

ความเป็นไปได้ในการใช้ข้อมูลการตรวจวัดอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
เพื่อการพยากรณ์อากาศ ในประเทศไทย

27 ก.ย. 2537

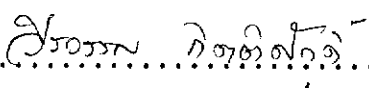
ปริญญานิพนธ์
ของ
กิตติพงศ์ ทองปลิว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก ภูมิศาสตร์
มีนาคม 2537
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

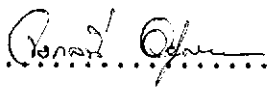
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควร รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

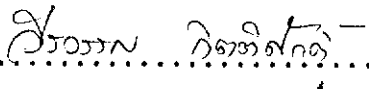
คณะกรรมการควบคุม

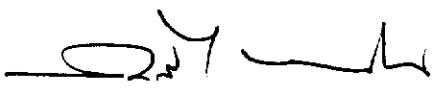
..........ประธาน
(นางจางกลณี อยู่สบาย)

..........กรรมการ
(อาจารย์วีรธรรม กิตติศักดิ์)

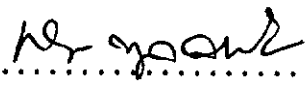
คณะกรรมการสอบ

..........ประธาน
(นางจางกลณี อยู่สบาย)

..........กรรมการ
(อาจารย์วีรธรรม กิตติศักดิ์)

..........กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ. กวี วรกวิน)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.......... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 4 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2537

ประกาศคุณประการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาและเมตตาของบุคคลหลายฝ่าย ขอบขอบพระคุณ อาจารย์จงกลนี อยู่สบาย และอาจารย์วีรวรรณ กิตติศักดิ์ เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง และขอบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับบุคคลต่อไปนี้

อธิบดีกรมอุตุณิยมวิทยา บรรณาธิการห้องสมุดกรมอุตุณิยมวิทยาที่อนุญาตให้ใช้ห้องสมุด คุณวินัย มะยมทอง ผู้อำนวยเคราะห์ในการเก็บข้อมูลการตรวจอากาศของสถานีตรวจอากาศภาคพื้นดิน เจ้าหน้าที่สถานีรับภาพถ่ายจากดาวเทียม กรมอุตุณิยมวิทยา ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากดาวเทียม อุตุณิยมวิทยา ตลอดจนเจ้าหน้าที่กรมอุตุณิยมวิทยาท่านอื่น ๆ ที่ได้ให้ความรู้ และความสะดวกในการศึกษาในครั้งนี้

คณาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตรทุกท่าน

คุณประเสริฐ บุญให้ ที่กรุณาให้คำแนะนำด้านสถิติที่ใช้ในการวิจัย

คุณศักดิ์สิน ช้องคารากุล คุณจุฑามาศ ไชยสร ในการติดต่อประสานงาน

ท้ายสุดขอบขอบคุณผู้ที่มีส่วนสนับสนุนในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ทุกท่าน

กิตติพงศ์ ทองปลิว

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
จุดมุ่งหมายในการศึกษา	7
สมมุติฐานที่ใช้ในการศึกษา	7
ความสำคัญของการศึกษา	7
ขอบเขตในการศึกษา	8
ข้อตกลงในการศึกษา	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
3 วิธีดำเนินการศึกษา	28
แหล่งข้อมูล	28
การเก็บรวบรวมข้อมูล	28
การจัดกระทำข้อมูล	28
สถิติที่ใช้ในการศึกษา	34
4 การวิเคราะห์ และผลการวิเคราะห์ข้อมูล	35
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	35
การเสนอผลการวิเคราะห์	36
การวิเคราะห์กราฟของ rms ระหว่างสถานี เพื่อพิจารณาความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันเป็นรายสถานีตามระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลม และความเร็วลม	36
วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ rms ของแต่ละสถานีด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยการตั้งระดับนัยสำคัญที่ 0.05	41
วิเคราะห์ห่อหุ้มของธาตุประกอบทางอุทกนิยมนิยามวิทยากับ rms ของตัวแปรต่าง ๆ ในระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa	47

บทที่	หน้า
5 อภิปรายผล สรุป ข้อเสนอแนะ	50
สรุปผลการศึกษา	61
ข้อบกพร่องในการศึกษา	63
ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไป	63
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	70
ประวัติย่อของผู้วิจัย	92

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	เตรียมการวิเคราะห์ข้อมูล	29
2	เตรียมการเปรียบเทียบความแตกต่างข้อมูล	30
3	เตรียมแสดงค่าความแตกต่างระหว่างสถานีของตัวแปรต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ..	32
4	เตรียมการวิเคราะห์อิทธิพลของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยากับค่าความแตกต่างที่เกิดจาก การเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธี	33
5	แสดงความแตกต่างระหว่างค่า rms ของตัวแปรต่าง ๆ ระดับนัยสำคัญที่ 0.05	48
6	แสดงค่าสถิติพื้นฐานและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอพลกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ ที่ระดับ 500 hPa	49
7	แสดงผลการเปรียบเทียบ rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอพลกับข้อมูลจากวิทยุ หึ่งอากาศที่ระดับ 500 hPa เป็นรายคู่	49
8	แสดงค่าสถิติพื้นฐานและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพลกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ ที่ระดับ 850 hPa	50
9	แสดงผลการเปรียบเทียบ rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพลกับข้อมูลจาก วิทยุหึ่งอากาศ ที่ระดับ 850 hPa เป็นรายคู่	51
10	แสดงค่าสถิติพื้นฐานและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอพลกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ ที่ระดับ 850 hPa	52
11	แสดงผลการเปรียบเทียบ rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอพลกับข้อมูลจาก วิทยุหึ่งอากาศ ที่ระดับ 850 hPa เป็นรายคู่	52
12	สรุปสมการถดถอยที่แสดงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ที่มีผลต่อค่า ความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดจากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลทอพลกับข้อมูล วิทยุหึ่งอากาศ	54

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	การเปรียบเทียบความสูงของระดับความกดอากาศที่ระดับ 500 มิลลิบาร์ ในแต่ละละติจูด	22
2	การเปรียบเทียบ การวัดอุณหภูมิในช่วงคลื่นอินฟราเรด กับวิทยุห้วงอากาศ	24
3	ค่า rms ที่แตกต่างกันของเครื่องมือ HIRS และ MSU ของทอพลี จากไทรอส-เอ็น กับวิทยุห้วงอากาศในอเมริกาเหนือ 22 มีนาคม - 19 เมษายน ค.ศ.1979.....	25
4	ค่า rms ที่แตกต่างกันของข้อมูลทอพลีกับวิทยุห้วงอากาศ ในการวัดเหนือมหาสมุทร ในช่วง 26 มีนาคม ถึง 15 เมษายน ค.ศ. 1979	26
5	การเปรียบเทียบข้อมูลทอพลีในพื้นที่ที่ไม่มีเมฆปกคลุมในทวีป ของข้อมูลจากดาวเทียม กับข้อมูลที่ได้จากวิทยุห้วงอากาศ	27
6	ค่า rms ที่แตกต่างกันของทอพลีกับวิทยุห้วงอากาศ ในแอตแลนติกของดาวเทียม ในอา 7 และ 8 โดยการตรวจด้วยเครื่องมือทั้ง 3 ชนิดของทอพลี	28
7	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างข้อมูลดาวเทียม กับวิทยุห้วงอากาศ ละติจูด 30-60 องศาเหนือ ใน 3 พื้นที่	30
8	กราฟแสดงค่า rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลที่ได้จาก วิทยุห้วงอากาศ	42
9	กราฟแสดงค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลที่ได้จาก วิทยุห้วงอากาศ	43
10	แสดง rms ของทิศทางลม ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุห้วงอากาศ	45
11	แสดง rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุห้วงอากาศ	46
12	กราฟแสดงค่า rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลที่ได้จาก วิทยุห้วงอากาศ	42
13	กราฟแสดงค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลที่ได้จาก วิทยุห้วงอากาศ	43
14	แสดง rms ของทิศทางลม ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุห้วงอากาศ	45
15	แสดง rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุห้วงอากาศ	46

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์ต้องอาศัยปัจจัย 4 ประการ คือ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรคแล้ว ปัจจัยสำคัญที่จะขาดเสียไม่ได้คือ อากาศ ซึ่งนอกจากจะมี ความจำเป็นในการใช้หายใจโดยตรงแล้ว สุกิตติ กระจ่างเยา ได้กล่าวว่า การผันแปรของลมฟ้าอากาศยังมี อิทธิพลที่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อการดำรงชีวิตอยู่บนโลก ของมนุษย์อยู่เสมอมา นอกจากนั้นยังได้ ให้ความเห็นต่อไปว่า อิทธิพลของลมฟ้าอากาศนอกจากจะส่งผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตและความเป็นอยู่ ของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการผลิตทางการเกษตร การคมนาคมขนส่ง การพลังงาน เป็นต้น ดังนั้นการที่มนุษย์จะดำเนินชีวิตได้อย่างเป็นปกติสุขนั้น จึงควรที่จะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะ ต่าง ๆ ของลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นเพราะปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมาในพื้นที่แต่ละส่วนของโลกนั้น มี เหตุผลที่สำคัญประการหนึ่งคือ ความแตกต่างของลมฟ้าอากาศของแต่ละพื้นที่(สุกิตติ กระจ่างเยา. 2524 : 185)

ความจำเป็นและความสำคัญในการที่จะพยากรณ์อากาศจึงเกิดขึ้น เนื่องจากอากาศจะมีลักษณะที่ เป็นเฉพาะตัวคือ อากาศจะไม่คงที่ จะมีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง กระจายไปในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ทั่ว ไปบนพื้นผิวโลก การเปลี่ยนแปลงของอากาศ ทำให้เกิดทั้งผลดีและ ความสูญเสียต่อมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ ของโลก การที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะ ของอากาศที่เปลี่ยนแปลงจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะการทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศ ล่วงหน้าจะเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้การคาดคะเนถึงผลผลิตทางการเกษตร ภาวะทางเศรษฐกิจ ความ รุนแรงและความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นแก่ชีวิตและทรัพย์สิน ดังการประสบกับความสูญเสียของชีวิตที่เกิดขึ้น จากอุทกภัยและวาตภัยที่เคยเกิดขึ้นมากมายหลายครั้ง ในจังหวัดภาคใต้ของประเทศไทย เช่น รายงาน ของฝ่ายวิเคราะห์และพยากรณ์ กองอุตุนิยมวิทยาอุทก กรมอุตุนิยมวิทยา ของการเกิดที่แหลมตะลุมพุก ในจังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ. 2505 มีจำนวนผู้สูญเสียชีวิตและสูญหายประมาณ 1,000 คน พ.ศ. 2518 เกิดที่จังหวัดนครศรีธรรมราช มีผู้เสียชีวิต 250 คน พ.ศ. 2531 เกิดที่จังหวัดนครศรีธรรมราช มีผู้เสียชีวิต 371 คน และสูญหาย 2 คน(กรมอุตุนิยมวิทยา ฝ่ายวิเคราะห์และพยากรณ์ กองอุตุนิยมวิทยา อุทก. 2531 : 1) พ.ศ. 2532 สุกิจ เย็นทรวง ได้กล่าวถึงการเกิดพายุไต้ฝุ่นเกย์พัดผ่านพื้นที่หลาย อำเภอในจังหวัดชุมพรและจังหวัดใกล้เคียง ทำให้มีผู้สูญเสียชีวิตและสูญหายเป็นจำนวนมาก รวมทั้งทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินเป็นมูลค่ามหาศาล(สุกิจ เย็นทรวง. 2532 : 30)

ประยูร ศาสรี กล่าวถึงอิทธิพลของอากาศว่า ผลของอากาศที่มีอิทธิพลต่อสิ่งที่มีชีวิตและความ เป็นอยู่ของมนุษย์ ทำให้มนุษย์ได้มีความพยายามที่จะทราบถึงลักษณะและความเปลี่ยนแปลงของอากาศที่จะ

เกิดขึ้นมนุษย์จึงมีการค้นคว้าในการหาคำตอบของปรากฏการณ์ของอากาศในลักษณะต่าง ๆ โดยทำการสังเกตและบันทึกเหตุการณ์ หลักฐานต่างๆ ไว้เป็นหมวดหมู่ เพื่อใช้ในการพิจารณาและวิเคราะห์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของลักษณะอากาศที่เกิดขึ้น ในการที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนแก้ไขเหตุการณ์ อันอาจจะเกิดขึ้นกับมนุษย์ได้อย่างถูกต้องล่วงหน้า (ประยูร ศาสรี. 2524 : 2)

การศึกษาหาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศแต่ละอย่าง จึงได้รับการพัฒนามากขึ้น มีการจัดระบบในการทดลอง โดยการหาความถูกต้องตามหลักวิชาการของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของลมฟ้าอากาศจนเป็นที่เชื่อถือได้ ในที่สุดจึงกลายเป็นการศึกษาในลักษณะของวิชาที่ทำการศึกษาในสถาบันการศึกษา เรียกว่าวิชา "อุตุนิยมวิทยา" ซึ่งราชบัณฑิตสถาน ได้นิยามความหมายของ "อุตุนิยมวิทยา" คือ วิชาที่ว่าด้วยเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของลมฟ้าอากาศ รวมทั้งการพยากรณ์เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ของลมฟ้าอากาศอันเกิดขึ้นในปัจจุบันและวันข้างหน้า(ราชบัณฑิตสถาน. 2517 : 13)

ไวเบอร์ก ได้กล่าวถึงวิธีการศึกษาเรื่องลมฟ้าอากาศหรืออุตุนิยมวิทยาว่า ได้มีการสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะอากาศ โดยเฉพาะส่วนที่เรียกว่า "ธาตุประกอบลมฟ้าอากาศ" (Weather Elements) หรือ "ธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา"(Element of Meteorology) ที่ประกอบด้วยลักษณะของอุณหภูมิ (Temperature) ความกดดันของอากาศ(Air Pressure) ทิศทางและความเร็วลม(Wind Direction and Wind Velocity) ชนิดและปริมาณเมฆ (Cloud) หยาดน้ำฟ้า(Precipitation) ความชื้นของอากาศ(Humidity) และพลังงานจากดวงอาทิตย์(Solar Energy) ซึ่งนักอุตุนิยมวิทยาจะหาความเกี่ยวข้องของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยานี้ต่าง ๆ โดยการนำมาหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (Weiberg. 1976 : XII)

การพยากรณ์อากาศจะใช้ข้อมูลต่าง ๆ ของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา กองพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา กล่าวว่า ข้อมูลของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยานั้น จะเป็นพื้นฐานในการนำมาคาดคะเนลักษณะของอากาศที่จะเกิดขึ้นในเวลาต่อไป ซึ่งจะเรียกว่า "การพยากรณ์อากาศ"(Weather Forecast) หมายถึง การคาดหมายสภาวะของลมฟ้าอากาศ รวมทั้งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาข้างหน้า และได้กล่าวต่อไปว่า การจะพยากรณ์อากาศในพื้นที่ใด ๆ ก็ตาม จำเป็นที่จะต้องทราบสภาวะของบรรยากาศที่ครอบคลุมในพื้นที่บริเวณนั้น ๆ ว่าประกอบไปด้วยระบบลมฟ้าอากาศอย่างไร และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นจะทำให้ลักษณะอากาศประเภทใดเกิดขึ้นในพื้นที่นั้นในเวลาต่อไป สภาวะอากาศในบริเวณหนึ่ง ๆ จะทราบได้โดยการใช้เครื่องมือทางอุตุนิยมวิทยาทำการตรวจวัด เนื่องจากบรรยากาศของโลกมีความหนาหลาย ๆ ร้อยไมล์ ฉะนั้นการตรวจอากาศและการพยากรณ์อากาศจะทำได้ถูกต้องแม่นยำ จะต้องมีการตรวจลักษณะอากาศที่ระดับชั้นบรรยากาศต่าง ๆ หลายระดับ ทั้งบรรยากาศพื้นผิวโลก และบริเวณที่อยู่ระดับสูงขึ้นไปจากผิวโลก (กรมอุตุนิยมวิทยา กองพยากรณ์อากาศ. 2532 : 21)

สรณี แสงมิตร ได้กล่าวถึงข้อมูลที่น่าสนใจในการพยากรณ์อากาศในประเทศไทยว่า มีการใช้ข้อมูลต่างๆ ของลักษณะอากาศโดยอยู่ในความรับผิดชอบของกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม ที่จะทำการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลลักษณะลมฟ้าอากาศ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์และพยากรณ์อากาศ โดยมีการตรวจวัดข้อมูลลักษณะอากาศผิวพื้น ข้อมูลอากาศชั้นบนและข้อมูลอากาศภาคพื้นทะเล (สรณี แสงมิตร. 2531 : 17)

การตรวจวัดลักษณะอากาศ จากข้อกำหนดขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก ที่ได้กำหนดไว้คือ การตรวจวัดลักษณะอากาศผิวพื้น จะทำการการตรวจวัดด้วยเครื่องมือตรวจอากาศชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ตรวจวัดลักษณะของอากาศตามสถานีตรวจอากาศ มีการกำหนดมาตรฐานความห่างของแต่ละสถานีตรวจอากาศภาคพื้นดินอยู่ห่างกันไม่เกิน 150 กิโลเมตร ส่วนในการตรวจอากาศชั้นบนของสถานีที่ทำการตรวจวัดจะมีความห่างกันตามกำหนดไม่เกิน 300 กิโลเมตร แต่หากมีความจำเป็นที่ไม่สามารถจะทำการตั้งสถานีเพื่อทำการตรวจวัดอากาศได้โดยทั่วถึง ความห่างกันของสถานีตรวจอากาศผิวพื้น จะสามารถใช้ระยะห่างกันไม่เกิน 500 กิโลเมตร และสถานีตรวจอากาศชั้นบนจะมีความห่างได้ในระยะ 1,000 กิโลเมตร (WMO.1971 : 1.2) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ข้อมูลของการตรวจอากาศของประเทศไทย ที่ทำการตรวจวัดลักษณะอากาศชั้นบน ตามศูนย์อุตุนิยมวิทยาประจำภาคต่างๆ ทั้ง 5 สถานีนั้น ถึงแม้จะมีความห่างอยู่ในเกณฑ์ของการกำหนดระยะห่างของสถานีขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก แต่ก็ทำให้ได้ข้อมูลมีรายละเอียดน้อย

จากการสัมภาษณ์ถึงการตรวจอากาศชั้นบนในประเทศไทย จงกลนี้ อยู่สบาย ได้กล่าวว่า การตรวจอากาศชั้นบนในประเทศไทยมีการตรวจอากาศสองแบบ คือ การตรวจวัดด้วยบัลลูนตรวจอากาศ ที่ทำการตรวจวัดทิศทางและความเร็วลม โดยการส่องกล้องธีโอโดไลท์(Theodolite)มีจำนวนสถานี 11 แห่งทั่วประเทศไทย และการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศ(Radiosonde) ที่ส่งขึ้นไปตรวจวัดลักษณะอากาศชั้นบนในระดับความกดอากาศต่าง ๆ ของข้อมูลด้านอุณหภูมิของอากาศ ความชื้น ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลของระดับความกดอากาศต่าง ๆ ซึ่งจะทำการตรวจตามศูนย์อุตุนิยมวิทยาประจำภาคต่าง ๆ รวม 5 สถานี (จงกลนี้ อยู่สบาย เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, กิตติพงศ์ ทองปลิว เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่สถานีรับภาพจากดาวเทียม กรมอุตุนิยมวิทยา เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2534.) นอกจากนั้นในการใช้ข้อมูลเพื่อการพยากรณ์อากาศในประเทศไทย จงกลนี้ อยู่สบาย ได้กล่าวไว้ในเอกสารเผยแพร่ของกรมอุตุนิยมวิทยาว่า ข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศผิวพื้น การตรวจอากาศชั้นบน จะใช้ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเสมือนอยู่กับที่ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดลักษณะอากาศด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น เรดาร์ (RADAR) รวมทั้งข้อมูลลักษณะอากาศที่ได้รับจากต่างประเทศในการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา (จงกลนี้ อยู่สบาย. 2534 : 1-5)

ปัจจุบันการตรวจวัดลักษณะอากาศด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ได้พัฒนาให้มีขีดความสามารถในการตรวจวัดลักษณะอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดที่

สามารถทำการตรวจวัดข้อมูลของอากาศได้อย่างละเอียดนอกจากเครื่องมือที่สามารถตรวจวัดบันทึกข้อมูลโดยอาศัยหลักการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแสดงเป็นภาพของเมฆและพื้นผิวส่วนต่าง ๆ ของโลกแล้วยังมีการพัฒนาการตรวจวัดลักษณะอากาศแนวตั้ง (Air Vertical Sounder) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจวัดโดยเครื่องมือตรวจอากาศ ที่ส่งไปกับดาวเทียมชุดโนอา (NOAA) ภายใต้ชื่อว่า "การตรวจวัดอากาศแนวตั้งโดยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา" (TIROS Operational Vertical Sounder: TOVS) ซึ่งเรียกสั้น ๆ ว่า "ทอฟส์" เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำการตรวจวัดลักษณะอากาศแนวตั้ง มีการส่งข้อมูลเป็นระบบตัวเลข (Digital) ที่มีความละเอียดและความถูกต้องของข้อมูลสูง (Laurtain, Nelson and Porta. 1988 : 2) ข้อมูลของอากาศชั้นบนที่ทำการตรวจวัดด้วยทอฟส์นั้น ฟิลลิป ได้กล่าวว่า มีข้อดีคือสามารถที่จะทำการตรวจวัดได้อย่างละเอียดทุกพื้นที่ โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของสภาพภูมิประเทศ ไม่ว่าพื้นที่จะเป็นภูเขาสูง พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยหิมะและน้ำแข็งหรือแม้แต่พื้นที่ที่เป็นทะเลมหาสมุทร เพราะในการตรวจวัดแต่ละจุดนั้น สามารถจะออกแบบให้เครื่องมือสามารถจะทำการตรวจวัดได้ในทุกทางของละติจูดและลองจิจูดตักัน (Phillips. 1979 : 1190)

จากข้อมูลของทอฟส์ จะทำให้ได้ข้อมูลของลักษณะอากาศชั้นบน มีความละเอียดมากกว่าข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนที่ทำการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศ หรือที่ทำการวัดตามสถานีตรวจอากาศชั้นบนตามศูนย์อุตุนิยมวิทยาประจำภาคต่าง ๆ ในขณะที่ยังประเทศไทยมีการตรวจวัดเพียง 5 สถานี เท่านั้น ข้อมูลทอฟส์จะให้ข้อมูลที่ไม่มีผลผิดพลาดอันเกิดเนื่องมาจากเครื่องมือในการตรวจ เพราะจะเป็นเครื่องมือชุดเดิม จะแตกต่างจากการตรวจด้วยวิทยุหยั่งอากาศ ที่จะต้องใช้เครื่องมือทำการตรวจชุดใหม่ทุกครั้งที่ทำการตรวจ เนื่องมาจากเครื่องมือที่ทำการตรวจในวิธีนี้ เมื่อส่งขึ้นไปตรวจแล้วไม่สามารถจะนำมาใช้ใหม่ได้ ดังนั้นอาจจะมีความแตกต่างของข้อมูลในการตรวจแต่ละครั้งเกิดขึ้นได้ ข้อดีอีกประการหนึ่งของทอฟส์ คือ ในการรับข้อมูลของทอฟส์นั้นจะใช้ค่าใช้จ่ายน้อย เนื่องจากไม่ต้องหาเครื่องมือเพิ่มเติมจากที่มีอยู่แล้วของสถานีรับสัญญาณจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา กองตรวจอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยางบประมาณที่ใช้ในการรับข้อมูลทอฟส์จึงใช้เพียงงบประมาณในค่าวัสดุสิ้นเปลืองประเภทกระดาษ ปากกา ซึ่งในปีหนึ่ง ๆ จะใช้งบประมาณราว 500 บาท เท่านั้น (เอกสารการของงบประมาณกรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2533) ส่วนการตรวจวัดข้อมูลด้วยวิทยุหยั่งอากาศนั้น จากการสัมภาษณ์ ฉลวย พุทธิม์ เกี่ยวกับงบประมาณที่ใช้ในการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศ ที่ต้องใช้เป็นจำนวนมากนั้น เนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ชุดใหม่ในการตรวจแต่ละครั้ง และในการตรวจแต่ละครั้งเครื่องมือและวิทยุหยั่งอากาศจะมีราคาประมาณ 3,000 บาท และแต่ละสถานีจะต้องทำการตรวจอย่างน้อย 2 ครั้ง (ส่วนอีกสองครั้งในการตรวจประจำวันจะใช้เครื่องมือที่ราคาต่ำกว่าสลับในการตรวจ) ในการตรวจแต่ละวันจะต้องตรวจ 5 สถานี ในปีหนึ่ง ๆ จึงต้องใช้งบประมาณเป็นจำนวนมาก (ฉลวย พุทธิม์ เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, กิตติพงศ์ ทองปลิว เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่กองตรวจอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2534.) ดังนั้นการใช้งบประมาณเป็นจำนวนมาก ในการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศนั้น จะเป็นสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้

การตรวจวัดข้อมูลอากาศชั้นบนในประเทศไทย ทำการตรวจวัดมีน้อยสถานี ทำให้ข้อมูลอากาศชั้นบนในประเทศไทยมีจำนวนข้อมูลน้อย

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลในการตรวจวัดลักษณะอากาศชั้นบน ที่ตรวจวัดด้วยวิทยุห้วงอากาศและจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาในต่างประเทศ พบว่าข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยานั้น มีความใกล้เคียงกันกับข้อมูลที่ทำกรตรวจวัดด้วยวิทยุห้วงอากาศมาก ดังพบจากการศึกษาของฟิลลิป ที่ใช้ข้อมูลการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ทำกรตรวจวัดด้วยวิทยุห้วงอากาศพบว่าในชั้นของระดับความกดอากาศที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันของข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกันเกิดขึ้นบ้าง แต่ข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบนั้นส่วนใหญ่มีความใกล้เคียงกันของข้อมูลและความถูกต้องของข้อมูลจะดีกว่า รายงานการศึกษาของเบิร์กแมนในปี 1978 (Phillips, 1979 : 1188-1197) จะสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมิธและวูล์ฟ ในการใช้ข้อมูลการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมนิมบัส 6 (NIMBUS 6) ของข้อมูลอุณหภูมิความชื้นและเมฆเมื่อทำการทดสอบข้อมูลแล้ว พบว่ามีความผิดพลาดของข้อมูลน้อยมาก เมื่อทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ทำกรตรวจวัดด้วยวิทยุห้วงอากาศและความผิดพลาดของข้อมูลนั้น จะไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างของข้อมูลอากาศ (Smith and Woolf, 1976 : 45 - 48)

จากการศึกษาของเมนเซล ในการเปรียบเทียบข้อมูลของการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลจากวิทยุห้วงอากาศ พบว่ามีผลใกล้เคียงกันกับผลที่ได้จากวิธีการของสมิธ (Smith, 1970) และซาฮีน (Chahine, 1970) ซึ่งผลที่ได้จากการเปรียบเทียบนั้นสามารถจะนำข้อมูลของการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยามาใช้แทนข้อมูล ที่ได้จากการตรวจวัดจากวิทยุห้วงอากาศได้ (Menzel, 1982 : 148-154)

จากงานของ จัสโคและคนอื่น ๆ กล่าวว่าการใช้ข้อมูลการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยานั้นมีการใช้กันมานานและมีความถูกต้องของข้อมูลมาก (Jusko and others, 1984 : 109 - 110) จะสอดคล้องกับ อาร์ย ที่กล่าวถึงข้อดีของการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาว่า สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ไปสร้างเป็นแผนที่อากาศได้ดี (Eyre, 1984 : 95-96) และตรงกันกับความเห็นของริซซี่ ที่กล่าวว่า ข้อมูลที่ได้จากวิทยุห้วงอากาศแสดงให้เห็นถึงลักษณะต่าง ๆ ที่เหมือนกันกับข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (Rizzi, 1984 : 210 - 218) ซึ่งเป็นความเห็นที่สอดคล้องกับคาลสา ที่ให้ความเห็นว่าการวัดข้อมูลของอากาศด้วยการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยานั้น เป็นวิธีการวัดที่ดีและเหมาะสมที่จะนำข้อมูลไปใช้มาก (Khalsa, 1989 : 1002-1009)

การพยากรณ์อากาศในต่างประเทศนั้น ข้อมูลของการพยากรณ์อากาศที่ใช้ จะเป็นข้อมูลของอากาศที่ได้จากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ประกอบกับข้อมูลของอากาศที่วัดได้จากสถานีตรวจอากาศภาคพื้นดิน การพยากรณ์อากาศที่ได้นั้นส่วนใหญ่มีความถูกต้องแม่นยำ โดยเฉพาะประเทศที่

มีอาณาเขตอยู่ในละติจูดสูง การพยากรณ์จะทำได้อย่างถูกต้องแม่นยำมาก ในเรื่องนี้ สุกิจ เจริญพรวง ได้ให้ความเห็นว่า การพยากรณ์อากาศในเขตละติจูดสูงจะสามารถทำได้ง่ายกว่า เนื่องจากสภาพอากาศในเขตละติจูดสูงนั้น จะมีมวลอากาศที่เกิดขึ้นจากแนวปะทะอากาศ ที่สามารถจะทำการตรวจวัดได้อย่างชัดเจนจากภาพถ่ายจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ลักษณะของอากาศจะมีความเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า ส่วนอากาศในประเทศไทยนั้นการเปลี่ยนแปลงของอากาศมีอยู่ตลอดเวลา ทำให้การพยากรณ์อากาศเป็นไปได้ยากกว่า (สุกิจ เจริญพรวง, 2533 : 50) การเปลี่ยนแปลงของอากาศนั้น บานทิพย์ อัครวานิช กล่าวไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงของอากาศที่เกิดขึ้นนั้นจะมีผลมาจาก ปัจจัยทางพื้นที่ เป็นตัวควบคุมภูมิอากาศ คือระดับละติจูด ระยะทางห่างจากทะเล ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล กระแสน้ำในมหาสมุทร ลักษณะภูมิประเทศและมนุษย์ (บานทิพย์ อัครวานิช, 2525 : 17-18) เมื่อปัจจัยทางพื้นที่มีความแตกต่างกัน จะทำให้ลักษณะของอากาศมีความเปลี่ยนแปลงในแต่ละพื้นที่ที่มากน้อยต่างกัน การเปลี่ยนแปลงของลักษณะอากาศในประเทศไทยที่อยู่ในเขตละติจูดต่ำ มีสถานีตรวจอากาศที่อยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ กันในแต่ละภาค ซึ่งองค์ประกอบของตัวควบคุมลักษณะของลมฟ้าอากาศก็จะมีผลแตกต่างกันในแต่ละสถานี เช่น ความสูงของพื้นที่ ระยะทางห่างจากทะเล เป็นต้น สิ่งเหล่านี้อาจจะจะมีผลกระทบในการตรวจวัดข้อมูลจากวิทยุหิ้งอากาศและการตรวจวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา อันอาจจะทำให้ข้อมูลในการตรวจวัดที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีมีความแตกต่างกัน ดังเช่นในการศึกษาของสมิทและคนอื่น ๆ พบว่าข้อมูลที่ทำการตรวจวัดอากาศแนวตั้งด้วยวิทยุหิ้งอากาศ และจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยามีความแตกต่างกันจากการเปรียบเทียบในพื้นที่เหนือมหาสมุทรและพื้นที่เหนือทวีป (Smith and others, 1979 : 1177-1187)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่าการใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา หรือ "ข้อมูลทอพล" นั้นมีความละเอียดถูกต้องของข้อมูลมากเมื่อได้รับการพัฒนาเครื่องมือที่ทำการตรวจวัดอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่ผ่านมา การใช้ข้อมูลการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยามีการใช้มากขึ้นในนานาประเทศทั้งในยุโรป อเมริกาและเอเชีย แต่การใช้ข้อมูลการตรวจอากาศจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเพื่อการพยากรณ์อากาศในประเทศไทย จะใช้ข้อมูลที่เป็นภาพถ่ายจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ที่เป็นภาพรายละเอียดสูง (Advance Very High Resolution Radiometer : AVHRR) เท่านั้น ส่วนการใช้ข้อมูลการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยานั้น ยังไม่มีการใช้เพื่อการพยากรณ์อากาศในประเทศไทย ในขณะที่สามารถทำการรับข้อมูลการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาได้ โดยสถานีรับสัญญาณจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับในการทดสอบความแตกต่าง ของข้อมูลการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา กับข้อมูลที่ตรวจวัดจากวิทยุหิ้งอากาศหรือที่ตรวจวัดลักษณะอากาศชั้นบนได้จากสถานีตรวจภาคพื้นดิน ยังไม่มีการทำการศึกษาถึงความแตกต่างหรือความใกล้เคียงของข้อมูล อันจะมีผลต่อการนำผลของการศึกษานั้นมาเป็นแนวทางในการใช้ข้อมูลการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เพื่อการพยากรณ์อากาศในประเทศไทย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาถึงลักษณะความแตกต่าง หรือความใกล้เคียง

