



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ "ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก
ต่อปริมาณน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และ
ผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก"

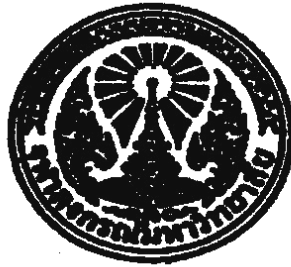
รายงานหลัก

เล่มที่ 2

โดย

รศ. ดร.สุจิต คุณธนกุลวงศ์ และคณะ

พฤษภาคม 2553



ที่ ลน(สกว.) 090 /2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12 พฤษภาคม 2553

เรื่อง ขอนำส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

เรียน ผศ.ดร.อำนาจ ชิดโธสง
ผู้ประสานงานชุดวิจัยด้านโลกร้อน/การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานฉบับสมบูรณ์เล่มที่ 2 และ CD จำนวน 10 ชุด

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

บัดนี้ทางโครงการฯ ขอนำส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ จำนวน 10 ชุด ให้กับทางสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาได้รับรายงานฉบับสมบูรณ์ดังกล่าวด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์)
หัวหน้าโครงการวิจัย

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์
โครงการ "ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย
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. นางสาววิษญาณ เจริญกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. นางสาววิชุดา เหมเสถียร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
ชุดโครงการวิจัยด้านการจัดการทรัพยากรน้ำ

คำนำ

จากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบไปทั่วโลก หลายประเทศได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกในปัจจุบัน ประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกันโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝนและน้ำท่าทำให้มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต การศึกษาและทำความเข้าใจผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำ และเตรียมพร้อมในการหาแนวทางในการจัดสรรน้ำที่เหมาะสมกับผลกระทบที่เปลี่ยนแปลงย่อมทำให้ความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นจากความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวในอนาคตลดน้อยลงได้

รายงานวิจัยฉบับสุดท้ายของโครงการ "ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออก" ได้สรุปผลงานวิจัยทั้งหมดรวมระยะเวลา 24 เดือนของระยะเวลาโครงการ (15 ก.ค. 50 – 15 ก.ค. 52) แบ่งผลการศึกษาเป็น 2 เล่มเล่มแรกนำเสนอเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์พฤติกรรมต่างๆ ของข้อมูลภูมิอากาศของประเทศไทย และแนวทางการพยากรณ์ปริมาณฝนระยะสั้นเบื้องต้น เล่มที่ 2 นำเสนอผลการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยเนื้อหาในเล่มที่ 2 นี้ ได้ศึกษาถึงการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงด้วยแบบจำลองเชิงสถิติ การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ และผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกในพื้นที่ตะวันออก มีการทบทวนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก การจัดการอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน การประเมินความต้องการน้ำหลักในพื้นที่ชลบุรี-ระยอง และได้ศึกษาถึงแนวทางการประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำ การจำลองสภาพน้ำท่าในปัจจุบันและอนาคต การประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในอนาคต และแนวทางการปรับตัวทางด้านการบริหารจัดการน้ำในอนาคต

เพื่อให้งานวิจัยในครั้งนี้มีเนื้อหาที่เป็นประโยชน์สูงสุดต่อการเตรียมพร้อมในการหาแนวทางในการจัดสรรน้ำที่เหมาะสมกับผลกระทบที่เปลี่ยนแปลงไป และหากท่านใดมีข้อคิดเห็นประการใดต่อการวิจัยในครั้งนี 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 และสถาบันวิจัยอุตุนิยมิวิทยา ประเทศญี่ปุ่น (ผ่าน Dr. Akio Kitoh) นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากผู้เข้าร่วมสัมมนาที่ทางโครงการฯ จัดขึ้น(ในเดือนมีนาคม 2551 และ 2552)เพื่อถ่ายทอดความรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทำให้ข้อมูลและข้อคิดเห็นในระหว่างการศึกษาดังกล่าวทำให้คณะผู้วิจัยสามารถนำข้อมูล และข้อคิดเห็นมาใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัยได้

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

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

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2553

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG5030030

ชื่อโครงการ : ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝน/น้ำท่า
รายเดือนของประเทศไทย และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำใน
พื้นที่ภาคตะวันออก

ชื่อนักวิจัย : รศ.ดร. สุจิต คุณธนกุลวงศ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร. วิรัช ฉัตรตรงค์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายโชคชัย สุทธิธรรมจิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายวินัย เซาวนิวัฒน์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นางสาววิษณุณ เจริญกุล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นางสาววิชุดา เหมเสถียร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

ระยะเวลาโครงการ : กรกฎาคม 2550 – กรกฎาคม 2552

จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกมีผลกระทบต่อสภาพอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อเกิดปรากฏการณ์ลานินญา ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ปริมาณน้ำฝนมากจนทำให้เกิดปัญหาอุทกภัยในหลายพื้นที่ของประเทศไทย เช่น พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง และตอนบนในปี 2538 และปี 2549 ทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเป็นอันมาก ส่วนในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนินโญ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปกติก็จะทำให้เกิดปัญหาดแล้ง โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย ดังจะเห็นได้ว่าประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลต่อปริมาณฝนและน้ำท่าทำให้มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต นำไปสู่ปัญหาในการจัดสรรทรัพยากรน้ำ และมีความแปรปรวนของน้ำต้นทุนทำให้การจัดสรรน้ำมีความยากในการจัดการมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาโดยไม่มีการเตรียมพร้อมรับมือ ดังเช่นในปี 2548 จังหวัดระยองมีปริมาณน้ำฝนที่ต่ำกว่าค่าปกติ และฝนทิ้งช่วงส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำในพื้นที่อย่างรุนแรง และกระทบต่อการจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำที่มีอยู่ในพื้นที่ โดยปริมาณน้ำที่มีการเก็บกักไว้ในช่วงนั้นไม่เพียงพอต่อการจัดสรรน้ำ ประกอบกับผู้ใช้หลักในพื้นที่เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมต้นน้ำหรือปิโตรเคมี ซึ่งใช้ในกระบวนการผลิตเป็นปริมาณมาก และแหล่งน้ำหลักอยู่อย่างจำกัด ทำให้เกิดปัญหาความขาดแคลนน้ำ และความขัดแย้งในการจัดสรรน้ำ

ระหว่างกลุ่มผู้ใช้น้ำกลุ่มต่างๆขึ้น แม้ว่าปัจจุบัน (2552) รัฐบาลไทยได้พยายามลดปัญหาความขาดแคลนน้ำ และความขัดแย้งดังกล่าวโดยมีนโยบายในการผันน้ำข้ามลุ่มน้ำจากลุ่มน้ำประแสร์มาช่วยจังหวัดระยองในฤดูน้ำหลาก และยกเลิกการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลไปยังอ่างเก็บน้ำหนองค้อ จังหวัดชลบุรี และให้จังหวัดชลบุรีสูบน้ำจากแม่น้ำบางปะกงแทน ส่วนภาคเอกชนหันมาซื้อที่ดินเพื่อขุดสระเก็บน้ำสำหรับสำรองน้ำไว้ใช้ในยามฉุกเฉินแล้วก็ตาม อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดจากภัยธรรมชาติหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกก็ยังคงเป็นปัญหาที่ยากต่อการควบคุมได้โดยมนุษย์ ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจถึงผลกระทบที่มีต่อการบริหารจัดการน้ำ และรับมือต่อปัญหาความขาดแคลนน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก จำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงการบริหารจัดการน้ำ และหาแนวทางในการปรับตัวต่อการจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกต่อไป

สำหรับการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการบริหารจัดการน้ำ จำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกในอนาคตเพื่อใช้เป็นตัวแปรนำเข้าสู่แบบจำลองสภาพการจัดการน้ำในลุ่มน้ำ เนื่องจากข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเป็นข้อมูลที่หายากเกินไปสำหรับการศึกษาผลกระทบในระดับลุ่มน้ำ ซึ่งจากการศึกษาการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกที่ได้จากแบบจำลอง ASD นั้น พบว่า สามารถจำลองสภาพได้ดีในแง่ของข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายเดือน ซึ่งไม่สามารถสร้างแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้หรือไม่สามารถรักษาแนวโน้มของแบบจำลอง GCM ดั้งเดิมหรือก่อนการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลได้ สำหรับการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยเทคนิควิธีตัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สามารถเพิ่มความละเอียดของข้อมูลได้ดีในแง่ของรายเดือน โดยเฉพาะอุณหภูมิ ซึ่งวิธีการนี้สามารถสร้างแนวโน้มได้เช่นเดียวกับแบบจำลอง GCM ดั้งเดิมได้ ซึ่งผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ สรุปได้ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100) เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 80 และ 134 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ และอนาคตระยะไกล เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 291 และ 266 มิลลิเมตรตามลำดับ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปีในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ และอนาคตระยะไกล เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 1.66% และ 8.53% ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ และอนาคตระยะไกล เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 1.19% และ 4.72% ตามลำดับ จังหวัดระยองในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ และอนาคตระยะไกล เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 1.89% และ 9.65% ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100) เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 1.30% และ 5.33% ตามลำดับ

ในการศึกษาผลกระทบต่อสภาพน้ำท่า พบว่า ปัจจุบันปริมาณน้ำท่าโดยรวม เท่ากับ 977 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นฤดูแล้ง 244.92 ล้านลบ.ม./ปี และฤดูฝน 732.08 ล้านลบ.ม./ปี เมื่อจำลองสภาพปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 พบว่า มีแนวโน้ม

ลดลง 40.45% และเพิ่มขึ้น 9.25% ตามลำดับ ส่วนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2076 – 2100 มีแนวโน้มลดลง 20.88% และเพิ่มขึ้น 6.16% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ทั้งกรณี C2A2 และ C2B2 ในช่วงปี 2010 – 2034 และช่วงปี 2076-2100 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจุบัน ในขณะที่ C2B2 มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า C2A2 อย่างไรก็ตาม ในกรณี C2A2 พบว่า ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีที่คำนวณได้นั้นมีแนวโน้มลดลง ทั้งที่สภาพฝนรายเดือนส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในฤดูแล้ง และลดลงในช่วงต้น และปลายของฤดูฝน เป็นที่น่าสังเกตว่าแม้ฝนตกมากขึ้นในช่วงฤดูแล้งแทบจะไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าสูงขึ้นในช่วงฤดูแล้งเลย เนื่องจาก Baseflow ในช่วงฤดูแล้งต่ำมาก สำหรับกรณี C2B2 พบว่า สภาพฝนมีแนวโน้มตกเพิ่มมากขึ้นตลอดทั้งปี ยกเว้นในเดือนกันยายน และมกราคมมีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีมีแนวโน้มสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน ยกเว้นกลุ่มน้ำชลบุรีมีแนวโน้มลดลง

ในการศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกในอนาคตในกรณีต่างๆ พบว่า เมื่อมีการจำลองสภาพการจัดการน้ำโดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยยังไม่เพิ่มโครงการชลประทาน และอุตสาหกรรมในอนาคต พบว่า ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่า ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยรวม เท่ากับ 527 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นฤดูแล้ง 149 ล้านลบ.ม./ปี และฤดูฝน 378 ล้านลบ.ม./ปี เมื่อจำลองสภาพปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 พบว่า มีแนวโน้มลดลง 41.76% และ 27.04% ตามลำดับ ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือนลดลงตามไปด้วย กลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งเป็นกลุ่มน้ำสาขาที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด เนื่องจากมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่กว่ากลุ่มน้ำสาขาอื่นๆ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำดอกกราย และอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ อีกทั้งมีการผันน้ำไปยังกลุ่มน้ำสาขาชลบุรีไว้ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม พบว่า ในอนาคตอันใกล้ ปริมาณน้ำไหลลงอ่างลดลง 42% และมีการแกว่งค่อนข้างมากในช่วงเดือนกันยายน และตุลาคม ส่วนอนาคตอันไกล ปริมาณน้ำไหลลงอ่างลดลง 27% มีแปรปรวนสูงตลอดช่วงฤดูฝน สำหรับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือนในกรณี C2A2 และ C2B2 ในอนาคตอันไกล (ช่วงปี 2076 -2100) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.23% และลดลง 2.94% ซึ่งไม่แตกต่างจากปัจจุบันมากนัก

จากผลการจำลองสภาพปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่า เมื่อจำลองสภาพปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 พบว่า มีแนวโน้มลดลง 36.63% และ 25.07% ตามลำดับ กลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งเป็นกลุ่มน้ำที่มีอ่างเก็บน้ำหลักมีปริมาณน้ำเก็บกักลดลง ส่วนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2076 –

2100 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 8.44% และ 7.46% ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่า กลุ่มน้ำสาขาชลบุรี และกลุ่มน้ำสาขาระยะของฝั่งตะวันตกมีความแปรปรวนของปริมาณน้ำเก็บกักสูงมาก

จากผลการจำลองสภาพปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่า ปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำโดยรวม เท่ากับ 280.38 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นฤดูแล้ง 98.87 ล้านลบ.ม./ปี และฤดูฝน 191.97 ล้านลบ.ม./ปี เมื่อจำลองสภาพปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 พบว่า มีแนวโน้มลดลง 46.92% และ 29.21% ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่น้อยลง ส่วนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2076 – 2100 มีแนวโน้มลดลง 1.54% และ 5.46% ตามลำดับ ซึ่งปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำไม่ต่างไปจากปัจจุบันมากนัก

จากผลการวิเคราะห์ความต้องการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่า ความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆโดยรวม เท่ากับ 150.43 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นฤดูแล้ง 110.98 ล้านลบ.ม./ปี และฤดูฝน 39.45 ล้านลบ.ม./ปี ความต้องการน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามกรณีต่างๆ คือ ความต้องการน้ำชลประทาน ซึ่งมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ (กำหนดให้ความต้องการน้ำอุตสาหกรรมเท่ากับปัจจุบัน) กล่าวคือ ถ้าฝนมาก พื้นที่เพาะปลูกพืชก็จะต้องการน้ำชลประทานน้อย ในทำนองเดียวกันถ้าฝนน้อย พื้นที่เพาะปลูกพืชก็จะต้องการน้ำชลประทานมาก พบว่า ความต้องการน้ำในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 มีแนวโน้มลดลง 20.59% และ 23.52% ตามลำดับ กลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งเป็นกลุ่มน้ำที่มีความต้องการน้ำชลประทาน และน้ำอุตสาหกรรมมากที่สุดมีแนวโน้มลดลง ส่วนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2076 – 2100 มีแนวโน้มลดลง 18.43% และ 22.21% ตามลำดับ

จากผลการจำลองสภาพความขาดแคลนน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ในกรณี C2A2 ช่วงปี 2010 -2034 และ 2076 – 2100 พบว่า สภาพความต้องการน้ำในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 116.47% และ 127.24% ตามลำดับ ส่วนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2076 – 2100 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 47.17% และ 21.24% ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่า กลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งเป็นกลุ่มน้ำที่มีความขาดแคลนน้ำมากที่สุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แม้ว่าความต้องการน้ำลดลง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำที่จัดสรรไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม กลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่ในกรณี C2B2 ทั้ง 2 ช่วงเวลา มีสภาพความขาดแคลนน้อยกว่า C2A2 นอกจากนี้ กลุ่มน้ำสาขาชลบุรีในกรณี C2B2 มีสภาพความขาดแคลนน้อยลง 24.48% ถึง 35.08%

จากการจำลองสภาพกรณีต่างๆ ทำให้ทราบว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าปัจจุบัน แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายเดือนแล้วพบว่าปริมาณฝนมีความแปรปรวนที่สูงมาก โดยที่ฤดูฝนมีปริมาณน้ำมากกว่าปกติ และฤดูแล้งมีปริมาณน้ำน้อยกว่าปกติ กรณีการปล่อยก๊าซเรือน

กระจก กรณี A2 มีสภาพความขาดแคลนที่มากกว่ากรณี B2 ซึ่งเป็นไปตามข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่น้อยกว่า B2 และสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดสภาพความขาดแคลนน้ำมากในอนาคต มาจากการจัดการอ่างเก็บน้ำในปริมาณมาก ปริมาณปกติ และปริมาณน้อยด้วย Rule Curve operation ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับการจัดการน้ำในอนาคตทั้งจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเอง และความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น แม้ว่าในปัจจุบัน (2552) รัฐบาลได้อนุมัติให้มีการดำเนินการโครงการผันน้ำข้ามลุ่มน้ำจากลุ่มน้ำประแสร์มายังคลองใหญ่ ประมาณปีละ 90 ล้านลบ.ม./ปี และมีนโยบายยกเลิกการผันน้ำข้ามลุ่มน้ำจากหนองปลาไหลไปหนองค้อปีละ 60 ล้านลบ.ม./ปี โดยให้ลุ่มน้ำสาขาชลบุรีหันไปสูบน้ำจากบางปะกงแล้วก็ตาม

สำหรับแนวทางการปรับตัวด้านการบริหารจัดการน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถทำได้โดยการปรับปรุงเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำหลักให้สอดคล้องตามปีน้ำ โดยแบ่งออกเป็น ปีน้ำมาก ปีปกติ และปีน้ำน้อย ตามลำดับ ซึ่งกำหนดการปล่อยน้ำตามปีน้ำของอ่างเก็บน้ำในอดีต (ช่วงปี 1995 – 2004) จะสอดคล้องหรือตอบสนองต่อความต้องการน้ำเพื่อชลประทาน และความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ ด้วย จากการเปรียบเทียบสภาพความขาดแคลนน้ำระหว่างก่อน (สภาพปัจจุบัน) และหลังปรับปรุงเกณฑ์การบริหารอ่างเก็บน้ำ พบว่า เกณฑ์ที่ปรับปรุงสามารถลดความขาดแคลนน้ำได้ 16.30% ถึง 32.75%

แนวทางการปรับตัวทางด้านการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกในการศึกษาครั้งนี้ เห็นควรให้นำแนวทางการปรับตัว ที่เสนอในที่นี้ไปพิจารณาในแผนจัดการพื้นที่ภาคตะวันออก

- 1) ปรับปรุงเกณฑ์ในการบริหารอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve operation) ให้สอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต
- 2) เพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่โดยการเสริมเขื่อน และการสูบน้ำข้ามลุ่มน้ำ เช่น อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล และดอกกราย และการสูบน้ำจากลุ่มน้ำประแสร์
- 3) เพิ่มประสิทธิภาพการชลประทานในพื้นที่ชลประทาน เช่น การติดตั้งคลองส่งน้ำสำหรับโครงการชลประทานเปิดใหม่ และการบำรุงรักษาคลองอย่างสม่ำเสมอ
- 4) มีมาตรการลด/ประหยัดการใช้น้ำด้านอุปโภคบริโภค และอุตสาหกรรม โดยนำมามาตรการจูงใจมาใช้ เช่น กำหนดราคา หรือภาษีของสุขภัณฑ์ที่ใช้น้ำน้อยให้ต่ำกว่าแบบอื่นๆ การลดภาษีให้แก่เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่ช่วยประหยัดน้ำ
- 5) ใช้กลไกของรัฐ และมาตรการทางกฎหมาย ให้มีการบำบัดน้ำเสียของเขตเทศบาล และชุมชน แล้วนำน้ำกลับมาใช้ (ในอนาคต)

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 climate change caused effects towards basin hydrology in Thailand like in Laninya year with heavy rainfall causing flood problem in many area in Thailand, e.g., flood in Lower Chao Phraya in 1995 and in Upper Chao Phraya in 2006, with life and asset casualties while in Elnino year with less rainfall causing drought in eastern area. Climate Change started to induce change to Thailand's rainfall and runoff compared with the past which also gave more fluctuations in water storage and caused difficulties on water allocation if without any preparatory measures. Like in 2005, Rayong Province had below average rainfall and long dry spell which caused serious water shortage and difficulty in reservoir operation. The reservoir storage in the year was insufficient for water allocation but the main water users are from petrochemical industry who consumed much and stable water in production process. These induced much stress on water deficit and water conflicts among water users even though Thai Government (in 2009) tried to lessen the water deficit issue by water transfer from Prasae Basin to Rayong Basin during flood season and stop transfer water to Choburi province and Private sectors started buying land for emergency water storage. These phenomena may become more complex with uncontrolled

factors like climate change or severe fluctuated weather conditions in the future. Hence the understandings of impact on water resources management in the eastern region is vital to set adaptation measures for future.

