบบจะคำนวณค่าความสูงผสมจากกราฟ Adiabatic Lapse Rate ซึ่งผลลัพธ์จะอยู่ในรูปแบบ SCRAM BBS/RAMMET ผลลัพธ์ของระบบสารสนเทศนี้คือ ความเข้มข้นของสารมลพิษที่แพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดที่จุดสังเกตุการณ์ ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ และได้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่พร้อมสำหรับนำไปใช้กับแบบจำลอง ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากระบบการจัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ระบบดังกล่าวนี้ทำงานบนวินโดว์ ทำให้มีการติดต่อกับผู้ใช้ที่ง่าย และรวดเร็วขึ้น

ระบบได้ถูกทดสอบการทำงานโดยการทดลองกับกรณีศึกษาโรงงานอุตุสาหกรรมซึ่งมีแหล่งกำเนิดแบบจุด 1 แห่งและใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจอากาศกรุงเทพฯ และพบว่าระบบสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น

Copyright by Mahidol University

3736032 ENIM/M : MAJOR : INFORMATION MANAGEMENT ON ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES ; M.Sc. (TECHNOLOGY OF INFORMATION SYSTEM MANAGEMENT)

KEY WORDS : MATHEMATICAL AIR MODEL / AIR QUALITY IMPACT ASSESSMENT /METEOROLOGICAL DATA

TAT GLINSORN : INFORMATION SYSTEM FOR SUPPORTING AIR QUALITY IMPACT ASSESSMENT FOR INDUSTRY. THESIS ADVISORS : SURA PATHANA KEAT M.Sc. , WARAWUT SUADEE Ph.D. 89 p. ISBN 974-974-663-449-6

Developed in the U.S.A., the Air Quality Mathematical Model has been utilized as a tool for air quality impact assessment in Thailand for years. Typically, adhoc input would be applied which makes the process complex and time consuming. A system is developed to increase the effectiveness of utilizing the model for air quality impact assessment for industry. This system uses EXINTER to control the air quality model, ISCST, to calculate air pollutants concentration at receptors. In the system, upper air and surface meteorological data are prepared by PCRAMMET. A subsystem is developed to manipulate meteorological data from Meteorological Department properly for PCRAMMET. The subsystem includes input data module, interpolate module and calculate meteorological parameter module. The input data module supports both one hour and three hours interval surface data. The subsystem then creates a specific format file CD144 format and surface specific format meteorological files. In the case of the input surface meteorological file is a three hour interval data, the system will change to a one hour interval file. For upper air meteorological data, subsystem will calculate mixing height using "plotting on adiabatic lapse rate graph" method. Its result is mixing height in SCRAM BBS/RAMMET format file. The result of this study is a supporting system to calculated concentration at receptor as a impact assessment tool. The meteorological data file created by the system using PCRAMMET is suitable for air model, ISCST. This support system runs on window programme, so, it is user friendly interface and considered as a high performance program.

For testing the system, a case study is conducted. The case uses two different inputs: point source and, data from Bangkok meteorological station. The system work fast and effectively

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฌ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 แนวคิด	4
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
1.4 ขอบเขตการศึกษา	4
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 คำจำกัดความ	5
2. ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 การประเมินคุณภาพอากาศของโครงการอุตสาหกรรม	6
2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทางด้านคุณภาพอากาศ	7
2.3 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	15
2.4 การแปลงระดับข้อมูล	23
2.5 การคำนวณดัชนี	25
2.6 วิธีการเติมค่าที่ขาด	32
2.7 การพัฒนาซอฟต์แวร์	33
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3. วิธีการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษา 36

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา 42

4. การวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบ

4.1 การวิเคราะห์ระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ 43

4.2 การออกแบบระบบ 60

4.4 การพัฒนาระบบ 62

4.5 การทดสอบโดยกรณีศึกษา 62

5. วิจารณ์ผลการศึกษา

5.1 การออกแบบ และพัฒนาระบบ 64

5.2 การใช้งาน 65

6. สรุปผลการศึกษา

6.1 สรุปผลการศึกษา 66

6.2 ข้อเสนอแนะ 66

รายงานอ้างอิง 67

ภาคผนวก ก ลักษณะแฟ้มข้อมูลและตัวอย่าง 69

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานระบบสนับสนุนการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ จากโครงการอุตสาหกรรม 76

ประวัติผู้วิจัย 89

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย พ.ศ.2538	7
2-2	แสดงรายชื่อแบบจำลองคุณภาพอากาศที่คัดเลือกแล้ว (Preferred Models)	9
2-3	แสดงรายชื่อแบบจำลองคุณภาพอากาศที่เป็นทางเลือก (Alternative Models)	10
2-4	ข้อมูลสรุปสภาพบรรยากาศที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case) สำหรับใช้กับแบบจำลองแบบเบื้องต้น	16
2-5	ชนิดของรูปแบบข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ได้กับซอฟต์แวร์เตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	17
2-6	ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เก็บในรูปแบบ CD144	18
2-7	รูปแบบการเก็บข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาราย 3 ชั่วโมง	20
2-8	ดัชนีอุตุนิยมวิทยาที่เก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยา	21
2-9	รูปแบบของดัชนีที่ต้องการสำหรับการศึกษาความเข้มข้นแบบธรรมดา	22
2-10	การหาความคงตัวของบรรยากาศของ Pasquill	26
4-1	ลักษณะแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยารูปแบบ CD144	55
4-2	แสดงลักษณะของแฟ้มข้อมูลความสูงผสม	56
4-3	ชนิดและลักษณะข้อมูลที่ใช้ในแฟ้มข้อมูลคำสั่งนำเข้า PCRAMMET	57
4-4	รูปแบบของดัชนีที่ต้องการสำหรับการศึกษาความเข้มข้นแบบธรรมดา	58
4-5	แสดงชนิดและรายละเอียดข้อมูลของกรณีศึกษา	63

Copyright by Mahidol University

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	แสดงหลักการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ	8
2-2	แสดงลักษณะของแบบจำลองของ GUASSIAN Plum Model	12
2-3	แสดงรูปแบบของทิศทางลม และความคงตัวของบรรยากาศ สำหรับแบบจำลองแบบเบื้องต้น	16
2-4	แสดงตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในรูปแบบ CD144	18
2-5	แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลของดัชนี อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน ของสถานีกรุงเทพ ปี พ.ศ. 2539	28
2-6	แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลของดัชนี อุณหภูมิที่ชั้นระดับความดันมาตรฐาน (Temperature Profile) สถานีกรุงเทพ ปี พ.ศ. 2539	29
2-7	แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลของดัชนี Dynamic Height ของสถานี กรุงเทพปี พ.ศ. 2539	30
2-8	แสดงลักษณะของกราฟ Adiabatic Lapse Rate ที่ใช้สำหรับหาค่าความสูงผสมของชั้นบรรยากาศ (Mixing Height)	31
3-1	แสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา	37
3-2	แสดง Context Diagram ระบบสนับสนุนการประเมินการประเมินคุณภาพอากาศ จากโครงการอุตสาหกรรม	39
3-3	แสดง Level0 ระบบสนับสนุนการประเมินคุณภาพอากาศ	39
3-4	แสดง Level1 1_1 การจัดเตรียมข้อมูล	40
3-5	แสดง Level1 1_2 การคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษโดย ISCST	40
3-6	แสดงผังงานโครงสร้างของการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศจากโครงการอุตสาหกรรม	41

Copyright by Mahidol University

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4-1	แสดง Level0 ระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ	44
4-2	แสดง Level1 1_1 การจัดเตรียมข้อมูล	45
4-3	แสดง Level1 1_2 การคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษโดย ISCST	46
4-4	แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลคำสั่งของแบบจำลอง ISCST	47
4-5	แสดงรายละเอียดขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	49
4-6	แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยา CD144	50
4-7	แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลความสูงผสม (Mixing Height)	51
4-8	แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้สำหรับ ISCST	52
4-9	แสดงการทำงานระบบสนับสนุนการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ	54
4-10	แสดงรูปแบบแฟ้มข้อมูลคำสั่งสำหรับ PCRAMMET	57
4-11	ผังแสดงระบบการทำงาน	59
4-12	แผนผังลำดับขั้น (Hierarchical Diagram) แสดงผังงานโครงสร้างของระบบ	61

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ปัจจุบันนับว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเร่งรัดประเทศในด้านต่างๆ ได้กลายเป็นปัญหาของส่วนรวมที่ทุกคนตระหนักในความสำคัญ และหาทางแก้ไขอย่างเร่งด่วน การเร่งรัดพัฒนาอุตสาหกรรมเพื่อให้ประเทศเจริญก้าวหน้าส่งผลในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ การพัฒนาอุตสาหกรรมไม่เพียงแต่ทำให้ประเทศมีรายได้จากการผลิตในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตั้งแต่การจัดบริการโครงสร้างพื้นฐานของรัฐ ความขัดแย้งการใช้ที่ดิน และปัญหาสิ่งแวดล้อม

เพื่อประโยชน์จากการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศในส่วนรวม อุตสาหกรรมยังคงเป็นเป้าหมายในการพัฒนาประเทศต่อไป แต่ต้องพิจารณาความเหมาะสม และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมเพิ่มเติม นอกเหนือจากพิจารณาปัจจัยทางเศรษฐกิจสังคมแล้ว

ผลการพัฒนาอุตสาหกรรมในช่วงเวลาที่ผ่านมาทำให้อุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ อากาศ และกากของเสียอันตรายเพิ่มมากขึ้น โดยในปี พ.ศ.2512 มีโรงงานอุตสากรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษรวมกันเพียง 211โรงงาน และเพิ่มขึ้นเป็น 20,211 โรงงานภายใน 20 ปีต่อมา และเป็นสัดส่วนเกือบครึ่งหนึ่งของภาคอุตสาหกรรมการผลิตทั้งหมด การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมประเภทนี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการตั้งโรงงาน

จากพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ปี พ.ศ.2535 กำหนดให้มีการศึกษาการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการวางแผนและการตัดสินใจ เพื่อให้การดำเนินการต่างๆของโครงการส่งผลกระทบน้อยที่สุด และโครงการสามารถดำเนินการได้ด้วยดี ดังนั้นการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศโดยการทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษในบรรยากาศมีความจำเป็นในกรณีที่มีมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ และต้องการที่จะควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐาน อันเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นจากโรงงานอตุสาหกรรม

แบบจำลองการแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบจำลองที่มีการพัฒนาและนำไปใช้ศึกษากันอย่างแพร่หลาย โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะใช้ข้อมูลของแหล่งกำเนิด ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลของพื้นที่โดยรอบโครงการ เพื่อการจำลองสภาพ

Copyright by Mahidol University

บรรยากาศและคำนวณความเข้มข้น ณ จุดที่สนใจ หรือจุดสังเกตการณ์ โดยเฉพาะข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่แสดงถึงสภาพบรรยากาศ ทิศทางและความเร็วลม โดยปัจจัยทั้งสามนี้เป็นตัวนำกำหนดลักษณะการแพร่ของมลพิษที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดให้แพร่กระจายสู่บรรยากาศและไปถึงผู้รับในลักษณะต่างๆกัน

แบบจำลองการแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศทางคณิตศาสตร์ ISC3 (Industrial Source Complex Version 3) ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency, US.EPA.) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นมาตรฐาน สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไข และคำนวณแบบละเอียด(Refined Model) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สามารถใช้งานได้กว้างขวางหลายลักษณะ จนเป็นที่ยอมรับจากหลายหน่วยงานในประเทศไทย เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม และ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

แบบจำลอง ISCST (Industrial Source Complex Short Term) ต้องการข้อมูลต่าง ๆ เพื่อการทำนายลักษณะการแพร่กระจายของสารมลพิษได้แก่ ข้อมูลแหล่งกำเนิด ข้อมูลของพื้นที่โดยรอบ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลทางเลือกของ ISCST และข้อมูลสำหรับเลือกลักษณะผลลัพธ์ วิธีการใช้แบบจำลอง ISCST จะควบคุมการทำงานโดยใช้วิธีคำสั่งที่มีรูปแบบเฉพาะ(Key parameter) ซึ่งต้องจัดคำสั่งต่าง ๆ อยู่ในรูปแฟ้มข้อมูลนำเข้าที่มีรูปแบบเฉพาะ ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถตรวจสอบคำสั่งควบคุมได้ ในกรณีที่ผู้ใช้ยังไม่มีความชำนาญในการใช้คำสั่งจะต้องทำความเข้าใจรูปแบบคำสั่งให้ดีก่อนจึงจะใช้แบบจำลอง ISCST ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แบบจำลองการแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศทางคณิตศาสตร์ ISCST จะใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในการจำลองสภาพบรรยากาศโดยรอบโครงการและจากสภาพบรรยากาศดังกล่าวจะเป็นปัจจัยในการกำหนดลักษณะการแพร่กระจายที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนั้นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาซึ่งมีจำนวนข้อมูลมาก จะถูกจัดรูปแบบ และคำนวณค่าดัชนีโดยซอฟต์แวร์การเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Preprocessor) เช่น ซอฟต์แวร์ RAMMET, STAR, MPRA และ WINDROSE เป็นต้น เพื่อให้ได้สารสนเทศที่เหมาะสมกับความต้องการของแบบจำลอง โดยสามารถทำงานได้โดยตรงกับรูปแบบที่เป็นมาตรฐานของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่หน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกาจัดเก็บ

ดังนั้นเมื่อนำแบบจำลองการแพร่กระจายของสารมลพิษ ISCST มาใช้ในการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศในประเทศไทย นอกเหนือจากปัญหาของลักษณะการใช้ ISCST แล้ว ยังมีปัญหาจากการใช้ซอฟต์แวร์การเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในการจัดการเตรียมข้อมูลอุตุ

Copyright© by Mahidol University

นิยมวิทยาของประเทศไทยเพื่อใช้กับแบบจำลองด้วยเพราะข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ที่เป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญเนื่องจากมีสถานีครอบคลุมทั่วประเทศ และมีข้อมูลที่เก็บในระยะเวลาที่ต่อเนื่อง แต่มีความแตกต่างของวัตถุประสงค์การเก็บข้อมูล โดยกรมอุตุนิยมวิทยามีวัตถุประสงค์เพื่อการพยากรณ์อากาศ จึงมีรูปแบบข้อมูลตามมาตรฐานขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ทำให้มีลักษณะรูปแบบแตกต่างจากการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาคุณภาพอากาศ จึงมีลักษณะรูปแบบไม่ตรงกับความต้องการของซอฟต์แวร์การเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และแบบจำลองISCST ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยากับซอฟต์แวร์การเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้โดยตรง

การนำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุนิยมวิทยามาใช้ จึงจำเป็นต้องทำการรวบรวมข้อมูล และจัดการประมวลผลข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับความต้องการของซอฟต์แวร์การเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เสียก่อน จึงได้มีการพัฒนาการทำงานในส่วนนี้ขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง แต่วิธีการทำงานดังกล่าวยังขาดความกระทัดรัดในการทำงานและมีข้อจำกัดในการทำงาน คือ ผู้ใช้ยังต้องทำการเลือกข้อมูลบางส่วนมาใช้ และมีวิธีการจัดการข้อมูลหรือการคำนวณดัชนีบางวิธีเท่านั้น

ดังนั้นการพัฒนาระบบสารสนเทศที่มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของแบบจำลอง ISCST และจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทยให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมซอฟต์แวร์การเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เพื่อสนับสนุนการประเมินคุณภาพอากาศโดยการหาความเข้มข้นของสารมลพิษ โดยมีลักษณะการทำงานกับแบบจำลอง ISCST ที่ง่ายต่อการใช้งาน และมีวิธีการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยามากขึ้น จะช่วยให้การประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศโดยแบบจำลองการแพร่กระจายสะดวกรวดเร็ว เหมาะสม และถูกต้องขึ้น

1.2 แนวคิด

การประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นการศึกษาระดับความเข้มข้นของสารมลพิษที่เปลี่ยนแปลงจากระดับเดิม ที่เกิดจากการตั้งหรือขยายโรงงาน หรือการปรับปรุงลักษณะของแหล่งกำเนิด ว่าเกินมาตรฐานคุณภาพในบรรยากาศหรือไม่อย่างไร ดังนั้น การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประเมินผลกระทบโดยใช้แบบจำลอง ISCST นี้ จะต้องปรับปรุงในส่วนการคุมการทำงานของแบบจำลอง ISCST ให้ทำงานได้ง่ายขึ้น โดยลดความซับซ้อนของวิธีการควบคุมการทำงานของ ISCST ให้สามารถติดต่อกับผู้ใช้ได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยจะปรับปรุงการสร้าง การตรวจสอบ และแก้ไข แฟ้มข้อมูลควบคุมการทำงาน และปรับปรุงการจัด

Copyright by Mahidol University

การข้อมูลนำเข้าอุตุนิยมวิทยา โดยจะประกอบด้วย ส่วนการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล การแปลงระดับข้อมูล การคำนวณดัชนีการจัดรูปแบบผลลัพธ์ และส่วนควบคุมการทำงานซอฟ์ตแวร์การเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมของประเทศไทย สำหรับแบบจำลองการแพร่กระจายของสารมลพิษในบรรยากาศ
2. เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการทำงานของแบบจำลองการแพร่กระจายของสารมลพิษในบรรยากาศ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ซอฟต์แวร์สำหรับการนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยานั้นใช้กับแบบจำลองการแพร่กระจายของสารมลพิษในบรรยากาศ ISCST ซึ่งเป็นที่นิยมและมีการนำไปงานใช้อย่างแพร่หลาย
2. ข้อมูลอุตุนิยมที่ใช้ในการศึกษา เป็นข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทยและเป็นข้อมูลในรูปแบบที่มีในปัจจุบัน เนื่องจากกรมอุตุนิยมวิทยา มีสถานีตรวจวัดครอบคลุมทั่วประเทศ มีระยะเวลาการเก็บที่ยาวนาน
3. กรณีศึกษาจะพิจารณาแหล่งกำเนิดสารมลพิษแบบจุด(Point Source) 1 แหล่งกำเนิด

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยา และซอฟต์แวร์ สำหรับควบคุมการทำงานแบบจำลอง ISCST
2. ข้อมูลอุตุนิยมในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการนำเข้าสู่แบบจำลองที่ได้จากใช้ซอฟต์แวร์ดังกล่าวของสถานี กรุงเทพ ในปี พ.ศ. 2540
3. ตัวอย่างและขั้นตอนการประเมินผลกระทบด้านมลพิษทางอากาศ ที่เน้นในลำดับการนำเข้าข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

Copyright by Mahidol University

1.6 คำจำกัดความที่ใช้การศึกษา

1. แบบจำลองการแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สมการทางคณิตศาสตร์ที่อธิบายกระบวนการทางฟิสิกส์บางอย่างในบรรยากาศ คำตอบจากสมการจะให้ความสัมพันธ์การระบาย (Emission) กับคุณภาพอากาศ (Air Quality)

2. ความเข้มข้นระดับผิวพื้น หมายถึง ความเข้มข้นของมลสารพิษที่ระดับผิวพื้น ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต

3. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น หมายถึง ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ทำการตรวจวัดทั่วไปที่ระดับความสูง 10 เมตร เช่น ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ เป็นต้น

4. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน หมายถึง ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือหยั่งอากาศระดับบน (Radiosode) เช่น อุณหภูมิที่ระดับความสูงต่าง ๆ

5. ข้อมูลแหล่งกำเนิด หมายถึง ข้อมูลในเชิงปริมาณ และคุณลักษณะของแหล่งกำเนิดสารมลพิษนั้น ๆ

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 การประเมินคุณภาพอากาศของโครงการอุตสาหกรรม

การวิเคราะห์ผลกระทบคุณภาพอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นการประเมินถึงผลกระทบที่เกิดจากมลพิษ (ชนิด และปริมาณ) ที่ระบายออกจากโรงงานสู่บรรยากาศโดยพิจารณาเทียบกับคุณภาพอากาศในบริเวณพื้นที่โดยรอบโรงงาน หรือ เป็นการประเมินว่าสารมลพิษที่ระบายออกสู่อากาศจากโรงงาน ทำให้ระดับสารมลพิษในอากาศในบริเวณพื้นที่โดยรอบโรงงานมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากระดับเดิม (Background Concentration) ที่เป็นอยู่ก่อนที่โรงงานนั้นจะก่อตั้งขึ้น หรือขยายการผลิต หรือไม่อย่างไร และอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หรือก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งทางด้านชีวภาพ และกายภาพหรือไม่ ซึ่งหากพบว่าความเข้มข้นอยู่ในระดับที่สามารถก่อให้เกิดความเสียหายได้ ทางโครงการอุตสาหกรรมจะต้องดำเนินการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม เพื่อลดระดับความเข้มข้นสารมลพิษที่ระบายจากโรงงานอุตสาหกรรม ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย

ในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพอากาศ จะใช้วิธีการในการพิจารณาเปรียบเทียบ ผลรวมของความเข้มข้นที่ได้จากการประเมินจากการปล่อยสารมลพิษจากโรงงานกับความเข้มข้นที่มีอยู่แล้ว กับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศ โดยหากพบว่าค่าผลรวมมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ก็แสดงให้เห็นว่าอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมได้

ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย เป็นเป้าหมายระดับคุณภาพอากาศที่ต้องการ ซึ่งแสดงในรูปความเข้มข้นเฉลี่ยของสารมลพิษแต่ละชนิดที่ยอมให้มีได้ในบรรยากาศในช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้ ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในประเทศไทย แสดงได้ดังตารางที่ 2-1

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2-1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย พ.ศ.2538
(ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ)

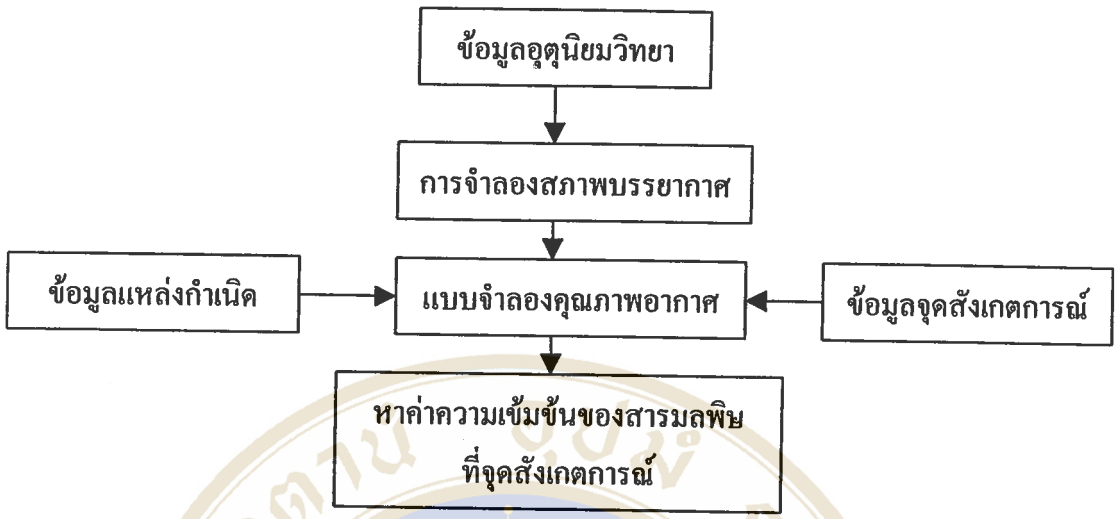
สารมลพิษ	ค่ามาตรฐาน (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)				
	1 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	1 เดือน	1 ปี
คาร์บอนมอนอกไซด์	34.2	10.26	-	-	-
ไนโตรเจนออกไซด์	0.32	-	-	-	-
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.78	-	0.30	-	0.10
ฝุ่นละออง (TSP)	-	-	0.33	-	0.10
ฝุ่นละออง (PM-10)	-	-	0.12	-	0.05
โอโซน	0.20	-	-	-	-
ตะกั่ว	-	-	-	0.0015	-

2.2 แบบจำลองทางการแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศทางคณิตศาสตร์

2.2.1 แบบจำลองการแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศทางคณิตศาสตร์ เป็นเทคนิคสำหรับการคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษที่ออกสู่บรรยากาศ เราสามารถประมาณความเข้มข้นของสารมลพิษที่จุดสังเกตการณ์ 1 จุดและจากแหล่งกำเนิด 1 จุด ได้โดยใช้สมการเพียงสมการเดียว อย่างไรก็ตาม เมื่อมีลักษณะการเกิดการยกตัวของควัน (plume rise) การคำนวณที่จุดสังเกตการณ์หลายจุด การที่มีแหล่งกำเนิดหลายแหล่ง การที่บรรยากาศมีหลายสภาพ และปัจจัยอื่นๆ มาเป็นปัจจัยเกี่ยวกับการกระจายตัวของบรรยากาศ ทำให้ต้องมีการใช้ชุดของสมการมาคำนวณหาความเข้มข้นที่สภาพดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 2-1

ซอฟต์แวร์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศทางคณิตศาสตร์ คือชุดของคำสั่งที่สั่งให้คอมพิวเตอร์คำนวณตามชุดของสมการการคำนวณ เนื่องคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณซ้ำจึงเหมาะสำหรับประเมินความเข้มข้นที่ตำแหน่งจุดสังเกตการณ์หลายจุดจากแหล่งกำเนิดหลายแห่ง และในสภาพบรรยากาศที่จำลองขึ้นหลายๆแบบตลอดระยะเวลาที่ต้องการศึกษา และการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ยังสามารถช่วยในการเก็บข้อมูลความเข้มข้นเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ หรือคำนวณอย่างอื่น และ ใช้ในการรายงานผล

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 2-1 แสดงหลักการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ

ความสามารถในการทำนายคุณภาพอากาศโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับสมมติฐานเกี่ยวกับการแพร่กระจายของมลพิษต่างๆมากมาย ด้วยสาเหตุนี้ทำให้แบบจำลองที่ได้มีความเที่ยงตรงในระดับที่ยอมรับได้ แบบจำลองที่ใช้ในปัจจุบันนี้มักใช้ในการหาความเข้มข้นของสารมลพิษในสภาวะที่มีสภาพบรรยากาศและระยะห่างจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่แตกต่างกันออกไป

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประมาณความเข้มข้นของสารมลพิษมีข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจวัดจริงดังนี้

1. ในกรณีที่แหล่งกำเนิดมลพิษจะเกิดขึ้นในอนาคตสามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคาดการณ์ระดับความเข้มข้นของสารมลพิษที่จะเกิดขึ้นได้ ในขณะที่การตรวจวัดจริงไม่สามารถทำได้

2. กรณีที่มีแหล่งกำเนิดจริงในปัจจุบัน การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการตรวจวัดจริง

3. ถึงแม้ว่าการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น แต่ก็อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการตรวจวัดที่สูงมาก นอกจากนี้ ในการตรวจวัดก็อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้เช่นเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากค่าที่ตรวจวัดได้ใกล้เคียงกับค่าระดับที่สามารถตรวจวัดได้ (Threshold of Delectability)

4. สามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ในกรณีต้องการปรับปรุงแหล่งกำเนิดสารมลพิษ

Copyright by Mahidol University

5.สามารถใช้ในกรณีเกิดอุบัติเหตุการรั่วไหลของก๊าซพิษได้ ซึ่งการตรวจวัดอาจเกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติได้

นอกจากนี้จากขอบข่ายหน้าที่ของกรมโรงงานอุตสากรรม ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศทางคณิตศาสตร์ในการจัดการควบคุมโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ใช้ประกอบการพิจารณาให้อนุญาตโรงงานประกอบกิจการ การใช้ควบคุมการดำเนินกิจการของโรงงาน และ การจัดการวางแผนระยะยาวสำหรับพื้นที่ประกอบอุตสาหกรรม (1)

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นจำนวนมาก และได้มีการแบ่งประเภทแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คือ การแบ่งตามองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (US.EPA.) ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้ว (Preferred Models) คือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับและจะถูกเลือกใช้ในการศึกษา และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นทางเลือกอื่น(Alternative Models) คือที่เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ถูกเลือกในกรณีที่ไม่มีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วที่เหมาะสมภายใต้ข้อกำหนด และต้องทำการสอบเทียบก่อน เพื่อให้สามารถใช้งานที่รองรับกฎเกณฑ์ทางสิ่งแวดล้อมได้ โดยรายชื่อแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทั้งสองประเภทแสดงดังใน ตารางที่ 2-2 และ ตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-2 แสดงรายชื่อแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คุณภาพอากาศที่คัดเลือกแล้ว (Preferred Models) (2)

ลำดับที่	ชื่อแบบจำลอง	ชื่อเต็ม
1	BLP	Buoyant Line and Point Source Dispersion Model
2	CALINE3	The California Line Source Dispersion
3	CDM 2.0	Climatological Dispersion Model
4	RAM	Gaussian-Plume Multiple Source Air Quality Algorithm
5	ISC3 LT/ST	Industrial Source Complex. Long Term/Short Term
6	UAM	Urban Airshed Model
7	OCD	Offshore and Coastal Dispersion Medel
8	EDM	Emission and Dispersion Modeling System
9	CTDPLUS	Complex Terrain Diffusion Model Plus Algorithms for Unstable Situations

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2-3 รายชื่อแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นทางเลือก (Alternative Models) (2)

ลำดับที่	ชื่อแบบจำลอง	ชื่อเต็มและที่อ้างอิง
1.	AVACTA.II	(Gaussian segmented plume model)
2.	DEGADIS	Dense Gas Dispersion Model
3.	ERT	ERT Visibility Model
4.	HGSYSTEM	Dispersion Model for Ideal Gases and Hydrogen Fluoride
5.	HOTMAC/RAPTAD	Higher Order Turbulence Model for Atmospheric Circulation / Random Puff Transport and Diffusion
6.	LONGZ	(Gaussian steady state univariate model); (Vanketram and Seigneur 1993)
7.	PPSP	Maryland Power Plant Siting Program Model*
8.	MESOPUFF II	Mesoscale Puff Model
9.	MTDDIS	Mesoscale Transport Diffusion and Deposition Model for Industrial Sources
10.	SCSTER	Multi-source Model ; (Hayes and Moore 1986)
11.	PANACHE	3D Deterministic Simulation of Pollutants Dispersion Model for Complex Industrial
12.	PLUVUE.II	Plume Visibility Model
13.	PAL-DS	Point, Area, Line Source Algorithm ; (Hayes and Moore 1986)
14.	RPM-II	Reactive Plume Model* (model for NO_2)
15.	SDM	Shoreline Dispersion Model
16.	SHORTZ	(Gaussian steady state bivariate model)
17.	-	Simple Line-Source Model
18.	SLAB	Atmospheric Dispersion Model for Denser-than-Air Releases
19.	WYNDvalley	WYNDvalley Model Inc.

