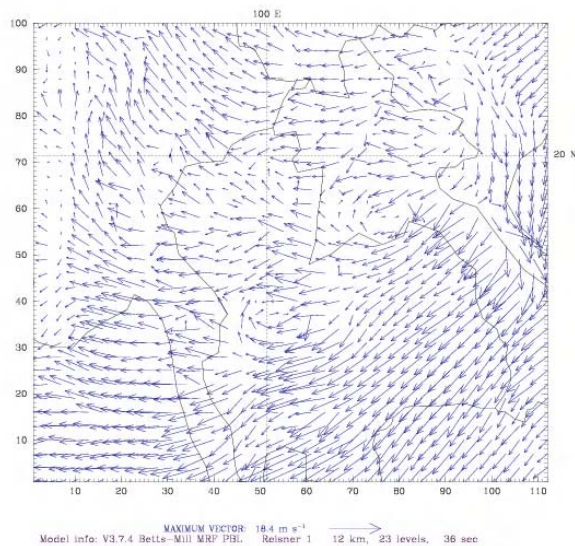
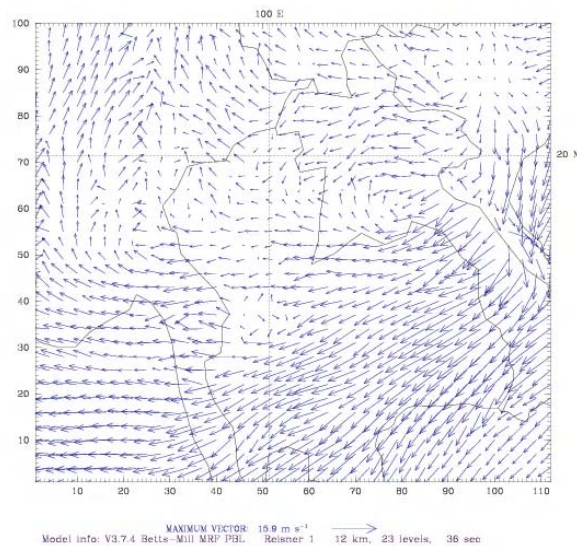


MM5-Fcast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 1800 UTC Sun 17 Feb 08  
Fct: 30.00 h Valid: 0000 UTC Tue 19 Feb 08 (0700 LST Tue 19 Feb 08)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23

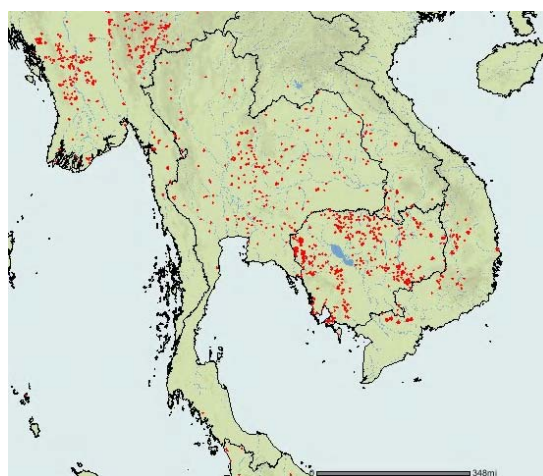


(ก)

MM5-Fcast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 1800 UTC Sun 17 Feb 08  
Fct: 39.00 h Valid: 0900 UTC Tue 19 Feb 08 (1600 LST Tue 19 Feb 08)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23



(ข)



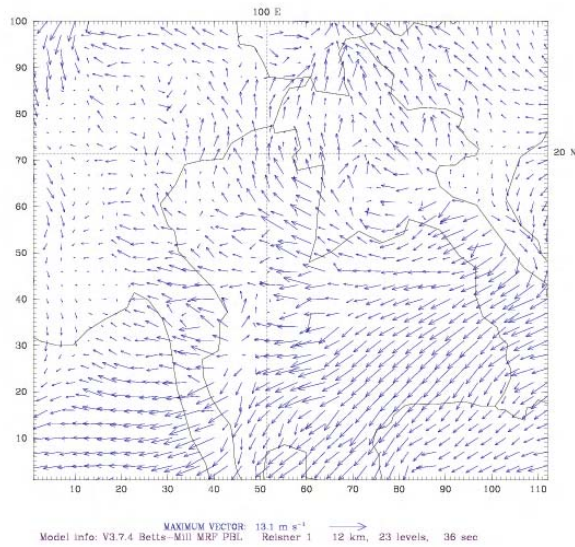
(ค)

รูปที่ 3-13 ภาพ Hot Spot และความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2551

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

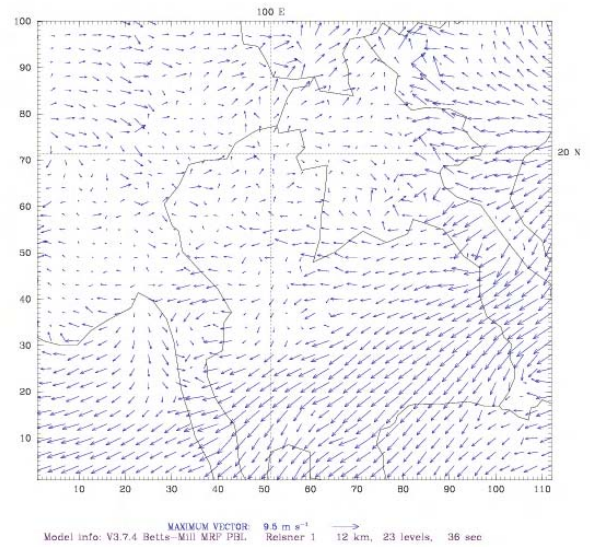
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 18-19 กุมภาพันธ์ 2551

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
Fest: 27.00 h Valid: 2100 UTC Wed 05 Mar 08 (0400 LST Thu 06 Mar 08)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23

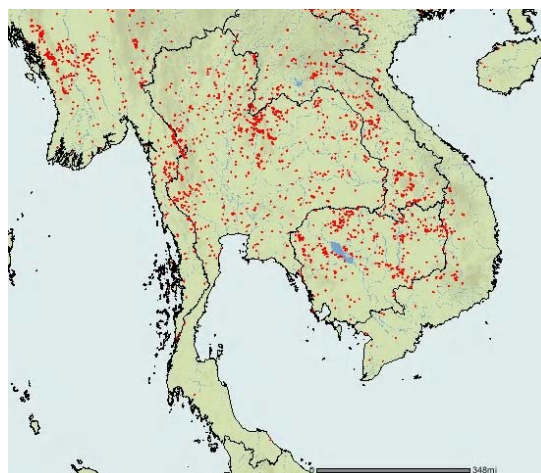


(ก)

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
Fest: 39.00 h Valid: 0900 UTC Thu 06 Mar 08 (1600 LST Thu 06 Mar 08)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23



(ข)



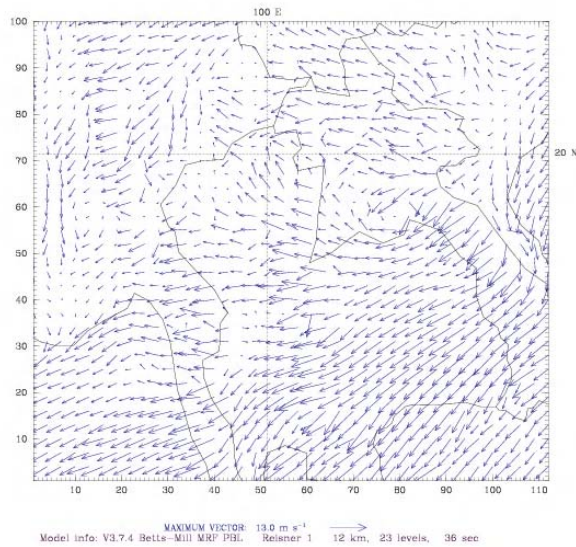
(ค)

รูปที่ 3-14 ภาพ Hot Spot และความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 6 มีนาคม 2551

(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 04.00 น. (ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.

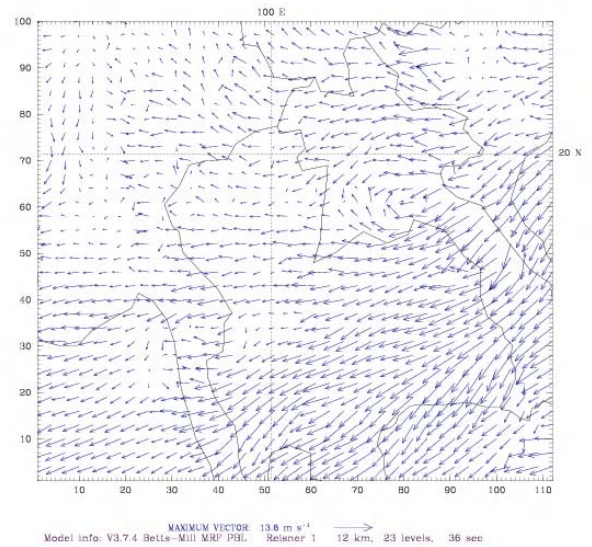
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 5-6 มีนาคม 2551

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
Fest: 51.00 h Valid: 2100 UTC Thu 06 Mar 08 (0400 LST Fri 07 Mar 08)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23

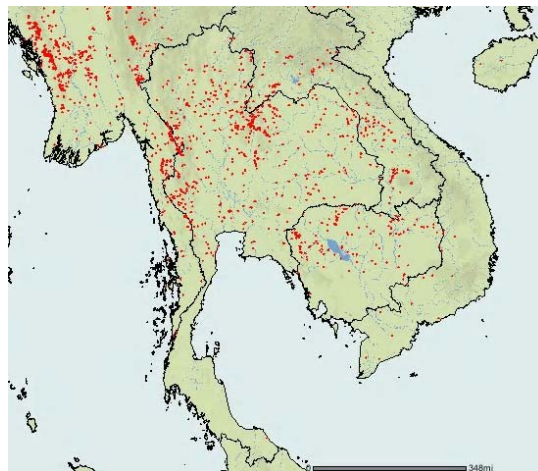


(ก)

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
Fest: 63.00 h Valid: 0900 UTC Fri 07 Mar 08 (1600 LST Fri 07 Mar 08)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23



(ข)



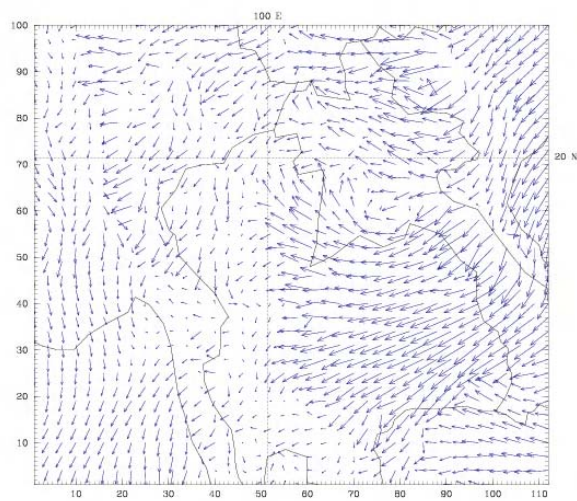
(ค)

รูปที่ 3-15 ภาพ Hot Spot และความเร็วลมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 7 มีนาคม 2551

(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 04.00 น. (ข) ความเร็วลม ณ เวลา 16.00 น.

(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 6-7 มีนาคม 2551

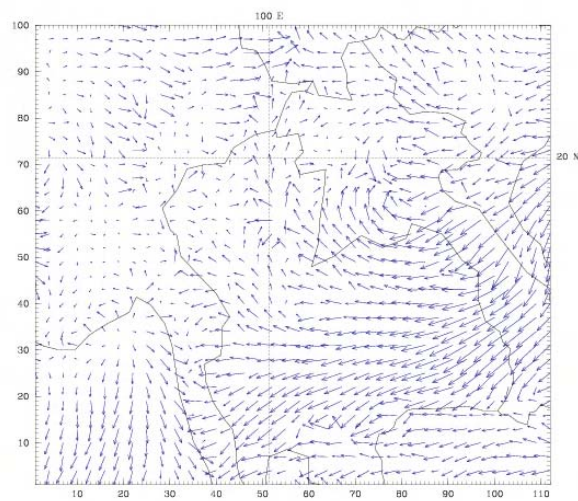
MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 1800 UTC Thu 20 Mar 08  
 Fcst: 54.00 h Valid: 0000 UTC Sun 23 Mar 08 (0700 LST Sun 23 Mar 08)  
 Horizontal wind vectors at k-index = 23



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

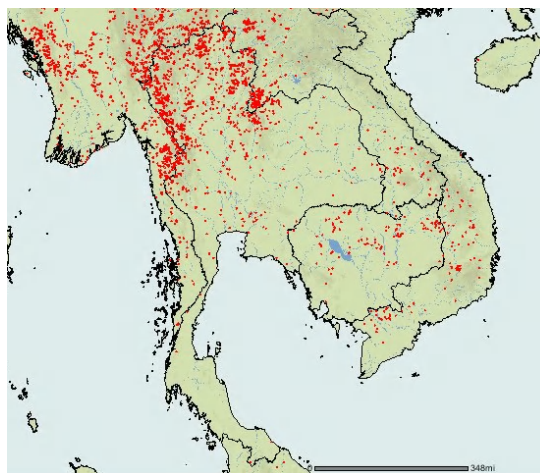
(ก)

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 1800 UTC Thu 20 Mar 08  
 Fcst: 63.00 h Valid: 0900 UTC Sun 23 Mar 08 (1600 LST Sun 23 Mar 08)  
 Horizontal wind vectors at k-index = 23



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

(ข)



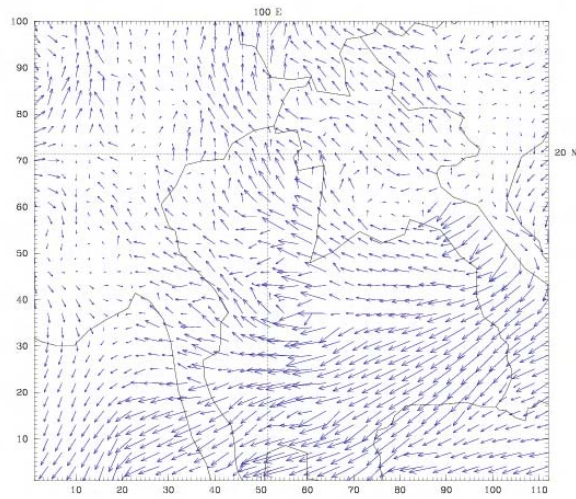
(ค)

รูปที่ 3-16 ภาพ Hot Spot และความเร็วมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 23 มีนาคม 2551

(ก) ความเร็วม ณ เวลา 07.00 น. (ข) ความเร็วม ณ เวลา 10.00 น.

(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 22-23 มีนาคม 2551

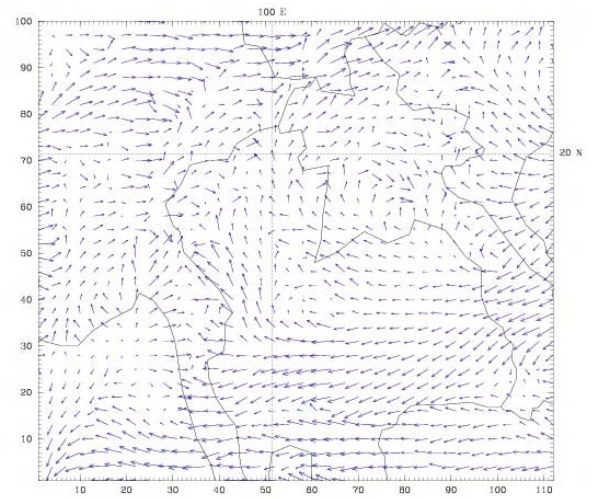
MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 1800 UTC Thu 20 Mar 08  
Fcast: 78.00 h Valid: 0000 UTC Mon 24 Mar 08 (0700 LST Mon 24 Mar 08)  
Horizontal wind vectors at k-index = 23



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

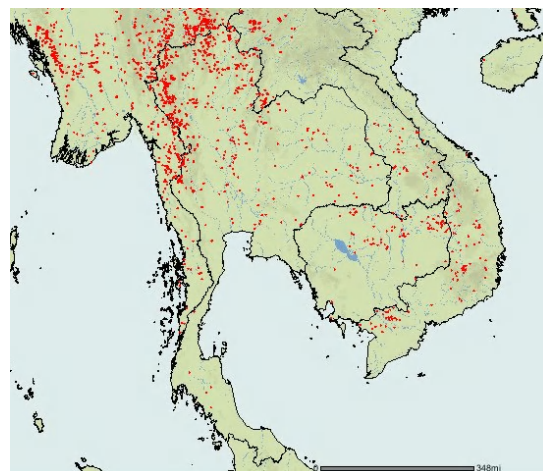
(ก)

MM5-Focast, Atmospheric Physics, Chiangmai Univ Init: 1800 UTC Thu 20 Mar 08  
Fcast: 87.00 h Valid: 0900 UTC Mon 24 Mar 08 (1600 LST Mon 24 Mar 08)  
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)



(ค)

รูปที่ 3-17 ภาพ Hot Spot และความเร็วมตามแนวราบที่ระดับผิวพื้น วันที่ 24 มีนาคม 2551

(ก) ความเร็วม ณ เวลา 07.00 น. (ข) ความเร็วม ณ เวลา 10.00 น.