The impact study for water resources management started with resolution upgrading from GCM to be used as an input into water management model because present GCMs are too rough in scale for impact study in the water basin. The study tried with ASD model to downsize the GCM data and the model gave good correlations in monthly basis though the future trend could not maintain as original GCM's. The study then tried with the SD proportional method and found that the data obtained by the method gave good correlations with monthly observed data and future trend with original GCM's. Based on the SD proportional method, the climate conditions in the study area were projected. It is found that in the eastern region, annual average rainfall in near (2010-2034) and far (2076-2100) future for C2A2 scenario will increase from present 80 and 134 mm and for C2B2 scenario will increase 291 and 266 mm respectively. The average temperature in near and far future for C2A2 will increase 1.66% and 8.53% and for C2B2 scenario will increase 1.19% and 4.72% respectively. In Rayong Province, the temperature will increase in near and far future for C2A2 scenario 1.89% and 9.65% and for C2B2 scenario will increase 1.30% and 5.33% respectively.

The impact towards total runoff shows that at present the annual total runoff is 977 Mcum (dry season of 244.9 Mcum and rainy season of 732.1 M cum) . In near and far future, the total annual runoff will decrease 40.45 % and 20.88 % for C2A2 scenario and will increase 9.25% and 6.16 % for C2B2 scenario. Even though the rainfall in near and far future will increase from the present, and scenario C2B2 will have more rainfall than scenario C2A2's but the rainfall pattern for C2A2 will increase in dry season which induce not much runoff due to the dry soil condition.

The impact towards inflows to main reservoirs in the eastern region due to climate change shows that in case with no expansion of irrigation area and fixed industrial water demand, the annual inflow to main reservoirs will be 527 Mcum (dry season of 149 Mcum and rainy season of 378 Mcum) and the monthly inflows will decrease in near future(2010-2034) 41.76% and 27.04% in scenario of C2A2 and C2B2 respectively. The monthly storage in main reservoirs will decrease accordingly and Khlongyai Reservoir will be

effected most due to water transfer to Chonburi Province. The inflow to Khlongyai Reservoir will decrease 42 % with more fluctuations in September and October for near future and decrease 27 % for far future with more fluctuations during rainy season. For far future (2076-2100), the monthly inflow into main reservoirs will increase 0.23 % for C2A2 scenario and decrease 2.94 % for C2B2 scenario or become closed to present situation.

The impact towards reservoir storage in eastern region shows that the monthly storage in main reservoirs of both C2A2 and C2B2 scenarios will increase 36.63 % and 25.07% in near future (2010-2034) including Klongyai Basin where main reservoirs are located. For far future (2076-2100), the storage will increase 8.44 % and 7.46 % for both C2A2 and C2B2 scenarios and more fluctuations in storage are found in Chonburi and West Rayong Basins.

The release from main reservoirs in the eastern region at present is 280.38 Mcum (dry season of 98.87 Mcum and rainy season of 191.97 Mcum). In near future, the release will decrease 46.92 % and 29.21 % and in far future, the release will also decrease 1.54 % and 5.46 % of both C2A2 and C2B2 respectively which is closed to present situation.

The total water demand in the eastern region is estimated to be 150.43 Mcum annually (dry season of 110.98 Mcum and rainy season of 39.45 Mcum). The demand in future will depend on climate conditions especially in irrigation sector, e.g. less demand in the more rainfall year. Assumed that the industrial demand is fixed as present, the total demand in near future will decrease 20.59 % and 23.52 % respectively including Klongyai Basin and decrease 18.43 % and 22.21 % in far future respectively.

The water deficit in eastern region will increase 116.47% and 127.24 % in near future for C2A2 and C2B2 scenarios and increase 41.17 % and 21.24 % in far future for C2A2 and C2B2 scenario respectively. It is noticed that in Klongyai Basin water deficit will increase even though water demand decreases because water allocation is not enough. The simulation also showed that even the annual rainfall will increase from present but the rainfall pattern will fluctuate more. Scenario A2 will induce more water shortage than scenario B2. A reason for more water deficit in future is attributed to the reservoir operation rule at present which is not based on the future climate conditions which will have more fluctuations among dry, normal and extreme water year.

An adaptation measure under climate change can be implemented by improving reservoir operational rule within dry, normal and extreme water year. In the study, the three separate reservoir operational rules were set and used to simulate with the conditions during 1995-2004 and when compared with previous water deficit, it is found that the improved reservoir operational rule can reduce water deficit in the range of 16.30-32.75 %.

To adapt with climate change in the future, the water management in eastern region should incorporate the followings actions into water management plan, i.e., improvement of reservoir operational rule to align with future climate situation, increase reservoir storage by dam crest highthening, pumping transfer among basins, irrigation efficiency upgrading, irrigation canal lining in the new irrigation project, irrigation canal maintenance, incentive scheme for water saving in domestic and industrial uses, recycle water from municipal waste water plant.

Key words : climate change, water management, rainfall, runoff, inflow, storage, release, water demand, Water deficit, Cholburi, Rayong.

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	เนือหารายงาน	1-23
บทที่ 2	สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	
2.1	สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	2-1
2.2	สภาพอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยา	2-1
2.3	สภาพการใช้ที่ดิน	2-3
2.4	การเกษตร	2-3
2.5	ผังเมืองรวม และประชากร	2-4
2.6	อุตสาหกรรม	2-6
2.7	ศักยภาพแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ศึกษา	2-6

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การรวบรวมและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	
3.1 การรวบรวมและทบทวนข้อมูลพื้นฐาน	3-1
3.1.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และอุทกวิทยา	3-1
3.1.2 ข้อมูลสำหรับการจำลองสภาพการจัดการน้ำ	3-6
3.2 การรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย	3-7
3.3 การทบทวนการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการจัดการน้ำ	3-12
3.4 การทบทวนการศึกษาแนวทางการปรับตัวและบรรเทาผลกระทบ	3-13
บทที่ 4 การสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงด้วยแบบจำลองเชิงสถิติ	
4.1 การสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงด้วยแบบจำลองเชิงสถิติ	4-1
4.1.1 เทคนิคการเพิ่มความละเอียดของข้อมูล	4-2
4.1.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการเพิ่มความละเอียดข้อมูล	4-5
4.2 การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ	4-6
4.2.1 การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยแบบจำลอง ASD	4-6
4.2.2 แนวทางการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4-11
4.3 ผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลก	4-13
4.3.1 ผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกด้วยแบบจำลอง ASD	4-13
4.3.2 ผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกด้วยวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4-24
4.3.3 สรุปผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลก	4-28
บทที่ 5 การทบทวนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก	
5.1 การทบทวนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก	5-1
5.1.1 แหล่งน้ำต้นทุน	5-1
5.1.2 ความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ	5-2
5.2 การทบทวนการจัดการอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน	5-7
5.3 การประเมินความต้องการน้ำหลักในพื้นที่ชลบุรี-ระยอง	5-10

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 6	การศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก	
6.1	แนวทางการประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำ	6-1
6.1.1	แนวทางในการประเมินผลกระทบ และวิเคราะห์สมมูลน้ำ	6-1
6.1.2	เงื่อนไขและข้อจำกัดในการจำลองสภาพการบริหารจัดการน้ำหรือสมมูลน้ำ	6-3
6.1.3	แนวทางการวิเคราะห์สมมูลน้ำ	6-6
6.1.4	กรณีศึกษา	6-7
6.2	การสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง น้ำฝน-น้ำท่า (NAM)	6-8
6.2.1	แนวทางในการจำลองสภาพน้ำท่าในปัจจุบัน และอนาคต	6-8
6.2.2	ข้อมูลนำเข้า	6-8
6.2.3	การเปรียบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า	6-11
6.2.4	ผลการจำลองสภาพน้ำท่าในปัจจุบัน และอนาคต	6-13
6.3	ผลการประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในอนาคต	6-19
6.4	แนวทางการปรับตัวทางด้านการบริหารจัดการน้ำในอนาคต	6-28

บทที่ 7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

ก. ผลการเพิ่มความละเอียดข้อมูลในการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศที่ใช้

แบบจำลอง ASD

ข. รายละเอียดของผลการจำลองสภาพการจัดการน้ำรายเดือน

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1-1	ขอบเขตพื้นที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกต่อน้ำฝนน้ำท่า รายเดือนของ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย	1-4
1-2	จังหวัดระยองและชลบุรีที่คัดเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำ	1-5
1-3	แนวคิดในการดำเนินการวิจัย	1-6
2-1	ขอบเขตพื้นที่ศึกษา	2-2
2-2	แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก ในพื้นที่ศึกษา	2-5
2-3	แผนภูมิกิจกรรมการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำปัจจุบันในพื้นที่ศึกษา และบริเวณที่เกี่ยวข้อง	2-7
3-1	การกระจายตัวของสถานีตรวจวัดน้ำฝน และสถานีตรวจวัดอากาศ ในพื้นที่ศึกษา	3-3
4-1	แนวทางในการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลทั่วไป	4-2
4-2	โครงสร้างของแบบจำลอง ASD	4-7
4-3	เปรียบเทียบอนุเวลาของปริมาณน้ำฝนตรวจวัด กับปริมาณน้ำฝน จากแบบจำลอง CCGCM2 ที่เพิ่มความละเอียดข้อมูล กรณี C2A2 และ C2B2 ในช่วงปี 1975 – 2004	4-15
4-4	เปรียบเทียบข้อมูลสภาพภูมิอากาศตรวจวัด กับแบบจำลอง CCGCM2 ที่เพิ่มความละเอียดข้อมูล กรณี C2A2 และ C2B2 ในช่วงปี 1982 – 2004	4-16
4-5	ตัวอย่างผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายปีจากข้อมูลแบบจำลอง CGCM2 ของลุ่มน้ำสาขาภาคตะวันออก	4-20
4-6	ตัวอย่างผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จากแบบจำลอง CCGCM2 ในลุ่มน้ำภาคตะวันออก	4-21
4-7	ตัวอย่างผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากข้อมูลแบบจำลอง CGCM2 ของลุ่มน้ำสาขาภาคตะวันออก	4-22
4-8	ผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จากแบบจำลอง CCGCM2 จังหวัดระยอง	4-23
4-9	ผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน รายปี จากแบบจำลอง CCGCM3 ด้วยวิธี SD Ratio ในลุ่มน้ำภาคตะวันออก	4-24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4-10	ผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายปี จากแบบจำลอง CCGCM3 ด้วยวิธี SD Ratio ในลุ่มน้ำภาคตะวันออก	4-25
4-11	ผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน จากแบบจำลอง CCGCM3 ด้วยวิธี SD Ratio	4-26
4-12	ผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จาก CCGCM3 ด้วยวิธี SD Ratio จังหวัดระยอง	4-27
4-13	เปรียบเทียบข้อมูลภูมิอากาศก่อน และหลังจากผลการเพิ่มความละเอียด ด้วยวิธี ASD และสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4-29
6-1	ขั้นตอนในการประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำ	6-2
6-2	เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำท่าตรวจวัดกับปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้	6-12
6-3	เปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออก กรณีต่างๆ	6-16
6-4	เปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออก กรณีต่างๆ	6-17
6-5	เปรียบเทียบปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก	6-21
6-6	เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก	6-22
6-7	เปรียบเทียบปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก	6-23
6-8	เปรียบเทียบความต้องการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก	6-24
6-9	เปรียบเทียบความขาดแคลนน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก	6-27
6-10	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของความขาดแคลนน้ำระหว่างก่อน และหลังปรับปรุงเกณฑ์บริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ	6-29

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	แผนงานและกิจกรรมของโครงการตามวัตถุประสงค์	1-15
3-1	รายละเอียดของข้อมูลสถานีตรวจวัด	3-2
3-2	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝนในช่วงปี 1995-2004	3-4
3-3	ค่าเฉลี่ยข้อมูลสภาพภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงปี 1982 – 2004	3-5
3-4	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝน กรณี C2A2 ในช่วงปี 2010 – 2034	3-8
3-5	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝน กรณี C2A2 ในช่วงปี 2076 – 2100	3-9
3-6	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝน กรณี C2B2 ในช่วงปี 2010 -2034	3-10
3-7	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝน กรณี C2B2 ในช่วงปี 2076 – 2100	3-11
3-8	แนวโน้มของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อ การจัดการน้ำ	3-12
3-9	แนวโน้มของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการ เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่เขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์	3-13
3-10	มาตรการปรับตัวเพื่อการอนุรักษ์ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ	3-15
3-11	มาตรการปรับตัวเพื่อเผยแพร่การเปลี่ยนเทคโนโลยี	3-16
4-1	สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง CCGCM2 กรณี C2A2 และ C2B2	4-17
4-2	สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง HadCM3 กรณี H3A2 และ H3B2	4-18
4-3	สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง MRI กรณี MR1A1B	4-19
4-4	สรุปผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน กรณี C2A2 และ C2B2	4-31
5-1	คุณลักษณะของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก	5-2
5-2	ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการผลิตน้ำประปาจำแนกตามสำนักประปา แหล่งน้ำที่ใช้ในปัจจุบันและความต้องการจากระบบท่อส่งน้ำดิบเพิ่มเติมในอนาคต	5-6

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5-3	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงปี ค.ศ. 1995 – 2004	5-15
5-4	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงปี ค.ศ. 2010-2034	5-16
5-5	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงปี ค.ศ. 2076-2100	5-17
5-6	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงปี ค.ศ. 2010-2034	5-18
5-7	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงปี ค.ศ. 2076-2100	5-19
6-1	พารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM และเงื่อนไขเริ่มต้น	6-10
6-2	สรุปผลการจำลองสภาพน้ำท่าของกลุ่มน้ำสาขาในภาคตะวันออกในกรณีต่างๆ	6-14
6-3	สรุปสภาพการบริหารจัดการน้ำในสภาพปัจจุบัน และอนาคตอันใกล้	6-25
6-4	สรุปสภาพการบริหารจัดการน้ำในสภาพปัจจุบัน และอนาคตอันไกล	6-26
6-5	สรุปสภาพการบริหารจัดการน้ำเมื่อมีการปรับปรุงเกณฑ์การบริหารอ่างเก็บน้ำ ในสภาพปัจจุบัน และอนาคตอันใกล้	6-28
6-6	สรุปสภาพการบริหารจัดการน้ำเมื่อมีการปรับปรุงเกณฑ์การบริหารอ่างเก็บน้ำ ในสภาพปัจจุบัน และอนาคตอันไกล	6-29

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและสภาพปัญหา

จากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อทั่วโลก หลายประเทศได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกในปัจจุบัน ยกตัวอย่างเช่น การที่ปริมาณฝนตกหนักผิดปกติในหลายพื้นที่ เป็นสาเหตุให้น้ำท่วมหนัก หรือการเกิดความแห้งแล้งเนื่องจากฝนไม่ตกต้องตามช่วงเวลา ระยะเวลาของฤดูกาลสั้นกว่าปกติโดยผลที่เกิดขึ้นคือความขาดแคลนน้ำ และเป็นสาเหตุให้เกิดไฟป่าเป็นต้น ประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกันโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝนและน้ำท่าทำให้มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต นำไปสู่ปัญหาในการจัดสรรทรัพยากรน้ำ และมีความแปรปรวนของน้ำต้นทุนทำให้การจัดสรรน้ำมีความยากในการจัดการมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาโดยไม่มีการเตรียมพร้อมรับมือ เห็นได้จากกรณีตัวอย่างที่เคยเกิดขึ้นในจังหวัดระยองและชลบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญในฐานะที่เป็นฐานการผลิตด้านอุตสาหกรรมต่างๆ ที่สำคัญของประเทศ มีความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรมในปริมาณสูง โดยมีอ่างเก็บน้ำที่เป็นน้ำต้นทุนสำหรับพื้นที่ดังกล่าวหลายแห่ง แต่ในปี พ.ศ. 2548 เกิดเหตุการณ์ผิดปกติของฝนที่ตกในพื้นที่ โดยฝนไม่ตกในช่วงเดือนที่มีฝนตกประจำทุกปี คือในเดือนกันยายน ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ทุกแห่ง จะต้องพร่องน้ำเพื่อเตรียมรับปริมาณน้ำฝนที่จะตกลงมาในช่วงนี้แต่เมื่อไม่มีฝนตกส่งผลให้น้ำต้นทุนสำหรับใช้ในกิจกรรมต่างๆ ในฤดูแล้งเหลือน้อยลง ซึ่งไม่เพียงพอกับความต้องการน้ำจำนวนมากจากนิคมอุตสาหกรรมในพื้นที่ดังกล่าว ทำให้ต้องมีการแก้ไขปัญหาการขาดน้ำดังกล่าว โดยการขุดบ่อบาดาล ผันน้ำจากแม่น้ำข้างเคียง ชื้อน้ำจากนอกพื้นที่ เป็นต้น นอกจากนั้นยังต้องแก้ไขปัญหาความขัดแย้งจากการแย่งน้ำระหว่างภาคอุตสาหกรรมและภาคการเกษตรอีกด้วย 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 ในภาคตะวันออกของประเทศไทย
- 4) เพื่อศึกษาและประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในอนาคต ต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก (กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดระยองและชลบุรี)

1.3 ขอบเขตการศึกษา

โครงการวิจัยนี้มีการศึกษาหลายส่วนประกอบกัน ซึ่งมุ่งเน้นที่จะศึกษาเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจในพฤติกรรมของข้อมูลน้ำฝน/น้ำท่า และหลังจากนั้นจะเป็นการนำมาประยุกต์เพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้น ดังนั้นขอบเขตการศึกษาของกลุ่มงานจะสรุปไว้ดังนี้

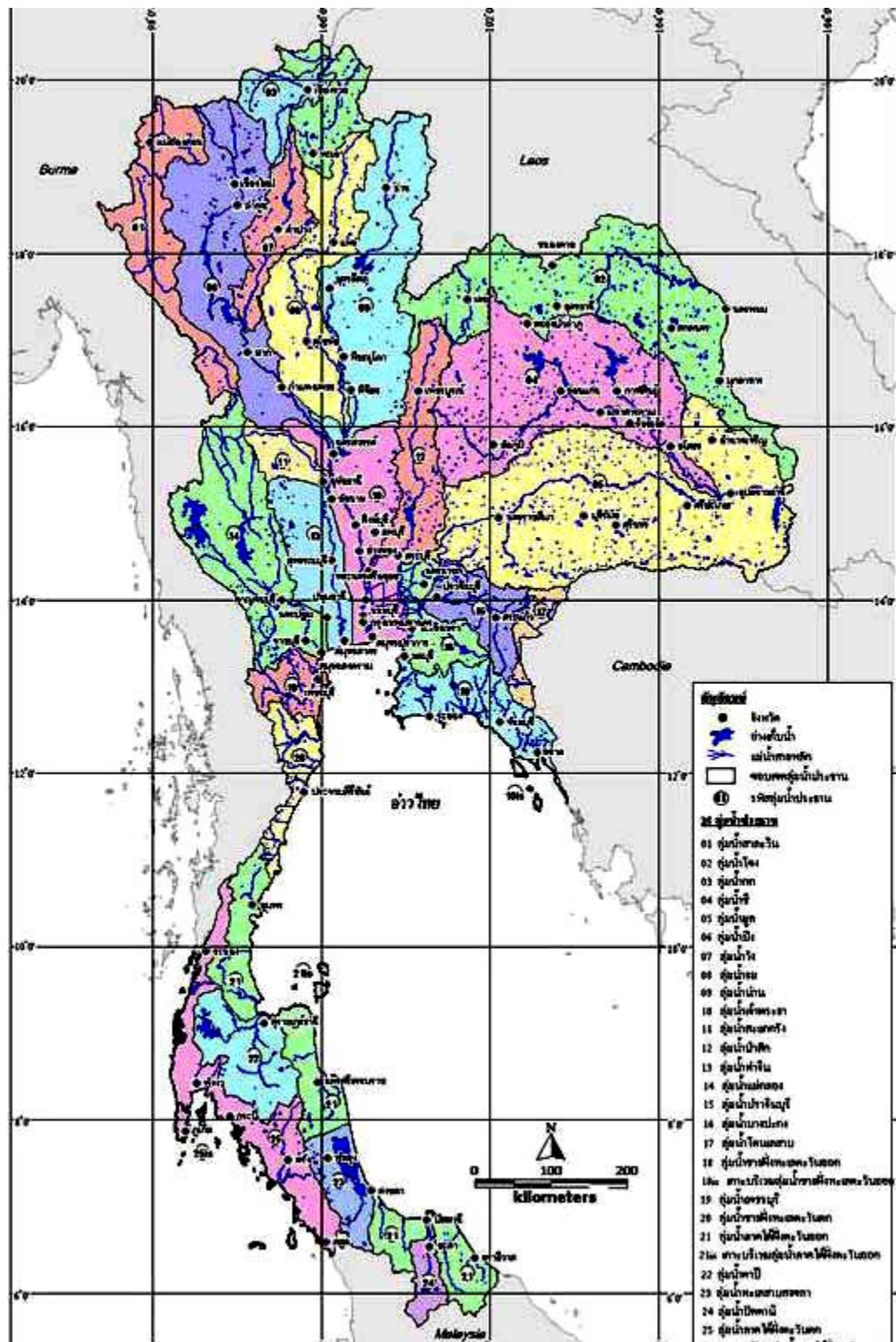
- 1) การรวบรวมและจัดฐานข้อมูลเบื้องต้น ของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทยและตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่คาดว่าจะเชื่อมโยงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศของโลกกับข้อมูลทรัพยากรน้ำในประเทศไทย
- 2) การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับปริมาณน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของประเทศไทยด้วยการวิเคราะห์มิติเวลา/ความถี่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

