



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การวิเคราะห์สภาพอากาศและการเฝ้า  
ระวังการเกิดมลภาวะอากาศ”

โดย

รศ.ดร.เจียมใจ เครื่องสุวรรณ และคณะ

พฤษภาคม 2551

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

# โครงการ “การวิเคราะห์สภาพอากาศและการเฝ้าระวัง การเกิดมลภาวะอากาศ”

### คณะผู้วิจัย

### สังกัด

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1. รศ.ดร.เจียมใจ เครือสุวรรณ     | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่       |
| 2. นายชาคริต โชติอมรศักดิ์       | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่       |
| 3. นางสาวอรรพรรณ วิรัชห์เวชยันต์ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่       |
| 4. นายภาคภูมิ รัตน์จิราณหกุล     | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |

ชุดโครงการ “โครงการนำร่องเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศใน  
แอ่งเชียงใหม่ – ลำพูน ”

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)  
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

## บทสรุปผู้บริหาร

การจำลองสภาพอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ด้วยแบบจำลองสภาพอากาศภูมิภาค (MM5) ได้ดำเนินการในช่วงเดือนมกราคม- มีนาคม พ.ศ.2549 และ พ.ศ.2550 เพื่อวิเคราะห์สภาพอากาศในช่วงเกิดปัญหาหมอกควันในอดีที่ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กมีค่าสูง ทำให้ทราบถึงสภาวะและเงื่อนไขในการเกิดปัญหาหมอกควันในแอ่งเชียงใหม่- ลำพูน ดังนี้

- ก. สภาพภูมิประเทศที่เป็นแอ่งทำให้มีการเคลื่อนที่ลงของอากาศตามแนวไหล่เขา และเป็นลมอ่อนในบริเวณแอ่ง การพัดพาฝุ่นละอองออกไปตามแนวราบเป็นไปได้น้อย
- ข. ความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่อิทธิพลลงมาปกคลุมภาคเหนือ บ่อยครั้งทำให้เกิดอุณหภูมิผกผันเหนือบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา ยังผลให้อากาศมีเสถียรภาพมาก การเคลื่อนที่ขึ้น-ลงตามแนวดิ่งของอากาศเป็นไปได้ยาก ซึ่งเสมือนเป็นแผ่นปิดกั้นการฟุ้งกระจายขึ้นไปของฝุ่นละออง
- ค. ทิศทางและขนาดความเร็วลมที่พัดจากบริเวณนอกแอ่ง ประกอบกับภาพถ่าย hot spots ที่บ่งชี้ถึงบริเวณที่มีการเผาไหม้ภายในและภายนอกแอ่ง อาทิเช่น ไฟป่า การเผาวัสดุการเกษตร อันเป็นที่มาของแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง
- ง. การวิเคราะห์จากแผนภาพ skew-T ทำให้ทราบว่าบรรยากาศมีเสถียรภาพมากเมื่อเกิดอุณหภูมิผกผัน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการฟุ้งกระจายตามแนวดิ่งของฝุ่นละออง
- จ. อากาศแห้งช่วงฤดูแล้ง เดือนมกราคม-มีนาคม 2549-2550 เป็นสภาพปกติที่ไม่มีฝนตก

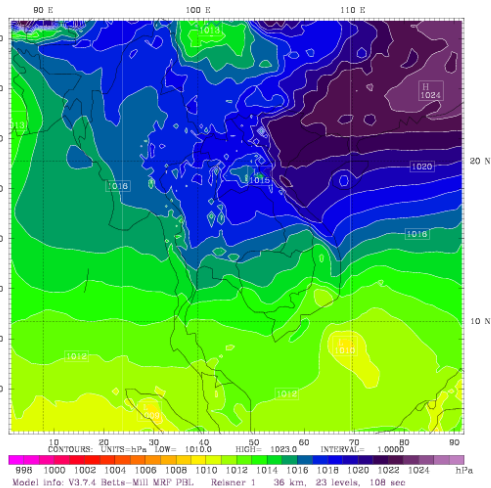
การเฝ้าระวังปัญหาหมอกควันในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนในช่วงเดือนมกราคม-ต้นเดือนเมษายน พ.ศ.2551 ได้มีการดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. พยากรณ์อากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนล่วงหน้า 5 วัน เพื่อทำนายสภาพอุณหภูมิผกผันเสถียรภาพอากาศ ลมผิวพื้น ความกดอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น และฝน ในการเฝ้าระวังและเตือนการเพิ่มปริมาณฝุ่นละอองทุกรูปแบบ กรณีที่มีอุณหภูมิผกผันในระยะใกล้พื้นดิน
2. ทดสอบประสิทธิภาพผลการพยากรณ์อากาศจากแบบจำลอง MM5 โดยการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น และฝนที่พยากรณ์จากแบบจำลอง MM5 และค่าตรวจวัดจากกรมอุตุนิยมวิทยาในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปางและลำพูน ซึ่งได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกัน
3. ตรวจสอบข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของจุดความร้อนจากการเผาไหม้ (hot spot) ประกอบการวิเคราะห์ลมผิวพื้น และค่าตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากระบบควบคุมมลพิษ

4. ประกาศผลพยากรณ์สภาพอากาศและการเฝ้าระวังปัญหาหมอกควันล่วงหน้า 5 วัน ผ่านทาง  
 เว็บไซต์ของหน่วยวิจัยฟิสิกส์บรรยากาศ <http://www.physics.science.cmu.ac.th/atmoslab>  
 และส่งผลการเฝ้าระวังให้แก่ศูนย์ประสานและเตือนภัยคุณภาพอากาศ ภาคเหนือ  
<http://medcenter.med.cmu.ac.th/fogsmoke/>  
 สถาบันวิจัยสังคม <http://www.sri.cmu.ac.th/index.php>  
 สถาบันวิจัยระบบสุขภาพ (สวรส.) ภาคเหนือ-มช. <http://www.hsricmu.com/>

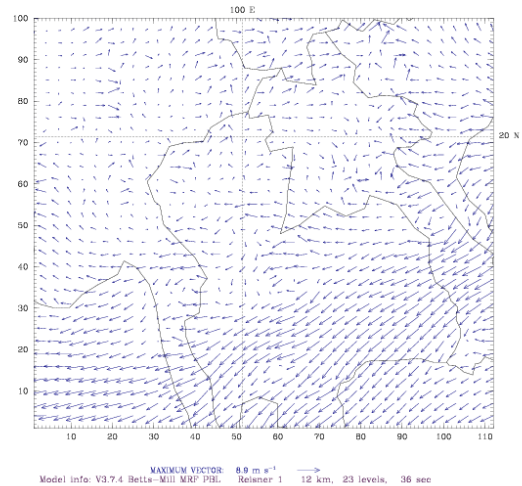
อาทิเช่น ผลการพยากรณ์อากาศ วันที่ 6 มีนาคม 2551

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
 Fcst: 33.00 h Valid: 0300 UTC Thu 06 Mar 08 (1000 LST Thu 06 Mar 08)  
 Sea-level pressure  
 Sea-level pressure



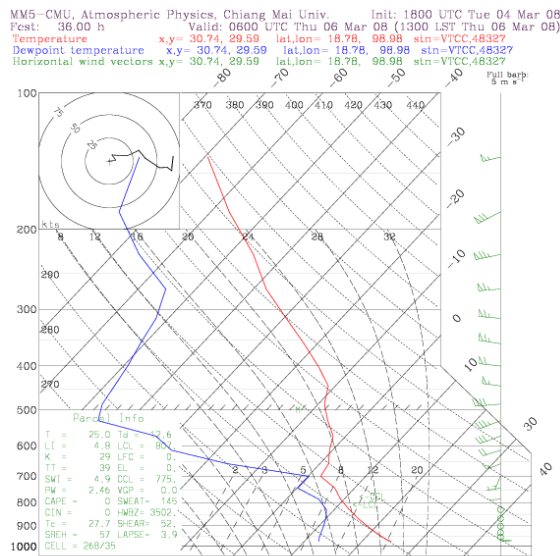
ความกดอากาศ เวลา 10.00 น.

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ. Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
 Fcst: 36.00 h Valid: 0600 UTC Thu 06 Mar 08 (1300 LST Thu 06 Mar 08)  
 Horizontal wind vectors  
 at k-index = 23

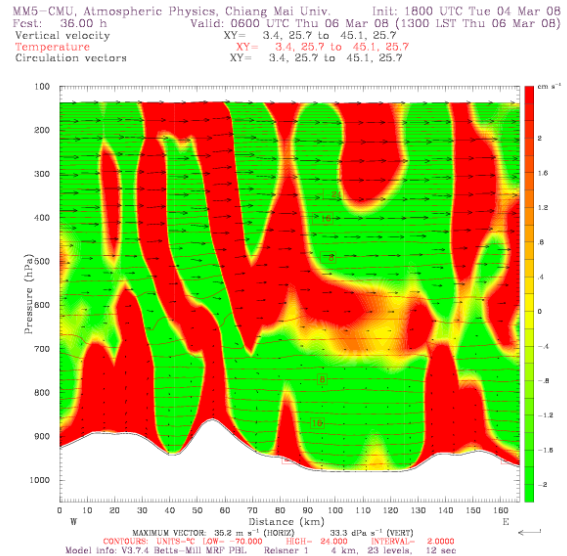


ความเร็วลม เวลา 13.00 น.



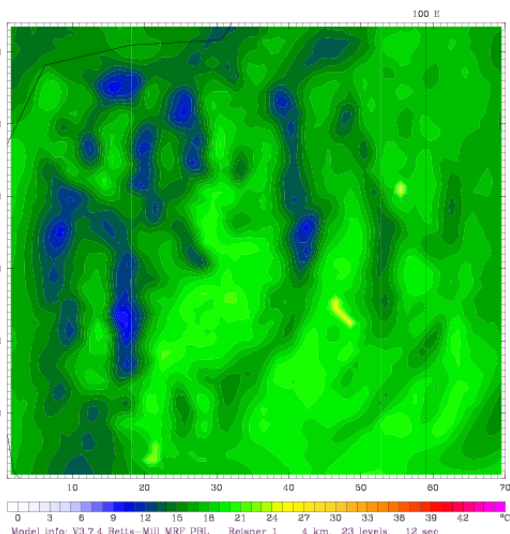


Skew-T เวลา 13.00 น.



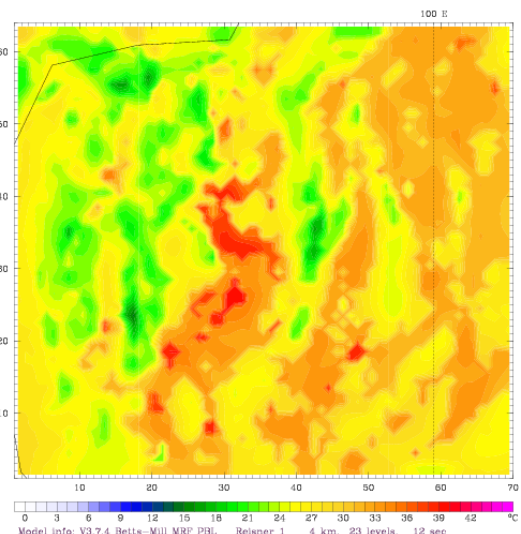
ความเร็วลมตามแนวตะวันตก- ตะวันออก  
 และตามแนวดิ่ง เวลา 13.00 น.

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
 Fcst: 30.00 h Valid: 0000 UTC Thu 06 Mar 08 (0700 LST Thu 06 Mar 08)  
 Temperature(at 2m)



อุณหภูมิเวลา 07.00 น.

CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
 Fcst: 36.00 h Valid: 0600 UTC Thu 06 Mar 08 (1300 LST Thu 06 Mar 08)  
 erature(at 2m)



อุณหภูมิเวลา 13.00 น.

## การพยากรณ์สภาพอากาศจากแบบจำลอง MM5 ระหว่างวันที่ 6 มีนาคม 2551

มีความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมภาคเหนือตอนบนทำให้ช่วงเช้าอากาศเย็น อุณหภูมิตอนเช้าประมาณ 19-21 องศาเซลเซียส ตอนบ่ายประมาณ 31-33 องศาเซลเซียส

อากาศมีเสถียรภาพเหนือพื้นดิน จากนั้นเกิดอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามความสูง (inversion) ที่ความสูง ประมาณ 3 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน เสมือนมีแผ่นปิดกั้นไม่ให้อากาศเคลื่อนที่ผ่าน ทำให้ฝุ่นละอองใน

อากาศลอยขึ้นตามแนวดิ่งได้เล็กน้อยจนถึงความสูง 3 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน สภาพอากาศในช่วงนี้ยังคงเอื้ออำนวยต่อการสะสมของฝุ่นละอองใกล้พื้นดิน จึงควรลดการปลดปล่อยฝุ่นละอองสู่บรรยากาศ

จากผลการศึกษาสภาพอากาศใน เดือน มกราคม-มีนาคม พ.ศ.2549 -2551 ทำให้ทราบว่า สภาพภูมิประเทศและสภาพอากาศของแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนมีแนวโน้มสูงมากที่จะประสบปัญหาหมอกควันเนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในช่วงมกราคม-มีนาคมของทุกปี เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ ได้แก่

### 1. ภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน เป็นลักษณะแอ่งกระทะที่มีเทือกเขาขวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ล้อมรอบ ทำให้ลมบริเวณข้างเคียงพัดผ่านด้านบนของแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ลมผิวพื้นในแอ่งสงบ ส่งผลให้การฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในอากาศตามแนวราบเป็นไปได้ยาก ขณะที่ลมภูเขาช่วงเวลากลางคืนเคลื่อนที่ลง ส่วนเวลากลางวันลมจะเคลื่อนที่ขึ้นบริเวณไหล่เขาแล้วเคลื่อนที่ลงบริเวณหุบเขา ก่อให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองในอากาศบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนได้

### 2. แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในอากาศ

แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในอากาศทั้งในและนอกบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน อาทิเช่น การเผาในที่โล่ง การเผาวัสดุการเกษตร การเผาป่า ท่อไอเสียรถ การก่อสร้าง ฝุ่นจากถนน เป็นต้น โดยจำนวนและพื้นที่ของแหล่งกำเนิดจะมีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ เมื่อพิจารณาภาพ hot spot จากภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ.2551 พบว่า มีการเผาป่ามากทางตอนเหนือของประเทศ เช่น เชียงราย แม่ฮ่องสอน ตาก น่าน เชียงใหม่ เลย กาญจนบุรี และบริเวณชายแดนของประเทศเพื่อนบ้านทั้งฝั่งตะวันตกและตะวันออกของประเทศ ฝุ่นละอองจากการเผาป่านอกบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ถูกพัดพาเข้ามาตามลมเพิ่มเติมกับปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน เป็นสาเหตุที่ปริมาณฝุ่นสูงสุดในวันที่ 14 มีนาคม 2551 เนื่องจากการสะสมของฝุ่นมาอย่างต่อเนื่อง และ ปี พ.ศ. 2550 มีจำนวน hot spot มากกว่า พ.ศ. 2551

### 3. สภาพอากาศ

3.1 ความกดอากาศสูง ทำให้บรรยากาศมีเสถียรภาพของอากาศ เนื่องจากช่วงฤดูหนาวประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยความกดอากาศสูงจากประเทศจีนจะแผ่เข้าสู่ประเทศไทย สภาพอากาศจึงแห้งและเย็น อากาศเป็นแบบมีเสถียรภาพมาก (stable) และบ่อยครั้งพบชั้นอุณหภูมิผกผัน (inversion) เปรียบเสมือนแผ่นปิดกั้นไม่ให้ฝุ่นละอองในอากาศเคลื่อนที่ขึ้นได้ แต่ถ้าเป็นสภาพอากาศที่ไม่มีเสถียรภาพ (Unstable) ฝุ่นละอองจะฟุ้งกระจายขึ้นไปในอากาศได้ดี ลดความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นในพื้นที่ จากการวิเคราะห์แผนภาพ Skew-T ด้วยแบบจำลอง MM5 ในช่วง

เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคมของปีพ.ศ. 2549, พ.ศ.2550 และ พ.ศ.2551 ช่วงที่ความกดอากาศสูงปกคลุมประเทศไทย อากาศจะมีเสถียรภาพมาก บ่อยครั้งพบชั้นของอุณหภูมิผกผัน ประกอบกับการปลดปล่อยฝุ่นละอองสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดทั้งในและนอกพื้นที่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีการสะสมของฝุ่นมากจนสังเกตได้ และรายงานการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง (PM10) จากกรมควบคุมมลพิษ พบว่า วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2550 มีค่าเท่ากับ 383 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ วันที่ 24 มีนาคม 2551 มีค่าเท่ากับ 171.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินระดับมาตรฐานคุณภาพอากาศ

**3.2 ลม** โดยลมมีผลต่อการกระจายตัวของฝุ่นละอองในอากาศตามแนวราบ ถ้าในบริเวณแอ่งมีลมสงบหรือความเร็วลมน้อยจะทำให้ฝุ่นละอองในอากาศสะสมอยู่บริเวณใกล้กับแหล่งกำเนิดในบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ในทำนองเดียวกันลมอาจพัดพาฝุ่นละอองในอากาศจากพื้นที่ใกล้เคียงเข้าสู่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูนก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันได้

**3.3 ฝน** โดยฝนสามารถชะล้างฝุ่นละอองในอากาศบางส่วน ทำให้คุณภาพอากาศดีขึ้น

ผลจากการวิเคราะห์ห้วงผิวพื้น ประกอบกับภาพ hot spot มีการพัดพาฝุ่นละอองจากพื้นที่ไฟป่าบริเวณนอกแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนเข้ามาสะสมในแอ่ง เพิ่มเติมจากฝุ่นละอองที่มีในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ทำให้มีปริมาณฝุ่นละอองมากขึ้นกว่าปกติ จนเกิดปัญหาหมอกควันในเดือนมีนาคม พ.ศ.2550

## บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG5130002  
ชื่อโครงการ : การวิเคราะห์สภาพอากาศและการเฝ้าระวังการเกิดมลภาวะอากาศ  
ชื่อนักวิจัย : รศ.ดร.เจียมใจ เครือสุวรรณ<sup>1</sup>, นายชาคริต โชติอมรศักดิ์<sup>2</sup>,  
นายภาคภูมิ รัตน์จิราณกุล<sup>3</sup>, นางสาวอรรพรรณ วิรัชท์เวชยันต์<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, <sup>2</sup>คณะสังคมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, <sup>3</sup>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

E-mail: [scphi016@chiangmai.ac.th](mailto:scphi016@chiangmai.ac.th)

ระยะเวลาโครงการ: 1 ธันวาคม 2550 ถึง 31 พฤษภาคม 2551

การจำลองสภาพอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม พ.ศ.2549 พ.ศ.2550 และ พ.ศ.2551 เพื่อวิเคราะห์สภาพอากาศและการเฝ้าระวังการเกิดมลภาวะอากาศ ด้วยแบบจำลองสภาพอากาศ MM5 ภูมิประเทศของแอ่งส่งผลกระทบบวกต่อสภาพอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ผลลัพธ์จากแบบจำลอง MM5 รวมทั้งแผนภาพ Skew-T รูปแบบของความกดอากาศและลมผิวพื้น ใช้วิเคราะห์สภาพอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่หนาวเย็นและแห้งได้พัดผ่านส่วนบนของแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ขณะที่พื้นผิวมีลมสงบและอากาศแห้ง ความกดอากาศสูงกำลังแรงที่ปกคลุมในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้อากาศมีเสถียรภาพและมีชั้นของอุณหภูมิลดลงทำให้เกิดการเคลื่อนตัวขึ้นในแนวดิ่งของอากาศและสารพิษเป็นไปได้อย่าง ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) และสารพิษในอากาศฟุ้งกระจายอยู่เหนือพื้นดินภายใต้ระดับชั้นอุณหภูมิลดลง

การพัดพาฝุ่นละอองขนาดเล็กตามลมจากบริเวณที่มีการเผาชีวมวลในภาคเหนือของประเทศไทยและตามชายแดนระหว่างประเทศมีบทบาทสำคัญในการสะสมของฝุ่นละอองขนาดเล็กในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ทำให้มีปริมาณฝุ่นเพิ่มเป็น 303.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 171.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2550 และพ.ศ.2551 ตามลำดับ จากการตรวจวัด ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการรวมฯ จังหวัดเชียงใหม่ โดยกรมควบคุมมลพิษ

การพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้า 5 วัน ของจังหวัดเชียงใหม่ ได้กระทำด้วยแบบจำลอง MM5 ในช่วงเดือน มกราคม-มีนาคม พ.ศ.2551 เพื่อเป็นระบบเฝ้าระวังปัญหาหมอกควันอากาศ เมื่อวิเคราะห์สภาพอากาศ พบชั้นอุณหภูมิลดลงที่ระดับความสูง 1-2 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน ค่าตัวแปรที่พยากรณ์จากแบบจำลอง MM5 เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ และฝน สอดคล้องกับค่าตรวจวัดเป็นอย่างดี

สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปางและลำพูน ซึ่งเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลอง MM5 ตัวแปรอื่นๆ คำนวณจากแบบจำลอง MM5 ที่ใช้ในพิจารณาในระบบเฝ้าระวังคือ ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง อุณหภูมิพื้นผิว ความกดอากาศระดับน้ำทะเล ลมผิวพื้น กระแสการเคลื่อนที่ของอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ นอกจากนี้ยังใช้ภาพถ่ายดาวเทียมของจุดความร้อนจากการเผาไหม้พิจารณาประกอบกับปริมาณฝุ่นละออง ที่ตรวจวัดโดยกรมควบคุมมลพิษ พร้อมทั้งได้ให้คำเตือนลดการเผาชีวมวลในวันที่ชั้นอุณหภูมิผกผันอยู่ระดับต่ำ โซนพื้นที่มีฝนตกบ่อยครั้งและมีการเผาชีวมวลลดลงใน พ.ศ.2551 จึงไม่มีปัญหาหมอกควันในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

**คำสำคัญ :** การเฝ้าระวังมลภาวะทางอากาศ, แบบจำลอง MM5, การวิเคราะห์สภาพอากาศ

## Abstract

**Project Code :** RDG5130002

**Project Title :** Weather Analysis and Air Pollution Warning

**Investigation :** Assoc. Prof. Jiemjai Kreasuwun<sup>1</sup>, Mr. Chakrit Chodamornsuk<sup>2</sup>,

Mr. Pakpook Ratjiranukool<sup>3</sup>, Miss. Orawan Wirunvedchayan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Science, Chiang Mai University, <sup>2</sup> Faculty of Social Science,

Chiang Mai University, <sup>3</sup> Faculty of Science and Technology, Chiang Mai

Rajabhat University

**E-mail:** [scphi016@chiangmai.ac.th](mailto:scphi016@chiangmai.ac.th)

**Project Duration:** December 2007- May 2008

Weather conditions in Chiang Mai-Lampoon basin were simulated by the mesoscale model, MM5, during January-April, 2006, 2007, and 2008. The weather in the basin is strongly affected by its topography. The MM5 outputs including Skew-T diagrams, high pressure and surface wind patterns were efficiently used in analyzing the weather features of the basin. The cold dry north-east monsoon primarily moves across the basin leaving behind the calm dry surface wind. The upward motion of air and pollutants were considerably suppressed due to atmospheric stability and temperature inversion caused by the active high pressure system in the northeast monsoon season. Fine dust and air pollutants are potentially dispersed below the temperature inversion over the basin.

Wind erosion from biomass burning areas in northern Thailand and along its borders played an important role on the accumulation of particulate matter, PM10, in the basin reaching up to 303.9  $\mu\text{m}^3$  and 171.3  $\mu\text{m}^3$  at Province of Chiang Mai Government Center in March 2007 and March 2008, respectively.

The MM5 was successfully employed in five-day weather forecasts for Chiang Mai and Lampoon provinces during January-March 2008 as an air pollution warning system when the strong inversion was obviously indicated at approximately 1-2 kilometers above the basin. Good accordance of the MM5 forecasts such as temperature, humidity, pressure and rain with the observed values

for Chiang Mai, Chiang Rai, Lampang and Lampoon provinces was highly achieved in the verification of the MM5 performance. The other MM5 surface variables considered in the warning system were 3-hourly precipitation, surface temperature, sea-level pressure, surface horizontal wind, vertical velocity and relative humidity. In addition, the satellite images of hot spots were continuously investigated in relevant to the PM10 reported by the Pollution Control Department. All biomass burning activities were not supposed to be conducted during the days with low-level inversions. Fortunately, there were more rainy days and less biomass burning in 2008, which help relieve the air pollution problem in the basin.