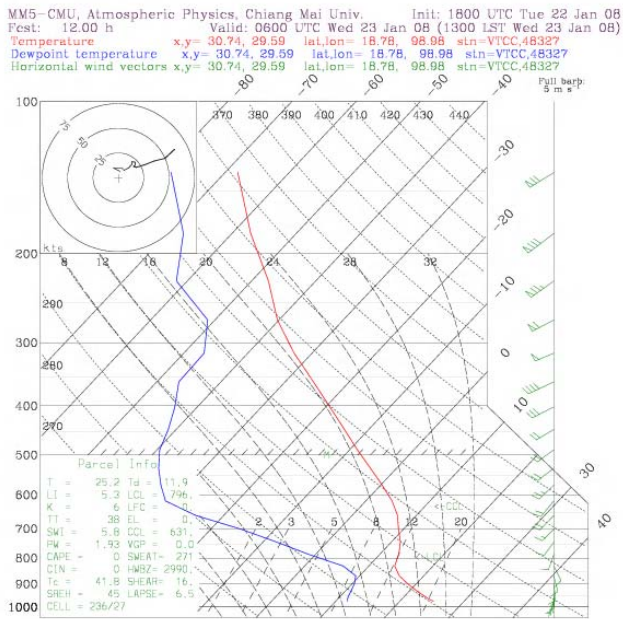
(ค) ภาพ Hot Spot วันที่ 23-24 มีนาคม 2551

### 3.4 การเคลื่อนที่ของอากาศตามแนวตั้ง

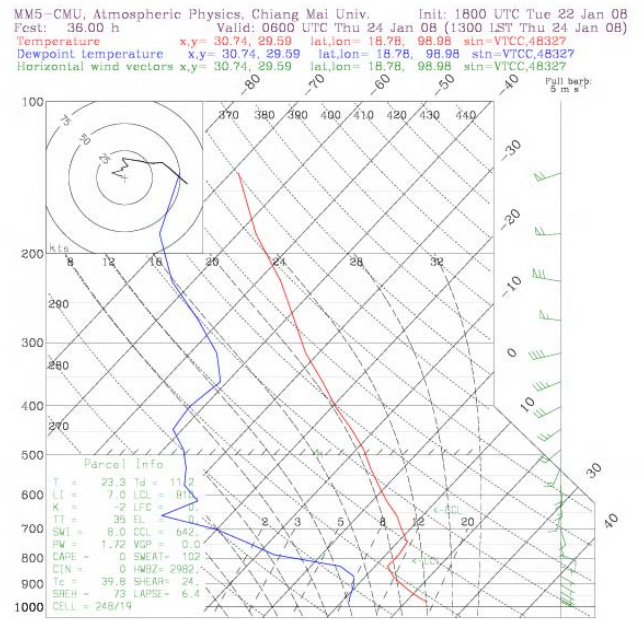
จากผลการจำลองสภาพอากาศด้วยแบบจำลอง MM5 เมื่อวิเคราะห์ความกดอากาศที่ปกคลุมบริเวณแอ่งเชียงใหม่ในช่วงเดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2549 และ พ.ศ.2550 พบว่า การเคลื่อนที่ขึ้นลงตามแนวตั้งของอากาศขึ้นอยู่กับเสถียรภาพของอากาศ และลักษณะภูมิประเทศของแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ดังนั้นการพยากรณ์เสถียรภาพอากาศจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อเฝ้าระวังปัญหาหมอกควันทางอากาศได้

#### 3.4.1 การศึกษาเสถียรภาพอากาศจากแผนภาพ Skew-T

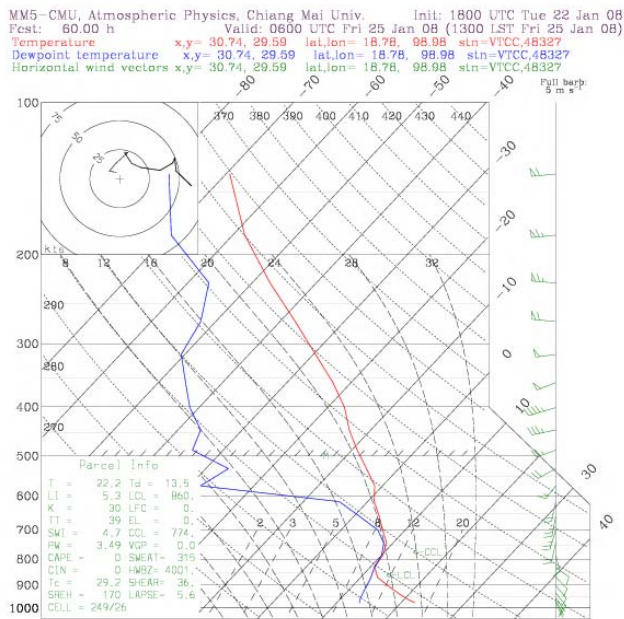
เนื่องจากความกดอากาศสูงที่ปกคลุมประเทศไทย ในเดือนมกราคมถึงกลางเดือนมีนาคม เมื่อวิเคราะห์แผนภาพ Skew-T จากผลการจำลองสภาพอากาศด้วยแบบจำลอง MM5 พบว่า อากาศมีเสถียรภาพมาก และบางวันพบชั้นอุณหภูมิผกผัน เช่น วันที่ 23-27 มกราคม พบชั้นอุณหภูมิผกผันที่ระยะสูงประมาณ 1.5- 3 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน อากาศไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นผ่านชั้นอุณหภูมิผกผันได้ ทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองในอากาศ และอุณหภูมิอากาศมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง แสดงว่ามีความชื้นสูง ดังรูปที่ 3-18 ส่วนวันที่ 31 มกราคม และ 1 กุมภาพันธ์ จากแผนภาพ Skew-T เส้นอุณหภูมิและเส้นอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ในระดับใกล้พื้นดินต่ำกว่า 500 mb อยู่ชิดกันจนแทบจะเป็นเส้นเดียวกัน แสดงถึง ความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงมากถึง 95 % ดังรูปที่ 3-19 ซึ่งเป็นสภาวะที่มีศักยภาพสูงมากในการเกิดฝนเมื่อเทียบกับสภาพอากาศจริง ทำให้สภาพอากาศบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนฉ่ำไปด้วยฝน มีรายงานปริมาณฝนตกในจังหวัดเชียงใหม่ จากกรมอุตุนิยมวิทยา วันที่ 31 มกราคม มีค่า 14.5 มิลลิเมตร วันที่ 1 กุมภาพันธ์ มีค่า 9.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ



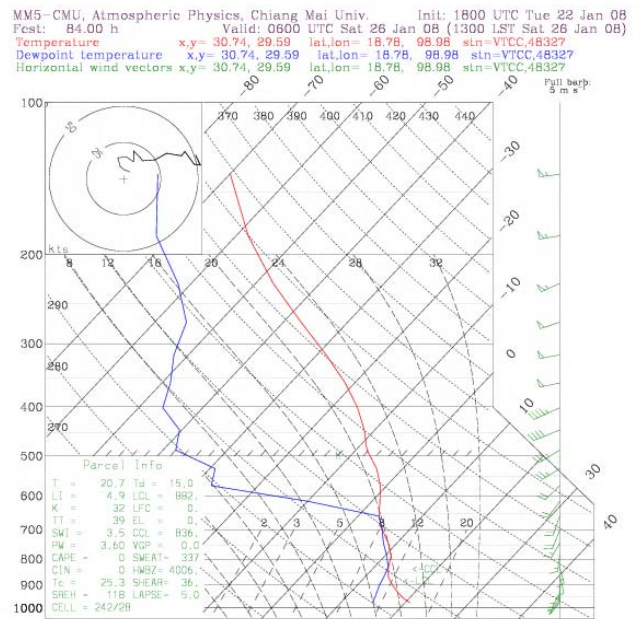
(ก)



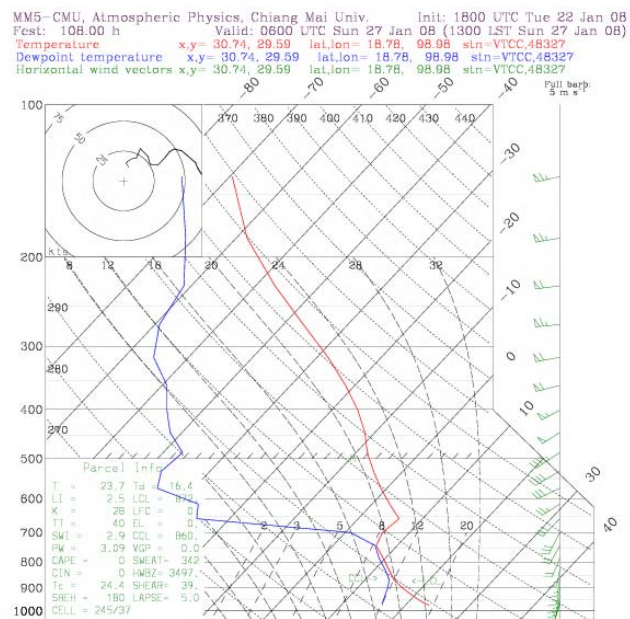
(ข)



(ค)



(ง)



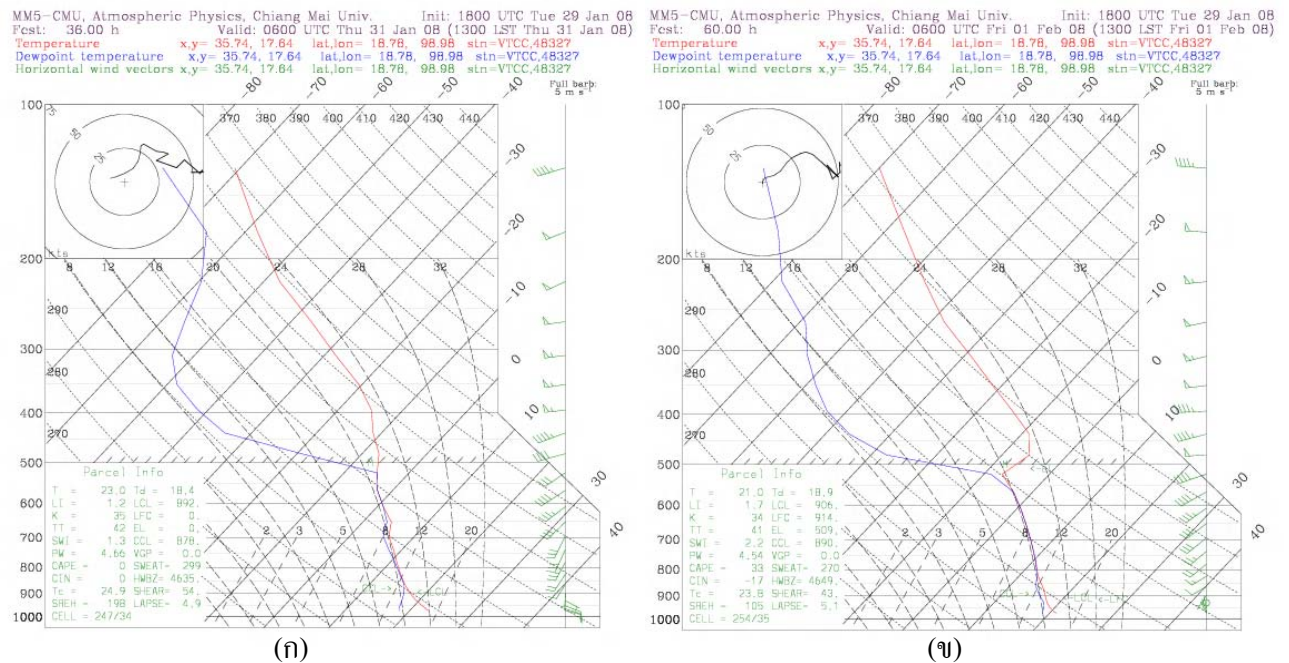
(จ)

รูปที่ 3-18 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.

(ก) วันที่ 23 มกราคม พ.ศ.2551 (ข) วันที่ 24 มกราคม พ.ศ.2551

(ค) วันที่ 25 มกราคม พ.ศ.2551 (ง) วันที่ 26 มกราคม พ.ศ.2551

(จ) วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2551

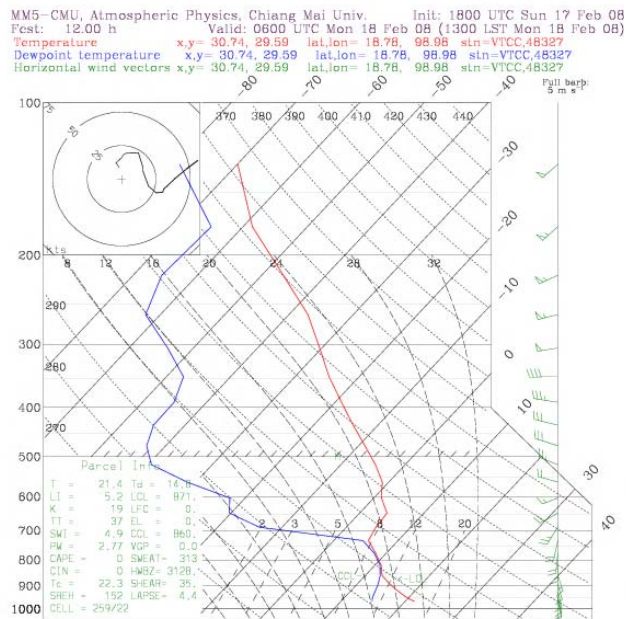


รูปที่ 3-19 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.

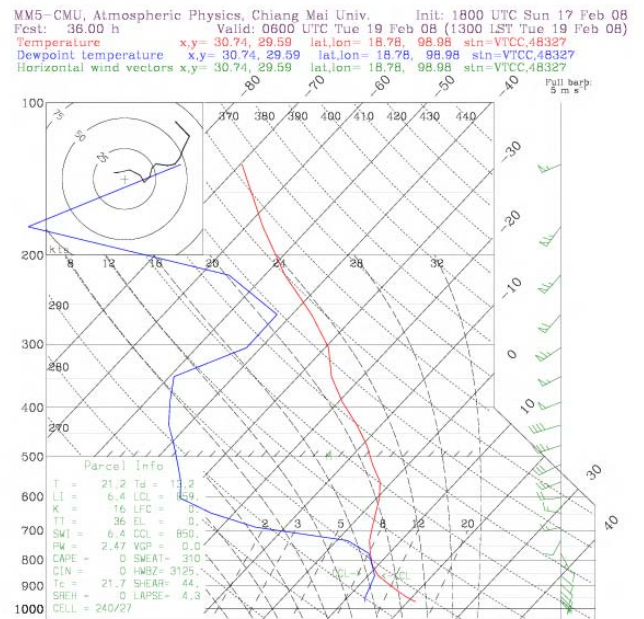
(ก) วันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2551

(ข) วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551

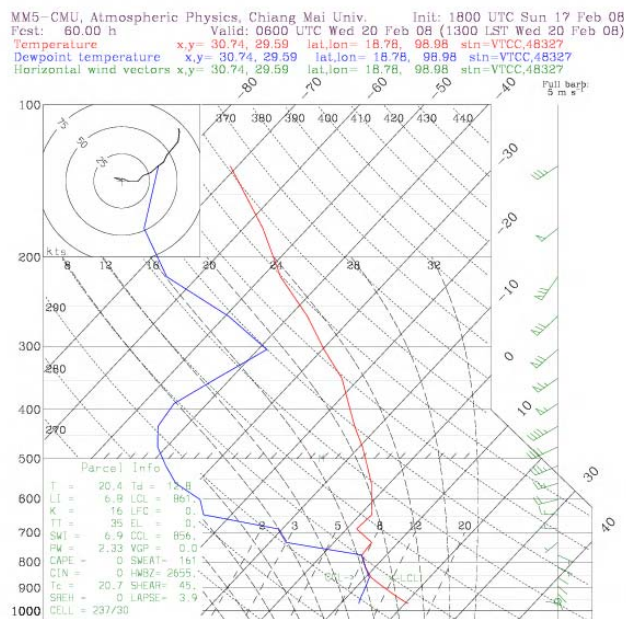
เดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนมีนาคม ช่วงนี้มีความกดอากาศสูงปกคลุมประเทศตอนบนไทย ทำให้อากาศมีเสถียรภาพมาก พบชั้นอุณหภูมิลดลงอยู่ในระยะสูงประมาณ 2 กิโลเมตรขึ้นไป การฟุ้งกระจายตามแนวดิ่งของอากาศเป็นไปได้ยาก เหมือนกับมีแผ่นปิดกั้นการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง ประกอบกับลมผิวพื้นเป็นลมอ่อน โอกาสน้อยมากที่ฝุ่นละอองจะถูกพัดพาออกจากแอ่งเชียงใหม่ และอุณหภูมิกว้างมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่ความสูงบางช่วง แสดงว่า มีความชื้นสูง เช่น วันที่ 18 – 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 ดังรูปที่ 3-20 และ วันที่ 6 – 9 มีนาคม พ.ศ.2551 ดังรูปที่ 3-21



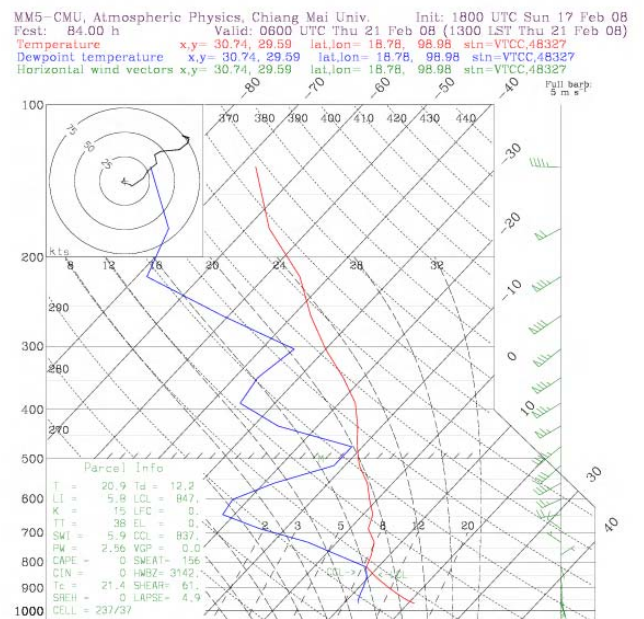
(ก)



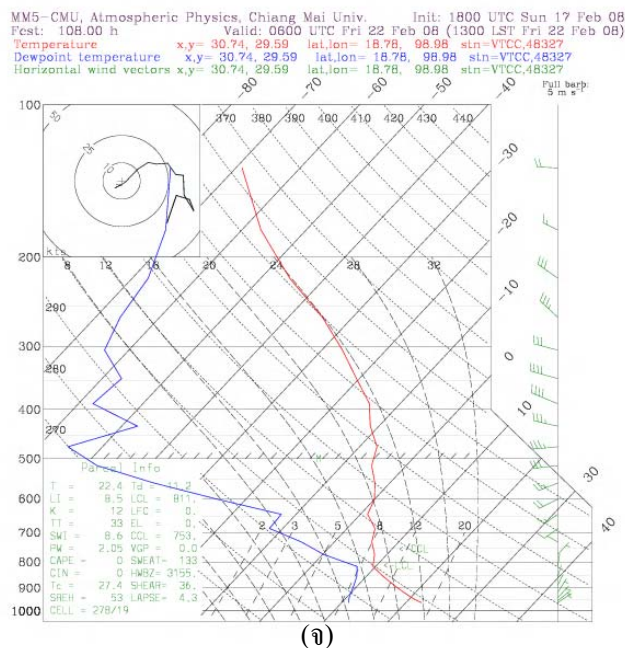
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

รูปที่ 3-20 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.