Copyright by Mahidol University

2.2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST/LT

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST/LT(Industrial Source Complex Short Term/Long Term) เป็นแบบจำลองที่ใช้ทฤษฎีของ GAUSSIAN มีคุณสมบัติครบถ้วนสำหรับการศึกษาโครงการอุตสาหกรรม ครอบคลุมอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ แบบจำลองนี้ใช้คำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษที่แพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดได้หลายๆแห่งพร้อมๆกัน สามารถใช้กับแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ เช่น แหล่งกำเนิดแบบจุด แหล่งกำเนิดแบบปริมาตร และ แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ และสามารถประยุกต์ใช้กับแหล่งกำเนิดแบบเส้นทางได้โดยกำหนดเป็นชุดของแหล่งกำเนิดแบบจุด

ISCST เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ศึกษาคุณภาพอากาศในระยะเวลาสั้น(Short Term) จะรับข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายชั่วโมง เพื่อคำนวณลักษณะการเคลื่อนและการแพร่กระจายของสารมลพิษ และคำนวณความเข้มข้นที่จุดสังเกตการณ์ ซึ่งสามารถคิดความเข้มข้นแต่ละชั่วโมง และสามารถคำนวณค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในช่วงเวลาที่ต้องการ เช่น ความเข้มข้นทุก 3 ชั่วโมง 8 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง หรือช่วงเวลาที่ต้องการ นอกจากนี้สามารถหาค่าความเข้มข้นสูงสุด และความเข้มข้นสูงสุดในอันดับต่างๆ

ISTLT เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ศึกษาในระยะเวลานาน (Long Term) จะนำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เป็นการสรุปในลักษณะโอกาสที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลา 1 ปี ในรูปแบบ STAR และคิดความเข้มข้นของแหล่งกำเนิดและจุดสังเกตการณ์ โดยจะคิดทุกกรณีที่เกิดของทิศทางลมที่มีทั้งหมด 16 ทิศ และความเร็วลม 6 ช่วงและความคงตัวของสภาพบรรยากาศ 6 ประเภท ของสภาพอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ที่ศึกษา แบบจำลองนี้จะคำนวณความเข้มข้นเฉลี่ยในช่วงเวลาที่มีตามข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

2.2.3 ทฤษฎีพื้นฐานของ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ISCST/LT

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST/LT มีพื้นฐานจาก GAUSSIAN Plume Model ซึ่งมีสมการดังนี้ (3)

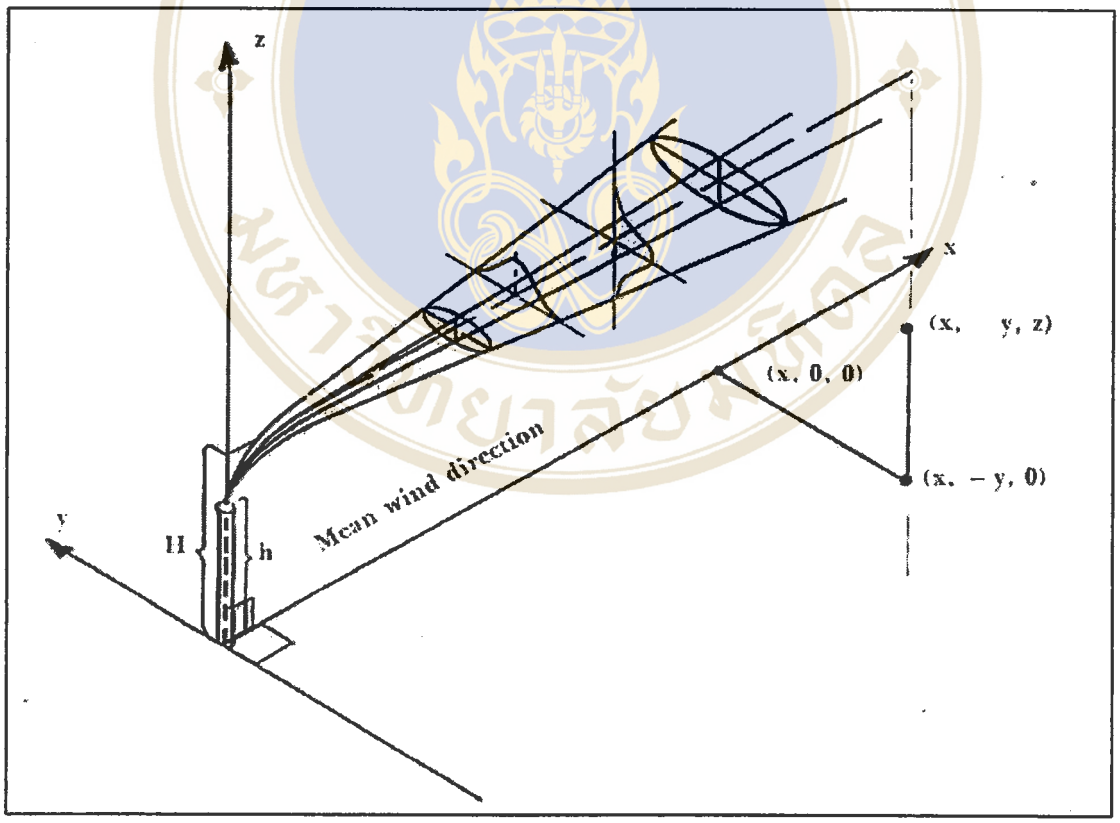
$$X(x,y,z;H)=\frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]\left\{\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right]+\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right]\right\}$$

Copyright by Mahidol University

โดย

Q	อัตราการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด	,กรัม/วินาที
H	ความสูงของปล่องหรือแหล่งกำเนิด รวมกับ การยกตัวของควัน (Plume rise)	,เมตร
$\sigma y, \sigma z$	สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในแนวราบและแนวดิ่ง	,เมตร
u	ความเร็วลมเฉลี่ย	,เมตร/วินาที
X	ความเข้มข้นที่จุดสังเกตการณ์	,มิลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร
z	ความสูงของจุดสังเกตการณ์(จุดรับ)	เมตร

และแสดงลักษณะของแบบจำลองดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 แสดงลักษณะของแบบจำลองของ GUASSIAN Plume Model

Copyright by Mahidol University

2.2.4 ความสำคัญของข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

จากทฤษฎีพื้นฐานการแพร่กระจายสารมลพิษในอากาศ พบว่าดัชนีที่สำคัญ 2 ส่วนคือ แหล่งกำเนิด หรืออัตราการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด , Q และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา คือ ความคงตัวของบรรยากาศที่มีผลต่อ σy และ σz , ความเร็วลมและทิศทางลม ซึ่งจะชี้ให้เห็นถึงทิศทางที่การกระจายของสารมลพิษจะไปสู่ทิศทางใด ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่จะนำเข้าแบบจำลองจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญที่จะส่งผลให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องสมเหตุผลหรือไม่อย่างไร

เนื่องจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งในปัจจุบันนิยมเก็บข้อมูลที่มีความระเอียดถึงรายชั่งโมง เมื่อต้องการนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาเข้าสู่แบบจำลอง จึงเป็นการทำซ้ำๆบ่อยครั้งตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา ดังนั้นจึงมีการพัฒนาซอฟต์แวร์เตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Preprocessor) เพื่อเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ให้อยู่ในรูปแบบที่แบบจำลองต้องการ ซึ่งรูปแบบที่ซอฟต์แวร์เตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาต้องการนั้น ขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูลดิบทางอุตุนิยมวิทยาที่มีอยู่เป็นสำคัญ

2.2.5 ซอฟต์แวร์เตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Preprocessor) ที่ใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องหลายตัวโดยจะมีหน้าที่ต่างๆกัน เช่น เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้แปลงข้อมูลมีหลายแบบ เช่นซอฟต์แวร์สำหรับเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ซอฟต์แวร์สำหรับเตรียมดัชนีต่างๆ เป็นต้น ซอฟต์แวร์สำหรับแปลงผลลัพธ์เพื่อการแปลความหมาย และ ซอฟต์แวร์สำหรับช่วยงานด้านต่างๆ เช่นซอฟต์แวร์สำหรับแปลงหน่วยของที่ตั้ง (จุดพิกัด) และซอฟต์แวร์หาค่าเฉลี่ยของดัชนีต่างๆ เป็นต้น ซึ่งซอฟต์แวร์เตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (4) มีดังนี้

2.2.5.1.RAMMET และ PCRAMMET เป็นซอฟต์แวร์สำหรับประมวลข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเพื่อใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น ISCST3, CRSTER, RAM, MPTER, BLP, SHORTZ และCOMPLEX-1 โดยซอฟต์แวร์จะใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถาบันบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแห่งชาติ (National Weather Service,NWS) เพื่อเปลี่ยนเป็นรูปแบบที่แบบจำลองต้องการ โดยจะคำนวณค่าความคงตัวของบรรยากาศ (Stability) ทำการประมาณค่าในช่วงของค่าความสูงผสม (Mixing Height) นอกจากนี้สามารถคำนวณค่าที่เกี่ยวกับการศึกษาด้าน การตกร่วมกับฝน (Wet Deposition) และการตกในสภาพแห้ง (Dry Deposition) โดยข้อมูลผลลัพธ์สามารถแสดงในรูปแบบมาตรฐานของ PCRAMMET และในรูปแบบแอสกี (ASCII) ซึ่งเป็นรูปแบบที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ได้

ข้อมูลนำเข้าสำหรับซอฟต์แวร์นี้จะขึ้นกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้และทางเลือกที่เลือก แต่ข้อมูลนำเข้าอย่างน้อยที่ซอฟต์แวร์ต้องการได้แก่ ข้อมูลความสูงผสม และข้อมูลอุตุนิยม

Copyright by Mahidol University

วิทยาที่ผิวพื้นรายชั่วโมงของ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิแบบกระเปาะแห้ง (Dry bulb) การปกคลุมของเมฆแบบOpaque (Opaque cloud cover) และ ความสูงของเมฆ (Ceiling height) สำหรับรูปแบบของผลลัพธ์จะขึ้นกับความต้องการของผู้ใช้โดยสามารถเลือกแบบแอสกี (ASCII) และ แบบไบนารี(BINARY หรือ Unformatted file)

2.2.5.2.STAR เป็นซอฟต์แวร์สรุปข้อมูลอุตุนิยมวิทยาโดยจะหาความถี่ของความเร็วลม 6 ชั้น ทิศทางลม 16 ทิศ และความคงตัวของบรรยากาศ 6 ชั้น(Pasquill - Gifford) ของสถานีและช่วงเวลาที่ศึกษา ข้อมูลนำเข้าได้แก่ข้อมูลรายชั่วโมงของความเร็วลม ทิศทางลม ความสูงของเมฆ และการปกคลุมของเมฆแบบ Total (Total cloud cover) โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถาบันบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแห่งชาติ สำหรับผลลัพธ์จะได้ตารางความสัมพันธ์ของโอกาสที่เกิดของแต่ละความเร็วลม ทิศทางลม และ ความคงตัวบรรยากาศ

2.2.5.3.MPRM (Meteorological Preprocessor for Related Model) MPRM เป็นซอฟต์แวร์สำหรับจัดข้อมูลอุตุนิยมวิทยาให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการนำไปใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ชนิดต่างๆที่เป็นที่ยอมรับของตามองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (EPA) โดยใช้ข้อมูลจากซอฟต์แวร์นี้สามารถใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถาบันบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแห่งชาติ และข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศบริเวณแหล่งที่ศึกษา (On-Site) ซอฟต์แวร์นี้จะทำการประเมินคุณภาพของข้อมูล (Quality Assess, QA) ทำรายงานข้อมูล และมีขั้นตอนสำหรับประมวลข้อมูลอุตุนิยมวิทยาหลายๆแบบ

MPRM มีการทำงาน 3 ขั้นตอนได้แก่ 1)การดึงข้อมูลจากเครื่องเก็บข้อมูล หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น และทำการประเมินคุณภาพข้อมูล 2) ทำการเก็บข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เช่นรายชั่วโมงตลอด 24 ชั่วโมงของข้อมูลระดับบน (Upper air) และข้อมูลที่ผิวพื้น(Surface air) โดยจะรวมดัชนีที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกัน 3)สร้างรูปแบบที่เหมาะสมกับความต้องการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น สร้างรูปแบบ RAMMET สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BLP, RAM, ISCST, MPTER, CRSTER และ COMPLEX-1 และสร้างรูปแบบ STAR สำหรับ CDM, ISLT และ VALLAY และ รูปแบบที่เฉพาะเจาะจง สำหรับ CALINE-3 และ RTDM

2.2.5.4.WINROSE PROCESSOR คำนวณความถี่ของโอกาสการเกิดของทิศทางลมกับความเร็วลมช่วงต่างๆ ซอฟต์แวร์จะนับจำนวนของแต่ละทิศทางลมและความเร็วลมในแต่ละช่วง โดยข้อมูลนำเข้าจะเป็นข้อมูลรายชั่วโมงของความเร็วลม และทิศทางลม ผลลัพธ์ที่ได้จะบอกทิศทางลมและความเร็วลมในรอบปีโดยแยกแต่ละช่วงความเร็วของลมเพื่อแยกแยะลักษณะของลมเพื่อใช้ในการศึกษามลพิษทางอากาศ

Copyright by Mahidol University

2.3 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

2.3.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลบรรยากาศที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต้องการ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาตร์ โดยกำหนดการแพร่กระจายของสารมลพิษในบรรยากาศ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ชนิดต่างๆสามารถจำแนกได้ 4 ประเภท (4) ได้แก่

2.3.1.1.Matrix of all stability-wind speed possible ใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์เบื้องต้น (Screening Model) เช่น SCREEN PTPLU และ CTSCREEN โดยข้อมูลอุตุนิยมวิทยาไม่ได้ถูกนำไปใช้ แต่จะใช้ค่าสภาพของบรรยากาศที่เกิดขึ้น ดังข้อมูลในรูปที่ 2-3 แสดงข้อมูลที่ใช้สำหรับซอฟต์แวร์ SCREEN

2.3.1.2 Specified adverse เป็นรูปแบบสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์เบื้องต้น (Screening Model) ในหลายชนิด โดยกำหนดสภาพบรรยากาศเฉพาะ ซึ่งบางครั้งจะกำหนดความคงตัวบรรยากาศกรณีที่เลวร้ายที่สุด (Worst case) ดังตารางที่ 2-4

2.3.1.3. แบบรายชั่วโมง (Hourly Sequent Surface Data) จะใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ประเภท Short termที่ส่วนใหญ่ใช้ศึกษาแบบวิเคราะห์รายละเอียด (Refined Modeling) และการจำลองสภาพรายชั่วโมง ซึ่งต้องการข้อมูลคือ ทิศทางลม ความเร็วลม ความคงตัวของบรรยากาศแบบPasquill อุณหภูมิ และความสูงผสม เป็นระดับรายชั่วโมง ตลอดระยะเวลา 1 ปี หรือมากกว่า

2.3.1.4. ข้อมูลแบบ STAR เป็นข้อมูลความถี่ของโอกาสการเกิดของ ทิศทางลม (16 ทิศ) ความเร็วลม (6 ชั้น) และ ความคงตัวของบรรยากาศแบบPasquill (6 ชั้น)

Copyright by Mahidol University

WS at10	Stability Class					
meter (m/s)	A	B	C	D	E	F
1						
1.5						
2						
2.5						
3						
3.5						
4						
4.5						
5						
8						
10						
15						
20						

รูปที่ 2-3 แสดงรูปแบบของทิศทางลม และความคงตัวของบรรยากาศ สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบเบื้องต้น

ตารางที่ 2-4 ข้อมูลสรุปสภาพบรรยากาศที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case) สำหรับใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบเบื้องต้น

Elevated Complex Terrain	
Rural	F Stability, u = 2.5 m/s
Urban	E Stability, u = 2.5 m/s
Transportation Source	
Rural	E Stability, u = 1 m/s
Urban	D Stability, u = 1 m/s

Copyright by Mahidol University

2.3.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ซอฟต์แวร์เตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เก็บโดยหน่วยงานต่างๆในประเทศสหรัฐอเมริกาที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแห่งชาติ (National Weather Service ,NWS) ศูนย์ข้อมลอุตุนิยมวิทยาแห่งชาติ (National Climate Data Center, NCDN) และองค์การศึกษารังสีและอุตุนิยมวิทยา (Solar and Meteorological Surface Observation Network ,SAMSON) ได้เก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณภาพอากาศ และให้บริการข้อมูล โดยได้เก็บข้อมูลอุตุที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณภาพอากาศในรูปแบบต่างๆ ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 ชนิดของรูปแบบข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ได้กับซอฟต์แวร์เตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ชื่อ	คำอธิบาย
TD-5600	Unprocessed upper air data (NCDC Tape Deck)
TD-9689	NCDC estimated mixing heights (NCDC Tape Deck)
	NCDC estimated mixing heights (SCRAM disk file)
CD-144 NWS	Surface data (80 column format)
SCRAM NWS	Surface data (compressed format)
SAMSON	NWS surface data
TD-3240	NWS hourly precipitation data

โดยรูปแบบที่สามารถนำมาใช้ได้ได้แก่ รูปแบบCD144 เนื่องจากมีรูปแบบที่สามารถนำมาปรับปรุงโดยใช้ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาได้ โดยมีดัชนีแสดงดังตารางที่ 2-6 และตัวอย่างข้อมูลของสถานี Pittsburgh ปี 1964 ในรูปแบบ CD144 จากสถาบันบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแห่งชาติ (National Weather Service ,NWS) ดังรูปที่ 2-4

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2-6 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เก็บในรูปแบบ CD144

ลำดับที่	ชื่อข้อมูล	รูปแบบ
1	หมายเลขสถานี	I5
2	ปี	I2
3	เดือน	I2
4	วัน	I2
5	ชั่วโมง	I2
6	ความสูงของเมฆ(หน่วยร้อยของฟุต)	I3
7	ทิศทางลม (หน่วยสิบขององศา)	I3
8	ความเร็วลม (น็อต)	I2
9	อุณหภูมิบรรยากาศ (ฟาร์เรนไฮต์)	I3
10	การปกคลุมของเมฆแบบOpaque	I1

```
948236401010013080000700000000002960100708290302101806 2--6130      -
948236401010107080000700000000002800100706289902302005 7--7070      -
948236401010206580001000000000002660100910289502402005 5--7065      -
948236401010306580001000000000002520110910289102502105 5--7065      -
948236401010406080001000000000002340150910288602602306 3--3060      -
948236401010506580001000000000002120170812288002702406 6--3065      -
948236401010606058001000700000001890170912287402702406 6-9306017160-      -
948236401010706080000700700000001740210712286902802607 5--3060      -
948236401010806080000500800000201520240614286302802708 5--3060      -
948236401010900980000400700701001440250607286102902808 5--M009      -
```

รูปที่ 2-4 แสดงตัวอย่างข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในรูปแบบ CD144

Copyright by Mahidol University

2.3.3 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทยที่เก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากแหล่งอื่นๆ เช่น จากการตั้งสถานีตรวจวัดเอง หรือ การนำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมควบคุมมลพิษ สามารถกำหนดดัชนี ระดับข้อมูล จุดเก็บ และระยะเวลาเก็บ ให้ตรงตามความต้องการในการศึกษาคุณภาพอากาศได้ แต่จะมีค่าใช้จ่ายสูงและทำให้ระยะเวลาการศึกษาของโครงการยาวนานขึ้น เพราะต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยาอย่างน้อย 1 ปี หรือ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ที่มีการเก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศ แต่จะมีสถานีตรวจอากาศไม่กระจายครอบคลุมทั่วประเทศ ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมจุดที่ต้องการศึกษา

ในขณะที่ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยามี ชนิดดัชนี รูปแบบข้อมูล และระดับของข้อมูลไม่เหมาะสมกับความต้องการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เนื่องจาก มีวัตถุประสงค์แตกต่างจากการเก็บข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเพื่อการพยากรณ์อากาศ ไม่ใช้เพื่อการศึกษาคุณภาพอากาศ ทำให้เป็นข้อด้อยในการนำไปใช้ กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา มีสถานีตรวจวัดอากาศครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ และมีระยะเวลาการเก็บที่ยาวนาน จึงเป็นแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมมากกว่าแหล่งข้อมูลแหล่งอื่นๆ

กรมอุตุนิยมวิทยานิยมมีหน้าที่ในการตรวจวัดอากาศและรายงานผล เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น อุตุนิยมวิทยานิยมเพื่อการเกษตร อุตุนิยมวิทยานิยมเพื่อการพยากรณ์ อุตุนิยมวิทยานิยมเพื่อการบิน เป็นต้น ทำให้รูปแบบของข้อมูลและระดับของข้อมูลแตกต่างกันไป ซึ่งการตรวจวัดในระดับผิวพื้นเพื่อเก็บข้อมูลราย 3 ชั่วโมงตามแบบองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ไม่ได้เก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาคุณภาพอากาศโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แต่ปัจจุบันจะมีบางสถานี(จำนวน 6 สถานี) ที่เก็บและรายงานผลข้อมูลรายชั่วโมง

ลักษณะการเก็บข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยามี 2 ลักษณะคือ แบบรายชั่วโมง และ ราย 3 ชั่วโมง จะมีความแตกต่างกันโดยการเก็บรายชั่วโมงจะเก็บตั้งแต่ 01.00น. จนถึง 24.00 น. ทุกๆชั่วโมงจะมีการบันทึกค่า แต่การเก็บราย 3 ชั่วโมงจะบันทึกค่าทุกๆ 3 ชั่วโมง ซึ่งได้แก่ค่าของชั่วโมงที่ 01.00น. 04.00น. 07.00น.จนถึง 22.00น. โดยราย 3 ชั่วโมงมีรูปแบบการเก็บดังตารางที่ 2-7 และดัชนีที่กรมอุตุนิยมวิทยาเก็บแสดงในตารางที่ 2-8

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2-7 รูปแบบการเก็บข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาราย 3 ชั่วโมง (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

ชื่อข้อมูล	ประเภทข้อมูล
รหัสดัชนี	ตัวเลข
หมายเลขสถานี	ตัวเลข
ปี	ตัวเลข
เดือน	ตัวเลข
วันที่	ตัวเลข
ข้อมูลที่ 1	ตัวเลข
ข้อมูลที่ 2	ตัวเลข
ข้อมูลที่ 3	ตัวเลข
ข้อมูลที่ 4	ตัวเลข
ข้อมูลที่ 5	ตัวเลข
ข้อมูลที่ 6	ตัวเลข
ข้อมูลที่ 7	ตัวเลข
ข้อมูลที่ 8	ตัวเลข

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2-8 ดัชนีอุตุนิยมวิทยาที่เก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยา (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

ลำดับ	ดัชนี	หน่วย
1.	ATM. PREESURE OBSERVED AT STATION LEVEL	HPA
2.	ATM. PREESURE REDUCED TO MEAN SEA LEVEL	HPA
3.	MAXIMUM PRESSURE	HPA
4.	MINIMUM PRESSURE	HPA
5.	MAXIMUM TEMPERATURE	^{o}C
6.	MINIMUM TEMPERATURE	^{o}C
7.	AVERAGE TEMPERATURE FROME MAX+MIN /2	^{o}C
8.	AIR TEMPERATURE, DRY BULB	^{o}C
9.	WET BULB TEMPERATURE	^{o}C
10.	DEW POINT TEMPERATURE	^{o}C
11.	GRASS MINIMUM TEMPERATURE	^{o}C
12.	RELATIVE HUMIDITY	%
13.	VAPOUR PRESSURE	HPA
14.	MAXIMUM RELATIVE HUMIDITY	%
15.	MINIMUM RELATIVE HUMIDITY	%
16.	VISIBILITY	KM.
17.	TOTAL CLOUD AMOUNT	DECA
18.	WIND DIRECTION	DEGREE
19.	WIND SPEED	KNOT
20.	MAXIMUM WIND DIRECTION	DEGREE
21.	MAXIMUM WIND SPEED	KNOT
22.	EVAPORATON FROM CLASS A PAN	MM
23.	RAINFALL	MM
24.	MAXIMUM RAINFALL	MM
25.	SUNSHINE DURATION	HOUR
26.	SOLAR RADIATION	T,MJ/M*M
27.	OCCURRENCE OF DEW	1 YES, 0 NO
28.	OCCURRENCE OF FOG	1 YES, 0 NO
29.	OCCURRENCE OF HAZE	1 YES, 0 NO
30.	OCCURRENCE OF MIST	1 YES, 0 NO
31.	OCCURRENCE OF HALL	1 YES, 0 NO
32.	OCCURRENCE OF LIGHTENING	1 YES, 0 NO
33.	OCCURRENCE OF THUNDERSTORM	1 YES, 0 NO
34.	OCCURRENCE OF DISTANCE THUNDERSTORM	1 YES, 0 NO
35.	OCCURRENCE OF SQUALL	1 YES, 0 NO
36.	OCCURRENCE OF CORONA	1 YES, 0 NO
37.	OCCURRENCE OF HALO	1 YES, 0 NO
38.	OCCURRENCE OF MOON HALO	1 YES, 0 NO
39.	OCCURRENCE OF RAINBOW	1 YES, 0 NO
40.	MAXIMUM WATER TEMPERATURE	^{o}C
41.	MINIMUM WATER TEMPERATURE	^{o}C

Copyright by Mahidol University

2.3.4 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ ISCT ต้องการนั้นขึ้นกับการศึกษา และ ทางเลือก ที่ต้องการศึกษา โดยปกติจะมี 3 ทางเลือก สำหรับการเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ การคำนวณความเข้มข้นปกติ (ไม่คำนึงถึงการลดลงของควัน) การคำนวณการตกในสภาพแห้ง (Dry Deposition) และ การคำนวณการตกร่วมกับฝน (Wet Deposition) ดัชนีที่ใช้กับการการศึกษาทุกทางเลือก หรือเป็นดัชนีพื้นฐานที่ใช้ศึกษา ได้แก่ ทิศทางลม ความเร็วลม อุณหภูมิ ความคงตัวบรรยากาศ และ ความสูงผสม และสามารถใช้กับการศึกษาที่ไม่คำนึงถึงการตก หรือ การลดลงของ ควัน (deposition or plume depletion) ลักษณะข้อมูลแบบนี้แสดงดังตารางที่ 2–9

รูปแบบของดัชนีที่เก็บจะสามารถเก็บในรูปแอสกี ซึ่งข้อมูลจะเรียงแถวละ 1 ชั่วโมง และมีจำนวน 365 (หรือ) 366 วัน เรียงตามลำดับ ชั่วโมงและวัน

ตารางที่ 2-9 รูปแบบของดัชนีที่ต้องการสำหรับการศึกษาความเข้มข้นแบบธรรมดา (5)

ลำดับที่	ชื่อข้อมูล	รูปแบบ
1	ปี	I2
2	เดือน	I2
3	วัน	I2
4	ชั่วโมง	I2
5	ทิศทางลม (องศาในรูปของเวกเตอร์)	F9.4
6	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	F9.4
7	อุณหภูมิบรรยากาศ (เควิน)	F6.1
8	ความคงตัวของบรรยากาศ	I2
9	ความสูงผสม (เมตร)	F7.1
10	ความสูงผสมในเมือง (เมตร)	F7.1

Copyright by Mahidol University

2.4 การแปลงระดับข้อมูล

สำหรับบางดัชนีที่มีข้อมูลเฉพาะราย 3 ชั่วโมง ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต้องการข้อมูลรายชั่วโมง ดังนั้น จึงต้องแปลงระดับข้อมูลจากระดับ 3 ชั่วโมงเป็นระดับ 1 ชั่วโมง เพื่อให้แบบจำลองสามารถนำไปใช้ได้ มีวิธีการดังนี้

2.4.1 วิธีการประมาณค่าในช่วง (Interpolate)

โดยใช้วิธีการหาผลต่างจากการแบ่งย่อยของนิวตัน และวิธีหาพหุนามของลากรองส์ เป็นการคำนวณค่าตรงตำแหน่งต่างๆ นอกเหนือจากตำแหน่งที่วัดได้จากการทดลอง ที่มีความสัมพันธ์ในรูปฟังก์ชันต่อเนื่อง (Continuous Function) ซึ่งวิธีนี้จะบอกค่าที่ตำแหน่งที่ได้จากการทดลอง และค่า ณ. จุดใดจุดหนึ่งระหว่างตำแหน่งต่างๆ การหาค่าโดยการประมาณค่าจะประมาณค่าแบบต่างๆ ได้ 3 แบบ ได้แก่ 1)ในช่วงเส้นตรง (Linear Interpolate) เป็นการเชื่อมข้อมูล 2 ค่าเข้าด้วยกันโดยใช้เส้นตรง แล้วใช้สมการดังกล่าวคำนวณค่า ณ.จุดที่ต้องการ 2)ในช่วงกำลังสอง (Quadratic Interpolate) เป็นการประมาณโดยใช้ข้อมูล 3 ชุด เพื่อสร้างฟังก์ชัน และ 3)ในช่วงพหุนามโดยทั่วไป (Polynomial Interpolate)

