



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ "ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก
ต่อปริมาณน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และ
ผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก"

รายงานหลัก

เล่มที่ 1

โดย

รศ. ดร.สุจริต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ

พฤษภาคม 2553



ที่ لن(สกว.) 089 /2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12 พฤษภาคม 2553

เรื่อง ขอนำส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

เรียน ผศ.ดร.อำนาจ ชิดไชย
 ผู้ประสานงานชุดวิจัยด้านโลกร้อนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานฉบับสมบูรณ์เล่มที่ 1 และ CD จำนวน 10 ชุด

ตามที่สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ได้ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยเรื่อง "ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ" กับหน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามสัญญาเลขที่ RDG5030030 ลงวันที่ 15 กรกฎาคม 2550 โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คุณชนกุลวงศ์ เป็นหัวหน้าโครงการฯ

บัดนี้ทางโครงการฯ ขอนำส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ จำนวน 10 ชุด ให้กับทางสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาไว้รับรายงานฉบับสมบูรณ์ดังกล่าวด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คุณชนกุลวงศ์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการ "ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย
และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออก"

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. รศ.ดร. สุจิตต์ คุณธนกุลวงศ์ | คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อ.ดร. วิรัช ฉัตรตรงค์ | คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. นายวินัย เชาวน์วิวัฒน์ | คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 4. นายโชคชัย สุทธิธรรมจิต | คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 5. นางสาววิชญาณ เจริญกุล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 6. นางสาววิชุดา เหมเสถียร | คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
ชุดโครงการวิจัยด้านการจัดการทรัพยากรน้ำ

คำนำ

จากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อทั่วโลก หลายประเทศได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกในปัจจุบัน ประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกันโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝนและน้ำท่าทำให้มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต การศึกษาและทำความเข้าใจผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำ และเตรียมพร้อมในการหาแนวทางในการจัดสรรน้ำที่เหมาะสมกับผลกระทบที่เปลี่ยนแปลงย่อมทำให้ความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นจากความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในอนาคตลดน้อยลงได้

รายงานวิจัยฉบับสุดท้ายของโครงการ "ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออก" ได้สรุปผลงานวิจัยทั้งหมดรวมระยะเวลา 24 เดือนของระยะเวลาโครงการ (15 ก.ค. 50 – 15 ก.ค. 52) แบ่งผลการศึกษาเป็น 2 เล่ม เล่มแรกนำเสนอเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์พฤติกรรมต่างๆ ของข้อมูลภูมิอากาศของประเทศไทย และแนวทางการพยากรณ์ปริมาณฝนระยะสั้นเบื้องต้น เล่มที่ 2 นำเสนอผลการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยเนื้อหาในเล่มที่ 1 นี้ ได้ศึกษาพฤติกรรมต่างๆ คือ (1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลรายปีจากอดีตถึงปัจจุบันด้วยสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้น (2) คาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงด้วยการใช้เทคนิคเวฟเล็ต (Wavelet) และ (3) ลักษณะของฤดูกาล ด้วยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายเดือนในอดีตและปัจจุบัน โดยทำการสรุปพฤติกรรมที่มีความสำคัญลงบนแผนที่ เพื่อแสดงการกระจายตัวของพฤติกรรมดังกล่าวเชิงพื้นที่ ใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย และทำการเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่นิยมใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก กับข้อมูลสภาพภูมิอากาศและน้ำฝนของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของคาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังได้ศึกษาพฤติกรรมของข้อมูลการพยากรณ์จากแบบจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกต่างๆ เปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีตและในอนาคต และศึกษาเทคนิคการพยากรณ์น้ำฝนระยะสั้นเบื้องต้นในระดับประเทศเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อในระดับพื้นที่ต่อไป

เพื่อให้งานวิจัยในครั้งนี้มีเนื้อหาที่เป็นประโยชน์สูงสุดต่อการเตรียมพร้อมในการหาแนวทางในการจัดสรรน้ำที่เหมาะสมกับผลกระทบที่เปลี่ยนแปลงไป และหากท่านใดมีข้อคิดเห็นประการใดต่อการวิจัยในครั้งนี้ สามารถแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่านต่อทางโครงการฯ ผ่านทาง watercu@eng.chula.ac.th และติดตามผลการวิจัยได้ทางเว็บไซต์ www.watercu.eng.chula.ac.th

หัวหน้าโครงการวิจัย

พฤษภาคม 2553

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาของโครงการ "ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออก" สามารถดำเนินการมาได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่ายทั้งการอนุเคราะห์ข้อมูลในการวิเคราะห์ ทางโครงการฯ ขอขอบคุณหน่วยงานผู้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ได้แก่ กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา กรมโรงงานอุตสาหกรรม และสถาบันวิจัยอุตุนิยมวิทยา ประเทศญี่ปุ่น (ผ่าน Dr. Akio Kitoh) นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากผู้เข้าร่วมสัมมนาที่ทางโครงการฯ จัดขึ้น(ในเดือนมีนาคม 2551 และ 2552)เพื่อถ่ายทอดความรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้ข้อมูลและข้อคิดเห็นในระหว่างการศึกษาดังกล่าวทำให้คณะผู้วิจัยสามารถนำข้อมูล และข้อคิดเห็นมาใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัยได้

การศึกษาคั้งนี้ ยังได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดีตั้งแต่เริ่มโครงการฯ จากคณะกรรมการกำกับ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ผู้ประสานงานชุดโครงการวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สกว. นอกจากนี้ ทางโครงการฯ ยังได้รับข้อเสนอแนะ และข้อมูลสารสนเทศจังหวัดจากสำนักงานจังหวัดระยอง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย

ทางคณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณหน่วยงาน ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เข้าร่วมสัมมนาที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณหน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบการจัดการแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ประกอบการวิจัย และขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยสำหรับเงินสนับสนุนการวิจัย มา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2553

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG5030030

ชื่อโครงการ : ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ชื่อนักวิจัย : รศ.ดร. สุจิตต์ คุณธนกุลวงศ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร. วิรัช นัตถรงค์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายโชคชัย สุทธิธรรมจิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายวินัย เซาว์นวิวัฒน์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นางสาววิชญาณ เจริญกุล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นางสาววิชชุดา เหมเสถียร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail address : waterCU@eng.chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : กรกฎาคม 2550 – กรกฎาคม 2552

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากสภาพอากาศในหลายพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น การเกิดฝนตกหนักผิดปกติทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วม หรือเกิดความแห้งแล้งต่อเนื่องและระยะเวลาของฤดูกาลที่สั้นกว่าปกติ ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ และพืชผลทางการเกษตรเสียหาย เป็นต้น ซึ่งประเทศไทยก็เป็นอีกพื้นที่ที่มีการอ้างว่าได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศดังกล่าว ดังนั้นการศึกษาเพื่อยืนยันและทำความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ และเตรียมพร้อมหาแนวทางการจัดสรรน้ำที่เหมาะสม ย่อมสามารถลดความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นได้

การศึกษามูลค่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษารวบรวมและตรวจสอบ ข้อมูลอนุกรมเวลาของน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย และตัวแปรภูมิอากาศ ดัชนีสมุทรศาสตร์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรน้ำในประเทศไทย ศึกษาลักษณะการเกิด ความถี่ของการเกิด ความรุนแรง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนน้ำท่าของประเทศไทย และตัวแปรภูมิอากาศ/สมุทรศาสตร์ รวมไปถึงวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมเวลาของตัวแปรต่างๆ ศึกษาและรวบรวม ผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกจากฐานข้อมูลระหว่างประเทศ และประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ของอนุกรมเวลาเพื่อ

พยากรณ์ปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนที่เปลี่ยนแปลงไป ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ศึกษาและประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในอนาคต ต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีกรณีศึกษาคือพื้นที่จังหวัดระยอง และชลบุรี

ผลการศึกษาคุนหภูมิและปริมาณฝนของประเทศไทยพบว่าคุนหภูมิเฉลี่ยรายปีของประเทศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทุกพื้นที่ของประเทศไทยประมาณ 0.01 ถึง 0.04 องศาเซลเซียสต่อปี คุนหภูมิเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มสูงขึ้นจากในอดีตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาว ส่วนแนวโน้มปริมาณน้ำฝนรายปีมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามพื้นที่ แต่โดยรวมมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนส่วนมากจะเพิ่มขึ้นในฤดูแล้งและลดลงในฤดูฝน สำหรับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูกลาง ในวงจร 1 ปีของทั้งคุนหภูมิเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนรายเดือน มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติอย่างมีนัยสำคัญในทุกลุ่มน้ำของประเทศไทย หลังจากปี ค.ศ. 1995 ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวสอดคล้องกับช่วงเวลาที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญครั้งสำคัญและเป็นช่วงเวลาที่สภาพอากาศของโลกมีความแปรปรวนสูง จึงเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพอากาศของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับคุนหภูมิเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝน เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 แล้ว ส่วนข้อมูลน้ำท่า คณะผู้วิจัยเชื่อว่ามีอิทธิพลจากการดำเนินงาน (operation) ของมนุษย์หรือสิ่งก่อสร้างมาก ข้อมูลที่ศึกษาจึงไม่ใช่จากเหตุการณ์ธรรมชาติ เนื่องจากผลการศึกษาไม่เห็นรูปแบบของข้อมูลที่ชัดเจน

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรสมุทรศาสตร์ จากการวิเคราะห์การแปลงครอสเวฟเล็ต พบว่า Nino 3.4 มีแนวโน้มที่สัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยค่อนข้างมาก โดยความสัมพันธ์กับคุนหภูมิเฉลี่ยมีวงจรที่ 0.5, 1 และ 4 ปี โดยมีช่วงเวลาเหลื่อมล้ำสำหรับคาบการเกิดซ้ำเหล่านี้ประมาณ 0.5 1 และ 8 เดือนตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสมุทรศาสตร์กับปริมาณน้ำฝนมีคาบการเกิดซ้ำที่สำคัญกับดัชนี Nino 3.4 ปรากฏที่วงจร 1 ปี และ 12 ปี โดยมีช่วงเวลาเหลื่อมล้ำประมาณ 3 เดือนและ 5 ปีตามลำดับ ซึ่งการกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่วงจร 1 ปีในทุกลุ่มน้ำจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน เว้นแต่พื้นที่ในภาคใต้ฝั่งตะวันออกที่จะมีช่วงเวลาการเหลื่อมล้ำที่นานขึ้นประมาณ 2 เดือน

ส่วนข้อมูลการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศโลกจากแบบจำลองต่างๆ ได้แก่ แบบจำลอง CGCM2 HadCM3 MRI และ PRECIS: ECHAM4 โดยวิเคราะห์ข้อมูลทั้งจากแบบจำลองโดยตรง (Raw) วิเคราะห์โดยใช้วิธีเทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD มีความแตกต่างกันไปทั้งแบบจำลองและทั้งสมมติฐาน A2 และ B2 โดยรวมพบว่าคุนหภูมิมีแนวโน้มสูงขึ้นในอนาคต และปริมาณฝนมีแนวโน้มลดลง ซึ่งจากการ

พิจารณาในภาพรวมต่อการเลือกแบบจำลองและการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การเทียบสัดส่วนจากแบบจำลอง CGCM2 โดยการใช้การเทียบสัดส่วนค่อนข้างเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์เพื่อศึกษาผลกระทบและการปรับตัวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด เนื่องจากแนวโน้มค่าเฉลี่ยรายปี ลักษณะค่าเฉลี่ยรายเดือน และพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี มีความสอดคล้องโดยรวมกับข้อมูลตรวจวัดจริงมากที่สุด

นอกจากนี้จากข้อมูลต่างๆ ที่นำมาศึกษาความสัมพันธ์แล้ว ยังสามารถพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ปริมาณฝนในช่วงรายฤดูได้ โดยจากการแบ่งชุดข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มข้อมูลอุณหภูมิจุดและฝน (Local) กลุ่มข้อมูลดัชนีสมุทศาสตร์ (Nino) กลุ่มข้อมูลภูมิอากาศโลก (GCM) เฉพาะสมมติฐาน B2 นำข้อมูลทั้งหมดมาคิดช่วงเวลาเหลือมล้ำที่ดีที่สุด และให้ไม่เกินระยะเวลา 6 เดือน วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์และปริมาณฝน รวมถึงแยกฤดูกาลคือฤดูฝนและฤดูแล้ง ผลการเปรียบเทียบพบว่าชุดข้อมูลที่มีครบทั้งข้อมูล Local Nino และ GCM ให้ผลการปรับเทียบและสอบทานข้อมูลได้ดีที่สุด ผลจากปรับเทียบระยะยาวจากอดีต ค.ศ. 1982-2000 ให้ความสอดคล้องดีกว่าช่วงปรับเทียบหลัง ค.ศ. 1995 คือช่วงปี 1996-2000 โดยในช่วงปรับเทียบระยะยาว กลุ่มข้อมูล Local ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิสูงสุด และปริมาณฝน กลุ่มข้อมูล Nino ข้อมูลที่เหมาะสมคือทั้ง SOI, Nino4 และ DMI แต่พบว่าชุดข้อมูลที่มีเฉพาะ Nino และ GCM ในช่วงฤดูกาลทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง Nino34 จะแสดงผลได้ดีกว่า Nino 4 เล็กน้อย โดยสามารถจับค่าสูงสุดต่ำสุดได้มากกว่า ซึ่งตัวแปรต่างๆ ที่นำมาคัดกรองเบื้องต้น และช่วงระยะเวลาในการปรับเทียบข้อมูลมีความสำคัญต่อการเลือกตัวแปรค่อนข้างมาก และจึงควรนำมาพิจารณาเพิ่มในการศึกษาต่อไป

คำหลัก : การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก, น้ำฝนรายเดือน, น้ำท่ารายเดือน, เวฟเล็ต, ประเทศไทย, การบริหารจัดการน้ำ, ระยอง, ชลบุรี

Abstract

Project Code : RDG5030030

Project name : Impact of Global Climate Change on Monthly Precipitation and Stream flow in Thailand And Effects on Water Management in the Eastern Region

Project team : Assoc. Prof. Dr. Sucharit Koontanakulvong (CU)

Dr. Virat Chatdarong (CU)

Mr. Chokchai Suthithammachit (CU)

Mr. Winai Chaowiwat (CU)

Ms. Wichayan Jarernkul (CU)

Ms. Wichuta Hemsatien (CU)

E-mail address: waterCU@eng.chula.ac.th

Project period : July 2007-July 2009

The global climate change is a topic that being interested at present because weather in many area have changed from the past such as unusual heavy rainfall causing flood problems or continuous drought or shorter season period causing water scarcity and agricultural damages. Thailand is also said to be facing with climate change. Therefore, a study on climate change and its impact on water resources will clarify and help to understand the climate change phenomena and prepare appropriate water allocation and reduce losses that will occur.

The study of Impact of Global Climate Change on Monthly Precipitation and Stream Flow in Thailand and Effects on Water Management in the Eastern Region aimed to collect and verify monthly rainfall/stream flow time series covered 25 basins in Thailand and oceanographic indexes involved with changes in water resources, to study characteristics of frequency of occurrence and severity of potential changes in rainfall/runoff and climatic/oceanographic variables including time series correlation analysis, and to collect prediction results from global climate change from the international database to find relationships in time series to predict monthly rainfall/runoff changes in eastern Thailand. The study also covered the evaluation of impact in rainfall/runoff change in the future in

order to manage water resources and adapt to the new climate conditions in the eastern region covered Rayong and Chonburi Province.

The study found that the temperature and rainfall amount in Thailand in average increased in all area at approximately 0.01 to 0.04 degree celcius per year. Monthly average temperature increased from the past especially in winter. The annual rainfall pattern varied by locations, though, overall trend decreased slightly. Monthly average rainfall decreased in the dry season and decreased in the rainy season. The climate of Thailand in terms of occurrence and severity, at present, tended to change from the past. Average temperature and monthly rainfall with one year cycle showed less significantly after 1995 which coincided with El Nino phenomena occurred in the same period which caused variations of world climate. It is convincible that average temperature and rainfall in Thailand began to be effected from world climate change since 1995. The analysis of runoff showed the effect of human operation which was not natural phenomena, then, the pattern of runoff could not be patternized.

The cross wavelet analysis with oceanographical data found that Nono3.4 is likely associated with the Thailand climate. The average temperature is associated with the same cycle of 0.5, 1.0, 4 years with time lag of approximately 4.5, 1 and 8 months respectively. These relationships at one year cycle has similar characteristics of all basins except eastern South that has two months longer time lag.

The global weather forecast information selected are from GCGM2, HadCM3, MRI and PRECIS:ECHGAM4 models. The analysis covered both raw computed data and downscaled results by the proportional method and advanced statistical modeling of ASD based on A2 and B2 scenario. The analysis found that higher temperature will likely to be in the future while rainfall will decrease. Considered the selection of GCM and downscale techniques in forecasting, CGCM2 model with proportional method is found to be most suitable to be applied for impact and adaptation study in eastern area because the average annual rainfall trend, monthly rainfall pattern in one year cycle are well consistent with actual measured data.

In addition to correlation study, the seasonal rainfall prediction technique was also investigated by using three groups of data set, i.e., the group of temperature and local rainfall, the group of oceanographical parameter (NINO) and the group of GCM (based on

B2 scenario). The time lag (less than 6 months) correlations were analysed to find best fit and found that the data groups of local rainfall, NINO and GCM provided best fit for both calibration and verification. The long term calibration of 1982-2000 gave better results compared with short term data (1996-2000). Local data used are maximum temperature, rainfall data and NINO data group is SOI, NINO 4 and DMI. It is found that NINO3.4 and GCM can capture seasonal fluctuation better than NINO4, however, The period of calibration is vital for parameter selection and should be further investigated.

สารบัญ

หน้า

รายชื่อคณะวิจัย

คำนำ

กิตติกรรมประกาศ

บทคัดย่อ

สารบัญ

สารบัญรูป

สารบัญตาราง

บทที่ 1	บทนำ	
1.1	ความเป็นมาและสภาพปัญหา	1-1
1.2	วัตถุประสงค์	1-2
1.3	ขอบเขตการศึกษา	1-2
1.4	พื้นที่ศึกษา	1-3
1.5	วิธีการดำเนินการวิจัย	1-5
1.6	ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-18
1.7	ผลผลิต	1-20
1.8	กระบวนการผลักดันผลงานดังกล่าวออกสู่การใช้ประโยชน์	1-21
1.9	เนื้อหารายงาน	1-23
บทที่ 2	สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	
2.1	สภาพภูมิประเทศ	2-2
2.2	สภาพภูมิอากาศ	2-31
2.3	สภาพอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยา	2-44
2.4	เครือข่ายข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา	2-79
	2.4.1 สถานีอุตุนิยมวิทยา	2-79
	2.4.2 สถานีอุทกวิทยา	2-80

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	การทบทวนการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่ผ่านมา
3.1	การศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ตัวแปรสภาพภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง 3-1
3.1.1	หลักฐานและสาเหตุการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก 3-1
3.1.2	การเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลก 3-6
3.2	การศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเชิงสถิติในรูปแบบอนุกรมเวลา 3-13
บทที่ 4	การเตรียมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย
4.1	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น 4-1
4.2	ดัชนีสมุทรศาสตร์ ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (Nino 1+2, Nino 3, Nino 4 และ Nino 3.4) และค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย (DMI) 4-3
4.3	ปีการเกิด เอลนีโญและ ลานีญาที่ผ่านมา 4-10
บทที่ 5	การศึกษาพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย
5.1	แนวทางการศึกษาพฤติกรรมของข้อมูลอนุกรมเวลา 5-1
5.1.1	การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนของค่าเฉลี่ยรายปี 5-1
5.1.2	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนและเปรียบเทียบลักษณะของฤดูกาล 5-3
5.1.3	การศึกษาคาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง 5-4
5.1.4	สรุปลักษณะพฤติกรรมแบ่งตามลักษณะกลุ่มพื้นที่ 5-5
5.2	ขั้นตอนการวิเคราะห์พฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย 5-7
5.3	พฤติกรรมของข้อมูลสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย 5-9
5.3.1	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย 5-9

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
5.3.2	พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย	5-13
5.3.3	การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนและ การเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลในประเทศไทย	5-21
5.3.4	สรุปลักษณะพฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ยแบ่งตามลักษณะกลุ่มพื้นที่	5-25
5.4	พฤติกรรมของข้อมูลน้ำฝนรายเดือนในประเทศไทย	5-26
5.4.1	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนในประเทศไทย	5-26
5.4.2	พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลน้ำฝนในประเทศไทย	5-29
5.4.3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลง เชิงฤดูกาลของข้อมูลน้ำฝนในประเทศไทย	5-34
5.4.4	สรุปลักษณะพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝน	5-36
5.5	พฤติกรรมของข้อมูลน้ำท่ารายเดือนในประเทศไทย	5-38
5.5.1	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำท่าในประเทศไทย	5-38
5.5.2	พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลน้ำท่าในประเทศไทย	5-40
5.5.3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลง เชิงฤดูกาลของข้อมูลน้ำท่าในประเทศไทย	5-41
5.6	พฤติกรรมของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย	5-42
5.6.1	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย	5-43
5.6.2	การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนในประเทศไทย	5-44
5.6.3	พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย	5-46
5.7	สรุปพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย	5-47
บทที่ 6	การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรสมุทรศาสตร์กับข้อมูลน้ำฝนและ สภาพอากาศรายเดือนของประเทศไทย	
6.1	ตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก	6-1
6.1.1	พฤติกรรมด้านแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและลักษณะฤดูกาลของ ตัวแปรสมุทรศาสตร์	6-3
6.1.2	พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำและการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร สมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	6-6

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
6.2	แนวทางการศึกษาความสัมพันธ์ขอคอบคาบการเกิดซ้ำและช่วงเวลาเหลืออม ล้ำด้วยคอรอสเวฟเล็ต	6-9
6.3	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมุทรศาสตร์และสภาพอากาศของประเทศไทย	6-12
6.4	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมุทรศาสตร์และปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย	6-20
6.5	สรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรสมุทรศาสตร์ ต่อสภาพอากาศและน้ำฝนของ ประเทศไทย	6-24
บทที่ 7	การศึกษาพฤติกรรมของอุณหภูมิและปริมาณฝน จากแบบจำลอง สภาพภูมิอากาศโลก และข้อมูลจากการสังเคราะห์เชิงสถิติ	
7.1	ข้อมูลทีวิเคราะห์เปรียบเทียบและพฤติกรรมที่ศึกษา	7-1
7.1.1	ข้อมูลที่น่ามาเปรียบเทียบและวิเคราะห์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ โลกและข้อมูลการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงเชิงสถิติจากแบบจำลอง ลดมาตราส่วนทางสถิติ (ASD) และการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัด	7-1
7.1.2	พฤติกรรมที่ศึกษา	7-1
7.2	การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก	7-3
7.2.1	การวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมในอดีตและในอนาคต	7-3
7.2.2	การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง	7-5
7.2.3	พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำ	7-10
7.2.4	การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน	7-14
7.3	การวิเคราะห์ผลการสังเคราะห์และพยากรณ์ที่ได้จากการเทียบสัดส่วนด้วย ข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และจากแบบจำลองลดมาตราส่วนทางสถิติ (ASD) และการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงเชิงสถิติ	7-18
7.3.1	การวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมในอดีตและในอนาคต	7-19
7.3.2	การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง	7-21
7.3.3	พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำ	7-31
7.3.4	การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน	7-37
7.4	สรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝนจากการสังเคราะห์ข้อมูล ความละเอียดสูงเชิงสถิติ	7-43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 8	การพัฒนาเทคนิค คาดการณ์ ช่วงระยะสั้น (รายฤดู) ของปริมาณฝน
8.1	ขั้นตอนการพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ช่วงระยะสั้นของปริมาณฝน 8-1
8.2	ผลการพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ช่วงระยะสั้นของปริมาณฝน 8-3
8.3	สรุปผลการพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะสั้น 8-13
บทที่ 9	บทสรุปและข้อเสนอแนะ
9.1	การศึกษาเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่ผ่านมา 9-1
9.2	ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย 9-2
9.3	การศึกษาพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย 9-3
9.4	ความสัมพันธ์ของตัวแปรสมุทรศาสตร์ กับข้อมูลน้ำฝนและสภาพอากาศ รายเดือนของประเทศไทย 9-4
9.5	พฤติกรรมของอุณหภูมิและปริมาณฝน จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก และข้อมูลจากการสังเคราะห์เชิงสถิติ 9-5
9.6	การพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ปริมาณฝนรายฤดู 9-7
9.7	ข้อเสนอแนะ 9-8

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

- ก. การวิเคราะห์คาบการเกิดซ้ำด้วยการแปลงเวฟเล็ต
- | | | |
|-----|--|------|
| ก.1 | การวิเคราะห์คาบการเกิดซ้ำในมิติของเวลาและความถี่ | ก-1 |
| ก.2 | ทฤษฎีการแปลงฟูเรียร์ | ก-3 |
| ก.3 | ทฤษฎีการแปลงเวฟเล็ต | ก-9 |
| ก.4 | การประยุกต์ใช้เทคนิคเวฟเล็ตเพื่อศึกษาคาบการเกิดและความรุนแรง | ก-11 |
- ข. การประมาณค่าและตรวจสอบสถานีภูมิอากาศ สถานีน้ำฝนน้ำท่า และการหาค่าเฉลี่ยปริมาณฝนและอุณหภูมิรายเดือน
- | | | |
|-----|--|------|
| ข.1 | การประมาณค่าข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลภูมิอากาศที่ขาดหายไป | ข-1 |
| ข.2 | การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลน้ำฝน และข้อมูลภูมิอากาศ | ข-2 |
| ข.3 | การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลน้ำท่า | ข-4 |
| ข.4 | รายละเอียดเครือข่ายสถานีที่ใช้ในการศึกษา | ข-12 |
| ข.5 | การหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method | ข-31 |

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	ขอบเขตพื้นที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกต่อน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของ 25 กลุ่มน้ำในประเทศไทย	1-4
1-2	จังหวัดระยองและชลบุรีที่คัดเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำ	1-5
1-3	แนวคิดในการดำเนินการวิจัย	1-6
2-1	แผนที่ 25 กลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย	2-1
2-2	ลุ่มน้ำสาละวิน	2-2
2-3	ลุ่มน้ำโขง	2-4
2-4	ลุ่มน้ำกก	2-5
2-5	ลุ่มน้ำชี	2-6
2-6	ลุ่มน้ำมูล	2-7
2-7	ลุ่มน้ำปิง	2-9
2-8	ลุ่มน้ำวัง	2-10
2-9	ลุ่มน้ำยม	2-11
2-10	ลุ่มน้ำน่าน	2-12
2-11	ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-14
2-12	ลุ่มน้ำสะแกกรัง	2-15
2-13	ลุ่มน้ำป่าสัก	2-16
2-14	ลุ่มน้ำท่าจีน	2-18
2-15	ลุ่มน้ำแม่กลอง	2-19
2-16	ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	2-20
2-17	ลุ่มน้ำบางปะกง	2-21
2-18	ลุ่มน้ำโตนเลสาป	2-22
2-19	ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	2-23
2-20	ลุ่มน้ำเพชรบุรี	2-24
2-21	ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์	2-25
2-22	ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก	2-27
2-23	ลุ่มน้ำตาปี	2-28

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2-24	ลุ่มน้ำทะเลสาปสงขลา	2-29
2-25	ลุ่มน้ำปัตตานี	2-30
2-26	ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก	2-31
2-27	สถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา	2-81
2-28	สถานีวัดข้อมูลภูมิอากาศต่างๆ ของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา	2-82
2-29	สถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานที่ใช้ในการศึกษา	2-83
3-1	ผลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลง (a) อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของโลก, (b) ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยของโลก และ (c) ปริมาณหิมะที่ปกคลุมขั้วโลกเหนือขนาดการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของปีฐาน (ค.ศ. 1961-1990) เส้นทึบสีดำแสดงค่าเฉลี่ยรายปี 10 ปี จุดสีฟ้าแสดงข้อมูลรายปี และพื้นที่แรเงาสีน้ำเงินแสดงความแปรปรวนของข้อมูล	3-2
3-2	ปัจจัยหลักทางธรรมชาติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ได้แก่การเปลี่ยนวงโคจรของโลก (E) การถ่ายของแก๊สเรือนกระจกของโลก (P) และการเปลี่ยนองศาของแก๊สเรือนกระจกของโลก (T)	3-3
3-3	อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในรอบ 1.5 แสนปี ซึ่งแสดงภาวะโลกร้อนครั้งล่าสุดเมื่อประมาณ 1.2 แสนปีก่อนจากอิทธิพลทางธรรมชาติ และความเป็นไปได้ที่จะเกิดภาวะโลกร้อนในปัจจุบันที่อุณหภูมิเฉลี่ยจะสูงกว่าที่เคยเป็นมา	3-3
3-4	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หน่วยในล้านหน่วย, บน) ก๊าซมีเทน (หน่วยในพันล้านหน่วย, กลาง) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (หน่วยในพันล้านหน่วยล่าง) โดยเฉลี่ยของโลกในชั้นบรรยากาศ พิจารณาจากข้อมูล 10,000 ปีที่ผ่านมาโดยการศึกษาแก่น้ำแข็งที่ขั้วโลก	3-5
3-5	ลักษณะของปรากฏการณ์เอลนีโญ (ซ้าย) ที่อุณหภูมิมหาสมุทรแปซิฟิกเพิ่มสูงขึ้นกว่าปกติและปรากฏการณ์ลานีญา (ขวา) ที่อุณหภูมิมหาสมุทรแปซิฟิกต่ำกว่าปกติ ซึ่งมีส่วนทำให้ปริมาณน้ำฝนในภูมิภาคนี้มีการแปรปรวนไปจากเดิม	3-7
3-6	แหล่งและการหมุนเวียนความชื้น ของมรสุมฤดูร้อนในพื้นที่อาเซียน	3-8
3-7	ลักษณะของ IOD (Indian Ocean Dipole)	3-8
3-8	สมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสากล (IPCC SRES)	3-9

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4-5	ค่าผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกราย สัปดาห์ของ Nino 1+2 Nino 3 Nino 3.4 และ Nino 4	4-8
4-6	ผลต่างค่าผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลระหว่างมหาสมุทรอินเดีย ตะวันตกและตะวันออก (DMI)	4-8
4-7	โครงสร้างเชิงแนวคิดของแบบจำลอง GCMs	4-16
4-8	ตัวอย่างกริดที่ใช้ในการนำเข้าสู่ข้อมูลภูมิอากาศจาก HCCPR	4-16
4-9	ตัวอย่างกริดที่ใช้ในการนำเข้าสู่ข้อมูลภูมิอากาศจาก CCCma	4-17
4-10	ทิศทางการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพของกรณีสมมติสำหรับตัวชี้วัดต่างๆ	4-19
4-11	ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเดือนกันยายนในช่วง ค.ศ. 2090 ที่ เปลี่ยนแปลงไปจากปีฐาน ค.ศ. 1991-1990 ด้วยแบบจำลอง HadCM3 ในสมมติฐาน A2 ในหน่วยมิลลิเมตรต่อวัน	4-24
4-12	การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในเดือนกันยายนในช่วง ค.ศ. 2090 ที่เปลี่ยนแปลงไปจากปีฐาน ค.ศ. 1991-1990 ด้วยสมมติฐาน A2 ระหว่างแบบจำลอง CCCma HadCM3 NIES99 และ CSIRO ในหน่วยมิลลิเมตรต่อวัน	4-24
5-1	ตัวอย่างการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนและอุณหภูมิ ของประเทศไทยด้วยการใช้สมการการถดถอยเชิงเส้น	5-2
5-2	(a) ข้อมูลอนุกรมเวลาของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในซีกโลกเหนือที่เปลี่ยน แปลงไปจากค่าเฉลี่ย (b) ผลการแปลงเวฟเล็ตสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลา ดังกล่าว โดยเส้นประแสดงสเกลที่มีความสำคัญ	5-5
5-3	เทคนิคการวิเคราะห์เวฟเล็ตด้วยข้อมูลปกติ (บน) และข้อมูลที่หักค่ารายฤดู หรือคาบการเกิดที่ 1 ปีออก (ล่าง) ซึ่งทำให้คาบการเกิดอื่นๆ มีความเด่นชัดมากขึ้น	5-6
5-4	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบ) ประมาณ 0.02 °C ต่อปี	5-10
5-5	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่ สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบ) ประมาณ 0.03 °C ต่อปี	5-10
5-6	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่สูง ขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบ) ประมาณ 0.03 °C ต่อปี	5-11

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5-7	อัตราการเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของข้อมูลอุณหภูมิจนเฉลี่ยรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย (0.4-1.0 กระจายน้อย 0.2-0.4 กระจายปานกลาง และ 0-0.2 กระจายมาก)	5-11
5-8	อัตราการเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของข้อมูลอุณหภูมิจนสูงสุดรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย (0.4-1.0 กระจายน้อย 0.2-0.4 กระจายปานกลาง และ 0-0.2 กระจายมาก)	5-12
5-9	อัตราการเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย (0.4-1.0 กระจายน้อย 0.2-0.4 กระจายปานกลาง และ 0-0.2 กระจายมาก)	5-12
5-10	พฤติกรรมกาเกิดซ้ำของอุณหภูมิจนเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยมีรูปแบบ 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย	5-15
5-11	พฤติกรรมกาเกิดซ้ำของ อุณหภูมิจนเฉลี่ย (ภาพบน) อุณหภูมิจนสูงสุด (ล่างซ้าย) และ อุณหภูมิต่ำสุด (ล่างขวา) ของประเทศไทยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยมีรูปแบบ 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย	5-16
5-12	การกระจายตัวของพฤติกรรมแบบที่ 1 (บน) พฤติกรรมแบบที่ 2 (ล่างซ้าย) และพฤติกรรมแบบที่ 3 (ล่างขวา) จากข้อมูลอุณหภูมิจนเฉลี่ย ณ สถานีตรวจวัด แสดงด้วยจุด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย	5-17
5-13	การกระจายตัวของพฤติกรรมแบบที่ 1 (บน) พฤติกรรมแบบที่ 2 (ล่างซ้าย) และพฤติกรรมแบบที่ 3 (ล่างขวา) จากข้อมูลอุณหภูมิจนสูงสุด ณ สถานีตรวจวัด แสดงด้วยจุด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย	5-18
5-14	การกระจายตัวของพฤติกรรมแบบที่ 1 (บน) พฤติกรรมแบบที่ 2 (ล่างซ้าย) และพฤติกรรมแบบที่ 3 (ล่างขวา) จากข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุด ณ สถานีตรวจวัด แสดงด้วยจุด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย	5-19
5-15	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิจนเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิจนเฉลี่ยหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบเข้มแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย	5-22

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5-16	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิสูงสุดหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบเข้มแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย	5-22
5-17	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิต่ำสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิต่ำสุดหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบเข้มแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย	5-23
5-18	ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ย ก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย	5-23
5-19	ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุด ก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย	5-24
5-20	ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุด ก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย	5-24
5-21	การแบ่งกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะลุ่มน้ำที่มีความคล้ายคลึงกันของข้อมูล	5-25
5-22	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีของประเทศไทย ซึ่งมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศไทย (ในกรอบสีน้ำเงิน) ลดลงประมาณ -0.51 มิลลิเมตรต่อปี	5-28
5-23	การกระจายของอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย	5-28
5-24	พฤติกรรมการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยมีรูปแบบ 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย	5-30
5-25	พฤติกรรมการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนภาพรวมของประเทศไทยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยมีรูปแบบ 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย	5-31
5-26	การกระจายตัวของพฤติกรรมแบบที่ 1 (บน) พฤติกรรมแบบที่ 2 (ล่างซ้าย) และพฤติกรรมแบบที่ 3 (ล่างขวา) จากข้อมูลฝนสะสมรายเดือน ณ สถานีตรวจวัดแสดงด้วยจุด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย	5-32

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5-27	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปกรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย	5-35
5-28	ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูฝนและฤดูแล้ง) เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย	5-35
5-29	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ในแม่น้ำสายสำคัญของประเทศไทย ซึ่งมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง	5-39
5-30	การกระจายของอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัดในแม่น้ำสายหลักของประเทศไทย	5-39
5-31	พฤติกรรมการเกิดซ้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ตของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำเจ้าพระยา เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานี C2 อ.เมือง จังหวัดนครสวรรค์	5-40
5-32	พฤติกรรมการเกิดซ้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ตของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำมูล เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานี M7 จังหวัดอุบลราชธานี	5-41
5-33	ลักษณะของฤดูกาลเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย	5-42
5-34	ตำแหน่งวัดระดับน้ำทะเล สถานีบางปะกง (ในกรอบ) ของกรมอุทกศาสตร์	5-43
5-35	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลเฉลี่ย (รูปบน) ระดับสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง	5-44
5-36	พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง	5-45
5-37	พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายวันจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง	5-45
5-38	การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง	5-46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
6-1	ข้อมูลอนุกรมเวลาของดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, Nino 4, Nino 3.4, และ Nino 1+2 รายเดือน ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 2007	6-2
6-2	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, Nino 4, Nino 3.4, Nino 1+2 รายปี ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 2007	6-4
6-3	ลักษณะฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ของดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, Nino 4, Nino 3.4, Nino 1+2 เปรียบเทียบระหว่างค่าในอดีต (ค.ศ. 1950 – 1994) และค่าในทศวรรษปัจจุบัน (1995-2007)	6-5
6-4	ผลการแปลงเวฟเล็ตของดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, และ Nino 4 ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 2007	6-7
6-5	ผลการแปลงเวฟเล็ตของการแกว่งของอุณหภูมิในมหาสมุทรอาร์คติก, AO (ซ้าย) และระยะไกลที่สุดที่น้ำแข็งยื่นออกไปในทะเลเบอลติก, BMI (ขวา)	6-9
6-6	ผลการแปลงครอสเวฟเล็ต (Cross-Wavelet Transform) ของตัวแปร AO และ BMI (บน) และค่าความสอดคล้องของเวฟเล็ต (Wavelet Coherence) (ล่าง)	6-11
6-7	ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย	6-14
6-8	การกระจายของช่วงเวลาเหลือมล้ำที่ตัวแปรดัชนี Nino 3.4 (ซ้าย) และ Nino 1+2 (ขวา) นำข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทยอยู่ที่คาบการเกิดหลัก 1 ปี	6-15
6-9	ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย	6-16
6-10	การกระจายของช่วงเวลาเหลือมล้ำที่ตัวแปรดัชนี Nino 3.4 (ซ้าย) และ Nino 1+2 (ขวา) นำข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทยอยู่ที่คาบการเกิดหลัก 1 ปี	6-17
6-11	ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย	6-18
6-12	การกระจายของช่วงเวลาเหลือมล้ำที่ตัวแปรดัชนี Nino 3.4 (ซ้าย) และ Nino 1+2 (ขวา) นำข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทยอยู่ที่คาบการเกิดหลัก 1 ปี	6-19

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
6-13	ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลฝนสะสมรายเดือนของประเทศไทย	6-22
6-14	การกระจายของช่วงเวลาเหลือมล้ำที่ตัวแปรดัชนี Nino 3.4 (ซ้าย) และ Nino Nino 1+2 (ขวา) นำข้อมูลฝนสะสมรายเดือนของประเทศไทยอยู่ที่คาบการเกิดหลัก 1 ปี	6-23
7-1	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ ก. อุณหภูมิเฉลี่ย ข. อุณหภูมิสูงสุด และ ค. อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ	7-8
7-2	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ	7-10
7-3	พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ	7-11
7-4	พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ	7-12
7-5	พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ	7-13
7-6	พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนสะสมเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ	7-15
7-7	การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ	7-16
7-8	การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณฝนเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ	7-17
7-10	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีของสถานี 459201 ชลบุรี จาก ก. ข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 ข. ข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 และ ค. ข้อมูลจากแบบจำลองความละเอียดสูงของหน่วยงานอุตุนิยมวิทยา ประเทศญี่ปุ่น (MRI)	7-26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
7-11	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีของสถานี 459201 ชลบุรี จาก ก. ข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 ข. ข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 และ ค. ข้อมูลจากแบบจำลองความละเอียดสูงของหน่วยงาน อุตุวิทยามิทยา ประเทศญี่ปุ่น (MRI)	7-27
7-12	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จาก ก. ข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 ข. ข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 และ ค. ข้อมูลจากแบบจำลองความละเอียดสูงของหน่วยงาน อุตุวิทยามิทยา ประเทศญี่ปุ่น (MRI)	7-30
7-13	พฤติกรรมกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยของสถานี 459201 ชลบุรี ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูล ที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD	7-32
7-14	พฤติกรรมกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดของสถานี 459201 ชลบุรี ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูล ที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD	7-33
7-15	พฤติกรรมกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดของสถานี 459201 ชลบุรี ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูล ที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD	7-34
7-16	พฤติกรรมกรรมการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนของสถานี 459201 ชลบุรี ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูล ที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD	7-36
7-17	การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ยของสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วย ข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูล ที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิง สถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD	7-38
7-18	การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดของสถานี 459201 ชลบุรี จาก ข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูล ที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD	7-39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
7-19	การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิต่ำสุดของสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD	7-40
7-20	การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยของสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD	7-42
8-1A	ปริมาณฝนสะสมรายปีในช่วงปรับเทียบและสอบทาน เปรียบเทียบผลในช่วงเฉลี่ยรวมทั้งปี และช่วงฤดูกาล (ฤดูฝน และฤดูแล้ง) ของข้อมูลปรับเทียบระยะยาว	8-7
8-1B	ปริมาณฝนสะสมรายปีในช่วงปรับเทียบและสอบทาน เปรียบเทียบผลในช่วงเฉลี่ยรวมทั้งปี และช่วงฤดูกาล (ฤดูฝน และฤดูแล้ง) ของข้อมูลปรับเทียบหลังปี ค.ศ. 1995	8-8
8-2A	ปริมาณฝนสะสมรายเดือนในช่วงปรับเทียบและสอบทาน เปรียบเทียบผลในช่วงเฉลี่ยรวมทั้งปี และช่วงฤดูกาล (ฤดูฝน และฤดูแล้ง) ของข้อมูลปรับเทียบระยะยาว	8-9
8-2B	ปริมาณฝนสะสมรายเดือนในช่วงปรับเทียบและสอบทาน เปรียบเทียบผลในช่วงเฉลี่ยรวมทั้งปี และช่วงฤดูกาล (ฤดูฝน และฤดูแล้ง) ของข้อมูลปรับเทียบหลังปี ค.ศ. 1995	8-10
8-3A	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบผลในช่วงปรับเทียบ (รูปซ้าย) และสอบทานข้อมูล (รูปขวา) ของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูแล้ง ของข้อมูลปรับเทียบระยะยาว	8-11
8-3B	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบผลในช่วงปรับเทียบ (รูปซ้าย) และสอบทานข้อมูล (รูปขวา) ของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูแล้ง ของข้อมูลปรับเทียบหลังปี 1995	8-12

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	แผนงานและกิจกรรมของโครงการตามวัตถุประสงค์	1-15
4-1	ความสอดคล้องของแต่ละระบบของปีการเกิด เอลนีโญและลานีญา	4-12
4-2	ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง GCMs (Predictors) NCEP และสถานการณ์ สมมติ A2 และ B2 จากศูนย์ศึกษาสภาพอากาศแคนาดา (Canadian Climate Change Scenarios Network, CCCSN)	4-20
4-3	ตัวแปรสภาพภูมิอากาศของโลกที่นิยมใช้ในแบบจำลอง SDM เพื่อเพิ่มความละเอียดของข้อมูลในการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโลกต่อพื้นที่ระดับภูมิภาค และลุ่มน้ำ โดยแสดงถึงที่มาของข้อมูล และช่วงเวลาที่มีการเก็บข้อมูล	4-23
5-1	แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดแยกตามกลุ่มพื้นที่	5-27
5-2	แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของ ปริมาณน้ำฝนแยกตามกลุ่มพื้นที่	5-37
7-1	ความแตกต่างของอุณหภูมิจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก CGCM2 ในอดีตและในอนาคต	7-4
7-2	ความแตกต่างของปริมาณฝนจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก CGCM2 ในอดีตและในอนาคต	7-5
7-3	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลอุณหภูมิในช่วงปีฐานและในอนาคตจากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ	7-7
7-4	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยในช่วงปีฐานและในอนาคตจากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ	7-9
7-5	ความแตกต่างของอุณหภูมิจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบจำลอง CGCM2 ที่นำมาเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง ในอดีตและในอนาคต	7-19
7-6	ความแตกต่างของปริมาณฝนจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบจำลอง CGCM2 ที่นำมาเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง ในอดีตและในอนาคต	7-20

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
7-7	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงปีฐาน และในอนาคตจากข้อมูลภูมิอากาศโลกได้จากแบบจำลองต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศโลกและการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) และผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (ASD) ที่สถานี 459201 ชลบุรี	7-22
7-8	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดในช่วงปีฐานและในอนาคต จากข้อมูลภูมิอากาศโลกได้จากแบบจำลองต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศโลก และการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) และผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (ASD) ที่สถานี 459201 ชลบุรี	7-23
7-9	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงปีฐานและในอนาคต จากข้อมูลภูมิอากาศโลกได้จากแบบจำลองต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศโลก และการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) และผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (ASD) ที่สถานี 459201 ชลบุรี	7-24
7-10	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยในช่วงปีฐาน และในอนาคตจากข้อมูลภูมิอากาศโลก ที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศโลก และการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการเทียบสัดส่วน กับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) และผ่านการสังเคราะห์ข้อมูล เชิงสถิติ (ASD) ที่สถานี 459201 ชลบุรี	7-29
8-1	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใช้ในการศึกษาแนวโน้มการคาดการณ์ปริมาณฝน ในช่วงปรับเทียบข้อมูลระยะยาว (ค.ศ. 1982-2000)	8-5
8-2	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ และค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ที่ใช้ในการศึกษาแนวโน้มการคาดการณ์ปริมาณฝน ในช่วงปรับเทียบข้อมูลหลังปี ค.ศ. 1995 (ค.ศ. 1996-2000)	8-6

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและสภาพปัญหา

จากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อทั่วโลก หลายประเทศได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกในปัจจุบัน ยกตัวอย่างเช่น การที่ปริมาณฝนตกหนักผิดปกติในหลายพื้นที่ เป็นสาเหตุให้น้ำท่วมหนัก หรือการเกิดความแห้งแล้งเนื่องจากฝนไม่ตกต้องตามช่วงเวลา ระยะเวลาของฤดูกาลสั้นกว่าปกติโดยผลที่เกิดขึ้นคือความขาดแคลนน้ำ และเป็นสาเหตุให้เกิดไฟป่าเป็นต้น ประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกันโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝนและน้ำท่าทำให้มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต นำไปสู่ปัญหาในการจัดสรรทรัพยากรน้ำ และมีความแปรปรวนของน้ำต้นทุนทำให้การจัดสรรน้ำมีความยากในการจัดการมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาโดยไม่มีเตรียมพร้อมรับมือ เห็นได้จากกรณีตัวอย่างที่เคยเกิดขึ้นในจังหวัดระยองและชลบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญในฐานะที่เป็นฐานการผลิตด้านอุตสาหกรรมต่างๆ ที่สำคัญของประเทศ มีความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรมในปริมาณสูง โดยมีอ่างเก็บน้ำที่เป็นน้ำต้นทุนสำหรับพื้นที่ดังกล่าวหลายแห่ง แต่ในปี พ.ศ. 2548 เกิดเหตุการณ์ผิดปกติของฝนที่ตกในพื้นที่ โดยฝนไม่ตกในช่วงเดือนที่มีฝนตกประจำทุกปี คือในเดือนกันยายน ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ทุกแห่ง จะต้องพร่องน้ำเพื่อเตรียมรับปริมาณน้ำฝนที่จะตกลงมาในช่วงนี้แต่เมื่อไม่มีฝนตกส่งผลให้น้ำต้นทุนสำหรับใช้ในกิจกรรมต่างๆ ในฤดูแล้งเหลือจำนวนจำกัด ซึ่งไม่เพียงพอกับความต้องการน้ำจำนวนมากจากนิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่ในปีดังกล่าว ทำให้ต้องมีการแก้ไขปัญหาการขาดน้ำดังกล่าว โดยการขุดบ่อบาดาล ผันน้ำจากแม่น้ำข้างเคียง ชื่อน้ำจากนอกพื้นที่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องแก้ไขปัญหาความขัดแย้งจากการแย่งน้ำระหว่างภาคอุตสาหกรรมและภาคการเกษตรอีกด้วย ซึ่งทำให้รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องสูญเสียเงินจำนวนมากศาลในการแก้ไขผลกระทบดังกล่าว

ดังนั้นหากเรามีการศึกษาและทำความเข้าใจสภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ และเตรียมพร้อมในการหาแนวทางในการจัดสรรน้ำที่เหมาะสมกับผลกระทบที่เปลี่ยนแปลงย่อมทำให้ความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นจากความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในอนาคตลดน้อยลงได้

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษา รวบรวมและตรวจสอบ ข้อมูลอนุกรมเวลาของน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย และตัวแปรภูมิอากาศ สมุทรศาสตร์จากฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรน้ำในประเทศไทย
- 2) เพื่อศึกษาลักษณะการเกิด ความถี่ของการเกิด ความรุนแรง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนน้ำท่าของประเทศไทย และตัวแปรภูมิอากาศ/สมุทรศาสตร์ รวมไปถึงวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมเวลาของตัวแปรต่างๆ
- 3) เพื่อศึกษาและรวบรวม ผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกจากฐานข้อมูลระหว่างประเทศ และประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ของอนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนที่เปลี่ยนแปลงไป ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
- 4) เพื่อศึกษาและประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในอนาคต ต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดระยองและชลบุรี)

1.3 ขอบเขตการศึกษา

โครงการวิจัยนี้มีการศึกษาหลายส่วนประกอบกัน ซึ่งมุ่งเน้นที่จะศึกษาเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจในพฤติกรรมของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า และหลังจากนั้นจะเป็นการนำมาประยุกต์เพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้น ดังนั้นขอบเขตการศึกษาของกลุ่มงานจะสรุปไว้ดังนี้

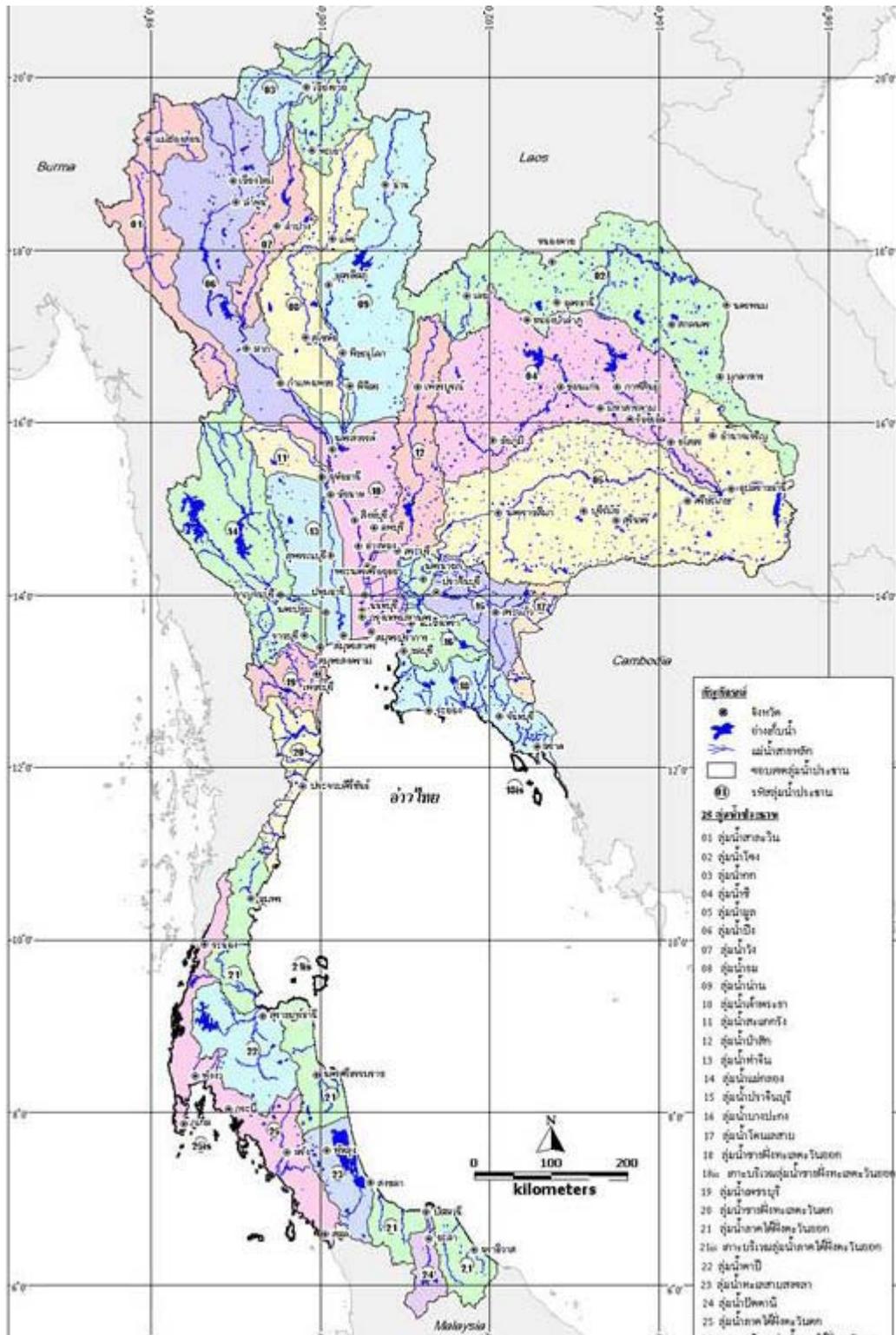
- 1) การรวบรวมและจัดฐานข้อมูลเบื้องต้น ของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทยและตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่คาดว่าจะเชื่อมโยงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศของโลกกับข้อมูลทรัพยากรน้ำในประเทศไทย
- 2) การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทยด้วยการวิเคราะห์มิติเวลา/ความถี่ โดยจะศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สามารถวัดและรวบรวมได้ในประเทศไทย และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ส่งผลต่อประเทศไทย

- 3) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยโดยการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) และงานวิจัยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาคของประเทศญี่ปุ่น (Kitoh และคณะ) ซึ่งศึกษาไว้ครอบคลุมภูมิภาคเอเชีย โดยจะเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนน้ำท่าดังกล่าว กับการพยากรณ์จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ในอนาคตตามสมมติฐานเดียวกัน ซึ่งการศึกษาจะมีสมมติฐาน IPCC SRES scenario A2 และ B2 เพื่อให้สอดคล้องกับโครงการศึกษาอื่นๆ
- 4) การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่า และการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่จังหวัดระยองและชลบุรี จะนำผลจากการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนน้ำท่าในอนาคตซึ่งเป็นผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาข้อ 2 ทั้งสองรูปแบบ มาประเมินผลกระทบโดยเลือกพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่จังหวัดระยองและชลบุรี

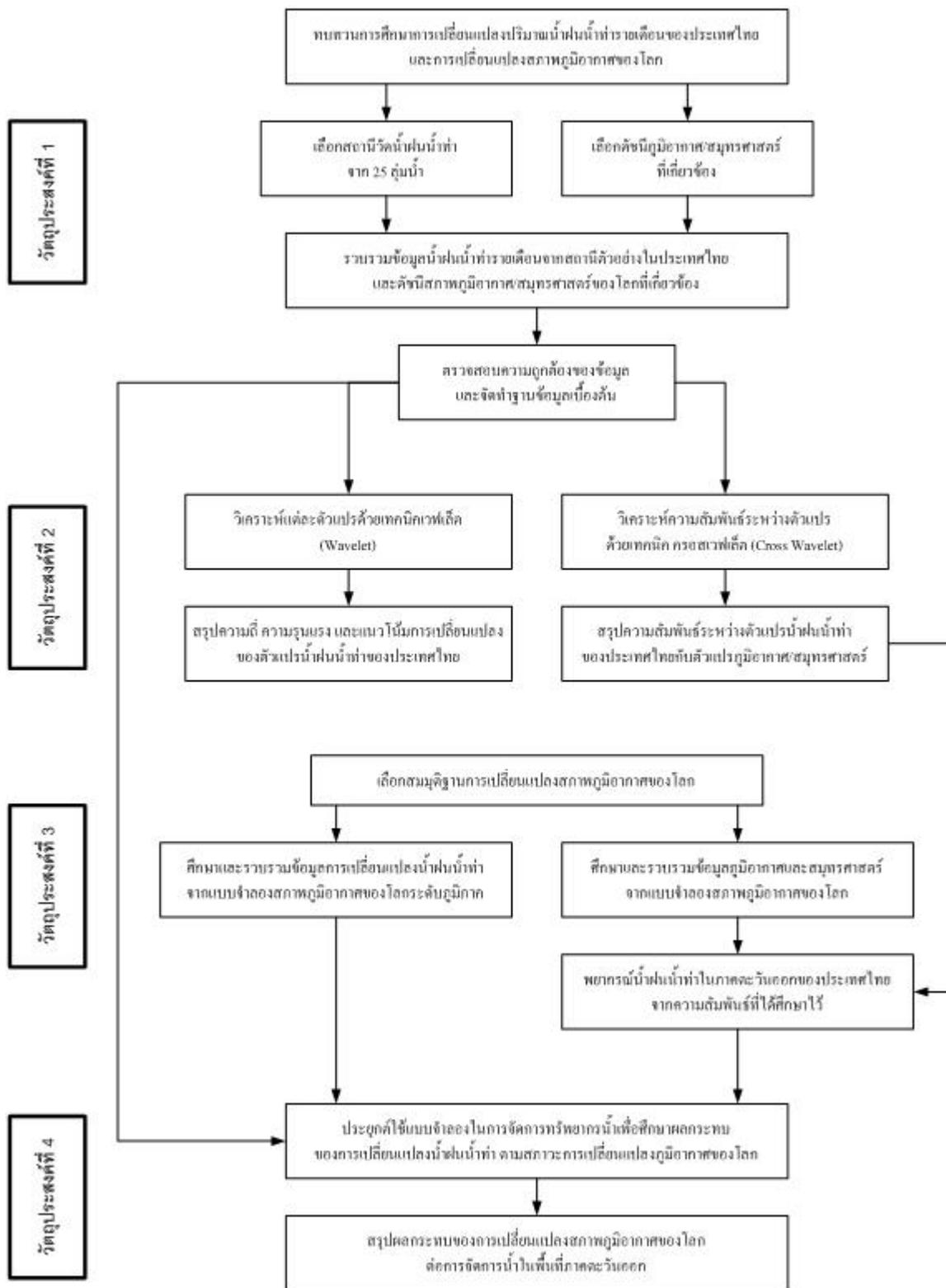
1.4 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาของโครงการครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย 25 กลุ่มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 1-1 และประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นในพื้นที่ตัวอย่าง คือ จังหวัดระยองและชลบุรี ดังแสดงในรูปที่

1-2



รูปที่ 1-1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกต่อน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย



รูปที่ 1-3 แนวคิดในการดำเนินการวิจัย

- ทบทวนรายงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งในระดับโลก/ทวีปและระดับประเทศรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ด้าน อุตุนิยมิวิทยาและด้านสมุทรศาสตร์ เช่น ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลน้ำฝน ข้อมูล น้ำท่า อุณหภูมิผิวน้ำทะเล และ Southern Oscillation Index จากหน่วยงาน ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย เช่น กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมิวิทยา และใน ต่างประเทศ เช่นองค์การระหว่างประเทศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศของโลก (IPCC: International Panel on Climate Change) เป็นต้น
 - ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยการปรับเทียบกับข้อมูลอนุกรมเวลาของ สถานีข้างเคียง
 - จัดทำฐานข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าของ 25 ลุ่มน้ำฝนประเทศไทย และฐานข้อมูลตัวแปร ภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของ โลก
- 2) ศึกษาพฤติกรรมของตัวแปรต่างๆ ในด้านความถี่การเกิด ความรุนแรง และแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอนุกรมเวลา ในมิติของเวลาและความถี่โดยการวิเคราะห์ เวฟเล็ต (Wavelet) รวมไปถึงการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ด้วยการ วิเคราะห์ครอสเวฟเล็ต (Cross Wavelet)
- ทบทวนรายงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและเทคนิคการวิเคราะห์ ข้อมูลสถิติในมิติเวลาและความถี่จากทางต่างประเทศที่มีการศึกษาแล้ว เช่น ประเทศทางทวีปยุโรปมาประกอบ
 - วิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝน ข้อมูลน้ำท่า ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลทางสมุทรศาสตร์และ ตัวแปรอื่นๆ ที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่า เช่น ปปรากฏการณ์เอลนีโญ่ ลานินญา โดยวิเคราะห์อนุกรมเวลาของข้อมูลในมิติของ ความถี่ด้วยเทคนิคเวฟเล็ต (Wavelet) เพื่อศึกษาลักษณะความถี่ คาบการการ เกิด ความรุนแรงของเหตุการณ์ และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ของแต่ละตัวแปร
 - วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนน้ำท่าและ ตัวแปรอื่นๆ เช่น ข้อมูลด้านอุตุนิยมิวิทยาและข้อมูลด้านสมุทรศาสตร์ในมิติของ ความถี่ด้วยเทคนิคครอสเวฟเล็ต (Crosswavelet)

- สรุปลักษณะข้อมูลน้ำฝน/น้ำท่าของประเทศไทยในรูปแบบของลักษณะความถี่ ความถี่การเกิด ความรุนแรงของเหตุการณ์ และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์ของข้อมูลน้ำฝน/น้ำท่ากับตัวแปรภูมิอากาศและตัวแปรอื่นๆ ที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง
- 3) ศึกษาและรวบรวมการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลการพยากรณ์โดยตรงจากแบบจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกในระดับภูมิภาค และเปรียบเทียบกับการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่าโดยใช้ความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ในอนาคตจากแบบจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก
- ทบทวนรายงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการใช้แบบจำลองภูมิอากาศโลกเมื่อภาวะโลกร้อนที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตในระดับทวีป และระดับประเทศ และเลือกสมมุติฐานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Climate Scenarios) ต่างๆ โดยรวม IPCC SRES scenario A2 และ B2 ในการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับข้อเสนอโครงการอื่นๆ
 - รวบรวมและศึกษาข้อมูลผลการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตจากแบบจำลองที่นำเสนอในองค์การระหว่างประเทศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก (IPCC) ซึ่งมีข้อมูลสำหรับทั่วโลกที่มีความละเอียดต่ำ

เงื่อนไขที่ใช้	รายละเอียด
GHS scenarios	IPCC SRES scenario A2 & B2
ความละเอียดเชิงพื้นที่	3° x 3° (ข้อมูลดิบจาก IPCC ก่อนนำมาวิเคราะห์เพิ่มเติม)
ความละเอียดเชิงเวลา	ข้อมูลน้ำฝนและสภาพอากาศโลกรายเดือน
ช่วงระยะเวลา	
- ช่วงปีฐาน	ค.ศ. 1960 – 1989
- อนาคต	ค.ศ. 2050 – 2100
ขอบเขตพื้นที่	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (latitude: 11.65-12.70°N longitude: 100.77-102.91°E)

- ศึกษาและรวบรวมปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่เปลี่ยนแปลงไป จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาคของประเทศญี่ปุ่น (Kitoh และคณะ) โดยข้อมูลของประเทศไทยอยู่ในโครงการ Kyosei Project (Development of Super High Resolution Global and Regional Climate Models) มีความละเอียดของกริดเท่ากับ 20x20 กม². ซึ่งมีความละเอียดสูงและสามารถนำมาประยุกต์กับภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยได้

เงื่อนไขที่ใช้	รายละเอียด
GHS scenarios	IPCC SRES scenario A2 & B2
ความละเอียดเชิงพื้นที่	20 กม. x 20 กม.
ความละเอียดเชิงเวลา	ข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่ารายเดือน
ช่วงระยะเวลา	
- ช่วงปีฐาน	ค.ศ. 1960 – 1989
- อนาคต	ค.ศ. 2050 – 2100
ขอบเขตพื้นที่	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (latitude: 11.65-12.70°N longitude: 100.77-102.91°E)

- วิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจากภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าและข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ในอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามสมมุติฐานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Scenarios) ต่างๆ เช่น IPCC SRES scenario A2 และ B2 เป็นต้น จากฐานข้อมูลที่มีความละเอียดต่ำเพื่อปรับแก้เป็นข้อมูลตามจุดตรวจวัดในพื้นที่ศึกษา และเปรียบเทียบกับผลการพยากรณ์จากแบบจำลองความละเอียดสูงของประเทศญี่ปุ่น (Kitoh และคณะ)
- 4) ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่า และการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่จังหวัดระยองและชลบุรี
- ทบทวนรายงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรน้ำ

- นำกรณีศึกษา/ความรู้ และเทคนิคการบริหารจัดการน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากต่างประเทศมาประกอบ
- รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิด้านอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ด้านความต้องการน้ำด้านการใช้ที่ดิน และโครงข่ายระบบแหล่งน้ำของพื้นที่จังหวัดระยองและชลบุรี
- รวบรวมผลการพยากรณ์และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในอนาคตในพื้นที่จังหวัดระยอง จากผลการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
- พัฒนาแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าในพื้นที่ศึกษา เพื่อหาปริมาณน้ำท่าที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า
- ประยุกต์ใช้ข้อมูลปริมาณฝน/น้ำท่า คาดการณ์ที่ได้เพื่อประมาณปริมาณน้ำท่าในอนาคตภายใต้ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
- ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ศึกษา
- สรุปผลการศึกษาที่ได้

โดยมีแผนกิจกรรมหลักที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังนี้

แผนกิจกรรมหลักที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ รวมทั้งผลลัพธ์ (Output) ที่คาดว่าจะได้รับ

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ช่วงระยะเวลาดำเนินการ*	จำนวนวันที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ
1. เพื่อศึกษา รวบรวม และ ตรวจสอบข้อมูล อนุกรมเวลาของ น้ำฝนน้ำท่าราย เดือนของ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย และตัวแปร ภูมิอากาศ สมุทรศาสตร์จากฐาน ข้อมูลการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศของโลก	1.1 ทบทวนการศึกษา เกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศของโลก และตัวแปรภูมิอากาศ และสมุทรศาสตร์ที่ อาจเกี่ยวข้อง กับ ปริมาณน้ำฝนน้ำท่า รายเดือนใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย	1.1.1 ทบทวน การศึกษาเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลง น้ำฝนน้ำท่ารายเดือน ของประเทศไทย	เดือนที่ 1 - 3	20	วิรัช / สุจริต
		1.1.2 ทบทวน การศึกษาสภาพ การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลกและ ตัวแปรภูมิอากาศ และสมุทรศาสตร์ที่ เกี่ยวข้อง	เดือนที่ 1 - 3	20	วิรัช / สุจริต

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ช่วงระยะเวลา ดำเนินการ*	จำนวน วันที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ
	1.2 รวบรวมและ ตรวจสอบ ข้อมูล น้ำฝนน้ำท่าและตัว แปรภูมิศาสตร์และ สมุทรศาสตร์ที่ สำคัญในการศึกษา การเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศโลก	1.2.1 คัดเลือกสถานี วัดน้ำฝนน้ำท่าราย เดือนจาก 25 ลุ่มน้ำ ในประเทศไทย	เดือนที่ 2	5	วิรัช / สุจริต
		1.2.2 รวบรวมข้อมูล น้ำฝนน้ำท่าราย เดือนจากสถานี ตัวอย่าง	เดือนที่ 3 - 5	20	วิรัช / สุจริต
		1.2.3 รวบรวมข้อมูล ภูมิอากาศและสมุทร ศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	เดือนที่ 3 - 5	20	วิรัช / สุจริต
		1.2.4 ตรวจสอบ ความถูกต้องของ ข้อมูลอนุกรมเวลา ของตัวแปรต่างๆ	เดือนที่ 5 - 6	15	วิรัช / สุจริต
2. เพื่อศึกษา ลักษณะการเกิด ความถี่ของการ เกิด ความรุนแรง แนวโน้มการ เปลี่ยนแปลงของ ปริมาณน้ำฝน น้ำท่าของประเทศ ไทย และตัวแปร ภูมิอากาศ/สมุทร ศาสตร์ รวมไปถึง วิเคราะห์หา ความสัมพันธ์ ระหว่างอนุกรม เวลาของตัวแปร ต่างๆ	2.1 วิเคราะห์ความถี่ ความรุนแรงและแนว โน้มการเปลี่ยนแปลง ของน้ำฝนน้ำท่าราย เดือนและตัวแปร อื่นๆ ด้วยการแปลง เวฟเล็ต (Wavelet)	-	เดือนที่ 7 - 9	30	วิรัช / สุจริต
	2.2 หาความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลอนุกรม เวลาของน้ำฝนน้ำท่า รายเดือนของประเทศ ไทยกับตัวแปร ภูมิอากาศและสมุทร ศาสตร์อื่นๆ โดยใช้ ครอสเวฟเล็ต (Cross Wavelet)	-	เดือนที่ 9 - 11	30	วิรัช / สุจริต

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ช่วงระยะเวลา ดำเนินการ*	จำนวน วันที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ
	2.3 รายงานสรุปการวิเคราะห์ความถี่ ความรุนแรง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และความสัมพันธ์กับตัวแปรสภาพภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ของโลก		เดือนที่ 11 - 12	15	วิรัช / สุจริต
3. เพื่อศึกษาและรวบรวม ผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก จากฐานข้อมูลระหว่างประเทศ และประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ของอนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนที่เปลี่ยนแปลงไป ในภาคตะวันออกของประเทศไทย	3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยใช้ผลจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่ได้ทำการศึกษาไว้แล้วในต่างประเทศ	3.1.1 ศึกษาและคัดเลือกสมมุติฐานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (Climate Change Scenarios)	เดือนที่ 13 - 14	10	วิรัช / สุจริต
		3.1.2 เลือกแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาค	เดือนที่ 13 - 14	15	วิรัช / สุจริต
		3.1.3 คัดเลือกและตรวจสอบข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่าจากแบบจำลอง	เดือนที่ 14 - 16	20	วิรัช / สุจริต

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ช่วงระยะเวลา ดำเนินการ*	จำนวน วันที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ
	3.2 พยากรณ์น้ำฝน น้ำท่ารายเดือนใน ภาคตะวันออกเฉียง ประเทศไทย จาก ความสัมพันธ์ที่ได้ ศึกษาไว้โดยใช้ข้อมูล ภูมิอากาศและสมุทร ศาสตร์จากผลการ พยากรณ์ของ แบบจำลองสภาพ การเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศของโลกที่ ได้ทำการศึกษาไว้ แล้วในต่างประเทศ	3.2.1 รวบรวมผลการ เปลี่ยนแปลงของตัว แปรภูมิอากาศและ สมุทรศาสตร์ จาก แบบจำลองการ เปลี่ยนแปลงสภาพ อากาศของโลก	เดือนที่ 14 - 16	20	วิรัช / สุจริต
		3.2.2 พยากรณ์ น้ำฝนน้ำท่าราย เดือนในภาค ตะวันออกเฉียง ประเทศไทยจาก ความสัมพันธ์ใน กิจกรรม 2.2	เดือนที่ 15 - 17	25	วิรัช / สุจริต
	3.3 รายงานสรุปการ พยากรณ์น้ำฝน น้ำท่าในภาค ตะวันออกเฉียง ประเทศไทย	-	เดือนที่ 17 - 18	15	วิรัช / สุจริต
4. เพื่อศึกษาและ ประเมินผลกระทบ ของการ เปลี่ยนแปลง ปริมาณน้ำฝน น้ำท่าในอนาคต ต่อการบริหาร จัดการน้ำในพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียง โดยเฉพาะในพื้นที่ จังหวัดระยองและ ชลบุรี	4.1 ทบทวนรายงาน และเอกสารที่ เกี่ยวข้องกับการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศต่อการ จัดการทรัพยากรน้ำ	4.1.1 ศึกษารายงาน และแบบจำลองที่ เกี่ยวข้องที่ใช้ในการ จัดการทรัพยากรน้ำ ในพื้นที่ภาค ตะวันออกเฉียง ประเทศไทย	เดือนที่ 19 - 20	15	สุจริต / วิรัช
		4.1.2 ประยุกต์ใช้ แบบจำลองการ จัดการทรัพยากรน้ำ โดยใช้ข้อมูลน้ำฝน น้ำท่าในปัจจุบัน เพื่อเป็นฐานในการ เปรียบเทียบ	เดือนที่ 20 - 21	15	สุจริต / วิรัช

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ช่วงระยะเวลา ดำเนินการ*	จำนวน วันที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ
	4.2 ศึกษาผลกระทบ การเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศของ โลกต่อการจัดการน้ำ ในพื้นที่ศึกษาภาค ตะวันออกของ ประเทศไทย	4.2.1 ประยุกต์ใช้ แบบจำลองในการ จัดการทรัพยากรน้ำ โดยใช้ข้อมูลการ พยากรณ์น้ำฝน น้ำท่ารายเดือนใน อนาคตจาก แบบจำลองการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศของโลก (กิจกรรม 3.1)	เดือนที่ 21 - 23	20	สุจริต / วิรัช
		4.2.2 ประยุกต์ใช้ แบบจำลองในการ จัดการทรัพยากรน้ำ โดยใช้ข้อมูลน้ำฝน น้ำท่าจากการ วิเคราะห์ ความสัมพันธ์กับ ข้อมูลภูมิอากาศและ สมุทรศาสตร์ใน อนาคต (กิจกรรม 3.2)	เดือนที่ 21 - 23	20	สุจริต / วิรัช
	4.3 รายงานสรุปผล กระทบการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศของโลก ต่อการบริหารจัดการ น้ำในพื้นที่ภาค ตะวันออกของ ประเทศไทย	4.3.1 การบริหาร จัดการน้ำจากข้อมูล เฉลี่ยในอดีต	เดือนที่ 23 - 24	10	สุจริต / วิรัช
		4.3.2 การบริหาร จัดการน้ำจากข้อมูล น้ำฝนน้ำท่าจาก แบบจำลองโดยตรง	เดือนที่ 23 - 24	10	สุจริต / วิรัช
		4.3.3 การบริหาร จัดการน้ำจากข้อมูล น้ำฝนน้ำท่าจาก ความสัมพันธ์กับ ค่าตัวแปรต่างๆ	เดือนที่ 23 - 24	10	สุจริต / วิรัช

* ดูตารางที่ 1-1 ประกอบ

หมายเหตุ จำนวนวันที่ใช้เป็นการคาดการณ์จำนวนเวลาที่จะต้องดำเนินการจริง โดยเทียบ 1 วันเท่ากับ 8 ชั่วโมง

ตารางที่ 1-1 แผนงานและกิจกรรมของโครงการตามวัตถุประสงค์

รายละเอียดงาน	เดือนที่ 1-12												เดือนที่ 13-24											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 ศึกษา รวบรวม และตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลาของน้ำฝนน้ำท่า และตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก																								
1.1 ทบทวนการศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก และการเปลี่ยนแปลงข้อมูลน้ำฝน น้ำท่าในประเทศไทย																								
1.1.1 ทบทวนการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย																								
1.1.2 ทบทวนการศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกและตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง																								
1.2 รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า และตัวแปรภูมิศาสตร์ สมุทรศาสตร์																								
1.2.1 คัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนน้ำท่ารายเดือน จาก 25 สถานีในประเทศไทย																								
1.2.2 รวบรวมข้อมูลน้ำฝน น้ำท่ารายเดือนจากสถานีตัวอย่าง																								
1.2.3 รวบรวมข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง																								
1.2.4 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอนุกรมเวลา																								
2 ศึกษาลักษณะการเกิด ความถี่ ความรุนแรง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร																								
2.1 วิเคราะห์ความถี่ ความรุนแรง และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนน้ำท่าด้วยเวฟเล็ต																								
2.2 หาความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมเวลาของน้ำฝนน้ำท่า และตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ ด้วยเทคนิค ครอสเวฟเล็ต																								
2.3 สรุปพฤติกรรม ความถี่ ความรุนแรงและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่า และความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิศาสตร์และสมุทรศาสตร์																								

ตารางที่ 1-1 แผนงานและกิจกรรมของโครงการตามวัตถุประสงค์ (ต่อ)

รายละเอียดงาน	เดือนที่ 1-12												เดือนที่ 13-24											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
3 ศึกษาและรวบรวมผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต่อปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย																								
3.1 ศึกษาและรวบรวมการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่า จากแบบจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก																								
3.1.1 ศึกษาและคัดเลือกสมมติฐานการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก																								
3.1.2 เลือกแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ในระดับภูมิภาค																								
3.1.3 คัดเลือกและตรวจสอบข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝน น้ำท่า ตามสมมติฐานที่กำหนด																								
3.2 พยากรณ์น้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จากความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิศาสตร์และสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก																								
3.2.1 รวบรวมผลการเปลี่ยนแปลงตัวแปรภูมิศาสตร์และสมุทรศาสตร์ ตามสมมติฐานที่กำหนด																								
3.2.2 พยากรณ์น้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจากความสัมพันธ์ที่ได้																								
3.3 รายงานสรุปการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย																								

ตารางที่ 1-1 แผนงานและกิจกรรมของโครงการตามวัตถุประสงค์ (ต่อ)

รายละเอียดงาน	เดือนที่ 1-12												เดือนที่ 13-24											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4 ศึกษาและประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่า ต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย																								
4.1 ทบทวนรายงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการจัดการน้ำ																								
4.1.1 ศึกษารายงานและแบบจำลองในการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย																								
4.1.2 ใช้แบบจำลองการให้น้ำกับข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าเฉลี่ย เป็นฐานในการเปรียบเทียบ																								
4.2 ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย																								
4.2.1 ใช้แบบจำลองการให้น้ำกับข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่าจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ตามสมมุติฐานที่กำหนด (กิจกรรม 3.1)																								
4.2.2 ใช้แบบจำลองการให้น้ำกับข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่าจากความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ ตามสมมุติฐานที่กำหนด (กิจกรรม 3.2)																								
4.3 รายงานสรุปผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย																								
4.3.1 การบริหารจัดการน้ำจากข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าเฉลี่ยในอดีต																								
4.3.2 การบริหารจัดการน้ำด้วยข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก																								
4.3.3 การบริหารจัดการน้ำด้วยข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า จากการหาความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่พยากรณ์จากแบบจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก																								

1.6 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ฐานข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนเบื้องต้นจากสถานีตัวอย่างใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศ ไทยและข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศของโลก (Global Climate Change) ที่จำเป็นต่อการศึกษาผลกระทบต่อ ทรัพยากรน้ำในประเทศไทย
- 2) รายงานแสดงการศึกษาพฤติกรรมของน้ำฝนและน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย ทั้งใน รูปแบบความถี่ความรุนแรง และแนวโน้มของการเกิดเหตุการณ์ โดยวิธีการวิเคราะห์ อนุกรมเวลาในมิติของเวลาและความถี่ด้วยเทคนิคเวฟเล็ต (Wavelet) รวมไปถึง ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทยกับตัวแปร ภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก โดยการใช้วิเคราะห์อนุกรมเวลาระหว่างตัวแปรด้วยเทคนิคครอสเวฟเล็ต (Cross-wavelet)
- 3) ความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาระหว่างประเทศไทย ญี่ปุ่นและเยอรมนี ในการ ถ่ายทอดและพัฒนาความรู้และแนวทางในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศใน ระดับโลก ภูมิภาค และระดับประเทศ
- 4) ข้อมูลการพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระดับโลกและระดับภูมิภาคในสมมุติฐานการของการศึกษาสภาวะโลกร้อน (Climate Scenarios) ในรูปแบบต่างๆ และเปรียบเทียบกับการพยากรณ์โดยการวิเคราะห์ ความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ในสมมุติฐานเดียวกันเพื่อเป็น แนวทางเลือกในการพยากรณ์ข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าในพื้นที่ประเทศไทยให้มีความถูกต้อง และเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป
- 5) รายงานแนวทางในการประยุกต์ใช้ข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่าอันเนื่องมาจากการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกเพื่อศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในภาค ตะวันออก และเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในอนาคต ต่อไป

โดยมีตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการดังนี้

ผลลัพธ์	ตัวอย่างของข้อมูล	รายละเอียดของข้อมูล
ข้อมูลอุตุ-อุทกของประเทศไทย	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณน้ำฝน - ปริมาณน้ำท่า - อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ย - ความชื้นสัมพัทธ์ - ความกดอากาศเฉลี่ยรายเดือน - ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ 	<p>ระยะเวลา: ย้อนหลังไม่ต่ำกว่า 30 ปี</p> <p>ความละเอียดเชิงพื้นที่: ณ สถานีตรวจวัด</p> <p>ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน</p> <p>รูปแบบข้อมูล</p> <p>ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของสภาพอุตุ-อุทกของประเทศไทยเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานีตรวจวัดหลักในทุก 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย</p>
ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ของโลก (*ข้อมูลระหว่างปี ค.ศ.1960-1990 ที่ความละเอียด 0.5° x 0.5°)	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณน้ำฝน - จำนวนวันที่ฝนตก - อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ย - ความชื้นสัมพัทธ์ - ความกดอากาศเฉลี่ยรายเดือน - ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ - ความเร็วลม - อุณหภูมิผิวน้ำทะเล 	<p>ระยะเวลา: ค.ศ. 1960 - 1990</p> <p>ความละเอียดเชิงพื้นที่: 0.5° x 0.5°</p> <p>ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน</p> <p>รูปแบบข้อมูล</p> <p>รูปภาพของข้อมูลสภาพเฉลี่ยอากาศของโลก: รายเดือน</p>
ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากฐานข้อมูล IPCC	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณน้ำฝน - อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ย 	<p>GHG scenario: A2 และ B2</p> <p>ระยะเวลา: 2050 - 2100</p> <p>ความละเอียดเชิงพื้นที่: 3°x 3°</p> <p>ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน</p>
ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง (Kitoh และคณะ)	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณน้ำฝน - ปริมาณน้ำท่า - อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ย 	<p>GHG scenario: A2 และ B2</p> <p>ระยะเวลา: 2050 - 2100</p> <p>ความละเอียดเชิงพื้นที่: 20 กม x 20 กม</p> <p>ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน</p>
ข้อมูลสภาพอากาศจากการปรับแก้ความสัมพัทธ์	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณน้ำฝน - ปริมาณน้ำท่า - อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ย 	<p>GHG scenario: A2 และ B2</p> <p>ระยะเวลา: 2050 - 2100</p> <p>ความละเอียดเชิงพื้นที่: ณ สถานีตรวจวัดของกลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย</p> <p>ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน</p>
ข้อมูลการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออกเฉียง	<ul style="list-style-type: none"> - ความต้องการใช้น้ำของภาคเกษตร - อุตสาหกรรม อุตสาหกรรม - การผันน้ำ ปริมาณน้ำในอ่าง 	<p>ระยะเวลา: ข้อมูล 10 ปีย้อนหลัง</p> <p>ความละเอียดเชิงพื้นที่: ข้อมูลระดับอำเภอ</p> <p>ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน</p>
ข้อมูลพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	<ul style="list-style-type: none"> - ภาพถ่ายดาวเทียม RADARSAT (ScanFAR Narrow) 	<p>ระยะเวลา: ข้อมูลปัจจุบัน</p> <p>ความละเอียดเชิงพื้นที่: 50 เมตร</p> <p>ขอบเขตครอบคลุม: ภาพละ 300 x 300 กม²</p> <p>จำนวน 1-2 ภาพที่ครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</p>

1.7 ผลผลิต

ผลที่ได้รับในแต่ละช่วงระยะเวลา (แบ่งเป็นราย 6 เดือน)

เดือนที่	กิจกรรม (activities)	ผลงานที่ได้
6 เดือนที่ 1 (เดือนที่ 1-6)	<ol style="list-style-type: none"> รวบรวมรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก และข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย ดำเนินการรวบรวมข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนจากสถานีตัวอย่างใน 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย ดำเนินการรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงรวบรวมข้อมูลการพยากรณ์ของตัวแปรต่างๆ จากแบบจำลองและฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่มีอยู่ ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงต่างๆ 	<ol style="list-style-type: none"> ได้รายงานสรุปการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่าในประเทศไทยที่ผ่านมา ได้ฐานข้อมูลเบื้องต้นของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย ได้ฐานข้อมูลเบื้องต้นของข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่าในประเทศไทย
6 เดือนที่ 2 (เดือนที่ 7-12)	<ol style="list-style-type: none"> วิเคราะห์ความถี่ คาบการเกิด และความรุนแรงของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าในประเทศไทยและตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เวฟเล็ต (Wavelet) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมเวลาของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทยและตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ครอส เวฟเล็ต (Cross Wavelet) 	<ol style="list-style-type: none"> ได้รายงานสรุปพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าของประเทศไทย และตัวแปรภูมิอากาศ สมุทรศาสตร์อื่นๆ ในรูปแบบความถี่ ความรุนแรง และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการเกิดเหตุการณ์ ได้รายงานสรุปความสัมพันธ์และช่วงเวลาเหลือมล้ำระหว่างตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์กับข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในประเทศไทย
6 เดือนที่ 3 (เดือนที่ 13-18)	<ol style="list-style-type: none"> ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในระยะยาวจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่ได้มีการศึกษาแล้ว 	<ol style="list-style-type: none"> ได้ฐานข้อมูลการพยากรณ์เบื้องต้นของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก

เดือนที่	กิจกรรม (activities)	ผลงานที่ได้
	2. พยากรณ์ปริมาณน้ำฝนน้ำท่าระยะยาว จากข้อมูลการพยากรณ์ภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ในอนาคตจากผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆที่ได้ศึกษาไว้แล้ว	2. ได้ฐานข้อมูลการพยากรณ์เบื้องต้นของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จากความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก
6 เดือนที่ 4 (เดือนที่ 19-24)	1. ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการจัดการน้ำโดยใช้ข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่ารายเดือนจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2. ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการจัดการน้ำโดยใช้ข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่ารายเดือนจากความสัมพันธ์ของน้ำฝนน้ำท่ากับข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	1. ได้รายงานสรุปผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จากน้ำฝนน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง 2. ได้รายงานสรุปผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จากน้ำฝนน้ำท่าที่ได้จากความสัมพันธ์ของตัวแปร

1.8 กระบวนการผลักดันผลงานดังกล่าวออกสู่การใช้ประโยชน์

สำหรับงานวิจัยที่ได้นี้ คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัย นักอุทกวิทยา ในกลุ่มงานด้านการศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก (Climate Change) และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต เป็นต้น และแก่หน่วยงานที่ทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก เช่น อาจารย์และนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยต่างๆ เป็นต้น โดยคาดว่าจะสามารถผลักดันผลงานออกสู่หน่วยงานต่างๆ ดังนี้คือ

- จัดทำรายงานสรุปพฤติกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลาของน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนและตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์อันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก และแจกจ่ายให้กับหน่วยงาน หรือบุคคลที่สนใจ

- จัดทำรายงานผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่าจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ต่อการจัดการทรัพยากรน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และแนวทางในการพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำที่เหมาะสมในอนาคต เพื่อนำเสนอและแจกจ่ายให้กับหน่วยงาน และบุคคลที่สนใจ
- เชิญผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศเพื่อนำเสนอและถ่ายทอดเทคนิค การศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกและผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำในประเทศ พร้อมนำเสนอผลการวิจัยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับหน่วยงานและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง อันได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต อาจารย์มหาวิทยาลัยและบุคคลผู้สนใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - i. Prof. Manfred Koch อาจารย์และนักวิจัยจากภาควิชาอุทกธรณีวิทยาและวิศวกรรมแหล่งน้ำจากมหาวิทยาลัยแคลเซิล ประเทศเยอรมนี เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก จะถ่ายทอดเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาของข้อมูลสภาพภูมิอากาศด้วยเทคนิค wavelet และการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยเทคนิค cross-wavelet เพื่อประโยชน์ในการศึกษาพฤติกรรมของตัวแปร ในเรื่องความถี่ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสภาพภูมิอากาศ และผลการวิจัยตัวแปรสภาพภูมิอากาศของประเทศในกลุ่มยุโรปและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก
 - ii. Dr. Akio Kitoh หัวหน้านักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ จากหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาประเทศญี่ปุ่น จะถ่ายทอดเทคนิคและผลการวิจัยเรื่องการจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกด้วยแบบจำลองระดับภูมิภาคความละเอียดสูงต่อสภาพอุตุ-อุทกวิทยาในทวีปเอเชีย
- เสนอผลงานในงานสัมมนาที่สกว.หรือหน่วยอื่นที่เกี่ยวข้องจัด เพื่อแลกเปลี่ยนและเผยแพร่เทคนิคและผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัย (ดูในเอกสารอ้างอิง) สุจริต (2551, 2552) วิรัชและคณะ (2552)

1.9 เนื้อหารายงานเล่มที่ 1

เนื้อหารายงานฉบับสุดท้าย กล่าวถึงความก้าวหน้าการดำเนินงานในช่วง 24 เดือน (15 ก.ค. 50 – 15 ก.ค. 52) ประกอบด้วย 9 บท ซึ่งสรุปเนื้อหาสาระแยกตามบทได้ดังนี้

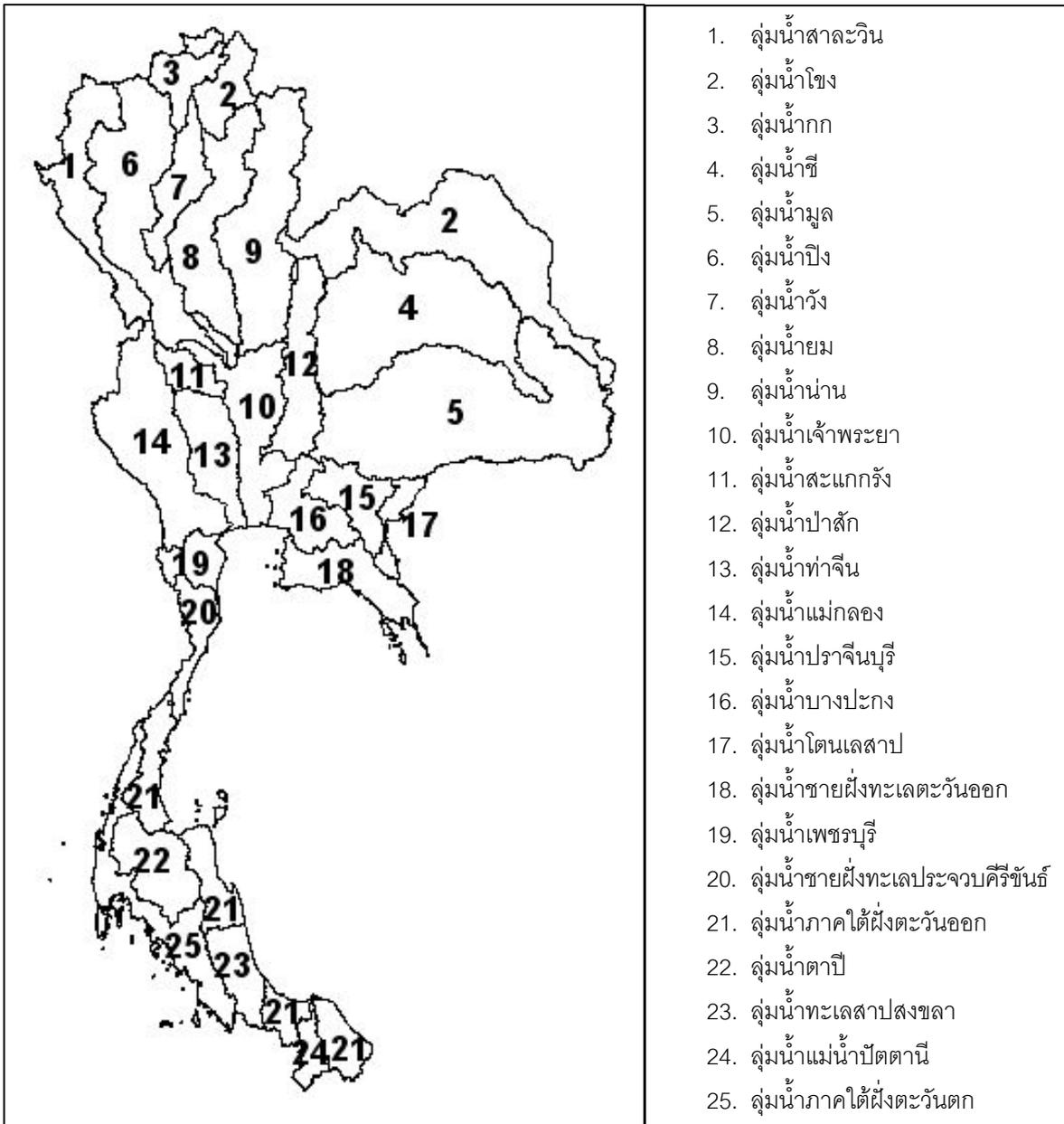
- บทที่ 1 บทนำ** กล่าวถึงความเป็นมาและสภาพปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา พื้นที่ศึกษา วิธีการศึกษา ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ผลผลิต กระบวนการ ผลักดันผลงานดังกล่าวออกสู่การใช้ประโยชน์ และเนื้อหารายงาน
- บทที่ 2 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา** กล่าวถึง สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศและสภาพอุตุวิทยามหาสมุทรและอุทกวิทยา ของ 25 ลุ่มน้ำ และจังหวัดระยองและชลบุรี
- บทที่ 3 การทบทวนการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่ผ่านมา** กล่าวถึงหลักฐานและสาเหตุการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกในอนาคต และการศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเชิงสถิติในรูปแบบอนุกรมเวลา
- บทที่ 4 การเตรียมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย** กล่าวถึงรูปแบบของฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดัชนีสมุทรศาสตร์ ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ค่าผิดสภาพอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (Nino 1+2, Nino 3, Nino 4 และ Nino 3.4) และค่าผิดสภาพอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย (DMI) ปีการเกิดเอลนีโญและลานีญา และข้อมูลการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศโลกด้วยแบบจำลอง GCM
- บทที่ 5 การศึกษาพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย** กล่าวถึง แนวทางการศึกษาพฤติกรรมของข้อมูลอนุกรมเวลา ขั้นตอนการวิเคราะห์พฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย พฤติกรรมของข้อมูลสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย พฤติกรรมของข้อมูลน้ำฝนรายเดือนในประเทศไทย พฤติกรรมของข้อมูลน้ำท่ารายเดือนในประเทศไทย พฤติกรรมของข้อมูลระดับน้ำทะเลเบื้องต้น และสรุปพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

- บทที่ 6 การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรสมุทรศาสตร์กับข้อมูลน้ำฝนและสภาพอากาศรายเดือนของประเทศไทย** กล่าวถึง ตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก แนวทางการศึกษาความสัมพันธ์ ขอบคาบการเกิดซ้ำและช่วงเวลาเหลื่อมล้ำด้วยครอสเวฟเล็ต ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมุทรศาสตร์และสภาพอากาศของประเทศไทย ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมุทรศาสตร์และปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย และสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรสมุทรศาสตร์ ต่อสภาพอากาศและน้ำฝนของประเทศไทย
- บทที่ 7 การศึกษาพฤติกรรมของอุณหภูมิและน้ำฝน จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศความละเอียดสูงเชิงสถิติ** กล่าวถึงการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงด้วยแบบจำลองเชิงสถิติ การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ การศึกษาพฤติกรรมของข้อมูลของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกต่างๆ และข้อมูลจากแบบจำลองที่นำมาวิเคราะห์ทางสถิติของอุณหภูมิและปริมาณฝน
- บทที่ 8 การพัฒนาเทคนิค Prediction ช่วงระยะสั้น (รายฤดู) ของปริมาณฝน** กล่าวถึงการพัฒนาเทคนิคการคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าระยะสั้นในระดับประเทศ เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นต่อการพัฒนาไปใช้ในระดับพื้นที่ โดยอาศัยข้อมูลปริมาณฝน และอุณหภูมิจากการตรวจวัด ข้อมูลดัชนีทางสมุทรศาสตร์ต่างๆ และข้อมูลภูมิอากาศโลกจากแบบจำลอง CGCM2
- บทที่ 9 บทสรุป และข้อเสนอแนะ** เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับผลการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

บทที่ 2

สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

การศึกษาสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยข้อมูลสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และสภาพอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำในประเทศไทยทั้ง 25 กลุ่มน้ำ (กรมชลประทาน, 2546) แสดงดังรูปที่ 2-1 และสภาพทั่วไปของจังหวัดระยองและชลบุรี โดยมีรายละเอียดดังนี้

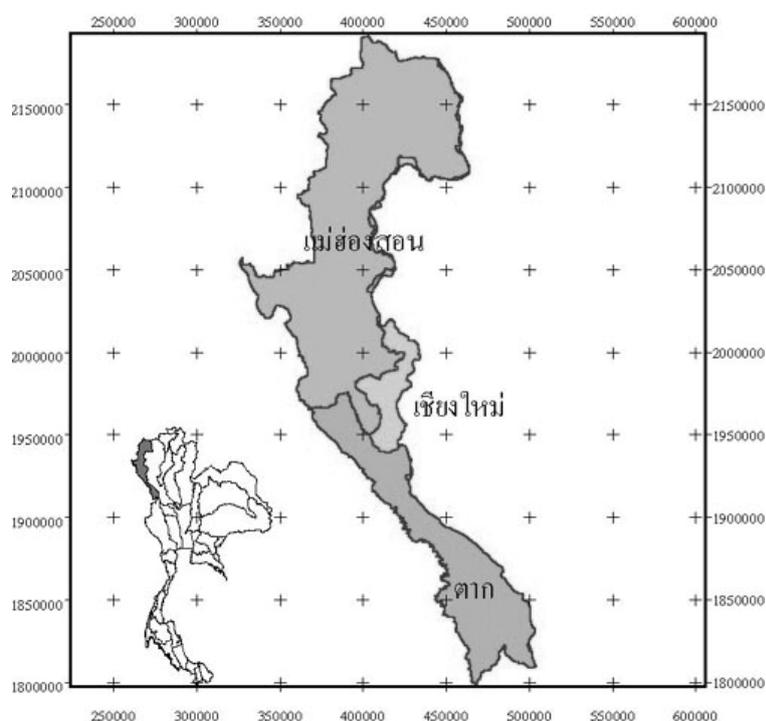


รูปที่ 2-1 แผนที่ 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย

2.1 สภาพภูมิประเทศ

1) ลุ่มน้ำสาละวิน

ลุ่มน้ำสาละวินตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 17,918 ตร.กม. โดยมีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตจังหวัดแม่ฮ่องสอน และบางส่วนของจังหวัดตากและจังหวัดเชียงใหม่ (รูปที่ 2-2) ลักษณะลุ่มน้ำ ที่อยู่ในประเทศไทยวางตัวตามแนวทิศเหนือ - ใต้ อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 16° 15' เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 19° 45' เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ 97° 20' ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 99° 00' ตะวันออก มีทิศเหนือติดกับเขตแดนไทย - พม่า ทิศใต้ติดกับรัฐ Karen ของประเทศพม่า และ อ. อุ้มผาง จ.ตาก ทิศตะวันออกติดกับจังหวัดเชียงใหม่ และทิศตะวันตกติดกับรัฐ Kayah และ Karen ของประเทศพม่า



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-2 ลุ่มน้ำสาละวิน

แม่น้ำสาละวินเป็นแม่น้ำนานาชาติ มีต้นกำเนิดจากทิเบต ไหลผ่านทางตอนใต้ของ ประเทศจีน ผ่านทางด้านตะวันออกของประเทศพม่าและทางด้านตะวันตกของประเทศไทย แล้ววกกลับเข้าประเทศพม่าอีกครั้งก่อนไหลลงสู่ทะเลอันดามันที่ Moulmein ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำสาละวินโดยส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูงชัน คดเคี้ยว ซึ่งมีแนวต่อเนื่องมาจากเทือกเขาหิมาลัย ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสาขาต่าง ๆ ที่มีลักษณะแคบและยาวตามซอกเขา มีความต่างระดับมากจาก

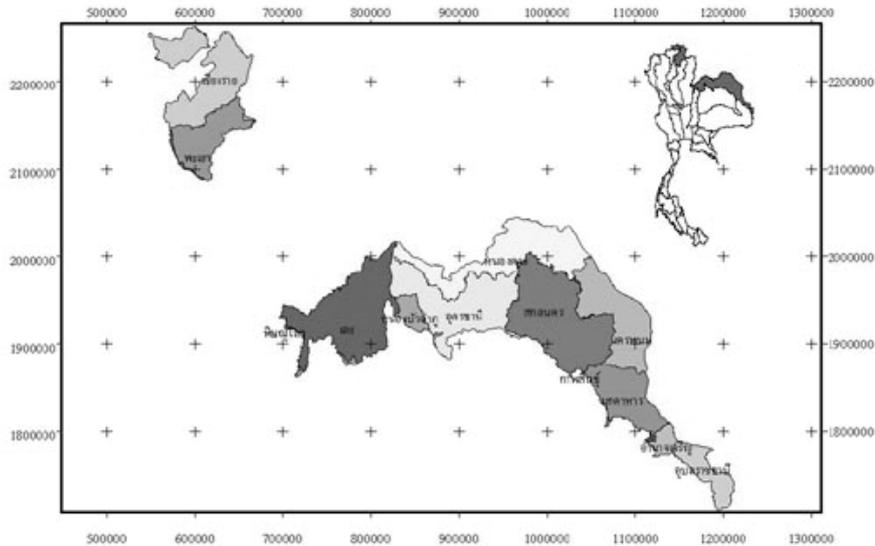
บริเวณปากแม่น้ำซึ่งมีความสูงประมาณ 200 ม.รทก. จนถึงดอยแม่ยามีความสูง 2,005 ม.รทก. จากลักษณะภูมิประเทศที่ซับซ้อนนี้ก่อให้เกิดลุ่มน้ำย่อยที่มีความแตกต่างกันทั้งลักษณะลุ่มน้ำ และทิศทางการไหลของแม่น้ำสายหลัก เช่น แม่น้ำปายไหลในแนวทิศตะวันออก – ตะวันตก แม่น้ำยวมไหลตามแนวทิศเหนือ – ใต้ และตะวันออก - ตะวันตก ก่อนบรรจบกับน้ำเมยซึ่งไหลในแนวทิศตะวันออกเฉียงใต้ไปทิศตะวันตกเฉียงเหนือ แล้วจึงไหลมาบรรจบกับแม่น้ำสาละวินซึ่งไหลมาจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้

ลำน้ำสายหลัก ได้แก่ แม่น้ำปายซึ่งมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาแดนลาว แม่น้ำเมยซึ่งมีต้นกำเนิดจากเทือกเขากั้นเขตแดนไทย – พม่า แม่น้ำยวมซึ่งมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาแดนลาวที่ อ.ขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน ลำน้ำสาขาของแม่น้ำยวมได้แก่ แม่น้ำปอน แม่น้ำละหลวง

2) ลุ่มน้ำโขง

ลุ่มน้ำโขงตั้งอยู่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (รูปที่ 2-3) แม่น้ำโขงไหลผ่านตอนเหนือของประเทศไทยและผ่านตามแนวเขตแดนไทย - ลาว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำโขงในประเทศไทยออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ลุ่มน้ำโขงเหนือ ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยแม่จันและลุ่มน้ำย่อยแม่อิง และลุ่มน้ำโขงอีสานประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยสกลนคร – เลย ลุ่มน้ำโขงส่วนที่อยู่ในประเทศไทยมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 57,424 ตร.กม. พื้นที่ลุ่มน้ำตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14° 45' เหนือถึงเส้นรุ้งที่ 19° 25' เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 99° 25' ตะวันออกถึงเส้นแวงที่ 105° 40' ตะวันออก ลุ่มน้ำโขงเหนือ มีทิศเหนือติดกับประเทศพม่าและประเทศลาว ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำยม ทิศตะวันออกติดกับประเทศลาว และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำแม่กก ส่วนลุ่มน้ำแม่โขงอีสาน มีทิศเหนือและทิศตะวันออกติดกับแม่น้ำโขง ซึ่งเป็นเขตแดนระหว่างไทย – ลาว ทิศใต้และทิศตะวันตกติดกับแนวเทือกเขาภูพาน

แม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำนานาชาติ ที่มีต้นกำเนิดมาจากที่ราบสูงทิเบต ไหลผ่านตอนใต้ของประเทศไทย ผ่านตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ผ่านประเทศลาว และผ่านประเทศกัมพูชา ก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเลจีนใต้ในภาคใต้ของเวียดนาม แม่น้ำโขงจัดเป็นแม่น้ำสายที่ยาวที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเป็นแม่น้ำที่มีขนาดใหญ่ที่สุดสายหนึ่งของโลก สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบไปด้วยที่ราบสูงขนาดใหญ่ ซึ่งมีชื่อว่า “ที่ราบสูงโคราช” มีระดับความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 100 – 200 ม.รทก. ขอบเขตลุ่มน้ำเป็นแนวเทือกเขาภูพานซึ่งแผ่ขยายลงมาจากจังหวัดเลยไปยังจังหวัดนครพนม อยู่ทางทิศตะวันตกและตอนใต้ของลุ่มน้ำโขงและเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำสาขาสายสำคัญ เนื่องจากเป็นแนวภูเขาที่คดเคี้ยวและยาวขนานคู่กันไป



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchhol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-3 ลุ่มน้ำโขง

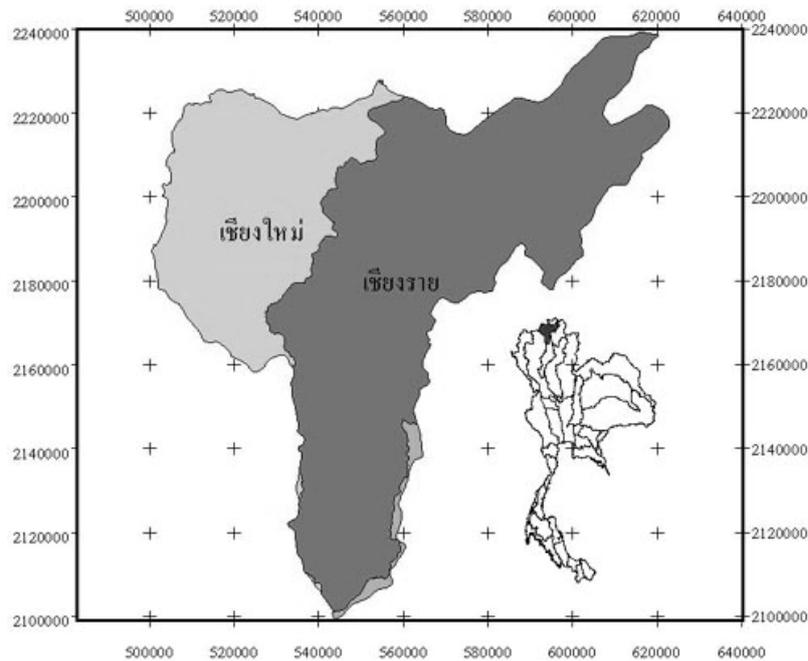
ลำน้ำสาขาในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงเหนือ บางส่วนจะไหลลง แม่น้ำอิง เช่น แม่น้ำพุง น้ำลาว น้ำแมงาว และบางส่วนจะไหลลงแม่น้ำโขงโดยตรง เช่น น้ำมา และแม่น้ำจัน ส่วนลำน้ำสาขาในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงอีสาน ได้แก่ น้ำหมัน ห้วยน้ำไหล น้ำม่ง ห้วยหลวง แม่น้ำสงคราม ห้วยบางทราย ห้วยบังอี จะไหลลงแม่น้ำโขงโดยตรง

3) ลุ่มน้ำกก

ลุ่มน้ำกกตั้งอยู่ทางทิศเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งหมด 7,895 ตร.กม. มีพื้นที่ครอบคลุม 2 จังหวัด คือ เชียงใหม่ และเชียงราย (รูปที่ 2-4) ลุ่มน้ำกกตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 18° 00' เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 19° 15' เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ 99° 00' ตะวันออกถึงเส้นแวงที่ 100° 15' ตะวันออก มีทิศเหนือติดกับประเทศพม่าและ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำวัง ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำโขง และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำปิงและประเทศพม่า

ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำกกส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยเทือกเขาสูงชัน ทางทิศเหนือคือ เทือกเขาแดนลาว ทิศใต้คือ เทือกเขาขุนตาล ทิศตะวันออก คือเทือกเขาผีปันน้ำ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของ แม่น้ำสาขาที่สำคัญ มีที่ราบเชิงเขากระจายอยู่ระหว่างหุบเขาและมีที่ราบลุ่มแม่น้ำตลอดสองข้างฝั่งลำน้ำ แม่น้ำกกมีต้นกำเนิดมาจากภูเขาทางเหนือในรัฐเชียงตุง ประเทศพม่า ไหลเข้าสู่เขตประเทศไทยที่ ช่องน้ำแม่กก อำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่ แล้วไหลไปทางทิศตะวันออกผ่าน อำเภอแม่เมาะ เข้าสู่เขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ผ่านตัวเมืองเชียงรายจากนั้นไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เข้า

สู่อำเภอเชียงแสน แล้วไหลไปลงสู่แม่น้ำโขงที่บ้านสบกก ตำบลบ้านแซว อำเภอเชียงแสน จังหวัด เชียงราย



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

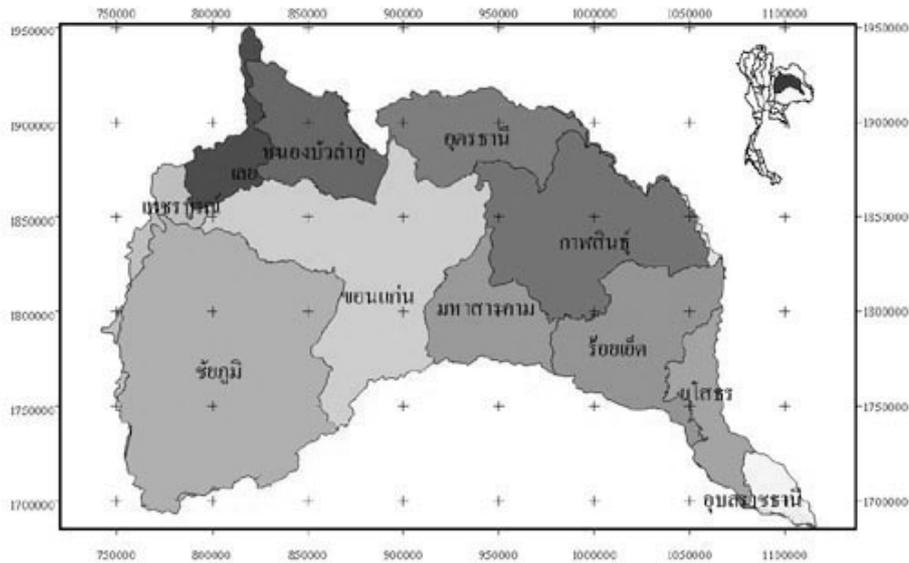
รูปที่ 2-4 ลุ่มน้ำกก

ลำน้ำสาขาที่สำคัญในกลุ่มน้ำกก ได้แก่ น้ำแม่ฝาง มีต้นน้ำอยู่บริเวณคอกขุนห้วยฝางและคอกหัวโทซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของ อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ ไหลจากทิศใต้ขึ้นไปทางทิศเหนือผ่านอำเภอฝาง แล้วไหลไปบรรจบกับแม่น้ำกกที่บ้านท่าตอน อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงใหม่ น้ำแม่ลาว มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาผีปันน้ำในเขต อำเภอ เวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ไหลจากทิศใต้ขึ้นไปทางทิศเหนือผ่านอำเภอเวียงป่าเป้า เข้าสู่อำเภอแม่สรวย จากนั้นเป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างอำเภอพานกับอำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย แล้วไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือเข้าสู่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จนไปบรรจบกับแม่น้ำกกที่บ้านป่าตอง ตำบลรอบเวียง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

4) ลุ่มน้ำชี

ลุ่มน้ำชีตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 49,476 ตร.กม. โดยมีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต 12 จังหวัด ได้แก่ ชัยภูมิ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี นครราชสีมา เลย หนองบัวลำภู อุดรธานี และศรีสะเกษ (รูปที่ 2-5) ลุ่มน้ำชีตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15° 30' เหนือถึงเส้นรุ้งที่ 17° 30' เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่

101° 30' ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 104° 30' ตะวันออก ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำโขง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำมูล ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำมูล ส่วนทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำป่าสัก



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-5 ลุ่มน้ำชี

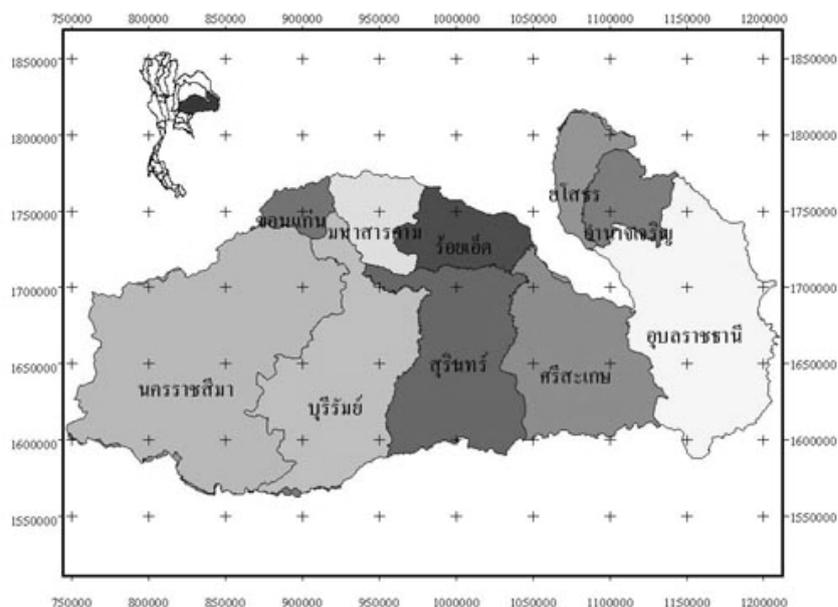
สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำชีประกอบด้วยเทือกเขาสูง ทางทิศตะวันออกและทิศเหนือคือเทือกเขาภูพาน ส่วนทิศตะวันตกคือเทือกเขาตงพญาเย็น ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำชี และแม่น้ำสาขาที่สำคัญหลายสาย พื้นที่ตอนกลางเป็นที่ราบถึงลูกคลื่นลอน และมีเนินเล็กน้อยทางตอนใต้ของลุ่มน้ำ แม่น้ำสายหลักคือ แม่น้ำชี มีต้นกำเนิดมาจากเขายอดชีในเทือกเขาเพชรบูรณ์ ไหลผ่านอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดเพชรบูรณ์ เข้าสู่จังหวัดขอนแก่น ผ่านอำเภอมัญจาคีรี และอำเภอชนบท ผ่านอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เข้าสู่จังหวัดร้อยเอ็ด ยโสธร แล้วไหลไปบรรจบกับแม่น้ำมูลในจังหวัดอุบลราชธานี

ลำน้ำสาขาที่สำคัญในลุ่มน้ำชีได้แก่ น้ำพรมมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาตงพญาเย็นซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำป่าสัก ไหลผ่านจังหวัดชัยภูมิมาบรรจบกับน้ำชีญ แล้วไหลมาลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ น้ำชีญมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาตงพญาเย็นซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำป่าสักเช่นเดียวกับน้ำพรม ไหลผ่านจังหวัดชัยภูมิเข้าสู่จังหวัดขอนแก่น แล้วไหลมาลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์เช่นกัน น้ำพองมีต้นกำเนิดมาจากภูกระดึง ไหลผ่านภูกระดึง และอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดเลยเข้าสู่จังหวัดขอนแก่น ก่อนบรรจบกับแม่น้ำชีที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น น้ำลำปาวมีต้นกำเนิดมาจากหนองหานกุมภวาปีในจังหวัดอุดรธานีไหลผ่านจังหวัดกาฬสินธุ์ มาบรรจบกับแม่น้ำชีที่กิ่งอำเภออ่องคา น้ำยังมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาภูพานซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลุ่มน้ำชีกับลุ่มน้ำ

สงคราม ไหลผ่านจังหวัดกาฬสินธุ์ จังหวัดร้อยเอ็ด มาบรรจบกับแม่น้ำชีก่อนถึงอำเภอเมือง จังหวัดยโสธร

5) ลุ่มน้ำมูล

ลุ่มน้ำมูลตั้งอยู่ทางตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 69,700 ตร.กม. (ไม่รวมลุ่มน้ำชี) มีพื้นที่ครอบคลุม 10 จังหวัด ได้แก่ บุรีรัมย์ สุรินทร์ อุบลราชธานี นครราชสีมา มหาสารคาม ยโสธร ขอนแก่น ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ และอำนาจเจริญ ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวอยู่ตามแนวทิศตะวันตก – ตะวันออก (รูปที่ 2-6) ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14° 07' เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 16° 21' เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ 101° 17' ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 105° 38' ตะวันออก มีทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำชี ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำโดนเลสาปและประเทศกัมพูชา ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำป่าสัก และทิศตะวันออกติดกับแม่น้ำโขง ซึ่งเป็นเขตแดนระหว่างประเทศไทยและประเทศลาว



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-6 ลุ่มน้ำมูล

ทางตอนใต้ของลุ่มน้ำมีเทือกเขาเป็นแนวยาวตลอดแนว พื้นที่ที่ค่อย ๆ ลาดต่ำลงมาทางทิศเหนือ ส่วนทางตะวันออกบริเวณจังหวัดสุรินทร์และจังหวัดศรีสะเกษเป็นที่ราบ สภาพโดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มสลับเนินเขา แต่ในจังหวัดอุบลราชธานี จะเป็นที่ราบลุ่มสลับลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน แม่น้ำสายหลักคือ แม่น้ำมูลมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาทางตอนใต้ของจังหวัดนครราชสีมา ก่อนจะไหลลงแม่น้ำโขงที่อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี

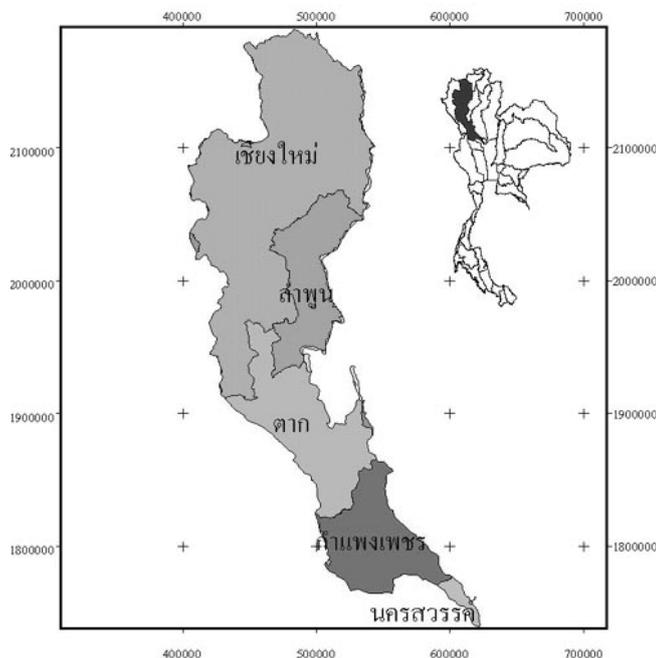
ลุ่มน้ำมูลมีลำน้ำสาขาที่สำคัญหลายสาย ได้แก่ ลำตะคอง มีต้นกำเนิดจากบริเวณเทือกเขาตงพญาเย็นซึ่งเป็นสันปันน้ำของลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำนครนายกทางตะวันตกของลุ่มน้ำ ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำมูลที่บ้านวังมูล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ลำพระเพลิง มีต้นกำเนิดจากบริเวณสันปันน้ำของลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำนครนายก ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำมูลที่อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ลำปลายมาศ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาสันกำแพงซึ่งกั้นเขตแดนไทย – กัมพูชา ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำมูลที่อำเภอชุมพวง จังหวัดนครราชสีมา ลำซี้มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาสันกำแพงทางตอนใต้ในจังหวัดบุรีรัมย์ ไหลลงมาบรรจบกับแม่น้ำมูลที่อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ลำโดมใหญ่ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาพนมดงรักทางตอนใต้ของอำเภอน้ำเย็น จังหวัดอุบลราชธานี ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำมูลที่อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี วังโดมน้อย มีต้นกำเนิดจากเทือกเขากันเขตแดนไทย – กัมพูชา ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำมูลที่อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี ลำเซบาย มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาภูพาน ไหลไปบรรจบกับแม่น้ำมูลก่อนถึงอำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ลำเสียว มีต้นกำเนิดจากที่ราบสูงบริเวณสันปันน้ำระหว่างลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูล มีลำน้ำสาขา คือ ลำเตา ลำเสียวใหญ่ ลำเสียวน้อย ไหลมาบรรจบกันเป็นลำเสียวใหญ่ แล้วไหลมารวมกับห้วยก้าวกว้ากเป็นลำเสียว ลงแม่น้ำมูลที่อำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ นอกจากนั้นยังมีลำเชียงไกร ลำสะเทต ลำเซบก ซึ่งมารวมกับแม่น้ำมูลทางฝั่งซ้าย และยังมีห้วยทับทัน ห้วยสำราญ ห้วยชะยุง ซึ่งไหลมารวมกับแม่น้ำมูลทางฝั่งขวาและลำน้ำสาขาสายเล็ก ๆ อีกหลายสาย

6) ลุ่มน้ำปิง

ลุ่มน้ำปิงตั้งอยู่ทางทิศเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 33,896 ตร.กม. โดยมีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต 5 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ตาก กำแพงเพชร และนครสวรรค์ ลักษณะลุ่มน้ำเรียวยาววางตัวในแนวเหนือ – ใต้ (รูปที่ 2-7) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $14^{\circ} 45'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $18^{\circ} 49'$ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ $98^{\circ} 05'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $100^{\circ} 09'$ ตะวันออก มีทิศเหนือและทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำสาละวินและลุ่มน้ำกก ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำสะแกกรังและลุ่มน้ำแม่กลอง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำวัง

สภาพภูมิประเทศตอนบนของลุ่มน้ำปิงเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน ต้นกำเนิดของแม่น้ำปิงเกิดจากทิวเขาผีปันน้ำ ในเขตอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ แล้วไหลผ่านหุบเขาลงมาสู่ที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ในจังหวัดเชียงใหม่ ผ่านจังหวัดลำพูน จากนั้นไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ผ่านอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ แล้วไหลลงทิศใต้ผ่านอำเภอฮอด ก่อนจะลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล ส่วนแม่น้ำปิงตอนล่างได้เขื่อนภูมิพลจะไหลผ่านที่ราบมาบรรจบกับแม่น้ำวังและไหลผ่านที่ราบกว้างใหญ่ในเขต

จังหวัดกำแพงเพชร ก่อนจะไปบรรจบกับแม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน รวมเป็นแม่น้ำเจ้าพระยาที่ปากน้ำโพ จังหวัดนครสวรรค์



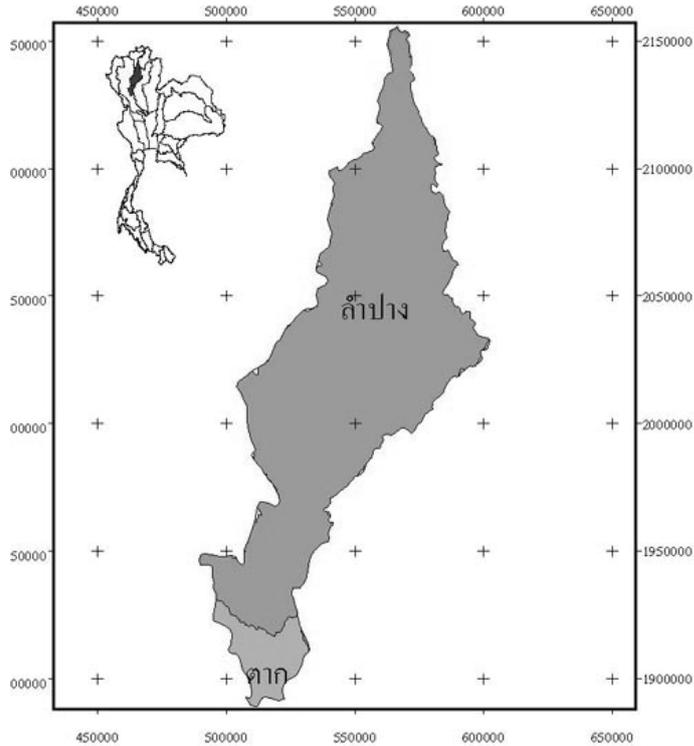
ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-7 ลุ่มน้ำปิง

ลำน้ำสาขาที่สำคัญของแม่น้ำปิง ได้แก่ น้ำแม่จืด มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาแดนลาว ทางตอนเหนือของกลุ่มน้ำ ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำปิงทางฝั่งซ้าย น้ำแม่แตง ไหลจากเทือกเขาแดนลาว ลงมาบรรจบแม่น้ำปิงทางฝั่งขวา แม่น้ำกวังไหลมาบรรจบแม่น้ำปิงทางฝั่งซ้ายที่จังหวัดลำพูน แม่น้ำลี้ ไหลจากอำเภอลี้ขึ้นไปทางทิศเหนือบรรจบแม่น้ำปิงทางฝั่งซ้ายที่อำเภอจอมทอง น้ำแม่แจ่ม ไหลจากเทือกเขาถนนธงชัยจากทิศตะวันตกเฉียงเหนือของกลุ่มน้ำลงมาบรรจบแม่น้ำปิงทางฝั่งขวาที่อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

7) ลุ่มน้ำวัง

ลุ่มน้ำวังตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 10,792 ตร.กม. โดยมีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตจังหวัดลำปางและตาก ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวเหนือ-ใต้ (รูปที่ 2-8) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $16^{\circ} 05'$ เหนือถึงเส้นรุ้ง $18^{\circ} 30'$ เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ $98^{\circ} 54'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $99^{\circ} 58'$ ตะวันออก มีทิศเหนือของกลุ่มน้ำติดกับลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำภาค ทิศใต้และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำปิง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำยม



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

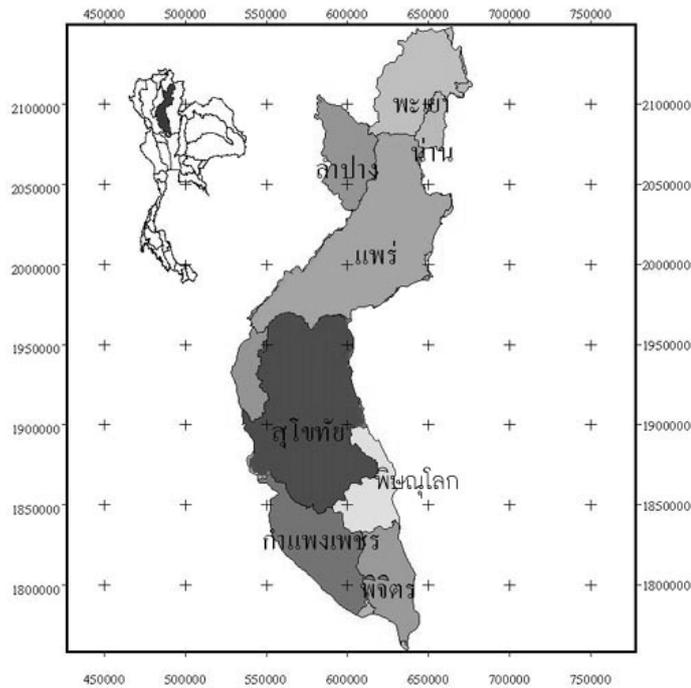
รูปที่ 2-8 กลุ่มน้ำวัง

กลุ่มน้ำวังเป็นกลุ่มน้ำที่มีขนาดเล็ก ลักษณะภูมิประเทศโดยรวมของกลุ่มน้ำวังจะมีเทือกเขา ล้อมรอบตลอดแนว ทางทิศตะวันตกของกลุ่มน้ำคือเทือกเขาขุนตาล ส่วนทางทิศตะวันออกคือเทือกเขา ฝิปันน้ำ และมีที่ราบลุ่มสลับกับที่ราบแคบ ๆ ตามหุบเขา มีพื้นที่ลุ่มน้ำแคบ และมีความยาวของแม่น้ำ สั้นกว่าแม่น้ำอื่น ๆ ในภาคเหนือ แม่น้ำวังมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาฝิปันน้ำไหลผ่านหุบเขาที่บริเวณ อำเภอวังเหนือ จังหวัดลำปาง แล้วไหลลงทางทิศใต้เข้าสู่ที่ราบในอำเภอแจ้ห่ม อำเภอเมือง อำเภอ เกาะตา อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ก่อนจะไหลผ่านที่ราบแคบ ๆ ตามหุบเขาในอำเภอเถิน อำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง และไหลเข้าสู่ที่ราบในจังหวัดตาก ก่อนจะบรรจบกับแม่น้ำปิง ที่บ้าน แม่ซอน อำเภอตากออก จังหวัดตาก

ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ น้ำแม่ต๋อยและน้ำแม่สวย ซึ่งมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทางด้าน ตะวันตกของกลุ่มน้ำ น้ำแม่จางมีต้นกำเนิดจากดอยผาแดงในเทือกเขาฝิปันน้ำซึ่งเป็นสันปันน้ำของ กลุ่มน้ำวังและลุ่มน้ำยมทางทิศตะวันออกของกลุ่มน้ำ

8) ลุ่มน้ำยม

ลุ่มน้ำยมตั้งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวเหนือ – ใต้ มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 23,616 ตร.กม. มีพื้นที่ครอบคลุม 10 จังหวัด ได้แก่ พะเยา น่าน ลำปาง แพร่ ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร และนครสวรรค์ (รูปที่ 2-9) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $14^{\circ} 50'$ เหนือถึงเส้นรุ้งที่ $18^{\circ} 25'$ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ $99^{\circ} 16'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $100^{\circ} 40'$ ตะวันออก มีทิศเหนือเริ่มจากทิวเขาผีปันน้ำติดกับลุ่มน้ำโขง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำปิง ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำวังและลุ่มน้ำปิง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำน่าน



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-9 ลุ่มน้ำยม

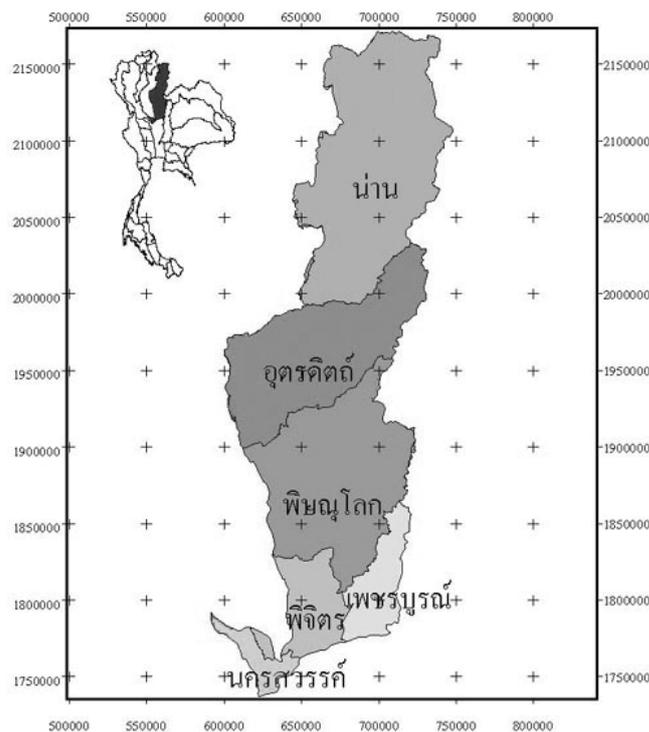
แม่น้ำยมมีต้นกำเนิดจากดอยขุนยวมในทิวเขาผีปันน้ำ อยู่ในเขตอำเภอปงและอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา ไหลผ่านหุบเขาที่มีความลาดชันมาก มีที่ราบแคบ ๆ ริมน้ำเป็นบางตอน เข้าสู่เขตจังหวัดแพร่ จากนั้นจะไหลออกสู่ที่ราบผืนใหญ่ ผ่านอำเภอสอง อำเภอเมือง อำเภอสูงเม่น อำเภอเด่นชัย จากนั้นจะไหลเข้าสู่หุบเขาทางตะวันตก ผ่านอำเภอลอง อำเภอวังชิ้น แล้วไหลลงทางใต้เข้าสู่ที่ราบที่อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ในขณะนี้แม่น้ำยมจะไหลคู่ขนานมากับแม่น้ำน่าน และเริ่มมีความลาดชันลดลง จากนั้นจะไหลผ่าน อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอกงไกรลาศ และผ่านอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เข้าสู่อำเภอสางงาม จังหวัดพิจิตร ผ่านอำเภอโพทะเล

จนเข้าเขตจังหวัดนครสวรรค์ แล้วไหลมาบรรจบกับแม่น้ำน่านที่บ้านเกยชัย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ รวมความยาวตลอดลำน้ำประมาณ 735 กม.

ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ ลำน้ำยาว ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำยมในเขตจังหวัดแพร่ น้ำแม่สองบรรจบกับแม่น้ำยมที่อำเภอสอง จังหวัดแพร่ แม่น้ำรำพัน บรรจบกับแม่น้ำยมที่อำเภอเมืองจังหวัดสุโขทัย แม่น้ำพิจิตรบรรจบกับแม่น้ำยมที่บ้านบางคลาน อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร

9) ลุ่มน้ำน่าน

ลุ่มน้ำน่านตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 34,331 ตร.กม. พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต 5 จังหวัด ได้แก่ น่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก พิจิตร และนครสวรรค์ ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวทิศเหนือ - ใต้ (รูปที่ 2-10) ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15° 42' เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 18° 37' เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 99° 51' ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 101° 21' ตะวันออก มีทิศเหนือของลุ่มน้ำติดกับลุ่มน้ำโขง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยา ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำป่าสัก และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำน่าน



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-10 ลุ่มน้ำน่าน

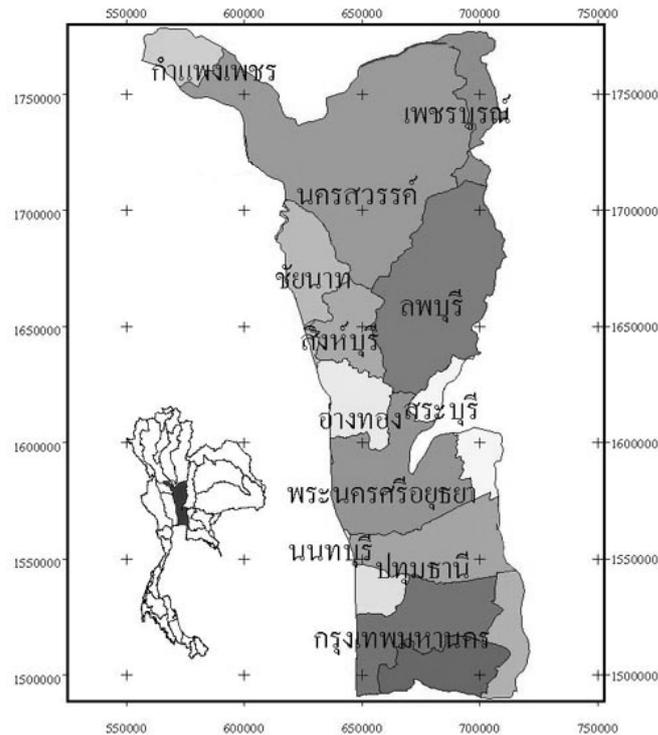
แม่น้ำน่านมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาหลวงพระบาง ซึ่งเป็นเส้นแบ่งเขตแดนไทย - ลาว มีความสูงอยู่ที่ระดับ 220 ม.รทก. จากนั้นไหลผ่านที่ราบระหว่างหุบเขาในเขตอำเภอเมือง และอำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน หุบเขาทางด้านตะวันตกและตะวันออกทั้งสองด้านนี้เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสาขาหลายสาย ที่ราบบริเวณนี้จะมีระดับความสูงประมาณ 180 - 220 ม.รทก. จากนั้นแม่น้ำน่านจะไหลผ่านหุบเขาสูงอย่างเก็บน้ำสิริกิติ์ พื้นที่ตอนล่างของกลุ่มน้ำน่านจะเป็นที่ราบสองฝั่งแม่น้ำซึ่งจัดได้ว่าเป็นทุ่งราบผืนใหญ่ที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย จากจังหวัดพิษณุโลก แม่น้ำน่านจะไหลเคียงคู่กับแม่น้ำยมลงมาจนบรรจบกันที่อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ จากนั้นจะไหลผ่านบึงบอระเพ็ดทางฝั่งซ้าย ก่อนจะบรรจบกับแม่น้ำปิง ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของแม่น้ำเจ้าพระยา

ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ น้ำว้า มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาหลวงพระบางไหลมาบรรจบทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำน่านที่อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน น้ำปาด ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาสายใหญ่ มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาหลวงพระบางเช่นกัน ไหลมาบรรจบทางฝั่งซ้าย ที่จังหวัดอุตรดิตถ์ แม่น้ำแควน้อย ลำน้ำสาขาที่ใหญ่ที่สุด ไหลมาบรรจบที่อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก และแม่น้ำวังทอง ไหลมาบรรจบทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำน่านที่อำเภอบางกระทุ่ม จังหวัดพิจิตร

10) กลุ่มน้ำเจ้าพระยา

กลุ่มน้ำเจ้าพระยาดังอยู่ทางตอนกลางของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 20,125 ตร.กม. (ไม่รวมลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน สะแกกรัง ป่าสัก และท่าจีน) พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต 11 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง อยุธยา สระบุรี ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ และกรุงเทพมหานคร ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวเหนือ - ใต้ (รูปที่ 2-11) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $13^{\circ} 30'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $16^{\circ} 05'$ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ $99^{\circ} 30'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $101^{\circ} 00'$ ตะวันออก มีทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำปิง ยม และน่าน ทิศใต้ติดกับอ่าวไทย ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำท่าจีนและสะแกกรัง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำป่าสักและบางปะกง

แม่น้ำเจ้าพระยามีจุดกำเนิดอยู่ที่ปากน้ำโพ จังหวัดนครสวรรค์ แม่น้ำเจ้าพระยาไหลจากทิศเหนือลงสู่อ่าวไทย ผ่านที่ราบภาคกลาง สภาพลุ่มน้ำทางฝั่งตะวันออกในเขตจังหวัดนครสวรรค์และลพบุรีของลุ่มน้ำเจ้าพระยาเป็นที่ราบสูง มีเนินเขาเตี้ยๆ เป็นสันกั้นน้ำระหว่างลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนทางตอนล่างลงมาซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดสระบุรีและฉะเชิงเทราจะเป็นที่ราบลาดเขาสูงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา และเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลในเขตจังหวัดสมุทรปราการ สภาพลุ่มน้ำทางฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตอนบนเป็นที่ราบและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่ม ซึ่งมีเขตติดต่อกับลุ่มน้ำท่าจีนลาดลงไปจรดชายฝั่งทะเล



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

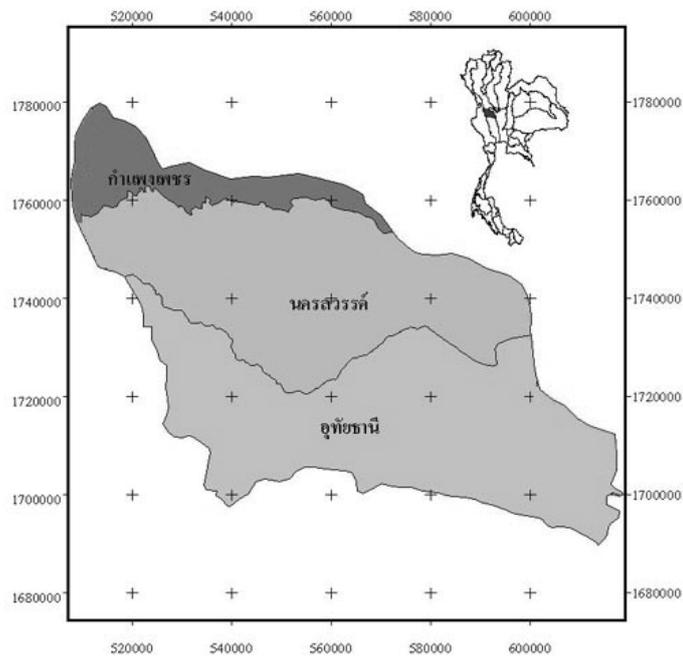
รูปที่ 2-11 ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีแม่น้ำสายหลัก คือ แม่น้ำเจ้าพระยา โดยมีแม่น้ำสะแกกรังไหลมาบรรจบเหนือเขื่อนเจ้าพระยา ลำน้ำสาขาที่สำคัญของแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ แม่น้ำน้อย แยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณจังหวัดชัยนาท แล้วไหลกลับเข้าแม่น้ำเจ้าพระยาอีกครั้งที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา แม่น้ำสุพรรณบุรี แยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาและไหลขนานคู่กันไปจนออกสู่อ่าวไทย มีชื่อเรียกต่าง ๆ กันไป ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ คือ คลองมะขามเฒ่า แม่น้ำสุพรรณบุรี แม่น้ำนครชัยศรี และแม่น้ำท่าจีน คลองบางแก้ว เป็นคลองสายสั้น ๆ แยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดอ่างทอง แล้วไหลไปบรรจบกับแม่น้ำลพบุรี ซึ่งแยกออกมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดสิงห์บุรีเช่นกัน โดยจุดบรรจบอยู่ในเขตอำเภอมหาราช จังหวัดอ่างทอง

11) ลุ่มน้ำสะแกกรัง

ลุ่มน้ำสะแกกรังตั้งอยู่ทางตอนกลางของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 5,192 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ อุทัยธานี นครสวรรค์ และกำแพงเพชร ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวตะวันตก – ตะวันออก (รูปที่ 2-12) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $14^{\circ} 25'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $15^{\circ} 08'$ เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ $99^{\circ} 05'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $100^{\circ} 05'$ ตะวันออก มี

ทิศเหนือของกลุ่มน้ำติดต่อกับกลุ่มน้ำปิง ทิศใต้ติดกับกลุ่มน้ำท่าจีน ทิศตะวันตกติดกับกลุ่มน้ำแม่กลอง และทิศตะวันออกติดกับกลุ่มน้ำเจ้าพระยา



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

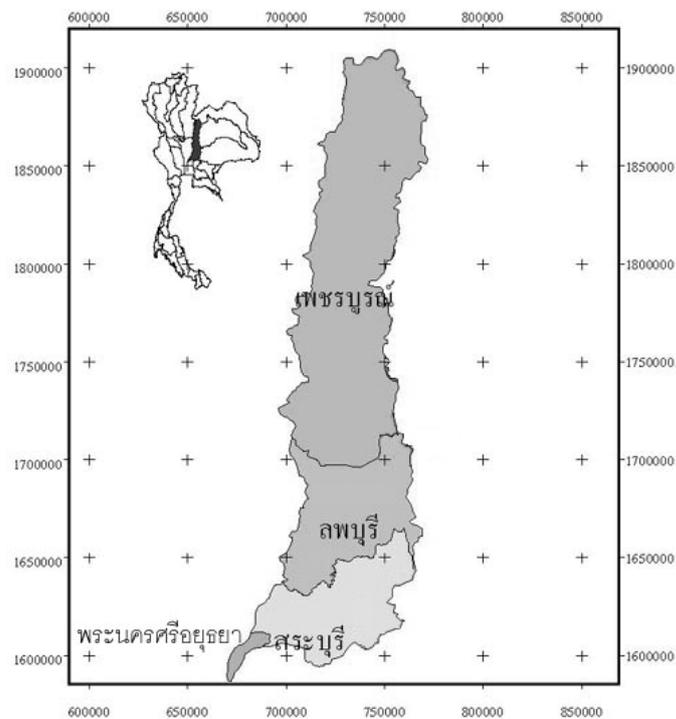
รูปที่ 2-12 กลุ่มน้ำสะแกกรัง

บริเวณทิศตะวันตกของกลุ่มน้ำเป็นเทือกเขาสูง และเป็นต้นน้ำของลำน้ำสาขาที่สำคัญหลายสาย ได้แก่ ห้วยแม่वंก ห้วยคลองโพธิ์ และห้วยทับเสลา ต้นกำเนิดของลำน้ำสะแกกรังคือเทือกเขาโมโกจู ซึ่งเป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างจังหวัดตากและจังหวัดนครสวรรค์ ทางด้านต้นน้ำของลำน้ำสาขาทั้ง 3 สายนี้จะมีความลาดชันค่อนข้างมากและค่อยลาดเทลงจนไหลออกสู่ทุ่งราบของแม่น้ำเจ้าพระยาทางด้านตะวันออกของกลุ่มน้ำ ลำน้ำสาขาซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสะแกกรัง คือ ห้วยแม่वंก ไหลผ่านกิ่งอำเภอแม่वंกและอำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ มาบรรจบกับห้วยคลองโพธิ์ ซึ่งไหลมาจากเทือกเขาแนวแบ่งเขตระหว่างจังหวัดนครสวรรค์และจังหวัดอุทัยธานี ที่อำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี กลายเป็นน้ำตกแดง แล้วไหลลงมาบรรจบกับห้วยทับเสลา ในเขตอำเภอทัพทัน จังหวัดอุทัยธานี เข้าเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ เลียบผ่านภูเขาสะแกกรัง จึงได้ชื่อว่าแม่น้ำสะแกกรัง ก่อนจะลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาทางตอนเหนือของเขื่อนเจ้าพระยา

ลำน้ำสาขาของห้วยแม่वंก ได้แก่ คลองตลิ่งสูง คลองห้วยทราย คลองตะกวด ส่วนลำน้ำสาขาของห้วยคลองโพธิ์ ได้แก่ ห้วยน้ำดัง ห้วยตะกอน ห้วยโงง ห้วยผาลาด

12) กลุ่มน้ำป่าสัก

กลุ่มน้ำป่าสักมีที่ตั้งอยู่ในเขตภาคกลางของประเทศไทยเป็นส่วนใหญ่ และมีพื้นที่บางส่วนตอนบนของกลุ่มน้ำอยู่ในเขตภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต 4 จังหวัด คือ เพชรบูรณ์ ลพบุรี สระบุรี และพระนครศรีอยุธยา มีพื้นที่กลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 16,292 ตร.กม. กลุ่มน้ำป่าสักมีลักษณะเรียวยาวคล้ายขนนก วางตัวตามแนวทิศเหนือ - ใต้ (รูปที่ 2-13) ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $14^{\circ} 15'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $16^{\circ} 20'$ เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ $100^{\circ} 30'$ ตะวันออกถึงเส้นแวงที่ $101^{\circ} 30'$ ตะวันออก มีทิศเหนือติดกับกลุ่มน้ำแม่โขง ทิศใต้ติดกับกลุ่มน้ำเจ้าพระยาและกลุ่มน้ำบางปะกง ทิศตะวันออกติดกับกลุ่มน้ำชีและกลุ่มน้ำมูล และทิศตะวันตกติดกับกลุ่มน้ำ่านและกลุ่มน้ำเจ้าพระยา



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-13 กลุ่มน้ำป่าสัก

บริเวณตอนบนของกลุ่มน้ำมีเทือกเขาเพชรบูรณ์ล้อมรอบ พื้นที่โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นเนินเขาและมีที่ราบเพียงเล็กน้อย ส่วนตอนกลางในเขตจังหวัดลพบุรีและสระบุรีเป็นที่ราบสลับกับเนินเขา ตอนล่างของกลุ่มน้ำบริเวณจุดบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นที่ราบลุ่ม ลักษณะโดยรวมทั้งกลุ่มน้ำจะถูกล้อมรอบด้วยภูเขาทั้ง 2 ด้าน และมีแม่น้ำป่าสักไหลอยู่ตรงกลางจากทิศเหนือลงทิศใต้ โดยมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาเพชรบูรณ์ในเขตอำเภอด่านซ้ายซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของจังหวัดเลย จากนั้นไหลผ่านจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี และสระบุรี จนมาบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยา

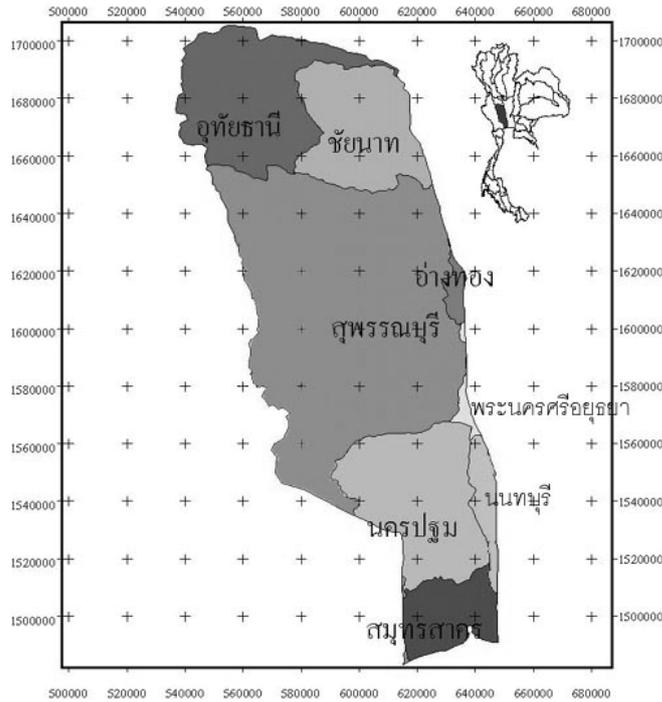
ลำน้ำสาขาของกลุ่มน้ำป่าสัก จะมีลักษณะเป็นลำน้ำสายสั้น ๆ แยกมาจากทางตะวันตก และตะวันออก ลำน้ำสาขาทางต้นน้ำ ได้แก่ ห้วยน้ำพุ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาเพชรบูรณ์ทางตอนใต้สุดของจังหวัดเลย ไหลขนานมากับแม่น้ำป่าสักและมาบรรจบกันที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ห้วยขอนแก่น มีต้นกำเนิดที่เทือกเขาทางตะวันออก-เฉียงเหนือของอำเภอหล่มสัก ลำน้ำ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทางตะวันออกเฉียงเหนือ ในเขตอำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ ลำน้ำสาขาทางตอนล่างของกลุ่มน้ำ ได้แก่ ห้วยเกาะแก้ว มีต้นกำเนิดอยู่ที่เทือกเขาเดี่ยว ๆ บริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดเพชรบูรณ์กับจังหวัดลพบุรี ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำป่าสักทางตอนใต้ของอำเภอศรีเทพ ลำสนรี เป็นลำน้ำสาขาที่ใหญ่ที่สุดของแม่น้ำป่าสักมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาบริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดเพชรบูรณ์กับจังหวัดชัยภูมิ มีลำน้ำสาขา คือ ลำพยากกลาง ลำสนรีไหลมาบรรจบกับแม่น้ำป่าสักที่อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ห้วยมวกเหล็ก มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาบริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดลพบุรีกับจังหวัดนครราชสีมา ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำป่าสักที่อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

13) กลุ่มน้ำท่าจีน

กลุ่มน้ำท่าจีนตั้งอยู่ทางตอนกลางประเทศไทยและอยู่ทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยา มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 13,681 ตร.กม. พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต 8 จังหวัด ได้แก่ อุทัยธานี ชัยนาท สุพรรณบุรี นครปฐม สมุทรสาคร อ่างทอง อยุธยา และนนทบุรี ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ (รูปที่ 2-14) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $13^{\circ} 10'$ เหนือถึงเส้นรุ้งที่ $15^{\circ} 30'$ เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ $98^{\circ} 15'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $100^{\circ} 10'$ ตะวันออก มีทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำสะแกกรัง ทิศใต้ติดกับอ่าวไทย ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยา และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำแม่กลอง

สภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำท่าจีน เป็นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำซึ่งเป็นที่ราบเดียวกันกับที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาทางฝั่งตะวันตก ตอนบนของกลุ่มน้ำเป็นที่เชิงเขาแต่มีระดับไม่สูงมากนัก ส่วนตอนกลางและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่มติดต่อกับที่ราบลุ่มของลุ่มน้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีนแยกออกมาทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม และออกสู่อ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรสาคร แม่น้ำท่าจีนมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ คือ คลองมะขามเฒ่า แม่น้ำสุพรรณบุรี แม่น้ำนครชัยศรี และแม่น้ำท่าจีน

ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ ห้วยกระเสียว มีต้นกำเนิดอยู่ระหว่างเขาใหญ่และเขาแหลง ในเขตจังหวัดอุทัยธานี และไปบรรจบกับแม่น้ำสุพรรณบุรี ที่อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี



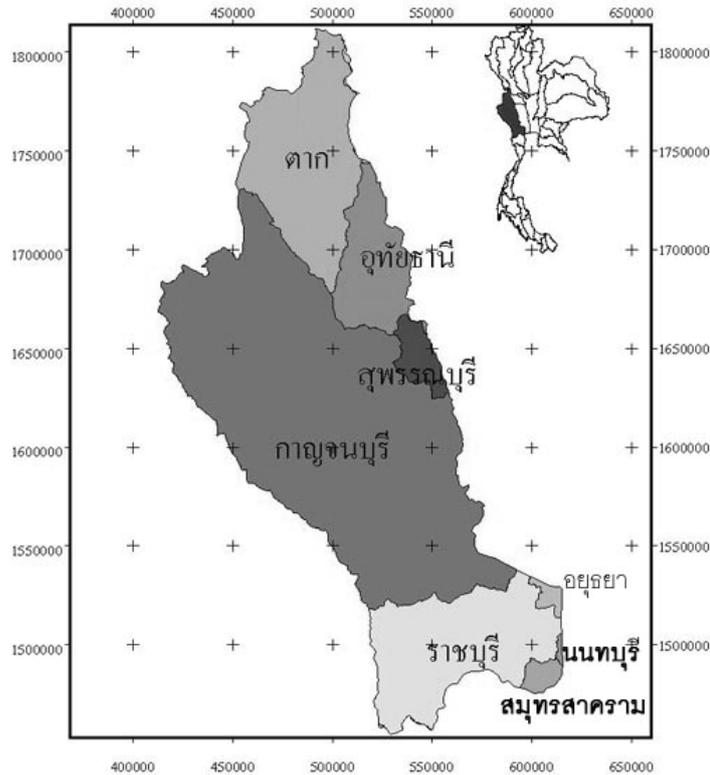
ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchhol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-14 กลุ่มน้ำท่าจีน

14) กลุ่มน้ำแม่กลอง

กลุ่มน้ำแม่กลองตั้งอยู่ทางตอนกลางประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 30,836 ตร.กม. อยู่ทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยา ครอบคลุมพื้นที่ 8 จังหวัด ได้แก่ อุทัยธานี ชัยนาท สุพรรณบุรี นครปฐม สมุทรสาคร อ่างทอง อยุธยา นนทบุรี ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ (รูปที่ 2-15) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $13^{\circ} 30'$ เหนือถึงเส้นรุ้งที่ $15^{\circ} 30'$ เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ $99^{\circ} 00'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $100^{\circ} 30'$ ตะวันออก ทางเหนือติดกับลุ่มน้ำสะแกกรัง ทางใต้ติดกับอ่าวไทย ทางตะวันออกติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยา ส่วนทางตะวันตกติดกับลุ่มน้ำแม่กลอง

สภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำแม่กลอง เป็นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำซึ่งเป็นที่ราบเดียวกันกับที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยาทางฝั่งตะวันตกตอนบนของลุ่มน้ำเป็นที่เชิงเขาแต่มีระดับไม่สูงมากนัก ส่วนตอนกลางและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่มติดต่อกับที่ราบลุ่มของลุ่มน้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีนแยกออกมาทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ ตำบลมะขามเต่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ไหลผ่าน จังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม และออกสู่อ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรสาคร แม่น้ำท่าจีนมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ คือ คลองมะขามเต่า แม่น้ำสุพรรณบุรี แม่น้ำนครชัยศรี และแม่น้ำท่าจีน



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-15 ลุ่มน้ำแม่กลอง

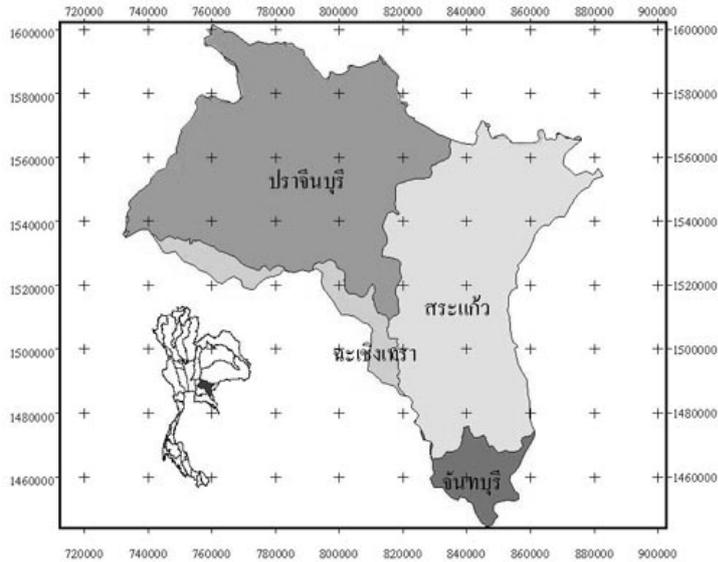
ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ ห้วยกระเสียว มีต้นกำเนิดอยู่ระหว่างเขาใหญ่และเขาแหลม ในเขตจังหวัดอุทัยธานี และไปบรรจบกับแม่น้ำสุพรรณบุรี ที่อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี

15) ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลุ่มน้ำปราจีนบุรีตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมประมาณ 10,481 ตร.กม. โดยมีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดสระแก้ว ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวอยู่ในแนวทิศตะวันออก – ตะวันตก (รูปที่ 2-16) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $13^{\circ} 02'$ เหนือถึงเส้นรุ้งที่ $14^{\circ} 28'$ เหนือและอยู่ระหว่างเส้นแวงที่

พื้นที่ต้นน้ำมีต้นกำเนิดจากทิวเขาสันกำแพงซึ่งอยู่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ลุ่มน้ำ ทางตอนใต้มีเนินเขา เขาเตี้ย และมีเทือกเขาติดต่อกันไม่ยาวนัก นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ราบระหว่างแม่น้ำ และพื้นที่ราบด้านตะวันตกของลุ่มน้ำ แม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำ ได้แก่ แม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งเป็นน้ำสาขาของแม่น้ำบางปะกง เกิดจากการไหลมาบรรจบกันของแม่น้ำ 2 สาย คือ แม่น้ำหนุมาน และแม่น้ำพระปรง แม่น้ำปราจีนบุรีจะไหลไปบรรจบกับแม่น้ำนครนายกที่ อำเภอ บางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา กลายเป็นแม่น้ำบางปะกง แล้วไหลลงอ่าวไทย $101^{\circ} 10'$ ตะวันออก

ถึงเส้นแวงที่ 102° 33' ตะวันออก ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำมูล ทิศใต้และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำบางปะกง ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำโตนเลสาป



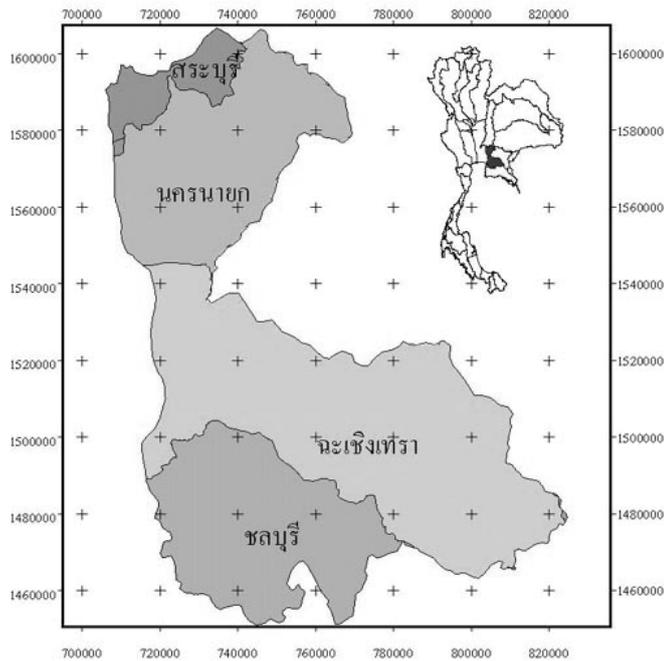
ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-16 ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำน้ำสาขาของแม่น้ำพระปรง ได้แก่ คลองพระปรง คลองปะตง คลองพระสทิง และ ห้วยไคร้ ส่วนลำน้ำสาขาของแม่น้ำหनुมาน ได้แก่ ห้วยโสมง และลำพระยาธาร ทางด้านท้ายน้ำมี ลำน้ำสาขาที่สำคัญ คือ คลองประจันตคาม ห้วยเกษียร คลองหนองแก้ว และ คลองยาง

16) ลุ่มน้ำบางปะกง

ลุ่มน้ำบางปะกง เป็นลุ่มน้ำสำคัญในภาคตะวันออกของประเทศ มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 7,978 ตร.กม. (ไม่รวมลุ่มน้ำปราจีนบุรี) มีพื้นที่ครอบคลุม 5 จังหวัด ได้แก่ นครนายก ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ปราจีนบุรี และสระบุรี (รูปที่ 2-17) ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13° 09' เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 14° 32' เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 100° 52' ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 102° 00' ตะวันออก ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำป่าสักและลุ่มน้ำมูล ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ทิศตะวันออกติดกับ ลุ่มน้ำปราจีนบุรีและทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยาและอ่าวไทย



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-17 ลุ่มน้ำบางปะกง

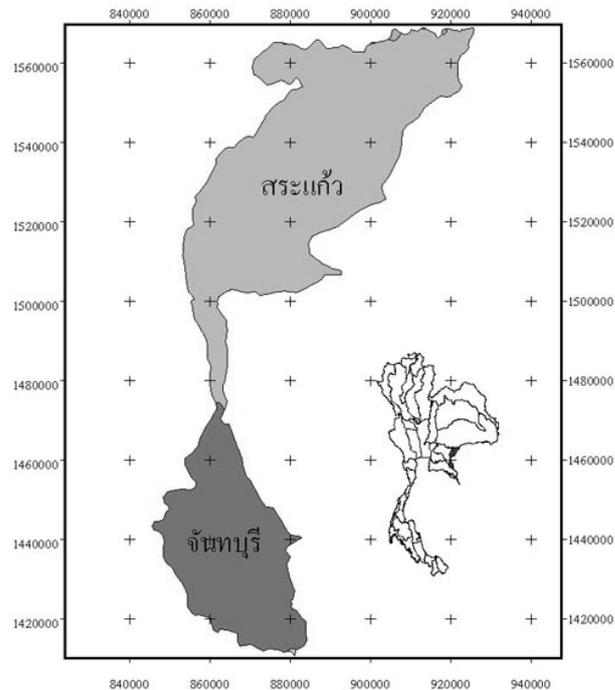
สภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำบางปะกงพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ทางเหนือจะมีเทือกเขาสูงซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำนครนายก ส่วนทางตอนใต้และทางตะวันออกเฉียงใต้ของกลุ่มน้ำมีเทือกเขาซึ่งเป็นแนวแบ่งเขตระหว่างจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา และจังหวัดจันทบุรีซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสาขา สายต่าง ๆ ได้แก่คลองใหญ่ คลองหลวง และคลองท่าลาด โดยแม่น้ำนครนายกมีทิศทางการไหลจากทิศเหนือลงมาทางทิศใต้และมาบรรจบกับแม่น้ำปราจีนบุรีซึ่งไหลเข้ามาทางฝั่งซ้ายที่บริเวณเหนืออำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ก่อนจะไหลลงทางใต้ผ่านที่ราบต่ำในเขตอำเภอบางคล้า และอำเภอมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา และไหลลงอ่าวไทยที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

ลำน้ำสาขาของที่สำคัญของแม่น้ำบางปะกงประกอบด้วย แม่น้ำนครนายกที่อยู่ทางทิศเหนือ คลองใหญ่ คลองหลวง และคลองท่าลาด (รวมคลองระบบ และคลองฝัด) ซึ่งไหลลงมาจากเทือกเขาทางตอนใต้ของกลุ่มน้ำ และยังมีแม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งถูกจัดเป็นลุ่มน้ำประธานลุ่มน้ำหนึ่งก็เป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำบางปะกงด้วย

17) ลุ่มน้ำโตนเลสาป

ลุ่มน้ำโตนเลสาปเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมประมาณ 4,150 ตร.กม. พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตจังหวัดสระแก้วและจันทบุรี ลุ่มน้ำทอดตัวยาวจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ (รูปที่ 2-18) ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 12° 45' เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 14° 10'

เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ $102^{\circ} 10'$ ตะวันออกถึงเส้นแวงที่ $102^{\circ} 57'$ ตะวันออก ทิศเหนือ ติดกับลุ่มน้ำมูล ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำแม่ น้ำปราจีนบุรี และทิศตะวันออกติดกับประเทศกัมพูชา



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

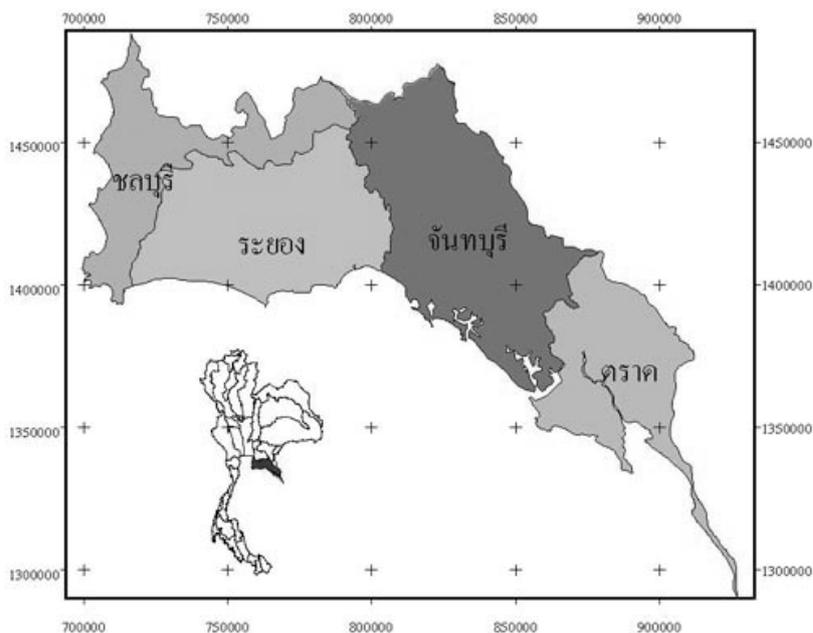
รูปที่ 2-18 ลุ่มน้ำโตนเลสาป

ลุ่มน้ำโตนเลสาป มีสภาพพื้นที่ตอนบนเป็นแนวเทือกเขาบรรทัดซึ่งกั้นเขตพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดปราจีนบุรี เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำต่าง ๆ หลายสาย พื้นที่ในเขตอำเภอตาพระยาส่วนใหญ่เป็นภูเขาและมีที่ราบริมลำน้ำ สำหรับพื้นที่ตอนกลางของลุ่มน้ำซึ่งอยู่ในเขตอำเภออรัญประเทศและอำเภอวัฒนานคร เป็นที่ราบโดยลาดเทลงจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ส่วนในเขตอำเภอวัฒนานครจะเป็นที่ราบสูงและมีภูเขาซึ่งเป็นต้นกำเนิดของคลองน้ำใส พื้นที่ทางตอนใต้ในเขตอำเภอโป่งน้ำร้อนมีสภาพเป็นภูเขาสูง มีเทือกเขาสอยดาวเป็นต้นกำเนิดของคลองพระพุทธรและคลองโป่งน้ำร้อน เนื่องจากสภาพพื้นที่ที่มีความลาดเทจากทิศตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออก ลำน้ำสายต่าง ๆ จึงไหลออกไปทางประเทศกัมพูชาและลงทะเลสาบเขมร

ลุ่มน้ำโตนเลสาปนี้ไม่มีลำน้ำสายหลัก มีเพียงลำน้ำสายย่อย ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ห้วยพรหมโหด คลองน้ำใส คลองด่าน ห้วยยาง คลองพระพุทธร ลำสะโตน ห้วยตะเคียน ห้วยนางาม และคลองโป่งน้ำร้อน

18) ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 13,829 ตร.กม. มีพื้นที่ครอบคลุม 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวทิศตะวันตก-ตะวันออก (รูปที่ 2-19) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $11^{\circ} 21'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $13^{\circ} 55'$ เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ $100^{\circ} 50'$ ตะวันออกถึงเส้นแวงที่ $102^{\circ} 55'$ ตะวันออก มีทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกและลุ่มน้ำโตนเลสาป ทิศใต้และทิศตะวันตกติดกับอ่าวไทย และทิศตะวันออกติดกับประเทศกัมพูชา



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-19 ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกส่วนใหญ่เป็นแนวเทือกเขามักจะทอดตัวอยู่ตามแนวเหนือ - ใต้ สลับกับที่ราบและมีแนวเขาทอดยาวตลอดแนวทางฝั่งตะวันออกของลุ่มน้ำ จากตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำลงมาจะเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและบางปะกงขนานไปกับฝั่งทะเลไปจนถึงจังหวัดระยอง ซึ่งเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลแคบ ๆ บางช่วงชายฝั่งทะเลจะมีลักษณะเว้าแหว่ง บางแห่งเป็นปากแม่น้ำและมีป่าชายเลน บางแห่งเป็นหาดทรายสวยงามซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ เช่น หาดบางแสน หาดจอมเทียน และหาดพัทยาในจังหวัดชลบุรี ส่วนพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดชลบุรีและตอนบนของจังหวัดระยองจะเป็นที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา ก่อนจะเข้าเขตเทือกเขาทางด้านตะวันออกสุดของลุ่มน้ำ นอกจากนี้ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกยังมีส่วนที่เป็นเกาะ ซึ่งประกอบด้วยหมู่เกาะต่าง ๆ มากกว่า 50 เกาะ อยู่ห่างจากชายฝั่งตั้งแต่ 2 - 40 กม. เกาะที่

สำคัญ ๆ ได้แก่ เกาะเสม็ดในจังหวัดระยอง เกาะช้างและเกาะกูดในจังหวัดตราด เกาะสีชังและเกาะล้านในจังหวัดชลบุรี เป็นต้น

19) กลุ่มน้ำเพชรบุรี

กลุ่มน้ำเพชรบุรีมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 5,603 ตร.กม. พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตจังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดราชบุรี ลักษณะลุ่มน้ำเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางตัวในแนวตะวันตก - ตะวันออก (รูปที่ 2-20) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 12° 30' เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 13° 30' เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวงที่ 99° 00' ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 100° 15' ตะวันออก มีทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำแม่กลอง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก ทิศตะวันตกติดกับประเทศพม่า ทิศตะวันออกติดกับอ่าวไทย



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

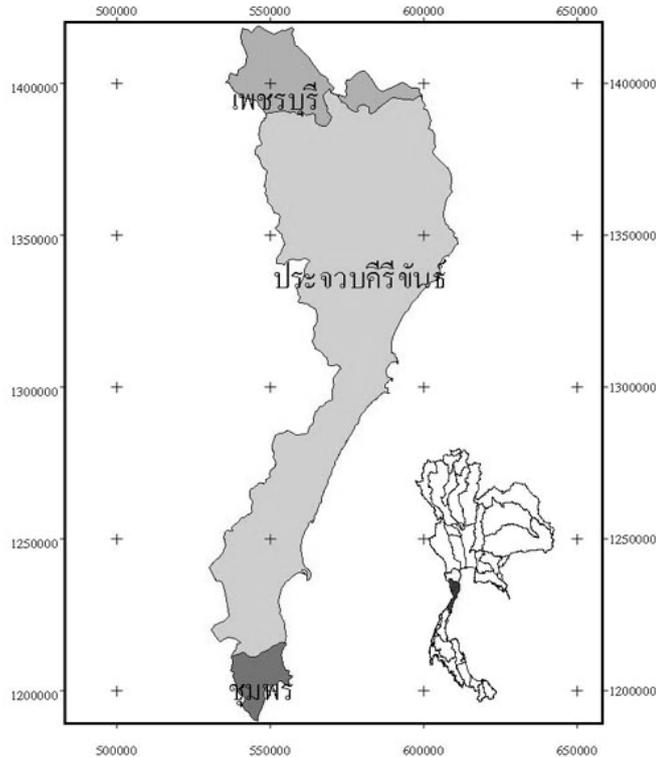
รูปที่ 2-20 กลุ่มน้ำเพชรบุรี

แม่น้ำเพชรบุรีมีต้นกำเนิดที่เทือกเขาตะนาวศรีทางด้านตะวันตกของกลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นเขตแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า พื้นที่จะค่อย ๆ ลาดเทลงมาทางทิศตะวันออก และมีเทือกเขาเป็นแนวเขาเดี่ยว ๆ ที่ทำให้เกิดที่ราบระหว่างภูเขาทางด้านตะวันตกของกลุ่มน้ำจะเป็นเทือกเขาสูงซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำสาขาสายสำคัญของลุ่มน้ำเพชรบุรี ถัดเข้ามาทางตอนกลางของกลุ่มน้ำจะมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ ซึ่งแม่น้ำเพชรบุรีจะไหลผ่านอ่างเก็บน้ำเขื่อนแก่งกระจานและเขื่อนเพชร ส่วนพื้นที่ตอนล่างทางด้านตะวันออกของกลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเล มีลำน้ำสายสั้น ๆ กระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งลำน้ำส่วนใหญ่จะไหลลงสู่มแม่น้ำเพชรบุรีและออกทะเล

ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำบางกลอย มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาตะนาวศรีทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของกลุ่มน้ำ และไหลลงมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้บรรจบกับแม่น้ำเพชรบุรีที่บริเวณใกล้บ้านห้วยครก อำเภอแก่งกระจาน ห้วยแม่ประโดน มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทางด้านเหนือของกลุ่มน้ำ ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำเพชรบุรีที่บ้านประดู่ อำเภอแก่งกระจาน ห้วยแม่ประจันต์ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทางด้านเหนือของกลุ่มน้ำ ไหลผ่านอำเภอหนองหญ้าปล้องมารวมกับแม่น้ำเพชรบุรีที่บ้านท่าซึก อำเภอท่ายาง ห้วยผาก มีต้นกำเนิดจากภูเขาอ่างแก้วและภูเขาน้ำหยดทางตอนใต้ของกลุ่มน้ำ ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำเพชรบุรีบริเวณใกล้บ้านวังมะละกอ

20) กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์

กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งหมด 6,744 ตร.กม. อยู่บริเวณที่แคบที่สุดทางเหนือแหลมมลาญระหว่างเส้นรุ้งที่ 10° 50' เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 12° 45' เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 99° 00' ตะวันออก ถึง เส้นแวงที่ 100° 00' ตะวันออก มีลักษณะลุ่มน้ำเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าแคบยาว ครอบคลุมพื้นที่เกือบทั้งหมดของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (รูปที่ 2-21) ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำเพชรบุรี ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งทะเลตะวันออก ทิศตะวันออกติดกับอ่าวไทย และทิศตะวันตกติดกับเขตชายแดนพม่า



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchhol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-21 ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์

ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตกตั้งอยู่ระหว่างเทือกเขาตะนาวศรีทางด้านตะวันตกและอ่าวไทย ลักษณะภูมิประเทศทางด้านตะวันตกสุดจะเป็นเทือกเขา ซึ่งเป็นต้นน้ำของลำน้ำต่าง ๆ ถัดเข้ามาทางตะวันออกจะเป็นพื้นที่แบบ เขิงเขาถึงลูกคลื่นลอนชัน ยาวไปตามแนวเหนือ - ใต้ ต่อมาจะมีลักษณะพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนชันถึงลอนลาด ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำ ประกอบไปด้วยพื้นที่แบบที่ราบเชิงเขา หรือพื้นที่แบบเนินตะกอนรูปพัดติดต่อกัน ยาวไปตามแนวทิศเหนือถึงทิศใต้สุดของลุ่มน้ำมีภูเขาโดดกระจายเป็นหย่อม ๆ ด้านตะวันออกสุดจะเป็นพื้นที่ราบชายฝั่งทะเลเป็นแถบยาวแคบ ๆ จากอำเภอหัวหิน มาถึงช่วงกลางของอำเภอเมืองประจวบคีรีขันธ์และอีกช่วงหนึ่งที่บริเวณอำเภอบางสะพาน ชายฝั่งทะเลของลุ่มน้ำส่วนใหญ่เป็นหาดโคลนหรือทรายปนโคลน มีหาดทรายเป็นบางแห่ง

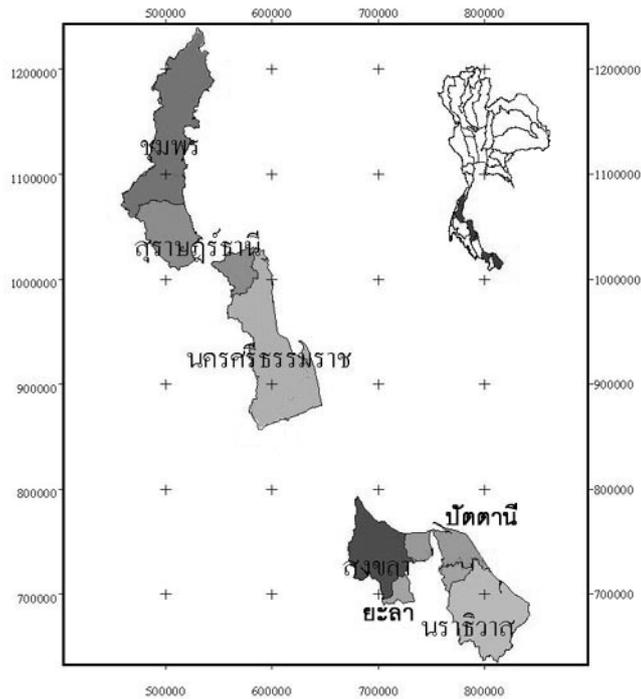
แม่น้ำส่วนใหญ่ในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตกจะเป็นแม่น้ำสายสั้น ๆ ได้แก่ แม่น้ำปราณบุรี ซึ่งมีต้นกำเนิดอยู่ที่ตอนใต้ของภูเขาพะเนินทุ่งในเขตอำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี ไหลขนานกับทิวเขาตะนาวศรีลงมาทางใต้แล้วเบนออกมามองอ่าวไทยที่ อำเภอปราณบุรี แม่น้ำบางสะพานซึ่งมีต้นกำเนิดอยู่ที่เทือกเขาตะนาวศรีในอำเภอบางสะพาน และคลองกุยในเขตอำเภอกุยบุรี

21) ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมประมาณ 26,353 ตร.กม. พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต 7 จังหวัด ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส (รูปที่ 2-22) ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $50^{\circ} 30'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $110^{\circ} 30'$ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ $98^{\circ} 30'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $102^{\circ} 15'$ ตะวันออก โดยมีลุ่มน้ำตาปี ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และลุ่มน้ำปัตตานีแทรกตัวอยู่เป็นช่วง ๆ

ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกเป็นพื้นที่ชายฝั่งติดอ่าวไทย ลักษณะชายฝั่งทะเลราบเรียบ มีที่ราบแคบ ๆ ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปจนถึงจังหวัดนราธิวาส แม่น้ำส่วนใหญ่ในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งทะเลตะวันออกจะเป็นแม่น้ำสายสั้น ๆ ไหลลงสู่อ่าวไทย ลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำทางด้านตะวันตกของลุ่มน้ำจะเป็นเทือกเขาซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำสายต่าง ๆ ไหลผ่านที่ราบแคบ ๆ ลงสู่อ่าวไทย ทิวเขาเหล่านี้เริ่มจากทิวเขาภูเก็ตซึ่งอยู่ทางตอนบนของลุ่มน้ำทางทิศตะวันตกของจังหวัดชุมพร เป็นทิวเขาที่ต่อเนื่องมาจากทิวเขาตะนาวศรีทอดยาวลงมาทางใต้จนถึงจังหวัดพังงา แล้วเบนออกไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้จนจรดกับทิวเขานครศรีธรรมราช ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดสุราษฎร์ธานีพาดผ่านลงมาทางใต้ ผ่านจังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดตรัง ลงไปจนถึงจังหวัดสตูล แล้วไปจรดกับทิวเขาสันกาลาศรีซึ่งเป็นแนวขอบเขตของลุ่มน้ำ

แม่น้ำที่สำคัญในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ได้แก่ คลองท่าชะเอม คลองหลังสวน แม่น้ำปากพนัง แม่น้ำสายบุรีและแม่น้ำโกลก



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-22 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก

22) ลุ่มน้ำตาปี

ลุ่มน้ำตาปี มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 12,224 ตร.กม. มีพื้นที่ครอบคลุม 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และกระบี่ (รูปที่ 2-23) ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 8° 00' เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 9° 30' เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 98° 30' ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 100° 00' ตะวันออก ทิศเหนือและทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ทิศด้านตะวันตกและทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลุ่มน้ำตาปีตั้งอยู่ระหว่างเทือกเขานครศรีธรรมราชและทิวเขาภูเก็ต พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบ แม่น้ำสายสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวง โดยแม่น้ำตาปีมีต้นกำเนิดจากเขาช่องลมใต้บริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราชในเขตอำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช ไหลขึ้นไปทางเหนือผ่านอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี ความยาวของแม่น้ำตาปีรวม 232 กิโลเมตร ส่วนแม่น้ำพุมดวง มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาภูเก็ตในเขตอำเภอคีรีรัฐนิคมและอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ไหลผ่านอำเภอต่าง ๆ มาบรรจบกับแม่น้ำตาปีที่อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีความยาวรวม 120 กิโลเมตร



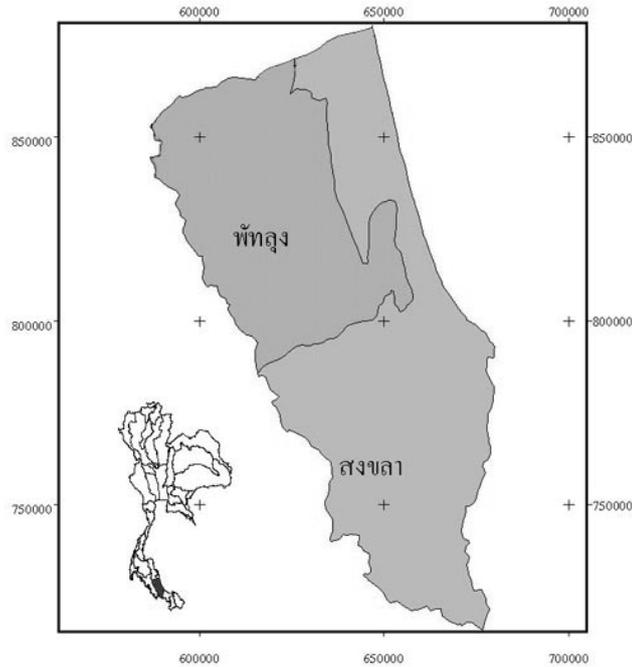
ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-23 ลุ่มน้ำตาปี

23) ลุ่มน้ำทะเลสาปสงขลา

ลุ่มน้ำทะเลสาปสงขลา มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 8,495 ตร.กม. มีพื้นที่ครอบคลุม 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา และพัทลุง (รูปที่ 2-24) ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $6^{\circ} 45'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $8^{\circ} 00'$ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ $99^{\circ} 30'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $100^{\circ} 45'$ ตะวันออก ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ทิศตะวันออก ติดกับอ่าวไทย ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก และทิศใต้ติดกับชายแดนประเทศมาเลเซีย

ต้นกำเนิดของแม่น้ำสาขาย่อยของลุ่มน้ำทะเลสาปสงขลาส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดพัทลุง สภาพภูมิประเทศทางด้านตะวันตกของลุ่มน้ำมีเทือกเขานครศรีธรรมราชทอดยาวจากทิศเหนือจรดทิศใต้ ซึ่งเป็นเขตติดต่อระหว่างจังหวัดตรังกับจังหวัดพัทลุงและประเทศมาเลเซียทางตอนใต้ และค่อย ๆ ลาดเทลงมาสู่ทะเลสาปสงขลา ส่วนทางด้านตะวันออกของลุ่มน้ำจะเป็นสันทรายยาวจากทิศเหนือจรดทิศใต้ โดยมีทะเลสาปสงขลาตั้งอยู่กลางลุ่มน้ำก่อนไปทางตะวันออก ประกอบด้วย 3 ส่วน จากปากทะเลสาป คือ ทะเลสาปสงขลา ทะเลสาป (ประกอบด้วยเกาะ 2 เกาะ คือ เกาะใหญ่ และเกาะสี่เกาะห้า) และทะเลหลวง คิดเป็นพื้นที่ทะเลสาปสงขลา 1,180 ตร.กม.



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

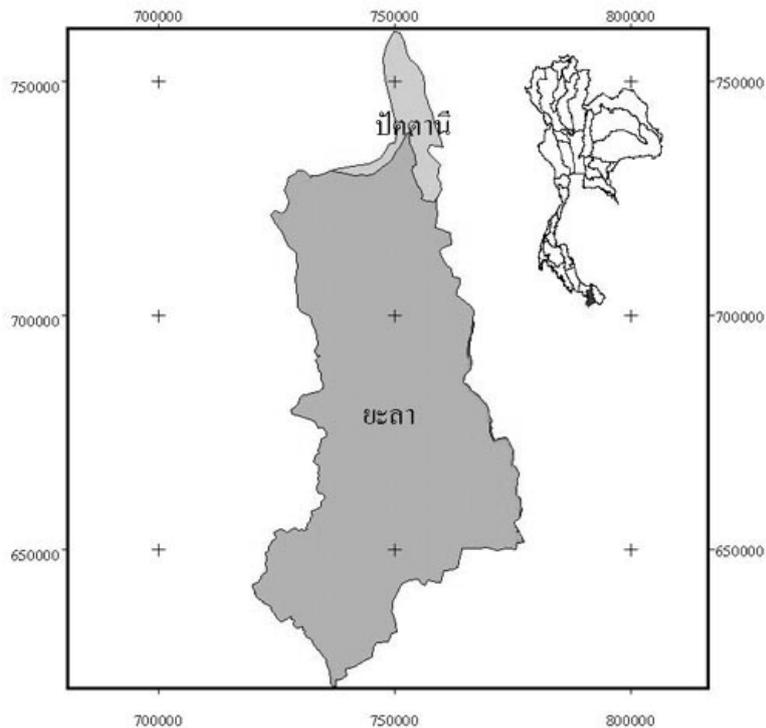
รูปที่ 2-24 ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

24) ลุ่มน้ำปัตตานี

ลุ่มน้ำปัตตานี ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 3,858 ตร.กม. มีพื้นที่ครอบคลุมจังหวัดยะลาและจังหวัดปัตตานี ลักษณะลุ่มน้ำเป็นแนวยาววางตัวอยู่ตามแนวทิศเหนือ-ใต้ (รูปที่ 2-25) อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $5^{\circ} 36'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $6^{\circ} 55'$ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ $101^{\circ} 00'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $101^{\circ} 30'$ ตะวันออก ทิศเหนือติดกับอ่าวไทยที่ปากแม่น้ำปัตตานี ทิศใต้ติดกับประเทศมาเลเซีย ทิศตะวันออกและทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก

แม่น้ำปัตตานีมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาสังกลาสิรี ในเขตอำเภอเบตง จังหวัดยะลา ไหลจากทิศใต้ขึ้นไปทางทิศเหนือ แล้วไหลลงทะเลอ่าวไทยที่อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าเขา มีพื้นที่ราบเล็กน้อย ทางตอนล่างของลุ่มน้ำเป็นที่ราบลุ่ม มีความยาวลำน้ำประมาณ 210 กิโลเมตร

ลุ่มน้ำปัตตานีมีแม่น้ำปัตตานีเป็นลำน้ำหลัก และมีแม่น้ำยะหาเป็นลำน้ำสาขา ในช่วงปลายคลองมีคลองหนองจิกแยกออกจากแม่น้ำปัตตานี และมีคลองเล็ก ๆ อีกมากมาย



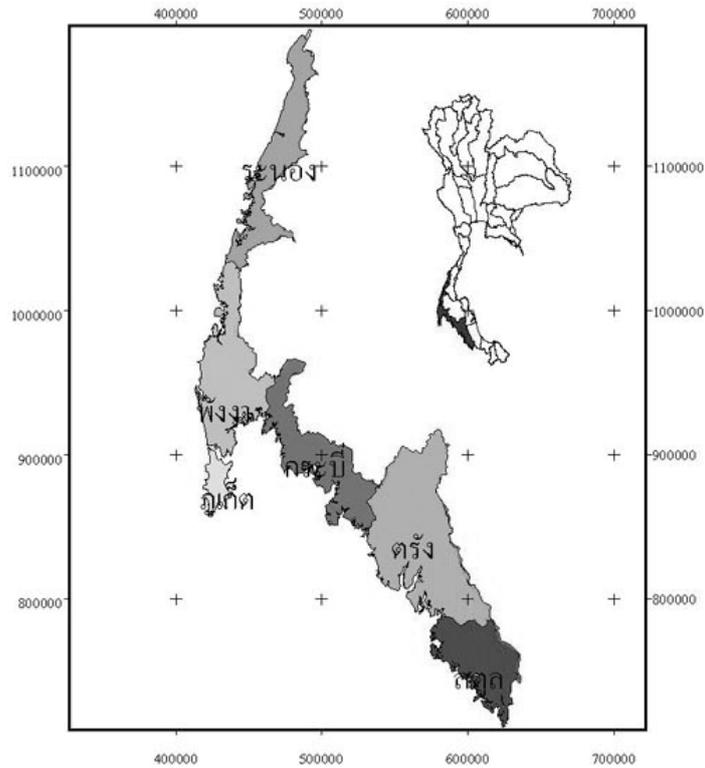
ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-25 กลุ่มน้ำปัตตานี

25) กลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก

กลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 20,473 ตร.กม. มีพื้นที่ครอบคลุม 7 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ นครศรีธรรมราช ตรังและสตูล (รูปที่ 2-26) กลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกออกตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $6^{\circ} 26'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $10^{\circ} 49'$ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ $98^{\circ} 12'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $100^{\circ} 14'$ ตะวันออก ทิศตะวันออกติดกับกลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก กลุ่มน้ำตาปี และกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ทิศใต้ติดกับทะเลอันดามันและชายแดนประเทศมาเลเซีย และทิศตะวันตกติดกับทะเลอันดามัน

กลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก เป็นพื้นที่ชายฝั่งติดทะเลอันดามัน มีเทือกเขาภูเก็ตพาดผ่านจากจังหวัดระนองลงมาจนถึงจังหวัดพังงา ซึ่งเป็นต้นกำเนิดแม่น้ำสายต่าง ๆ แม่น้ำและลำน้ำทั่วไปมีความยาวไม่มากนักและไหลลงสู่ทะเลอันดามันไปทางทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ ภูมิประเทศเกิดจากแผ่นดินยุบตัวลงไป ชายฝั่งทะเลเว้าแหว่งมีอ่าวและเกาะต่าง ๆ มากมาย เกาะที่สำคัญ ได้แก่ เกาะภูเก็ต เกาะตะรุเตา เกาะลันตา เกาะลิบง เกาะพระทอง และเกาะยาวใหญ่ มีป่าชายเลนขึ้นอยู่ตั้งแต่จังหวัดพังงาลงไปถึงจังหวัดสตูล



ที่มา: กรมชลประทาน, 2547 (<http://kromchol.rid.go.th/ffd/Plan/BASIN/>)

รูปที่ 2-26 ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก

แม่น้ำสายสำคัญในกลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก คือ แม่น้ำตรัง เป็นแม่น้ำสายใหญ่ที่สุดในพื้นที่ลุ่มน้ำ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขานครศรีธรรมราช ในอำเภอทุ่งสง ไหลผ่านอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดตรัง แล้วไหลไปลงทะเลอันดามันที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง มีความยาวรวมประมาณ 175 กิโลเมตร

2.2 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำ ต่าง ๆ ทั้ง 25 กลุ่มน้ำ จากการตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง โดยสรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญต่างๆ ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เมฆปกคลุม ความเร็วลม และปริมาณการระเหยจากผิวดิน รวมถึงปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงที่คำนวณจากวิธี Modified Penman

1) ลุ่มน้ำสาละวิน

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำสาละวิน ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 3 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศแม่ฮ่องสอน สถานีตรวจอากาศแม่สะเรียง และสถานีตรวจอากาศแม่สอด สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	25.4 – 25.4	25.4
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	73.8 – 76.7	75.5
ความเร็วลม	น็อต	0.7 – 2.2	1.3
เมฆปกคลุม	0-10	5.2 – 5.6	5.4
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,323.1 – 1,590.9	1,468.8
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,582.2 – 1,686.8	1,631.3

2) กลุ่มน้ำโขง

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำโขง ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ใน พื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 8 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศเชียงราย สถานีตรวจอากาศพะเยา สถานีตรวจอากาศเลย สถานีตรวจอากาศหนองคาย สถานีตรวจอากาศอุดรธานี สถานีตรวจอากาศสกลนคร สถานีตรวจอากาศนครพนม และสถานีตรวจอากาศมุกดาหาร สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	24.2 – 26.6	25.8
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	70.5 – 76.3	73.6
ความเร็วลม	น็อต	1.2 – 3.0	1.8
เมฆปกคลุม	0-10	5.0 – 5.7	5.3
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,309.1 – 1,788.3	1,533.3
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,623.2 – 1,822.7	1,732.3

3) ลุ่มน้ำกก

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำกก ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 3 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ สถานีตรวจอากาศลำพูน และสถานีตรวจอากาศพะเยา สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	24.2 – 26.1	25.2
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	71.3 – 76.3	73.6
ความเร็วลม	น็อต	1.2 – 1.4	1.3
เมฆปกคลุม	0-10	5.0 – 5.3	5.2
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,309.1 – 1,734.4	1,505.1
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,623.2 – 1,718.2	1,674.9

4) ลุ่มน้ำชี

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำชี ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 7 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศขอนแก่น สถานีตรวจอากาศชัยภูมิ สถานีตรวจอากาศโกสุมพิสัย สถานีตรวจอากาศร้อยเอ็ด สถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สถานีตรวจอากาศอุดรธานี และสถานีตรวจอากาศวิเชียรบุรี สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	26.6 – 27.8	27.0
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	68.8 – 72.7	71.3
ความเร็วลม	น็อต	1.3 – 3.8	2.2
เมฆปกคลุม	0-10	5.0 – 6.5	5.5
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,659.3 – 1,918.3	1,771.3
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,785.1 – 1,896.4	1,824.0

5) กลุ่มน้ำมุล

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำมุล ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 6 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศนครราชสีมา สถานีตรวจอากาศโชคชัย สถานีตรวจอากาศนางรอง สถานีตรวจอากาศสุรินทร์ สถานีตรวจอากาศท่าตูม และสถานีตรวจอากาศอุบลราชธานี สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	26.9 – 27.3	27.0
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	70.0 – 74.5	73.0
ความเร็วลม	น็อต	1.4 – 3.8	2.2
เมฆปกคลุม	0-10	4.8 – 6.5	5.7
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,576.8 – 1,891.4	1,793.3
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,803.6 – 1,847.1	1,825.4

6) กลุ่มน้ำปิง

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำปิง ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 8 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศลำพูน สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่พล สถานีตรวจอากาศตาก สถานีตรวจอากาศกำแพงเพชร สถานีตรวจอากาศนครสวรรค์ สถานีตรวจอากาศแม่สะเรียง และสถานีตรวจอากาศอุ้มผาง สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	23.3 – 28.2	26.3
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	68.5 – 78.3	72.5
ความเร็วลม	น็อต	0.6 – 3.0	1.7
เมฆปกคลุม	0-10	5.2 – 5.8	5.6
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,301.9 – 2,018.0	1,618.8
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,484.8 – 1,934.9	1,735.5

7) ลุ่มน้ำวัง

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำวัง ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 3 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศลำปาง สถานีตรวจอากาศเขื่อนภูมิพล และสถานีตรวจอากาศพะเยา สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	25.3 – 27.3	26.2
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	68.5 – 73.8	71.9
ความเร็วลม	นอต	1.0 – 2.4	1.5
เมฆปกคลุม	0-10	5.2 – 5.6	5.4
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,462.1 – 1,633.0	1,522.3
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,683.2 – 1,830.6	1,735.9

8) ลุ่มน้ำยม

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำยม ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 6 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศแพร่ สถานีตรวจอากาศอุตรดิตถ์ สถานีตรวจอากาศกำแพงเพชร สถานีตรวจอากาศพิษณุโลก สถานีตรวจอากาศตาก และสถานีตรวจอากาศพะเยา สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	25.3 – 28.2	21.7
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	68.6 – 75.3	72.4
ความเร็วลม	นอต	0.9 – 3.0	1.6
เมฆปกคลุม	0-10	5.1 – 5.8	5.5
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,429.4 – 2,018.0	1,675.3
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,683.2 – 1,934.9	1,780.5

9) ลุ่มน้ำน่าน

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำน่าน ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 5 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศท่าวังปลา สถานีตรวจอากาศน่าน สถานีตรวจอากาศอุตรดิตถ์ สถานีตรวจอากาศพิษณุโลก และสถานีตรวจอากาศนครสวรรค์ สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	25.2 – 28.2	26.8
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	70.4 – 79.8	74.5
ความเร็วลม	น็อต	0.6 – 3.0	1.3
เมฆปกคลุม	0-10	5.1 – 5.6	5.4
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,244.5 – 2,018.0	1,596.3
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,588.6 – 1,934.9	1,745.4

10) ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 8 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศนครสวรรค์ สถานีตรวจอากาศลพบุรี สถานีตรวจอากาศสุพรรณบุรี สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานดอนเมือง สถานีตรวจอากาศกรุงเทพฯ สถานีตรวจอากาศคลองเตย สถานีตรวจอากาศสถานีน้ำร้อน และสถานีตรวจอากาศชลบุรี สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	27.9 – 28.4	28.1
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	70.4 – 74.9	72.8
ความเร็วลม	น็อต	2.1 – 8.8	4.1
เมฆปกคลุม	0-10	5.4 – 7.6	6.3
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,782.5 – 2,018.0	1,873.6
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,722.6 – 2,045.5	1,916.3

11) ลุ่มน้ำสะแกกรัง

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำสะแกกรัง ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 2 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศอุ้มผาง และ สถานีตรวจอากาศนครสวรรค์ สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	23.3 – 28.2	25.8
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	70.4 – 78.3	74.3
ความเร็วลม	น็อต	0.6 – 3.0	1.8
เมฆปกคลุม	0-10	5.6 – 5.8	5.7
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,301.9 – 2,018.0	1,660.0
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,484.8 – 1,934.9	1,709.9

12) ลุ่มน้ำป่าสัก

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำป่าสัก ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 5 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศหล่มสัก สถานีตรวจอากาศเพชรบูรณ์ สถานีตรวจอากาศวิเชียรบุรี สถานีตรวจอากาศบัวชุม และสถานีตรวจอากาศลพบุรี สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	26.7 – 28.1	27.4
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	70.6 – 74.7	72.9
ความเร็วลม	น็อต	1.2 – 2.4	1.8
เมฆปกคลุม	0-10	5.4 – 5.6	5.5
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,596.3 – 1,905.8	1,751.6
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,718.1 – 1,890.7	1,803.0

13) กลุ่มน้ำท่าจีน

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำท่าจีน ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 2 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศสุพรรณบุรี และสถานีตรวจอากาศกาญจนบุรี สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	27.9 – 28.0	27.9
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	68.6 – 73.7	71.1
ความเร็วลม	น็อต	2.1 – 3.0	2.6
เมฆปกคลุม	0-10	5.7 – 6.1	5.9
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,853.5 – 1,905.1	1,879.3
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,872.4 – 1,886.9	1,879.6

14) กลุ่มน้ำแม่กลอง

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำแม่กลอง ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 4 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศอู่เมือง สถานีตรวจอากาศทองผาภูมิ สถานีตรวจอากาศกาญจนบุรี และสถานีตรวจอากาศเพชรบุรี สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	23.3 – 28.0	26.4
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	68.6 – 81.0	76.1
ความเร็วลม	น็อต	0.6 – 2.6	1.4
เมฆปกคลุม	0-10	5.3 – 6.0	5.7
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,301.9 – 1,905.1	1,555.1
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,484.8 – 1,886.9	1,708.9

15) ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำปราจีนบุรี ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 2 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศปราจีนบุรี และ สถานีตรวจอากาศบึงนครบุรี ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	27.7 – 28.2	28.0
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	72.9 – 76.7	74.8
ความเร็วลม	น็อต	1.5 – 1.7	1.6
เมฆปกคลุม	0-10	6.0 – 6.2	6.1
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,653.7 – 1,736.4	1,695.1
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,752.3 – 1,826.8	1,789.6

16) ลุ่มน้ำบางปะกง

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำบางปะกง ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 2 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศปราจีนบุรี และ สถานีตรวจอากาศชลบุรี สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	28.1 – 28.2	28.1
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	72.7 – 72.9	72.8
ความเร็วลม	น็อต	1.5 – 3.0	2.3
เมฆปกคลุม	0-10	5.7 – 6.0	5.8
ปริมาณการระเหยจากผิวดิน	มิลลิเมตร	1,653.7 – 1,808.0	1,730.9
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,826.8 – 1,929.5	1,878.1

17) กลุ่มน้ำโตนเลสอป

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำโตนเลสอป ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่กลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 2 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศอรัญประเทศ และสถานีตรวจอากาศจันทบุรี สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	27.1 – 27.5	27.3
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	74.3 – 78.9	76.6
ความเร็วลม	น็อต	1.4 – 2.4	1.9
เมฆปกคลุม	0-10	6.1 – 7.0	6.5
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,524.9 – 1,749.3	1,637.1
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,652.7 – 1,834.2	1,743.4

18) กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่กลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 8 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศชลบุรี สถานีตรวจอากาศเกาะสีชัง สถานีตรวจอากาศแหลมฉบัง สถานีตรวจอากาศพัทยา สถานีตรวจอากาศสัตหีบ สถานีตรวจอากาศระยอง สถานีตรวจอากาศจันทบุรี และสถานีตรวจอากาศคลองใหญ่ สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	27.1 – 28.2	27.8
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	72.7 – 79.7	76.7
ความเร็วลม	น็อต	1.4 – 5.1	3.7
เมฆปกคลุม	0-10	5.7 – 7.0	6.3
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,503.6 – 1,808.0	1,673.9
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,652.7 – 1,991.2	1,880.0

19) กลุ่มน้ำเพชรบุรี

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำเพชรบุรี ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 2 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศเพชรบุรี และ สถานีตรวจอากาศหัวหิน สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	27.6 – 27.8	27.7
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	74.0 – 76.5	75.3
ความเร็วลม	น็อต	2.6 – 3.0	2.8
เมฆปกคลุม	0-10	5.8 – 6.0	5.9
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,573.4 – 1,725.6	1,649.5
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,835.1 – 1,880.2	1,857.6

20) กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 3 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศหัวหิน สถานีตรวจอากาศประจวบคีรีขันธ์ และสถานีตรวจอากาศชุมพร สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	26.8 – 27.6	27.2
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	74.0 – 81.5	77.6
ความเร็วลม	น็อต	2.7 – 4.2	3.3
เมฆปกคลุม	0-10	5.8 – 6.5	6.2
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,380.6 – 1,732.7	1,613.0
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,758.8 – 1,880.2	1,835.6

21) กลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 10 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศชุมพร สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี สถานีตรวจอากาศสุราษฎร์ธานี สถานีตรวจอากาศนครศรีธรรมราช สถานีตรวจอากาศสงขลา สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานปัตตานี สถานีตรวจอากาศนราธิวาส สถานีตรวจอากาศระนอง สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานหาดใหญ่ และสถานีตรวจอากาศเกาะสมุย สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	26.5 – 28.1	27.1
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	76.7 – 81.9	80.5
ความเร็วลม	น็อต	1.7 – 5.3	3.0
เมฆปกคลุม	0-10	6.5 – 7.6	7.0
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,301.2 – 1,771.2	1,542.4
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,684.5 – 1,904.2	1,757.1

22) กลุ่มน้ำตาปี

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำตาปี ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 4 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี สถานีตรวจอากาศสุราษฎร์ธานี สถานีตรวจอากาศตะกั่วป่า และสถานีตรวจอากาศนครศรีธรรมราช สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	26.5 – 27.1	26.9
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	80.3 – 83.2	81.5
ความเร็วลม	น็อต	1.9 – 2.6	2.2
เมฆปกคลุม	0-10	6.5 – 6.9	6.8
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,412.8 – 1,572.5	1,508.6
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,684.5 – 1,761.7	1,731.1

23) กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 4 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานตรัง สถานีตรวจอากาศสงขลา สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานหาดใหญ่ และสถานีตรวจอากาศสตูล สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	26.8 – 28.1	27.3
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	76.7 – 81.5	79.5
ความเร็วลม	น็อต	2.3 – 5.3	3.4
เมฆปกคลุม	0-10	6.9 – 7.6	7.2
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,511.0 – 1,771.2	1,650.0
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,700.8 – 1,890.8	1,782.6

24) กลุ่มน้ำปัตตานี

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำปัตตานี ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 2 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานปัตตานี และสถานีตรวจอากาศนคราธิวาส สรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	26.9 – 27.2	27.0
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	80.8 – 81.9	81.4
ความเร็วลม	น็อต	2.6 – 3.6	3.1
เมฆปกคลุม	0-10	7.1 – 7.6	7.4
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,489.7 – 1,632.1	1,560.9
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,684.5 – 1,742.6	1,713.6

25) กลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก

สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ได้ศึกษาจากข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียงจำนวน 8 สถานี คือ สถานีตรวจอากาศตะกั่วป่า สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานภูเก็ต สถานีตรวจอากาศภูเก็ต สถานีตรวจอากาศกระบี่ สถานีตรวจอากาศเกาะลันตา สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานตรัง สถานีตรวจอากาศสตูล และสถานีตรวจอากาศระนอง และสรุปข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ ได้ดังนี้

ข้อมูลภูมิอากาศที่สำคัญ	หน่วย	ช่วงพิสัย ค่ารายปีเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย รายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	26.8 – 28.1	27.4
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	75.7 – 83.2	80.2
ความเร็วลม	น็อต	1.7 – 4.5	3.0
เมฆปกคลุม	0-10	6.3 – 7.1	6.7
ปริมาณการระเหยจากผิวน้ำ	มิลลิเมตร	1,301.2 – 1,696.8	1,531.4
ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง	มิลลิเมตร	1,718.3 – 1,897.1	1,797.2

2.3 สภาพอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยา

จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าของกลุ่มน้ำต่างๆ ทั้ง 25 กลุ่มน้ำ ในรายงานโครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทานสำหรับแผนฯ 9 ซึ่งศึกษาปริมาณฝนจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น ๆ และข้างเคียง โดยมีรายละเอียดปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าดังนี้

1) ลุ่มน้ำสาละวิน

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำสาละวิน ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาละวินและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำสาละวิน มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 900 มม. จนถึงประมาณ 3,100 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,353.8 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,245.2 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝน

ร้อยละ 91.98 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำสาละวินได้ ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
42.8	166.3	239.1	254.0	281.2	193.6	111.0	33.5	12.6	5.3	5.4	9.0	1,245.2	108.6	1,353.8

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำสาละวิน ได้ศึกษาจากรายงานโครงการเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนให้เขื่อนภูมิพล กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิงได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนให้เขื่อนภูมิพล เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำสาละวินได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทข.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
17,918	19,181	19,030	17,918	-	9,136.9	8,375.8

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำสาละวินมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 17,981 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 8,375.8 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 6,154.9 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 73.48 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 2,220.9 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 26.52 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับ

น้ำฝนเท่ากับ 14.82 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำ
สาละวินได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
184.7	279.2	482.7	896.1	1,650.4	1,665.9	1,180.6	710.5	490.2	366.9	252.6	216.1	6,154.9	2,220.9	8,375.8

2) ลุ่มน้ำโขง

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำโขง ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำโขง มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 900 มม. จนถึงประมาณ 2,900 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,548.2 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,393.1 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 89.98 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำโขงได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
80.2	214.0	250.8	259.1	329.4	250.2	89.6	14.0	6.6	6.5	14.8	33.1	1,393.1	155.1	1,548.2

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำโขง ได้ศึกษาจากรายงานโครงการเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบท่อส่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ งานศึกษาแผนหลักกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) พ.ศ.2544 โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบท่อส่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ งานศึกษา

แผนหลัก เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำโขงได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
57,424	56,956	46,460	57,424	4,294.4	26,474.7	30,769.0

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำโขงมีพื้นที่รับน้ำ ทั้งหมด 57,424 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 30,769.0 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 28,310.2 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 92.01 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 2,458.8 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 7.99 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 16.99 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำโขงได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
210.3	741.5	2,880.2	4,872.0	8,249.7	8,260.5	3,306.3	1,001.3	512.5	322.7	219.6	192.4	28,310.2	2,458.8	30,769.0

3) ลุ่มน้ำกก

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำกก ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำกกและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำกก มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,100 มม. จนถึงประมาณ 2,200 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,478.0 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,298.8 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 87.88 ของปริมาณฝนทั้งปี รูปที่ 3.2-4 แสดงการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำกก และสรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำกกได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
71.8	181.4	185.8	265.6	299.0	238.7	128.2	51.7	22.7	11.6	7.2	14.2	1,298.8	179.2	1,478.0

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำกก ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 2 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง ดังสรุปข้อมูลการรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำกกได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทข.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
7,895	7,228	-	7,895	4,176.8	-	4,176.8

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำกกมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 7,895 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 4,176.8 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 3,035.0 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 72.66 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 1,141.8 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 27.34 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 16.78 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำกกได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
87.0	147.3	226.9	415.4	795.2	844.2	606.0	398.6	257.5	188.8	115.2	94.8	3,035.0	1,141.8	4,176.8

4) กลุ่มน้ำชี

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในกลุ่มน้ำชี ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่กลุ่มน้ำชีและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่ากลุ่มน้ำชี มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 900 มม. จนถึงประมาณ 1,700 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่กลุ่มน้ำเท่ากับ 1,174.0 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,041.1 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 88.68 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งกลุ่มน้ำชีได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
66.4	165.1	171.8	160.0	203.2	244.0	96.9	11.4	4.4	3.4	13.7	33.5	1,041.1	132.9	1,174.0

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในกลุ่มน้ำชี ได้ศึกษาจากรายงานโครงการเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบท่อส่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ งานศึกษาแผนหลัก กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) พ.ศ.2544 โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน“มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบท่อส่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ งานศึกษาแผนหลัก เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่กลุ่มน้ำชีได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
49,476	49,000	49,477	49,476	-	11,244.3	11,244.0

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 49,476 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 11,244.0 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 9,638.4 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 85.72 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 1,605.7 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 14.28 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 7.21 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำที่ได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
106.8	331.6	695.4	1,032.5	1,866.0	3,029.6	2,683.4	949.8	250.5	115.3	86.7	96.6	9,638.4	1,605.7	11,244.0

5) ลุ่มน้ำมูล

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำมูล ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำมูล มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 800 มม. จนถึงประมาณ 2,500 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,266.1 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,124.3 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 88.80 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำมูลได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
70.5	168.7	175.5	178.4	214.9	261.4	125.4	22.8	1.9	3.0	11.2	32.4	1,124.3	141.8	1,266.1

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำมูล ได้ศึกษาจากรายงานโครงการเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบท่อส่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ งานศึกษาแผนหลักกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) พ.ศ.2544 โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละ ลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน

“มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการเพิ่มประสิทธิภาพแหล่งน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบท่อส่งน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ งานศึกษาแผนหลัก เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
69,700	71,151	69,701	69,700	-	19,500.8	19,500.2

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำมูลมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 69,700 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 19,500.2 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 17,328.5 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 88.86 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 2,171.7 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 11.14 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 8.87 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำมูลได้ดังนี้ หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
108.7	282.2	1,108.4	1,978.7	3,689.8	5,782.1	4,487.3	1,373.1	356.2	155.1	87.8	90.7	17,328.5	2,171.7	19,500.2

6) ลุ่มน้ำปิง

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำปิง ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำปิง มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผัน

แปรตั้งแต่ 900 มม. จนถึงประมาณ 1,900 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,124.6 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 992.2 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 88.23 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำปิงได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
47.9	157.8	136.1	151.7	195.5	215.7	135.4	44.2	13.0	7.3	5.5	14.3	992.2	132.4	1,124.6

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำปิง ได้ศึกษาจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา กรมชลประทาน พ.ศ.2543 โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าวเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
33,896	34,837	34,947	33,896	-	8,958.3	8,725.3

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำปิงมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 33,896 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 8,725.3 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 6,687.6 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 76.65 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 2,037.7 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 23.35 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 8.16 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำปิงได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
126.5	341.9	511.8	660.0	1,326.6	1,997.6	1,849.6	904.5	440.8	277.6	160.7	127.7	6,687.6	2,037.7	8,725.3

7) ลุ่มน้ำวัง

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำวัง ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำวังและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำวัง มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 900 มม. จนถึงประมาณ 1,400 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,098.6 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 962.5 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 87.61 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำวังได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
61.8	166.9	130.2	151.8	201.2	201.4	111.0	34.1	8.1	6.8	7.4	17.9	962.5	136.1	1,098.6

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำวัง ได้ศึกษาจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา กรมชลประทาน พ.ศ.2543 โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำวังได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
10,792	10,822	10,791	10,792	-	1,605.6	1,617.5

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำวังมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 10,792 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 1,617.5 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 1,374.2 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 84.96 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 243.3 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 15.04 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วย พื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 4.75 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำวังได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
15.4	74.7	89.9	107.8	302.4	477.0	322.4	120.4	48.2	31.0	15.3	12.9	1,374.2	243.3	1,617.5

8) ลุ่มน้ำยม

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำยม ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำยม มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,000 มม. จนถึงประมาณ 1,600 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,159.2 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,037.5 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 89.50 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำยมได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
57.0	176.1	141.4	158.0	212.8	227.4	121.9	23.5	6.4	5.9	8.8	20.0	1,037.5	121.7	1,159.2

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำยม ได้ศึกษาจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา กรมชลประทาน พ.ศ.2543 โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าวเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบ

สารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทข.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
23,616	24,939	23,616	23,616	-	3,632.3	3,656.6

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 23,616 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 3,656.6 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 3,216.8 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 87.97 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 439.8 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 12.03 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 4.91 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำย่อยได้ดังนี้ หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
45.7	171.2	277.8	290.3	687.5	1,154.6	635.5	208.3	88.6	51.1	26.5	19.7	3,216.8	439.8	3,656.6

9) ลุ่มน้ำน่าน

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำน่าน ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำน่าน มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,000 มม. จนถึงประมาณ 1,800 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,272.7 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,128.3 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 88.65 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำน่านได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
71.9	185.8	171.3	193.1	243.5	232.3	102.3	20.4	5.1	6.1	12.6	28.2	1,128.3	144.4	1,272.7

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำน่าน ได้ศึกษาจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา กรมชลประทาน พ.ศ.2543 เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิงเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
34,331	34,216	34,330	34,331	-	11,972.2	12,014.8

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำน่านมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 34,331 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 12,014.8 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 10,474.4 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 87.18 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 1,540.4 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 12.82 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 11.10 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำน่านได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
153.9	344.1	781.5	1,558.5	2,961.8	3,251.0	1,577.5	587.7	313.6	220.3	143.8	121.2	10,474.4	1,540.4	12,014.8

10) ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 800 มม. จนถึงประมาณ 1,600 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,083.8 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 957.0 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 88.30 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
49.8	132.0	118.9	131.9	160.3	252.1	161.8	30.2	6.1	5.9	11.8	23.1	957.0	126.8	1,083.8

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 2 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
20,125	21,545	-	20,125	1,731.8	-	1,731.8

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 20,125 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 1,731.8 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 1,657.0 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 95.68 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 74.8 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 4.32 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 2.73 ลิตร/วินาที/ตร.กม. รูปที่ 3.2-5 แสดงการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำเจ้าพระยา และสรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
1.7	42.4	20.7	22.4	91.4	871.7	608.4	37.5	17.8	13.4	3.6	0.8	1,657.0	74.8	1,731.8

11) ลุ่มน้ำสะแกกรัง

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำสะแกกรัง ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำสะแกกรัง มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,000 มม. จนถึงประมาณ 1,500 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,233.8 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,059.1 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 85.84 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำสะแกกรังได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
70.7	166.6	128.9	136.1	173.4	268.5	185.6	43.7	4.5	6.0	14.9	34.9	1,059.1	174.7	1,233.8

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำสะแกกรัง ได้ศึกษาจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา กรมชลประทาน พ.ศ.2543 โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
5,192	4,972	5,192	5,192	-	1,100.3	1,124.8

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 5,192 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 1,124.8 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 892.4 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 79.34 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 232.4 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 20.66 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 6.87 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำสะแกกรังได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
8.7	32.3	57.0	49.2	72.3	252.2	429.4	137.9	40.2	21.8	15.3	8.5	892.4	232.4	1,124.8

12) ลุ่มน้ำป่าสัก

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำป่าสัก ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำป่าสัก มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 900 มม. จนถึงประมาณ 1,800 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,213.2 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,058.8 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 87.28 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำป่าสักได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
67.7	152.7	155.0	159.8	204.1	255.6	131.6	24.7	5.7	5.7	14.8	35.8	1,058.8	154.4	1,213.2

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำป่าสัก ได้ศึกษาจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา กรมชลประทาน พ.ศ.2543 โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าวเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน“มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
16,292	15,646	16,292	16,292	-	2,827.7	2,897.3

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 16,292 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 2,897.3 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 2,519.1 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 86.94 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 378.2 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 13.06 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 5.64 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำป่าสักได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
38.2	106.3	180.2	244.3	502.7	928.3	557.2	145.5	76.8	50.7	33.6	33.4	2,519.1	378.2	2,897.3

13) ลุ่มน้ำท่าจีน

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำท่าจีน ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำท่าจีน มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 800 มม. จนถึงประมาณ 1,500 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,040.8 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 916.9 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 88.10 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำท่าจีนได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
45.2	117.7	101.3	117.8	134.3	256.1	189.8	39.1	5.6	4.2	8.4	21.5	916.9	123.9	1,040.8

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำท่าจีน ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน“มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 2 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจาก

รายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ใน แต่ลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าเงินได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
13,681	13,984	-	13,681	1,364.4	-	1,364.4

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำท่าเงินมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 13,681 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 1,364.4 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 1,249.8 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 91.60 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 114.6 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 8.40 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 3.16 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำท่าเงินได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
3.9	33.3	19.2	18.6	67.5	609.5	501.7	70.1	20.6	11.2	5.6	3.2	1,249.8	114.6	1,364.4

14) ลุ่มน้ำแม่กลอง

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำแม่กลอง ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำแม่กลอง มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 900 มม. จนถึงประมาณ 2,200 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,333.8 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,159.6 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝน

ร้อยละ 86.94 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำแม่กลองได้ ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
65.2	172.4	152.0	177.0	194.0	247.6	216.5	55.8	5.7	4.4	12.8	30.3	1,159.6	174.2	1,333.8

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำแม่กลอง ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 2 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
30,836	30,111	-	30,836	15,129.5	-	15,129.5

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 30,836 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 15,129.5 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 12,782.2 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 84.49 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 2,347.3 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 15.51 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 15.56 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำแม่กลองได้ ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
139.5	300.8	1,053.5	2,163.4	3,880.1	2,902.6	2,481.9	1,066.5	481.2	302.0	194.1	163.9	12,782.2	2,347.3	15,129.5

15) ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำปราจีนบุรี ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำปราจีนบุรี มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,100 มม. จนถึงประมาณ 2,600 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,584.2 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,425.0 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 89.95 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำปราจีนบุรีได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
73.1	177.1	230.7	253.9	300.9	302.8	159.6	26.3	5.0	6.0	16.0	32.9	1,425.0	159.2	1,584.2

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำปราจีนบุรี ได้ศึกษาจากรายงานโครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรมชลประทาน พ.ศ.2543 โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อให้ไม่เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
10,481	9,984	9,821	10,481	-	4,752.8	5,164.0

จากการข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 10,481 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 5,164.0 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 4,770.2 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 92.37 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 393.8 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 7.63 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 15.62 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำปราจีนบุรีได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
25.1	80.7	314.9	697.1	1,139.9	1,461.1	1,076.5	226.9	67.0	36.2	21.3	17.2	4,700.2	393.8	5,164.0

16) ลุ่มน้ำบางปะกง

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำบางปะกง ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำบางปะกง มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,100 มม. จนถึงประมาณ 2,600 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,346.0 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,186.1 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 88.12 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำบางปะกงได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
69.1	150.7	172.0	197.1	237.8	270.2	158.2	33.0	6.2	6.4	15.8	29.5	1,186.1	159.9	1,346.0

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกง ได้ศึกษาจากรายงานโครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก กรมชลประทาน พ.ศ.2543 โดยได้ทำการ

ตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อย และลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษาเป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิงเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทข.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
7,977	8,920	8,679	7,977		3,736.4	3,344.0

จากการข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 7,977 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 3,344.0 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 3,083.0 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 92.20 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 261.0 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 7.80 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 13.29 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำบางปะกงได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
20.1	68.0	219.4	339.4	665.5	985.8	804.9	134.2	41.8	28.5	21.9	14.5	3,083.0	261.0	3,344.0

17) กลุ่มน้ำโตนเลสาป

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในกลุ่มน้ำโตนเลสาป ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่กลุ่มน้ำโตนเลสาปและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่า กลุ่มน้ำโตนเลสาป มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 800 มม. จนถึงประมาณ 3,000 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่กลุ่มน้ำเท่ากับ 1,516.0 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,300.0 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 85.75 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งกลุ่มน้ำโตนเลสาปได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
83.7	172.9	194.0	210.4	241.8	287.1	193.7	46.6	8.8	6.9	23.1	46.8	1,300.0	216.0	1,516.0

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในกลุ่มน้ำโตนเลสาป ได้ศึกษาจากรายงานโครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก กรมชลประทาน พ.ศ.2543 โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน“มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่กลุ่มน้ำโตนเลสาปได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
4,150	4,121	4,150	4,150	-	2,415.3	2,394.4

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำ โตนเลสาปมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 4,150 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ย ทั้งหมด 2,394.4 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 2,003.0 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 83.65 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 391.4 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 16.35 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝน เท่ากับ 18.30 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำโตนเลสาป ได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
30.0	58.6	152.2	219.5	453.9	586.5	532.4	177.7	77.3	46.8	30.7	28.9	2,003.0	391.4	2,394.4

18) ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจาก หน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกและข้างเคียง ซึ่ง สรุปได้ว่าลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,100 มม. จนถึง ประมาณ 4,400 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 2,151.0 มม. เป็นปริมาณฝน ในช่วงฤดูฝน 1,870.1 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 86.94 ของปริมาณฝนทั้งสรุปการผันแปรของ ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
102.0	255.6	326.5	307.5	358.1	369.4	253.0	60.0	8.7	19.5	35.0	55.7	1,870.1	280.9	2,151.0

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ได้ศึกษาจากรายงานโครงการศึกษาเพื่อ จัดทำแผนหลักการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก กรมชลประทาน พ.ศ.2543 โดยได้ทำ การตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่ม น้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากร น้ำแห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่ รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้

เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานโครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก เป็นปริมาณน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
13,829	13,173	13,830	13,829	-	12,775.7	12,979.5

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 13,829 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 12,979.4 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 11,419.2 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 87.98 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 1,560.3 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 12.02 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 29.76 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
150.5	511.7	1,533.5	1,804.7	2,668.8	2,739.2	2,161.3	658.2	294.6	204.5	123.2	129.3	11,419.2	1,560.3	12,979.5

19) ลุ่มน้ำเพชรบุรี

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำเพชรบุรี ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำเพชรบุรี มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 900 มม. จนถึงประมาณ 1,400 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,063.8 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 880.0 มม. หรือคิดเป็น

ปริมาณฝนร้อยละ 82.72 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำเพชรบุรีได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
31.8	126.2	94.7	115.7	117.1	177.9	248.5	114.3	7.9	6.4	7.4	16.1	880.0	183.8	1,063.8

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเพชรบุรี ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 2 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทข.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
5,603	6,237	-	5,603	1,384.7	-	1,384.7

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 5,603 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 1,384.7 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 976.0 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 70.84 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 408.7 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 29.52 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 7.84 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำเพชรบุรีได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
45.2	67.9	107.3	142.3	184.4	204.9	269.3	201.5	55.7	27.1	35.6	43.7	976.0	408.7	1,384.7

20) ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตกและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 800 มม. จนถึงประมาณ 1,600 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,047.7 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 903.6 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 86.25 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตกได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
47.8	114.4	92.7	90.8	102.7	119.2	207.4	156.7	19.8	25.4	35.9	35.0	903.6	144.1	1,047.7

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 2 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตกได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
6,744	7,088	-	6,744	1,343.3	-	1,343.3

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตกมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 6,744 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติราย

ปีเฉลี่ยทั้งหมด 1,343.3 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 1,207.6 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 89.90 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 135.7 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 10.10 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 6.32 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตกได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
38.8	162.1	62.0	75.9	128.1	109.5	214.9	353.1	102.0	34.1	34.0	28.8	1,207.6	135.7	1,343.3

21) ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,400 มม. จนถึงประมาณ 3,800 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 2,052.3 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,790.0 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 87.22 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
80.6	171.8	139.8	148.2	165.5	177.6	262.2	443.9	280.9	98.1	31.6	52.0	1,790.0	262.3	2,052.3

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 2 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวม ทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
26,353	26,650	-	26,353	22,268.3	-	22,260.7

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 26,353 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 22,260.7 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 18,092.0 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 81.27 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 4,168.7 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 18.73 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 26.79 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
737.7	1,008.6	1,118.7	1,269.2	1,608.7	1,777.1	2,378.44	4,638.9	4,292.4	1,804.8	834.7	791.6	18,092.0	4,168.7	22,260.7

22) ลุ่มน้ำตาปี

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำตาปี ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำตาปีและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำตาปี มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,400 มม. จนถึงประมาณ 3,900 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 2,061.1 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,809.2 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 87.78 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำตาปีได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
125.8	233.1	204.2	219.3	253.5	264.2	276.9	254.0	104.0	40.8	24.1	61.2	1,809.2	251.9	2,061.1

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำตาปี ได้ศึกษาจากรายงานการสำรวจ-ออกแบบโครงการสูบน้ำแม่ น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี การศึกษาทบทวนด้านอุทกวิทยา กรมชลประทาน พ.ศ.2544 โดยได้ทำ การตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงานดังกล่าว เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อย และลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำ แห่งชาติ และจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับ น้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 3 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็น การศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำ สาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับ อย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่ม น้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการปรับแก้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากรายงานการสำรวจ-ออกแบบ โครงการสูบน้ำแม่ น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี การศึกษาทบทวนด้านอุทกวิทยา เป็นปริมาณน้ำท่าที่ ลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยปรับตามสัดส่วนพื้นที่รับน้ำที่เปลี่ยนไป (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ รับน้ำยังคงเดิม) ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำตาปีได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทข.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
12,224	13,265	13,200	12,224	-	11,230.5	10,529.9

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำตาปี มีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 12,224 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 10,529.9 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 9,577.2 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 90.95 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 952.7 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 9.05 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 27.32 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำตาปีได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
167.5	394.9	679.8	1,158.7	1,459.6	1,701.9	1,639.5	1,553.1	989.8	427.4	201.5	156.3	9,577.2	952.7	10,529.9

23) กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่ากลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,500 มม. จนถึงประมาณ 2,900 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่กลุ่มน้ำเท่ากับ 1,992.2 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,722.6 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 86.47 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
95.2	153.7	96.6	110.1	115.2	139.5	264.6	497.6	345.3	85.6	26.2	62.6	1,722.6	269.6	1,992.2

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 2 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทข.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
8,495	8,200	-	8,495	6,628.4	-	6,628.4

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่มีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 8,495 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ย

ทั้งหมด 6,628.4 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 5,289.1 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 79.79 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 1,339.3 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 20.21 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 24.74 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
169.2	220.1	166.8	198.1	198.5	225.2	474.5	1,744.8	2,061.1	686.8	256.3	226.9	5,289.1	1,339.3	6,628.4

24) ลุ่มน้ำปัตตานี

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำปัตตานี ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำปัตตานีและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำปัตตานี มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,600 มม. จนถึงประมาณ 2,500 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 1,938.9 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 1,616.4 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 83.37 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำปัตตานีได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
134.1	213.0	128.7	139.4	154.5	194.4	258.4	280.8	247.1	68.4	41.8	78.2	1,616.4	322.5	1,938.9

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำปัตตานี ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อย และลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 2 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝน

ที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำปัตตานีได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทช.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
3,858	3,754	-	3,858	2,670.0	-	2,670.0

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำปัตตานีมีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 3,858 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 2,670.0 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 2,030.9 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 76.07 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 639.1 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 23.93 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 21.95 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำปัตตานีได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
123.0	193.8	143.9	155.3	146.9	168.7	279.5	411.1	531.8	237.6	141.7	136.7	2,030.9	639.1	2,670.0

25) ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ปริมาณฝน

ปริมาณฝนในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (เดิม) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกและข้างเคียง ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 1,600 มม. จนถึงประมาณ 4,400 มม. โดยมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 2,558.9 มม. เป็นปริมาณฝนในช่วงฤดูฝน 2,345.8 มม. หรือคิดเป็นปริมาณฝนร้อยละ 91.67 ของปริมาณฝนทั้งปี สรุปการผันแปรของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกได้ดังนี้

หน่วย มิลลิเมตร

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
139.5	289.5	301.5	335.5	368.9	402.5	305.4	203.1	87.1	37.0	26.4	62.6	2,345.8	213.1	2,558.9

ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในกลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากฐานข้อมูลพื้นที่รับน้ำในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและลุ่มน้ำหลักจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ของอดีตคณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ พบว่าข้อมูลพื้นที่รับน้ำในแต่ละลุ่มน้ำจากทั้ง 2 แหล่งข้อมูลยังมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง และเนื่องจากในการศึกษานี้เป็นการศึกษาในภาพรวมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จึงใช้ข้อมูลพื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเหลื่อมล้ำพื้นที่ในแต่ละลุ่มน้ำและข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

จากการตรวจสอบพื้นที่รับน้ำและเลือกใช้พื้นที่รับน้ำจากรายงาน “มาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา” ในการอ้างอิง ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าและสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำและข้างเคียง ดังสรุปข้อมูลการปรับพื้นที่และปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกได้ดังนี้

ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)				ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)		
กทข.	GIS	Report	เลือกใช้	คำนวณ	Report	เลือกใช้
20,473	18,881	-	20,473	22,396.7	-	22,396.7

จากข้อมูลพื้นที่ที่เลือกใช้และปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก มีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 20,473 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 22,396.7 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 19,232.9 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 85.87 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 3,163.8 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 14.13 ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย) และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 34.69 ลิตร/วินาที/ตร.กม. สรุปการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกได้ดังนี้

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งปี
331.0	1,071.8	1,476.0	2,322.3	3,581.6	4,024.4	3,391.0	3,034.7	1,747.4	755.5	346.3	314.6	19,232.9	3,163.8	22,396.7

2.4 เครือข่ายข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

เครือข่ายข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาที่ใช้ในการศึกษามีรายละเอียดสถานีตรวจวัด ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วย ข้อมูลรายชื่อ ประเภท ที่ตั้งของสถานีอุตุนิยมวิทยา ประเภทข้อมูลได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝน ใช้เครือข่ายข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน ส่วนข้อมูลภูมิอากาศอื่น ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ การระเหยจากผิวดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และความกดอากาศ ใช้เครือข่ายข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา

2) ข้อมูลอุทกวิทยา ประกอบด้วย ข้อมูลรายชื่อ ประเภท ที่ตั้งของสถานีอุทกวิทยา ได้แก่ สถานีวัดปริมาณน้ำ โดยใช้เครือข่ายข้อมูลของกรมชลประทาน

2.4.1 สถานีอุตุนิยมวิทยา

จากการรวบรวมข้อมูลสถานีตรวจวัดด้านอุตุนิยมวิทยา ได้คัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนของ กรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา และสถานีที่ตรวจวัดข้อมูลภูมิอากาศต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิเฉลี่ยของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยการคัดเลือกพิจารณาจากความสมบูรณ์ของข้อมูล จำนวนช่วงปี (พิสัย) ของข้อมูลที่ได้มีการเก็บรวบรวม เนื่องจากในการวิเคราะห์ ข้อมูลในแต่ละลุ่มน้ำควรมีความเพียงพอของข้อมูล และมีการกระจายของสถานีครอบคลุมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ ซึ่งจากการพิจารณาข้อมูลของกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวนประมาณ 1,877 สถานี นำมาการประมาณค่าข้อมูลน้ำฝน และข้อมูลภูมิอากาศที่ขาดหายไป (Estimating missing data) และตรวจสอบข้อมูลโดยวิธี Double mass curve แสดงรายละเอียดการวิเคราะห์ในภาคผนวก ค โดยจากการพิจารณาได้คัดเลือกสถานีน้ำฝนทั้งของกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 169 สถานี ดังรูปที่ 2-27 และพิจารณา สถานีวัดภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาทั้งหมดจำนวน 119 สถานี นำมาวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อมูลปริมาณฝนและคัดเลือกสถานีวัดข้อมูลภูมิอากาศจำนวน 100 สถานี ดังรูปที่ 2-28 และแสดงรายละเอียดข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลภูมิอากาศที่คัดเลือกในภาคผนวก ข โดยสรุปจำนวนสถานีที่คัดเลือกได้ดังนี้

1) สถานีวัดน้ำฝน

หน่วยงานราชการ	จำนวนสถานีวัดน้ำฝน (สถานี)
กรมชลประทาน	68
กรมอุตุนิยมวิทยา	101
รวม	169