- 3) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกของประเทศไทยโดยการรวบรวมข้อมูลจากแบบจำลอง HadCM3 ของศูนย์วิจัย Hadley Center ในประเทศอังกฤษ แบบจำลอง CGCM2 ของศูนย์ศึกษาสภาพอากาศแคนาดา และข้อมูล RCM จากแบบจำลอง ECHAM4 ที่สังเคราะห์ข้อมูลให้มีความละเอียดสูงขึ้นด้วยแบบจำลอง PRECIS ที่ศึกษาโดยศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (START) และงานวิจัยแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาคของประเทศญี่ปุ่น (Kitoh และคณะ) โดยจะเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนน้ำท่าดังกล่าว กับการพยากรณ์จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ในอนาคตตามสมมุติฐานเดียวกัน ซึ่งการศึกษาจะมีสมมุติฐาน IPCC SRES scenario A2 และ B2 เพื่อให้สอดคล้องกับโครงการศึกษาอื่นๆ
- 4) การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่า และการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่จังหวัดระยองและชลบุรี จะนำผลจากการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนน้ำท่าในอนาคตซึ่งเป็นผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาข้อ 2 ทั้งสองรูปแบบ มาประเมินผลกระทบโดยเลือกพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่จังหวัดระยองและชลบุรี

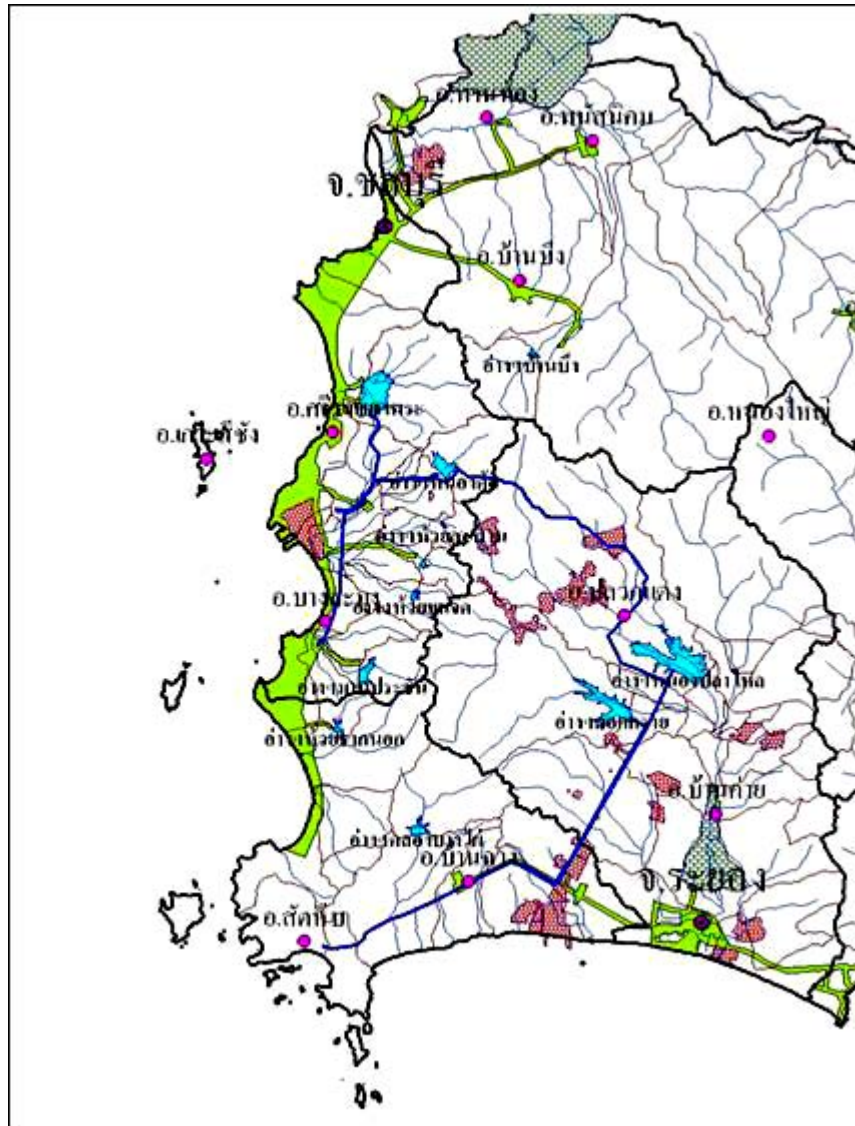
1.4 พื้นที่ศึกษา

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

1-2



รูปที่ 1-1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกต่อน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย

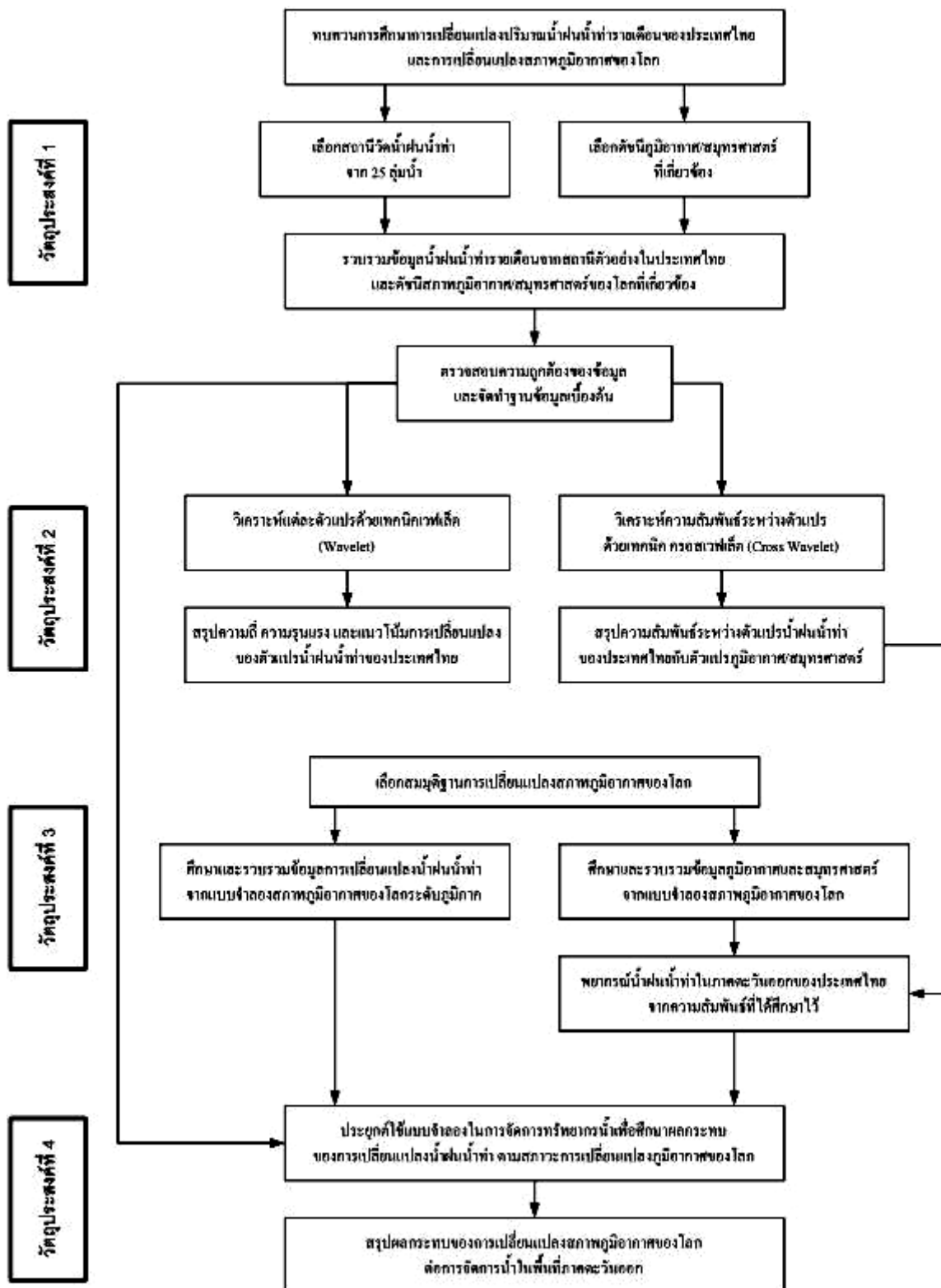


รูปที่ 1-2 จังหวัดระยองและชลบุรีที่คัดเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำ

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้มีขั้นตอนการวิจัยดังแสดงในรูปที่ 1-3 โดยมีแนวทางในการศึกษาดังนี้

- 1) รวบรวมข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนจากสถานีตัวอย่าง 25 สถานีในประเทศไทย และข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่ใช้เพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย



รูปที่ 1-3 แนวคิดในการดำเนินการวิจัย

- ทบทวนรายงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทั้งในระดับโลก/ทวีปและระดับประเทศรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ด้าน อุตุนิยมวิทยาและด้านสมุทรศาสตร์ เช่น ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลน้ำฝน ข้อมูล น้ำท่า อุณหภูมิผิวน้ำทะเล และ Southern Oscillation Index จากหน่วยงาน ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย เช่น กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา และใน ต่างประเทศ เช่นองค์การระหว่างประเทศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศของโลก (IPCC: International Panel on Climate Change) เป็นต้น
 - ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลอนุกรมเวลาของ 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 ที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่า เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ ลานีญา โดยวิเคราะห์อนุกรมเวลาของข้อมูลในมิติของ ความถี่ด้วยเทคนิคเวฟเล็ต (Wavelet) เพื่อศึกษาลักษณะความถี่ คาบการการ เกิด ความรุนแรงของเหตุการณ์ และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ของแต่ละตัวแปร
 - วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนน้ำท่าและ ตัวแปรอื่นๆ เช่น ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลด้านสมุทรศาสตร์ในมิติของ ความถี่ด้วยเทคนิคครอสเวฟเล็ต (Crosswavelet)

- สรุปลักษณะข้อมูลน้ำฝน/น้ำท่าของประเทศไทยในรูปแบบของลักษณะความถี่ ความสามารถในการเกิด ความรุนแรงของเหตุการณ์ และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์ของข้อมูลน้ำฝน/น้ำท่ากับตัวแปรภูมิอากาศและตัวแปรอื่นๆ ที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง

3) ศึกษาและรวบรวมการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลการพยากรณ์โดยตรงจากแบบจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกในระดับภูมิภาค และเปรียบเทียบกับผลการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่าโดยใช้ความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ในอนาคตจากแบบจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก

- ทบทวนรายงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการใช้แบบจำลองภูมิอากาศโลกเมื่อภาวะโลกร้อนที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตในระดับทวีป และระดับประเทศ
- รวบรวมและศึกษาข้อมูลผลการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตจากแบบจำลองที่นำเสนอในองค์การระหว่างประเทศเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก (IPCC) ซึ่งมีข้อมูลสำหรับทั่วโลกที่ความละเอียดต่ำ ซึ่งเลือกสมมุติฐานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Climate Scenarios) ต่างๆ โดยรวม IPCCSRES scenario A2 และ B2 ในการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับข้อเสนอโครงการอื่นๆ

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	ภาคตะวันออกของประเทศไทย (latitude: 11.65-12.70°N longitude: 100.77-102.91°E)

- ศึกษาและรวบรวมข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่เปลี่ยนแปลงไป จากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาคของประเทศไทย (Prof.Dr. 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	ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน และน้ำฝน
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)

- วิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจากภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าและข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ ในอนาคตที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามสมมุติฐานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Scenarios) กรณี IPCC SRES scenario A2 และ B2 เป็นต้น จากฐานข้อมูลที่มีความละเอียดต่ำเพื่อปรับแก้เป็นข้อมูลตามจุดตรวจวัดในพื้นที่ศึกษา และเปรียบเทียบกับผลการพยากรณ์จากแบบจำลองความละเอียดสูงของประเทศไทย (Prof.Dr. Kitoh และคณะ)
- 4) ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่า และการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่จังหวัดระยองและชลบุรี
- ทบทวนรายงานและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อทรัพยากรน้ำ

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

โดยมีแผนกิจกรรมหลักที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังนี้

แผนกิจกรรมหลักที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ รวมทั้งผลลัพธ์ (Output) ที่คาดว่าจะได้รับ

วัตถุประสงค์	กิจกรรมหลัก	กิจกรรมรอง	ช่วงระยะเวลา ดำเนินการ*	จำนวน วันที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ
1. เพื่อศึกษา รวบรวม และ ตรวจสอบข้อมูล อนุกรมเวลาของ น้ำฝนน้ำท่าราย เดือนของ 25 ลุ่ม น้ำในประเทศไทย และตัวแปร ภูมิอากาศ สมุทร ศาสตร์จากฐาน ข้อมูลการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศของโลก	1.1 ทบทวนการศึกษา เกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศของโลก และตัวแปรภูมิอากาศ และสมุทรศาสตร์ที่ อาจเกี่ยวข้องกับ ปริมาณน้ำฝนน้ำท่า รายเดือนใน 25 ลุ่ม น้ำของประเทศไทย	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 รายงานสรุปการวิเคราะห์ความถี่ความรุนแรงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และความสัมพันธ์กับตัวแปรสภาพภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ของโลก		เดือนที่ 11 - 12	15	วิรัช / สุจริต
3. เพื่อศึกษาและรวบรวม ผลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกจากฐานข้อมูลระหว่างประเทศและประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ของอนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนที่เปลี่ยนแปลงไป ในภาคตะวันออกของประเทศไทย	3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยใช้ผลจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่ได้ทำการศึกษาไว้แล้วในต่างประเทศ	3.1.1 ศึกษาและคัดเลือกสมมติฐานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (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 ภาคตะวันออกของ 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 / สุจิต
		3.2.2 พยากรณ์ น้ำฝนน้ำท่าราย เดือนในภาค ตะวันออกของ ประเทศไทยจาก ความสัมพันธ์ใน กิจกรรม 2.2	เดือนที่ 15 - 17	25	วิรัช / สุจิต
	3.3 รายงานสรุปการ พยากรณ์น้ำฝน น้ำท่าในภาค ตะวันออกของ ประเทศไทย	-	เดือนที่ 17 - 18	15	วิรัช / สุจิต
4. เพื่อศึกษาและ ประเมินผลกระทบ ของการ เปลี่ยนแปลง ปริมาณน้ำฝน น้ำท่าในอนาคต ต่อการบริหาร จัดการน้ำในพื้นที่ ภาคตะวันออก โดยเฉพาะในพื้นที่ จังหวัดระยองและ ชลบุรี	4.1 ทบทวนรายงาน และเอกสารที่ เกี่ยวข้องกับการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศต่อการ จัดการทรัพยากรน้ำ	4.1.1 ศึกษารายงาน และแบบจำลองที่ เกี่ยวข้องที่ใช้ในการ จัดการทรัพยากรน้ำ ในพื้นที่ภาค ตะวันออกของ ประเทศไทย	เดือนที่ 19 - 20	15	สุจิต / วิรัช
		4.1.2 ประยุกต์ใช้ แบบจำลองการ จัดการทรัพยากรน้ำ โดยใช้ข้อมูลน้ำฝน น้ำท่าในปัจจุบัน เพื่อเป็นฐานในการ เปรียบเทียบ	เดือนที่ 20 - 21	15	สุจิต / 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 ชั่วโมงทำงาน

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 และตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลาของน้ำฝนทำ และตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก และการเปลี่ยนแปลงข้อมูลน้ำฝน น้ำทำในประเทศไทย																								
1.1 ทบทวนการศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก และการเปลี่ยนแปลงข้อมูลน้ำฝน น้ำทำในประเทศไทย																								
1.1.1 ทบทวนการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำทำรายเดือนของประเทศไทย																								
1.1.2 ทบทวนการศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกและความแปรปรวนที่เกี่ยวข้อง																								
1.2 รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลน้ำฝนน้ำทำ และตัวแปรภูมิศาสตร์ สมุทรศาสตร์																								
1.2.1 คัดเลือกสถานีวัดน้ำฝนน้ำทำรายเดือน จาก 25 สถานีในประเทศไทย																								
1.2.2 รวบรวมข้อมูลน้ำฝน น้ำทำรายเดือนจากสถานีตัวอย่าง																								
1.2.3 รวบรวมข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง																								
1.2.4 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอนุกรมเวลา																								
2 ศึกษาลักษณะการเกิด ความถี่ ความรุนแรง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร																								
2.1 วิเคราะห์ความถี่ ความรุนแรง และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนน้ำทำด้วยเวฟเล็ต																								
2.2 หาคความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมเวลาของน้ำฝนน้ำทำ และตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ ด้วยเทคนิค ครอสเวฟเล็ต																								
2.3 สรุปพฤติกรรม ความถี่ ความรุนแรงและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำทำ 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 ต่อปริมาณน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ																								
3.1 ศึกษาและรวบรวมการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่า จากแบบจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก																								
3.1.1 ศึกษาและคัดเลือกสมมติฐานการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก																								
3.1.2 เลือกแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ในระดับภูมิภาค																								
3.1.3 คัดเลือกและตรวจสอบข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝน น้ำท่า ตามสมมติฐานที่กำหนด																								
3.2 พยากรณ์น้ำฝนน้ำท่ารายเดือน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จากความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิศาสตร์และสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก																								
3.2.1 รวบรวมผลการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมเชิงภูมิศาสตร์และสมุทรศาสตร์ ตามสมมติฐานที่กำหนด																								
3.2.2 พยากรณ์น้ำฝนน้ำท่ารายเดือน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจากความสัมพันธ์ที่ได้																								
3.3 รายงานสรุปการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่า ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย																								