สมการสำหรับการประมาณในช่วงเส้นตรง (Linear Interpolate) โดยวิธีผลต่างจากการแบ่งย่อยของนิวตัน เป็นวิธีที่ง่ายต่อการเข้าใจและเป็นวิธีที่นิยม หลักการคือ การหาฟังก์ชั่นจากข้อมูลจากตำแหน่งต่างๆ ทั้งหมดที่กำหนดมาโดยหาสมการในช่วงต่างๆ และใช้สมการนั้นประมาณค่าของตำแหน่งที่ต้องการ โดยสมการในช่วงต่างๆ มีลักษณะดังนี้

$$f(x) = f(x_0) + (x - x_0)\frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}$$

โดย

$f(x)$	เป็นค่าที่ต้องการทราบ
$f(x_0), f(x_1)$	เป็นค่าที่ทราบ
x	เป็นตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการหาค่า
x_1, x_0	เป็นตำแหน่งของข้อมูลที่ทราบค่า

Copyright by Mahidol University

วิธีการประมาณค่าในช่วงเส้นตรงโดยใช้ฟังก์ชันพหุนามลากรองจ์ โดยมีหลักการคือ การประดิษฐ์ฟังก์ชันพหุนามที่มีลักษณะของการกระจายซึ่งประกอบด้วยค่าของข้อมูลตามตำแหน่งต่างๆที่กำหนดมา โดยมีวิธีการประมาณค่าโดยใช้สมการในช่วงๆ ต่างๆ ดังนี้

สมการสำหรับการประมาณในช่วงเส้นตรง

$$f(x) = ax + b \qquad \text{.....1)}$$

โดย a, b เป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า

โดยเมื่อ $x = x_0$ $\quad f(x_0) = ax_0 + b$ .....2)

$x = x_1$ $\quad f(x_1) = ax_1 + b$ .....3)

เอาสมการ 2)ลบจากสมการ3) จะได้

$$a = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}$$

และ

$$b = f(x_0) - \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} x_0$$

และจะทำให้สมการเส้นตรงเป็น

$$f(x) = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x1 - x_0} x + f(x) - \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 v - x_0} x_0$$

เมื่อลดรูปให้

$$L_0(x) = \frac{x_1 - x}{x_1 - x_0} \quad \text{และ} \quad L_1(x) = \frac{x_0 - x}{x_0 - x_1}$$

จะได้

$$f(x) = L_0(x) f(x_0) + L_1(x_1)$$

โดยจะเรียกฟังก์ชัน $L_0(x)$ และ $L_1(x)$ นี้ว่าฟังก์ชันประมาณค่าในช่วงของลากองจ์

2.4.2 วิธีการซ้ำค่า

เนื่องจากการศึกษาความแปรผันของทิศทางลม โดยใช้เครื่องวัดความเร็วและทิศทางลมที่สามารถหาค่าเฉลี่ยได้อย่างต่อเนื่องเป็นรายชั่วโมง โดยตรวจวัดต่อเนื่องอย่างน้อย 72 ชั่วโมง แล้ว

Copyright by Mahidol University

เปรียบเทียบข้อมูลกับข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาในระดับราย 3 ชั่วโมง โดยการวาดกราฟแบบ Scattered Diagram ของ สมการถดถอยเส้นตรง (Linear Regression) (1)

เนื่องจากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ใน 3 ชั่วโมงจะมีค่าเพียงเดียว แต่การตรวจวัดเองจะมี 3 ค่า

ข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา $= X_{1-3}, X_{4-6}, X_{7-9} \cdots$

ข้อมูลตรวจวัดเอง $= Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 \cdots$

ในแต่ละคาบ (3 ชั่วโมง) สามารถเปลี่ยน Y_1, Y_2, Y_3 เป็น Y min, Y max โดยเลือกค่าต่ำสุดและสูงสุด

หาค่าเฉลี่ย Y min, Y max ของทุกคาบ $= \overline{Y}$ min ,

หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา $= \overline{X}$

โดยปกติ ค่า $(\overline{X} - \overline{Y}\text{ min}) \sim (\overline{Y}\text{ max} - \overline{X})$:ซึ่งแสดงว่าความผันแปรที่เกิดจากค่าเฉลี่ย และ สามารถให้ค่า $(\overline{X} - \overline{Y}\text{ min})$ ไปบวก และลบจากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา

ชั่วโมงที่ 1 ให้ใช้ค่าตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาจริง X_{1-3}

ชั่วโมงที่ 2 ให้ใช้ค่าตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาแปลงทางบวก $X_{1-3} + (\overline{X} - \overline{Y}\text{ min})$

ชั่วโมงที่ 3 ให้ใช้ค่าตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาแปลงทางลบ $X_{1-3} - (\overline{X} - \overline{Y}\text{ min})$

อย่างไรก็ตามในกรณีที่ยังไม่มีข้อมูลตรวจวัดจริงเปรียบเทียบคงต้องยินยอมให้ใช้ค่า X_{1-3} สำหรับค่าทั้ง 3 ชั่วโมงในคาบนั้นๆ ไปก่อน ซึ่งอาจทำให้ค่าเฉลี่ยรายวันของมลพิษมีค่าสูงกว่าปกติ(1)

2.5 การคำนวณดัชนี

2.5.1 ความคงตัวของบรรยากาศ (Stability)

วิธีการหาค่าความคงตัวของบรรยากาศสามารถหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเมฆในท้องฟ้า และความเร็วลม และช่วงเวลาของวัน (6) ดังตารางที่ 2-10

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2-10 การหาความคงตัวของบรรยากาศของ Pasquill (6)

ความเร็วลม	เวลากลางวัน			เวลากลางคืน	
ที่ 10 เมตร	การแพร่กระจายรังสี			เมฆมากกว่า	เมฆน้อยกว่า
เมตร/วินาที	มาก	ปานกลาง	น้อย	4/8	3/8
< 2	A	A-B	B		
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

ในกรณี ฟ้าครึ้มและในเวลากลางคืน ถือว่าเป็นสภาบรรยากาศแบบ D

2.5.2 ความสูงผสม (Mixing height)

เป็นความสูงของสภาพบรรยากาศจากผิวพื้น (Ground level) ซึ่งอากาศสามารถผสมหรือถ่ายเทมวลกันได้ ค่าความสูงผสมสามารถหาได้จากค่าอุณหภูมิที่ระดับความสูงต่าง ๆ (Vertical Temperature) จากพื้นดินซึ่งได้จากการวัดโดยเครื่องมือตรวจวัดอากาศ (Radiosonde) และค่าอุณหภูมิสูงสุด (Surface Maximum Temperature) แต่การวัดจากเครื่องมือตรวจวัดอากาศ อาจจะไม่ได้วัดในเวลาที่เกิดค่าอุณหภูมิสูงสุด จึงประมาณจากการลากเส้น Dry adiabatic จากข้อมูลค่าอุณหภูมิสูงสุด ดังนั้นค่าที่ได้จึงเป็นค่าเฉลี่ยความสูงผสมสูงสุด (Mean Maximum Mixing height)

ในกรณีปกติค่าความสูงผสมสามารถหาได้จากการตรวจวัดดัชนีอากาศระดับบน ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) ลักษณะแฟ้มข้อมูลแสดงดังรูปที่ 2-5 ค่า Dynamic height ลักษณะแฟ้มข้อมูลแสดงดังรูปที่ 2-6 และ ค่าอุณหภูมิที่ชั้นระดับความดันมาตรฐาน (Temperature Profile) แล้วนำค่าดัชนีดังกล่าวมาคำนวณหาค่าความสูงผสม โดยเทียบกับเส้นกราฟ Adaibatic Laps Rate (แสดงดังรูปที่2-8) ดังวิธีต่อไปนี้

1. ลากเส้นตั้งฉากจากแกนอุณหภูมิ(แกน x) ไปตัดกับเส้นที่ลากจากแกนระดับความสูงที่ตรวจวัด (แกน y) จากนั้นลากเส้นตรง ณ. จุดตัดโดยลากขึ้นตามความสูงและขนานกับ เส้น adiabatic

2. ลงจุดบนกราฟด้วยข้อมูล อุณหภูมิและความสูงที่ระดับความดันมาตรฐาน แล้วลากเส้นตรงเชื่อมระหว่างจุด ทีละคู่

Copyright by Mahidol University

3. เลือกจุดที่ตัดกันของ เส้นตรงของจุดที่ลงกับ เส้น Adiabatic

4. ลากเส้นตรงจากจุดที่ตัดไปยังแกนความสูง (แกน y) แล้วอ่านค่าความสูงผสม

ในกรณีที่ไม่สามารถหาค่าการตรวจวัดดัชนีอากาศระดับบนได้ อาจใช้ค่าที่แนะนำโดย Nieuwstadt et al. ซึ่งแนะนำค่าความสูงผสมขึ้นอยู่กับความคงตัวของบรรยากาศ ดังนี้ (1)

ความคงตัวของบรรยากาศ	ค่า ความสูงผสม ที่แนะนำ (เมตร)
A	1,500
B	1,500
C	1,000
D	500
E	200
F	200

Copyright by Mahidol University

Daily Maximum Temperature (Celsius)

STATION : 455201 Bangkok Metropolis* YEAR : 1996

DATE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	28.6	29.7	31.5	37.1	33.5	33.5	35.6	33.1	32.7	30.6	29.4	29.0
2	29.7	31.3	31.2	37.0	33.5	32.5	35.4	32.9	31.5	29.6	31.7	27.2
3	30.3	30.5	34.8	36.2	35.4	33.5	32.2	33.4	33.4	31.7	31.5	32.0
4	30.4	31.7	34.5	34.1	35.3	33.7	32.7	32.3	31.9	32.8	30.0	31.8
5	31.0	32.5	33.2	34.8	34.7	35.1	34.3	32.8	33.9	33.0	32.2	34.9
6	32.7	31.2	32.8	35.1	36.3	35.7	33.9	32.5	34.5	31.6	31.7	32.8
7	33.3	32.6	32.6	35.6	36.4	34.0	34.5	33.4	31.3	33.4	33.1	29.6
8	33.0	34.4	32.7	35.7	34.2	30.6	33.8	34.5	33.4	33.7	33.5	28.2
9	32.3	33.1	33.2	37.2	32.4	34.9	34.7	34.9	32.0	33.6	33.6	32.0
10	32.7	31.9	34.6	36.7	34.8	34.5	34.4	35.0	31.1	32.2	33.6	32.8
11	33.2	32.0	33.2	37.5	35.7	33.0	32.1	33.1	32.3	33.9	33.5	32.1
12	32.0	33.6	33.7	35.5	33.7	34.5	31.0	32.9	31.7	33.4	33.8	31.5
13	32.1	33.7	34.0	36.9	33.1	32.7	31.2	32.8	30.0	31.7	33.7	31.2
14	32.2	33.9	34.0	31.6	35.5	32.2	34.5	33.2	29.5	34.1	32.5	30.8
15	32.4	34.1	33.7	36.5	35.7	33.9	34.0	32.5	31.6	34.3	34.2	31.0
16	30.6	34.2	34.7	36.2	36.6	32.5	33.6	34.2	32.5	34.1	32.6	30.9
17	31.6	33.5	34.5	35.7	34.7	32.8	32.7	36.0	32.9	34.5	30.8	31.6
18	32.5	33.1	34.6	36.1	33.8	32.7	32.4	33.8	31.4	31.2	27.9	29.8
19	32.9	29.6	34.2	36.9	33.0	31.7	33.2	33.4	31.2	34.4	29.4	31.7
20	33.4	29.9	35.0	37.9	33.5	32.4	32.5	30.7	32.4	33.9	30.6	31.6
21	34.0	29.9	34.7	34.7	30.6	34.2	31.5	32.0	32.1	33.1	32.5	30.8
22	33.5	31.7	35.3	33.7	30.6	34.1	30.9	33.7	33.5	34.0	32.0	30.6
23	35.1	33.2	35.2	35.2	34.1	34.7	31.5	31.5	32.0	33.5	33.5	30.4
24	31.8	34.8	35.9	35.4	35.0	33.3	30.7	30.0	31.7	30.9	31.1	29.9
25	32.1	33.0	35.1	35.2	34.3	33.4	28.0	30.1	33.4	28.5	32.9	30.6
26	33.7	32.5	35.1	32.1	35.1	32.1	30.0	31.2	32.6	30.6	33.8	31.2
27	33.5	32.5	35.7	33.9	34.6	33.7	27.6	33.0	31.7	32.3	33.5	29.5
28	33.9	32.6	34.8	35.4	34.2	34.9	29.7	34.1	31.6	33.0	32.5	29.6
29	33.5	33.1	35.5	33.9	33.0	35.1	31.1	34.3	30.4	33.4	33.4	31.1
30	32.7		35.0	30.5	34.7	34.7	31.2	33.4	30.5	32.3	33.4	32.1
31	32.5		37.3		34.0		32.1	33.2		31.1		31.4
MEAN	32.4	32.4	34.3	35.3	34.3	33.6	32.4	33.0	32.0	32.6	32.3	31.0
MAX.	35.1	34.8	37.3	37.9	36.6	35.7	35.6	36.0	34.5	34.5	34.2	34.9
DAY	23	24	31	20	16	6	1	17	6	17	15	5

Extreme maximum temperature = 37.9 celsius

remark : in line day, if the number of days with maximum temperature greater than 2 days the number of days is shown in parenthesis other number(s) showing the day with maximum temperature in that month.

Data Processing Sub-division
Climatology Division
Meteological Department
20-Mar-97

รูปที่ 2-5 แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลของดัชนี อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน ของสถานี กรุงเทพ ปี พ.ศ. 2539 (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

Copyright by Mahidol University

g

RAWINSONDE DATA
OBSERVATIONS AT STANDARD PRESSURE LEVELS

Station (455201) 48455 BANGKOK METROPOLIS MONTHLY TEMPERATURE JANUARY 1996 0000 GMT(0700 LST)
Latitude 13.44 N Longitude 100.30 E Geopotential of screen 3 m.

								STANDARD PRESSURE LEVELS									
Day	1000 mbs	850 mbs	700 mbs	600 mbs	500 mbs	400 mbs	300 mbs	200 mbs	150 mbs	100 mbs	70 mbs	50 mbs	30 mbs	20 mbs	10 mbs	5 mbs	Termination
1																	
2																	
3																	
4	18.4	10.7	7.6	3.7	-5.9	-16.7	-32.0	-53.4	-67.8	-81.0							-81.0
5	18.0	13.6	10.0	4.7	-4.8	-15.4	-33.0	-54.4	-69.0	-81.0	-74.8	-66.4	-56.5	-51.4			-50.5
6	20.4	13.0	10.6	3.5	-5.1	-16.2											
7	20.3	14.8	11.2	4.9	-6.2	-15.7	-32.2	-54.5	-69.1	-81.7	-77.0	-68.0	-58.1				-16.2
8	21.0	13.2	9.8	3.9	-6.4	-17.4	-33.0	-54.6	-69.5	-80.0	-77.4	-67.3	-56.2	-52.5			-58.1
9	20.5	14.7	6.3	-.2	-7.5	-15.9	-32.5										-45.5
10	23.4	15.8	9.5	2.3	-7.8	-15.5	-31.3	-52.7	-67.0								-35.6
																	-74.2
11	22.8	16.8	7.0	2.3	-6.3	-15.3	-32.1										
12	23.2	16.7	6.8	.5	-4.7	-16.4	-32.3	-54.0									-41.5
13	23.2	14.8	3.2	-2.1	-6.3	-17.5	-34.0	-55.7	-70.1								-55.8
14	22.9	17.3	7.0	3.7	-4.1	-16.3	-32.7										-77.1
15	23.8	17.2	10.4	4.6	-4.5	-16.3	-33.1	-55.3	-68.9	-81.6							-38.7
																	-81.6
16	24.2	17.9	11.0	3.2	-5.7	-16.5	-31.9	-52.0	-65.0	-80.4							-80.4
17	23.8	17.9	12.0	4.7	-4.3	-16.3	-32.0	-55.0	-69.9	-82.9							-83.5
18	23.8	16.8	10.6	3.4	-4.8	-16.2	-32.5	-54.8	-69.6	-82.1	-79.3						-77.0
19	24.2	15.4	9.2	2.4	-6.0	-16.7											-21.5
20	22.8	15.4	8.4	3.0	-5.1	-15.8	-31.5	-52.3	-66.1	-80.0	-77.0	-69.7	-58.0				-56.5
21	22.6	15.2	9.8	2.7	-5.9	-15.7	-32.5	-54.9	-67.9	-81.7							-81.7
22	24.0	17.0	11.4	2.3	-5.7	-15.8	-31.7	-53.9	-69.0	-82.9	-74.7	-67.8					-62.7
23	24.7	17.1	9.7	2.0	-6.0	-16.5	-33.0	-54.7	-68.5	-83.0	-76.0						-71.0
24	26.4	16.7	7.5	-.3	-5.3	-16.3	-32.5	-55.0	-70.0	-82.9	-75.9	-68.4					-57.2
25	23.9	16.6	8.6	-.2	-5.0	-17.0	-31.4	-54.7	-69.0	-79.9	-76.6	-68.3	-58.6	-52.0			-45.2
26	24.2	16.8	9.2	3.0	-4.3	-14.9	-31.9	-52.9	-68.2	-81.1	-72.3	-66.1	-57.0				-57.0
27	24.0	16.3	7.4	2.6	-5.0	-16.1	-32.5	-54.3	-68.4	-76.3	-76.0	-68.1					-68.1
28	23.0	14.5	8.0	3.0	-4.6	-17.2	-33.5	-55.3	-69.8								-78.4
29	22.9	14.8	8.4	2.5	-4.7	-16.2	-32.9	-55.3	-69.3	-80.0	-74.7	-68.0	-57.7	-58.5			-54.5
30	22.0	14.8	10.4	2.2	-7.5	-16.0	-32.8	-53.9	-68.1	-81.9	-77.0	-68.0	-57.4	-57.4			-50.5
31	21.0	16.2	10.0	2.2	-6.9	-16.7	-32.5	-53.1	-66.1	-79.5	-74.9	-67.1	-56.1				-56.1
N	28	28	28	28	28	28	26	23	22	19	14	12	9	5			28
Mean	22.7	15.6	9.0	2.5	-5.6	-16.2	-32.4										-59.2
Max.	26.4	17.9	12.0	4.9	-4.1	-14.9	-31.3	-52.0	-65.0	-76.3	-72.3	-66.1	-56.1	-51.4			-16.2
Min.	18.0	10.7	3.2	-2.1	-7.8	-17.5	-34.0	-55.7	-70.1	-83.0	-79.3	-69.7	-58.6	-58.5			-83.5

รูปที่ 2-6 แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลของดัชนี อุณหภูมิที่ชั้นระดับความดันมาตรฐาน (Temperature Profile) สถานีกรุงเทพ ปี พ.ศ. 2539
(ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

Copyright by Mahidol University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

วท.ม.(เทคโนโลยีการจัดการทรัพยากรสิ่งแวดล้อม) / 29

g

RAWINSONDE DATA
OBSERVATIONS AT STANDARD PRESSURE LEVELS

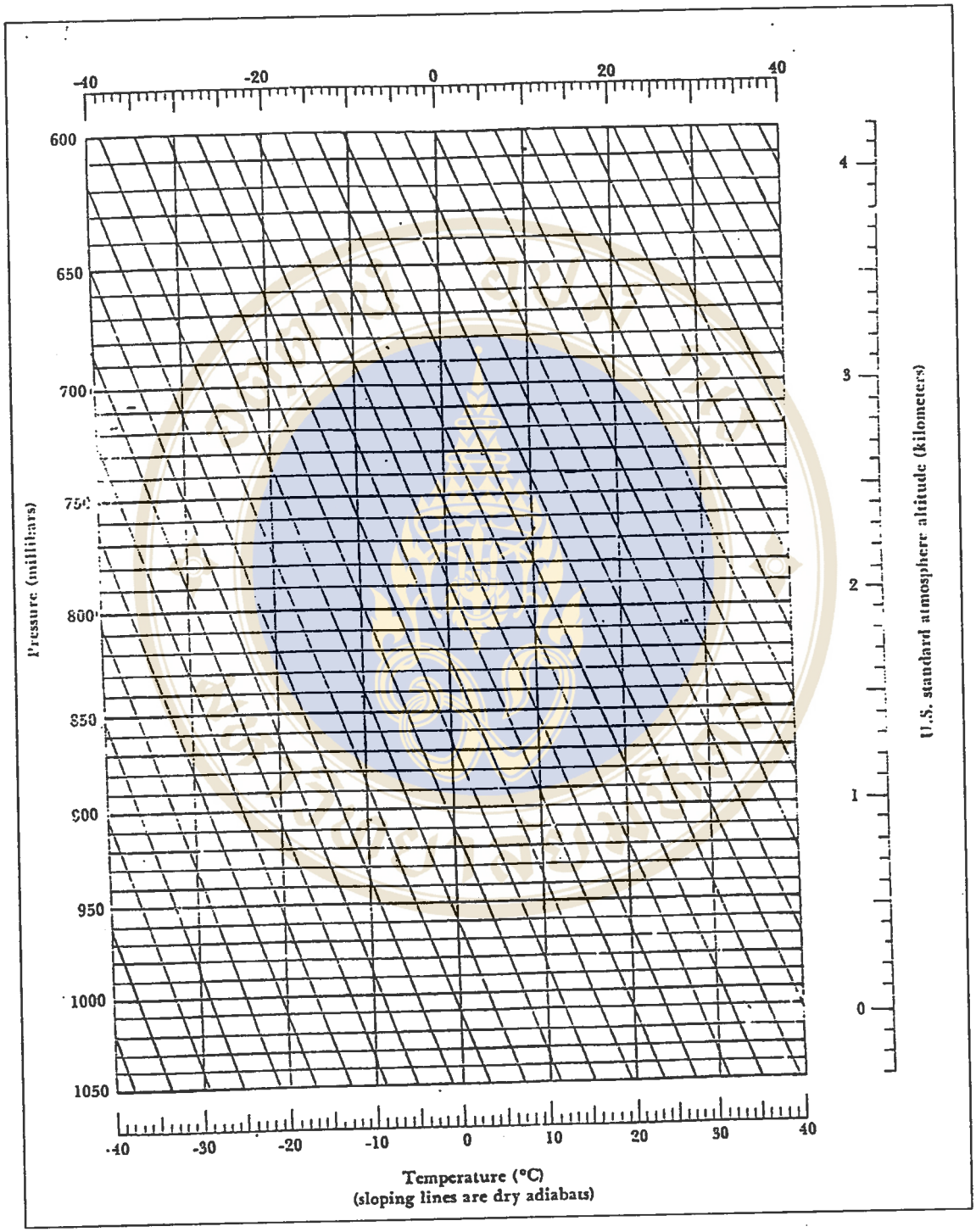
Station (455201) 48455 BANGKOK METROPOLIS — MONTHLY DYNAMIC HEIGHT — JANUARY 1996 — 0000 GMT(0700 LST)
Latitude 13.44 N — Longitude 100.30 E — Geopotential of screen 3 m.

STANDARD PRESSURE LEVELS

Day	1000 mbs	850 mbs	700 mbs	600 mbs	500 mbs	400 mbs	300 mbs	200 mbs	150 mbs	100 mbs	70 mbs	50 mbs	30 mbs	20 mbs	10 mbs	5 mbs	Termination
1																	
2																	
3																	16531
4	140	1509	3111	4377	5827	7542	9644	12380	14171	16531							26970
5	125	1526	3142	4419	5880	7600	9700	12428	14210	16560	18600	20592	23767	26367			
6	116	1506	3115	4382	5838	7555											7555
7	114	1519	3145	4418	5875	7582	9682	12414	14196	16541	18560	20519	23679				23679
8	126	1530	3159	4425	5883	7591	9685	12419	14211	16576	18620	20568	23762	26334			28700
9	123	1524	3140	4390	5832	7544	9645										10052
10	116	1526	3158	4423	5871	7601	9706	12459	14257								15200
11	108	1511	3137	4396	5844	7556	9656										10918
12	108	1512	3138	4390	5841	7560	9658	12391									12856
13	109	1517	3147	4391	5843	7561	9649	12363	14142								15000
14	91	1500	3122	4386	5848	7572	9669										10453
15	100	1508	3137	4408	5868	7579	9673	12397	14175	16520							16520
16	109	1521	3159	4427	5882	7597	9696	12442	14247	16625							16620
17	99	1519	3161	4433	5896	7615	9713	12444	14217	16551							16683
18	99	1511	3148	4416	5872	7593	9691	12429	14211	16553	18560						19200
19	91	1496	3130	4393	5850	7568											8546
20	82	1489	3116	4382	5844	7564	9670	12419	14223	16596	18600	20556	23704				24369
21	82	1482	3107	4369	5822	7540	9640	12369	14150	16508							16508
22	99	1517	3142	4412	5856	7580	9684	12435	14228	16572	18600	20606					21380
23	91	1511	3140	4402	5850	7562	9657	12386	14170	16515	18550						20162
24	92	1495	3119	4374	5817	7534	9634	12365	14142	16473	18400	20369					23311
25	91	1504	3129	4388	5833	7557	9656	12405	14187	16521	18600	20536	23718	26308			28620
26	82	1491	3119	4381	5838	7565	9672	12410	14200	16555	18620	20604	23769				23769
27	91	1499	3131	4394	5848	7576	9674	12410	14194	16546	18600	20552					20552
28	108	1504	3133	4391	5850	7565	9655	12381	14161								15360
29	107	1513	3140	4399	5857	7587	9680	12406	14182	16510	18550	20517	23662	26209			27237
30	99	1502	3145	4411	5861	7575	9673	12412	14207	16547	18580	20529	23682	26256			28118
31	98	1498	3130	4391	5839	7548	9644	12376	14175	16552	18590	20572	23732				23732
N	28	28	28	28	28	28	26	23	22	19	14	12	9	5			28
Mean	103	1509	3136	4399	5852	7570	9669										18879
Max.	140	1530	3161	4433	5896	7615	9713	12459	14257	16625	18620	20606	23769	26367			28700
Min.	82	1482	3107	4369	5817	7534	9634	12363	14142	16473	18400	20369	23662	26209			7555

รูปที่ 2-6 แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลของดัชนี Dynamic height ของสถานี กรุงเทพปี พ.ศ. 2539 (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 2-8 แสดงลักษณะของกราฟ Adiabatic Laps Rate ที่ใช้สำหรับหาค่าความสูงผสมของชั้นบรรยากาศ (Mixing Height) (7)

Copyright by Mahidol University

2.6 วิธีการเติมค่าที่ขาดหายขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา

เป็นวิธีเติมค่าเมื่อมีการขาดของข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายชั่วโมง (8) ข้อมูลสถาพอุตุนิยมวิทยานิยมที่ถูกใช้สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คุณภาพอากาศแบบระยะสั้นจะประกอบด้วยข้อมูลที่ผิวพื้นรายชั่วโมง และ ค่าความสูงผสม ในช่วงเช้าและเย็น และ การใช้ซอฟต์แวร์เตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ที่ชื่อว่า PCRAMMET ต้องการข้อมูลอุตุนิยมวิทยานิยมที่ผิวพื้นในรูปแบบ CD144 และข้อมูลความสูงผสม ในรูปแบบ TD9689 (Tape Desk)ในการทำงานของ PCRAMMET นี้จะต้องมีข้อมูลครบถ้วน 100 เปอร์เซ็นต์ ถ้าข้อมูลไม่ครบถ้วนอาจทำให้ผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีข้อผิดพลาด ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลควรมีความถูกต้องมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จึงจะเหมาะสมสำหรับการใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ถ้าข้อมูลไม่ครบถ้วน 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีวิธีการหาค่ามาแทนในช่วงเวลาที่มีไม่ครบ

วิธีการหาค่ามาแทนมี 2 วิธีคือ 1.) Objective เป็นวิธีใช้หาค่าอุตุนิยมวิทยานิยมที่ผิวพื้นและ ค่าความสูงผสม ที่ขาดหายไปเพียงค่าเดียว 2.) Subjective เป็นวิธีใช้หาค่าอุตุนิยมวิทยานิยมที่ผิวพื้นและ ค่าความสูงผสม ที่ขาดหายไปเป็นช่วงเวลาที่มากกว่า 1 ค่า ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ

การหาค่าแบบ Objective สำหรับข้อมูลที่ขาดหาย 1 ค่า

1. ค่าความสูงผสม ให้ใช้ค่า ความสูงผสม ของวันก่อนและหลังของวันที่ค่าขาดหาย โดยใช้ค่าในช่วงเวลาเดียวกันมาทำการ Interpolate

2. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยานิยมที่ผิวพื้น

2.1. ค่าการปกคลุมของเมฆ แบ่งได้หลายกรณีดังนี้ 1.) ถ้าค่าการปกคลุมของเมฆแบบ Opaque (Opaque cloud cover) ขาดหายไปให้ใช้ค่าการปกคลุมของเมฆแบบ Total (Total could cover) แทน 2.) ถ้า การปกคลุมของเมฆแบบ Opaque และ การปกคลุมของเมฆแบบ Total ขาดหายและค่าความสูงของเมฆ (Ceiling Height) มีค่ามากกว่า 700 ฟุต ให้ใช้ค่า 0 สำหรับ การปกคลุมของเมฆแบบ Opaque 3.)หรือถ้า ค่าความสูงของเมฆ มีค่าน้อยกว่า 700 ฟุต ให้ใช้ค่า 7 สำหรับการปกคลุมของเมฆแบบ Opaque 4.)ถ้า ค่าการปกคลุมของเมฆแบบ Opaque การปกคลุมของเมฆแบบ Total และค่าความสูงของเมฆ ขาดหาย เพียง 1 ชั่วโมง ให้ใช้ค่าการปกคลุมของเมฆแบบ Opaque และค่าความสูงของเมฆ ของชั่วโมงก่อนและหลัง 5.) แต่ถ้าขาดหายมากกกว่า 1 ชั่วโมงให้ใช้วิธีหาค่าแบบ Subjective