2) สถานีวัดสภาพภูมิอากาศ

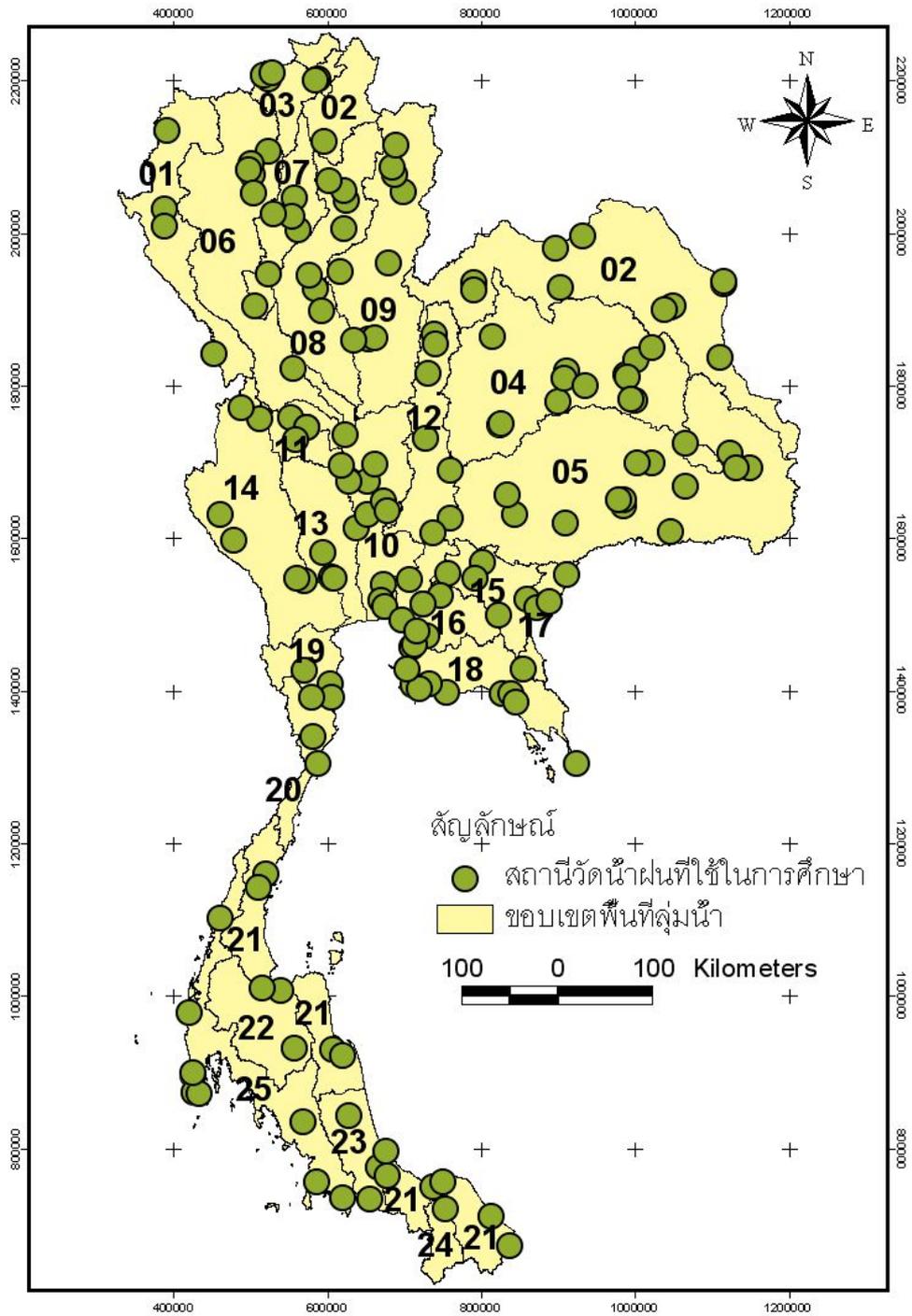
หน่วยงานราชการ	จำนวนสถานีวัดสภาพภูมิอากาศ (สถานี)
กรมอุตุนิยมวิทยา	100
รวม	100

2.4.2 สถานีอุทกวิทยา (Hydrologic Station)

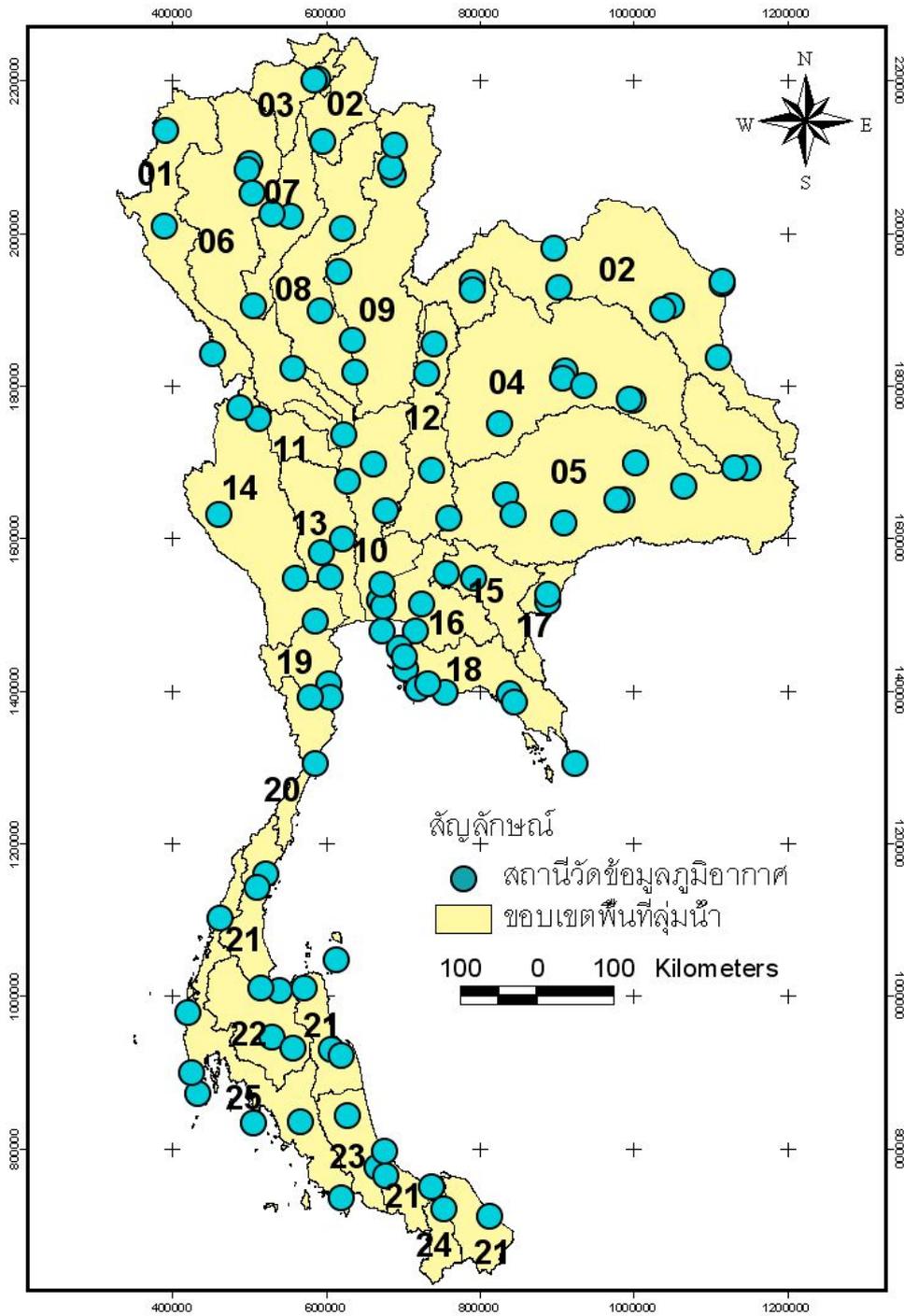
จากการรวบรวมข้อมูลสถานีอุทกวิทยา ที่ตรวจวัดปริมาณน้ำท่าของกรมชลประทาน โดยคัดเลือกพิจารณาจากความสมบูรณ์ของข้อมูล จำนวนช่วงปี (ปีล้น) ของข้อมูลที่ได้มีการเก็บรวบรวม เนื่องจากต้องมีความเพียงพอของข้อมูล และมีการกระจายของสถานีครอบคลุมทั้ง 25 ลุ่มน้ำ จากการพิจารณาสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานประมาณ 250 สถานี ทำการเพื่อเติมชุดข้อมูลด้วย HEC4 ให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ได้ และคัดเลือกจากสถานีที่มีข้อมูลเดิมไม่น้อยเกินไปเพื่อใช้ในการศึกษา โดยคัดเลือกจำนวน 68 สถานี ดังรูปที่ 2-29 แสดงรายละเอียดข้อมูลท่าที่คัดเลือกในภาคผนวก ข

1) สถานีวัดน้ำท่า

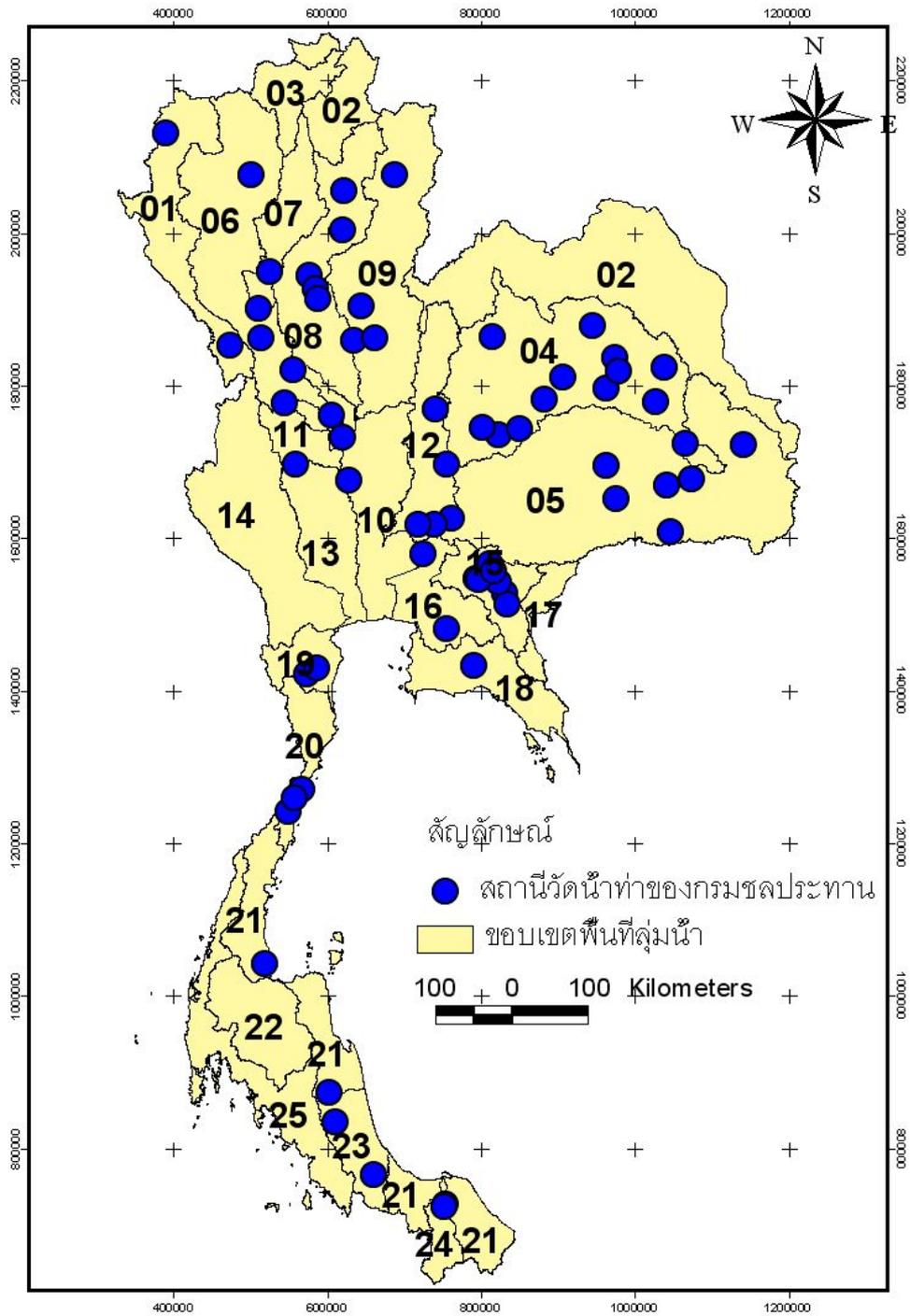
หน่วยงานราชการ	จำนวนสถานีวัดสภาพภูมิอากาศ (สถานี)
กรมชลประทาน	68
รวม	68



รูปที่ 2-27 สถานีวิจัยน้ำฝนของกรมชลประทานและกรมอุตุฯ ที่ใช้ในการศึกษา



รูปที่ 2-28 สถานีวัดข้อมูลภูมิอากาศต่างๆ ของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา



รูปที่ 2-29 สถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานที่ใช้ในการศึกษา

บทที่ 3

การทบทวนการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่ผ่านมา

3.1 การศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ตัวแปรสภาพภูมิอากาศ และสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

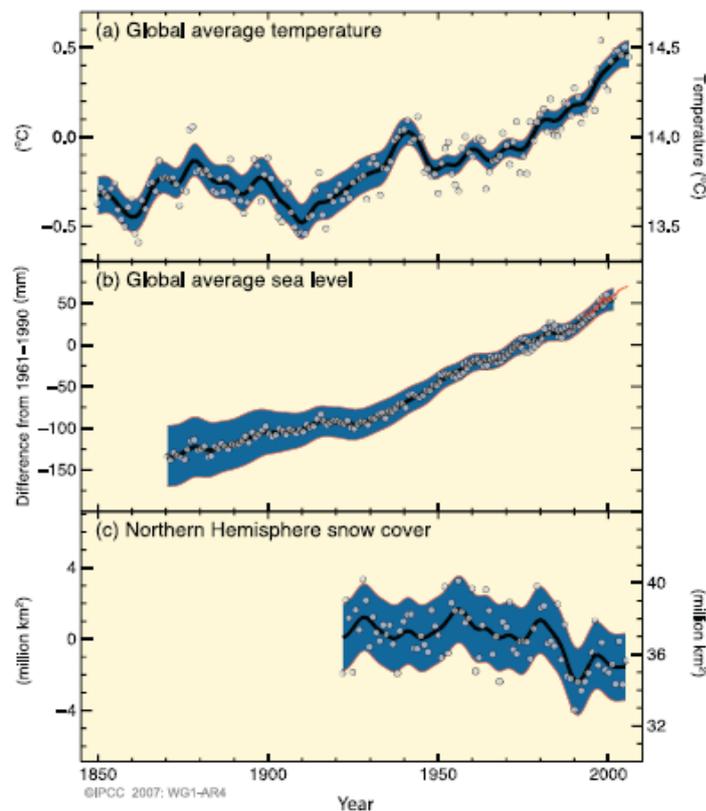
3.1.1 หลักฐานและสาเหตุการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Global Climate Change) หมายถึง สถานการณ์ที่สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ใดๆ มีการเปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างจากเดิมเป็นช่วงเวลานาน หรืออย่างถาวร ไม่ว่าจะเป็นแนวโน้มของสภาพอากาศ ค่าเฉลี่ย ค่าการแกว่ง เป็นต้น ดังเห็นได้จาก ข้อมูลสภาพอากาศที่มีการตรวจวัดด้วยเครื่องมือต่างๆ จากหลายๆ พื้นที่ในโลก เช่น อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกทั้งบนพื้นดินและในทะเล ที่มีค่าสูงขึ้นถึงประมาณ 0.6 องศาเซลเซียสในศตวรรษที่ผ่านมา ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น 9 ถึง 20 เซนติเมตร หรือแม้แต่การที่น้ำแข็งขั้วโลกและเทือกเขาสูงในหลายๆ แห่ง มีการหลอมละลายอย่างรวดเร็วขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เทียบกับค่าเฉลี่ยของข้อมูล ณ ปีฐานจำนวน 30 ปี (ค.ศ. 1961 ถึง ค.ศ. 1990) ดังแสดงในรูปที่ 3-1 (IPCC, 2007)

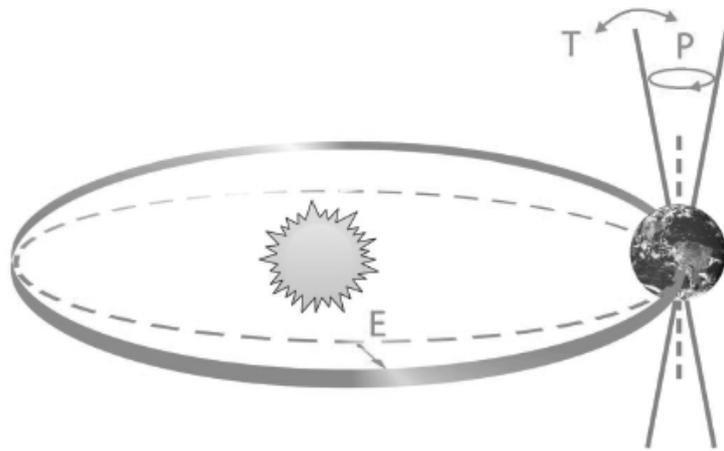
ในความเป็นจริงแล้วการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่มีระยะเวลายาวนานนี้ ได้เคยเกิดขึ้นมาแล้วในอดีต โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติของ 3 ปัจจัยหลัก (Imbrie and Imbrie, 1986; ธนวัฒน์ 2550) ได้แก่ (1) วงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงขนาดความรี ด้วยคาบการเกิดเฉลี่ยประมาณ 1 แสนปี (2) การส่ายของแกนหมุนของโลก ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ด้วยคาบเฉลี่ยประมาณ 2 หมื่นปี และ (3) การเปลี่ยนองศาของแกนหมุนของโลกระหว่าง 22.6-24.2 องศา ด้วยคาบเฉลี่ยประมาณ 4 หมื่นปี ดังแสดงในรูปที่ 3-2 ปัจจัยทั้งสามดังกล่าวทำให้พื้นที่ต่างๆในโลกได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์เปลี่ยนไป และส่งผลให้สภาพภูมิอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยดังกราฟของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่แสดงในรูปที่ 3-3 ในช่วงระยะเวลา 1.6 แสนปีที่ผ่านมา ซึ่งจะเห็นได้ว่าสภาวะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงสุดครั้งล่าสุด เกิดเมื่อประมาณ 1.2 แสนปีก่อนจากอาภุทธิพลต่างๆ ข้างต้น นอกจากนี้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

อื่นๆ เช่น ภูเขาไฟระเบิดก็สามารถส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของโลกได้เช่นเดียวกัน

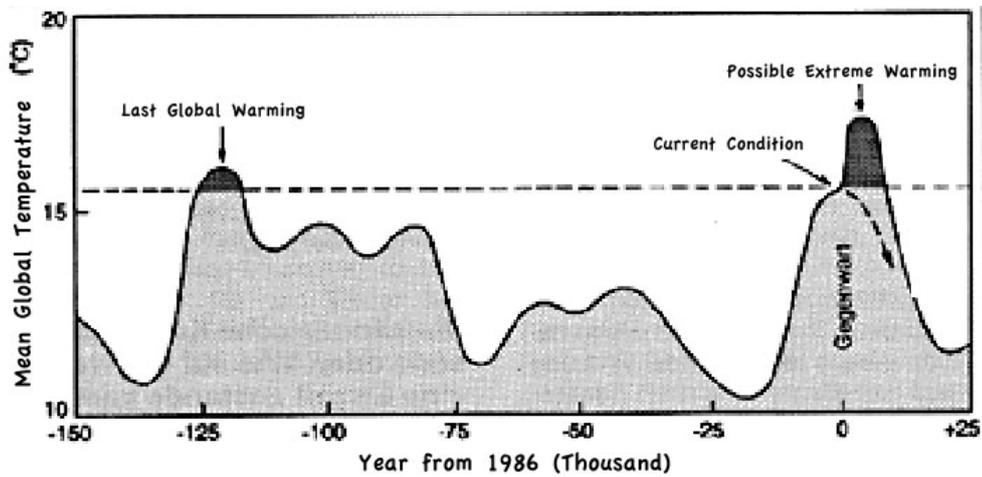
หากปัจจัยหลักทั้ง 3 เป็นเหตุผลหลักในการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของโลก อุณหภูมิโดยเฉลี่ยในช่วงเวลาปัจจุบันน่าจะลดลงตามลูกศรเส้นประ ในรูปที่ 3-3 อย่างไรก็ตามก็เห็นว่าอุณหภูมิของโลกในปัจจุบันกลับมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นมากกว่าในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของโลกในปัจจุบันจึงไม่น่าจะเกิดจากเหตุผลทางธรรมชาติที่ได้กล่าวไปแล้ว



รูปที่ 3-1 ผลการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลง (a) อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของโลก (b) ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยของโลก และ (c) ปริมาณหิมะที่ปกคลุมขั้วโลกเหนือ ขนาดการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของปีฐาน (ค.ศ. 1961-1990) เส้นทึบสีดำแสดงค่าเฉลี่ยราย 10 ปี จุดสีฟ้าแสดงข้อมูลรายปี และพื้นที่แรเงาสีน้ำเงินแสดงความแปรปรวนของข้อมูล (ที่มา IPCC, 2007)



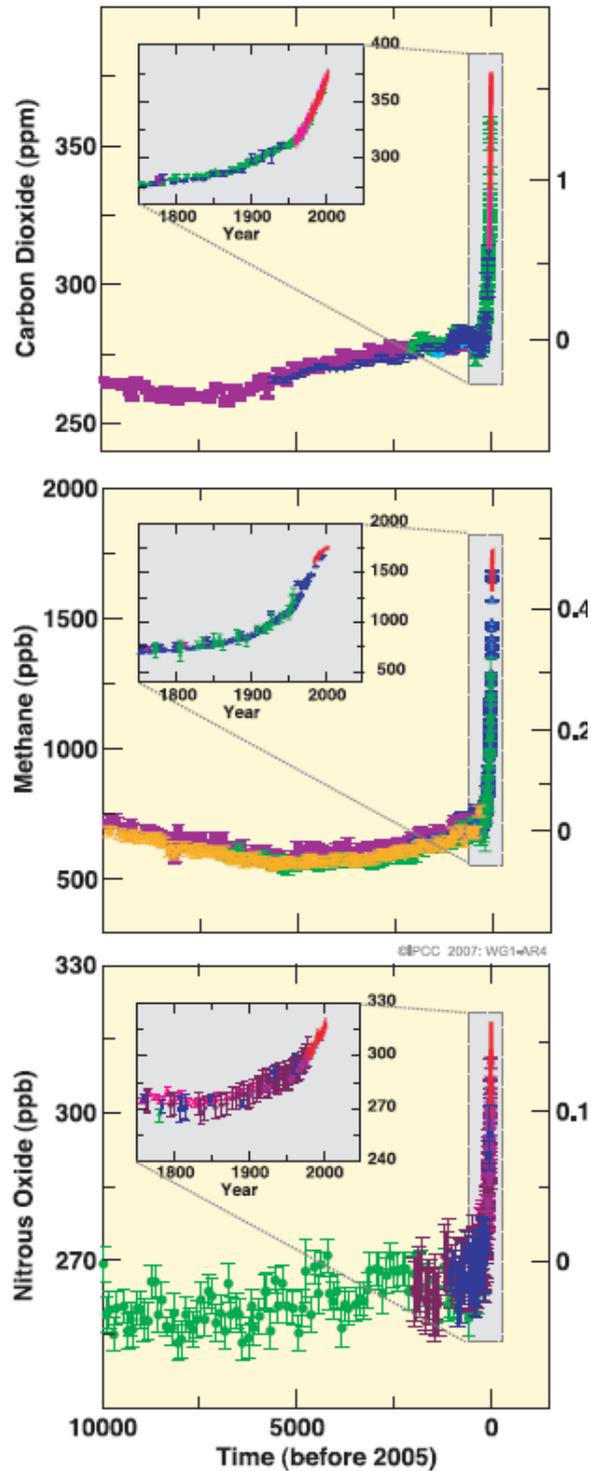
รูปที่ 3-2 ปัจจัยหลักทางธรรมชาติที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ได้แก่การเปลี่ยนวงโคจรของโลก (E) การส่ายของแกนหมุนของโลก (P) และการเปลี่ยนองศาของแกนหมุนของโลก (T) (ที่มา Rahmstorf and Schellnhuer, 2006; IPCC, 2007)



รูปที่ 3-3 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในรอบ 1.5 แสนปี ซึ่งแสดงภาวะโลกร้อนครั้งล่าสุดเมื่อประมาณ 1.2 แสนปีก่อนจากอิทธิพลทางธรรมชาติ และความเป็นไปได้ที่จะเกิดภาวะโลกร้อนในปัจจุบันที่อุณหภูมิเฉลี่ยจะสูงกว่าที่เคยเป็นมา (ปรับปรุงจาก Imbrie and Imbrie, 1986)

จากข้อมูลการศึกษาวិจัยที่มีอยู่อย่างมากมายในปัจจุบันระบุว่าสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นน่าจะเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) และฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Aerosol) รวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้สมดุลของพลังงานที่โลกได้รับมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย (IPCC, 2007) จากรายงานของศูนย์ประสานงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ได้สรุปว่าสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นเกิดจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมนุษย์เป็นหลักตั้งแต่ก่อนยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมและเพิ่มขึ้นมากถึงร้อยละ 70 ในระหว่างช่วงปี ค.ศ. 1970-2004 โดยก๊าซที่มีผลกระทบมากที่สุดได้แก่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รองลงมาได้แก่ ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวได้แสดงไว้ในรูปที่ 3-4 ซึ่งการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้จะเกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นแหล่งพลังงานหลักของมนุษย์ในปัจจุบัน

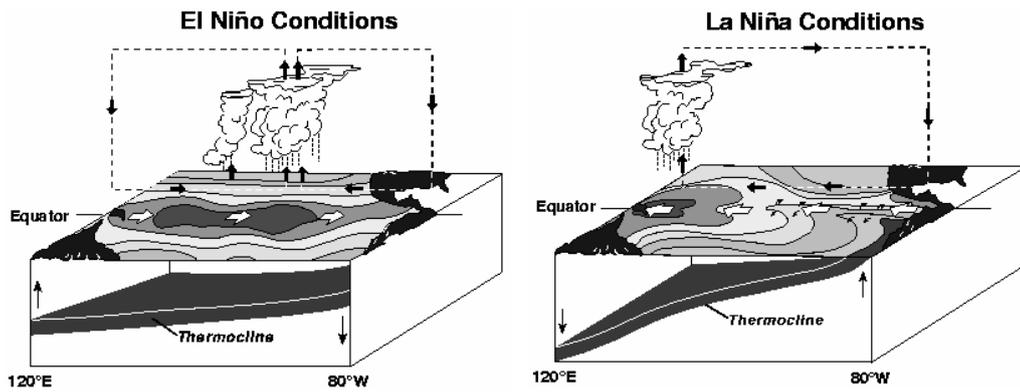
นอกจากนี้รายงานของ IPCC (2007) ได้แสดงข้อมูลที่เชื่อถือได้ว่า หากไม่มีมาตรการในการป้องกัน และตระหนักถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกแล้ว การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมนุษย์ยังคงเพิ่มขึ้นถึง 25-90% ในระหว่างปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2030 ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นนี้จะทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นไปอีกมาก และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในศตวรรษหน้าที่หนักกว่าที่ได้เคยประมาณการเอาไว้ก่อนหน้านี้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออารยธรรมของสิ่งมีชีวิตทั้งหลายในโลกใบนี้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้



รูปที่ 3-4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หน่วยในล้านหน่วย, บน) ก๊าซมีเทน (หน่วยในพันล้านหน่วย, กลาง) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (หน่วยในพันล้านหน่วย, ล่าง) โดยเฉลี่ยของโลกในชั้นบรรยากาศ พิจารณาจากข้อมูล 10,000 ปีที่ผ่านมาโดยการศึกษาก่อนน้ำแข็งที่ขั้วโลก (ที่มา IPCC, 2007)

3.1.2 การเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลก

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก (Global Climate Change) มีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลก (Global Climate Variability) ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจากสภาพเดิมในระยะเวลาอันสั้น ดังตัวอย่างของ ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) ที่อุณหภูมิของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ และปรากฏการณ์ลานีญา (La Nina) ที่อุณหภูมิของอากาศและผิวทะเลเฉลี่ยของมหาสมุทรแปซิฟิกลดลงต่ำกว่าปกติ หรือ SOI ซึ่งเป็นความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของทิศตะวันตกและตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก หรือ IOD ซึ่งเป็นความแตกต่างของอุณหภูมิทางด้านตะวันตก และตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งจะมีผลต่อการเคลื่อนไหวของมวลน้ำจากฟ้าสู่พื้นดินในประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 3-5 ถึง 3-7 ปรากฏการณ์ดังกล่าวส่งผลให้สภาพภูมิอากาศในพื้นที่แถบมหาสมุทรแปซิฟิกมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยปรากฏการณ์เอลนีโญ ที่มีมวลอากาศบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกตินี้ ทำให้เกิดการก่อตัวของเมฆบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรซึ่งปกติเมฆฝนเหล่านี้จะก่อตัวบริเวณทิศตะวันตกของมหาสมุทร ลักษณะเช่นนี้ทำให้ฝนมีแนวโน้มที่จะตกบริเวณตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทรแทน และส่งผลให้สภาพอากาศในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และทวีปออสเตรเลียแห้งแล้งขึ้น เป็นสาเหตุของการเกิดภัยแล้งและไฟป่าในภูมิภาคดังกล่าว ส่วนในทวีปอเมริกาฝั่งตะวันตกก็เกิดฝนตกหนักกว่าปกติ ในทางตรงกันข้ามปรากฏการณ์ลานีญาที่อุณหภูมิของอากาศและผิวทะเลเฉลี่ยของมหาสมุทรแปซิฟิกลดลงส่งผลให้เกิดฝนตกหนักกว่าปกติในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอุทกภัยได้ (NOAA, 2007) ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้แม้ว่าจะเป็นความแปรปรวนของสภาพอากาศโลกที่สามารถเกิดขึ้นได้เป็นปกติในภูมิภาคดังกล่าว แต่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ส่งผลให้ลักษณะของความแปรปรวนมีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีความถี่ในการเกิดสูงขึ้น และมีความรุนแรงมากขึ้น และมีแนวโน้มว่าพฤติกรรมดังกล่าวจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างถาวรและมีนัยสำคัญ (Karl et.al., 1995; IPCC, 2007)

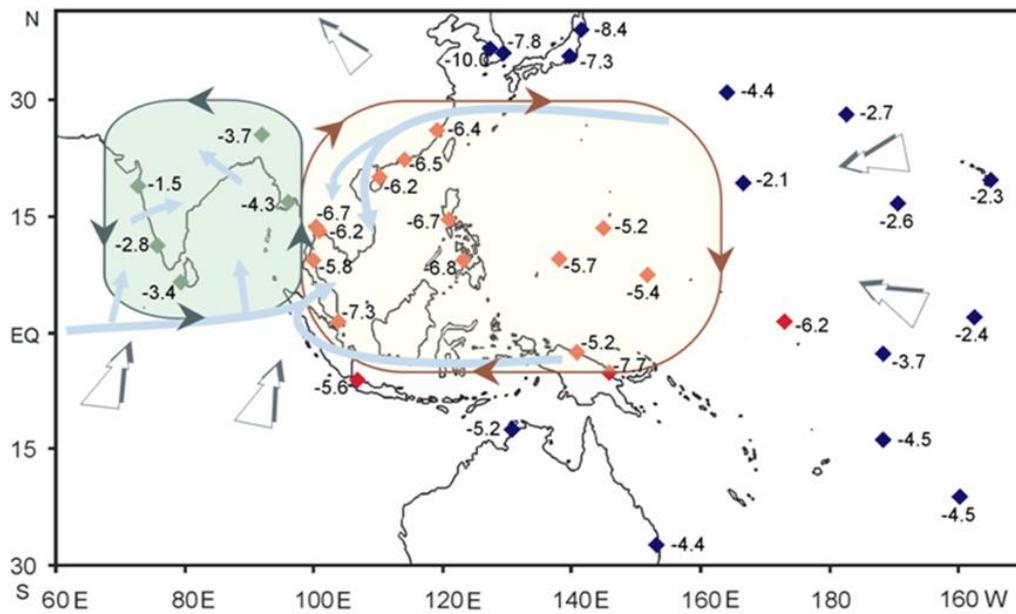


รูปที่ 3-5 ลักษณะของปรากฏการณ์เอลนีโญ (ซ้าย) ที่อุณหภูมิมหาสมุทรแปซิฟิกเพิ่มสูงขึ้นกว่าปกติและปรากฏการณ์ลานีญา (ขวา) ที่อุณหภูมิในมหาสมุทรแปซิฟิกต่ำกว่าปกติ ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณน้ำฝนในภูมิภาคนี้มีการแปรปรวนไปจากเดิม (ที่มา http://www.pmel.noaa.gov/tao/el_nino/nino-home.html)

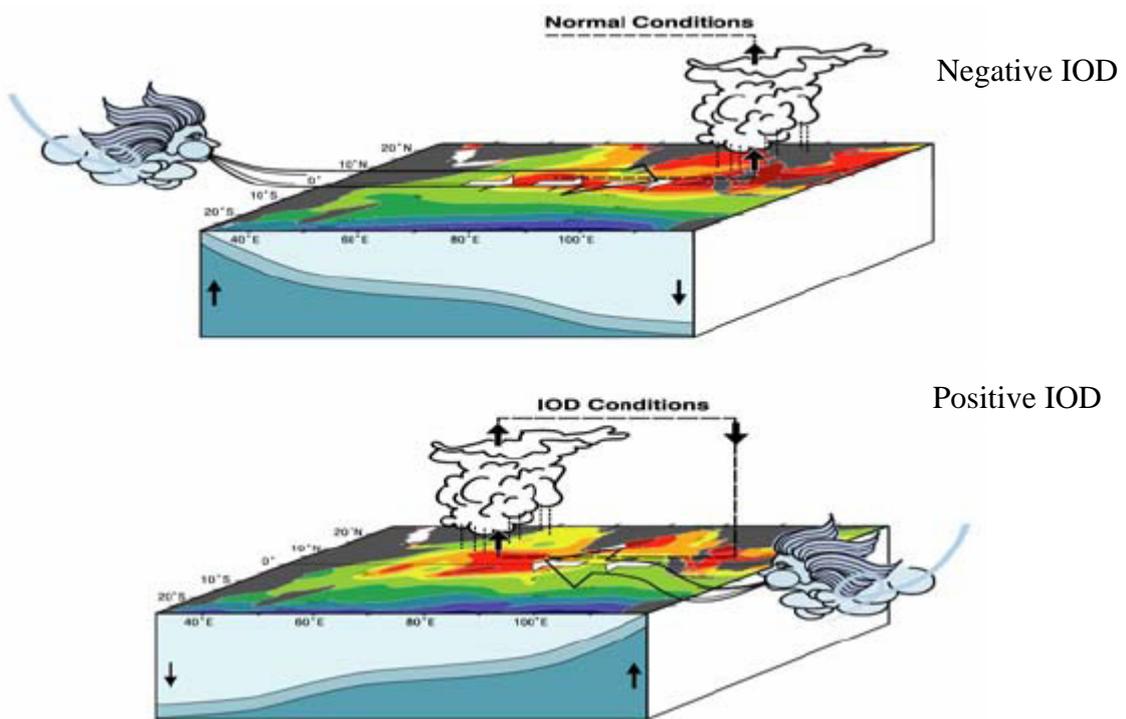
ข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้นำเข้าในแบบจำลองภูมิอากาศโลก (GCMs) คือ ข้อมูลปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ซึ่งคาดการณ์โดยการสร้าง Emission Scenarios แต่การประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตมีความไม่แน่นอนสูง เนื่องจากขึ้นอยู่กับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม การเติบโตของประชากรและเทคโนโลยีในอนาคต ดังนั้นจึงมีการสร้าง Emission Scenarios เป็น 4 แบบหลักๆ (IPCC SRES) ดังภาพที่ 4 ตามลักษณะการพัฒนา การถ่ายทอดเทคโนโลยี และความร่วมมือระหว่างสังคมโลกดังนี้

A Scenarios (ตระกูล A)	เป็นการพัฒนาที่มุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจเป็นหลัก (More economic)
B Scenarios (ตระกูล B)	เป็นการพัฒนาที่พิจารณาสีงแวดล้อม (More environmental)
1 Scenarios (สายพันธุ์ 1)	เป็นการพัฒนาที่มีความร่วมมือระหว่างประเทศ มีการถ่ายทอดเทคโนโลยี (More global)
2 Scenarios (สายพันธุ์ 2)	เป็นความร่วมมือระหว่างภูมิภาค (More regional)

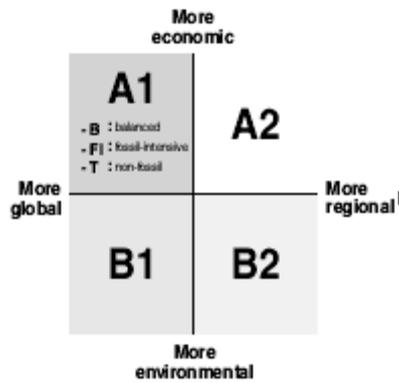
นอกจากนี้ยังมี Scenarios A1F1 คือ ใช้พลังงานฟอสซิลอย่างเข้มข้น A1T มีเทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียนทันสมัย และ A1B ซึ่งเป็นการพัฒนาสู่สิ่งแวดล้อมและมีความร่วมมือระหว่างโลกและภูมิภาคอย่างสมดุล (กัณฑ์ริย์ บุญประกอบ, 2007)



รูปที่ 3-6 แหล่งและการหมุนเวียนความชื้น ของมรสุมฤดูร้อนในพื้นที่อาเซียน



รูปที่ 3-7 ลักษณะของ IOD (Indian Ocean Dipole) ที่มา: Yamagata (2008)



รูปที่ 3-8 สมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสากล (IPCC SRES)

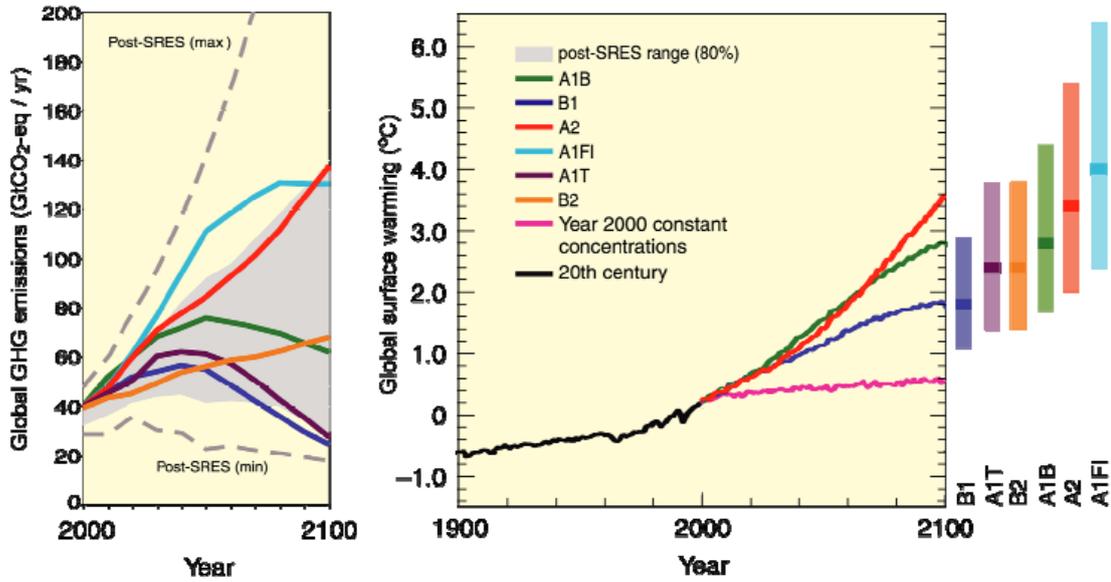
ที่มา: IPCC, 2001d

การกำหนดสมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสากล หรือที่เรียกว่า SRES (The IPCC Special Report on Emission Scenarios) ในรายการประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก ครั้งที่สาม (the IPCC Third Assessment Report, TAR) กำหนดให้มีสมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังต่อไปนี้

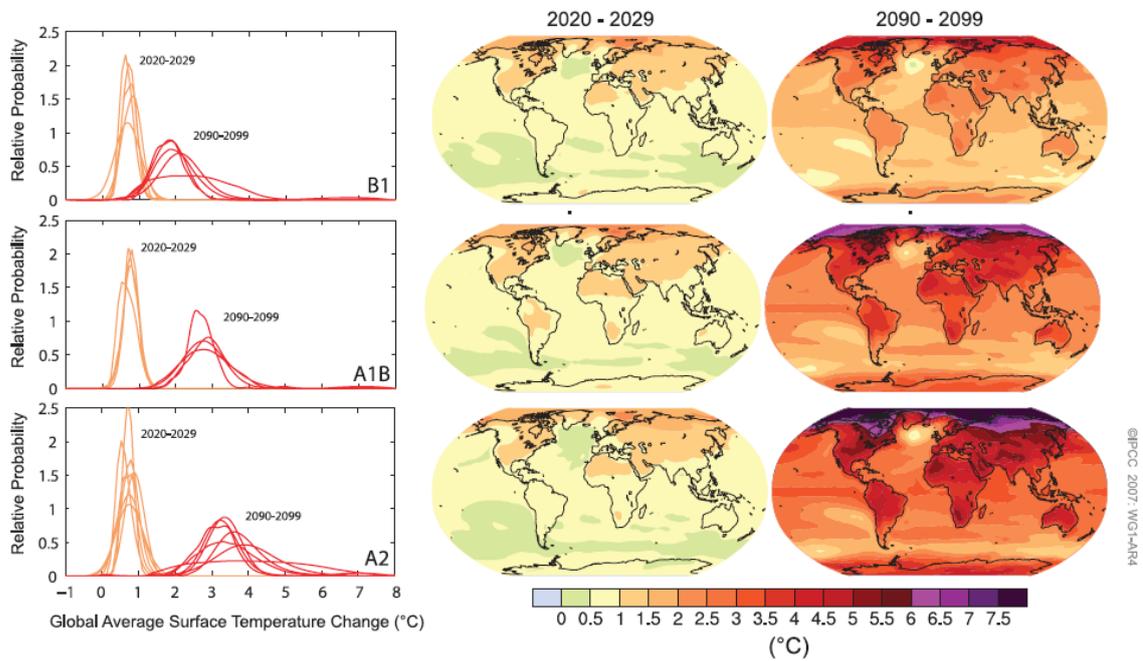
- สมมติฐาน A1: เป็นสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับโลกอนาคตที่มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณปี ค.ศ. 2050 และลดลง มีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่อย่างรวดเร็วและหลากหลาย โดยทุกประเทศมีความร่วมมือกันและช่องว่างของรายได้ลดลง สมมติฐาน A1 นี้แบ่งออกเป็น 3 สมมติฐานย่อยตามเทคโนโลยีสำคัญ คือ สมมติฐาน A1F1 เน้นการใช้พลังงานจากฟอสซิล เช่น น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ สมมติฐาน A1T เน้นการใช้พลังงานอื่นที่ไม่ใช่พลังงานจากฟอสซิล เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เป็นต้น และ A1B มีการใช้พลังงานที่สมดุลระหว่างแบบที่ใช้และไม่ใช้ฟอสซิล
- สมมติฐาน A2: เป็นสมมติฐานของโลกอนาคตที่มีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาค ซึ่งมีนโยบายและแนวทางเป็นของตัวเอง ประชากรของโลกมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ระบบเศรษฐกิจและรายได้มีความแตกต่างกันมากในแต่ละภูมิภาค รวมทั้งความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะช้ากว่าสมมติฐานอื่นๆ

- สมมุติฐาน B1: แสดงโลกอนาคตที่ประเทศและประชากรในโลกมีความร่วมมือกัน
 อย่างดี จำนวนประชากรของโลกจะเพิ่มขึ้นและสูงสุดในช่วงกลางศตวรรษและลดลง
 ดังเช่นกรณี A1 แต่ระบบเศรษฐกิจและเทคโนโลยีของทุกภูมิภาคมีลักษณะสอดคล้อง
 กัน และเน้นการพัฒนาที่เป็นมิตรกับสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นสมมุติฐานที่ดีที่สุดเมื่อ
 เทียบกับกรณีอื่นๆ
- สมมุติฐาน B2: เป็นลักษณะของสังคมและความเป็นอยู่ ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่
 แตกต่างกันตามแต่ละภูมิภาคของโลก ประชากรของโลกมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง
 แต่น้อยกว่ากรณี A2 มีความเจริญทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยีที่ช้ากว่าและ
 หลากหลายน้อยกว่าสมมุติฐาน A1 และ B1 แต่ดีกว่า A2 สมมุติฐานนี้มีความ
 พยายามในการที่จะรักษาสภาพแวดล้อมแต่จะแตกต่างกันตามนโยบายของแต่ละ
 ประเทศหรือภูมิภาค

จากสมมุติฐานที่ได้กำหนดไว้ ศูนย์ประสานงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก
 ได้ทำการรวบรวมผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกจากแบบจำลอง GCMs
 ต่างๆ และสรุปผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกโดยเฉลี่ยได้ตามรูปที่ 3-8 โดย
 รูป 3-8 (ซ้าย) แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาและรูปที่ 3-8 (ขวา) แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย
 ของโลกตามสมมุติฐานต่างๆ โดยแถบสีแสดงผลการพยากรณ์ที่น่าจะเป็นไปได้ร้อยละ 80 จากขอบเขต
 ผลการพยากรณ์ทั้งหมด และเส้นทึบแสดงค่าเฉลี่ยในแต่ละสมมุติฐาน และรูปที่ 3-9 แสดงตัวอย่างผล
 การพยากรณ์อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในภูมิภาคต่างๆ จากค่าเฉลี่ยของแบบจำลอง GCM ที่คำนึงถึง
 ความสัมพันธ์ระหว่างมหาสมุทรและบรรยากาศ หรือ AOGCM (Atmosphere Ocean General
 Circulation Model) เปรียบเทียบระหว่างปี ค.ศ. 2020-2029 และปี ค.ศ. 2090-2099 ตามสมมุติฐาน
 B1, A1B, และ A2 ตามลำดับ



รูปที่ 3-8 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ซ้าย) และกราฟแสดงการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเทียบกับปีฐาน (ค.ศ. 1980-1999) ตามสมมติฐาน SRES ต่างๆ (ขวา) (ที่มา IPCC, 2007)



รูปที่ 3-9 ผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในปี ค.ศ. 2020-2029 และ ค.ศ. 2090-2099 เทียบกับปีฐาน (ค.ศ. 1980-1999) ตามสมมติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (SRES) B1 A1B และ A2 ตามลำดับ ในรูปการกระจายของความน่าจะเป็น (ซ้าย) และรูปแบบแผนที่ (ขวา)

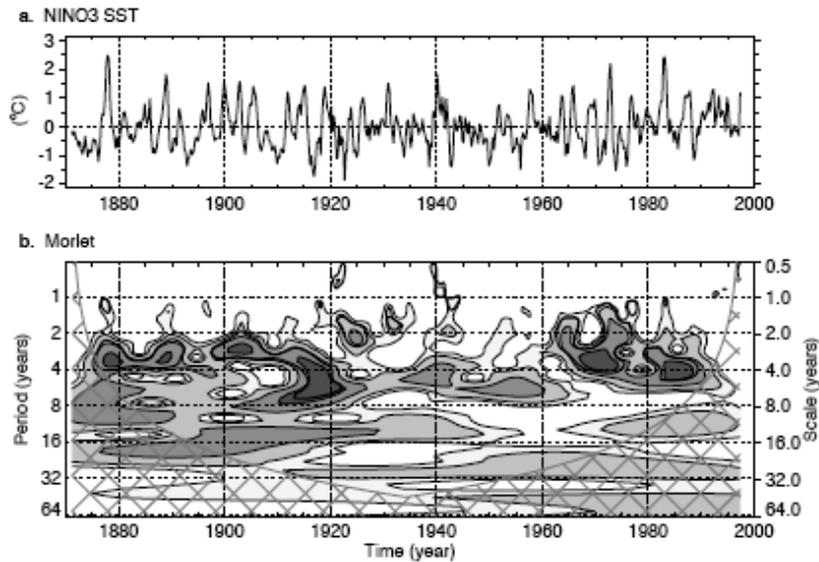
ผลการพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM นี้ มีความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูงสำหรับสภาพอากาศของโลกโดยรวมที่ความละเอียดต่ำเมื่อกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้ ทั้งนี้ความน่าเชื่อถือของแบบจำลองนี้ สืบเนื่องจากแบบจำลองดังกล่าวได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องโดยมีการใช้ความสัมพันธ์และสมการทางฟิสิกส์ที่ซับซ้อนในเรื่องของการถ่ายเทมวลพลังงาน และโมเมนตัม รวมทั้งใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ได้มีการกลั่นกรองความถูกต้องและมีความสมบูรณ์ (ที่ความละเอียดของแบบจำลองซึ่งค่อนข้างหยาบ) นอกจากนี้แบบจำลองเหล่านี้ยังได้มีการปรับแก้และตรวจสอบจากข้อมูลปีฐานที่สมบูรณ์ รวมทั้งได้ผ่านการทดสอบจากการจำลองสภาพภูมิอากาศในศตวรรษปัจจุบันด้วยข้อมูลในอดีตเมื่อหลายพันปีก่อนซึ่งได้จากการศึกษาคาร์บอนในแท่งน้ำแข็ง ดังนั้นหากสมมุติฐานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความถูกต้อง แบบจำลอง GCM น่าที่จะให้ผลการพยากรณ์ในระดับโลกที่มีความน่าเชื่อถือด้วยเช่นกัน ทั้งนี้มีข้อสังเกตว่าผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง GCM ของตัวแปรต่างๆ กันก็มีความน่าเชื่อถือไม่เท่ากัน เช่น อุณหภูมิจะมีความน่าเชื่อถือมากกว่าปริมาณน้ำฝน หรือการระเหย เป็นต้น

อย่างไรก็ดีแม้ว่าผลการพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCM จะมีความน่าเชื่อถือ แต่ข้อมูลที่ได้มักมีความละเอียดอยู่ในระดับต่ำ กล่าวคือมีความละเอียดประมาณ 200×200 ตารางกิโลเมตรหรือหยาบกว่า ด้วยเหตุนี้เมื่อนำผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง GCM มาใช้กับการศึกษาระดับภูมิภาคจึงทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูง ข้อจำกัดของการพยากรณ์ที่ความละเอียดสูงเกิดโดยมากเกิดจาก (1) ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันที่ไม่สามารถการคำนวณสมการที่สลับซับซ้อนและมีจำนวนตัวแปรมากๆ ได้ (2) ข้อมูลสภาพอากาศที่ความละเอียดสูงและมีความถูกต้องในทั่วทุกภูมิภาคยังไม่สามารถหาได้เพียงพอเพื่อการปรับแก้และตรวจสอบข้อมูล และ (3) ข้อจำกัดถึงความซับซ้อนของสภาพอากาศที่ความละเอียดสูงที่ยังไม่สามารถเข้าใจและจำลองได้อย่างถูกต้อง เช่น ฟิสิกส์ของเมฆและความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในระดับย่อย เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้จึงควรให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษหากจะนำผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง GCM มาใช้เพื่อการศึกษาผลกระทบที่ความละเอียดสูง เช่นในระดับภูมิภาค ระดับประเทศ หรือระดับลุ่มน้ำ เป็นต้น โดยในการศึกษาที่ความละเอียดดังกล่าวจำเป็นต้องเพิ่มความละเอียดของข้อมูล (Downscale) ด้วยความระมัดระวัง ซึ่งแนวทางการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสามารถทำได้โดยการใช้แบบจำลองสภาพอากาศระดับภูมิภาค (Regional Circulation Model, RCM) หรือใช้เทคนิคการเพิ่มความละเอียดข้อมูลเชิงสถิติ (Statistical Downscale Model) เป็นต้น

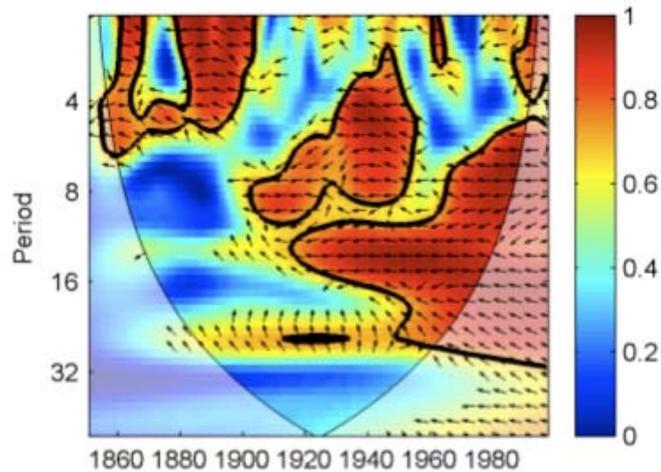
3.2 การศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเชิงสถิติในรูปแบบอนุกรมเวลา

แนวทางในการศึกษาพฤติกรรมอันเกี่ยวข้องกับความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศนั้น นิยมใช้การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการสภาพอากาศของโลกหรือของภูมิภาค ยกตัวอย่างเช่น ค่าดัชนีเอนโซ (the El Nino-Southern Oscillation: ENSO) (Neelin et.al., 1998) ซึ่งเป็นค่าของความกดอากาศระหว่างมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ฝั่งตะวันออก และฝั่งตะวันตกอันเนื่องมาจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของข้อมูลเอนโซในมิติของเวลาและความถี่ (Time-frequency Domain) จากการใช้การแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform) ซึ่งประยุกต์มาจากการแปลงฟูรีเย (Fourier Transform) ให้มีความเหมาะสมกับและมีประสิทธิภาพกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ (Non-stationary) (Wang and Wang, 1996) ซึ่ง Torrence and Compo (1998) ได้นำเสนอแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาอย่างละเอียดและศึกษาข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (NINO3 SST Index) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความแปรปรวนของสภาพอากาศในมหาสมุทรแปซิฟิกมีคาบการเกิดซ้ำที่สำคัญอยู่ในช่วงระหว่าง 2-4 ปี ในช่วงปี ค.ศ. 1880 – 1920 และช่วงปี ค.ศ. 1965 – 1990 ซึ่งแตกต่างกับพฤติกรรมในช่วงปี ค.ศ. 1920 – 1960 ซึ่งลักษณะการเกิดความแปรปรวนไม่ชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 3-10 ในทำนองเดียวกัน Markovic and Koch (2005) ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลอุตุ-อุตุนิยมวิทยาและหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเวลาของตัวแปรอุตุ-อุตุนิยมวิทยา รวมไปถึงอิทธิพลของค่า ดัชนี (NAO / AO Indices) ต่อปริมาณน้ำฝนรายเดือน ในประเทศเยอรมนี โดยการวิเคราะห์เวฟเล็ต (Wavelet) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของความแปรปรวนต่างๆเหล่านี้



รูปที่ 3-10 (a) ข้อมูลอนุกรมเวลาของดัชนีอุณหภูมิพื้นน้ำทะเล (Nino3 SST Index) ที่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอลนีโญในช่วงศตวรรษที่ผ่านมา (b) ขนาดสเปกตรัม (Power Spectrum) จากผลการแปลงเวฟเล็ตด้วยฟังก์ชันมอร์เล็ต (Morlet Wavelet) แสดงพฤติกรรมในรูปคาบการเกิดซ้ำที่สำคัญ พื้นที่แรเงาสีเทาเข้มภายใต้เส้นที่สีดำแสดงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% เปรียบเทียบกับความแปรปรวนสัมพันธ์ (Red-noise Process) (ที่มา Torrence and Compo, 1998)

นอกจากการวิเคราะห์พฤติกรรมอนุกรมเวลาของตัวแปรหนึ่งๆแล้ว ยังสามารถทำการแปลงคออสเวฟเล็ตเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรในแง่ของความเชื่อมโยงและการเหลื่อมล้ำของการเกิดได้อีกด้วย เช่น การศึกษาของ Grinsted et.al. (2004) ได้ใช้คออสเวฟเล็ตเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี Arctic Oscillation (AO) กับค่าการขยายตัวสูงสุดของน้ำแข็งในทะเลบอลติก (Baltic Maximum Sea-ice Extent Record, BMI) และแสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3-11 โดยแถบสีแสดงความสัมพันธ์ของสองตัวแปรจากขนาดของสเปกตรัม (Power Spectrum) และลูกศรแสดงการเหลื่อมล้ำในเวลาของตัวแปรทั้งสอง (Phase Angle) ความสัมพันธ์ตามรูปที่ 3-11 แสดงถึงความสัมพันธ์แบบผกผัน (180 องศา) ในสเปกตรัมที่มีนัยสำคัญ



รูปที่ 3-11 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดัชนี Arctic Oscillation (AO) และการขยายตัวของน้ำแข็งในทะเลบอลติก (Baltic Maximum Sea-ice Extent Record, BMI) ด้วยการแปลงครอสเวฟเล็ต โดยค่าความเข้มแสดงขนาดของความสัมพันธ์และลูกศรแสดงการเลี้ยวของข้อมูล สังเกตว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม (anti-phase) สำหรับช่วงเวลาและความถี่ที่ความสัมพันธ์มีนัยสำคัญ

ในงานวิจัยของ Paulin C (2006) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฝนในเชิงพื้นที่และเวลาของประเทศแคนาดาในช่วงปี ค.ศ. 1900-2000 ซึ่งได้ประยุกต์วิธีเวฟเล็ต (Wavelet) และครอสเวฟเล็ต (Cross-wavelet) ในการจำแนกความถี่ที่สำคัญ (low-frequency) โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของน้ำฝนจากสถานีฝนทั่วทั้งประเทศ และใช้ดัชนีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climatic indices) ได้แก่ North Atlantic Oscillation (NAO), Pacific-North American (PNA), Northern Hemisphere Annular Mode (NAM) และ El Nino/Southern Oscillation (ENSO) ซึ่งเป็นดัชนีสำคัญในการชี้วัดปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) และลานีญา (La Nina) โดยมีการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลฝน และดัชนีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเหล่านี้ โดยแยกเป็นรายฤดูกาล ซึ่งทำให้มีความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงเป็นฝนรายฤดูกาลจากผลของค่าดัชนีต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลความสัมพันธ์ต่างๆ เหล่านี้นอกจากจะบอกพฤติกรรมของความแปรปรวนต่างๆ และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกแล้ว ยังสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการปรับปรุงการพยากรณ์ตัวแปรสภาพภูมิอากาศในอนาคตได้อีกด้วย

บทที่ 4

การเตรียมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

การเตรียมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยข้อมูลเบื้องต้นต่าง ๆ ข้อมูลสมุทรศาสตร์ และ ข้อมูลการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศโลกในอนาคตด้วยแบบจำลอง GCM และดัชนีสมุทรศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (Nino 1+2, Nino 3, Nino 4 และ Nino 3.4) และค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย (DMI) รายละเอียดดังนี้

4.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น

ในการเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการศึกษาในครั้งนี้ได้จำแนกตามประเภทของข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยา ข้อมูลภูมิอากาศ และสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ และข้อมูลแผนที่และข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกต่อการเข้าถึงข้อมูล และเข้าใจลักษณะทางกายภาพของข้อมูล ทั้งในส่วนที่เป็นข้อมูลคงที่ (Static Data) ได้แก่ ข้อมูลสถานที่ตั้ง สถานีวัดน้ำฝน และสถานีวัดน้ำท่า เป็นต้น และข้อมูลพลวัต (Dynamic Data) ได้แก่ ข้อมูลประเภทอนุกรมเวลา ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิรายวัน ข้อมูลฝนรายวันและรายเดือน และข้อมูลน้ำท่ารายวันและรายเดือน เป็นต้น คณะวิจัยจึงได้คำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่พึงจะมีเป็นอย่างน้อย ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลดังนี้

1) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยารายเดือนของประเทศไทย ประกอบด้วย

- 1.1) ข้อมูลภูมิอากาศ ประกอบด้วย ชื่อสถานี รหัสสถานี ที่ตั้ง จังหวัด ลุ่มน้ำหลัก พิกัด UTM ระวังแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ละติจูด ลองจิจูด อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือน และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน ในหน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) ตามแผนที่ในบทที่ 2 และรายละเอียดสถานีในภาคผนวก ค
- 1.2) ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน ประกอบด้วย ชื่อสถานี รหัสสถานี ที่ตั้ง จังหวัด ลุ่มน้ำหลัก พิกัด UTM ระวังแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ละติจูด ลองจิจูด ปีเริ่มเก็บ

ข้อมูล ปีสุดท้ายของข้อมูล และปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน ในหน่วยมิลลิเมตร (mm) ตามแผนที่แนบที่ 2 และรายละเอียดสถานีในภาคผนวก ค

- 1.3) ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ประกอบด้วย ชื่อสถานี รหัสสถานี พื้นที่รับน้ำฝน ที่ตั้ง จังหวัด กลุ่มน้ำหลัก พิกัด UTM ระวังแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ละติจูด ลองติจูด ปีเริ่มเก็บข้อมูล ปีสุดท้ายของข้อมูล และข้อมูลน้ำท่ารายเดือน ในหน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (m^3/s)

2) ข้อมูลดัชนีทางสมุทรศาสตร์ต่างๆ ประกอบด้วย

- 2.1) ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI)
- 2.2) ค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (Nino 1+2, Nino 3, Nino 4 และ Nino 3.4) และ
- 2.3) ค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย (DMI)
- 2.4) ข้อมูลปีที่เกิดเอลนีโญและลานีญา

3) ข้อมูลแบบจำลองภูมิอากาศโลก ประกอบด้วย ชุดข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศอนุกรมเวลาของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณฝน ของแบบจำลองต่างๆ ดังนี้

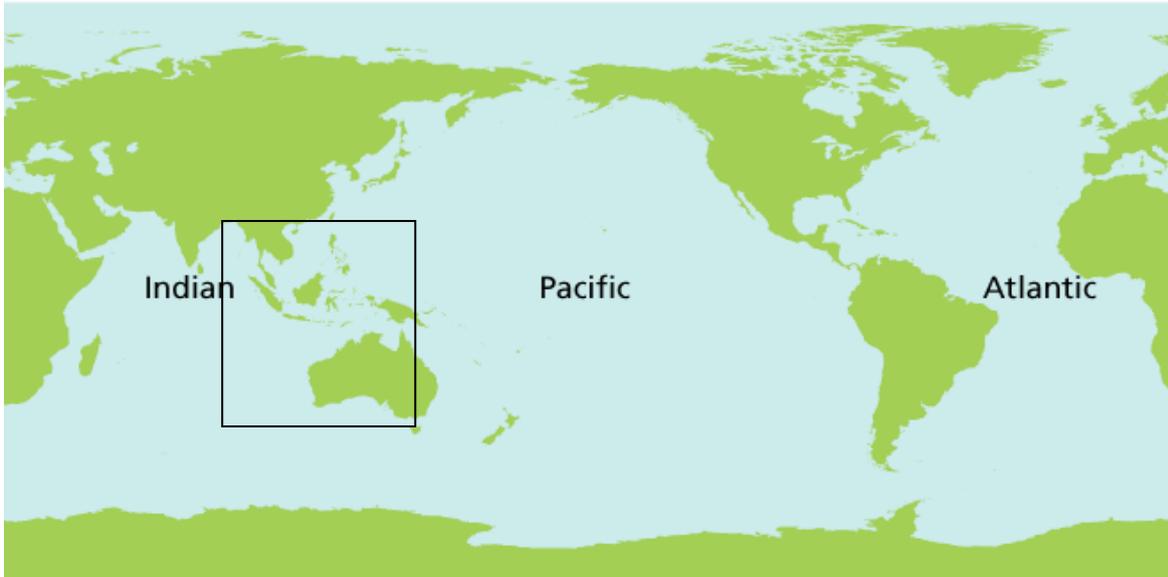
- 3.1) แบบจำลอง CGCM2 ของศูนย์ศึกษาสภาพอากาศแคนาดา ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2
- 3.2) แบบจำลอง HadCM3 SRES ช่วงปี 1961–2099 ของอังกฤษ ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2
- 3.3) แบบจำลองความละเอียดสูงของหน่วยงานอุตุนิยมวิทยา ประเทศญี่ปุ่น และ
- 3.4) ข้อมูล RCM จากแบบจำลอง PRECIS สมมติฐาน A2 ที่ศึกษาโดยศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ START ซึ่งใช้ข้อมูล GCM นำเข้าจากแบบจำลอง ECHAM4

4) ข้อมูลแผนที่และข้อมูลพื้นฐานทั่วไป ประกอบด้วย

- 4.1) ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำประธานทั้ง 25 ลุ่มน้ำ ได้แก่ รหัสลุ่มน้ำ ชื่อลุ่มน้ำ และพื้นที่ลุ่มน้ำ
- 4.2) ข้อมูลขอบเขตการปกครองและข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ ได้แก่ รหัสและชื่อของจังหวัด อำเภอ ตำบล และพื้นที่ของตำบล

4.2 ดัชนีสมุทรศาสตร์ ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (Nino 1+2, Nino 3, Nino 4 และ Nino 3.4) และค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย (DMI)

ระบบของชั้นบรรยากาศและมหาสมุทรมีการผันแปรที่หลากหลายและมีรูปแบบเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรมักจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อชั้นบรรยากาศด้วย เช่นรูปแบบคลื่นความร้อนที่เคลื่อนปกคลุมมหาสมุทร จะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิของบรรยากาศ ซึ่งผลกระทบจากทั้งความหนาแน่นและการเคลื่อนที่ของสภาพอากาศก็จะเกิดกับมหาสมุทรด้วยเช่นกัน การเชื่อมโยงกันมีหลายรูปแบบ ซึ่งแตกต่างกันไปตามแต่ละภูมิภาค (U.S. Climate Change Science Program, 2008) ความผันแปรของอากาศในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เชื่อมโยงอยู่กับปรากฏการณ์ ENSO (El Niño-Southern Oscillation) เมื่ออุณหภูมิโลกร้อนขึ้น ลักษณะอากาศในมหาสมุทรแปซิฟิกมีแนวโน้มที่จะเกิดสภาวะของ El Niño มากขึ้น ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของความถี่การเกิด ENSO และการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรของฤดูกาล ซึ่งจะเห็นได้ว่าความผันแปรจากค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิก ทำให้เกิดความแห้งแล้ง และอุทกภัยถี่ขึ้นระหว่างช่วงฤดูร้อนของประเทศที่อยู่ทางตะวันออก ทางใต้ และทางตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย จึงกล่าวได้ว่าในอนาคตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วนี้จะทวีความรุนแรงมากขึ้น (นิพนธ์ ตั้งธรรม, 2549) นอกจากนี้ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นอกจากจะเชื่อมโยงกับมหาสมุทรแปซิฟิกแล้ว ยังมีความเชื่อมโยงกับมหาสมุทรอินเดียด้วยเช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 4-1

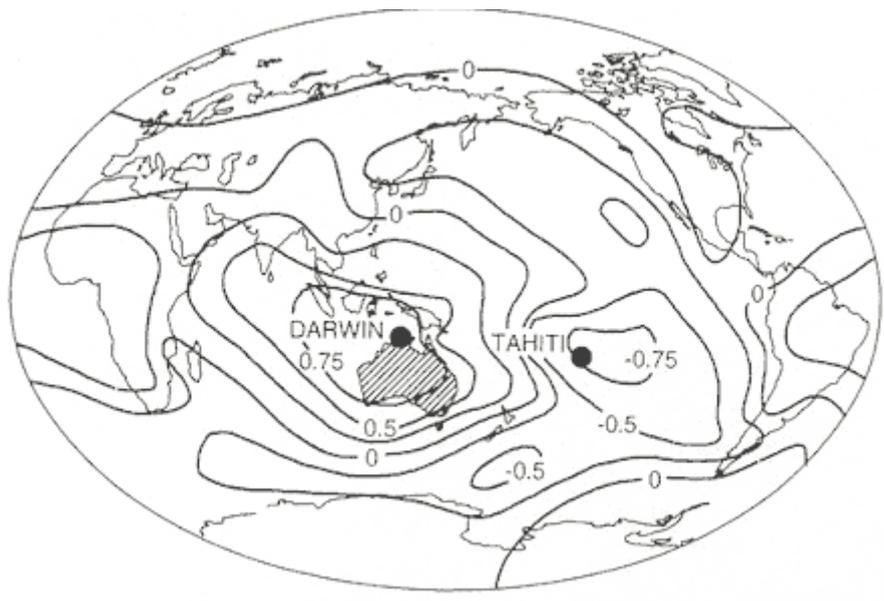


ที่มา: http://ioc3.unesco.org/oopc/state_of_the_ocean/atm/

รูปที่ 4-1 ตำแหน่งที่ตั้งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเชื่อมโยงกับมหาสมุทรแปซิฟิก และมหาสมุทรอินเดีย

ปรากฏการณ์ ENSO เป็นการรวมกันระหว่างปรากฏการณ์ *El Nino* (EN) และ *Southern Oscillation* (SO) ซึ่งมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยปรากฏการณ์ เอลนีโญ (*El Nino*) เป็นการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำอุ่นในมหาสมุทร ตามแนวชายฝั่งตะวันตกของทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศต่ำในบริเวณประเทศอินโดนีเซียและประเทศมาเลเซียกับความกดอากาศสูงในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ เมื่อระดับความแตกต่างของความกดอากาศนี้ลดลง ลมสินค้าตะวันตกจะอ่อนกำลังลง เป็นเหตุให้ผิวน้ำทะเลที่อุ่นเคลื่อนตัวออกจากฝั่งประเทศเปรู จากสาเหตุนี้ ความกดอากาศต่ำจึงเคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันออก เป็นผลให้ปริมาณฝนตกบริเวณอินโดนีเซียและประเทศมาเลเซียลดลง แต่ไปเพิ่มปริมาณฝนตามแนวชายฝั่งตะวันตกของอเมริกากลางและทวีปอเมริกาใต้ ส่วนปรากฏการณ์ *Southern Oscillation* หรือความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ เป็นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ส่วนกลับที่ต่อเนื่องกันระหว่างความกดอากาศที่ระดับ ผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกใต้กับมหาสมุทรอินเดียแถบศูนย์สูตร โดยรวมถึงการผันแปรของความเข้มของการหมุนเวียนของชั้นบรรยากาศในเขตร้อนบริเวณอินโด-แปซิฟิก ซึ่งเกิดจากการแลกเปลี่ยน อากาศระหว่างความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนแถบแปซิฟิกใต้ (*South Pacific Subtropical High*) ความกดอากาศต่ำแถบศูนย์สูตรบริเวณอินโดนีเซีย (*Indonesian equatorial low*) และความแตกต่างระหว่างความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเล (*Sea level pressure; SLP*) ที่จุดต่างๆ ที่

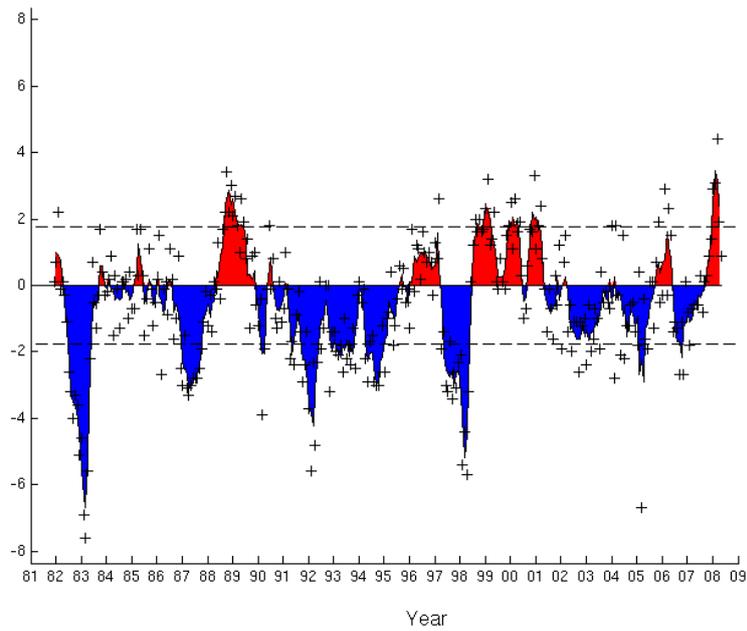
แทนความกดอากาศสูงกึ่งเขตร้อนแถบแปซิฟิกใต้กับจุดต่างๆ ที่แทนความกดอากาศต่ำแถบศูนย์สูตร บริเวณอินโดนีเซียได้ถูกใช้เป็นค่าดัชนีของการผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern Oscillation Indices, SOI) เพื่อเป็นตัวแทนบอกถึงการเกิดของปรากฏการณ์เอลนีโญได้ตัวหนึ่ง โดยที่ ถ้าค่าของดัชนี SOI ต่ำ (มักมีค่าติดลบ) มักจะเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ทั้งนี้มักจะใช้ค่า SLP ที่ ระหว่างที่เกาะตาสิตี (Tahiti, Society Island) บริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิก และ SLP ที่เมืองดาร์วิน (Darwin) ประเทศออสเตรเลีย ดังรูปที่ 4-2 แทนระบบความกดอากาศทั้งสองตามลำดับเพื่อคู่ค่า SOI แสดงค่า SOI ดังรูปที่ 4-3



ที่มา: ATSE Focus No 99, November/December 1997

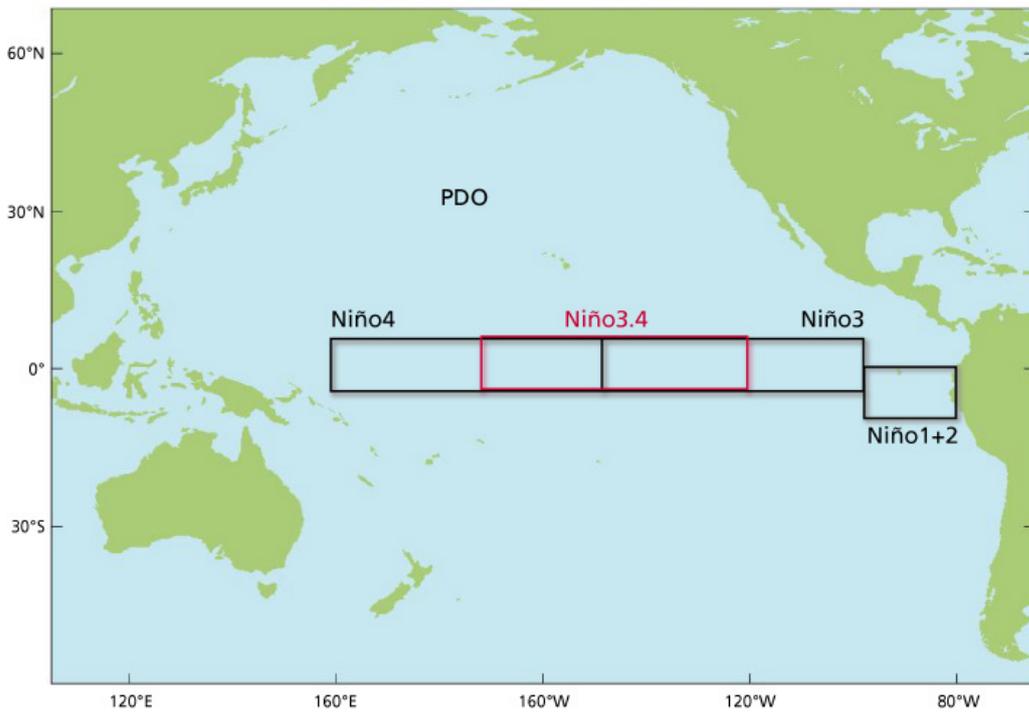
รูปที่ 4-2 ตำแหน่งที่ตั้งเกาะตาสิตี และเมืองดาร์วิน รวมถึงภูมิภาคที่ได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์ Southern Oscillation รวมทั้งแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของค่า SLP รายปี ที่เกิดบนโลก

ความสัมพันธ์ของทั้งสองปรากฏการณ์ จึงเป็นความสัมพันธ์ระหว่างการผันแปรระหว่างปีของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล กับการเปลี่ยนแปลงความเข้มของการหมุนเวียนในแนวตั้งในทิศตะวันตก-ตะวันออก (Walker Circulation) และการเปลี่ยนแปลงของฝนบริเวณแปซิฟิกแถบศูนย์สูตร โดยปรากฏการณ์ทั้งสองนี้เป็นตัวเชื่อมการผันแปรระหว่างมหาสมุทรกับบรรยากาศ ซึ่งเป็นตัวควบคุมหลักของกาลอากาศและภูมิอากาศโลก (นิพนธ์ ตั้งธรรม และคณะ)



ที่มา: http://ioc3.unesco.org/oopc/state_of_the_ocean/atm/

รูปที่ 4-3 ค่าดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI)

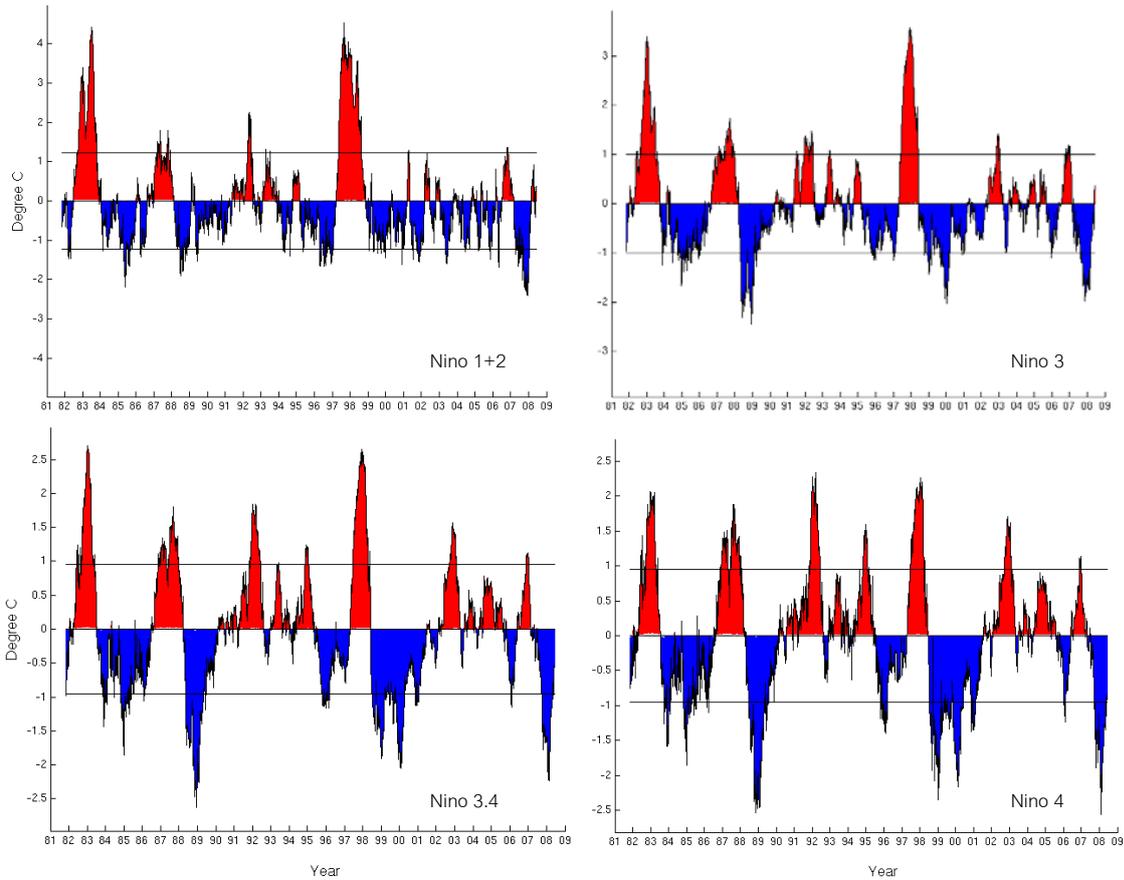


ที่มา: http://ioc3.unesco.org/oopc/state_of_the_ocean/atm/

รูปที่ 4-4 การกำหนดพื้นที่ตัวแทนในค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิก Niño 1+2 Niño 3 Niño 3.4 และ Niño 4

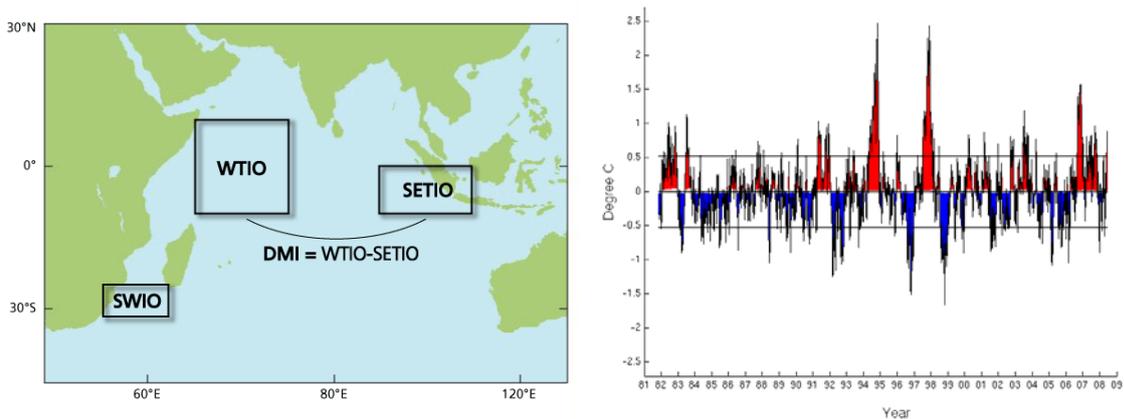
นอกจากนี้ยังมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอีกหลายอย่างที่ช่วยบ่งชี้การเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว ค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกก็เป็นวิธีการหนึ่งในการบ่งชี้สภาพ El Nino ในมหาสมุทรแปซิฟิกได้ โดยมีการกำหนดพื้นที่ตัวแทนในบริเวณที่ต่างๆ กัน ได้แก่ Nino 1+2 Nino 3 Nino 3.4 และ Nino 4 ดังรูปที่ 4-4 และแสดงค่าดังรูปที่ 4-5 มีรายละเอียดแต่ละตัวชี้วัดดังนี้

- | | |
|----------|---|
| Nino 1+2 | แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออก บริเวณห่างจากชายฝั่งของเปรูและชิลี ($90^{\circ} \text{ W} - 80^{\circ} \text{ W}$, $10^{\circ} \text{ S} - 0^{\circ}$) |
| Nino 3 | แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยบริเวณสภาพ El Nino บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันออก ($150^{\circ} \text{ W} - 90^{\circ} \text{ W}$, $5^{\circ} \text{ S} - 5^{\circ} \text{ N}$) |
| Nino 3.4 | แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยบริเวณสภาพ El Nino บริเวณตอนกลางมหาสมุทรแปซิฟิก ($150^{\circ} \text{ W} - 90^{\circ} \text{ W}$, $5^{\circ} \text{ S} - 5^{\circ} \text{ N}$) |
| Nino 4 | แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยบริเวณสภาพ El Nino บริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกด้านตะวันตก ($160^{\circ} \text{ E} - 150^{\circ} \text{ W}$, $5^{\circ} \text{ S} - 5^{\circ} \text{ N}$) |



ที่มา: http://ioc3.unesco.org/oopc/state_of_the_ocean/atm/

รูปที่ 4-5 ค่าผิดปกติสภาพอุณหภูมิผิวน้ำที่ทะเลบริเวณกลางมหาสมุทรแปซิฟิกรายสัปดาห์ของ Niño 1+2 Niño 3 Niño 3.4 และ Niño 4



ที่มา: http://ioc3.unesco.org/oopc/state_of_the_ocean/atm/

รูปที่ 4-6 ผลต่างค่าผิดปกติสภาพอุณหภูมิผิวน้ำที่ทะเลระหว่างมหาสมุทรอินเดียตะวันตกและตะวันออก (DMI)

นอกจากนี้ ผลต่างค่าผิดพลาดพหุคูณภูมิพินวน้ำน้ำทะเลระหว่างมหาสมุทรอินเดียตะวันตกและ ตะวันออก (Dipole Mode Index: DMI) ดังแสดงในรูปที่ 4-6 ก็เป็นดัชนีอีกตัวหนึ่งที่ชี้วัดการ เกิดปรากฏการณ์ Indian Ocean Dipole หรือ IOD ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เชื่อมโยงระหว่างชั้น บรรยากาศและมหาสมุทรในมหาสมุทรอินเดีย ปรากฏการณ์นี้สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เช่นกัน โดยในสภาวะปกติมหาสมุทรอินเดียจะแสดง ลักษณะของมวลน้ำเย็นในบริเวณชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ และปรากฏมวลน้ำอุ่นบริเวณฝั่งตะวันตก ของมหาสมุทรอินเดียในเขตศูนย์สูตร แต่ในบางปีจะเกิดการแปรปรวนโดยมวลน้ำอุ่นทางฝั่งตะวันออก มีการเคลื่อนตำแหน่งไปทางตะวันตก ซึ่งจะส่งผลให้ฝนไปตกเหนือฝั่งตะวันออกเฉียงของทวีปแอฟริกามากขึ้น และก่อให้เกิดสภาวะอากาศแห้งแล้งในหลายบริเวณในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยเฉพาะ ประเทศอินโดนีเซีย (ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลก แห่งภูมิภาค เอเชียตะวันออกเฉียงใต้, 2551)

จากการศึกษา ความผันแปรของลักษณะอากาศระดับทวีปภายใต้อิทธิพลของ ENSO ของ นิพนธ์ ตั้งธรรม และคณะ พบว่า ENSO ไม่มีอิทธิพลที่ชัดเจนต่อลักษณะอากาศ ในเดือนมกราคมแต่ จะทำให้เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มีปริมาณฝนต่ำกว่า และอุณหภูมิเฉลี่ยสูง กว่าปกติ เช่นเดียวกันในเดือนมิถุนายน ในเดือนกรกฎาคม ซึ่งเข้ากลางฤดูฝน ENSO มีผลทำให้พายุ หมุนเขตร้อนเข้ามาปกคลุมประเทศไทยน้อยกว่าปกติ เดือนสิงหาคมซึ่งเป็นเดือนที่มีฝนตกสูงสุดใน ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยก็ปรากฏว่าในปีที่มีปรากฏการณ์ ENSO แม้ว่าจำนวนพายุหมุนเขตร้อนเข้ามาไม่น้อยกว่าปกติ แต่พายุหมุนดังกล่าวมีศักยภาพในการเกิดฝน น้อยกว่าปีปกติ แต่ในเดือนกันยายน ซึ่งเข้าช่วงปลายฤดูฝน จำนวนพายุจะเข้ามาน้อยกว่าปกติ ใน เดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเข้าสู่ฤดูแล้ง ลมมรสุมฤดูฝนในเดือนนี้ของปีที่เกิด ปรากฏการณ์ ENSO จะอ่อนกำลังและเร็วกว่าปกติ แล้วจะเกิดการไหลของมวลอากาศร้อนเข้ามาทำ ให้อากาศแห้งกว่าปกติ ในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเริ่มเข้าสู่ฤดูหนาว อุณหภูมิในเดือนนี้ของปี ENSO จะ สูงกว่าปีปกติ เช่นเดียวกันกับในเดือนธันวาคม

และจากการศึกษาของศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลก แห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนรวมรายฤดูกาล กับตัวชี้วัดทางสมุทรศาสตร์ Nino 3.4 และ DMI พบว่าในการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมในช่วงฤดูฝนนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดทางสมุทรศาสตร์ Nino 3.4 จะเด่นชัดขึ้นเมื่อเข้าใกล้ช่วงฤดูกลางมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนเมษายนและพฤษภาคม มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เป็นสิ่งที่ยืนยันถึงความเกี่ยวข้องของปรากฏการณ์ ENSO กับความผันแปรของสภาพอากาศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้เป็นอย่างดี โดยลักษณะเช่นเดียวกันนี้ปรากฏในช่วงฤดูแล้งด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด DMI กับปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนแล้ว กลับพบความสัมพันธ์ที่แตกต่างจาก Nino 3.4 กล่าวคือ ตัวชี้วัด DMI มีความสัมพันธ์สูงสุดกับปริมาณฝนบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนในช่วงก่อนเข้าสู่ฤดูกลาง 4 เดือน และลดลงอย่างมากเมื่อเริ่มเข้าสู่ฤดูกลาง ซึ่งความสัมพันธ์นี้มีรูปแบบที่เหมือนกันในทั้ง 2 ช่วงฤดูกลางโดยที่ตัวชี้วัด DMI ที่แสดงความสัมพันธ์สูงสุดกับปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนคือ ตัวชี้วัด DMI ในเดือนมกราคมสำหรับช่วงฤดูฝน และในเดือนกรกฎาคม สำหรับช่วงฤดูแล้ง ในการวิเคราะห์การคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าสำหรับฤดูฝนพบว่า ความสัมพันธ์ที่ปรากฏในเดือนมกราคมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กับปริมาณฝนรวมในฤดูกลางที่จะมาถึงในปีนั้นๆ และเป็นที่น่าสังเกตว่าการใช้ตัวชี้วัด DMI ร่วมในการคาดการณ์น่าจะสามารถคาดการณ์ปริมาณฝนรวมล่วงหน้ารายฤดูกาลได้นานขึ้น และนำมาสู่แนวคิดในการคาดการณ์ปริมาณฝนรวมในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาโดยตัวชี้วัดทางสมุทรศาสตร์ ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลตัวชี้วัดทางสมุทรศาสตร์ทั้งสองในเดือนเดียวกันเพื่อให้ได้ผลการคาดการณ์ที่ดีที่สุด

4.3 ปีการเกิด เอลนีโญและ ลานีญาที่ผ่านมา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและสมุทรศาสตร์ที่เฝ้าตรวจและพยากรณ์เหตุการณ์ เอลนีโญ/ลานีญา มีขึ้นมากในปัจจุบันซึ่งได้มาจากประเทศต่างๆ และระหว่างประเทศที่มีระบบเฝ้าตรวจ หลายๆ กลุ่มสถาบันวิจัยและหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาของประเทศต่างๆ และการบริการทางอุทกวิทยาได้ทำงานร่วมกันเกี่ยวกับการทดลองที่ยุ่ยากมากขึ้นของปรากฏการณ์เอลนีโญ/ลานีญาเพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงการคาดการณ์และการผันแปรให้มีความชัดเจนและผลกระทบที่เกิดขึ้น การแลกเปลี่ยนและการประมวลผลของข้อมูลอยู่ภายใต้โปรแกรมความร่วมมือจากองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก คณะกรรมาธิการ

องค์การอุตุนิยมวิทยาโลกด้านภูมิอากาศ (CCI) และโปรแกรมภูมิอากาศโลก (WCP) เพื่อให้มีการพัฒนาในกิจกรรมเหล่านี้ในประเทศสมาชิก (ศูนย์ภูมิอากาศแห่งชาติ, 2007) ดังนั้นการเกิดเอลนีโญและลานีญา ถูกจำแนกโดยเกณฑ์ที่แตกต่างกัน บางระบบใช้ความรุนแรงของการเกิดและสัญญาณของค่าดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ขณะที่บางระบบใช้ค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (SST) ในแต่ละบริเวณของมหาสมุทรแปซิฟิก ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น และบางระบบประเมินจากข้อมูลแหล่งต่าง ๆ มาประมาณความรุนแรงของการเกิดเอลนีโญและ ลานีญา โดยมีระบบที่ศึกษาการเกิดเอลนีโญและ ลานีญา และถูกใช้อ้างอิงมากที่สุดอยู่ 4 รายการ คือ

1) **Western Region Climate Center (WRCC) at**

<http://www.wrcc.dri.edu/enso/ensodef.html>

2) **Climate Diagnostics Center (CDC) at**

<http://www.cdc.noaa.gov/people/cathy.smith/best/#years>

3) **Climate Prediction Center (CPC) at:**

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.html

4) **Multivariate ENSO Index from Climate Diagnostics Center (MEI) at**

http://www.cdc.noaa.gov/ENSO/enso.mei_index.html

Jan Null (2007) ได้ศึกษาความสอดคล้องของการเกิดเหตุการณ์เอลนีโญและลานีญาเลือกจากค่าการเกิด 3 ใน 4 ของการศึกษาจากหน่วยงานที่กล่าวแล้วข้างต้น ซึ่งการศึกษาดังกล่าววิธีต่างๆ ของแต่ละหน่วยงานมีความเชื่อมโยงกันอย่างเห็นได้ชัด และการประเมินความสอดคล้องโดยวิธีการของหน่วยงานต่าง ๆ จะหลีกเลี่ยงในการให้คะแนนวิธีการอันหนึ่งอันใดมากกว่า โดยเมื่อ WRCC, CPC และ MEI มีค่า W+ และ CDC มีค่า W จะแสดงถึงว่ามีความรุนแรงของการเกิดเอลนีโญ นอกจากนี้การพิจารณาถึงฤดูกาลก็ถูกนำมาพิจารณาต่อการเกิดเหตุการณ์ด้วย แสดงผลการประเมินการเกิดเอลนีโญและลานีญาของแต่ละหน่วยงานดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ความสอดคล้องของแต่ละระบบของปีการเกิด เอลนีโญและลานีญา

Winter	WRCC	CDC	CPC	MEI	Consensus
1950-51	C+	C	C	C	La Niña
1951-52	W+		W-		
1952-53					
1953-54	W		W-		
1954-55			C	C-	
1955-56	C+		C+	C	Strong La Niña
1956-57	C		C-	C-	Weak La Niña
1957-58	W	W	W+	W	El Niño
1958-59			W+	W-	
1959-60					
1960-61					
1961-62				C-	
1962-63				C-	
1963-64	W		W-		
1964-65	C		C	C-	La Niña
1965-66	W+	W	W	W	El Niño
1966-67				C-	
1967-68				C-	
1968-69			W	W-	
1969-70	W		W		
1970-71	C		C	C	La Niña
1971-72	C		C-	C-	Weak La Niña
1972-73	W+	W	W+	W	Strong El Niño
1973-74	C+	C	C+	C+	Strong La Niña
1974-75	C		C-	C-	Weak La Niña
1975-76	C+	C	C+	C	Strong La Niña
1976-77	W		W-		
1977-78	W+		W-	W-	El Niño
1978-79					
1979-80			W-	W-	
1980-81					

ตารางที่ 4-1 ความสอดคล้องของแต่ละระบบของปีการเกิด เอลนีโญและลานีญา (ต่อ)

Winter	WRCC	CDC	CPC	MEI	Consensus
1981-82					
1982-83	W+	W	W+	W+	Strong El Niño
1983-84			C-		
1984-85			C-	C-	
1985-86					
1986-87			W	W	
1987-88	W+	W-	W	W-	El Niño
1988-89	C+	C-	C+	C	Strong La Niña
1989-90					
1990-91			W+		
1991-92	W	W	W+	W+	Strong El Niño
1992-93	W		W+	W-	El Niño
1993-94	W+		W		
1994-95	W+		W	W-	El Niño
1995-96			C-	C-	
1996-97					
1997-98	W+	W	W+	W+	Strong El Niño
1998-99	C+		C	C-	La Niña
1999-00			C	C	
2000-01	C	C	C-	C-	La Niña
2001-02					
2002-03	W	W	W	W	El Niño
2003-04					

บทที่ 5

การศึกษาพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

ในบทนี้ข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย อันได้แก่อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ที่ได้จากสถานีตรวจวัดใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย จะถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาพฤติกรรมต่างๆ อันได้แก่ (1) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลรายปีจากอดีตถึงปัจจุบัน ด้วยสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้น (2) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนและลักษณะของฤดูกาล ด้วยการเปรียบเทียบในอดีตและปัจจุบัน และ (3) คาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง ด้วยการวิเคราะห์เทคนิคเวฟเล็ต (Wavelet) โดยจะทำการสรุปพฤติกรรมที่มีความสำคัญลงบนแผนที่ เพื่อแสดงการกระจายตัวของพฤติกรรมดังกล่าวเชิงพื้นที่ ใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย นอกจากนี้ยังได้ศึกษาพฤติกรรมของระดับน้ำทะเลเบื้องต้น เพื่อช่วยสนับสนุนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการศึกษาดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าพฤติกรรมที่สำคัญเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตหรือไม่

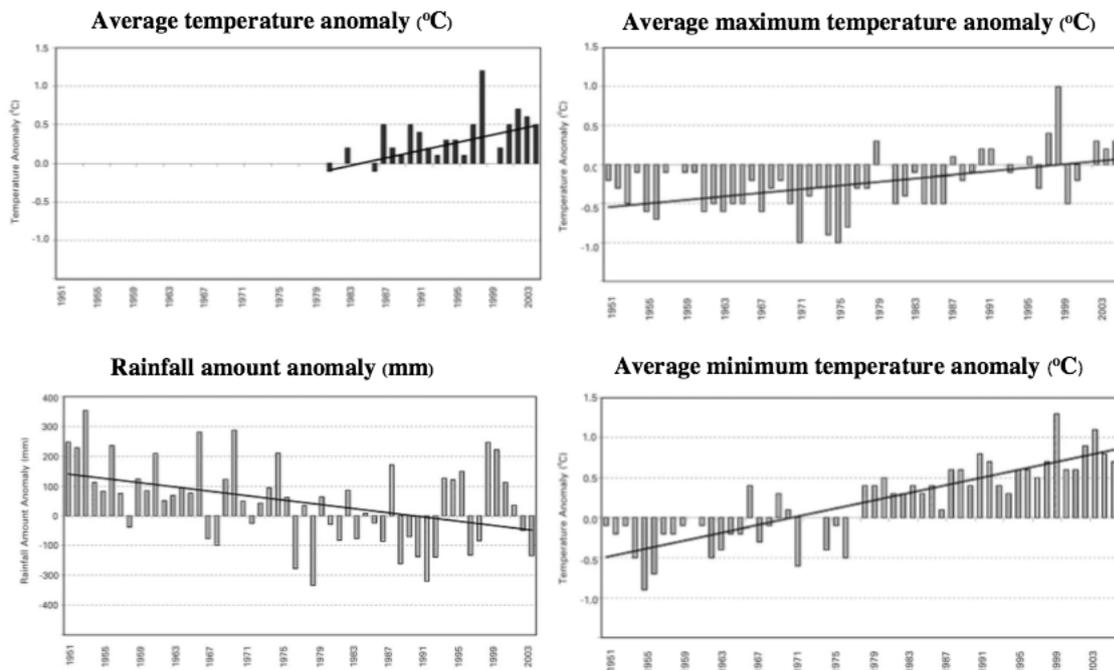
5.1 แนวทางการศึกษาพฤติกรรมของข้อมูลอนุกรมเวลา

การศึกษาพฤติกรรมของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย รวมไปถึงการเปรียบเทียบพฤติกรรมของตัวแปรที่ได้จากสถานีตรวจวัดและที่ใช้ในแบบจำลอง GCM ประกอบด้วย (1) การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี (2) การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนและลักษณะของฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงไป และ (3) การวิเคราะห์คาบการเกิดซ้ำ ซึ่งมีรายละเอียดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

5.1.1 การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี

การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศรายปี นี้ จะใช้การวิเคราะห์ด้วยสมการความถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Model) เพื่อหาแนวโน้มของข้อมูลว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น หรือลดลงต่อปีอย่างไร แนวทางการศึกษาลักษณะนี้เป็นแนวทางพื้นฐานและนิยมใช้เพื่อศึกษาข้อมูลอนุกรมเวลาเบื้องต้น เนื่องจากเป็นวิธีการที่รวดเร็ว และง่ายต่อความเข้าใจ ดังตัวอย่างการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของประเทศไทยโดย

กรมอุตุนิยมวิทยา (Chamnong Kaewchada, 2005) ที่แสดงในรูปที่ 5-1 ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสรุปได้ว่า อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุดของประเทศไทยในแต่ละปี มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของประเทศไทย มีแนวโน้มที่จะลดลง เป็นต้น



รูปที่ 5-1 ตัวอย่างการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนและอุณหภูมิของประเทศไทย ด้วยการใช้สมการการถดถอยเชิงเส้น (ที่มา Chamnong Kaewchada, 2005)

จากรูปที่ 5-1 เส้นที่แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรรายปี ได้จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นตรง ซึ่งประกอบด้วยค่าคงที่สองตัว อันได้แก่ (a) ค่าคงที่แสดงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของตัวแปร รายปี (slope) และ (b) ค่าคงที่แสดงค่าของตัวแปรที่เวลาเริ่มต้น (intersection) ซึ่งทั้งสองค่านี้เป็นค่าที่ทำให้ความคลาดเคลื่อนกำลังสองระหว่างค่าตรวจวัดจริงและค่าประมาณจากสมการ มีค่าน้อยที่สุด (Linear Least Square) ทั้งนี้ในการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจะเน้นค่าคงที่ที่แสดงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของตัวแปร รายปี เป็นหลัก

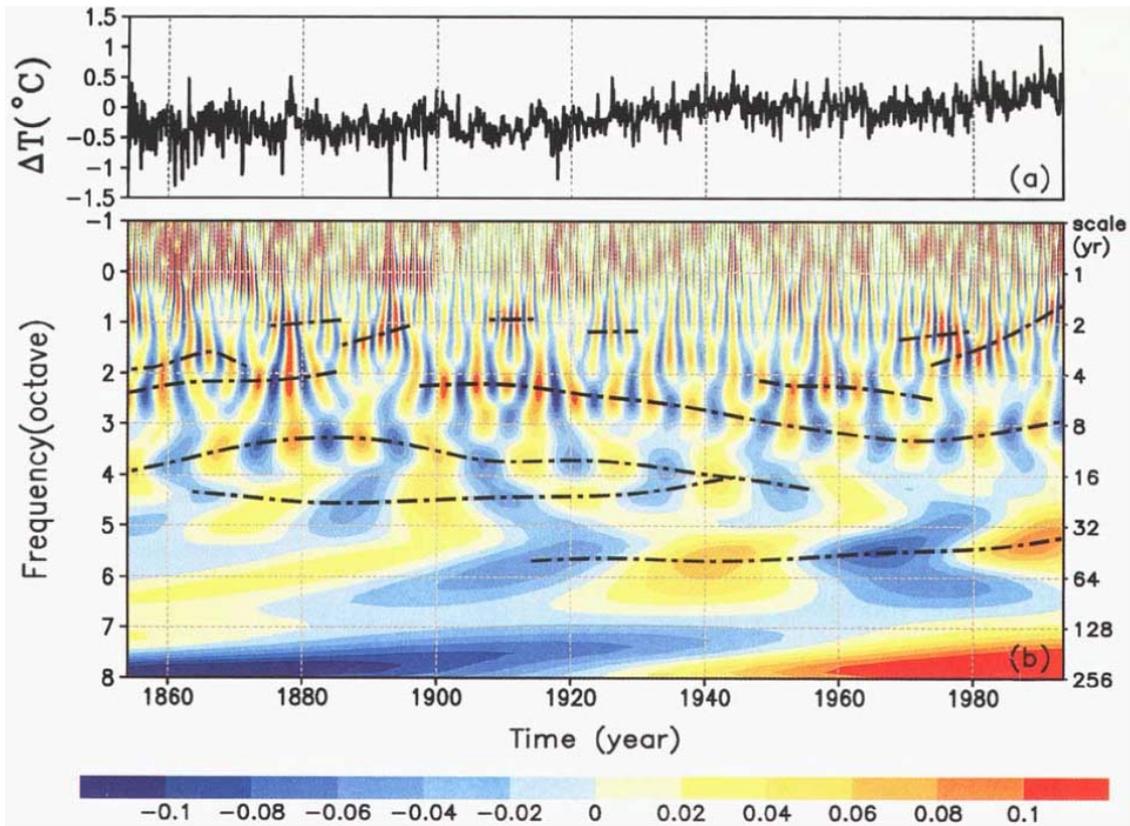
แม้ว่าแนวทางในการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนน้ำท่าและสภาพอากาศของประเทศไทยในลักษณะนี้ได้เคยมีการศึกษามากแล้ว แต่ยังไม่พบว่ามีการรวบรวมข้อมูลแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจากข้อมูลที่สถานีต่างๆ และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำ มาแสดงผลร่วมกันเชิงพื้นที่ ซึ่งการกระจายของพฤติกรรมเชิงพื้นที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจในพฤติกรรมของตัวแปรต่างๆ

เหล่านี้ได้ดียิ่งขึ้น และมีประโยชน์มากกว่าการแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยทั้งประเทศ เพียงค่าเดียวที่ได้ทำการศึกษากันมาในอดีต

5.1.2 การศึกษาคาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง

การศึกษาพฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรง และการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล น้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยที่ผ่านมายังมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่การศึกษาดังกล่าวนิยมใช้การวิเคราะห์ข้อมูลในมิติของเวลา โดยเน้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นรายฤดูกาลเป็นหลัก แนวทางการศึกษาลักษณะนี้ไม่สามารถแสดงพฤติกรรมการเกิดซ้ำและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อให้การศึกษาดังกล่าวของตัวแปรน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ความถูกต้องและสมบูรณ์ การศึกษานี้จึงใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลในมิติของความถี่แทน โดยใช้เทคนิคการแปลงเวฟเล็ต (Wavelet) ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะแสดงให้เห็นพฤติกรรมของความถี่หลักหรือคาบการเกิดซ้ำ และการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่างๆ กันได้โดยง่ายและมีประสิทธิภาพ

การแปลงเวฟเล็ตสามารถแสดงถึงลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลาได้ดีกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือความถี่ และมีการตรวจวัดที่ยาวนาน ดังตัวอย่างของข้อมูล อุณหภูมิเฉลี่ยของซีกโลกเหนือรายเดือนในระยะเวลาประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา (Lau and Weng, 1995) หากพิจารณาในมิติของเวลาดังที่นิยามใช้กันอยู่ จะสามารถแสดงข้อมูลได้ดังรูปที่ 5-2 (บน) ซึ่งไม่สามารถแยกแยะความถี่หลักหรือคาบการเกิดซ้ำที่สำคัญได้ อย่างไรก็ตาม หากใช้เทคนิคการแปลงเวฟเล็ต ข้อมูลดังกล่าวจะสามารถแสดงได้ในรูปของเส้นชั้นความสูง โดยแกนนอนแสดงช่วงเวลา แกนตั้งแสดงความถี่หรือคาบการเกิดหลัก (ความถี่เท่ากับส่วนกลับของคาบการเกิด) และความสูงแสดงความสำคัญของคาบการเกิดที่เวลาหนึ่งๆ ดังรูปที่ 5-2 (ล่าง) หากเชื่อมต่อบริเวณที่มีความสำคัญซึ่งแสดงบริเวณที่เป็นสีแดง (ตามเส้นไขว้ปลา) จะสามารถบอกถึงคาบการเกิดที่สำคัญในแต่ละช่วงเวลาได้ และสามารถบอกได้ด้วยว่าคาบการเกิดเหล่านั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในลักษณะใด สำหรับผลการศึกษาในรูปที่ 5-2 จะพบว่าข้อมูลอุณหภูมิดังกล่าว มีคาบการเกิดซ้ำที่สำคัญที่ 2-3 ปี และมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา และจะพบคาบการเกิดซ้ำอื่นๆ ด้วยแต่มีความสำคัญลดลงไป รายละเอียดของการแปลงเวฟเล็ตและการแสดงผลในมิติของเวลาดังกล่าวนี้ ผู้สนใจสามารถอ่านเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ก



รูปที่ 5-2 (a) ข้อมูลอนุกรมเวลาของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในซีกโลกเหนือที่เปลี่ยนแปลงไปจากค่าเฉลี่ย (b) ผลการแปลงเวฟเล็ตสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาดังกล่าว โดยเส้นประแสดงสเกลที่มีความสำคัญ (ที่มา Lau and Weng, 1995)

5.1.3 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนและเปรียบเทียบลักษณะของฤดูกาล

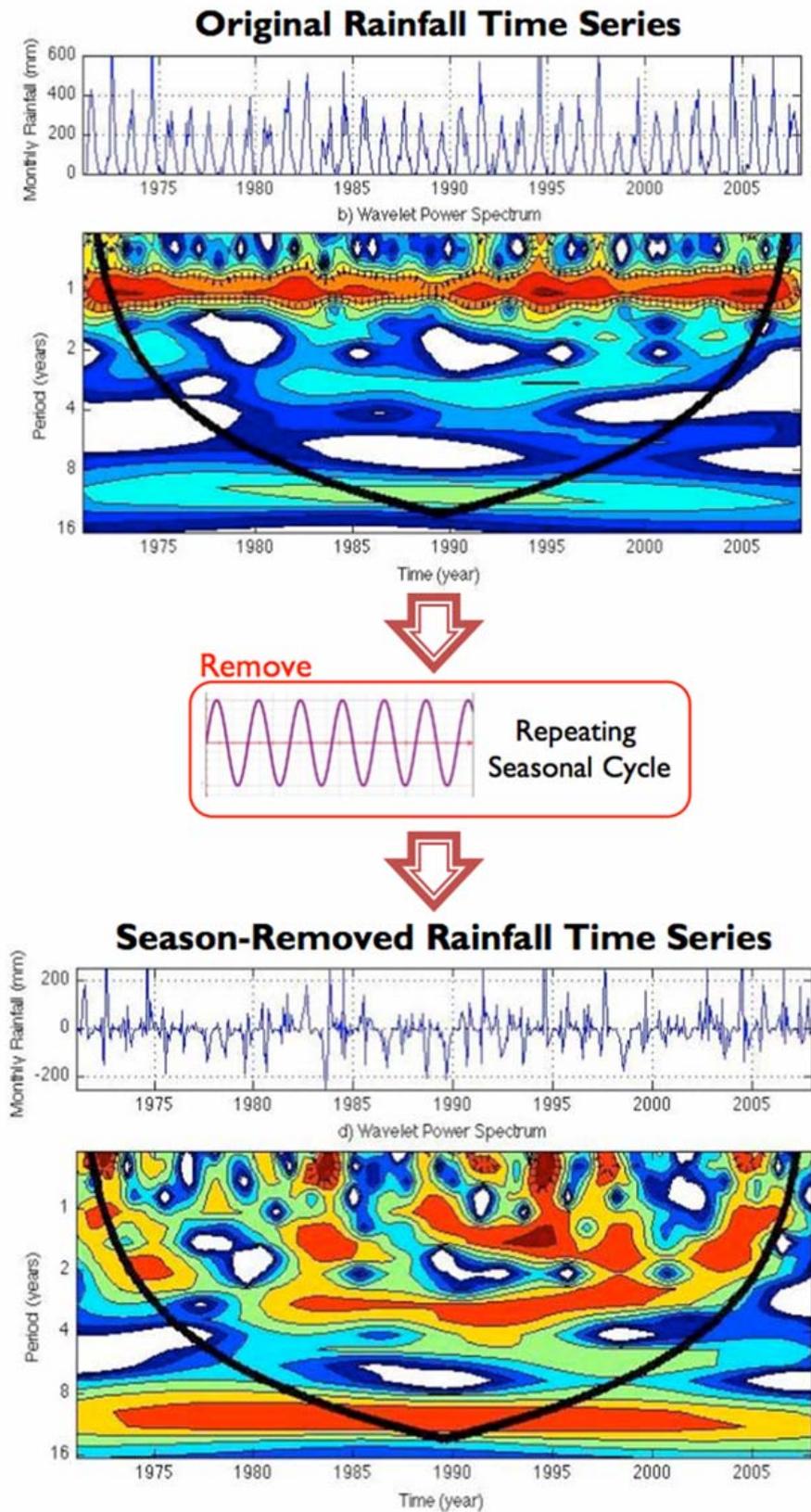
ลักษณะของฤดูกาลของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยสามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของตัวแปรในแต่ละเดือน โดยในการเปรียบเทียบลักษณะของฤดูกาลจะเปรียบเทียบลักษณะในอดีต ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 กับลักษณะในปัจจุบัน ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยหลักจากปี ค.ศ. 1995 เป็นต้นมา การเปรียบเทียบดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลในประเทศไทยอย่างคร่าวๆ โดยพิจารณาการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนเหล่านี้ และตำแหน่งหรือเดือนที่ค่าเหล่านี้มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดประกอบกัน

ถึงแม้ว่าการวิเคราะห์ลักษณะของฤดูกาลนี้ จะได้มีการศึกษามาแล้วในอดีต แต่การศึกษาที่ผ่านมาจะเน้นเฉพาะพฤติกรรมของข้อมูลเฉลี่ยของประเทศ หรือในพื้นที่เฉพาะหนึ่งๆ โดยไม่มีการแสดงลักษณะการกระจายของพฤติกรรมในเชิงพื้นที่ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงทำการรวบรวมการเปลี่ยนแปลงจากแต่ละสถานี และค่าเฉลี่ยของแต่ละลุ่มน้ำแล้ว เพื่อเสนอผลบนแผนที่ให้เห็นถึงการกระจายของการเปลี่ยนแปลง และความสอดคล้องของพฤติกรรมในภูมิภาคต่างๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และการวิเคราะห์เชิงกลุ่มพื้นที่เช่นเดียวกับการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก็จะทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงชัดเจนขึ้นด้วยเช่นกัน

5.1.4 สรุปลักษณะพฤติกรรมแบ่งตามลักษณะกลุ่มพื้นที่

จัดกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะพื้นที่และความคล้ายคลึงของข้อมูลออกเป็น 6 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ กลุ่ม 2 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่ม 3 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง กลุ่ม 4 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก กลุ่ม 5 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย และกลุ่ม 6 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน โดยสรุปลักษณะโดยใช้สัญลักษณ์เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในเชิงกลุ่มพื้นที่ชัดเจนขึ้น

อนึ่ง เนื่องจากข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีลักษณะการเกิดซ้ำที่ 1 ปีที่เด่นชัด ทำให้การแสดงผลของเวฟเล็ตที่คาบความถี่อื่นๆ มีลักษณะที่ไม่ชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 5-3 (บน) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์เวฟเล็ตของข้อมูลฝนของประเทศไทย เพื่อให้สามารถวิเคราะห์คาบการเกิดซ้ำอื่นๆ ได้ ในการศึกษานี้จึงได้ทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาเดิมด้วยการหาค่าเฉลี่ยของตัวแปรในแต่ละเดือนออก และเรียกข้อมูลที่ได้นี้ว่า ข้อมูลปรับแก้ฤดูกาล (Season-Removed Data) เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเวฟเล็ต จะได้ผลดังรูปที่ 5-3 (ล่าง) ซึ่งสะท้อนข้อมูลเดิมที่มีการหักคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีออกไป เพื่อให้คาบการเกิดซ้ำอื่นๆ มีความชัดเจนมากขึ้น เห็นได้จากรูปร่างของเวฟเล็ตที่ใกล้เคียงกันระหว่างข้อมูลทั้งสอง แต่มีขนาดความสูงที่คาบการเกิดซ้ำๆ สูงขึ้น



รูปที่ 5-3 เทคนิคการวิเคราะห์เวฟเล็ตด้วยข้อมูลปกติ (บน) และข้อมูลที่หักค่ารายฤดูหรือคาบการเกิดที่ 1 ปีออก (ล่าง) ซึ่งทำให้คาบการเกิดอื่นๆ มีความเด่นชัดมากขึ้น

5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์พฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

การวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศรายเดือนในประเทศไทย เพื่อศึกษาพฤติกรรมในเรื่องของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ลักษณะของฤดูกาล และคาบการเกิด โดยใช้ทฤษฎีต่างๆ ที่กล่าวไปแล้วในเบื้องต้น มีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1) รวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้อง

- 1.1) รวบรวมข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของแต่ละสถานี ใน 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย โดยจัดเรียงข้อมูลใหม่ให้อยู่ในรูปของอนุกรมเวลา หรือแถวของข้อมูล โดยรายละเอียดการคัดเลือกสถานีที่ใช้ในการศึกษาได้กล่าวไว้ในบทที่ 2
- 1.2) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยการเปรียบเทียบ Double Mass Curve ของข้อมูลสถานีใกล้เคียงและเติมข้อมูลที่ขาด หรือผิดพลาดให้เหมาะสม ขั้นตอนดังกล่าวมีความจำเป็นในการแปลงเวฟเล็ต เพราะข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือผิดพลาดจะทำให้ความสำคัญของสเกลที่เวลาดังกล่าวมีความคาดเคลื่อนไปได้
- 1.3) เชื่อมข้อมูลน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศรายเดือน ของสถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำเดียวกัน โดยการเชื่อมถ่วงน้ำหนักด้วยพื้นที่ของ Thiessen Polygon เป็นข้อมูลเฉลี่ยของลุ่มน้ำ แสดงรายละเอียดดังภาคผนวก ค และเฉลี่ยสถานีทั้งหมดเป็นข้อมูลเฉลี่ยของประเทศไทย

2) ศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี

- 2.1) รวม (ข้อมูลฝน) หรือเฉลี่ย (ข้อมูลน้ำท่าและภูมิอากาศ) ข้อมูลรายเดือนไปเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายปี ในรูปแบบของแถวของข้อมูล
- 2.2) วิเคราะห์หาค่าสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear Regression)
- 2.3) เก็บค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของตัวแปรรายปี เพื่อการแสดงผลเชิงพื้นที่
- 2.4) หาค่าการกระจายตัวข้อมูลจากสมการเส้นตรงด้วยค่า R^2

3) การศึกษาคาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง

- 3.1) แปลงข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน และข้อมูลที่หักค่าฤดูกาลออก (Season-Removed Data) ด้วยการแปลงเวฟเล็ต ตามภาคผนวก ก โดยค่าที่ได้เป็นค่าเชิงซ้อน (Complex Number) ณ คาบการเกิดซ้ำและที่เวลาหนึ่งๆ
- 3.2) หาแอมพลิจูดของเวฟเล็ต (Amplitude) โดยการหาขนาดของค่าเชิงซ้อน
- 3.3) แสดงผลในรูปแบบเส้นชั้นความสูง โดยให้แกนนอนเป็นช่วงเวลา และแกนตั้งเป็นคาบการเกิดซ้ำ
- 3.4) หาพฤติกรรมที่สำคัญในแง่ของคาบการเกิดซ้ำ ในพื้นที่ต่างๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยกำหนดคาบการเกิดซ้ำและช่วงเวลาที่พิจารณา
- 3.5) หาแอมพลิจูดของพฤติกรรมในข้อ 4.4) สำหรับทุกรูปแบบพฤติกรรมที่สนใจเพื่อการแสดงผลเชิงพื้นที่

4) เปรียบเทียบลักษณะของฤดูกาล

- 4.1) คำนวณค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละเดือน ก่อนปี ค.ศ. 1995 เป็นค่าฐานเนื่องจากพบพฤติกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงเด่นชัดหลังปี 1995 ดังหัวข้อ 5.3.3
- 4.2) คำนวณค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละเดือน หลังปี ค.ศ. 1995 เป็นค่าปัจจุบัน
- 4.3) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของฤดูกาลทั้งสอง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงรายฤดูที่เกิดขึ้น

5) ลักษณะของตัวแปรลงบนแผนที่เชิงพื้นที่และสรุปผล

- 5.1) นำข้อมูลสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงแนวโน้มรายปี จากการวิเคราะห์สมการสหสัมพันธ์เชิงเส้น ณ ตำแหน่งสถานี และค่าเฉลี่ยของกลุ่มน้ำ มาแสดงบนแผนที่ 25 กลุ่มน้ำ
- 5.2) นำแอมพลิจูดของการวิเคราะห์เวฟเล็ต ตามลักษณะของพฤติกรรมที่สำคัญต่างๆ จากแต่ละสถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยของกลุ่มน้ำ มาแสดงบนแผนที่ 25 กลุ่มน้ำ
- 5.3) จัดกลุ่มพื้นที่ที่มีพฤติกรรมคล้ายกันออกเป็น 6 กลุ่ม แสดงในรูปสัญลักษณ์เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ได้ชัดเจนขึ้น

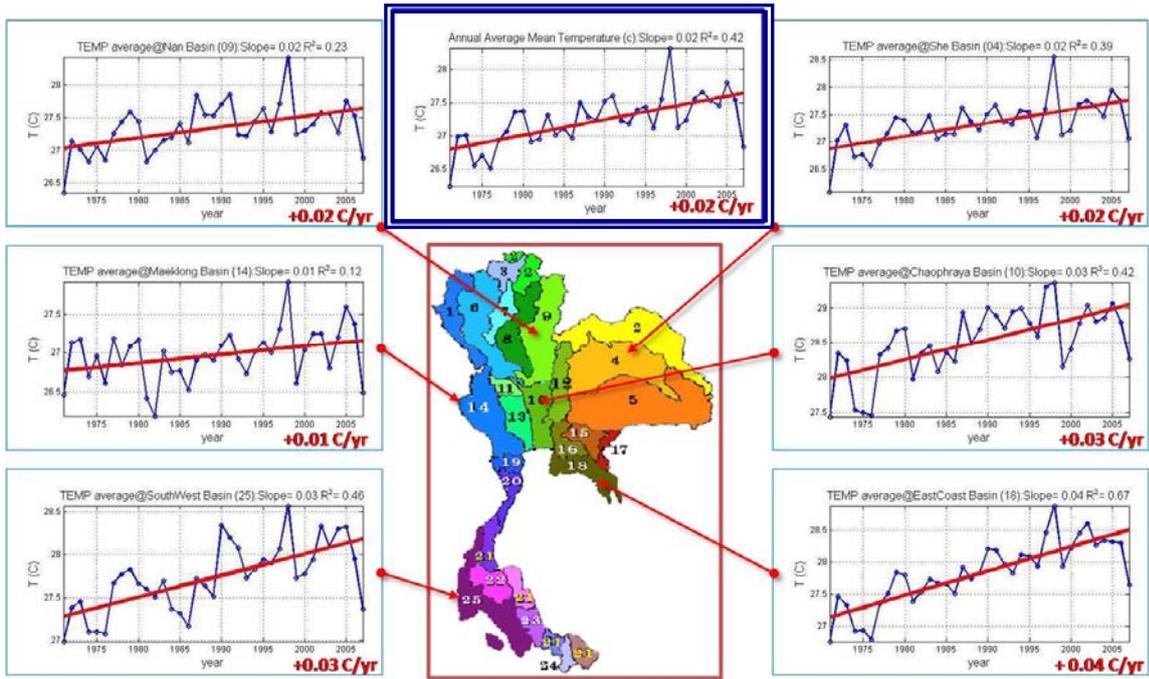
- 5.4) สรุปลักษณะการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกในบทต่อไป

5.3 พฤติกรรมของข้อมูลสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย

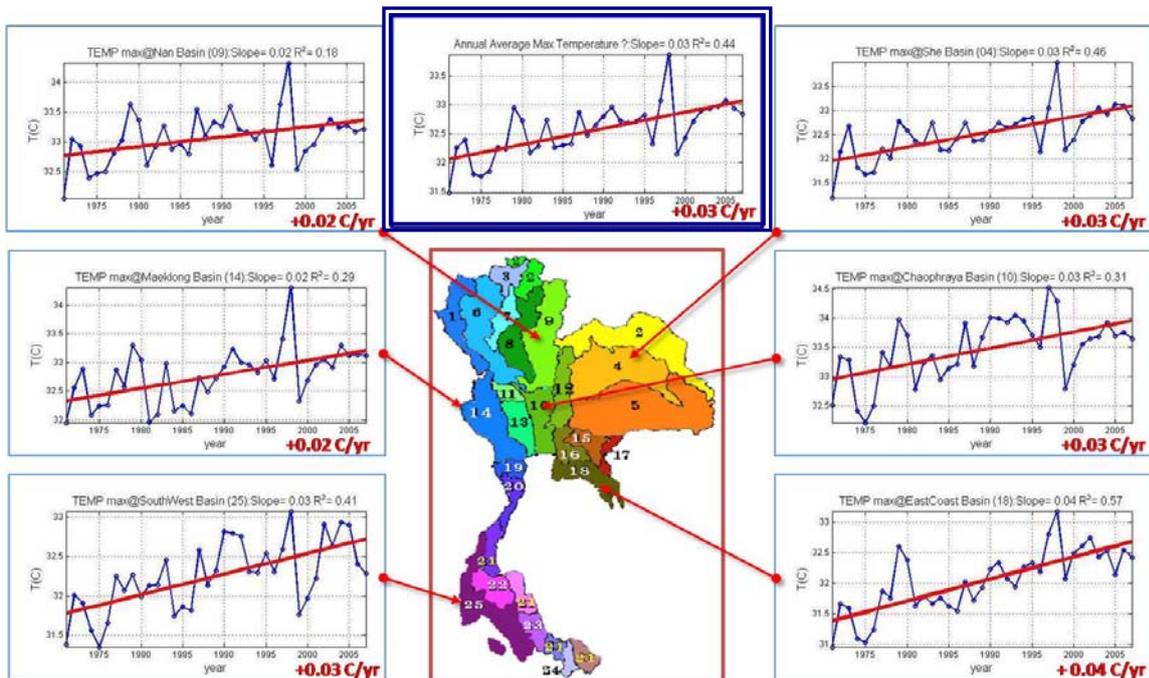
การศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศไทย ประกอบด้วยข้อมูล อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย

5.3.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย

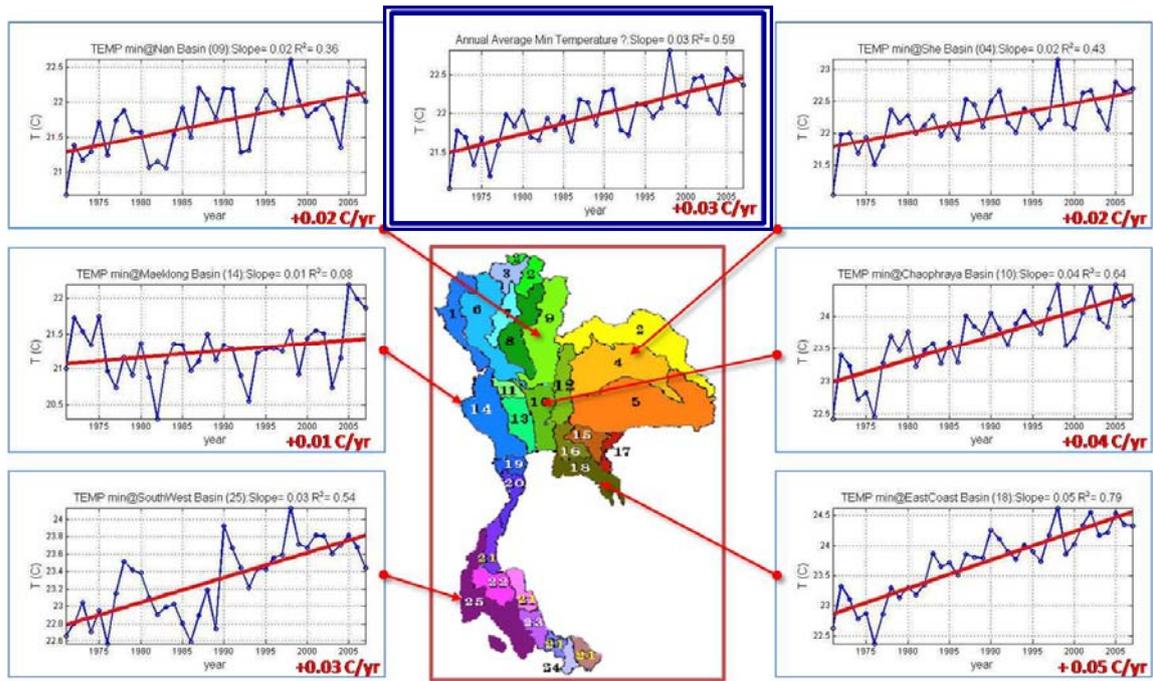
การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศรายปี อันได้แก่อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และต่ำสุดเฉลี่ยของประเทศไทยในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ถึง 2007) มีแนวโน้มสูงขึ้นเกือบในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 5-4 ถึง 5-6 โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศที่ประมาณ $0.01 - 0.04$ °C ต่อปี มีเพียงลุ่มน้ำแม่กลองและลุ่มน้ำบางปะกงที่มีอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิน้อยกว่า 0.02 °C ต่อปี และอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยอยู่ที่ประมาณ $+0.02$ °C ต่อปี ส่วนอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มขึ้นประมาณ $+0.03$ °C ต่อปี การกระจายตัวของอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ แสดงดังรูปที่ 5-7 ถึง 5-9 ส่วนข้อมูลของลุ่มน้ำทั้งหมดสามารถดูรายละเอียดได้ในฐานข้อมูล CUCCH (CU-Climate Change Hydrology) Version 1.0 เนื่องจากข้อมูลที่แสดงเป็นเพียงตัวอย่างที่เลือกมาเพียง 6 ลุ่มน้ำเท่านั้น



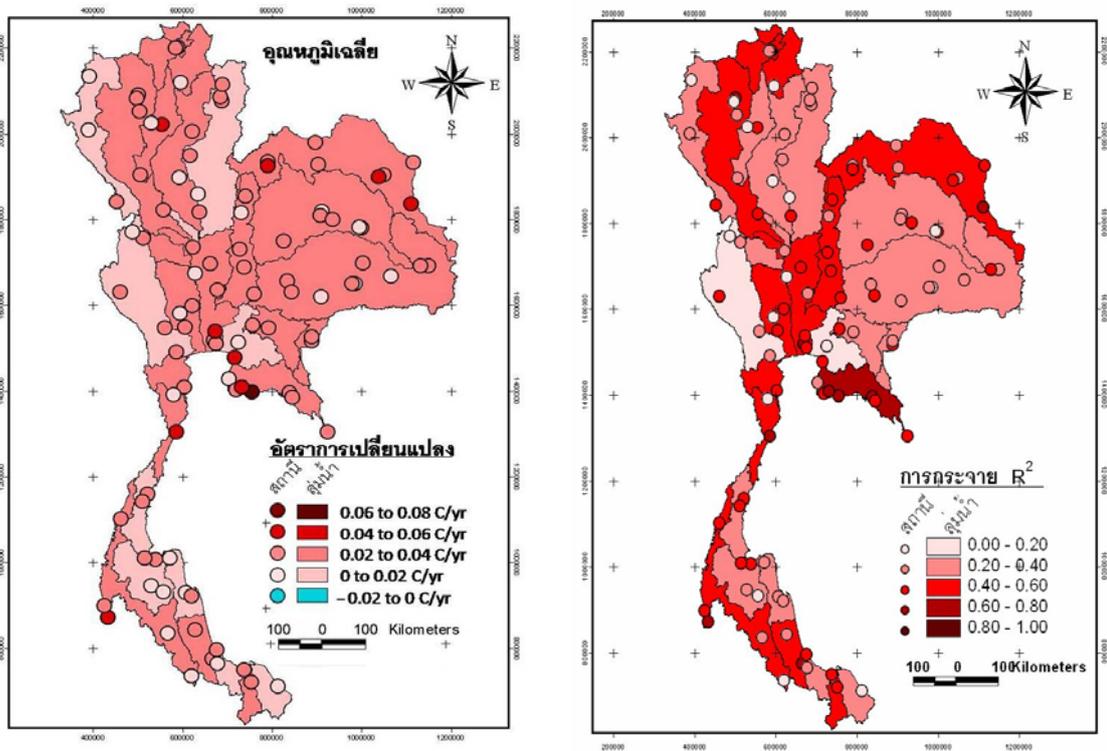
รูปที่ 5-4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศไทย (ในกรอบ) ประมาณ $0.02\text{ }^{\circ}\text{C}$ ต่อปี



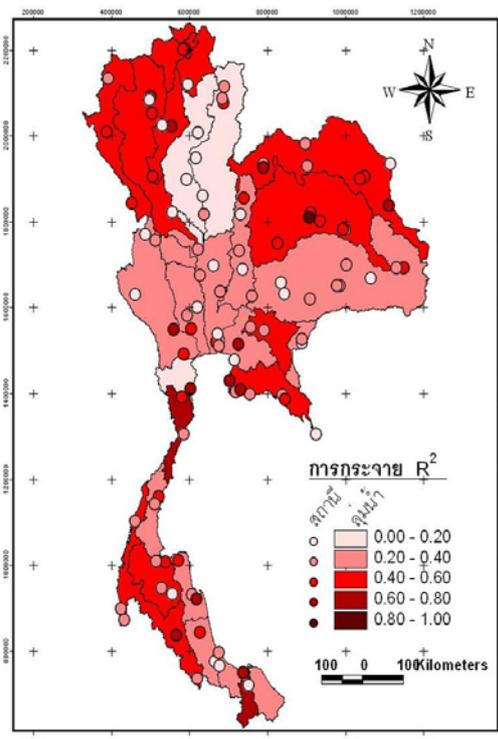
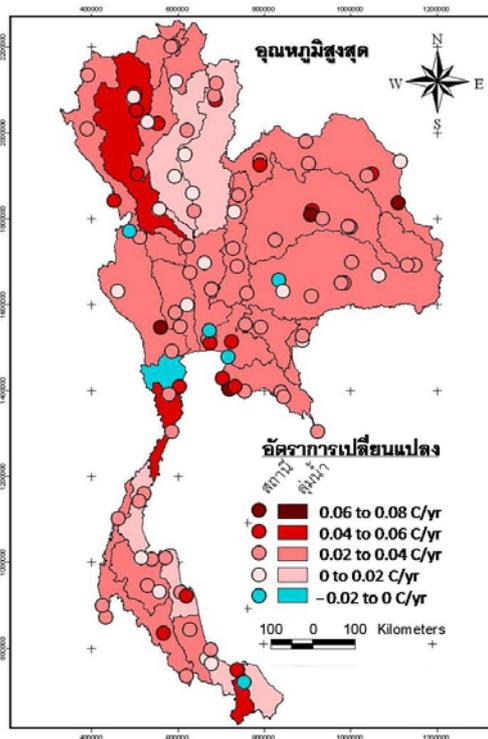
รูปที่ 5-5 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศไทย (ในกรอบ) ประมาณ $0.03\text{ }^{\circ}\text{C}$ ต่อปี



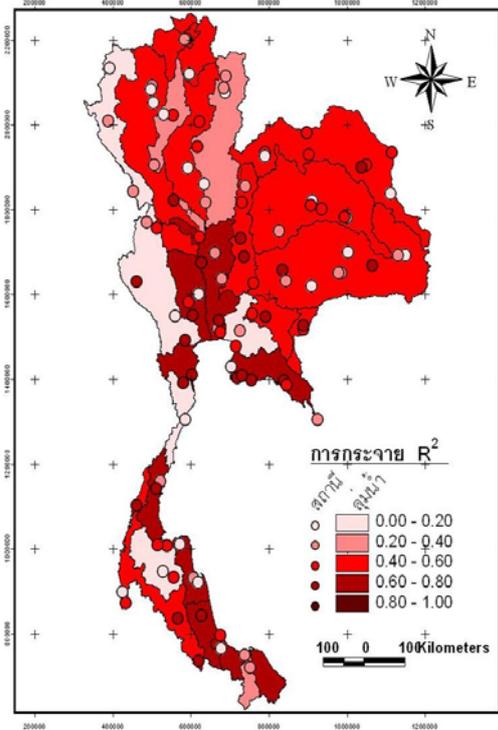
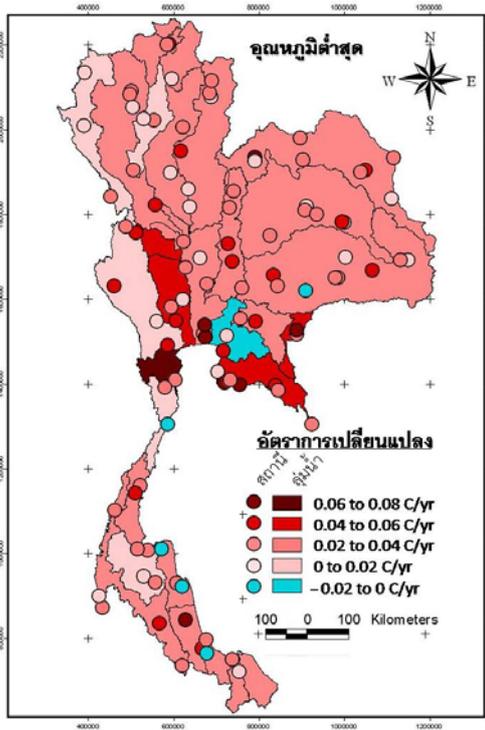
รูปที่ 5-6 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยที่สูงขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบ) ประมาณ 0.03°C ต่อปี



รูปที่ 5-7 อัตราการเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย (0.4-1.0 กระจายน้อย 0.2-0.4 กระจายปานกลาง และ 0-0.2 กระจายมาก)



รูปที่ 5-8 อัตราการเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย (0.4-1.0 กระจายน้อย 0.2-0.4 กระจายปานกลาง และ 0-0.2 กระจายมาก)



รูปที่ 5-9 อัตราการเปลี่ยนแปลงและการกระจายตัวของข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย (0.4-1.0 กระจายน้อย 0.2-0.4 กระจายปานกลาง และ 0-0.2 กระจายมาก)

การวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิรายปี ทำได้โดยการวิเคราะห์สมการสหสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยรายปี และดูแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของตัวแปรเหล่านั้น รวมไปถึงการวิเคราะห์หาความสอดคล้องของข้อมูลกับแนวโน้มการประมาณ ซึ่งหาได้จากค่า R^2 ของสมการการถดถอยเชิงเส้น (Coefficient of Determination) ค่า R^2 ที่ได้นี้จะแสดงร้อยละของข้อมูลที่สมการความถดถอยเชิงเส้นตรง สามารถแสดงได้ โดยค่า R^2 ที่ใกล้เคียง 1 แปลว่าข้อมูลมีการกระจายออกจากสมการเส้นตรงเพียงเล็กน้อย ทำให้ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากสมการมีความน่าเชื่อถือมาก ในทางตรงกันข้าม ค่า R^2 ที่เข้าใกล้ 0 หมายความว่าข้อมูลมีการกระจายมากเกินไปที่จะแสดงได้ด้วยสมการเส้นตรง ทำให้ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คำนวณได้ไม่น่าเชื่อถือ

เมื่อพิจารณาจากแผนภาพการกระจายตัวของอุณหภูมิ พบว่าอุณหภูมิสูงสุดมีความน่าเชื่อถือของข้อมูลมากที่สุดเมื่อพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ (R^2) โดยครอบคลุมเกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทย

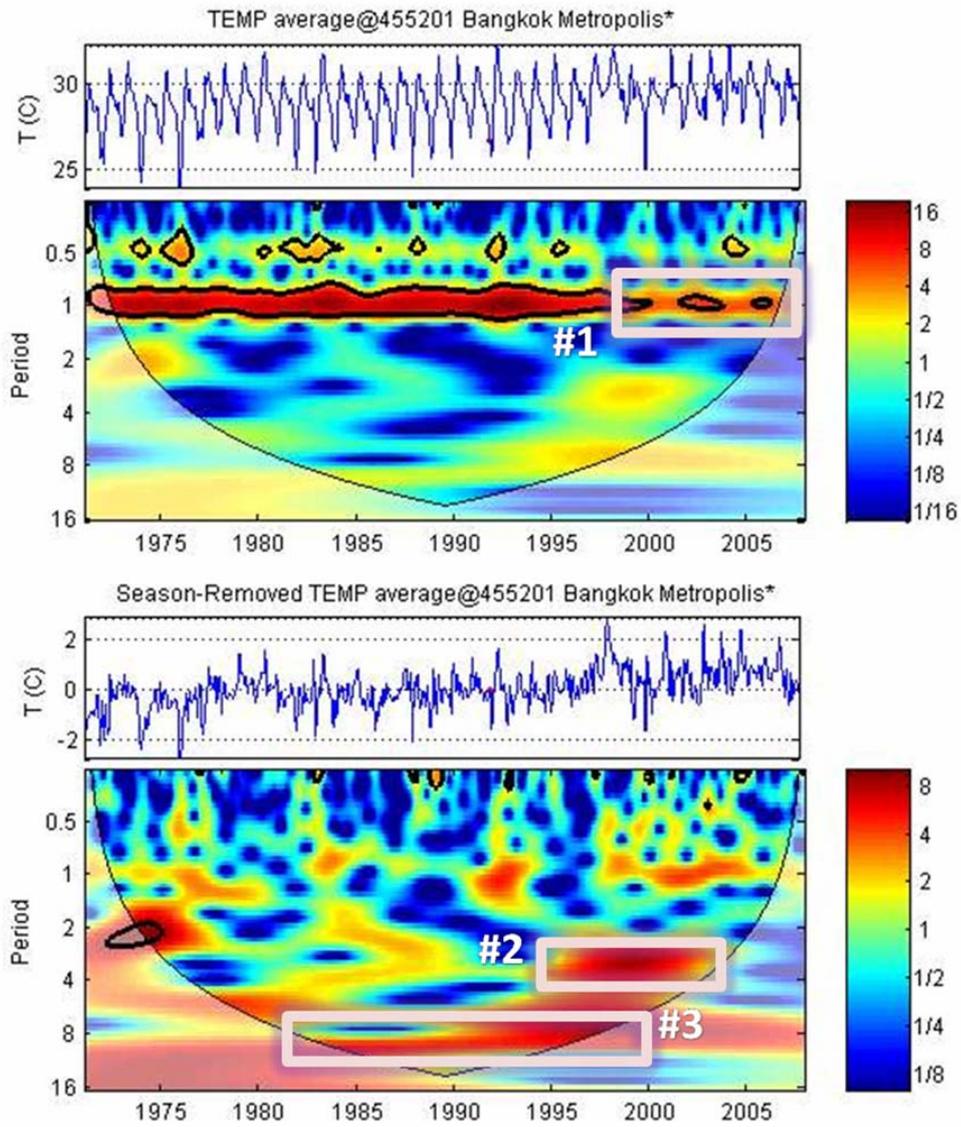
5.3.2 พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของสภาพภูมิอากาศ จะพิจารณาจากแอมพลิจูดของเวฟเล็ตที่แปลงมาจากข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุดและต่ำสุดรายเดือน และจากข้อมูลที่หักค่าเฉลี่ยรายฤดูที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีออกแล้ว (Season-Removed Data) โดยนำข้อมูลดังกล่าวของแต่ละสถานี และแต่ละลุ่มน้ำมาสร้างเส้นชั้นความสูง จากการศึกษาพบว่ากำลังของเวฟเล็ตที่ได้จากอุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุดและต่ำสุด โดยส่วนใหญ่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน 3 รูปแบบ ดังที่แสดงในรูปที่ 5-10 และแสดงภาพรวมของทั้งประเทศซึ่งมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน 3 รูปแบบเช่นกัน ดังรูปที่ 5-11 กล่าวคือ

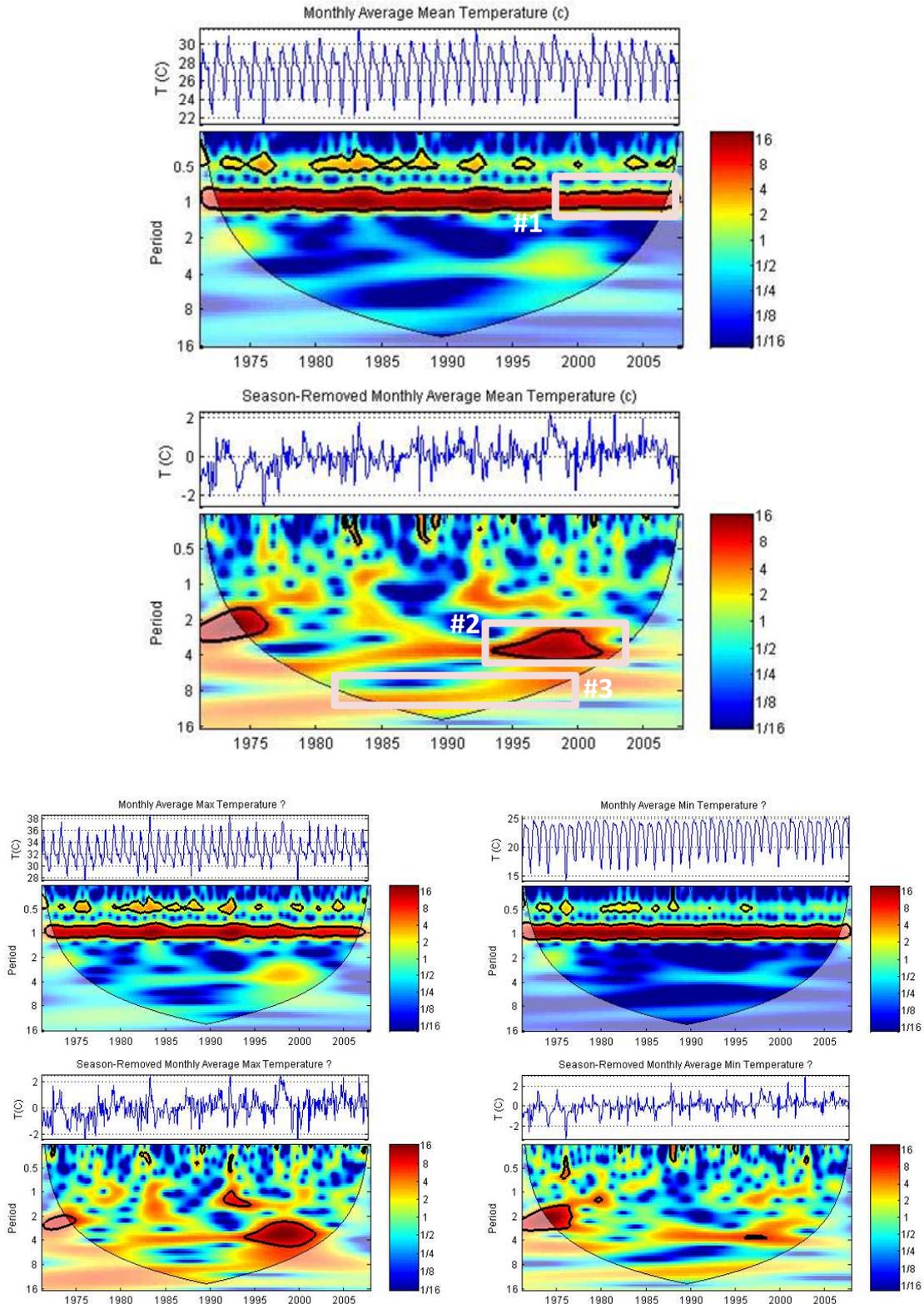
- 1) **พฤติกรรมแบบที่ 1:** คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีของอุณหภูมิหลังปี ค.ศ. 1995 มีความสำคัญลดลง ซึ่งแปลว่าฤดูกาลของช่วงเวลาในปัจจุบัน จะไม่เหมือนเดิม หน้าร้อนอาจจะไม่ร้อน หน้าหนาวอาจจะไม่หนาวเหมือนที่เคยเป็นมาในอดีต
- 2) **พฤติกรรมแบบที่ 2:** พบคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปีในช่วงปี ค.ศ. 1995 – 2000 ที่มีความสำคัญในข้อมูลที่หักค่าเฉลี่ยรายเดือนแล้ว ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่พบในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ และอาจแสดงถึงความรุนแรงของสภาพอากาศ (impulse) ณ ช่วงเวลาดังกล่าว

3) **พฤติกรรมแบบที่ 3:** พบคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 8 ปี จากข้อมูลที่หักค่าเฉลี่ยรายเดือนออกแล้ว และเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของค่าขอบเขตพฤติกรรมนี้จึงเน้นเฉพาะในช่วงปี ค.ศ. 1980 – 2000 ซึ่งอยู่ใน Cone of Influence เท่านั้น

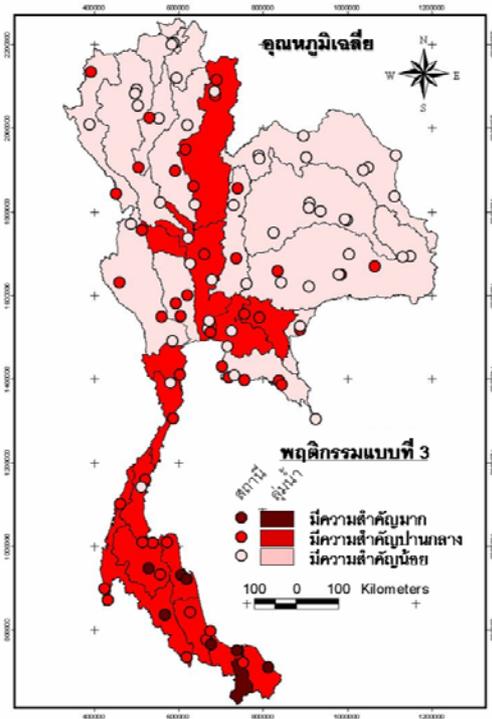
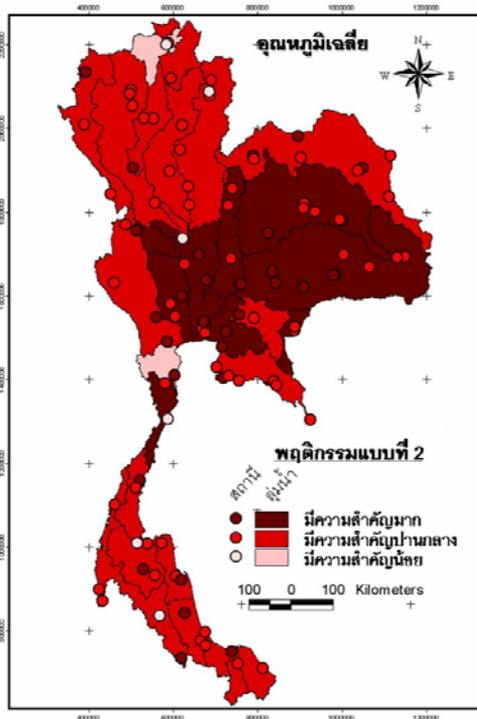
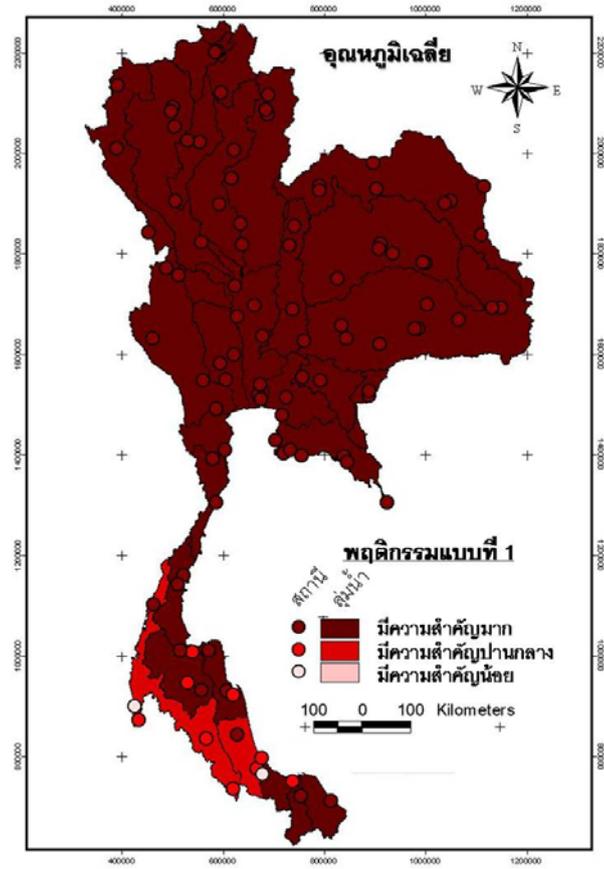
รูปที่ 5-12 ถึง 5-14 แสดงการกระจายของพฤติกรรมแบบที่ 1 ถึง 3 ที่ได้จากข้อมูลอุณหภูมิจนเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ณ ตำแหน่งสถานีตรวจวัดและค่าเฉลี่ยเชิงพื้นที่ โดยสีแดงเข้มแสดงความสำคัญที่มากหรือเกิดพฤติกรรมดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัด ในทางตรงกันข้ามสีชมพูแสดงความสำคัญที่น้อยหรือสามารถสังเกตพฤติกรรมดังกล่าวได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในภาพรวมจะเห็นว่า ค่าที่ได้จากสถานีตรวจวัดในบางพื้นที่ มีลักษณะที่ไม่ตรงกับค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำ ทั้งๆที่ข้อมูลทั้งสองมีที่มาเดียวกัน สิ่งที่เกิดขึ้นนี้น่าจะมีเหตุผลมาจากผลกระทบจากการเฉลี่ยค่าที่มีความหลากหลาย ซึ่งอาจทำให้พฤติกรรมบางอย่างที่เป็นพฤติกรรมเฉพาะ หรือพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีความรุนแรง (Extreme Value Data) หายไปได้ ลักษณะที่เกิดขึ้นนี้เป็นสิ่งที่ควรระวัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแปลงข้อมูลระหว่างจุดตรวจวัด และข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่อาจมีพฤติกรรมไม่เหมือนเดิม



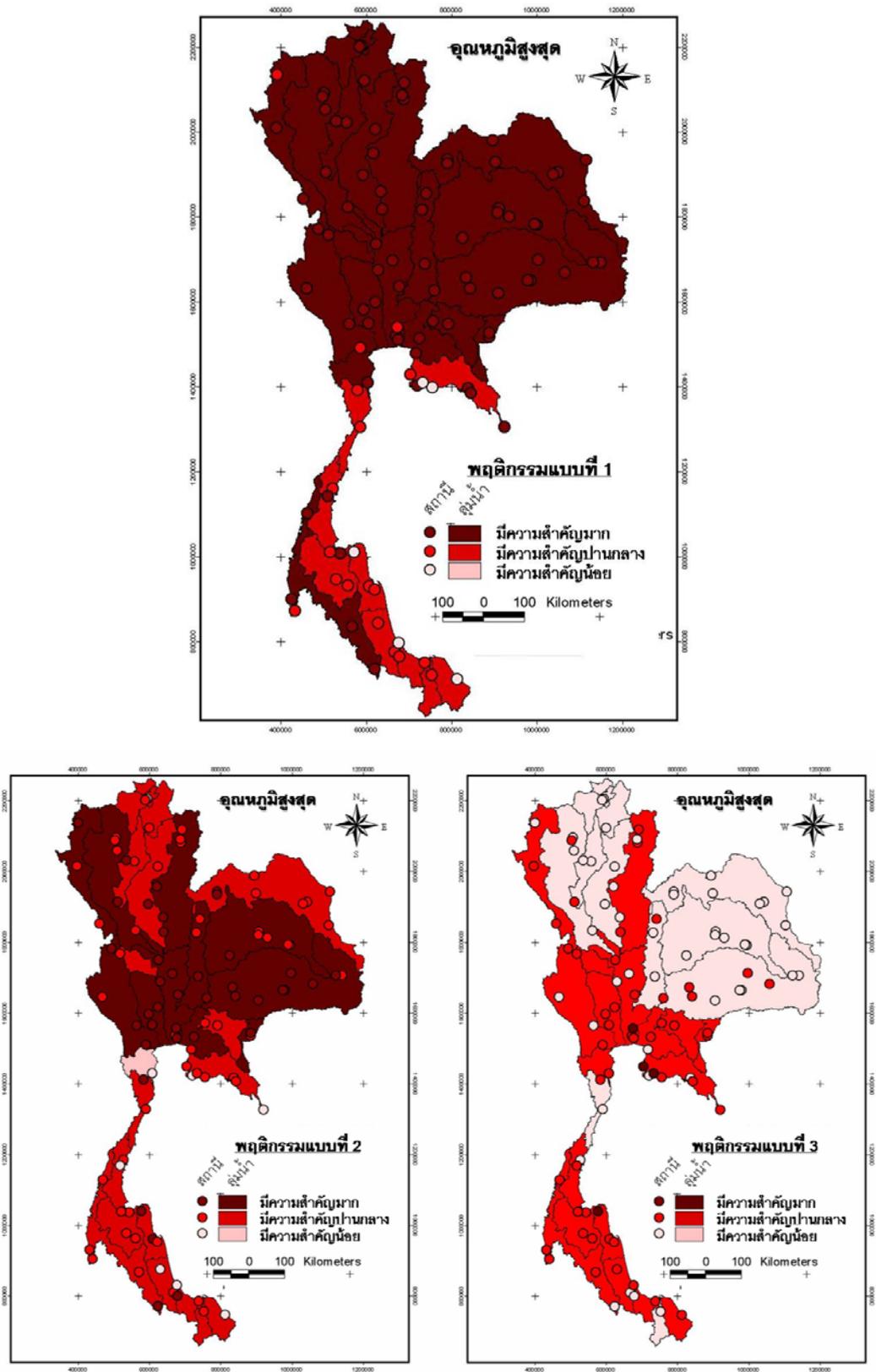
รูปที่ 5-10 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยมีรูปแบบ 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย



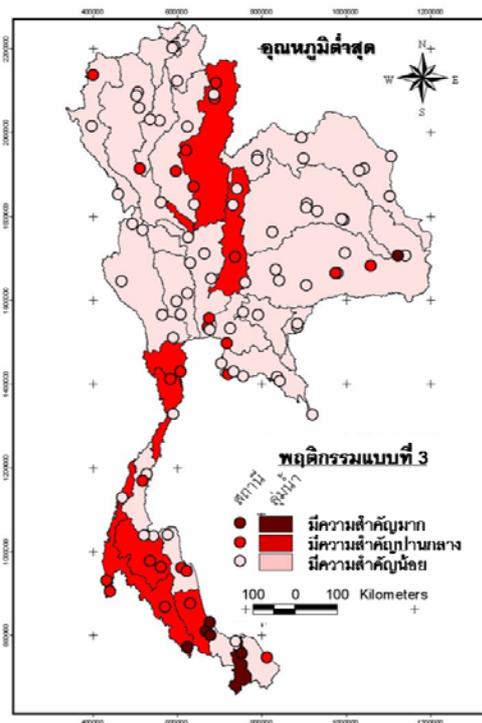
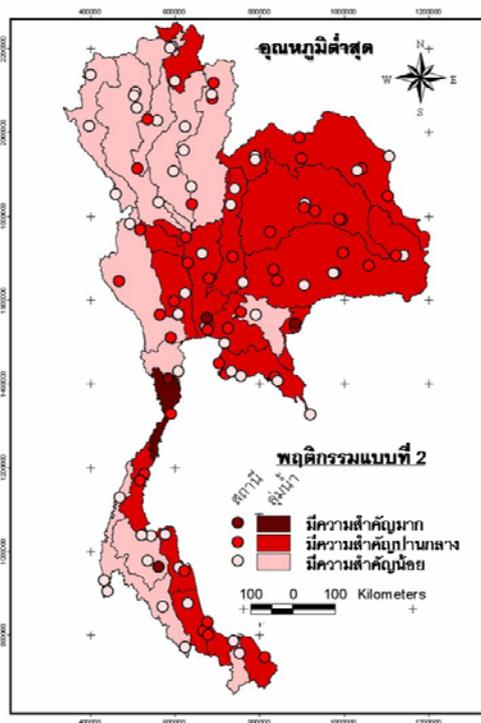
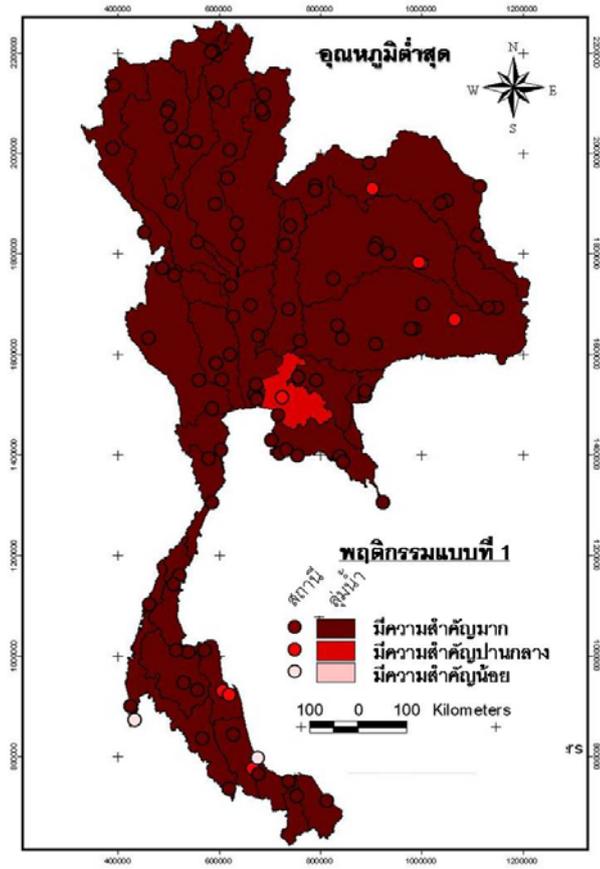
รูปที่ 5-11 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของ อุณหภูมิเฉลี่ย (ภาพบน) อุณหภูมิสูงสุด (ล่างซ้าย) และ อุณหภูมิต่ำสุด (ล่างขวา) ของประเทศไทยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยมีรูปแบบ 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย



รูปที่ 5-12 การกระจายตัวของพหุติกรรแบบที่ 1 (บน) พหุติกรรแบบที่ 2 (ล่างซ้าย) และพหุติกรรแบบที่ 3 (ล่างขวา) จากข้อมูลอุณหภูมิจนเฉลี่ย ณ สถานีตรวจวัดแสดงด้วยจุด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย



รูปที่ 5-13 การกระจายตัวของพหุติกรรแบบที่ 1 (บน) พหุติกรรแบบที่ 2 (ล่างซ้าย) และพหุติกรรแบบที่ 3 (ล่างขวา) จากข้อมูลอุณหภูมิมีสุงสุด ณ สถานีตรวจวัดแสดงด้วยจุด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย



รูปที่ 5-14 การกระจายตัวของพหุติกรรแบบที่ 1 (บน) พหุติกรรแบบที่ 2 (ล่างซ้าย) และพหุติกรรแบบที่ 3 (ล่างขวา) จากข้อมูลชนิดพันธุ์หายาก ณ สถานีตรวจวัดแสดงด้วยจุด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย

เมื่อพิจารณารูปที่ 5-12 ถึง 5-14 ซึ่งแสดงการกระจายเชิงพื้นที่ของอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด พบว่าพฤติกรรมแบบที่ 1 หรือความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการ เกิดซ้ำ 1 ปี ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา (ปี ค.ศ. 1995 – 2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยพื้นที่ที่มีสีแดงเข้มแสดงว่าความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันได้ลดลงมาก ผล การศึกษาสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่โดยส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบัน ลดลงจากในอดีต โดยการกระจายตัวจะสม่ำเสมอ ซึ่งแปลว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยจะเกิดขึ้น ในทุกพื้นที่ โดยมีความรุนแรงค่อนข้างมากใกล้เคียงกัน ยกเว้นบริเวณลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก และ ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่มีความรุนแรงปานกลาง

สำหรับอุณหภูมิสูงสุดความชัดเจนของฤดูกาลจะลดลงมากในทุกพื้นที่ แต่บริเวณพื้นที่ ติดชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีความรุนแรงปานกลาง ลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลให้สภาพอากาศโดยรวมใน หนัาร้อนมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้มาก ส่วนพฤติกรรมความชัดเจนของฤดูกาลสำหรับอุณหภูมิต่ำสุดจะลดลงมากในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ยกเว้นลุ่มน้ำบางปะกงที่มีความรุนแรงของพฤติกรรม ปานกลาง

การกระจายเชิงพื้นที่ของพฤติกรรมแบบที่ 2 ซึ่งแสดงคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปีที่ เกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1995 – 2000 ลักษณะดังกล่าวอาจแสดงได้ถึงการเกิดสภาพอากาศที่รุนแรงใน ช่วงเวลานี้ ที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนในอดีต จากรูปที่ 5-13 จะเห็นว่าการกระจายของพฤติกรรมที่ 2 นี้ ยังคงมีค่าค่อนข้างสูงในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคกลางและภาค ตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างของประเทศไทย เมื่อพิจารณาอุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิสูงสุด อย่างไรก็ตาม ก็ดีพฤติกรรมในลักษณะนี้จากอุณหภูมิต่ำสุดกลับไม่ค่อยมีความสำคัญมากนัก

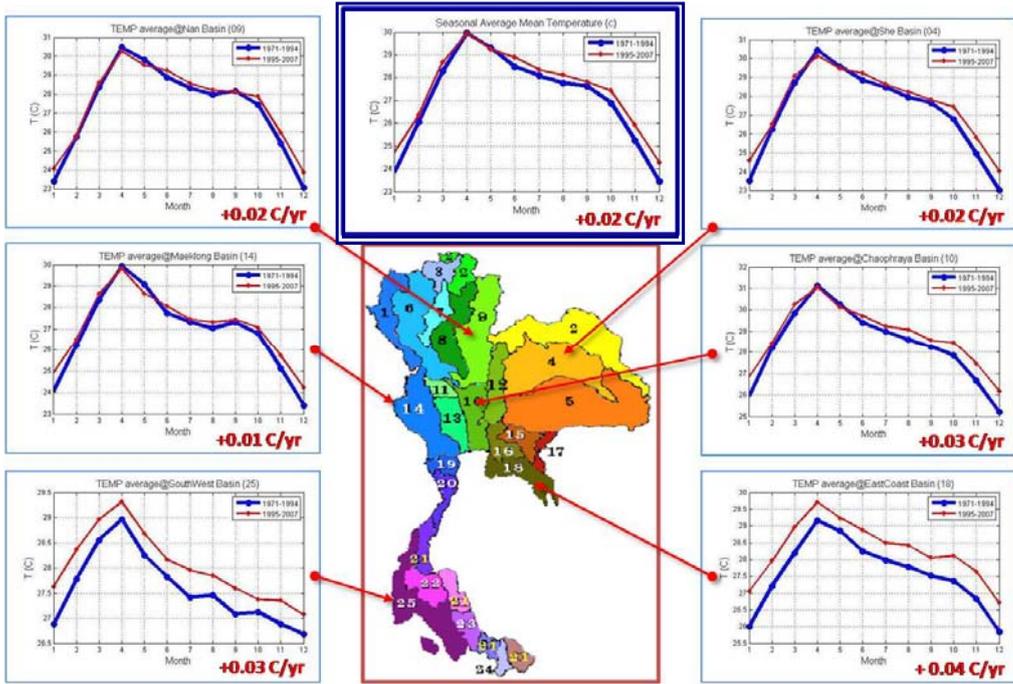
การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพฤติกรรมแบบที่ 3 ซึ่งแสดงถึงคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 8 ปีที่เกิดขึ้นระหว่างปี ค.ศ. 1980 – 2000 ทั้งนี้ช่วงเวลาของพฤติกรรมถูกจำกัดโดยค่าขอบเขต (Cone of Influence) ทำให้ไม่สามารถพิจารณาคาบการเกิดดังกล่าวในเวลาปัจจุบันได้ ซึ่งการกระจายของ พฤติกรรมนี้มีความสำคัญค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับพฤติกรรมอื่นๆ และมักกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ภาค กลางและภาคใต้เป็นหลัก พฤติกรรมแบบที่ 3 นี้ อาจจะมีประโยชน์ในการประมาณอุณหภูมิเนื่องจาก เป็นพฤติกรรมที่มีคาบการเกิดคงที่ แต่ไม่สามารถใช้เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของ สภาพอากาศของประเทศไทยได้

กล่าวโดยสรุปจะเห็นว่าสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูกลาง หรือคาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ที่ 1 ปี มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติ และการที่คาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปีหรือเกิดความแปรปรวนที่รุนแรงในช่วง ค.ศ. 1995 – 2000 จากผลการศึกษาดังกล่าวน่าจะเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพอากาศของประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่นั้นปี ค.ศ. 1995 แล้ว

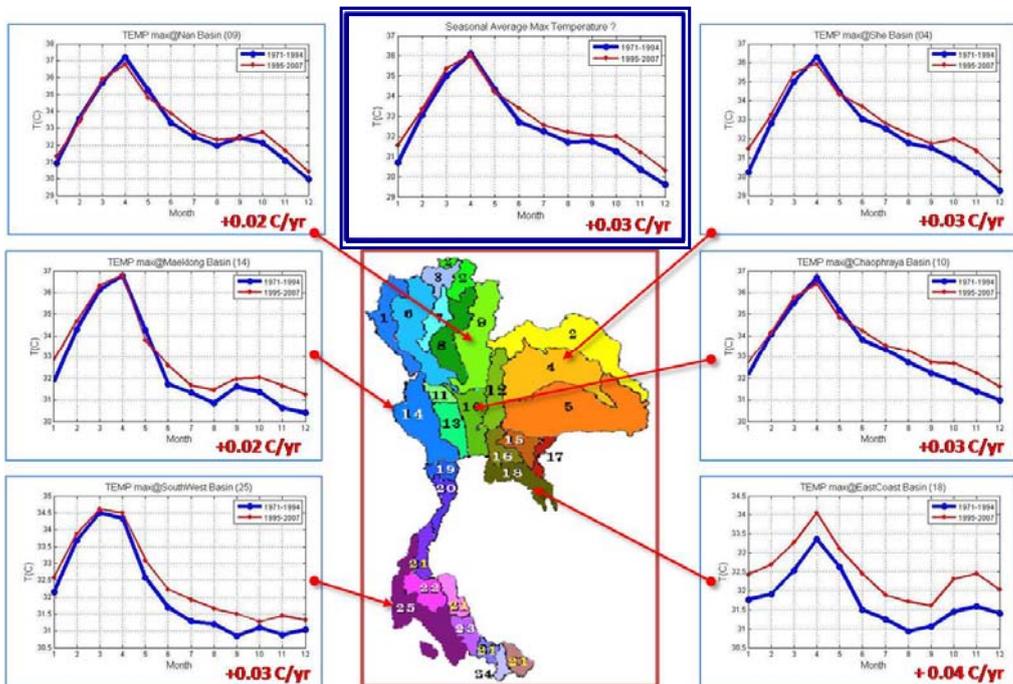
อนึ่ง การคัดเลือกพฤติกรรมรูปแบบต่างๆ และแสดงการกระจายของความสำคัญของพฤติกรรมนั้นๆ ลงบนแผนที่ เป็นเพียงแนวทางหนึ่งในการที่จะรวบรวมข้อมูลจากทุกสถานี และทุกกลุ่มน้ำที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ให้เกิดความชัดเจนในการเปรียบเทียบโดยเลือกพฤติกรรมที่มักจะเกิดโดยรวมเท่านั้น หากพิจารณาผลการแปลงเวฟเล็ตของข้อมูลแต่ละตัว อาจจะพบพฤติกรรมอื่นๆ ที่มีความชัดเจนหรือมีความสำคัญมากกว่านี้ได้ นอกจากนี้ยังมีแนวทางอื่นที่อาจใช้ในการแสดงการกระจายของพฤติกรรม เช่น การคำนวณหาคาบการเกิดที่สำคัญ ณ ช่วงเวลาต่างๆ แล้วนำคาบการเกิดมาแสดงผลเชิงพื้นที่ เป็นต้น ซึ่งน่าจะได้มีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

5.3.3 การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลในประเทศไทย

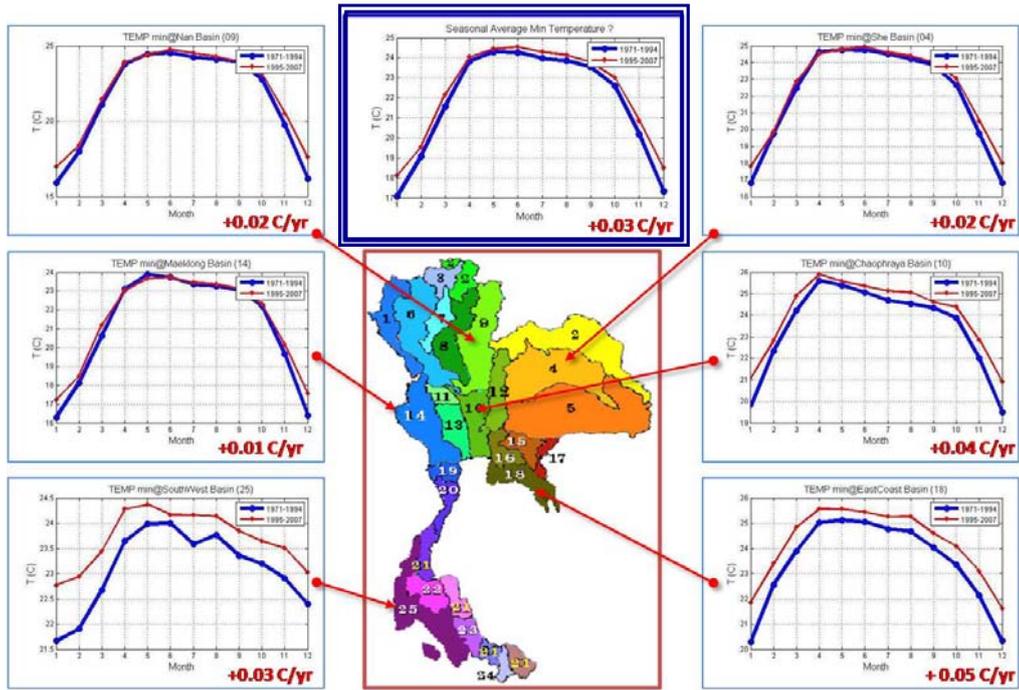
จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุดของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1971 – 1994 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยในทุกเดือนและในทุกพื้นที่ของประเทศไทยมีค่าสูงขึ้น ดังรูปที่ 5-15 ถึง 5-17 ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิรายปีที่ได้กล่าวไปแล้ว และพบว่ามีการเปลี่ยนแปลง 2 รูปแบบที่ชัดเจน แบบแรกอุณหภูมิสูงในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว แบบที่สองสูงทั้งปี โดยในภาคเหนือมักจะเพิ่มขึ้นในฤดูฝนและฤดูหนาว ส่วนฤดูร้อนโดยเฉพาะเดือนเมษายนนั้น อุณหภูมิเฉลี่ยในปัจจุบันไม่ได้สูงขึ้นมากนัก ผิดกับพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงและทางภาคใต้ที่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะเกิดขึ้นในทุกเดือนตลอดทั้งปี แสดงดังรูปที่ 5-18 ถึง 5-20



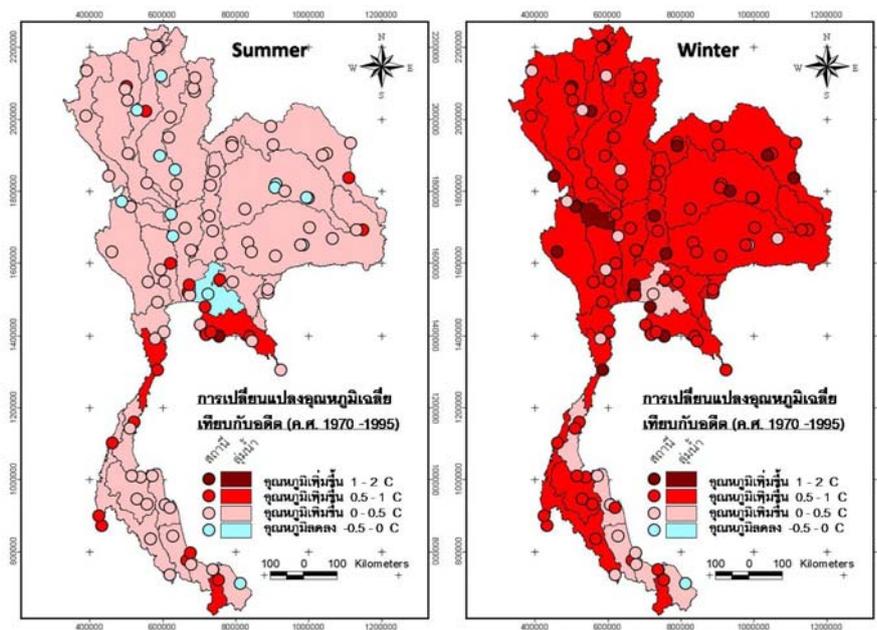
รูปที่ 5-15 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิเฉลี่ยหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย



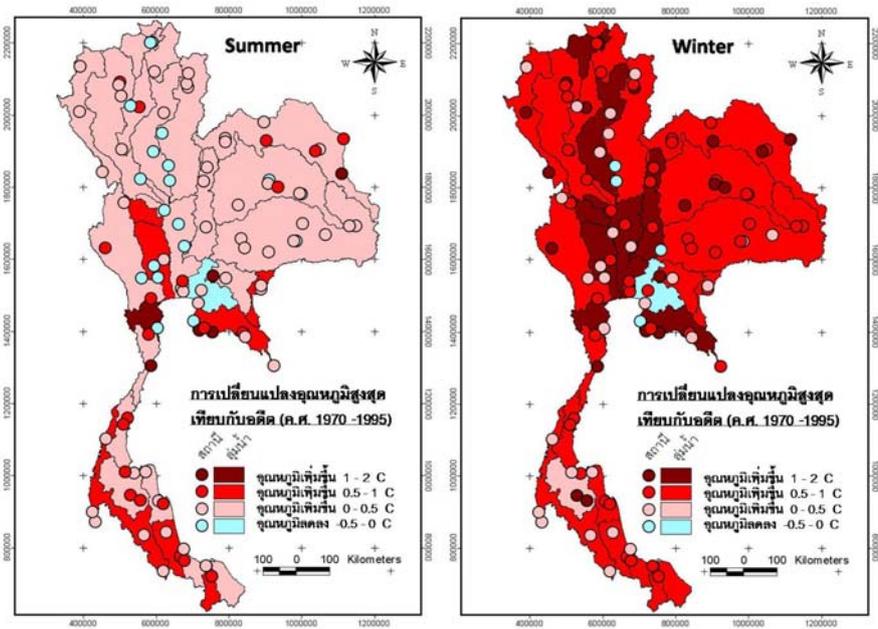
รูปที่ 5-16 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิสูงสุดหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย



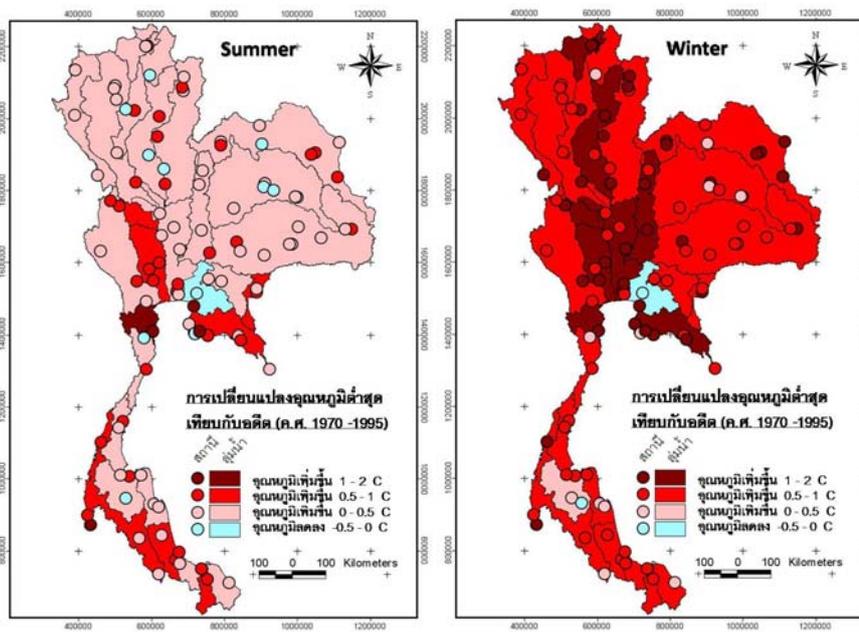
รูปที่ 5-17 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของอุณหภูมิต่ำสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และอุณหภูมิต่ำสุดหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย



รูปที่ 5-18 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย



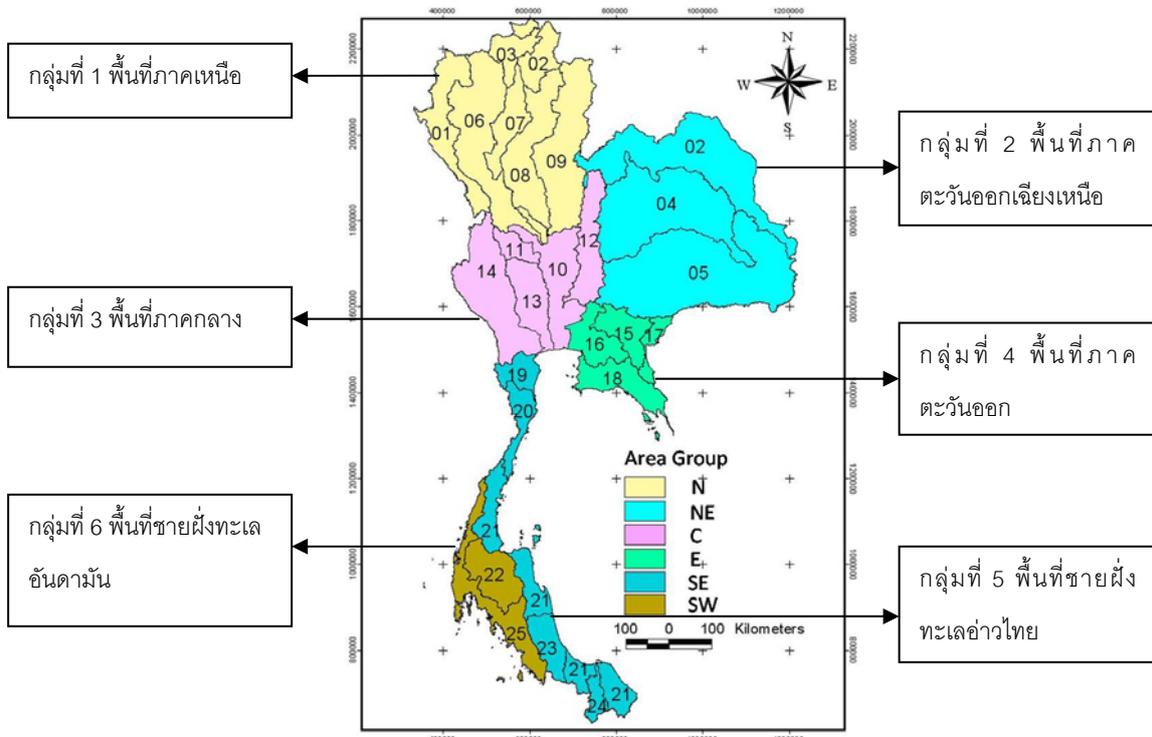
รูปที่ 5-19 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิสูงสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย



รูปที่ 5-20 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูร้อนและฤดูหนาว) เปรียบเทียบอุณหภูมิต่ำสุดก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย

5.3.4 สรุปลักษณะพฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ยแบ่งตามลักษณะกลุ่มพื้นที่

จากการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และ พฤติกรรมการเกิดซ้ำของอุณหภูมิตั้งหัวข้อที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้จัดกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตาม ลักษณะพื้นที่และความคล้ายคลึงของข้อมูลออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ กลุ่มพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่ง อ่าวไทย และกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน แสดงดังรูปที่ 5-21



รูปที่ 5-21 การแบ่งกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะลุ่มน้ำที่มีความคล้ายคลึงกันของข้อมูล

รูปดังกล่าวได้แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และ พฤติกรรมของอุณหภูมิที่แสดงความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน (ปี ค.ศ. 1995-2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยแสดงในรูปของสัญลักษณ์ เพื่อให้ เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากขึ้น แสดงดังตารางที่ 5-1 โดยพบว่าแนวโน้มอุณหภูมิสูงขึ้นในทุก กลุ่มพื้นที่ แต่มีการกระจายอยู่ในระดับปานกลาง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดพบว่าโดยส่วนใหญ่ฤดูหนาวอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจาก

อดีตมากกว่าฤดูร้อน ส่วนพื้นที่ภาคตะวันออกพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตทั้ง 2 ฤดู ส่วนพฤติกรรมความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีมีการเปลี่ยนแปลงโดยรวมมีความสำคัญมากในทุกพื้นที่ ความชัดเจนของฤดูกาลลดลงจากในอดีต ยกเว้นกลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย และพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันที่อุณหภูมิสูงสุดมีความสำคัญของพฤติกรรมในระดับปานกลาง

5.4 พฤติกรรมของข้อมูลน้ำฝนรายเดือนในประเทศไทย

5.4.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนในประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนรายเดือนของประเทศไทยในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ถึง 2007) มีแนวโน้มลดลงเกือบในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 5-22 และ 5-23 โดยมีอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยที่ประมาณ $-0.51 - -8.89$ มิลลิเมตรต่อปี มีเพียงลุ่มน้ำน่านที่มีอัตราการเพิ่มของปริมาณน้ำฝนประมาณ $+1.46$ มิลลิเมตรต่อปี และปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงประมาณ -0.51 มิลลิเมตรต่อปี โดยการกระจายตัวของฝนจะแตกต่างกันตามพื้นที่ ซึ่งบริเวณพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำมูล และภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝน ส่วนพื้นที่อื่น ๆ มีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่ที่ควรมีการเฝ้าระวังคือลุ่มน้ำท่าจีน ลุ่มน้ำโตนเลสาป และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกซึ่งเป็นที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา คือระยองและชลบุรี แต่ทั้งนี้หากพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลกับแนวโน้มการประมาณซึ่งหาได้จากค่า R^2 ของสมการการถดถอยเชิงเส้น (Coefficient of Determination) แล้ว พบว่าข้อมูลมีการกระจายมากเกินกว่าที่จะแสดงได้ด้วยสมการเส้นตรง ทำให้ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คำนวณได้ไม่น่าเชื่อถือ โดยมีค่า R^2 โดยรวมทั้งประเทศอยู่ในช่วง $0 - 0.2$ เท่านั้น แต่ทั้งนี้ผลการศึกษาก็ทำให้รู้ถึงแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของข้อมูล

ตารางที่ 5-1 แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดแยกตามกลุ่มพื้นที่ (ข้อมูลปี ค.ศ. 1971-2007)

พฤติกรรม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 5	กลุ่ม 6
1. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี						
- อุณหภูมิเฉลี่ย - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R ²	◻	◻	◻	◻	◻	◻
- อุณหภูมิสูงสุด - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R ²	◻	◻	◻	◻	◻	■
- อุณหภูมิต่ำสุด - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R ²	◻	■	◻	◻	◻	◻
2. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน						
- อุณหภูมิเฉลี่ย - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↑↑
- อุณหภูมิต่ำสุด - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑
- อุณหภูมิต่ำสุด - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑↑	↑
3. พฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี มีความชัดเจนในปัจจุบันลดลงเมื่อเทียบกับอดีต						
- อุณหภูมิเฉลี่ย	◎	◎	◎	◎	◎	○
- อุณหภูมิสูงสุด	◎	◎	◎	○	○	○
- อุณหภูมิต่ำสุด	◎	◎	◎	○	◎	◎

หมายเหตุ: - สัญลักษณ์แสดงถึงอุณหภูมิดังนี้

↑↑ เพิ่มขึ้นมาก ↑ เพิ่มขึ้น ● เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือคงที่ ↓ ลดลง ↓↓ ลดลงมาก

- สัญลักษณ์แสดงการกระจาย หรือค่า R² ■ มาก ◻ ปานกลาง □ น้อย

- ความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันลดลงจากอดีต

◎ สำคัญมาก ○ สำคัญปานกลาง △ สำคัญน้อย

กลุ่ม 1 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ

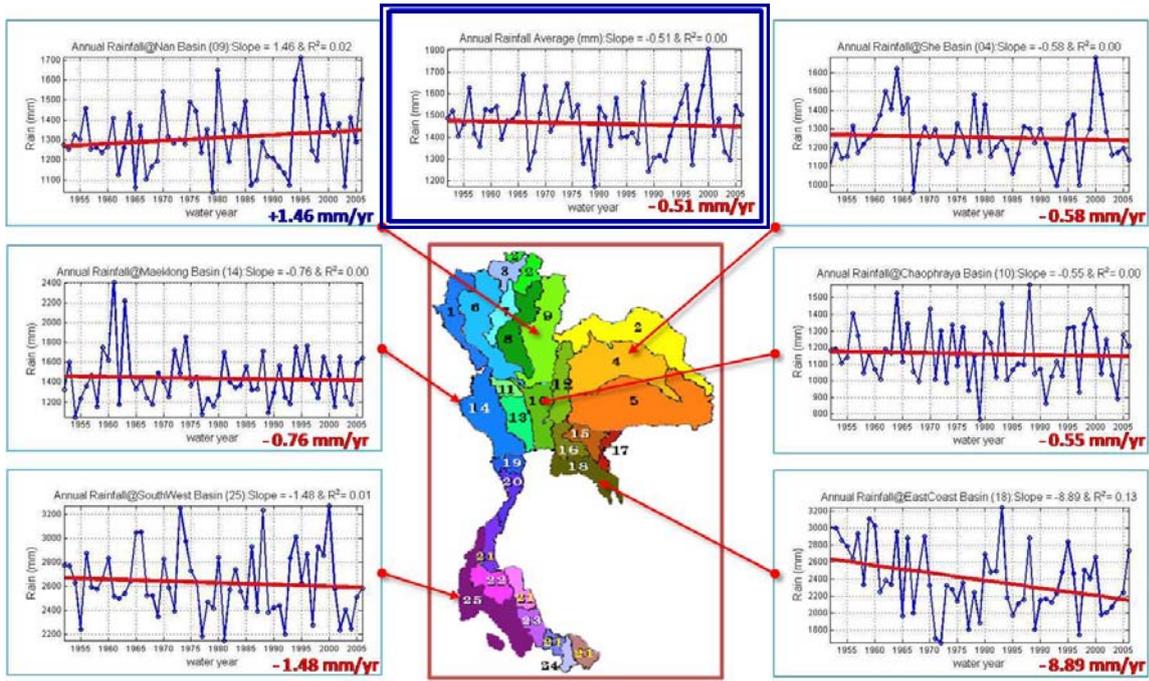
กลุ่ม 3 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง

กลุ่ม 5 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย

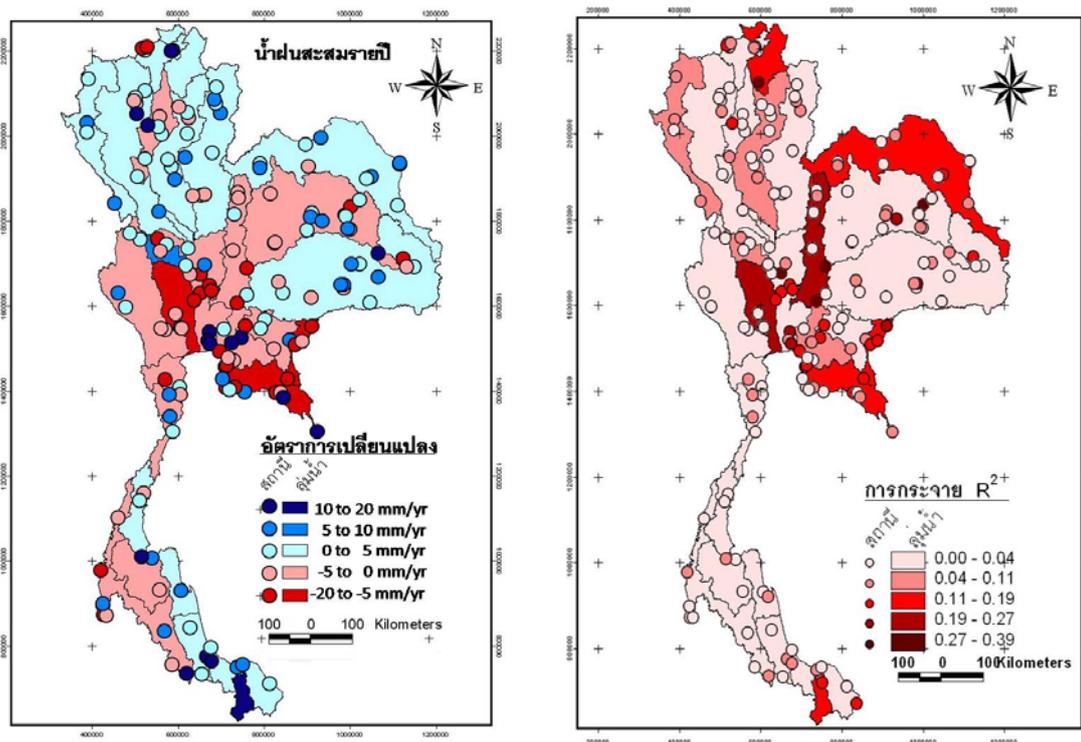
กลุ่ม 2 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กลุ่ม 4 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก

กลุ่ม 6 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน



รูปที่ 5-22 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีของประเทศไทย ซึ่งมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบสีแดง) ลดลงประมาณ -0.51 มิลลิเมตรต่อปี



รูปที่ 5-23 การกระจายของอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย

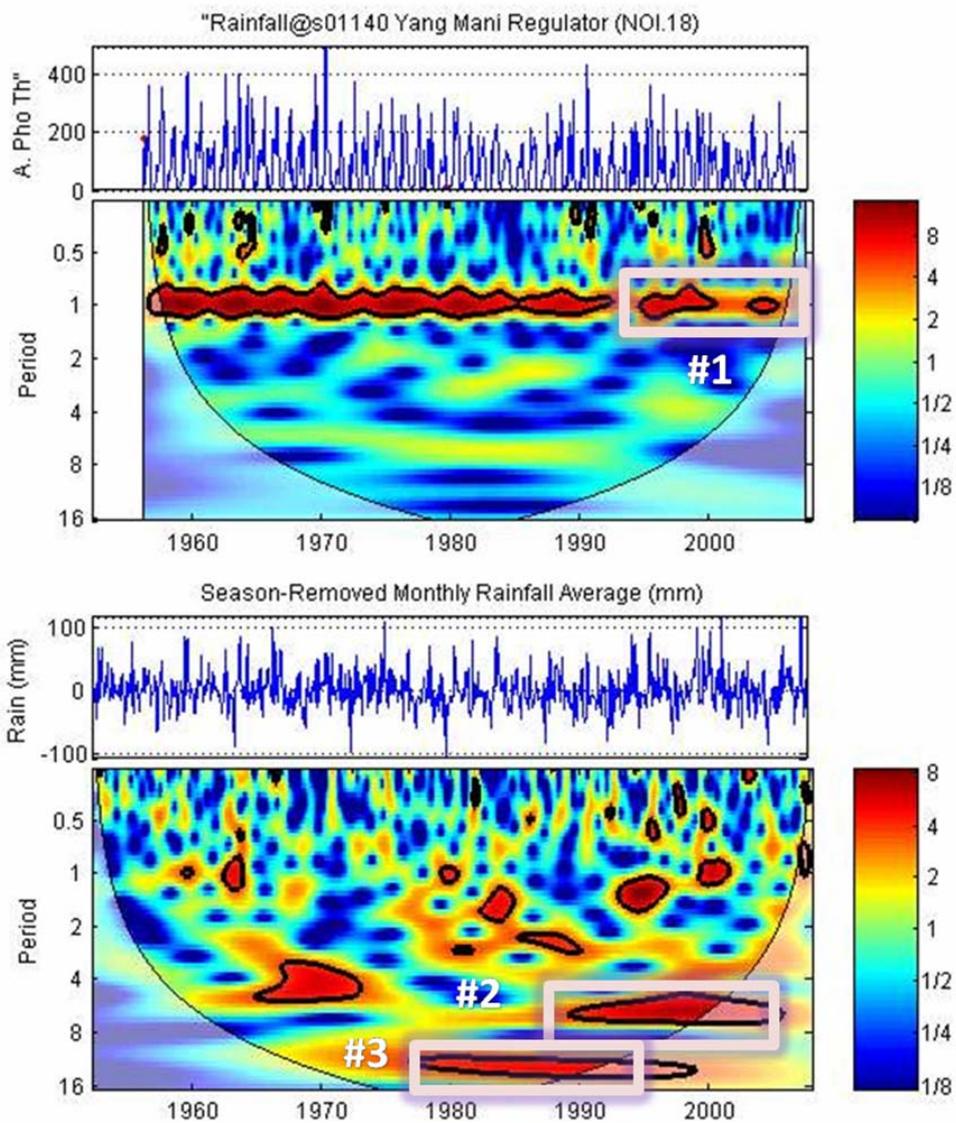
5.4.2 พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลน้ำฝนในประเทศไทย

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของปริมาณฝน จะพิจารณาจากกำลังของเวฟเล็ตที่แปลงมาจากข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน และจากข้อมูลที่หักค่าเฉลี่ยรายฤดูที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีออกแล้ว (Season-Removed Data) โดยนำข้อมูลดังกล่าวของแต่ละสถานี และแต่ละลุ่มน้ำมาสร้างเส้นชั้นความสูงเช่นเดียวกับการศึกษาอนุภูมิที่ได้กล่าวไปแล้ว จากการศึกษาพบว่ากำลังของเวฟเล็ตที่ได้จากปริมาณฝนโดยส่วนใหญ่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน 3 รูปแบบ ดังที่แสดงในรูปที่ 5-24 และแสดงปริมาณฝนภาพรวมของทั้งประเทศดังรูปที่ 5-25 ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน 3 รูปแบบเช่นกัน กล่าวคือ

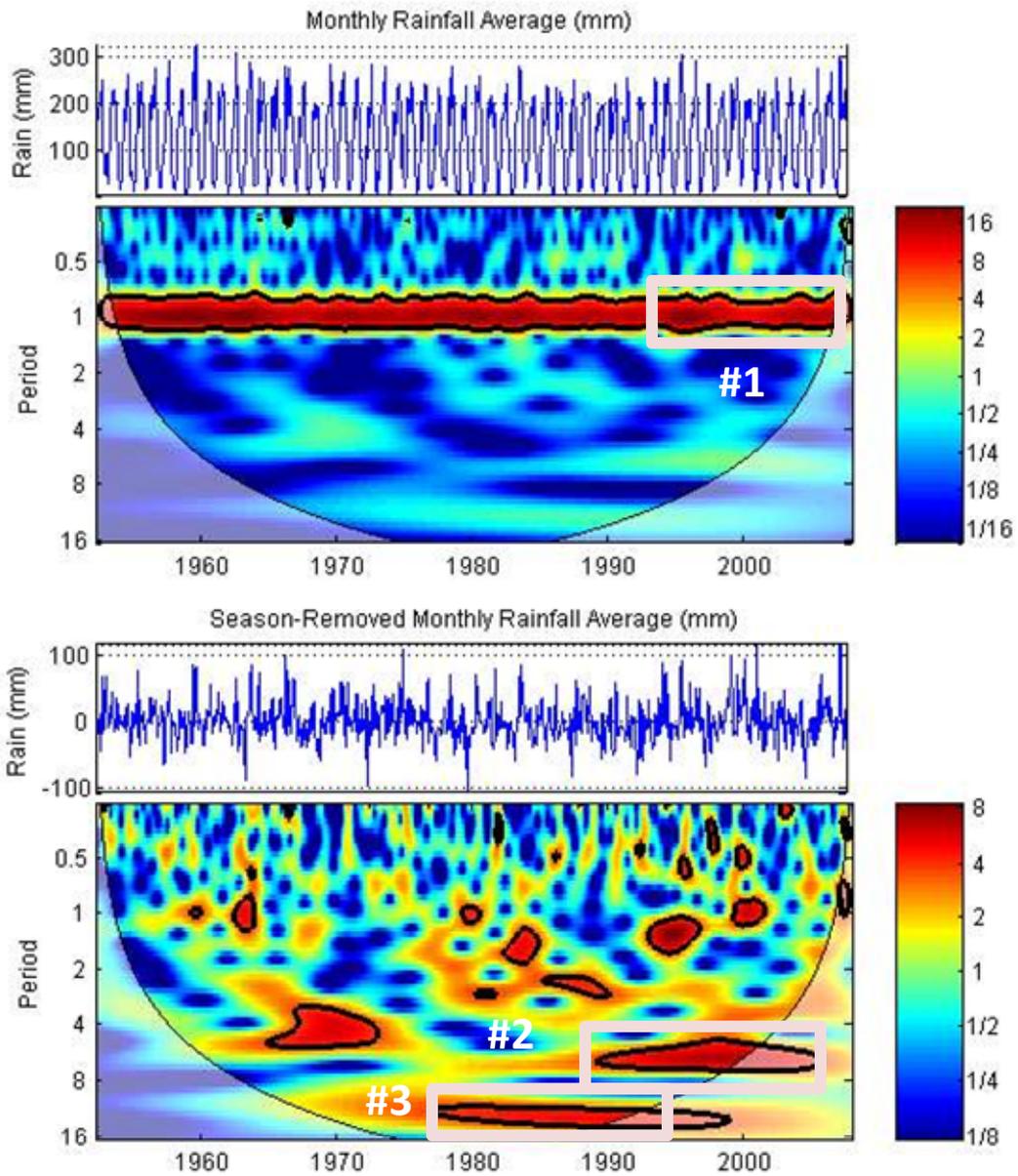
- 1) **พฤติกรรมแบบที่ 1:** คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีของปริมาณฝนหลังปี ค.ศ. 1995 มีความสำคัญลดลง ซึ่งแปลว่าฤดูกาลของฝนช่วงเวลาในปัจจุบัน จะไม่เหมือนเดิม ฝนอาจไม่ตกต้องตามฤดูกาลเหมือนที่เคยเป็นมาในอดีต
- 2) **พฤติกรรมแบบที่ 2:** พบคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปีในช่วงปี ค.ศ. 1990 – 2000 ที่มีความสำคัญในข้อมูลที่หักค่าเฉลี่ยรายเดือนแล้ว ซึ่งอาจแสดงถึงความแปรปรวนของฝน ณ ช่วงเวลาดังกล่าว
- 3) **พฤติกรรมแบบที่ 3:** พบคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 12-16 ปี จากข้อมูลที่หักค่าเฉลี่ยรายเดือนออกแล้ว และเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของค่าขอบเขตพฤติกรรมนี้จึงเน้นเฉพาะในช่วงปี ค.ศ. 1980 – 2000 ซึ่งอยู่ใน Cone of Influence เท่านั้น

รูปที่ 5-28 แสดงการกระจายของพฤติกรรมแบบที่ 1 ถึง 3 ที่ได้จากข้อมูลปริมาณฝน ณ ตำแหน่งสถานีตรวจวัดและค่าเฉลี่ยเชิงพื้นที่ โดยสีแดงเข้มแสดงความสำคัญที่มากหรือเกิดพฤติกรรมดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัด ในทางตรงกันข้ามสีชมพูแสดงความสำคัญที่น้อยหรือสามารถสังเกตพฤติกรรมดังกล่าวได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในภาพรวมจะเห็นว่า ค่าที่ได้จากสถานีตรวจวัดในบางสถานีมีลักษณะที่ไม่ตรงกับค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำเช่นเดียวกับพฤติกรรมของอนุภูมิ ซึ่งสิ่งที่เกิดขึ้นน่าจะมีเหตุผลมาจากผลกระทบจากการเฉลี่ยค่าที่มีความหลากหลาย ซึ่งอาจทำให้พฤติกรรมบางอย่างที่เป็นพฤติกรรมเฉพาะ หรือพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีความรุนแรง (Extreme Value Data)

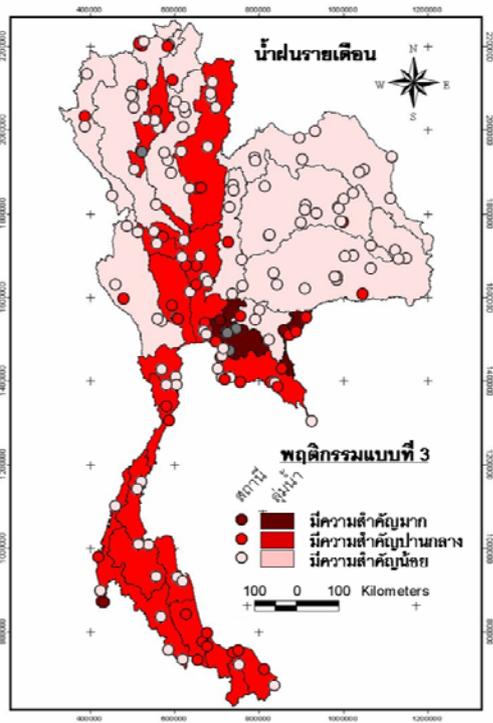
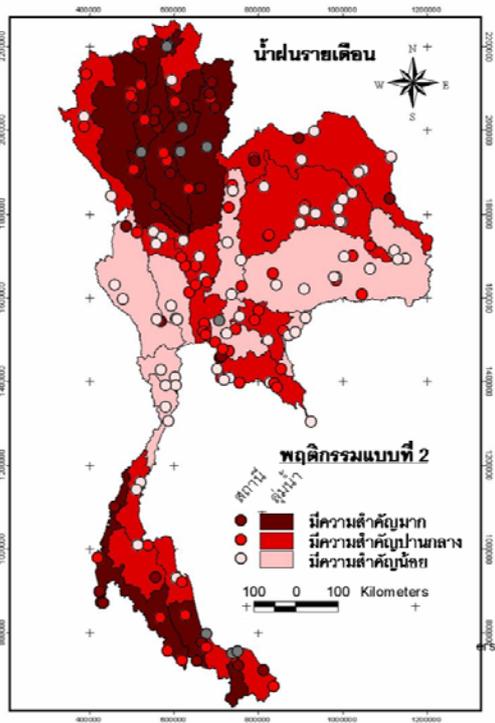
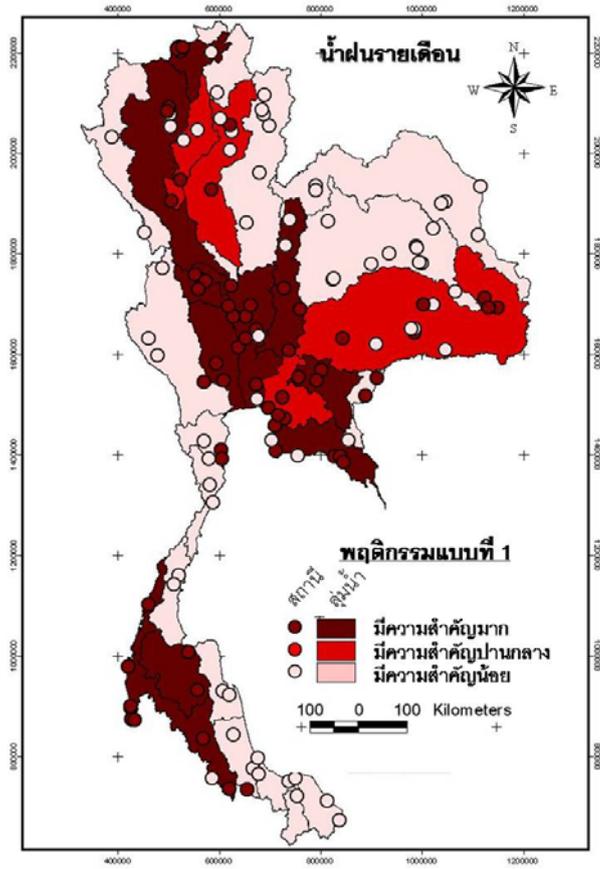
หายไปได้ ลักษณะที่เกิดขึ้นนี้เป็นสิ่งที่ควรระวัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแปลงข้อมูลระหว่างจุดตรวจวัด และข้อมูลเชิงพื้นที่ที่อาจมีพฤติกรรมไม่เหมือนเดิม และจากภาพรวมของประเทศไทยที่แสดงในรูปที่ 5-25 ซึ่งมีพฤติกรรมแบบที่ 1 ถึง 3 ค่อนข้างเด่นชัด แต่ลักษณะพฤติกรรมที่ 1 จะเห็นความแตกต่างหรือแปรปรวนของข้อมูลไม่เด่นชัดเนื่องจาก แต่ละลุ่มน้ำมีความสม่ำเสมอของปริมาณน้ำฝนไม่เท่ากันดังนั้นเมื่อแสดงข้อมูลในภาพรวมของทั้งประเทศจะช่วยให้เห็นถึงพฤติกรรมหลักๆ ชัดเจน แต่พฤติกรรมเฉพาะของแต่ละลุ่มน้ำจะหายไป



รูปที่ 5-24 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยมีรูปแบบ 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย



รูปที่ 5-25 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนภาพรวมของประเทศไทยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยมีรูปแบบ 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย



รูปที่ 5-26 การกระจายตัวของพฤติกรรมแบบที่ 1 (บน) พฤติกรรมแบบที่ 2 (ล่างซ้าย) และพฤติกรรมแบบที่ 3 (ล่างขวา) จากข้อมูลฝนสะสมรายเดือน ณ สถานีตรวจวัดแสดงด้วยจุด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย

เมื่อพิจารณารูปที่ 5-26 ซึ่งแสดงการกระจายเชิงพื้นที่โดยรวม เห็นได้ชัดว่าพฤติกรรมแบบที่ 1 หรือความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา (ปี ค.ศ. 1995 – 2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยพื้นที่ที่มีสีเข้มแสดงว่าความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันได้ลดลงมาก ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่โดยส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันลดลงจากในอดีต ยกเว้นภาคเหนือลุ่มน้ำสาละวิน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำชี ภาคกลางบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองและภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีความชัดเจนของฤดูกาลเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปการกระจายตัวของปริมาณฝนจะค่อนข้างสม่ำเสมอ ซึ่งแปลว่าการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นในทุกพื้นที่ โดยมีความรุนแรงค่อนข้างมากบริเวณภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออก และภาคใต้ตอนล่างฝั่งตะวันตก สิ่งที่จะเกิดขึ้นคือ ฝนอาจไม่ตกตามฤดูและมีฝนตกนอกฤดูมากขึ้น ฝนที่เคยตกเป็นเวลานานอาจจะสั้นลง พฤติกรรมจึงคล้ายกับฤดูกาลชัดเจนขึ้นเป็นต้น ซึ่งน่าจะได้มีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

การกระจายเชิงพื้นที่ของพฤติกรรมแบบที่ 2 ซึ่งแสดงคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปีที่เกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1990 – 2000 ลักษณะดังกล่าวอาจแสดงได้ถึงเกิดการเกิดความแปรปรวนของฝนที่รุนแรงในช่วงเวลานี้ ที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนในอดีต จะเห็นว่าการกระจายของพฤติกรรมที่ 2 นี้ ยังคงมีค่าค่อนข้างสูงในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย

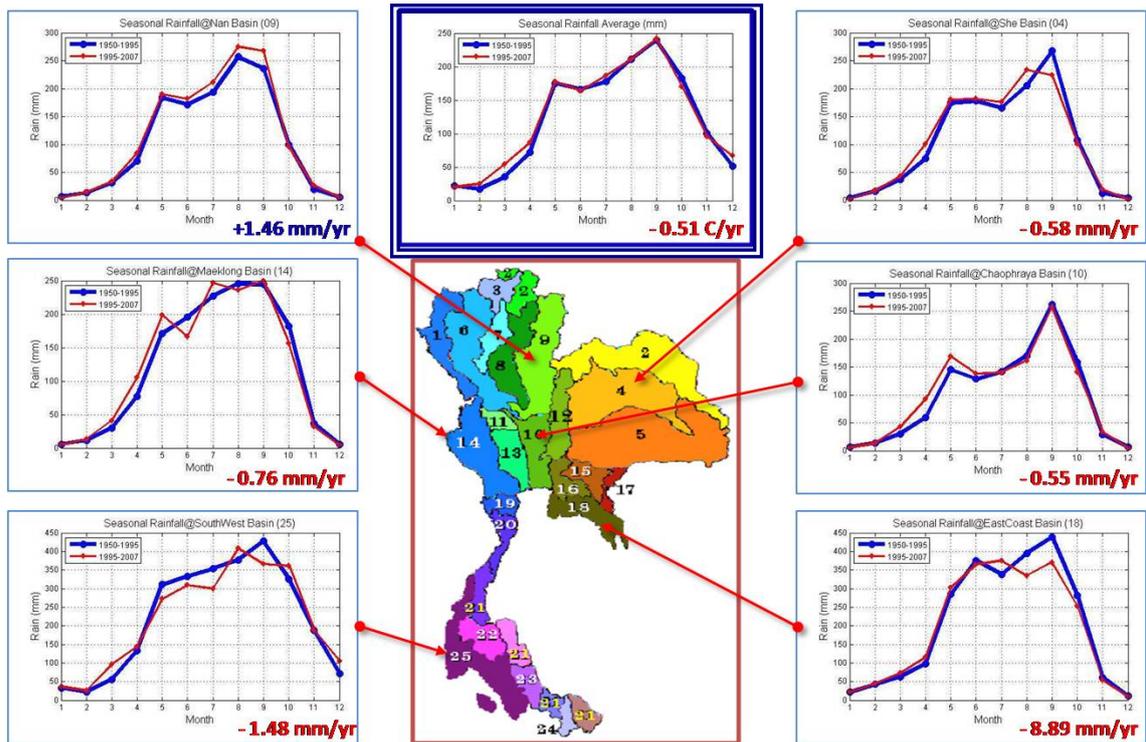
การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพฤติกรรมแบบที่ 3 ซึ่งแสดงถึงคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 12-16 ปีที่เกิดขึ้นระหว่างปี ค.ศ. 1980 – 2000 ทั้งนี้ช่วงเวลาของพฤติกรรมถูกจำกัดโดยค่าขอบเขต (Cone of Influence) ทำให้ไม่สามารถพิจารณาคาบการเกิดดังกล่าวในเวลาปัจจุบันได้ ซึ่งการกระจายของพฤติกรรมนี้มีความสำคัญค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับพฤติกรรมอื่นๆ มีเพียงพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงและโตนเลสาบที่มีพฤติกรรมเด่นชัด แต่ทั้งนี้ทั้ง 2 ลุ่มน้ำมีความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค่อนข้างน้อย จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม แต่โดยทั่วไปการกระจายตัวจะอยู่ในพื้นที่ภาคกลางและภาคใต้เป็นหลัก ดังกล่าวพฤติกรรมแบบที่ 3 นี้ อาจจะมีประโยชน์ในการประมาณฝนเนื่องจากเป็นพฤติกรรมที่มีคาบการเกิดคงที่ แต่ไม่สามารถใช้เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของประเทศไทยได้

กล่าวโดยสรุปจะเห็นว่าปริมาณฝนของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูกาลหรือคาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ที่ 1 ปี มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติ และการที่คาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปีหรือเกิดความแปรปรวนที่รุนแรงในช่วง ค.ศ. 1990 – 2000 จากผลการศึกษาดังกล่าวน่าจะเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพอากาศของประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณฝน เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่นั้นปี ค.ศ. 1990 แล้ว

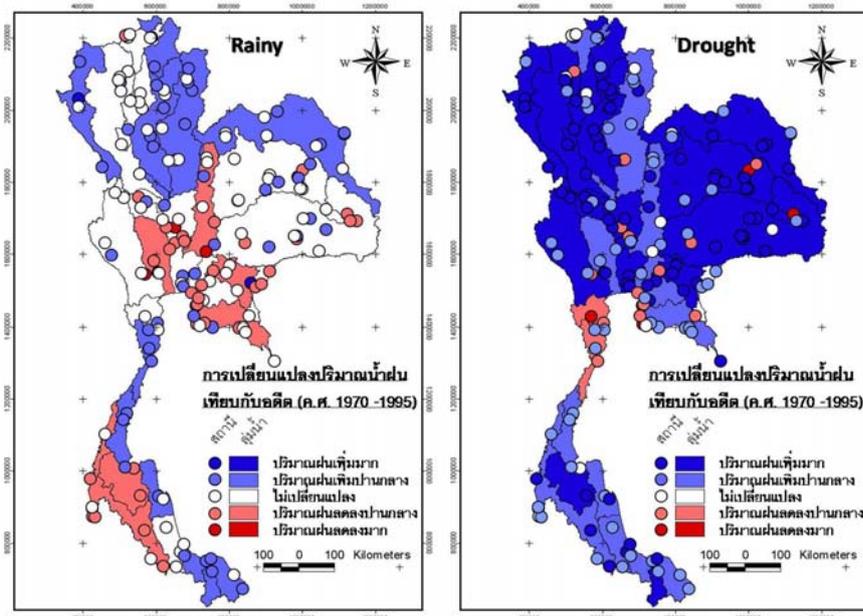
อนึ่ง การคัดเลือกพฤติกรรมรูปแบบต่างๆ และแสดงการกระจายของความสำคัญของพฤติกรรมนั้นๆ ลงบนแผนที่ เป็นเพียงแนวทางหนึ่งในการที่จะรวบรวมข้อมูลจากทุกสถานี และทุกลุ่มน้ำที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ให้เกิดความชัดเจนในการเปรียบเทียบโดยเลือกพฤติกรรมที่มักจะเกิดโดยรวมเท่านั้น หากพิจารณาผลการแปลงเวฟเล็ตของข้อมูลแต่ละตัว อาจจะมีพบพฤติกรรมอื่นๆ ที่มีความชัดเจนหรือมีความสำคัญมากกว่านี้ได้ นอกจากนี้ยังมีแนวทางอื่นที่อาจใช้ในการแสดงการกระจายของพฤติกรรม เช่น การคำนวณหาคาบการเกิดที่สำคัญ ณ ช่วงเวลาต่างๆ แล้วนำคาบการเกิดมาแสดงผลเชิงพื้นที่ เป็นต้น ซึ่งน่าจะได้มีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

5.4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลของข้อมูลน้ำฝนในประเทศไทย

จากการเปรียบเทียบลักษณะฤดูกาลของปริมาณฝนของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 1995 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 พบว่าในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาปริมาณฝนเฉลี่ยในทุกเดือนและเกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทยมีค่าลดลง ดังรูปที่ 5-27 ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีที่ได้กล่าวไปแล้ว แต่มีข้อสังเกตว่าช่วงฤดูร้อนมีแนวโน้มของฝนที่เพิ่มขึ้น และปริมาณฝนในฤดูฝนมีแนวโน้มลดลง ดังรูปที่ 5-28 ยกเว้นในบางลุ่มน้ำเช่นลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ และลุ่มน้ำปัตตานี ซึ่งสามารถดูรายละเอียดจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล CUCCH (CU-Climate Change Hydrology) Version 1.0



รูปที่ 5-27 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงิน แสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย



รูปที่ 5-28 ลักษณะของฤดูกาด (ฤดูฝนและฤดูแล้ง) เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ย ก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย

5.4.4 สรุปลักษณะพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝน

จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ได้จัดกลุ่มพื้นที่ของประเทศ ไทยตามลักษณะพื้นที่และความคล้ายคลึงของข้อมูลออกเป็น 6 กลุ่มเช่นเดียวกับการศึกษาอุณหภูมิจึงได้แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝนที่แสดงความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน (ปี ค.ศ. 1995-2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยแสดงในรูปของสัญลักษณ์ เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากขึ้น แสดงดังตารางที่ 5-2 โดยสรุปภาพรวมเชิงพื้นที่พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนลดลงในทุกกลุ่มพื้นที่ ยกเว้นกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามแนวโน้มดังกล่าวมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีการกระจายของข้อมูลค่อนข้างสูง และการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนพบว่าในฤดูฝนพื้นที่กลุ่มที่ 1 ภาคเหนือ และกลุ่ม 5 ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นจากอดีต กลุ่ม 4 ภาคตะวันออก และกลุ่ม 6 ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอันดามันมีปริมาณฝนลดลง ส่วนกลุ่มพื้นที่ที่ 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่ม 3 ภาคกลาง มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือคงที่ แต่ในฤดูแล้งกลับพบว่าเกือบทุกกลุ่มพื้นที่ที่มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่ 2 จะเพิ่มขึ้นมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ ส่วนกลุ่ม 5 ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือคงที่ โดยภาพรวมแสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตได้ค่อนข้างชัดเจน นอกจากนี้พบว่าพฤติกรรมความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี ในกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันมีระดับความสำคัญมาก แสดงถึงความชัดเจนของฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตค่อนข้างมาก ส่วนกลุ่ม 1 2 3 และ 4 มีความสำคัญของพฤติกรรมในระดับปานกลาง และกลุ่ม 5 มีความสำคัญของพฤติกรรมค่อนข้างน้อย

ตารางที่ 5-2 แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝน แยกตามกลุ่มพื้นที่ (ข้อมูลปี ค.ศ. 1952-2007)

พฤติกรรม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 5	กลุ่ม 6
1. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี						
- อัตราการเปลี่ยนแปลง	●	●	↓	↓	↑	↓
- การกระจาย R^2	□	□	□	□	□	□
2. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน						
- ฤดูฝน	↑	●	●	↓	↑	↓
- ฤดูแล้ง	↑	↑↑	↑	↑	●	↑
3. พฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ย						
- คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต	○	○	○	○	△	◎

หมายเหตุ: - สัญลักษณ์แสดงถึงอุณหภูมิดังนี้

↑↑ เพิ่มขึ้นมาก ↑ เพิ่มขึ้น ● เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือคงที่ ↓ ลดลง ↓↓ ลดลงมาก

- สัญลักษณ์แสดงการกระจาย หรือค่า R^2 ■ มาก □ ปานกลาง □ น้อย

- ความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันลดลงจากอดีต

◎ สำคัญมาก ○ สำคัญปานกลาง △ สำคัญน้อย

กลุ่ม 1 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ

กลุ่ม 2 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กลุ่ม 3 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง

กลุ่ม 4 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก

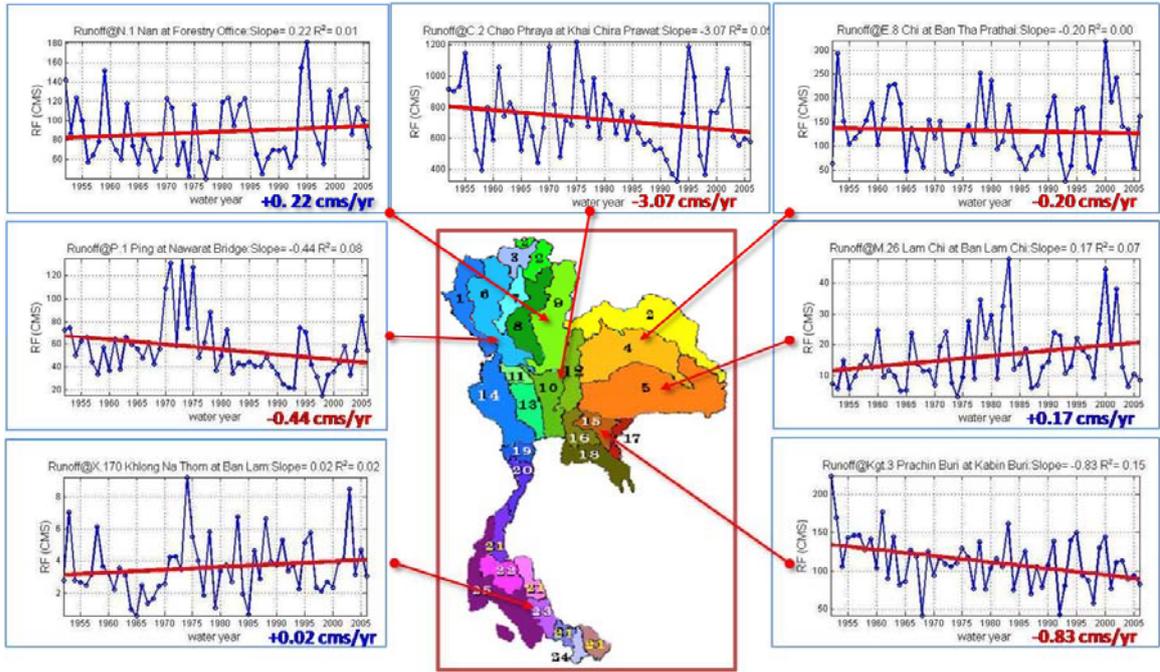
กลุ่ม 5 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย

กลุ่ม 6 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน

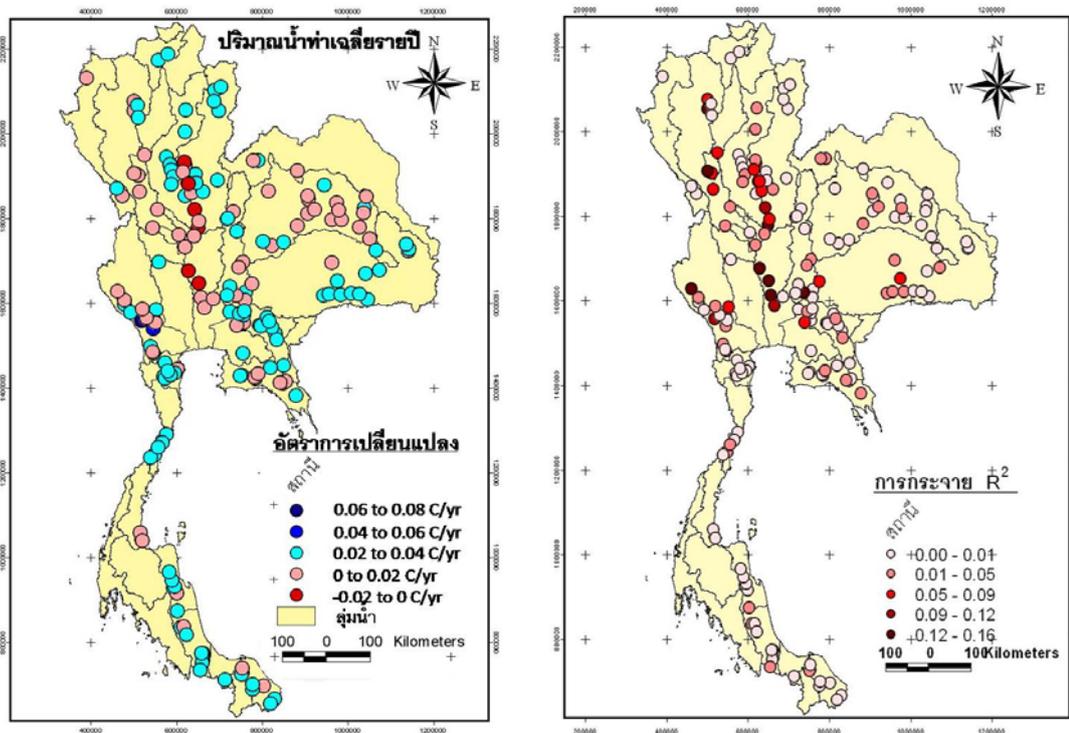
5.5 พฤติกรรมของข้อมูลน้ำท่ารายเดือนในประเทศไทย

5.5.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำท่าในประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยในช่วงเวลาประมาณ 50 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1952 ถึง 2007) จากสถานีที่คัดเลือกเพื่อใช้ในการศึกษาซึ่งมีตำแหน่งที่ตั้งในแต่ละภาคพบว่า ปริมาณน้ำท่าจากแม่น้ำในภาคเหนือบริเวณแม่น้ำน่าน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง และภาคใต้ของประเทศไทย ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มสูงขึ้น ขณะที่ปริมาณน้ำท่าจากแม่น้ำในภาคกลาง ภาคเหนือบริเวณแม่น้ำปิง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก มีปริมาณน้ำท่าลดลง ดังแสดงในรูปที่ 5-29 แต่ทั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนนัก เนื่องจากปริมาณน้ำท่าควรพิจารณาจากแม่น้ำสายย่อย โดยพิจารณาเป็นรายสถานี ซึ่งจากการศึกษาจากข้อมูลรายสถานีพบว่า ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้น การกระจายตัวอยู่บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออกและภาคใต้ ส่วนภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางบริเวณลุ่มน้ำชี และภาคตะวันออกในส่วนของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีลดลง แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์หาความสอดคล้องของข้อมูลกับแนวโน้มการประมาณ ซึ่งหาได้จากค่า R^2 ของสมการการถดถอยเชิงเส้น (Coefficient of Determination) ครอบคลุมค่า R^2 ที่ได้ค่อนข้างน้อย แสดงถึงความไม่สอดคล้องของข้อมูลซึ่งมีความมาสอดคล้องสูงทำให้ยากต่อตัดสินใจ ดังแสดงในรูปที่ 5-30 แต่ทั้งนี้จากการศึกษาช่วยให้สามารถเฝ้าระวังการเกิดน้ำแล้งในพื้นที่ต่าง ๆ ได้



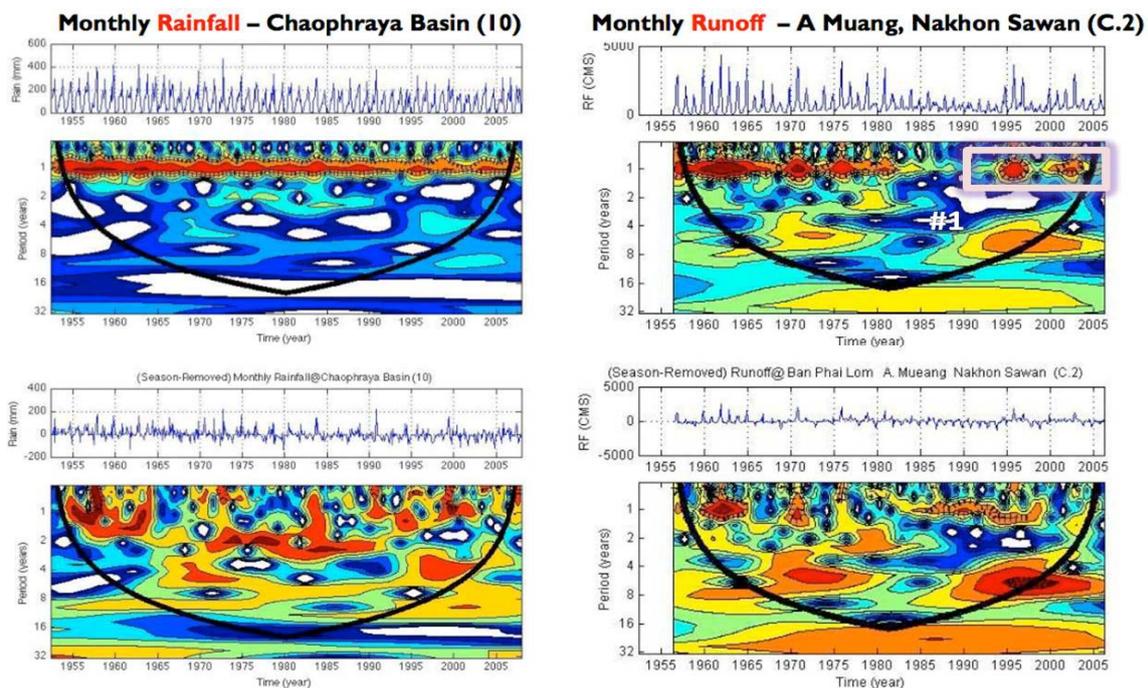
รูปที่ 5-29 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ในแม่น้ำสายสำคัญของประเทศไทย ซึ่งมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง



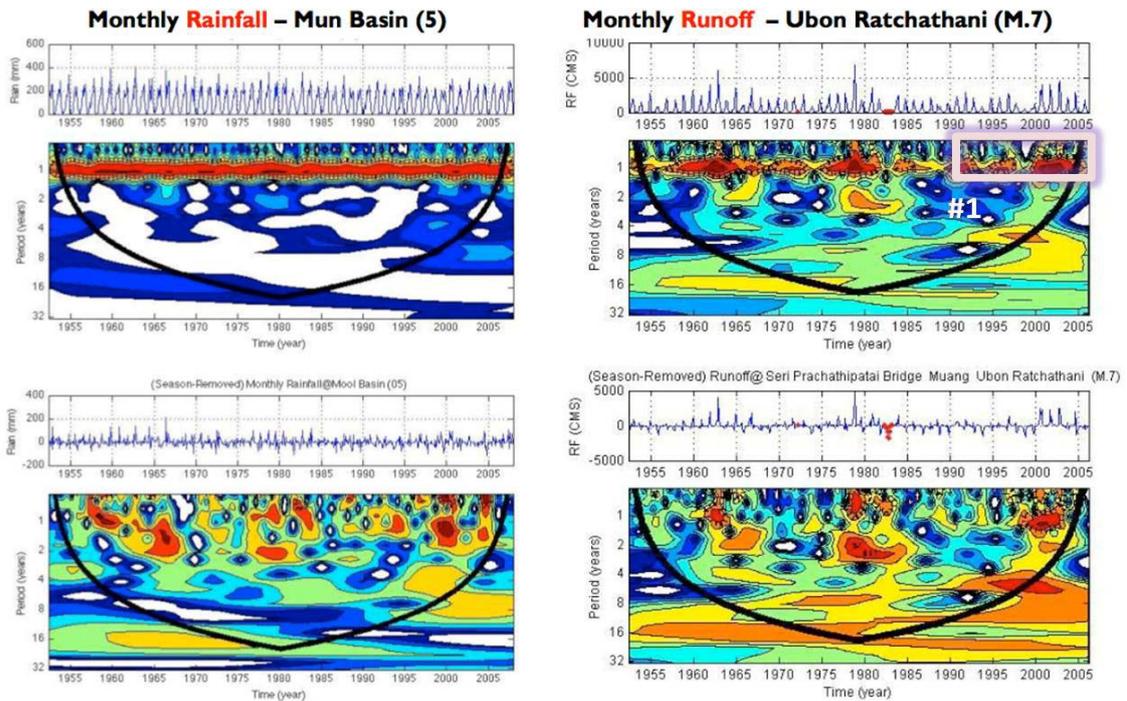
รูปที่ 5-30 การกระจายของอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัดในแม่น้ำสายหลักของประเทศไทย

5.5.2 พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลน้ำท่าในประเทศไทย

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลน้ำท่า จะพิจารณาจากกำลังของเวฟเล็ตที่แปลงมาจากข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน โดยนำข้อมูลดังกล่าวของแต่ละสถานี มาสร้างเส้นชั้นความสูง จากการศึกษพบว่ากำลังของเวฟเล็ตที่ได้จากปริมาณน้ำท่าโดยส่วนใหญ่พฤติกรรมมีความไม่แน่นอนในแต่ละสถานี โดยสังเกตได้ชัดเจนจากรูปแบบพฤติกรรมที่ 1 เช่นเดียวกับอุณหภูมิและปริมาณฝน กล่าวคือ ที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีของปริมาณน้ำท่าหลังปี ค.ศ. 1995 แต่หากพิจารณาข้อมูลในอดีตประกอบจะเห็นว่าไม่มีพฤติกรรมที่ชัดเจน ข้อมูลมีความแปรปรวนสูง ดังรูปที่ 5-31 และ 5-32 ซึ่งคณะผู้วิจัยเชื่อว่ามีอิทธิพลจากการ operate ของมนุษย์หรือสิ่งก่อสร้างมาก ดังนั้นในการศึกษครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าจากวิธี Wavelet เพื่อดูลักษณะและการเปลี่ยนแปลงที่ผ่านมาเป็นหลัก แต่ไม่ศึกษา Cross Wavelet และผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากผู้ศึกษาเชื่อว่าข้อมูลไม่ใช่จากเหตุการณ์ธรรมชาติ ตามที่อธิบายข้างต้นแล้ว