กัน ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นจากการตรวจวัดข้อมูลทั้งสองวิธี ว่าจะมีความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันของข้อมูลอย่างไร เมื่อทำการเปรียบเทียบกันในแต่ละสถานี และในความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นนั้นในแต่ละระดับความกดอากาศจะมีความมากน้อยต่างกันอย่างไร รวมทั้งการพิจารณาถึง ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่อาจจะมามีอิทธิพลต่อความแตกต่างของข้อมูลที่ทำกรเปรียบเทียบในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้ข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนที่ตรวจวัดได้จากวิทยุหยั่งอากาศเปรียบเทียบกับการตรวจวัดอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาหรือข้อมูลทอพอส์

จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เปรียบเทียบข้อมูลเชิงสถิติของการตรวจวัดลักษณะอากาศชั้นบนในประเทศไทย ระหว่างการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศกับการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาโดย
 - 1.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลเชิงสถิติที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีเป็นรายสถานี
 - 1.2 เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของข้อมูลเชิงสถิติที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีตามระดับความกดอากาศที่แตกต่างกัน
2. ศึกษาถึงอิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา ที่มีผลต่อค่าของความแตกต่างของข้อมูลที่ทำกรเปรียบเทียบกันจากการตรวจวัดทั้งสองวิธี

สมมติฐานที่ใช้ในการศึกษา

1. ข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนในประเทศไทย ระหว่างการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศและการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา น่าจะใกล้เคียงกัน
2. ความแตกต่างของข้อมูลที่ทำกรเปรียบเทียบในแต่ละสถานี น่าจะแตกต่างกัน
3. ค่าความแตกต่างของข้อมูลที่ทำกรเปรียบเทียบในแต่ละระดับความกดอากาศ น่าจะแตกต่างกัน
4. ธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยาน่าจะมีอิทธิพลต่อผลต่างที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธี

ความสำคัญของการศึกษา

1. สามารถใช้เป็นแนวทางในการนำข้อมูลการตรวจอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา มาใช้เพื่อการพยากรณ์อากาศในประเทศไทยเพิ่มเติม หรือ ทดแทน การตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ
2. ทราบถึงผลของความแตกต่างกันของข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนของประเทศไทย ที่ได้จาก

การตรวจอากาศแนวดิ่งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา กับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศว่ามีมากน้อยเพียงใด

3. ทราบถึงผลของความแตกต่างกันของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีว่ามีความแตกต่างหรือใกล้เคียงกันอย่างไรในแต่ละสถานี และในแต่ละระดับความกดอากาศเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ปรับค่าของผลการตรวจวัดอากาศชั้นบนของการตรวจอากาศแนวดิ่งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

4. ทราบถึงอิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา ที่มีผลต่อค่าความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นในการเปรียบเทียบข้อมูลการตรวจอากาศแนวดิ่งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหยั่งอากาศ

ขอบเขตในการศึกษา

1. ใช้ข้อมูลการตรวจอากาศแนวดิ่งจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลที่ตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศ และข้อมูลลักษณะอากาศผิวพื้นได้จากสถานีตรวจอากาศจากการตรวจวัดตามศูนย์อุตุนิยมวิทยาประจำภาค กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นเวลา 5 เดือน ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2533 ถึง วันที่ 31 มีนาคม 2534

2. ธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการหาอิทธิพลที่มีต่อผลต่างของการเปรียบเทียบข้อมูล ได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณเมฆ

3. ข้อมูลที่ทำการเปรียบเทียบที่ใช้จากสถานีตรวจอากาศตามศูนย์อุตุนิยมวิทยาประจำภาค คือ ศูนย์อุตุนิยมภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ กรมอุตุนิยม (บางนา) กรุงเทพฯ ศูนย์อุตุนิยมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานี ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา และศูนย์อุตุนิยมภาคใต้ฝั่งตะวันตก จังหวัดภูเก็ต รวม 5 สถานี

4. ข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ทิศทางและความเร็วลม ในระดับความกดอากาศต่าง ๆ

ข้อตกลงในการศึกษา

1. ข้อมูลการตรวจวัดอากาศแนวดิ่งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา จะใช้ชื่อเรียกว่า "ข้อมูลทอพลัส" ในการทำการศึกษาค้นคว้า

2. ระดับความสูงที่กำหนดในการใช้ข้อมูลคือ ความสูงที่เป็นค่าของความกดอากาศ ใช้ระดับความสูง 850 , 500 และ 300 hPa(hecto Pacal)

3. ข้อมูลที่ได้รับจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาและจากการตรวจด้วยวิทยุหยั่งอากาศในเวลาห่างกันไม่เกิน 3 ชั่วโมง และระยะทางห่างกันไม่เกิน 150 กิโลเมตร ถือว่าเป็นข้อมูลทำการตรวจวัดพร้อมกัน

4. ข้อมูลที่ได้รับจากกรมอุตุนิยมวิทยาถือว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง

5. ความใกล้เคียงกันของข้อมูลที่ทำกรเปรียบเทียบกัน พิจารณาจากค่า rms (root mean square) จะถือตามงานวิจัยของเจ้าหน้าที่ขององค์การ NASA

6. หน่วยวัดค่าของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา ที่นำมาหาความมีอิทธิพลต่อการเปรียบเทียบข้อมูล จะใช้เกณฑ์การวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา

7. ความแตกต่างกันระหว่างสถานี จะทดสอบค่า rms ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

นิยามศัพท์เฉพาะ

ข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบน หมายถึง ข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนที่ทำกรตรวจวัดข้อมูลด้วยวิทยุหึ่งอากาศและจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลอากาศชั้นบนในประเทศไทย หมายถึง ข้อมูลอากาศชั้นบนที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีตามศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคต่าง ๆ

วิทยุหึ่งอากาศ หมายถึง การตรวจอากาศชั้นบนด้วยการผูกวิทยุหึ่งอากาศ(Radiosonde) ติดกับบอลลูนที่ปล่อยลอยขึ้นไปเพื่อตรวจลักษณะอากาศชั้นบน แล้วส่งข้อมูลอากาศมายังสถานีรับภาคพื้นดิน รวมทั้งการตรวจด้วยเครื่องมืออื่น ๆ ที่เป็นการตรวจอากาศชั้นบนในสถานีตรวจอากาศต่าง ๆ ที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ

ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา หมายถึง ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาที่ส่งข้อมูลการตรวจอากาศในแนวตั้งหรือข้อมูลทอพลี มายังสถานีรับสัญญาณภาคพื้นดิน

ข้อมูลทอพลี หมายถึง ข้อมูลผลการตรวจอากาศแนวตั้งที่ทำกรตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา(TOVS:TIROS Operation Vertical Sounder)ที่สามารถจะรับสัญญาณของข้อมูลนี้ได้ โดยสถานีรับ สัญญาณภาคพื้นดินจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม

ธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา หมายถึง ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณเมฆ

สถานีตรวจอากาศ หมายถึง สถานีตรวจอากาศตามศูนย์อุตุนิยมวิทยาประจำภาคต่าง ๆ ที่มี การตรวจวัดลักษณะอากาศชั้นบนด้วยเครื่องมือตรวจอากาศชั้นบน ได้แก่ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุดรธาธานี กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพฯ (บางนา) ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา และศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก จังหวัดภูเก็ต

ระดับความกดอากาศ หมายถึง ระดับที่มีความกดอากาศเท่ากัน หน่วยเป็น hPa(hecto Pascal) หรือ mb (millibar)

ความสูงเป็นเมตร หมายถึง ระดับความสูงที่ส่งจากระดับน้ำทะเล ณ ระดับความกดอากาศระดับใดระดับหนึ่ง

ค่า rms (root mean square) หมายถึง ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดจากการเปรียบเทียบกันของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยวิทยุหึ่งอากาศกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา หาได้จาก การหาค่าความแตกต่างในแต่ละค่าที่เกิดจากการเปรียบเทียบ นำไปยกกำลังสองเพื่อจัดค่าลบ นำค่าผลรวมมาหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด แล้วถอดรากที่สอง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในด้านการตรวจลักษณะของอากาศแนวดิ่ง จากการตรวจวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาได้มีการศึกษากันมาเป็นเวลานานในต่างประเทศ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการพยากรณ์อากาศ ซึ่งจะมีการกระทำอย่างต่อเนื่อง โดยการนำข้อมูลที่ตรวจวัดจากวิทยุห้วงอากาศเป็นข้อมูลหลัก แล้วนำข้อมูลที่ทำการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยามาเปรียบเทียบกับจนกระทั่งในปัจจุบันนี้ในต่างประเทศได้มีการยอมรับและใช้ข้อมูลการตรวจอากาศแนวดิ่งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาหรือข้อมูลทอพลีมาใช้ในการพยากรณ์อากาศ ส่วนประเทศไทยนั้นการศึกษามูลอุตุนิยมวิทยาจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา จะมีเฉพาะการศึกษาในส่วนของข้อมูลที่เป็นภาพรายละเอียดสูง (AVHRR) อยู่บ้างเป็นจำนวนไม่มากนัก ผลการศึกษาและเอกสารของข้อมูลการตรวจอากาศแนวดิ่ง จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาส่วนใหญ่จึงเป็นผลงานจากต่างประเทศ

ประเภทของการพยากรณ์อากาศ

กองพยากรณ์อากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา แบ่งการพยากรณ์อากาศแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. การพยากรณ์อากาศระยะสั้น (Short-rang forecast) เป็นการพยากรณ์อากาศในช่วง 0 - 72 ชั่วโมง
2. การพยากรณ์อากาศระยะปานกลาง (Medium-rang forecast) เป็นการพยากรณ์อากาศในระยะที่มากกว่า 72 ชั่วโมง ขึ้นไปจนถึง 10 วัน
3. การพยากรณ์อากาศระยะยาว (Long-rang forecast) เป็นการพยากรณ์อากาศในระยะเวลามากกว่า 10 วัน ขึ้นไป (กรมอุตุนิยมวิทยา. 2523 : 24)

การตรวจอากาศเพื่อการพยากรณ์

1. การตรวจอากาศผิวพื้น

การตรวจอากาศผิวพื้นจะทำการตรวจตามสถานีตรวจอากาศต่าง ๆ เพื่อนำค่าของลักษณะอากาศไปบันทึกลงในแผนที่อากาศเพื่อการพยากรณ์ รวมทั้งการเก็บสถิติข้อมูลของอากาศในแต่ละสถานี การตรวจข้อมูลอากาศผิวพื้น ตามสถานีตรวจอากาศต่าง ๆ จะทำการตรวจวัดลักษณะอากาศ หรือธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา ดังที่ ไสว สุวรรณพงศ์ กล่าวถึงธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยาที่จะต้องทำการตรวจวัด คือ

1. ลักษณะอากาศในปัจจุบันและที่ผ่านมา
2. ทิศทางและความเร็วลม
3. อุณหภูมิของอากาศ
4. ความชื้น
5. ชนิด จำนวน และความสูงของฐานเมฆ
6. ทิศนวิสัย
7. ความกดของบรรยากาศ (ไสว สุวรรณพงศ์. 2527 : 3)

2. การตรวจอากาศชั้นบน

ในการตรวจอากาศชั้นบน อีเกลแมน กล่าวว่า การตรวจอากาศชั้นบน จะทำการตรวจวัดตามสถานีตรวจอากาศที่ถูกกำหนดให้เป็นสถานีที่มีการตรวจอากาศชั้นบน โดยการใช้วิทยุหยั่งอากาศ (Radiosonde) ผูกติดไปกับบอลลูนตรวจอากาศ แล้วส่งข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบนเป็นคลื่นวิทยุกลับมายังสถานีภาคพื้นดิน โดยทำการตรวจวัดลักษณะอากาศ คือ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น และความกดอากาศ ส่วนการวัดลมนั้นจะมีเครื่องมือประกอบเพิ่มเติม เรียกการตรวจวัดลักษณะอากาศชั้นบนที่มีการบันทึกข้อมูลที่สถานีภาคพื้นดินทั้งระบบว่า เรวินซอนด์ (Rawinsond) (Eagleman, 1980 : 38-39)

3. เวลาในการตรวจวัด

การตรวจวัดข้อมูลอากาศเพื่อการพยากรณ์ ทุกสถานีที่ทำการตรวจและเป็นสมาชิกองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization : WMO) จะต้องใช้เวลาตรวจเวลาเดียวกันทั่วโลก โดยใช้เวลามาตรฐานที่กรีนิชเป็นเกณฑ์ ไม่ใช้เวลาท้องถิ่น โดยองค์การอุตุนิยมวิทยาโลกจะกำหนดเวลาตรวจดังนี้

1. การตรวจวัดอากาศผิวพื้นเพื่อการพยากรณ์ วันหนึ่ง ๆ จะต้องตรวจวัด 4 ครั้ง คือ เวลา 0000, 0600, 1200 และ 1800 นาฬิกา ของเวลามาตรฐานที่กรีนิช หากต้องการให้ข้อมูลละเอียดมากขึ้น ก็จะมีการตรวจวัดเพิ่มอีก 4 ครั้ง ในระยะเวลาห่างกัน 3 ชั่วโมง คือ ทำการตรวจเพิ่มในเวลา 0300, 0900, 1500 และ 2100 นาฬิกา

2. การตรวจวัดอากาศชั้นบน จะใช้เวลาตรวจมาตรฐานเช่นเดียวกัน โดยทำการตรวจในเวลา 0000, 0600, 1200 และ 1800 นาฬิกา หากบริเวณใดที่ทำการตรวจวัด 2 ครั้ง จะใช้เวลาตรวจ 0000 และ 1200 นาฬิกา ตามเวลามาตรฐานกรีนิช (WMO. 1971 : I.5-I.6)

การตรวจวัดอากาศชั้นบนในประเทศไทย

ฉนวน พุทธิมี กล่าวถึงการตรวจวัดอากาศชั้นบนในประเทศไทยว่า แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

การตรวจวัดด้วยการส่งสัญญาณ จะได้ข้อมูลทิศทางและความเร็วลม และการตรวจวัดด้วยวิทยุหึ่งอากาศ จะทำการตรวจวัดตามศูนย์อุตุนิยมวิทยาประจำภาคต่าง ๆ คือ

1. ศูนย์อุตุนิยมภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่
2. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานี
3. กรมอุตุนิยมวิทยา (บางนา) กรุงเทพฯ
4. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา
5. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก จังหวัดภูเก็ต

เวลาที่ใช้ในการตรวจจะใช้เวลา 0700 และ 1900 นาฬิกาของเวลาท้องถิ่น เนื่องจาก เวลาท้องถิ่นในประเทศไทยห่างจากเวลามาตรฐานกรีนิชประมาณ 7 ชั่วโมง เวลาตรวจจึงเป็นเวลาตามมาตรฐานที่กำหนด (จलय พุทธิมี เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, กิตติพงศ์ ทองปลิว เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่กองตรวจอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2534)

วิทยุหึ่งอากาศ

ไวเบอร์ก ได้กล่าวว่าการตรวจอากาศด้วยวิทยุหึ่งอากาศในการศึกษานั้น หมายถึง การตรวจอากาศด้วยวิทยุหึ่งอากาศ (Radiosonde) เป็นเครื่องมือการตรวจอากาศ โดยการตรวจวัดลักษณะอากาศชั้นบน ตามระดับความสูงจากพื้นผิวไปถึงประมาณ 30 กิโลเมตร ตัวเครื่องจะประกอบไปด้วยเครื่องส่งและเครื่องบันทึกข้อมูล ในการตรวจจะทำการผูกติดไปกับบอลลูนตรวจอากาศที่มีขนาดใหญ่แล้วปล่อยให้ลอยไปสู่อากาศ ภายในเครื่องมือจะมีวงจรที่ใช้วัดความกดดันของอากาศ ความชื้น ทิศทางและความเร็วลม เมื่อบันทึกข้อมูลแล้วจะส่งข้อมูลมายังสถานีรับภาคพื้นดิน เมื่อลอยขึ้นไปถึงระดับความสูงที่กำหนดไว้ บอลลูนจะแตกเครื่องมือจะมีร่มชูชีพพ่วงตัวลงสู่พื้น (Weiberg. 1976 : 137)

การตรวจอากาศแนวตั้งด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ฟิลลิป ได้กล่าวถึงลักษณะของการตรวจอากาศจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาว่า จะทำให้ได้ข้อมูลของอากาศเป็นทั้งข้อมูลของภาพรายละเอียดสูง และข้อมูลที่เป็นปริมาณของลักษณะอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา หรือ ข้อมูลทอพลี ซึ่งจะทำการวัดค่าของลักษณะอากาศเหมือนกับการตรวจวัดภาคพื้นดิน แต่พื้นที่ในการตรวจนั้นจะไม่แน่นอน ไม่เป็นบริเวณเดียวกันทุกครั้ง เนื่องจากผลของวงโคจรของดาวเทียม เครื่องมือจะถูกตั้งไว้เพื่อที่จะทำการวัดทุกบริเวณที่ละติจูดและลองจิจูดตัดกัน โดยกำหนดความถี่ทางดังนี้คือ

- ทุก 1 องศาตัดกันในเขตพื้นที่ 40 - 60 องศาเหนือ
- ทุก 1.5 องศาตัดกันในเขตพื้นที่ 30 - 40 องศาเหนือและ 60 - 80 องศาเหนือ
- ทุก 2 องศาตัดกันในเขตพื้นที่ 10 - 30 องศาเหนือและ 80 - ขั้วโลกเหนือ

ทุก 3 องศาตั้งกันในเขตพื้นที่ 10 องศาเหนือลงไปถึงขั้วโลกใต้ (Phillips. 1979 : 1188-1197)

เวลาในการรับข้อมูลของดาวเทียม อาร์ย ได้กล่าวว่า จะทำการรับข้อมูลวันละ 2 เวลา ประมาณ 0600 และ 1800 นาฬิกา ตามเวลาท้องถิ่น ซึ่งจะมีความคลาดเคลื่อนบ้าง แต่ก็ถือว่าข้อมูลที่ได้ในเวลาที่ไม่ห่างจากการตรวจภาคพื้นดินไม่เกิน 3 ชั่วโมง และระยะทางห่างจากสถานีทำการตรวจวัดไม่เกิน 150 กิโลเมตร จะถือว่าเป็นข้อมูลในเวลาและพื้นที่เดียวกันกับข้อมูลที่ตรวจวัดในภาคพื้นดิน (Eyre. 1984 : 96)

ความรู้เกี่ยวกับดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

เฮียร์และฮิลเกอร์ ได้กล่าวถึงความเป็นมาของการตรวจอากาศด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาว่า เกิดจากความสนใจและการเรียนรู้เกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยา ได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากและรวดเร็ว เมื่อมีการพัฒนาการส่งดาวเทียมออกไปโคจรรอบโลก สามารถที่จะสร้างเครื่องมือในการตรวจวัดลักษณะต่างๆ ของโลกได้ รวมทั้งปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับบรรยากาศของโลก ได้เป็นผลสำเร็จ การส่งดาวเทียมเพื่อวัตถุประสงค์ในทางอุตุนิยมวิทยาโดยเฉพาะนั้น ได้มีการเริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1960 โดยความร่วมมือระหว่างสหรัฐอเมริกาและสหภาพโซเวียต หลังจากนั้นการพัฒนาดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาก็เจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็ว (Hear and Hillger. 1981 : 8) จนกระทั่งในปัจจุบันนี้มีดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาโคจรรอบนอท้องฟ้าเป็นจำนวนมาก ตลอดจนการใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาก็มีการใช้อย่างแพร่หลายในนานาประเทศ

คาราสรี ศรีแสงทอง ได้กล่าวถึง วัตถุประสงค์ของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาที่กำหนดโดย NOSS (National Operational Meteorological Satellite System) คือ

1. เพื่อถ่ายภาพชั้นบรรยากาศของโลก
2. เพื่อให้ได้ภาพต่อเนื่องของข้อมูลบรรยากาศของโลกเพื่อเก็บและถ่ายทอดข้อมูลให้แก่สถานีรับข้อมูลภาคพื้นดิน
3. เพื่อทำการตรวจวัดลักษณะอากาศของโลก (คาราสรี ศรีแสงทอง. 2527 : 11)

วงโคจรของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

วงโคจรของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา จากข้อเขียนของ คาราสรี ศรีแสงทอง ได้แบ่งลักษณะการโคจรของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การโคจรเสมือนอยู่กับที่ (Earth Synchronous Orbiting or Geostationary Orbiting) เป็นการโคจรที่ความเร็วของดาวเทียมที่ใช้ในการโคจร จะสอดคล้องกับความเร็วในการหมุนของโลก จึงทำให้ดาวเทียมประเภทนี้เสมือนลอยนิ่งอยู่กับที่

2. การโคจรใกล้ขั้วโลก (Near Polar Orbiting or Sunsynchornous Orbiting) ดาวเทียมจะโคจรผ่านขั้วโลก ซึ่งสอดคล้องกับดวงอาทิตย์ โดยจะโคจรผ่านแนวศูนย์สูตรในเวลาท้องถิ่นเดียวกัน (ดาราศาสตร์ ศรีแสงทอง. 2527 : 11)

ดาวเทียมโนอา (NOAA)

พลาเน็ต ได้กล่าวถึงดาวเทียมโนอาว่า เป็นดาวเทียมที่ได้รับการพัฒนาต่อเนื่องมาจากการเริ่มต้นของโครงการดาวเทียมสำรวจโลก จะมีวงโคจรแบบผ่านขั้วโลก เริ่มโครงการในปี ค.ศ. 1960 โดยเริ่มส่งดาวเทียมไทรอส-1 และมีการปรับปรุงในขั้นที่ 2 เป็นดาวเทียมไทรอสรุ่นปรับปรุง (Improved TIROS Operatooin Satellite : ITOS) และในการปรับปรุงได้เปลี่ยนชื่อดาวเทียมในชุดที่ได้รับการปรับปรุงนี้เป็นดาวเทียมชุดโนอา (NOAA:Natoinal Oceanographicand Atmos- peric Administration)

ดาวเทียมโนอา มีวงโคจรสูงประมาณ 830-870 กิโลเมตร ใช้เวลาโคจรรอบโลก รอบละ 102 นาที เครื่องมือจะทำงานตลอด 24 ชั่วโมง การส่งข้อมูลจะเป็นการส่งข้อมูลเวลาจริง คือ การถ่ายภาพแล้วส่งสัญญาณสู่ภาคพื้นดินทันที จะให้ภาพที่มีรายละเอียดสูง และการส่งสัญญาณการตรวจสอบสถานะภาคพื้นดินโดยตรง

เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกและส่งข้อมูลจะให้รายละเอียดของข้อมูลในรูปต่างๆ กันคือ

1. ข้อมูลภาพรายละเอียดสูง (AVHRR:Advance Very High Resolution Radiometer) เป็นการถ่ายภาพแบบเครื่องกวาดภาพจากการสะท้อนของคลื่น (Scanning Radiometer) มีการรับภาพได้ 5 ช่วงคลื่น

2. ข้อมูลทอพลี (TOVS:TIROS Operational Vertical Sounder) สามารถส่งข้อมูลได้ทั้งในลักษณะของข้อมูลภาพรายละเอียดสูง(HRPT : High Resolution Picture Transmission) และสัญญาณการตรวจโดยตรง (DSB : Direct Sounder Broadcast) มายังสถานีรับภาคพื้นดินในลักษณะของข้อมูลตัวเลข (digital) ชุดเครื่องมือที่ทำการตรวจวัดลักษณะของอุณหภูมิ และความชื้นของบรรยากาศของเครื่องมือทอพลีนั้น มีเครื่องมือที่ทำการตรวจวัดอากาศแนวตั้ง 3 ชุด คือ

2.1 การตรวจวัดในช่วงคลื่นอินฟราเรดรายละเอียดสูง (High Resolution Infrared Radiation mod 2 : HRIR / 2) ตามสมการ

$$T = \sum_{j=1}^4 a_j \bar{x}_j$$

T = อุณหภูมิ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง a = ค่าสัมประสิทธิ์

2.2 หน่วยตรวจวัดชั้นบรรยากาศ(Stratospheric Sounding Unit:SSU) จะมีการตรวจวัด 3 ช่วงคลื่น แต่ละช่วงคลื่นจะวัดจากความกดอากาศในกลุ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งความกดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะหมายถึงความสูง (Peak) ของระดับชั้นในบรรยากาศ

3. หน่วยตรวจวัดในช่วงคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Sounding Unit:MSS) การตรวจวัดของเครื่องมือชุดนี้จะทำการตรวจวัดเสถียรภาพของอากาศ (stability) และคำนวณผลเป็นจำนวนต่อค่าความยาวของการแผ่รังสี (digital counts per radiance) (Planet. 1988 : 1-7)

ข้อมูลทอพลีที่กรมอุตุนิยมวิทยาเลือกใช้ในปัจจุบัน

จกกลนี้ อยู่สบาย ได้กล่าวถึงข้อมูลทอพลีที่กรมอุตุนิยมวิทยาเลือกใช้ในการพยากรณ์อากาศ มีดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิของอากาศ
2. อุณหภูมิจุดน้ำค้าง
3. ทิศทางและความเร็วลม
4. ความสูง (เป็นเมตร) ของระดับความกดอากาศต่าง ๆ (จกกลนี้ อยู่สบาย เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, กิตติพงศ์ ทองปลิว เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่สถานีรับภาพถ่ายจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2535.)