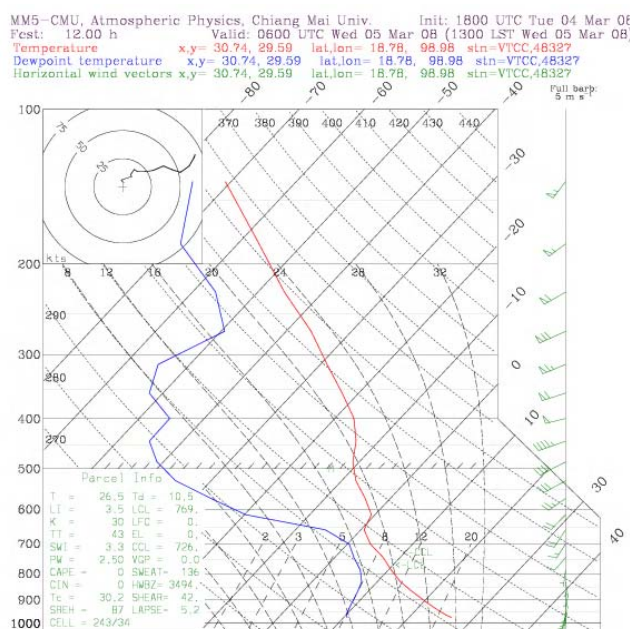
(ก) วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551

(ข) วันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551

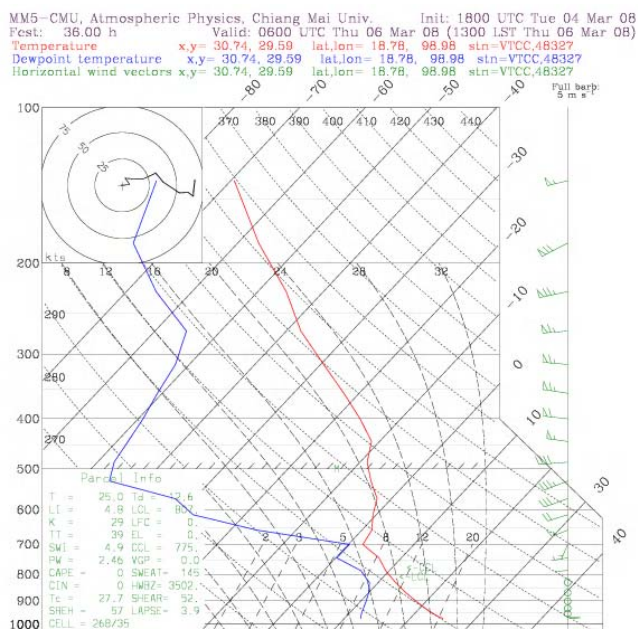
(ค) วันที่ 20 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551

(ง) วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551

(จ) วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551

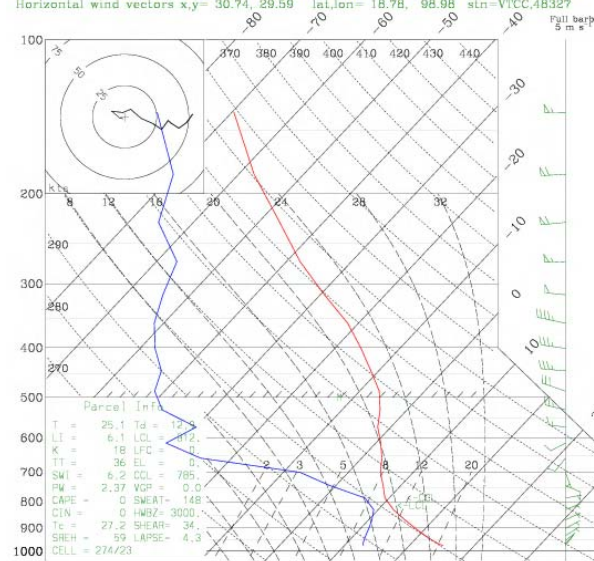


(ก)



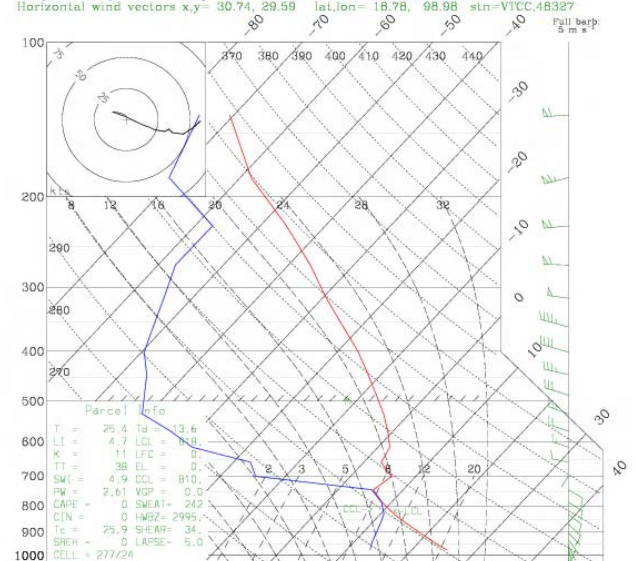
(ข)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
 Fest: 60.00 h Valid: 0600 UTC Fri 07 Mar 08 (1300 LST Fri 07 Mar 08)  
 Temperature x,y= 30.74, 29.59 lat,lon= 18.78, 98.98 stn=VTCC,48327  
 Dewpoint temperature x,y= 30.74, 29.59 lat,lon= 18.78, 98.98 stn=VTCC,48327  
 Horizontal wind vectors x,y= 30.74, 29.59 lat,lon= 18.78, 98.98 stn=VTCC,48327



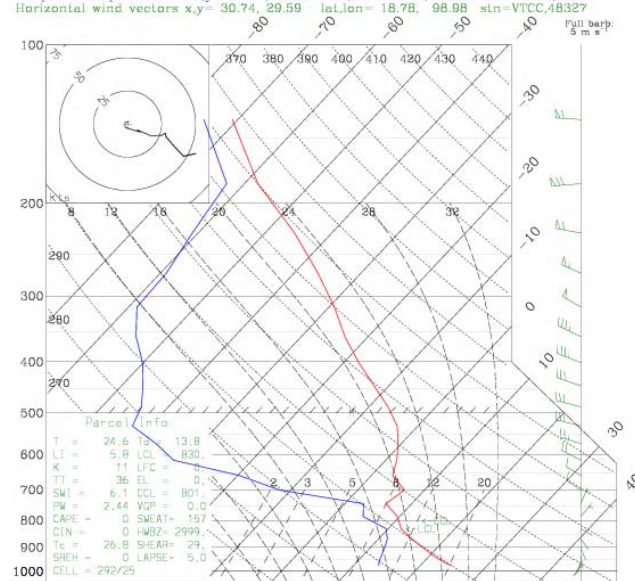
(ก)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Thu 06 Mar 08  
 Fest: 36.00 h Valid: 0600 UTC Sat 08 Mar 08 (1300 LST Sat 08 Mar 08)  
 Temperature x,y= 30.74, 29.59 lat,lon= 18.78, 98.98 stn=VTCC,48327  
 Dewpoint temperature x,y= 30.74, 29.59 lat,lon= 18.78, 98.98 stn=VTCC,48327  
 Horizontal wind vectors x,y= 30.74, 29.59 lat,lon= 18.78, 98.98 stn=VTCC,48327



(ง)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Thu 06 Mar 08  
 Fest: 60.00 h Valid: 0600 UTC Sun 09 Mar 08 (1300 LST Sun 09 Mar 08)  
 Temperature x,y= 30.74, 29.59 lat,lon= 18.78, 98.98 stn=VTCC,48327  
 Dewpoint temperature x,y= 30.74, 29.59 lat,lon= 18.78, 98.98 stn=VTCC,48327  
 Horizontal wind vectors x,y= 30.74, 29.59 lat,lon= 18.78, 98.98 stn=VTCC,48327



(จ)

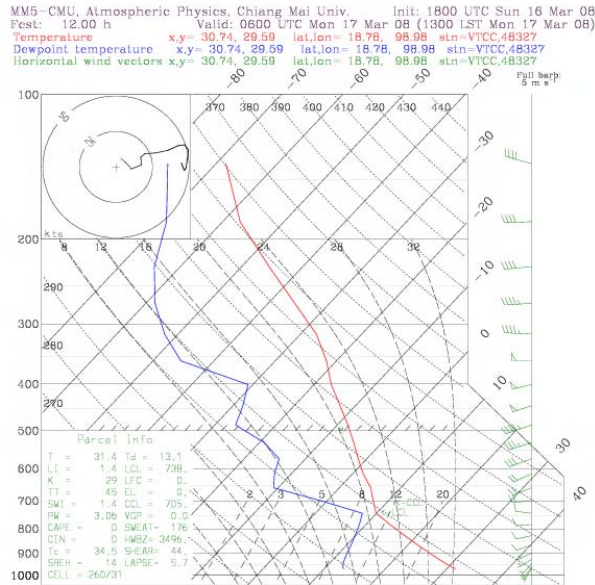
รูปที่ 3-21 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.

(ก) วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ.2551 (ข) วันที่ 6 มีนาคม พ.ศ.2551

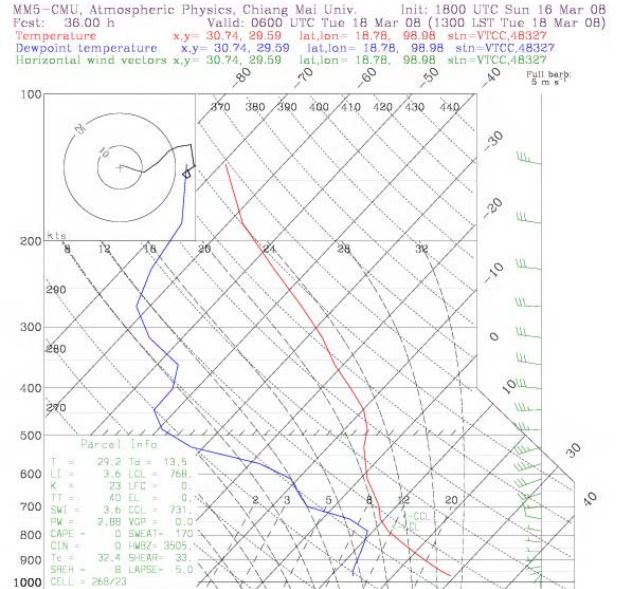
(ค) วันที่ 7 มีนาคม พ.ศ.2551 (ง) วันที่ 8 มีนาคม พ.ศ.2551

(จ) วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ.2551

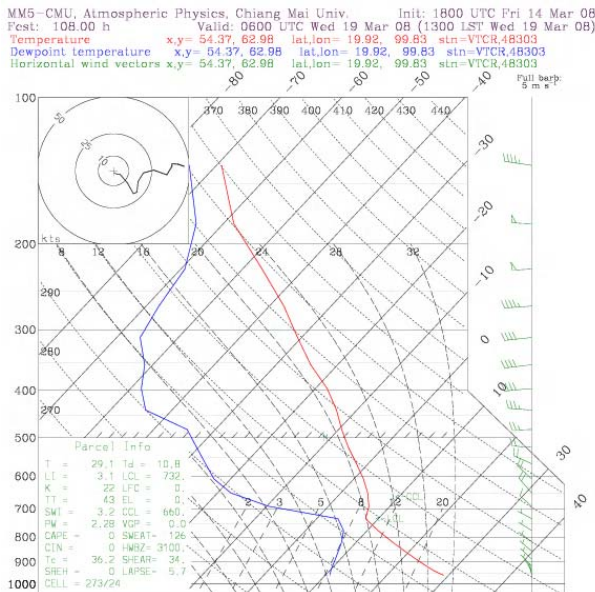
ตั้งแต่กลางเดือนมีนาคมเป็นต้นไป เมื่อพิจารณาแผนภาพ Skew-T ไม่พบชั้นอุณหภูมิผกผัน  
 อากาศเคลื่อนที่ขึ้นตามแนวโค้งได้ ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายได้ดี หมดปัญหาหมอกทางอากาศ ดังรูป 3-22



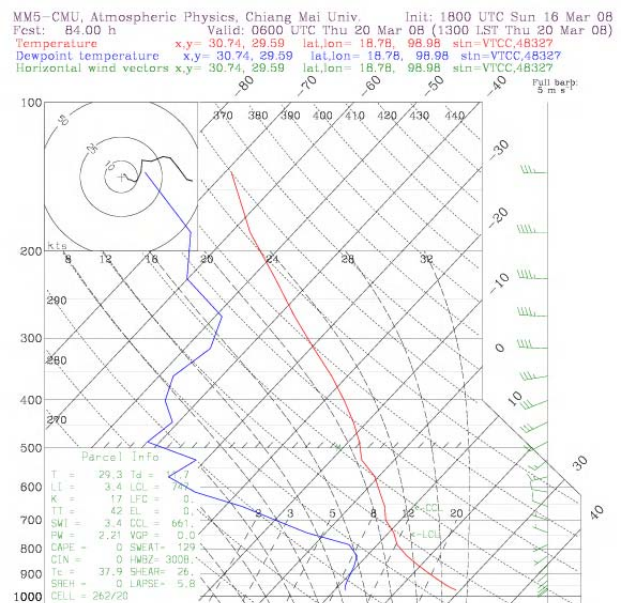
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 3-22 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.