2.2. ค่าความสูงของเมฆ ถ้าขาดหายไปให้พิจารณาค่าการปกคลุมของเมฆแบบ Opaque หรือ การปกคลุมของเมฆแบบ Total ว่ามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 ให้ค่าความสูงของเมฆ เท่ากับ

Copyright by Mahidol University

"---" (สัญญาลักษณ์ สำหรับ Unlimited Ceiling Height) ถ้าค่าชั่วโมงก่อนและหลังไม่ขาดหายให้ใช้ค่าชั่วโมงก่อนหน้า แต่ถ้ามีการขาดหายมากกว่า 1 ชั่วโมงให้ใช้วิธี Subjective

3. ค่าอุณหภูมิ ให้ใช้การประมาณค่าในช่วง (Interpolate) ของค่าอุณหภูมิชั่วโมงก่อนและหลัง แต่ถ้าขาดหายไปมากกว่า 2 ค่าให้ใช้วิธีการแบบ Subjective

4. ค่าทิศทางและความเร็วลม 1.)ถ้าขาดหายไป 1 ชั่วโมงให้เฉลี่ย ค่าทิศทางและความเร็วลมจากค่าก่อนทั้ง 4 ชั่วโมง และ หลังทั้ง 4 ชั่วโมง 2.) ถ้าขาดหายไปเป็นค่า 2 ค่าแรกของต้นปีและ2 ค่าหลังของท้ายปี ให้ใช้ค่าเฉลี่ยจาก 2 ชั่วโมงก่อนและ 2 ชั่วโมงหลังของชั่วโมงที่หายไป

2.7 การพัฒนาซอฟต์แวร์

วิศวกรรมซอฟท์แวร์เป็นศาสตร์ความรู้ที่มุ่งเน้นการสร้างกระบวนการผลิตซอฟท์แวร์โดยมีหลักการ และทฤษฎีโดยมีจุดมุ่งหมายให้สามารถพัฒนาซอฟท์แวร์ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

รูปแบบและลักษณะการดำเนินการที่ใช้เรียกว่า Waterfall Model คือ การพัฒนาส่วนต่าง ๆ และเรียงตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) วิศวกรรมระบบ และการวิเคราะห์ (System Engineering and Analysis) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์ระบบที่มีขนาดใหญ่ เพื่อจัดสร้างและกำหนดองค์ประกอบที่จำเป็นในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และยังรวมถึงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่เกี่ยวข้องกับซอฟท์แวร์ในด้านอื่น ๆ อีกเช่น เครื่องมือและอุปกรณ์ (Hardware), บุคลากร (People) และฐานข้อมูล (Database) จะเห็นได้ว่ากระบวนการทำงานในส่วนนี้ คือ การวิเคราะห์ และกำหนดองค์ประกอบที่จำเป็นให้เป็นองค์ประกอบที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งเราเรียกกระบวนการวิเคราะห์แบบนี้ว่า การวิเคราะห์และออกแบบระบบจากด้านบนลงล่าง (Top Level Design)

2) การวิเคราะห์ (Analysis) หรือ (Software Requirements Analysis) เป็นกระบวการที่มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความต้องการของความจำเป็นที่จะมีกระบวนการ (Process) ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์การทำงานของซอฟต์แวร์ได้ โดยทำความเข้าใจในความจำเป็นและความต้องการในด้านต่าง ๆ ที่จำเป็นที่จะต้องถูกบรรจุในซอฟท์แวร์เพื่อให้ซอฟท์แวร์สามารถปฏิบัติงานได้ตรงกับความต้องการ เช่น การวิเคราะห์ และทำความเข้าใจในข้อมูล การวิเคราะห์หน้าที่ (Function), ประสิทธิภาพ (Performance) และการเชื่อมโยงข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (Interface) และรวมถึงการวิเคราะห์ความต้องการของเอกสารที่ใช้อธิบายการทำงานของซอฟท์แวร์

Copyright© by Mahidol University

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

3) การออกแบบ (Design) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการออกแบบซอฟต์แวร์โดยมีการออกแบบ 4 หัวข้อคือ โครงสร้างข้อมูล สถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์, รายละเอียดของซอฟต์แวร์ย่อยที่ใช้ในการโปรแกรม และลักษณะรูปแบบการนำเสนอข้อมูล จุดประสงค์ของการออกแบบ คือ การพยายามที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ของความต้องการในการพัฒนาซอฟท์แวร์นั้น ๆ โดยการออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการพัฒนาซอฟต์แวร์

4) การเขียนซอฟต์แวร์ (Coding) คือ ขั้นตอนของการทำให้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถเข้าใจและปฏิบัติงานได้ และถ้ากระบวนการการออกแบบซอฟต์แวร์ได้ออกแบบไว้ครบถ้วนจะทำให้ขั้นตอนการซอฟต์แวร์สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้โดยง่าย

5) การทดสอบ (Testing) คือ ขั้นตอนการตรวจสอบซอฟต์แวร์โดยมีจุดหมายที่จุทดสอบความถูกต้องในระดับการเขียนซอฟต์แวร์ (Coding) ในส่วนต่างๆ และแก้ไขข้อบกพร่องจนมั่นใจได้ว่าสามารถยอมรับในผลการทดสอบ

6) การปรับปรุง และดูแล (Maintenance) เพื่อให้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถ บรรลุวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานได้ตลอดเวลา ดังนั้นในขั้นตอนนี้ คือ การปรับปรุงและดูแลซอฟต์แวร์ได้ที่พัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน

2.8 งานที่เกี่ยวข้อง

จากรายงานการศึกษาของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (1) เรื่องการจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อคำนวณความสามารถในการรองรับปริมาณมลพิษทางน้ำและทางอากาศในพื้นที่ที่มีศักยภาพสูง เพื่อการตั้งหรือขยายโรงงาน ได้ทำการศึกษาและจัดทำซอฟต์แวร์แบบจำลอง ซึ่งมีการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ISCST3 จากองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา มาใช้เป็นซอฟต์แวร์หลักในการศึกษาความเข้มข้นของมลพิษ และความสามารถในการรองรับปริมาณมลพิษในบรรยากาศ โดยได้ศึกษาการใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศไทย และได้พัฒนาซอฟต์แวร์ METEOROLOGICAL CLASSIFICATION (MCLASS) สำหรับนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยซอฟต์แวร์มีลักษณะการทำงานดังนี้

ต้องทำการตัดข้อมูลบางส่วนที่ไม่ต้องการ ออกจากข้อมูลดิบที่นำมาใช้โดยผู้ใช้เอง ซึ่งอาจทำให้มีข้อผิดพลาดได้

ซอฟต์แวร์ทำงานภายใต้สภาวะของดอส จึงไม่สะดวกในการทำงาน โดยต้องพิมพ์คำสั่งในส่วนของการทำงาน ทีละคำสั่ง โดยไม่สามารถกลับไปแก้ไขได้เมื่อมีข้อผิดพลาดในการเติม และไม่สามารถตรวจสอบได้

ไม่มีคู่มือแสดงรายละเอียดการทำงานในส่วนนี้

Copyright by Mahidol University

กรณีที่ใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาราย 3 ชั่วโมงจากกรมอุตุนิยมวิทยา และไม่มีข้อมูลการตรวจวัดที่แหล่งศึกษา (On site) มาใช้ในการเปรียบเทียบ จะใช้การแปลงค่าจากระดับ 3 ชั่วโมงเป็นราย 1 ชั่วโมง โดยวิธีการ ซ้ำค่า โดยทำการซ้ำค่าจากชั่วโมงที่1 เป็น ชั่วโมงที่ 2 และ 3

การหาค่า ความสูงผสม สามารถทำได้วิธีเดียวคือ วิธีการเทียบกับค่าประมาณของ Nieuwstadt et al. ซึ่ง แนะนำค่า ความสูงผสม ขึ้นอยู่กับความคงตัวของบรรยากาศ

นอกจากนี้มีซอฟต์แวร์ของ บริษัท Trinity Consultants (9,10) ได้พัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีการติดต่ออย่างง่ายกับผู้ใช้เพื่อคลุมการทำงานของ ISCST และ PCRAMMET ในส่วนของ PCRAMMET นั้นจะอ่านข้อมูลอุตุนิยมวิทยาได้เฉพาะรูปแบบตามองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกากำหนด ซึ่งไม่สามารถใช้งานกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทยได้โดยตรง และ ทั้งสองซอฟต์แวร์มิได้รวมเป็นระบบเดียวกัน และซอฟต์แวร์ทั้งสองนี้เป็นซอฟต์แวร์ที่จัดทำเพื่อจำหน่ายและมีราคาสูง

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

จากการทบทวนและรวบรวมข้อมูล ตลอดจนทฤษฎีและแนวคิดต่างๆได้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประเมินคุณภาพอากาศซึ่งมีรายละเอียดการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

เป็นการกำหนดขั้นตอนการศึกษาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ โดยขั้นตอนการศึกษาจะศึกษาตามขั้นตอนการพัฒนาระบบสารสนเทศ แต่ในขั้นตอนการเข้าใจปัญหา (Problem Define) ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 แล้ว ดังนั้นขั้นตอนการศึกษามีดังนี้ (แสดงดังรูปที่ 3-1)

3.1.1 การวิเคราะห์ระบบ

เป็นการวิเคราะห์ตั้งแต่ ศึกษาระบบการทำงานของระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศจากโตรงการอุตสาหกรรม ว่ามีการทำงานอย่างไร จากนั้นทำการกำหนดความต้องการของระบบใหม่ เพื่อให้ระบบทำงานบรรลุตามวัตถุประสงค์

ซึ่งจะได้ 1) รายละเอียดของระบบเดิม ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดด้วย แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram, DFD) ในระดับต่างๆ 2) ข้อกำหนดของความต้องการของระบบใหม่ และ 3) คำอธิบายการทำงานและสิ่งที่จะต้องแก้ไข

การศึกษาระบบการทำงาน อาศัยการรวบรวมความรู้ในด้านต่างๆ รวมทั้งข้อมูล ขั้นตอนการทำงาน และทฤษฎีต่างๆ โดยแหล่งข้อมูลที่นำมาใช้จะเป็นข้อมูลจากตำราวิชาการ คู่มือของซอฟต์แวร์เตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา การสอบถามผู้ที่มีความรู้และเกี่ยวข้องกับลักษณะงานของระบบ เป็นต้น

ในส่วนของการศึกษาลักษณะของข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เป็นการกำหนดแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพื่อให้ทำงานได้ถูกต้องและเหมาะสม และการวิเคราะห์วิธีการแปลงรูปแบบข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เพื่อกำหนดวิธีการและขั้นตอนการทำงานของซอฟต์แวร์

1) พิจารณาแบบจำลอง ISCST และ ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบจำลอง ได้แก่ PCRAMMET

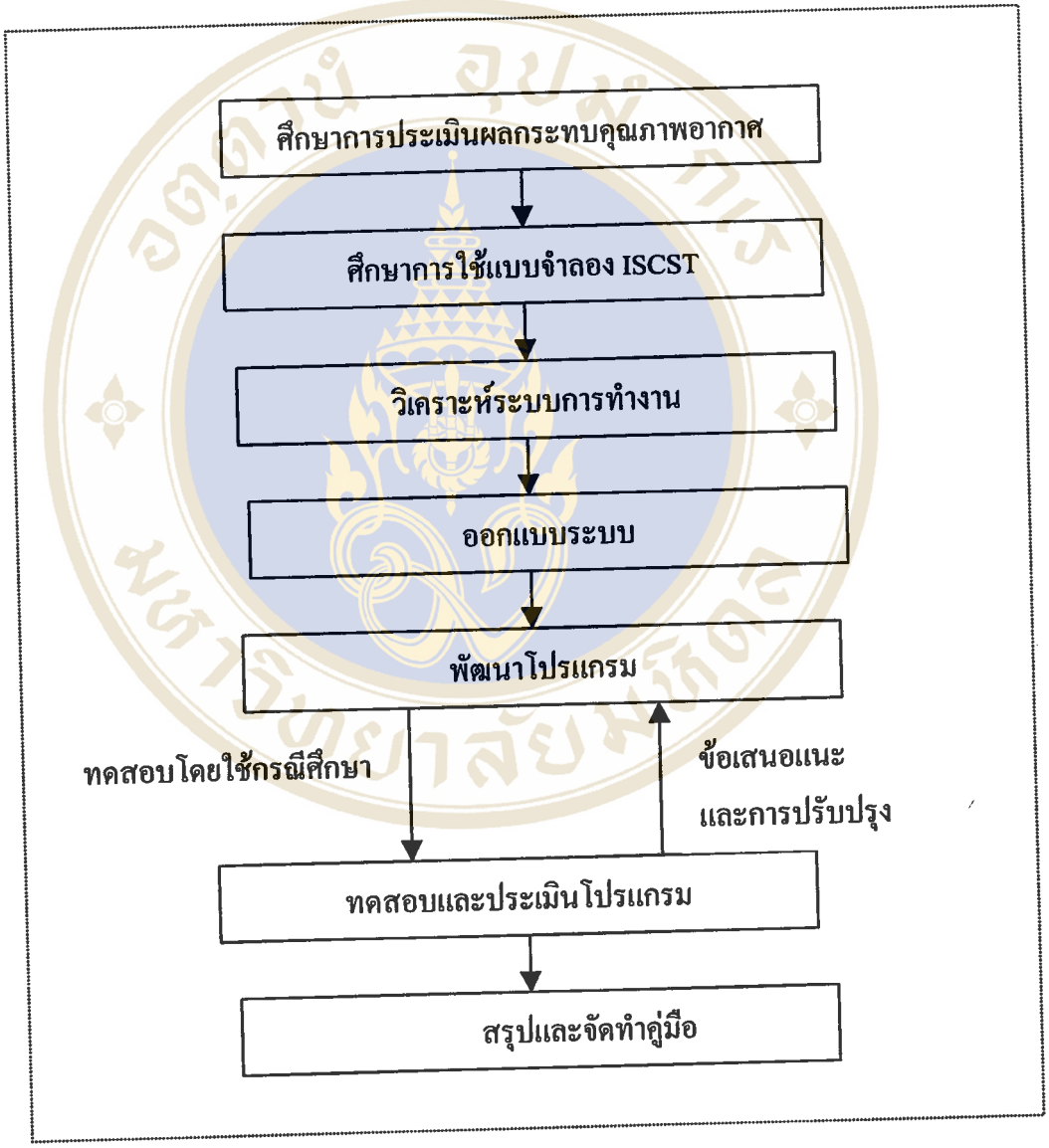
Copyright by Mahidol University

2) รูปแบบของข้อมูลที่ต้องใช้ในการนำเข้าแบบจำลอง

3)รวบรวมและศึกษารูปแบบข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยา

4) ศึกษาความแตกต่างทั้งทางด้านชนิด คุณลักษณะ และ ระดับข้อมูลของดัชนี

5)ศึกษาวิธีการแปลงลักษณะข้อมูลจากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับแบบจำลอง



รูปที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

Copyright by Mahidol University

ในส่วนการวิเคราะห์ระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ ซึ่งแสดงด้วยแผนภาพกระแสข้อมูลระดับสูงสุด (Context Level Data Flow Diagram, Context Diagram) ดังรูปที่ 3-2 และแสดงด้วยแผนภาพกระแสข้อมูลระดับรองลงมา (Lower Level Data Flow Diagrams) แสดงได้ดังรูปที่ 3-3 ถึง 3-5

การกำหนดความต้องการของระบบใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ และให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานศึกษาครั้งนี้ โดยเน้นการพัฒนาในส่วนการประมวลผล (Process) เพื่อช่วยสนับสนุนการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ อันได้แก่ การประมวลผลการเตรียมข้อมูล และ การคำนวณความเข้มข้น คือ การประมวลผลที่ 1 และ ที่ 2 ในรูปที่ 3-3 ที่แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลระดับรองลงมา (Level0) ของระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ

3.1.2 การออกแบบระบบ

เป็นการนำผลการวิเคราะห์ระบบที่อยู่ในรูป DFD มาแปลเป็น ผังงานโครงสร้าง (Structure Chart) เพื่อให้เห็นภาพลักษณ์ของระบบที่จะพัฒนา โดยผังงานโครงสร้างจะแสดงโปรแกรมย่อยที่เขียนอยู่รูปแบบเครือข่าย ซึ่งใช้บอกขั้นตอนและความสัมพันธ์ของการทำงานของแต่ละส่วน และทำการออกแบบรูปแบบของการนำเข้าและผลลัพธ์ ซึ่งควรที่จะง่ายต่อการใช้งาน

3.1.3 การพัฒนาระบบ

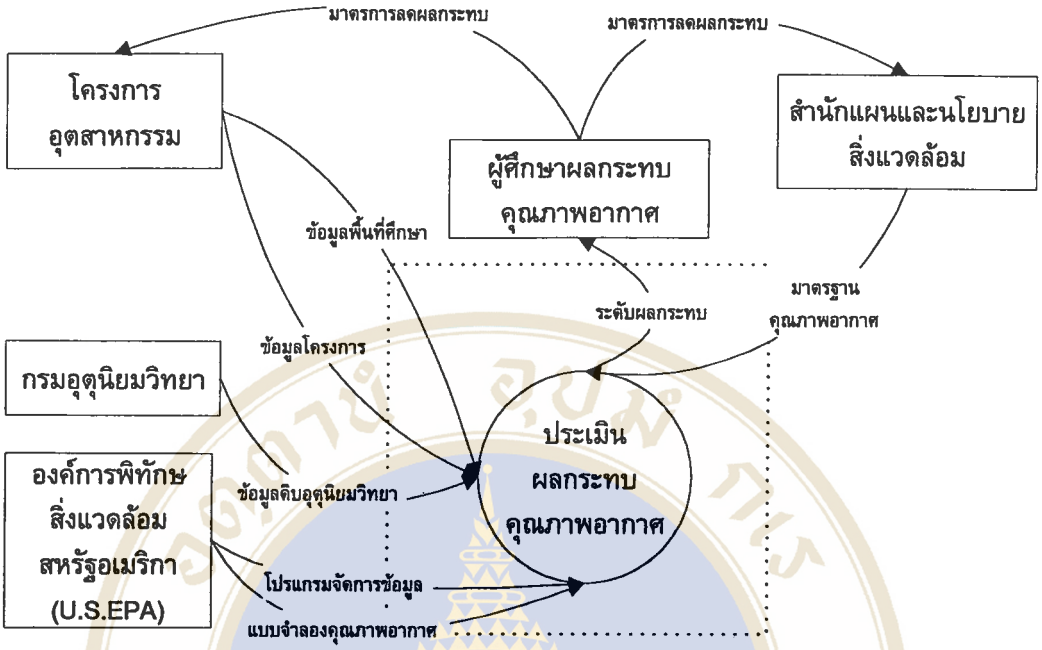
ทำการเขียนโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ การศึกษาครั้งนี้ใช้ Visual Basic V.6 ในการพัฒนาระบบ เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้พัฒนาระบบที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ทำให้มีการติดต่อกับผู้ใช้ที่ง่าย

3.1.4 ทดสอบ และปรับปรุงซอฟต์แวร์ ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบว่าซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถที่จะทำงานได้ถูกต้องตามขั้นตอน ซึ่งถ้าหากพบข้อผิดพลาดก็จะดำเนินการปรับปรุงแก้ไข จนกระทั่งซอฟต์แวร์สามารถทำงานได้ถูกต้อง จากนั้นการทดสอบกับกรณีศึกษา และทำการเตรียมคู่มือการทำงานและชุดติดตั้ง (Set up) เพื่อความสะดวกในการติดตั้งระบบ

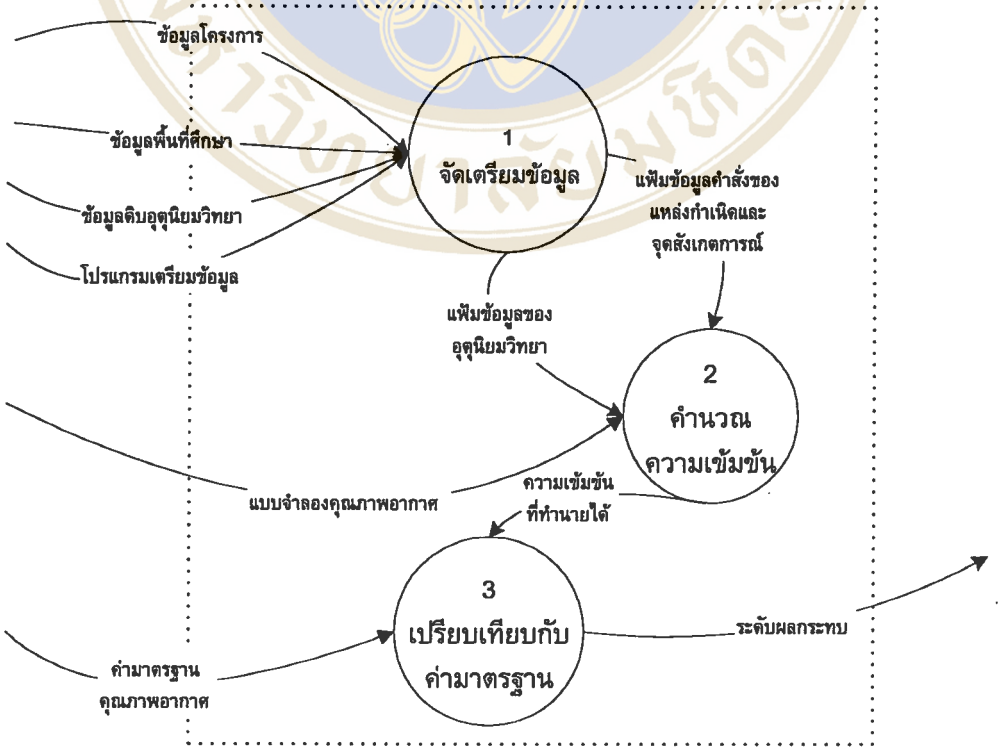
3.1.4 สรุปผลการศึกษา

ทำการวิเคราะห์ผลการศึกษา และสรุปผลถึงข้อดี ข้อเสียของระบบที่พัฒนาขึ้น พร้อมทั้งเสนอข้อคิดเห็น และแนวทางในการพัฒนาระบบต่อไป

Copyright© by Mahidol University

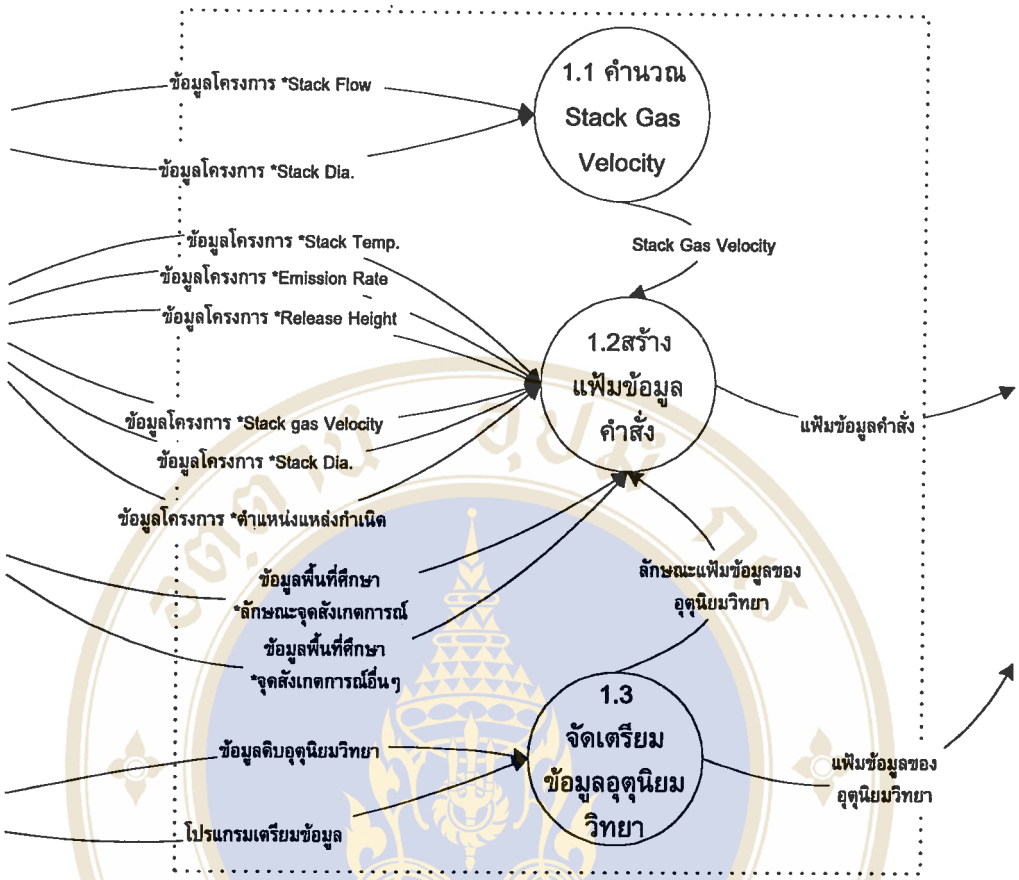


รูปที่ 3-2 แสดง Context Diagram ระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ จากโครงการอุตสาหกรรม

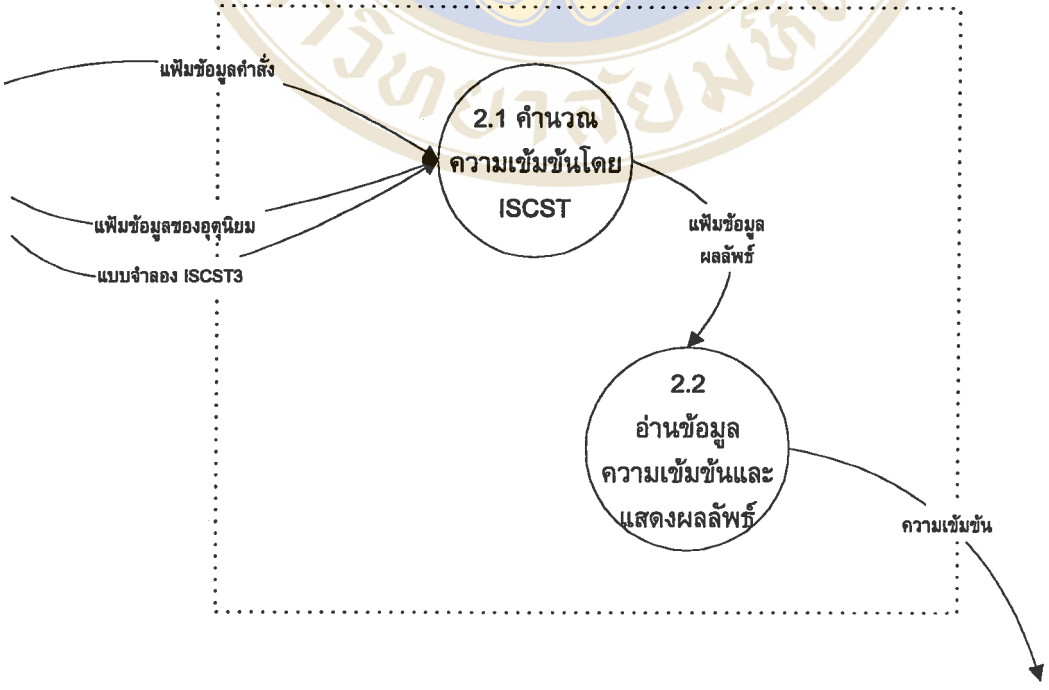


รูปที่ 3-3 แสดง Level0 ระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ

Copyright by Mahidol University

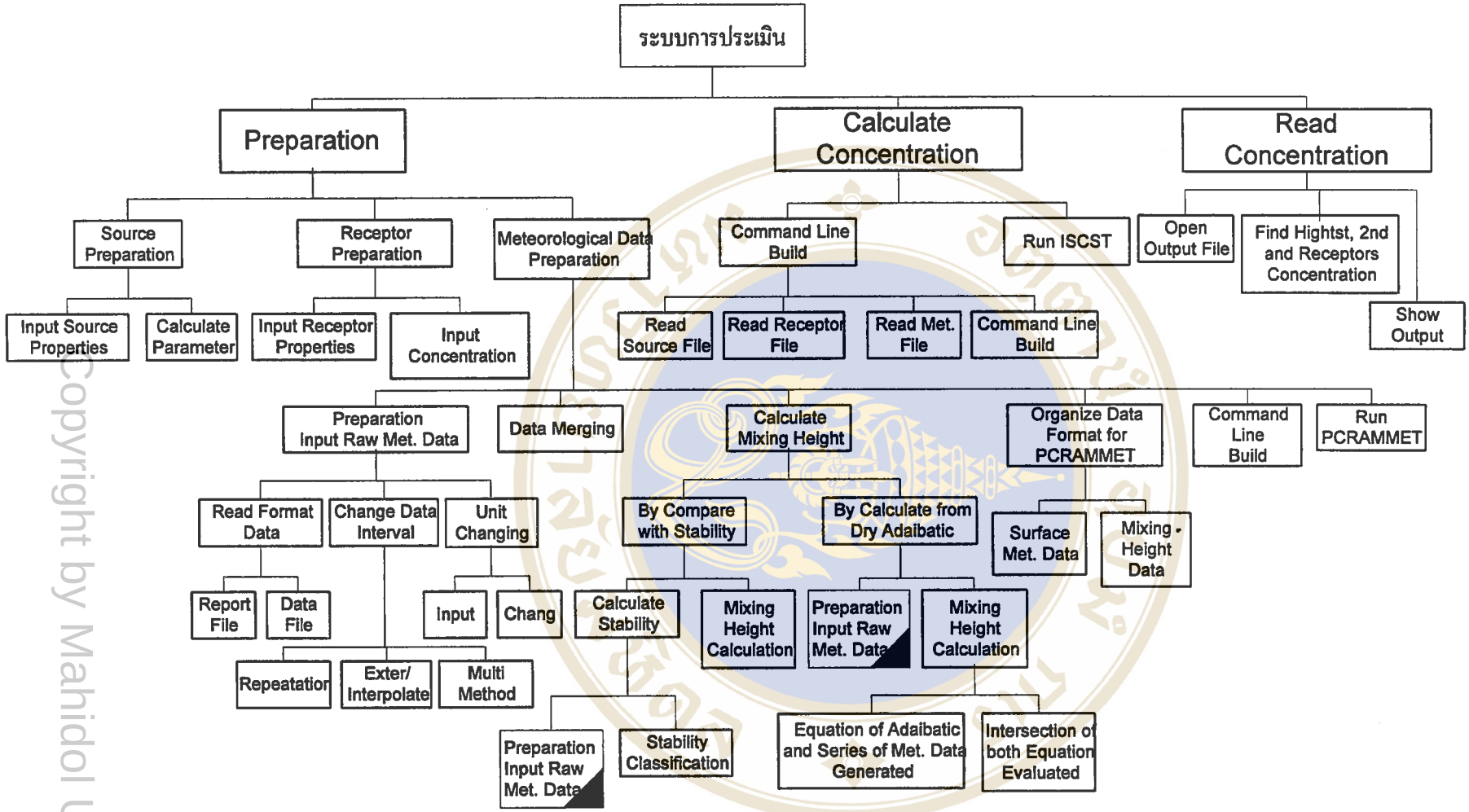


รูปที่ 3-4 แสดง Level1 1_1 การจัดเตรียมข้อมูล



รูปที่ 3-5 แสดง Level1 1_2 การคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษโดย ISCST