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 ศึกษาและประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงนํ้าฝนนํ้าท่า ต่อการบริหารจัดการนํ้าในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ																								
4.1 ทบทวนรายงานการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการจัดการนํ้า																								
4.1.1 ศึกษาโรงงานและแบบจำลองในการจัดการทรัพยากรนํ้าในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ																								
4.1.2 ใช้แบบจำลองการจัดการนํ้ากับข้อมูลนํ้าฝนนํ้าเฉลี่ย เป็นฐานในการเปรียบเทียบ																								
4.2 ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ต่อการจัดการนํ้าในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ																								
4.2.1 ใช้แบบจำลองการจัดการนํ้ากับข้อมูลทรัพยากรนํ้าฝนนํ้าท่าจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ตามสมมติฐานที่กำหนด (กิจกรรม 3.1)																								
4.2.2 ใช้แบบจำลองการจัดการนํ้ากับข้อมูลทรัพยากรนํ้าฝนนํ้าท่าจากความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ ตามสมมติฐานที่กำหนด (กิจกรรม 3.2)																								
4.3 รายงานสรุปผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ต่อการบริหารจัดการนํ้าในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ																								
4.3.1 การบริหารจัดการนํ้าจากข้อมูลนํ้าฝนนํ้าท่าเฉลี่ยในอดีต																								
4.3.2 การบริหารจัดการนํ้าด้วยข้อมูลนํ้าฝนนํ้าท่าจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก																								
4.3.3 การบริหารจัดการนํ้าด้วยข้อมูลนํ้าฝนนํ้าท่า จากการหาความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่พยากรณ์จากแบบจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก																								

1.6 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1)ฐานข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนเบื้องต้นจากสถานีตัวอย่างใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทยและข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก (Global Climate Change) ที่จำเป็นต่อการศึกษาผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำในประเทศไทย
- 2) รายงานแสดงการศึกษาพฤติกรรมของน้ำฝนและน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย ทั้งในรูปแบบความถี่ความรุนแรง และแนวโน้มของการเกิดเหตุการณ์ โดยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาในมิติของเวลาและความถี่ด้วยเทคนิคเวฟเล็ต (Wavelet) รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของ 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทยกับตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก โดยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาระหว่างตัวแปรด้วยเทคนิคครอสเวฟเล็ต (Cross-wavelet)
- 3) ความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาระหว่างประเทศไทย ญี่ปุ่นและเยอรมนี ในการถ่ายทอดและพัฒนาความรู้และแนวทางในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในระดับโลก ภูมิภาค และระดับประเทศ
- 4) ข้อมูลการพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากแบบจำลองระดับโลกและระดับภูมิภาคในสมมุติฐานการของการศึกษาสภาวะโลกร้อน (climate scenarios) ในรูปแบบต่างๆ และเปรียบเทียบกับการพยากรณ์โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ในสมมุติฐานเดียวกันเพื่อเป็นแนวทางเลือกในการพยากรณ์ข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าในพื้นที่ประเทศไทยให้มีความถูกต้องและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป
- 5) รายงานแนวทางในการประยุกต์ใช้ข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่าอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกเพื่อศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ และการปรับตัวในอนาคตต่อไป

โดยมีตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการดังนี้

ผลลัพธ์	ตัวอย่างของข้อมูล	รายละเอียดของข้อมูล
ข้อมูลอุตุ-อุทกของประเทศไทย	- ปริมาณน้ำฝน - ปริมาณน้ำท่า - อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ย - ความชื้นสัมพัทธ์ - ความกดอากาศเฉลี่ยรายเดือน - ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์	ระยะเวลา: ย้อนหลังไม่ต่ำกว่า 30 ปี ความละเอียดเชิงพื้นที่: ณ สถานีตรวจวัด ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน รูปแบบข้อมูล ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของสภาพอุตุ-อุทกของประเทศไทยเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานีตรวจวัดหลักในทุก 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย
ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ของโลก (*ข้อมูลระหว่างปี ค.ศ.1960-1990 ที่ความละเอียด 0.5° x 0.5°)	- ปริมาณน้ำฝน - จำนวนวันที่ฝนตก - อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ย - ความชื้นสัมพัทธ์ - ความกดอากาศเฉลี่ยรายเดือน - ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ - ความเร็วลม - อุณหภูมิผิวน้ำทะเล	ระยะเวลา: ค.ศ. 1960 - 1990 ความละเอียดเชิงพื้นที่: 0.5° x 0.5° ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน รูปแบบข้อมูล รูปภาพของข้อมูลสภาพเฉลี่ยอากาศของโลก: รายเดือน
ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ	- ปริมาณน้ำฝน - อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ย	GHG scenario: A2 และ B2 ระยะเวลา: 2050 - 2100 ความละเอียดเชิงพื้นที่: 3°x 3° ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน
ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง (Kitoh และคณะ)	- ปริมาณน้ำฝน - อุณหภูมิเฉลี่ย	GHG scenario: A2 และ B2 ระยะเวลา: 2050 - 2100 ความละเอียดเชิงพื้นที่: 20 กม x 20 กม ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน
ข้อมูลสภาพอากาศจากการปรับแก้ความสัมพัทธ์	- ปริมาณน้ำฝน - ปริมาณน้ำท่า - อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดและเฉลี่ย	GHG scenario: A2 และ B2 ระยะเวลา: 2050 - 2100 ความละเอียดเชิงพื้นที่: ณ สถานีตรวจวัดของลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน
ข้อมูลการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออกเฉียง	- ความต้องการใช้น้ำของภาคเกษตรอุตสาหกรรม อุตสาหกรรม - การผันน้ำ ปริมาณน้ำในอ่าง	ระยะเวลา: ข้อมูล 10 ปีย้อนหลัง ความละเอียดเชิงพื้นที่: ข้อมูลระดับอำเภอ ความละเอียดเชิงเวลา: รายเดือน
ข้อมูลพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	- ภาพถ่ายดาวเทียม RADARSAT (ScanFAR Narrow)	ระยะเวลา: ข้อมูลปัจจุบัน ความละเอียดเชิงพื้นที่: 50 เมตร ขอบเขตครอบคลุม: ภาพละ 300 x 300 กม² จำนวน 1-2 ภาพที่ครอบคลุมพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

1.7 ผลผลิต

ผลที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละช่วงระยะเวลา (แบ่งเป็นราย 6 เดือน)

เดือนที่	กิจกรรม (activities)	ผลงานที่ได้
6 เดือนที่ 1 (เดือนที่ 1-6)	- รวบรวมรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก และข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย - ดำเนินการรวบรวมข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนจากสถานีตัวอย่างใน 25 ลุ่มน้ำในประเทศไทย - ดำเนินการรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงรวบรวมข้อมูลการพยากรณ์ของตัวแปรต่างๆ จากแบบจำลองและฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่มีอยู่ ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงต่างๆ	- ได้รายงานสรุปการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่าในประเทศไทยที่ผ่านมา - ได้ฐานข้อมูลเบื้องต้นของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย - ได้ฐานข้อมูลเบื้องต้นของข้อมูลภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่าในประเทศไทย
6 เดือนที่ 2 (เดือนที่ 7-12)	- วิเคราะห์ความถี่ คาบการเกิด และความรุนแรงของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าในประเทศไทยและตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เวฟเล็ต (Wavelet) - ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอนุกรมเวลาของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนของประเทศไทยและตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ครอส เวฟเล็ต (Cross Wavelet)	- ได้รายงานสรุปพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าของประเทศไทย และตัวแปรภูมิอากาศ สมุทรศาสตร์อื่นๆ ในรูปแบบความถี่ ความรุนแรง และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการเกิดเหตุการณ์ - ได้รายงานสรุปความสัมพันธ์และช่วงเวลาเหลื่อมล้ำระหว่างตัวแปรภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์กับข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในประเทศไทย
6 เดือนที่ 3 (เดือนที่ 13-18)	ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการพยากรณ์น้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในระยะยาวจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่ได้มีการศึกษาแล้ว	ได้ฐานข้อมูลการพยากรณ์เบื้องต้นของข้อมูลน้ำฝนน้ำท่ารายเดือนในภาคตะวันออกของประเทศไทย จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก

เดือนที่	กิจกรรม (activities)	ผลงานที่ได้
	2. พยากรณ์ปริมาณน้ำฝนน้ำท่าระยะยาวจากข้อมูลการพยากรณ์ภูมิอากาศและสมุทรศาสตร์ในอนาคตจากผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆที่ได้ศึกษาไว้แล้ว	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 ต่อการจัดการทรัพยากรน้ำในภาคตะวันออกของประเทศไทย 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 และคณะ (2552) , Winai et.al. (2010))

1.9 เนื้อหารายงาน

เนื้อหาวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์เล่มที่ 2 กล่าวถึงผลงานวิจัยทั้งหมดในช่วง 24 เดือน (15 ก.ค. 50 – 15 ก.ค. 52) ซึ่งจะเน้นในเรื่องการศึกษาข้อมูลการพยากรณ์โดยใช้ผลจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่ได้ศึกษาไว้แล้วในต่างประเทศ ที่เพิ่มความละเอียดข้อมูลทางสถิติเพื่อนำมาประเมินผลกระทบและการปรับตัวต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เนื้อหารายงานฉบับนี้ประกอบด้วย 7 บท ซึ่งสรุปเนื้อหาสาระแยกตามบทได้ดังนี้

- บทที่ 1 บทนำ** กล่าวถึงความเป็นมาและสภาพปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา พื้นที่ศึกษา วิธีการดำเนินการวิจัย ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ผลผลิต กระบวนการผลิตต้นผลงานดังกล่าวออกสู่การใช้ประโยชน์ และเนื้อหาวิทยานิพนธ์
- บทที่ 2 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา** กล่าวถึงสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา สภาพอุทกนิยามวิทยาและอุทกวิทยา สภาพการใช้ที่ดิน การเกษตร ฝั่งเมืองรวม ประชากร อุตสาหกรรม และศักยภาพแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ศึกษา
- บทที่ 3 การรวบรวมและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องมา** กล่าวถึงการรวบรวมและทบทวนข้อมูลพื้นฐาน การรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย การทบทวนการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการจัดการน้ำ และการทบทวนการศึกษาแนวทางการปรับตัวและบรรเทาผลกระทบ
- บทที่ 4 การสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงด้วยแบบจำลองเชิงสถิติ** กล่าวถึงการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงด้วยแบบจำลองเชิงสถิติ การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ และผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลก
- บทที่ 5 การทบทวนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** กล่าวถึงการทบทวนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การทบทวนการจัดการอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน การประเมินความต้องการน้ำหลักในพื้นที่ชลบุรีระยอง
- บทที่ 6 การศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ** กล่าวถึงการจำลองสภาพน้ำท่าในปัจจุบันและอนาคต แนวทางการประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำ การประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในอนาคต และแนวทางการปรับตัวทางด้านการบริหารจัดการน้ำในอนาคต
- บทที่ 7 บทสรุป และข้อเสนอแนะ** เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับผลการวิจัยในการดำเนินงาน และข้อเสนอแนะต่อแนวทางในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

บทที่ 2

สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

2.1 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกที่ใช้ในการศึกษาผลกระทบต่อการจัดการน้ำ ประกอบด้วย ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่ ลุ่มน้ำสาขาชลบุรี และลุ่มน้ำระยองตะวันตก ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ จังหวัดชลบุรี และระยอง มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 3,337 ตารางกิโลเมตร พื้นที่จังหวัดระยองมีอ่างเก็บน้ำ ที่สำคัญ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล และอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ ส่วนพื้นที่ จังหวัดชลบุรี มีอ่างเก็บน้ำที่สำคัญได้แก่ อ่างเก็บน้ำบางพระ อ่างเก็บน้ำหนองค้อ อ่างเก็บน้ำ ห้วยสะพาน อ่างเก็บน้ำหนองกลางดง อ่างเก็บน้ำห้วยขุนจิต อ่างเก็บน้ำมาบประชัน และอ่างเก็บน้ำ ชากนอก โครงการชลประทานที่สำคัญ คือ โครงการชลประทานบ้านค่าย มีพื้นที่ชลประทาน 30,000 ไร่ พื้นที่ภาคตะวันออกเป็นที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมที่สำคัญๆ ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ มาบ ตาพุด ฝาแดง ตะวันออก ไอ.พี.พี อมตะซิตี้ สยามอีสเทิร์น ระยองที่ดิน ปีโตรเคมีกัลป์ไทย และอีสเทิร์น ซีบอร์ด อุตสาหกรรมหลักในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมประเภทปิโตรเคมี และโรงไฟฟ้า ซึ่งมีการใช้น้ำในกระบวนการผลิตค่อนข้างมาก แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษาดังรูปที่ 2-1

2.2 สภาพอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยา

ปริมาณฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของลุ่มน้ำคลองใหญ่ ลุ่มน้ำชลบุรี และลุ่มน้ำระยอง ตะวันตก สรุปได้ดังนี้

ลุ่มน้ำ	ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)												รวมทั้งปี (มม.)
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
คลองใหญ่	90.29	202.76	142.69	152.61	139.99	238.32	231.15	63.98	10.67	23.09	38.1	47.03	1,380.69
ชลบุรี	86.27	149.8	104.91	102.96	125.41	237.46	239.27	62.82	8.81	11.48	23.48	42.8	1,195.46
ระยองตะวันตก	71.05	182.87	106.99	103.29	103.67	129.24	258.77	85.58	10.98	18.42	33.44	40.5	1,234.81

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกราย

และพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง

ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีเฉลี่ยของกลุ่มน้ำคลองใหญ่ กลุ่มน้ำชลบุรี และกลุ่มน้ำระยอง ตะวันตก ซึ่งมีขนาดพื้นที่รับน้ำ 1,804 832.1 และ 802.5 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ สรุปได้ดังนี้

ลุ่มน้ำ	ปริมาณท่ารายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												รวมทั้งปี (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.	
คลองใหญ่	14.3	45.9	36.8	46.2	49.6	88.1	176.9	71.1	20.8	10.9	6.81	9.25	576.66
ชลบุรี	5.66	15.7	13.9	13.2	21.5	41.7	79.78	20.3	5.48	2.75	2.45	3.25	22.55
ระยองตะวันตก	6.74	18.4	16.5	17.7	17.7	30.7	63.78	28.6	11.5	6.32	4.1	4.28	226.09

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกราย

และพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง

2.3 สภาพการใช้ที่ดิน

สภาพการใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำคลองใหญ่ กลุ่มน้ำชลบุรี และกลุ่มน้ำระยองตะวันตก (รูปที่ 2-2) สรุปได้ดังนี้

ลุ่มน้ำ	การใช้ที่ดิน (ตร.กม.)					
	เกษตร	ป่าไม้	ที่อยู่อาศัย	แหล่งน้ำ	อื่น ๆ	รวม
คลองใหญ่	1,557.81	117.95	25.45	12.02	40.35	1,753.59
ชลบุรี	604.06	58.27	117.95	12.32	14.64	807.25
ระยองตะวันตก	587.53	54.39	82.1	6.27	46.03	776.32
รวม	2,749.40	230.61	225.51	30.62	101.03	3,337.16

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกราย

และพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง

2.4 การเกษตร

พืชเศรษฐกิจที่สำคัญในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้าว พืชไร่ เช่น อ้อย มันสำปะหลัง สับปะรด ไม้ผล/ไม้ยืนต้น เช่น มะพร้าว ยางพารา มะม่วง ขนุน เป็นต้น โดยจะปลูกอ้อยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 35.97 ของพื้นที่การเกษตร รองลงมา คือ มันสำปะหลังและข้าว คิดเป็นร้อยละ 28.77 และ 16.07 ของพื้นที่ ตามลำดับ

2.5 ผังเมืองรวม และประชากร

1) ผังเมืองรวม

พื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ ลุ่มน้ำชลบุรี ลุ่มน้ำระยองตะวันตก และพื้นที่เกี่ยวเนื่องที่มีระบบท่อส่งน้ำเชื่อมโยงกัน คือ พื้นที่ในแผนพัฒนาพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก มีชุมชนเทศบาลจำนวน 43 แห่ง โดยแบ่งเป็น เทศบาลนคร 1 แห่ง (เทศบาลนครระยอง) เทศบาลเมือง 5 แห่ง (เทศบาลเมืองชลบุรี เทศบาลเมืองแสนสุข เทศบาลเมืองศรีราชา เทศบาลเมืองพนัสนิคม และเทศบาลเมืองมาบตาพุด) เทศบาลตำบล 36 แห่ง และเมืองพัทยา

กรมโยธาธิการและผังเมืองได้ดำเนินการวางผังเมืองรวมเฉพาะชุมชนที่มีความสำคัญในเขตพื้นที่ศึกษา 10 ผังเมือง ได้แก่ เมืองพนัสนิคม เมืองบ้านบึง เมืองชลบุรี บริเวณอุตสาหกรรมและชุมชนแหลมฉบัง เมืองพัทยา เมืองระยอง บริเวณอุตสาหกรรมหลักและชุมชนมาบตาพุด ชุมชนตะพง ชุมชนบ้านเพ และเมืองแกลง ดังแสดงเขตผังเมืองรวมและเมืองใหม่ในเขตพื้นที่ศึกษา ในรูปที่ 2-2 สำหรับชุมชนและผังเมืองที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาโดยตรง ก็คือ เมืองระยอง บริเวณอุตสาหกรรมหลักและชุมชนมาบตาพุด และบริเวณที่เกี่ยวข้อง คือ เมืองชลบุรี บริเวณอุตสาหกรรมและชุมชนแหลมฉบัง และเมืองพัทยา

2) ประชากร

จำนวนประชากรรายอำเภอทั้งในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลของพื้นที่ 8 อำเภอที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาปี พ.ศ. 2546 สรุปได้ดังนี้

หน่วย : คน

อำเภอ	ในเขตเทศบาล	นอกเขตเทศบาล	รวมทั้งหมด
บางฉาง	27,293	22,421	49,714
ปลวกแดง	4,442	30,461	34,903
บ้านค่าย	3,174	56,602	59,776
เมือง	116,871	92,324	209,195
หนองใหญ่	7,599	15,137	22,736
วังจันทร์	3,472	20,658	24,130
แกลง	50,724	77,111	127,835

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกราย

และพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง

2.6 อุตสาหกรรม

กลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษา ทั้งที่เปิดดำเนินการแล้วและอยู่ระหว่างการก่อสร้าง แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรม อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เขตประกอบการอุตสาหกรรม ชุมชนอุตสาหกรรม ภายใต้การกำกับดูแลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม และสวนอุตสาหกรรมซึ่งดำเนินการโดยเอกชน นอกจากนี้จะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมย่อยกระจายอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ ลุ่มน้ำชลบุรี ลุ่มน้ำระยองตะวันตก และพื้นที่คาบเกี่ยว รวมทั้งสิ้น 954 แห่ง คิดเป็นพื้นที่โครงการ 57,094 ไร่

2.7 ศักยภาพแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ศึกษา

1) แหล่งน้ำต้นทุนปัจจุบัน

แหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ศึกษาที่สำคัญในลุ่มน้ำคลองใหญ่ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำดอกกราย และอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ อย่างไรก็ตามการใช้ น้ำจากแหล่งเก็บกักน้ำที่สำคัญเหล่านี้จะมีความเชื่อมโยงกับระบบอ่างเก็บน้ำในเขตจังหวัดชลบุรีดังแสดงในรูปที่ 2-3 ซึ่งจะครอบคลุมกลุ่มลุ่มน้ำคลองใหญ่ ลุ่มน้ำชลบุรี และลุ่มน้ำระยองตะวันตก โดยศักยภาพของแหล่งน้ำที่พิจารณาเฉพาะในการนำน้ำมาใช้เพื่อการอุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม สรุปได้ดังนี้