**Keywords:** air pollution warning, MM5, weather analysis

## สารบัญ

## หน้าที่

บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 วิธีการวิจัย	2
บทที่ 2 ผลการศึกษาสภาพอากาศในปี พ.ศ.2549 และ พ.ศ.2550 ต่อปัญหาหมอกควัน	12
2.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	12
2.2 ผลการจำลองความกดอากาศโดยแบบจำลอง MM5	15
2.2.1 ความกดอากาศ ปี พ.ศ.2549	15
2.2.2 ความกดอากาศ ปี พ.ศ.2550	19
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลมผิวพื้นกับจุดความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ (Hot Spot) จากภาพถ่ายดาวเทียม	23
2.4 การเคลื่อนที่ของอากาศตามแนวดิ่ง	33
2.4.1 การพิจารณาผลการจำลองสภาพอากาศที่ได้จากแบบจำลอง MM5 กับสภาพอากาศจากการตรวจวัด (Validation of the MM5)	33
2.4.2 การศึกษาเสถียรภาพอากาศจากแผนภาพ Skew-T	41
2.4.3 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง	47
2.5 ผลการจำลองสภาพอากาศโดยแบบจำลอง MM5	50
ในเดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2549 และ พ.ศ.2550	
บทที่ 3 การพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้า 5 วัน	51
3.1 ความกดอากาศ	52
3.2 ลมผิวพื้น	59
3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลมผิวพื้นกับจุดความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ (Hot Spot) จากภาพถ่ายดาวเทียม	65



## สารบัญ

## หน้าที่

3.4 การเคลื่อนที่ของอากาศตามแนวดิ่ง	74
3.4.1 การศึกษาเสถียรภาพอากาศจากแผนภาพ Skew-T	74
3.4.2 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง	82
3.5 ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมงและภาพถ่ายดาวเทียม	85
3.6 ตัวอย่างการพยากรณ์สภาพอากาศ	88
3.7 การเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพอากาศด้วยแบบจำลอง MM5 กับค่าตรวจวัดจากกรมอุตุนิยมวิทยา	90
บทที่ 4 สรุปผล	99
4.1 สภาวะเงื่อนไขในการเกิดปัญหาหมอกควัน	99
4.2 ข้อเสนอแนะการใช้แบบจำลอง MM5	101
เอกสารอ้างอิง	102
ภาคผนวก	104

## สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางผนวกที่ 1 แสดงความสูงตามระดับความดันในหน่วยมิลลิบาร์ (Altitude Units to Pressure Units Conversion.)	105
ตารางผนวกที่ 3 รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป	107

## สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 1-1 แสดงการทำงานของแบบจำลอง MM5	3
รูปที่ 1-2 พื้นที่ที่ทำการศึกษา 3 domain จากแบบจำลอง MM5	8
รูปที่ 1-3 แผนที่ของ domain 1 จากแบบจำลอง MM5	9
รูปที่ 1-4 แผนที่ของ domain 2 จากแบบจำลอง MM5	10
รูปที่ 1-5 แผนที่ของ domain 3 จากแบบจำลอง MM5	11
รูปที่ 2-1 ปริมาณฝุ่นละออง (PM10) เดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2549 ณ สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการรวมฯ จังหวัดเชียงใหม่	12
รูปที่ 2-2 ปริมาณฝุ่นละออง (PM10) เดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการรวมฯ จังหวัดเชียงใหม่	13
รูปที่ 2-3 ปริมาณฝุ่นละออง (PM10) เดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2551 ณ สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการรวมฯ จังหวัดเชียงใหม่	13
รูปที่ 2-4 ความเข้มข้นของฝุ่นละออง (PM10) เดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2551 ณ สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราชฯ จังหวัดเชียงใหม่	14
รูปที่ 2-5 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น. (ก) วันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2549 (ข) วันที่ 25 มกราคม พ.ศ.2549 (ค) วันที่ 26 มกราคม พ.ศ.2549 (ง) วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2549	15 15 16 16
รูปที่ 2-6 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น. (ก) วันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2549 (ข) วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2549 (ค) วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2549 (ง) วันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2549	16 16 17 17

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 2-7 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น.	
(ก) วันที่ 16 มีนาคม พ.ศ.2549	17
(ข) วันที่ 17 มีนาคมพ.ศ.2549	17
(ค) วันที่ 20 มีนาคมพ.ศ.2549	18
(ง) วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2549	18
รูปที่ 2-8 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น.	
(ก) วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2549	18
(ข) วันที่ 28 มีนาคมพ.ศ.2549	18
(ค) วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2549	19
(ง) วันที่ 30 มีนาคมพ.ศ.2549	19
รูปที่ 2-9 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น.	
(ก) วันที่ 7 มกราคม พ.ศ.2550	20
(ข) วันที่ 8 มกราคม พ.ศ.2550	20
(ค) วันที่ 9 มกราคม พ.ศ.2550.	20
(ง) วันที่ 10 มกราคม พ.ศ.2550	20
รูปที่ 2-10 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น.	
(ก) วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2550	21
(ข) วันที่ 29 มกราคม พ.ศ.2550	21
(ค) วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550	21
(ง) วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550	21
รูปที่ 2-11 แสดงอุณหภูมิภาคเหนือตอนบน วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2549	
(ก) อุณหภูมิ ณ เวลา 07.00 น.	22
(ข) อุณหภูมิ ณ เวลา 13.00 น.	22
รูปที่ 2-12 แสดงอุณหภูมิภาคเหนือตอนบน วันที่ 29 มกราคม พ.ศ.2550	
(ก) อุณหภูมิ ณ เวลา 07.00 น.	23
(ข) อุณหภูมิ ณ เวลา 13.00 น.	23

## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 2-13 ภาพ Hot Spot จากดาวเทียม พ.ศ.2549	
(ก) Hot Spot เดือนมกราคม	24
(ข) Hot Spot เดือนกุมภาพันธ์	24
(ค) Hot Spot เดือนมีนาคม	24
รูปที่ 2-14 ภาพ Hot Spot จากดาวเทียม พ.ศ.2550	
(ก) Hot Spot เดือนมกราคม	25
(ข) Hot Spot เดือนกุมภาพันธ์	25
(ค) Hot Spot เดือนมีนาคม	25
รูปที่ 2-15 ภาพ Hot Spot จากดาวเทียม พ.ศ.2551	
(ก) Hot Spot เดือนมกราคม	26
(ข) Hot Spot เดือนกุมภาพันธ์	26
(ค) Hot Spot เดือนมีนาคม	26
รูปที่ 2-16 ภาพ Hot Spot และ ความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น	
วันที่ 24 มีนาคม 2549	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น.	27
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 19.00 น.	27
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 23-24 มีนาคม 2549	27
รูปที่ 2-17 ภาพ Hot Spot และ ความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น	
วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2550	
(ก) วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2550 เวลา 10.00 น.	28
(ข) วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2550 เวลา 13.00 น.	28
(ค) วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2550 เวลา 10.00 น.	28
(ง) วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2550 เวลา 16.00 น.	28
(จ) ภาพ Hot Spot วันที่ 4-5 กุมภาพันธ์ 2550	29

## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 2-18 ภาพ Hot Spot และ ความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 5 มีนาคม 2550	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น.	29
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.	29
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 4-5 มีนาคม 2550	30
รูปที่ 2-19 ภาพ Hot Spot และ ความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 14 มีนาคม 2550	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น.	30
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.	30
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 13-14 มีนาคม 2550	31
รูปที่ 2-20 ภาพ Hot Spot และ ความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 25 มีนาคม 2550	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น.	31
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.	31
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 24-25 มีนาคม 2550	32
รูปที่ 2-21 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2549 เวลา 07.00 น.	
(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5	35
(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง	35
รูปที่ 2-22 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 เวลา 07.00 น.	
(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5	36
(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง	36

## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 2-23 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2549 เวลา 07.00 น.	
(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5	37
(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง	37
รูปที่ 2-24 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.00 น.	
(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5	38
(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง	38
รูปที่ 2-25 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550 เวลา 07.00 น.	
(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5	39
(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง	39
รูปที่ 2-26 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ.2550 เวลา 07.00 น.	
(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5	39
(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง	39
รูปที่ 2-27 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2551 เวลา 07.00 น.	
(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5	40
(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง	40
รูปที่ 2-28 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 เวลา 07.00 น.	
(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5	41
(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง	41

รูปที่ 2-29 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2549	42
(ข) วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ.2549	42
รูปที่ 2-30 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549	43
(ข) วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2549	43
รูปที่ 2-31 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550	43
(ข) วันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550	43
(ค) วันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550	44
(ง) วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550	44
รูปที่ 2-32 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 11 มีนาคม พ.ศ.2550	45
(ข) วันที่ 12 มีนาคม พ.ศ.2550	45
(ค) วันที่ 13 มีนาคม พ.ศ.2550	45
(ง) วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ.2550	45
รูปที่ 2-33 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 10 เมษายน พ.ศ.2550	46
(ข) วันที่ 11 เมษายน พ.ศ.2550	46
(ค) วันที่ 12 เมษายน พ.ศ.2550	46
(ง) วันที่ 13 เมษายน พ.ศ.2550	46
รูปที่ 2-34 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง	
วันที่ 19 มีนาคม 2549	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น.	47
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.	47



## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 2-35 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวคิง วันที่ 24 มีนาคม 2549	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น.	48
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.	48
รูปที่ 2-36 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวคิง วันที่ 11 มีนาคม 2550	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น.	48
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.	48
รูปที่ 2-37 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวคิง วันที่ 14 มีนาคม 2550	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น.	49
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.	49
รูปที่ 3-1 ความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 10.00 น.	
(ก) วันที่ 23 มกราคม พ.ศ.2551	52
(ข) วันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2551	52
(ค) วันที่ 25 มกราคม พ.ศ.2551	52
(ง) วันที่ 26 มกราคม พ.ศ.2551	52
(จ) วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2551	53
รูปที่ 3-2 ความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 10.00 น.	
(ก) วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	54
(ข) วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	54
(ค) วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	54
(ง) วันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	54
(จ) วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	55
(ฉ) วันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	55
(ซ) วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	55

## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3-3 ความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 10.00 น.	
(ก) วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ.2551	56
(ข) วันที่ 6 มีนาคม พ.ศ.2551	56
(ค) วันที่ 7 มีนาคม พ.ศ.2551	56
(ง) วันที่ 8 มีนาคม พ.ศ.2551	56
(จ) วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ.2551	57
รูปที่ 3-4 ความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 17 มีนาคม พ.ศ.2551	57
(ข) วันที่ 18 มีนาคม พ.ศ.2551	57
(ค) วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2551	58
(ง) วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ.2551	58
รูปที่ 3-5 ความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 10.00 น.	
(ก) วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2551	58
(ข) วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2551	58
รูปที่ 3-6 แสดงอุณหภูมิภาคเหนือตอนบน วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	
(ก) อุณหภูมิ ณ เวลา 07.00 น.	59
(ข) อุณหภูมิ ณ เวลา 13.00 น.	59
รูปที่ 3-7 ความเร็วลมตามแนวราบที่พื้นผิว เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 23 มกราคม พ.ศ.2551	60
(ข) วันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2551	60
(ค) วันที่ 25 มกราคม พ.ศ.2551	60
(ง) วันที่ 26 มกราคม พ.ศ.2551	60
(จ) วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2551	61

## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 3-8 ความเร็วลมตามแนวราบที่พื้นผิว เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	61
(ข) วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	61
(ค) วันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	62
(ง) วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	62
(จ) วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	62
(ฉ) วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	62
รูปที่ 3-9 ความเร็วลมตามแนวราบที่พื้นผิว เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ.2551	63
(ข) วันที่ 6 มีนาคม พ.ศ.2551	63
(ค) วันที่ 7 มีนาคม พ.ศ.2551	64
(ง) วันที่ 8 มีนาคม พ.ศ.2551	64
(จ) วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ.2551	64
รูปที่ 3-10 ความเร็วลมตามแนวราบที่พื้นผิว เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ.2551	65
(ข) วันที่ 22 มีนาคม พ.ศ.2551	65
(ค) วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2551	65
(ง) วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2551	65
(จ) วันที่ 25 มีนาคม พ.ศ.2551	66
(ฉ) วันที่ 26 มีนาคม พ.ศ.2551	66
รูปที่ 3-11 ภาพ Hot Spot และความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น	
วันที่ 24 มกราคม 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น.	67
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 10.00 น.	67
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 23-24 มกราคม 2551	67

## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 3-12 ภาพ Hot Spot และความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น	
วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 10.00 น.	68
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.	68
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 14-15 กุมภาพันธ์ 2551	68
รูปที่ 3-13 ภาพ Hot Spot และความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น	
วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น.	69
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.	69
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 18-19 กุมภาพันธ์ 2551	69
รูปที่ 3-14 ภาพ Hot Spot และความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น	
วันที่ 6 มีนาคม 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 04.00 น.	70
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.	70
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 5-6 มีนาคม 2551	70
รูปที่ 3-15 ภาพ Hot Spot และความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น	
วันที่ 7 มีนาคม 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 04.00 น.	71
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.	71
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 6-7 มีนาคม 2551	71
รูปที่ 3-16 ภาพ Hot Spot และความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น	
วันที่ 23 มีนาคม 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น.	72
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 10.00 น.	72
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 22-23 มีนาคม 2551	72

## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 3-17 ภาพ Hot Spot และความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น	
วันที่ 24 มีนาคม 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น.	73
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 10.00 น.	73
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 23-24 มีนาคม 2551	73
รูปที่ 3-18 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 23 มกราคม พ.ศ.2551	75
(ข) วันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2551	75
(ค) วันที่ 25 มกราคม พ.ศ.2551	75
(ง) วันที่ 26 มกราคม พ.ศ.2551	75
(จ) วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2551	76
รูปที่ 3-19 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2551	77
(ข) วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	77
รูปที่ 3-20 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	78
(ข) วันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	78
(ค) วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	78
(ง) วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	78
(จ) วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551	79
รูปที่ 3-21 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ.2551	79
(ข) วันที่ 6 มีนาคม พ.ศ.2551	79
(ค) วันที่ 7 มีนาคม พ.ศ.2551	80
(ง) วันที่ 8 มีนาคม พ.ศ.2551	80
(จ) วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ.2551	80

## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 3-22 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 17 มีนาคม พ.ศ.2551	81
(ข) วันที่ 18 มีนาคม พ.ศ.2551	81
(ค) วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2551	81
(ง) วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ.2551	81
รูปที่ 3-23 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.	
(ก) วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2551	82
(ข) วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2551	82
รูปที่ 3-24 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง วันที่ 24 มกราคม 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น.	83
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.	83
รูปที่ 3-25 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่งวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น.	83
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.	83
รูปที่ 3-26 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง วันที่ 6 มีนาคม 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น.	84
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.	84
รูปที่ 3-27 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง วันที่ 23 มีนาคม 2551	
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น.	84
(ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.	84
รูปที่ 3-28 แสดงปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง และภาพถ่ายดาวเทียม	
วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2551	
(ก) ปริมาณฝนสะสม ณ เวลา 04.00 น	85
(ข) ภาพถ่ายดาวเทียม ณ เวลา 04.00 น.	85
(ค) ปริมาณฝนสะสม ณ เวลา 07.00 น.	86
(ง) ภาพถ่ายดาวเทียม ณ เวลา 07.00 น.	86

## สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 3-29 แสดงปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง และภาพถ่ายดาวเทียม	
วันที่ 24 มีนาคม 2551	86
(ก) ปริมาณฝนสะสม ณ เวลา 16.00 น	86
(ข) ภาพถ่ายดาวเทียม ณ เวลา 16.00 น.	87
(ค) ปริมาณฝนสะสม ณ เวลา 19.00 น.	87
(ง) ภาพถ่ายดาวเทียม ณ เวลา 19.00 น.	
รูปที่ 3-30 แสดง Hot Spot จากภาพดาวเทียม วันที่ 24-25 มีนาคม 2551	89
รูปที่ 3-31 แสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยา จังหวัดเชียงใหม่	90
รูปที่ 3-32 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยา จังหวัดเชียงใหม่	90
รูปที่ 3-33 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยา จังหวัดเชียงใหม่	91
รูปที่ 3-34 ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยา จังหวัดเชียงใหม่	91
รูปที่ 3-35 แสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำพูน	92
รูปที่ 3-36 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำพูน	92
รูปที่ 3-37 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำพูน	93
รูปที่ 3-38 ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำพูน	93
รูปที่ 3-39 แสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดเชียงราย	94
รูปที่ 3-40 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดเชียงราย	94
รูปที่ 3-41 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดเชียงราย	95
รูปที่ 3-42 ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดเชียงราย	95
รูปที่ 3-43 แสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำปาง	96
รูปที่ 3-44 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำปาง	96
รูปที่ 3-45 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำปาง	97
รูปที่ 3-46 ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำปาง	97

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

วิกฤตปัญหาหมอกควันในเขตภาคเหนือตอนบน ช่วงเดือนมีนาคม 2550 โดยข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ที่สถานีตรวจวัดเขตอำเภอเมืองเชียงใหม่ พบว่า มีระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) เกินมาตรฐาน (120 ไมโครกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร) เกือบทุกวัน โดยเฉพาะวันที่ 14 มีนาคม 2550 วัดได้ 309.8 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้สาเหตุหลักคือการเผาป่า ที่นา สวน ไร่ การเผาขยะ การเผาใบไม้หญ้าแห้ง ควันรด การก่อสร้าง อุตสาหกรรมพื้นบ้านในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน และฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดภายนอกที่ถูกลมพัดเข้าสู่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ประกอบกับสภาพอากาศที่เอื้อต่อการสะสมของฝุ่นละอองในอากาศ ทำให้ฝุ่นขนาดเล็กไม่สามารถฟุ้งกระจายสู่บรรยากาศชั้นสูงได้ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในเขตภาคเหนือตอนบน รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ พฤษภาคม พ.ศ.2551 เรื่อง “การจำลองสภาพการกระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กตามภาวะอากาศแปรปรวนในแอ่งเชียงใหม่” โดย รศ.ดร.เจียมใจ เครือสุวรรณ และคณะ พบว่าฝุ่นละออง(PM10)ในแอ่งเชียงใหม่เกิดจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าตลอดจน การเผาวัสดุทางการเกษตรในแอ่งเชียงใหม่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กคิดเป็นสัดส่วน 54-71 % และจากท่อไอเสียรถเครื่องยนต์ดีเซล ไม่เกิน 10% ของค่าตรวจวัดฝุ่นละอองทั้งหมดในอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ ณ สถานีตรวจวัดอำเภอเมืองเชียงใหม่ และปริมาณฝุ่นละอองที่ถูกพัดมาจากแหล่งกำเนิดนอกแอ่งเชียงใหม่ช่วยเสริมทำให้มีปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้น ฝุ่นละอองเป็นสารพิษหลักในบรรยากาศที่ทำให้เกิดมลภาวะอากาศในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดใกล้เคียงในภาคเหนือ ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา

ลงขบวนการดำเนินงานวิจัยนี้ได้ใช้แบบจำลอง The fifth generation Penn State/NCAR mesoscale model (MM5) ซึ่งเป็นแบบจำลองสภาพอากาศท้องถิ่นที่พัฒนาร่วมกันโดย Pennsylvania State University และ National Center for Atmospheric Research (NCAR) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงๆในอากาศ ที่มีผลต่อสภาพอากาศ และการพยากรณ์อากาศ

#### 1.2 วัตถุประสงค์

วิเคราะห์สภาพอากาศและเฝ้าระวังการเกิดมลภาวะอากาศ



### 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

- ทำการศึกษาและวิเคราะห์สภาพอากาศ ตั้งแต่เดือน มกราคม – มีนาคม ในปี พ.ศ. 2549 พ.ศ. 2550 โดยแบบจำลองสภาพอากาศ MM5 ในพื้นที่ดำเนินการแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ได้แก่ อำเภอเมืองเชียงใหม่และลำพูน รวมทั้งปริมณฑล เพื่อหาข้อสรุปเงื่อนไขของสภาพอากาศที่เอื้อต่อการเกิดมลภาวะอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา และจำลองสภาพอากาศล่วงหน้า ในปี พ.ศ. 2551 พร้อมทั้งเฝ้าระวังการเกิดมลภาวะอากาศตามเงื่อนไขที่ได้

- ระยะเวลาการดำเนิน 6 เดือน ตั้งแต่ 1 ธันวาคม 2550 ถึง 31 พฤษภาคม 2551

### 1.4 วิธีการวิจัย

#### 1.4.1 การจำลองสภาพอากาศด้วยแบบจำลอง MM5

##### - ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง

##### 1) ลักษณะภูมิประเทศและการใช้ที่ดิน (Topography and Land use)

การวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลจากผลการสำรวจภาคพื้นดินและดาวเทียมของ หน่วยงาน US Geological Survey (USGS) ซึ่งได้ปรับสภาพตามคำแนะนำและเงื่อนไขของแบบจำลอง MM5 ตามเส้นรุ้งและเส้นแวงที่ครอบคลุมขอบเขตของประเทศไทยและประเทศข้างเคียง ไม่ได้ใช้ข้อมูลสภาพภูมิประเทศและการใช้ที่ดินจากผลการวิจัยอื่นที่ไม่มีอยู่ในระบบของแบบจำลอง MM5

##### 2) ข้อมูลสภาพอากาศ(gridDED atmospheric data)

ข้อมูลสภาพอากาศอย่างน้อยต้องมีตัวแปร ต่อไปนี้ ความกดอากาศระดับน้ำทะเล ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และ geopotential height ที่ระดับความดันอากาศ pressure level ดังต่อไปนี้ 1000 850 700 500 400 300 250 200 150 และ 100 มิลลิบาร์ ซึ่งเป็นข้อมูลสภาพอากาศจากแบบจำลองสภาพอากาศโลกที่ผ่านการวิเคราะห์เทียบค่าตรวจวัด โดย [National Centers for Environmental Protection](http://www.ncep.gov) (NCEP) สามารถดาวน์โหลดข้อมูลสภาพอากาศนี้ได้จาก web page ของ NCAR ที่ Data Support Section of NCAR/SCD :

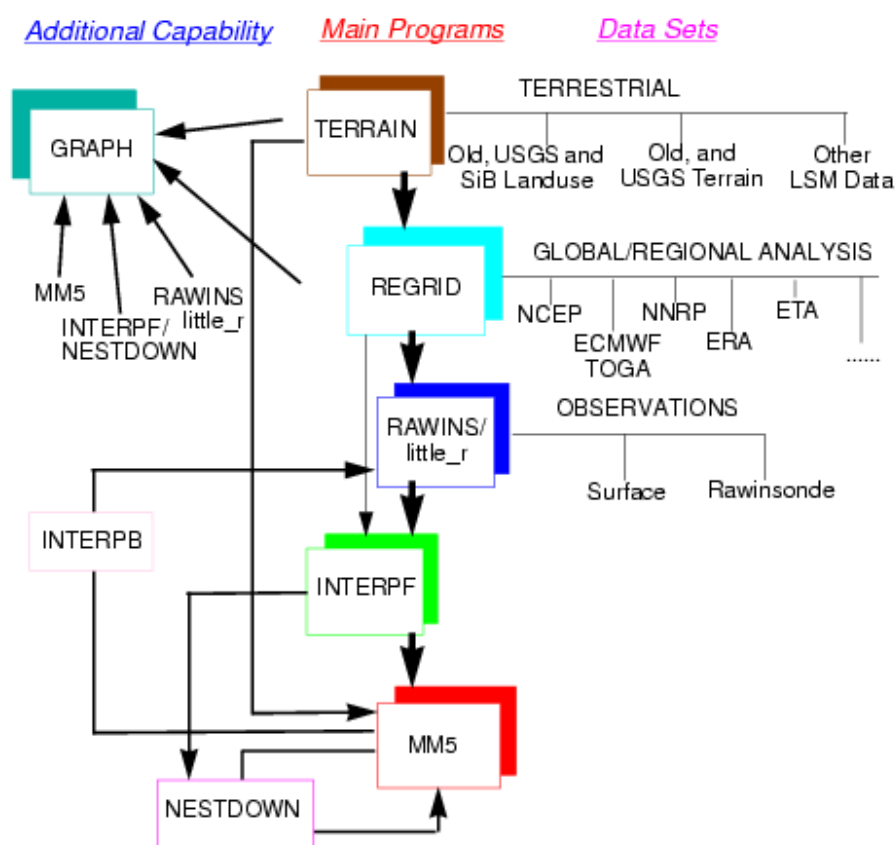
<http://dss.ucar.edu/datasets/dsNNN.x/MSS-file-list.html>