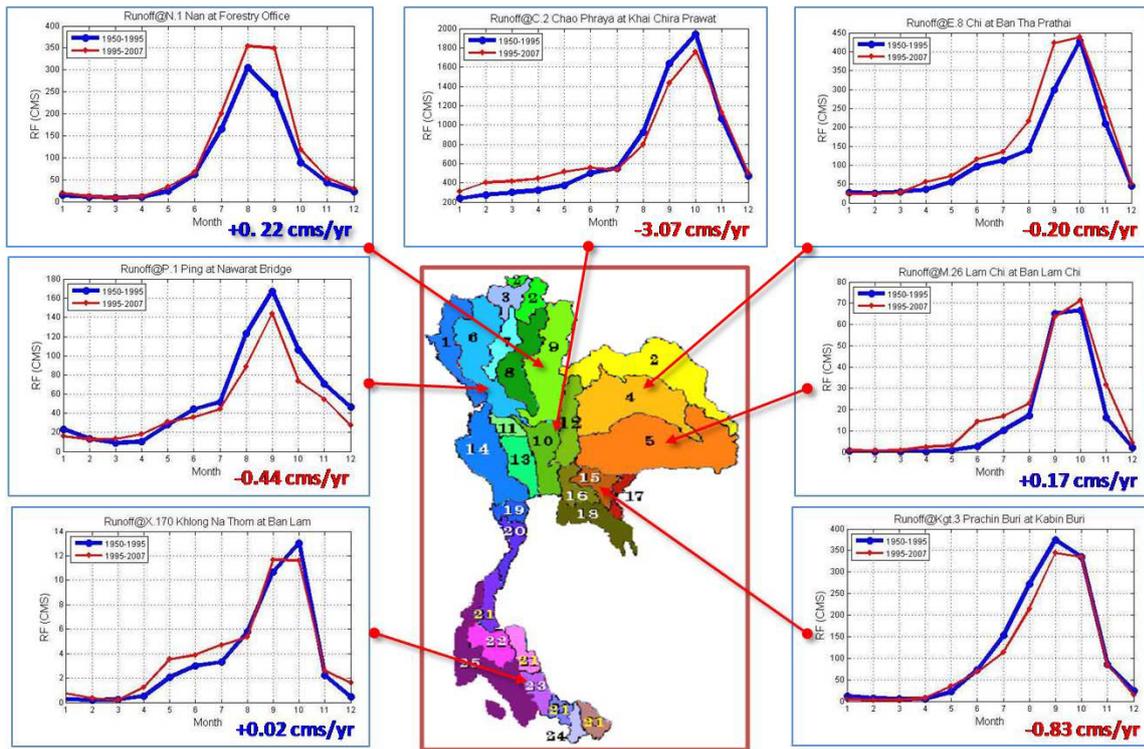
รูปที่ 5-31 พฤติกรรมการเกิดซ้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต ของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานี C2 อ.เมือง จังหวัดนครสวรรค์



รูปที่ 5-32 พฤติกรรมการเกิดซ้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ตของปริมาณน้ำฝน สะสมเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มน้ำมูล เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานี M7 จังหวัดอุบลราชธานี

5.5.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลของข้อมูลน้ำท่าในประเทศไทย

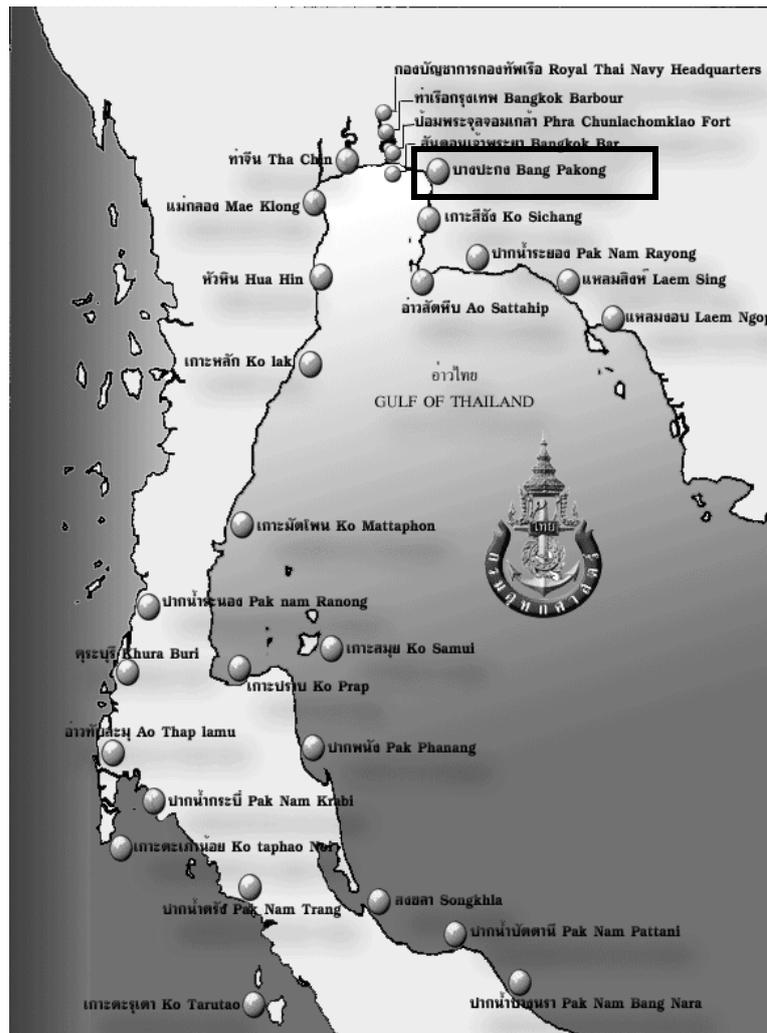
จากการเปรียบเทียบลักษณะฤดูกาลของปริมาณน้ำท่าบางสถานีของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1952 – 1995 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 พบว่าในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยของสถานีที่วัดจากแม่น้ำซึ่งเป็นสาขาของแม่น้ำสายหลัก ได้แก่แม่น้ำน่าน ภาคเหนือ แม่น้ำชี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝนอย่างเห็นได้ชัด แต่แม่น้ำปิง ในภาคเหนือ แม่น้ำปราจีนบุรี ภาคตะวันออก กลับมีแนวโน้มลดลง ดังรูปที่ 5-33 แต่ทั้งนี้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย ยังไม่สามารถหารูปแบบที่แน่นอนได้ชัดเจน เนื่องจากลำน้ำสาขาแต่ละแห่งของลำน้ำหลัก มีรูปแบบที่แตกต่างกัน อีกทั้งคณะผู้วิจัยเชื่อว่าปริมาณน้ำท่ามีอิทธิพลจากการ operate ของมนุษย์หรือสิ่งก่อสร้างมาก จึงไม่เป็นตัวแทนโดยธรรมชาติ



รูปที่ 5-33 ลักษณะของฤดูกาลเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย

5.6 พฤติกรรมของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย

จากการศึกษาข้อมูลอุทกวิทยิ น้ำฝน และน้ำท่าของประเทศไทยในหัวข้อที่ผ่านมา ทำให้ทราบว่าสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งต่ออุทกวิทยิ น้ำฝน และน้ำท่า แต่ข้อมูลอีกตัวแปรหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผลการศึกษต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศชัดเจนยิ่งขึ้นได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำทะเล เนื่องจากการศึกษาของ IPCC ได้ให้ความสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และมีการคาดการณ์ไปยังอนาคตต่อระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นในหัวข้อนี้จะศึกษาถึงระดับน้ำทะเลของประเทศไทยเบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยศึกษาจากข้อมูลระดับน้ำทะเลของกรมอุทกศาสตร์ ที่สถานีบางปะกงแสดงตำแหน่งสถานีดังรูปที่ 5-34

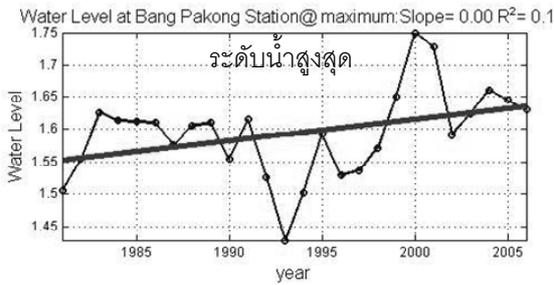
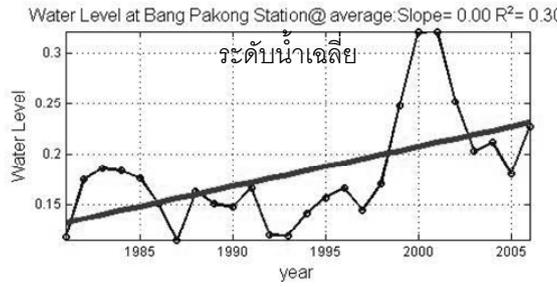


ที่มา: กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (<http://www.navy.mi.th>)

รูปที่ 5-34 ตำแหน่งวัดระดับน้ำทะเล สถานีบางปะกง (ในกรอบ) ของกรมอุทกศาสตร์

5.6.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย

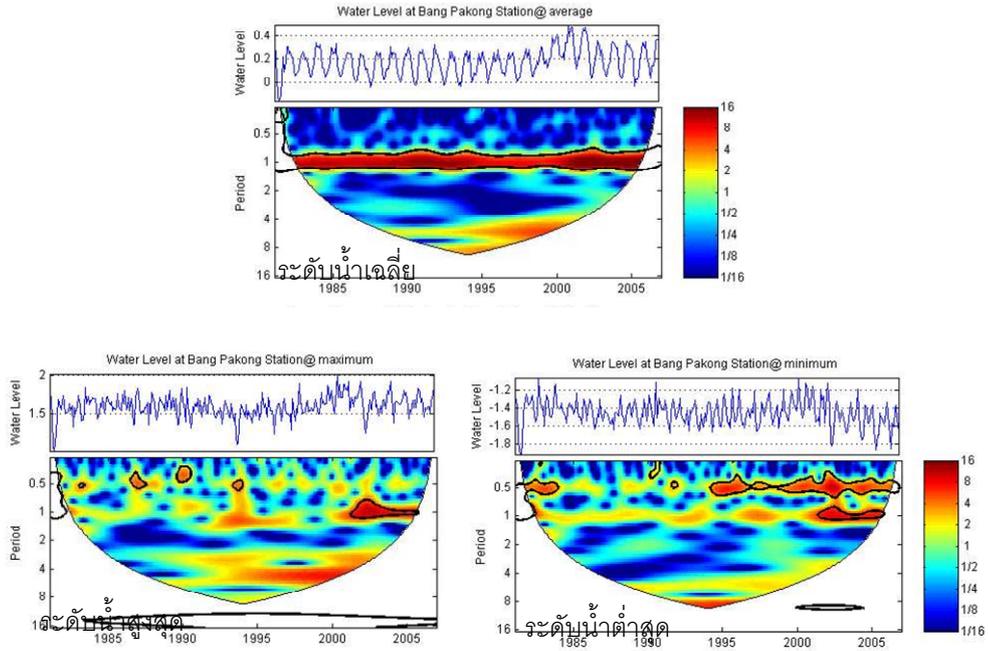
การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำทะเลรายปีของสถานีบางปะกง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 ถึง 2006 พบว่าค่าเฉลี่ย และค่าระดับน้ำสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่ระดับน้ำทะเลต่ำสุดมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามแนวโน้มดังกล่าวมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำเนื่องจากข้อมูลมีการกระจายสูงเห็นได้จาก R^2 ที่ต่ำ โดยพบว่าในปี 2000 ระดับน้ำทะเลทั้งระดับน้ำเฉลี่ย ระดับสูงสุด และระดับต่ำสุดมีค่าสูงสุดในรอบ 25 ปีที่ผ่านมา ดังแสดงในรูปที่ 5-35



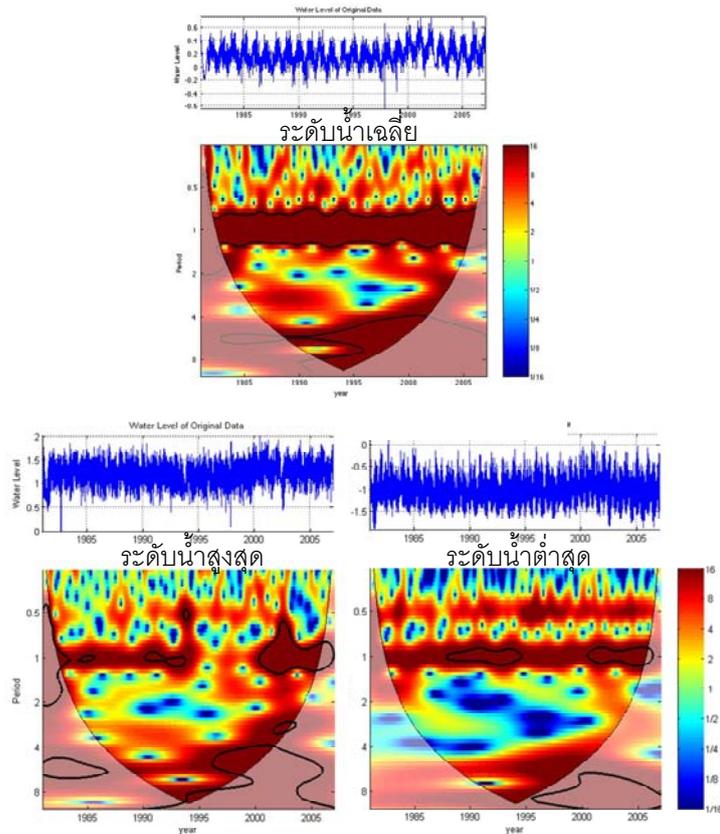
รูปที่ 5-35 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลเฉลี่ย (รูปบน) ระดับสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง

5.6.2 พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย

พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเล จะพิจารณาจากแอมพลิจูดของเวฟ เล็ตที่แปลงมาจากข้อมูลระดับน้ำรายเดือนและรายวันของสถานีบางปะกง ที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี ดังแสดงในรูปที่ 5-36 และ 5-37 โดยสีแดงเข้มแสดงความสำคัญที่มากหรือเกิดพฤติกรรมดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยระดับน้ำทะเลรายเดือน พบว่ามีคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีชัดเจน โดยหลังปี 1995 พฤติกรรมมีความรุนแรงลดลง และเริ่มต้นชัดมากขึ้นกว่าในอดีตประมาณหลังปี 2000 ซึ่งสังเกตได้จากความกว้างของแกนที่คาบการเกิดที่ 1 ปี ส่วนพฤติกรรมของระดับน้ำสูงสุดและระดับน้ำต่ำสุดจะไม่พบพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีเด่นชัดเช่นค่าเฉลี่ย แต่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลที่รุนแรงมากขึ้นกว่าในอดีตตั้งแต่หลังปี 2000 นอกจากนี้ยังพบคาบการเกิดซ้ำที่ 0.5 ปีในข้อมูลระดับน้ำต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยรายเดือนในรูปที่ 5-36 หลังปี 1995 เป็นต้นมา



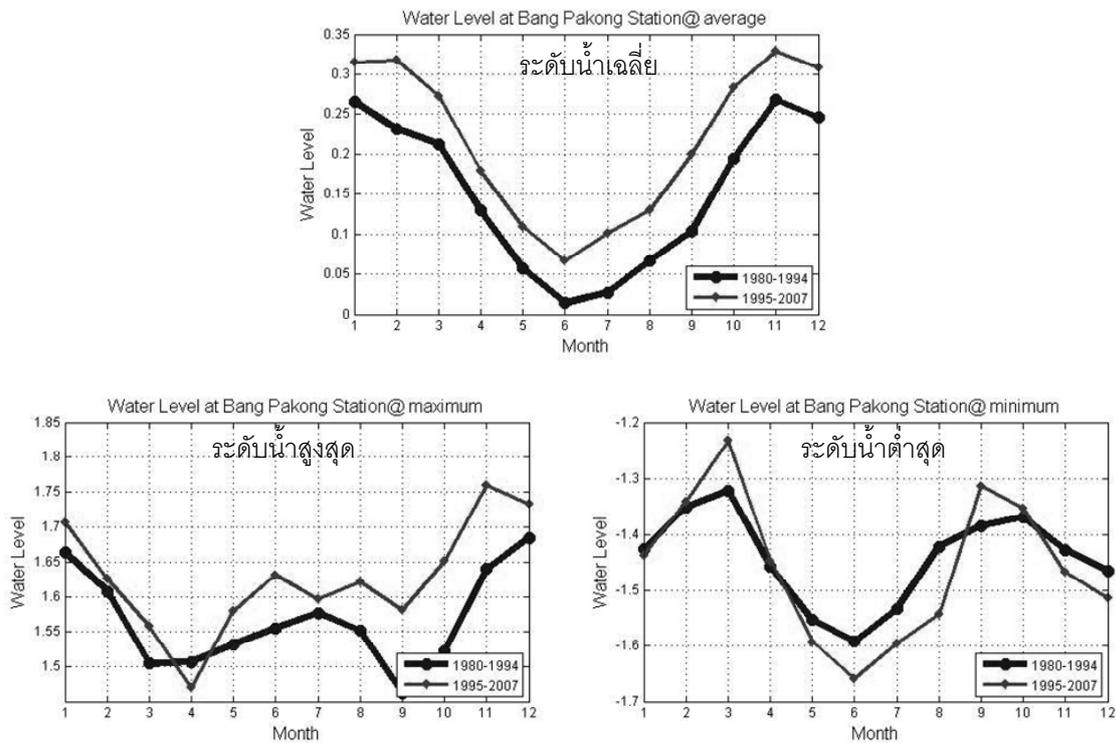
รูปที่ 5-36 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง



รูปที่ 5-37 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายวันจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง

5.6.3 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนในประเทศไทย

จากการเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของระดับน้ำทะเลสถานีบางปะกงของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1981 – 1995 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลในทุกเดือนมีค่าสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล ระดับน้ำสูงสุดจะมีค่าจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นในเดือนเมษายนโดยจะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญในช่วงฤดูฝน ส่วนระดับน้ำต่ำสุดโดยรวมจะมีค่าต่ำกว่าอดีต ยกเว้นในเดือนมีนาคม กันยายน และตุลาคม ดังแสดงในรูปที่ 5-38



รูปที่ 5-38 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง

5.7 สรุปพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

สภาพภูมิอากาศและปริมาณฝนของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูการหรือคาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ที่ 1 ปี มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติ ส่วนภูมิอากาศมีพฤติกรรมของคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปี หรือเกิดความแปรปรวนที่รุนแรงในช่วง ค.ศ. 1995 – 2000 ขณะที่ปริมาณน้ำฝนมีคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปี ขณะที่ข้อมูลน้ำท่าไม่มีรูปแบบที่ชัดเจนและข้อมูลมีความแปรปรวนสูง

โดยจากผลการศึกษาน่าจะเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพอากาศของประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 แล้วส่วนปริมาณฝน เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 ส่วนข้อมูลน้ำท่าคณะผู้วิจัยเชื่อว่ามีอิทธิพลจากการ operate ของมนุษย์หรือสิ่งก่อสร้างมาก ข้อมูลที่ศึกษาจึงไม่ใช่จากเหตุการณ์ธรรมชาติ เนื่องจากผลการศึกษาไม่เห็นรูปแบบของข้อมูลที่ชัดเจน

จากข้อมูลของระดับน้ำทะเลรายเดือนของสถานีบางปะกง พบว่าระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจากพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี เห็นได้ชัดว่ามีความรุนแรงของพฤติกรรมเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่หลังปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา จึงควรมีการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับน้ำทะเลต่อไป

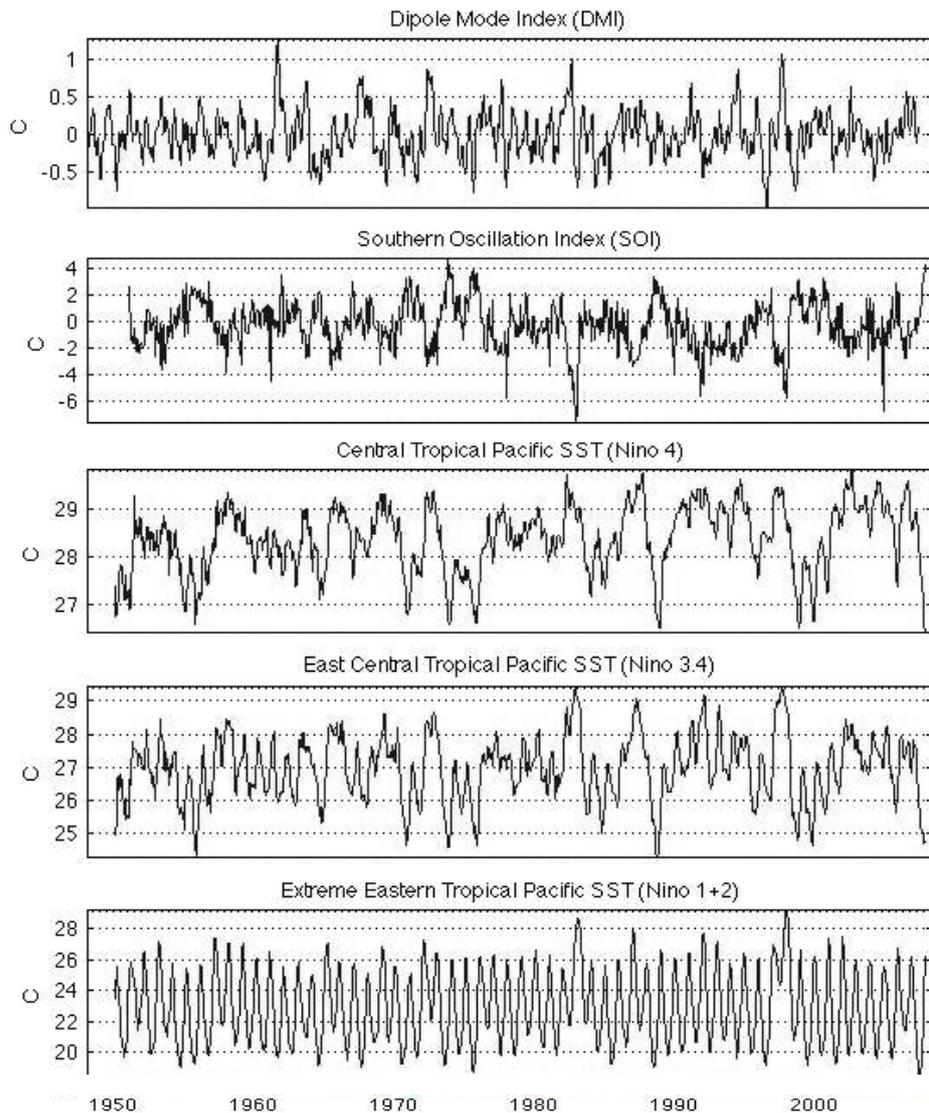
บทที่ 6

การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรสมุทรศาสตร์ กับข้อมูลน้ำฝนและสภาพอากาศรายเดือนของประเทศไทย

ในบทที่แล้ว ข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมที่สำคัญและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยมีข้อสรุปเบื้องต้นสอดคล้องกับความเชื่อที่ว่า สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อันอาจเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก ดังนั้นเพื่อให้ข้อสรุปดังกล่าวมีความชัดเจนมากขึ้น ในบทที่ 6 นี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่นิยมใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก กับข้อมูลสภาพภูมิอากาศและน้ำฝนของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของคาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง ผลของการศึกษาในบทนี้จะช่วยให้เกิดความเข้าใจถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับสภาพอากาศของประเทศไทย เมื่อสภาพอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลงไป และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้ารายฤดูกาล ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

6.1 ตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก

ตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาความสัมพันธ์กับข้อมูลฝนและสภาพภูมิอากาศรายเดือนของประเทศไทย ประกอบด้วย ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ค่าผิดพลาดสภาพอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (Nino 1+2, Nino 3, Nino 4 และ Nino 3.4) และค่าผิดพลาดสภาพอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย (DMI) ซึ่งเป็นดัชนีที่นิยมใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 4) ค่าดัชนีทั้งห้าที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 6-1 โดยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 ถึงปี ค.ศ. 2007 เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลน้ำฝนและสภาพอากาศของประเทศไทย



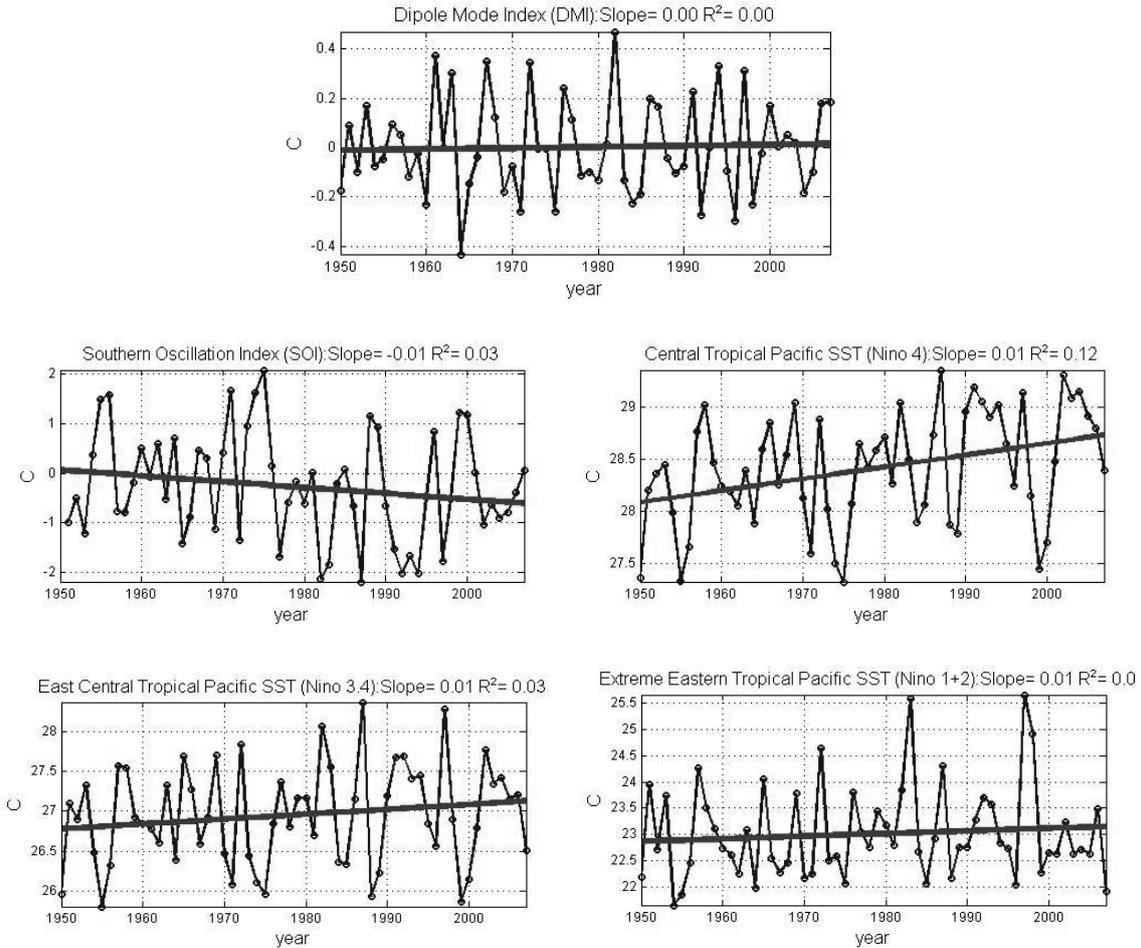
รูปที่ 6-1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, Nino 4, Nino 3.4, และ Nino 1+2 รายเดือน ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 2007

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมุทรศาสตร์และปริมาณน้ำฝนและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงลักษณะของตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์อันได้แก่ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปี ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสภาพฤดูกาล และพฤติกรรมของคาบการเกิดซ้ำรูปแบบต่างๆ โดยใช้แนวทางในการศึกษาในบทที่ 5 ที่ใช้ศึกษาพฤติกรรมของตัวแปรน้ำฝนน้ำท่า และสภาพอากาศของประเทศไทย

6.1.1 พฤติกรรมด้านแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและลักษณะฤดูกาลของตัวแปรสมุทรศาสตร์

การวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสมุทรศาสตร์รายปี สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์สมการสหสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยรายปี และดูแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของตัวแปรเหล่านั้น พร้อมไปกับการวิเคราะห์หาความสอดคล้องของข้อมูลกับแนวโน้มการประมาณ ซึ่งหาได้จากค่า R^2 ของสมการการถดถอยเชิงเส้น (Coefficient of Determination) ค่า R^2 ที่ได้นี้จะแสดงร้อยละของข้อมูลที่สมการความถดถอยเชิงเส้นตรง สามารถแสดงได้ โดยค่า R^2 ที่ใกล้เคียง 1 แปลว่าข้อมูลมีการกระจายออกจากสมการเส้นตรงเพียงเล็กน้อย ทำให้ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากสมการมีความน่าเชื่อถือมาก ในทางตรงกันข้าม ค่า R^2 ที่เข้าใกล้ 0 หมายความว่าข้อมูลมีการกระจายมากกว่าที่จะแสดงได้ด้วยสมการเส้นตรง ทำให้ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คำนวณได้ไม่น่าเชื่อถือ

ผลการประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแสดงในรูปที่ 6-2 โดยจะเห็นว่าค่าดัชนีที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในมหาสมุทรแปซิฟิก อันได้แก่ ดัชนี Nino 4, Nino 3.4, และ Nino 1+2 มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ดัชนี SOI มีค่าลดลงเล็กน้อย และดัชนี DMI ในมหาสมุทรอินเดียมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อย่างไรก็ตาม แนวโน้มดังกล่าวมีค่าความน่าเชื่อถือค่อนข้างต่ำ กล่าวคือมีค่า R^2 สูงสุดเพียง 0.12 สำหรับตัวแปร Nino 4 และตัวแปรอื่นๆ ใกล้เคียง 0 ซึ่งหมายความว่า ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ด้วยสมการการถดถอยเชิงเส้นตรงมีการกระจายมากเกินไป ซึ่งอาจจะไม่เหมาะสมที่จะใช้สมการดังกล่าวในการประมาณพฤติกรรมและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 6-2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, Nino 4, Nino 3.4, Nino 1+2 รายปี ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 2007

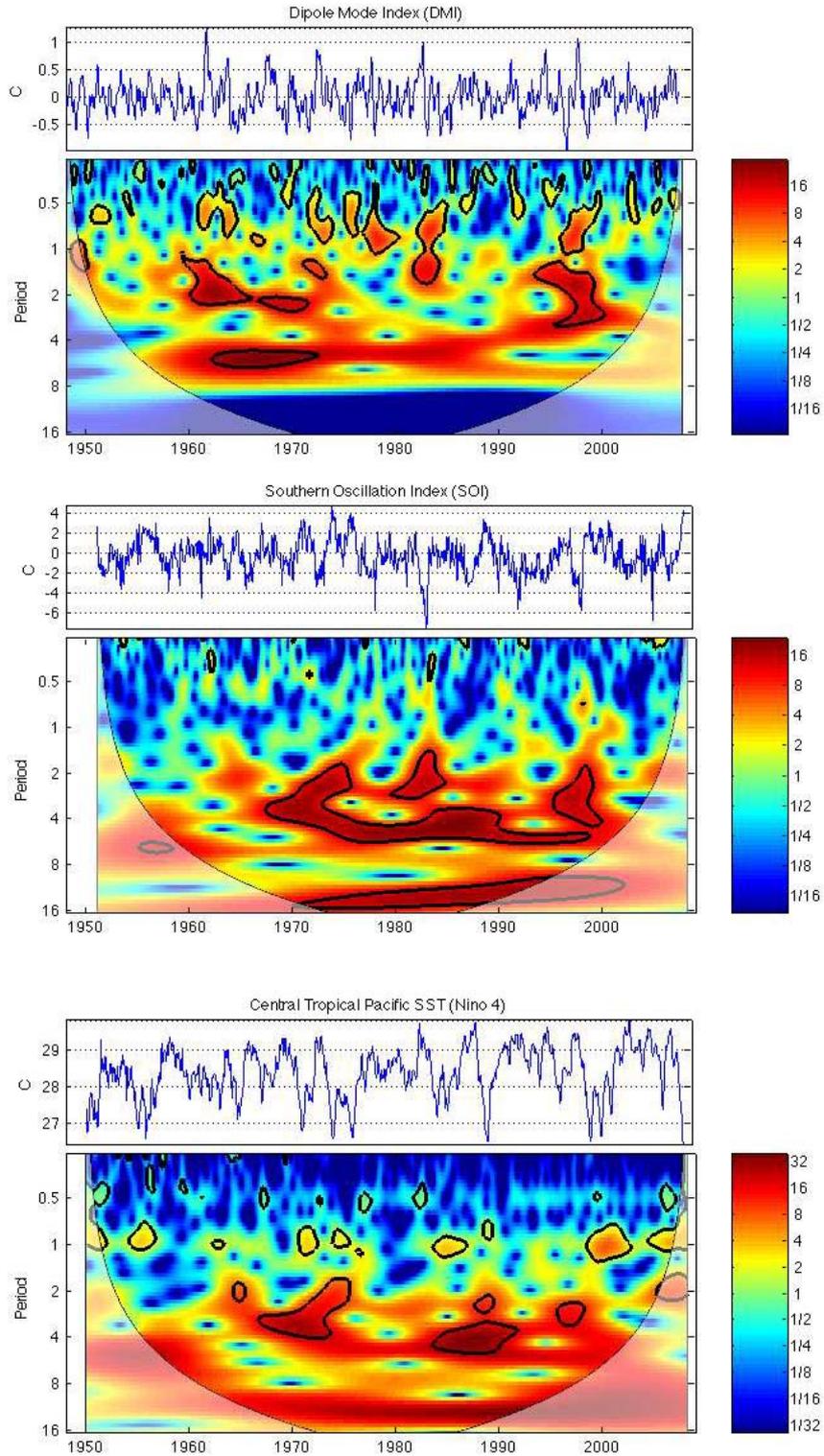
6.1.2 พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำและการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์คาบการเกิดซ้ำและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมดังกล่าวในช่วงเวลาต่างๆ ของตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์ สามารถศึกษาได้จากการแปลงเวฟเล็ต เพื่อดูกำลังของคลื่นที่คาบการเกิดต่างๆ กัน โดยผลการวิเคราะห์เวฟเล็ตได้แสดงในรูปที่ 6-3 ซึ่งจะสังเกตเห็นลักษณะที่สอดคล้องกับการวิเคราะห์รูปที่ 6-2 และ 6-4 กล่าวคือ ลักษณะด้านฤดูกาล หรือคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีของดัชนี DMI, SOI, และ Nino 4 มีลักษณะที่ไม่เด่นชัด ผิดกับพฤติกรรมของค่าดัชนี Nino 3.4 และ 1+2 ที่มีลักษณะทางฤดูกาลและการเกิดซ้ำที่ 1 ปีเด่นชัดมาก ซึ่งสังเกตได้จากแอมพลิจูดที่สูง (สีแดงเข้ม) ในคาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ตลอดช่วงเวลาตั้งแต่ ค.ศ. 1950 มาจนถึงปัจจุบัน

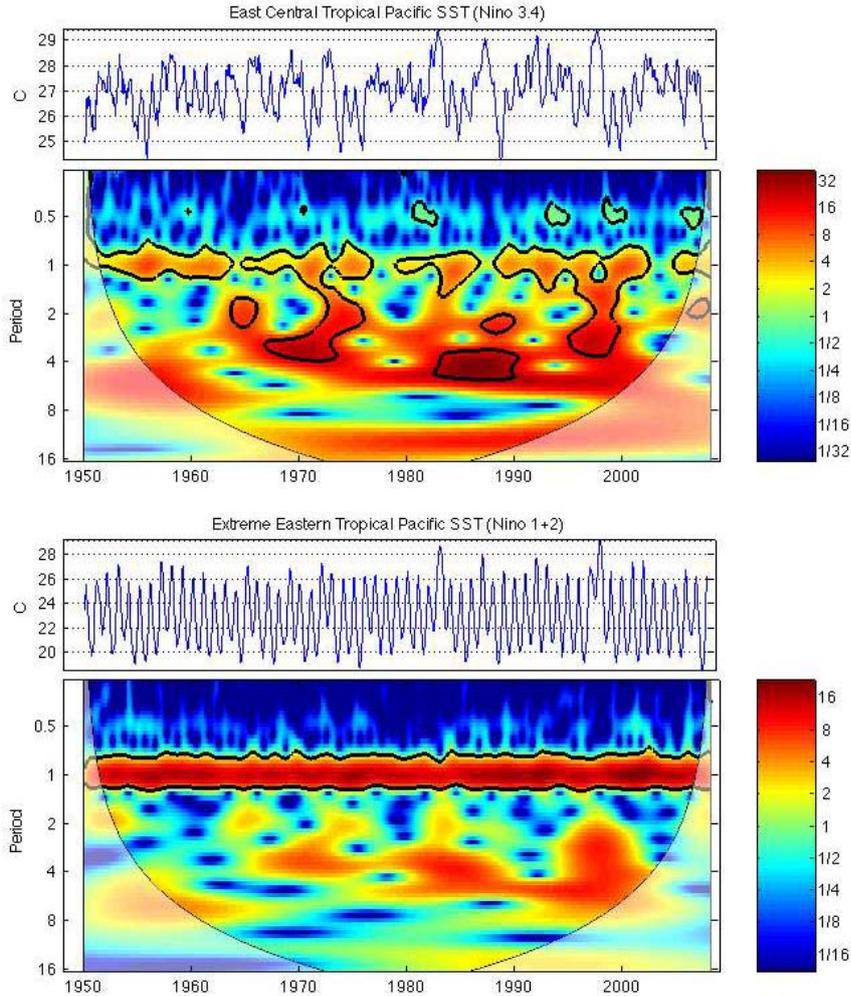
ลักษณะเด่นที่สำคัญที่พบโดยทั่วไปของค่าดัชนีเกือบทุกตัว ได้แก่ แอมพลิจูดที่สูง ในหลายคาบการเกิดซ้ำ ในช่วงประมาณปี ค.ศ. 1998 ซึ่งลักษณะดังกล่าวแสดงถึงการเกิดเหตุการณ์ที่รุนแรง (Extreme Events) ที่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญครั้งที่ยาวนานที่สุดในมหาสมุทรแปซิฟิก (ดังรายละเอียดที่ได้แสดงในหัวข้อที่ 4.3) โดยจะเห็นว่าลักษณะดังกล่าวมีผลกระทบไม่เพียงแต่ค่าดัชนีในมหาสมุทรแปซิฟิก อันได้แก่ ค่าดัชนี SOI, Nino 4, Nino 3.4 และ Nino 1+2 เท่านั้น เหตุการณ์ดังกล่าวยังส่งผลต่อค่าดัชนีในมหาสมุทรอินเดีย อันได้แก่ ดัชนี DMI หรือแม้แต่กับสภาพภูมิอากาศ น้ำฝนและน้ำท่าของประเทศไทยเอง ที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 5 ก็มีลักษณะเหตุการณ์รุนแรงดังกล่าวนี้ด้วย

คาบการเกิดซ้ำที่สำคัญของดัชนี DMI อยู่ที่คาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 2 ปี และ 6 ปี ในระหว่างปี ค.ศ. 1960 – 1970 พฤติกรรมดังกล่าว ค่อยๆ มีการเปลี่ยนแปลงไป โดยหลังจากปี ค.ศ. 1970 คาบการเกิดซ้ำที่ 6 ปี ค่อยๆ เปลี่ยนเป็นไปเป็นคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปี และมีแนวโน้มจะลดลงเรื่อยๆ นอกจากนี้ยังพบว่าเหตุการณ์ที่รุนแรงเกิดขึ้นเป็นช่วงๆ ดังเห็นได้จากกำลังของเวฟเล็ตที่ครอบคลุมหลายคาบการเกิดในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งหลายครั้งมีความสอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญในมหาสมุทรแปซิฟิกอีกด้วย

พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของค่าดัชนีในมหาสมุทรแปซิฟิกทั้งสิ้น อันได้แก่ ดัชนี SOI, Nino 4, Nino 3.4 และ Nino 1+2 แม้จะมีลักษณะที่ต่างกัน แต่มีคาบการเกิดซ้ำที่สำคัญคล้ายๆ กัน โดยจะพบว่ามีกำลังของเวฟเล็ตที่สูงที่บริเวณคาบการเกิดซ้ำประมาณ 2 ปี ณ ปี ค.ศ. 1966 และเลื่อนมาอยู่ที่คาบการเกิดที่ประมาณ 4 ปีตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1975 และค่อยๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยมาอยู่ที่ประมาณคาบการเกิดซ้ำที่ 5 ปีในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสัมพันธ์ของเวฟเล็ตที่แรงขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ ที่ครอบคลุมหลายคาบการเกิด ซึ่งแสดงถึงเหตุการณ์รุนแรงที่เกิดขึ้นเป็นระยะๆ ลักษณะของเหตุการณ์รุนแรงเหล่านี้สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาที่สำคัญๆ เช่น ที่ปี ค.ศ. 1973, 1983, 1988 และ 1998 เป็นต้น



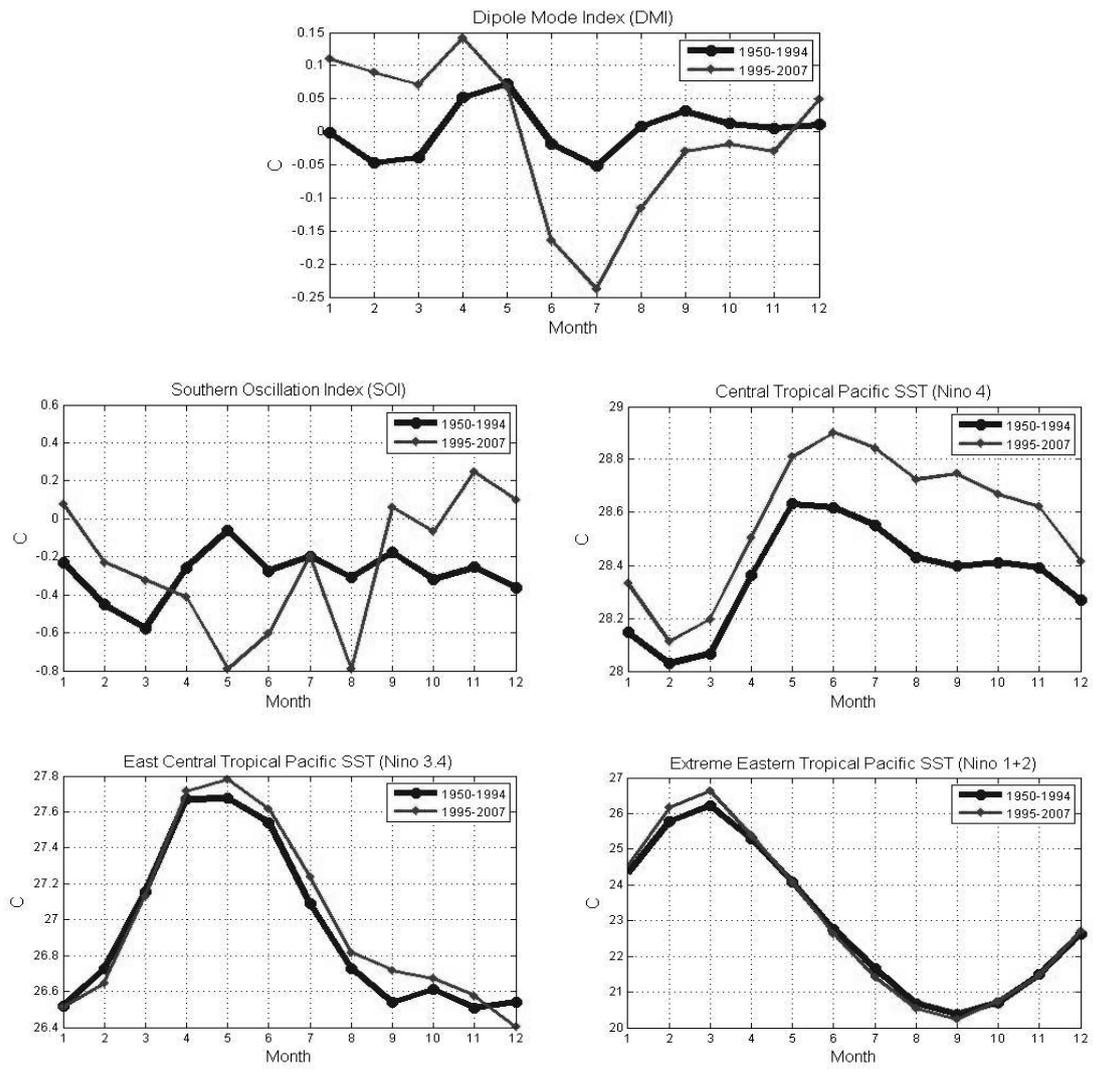
รูปที่ 6-3 ผลการแปลงเวฟเล็ตของดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, และ Nino 4 ระหว่างปี ค.ศ. 1950 - 2007



รูปที่ 6-3 ผลการแปลงเวฟเล็ตของดัชนีสมุทรศาสตร์ Nino 3.4, และ Nino 1+2 ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 2007 (ต่อ)

6.1.3 พฤติกรรมด้านลักษณะค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรสมุทรศาสตร์

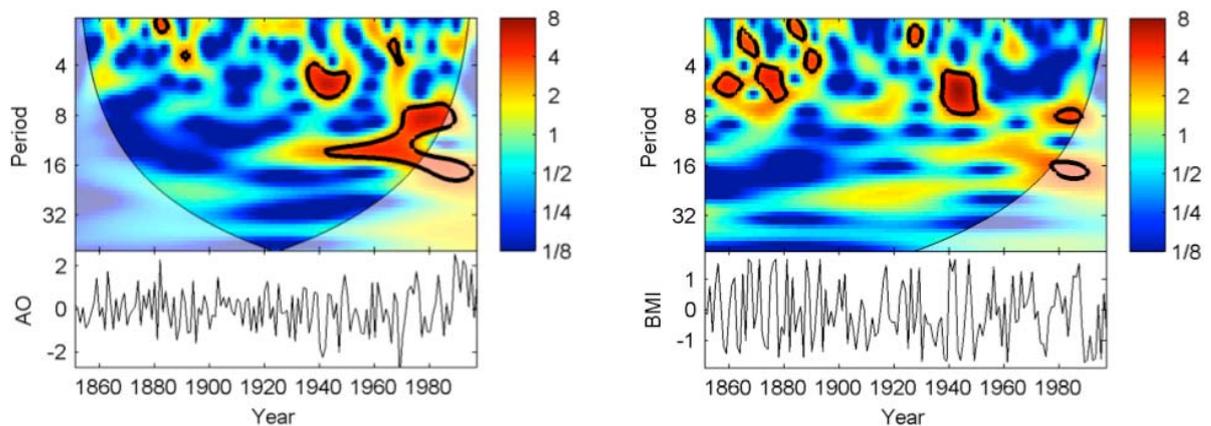
หากพิจารณาคาบการเกิดซ้ำดังรูปที่ 6-3 จะเห็นว่าดัชนี DMI, SOI, และ Nino 4 ไม่มีลักษณะของฤดูกาลหรือการเกิดซ้ำที่ 1 ปีชัดเจน ซึ่งลักษณะดังกล่าวน่าจะเป็นเหตุให้ค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนเมื่อในอดีตและปัจจุบันมีความแตกต่างกันมาก สำหรับดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2 มีลักษณะของฤดูกาลหรือการเกิดซ้ำรายปีที่ชัดเจน และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายเดือนจะพบว่าค่าในอดีตและค่าในปัจจุบันไม่แตกต่างกันมากนัก การวิเคราะห์ความชัดเจนของการเกิดซ้ำนี้ สามารถใช้การวิเคราะห์เวฟเล็ต เพื่อหาลักษณะการเกิดซ้ำที่สำคัญได้อย่างถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น สำหรับลักษณะด้านฤดูกาลของตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์ได้แสดงไว้ในรูปที่ 6-4



รูปที่ 6-3 ลักษณะฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ของดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, Nino 4, Nino 3.4, Nino 1+2 เปรียบเทียบระหว่างค่าในอดีต (ค.ศ. 1950 – 1994) และค่าในทศวรรษปัจจุบัน (1995-2007)

6.2 แนวทางการศึกษาความสัมพันธ์ของคาบการเกิดซ้ำและช่วงเวลาเหลือมล้ำด้วยครอสเวฟเล็ต

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลาสองตัวนั้น นอกจากจะใช้การเปรียบเทียบข้อมูลในมิติของเวลาอย่างที่ทำกันอยู่ในปัจจุบัน หรือการเปรียบเทียบแอมพลิจูดเวฟเล็ตในมิติของความถี่ที่ได้นำเสนอไปในบทที่แล้วนั้น ยังสามารถใช้เทคนิคในมิติของความถี่ที่เรียกว่าครอสเวฟเล็ตในการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของคาบการเกิดซ้ำที่เหมือนกัน รวมไปถึงสามารถวิเคราะห์หาช่วงเวลาการเหลือมล้ำของข้อมูลทั้งสอง ในแต่ละคาบการเกิดได้ ทั้งนี้การวิเคราะห์ในมิติของความถี่ เช่นการวิเคราะห์เวฟเล็ต และครอสเวฟเล็ตมีสมมุติฐานว่า คลื่นใดๆ ประกอบขึ้นจากคลื่นไซน์ที่ความถี่หรือคาบการเกิดต่างๆกัน ดังนั้นหากเราทราบความถี่ที่สำคัญ และทราบช่วงเวลาเหลือมล้ำที่คาบการเกิดเหล่านั้นได้ น่าจะสามารถประเมินค่าเพื่อพยากรณ์ลักษณะตัวแปรหนึ่งจากอีกตัวแปรได้ด้วย



รูปที่ 6-5 ผลการแปลงเวฟเล็ตของการแกว่งของอุณหภูมิในมหาสมุทรอาร์คติก, AO (ซ้าย) และระยะไกลที่สุดที่น้ำแข็งยื่นออกไปในทะเลเบลติก, BMI (ขวา) (ที่มา: Grinsted และคณะ, 2004)

รูปที่ 6-5 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์เวฟเล็ต ของตัวแปรการแกว่งของอุณหภูมิในมหาสมุทรอาร์คติก (AO, Arctic Oscillation) และระยะไกลที่สุดที่น้ำแข็งยื่นออกไปในทะเลเบลติก (ขวา) (BMI, Baltic Sea Maximum Annual Ice Extent) จากการศึกษาของ Grinsted และคณะ (2004) ซึ่งหากพิจารณาโดยละเอียดจะสังเกตเห็นลักษณะที่สอดคล้องกันระหว่างตัวแปรทั้งสอง

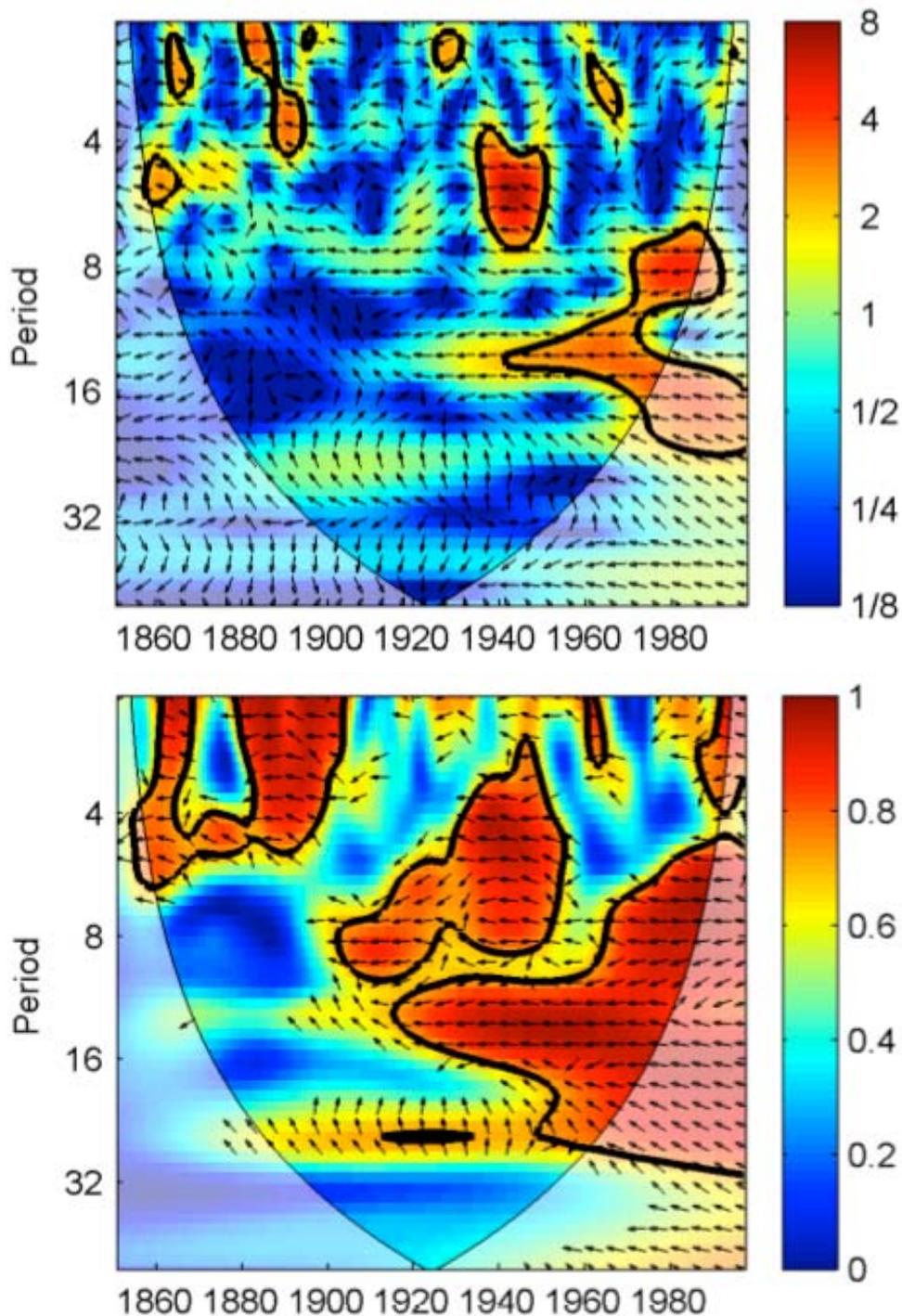
การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองนี้สามารถทำได้ง่ายกว่าเมื่อพิจารณาค่าผล การแปลงครอสเวฟเล็ตดังรูปที่ 6-6 (บน) ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตนี้จะให้แอมพลิจูดร่วม (Cross-Wavelet Amplitude) ที่สูงในพื้นที่ที่มีคาบการเกิดซ้ำที่มีความสำคัญสูงเหมือนกัน ณ เวลาเดียวกัน นอกจากการแปลงครอสเวฟเล็ตจะให้แอมพลิจูดร่วมที่ง่ายต่อการพิจารณาความสัมพันธ์แล้ว ยัง สามารถแสดงองศาที่เหลื่อมล้ำกัน (Phase Lag) ระหว่างคลื่นไซน์ที่คาบการเกิดต่างๆ ที่ประกอบกัน เป็นตัวแปรทั้งสองได้อีกด้วย โดยองศาที่เหลื่อมล้ำกันนี้สามารถนำไปคำนวณเป็นค่าช่วงเวลาการ เหลื่อมล้ำกันได้ โดยการคูณด้วยคาบการเกิดซ้ำที่พิจารณา

การแสดงผลองศาที่เหลื่อมล้ำกันนั้นจะใช้ลูกศร โดยหากลูกศรมีทิศทางไปทางขวา แสดงว่า คลื่นไซน์ที่มีความถี่นั้นๆ มีองศาที่เหมือนกัน (In-Phase) ลูกศรชี้ลงแปลว่าคลื่นของตัวแปรที่ 1 (ขึ้นอยู่ กับลำดับการวิเคราะห์ในการแปลงครอสเวฟเล็ต ซึ่งในการศึกษานี้คือตัวแปร AO) นำคลื่นของตัวแปร ที่ 2 อยู่ 90 องศา (X Leads Y by 90°) หากลูกศรชี้ไปทางซ้ายแปลว่าคลื่นทั้งสองมีองศาต่างกัน 180 องศา (Anti-Phase) และสุดท้ายหากลูกศรชี้ขึ้นแสดงว่าคลื่นตัวแปรที่ 1 ตามตัวแปรที่ 2 อยู่ 90 องศา (X Lags Y by 90°)

อนึ่งเนื่องจากช่วงเวลาเหลื่อมล้ำนี้เป็นของคลื่นไซน์ที่คาบการเกิดซ้ำ T ใดๆ ซึ่งเป็นเพียง ส่วนประกอบหนึ่งของตัวแปรที่เราสนใจ และเนื่องจากฟังก์ชันไซน์ที่เวลา t มีค่าเท่ากับค่าที่เวลา $t+T$ เมื่อ T คือคาบของคลื่นและ i คือเลขจำนวนเต็มใดๆ ดังนั้นเวลาเหลื่อมล้ำจึงมีได้หลายค่า เช่น หาก พิจารณาที่คาบการเกิด 1 ปี คลื่น X นำ Y อยู่ 3 เดือน จะมีความหมายเหมือนกับ X นำ Y อยู่ 3+12 หรือ 3+24 เดือนก็ได้ ในขณะที่เดียวกันอาจบอกได้เช่นกันว่า Y นำ X อยู่ 12-3 หรือ 9 เดือนก็ไม่ผิด

นอกจากการเปรียบเทียบด้วยผลการแปลงครอสเวฟเล็ตแล้ว เราสามารถคำนวณหาค่า ความสอดคล้องของเวฟเล็ตได้ (Wavelet Coherency) ดังแสดงในรูปที่ 6-6 (ล่าง) ความสอดคล้อง ของเวฟเล็ตนี้จะมีลักษณะคล้ายกำลังร่วมของการแปลงเวฟเล็ต แต่จะมีกำลังร่วมที่สูงกว่า เนื่องจาก ความสอดคล้องของเวฟเล็ตพิจารณาความเหมือนของการแปลงเวฟเล็ตของทั้งสองตัวแปรที่มีความ สอดคล้องกัน โดยไม่เน้นว่ากำลังของการแปลงเวฟเล็ตแต่ละตัวแปรในบริเวณที่ร่วมกันดังกล่าวต้องมี ค่าสูงด้วย ซึ่งไม่เหมือนกับผลการแปลงครอสเวฟเล็ต (รูปที่ 6-5 บน) ที่สนใจเฉพาะตำแหน่งที่ผลการ แปลงเวฟเล็ตแต่ละตัวแปรมีแอมพลิจูดสูงเท่านั้น อย่างไรก็ตามก็ดีลักษณะของผลการแปลงทั้งคู่จะมี ลักษณะที่สอดคล้องกันและสามารถคำนวณหาค่าช่วงเวลาการเหลื่อมล้ำได้เช่นเดียวกัน โดยสำหรับ

ในการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ของคาบการเกิดซ้ำและช่วงเวลาเหลือมล้ำนี้จะพิจารณาที่ค่าความสอดคล้องของเวฟเล็ต (Wavelet Coherence) เป็นหลักและจะใช้คำว่าค่าการแปลงครอสเวฟเล็ตแทนเพื่อความสะดวก



รูปที่ 6-6 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ต (Cross-Wavelet Transform) ของตัวแปร AO และ BMI (บน) และค่าความสอดคล้องของเวฟเล็ต (Wavelet Coherence) (ล่าง) (ที่มา: Grinsted และ คณะ, 2004)

6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมุทรศาสตร์และสภาพอากาศของประเทศไทย

ข้อมูลสภาพอากาศของประเทศไทยที่ทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ร่วมกับตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์ ประกอบไปด้วยข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือน และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน จากสถานีตรวจวัดที่กระจายอยู่ใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำ และค่าเฉลี่ยของประเทศไทย โดยในการศึกษานี้วิเคราะห์ครอบคลุมพื้นที่ระหว่างข้อมูลดัชนีสมุทรศาสตร์จำนวน 5 ดัชนี และข้อมูลสภาพอากาศต่างๆ เนื่องจากผลการวิเคราะห์จะประกอบไปด้วยรูปผลการแปลงครอบคลุมพื้นที่ในรูปแบบของกำลังร่วมและองศาความเหลื่อมล้ำจำนวนมาก ซึ่งเป็นการไม่สะดวกที่จะนำมาเสนอทั้งหมด ดังนั้นจึงได้คัดเลือกแสดงเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสมุทรศาสตร์และค่าเฉลี่ยของสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเป็นหลัก (สำหรับผลการแปลงของข้อมูลคู่อื่นๆ สามารถดูได้จาก CD-ROM)

รูปที่ 6-7, 6-9 และ 6-11 แสดงผลการแปลงครอบคลุมพื้นที่ระหว่างตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์กับอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของประเทศไทย ตามลำดับ จากรูปจะเห็นได้ว่าสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีความสัมพันธ์กับดัชนีสมุทรศาสตร์ในมหาสมุทรแปซิฟิก อันได้แก่ ดัชนี SOI, Nino 4, Nino 3.4 และ Nino 1+2 มากกว่าดัชนีสมุทรศาสตร์ในมหาสมุทรอินเดีย อันได้แก่ ดัชนี DMI อย่างไรก็ตามจะพบลักษณะเด่นที่ใกล้เคียงกัน คือการเกิดสภาพที่รุนแรง (Extreme Event) ในช่วงปี ค.ศ. 1998 ซึ่งมีความสอดคล้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญครั้งรุนแรงที่ได้กล่าวไปแล้ว

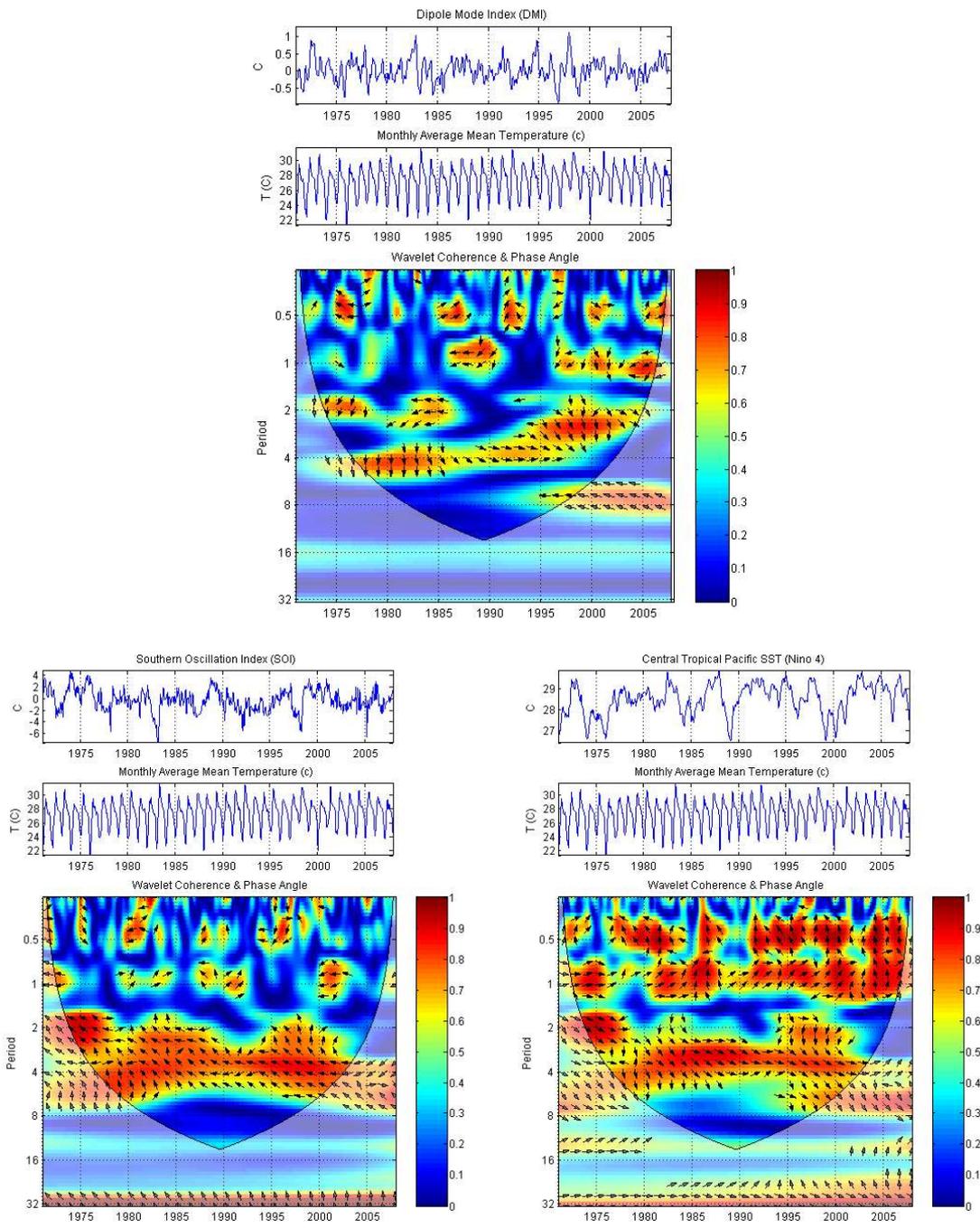
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของแต่ละค่าดัชนีสมุทรศาสตร์กับอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทย พบว่า ดัชนี DMI ไม่มีความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญมากนักกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในทางตรงกันข้าม ดัชนี SOI, Nino 4, Nino 3.4 และ Nino 1+2 มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมาก โดยเฉพาะคาบการเกิดซ้ำที่ 4 ปี โดยมีความเหลื่อมล้ำกันประมาณ 2.5 ปี สำหรับดัชนี SOI และ 6 เดือน สำหรับดัชนี Nino 4 และ Nino 3.4 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีคาบการเกิดซ้ำร่วมที่ 1 ปี ที่มีค่าการเหลื่อมล้ำประมาณ 1 เดือนสำหรับดัชนี Nino 3.4 และประมาณ 3 เดือนสำหรับดัชนี Nino 1+2

สำหรับการกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำของคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีระหว่างดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2 กับอุณหภูมิเฉลี่ย แสดงในรูปที่ 6-8 ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะสอดคล้องกับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทย มีเพียงแต่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ที่ช่วงเวลาเหลื่อมล้ำต่ำกว่าพื้นที่อื่นๆ ของ

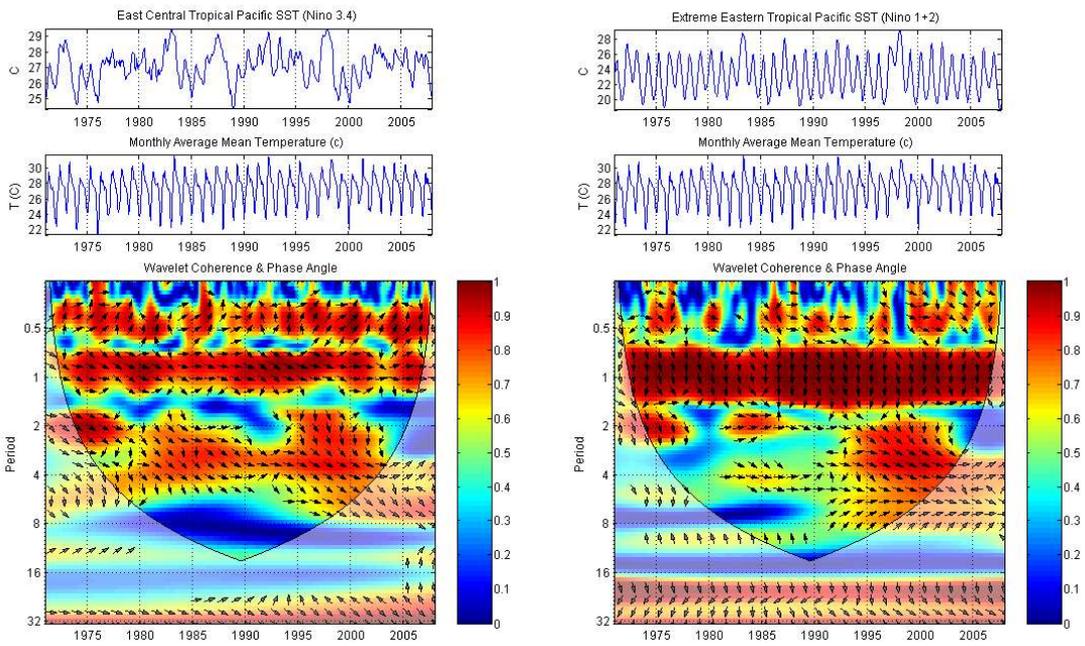
ประเทศไทยประมาณ 1-2 เดือน นอกจากนี้ยังจะเห็นว่าช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่ได้จากข้อมูลที่สถานีวัด และจากค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำมีความสอดคล้องกันสูง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และช่วงเวลาเหลื่อมล้ำระหว่างข้อมูลดัชนีสมุทรศาสตร์กับต่ำสุดเฉลี่ยของประเทศไทย รูปที่ 6-11 รวมทั้งการกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ในรูปที่ 6-12 มีลักษณะที่ใกล้เคียงและมีช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่คล้ายกับความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเฉลี่ย ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสมุทรศาสตร์กับอุณหภูมิสูงสุดของประเทศไทยแม้จะมีลักษณะของการแปลงครอสเวฟเล็ตที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิเฉลี่ยเช่นกัน แต่ค่าความเหลื่อมล้ำของข้อมูลมีระยะเวลาที่สั้นกว่าประมาณ 1-2 เดือน ดังแสดงในรูปที่ 6-9 นอกจากนี้การกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำของอุณหภูมิสูงสุด (ในรูปที่ 6-10) ยังมีลักษณะที่ไม่เหมือนอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดอีกด้วย กล่าวคือพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศจะมีการกระจายที่คล้ายกัน ยกเว้นเพียงภาคใต้ฝั่งตะวันออก ที่มีความเหลื่อมล้ำที่นานกว่าปกติประมาณ 2 เดือนที่คาบการเกิด 1 ปีนี้

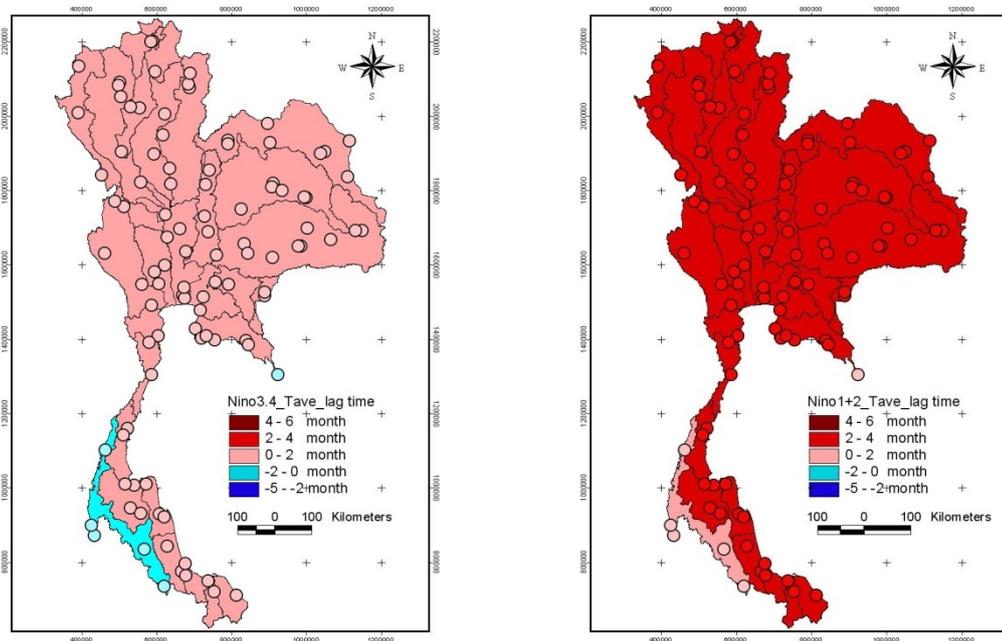
อนึ่งคาบการเกิดซ้ำนี้อาจหมายความว่าค่าดัชนีนำหน้าค่าสภาพอากาศอยู่ 3 เดือน หรือ 15 เดือนหรือยาวกว่านั้นก็ได้เนื่องจากว่า ช่วงเวลาเหลื่อมล้ำนี้เป็นช่วงเวลาเหลื่อมล้ำของเฉพาะคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ที่จะมีลักษณะเหมือนเดิมทุกๆ คาบการเกิดซ้ำ และคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีนี้เป็นเพียงส่วนประกอบหนึ่งของตัวแปร เพราะยังมีคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำอื่นๆอีกด้วย แต่อาจมีความสำคัญลดหลั่นกันลงไป ดังนั้นการวิเคราะห์ช่วงเวลาเหลื่อมล้ำ จึงควรที่จะพิจารณาที่คาบการเกิดซ้ำอื่นๆที่มีนัยสำคัญด้วย ซึ่งจะได้พิจารณาศึกษาต่อไป



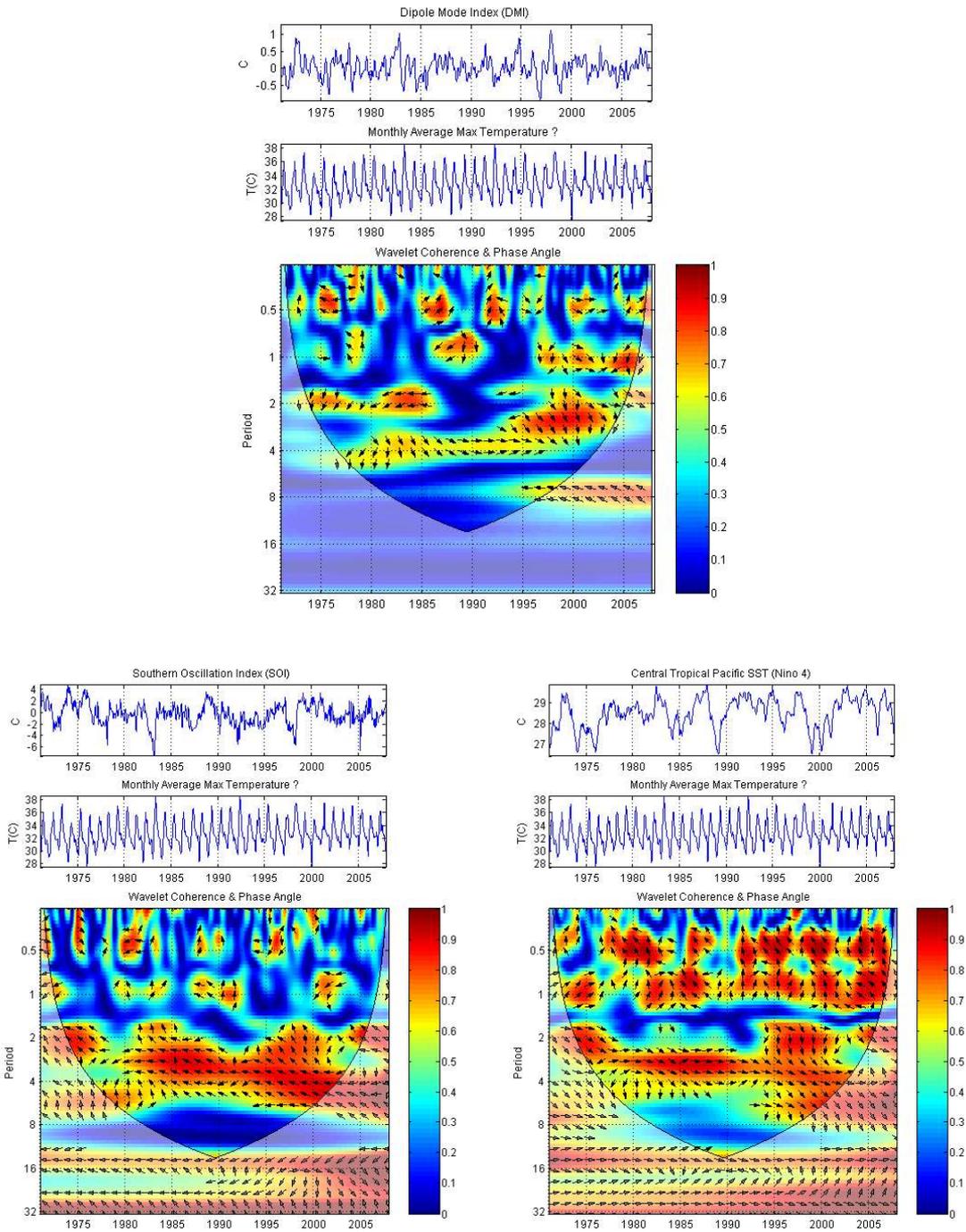
รูปที่ 6-7 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย



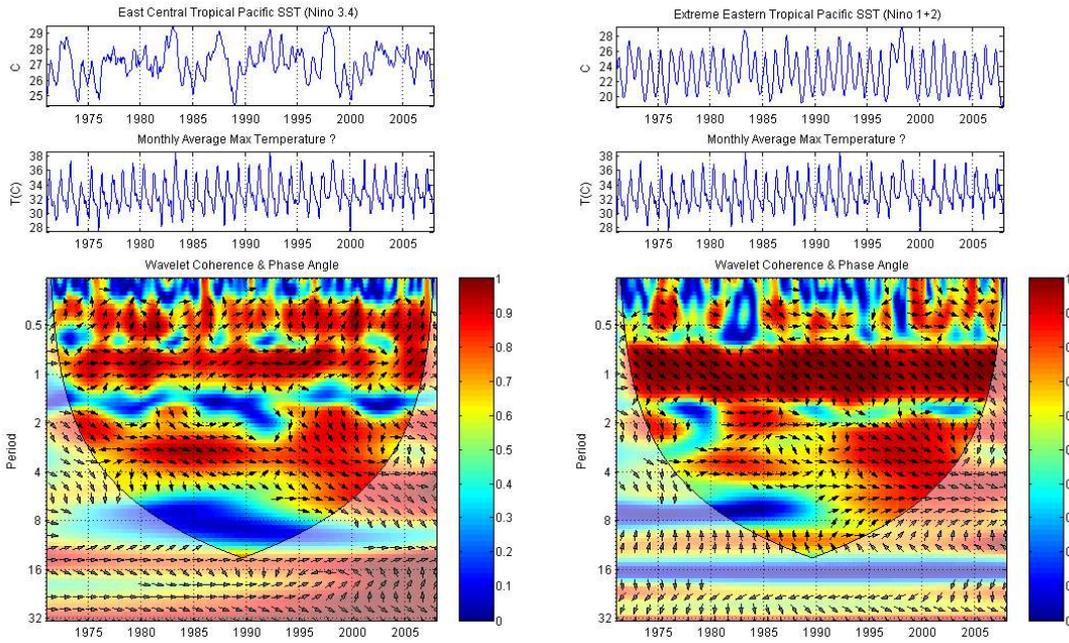
รูปที่ 6-7 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2 กับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย (ต่อ)



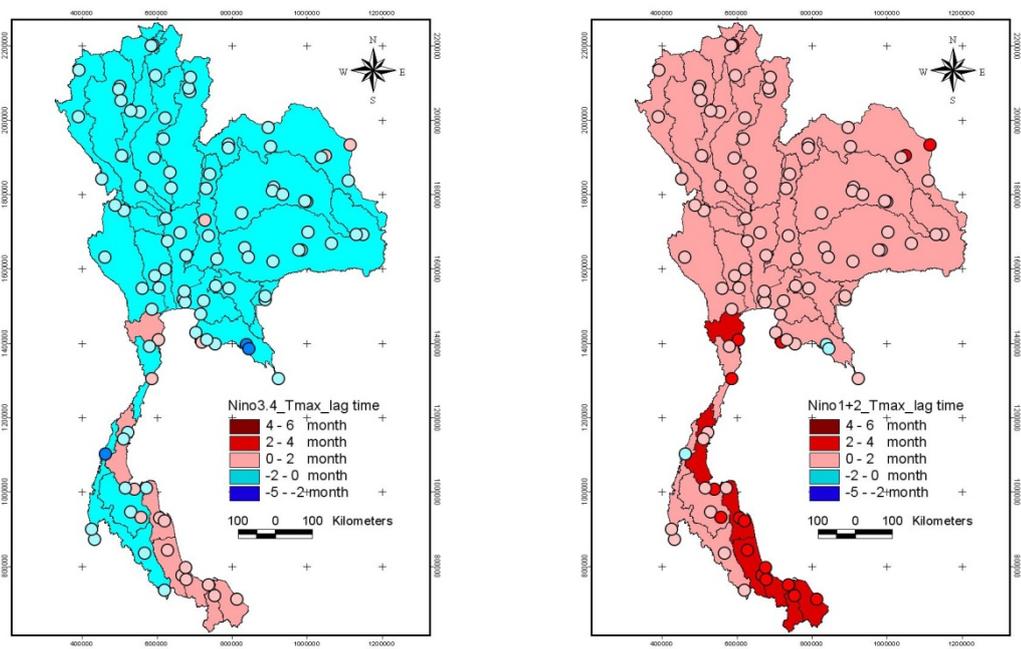
รูปที่ 6-8 การกระจายของช่วงเวลาเหลือมล้ำที่ตัวแปรดัชนี Nino 3.4 (ซ้าย) และ Nino 1+2 (ขวา) นำข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทยอยู่ที่คาบการเกิดหลัก 1 ปี



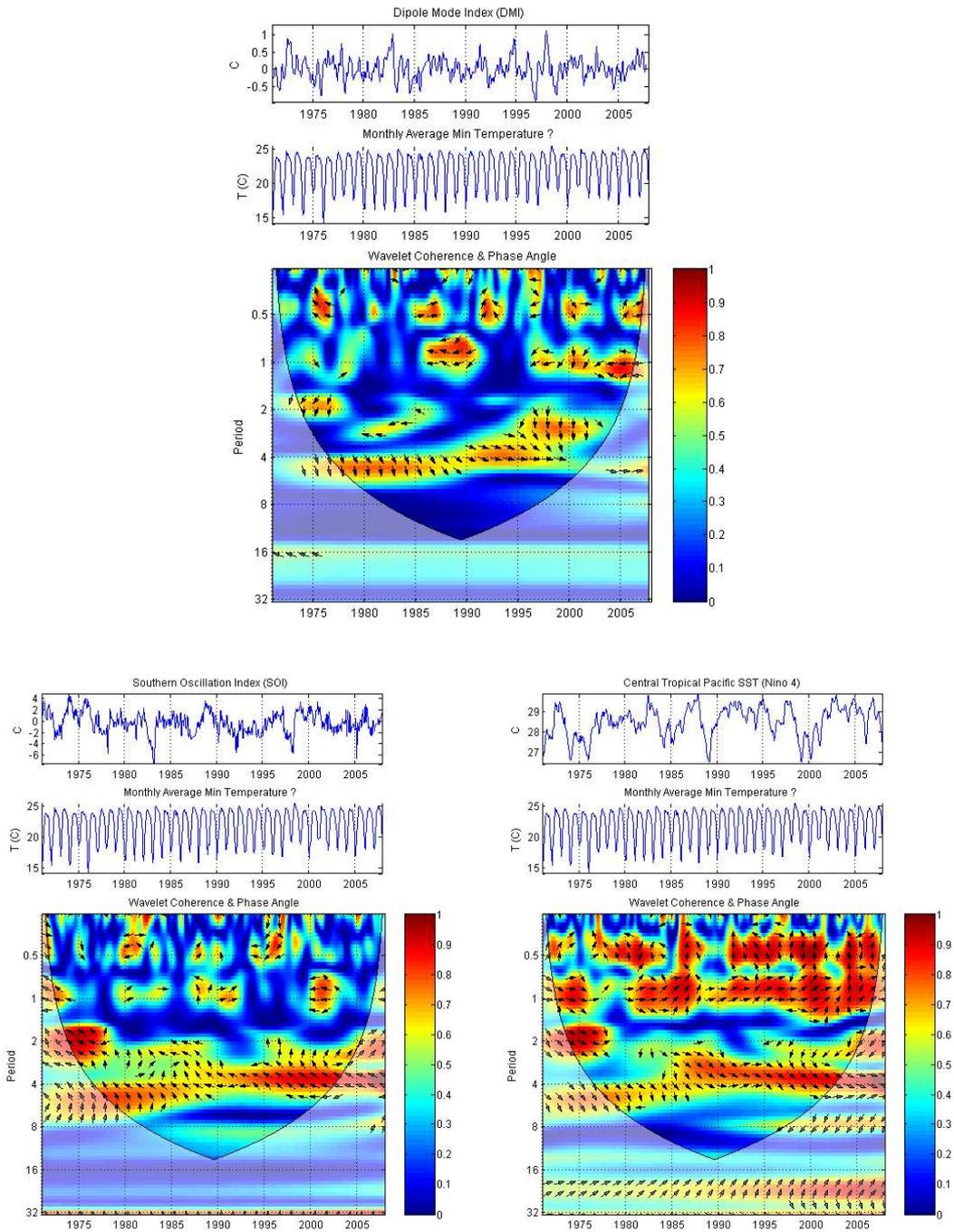
รูปที่ 6-9 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย



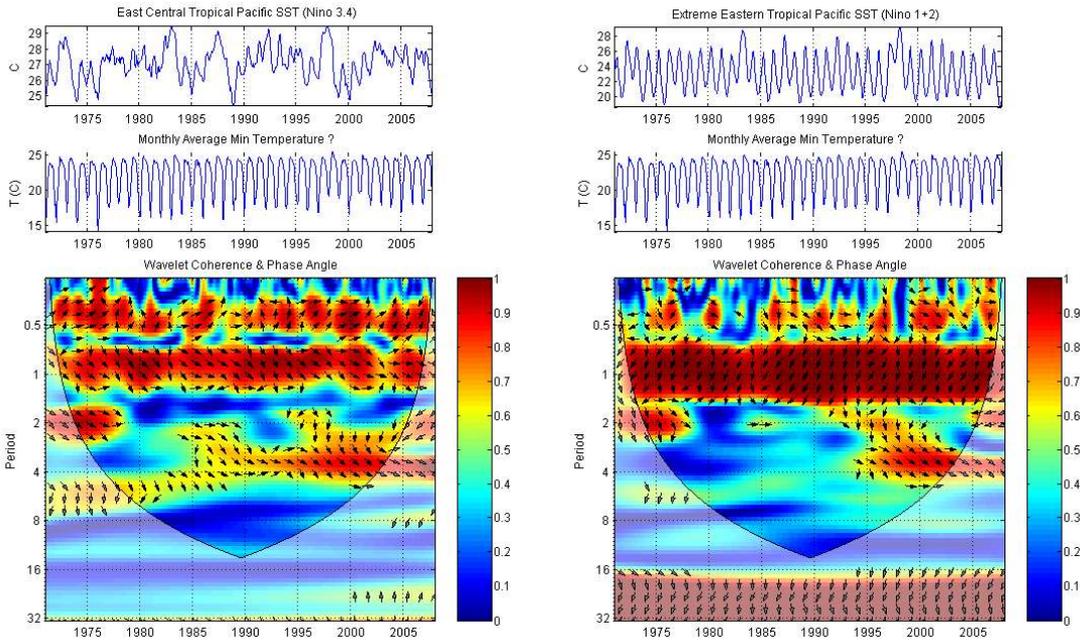
รูปที่ 6-9 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2 กับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย (ต่อ)



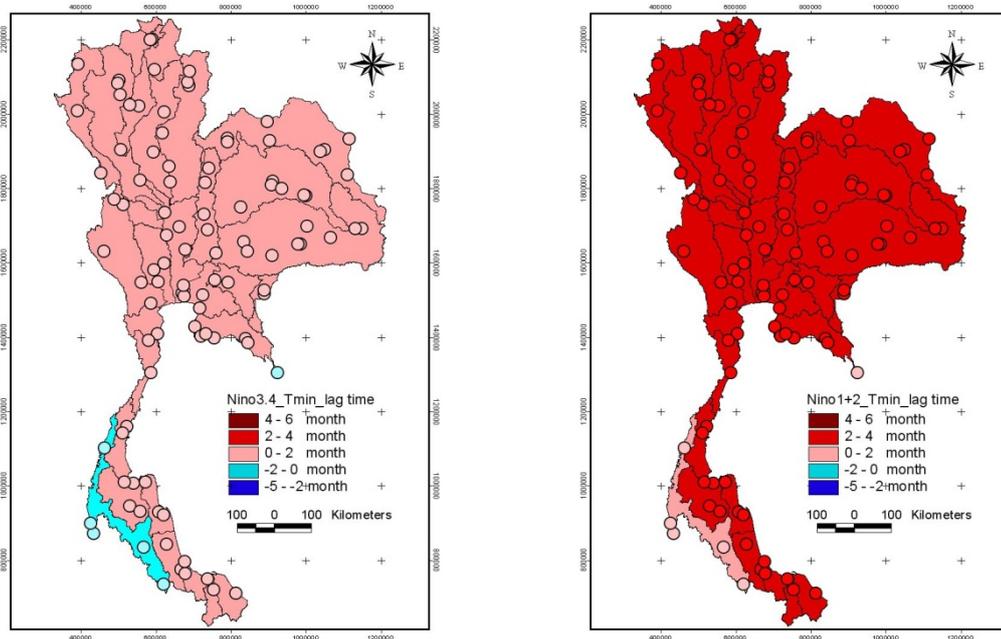
รูปที่ 6-10 การกระจายของช่วงเวลาแล้มน้ำที่ตัวแปรดัชนี Nino 3.4 (ซ้าย) และ Nino 1+2 (ขวา) นำข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทยอยู่ที่คาบการเกิดหลัก 1 ปี



รูปที่ 6-11 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย



รูปที่ 6-11 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2 กับข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย (ต่อ)



รูปที่ 6-12 การกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่ตัวแปรดัชนี Nino 3.4 (ซ้าย) และ Nino 1+2 (ขวา) นำข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทยอยู่ที่คาบการเกิดหลัก 1 ปี

6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมุทรศาสตร์และปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย

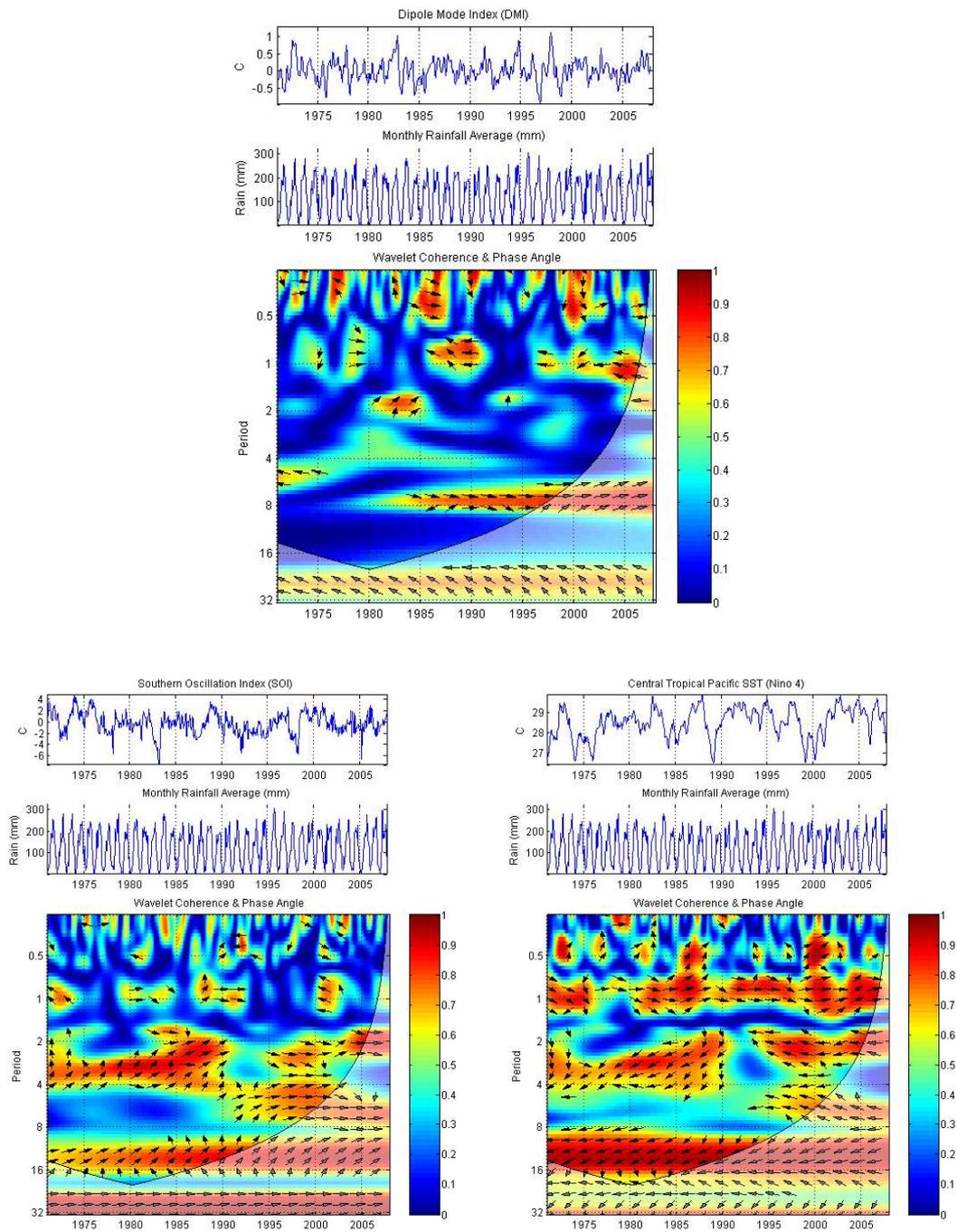
ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยที่ทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ร่วมกับตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์ ประกอบไปด้วยข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดที่กระจายอยู่ใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำ และค่าเฉลี่ยของประเทศไทย ดังนั้นจึงมีผลการวิเคราะห์ครอบคลุมพื้นที่ระหว่างข้อมูลดัชนีสมุทรศาสตร์จำนวน 5 ดัชนี และข้อมูลปริมาณน้ำฝนจำนวนหลายคู่ ซึ่งไม่สะดวกในการนำเสนอ ดังนั้นจึงได้คัดเลือกแสดงเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสมุทรศาสตร์และค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยเป็นหลัก (สำหรับผลการแปลงของข้อมูลคู่อื่นๆ สามารถดูได้จาก CD-ROM)

รูปที่ 6-13 แสดงผลการแปลงครอบคลุมพื้นที่ระหว่างตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์กับปริมาณฝนสะสมรายเดือน จากรูปจะเห็นได้ว่าปริมาณฝนสะสมของประเทศไทยมีความสัมพันธ์กับดัชนีสมุทรศาสตร์ในมหาสมุทรแปซิฟิก อันได้แก่ ดัชนี SOI, Nino 4, Nino 3.4 และ Nino 1+2 มากกว่าดัชนีสมุทรศาสตร์ในมหาสมุทรอินเดีย อันได้แก่ ดัชนี DMI เช่นเดียวกับความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศ แต่ความสัมพันธ์ในลักษณะสภาพที่รุนแรง (Extreme Event) ในช่วงปี ค.ศ. 1998 ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญครั้งรุนแรง มีน้อยกว่าการความสัมพันธ์ของสภาพอากาศมาก

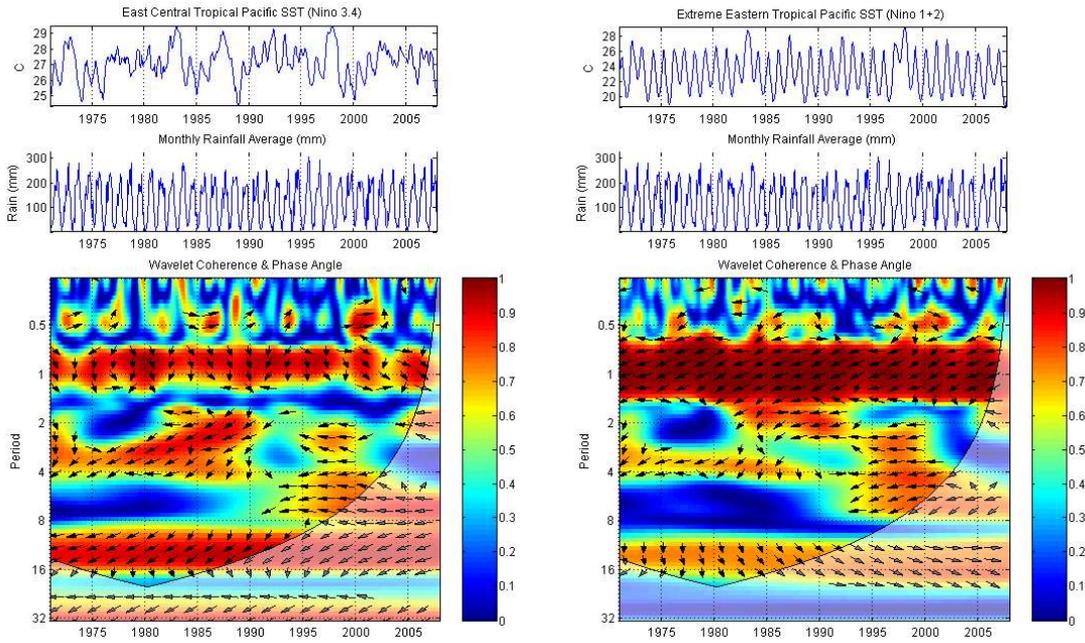
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของแต่ละค่าดัชนีสมุทรศาสตร์กับปริมาณน้ำฝนสะสมของประเทศไทยพบว่า ดัชนี DMI ไม่มีความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญมากนักกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในทางตรงกันข้าม ดัชนี SOI, Nino 4, Nino 3.4 และ Nino 1+2 มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมาก โดยเฉพาะคาบการเกิดซ้ำที่ 12 ปี โดยมีความเหลื่อมล้ำกันประมาณ 10 เดือนสำหรับดัชนี SOI และเหลื่อมล้ำประมาณ 4.5-5 ปี สำหรับดัชนี Nino 4 และ Nino 3.4 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีคาบการเกิดซ้ำร่วมที่ 1 ปี ที่มีค่าการเหลื่อมล้ำประมาณ 3 เดือนสำหรับดัชนี Nino 3.4 และประมาณ 5 เดือนสำหรับดัชนี Nino 1+2 และมีค่าการเกิดซ้ำที่ 0.5 ปี สำหรับดัชนี Nino 4 และ Nino 3.4 ที่มีความสำคัญอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบคาบการเกิดที่สำคัญที่ 3 ปีในช่วงปี ค.ศ. 1970 - 1990 อีกด้วย

สำหรับการกระจายของช่วงเวลาเหลือมล้ำของคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีระหว่างดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2 กับอุณหภูมิเฉลี่ย แสดงในรูปที่ 6-14 ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะสอดคล้องกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยของประเทศ มีเพียงแต่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกเท่านั้น ที่ช่วงเวลาเหลือมล้ำเพิ่มขึ้นจากพื้นที่อื่นๆ ประมาณ 2 เดือน

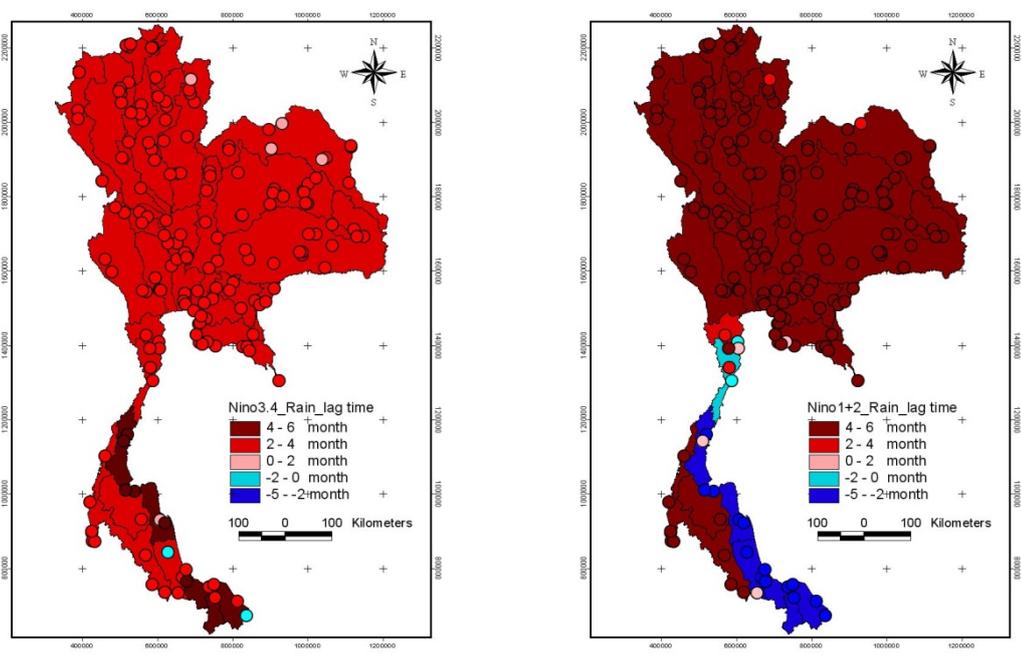
อนึ่งคาบการเกิดซ้ำนี้อาจหมายความว่าค่าดัชนีนำหน้าปริมาณฝนสะสมอยู่ 7 เดือน $7+12 = 19$ เดือน หรือ $7-12 = -5$ เดือนก็ได้เนื่องจากว่า ช่วงเวลาเหลือมล้ำนี้เป็นของคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนเดิมที่ทุกๆ คาบ ดังนั้นในภาพที่ 6-13 (ขวา) ในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกจึงเห็นว่าช่วงเวลาเหลือมล้ำเป็น -5 เดือน ซึ่งมีความหมายว่าฝนสะสมเกิดก่อนค่าดัชนี Nino 1+2 อยู่ 5 เดือน สำหรับส่วนประกอบของคลื่นที่มีคาบการเกิด 1 ปี และคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีนี้เป็นเพียงส่วนประกอบหนึ่งของตัวแปร เพราะยังมีคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำอื่นๆอีกด้วย แต่อาจมีความสำคัญลดหลั่นกันลงไป ดังนั้นการวิเคราะห์ช่วงเวลาเหลือมล้ำ จึงควรที่จะพิจารณาที่คาบการเกิดซ้ำอื่นๆที่มีนัยสำคัญด้วย ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มในอนาคต



รูปที่ 6-13 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลฝนสะสมรายเดือนของประเทศไทย



รูปที่ 6-13 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2 กับข้อมูลฝนสะสมรายเดือนของประเทศไทย (ต่อ)



รูปที่ 6-14 การกระจายของช่วงเวลาเหลือมล้ำที่ตัวแปรดัชนี Nino 3.4 (ซ้าย) และ Nino 1+2 (ขวา) นำข้อมูลฝนสะสมรายเดือนของประเทศไทยอยู่ที่คาบการเกิดหลัก 1 ปี

6.5 สรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรสมุทรศาสตร์ ต่อสภาพอากาศและน้ำฝนของประเทศไทย

โดยสรุปสภาพภูมิอากาศและปริมาณฝนสะสมของประเทศไทยมีลักษณะที่สัมพันธ์กับตัวแปรดัชนีในมหาสมุทรแปซิฟิก มากกว่าดัชนี DMI ในมหาสมุทรอินเดีย โดยตัวแปรที่อาจมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และช่วงเวลาเหลื่อมล้ำ น่าจะได้แก่ดัชนี Nino 3.4 ที่ประกอบด้วยคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำที่สัมพันธ์กันในหลายตำแหน่ง และน่าจะเป็นดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับทั้งตัวแปรสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนมากที่สุดจากการวิเคราะห์การแปลงครอสเวฟเล็ต

จากการศึกษาพบว่าคาบการเกิดซ้ำที่สำคัญ ที่ดัชนี Nino 3.4 และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยสัมพันธ์กันอยู่ที่คาบการเกิดซ้ำที่ 0.5, 1 และ 4 ปี โดยมีช่วงเวลาเหลื่อมล้ำสำหรับคาบการเกิดซ้ำเหล่านี้ประมาณ 4.5, 1, และ 8 เดือนตามลำดับ สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุด แต่สำหรับอุณหภูมิสูงสุดช่วงเวลาเหลื่อมล้ำจะลดลงจากเดิมเล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบการกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีพบว่าโดยส่วนใหญ่ของประเทศมีลักษณะที่คล้ายกับค่าเฉลี่ยยกเว้นบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกสำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยและต่ำสุดที่มีช่วงเวลาเหลื่อมล้ำสั้นกว่าพื้นที่อื่นๆ และภาคใต้ฝั่งตะวันออกสำหรับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดที่มีช่วงเวลาเหลื่อมล้ำยาวนานกว่าพื้นที่อื่นๆ

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสมุทรศาสตร์กับปริมาณน้ำฝนจะมีลักษณะที่คล้ายกับอุณหภูมิสูงสุด แต่คาบการเกิดซ้ำที่สำคัญกับดัชนี Nino 3.4 ปรากฏที่คาบการเกิด 1 ปี และ 12 ปี โดยมีช่วงเวลาเหลื่อมล้ำประมาณ 3 เดือนและ 5 ปีตามลำดับอีกด้วย ซึ่งการกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่คาบการเกิด 1 ปีในทุกกลุ่มน้ำจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน เว้นแต่พื้นที่ในภาคใต้ฝั่งตะวันออกที่จะมีช่วงเวลาการเหลื่อมล้ำที่นานขึ้นประมาณ 2 เดือน

ลักษณะคาบการเกิดซ้ำและช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่คาบการเกิดต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์กับสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนของทั้ง 25 ลุ่มน้ำฝนประเทศไทยนี้จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการช่วยพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนล่วงหน้า โดยหากสามารถปรับแก้ช่วงเวลาเหลื่อมล้ำจากคาบการเกิดซ้ำร่วมที่สำคัญๆ ได้ก็น่าจะสามารถประมาณสภาพอากาศในประเทศไทย จากค่าดัชนีสมุทรศาสตร์เหล่านี้ และทำให้การพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้ามีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นได้ ซึ่งในการศึกษานี้จะได้ศึกษาแนวทางพื้นฐานที่ช่วยพัฒนาระบบการพยากรณ์สภาพอากาศจากความรู้ด้านพฤติกรรมการณ์การเกิดซ้ำด้วยการแปลงครอสเวฟเล็ตต่อไป

บทที่ 7

การศึกษาพฤติกรรมของอุณหภูมิและปริมาณฝน จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก และข้อมูลจากการสังเคราะห์เชิงสถิติ

ในบทที่ 7 นี้จะเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกและข้อมูลจากการสังเคราะห์เชิงสถิติ ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับแบบจำลองภูมิอากาศโลก และการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติแสดงรายละเอียดในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เล่มที่ 2 โดยได้เปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมของอุณหภูมิและปริมาณฝน ทั้งแนวโน้มค่าเฉลี่ยรายปี ลักษณะค่าเฉลี่ยรายเดือน และคาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง ผลของการศึกษาในบทนี้จะช่วยทำให้เกิดความเข้าใจถึงพฤติกรรมของข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลรวมถึงการนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป

7.1 ข้อมูลที่วิเคราะห์เปรียบเทียบและพฤติกรรมที่ศึกษา

7.1.1 ข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกและข้อมูลการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงเชิงสถิติจากแบบจำลองลดมาตราส่วนทางสถิติ (ASD) และการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัด ประกอบด้วย

- 1) อุณหภูมิเฉลี่ย
- 2) อุณหภูมิสูงสุด
- 3) อุณหภูมิต่ำสุด
- 4) ปริมาณฝน

7.1.2 พฤติกรรมที่ศึกษา

1) ศึกษาความแตกต่างของพฤติกรรมในอดีตและในอนาคต

การศึกษาความแตกต่างข้อมูลในอดีตและในอนาคตของข้อมูลเฉพาะจากแบบจำลอง CGCM2 และข้อมูล CGCM2 ที่ใช้วิธีเทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) ซึ่งได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงปีฐาน (1982 ถึง 2004) ช่วงอนาคตอันใกล้ (2015 ถึง 2034) และช่วงอนาคต (2075 ถึง 2099) และทำการเปรียบเทียบข้อมูลทั้ง 3 ช่วง โดยการศึกษาประกอบด้วย

- 1.1) จำนวนวันที่ฝนตกน้อยกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ในแต่ละเดือนของปริมาณฝนรายวันช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน-เมษายน) และจำนวนวันที่หนาวกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) ของข้อมูลทั้ง 3 ช่วง
- 1.2) รวม (ข้อมูลฝน) ช่วงฤดูแล้ง และหาเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของอุณหภูมิต่ำสุดจากข้อมูลรายวันไปเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน ในรูปแบบของแถวของข้อมูลทั้ง 3 ช่วง
- 1.3) หาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 จากข้อมูลฝนรายวันและอุณหภูมิสูงสุดรายวันไปเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน ในรูปแบบของแถวของข้อมูลทั้ง 3 ช่วง
- 1.4) จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ในแต่ละเดือนของปริมาณฝนรายวันช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) และจำนวนวันที่ร้อนกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคม – มิถุนายน) ของข้อมูลทั้ง 3 ช่วง

2) ศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี

- 2.1) รวม (ข้อมูลฝน) หรือเฉลี่ย (ข้อมูลภูมิอากาศ) ข้อมูลรายเดือนไปเป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายปี ในรูปแบบของแถวของข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982 ถึง 2099
- 2.2) วิเคราะห์หาสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear Regression)
- 2.3) หาค่าการกระจายตัวข้อมูลจากสมการเส้นตรงด้วยค่า R^2

3) การศึกษาคาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง

- 3.1) แปลงข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยค่าที่ได้เป็นค่าเชิงซ้อน (Complex Number) ณ คาบการเกิดซ้ำและที่เวลาหนึ่งๆ
- 3.2) หาแอมพลิจูดของเวฟเล็ต (Amplitude) โดยการหาขนาดของค่าเชิงซ้อน
- 3.3) แสดงผลในรูปแบบเส้นชั้นความสูง โดยให้แกนนอนเป็นช่วงเวลา และแกนตั้งเป็นคาบการเกิดซ้ำ
- 3.4) หาพฤติกรรมที่สำคัญในแง่ของคาบการเกิดซ้ำ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยกำหนดคาบการเกิดซ้ำและช่วงเวลาที่จะพิจารณาหาแอมพลิจูดของพฤติกรรม

4) เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือน

- 4.1) คำนวณค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแต่ละเดือนโดยแบ่งเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงปีฐาน (1982 ถึง 2004) ช่วงอนาคตอันใกล้ (2015 ถึง 2034) และช่วงอนาคต (2075 ถึง 2099)
- 4.2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของฤดูกาลทั้งสอง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงรายฤดูที่เกิดขึ้น
- 4.3) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของฤดูกาลในอนาคต ทั้ง 2 ช่วงกับในอดีต

7.2 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ประกอบด้วยข้อมูล GCM จาก (1) แบบจำลอง CGCM2 ของศูนย์ศึกษาสภาพอากาศแคนาดา ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2 (“CGCM2”) (2) แบบจำลอง HadCM3 ของอังกฤษ ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2 (“HadCM3”) (3) แบบจำลองความละเอียดสูงของหน่วยงานอุตุนิยมวิทยา ประเทศญี่ปุ่น (“MRI”) และ (4) ข้อมูล RCM จากแบบจำลอง PRECIS สมมติฐาน A2 ที่ศึกษาโดยศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ START ซึ่งใช้ข้อมูล GCM นำเข้าจากแบบจำลอง ECHAM4 (“PRECIS: ECHAM4”) ยกเว้นเพียงการวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมที่แสดงเพียงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง CGCM2 โดยแบบจำลองภูมิอากาศโลกต่างๆ มีพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ดังนี้

7.2.1 การวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมในอดีตและในอนาคต

1) อุณหภูมิ

การวิเคราะห์ความแตกต่างและความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตและในอนาคต โดยได้แบ่งการเปลี่ยนแปลงเป็น 3 ช่วงดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ผลการวิเคราะห์พบว่า จำนวนวันที่หนาวกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) มีค่าเฉลี่ยลดลงในอนาคตทั้ง 2 สมมติฐาน ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ช่วงฤดูหนาว และอุณหภูมิสูงสุดที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในอนาคตทั้ง 2 สมมติฐาน ส่วนจำนวนวันที่ร้อนกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคม – มิถุนายน) สมมติฐาน A2 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในอนาคต แต่

สมมติฐาน B2 มีค่าเฉลี่ยลดลงในช่วงอนาคตระยะใกล้และเพิ่มขึ้นในช่วงอนาคตระยะไกล แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้ง 3 ช่วง ดังตารางที่ 7-1

ตารางที่ 7-1 ความแตกต่างของอุณหภูมิจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก CGCM2 ในอดีตและในอนาคต

รูปแบบ	Past (1982–2004)		Near Future (2015–2034)		Far Future (2075–2099)	
	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
CGCM2 A2						
1) $\text{day} \leq p_{10} \text{ Tmin-Winter}$	281	0.302	210	0.283	11	0.060
2) P05 Tmin-Winter	8.81	3.446	9.19	2.984	12.31	2.815
3) P95 Tmax-Summer	33.09	4.072	34.82	4.576	38.62	5.028
4) $\text{day} \geq p_{90} \text{ Tmax-Summer}$	284	0.302	511	0.407	1494	0.500
CGCM2 B2						
1) $\text{day} \leq p_{10} \text{ Tmin-Winter}$	277.0	0.301	143.0	0.237	85	0.166
2) P05 Tmin-Winter	8.63	3.626	9.17	2.922	10.61	2.907
3) P95 Tmax-Summer	33.60	4.355	33.63	4.345	36.06	4.640
4) $\text{day} \geq p_{90} \text{ Tmax-Summer}$	283	0.301	250	0.303	841	0.447

2) ปริมาณน้ำฝนสะสม

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างและความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตและในอนาคตของปริมาณฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก จากสมมติฐาน A2 พบว่าจำนวนวันที่ฝนตกน้อยกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ในแต่ละเดือนของปริมาณฝนรายวัน ช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน-เมษายน) มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในอนาคต แต่สมมติฐาน B2 จะลดลงในช่วงอนาคตระยะใกล้และเพิ่มสูงขึ้นในช่วงอนาคตระยะไกล ส่วนปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยช่วงฤดูแล้ง ปริมาณฝนที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ช่วงฤดูแล้ง และจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ของปริมาณฝนรายวันในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) สมมติฐาน A2 มีแนวโน้มลดลงในอนาคต แต่สมมติฐาน B2 จะแตกต่างกันตามรูปแบบข้อมูล โดยปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยช่วงฤดูแล้ง จะเพิ่มขึ้นในช่วงอนาคตระยะใกล้และลดลงในช่วงอนาคตระยะไกล ปริมาณฝนที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95

ช่วงฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในอนาคต แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างอนาคตทั้ง 2 ช่วง ส่วนจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ที่ 90 ของปริมาณฝนรายวันในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) มีค่าเฉลี่ยลดลงในช่วงอนาคตระยะใกล้และเพิ่มขึ้นในช่วงอนาคตระยะไกล แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้ง 3 ช่วง ดังตารางที่ 7-2

ตารางที่ 7-2 ความแตกต่างของปริมาณฝนจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก CGCM2 ในอดีตและในอนาคต

รูปแบบ	Past (1982 – 2004)		Near Future (2015 – 2034)		Far Future (2075 – 2099)	
	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
CGCM2 A2						
1) day \leq p10 Drought	480	0.319	539	0.356	756	0.373
2) Cumulative Drought	81.65	55.77	70.47	44.75	65.78	56.54
3) P95 Rainy	43.72	24.86	42.47	22.31	38.37	22.98
4) day \geq p90 Rainy	426	0.301	353	0.295	364	0.270
CGCM2 B2						
1) day \leq p10 Drought	492	0.323	458	0.332	698	0.361
2) Cumulative Drought	80.76	57.04	83.32	53.72	70.97	48.22
3) P95 Rainy	42.60	25.02	43.17	24.67	43.17	24.83
4) day \geq p90 Rainy	427	0.301	365	0.299	463	0.301

7.2.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

1) อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด

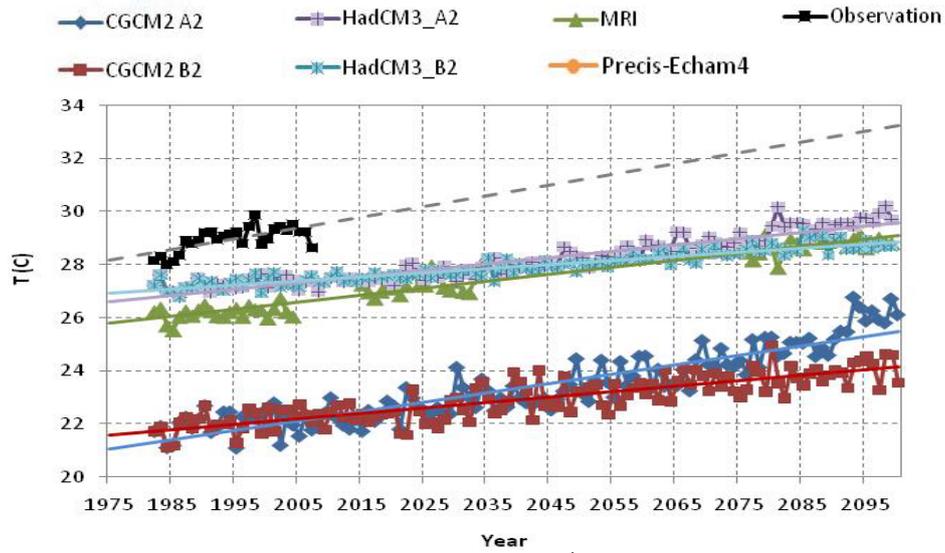
จากผลการศึกษาเปรียบเทียบและวิเคราะห์อุณหภูมิของข้อมูลภูมิอากาศจากแบบจำลอง GCM/RCM ได้แก่ แบบจำลอง CGCM2 HadCM3 MRI และ PRECIS: ECHAM4 พบว่าทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนทั้ง 2 สมมติฐานแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิเฉลี่ยแบบจำลอง CGCM2 ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982-2099 ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2 มีอัตราเปลี่ยนแปลง 0.034 และ 0.020 °C ต่อปี ตามลำดับ ส่วนข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 สมมติฐาน A2 และ B2 มีอัตราเปลี่ยนแปลง 0.023 และ 0.016 °C ต่อปี เมื่อ