แหล่งน้ำที่พิจารณา	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ความจุอ่าง (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำ ไหลเข้าอ่าง (ล้าน ลบ.ม.)	ศักยภาพการนำมาใช้ เพื่ออุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม (ล้าน ลบ.ม.)	หมายเหตุ
1) พื้นที่โซนชลบุรี - อ่างเก็บน้ำบางพระ - อ่างเก็บน้ำหนองค้อ	ชลบุรี ชลบุรี	130.00 51.00	117.00 21.40	42.90 16.64	33.00 9.50	ปริมาณน้ำไหลล้น จากอ่างฯ หนองค้อ ไหลลงอ่างฯบางพระ
2) พื้นที่โซนพญา-นาเกลือ - อ่างเก็บน้ำมาบประชัน - อ่างเก็บน้ำห้วยขากนอก - อ่างเก็บน้ำหนองกลางดง - อ่างเก็บน้ำห้วยสะพาน - อ่างเก็บน้ำห้วยขุนจิต - อ่างเก็บน้ำหนองกลางดง/ ห้วยสะพาน/ห้วยขุนจิต	ชลบุรี ชลบุรี ชลบุรี ชลบุรี ชลบุรี ชลบุรี	37.00 17.60 18.50 14.00 11.00 13.00	16.60 7.03 7.65 3.84 4.80	13.08 5.53 6.54 5.67 3.73	11.00 3.00 5.50 3.00 3.00 13.00	ใช้น้ำร่วมกันทั้ง 3 อ่าง
3) พื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ - อ่างเก็บน้ำดอกกราย - อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล - อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่	ระยอง ระยอง ระยอง	291.00 408.00 218.00	71.40 163.75 40.10	147.08 187.89 51.16	96.20 73.10 8.50	ปริมาณน้ำไหลล้น จากอ่างฯ คลองใหญ่ ไหลลงอ่างฯหนองปลาไหล

ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจากรายงานโครงการศึกษาแผนหลักการพัฒนาระบบท่อส่งน้ำในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

บริษัท จัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก จำกัด (มหาชน) พฤษภาคม 2547

นอกจากการนำน้ำไปใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรมแล้ว อ่างเก็บน้ำหลักยังเป็นแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรด้วย ซึ่งสรุปได้ดังนี้

แหล่งน้ำที่ศึกษา	จังหวัด	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)
1. อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	ระยอง	30,000
2. อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่	ระยอง	20,000
3. อ่างเก็บน้ำบางพระ	ชลบุรี	6,100

หมายเหตุ : พื้นที่ชลประทานอ่างเก็บน้ำบางพระ 6,100 ไร่ ปัจจุบันมีการเพาะปลูกประมาณ 1,970 ไร่

2) ศักยภาพของแหล่งน้ำต้นทุนเพิ่มเติม

(1) ศักยภาพของแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ลุ่มน้ำชลบุรี ระยองตะวันตกและคลองใหญ่

แหล่งน้ำที่พิจารณา	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำ ไหลเข้าอ่าง (ล้าน ลบ.ม.)	ศักยภาพการนำมาใช้ เพื่ออุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม (ล้าน ลบ.ม.)	หมายเหตุ
1) พื้นที่ชลบุรี (ไม่พบแหล่งน้ำที่มีศักยภาพ)		-	-	-	
2) พื้นที่ชลบุรี-นาเกลือ - ฝ่ายลำนน้ำห้วยใหญ่ - ฝ่ายลำนน้ำห้วยยายจั่น - อ่างเก็บน้ำมาบหวายโสม - พิจารณาเฉพาะที่อ่างฯ - พิจารณารวมทั้งลุ่มน้ำ	ชลบุรี ชลบุรี ชลบุรี	20.0 13.0 41.0	4.3 4.0 20.8	2.5 2.4 15.0 6.0	
3) พื้นที่ลุ่มน้ำคลองใหญ่ - สระเก็บน้ำคลองทับมา 1. ความจุ 10 ล้าน ลบ.ม. 2. ความจุ 15 ล้าน ลบ.ม. 3. ความจุ 20 ล้าน ลบ.ม. - อ่างเก็บน้ำดอกกราย 1. เพิ่มระดับเก็บกัก 1 ม. (เพิ่มความจุ 12.0 ล้าน ลบ.ม.) 2. เพิ่มระดับเก็บกัก 2 ม. (เพิ่มความจุ 25.7 ล้าน ลบ.ม.)	ระยอง ระยอง	150.7 291.0	39.5 147.0	15.0 21.0 26.0 6.0 10.0	เนื่องจากปริมาณน้ำไหล เข้าอ่างฯ มีความผันแปรมาก จึงไม่สามารถเพิ่มศักยภาพ การใช้น้ำได้สอดคล้องกับความต้องการที่เพิ่มขึ้น

ที่มา : ปรับปรุงข้อมูลจากรายงานโครงการศึกษาแผนหลักการพัฒนาระบบท่อส่งน้ำในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก

บริษัท จัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก จำกัด (มหาชน) พฤษภาคม 2547

(2) ศักยภาพของแหล่งน้ำต้นทุนในพื้นที่ลุ่มน้ำประแสร์

อ่างเก็บน้ำประแสร์ ซึ่งมีศักยภาพแหล่งน้ำต้นทุนที่สามารถผันน้ำบางส่วนมา
เสริมให้กับลุ่มน้ำระยอง เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของกรมชลประทานที่ก่อสร้างในลุ่มน้ำประแสร์ มี
พื้นที่รับน้ำ 603.0 ตร.กม. มีปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายปีเฉลี่ยเท่ากับ 265.2 ล้าน ลบ.ม.
และมีปริมาตรความจุที่ระดับเก็บกักเท่ากับ 248.0 ล้าน ลบ.ม. สามารถส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทานที่
ออกแบบไว้ทั้งสิ้น 137,000 ไร่

ในการศึกษาระบบแหล่งน้ำได้พิจารณาผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำประแสร์มาต่อเชื่อมกับระบบท่อส่งน้ำที่มีอยู่เดิมบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่ที่มีความต้องการต่อไป สรุปศักยภาพของแหล่งน้ำได้ดังนี้

แหล่งน้ำที่พิจารณา	ศักยภาพการนำมาใช้เพื่ออุปโภค-บริโภค และอุตสาหกรรม (ล้าน ลบ.ม.)	หมายเหตุ
อ่างเก็บน้ำประแสร์ (ระบบส่งน้ำแบบเดิม)	33.0	พื้นที่ ชป. 137,000 ไร่
อ่างเก็บน้ำประแสร์ (ปรับปรุงระบบส่งน้ำ)	72.0	พื้นที่ ชป. 137,000 ไร่
	82.0	พื้นที่ ชป. 130,000 ไร่
ประสิทธิภาพ ชป.65%	94.0	พื้นที่ ชป. 120,000 ไร่
อ่างเก็บน้ำประแสร์ (ปรับปรุงระบบส่งน้ำ)	85.0	พื้นที่ ชป. 137,000 ไร่
	92.0	พื้นที่ ชป. 130,000 ไร่
ประสิทธิภาพ ชป.70%	105.0	พื้นที่ ชป. 120,000 ไร่

บทที่ 3

การรวบรวมและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และน้ำท่า เป็นต้น การรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย การทบทวนการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการจัดการน้ำ รวมไปถึงการทบทวนการศึกษาแนวทางการปรับตัวและบรรเทาผลกระทบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การรวบรวมและทบทวนข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลพื้นฐานที่นำมาใช้ประกอบการศึกษาในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น ข้อมูลสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และข้อมูลสำหรับการจำลองสภาพการจัดการน้ำ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และอุทกวิทยา

ในการศึกษาผลกระทบในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในสภาพปัจจุบันหรือในช่วงปี 1995-2004 จากสถานีตรวจวัดน้ำฝน และสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ จากกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นตัวแทน แสดงรายละเอียดของข้อมูลสถานีตรวจวัด ดังตารางที่ 3-1 การกระจายตัวของสถานีดังรูปที่ 3-1 แบ่งเป็น

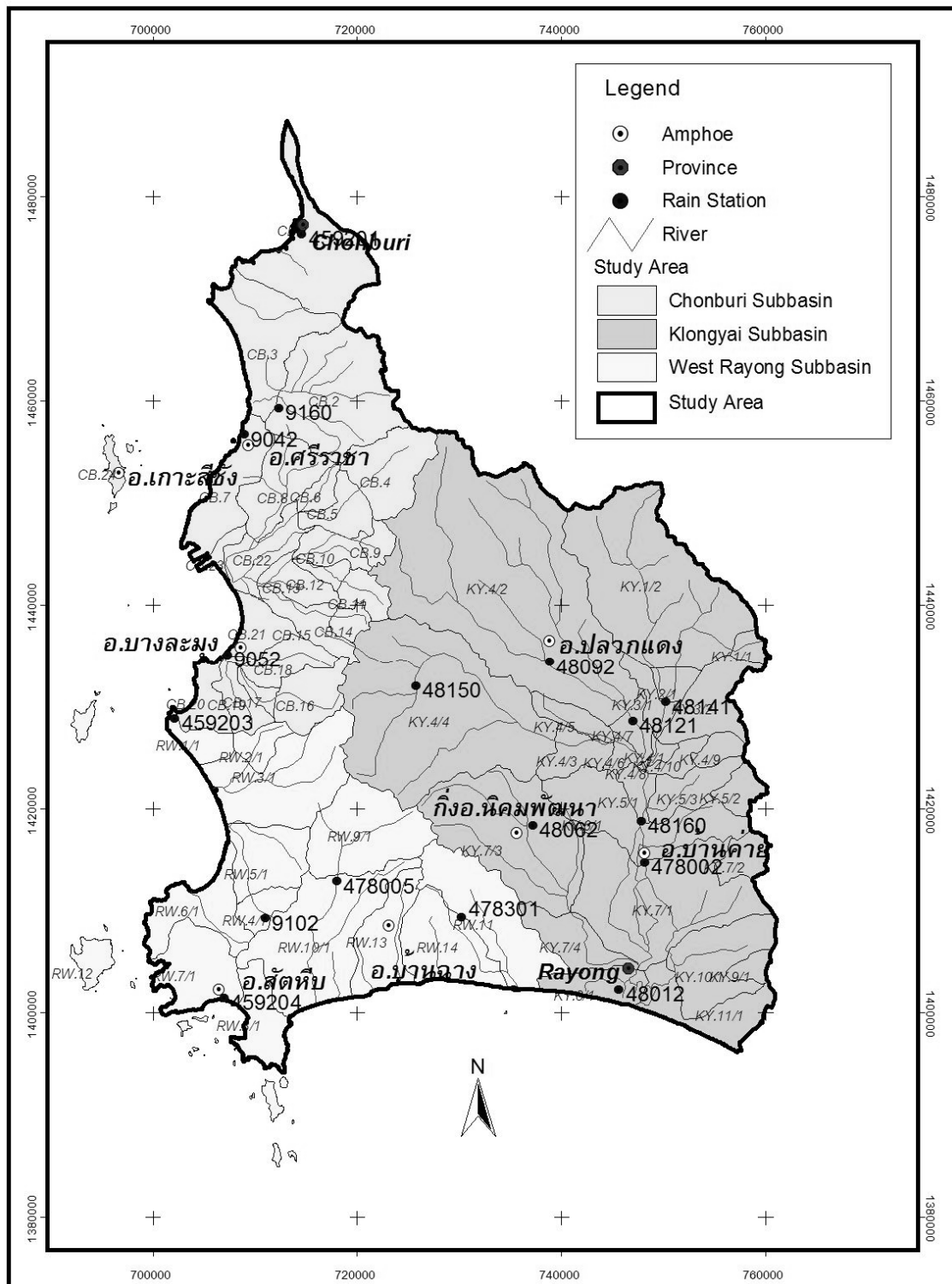
- 1) ข้อมูลฝนรายวัน จำนวน 17 สถานี แบ่งเป็น กรมชลประทาน 11 สถานี และกรมอุตุนิยมวิทยา 6 สถานี
- 2) ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย และอัตราการระเหย จำนวน 2 สถานี จากกรมอุตุนิยมวิทยา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย และอัตราการระเหยเฉลี่ยรายเดือนของสถานีต่างๆในกลุ่มน้ำ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-2 และ 3-3 ตารางสรุปข้อมูลสภาพภูมิอากาศ 2 สถานี

สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำท่า คณะวิจัยได้รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่าในช่วงปี 1995 – 2004 จากกรมชลประทาน จำนวน 2 สถานี สำหรับใช้ในการปรับเทียบข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณด้วยแบบจำลอง NAM

ตารางที่ 3-1 รายละเอียดของข้อมูลสถานีตรวจวัด

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	สถานีตรวจวัด	จังหวัด	LATITUDE	LONGITUDE	UTM_X	UTM_Y
1	48012	อ.เมืองระยอง	จ.ระยอง	12-39-57	101-16-44	747490	1401147
2	48092	อ.ปลวกแดง	จ.ระยอง	12-57-58	101-13-02	740469	1434317
3	48062	นิคมสร้างตนเอง ระยอง	จ.ระยอง	12-49-00	101-12-00	738766	1417770
4	48121	หนองปลาไหล (Z. - 4) อ.ปลวกแดง	จ.ระยอง	12-54-40	101-17-37	748879	1428305
5	48141	บ้านปากแพรก (Z. - 15) อ.ปลวกแดง	จ.ระยอง	12-55-41	101-19-30	752227	1430216
6	48022	อ.บ้านค่าย	จ.ระยอง	12-46-54	101-18-13	750093	1413996
7	48150	อ่างเก็บน้ำดอกกราย	จ.ระยอง	12-56-42	101-05-30	726924	1431868
8	48160	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา บ้านค่าย	จ.ระยอง	12-49-10	101-18-02	749730	1418164
9	09042	อ.ศรีราชา	จ.ชลบุรี	13-10-37	100-56-01	709583	1457389
10	09052	อ.บางละมุง	จ.ชลบุรี	13-58-30	100-55-00	707871	1435035
11	09102	โรงเรียนพลทหารเกล็ดแก้ว อ.สัตหีบ	จ.ชลบุรี	12-44-00	100-57-00	711692	1408325
12	09160	ศูนย์อุทกวิทยาที่ 6 อ่างเก็บน้ำ บางพระ	จ.ชลบุรี	13-12-04	100-57-59	713031	1460094
13	09180	อ่างเก็บน้ำมาบประจัน อ.บางละมุง	จ.ชลบุรี	12-58-19	100-59-42	716375	1434760
14	09190	หนองไก่ อ.ศรีราชา	จ.ชลบุรี	13-10-33	100-57-25	712078	1457287
15	478005	สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านฉาง	จ.ระยอง	12-46-00	101-01-01	718940	1412076
16	478301	สภ.ห้วยโป่ง*	จ.ระยอง	12-44-00	101-07-59	731567	1408481
17	459201	สตอ.ชลบุรี*	จ.ชลบุรี	13-21-36	100-59-20	715384	1477694
18	459203	สตอ.พัทยา*	จ.ชลบุรี	12-55-00	100-52-01	702532	1428548
19	459204	สตอ.สัตหีบ	จ.ชลบุรี	12-39-40	100-54-40	707516	1400306



รูปที่ 3-1 การกระจายตัวของสถานีตรวจวัดน้ำฝน และสถานีตรวจวัดอากาศในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 3-2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝน ในช่วงปี 1995 - 2004

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	สถานีตรวจวัด	ปริมาณน้ำฝน (มม./เดือน)											ฤดูฝน (มม.)	ฤดูแล้ง (มม.)	รวม (มม.)
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1	48012	อ.เมืองระยอง	94.29	189.06	154.15	183.90	117.94	254.95	217.04	52.90	12.97	16.17	23.41	85.18	284.93	1,401.98
2	48092	อ.ปลวกแดง	102.93	177.84	171.98	148.22	148.81	277.58	259.84	45.97	29.81	44.76	33.25	71.50	328.23	1,512.49
3	48062	นิคมสร้างตนเอง ระยอง	108.53	133.35	125.65	102.29	119.03	222.85	184.22	59.75	12.00	29.12	18.08	62.98	290.46	1,177.85
4	48121	หนองปลาไหล (Z.-4) อ.ปลวกแดง	99.32	168.59	166.89	146.43	135.89	251.81	227.63	44.89	14.22	34.32	22.24	62.24	277.23	1,374.46
5	48141	บ้านปากแพรก (Z. - 15) อ.ปลวกแดง	104.04	175.67	173.61	151.99	156.96	255.61	234.88	45.98	14.38	37.58	35.90	69.15	307.03	1,455.75
6	48150	อ่างเก็บน้ำดอกกราย	150.45	195.93	160.60	163.48	149.88	278.74	243.67	67.27	12.67	36.60	17.73	90.60	375.32	1,567.62
7	48160	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา บ้านค่าย	83.04	148.98	164.92	159.04	117.18	253.11	198.18	39.55	12.24	28.28	18.35	62.44	243.90	1,285.30
8	09042	อ.ศรีราชา	29.59	85.58	72.45	57.16	61.75	103.35	136.05	41.76	4.69	5.76	21.39	46.56	149.76	666.10
9	09052	อ.บางละมุง	134.71	183.95	134.09	121.44	125.50	272.22	269.32	78.78	16.73	12.10	14.63	63.35	320.29	1,426.81
10	09102	โรงเรียนพลทหารมัลดีดแก้ว อ.สัตหีบ	79.29	100.13	72.90	80.78	88.84	226.99	198.13	49.83	11.04	6.32	3.48	35.75	185.71	953.47
11	09160	ศูนย์วิทยุวิทยที่ 6 อ่างเก็บน้ำ บางพระ	63.04	149.87	129.90	109.98	139.27	241.73	192.18	50.37	5.75	9.87	32.46	78.93	240.42	1,203.35
12	478002	อำเภอเมืองระยอง	74.54	139.78	168.10	167.57	109.56	252.84	179.59	34.19	9.63	27.09	14.22	57.95	217.62	1,235.07
13	478005	สำนักงานเกษตร อำเภอบ้านฉาง	98.09	127.48	141.47	134.91	109.90	222.65	251.12	50.98	10.13	31.45	31.59	81.21	303.45	1,290.98
14	478301	สภษ.ห้วยโป่ง*	103.21	163.31	176.12	152.57	141.50	244.19	267.55	66.97	14.05	24.16	39.66	95.28	343.34	1,488.58
15	459201	สศอ.ทลบุรี*	63.45	173.94	123.51	129.40	151.43	279.17	168.12	42.80	7.89	14.51	16.79	68.43	213.86	1,239.43
16	459203	สศอ.พิทยา*	56.22	149.72	138.16	102.48	104.66	225.40	201.11	54.93	8.34	19.13	10.55	58.00	207.17	1,128.70
17	459204	สศอ.สัตหีบ	106.05	167.95	128.67	126.23	98.21	233.73	259.23	61.88	13.54	20.27	13.55	70.50	285.79	1,299.80

ตารางที่ 3-3 ค่าเฉลี่ยข้อมูลสภาพภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงปี 1982 – 2004

ลำดับที่	รหัสสถานี	สถานีตรวจวัด	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
อุณหภูมิสูง														
1	459201	อ.เมือง จ.ชลบุรี	32.73	33.19	34.28	35.30	34.31	33.63	33.22	32.97	32.57	32.62	32.88	32.49
2	478201	อ.เมือง จ.ระยอง	32.16	32.67	33.38	34.45	33.81	32.99	32.56	32.21	32.12	32.49	32.83	32.30
อุณหภูมิต่ำสุด														
1	459201	อ.เมือง จ.ชลบุรี	22.09	23.82	25.41	26.57	26.38	26.26	25.98	25.76	24.99	24.39	23.26	21.40
2	478201	อ.เมือง จ.ระยอง	21.46	24.32	26.16	27.18	26.82	26.74	26.36	26.33	25.28	24.34	23.17	21.09
อุณหภูมิเฉลี่ย														
1	459201	อ.เมือง จ.ชลบุรี	27.38	28.48	29.82	30.91	30.32	29.92	29.58	29.34	28.76	28.48	28.05	26.92
2	478201	อ.เมือง จ.ระยอง	26.79	28.48	29.75	30.79	30.29	29.84	29.44	29.24	28.68	28.39	27.98	26.67
อัตราการระเหย														
1	459201	อ.เมือง จ.ชลบุรี	144.43	140.00	174.96	176.85	162.73	152.37	154.03	152.14	133.48	130.02	138.20	151.71
2	478201	อ.เมือง จ.ระยอง	138.37	136.59	167.86	170.40	152.66	144.96	150.52	148.28	123.29	125.64	141.68	149.90