หรือ <ftp://ncardata.ucar.edu/datasets/dsNNN.x>

งานวิจัยนี้ไม่ได้เลือกใช้ในส่วนของการโปรแกรม RAWINS/LITTLE\_R ซึ่งต้องใช้ข้อมูลการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง และค่าตรวจวัดภาคพื้นดินของประเทศไทย เนื่องจากความถี่เชิงระยะห่างของสถานีตรวจวัดไม่เพียงพอ

- การทำงานของแบบจำลอง MM5

### The MM5 Modeling System Flow Chart



รูปที่ 1-1 แผนภูมิแสดงการทำงานของแบบจำลอง MM5

การทำงานของแบบจำลอง MM5 มีหลายวิธีการ ตามลูกศรที่แสดงในแผนงานดังรูปที่ 1-1 งานวิจัยนี้เลือกขั้นตอนการใช้แบบจำลอง MM5 ดังนี้

TERRAIN -----> REGRID -----> INTERPF -----> MM5

สำหรับผู้สนใจ สามารถเข้าศึกษาและทดลองใช้แบบจำลอง MM5 ได้จาก MM5 Web page

URL: <http://www.mmm.ucar.edu/mm5/document/tutorial-v3-notes.html> และ

<http://www.mmm.ucar.edu/mm5/documents/MM5-tut-Web-notes/Tutor.html> ซึ่งเป็น online tutorial

อธิบายการใช้ MM5 ตามขั้นตอนตลอดจนการ download และติดตั้งแบบจำลอง MM5 หรือ ศึกษาจาก PSU/NCAR Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and User's Guide:MM5 Modeling

System Version 3 Mesoscale and Microscale Meteorology Division, National Center for Atmospheric Research

แบบจำลอง MM5 สร้างขึ้นมาตามหลักการและทฤษฎีของ mesoscale circulation and process ซึ่งเป็นวิชาเฉพาะทาง NCAR แนะนำว่าผู้ใช้ควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์บรรยากาศอย่างน้อยในระดับปริญญาโท ทั้งนี้ผู้สนใจทั่วไปสามารถศึกษาการใช้แบบจำลองได้จาก User's Guide ซึ่งอธิบายรายละเอียดทุกขั้นตอน

### ส่วนที่ 1 TERRAIN

TERRAIN เป็นส่วนที่กำหนดขอบเขตพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศและการใช้ที่ดิน เช่น

latitude, longitude, map projection, terrain elevation, landuse/vegetation, land-water mask, soil types, vegetation fraction, deep soil temperature เลือกตาม script ที่เป็นที่ยอมรับของ NCAR และได้กำหนดให้เป็นทางเลือกสำหรับผู้ให้ ให้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา

### ส่วนที่ 2 REGRID

REGRID เป็นโปรแกรมรับข้อมูลข้อมูลสภาพอากาศที่แต่ละระดับความดัน แล้ว กระจายข้อมูลตาม horizontal grid และ map project ของ MM5 ที่เลือกไว้จาก TERRAIN และ สร้าง file ที่พร้อมใช้สำหรับ INTERPF

#### REGRID ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

1. pregrid อ่านค่าข้อมูลสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความชื้น ฯลฯ
2. regridder จะทำการจัดวางข้อมูล ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ ความสูง ความกดอากาศ หิมะที่ปกคลุมพื้นที่ ตามกริดและตามพื้นที่ที่เลือกไว้

#### \* RAWINS/little\_r \*

RAWINS/little\_r เป็น option ที่จะเลือกหรือไม่ก็ได้สำหรับบริเวณที่มีการตรวจวัดภาคพื้นทีที่กระจายอย่างเพียงพอถือเป็นประโยชน์ แต่ถ้าสถานีตรวจวัดมีไม่มากพออาจทำให้ผลการจำลองผิดพลาด งานวิจัยนี้จึงไม่ได้เลือกใช้ RAWINS/little\_r

### ส่วนที่ 3 INTERPF

INTERPF เป็นโปรแกรมที่เปลี่ยนข้อมูลนำเข้าจาก pressure level ให้เป็น sigma level สำหรับเป็น initial and boundary conditions

แบบจำลอง MM5 วิเคราะห์ข้อมูลตามแนวตั้งที่ปรับตามลักษณะภูมิประเทศที่ระดับล่างและพื้นที่ราบที่ระดับสูง เรียกว่า sigma level ( $\sigma$ ) โดยที่

$$\sigma = \frac{(p_0 - p_t)}{(P_{s0} - p_t)}$$

$P_0$  คือ ความดันที่ระดับความสูงที่สนใจ

$P_t$  คือ ความดันคงที่ที่ระดับสูงสุดของแบบจำลอง

$P_{s0}$  คือ ความดันระดับอ้างอิงที่ผิวพื้น

#### ส่วนที่ 4 MM5

MM5 เป็นโปรแกรมที่ทำการประมวลผลสภาพอากาศเชิงตัวเลขของแบบจำลอง โดยสามารถศึกษาสภาพอากาศในขนาดพื้นที่ 3 – 200 กิโลเมตร

#### - MM5 physics and dynamics options

Physics and dynamics options	Option
Cumulus Parameterizations	Betts-Miller cumulus scheme
Planetary Boundary Layer	Medium Range Forecast(MRF)
Moist Vertical Diffusion	Moist vertical diffusion in cloud
Horizontal Diffusion	Sigma-diffusion using temperature
Microphysics(Explicit Moisture) Schemes	Mixed-Phase (Reiner 1)
Radiation Schemes	CCM2 radiation
Surface Scheme(Multi-layers Soil temperature)	5-Layer Soil Model
Hydrostatically/Non-hydrostatically	Non-hydrostatically

MM5 physics and dynamics options สมการ สูตร ตลอดจน parameterization schemes ของขบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ที่นักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญทั่วโลก ช่วยกันพัฒนาปรับปรุงและ NCAR ยอมรับให้เป็น options ต่างๆที่ผู้ใช้เลือกใช้ตามความเหมาะสม ทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้แบบจำลอง MM5 ในการพยากรณ์อากาศ เส้นทางพายุ ตลอดจนการวิเคราะห์สภาพอากาศต่างๆ มาตั้งแต่ พ.ศ.2545 พบว่า options ต่างๆ ที่เลือกในตารางที่ 4.1.3 ให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับสภาพอากาศของประเทศไทย ซึ่งทฤษฎี สมมุติฐานต่างๆ มีอธิบายในหนังสือ advanced dynamic meteorology และ numerical weather forecasting

#### - การแสดงผลลัพธ์ แบบจำลอง MM5

ผลการจำลองสภาพอากาศ แสดงด้วยใช้ NCAR Graphic (RIP4) สามารถศึกษาวิธีใช้และดาวน์โหลดโปรแกรมได้จากเว็บไซต์ของ NCAR

[http://www.mmm.ucar.edu/mm5/WRF\\_post/RIP4.htm](http://www.mmm.ucar.edu/mm5/WRF_post/RIP4.htm)

#### 1.4.2 การดำเนินงานวิจัย

1) รวบรวมข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่เขตอำเภอเมืองเชียงใหม่ เดือน มกราคม – มีนาคม (ช่วงที่เกิดมลภาวะทางอากาศ) พ.ศ. 2549 และ พ.ศ.2550 เพื่อศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) ในแต่ละวัน

2) จำลองสภาพอากาศและแสดงผลที่ได้จากการจำลองในเดือน มกราคม – มีนาคม ปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 2550

3) วิเคราะห์สภาพอากาศที่เกิดมลภาวะอากาศในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

- วิเคราะห์ลักษณะสภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความเร็วลม ความชื้น เป็นต้น ที่ระดับพื้นผิวจนถึงระดับสูงประมาณ 7 กิโลเมตร ในช่วงเดือนมกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2549 และ พ.ศ.2550 และพิจารณาเสถียรภาพอากาศ จากแผนภาพ Skew-T ซึ่งเป็นประเภทหนึ่งของ Energy diagram ของผลการจำลองสภาพอากาศ ด้วยแบบจำลอง MM5

- validate สภาพอากาศตามแนวดิ่งจากแบบจำลอง MM5 เทียบกับสภาพอากาศตามแนวดิ่งที่ตรวจวัดที่ศูนย์พยากรณ์อากาศภาคเหนือเชียงใหม่

- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศ และปัญหาหมอกควันที่ทำให้แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ประสบปัญหาหมอกควันทางอากาศอย่างรุนแรงในปี 2550

- สรุปเงื่อนไขสภาพอากาศที่เอื้อต่อการเกิดมลภาวะอากาศ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเฝ้าระวังปัญหาหมอกควัน

4) การเฝ้าระวังการเกิดมลภาวะทางอากาศ โดยทำการพยากรณ์ลักษณะสภาพอากาศล่วงหน้า 5 วัน ตั้งแต่เดือน มกราคม – มีนาคม ปี พ.ศ. 2551

- ประมวลผลสภาพอากาศโดยแบบจำลอง MM5

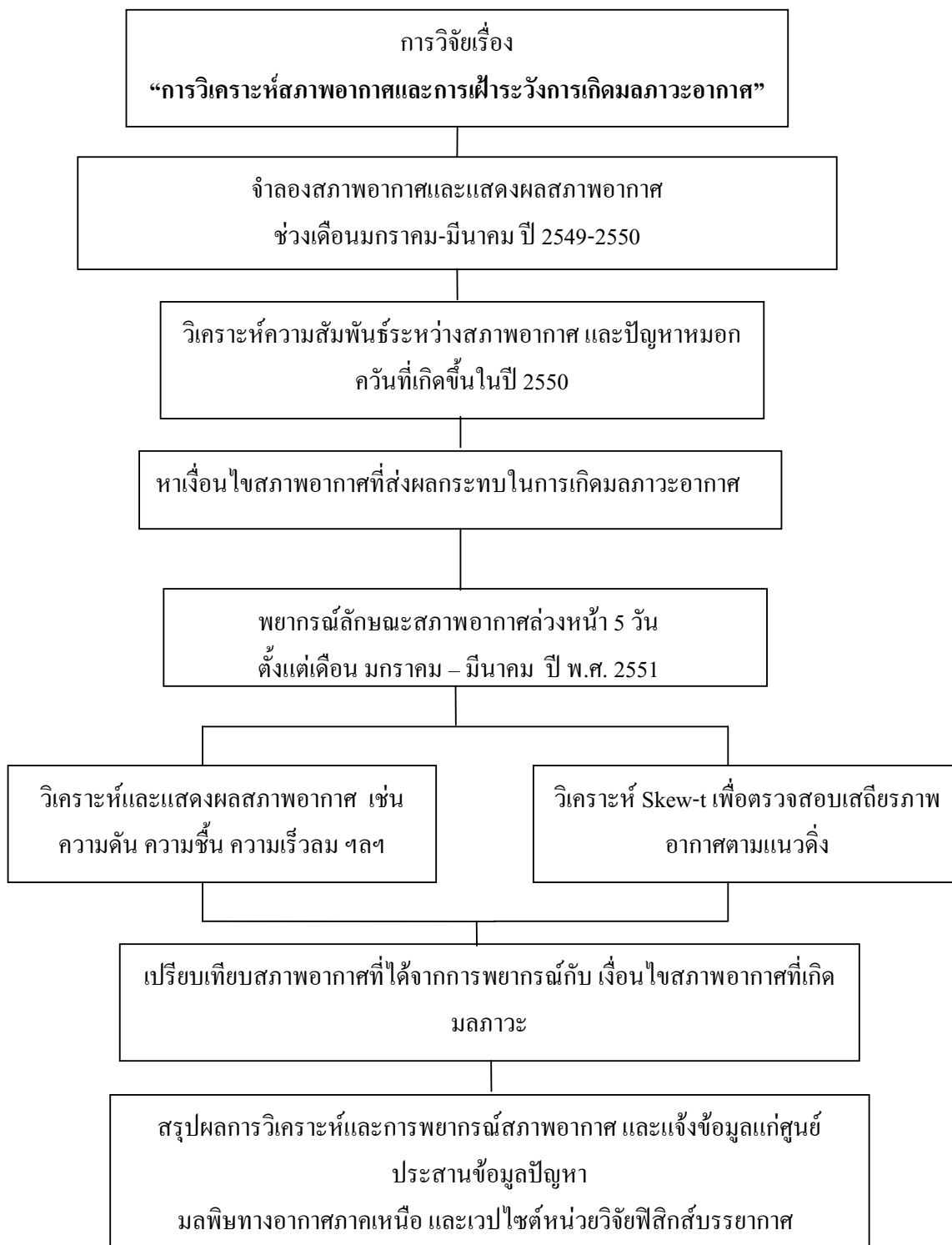
- วิเคราะห์และแสดงผลสภาพอากาศที่ได้จากแบบจำลอง MM5

- วิเคราะห์แผนภาพ Skew-T เพื่อตรวจสอบเสถียรภาพอากาศตามแนวดิ่ง

- เปรียบเทียบสภาพอากาศที่ได้จากการพยากรณ์กับ เงื่อนไขสภาพอากาศที่เกิดมลภาวะทางอากาศในปีที่ผ่านมา

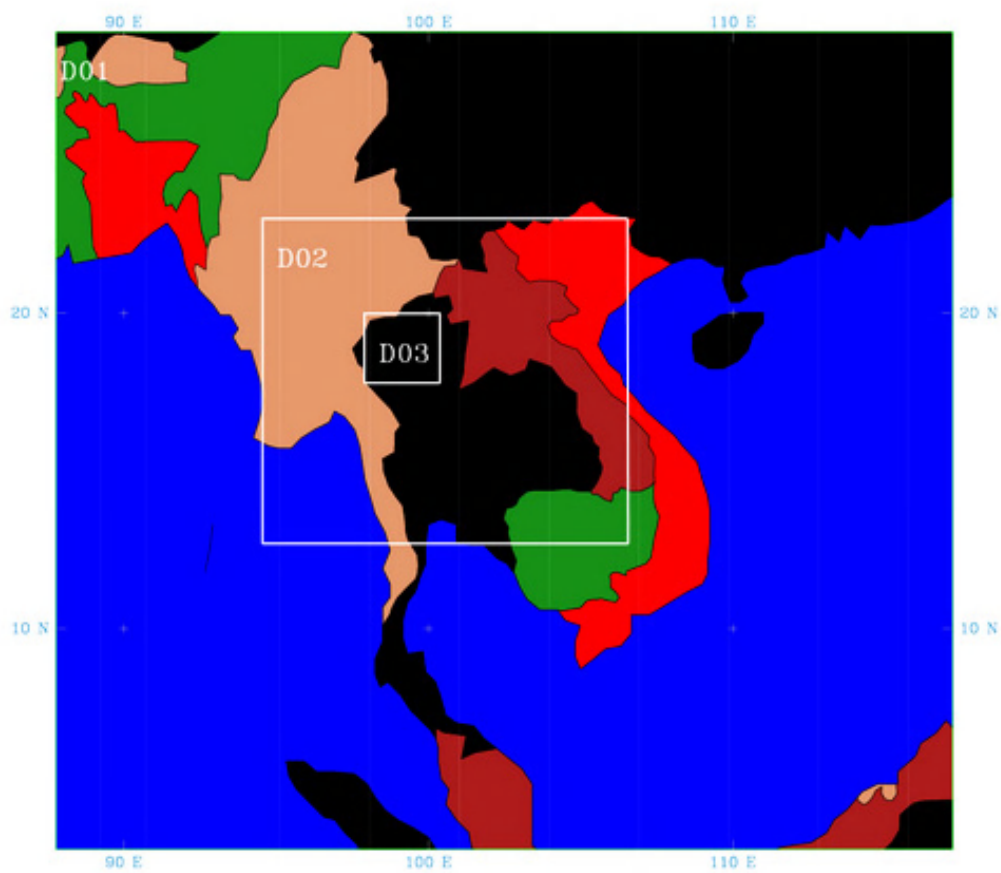
- สรุปผลการวิเคราะห์สภาพอากาศ และแจ้งข้อมูลแก่ศูนย์ประสานข้อมูลปัญหามลพิษทางอากาศภาคเหนือ และเว็บไซต์หน่วยวิจัยฟิสิกส์บรรยากาศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ <http://www.physics.science.cmu.ac.th/Atmoslab> เพื่อแจ้งเตือนประชาชนในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูนให้ช่วยกันป้องกันมลภาวะทางอากาศที่อาจจะเกิดขึ้น

### แผนผังการดำเนินงานวิจัย

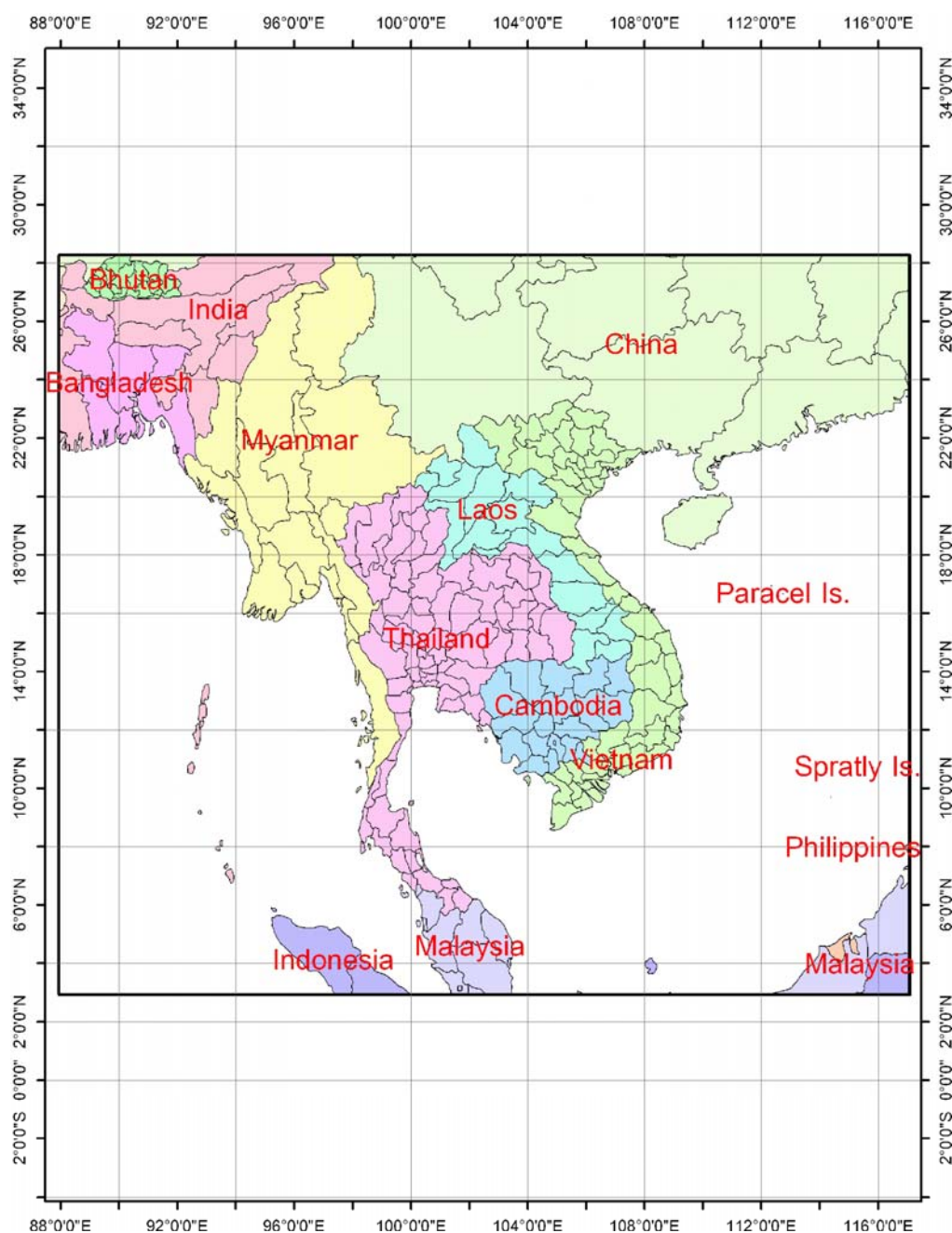


### 1.4.3 พื้นที่ทำการศึกษา

การวิเคราะห์สภาพอากาศด้วยแบบจำลองสภาพอากาศ MM5 version 3.7 (The fifth generation NCAR/PSN mesoscale model) แบ่งขอบเขตการวิเคราะห์เป็น 3 domain ดังรูปที่ 1-2



รูปที่ 1-2 พื้นที่ทำการศึกษา 3 domains จากแบบจำลอง MM5



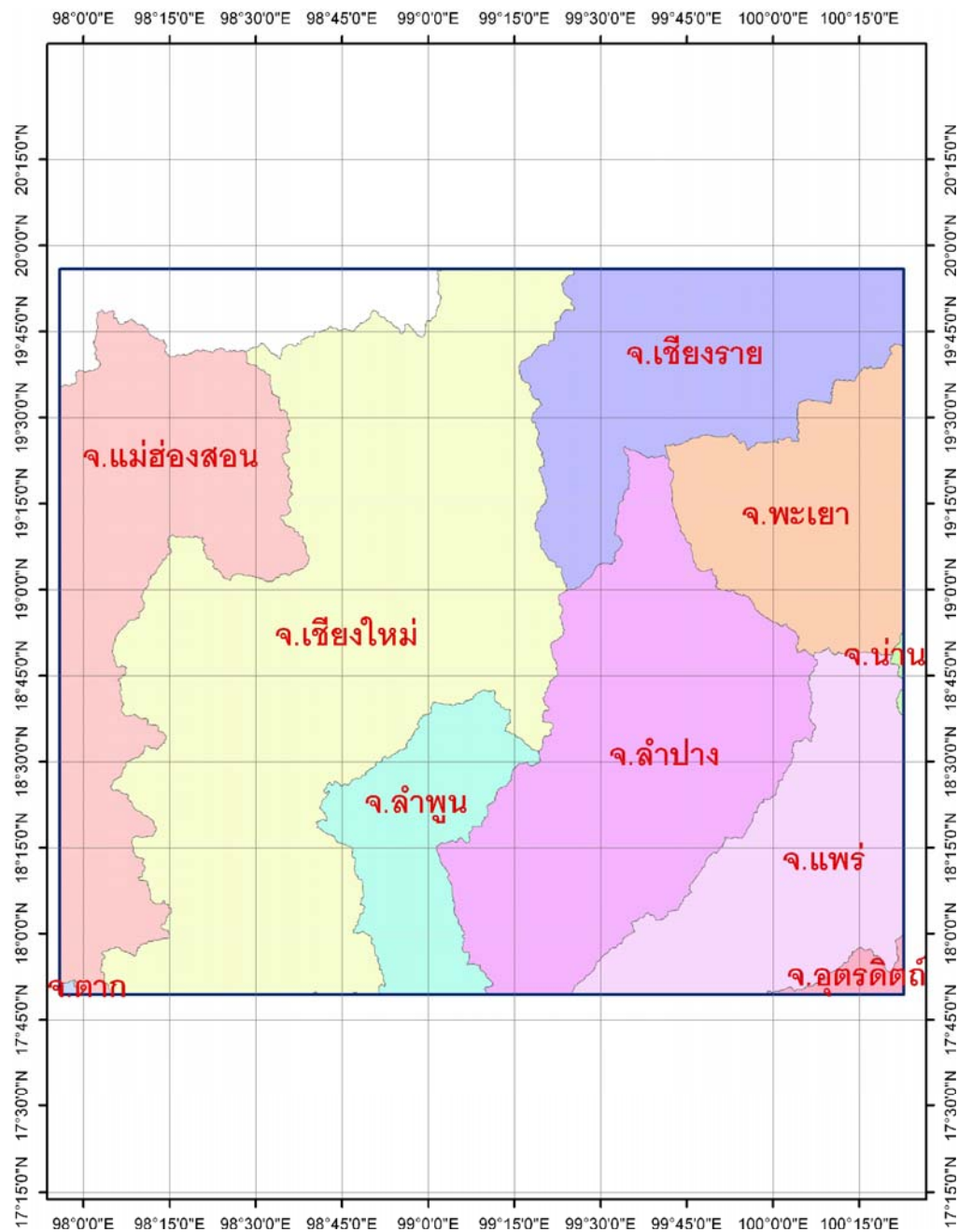
รูปที่ 1-3 แผนที่ของ domain 1 จากแบบจำลอง MM5

บริเวณที่ 1      ครอบคลุมพื้นที่ประเทศเพื่อนบ้าน อาทิ พม่า, ลาว, กัมพูชา, มาเลเซีย ในเขตเส้นรุ้ง 2.93 – 28.27 °N และเส้นแวง 87.93 – 117.07 °E ขนาดกริด 36 กิโลเมตร ดังรูปที่ 1-3 เพื่อให้ได้เงื่อนไขขอบเขตที่ใกล้เคียงสภาพอากาศจริง



รูปที่ 1-4 แผนที่ของ domain 2 จากแบบจำลอง MM5  
ครอบคลุมประเทศไทยตอนบนช่วงเส้นรุ้ง 12.76-22.82 ° N และเส้นแวง 94.62-  
106.49 °E ขนาดกริด 12 กิโลเมตร ดังรูปที่ 1-4