จากที่กล่าวมาแล้ว จะพบว่าการตรวจอากาศแนวดิ่งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาหรือข้อมูลทอพลีจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยานั้น ได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง และสามารถจะวัดลักษณะต่าง ๆ ของอากาศได้รวมทั้งสามารถจะรับข้อมูลทอพลีในประเทศไทยได้

ความถูกต้องของข้อมูลอากาศแนวดิ่งจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา

ในการศึกษาของสมิทและวูล์ฟ ได้ทำการศึกษาข้อมูลการตรวจอากาศแนวดิ่งของเครื่องมือตรวจอากาศจากดาวเทียมนิมบัส 6 (NIMBUS 6) ในเรื่องของอุณหภูมิ ความชื้น และเมฆ เมื่อทำการทดสอบกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหยั่งอากาศแล้ว พบว่ามีความผิดพลาดของข้อมูลในการตรวจวัดน้อยมาก จนไม่มีผลต่อโครงสร้างของข้อมูลลักษณะอากาศแนวดิ่ง (Smith and Woolf. 1976 : 1127-1140)

จากการศึกษาของ ฟิลลิปและคนอื่น ๆ ในการหาค่าอุณหภูมิแนวดิ่งของอากาศจากการตรวจวัดจากดาวเทียมไทโรส-เอ็น (TIROS-N) ในเดือนมีนาคม ค.ศ.1979 พบว่าค่าอุณหภูมิแนวดิ่งที่ตรวจวัดได้มีความใกล้เคียงกันกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศมาก และได้เสนอว่า ข้อมูลที่ทำการตรวจวัดลักษณะอุณหภูมิในแนวดิ่งจากดาวเทียมนั้น เป็นข้อมูลที่สามารถใช้ได้ เนื่องจากค่าความแตกต่างของข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกับนี้มีค่าน้อย คือเพียง 2 องศาเซลเซียส ในเขตละติจูดสูง และจะน้อย

กว่านั้นในเขตร้อน (ประมาณ 1.5 องศาเซลวิน)(Phillips and others. 1979 : 1188-1197) ซึ่งสอดคล้องกับผลของการศึกษาของ สมิตและคนอื่น ๆ ในปีเดียวกัน ในเรื่องการตรวจวัดอากาศแนวตั้ง จากดาวเทียมโทรส-เอ็น พบว่า ค่าของลักษณะอากาศแนวตั้งที่ได้จากการตรวจวัดจากดาวเทียมนั้น มีความใกล้เคียงกันกับค่าที่วัดได้จากวิทยุหึ่งอากาศมาก(Smith and others.1979 : 1177-1187)

การศึกษาของ โอริง เกี่ยวกับผลของความแตกต่างของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจาก ดาวเทียม เปรียบเทียบกับข้อมูลลักษณะอากาศที่วัดโดยไม่ใช่ดาวเทียม ในการศึกษาของบุคคลต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาในเรื่องนี้ในช่วงก่อนปี ค.ศ.1979 โดยการใช้ข้อมูลจากดาวเทียมมีบัส 3 และจาก ดาวเทียมโนอา 2 ในพื้นที่ต่าง ๆ กัน พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกับนั้นการเกิดความแตกต่างกัน จะมีเพียงเล็กน้อย (Ohring. 1979 : 1142-1147)

ในปี ค.ศ.1980 จากการศึกษาของชแลตเตอร์ ทำการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลทางตอนใต้ ของสหรัฐอเมริกา พบว่าลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาและการ วิเคราะห์จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาแห่งชาติ มีความแตกต่างกันน้อย (Schlatter. 1981 : 110-119)

ผลของการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการนำข้อมูลทอพลี เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุ หึ่งอากาศ โดยการนำวิธีการของสมิตและชาโฮน โดยเมนเซล พบว่า เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถนำ มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลของทอพลีได้ดี และข้อมูลอุณหภูมิของอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา สามารถนำมาใช้แทนข้อมูลที่วัดได้จากวิทยุหึ่งอากาศได้ดี (Menzell. 1982 : 148-154) สอดคล้อง กับผลการศึกษาของแมคมิลแลน ที่ทำการศึกษาในปีเดียวกันในการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากวิทยุ หึ่งอากาศกับข้อมูลทอพลี ที่ได้จากดาวเทียมโนอา 7 และ 8 จะได้ผลของลักษณะข้อมูลที่ทำการ เปรียบเทียบนั้นมีความใกล้เคียงกัน (Mcmillan. 1982:1005-1014) และจากความเห็นของริซซี่ ที่ มีความคล้ายคลึงกันของผลการศึกษาในการเปรียบเทียบ ระหว่างข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมกับข้อมูลที่ไ้ด จากวิทยุหึ่งอากาศ ที่จะแสดงให้เห็นความตรงกันของข้อมูลเป็นอย่างดี กล่าวคือ ข้อมูลที่ได้จากวิทยุ หึ่งอากาศจะมีลักษณะหลาย ๆ ประการที่เหมือนกันกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จากข้อมูลของ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา (Rizzi. 1984 : 210-218)

จากงานของจัสโคและคนอื่น ๆ ได้กล่าวถึงข้อมูลทอพลีว่า ข้อมูลทอพลีเป็นข้อมูลที่ใช้กันมานาน มีการปรับปรุงและการพัฒนาเพื่อให้ได้ความถูกต้องของข้อมูลมากขึ้น และพบว่า ข้อมูลทอพลีจะมีความ ถูกต้องมากกว่าการจำแนกและการวัดข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ที่แสดงข้อมูลที่เป็น ภาพที่มีรายละเอียดสูง(AVHRR) (Jusko and others. 1984 : 109-110)

ผลของการศึกษาของอาร์ย ในยูโกสลาเวีย ค.ศ.1981 ได้กล่าวถึงข้อดีของข้อมูลทอพลี คือ ในพื้นที่ที่มีบริเวณกว้าง การใช้ข้อมูลทอพลีในการเขียนแผนที่อากาศจะทำได้ดี และข้อมูลทอพลีสามารถ แสดงรายละเอียดของข้อมูลได้ดีกว่าการตรวจวัดแบบอื่น และพบว่าค่าความคลาดเคลื่อน (bias) ของ ข้อมูลมีไม่มากนักเมื่อทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหึ่งอากาศ (Eyre.1984 : 95-96) ซึ่ง

สอดคล้องกับความเห็นของปลาเนท ที่กล่าวถึงข้อมูลที่ได้รับจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ว่าเป็นข้อมูลที่ได้ในเชิงปริมาณและเป็นข้อมูลที่ในปัจจุบัน จึงเหมาะสมในการนำมาใช้ (Planet, 1988 : 1-7) และจะตรงกับคาสสา ที่มีความเห็นว่า การใช้ข้อมูลจากการวัดของทอพลีนั้น เป็นวิธีการวัดที่ดีและเหมาะสม ในการนำข้อมูลไปใช้ในการพยากรณ์ (Khalsa, 1990:1002-1009) ซึ่งจะเป็นความเห็นที่ตรงกันกับ อุลตาและคนอื่น ๆ ที่กล่าวถึงการใช้ข้อมูลจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาจะมีข้อได้เปรียบกว่า เนื่องจากการรับข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็วและทำกันอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา สามารถที่จะติดตามและตรวจวัดลักษณะอากาศได้อยู่ตลอดเวลา (Uita and others, 1990 : 22-34)

จากการศึกษาในเรื่องความถูกต้องของข้อมูล ที่ได้จากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ในการตรวจวัดข้อมูลลักษณะอากาศแนวตั้งนั้นพบว่า ค่าของความใกล้เคียงกันของข้อมูลมีความใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้รับจากการตรวจวัดด้วยวิทยุหึ่งอากาศ และมีความเหมาะสมที่จะนำข้อมูลมาใช้ในการพยากรณ์อากาศ เนื่องจากมีความถูกต้องของข้อมูลสูง มีการรับส่งข้อมูลในเชิงตัวเลขหรือเชิงปริมาณที่สามารถจะจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่าย สามารถจะทำการติดตามสภาพของลักษณะอากาศได้อย่างต่อเนื่องและเป็นปัจจุบัน ดังนั้นข้อมูลทอพลีที่สามารถจะรับข้อมูลได้ในประเทศไทย จึงน่าจะมี ความถูกต้องและใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยวิทยุหึ่งอากาศ

ความแตกต่างของข้อมูลที่ใช้การเปรียบเทียบ จากข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจากวิทยุหึ่งอากาศกับ ข้อมูลทอพลีในแต่ละพื้นที่

อากาศที่อยู่เหนือพื้นที่แต่ละพื้นที่นั้น จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับตัวกำหนด หรือปัจจัยทางพื้นที่เป็นตัวกำหนด เนื่องจากปัจจัยต่างๆ ในแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันจึงส่งผลให้ สภาพอากาศและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดในแต่ละพื้นที่ต่างกันไปด้วย ดังที่ แบลร์ ได้กล่าวว่า อิทธิพลของปัจจัยของพื้นที่ที่มีต่อฝน ได้แก่

1. ละติจูด
2. ระยะทางห่างจากทะเล
3. ทิศทางของลมประจำ
4. กระแสน้ำในมหาสมุทร
5. ระบบภูเขา (Blair, 1957 : 315-317)

ในความเห็นเรื่องนี้ ปานทิพย์ กล่าวไว้ว่า องค์ประกอบที่เป็นตัวควบคุมบรรยากาศ คือ

1. ระดับละติจูด
2. ความแตกต่างของพื้นดินและพื้นน้ำ
3. กระแสน้ำในมหาสมุทร
4. ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล

5. ลักษณะภูมิประเทศ

6. มนุษย์ (ปานทิพย์ อัสวานิช. 2525 : 17-18)

จากข้อเขียนของ ประเสริฐ วิทยารัฐ สรุปได้ว่า ในพื้นที่ของจังหวัดต่างๆ ที่เป็นที่ตั้งของศูนย์
อุตุนิยมวิทยาในประเทศไทย จะมีลักษณะและปริมาณของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยาแตกต่างกัน
สืบเนื่องมาจากปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน เช่น ความชื้น อุณหภูมิ เป็นต้น(ประเสริฐ วิทยารัฐ.
2532 : 1-115)

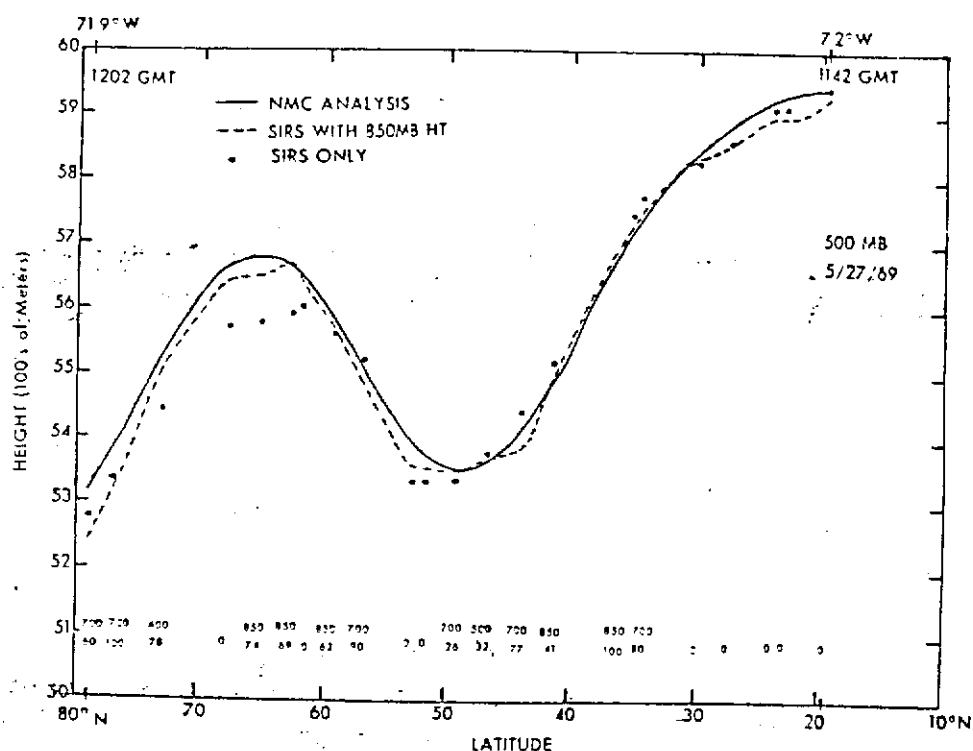
จากความเห็นของ อีเกลแมน กล่าวว่าอิทธิพลที่มีต่อลมฟ้าอากาศคือ

1. สภาพพื้นที่และกระแสน้ำในมหาสมุทร
2. อัตราการระเหยของน้ำ
3. ความชื้นของดิน
4. ปริมาณการระเหยของน้ำ
5. ความสมดุลของการระเหยของน้ำกับปริมาณการระเหย
6. ลักษณะอากาศในเมือง (Eagleman. 1985 : 340-352)

ในปี ค.ศ. 1970 จากการศึกษาของสมิทและฟอว์เซทท์ ในเรื่องการวัดลักษณะอากาศแนวตั้ง
จากการวัดข้อมูลช่วงคลื่นอินฟราเรด จากเครื่องมือของดาวเทียม Nimbus 3 ในการวัดความกดอากาศที่
ระดับ 500 มิลลิบาร์ ในแต่ละพื้นที่ที่มีความสูงของระดับความกดที่ระดับ 500 มิลลิบาร์ ของความสูง
เป็นเมตร ของแต่ละจุดที่แตกต่างกัน (Smith and Fawcett. 1970 : 39 - 62) ดังแสดงใน
ภาพประกอบ 1

จากการศึกษาเปรียบเทียบ ข้อมูลการวัดอุณหภูมิและปริมาณไอน้ำในอากาศ ของ สมิทและวูล์ฟ
พบว่า ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเสมือนอยู่ก้นที่ เปรียบเทียบกับข้อมูลที่สามารถตรวจวัดภาค
พื้นดินในปี 1976 พบว่าความแตกต่างของข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบกันในเขตละติจูดสูงกับละติจูด
กลาง ค่าแตกต่างกัน (Smith and Woolf. 1976 : 45-48)

ค.ศ.1979 จากการศึกษาเรื่องการตรวจวัดอากาศแนวตั้งของดาวเทียมไทรอส ในการนำ
ข้อมูลทอพอมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุห้วงอากาศ ของสมิทและคนอื่น ๆ พบว่า ความแตกต่าง
ของข้อมูลที่เกิดขึ้นในการเปรียบเทียบในภาคพื้นทวีป กับในพื้นที่เหนือมหาสมุทร มีความแตกต่างกัน
(Smith and others. 1979 : 1178-1187) และผลการศึกษาจะสอดคล้องกับผลการศึกษาของ
ฟิลลิปและคนอื่น ๆ ในการนำข้อมูลของทอพอมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุห้วงอากาศ พบว่าค่า
ความแตกต่างของข้อมูลในเขตละติจูดสูง เขตละติจูดต่ำและเขตร้อน จะมีความแตกต่างกัน (Phillips
and others. 1979 : 1188-1197)

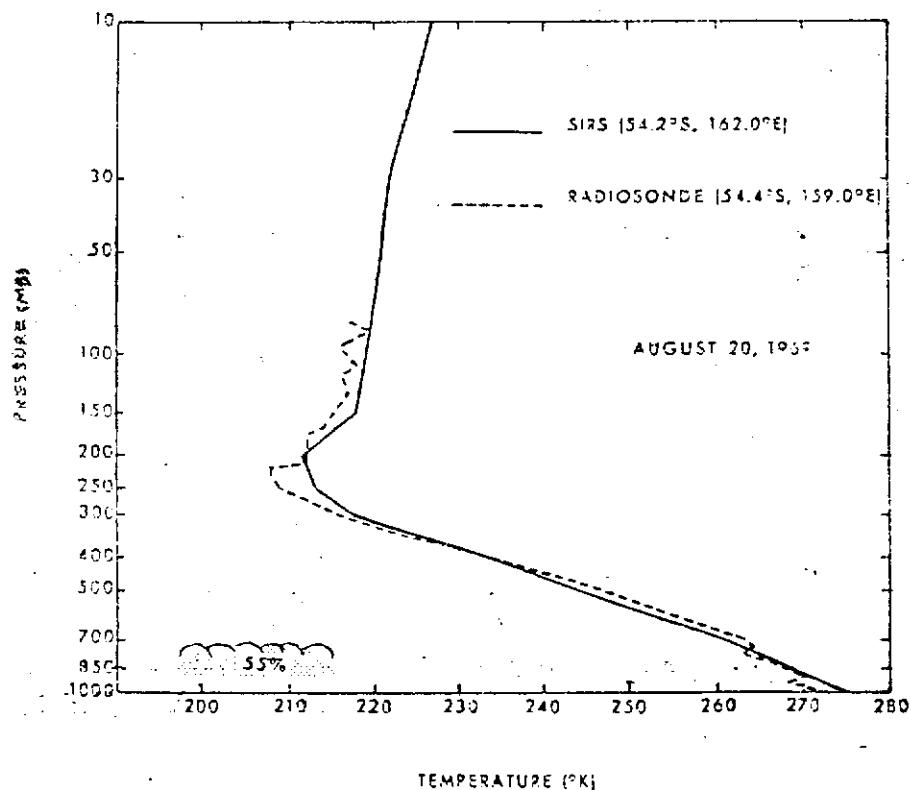


ภาพประกอบ 1 การเปรียบเทียบความสูงของระดับความกดอากาศที่ระดับ 500 มิลลิบาร์ ในแต่ละละติจูด
ที่มา : Smith and Fawcett. 1970

จากที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าลักษณะของลมฟ้าอากาศในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันตามปัจจัยทางภูมิศาสตร์และปัจจัยในพื้นที่เป็นตัวกำหนด ผลของการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละพื้นที่จึงมีความแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้น การเปรียบเทียบข้อมูลของสถานีแต่ละสถานีในประเทศไทย ที่มีความแตกต่างกันในด้านลักษณะภูมิประเทศ ความสูงของสถานีจากระดับน้ำทะเล ระยะทางที่ห่างจากทะเล ก็น่าที่จะมีความแตกต่างกันด้วย

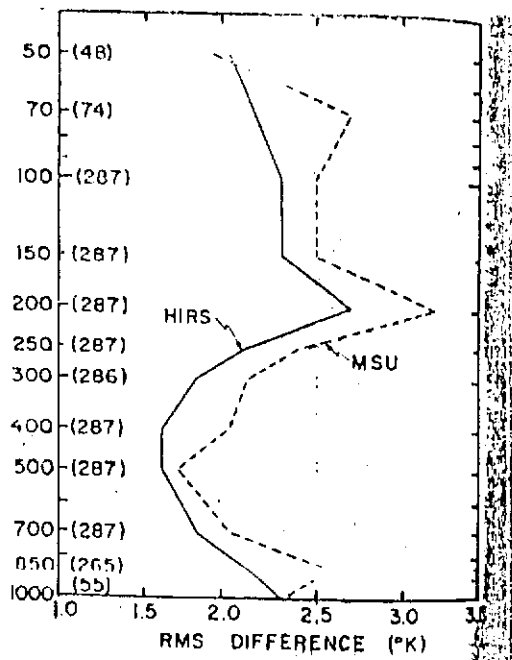
ความแตกต่างของข้อมูลตามระดับความกดอากาศ (hPa)

ในการศึกษาของ สมิทและวูล์ฟ เรื่องการวัดข้อมูลในช่วงคลื่นอินฟราเรดจากดาวเทียม (Satellite Infra-red Spectrometer:SIRS) จากดาวเทียม Nimbus 3 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอุณหภูมิของอากาศจากการวัดด้วยวิทยุห้วงอากาศ จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกันนั้น ในบางระดับมีความแตกต่างกัน แต่โดยส่วนใหญ่แล้วค่าของความแตกต่างจะมีค่าใกล้เคียงกัน (Smith and Woolf. 1970 : 39-62) ดังแสดงในภาพประกอบ 2



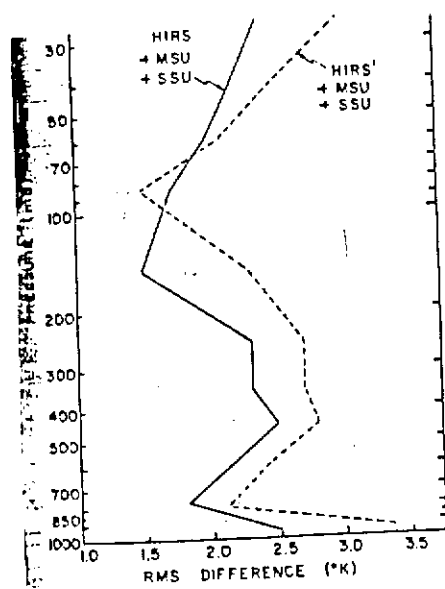
ภาพประกอบ 2 การเปรียบเทียบ การวัดอุณหภูมิในช่วงคลื่นอินฟราเรด กับวิทยุหึ่งอากาศ
ที่มา : Smith and Woolf. 1970

ในปี ค.ศ. 1979 สมิตและคนอื่น ๆ เรื่องการใช้ข้อมูลของการตรวจอากาศจากดาวเทียมที่มีวงโคจรเสมือนอยู่กับที่และข้อมูลทอพลี พบว่า ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมเสมือนอยู่กับที่ กับข้อมูลทอพลีนั้น มีความแตกต่างจากข้อมูลของวิทยุหึ่งอากาศ ในแต่ละระดับความกดอากาศไม่เท่ากัน จากการศึกษาในเขตละติจูดกลาง โดยเฉพาะข้อมูลของทอพลีนั้น จะมีค่า rms ในช่วง 1000-800 มิลลิบาร์ ประมาณ 2 องศาเซลเซียส จะลดลงในระดับ 800-400 มิลลิบาร์ และจะกลับสูงขึ้นอีกในระดับ 450-100 มิลลิบาร์ แต่ทั้งหมดจะมีค่า rms ไม่เกิน 2.5 องศาเซลเซียส (Smith and others. 1979 : 45-48) และจากการศึกษาของ สมิตและคนอื่น ๆ ได้มีการศึกษาเรื่องการตรวจวัดลักษณะอากาศแนวดิ่งจากดาวเทียมไทรอส-เอ็น (The TIROS-N Operational Vertical Sounder) ซึ่งเป็นการศึกษาเครื่องมือตรวจอากาศของทอพลีโดยตรง แล้วนำข้อมูลอากาศแนวดิ่งที่ได้มา ทำการเปรียบเทียบกันกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยวิทยุหึ่งอากาศ ในพื้นที่ทวีปอเมริกาเหนือ พบว่า ความแตกต่างของข้อมูลมีไม่มากนักในแต่ละระดับ ค่าความแตกต่างจะมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในภาพประกอบ 3



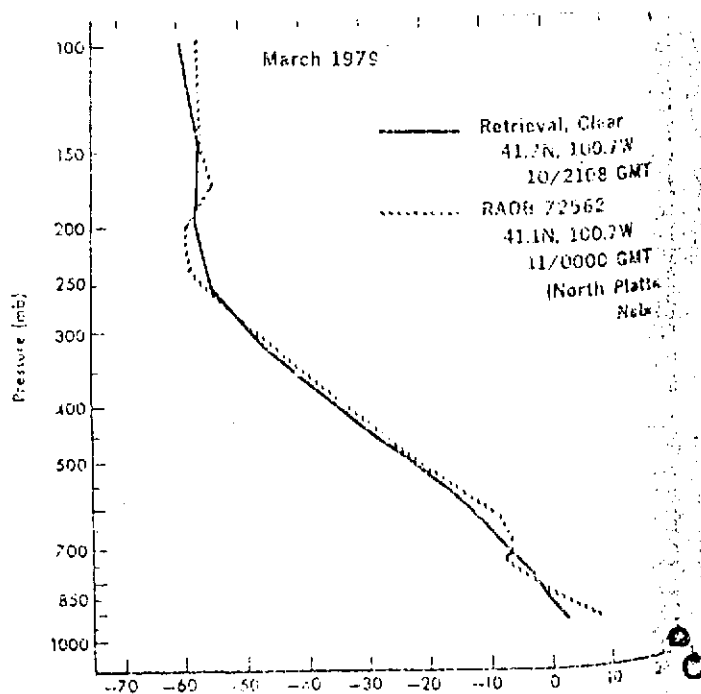
ภาพประกอบ 3 ค่า rms ที่แตกต่างกันของเครื่องมือ HIRS และ MSU ของทอพลี จากโทรส-เอ็น กับวิทยุหยังอากาศในอเมริกาเหนือ 22 มีนาคม ค.ศ.1979 - 19 เมษายน ค.ศ.1979
ที่มา : Smith and others . 1979

จากภาพประกอบ 3 จะเห็นว่าค่าความแตกต่างของเครื่องมือตรวจอากาศแนวตั้งของทอพลีจะมีค่าใกล้เคียงกันกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหยังอากาศ คือจะมากที่สุดประมาณ 2.5 องศาเซลวินของ HIRS และประมาณ 3 องศาเซลวิน ของเครื่องมือตรวจวัดด้วยไมโครเวฟ(MSU) และในแต่ละระดับจะมีค่าของ rms ต่างกันและจากการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ในการใช้เครื่องมือทั้ง 3 ชนิด จะได้ค่าความแตกต่างใกล้เคียงกันกับผลที่ได้จากข้อมูลวิทยุหยังอากาศ แต่ยังคงมีความแตกต่างกันในแต่ละระดับ ดังแสดงในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ค่า rms ที่แตกต่างกันของข้อมูลทอพลกับวิทยุหึ่งอากาศ ในการวัดเหนือมหาสมุทรในช่วง 26 มีนาคม ถึง 15 เมษายน ค.ศ. 1979 (ข้อมูลที่ใช้ ≤ 3 ชั่วโมง 111 กิโลเมตร)

ที่มา : Smith and others. 1979



ภาพประกอบ 5 การเปรียบเทียบข้อมูลทอพลในพื้นที่ที่ไม่มีเมฆปกคลุมในทวีป ของข้อมูลจากดาวเทียมกับ ข้อมูลที่ได้จากวิทยุหึ่งอากาศ

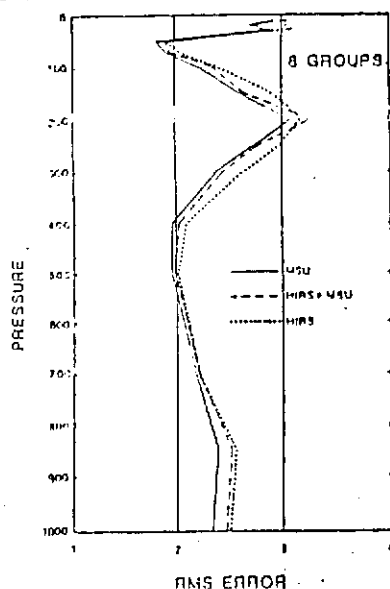
ที่มา : Phillips and others. 1979

จากการศึกษาของ ฟิลลิปและคนอื่นๆ ในการหาความถูกต้องของข้อมูลจากการตรวจวัดของ ทอฟส์ จากดาวเทียมไทรอส-เอ็น ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม 1979 ในการเปรียบเทียบ ข้อมูลทอฟส์กับข้อมูลที่ได้จากวิทยุห้วงอากาศ ในข้อมูลอุณหภูมิของอากาศ ดังแสดงในภาพประกอบ 5 ที่ แสดงให้เห็นถึงความใกล้เคียงกันของข้อมูล ที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธี จะมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ใกล้เคียงกันมาก แต่ในแต่ละระดับข้อมูลค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันนั้น มีค่าไม่เท่ากัน ช่วงที่มีความแตกต่างกัน มากจะอยู่ในช่วง 1000-500 มิลลิบาร์ ที่จะมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งบวกและลบ และจะใกล้เคียง กันในช่วง 550-250 มิลลิบาร์และเมื่อสูงกว่านี้ ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นอีก (Phillips and others. 1979 : 1188-1197)

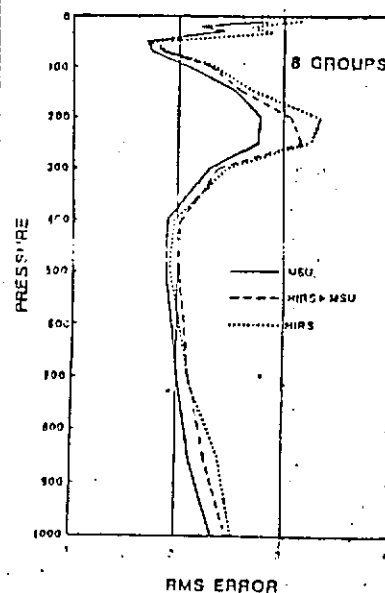
ในปี ค.ศ.1981 แซลตเตอร์ ได้ทำการการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่ได้จากทอฟส์เปรียบเทียบกับ การวิเคราะห์จากวิทยุห้วงอากาศในทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา พบว่าค่าความแตกต่างของข้อมูล ทอฟส์จะมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่ออยู่ใกล้พื้นดิน และจะต่ำลงเมื่อผ่านตอนกลางของชั้นโทรโปสเฟียร์ แล้ว กลับสูงขึ้นเมื่อใกล้ชั้นโทรโปพอส (Schlatte. 1981 : 110-119) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เคลลีและเลอมาแซล ที่กล่าวถึงการศึกษาในออสเตรเลียของแมคมิลลินและดีน (Mcmillin and Dean. 1982) ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิที่ได้จากข้อมูลทอฟส์ ของดาวเทียมในอา 7 และ 8 พบว่า ความแตกต่างของ rms มีมากเมื่ออยู่ใกล้พื้นดินและในช่วงของโทรโปพอส ส่วนในช่วง กลาง ๆ นั้นจะน้อยกว่าและในตอนกลางที่มีค่าใกล้เคียงกันนั้นจะมีค่า rms ประมาณ 2 องศาเซลวิน ดังแสดงในภาพประกอบ 6

จากผลการศึกษาที่ผ่านมา นั้น จะพบว่า ค่าความแตกต่างของข้อมูลของทอฟส์กับข้อมูลที่ได้จาก วิทยุห้วงอากาศหรือการตรวจวัดด้วยบัลลูนตรวจอากาศ จะใกล้เคียงกัน แต่จะมีความแตกต่างกันในแต่ละ ระดับความกดอากาศ กล่าวคือ จะมีมากเมื่อใกล้พื้นดินและในช่วงของโทรโปพอส แต่จะมีค่าใกล้เคียงกัน มากในตอนกลางของโทรโปสเฟียร์ เป็นการแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของข้อมูลที่ทำกรเปรียบเทียบ ในแต่ละระดับความกดอากาศ ดังนั้น ความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละระดับความกดอากาศที่เกิดขึ้น จากการเปรียบเทียบจากการตรวจวัดทั้ง 2 วิธี ในประเทศไทยจึงน่าจะมีความแตกต่างกันของข้อมูลใน แต่ละระดับความกดอากาศด้วย

S NOAA 7



S NOAA 8



ภาพประกอบ 6 ค่า rms ที่แตกต่างกันของทอพลกับวิทยุหึ่งอากาศ ในออสเตรเลีย ของดาวเทียม
โนอา 7 และ 8 โดยการตรวจด้วยเครื่องมือทั้ง 3 ชนิดของทอพล

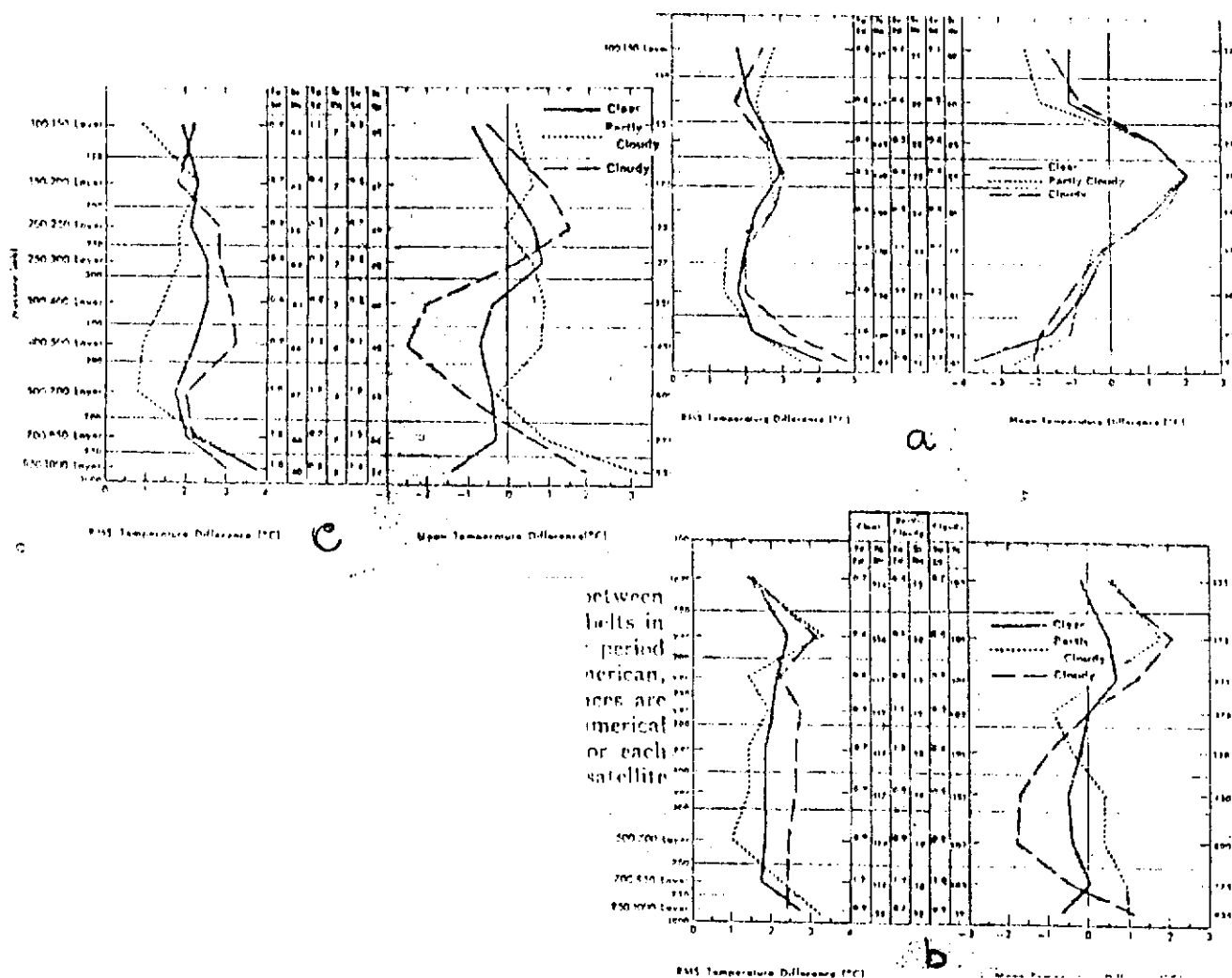
ที่มา : Kelly and Marshall. 1984

อิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา ที่มีผลต่อค่าความแตกต่างของข้อมูลที่ทำกรเปรียบเทียบ
กันจากการตรวจวัดด้วยวิทยุหึ่งอากาศกับข้อมูลทอพล

ธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา ที่เกี่ยวข้องกับการวัดข้อมูลอากาศแนวตั้งนั้น เนื่องมาจากการวัดข้อมูลลักษณะอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา มีการวัดโดยใช้วิธีการทางสถิติ ในการคำนวณองค์ประกอบทางกายภาพและธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยาบางชนิดที่มีการศึกษา จะมีผลต่อการวัดข้อมูลอากาศชั้นบนด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากสถานีภาคพื้นดิน ดังจะพบจากการศึกษาดังต่อไปนี้

ในการศึกษาการตรวจวัดข้อมูลอุณหภูมิแนวตั้ง ของ สมิท และฟอว์เซต จากเครื่องมือตรวจวัดของดาวเทียม Nimbus 3 ในช่วงคลื่นอินฟราเรดในช่วงที่มีเมฆปกคลุมท้องฟ้าต่างกัน คือ มีเมฆมาก (high cloud) มีเมฆน้อย (low cloud) ไม่มีเมฆ (clear) พบว่า มีความแตกต่างกันของค่าที่มีความคลาดเคลื่อนเมื่อนำข้อมูลจากดาวเทียม มาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหึ่งอากาศ (Smith and Fawcett, 1970 : 39-62) จะสอดคล้องกับผลการศึกษาของฟิลลิปและคนอื่น ๆ ในการวัดข้อมูลอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ทวีปยุโรป อเมริกาเหนือและแปซิฟิก ในช่วงละติจูด 30-60 องศาเหนือ พบว่าในการวัดข้อมูลในช่วงที่มีเมฆมาก มีเมฆบางส่วนและไม่มีเมฆ