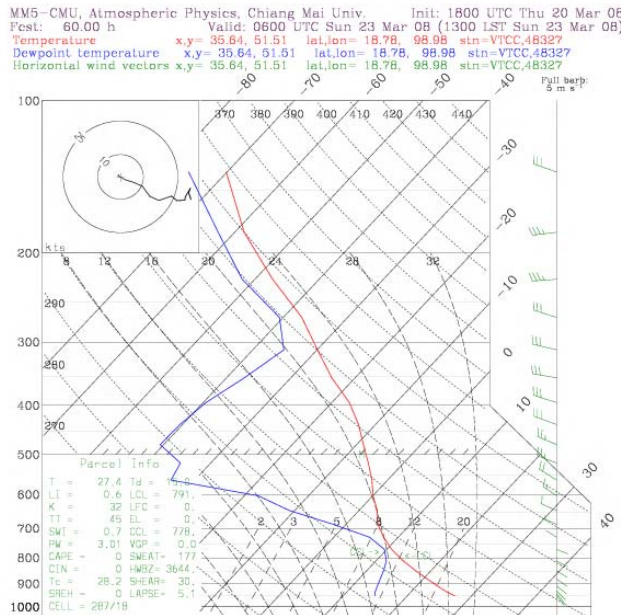
(ก) วันที่ 17 มีนาคม พ.ศ.2551

(ข) วันที่ 18 มีนาคม พ.ศ.2551

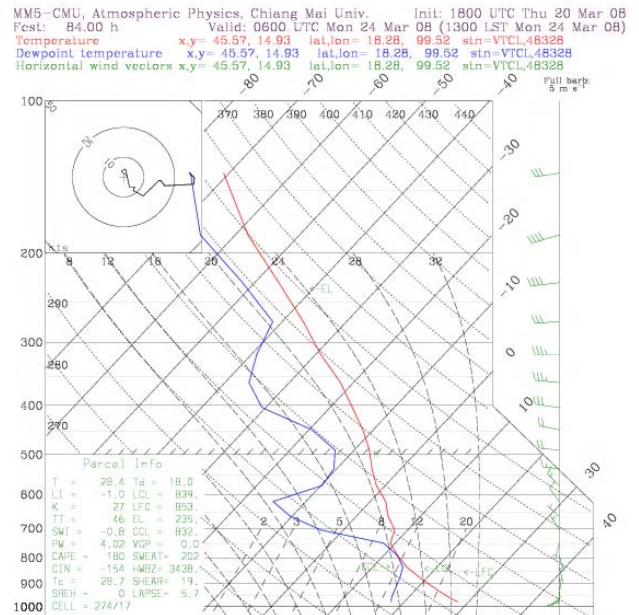
(ค) วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2551

(ง) วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ.2551

ส่วนวันที่ 23 และ 24 มีนาคม ภาคเหนือตอนบนได้รับอิทธิพลของความกดอากาศสูงอีกครั้งทำให้อากาศมีเสถียรภาพมากขึ้น ดังรูปที่ 3-23 ประกอบกับมีพื้นที่เผาไหม้เป็นจำนวนมากในภาคเหนือจึงก่อให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน



(ก)



(ข)

รูปที่ 3-23 Skew-T จาก MM5 ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ เวลา 13.00 น.

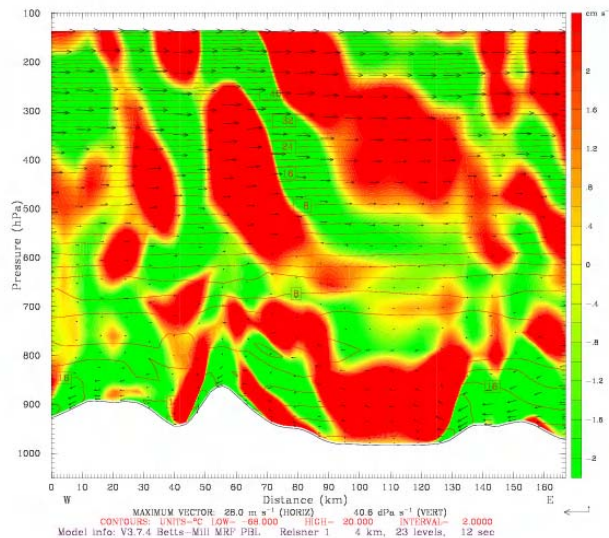
(ก) วันที่ 23 มีนาคม พ.ศ.2551

(ข) วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2551

### 3.4.2 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง

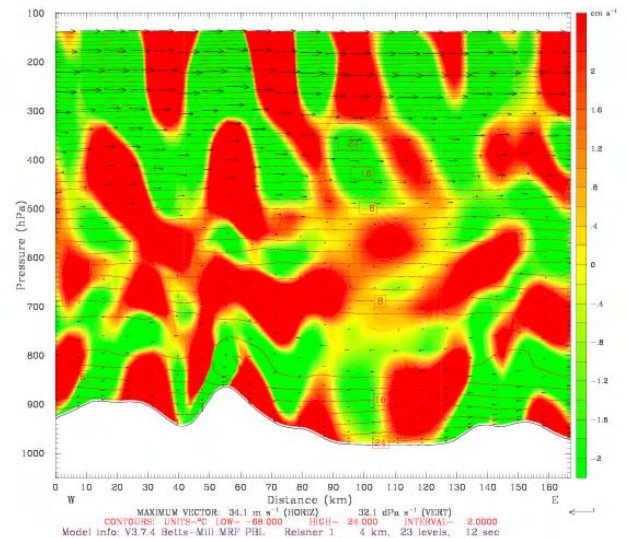
นอกจากเสถียรภาพของอากาศที่มีผลต่อการเคลื่อนที่กระจายของฝุ่นละอองแล้ว ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะของเชียงใหม่-ลำพูน ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญหนึ่งที่ส่งผลต่อการกระจายของฝุ่นละอองเช่นกัน เนื่องจากลมบริเวณข้างเคียงที่พัดผ่านบริเวณด้านบนของแอ่งกระทะ ขณะเดียวกันลมภูเขาช่วงเวลากลางคืนที่เคลื่อนที่ลงตามแนวเขา ส่วนเวลากลางวันลมจะเคลื่อนที่ขึ้นบริเวณไหล่เขาแล้วเคลื่อนที่ลงบริเวณหุบเขา ช่วยเสริมให้ฝุ่นละอองสะสมในแอ่งเชียงใหม่ ดังรูปที่ 3-24 ถึง 3-27

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 22 Jan 08  
 Fcst: 24.00 h Valid: 1800 UTC Wed 23 Jan 08 (0100 LST Thu 24 Jan 08)  
 Vertical velocity XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Temperature XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Circulation vectors XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7



(ก)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 22 Jan 08  
 Fcst: 36.00 h Valid: 0600 UTC Thu 24 Jan 08 (1300 LST Thu 24 Jan 08)  
 Vertical velocity XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Temperature XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Circulation vectors XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7

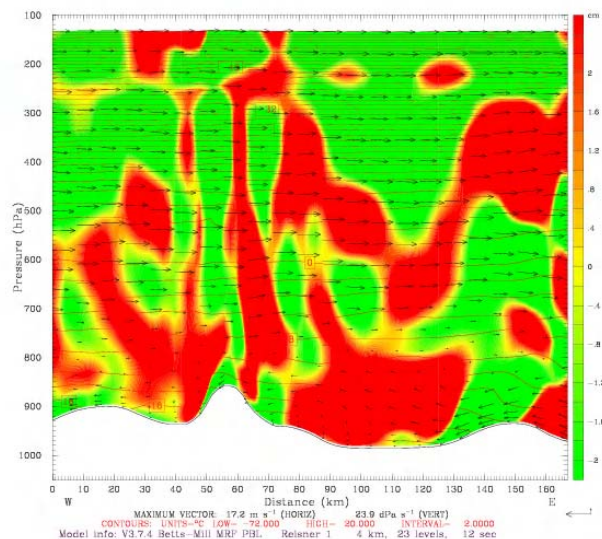


(ข)

รูปที่ 3-24 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง วันที่ 24 มกราคม 2551

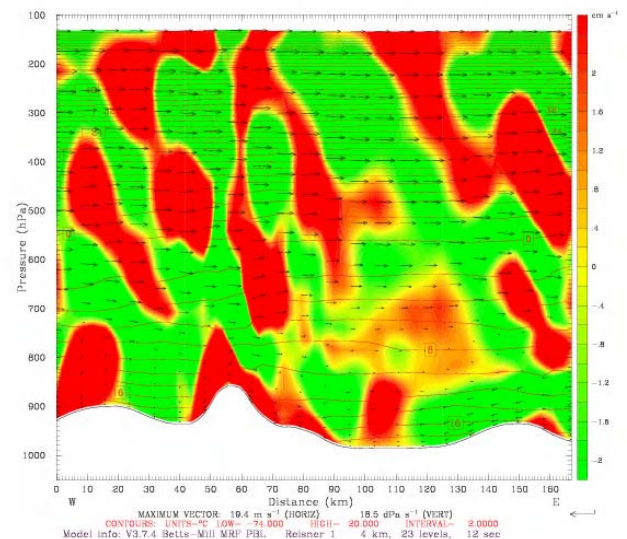
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น. (ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 12 Feb 08  
 Fcst: 48.00 h Valid: 1800 UTC Thu 14 Feb 08 (0100 LST Fri 15 Feb 08)  
 Vertical velocity XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Temperature XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Circulation vectors XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7



(ก)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 12 Feb 08  
 Fcst: 60.00 h Valid: 0600 UTC Fri 15 Feb 08 (1300 LST Fri 15 Feb 08)  
 Vertical velocity XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Temperature XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Circulation vectors XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7

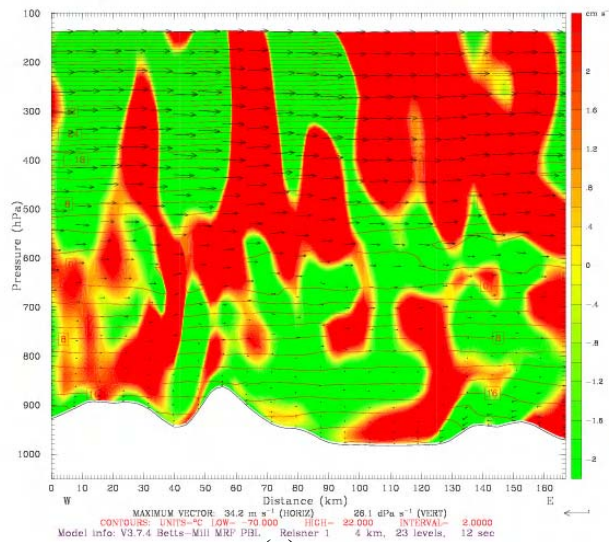


(ข)

รูปที่ 3-25 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2551

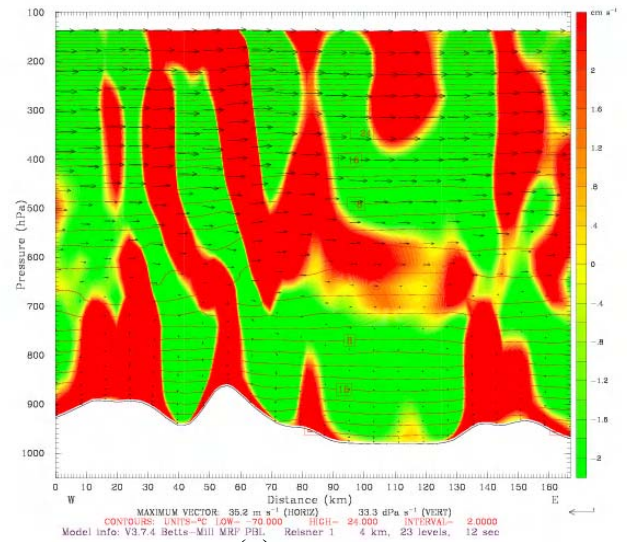
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น. (ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
 Fest: 24.00 h Valid: 1800 UTC Wed 05 Mar 08 (0100 LST Thu 06 Mar 08)  
 Vertical velocity XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Temperature XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Circulation vectors XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7



(ก)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 04 Mar 08  
 Fest: 36.00 h Valid: 0600 UTC Thu 06 Mar 08 (1300 LST Thu 06 Mar 08)  
 Vertical velocity XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Temperature XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Circulation vectors XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7

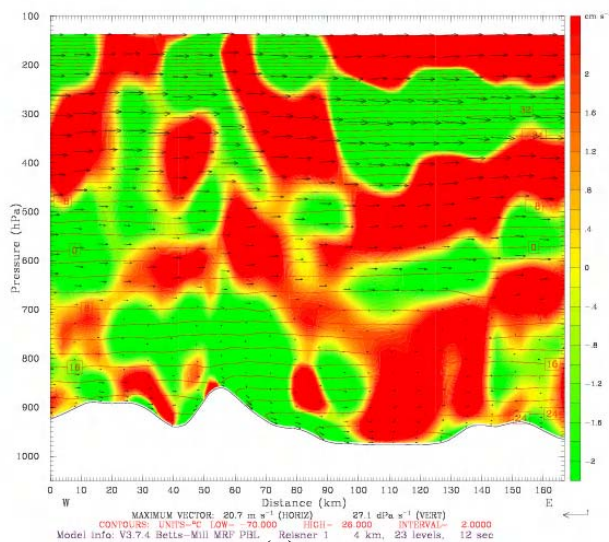


(ข)

รูปที่ 3-26 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง วันที่ 6 มีนาคม 2551

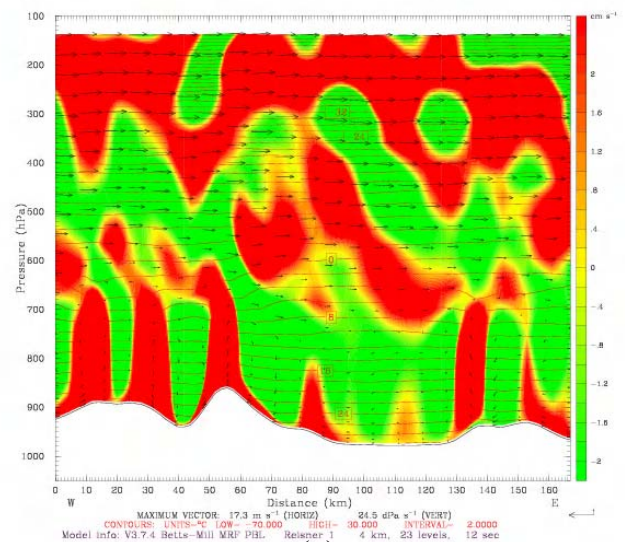
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น. (ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Thu 20 Mar 08  
 Fest: 48.00 h Valid: 1800 UTC Sat 22 Mar 08 (0100 LST Sun 23 Mar 08)  
 Vertical velocity XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Temperature XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Circulation vectors XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7



(ก)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Thu 20 Mar 08  
 Fest: 60.00 h Valid: 0600 UTC Sun 23 Mar 08 (1300 LST Sun 23 Mar 08)  
 Vertical velocity XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Temperature XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7  
 Circulation vectors XY= 3.4, 25.7 to 45.1, 25.7



(ข)

รูปที่ 3-27 ความเร็วลมตามแนวตะวันตก-ตะวันออกและตามแนวดิ่ง วันที่ 23 มีนาคม 2551

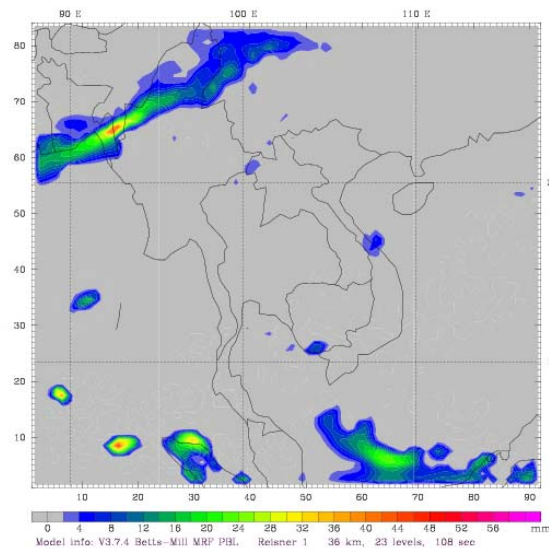
(ก) ความเร็วลม ณ เวลา 01.00 น. (ข) ความเร็วลม ณ เวลา 13.00 น.