รูปที่ 1-5 แผนที่ของ domain 3 จากแบบจำลอง MM5

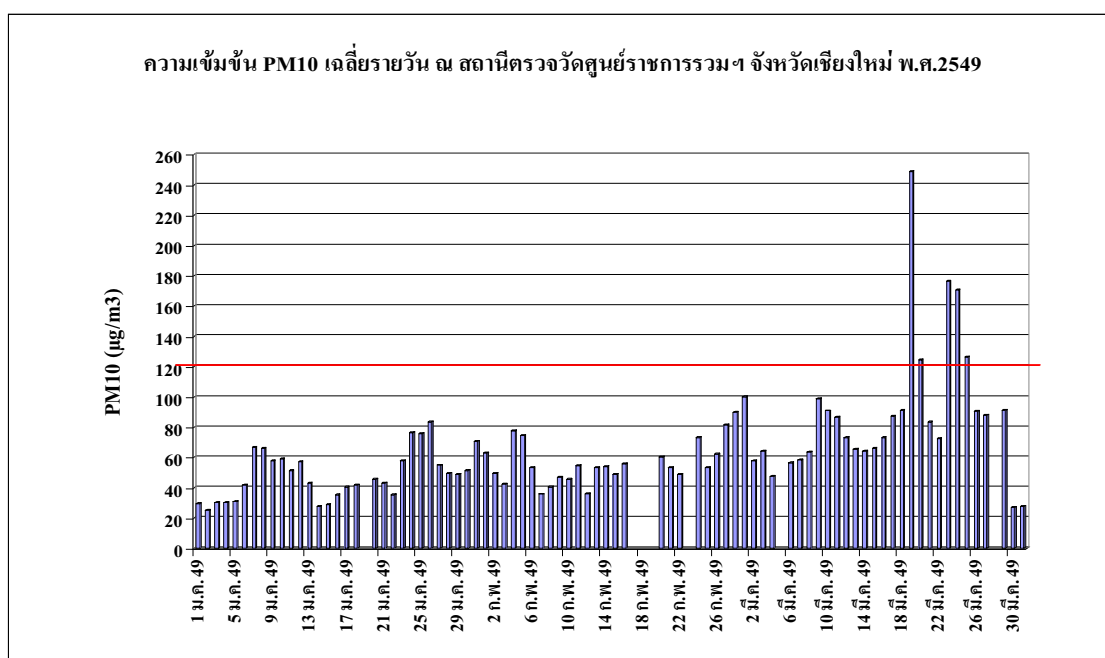
บริเวณที่ 3      ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดใกล้เคียง 17.82-19.93 ° N และเส้น  
 แนว 97.93-100.38 ° E ขนาดกริด 4 กิโลเมตร ดังรูปที่ 1-5

## บทที่ 2

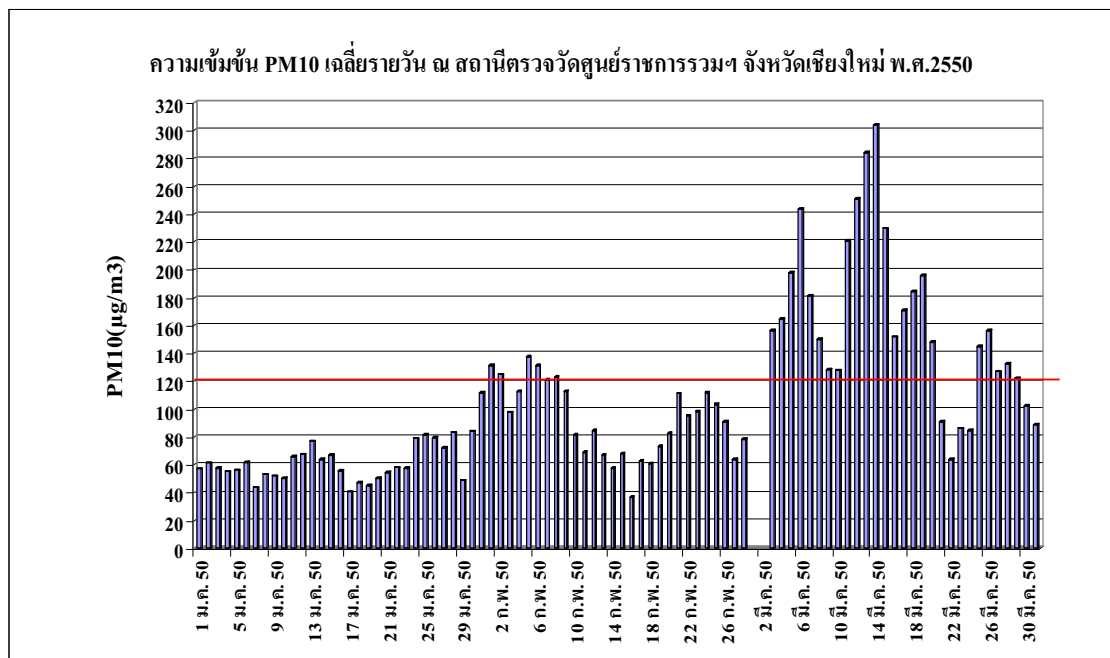
### ผลการศึกษาสภาพอากาศในปี พ.ศ.2549 และ พ.ศ.2550 ต่อปัญหาหมอกควัน

งานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาสภาพอากาศของแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน โดยแบบจำลอง MM5 ในช่วงเดือนมกราคม – มีนาคม ปี พ.ศ. 2549 และ พ.ศ. 2550 และทำการศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพอากาศกับปัญหาหมอกควันที่เกิดขึ้น

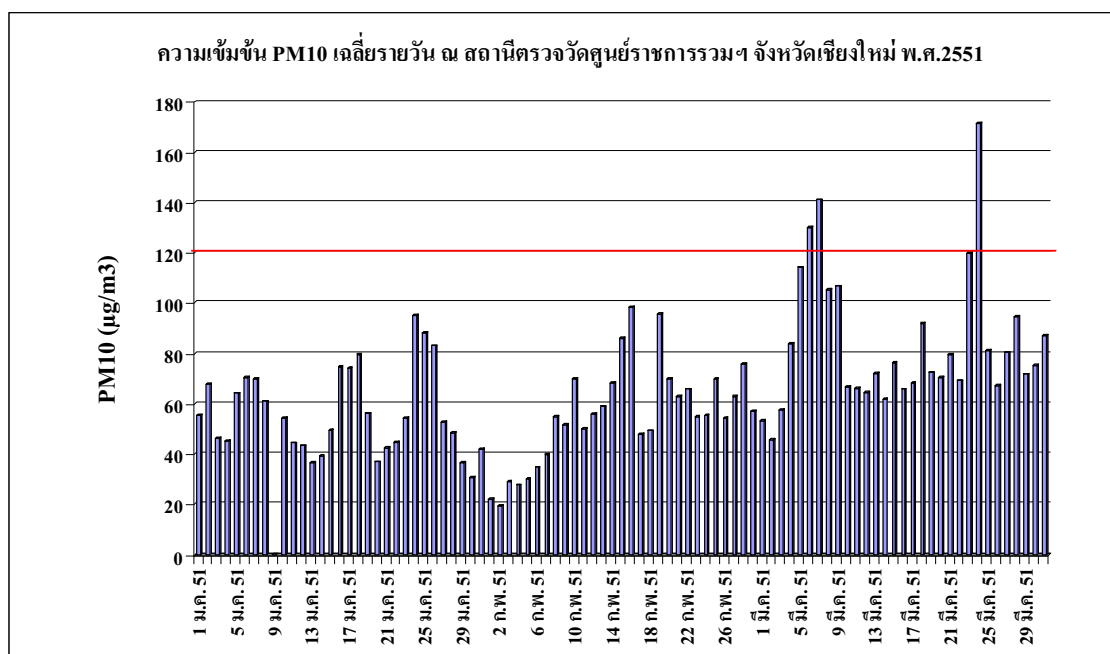
#### 2.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ



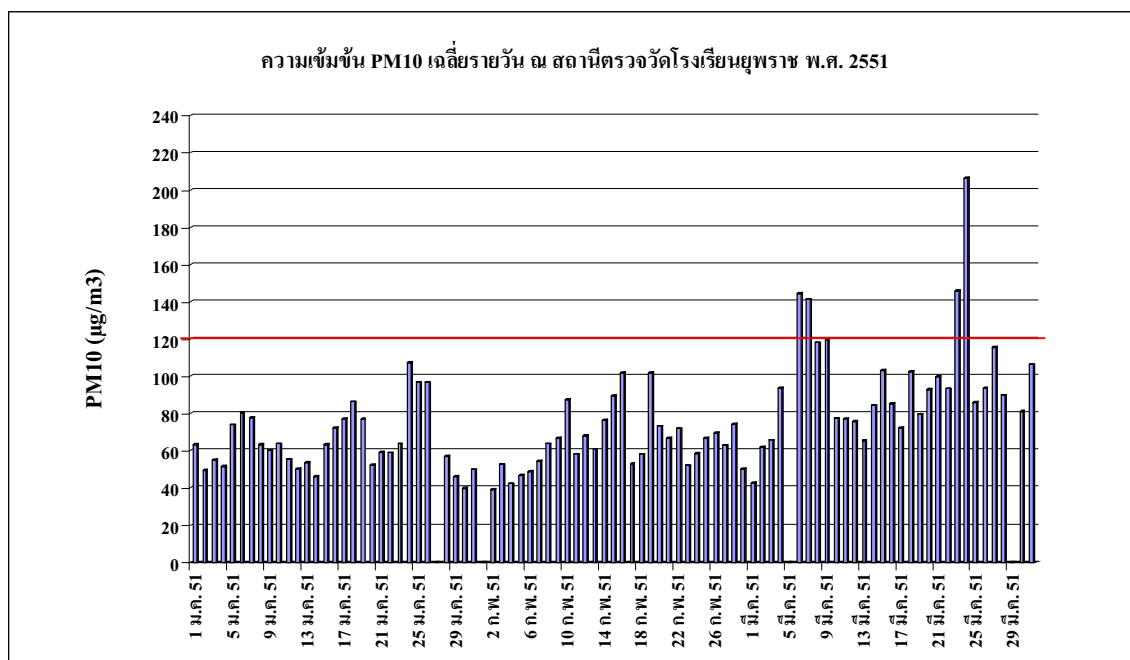
รูปที่ 2-1 ปริมาณฝุ่นละออง (PM10) เฉลี่ยรายวัน เดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2549 ณ สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการรวมฯ จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 2-2 ปริมาณฝุ่นละออง (PM10) เฉลี่ยรายวัน เดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการรวมฯ จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 2-3 ปริมาณฝุ่นละออง (PM10) เฉลี่ยรายวัน เดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2551 ณ สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการรวมฯ จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 2-4 ปริมาณฝุ่นละออง (PM10) เฉลี่ยรายวัน เดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2551 ณ สถานีตรวจวัดโรงเรียนยุพราช ฯ จังหวัดเชียงใหม่

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละออง (PM10) เฉลี่ยรายวัน เดือนมกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2549 และ พ.ศ. 2551 ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศศูนย์ราชการรวมฯ จากกรมควบคุมมลพิษ ดังรูปที่ 2-1 ถึง 2-4 พบว่า

ปี พ.ศ.2549 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองเกินมาตรฐานจำนวน 5 วัน โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดวัดได้ วันที่ 19 มีนาคม เท่ากับ  $248.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$

ปี พ.ศ.2550 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองเกินมาตรฐานจำนวน 28 วัน โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดวัดได้ วันที่ 14 มีนาคม เท่ากับ  $303.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$

ส่วนปี พ.ศ.2551 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองเกินมาตรฐานจำนวน 4 วัน โดยความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดวัดได้ วันที่ 24 มีนาคม เท่ากับ  $171.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

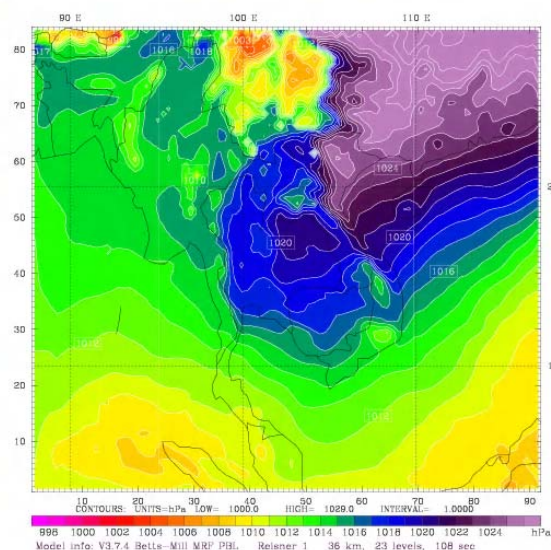
## 2.2 ผลการจำลองความกดอากาศโดยแบบจำลอง MM5

ช่วงเดือน มกราคม – มีนาคม เป็นช่วงที่ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีความกดอากาศสูงจากประเทศจีนเคลื่อนที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบน

### 2.2.1 ความกดอากาศ ปี พ.ศ.2549

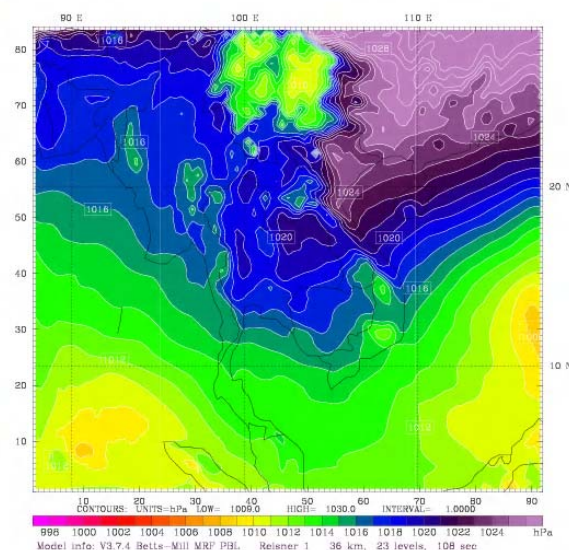
การประมวลผลโดยแบบจำลอง MM5 ปี พ.ศ. 2549 พบว่า มีความกดอากาศสูงสลับกับความกดอากาศต่ำปกคลุมประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงกลางเดือนมีนาคม โดยมีความกดอากาศสูงกำลังแรงปกคลุมตอนบนของประเทศไทยจนถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในวันที่ 23 – 27 มกราคม ขนาด 1016 - 1022 มิลลิบาร์ ดังรูปที่ 2-5 และ วันที่ 1 – 10 กุมภาพันธ์ ขนาด 1016 – 1021 มิลลิบาร์ ดังรูปที่ 2-6 และตั้งแต่ วันที่ 16 มีนาคมเป็นต้นไปประเทศไทยถูกปกคลุมความกดอากาศต่ำ ดังรูปที่ 2-7 ยกเว้นวันที่ 19 มีนาคม และ 28 – 30 มีนาคม ที่ความกดอากาศสูงจากจีนแผ่ลงมาอีกครั้งทำให้ภาคเหนือตอนบนมีความกดอากาศเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 2-8

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Sun 15 Jan 06  
Fest: 216.00 h Valid: 0000 UTC Tue 24 Jan 06 (0700 LST Tue 24 Jan 06)  
Sea-level pressure  
Sea-level pressure



(ก)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Sun 15 Jan 06  
Fest: 240.00 h Valid: 0000 UTC Wed 25 Jan 06 (0700 LST Wed 25 Jan 06)  
Sea-level pressure  
Sea-level pressure

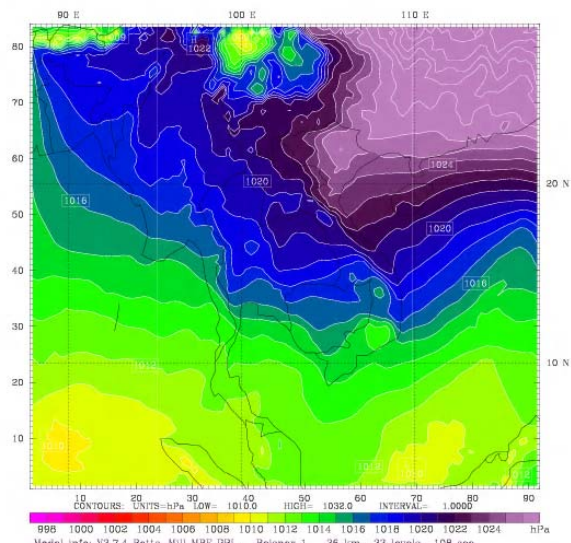


(ข)



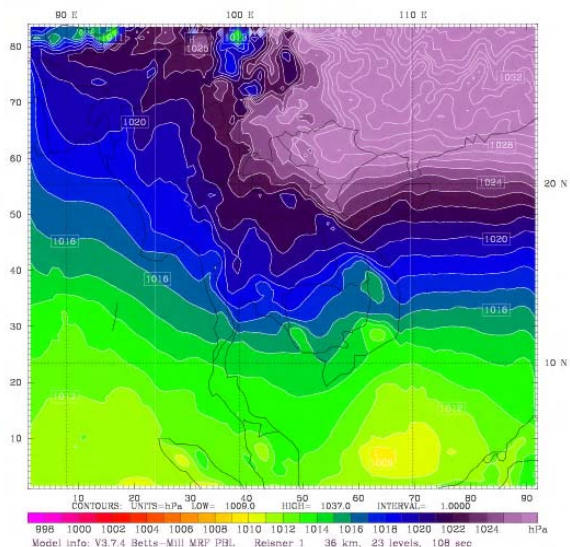
(9)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Tue 31 Jan 06  
 Fcst: 192.00 h Valid: 0000 UTC Wed 08 Feb 06 (0700 LST Wed 08 Feb 06)  
 Sea-level pressure  
 Sea-level pressure



(ก)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Tue 31 Jan 06  
 Fcst: 216.00 h Valid: 0000 UTC Thu 09 Feb 06 (0700 LST Thu 09 Feb 06)  
 Sea-level pressure  
 Sea-level pressure



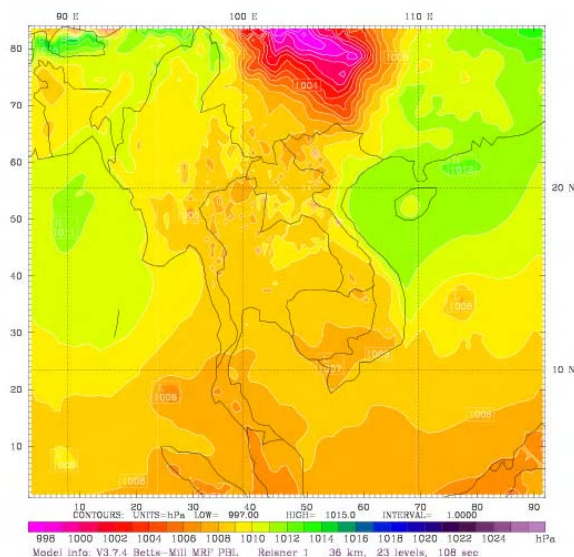
(ง)

รูปที่ 2-6 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น.

(ก) วันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2549 (ง) วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2549

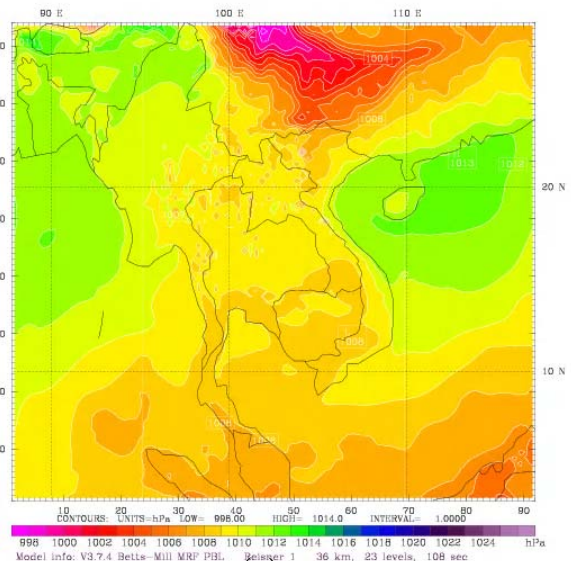
(ค) วันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2549 (จ) วันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2549

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Wed 15 Mar 06  
 Fcst: 33.00 h Valid: 0900 UTC Thu 16 Mar 06 (1600 LST Thu 16 Mar 06)  
 Sea-level pressure  
 Sea-level pressure



(ค)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Wed 15 Mar 06  
 Fcst: 54.00 h Valid: 0600 UTC Fri 17 Mar 06 (1300 LST Fri 17 Mar 06)  
 Sea-level pressure  
 Sea-level pressure



(จ)



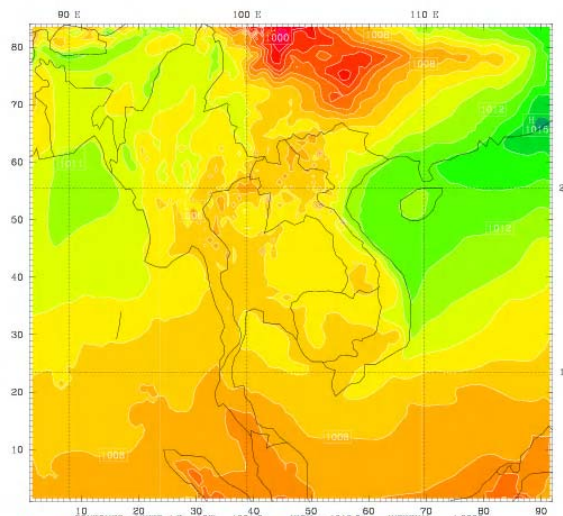
MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ.

Init: 0000 UTC Wed 15 Mar 06

Fest: 129.00 h Valid: 0900 UTC Mon 20 Mar 06 (1600 LST Mon 20 Mar 06)

Sea-level pressure

Sea-level pressure



(ก)

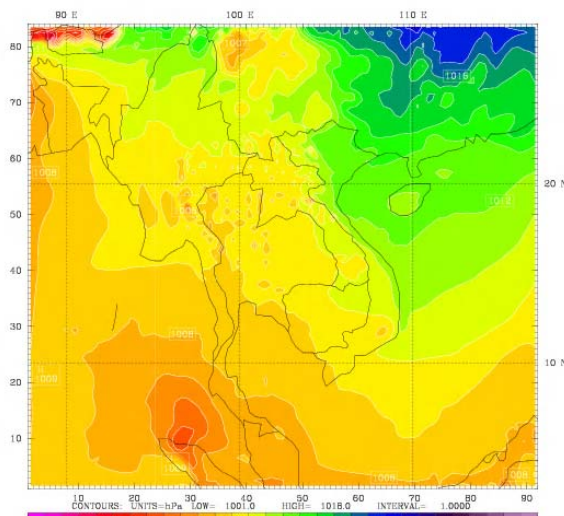
MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ.

Init: 0000 UTC Wed 15 Mar 06

Fest: 216.00 h Valid: 0000 UTC Fri 24 Mar 06 (0700 LST Fri 24 Mar 06)

Sea-level pressure

Sea-level pressure



(ง)

รูปที่ 2-7 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น.

(ก) วันที่ 16 มีนาคม พ.ศ.2549 (ง) วันที่ 17 มีนาคม พ.ศ.2549

(ค) วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ.2549 (จ) วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2549

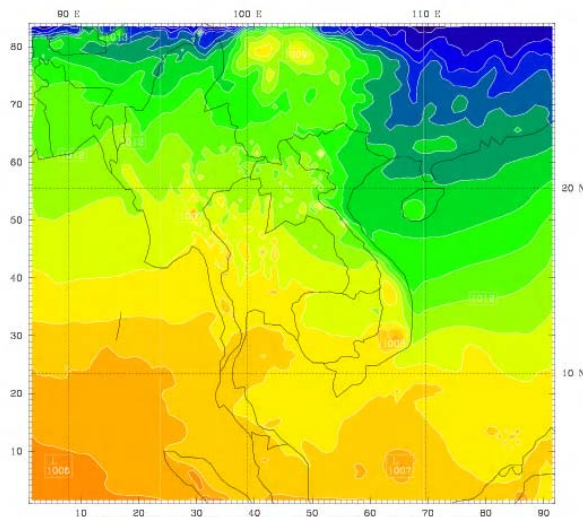
MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ.