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-6 แสดงผังงานโครงสร้างของการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศจากโครงการอุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยมหิดล
มหาวิทยาลัยมหิดล วท.ม.(เทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อมและอุตสาหกรรม) / 41
Copyright by Mahidol University

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(Personnel Computer) จำนวน 1 เครื่อง
2. ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป Microsoft Visual Basic version 6 จำนวน 1 ชุด
3. ซอฟต์แวร์สำหรับทำชุดติดตั้ง (Set Up) ระบบ
4. ข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
5. อุปกรณ์เบ็ดเตล็ดอื่นในการทำงาน

Copyright by Mahidol University

บทที่ 4

การวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบ

การศึกษาส่วนรายละเอียดของระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศโดยใช้ ISCST ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับขั้นตอน(Process) ดังต่อไปนี้ 1) การสร้างแฟ้มข้อมูลคำสั่ง ข้อมูลของโครงการ ข้อมูลจุดสังเกต ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลทางเลือกของการศึกษา จะถูกจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบคำสั่งตามวากยสัมพันธ์ (Syntax) ของแบบจำลอง ISCST 2) การคำนวณค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศโดยแบบจำลอง ISCST คือการสั่ง (Run) โปรแกรมแบบจำลองเพื่อให้คำนวณ และ 3) การเปรียบเทียบผลความเข้มข้นกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ เพื่อประเมินระดับผลกระทบ ว่ามีวิธีการดำเนินการในระบบการทำงานเดิมเป็นอย่างไร และวิเคราะห์ความต้องการของระบบในแง่ของการนำเข้า ผลลัพธ์ที่ได้ และ ขั้นตอนทำงานทั้งในส่วนของระบบรวม และระบบย่อย เพื่อกำหนดวิธีการและขั้นตอนการพัฒนาระบบต่อไป

4.1 การวิเคราะห์ระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ

4.1.1 ศึกษาระบบการทำงาน

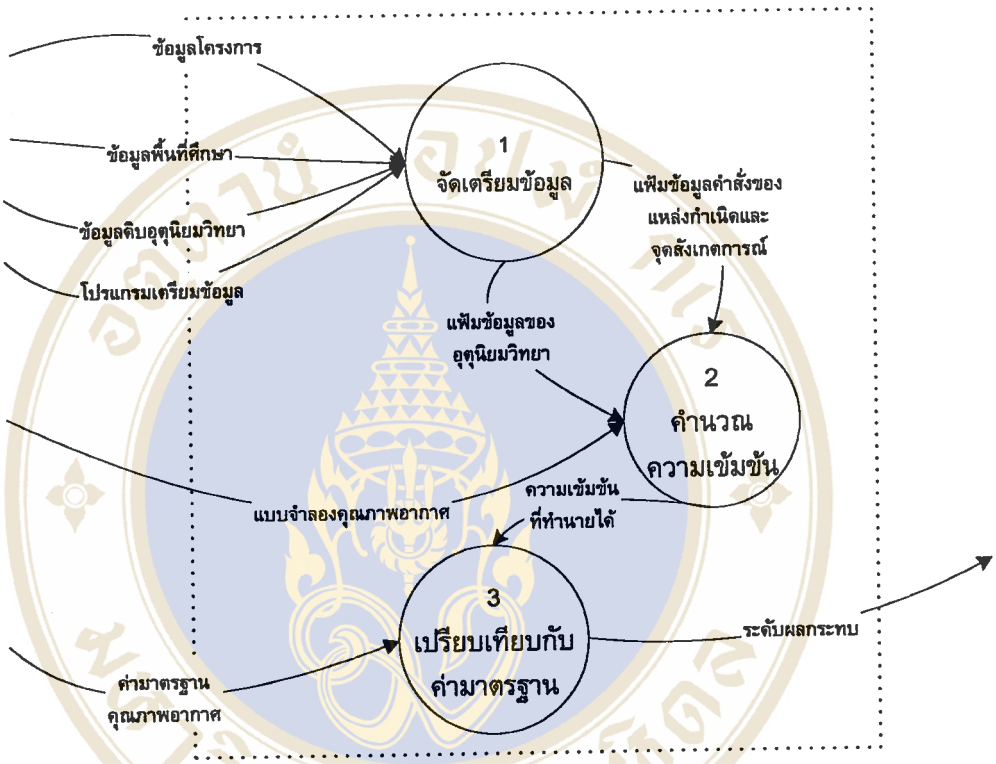
ศึกษาระบบการทำงานของการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศจากโครงการอุตสาหกรรม แสดงดังรูปที่ 4-1 ได้แบ่งขั้นตอนย่อยออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

4.1.1.1 การจัดเตรียมแฟ้มข้อมูล ผู้ใช้ต้องศึกษาในรายละเอียดของโครงการ เพื่อทราบถึงชนิดและปริมารการระบายออกของสารมลพิษ ตำแหน่งที่ตั้งและ ลักษณะของแหล่งกำเนิด และลักษณะและที่ตั้งของจุดที่คาดว่าได้รับผลกระทบ (จุดสังเกตการณ์) ของทุก ๆ แหล่งกำเนิดและจุดสังเกตการณ์ และเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา รวมทั้งผู้ใช้จะต้องศึกษาถึงกฎหมายหรือข้อกำหนดเพื่อกำหนดลักษณะการคำนวณของแบบจำลองให้คำนวณได้ตรงตามข้อกำหนดหรือกฎหมาย

ข้อมูลที่ต้องจัดเตรียมได้แก่ 1) การเตรียมข้อมูลของแหล่งกำเนิด (Source) ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษ ลักษณะและตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งกำเนิด ชนิด และอัตราการระบายสารมลพิษ ข้อมูลเหล่านี้ได้จากโครงการอุตสาหกรรมที่ศึกษา 2) การเตรียมข้อมูลของจุดสังเกต (Receptor) ได้แก่ ประเภทของจุดสังเกต และตำแหน่งเพิ่มเติมที่ตั้งของจุดที่ได้รับผลกระทบ 3) การเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ชื่อของแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ในรูปแบบที่แบบ

Copyright by Mahidol University

จำลอง ISCST สามารถใช้ได้ หมายเลขสถานีตรวจอากาศอุตุนิยมวิทยาผิวพื้นและระดับบน ซึ่งผู้ใช้ต้องทำการเตรียมข้อมูลข้อมูลอุตุนิยมให้เสร็จก่อน 4) ข้อมูลการควบคุมแบบจำลอง ได้แก่ ทางเลือกของการควบคุมแบบจำลอง และ การแสดงผลลัพธ์ เพื่อให้แบบจำลองทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ขั้นตอนนี้เป็นการควบคุมการทำงานของโปรแกรม ISCST ซึ่งเป็นโปรแกรมที่รับคำสั่ง



รูปที่ 4-1 แสดง Level0 ระบบการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศ

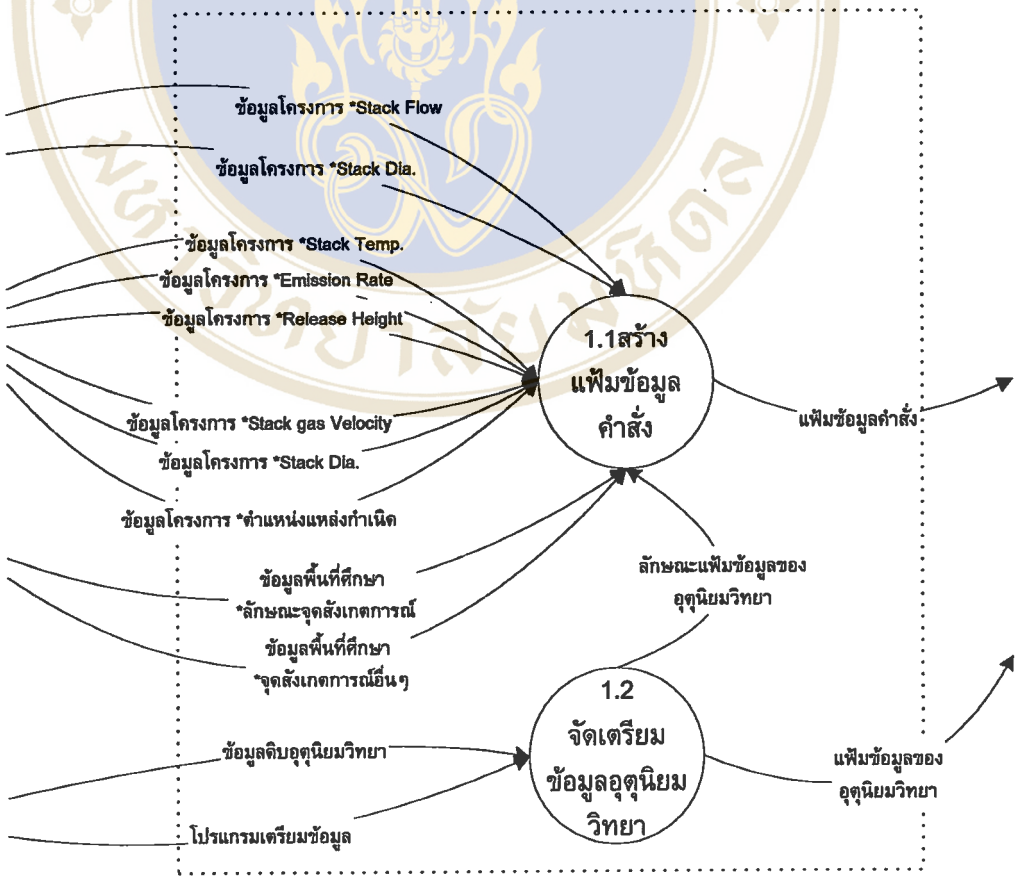
ควบคุมการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดในรูปแบบแฟ้มข้อมูลเท่านั้น โดยจะควบคุมตั้งแต่ข้อมูลของแหล่งกำเนิด ข้อมูลจุดที่คาดว่าได้รับผลกระทบ ข้อมูลของลักษณะการคำนวณและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา รูปแบบของคำสั่งจะมีลักษณะเฉพาะคือ แต่ละคำสั่งจะควบคุมเฉพาะแต่ละดัชนีเท่านั้น (Keyword Parameter Approach) และถูกต้องตามวากยสัมพันธ์ (Syntax in grammar) ของคำสั่ง โดยผู้ใช้ต้องเตรียมคำสั่งทุกกรณีที่ต้องการคำนวณ ดังนั้นผู้จะต้องศึกษาวากยสัมพันธ์ของโปรแกรมก่อนจากนั้นเขียนคำสั่งเพื่อนำข้อมูลนำข้อมูลเพื่อควบคุมการทำงานโปรแกรมทั้งหมดลงบนแฟ้มข้อมูลดิจิตอล

เมื่อได้ผลลัพธ์ซึ่งที่เป็นแฟ้มข้อมูลดิจิตอลที่บันทึกคำสั่งการทำงานข้อมูลนำเข้าทั้งหมด ลักษณะการเกิดข้อผิดพลาด และผลลัพธ์ที่เป็นระดับความเข้มข้น ผู้ใช้ต้องใช้โปรแกรม (Text Editor) ในการเปิดดูหรือพิมพ์ผลลัพธ์คือ ค่าระดับความเข้มข้นไปใช้ในการประเมินผลกระทบคุณภาพอากาศจากโครงการดังกล่าว

Copyright by Mahidol University

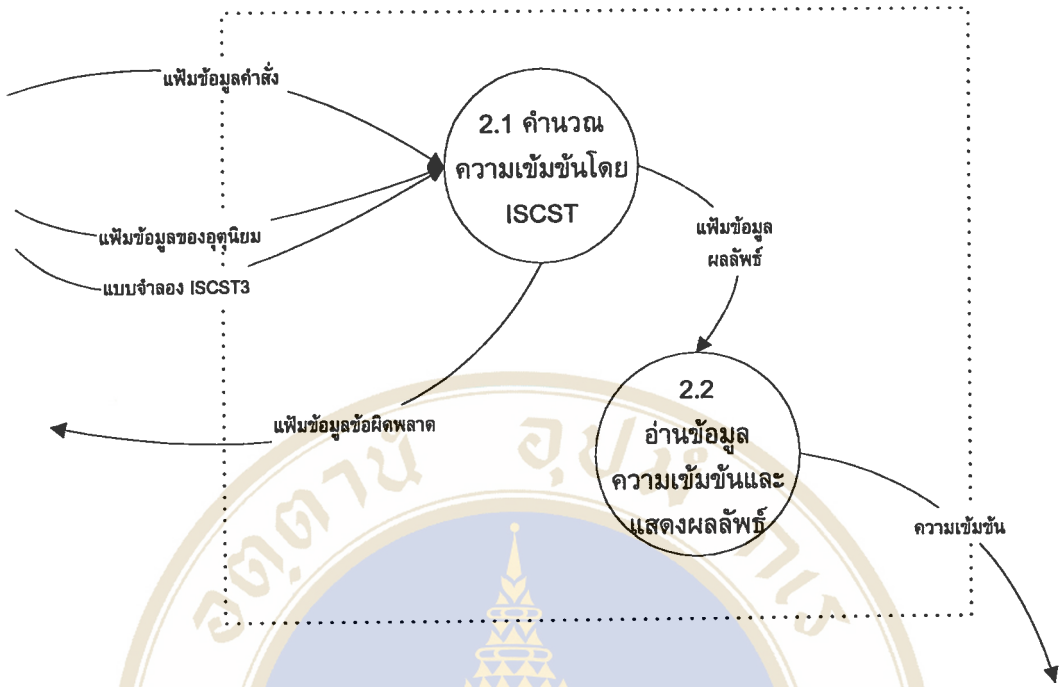
ขั้นตอนการทำงานนี้เป็นขั้นตอนทั่วไป ไม่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือข้อผิดพลาดในกรณีต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในกรณีที่ข้อมูลไม่สมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณค่าระดับชั่วโมง และการเปลี่ยนแปลงลักษณะของแหล่งกำเนิด เป็นต้น หรือกรณีที่ข้อผิดพลาดเกิดจากผู้ใช้ เช่น รูปแบบของข้อมูลนำเข้าไม่ตรง เติมข้อมูลผิดพลาดหรือการเตรียมแฟ้มคำสั่งที่ไม่ถูกหลักวากยสัมพันธ์ เป็นต้น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหรือข้อผิดพลาดดังกล่าว ผู้ใช้ต้องกลับไปทบทวนและทำซ้ำในขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผ่านมา แสดงดังรูปที่ 4-2

4.1.1.2 ขั้นตอนการคำนวณระดับความเข้มข้นโดยใช้ ISCST ได้แก่ การสั่ง (Run) โปรแกรมแบบจำลอง ISCST ซึ่งโปรแกรมที่สามารถดาว์นโลด จากเวปไซด์ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกาผ่านทางอินเตอร์เน็ตได้ เพื่อให้คำนวณระดับความเข้มข้น โดยต้องนำเข้าข้อมูลสองส่วนได้แก่ 1)แฟ้มข้อมูลคำสั่ง และ 2)ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่มีรูปแบบกับการนำเข้า ผลจากการใช้โปรแกรม ISCST ในการคำนวณจะได้ผลลัพธ์เป็นแฟ้มข้อมูลดิจิตอลของระดับความเข้มข้นของสารมลพิษ แสดงดังรูปที่ 4-3



รูปที่ 4-2 แสดง Level1 1_1 การจัดเตรียมข้อมูล

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4-3 แสดง Level1 1_2 การคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษโดย ISCST

4.1.1.3 ขั้นตอนการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน เป็นการนำผลลัพธ์ที่เป็นแฟ้มข้อมูลดิจิตอลของระดับความเข้มข้นของสารมลพิษ ที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง ISCST มาเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ เพื่อหาระดับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น

4.1.2 การศึกษาระบบงานในรายละเอียด

ศึกษาระบบการทำงานของการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศจากโครงการอุตสาหกรรมในรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน (Process) การศึกษาครั้งนี้จะเน้นการศึกษาการเตรียมข้อมูลสำหรับแบบจำลอง เพื่อพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการประเมินผลกระทบมลพิษด้านอากาศ เพราะในขั้นตอนการคำนวณคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษ แบบจำลอง ISCST จะทำการคำนวณผลลัพธ์เอง หลังจากผู้ใช้ใส่ข้อมูลนำเข้าเรียบร้อย และ ขั้นตอนการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน จะต้องทำโดยผู้ใช้ระบบ

รายละเอียดของขั้นตอนเตรียมข้อมูล ที่แสดงดังรูปที่ 4-2 ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนได้แก่

4.1.2.1 ขั้นตอนการสร้างแฟ้มข้อมูล คือขั้นตอนการการสร้างแฟ้มข้อมูลคำสั่งของ ISCST ให้ถูกต้องตามวากยสัมพันธ์ของ ISCST ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมพิมพ์ข้อความ (Text Editor) ในการสร้างแฟ้มข้อมูลคำสั่งนี้ โดยคำสั่งที่ควบคุมการทำงานแบ่งออกได้ 5 ประเภท ได้แก่

Copyright by Mahidol University

1) คำสั่งควบคุมแหล่งกำเนิด (Source) 2) คำสั่งควบคุมจุดสังเกตการณ์ (Receptor) 3) คำสั่งควบคุมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Meteorological data) 4) คำสั่งควบคุมแบบจำลอง (Control) และ 5) คำสั่งควบคุมผลลัพธ์ (Output) ลักษณะของแฟ้มข้อมูลคำสั่งแสดงดังรูปที่ 4-4

```
n     CO STARTING
n     CO TITLEONE  Example 1 for the ISCLT3 Model
n     CO MODELOPT  DFAULT  CONC  RURAL
n     CO AVERTIME  SEASON
n     CO POLLUTID  OTHER
n     CO TERRHGTS  FLAT
n     CO RUNORNOT  RUN
n     CO FINISHED
n
n     SO STARTING
n     SO ELEVUNIT  METERS
n     SO LOCATION  1  POINT  664568.0  4829761.0  0
n     SO SRCPARAM  1  1.000000E+02  35  432  11.7  2.4
n     SO EMISUNIT  1.0E+06  GRAMS/SEC  MICROGRAMS/M                    ** 3
n     SO SRCGROUP  ALL
n     SO FINISHED
n
n     RE STARTING
n     RE GRIDCART  CART1  STA
n     RE GRIDCART  CART1  XYINC  663568  21  100  4828761  21  100
n     RE GRIDCART  CART1  END
n     RE FINISHED
n
n     ME STARTING
n     ME INPUTFIL  EXAMPLE1.STR  FREE
n     ME ANEMHGHT  10.0  METERS
n     ME SURFDATA  14742  1988
n     ME UAIRDATA  14735  1988
n     ME STARTEND  00  01  01  1  00  12  31  24
n     ME FINISHED
n
n     OU STARTING
n     OU FINISHED
```

รูปที่ 4-4 แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลคำสั่งของแบบจำลอง ISCST

Copyright by Mahidol University

4.1.2.2 ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เป็นการเตรียมข้อมูลดิบจากกรมอุตุนิยมวิทยาให้มีคุณลักษณะตามความต้องการของแบบจำลอง โดยการใช้โปรแกรม PCRAMMET ดังนั้น จึงเป็นขั้นตอนการเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากกรมอุตุนิยมวิทยาให้เหมาะสมกับความต้องการของ PCRAMMET นั้นเอง

ผู้ใช้ต้องนำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในสถานที่ใกล้เคียงพื้นที่โครงการ และใช้ข้อมูลในปีล่าสุดและมีข้อมูลสมบูรณ์ที่สุด ขั้นตอนจะขึ้นกับลักษณะของข้อมูลที่นำมาใช้งาน โดยปกติแล้ว ถ้าข้อมูลอยู่ในลักษณะแฟ้มข้อมูลดิจิตอลแบบข้อมูลดิบ มีระดับราย 3 ชั่วโมง ของดัชนี ลม อุณหภูมิ การปกคลุมของเมฆ ซึ่งจะแยกออกแต่ละแฟ้ม และมีระยะเวลารายปี ผู้ใช้ต้องทำการ เปลี่ยนรูปแบบแฟ้มข้อมูลให้เป็นแฟ้มข้อมูลดิจิตอลที่มีคุณลักษณะ ตรงตามข้อกำหนดของ PCRAMMET คือเป็นแฟ้มที่มีทุกดัชนีรวมกัน ให้มีรูปแบบตรงกับรูปแบบที่กำหนด และมีระดับราย 1 ชั่วโมง รวมทั้งต้องเปลี่ยนหน่วยของบางดัชนีให้ โดยมีระยะเวลารายปี หรือประมาณ 8760 ค่า

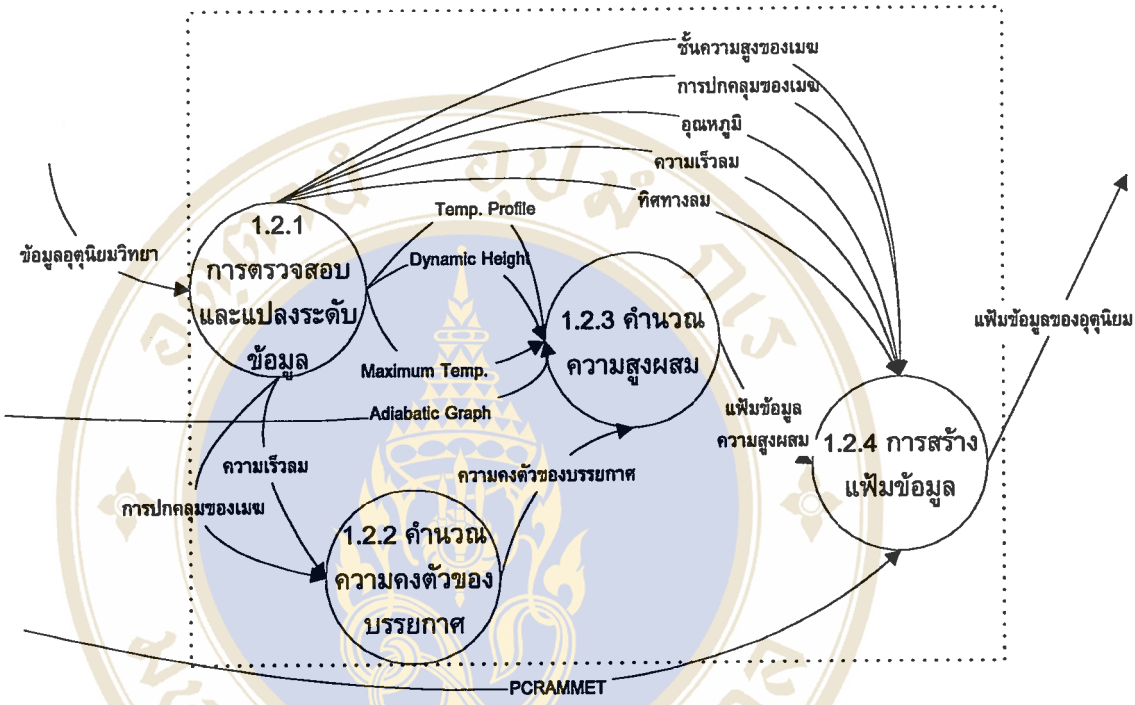
โดยข้อมูลนำเข้าของ PCRAMMET ต้องมีลักษณะเป็นแฟ้มข้อมูลในรูปดิจิตอลของข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 2 ชนิด คือ 1) แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น ที่อยู่ในรูปแบบ CD144 และ 2) แฟ้มข้อมูลความสูงผสม ในรูปแบบ SCRAMM BBS /RAMMET ขั้นตอนการทำงานขึ้นกับลักษณะของแฟ้มข้อมูลและคุณลักษณะข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่นำมาจากการอุตุนิยมวิทยา รวมทั้งวิธีการคำนวณค่าความสูงผสม

ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนย่อย แสดงดังรูปที่ 4-5 ได้แก่ 1) การตรวจสอบและแปลงระดับข้อมูล 2) การคำนวณค่าความของบรรยากาศ 3) การคำนวณค่าความสูงผสม และ 4) การสร้างแฟ้มข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การตรวจสอบและแปลงระดับข้อมูล เป็นขั้นตอนการตรวจสอบชนิดของแฟ้มชนิดดัชนี และระดับข้อมูลข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อทราบ และกำหนดวิธีการแปลงระดับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในกรณีที่ข้อมูลเป็นระดับราย 3 ชั่วโมง โดยส่วนใหญ่ข้อมูลของกรมอุตุนิยมจะเก็บเป็นราย 3 ชั่วโมง ดังนั้นจึงมีขั้นตอนหลักคือ การแปลงระดับจากราย 3 ชั่วโมงเป็นราย 1 ชั่วโมง ลักษณะข้อมูลราย 1 ชั่วโมง และ ราย 3 ชั่วโมง ที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยาแสดงในภาคผนวก ก ขั้นตอนจะประกอบด้วย การอ่านค่าจากแฟ้มข้อมูล การแปลงระดับข้อมูล การแปลงหน่วย และการเขียนลงแฟ้มข้อมูลให้ตรงตามรูปแบบ โดยปกติแล้วขั้นตอนการอ่านค่าข้อมูล แฟ้มข้อมูลลมจะเป็นแฟ้มที่มีทั้งความเร็วลมและทิศทางลมรวมกันอยู่ ผู้ใช้จะต้องแยกแฟ้มข้อมูลออกจากกัน สำหรับวิธีการแปลงระดับของข้อมูลจะขึ้นกับความเหมาะสมและเป็นวิธีการเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งจะมีวิธีต่าง ๆ เช่น การประมาณค่าในและนอกช่วง การซ้ำค่า การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น ทำให้ได้ค่าระดับรายชั่วโมงของดัชนีที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจมีผลต่อระดับความเข้ม

Copyright by Mahidol University

ขั้นที่คำนวณได้และขั้นตอนการเขียนลงแฟ้มข้อมูล ผู้ใช้ต้องทำการอ่านแฟ้มข้อมูลระดับรายชั่วโมงของทุกดัชนีแล้วนำมาเขียนลงบนแฟ้มเดียวกันโดยจะประกอบด้วยข้อมูล หมายเลขสถานี ปี เดือน วัน เวลา การปกคลุมของเมฆ ทิศทางลม ความเร็วลม และอุณหภูมิ และเรียงลำดับตามวันเวลาจนครบตลอด 1 ปี ตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมรูปแบบ CD144 แสดงดังรูปที่ 4-5



รูปที่ 4-5 แสดงรายละเอียดขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

2) การคำนวณค่าความสูงผสม สำหรับการหาค่าความสูงผสม ขั้นตอนจะขึ้นกับวิธีการที่ใช้คำนวณ ได้แก่ 1) การเทียบความคงตัวของชั้นบรรยากาศเพื่อหาค่าความสูงผสม โดยใช้ค่าที่แนะนำโดย Nieuwstadt (1) ขั้นตอนจะประกอบด้วยการอ่านค่าจากแฟ้มข้อมูลความคงตัวของบรรยากาศ ทำการเทียบค่าเพื่อให้ได้ค่าความสูงผสม และ 2) สำหรับวิธีหาโดยใช้กราฟ Adiabatic นั้น ผู้ใช้จะต้องนำข้อมูล Temperature Profile, Dynamic Height และค่าอุณหภูมิสูงสุดและต้องใช้กราฟเส้น Adiabatic ลักษณะแฟ้มข้อมูลและกราฟ แสดงดังรูปในภาคผนวก ก ขั้นตอนจะประกอบด้วยการอ่านค่าของ Temperature profile และ Dynamic Height ที่ความดันเดียวกัน จากนั้นลงจุดของค่าทั้งสองโดยค่า Temperature profile จะอยู่แกนนอนและ Dynamic Height อยู่บนแกนตั้ง การลงค่าจะลงทุกชุดจนค่า Dynamic Height เกินแกนตั้งของกราฟ และลากเส้นเชื่อมทุก ๆ คู่ลำดับ จากนั้นทำลงค่าอุณหภูมิสูงสุด และลากเส้นตรงจากค่านี้ขนานกับเส้น Adiabatic จนตัดเส้นตรงของคู่ลำดับของ Temperature Profile และ Dynamic Height เมื่อได้จุดตัดแล้วทำการลากเส้นตรงจากจุด