ในขณะที่ทำการตรวจวัด จะมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่น่าไปเปรียบเทียบกันของแต่ละช่วง มี ความแตกต่างกันดังแสดงในภาพประกอบ 7



———— = มีเมฆน้อย (Clear) = มีเมฆบางส่วน (Partly Cloudy)
 ----- = มีเมฆมาก (Cloudy)

ภาพประกอบ 7 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิระหว่างข้อมูลดาวเทียม กับวิทยุหยั่งอากาศสถานีจุด 30 - 60 องศาเหนือ (a.) ยุโรป 0 - 50 องศาตะวันออก (b.) อเมริกาเหนือ 70-120 องศา ตะวันตก (c.) แปซิฟิก 140 องศาตะวันออก - 130 องศาตะวันตก ค่า rms อยู่ด้านซ้าย ค่าเฉลี่ย อยู่ด้านขวา เส้นต่าง ๆ จะแสดงปริมาณของเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้า

ที่มา : Phillip and others. 1979

การศึกษาของแซตเตอร์ ในการเปรียบเทียบข้อมูลอุณหภูมิของอากาศแนวตั้งจากดาวเทียม
อุตุนิยมวิทยาทางตอนใต้ของแคนาดา ปี ค.ศ.1981 ในการวัดข้อมูลช่วงที่มีเมฆปกคลุมต่างกันพบว่า
การตรวจวัดจาก ดาวเทียมในช่วงคลื่นไมโครเวฟ ภายใต้การปกคลุมของเมฆจะได้ข้อมูลอุณหภูมิ ที่มี
ความคลาดเคลื่อน (bias) มากกว่าในการวัดในช่วงที่มีอากาศแจ่มใส หรือช่วงที่มีเมฆน้อยกว่า
(Schatter .1981 : 110 - 119)

การศึกษาเกี่ยวกับผลของปริมาณเมฆที่มีต่อการวัดข้อมูลอากาศแนวตั้งจากดาวเทียม
อุตุนิยมวิทยา ของ เคลลีและเลอมาเชล พบว่าข้อมูลที่อยู่ในช่วงที่มีเมฆปกคลุมต่างกัน ได้ค่าความ
คลาดเคลื่อนต่างกัน ช่วงที่มีเมฆปกคลุมน้อยจะมีค่าความคลาดเคลื่อนในการเปรียบเทียบน้อยกว่าในช่วง
ที่มีเมฆปกคลุมมากกว่า (Kelly and LeMarshall. 1984 : 111-131) จะสอดคล้องกับผลการ
ศึกษาของเซดิน และ สกอต ที่พบว่า การใช้ข้อมูลอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมละอองน้ำหึ่งอากาศมา
เปรียบเทียบกัน ในช่วงที่อากาศแจ่มใส และไม่แจ่มใส จะมีการเกิดความผิดพลาด (error) ต่างกัน
(Chedin and Scott. 1984 : 14-79)

จากที่กล่าวมาแล้ว จะพบว่า การตรวจวัดลักษณะอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
ในช่วงที่มีเมฆปกคลุมต่างกัน จะทำให้ผลของการนำข้อมูลทอพล มาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุ
หึ่งอากาศจะมีความคลาดเคลื่อน(bias) และความผิดพลาด (error) ต่างกัน ซึ่งค่าความแตกต่าง
ที่เกิดขึ้น อาจจะมีผลมาจากธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาอย่างอื่นรวมอยู่ด้วย แต่การศึกษาถึงอิทธิพลของ
ธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาอย่างอื่นที่มีผลต่อการเปรียบเทียบข้อมูล ยังไม่มีการทำการศึกษาไว้ ผู้วิจัยจึง
มีความสนใจที่จะทำการศึกษาดัง อิทธิพลของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาอย่างอื่นที่อาจจะมีผลต่อการ
เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธี โดยการนำความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณฝน มาเข้ามา
ทำการศึกษาในครั้งนี้ด้วย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

แหล่งข้อมูล

1. ข้อมูลในการวิเคราะห์ที่ได้จากข้อมูลลักษณะอากาศผิวพื้นและลักษณะอากาศชั้นบนของศูนย์อุตุนิยมวิทยาประจำภาค กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม
2. ข้อมูลทอฟส์ (TOVS DATA) จากกองตรวจอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขออนุญาตในการขอใช้ข้อมูลเพื่อการศึกษา ในข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนจากการตรวจวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาและการตรวจวัดด้วยวิทยุหึ่งอากาศ รวมทั้งข้อมูลลักษณะอากาศผิวพื้นจากกรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม

การจัดกระทำข้อมูล

1. คัดลอกข้อมูลลักษณะอากาศลงในตารางเตรียมการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 1
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
 - 2.1 พิจารณาเปรียบเทียบค่าความเบี่ยงเบน และความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหึ่งอากาศ โดยใช้ตาราง 2
 - 2.2 นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีมาเปรียบเทียบเพื่อหาความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันของข้อมูลที่เกิดขึ้น พิจารณาจากค่า rms จากตารางวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 2 โดยการทำเป็นกราฟสรุปความแตกต่างของตัวแปรต่าง ๆ คือ
 - 2.2.1 แสดงค่า rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอฟส์กับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ
 - 2.2.2 แสดงค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ที่แตกต่างกันระหว่างข้อมูลทอฟส์กับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศ
 - 2.2.3 แสดงค่า rms ความเร็วลมระหว่างข้อมูลทอฟส์กับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศ
 - 2.2.4 แสดงค่า rms ของทิศทางลมระหว่างข้อมูลทอฟส์กับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศ
 - 2.3 ทดสอบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของข้อมูลแต่ละสถานีด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยการตั้งระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และนำผลมาสร้างเป็นตารางสรุปความแตกต่างระหว่างสถานีตามตาราง 3

2.4 ทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของสถานี ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในข้อ 2.3

2.5 วิเคราะห์อิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยากับผลต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการนำข้อมูลจากการตรวจวัดทั้งสองวิธีมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ตารางวิเคราะห์อิทธิพลของ ธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยากับผลต่างของข้อมูลที่เกิดจากการเปรียบเทียบโดยใช้ตาราง 4

1. คัดลอกข้อมูลลักษณะอากาศลงในตารางเตรียมการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 1

ตาราง 1 ตารางเตรียมการวิเคราะห์ข้อมูล
สถานี ระดับ hPa

วันที่	วิทยุหยั่งอากาศ				ดาวเทียม			
	T.	H.	Wd.	Ws.	T.	H.	Wd.	Ws.
1								
2								
3								
.								
n								
N								

T. = อุณหภูมิของอากาศ(องศาเซลเซียส) H. = ระดับความสูงเป็นเมตร

Wd. = ทิศทางของลม (0 - 360 องศา) Ws. = ความเร็วลม (นอต)

จะมีตารางสถานีละ 3ระดับ รวมทั้งหมด 5 สถานี รวมเป็นตารางเตรียมการวิเคราะห์ข้อมูล 15 ตาราง

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 พิจารณาเปรียบเทียบค่าความเบี่ยงเบน และความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหยั่งอากาศ โดยใช้ตาราง 2

ตาราง 2 เตรียมการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล

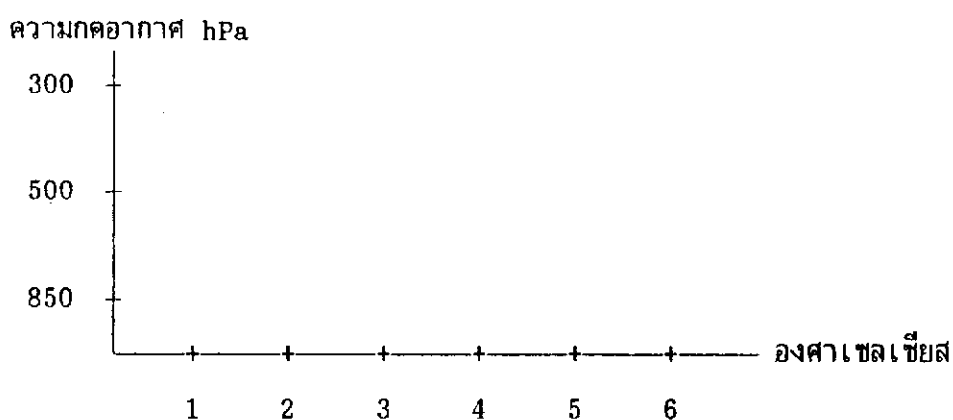
สถานี ระดับ hPa

วันที่	T.			H.			Wd.			Ws.		
	R	S	Δ	R	S	Δ	R	S	Δ	R	S	Δ
1												
2												
3												
.												
n												
N			$\bar{x}$			$\bar{x}$			$\bar{x}$			$\bar{x}$

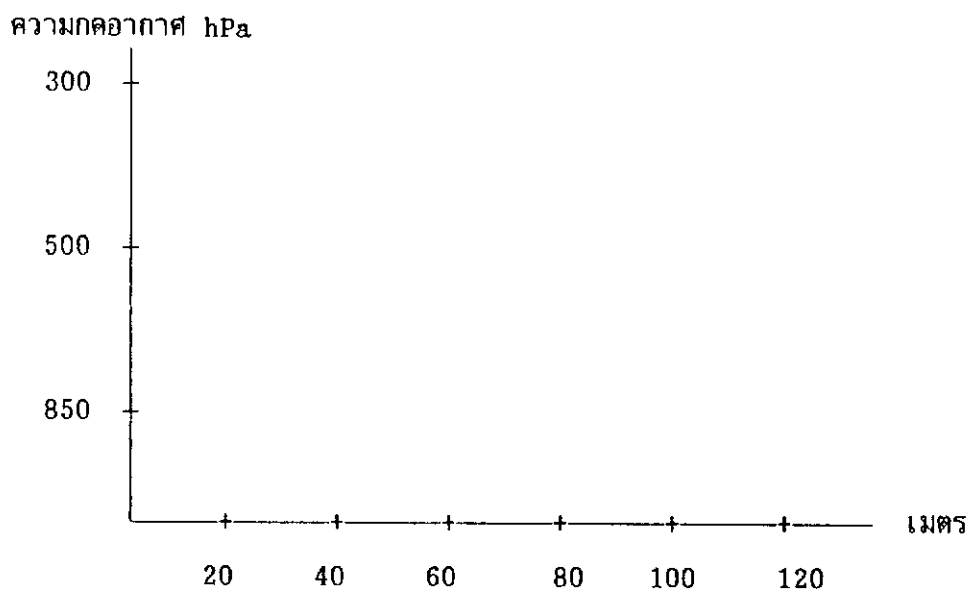
R = ข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ S = ข้อมูลจากดาวเทียม (ทอพลี)

Δ = ค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธี

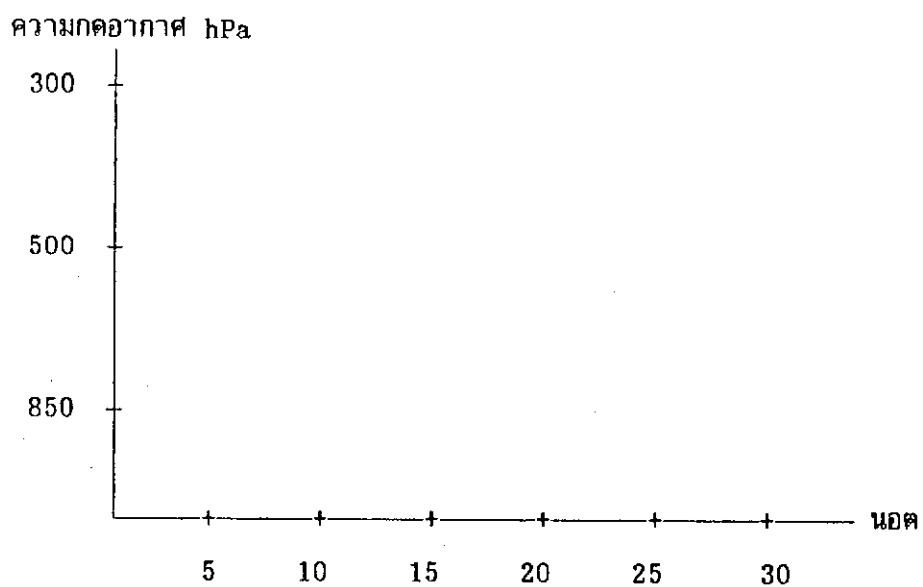
2.2 นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธี มาเปรียบเทียบเพื่อหาความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันของข้อมูลที่เกิดขึ้น พิจารณาจากค่า rms จากตารางวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 2 โดยการทำเป็นกราฟสรุปความแตกต่างของตัวแปรต่าง ๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 8-11



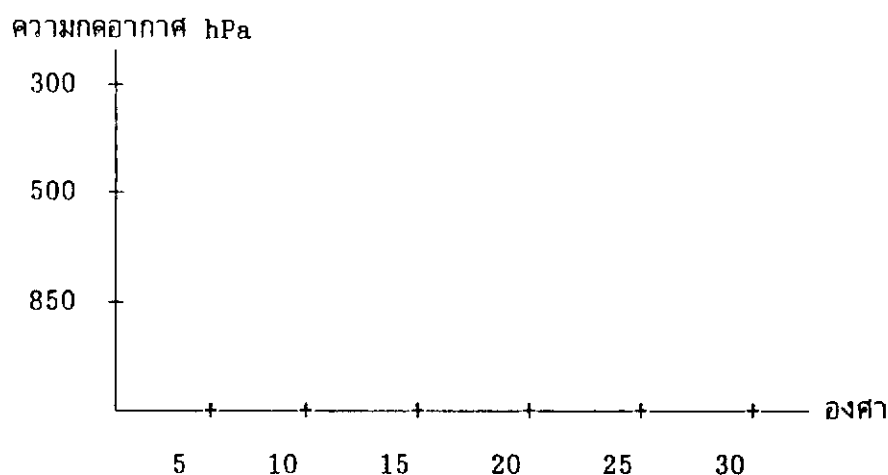
ภาพประกอบ 8 กราฟเตรียมแสดงค่า rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ



ภาพประกอบ 9 กราฟเตรียมแสดง rms ของความสูงเป็นเมตร ที่แตกต่างกันระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศ



ภาพประกอบ 10 กราฟเตรียมแสดงค่า rms ความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศ



ภาพประกอบ 11 กราฟเตรียมแสดงค่า rms ของทิศทางลม ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศ

กราฟที่แสดงค่า rms เหล่านี้ จะเป็นการหาค่าตอบตามสมมติฐานที่ 1 ที่เป็นการพิจารณาถึงความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันของข้อมูลทอัส กับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศ ทั้งสมมติฐานข้อที่ 1.1 ที่ทำการเปรียบเทียบแต่ละสถานีและสมมติฐานข้อที่ 1.2 ในการเปรียบเทียบความแตกต่างที่เกิดขึ้นตามระดับความสูง

2.3 ทดสอบค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของข้อมูลแต่ละสถานี ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยการตั้งระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และนำผลมาสร้างเป็นตารางสรุปความแตกต่างระหว่างสถานีตามตาราง 3

ตาราง 3 ความแตกต่างระหว่างสถานีของตัวแปรต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ความกดอากาศ	T	H	Wd	Ws
300				
500				
850				

* = ความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นที่ เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบระหว่างสถานีที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

T. = อุณหภูมิของอากาศ(องศาเซลเซียส) H. = ระดับความสูงเป็นเมตร
 Wd. = ทิศทางของลม (0 - 360 องศา) Ws. = ความเร็วลม (นอต)

2.4 ทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของสถานที่ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนในข้อ 2.3 ที่พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของตัวแปรที่นำมาเปรียบเทียบที่ระดับความกคอากาศระดับใด ของตัวแปรใดก็ตาม จะนำความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นมาทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ เพื่อหาความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้น เป็นความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างสถานที่ใดกับสถานที่ใด

2.5 วิเคราะห์อิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยากับผลต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นจาก การนำข้อมูลจากการตรวจวัดทั้งสองวิธีมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ตารางวิเคราะห์อิทธิพลของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยากับผลต่างของข้อมูลที่เกิดจากการเปรียบเทียบ โดยใช้ตาราง 4 เพื่อตอบสนองมติฐานข้อที่ 2

ตาราง 4 เตรียมวิเคราะห์อิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยากับ ค่าความแตกต่างของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธี

สถานที่ ระดับhPa

วันที่				ธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยา	
	R	S	Δ	X ₁	X ₂
1					
2					
3					
...					
n					
N					

R = ข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ

S = ข้อมูลดาวเทียม

Δ = ความแตกต่างของข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศและข้อมูลจากดาวเทียม

x₁ = ความชื้นสัมพัทธ์

x₂ = ปริมาณเมฆ (octa)

การหาค่าอิทธิพลของธาตุประกอบดินในมหาวิทยาลัยที่มีต่อผลต่างของข้อมูลวิทยุหยังอากาศ และข้อมูลดาวเทียม ทำได้โดยการหาค่าสมการการถดถอยพหุคูณ(Multiple Regression)

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots b_n x_n$$

สถิติที่ใช้ในการศึกษา

1. ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)
2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
3. ความแปรปรวน (Variance)
4. การทดสอบความแปรปรวน (ANOVA Analysis)
5. การทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ โดยวิธีการของนิวแมน คูลส์ (Newman Keuls Method)
6. สมการการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression)

บทที่ 4

การวิเคราะห์ และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น

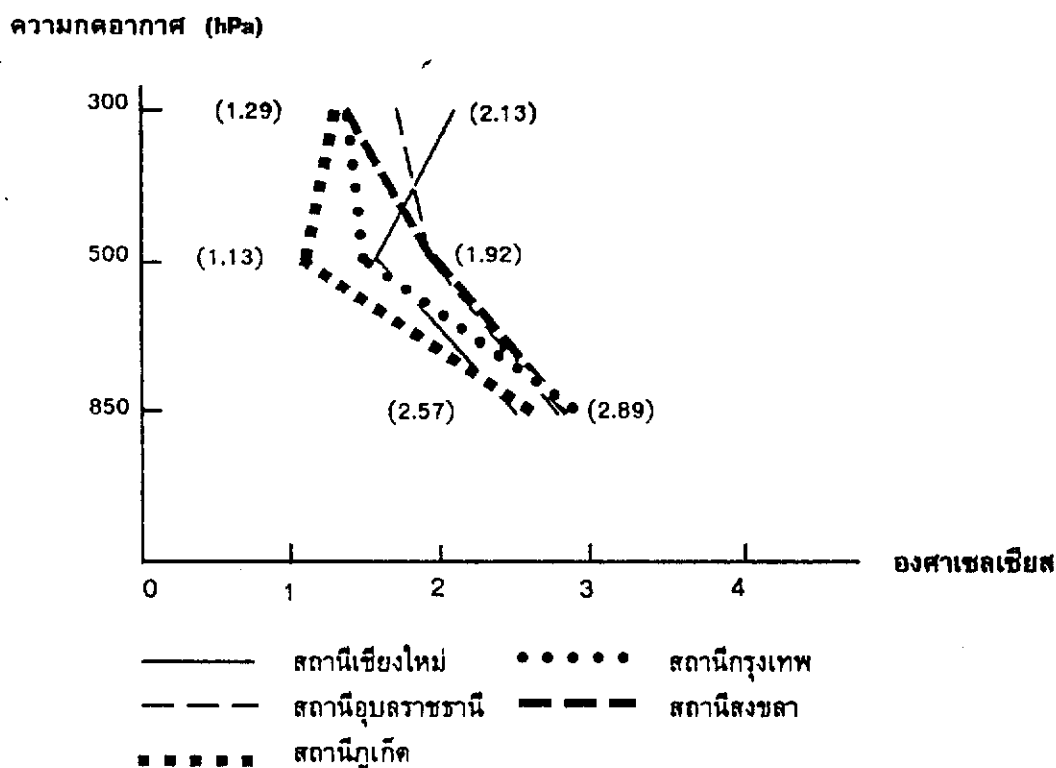
1. การวิเคราะห์กราฟของ rms ระหว่างสถานี เพื่อพิจารณาความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันเป็นรายสถานีตามระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลมและความเร็วลม
2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ rms ของแต่ละสถานีด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยการตั้งระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดย
 - 2.1 นำผลมาสรุปเป็นตารางสรุปความแตกต่างระหว่างสถานี
 - 2.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของสถานี ที่มีเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน
3. วิเคราะห์อิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยากับ rms ของตัวแปรต่าง ๆ ในระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

rms	คือค่าความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบกันของข้อมูลนำไปยกกำลังสองเพื่อหาค่าลบและถอดรากที่สอง
S.D.	คือค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
N	คือจำนวนข้อมูลทั้งหมด
F	คือค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา
r	คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$rms = a + b_1RH + b_2C$	คือสมการถดถอยที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RH และ C ที่มีอิทธิพลต่อ rms
RH	คือความชื้นสัมพัทธ์
C	คือปริมาณเมฆ
a	คือค่าคงที่
b ₁	คือค่าสัมประสิทธิ์ ของ RH
b ₂	คือค่าสัมประสิทธิ์ ของ C

1. การวิเคราะห์กราฟของ rms ระหว่างสถานี เพื่อพิจารณาความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันเป็นรายสถานีตามระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลมและความเร็วลม

1.1 ค่า rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอर्फกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหึ่งอากาศ



*ตัวเลขในวงเล็บคือ ค่าความแตกต่างที่มากและน้อยที่สุดของทุกสถานีในแต่ละระดับความสูง ภาพประกอบ 12 กราฟแสดงค่า rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอर्फกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหึ่งอากาศ

จากภาพประกอบ 12 กราฟแสดงค่า rms ของอุณหภูมิ สถานีต่าง ๆ นั้น พบว่า ในระดับ 850 hPa มีค่า rms ของทุกสถานีมีค่าอยู่ระหว่าง 2-3 องศาเซลเซียส ขึ้นไป แต่จะมีค่า rms ของแต่ละสถานีใกล้เคียงกันมากที่สุดกว่าระดับอื่น คือมีพิสัยเท่ากับ 0.32 องศาเซลเซียส เท่านั้น ค่า rms ที่ได้ในระดับนี้จะแสดงให้เห็นว่าค่าความแตกต่างของค่า rms ของอุณหภูมิ ของข้อมูลทอर्फกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศจะมีค่ามากกว่าระดับอื่น

เมื่อพิจารณาในระดับ 500 hPa พบว่า ค่า rms ของทุกสถานีมีค่าน้อยกว่า 2 องศาเซลเซียสแต่จะมีความแตกต่างระหว่างสถานีมากกว่าระดับที่ 850 hPa โดยมีพิสัยของค่า rms เท่ากับ 0.79 แต่มีค่า rms ของอุณหภูมิต่ำที่สุดเท่ากับ 1.13 ที่สถานีตรวจอากาศภูเก๊ต ซึ่งในระดับนี้จะแสดง

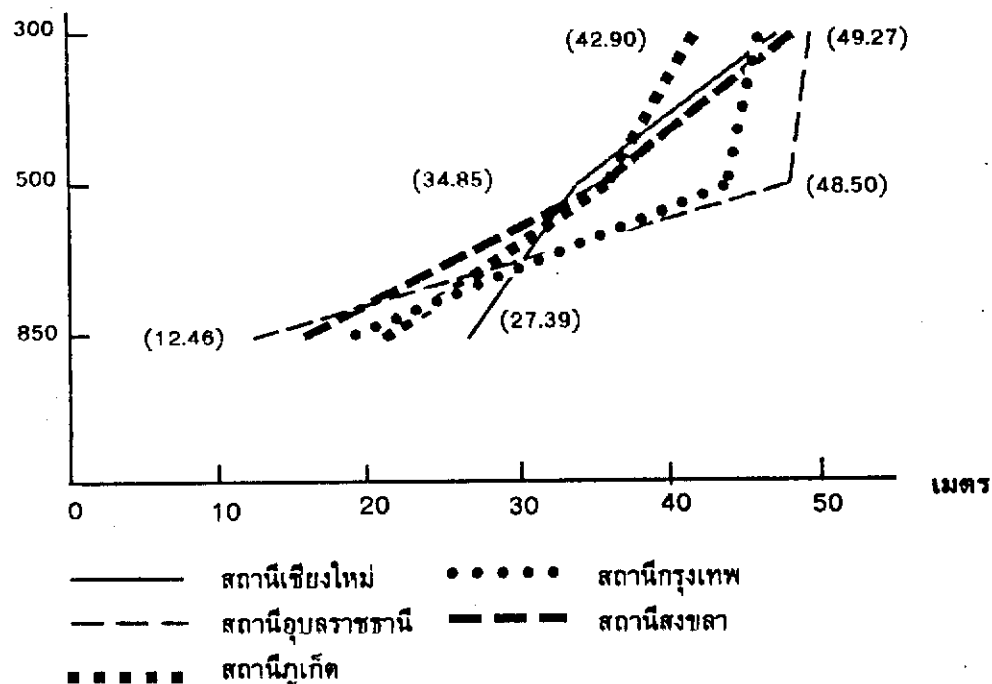
ให้เห็นถึงค่าความแตกต่างของ ค่า rms ของอุณหภูมิระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศเกิดขึ้นน้อยที่สุด

ส่วนในระดับ 300 hPa จะมีความแตกต่างของค่า rms ของแต่ละสถานีมากที่สุด คือมีพิสัยของค่า rms เท่ากับ 0.83 โดยสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่จะมีค่า rms สูงที่สุด และสถานีตรวจอากาศภูเก็ตจะต่ำที่สุด คือมีค่า 2.12 และ 1.29 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีเกิดขึ้นมากที่สุดระหว่างสถานีที่ระดับนี้

ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ ที่เกิดขึ้นจากการตรวจวัดทั้งสองวิธีของสถานีในแต่ละระดับนั้นพบว่า ค่าความแตกต่างจะเกิดขึ้นมากที่สุดที่ระดับ 850 hPa และทุกสถานีจะมีค่าความแตกต่างลดลง ที่ระดับ 500 hPa ส่วนในระดับที่ 300 hPa พบว่า ค่าความแตกต่าง ๗ เพิ่มขึ้นจากระดับ 500 hPa 2 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่และสถานีตรวจอากาศภูเก็ต ส่วนสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานครและสถานีตรวจอากาศสงขลา มีค่าความแตกต่างลดลงกว่าระดับ 500 และ 850 hPa

1.2 ค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหยั่งอากาศ

ความกดอากาศ (hPa)



ภาพประกอบ 13 กราฟแสดงค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหยั่งอากาศ

จากภาพประกอบ 13 กราฟแสดงค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ของสถานีต่าง ๆ นั้น พบว่า ในระดับ 850 hPa มีค่า rms ของความสูงเป็นเมตรของแต่ละสถานีแตกต่างกันมากที่สุด คือมีพิสัยเท่ากับ 14.93 เมตร ค่า rms ที่สูงที่สุดคือสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ และที่น้อยที่สุดสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี มีค่า rms เท่ากับ 27.39 และ 12.46 ตามลำดับ ความแตกต่างของค่า rms ในระดับนี้แสดงให้เห็นว่าในระดับ 850 hPa นี้ ค่าความแตกต่างของการวัดความสูงเป็นเมตรที่เกิดขึ้นของข้อมูลทอพลีกับวิทยุหึ่งอากาศระหว่างสถานีมีความแตกต่างกันมากที่สุด แต่ค่า rms ของแต่ละสถานี จะมีน้อยกว่าระดับอื่น แสดงว่าค่าความแตกต่างของข้อมูลความสูงเป็นเมตรระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศมีความใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยมีค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ต่ำกว่า 30 เมตร และมีถึง 3 สถานีที่มีค่า rms ของความสูงเป็นเมตรน้อยกว่า 20 เมตร คือ สถานีตรวจอากาศกรุงเทพฯ สถานีตรวจอากาศสงขลาและสถานีตรวจอากาศภูเก็ต

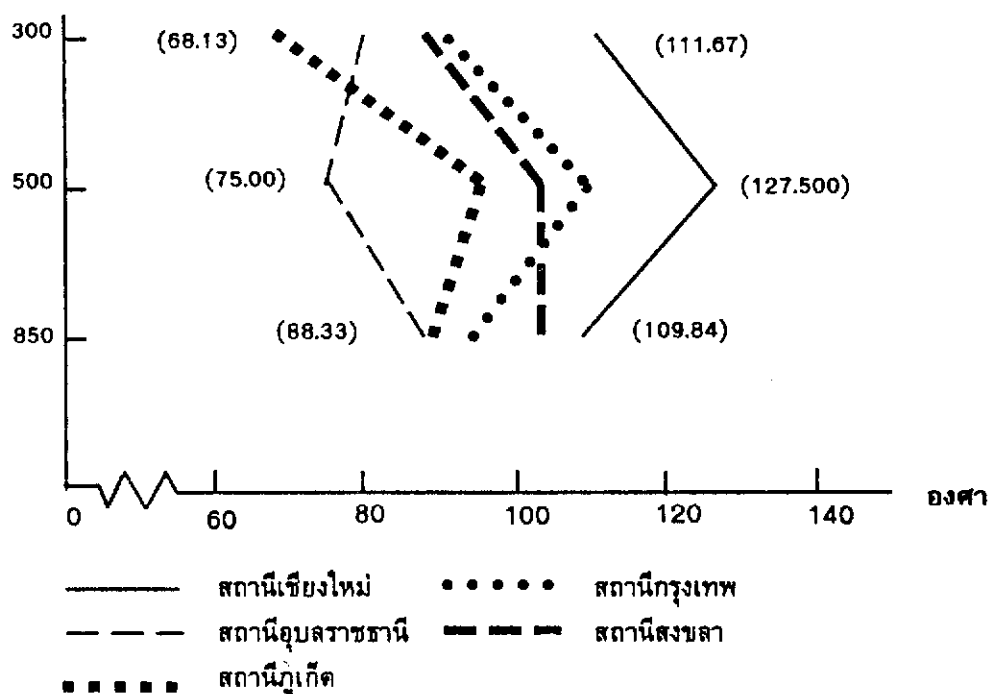
เมื่อพิจารณาในระดับ 500 hPa พบว่า ค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ทุกสถานีมีค่าอยู่ระหว่าง 30-50 เมตร โดยมีพิสัยของค่า rms เท่ากับ 13.65 เมตร ซึ่งน้อยกว่าระดับ 850 hPa แต่มากกว่าระดับที่ 300 hPa ค่า rms สถานีที่มีค่ามากที่สุดคือสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี และที่น้อยที่สุดคือสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ มีค่า rms เท่ากับ 48.50 และ 34.85 เมตรตามลำดับ และในระดับนี้พบว่า ค่าความแตกต่างของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศมีค่ามากขึ้น

ส่วนในระดับ 300 hPa จะมีความแตกต่างของค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างสถานีน้อยที่สุดที่สุด คือมีพิสัยของค่า rms ของความสูงเป็นเมตร เท่ากับ 6.37 เมตร แต่ค่า rms ของความสูงเป็นเมตรของทุกสถานีจะมีมากที่สุด คือ อยู่ในช่วง 40 - 50 เมตร โดยสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานีจะมีค่า rms มากที่สุด และสถานีตรวจอากาศภูเก็ตจะน้อยที่สุด คือมีค่า 49.27 และ 42.90 เมตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงค่าความแตกต่างของความสูงเป็นเมตร ระหว่างสถานีที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีในระดับนี้มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด แต่มีค่าความแตกต่างของความสูงเป็นเมตรระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศจะมีความแตกต่างกันมากกว่าระดับอื่น ๆ