### 3.5 ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมงและภาพถ่ายดาวเทียม

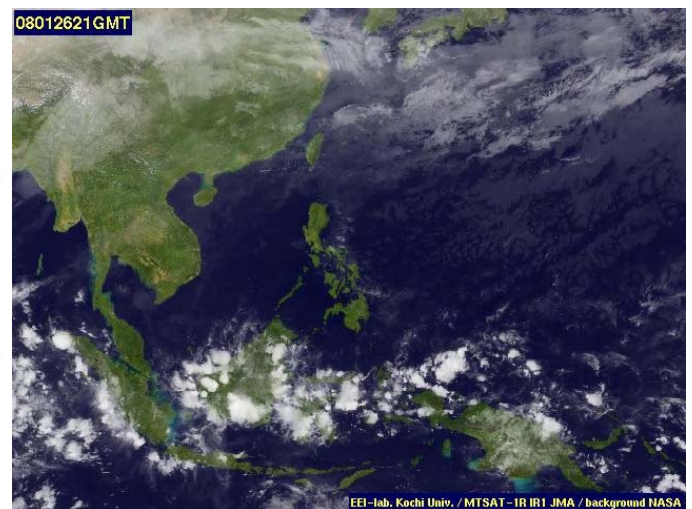
(ที่มา <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/sat/gms.sea> )

สำหรับปี 2551 มีฝนตกในเชียงใหม่และจังหวัดข้างเคียงบ่อยครั้ง เมื่อเปรียบเทียบภาพปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง จากการพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง MM5 กับภาพถ่ายดาวเทียม พบว่า มีความสัมพันธ์กัน โดยพื้นที่ที่มีฝนตกจะมีกลุ่มเมฆปกคลุมอย่างหนาแน่น เช่นวันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2551 ดังรูปที่ 3-28 และวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ.2551 ดังรูปที่ 3-29

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 22 Jan 08  
Fest: 09:00 h Valid: 21:00 UTC Sat 26 Jan 08 (0400 LST Sun 27 Jan 08)  
Total precip. in past 3 h

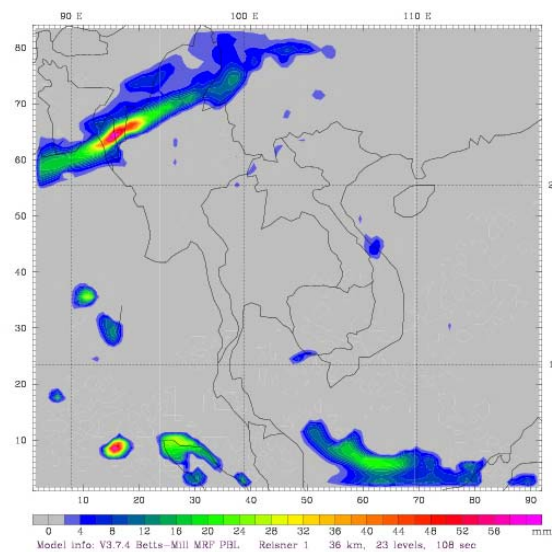


(ก)

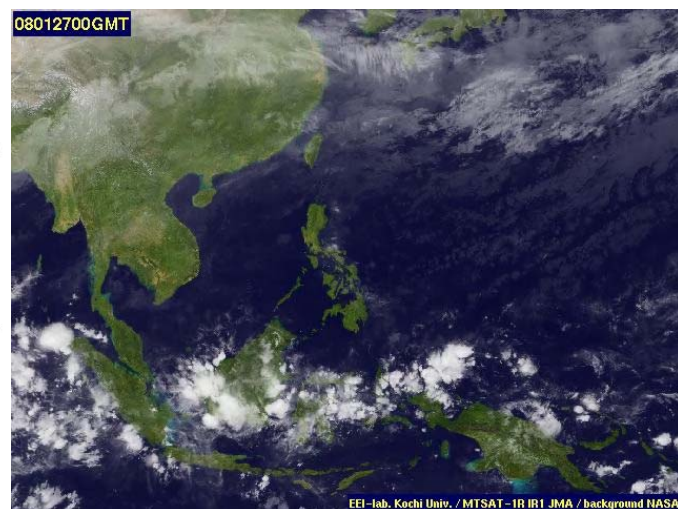


(ข)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Tue 22 Jan 08  
 Fcst: 102.00 h Valid: 0000 UTC Sun 27 Jan 08 (0700 LST Sun 27 Jan 08)  
 Total precip. in past 3 h



(ค)



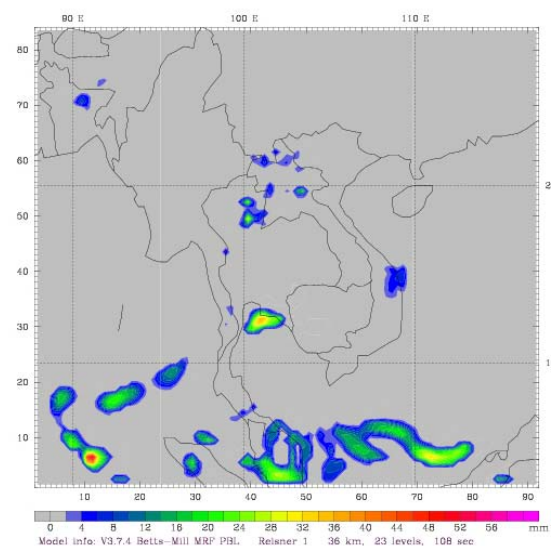
(ง)

รูปที่ 3-28 แสดงปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง และภาพถ่ายดาวเทียม วันที่ 27 มกราคม พ.ศ.2551

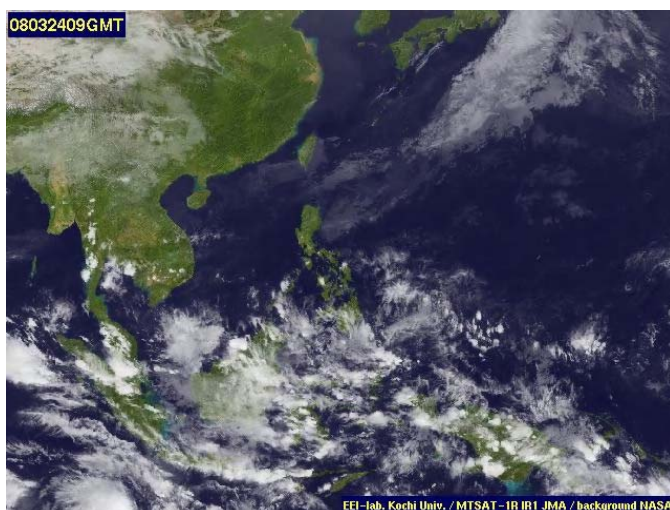
(ก) ปริมาณฝนสะสม ณ เวลา 04.00 น. (ข) ภาพถ่ายดาวเทียม ณ เวลา 04.00 น.

(ค) ปริมาณฝนสะสม ณ เวลา 07.00 น. (ง) ภาพถ่ายดาวเทียม ณ เวลา 07.00 น.

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Sun 23 Mar 08  
 Fcst: 15.00 h Valid: 0900 UTC Mon 24 Mar 08 (1800 LST Mon 24 Mar 08)  
 Total precip. in past 3 h

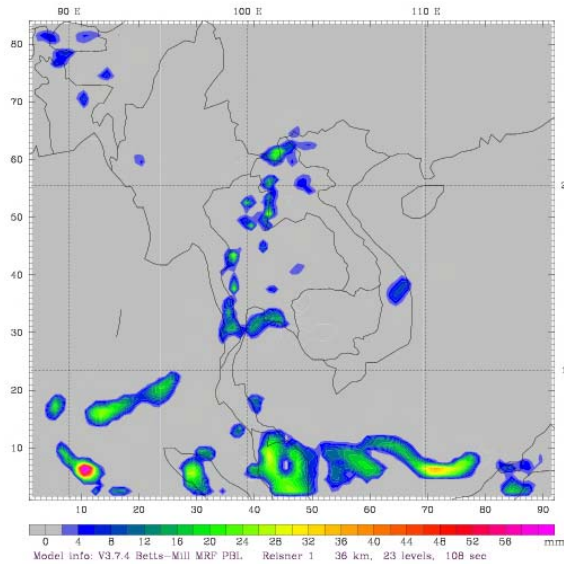


(ก)

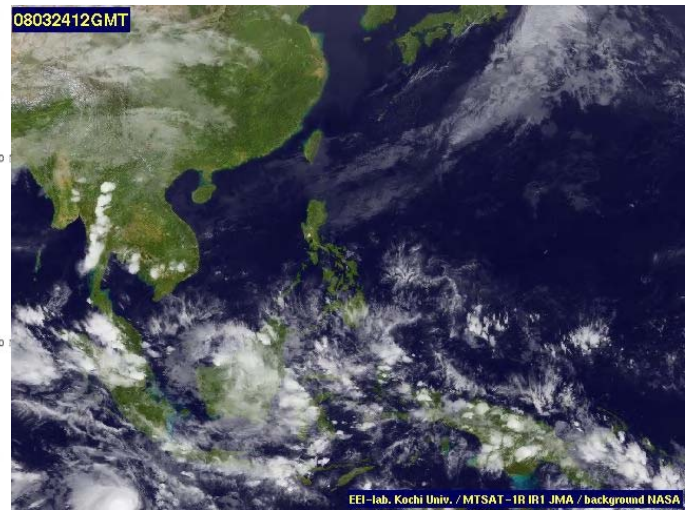


(ข)

MM5-CMU, Atmospheric Physics, Chiang Mai Univ. Init: 1800 UTC Sun 23 Mar 08  
 Post: 18.00 h Valid: 1200 UTC Mon 24 Mar 08 (1900 LST Mon 24 Mar 08)  
 Total precip. in past 3 h



(ค)



(ง)

รูปที่ 3-29 แสดงปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง และภาพถ่ายดาวเทียม วันที่ 24 มีนาคม 2551

(ก) ปริมาณฝนสะสม ณ เวลา 16.00 น. (ข) ภาพถ่ายดาวเทียม ณ เวลา 16.00 น.

(ค) ปริมาณฝนสะสม ณ เวลา 19.00 น. (ง) ภาพถ่ายดาวเทียม ณ เวลา 19.00 น.

### 3.6 ตัวอย่างการพยากรณ์สภาพอากาศ

#### 3.6.1 การพยากรณ์สภาพอากาศจากแบบจำลอง MM5 ระหว่างวันที่ 31 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์ 2551

เนื่องจากมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนอ่อนกำลังลง และความกดอากาศต่ำเคลื่อนตัวมาจากทางตะวันตกเฉียงใต้ ประกอบกับอากาศมีความชื้นสูงมาก

วันที่ 31 มกราคม 2551 อุณหภูมิประมาณ 16 - 30 องศาเซลเซียส (มีฝนเล็กน้อยถึงปานกลาง)

วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2551 อุณหภูมิประมาณ 16-25 องศาเซลเซียส (มีฝนเล็กน้อยถึงปานกลาง)

วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2551 อุณหภูมิประมาณ 16-30 องศาเซลเซียส

ช่วงวันที่ 31 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2551 ลมผิวพื้นลมสงบ ช่วงบ่ายอากาศเคลื่อนที่ขึ้นตามแนวตั้งได้ดี และมีฝนชะล้างฝุ่นละอองในบรรยากาศบางส่วน ทำให้คุณภาพอากาศดี

วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2551 ที่ความสูงประมาณ 1.5 กิโลเมตรเหนือพื้นดินอากาศเป็นแบบไม่มีเสถียรภาพ ฝุ่นละอองในอากาศฟุ้งกระจายได้ดีจนถึงความสูงประมาณ 3.5 – 5 กิโลเมตรอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามความสูง ทำให้ฝุ่นละอองในอากาศไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นได้อีก

#### 3.6.2 การพยากรณ์สภาพอากาศจากแบบจำลอง MM5 ระหว่างวันที่ 6 - 8 มีนาคม 2551

ช่วงนี้ มีความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมภาคเหนือตอนบนทำให้ช่วงเช้าอากาศเย็น

วันที่ 6 มีนาคม 2551 อุณหภูมิตอนเช้าประมาณ 19-21 องศาเซลเซียส ตอนบ่ายประมาณ 31-33 องศาเซลเซียส

วันที่ 7 มีนาคม 2551 อุณหภูมิตอนเช้าประมาณ 19-21 องศาเซลเซียส ตอนบ่ายประมาณ 30-32 องศาเซลเซียส

วันที่ 8 มีนาคม 2551 อุณหภูมิตอนเช้าประมาณ 19-21 องศาเซลเซียส ตอนบ่ายประมาณ 28-32 องศาเซลเซียส

เสถียรภาพอากาศในวันที่ 6-8 มีนาคม 2551 อากาศมีเสถียรภาพเหนือพื้นดิน จากนั้นเกิดอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามความสูง (inversion) ที่ความสูงประมาณ 2-3 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน เสมือนมีแผ่นปิดกั้นไม่ให้อากาศเคลื่อนที่ผ่าน ทำให้ฝุ่นละอองในอากาศลอยขึ้นตามแนวตั้งได้เล็กน้อยจนถึงความสูง 2-3 กิโลเมตรเหนือพื้นดิน สภาพอากาศในช่วงนี้ยังคงเอื้ออำนวยต่อการสะสมของฝุ่นละอองใกล้พื้นดิน จึงควรลดการปลดปล่อยฝุ่นละอองสู่บรรยากาศ

### 3.6.3 การพยากรณ์สภาพอากาศจากแบบจำลอง MM5 ระหว่างวันที่ 25-27 มีนาคม 2551

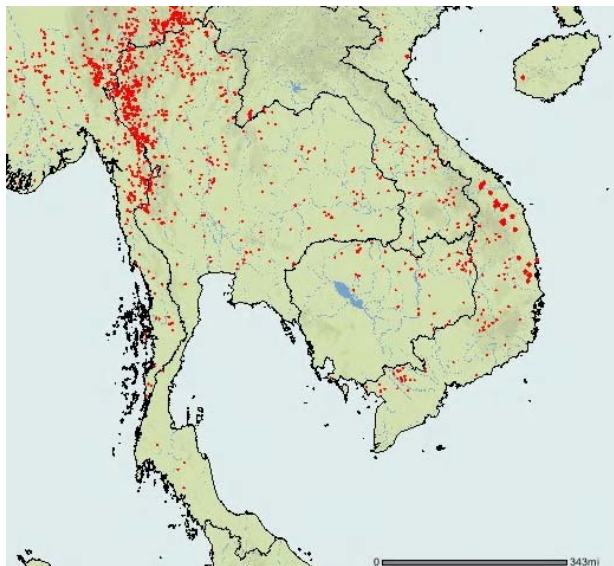
วันที่ 25 มีนาคม 2551 อุณหภูมิตอนเช้าประมาณ 24-26 องศาเซลเซียส ตอนบ่ายประมาณ 34-38 องศาเซลเซียส

วันที่ 26 มีนาคม 2551 อุณหภูมิตอนเช้าประมาณ 24-26 องศาเซลเซียส ตอนบ่ายประมาณ 33-39 องศาเซลเซียส

วันที่ 27 มีนาคม 2551 อุณหภูมิตอนเช้าประมาณ 24-26 องศาเซลเซียส ตอนบ่ายประมาณ 34-39 องศาเซลเซียส

สภาพอากาศในวันที่ 25-27 มีนาคม 2551 เนื่องจากอุณหภูมิช่วงบ่ายค่อนข้างสูง ทำให้อากาศที่พื้นผิวเคลื่อนที่ขึ้นได้เล็กน้อยและเคลื่อนที่ขึ้นได้ดีในชั้นถัดไป ประกอบวันที่ 26-27 มีนาคม 2551 ช่วงเย็นมีลมกระโชกแรงพัดมาจากทิศใต้และตะวันตก ส่งผลให้ฝุ่นละอองในอากาศสามารถฟุ้งกระจายได้ดี แต่ลมผิวพื้นดังกล่าวอาจพัดพาหมอกควันที่เกิดจากไฟป่าหรือการเผาทุกรูปแบบจากพื้นที่ข้างเคียงสู่เชียงใหม่ได้เช่นกัน

เนื่องจากเชียงใหม่มีอุณหภูมิที่ผิวพื้นสูง ทำให้ฝุ่นละอองในอากาศฟุ้งกระจายตามแนวตั้งได้มากขึ้น แต่อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นก่อให้เกิดไฟป่าในภาคตะวันตกและภาคเหนือตอนบน ดังรูปที่ 3-30 ส่งผลให้ฝุ่นละอองในอากาศเพิ่มขึ้นเช่นกัน

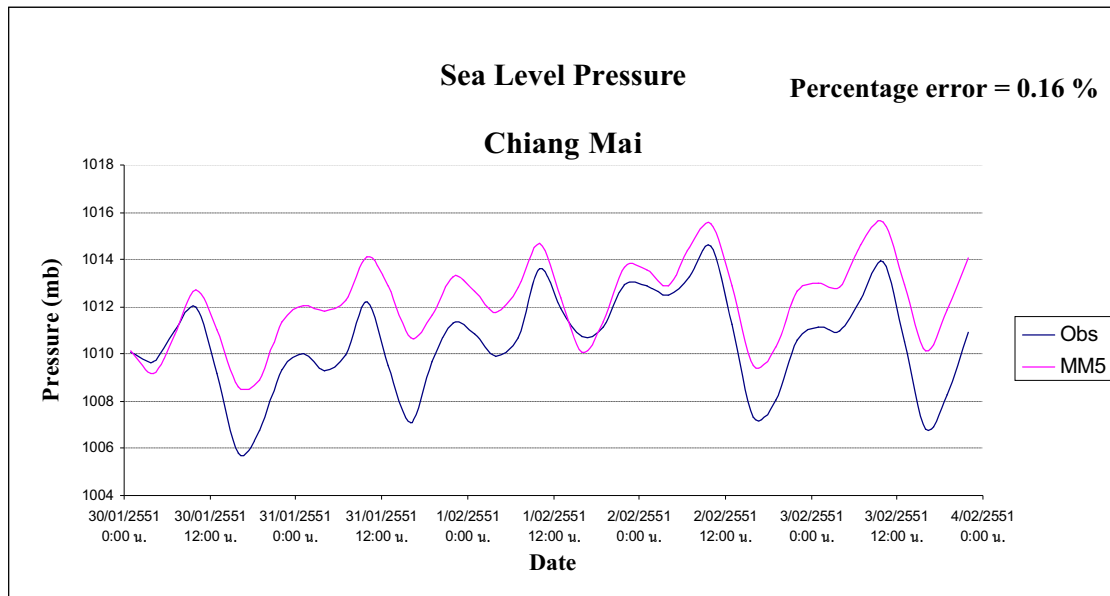


รูปที่ 3-30 แสดง Hot Spot จากภาพถ่ายดาวเทียม วันที่ 24-25 มีนาคม 2551

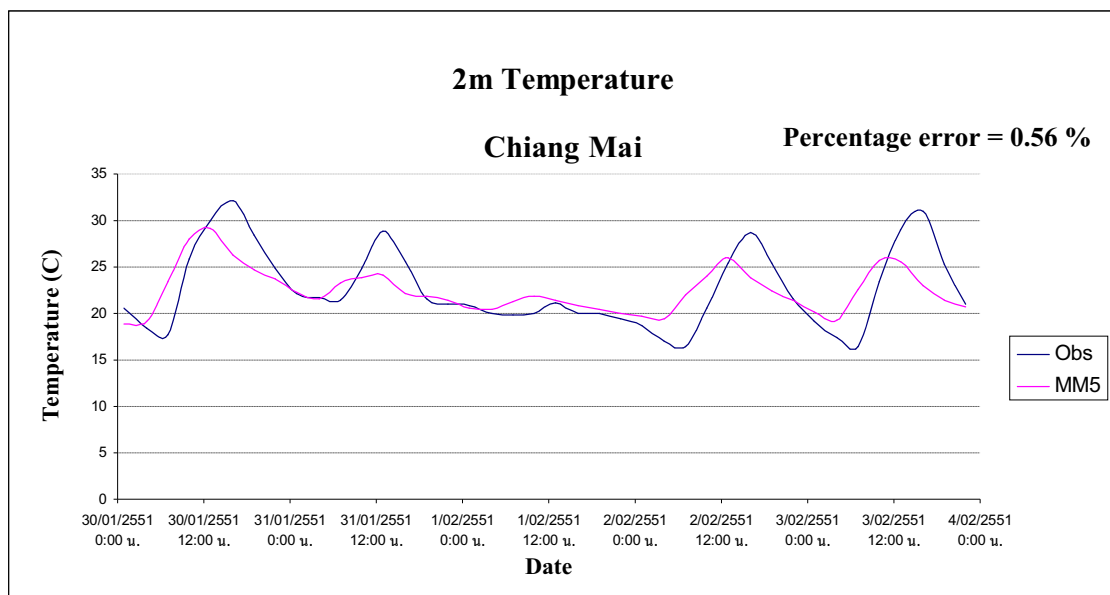
(ที่มา: <http://maps.geog.umd.edu>)