Copyright by Mahidol University

ตัดนั้น ขนานกับแกนนอน เพื่อให้ตัดกับแกนตั้งจากนั้นอ่านค่าความสูงผสม จากแกนตั้งเมื่อได้ค่าความสูงผสมจากวิธีใดวิธีหนึ่งจนครบทั้งปีแล้ว และทำการเขียนค่าที่เทียบได้ลงในแฟ้มข้อมูลดิจิตอล โดยมีข้อมูลเลขที่สถานี ปี เดือน วัน และค่าความสูงผสม ตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลความสูงผสม (Mixing Height) แสดงดังรูปที่ 4-7

```
5002296 1 1 0    0          0 0    680    0          0
5002296 1 1 1    0          0 0    674    0          0
5002296 1 1 2    0          0 0    669    0          0
5002296 1 1 3    0          0 0    663    0          0
5002296 1 1 4    0          040    656    1          1
5002296 1 1 5    0          050    651    1          1
5002296 1 1 6    0          070    645    2          2
5002296 1 1 7    0          330    678    2          2
5002296 1 1 8    0          7 0    710    1          1
5002296 1 1 9    0         1050    744    1          1
5002296 1 110    0         2050    752    2          2
5002296 1 111    0         3060    759    2          2
5002296 1 112    0         4050    766    3          3
5002296 1 113    0         3640    762    5          5
5002296 1 114    0         3360    759    6          6
5002296 1 115    0         3050    755    8          8
5002296 1 116    0         2040    744    6          6
5002296 1 117    0         10 0    734    5          5
5002296 1 118    0          050    723    3          3
5002296 1 119    0          050    710    3          3
5002296 1 120    0          040    698    2          2
```

รูปที่ 4-6 แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยา CD 144

3) การสร้างแฟ้มข้อมูล เมื่อผู้ใช้ได้แฟ้มข้อมูลของข้อมูลอุตินิยมทั้งสองชนิดแล้ว ผู้ใช้ต้องนำข้อมูลเฉพาะของสถานีตรวจอากาศ ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้ง โซนมาตรฐานเวลาของสถานี และหมายเลขของสถานีมาใช้ด้วย จากนั้นทำการประมวลโดยใช้โปรแกรม PCRAMMET เพื่อจัดรูปแบบข้อมูลให้ตรงความต้องการของแบบจำลอง ISCST โดยมีขั้นตอนการทำงานคือ 1) กรณีที่ใช้โปรแกรม PCRAMMET ในลักษณะคำสั่งแบบโต้ตอบ (Interactive Mode) ผู้ใช้ต้องกรอกข้อมูลตามคำถามขณะที่โปรแกรมทำงาน เพื่อให้โปรแกรมทำงานตามความต้องการ และ 2) วิธีการเตรียมคำสั่งในรูปแฟ้มข้อมูล (Batch Mode) ซึ่งเปลี่ยนขั้นตอนการตอบคำถามเป็นการสร้างแฟ้มข้อมูลคำสั่งตามรูปแบบที่โปรแกรมต้องการ แต่ทั้งสองวิธีเป็นการให้ข้อมูลคำสั่งที่โปรแกรมต้องการเหมือนกัน เช่นข้อมูล ลักษณะการคำนวณชนิดต่าง รูปแบบและชื่อของแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาทั้งสองชนิด เป็นต้น เมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จจะได้ผลลัพธ์เป็นแฟ้มข้อมูลดิจิตอล 2 ชนิด คือ Binary และ ASCII ซึ่งแฟ้มข้อมูลทั้งสองชนิดสามารถนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการใช้โปรแกรม ISCST ได้

Copyright by Mahidol University

โดยตรง ตัวอย่างแสดงแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่สามารถนำไปใช้กับแบบจำลอง ISCST ในรูปแบบแอสกี (ASCII) ดังรูปที่ 4-8

```
455219601 01 1600     1600
455219601 02 1680     1680
455219601 03 1760     1760
455219601 04 1930     1930
455219601 05 1690     1690
455219601 06 1890     1890
455219601 07 1770     1770
455219601 08 2050     2050
455219601 09 1900     1900
455219601 10 1600     1600
455219601 11 1410     1410
455219601 12 1380     1380
455219601 13 2070     2070
455219601 14 1300     1300
455219601 15 1440     1440
455219601 16 0950     0950
455219601 17 1200     1200
455219601 18 1500     1500
455219601 19 1790     1790
455219601 20 1900     1900
455219601 21 1900     1900
455219601 22 1590     1590
```

รูปที่ 4-7 แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลความสูงผสม (Mixing Height)

Copyright by Mahidol University

```
 50022    96 45201    96
96 1 1 1 181.0000  0.0000 292.6 4  105.0  105.0
96 1 1 2 178.0000  0.0000 292.6 4  105.0  105.0
96 1 1 3 184.0000  0.0000 292.0 4  105.0  105.0
96 1 1 4 183.0000  0.0000 292.0 4  105.0  105.0
96 1 1 5 183.0000  0.0000 291.5 4  105.0  105.0
96 1 1 6 182.0000  0.0000 291.5 4  105.0  105.0
96 1 1 7 215.0000  1.0289 293.2 4  105.0  105.0
96 1 1 8 253.0000  2.0578 294.8 4  105.0  105.0
96 1 1 9 277.0000  3.0866 296.5 4  105.0  105.0
96 1 110  21.0000  3.0866 297.0 4  105.0  105.0
96 1 111 124.0000  2.5722 297.6 4  105.0  105.0
96 1 112 216.0000  2.5722 298.2 4  105.0  105.0
96 1 113 183.0000  2.5722 297.6 4  105.0  105.0
96 1 114 149.0000  2.5722 297.6 4  105.0  105.0
96 1 115 122.0000  2.5722 297.6 4  105.0  105.0
```

รูปที่ 4-8 แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้สำหรับ ISCST

4.1.3 การกำหนดความต้องการใหม่

เป็นการกำหนดความต้องการใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการทำงาน แสดงดังรูปที่ 4-9 โดยขั้นตอนการทำงานต่างๆมีรายละเอียดดังนี้

4.1.3.1 การสร้างแฟ้มคำสั่งและการคำนวณความเข้มข้นโดย ISCST เนื่องจากการผู้ใช้ต้องเรียนรู้คำสั่งควบคุมการทำงานของแบบจำลอง ISCST ซึ่งมีความยาก และใช้งานไม่สะดวก โดยเปลี่ยนระบบการทำงานจากการที่ผู้ใช้ต้องจดจำรูปแบบคำสั่ง และ รูปแบบของแฟ้มข้อมูลคำสั่ง โปรแกรมที่เตรียมคำสั่งเพื่อความคุมการทำงานของ ISCST ให้อยู่ในรูปแบบที่ผู้ใช้สามารถเข้าใจและใช้งานได้ง่ายขึ้น

Copyright by Mahidol University

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา ได้ร่วมกับบริษัท ECOchem ได้พัฒนาโปรแกรม ชื่อ EXINTER 1.0 (9/30/96) ให้มีความสามารถสร้างแฟ้มข้อมูลนำเข้าและคุมการทำงาน ISCST โดยมีขั้นตอนในการสร้างแฟ้มข้อมูลนำเข้าที่ง่ายต่อการใช้งานสำหรับผู้ใช้ทั่วไปที่ไม่ใช้ผู้เชี่ยวชาญ ทำการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์จากการทำนายความเข้มข้น ทั้งในรูปแบบแฟ้มข้อมูลและรูปภาพแสดงเส้นชั้นความเข้มข้น ดังนั้น EXINTER สามารถรองรับการทำงานการเตรียมแฟ้มคำสั่ง และการคำนวณความเข้มข้นของสารมลพิษ

นอกจากนี้โปรแกรม EXINTER มีโปรแกรมเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Preprocessor) ในลักษณะโปรแกรมบนวินโดวส์ ที่มีชื่อว่า EXMET ซึ่งสามารถจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาอีกด้วย แต่สามารถใช้กับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในประเทศสหรัฐเท่านั้น ยังไม่สามารถประยุกต์ใช้กับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทยได้

4.1.3.2 การทำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว เป็นการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อปรับรูปแบบให้มีรูปแบบเหมือนกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของประเทศสหรัฐที่อยู่ในรูปแบบ CD144 ซึ่งเป็นรูปแบบข้อมูลนำเข้าที่โปรแกรมจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Preprocessor) สามารถใช้ได้

เนื่องจากความแตกต่างของข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จึงต้องมีขั้นตอนเพื่อปรับรูปแบบ ได้แก่ การอ่านแฟ้มข้อมูลนำเข้า การแปลงระดับข้อมูลจากราย 3 ชั่วโมงเป็นราย 1ชั่วโมง การแปลงหน่วย และการจัดรูปแบบแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์ ซึ่งผลลัพธ์ได้แก่แฟ้มข้อมูลรูปแบบ CD144 เป็นแฟ้มข้อมูลรหัส ASCII มีขนาด 80 อักษรต่อบรรทัด มีชนิดและลักษณะข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-1

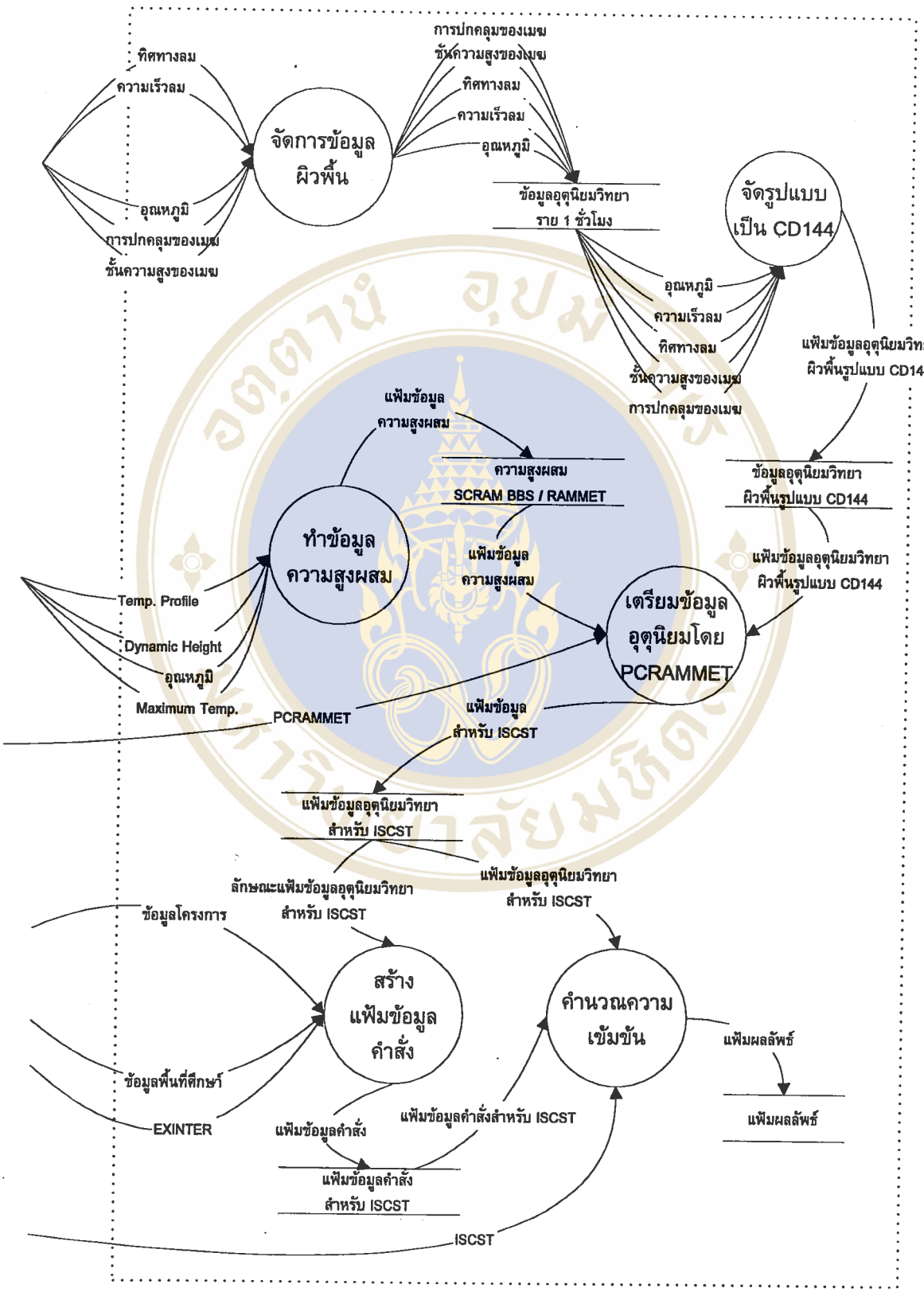
วิธีการแปลงระดับข้อมูลจากราย 3 ชั่วโมงเป็นราย 1 ชั่วโมง เป็นการหาค่าดัชนีในชั่วโมงที่ 2 และ 3 โดยใช้ค่าชั่วโมงที่ 1 และ 4 ในการคำนวณ ซึ่งจะมีวิธีการแปลงที่แตกต่างกันสำหรับแต่ละดัชนี วิธีการแปลงระดับข้อมูลในระบบที่ให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้แก่ การประมาณค่าในช่วง การหาค่าเฉลี่ย การซ้ำค่า และวิธีผสม โดยระบบจะตั้งค่าเริ่มสำหรับวิธีการแปลงที่เลือก (Default) ของระบบสำหรับแต่ละพารามิเตอร์ดังนี้

1) ความเร็วลม ใช้วิธีการหาค่าประมาณในช่วง

2) ทิศทางลม ในกรณีที่มีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 90 องศา ใช้วิธีหาค่าประมาณในช่วง และ ในกรณีที่มีค่าแตกต่างกันเกิน 90 องศา จะใช้วิธีการซ้ำค่า ซึ่งจะใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยไม่ได้ เนื่องจากบางกรณีที่ข้อมูลแตกต่างกันมาก เช่น องศาที่ 10 (ทิศเหนือ) และ องศาที่ 350 (ทิศเหนือ) เมื่อหาค่าเฉลี่ยแล้วจะได้ 180 (ทิศใต้)

3) อุณหภูมิ ใช้วิธีการหาค่าประมาณในช่วง

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4-9 แสดงการทำงานระบบสนับสนุนการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4 –1 ลักษณะแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยารูปแบบ CD144

ลำดับที่	ชื่อข้อมูล	รูปแบบ
1	หมายเลขสถานี	I5
2	ปี	I2
3	เดือน	I2
4	วัน	I2
5	ชั่วโมง	I2
6	ความสูงของเมฆ(หน่วยร้อยของฟุต)	I3
7	ทิศทางลม (หน่วยสิบขององศา)	I3
8	ความเร็วลม (น็อต)	I2
9	อุณหภูมิบรรยากาศ (ฟาร์เรนไฮต์)	I3
10	การปกคลุมของเมฆแบบOpaque	I1

4) การปกคลุมของเมฆแบบ Total และแบบ Opaque ใช้วิธีการหาค่าประมาณในช่วง

5) ความสูงของเพดานเมฆ ใช้วิธีการหาซ้ำค่า

4.1.3.3 การทำข้อมูลความสูงผสม เป็นการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อให้คำนวณค่าความสูงผสม (Mixing Height) ซึ่งเป็นอีกดัชนีหนึ่งที่ต้องนำเข้าโปรแกรมจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Preprocessor) ซึ่งผลลัพธ์ได้แก่แฟ้มข้อมูลรูปแบบ SCRAM BBS / RAMMET เป็นแฟ้มข้อมูลรหัส ASCII มีชนิดและลักษณะข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-2

ค่าความสูงผสม (Mixing Height) ในประเทศไทยไม่มีการตรวจวัดโดยตรง แต่มีวิธีการเทียบเท่ากับค่า Adiabatic Lapse Rate ซึ่งเป็นวิธีที่แนะนำโดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา ซึ่งวิธีนี้ต้องการข้อมูลการตรวจวัดระดับบน ได้แก่ อุณหภูมิตามชั้นความสูง ค่าDynamic Height ค่าอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน และค่าอุณหภูมิสูงสุดในชั่วโมงที่มีการตรวจวัด ดังนั้นจะต้องคำนวณหาค่าความสูงผสมให้โดยผู้ใช้ไม่ต้องหาความสูงผสมโดยการคำนวณโดยใช้กราฟ Adiabatic Lapse Rate

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4 –2 แสดงลักษณะของแฟ้มข้อมูลความสูงผสม

ชื่อข้อมูล	ขนาด
หมายเลขสถานี	4
ปี	2
เดือน	2
วัน	2
ค่าความสูงผสมช่วงเช้า	4
ค่าความสูงผสมช่วงเย็น	4

4.1.3.4 การเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาโดยใช้โปรแกรมจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยา PCRAMMET เป็นการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเพื่อสร้างแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่แบบจำลอง ISCST สามารถนำไปใช้งานได้ โดยข้อมูลนำเข้า ได้แก่ แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น และ แฟ้มข้อมูลความสูงผสม ผลลัพธ์ได้แก่แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เป็นแฟ้มข้อมูลรหัส ASCII

รูปแบบการนำข้อมูลเข้าของ PCRAMMET แบบทำงานตามแฟ้มคำสั่ง (Batch File mode) ระบบจะต้องเตรียมแฟ้มข้อมูลดิจิตอลในรูปแบบที่กำหนด โดยสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในแบบวินโดว์ส และรวบรวมคำสั่งดังกล่าว ทำการตรวจสอบความครบถ้วน แล้วสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลคำสั่งสำหรับ PCRAMMET จะทำให้การใช้งานของผู้ใช้ง่ายขึ้นในการติดต่อกับโปรแกรม PCRAMMET ชนิดและลักษณะของแฟ้มข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-3

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-3 ชนิดและลักษณะข้อมูลที่ใช้ในแฟ้มข้อมูลคำสั่งนำเข้า PCRAMMET

ดัชนี	รายละเอียด	ค่า
ประเภทของแบบจำลอง	การกำหนดการตกร่วมกับฝน หรือการตกในสภาพแห้งของ PCRAMMET	NONE, DRY, WET
ชื่อแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้น	กำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลที่เป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้น	“ชื่อแฟ้มข้อมูล”
ประเภทของแฟ้มข้อมูลของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้น	กำหนดประเภทของแฟ้มข้อมูล	CD144, SAMSON SCRAM
ชื่อแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน	กำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลที่เป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบน	“ชื่อแฟ้มข้อมูล”
ตำแหน่งของสถานีตรวจวัดอากาศ	ตำแหน่งละติจูด	“เลขตำแหน่งละติจูด”
	ตำแหน่งลองติจูด	“เลขตำแหน่งลองติจูด”
	เลขเขตเวลา	“เลขเขตเวลา”

ตัวอย่างของแฟ้มข้อมูลคำสั่งนำเข้าของ PCRAMMET มีลักษณะเป็นบรรทัดคำสั่ง โดยเรียงทีละคำสั่ง จากการกำหนดลักษณะของข้อมูลนำเข้าตามข้อกำหนด มีรูปแบบดังรูปที่ 4- 10

```
NONE
A
C:\TRINITY\PCRAMMET\AHNAHN90.MIX
C:\TRINITY\PCRAMMET\ATL90.FIL
CD144
33.65
84.433
5
```

รูปที่ 4 –10 แสดงรูปแบบแฟ้มข้อมูลคำสั่งสำหรับ PCRAMMET

Copyright by Mahidol University

PCRAMMET สามารถรับข้อมูลได้หลายรูปแบบ ได้แก่ CD144, SAMSON และ SCRAM โดยปกติรูปแบบที่เหมาะสมกับประเทศไทยในด้านความสมบูรณ์จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา คือ CD144 กล่าวคือ ต้องการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับผิวพื้น ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม ความสูงเพดานเมฆ อุณหภูมิ และการปกคลุมของเมฆ

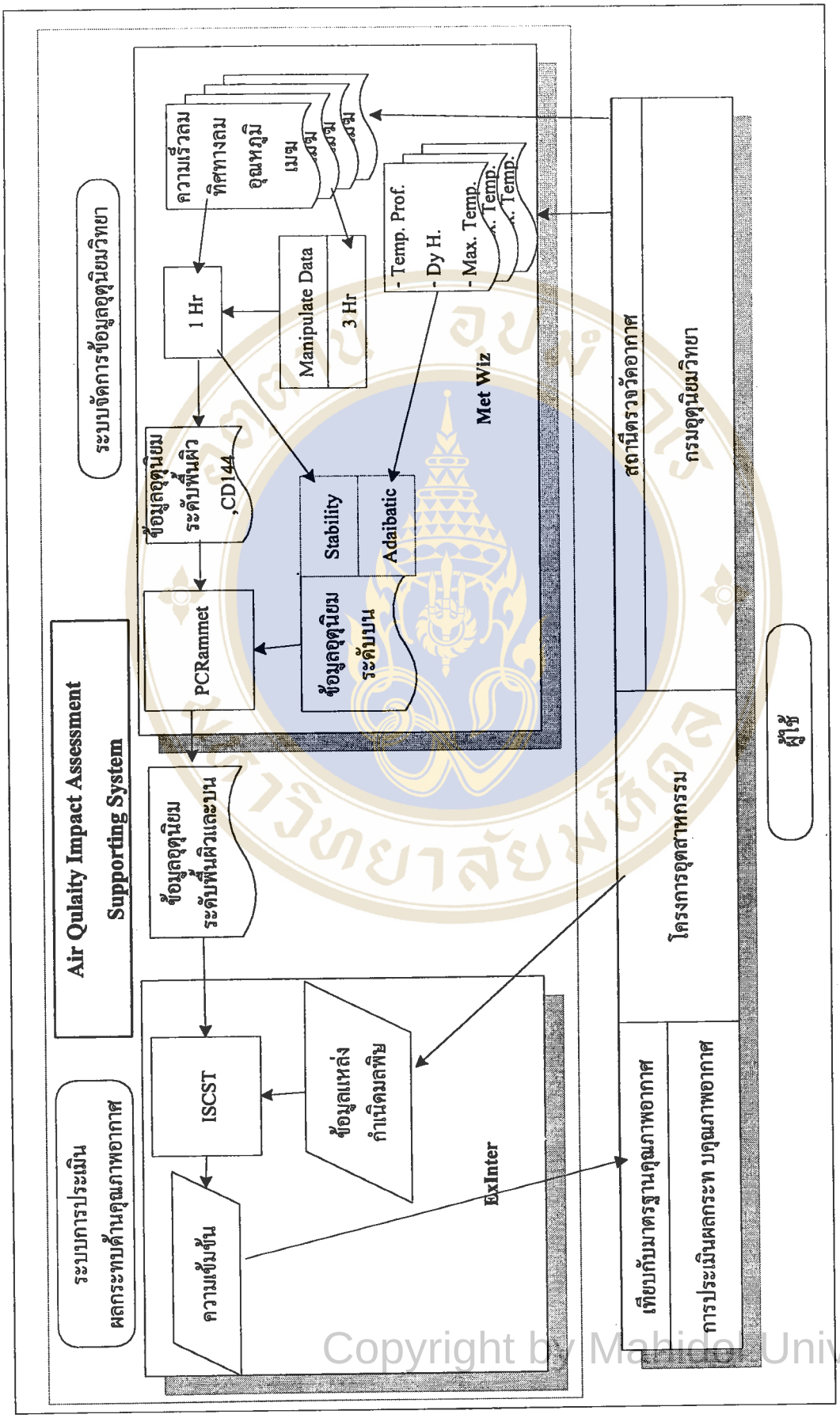
ผลลัพธ์ได้แก่แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยา เป็นแฟ้มข้อมูลรหัส ASCII มีชนิดและลักษณะข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 รูปแบบของดัชนีที่ต้องการสำหรับการศึกษาความเข้มข้นแบบธรรมดา

ลำดับที่	ชื่อข้อมูล	รูปแบบ
1	ปี	I2
2	เดือน	I2
3	วัน	I2
4	ชั่วโมง	I2
5	ทิศทางลม (องศาในรูปของเวกเตอร์)	F9.4
6	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	F9.4
7	อุณหภูมิบรรยากาศ (เควิน)	F6.1
8	ความคงตัวของบรรยากาศ	I2
9	ความสูงผสม (เมตร)	F7.1
10	ความสูงผสมในเมือง (เมตร)	F7.1

ผังรวมของระบบสารสนเทศที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ จากโครงการอุตสาหกรรม แสดงดังรูปที่ 4-11

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4-11 ผังแสดงระบบการทำงาน

Copyright by Mahidol University

4.2 การออกแบบระบบ

เป็นขั้นตอนการนำแผนภาพที่ได้จากการวิเคราะห์มาแปลงเป็นโครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierachy) ที่เรียกว่า ผังงานโครงสร้าง (Structure Chart) เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของขั้นตอนการทำงาน

ระบบประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน ได้แก่ การจัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และการคำนวณความเข้มข้น โดยแต่ละขั้นตอนปรกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ แสดงดังรูปที่ 4-12

ในส่วนระบบการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้พัฒนาออกเป็น 3 ส่วนย่อย ได้แก่ การคุมการทำงาน PCRAMMET โดยการจัดแฟ้มนำเข้าข้อมูลคำสั่ง การเรียกโปรแกรม PCRAMMET ทำงาน และ การจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยาให้มีลักษณะตามต้องการของ PCRAMMET

การควบคุมการสร้างแฟ้มคำสั่งจะมีการติดต่อกับผู้ใช้ลักษณะแบบลำดับขั้นตอนให้ผู้ใช้ข้อมูลจนครบ จึงจะจบการทำงาน เพื่อให้ให้ระบบสามารถรับข้อมูลได้ครบถ้วน โดยข้อมูลของสถานีตรวจอากาศ จะเก็บในฐานข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้เลือกได้

เมื่อได้ตรวจข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะทำการเรียก PCRAMMET ซึ่งทำงานใต้ ดอสโหมด ขึ้นทำงาน พร้อมทั้งป้อนอาร์กิวเมนต์เพื่อให้ PCRAMMET ทำงานได้ตามต้องการของผู้ใช้

ระบบการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ระบบได้เน้นการอ่านข้อมูลและกำหนดคุณลักษณะของแฟ้มข้อมูลทั้งข้อมูลดิบและข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้ว ซึ่งเมื่อผู้ใช้กำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลแล้ว ระบบ จะต้องรู้จัก และ กำหนดคุณลักษณะแฟ้มข้อมูลนั้น เพื่อการประมวลผลที่ถูกต้อง

ในส่วนการคำนวณความเข้มข้น การศึกษานี้ใช้โปรแกรม EXINTER เพื่อใช้ในขั้นตอนการคำนวณ ดังนั้นระบบต้องทำการควบคุมการเรียก (Run) โปรแกรม EXINER

Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-12 แผนผังลำดับขั้น (Hierachical Diagram) แสดงผังงานโครงสร้างของระบบ

Copyright© by Mahidol University

4.3 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบได้ใช้ชุดโปรแกรม Visual Basic Version 6.0ในการพัฒนาระบบ โดยแบ่งการพัฒนาออกแบบส่วนย่อยๆ ตามระบบการทำงาน ได้แก่ การจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น การจัดรูปแบบข้อมูลเป็นรูปแบบCD144 การจัดการข้อมูลความสูงผสม และการเตรียมข้อมูลโดย PCRAMMET

ในส่วนขั้นตอนการสร้างแฟ้มข้อมูลคำสั่ง และ การคำนวณความเข้มข้น ได้ทำการเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานให้เรียกโปรแกรม EXINTER ขึ้นมาทำงาน

ระบบการแสดงความช่วยเหลือ ประกอบด้วยความช่วยเหลือในขั้นตอน การจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น การจัดรูปแบบข้อมูลเป็นรูปแบบCD144 การจัดการข้อมูลความสูงผสม และการเตรียมข้อมูลโดย PCRAMMET ส่วนในขั้นตอนที่ทำงานโดย EXINTER นั้น โปรแกรมดังกล่าวมีระบบแสดงความช่วยเหลือประกอบ

4.4 การทดสอบระบบโดยกรณีศึกษา

4.4.1 การรวบรวมและจัดการข้อมูลของแหล่งกำเนิด สำหรับกรณีศึกษาในการพัฒนาระบบสารสนเทศครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาระบบโดยใช้กรณีศึกษา ซึ่งใช้ข้อมูลแหล่งกำเนิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สภาพภูมิประเทศ และสภาพอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษา โดยมีชนิดและรายละเอียดมีดังตารางที่ 4-5 และมีรายละเอียดของการทำนายความเข้มข้นระดับพื้นดิน โดยใช้เวลาเฉลี่ย (Average Time) ในการทำนายมีค่าเท่ากับ 1 , 24 ชั่วโมง และตลอดปี

4.4.2 การรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา สำหรับกรณีศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีกรุงเทพ ปี พ.ศ. 2539

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-5 แสดงชนิดและรายละเอียดข้อมูลของกรณีศึกษา

ดัชนี	รายละเอียด	หน่วย	ค่าที่ 1	ค่าที่ 2
แหล่งกำเนิด	ชนิด		จุด	จุด
	ความสูงของปล่อง	เมตร	125	50
	เส้นผ่าศูนย์กลางปล่อง	เมตร	5	2.5
	ความเร็วของก๊าซที่ปล่อย	ม./วินาที	12.5	8.7
	อุณหภูมิก๊าซที่ปล่อย	เคลวิน	430	363
	ตำแหน่งของปล่อง	เมตร	729393 , 1620182	729493 , 1620117
จุดสังเกตการณ์	ประเภท		ตารางกริด	
	ขนาด	X and Y	21 X 21	
	ระยะห่างระหว่างกริด	เมตร	500	
	จุดSW	ตำแหน่ง X,Y	724000 , 1615000	
	จุดสังเกตการณ์นอกกริด (Discrete Receptor)	ตำแหน่ง X,Y	730000 , 1622000	7291000 , 162446
	จุดสังเกตการณ์นอกกริด (Discrete Receptor)	ตำแหน่ง X,Y	728000, 1618800	
อุตุนิยมวิทยา	หมายเลขสถานีตรวจอากาศผิวพื้น	455201		
	ปีที่เก็บข้อมูล	1990		
	หมายเลขสถานีตรวจอากาศระดับบน	455201		
	ปีที่เก็บข้อมูล	1990		
การแสดงผลลัพธ์	การแสดงค่าความเข้มข้นสูงสุด		1 ชั่วโมง	
	ของระยะเวลาที่กำหนด		8 ชั่วโมง	
			24 ชั่วโมง	
			ตลอดปี	