Init: 0000 UTC Wed 15 Mar 06

Fest: 96.00 h Valid: 0000 UTC Sun 19 Mar 06 (0700 LST Sun 19 Mar 06)

Sea-level pressure

Sea-level pressure



(ค)

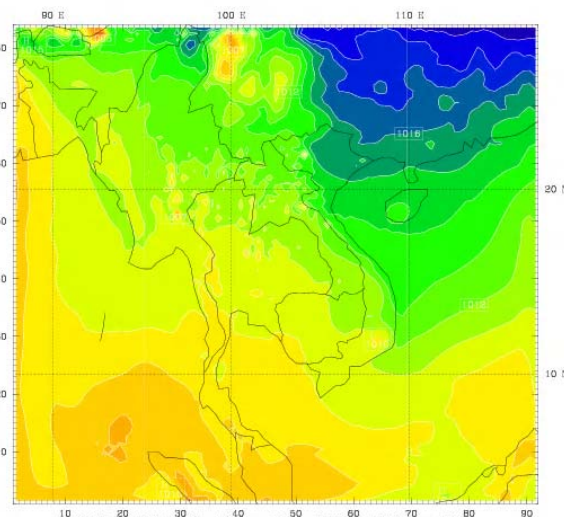
MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ.

Init: 0000 UTC Wed 15 Mar 06

Fest: 312.00 h Valid: 0000 UTC Tue 28 Mar 06 (0700 LST Tue 28 Mar 06)

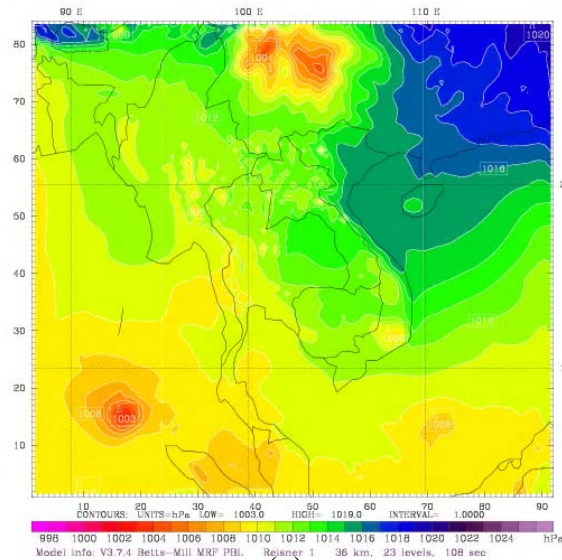
Sea-level pressure

Sea-level pressure

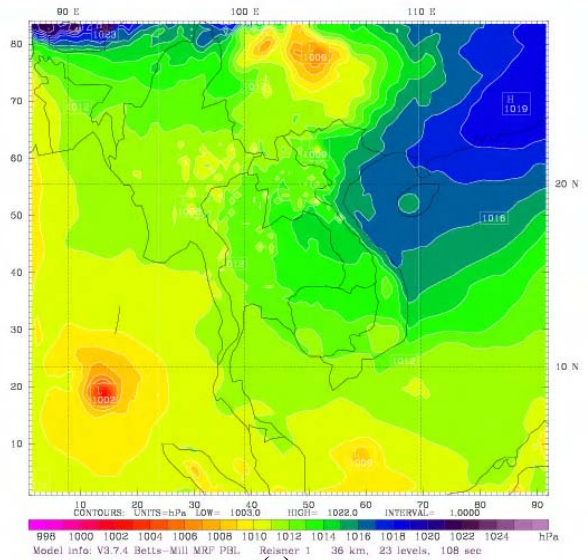


(จ)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Wed 15 Mar 06 MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Wed 15 Mar 06  
 Fcst: 336.00 h Valid: 0000 UTC Wed 29 Mar 06 (0700 LST Wed 29 Mar 06) Fcst: 360.00 h Valid: 0000 UTC Thu 30 Mar 06 (0700 LST Thu 30 Mar 06)  
 Sea-level pressure Sea-level pressure Sea-level pressure Sea-level pressure



(ก)



(ง)

รูปที่ 2-8 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น.

(ก) วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2549 (ข) วันที่ 28 มีนาคม พ.ศ.2549

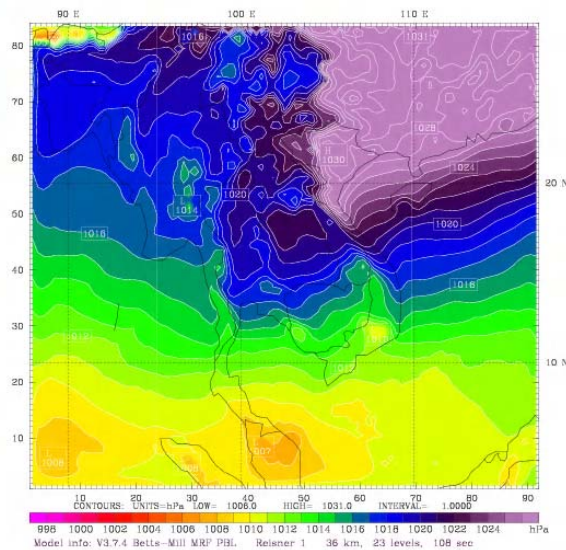
(ค) วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2549 (ง) วันที่ 30 มีนาคม พ.ศ.2549

## 2.2.2 ความกดอากาศ ปี พ.ศ.2550

ปี พ.ศ.2550 พบว่า มีความกดอากาศสูงปกคลุมประเทศไทยตลอดเดือนมกราคม จนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ จากนั้นมีความกดอากาศสูงสลับกับความกดอากาศต่ำปกคลุมถึงปลายเดือนมีนาคม โดยความกดอากาศสูงกำลังแรงปกคลุมตอนบนของไทยจนถึงจังหวัดชุมพร ในวันที่ 6 – 10 มกราคม ขนาด 1016 – 1022 มิลลิบาร์ ดังรูปที่ 2-9, 22 มกราคม – 3 กุมภาพันธ์ ขนาด 1016 – 1024 มิลลิบาร์ ดังรูปที่ 2-10

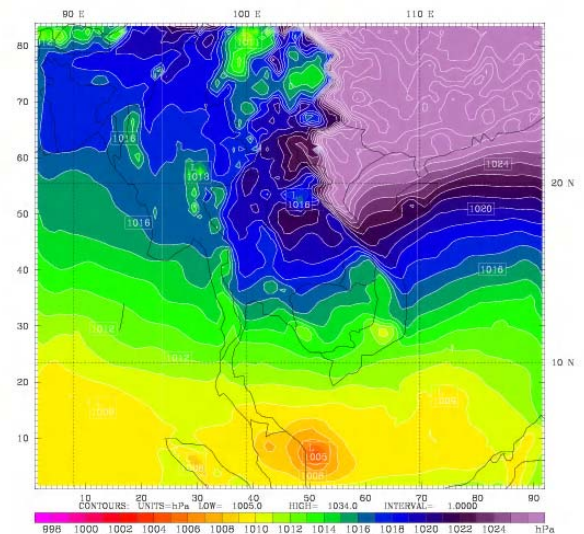


MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Sun 31 Dec 06  
 Fest: 216.00 h Valid: 0000 UTC Tue 09 Jan 07 (0700 LST Tue 09 Jan 07)  
 Sea-level pressure  
 Sea-level pressure



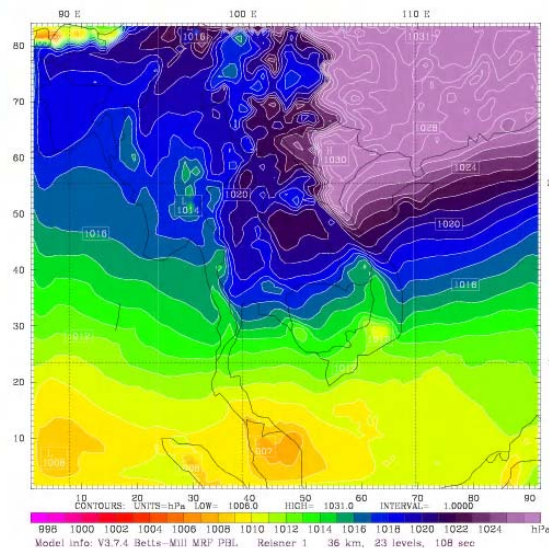
(ก)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Sun 31 Dec 06  
 Fest: 192.00 h Valid: 0000 UTC Mon 08 Jan 07 (0700 LST Mon 08 Jan 07)  
 Sea-level pressure  
 Sea-level pressure



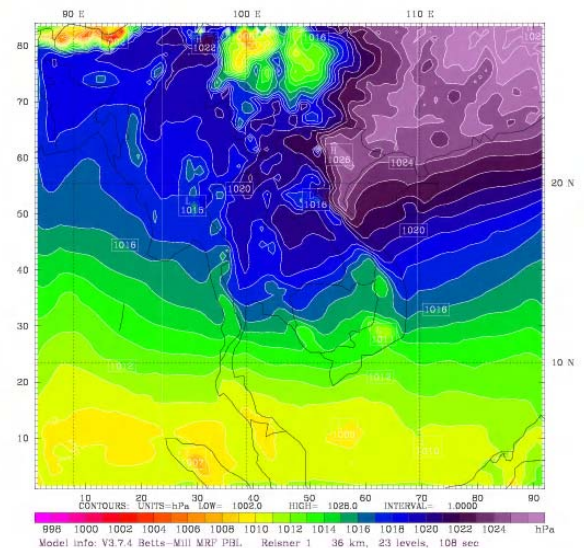
(ข)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Sun 31 Dec 06  
 Fest: 216.00 h Valid: 0000 UTC Tue 09 Jan 07 (0700 LST Tue 09 Jan 07)  
 Sea-level pressure  
 Sea-level pressure



(ค)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Sun 31 Dec 06  
 Fest: 240.00 h Valid: 0000 UTC Wed 10 Jan 07 (0700 LST Wed 10 Jan 07)  
 Sea-level pressure  
 Sea-level pressure



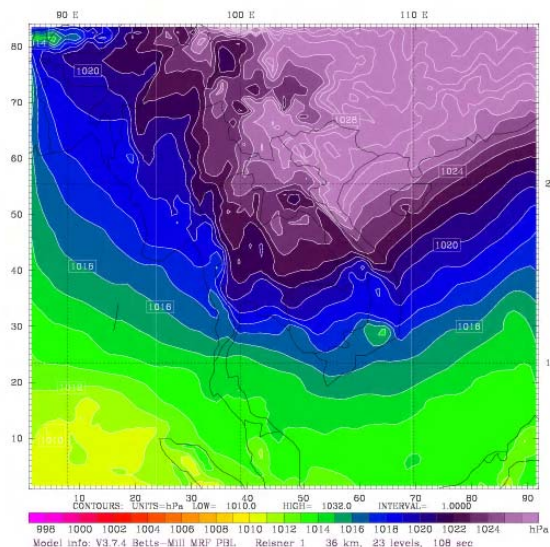
(ง)

รูปที่ 2-9 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น.

(ก) วันที่ 7 มกราคม พ.ศ.2550 (ข) วันที่ 8 มกราคม พ.ศ.2550

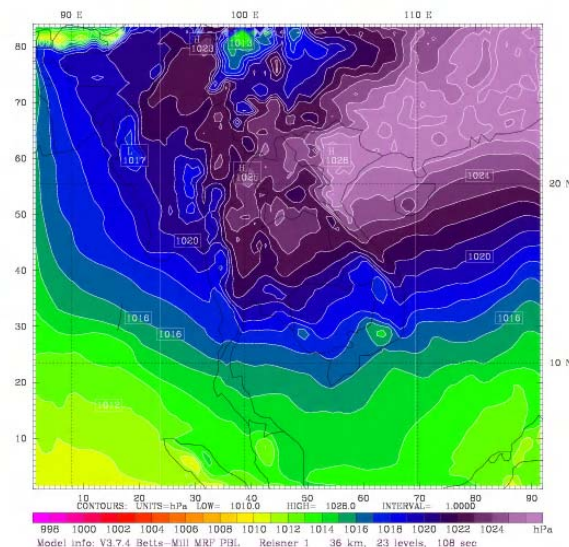
(ค) วันที่ 9 มกราคม พ.ศ.2550. (ง) วันที่ 10 มกราคม พ.ศ.2550

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Mon 16 Jan 07  
Fest: 288.00 h Valid: 0000 UTC Sat 27 Jan 07 (0700 LST Sat 27 Jan 07)  
Sea-level pressure  
Sea-level pressure



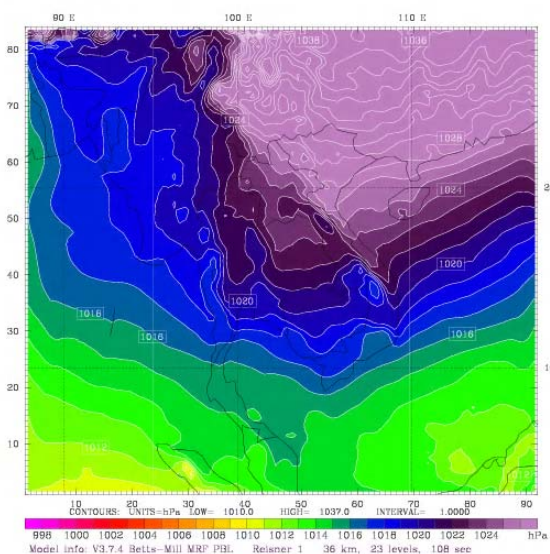
(ก)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Mon 16 Jan 07  
Fest: 336.00 h Valid: 0000 UTC Mon 29 Jan 07 (0700 LST Mon 29 Jan 07)  
Sea-level pressure  
Sea-level pressure



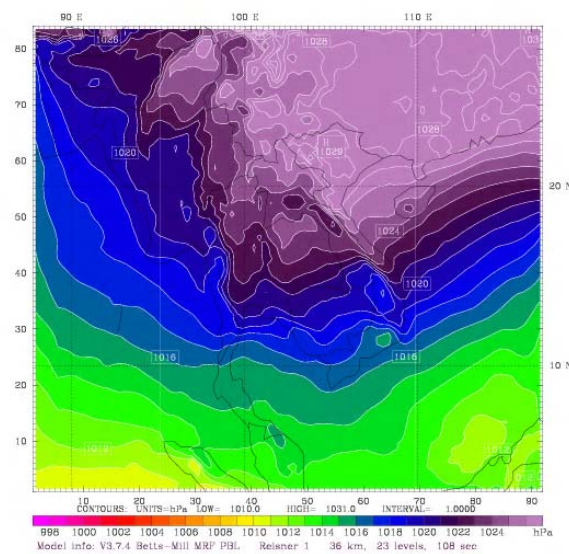
(ข)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Wed 31 Jan 07  
Fest: 24.00 h Valid: 0000 UTC Thu 01 Feb 07 (0700 LST Thu 01 Feb 07)  
Sea-level pressure  
Sea-level pressure



(ค)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Wed 31 Jan 07  
Fest: 48.00 h Valid: 0000 UTC Fri 02 Feb 07 (0700 LST Fri 02 Feb 07)  
Sea-level pressure  
Sea-level pressure



(ง)

รูปที่ 2-10 แสดงความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทย เวลา 07.00 น.

(ก) วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2550 (ข) วันที่ 29 มกราคม พ.ศ.2550

(ค) วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550 (ง) วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550

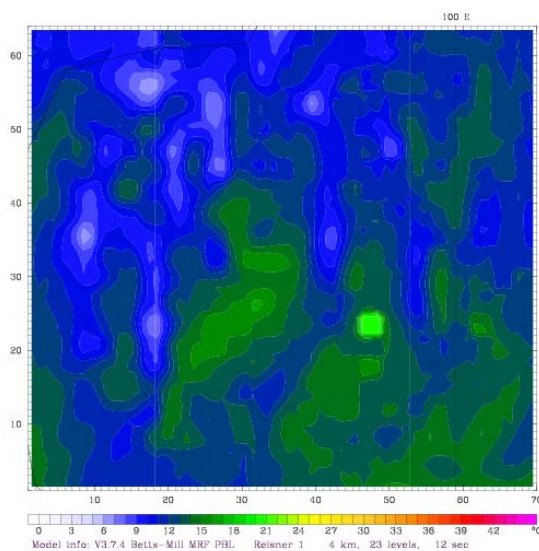


ในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม พ.ศ. 2549 และ 2550 มีความกดอากาศสูงปกคลุมประเทศไทย โดยเฉพาะภาคเหนือตอนบนเป็นเวลานาน และบ่อยครั้งเป็นผลให้บรรยากาศชั้นล่างมีเสถียรภาพมาก เนื่องจากผลของความกดอากาศสูงทำให้อากาศมีการเคลื่อนที่ลง ผู้คนละอองฟุ้งกระจายขึ้นไปตามแนวตั้งได้ยาก (ในที่นี้ไม่ได้ทำการเปรียบเทียบความกดอากาศที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลตรวจวัด เนื่องจากไม่มีข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นรายชั่วโมงที่เวลา 07:00 และ เวลา 13:00 น.)

เมื่อเปรียบเทียบความกดอากาศที่ปกคลุมประเทศไทยในปี พ.ศ.2549 และ พ.ศ.2550 พบว่า ปี พ.ศ.2550 ความกดอากาศสูงปกคลุมประเทศไทยยาวนานกว่าและมีกำลังแรงกว่า ปี พ.ศ.2549

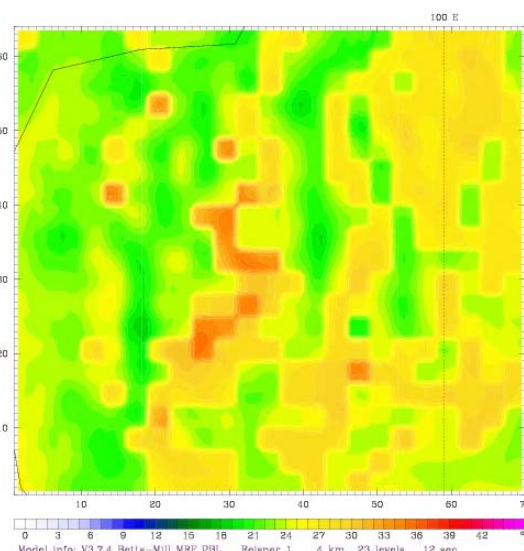
เนื่องจากความกดอากาศสูงกำลังแรงจากประเทศจีนแผ่เข้าปกคลุมประเทศไทย ส่งผลให้ช่วงนี้ แอ่งเชียงใหม่-ลำพูนมีอุณหภูมิต่ำ ผลจากแบบจำลอง MM5 พบว่า อุณหภูมิต่ำสุด ในปี พ.ศ.2549 และ พ.ศ.2550 คือ วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2549 ณ เวลา 7.00 น. มีค่าประมาณ 14-17 องศาเซลเซียส เวลา 13.00 น. มีค่าประมาณ 24-30 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 2-11 และวันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2550 ณ เวลา 7.00 น. มีค่าประมาณ 9 – 12 องศาเซลเซียส เวลา 13.00 น. มีค่าประมาณ 21 -28 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 2-12

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Sun 15 Jan 06 Fcst: 288.00 h Valid: 0000 UTC Fri 27 Jan 06 (0700 LST Fri 27 Jan 06) Temperature(at 2m)



(ก)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Sun 15 Jan 06 Fcst: 294.00 h Valid: 0600 UTC Fri 27 Jan 06 (1300 LST Fri 27 Jan 06) Temperature(at 2m)



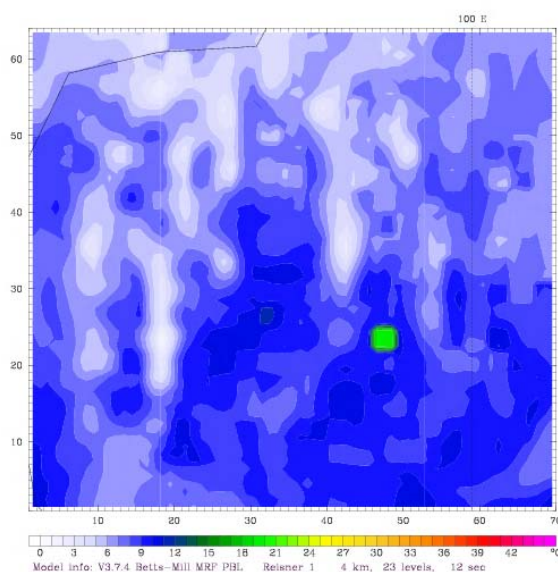
(ข)

รูปที่ 2-11 แสดงอุณหภูมิภาคเหนือตอนบน วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2549

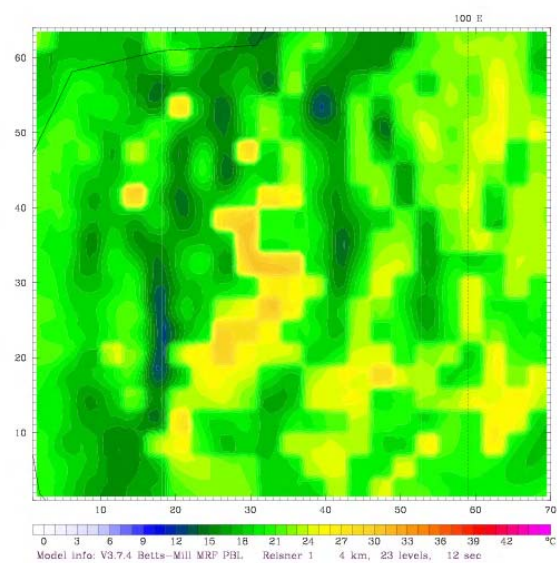
(ก) อุณหภูมิ ณ เวลา 07.00 น.

(ข) อุณหภูมิ ณ เวลา 13.00 น.

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Mon 15 Jan 07 MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 0000 UTC Mon 15 Jan 07  
 Fcst: 336.00 h Valid: 0000 UTC Mon 29 Jan 07 (0700 LST Mon 29 Jan 07) Fcst: 342.00 h Valid: 0600 UTC Mon 29 Jan 07 (1300 LST Mon 29 Jan 07)  
 Temperature(at 2m) Temperature(at 2m)



(ก)



(ข)

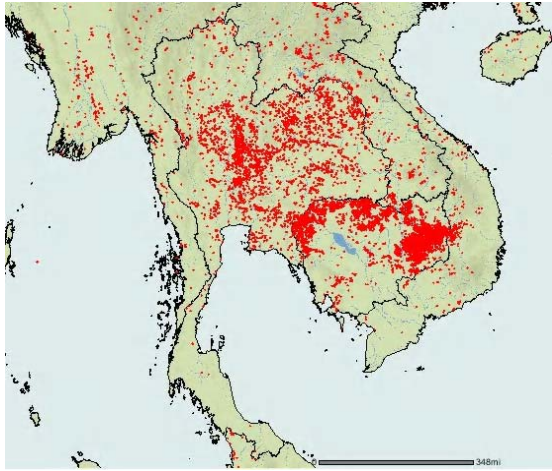
รูปที่ 2-12 แสดงอุณหภูมิภาคเหนือตอนบน วันที่ 29 มกราคม พ.ศ.2550

(ก) อุณหภูมิ ณ เวลา 07.00 น.

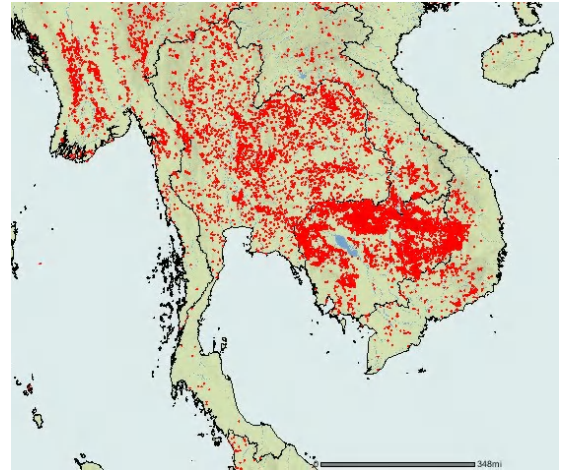
(ข) อุณหภูมิ ณ เวลา 13.00 น.