3.1.2 ข้อมูลสำหรับการจำลองสภาพการจัดการน้ำ

ในการศึกษา และจำลองสภาพการจัดการน้ำ จำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำที่ต้องการศึกษาในมิติของลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ และกลุ่มผู้ใช้น้ำต่างๆ ได้แก่ ผู้ใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภค ได้แก่ การประปาประยอง และประปาคุ้ เป็นต้น ผู้ใช้น้ำเพื่อการเกษตร ได้แก่ โครงการชลประทานบ้านค่าย และโครงการชลประทานขนาดเล็กอื่นๆ และผู้ใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรม ได้แก่ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และนิคมอุตสาหกรรมโรจนะ เป็นต้น โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์สมดุลน้ำ และความต้องการใช้น้ำ ทั้งในรูปแบบของสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- 1) แผนที่สภาพภูมิประเทศ
- 2) ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำหลักและสาขา
- 3) ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝน และน้ำท่า
- 4) แผนที่เส้นทางน้ำ
- 5) ขอบเขตที่ตั้งของอ่างเก็บน้ำหลัก
- 6) ตำแหน่งที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรม
- 7) ตำแหน่งที่ตั้งของประปาส่วนภูมิภาค
- 8) ขอบเขตของพื้นที่ชลประทานขนาดกลางในปัจจุบัน และอนาคต
- 9) ตำแหน่งที่ตั้งของโครงการชลประทานขนาดเล็ก
- 10) ตำแหน่งที่ตั้งของโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า
- 11) ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ข้อมูลระดับ-พื้นที่-ความจุ ข้อมูลปริมาณการปล่อยน้ำ ปริมาณน้ำเก็บกัก และระดับน้ำรายเดือน ข้อมูลอัตราการสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำ
- 12) ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม
- 13) ข้อมูลแผนการขยายการประปาในอนาคต
- 14) ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และน้ำท่ารายวัน และรายเดือน
- 15) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวัน และรายเดือน

สำหรับรายละเอียดของข้อมูลสำหรับการจำลองสภาพการจัดการน้ำ แสดงดังภาคผนวก ก

3.2 การรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทย

ในการรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้พิจารณาคัดเลือกผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกจากแบบจำลอง CCGCM2 ของประเทศแคนาดา ด้วยวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณี A2 และ B2 แบ่งเป็น ข้อมูลในช่วงปี 2010-2034 เป็นอนาคตอันใกล้ (Near Future) และข้อมูลในช่วงปี 2076 – 2100 เป็นอนาคตสิ้นศตวรรษที่ 21 (Future at the end of 21st century) ซึ่งแต่ละชุดข้อมูลจะประกอบด้วย ข้อมูลฝนรายวัน จำนวน 17 สถานี และข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย และอัตราการระเหย จำนวน 2 สถานี เช่นเดียวกับสภาพปัจจุบัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดข้อมูล ดังนี้

- 1) C2A2 ช่วงปี 2010 – 2034
- 2) C2A2 ช่วงปี 2076 – 2100
- 3) C2B2 ช่วงปี 2010 – 2034
- 4) C2B2 ช่วงปี 2076 – 2100

จากการรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแล้ว สามารถนำมาสรุปได้ดังตารางที่ 3-4 ถึง 3-7 ตามลำดับ

ตารางที่ 3-4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝน กรณี C2A2 ในช่วงปี 2010 - 2034

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	สถานีตรวจวัด	ปริมาณน้ำฝน (มม./เดือน)												ฤดูฝน (มม.)	ฤดูแล้ง (มม.)	รวม (มม.)
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.			
1	48012	อ.เมืองระยอง	103.40	163.78	149.13	187.16	186.68	210.68	142.30	62.71	22.31	49.53	57.63	67.07	1,039.73	362.64	1,402.37
2	48092	อ.ปลวกแดง	114.51	147.99	126.45	166.30	222.01	201.13	158.93	64.54	23.75	45.92	53.80	60.40	1,022.81	362.93	1,385.74
3	48062	นิคมสร้างตนเอง ระยอง	120.94	164.17	133.58	174.64	191.53	197.29	153.03	52.44	56.38	43.93	44.36	56.70	1,014.23	374.76	1,388.99
4	48121	หนองปลาไหล (Z. - 4) อ.ปลวกแดง	103.03	165.03	115.90	170.49	189.49	201.53	145.57	56.93	35.04	52.32	65.44	48.95	988.00	361.72	1,349.71
5	48141	บ้านปากแพรก (Z. - 15) อ.ปลวกแดง	108.76	169.82	128.58	165.37	210.82	196.67	142.03	58.77	32.45	64.80	59.03	50.14	1,013.29	373.94	1,387.23
6	48150	อ่างเก็บน้ำดอกกราย	140.89	191.10	126.34	188.46	218.31	231.82	173.27	73.59	38.97	51.50	61.34	63.39	1,129.30	429.69	1,558.99
7	48160	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา บ้านค่าย	90.41	176.79	136.81	206.78	216.77	228.78	164.67	63.79	18.24	37.02	76.58	44.91	1,130.59	330.94	1,461.53
8	09042	อ.ศรีราชา	96.41	103.25	105.90	153.34	183.40	191.89	123.57	59.72	15.76	21.61	54.29	45.47	861.35	293.26	1,154.61
9	09052	อ.บางละมุง	140.57	141.56	117.83	167.11	210.27	205.08	176.08	84.16	44.71	28.69	44.85	65.64	1,017.94	408.62	1,426.56
10	09102	โรงเรียนพลทหารกสิคณวิ้ว อ.สัตหีบ	101.79	111.43	93.58	146.11	207.12	212.30	164.59	63.90	17.85	22.08	40.77	59.01	935.13	305.40	1,240.53
11	09160	ศูนย์อุทกวิทยาที่ 6 อ่างเก็บน้ำบางพระ	110.41	133.79	107.59	140.31	202.94	211.96	133.55	57.64	17.61	20.96	59.43	59.75	930.14	325.81	1,255.94
12	478002	อำเภอมะเอยะของ	90.79	154.24	152.91	189.26	203.87	196.51	153.38	61.66	19.42	45.71	47.28	57.56	1,050.17	322.42	1,372.59
13	478005	สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านฉาง	115.23	136.49	122.13	161.78	182.45	198.88	166.54	73.66	17.64	56.14	46.86	52.69	968.28	362.22	1,330.49
14	478301	สภษ.หัวไผ่โป่ง*	115.53	156.37	138.87	175.56	211.12	207.29	179.16	79.26	17.42	45.50	70.91	65.86	1,068.38	394.48	1,462.86
15	459201	สดอ.ชลบุรี*	92.17	148.93	142.62	161.91	230.87	233.82	129.76	66.07	16.24	34.65	34.81	44.07	1,047.91	288.01	1,335.92
16	459203	สดอ.พัทยาก*	81.90	135.27	123.90	127.19	169.83	186.57	157.87	71.08	19.24	39.96	29.47	52.41	900.64	294.07	1,194.71
17	459204	สดอ.สัตหีบ	95.77	151.03	117.16	148.54	186.67	197.82	181.31	78.44	25.35	38.00	49.71	58.55	982.53	345.81	1,328.34

ตารางที่ 3-5 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝน กรณี C2A2 ในช่วงปี 2076 - 2100

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	สถานีตรวจวัด	ปริมาณน้ำฝน (มม./เดือน)												ฤดูฝน (มม.)	ฤดูแล้ง (มม.)	รวม (มม.)
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.			
1	48012	อ.เมืองระยอง	157.42	115.33	145.46	165.18	153.06	234.54	206.12	83.52	29.22	41.90	44.92	61.23	1,019.70	418.21	1,437.91
2	48092	อ.ปลวกแดง	172.94	104.94	123.90	147.17	181.65	222.08	224.04	85.73	31.14	38.77	41.95	55.24	1,003.78	425.76	1,429.54
3	48062	นิคมสร้างตนเอง ระยอง	183.65	114.09	130.71	154.62	156.98	219.26	222.37	69.56	76.96	37.15	34.59	51.83	998.03	453.74	1,451.77
4	48121	หนองปลาไหล (Z. - 4) อ.ปลวกแดง	155.39	123.68	113.42	150.17	155.25	220.84	210.92	75.62	46.83	44.21	50.89	44.77	974.27	417.71	1,391.99
5	48141	บ้านปากแพรก (Z. - 15) อ.ปลวกแดง	164.26	126.42	125.81	145.68	172.36	216.11	207.14	78.08	43.20	54.75	46.01	45.91	993.52	432.22	1,425.74
6	48150	อ่างเก็บน้ำคอกกราย	213.06	140.98	123.71	165.80	178.43	255.16	246.17	98.07	52.31	43.53	47.81	57.98	1,110.25	512.76	1,623.01
7	48160	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา บ้านค่าย	136.04	129.39	133.56	181.61	177.22	250.48	228.02	84.85	23.55	31.34	59.46	41.25	1,100.29	376.50	1,476.79
8	09042	อ.ศรีราชา	146.75	70.81	103.90	137.62	150.85	213.75	197.06	79.51	19.69	18.48	42.20	41.51	873.99	348.15	1,222.14
9	09052	อ.บางละมุง	214.13	97.01	115.52	149.42	172.53	228.28	253.28	112.54	60.56	24.38	35.01	59.96	1,016.05	506.57	1,522.62
10	09102	โรงเรียนพลทหารกลัดแก้ว อ.สัตหีบ	154.44	76.61	91.87	131.61	169.79	236.32	230.87	85.03	22.87	18.87	31.77	53.86	937.08	366.83	1,303.91
11	09160	ศูนย์วิทยุทกวิทยาที่ 6 อ่างเก็บน้ำ บางพระ	167.30	97.01	105.48	124.67	166.20	235.60	201.62	76.61	22.51	17.91	46.39	54.75	930.57	385.47	1,316.04
12	478002	อำเภอเมืองระยอง	137.01	107.49	149.22	166.49	166.91	215.73	213.28	82.12	25.20	38.64	36.85	52.70	1,019.13	372.53	1,391.65
13	478005	สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านฉาง	175.04	95.31	119.81	144.09	149.60	221.36	239.88	98.42	22.57	47.47	36.61	48.25	970.06	428.36	1,398.42
14	478301	สภษ.หัวไผ่โป่ง*	175.28	113.87	135.59	155.06	172.94	230.51	250.77	105.62	22.31	38.43	55.25	60.18	1,058.74	457.07	1,515.81
15	459201	สดอ.ชลบุรี*	139.91	107.06	139.26	143.41	188.62	258.67	190.89	88.15	20.47	29.33	27.22	40.39	1,027.91	345.47	1,373.38
16	459203	สดอ.พัทยา*	124.02	96.00	121.54	113.55	139.73	205.93	220.64	94.45	24.94	33.76	23.09	47.97	897.41	348.22	1,245.62
17	459204	สดอ.สัตหีบ	145.56	103.93	114.92	132.42	153.24	220.10	261.79	104.49	33.34	32.18	38.75	53.52	986.40	407.84	1,394.23

ตารางที่ 3-6 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝน กรณี C2B2 ในช่วงปี 2010 - 2034

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	สถานีตรวจวัด	ปริมาณน้ำฝน (มม./เดือน)											ฤดูฝน (มม.)	ฤดูแล้ง (มม.)	รวม (มม.)
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1	48012	อ.เมืองระยอง	101.61	194.26	214.70	195.81	192.21	200.62	212.68	92.79	27.68	47.49	52.50	88.18	1,210.28	1,620.53
2	48092	อ.ปลวกแดง	112.38	175.07	181.04	174.59	228.66	194.80	230.73	95.11	29.44	44.02	49.02	78.96	1,184.90	1,593.84
3	48062	นิคมสร้างตนเอง ระยอง	118.78	195.68	191.73	182.85	197.48	188.05	229.50	77.13	71.37	42.30	40.48	74.33	1,185.28	1,609.67
4	48121	หนองปลาไหล (Z. - 4) อ.ปลวกแดง	101.20	191.04	165.99	179.46	195.75	195.69	217.63	83.79	43.91	50.24	59.51	64.07	1,145.57	1,548.29
5	48141	บ้านปากแพรก (Z. - 15) อ.ปลวกแดง	106.77	197.13	184.09	173.91	217.75	190.80	213.84	86.55	40.60	62.04	53.79	65.48	1,177.52	1,592.75
6	48150	อ่างเก็บน้ำดอกกราย	138.24	222.62	180.95	198.29	224.92	224.77	253.66	108.94	48.82	49.64	55.88	82.79	1,305.22	1,789.54
7	48160	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำค่าย	88.82	206.61	196.54	217.63	223.81	222.23	234.53	94.17	22.54	35.67	69.56	58.10	1,301.35	1,670.20
8	09042	อ.ศรีราชา	94.76	124.48	148.12	157.71	188.48	182.64	203.80	88.24	19.29	20.88	49.39	59.87	1,005.21	1,337.65
9	09052	อ.บางละมุง	138.02	170.89	167.46	172.21	216.47	195.33	261.21	125.12	56.30	27.65	40.92	86.14	1,183.58	1,657.72
10	09102	โรงเรียนพลทหารเกสรัดแก้ว อ.สัตหีบ	100.06	133.88	128.44	150.18	213.08	201.90	237.69	94.36	22.12	21.37	37.22	77.89	1,065.16	1,418.18
11	09160	ศูนย์อุทกวิทยาที่ 6 อ่างเก็บน้ำบางพระ	108.46	156.93	152.69	146.23	209.11	202.01	208.62	84.93	22.07	20.24	54.31	77.75	1,075.59	1,443.35
12	478002	อำเภอมะเอนก	89.21	183.65	220.05	199.17	210.44	190.70	219.44	91.24	23.90	43.83	43.11	75.07	1,223.45	1,589.82
13	478005	สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านฉาง	113.19	162.40	174.55	167.83	188.10	189.41	247.42	109.42	21.73	53.77	42.88	68.78	1,129.71	1,539.49
14	478301	สทช. ห้วยโป่ง*	113.48	183.11	199.35	184.36	217.48	197.49	258.13	117.27	21.34	43.76	64.63	86.39	1,239.92	1,686.79
15	459201	สทอ. ชลบุรี*	90.61	175.27	205.01	169.94	237.83	226.31	197.18	97.87	19.88	33.26	31.78	57.46	1,211.54	1,542.41
16	459203	สทอ. พัทลุง*	80.56	159.97	177.75	132.05	174.38	180.73	227.10	104.74	23.78	38.36	27.04	68.52	1,051.98	1,394.98
17	459204	สทอ. สัตหีบ	94.15	181.19	167.09	154.57	192.61	188.31	270.06	115.98	31.46	36.76	45.30	76.70	1,153.82	1,554.16

ตารางที่ 3-7 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝน กรณี C2B2 ในช่วงปี 2076 - 2100

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	สถานีตรวจวัด	ปริมาณน้ำฝน (มม./เดือน)												ฤดูฝน (มม.)	ฤดูแล้ง (มม.)	รวม (มม.)
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.			
1	48012	อ.เมืองระยอง	102.49	219.03	201.20	177.33	193.45	207.27	232.06	48.79	24.24	49.77	56.27	83.87	1,230.33	365.43	1,595.76
2	48092	อ.ปลวกแดง	113.43	197.08	169.60	157.74	229.99	201.14	250.50	50.30	25.67	46.17	52.52	75.20	1,206.06	363.29	1,569.35
3	48062	นิคมสร้างตนเอง ระยอง	119.91	221.29	179.57	165.20	198.64	194.38	250.56	40.90	60.77	44.41	43.34	70.75	1,209.62	380.08	1,589.70
4	48121	หนองปลาไหล (Z. - 4) อ.ปลวกแดง	102.13	212.18	155.54	162.62	196.88	201.54	237.48	44.33	37.83	52.70	63.86	61.03	1,166.25	361.88	1,528.13
5	48141	บ้านปากแพรก (Z. - 15) อ.ปลวกแดง	107.76	219.31	172.47	157.72	219.09	196.68	233.62	45.78	35.09	65.04	57.65	62.40	1,198.89	373.72	1,572.61
6	48150	อ่างเก็บน้ำดอกกราย	139.53	248.24	169.50	179.63	226.17	231.84	275.80	57.24	41.91	52.11	59.91	78.85	1,331.18	429.56	1,760.74
7	48160	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำบ้านค่าย	89.64	230.84	184.12	196.73	225.10	228.80	253.78	49.68	19.97	37.49	74.73	55.40	1,319.36	326.90	1,646.26
8	09042	อ.ศรีราชา	95.57	141.38	138.68	143.65	189.80	188.37	226.10	46.38	17.40	21.95	52.98	56.97	1,027.99	291.25	1,319.24
9	09052	อ.บางละมุง	139.24	194.23	156.61	156.38	217.95	201.82	284.66	65.28	48.21	29.05	43.81	81.92	1,211.65	407.51	1,619.15
10	09102	โรงเรียนพลทหารเกสรัดแก้ว อ.สัตหีบ	101.01	151.76	120.32	137.22	214.50	208.45	257.82	49.73	19.71	22.46	39.84	74.05	1,090.07	306.80	1,396.87
11	09160	ศูนย์อุทกวิทยาที่ 6 อ่างเก็บน้ำ	109.45	175.73	142.96	132.27	210.36	208.86	229.29	44.86	19.71	21.25	58.19	74.07	1,099.47	327.52	1,426.99
12	478002	อำเภอเมืองระยอง	90.04	207.54	206.23	180.39	211.70	196.52	237.63	47.97	21.08	45.93	46.17	71.53	1,240.02	322.72	1,562.74
13	478005	สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านฉาง	114.27	183.45	163.44	152.02	189.28	195.67	269.70	57.21	19.37	56.36	45.90	65.55	1,153.56	358.65	1,512.21
14	478301	สภษ.ห้วยโป่ง*	114.56	204.84	186.71	166.65	218.78	204.27	279.88	61.61	18.99	45.94	69.30	82.19	1,261.13	392.59	1,653.72
15	459201	สดอ.ชลบุรีรี*	91.47	196.68	192.03	153.62	239.24	233.84	215.75	51.25	17.84	34.92	33.99	54.76	1,231.15	284.23	1,515.39
16	459203	สดอ.พิทยา*	81.28	180.04	166.34	119.88	175.61	186.59	246.16	55.35	21.00	40.23	28.92	65.29	1,074.62	292.06	1,366.68
17	459204	สดอ.สัตหีบ	95.01	205.32	156.40	140.18	193.90	194.84	294.50	60.99	27.40	38.61	48.52	73.01	1,185.14	343.55	1,528.69

3.3 การทบทวนการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการจัดการน้ำ

ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START RC) ได้ทำการวิเคราะห์ถึงปริมาณน้ำท่าในอนาคตของกลุ่มน้ำสำคัญในภาคอีสาน ได้แก่ น้ำสงคราม และน้ำชี-มูล ภายใต้สภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ CCAM และวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยา Variable Infiltration Capacity (VIC) (Southeast Asia START Regional Center, 2007) ได้ผลสรุปซึ่งแสดงให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนระหว่างปีต่อปีที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนี้คือ

ตารางที่ 3-8 แนวโน้มของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าในกลุ่มน้ำที่สำคัญในภาคอีสาน ประเทศไทย

กลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำในปีฝนมาก จากสถานการณ์จำลองสภาพภูมิอากาศภายใต้สภาวะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีความเข้มข้นต่างกัน			ปริมาณน้ำในปีฝนน้อย จากสถานการณ์จำลองสภาพภูมิอากาศภายใต้สภาวะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีความเข้มข้นต่างกัน		
	ปีฐาน: CO2 = 360 ppm (ล้าน ลบ.ม.)	สภาพอากาศเมื่อ CO2 = 540 ppm (การเปลี่ยนแปลงเป็น % จากปีฐาน)	สภาพอากาศเมื่อ CO2 = 720 ppm (การเปลี่ยนแปลงเป็น % จากปีฐาน)	ปีฐาน: CO2 = 360 ppm (ล้าน ลบ.ม.)	สภาพอากาศเมื่อ CO2 = 540 ppm (การเปลี่ยนแปลงเป็น % จากปีฐาน)	สภาพอากาศเมื่อ CO2 = 720 ppm (การเปลี่ยนแปลงเป็น % จากปีฐาน)
		(อนาคตประมาณ 40 ปี)	(อนาคตประมาณ 70 ปี)		(อนาคตประมาณ 40 ปี)	(อนาคตประมาณ 70 ปี)
น้ำสงคราม	12,270	6.34%	7.41%	11,750	7.18	24.98
น้ำชี	6,423	+12.73%	+21.27%	7,788	-10.24	+14.43
น้ำมูล	18,645	+10.02%	+34.06%	21,232	-15.01	+15.39