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล
Copyright by Mahidol University

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

5.1 การออกแบบและการพัฒนา

การออกแบบและพัฒนาระบบการทำงานทั้ง 2 ส่วนได้แก่ ระบบการทำนายความเข้มข้น และ ระบบ การจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยา มีประสิทธิภาพและใช้งานได้ในระดับหนึ่ง

การทำงานของระบบทำนายความเข้มข้น หรือ โปรแกรม EXINTER นั้นมีความง่ายต่อการเข้าและใช้งานง่าย จากลักษณะของที่แนะนำขั้นตอนการทำงานที่ละขั้นตอน ทำให้ผู้ใช้สามารถทำตามได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเป็นการทำงานที่มีขั้นตอนจำนวนมาก ทำให้วิธีการนี้ขาดความคล่องตัวในการทำงาน

ส่วนระบบการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในส่วนย่อยการควบคุม PCRAMMET เนื่องจากมีรูปแบบแนะนำขั้นตอนการทำงานที่ละขั้นตอน ทำให้ใช้งานได้ง่าย และมีขั้นตอนไม่มาก ทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องความคล่องตัวในการทำงาน

ในส่วนย่อยการจัดการข้อมูลข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จากการออกแบบ เป็นแฟ้ม จากข้อคำนึงที่ว่า การประเมินผลกระทบจะใช้ข้อมูลในระยะเวลา 1 ปี และ ข้อมูลที่นำมาจากกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นระยะ 1 ปีเท่ากัน ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นในการเก็บข้อมูลอุตุนิยมไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งมีข้อดีคือไม่มีการซ้ำซ้อน โดยได้ออกแบบส่วนหัว (Header) ของแฟ้มข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้ว ทำให้ ผู้ใช้ทราบคุณลักษณะของแฟ้มข้อมูล

ดังนั้นผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจในการทำงานเล็กน้อยจึงจะสามารถทำงานได้ดี และ การนำเข้าข้อมูลหลายขั้นตอนอยู่ คือ ต้องมีการนำเข้าชื่อแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้ม ทำให้การทำงานไม่คล่องตัว

วิธีการแปลงระดับข้อมูลในโปรแกรม เป็นระบบปิด คือไม่สามารถแก้ไขได้ ระบบน่าจะมีวิธีการเพิ่มหรือแก้ไขวิธีการแปลงให้หลากหลายมากขึ้น

Copyright by Mahidol University

5.1 การใช้งาน

การใช้งานทั้งระบบสามารถจำแนกข้อผิดพลาดได้จากการนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่แตกต่างกัน เนื่องจากแบบจำลองที่ใช้เป็นแกนหลักการทำนายคือ ISCST เหมือนกัน และ ข้อมูลของกรณีศึกษาแตกต่างกัน ดังนั้น ข้อมูลอุตุนิยมจึงเป็นตัวแปรหลักที่สมารถทำให้ผลการทำนายผิด

ดังนั้นจากการที่ระบบให้คำแนะนำในการแปลงระดับข้อมูลจากราย 3 ชั่วโมงเป็นราย 1 ชั่วโมงเพื่อให้ข้อมูลครบถ้วนตามความต้องการของแบบจำลอง อาจไม่ใช้คำแนะนำที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้เสมอไป เพราะ ผู้ใช้แต่ละท่านอาจทฤษฎีการจัดการข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกวิธีจึงเป็นดุลพินิจของผู้ใช้แต่ละท่าน

Copyright by Mahidol University

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา

หลังจากที่ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบ รวมถึงการประเมินผลที่ได้จากการใช้งานระบบแล้ว ในบทนี้จะทำการสรุปและวิจารณ์ผลที่ได้จากการศึกษา รวมถึงให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อใช้ในการพัฒนาหรือปรับปรุงระบบต่อไปในอนาคต

6.1 สรุปผลการศึกษา

1. จากการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศนี้ ได้ ซอฟต์แวร์ สำหรับช่วยในการประเมิน โดยซอฟต์แวร์ทำงานบนโปรแกรมปฏิบัติการวินโดว์

โดยความต้องการของระบบคือ ระบบปฏิบัติการวินโดว์ 95/98 พื้นที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ 20 เมกกะไบต์ ความจำอย่างน้อย 16 เมกกะไบต์สำหรับวินโดว์95 และ อย่างน้อย 32 เมกกะไบต์สำหรับวินโดว์98 ความละเอียดของการ์ดแสดงผลเท่ากับ 800*600 และเครื่องอ่านซีดีรอม เพื่อใช้ในการติดตั้งระบบ

ขนาดของโปรแกรมติดตั้งเท่ากับ 24 เมกกะไบต์ และขนาดของระบบเมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว 13.6 เมกกะไบต์

2.จากการทดสอบกับกรณีศึกษา โดยมีแหล่งกำเนิดแบบจุด และมีข้อมูลอุตอนิยมวิทยาสถานีกรุงเทพ ปี พ.ศ.2539 สามารถทำเสร็จในเวลา 10 นาที และให้ผลถูกต้อง

3. ผลการปฏิบัติตามคู่มือ ปรากฏว่าสามารถทำงานได้ โดยไม่มีปัญหาแต่อย่างใด

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. การปรับปรุงขั้นตอนการอ่านข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ควรจะอ่านข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ในรูปแบบอื่นๆ ได้ เช่น ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศของกรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น

2. ระบบควรมีการตรวจสอบข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในเชิงปริมาณว่ามีความครบถ้วนถูกต้องหรือไม่เพียงใด

3. ระบบควรรองรับการศึกษาของแหล่งกำเนิดชนิดอื่นๆ เช่น แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ เช่น นิคมอุตสาหกรรม เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

รายการอ้างอิง

1 สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน , โครงการการศึกษาจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณความสามารถของการรับปริมาณมลพิษทางน้ำและทางอากาศในพื้นที่ที่มีศักยภาพสูง เพื่อตั้งหรือขยายโรงงานอุตสาหะกรรม, สิงหาคม 2540

2 Richard H. Schools, D. Bruce Turner, Practical Guide to Atmospheric Dispersion Modeling, Air&Waste Management Association, Toronto, June 5-6 1997.

3 D. Bruce Turner, Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates: An Introduction to Dispersion Modeling 2nd ed., Lewis Publishers, 1994.

4 U.S.EPA., PCRAMMET User's Guide, October 1995

5 ปราโมทย์ เดชะอำไพ, ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขในงานวิศวกรรม,สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 253 8.

6 สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม,แนวทางการจัดการผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากโครงการอุตสาหกรรม ด้านคุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ และเสียง, มกราคม 2540.

7 Alan R. Miller, TURBO BASIC Programs for Scientists and Engineers, SYBEX Inc., 1987.

8 Darryl Anderson, Atmospheric Science and Power Production, Technical Information Center, Office of Scientific and Technical Information, United States Department of Energy, 1984.

9 James A. Seen, Analysis & Design of Information Systems 2nd edition, McGraw-Hill Publishing company, 1989.

10 Trinity Consultants Incorporated, BREEZE AIR tm PCRAMMET Version 1.0 User's Manual,1997

11 U.S.EPA., Guideline on Air Quality Model 40 CFR Ch.I (7-1-97 edition), 1997.

Copyright by Mahidol University

รายการอ้างอิง(ต่อ)

12 U.S.EPA., Meteorological Preprocessor for Regulatory Model (MPRM) User's Guide,EPA-454/B-96-002 repacels:EPA-454/B94-020, 1996.

13 U.S.EPA., Tutorial Package for the WRPLOT Utility Program workbook and diskettes

14 William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky and William T. Vetterling, Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 1988.

15 U.S.EPA., Tutorial Package for the WRPLOT Utility Program workbook and diskettes

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ก

ลักษณะแฟ้มข้อมูล และตัวอย่าง

Copyright by Mahidol University

รูปที่ ผนวก ก.-1 แสดงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาราย 1 ชั่วโมง (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

Copyright by Mahidol University

6145020119960101	0	0	0	20	50	30	0	0
6145020119960102	0	0	0	0	0	0	0	0
6145020119960103	0	0	0	0	0	30	0	0
6145020119960104	0	0	0	0	130	80	0	0
6145020119960105	0	0	0	0	0	120	0	0
6145020119960106	0	0	0	240	70	160	0	0
6145020119960107	0	0	0	0	30	70	0	0
6145020119960108	0	0	0	0	30	0	0	0
6145020119960109	0	0	0	360	30	60	0	0
6145020119960110	0	0	0	0	150	0	0	0
6145020119960111	0	0	0	0	0	0	130	0
6145020119960112	0	0	0	0	60	160	150	0
6145020119960113	0	0	0	240	220	0	120	0
6145020119960114	0	0	0	0	0	0	140	0
6145020119960115	0	0	0	0	100	0	0	0
6145020119960116	0	0	0	0	70	40	0	0
6145020119960117	0	0	0	0	270	120	0	0
6145020119960118	0	0	0	0	230	0	0	0
6145020119960119	0	0	0	0	0	0	0	120
6145020119960120	0	240	0	0	0	0	0	0
6145020119960121	0	0	0	0	0	0	0	0
6145020119960122	0	0	0	0	30	0	0	0
6145020119960123	0	0	0	0	0	0	0	0
6145020119960124	0	0	0	0	0	160	140	0
6145020119960125	0	0	0	280	240	190	120	0
6145020119960126	0	0	0	0	0	160	0	0
6145020119960127	0	0	0	0	110	0	0	0
6145020119960128	0	0	0	0	120	150	0	0
6145020119960129	0	0	0	0	160	130	0	0
6145020119960130	0	0	0	0	110	90	0	0
6145020119960131	0	0	0	30	130	30	0	0
6145020119960201	0	0	0	40	60	60	0	0
6145020119960202	0	0	0	20	40	90	0	60
6145020119960203	0	0	10	30	60	60	60	0
6145020119960204	0	0	0	0	0	0	0	0
6145020119960205	0	0	0	70	10	90	0	0
6145020119960206	0	20	30	30	50	60	0	0
6145020119960207	0	0	0	30	60	0	0	0
6145020119960208	0	0	0	0	60	30	0	0
6145020119960209	0	0	0	60	40	60	50	0
6145020119960210	0	30	0	60	70	30	0	0
6145020119960211	0	0	0	50	30	0	60	0
6145020119960212	0	0	0	0	250	0	0	0
6145020119960213	0	0	0	0	240	0	0	0
6145020119960214	0	0	0	320	0	0	120	0
6145020119960215	0	0	0	0	240	0	120	0
6145020119960216	0	0	0	0	0	0	0	0
6145020119960217	0	0	0	0	0	0	120	0
6145020119960218	0	0	0	0	90	120	130	120
6145020119960219	0	0	0	0	100	120	150	0
6145020119960220	0	0	50	30	340	40	360	10
6145020119960221	30	40	350	50	50	60	0	0
6145020119960222	330	20	0	20	30	0	0	0
6145020119960223	0	0	0	70	40	60	0	0
6145020119960224	0	0	0	0	180	180	120	0
6145020119960225	0	0	0	0	0	0	130	0
6145020119960226	0	0	0	0	0	160	130	0
6145020119960227	0	0	0	0	0	120	110	0
6145020119960228	0	0	0	0	120	130	150	0
6145020119960229	0	0	0	0	0	0	0	0
6145020119960301	0	0	0	0	0	0	0	0
6145020119960302	0	0	0	60	0	0	0	0
6145020119960303	0	0	0	0	100	0	0	0
6145020119960304	0	0	0	0	120	70	0	0
6145020119960305	0	0	0	0	130	160	0	0
6145020119960306	0	0	0	0	160	150	140	0
6145020119960307	0	0	0	0	180	130	120	0
6145020119960308	0	0	0	0	0	120	0	0
6145020119960309	0	0	0	0	0	0	0	0
6145020119960310	0	0	0	0	140	130	130	150
6145020119960311	0	0	0	0	130	120	130	120
6145020119960312	0	0	0	140	130	120	130	0
6145020119960313	0	0	0	230	0	120	130	140
6145020119960314	0	0	0	0	0	140	150	160
6145020119960315	0	0	0	0	70	100	130	0
6145020119960316	0	0	0	0	160	0	160	0
6145020119960317	0	0	0	0	210	0	0	0
6145020119960318	0	0	0	0	0	140	130	0
6145020119960319	0	230	0	0	0	160	120	0
6145020119960320	0	0	0	190	170	130	140	0

Copyright by Mahidol University

รูปที่ ผนวก ก.-2 แสดงข้อมูลอุตุนิยมวิทยาราย 3 ชั่วโมง (ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา)

Daily Maximum Temperature (Celsius)

STATION : 455201 Bangkok Metropolis* YEAR : 1996

DATE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	28.6	29.7	31.5	37.1	33.5	33.5	35.6	33.1	32.7	30.6	29.4	29.0
2	29.7	31.3	31.2	37.0	33.5	32.5	35.4	32.9	31.5	29.6	31.7	27.2
3	30.3	30.5	34.8	36.2	35.4	33.5	32.2	33.4	33.4	31.7	31.5	32.0
4	30.4	31.7	34.5	34.1	35.3	33.7	32.7	32.3	31.9	32.8	30.0	31.8
5	31.0	32.5	33.2	34.8	34.7	35.1	34.3	32.8	33.9	33.0	32.2	34.9
6	32.7	31.2	32.8	35.1	36.3	35.7	33.9	32.5	34.5	31.6	31.7	32.8
7	33.3	32.6	32.6	35.6	36.4	34.0	34.5	33.4	31.3	33.4	33.1	29.6
8	33.0	34.4	32.7	35.7	34.2	30.6	33.8	34.5	33.4	33.7	33.5	28.2
9	32.3	33.1	33.2	37.2	32.4	34.9	34.7	34.9	32.0	33.6	33.6	32.0
10	32.7	31.9	34.6	36.7	34.8	34.5	34.4	35.0	31.1	32.2	33.6	32.8
11	33.2	32.0	33.2	37.5	35.7	33.0	32.1	33.1	32.3	33.9	33.5	32.1
12	32.0	33.6	33.7	35.5	33.7	34.5	31.0	32.9	31.7	33.4	33.8	31.5
13	32.1	33.7	34.0	36.9	33.1	32.7	31.2	32.8	30.0	31.7	33.7	31.2
14	32.2	33.9	34.0	31.6	35.5	32.2	34.5	33.2	29.5	34.1	32.5	30.8
15	32.4	34.1	33.7	36.5	35.7	33.9	34.0	32.5	31.6	34.3	34.2	31.0
16	30.6	34.2	34.7	36.2	36.6	32.5	33.6	34.2	32.5	34.1	32.6	30.9
17	31.6	33.5	34.5	35.7	34.7	32.8	32.7	36.0	32.9	34.5	30.8	31.6
18	32.5	33.1	34.6	36.1	33.8	32.7	32.4	33.8	31.4	31.2	27.9	29.8
19	32.9	29.6	34.2	36.9	33.0	31.7	33.2	33.4	31.2	34.4	29.4	31.7
20	33.4	29.9	35.0	37.9	33.5	32.4	32.5	30.7	32.4	33.9	30.6	31.6
21	34.0	29.9	34.7	34.7	30.6	34.2	31.5	32.0	32.1	33.1	32.5	30.8
22	33.5	31.7	35.3	33.7	30.6	34.1	30.9	33.7	33.5	34.0	32.0	30.6
23	35.1	33.2	35.2	35.2	34.1	34.7	31.5	31.5	32.0	33.5	33.5	30.4
24	31.8	34.8	35.9	35.4	35.0	33.3	30.7	30.0	31.7	30.9	31.1	29.9
25	32.1	33.0	35.1	35.2	34.3	33.4	28.0	30.1	33.4	28.5	32.9	30.6
26	33.7	32.5	35.1	32.1	35.1	32.1	30.0	31.2	32.6	30.6	33.8	31.2
27	33.5	32.5	35.7	33.9	34.6	33.7	27.6	33.0	31.7	32.3	33.5	29.5
28	33.9	32.6	34.8	35.4	34.2	34.9	29.7	34.1	31.6	33.0	32.5	29.6
29	33.5	33.1	35.5	33.9	33.0	35.1	31.1	34.3	30.4	33.4	33.4	31.1
30	32.7		35.0	30.5	34.7	34.7	31.2	33.4	30.5	32.3	33.4	32.1
31	32.5		37.3		34.0		32.1	33.2		31.1		31.4
MEAN	32.4	32.4	34.3	35.3	34.3	33.6	32.4	33.0	32.0	32.6	32.3	31.0
MAX.	35.1	34.8	37.3	37.9	36.6	35.7	35.6	36.0	34.5	34.5	34.2	34.9
DAY	23	24	31	20	16	6	1	17	6	17	15	5

Extreme maximum temperature = 37.9 celsius

remark : in line day, if the number of days with maximum temperature greater than 2 days the number of days is shown in parenthesis other number(s) showing the day with maximum temperature in that month.

Data Processing Sub-division
Climatology Division
Meteological Department
20-Mar-97

รูปที่ ผนวก ก.-3 แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลของดัชนี อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน ของสถานี กรุงเท ปี พ.ศ. 2539 (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

Copyright by Mahidol University

g

RAWINSONDE DATA
OBSERVATIONS AT STANDARD PRESSURE LEVELS

Station (455201) 48455 BANGKOK METROPOLIS MONTHLY TEMPERATURE JANUARY 1996 0000 GMT(0700 LST)
Latitude 13.44 N Longitude 100.30 E Geopotential of screen 3 m.

STANDARD PRESSURE LEVELS

Day	1000 mbs	850 mbs	700 mbs	600 mbs	500 mbs	400 mbs	300 mbs	200 mbs	150 mbs	100 mbs	70 mbs	50 mbs	30 mbs	20 mbs	10 mbs	5 mbs	Termination
1																	
2																	
3																	
4	18.4	10.7	7.6	3.7	-5.9	-16.7	-32.0	-53.4	-67.8	-81.0							-81.0
5	18.0	13.6	10.0	4.7	-4.8	-15.4	-33.0	-54.4	-69.0	-81.0	-74.8	-66.4	-56.5	-51.4			-50.5
6	20.4	13.0	10.6	3.5	-5.1	-16.2											-16.2
7	20.3	14.8	11.2	4.9	-6.2	-15.7	-32.2	-54.5	-69.1	-81.7	-77.0	-68.0	-58.1				-58.1
8	21.0	13.2	9.8	3.9	-6.4	-17.4	-33.0	-54.6	-69.5	-80.0	-77.4	-67.3	-56.2	-52.5			-45.5
9	20.5	14.7	6.3	-.2	-7.5	-15.9	-32.5										-35.6
10	23.4	15.8	9.5	2.3	-7.8	-15.5	-31.3	-52.7	-67.0								-74.2
11	22.8	16.8	7.0	2.3	-6.3	-15.3	-32.1										-41.5
12	23.2	16.7	6.8	.5	-4.7	-16.4	-32.3	-54.0									-55.8
13	23.2	14.8	3.2	-2.1	-6.3	-17.5	-34.0	-55.7	-70.1								-77.1
14	22.9	17.3	7.0	3.7	-4.1	-16.3	-32.7										-38.7
15	23.8	17.2	10.4	4.6	-4.5	-16.3	-33.1	-55.3	-68.9	-81.6							-81.6
16	24.2	17.9	11.0	3.2	-5.7	-16.5	-31.9	-52.0	-65.0	-80.4							-80.4
17	23.8	17.9	12.0	4.7	-4.3	-16.3	-32.0	-55.0	-69.9	-82.9							-83.5
18	23.8	16.8	10.6	3.4	-4.8	-16.2	-32.5	-54.8	-69.6	-82.1	-79.3						-77.0
19	24.2	15.4	9.2	2.4	-6.0	-16.7											-21.5
20	22.8	15.4	8.4	3.0	-5.1	-15.8	-31.5	-52.3	-66.1	-80.0	-77.0	-69.7	-58.0				-56.5
21	22.6	15.2	9.8	2.7	-5.9	-15.7	-32.5	-54.9	-67.9	-81.7							-81.7
22	24.0	17.0	11.4	2.3	-5.7	-15.8	-31.7	-53.9	-69.0	-82.9	-74.7	-67.8					-62.7
23	24.7	17.1	9.7	2.0	-6.0	-16.5	-33.0	-54.7	-68.5	-83.0	-76.0						-71.0
24	26.4	16.7	7.5	-.3	-5.3	-16.3	-32.5	-55.0	-70.0	-82.9	-75.9	-68.4					-57.2
25	23.9	16.6	8.6	-.2	-5.0	-17.0	-31.4	-54.7	-69.0	-79.9	-76.6	-68.3	-58.6	-52.0			-45.2
26	24.2	16.8	9.2	3.0	-4.3	-14.9	-31.9	-52.9	-68.2	-81.1	-72.3	-66.1	-57.0				-57.0
27	24.0	16.3	7.4	2.6	-5.0	-16.1	-32.5	-54.3	-68.4	-76.3	-76.0	-68.1					-68.1
28	23.0	14.5	8.0	3.0	-4.6	-17.2	-33.5	-55.3	-69.8								-78.4
29	22.9	14.8	8.4	2.5	-4.7	-16.2	-32.9	-55.3	-69.3	-80.0	-74.7	-68.0	-57.7	-58.5			-54.5
30	22.0	14.8	10.4	2.2	-7.5	-16.0	-32.8	-53.9	-68.1	-81.9	-77.0	-68.0	-57.4	-57.4			-50.5
31	21.0	16.2	10.0	2.2	-6.9	-16.7	-32.5	-53.1	-66.1	-79.5	-74.9	-67.1	-56.1				-56.1
N	28	28	28	28	28	28	26	23	22	19	14	12	9	5			28
Mean	22.7	15.6	9.0	2.5	-5.6	-16.2	-32.4										-59.2
Max.	26.4	17.9	12.0	4.9	-4.1	-14.9	-31.3	-52.0	-65.0	-76.3	-72.3	-66.1	-56.1	-51.4			-16.2
Min.	18.0	10.7	3.2	-2.1	-7.8	-17.5	-34.0	-55.7	-70.1	-83.0	-79.3	-69.7	-58.6	-58.5			-83.5

รูปที่ ผนวก ก.-4 แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลของดัชนี อุณหภูมิที่ชั้นระดับความดันมาตรฐาน (Temperature Profile) สถานีกรุงเทพ ปี พ.ศ. 2539 (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

Copyright by Mahidol University

RAWINSONDE DATA
OBSERVATIONS AT STANDARD PRESSURE LEVELS

Station (455201) 48455 BANGKOK METROPOLIS
Latitude 13.44 N Longitude 100.30 E

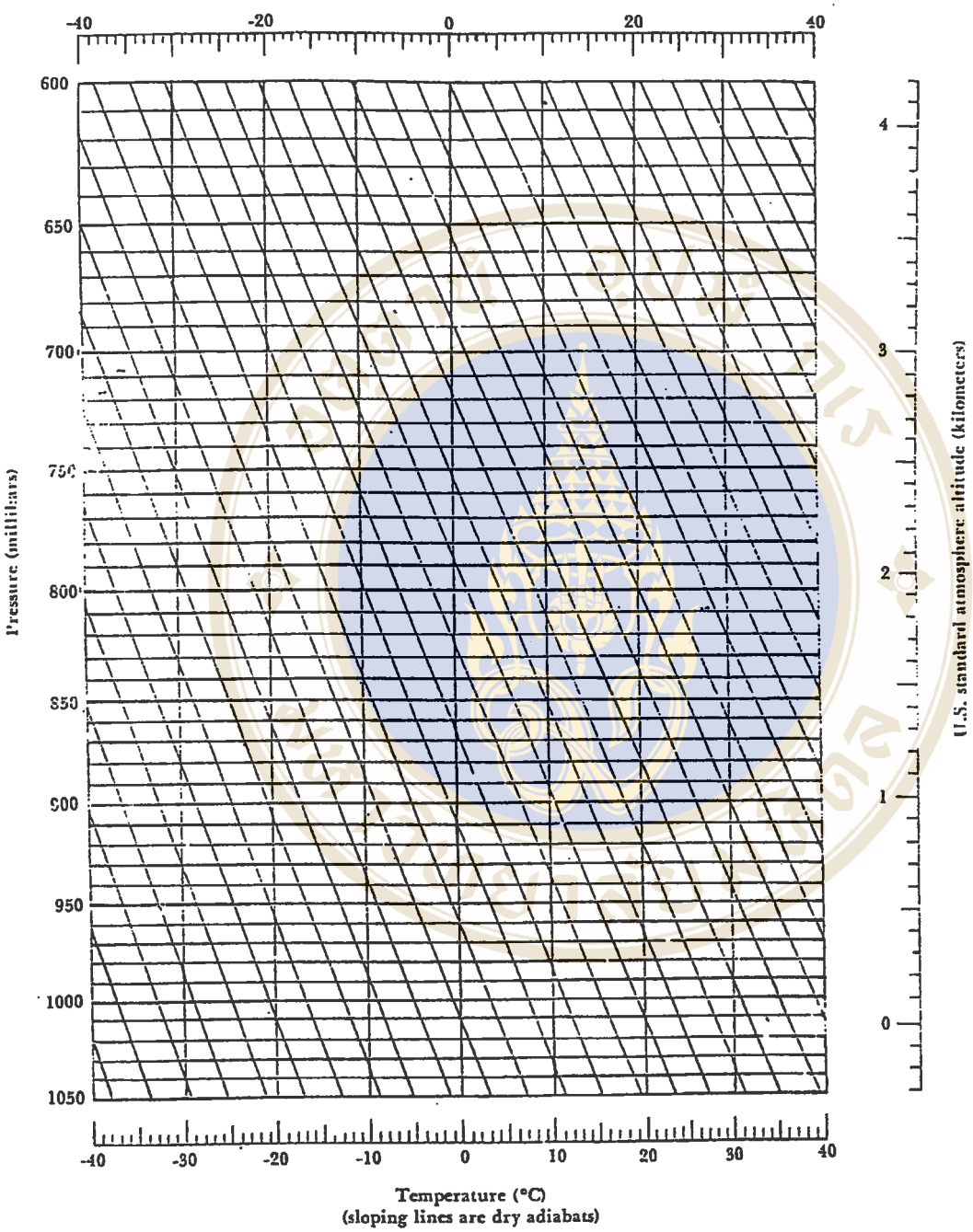
MONTHLY DYNAMIC HEIGHT JANUARY 1996 0000 GMT(0700 LST)
Geopotential of screen 3 m.