เมื่อพิจารณาเป็นรายสถานีของทุกระดับพบว่า ค่าความแตกต่างของความสูงเป็นเมตรทุกสถานีมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ จะมีค่าความแตกต่างเกิดขึ้นน้อยในระดับ 850 hPa ในระดับ 500 hPa ค่าความแตกต่างของความสูงเป็นเมตรจะมีค่ามากขึ้น และในระดับ 300 hPa จะมีค่าความแตกต่างของทุกสถานีเกิดขึ้นมากที่สุด

1.3 ค่า rms ของทิศทางลม ระหว่างข้อมูลทอฟ้ากับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหึ่งอากาศ

ความกดอากาศ (hPa)



ภาพประกอบ 14 แสดงค่า rms ของทิศทางลม ระหว่างข้อมูลทอฟ้ากับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหึ่งอากาศ

จากภาพประกอบ 14 กราฟแสดงค่า rms ของทิศทางลม ของสถานีต่าง ๆ นั้น พบว่า ในระดับ 850 hPa มีค่า rms ของแต่ละสถานีแตกต่างกันน้อยที่สุด คือมีพหุคูณเท่ากับ 21.51 องศา ค่า rms ที่มีมากที่สุดคือสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ และที่น้อยที่สุดคือสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี มีค่า rms เท่ากับ 109.84 และ 88.33 ตามลำดับ ความแตกต่างของค่า rms ในระดับนี้ แสดงให้เห็นว่าในระดับ 850 hPa นี้ ค่าความแตกต่างโดยเฉลี่ยของการวัดทิศทางลมที่เกิดขึ้นของข้อมูลระหว่างข้อมูลทอฟ้ากับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศ มีความใกล้เคียงกันมากกว่าระดับอื่น

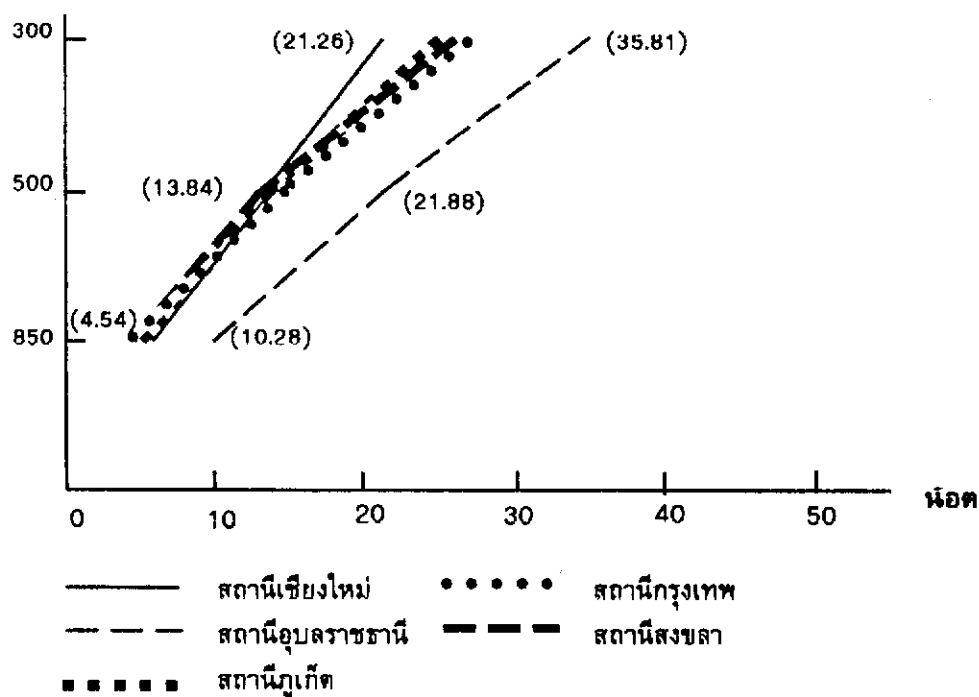
เมื่อพิจารณาในระดับ 500 hPa พบว่า ค่า rms ของทิศทางลมระหว่างสถานีมีความแตกต่างกันมากที่สุด โดยมีพหุคูณของค่า rms เท่ากับ 52.00 องศา ค่า rms ที่มีมากที่สุดคือสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ และที่น้อยที่สุดคือ สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี มีค่า rms เท่ากับ 127.50 และ 75.00 องศา ตามลำดับ และที่สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่จะเป็นค่า rms ที่เกิดขึ้นมากที่สุดของทุกระดับและทุกสถานี และในระดับ 500 hPa จะเป็นระดับที่มีความแตกต่างของทิศทางลมระหว่างข้อมูลทอฟ้ากับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศเกิดขึ้นมากกว่าสถานีอื่น

ส่วนในระดับ 300 hPa จะมีความแตกต่างของค่า rms ของทิศทางลมแต่ละสถานีน้อยกว่าระดับ 850 hPa แต่มากกว่าระดับ 500 hPa คือมีพิสัยของค่า rms ของทิศทางลม เท่ากับ 43.54 องศา สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่จะมีค่า rms มากที่สุด และสถานีตรวจอากาศภูเก็ตจะน้อยที่สุด คือมีค่า 111.67 และ 68.13 องศา ตามลำดับ และที่สถานีตรวจอากาศภูเก็ตจะเป็นค่า rms ที่น้อยที่สุดของทุกระดับและทุกสถานี

เมื่อพิจารณาทุกระดับความสูง พบว่า ค่าความแตกต่างของทิศทางลมของทุกสถานี จะเกิดขึ้นน้อยในระดับ 850 hPa เมื่ออยู่ในระดับที่ 500 hPa จะมีค่าความแตกต่างของทิศทางลมมากขึ้นทุกสถานี นอกจากสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานีที่มีค่าความแตกต่างลดลง และในระดับที่ 300 hPa ค่าความแตกต่างของทิศทางลมทุกสถานีจะมีค่าน้อยกว่าระดับ 500 hPa ยกเว้นสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี ที่มีค่าความแตกต่างของทิศทางลมมากขึ้น

1.4 ค่า rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอพีกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุยังอากาศ

ความกดอากาศ (hPa)



ภาพประกอบ 15 แสดงค่า rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอพีกับข้อมูลที่ได้จากวิทยุยังอากาศ

จากภาพประกอบ 11 กราฟแสดงค่า rms ของความเร็วลม ของสถานีต่าง ๆ นั้น พบว่าในระดับ 850 hPa มีค่า rms ของแต่ละสถานีแตกต่างกันน้อยที่สุด คือมีค่า rms อยู่ในช่วง 4-11 นอต

และมีพิสัยเพียง 5.74 นอต ค่า rms ที่สูงที่สุดคือ สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี และที่ต่ำที่สุดคือสถานีตรวจอากาศกรุงเทพมีค่า rms เท่ากับ 10.28 และ 4.54 ตามลำดับ และที่สถานีตรวจอากาศกรุงเทพจะเป็นค่าที่มีความแตกต่างน้อยที่สุดของทุกสถานีและทุกระดับความสูง ความแตกต่างของค่า rms ในระดับนี้แสดงให้เห็นว่าในระดับ 850 hPa นี้ ค่าความแตกต่างโดยเฉลี่ยของความเร็วลมที่เกิดขึ้นของข้อมูลระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ มีความใกล้เคียงกันมากกว่าระดับอื่น

เมื่อพิจารณาในระดับ 500 hPa พบว่า ค่า rms ของความเร็วลมระหว่างสถานีที่มีความแตกต่างกันมากกว่าระดับ 850 hPa แต่น้อยกว่าระดับ 300 hPa มีค่า rms อยู่ในช่วง 13-22 นอต โดยมีพิสัยของค่า rms เท่ากับ 8.04 นอต ค่า rms ที่สูงที่สุดคือสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี และที่ต่ำที่สุดคือ สถานีตรวจอากาศสงขลา มีค่า rms เท่ากับ 21.88 และ 13.84 นอต ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่าความแตกต่างของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศจะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออยู่ในระดับ 500 hPa

ส่วนในระดับ 300 hPa จะมีความแตกต่างของค่า rms ของความเร็วลมแต่ละสถานีมากที่สุด กล่าวคือ ค่า rms จะอยู่ในช่วง 21-36 นอต โดยมีพิสัยของค่า rms ของความเร็วลม เท่ากับ 14.55 นอต ที่สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานีจะมีค่า rms มากที่สุด และที่สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่จะมีค่า rms น้อยที่สุด คือมีค่า 35.81 และ 21.26 นอต ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในความสูงทุกระดับ จะพบว่า ค่า rms ของความเร็วลมกับความแตกต่างระหว่างสถานีจะเกิดขึ้นน้อยในระดับต่ำและจะสูงขึ้นในระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น และค่าความแตกต่างของแต่ละสถานีจะมีค่าใกล้เคียงกันทุกระดับความสูง นอกจากสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานีที่จะมีค่าความแตกต่างของข้อมูลเกิดขึ้นมากกว่าสถานีอื่นทุกระดับความสูง

2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ rms ของแต่ละสถานีด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยการตั้งระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดย

2.1 นำผลของการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ rms ของแต่ละสถานีมาสรุปเป็นตารางสรุปความแตกต่างระหว่างสถานี

จากตาราง 5 แสดงถึงความแตกต่างระหว่างค่า rms ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลสรุปที่ได้จากตารางพบว่า ค่า rms ของสถานีในระดับความสูง(hPa) ต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะไม่แตกต่างกัน จะมีความแตกต่างระหว่างสถานีเกิดขึ้นที่ระดับ 850 hPa มากที่สุด โดยมีความแตกต่างระหว่างสถานี ของค่า rms ความสูงเป็นเมตร และความเร็วลม ส่วนในระดับ 500 hPa พบความแตกต่างของค่า rms ของอุณหภูมิ และในระดับ 300 hPa นั้นไม่พบความแตกต่างของค่า rms ของตัวแปรแต่ละสถานี

ตาราง 5 แสดงความแตกต่างระหว่างค่า rms ของตัวแปรต่าง ๆ ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ความกดอากาศ	อุณหภูมิ	ความสูงเป็นเมตร	ทิศทางลม	ความเร็วลม
300	-	-	-	-
500	**	-	-	-
850	-	**	-	**

** = ความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบระหว่างสถานีตรวจอากาศจำนวน 5 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ สถานีตรวจอากาศสงขลา สถานีตรวจอากาศภูเก็ต ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

2.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของสถานี ที่มีเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน

จากตารางสรุปความแตกต่างของค่า rms จะพบความแตกต่างระหว่างสถานีของตัวแปรอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตรและความเร็วลม ในระดับ 850 hPa อุณหภูมิในระดับ 500 hPa การทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่เหล่านี้จะใช้วิธีทดสอบแบบวิธีการของนิวแมน-คูลส์ (Newman Keuls Method) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC+ เฉพาะในส่วนของตัวแปรและระดับความสูงที่เกิดความแตกต่างดังต่อไปนี้

2.2.1 ความแตกต่างระหว่างสถานีของ rms ของอุณหภูมิระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ระดับ 500 hPa

จากตาราง 6 แสดงว่าค่า rms ของอุณหภูมิระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ระดับ 500 hPa ของแต่ละสถานีมีความใกล้เคียงกัน แต่เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า rms ของอุณหภูมิ พบว่ามีความแตกต่างกันเกิดขึ้นระหว่างสถานีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นั่นคือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างข้อมูลทอพลีกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ระดับ 500 hPa ที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ สถานีตรวจอากาศสงขลา และสถานีตรวจอากาศภูเก็ต จะเกิดความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่

ตาราง 6 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ระดับ 500 hPa

สถานี	n	$\bar{X}$	S.D.	F
สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่	35	1.600	1.311	
สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี	24	1.917	1.139	
สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ	40	1.550	.932	2.888*
สถานีตรวจอากาศสงขลา	31	1.194	.749	
สถานีตรวจอากาศภูเก็ต	32	1.125	.833	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 7 แสดงผลการเปรียบเทียบ rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ระดับ 500 hPa เป็นรายคู่

สถานี	ภูเก็ต สงขลา กรุงเทพ เชียงใหม่ อุบลราชธานี					
	$\bar{X}$	1.125	1.194	1.550	1.600	1.917
สถานีตรวจอากาศภูเก็ต	1.125	-	.069	.425	.475	.792*
สถานีตรวจอากาศสงขลา	1.194		-	.356	.406	.723*
สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ	1.550			-	.050	.367
สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่	1.600				-	.317
สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี	1.917					-

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 7 แสดงว่า rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ระดับ 500 hPa ที่ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ พบว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ สถานีตรวจอากาศภูเก็ตกับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี และสถานีตรวจอากาศสงขลา กับ สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สำหรับผลต่างของสถานีตรวจอากาศ

ภูเก็ตกับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี และสถานีตรวจอากาศ สงขลา กับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี มีค่าเท่ากับ 0.792 และ 0.723 ตามลำดับ

สำหรับ rms ของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ระดับ 500 hPa ที่ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าของสถานีตรวจอากาศคู่อื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน

2.2.2 ความแตกต่างระหว่างสถานีของ rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ระดับ 850 hPa

ตาราง 8 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ระดับ 850 hPa

สถานี	n	$\bar{X}$	S.D.	F
สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่	33	27.394	22.546	
สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี	23	12.435	11.727	
สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ	35	19.314	14.652	3.415*
สถานีตรวจอากาศสงขลา	31	16.161	12.160	
สถานีตรวจอากาศภูเก็ต	32	21.156	16.606	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 8 แสดงว่า rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศที่ระดับ 850 hPa ที่วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า rms ของความสูงเป็นเมตร จะเกิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายถึง ค่าความแตกต่างของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ระดับ 500 hPa ที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ สถานีตรวจอากาศสงขลา และสถานีตรวจอากาศภูเก็ต แตกต่างกันอย่างน้อย 1 ค่ำ

ตาราง 9 แสดงผลการเปรียบเทียบ rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ ที่ระดับ 850 hPa เป็นรายคู่

สถานี	อุบลราชธานี สงขลา กรุงเทพ ภูเก็ต เชียงใหม่					
	$\bar{x}$	12.435	16.161	19.314	21.156	27.394
สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี	12.435	-	3.726	6.879	8.721	14.959*
สถานีตรวจอากาศสงขลา	16.161		-	3.153	4.995	11.233*
สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ	19.314			-	1.842	8.080
สถานีตรวจอากาศภูเก็ต	21.156				-	6.238
สถานีตรวจอากาศ เชียงใหม่	27.394					-

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 9 แสดงว่า rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ ที่ระดับ 850 hPa ที่ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ พบว่าจะเกิดความแตกต่างระหว่างสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานีกับสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ และสถานีตรวจอากาศสงขลากับสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีผลค่าที่เกิดขึ้นของสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานีกับสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ และสถานีตรวจอากาศสงขลากับสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ เท่ากับ 14.959 และ 11.233 ตามลำดับ

สำหรับ rms ของความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศที่ระดับ 850 hPa ที่ทดสอบความแตกต่างระหว่างสถานีตรวจอากาศคู่อื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

2.2.3 ความแตกต่างระหว่างสถานีของ rms ของความเร็วลมระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ ที่ระดับ 850 hPa

จากตาราง 10 แสดงว่า rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศที่ระดับ 850 hPa วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า rms ของความเร็วลม จะเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวได้คือ ค่าความแตกต่างของความเร็วลมระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ ที่ระดับ 850 hPa ที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ สถานีตรวจอากาศสงขลา และสถานีตรวจอากาศภูเก็ต จะมีความแตกต่างกันระหว่างสถานีอย่างน้อย 1 คู่

ตาราง 10 แสดงค่าสถิติพื้นฐานและผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหยังอากาศ ที่ระดับ 850 hPa

สถานี	n	$\bar{X}$	S.D.	F
สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่	31	6.258	8.594	
สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี	18	10.278	7.954	
สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ	28	4.536	4.087	3.030*
สถานีตรวจอากาศสงขลา	21	4.571	4.296	
สถานีตรวจอากาศภูเก็ต	27	5.037	4.043	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบ rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหยังอากาศ ที่ระดับ 850 hPa เป็นรายคู่

สถานี	กรุงเทพ สงขลา ภูเก็ต เชียงใหม่ อุบลราชธานี					
	$\bar{X}$	4.536	4.571	5.037	6.258	10.278
สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ	4.536	-	.035	.501	1.722	5.742*
สถานีตรวจอากาศสงขลา	4.571		-	.466	1.687	5.707*
สถานีตรวจอากาศภูเก็ต	5.037			-	1.221	5.241*
สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่	6.258				-	4.020*
สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี	10.278					-

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตาราง 11 แสดงว่า rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอัสกับข้อมูลจากวิทยุหยังอากาศที่ระดับ 850 hPa ที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจอากาศกรุงเทพกับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศสงขลา กับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศภูเก็ตกับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี และสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่กับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี แตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีผลต่างของสถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานครกับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศสงขลา กับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศภูเก็ตกับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี และสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่กับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี เท่ากับ 5.742, 5.707, 5.241 และ 4.020 ตามลำดับ

สำหรับ rms ของความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอพลกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศที่ระดับ 850 hPa ที่ทดสอบความแตกต่างระหว่างสถานีตรวจอากาศคู่อื่น ๆ ไม่พบความแตกต่าง

3. วิเคราะห์อิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยากับ rms ของตัวแปรต่าง ๆ ในระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa

ในการกำหนดชนิดของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาจะนำมาหาอิทธิพลที่มีต่อค่า rms ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลมและความเร็วลมนั้น ผู้วิจัยกำหนดไว้คือ ชนิดของเมฆ ปริมาณเมฆ ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ) และปริมาณฝน ในการจัดกระทำข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ ข้อมูลปริมาณฝนที่เป็นธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาที่กำหนดไว้นั้น ปรากฏว่าในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ในการศึกษา คือ ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2533 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2534 มีปริมาณฝนตกน้อยมาก และข้อมูลปริมาณฝนที่ตกนั้นไม่ตรงกับวันที่มีข้อมูลของทอพล อีกประการหนึ่งในด้านข้อมูลของชนิดและปริมาณเมฆ จากการจัดเก็บข้อมูลเมฆของกรมอุตุนิยมวิทยาในการเก็บข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ยังไม่ได้เก็บข้อมูลที่ระบุชนิดของเมฆ ดังนั้นข้อมูลในส่วนของปริมาณฝนและชนิดของเมฆ จึงไม่นำมาประกอบในการคำนวณสมการที่ธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยามี อิทธิพลต่อค่า rms ของตัวแปรที่ใช้ศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ คงมีเฉพาะตัวแปรปริมาณเมฆ และความชื้นสัมพัทธ์เท่านั้น

การคำนวณสมการถดถอยที่เหมาะสมเพื่อพยากรณ์อิทธิพลของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยา ที่มีต่อ rms ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางและความเร็วลม ในระดับความสูง 850 , 500 และ 300 (hPa) นี้ คำนวณสมการถดถอยพหุคูณ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC+ ที่ใช้ rms เป็นตัวแปรตาม และใช้ความชื้นสัมพัทธ์(RH) ปริมาณเมฆ(C) เป็นตัวแปรต้น จะได้สมการอยู่ในรูป $rms = a + b_1RH + b_2C$ และนำมาวิเคราะห์เฉพาะสมการที่ธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาสามารถจะพยากรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ของอิทธิพลที่มีต่อค่า rms ของตัวแปรที่ใช้ศึกษาเท่านั้น ซึ่งได้สมการถดถอย 3 สมการ ที่สามารถแสดงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ที่มีผลต่อค่าความแตกต่างของ อุณหภูมิ ที่ระดับ 500 , 850 hPa และมีผลต่อค่าความแตกต่างของความเร็วลมที่ ระดับ 850 hPa ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 สรุปผลการทดลองที่แสดงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ที่มีผลต่อค่าความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลวิทยุหยั่งอากาศ

ความกดอากาศ	อุณหภูมิ	ความสูงเป็นเมตร	ทิศทางลม	ความเร็วลม
300	-	-	-	-
500	**	-	-	-
850	**	-	-	**

** = ค่าสมการถดถอยที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆที่มีต่อค่าความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลวิทยุหยั่งอากาศ ที่มีอำนาจในการพยากรณ์ได้ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

3.1 การคำนวณสมการที่เหมาะสมของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยา ที่มีอิทธิพลต่อ rms ของอุณหภูมิในระดับความสูง 850 hPa

สมการนี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง rms ของอุณหภูมิ กับความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ผลของสมการได้ดังนี้คือ $rms = 6.1834 - 0.397RH$

จากสมการที่ได้นี้พบว่าสัมประสิทธิ์ของความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเป็นลบ แสดงว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นภาคผนวกกับ rms ของอุณหภูมิ เป็นดังนี้ที่ชี้ถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ว่า ถ้าค่าความชื้นสัมพัทธ์มีมากขึ้น ค่า rms ของอุณหภูมิในระดับ 850 นี้จะมีค่าลดลง และถ้าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงค่า rms ของ อุณหภูมิ จะมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณเมฆนั้นไม่สามารถพยากรณ์อิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า rms ของอุณหภูมิได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าของสมการจึงไม่มีสัมประสิทธิ์ของปริมาณเมฆ

3.2 การคำนวณสมการที่เหมาะสมของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยา ที่มีอิทธิพลต่อ rms ของอุณหภูมิในระดับความสูง 500 hPa

สมการนี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง rms ของอุณหภูมิ กับความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ผลของสมการได้ดังนี้คือ $rms = 3.927 - 0.0284RH$

จากสมการที่ได้พบพบว่า สัมประสิทธิ์ของความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเป็นลบ ที่มีลักษณะคล้ายกันกับที่เกิดขึ้นกับค่า rms ของอุณหภูมิในระดับ 850 hPa แสดงว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยลบผกผันกับ rms ของอุณหภูมิ ที่เป็นดัชนีแสดงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่ออุณหภูมิในระดับ 500 hPa กล่าวคือ ถ้าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น ค่าความแตกต่างของข้อมูลทอพลกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศจะน้อยลง แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ลดลง ค่าความแตกต่างระหว่างการวัดทั้งสองวิธีจะเพิ่มมากขึ้น

3.3 การคำนวณสมการที่เหมาะสมของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาที่มีอิทธิพลต่อ rms ความเร็วลมในระดับความสูง 850 hPa

สมการนี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง rms ของความเร็วลมกับความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ผลของสมการได้ดังนี้คือ $rms = 3.273 + .4698C$

จากสมการที่ได้พบพบว่า สัมประสิทธิ์ของปริมาณเมฆมีค่าเป็นบวก แสดงว่าความเร็วลมเป็นปัจจัยบวกโดยตรงกับ ปริมาณเมฆ เป็นดัชนีที่ชี้ถึงอิทธิพลของเมฆที่มีต่อค่า rms ของความเร็วลมในระดับ 850 hPa กล่าวคือ ถ้าปริมาณเมฆเพิ่มขึ้น ค่าความแตกต่างของข้อมูลทอพลกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศจะ เพิ่มมากขึ้น และในทางกลับกัน ถ้าปริมาณเมฆมีค่าต่ำลง ค่าความแตกต่างของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีจะเกิดขึ้นน้อยลง ส่วนความชื้นสัมพัทธ์นั้นไม่สามารถพยากรณ์อิทธิพลที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่า rms ของความเร็วลมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงไม่มีค่าสัมประสิทธิ์ของความชื้นสัมพัทธ์ในสมการนี้

ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณเมฆ ที่มีอิทธิพลต่อ rms ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางและความเร็วลมในระดับอื่น ๆ ไม่มีอิทธิพลต่อความเปลี่ยนแปลงของค่าความแตกต่างของการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลทอพลกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศได้ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อภิปรายผล สรุป ข้อเสนอแนะ

ผลของการวิเคราะห์ในบทที่ 4 สามารถอภิปรายผลได้ตามลำดับดังนี้

1. ความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันของค่า rms ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลมและความเร็วลม ของสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ และสถานีตรวจอากาศภูเก็ต ในระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa
2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแตกต่างเปรียบเทียบระหว่างสถานี โดยการตั้งระดับนัยสำคัญที่ 0.05
3. อิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยากับ rms อุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลมและความเร็วลม ในระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa

1. ความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันของค่า rms ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลมและความเร็วลม ของสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศกรุงเทพ และสถานีตรวจอากาศภูเก็ต ในระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa

1.1 ความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันเป็นรายสถานี ค่า rms ของอุณหภูมิ ตามระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อพิจารณารายสถานีพบว่า ค่า rms ของอุณหภูมิของทุกสถานีจะมีค่าใกล้เคียงกันในทุกระดับความสูง คือในระดับ 850 hPa มีค่า rms ของสถานีที่มีค่ามากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกสถานีทั้งสามระดับ มีค่าเท่ากับ 2.89 องศาเซลเซียสแต่จะมีค่า rms ของแต่ละสถานีใกล้เคียงกันมากที่สุด คือมีพิสัยเท่ากับ 0.32 องศาเซลเซียส ในระดับ 500 hPa พบว่า ค่า rms ของทุกสถานีมีค่าน้อยกว่าระดับอื่น ค่า rms ที่ต่ำที่สุด เท่ากับ 1.13 องศาเซลเซียสและสูงที่สุด เท่ากับ 1.92 องศาเซลเซียส แต่จะมีพิสัยของค่า rms เท่ากับ 0.79 แต่ค่า rms ของอุณหภูมิของสถานีที่ต่ำที่สุดนั้นจะเป็นค่าที่ต่ำที่สุดของทุกสถานีทั้งสามระดับ ส่วนในระดับ 300 hPa จะมีความแตกต่างของค่า rms ของอุณหภูมิระหว่างสถานีมากที่สุด คือมีพิสัยของค่า rms เท่ากับ 0.84 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาตามระดับความสูง พบว่า ค่า rms ของอุณหภูมิในระดับ 850 จะเกิดขึ้นมากกว่าระดับ 500 และ 300 hPa คือมีค่าอยู่ระหว่าง 2.5 - 3 องศาเซลเซียส และจะลดต่ำลงในระดับ 500 hPa ค่า rms จะเกิดขึ้นน้อยที่สุด คือไม่เกิน 2 องศาเซลเซียสแล้วจะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยในระดับ 300 hPa แต่จะมีค่าไม่เกินกว่า 2.2 องศาเซลเซียสในสถานีที่มีมากที่สุด

จากผลของการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงว่า การเปรียบเทียบความแตกต่างของการวัดอุณหภูมิระหว่างข้อมูลทอพลกับข้อมูลวิทยุหยั่งอากาศนั้นมีความแตกต่างกัน และความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้มีค่ามากที่สุดไม่เกิน 3 องศาเซลเซียสและค่า rms ของอุณหภูมิแต่ละสถานีที่ได้ส่วนมากนั้นจะมีค่าน้อยกว่า

2 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นค่าความแตกต่างที่ถือว่าใกล้เคียงกันของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธี ผลที่ได้นี้จะสอดคล้องกับผลของการศึกษาของ สมิทและวูล์ฟ (Smith and Woolf. 1970 : 39-62) เรื่องการวัดข้อมูลในช่วงคลื่นอินฟราเรดจากดาวเทียม (Satellite Infra-red Spectrometer : SIRS) จากดาวเทียมทิมบัส 3 เปรียบเทียบกับข้อมูลของอุณหภูมิอากาศจากการวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศที่พบว่าข้อมูลโดยส่วนใหญ่แล้ว ค่าของความแตกต่างจะมีค่าใกล้เคียงกัน และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมิทและคนอื่น ๆ (Smith and others. 1979 : 45-48) เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลของการตรวจอากาศจากดาวเทียมที่มีวงโคจรเสมือนอยู่กับที่และข้อมูลทอพลี ที่พบว่า ข้อมูลที่ได้จากข้อมูลทอพลีนั้น มีความแตกต่างจากข้อมูลของวิทยุหยั่งอากาศของจะมีค่า rms ไม่เกิน 2.5 องศาเซลเซียส และสอดคล้องกับการศึกษาของ สมิทและคนอื่น ๆ (Smith and others. 1979 : 1178-1187) ได้มีการศึกษาเรื่องการตรวจวัดลักษณะอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมไทรอส-เอ็น (The TIROS-N Operational Vertical Sounder) ในพื้นที่ทวีปอเมริกาเหนือ พบว่า ความแตกต่างของข้อมูลของการตรวจวัดด้วยการวัดด้วยช่วงคลื่นอินฟราเรดรายละเอียดสูง หรือ HIRS (HIRS: High Resolution Radiation Sounder) จะมีค่า rms ประมาณ 2.5 องศาเซลเซียส และจากการตรวจวัดด้วยช่วงคลื่นไมโครเวฟ หรือ MSU (Microwave Sounder Unit) จะได้ค่า rms ประมาณ 3 องศาเซลเซียส และจะสอดคล้องกับการศึกษาในออสเตรเลียของ แมคมิลลินและดีน (McMillin and Dean. 1982 : 1005-1014) ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิที่ได้จากข้อมูลทอพลีของดาวเทียมโนอา 7 และ 8 พบว่า rms ของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ในช่วงประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส

ผลของการวิเคราะห์อีกประการหนึ่งคือ ค่า rms ของอุณหภูมิที่ได้ในแต่ละระดับเกิดขึ้นไม่เท่ากัน คือจะมีค่า rms ของอุณหภูมิเกิดขึ้นมากในระดับ 850 hPa จะมีค่าลดลงในระดับ 500 hPa แล้วกลับเพิ่มขึ้นอีกในระดับ 300 hPa ซึ่งจะสอดคล้องกับผลของการศึกษาของ สมิทและวูล์ฟ (Smith and Woolf. 1970 : 39 - 62) ที่กล่าวข้อมูลโดยส่วนใหญ่แล้ว ค่าของความแตกต่างจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะเกิดความแตกต่างขึ้นในระหว่างระดับ ความแตกต่างนั้นจะเกิดขึ้นมากในระดับ 1000-850 มิลลิบาร์ แล้วจะลดลงในระดับ 850-400 มิลลิบาร์ และเพิ่มขึ้นอีกในช่วง 400 มิลลิบาร์ ขึ้นไป และจะใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ สมิทและคนอื่น ๆ (Smith and others. 1979 : 45-48) ที่พบว่าค่าความแตกต่างของ rms ในแต่ละระดับความสูงเกิดขึ้นไม่เท่ากัน จากการศึกษาที่ทำในเขตละติจูดกลาง ข้อมูลของทอพลีนั้นจะมีค่า rms ของอุณหภูมิ ในช่วง 1000-8000 มิลลิบาร์ ประมาณ 2 องศาเซลเซียส เมื่อมีระดับสูงขึ้นในช่วง 800-400 มิลลิบาร์ จะมีค่าลดลง แล้วกลับสูงขึ้นอีกในระดับ 450-100 มิลลิบาร์ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมิทและคนอื่น ๆ (Smith and others. 1979 : 1178-1187) พบว่า ความแตกต่างของข้อมูลมีไม่มากนัก แต่ในแต่ละระดับ ค่าความแตกต่าง จะมีความแตกต่างกัน โดยจะมีความแตกต่างเกิดขึ้นมากที่ระดับ 1000 มิลลิบาร์ ในช่วงระดับ 1000-500 มิลลิบาร์ ความแตกต่างจะเกิดขึ้นน้อยลง แล้วจะกลับเพิ่มขึ้นอีกในช่วง 400 มิลลิบาร์ขึ้นไป และจากการ