### 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสมิพพื้นที่กับจุดความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ (Hot Spot) จากภาพถ่ายดาวเทียม (ที่มา: <http://maps.geog.umd.edu>)

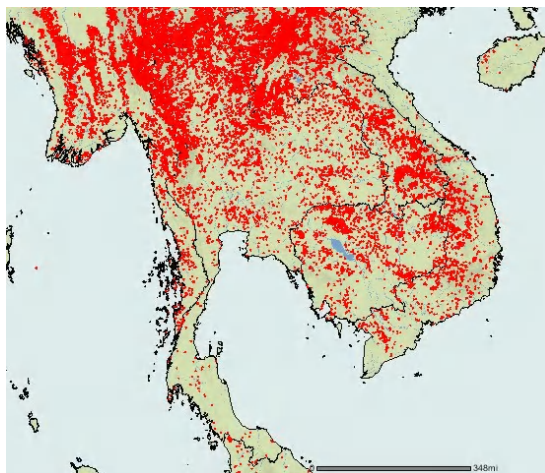
ภาพ Hot Spot จากภาพถ่ายดาวเทียม ในเดือนมกราคม – มีนาคม ในปี พ.ศ.2549 พ.ศ.2550 และ พ.ศ.2551 พบว่า มีพื้นที่ที่เกิดการเผาไหม้เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเดือนมีนาคมที่เกิดการเผาไหม้มากที่สุดในตอนบนของประเทศไทยทั้งในและนอกบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน และประเทศเพื่อนบ้าน ทำให้มีโอกาที่ปริมาณฝุ่นละอองในบริเวณแอ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากแหล่งกำเนิดนอกบริเวณแอ่ง ประกอบกับสภาพอากาศมีความแห้งแล้งและอุณหภูมิสูงขึ้น และพ.ศ.2550 มีพื้นที่ที่เกิดการเผาไหม้มากกว่า พ.ศ.2549 และ พ.ศ.2551 ดังรูปที่ 2-13 ถึง 2-15



(ก)



(ข)



(ค)

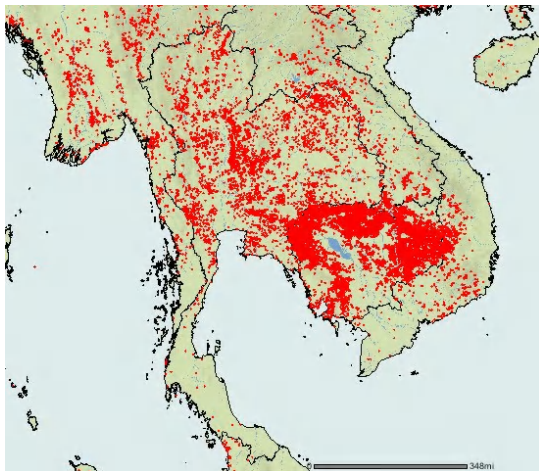
รูปที่ 2-13 ภาพ Hot Spot จากดาวเทียม พ.ศ.2549

(ก) Hot Spot เดือนมกราคม

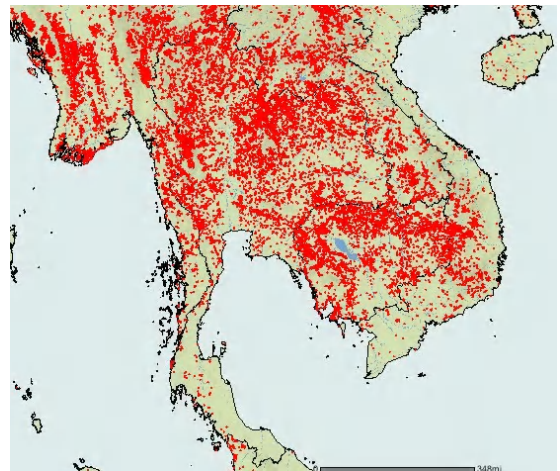
(ข) Hot Spot เดือนกุมภาพันธ์

(ค) Hot Spot เดือนมีนาคม

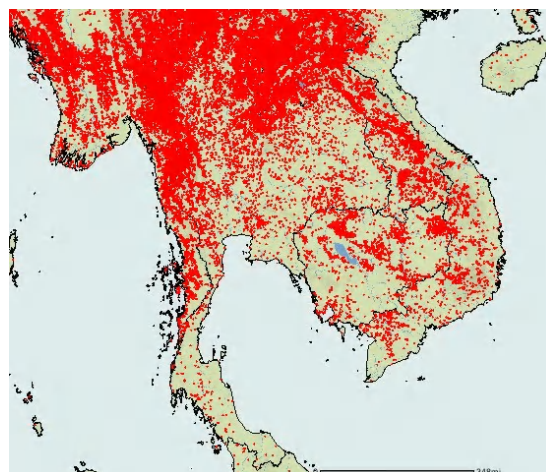




(ก)



(ข)



(ค)

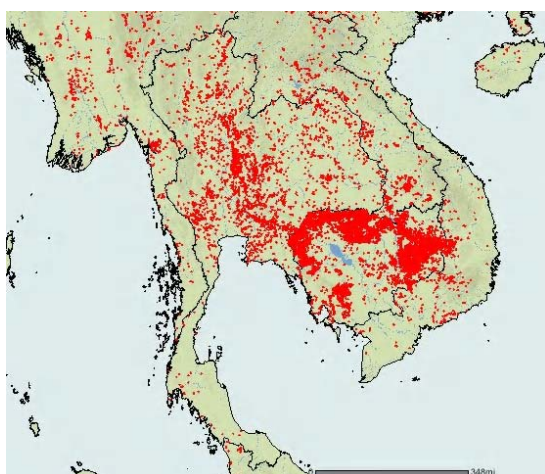
รูปที่ 2-14 ภาพ Hot Spot จากดาวเทียม พ.ศ.2550

(ก) Hot Spot เดือนมกราคม

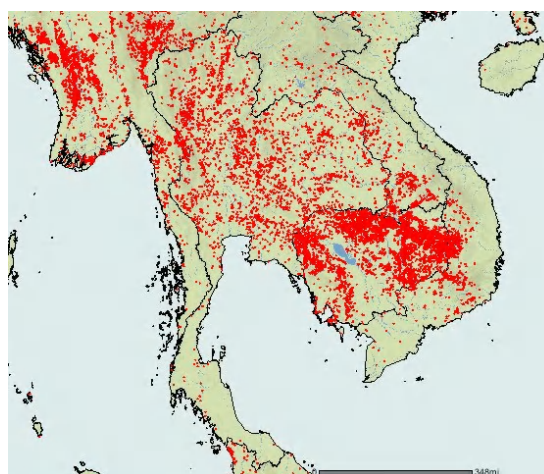
(ข) Hot Spot เดือนกุมภาพันธ์

(ค) Hot Spot เดือนมีนาคม

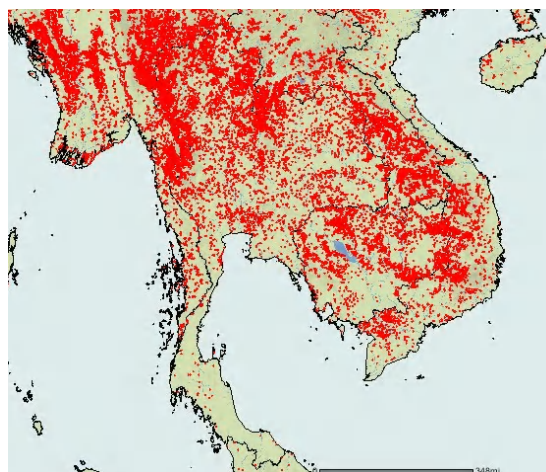




(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2-15 ภาพ Hot Spot จากดาวเทียม พ.ศ.2551

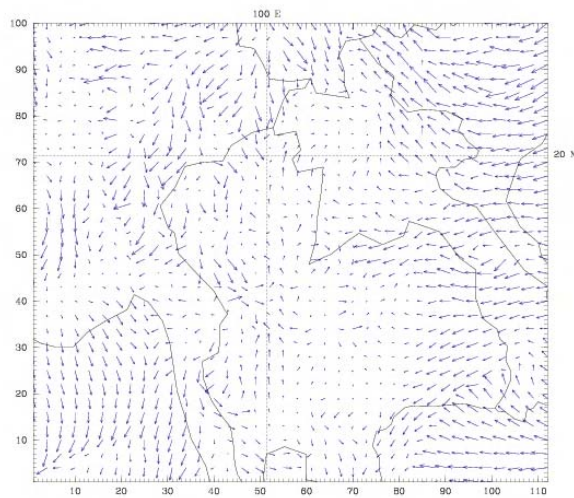
(ก) Hot Spot เดือนมกราคม

(ข) Hot Spot เดือนกุมภาพันธ์

(ค) Hot Spot เดือนมีนาคม

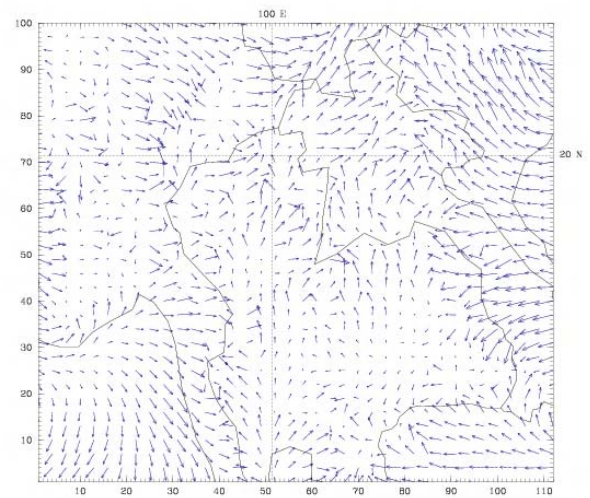
การกระจายของปริมาณฝุ่นละอองตามแนวราบจะขึ้นอยู่กับความเร็วลม โดยลมสามารถพัดฝุ่นละอองออกจากแหล่งกำเนิด จากรูปที่ 2-2 และ 2-3 ความเข้มข้นของฝุ่นละออง (PM10) บางวันมีค่าสูงเกินมาตรฐาน  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  เมื่อพิจารณาประกอบกับ ภาพ Hot Spot และทิศทางลมที่พัดเข้าสู่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ในวันที่เกิดปัญหามอกควัน ดังรูปที่ 2-16 ถึง 2-20

MM5-Fcast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 0000 UTC Wed 15 Mar 06  
Fest: 216.00 h Valid: 0000 UTC Fri 24 Mar 06 (0700 LST Fri 24 Mar 06)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23

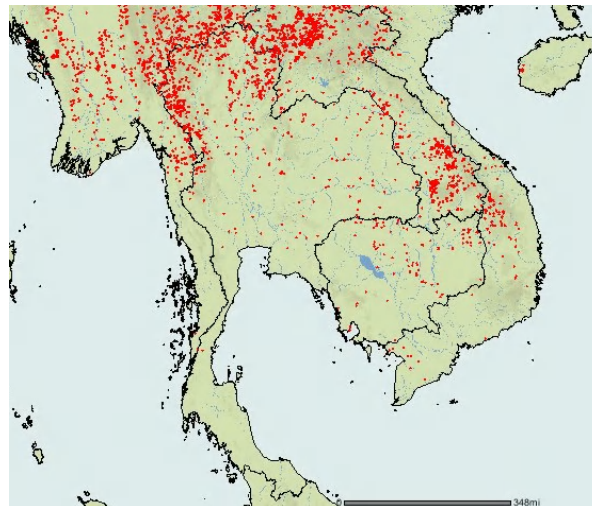


(ก)

MM5-Fcast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 0000 UTC Wed 15 Mar 06  
Fest: 228.00 h Valid: 1200 UTC Fri 24 Mar 06 (1900 LST Fri 24 Mar 06)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23



(ข)



(ค)

รูปที่ 2-16 ภาพ Hot Spot และ ความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 24 มีนาคม 2549

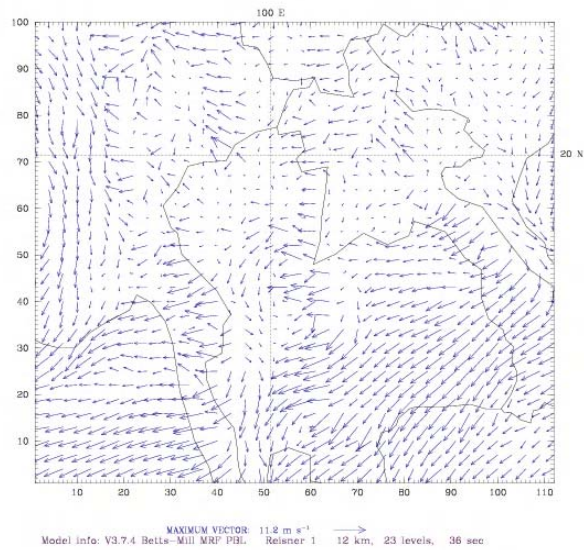
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น. (ข) ความเร็วลม ณ เวลา 19.00 น.

(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 23-24 มีนาคม 2549

วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2549 การเผาไหม้ส่วนมากอยู่ในบริเวณประเทศพม่า ลาว และภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่จังหวัด น่าน เชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และพะเยา ประกอบกับลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศเหนือ และตะวันตก

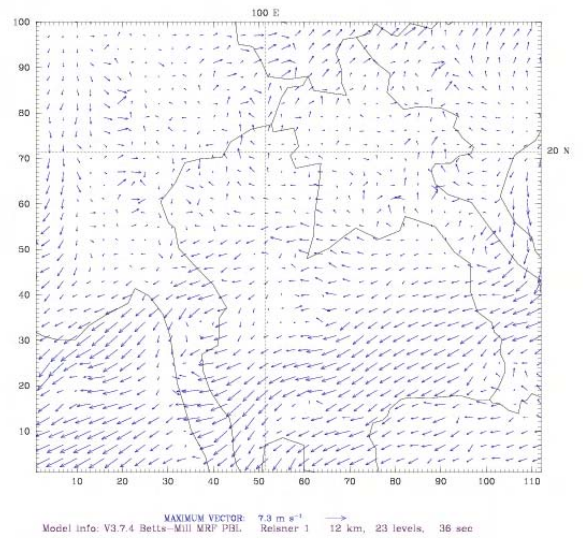


MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 0000 UTC Wed 31 Jan 07  
 Fest: 96.00 h Valid: 0000 UTC Sun 04 Feb 07 (0700 LST Sun 04 Feb 07)  
 Horizontal wind vectors at k-index = 23



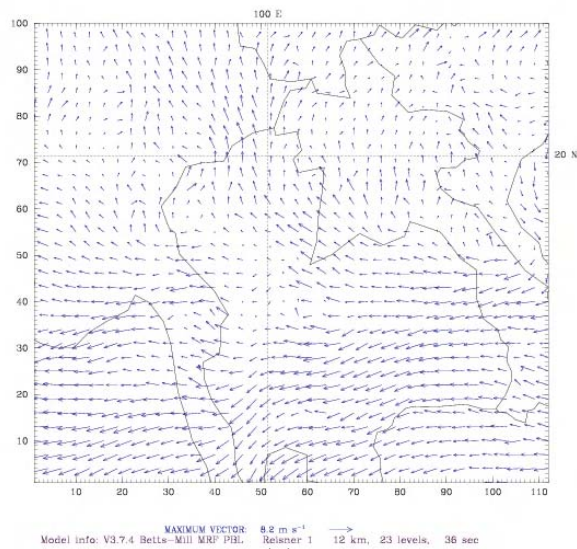
(n)

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 0000 UTC Wed 31 Jan 07  
 Fest: 102.00 h Valid: 0600 UTC Sun 04 Feb 07 (1300 LST Sun 04 Feb 07)  
 Horizontal wind vectors at k-index = 23



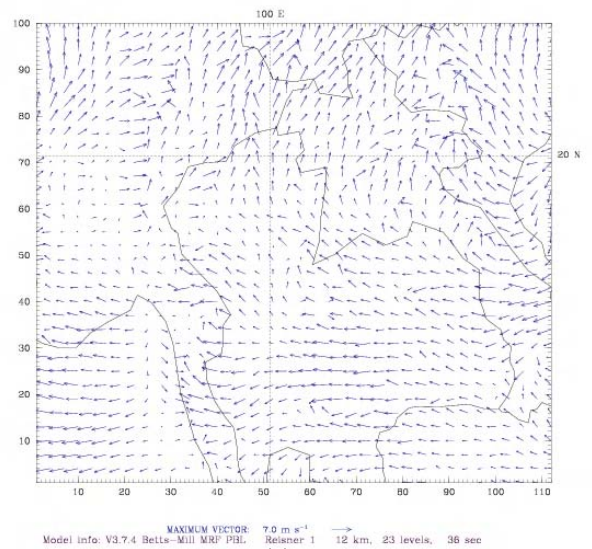
(nj)

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 0000 UTC Wed 31 Jan 07  
 Fest: 123.00 h Valid: 0300 UTC Mon 05 Feb 07 (1000 LST Mon 05 Feb 07)  
 Horizontal wind vectors at k-index = 23

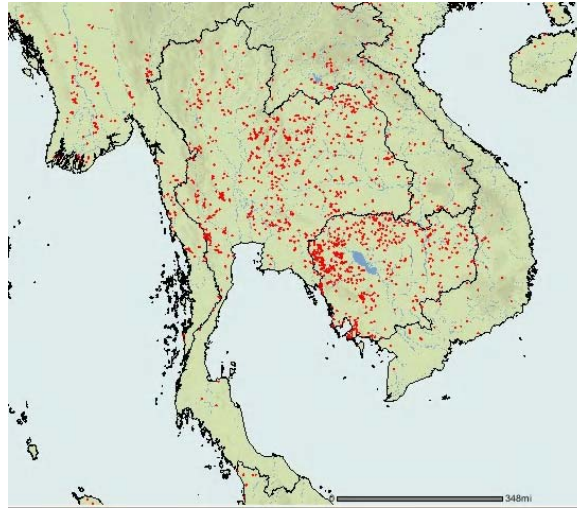


(n)

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 0000 UTC Wed 31 Jan 07  
 Fest: 129.00 h Valid: 0900 UTC Mon 05 Feb 07 (1600 LST Mon 05 Feb 07)  
 Horizontal wind vectors at k-index = 23



(nj)



(จ)

รูปที่ 2-17 ภาพ Hot Spot และ ความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น

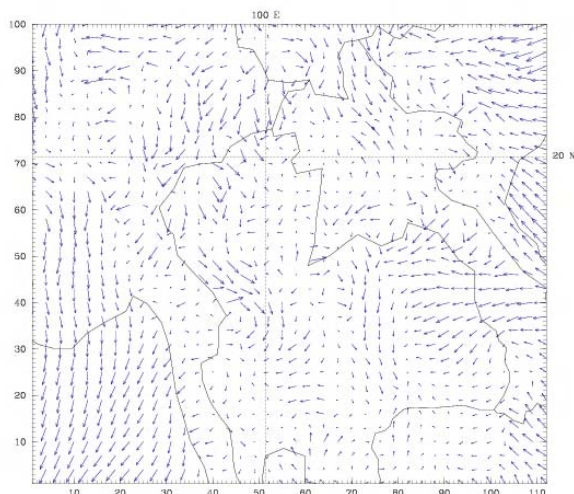
(ก) วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2550 เวลา 10.00 น.      (ข) วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2550 เวลา 13.00 น.

(ค) วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2550 เวลา 10.00 น.      (ง) วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2550 เวลา 16.00 น.

(จ) ภาพ Hot Spot วันที่ 4-5 กุมภาพันธ์ 2550

วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550 การเผาไหม้กระจายในหลายพื้นที่ของประเทศไทยโดยเฉพาะภาค  
อีสาน และประเทศกัมพูชา ประกอบกับลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศตะวันออก

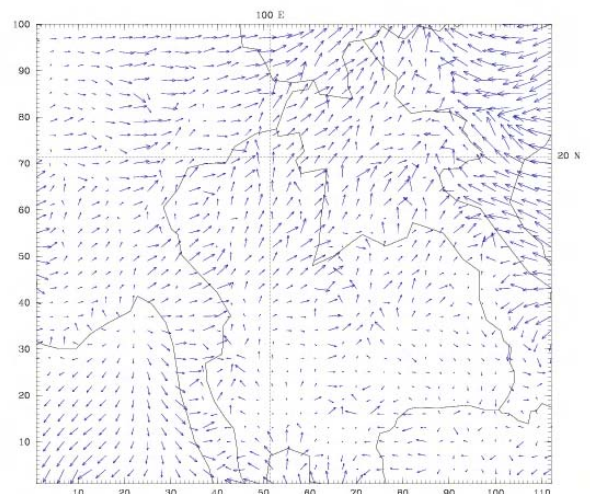
MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ    Init: 0000 UTC Wed 28 Feb 07  
Fest: 120.00 h    Valid: 0000 UTC Mon 05 Mar 07 (0700 LST Mon 05 Mar 07)  
Horizontal wind vectors    at k-index = 23



Model info: V3.7.4 Betts-Mill MRF PBL  
Reisner 1    12 km, 23 levels, 36 sec

(ก)

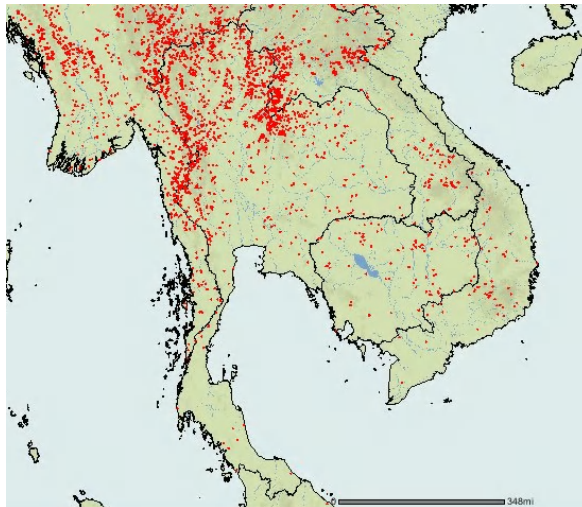
MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ    Init: 0000 UTC Wed 28 Feb 07  
Fest: 129.00 h    Valid: 0900 UTC Mon 05 Mar 07 (1600 LST Mon 05 Mar 07)  
Horizontal wind vectors    at k-index = 23



Model info: V3.7.4 Betts-Mill MRF PBL  
Reisner 1    12 km, 23 levels, 36 sec

(ข)





(ก)

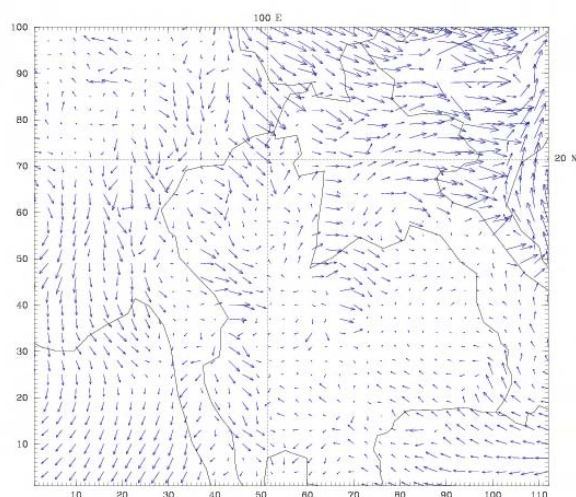
รูปที่ 2-18 ภาพ Hot Spot และ ความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 5 มีนาคม 2550

(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น. (ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.

(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 4-5 มีนาคม 2550

วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ.2550 การเผาไหม้ส่วนมากอยู่ในบริเวณประเทศพม่า ภาคเหนือ และภาคตะวันตกของประเทศไทย ได้แก่จังหวัด น่าน เชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน พะเยา เลย ดาก กาญจนบุรี และอุตรดิตถ์ ประกอบกับลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศเหนือและตะวันตก

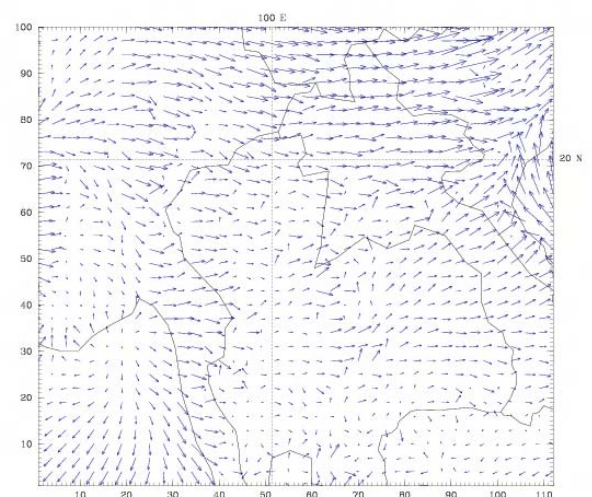
MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 0000 UTC Wed 28 Feb 07  
Fctst: 336.00 h Valid: 0000 UTC Wed 14 Mar 07 (0700 LST Wed 14 Mar 07)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23



Model info: V3.7.4 Betts-Mill MRP PBL, Reisner 1  
MAXIMUM VECTOR: 25.9 m s<sup>-1</sup>  
12 km, 23 levels, 36 sec

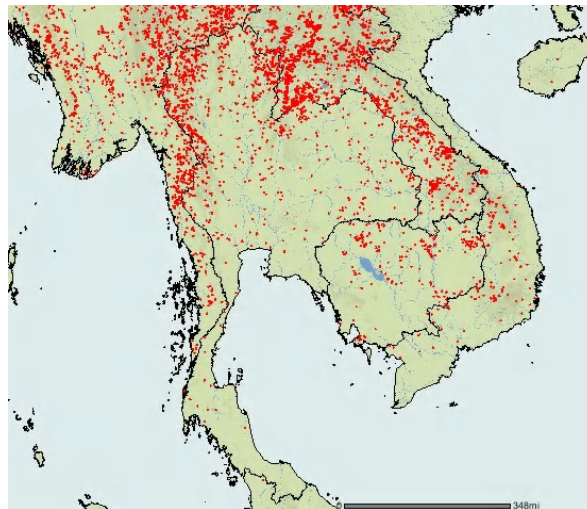
(ก)

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 0000 UTC Wed 28 Feb 07  
Fctst: 345.00 h Valid: 0900 UTC Wed 14 Mar 07 (1600 LST Wed 14 Mar 07)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23



Model info: V3.7.4 Betts-Mill MRP PBL, Reisner 1  
MAXIMUM VECTOR: 19.2 m s<sup>-1</sup>  
12 km, 23 levels, 36 sec

(ข)



(ก)

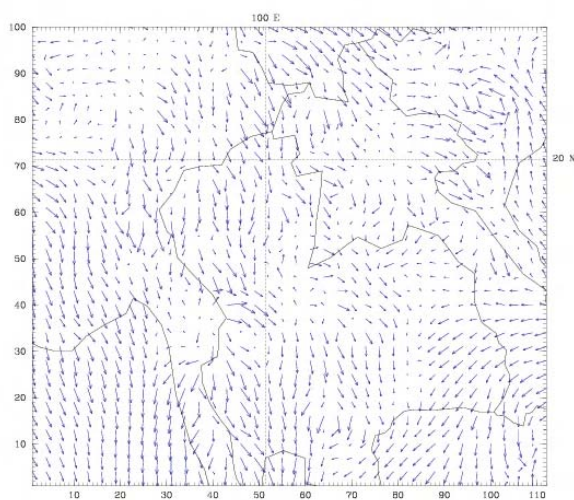
รูปที่ 2-19 ภาพ Hot Spot และ ความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 14 มีนาคม 2550

(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น. (ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.