ที่มา : START, 2549

อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยาและคณะ ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ (The Impact of Climate Change on the inflow of Bhumipol and Sirikit Reservoir) โดยศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนเหนือ โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศในอนาคตจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ CCAM climate model และวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยา Variable Infiltration Capacity (VIC) และได้ผลสรุปถึงปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ที่อาจเปลี่ยนแปลงไปภายใต้สภาพภูมิอากาศในอนาคตที่ได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อนดังนี้ คือ

ตารางที่ 3-9 แนวโน้มของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่เขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์

	สภาพอากาศในปีฐานหรือปัจจุบัน	สภาพอากาศในอนาคตเมื่อ CO2 เพิ่มขึ้น 1.5 เท่า (อนาคตประมาณ 40 ปี)	สภาพอากาศในอนาคตเมื่อ CO2 เพิ่มขึ้น 2 เท่า (อนาคตประมาณ 70 ปี)
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ (ส่วนในล้านส่วน)	360	540	720
ช่วงปีโดยประมาณของสถานการณ์จำลอง (ตาม IPCC A1FI emission scenario)	1980-1989	2040-2049	2066-2075
ปริมาณน้ำท่าทั้งหมดที่ไหลเข้าสู่เขื่อนภูมิพล (ล้านลูกบาศก์เมตร)	2,712-3,080	2,041-2,079	2,987-3,594
ปริมาณน้ำท่าทั้งหมดที่ไหลเข้าสู่เขื่อนสิริกิติ์ (ล้านลูกบาศก์เมตร)	4,677-5,083	4,670-5,107	5,131-6,475

ที่มา : START, 2549

เจษฎา เตชะมหาสารนันท์ (2544) การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและวิวัฒนาการการใช้ที่ดินต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้และปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยใช้แบบจำลอง ECHAM 4 และ HadCM 2 เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและฝนในพื้นที่ พบว่าในอนาคต (พ.ศ. 2613-2642) ปริมาณน้ำฝนจะมีแนวโน้มสูงขึ้นจากปีฐาน (พ.ศ.2504-2533) ประมาณ 13-15% และเมื่อนำไปคำนวณปริมาณน้ำท่า พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 4-7% ของปีฐาน

3.4 การทบทวนการศึกษาแนวทางการปรับตัวและบรรเทาผลกระทบ

United Nations Environment Program (UNEP,1998) ได้กำหนดแนวทางการปรับตัว การวางแผนและจัดการด้านแหล่งน้ำมาตรฐานไว้ดังนี้ ประกอบด้วย

- 1) **การปรับตัวของน้ำต้นทุน** ประกอบด้วย
 - 1.1) การปรับปรุงโครงสร้างทางชลศาสตร์ที่มีอยู่เดิม
 - 1.2) การก่อสร้างโครงสร้างใหม่
 - 1.3) แนวทางเลือกอื่นในการจัดการระบบน้ำต้นทุนเดิม

2) การปรับตัวต่อความต้องการน้ำ ประกอบด้วย

- 2.1) การอนุรักษ์และปรับปรุงประสิทธิภาพ
- 2.2) การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี
- 2.3) การใช้กลไกราคา/ตลาดเป็นแรงผลักดันในการควบคุม การใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ

ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การปรับตัวของน้ำต้นทุน

1.1) การปรับปรุงโครงสร้างทางชลศาสตร์ที่อยู่เดิม

ก) กรณีอัตราการไหลลดลงหรือการสูญเสีย

- การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่ตั้ง และความสูงของอาคารรับน้ำ
- การดาดคลองคอนกรีต
- การใช้ท่อน้ำปิดแทนทางน้ำเปิด
- การรวมระบบอ่างเก็บน้ำแบบแยกเข้าเป็นระบบเดียว
- การใช้วิธีการเติมน้ำใต้ดินเพื่อลดการระเหย

ข) กรณีปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้น

- การยกระดับความสูงของเขื่อน
- การติดตั้งเทอร์ไบน์เพิ่มมากขึ้น
- การเพิ่มขนาดคลอง
- การขุดลอกตะกอนจากอ่างเก็บน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกัก

1.2) การก่อสร้างอาคารชลศาสตร์เพิ่มเติม

- อ่างเก็บน้ำ
- โรงไฟฟ้าพลังน้ำ
- ระบบส่งน้ำ
- กลุ่มบ่อบาดาล
- การส่งถ่านน้ำข้ามลุ่มน้ำ

1.3) ทางเลือกการจัดการแหล่งน้ำต้นทุนในปัจจุบัน

- การเปลี่ยน operating rules ของอ่างเก็บน้ำ
- การใช้น้ำร่วมระหว่างน้ำผิวดิน และใต้ดิน

- การจัดลำดับความสำคัญในการปล่อยน้ำ
- การบูรณาการระบบการดำเนินการเชื่อม
- การประสานความร่วมมือกันระหว่างอุปทาน และอุปสงค์

2) การปรับตัวต่อความต้องการน้ำ ประกอบด้วย

- 2.1) การอนุรักษ์และปรับปรุงประสิทธิภาพ แสดงดังตารางที่ 3-10
- 2.2) การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี แสดงดังตารางที่ 3-11
- 2.3) การใช้กลไกราคา/ตลาดเป็นแรงผลักดันในการควบคุม
- 2.4) การใช้น้ำซ้ำ เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ

ตารางที่ 3-10 มาตรการปรับตัวเพื่อการอนุรักษ์ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ

ประเภทการใช้น้ำ	มาตรการ
อุปโภคบริโภค	การใช้สุขภัณฑ์ใช้น้ำน้อย การใช้น้ำซ้ำจากน้ำในการทำครัว ใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ การซ่อมแซมท่อที่รั่วซึม ร้านบริการล้างรถควรใช้น้ำรีไซเคิล การเก็บน้ำฝนไว้ใช้สำหรับน้ำอุปโภค
การเกษตร	การชลประทานในเวลากลางคืน การคาดคลองคอนกรีต การแนะนำให้ใช้ท่อน้ำปิด การปรับปรุงวิธีตรวจวัดน้ำสูญเสีย และใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้น้ำระบายซ้ำ การใช้น้ำที่บำบัดแล้ว การควบคุม และจัดการระบบการจ่ายน้ำ
อุตสาหกรรม	การใช้น้ำซ้ำจากน้ำที่มีคุณภาพพอที่จะยอมรับได้ การรีไซเคิลน้ำ
พลังงาน	การรักษาระดับน้ำต่ำสุดเพื่อลดอัตราการระเหย การปรับเปลี่ยนการปล่อยน้ำให้สอดคล้องกับการใช้น้ำประเภทอื่นๆ การปิดโรงไฟฟ้าในกรณีที่อัตราการไหลต่ำ การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าร่วม

ตารางที่ 3-11 มาตรการปรับตัวเพื่อเผยแพร่การเปลี่ยนเทคโนโลยี

ประเภทการใช้น้ำ	มาตรการ
อุปโภคบริโภค	การใช้สุขภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ การใช้เครื่องมือเกี่ยวกับน้ำที่มีประสิทธิภาพ การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ การใช้น้ำประปา 2 ระบบ (น้ำที่กินได้ กับน้ำที่กินไม่ได้) การใช้น้ำรีไซเคิลจากน้ำที่กินไม่ได้
การเกษตร	การเพาะปลูกพืชใช้น้ำน้อย การเพาะปลูกพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง การประยุกต์ใช้การชลประทานแบบหยด แบบสเปรย์ ใช้พลังงานน้อย การปลูกพืชทนความเค็มสามารถใช้น้ำจากการระบายได้ การก่อสร้างสถานีบำบัดน้ำเสีย
อุตสาหกรรม	การใช้วิธีทำความสะอาดแบบแห้ง การใช้ระบบหล่อเย็นหมุนเวียนแบบปิด การออกแบบโรงงานให้ใช้น้ำซ้ำ และรีไซเคิลในตัวเอง ยกระดับสินค้าอุตสาหกรรม
พลังงาน	ก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ และสถานีโรงไฟฟ้าเพิ่มเติม การใช้ระดับน้ำต่ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแม่น้ำ เพิ่มประสิทธิภาพการปั่นไฟของเทอร์ไบน์ หาทางเลือกอื่นๆในระบบหล่อเย็น สร้างสระน้ำเพื่อพักน้ำ หอพักน้ำแบบเปือก และแห้ง

บทที่ 4

การสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงด้วยแบบจำลองเชิงสถิติ

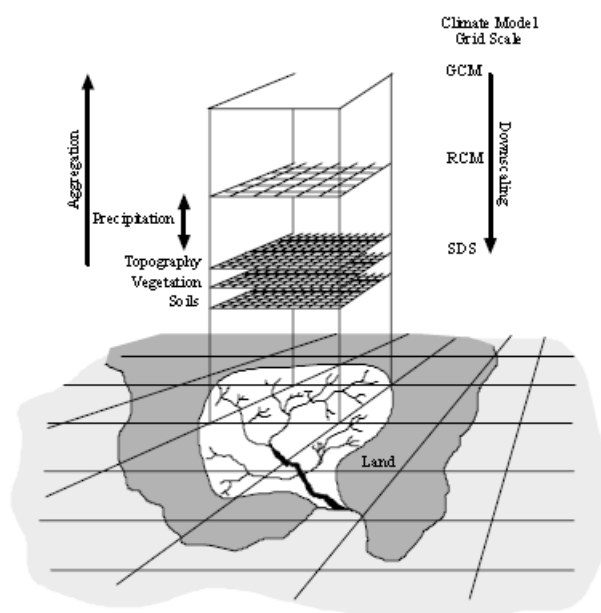
ในการศึกษาผลกระทบต่อการจัดการน้ำ จำเป็นที่ต้องใช้ข้อมูลสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เป็นสถิติข้อมูลดีถึงปัจจุบัน หรือในช่วงปี 1995 – 2004 เพื่อใช้ในการปรับเทียบข้อมูลทั้งในส่วนของการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูง (Downscaling Calibration) และการปรับเทียบแบบจำลองการจัดการน้ำ (Modeled Calibration) สำหรับข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต สามารถรวบรวมจากสถาบันการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่างๆ ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในอนาคตมีความละเอียดของข้อมูลในเชิงพื้นที่ค่อนข้างหายากสำหรับการนำมาศึกษาผลกระทบในระดับลุ่มน้ำสาขา ด้วยสาเหตุนี้เอง คณะวิจัยจึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงด้วยเทคนิคทางสถิติด้วยกัน 2 วิธี กล่าวคือ วิธีแรก คือ แบบจำลอง ASD เป็นเทคนิคที่ใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ตรวจวัดร่วมกับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกหลายตัวแปรในการสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงด้วยเทคนิคทาง Stochastic ร่วมกับสมการ Multiple linear regression ในการสร้างชุดข้อมูลในช่วงเวลาปัจจุบัน และอนาคต ส่วนวิธีที่ 2 คือ วิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นเทคนิคที่ใช้คุณลักษณะทางสถิติของตัวแปรภูมิอากาศตรวจวัด และข้อมูล GCM ที่สนใจ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และอัตราการระเหย มาวิเคราะห์หาสัดส่วนเพื่อลดสเกลของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลก จากนั้นจึงจะนำข้อมูลที่ได้เหล่านี้ไปใช้สำหรับการวิเคราะห์สภาพการจัดการน้ำต่อไป ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 การสังเคราะห์ข้อมูลความละเอียดสูงด้วยแบบจำลองเชิงสถิติ

แบบจำลองภูมิอากาศโลกในอนาคต (General Circulation Models, GCMs) เป็นการสร้างเหตุการณ์ภูมิอากาศโลกเมื่อองค์ประกอบของภูมิอากาศโลกมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น กำหนดให้ก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของปัจจุบัน หรือเรียกว่า double CO_2 ($2\times\text{CO}_2$) เป็นต้น โดยปกติแบบจำลอง GCM จะมีความซับซ้อนมากในแง่ของข้อมูลและสมการทางฟิสิกส์ของสภาพอากาศ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลา และทรัพยากรในการประมวลผลมาก และส่วนมากจะถูกพัฒนาขึ้นมาโดยประเทศที่พัฒนาแล้วทั้งสิ้น จากข้อจำกัดของการประมวลผลส่งผลให้ GCMs

ถูกใช้เป็นแบบจำลองในระดับมหภาค (macroscale) แสดงผลในพื้นที่ขนาดใหญ่ (global scale) เช่น 300 x 300 กิโลเมตร ซึ่งไม่เหมาะสมในการนำผลลัพธ์มาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบในระดับท้องถิ่น ที่ต้องการความละเอียดในเชิงพื้นที่และเวลาสูง ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีการลดขนาด (downscale) เพื่อเพิ่มความละเอียดของข้อมูลลงในพื้นที่ขนาดเล็กก่อนนำไปใช้งาน (กัณธรีย์ บุญประกอบ, 2007)

โดยทั่วไปแล้ว เทคนิคในการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลมีอยู่ 2 วิธีด้วยกัน คือ 1) การเพิ่มความละเอียดด้วยการจำลองสภาพภูมิอากาศในสเกลขนาดเล็ก (Regional Climate Models, RCMs) หรือแบบพลวัต (Dynamic) โดยการใช้สมการทางฟิสิกส์แสดงสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป และ 2) การเพิ่มความละเอียดเชิงสถิติ (Statistical) ที่ใช้ความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างข้อมูลในระดับท้องถิ่น และผลจาก GCM ซึ่งวิธีการทั้งสองวิธีนี้มักใช้ในการศึกษาผลกระทบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกในพื้นที่ขนาดเล็ก ดังแสดงในรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 แนวทางในการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลทั่วไป

4.1.1 เทคนิคการเพิ่มความละเอียดของข้อมูล (Downscaling techniques)

เทคนิคที่ใช้ในการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทางหลัก อันได้แก่

1) แบบพลวัต (Dynamical)

การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลแบบพลวัตโดยใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศในสเกลขนาดเล็ก (Regional Climate Models, RCMs) จะให้ความละเอียดของข้อมูลสูงกว่า GCM โดยจะใช้ข้อมูลจากแบบจำลอง GCM ในการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้น และเงื่อนไขขอบเขตรอบๆ พื้นที่ศึกษา ซึ่งผลการจำลอง RCM จะสามารถให้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูงถึงประมาณ 20-50 กม. อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแบบจำลอง RCM ยังคงใช้สมการทางฟิสิกส์ที่มีความซับซ้อน ดังนั้นแบบจำลอง RCM จึงยังมีข้อจำกัดเรื่องทรัพยากรและเวลาในการประมวลผลเช่นเดียวกับ GCM นอกจากนี้สถานการณ์สมมติที่สร้างจาก RCM จะมีความอ่อนไหวต่อเงื่อนไขในการกำหนดขอบเขตที่ได้จาก GCM อีกด้วย ข้อเด่นของ RCMs คือ การแก้ปัญหาในสเกลที่เล็กกว่า GCM เช่น ฝนที่ตกในพื้นที่ภูเขา นอกจากนี้ RCM สามารถใช้ในการสำรวจนัยสำคัญของแรงผลักดันจากภายนอกต่างๆ เช่น ระบบนิเวศบนพื้นโลก หรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของชั้นบรรยากาศโลก และผลจากแบบจำลองที่ได้จะมีความสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่อีกด้วย

2) แบบสถิติ (Statistical)

2.1) การเลียนแบบสภาพภูมิอากาศ (Weather Typing)

วิธี Weather Typing เป็นวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการรวมกันของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่สัมพันธ์กับรูปแบบการหมุนเวียนของชั้นบรรยากาศโลกในระดับท้องถิ่น สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกจะถูกสร้างขึ้น โดยการสุ่มตัวอย่างของข้อมูลชุดใหม่จากการกระจายตัวของข้อมูลสังเกตการณ์ (เงื่อนไขของรูปแบบการหมุนเวียนของบรรยากาศโลกถูกสร้างจากแบบจำลอง GCM) หรือโดยสร้างรูปแบบสภาพภูมิอากาศสังเคราะห์ตามลำดับเหตุการณ์ จากนั้นจึงสุ่มตัวอย่างใหม่จากข้อมูลสังเกตการณ์ รูปแบบของสภาพภูมิอากาศที่ละเอียดสูงนี้ พบว่า มีความอ่อนไหวในการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลภูมิอากาศในสเกลขนาดใหญ่ และสเกลระดับท้องถิ่น เทคนิคนี้ไม่เหมาะสมสำหรับตัวแปรของสภาวะแวดล้อมที่หลากหลายหรือการประยุกต์ใช้กับสถานีตรวจวัดหลายๆตัว อย่างไรก็ตาม weather typing นี้สามารถใช้ในวงแคบได้ เช่น การเพิ่มความละเอียดข้อมูลในช่วงเหตุการณ์ที่นานจะเกิดสักครั้งได้ และความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของบรรยากาศโลกกับภูมิอากาศผิวโลกที่คงที่มีความเป็นไปได้ว่า ข้อจำกัดที่มีอยู่นี้คือการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนที่ถูก

สร้างจากรูปแบบความถี่ของสภาพภูมิอากาศนี้ไม่ค่อยจะสอดคล้องกับแบบจำลอง GCM ต้นแบบ (ยกเว้นตัวแปรตาม (predictors) บางตัวเช่นความชื้นของบรรยากาศโลก)

2.2) การสังเคราะห์สภาพภูมิอากาศ (Stochastic weather generators)

การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยวิธี Stochastic จะเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงพารามิเตอร์ของแบบจำลองสังเคราะห์ภูมิอากาศ เช่น WGEN, LARS-WG และ EARWIG แบบจำลอง WGEN ใช้ในการจำลองเหตุการณ์ฝนใน 2 ขั้นตอน first order Markov chains ปริมาณน้ำฝนในวันที่ฝนตกจะทำการกระจายตัวของเกมมา อุณหภูมิ และรังสีแสงอาทิตย์ซึ่งใช้ในวิธี first-order trivariate autoregression เป็นเงื่อนไขของเหตุการณ์ฝน สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะถูกสังเคราะห์ด้วยวิธี stochastic โดยการแก้ไขกลุ่มของพารามิเตอร์ใหม่ที่ลดมาตราส่วนแล้ว ร่วมกับผลลัพธ์จากแบบจำลอง GCM ต้นแบบ ข้อดีของเทคนิคนี้คือสามารถสร้างสถิติภูมิอากาศสังเกตการณ์หลายๆตัวอย่างแท้จริง และมีการใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินผลกระทบทางการเกษตร นอกจากนี้ การสังเคราะห์สภาพภูมิอากาศด้วยวิธี stochastic สามารถสร้างจำนวนเหตุการณ์ได้หลากหลายเหตุการณ์สำหรับการนำไปวิเคราะห์ความเสี่ยงได้ ข้อดีอีกประการหนึ่งคือการสร้างสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลรายฤดูกาลใหม่กับความแปรปรวนของข้อมูลภูมิอากาศในช่วง 10 ปี และคาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงฝนอันเนื่องมาจากตัวแปรอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ

2.3) ฟังก์ชันโอนย้าย (Transfer functions)

วิธีการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยวิธีฟังก์ชันโอนย้าย (Transfer function) ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามในระดับท้องถิ่น และตัวแปรต้นในระดับภูมิภาค ความแตกต่างของการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลแต่ละตัว จะสอดคล้องกับการเลือกฟังก์ชันในการแปลงทางคณิตศาสตร์ โดยแปลงตัวแปรตัวต้นและขั้นตอนปรับข้อมูลทางสถิติ การแก้สมการเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น (linear and non-linear regression) โครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural networks) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์มาตรฐาน และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ส่วนใหญ่จะใช้การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม จุดแข็งของการเพิ่มมาตราส่วนด้วย transfer function เป็นการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ร่วมกับความสัมพันธ์ของข้อมูลสังเกตการณ์ที่แปลงรูปแล้ว จุดอ่อนของวิธีนี้คือ แบบจำลองส่วนใหญ่อธิบายเฉพาะสัดส่วนของความแปรปรวนของข้อมูลภูมิอากาศเท่านั้น (โดยเฉพาะข้อมูลฝน) เช่นเดียวกันกับวิธี weather typing วิธีนี้จะไม่เหมาะสม