ศึกษาของฟิลลิปและคนอื่น ๆ (Phillips and others, 1979 : 1188-1197) จะได้ผลการศึกษาที่ไม่แตกต่างกันคือ แสดงให้เห็นถึงความใกล้เคียงกันของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธี จะมีค่า rms ของอุณหภูมิใกล้เคียงกันมาก แต่ในแต่ละระดับข้อมูลค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันนั้นจะมีค่าไม่เท่ากัน ช่วงที่มีความแตกต่างกันมากจะอยู่ในช่วง 1000-500 มิลลิบาร์ ที่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งบวกและลบ ในช่วง 550-250 มิลลิบาร์ ข้อมูลจะมีความใกล้เคียงกันมาก และเมื่อระดับสูงขึ้นมากกว่าระดับ 200 มิลลิบาร์ ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้น และจากการศึกษาของ แชลตเตอร์ (Schlatter, 1981 : 110-119) ได้ทำการการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่ได้จากทอพลีเปรียบเทียบกับวิเคราะห์จากวิทยุหึ่งอากาศ ในทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา พบว่าค่าความแตกต่างของทอพลีจะมีแนวโน้มสูงเมื่ออยู่ใกล้พื้นดิน แล้วจะลดต่ำลงเมื่อผ่านตอนกลางของชั้น โทรโปสเฟียร์ และจะกลับสูงขึ้นเมื่อใกล้ชั้น โทรโปพอส ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาในออสเตรเลียของแมคมิลลินและดีน ในปี 1982 (Mcmillin and Dean, 1982 : 1005-1014) ที่พบว่าความแตกต่างของ rms มีมากเมื่ออยู่ใกล้พื้นดินและในช่วงของโทรโปพอส ส่วนในช่วงกลาง ๆ ระดับชั้นบรรยากาศ จะมีค่าความแตกต่างน้อยกว่าระดับอื่น ซึ่งค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้ น่าจะเกิดจากความแปรปรวนของชั้นบรรยากาศ กล่าวคือ ในระดับความกดอากาศชั้นล่างของโทรโปสเฟียร์ที่อยู่ใกล้กับพื้นผิวของโลกนั้น จะมีอิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ที่ทำให้บรรยากาศในระดับนี้เกิดความเปลี่ยนแปลงมาก และในระดับบรรยากาศชั้นบนของโทรโปสเฟียร์ ที่ใกล้กับชั้นที่มีลักษณะของอากาศที่มีความแปรปรวนสูงที่ระดับของโทรโปพอส ซึ่งจะแตกต่างจากบรรยากาศในระดับกลางของโทรโปสเฟียร์ ที่ลักษณะของอากาศจะเกิดความแปรปรวนน้อยกว่า จึงน่าจะเป็นเหตุผลทำให้ค่าความแตกต่างของข้อมูลที่ได้จากการวัดทั้งสองวิธีจึงเกิดขึ้นมากในชั้นล่างและชั้นบนมากกว่าที่เกิดขึ้นในระดับตอนกลางของโทรโปสเฟียร์

ส่วนค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีนั้น มีค่าที่ใกล้เคียงกันจากการศึกษาครั้งนั้น น่าจะเป็นผลมาจากเครื่องมือที่ใช้วัดของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยามีประสิทธิภาพสูง ทำให้การวัดค่าของอากาศแนวตั้ง จากการตรวจวัดอากาศในบริเวณเดียวกัน จึงได้ค่าของลักษณะอากาศที่ใกล้เคียงกัน ส่วนค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยนั้น น่าจะเกิดขึ้นจาก ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีไม่เป็นข้อมูลที่ เป็นสถานที่และเวลาเดียวกันอย่างแท้จริง กล่าวคือ ข้อมูลของวิทยุหึ่งอากาศที่นำมาศึกษานั้นจะเป็นการวัดข้อมูลตามสถานที่ที่สถานีตรวจอากาศภาคพื้นดินตั้งอยู่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนข้อมูลทอพลีที่ได้นั้น จะต้องเลือกจุดที่มีความใกล้เคียงกับสถานีตรวจอากาศภาคพื้นดินมากที่สุด และยอมรับข้อมูลว่าเป็นตำแหน่งสถานีเดียวกันกับสถานีภาคพื้นดินนั้นในรัศมีใกล้เคียงกันถึง 150 กิโลเมตร และเวลาที่ทำการตรวจวัดของสถานีภาคพื้นดินนั้น จะทำการตรวจวัดตามเวลาที่กำหนดไว้เป็นประจำ ส่วนข้อมูลทอพลีจะได้ข้อมูลของการตรวจวัดในระยะเวลาที่ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเคลื่อนที่ผ่านประเทศไทย ที่ถือว่าเวลาต่างกันอย่างก่อนและหลัง 3 ชั่วโมงของเวลาที่สถานีภาคพื้นดินทำการตรวจวัดเป็นเวลาในการตรวจพร้อมกัน

จากผลของการวิเคราะห์และผลของการศึกษาเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดนั้น สรุปได้ว่า ข้อมูล rms ของอุณหภูมิในการศึกษาครั้งนี้มีความใกล้เคียงกัน

1.2 ความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันเป็นรายสถานีของค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ตามระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า rms ของความสูงเป็นเมตร พบว่า ในระดับ 850 hPa มีค่า rms ของแต่ละสถานีแตกต่างกันมากที่สุด คือมีพิสัยเท่ากับ 14.93 เมตร แต่มีค่า rms ของความสูงเป็นเมตรทุกสถานีมีค่าน้อยกว่าระดับ 500 และ 300 hPa โดยมีค่า rms ของความสูงเป็นเมตรต่ำกว่า 30 เมตร ในระดับ 500 hPa พบว่า ค่า rms ของความสูงเป็นเมตร ทุกสถานีมีค่าอยู่ระหว่าง 30-50 เมตร โดยมีพิสัยของค่า rms เท่ากับ 13.65 เมตร ส่วนในระดับ 300 hPa จะมีความแตกต่างของค่า rms ของความสูงเป็นเมตรของทุกสถานีเกิดขึ้นน้อยที่สุด กล่าวคือมีพิสัยของค่า rms ของความสูงเป็นเมตรเท่ากับ 6.37 เมตร แต่มีค่า rms ของความสูงเป็นเมตรของทุกสถานีอยู่ในช่วง 40-50 เมตร ซึ่งมากกว่าที่เกิดขึ้นในระดับอื่น ค่า rms ของความสูงเป็นเมตรที่มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 49.27 เมตร ที่ระดับ 300 hPa และค่าที่น้อยที่สุดเท่ากับ 12.46 เมตร เกิดขึ้นที่ระดับ 850 hPa

จากผลของการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงว่า การเปรียบเทียบความแตกต่างของการวัดความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลวิทยุหยั่งอากาศนั้นมีความแตกต่างกัน และความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นมีค่า rms น้อยกว่า 50 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมิทและฟอร์เชทท์ (Smith and Fawcett, 1970 : 39-62) ที่พบว่า ในระดับความกดอากาศ 500 มิลลิบาร์ ความสูงเป็นเมตรจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียม และการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศแต่ละสถานีจะมีค่าต่างกัน โดยเฉลี่ย ประมาณ 50 เมตร หรือน้อยกว่า ค่า rms ของความสูงเป็นเมตรต่างกันที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดขึ้นจากระดับความสูง (hPa) ที่ทำการศึกษา ในระดับความกดอากาศ 850 500 และ 300 hPa มีความสูงประมาณ 1.5 กิโลเมตร 6 กิโลเมตร และ 10 กิโลเมตรตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบจากระยะทาง 1 กิโลเมตรนั้น ค่า rms ของความสูงเป็นเมตร 50 เมตร จะมีค่าเพียง 0.05 กิโลเมตร เท่านั้น เหตุผลอีกประการหนึ่งที่น่าจะมีส่วนเกี่ยวข้อง คือ ข้อมูลของวิทยุหยั่งอากาศที่นำมาศึกษานั้นจะเป็นการวัดข้อมูลตามสถานที่ที่สถานีตรวจอากาศภาคพื้นดินตั้งอยู่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนข้อมูลทอพอกราฟที่ได้นั้นจะต้องเลือกจุดที่มีความใกล้เคียงกับสถานีตรวจอากาศภาคพื้นดินมากที่สุด และจะยอมรับข้อมูลว่าเป็นตำแหน่งสถานีเดียวกันกับสถานีภาคพื้นดินนั้นในรัศมีใกล้เคียงกันถึง 150 กิโลเมตรในการตรวจอากาศชั้นบน ข้อมูลที่ได้มานั้นจึงไม่เป็นข้อมูลที่ตรวจวัดจากสถานที่เดียวกันทั้งหมด ตลอดจนเวลาที่ทำการตรวจวัดของสถานีภาคพื้นดินจะทำการตรวจวัดตามเวลาที่กำหนดไว้เป็นประจำ ส่วนข้อมูลทอพอกราฟจะได้ข้อมูลของ

การตรวจวัดในระยะเวลาที่ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเคลื่อนที่ผ่านประเทศไทย ที่ถือว่าเวลาต่างกันก่อนและหลัง 3 ชั่วโมงของเวลาที่สถานีภาคพื้นดินทำการตรวจวัดเป็นเวลาในการตรวจพร้อมกัน ดังนั้นค่าความแตกต่างน่าจะเกิดขึ้นจากความแตกต่างระหว่างสถานีที่อันเนื่องมาจากสภาวะอากาศในแต่ละพื้นที่นั้นจะมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องที่ทำให้สภาพอากาศต่างกันออกไป ดังที่ ปานทิพย์ (ปานทิพย์ อัสวานิช, 2525 : 17-18) ที่กล่าวว่า องค์ประกอบที่เป็นตัวควบคุมบรรยากาศคือ ละติจูด ความแตกต่างของพื้นดินและพื้นน้ำ กระแสน้ำในมหาสมุทร ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ลักษณะภูมิประเทศ และมนุษย์ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากสถานีและเวลาในการตรวจวัด ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศ ของข้อมูลที่ได้แต่ละสถานีตรวจอากาศ จึงน่าจะส่งผลให้เกิดความแตกต่างขึ้น ดังนั้นค่าของ rms ของความสูงเป็นเมตรไม่เกิน 50 เมตร จึงเป็นค่าที่น่ายอมรับได้ว่าเป็นค่าที่มีความใกล้เคียงกันของการตรวจวัดค่าความสูงเป็นเมตร ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ

1.3 ความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันเป็นรายสถานีของค่า rms ที่ศทางลมตามระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความแตกต่างของ rms ของทิศทางลม พบว่าในระดับ 850 hPa มีค่า rms ใกล้เคียงกันมากกว่าระดับอื่น คือ ค่อนข้างใกล้เคียงกับ 21.51 องศา ในระดับ 500 hPa พบว่าค่า rms ของทิศทางลมระหว่างสถานีมีความแตกต่างกันมากที่สุด โดยมีพิสัยของค่า rms ของทิศทางลมเท่ากับ 52.00 องศา และค่า rms ของทิศทางลมในระดับนี้เป็นค่า rms ที่มากที่สุดของทุกระดับและทุกสถานี ส่วนในระดับ 300 hPa จะมีความแตกต่างของค่า rms ของทิศทางลมแต่ละสถานีน้อยกว่าระดับ 850 hPa แต่มากกว่าระดับ 500 hPa คือมีพิสัยของค่า rms ของทิศทางลม เท่ากับ 43.54 องศา และค่า rms ของทิศทางลมของสถานีที่มีค่าต่ำที่สุดจะเป็นค่า rms ที่ต่ำที่สุดของทุกระดับและทุกสถานี

จากผลของการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงว่า การเปรียบเทียบความแตกต่างของการวัดทิศทางลม ระหว่างข้อมูลทอพอกราฟกับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศมีความแตกต่างกันมาก ค่า rms ของทิศทางลมทุกระดับที่เป็นค่าต่ำที่สุด มีค่ามากกว่า 60 องศา และค่า rms ของทิศทางลมที่มากที่สุดเกิดขึ้นถึง 127 องศา ค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้ น่าจะเป็นผลมาจากความคลาดเคลื่อนของสถานีและเวลาในการตรวจวัดของข้อมูลทอพอกราฟที่นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ ดังที่กล่าวมาแล้ว ในข้อ 1.1 คือ สถานีที่ทำการตรวจวัดจะยอมรับข้อมูลในรัศมี 150 กิโลเมตร ของสถานีภาคพื้นดิน ตลอดจนการยอมรับข้อมูลที่เวลาแตกต่างกันก่อนและหลัง 3 ชั่วโมง เป็นข้อมูลในการตรวจวัดในสถานที่และเวลาเดียวกัน จึงน่าจะเป็นผลทำให้การตรวจวัดทิศทางลมนี้เกิดความแตกต่างของการเปรียบเทียบเกิดมากกว่าความแตกต่างของข้อมูลอื่น แต่จะสังเกตได้ว่า ค่าความแตกต่างของทิศทางลมระหว่างสถานีและทุกระดับความสูงจะมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นถึงค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นสอดคล้องและเป็น

ไปในแนวเดียวกัน เนื่องจากค่าที่ขึ้นนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และเมื่อทดสอบค่าความแตกต่างของระหว่างสถานีในแต่ละระดับ จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า ทิศทางลมจากการตรวจวัดระหว่างข้อมูลทอพอส์กับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหึ่งอากาศจะแตกต่างกัน

1.4 ความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันเป็นรายสถานีของค่า rms ของความเร็วลมตามระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความแตกต่างของ rms ของความเร็วลมพบว่า ในระดับ 850 hPa มีค่า rms ของแต่ละสถานีใกล้เคียงกันมากที่สุด คือมีค่า rms อยู่ในช่วง 4-11 นอต และมีพิสัยเพียง 5.74 นอต และค่า rms ของสถานีที่ต่ำที่สุดในระดับนี้จะเป็นค่าที่ต่ำที่สุดระหว่างสถานีและทุกระดับความสูง ส่วนในระดับ 500 hPa นั้นพบว่า ค่า rms ของความเร็วลมระหว่างสถานี มีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 10 - 25 นอต โดยมีพิสัยของค่า rms เท่ากับ 8.04 นอต และในระดับ 300 hPa จะมีความแตกต่างของค่า rms ของความเร็วลมแต่ละสถานีมากที่สุด กล่าวคือค่า rms จะอยู่ในช่วง 20-40 นอต โดยมีพิสัยของค่า rms ของความเร็วลม เท่ากับ 14.55 นอต และค่า rms ของสถานีที่สูงที่สุดจะเป็นค่าสูงที่สุดระหว่างสถานีในทุกระดับความสูง และเมื่อพิจารณาความสูงทุกระดับจะพบว่า ค่า rms ของความเร็วลมและความแตกต่างระหว่างสถานีจะเกิดขึ้นน้อยในระดับต่ำและจะมีค่าสูงขึ้นในระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น

จากผลของการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงว่า การเปรียบเทียบความแตกต่างของการวัดความเร็วลม ระหว่างข้อมูลทอพอส์กับข้อมูลวิทยุหึ่งอากาศนั้นมีความแตกต่างกันมาก เมื่อพิจารณาจากค่าความแตกต่างของความเร็วลมที่เกิดจากการเปรียบเทียบนั้น การเกิดความแตกต่างระหว่างข้อมูลของทอพอส์และข้อมูลจากวิทยุหึ่งอากาศ น่าจะเกิดผลลักษณะเดียวกันกับเหตุผลตามข้อ 1.1 1.2 และ 1.3 ซึ่งน่าจะเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการกำหนดตำแหน่งและเวลาของสถานีที่ทำการตรวจวัดจากการวัดข้อมูลทั้งสองวิธี จึงทำให้ค่าความแตกต่างของความเร็วลมเกิดขึ้นมาก แต่ค่าของความแตกต่างที่เกิดขึ้นแต่ละสถานีจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ความแตกต่างที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้น่าจะเป็นผลมาจากการตรวจวัดของเครื่องมือที่ใช้ของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยามีความแตกต่างจากเครื่องมือที่ทำการตรวจจากวิทยุหึ่งอากาศ กล่าวคือ การตรวจวัดความเร็วลมของดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เป็นการคำนวณการเคลื่อนที่ของอนุภาคไอน้ำในอากาศ แล้วใช้เวลาในการเคลื่อนที่ระหว่างจุดมาคำนวณเป็นค่าความเร็วของลม ส่วนการวัดจากวิทยุหึ่งอากาศนั้น จะเป็นเป็นการรับสัญญาณจากบัลลูนตรวจอากาศในขณะที่เคลื่อนที่ไปในขณะที่ทำการส่งสัญญาณมาทางสถานีภาคพื้นดินในช่วงระยะเวลานั้น ๆ ทำให้เกิดความแตกต่างของค่าความเร็วลมที่วัดได้ทั้งสองวิธีเกิดขึ้นแตกต่างกันมาก

จากผลของการวิเคราะห์และเหตุผลทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.1 - 1.4 ความแตกต่างหรือความใกล้เคียงกันของค่า rms ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลมและความเร็วลม

ของสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศกรุงเทพฯ และสถานีตรวจอากาศภูเก็ต ในระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa นั้นจะเกิดความแตกต่างกันขึ้นไม่มากนัก ในด้านของข้อมูลอุณหภูมิ และความสูงเป็นเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับที่มีรายงานการศึกษามาก่อนหน้านี้ ในต่างประเทศ ส่วนข้อมูลของทิศทางลมและความเร็วลมนั้นยังมีการศึกษาในข้อมูลด้านนี้ไม่มากนัก และไม่พบในรายงานการศึกษาวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้จะยอมรับข้อมูลอุณหภูมิและความสูงเป็นเมตร ระหว่างการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลที่ตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศ มีความใกล้เคียงกัน ซึ่งจะปฏิบัติตามสมมุติฐานข้อที่ 1 คือ ข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนในประเทศไทย ระหว่างการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศกับการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาน่าจะใกล้เคียงกัน ส่วนข้อมูลของทิศทางลมและความเร็วลมนั้นควรจะต้องมีการศึกษาอย่างละเอียดต่อไป

ในส่วนของความแตกต่างของข้อมูล ที่ทำการเปรียบเทียบในในแต่ละระดับความกดอากาศนั้น จากผลของการวิเคราะห์และเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว จะพบว่าค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบในแต่ละระดับความสูง (hPa) แตกต่างกัน ซึ่งจะตรงกับสมมุติฐานข้อที่ 3 คือ ค่าความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดจากการเปรียบเทียบในแต่ละระดับความกดอากาศ น่าจะแตกต่างกัน

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแตกต่างเปรียบเทียบระหว่างสถานี โดยการจัดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

จากผลของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่าความแตกต่างที่เกิดจากการเปรียบเทียบข้อมูลอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลมและความเร็วลม ระหว่างข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับวิทยุหยั่งอากาศ เป็นรายสถานีในระดับ 850 500 และ 300 hPa พบว่า ผลสรุปที่ได้จากการหาพบว่า ค่า rms ของแต่ละสถานีและทุกระดับความสูง (hPa) ส่วนใหญ่จะไม่แตกต่างกัน จะมีความแตกต่างระหว่างสถานีเกิดขึ้นที่ระดับ 850 hPa มากกว่าระดับอื่น โดยมีความแตกต่างระหว่างสถานี ของค่า rms ของความสูงเป็นเมตรและความเร็วลม ส่วนในระดับ 500 hPa พบความแตกต่างระหว่างสถานีของค่า rms ของอุณหภูมิ ส่วนที่ระดับ 300 hPa นั้นไม่พบความแตกต่างของค่า rms ของตัวแปรแต่ละสถานี จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของสถานี ที่เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างสถานีที่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่ระดับ 500 hPa คือความแตกต่างระหว่างสถานีตรวจอากาศภูเก็ตกับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี และสถานีตรวจอากาศสงขลา กับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี ความแตกต่างของความสูงเป็นเมตร ที่เกิดขึ้นระหว่างสถานีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เกิดขึ้นระหว่างสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานีกับสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ และสถานีตรวจอากาศสงขลา กับสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ ความแตกต่างของข้อมูลความเร็วลม ที่เกิดความแตกต่างระหว่างสถานีพบที่ระดับ 850 hPa เป็นความแตกต่างระหว่างสถานีตรวจอากาศกรุงเทพฯ กับสถานีตรวจ-

อากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศสงขลา กับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศภูเก็ต กับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี และสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่กับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี

ความแตกต่างระหว่างสถานีของข้อมูลที่เกิดขึ้น ทั้งข้อมูลอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร และทิศทางลม ที่เกิดความแตกต่างของค่า rms ที่นำมาวิเคราะห์นั้น น่าจะเกิดจากความแตกต่างของพื้นที่ของแต่ละสถานีที่ตั้งอยู่เป็นส่วนประกอบ ดังที่ อีเกลแมน กล่าวว่ามีอิทธิพลที่มีต่อลมฟ้าอากาศที่สำคัญประการหนึ่งคือสภาพพื้นที่และกระแสน้ำในมหาสมุทร (Eagleman. 1985 : 340-352) และจากการศึกษาของ สมิธและฟอว์เซตต์ (Smith and Fawcett. 1970 : 39-62) ในการวัดความกดอากาศที่ระดับ 500 มิลลิบาร์ ในแต่ละพื้นที่ที่มีความสูงของระดับความกดที่ระดับ 500 มิลลิบาร์ของความสูงเป็นเมตร ในเขตละติจูดที่แตกต่างกัน จะมีค่าน้อยในเขตละติจูดกลาง แต่จะมากขึ้นในเขตรอบขั้ว และจากผลการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลการวัดอุณหภูมิและปริมาณไอน้ำในอากาศของข้อมูลทอพลี ข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่สามารถตรวจวัดได้ทางภาคพื้นดิน ในปี 1976 พบว่า ความแตกต่างของข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบกัน ในเขตละติจูดสูงกับละติจูดกลาง มีค่าแตกต่างกัน (Smith and Woolf. 1976 : 45-48) นอกจากนี้ สมิธและคนอื่นๆ (Smith and others. 1979 : 1178-1187) ได้ศึกษาพบว่า ความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นในการเปรียบเทียบในภาคพื้นทวีปกับในพื้นที่เหนือมหาสมุทร มีความแตกต่างกัน และผลการศึกษาจะสอดคล้องกับผลการศึกษาของฟิลลิปส์และคนอื่นๆ (Phillips and others .1979 : 1188-1197) พบว่า ค่าความแตกต่างของข้อมูลในเขตละติจูดสูง เขตละติจูดต่ำและเขตรอบขั้วจะมีความแตกต่างกัน

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่า ค่าความแตกต่างที่นำมาเปรียบเทียบกันในแต่ละพื้นที่แม้ว่าจะมีความใกล้เคียงกัน แต่ก็มีมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ค่าความแตกต่างของข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบกันนั้น แต่ละสถานีเมื่อนำมาทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าส่วนมากจะมีค่าไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น่าจะเป็นผลมาจากความแตกต่างระหว่างพื้นที่ของสถานีต่าง ๆ นั้น เกิดขึ้นไม่มากนัก เพราะเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาในต่างประเทศ จะพบว่าผลของการศึกษานั้น ส่วนมากจะเป็นการศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ เช่น การเปรียบเทียบระหว่างภาคพื้นทวีปกับมหาสมุทร พื้นที่อยู่ในเขตละติจูดต่างกัน เป็นต้น ซึ่งพื้นที่เหล่านี้จะมีระดับละติจูดที่แตกต่างกันมาก ทำให้องค์ประกอบทางอุตุนิยมวิทยาของแต่ละพื้นที่แตกต่างกันมาก ส่วนสถานีตรวจอากาศที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากอาณาเขตของประเทศไทยจากทิศใต้จรดทิศเหนือจะมีความแตกต่างของละติจูดเพียง 16 องศาเหนือ เท่านั้น ความแตกต่างของละติจูดของแต่ละสถานีมีไม่มากนัก เช่น สถานีตรวจอากาศกรุงเทพมหานครกับสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี จะมีละติจูดต่างกันประมาณ 5 องศา สถานีตรวจอากาศสงขลา กับสถานีตรวจอากาศภูเก็ต ห่างกันประมาณ 2 องศา เป็นต้น ตลอดจนในการแบ่งเขตภูมิอากาศของประเทศไทยในระบอบคอปเพิน (Koppen) ประเทศไทยทั้งหมดจัดอยู่ในภูมิอากาศแบบ A คือเป็นภูมิอากาศร้อน จึงน่าจะเป็นเหตุผลที่ทำให้ความแตกต่างในการเปรียบเทียบเป็นรายสถานีเกิดความแตกต่างกันน้อย อย่างไรก็ตาม

ตามเมื่อทำการทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แล้ว เกิดความแตกต่างระหว่างสถานีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของข้อมูลอุณหภูมิและความเร็วลม ในระดับ 850 hPa และความสูงเป็นเมตรในระดับ 500 hPa ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้ ทำให้สรุปผลการศึกษาในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสถานีของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดระหว่างข้อมูลที่ตรวจวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ สอดคล้องกับสมมุติฐานข้อที่ 2 คือ ความแตกต่างของข้อมูลที่น่าสนใจมาเปรียบเทียบในแต่ละสถานี น่าจะแตกต่างกัน

ความแตกต่างของข้อมูลที่น่าสนใจมาเปรียบเทียบ ระหว่างข้อมูลจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ตรงกับสมมุติฐาน มีข้อสังเกตว่า ความแตกต่างระหว่างสถานีที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์ทางสถิตินั้น จะต้องนำข้อมูลของแต่ละสถานีมาทดสอบความแตกต่าง จำนวนสถานีทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์ระหว่างคู่กันจะมีถึง 120 คู่ ของทุกตัวแปรและทุกระดับ แต่ความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างสถานีนี้มีเพียง 8 คู่ คิดเป็นร้อยละได้เพียงร้อยละ 6.66 จะเป็นร้อยละที่ค่อนข้างน้อย แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของข้อมูลที่น่าสนใจมาเปรียบเทียบจากการวัดทั้งสองวิธีนั้น ในแต่ละตัวแปรและทุกระดับความสูงจะมีความแตกต่างกันเกิดขึ้นน้อย หรือกล่าวได้ว่ามีความใกล้เคียงกัน และเป็นที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่งคือ ความแตกต่างระหว่างสถานีที่เกิดขึ้นนั้น จะเป็นความแตกต่างของสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานีกับสถานีตรวจอากาศอื่น ๆ ถึง 7 คู่ โดยเฉพาะค่าความแตกต่างของความเร็วลม ความแตกต่างระหว่างคู่ที่เกิดขึ้นในระดับ 850 hPa จะเป็นสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี กับสถานีตรวจอากาศสถานีที่เหลือทั้งหมด ดังนั้นอาจจะเป็นผลมาจากข้อมูลในบางตัวแปรและในบางระดับของสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานีมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่นำไปทำการการเปรียบเทียบมากกว่าสถานีอื่น

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้สรุปได้อีกประการหนึ่งคือ ค่าความแตกต่างของข้อมูลที่ทำให้การเปรียบเทียบในแต่ละระดับความกดอากาศนั้น จะแตกต่างกัน เป็นผลมาจากค่า rms ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลมและความเร็วลม ในแต่ละระดับจะเกิดขึ้นไม่เท่ากัน ดังที่ปรากฏอยู่ในการวิเคราะห์กราฟสรุปความแตกต่างเป็นรายตัวแปรของทุกสถานีและทุกระดับความสูง และการอภิปรายผลในข้อ 1

3. อิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยากับ rms อุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางลมและความเร็วลม ในระดับความสูง 850 500 และ 300 hPa

จากผลการวิเคราะห์ การคำนวณสมการถดถอยพหุคูณที่เหมาะสมของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยา ที่มีอิทธิพลต่อ rms ของอุณหภูมิ ความสูงเป็นเมตร ทิศทางและความเร็วลม ในระดับความสูง 850, 500 และ 300 (hPa) นี้ คำนวณสมการถดถอยพหุคูณ ที่สามารถใช้เป็นค่าพยากรณ์โดยตั้งระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ได้สมการพยากรณ์เพียง 3 สมการ คือ

3.1 สมการถดถอยแสดงถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ที่มีต่อค่า rms ของ อุณหภูมิที่ระดับ 850 hPa

สมการถดถอยที่แสดงถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบข้อมูล ระหว่างดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับวิทยุหยั่งอากาศ ในระดับ 850 hPa ได้ค่าของสมการถดถอยเท่ากับ $rms = 6.1834 - 0.397RH$

จากสมการที่ได้พบว่ามีสัมประสิทธิ์ของความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเป็นลบ แสดงว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นปฏิภาคผกผันกับ rms ของอุณหภูมิ เป็นดัชนีชี้ถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ว่า ถ้าค่าความชื้นสัมพัทธ์มีมากขึ้น ค่า rms ของอุณหภูมิในระดับ 850 นี้จะมีค่าลดลง และถ้าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงค่า rms ของอุณหภูมิ จะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งผลที่เกิดขึ้นกับค่า rms ของอุณหภูมิในระดับนี้จะตรงกับสมมุติฐานข้อที่ 3 ที่กำหนดว่าธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยา จะมีอิทธิพลต่อผลต่างที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดระหว่างดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับวิทยุหยั่งอากาศ อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่อค่า rms ของอุณหภูมินี้ น่าจะเกิดจากการตรวจวัดจากเครื่องมือที่ตรวจวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์โดยตรง กล่าวคือ ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึง ปริมาณไอน้ำในอากาศที่มีอยู่เปรียบเทียบกับปริมาณไอน้ำที่อากาศจะรับได้ในขณะนั้น ปริมาณไอน้ำจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ ถ้าปริมาณไอน้ำในอากาศมาก ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะมาก และถ้าปริมาณไอน้ำในอากาศน้อย ความชื้นสัมพัทธ์จะน้อย ปริมาณของไอน้ำในอากาศนั้นจะเป็นผลในการตรวจวัดค่าของอุณหภูมิของเครื่องมือที่ตรวจวัด ดังนั้นเมื่อมีปริมาณไอน้ำในอากาศมาก แสดงถึงค่าของความชื้นสัมพัทธ์จะมาก การตรวจวัดค่าของอุณหภูมิของเครื่องมือตรวจวัดทั้งสองวิธีจะวัดค่าของอุณหภูมิได้ละเอียดและผิดพลาดน้อยลง ส่งผลให้ค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นในการเปรียบเทียบข้อมูลจากการวัดทั้งสองวิธีนั้นจะมีค่าน้อยลงด้วย ส่วนปริมาณเมฆนั้นไม่สามารถคำนวณถดถอยเพื่อการพยากรณ์ อิทธิพลที่มีต่อค่า rms ของอุณหภูมิได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งความสูง 850 500 และ 300 hPa

3.2 สมการถดถอยแสดงถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ที่มีต่อค่า rms ของ อุณหภูมิ ที่ระดับ 500 hPa

สมการถดถอยแสดงถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ที่มีต่อค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบข้อมูล ระหว่างดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับวิทยุหยั่งอากาศ ในระดับ 500 hPa ได้ค่าสมการถดถอยเท่ากับ $rms = 3.927 - 0.0284 RH$

จากสมการที่ได้พบว่ามีสัมประสิทธิ์ของความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเป็นลบ มีลักษณะคล้ายกันกับที่เกิดขึ้นกับค่า rms ของอุณหภูมิในระดับ 850 hPa แสดงว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นปฏิภาคผกผันกับ rms ของอุณหภูมิ ที่เป็นดัชนีชี้แสดงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ที่มีต่ออุณหภูมิในระดับ 500 hPa ที่ตรงกับสมมุติฐานข้อที่ 3 ที่กำหนดว่า ธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยา จะมีอิทธิพลต่อผลต่างที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดระหว่างดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับวิทยุหยั่งอากาศ