STANDARD PRESSURE LEVELS

Day Termination	1000 mbs	850 mbs	700 mbs	600 mbs	500 mbs	400 mbs	300 mbs	200 mbs	150 mbs	100 mbs	70 mbs	50 mbs	30 mbs	20 mbs	10 mbs	5 mbs	
1																	
2																	
3																	
4	140	1509	3111	4377	5827	7542	9644	12380	14171	16531							
5	125	1526	3142	4419	5880	7600	9700	12428	14210	16560	18600	20592	23767	26367			16531
6	116	1506	3115	4382	5838	7555											26970
7	114	1519	3145	4418	5875	7582	9682	12414	14196	16541	18560	20519	23679				7555
8	126	1530	3159	4425	5883	7591	9685	12419	14211	16576	18620	20568	23762	26334			23679
9	123	1524	3140	4390	5832	7544	9645										28700
10	116	1526	3158	4423	5871	7601	9706	12459	14257								10052
11	108	1511	3137	4396	5844	7556	9656										15200
12	108	1512	3138	4390	5841	7560	9658	12391									
13	109	1517	3147	4391	5843	7561	9649	12363	14142								10918
14	91	1500	3122	4386	5848	7572	9669										12856
15	100	1508	3137	4408	5868	7579	9673	12397	14175	16520							15000
16	109	1521	3159	4427	5882	7597	9696	12442	14247	16625							10453
17	99	1519	3161	4433	5896	7615	9713	12444	14217	16551							16520
18	99	1511	3148	4416	5872	7593	9691	12429	14211	16553	18560						
19	91	1496	3130	4393	5850	7568											16620
20	82	1489	3116	4382	5844	7564	9670	12419	14223	16596	18600	20536	23704				16683
21	82	1482	3107	4369	5822	7540	9640	12369	14150	16508							19200
22	99	1517	3142	4412	5856	7580	9684	12435	14228	16572	18600	20606					8546
23	91	1511	3140	4402	5850	7562	9657	12386	14170	16515	18550						24369
24	92	1495	3119	4374	5817	7534	9634	12365	14142	16473	18400	20369					
25	91	1504	3129	4388	5833	7557	9656	12405	14187	16521	18600	20536	23718				16508
26	82	1491	3119	4381	5838	7565	9672	12410	14200	16555	18620	20604	23769	26308			21380
27	91	1499	3131	4394	5848	7576	9674	12410	14194	16546	18600	20552					20162
28	108	1504	3133	4391	5850	7565	9655	12381	14161								23311
29	107	1513	3140	4399	5857	7587	9680	12406	14182	16510	18550	20517	23662				28620
30	99	1502	3145	4411	5861	7575	9673	12412	14207	16547	18580	20529	23682	26209			23769
31	98	1498	3130	4391	5839	7548	9644	12376	14175	16552	18590	20572	23732	26256			20552
N	28	28	28	28	28	28	26	23	22	19	14	12	9	5			15360
Mean	103	1509	3136	4399	5852	7570	9669										27237
Max.	140	1530	3161	4433	5896	7615	9713	12459	14257	16625	18620	20606	23769	26367			28118
Min.	82	1482	3107	4369	5817	7534	9634	12363	14142	16473	18400	20369	23662	26209			23732
																	28
																	18879
																	28700
																	7555

รูปที่ ผนวก ก.-5 แสดงลักษณะแฟ้มข้อมูลของดัชนี Dynamic Height ของสถานี กรุงเทพปี พ.ศ. 2539
(ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา)

Copyright by Mahidol University



รูปที่ ผนวก ก.-6 แสดงลักษณะของกราฟ Adiabatic Lapse Rate ที่ใช้สำหรับหาค่าความสูงผสมของชั้นบรรยากาศ (Mixing Height)

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งาน

ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประเมินผลกระทบ

ด้านคุณภาพอากาศ จากโครงการอุตสาหกรรม

Copyright by Mahidol University

ระบบจะประกอบด้วนส่วนการทำงาน 2 ส่วนได้แก่

1 ระบบการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ

เป็นระบบที่คำนวณค่าความเข้มข้นของสารมลพิษจากแหล่งกำเนิดสารมลพิษ

2 ระบบการจัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

เป็นระบบที่จัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ประกอบด้วยระบบย่อย 2 ระบบ

2.1 ระบบการสร้างแฟ้มข้อมูลนำเข้าและควบคุม PCRAMMET

ในกรณีที่มีข้อมูลอุตุนิยมวิทยาครบถ้วนสำหรับการแบบจำลองแล้ว ใช้ระบบย่อยนี้ในการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาให้อยู่ในรูปแบบที่แบบจำลองต้องการ

ข้อมูลนำเข้าได้แก่ แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวในรูปแบบ CD144 และ แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบนในรูปแบบ SCRAM BBS / RAMMET

ผลลัพธ์ของระบบย่อยนี้ได้แก่ แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในรูปแบบที่ใช้กับแบบจำลอง ISC ต้องการ

2.2 การจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยา

ในกรณีที่ยังไม่มีข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในรูป แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวในรูปแบบ CD144 และ แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบนในรูปแบบ SCRAM BBS / RAMMET จะใช้ระบบย่อยนี้ในการทำงาน

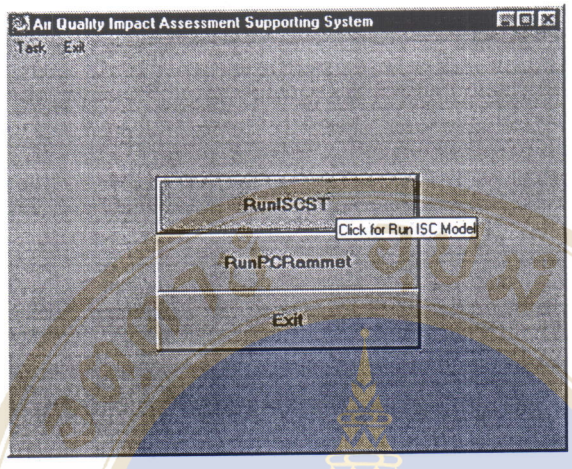
ข้อมูลนำเข้าสำหรับการทำแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวในรูปแบบ CD144 ได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวจากกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งระบบนี้สามารถรับได้ทั้ง 2 รูปแบบได้แก่รูปแบบราย 1 ชั่งโมง และ ราย 3 ชั่วโมง

ข้อมูลนำเข้าสำหรับการทำแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบนในรูปแบบ SCRAM BBS / RAMMET ได้แก่ แฟ้มข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) แฟ้มข้อมูล Dynamic height และแฟ้มข้อมูลอุณหภูมิที่ชั้นระดับความดันมาตรฐาน (Temperature Profile)

ผลลัพธ์ของระบบย่อยนี้ได้แก่ แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวในรูปแบบ CD144 และแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาระดับบนในรูปแบบ SCRAM BBS / RAMMET

Copyright by Mahidol University

ระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ หรือ AQISS มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ดังนี้



โดยปุ่ม

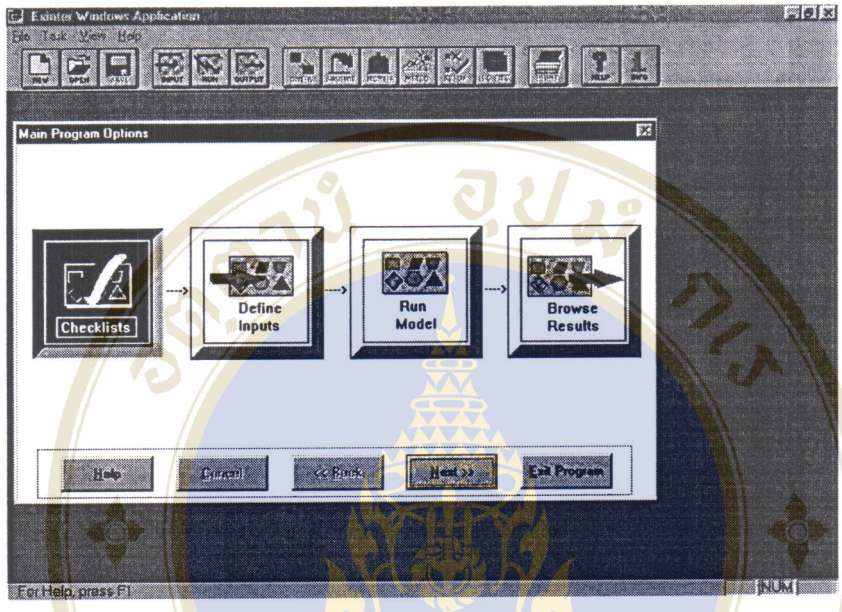
RunISCST สำหรับ ระบบการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ

RunPCRAMMET สำหรับ ระบบการจัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

Copyright by Mahidol University

<u>สำหรับ ระบบการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ</u>

เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ **ระบบการประเมินผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ** จะมีหน้าจอหลักสำหรับการทำงานดังนี้

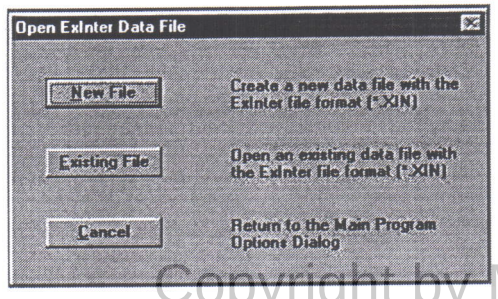


ซึ่งเป็นการเข้าสู่โปรแกรม ExInter เป็นโปรแกรมที่คุมการทำงานของ ISC โดยมีขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 4 ขั้นตอน (ดังรูปด้านบน) ได้แก่

1. การตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น (Check Lists)
2. การนำเข้าข้อมูล (Define Inputs)
3. การประมวลผลข้อมูล (Run Model)
4. การดูผลลัพธ์ (Browse Output)

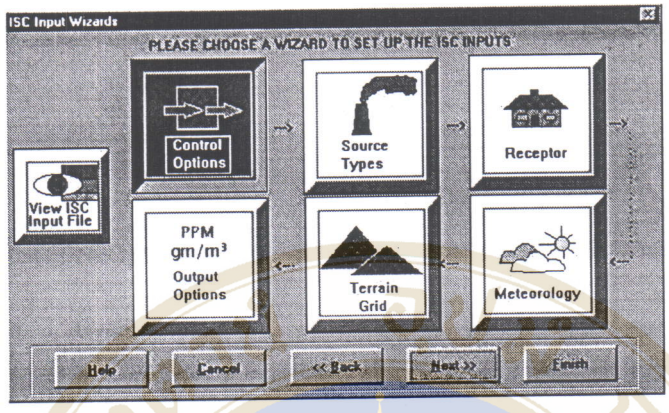
โดยปกติการคำนวณความเข้มข้นจะเริ่มจากการ การนำเข้าข้อมูล (Define Inputs) ซึ่งเป็นการกำหนดพารามิเตอร์ของ ISC

และจะให้ผู้ใช้กำหนดการสร้างแฟ้มขอมูลใหม่ หรือการเรียกแฟ้มข้อมูลเก่ามาแก้ไข



Copyright by Mahidol University

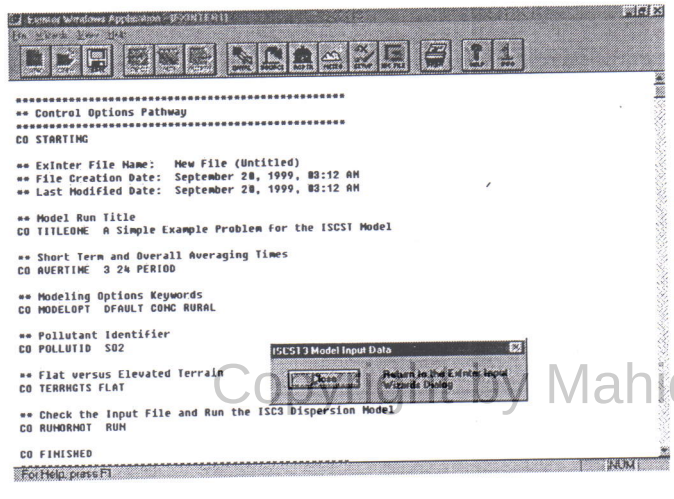
จากนั้นเป็นการกำหนดรายละเอียดของพารามิเตอร์มีทั้งหมด 6 ชนิด



โดยหัวข้อของข้อมูลนำเข้ามีทั้งหมด 6 หัวข้อได้แก่

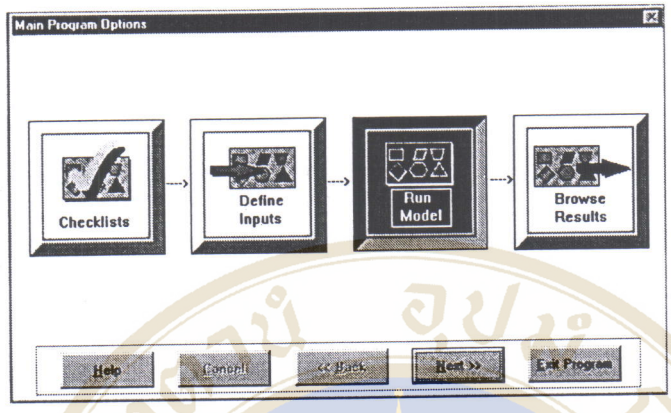
ข้อมูลการควบคุม	Control Options
ข้อมูลแหล่งกำเนิด	Source Type
ข้อมูลจุดรับ	Receptor
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	Meteorology
ข้อมูลระดับของพื้นที่	Terrain Grid
ข้อมูลผลลัพธ์	Output Options

เมื่อผู้ใช้กำหนดข้อมูลแต่ละพารามิเตอร์เสร็จแล้วโปรแกรมจะสร้างแฟ้มข้อมูลคำสั่งนำเข้าสำหรับ ISC และผู้ใช้สามารถเรียกดูได้โดยกดปุ่ม “View ISC Input File” โดยระบบจะแสดงข้อมูลดังนี้

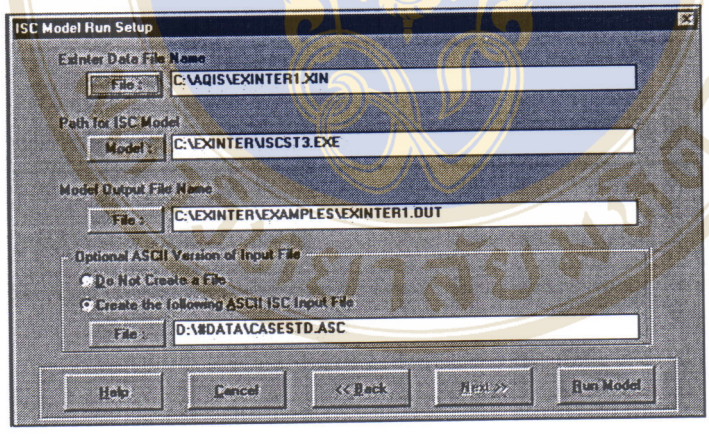


Copyright by Mahidol University

เมื่อผู้ใช้กำหนดรายละเอียดของ พารามิเตอร์ครบ จากนั้นจะกลับเข้าสู่หน้าจอหลัก

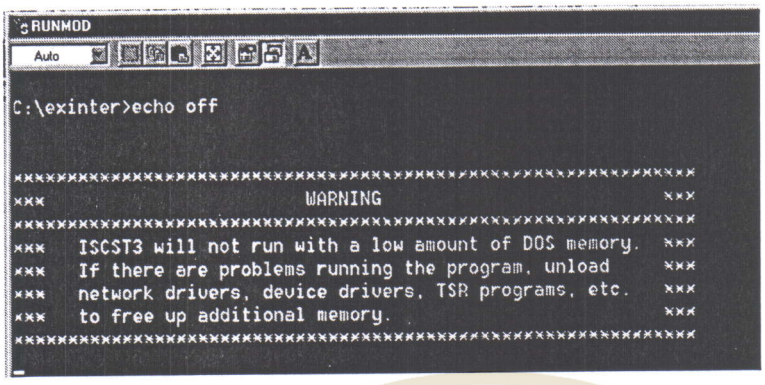


จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือก Run Model สำหรับการสั่งให้ ISC ทำงาน เพื่อทำนายระดับความเข้มข้นของสารมลพิษ โดยจะมีลักษณะหน้าจอดังนี้

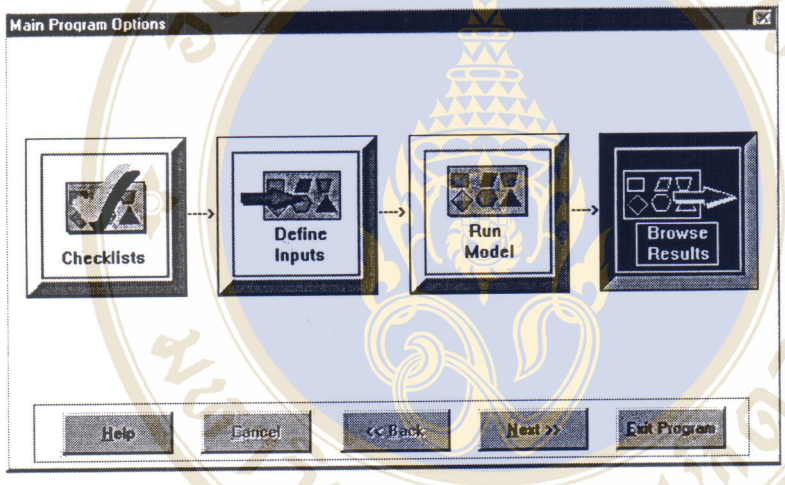


โดยผู้ใช้จะต้องกำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลนำเข้า ชื่อแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์ จากนั้นเมื่อกดปุ่ม Run Model โปรแกรม ISC จะทำงานโดยมีลักษณะการทำงานมนดอสโหมด มีลักษณะดังนี้

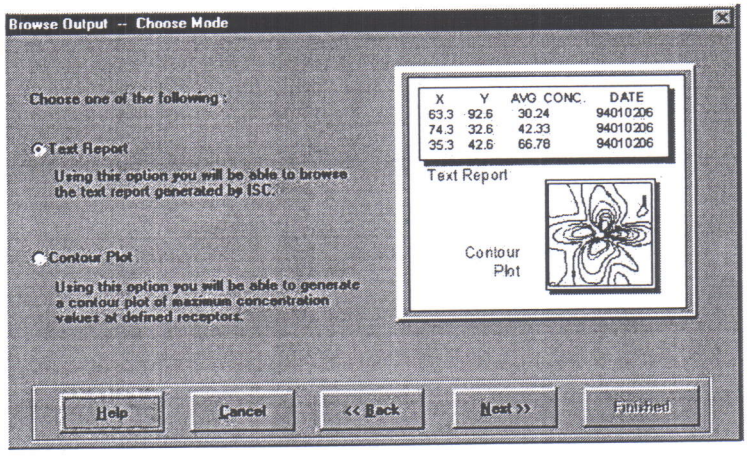
Copyright by Mahidol University



และเมื่อโปรแกรม ISC ทำงานเสร็จสมบูรณ์ โปรแกรมจะกลับสู่รายการหลัก เพื่อให้ผู้ใช้เลือกการดูผลลัพธ์

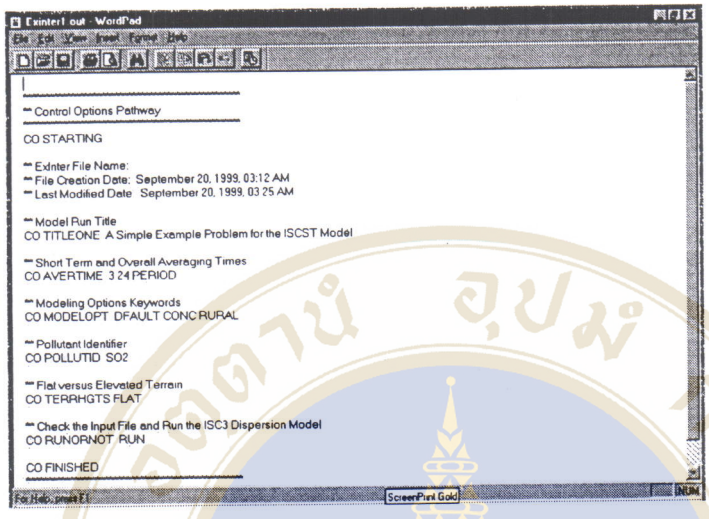


โปรแกรมจะให้ผู้ใช้เลือกการดูผลลัพธ์ ทั้งแบบข้อความและรูปภาพโดยจะปรากฏหน้าจอดังนี้

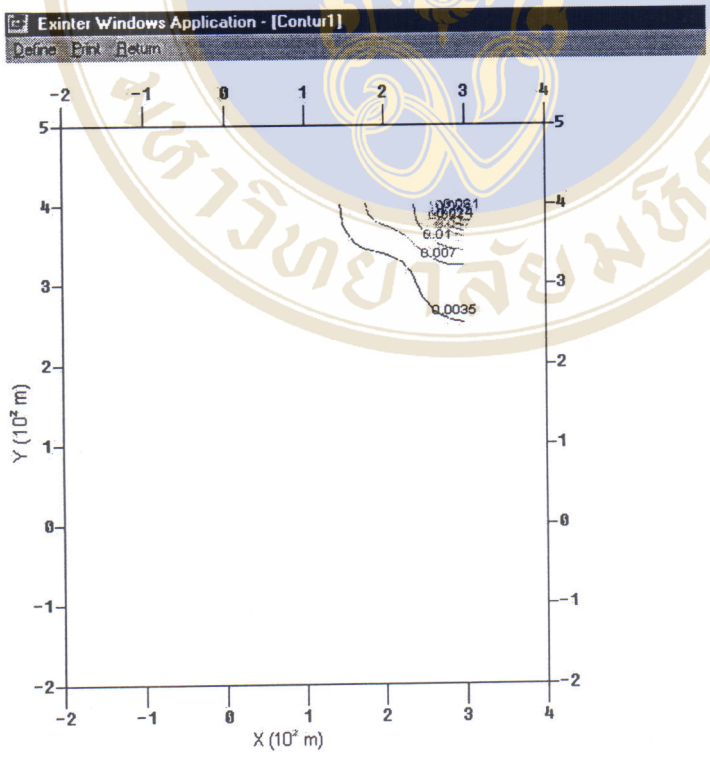


Copyright by Mahidol University

ซึ่งจะได้ผลลัพธ์แบบข้อความดังนี้

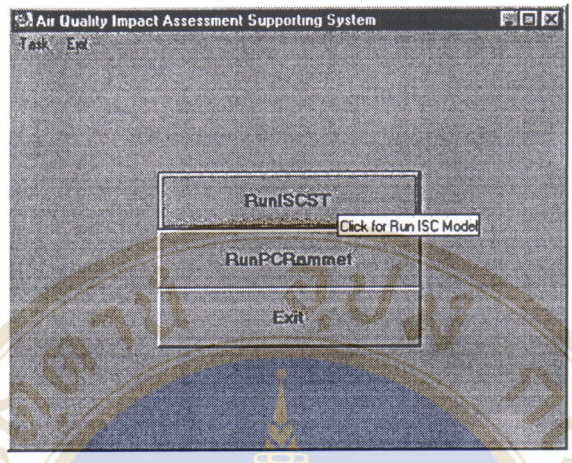


ได้ผลลัพธ์แบบรูปภาพดังนี้



Copyright by Mahidol University

ส่วนระบบการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยา



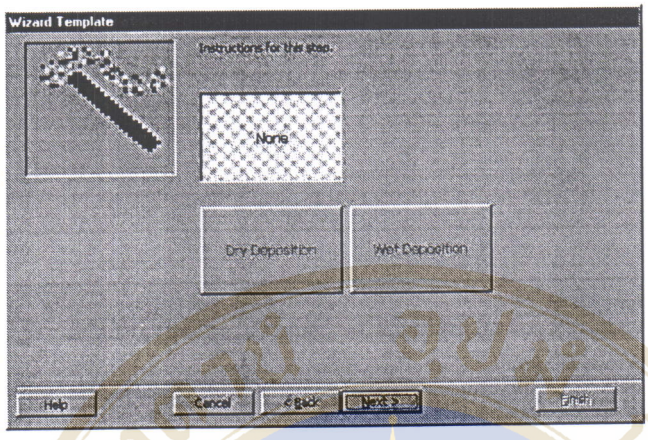
เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม RunPCRAMMET เพื่อเข้าสู่ระบบการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยา โปรแกรมจะมีหน้าจอดังนี้

ซึ่งเป็นหน้าจอแนะนำโปรแกรม เมื่อผู้ใช้ไม่ต้องการให้หน้าจอนี้ปรากฏในครั้งต่อไป ให้ คลิ๊กที่ ช่อง Skip this screen in future

จากนั้นให้ผู้ใช้ใส่ข้อมูลสำหรับ PCRAMMET มีลำดับดังนี้

Copyright by Mahidol University

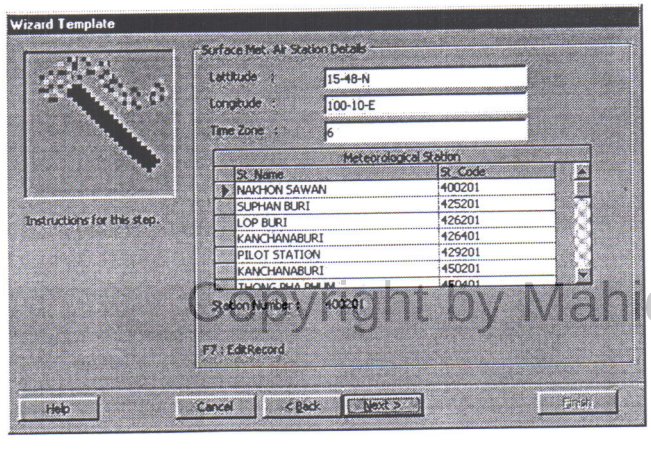
1. ลักษณะของแบบจำลอง



2. ชื่อแฟ้มและลักษณะของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว รวมทั้งชื่อแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมระดับบน

ในหน้าจอนี้ผู้ใช้สามารถเลือกปุ่ม “Create Met File” เพื่อการเตรียม แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว และแฟ้มข้อมูลอุตุนิยมระดับบน จากข้อมูลดิบของกรมอุตุนิยมวิทยาได้ด้วย

3. ผู้ใช้เลือกข้อมูลเฉพาะของสถานีตรวจอากาศ โดยผู้ใช้สามารถเลือกสถานีโดยใช้ปุ่มลูกศรเลื่อนขึ้นลง



Copyright by Mahidol University

4.และผู้ใช้ใส่ชื่อแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย

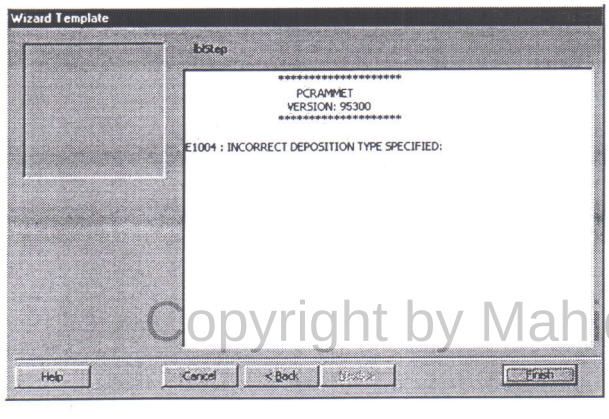
และเมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Next โปรแกรมจะทำการสรุปข้อมูลนำเข้าตามที่ผู้ใช้เลือก และแสดงในหน้าต่างสรุปดังนี้

เมื่อผู้ใช้ตรวจทานเรียบร้อยและต้องการ Run PCRAMMET ให้กด YES แต่ถ้าต้องการแก้ไข ให้กด No

เมื่อกด No โปรแกรมกลับไปสู่ขั้นตอนเดิมเพื่อให้ผู้ใช้แก้ไขข้อมูลได้

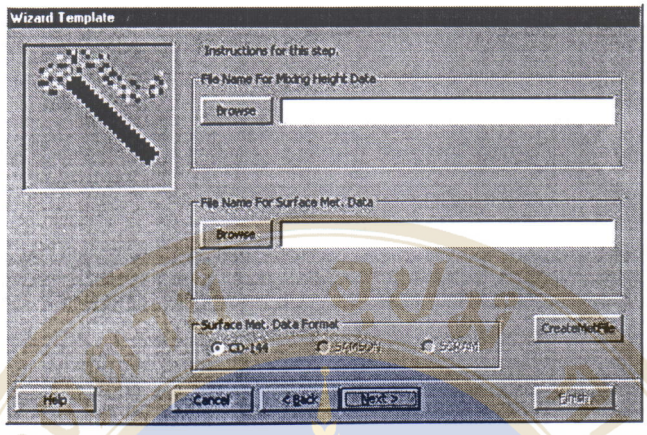
เมื่อกด Yes โปรแกรมจะทำการ Run PCRAMMET

เมื่อ PCRAMMET Run เสร็จสมบูรณ์ โปรแกรมจะแสดงผลการ Run ในหน้าจอดังนี้

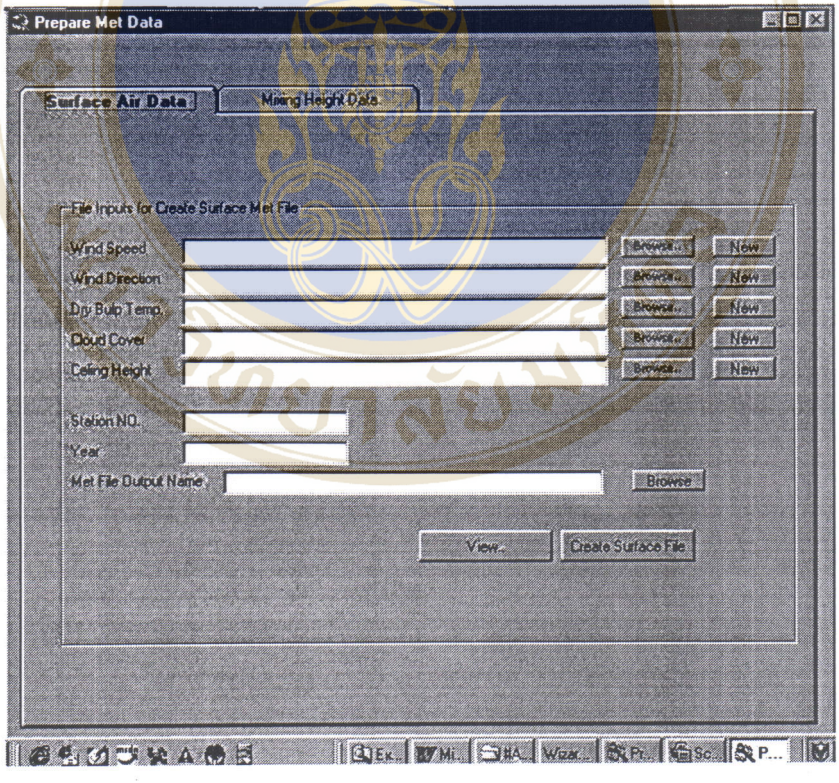


Copyright by Mahidol University

สำหรับระบบการจัดการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการกดปุ่ม Create Met File



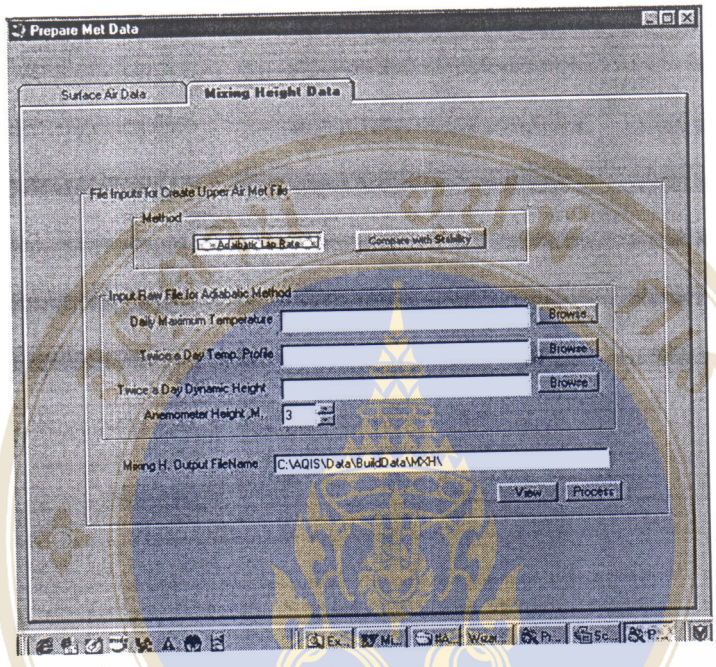
จะปรากฏหน้าจอดังนี้



ซึ่งจะแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนได้แก่ Surface Air Data และ Mixing Height Data ผลลัพธ์ของ Surface Air Data คือ แฟ้มข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสำหรับ ISC ในรูปแบบ CD144

Copyright by Mahidol University

และสำหรับ Mixing Height Data สามารถแบ่งลักษณะการทำงานตามลักษณะการจำแนก Mixing Height ตาม Adiabatic Lapse Rate



ผลลัพธ์ของทั้งสองวิธีคือ แฟ้มข้อมูล Mixing Height ในรูปแบบ SCRAM BBS /RAMMET

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายธรรศ กลิ่นษร
วัน เดือน ปีเกิด	17 พฤศจิกายน 2513
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, พ.ศ. 2533 - 2536
	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)
	มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2537 - 2542

Copyright by Mahidol University