เปรียบเทียบกับแบบจำลอง MRI ของประเทศญี่ปุ่นพบว่า มีอัตราการเปลี่ยนแปลง $0.026\text{ }^{\circ}\text{C}$ ต่อปี ส่วนข้อมูล RCM จากแบบจำลอง ECHAM4 ที่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลให้มีความละเอียดสูงขึ้นด้วยแบบจำลอง PRECIS สมมติฐาน A2 มีเฉพาะอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย 0.033 และ $0.038\text{ }^{\circ}\text{C}$ ต่อปี ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ ค.ศ. 1982 ถึง 2100 รวมทั้งแสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเปรียบเทียบข้อมูลช่วงปีฐาน (1982-2004) ช่วงอนาคตระยะใกล้ (2015-2034) และในอนาคต (2075-2099) ของอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยดังตารางที่ 7-3 และแสดงรูปแนวโน้มเปรียบเทียบข้อมูลจากแบบจำลองต่างๆ ทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดดังรูปที่ 7-1 ซึ่งเห็นได้ชัดว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแบบจำลอง CGCM2 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต แบบจำลอง HadCM3 และแบบจำลอง ECHAM4 ที่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลให้มีความละเอียดสูงขึ้นด้วยแบบจำลอง PRECIS จะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงในอนาคตระยะใกล้และเพิ่มขึ้นในช่วงอนาคตระยะไกล ส่วนแบบจำลองความละเอียดสูงของญี่ปุ่น MRI จะมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มขึ้นในอนาคตระยะใกล้และลดลงในช่วงอนาคตระยะไกล

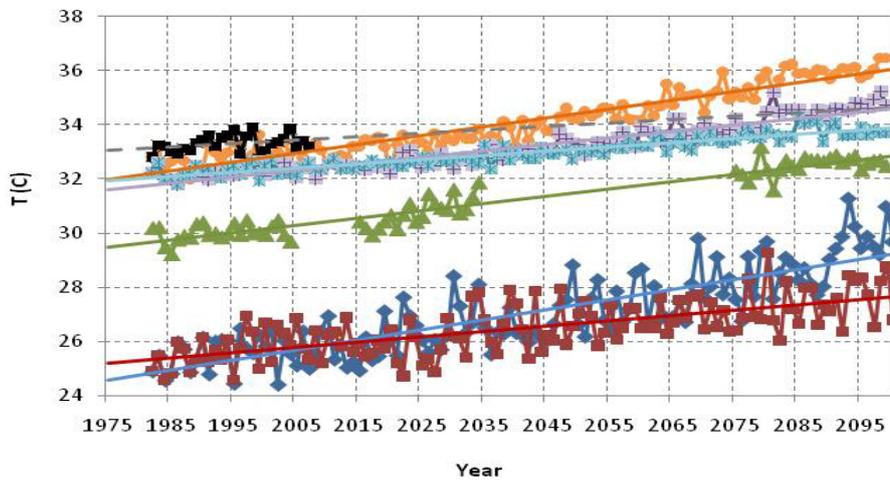
เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลภูมิอากาศโลกจากแบบจำลองกับข้อมูลตรวจวัดจริงของสถานี 459201 จังหวัดชลบุรีในช่วงปี ค.ศ. 1982 ถึง 2004 พบว่าข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดของสถานีมีอัตราการเปลี่ยนแปลงประมาณ 0.041 0.013 และ $0.077\text{ }^{\circ}\text{C}$ ต่อปี จากข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยจากแบบจำลอง CGCM2 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงข้อมูลตรวจวัดมากที่สุด โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงในช่วงปี ค.ศ. 1982-2004 ทั้ง 2 สมมติฐาน 0.03 และ $0.04\text{ }^{\circ}\text{C}$ ต่อปี ตามลำดับ ทั้งนี้การพิจารณาแนวโน้มของข้อมูลเป็นขั้นตอนหนึ่งที่จะช่วยในการเลือกชุดข้อมูลที่เหมาะสมกับพื้นที่มาใช้ในการศึกษา และการพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยรายเดือนก็เป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องพิจารณา ร่วมโดยจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 7-3 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
อุณหภูมิในช่วงปีฐานและในอนาคตจากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ

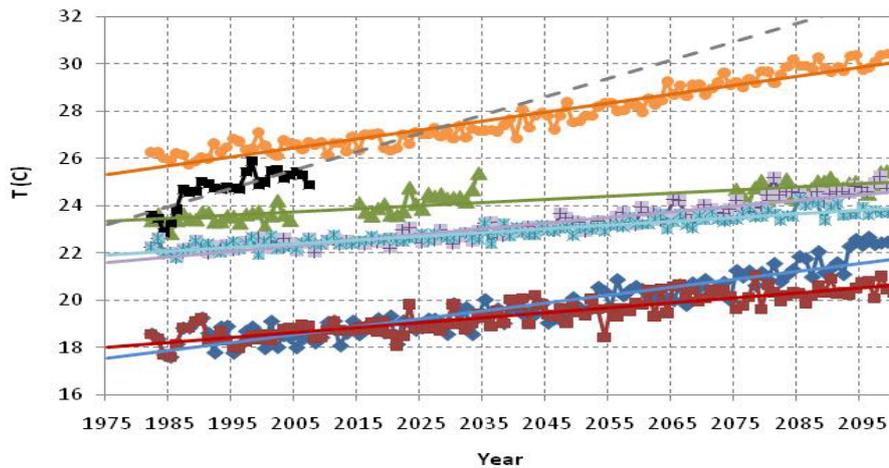
Parameters	Slope (1982-2100)	Past (1982-2004)		Near Future (2015-2034)		Far Future (2075-2099)	
		เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
Average Temperature							
Observation 459201	0.041	28.95	0.49	-	-	-	-
CGCM2 A2	0.034	22.00	0.484	22.71	0.597	25.27	0.763
CGCM2 B2	0.020	22.02	0.453	22.43	0.557	23.9	0.538
HadCM3 A2	0.023	27.26	0.241	27.6	0.237	29.47	0.381
HadCM3 B2	0.016	27.26	0.251	27.63	0.119	28.74	0.265
MRI	0.026	26.20	0.256	27.27	0.381	28.74	0.294
PRECIS: ECHAM4 A2	-	-	-	-	-	-	-
Maximum Temperature							
Observation 459201	0.013	33.30	0.326	-	-	-	-
CGCM2 A2	0.036	25.54	0.657	26.41	0.946	28.96	1.093
CGCM2 B2	0.020	25.62	0.690	25.94	0.846	27.47	0.875
HadCM3 A2	0.023	32.26	0.241	32.60	0.237	34.47	0.381
HadCM3 B2	0.016	32.26	0.251	32.63	0.119	33.74	0.265
MRI	0.027	30.00	0.312	30.77	0.525	32.53	0.342
PRECIS: ECHAM4 A2	0.033	32.85	0.397	33.35	0.314	35.83	0.411
Minimum Temperature							
Observation 459201	0.077	24.65	0.769	-	-	-	-
CGCM2 A2	0.032	18.45	0.491	19.00	0.418	21.57	0.630
CGCM2 B2	0.021	18.43	0.407	18.91	0.409	20.32	0.400
HadCM3 A2	0.023	22.26	0.241	22.60	0.237	24.47	0.381
HadCM3 B2	0.016	22.26	0.251	22.63	0.119	23.74	0.265
MRI	0.013	23.48	0.283	24.17	0.457	24.75	0.368
PRECIS: ECHAM4 A2	0.038	26.33	0.344	26.92	0.326	29.81	0.403



ก. อุณหภูมิเฉลี่ย



ข. อุณหภูมิสูงสุด



ค. อุณหภูมิต่ำสุด

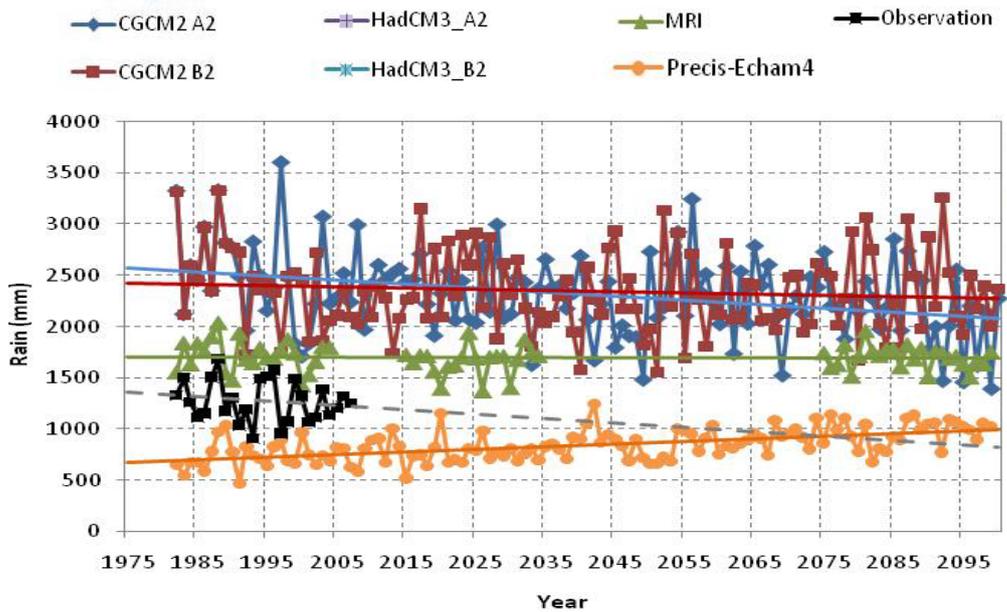
รูปที่ 7-1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ ก. อุณหภูมิเฉลี่ย ข. อุณหภูมิสูงสุด และ ค. อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย รายปีเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ

2) ปริมาณน้ำฝนสะสม

ผลการศึกษาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ปริมาณฝนของข้อมูลภูมิอากาศโลกจากแบบจำลอง CGCM2 HadCM3 MRI และ PRECIS: ECHAM4 พบว่าปริมาณฝนในอนาคตมีแนวโน้มโดยเฉลี่ยลดลงสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดจริง ยกเว้นแบบจำลอง PRECIS: ECHAM4 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีของปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยแบบจำลอง CGCM2 ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982-2099 ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2 มีอัตราเปลี่ยนแปลง -3.99 และ -1.22 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลอง MRI ของประเทศญี่ปุ่น และแบบจำลอง RCM จากแบบจำลอง ECHAM4 ที่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลให้มีความละเอียดสูงขึ้นด้วยแบบจำลอง PRECIS สมมติฐาน A2 พบว่ามีอัตราการเปลี่ยนแปลง -0.13 และ 2.53 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ ค.ศ. 1982 ถึง 2100 รวมทั้งแสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเปรียบเทียบข้อมูลช่วงปีฐาน (1982-2004) ช่วงอนาคตระยะใกล้ (2015-2034) และในอนาคต (2075-2099) ของปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยรายปีดังตารางที่ 7-4 และแสดงรูปแนวโน้มเปรียบเทียบข้อมูลจากแบบจำลองต่างๆ ดังรูปที่ 7-2 ซึ่งเห็นได้ชัดว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนสะสมส่วนใหญ่จะลดลงในอนาคต ยกเว้นแบบจำลอง PRECIS: ECHAM4 ที่เพิ่มขึ้น ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานส่วนใหญ่มีค่าลดลงในช่วงอนาคตระยะใกล้ แต่จะเพิ่มมากขึ้นในช่วงอนาคตระยะไกล

ตารางที่ 7-4 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยในช่วงปีฐานและในอนาคตจากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ

Rainfall	Slope (1975-2100)	Past (1982-2004)		Near Future (2015-2034)		Far Future (2075-2099)	
		เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
Observation 459201	-4.28	1274.90	214.48	-	-	-	-
CGCM2 A2	-3.99	2524.39	508.36	2313.18	319.97	2136.54	397.67
CGCM2 B2	-1.22	2461.71	438.41	2445.55	380.99	2367.42	438.04
MRI	-0.13	1725.82	152.78	1664.75	143.33	1705.05	107.77
PRECIS: ECHAM4 A2	2.53	736.04	138.07	759.93	129.92	969.36	130.63

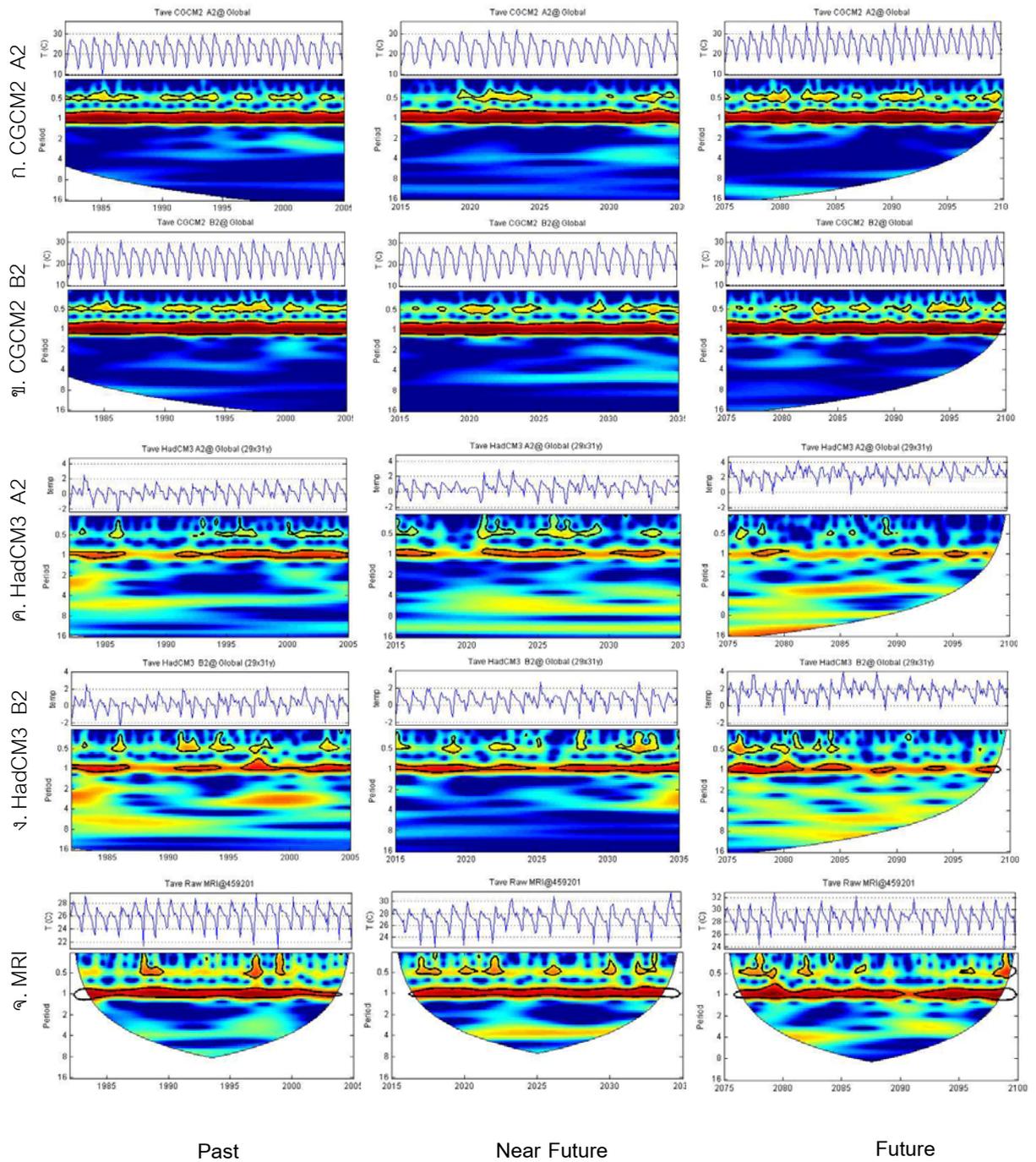


รูปที่ 7-2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ

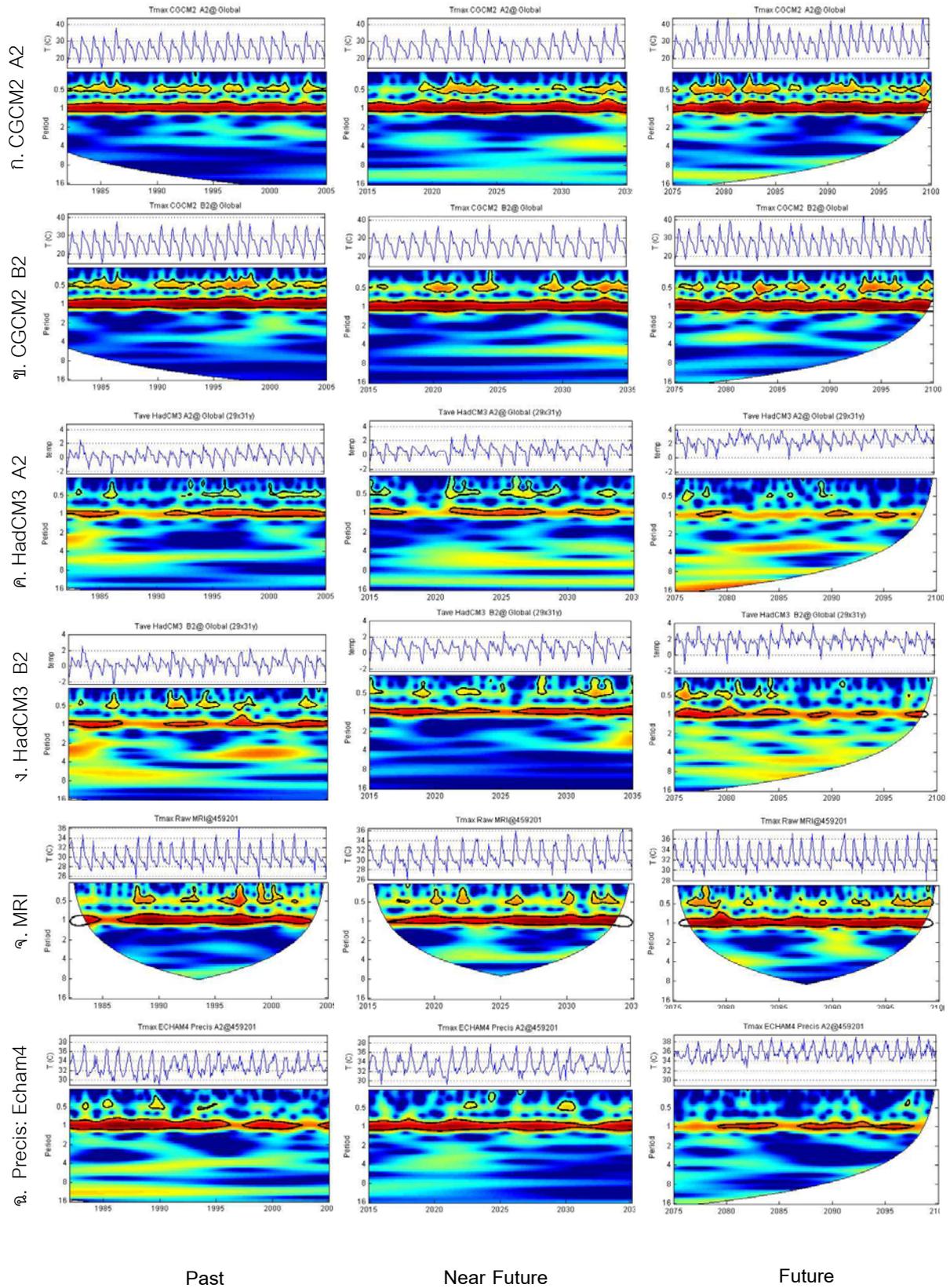
7.2.3 พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำ

1) อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด

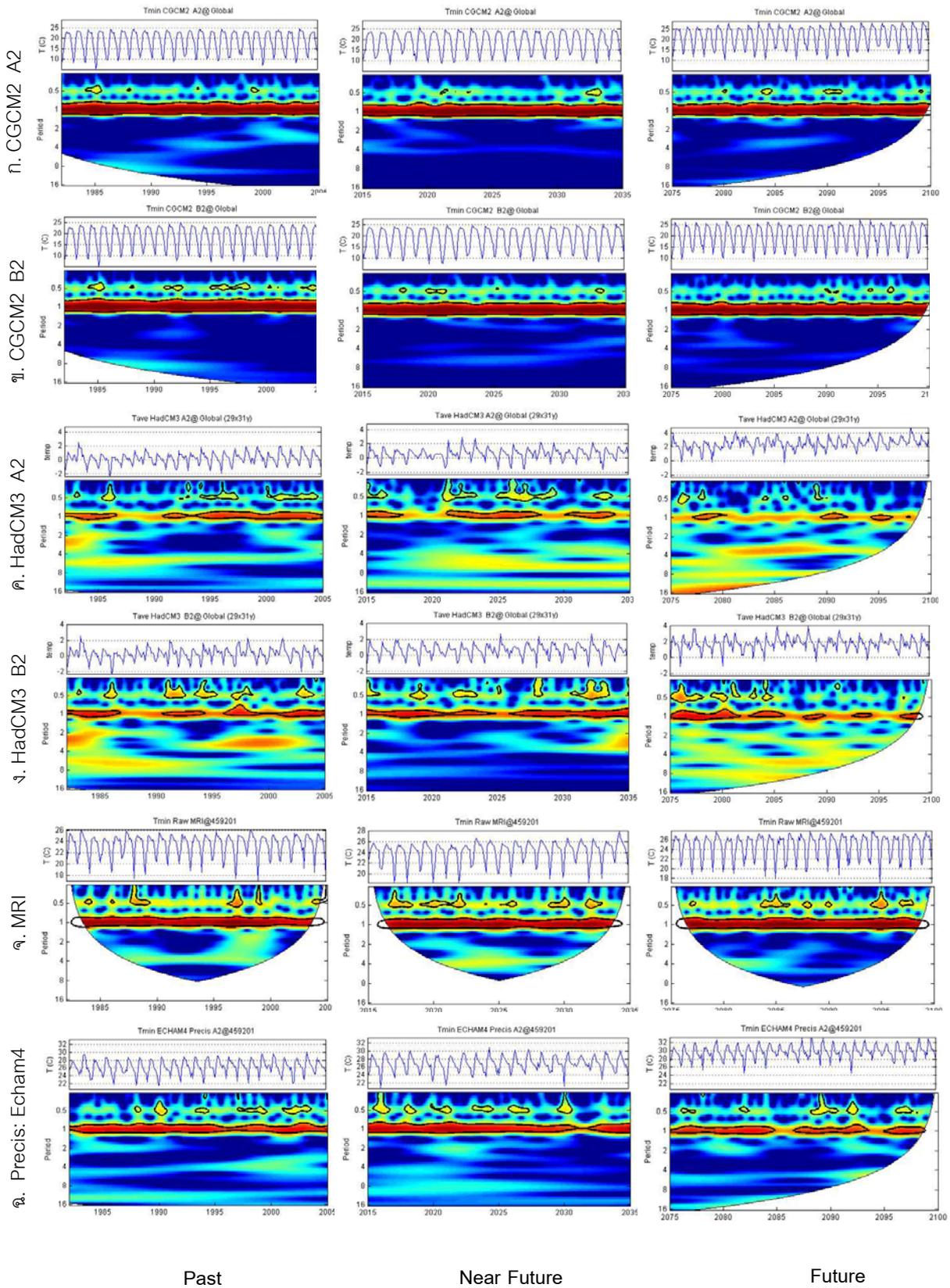
จากข้อมูลภูมิอากาศโลก CGCM2 ทั้ง 2 สมมติฐานพบพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่ชัดเจนที่คาบการเกิด 1 ปีสม่ำเสมอทั้งจากข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด เนื่องมาจากข้อมูล CGCM2 มีขนาดพื้นที่ค่อนข้างใหญ่พฤติกรรมเฉพาะต่างๆ ของสถานีจึงหายไป ต่างจากข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 พบว่าที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี พฤติกรรมดังกล่าวกลับไม่สม่ำเสมอ และเมื่อพิจารณาควกับข้อมูลอนุกรมเวลาจะเห็นการแกว่งตัวของข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 ค่อนข้างแคบกว่าแบบจำลองอื่นๆ ส่วนแบบจำลอง MRI มีความชัดเจนของพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี ค่อนข้างชัดเจน แต่ลักษณะของพฤติกรรมไม่สม่ำเสมอ และแบบจำลอง RCM ที่ได้จาก ECHAM4 และลดขนาดข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยแบบจำลอง PRECIS ก็พบคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีเช่นกันและเห็นการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมหลังปี 1995 แสดงดังรูปที่ 7-3 ถึง 7-5 นอกจากนี้ยังพบคาบการเกิดที่ 0.5 ปีในข้อมูลแต่ละแบบจำลองอีกด้วย แต่ลักษณะพฤติกรรมไม่เด่นชัด เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์ในภาพรวมของอุณหภูมิแล้วการศึกษาจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกยังคงต้องใช้วิธีการทางสถิติเพื่อสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงให้มีความสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดจริงมากที่สุด เพื่อช่วยเพิ่มความมั่นใจในการตัดสินใจเลือกแบบจำลองและการนำข้อมูลไปใช้ศึกษาต่อ โดยจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 7-3 พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ



รูปที่ 7-4 พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ



รูปที่ 7-5 พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ

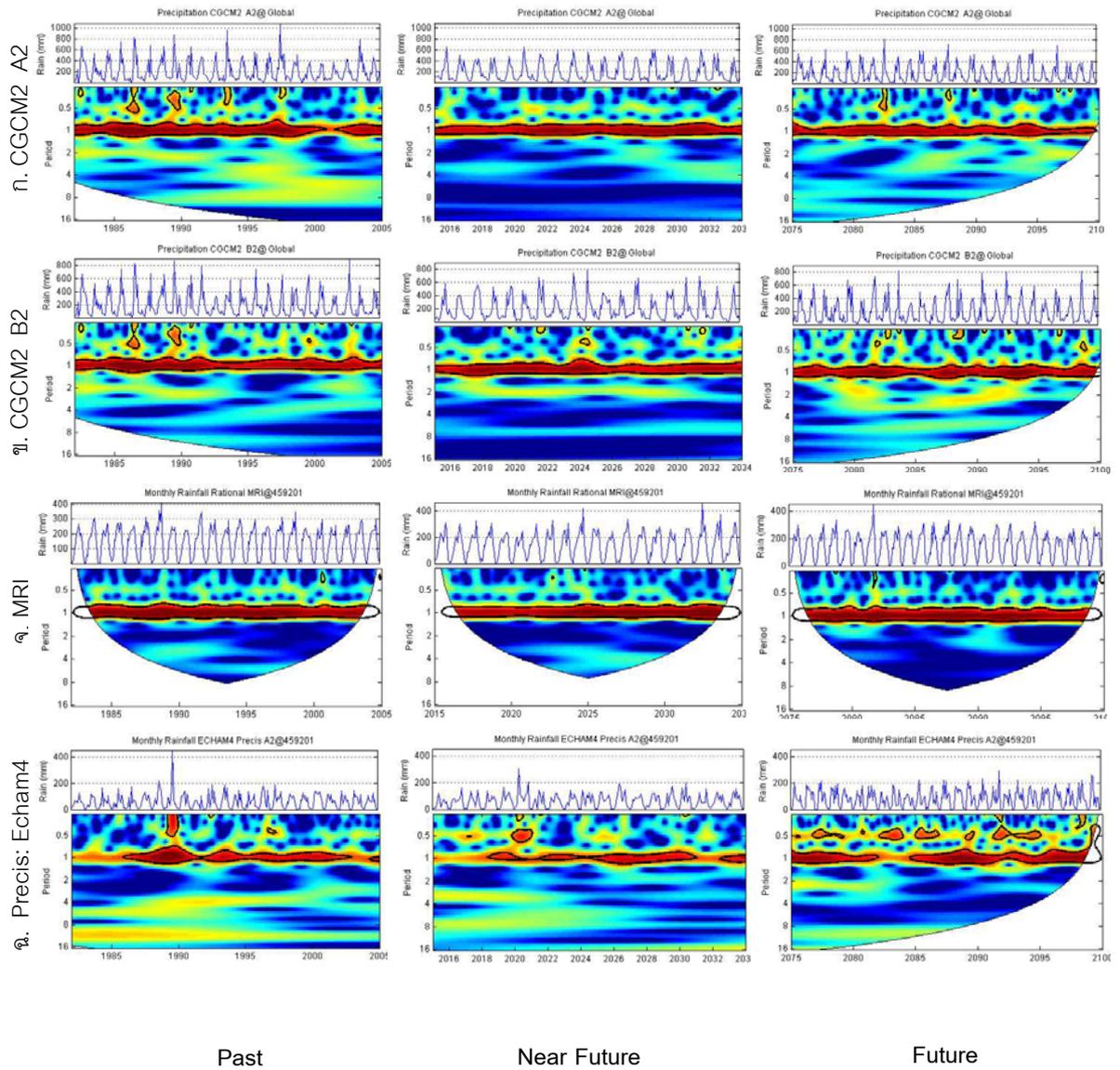
2) ปริมาณน้ำฝนสะสม

ข้อมูลปริมาณฝนสะสมจากข้อมูลภูมิอากาศโลก CGCM2 ทั้ง 2 สมมติฐานและข้อมูลจากแบบจำลอง MRI พบเหตุการณ์ที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี มีความชัดเจนเช่นเดียวกับอุณหภูมิ ทั้งในช่วงอดีตและอนาคต ส่วนข้อมูล PRECIS: ECHAM4 ยังคงมีเหตุการณ์ที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีอยู่แต่เหตุการณ์ไม่ชัดเจนและไม่สม่ำเสมอ แสดงดังรูปที่ 7-6 โดยเหตุการณ์ต่างๆจะเปรียบเทียบกับข้อมูลตรวจวัดและข้อมูลจากการสังเคราะห์ทางสถิติจากแบบจำลองต่างๆ เพื่อให้เห็นรูปแบบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดมากที่สุดในหัวข้อต่อไป

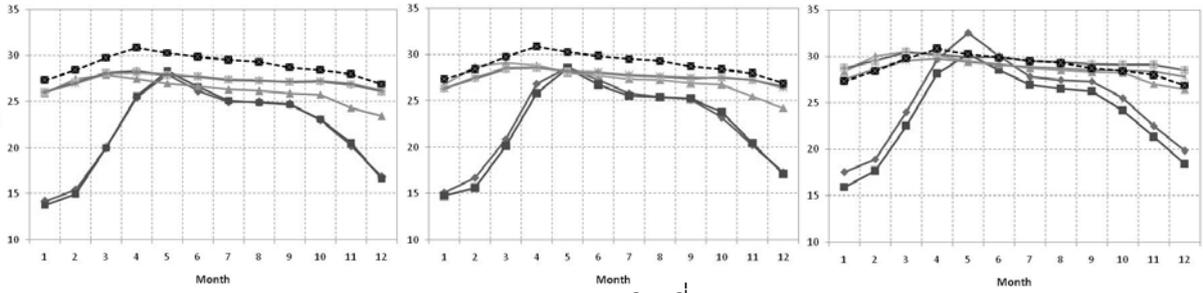
7.2.4 การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน

1) อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด

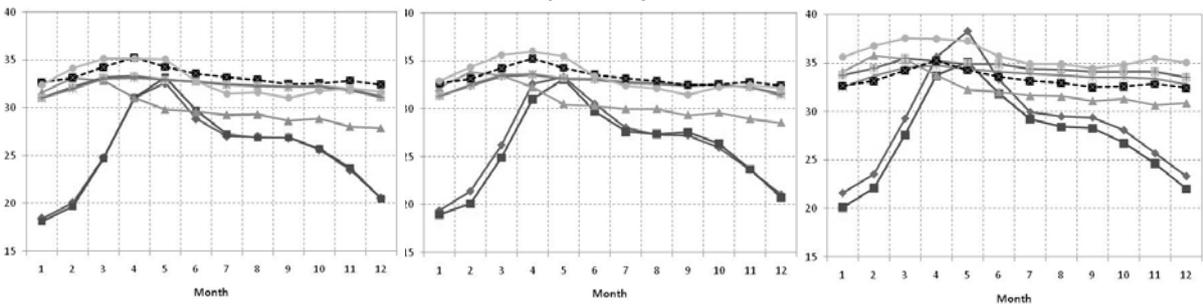
จากข้อมูลการตรวจวัดจริงการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายนทั้งข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ส่วนข้อมูลภูมิอากาศโลกจากแบบจำลอง CGCM2 มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นในอนาคต แต่อุณหภูมิจะสูงสุดในเดือน พฤษภาคม และมีช่วงระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุดของค่าเฉลี่ยรายเดือนค่อนข้างกว้างกว่าแบบจำลองอื่นๆ ส่วนแบบจำลอง HadCM3 MRI และ PRECIS: ECHAM4 มีช่วงกว้างของข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนน้อยกว่า ใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัดมากกว่า และมีแนวโน้มค่าเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้นในอนาคตทุกแบบจำลอง แต่รูปแบบการกระจายรายเดือนของข้อมูล RCM จากแบบจำลอง ECHAM4 ที่ผ่านแบบจำลอง PRECIS มีรูปแบบค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลจริงมากกว่าแบบจำลองอื่นๆ เนื่องจากผ่านการสังเคราะห์ทางสถิติมาแล้วในเบื้องต้นจากหน่วยงาน START แสดงดังรูปที่ 7-7



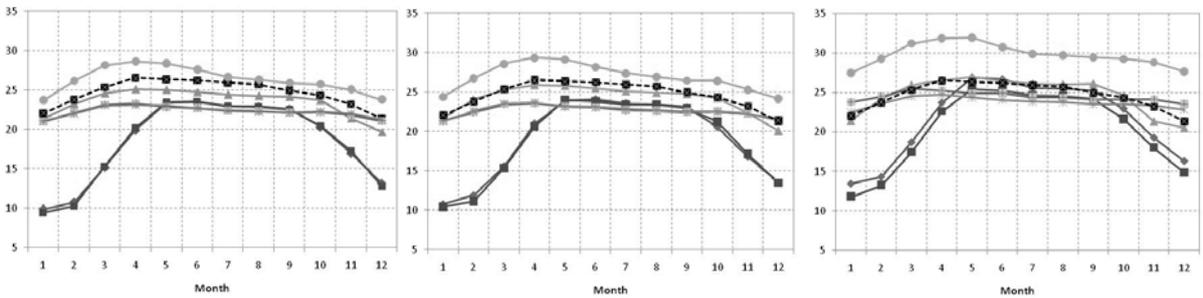
รูปที่ 7-6 พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนสะสมเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ



ก. อุณหภูมิเฉลี่ย



ข. อุณหภูมิสูงสุด



ค. อุณหภูมิต่ำสุด

Past

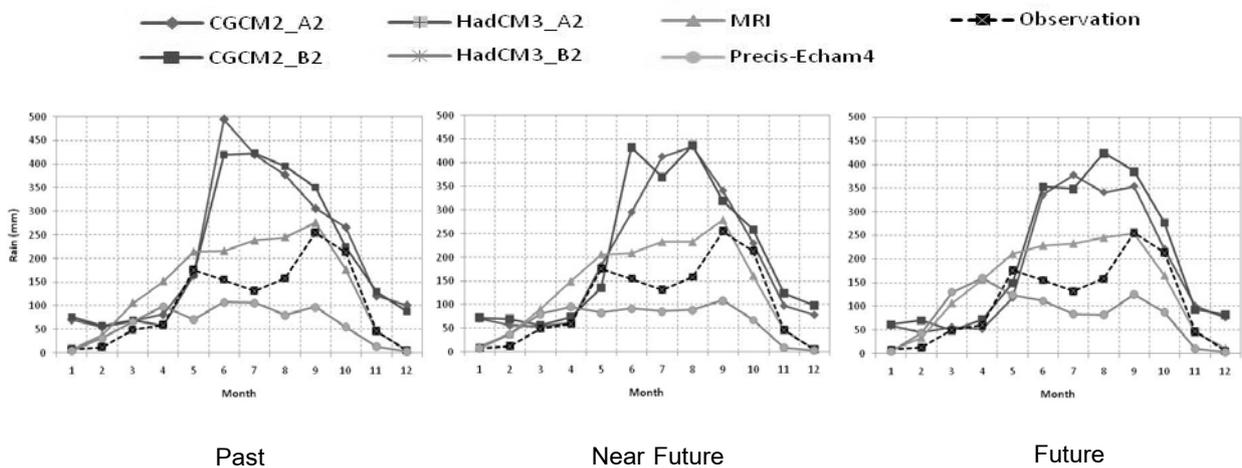
Near Future

Future

รูปที่ 7-7 การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ

2) ปริมาณน้ำฝนสะสม

ปริมาณฝนสะสมของข้อมูลภูมิอากาศโลกเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลอนาคตกับข้อมูลในช่วงปัจจุบัน พบว่าข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 โดยรวมจะมีแนวโน้มลดลงจากปัจจุบัน แต่สมมติฐาน A2 ปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นในเดือนสิงหาคมและกันยายน ส่วนสมมติฐาน B2 ปริมาณฝนจะเพิ่มขึ้นช่วงเดือน พฤษภาคมถึงมิถุนายน และกันยายนถึงตุลาคม ส่วนข้อมูลจากแบบจำลอง MRI มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นในรอบเดือนช่วงเดือนพฤษภาคมและ กันยายนสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดจริงของสถานี 459201 และเมื่อพิจารณาข้อมูล RCM ที่ได้จาก PRECIS: ECHAM4 เทียบเคียงสถานี 459201 พบว่าปริมาณฝนรายเดือนจะเพิ่มขึ้นจากอดีตในเดือน มกราคมถึงเดือนพฤษภาคม และเดือนสิงหาคม แต่รูปแบบของข้อมูลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลจริงมากนัก แสดงดังรูปที่ 7-8



รูปที่ 7-8 การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณฝนเทียบเคียงสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ

7.3 การวิเคราะห์ผลการสังเคราะห์และพยากรณ์ที่ได้จากการเทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และจากแบบจำลองลดมาตราส่วนทางสถิติ (ASD) และการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงเชิงสถิติ

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการสังเคราะห์ข้อมูลการใช้วิธีเทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD ทำให้ได้ข้อมูลผลการพยากรณ์เบื้องต้น ตามสมมติฐาน A2 และ B2 ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน เทียบเคียงกับสถานีตรวจวัดข้อมูลปริมาณฝนในพื้นที่จังหวัดระยอง และจังหวัดชลบุรีจำนวน 17 สถานี และสถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศจำนวน 2 สถานี เนื่องจากผลการพยากรณ์มีจำนวนหลายสถานี จึงเลือกสถานีเพื่อแสดงผลการพยากรณ์เบื้องต้นจำนวน 1 สถานีที่มีข้อมูลครบทั้ง อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝน ได้แก่ สถานี 459201 ชลบุรี ทั้งนี้จะแสดงผลการพยากรณ์ควบคู่กับ (1) แบบจำลอง CGCM2 ของศูนย์ศึกษาสภาพอากาศแคนาดา ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2 (“CGCM2”) (2) แบบจำลอง HadCM3 ของอังกฤษ ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2 (“HadCM3”) (3) แบบจำลองความละเอียดสูงของหน่วยงานอุตุนิยมวิทยาประเทศญี่ปุ่น (“MRI”) โดยแบ่งการแสดงผลออกเป็น 3 ส่วน คือ

- ก. ส่วนข้อมูลภูมิอากาศโลก CGCM2 ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2 (“CGCM2”) โดย มีข้อมูลเปรียบเทียบประกอบด้วย (1) ข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 (“RAW”) (2) ข้อมูลที่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงเชิงสถิติด้วยแบบจำลอง ASD (“ASD”) (3) ข้อมูลจากการวิเคราะห์เชิงสถิติโดยการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (“Ratio”) และ (4) ข้อมูลจากการตรวจวัดจริง (“Observation”)
- ข. ส่วนข้อมูลภูมิอากาศโลก HadCM3 ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2 (“HadCM3”) มีข้อมูลเปรียบเทียบเช่นเดียวกับ ข้อ ก. ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น
- ค. ส่วนข้อมูลภูมิอากาศโลก MRI (“MRI”) มีข้อมูลเปรียบเทียบเช่นเดียวกับข้อ ก.

7.3.1 การวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมในอดีตและในอนาคต

1) อุณหภูมิ

การวิเคราะห์ความแตกต่างและความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตและในอนาคต โดยได้แบ่งการเปลี่ยนแปลงเป็น 3 ช่วง โดยจะแสดงผลการวิเคราะห์เพียงข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 ที่เทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio-CGCM2) เพื่อให้สอดคล้องกับหัวข้อ 7.2.1 ที่ได้กล่าวไปแล้วก่อนหน้านี้ ผลการวิเคราะห์พบว่า จำนวนวันที่หนาวกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ของอุณหภูมิต่ำสุดรายวันในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) มีค่าเฉลี่ยลดลงในอนาคตทั้ง 2 สมมติฐาน ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ช่วงฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในอนาคตทั้ง 2 สมมติฐาน ส่วนอุณหภูมิสูงสุดที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ช่วงฤดูร้อน และจำนวนวันที่ร้อนกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ของอุณหภูมิสูงสุดรายวันในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคม – มิถุนายน) สมมติฐาน A2 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในอนาคต แต่ สมมติฐาน B2 มีค่าเฉลี่ยลดลงในช่วงอนาคตระยะใกล้และเพิ่มขึ้นในช่วงอนาคตระยะไกล แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้ง 3 ช่วง ดังตารางที่ 7-5

ตารางที่ 7-5 ความแตกต่างของอุณหภูมิจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบจำลอง CGCM2 ที่นำมาเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง ในอดีตและในอนาคต

รูปแบบ	Past (1982 – 2004)		Near Future (2015 – 2034)		Far Future (2075 – 2099)	
	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
Ratio-CGCM2 A2						
1) $\text{day} \leq p_{10} \text{Tmin-Winter}$	278	0.301	186	0.267	9	0.055
2) P05 Tmin-Winter	19.97	1.800	20.23	1.889	22.27	1.573
3) P95 Tmax-Summer	36.30	1.301	36.91	1.581	38.27	1.399
4) $\text{day} \geq p_{90} \text{Tmax-Summer}$	282	0.301	543	0.416	1290	0.494
Ratio-CGCM2 B2						
1) $\text{day} \leq p_{10} \text{Tmin-Winter}$	277	0.301	143	0.237	85	0.166
2) P05 Tmin-Winter	19.95	1.784	20.41	1.615	21.37	1.749
3) P95 Tmax-Summer	36.18	1.375	36.16	1.632	37.11	1.740
4) $\text{day} \geq p_{90} \text{Tmax-Summer}$	285	0.302	271	0.314	821	0.444

2) ปริมาณน้ำฝนสะสม

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างและความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตและในอนาคตของปริมาณฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก CGCM2 ที่เทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio-CGCM2) จากสมมติฐาน A2 พบว่าจำนวนวันที่ฝนตกน้อยกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ในแต่ละเดือนของปริมาณฝนรายวันช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน-เมษายน) และปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยช่วงฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในอนาคต ส่วนปริมาณฝนที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ช่วงฤดูแล้ง และจำนวนวันที่ฝนตกมากกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ของปริมาณฝนรายวันในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) มีค่าลดลงในอนาคต แต่สมมติฐาน B2 จำนวนวันที่ฝนตกน้อยกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ในแต่ละเดือนของปริมาณฝนรายวันช่วงฤดูแล้ง จะลดลงในช่วงอนาคตระยะใกล้และเพิ่มขึ้นในช่วงอนาคตระยะไกล ส่วนปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยช่วงฤดูแล้งและปริมาณฝนที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ช่วงฤดูแล้ง จะเพิ่มขึ้นในช่วงอนาคตระยะใกล้และลดลงในช่วงอนาคตระยะไกล แต่จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่าและเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 ของปริมาณฝนรายวันในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม – ตุลาคม) มีแนวโน้มลดลงในระยะใกล้และเพิ่มขึ้นในช่วงอนาคตระยะไกล แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้ง 3 ช่วง ดังตารางที่ 7-6

ตารางที่ 7-6 ความแตกต่างของปริมาณฝนจากค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบจำลอง CGCM2 ที่นำมาเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง ในอดีตและในอนาคต

รูปแบบ	Past (1982 – 2004)		Near Future (2015 – 2034)		Far Future (2075 – 2099)	
	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
Ratio-CGCM2 A2						
1) day \leq p10 Drought	590	0.349	696	0.394	1011	0.417
2) Cumulative	124.00	123.43	109.70	96.16	112.30	101.24
3) P95 Rainy	26.70	16.39	24.05	14.72	23.06	15.17
4) day \geq p90 Rainy	426	0.301	330	0.286	326	0.269
Ratio-CGCM2 B2						
1) day \leq p10 Drought	555	0.340	586	0.368	678	0.357
2) Cumulative	122.04	114.51	134.93	119.94	123.51	113.91
3) P95 Rainy	26.03	16.12	28.89	18.00	26.12	16.13
4) day \geq p90 Rainy	426	0.301	401	0.312	474	0.304

7.3.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

1) อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด

จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิของข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านมาการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD จากข้อมูลแบบจำลอง CGCM2 HadCM3 และ MRI พบว่าทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดมีแนวโน้มอุณหภูมิในอนาคตเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนทั้ง 2 สมมติฐาน

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิทั้งจากอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด จากแบบจำลอง CGCM2 พบว่าแบบจำลองภูมิอากาศโลกที่ยังไม่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูล (CGCM2-Raw) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ข้อมูลจากแบบจำลองที่เทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (CGCM2-Ratio) ส่วนข้อมูลที่ผ่านมาการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD มีอัตราการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด หรือแทบจะไม่เห็นความเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน และพบว่าช่วงการแกว่งของข้อมูลลดลงมากโดยไม่สามารถจับค่าสูงสุดและต่ำสุดของข้อมูลได้ การวิเคราะห์ค่าแนวโน้มโดยการ Ratio จึงมีแนวโน้มและรูปแบบข้อมูลที่ดีกว่าสามารถจับค่าสูงสุดต่ำสุดได้มากกว่า โดยแบบจำลอง CGCM2 ทั้งสมมติฐาน A และ B มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 0.034 และ 0.020 °C ต่อปี เมื่อวิเคราะห์โดยเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) พบว่ามีอัตราการเปลี่ยนแปลง 0.026 และ 0.015 °C ต่อปี ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดจริงที่มีแนวโน้มของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1982 ถึง 2004 มีอัตราการเปลี่ยนแปลง 0.041 °C ต่อปี แต่หากผ่านแบบจำลอง ASD พบว่ามีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพียง 0.010 และ 0.003 °C ต่อปี แสดงข้อมูลดังตารางที่ 7-7 ถึง 7-9 และรูปที่ 7-9 ถึง 7-11 ก

แบบจำลอง HadCM3 มีความแตกต่างกันทั้งชุดข้อมูลและสมมติฐาน โดยอุณหภูมิเฉลี่ยสมมติฐาน A2 ข้อมูลจากแบบจำลอง (Raw) และข้อมูลที่ผ่านมาแบบจำลอง ASD มีอัตราเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน คือ 0.023 และ 0.022 °C ต่อปี ส่วนข้อมูลเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) มีอัตราการเปลี่ยนแปลงน้อยสุดคือ 0.013 °C ต่อปี ส่วนสมมติฐาน B2 ข้อมูลที่ผ่านมาแบบจำลอง ASD กลับมีอัตราการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือ 0.020 °C ต่อปี ส่วนข้อมูลจากแบบจำลองและข้อมูล Ratio มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาอุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดกลับพบว่าข้อมูลจากการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริงมีอัตราการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดทั้ง 2 สมมติฐาน และที่สมมติฐาน A2 ข้อมูลจากการ Ratio มีแนวโน้มข้อมูลเพิ่มขึ้นสูงมากในช่วงอนาคต แสดงดังตารางที่ 7-7 ถึง 7-9 และรูปที่ 7-9 ถึง 7-11 ข

ส่วนแบบจำลอง MRI อุณหภูมิเฉลี่ยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 กรณีทั้ง CGCM2 Ratio และ ASD คือ 0.026 0.019 และ 0.004 °C ต่อปี ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด พบว่าข้อมูลจากการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริงมีอัตราการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดเช่นเดียวกับแบบจำลอง HadCM3 และข้อมูลจากแบบจำลอง ASD เปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยกว่าข้อมูลเดิม แสดงข้อมูลดังตารางที่ 7-7 ถึง 7-9 และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 7-9 ถึง 7-11 ค

ตารางที่ 7-7 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล **อุณหภูมิเฉลี่ย** ในช่วงปีฐานและในอนาคตจากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศโลก และการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) และผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (ASD) ที่สถานี 459201 ชลบุรี

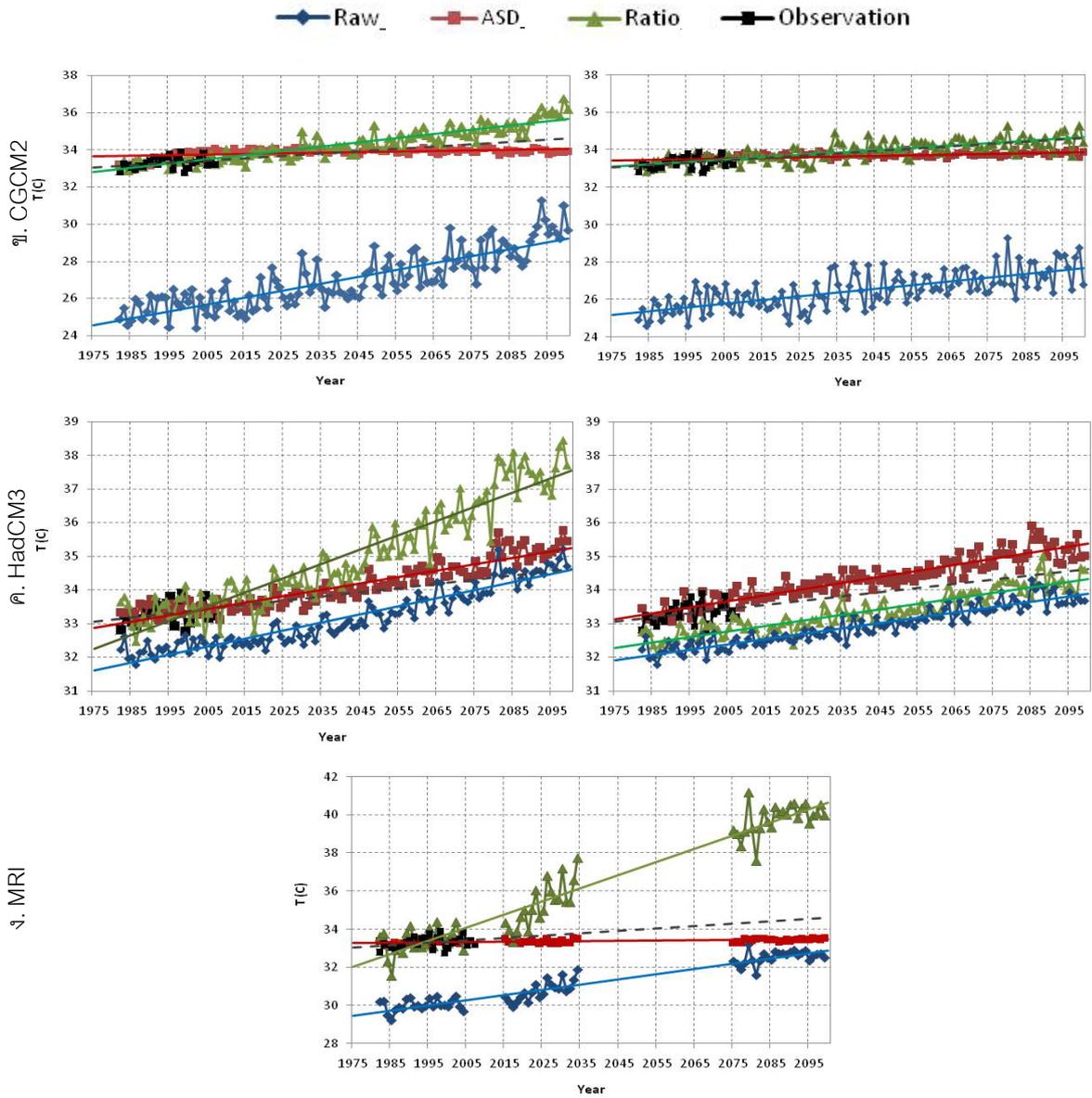
Average Temp.(°C)	Slope (1982-2100)	Past (1982-2004)		Near Future (2015-2034)		Far Future (2075-2099)	
		เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
Observation 459201	0.041	28.95	0.487	-	-	-	-
1. CGCM2 A2	0.034	22.00	0.484	22.71	0.597	25.27	0.763
- Ratio	0.026	29.01	0.232	29.53	0.336	31.42	0.500
- ASD	0.010	28.82	0.091	28.96	0.089	29.76	0.148
2. CGCM2 B2	0.020	22.02	0.453	22.43	0.557	23.90	0.538
- Ratio	0.015	29.01	0.236	29.34	0.317	30.35	0.346
- ASD	0.003	28.79	0.100	28.84	0.086	29.03	0.077
3. HadCM3 A2	0.023	27.26	0.241	27.60	0.237	29.47	0.381
- Ratio	0.013	28.95	0.124	29.14	0.137	30.16	0.213
- ASD	0.022	28.83	0.207	29.14	0.221	30.91	0.435
4. HadCM3 B2	0.016	27.26	0.251	27.63	0.119	28.74	0.265
- Ratio	0.017	28.24	0.276	28.63	0.289	29.92	0.298
- ASD	0.020	28.88	0.303	29.61	0.205	30.80	0.316
5. MRI	0.026	26.20	0.256	27.27	0.381	28.74	0.294
- Ratio	0.019	28.99	0.332	29.76	0.238	30.81	0.202
- ASD	0.004	28.78	0.066	28.91	0.099	29.12	0.097

ตารางที่ 7-8 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
อุณหภูมิสูงสุด ในช่วงปีฐานและในอนาคตจากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลอง
 ต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศโลก และการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการเทียบสัดส่วนกับข้อมูล
 ตรวจวัดจริง (Ratio) และผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (ASD) ที่สถานี 459201 ชลบุรี

Maximum Temp.(°C)	Slope (1982-2100)	Past (1982-2004)		Near Future (2015-2034)		Far Future (2075-2099)	
		เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
Observations 459201	0.013	33.30	0.326	-	-	-	-
1. CGCM2 A2	0.036	25.54	0.657	26.41	0.946	28.96	1.093
- Ratio	0.023	33.34	0.228	33.91	0.429	35.46	0.560
- ASD	0.003	33.53	0.295	33.98	0.080	33.92	0.135
2. CGCM2 B2	0.020	25.62	0.690	25.94	0.846	27.47	0.875
- Ratio	0.012	33.34	0.288	33.61	0.455	34.49	0.435
- ASD	0.004	33.42	0.200	33.71	0.124	33.80	0.121
3. HadCM3 A2	0.023	32.26	0.241	32.60	0.237	34.47	0.381
- Ratio	0.042	33.35	0.448	34.03	0.493	37.33	0.655
- ASD	0.019	33.38	0.208	33.68	0.223	35.13	0.359
4. HadCM3 B2	0.016	32.26	0.251	32.63	0.119	33.74	0.265
- Ratio	0.018	33.42	0.282	34.04	0.203	35.17	0.336
- ASD	0.016	32.63	0.268	33.01	0.278	34.22	0.295
5. MRI	0.027	30.00	0.312	30.77	0.525	32.53	0.342
- Ratio	0.069	33.35	0.659	35.29	1.178	39.79	0.787
- ASD	0.002	33.32	0.101	33.36	0.094	33.46	0.075

ตารางที่ 7-9 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
อุณหภูมิต่ำสุดในช่วงปีฐานและในอนาคตจากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลอง
 ต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศโลก และการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการเทียบสัดส่วนกับข้อมูล
 ตรวจวัดจริง (Ratio) และผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (ASD) ที่สถานี 459201 ชลบุรี

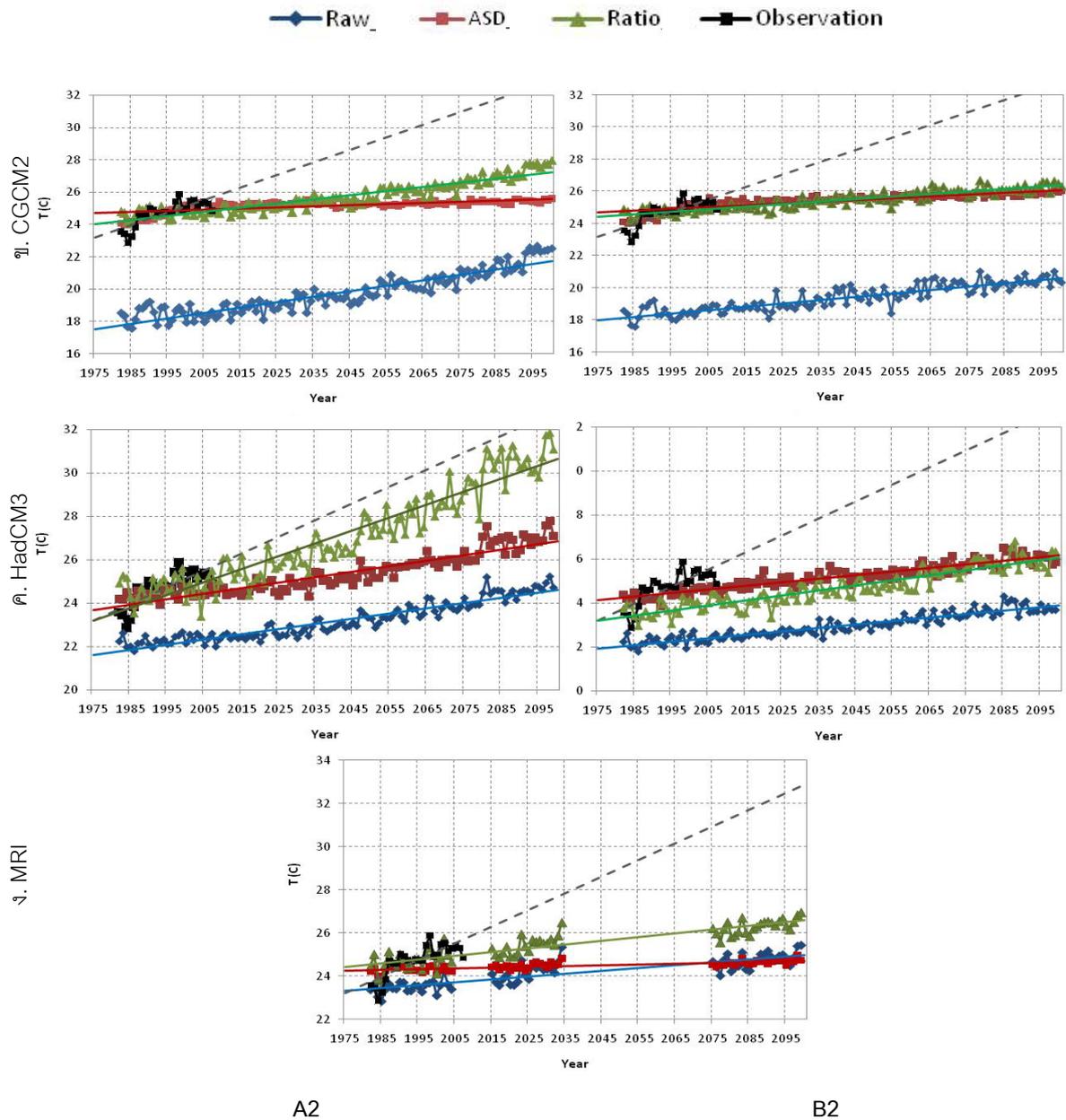
Minimum Temp.(°C)	Slope (1982-2100)	Past (1982-2004)		Near Future (2015-2034)		Far Future (2075-2099)	
		เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
Observation s459201	0.077	24.65	0.769	-	-	-	-
1. CGCM2 A2	0.032	18.45	0.491	19.00	0.418	21.57	0.630
- Ratio	0.026	24.73	0.301	25.14	0.289	27.13	0.452
- ASD	0.007	24.63	0.449	25.27	0.101	25.40	0.137
2. CGCM2 B2	0.021	18.43	0.407	18.91	0.409	20.32	0.400
- Ratio	0.016	24.73	0.252	25.11	0.302	26.17	0.300
- ASD	0.011	24.66	0.492	25.41	0.151	25.81	0.123
3. HadCM3 A2	0.023	22.26	0.241	22.60	0.237	24.47	0.381
- Ratio	0.060	24.69	0.581	25.72	0.617	30.35	0.880
- ASD	0.026	24.36	0.231	24.71	0.265	26.77	0.501
4. HadCM3 B2	0.016	22.26	0.251	22.63	0.119	23.74	0.265
- Ratio	0.023	23.71	0.360	24.22	0.386	25.88	0.369
- ASD	0.017	24.38	0.227	24.96	0.194	25.99	0.272
5. MRI	0.013	23.48	0.283	24.17	0.457	24.75	0.368
- Ratio	0.017	24.69	0.491	25.43	0.417	26.31	0.343
- ASD	0.004	24.29	0.146	24.48	0.145	24.64	0.117



A2

B2

รูปที่ 7-10 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีของสถานี 459201 ชลบุรี จาก ก. ข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 ข. ข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 และ ค. ข้อมูลจากแบบจำลองความละเอียดสูงของหน่วยงานอุตุนิยมวิทยา ประเทศญี่ปุ่น (MRI)



รูปที่ 7-11 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีของสถานี 459201 ชลบุรี จาก ก. ข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 ข. ข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 และ ค. ข้อมูลจากแบบจำลองความละเอียดสูงของหน่วยงานอุตุนิยมวิทยา ประเทศญี่ปุ่น (MRI)

2) ปริมาณน้ำฝนสะสม

ปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยของข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD จากข้อมูลแบบจำลอง CGCM2 HadCM3 และ MRI พบว่ามีความแปรปรวนของข้อมูลค่อนข้างมาก แตกต่างกันตามรูปแบบข้อมูลทีวิเคราะห์และตามสมมติฐานต่างๆ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีของปริมาณน้ำฝนสะสม จากแบบจำลอง CGCM2 สมมติฐาน A2 พบว่าแบบจำลองภูมิอากาศโลกที่ยังไม่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูล (Raw) และข้อมูลที่เทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงในอนาคต มีอัตราการเปลี่ยนแปลงประมาณ -3.992 และ -1.176 มิลลิเมตรต่อปี แต่ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD กลับมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย 0.094 มิลลิเมตรต่อปี ในขณะที่สมมติฐาน B2 ข้อมูลจากแบบจำลอง และข้อมูลผ่านแบบจำลอง ASD มีแนวโน้มลดลง แต่ข้อมูลเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริงกลับเพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลง -1.222 -1.296 และ 0.280 มิลลิเมตรต่อปี ตามลำดับ ขณะที่ข้อมูลตรวจวัดจริงมีแนวโน้มเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982-2004 ลดลงประมาณ -4.278 มิลลิเมตรต่อปี และในภาพรวมจะสังเกตได้ว่าข้อมูลภูมิอากาศโลก CGCM2 มีการแกว่งของข้อมูลในช่วงที่กว้างกว่าข้อมูล CGCM2 ที่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงเชิงสถิติจากแบบจำลอง ASD การวิเคราะห์ Ratio จึงมีแนวโน้มและรูปแบบข้อมูลที่ดีกว่าสามารถจับค่าสูงสุดต่ำสุดได้มากกว่าเช่นเดียวกันกับที่ได้กล่าวไว้ในเรื่องอุณหภูมิ แสดงข้อมูลดังตารางที่ 7-10 และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 7-12 ก

ข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 เนื่องจากนำเข้าข้อมูลรายวันซึ่งไม่มีข้อมูลฝน จึงสามารถแสดงผลของข้อมูลได้เพียงการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD โดยใช้พารามิเตอร์ต่างๆ ผลการศึกษาพบว่าแนวโน้มของปริมาณฝนเพิ่มขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดจริง โดยสาเหตุหลักอาจเนื่องมาจากข้อมูลนำเข้าของข้อมูลรายวันของแบบจำลอง HadCM3 ซึ่งไม่มีข้อมูลฝนเป็นพารามิเตอร์หลัก แสดงข้อมูลดังตารางที่ 7-10 และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 7-12 ข

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากแบบจำลอง MRI พบว่าข้อมูลจากแบบจำลอง และข้อมูลที่เทียบสัดส่วนจากข้อมูลจริงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีอัตราการเปลี่ยนแปลง 1.472 และ 2.376 มิลลิเมตรต่อปีตามลำดับ ส่วนข้อมูลที่ผ่านแบบจำลอง ASD กลับมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยประมาณ -2.496 มิลลิเมตรต่อปี แสดงข้อมูลดังตารางที่ 7-10 และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 7-12 ข

ตารางที่ 7-10 อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีโดยรวม ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยในช่วงปีฐานและในอนาคตจากข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองต่างๆ จากข้อมูลภูมิอากาศโลก และการวิเคราะห์ทางสถิติโดยการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) และผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ (ASD) ที่สถานี 459201 ชลบุรี

Rainfall (mm)	Slope (1982-2100)	Past (1982-2004)		Near Future (2015-2034)		Far Future (2075-2099)	
		เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD	เฉลี่ย	SD
Observations 459201	-4.278	1274.90	214.48	-	-	-	-
1. CGCM2 A2	-3.992	2524.39	508.36	2313.18	319.97	2136.54	397.67
- Ratio	-1.176	1488.02	394.80	1316.39	210.08	1347.61	319.72
- ASD	0.094	1208.92	176.87	1255.42	157.15	1253.48	187.59
2. CGCM2 B2	-1.222	2461.71	438.41	2445.55	380.99	2367.42	438.04
- Ratio	0.280	1464.50	317.89	1619.21	169.64	1482.10	341.05
- ASD	-1.296	1238.69	157.61	1199.86	189.36	1092.53	164.33
3. HadCM3 A2	-	-	-	-	-	-	-
- Ratio	-	-	-	-	-	-	-
- ASD	7.558	1345.04	201.74	1475.93	205.07	2057.79	334.00
4. HadCM3 B2	-	-	-	-	-	-	-
- Ratio	-	-	-	-	-	-	-
- ASD	8.952	1363.14	220.39	1537.40	225.63	2244.00	310.64
5. MRI	1.472	1220.66	730.05	1448.77	568.80	1410.96	641.30
- Ratio	2.376	941.91	601.46	942.83	522.94	1119.47	537.50
- ASD	-2.496	1036.33	501.81	877.54	518.43	790.12	563.59

7.3.3 พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำ

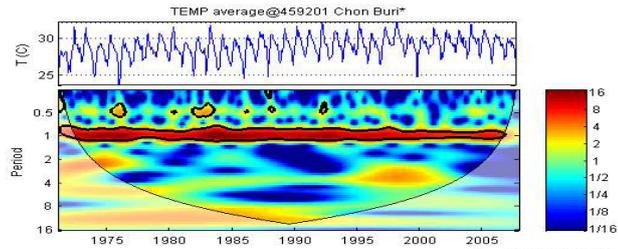
1) อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด

ผลการศึกษาพฤติกรรมการเกิดซ้ำในช่วงปีฐานของข้อมูลการตรวจวัดจริงพบว่า ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ตั้งแต่หลังปี 1995 แต่จากข้อมูลภูมิอากาศโลก CGCM2 พบพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี สม่่าเสมอทั้งจากข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด ส่วนข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 และ MRI พบพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี เช่นกัน แต่ลักษณะของพฤติกรรมไม่สม่่าเสมอ ดังที่กล่าวแล้วในหัวข้อ 7.2.3

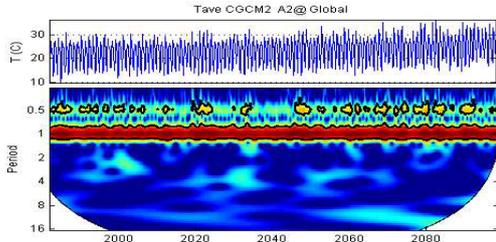
เมื่อเทียบสัดส่วนข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 กับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) พบว่าทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดมีความชัดเจนของพฤติกรรมประมาณปี ค.ศ. 2020 จนถึงปี ค.ศ. 2100 ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่พบในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ และอาจแสดงถึงความรุนแรงของสภาพอากาศ ณ ช่วงเวลาดังกล่าว แต่พฤติกรรมดังกล่าวไม่สม่่าเสมอ ส่วนข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD มีความชัดเจนของพฤติกรรมและค่อนข้างสม่่าเสมอ เช่นเดียวกับข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการวิเคราะห์เชิงสถิติเพิ่มเติม ซึ่งรูปแบบพฤติกรรมจากการเทียบสัดส่วนมีความสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดมากที่สุด

ส่วนแบบจำลอง HadCM3 เมื่อเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดแล้วพบว่ามีความแตกต่างของสมมติฐาน A และ B โดยที่สมมติฐาน A ทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด พบพฤติกรรมการเกิดซ้ำ 1 ปี โดยพฤติกรรมเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงชัดเจนประมาณหลังปี ค.ศ. 2050 ถึง 2100 โดยพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเริ่มจางหายไป นอกจากนี้ในช่วงดังกล่าวกลับพบพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำ 0.5 ปีอย่างชัดเจนของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิสูงสุด ส่วนสมมติฐาน B2 พบพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่ 1 ปีชัดเจนและสม่่าเสมอและพฤติกรรมดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ปี ค.ศ. 2060 ถึง 2100 เมื่อนำข้อมูล HadCM3 วิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติจากแบบจำลอง ASD พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีประมาณหลังปี ค.ศ. 2060 ส่วนอุณหภูมิสูงสุดพบคาบการเกิดซ้ำที่ 0.5 ปี ประมาณหลัง ปี ค.ศ. 2060 เช่นกัน และเนื่องจากข้อมูลจากแบบจำลองความละเอียดสูงของญี่ปุ่น (MRI) ข้อมูลไม่ต่อเนื่องกันมีเฉพาะบางช่วง จึงไม่ได้วิเคราะห์ในส่วนพฤติกรรมการเกิดซ้ำ แสดงพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของสถานี 459201 ชลบุรี ประกอบด้วยข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD ดังรูปที่ 7-13 ถึง 7-15

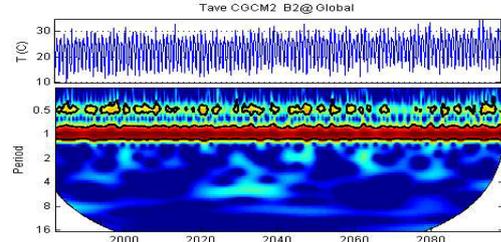
ข้อมูลตรวจวัด



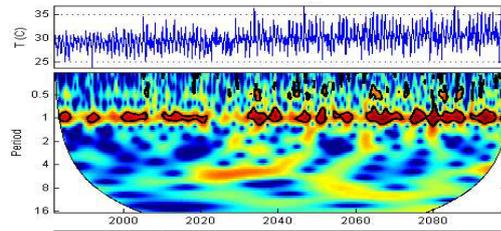
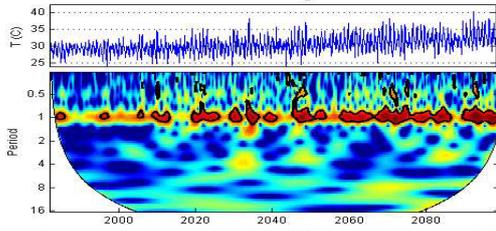
CGCM2



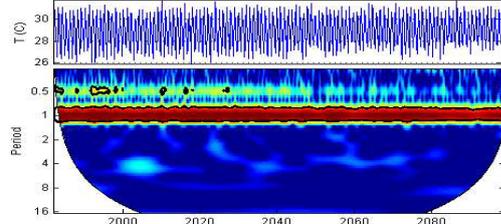
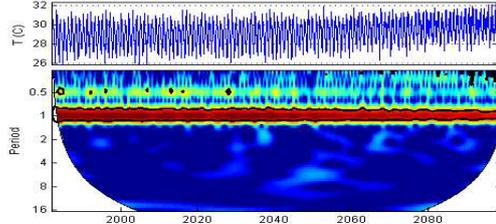
Tave CGCM2 B2@Global



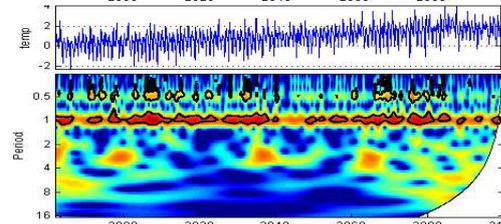
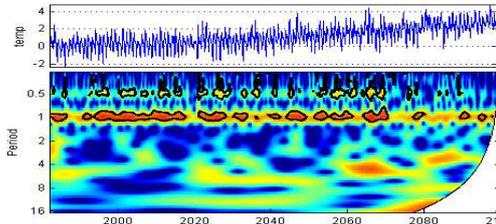
Ratio: CGCM2



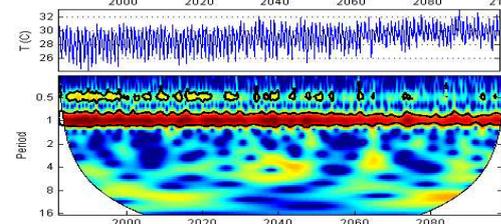
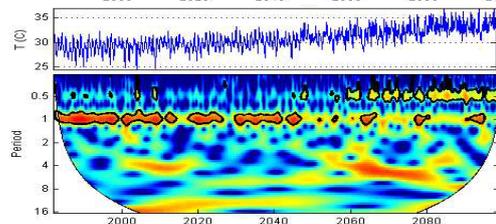
ASD: CGCM2



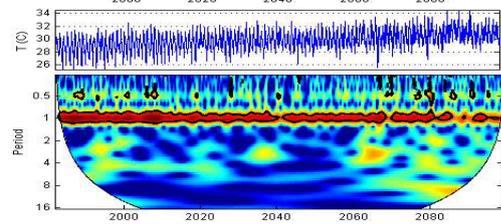
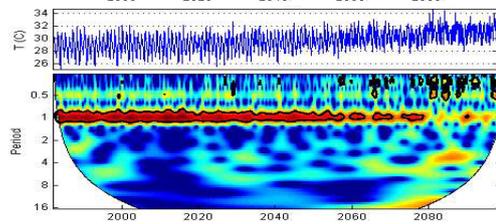
HadCM3



Ratio: HadCM3



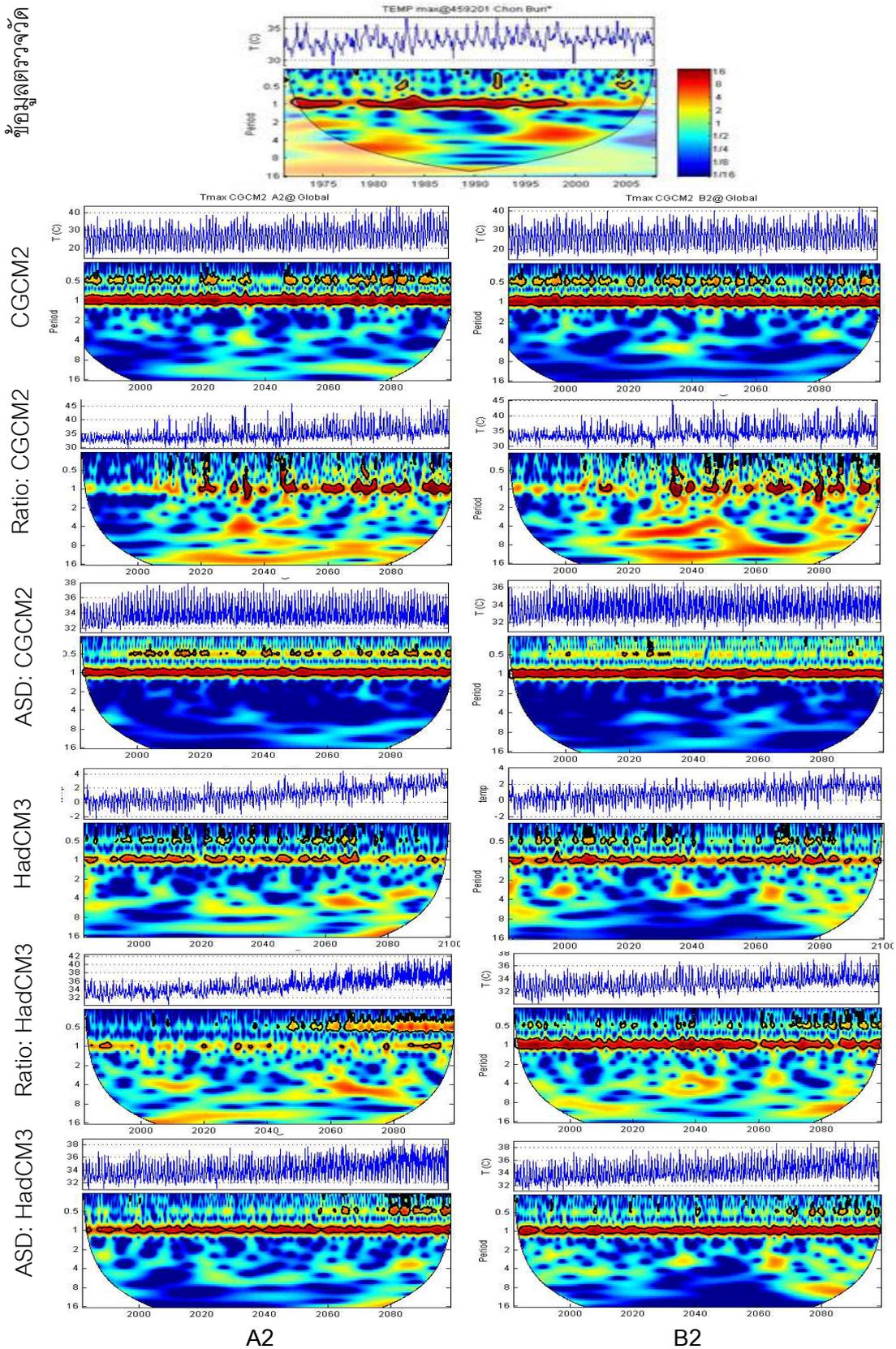
ASD: HadCM3



A2

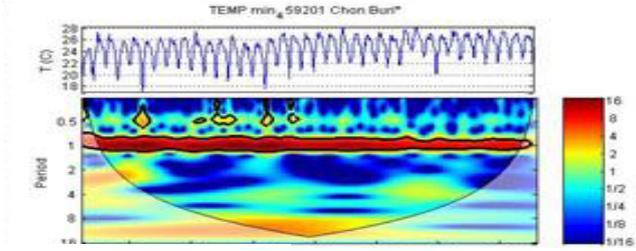
B2

รูปที่ 7-13 พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยของสถานี 459201 ชลบุรี ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD

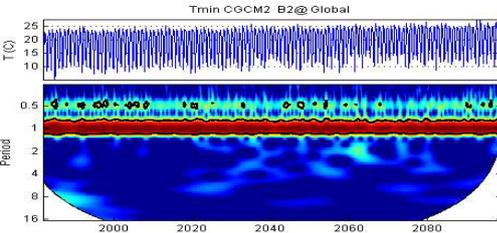
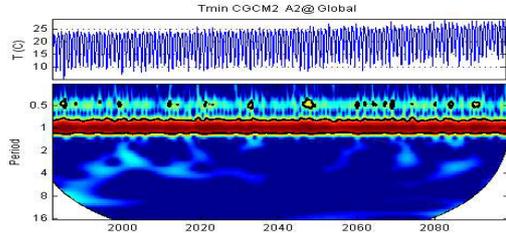


รูปที่ 7-14 พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดของสถานี 459201 ชลบุรี ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD

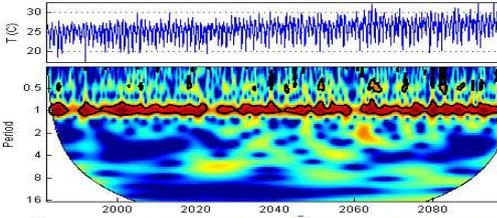
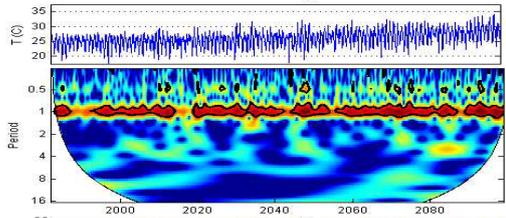
ข้อมูลตรวจวัด



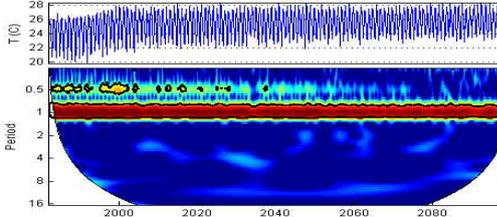
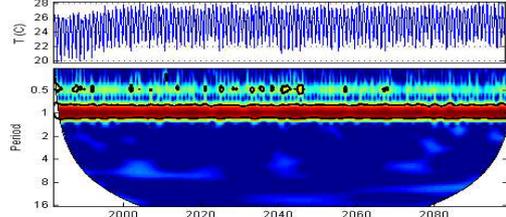
CGCM2



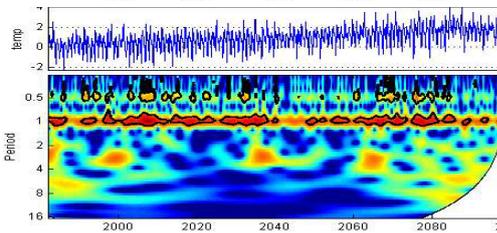
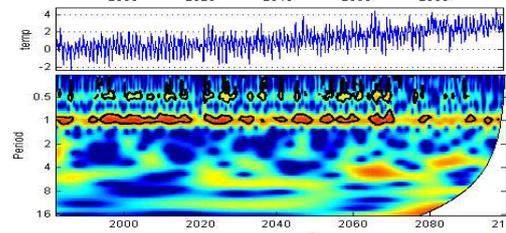
Ratio: CGCM2



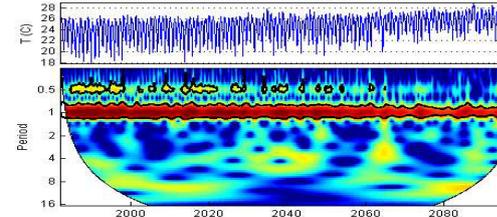
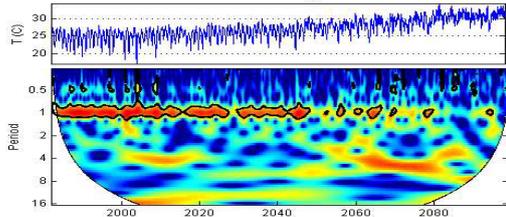
ASD: CGCM2



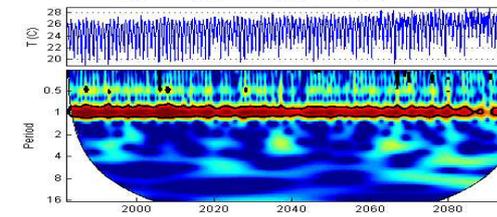
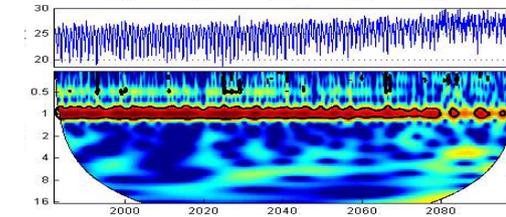
HadCM3



Ratio: HadCM3



ASD: HadCM3



A2

B2

รูปที่ 7-15 พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่ำสุดของสถานี 459201 ชลบุรี ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD

2) ปริมาณน้ำฝนสะสม

ผลการศึกษาพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี ในช่วงปีฐานของข้อมูล ปริมาณฝนสะสมจากข้อมูลการตรวจวัดจริงมีพฤติกรรมค่อนข้างชัดเจน มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ประมาณตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 และจากข้อมูลภูมิอากาศโลก CGCM2 พฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี มีความชัดเจนเช่นกัน ดังหัวข้อ 7.2.3 ที่กล่าวมาแล้ว

เมื่อเทียบสัดส่วนข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 กับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) พบว่ามีความชัดเจนของพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี พฤติกรรมไม่สม่ำเสมอ แต่รูปแบบของ พฤติกรรมค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดจริง ส่วนข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิง สถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD มีความชัดเจนของพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีเช่นกัน และข้อมูล ค่อนข้างสม่ำเสมอว่าการ Ratio และมีความสอดคล้องกับข้อมูลภูมิอากาศโลก แต่รูปแบบพฤติกรรม ค่อนข้างต่างจากข้อมูลตรวจวัด

ข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 เมื่อวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จาก แบบจำลอง ASD พบคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี ชัดเจนและมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมประมาณปี ค.ศ. 2040 ทั้ง 2 สมมติฐาน แสดงพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน ของสถานี 459201 ชลบุรี ประกอบด้วยข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการ วิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD ดังรูปที่ 7-16

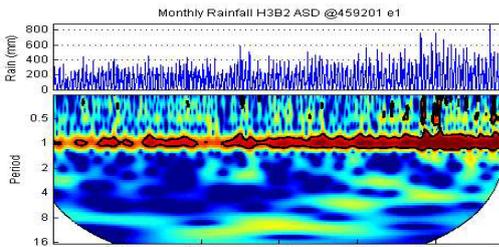
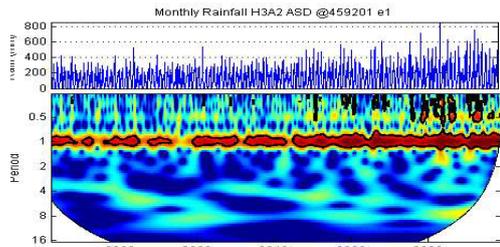
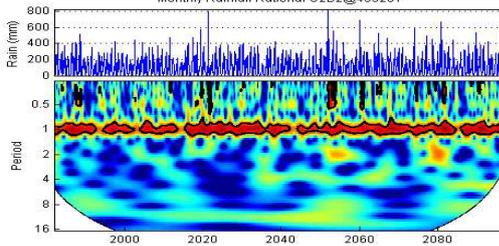
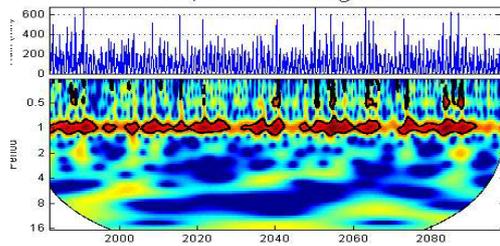
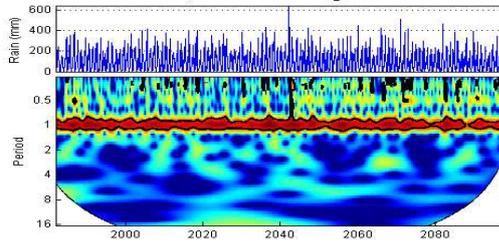
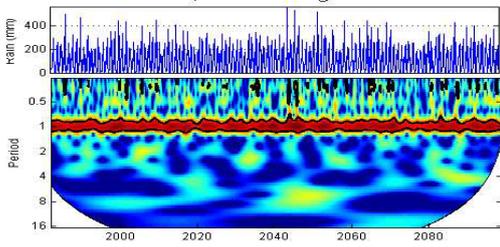
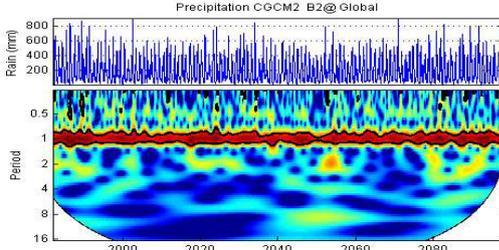
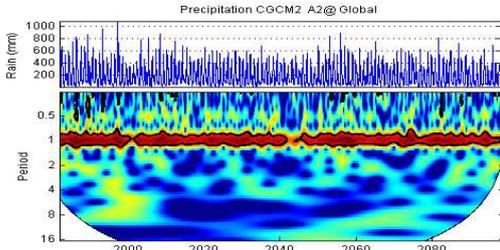
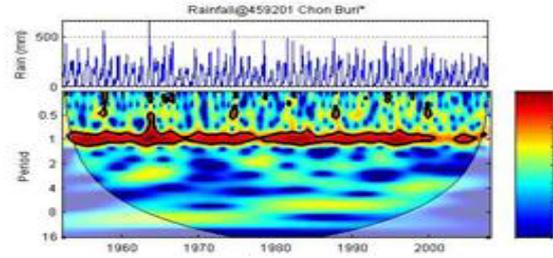
ข้อมูลตรวจวัด

CGCM2

Ratio: CGCM2

ASD: CGCM2

ASD: HadCM3



A2

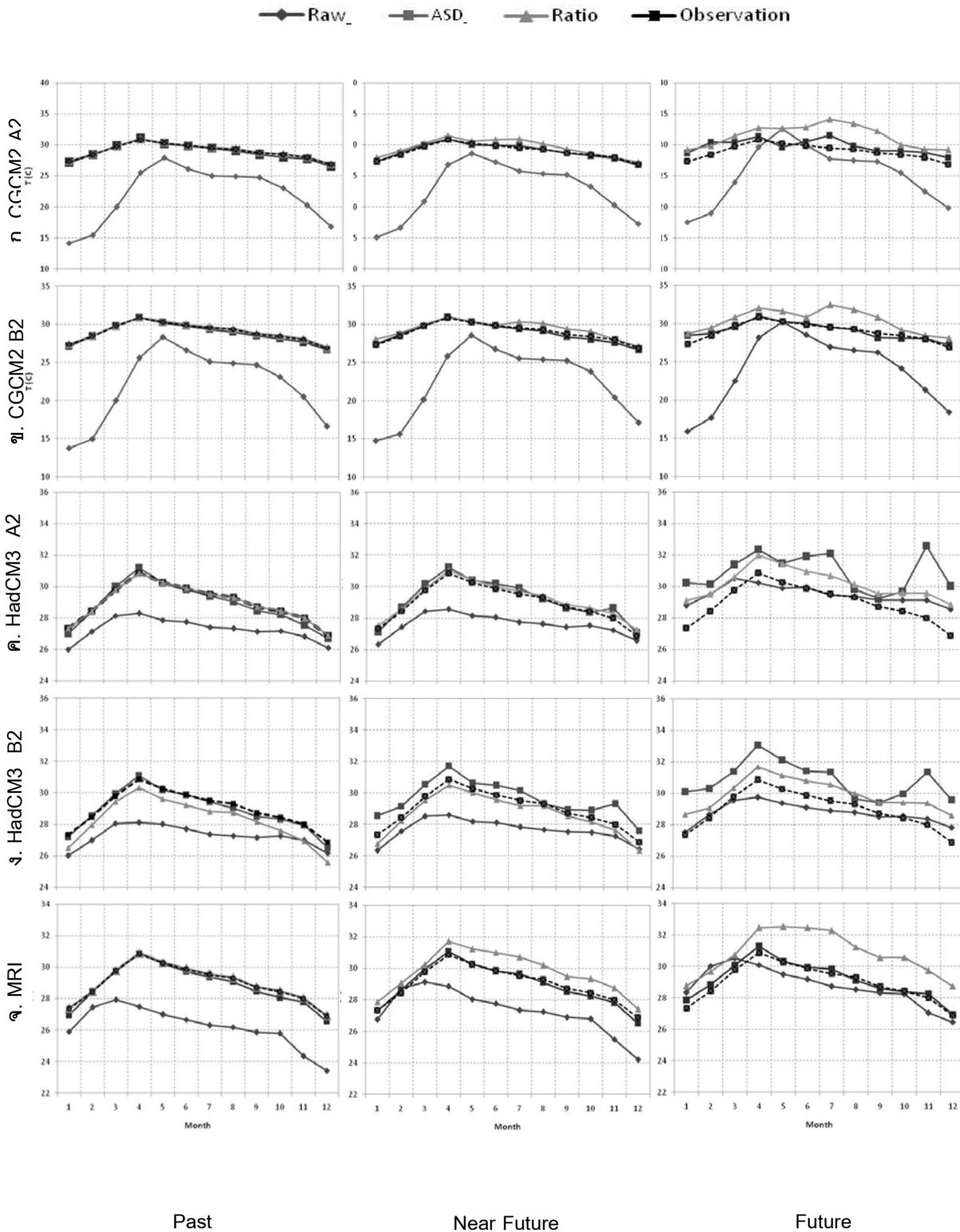
B2

รูปที่ 7-16 พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนของสถานี 459201 ชลบุรี ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD

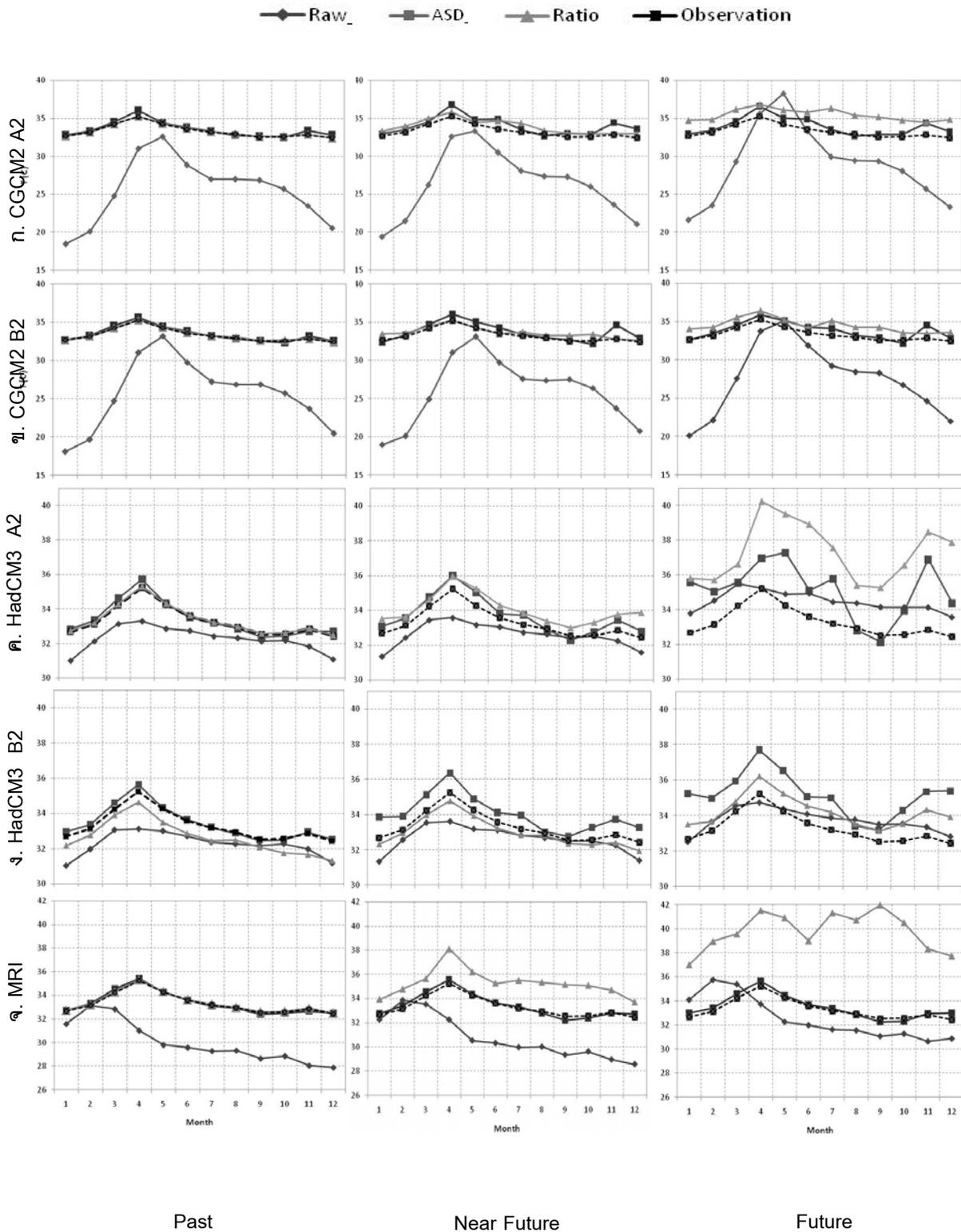
7.3.4 การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน

1) อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด

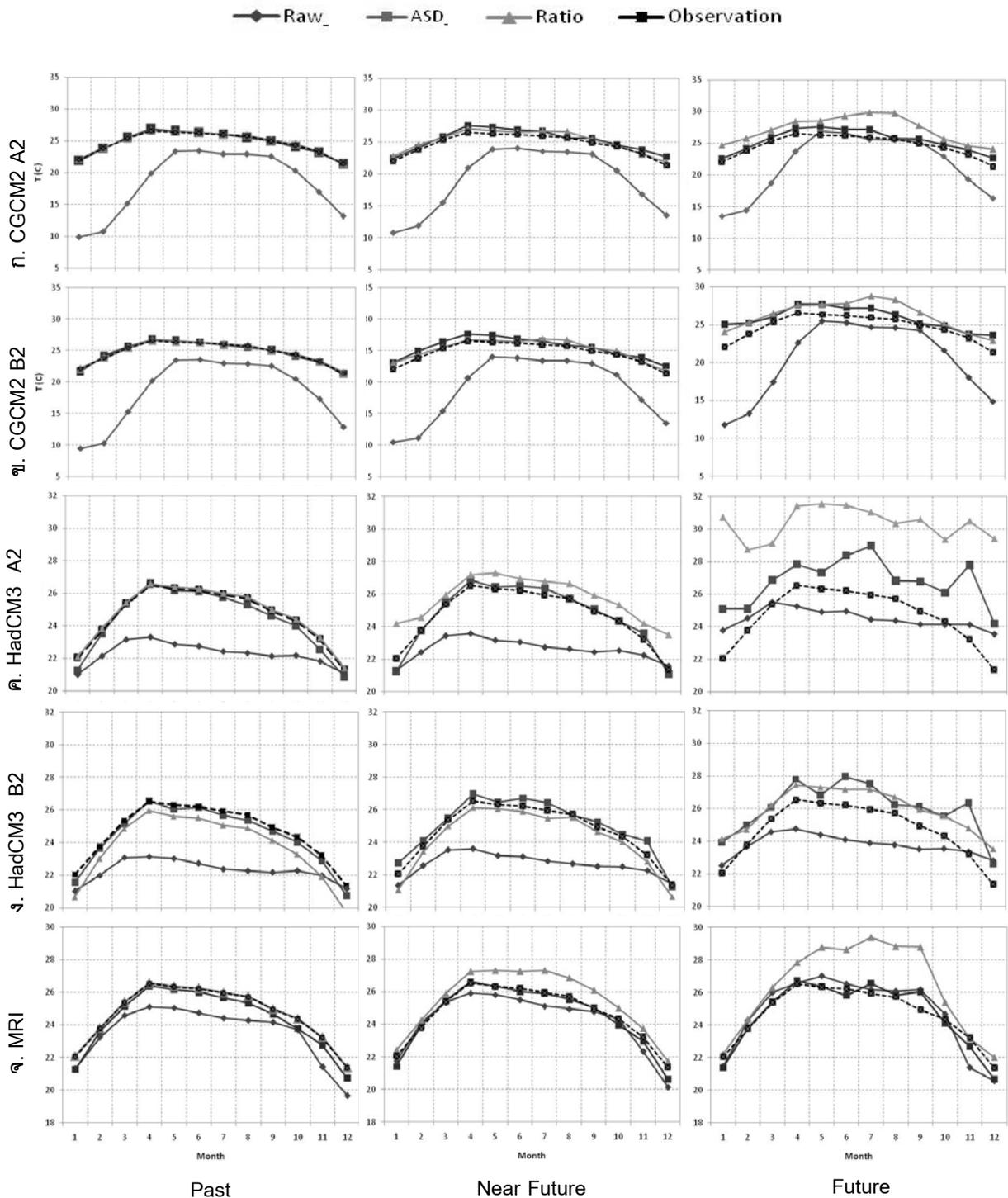
จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายเดือนอุณหภูมิจากข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD จากข้อมูลแบบจำลอง CGCM2 HadCM3 และ MRI พบว่าทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดมีแนวโน้มอุณหภูมิในอนาคตเพิ่มขึ้นทั้ง 2 สมมติฐาน โดยข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD ในข้อมูลทุกแบบจำลองสามารถแสดงผลของค่าเฉลี่ยรายเดือนได้ดีกว่าแบบจำลองภูมิอากาศโลกที่ยังไม่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม เมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดจริงในปีฐาน ทั้งในช่วงอดีต 1982-2004 (Past) ช่วงอนาคตระยะใกล้ 2015-2034 (Near Future) และอนาคตระยะไกล 2075-2099 (Far Future) แต่จะสังเกตได้ว่าช่วงอนาคตระยะไกลจะมีความแปรปรวนของข้อมูลการกระจายรายเดือนค่อนข้างมาก จากการวิเคราะห์โดย Ratio และ ASD โดยเฉพาะข้อมูลที่น่าเข้าจากแบบจำลอง HadCM3 และ MRI ทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด แสดงค่าเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบข้อมูลทั้ง 3 ช่วงแยกตามแบบจำลองสมมติฐานต่างๆ ดังรูปที่ 7-17 ถึง 7-19 ซึ่งจากการศึกษาแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายเดือนข้อมูลปริมาณฝนทั้งจากแบบจำลองและการวิเคราะห์ทางยังมีความแปรปรวนของข้อมูลค่อนข้างมาก



รูปที่ 7-17 การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ยของสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูล ที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD



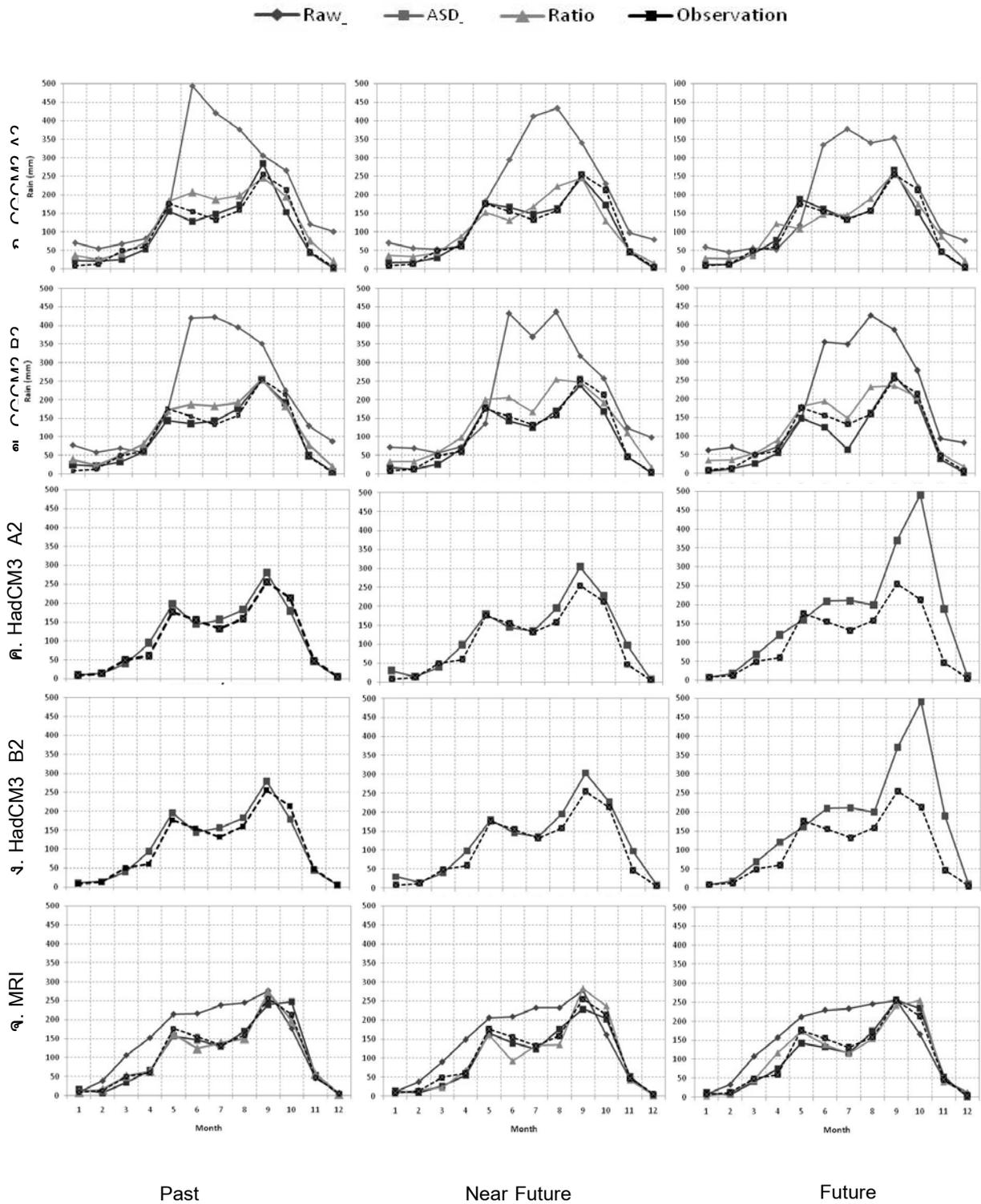
รูปที่ 7-18 การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดของสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูล ที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD



รูปที่ 7-19 การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิที่ต่ำสุดของสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD

2) ปริมาณน้ำฝนสะสม

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณฝนจากข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD จากข้อมูลแบบจำลอง CGCM2 HadCM3 และ MRI พบว่ามีแนวโน้มลดลงในอนาคตทั้ง 2 สมมติฐาน โดยข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD สามารถแสดงผลค่าเฉลี่ยรายเดือนใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัดจริงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) โดยการวิเคราะห์ทั้ง 2 แบบสามารถแสดงผลของค่าเฉลี่ยรายเดือนได้ดีกว่าแบบจำลองภูมิอากาศโลกที่ยังไม่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม เมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดจริงในปีฐาน ทั้งในช่วงอดีต 1982-2004 (Past) ช่วงอนาคตระยะใกล้ 2015-2034 (Near Future) และอนาคตระยะไกล 2075-2099 (Far Future) และจะสังเกตได้ว่าช่วงอนาคตระยะไกลจะมีความแปรปรวนของข้อมูลการกระจายรายเดือนค่อนข้างมากโดยเฉพาะแบบจำลอง HadCM3 ซึ่งแสดงเฉพาะการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD เนื่องจากข้อมูลนำเข้าไม่มีข้อมูลปริมาณฝนเช่นเดียวกับการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง แสดงค่าเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบข้อมูลทั้ง 3 ช่วงแยกตามแบบจำลองสมมติฐานต่างๆ ดังรูปที่ 7-20 ซึ่งจากการศึกษาแนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายเดือน ข้อมูลปริมาณฝนทั้งจากแบบจำลองและการวิเคราะห์ทางยังมีความแปรปรวนของข้อมูลค่อนข้างมาก



รูปที่ 7-20 การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยของสถานี 459201 ชลบุรี จากข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านมาการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD

7.4 สรุปพฤติกรรมของอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝนจากการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงเชิงสถิติ

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณฝนจากของประเทศไทย จากการพยากรณ์โดยแบบจำลองภูมิอากาศโลกต่างๆ ได้แก่ แบบจำลอง CGCM2 HadCM3 MRI และ PRECIS: ECHAM4 โดยจากการศึกษาพบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปี และแนวโน้มค่าเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกจากแบบจำลองต่างๆ พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนทั้ง 2 สมมติฐาน ส่วนปริมาณฝนมีแนวโน้มลดลงในอนาคต และพบพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ชัดเจนทั้งอุณหภูมิและปริมาณฝน แต่เนื่องจากข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกเป็นข้อมูลที่ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ทำให้พฤติกรรมเฉพาะรายสถานีหายไป และจากข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศโลกนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติโดย การ วิเคราะห์โดยใช้วิธีเทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD ทั้งในแง่ของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือน และพฤติกรรมการเกิดซ้ำและความรุนแรงที่คาบการเกิด 1 ปี เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกแบบจำลองรวมถึงการนำข้อมูลจากแบบจำลองมาวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสมเพื่อสามารถนำข้อมูลผลพยากรณ์ไปประยุกต์ใช้ต่อไปในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก

จากผลการศึกษาพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปีของอุณหภูมิทั้งจากอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด จากแบบจำลอง CGCM2 พบว่าแบบจำลองภูมิอากาศโลกที่ยังไม่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูล (CGCM2-Raw) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ข้อมูลจากแบบจำลองที่เทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (CGCM2-Ratio) ส่วนข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD มีอัตราการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด หรือแทบจะไม่เห็นความเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน และพบว่าช่วงการแกว่งของข้อมูลลดลงมากโดยไม่สามารถจับค่าสูงสุดและต่ำสุดของข้อมูลได้ การวิเคราะห์ค่าแนวโน้มโดยการ Ratio จึงมีแนวโน้มและรูปแบบข้อมูลที่ดีกว่าสามารถจับค่าสูงสุดต่ำสุดได้มากกว่า และจากการวิเคราะห์ปริมาณฝนพบว่าปริมาณฝนในอนาคตมีแนวโน้มโดยเฉลี่ยลดลงสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดจริง ยกเว้นแบบจำลอง PRECIS: ECHAM4 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยของข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จาก

แบบจำลอง ASD มีความแปรปรวนของข้อมูลค่อนข้างมาก การวิเคราะห์ Ratio จึงมีแนวโน้มและรูปแบบข้อมูลที่ตีความสามารถจับค่าสูงสุดต่ำสุดได้มากกว่าเช่นเดียวกันกับที่ได้กล่าวไว้ในเรื่องอุณหภูมิ

พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลภูมิอากาศโลก CGCM2 ทั้ง 2 สมมติฐาน พบพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่ชัดเจนที่คาบการเกิด 1 ปีสม่ำเสมอทั้งจากข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ต่างจากข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 พบว่าที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี กลับไม่สม่ำเสมอ ส่วนแบบจำลอง MRI มีความชัดเจนของพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีค่อนข้างชัดเจน แต่ลักษณะของพฤติกรรมไม่สม่ำเสมอ และแบบจำลอง RCM ที่ได้จาก ECHAM4 และลดขนาดข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยแบบจำลอง PRECIS ก็พบคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีเช่นกันและเห็นการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมหลังปี 1995 เมื่อเทียบสัดส่วนข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 กับข้อมูลตรวจวัดจริง (Ratio) พบว่าทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดมีความชัดเจนของพฤติกรรมประมาณปี ค.ศ. 2020 จนถึงปี ค.ศ. 2100 ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่พบในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ และอาจแสดงถึงความรุนแรงของสภาพอากาศ ณ ช่วงเวลาดังกล่าว แต่พฤติกรรมดังกล่าวไม่สม่ำเสมอ ส่วนข้อมูลที่ผ่านมาการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD มีความชัดเจนของพฤติกรรมและค่อนข้างสม่ำเสมอ เช่นเดียวกับข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการวิเคราะห์เชิงสถิติเพิ่มเติม ซึ่งรูปแบบพฤติกรรมจากการเทียบสัดส่วนมีความสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดมากที่สุด

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิจากข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านมาการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD จากข้อมูลแบบจำลอง CGCM2 HadCM3 และ MRI พบว่าทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดมีแนวโน้มอุณหภูมิในอนาคตเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณฝนส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงทั้ง 2 สมมติฐาน โดยข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านมาการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD ในข้อมูลทุกแบบจำลองสามารถแสดงผลของค่าเฉลี่ยรายเดือนได้ดีกว่าแบบจำลองภูมิอากาศโลกที่ยังไม่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม เมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดจริงในปีฐาน ทั้งในช่วงอดีต 1982-2004 (Past) ช่วงอนาคตระยะใกล้ 2015-2034 (Near Future) และอนาคตระยะไกล 2075-2099 (Far Future) แต่จะสังเกตได้ว่าช่วงอนาคตระยะไกลจะมีความแปรปรวนของข้อมูลการกระจายรายเดือนค่อนข้างมาก

จากการพิจารณาในภาพรวมต่อการเลือกแบบจำลองและการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้ การเทียบสัดส่วนจากแบบจำลอง CGCM2 เป็นแบบจำลองที่ค่อนข้างเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์เพื่อศึกษาผลกระทบและการปรับตัวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้มากที่สุด เนื่องจากแนวโน้มค่าเฉลี่ยรายปี ลักษณะค่าเฉลี่ยรายเดือน และพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี มีความสอดคล้องโดยรวมกับข้อมูลตรวจวัดจริงมากที่สุด (โดยผลการศึกษาในเรื่องผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้ แสดงรายละเอียดในรายงานเล่ม 2)

บทที่ 8

การพัฒนาเทคนิค คาดการณ์ ช่วงระยะสั้น (รายฤดู) ของปริมาณฝน

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ส่งผลกระทบต่อการดำเนินกิจกรรมต่างๆ มากมายเห็นได้ชัดจากการที่ฝนไม่ตกตามฤดูกาล ทำให้เกิดปัญหาต่อกิจกรรมและการดำรงชีวิตของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการบริหารจัดการน้ำ หรือการเพาะปลูกที่ต้องอาศัยฝนเป็นหลัก การศึกษาและพัฒนาเทคนิคในการพยากรณ์น้ำฝนจึงมีความสำคัญ และมีหน่วยงานต่างๆ พยายามหาวิธีการต่างๆ เพื่อจะคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนล่วงหน้าเพื่อให้สามารถเตรียมพร้อมรับมือกับปัญหาฝนที่ไม่ตกตามฤดูต่างๆ โดยการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่พยายามพัฒนาเทคนิคการคาดการณ์ (Prediction) ปริมาณฝนระยะสั้นเบื้องต้นของประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลฝน อุณหภูมิของประเทศไทย ข้อมูลดัชนีสมุทศาสตร์ต่างๆ และข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก CGCM2 ด้วยวิธีการทางสถิติโดยใช้เทคนิคการสร้างสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้นแบบหลายตัวแปร (Multiple Linear Regression) โดยมีรายละเอียดดังนี้

8.1 ขั้นตอนการพัฒนาเทคนิคการคาดการณ์ช่วงระยะสั้นของปริมาณฝน

การพัฒนาเทคนิคการคาดการณ์ช่วงระยะสั้นของปริมาณฝนรายเดือนในประเทศไทย เพื่อศึกษาแนวทางการคาดการณ์และพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการคาดการณ์ที่กล่าวไปแล้วในเบื้องต้น มีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1) รวบรวมข้อมูล

- 1.1) รวบรวมข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของประเทศไทยที่ได้จากที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 5
- 1.2) รวบรวมข้อมูลดัชนีสมุทศาสตร์ต่างๆ ที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 6 ได้แก่ ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (Nino 1+2, Nino 4 และ Nino 3.4) และค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย (DMI)
- 1.3) ข้อมูลการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศโลกในอนาคตด้วยแบบจำลอง GCM2 ทั้งสมมติฐาน A2 และ B2 ได้แก่อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณฝน

- 2) นำข้อมูลที่รวบรวมครบแล้วจัดอยู่ในรูปของอนุกรมเวลา และหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลรายเดือน (Monthly Average) เพื่อหาความแตกต่างจากค่าปกติ (Anomaly)
- 3) หาช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลฝนสูงสุด โดยวิธี Cross-Correlation กับข้อมูลในช่วงปี ค.ศ. 1982-2000 และ 1996-2000 (ช่วงปรับเทียบข้อมูล) โดยหาช่วงเวลาในตัวแปรอื่นๆ นำหน้าข้อมูลฝนแต่ให้ระยะเวลาไม่เกิน 6 เดือน เพื่อให้สามารถคาดการณ์ในช่วงระยะสั้นล่วงหน้าได้
- 4) หาชุดของตัวแปรต้นที่ดีที่สุดในการคาดการณ์ปริมาณฝน ด้วย Best Subsets Regression ในแต่ละกลุ่ม โดยแบ่งชุดข้อมูลที่ศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย
 - กลุ่ม 1 ข้อมูลจากแบบจำลอง GCM อันได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณฝน
 - กลุ่ม 2 ข้อมูลดัชนีสมุทรศาสตร์ ได้แก่ SOI Nino 3.4 Nino 4 Nino1+2 และ DMI
 - กลุ่ม 3 ข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณฝนในประเทศไทย ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณฝน
- 5) สร้างกรณีศึกษา จากข้อมูลทั้ง 3 ชุด โดยกำหนดให้มี 3 กรณี
 - กรณีที่ 1 ใช้ข้อมูลกลุ่ม 1 เพียงอย่างเดียว
 - กรณีที่ 2 ใช้ข้อมูลกลุ่ม 1 และ 2
 - กรณีที่ 3 ใช้ข้อมูลกลุ่ม 1 2 และ 3
- 6) หาค่าสัมประสิทธิ์ และหาค่าฝนปริมาณฝนจากสมการในช่วงปรับเทียบ (ปี ค.ศ. 1982-2000 และ 1996-2000) และสอบทานข้อมูล (ปี ค.ศ. 2001-2007)
- 7) ทำซ้ำข้อ 6) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเฉพาะในฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม) และฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน-เมษายน)

8.2 ผลการพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ช่วงระยะสั้นของปริมาณฝน

การพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ปริมาณฝนในช่วงระยะสั้นได้แบ่งชุดข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มข้อมูลอุณหภูมิต้องถิ่นและฝน (Local) กลุ่มข้อมูลดัชนีสมุทศาสตร์ (Nino) กลุ่มข้อมูลภูมิอากาศโลก (GCM) โดยวิเคราะห์เฉพาะสมมติฐาน B2 โดยข้อมูลทั้งหมดได้คิดช่วงเวลาเหลือมล้ำที่ดีที่สุด และไม่เกิน 6 เดือนเพื่อให้แนวโน้มยังอยู่ในช่วงของฤดูกาลใกล้เคียงกันโดยมีผลการวิเคราะห์ช่วงเวลาเหลือมล้ำแสดงดังตารางที่ 8-1 และ 8-2 การวิเคราะห์ได้จัดรูปแบบกลุ่มตัวแปรที่น่ามาวิเคราะห์ออกเป็น 3 ชุด ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยแต่ละชุดข้อมูลจะมี 2 กรณีย่อย คือช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง ผลการเปรียบเทียบพบว่าชุดข้อมูลที่มีครบทั้งข้อมูล Local Nino และ GCM ให้ผลการปรับเทียบและสอบทานข้อมูลได้ดีที่สุด รองลงมาคือชุดข้อมูลที่ประกอบด้วย Nino และ GCM ส่วนข้อมูลชุดที่มีเพียง GCM ไม่เหมาะสมในการนำมาใช้เพื่อคาดการณ์ฝน เนื่องจากผลการปรับเทียบและสอบทานไม่สอดคล้องกัน เนื่องจากข้อมูล GCM เป็นข้อมูลที่ใช้แสดงผลในพื้นที่ขนาดใหญ่ จึงไม่สามารถแสดงลักษณะเฉพาะของพื้นที่ได้ แสดงดังรูปที่ 8-1 และ 8-2

เมื่อพิจารณาช่วงปรับเทียบข้อมูลทั้ง 2 ช่วง เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบผลจากการเลือกช่วงปรับเทียบหลังปี ค.ศ. 1995 จากการที่อุณหภูมิและฝนของประเทศไทยมีพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปีเปลี่ยนแปลงเด่นชัดหลังปี ค.ศ. 1995 จากที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 5 จึงได้เลือกช่วงการปรับเทียบข้อมูล 2 ช่วงในเบื้องต้น ได้แก่ 1) ช่วงปรับเทียบระยะยาวจากอดีต ค.ศ. 1982-2000 และ 2) ช่วงปรับเทียบหลัง ค.ศ. 1995 คือช่วงปี 1996-2000 ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงปรับเทียบระยะยาว กลุ่มข้อมูล Local ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิสูงสุด และปริมาณฝน กลุ่มข้อมูล Nino ข้อมูลที่เหมาะสมคือทั้ง SOI Nino4 และ DMI แต่พบว่าชุดข้อมูลที่มีเฉพาะ Nino และ GCM ในช่วงฤดูกาลทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง Nino34 จะแสดงผลได้ดีกว่า Nino 4 เล็กน้อย โดยสามารถจับค่าสูงสุดต่ำสุดได้มากกว่า นอกจากนี้มีข้อสังเกตว่าในช่วงฤดูแล้งของช่วงการปรับเทียบระยะยาว DMI จะไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝน ส่วนกลุ่มข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 B2 ข้อมูลที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิสูงสุดและปริมาณฝน แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 8-1 ส่วนผลการปรับเทียบข้อมูลหลังปี ค.ศ. 1995 ข้อมูล Local ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณฝน กลุ่มข้อมูล Nino ปริมาณฝนรวมทั้งปีมีกลุ่มข้อมูลที่เหมาะสมคือทั้ง SOI Nino4 และ DMI ส่วนกลุ่มข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 B2 ข้อมูลที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิต่ำสุดและปริมาณฝน เมื่อแบ่งรายฤดูโดยพิจารณาจากชุดข้อมูลที่มี

ครบทั้ง 3 ชุดซึ่งเป็นชุดที่ให้ผลเปรียบเทียบและสอบทานสอดคล้องที่สุดพบว่าฤดูฝน ชุดข้อมูลที่เหมาะสมคือ SOI และ DMI ข้อมูล Nino ไม่มีอิทธิพลมากนัก ส่วนฤดูแล้งชุดข้อมูลที่ให้ผลสอดคล้องคือ Nino4 และ DMI แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 8-2 ซึ่งต่างจากช่วงเปรียบเทียบระยะยาว อาจเนื่องมาจากในช่วงเปรียบเทียบข้อมูลหลังปี 1995 มีช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบค่อนข้างน้อย หรือในช่วงเปรียบเทียบระยะยาวอาจมีช่วงบางปีที่ได้รับอิทธิพลจาก SOI ค่อนข้างมาก การเลือกช่วงระยะเวลาเพื่อให้ครอบคลุมจึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณาเมื่อมีการศึกษาต่อไป และเมื่อพิจารณากลุ่มข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 สมมติฐาน B2 พบว่าในช่วงเฉลี่ยรวมรายปี และช่วงฤดูฝนตัวแปรที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิต่ำสุดและปริมาณฝน ส่วนในช่วงฤดูแล้งตัวแปรที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิสูงสุดและปริมาณฝน

ผลการเปรียบเทียบและสอบทานเมื่อเลือกตัวแปรต้นต่างๆ ได้แล้วพบว่า ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีของข้อมูลที่มีกลุ่มข้อมูลครบทั้ง 3 ชุดให้ผลเปรียบเทียบและสอบทานสอดคล้องมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 8-1 แต่ปริมาณฝนสะสมรายวัน และฝนสะสมรายเดือนของผลรวมรายปีมีแนวโน้มสอดคล้องที่ดีกว่ารายฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 8-1 และ 8-2 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรายเดือนพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลเฉลี่ยรายปีมีความสอดคล้องค่อนข้างมากทั้งกับข้อมูลตรวจวัดจริงในช่วงเปรียบเทียบ และจากข้อมูลฝนเฉลี่ย 30 ปี และให้ผลสอดคล้องดีกว่าเมื่อแยกวิเคราะห์รายฤดูกาล แต่โดยภาพรวมค่าเฉลี่ยรายปีและค่าเฉลี่ยในช่วงรายฤดูกาลมีความสอดคล้องของข้อมูลทั้งจากข้อมูลตรวจวัดจริงในช่วงเปรียบเทียบ และจากข้อมูลฝนเฉลี่ย 30 ปี แต่ในช่วงสอบทานมีความสอดคล้องของรูปแบบข้อมูลแต่การจับค่าสูงสุดต่ำสุดยังมีความต่างที่เห็นได้ชัดเจนเช่นกัน แสดงดังรูปที่ 8-3 A และ B และแสดงผลการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (RMSE) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ดังตารางที่ 8-1 และ 8-2

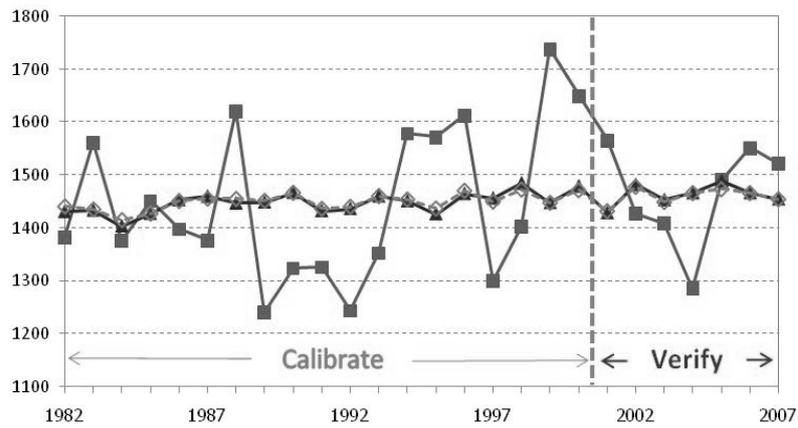
ตารางที่ 8-1 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใช้ในการศึกษาแนวโน้มการคาดการณ์ ปริมาณฝน ในช่วงปรับเทียบข้อมูลระยะยาว (ค.ศ. 1982-2000)

Pattern	Constant	Local		Nino				CGCM2 (B2)		All Year		Calibrate		Verify	
		Tmax lag 4	Rain lag 3	SOI lag 0	Nino34 lag 0	Nino4 lag 0	DMI lag 4	Ctmax lag 1	Cpcp lag 1	RMSE	R ²	RMSE	R ²	RMSE	R ²
1. GCM	0.0002	-	-	-	-	-	-	0.150	0.100	31.86	0.92	30.49	0.92	35.31	0.90
1.1 Rainy	0.0002	-	-	-	-	-	-	0.150	0.100	35.13	0.54	34.05	0.58	37.91	0.42
1.2 Dry	0.0002	-	-	-	-	-	-	0.082	0.137	28.69	0.73	27.22	0.77	32.32	0.61
2. GCM + Nino	0.0002	-	-	0.130	-	-0.249	0.065	0.159	0.060	30.46	0.92	28.59	0.93	35.03	0.90
2.1 Rainy	0.0003	-	-	0.016	-0.293	-	0.159	0.201	0.022	33.64	0.59	32.03	0.64	37.66	0.44
1.2 Dry	0.0002	-	-	0.157	-0.301	-	-	0.092	0.098	25.82	0.79	24.09	0.83	30.03	0.67
3. GCM + Nino + Local	0.0002	0.141	0.103	0.123	-	-0.208	0.033	0.145	0.084	30.56	0.92	28.39	0.93	35.81	0.89
3.1 Rainy	0.0002	0.189	-0.026	0.041	-	-0.236	0.142	0.192	0.049	33.59	0.59	31.98	0.64	37.61	0.46
1.2 Dry	0.0002	0.052	0.193	0.143	-	-0.258	-	0.076	0.114	25.95	0.79	23.57	0.83	31.52	0.64

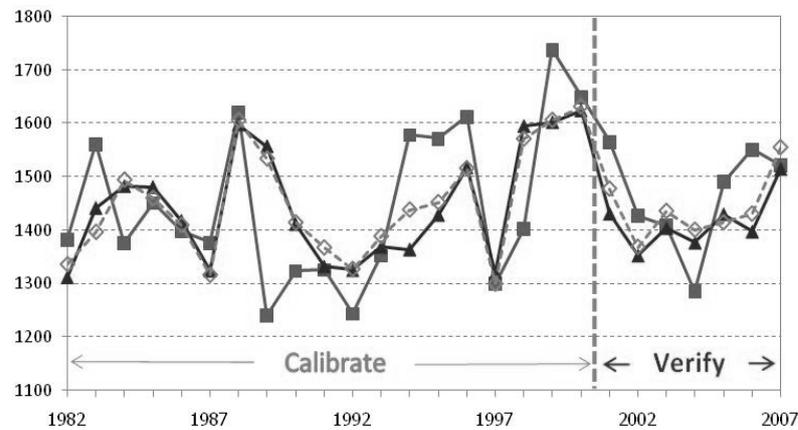
ตารางที่ 8-2 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใช้ในการศึกษาแนวโน้มการคาดการณ์ ปริมาณฝน ในช่วงปรับปรุงข้อมูลหลังปี ค.ศ. 1995 (ค.ศ. 1996-2000)

Pattern	Constant	Local		Nino			CGCM2 (B2)				All Year		Calibrate		Verify	
		Tmin lag 1	Rain lag 1	SOI lag 0	Nino4 lag 1	DMI lag 3	Ctmax lag 0	Ctmin lag 2	Cpcp lag 1	RMSE	R ²	RMSE	R ²	RMSE	R ²	
1. GCM	0.0000	-	-	-	-	-	-	-	0.289	0.128	36.54	0.89	26.93	0.93	42.08	0.86
1.1 Rainy	0.0000	-	-	-	-	-	-	-	0.364	-0.191	36.83	0.47	28.97	0.68	41.55	0.33
1.2 Dry	0.0000	-	-	-	-	-	-	-0.156	-	0.272	33.01	0.70	21.71	0.73	39.13	0.58
2. GCM + Nino	0.0000	-	-	0.170	-0.108	-0.245	-	-	0.338	0.017	35.03	0.90	21.97	0.96	41.94	0.86
2.1 Rainy	0.0000	-	-	0.123	-	-0.186	-	-	0.444	-0.181	36.88	0.47	27.18	0.73	42.48	0.29
1.2 Dry	-0.0010	-	-	-	-0.592	-0.186	-0.086	-	-	-0.050	26.05	0.80	14.64	0.79	31.78	0.63
3. GCM + Nino + Local	0.0000	0.180	0.213	0.171	-0.050	-0.240	-	-	0.257	0.055	36.87	0.88	21.51	0.96	44.72	0.84
3.1 Rainy	0.0000	0.207	0.150	0.086	-	-0.182	-	-	0.357	-0.153	37.50	0.45	27.11	0.73	43.43	0.25
1.2 Dry	-0.0010	0.395	-0.051	-	-0.641	-0.338	-0.088	-	-	-0.058	25.57	0.81	14.77	0.78	31.07	0.65

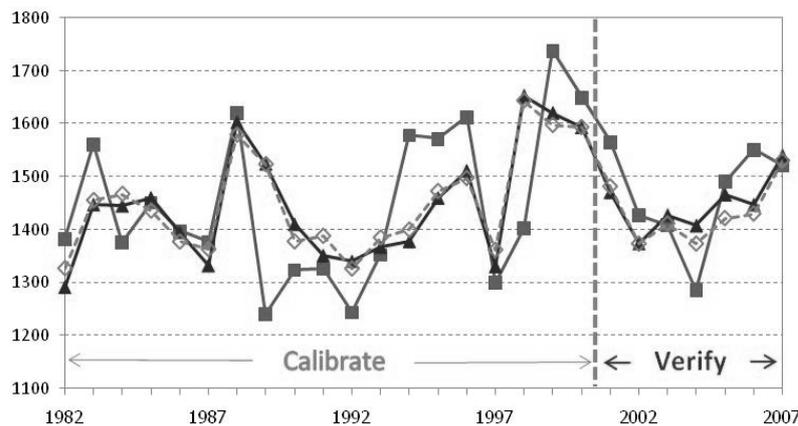
■ Observation ▲ forecast (all) ◇ forecast (by season)



ก. กรณีที่ 1 GCM



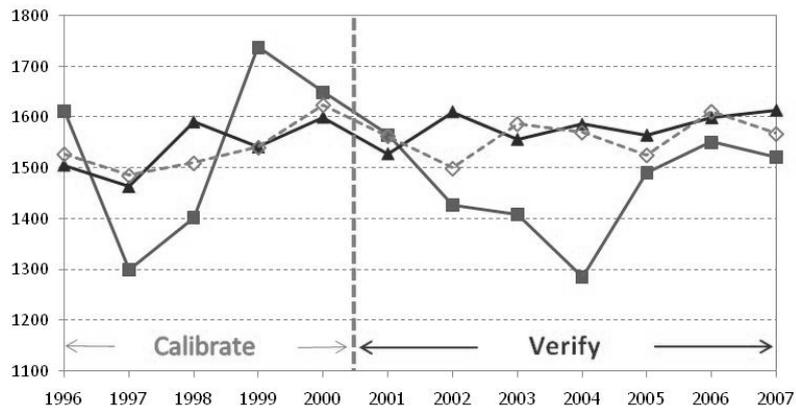
ข. กรณีที่ 2 GCM + Nino



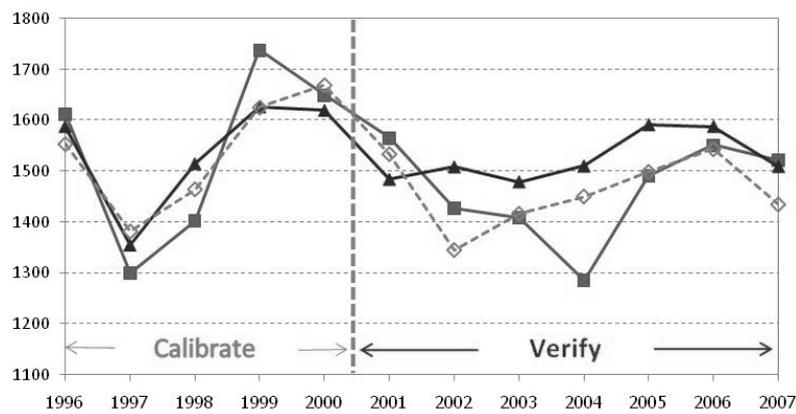
ค. กรณีที่ 3 GCM + Nino + Local

รูปที่ 8-1 A ปริมาณฝนสะสมรายปีในช่วงปรับเทียบและสอบทาน เปรียบเทียบผลในช่วงเฉลี่ยรวมทั้งปี และช่วงฤดูกาล (ฤดูฝน และฤดูแล้ง) ของข้อมูลปรับเทียบระยะยาว

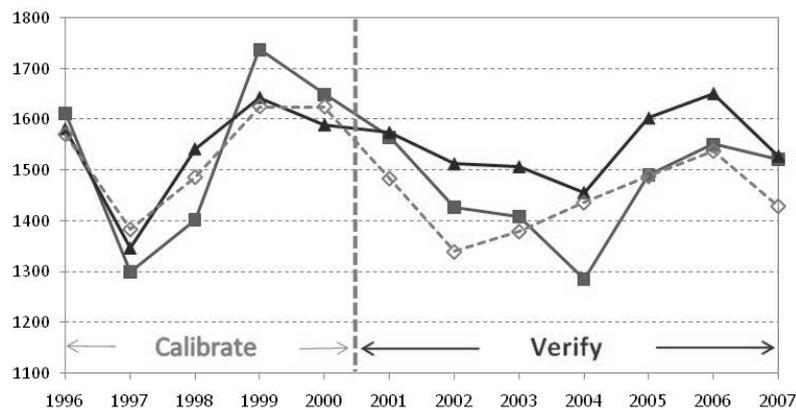
■ Observation ▲ forecast (all) ◇ forecast (by season)



ก. กรณีที่ 1 GCM



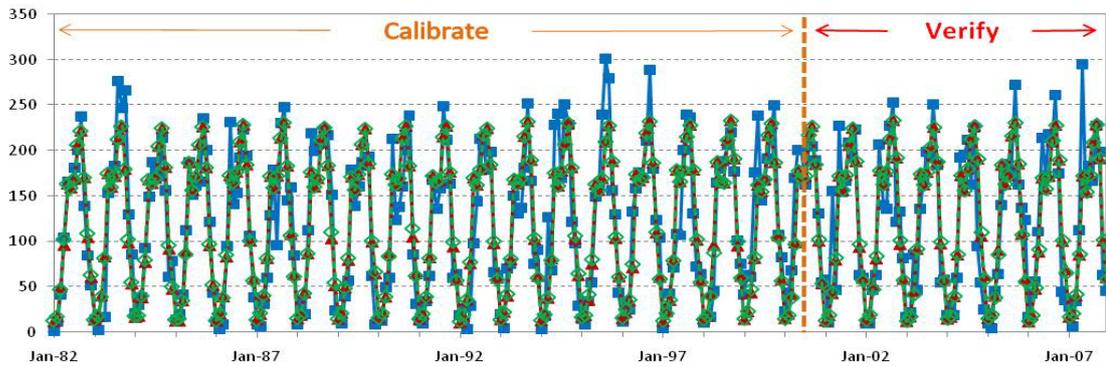
ข. กรณีที่ 2 GCM + Nino



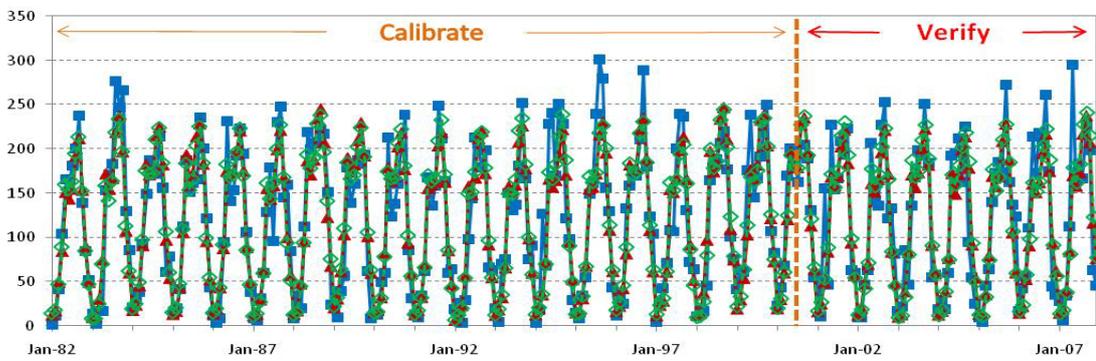
ค. กรณีที่ 3 GCM + Nino + Local

รูปที่ 8-1B ปริมาณฝนสะสมรายปีในช่วงปรับเทียบและสอบทาน เปรียบเทียบผลในช่วงเฉลี่ยรวมทั้งปี และช่วงฤดูกาล (ฤดูฝน และฤดูแล้ง) ของข้อมูลปรับเทียบหลังปี ค.ศ. 1995

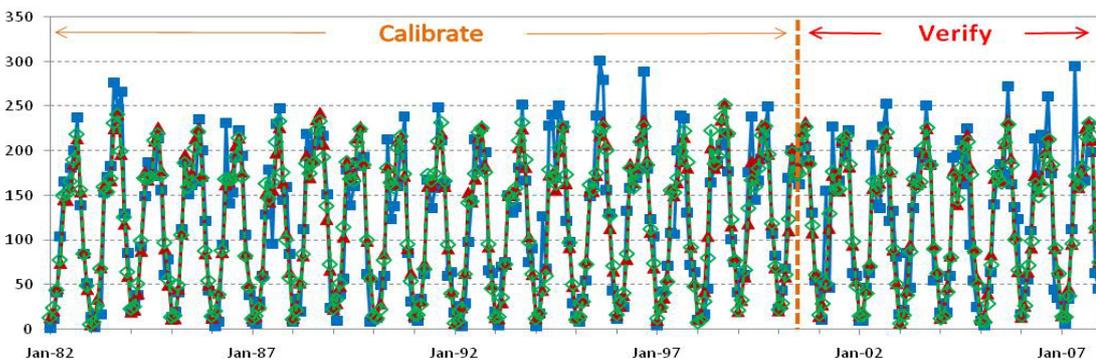
■ Observation
 ▲ forecast (all)
 ◇ forecast (by season)



ก. กรณีที่ 1 GCM

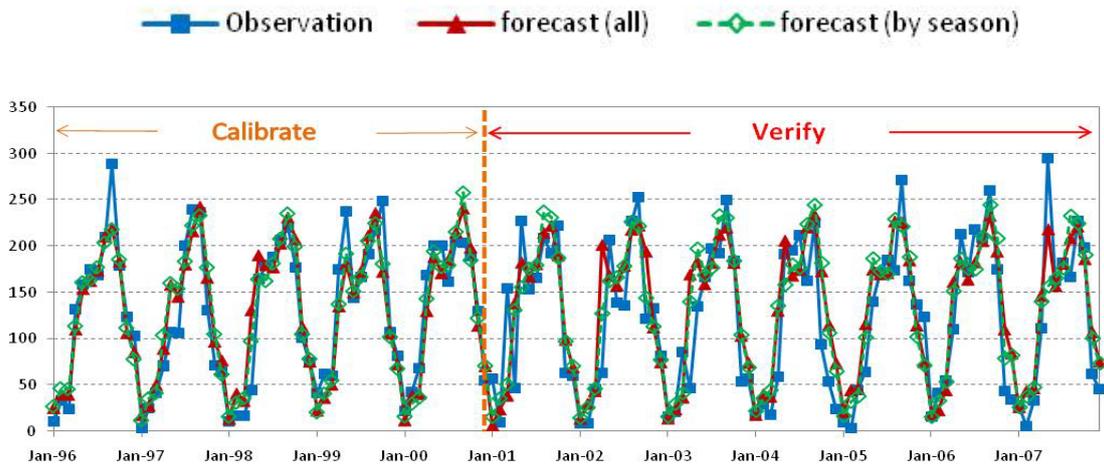


ข. กรณีที่ 2 GCM + Nino

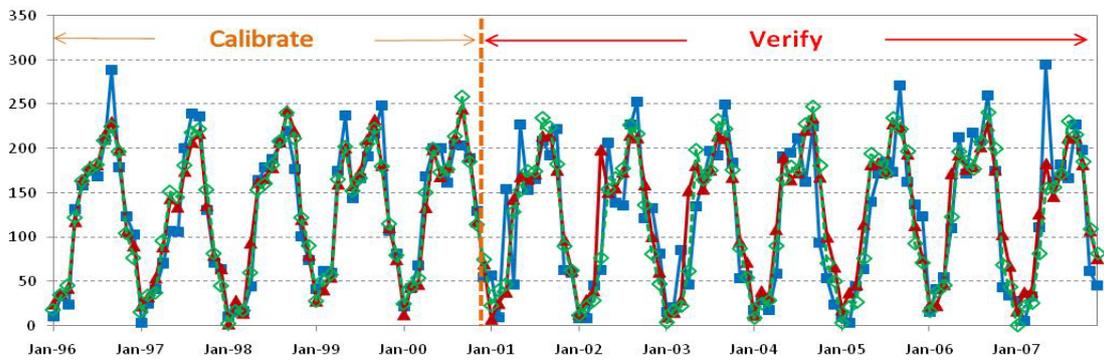


ค. กรณีที่ 3 GCM + Nino + Local

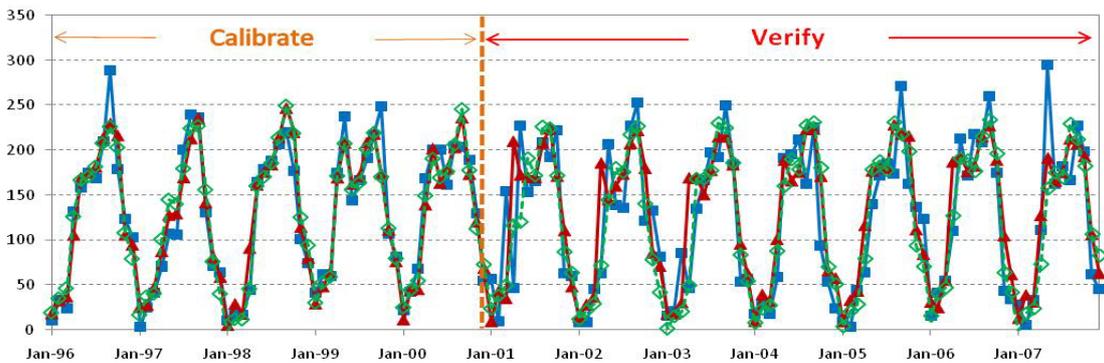
รูปที่ 8-2A ปริมาณฝนสะสมรายเดือนในช่วงปรับเทียบและสอบทาน เปรียบเทียบผลในช่วงเฉลี่ย
 รวมทั้งปี และช่วงฤดูกาล (ฤดูฝน และฤดูแล้ง) ของข้อมูลปรับเทียบระยะยาว



ก. กรณีที่ 1 GCM

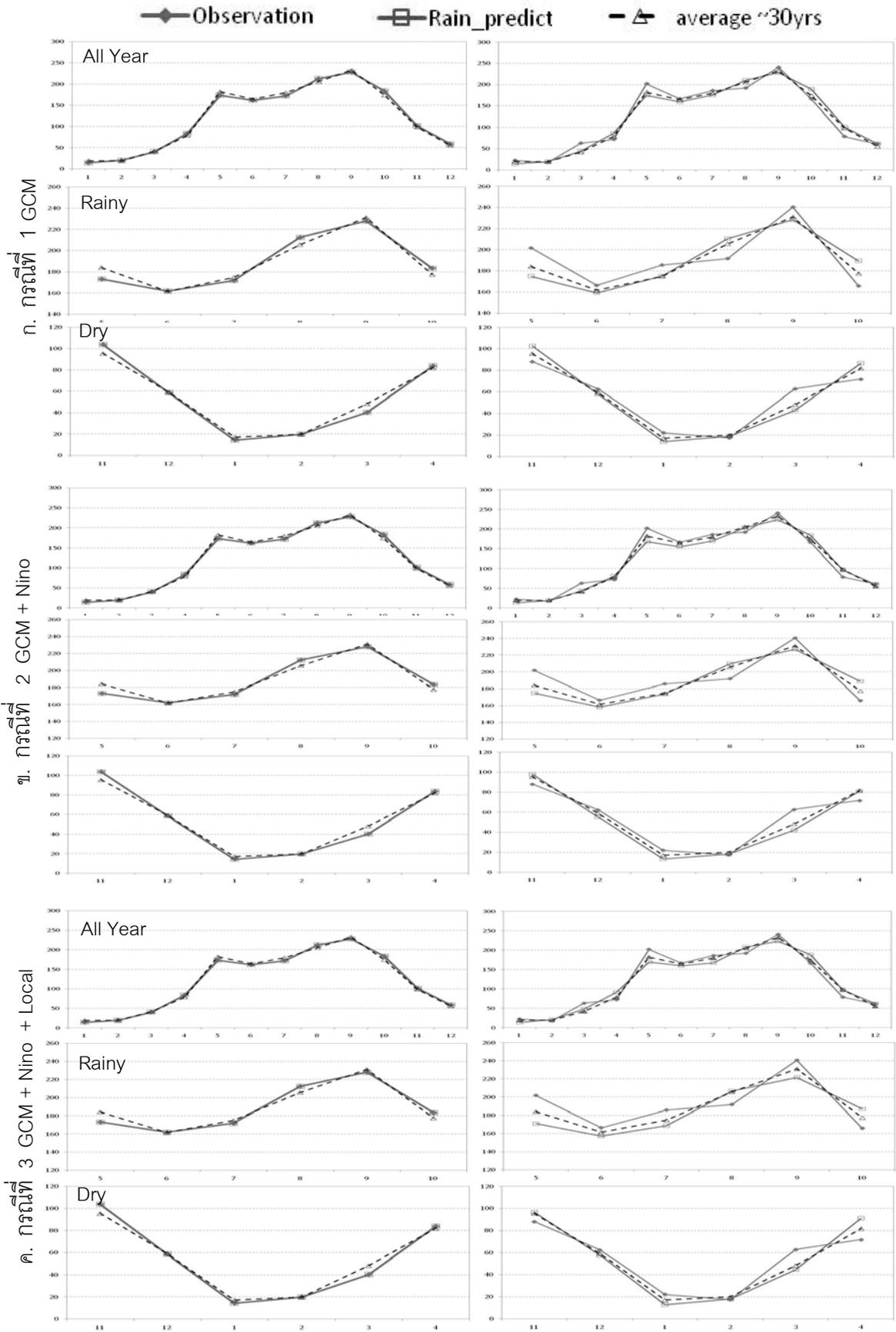


ข. กรณีที่ 2 GCM + Nino

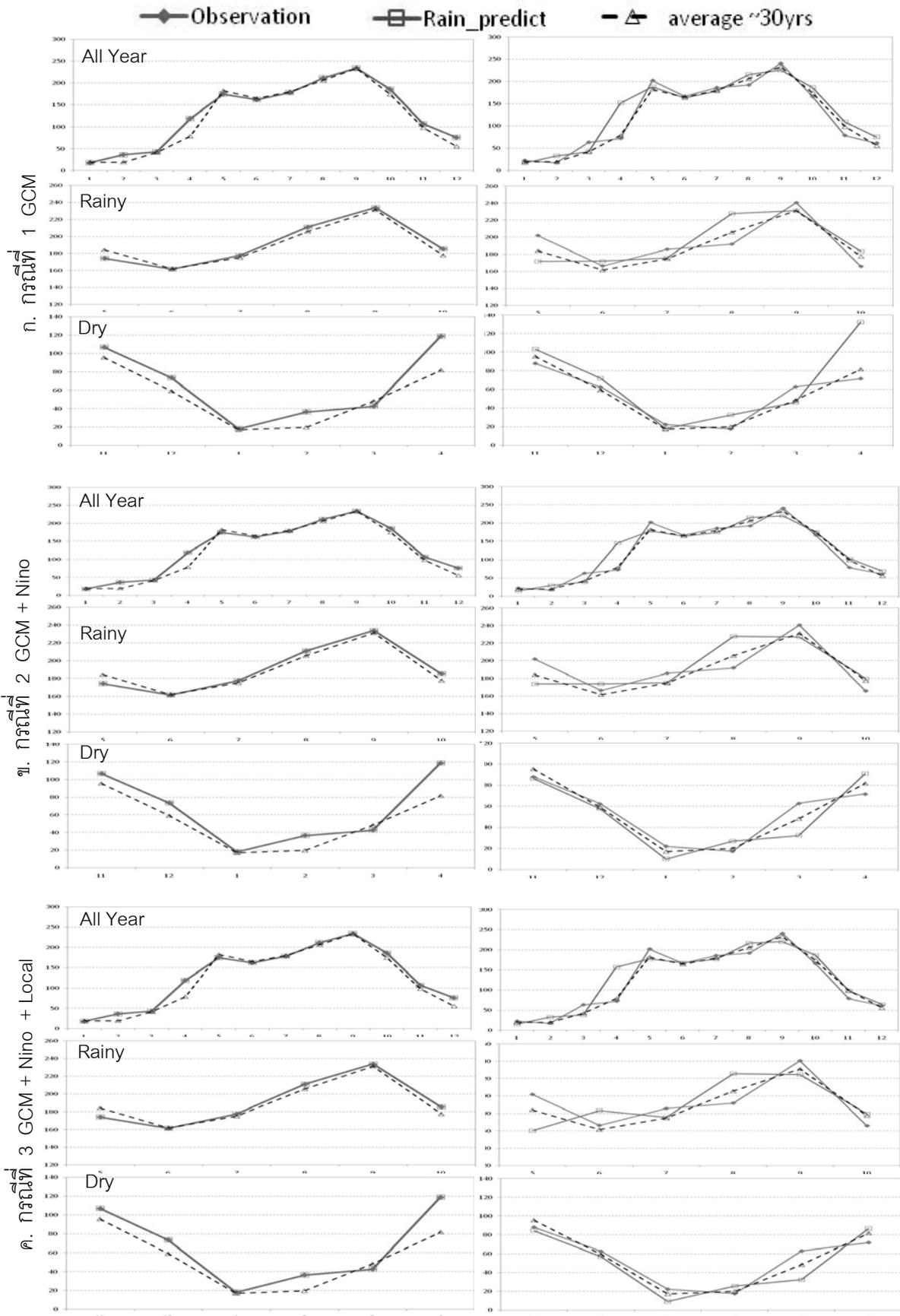


ค. กรณีที่ 3 GCM + Nino + Local

รูปที่ 8-2B ปริมาณฝนสะสมรายเดือนในช่วงปรับเทียบและสอบทาน เปรียบเทียบผลในช่วงเฉลี่ยรวมทั้งปี และช่วงฤดูกาล (ฤดูฝน และฤดูแล้ง) ของข้อมูลปรับเทียบหลังปี ค.ศ. 1995



รูปที่ 8-3A ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบผลในช่วงปรับเทียบ (รูปซ้าย) และสอบทานข้อมูล (รูปขวา) ของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูแล้ง ของข้อมูลปรับเทียบระยะยาว



รูปที่ 8-3B ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนเปรียบเทียบผลในช่วงปรับเทียบ (รูปซ้าย) และสอบทานข้อมูล (รูปขวา) ของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี ช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูแล้ง ของข้อมูลปรับเทียบหลังปี 1995

8.3 สรุปผลการพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะสั้น

การพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ปริมาณฝนในช่วงระยะสั้นเบื้องต้นจากการแบ่งช่วงเปรียบเทียบข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง พบว่าทั้งในช่วงการเปรียบเทียบทั้งระยะยาว (1982-2000) และหลังปี ค.ศ. 1995 (1996-2000) ชุดข้อมูลที่เหมาะสมคือชุดข้อมูลที่ประกอบด้วยทั้ง Local Nino และ GCM ในการเปรียบเทียบระยะยาวมีตัวแปรต้นที่มีอิทธิพลในการคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้า 7 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด ปริมาณฝน SOI Nino4 DMI ctmaxb2 (ข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 B2) และ cpcpb2 (ข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 B2) ส่วนการเปรียบเทียบในช่วงหลังปี ค.ศ. 1995 มีตัวแปรต้นที่มีอิทธิพลในการคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้า 7 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณฝน SOI Nino4 DMI ctmaxb2 และ cpcpb2 เมื่อแยกรายฤดูกาลมีความแตกต่างของกลุ่มข้อมูล Nino ค่อนข้างชัด และแตกต่างกันในช่วงเปรียบเทียบข้อมูลทั้ง 2 ช่วง โดยพบว่าในฤดูฝนในช่วงเปรียบเทียบระยะยาวตัวแปรในกลุ่ม Nino ที่มีความสำคัญได้แก่ SOI Nino และ DMI ส่วนในช่วงเปรียบเทียบข้อมูลหลังปี 1995 ตัวแปรที่สำคัญได้แก่ SOI และ DMI ส่วนในช่วงฤดูแล้ง ช่วงเปรียบเทียบระยะยาวตัวแปรที่สำคัญได้แก่ SOI และ Nino4 ส่วนช่วงเปรียบเทียบหลังปี 1995 ตัวแปรที่สำคัญได้แก่ Nino4 และ DMI ซึ่งอาจเป็นผลมาจากช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบ ซึ่งบางช่วงปี อาจมีอิทธิพลของดัชนีสมุทรศาสตร์ตัวใดตัวหนึ่งเด่นชัด แต่เมื่อพิจารณาครอบคลุมเป็นช่วงเวลาอาจเห็นอิทธิพลเพียงบางส่วนหรือหลายส่วนรวมกัน ดังนั้นทั้งตัวแปรต่างที่นำมาคัดกรองเบื้องต้น และช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบข้อมูลมีความสำคัญต่อการเลือกตัวแปรค่อนข้างมาก และควรนำมาพิจารณาเมื่อมีการศึกษาต่อไป

บทที่ 9

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

การดำเนินงาน โครงการ “ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก” ครอบคลุมระยะเวลาการดำเนินงานทั้งหมด 2 ปี (24 เดือน) โดยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลการพยากรณ์โดยใช้ผลจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่มีการศึกษาไว้แล้วจากหน่วยงานต่างๆ ของต่างประเทศ และนำผลจากแบบจำลองนำมาสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงโดยลดขนาดข้อมูลเพื่อศึกษาในระดับสถานี โดยมีผลการศึกษาในรายงานเล่ม 1 ตามบทต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งสามารถสรุปความก้าวหน้าการดำเนินงาน ปัญหา อุปสรรค และแผนการดำเนินงานในด้านต่างๆ ได้ดังนี้

9.1 การศึกษาเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่ผ่านมา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Global Climate Change) คือการที่สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ใดๆ มีการเปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างจากเดิมเป็นช่วงเวลานานหรืออย่างถาวร เช่น แนวโน้มของสภาพอากาศ ค่าเฉลี่ย ค่าการแกว่งของข้อมูล โดยเห็นได้จากข้อมูลสภาพอากาศที่มีการตรวจวัดด้วยเครื่องมือต่างๆ จากหลายๆ พื้นที่ในโลก เช่น อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกทั้งบนพื้นดินและในทะเล ที่มีค่าสูงขึ้นถึงประมาณ 0.6 องศาเซลเซียสในศตวรรษที่ผ่านมา ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น 9 ถึง 20 เซนติเมตร หรือแม้แต่การที่น้ำแข็งขั้วโลกและเทือกเขาสูงในหลายๆ แห่งมีการหลอมละลายอย่างรวดเร็วขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เทียบกับค่าเฉลี่ยของข้อมูล ณ ปีฐาน จำนวน 30 ปี (ค.ศ. 1961 ถึง ค.ศ. 1990) และจากข้อมูลการศึกษาวิจัยที่มีอยู่อย่างมากมายในปัจจุบันระบุว่าสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นน่าจะเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) และฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Aerosol) รวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้สมดุลของพลังงานที่โลกได้รับมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย (IPCC, 2007)

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก มีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลก (Global Climate Variability) ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจากสภาพเดิมในระยะเวลาอันสั้น ดังตัวอย่างของปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) ที่อุณหภูมิของมหาสมุทร

แปซิฟิกมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกติ และปรากฏการณ์ลานีญา (La Nina) ที่อุณหภูมิของอากาศและผิวทะเลเฉลี่ยของมหาสมุทรแปซิฟิกลดลงต่ำกว่าปกติ ปรากฏการณ์ดังกล่าวส่งผลให้สภาพภูมิอากาศในพื้นที่แถบมหาสมุทรแปซิฟิกมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยปรากฏการณ์เอลนีโญ ที่มีผลอากาศบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิกมีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าปกตินี้ ทำให้เกิดการก่อตัวของเมฆบริเวณตอนกลางของมหาสมุทรซึ่งปกติเมฆฝนเหล่านี้จะก่อตัวบริเวณทิศตะวันตกของมหาสมุทร ลักษณะเช่นนี้ทำให้ฝนมีแนวโน้มที่จะตกบริเวณตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทรแทน ในทางตรงกันข้ามปรากฏการณ์ลานีญาที่อุณหภูมิของอากาศและผิวทะเลเฉลี่ยของมหาสมุทรแปซิฟิกลดลงส่งผลให้เกิดฝนตกหนักกว่าปกติในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอุทกภัยได้ (NOAA, 2007)

แนวทางในการศึกษาพฤติกรรมอันเกี่ยวข้องกับความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศนั้น นิยมใช้การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการสภาพอากาศของโลก หรือของภูมิภาค การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของข้อมูลเอนไซม์ในมิติของเวลาและความถี่ (Time-frequency Domain) จากการใช้การแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform) ก็เป็นแนวทางหนึ่งซึ่งประยุกต์มาจากการแปลงฟูเรียร์ (Fourier Transform) ให้มีความเหมาะสมกับและมีประสิทธิภาพกับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ (Non-stationary) ซึ่ง Torrence and Compo (1998) ได้นำเสนอแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาอย่างละเอียดและศึกษาข้อมูลอุณหภูมิพื้นน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (NINO3 SST Index) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความแปรปรวนของสภาพอากาศในมหาสมุทรแปซิฟิกมีคาบการเกิดซ้ำที่สำคัญอยู่ในช่วงระหว่าง 2-4 ปี ในช่วงปี ค.ศ. 1880 – 1920 และช่วงปี ค.ศ. 1965 – 1990 ซึ่งแตกต่างกับพฤติกรรมในช่วงปี ค.ศ. 1920 – 1960 ซึ่งลักษณะการเกิดความแปรปรวนไม่ชัดเจน นอกจากการวิเคราะห์พฤติกรรมอนุกรมเวลาของตัวแปรหนึ่งๆ แล้ว ยังสามารถใช้การแปลงครอสเวฟเล็ตเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรในแง่ของความเชื่อมโยงและการเหลื่อมล้ำของการเกิดได้อีกด้วย เช่น การศึกษาของ Grinsted et.al. (2004) ได้ใช้ครอสเวฟเล็ตเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี Arctic Oscillation (AO) กับค่าการขยายตัวสูงสุดของน้ำแข็งในทะเลบอลติก (Baltic Maximum Sea-ice Extent Record, BMI)

9.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยข้อมูลเบื้องต้นต่าง ๆ ข้อมูลภูมิอากาศของประเทศไทย ข้อมูลการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศโลกในอนาคตด้วยแบบจำลอง GCM และดัชนีสมุทรศาสตร์

ต่าง ๆ ได้แก่ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (Nino 1+2, Nino 3, Nino 4 และ Nino 3.4) และค่าผิดปกติอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย (DMI) โดยมีการรายงานว่าความผันแปรของอากาศในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เชื่อมโยงอยู่กับปรากฏการณ์ ENSO (El Niño-Southern Oscillation) เมื่ออุณหภูมิโลกร้อนขึ้น ลักษณะอากาศในมหาสมุทรแปซิฟิกมีแนวโน้มที่จะเกิดสภาวะของ El Niño มากขึ้น ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของความถี่การเกิด ENSO และการเปลี่ยนแปลงวัฏจักรของฤดูกาล ซึ่งจะเห็นได้ว่าความผันแปรจากค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวน้ำทะเลบริเวณศูนย์สูตรของมหาสมุทรแปซิฟิก ทำให้เกิดความแห้งแล้ง และอุทกภัยถี่ขึ้นระหว่างช่วงฤดูร้อนของประเทศที่อยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ และทางตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย จึงกล่าวได้ว่าในอนาคตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วนี้จะทวีความรุนแรงมากขึ้น (นิพนธ์ ตั้งธรรม, 2549) นอกจากนี้ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นอกจากจะเชื่อมโยงกับมหาสมุทรแปซิฟิกแล้ว ยังมีความเชื่อมโยงกับมหาสมุทรอินเดียด้วยเช่นเดียวกัน

นอกจากนี้นิพนธ์และคณะยังศึกษาถึงความผันแปรของลักษณะอากาศระดับทวีปภายใต้อิทธิพลของ ENSO ของ นิพนธ์ ตั้งธรรม และคณะ พบว่า ENSO ไม่มีอิทธิพลที่ชัดเจนต่อลักษณะอากาศ ในเดือนมกราคมแต่จะทำให้เดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคมมีปริมาณฝนต่ำกว่าปกติ และอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าปกติ เช่นเดียวกันในเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคมซึ่งเข้ากลางฤดูฝน ENSO มีผลทำให้พายุหมุนเขตร้อนเข้ามาปกคลุมประเทศไทยน้อยกว่าปกติ เดือนสิงหาคมซึ่งเป็นเดือนที่มีฝนตกสูงสุดในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยก็ปรากฏว่าในปีที่มีปรากฏการณ์ ENSO แม้ว่าจำนวนพายุหมุนเขตร้อนเข้ามาไม่น้อยกว่าปกติ แต่พายุหมุนดังกล่าวมีศักยภาพในการเกิดฝนน้อยกว่าปีปกติ แต่ในเดือนกันยายน ซึ่งเข้าช่วงปลายฤดูฝน จำนวนพายุจะเข้ามาน้อยกว่าปกติในเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเข้าสู่ฤดูแล้ง ลมมรสุมฤดูฝนในเดือนนี้ของปีที่เกิดปรากฏการณ์ ENSO จะอ่อนกำลังและเร็วกว่าปกติ แล้วจะเกิดการไหลของมวลอากาศร้อนเข้ามาทำให้อากาศแห้งกว่าปกติ ในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเริ่มเข้าสู่ฤดูหนาว อุณหภูมิในเดือนนี้ของปี ENSO จะสูงกว่าปีปกติ เช่นเดียวกันกับในเดือนธันวาคม

9.3 การศึกษาพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

การศึกษาถึงพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย เพื่อต้องการตรวจสอบพฤติกรรมที่สำคัญและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จากการศึกษาพบว่าสภาพภูมิอากาศและ

ปริมาณฝนของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรงในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูกาลหรือคาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ที่ 1 ปี มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติ โดยเฉพาะก่อนและหลังปี 1995 นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิมีพฤติกรรมของคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปี หรือเกิดความแปรปรวนที่รุนแรงในช่วง ค.ศ. 1995 – 2000 ขณะที่ปริมาณน้ำฝนมีคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปี ส่วนข้อมูลน้ำท่าไม่มีรูปแบบที่ชัดเจนและข้อมูลมีความแปรปรวนสูง จากผลการศึกษาน่าจะเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 แล้ว และปริมาณฝนเริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 ส่วนข้อมูลน้ำท่าคณะผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่ามีอิทธิพลจากการ operate ของมนุษย์หรือสิ่งก่อสร้างมาก ข้อมูลที่ศึกษาจึงไม่ใช่จากเหตุการณ์ธรรมชาติ เนื่องจากผลการศึกษาไม่เห็นรูปแบบของข้อมูลที่ชัดเจน นอกจากนี้คณะผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลของระดับน้ำทะเลรายเดือนของสถานีบางปะกง พบว่าระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจากพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี เห็นได้ชัดว่ามีความรุนแรงของพฤติกรรมเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่หลังปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา จึงควรมีการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับน้ำทะเลต่อไป

9.4 ความสัมพันธ์ของตัวแปรสมุทรศาสตร์ กับข้อมูลน้ำฝนและสภาพอากาศรายเดือนของประเทศไทย

จากข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาว่าสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อันอาจเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกนั้น เพื่อให้ข้อสรุปดังกล่าวมีความชัดเจนมากขึ้น คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่นิยมใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก กับข้อมูลสภาพภูมิอากาศและน้ำฝนของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของคาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง ผลการศึกษาพบว่า สภาพภูมิอากาศและปริมาณฝนสะสมของประเทศไทยมีลักษณะที่สัมพันธ์กับตัวแปรดัชนีในมหาสมุทรแปซิฟิก มากกว่าดัชนี DMI ในมหาสมุทรอินเดีย โดยตัวแปรที่อาจมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และช่วงเวลาเหลือมล้ำ ได้แก่ดัชนี Nino 3.4 ที่ประกอบด้วยคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำที่สัมพันธ์กันในหลายตำแหน่ง และเป็นดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับทั้งตัวแปรสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนมากที่สุด จากการวิเคราะห์การแปลงครอสเวฟเล็ต โดย

Nino 3.4 และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยสัมพันธ์กันอยู่ที่คาบการเกิดซ้ำที่ 0.5, 1 และ 4 ปี โดยมีช่วงเวลาเหลือมล้ำสำหรับคาบการเกิดซ้ำเหล่านี้ประมาณ 4.5, 1, และ 8 เดือนตามลำดับ สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุด แต่สำหรับอุณหภูมิสูงสุดช่วงเวลาเหลือมล้ำจะลดลงจากเดิมเล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบการกระจายของช่วงเวลาเหลือมล้ำที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีพบว่า โดยส่วนใหญ่ของประเทศมีลักษณะที่คล้ายกับค่าเฉลี่ย ยกเว้นบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตกสำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยและต่ำสุดที่มีช่วงเวลาเหลือมล้ำสั้นกว่าพื้นที่อื่นๆ และภาคใต้ฝั่งตะวันออกสำหรับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดที่มีช่วงเวลาเหลือมล้ำยาวนานกว่าพื้นที่อื่นๆ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสมุทรศาสตร์กับปริมาณน้ำฝนจะมีลักษณะที่คล้ายกับอุณหภูมิสูงสุด แต่คาบการเกิดซ้ำที่สำคัญกับดัชนี Nino 3.4 ปรากฏที่คาบการเกิด 1 ปี และ 12 ปี โดยมีช่วงเวลาเหลือมล้ำประมาณ 3 เดือนและ 5 ปีตามลำดับอีกด้วย ซึ่งการกระจายของช่วงเวลาเหลือมล้ำที่คาบการเกิด 1 ปีในทุกกลุ่มน้ำจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน เว้นแต่พื้นที่ในภาคใต้ฝั่งตะวันออกที่จะมีช่วงเวลากการเหลือมล้ำที่นานขึ้นประมาณ 2 เดือน

9.5 พฤติกรรมของอุณหภูมิและปริมาณฝน จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก และข้อมูลจากการสังเคราะห์เชิงสถิติ

แบบจำลองภูมิอากาศโลกในอนาคต (General Circulation Models, GCMs) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในระดับโลก ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ อัตราการระเหย ความชื้น และความเร็วลม เป็นต้น ภายใต้การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas, GHG) ซึ่งจำลองสภาพภูมิอากาศภายใต้สถานการณ์สมมุติ (Special Report on Emissions Scenarios, SRES) เป็นแหล่งข้อมูลตั้งต้นสำหรับการประมาณสภาพภูมิอากาศที่น่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะแสดงผลในระดับมหภาค เทคนิคการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลจึงเป็นวิธีการหนึ่งในการปรับปรุงการประมาณค่าตัวแปรในระดับภูมิภาค การนำข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกและข้อมูลที่ได้เพิ่มความละเอียดข้อมูลเชิงสถิติมาเพื่อประยุกต์ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยจึงควรต้องมีการศึกษาพฤติกรรมของข้อมูลที่ได้แบบจำลองต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกข้อมูลมาใช้

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณฝนจากของประเทศไทย จากการพยากรณ์โดยแบบจำลองภูมิอากาศโลกต่างๆ ได้แก่ แบบจำลอง CGCM2 HadCM3 MRI และ PRECIS: ECHAM4 โดยวิเคราะห์ข้อมูลทั้งจากแบบจำลองโดยตรง (Raw)

วิเคราะห์โดยใช้วิธีเทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD ทั้งในแง่ของการวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรม แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือน และพฤติกรรมการเกิดซ้ำและความรุนแรงที่คาบการเกิด 1 ปี เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกแบบจำลองรวมถึงการนำข้อมูลจากแบบจำลองมาวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสมเพื่อสามารถนำข้อมูลผลพยากรณ์ไปประยุกต์ใช้ต่อไปในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก จากผลการศึกษาพบว่าโดยรวมข้อมูลอุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต และข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 พบว่าแบบจำลองภูมิอากาศโลกที่ยังไม่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูล (CGCM2-Raw) มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ข้อมูลจากแบบจำลองที่เทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัดจริง (CGCM2-Ratio) ส่วนข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD มีอัตราการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด หรือแทบจะไม่เห็นความเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน และพบว่าช่วงการแกว่งของข้อมูลลดลงมากโดยไม่สามารถจับค่าสูงสุดและต่ำสุดของข้อมูลได้ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณฝนพบว่า ปริมาณฝนในอนาคตมีแนวโน้มโดยเฉลี่ยลดลงสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดจริง ยกเว้นแบบจำลอง PRECIS: ECHAM4 ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยของข้อมูลภูมิอากาศโลก ข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD มีความแปรปรวนของข้อมูลค่อนข้างมาก การวิเคราะห์ Ratio จึงมีแนวโน้มและรูปแบบข้อมูลที่ดีกว่าสามารถจับค่าสูงสุดต่ำสุดได้มากกว่า เช่นเดียวกันกับที่ได้กล่าวไว้ในเรื่องอุณหภูมิ

พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลองและที่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติพบพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่ชัดเจนที่คาบการเกิด 1 ปี โดยข้อมูลจากแบบจำลอง CGCM2 จะมีความสม่ำเสมอของพฤติกรรม แต่ข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 กลับไม่สม่ำเสมอ ส่วนแบบจำลอง MRI เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่ารูปแบบพฤติกรรมจากการเทียบสัดส่วนกับข้อมูลตรวจวัด (Ratio) จากแบบจำลอง CGCM2 มีความสอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดมากที่สุด โดยพบว่าทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดมีความชัดเจนของพฤติกรรมประมาณปี ค.ศ. 2020 จนถึงปี ค.ศ. 2100 ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่พบในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ และอาจแสดงถึงความรุนแรงของสภาพอากาศ ณ ช่วงเวลาดังกล่าว แต่พฤติกรรมดังกล่าวไม่สม่ำเสมอ ส่วนการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิจากข้อมูลภูมิอากาศโลก พบว่าทั้งอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดมีแนวโน้มอุณหภูมิในอนาคตเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณฝน

ส่วนใหญ่มีแนวโน้มลดลงทั้ง 2 สมมติฐาน โดยข้อมูลภูมิอากาศโลกที่เทียบสัดส่วนด้วยข้อมูลตรวจวัด (Ratio) และข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ความละเอียดสูงเชิงสถิติที่ได้จากแบบจำลอง ASD ในข้อมูลทุกแบบจำลองสามารถแสดงผลของค่าเฉลี่ยรายเดือนได้ดีกว่าแบบจำลองภูมิอากาศโลกที่ยังไม่ผ่านการสังเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม เมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดจริงในปีฐาน ทั้งในช่วงอดีต 1982-2004 (Past) ช่วงอนาคตระยะใกล้ 2015-2034 (Near Future) และอนาคตระยะไกล 2075-2099 (Far Future) แต่จะสังเกตได้ว่าช่วงอนาคตระยะไกลจะมีความแปรปรวนของข้อมูลการกระจายรายเดือนค่อนข้างมาก

จากการพิจารณาในภาพรวมต่อการเลือกแบบจำลองและการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้ การเทียบสัดส่วนจากแบบจำลอง CGCM2 เป็นแบบจำลองที่ค่อนข้างเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์เพื่อศึกษาผลกระทบและการปรับตัวในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากแนวโน้มค่าเฉลี่ยรายปี ลักษณะค่าเฉลี่ยรายเดือน และพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี มีความสอดคล้องโดยรวมกับข้อมูลตรวจวัดจริงมากที่สุด)

9.6 การพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ปริมาณฝนรายฤดู

การพัฒนาเทคนิคคาดการณ์ปริมาณฝนในช่วงรายฤดูได้แบ่งชุดข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มข้อมูลอุณหภูมิจุดและฝน (Local) กลุ่มข้อมูลดัชนีสมุทศาสตร์ (Nino) กลุ่มข้อมูลภูมิอากาศโลก (GCM) เฉพาะสมมติฐาน B2 นำข้อมูลทั้งหมดมาคิดช่วงเวลาเหลือมล้ำที่ดีที่สุดและให้ไม่เกินระยะเวลา 6 เดือนเพื่อให้แนวโน้มยังอยู่ในช่วงของฤดูกาลที่ใกล้เคียงกัน วิเคราะห์โดยหาค่าสัมประสิทธิ์ และหาค่าปริมาณฝน และแยกฤดูกาลคือช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้ง ผลการเปรียบเทียบพบว่าชุดข้อมูลที่มีครบทั้งข้อมูล Local Nino และ GCM ให้ผลการปรับเทียบและสอบทานข้อมูลได้ดีที่สุด เมื่อพิจารณาช่วงปรับเทียบข้อมูลทั้ง 2 ช่วง คือ ช่วงปรับเทียบระยะยาวจากอดีต ค.ศ. 1982-2000 และช่วงปรับเทียบหลัง ค.ศ. 1995 คือช่วงปี 1996-2000 ผลการศึกษาพบว่าผลการปรับเทียบระยะยาวให้ผลการคาดการณ์สอดคล้องมากกว่าเนื่องจากช่วงเวลาในการปรับเทียบค่อนข้างมาก ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงปรับเทียบระยะยาว กลุ่มข้อมูล Local ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิสูงสุด และปริมาณฝน กลุ่มข้อมูล Nino ข้อมูลที่เหมาะสมคือทั้ง SOI Nino4 และ DMI แต่พบว่า ชุดข้อมูลที่มีเฉพาะ Nino และ GCM ในช่วงฤดูกาลทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง Nino34 แสดงผลได้ดีกว่า Nino 4 เล็กน้อย โดยสามารถจับค่าสูงสุดต่ำสุดได้มากกว่า นอกจากนี้มีข้อสังเกตว่าในช่วงฤดูแล้งของช่วงการปรับเทียบระยะยาว DMI จะไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณฝน ส่วนกลุ่มข้อมูลจาก

แบบจำลอง CGCM2 B2 ข้อมูลที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิสูงสุดและปริมาณฝน ส่วนผลการเปรียบเทียบ ข้อมูลหลังปี ค.ศ. 1995 ข้อมูล Local ที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิต่ำสุด และปริมาณฝน กลุ่มข้อมูล Nino ปริมาณฝนรวมทั้งปีมีกลุ่มข้อมูลที่เหมาะสมคือทั้ง SOI Nino4 และ DMI ส่วนกลุ่มข้อมูลจาก แบบจำลอง CGCM2 B2 ข้อมูลที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิต่ำสุดและปริมาณฝน เมื่อแบ่งรายฤดูโดย พิจารณาจากชุดข้อมูลที่มีครบทั้ง 3 ชุดซึ่งเป็นชุดที่ให้ผลเปรียบเทียบและสอบทานสอดคล้องที่สุดพบว่า ฤดูฝน ชุดข้อมูลที่เหมาะสมคือ SOI และ DMI ข้อมูล Nino ไม่มีอิทธิพลมากนัก ส่วนฤดูแล้งชุดข้อมูล ที่ให้ผลสอดคล้องคือ Nino4 และ DMI จากผลการศึกษาพบว่าแปรต่างที่นำมาคัดกรองเบื้องต้น และช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบข้อมูลมีความสำคัญต่อการเลือกตัวแปรค่อนข้างมาก

9.7 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพฤติกรรมของข้อมูลสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ข้อมูลดัชนีสมุทรศาสตร์ต่างๆ ตลอดจนข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกจากแบบจำลองต่างๆ พบว่าข้อมูลเหล่านี้มีหลาย แหล่งที่ทำการศึกษา เช่น ข้อมูล GCM ต่างๆ ซึ่งมีรูปแบบของข้อมูลแตกต่างกันไป ทั้งการได้มาของ ข้อมูลการจัดรูปแบบข้อมูลที่แตกต่างกัน ความคลาดเคลื่อนที่ต่างๆ กัน ซึ่งควรศึกษาข้อมูลในหลายๆ แหล่ง เปรียบเทียบ และเมื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาศึกษาและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ต่อการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยเฉพาะแนวโน้มของปริมาณฝนจากการศึกษา เบื้องต้นในการคัดเลือกตัวแปรต่างๆ เหล่านี้สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคนิคเพื่อคาดการณ์ ปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะสั้นได้ โดยศึกษาตัวแปรต้น ช่วงเวลาเหลื่อมล้ำ หาข้อมูลดัชนีสมุทรศาสตร์ และข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกในแต่ละแหล่ง ซึ่งข้อมูลดัชนีสมุทรศาสตร์ของแต่ละ หน่วยงานที่นำมาศึกษาก็มีความสำคัญเช่นกัน เนื่องจากชุดข้อมูลที่แตกต่าง ช่วงระยะเวลาที่ ทำการศึกษา การเปิดให้สามารถใช้ข้อมูลและความทันสมัยของข้อมูล ซึ่งเป็นแนวทางที่ควรนำมา ศึกษาต่อไปในอนาคต เพื่อช่วยให้เทคนิคการคาดการณ์ฝนในช่วงระยะสั้นของประเทศไทยมีความ หลากหลายในการเปรียบเทียบแต่ละแหล่งที่ได้ศึกษา นอกจากนี้การนำผลจากข้อมูลภูมิอากาศโลกมา ใช้โดยการลดขนาดข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นควรวิเคราะห์จากหลายๆ แบบจำลอง เพื่อหาความน่าจะเป็นและความเหมาะสมในการเลือกใช้ เพื่อช่วยในการวางแผนการจัดการเพื่อ รองรับปริมาณฝนที่มีความแปรปรวนได้ในช่วงระยะสั้นต่อไปในอนาคต นอกจากนี้จากผลการศึกษา เบื้องต้นยังพบว่าช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบข้อมูล และช่วงเวลาเหลื่อมล้ำ (time lag) ของตัวแปร ต้นมีความสำคัญค่อนข้างมาก และควรนำมาพิจารณาเมื่อมีการศึกษาต่อไป

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมชลประทาน, โครงการศึกษาเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทาน สำหรับแผนฯ 9, รายงานสถานภาพลุ่มน้ำ 25 ลุ่มน้ำ, 2546

กรมชลประทาน, การคาดการณ์สถานการณ์น้ำปี 2552, 30 กรกฎาคม 2552

ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล, 2550: โลกร้อนสุดขีด วิกฤตินาคตประเทศไทย. สำนักพิมพ์ฐานบุ๊คส์, กรุงเทพฯ, 258 หน้า

นิพนธ์ ตั้งธรรม, ศ.ดร. 2548, ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรน้ำของประเทศไทย, เอกสารนำเสนอในโครงการสัมมนาด้านสิ่งแวดล้อม สำหรับผู้บริหารระดับสูงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั่วประเทศ จัดโดย โครงการสิ่งแวดล้อมศึกษา สถาบันเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลก แห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, รายงานผลการวิจัย โครงการการศึกษานำร่องเพื่อจัดทำขั้นตอนต้นแบบในการคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้ารายฤดูกาลและผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำ, 2551

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 2549, โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดการทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่พร้อมระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการทางสังคมในบริเวณพื้นที่จังหวัดระยอง จัดทำโดย สุจิต คุณธนกุลวงศ์, รศ.ดร.และคณะ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2545 "เบื้องลึกเอลนีโญ...มหันตภัยแล้งซ้ำซาก" เอกสารประกอบการเสวนาเชิงปฏิบัติการ

สุจิต คุณธนกุลวงศ์, รศ.ดร.และคณะ, 2550 , การประเมินและพยากรณ์น้ำฝนจากข้อมูลระยะไกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, เอกสารวิชาการ

วิรัช ฉัตรตรงค์ สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และวิชญาณ เจริญกุล พฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนของประเทศไทย จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก, โยธาแห่งชาติครั้งที่ 14 พค 2552 (6 pp)

ภาษาอังกฤษ

Canada Climate Change Scenarios Network (CCCSN). <http://www.ccsn.ca> (Last accessed: January 10, 2008.)

Climate Change and Impact & Adaptation Research in Thailand, National Workshop on HAE Model Development , organized by World Bank, Mar 16, 2009.

Climate Change Impact Assessment Methodology to Water Resource Management in East Coast Basin, TRF seminar, Faculty of Engineering Chulalongkorn University , Mar 13, 2008.

Climate Change and Water Study in Thailand, Seminar on Impact of Climate Change on Irrigation Systems, by JIID, March 23 – 25, 2009 Chiangmai, Thailand.

Climate Change: Present and Future Challenges/Opportunities for Vulnerable Asia-Pacific Countries: Impacts/Adaptation: Water Resources and Coastal Systems, TICA Annual International Training Workshop, July 15, 2009.

Cohen, S.J., 1990. Bringing the Global Warming Issue Closer to Home: the Challenge of Regional Impact Studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **71**, 520-526

Crane, R.G., and B.C. Hewitson, 1998: Doubled CO₂ Precipitation Changes for the Susquehanna Basin: Downs-scaling from the GENESIS General Circulation Model. *International Journal of Climatology*, **18**, 65-76.

Flato, G.M., G.J. Boer, W.G. Lee, N.A. McFarlane, D. Ramsden, M.C. Reader and A.J. Weaver. 2000. The Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis global coupled model and its climate. *Climate Dynamics*, **16**, 451-467.

Gates, W.L., 1985: The Use of General Circulation Models in the Analysis of the Ecosystem Impacts of Climatic Change. *Climatic Change*, **7**, 267-284

Gu, D. and S.G.H. Philander, 1995: "Secular Changes of Annual and Interannual Variability in the Tropics during the Past Century." *Journal of Climate*, **8**, 864-876.

- Hughes, J.P., P. Guttorp, and S.P. Charles, 1999. A Non-homogeneous Hidden Markov Model for Precipitation Occurrence. *Applied Statistics*, **48**, 15-30.
- Imbrie, J. and K.P. Imbrie, 1986: IPP Ages Solving the Mystery. *Harvard University Press*, Longon, 224pp.
- Impact of Global Climate Change to Monthly Rainfall-Runoff in Thailand and its Impacts on Water Resources Management in the Eastern Region of Thailand, 2nd GMS Development Dialogue by ADB, May 21, 2008.
- IPCC, 2007. "Climate Change 2007: The Physical Science Basis." Contribution of Working Group I to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- Kaiser, G., 1994: A Friendly Guide to Wavelets. Birkhauser, 300 pp.
- Karl, T.R., R.W. Knight, and N. Plummer, 1995: "Trends in high-frequency climate variability in the twentieth century." *Nature*, **337**, 217-220.
- Kidson, J.W., and C.S. Thompson, 1998; A Comparison of Statistical and Model-Based Downscaling Techniques for Estimating Local Climate Variations. *Journal of Climate*, **11**, 735-753.
- Kim, J.W., J.T. Chang, N.L. Baker, D.S. Wilks, and W.L. Gates, 1984: The Statistical Problem of Climat Inversion: Determination of the Relationship between Local and Large-scale Climate. *Monthly Weather Review*, **112**, 2069-2077
- Kitoh, A., D. Nohara, and M. Hosaka. 2006."Impact of Global Warming on Precipitation and Streamflow Simulated by a 20-km Mesh Climate Model." The 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources (APHW) Conference. Bangkok, Thailand: National Research Council of Thailand (NRCT)
- Lamb, P. 1987: On the Development of Regional Climatic Scenarios for Policy Oriented Climatic Impact Assessment. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **68**, 1116-1123

- Lau, K.M., and H.Y. Weng, 1995: Climate Signal Detection Using Wavelet Transform: How to Make a Time Series Sing. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **76**, 2390-2402.
- London Climate Change Partnership (LCCP), 2002: A Climate Change Impacts in London Evaluation Study. Final Technical Report, Entec UK Ltd.
- Markovic D. and M. Koch. 2006. "Characteristic scales, temporal variability modes and simulation of monthly Elbe River flow time series at ungauged locations," *Physics and Chemistry of the Earth*, **31**, 1262–1273
- Markovic, D. and Koch, M., 2005b."Wavelet and scaling analysis of monthly precipitation extremes in Germany in the 20th century: Interannual to interdecadal oscillations and the North Atlantic oscillation influence" *Water Resources Research*, **41**, W09420.
- Martin, E., B. Timbal, and E. Brun, 1997: Downscaling of General Circulation Model Outputs: Simulation of the Snow Climatology of the French Alps and Sensitivity to Climate Change. *Climate Dynamics*, **13**, 45-56.
- Mearns, L.O, F. Giorgi, P. Whetton, D. Pabon, M. Hulme, and M. Lai, 2003: Guidelines for use of Climate Scenarios Developed from Regional Climate Model Experiments. Data Distribution Center of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Misiti, M., Y. Misiti, G. Oppenheim, and J.M. Poggi, 2007: MATLAB® Wavelet Toolbox 4 User's Guide, The MathWorks, Inc., Online Documents (<http://www.mathworks.com>), 1180 pp.
- Murphy, J.M., 1999: An Evaluation of Statistical and Dynamical Techniques for Downscaling Local Climate. *Journal of Climate*, **12**, 2256-2284.
- National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA). http://www.pmel.noaa.gov/tao/el_nino/nino-home.html. (Last accessed: March 28, 2007.)
- Neelin, J.D., D.S. Battisti, A.C. Hirst, Fei-Fei Jin, Y. Wakata, T. Yamagata, and S.E. Zebiak, 1998: "ENSO theory." *J. of Geophysics Research*, **103** (17), 14,261-14,290.

- Paulin C, 2006. "Special and temporal variability of Canadian seasonal precipitation (1900-2000). *Advances in Water Resources*, **29**, 1846-1865.
- Robinson, P.J., and P.L. Finkelstein, 1989: Strategies for Development of Climate Scenario. Final Report to the U.S. Environmental Protection Agency. Atmosphere Research and Exposure Assessment Laboratory, Office of Research and Development, USEPA, Research Triangle Park, NC, 73 pp.
- Ruosteenoja, K., T.R. Carter, K. Jylhä and H. Tuomenvirta, 2003: Future climate in world regions: an Intercomparison of model-based projections for the new IPCC emissions scenarios. *The Finnish Environment*, **644**, Finnish Environment Institute, 83pp.
- Smith, J.B., and D.A. Tirpak, 1989: The Potential Effects of Global Climate Change on the United States. Report to Congress, United States Environmental Protection Agency, EPA-230-0-89-050, Washington, DC, 409 pp.
- Thailand Country Climate Change Perspective, Theme IV: Impact of Climate Change on Transboundary Water Governance and Reform Needs Department of Water Resources, Ministry of Natural Resources and Environment, May 21, 2009.
- The Data Distribution Centre (DDC) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), <http://www.ipcc-data.org>. (Last accessed: Jan. 11, 2008.)
- Torrence, C., and G.P. Compo, 1998: "A Practical Guide to Wavelet Analysis." *Bulletin of the American Meteorological Society*, **79** (1), 61-78.
- Torrence, C., and G.P. Compo, 1998: A Practical Guide to Wavelet Analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **71** (1), 61-78.
- Toshio Yamagata Toward predicting climate variations for disaster prevention under the global warming stress UNITAR Hiroshima Sept. 30, 2008 (<http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/>)
- Von Storch, H., 1999: On the use of "Inflation" in Statistical Dwonscaling. *J. of Climate*, **12**, 3505-3506.

- Von Storch, H., E. Zorita, and U. Cubasch, 1993: Downscaling of Global Climate Change Estimates to Regional Scales: An Application to Iberian Rainfall in Wintertime. *Journal of Climate*, **6**, 1161-1171.
- Wang, B., and Y. Wang, 1996: "Temporal Structure of the Southern Oscillation as Revealed by Waveform and Wavelet Analysis." *Journal of Climate*, **9**, 1586-1598.
- Wilby, R.L. and Dawson, C.W., 2007: Statistical Downscaling Model SDSM version 4.2. A decision support tool for the assessment of regional climate change impacts, 94 pp.
- Wilby, R.L., S.P. Charles, E. Zorita, B. Timbal, P. Whetton, and L.O. Mearns, 2004: Guidelines for Use of Climate Scenarios Developed from Statistical Downscaling Methods. Data Distribution Center of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 27 pp.
- Wilby, R.L., T.M.L. Wigley, D. Conway, P.D. Jones, B.C. Hewitson, J. Main, and D.S. Wilks, 1998: Statistical Downscaling of General Circulation Model Output: A Comparison of Methods. *Water Resources Research*, **34**, 2995-3008.
- Wilks, D.S., and R.L. Wilby, 1999: The Weather Generation Game: A Review of Stochastic Weather Models. *Progress in Physical Geography*, **23**, 329-357.
- Yamagata Toshio, Toward predicting climate variations for disaster prevention under the global warming stress UNITAR Hiroshima
Sept. 30, 2008 <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/ioid/>
- Zorita, E., J.P. Hughes, D.P. Lettenmaier, and H. von Storch, 1995: Stochastic Characterization of Regional Circulation Patterns for Climate Model Diagnosis and Estimation of Local Precipitation. *Journal of Climate*, **8**, 1023-1042.
- Zorita, E. and H. von Storch, 1999: The Analog Method as a Simple Statistical Downscaling Technique: Comparison with more Complicated Methods. *Journal of Climate*, **12**, 2474-2489.

เอกสารเผยแพร่อื่นๆ

- กัณฑ์รีย์ บุญประกอบ, 2007, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง,
<http://www.ru.ac.th/climate-change/sci.htm>
- กรมอุทกศาสตร์, กองทัพเรือ, <http://www.navy.mi.th>
- กระทรวงพาณิชย์ อ้างจากสถานีอุตุนิยมวิทยา ชลบุรี
www.moc.go.th/opscenter/cb/maketing_data47/pass1.pdf
- ศูนย์ภูมิอากาศแห่งชาติ, กรมอุตุนิยมวิทยา, การกลับมาของลานีญา ปี ค.ศ.2007,
<http://www.tmd.go.th>
- สุจิตต์ คุณธนกุลวงศ์ บทบาทของ R&D ในการประเมินผลกระทบและปรับตัวของไทยสัมมนา
วิชาการ ในวาระครบรอบ 15 ปี สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย "...ภาวะโลกร้อนในบริบทของ
สังคมไทย..." วันอังคารที่ 29 กรกฎาคม 2551 ณ ศูนย์การประชุมอิมแพ็ค เมืองทองธานี
- ดร. วิรัช ชาติตรงค์ รศ.ดร. สุจิตต์ คุณธนกุลวงศ์ วิชาญณ เจริญกุล, พฤติกรรมของอุณหภูมิ
เฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก, การ
ประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14 พค 2552 (6 pp)
- สุจิตต์ คุณธนกุลวงศ์ การศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับการเพิ่มของระดับ น้ำ
ทะเล, การประชุมสัมมนาวิชาการ โครงการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของ
ระดับน้ำทะเลต่อสภาพการใช้ที่ดินชายฝั่งทะเลของประเทศไทย, สผ., 28 พค 2552
- สุจิตต์ คุณธนกุลวงศ์ การคาดการณ์สถานการณ์น้ำปี 2552, นำเสนอที่กรมชลประทาน,
30 กรกฎาคม 2552
- Australian Academy of Technological Sciences and Engineering, ATSE Focus No
99, November/December 1997, <http://www.atse.org.au/index.php?sectionid=383>
- Chamnong Kaewchada, กรมอุตุนิยมวิทยา 2005, <http://www.tmd.go.th>
- Jan Null, El Nino & La Nina Years: A Consensus List, Golden Gate Weather Services,
<http://ggweather.com/enso/years.htm>.
- OOPC Secretariat - IOC/UNESCO, 2005-6,
http://ioc3.unesco.org/oopc/state_of_the_ocean/atm/

- Sucharit K., Climate Change Impact Assessment Methodology to Water Resource Management in East Coast Basin, TRF seminar, Faculty of Engineering Chulalongkorn University , Mar 13, 2008.
- Sucharit K ., Impact of Global Climate Change to Monthly Rainfall-Runoff in Thailand and its Impacts on Water Resources Management in the Eastern Region of Thailand, 2nd GMS Development Dialogue by ADB, May 21, 2008.
- Sucharit K ., Climate Change and Impact & Adaptation Research in Thailand, National Workshop on HAE Model Development , organized by World Bank, Mar 16, 2009.
- Sucharit K., Climate Change and Water Study in Thailand, Seminar on Impact of Climate Change on Irrigation Systems, by JIID, March 23 – 25, 2009 Chiangmai, Thailand.
- Sucharit K., Thailand Country Climate Change Perspective, Theme IV: Impact of Climate Change on Transboundary Water Governance and Reform Needs Department of Water Resources, Ministry of Natural Resources and Environment, May 21, 2009.
- Sucharit K., Climate Change: Present and Future Challenges/Opportunities for Vulnerable Asia-Pacific Countries: Impacts/Adaptation: Water Resources and Coastal Systems, TICA Annual International Training Workshop, July 15, 2009.

ภาคผนวก ก

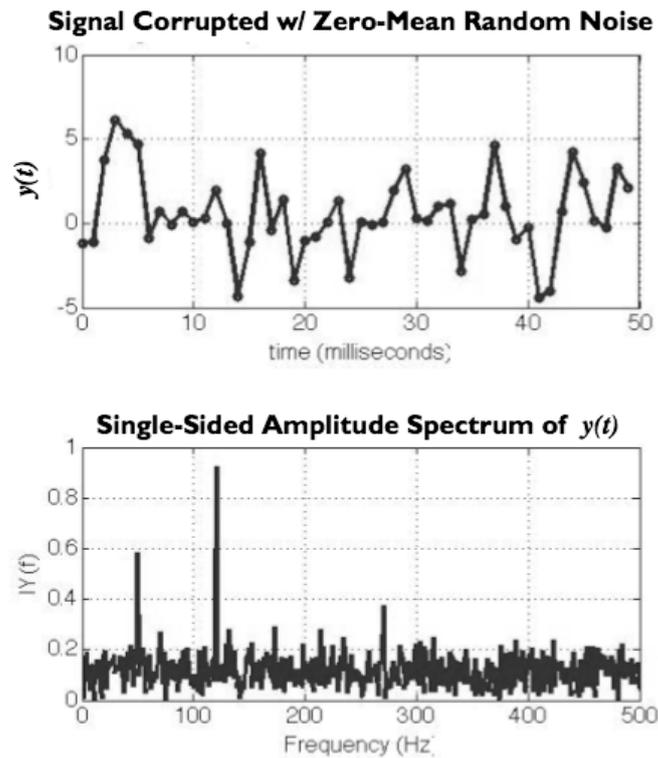
ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คาบการเกิดซ้ำด้วยการแปลงเวฟเล็ต

ก.1 การวิเคราะห์คาบการเกิดซ้ำในมิติของเวลาและความถี่

การศึกษากฎธรรมชาติของคาบการเกิดของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ผ่านมาในประเทศไทย นิยมใช้การวิเคราะห์ข้อมูลในมิติของเวลา (Time Domain Analysis) โดยเน้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นรายฤดูกาล หรือรายปีเป็นสำคัญ แนวทางดังกล่าวไม่สามารถแสดงรายละเอียดของคาบการเกิดซ้ำและการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังตัวอย่างในรูปที่ ก-1 (บน) ซึ่งแสดงข้อมูลสมมุติในมิติของเวลา ข้อมูลดังกล่าวประกอบไปด้วยคลื่นความถี่หลัก 50 และ 120 เฮิรท์ (หรือที่คาบการเกิดหลัก 1/50 และ 1/120 วินาที) รวมกับความคาดเคลื่อนแบบปกติ จะเห็นว่าเราไม่สามารถบ่งชี้ถึงความถี่หลักเหล่านี้ได้โดยง่ายจากการแสดงผลในมิติของเวลาดังกล่าวนี้

ในทางตรงกันข้ามหากทำการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาในมิติของความถี่ (Frequency Domain Analysis) เช่น การใช้การแปลงฟูเรียร์ (Fourier Transform) หรือการแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform) เป็นต้น จะสามารถศึกษาคาบการเกิดและการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้โดยง่าย และมีประสิทธิภาพมากกว่าการวิเคราะห์ในมิติของเวลา ดังตัวอย่างในรูปที่ ก-1 (ล่าง) ซึ่งแสดงข้อมูลอนุกรมเวลาเดียวกันนี้ในมิติของความถี่ โดยการแปลงฟูเรียร์ จะเห็นว่าในกรณีดังกล่าว เราสามารถบ่งชี้ความถี่หลักที่ 50 และ 120 เฮิรท์ได้โดยง่าย นอกจากนี้ เรายังสามารถบอกได้ว่าความถี่ที่ 120 เฮิรท์มีความสำคัญมากกว่าความถี่ที่ 50 เฮิรท์ จากความสูงของกราฟอีกด้วย



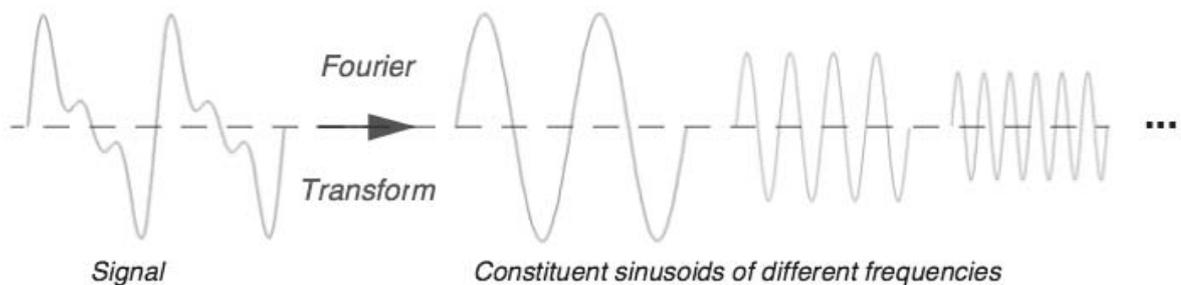
รูปที่ ก-1 ตัวอย่างข้อมูลสมมุติที่ประกอบด้วยความถี่หลักที่ 50 และ 120 เฮิรท์ บวกกับความคาดเคลื่อนแบบปกติ โดยแสดงในมิติของเวลา (บน) และในมิติของความถี่โดยการแปลงฟูเรียร์ (ล่าง)

เครื่องมือที่ใช้ในการแปลงข้อมูลจากมิติของเวลาไปสู่มิติของความถี่มีอยู่มากมาย แต่เทคนิคที่นิยมใช้สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่คงที่ (Non-stationary) เรียกว่า การแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform) วิธีการนี้พัฒนามาจากการแปลงฟูเรียร์ (Fourier Transform) ให้สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงของความถี่ในช่วงเวลาต่างๆ ได้ ตัวอย่างของการงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้การแปลงเวฟเล็ต ประกอบด้วย การตรวจวัดแผ่นดินไหว การวิเคราะห์รูปภาพ คลื่นสัญญาณ การศึกษาความแปรปรวนควอนตัมฟิสิกส์ งานวิจัยด้านยาและการรักษาโรค รวมไปถึงงานทางด้านการวิเคราะห์สภาพอากาศ

เนื่องจากการแปลงเวฟเล็ตเกี่ยวข้องกับสมการคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและไม่เป็นที่คุ้นเคยในหมู่นักอุตสาหกรรม ดั้งนั้นรายงานนี้จึงขอนำเสนอถึงความรู้พื้นฐานของการแปลงเวฟเล็ต โดยเริ่มจากหลักการแปลงฟูเรียร์ ข้อจำกัดต่างๆ ซึ่งนำมาสู่การพัฒนาเป็นการแปลงเวฟเล็ต รวมทั้งแนวทางการนำเสนอข้อมูลในมิติของความถี่ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการใช้งานต่อไป

ก.2 ทฤษฎีการแปลงฟูรีเยร์ (Fourier Transform)

การแปลงฟูรีเยร์ (Fourier Transform) เป็นแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาของสัญญาณที่เป็นที่รู้จักและใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแปลงสัญญาณของคลื่นไฟฟ้า (Signal Processing) การแปลงฟูรีเยร์อาศัยหลักการที่ว่า อนุกรมเวลาของคลื่นสัญญาณใดๆ จะสามารถแยกออกได้เป็นคลื่นไซน์ (Sinusoids) ที่ความถี่ต่างๆ (Frequency) ที่มีกำลัง (Amplitude) ต่างกัน ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ ก-2



รูปที่ ก-2 สัญญาณคลื่นในมิติของเวลาสามารถแยกออกเป็นคลื่นไซน์ที่ความถี่ต่างๆ ที่มีกำลังต่างกันได้ (ที่มา Misiti, 2007)

หากสมมุติให้ $f(t)$ แทนอนุกรมเวลาของข้อมูลสัญญาณในมิติของเวลา ผลการแปลงฟูรีเยร์ของ $f(t)$ หรือบางครั้งเรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์ของฟูรีเยร์ $F(\omega)$ สามารถหาได้จากสมการ

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-j\omega t} dt \quad (ก.1)$$

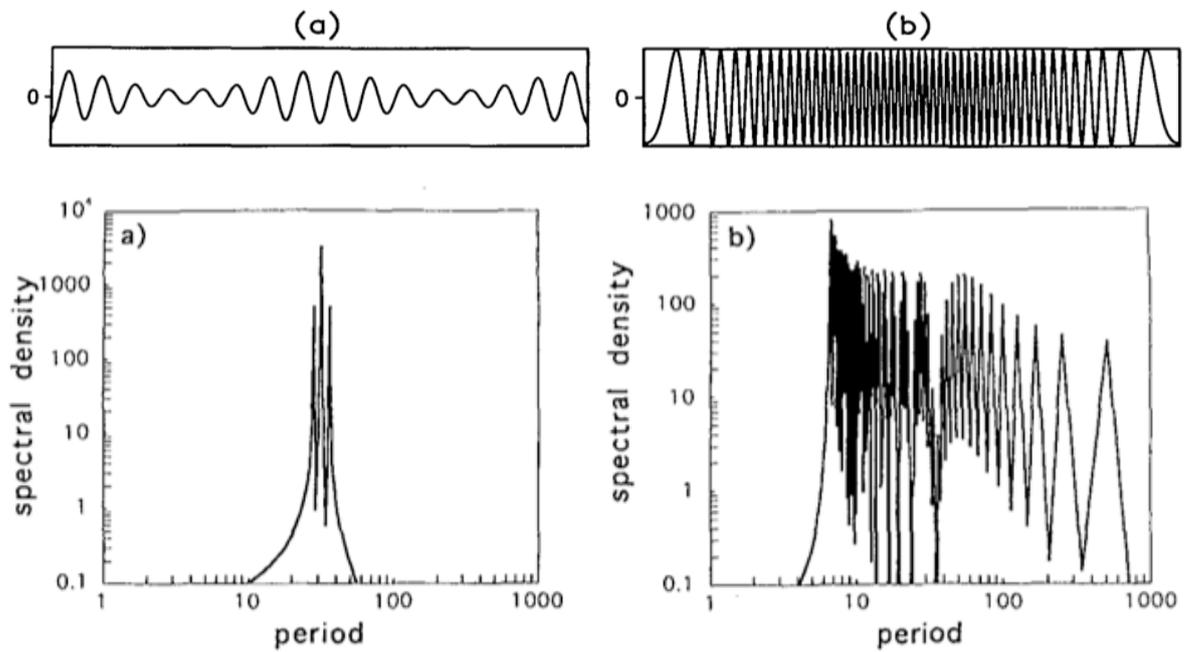
กล่าวคือผลการแปลงฟูรีเยร์ $F(\omega)$ คือผลรวมของสัญญาณ $f(t)$ คูณด้วยฟังก์ชันของค่า exponential ที่ทุกเวลา โดยฟังก์ชันของค่า exponential นี้ไม่ใช่เลขจำนวนจริง (Complex Number) แต่สามารถแตกออกมาอยู่ในรูปของฟังก์ชันของไซน์และโคไซน์ได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าการแปลงฟูรีเยร์คือการเปลี่ยนจากสัญญาณในมิติของเวลา (Time Domain) ที่แสดงขนาดของคลื่น ณ เวลาต่างๆกัน มาอยู่ในมิติของความถี่ (Frequency Domain) ที่แสดงกำลัง (Amplitude) ของคลื่น ณ ความถี่ต่างๆกันดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ ก-3 ซึ่งจะเห็นว่าสัญญาณในมิติของเวลามีการแปรปรวนมาก แม้ว่าจะเราจะสามารถมองเห็นลักษณะการเกิดซ้ำหรือความถี่ต่างๆได้โดยสังเขป แต่เราไม่สามารถบอก

รายละเอียดของความถี่เหล่านี้ได้อย่างครบถ้วน แต่เมื่อใช้การแปลงฟูเรียร์และแสดงผลในมิติของความถี่ กล่าวคือแสดงค่ากำลังของสัมประสิทธิ์ของฟูเรียร์ $F(\omega)$ ที่ความถี่ ω ต่างๆ ด้วยการแสดงผลลักษณะนี้ เราจะสามารถแยกสัญญาณออกเป็นส่วนประกอบที่มาจากความถี่หลักสามความถี่ได้ง่าย



รูปที่ ก-3 การแปลงฟูเรียร์จากข้อมูลอนุกรมของสัญญาณในมิติของเวลามาเป็นข้อมูลในมิติของความถี่ (ที่มา Misiti, 2007)

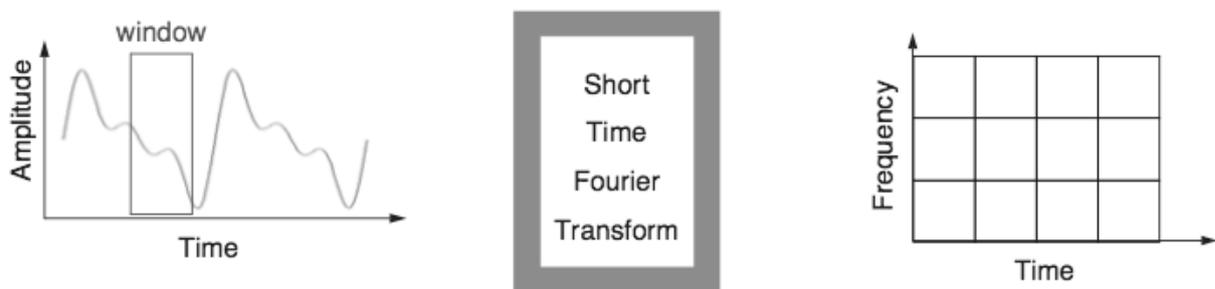
การแปลงฟูเรียร์มีประโยชน์อย่างยิ่งในการแปลงสัญญาณในมิติของเวลาที่มีความสลับซับซ้อน ให้อยู่ในรูปของความถี่ต่างๆ ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ถึงคาบการเกิดที่สำคัญต่างๆ ได้ การแปลงฟูเรียร์จะได้ผลดีเมื่อสัญญาณไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากตลอดระยะเวลาของข้อมูล (Stationary Signal) แต่ถ้าสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาอย่างฉับพลันหรือมีแนวโน้มในพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม การแปลงฟูเรียร์จะให้ค่าที่มีความผิดพลาดได้ ยกตัวอย่างเช่น สัญญาณในรูปที่ ก-4 (a) ที่สัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงขนาดแต่ความถี่คงที่ และรูปที่ ก-4 (b) ที่มีการเปลี่ยนแปลงความถี่แต่ขนาดคงที่ ซึ่งสัญญาณทั้งสองสามารถหาการแปลงฟูเรียร์ออกมาได้แต่ไม่สามารถสื่อถึงขนาดและความถี่ที่สำคัญได้อย่างถูกต้อง ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นสิ่งที่พบมากในการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรสภาพอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ดังนั้นการแปลงฟูเรียร์ดังกล่าวจึงอาจไม่ใช่แนวทางที่เหมาะสมกับการศึกษาตัวแปรดังกล่าว



รูปที่ 4-4 การแปลงฟูเรียร์จากข้อมูลอนุกรมของสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงในเวลา โดยรูป (a) มีการเปลี่ยนแปลงขนาดที่เวลาต่างๆ โดยความถี่คงที่ และรูป (b) มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ โดยที่เวลาคงที่ จะเห็นได้ว่าผลการแปลงฟูเรียร์ไม่สามารถแสดงถึงพฤติกรรมของสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาดังกล่าวได้ดีนัก (ที่มา Lau and Weng, 1995)

แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาเมื่อสัญญาณที่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการแปลงฟูเรียร์แบบกำหนดหน้าต่าง (Short-Time Fourier Transform, STFT) ซึ่งเป็นการแปลงฟูเรียร์ของข้อมูลภายใต้หน้าต่างของช่วงเวลาที่เล็กๆ โดยใช้สมการที่ ก.1 และเปลี่ยนจากการอินทิเกรตตลอดช่วงเวลากลับมาเป็นอินทิเกรตเฉพาะในช่วงเวลาย่อยที่สนใจ จากนั้นจึงทำการย้ายหน้าต่างนั้นไปเรื่อยๆ จนครบทุกช่วงเวลา ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวจะแสดงผลในรูปแบบของแผนภาพ (Elevation Map) หรือเส้นชั้นความสูง (Contour) ที่แสดงขนาดของความถี่ ที่เวลาถึงกลางของหน้าต่างที่สนใจ ดังแสดงในรูปที่ ก-5 แนวทางดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ลักษณะของสัญญาณที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาย่อยๆ ได้

อย่างไรก็ดีการวิเคราะห์ด้วย STFT ก็มีข้อจำกัด กล่าวคือ (1) ผลการวิเคราะห์จะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของหน้าต่างที่กำหนด ทำให้ต้องมีการวิเคราะห์หลายๆ ครั้งด้วยขนาดหน้าต่าง ต่างๆกันเพื่อเลือกความกว้างของหน้าต่างที่เหมาะสม และ (2) ขนาดของหน้าต่างที่คงที่ในเวลาและความถี่ ดังแสดงในรูปที่ 6-4 ทำให้สามารถจับข้อมูลที่มีความถี่สูงได้มาก (สัญญาณความถี่สูงเกิดหลายครั้งในหน้าต่างที่กำหนด) แต่ไม่สามารถจับข้อมูลที่มีความถี่ต่ำได้ครบถ้วน (สัญญาณความถี่ต่ำยาวเลยขนาดของหน้าต่างที่กำหนด) ทำให้ขนาดที่ความถี่ต่ำมีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น และที่ความถี่สูงมีค่าสูงกว่าที่ควรจะเป็น ซึ่งส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูลได้



รูปที่ 6-5 การแปลงฟูเรียร์แบบกำหนดหน้าต่าง (Short Time Fourier Transform) เกิดจากการแปลงฟูเรียร์ของข้อมูลที่หน้าต่างเวลาย่อย (Window) โดยจะแสดงผลเป็นขนาด (ความสูงที่ตั้งฉากกับหน้ากระดาษ) ของความถี่ ณ ตำแหน่งในเวลาของหน้าต่างที่วิเคราะห์ (ที่มา Misiti, 2007)

6.3 ทฤษฎีการแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform)

การแปลงเวฟเล็ต (WT) เป็นแนวทางที่พัฒนามาจากข้อจำกัดของการแปลงฟูเรียร์แบบกำหนดหน้าต่าง (STFT) โดยประยุกต์ให้ขนาดของหน้าต่างกว้างมากขึ้นสำหรับสัญญาณที่มีความถี่ต่ำและแคบลงสำหรับสัญญาณที่มีความถี่สูงโดยอัตโนมัติ ดังลักษณะที่แสดงในรูปที่ 6-6 ขนาดของหน้าต่างที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ดังกล่าวทำให้ผลการวิเคราะห์ตัวแปรอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดและความถี่ที่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และมีความรวดเร็วเนื่องจากไม่จำเป็นต้องแปลงสัญญาณหลายครั้งที่มีขนาดของหน้าต่างต่างๆ กันเหมือนการแปลง STFT



รูปที่ 6-6 การแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform) ที่ประยุกต์มาจากการแปลงเวฟเล็ตแบบกำหนดหน้าต่าง (STFT) โดยให้ขนาดของหน้าต่างกว้างขึ้นเมื่อวิเคราะห์สัญญาณความถี่ต่ำ และแคบลงเมื่อวิเคราะห์สัญญาณความถี่สูง (ที่มา Misiti, 2007)

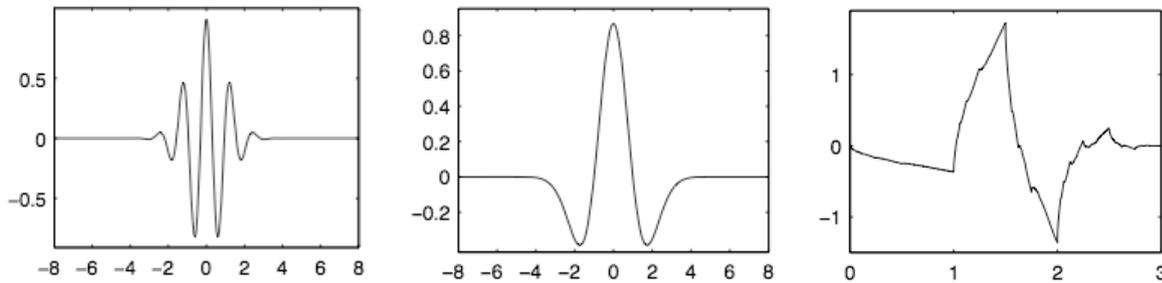
สมการทางคณิตศาสตร์ของการแปลงเวฟเล็ต จะมีลักษณะคล้ายกับการแปลงฟูเรียร์ในสมการที่ (ก.1) โดยสมมติให้ $f(t)$ แทนอนุกรมเวลาของข้อมูลสัญญาณในมิติของเวลา ผลการแปลงเวฟเล็ต¹ (Wavelet Transform) ซึ่งเป็นฟังก์ชันของความถี่และตำแหน่งในเวลา สามารถหาได้จากสมการ

$$C(\text{scale}, \text{position}) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\psi(\text{scale}, \text{position}, t)dt \quad (\text{ก.2})$$

โดยที่ Ψ คือฟังก์ชันเวฟเล็ต (Wavelet Function) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสมการ ก.1 ในการแปลงฟูเรียร์ ฟังก์ชันดังกล่าวจะใช้ exponential ที่เป็นฟังก์ชันของค่าไซน์ (sinusoids) และโคไซน์ (cosinusous) ซึ่งยาวตลอดช่วงระยะเวลาของข้อมูล แต่สำหรับฟังก์ชันเวฟเล็ตจะมีการปรับความกว้างของหน้าต่างหรือสเกลโดยอัตโนมัติตามความถี่ของข้อมูล ด้วยเหตุนี้ฟังก์ชันเวฟเล็ตจึงจำเป็นต้องมีลักษณะเฉพาะ ฟังก์ชันเวฟเล็ตที่เป็นที่นิยมใช้งาน ได้แก่ ฟังก์ชัน Morlet, Mexican hat, และ Daubechies ดังแสดงในรูปที่ ก-7 อนึ่งในการแปลงเวฟเล็ตมักนิยมใช้ สเกล (Scale) แทนคาบ (Period) ซึ่งเป็นส่วนกลับของความถี่ (Frequency) ที่นิยมใช้ในการแปลงฟูเรียร์ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่าง สเกลและคาบจะแตกต่างกันไปตามชนิดของฟังก์ชันเวฟเล็ต แต่สำหรับฟังก์ชันเวฟเล็ต Morlet

¹ ในทางคณิตศาสตร์จะเรียกผลการแปลงดังกล่าวว่า การแปลงเวฟเล็ตแบบต่อเนื่อง (Continuous Wavelet Transform) ซึ่งมีพฤติกรรมแตกต่างจากการแปลงเวฟเล็ตแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Wavelet Transform) ผู้สนใจสามารถอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก (Torrence and Compo, 1998)

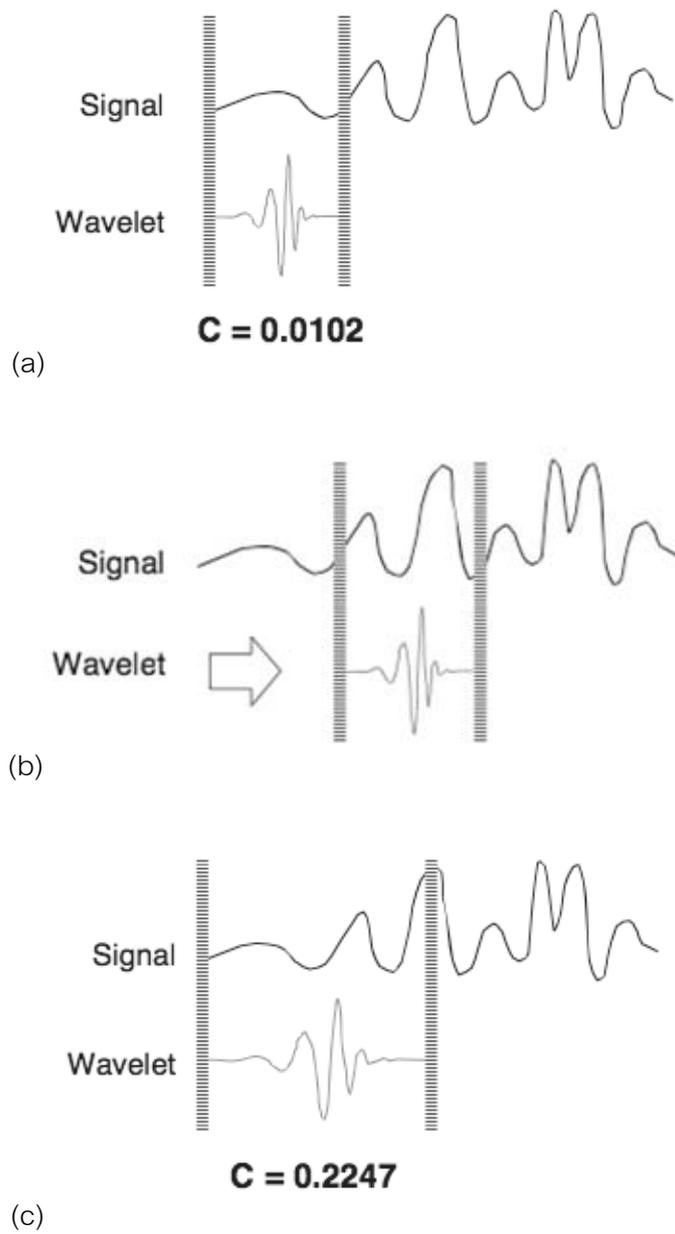
ที่นิยมใช้ มีค่าสเกลของเวฟเล็ตเท่ากับ 1.03 เท่าของคาบฟูรีเยร์ ดังนั้นเมื่อใช้ฟังก์ชันดังกล่าว จึงอาจประมาณใช้สเกล แทนคาบการเกิดซ้ำได้



รูปที่ ก-7 ตัวอย่างของฟังก์ชันเวฟเล็ตที่นิยมใช้ ได้แก่ Morlet (ซ้าย) Mexican Hat (กลาง) และ Daubechies (ขวา) (ที่มา Misiti, 2007)

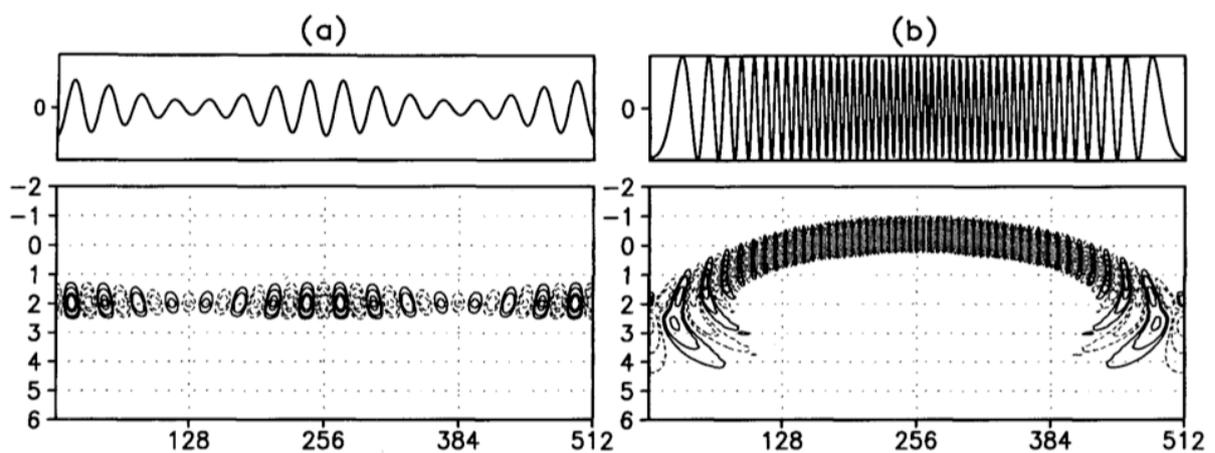
จากสมการที่ (ก.2) การแปลงเวฟเล็ต คือการรวมผลคูณของสัญญาณกับฟังก์ชันเวฟเล็ตที่เปลี่ยนสเกลและเลื่อนตำแหน่งไปจนครบทุกเวลา ซึ่งมีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้คือ

- 1) เลือกฟังก์ชันเวฟเล็ตโดยเริ่มจากสเกลเล็กสุดที่สนใจศึกษา และจัดให้ฟังก์ชันอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นเดียวกับสัญญาณที่จะทำการแปลง
- 2) หาสัมประสิทธิ์การแปลงเวฟเล็ตที่สเกลและตำแหน่งเวลาดังกล่าว, $C(\text{scale, position})$ ด้วยสมการที่ (6.2) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะแสดงความเหมือนหรือความสัมพันธ์ระหว่างฟังก์ชันเวฟเล็ตในช่วงเวลาที่ฟังก์ชันซ้อนทับข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ ก-8 (a) โดยหากทั้งสองสัญญาณมีความคล้ายคลึงกันมากค่าสัมประสิทธิ์จะมีค่ามากด้วย
- 3) เลื่อนฟังก์ชันเวฟเล็ตไปทางขวา ดังแสดงในรูปที่ ก-8 (b) และทำข้อ (2) ซ้ำจนกว่าจะครบทุกข้อมูล
- 4) ทำการขยายสเกลของฟังก์ชันเวฟเล็ตให้ยาวขึ้น ดังแสดงในรูปที่ ก-8 (c) และทำซ้ำข้อ (1) ถึงข้อ (3)
- 5) ทำซ้ำข้อ (1) และ (4) จนครบทุกสเกลที่ต้องการ จากนั้นจึงแสดงค่าสัมประสิทธิ์ C ด้วยแผนที่หรือเส้นชั้นความสูง ณ สเกลและเวลาต่างๆ



รูปที่ ก-8 ขั้นตอนการหาผลการแปลงเวฟเล็ตด้วยการเลื่อนและปรับสเกล (Shift and Scale) ของฟังก์ชันเวฟเล็ต (ที่มา Misiti, 2007)

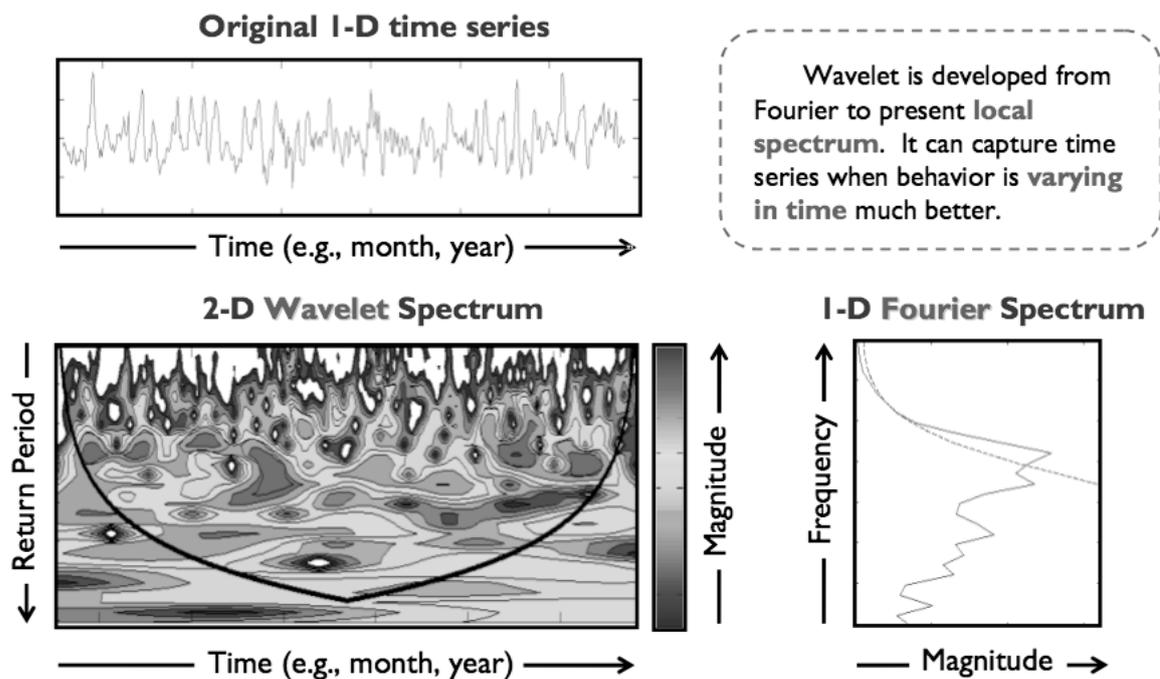
เมื่อเปรียบเทียบกับ การแปลงฟูเรียร์ การแปลงเวฟเล็ตสามารถแสดงถึงลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลาได้ดีกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือความถี่ ดังตัวอย่างในรูปที่ ก-9 ซึ่งแสดงผลการแปลงเวฟเล็ตจากสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาด และ/หรือ ความถี่ในเวลาเปรียบเทียบกับรูปที่ ก-4 ที่ใช้การแปลงฟูเรียร์ซึ่งไม่สามารถแสดงรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ ผลการแปลงเวฟเล็ตในรูปที่ ก-9 (a) แสดงความสำคัญหลักที่สเกลคงที่ ประมาณ 10^2 หน่วย แต่มีความเสถียรสูงขึ้นและลดลงตามขนาดของสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา และในรูปที่ ก-9 (b) การแปลงเวฟเล็ตแสดงเส้นชั้นความสูงที่มีขนาดคงที่ แต่ที่สเกลต่างกัน คือเริ่มจากสเกลสูง (ความถี่ต่ำ) ไปที่สเกลต่ำ (ความถี่สูง) และกลับไปสเกลสูงตามลักษณะของสัญญาณที่วิเคราะห์ จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นว่า การแปลงเวฟเล็ตจึงน่าจะเหมาะสมในการศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมของตัวแปรสภาพอากาศ ในแง่ของความถี่การเกิด ความรุนแรง และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ ก-9 การแปลงเวฟเล็ตจากข้อมูลอนุกรมของสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงในเวลา โดยรูป (a) มีการเปลี่ยนแปลงขนาดที่เวลาต่างๆ โดยความถี่คงที่ และรูป (b) มีการเปลี่ยนแปลงความถี่โดยที่เวลาคงที่ จะเห็นได้ว่าผลการแปลงเวฟเล็ตสามารถให้ข้อมูลที่ง่ายต่อการศึกษาและวิเคราะห์ในแง่ของความถี่ ความรุนแรง และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (ที่มา Lau and Weng, 1995)

ก.4 การประยุกต์ใช้เทคนิคเวฟเล็ตเพื่อศึกษาการเกิดและความรุนแรง

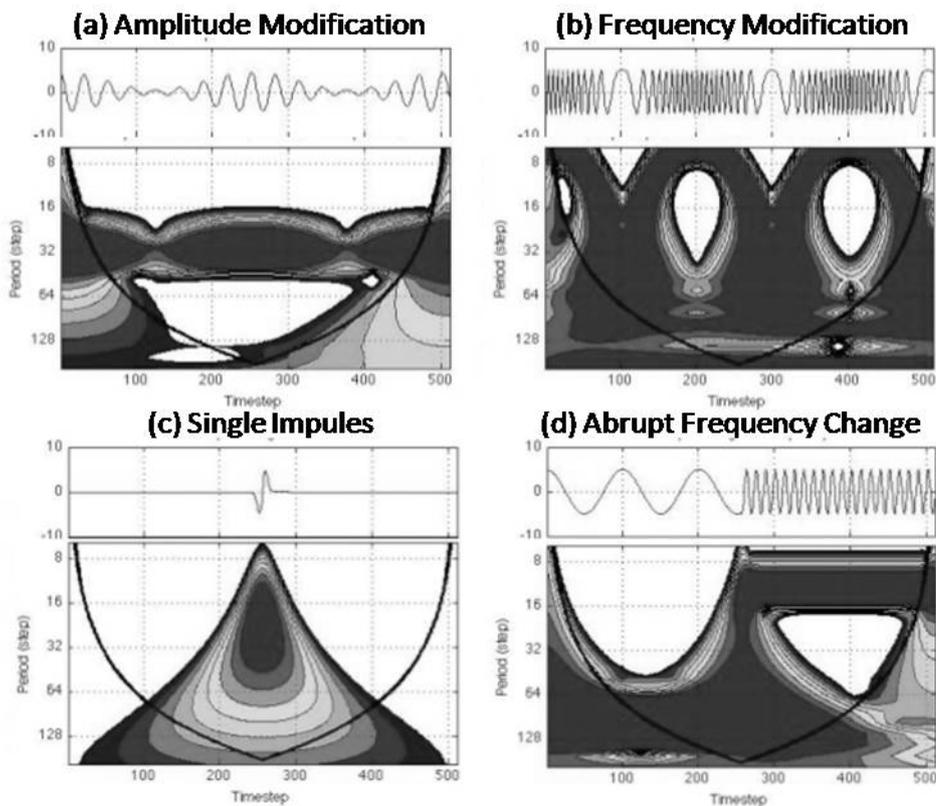
เทคนิคเวฟเล็ตสามารถประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาการเกิดและความรุนแรง รวมทั้งสังเกตพฤติกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา โดยการเปลี่ยนมุมมองของอนุกรมเวลา จากมุมมองที่แสดงค่าของตัวแปรที่แต่ละช่วงเวลา มาสู่มุมมองในรูปแบบของเส้นชั้นความถี่ ที่คาบการเกิดและที่ช่วงเวลาต่างๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ ก-10 นอกจากนี้ยังสามารถประมาณค่าการแปลงฟูเรียร์ได้จากการรวมเส้นชั้นความถี่ที่ทุกเวลาอีกด้วย การแสดงผลของการแปลงเวฟเล็ตในรูปแบบเส้นชั้นความถี่จะบ่งบอกถึงคาบการเกิดที่มีความสำคัญด้วยพื้นที่สีแดงและส้มตามลำดับ หนึ่ง ผลที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ตบริเวณขอบของข้อมูลจะมีความผิดพลาดเนื่องจากการนำข้อมูลมาวนซ้ำ ซึ่งขอบเขตที่ข้อมูลมีความผิดพลาดนี้นิยมแสดงด้วยเส้นขอบเขต (Cone of Influence) ดังแสดงด้วยเส้นทึบสีดำครึ่งวงกลม ตามรูปที่ ก-10 ซึ่งค่าที่อยู่นอกบริเวณดังกล่าวไม่ควรนำมาพิจารณาพฤติกรรมของตัวแปร



รูปที่ ก-10 ตัวอย่างการแปลงเวฟเล็ตที่เปลี่ยนจากมุมมองของข้อมูลอนุกรมเวลา มาในรูปของเส้นชั้นความถี่ที่คาบการเกิดและเวลาต่างๆ โดยผลรวมของการแปลงเวฟเล็ตในเวลาสามารถประมาณลักษณะของการแปลงฟูเรียร์ได้

ตัวอย่างของพฤติกรรมของอนุกรมเวลาที่พบบ่อยได้แก่การเปลี่ยนความเข้ม (Amplitude) คาบการเกิด (Period) พฤติกรรมต่างๆ เหล่านี้สามารถตรวจพบได้ในมิติของเวลาในกรณีที่เกิดเหตุการณ์

การเปลี่ยนแปลงอย่างหนึ่งอย่างใดที่ชัดเจน แต่หากมีการผสมผสานการเปลี่ยนแปลงด้วยหลายๆ ปัจจัยจะเป็นการยากที่จะตรวจวัดได้ในมิติของเวลาเพียงอย่างเดียว ซึ่งการใช้การแปลงเวฟเล็ตจะช่วยเพิ่มมุมมองของข้อมูลให้มีความหลากหลายมากขึ้น และทำให้สามารถแยกพฤติกรรมต่างๆ ของข้อมูลออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ ก-11 ตัวอย่างผลการแปลงเวฟเล็ตที่แสดงพฤติกรรมต่างๆ ของข้อมูลอนุกรมเวลาได้แก่ (a) การแปลงความเข้ม (b) การแปลงความถี่หรือคาบ (c) การเกิดเหตุการณ์รุนแรง และ (d) การเปลี่ยนคาบการเกิดอย่างรวดเร็ว

เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเวฟเล็ต รูปที่ ก-11 แสดงลักษณะของข้อมูลสภาพอากาศที่พบบ่อย และผลการแปลงเวฟเล็ตของลักษณะต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย (a) รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความเข้ม (Amplitude Modification) ผลการแปลงเวฟเล็ตจะมีกำลังสูงที่คาบการเกิดหนึ่งๆ ซึ่งแสดงคาบการเกิดหลักของเหตุการณ์ แต่ขนาดความกว้างของกำลังจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดความเข้มในมิติของเวลาที่เพิ่มขึ้น (b) รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความถี่หรือคาบการเกิด (Frequency or Period Modification) ผลการแปลงเวฟเล็ตจะมีกำลังสูงบนคาบการเกิดที่สัมพันธ์กับคาบการเกิดของอนุกรมเวลาในมิติของความถี่ (c) รูปแบบการเกิดเหตุการณ์ที่รุนแรง (Impulse) ผลการแปลงเวฟเล็ตจะมีกำลังสูงครอบคลุมหลายคาบการเกิด ที่เวลาที่เกิดเหตุการณ์ที่รุนแรงนั้นๆ และ (d) รูปแบบการเปลี่ยนแปลงคาบการเกิดอย่างรวดเร็ว (Abrupt Frequency Change) ผลการแปลงเวฟเล็ตจะมีกำลังสูงที่คาบการเกิดที่สัมพันธ์กับคลื่นในช่วงแรก และเปลี่ยนไปที่ตำแหน่งของคาบการเกิดใหม่ที่สัมพันธ์กับคลื่นในช่วงหลังอย่างรวดเร็ว รูปแบบเหล่านี้จะใช้เป็นพื้นฐานเพื่อให้สามารถเข้าใจและการวิเคราะห์พฤติกรรมของข้อมูลจริงที่มีการผสมผสานกันของรูปแบบต่างๆ สามารถทำได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข

การประมาณค่าและตรวจสอบสถานีภูมิอากาศ สถานีน้ำฝนน้ำท่า และการหาค่าเฉลี่ยปริมาณฝนและอุณหภูมิรายเดือน

การศึกษาข้อมูลข้อมูลภูมิอากาศ และข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือน มีรายละเอียดในการคัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนน้ำท่า การรวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆ ดังที่กล่าวในบทที่ 2 ซึ่งการคัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนน้ำท่าต้องตรวจสอบข้อมูลและเลือกสถานีที่ตรวจสอบข้อมูลแล้วมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยมีรายละเอียดวิธีที่ใช้ตรวจสอบข้อมูลดังนี้

ข.1 การประมาณค่าข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลภูมิอากาศที่ขาดหายไป (Estimating missing data)

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและข้อมูลภูมิอากาศเป็นข้อมูลที่สำคัญในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการตรวจวัดข้อมูลอาจไม่ครบถ้วนทำให้ข้อมูลบางช่วงขาดหายไป ในการวิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นต้องมีข้อมูลครบถ้วนในทุกสถานี จึงจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคการประมาณค่าข้อมูลสำหรับข้อมูลที่ขาดหายไปวิธีการประมาณค่าข้อมูลนั้นมีหลายวิธี เช่น (1) วิธีเฉลี่ยจากสถานีข้างเคียง (station-mean method) ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด วิธีนี้จะให้ความสำคัญกับข้อมูลของทุกสถานีเท่า ๆ กันสามารถใช้ได้ในกรณีที่ปริมาณน้ำฝนปกติรายปี(normal annual rainfall) ของสถานีที่ข้อมูลหายไป กับสถานีข้างเคียง มีค่าต่างกันไม่เกิน 10 % ในขณะที่ (2) วิธีอัตราส่วนปกติ (normal-ratio method) เลือกใช้ กรณีปริมาณน้ำฝนปกติรายปีต่างกันมาก (เกิน 10 %) และ (3) วิธีเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง (invert distance square weight area) มาใช้ในการประมาณค่า โดยวิธีอัตราส่วนปกติจะพิจารณาปริมาณน้ำฝนปกติรายปี (normal annual rainfall) ของแต่ละสถานี ส่วนวิธีเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยส่วนกลับของระยะทางกำลังสองจะพิจารณาระยะทางระหว่างสถานีที่ข้อมูลหายไปกับสถานีข้างเคียง

และในการศึกษานี้ได้เลือกใช้วิธีเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักด้วยส่วนกลับของระยะทางกำลังสอง (Invert distance square weight area) ในการประมาณค่าข้อมูลที่ขาดหายไป เนื่องจากสามารถเลือกใช้กรณีปริมาณน้ำฝนปกติรายปีต่างกันมากได้และใช้ค่าส่วนกลับของระยะทางยกกำลังสองมาใช้

คำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก วิธีนี้เหมาะกับบริเวณที่การกระจายตัวของสถานีไม่สม่ำเสมอเนื่องจาก นำระยะทางระหว่างสถานีมาพิจารณาด้วย ดังสมการที่ (1)

$$P_x = \sum_{i=1}^n W_i \cdot P_i \quad \text{สมการ (1)}$$

โดยที่
$$W_i = \frac{1/d_i^2}{\sum_{i=1}^n 1/d_i^2}$$

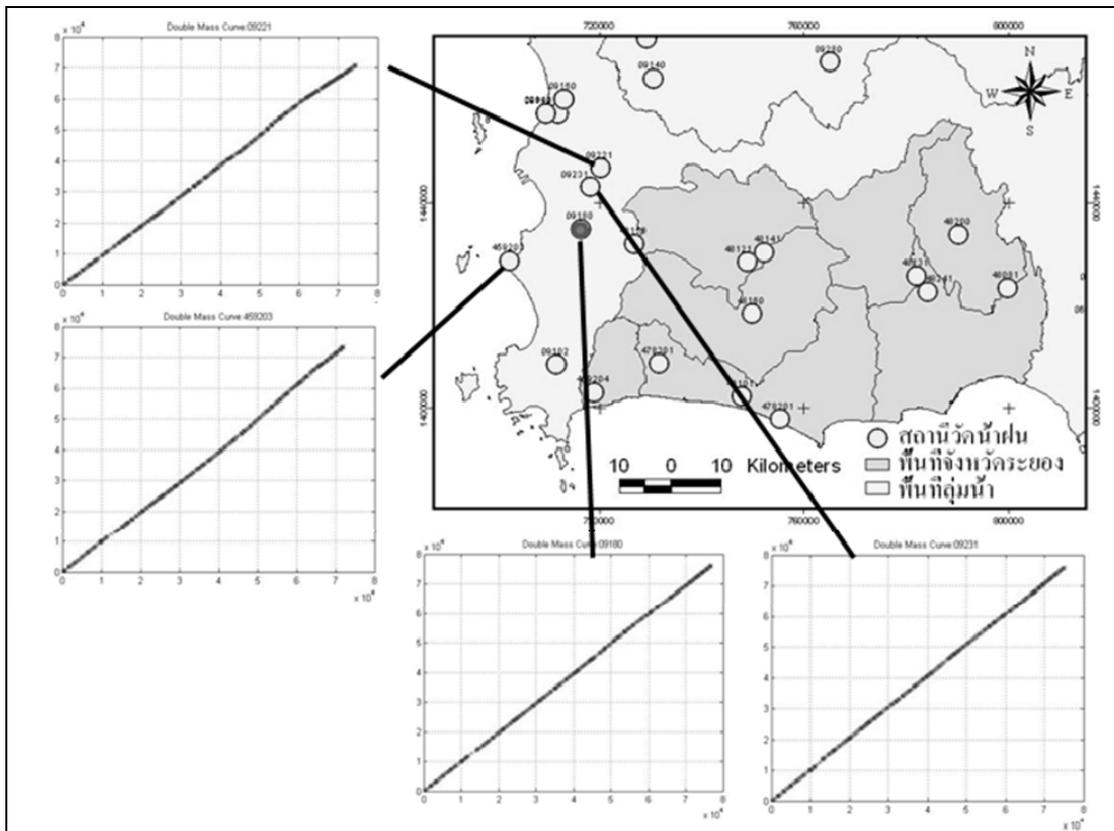
โดยที่ d_i^2 เป็นระยะทางระหว่างสถานีที่ข้อมูลหายไปกับสถานีข้างเคียงยกกำลังสอง
 หาจาก $d_i^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2$ โดย $\Delta x = x_x - x_i$ และ $\Delta y = y_x - y_i$

ข.2 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลน้ำฝน และข้อมูลภูมิอากาศ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลภูมิอากาศ ควรมีการตรวจสอบข้อมูลเนื่องจากข้อมูลที่ได้มาอาจมีความผิดพลาดได้หลายกรณี เช่น การบันทึกข้อมูลผิดพลาด เครื่องมือชำรุดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่ตั้งของสถานี สภาพการวัดของเครื่องมือ (Exposure) เปลี่ยนแปลงไป มีการเปลี่ยนแปลงประเภทของเครื่องมือ หรือการเปลี่ยนแปลงวิธีการตรวจวัดข้อมูล เป็นต้น ความผิดพลาดของข้อมูลเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เหล่านี้ ไม่สามารถรู้ได้ยกเว้นแต่ได้มีการตรวจสอบข้อมูล

การตรวจสอบข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลภูมิอากาศนั้นใช้วิธี Double mass curve ซึ่งเป็นวิธีตรวจสอบความเชื่อถือได้ของข้อมูล เช่นการตรวจสอบข้อมูลน้ำฝน ตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีที่จะตรวจสอบค่าสะสมที่เกี่ยวข้องของสถานีต่างๆ ที่ตั้งอยู่รอบๆ การเปรียบเทียบทำได้โดยพล็อตค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีที่ต้องการจะตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีของสถานีต่างๆ หากกราฟมีการเปลี่ยนแปลงความชันซึ่งแสดงว่าค่าที่ใช้ไม่มีความน่าเชื่อถือเท่าที่ควร และหากข้อมูลเชื่อถือได้กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นตรง มีความลาดเทเดียวตลอด ผลการตรวจสอบข้อมูลของสถานีที่นำมาใช้ในการศึกษาคั้งนี้จะยกตัวอย่างสถานีของข้อมูลปริมาณฝนในจังหวัดระยอง ดังรูปที่ ข-1 ส่วนการตรวจสอบข้อมูลของสถานีทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิ

ต่ำสุด นอกจากนี้ยังมีข้อมูลค่าการระเหย ความชื้นสัมพัทธ์ และความกดอากาศด้วย โดยสามารถดูได้จากข้อมูลผลการศึกษาในแผ่น CD-ROM



รูปที่ ข-1 ผลการตรวจสอบข้อมูลน้ำฝนโดยวิธี Double mass curve ยกตัวอย่างบางสถานีในกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศไทย

ข.3 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลน้ำท่า

การตรวจสอบข้อมูลน้ำท่า มีความจำเป็นเนื่องจากหลีกเลี่ยงข้อมูลที่อาจมีการบันทึกข้อมูลผิดพลาด เครื่องมือชำรุด มีการเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำบริเวณสถานี มีขยะหรือสภาพท้องน้ำเปลี่ยนแปลง ทั้งจากการกัดเซาะหรือการตกสะสมของตะกอน เป็นต้น โดยการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า ต้องนำข้อมูลน้ำท่าจากอดีตที่ได้บันทึกได้มาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งปัญหาที่พบคือ ข้อมูลน้ำท่าในหลายๆ สถานีมีความสมบูรณ์ของข้อมูลค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการประเมินน้ำท่าด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้แบบจำลอง HEC-4 ซึ่งเป็นแบบจำลองทางสถิติของปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานีต่าง ๆ โดยแบบจำลอง HEC-4 จะสามารถสร้างข้อมูลน้ำท่ารายเดือนที่ต่อเนื่องตามช่วงเวลาที่มีข้อมูลได้ นอกจากนี้ยังสามารถเติมข้อมูลที่ขาดหายไป (Filling Missing Data) โดยการคำนวณจากปริมาณน้ำท่าของสถานีอื่นในช่วงเวลาเดียวกัน (Concurrent Flows) และจะคำนวณค่าสูงสุดและต่ำสุดแต่ละเดือนให้ จากข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ (Recorded) และข้อมูลต่อเติม (Reconstituted) ตลอดจนข้อมูลที่สร้างขึ้นใหม่ (Generated)

แบบจำลอง HEC-4 มีหลายทางเลือกเพื่อนำไปใช้ในแต่ละกรณี นอกจากนี้ ยังใช้ได้กับตัวแปรอื่น เช่น ปริมาณฝน ปริมาณการระเหย อุณหภูมิ ปริมาณน้ำที่ต้องการ ทั้งตัวแปรเดียวหรือหลายตัวแปร

ข.3.1 หลักการสำคัญในการวิเคราะห์

1) ส่วนของการวิเคราะห์เชิงสถิติของโปรแกรม HEC-4 ปริมาณน้ำท่าแต่ละเดือนของสถานีต่างๆ จะบวกด้วยปริมาณ q_i ซึ่งจะมีค่าประมาณ 1 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการ take log ของค่าศูนย์ (Infinite Negative Logarithms) ปริมาณ q_i ที่เพิ่มขึ้นจะถูกหักออกจากค่าปริมาณน้ำท่าภายหลัง ในขั้นตอนสุดท้าย ค่าตัวแปรซึ่งเป็นปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่บวกด้วย q_i จะเปลี่ยนให้อยู่ในอยู่รูป Logarithms ดังนี้

$$x_{i,m} = \log(Q_{i,m} + q_i) \quad (1)$$

โดยที่

$X_{i,m}$	= log ของปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่บวกด้วย q_i แล้วของเดือน i ปีที่ m
$Q_{i,m}$	= ปริมาณน้ำท่ารายเดือนของข้อมูลเดิมของเดือน i ปีที่ m (m^3/s)
q_i	= ค่าที่ใส่ไว้ป้องกัน Infinite Logarithms ในเดือน i
i	= เดือนที่ i
m	= ปีที่ m

การคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และสัมประสิทธิ์ความบิดเบี้ยว (Skew Coefficient) ของแต่ละเดือนของสถานีต่าง ๆ คำนวณได้ตามสูตรต่อไปนี้

$$\bar{X}_i = \sum_{m=1}^N X_{i,m} / N \quad (2)$$

$$S_i = \sqrt{\sum_{m=1}^N (X_{i,m} - \bar{X}_i)^2 / (N-1)} \quad (3)$$

$$g_i = N \sum_{m=1}^N (X_{i,m} - \bar{X}_i)^3 / ((N-1)(N-2)S_i^3) \quad (4)$$

โดยที่

X_i	= ค่าเฉลี่ยของ X ในเดือน i
S_i	= ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ X ในเดือน i
g_i	= ค่าสัมประสิทธิ์ความบิดเบี้ยวของ X ในเดือน i
N	= จำนวนปีของข้อมูล

2) แต่ละสถานีหากข้อมูลเดือนใดหายไป โปรแกรมจะค้นหาข้อมูลจากสถานีอื่น ๆ ที่มีสถิติยาวกว่า มาใช้ปรับแก้ค่าสถิติ (Statistics) ต่าง ๆ ที่คำนวณมาจากข้อมูลที่ไม่ครบสมบูรณ์ให้เชื่อถือยิ่งขึ้น จากนั้นจึงปรับแก้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่คำนวณได้

สมการที่ (5) ใช้ในการคำนวณจำนวนข้อมูลเทียบเท่า N' ซึ่งจะเป็นพื้นฐานการเลือกข้อมูลที่ดีที่สุดที่จะนำไปใช้ในการปรับแก้

$$N' = \frac{N}{1 - \frac{N'_2 - N_1}{N_2} R^2} \quad (5)$$

$$R^2 = \frac{N'_2(N'_1 - N_1)}{N'_1(N'_2 - N_1)}$$

หรือ

$$\text{สมการที่ใช้ปรับแก้ค่าเฉลี่ย} \quad \bar{X}'_1 - \bar{X}_1 = (\bar{X}'_2 - \bar{X}_2) R S_1 / S_2 \quad (6)$$

$$\text{สมการที่ใช้ปรับค่าเบี่ยงเบน} \quad s'_1 - s_1 = (s'_2 - s_2) R^2 s_1 / s_2 \quad (7)$$

เครื่องหมายขีดบน (Prime) เป็นข้อมูลของปีที่มีข้อมูลนาน ส่วนที่ไม่มีเครื่องหมายขีดบนนั้น เป็นข้อมูลของสถานีที่มีข้อมูลสั้นของสถานีหมายเลข 1 และหมายเลข 2

N = จำนวนปีของข้อมูล (Length of Record)

R = Linear Correlation Coefficient

3) เปลี่ยนค่าตัวแปร $X_{i,m}$ (Individual Flow) ให้เป็นตัวแปรมาตรฐานโดยใช้ Pearson Type III Probability Distribution ดังต่อไปนี้

$$t_{i,m} = (X_{i,m} - \bar{X}_i) / S_i \quad (8)$$

$$K_{i,m} = (6 / g_i) \left[\left((g_i t_{i,m} / 2) + 1 \right)^{1/3} - 1 \right] + g_i / 6 \quad (9)$$

$t_{i,m}$ = Pearson Type III Standard Deviate

$K_{i,m}$ = Normal Standard Deviate

4) หลังจากเปลี่ยนค่าปริมาณน้ำท่ารายเดือนของทุกสถานี และทุกเดือนให้เป็นค่าตัวแปรปกติมาตรฐาน ($K_{i,m}$) ขึ้นต่อไป โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ R ระหว่างแต่ละคู่ของสถานีสำหรับเดือนเดียวกัน (Concurrent month) และกับเดือนก่อน (Preceding month) จากสมการต่อไปนี้

$$R_{i,j-1} = \left\{ 1 - \left[1 - \frac{\left(\sum_{m=1}^N X_{i,m} X_{i-1,m} \right)^2}{\left(\sum_{m=1}^N X_{i,m}^2 \sum_{m=1}^N X_{i-1,m}^2 \right)} \right] (N-1)(N-2) \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

เมื่อ $X = X - \bar{X}$

5) ถ้าหากค่าตัวแปรปริมาณน้ำท่าแต่ละคู่ของสถานีมีน้อยไม่เพียงพอจะนำมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้ (จำนวนปีของเดือนนั้นน้อยกว่า 1) ก็จำเป็นต้องประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ระหว่างแต่ละตัวแปรของคู่ตัวแปรที่หายไป (i และ j) กับตัวแปรอื่น (k) ใด ๆ ตามสมการต่อไปนี้

$$R_{i,j} = R_{k,i} R_{k,j} \sqrt{(1 - R_{k,i}^2)(1 - R_{k,j}^2)} \quad (11)$$

จากการคำนวณค่า R_{ij} ได้หลาย ๆ ค่าซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปรอื่น (k) ต่าง ๆ ที่นำมาทำการคำนวณตามลำดับ ขีดจำกัดบนของค่า R_{ij} จะกำหนดให้เท่ากับค่าต่ำสุดของค่า Upper Limits (คำนวณโดยใช้เครื่องหมาย+) ต่าง ๆ ที่คำนวณได้จากสมการที่ (11) และขีดจำกัดล่างของ R_{ij} จะกำหนดให้เท่ากับค่าสูงสุดของ Lower Limits (คำนวณโดยใช้เครื่องหมาย-) ต่าง ๆ ที่คำนวณได้จากสมการที่ (11) เช่นเดียวกัน และค่าเฉลี่ยของขีดจำกัดบนและขีดจำกัดล่างจะกำหนดให้เป็นค่าของ R_{ij} ที่ขาดหายไป

6) ปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ขาดหายไปไม่ว่าจะเป็นสถานีใด โปรแกรมจะทำการคำนวณค่าที่ขาดหายไปเหล่านี้ทุกเดือนและทุกสถานี และเพื่อที่จะสร้างข้อมูลเพิ่มเติม (Reconstitute) ในช่วงที่ขาดหายไปดังกล่าว จำเป็นต้องคำนวณสมการถดถอย (Regression Equation) ในเทอมของตัวแปรปกติมาตรฐานด้วยการเลือกค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องการจาก Correlation Matrix ที่สมบูรณ์สำหรับเดือนนั้น และแก้สมการด้วยวิธี Crout ค่าที่ขาดหายไป (ในเทอมของตัวแปรปกติมาตรฐาน) จะ

คำนวณจากสมการถดถอยที่คำนวณได้นี้ ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวในขั้นตอนที่ 8. เกี่ยวกับวิธีการสร้างข้อมูลใหม่ (Streamflow Generation)

7) ในขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนค่าตัวแปรปกติมาตรฐานกลับไปเป็นปริมาณน้ำท่ารายเดือนด้วยการใช้สมการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

$$t_{i,m} = \{[(g_i / 6)(K'_{i,m} - g_i / 6) + 1]^3 - 1\} (2 / g_i) \quad (12)$$

$$X_{i,m} = \bar{X}_i + t_{i,m} S_i \quad (11)$$

$$Q_{i,m} = \text{Antilog } X_{i,m} - q_i \quad (14)$$

$$Q_{i,m} \geq 0 \quad (15)$$

สำหรับค่าปริมาณน้ำท่ารายเดือน $Q_{i,m}$ ที่คำนวณได้นี้จะต้องมีค่ามากกว่า หรือ เท่ากับศูนย์ ถ้าหากว่ามีค่าเป็นลบจะกำหนดให้เท่ากับศูนย์

8) ในการสร้างข้อมูลใหม่ (Streamflow Generation) โปรแกรมจะทำการคำนวณสมการถดถอยจาก Correlation Matrix ด้วยวิธี Crout สำหรับแต่ละสถานีและแต่ละเดือนจากนั้นทำการคำนวณปริมาณน้ำท่าของแต่ละสถานีโดยคำนวณแต่ละเดือนติดต่อกันไป ด้วยการ ใช้สมการที่ (16) โดยจะเริ่ม จากค่าเฉลี่ยของทุกสถานีในเดือนแรก และคำนวณเดือนต่อ ๆ ไป จากนั้นจะตัดค่าปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่สร้างขึ้นใหม่ในช่วง 2 ปีแรกทิ้งไป

$$K'_{i,j} = \beta_1 K'_{i,1} + \beta_2 K'_{i,2} + \dots + \beta_{j-1} K'_{i,j-1} + \beta_j K'_{i-1,j} + \beta_{j+1} K'_{i-1,j+1} + \dots + \quad (16)$$

$$\beta_n K'_{i-1,n} + \sqrt{1 - R_{i,j}^2} z_{i,j}$$

$K'_{i,j}$ = ค่า Monthly Flow Logarithm ซึ่งแสดงในค่าของตัวแปรปกติมาตรฐานของเดือน i สถานี j

= สัมประสิทธิ์เบต้าคำนวณจาก Correlation Matrix ของสถานี j

n = จำนวนสถานีที่มีสหสัมพันธ์กัน

- R_{ij} = สัมประสิทธิ์สหพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Regression Coefficient) ของเดือน i สถานี j
- $Z_{i,m}$ = จำนวนเลขสุ่ม (Random Number) ของเดือน i สถานี j
- i = เดือนที่ i
- j = สถานีที่ j

สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการคำนวณที่ใช้ในแบบจำลอง HEC- 4 สามารถศึกษาเพิ่มได้จากคู่มือของแบบจำลอง HEC-4 (Monthly Streamflow Simulation)

แบบจำลอง HEC-4 สามารถทำงานได้หลายทางเลือก (Options) ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

- *Standard Anlysis and Generation* (ดังแสดงในตัวอย่าง input&output data)
- Multi-pass Reconstitution and Generation
- Flow Projections
- Compute and Use Generalized Statistics
- Statistics Furnished
- Generalized Statistics Furnished

ตัวอย่างข้อมูลน้ำท่าเมื่อใช้แบบจำลอง HEC 4 โดยเป็นข้อมูลน้ำท่ารายเดือนของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำปราจีนบุรี สถานี Kgt12 และ Kgt13 ซึ่งมีข้อมูลในช่วงปี คศ.1966 – 2005 (ในส่วนของ *input data* ค่า -1 คือไม่มีข้อมูลตรงนั้นและจะให้โปรแกรมเติมให้ ซึ่งใน module นี้ จะเติมต่อขยายข้อมูลตั้งแต่ปี 1952-2006, *output data* ค่าซึ่งมี E ต่อท้าย คือค่าซึ่งเติมขึ้นมาโดยโปรแกรม)

ตัวอย่างการใส่ข้อมูลในแบบจำลอง HEC 4 (INPUT DATA)

TEST DATA - 723-X6-L2340												50
Station code 330=Kgt12 ,317=Kgt13												
A	B	C	D	E								
A	1952	4	1	55								
B	1											
C	2	330	317									
D	1.	1.										
E	2											
H3301952	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301953	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301954	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301955	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301956	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301957	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301958	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301959	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301960	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301961	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301962	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301963	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301964	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301965	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
H3301966	-1	-1	709	2648	5944	11378	5269	1245	493	209	87	18
H3301967	31	407	554	2045	8865	5243	8784	1463	355	96	51	67
H3301968	46	110	124	494	3009	3655	1919	218	148	44	44	10
H3301969	9	22	417	4039	5127	13193	5373	801	243	90	47	26
H3301970	37	83	1029	2884	4934	7012	4124	963	375	79	48	21
H3301971	14	42	2670	1720	4404	9319	4208	1272	241	76	50	26
H3301972	134	14	260	741	3102	12612	7825	3135	826	204	78	33
H3301973	20	43	40	1838	2696	7604	8863	1473	288	100	73	68
H3301974	126	656	1339	557	4061	5245	12031	1800	407	151	73	204
H3301975	40	93	1299	3119	5311	5094	6638	847	298	90	39	9
H3301976	5	90	1282	5567	4338	8134	4603	4924	597	204	103	51
H3301977	69	73	127	981	2819	7367	3460	1246	320	74	13	0
H3301978	0	601	1822	3527	5261	8239	6936	614	216	33	2	0
H3301979	22	190	514	5269	2790	3597	4567	321	195	87	64	39
H3301980	21	37	1279	2170	3556	8852	8577	1483	441	193	132	144
H3301981	131	411	2504	2896	6195	7889	6044	2345	711	221	189	140
H3301982	234	157	318	1677	6845	10471	4682	1690	520	177	199	220
H3301983	23	34	700	2049	7891	5931	26493	2404	656	251	132	-1
H3301984	86	162	1382	1060	7683	5737	5440	622	240	45	20	9
H3301985	122	1944	2379	3975	2415	4998	3030	1143	397	62	24	15
H3301986	40	1491	345	1594	5664	7345	9456	1276	587	200	142	31
H3301987	65	78	605	1033	248	5318	1549	899	317	51	33	32
H3301988	34	120	2451	1249	2763	4759	8042	1064	383	92	41	25
H3301989	13	350	758	1332	4418	3375	2104	428	189	47	10	3
H3301990	5	180	227	411	1120	3143	13431	1222	309	66	20	19
H3301991	9	68	336	687	6355	8196	7433	783	269	106	44	16
H3301992	8	12	59	66	1297	2161	2500	553	122	21	7	5
H3301993	40	135	98	229	3998	6420	3149	1060	219	30	0	0
H3301994	0	24	376	5497	5491	11677	2790	302	117	38	22	2
H3301995	10	9	132	780	4831	14243	6101	573	167	25	25	18
H3301996	17	350	734	602	1748	3704	8083	2083	335	45	74	16

ตัวอย่างข้อมูลเมื่อใช้แบบจำลอง HEC 4 (OUTPUT DATA)

RECORDED AND RECONSTITUTED FLOWS														
STA	YEAR	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	TOTAL
330	1952	39E	331E	409E	928E	808E	5830E	3022E	1805E	504E	142E	103E	115E	14036
330	1953	34E	173E	2368E	6125E	4847E	8385E	3600E	1525E	389E	107E	91E	129E	27773
330	1954	338E	804E	1126E	4706E	2625E	3851E	5065E	822E	217E	26E	2E	1E	19583
330	1955	3E	19E	114E	1097E	5819E	6888E	2826E	999E	436E	126E	83E	147E	18557
330	1956	110E	133E	172E	1130E	3621E	5908E	4454E	3947E	1121E	210E	159E	130E	21095
330	1957	95E	273E	1216E	1517E	5392E	3947E	3994E	1114E	500E	158E	182E	57E	18445
330	1958	166E	254E	458E	3062E	5387E	9046E	4141E	150E	158E	22E	15E	3E	22862
330	1959	3E	75E	891E	2434E	4037E	6037E	1253E	1155E	304E	63E	6E	1E	16259
330	1960	4E	38E	701E	1601E	2453E	1922E	8036E	1189E	320E	170E	136E	65E	16635
330	1961	39E	755E	637E	4606E	5205E	6024E	8151E	1376E	560E	198E	76E	19E	27646
330	1962	689E	721E	1237E	1318E	5960E	4375E	2303E	624E	176E	24E	38E	4E	17469
330	1963	7E	426E	1887E	2329E	7408E	11577E	2815E	1483E	354E	141E	97E	123E	28647
330	1964	42E	1170E	1320E	2699E	5657E	9980E	5680E	1165E	385E	101E	64E	70E	28333
330	1965	32E	50E	704E	571E	4397E	8412E	4700E	1588E	266E	42E	30E	20E	20812
330	1966	32E	1740E	709	2648	5944	11378	5269	1245	493	209	87	18	29772
330	1967	31	407	554	2045	8865	5243	8784	1463	355	96	51	67	27961
330	1968	46	110	124	494	3009	3655	1919	218	148	44	44	10	9821
330	1969	9	22	417	4039	5127	13193	5373	801	243	90	47	26	29387
330	1970	37	83	1029	2884	4934	7012	4124	963	375	79	48	21	21589
330	1971	14	42	2670	1720	4404	9319	4208	1272	241	76	50	26	24042
330	1972	134	14	260	741	3102	12612	7825	3135	826	204	78	33	28964
330	1973	20	43	40	1838	2696	7604	8863	1473	288	100	73	68	23106
330	1974	126	656	1339	557	4061	5245	12031	1800	407	151	73	204	26650
330	1975	40	93	1299	3119	5311	5094	6638	847	298	90	39	9	22877
330	1976	5	90	1282	5567	4338	8134	4603	4924	597	204	103	51	29898
330	1977	69	73	127	981	2819	7367	3460	1246	320	74	13	0	16549
330	1978	0	601	1822	3527	5261	8239	6936	614	216	33	2	0	27251
330	1979	22	190	514	5269	2790	3597	4567	321	195	87	64	39	17655
330	1980	21	37	1279	2170	3556	8852	8577	1483	441	193	132	144	26885
330	1981	131	411	2504	2896	6195	7889	6044	2345	711	221	189	140	29676
330	1982	234	157	318	1677	6845	10471	4682	1690	520	177	199	220	27190
330	1983	23	34	700	2049	7891	5931	26493	2404	656	251	132	50E	46614
330	1984	86	162	1382	1060	7683	5737	5440	622	240	45	20	9	22486
330	1985	122	1944	2379	3975	2415	4998	3030	1143	397	62	24	15	20504
330	1986	40	1491	345	1594	5664	7345	9456	1276	587	200	142	31	28171
330	1987	65	78	605	1033	248	5318	1549	899	317	51	33	32	10228
330	1988	34	120	2451	1249	2763	4759	8042	1064	383	92	41	25	21023
330	1989	13	350	758	1332	4418	3375	2104	428	189	47	10	3	13027
330	1990	5	180	227	411	1120	3143	13431	1222	309	66	20	19	20153
330	1991	9	68	336	687	6355	8196	7433	783	269	106	44	16	24302
330	1992	8	12	59	66	1297	2161	2500	553	122	21	7	5	6811
330	1993	40	135	98	229	3998	6420	3149	1060	219	30	0	2	15378
330	1994	0	24	376	5497	5491	11677	2790	302	117	38	22	2	26336
330	1995	10	9	132	780	4831	14243	6103	573	167	25	25	18	26914
330	1996	17	350	734	602	1748	3704	8083	2083	335	45	74	16	17791

ค.3.2 สรุปแนวทางการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า

ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสำหรับจุดที่ตั้งอาคารแหล่งน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่านั้น จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากสถานีต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่บริเวณข้างเคียง และนำผลมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า ณ จุดที่ตั้งอาคารแหล่งน้ำที่ต้องการ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ตลอดทั้งลุ่มน้ำที่ศึกษา และบริเวณข้างเคียง โดยอาศัยข้อมูลจากสถานีวัดน้ำฝนต่าง ๆ หรือศึกษาจากแผนที่แสดงชั้นปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย
2. ศึกษาปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ของแม่น้ำและลำน้ำสาขาจากสถิติข้อมูลปริมาณน้ำท่าของสถานีต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้เคียง
3. ทำการจัดกลุ่มสถานีวัดน้ำท่า หรือทำการเลือกกลุ่มสถานีวัดน้ำท่า โดยพิจารณาค่าปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ และปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยและมีพื้นที่ใกล้เคียงกันเป็นหลัก

4. สำหรับกลุ่มสถานีวัดน้ำท่าที่ทำการเลือก ทำการต่อขยายปริมาณน้ำท่ารายเดือนของแต่ละสถานี ให้มีสถิติยาวตามต้องการ ด้วยการใช้งบจำลอง HEC-4 ถ้าหากว่าไม่มีสถานีใดที่มีข้อมูลยาวพอเพียง ก็จะสามารถพิจารณาข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนของสถานีที่ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้

ค.4 รายละเอียดเครือข่ายสถานีที่ใช้ในการศึกษา

เครือข่ายสถานีข้อมูลอุตุทุกวิทยาประกอบด้วยข้อมูลน้ำฝน ข้อมูลภูมิอากาศ และข้อมูลน้ำท่า รายละเอียดดังที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2 จำนวนสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 169 สถานี ดังตารางที่ ข-1 สถานีวัดข้อมูลภูมิอากาศจำนวน 100 สถานี ดังตารางที่ ข-2 และสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 68 สถานีดังตารางที่ ข-3

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสถานีวิจัยน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและชลประทานใช้ในการศึกษา

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
1	20062	ที่ว่าการอำเภอแม่ลาน้อย	20062	01	แม่น้ำสาละวิน	อ.แม่ลาน้อย	จ.แม่ฮ่องสอน	ภาคเหนือ	1970-2003
2	300201	สตอ.แม่ฮ่องสอน*	20012	01	แม่น้ำสาละวิน	อ.เมือง	จ.แม่ฮ่องสอน	ภาคเหนือ	1952-2007
3	300202	สตอ.แม่สะเรียง*	20023	01	แม่น้ำสาละวิน	อ.แม่สะเรียง	จ.แม่ฮ่องสอน	ภาคเหนือ	1952-2007
4	376202	สตอ.แม่สอด*	63033	01	แม่น้ำสาละวิน	อ.แม่สอด	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1952-2007
5	30022	ที่ว่าการอำเภอโพธารมย์	30022	02	แม่น้ำโขง	อ.โพธารมย์	จ.หนองคาย	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1992-2006
6	50072	สถานีทดลองข้าวสกลนคร อ.เมือง	50072	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.สกลนคร	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1962-2007
7	353201	สตอ.เลย*	18013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมืองเลย	จ.เลย	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
8	353301	สภษ.เลย*	18062	02	แม่น้ำโขง	อ.เมืองเลย	จ.เลย	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
9	354201	สตอ.อุดรธานี*	68013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.อุดรธานี	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
10	356201	สตอ.สกลนคร*	50013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.สกลนคร	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
11	356301	สภษ.สกลนคร*	50122	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.สกลนคร	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1967-2007
12	357201	สตอ.นครพนม*	24013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.นครพนม	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
13	357301	สภษ.นครพนม*	24042	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.นครพนม	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1983-2007
14	383201	สตอ.มุกดาหาร*	64013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.มุกดาหาร	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
15	310201	สภษ.พะเยา*	73013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมืองพะเยา	จ.พะเยา	ภาคเหนือ	1981-2007
16	352201	สตอ.หนองคาย*	30013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.หนองคาย	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
17	07102	ที่ว่าการอำเภอฝาง (สอท.ชั้น 3)	07102	03	แม่น้ำกก	อ.ฝาง	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1952-2002
18	07172	สถานีทดลองพืชสวนฝาง	07172	03	แม่น้ำกก	อ.ฝาง	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1952-2002
19	07492	ที่ว่าการอำเภอแม่เมาะ บ้านเลขที่ 202 ม.4	07492	03	แม่น้ำกก	อ.แม่เมาะ	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1970-2002
20	303201	สตอ.เชียงใหม่*	08013	03	แม่น้ำกก	อ.เมือง	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1952-2007

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสถานีวิจัยน้ำฝนของกรมอุตุฯนิยมหาวิทยาลัยและชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
21	303301	สภษ. เชียงราย*	08123	03	แม่น้ำกก	อ.เมือง	จ.เชียงราย	ภาคเหนือ	1979-2007
22	18181	บ้านผานกแก้ว (E.29) อ.ภูกระดึง	18181	04	แม่น้ำชี	อ.ภูกระดึง	จ.เลย	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1978-2007
23	05100	สำนักชลประทาน ชัยภูมิ	05100	04	แม่น้ำชี	อ.เมืองชัยภูมิ	จ.ชัยภูมิ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1954-2007
24	11090	ห้วยโพธิ์ อ.เมือง	11090	04	แม่น้ำชี	อ.เมือง	จ.กาฬสินธุ์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1956-2007
25	11170	ห้วยแก้ง	11170	04	แม่น้ำชี	กิ่งอ.ดอนจาน	จ.กาฬสินธุ์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1970-2007
26	11240	ห้วยฟ้า อ.ห้วยผึ้ง	11240	04	แม่น้ำชี	อ.ห้วยผึ้ง	จ.กาฬสินธุ์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1972-2007
27	14042	ที่ว่าการอำเภอบ้านไผ่	14042	04	แม่น้ำชี	อ.บ้านไผ่	จ.ขอนแก่น	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1954-2007
28	72061	ฟ้าหยาด(E.20A) อ.มหาชนะชัย	72061	04	แม่น้ำชี	อ.มหาชนะชัย	จ.ยโสธร	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1976-2007
29	403201	สตอ.ชัยภูมิ*	05013	04	แม่น้ำชี	อ.เมืองชัยภูมิ	จ.ชัยภูมิ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
30	381201	สตอ.ขอนแก่น*	14013	04	แม่น้ำชี	อ.เมือง	จ.ขอนแก่น	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
31	381301	สภษ.ท่าพระ*	14602	04	แม่น้ำชี	อ.พระยืน	จ.ขอนแก่น	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
32	387401	สอท.โกสุมพิสัย*	21043	04	แม่น้ำชี	อ.โกสุมพิสัย	จ.มหาสารคาม	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
33	388401	สอท.กมลาไสย	11032	04	แม่น้ำชี	อ.กมลาไสย	จ.กาฬสินธุ์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
34	405201	สตอ.ร้อยเอ็ด*	49013	04	แม่น้ำชี	อ.เมืองร้อยเอ็ด	จ.ร้อยเอ็ด	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
35	405301	สภษ.ร้อยเอ็ด*	49323	04	แม่น้ำชี	อ.เมืองร้อยเอ็ด	จ.ร้อยเอ็ด	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1983-2007
36	57161	เหนือห้วยลำราญ(M.91) อ.ขุนหาญ	57161	05	แม่น้ำมูล	อ.ภูสิงห์	จ.ศรีสะเกษ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1977-2007
37	62032	สำนักงานเกษตรอำเภอรัตนบุรี	62032	05	แม่น้ำมูล	อ.รัตนบุรี	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2006
38	62120	สภอ.ห้วยสะเนียง	62120	05	แม่น้ำมูล	อ.เมืองสุรินทร์	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2004
39	67240	หนองช้างใหญ่(Tnk.13) อ.เมือง	67240	05	แม่น้ำมูล	อ.ม่วงสามสิบ	จ.อุบลราชธานี	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1955-2007
40	431401	สอท.โชคชัย*	25093	05	แม่น้ำมูล	อ.โชคชัย	จ.นครราชสีมา	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสถานีวิจัยน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
41	436401	สอท.นางรอง*	02033	05	แม่น้ำมูล	อ.นางรอง	จ.บุรีรัมย์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
42	432201	สตอ.สุรินทร์*	62013	05	แม่น้ำมูล	อ.เมืองสุรินทร์	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
43	432301	สภษ.สุรินทร์*		05	แม่น้ำมูล	อ.เมืองสุรินทร์	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
44	432401	สอท.ท่าตูม*	62043	05	แม่น้ำมูล	อ.ท่าตูม	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
45	407301	สภษ.อุบลราชธานี*	67092	05	แม่น้ำมูล	กิ่งอ.สว่างวีระวงศ์	จ.อุบลราชธานี	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1972-2007
46	407501	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	67013	05	แม่น้ำมูล	อ.เมือง	จ.อุบลราชธานี	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
47	409301	สภษ.ศรีสะเกษ*	57203	05	แม่น้ำมูล	อ.วังหิน	จ.ศรีสะเกษ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1983-2007
48	431201	สตอ.นครราชสีมา*	25013	05	แม่น้ำมูล	อ.เมือง	จ.นครราชสีมา	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1952-2007
49	431301	สภษ.ปากช่อง*	25272	05	แม่น้ำมูล	อ.ปากช่อง	จ.นครราชสีมา	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1968-2007
50	07391	สำนักชลประทานที่ 1 อ.เมืองเชียงใหม่	07391	06	แม่น้ำปิง	อ.เมือง	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1971-2007
51	07502	สวนป่าแม่หอยพระ อ.แม่แตง	07502	06	แม่น้ำปิง	อ.พร้าว	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1972-2007
52	327301	สภษ.แม่ใจ*	07304	06	แม่น้ำปิง	อ.สันทราย	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1971-2007
53	327501	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ	07013	06	แม่น้ำปิง	อ.แม่ริม	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1952-2007
54	329201	สภษ.ลำพูน*	17093	06	แม่น้ำปิง	อ.เมืองลำพูน	จ.ลำพูน	ภาคเหนือ	1981-2007
55	376203	สตอ.เขื่อนภูมิพล*		06	แม่น้ำปิง	อ.สามเงา	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1971-2007
56	380201	สภษ.กำแพงเพชร*	12012	06	แม่น้ำปิง	อ.เมือง	จ.กำแพงเพชร	ภาคเหนือ	1981-2007
57	16151	แม่จาง (W.15) อ.แม่ทะ	16151	07	แม่น้ำวัง	อ.แม่ทะ	จ.ลำปาง	ภาคเหนือ	1971-2007
58	16214	สวนป่าแม่ทรายคำ ต.นิคมพัฒนา อ.เมือง	16214	07	แม่น้ำวัง	อ.แจ้ห่ม	จ.ลำปาง	ภาคเหนือ	1972-2007
59	16072	ที่ว่าการอำเภอเถิน	16072	07	แม่น้ำวัง	อ.เถิน	จ.ลำปาง	ภาคเหนือ	1952-2002
60	328201	สตอ.ลำปาง*	16013	07	แม่น้ำวัง	อ.เมืองลำปาง	จ.ลำปาง	ภาคเหนือ	1952-2007

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสถานีวิจัยน้ำฝนของกรมอุตุฯนิคมวิทยาและชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
61	328301	สภษ.ลำปาง*	16303	07	แม่น้ำวัง	อ.ห้างฉัตร	จ.ลำปาง	ภาคเหนือ	1982-2007
62	40043	สำนักงานเกษตรอำเภอสอง (สอท.ชั้น 3)	40043	08	แม่น้ำยม	อ.สอง	จ.แพร่	ภาคเหนือ	1952-2007
63	40111	แม่น้ำยม (Y.20) อ.สอง	40111	08	แม่น้ำยม	อ.สอง	จ.แพร่	ภาคเหนือ	1973-2007
64	16092	ที่ว่าการอำเภอจาว	16092	08	แม่น้ำยม	อ.จาว	จ.ลำปาง	ภาคเหนือ	1952-2002
65	59121	แก่งหลวง (Y.6) อ.ศรีสัชนาลัย	59121	08	แม่น้ำยม	อ.ศรีสัชนาลัย	จ.สุโขทัย	ภาคเหนือ	1953-2007
66	59131	ดอนระเบียบ (Y.14) อ.ศรีสัชนาลัย	59131	08	แม่น้ำยม	อ.ศรีสัชนาลัย	จ.สุโขทัย	ภาคเหนือ	1965-2003
67	330201	สภษ.แพร่*	40013	08	แม่น้ำยม	อ.เมืองแพร่	จ.แพร่	ภาคเหนือ	1952-2007
68	373301	สภษ.ศรีสำโรง*		08	แม่น้ำยม	อ.ศรีสำโรง	จ.สุโขทัย	ภาคเหนือ	1971-2007
69	28111	บ้านหาดข้าวสาร (N.42) อ.เวียงสา	28111	09	แม่น้ำน่าน	อ.เวียงสา	จ.น่าน	ภาคเหนือ	1952-2007
70	39032	ที่ว่าการอำเภอวังทอง	39032	09	แม่น้ำน่าน	อ.วังทอง	จ.พิษณุโลก	ภาคเหนือ	1952-2007
71	39101	วังนกแอ่น (N.24) อ.วังทอง	39101	09	แม่น้ำน่าน	อ.วังทอง	จ.พิษณุโลก	ภาคเหนือ	1952-2007
72	70022	สำนักงานเกษตรอำเภอน้ำปาด	70022	09	แม่น้ำน่าน	อ.น้ำปาด	จ.อุดรดิตถ์	ภาคเหนือ	1952-2007
73	331201	สตอ.น่าน*	28013	09	แม่น้ำน่าน	อ.เมืองน่าน	จ.น่าน	ภาคเหนือ	1952-2007
74	331301	สภษ.น่าน*	28142	09	แม่น้ำน่าน	อ.เมืองน่าน	จ.น่าน	ภาคเหนือ	1952-2007
75	331401	สอท.ท่าวังผา*	28073	09	แม่น้ำน่าน	อ.ท่าวังผา	จ.น่าน	ภาคเหนือ	1952-2007
76	351201	สตอ.อุดรดิตถ์*	70013	09	แม่น้ำน่าน	อ.เมือง	จ.อุดรดิตถ์	ภาคเหนือ	1952-2007
77	378201	สภษ.พิษณุโลก*	39013	09	แม่น้ำน่าน	อ.เมือง	จ.พิษณุโลก	ภาคเหนือ	1952-2007
78	01140	ปตร. ยางมณี อ.โพธิ์ทอง	01140	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.โพธิ์ทอง	จ.อ่างทอง	ภาคกลาง	1956-2007
79	04361	เขื่อนเจ้าพระยา อ.สรรพยา	04361	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.สรรพยา	จ.ชัยนาท	ภาคกลาง	1955-2007
80	19210	ปตร.โคกกระเทียม (CPK.27) อ.เมืองลพบุรี	19210	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.เมืองลพบุรี	จ.ลพบุรี	ภาคกลาง	1960-2005

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสถานีวิจัยน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
81	26230	ปตร.ช่องแค (CPK.26) อ.ตาคลี	26230	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.ตาคลี	จ.นครสวรรค์	ภาคเหนือ	1964-2005
82	402301	สภษ.ชัยนาท*	04382	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.สรรพยา	จ.ชัยนาท	ภาคกลาง	1971-2007
83	400301	สภษ.ตากฟ้า*	26142	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.ตากฟ้า	จ.นครสวรรค์	ภาคเหนือ	1971-2007
84	426201	สตอ.ลพบุรี*	19013	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.เมืองลพบุรี	จ.ลพบุรี	ภาคกลาง	1952-2007
85	455601	ท่าอากาศยานกรุงเทพ*	41063	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	เขตดอนเมือง	จ.กรุงเทพมหานคร	ภาคกลาง	1971-2007
86	455201	ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์	41752	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	เขตคลองเตย	จ.กรุงเทพมหานคร	ภาคกลาง	1971-2007
87	455301	สภษ.บางนา*(กรมอุตุนิยมวิทยา)	41083	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	เขตบางนา	จ.กรุงเทพมหานคร	ภาคกลาง	1971-2007
88	400201	สตอ.นครสวรรค์*	26013	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.เมือง	จ.นครสวรรค์	ภาคเหนือ	1952-2007
89	04290	ปตร. มโนรมย์	04290	11	แม่น้ำสะแกกรัง	อ.เมือง	จ.อุทัยธานี	ภาคเหนือ	1957-2007
90	12081	บ้านปางมะค่า อ.ชาลวาลักษณ์	12081	11	แม่น้ำสะแกกรัง	อ.ชาลวาลักษณ์บุรี	จ.กำแพงเพชร	ภาคเหนือ	1970-2007
91	26262	ศาลเจ้าไก่ต่อ อ.ลาดยาว	26262	11	แม่น้ำสะแกกรัง	อ.ลาดยาว	จ.นครสวรรค์	ภาคเหนือ	1970-2007
92	26271	ห้วยแม่วงศ์	26271	11	แม่น้ำสะแกกรัง	อ.ลาดยาว	จ.นครสวรรค์	ภาคเหนือ	1975-2007
93	26281	คลองโพธิ์ (Ct.7) อ.ลาดยาว	26281	11	แม่น้ำสะแกกรัง	กิ่งอ.ชุมตาบง	จ.นครสวรรค์	ภาคเหนือ	1975-2007
94	376201	สตอ.ตาก*	63013	12	แม่น้ำปิง	อ.เมืองตาก	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1971-2007
95	36032	ที่ว่าการอำเภอหล่มเก่า	36032	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.หล่มเก่า	จ.เพชรบูรณ์	ภาคเหนือ	1952-2007
96	379201	สตอ.เพชรบูรณ์*	36013	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.เมือง	จ.เพชรบูรณ์	ภาคเหนือ	1952-2007
97	379401	สอท.หล่มสัก*	36023	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.หล่มสัก	จ.เพชรบูรณ์	ภาคเหนือ	1952-2007
98	379402	สอท.วิเชียรบุรี*	36043	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.วิเชียรบุรี	จ.เพชรบูรณ์	ภาคเหนือ	1952-2007
99	415301	สภษ.อยุธยา	42632	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.ท่าเรือ	จ.พระนครศรีอยุธยา	ภาคกลาง	1993-2007
100	426401	สอท.บัวชุม*	19113	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.ชัยบาดาล	จ.ลพบุรี	ภาคกลาง	1969-2007

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสถานีวิจัยน้ำฝนของกรมอุตุฯนิยมหาวิทยาลัยและชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
101	01080	คลองส่งน้ำ 8L-1R (NOI.10) อ.สามโก้	01080	13	แม่น้ำท่าจีน	อ.สามโก้	จ.อ่างทอง	ภาคกลาง	1965-2007
102	23052	ที่ว่าการอำเภอกำแพงแสน	23052	13	แม่น้ำท่าจีน	อ.กำแพงแสน	จ.นครปฐม	ภาคกลาง	1952-2002
103	451301	สภษ.กำแพงแสน*	23062	13	แม่น้ำท่าจีน	อ.ท่ามะกา	จ.กาญจนบุรี	ภาคกลาง	1973-2007
104	425301	สภษ.คูทอง*	60522	13	แม่น้ำท่าจีน	อ.ห้วยกระเจา	จ.กาญจนบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
105	425201	สตอ.สุพรรณบุรี*	60013	13	แม่น้ำท่าจีน	อ.เมือง	จ.สุพรรณบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
106	13221	ห้วยแม่น้ำน้อย อ.ไทรโยค	13221	14	แม่น้ำแม่กลอง	อ.ไทรโยค	จ.กาญจนบุรี	ภาคกลาง	1966-2007
107	13022	ที่ว่าการอำเภอนาทมวัง	13022	14	แม่น้ำแม่กลอง	อ.ท่าม่วง	จ.กาญจนบุรี	ภาคกลาง	1952-2002
108	376401	สอท.อุ่มผาง*	63042	14	แม่น้ำแม่กลอง	อ.อุ่มผาง	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1952-2007
109	450201	สตอ.กาญจนบุรี*	13013	14	แม่น้ำแม่กลอง	อ.เมือง	จ.กาญจนบุรี	ภาคกลาง	1952-2007
110	450401	ทองผาภูมิ		14	แม่น้ำแม่กลอง	อ.ทองผาภูมิ	จ.กาญจนบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
111	03110	ปตร. ปากตะคลอง	03110	15	แม่น้ำปราชินบุรี	อ.เขาฉกรรจ์	จ.สระแก้ว	ภาคกลาง	1952-2007
112	44191	ห้วยโสมง (Kgt.15A) อ.กบินทร์บุรี	44191	15	แม่น้ำปราชินบุรี	อ.นาดี	จ.ปราชินบุรี	ภาคกลาง	1968-2007
113	430201	สตอ.ปราชินบุรี*	44013	15	แม่น้ำปราชินบุรี	อ.เมือง	จ.ปราชินบุรี	ภาคกลาง	1952-2007
114	430401	สอท.กบินทร์บุรี*	44043	15	แม่น้ำปราชินบุรี	อ.กบินทร์บุรี	จ.ปราชินบุรี	ภาคกลาง	1952-2007
115	03090	ปตร. ท่าไถ่	03090	16	แม่น้ำบางปะกง	อ.เมือง	จ.ฉะเชิงเทรา	ภาคกลาง	1952-2007
116	03130	ปตร. นางฮอง	03130	16	แม่น้ำบางปะกง	อ.บางบ่อ	จ.สมุทรปราการ	ภาคกลาง	1960-2007
117	03172	สำนักงานเกษตรอำเภอราชสาสน์	03172	16	แม่น้ำบางปะกง	อ.ราชสาสน์	จ.ฉะเชิงเทรา	ภาคกลาง	1977-2007
118	09052	ที่ว่าการอำเภอบางละมุง	09052	16	แม่น้ำบางปะกง	อ.ลำลูกกา	จ.ปทุมธานี	ภาคกลาง	1952-2007
119	09062	ที่ว่าการอำเภอบ้านบึง	09062	16	แม่น้ำบางปะกง	อ.บ้านบึง	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1952-2007
120	423301	สภษ.ฉะเชิงเทรา	03012	16	แม่น้ำบางปะกง	อ.เมือง	จ.ฉะเชิงเทรา	ภาคกลาง	1989-2007

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสถานีวิจัยน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
121	06062	ที่ว่าการอำเภอโป่งน้ำร้อน	06062	17	โตนเลสาป	อ.โป่งน้ำร้อน	จ.จันทบุรี	ภาคกลาง	1956-2007
122	74022	ที่ว่าการอำเภอวัฒนานคร	74022	17	โตนเลสาป	อ.วัฒนานคร	จ.สระแก้ว	ภาคกลาง	1952-2007
123	74042	ที่ว่าการอำเภอตาพระยา	74042	17	โตนเลสาป	อ.ตาพระยา	จ.สระแก้ว	ภาคกลาง	1965-2007
124	74102	นิคมสร้างตนเองคลองน้ำใส อ.อรัญประเทศ	74102	17	โตนเลสาป	อ.อรัญประเทศ	จ.สระแก้ว	ภาคกลาง	1964-2007
125	440201	สตอ.อรัญประเทศ*	74033	17	โตนเลสาป	อ.อรัญประเทศ	จ.สระแก้ว	ภาคกลาง	1952-2007
126	09042	ที่ว่าการอำเภอศรีราชา	09042	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.ศรีราชา	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1952-2007
127	09102	ศูนย์ฝึกทหารใหม่ อ.สัตหีบ	09102	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.สัตหีบ	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1961-2007
128	09160	บางพระ อ.ศรีราชา	09160	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.ศรีราชา	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1955-2007
129	06042	ที่ว่าการอำเภอท่าใหม่	06042	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.ท่าใหม่	จ.จันทบุรี	ภาคกลาง	1952-2007
130	459201	สตอ.ชลบุรี*	09013	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.เมืองชลบุรี	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1952-2007
131	478201	สตอ.ระยอง*	48193	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.เมืองระยอง	จ.ระยอง	ภาคกลาง	1981-2007
132	478301	สภษ.ห้วยโป่ง*	48052	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.เมืองระยอง	จ.ระยอง	ภาคกลาง	1959-2007
133	459204	สตอ.สัตหีบ	09073	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.สัตหีบ	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1952-2007
134	480201	สตอ.จันทบุรี*	06013	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.เมืองจันทบุรี	จ.จันทบุรี	ภาคกลาง	1952-2007
135	480301	สภษ.พลิว*	06072	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.แหลมสิงห์	จ.จันทบุรี	ภาคกลาง	1973-2007
136	459203	สตอ.พัทลุง*	09133	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.บางละมุง	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1981-2007
137	501201	สตอ.คลองใหญ่*	66032	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.คลองใหญ่	จ.ตราด	ภาคกลาง	1952-2007
138	37101	ตะเคียนห้าบาท (B.5) อ.ท่าช้าง	37101	19	แม่น้ำเพชรบุรี	อ.แก่งกระจาน	จ.เพชรบุรี	ภาคกลาง	1965-2007
139	465201	สตอ.เพชรบุรี*	37293	19	แม่น้ำเพชรบุรี	อ.ชะอำ	จ.เพชรบุรี	ภาคกลาง	1977-2007
140	500202	สตอ.หัวหิน*	45043	19	แม่น้ำเพชรบุรี	อ.หัวหิน	จ.ประจวบคีรีขันธ์	ภาคกลาง	1952-2007

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสถานีวิจัยน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
141	45181	บ้านพงษ์กระสังข์(Ky.2) อ.กุยบุรี	45181	20	ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์	อ.กุยบุรี	จ.ประจวบคีรีขันธ์	ภาคกลาง	1979-2007
142	500201	สตอ.ประจวบคีรีขันธ์*	45013	20	ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์	อ.เมือง	จ.ประจวบคีรีขันธ์	ภาคกลาง	1952-2007
143	500301	สทช.หนองพลับ*	45152	20	ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์	อ.หัวหิน	จ.ประจวบคีรีขันธ์	ภาคกลาง	1975-2007
144	29131	โครงการภูโน๊ะ (X.119) อ.สุโขทัย-ลก	29131	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.สุโขทัย-ลก	จ.นราธิวาส	ภาคใต้	1980-2007
145	517201	สตอ.ชุมพร*	10013	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.เมืองชุมพร	จ.ชุมพร	ภาคใต้	1952-2007
146	517301	สทช.สวี*	10082	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.เมืองชุมพร	จ.ชุมพร	ภาคใต้	1967-2007
147	552201	สตอ.นครศรีธรรมราช*	27013	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.เมือง	จ.นครศรีธรรมราช	ภาคใต้	1952-2007
148	552301	สทช.นครศรีธรรมราช*	27492	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.ปากพนัง	จ.นครศรีธรรมราช	ภาคใต้	1983-2007
149	583201	สตอ.นราธิวาส*	29013	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.เมือง	จ.นราธิวาส	ภาคใต้	1952-2007
150	580201	สตอ.ปัตตานี(สนามบิน)*	33103	21	แม่น้ำปัตตานี	อ.เมืองปัตตานี	จ.ปัตตานี	ภาคใต้	1971-2007
151	551201	สุราษฎร์ธานี		22	แม่น้ำตาปี	อ.เมือง	จ.สุราษฎร์ธานี	ภาคใต้	1971-2007
152	551202	สตอ.สุราษฎร์ธานี*	61303	22	แม่น้ำตาปี	อ.เมือง	จ.สุราษฎร์ธานี	ภาคใต้	1985-2006
153	552401	สทท.ฉวาง	27072	22	แม่น้ำตาปี	อ.ฉวาง	จ.นครศรีธรรมราช	ภาคใต้	1999-2007
154	58221	คลองละบัง (X.113) อ.สะเดา	58221	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.สะเดา	จ.สงขลา	ภาคใต้	1980-2007
155	560301	สทช.พัทลุง*	35153	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.เมืองพัทลุง	จ.พัทลุง	ภาคใต้	1981-2007
156	568301	สทช.คอหงษ์*	58112	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.หาดใหญ่	จ.สงขลา	ภาคใต้	1971-2007
157	568501	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก	58013	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.เมืองสงขลา	จ.สงขลา	ภาคใต้	1952-2007
158	568502	สนามบินหาดใหญ่*	58332	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.คลองหอยโข่ง	จ.สงขลา	ภาคใต้	1973-2007
159	33103	สตอ.ปัตตานี(สนามบิน)*	33103	24	แม่น้ำปัตตานี	อ.เมืองปัตตานี	จ.ปัตตานี	ภาคใต้	1970-2007
160	581301	สทช.ยะลา*	71182	24	แม่น้ำปัตตานี	อ.เมืองยะลา	จ.ยะลา	ภาคใต้	1982-2007

ตารางที่ ข-1 รายละเอียดสถานีวิจัยน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
161	43033	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก	43033	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.ถลาง	จ.ภูเก็ต	ภาคใต้	1968-2007
162	43060	โครงการบางวัด	43060	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.กระบุรี	จ.ภูเก็ต	ภาคใต้	1979-2005
163	55060	โครงการคลองบาลอย อ.ละงู	55060	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.ละงู	จ.สตูล	ภาคใต้	1979-2007
164	532201	สตอ.ระนอง*	46013	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.เมืองระนอง	จ.ระนอง	ภาคใต้	1952-2007
165	561201	สตอ.ตะกั่วป่า*	34152	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.ตะกั่วป่า	จ.พังงา	ภาคใต้	1981-2007
166	564201	สตอ.ภูเก็ต*	43013	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.เมืองภูเก็ต	จ.ภูเก็ต	ภาคใต้	1952-2007
167	564202	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก จ.ภูเก็ต	43033	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.ถลาง	จ.ภูเก็ต	ภาคใต้	1971-2007
168	567201	สตอ.ตรัง*	65013	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.เมืองตรัง	จ.ตรัง	ภาคใต้	1971-2007
169	570201	สตอ.สตูล*	55073	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.เมืองสตูล	จ.สตูล	ภาคใต้	1978-2007

หมายเหตุ: รหัสสถานี 5 ตัวอักษร คือสถานีของกรมชลประทาน

รหัสสถานี 6 ตัวอักษร คือสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา

รหัสสถานีของกรมชลประทาน คือสถานีของกรมชลประทานที่ใช้ข้อมูลร่วมกับกรมอุตุนิยมวิทยา

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดสถานีวิจัยข้อมูลภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
1	300201	สตอ.แม่ฮ่องสอน*	20012	01	แม่น้ำสาละวิน	อ.เมืองแม่ฮ่องสอน	จ.แม่ฮ่องสอน	ภาคเหนือ	1971-2007
2	300202	สตอ.แม่สะเรียง	20023	01	แม่น้ำสาละวิน	อ.แม่สะเรียง	จ.แม่ฮ่องสอน	ภาคเหนือ	1971-2007
3	303201	สตอ.เชียงราย	08013	03	แม่น้ำกก	อ.เมืองเชียงราย	จ.เชียงราย	ภาคเหนือ	1971-2007
4	303301	สภษ.เชียงราย*	08123	03	แม่น้ำกก	อ.เมืองเชียงราย	จ.เชียงราย	ภาคเหนือ	1979-2007
5	310201	สภษ.พะเยา*	73013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมืองพะเยา	จ.พะเยา	ภาคเหนือ	1981-2007
6	327301	สภษ. แม่ใจ (เชียงใหม่)	07304	06	แม่น้ำปิง	อ.สันทราย	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1971-2007
7	327501	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ	07013	06	แม่น้ำปิง	อ.แม่ริม	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1971-2007
8	328201	สตอ.ลำปาง*	16013	07	แม่น้ำวัง	อ.เมืองลำปาง	จ.ลำปาง	ภาคเหนือ	1971-2007
9	328301	สภษ. ลำปาง	16303	07	แม่น้ำวัง	อ.ห้างฉัตร	จ.ลำปาง	ภาคเหนือ	1982-2007
10	329201	สตอ.ลำพูน	17093	06	แม่น้ำปิง	อ.เมืองลำพูน	จ.ลำพูน	ภาคเหนือ	1981-2007
11	330201	สภษ.แพร่*	40013	08	แม่น้ำยม	อ.เมืองแพร่	จ.แพร่	ภาคเหนือ	1971-2007
12	331201	สตอ.น่าน*	28013	09	แม่น้ำน่าน	อ.เมืองน่าน	จ.น่าน	ภาคเหนือ	1971-2007
13	331301	สภษ.น่าน	28142	09	แม่น้ำน่าน	อ.เมืองน่าน	จ.น่าน	ภาคเหนือ	1971-2007
14	331401	สอท.ท่าวังผา*	28073	09	แม่น้ำน่าน	อ.ท่าวังผา	จ.น่าน	ภาคเหนือ	1971-2007
15	351201	สตอ.อุตรดิตถ์*	70013	09	แม่น้ำน่าน	อ.เมืองอุตรดิตถ์	จ.อุตรดิตถ์	ภาคเหนือ	1971-2007
16	373301	สภษ. ศรีลำโรง (สุโขทัย)		08	แม่น้ำยม	อ.ศรีลำโรง	จ.สุโขทัย	ภาคเหนือ	1971-2007
17	376201	สตอ.ตาก	63013	11	แม่น้ำสะแกกรัง	อ.เมืองตาก	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1971-2007
18	376202	สตอ.แม่สอด*	63033	01	แม่น้ำสาละวิน	อ.แม่สอด	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1971-2007
19	376203	สตอ.เขื่อนภูมิพล*		06	แม่น้ำปิง	อ.สามเงา	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1971-2007
20	376401	สอท.อุ้มผาง*	63042	14	แม่น้ำแม่กลอง	อ.อุ้มผาง	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1978-2007

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดสถานีวิจัยข้อมูลภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
21	378201	สภษ.พิษณุโลก*	39013	09	แม่น้ำน่าน	อ.เมือง	จ.พิษณุโลก	ภาคเหนือ	1971-2007
22	379201	สตอ.เพชรบูรณ์*	36013	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.เมือง	จ.เพชรบูรณ์	ภาคเหนือ	1971-2007
23	379401	สอท.หล่มสัก*	36023	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.หล่มสัก	จ.เพชรบูรณ์	ภาคเหนือ	1971-2007
24	380201	สภษ.กำแพงเพชร*	12012	06	แม่น้ำปิง	อ.เมือง	จ.กำแพงเพชร	ภาคเหนือ	1981-2007
25	386301	สภษ. พิจิตร	38092	08	แม่น้ำยม	อ.เมืองพิจิตร	จ.พิจิตร	ภาคเหนือ	1992-2007
26	352201	สตอ.หนองคาย*	30013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.หนองคาย	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
27	353201	สตอ.เลย*	18013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมืองเลย	จ.เลย	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
28	353301	สภษ. เลย	18062	02	แม่น้ำโขง	อ.เมืองเลย	จ.เลย	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
29	354201	สตอ.อุดรธานี*	68013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมืองอุดรธานี	จ.อุดรธานี	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
30	356201	สตอ.สกลนคร*	50013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมืองสกลนคร	จ.สกลนคร	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
31	356301	สภษ. สกลนคร	50122	02	แม่น้ำโขง	อ.เมืองสกลนคร	จ.สกลนคร	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
32	357201	สตอ.นครพนม*	24013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.นครพนม	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
33	381201	สตอ.ขอนแก่น*	14013	04	แม่น้ำชี	อ.เมือง	จ.ขอนแก่น	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
34	381301	สภษ. ท่าพระ (ขอนแก่น)	14602	04	แม่น้ำชี	อ.พระยืน	จ.ขอนแก่น	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
35	383201	สตอ.มุกดาหาร*	64013	02	แม่น้ำโขง	อ.เมือง	จ.มุกดาหาร	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
36	387401	สอท.โกสุมพิสัย*	21043	04	แม่น้ำชี	อ.โกสุมพิสัย	จ.มหาสารคาม	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
37	403201	สตอ.ชัยภูมิ*	05013	04	แม่น้ำชี	อ.เมืองชัยภูมิ	จ.ชัยภูมิ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
38	405201	สตอ.ร้อยเอ็ด*	49013	04	แม่น้ำชี	อ.เมืองร้อยเอ็ด	จ.ร้อยเอ็ด	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
39	405301	สภษ. ร้อยเอ็ด	49323	04	แม่น้ำชี	อ.เมืองร้อยเอ็ด	จ.ร้อยเอ็ด	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1983-2007
40	407301	สภษ. อุบลราชธานี	67092	05	แม่น้ำมูล	กิ่งอ.สว่างวีระ	จ.อุบลราชธานี	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1972-2007

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดสถานีวิจัยข้อมูลภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
41	407501	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะ	67013	05	แม่น้ำมูล	อ.เมือง	จ.อุบลราชธานี	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
42	409301	สทช. ศรีสะเกษ	57203	05	แม่น้ำมูล	อ.วังหิน	จ.ศรีสะเกษ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1983-2007
43	431201	สตอ.นครราชสีมา*	25013	05	แม่น้ำมูล	อ.เมือง	จ.นครราชสีมา	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
44	431301	สทช. ปากช่อง (นครราชสีมา	25272	05	แม่น้ำมูล	อ.ปากช่อง	จ.นครราชสีมา	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
45	431401	สทท.โชคชัย*	25093	05	แม่น้ำมูล	อ.โชคชัย	จ.นครราชสีมา	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
46	432201	สตอ.สุรินทร์*	62013	05	แม่น้ำมูล	อ.เมืองสุรินทร์	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
47	432301	สทช. สุรินทร์		05	แม่น้ำมูล	อ.เมืองสุรินทร์	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
48	432401	สทท.ท่าตูม*	62043	05	แม่น้ำมูล	อ.ท่าตูม	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
49	436401	สทท.นางรอง*	02033	05	แม่น้ำมูล	อ.นางรอง	จ.บุรีรัมย์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2007
50	423301	สทช. ฉะเชิงเทรา	03012	16	แม่น้ำบางปะกง	อ.เมืองฉะเชิงเท	จ.ฉะเชิงเทรา	ภาคกลาง	1989-2007
51	430201	สตอ.ปราจีนบุรี*	44013	15	น้ำปราจีนบุรี	อ.เมือง	จ.ปราจีนบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
52	430401	สทท.กบินทร์บุรี*	44043	15	น้ำปราจีนบุรี	อ.กบินทร์บุรี	จ.ปราจีนบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
53	440201	สตอ.อรัญประเทศ*	74033	17	โตนเลสาป	อ.อรัญประเทศ	จ.สระแก้ว	ภาคกลาง	1971-2007
54	440401	สทท.สระแก้ว	74012	17	โตนเลสาป	อ.เมืองสระแก้ว	จ.สระแก้ว	ภาคกลาง	1999-2007
55	459201	สตอ.ชลบุรี*	09013	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.เมืองชลบุรี	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
56	459203	สตอ.พัทยา*	09133	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.บางละมุง	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1981-2007
57	459204	สตอ.สัตหีบ	09073	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.สัตหีบ	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
58	478201	สตอ.ระยอง*	48193	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.เมืองระยอง	จ.ระยอง	ภาคกลาง	1981-2007
59	478301	สทช.ห้วยโป่ง*	48052	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.เมืองระยอง	จ.ระยอง	ภาคกลาง	1971-2007
60	480201	สตอ.จันทบุรี*	06013	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.เมืองจันทบุรี	จ.จันทบุรี	ภาคกลาง	1971-2007

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดสถานีวิจัยข้อมูลภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
61	480301	สภษ. พลับ (จันทบุรี)	06072	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.แหลมสิงห์	จ.จันทบุรี	ภาคกลาง	1973-2007
62	501201	สตอ.คลองใหญ่*	66032	18	ชายฝั่งทะเลตะวันออก	อ.คลองใหญ่	จ.ตราด	ภาคกลาง	1971-2007
63	400201	สตอ.นครสวรรค์*	26013	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.เมือง	จ.นครสวรรค์	ภาคเหนือ	1971-2007
64	400301	สภษ. ตากฟ้า (นครสวรรค์)	26142	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.ตากฟ้า	จ.นครสวรรค์	ภาคเหนือ	1971-2007
65	402301	สภษ. ชัยนาท*	04382	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.สรรพยา	จ.ชัยนาท	ภาคกลาง	1971-2007
66	424301	สภษ. ราชบุรี	47392	14	แม่น้ำแม่กลอง	อ.เมืองราชบุรี	จ.ราชบุรี	ภาคกลาง	1992-2007
67	425201	สตอ. สุพรรณบุรี	60013	13	แม่น้ำท่าจีน	อ.เมือง	จ.สุพรรณบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
68	425301	สภษ. อุทอง (สุพรรณบุรี)	60522	13	แม่น้ำท่าจีน	อ.ห้วยกระเจา	จ.กาญจนบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
69	426201	สตอ.ลพบุรี*	19013	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.เมืองลพบุรี	จ.ลพบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
70	426401	สตอ.บัวชุม*	19113	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.ชัยบาดาล	จ.ลพบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
71	450201	สตอ.กาญจนบุรี*	13013	14	แม่น้ำแม่	อ.เมือง	จ.กาญจนบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
72	450401	ทองผาภูมิ		14	แม่น้ำแม่กลอง	อ.ทองผาภูมิ	จ.กาญจนบุรี	ภาคกลาง	1971-2007
73	451301	สภษ. กำแพงแสน (นครปฐม)	23062	13	แม่น้ำท่าจีน	อ.ท่ามะกา	จ.กาญจนบุรี	ภาคกลาง	1973-2007
74	455201	ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริ	41752	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	เขตคลองเตย	จ.กรุงเทพมหานคร	ภาคกลาง	1971-2007
75	455301	สภษ. บางนา (กรุงเทพฯ)	41083	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	เขตบางนา	จ.กรุงเทพมหานคร	ภาคกลาง	1971-2007
76	455601	ท่าอากาศยานกรุงเทพ*	41063	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	เขตดอนเมือง	จ.กรุงเทพมหานคร	ภาคกลาง	1971-2007
77	465201	สตอ.เพชรบุรี*	37293	19	แม่น้ำเพชรบุรี	อ.ชะอำ	จ.เพชรบุรี	ภาคกลาง	1981-2007
78	500201	สตอ.ประจวบคีรีขันธ์*	45013	20	ชายฝั่งทะเลประจวบคีรี	อ.เมือง	จ.ประจวบคีรีขันธ์	ภาคกลาง	1971-2007
79	500301	สภษ. หนองพลับ (ประจวบฯ)	45152	20	ชายฝั่งทะเลประจวบคีรี	อ.หัวหิน	จ.ประจวบคีรีขันธ์	ภาคกลาง	1975-2007
80	517201	สตอ.ชุมพร*	10013	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.เมืองชุมพร	จ.ชุมพร	ภาคใต้	1971-2007

ตารางที่ ข-2 รายละเอียดสถานีวิจัยข้อมูลภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสสถานี ของกรม ชลประทาน	รหัส ลุ่มน้ำ	ชื่อลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
81	517301	สภษ. สวี (ชุมพร)	10082	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.เมืองชุมพร	จ.ชุมพร	ภาคใต้	1971-2007
82	532201	สตอ.ระนอง*	46013	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.เมืองระนอง	จ.ระนอง	ภาคใต้	1971-2007 1971-1998, 2006-
83	551201	สตอ.สุราษฎร์ธานี*		22	แม่น้ำตาปี	อ.เมืองสุราษฎร์	จ.สุราษฎร์ธานี	ภาคใต้	2007
84	551202	พุนพิน	61303	22	แม่น้ำตาปี	อ.พุนพิน	จ.สุราษฎร์ธานี	ภาคใต้	1988-2006
85	551301	สภษ. สุราษฎร์ธานี	61442	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.กาญจนดิษฐ์	จ.สุราษฎร์ธานี	ภาคใต้	1992-2007
86	551401	สอท.พระแสง	61082	22	แม่น้ำตาปี	อ.พระแสง	จ.สุราษฎร์ธานี	ภาคใต้	1999-2007
87	552201	สตอ.นครศรีธรรมราช*	27013	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.เมือง	จ.นครศรีธรรมราช	ภาคใต้	1971-2007
88	552301	สภษ. นครศรีธรรมราช	27492	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.ปากพะนัง	จ.นครศรีธรรมราช	ภาคใต้	1983-2007
89	552401	สอท.ฉวาง	27072	22	แม่น้ำตาปี	อ.ฉวาง	จ.นครศรีธรรมราช	ภาคใต้	1999-2007
90	560301	สภษ.พัทลุง*	35153	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.เมืองพัทลุง	จ.พัทลุง	ภาคใต้	1981-2007
91	564201	สตอ.ภูเก็ต*	43013	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.เมืองภูเก็ต	จ.ภูเก็ต	ภาคใต้	1971-2007
92	564202	สนามบินภูเก็ต		25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.เมืองภูเก็ต	จ.ภูเก็ต	ภาคใต้	1971-2007
93	567201	สตอ.ตรัง*	65013	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.เมืองตรัง	จ.ตรัง	ภาคใต้	1971-2007
94	568301	สภษ. คอหงษ์ (สงขลา)	58112	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.หาดใหญ่	จ.สงขลา	ภาคใต้	1971-2007
95	568501	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้	58013	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.เมืองสงขลา	จ.สงขลา	ภาคใต้	1971-2007
96	568502	สนามบินหาดใหญ่*	58332	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.คลองหอยโข่ง	จ.สงขลา	ภาคใต้	1973-2007
97	570201	สตอ.สตูล*	55073	25	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	อ.เมืองสตูล	จ.สตูล	ภาคใต้	1978-2007
98	580201	สตอ.ปัตตานี(สนามบิน)*	33103	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.เมืองปัตตานี	จ.ปัตตานี	ภาคใต้	1971-2007
99	581301	สภษ. ยะลา	71182	24	แม่น้ำปัตตานี	อ.เมืองยะลา	จ.ยะลา	ภาคใต้	1982-2007
100	583201	สตอ.นราธิวาส*	29013	21	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	อ.เมือง	จ.นราธิวาส	ภาคใต้	1971-2007

ตารางที่ ข-3 รายละเอียดยดสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสลุ่ม น้ำ	ชื่อ ลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
1	SW5A	บ้านท่าโป่งแดง	01	แม่น้ำสาละวิน	อ.เมือง	จ.แม่ฮ่องสอน	ภาคเหนือ	1982-2005
2	SW6	บ้านแม่ละเมา	01	แม่น้ำสาละวิน	อ.แม่สอด	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1978-2005
3	E20A	แม่น้ำชี	04	แม่น้ำชี	อ.มหาชนะชัย	จ.ยโสธร	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1974-2005
4	E8	บ้านท่าพระไทย	04	แม่น้ำชี	อ.เมือง	จ.มหาสารคาม	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1955-2003
5	E18	บ้านท่าไคร้	04	แม่น้ำชี	อ.เสลภูมิ	จ.ร้อยเอ็ด	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1974-2005
6	E9	บ้านโจด	04	แม่น้ำชี	อ.มัญจาคีรี	จ.ขอนแก่น	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1967-2004
7	E16A	บ้านท่าพระ	04	แม่น้ำชี	อ.เมืองขอนแก่น	จ.ขอนแก่น	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1958-2003
8	E23	บ้านคำย	04	แม่น้ำชี	อ.เมืองชัยภูมิ	จ.ชัยภูมิ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1974-2005
9	E21	บ้านแก่งโก	04	แม่น้ำชี	อ.แก่งสนามนาง	จ.นครราชสีมา	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1968-1997
10	E5	บ้านโนนเปลือย	04	แม่น้ำชี	อ.หนองบัวระเหว	จ.ชัยภูมิ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1958-1997
11	E29	บ้านผานกเค้า	04	แม่น้ำชี	อ.ภูกระดึง	จ.เลย	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1978-2005
12	E54	บ้านแก่งยาว	04	แม่น้ำชี	อ.ภูจินารายณ์	จ.กาฬสินธุ์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1969-2005
13	E65	บ้านท่าไฮ	04	แม่น้ำชี	อ.ท่าคันโท	จ.กาฬสินธุ์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1983-2004
14	E75	บ้านหนองม่วง	04	แม่น้ำชี	อ.เมืองกาฬสินธุ์	จ.กาฬสินธุ์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1987-2005
15	E26	บ้านหัวขัว	04	แม่น้ำชี	อ.ยางตลาด	จ.กาฬสินธุ์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1970-1997
16	W4A	บ้านวังหมัน	07	แม่น้ำวัง	อ.สามเงา	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1972-2005
17	W3A	บ้านดอนชัย	07	แม่น้ำวัง	อ.เถิน	จ.ลำปาง	ภาคเหนือ	1968-1998
18	M6A	บ้านสตึก	05	แม่น้ำมูล	อ.สตึก	จ.บุรีรัมย์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1964-1995
19	M9	บ้านหนองหญ้าปล้อง	05	แม่น้ำมูล	อ.เมือง	จ.ศรีสะเกษ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1954-2003
20	M91	บ้านไทยถาวร	05	แม่น้ำมูล	อ.ภูสิงห์	จ.ศรีสะเกษ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1977-2004

ตารางที่ ข-3 รายละเอียดสถานีวิัดน้ำท่าของกรมชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสลุ่ม น้ำ	ชื่อ ลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
21	M26	บ้านลำชี	05	แม่น้ำมูล	อ.เมืองสุรินทร์	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1954-2003
22	M42	บ้านห้วยทับทัน	05	แม่น้ำมูล	อ.ห้วยทับทัน	จ.ศรีสะเกษ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1972-2004
23	M101	บ้านแหยาง	05	แม่น้ำมูล	อ.สังขะ	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1979-1995
24	M102	บ้านพลชัย	05	แม่น้ำมูล	อ.สังขะ	จ.สุรินทร์	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1977-1996
25	M69	บ้านท่าปอแบง	05	แม่น้ำมูล	อ.ตระการพิชัย	จ.อุบลราชธานี	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-1977
26	M89	สะพานอาคารเซราม	05	แม่น้ำมูล	อ.ปากช่อง	จ.นครราชสีมา	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1971-2004
27	P1	สะพานนรรัฐ	06	แม่น้ำปิง	อ.เมืองเชียงใหม่	จ.เชียงใหม่	ภาคเหนือ	1952-2005
28	P7A	ในเมือง	06	แม่น้ำปิง	อ.เมือง	จ.กำแพงเพชร	ภาคเหนือ	1978-2005
29	P2A	บ้านท่าแค	06	แม่น้ำปิง	อ.เมืองตาก	จ.ตาก	ภาคเหนือ	1952-2001
30	P17	บ้านท่าจี้	06	แม่น้ำปิง	อ.บรรพตพิสัย	จ.นครสวรรค์	ภาคเหนือ	1955-2005
31	P35	บ้านปางตาไว	06	แม่น้ำปิง	อ.ปางศิลาทอง	จ.กำแพงเพชร	ภาคเหนือ	1974-2003
32	Y14	บ้านดอนระเบียง	08	แม่น้ำยม	อ.ศรีสัชนาลัย	จ.สุโขทัย	ภาคเหนือ	1964-2005
33	Y6	บ้านแก่งหลวง	08	แม่น้ำยม	อ.ศรีสัชนาลัย	จ.สุโขทัย	ภาคเหนือ	1952-2005
34	Y3A	บ้านวังไม้ขอน	08	แม่น้ำยม	อ.สวรรคโลก	จ.สุโขทัย	ภาคเหนือ	1967-2005
35	Y20	บ้านห้วยสัก	08	แม่น้ำยม	อ.สอง	จ.แพร่	ภาคเหนือ	1973-2005
36	Y1C	บ้านน้ำโค้ง	08	แม่น้ำยม	อ.เมืองแพร่	จ.แพร่	ภาคเหนือ	1979-2005
37	N5A	ในเมือง	09	แม่น้ำน่าน	อ.เมืองพิษณุโลก	จ.พิษณุโลก	ภาคเหนือ	1966-2005
38	N24	บ้านวังนกแอ่น	09	แม่น้ำน่าน	อ.วังทอง	จ.พิษณุโลก	ภาคเหนือ	1965-2005
39	N40	บ้านหนองบอน	09	แม่น้ำน่าน	อ.วัดโบสถ์	จ.พิษณุโลก	ภาคเหนือ	1977-2005
40	N1	ที่สำนักงานป่าไม้	09	แม่น้ำน่าน	อ.เมืองน่าน	จ.น่าน	ภาคเหนือ	1963-2005

ตารางที่ ข-3 รายละเอียดสถานีวิจัยน้ำท่าของกรมชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสลุ่ม น้ำ	ชื่อ ลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
41	C2	ค่ายจิระประวัติ	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.เมืองนครสวรรค์	จ.นครสวรรค์	ภาคเหนือ	1956-2005
42	C13	ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคกลาง	10	แม่น้ำเจ้าพระยา	อ.สรรพยา	จ.ชัยนาท	ภาคกลาง	1952-2005
43	S12	บ้านท่าลาว	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.หนองไผ่	จ.เพชรบูรณ์	ภาคเหนือ	1979-2005
44	S13	บ้านท่าเยี่ยม	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.ลำสนธิ	จ.ลพบุรี	ภาคกลาง	1978-2005
45	S7	มิตรภาพ	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.ปากช่อง	จ.นครราชสีมา	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	1978-2005
46	S9	บ้านป่า	12	แม่น้ำป่าสัก	อ.แก่งคอย	จ.สระบุรี	ภาคกลาง	1974-2005
47	C30	บ้านสมอทอง	13	แม่น้ำท่าจีน	อ.ห้วยคต	จ.อุทัยธานี	ภาคเหนือ	1983-2005
48	Kgt3	แม่น้ำปราจีนบุรี	15	แม่น้ำปราจีนบุรี	อ.กบินทร์บุรี	จ.ปราจีนบุรี	ภาคกลาง	1965-2005
49	Kgt10	คลองพระสถิต	15	แม่น้ำปราจีนบุรี	อ.เมืองสระแก้ว	จ.สระแก้ว	ภาคกลาง	1967-1996
50	Kgt9	บ้านเขาฉกรรจ์	15	แม่น้ำปราจีนบุรี	อ.เขาฉกรรจ์	จ.สระแก้ว	ภาคกลาง	1970-2005
51	Kgt12	บ้านแก้ง	15	แม่น้ำปราจีนบุรี	อ.เมืองสระแก้ว	จ.สระแก้ว	ภาคกลาง	1967-2005
52	Kgt13	บ้านนางเล็ง	15	แม่น้ำปราจีนบุรี	อ.กบินทร์บุรี	จ.ปราจีนบุรี	ภาคกลาง	1967-1996
53	Kgt14	บ้านทุ่งแฝก	15	แม่น้ำปราจีนบุรี	อ.นาดี	จ.ปราจีนบุรี	ภาคกลาง	1967-2005
54	Kgt15A	บ้านแก่งดินสอ	15	แม่น้ำปราจีนบุรี	อ.นาดี	จ.ปราจีนบุรี	ภาคกลาง	1968-1998
55	Kgt19	บ้านเขานางนม	16	แม่น้ำบางปะกง	กิ่งอ.เกาะจันทร์	จ.ชลบุรี	ภาคกลาง	1966-2005
56	NY3	บ้านป่าชะ	16	แม่น้ำบางปะกง	อ.บ้านนา	จ.นครนายก	ภาคกลาง	1976-2004
57	Z18	บ้านชำส้อ	18	ชายฝั่งทะเล ตะวันออก	กิ่งอ.เขาชะเมา	จ.ระยอง	ภาคกลาง	1977-2004
58	B3	บ้านสองพี่น้อง	19	แม่น้ำเพชรบุรี	อ.แก่งกระจาน	จ.เพชรบุรี	ภาคกลาง	1968-1996
59	B6	สะพานรถยนต์	19	แม่น้ำเพชรบุรี	อ.แก่งกระจาน	จ.เพชรบุรี	ภาคกลาง	1966-2005
60	GT7	บ้านวังยาว	20	ชายฝั่งทะเล ประจวบคีรีขันธ์	อ.บางสะพาน	จ.ประจวบคีรีขันธ์	ภาคกลาง	1968-2005

ตารางที่ ข-3 รายละเอียดสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัสลุ่ม น้ำ	ชื่อ ลุ่มน้ำ	อำเภอ	จังหวัด	ภาค	ช่วงข้อมูล
61	GT9	บ้านกลาง	20	ชายฝั่งทะเล ประจวบคีรีขันธ์	อ.ทับสะแก	จ.ประจวบคีรีขันธ์	ภาคกลาง	1980-2005
62	GT10	บ้านหนองหญ้าปล้อง	20	ชายฝั่งทะเล ประจวบคีรีขันธ์	อ.บางสะพาน	จ.ประจวบคีรีขันธ์	ภาคกลาง	1980-2005
63	X103	บ้านโนนทอน	21	ภาคใต้ฝั่ง ตะวันออก	อ.ไชยา	จ.สุราษฎร์ธานี	ภาคใต้	1979-2005
64	X105	บ้านไม้เสียบ	21	ภาคใต้ฝั่ง ตะวันออก	อ.ชะอวด	จ.นครศรีธรรมราช	ภาคใต้	1979-2005
65	X90	บ้านบางศาลา	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.คลองหอยโข่ง	จ.สงขลา	ภาคใต้	1972-2005
66	X170	บ้านคลองลำ	23	ทะเลสาบสงขลา	อ.เมืองพัทลุง	จ.พัทลุง	ภาคใต้	1978-2005
67	X40	ปัตตานีที่บ้านตลาดเก่า	24	แม่น้ำปัตตานี	อ.เมืองยะลา	จ.ยะลา	ภาคใต้	1977-2004
68	X40A	บ้านท่าสาป	24	แม่น้ำปัตตานี	อ.เมืองยะลา	จ.ยะลา	ภาคใต้	1965-2005

ข.4 การหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method

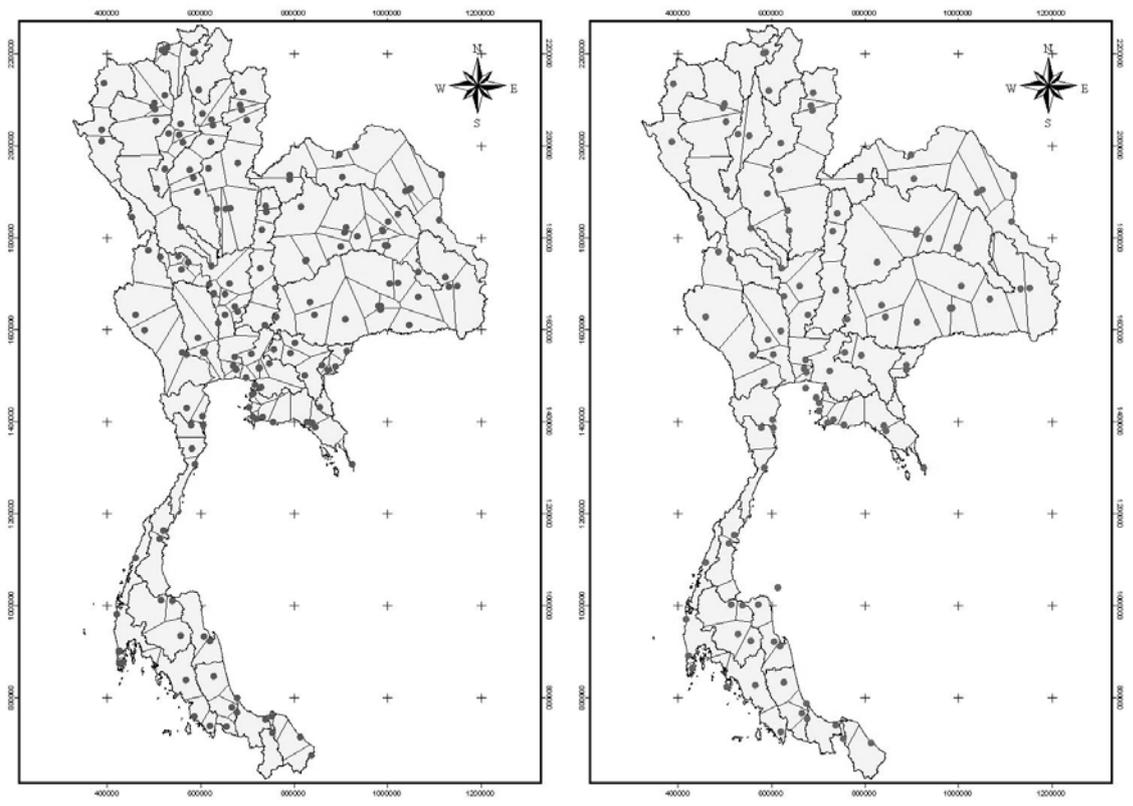
วิธีของทิสเซน (Thiessen method) ใช้หาค่าเฉลี่ยปริมาณฝน และอุณหภูมิ โดยเป็นการสร้างรูปหลายเหลี่ยม (polygon) ขึ้น โดยถือว่าปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในพื้นที่หลายเหลี่ยมนั้นมีค่าสม่ำเสมอเท่ากับสถานีวัดที่ตั้งในรูปหลายเหลี่ยมนั้น แล้วจึงหาพื้นที่ของแต่ละสถานีครอบคลุมเพื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ยแบบมีค่าถ่วงน้ำหนัก โดยจากการศึกษาใช้โปรแกรม Arcview ช่วยในการหาพื้นที่ที่อยู่ล้อมรอบสถานีในแต่ละลุ่มน้ำ แสดงผลการหาพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิดังรูปที่ ข-4 และรายละเอียดพื้นที่และการให้น้ำหนักจากวิธี Thiessen Polygon Method ดังตารางที่ ข-5 ซึ่งจากให้คะแนนจะแยกแต่ละลุ่มน้ำ สถานีที่ใช้ในแต่ละลุ่มน้ำไม่เท่ากัน ทั้งนี้ในบางลุ่มน้ำก็ไม่สามารถหาพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon ได้เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านจำนวนสถานีที่นำมาใช้วิเคราะห์ เช่น ข้อมูลภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำสะแกกรัง ลุ่มน้ำบางปะกง ลุ่มน้ำโดนเลสาป และลุ่มน้ำปัตตานี เนื่องจากมีสถานีที่นำมาวิเคราะห์ได้เพียง 1 สถานีจึงใช้พื้นที่ลุ่มน้ำในการวิเคราะห์

ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อพื้นที่หาได้จาก สมการที่ (17)

$$\bar{P} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n P_i A_i$$

เมื่อกำหนดให้ P_i คือปริมาณฝนในแต่ละสถานี

A_i คือพื้นที่รูปหลายเหลี่ยม (ตร.กม.)



รูปที่ ข-3 การหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของปริมาณน้ำฝน (ซ้าย) และ
 อุณหภูมิ (ขวา) ตามแต่ละลุ่มน้ำของไทย

ตารางที่ ข-4 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของปริมาณน้ำฝน

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	รหัสลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการวิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการวิเคราะห์พื้นที่ (ตามลุ่มน้ำ)
1	20062	ที่ว่าการอำเภอแม่ลาน้อย	1	3,386,563.67	17.72 %
2	300201	สตอ.แม่ฮ่องสอน*	1	6,486,414.86	33.95 %
3	300202	สตอ.แม่สะเรียง*	1	5,165,452.37	27.03 %
4	376202	สตอ.แม่สอด*	1	4,069,377.95	21.3 %
5	30022	ที่ว่าการอำเภอโพธาราม	2	7,940,775.82	13.89 %
6	50072	สถานีทดลองข้าวสกลนคร อ.เมือง	2	715,444.64	1.25 %
7	353201	สตอ.เลย*	2	5,529,717.89	9.67 %
8	353301	สภษ.เลย*	2	4,092,430.27	7.16 %
9	354201	สตอ.อุดรธานี*	2	5,405,801.47	9.45 %
10	356201	สตอ.สกลนคร*	2	5,396,291.41	9.44 %
11	356301	สภษ.สกลนคร*	2	4,787,361.64	8.37 %
12	357201	สตอ.นครพนม*	2	2,679,535.64	4.69 %
13	383201	สตอ.มุกดาหาร*	2	7,153,277.57	12.51 %
14	310201	สภษ.พะเยา*	2	10,030,131.54	17.54 %
15	352201	สตอ.หนองคาย*	2	3,456,127.76	6.04 %
16	07102	ที่ว่าการอำเภอฝาง (สอท.ชั้น 3)	3	2,704,948.08	37.08 %
17	07172	สถานีทดลองพืชสวนฝาง	3	460,428.58	6.31 %
18	07492	ที่ว่าการอำเภอแม่สาย	3	834,938.07	11.45 %
19	303201	สตอ.เชียงราย*	3	1,271,832.53	17.43 %
20	303301	สภษ.เชียงราย*	3	2,023,046.10	27.73 %
21	18181	บ้านผานกแก้ว (E.29) อ.ภูกระดึง	4	10,145,298.63	20.65 %
22	05100	สำนักชลประทาน ชัยภูมิ	4	6,646,018.16	13.52 %
23	11090	ห้วยโพธิ์ อ.เมือง	4	1,169,865.34	2.38 %
24	11170	ห้วยแก่ง	4	3,576,268.11	7.28 %
25	11240	ห้วยฟ้า อ.ห้วยผึ้ง	4	3,719,688.46	7.57 %

ตารางที่ ข-4 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของ ปริมาณน้ำฝน (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัส ลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการ วิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการ วิเคราะห์พื้นที่ ในแต่ละลุ่มน้ำ*
26	14042	ที่ว่าการอำเภอบ้านไผ่	4	2,557,354.49	5.2 %
27	72061	ฟ้าหยาด(E.20A) อ.มหาชนะชัย	4	2,673,959.60	5.44 %
28	403201	สตอ.ชัยภูมิ*	4	3,647,443.38	7.42 %
29	381201	สตอ.ขอนแก่น*	4	6,697,802.11	13.63 %
30	381301	สภษ.ท่าพระ*	4	1,427,535.01	2.9 %
31	387401	สอท.โกสุมพิสัย*	4	2,269,810.63	4.62 %
32	388401	สอท.กมลาไสย	4	861,679.21	1.75 %
33	405201	สตอ.ร้อยเอ็ด*	4	2,787,695.11	5.67 %
34	405301	สภษ.ร้อยเอ็ด*	4	960,367.37	1.95 %
35	57161	เหนือห้วยสำราญ(M.91) อ.ขุนหาญ	5	4,375,596.29	6.16 %
36	62032	สำนักงานเกษตรอำเภอรัตนบุรี	5	3,146,469.12	4.43 %
37	62120	สภอ.ห้วยสะเนียง	5	2,793,901.03	3.93 %
38	67240	หนองช้างใหญ่(Tnk.13) อ.เมือง	5	7,112,768.85	10.01 %
39	431401	สอท.โชคชัย*	5	5,077,536.51	7.14 %
40	436401	สอท.นางรอง*	5	8,023,249.22	11.29 %
41	432201	สตอ.สุรินทร์*	5	1,043,742.18	1.47 %
42	432301	สภษ.สุรินทร์*	5	3,092,487.41	4.35 %
43	432401	สอท.ท่าตูม*	5	8,257,078.69	11.62 %
44	407301	สภษ.คูบลราชธานี*	5	8,164,507.57	11.49 %
45	407501	ศูนย์อตุณิยมวิทยาภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ	5	3,070,156.32	4.32 %
46	409301	สภษ.ศรีสะเกษ*	5	4,451,085.41	6.26 %
47	431201	สตอ.นครราชสีมา*	5	8,964,436.02	12.61 %
48	431301	สภษ.ปากช่อง*	5	3,502,754.82	4.93 %
49	07391	สำนักชลประทานที่ 1 อ.เมืองเชียงใหม่	6	816,029.20	2.36 %
50	07502	สวนป่าแม่หอพระ อ.แม่แตง	6	4,362,495.69	12.63 %

ตารางที่ ข-4 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของ ปริมาณน้ำฝน (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัส ลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการ วิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการ วิเคราะห์พื้นที่ ในแต่ละลุ่มน้ำ*
51	327301	สภษ.แม่ใจ*	6	2,743,448.83	7.94 %
52	327501	ศูนย์อู่ตุนิยมวิทยาภาคเหนือ	6	3,593,552.54	10.4 %
53	329201	สภษ.ลำพูน*	6	8,195,441.74	23.72 %
54	376203	สตอ.เขื่อนภูมิพล*	6	8,820,028.49	25.53 %
55	380201	สภษ.กำแพงเพชร*	6	6,020,513.65	17.42 %
56	16151	แม่จาง (W.15) อ.แม่ทะ	7	1,471,733.99	13.63 %
57	16214	สวนป่าแม่ทรายคำ ต.นิคมพัฒนา	7	4,306,944.12	39.9 %
58	16072	ที่ว่าการอำเภอเถิน	7	2,759,687.84	25.56 %
59	328201	สตอ.ลำปาง*	7	737,648.52	6.83 %
60	328301	สภษ.ลำปาง*	7	1,519,589.18	14.08 %
61	40043	สำนักงานเกษตรอำเภอสอง (สอท.ชั้น 3)	8	1,488,752.41	6.19 %
62	40111	แม่น้ำยม (Y.20) อ.สอง	8	2,367,542.83	9.84 %
63	16092	ที่ว่าการอำเภองาว	8	3,169,007.20	13.18 %
64	59121	แก่งหลวง (Y.6) อ.ศรีสันตลักษ์	8	1,629,455.02	6.77 %
65	59131	ดอนระเบียง (Y.14) อ.ศรีสันตลักษ์	8	3,615,556.04	15.03 %
66	330201	สภษ.แพร่*	8	2,999,129.47	12.47 %
67	373301	สภษ.ศรีสะเกษ*	8	8,782,633.52	36.52 %
68	28111	บ้านหาดข้าวสาร (N.42) อ.เวียงสา	9	4,289,006.22	12.36 %
69	39032	ที่ว่าการอำเภอวังทอง	9	2,746,748.95	7.92 %
70	39101	วังนกแอ่น (N.24) อ.วังทอง	9	7,226,084.71	20.83 %
71	70022	สำนักงานเกษตรอำเภอน้ำปาด	9	6,288,112.61	18.13 %
72	331201	สตอ.น่าน*	9	1,661,355.28	4.79 %
73	331301	สภษ.น่าน*	9	1,017,292.30	2.93 %
74	331401	สอท.ท่าวังผา*	9	4,710,173.48	13.58 %
75	351201	สตอ.อุตรดิตถ์*	9	3,366,422.19	9.7 %

ตารางที่ ข-4 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของ ปริมาณน้ำฝน (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัส ลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการ วิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการ วิเคราะห์พื้นที่ ในแต่ละลุ่มน้ำ*
76	378201	สกษ.พิษณุโลก*	9	3,385,455.23	9.76 %
77	01140	ปตร. ยางมณี อ.โพทอง	10	2,145,221.24	10.45 %
78	04361	เขื่อนเจ้าพระยา อ.สรรพยา	10	715,961.46	3.49 %
79	19210	ปตร.โคกกระเทียม (CPK.27)	10	1,362,482.70	6.64 %
80	26230	ปตร.ช่องแค (CPK.26) อ.ตาคลี	10	950,647.38	4.63 %
81	402301	สกษ.ชัยนาท*	10	364,070.39	1.77 %
82	400301	สกษ.ตากฟ้า*	10	4,422,967.66	21.55 %
83	426201	สตอ.ลพบุรี*	10	1,571,980.98	7.66 %
84	455601	ท่าอากาศยานกรุงเทพ*	10	3,522,081.08	17.16 %
85	455201	ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิต	10	779,874.31	3.8 %
86	455301	สกษ.บางนา*(กรมอุตุนิยมวิทยา)	10	663,578.54	3.23 %
87	400201	สตอ.นครสวรรค์*	10	4,029,476.62	19.63 %
88	04290	ปตร. มโนรมย์	11	794,846.12	16.2 %
89	12081	บ้านปางมะค่า อ.ขามเฒ่า	11	723,962.23	14.75 %
90	26262	ศาลเจ้าไต่ต๋อ อ.ลาดยาว	11	610,885.79	12.45 %
91	26271	ห้วยแม่วงศ์	11	225,055.63	4.59 %
92	26281	คลองโพธิ์ (Ct.7) อ.ลาดยาว	11	1,838,675.50	37.47 %
93	376201	สตอ.ตาก*	11	714,182.41	14.55 %
94	36032	ที่ว่าการอำเภอหล่มเก่า	12	1,775,716.61	11.36 %
95	379201	สตอ.เพชรบูรณ์*	12	2,629,676.66	16.82 %
96	379401	สอท.หล่มสัก*	12	1,296,404.35	8.29 %
97	379402	สอท.วิเชียรบุรี*	12	3,543,615.02	22.67 %
98	415301	สกษ.อุทัย	12	3,522,513.24	22.53 %
99	426401	สอท.บัวชุม*	12	2,864,083.72	18.32 %
100	01080	คลองส่งน้ำ 8L-1R (NOI.10) อ.สามโก้	13	5,465,134.62	40.54 %

ตารางที่ ข-4 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของ ปริมาณน้ำฝน (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัส ลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการ วิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการ วิเคราะห์พื้นที่ ในแต่ละลุ่มน้ำ*
101	23052	ที่ว่าการอำเภอกำแพงแสน	13	692,885.35	5.14 %
102	451301	สภษ.กำแพงแสน*	13	816,919.02	6.06 %
103	425301	สภษ.คูททอง*	13	4,730,808.92	35.09 %
104	425201	สตอ.สุพรรณบุรี*	13	1,774,303.78	13.16 %
105	13221	ห้วยแม่แก่น้อย อ.ไทรโยค	14	5,396,278.36	17.88 %
106	13022	ที่ว่าการอำเภอกำแพงแสน	14	4,598,270.83	15.24 %
107	376401	สตอ.คู่มฝาง*	14	6,155,679.34	20.4 %
108	450201	สตอ.กาญจนบุรี*	14	5,418,621.00	17.95 %
109	450401	ทองผาภูมิ	14	8,612,780.74	28.54 %
110	03110	ปตร. ปากตะคลอง	15	3,899,830.22	40.39 %
111	44191	ห้วยโสมง (Kgt.15A) อ.กบินทร์บุรี	15	2,702,489.83	27.99 %
112	430201	สตอ.ปราจีนบุรี*	15	1,329,674.68	13.77 %
113	430401	สตอ.กบินทร์บุรี*	15	1,722,495.33	17.84 %
114	03090	ปตร. ท่าไถ่	16	645,272.92	6.03 %
115	03130	ปตร. นางสอง	16	698,800.44	6.52 %
116	03172	สำนักงานเกษตรอำเภอราชสาสน์	16	3,613,612.74	33.74 %
117	09052	ที่ว่าการอำเภอบางละมุง	16	2,701,377.21	25.22 %
118	09062	ที่ว่าการอำเภอบ้านบึง	16	2,484,116.23	23.19 %
119	423301	สภษ.ฉะเชิงเทรา	16	566,723.96	5.29 %
120	06062	ที่ว่าการอำเภอโป่งน้ำร้อน	17	1,278,688.41	31.23 %
121	74022	ที่ว่าการอำเภอวัฒนานคร	17	464,277.48	11.34 %
122	74042	ที่ว่าการอำเภอตาพระยา	17	1,183,364.91	28.9 %
123	74102	นิคมสร้างตนเองคลองน้ำใส	17	478,958.72	11.7 %
124	440201	สตอ.อรัญประเทศ*	17	689,071.76	16.83 %
125	09042	ที่ว่าการอำเภอศรีราชา	18	233,959.26	1.73 %

ตารางที่ ข-4 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของ ปริมาณน้ำฝน (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัส ลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการ วิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการ วิเคราะห์พื้นที่ ในแต่ละลุ่มน้ำ*
126	09102	ศูนย์ฝึกทหารใหม่ อ.สัตหีบ	18	337,878.43	2.5 %
127	09160	บางพระ อ.ศรีราชา	18	828,581.57	6.14 %
128	06042	ที่ว่าการอำเภอท่าใหม่	18	2,992,373.39	22.18 %
129	459201	สตอ.ชลบุรี*	18	312,641.95	2.32 %
130	478201	สตอ.ระยอง*	18	2,226,702.72	16.5 %
131	478301	สภ.ห้วยโป่ง*	18	1,137,285.00	8.43 %
132	459204	สตอ.สัตหีบ	18	142,962.41	1.06 %
133	480201	สตอ.จันทบุรี*	18	1,188,679.62	8.81 %
134	480301	สภ.พลีว*	18	3,179,393.21	23.57 %
135	459203	สตอ.พัตยา*	18	373,838.44	2.77 %
136	501201	สตอ.คลองใหญ่*	18	537,056.64	3.98 %
137	37101	ตะเคียนหน้าบาท (B.5) อ.ท่าช้าง	19	5,011,623.22	80.16 %
138	465201	สตอ.เพชรบุรี*	19	1,240,421.38	19.84 %
139	45181	บ้านพงษ์กระสังข์(Ky.2) อ.กุยบุรี	20	2,108,048.23	29.67 %
140	500201	สตอ.ประจวบคีรีขันธ์*	20	2,625,530.56	36.96 %
141	500301	สภ.หนองพลับ*	20	2,370,444.90	33.37 %
142	29131	โครงการมูโนะ (X.119) อ.สุโขทัย-ลก	21	1,969,840.83	7.57 %
143	517201	สตอ.ชุมพร*	21	2,678,588.54	10.29 %
144	517301	สภ.สวี*	21	5,499,590.03	21.13 %
145	552201	สตอ.นครศรีธรรมราช*	21	4,706,437.29	18.08 %
146	552301	สภ.นครศรีธรรมราช*	21	2,757,399.44	10.59 %
147	583201	สตอ.นราธิวาส*	21	3,103,045.49	11.92 %
148	580201	สตอ.ปัตตานี(สนามบิน)*	21	5,314,571.87	20.42 %
149	551201	สุราษฎร์ธานี	22	1,534,884.98	11.41 %
150	551202	สตอ.สุราษฎร์ธานี*	22	6,273,687.37	46.62 %

ตารางที่ ข-4 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของ ปริมาณน้ำฝน (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัส ลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการ วิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการ วิเคราะห์พื้นที่ ในแต่ละลุ่มน้ำ*
151	552401	สอท.ฉวาง	22	5,648,612.32	41.97 %
152	58221	คลองละมั่ง (X.113) อ.สະเดา	23	1,139,762.14	13.43 %
153	560301	สทษ.พัทลุง*	23	4,346,010.18	51.21 %
154	568301	สทษ.คองหงษ์*	23	1,906,819.99	22.47 %
155	568501	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก	23	773,789.74	9.12 %
156	568502	สนามบินหาดใหญ่*	23	319,901.64	3.77 %
157	33103	สตอ.ปัตตานี(สนามบิน)*	24	141,915.12	3.85 %
158	581301	สทษ.ยะลา*	24	3,543,003.66	96.15 %
159	43033	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก	25	175,226.64	0.89 %
160	43060	โครงการบางวัด	25	213,576.94	1.08 %
161	55060	โครงการคลองบาลอย อ.ละงู	25	2,139,026.74	10.81 %
162	532201	สตอ.ระนอง*	25	3,664,501.90	18.51 %
163	564201	สตอ.ภูเก็ต*	25	1,057,401.44	5.34 %
164	564202	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก	25	4,544,391.28	22.96 %
165	567201	สตอ.ตรัง*	25	6,846,120.25	34.58 %
166	570201	สตอ.สตูล*	25	1,155,035.41	5.83 %

ตารางที่ ข-5 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของอุณหภูมิต

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัส ลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการ วิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการ วิเคราะห์พื้นที่ ในแต่ละลุ่มน้ำ*
1	300201	สตอ.แม่ฮ่องสอน*	1	6,915,951.33	36.19 %
2	300202	สตอ.แม่สะเรียง	1	8,128,877.44	42.54 %
3	376202	สตอ.แม่สอด*	1	4,062,980.07	21.26 %
4	310201	สภษ.พะเยา*	1	10,030,131.54	17.54 %
5	352201	สตอ.หนองคาย*	2	8,788,835.39	15.37 %
6	353201	สตอ.เลย*	2	5,529,635.75	9.67 %
7	353301	สภษ. เลย	2	4,092,537.80	7.16 %
8	354201	สตอ.อุดรธานี*	2	6,098,863.87	10.66 %
9	356201	สตอ.สกลนคร*	2	7,253,152.38	12.68 %
10	356301	สภษ. สกลนคร	2	5,555,317.26	9.71 %
11	357201	สตอ.นครพนม*	2	2,679,509.03	4.69 %
12	383201	สตอ.มุกดาหาร*	2	7,158,912.61	12.52 %
13	303201	สตอ.เชียงใหม่	3	1,262,209.61	17.3 %
14	303301	สภษ.เชียงใหม่*	3	6,032,983.75	82.7 %
15	381201	สตอ.ขอนแก่น*	4	14,168,474.29	28.83 %
16	381301	สภษ. ท่าพระ (ขอนแก่น)	4	3,449,152.76	7.02 %
17	387401	สอท.โกสุมพิสัย*	4	4,313,628.28	8.78 %
18	403201	สตอ.ชัยภูมิ*	4	14,950,491.04	30.42 %
19	405201	สตอ.ร้อยเอ็ด*	4	8,322,460.77	16.94 %
20	405301	สภษ. ร้อยเอ็ด	4	3,936,578.46	8.01 %
21	407301	สภษ. อุบลราชธานี	5	9,345,436.07	13.15 %
22	407501	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะ	5	8,568,245.98	12.06 %
23	409301	สภษ. ศรีสะเกษ	5	8,389,925.91	11.8 %
24	431201	สตอ.นครราชสีมา*	5	8,964,418.23	12.61 %
25	431301	สภษ. ปากช่อง (นครราชสีมา	5	3,502,758.79	4.93 %

ตารางที่ ข-5 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของอุณหภูมิต่อ (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัส ลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการ วิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการ วิเคราะห์พื้นที่ ในแต่ละลุ่มน้ำ*
26	431401	สอท.โชคชัย*	5	5,077,523.50	7.14 %
27	432201	สตอ.สุรินทร์*	5	3,767,383.44	5.3 %
28	432301	สทษ. สุรินทร์	5	4,241,675.62	5.97 %
29	432401	สอท.ท่าตูม*	5	11,120,229.02	15.65 %
30	436401	สอท.นางรอง*	5	8,098,172.86	11.39 %
31	327301	สทษ. แม่โจ้ (เชียงใหม่)	6	7,205,341.01	20.85 %
32	327501	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ	6	4,076,330.54	11.8 %
33	329201	สตอ.ลำพูน	6	8,429,303.65	24.4 %
34	376203	สตอ.เขื่อนภูมิพล*	6	8,835,007.73	25.57 %
35	380201	สทษ.กำแพงเพชร*	6	6,005,527.21	17.38 %
36	328201	สตอ.ลำปาง*	7	5,994,496.92	55.53 %
37	328301	สทษ. ลำปาง	7	4,801,106.74	44.47 %
38	330201	สทษ.แพร่*	8	11,432,113.43	47.53 %
39	373301	สทษ. ศรีลำไ้ง (สุโขทัย)	8	9,025,050.30	37.52 %
40	386301	สทษ. พิจิตร	8	3,594,912.76	14.95 %
41	331201	สตอ.น่าน*	9	6,958,119.08	20.06 %
42	331301	สทษ.น่าน	9	1,017,230.31	2.93 %
43	331401	สอท.ท่าวังผา*	9	4,710,187.03	13.58 %
44	351201	สตอ.อุดรดิตถ์*	9	8,184,455.90	23.59 %
45	378201	สทษ.พิษณุโลก*	9	13,820,658.65	39.84 %
46	400201	สตอ.นครสวรรค์*	10	4,041,013.00	19.69 %
47	400301	สทษ. ตากฟ้า (นครสวรรค์)	10	5,108,501.73	24.89 %
48	402301	สทษ.ชัยนาท*	10	1,684,531.94	8.21 %
49	426201	สตอ.ลพบุรี*	10	4,525,469.10	22.04 %
50	455201	ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์	10	779,863.01	3.8 %

ตารางที่ ข-5 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของอุณหภูมิต่อ

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัส ลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการ วิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการ วิเคราะห์พื้นที่ ในแต่ละลุ่มน้ำ*
51	455301	สกษ. บางนา (กรุงเทพฯ)	10	663,582.02	3.23 %
52	455601	ท่าอากาศยานกรุงเทพ*	10	3,725,381.54	18.15 %
53	379201	สตอ.เพชรบูรณ์*	12	3,618,726.14	23.15 %
54	379401	สตท.หล่มสัก*	12	3,072,103.69	19.65 %
55	426401	สตท.บัวชุม*	12	8,941,179.77	57.2 %
56	425201	สตอ. สุพรรณบุรี	13	6,851,976.28	50.83 %
57	425301	สกษ. คูทอง (สุพรรณบุรี)	13	3,437,638.77	25.5 %
58	451301	สกษ. กำแพงแสน (นครปฐม)	13	3,190,436.64	23.67 %
59	376401	สตท.อุ้มผาง*	14	6,155,706.24	20.4 %
60	424301	สกษ. ราชบุรี	14	4,281,193.46	14.18 %
61	450201	สตอ.กาญจนบุรี*	14	7,206,386.38	23.88 %
62	450401	ทองผาภูมิ	14	12,538,344.20	41.54 %
63	430201	สตอ.ปราจีนบุรี*	15	1,571,345.69	16.28 %
64	430401	สตท.กบินทร์บุรี*	15	8,083,144.37	83.72 %
65	440201	สตอ.อรัญประเทศ*	17	2,110,054.15	51.54 %
66	440401	สตท.สระแก้ว	17	1,984,307.13	48.46 %
67	459201	สตอ.ชลบุรี*	18	882,720.42	6.54 %
68	459203	สตอ.พัตยา*	18	734,449.63	5.44 %
69	459204	สตอ.สัตหีบ	18	408,523.76	3.03 %
70	478201	สตอ.ระยอง*	18	2,576,612.67	19.1 %
71	478301	สกษ. ห้วยโป่ง*	18	1,321,873.72	9.8 %
72	480201	สตอ.จันทบุรี*	18	3,849,905.25	28.54 %
73	480301	สกษ. พลับ (จันทบุรี)	18	3,180,204.53	23.57 %
74	501201	สตอ.คลองใหญ่*	18	537,062.67	3.98 %
75	500201	สตอ.ประจวบคีรีขันธ์*	20	3,761,113.55	52.94 %

ตารางที่ ข-5 ค่าที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon Method ของอุณหภูมิต่อ

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ชื่อสถานี	รหัส ลุ่มน้ำ	พื้นที่จากการ วิเคราะห์ Thiessen Polygon (sq km ²)	น้ำหนักจากการ วิเคราะห์พื้นที่ ในแต่ละลุ่มน้ำ*
76	500301	สภษ.หนองพลับ (ประจวบฯ)	20	3,342,910.14	47.06 %
77	517201	สตอ.ชุมพร*	21	2,663,876.76	10.23 %
78	517301	สภษ.สวี (ชุมพร)	21	4,021,997.18	15.45 %
79	551301	สภษ.สุราษฎร์ธานี	21	4,106,462.77	15.78 %
80	552201	สตอ.นครศรีธรรมราช*	21	2,092,846.96	8.04 %
81	552301	สภษ. นครศรีธรรมราช	21	2,756,831.62	10.59 %
82	580201	สตอ.ปัตตานี(สนามบิน)*	21	5,308,470.80	20.39 %
83	583201	สตอ.นราธิวาส*	21	5,078,987.38	19.51 %
84	551201	สตอ.สุราษฎร์ธานี*	22	1,266,974.87	9.41 %
85	551202	พุนพิน	22	5,088,151.39	37.81 %
86	551401	สตท.พระแสง	22	4,395,086.56	32.66 %
87	552401	สตท.ฉวาง	22	2,706,971.85	20.12 %
88	560301	สภษ.พัทลุง*	23	4,330,778.50	51.03 %
89	568301	สภษ.คอหงษ์ (สงขลา)	23	2,177,178.97	25.66 %
90	568501	ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้	23	829,482.01	9.77 %
91	568502	สนามบินหาดใหญ่*	23	1,148,844.21	13.54 %
92	532201	สตอ.ระนอง*	25	3,660,799.29	18.49 %
93	564201	สตอ.ภูเก็ต*	25	1,274,198.65	6.44 %
94	564202	สนามบินภูเก็ต	25	4,707,780.54	23.78 %
95	567201	สตอ.ตรัง*	25	7,392,318.89	37.34 %
96	570201	สตอ.สตูล*	25	2,760,183.23	13.94 %