ผลของการศึกษาในข้อ 3.1 และ 3.2 เป็นการศึกษาถึงธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาที่มีอิทธิพลต่อค่าความแตกต่างของการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดระหว่างดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับวิทยุหยั่งอากาศ ที่ไม่พบในรายงานการศึกษาวิจัยในประเทศไทยก่อนหน้านี้ ผลที่ได้จึงเป็นกรณีศึกษาเบื้องต้น เพื่อที่เป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

3.3 สมการถดถอยแสดงถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ที่มีต่อค่า rms ของความเร็วลม ที่ระดับ 850 hPa

สมการถดถอยแสดงถึงอิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ ที่มีต่อค่าความแตกต่างของความเร็วลมที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบข้อมูล ระหว่างดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับวิทยุหยั่งอากาศ ในระดับ 850 hPa ได้ค่าสมการถดถอยเท่ากับ $rms = 3.273 + .4698 C$

จากสมการที่ได้นั้นพบว่า สัมประสิทธิ์ของปริมาณเมฆมีค่าเป็นบวก แสดงว่าความเร็วลมเป็นปฏิภาคโดยตรงกับ ปริมาณเมฆ เป็นดัชนีชี้ถึงอิทธิพลของเมฆที่มีต่อค่า rms ของความเร็วลมว่า ถ้าปริมาณเมฆเพิ่มขึ้น ค่า rms ของความเร็วลมจะเพิ่มขึ้น จะตรงกับสมมติฐานข้อที่ 3 ที่กำหนดว่าธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยา จะมีอิทธิพลต่อผลต่างที่เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดระหว่างดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับวิทยุหยั่งอากาศ ซึ่งจะสอดคล้องกับกับรายงานผลการศึกษาของ สมิท และฟอว์เซท พบว่า ในช่วงที่มีเมฆปกคลุมท้องฟ้าต่างกัน จะมีผลต่อความแตกต่างของค่าความแตกต่างในการเปรียบเทียบข้อมูลจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหยั่งอากาศ (Smith and Fawcett. 1970 : 39-62) และสอดคล้องกับผลการศึกษาของฟิลลิปและคนอื่น ๆ ที่พบว่าในการวัดข้อมูลในช่วงที่มีเมฆมาก มีเมฆบางส่วนและไม่มีเมฆ ในขณะที่ทำการตรวจวัด จะมีค่าความแตกต่างข้อมูลที่น่าไปเปรียบเทียบกันของแต่ละช่วง คือในช่วงที่มีอากาศแจ่มใส มีเมฆปกคลุมน้อยค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าน้อยกว่า(Phillips and others. 1979 : 1188-1197) ซึ่งจะได้ผลการศึกษาคล้ายคลึงกับผลการศึกษาของแซ็คเตอร์ ในการเปรียบเทียบข้อมูลอุณหภูมิของอากาศแนวดิ่งจากการวัดข้อมูลช่วงที่มีเมฆปกคลุมต่างกันพบว่า การตรวจวัดจากดาวเทียม ภายใต้การปกคลุมของเมฆจะได้ข้อมูลอุณหภูมิที่มีความคลาดเคลื่อน(bias) มากกว่าในการวัดในช่วงที่มีอากาศแจ่มใส หรือช่วงที่มีเมฆน้อยกว่า(Schatter. 1981 : 110-119) และจากผลการศึกษาเกี่ยวกับผลของปริมาณเมฆที่มีต่อการวัดข้อมูลอากาศแนวดิ่งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ของเคลลีและเลอมาเชล พบว่าข้อมูลที่อยู่ในช่วงที่มีเมฆปกคลุมต่างกัน ได้ค่าความคลาดเคลื่อนต่างกัน ช่วงที่มีเมฆปกคลุมน้อยจะมีค่าความคลาดเคลื่อนในการเปรียบเทียบน้อยกว่าในช่วงที่มีเมฆปกคลุมมากกว่า (Kelly and LeMarshall. 1984 : 111-131) จะสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เชดิน และสกอต ที่พบว่า การใช้ข้อมูลอากาศแนวดิ่งจากดาวเทียมและวิทยุหยั่งอากาศมาเปรียบเทียบกัน ในช่วงที่อากาศแจ่มใส และไม่แจ่มใส จะมีค่าความแตกต่าง(error) ต่างกัน (Chedin and Scott.1984:14-79)

จากการวิเคราะห์และเหตุผลที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด จะพบว่า ธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาจะมีอิทธิพลต่อผลต่างของการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดลักษณะอากาศแนวดิ่ง ระหว่างดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลที่ตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศ ตามสมมุติฐานข้อที่ 3 และเป็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับอิทธิพลของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยานั้น จะเกิดขึ้นที่ระดับ 850 hPa ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากข้อมูลของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยานั้น ค่าที่นำมาใช้วิเคราะห์นั้นเป็นค่าที่ตรวจวัดได้จากสถานีตรวจอากาศภาคพื้นดินเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นในระดับต่ำ และไม่มีข้อมูลที่ตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศในระดับสูงที่อยู่ในระดับเดียวกันกับข้อมูลที่ใช้ศึกษา จึงน่าจะเป็นผลทำให้ได้ค่าของสมการถดถอยแสดงสัมประสิทธิ์ของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาที่มีอิทธิพลต่อค่าความแตกต่างของข้อมูลที่ได้จากการวัดทั้งสองวิธี เกิดขึ้นในระดับ 850 hPa ที่เป็นความสูงระดับใกล้พื้นดินเท่านั้น ส่วนในระดับ 500 และ 300 hPa จึงไม่เกิดอิทธิพลของธาตุประกอบที่มีต่อค่าความแตกต่าง

สรุปผลการศึกษา

จากข้อกำหนดในการศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล สรุปผลของการศึกษาในครั้งนี้ได้ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนในประเทศไทย ระหว่างการตรวจวัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศกับการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา มีค่าใกล้เคียงกัน เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 สามารถจะใช้เป็นข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์หรือเพื่อการพยากรณ์อากาศในประเทศไทยได้ คือ ข้อมูลด้านอุณหภูมิและความสูงเป็นเมตร ซึ่งจะมีค่าความแตกต่างกันที่พบในการศึกษานั้นใกล้เคียงกับผลของการศึกษาที่พบจากรายงานการศึกษามาก่อนหน้านี้ ส่วนข้อมูลของทิศทางลมและความเร็วลมนั้นยังมีการศึกษาในข้อมูลด้านนี้ไม่มากนัก และพบว่ามีค่าความแตกต่างกันมากในการศึกษาครั้งนี้ ควรจะต้องมีการศึกษาอย่างละเอียดต่อไป

2. ความแตกต่างของข้อมูลที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบในแต่ละสถานีจะแตกต่างกัน เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 โดยการทดสอบความค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างสถานีโดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ของข้อมูลดังนี้

2.1 ความแตกต่างระหว่างสถานีในการเปรียบเทียบข้อมูลอุณหภูมิที่ระดับ 500 hPa

2.2 ความแตกต่างระหว่างสถานีในการเปรียบเทียบข้อมูลความสูงเป็นเมตร ที่ระดับ

850 hPa

2.3 ความแตกต่างระหว่างสถานีในการเปรียบเทียบข้อมูลความเร็วลม ที่ระดับ

850 hPa

ส่วนความแตกต่างระหว่างสถานีในการเปรียบเทียบข้อมูลของตัวแปรที่ใช้ศึกษาในระดับอื่น ๆ ไม่พบว่ามีค่าความแตกต่างโดยมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ความแตกต่างของข้อมูล^๕ที่ทำการเปรียบเทียบในแต่ละระดับความกดอากาศจะแตกต่างกัน เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ดังนี้

3.1 ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีที่ระดับ

850 hPa มีค่า < 3.0 องศาเซลเซียส

500 hPa มีค่า < 2.0 องศาเซลเซียส

300 hPa มีค่า < 2.5 องศาเซลเซียส

3.2 ความแตกต่างของความสูงเป็นเมตรที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีที่ระดับ

850 hPa มีค่า < 30 เมตร

500 hPa มีค่า < 50 เมตร

300 hPa มีค่า < 50 เมตร

3.3 ความแตกต่างของทิศทางลมที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีที่ระดับ

850 hPa มีค่า < 112 องศา

500 hPa มีค่า < 130 องศา

300 hPa มีค่า < 110 องศา

3.4 ความแตกต่างของความเร็วลมที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีที่ระดับ

850 hPa มีค่า < 11 นอต

500 hPa มีค่า < 22 นอต

300 hPa มีค่า < 36 นอต

4. ธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยา มีอิทธิพลต่อค่าความแตกต่างของข้อมูลที่เกิดขึ้นในการเปรียบเทียบข้อมูลอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลที่ได้จากวิทยุหยั่งอากาศ เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

4.1 ความชื้นสัมพัทธ์มีอิทธิพลต่อค่าความแตกต่างของการวัดข้อมูลอุณหภูมิ จากการตรวจวัดทั้ง 2 วิธีที่ระดับ 850 และ 500 hPa

4.2 ปริมาณเมฆมีอิทธิพลต่อค่าความแตกต่างของการวัดข้อมูลความเร็วลม จากการตรวจวัดทั้ง 2 วิธีที่ระดับ 850 hPa

ส่วนในระดับอื่น ไม่สามารถหาค่าสมการที่แสดงมีอิทธิพลของธาตุประกอบอุตุนิยมวิทยาที่มีต่อค่าความแตกต่างของการวัดข้อมูลของตัวแปรที่ใช้ศึกษา

ข้อบกพร่องในการศึกษา

จากการศึกษาได้พบข้อบกพร่องดังนี้

1. ข้อบกพร่องด้านข้อมูลและการจัดกระทำข้อมูล

1.1 ข้อมูลของการตรวจวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยามีจำนวนข้อมูลน้อย เนื่องมาจากขณะที่ทำการเก็บข้อมูลนั้น จะได้ข้อมูลในช่วงเดือนพฤศจิกายน 5233 ถึงเดือนมีนาคม 2534 เท่านั้น เพราะโปรแกรมในการเก็บข้อมูลทอพอกราฟิกจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาชำรุด ประกอบกับมีการย้ายกรมอุตุนิยมวิทยาไปยังที่ตั้งในปัจจุบัน ตลอดจนข้อมูลที่วัดด้วยวิทยุหยั่งอากาศที่ได้จากการเก็บข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ของกรมอุตุนิยมวิทยาขณะทำการศึกษายังมีข้อมูลบางประเภทไม่ครบตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา ตามที่ตั้งจุดมุ่งหมายในการศึกษาไว้ในเบื้องต้น เช่น ชนิดของเมฆ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง เป็นต้น

1.2 ข้อมูลที่มีอยู่เป็นข้อมูลในช่วงฤดูกาลเดียว ทำให้ผลการศึกษาไม่ครอบคลุมเวลาทั้งหมดยears ในรอบปี ซึ่งในจุดมุ่งหมายครั้งแรกนั้นจะทำการศึกษาถึงอิทธิพลของปริมาณที่มีผลต่อค่าความแตกต่างของข้อมูลด้วย และในเวลาที่ทำการศึกษาไม่ปรากฏว่ามีฝนตกน้อยมาก และไม่ตรงกับวันที่มีข้อมูลที่เป็นวันและเวลาเดียวกันกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธี

1.3 ข้อมูลที่ได้รับจากดาวเทียมที่นำมาวิเคราะห์นั้น ต้องมาแปลงค่าของข้อมูลทิศทางและความเร็วลมจากสัญลักษณ์ ซึ่งเกิดการผิดพลาดได้ง่าย และได้ข้อมูลในส่วนทิศทางและความเร็วลมที่มีอยู่แล้วนั้นมีจำนวนน้อยมาก ซึ่งต่างจากข้อมูลอุณหภูมิและความสูงเป็นเมตรที่จะแสดงค่าเป็นจำนวนและชัดเจนมากกว่า

1.4 ระดับความกดอากาศ(hPa) ที่นำมาศึกษานี้มีจำนวนน้อย ทำให้ผลของการวิเคราะห์มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยานี้มีข้อมูลที่ทำการเก็บไว้เบื้องต้นเพื่อการศึกษาเพียง 3 ระดับ คือ ระดับ 850 500 และ 300 hPa

2. ข้อบกพร่องของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา

2.1 จำนวนตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยามีจำนวนตัวแปรน้อย ซึ่งยังขาดตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่น่าจะส่งผลต่อความแตกต่างของการเปรียบเทียบข้อมูลเกิดขึ้นได้ เช่น ชนิดของเมฆ ปริมาณฝน

2.2 ธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยาที่นำมาใช้ในการศึกษา คือ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณเมฆ เป็นข้อมูลที่ได้จากการวัดของสถานีภาคพื้นดิน ซึ่งจะแตกต่างจากข้อมูลที่วัดในระดับสูงที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันได้ อันอาจทำให้ผลของอิทธิพลที่เกิดขึ้นในระดับสูงแตกต่างออกไปได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไป

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้น ในการศึกษาความแตกต่างของข้อมูลอากาศชั้นบนในประเทศไทย ที่เกิดจากการเปรียบเทียบระหว่างการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ ที่ยังมีการศึกษาในเรื่องนี้ในประเทศไทยน้อยมาก จากการศึกษาในครั้งนี้พบสิ่งที่น่าสนใจที่น่า

จะได้มีการศึกษาและวิเคราะห์ต่อไปดังนี้

1. น่าจะมีการศึกษาเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ เพื่อศึกษาลักษณะของความแตกต่างที่เกิดขึ้นแต่ละฤดู โดยใช้ข้อมูลเป็นรายปีหรือมากกว่า
2. ระดับความกดอากาศที่ใช้ศึกษา ควรเพิ่มระดับให้มากขึ้น เพื่อเป็นการวิเคราะห์ ภาคตัดขวาง (Profile) อย่างละเอียดของโครงสร้าง ความแตกต่างของข้อมูลอากาศชั้นบนที่เกิดจากการเปรียบเทียบ ระหว่างข้อมูลจากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ
3. ศึกษาเปรียบเทียบการวิเคราะห์ลักษณะของแผนที่อากาศ ทั้งที่เป็นแผนที่วิเคราะห์ลมชี้บนแผนที่ความกดอากาศเท่า และแผนที่แสดงอุณหภูมิเท่า แต่ละระดับความกดอากาศ ที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้จากวิทยุหยั่งอากาศ
4. ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของอากาศ จากการพยากรณ์อากาศโดยการใช้ข้อมูลจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับการพยากรณ์อากาศโดยการใช้ข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จงกลณี อยู่สบาย เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, กิตติพงศ์ ทองปลิว เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่สถานีรับภาพจากดาวเทียม
กรมอุตุนิยมวิทยา เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2534.
- จงกลณี อยู่สบาย. "แผนที่อากาศและการพยากรณ์อากาศ," เอกสารเผยแพร่และประชาสัมพันธ์.
กรมอุตุนิยมวิทยา 2534.
- ฉลวย พุทธิมี เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, กิตติพงศ์ ทองปลิว เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่กองตรวจอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา
เมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2534.
- ดาราศรี ศรีแสงทอง. "ดาวเทียมสำรวจโลก," จุลสารดาวเทียม. มกราคม 2527.
- ประยูร ดาศรี. อากาศวิทยา. 2524.
- ประเสริฐ วิทยารัฐ. ภูมิศาสตร์กายภาพประเทศไทย. กรุงเทพฯ:อักษรบัณฑิต, 2530.
- ปานทิพย์ อัสทวานิช. ภูมิอากาศวิทยา. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2525.
- อุตุนิยมวิทยา, กรม. เอกสารทางวิชาการ. กรุงเทพฯ:กองพยากรณ์อากาศ, 2532.
- อุตุนิยมวิทยา, กรม. "อุทกภัยภาคใต้," เอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ:ฝ่ายวิเคราะห์และพยากรณ์-
อุตุนิยมวิทยาอุทก, 2531.
- ราชบัณฑิตสถาน, สำนัก. พจนานุกรมศัพท์ภูมิศาสตร์. กรุงเทพฯ, 2517.
- สรณี แสงมิตร, ร.อ. "การสังเกตทางวิทยุ รายการโลกกว้าง," วารสารอากาศวิทยา.
2:15-26 พ.ศ.- ส.ศ. 2531.
- สุกิตติ กระจำงเขย. "อุตุนิยมวิทยากับปัญหาทางเศรษฐกิจ," วารสารเศรษฐกิจ. หน้า 184-194.
กรุงเทพฯ:ธนาคารกรุงเทพ, ฉบับที่ 5 พ.ศ. 2524.
- สุกิจ เอ็นทรวง. "ประสบการณ์ในชีวิตราชการของข้าพเจ้า," ที่ระลึกเนื่องในวันครบรอบ 48 ปี.
กรุงเทพฯ:กรมอุตุนิยมวิทยา, 2533.
- ไสว สุวรรณพงศ์, นาวาโท. คู่มือการตรวจอากาศ. กรุงเทพฯ:กรมอุตุนิยมวิทยา, 2527.
- Bergman, K. "Role of observation error in optimum interpolation analysis,"
Bulletin American Meteorological Society. 59:1603-1611; 1978.
- Blair, Tomus A. Weather Element. New York:Prentice-Hall, Inc., 1957.
- Eagleman, Joe R. Meteorology The Atmosphere in Action. Californai:Wodswort
Publishing Company Belmont, 1985.
- Chedin A. and N.A.Scott. "Improve Intitialegation Inversion Proceder(3I),"
The Technical Proceeding of The First International TOVS Study Con-
ference. Madison:University of Wisconsin, 1984.

- Eyre, J.R. "High-Resolution temperature retrievals at The U.K. Meteorological office," The Technical Proceeding of The First International TOVS Study Conference. Madison:University of Wisconsin, 1984.
- Hillger, Donal W. and Thomas H. Vonder Haar. "Retrieval and use of High-Resolution Moisture and Stability Fields from Nimbus-6 HIRS Radiance in Pre-convective Situations," Monthly Weather Review. 109 : 1788-1806 ; 1981.
- Hillger, Donal W. and Thomas H. Vonder Haar. "Precipitable water vapor and thickness field over The Tasman sea on 28 october 1982," The technical Proceeding of The First International TOVS Study Conference. Madison:University of Wisconsin, 1984.
- Jusko, M. and others. "TOVS - DATA reprocessing in Maly Javornik," The Technical Proceeding of The First International TOVS Study Conference. Madison:University of Wisconsin, 1984.
- Kelly, G.A. and J.F. LeMashall. "The Australian operational direct readout and TOVS processing system and application to The Tasman Sea inter-companion study," The Technical Proceeding of The First International TOVS Study Conference. Madison:University of Wisconsin, 1984.
- Khalsa, Siri Jopha Singh. "Atmospheric stability over The Tropical Oceans derived from TIROS Operational Vertical Sounder," American Meteorology Society. 1002-1009; 1989.
- McMillin, L.M. and C. Dean. "Evaluation of a new operation for producing clear radiance," Journal Applied Meteorology . 21:1005-1014; 1982.
- Menzell, W.P. "A study of several different numerical iteration of the radiative transfer equation," The Technical Proceeding of The First International TOVS Study Conference. Madison:University of Wisconsin, 1982.
- Ohring, George. "Impact of satellite temperature sounding data weather forecast," Bulletin American Meteorological Society. 10:1142-1147; 1979.
- Petterssen, Sverre. Introduction to meteorology. McGraw-Hill book company, 1969.
- Phillips, N. "An Evaluation of Early Operational Temperature Sounding from TIROS-N," The American Meteorology Society. 60:1188-1197; 1979.
- Planet, Walter G. "NOAA Technical memorandum," NESS 107-Review. 1:2; 1988.
- Prata A.J. "An Appraisal of Retrieval Method Use for Obtaining Temperature Profile from TOVS Radiances," The Technical Proceeding of The First International TOVS Study Conference. Madison:University of Wisconsin, 1984.
- Rimer, E. and H.B. Billing. "Experiment on TOVS data at the Freie Universität Berlin," The Technical Proceeding of The First International TOVS Conference. Madison:University of Wisconsin, 1984.
- Rizzi, Rodando. "Satellite Sounding Over ALPES Area," The Technical Proceeding of The First International TOVS Conference. Madison:University of Wisconsin, 1984.

- Schlatter, Thomas W. "An Assessment of operational TIROS-N Temperature Retrieval over the United State," The Annual Society. 109:110; 1981.
- Smith, W.L. and E.B. Fawcett. "Operation use of SIRS data," Satellite And Computer Applications To Synoptic Meteorology," World Meteorology Organization. 283; 1970.
- Smith, W.L., H.M. Woolf and H.E. Fleming. "Retrieval of atmospheric temperature profile from satellite measurement for dynamic forecasting," Journal Applied Meteorology. 11:182-190; 1972.
- Smith, W.L. and H.M. Woolf. "Improved Vertical Sounding from Amalgamation of Polar and Radiance Observations," Journal of Geophysical Research. 90; 1976.
- Smith, W.L. and H.M. Woolf. "The use of eigenvectors of statistical covariance matrices for interpreting satellite sounding radiometer observations," Journal of Atmospheric Science. 35:1127-1140; 1976.
- Smith, W.L. and others. "The TIROS-N operation vertical sounder," Bulletin of the American Meteorological Society. 60:1177-1187; 1979.
- Ula, T. and others. "A remote sensing method of measuring atmospheric vapor flux application to winter mountain stream," Journal of Applied meteorological. 29:22-34; 1990.
- Weiberg, Joseph S. Meteorology The Earth and Its Weather. Boston:Houghton Mifflins company, 1976.
- Wilcock, David. Physical Geography. London:Blackie and Soulimte ,1983.
- WMO. Guide to Meteorological Instrument and Observing Practices. Fourth Edition, Geneva, 8; 1971.

ภาคผนวก

ตาราง 1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
และวิทยุหยั่งอากาศสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ ระดับ 300 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	-32	-30	2.00	9679	9778	99.00	330	130	200.00	10	15	5.00
2	-31	-32	1.00	9675	9716	41.00	180	360	180.00	10	10	.00
3	-30	-32	2.00	9680	9724	44.00	140	360	220.00	10	40	30.00
4	-32	-32	.00	9666	9682	16.00	270	10	260.00	4	30	26.00
5	-27	-33	6.00	9629	9695	66.00	260	30	230.00	10	5	5.00
6	-33	-34	1.00	9653	9706	53.00	290	330	40.00	36	10	26.00
7	-35	-32	3.00	9682	9729	47.00	310	300	10.00	44	5	39.00
8	-34	-32	2.00	9706	9707	1.00	280	300	20.00	38	15	23.00
9	-31	-33	2.00	9646	9697	51.00	190	10	180.00	24	15	9.00
10	-34	-31	3.00	9674	9599	75.00	295	190	105.00	16	5	11.00
11	-32	-35	3.00	9672	9743	71.00	240	180	60.00	32	10	22.00
12	-34	-34	.00	9677	9719	42.00	260	300	40.00	46	10	36.00
13	-31	-33	2.00	9591	9727	136.00	270	270	.00	54	20	34.00
14	-30	-32	2.00	9570	9606	36.00	140	250	110.00	65	15	50.00
15	-36	-33	3.00	9601	9545	56.00	280	260	20.00	18	15	3.00
16	-36	-35	1.00	9611	9632	21.00						
17	-32	-35	3.00	9583	9575	8.00						
18	-33	-34	1.00	9675	9801	126.00						
19	-34	-33	1.00	9674	9697	23.00						
20	-31	-30	1.00	9697	9684	13.00						
21	-32	-32	.00	9583	9618	35.00						
22	-33	-32	1.00	9614	96	14.00						
23	-37	-32	5.00	9641	9658	17.00						
24	-35	-33	2.00	9630	9608	22.00						
25	-35	-34	1.00	9611	9654	43.00						
26	-38	-35	3.00	9672	9659	13.00						

ตาราง 1 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
27	-37	-48	11.00	9520	9681	161.00						
28	-34	-32	2.00	9678	9691	13.00						
29	-32	-32	.00									
30	-32	-31	1.00									
31	-32	-31	1.00									

หมายเหตุ

No = จำนวนข้อมูล T = อุณหภูมิ H = ความสูง(เมตร) WD = ทิศทางลม
 WS = ความเร็วลม b = ข้อมูลจากวิทยุหยั่งอากาศ s = ข้อมูลจากดาวเทียม
 อุตุนิยมวิทยา rms = ค่าความแตกต่างของข้อมูล

ตาราง 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และวิทยุหยั่งอากาศสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี ระดับ 300 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	-29	-33	4.00	9700	9679	21.00	120	130	10.00	32	10	22.00
2	-32	-33	1.00	9713	9652	61.00	160	170	10.00	10	20	10.00
3	-30	-31	1.00	9715	9744	29.00	70	100	30.00	11	5	6.00
4	-31	-34	3.00	9695	9686	9.00	130	270	140.00	5	20	15.00
5	-31	-31	.00	9692	9703	11.00	340	200	140.00	23	50	27.00
6	-30	-33	3.00	9732	9751	19.00	290	210	80.00	8	180	172.00
7	-32	-31	1.00	9724	9827	103.00	350	210	140.00	12	25	13.00
8	-30	-31	1.00	9721	9798	77.00	150	70	80.00	20	5	15.00
9	-31	-35	4.00	9719	9668	51.00	330	180	150.00	15	55	40.00

ตาราง 2 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
10	-31	-33	2.00	9691	9684	7.00	280	190	90.00	28	100	72.00
11	-29	-30	1.00	9731	9827	96.00	250	310	60.00	27	25	2.00
12	-30	-32	2.00	9729	9713	16.00	240	280	40.00			
13	-32	-34	2.00	9704	9669	35.00						
14	-29	-33	4.00	9707	9740	33.00						
15	-31	-34	3.00	9686	9629	57.00						
16	-31	-31	.00	9687	9717	30.00						
17	-32	-34	2.00	9679	9671	8.00						
18	-31	-33	2.00	9692	9624	68.00						
19	-34	-35	1.00	9659	9506	153.00						
20	-34	-33	1.00	9693	9616	77.00						
21	-32	-35	3.00	9706	9691	15.00						
22	-31	-32	1.00	9644	9752	108.00						
23	-32	-32	.00									
24	-31	-32	1.00									

ตาราง 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และวิทยุหยั่งอากาศกรมอุตุนิยมวิทยากรุงเทพ ระดับ 300 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	-32	-31	1.00	9633	9728	95.00	80	160	80.00	27	50	23.00
2	-32	-33	1.00	9693	9673	20.00	140	300	160.00	6	25	19.00
3	-33	-32	1.00	9660	9737	77.00	50	190	140.00	19	25	6.00
4	-34	-33	1.00	9655	9682	27.00	360	190	170.00	11	5	6.00
5	-31	-31	.00	9668	9754	86.00	55	190	135.00	8	110	102.00

ตาราง 3 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
6	-31	-34	3.00	9686	9646	40.00	205	200	5.00	8	25	17.00
7	-31	-32	1.00	9709	9769	60.00	220	250	30.00	21	60	39.00
8	-31	-32	1.00	9709	9706	3.00	335	230	105.00	19	20	1.00
9	-30	-30	.00	9701	9745	44.00	125	130	5.00	5	35	30.00
10	-30	-33	3.00	9709	9656	53.00	215	150	65.00	12	20	8.00
11	-32	-35	3.00	9715	9665	50.00	240	220	20.00	35	80	45.00
12	-30	-31	1.00	9701	9741	40.00	270	180	90.00	21	20	1.00
13	-32	-33	1.00	9703	9651	52.00	340	220	120.00	6	60	54.00
14	-32	-32	.00	9683	9727	44.00						
15	-32	-33	1.00	9708	9725	17.00						
16	-31	-34	3.00	9689	9651	38.00						
17	-31	-35	4.00	9658	9705	47.00						
18	-29	-32	3.00	9698	9718	20.00						
19	-32	-35	3.00	9671	9636	35.00						
20	-32	-32	.00	9659	9752	93.00						
21	-32	-32	.00	9667	9645	22.00						
22	-31	-32	1.00	9671	9600	71.00						
23	-34	-31	3.00	9675	9626	49.00						
24	-35	-33	2.00	9695	9695	.00						
25	-33	-33	.00	9682	9608	74.00						
26	-32	-33	1.00	9700	9657	43.00						
27	-33	-32	1.00	9705	9601	104.00						
28	-32	-32	.00	9684	9653	31.00						
29	-30	-31	1.00	9686	9721	35.00						
30	-32	-33	1.00	9637	9615	22.00						
31	-30	-31	1.00	9691	9728	37.00						
32				9698	9756	58.00						

ตาราง 3 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
33				9694	9762	68.00						
34				9709	9747	38.00						

ตาราง 4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
และวิทยุหยั่งอากาศสถานีตรวจอากาศสงขลา ระดับ 300 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	-33	-34	1.00	9729	9709	20.00	305	200	105.00	23	40	17.00
2	-34	-35	1.00	9865	9892	27.00	205	140	65.00	39	40	1.00
3	-28	-33	5.00	9918	9878	40.00	160	290	130.00	14	80	66.00
4	-32	-32	.00	9752	9749	3.00	240	70	170.00	25	55	30.00
5	-30	-32	2.00	9709	9656	53.00	310	340	30.00	65	110	45.00
6	-33	-33	.00	9649	9689	40.00	155	150	5.00	36	90	54.00
7	-33	-35	2.00	9657	9701	44.00	300	280	20.00	17	40	23.00
8	-33	-34	1.00	9741	9703	38.00	150	230	80.00	41	60	19.00
9	-34	-34	.00	9653	9673	20.00	80	240	160.00	14	20	6.00
10	-33	-33	.00	9578	9671	93.00	110	250	140.00	61	55	6.00
11	-36	-32	4.00	9673	9602	71.00	275	210	65.00			
12	-32	-33	1.00	9772	9729	43.00	240	350	110.00			
13	-33	-35	2.00	9705	9674	31.00	230	170	60.00			
14	-36	-34	2.00	9722	9700	22.00	175	70	105.00			
15	-30	-30	.00	9726	9784	58.00	250	290	40.00			
16	-32	-33	1.00	9601	9696	95.00	300	340	40.00			
17	-31	-31	.00	9675	9752	77.00	160	150	10.00			
18	-32	-33	1.00	9651	9737	86.00	270	170	100.00			

ตาราง 4 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
19	-32	-33	1.00	9705	9765	60.00	160	240	80.00			
20	-34	-34	.00	9645	9689	44.00						
21	-33	-34	1.00	9789	9739	50.00						
22	-33	-34	1.00	9828	9776	52.00						
23	-33	-35	2.00	9666	9683	17.00						
24	-35	-33	2.00	9671	9718	47.00						
25	-34	-31	3.00	9784	9749	35.00						
26	-32	-33	1.00	9764	9742	22.00						
27	-33	-33	.00	9764	9690	74.00						
28	-38	-34	4.00	9721	9617	104.00						
29	-31	-32	1.00	9777	9812	35.00						
30	-31	-33	2.00	9686	9723	37.00						
31	-32	-33	1.00	9623	9691	68.00						

ตาราง 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
และวิทยุหยั่งอากาศสถานีตรวจอากาศภูเก็ต ระดับ 300 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	-30	-31	1.00	9536	9672	136.00	240	350	110.00	30	55	25.00
2	-34	-34	.00	9652	9688	36.00	230	170	60.00	38	25	13.00
3	-32	-33	1.00	9735	9679	56.00	175	70	105.00	54	100	46.00
4	-33	-33	.00	9710	9731	21.00	250	290	40.00	65	40	25.00
5	-31	-33	2.00	9663	9655	8.00	300	340	40.00	36	55	19.00
6	-32	-33	1.00	9613	9739	126.00	160	150	10.00	46	110	64.00
7	-31	-32	1.00	9722	9745	23.00	270	170	100.00	35	40	5.00