(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 13-14 มีนาคม 2550

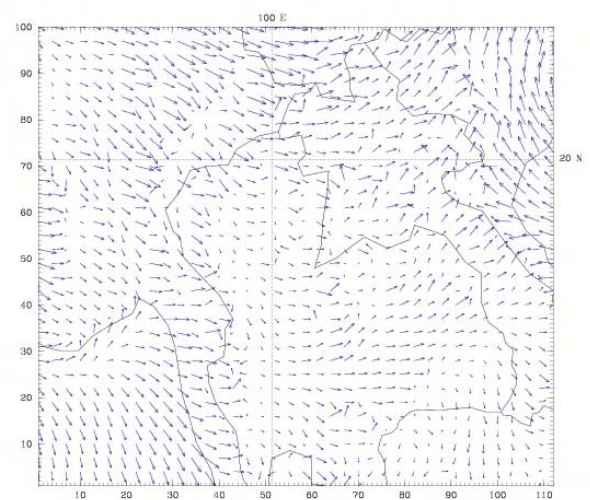
วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ.2550 การเผาไหม้ส่วนมากอยู่บริเวณประเทศพม่า ลาวและตอนบนของประเทศไทยได้แก่จังหวัด น่าน เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เลย กาญจนบุรีและตาก ประกอบกับลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศเหนือและตะวันตก

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 0000 UTC Thu 15 Mar 07  
Fest: 240.00 h Valid: 0000 UTC Sun 25 Mar 07 (0700 LST Sun 25 Mar 07)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23

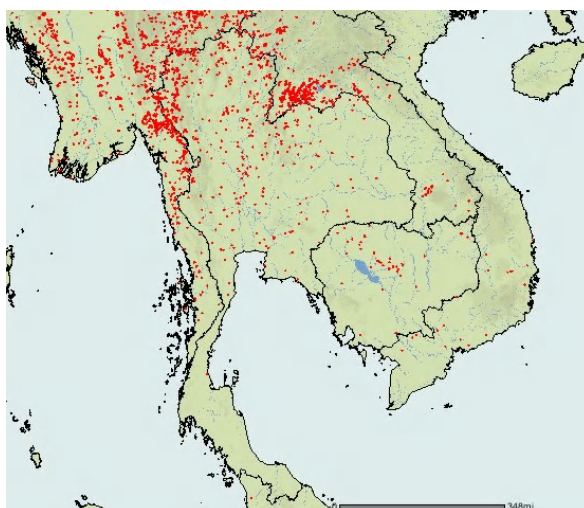


(ก)

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 0000 UTC Thu 15 Mar 07  
Fest: 249.00 h Valid: 0900 UTC Sun 25 Mar 07 (1600 LST Sun 25 Mar 07)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23



(ข)



(ก)

รูปที่ 2-20 ภาพ Hot Spot และ ความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 25 มีนาคม 2550

(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 07.00 น. (ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.

(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 24-25 มีนาคม 2550

วันที่ 25 มีนาคม พ.ศ.2550 การเผาไหม้ส่วนมากอยู่ในบริเวณประเทศพม่า และกระจายอยู่ทั่วไปในตอนบนของประเทศไทยโดยเฉพาะจังหวัดแม่ฮ่องสอน ประกอบกับลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศเหนือและตะวันตก

โดยปกติประเทศไทยได้รับอิทธิพลของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาวและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในฤดูฝน จากแบบจำลอง MM5 พบว่า ลมตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดผ่านประเทศไทยในช่วงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์เป็นผลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนลมตะวันตกจะพัดผ่านในเดือนมีนาคมเป็นผลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อพิจารณาทิศทางลมและพื้นที่ที่เกิดการเผาไหม้พบว่ามีความสัมพันธ์กัน อาทิเช่นในวันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550 พื้นที่ที่เกิดการเผาไหม้กระจายอยู่ทั่วไปโดยเฉพาะภาคอีสาน ประกอบกับลมประจำฤดูกาลที่พัดมาจากทิศตะวันออก ดังรูปที่ 2-17 ทำให้ลมพัดพาฝุ่นละอองเข้าสู่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูนเพิ่มเติมกับปริมาณฝุ่นละอองที่มีต้นกำเนิดในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน โดยวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองได้ถึง  $137.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  และวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2550 ซึ่งวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง ณ สถานีตรวจวัดศูนย์ราชการรวมฯ จังหวัดเชียงใหม่ได้สูงที่สุดถึง  $303.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการเผาไหม้เป็นจำนวนมากในบริเวณประเทศพม่า ประเทศลาว และตอนบนของประเทศไทยโดยเฉพาะจังหวัด น่าน เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เลย กาญจนบุรี และตาก ประกอบกับลมพัดมาจากทิศตะวันตกและทิศเหนือ ดังรูปที่ 2-19 ทำให้เกิดการพัดพาฝุ่นละอองจากบริเวณที่เกิดไฟป่าเข้าสู่แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน เพิ่มเติมจากปริมาณฝุ่นละอองที่มีในแหล่งกำเนิดในพื้นที่ และสะสมในอากาศมากขึ้น

## 2.4 การเคลื่อนที่ของอากาศตามแนวตั้ง

ความกดอากาศสูงที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบนช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศตามแนวตั้ง ซึ่งตามปกติอุณหภูมิจะลดลงตามระยะสูง แต่ในช่วงที่ความกดอากาศสูงกำลังแรงปกคลุมประเทศไทยตอนบน จะทำให้บางชั้นของอากาศมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามระยะสูง หรืออุณหภูมิผกผัน (Temperature inversion) ซึ่งเป็นสภาพอากาศที่มีเสถียรภาพมาก (stable) อากาศไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านชั้นบรรยากาศที่มีอุณหภูมิผกผัน ในกรณีที่มีฝุ่นละอองหรือมลพิษในอากาศในบริเวณแอ่งเชิงใหม่-ลำพูน จากการเผาขยะ การเผาวัสดุเกษตรวัสดุเหลือใช้ ท่อไอเสียรถยนต์ จะไม่สามารถฟุ้งกระจายผ่านบริเวณที่มีอุณหภูมิผกผันเสมือนกับมีแผ่นหรือเพดานปิดกั้นการเคลื่อนที่ขึ้น ทำให้ฝุ่นละอองและมลพิษสะสมในบรรยากาศเหนือพื้นดิน ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะอากาศ โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นแอ่งกระทะของเชิงใหม่

### 2.4.1 การพิจารณาผลการจำลองสภาพอากาศที่ได้จากแบบจำลอง MM5 กับสภาพอากาศจากการตรวจวัด (Validation of the MM5)

ผลการจำลองสภาพอากาศที่ได้จากแบบจำลอง MM5 เปรียบเทียบกับกับสภาพอากาศจากการตรวจวัดตามแนวตั้ง (sounding ) ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ด้วยแผนภาพ Skew-T แนวแกนตั้งทางซ้ายมือของแผนภาพ Skew-T แสดงความสูงเป็นพิคัดความดันในหน่วยของมิลลิบาร์ (mb) ซึ่งเปลี่ยนเป็นพิคัดความสูงในหน่วยของกิโลเมตร (km) ตามตารางของ SensorONE (ดังแสดงในตารางที่ 1 ในภาคผนวก)

Wind Barb หรือสัญลักษณ์แทนسرลม ตาม แนวแกนตั้งด้านขวามือแสดงทิศทางและอัตราเร็วลม เช่น

50 + 10 + 10 + 5

1.



แสดงถึง

ลมพัดจากทางทิศตะวันตก  
ด้วยความเร็ว 75 น็อต

2.



แสดงถึง

ลมพัดจากทางทิศ  
ตะวันออกเฉียงเหนือด้วย  
ความเร็ว 25 น็อต

3.



แสดงถึง

ลมพัดจากทางทิศใต้  
ด้วยความเร็ว 5 น็อต

4.



แสดงถึง

ลมสงบ



แผนภาพ Skew-T ประกอบด้วยเส้น dry adiabat, moist adiabat และ เส้นสีแดงแสดงค่าอุณหภูมิอากาศจากเหนือพื้นดินจนถึงระยะสูงในบรรยากาศ เส้นสีน้ำเงินแสดงค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างเพื่อการวิเคราะห์ความชื้นในอากาศ สภาพอากาศมีความชื้นสูง ถ้าอุณหภูมิอากาศมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง แต่ถ้าอุณหภูมิทั้งสองแตกต่างกันมากแสดงถึงสภาพอากาศแห้ง ความชื้นในอากาศมีปริมาณน้อย

dry adiabat เป็นเส้นที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศตามระยะสูงโดยที่อากาศไม่มีการรับหรือสูญเสียความร้อนตามกฎข้อที่ 1 ของ เทอร์โมไดนามิกส์ ( $dq=0$ )

$$dq = du + pdv$$

โดย  $dq$  = การเปลี่ยนแปลงความร้อนของระบบ

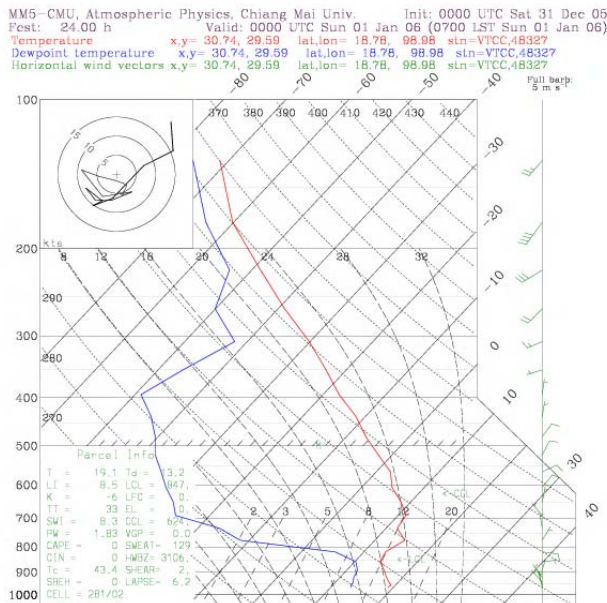
$du$  = การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในของระบบ

$pdv$  = งานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของระบบ

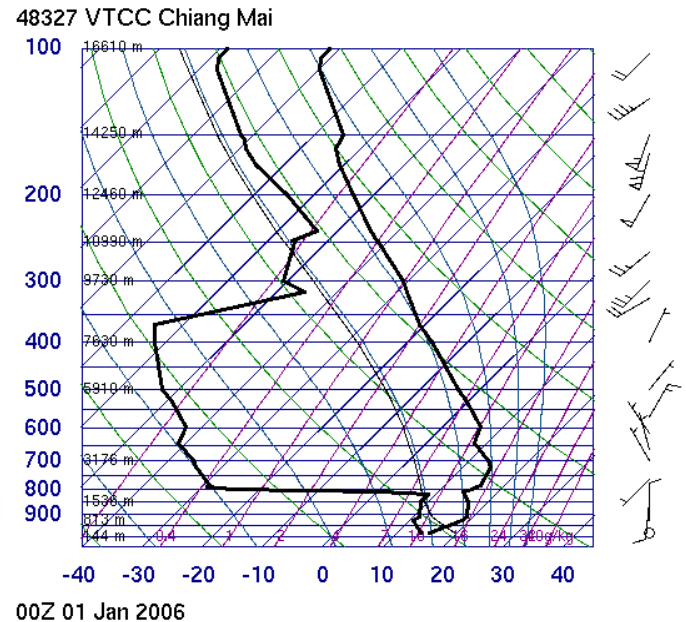
moist adiabat เป็นเส้นที่แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศตามระยะสูง โดยที่  $dq \neq 0$  เนื่องจากเกิดการควบแน่นของไอน้ำในอากาศมีการคายความร้อนแฝงออกมา ( อรธรรม; 2549)

วิธีการพิจารณาเสถียรภาพอากาศจากเส้นอุณหภูมิตามแนวดิ่ง(สีแดง) เปรียบเทียบกับ dry-adiabat ในช่วงระยะจากพื้นดินจนถึงฐานเมฆ เนื่องจากยังไม่มี การควบแน่นของไอน้ำ ถ้าอัตราการลดลงอุณหภูมิอากาศมากกว่า เท่ากับและน้อยกว่า dry adiabat แสดงว่า อากาศไร้เสถียรภาพ, อากาศเป็นกลางและอากาศมีเสถียรภาพ ตามลำดับ([http://twister.sbs.ohio-state.edu/helpdoes/skew-T\\_help.html](http://twister.sbs.ohio-state.edu/helpdoes/skew-T_help.html))

โดยการเปรียบเทียบ Skew-T จากแบบจำลอง MM5 กับ Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง (sounding) ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ (ที่มา : University of Wyoming, Department of Atmospheric Science, <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> )



(ก)

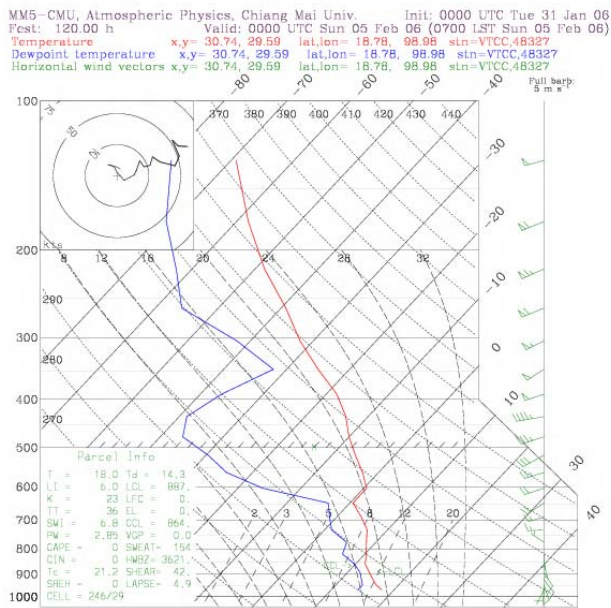


(ข)

รูปที่ 2-21 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2549 เวลา 07.00 น.

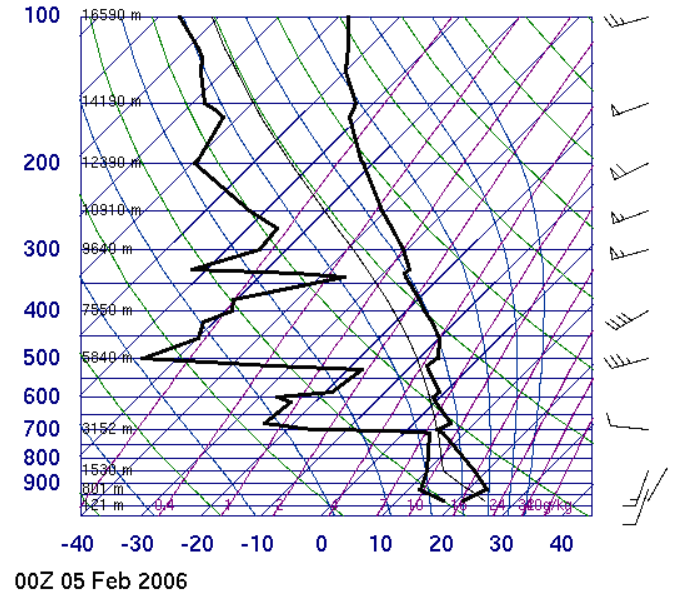
(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5      (ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง

จากรูปที่ 2-21 สภาพอากาศใกล้พื้นผิวมีเสถียรภาพมาก อีกทั้งมีอุณหภูมิผกผันที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ขึ้นตามแนวตั้งที่ระดับความสูงประมาณ 630 มิลลิบาร์ จากแบบจำลอง MM5 และที่ระดับความสูงประมาณ 600 มิลลิบาร์จากการตรวจวัด การกระจายตามแนวตั้งของอุณหภูมิจุดน้ำค้างมีรูปแบบที่คล้ายกัน และห่างจากเส้นอุณหภูมิ แสดงถึงสภาพอากาศแห้ง ลมผิงพื้นในบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนค่อนข้างสงบ ตามลักษณะของ wind barb ที่แกนตั้งทางขวาทั้งรูป ก. และ ข. สภาพอากาศตามแนวตั้งในวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2549 เวลา 07.00 น. จากแบบจำลอง MM5 ใกล้เคียงกับสภาพอากาศที่ตรวจวัด



(ก)

48327 VTCC Chiang Mai



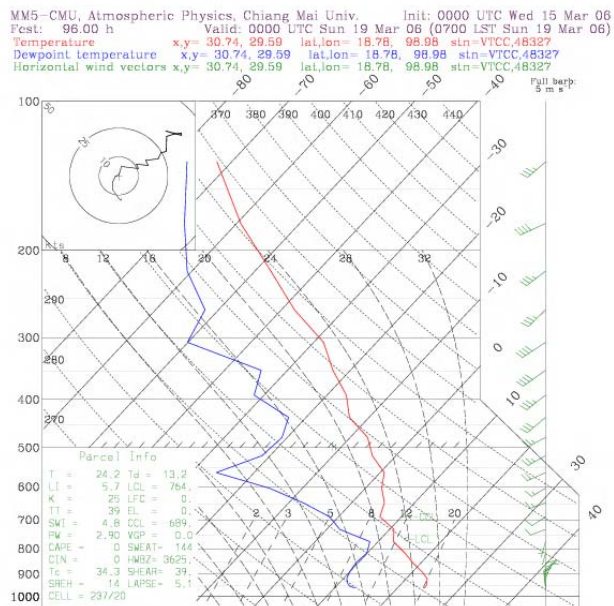
(ข)

รูปที่ 2-22 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 เวลา 07.00 น.

(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5

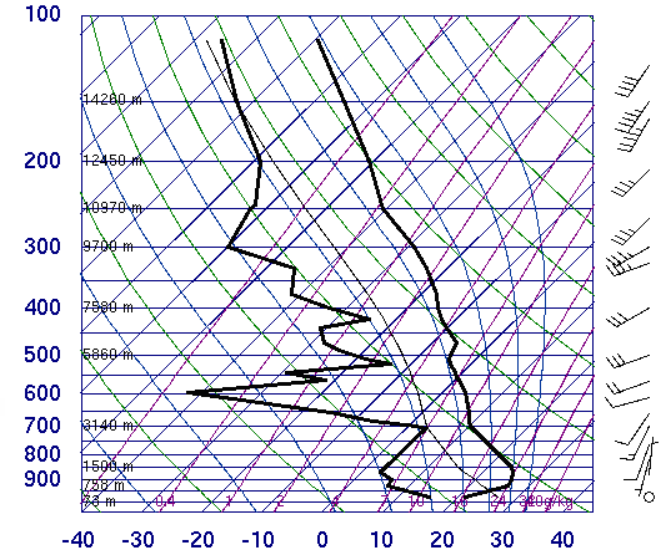
(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง

จากรูปที่ 2-22 จากแบบจำลอง MM5 สภาพอุณหภูมิผกผันเกิดที่ความสูงระดับ 860 และ 650 มิลลิบาร์ ขณะที่จากค่าตรวจวัดเกิดที่ระดับใกล้พื้นดิน 700 และ 600 มิลลิบาร์ ส่วนที่ระยะสูงการกระจายของอุณหภูมิตามแนวตั้งทั้งจากแบบจำลอง MM5 และค่าตรวจวัดมีค่าน้อยกว่า moist adiabat แสดงถึงความมีเสถียรภาพของอากาศ เส้นอุณหภูมิห่างจากเส้นอุณหภูมิจุดน้ำค้างทำให้ทราบว่าอากาศมีความชื้นน้อย วันที่ 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2549 สภาพอากาศจากแบบจำลอง MM5 และค่าตรวจวัดมีสภาพใกล้เคียงกัน



(ก)

48327 VTCC Chiang Mai



00Z 19 Mar 2006

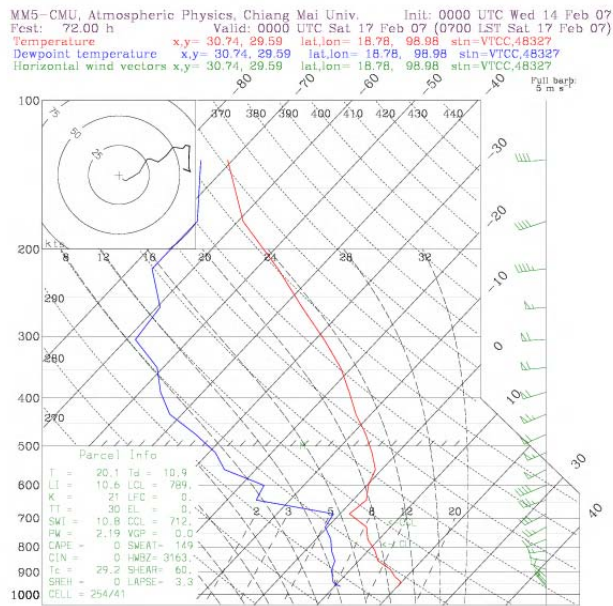
(ข)

รูปที่ 2-23 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2549 เวลา 07.00 น.

(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5

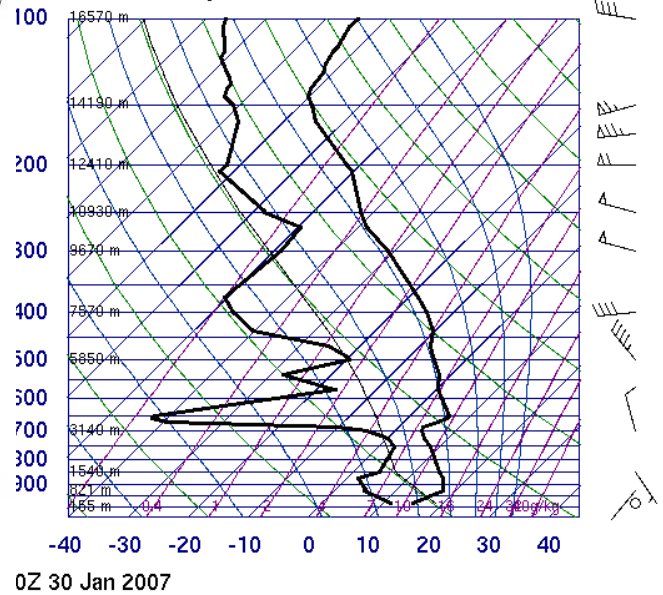
(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง

จากรูปที่ 2-23 การกระจายตัวตามแนวตั้งของเส้นอุณหภูมิทั้งจากแบบจำลอง MM5 และการตรวจวัดมีลักษณะคล้ายคลึงกันในวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2549 เวลา 07.00 น. คือมีมีอุณหภูมิผกผันที่ใกล้พื้นดินจนถึงความสูงประมาณ 950 มิลลิบาร์ และเกิดอุณหภูมิผกผันเป็นบางช่วงจนถึงระดับความสูงประมาณ 450 มิลลิบาร์ และการลดอุณหภูมิตามระยะสูงขึ้นไปน้อยกว่าเส้น moist adiabat บ่งชี้ถึงสภาพอากาศที่มีเสถียรภาพ ลมผิวพื้นค่อนข้างสงบเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ จากที่แสดงด้วย wind barb ทั้งรูป ก.และ ข.