### 3.7 การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้า 5 วันด้วยแบบจำลอง MM5 กับค่าตรวจวัดจากกรมอุตุนิยมวิทยา

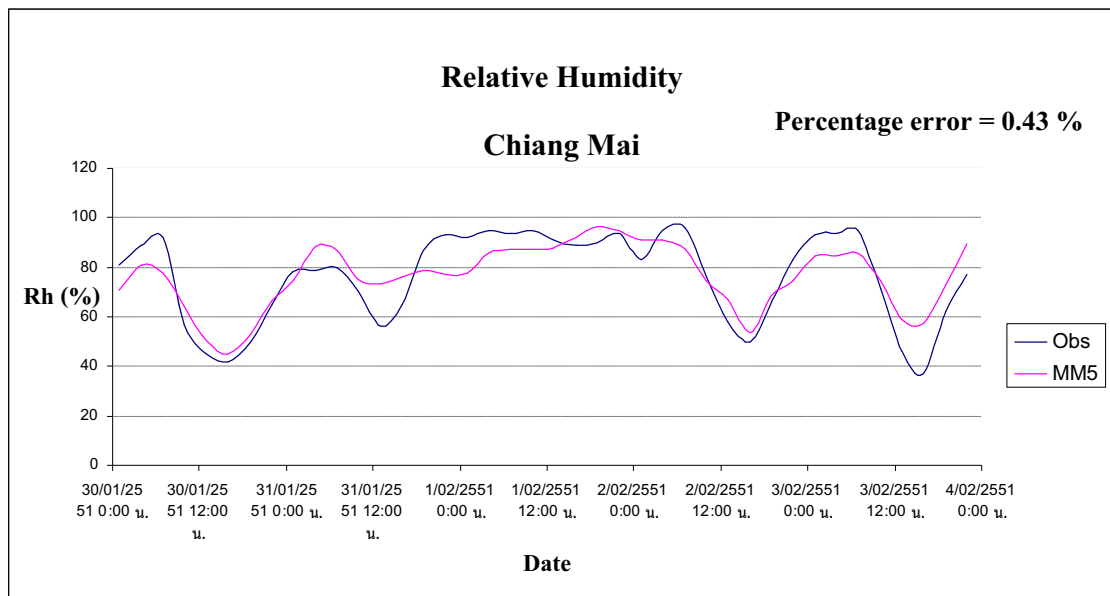
วันที่ 30 มกราคม – 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2551



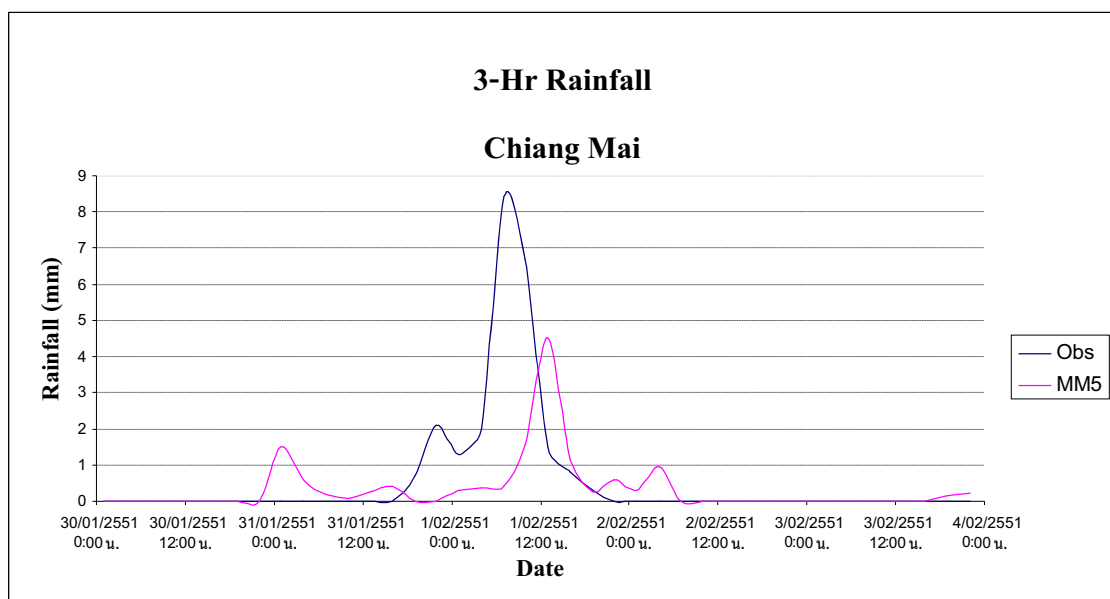
รูปที่ 3-31 แสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยา จังหวัดเชียงใหม่



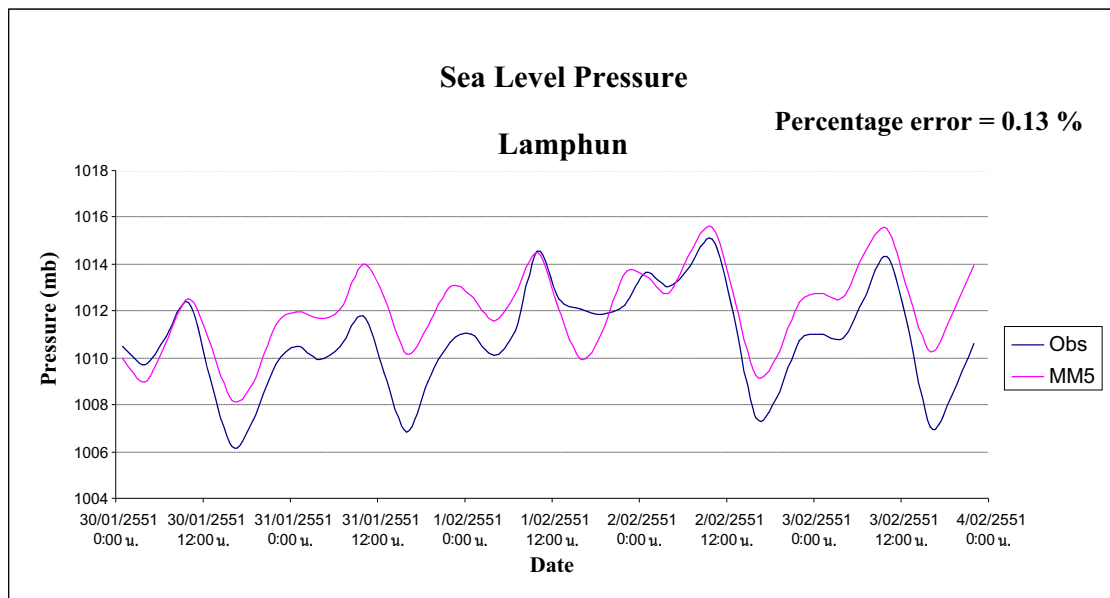
รูปที่ 3-32 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยา จังหวัดเชียงใหม่



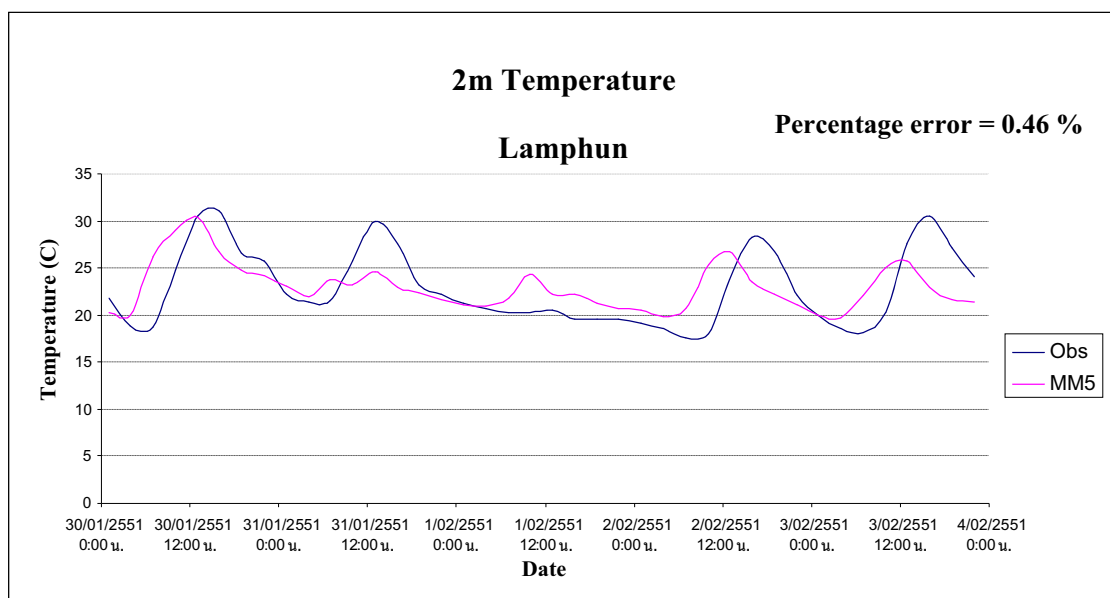
รูปที่ 3-33 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยา จังหวัดเชียงใหม่



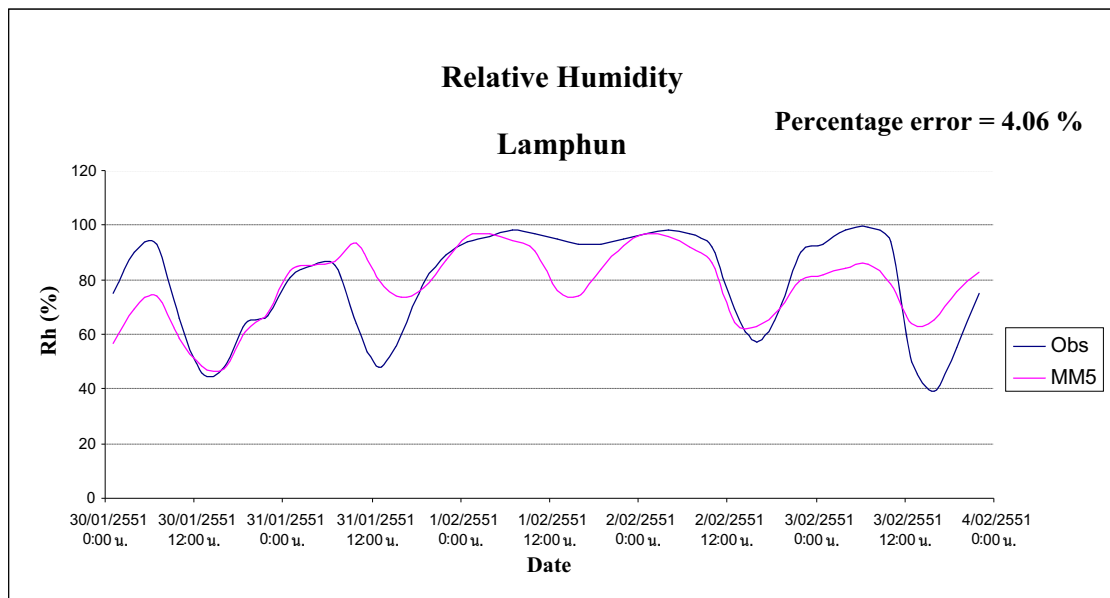
รูปที่ 3-34 ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง ณ ศูนย์อุตุนิยมวิทยา จังหวัดเชียงใหม่



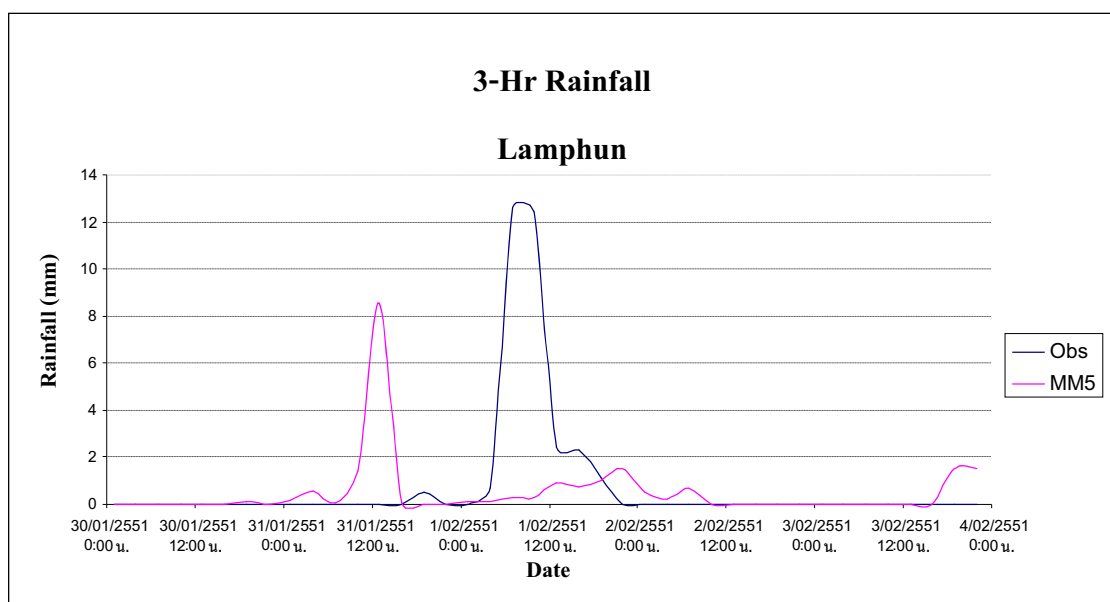
รูปที่ 3-35 แสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำพูน



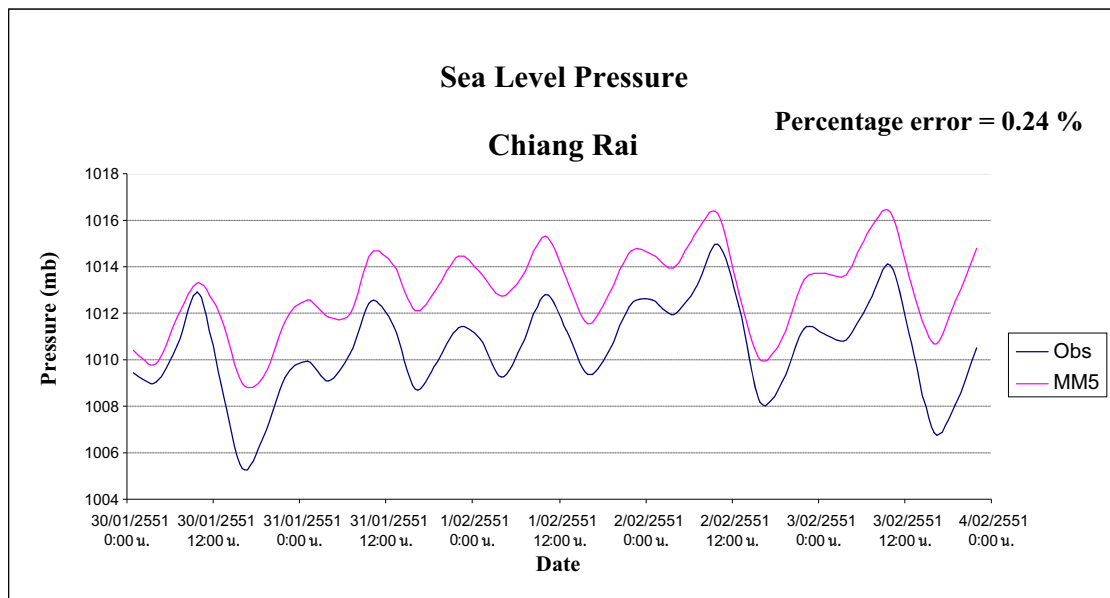
รูปที่ 3-36 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำพูน



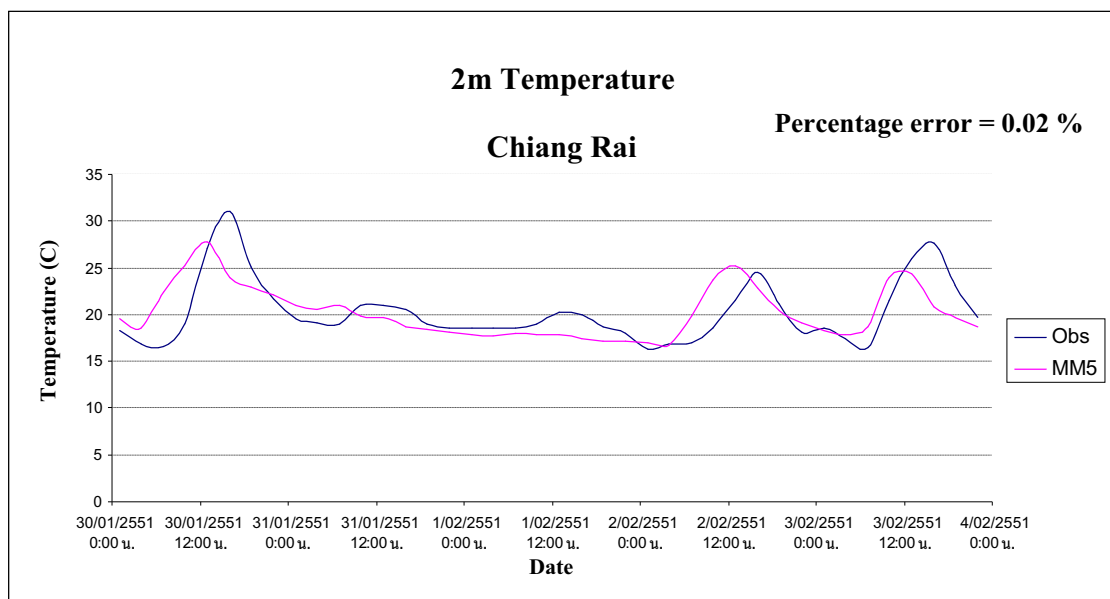
รูปที่ 3-37 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำพูน



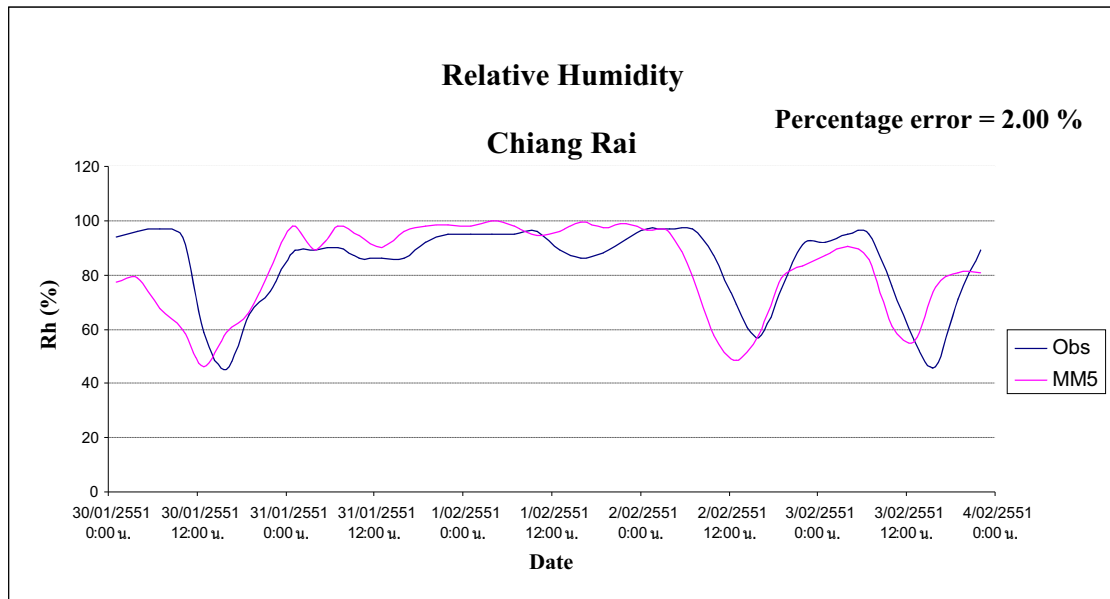
รูปที่ 3-38 ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำพูน



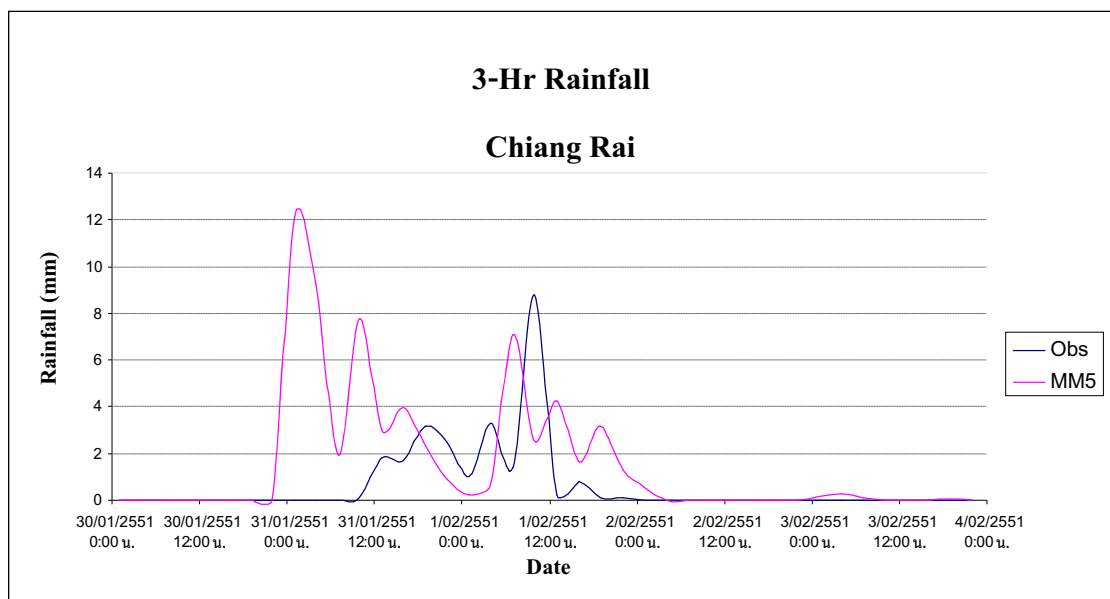
รูปที่ 3-39 แสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดเชียงราย



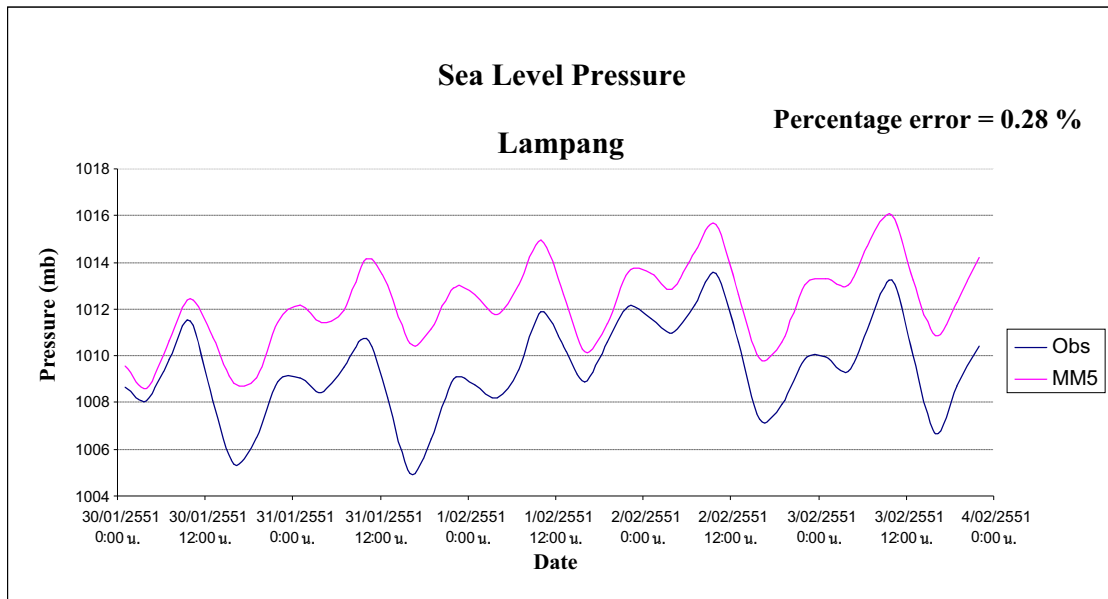
รูปที่ 3-40 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดเชียงราย



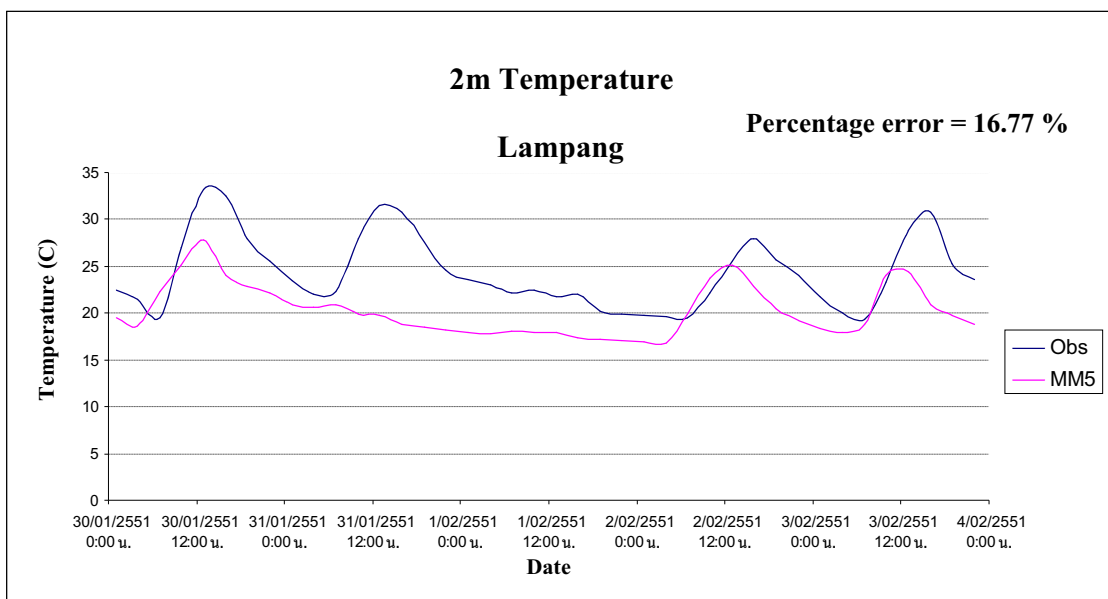
รูปที่ 3-41 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดเชียงราย



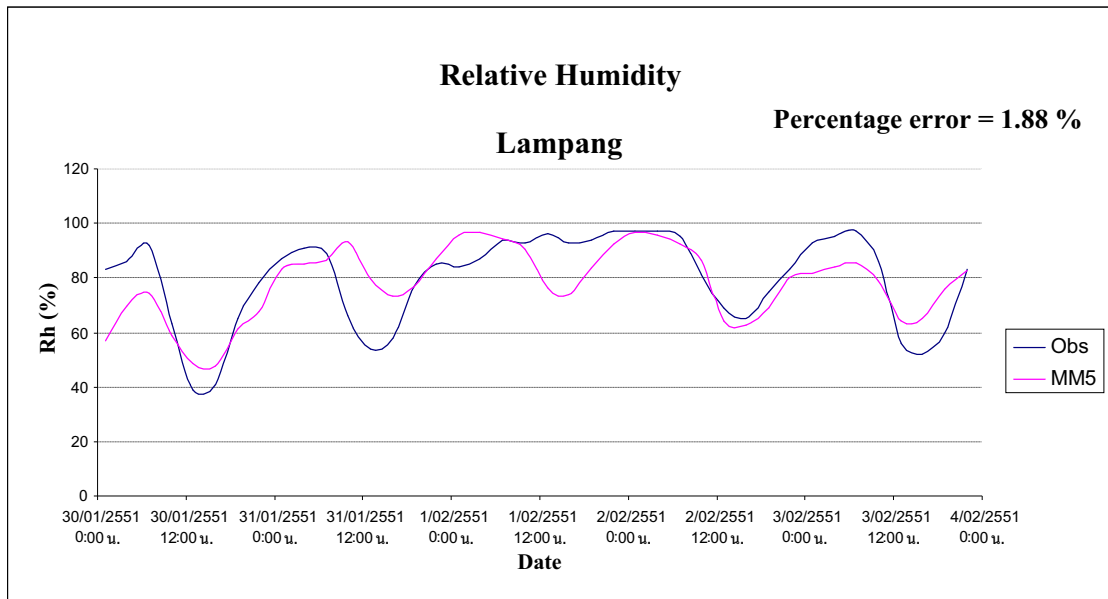
รูปที่ 3-42 ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดเชียงราย



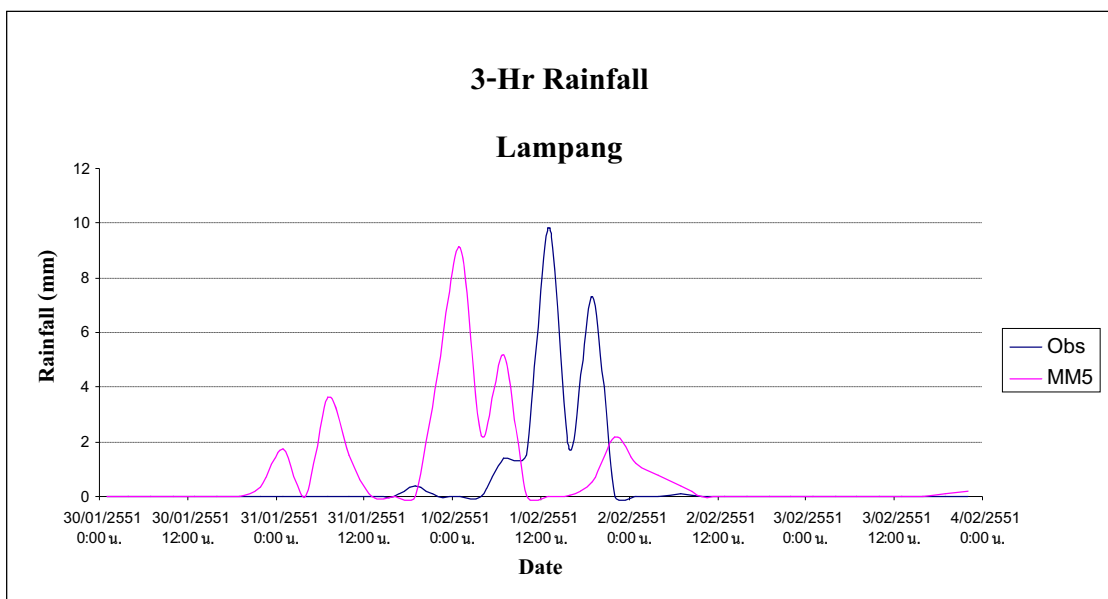
รูปที่ 3-43 แสดงการเปลี่ยนแปลงความดัน ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำปาง



รูปที่ 3-44 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำปาง



รูปที่ 3-45 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำปาง



รูปที่ 3-46 ปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง ณ สถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดลำปาง

จากรูปที่ 3-31 ถึง 3-46 แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพอากาศด้วยแบบจำลอง MM5 กับค่าตรวจวัดจากกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกัน

โดยทั้ง 4 สถานี ความกดอากาศมีค่า Percentage error อยู่ในช่วง 0.13 – 0.28 % ความชื้นสัมพัทธ์มีค่า Percentage error อยู่ในช่วง 0.43 – 4.06 % อุณหภูมิมีค่า Percentage error อยู่ในช่วง 0.019 – 16.77 % ในส่วนของฝน ตำแหน่งและเวลาที่เกิดฝนขณะนี้ยังมีการทำการวิจัยกันอย่างกว้างขวางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์ แบบจำลอง MM5 จึงเป็นเครื่องมือที่สามารถใช้จำลองสภาพอากาศได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และเชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง

การพยากรณ์อากาศ ซึ่งมีตัวแปรต่างๆ เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเป็นเรื่องที่ยากไม่เหมือนกับการทดลองในห้องปฏิบัติการที่สามารถควบคุมค่าต่างๆ ผลลัพธ์จากแบบจำลอง MM5 เทียบกับค่าตรวจวัด ดังแสดงในรูปที่ 3-31 ถึง 3-46 ถือว่าอยู่ในระดับที่เชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง วิธีการนี้ในปัจจุบันถือว่าเป็นวิธีการพยากรณ์อากาศที่ดีที่สุด อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิทยาศาสตร์ในประเทศที่พัฒนา ก็พยายามที่จะให้ได้ผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น