ตาราง 5 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
8	-35	-34	1.00	9641	9628	13.00	160	240	80.00	30	30	.00
9	-35	-34	1.00	9633	9668	35.00				20	50	30.00
10	-33	-33	.00	9676	9690	14.00						
11	-33	-34	1.00	9654	9671	17.00						
12	-35	-33	2.00	9684	9662	22.00						
13	-37	-34	3.00	9607	9650	43.00						
14	-33	-35	2.00	9687	9674	13.00						
15	-36	-32	4.00	9639	9700	61.00						
16	-32	-33	1.00	9738	9751	13.00						
17	-32	-35	3.00	9714	9714	.00						
18	-35	-31	4.00	9777	9728	49.00						
19	-32	-32	.00	9696	9734	38.00						
20	-34	-34	.00	9601	9700	99.00						
21	-32	-33	1.00	9679	9720	41.00						
22	-33	-34	1.00	9695	9739	44.00						
23	-34	-35	1.00	9691	9707	16.00						
24	-33	-35	2.00	9623	9689	66.00						
25	-35	-34	1.00	9665	9718	53.00						
26	-32	-32	.00	9695	9742	47.00						
27	-33	-34	1.00	9719	9720	1.00						
28	-33	-34	1.00	9662	9713	51.00						
29	-33	-34	1.00	9790	9715	75.00						
30	-34	-35	1.00	9618	9689	71.00						
31	-32	-34	2.00	9653	9695	42.00						

ตาราง 6 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
และวิทยุหึ่งอากาศสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ ระดับ 500 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	-6	-5	1.00	5861	5914	53.00	280	80	200.00	8	20	12.00
2	-5	-6	1.00	5851	5908	57.00	310	120	190.00	8	15	7.00
3	-5	-6	1.00	5841	5915	74.00	280	70	210.00	18	15	3.00
4	-7	-6	1.00	5860	5880	20.00	110	30	80.00	2	10	8.00
5	-5	-5	.00	5889	5934	45.00	110	10	100.00	8	35	27.00
6	-10	-6	4.00	5838	5907	69.00	160	20	140.00	16	30	14.00
7	-9	-6	3.00	5866	5893	27.00	350	70	280.00	10	15	5.00
8	-5	-5	.00	5881	5913	32.00	340	40	300.00	4	25	21.00
9	-4	-6	2.00	5872	5876	4.00	320	130	190.00	24	3	21.00
10	-6	-6	.00	5864	5883	19.00	310	110	200.00	40	5	35.00
11	-7	-8	1.00	5845	5860	15.00	270	260	10.00	26	5	21.00
12	-6	-9	3.00	5871	5837	34.00	240	280	40.00	18	20	2.00
13	-7	-7	.00	5877	5863	14.00	230	360	130.00	17	5	12.00
14	-6	-6	.00	5862	5936	74.00	240	30	210.00	10	15	5.00
15	-6	-6	.00	5850	5911	61.00	125	160	35.00	14	10	4.00
16	-4	-7	3.00	5862	5882	20.00	310	60	250.00	16	3	13.00
17	-4	-6	2.00	5828	5863	35.00	290	170	120.00	36	30	6.00
18	-8	-5	3.00	5841	5919	78.00	270	160	110.00	30	10	20.00
19	-10	-9	1.00	5800	5842	42.00	290	270	20.00	16	15	1.00
20	-8	-11	3.00	5812	5796	16.00	280	100	180.00	25	10	15.00
21	-6	-8	2.00	5813	5855	42.00	290	150	140.00	20	15	5.00
22	-10	-10	.00	5824	5805	19.00	280	220	60.00	6	3	3.00
23	-4	-3	1.00	5855	5919	64.00	310	20	290.00	30	15	15.00
24	-5	-6	1.00	5859	5894	35.00	290	290	.00	40	10	30.00
25	-5	-6	1.00	5878	5879	1.00	260	270	10.00	56	30	26.00

ตาราง 6 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
26	-10	-7	3.00	5854	5819	35.00	260	250	10.00	22	5	17.00
27	-8	-7	1.00	5856	5839	17.00	140	240	100.00	42	15	27.00
28	-6	-6	.00	5871	5869	2.00	290	240	50.00	14	30	16.00
29	-7	-9	2.00	5860	5842	18.00	270	170	100.00			
30	-8	-12	4.00	5880	5810	70.00	280	210	70.00			
31	-7	-10	3.00	5831	5855	24.00						
32	-6	-7	1.00	5851	5887	36.00						
33	-6	-7	1.00	5860	5874	14.00						
34	-3	-7	4.00	5860	5879	19.00						
35	-3	-6	3.00									

ตาราง 7 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
และวิทยุหยั่งอากาศสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี ระดับ 500 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	-5	-7	2.00	5682	5884	202.00	110	110	.00	33	10	23.00
2	-6	-7	1.00	5904	5864	40.00	140	160	20.00	16	15	1.00
3	-6	-3	3.00	5898	5966	68.00	80	160	80.00	9	5	4.00
4	-7	-6	1.00	5869	5894	25.00	170	260	90.00	5	10	5.00
5	-5	-6	1.00	5873	5876	3.00	330	210	120.00	32	30	2.00
6	-3	-4	1.00	5884	5940	56.00	10	210	200.00	5	100	95.00
7	-5	-2	3.00	5895	5982	87.00	120	210	90.00	4	60	56.00
8	-5	-3	2.00	5893	5963	70.00	160	200	40.00	10	30	20.00
9	-6	-7	1.00	5901	5887	14.00	230	270	40.00	10	3	7.00
10	-5	-6	1.00	5876	5884	8.00	300	180	120.00	9	45	36.00

ตาราง 7 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
11	-7	-2	5.00	5894	5978	84.00	280	200	80.00	13	55	42.00
12	-3	-5	2.00	5884	5897	13.00	20	190	170.00	5	40	35.00
13	-5	-8	3.00	5883	5890	7.00	340	300	40.00	11	5	6.00
14	-4	-4	.00	5872	5982	110.00	290	320	30.00	6	15	9.00
15	-5	-7	2.00	5875	5850	25.00	180	250	70.00	14	30	16.00
16	-4	-5	1.00	5864	5895	31.00	200	270	70.00	16	40	24.00
17	-5	-7	2.00	5880	5882	2.00	300	290	10.00	20	25	5.00
18	-5	-8	3.00	5895	5833	62.00	260	180	80.00	18	10	8.00
19	-7	-9	2.00	5874	5844	30.00						
20	-7	-6	1.00	5883	5845	38.00						
21	-7	-8	1.00	5886	5886	.00						
22	-4	-6	2.00	5842	5934	92.00						
23	-7	-5	2.00									
24	-7	-3	4.00									

ตาราง 8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
และวิทยุหึ่งอากาศกรมอุตุนิยมวิทยากรุงเทพ ระดับ 500 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	-7	-5	2.00	5835	5909	74.00	100	160	60.00	9	25	16.00
2	-5	-7	2.00	5870	5881	11.00	310	180	130.00	4	5	1.00
3	-6	-5	1.00	5855	5925	70.00	40	320	280.00	18	40	22.00
4	-6	-7	1.00	5845	5884	39.00	130	310	180.00	14	15	1.00
5	-6	-5	1.00	5843	5927	84.00	50	190	140.00	14	20	6.00
6	-6	-7	1.00	5864	5872	8.00	100	350	250.00	12	10	2.00

ตาราง 8 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
7	-6	-4	2.00	5892	5849	43.00	360	210	150.00	22	25	3.00
8	-6	-6	.00	5879	5897	18.00	40	180	140.00	12	15	3.00
9	-5	-5	.00	5872	5913	41.00	110	230	120.00	12	30	18.00
10	-4	-6	2.00	5871	5859	12.00	160	230	70.00	11	5	6.00
11	-6	-7	1.00	5891	5888	3.00	360	350	10.00	13	25	12.00
12	-6	-6	.00	5886	5938	52.00	310	200	110.00	6	70	64.00
13	-6	-7	1.00	5885	5858	27.00	15	250	235.00	10	30	20.00
14	-5	-6	1.00	5868	5921	53.00	340	270	70.00	11	40	29.00
15	-7	-5	2.00	5882	5915	33.00	245	150	95.00	19	25	6.00
16	-4	-6	2.00	5864	5841	23.00	305	150	155.00	8	10	2.00
17	-2	-3	1.00	5851	5959	108.00	260	250	10.00	7	25	18.00
18	-7	-6	1.00	5856	5916	60.00	245	250	5.00	14	50	36.00
19	-4	-5	1.00	5871	5900	29.00	290	240	50.00	14	10	4.00
20	-6	-7	1.00	5858	5848	10.00	335	220	115.00	13	30	17.00
21	-5	-4	1.00	5856	5925	69.00	45	110	65.00	11	20	9.00
22	-5	-7	2.00	5867	5849	18.00	355	130	225.00	4	25	21.00
23	-6	-9	3.00	5878	5830	48.00	25	110	85.00	24	70	46.00
24	-6	-9	3.00	5872	5820	52.00	180	220	40.00	18	30	12.00
25	-8	-5	3.00	5873	5891	18.00	330	180	150.00	6	15	9.00
26	-5	-7	2.00	5880	5847	33.00	290	180	110.00	6	30	24.00
27	-7	-6	1.00	5855	5893	38.00	310	290	20.00	9	10	1.00
28	-5	-8	3.00	5881	5833	48.00	310	180	130.00	9	50	41.00
29	-4	-6	2.00	5887	5848	39.00	110	220	110.00	9	15	6.00
30	-4	-8	4.00	5889	5808	81.00	130	120	10.00			
31	-5	-7	2.00	5886	5850	36.00						
32	-5	-4	1.00	5885	5884	1.00						
33	-7	-8	1.00	5857	5831	26.00						

ตาราง 8 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
34	-6	-6	.00	5875	5915	40.00						
35	-7	-5	2.00	5876	5843	33.00						
36	-5	-7	2.00	5875	5923	48.00						
37	-6	-5	1.00	5872	5848	24.00						
38	-6	-5	1.00	5871	5626	245.00						
39	-3	-5	2.00									
40	-2	-5	3.00									

ตาราง 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
และวิทยุหึ่งอากาศสถานีตรวจอากาศสงขลา ระดับ 500 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	-6	-5	1.00	5918	5938	20.00	165	230	65.00	63	90	27.00
2	-6	-7	1.00	5863	5898	35.00	330	175	155.00	50	15	35.00
3	-6	-6	.00	5826	5904	78.00	295	180	115.00	61	40	21.00
4	-5	-6	1.00	5824	5902	78.00	90	200	110.00	65	70	5.00
5	-4	-6	2.00	5853	5895	42.00	270	160	110.00	42	30	12.00
6	-5	-6	1.00	5916	5900	16.00	205	290	85.00	65	35	30.00
7	-5	-6	1.00	5860	5902	42.00	210	190	20.00	53	50	3.00
8	-7	-7	.00	5908	5889	19.00	160	50	110.00	50	40	10.00
9	-6	-7	1.00	5816		64.00	150	330	180.00	75	60	15.00
10	-8	-10	2.00	5818	5853	35.00	145	150	5.00	80	70	10.00
11	-5	-5	.00	5910	5911	1.00	60	100	40.00	55	40	15.00
12	-4	-6	2.00	5922	5887	35.00	65	300	235.00	39	55	16.00
13	-5	-6	1.00	5936	5919	17.00	160	220	60.00	23	35	12.00

ตาราง 9 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
14	-5	-3	2.00	5955	5938	17.00	160	230	70.00	33	40	7.00
15	-5	-6	1.00	5885	5889	4.00	340	190	150.00	48	50	2.00
16	-5	-4	1.00	5945	5927	18.00	100	240	140.00	13	10	3.00
17	-6	-4	2.00	5864	5917	53.00	150	20	130.00	11	25	14.00
18	-5	-4	1.00	5884	5941	57.00	270	200	70.00	30	35	5.00
19	-4	-6	2.00	5821	5895	74.00	130	250	120.00	34	55	21.00
20	-4	-5	1.00	5909	5929	20.00						
21	-6	-4	2.00	5918	5963	45.00						
22	-9	-7	2.00	5820	5889	69.00						
23	-5	-6	1.00	5903	5930	27.00						
24	-5	-4	1.00	5885	5917	32.00						
25	-6	-5	1.00	5928	5932	4.00						
26	-6	-6	.00	5965	5984	19.00						
27	-8	-8	.00	5850	5865	15.00						
28	-4	-6	2.00	5939	5905	34.00						
29	-6	-3	3.00	5981	5967	14.00						
30	-4	-5	1.00	5829	5903	74.00						
31	-5	-6	1.00	5823	5884	61.00						

ตาราง 10 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และวิทยุหยั่งอากาศสถานีตรวจอากาศภูเก็ต ระดับ 500 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	-7	-5	2.00	5909	5882	27.00	330	220	110.00	31	95	64.00
2	-7	-7	.00	5836	5889	53.00	235	270	35.00	37	55	18.00

ตาราง 10 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
3	-4	-7	3.00	5877	5910	33.00	200	300	100.00	27	30	3.00
4	-6	-5	1.00	5914	5891	23.00	330	240	90.00	32	35	3.00
5	-5	-7	2.00	5913	5921	8.00	220	170	50.00	41	35	6.00
6	-7	-6	1.00	5837	5897	60.00	270	80	190.00	80	100	20.00
7	-6	-5	1.00	5863	5892	29.00	290	10	280.00	26	55	29.00
8	-8	-8	.00	5899	5889	10.00	280	160	120.00	28	40	12.00
9	-7	-8	1.00	5811	5880	69.00	300	290	10.00	29	35	6.00
10	-7	-6	1.00	5904	5886	18.00	260	260	.00	53	55	2.00
11	-8	-7	1.00	5943	5995	52.00	240	170	70.00	59	95	36.00
12	-7	-8	1.00	5939	5887	52.00	295	330	35.00	42	60	18.00
13	-10	-8	2.00	5901	5919	18.00	330	150	180.00	49	70	21.00
14	-6	-6	.00	5966	5933	33.00	340	200	140.00	24	20	4.00
15	-4	-6	2.00	5935	5902	33.00	240	30	210.00	36	45	9.00
16	-5	-5	.00	5902	5940	38.00	330	170	160.00	38	55	17.00
17	-4	-5	1.00	5965	5921	44.00	290	300	10.00	24	15	9.00
18	-5	-6	1.00	5834	5908	74.00	270	190	80.00	19	35	16.00
19	-4	-5	1.00	5894	5905	11.00	180	220	40.00	19	20	1.00
20	-7	-6	1.00	5859	5929	70.00	290	190	100.00	23	45	22.00
21	-5	-5	.00	5881	5920	39.00	150	250	100.00	44	45	1.00
22	-7	-5	2.00	5808	5895	87.00	270	250	20.00	39	45	6.00
23	-6	-6	.00	5911	5919	8.00	290	230	60.00	47	45	2.00
24	-4	-7	3.00	5873	5930	57.00						
25	-6	-4	2.00	5924	5932	8.00						
26	-4	-6	2.00	5858	5915	57.00						
27	-6	-5	1.00	5893	5911	18.00						
28	-5	-5	.00	5874	5915	41.00						
29	-5	-6	1.00	5924	5912	12.00						

ตาราง 10 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
30	-5	-6	1.00	5904	5901	3.00						
31	-6	-5	1.00	5836	5888	52.00						
32	-5	-6	1.00									

ตาราง 11 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และวิทยุหยั่งอากาศสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ ระดับ 850 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	19	21	2.00	1499	1545	46.00	240	60	180.00	3	50	47.00
2	18	18	.00	1437	1545	108.00	320	160	160.00	14	5	9.00
3	19	19	.00	1490	1546	56.00	290	80	210.00	8	5	3.00
4	14	14	.00	1524	1534	10.00	70	30	40.00	6	5	1.00
5	16	16	.00	1536	1547	11.00	350	40	310.00	10	5	5.00
6	15	15	.00	1533	1537	4.00	100	40	60.00	12	5	7.00
7	17	17	.00	1541	1535	6.00	120	90	30.00	6	5	1.00
8	15	15	.00	1546	1543	3.00	90	50	40.00	6	5	1.00
9	16	16	.00	1523	1559	36.00	150	220	70.00	8	3	5.00
10	15	15	.00	1499	1536	37.00	170	80	90.00	10	5	5.00
11	8	16	8.00	1560	1536	24.00	70	110	40.00	6	3	3.00
12	11	14	3.00	1537	1529	8.00	70	330	260.00	8	3	5.00
13	13	17	4.00	1539	1537	2.00	110	60	50.00	4	5	1.00
14	17	21	4.00	1521	1549	28.00	160	200	40.00	11	3	8.00
15	16	18	2.00	1511	1552	41.00	110	130	20.00	6	5	1.00
16	17	17	.00	1515	1539	24.00	200	90	110.00	12	3	9.00
17	15	19	4.00	1519	1540	21.00	270	130	140.00	6	10	4.00

ตาราง 11 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
18	14	19	5.00	1527	1544	17.00	185	120	65.00	10	10	.00
19	16	15	1.00	1497	1531	34.00	290	320	30.00	16	5	11.00
20	16	11	5.00	1511	1524	13.00	350	110	240.00	2	5	3.00
21	16	15	1.00	1506	1536	30.00	330	120	210.00	2	5	3.00
22	15	13	2.00	1522	1523	1.00	170	360	190.00	20	3	17.00
23	19	21	2.00	1501	1549	48.00	180	110	70.00	12	3	9.00
24	20	19	1.00	1501	1543	42.00	240	320	80.00	8	5	3.00
25	20	18	2.00	1519	1535	16.00	280	350	70.00	6	3	3.00
26	13	12	1.00	1555	1509	46.00	190	220	30.00	16	5	11.00
27	16	13	3.00	1539	1523	16.00	270	240	30.00	17	5	12.00
28	19	15	4.00	1528	1534	6.00	350	80	270.00	7	5	2.00
29	19	15	4.00	1513	1535	22.00	230	260	30.00	2	5	3.00
30	20	25	5.00	1530	1525	5.00	260	190	70.00	4	5	1.00
31	18	14	4.00	1501	1531	30.00	330	160	170.00	6	5	1.00
32	20	15	5.00	1482	1539	57.00						
33	22	16	6.00	1483	1539	56.00						
34	22	16	6.00									
35	22	16	6.00									

ตาราง 12 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และวิทยุหยั่งอากาศสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี ระดับ 850 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	17	17	.00	1515	1537	22.00	70	100	30.00	36	5	31.00
2	17	16	1.00	1539	1529	10.00	80	100	20.00	26	5	21.00

ตาราง 13 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
และวิทยุหึ่งอากาศกรมอุตุนิยมวิทยากรุงเทพ ระดับ 850 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	17	18	1.00	1502	1540	38.00	260	180	80.00	9	3	6.00
2	19	17	2.00	1513	1536	23.00	50	320	270.00	27	10	17.00
3	18	19	1.00	1500	1545	45.00	60	170	110.00	12	5	7.00
4	14	17	3.00	1523	1536	13.00	50	180	130.00	15	10	5.00
5	15	19	4.00	1512	1548	36.00	70	70	.00	12	10	2.00
6	16	17	1.00	1525	1535	10.00	100	200	100.00	9	10	1.00
7	15	21	6.00	1537	1557	20.00	90	200	110.00	17	5	12.00
8	17	18	1.00	1529	1539	10.00	120	270	150.00	6	10	4.00
9	16	19	3.00	1528	1542	14.00	105	240	135.00	5	5	.00
10	15	14	1.00	1504	1526	22.00	120	320	200.00	6	5	1.00
11	12	18	6.00	1545	1542	3.00	40	170	130.00	6	10	4.00
12	11	21	10.00	1532	1555	23.00	90	250	160.00	5	10	5.00
13	15	16	1.00	1528	1529	1.00	95	280	185.00	7	10	3.00
14	16	19	3.00	1521	1547	26.00	350	160	190.00	8	5	3.00
15	18	19	1.00	1525	1539	14.00	35	90	55.00	5	10	5.00
16	17	14	3.00	1516	1518	2.00	340	250	90.00	5	15	10.00
17	15	21	6.00	1518	1548	30.00	210	250	40.00	3	10	7.00
18	17	19	2.00	1511	1544	33.00	195	220	25.00	6	5	1.00
19	17	18	1.00	1524	1540	16.00	185	180	5.00	8	15	7.00
20	16	14	2.00	1527	1528	1.00	70	100	30.00	10	10	.00
21	16	20	4.00	1522	1545	23.00	65	150	85.00	5	5	.00
22	16	15	1.00	1529	1524	5.00	75	90	15.00	13	20	7.00
23	17	13	4.00	1531	1533	2.00	150	220	70.00	5	15	10.00
24	18	14	4.00	1522	1526	4.00	230	130	100.00	8	5	3.00
25	19	17	2.00	1509	1536	27.00	180	100	80.00	10	10	.00
26	18	13	5.00	1517	1526	9.00	230	330	100.00	11	10	1.00

ตาราง 13 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
27	20	14	6.00	1525	1525	.00	130	210	80.00	8	10	2.00
28	16	12	4.00	1554	1511	43.00	190	200	10.00	1	5	4.00
29	16	15	1.00	1548	1528	20.00	160	160	.00			
30	19	16	3.00	1538	1524	14.00						
31	18	14	4.00	1524	1525	1.00						
32	18	17	1.00	1531	1549	18.00						
33	19	20	1.00	1513	1546	33.00						
34	19	14	5.00	1505	1552	47.00						
35	18	17	1.00	1501	1551	50.00						
36	21	20	1.00									
37	20	23	3.00									
38	22	20	2.00									

ตาราง 14 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และวิทยุหึ่งอากาศสถานีตรวจอากาศสงขลา ระดับ 850 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	15	20	5.00	1550	1552	2.00	320	230	90.00	30	30	.00
2	22	18	4.00	1510	1540	30.00	280	210	70.00	6	5	1.00
3	17	22	5.00	1520	1553	33.00	255	190	65.00	26	30	4.00
4	19	18	1.00	1507	1523	16.00	40	300	260.00	10	15	5.00
5	17	14	3.00	1518	1519	1.00	300	330	30.00	7	10	3.00
6	17	19	2.00	1515	1538	23.00	310	150	160.00	13	10	3.00
7	14	19	5.00	1546	1541	5.00	170	210	40.00	5	10	5.00
8	19	18	1.00	1539	1541	2.00	230	180	50.00	0	10	10.00

ตาราง 14 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
9	19	17	2.00	1532	1536	4.00	270	290	20.00	3	10	7.00
10	17	17	.00	1503	1530	27.00	230	190	40.00	6	5	1.00
11	20	17	3.00	1528	1537	9.00	310	40	270.00	5	5	.00
12	15	18	3.00	1541	1541	.00	180	150	30.00	5	5	.00
13	17	16	1.00	1570	1527	43.00	290	110	180.00	8	5	3.00
14	16	19	3.00	1560	1540	20.00	240	310	70.00	11	5	6.00
15	20	19	1.00	1529	1543	14.00	330	190	140.00	27	10	17.00
16	16	17	1.00	1536	1537	1.00	250	210	40.00	17	10	7.00
17	15	20	5.00	1532	1550	18.00	150	220	70.00	35	30	5.00
18	15	20	5.00	1506	1544	38.00	300	190	110.00	7	5	2.00
19	17	20	3.00	1525	1548	23.00	150	230	80.00	4	5	1.00
20	17	18	1.00	1527	1540	13.00	270	60	210.00	22	10	12.00
21	16	19	3.00	1502	1538	36.00	260	190	70.00	16	20	4.00
22	19	19	.00	1541	1551	10.00	70	260	190.00			
23	19	17	2.00	1517	1537	20.00						
24	21	19	2.00	1541	1551	10.00						
25	22	19	3.00	1525	1539	14.00						
26	17	20	3.00	1536	1558	22.00						
27	20	18	2.00	1542	1539	3.00						
28	21	16	5.00	1497	1520	23.00						
29	14	20	6.00	1548	1549	1.00						
30	22	18	4.00	1517	1543	26.00						
31	20	17	3.00	1521	1535	14.00						

ตาราง 15 การเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล ที่ได้จากการวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และวิทยุหยั่งอากาศสถานีตรวจอากาศภูเก๊ต ระดับ 850 hPa

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
1	15	19	4.00	1511	1539	28.00	300	220	80.00	8	5	3.00
2	19	17	2.00	1549	1538	11.00	170	210	40.00	10	5	5.00
3	21	17	4.00	1513	1537	24.00	295	290	5.00	4	5	1.00
4	18	15	3.00	1521	1542	21.00	170	300	130.00	18	10	8.00
5	17	15	2.00	1521	1538	17.00	210	20	190.00	26	25	1.00
6	19	18	1.00	1502	1536	34.00	165	310	145.00	14	5	9.00
7	20	17	3.00	1532	1545	13.00	75	210	135.00	1	5	4.00
8	19	17	2.00	1505	1535	30.00	210	110	100.00	10	10	.00
9	19	18	1.00	1540	1541	1.00	90	20	70.00	7	10	3.00
10	15	18	3.00	1489	1537	48.00	75	160	85.00	7	10	3.00
11	20	17	3.00	1514	1530	16.00	235	290	55.00	27	10	17.00
12	21	18	3.00	1586	1540	46.00	20	250	230.00	19	10	9.00
13	17	19	2.00	1563	1547	16.00	160	170	10.00	18	15	3.00
14	18	16	2.00	1521	1527	6.00	125	150	25.00	8	5	3.00
15	14	19	5.00	1518	1540	22.00	150	220	70.00	16	5	11.00
16	17	20	3.00	1554	1549	5.00	70	70	.00	17	5	12.00
17	19	18	1.00	1510	1540	30.00	195	210	15.00	9	5	4.00
18	16	21	5.00	1546	1553	7.00	220	250	30.00	2	5	3.00
19	17	19	2.00	1488	1544	56.00	260	180	80.00	19	10	9.00
20	15	19	4.00	1498	1544	46.00	290	200	90.00	8	5	3.00
21	21	18	3.00	1532	1540	8.00	110	220	110.00	11	10	1.00
22	20	19	1.00	1482	1538	56.00	100	200	100.00	15	10	5.00
23	14	19	5.00	1534	1544	10.00	90	250	160.00	12	5	7.00
24	22	18	4.00	1529	1540	11.00	155	240	85.00	21	20	1.00
25	21	20	1.00	1538	1542	4.00	150	250	100.00	16	15	1.00
26	20	19	1.00	1556	1557	1.00	160	240	80.00	20	15	5.00

ตาราง 15 (ต่อ)

NO	Tb	Ts	rms	Hb	Hs	rms	Wdb	Wds	rms	Wsb	Wss	rms
27	20	20	.00	1561	1558	3.00	135	320	185.00	20	15	5.00
28	18	19	1.00	1505	1541	36.00						
29	21	18	3.00	1511	1548	37.00						
30	14	19	5.00	1572	1548	24.00						
31	16	20	4.00	1557	1549	8.00						
32				1538	1536	2.00						

ประวัติย่อของผู้เขียน

ชื่อ ชื่อสกุล	นายกิตติพงศ์ ทองปลิว
วันเดือนปีเกิด	30 พฤศจิกายน 2506
สถานที่เกิด	อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 52/6 ซอย วัดป่าอศุขาราม ถ.มิตรภาพ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000
ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ช่วยราชการ งานแผนงานและโครงการ ฝ่ายแผนงานและงบประมาณ สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดหนองคาย 43000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2515	ประถมศึกษาชั้น บ.1-4 โรงเรียนชุมชนบ้านด่านซ้าย อ.ด่านซ้าย จ.เลย
พ.ศ. 2518	ประถมศึกษาชั้น บ.5-7 โรงเรียนด่านซ้าย อ.ด่านซ้าย จ.เลย
พ.ศ. 2525	มัธยมศึกษาปีที่ 1-5 โรงเรียน ภ.ป.ร.ราชวิทยาลัย (ในพระบรมราชูปถัมภ์) อ.สามพราน จ.นครปฐม
พ.ศ. 2529	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก อ.เมือง จ.พิษณุโลก
พ.ศ. 2536	ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร

ความเป็นไปได้ในการใช้ข้อมูลการตรวจวัดอากาศแนวตั้งจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา
เพื่อการพยากรณ์อากาศ ในประเทศไทย

บทคัดย่อ
ของ
กิตติพงษ์ ทองปลิว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์
มีนาคม 2537

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลเชิงสถิติ ของการตรวจวัด ลักษณะอากาศชั้นบนในประเทศไทยระหว่างข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูล จากวิทยุหยั่งอากาศ ทั้งความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างสถานีและความแตกต่างที่เกิดขึ้นตามระดับความสูง ตามความกดอากาศ (hPa) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลต่างที่เกิดขึ้นจากการวัดทั้งสองวิธี และการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของสถานี

ผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลลักษณะอากาศชั้นบนในประเทศไทย ระหว่างการตรวจวัดได้จาก ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับการตรวจวัดได้จากวิทยุหยั่งอากาศ มีค่าใกล้เคียงกัน สามารถจะใช้เป็นข้อมูล เพื่อการวิเคราะห์หรือเพื่อการพยากรณ์อากาศในประเทศไทยได้ คือ ข้อมูลด้านอุณหภูมิและความสูง เป็นเมตร ส่วนข้อมูลทิศทางและความเร็วลมนั้นควรต้องมีการศึกษาต่อไป ค่าความแตกต่างของข้อมูล ที่ทำการเปรียบเทียบในแต่ละสถานีจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ ความแตกต่างของ ข้อมูลอุณหภูมิที่ระดับ 500 hPa ข้อมูลความสูงเป็นเมตรที่ระดับ 850 hPa ข้อมูลความเร็วลมที่ระดับ 850 hPa และผลของค่าความแตกต่างของข้อมูล ที่ทำการเปรียบเทียบในแต่ละระดับความกดอากาศจะ แตกต่างกัน

สำหรับการศึกษาถึงอิทธิพลของธาตุประกอบทางอุตุนิยมวิทยา มีอิทธิพลต่อค่าความแตกต่างของ ข้อมูลที่เกิดขึ้นในการเปรียบเทียบข้อมูลอากาศแนวตั้ง ระหว่างที่วัดได้จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูล ที่วัดได้จากวิทยุหยั่งอากาศ โดยวิธีการสร้างสมการถดถอยพหุคูณ คือ ความชื้นสัมพัทธ์มีอิทธิพลต่อค่าความ แตกต่างของข้อมูลอุณหภูมิที่ระดับ 850 และ 500 hPa และปริมาณเมฆปกคลุมมีอิทธิพลต่อค่าความแตกต่าง ของการข้อมูลความเร็วลมที่ระดับ 850 hPa

The Fessibility of TIROS Operational Vertical Sounder
from Meterological Satellite for Weather
Forecast in Thailand

ABSTRACT

BY

KITIPONG THONGPLIEW

Presented in parrial fulfilment of the requirments for
the Master of Education Degree in Geography
at Srinakharinviroth University

March 1993

This study had purpose to compare the statistical data of the upper air measurement in Thailand by using TOVS data and Radiosond data in case of the differences which happen in the station and differences in pressure level (hPa) by ANOVA analysis method and testing difference between station method.

The result were: The data of upper air characteristic in Thailand between TOVS data and Radiosond had nearly value. The measurement that could use data for analyzing or for weather forecast in Thailand were temperature and height in meter unit but data of wind-direction and wind-speed should be study continue. The difference of data which was compared in each station was different in significant 0.05 were the data of temperature at 500 hPa, the data of height in meter unit at 850 hPa and the data of wind-speed at 850 hPa. And the difference of data which was compared in each level was different.

Another purpose was to study influence Element of Meteorology which effect the different of the comparative data from the TOVS data and Radiosond data by Multiple Regression method . The result were : influence of the relative-humidity to the different value of temperature at 850 and 500 hPa. And influence of the cloud-quantity to the value of wind-speed at 850 hPa.