(ก)

8327 VTCC Chiang Mai



(ข)

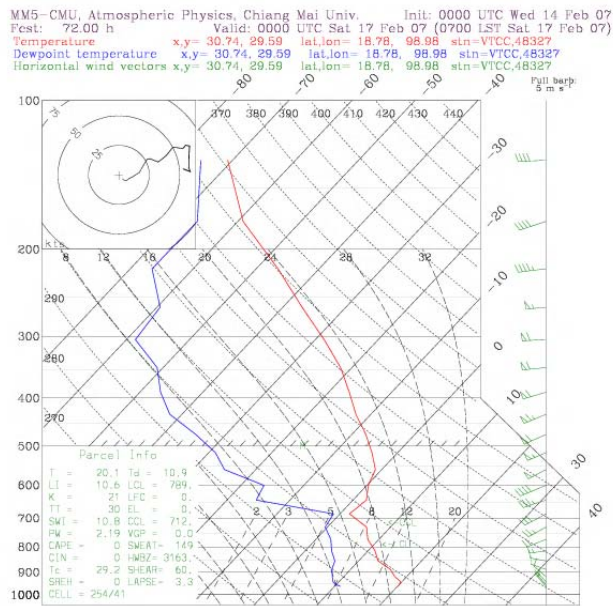
รูปที่ 2-24 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.00 น.

(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5

(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง

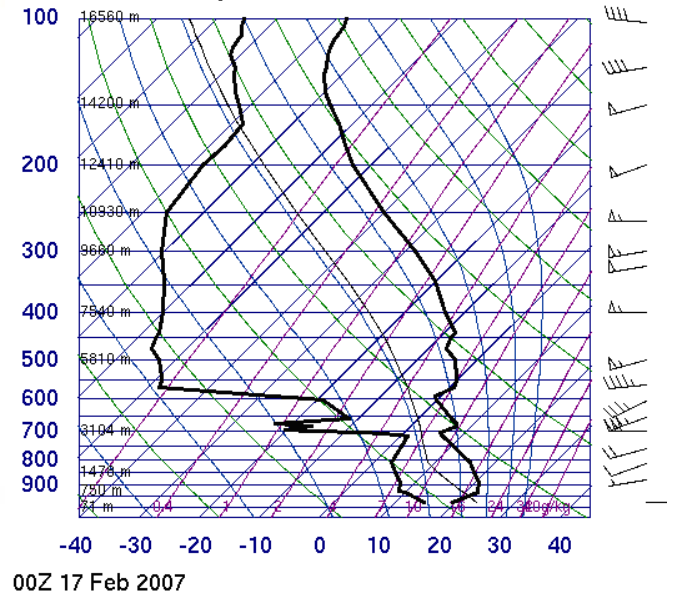
Skew-T จากรูปที่ 2-24 ก. และ ข. แสดงการเกิดอุณหภูมิผกผันที่ระดับ 700 มิลลิบาร์เป็นเสมือนการปิดกั้นการกระจายอากาศเกิน ระดับ 700 มิลลิบาร์ ขณะที่เส้นการกระจายอุณหภูมิตามแนวตั้งทั้ง ก. และ ข. มีค่าใกล้เคียงกับเส้น adiabats สภาพอากาศที่เป็นกลางที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการฟุ้งกระจายตามแนวตั้ง เส้นจุดน้ำค้างกับเส้นอุณหภูมิห่างกันเป็นสภาพอากาศที่มีความชื้นน้อย wind barb แสดงถึงสภาพลมสงบ สภาพอากาศจากแบบจำลอง MM5 แทบจะไม่แตกต่างจากสภาพอากาศที่ตรวจวัดในวันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.00 น.





(ก)

48327 VTCC Chiang Mai

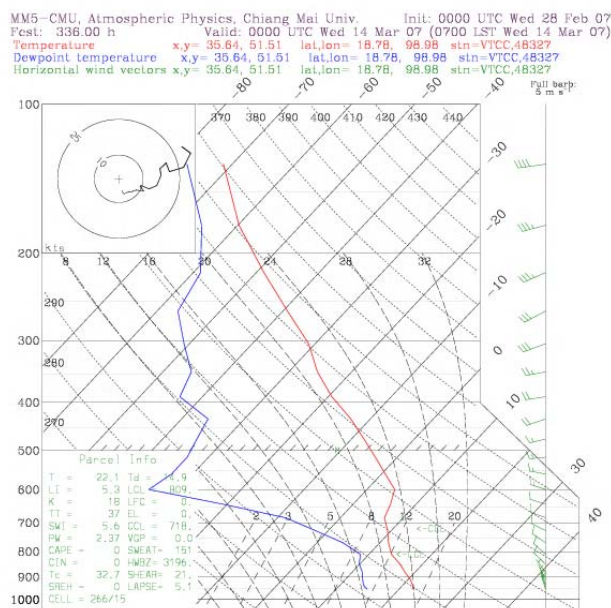


(ข)

รูปที่ 2-25 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550 เวลา 07.00 น.

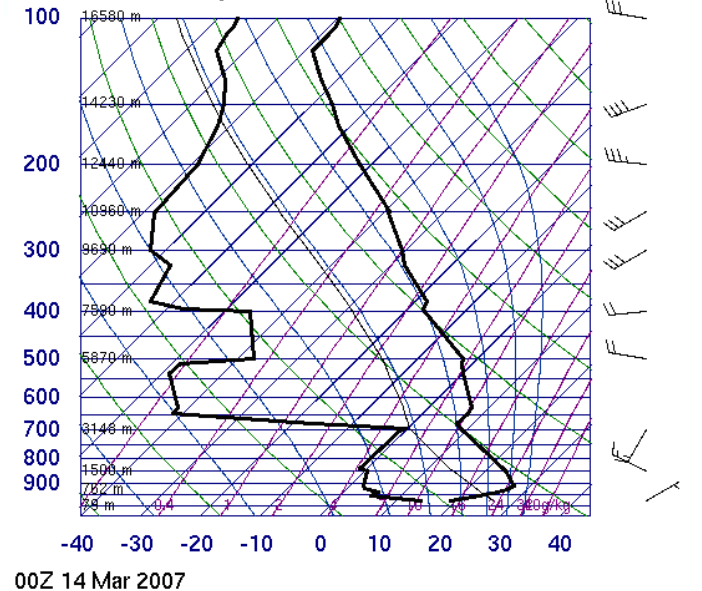
(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5

(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง



(ก)

48327 VTCC Chiang Mai



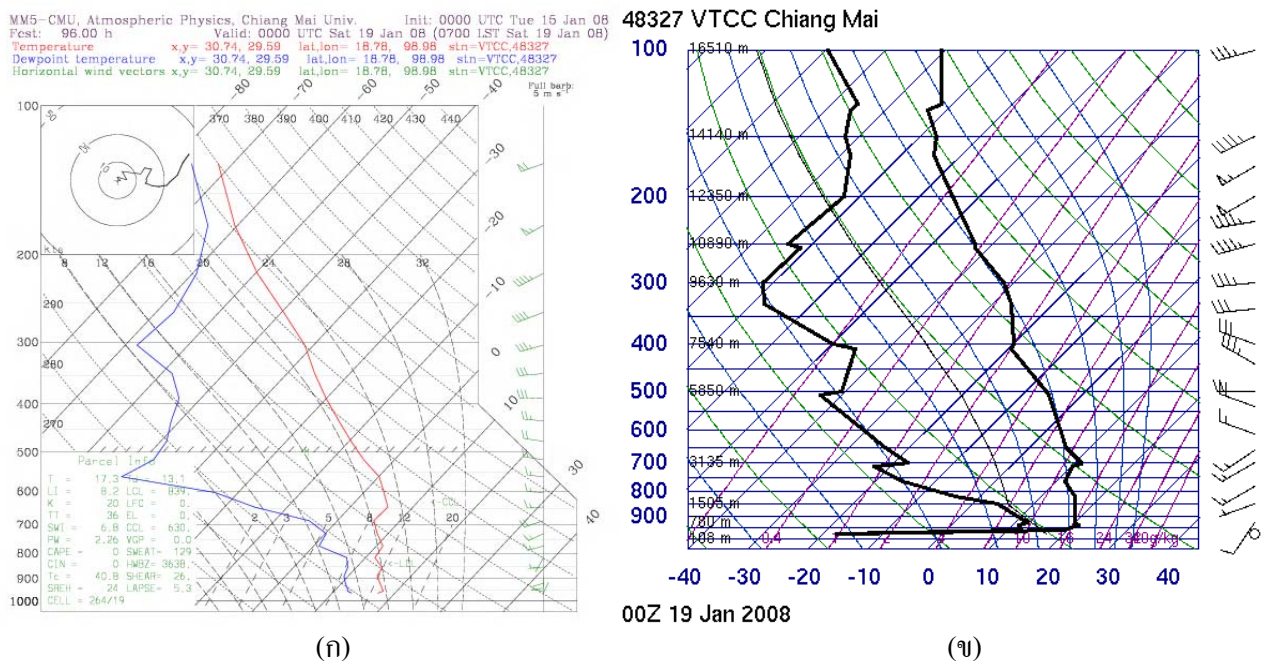
(ข)

รูปที่ 2-26 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ.2550 เวลา 07.00 น.

(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5

(ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง

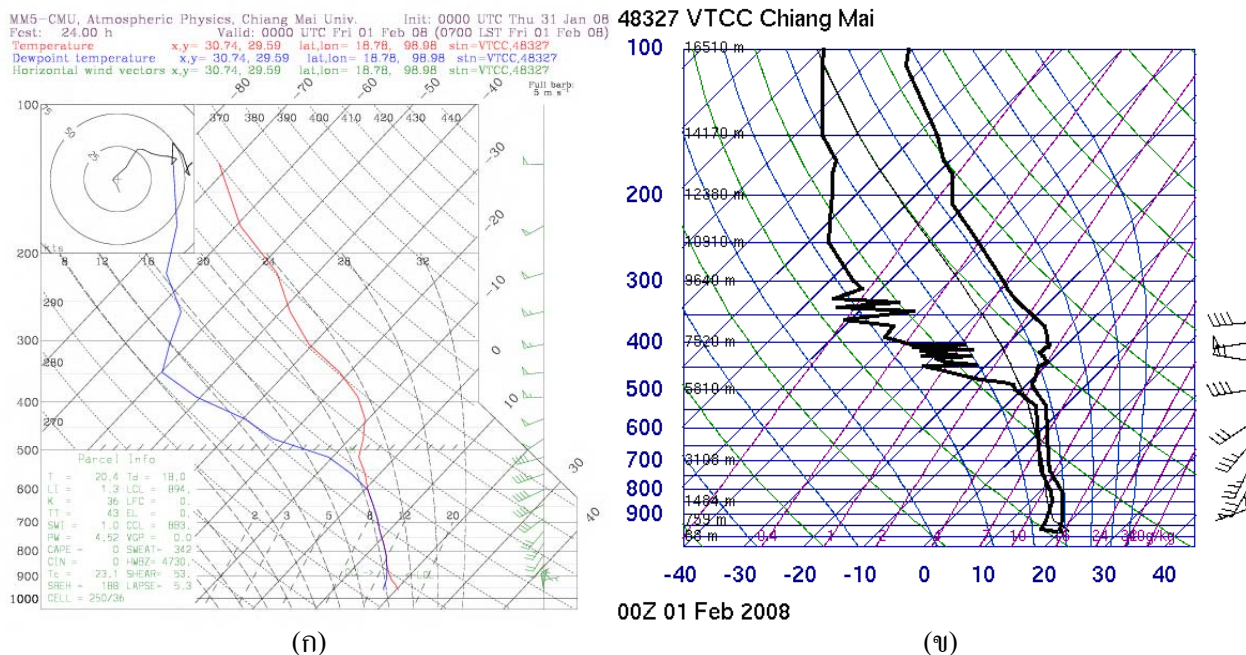
จากรูปที่ 2-25 ถึง 2-26 ภาพ Skew-T จากแบบจำลอง MM5 และจากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยลมผิวพื้นค่อนข้างต่ำ เกิดอุณหภูมิผกผันชัดเจนที่ความสูง 700 มิลลิบาร์ และที่ระยะสูงขึ้นไปสภาพอากาศบางช่วงเป็นกลาง เส้นจุดน้ำค้างกับเส้นอุณหภูมิห่างกันแสดงถึงอากาศแห้ง ลมสงบที่ผิวพื้น สภาพอากาศจากแบบจำลอง MM5 แทบจะไม่แตกต่างจากสภาพอากาศที่ตรวจวัดสำหรับวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550 เวลา 07.00 น.และ วันที่ 14 มีนาคม พ.ศ.2550 เวลา 07.00 น.ตามลำดับ



รูปที่ 2-27 Skew-T ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2551 เวลา 07.00 น.

(ก) Skew-T จากแบบจำลอง MM5 (ข) Skew-T จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง

รูปที่ 2-27 ก. และ ข.แสดงอุณหภูมิผกผันที่ใกล้พื้นดินและมีกำลังแรงขึ้นที่ระดับ 700 มิลลิบาร์ การพุ่งกระจายขึ้นตามแนวตั้งของอากาศเป็นไปยาก ลมผิวพื้นสงบ อากาศแห้ง สภาพอากาศจากแบบจำลอง MM5 คล้ายคลึงกับสภาพอากาศที่ตรวจวัด ของวันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2551 เวลา 07.00 น.



รูปที่ 2-28 Skew-T log-P ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 เวลา 07.00 น.

(ก) Skew-T log-P จากแบบจำลอง MM5 (ข) Skew-T log-P จากการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้ง

รูปที่ 2-28 เป็นวันที่มีฝนตกฟ้าขึ้นฉ่ำด้วยฝนเป็นลักษณะฝนเบาบางตกเกือบทั้งวัน แต่ไม่ใช่ฝนตกหนักเนื่องจากอากาศอยู่ในสภาพเป็นกลางในเขตอำเภอเมืองเชียงใหม่ เมื่อพิจารณาภาพ Skew-T log-P ทั้งจากแบบจำลอง MM5 และการตรวจวัดสภาพอากาศตามแนวตั้งพบว่ามีความใกล้เคียงกัน โดยเส้นจุดน้ำค้างกับเส้นอุณหภูมิซ้อนกันตั้งแต่เหนือพื้นดินจนถึงความสูงประมาณ 500 มิลลิบาร์ และมีอุณหภูมิผกผันที่ระดับสูงเกิน 500 มิลลิบาร์ wind barb ที่แสดงความเร็วลมทางแกนตั้งขวามือเป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ลักษณะเดียวกัน

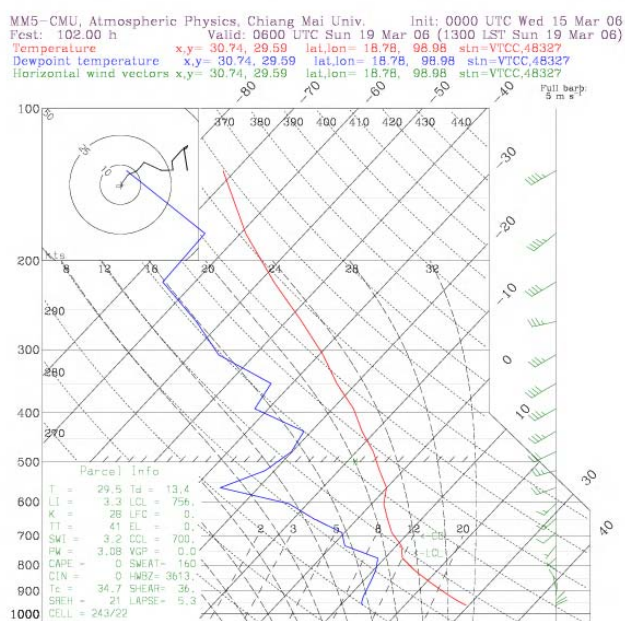
## 2.4.2 การศึกษาเสถียรภาพอากาศจากแผนภาพ Skew-T

จากแผนภาพ Skew-T log-P จากผลการจำลองสภาพอากาศด้วยแบบจำลอง MM5 ในวันที่ความเข้มข้นของฝุ่นละอองเกินมาตรฐาน เมื่อวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของอากาศตามแนวตั้งบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ในช่วงเดือน มกราคม – มีนาคม ของปี พ.ศ.2549 และ พ.ศ.2550 พบว่าอากาศมีเสถียรภาพมาก และบางวันพบชั้นอุณหภูมิผกผันอยู่ในระยะสูงประมาณ 1.5- 4 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน การเคลื่อนที่ขึ้นของอากาศผ่านชั้นอุณหภูมิผกผันเป็นไปได้ยาก ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศและความเร็วลมผิวพื้นในบริเวณแอ่งมีค่าต่ำ ส่งผลต่อการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

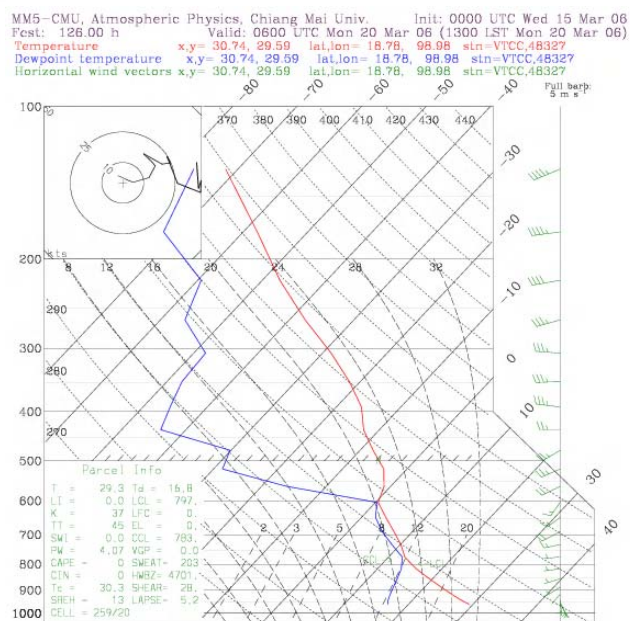


### มีนาคม พ.ศ.2549

ตามรายงานจากกรมควบคุมมลพิษ ปีพ.ศ.2549 พบจำนวนวันที่ความเข้มข้นของฝุ่นละอองเกินมาตรฐาน 5 วัน ได้แก่วันที่ 19-20 เป็นช่วงที่ประเทศไทยได้รับอิทธิพลความกดอากาศจากประเทศจีนอีกครั้ง และ 23-25 มีนาคม เมื่อวิเคราะห์แผนภาพ Skew-T จากรูปที่ 2-29 และ 2-30 วันที่ 19 มีนาคม ตามรายงานจากกรมควบคุมมลพิษ วัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองได้  $248.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  พบว่า เสถียรภาพอากาศเป็นกลาง ทำให้อากาศเคลื่อนที่ขึ้นตามแนวตั้งได้เล็กน้อย ส่วนวันที่ 20 มีนาคม ที่ความสูง 1.5 – 4.3 กิโลเมตร อากาศไม่มีเสถียรภาพ การกระจายของฝุ่นละอองเป็นไปได้ดีขึ้น และวันที่ 23- 24 มีนาคม พบว่า อากาศมีเสถียรภาพเป็นกลางเหนือพื้นดิน จากนั้นพบชั้นของอุณหภูมิผกผันที่ระดับความสูงประมาณ 1.5 กิโลเมตร ทำให้อากาศเคลื่อนที่ขึ้นตามแนวตั้งได้เล็กน้อยจนถึงชั้นอุณหภูมิผกผันอากาศจะไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นได้อีก ทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองในอากาศอีกครั้ง



(ก)

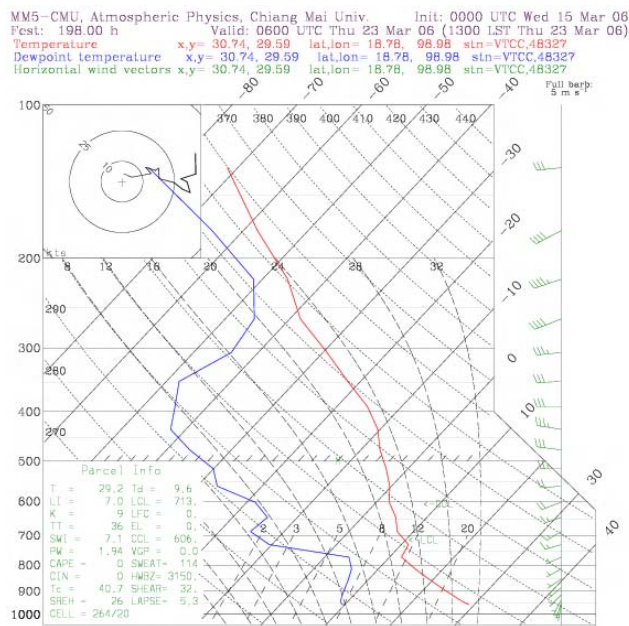


(ข)

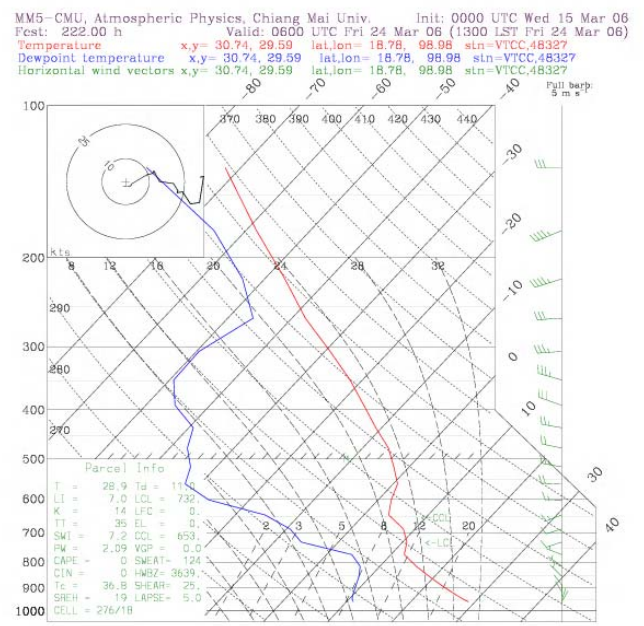
รูปที่ 2-29 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.

(ก) วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2549

(ข) วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ.2549



(ก)



(ข)

รูปที่ 2-30 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.

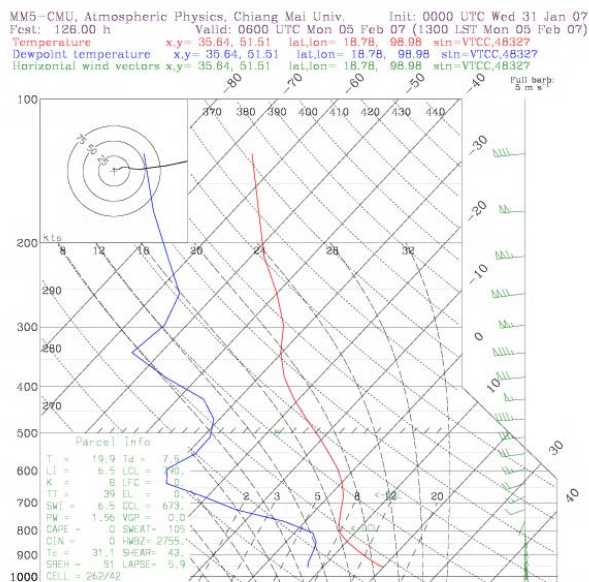
(ก) วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2549

(ข) วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2549

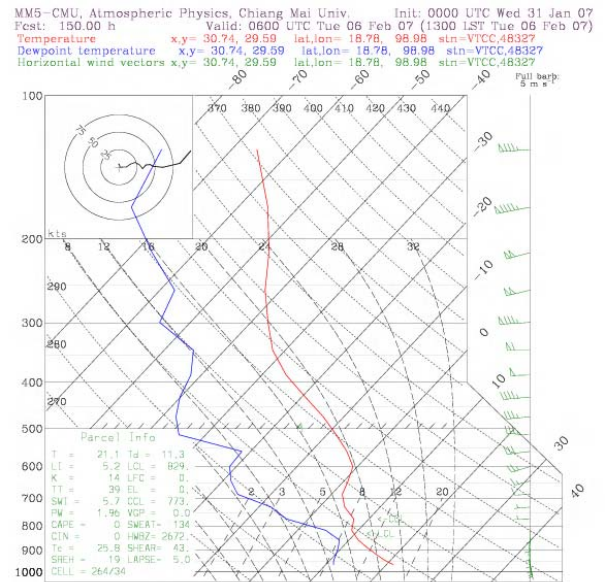
### กุมภาพันธ์ พ.ศ.2550

เดือนนี้มีจำนวนวันที่ความเข้มข้นของฝุ่นละอองเกินมาตรฐาน 4 วัน ได้แก่ วันที่ 5-8 กุมภาพันธ์

อากาศมีเสถียรภาพเป็นกลางและมีอุณหภูมิผกผันที่ความสูงประมาณ 1.5 - 4.3 กิโลเมตร ดังรูปที่ 2-31



(ก)



(ข)