## บทที่ 4

### สรุปผล

#### 4.1 สถานะเงื่อนไขการเกิดปัญหาหมอกควัน

การเฝ้าระวังการเกิดมลภาวะอากาศ พิจารณาจากการพยากรณ์อากาศล่วงหน้า 5 วันในพ.ศ. 2551 ตามเงื่อนไขสภาพอากาศของการเกิดปัญหาหมอกควันของเดือนมกราคม- มีนาคม พ.ศ.2549 และ พ.ศ.2550 ดังนี้

- ก. ช่วงเวลาที่ความกดอากาศสูงปกคลุมภาคเหนือซึ่งทำให้อากาศมีเสถียรภาพ
- ข. การเกิดอุณหภูมิลดลง ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการฟุ้งกระจายตามแนวดิ่งของฝุ่นละออง จากแผนภาพ Skew-T ที่แสดงจากผลลัพธ์ของแบบจำลอง MM5
- ค. ทิศทางและอัตราเร็วลมในและนอกบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน
- ง. ปริมาณ hot spot ในและนอกบริเวณแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

**ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ ได้แก่**

##### 1) ภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน เป็นลักษณะแอ่งกระทะที่มีเทือกเขาขวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ล้อมรอบ ทำให้ลมบริเวณข้างเคียงพัดผ่านด้านบนของแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ลมผิวพื้นในแอ่งสงบ ส่งผลให้การฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในอากาศตามแนวราบเป็นไปได้ยาก ขณะที่ลมภูเขาช่วงเวลากลางวันลมจะเคลื่อนที่ขึ้นบริเวณไหล่เขาแล้วเคลื่อนที่ลงบริเวณหุบเขา 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 ดาก 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 เนื่องจากช่วงฤดูหนาว ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยความกดอากาศสูงจากประเทศจีนจะแผ่เข้าสู่ประเทศไทย สภาพอากาศจึงแห้งและเย็น อากาศเป็นแบบมีเสถียรภาพมาก (stable) และบ่อยครั้งพบชั้นอุณหภูมิผกผัน (inversion) เปรียบเสมือนแผ่นปิดกั้นไม่ให้ฝุ่นละอองในอากาศเคลื่อนที่ขึ้นได้ แต่ถ้าเป็นสภาพอากาศที่ไม่มีเสถียรภาพ (Unstable) ฝุ่นละอองจะฟุ้งกระจายขึ้นไปในอากาศได้ดี ลดความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นในพื้นที่ จากการวิเคราะห์แผนภาพ Skew-T ด้วยแบบจำลอง MM5 ในช่วงเดือนมกราคม 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 ผลจากการวิเคราะห์ลมผิวพื้น ประกอบกับภาพ hot spot มีการพัดพาฝุ่นละอองจากพื้นที่ไฟฟ้าบริเวณนอกแอ่งเชียงใหม่-ลำพูนเข้ามาสะสมในแอ่ง เพิ่มเติมจากฝุ่นละอองที่มีในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ทำให้มีปริมาณฝุ่นละอองมากขึ้นกว่าปกติ จนเกิดปัญหาหมอกควันในเดือนมีนาคม พ.ศ.2550

จากการวิเคราะห์อิทธิพลของความกดอากาศสูงที่ปกคลุมประเทศไทยตอนบน ทิศทางและขนาดลมผิวพื้น เสถียรภาพของอากาศ ฝน ภาพ hot spot จากดาวเทียม ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งขนาดใหญ่ พบว่า เชียงใหม่มีฝุ่นละอองในปริมาณที่มาก เนื่องจากการเผาในที่โล่ง การเผาวัสดุเกษตร และไฟฟ้าทั้งในและนอกแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน เป็นสาเหตุหลัก

## 4.2 ข้อเสนอแนะการใช้แบบจำลอง MM5

- 1) เพื่อความรวดเร็วทันต่อเหตุการณ์ควรมีระบบคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง สำหรับใช้ในการประมวลผลแบบจำลอง MM5 และ download ข้อมูล
- 2) กรณีที่ต้องการศึกษาในบริเวณพื้นที่อื่นควรปรับ Domain, Physics and Dynamics Schemes ให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ต้องการศึกษา
- 3) ควรปรับ Grid scale ให้เหมาะสมกับพื้นที่และขอบเขตการณ์ในบรรยากาศที่ต้องการศึกษา
- 4) ขบวนการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะทาง ผู้สนใจควรศึกษาทฤษฎีต่างๆ และการใช้แบบจำลอง MM5 จาก User' guide ดังนี้
  - ทฤษฎีต่างๆ ควรศึกษาจากตำราที่เกี่ยวข้องกับ Advanced Dynamic Meteorology และ Numerical Weather Prediction
  - วิธีการใช้แบบจำลอง MM5 อยู่ใน Web site ของ MM5 มี document และ source code สามารถดาวน์โหลดได้โดยตรง พร้อมกับ tutorial online
  - หากมีข้อสงสัยขณะผู้วิจัยยินดีที่จะให้คำแนะนำและตอบคำถาม
- 5) แบบจำลอง MM5 Version 3.7 เป็นแบบจำลอง mesoscale ที่ NCAR ได้พัฒนาขีดความสามารถสูงสุดแล้ว และไม่รับ option เพิ่มเติมจากภายนอกอีก ดังนั้นการปรับแบบจำลองจึงปรับตาม option ที่มีอยู่ในแบบจำลองเท่านั้น

## เอกสารอ้างอิง

- เจียมใจ เครือสุวรรณ และคณะ. 2551. “การจำลองสภาพการกระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กตามภาวะอากาศแปรปรวนในแอ่งเชียงใหม่”. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ พฤษภาคม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ หน้า 107.
- อรรธรรม วิรัชท์เวชยันต์. 2549. “การกระจายของฝุ่นละอองจากยานพาหนะในจังหวัดเชียงใหม่”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- Chen, F., Dudhia, J., 2001a. Coupling an advanced land-surface/hydrology model with the Penn State/NCAR MM5 modeling system. Part I: model implementation and sensitivity. *Monthly Weather Reviews* 129, 569–585.
- Chen, F., Dudhia, J., 2001b. Coupling an advanced land-surface/hydrology model with the Penn State/NCAR MM5 modeling system. Part II: preliminary model validation. *Monthly Weather Reviews* 129, 587–604.
- Dudhia, J., Gill, D., Manning, K., Wang, W., Bruyere, C., 2004. PSU/NCAR Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and User’s Guide: MM5 Modeling System Version 3. National Center for Atmospheric Research, USA.
- Grell, G.A., Dudhia, J., Stauffer, D., 1994. A description of the fifth generation Penn State/NCAR mesoscale model (MM5). NCAR Technical Note, NCAR TN-398- STR.
- Grell, G.A., Emeis, S., Stockwell, W.R., Schoenemeyer, T., Forkel, R., Michalakes, J., Knoche, R., Seidl, W., 2000. Application of the multiscale, integrated MM5/chemistry model to the complex terrain of the VOTALP valley campaign. *Atmospheric Environment* 34, 435–453.
- Holmes, N.S., Morawska, L., 2006. A review of dispersion modelling and its application to the dispersion of particles: An overview of different dispersion models available. *Atmospheric Environment* 40, 5902–5928.
- JICA, 1991. *Final report the study on the air quality management planning for the Samutprakran industrial district in the kingdom of Thailand*, Thailand.

PCD: The Pollution Control Department. Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand.

*Regional Daily Air Quality Data*. [Online Source]

<http://www.pcd.go.th/AirQuality/Regional/default.cfm> [30 April 2008]

SensorsONE Ltd. *Altitude Units to Pressure Units Conversion*. [Online Source]

<http://www.sensorsone.co.uk/altitude-pressure-units-conversion.html> [4 May 2009]

University of Wyoming, Department of Atmospheric Science. *Sounding*. [Online Source]

<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> [4 May 2009]

Villasenor, R., Lopez-Villegas, M.T., Eidels-Dubovoi, S., Quintanar, A., Gallardo, 2003. J.C. A mesoscale modeling study of wind blown dust on the Mexico City Basin, Atmospheric Environment 37, 2451-2462

## ภาคผนวก

**ตารางผนวกที่ 1** แสดงความสูงตามระดับความดันในหน่วยมิลลิบาร์ (Altitude Units to Pressure Units Conversion.) (ที่มา:<http://www.sensorsone.co.uk/altitude-pressure-units-conversion.html>)

| ft    | m      | mb/hPa  | psi    | mmHg   | inHg   |
|-------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 0     | 0      | 1013.25 | 14.696 | 760    | 29.921 |
| 50    | 15.24  | 1011.42 | 14.669 | 758.63 | 29.867 |
| 100   | 30.48  | 1009.59 | 14.643 | 757.26 | 29.813 |
| 200   | 60.96  | 1005.95 | 14.59  | 754.52 | 29.706 |
| 300   | 91.44  | 1002.31 | 14.537 | 751.8  | 29.598 |
| 400   | 121.92 | 998.689 | 14.485 | 749.08 | 29.491 |
| 500   | 152.4  | 995.075 | 14.432 | 746.37 | 29.385 |
| 600   | 182.88 | 991.472 | 14.38  | 743.67 | 29.278 |
| 700   | 213.36 | 987.88  | 14.328 | 740.97 | 29.172 |
| 800   | 243.84 | 984.298 | 14.276 | 738.28 | 29.066 |
| 900   | 274.32 | 980.727 | 14.224 | 735.61 | 28.961 |
| 1000  | 304.8  | 977.166 | 14.173 | 732.93 | 28.856 |
| 2000  | 609.6  | 942.129 | 13.664 | 706.65 | 27.821 |
| 3000  | 914.4  | 908.117 | 13.171 | 681.14 | 26.817 |
| 4000  | 1219.2 | 875.105 | 12.692 | 656.38 | 25.842 |
| 5000  | 1524   | 843.073 | 12.228 | 632.36 | 24.896 |
| 6000  | 1828.8 | 811.996 | 11.777 | 609.05 | 23.978 |
| 7000  | 2133.6 | 781.854 | 11.34  | 586.44 | 23.088 |
| 8000  | 2438.4 | 752.624 | 10.916 | 564.51 | 22.225 |
| 9000  | 2743.2 | 724.285 | 10.505 | 543.26 | 21.388 |
| 10000 | 3048   | 696.817 | 10.106 | 522.66 | 20.577 |
| 15000 | 4572   | 571.82  | 8.2935 | 428.9  | 16.886 |
| 20000 | 6096   | 465.633 | 6.7534 | 349.25 | 13.75  |
| 25000 | 7620   | 376.009 | 5.4536 | 282.03 | 11.104 |
| 30000 | 9144   | 300.896 | 4.3641 | 225.69 | 8.8855 |

### การเผยแพร่ผลงานวิจัย

1. เผยแพร่ทางวิทยุกระจายเสียง FM100 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วันพฤหัสบดีที่ 28 กุมภาพันธ์ 2551 เวลา 9.30 น. และวันอังคารที่ 4 มีนาคม 2551 เวลา 9.30 น.
2. เข้าร่วมแถลงข่าวและนำเสนอผลงานวิจัย ต่อสื่อมวลชน จัดโดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วันศุกร์ที่ 22 กุมภาพันธ์ 2551
3. เผยแพร่ทางสื่อโทรทัศน์ ช่อง TPBS วันจันทร์ที่ 18 กุมภาพันธ์ 2551 เวลา 11.00 น.
4. เข้าร่วมแถลงข่าวและเป็นวิทยากรบรรยาย ในหัวข้อเรื่อง "การพยากรณ์อากาศเพื่อการเฝ้าระวังปัญหาหมอกควัน ในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน" ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ จัดโดย ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงใหม่ วันศุกร์ที่ 15 กุมภาพันธ์ 2551
5. การเผยแพร่ผลการพยากรณ์ผ่านเว็บไซต์ของหน่วยวิจัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้
  - เว็บไซต์ของหน่วยวิจัยฟิสิกส์บรรยากาศ  
<http://www.physics.science.cmu.ac.th/atmoslab>
  - เว็บไซต์ศูนย์ประสานและเตือนภัยคุณภาพอากาศภาคเหนือ  
<http://www.medcenter.med.cmu.ac.th/fogsmoke>
  - เว็บไซต์สถาบันวิจัยสุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
<http://www.rihes.cmu.ac.th/>
  - เว็บไซต์สถาบันวิจัยสังคม  
<http://intra.chiangmai.ac.th/~sri/>

**ตารางผนวกที่ 2** รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป

| วัตถุประสงค์                                              | กิจกรรม                                                                                                                                                                                  | ผลที่คาดว่าจะได้รับ                                                                         | ผลการดำเนินงาน                                                                                                                                                                                                                                            | หมายเหตุ |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1. การวิเคราะห์สภาพอากาศและการเฝ้าระวังการเกิดมลภาวะอากาศ | 1. การรวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในเดือนมกราคม-มีนาคม ปี พ.ศ.2549 และ 2550 เพื่อศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กในแต่ละวัน                                                | 1. ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม ปี พ.ศ.2549 และ 2550 | 1. มีข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองรายวัน ตั้งแต่เดือนมกราคม- มีนาคม ปี พ.ศ. 2549 และ 2550                                                                                                                                                                    |          |
|                                                           | 2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ อาทิเช่น อุณหภูมิ ความดัน ความเร็วลม ความชื้น เป็นต้น ที่ระดับพื้นผิวจนถึงระดับสูงประมาณ 7 กิโลเมตร ในช่วงเดือนมกราคม – มีนาคม ปี พ.ศ. 2549 และ 2550 | 2. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในเดือนมกราคม – มีนาคม ปีพ.ศ.2549 และ 2550          | 2. มีผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในรูปแบบของ image file ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความเร็วลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามแนวตั้ง ความเร็วลมตามแนวตั้งขวางและการเคลื่อนที่ของอากาศตามแนวตั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม – มีนาคม ปี พ.ศ. 2549 และ พ.ศ.2550 |          |
|                                                           | 3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศและการเกิดไฟฟ้าที่ทำให้แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน ประสบปัญหาหมอกควันทางอากาศอย่างรุนแรงในปี 2550                                                        | 3. ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศและการเกิดไฟฟ้า                                              | 2.3 การสะสมของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่เกิดการเผาไหม้ และสภาพอากาศที่เอื้อต่อการสะสมของปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ                                                                                                                         |          |
|                                                           | 4. ประมวลผลการพยากรณ์สภาพอากาศโดยแบบจำลอง MM5                                                                                                                                            | 4.ผลการจำลองสภาพอากาศ                                                                       | 4. มีผลการจำลองสภาพอากาศเชิงตัวเลข จากแบบจำลอง MM5                                                                                                                                                                                                        |          |

|  |                                                                                            |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | 5. วิเคราะห์และแสดงผลสภาพอากาศที่ได้จากแบบจำลอง MM5                                        | 5. ผลการวิเคราะห์สภาพอากาศที่ได้จากแบบจำลอง MM5                              | 5.1 มีผลการจำลองสภาพอากาศในรูปแบบของ image file ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความเร็วลม ฝน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามแนวตั้ง ความเร็วลมตามแนวตัดขวางและการเคลื่อนที่ของอากาศตามแนวตั้ง เป็นต้น<br>5.2 วิเคราะห์สภาพอากาศล่วงหน้า 5 วัน ตั้งแต่เดือนมกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2551 ในรูปแบบของ Text file |  |
|  | 6. วิเคราะห์ Energy diagram เพื่อตรวจสืบเสถียรภาพอากาศตามแนวตั้ง                           | 6. ผลการวิเคราะห์ Energy diagram                                             | 6. มีผลการวิเคราะห์ Energy diagram ได้แก่<br>- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามแนวตั้ง<br>- ความสามารถในการเคลื่อนที่ของอากาศตามแนวตั้ง<br>- ความเร็วลมตามแนวราบ                                                                                                                                        |  |
|  | 7. เปรียบเทียบสภาพอากาศที่ได้จากการพยากรณ์กับสภาพอากาศที่เกิดขึ้นจริงทางอากาศในปีที่ผ่านมา | 7. ได้ผลการเปรียบเทียบสภาพอากาศที่ได้จากการพยากรณ์กับสภาพอากาศในปี พ.ศ. 2550 | 7. ผลการเปรียบเทียบสภาพอากาศที่ได้จากการพยากรณ์กับสภาพอากาศในปี พ.ศ.2550 พบว่า ลักษณะสภาพอากาศของแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน เอื้อต่อการสะสมฝุ่นละอองในอากาศเหมือนกัน                                                                                                                                    |  |

|  |                                                          |                                          |                                                                                                                                                                                                                              |  |
|--|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | 8. สรุปผลการวิเคราะห์<br>สภาพอากาศจากการ<br>พยากรณ์อากาศ | 8. ได้ข้อสรุปผลการ<br>วิเคราะห์สภาพอากาศ | 8. ทีมวิจัยได้ทำการ<br>วิเคราะห์และสรุปผลการ<br>พยากรณ์อากาศล่วงหน้า 5<br>วัน ตั้งแต่เดือน มกราคม-<br>มีนาคม พ.ศ. 2551 พร้อม<br>ทั้งเผยแพร่ผลการ<br>พยากรณ์อากาศผ่านทาง<br>เว็บไซต์ของหน่วยวิจัย<br>และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง |  |
|--|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

ลงนาม.....

(รศ.ดร.เจียมใจ เครือสุวรรณ)

หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

วันที่ .....