สำหรับการจำลองสภาพในเงื่อนไขอนาคต และการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลมีความอ่อนไหวสูงในการเลือกตัวแปรต้น และรูปแบบทางสถิติ นอกจากนี้ การเพิ่มความละเอียดเหตุการณ์ที่รุนแรงในอนาคตโดยใช้วิธีสมการถดถอย จะเกิดปัญหาแนวโน้มที่ถูกจำกัดเฉพาะในช่วงที่มีการเปรียบเทียบข้อมูล

4.1.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการเพิ่มความละเอียดข้อมูล

การเปรียบเทียบความสามารถในการเพิ่มความละเอียดข้อมูลแบ่งเป็นการเพิ่มความละเอียดเชิงสถิติและการเพิ่มความละเอียดเชิงพลวัตโดยมีรายละเอียดดังนี้

	การเพิ่มความละเอียดเชิงพลวัต	การเพิ่มความละเอียดเชิงสถิติ
ข้อดี	- มีความละเอียดของข้อมูลอยู่ที่ 10 - 50 กม. - ความคงตัวของกายภาพสามารถตอบสนองต่อแรงผลักดันจากภายนอก - แก้ปัญหากระบวนการทางบรรยากาศโลก เช่น ฝนที่ตกแถบภูเขา - มีความคงตัวของข้อมูล GCM	- ใช้ข้อมูลตรวจวัดจริงที่สถานีตรวจวัด และข้อมูลจากแบบจำลอง GCM - ราคาถูก ไม่ต้องการระบบการประมวลผลจากคอมพิวเตอร์มากนัก และส่งผ่านข้อมูลได้รวดเร็ว - จำนวนเหตุการณ์ (Ensemble) สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนได้ - สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับตัวแปรอื่นๆได้ เช่น คุณภาพของอากาศ และความสูงของคลื่น
ข้อด้อย	- ขึ้นอยู่กับความสมจริงของแบบจำลองพยากรณ์สภาพภูมิอากาศ - ขนาด Domain และตำแหน่งมีผลกระทบต่อผลลัพธ์ - ต้องการข้อมูลที่มีคุณภาพดีในการเปรียบเทียบข้อมูล - ไม่ค่อยสร้างจำนวนเหตุการณ์สมมติหลายๆเหตุการณ์ - เงื่อนไขขอบเขตเริ่มต้นมีผลต่อผลลัพธ์ - กลุ่มเมฆ/ทิศทางการเคลื่อนที่มีผลต่อผลลัพธ์ - ไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลไปยังขอบเขตพื้นที่หรือ domain ใหม่ได้ - ผลลัพธ์ที่ได้ปกติจะไม่ส่งกลับไปยังแบบจำลอง GCM ต้นสังกัด	- ขึ้นอยู่กับความสมจริงของแบบจำลองพยากรณ์สภาพภูมิอากาศ - ขนาด Domain และตำแหน่งมีผลกระทบต่อผลลัพธ์ - ต้องการข้อมูลที่มีคุณภาพดีในการเปรียบเทียบข้อมูล - ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามปกติไม่ค่อยมีความสัมพันธ์ที่คงที่ - ตัวแปรต้นมีผลต่อผลลัพธ์ - กรอบในการแปลงรูปข้อมูลมีผลต่อผลลัพธ์ - มีปัญหาความผันผวนของข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่มีความถี่ต่ำ - ผลลัพธ์ที่ได้ปกติจะไม่ส่งกลับไปยังแบบจำลอง GCM ต้นสังกัด

ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้วิธีการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลเชิงสถิติเนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่าแบบการเพิ่มความละเอียดเชิงภูมิภาคหรือเชิงพื้นที่ ในขณะที่มีราคาถูก ประเมินผลกระทบเชิงพื้นที่ได้เร็วกว่า และสามารถใช้เป็นตัวแทนของเหตุการณ์สมมติได้มากกว่า

4.2 การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

4.2.1 การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยแบบจำลอง ASD

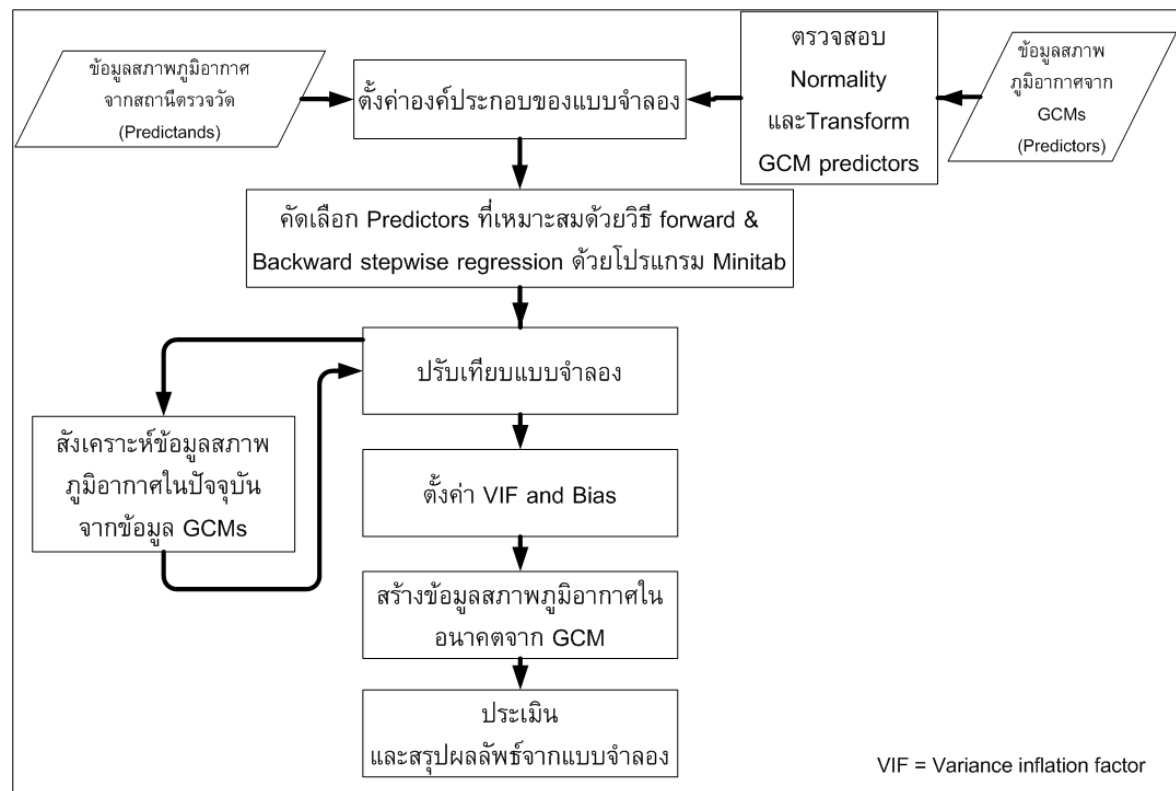
การจำลองสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศพัฒนาจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (Global Climate Model (GCMs)) เป็นแหล่งข้อมูลตั้งต้นสำหรับการประมาณสภาพภูมิอากาศที่น่าจะเกิดขึ้นในอนาคต อย่างไรก็ตาม ความละเอียดเชิงพื้นที่ของแบบจำลอง GCM มีความหยابเกินไปสำหรับการแก้ปัญหาผลกระทบในระดับภูมิภาคโดยตรง เทคนิคการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลเป็นวิธีการหนึ่งในการปรับปรุงการประมาณค่าตัวแปรในระดับภูมิภาคที่มีประสิทธิภาพ

วิธีการเพิ่มความละเอียดของข้อมูล ได้พัฒนามาจาก Wilby และ Wigley (1997) โดยแบ่งวิธีการทั่วไปออกเป็น 4 หลักการ ได้แก่ 1) วิธีการรีเกรสชัน (regression methods) (e.g. Hewitson and Crane, 1996; Wilby et al., 1999) 2) วิธีการสร้างรูปแบบภูมิอากาศ (weather pattern approaches) (e.g. Yarnal, 2001) 3) การสังเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศแบบสโตแคสติกส์ (stochastic weather generators) (e.g. Richardson, 1981; Racsco et al, 1991; Semenov and Barrow, 1997; Bates et al, 1998) และ 4) แบบจำลองจำกัดพื้นที่สภาพภูมิอากาศ (limited-area climate models) (e.g. Mearns et al., 1995)

ในวิธีการเหล่านี้ วิธีการรีเกรสชันเป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้อยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายต่อการติดตั้ง และต้องการประสิทธิภาพในการคำนวณต่ำ การเพิ่มรายละเอียดของข้อมูลทางสถิติอยู่บนพื้นฐานสมมุติฐานพื้นฐานที่ว่าสภาพภูมิอากาศถูกกำหนดเงื่อนไขโดยลักษณะทางสภาพกายภาพของภูมิภาคมีลักษณะเช่นเดียวกับสเกลชั้นบรรยากาศขนาดใหญ่ ภายใต้สมมุติฐานนี้ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างตัวแปรสภาพภูมิอากาศสังเกตการณ์ (ตรวจวัด) ในพื้นที่ เรียกว่า predictands และข้อมูลที่มีการสังเกตการณ์ในสเกลขนาดใหญ่ เรียกว่า predictors การจำลองสภาพ GCM สามารถจัดเตรียมสารสนเทศเกี่ยวกับเงื่อนไขสภาพบรรยากาศในสเกลขนาดใหญ่ และจะเชื่อมต่อกับแบบจำลองทางสถิติ ซึ่งจะถูกใช้ในการเพิ่มรายละเอียดข้อมูลในระดับพื้นที่ จุดอ่อนหลักของวิธีการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลทางสถิติคือ ข้อสมมุติฐานพื้นฐานของวิธีการนี้ยังไม่ถูกพิสูจน์ ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ทางสถิติพัฒนาขึ้นมาจากสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันถูกกำหนดด้วย

เงื่อนไขบังคับที่แตกต่างกันในสภาพภูมิอากาศอนาคตที่อาจเป็นไปได้ (e.g. Wilby et al., 2004) และไม่สามารถอธิบายกระบวนการทางกายภาพที่มีผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศที่ชัดเจนภายใต้ข้อจำกัดเหล่านี้ วิธีการเหล่านี้อาจเป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาลักษณะในสภาพแวดล้อมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันได้ และ/หรือสร้างชุดข้อมูลสถานการณ์ได้หลากหลายชุด (ensembles)

แบบจำลองเพิ่มความละเอียดข้อมูลทางสถิติ (Automated regression-based statistical downscaling model: ASD) (Hessami et al., 2008) ได้พัฒนาต่อจาก Statistical Downscaling Model: SDSM ที่พัฒนาโดย Wilby (Wilby et al., 2002) ซึ่งพัฒนาด้วย Matlab แสดงโครงสร้างของการสร้างข้อมูลสภาพภูมิอากาศได้ดังรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 โครงสร้างของแบบจำลอง ASD

กระบวนการของแบบจำลองถูกกำหนดเงื่อนไขด้วยโอกาสการเกิดของเหตุการณ์ เช่น ข้อมูลฝน หรือไม่ถูกกำหนดเงื่อนไข เช่น ข้อมูลอุณหภูมิ ดังนั้น ในการจำลองข้อมูลฝนรายวันจะเกี่ยวข้องกับ 2 ขั้นตอน คือ การจำลองสภาพโอกาสการเกิดของฝนตามด้วยการจำลองสภาพปริมาณน้ำฝน (ถ้าเกิดเหตุการณ์ฝนตก) (Wilby et al., 1999 and Hessami et al., 2008) แสดงดังสมการ

$$O_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j p_{ij} , \quad R_i^{0.25} = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j p_{ij} + e_i$$

โดยที่ O_i เป็นโอกาสในการเกิดฝนรายวัน
 R_i เป็นปริมาณน้ำฝนรายวัน
 p_{ij} เป็น predictors
 n เป็นจำนวนของ predictors
 α และ β เป็น model parameter และ
 e_i เป็น modeling error

สำหรับแบบจำลองอุณหภูมิรายวันมีเพียง 1 ขั้นตอน คือ

$$T_i = \gamma_0 + \sum_{j=1}^n \gamma_j p_{ij} + e_i$$

โดยที่ T_i เป็นอุณหภูมิรายวัน (สูงสุด, ต่ำสุด และเฉลี่ย) และ
 γ เป็น model parameter

หลังจากที่ได้องค์ประกอบทาง deterministic เทอม e_i จะถูกจำลองขึ้นภายใต้สมมติฐานการกระจายตัวแบบ Gaussian distribution

$$e_i = \sqrt{VIF/\lambda_2} z_i S_e + b$$

โดยที่ z_i เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายแบบ normal
 S_e เป็น standard error of estimate
 b เป็น model bias และ
 VIF เป็น variance inflation factor

ในการเปรียบเทียบแบบจำลองจะใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศกรณี A2 และ B2 จากแบบจำลอง GCM ในช่วงเวลาปัจจุบัน (1975-2004) และกำหนดให้ค่า VIF และ b มีค่าเท่ากับ 12 และศูนย์ ตามลำดับ สำหรับการใช้อ้างอิงข้อมูล GCM ในการสร้างข้อมูลในอนาคต ค่า VIF และ bias จะถูกตั้งค่าอัตโนมัติด้วยสมการ

$$b = M_{obs} - M_d$$

$$VIF = \frac{12(V_{obs} - V_d)}{S_e^2}$$

โดยที่ V_{obs} เป็นความแปรปรวนของค่าสังเกตการณ์ในช่วงที่เปรียบเทียบ
 V_d เป็นค่าความแปรปรวนในส่วน of ผลลัพธ์ของแบบจำลองในช่วง
 เปรียบเทียบ Se คือ standard error
 M_{obs} และ M_d เป็นค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตการณ์และค่าเฉลี่ยในส่วน of ผลลัพธ์ของ
 แบบจำลองในช่วงเปรียบเทียบ ตามลำดับ

สำหรับแนวทางในการประยุกต์ใช้การศึกษานี้ แสดงดังรูปที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

1. รวบรวม และจัดเตรียมข้อมูลสภาพภูมิอากาศสังเกตการณ์ (ตรวจวัด) รายวัน และข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง GCM ของสถาบันต่างประเทศ
2. ตรวจสอบ Normality และ Transform GCM predictors
3. ตั้งค่าองค์ประกอบของแบบจำลอง
4. คัดเลือก Predictors ที่เหมาะสมด้วยวิธี forward & Backward stepwise regression ด้วยโปรแกรม Minitab
5. เปรียบเทียบแบบจำลอง
6. สังเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันจากข้อมูล GCMs
7. สร้างข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอนาคตจาก GCM
8. ประเมิน และสรุปผลลัพธ์จากแบบจำลอง

ขั้นตอนในการเพิ่มความละเอียดข้อมูลเพื่อศึกษาผลกระทบในภาคตะวันออกโดยใช้แบบจำลอง ASD มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เตรียมข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนรายวัน จากสถานีวัดน้ำฝนที่มีอยู่ในพื้นที่จังหวัดระยอง และจังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย
 - สถานีวัดน้ำฝน จำนวน 17 สถานี
 - สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ จำนวน 2 สถานี เพื่อเพิ่มความละเอียดข้อมูลด้วยแบบจำลอง ASD
2. ตรวจสอบ และเติมข้อมูลที่หายไปของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ใกล้เคียงกัน
3. เตรียมข้อมูลสภาพภูมิอากาศระดับโลกจากฐานข้อมูลจากแบบจำลอง GCM ของสถาบันต่างประเทศ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้แบบจำลอง CGCM2 จากประเทศแคนาดา แบบจำลอง HadCM3 จากประเทศอังกฤษ และ MRI TL959L60 จากประเทศญี่ปุ่น ในช่วงปี 1975 – 2004
4. จัดรูปแบบของข้อมูลสภาพภูมิอากาศสำหรับการนำเข้าข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง ASD
5. จัดเตรียมไฟล์ชื่อของข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง GCM หรือ predictors ที่ต้องการนำมาใช้ประกอบการสร้าง model parameters
6. กำหนดปีเริ่มต้นของแบบจำลองในช่วงเวลาปัจจุบัน และปีเริ่มต้นของช่วงเวลาอนาคต กำหนดช่วงปีเริ่มต้นและสิ้นสุดของช่วงการเปรียบเทียบข้อมูล และการตรวจสอบข้อมูล และกำหนดจำนวนวันของข้อมูล
7. กำหนดตำแหน่งโพลเดอร์ของไฟล์ตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ข้อมูล GCM ที่ต้องการเปรียบเทียบ ข้อมูล GCM ที่ใช้ในช่วงเวลาปัจจุบัน และอนาคต และข้อมูลสภาพภูมิอากาศสังเกตการณ์
8. กำหนดจำนวนตัวแปรที่ต้องการนำมาสร้าง model parameters
9. กำหนดวิธีการคัดเลือกตัวแปร ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้วิธี Stepwise ในการคัดเลือกตัวแปร
10. กำหนดวิธีสหสัมพันธ์ ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธี Multiple Linear Regression (MLR) และกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณเป็นแบบมีเงื่อนไขสำหรับข้อมูลฝน ส่วนสภาพภูมิอากาศอื่นๆ เป็นแบบไม่มีเงื่อนไข กำหนด Threshold สำหรับข้อมูลฝนว่าเป็น

วันที่ฝนตกเมื่อมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1 มม./วัน ส่วนวันที่ฝนไม่ตกมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 1 มม./วัน

11. ปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง ASD
12. สร้างข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากข้อมูลแบบจำลอง GCM ในช่วงเวลาปัจจุบันและช่วงเวลาดอนาคต
13. วิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากข้อมูลแบบจำลอง GCM ที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแล้ว
14. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากข้อมูลแบบจำลอง GCM ที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแล้ว

4.2.2 แนวทางการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลด้วยวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. เตรียมและตรวจสอบข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ปริมาณน้ำฝนรายวัน โดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกับการเพิ่มความละเอียดด้วยแบบจำลอง ASD โดยแบ่งช่วงปีในการวิเคราะห์ออกเป็น ช่วงปีปัจจุบัน และช่วงปีอนาคต โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัด ในช่วงปีปัจจุบัน หรือในปี 1975-2004
 - ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง CCGCM2 ในช่วงปีปัจจุบัน หรือในปี 1975-2004 และในปีอนาคต 2005-2100
 - ข้อมูลสภาพภูมิอากาศแบบจำลอง HadCM3 ในช่วงปีปัจจุบัน หรือในปี 1975-2004 และในปีอนาคต 2005-2099
 - ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง MRI ในช่วงปีปัจจุบัน หรือในปี 1975-2004 และในปีอนาคต 2005-2034 และ 2075-2099 ตามลำดับ
2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่สถานีตรวจวัด และข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในช่วงปีปัจจุบัน และช่วงปีอนาคต
3. วิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่สถานีตรวจวัด และข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในช่วงปีปัจจุบัน และช่วงปีอนาคต

4. เพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกในปัจจุบัน โดยแทนค่าในสมการ

$$P_{his-new} = (P_{his-old} - \bar{P}_{his-old}) \frac{Std_o}{Std_{his-old}} + \bar{O}$$

โดยที่ $P_{his-new}$ เป็นข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแล้ว ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังหรือข้อมูลช่วงเวลาปัจจุบัน

$P_{his-old}$ เป็นข้อมูลสภาพภูมิอากาศก่อนการเพิ่มความละเอียดของข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังหรือข้อมูลช่วงเวลาปัจจุบัน

$\bar{P}_{his-old}$ เป็นข้อมูลสภาพภูมิอากาศก่อนการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลเฉลี่ย ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังหรือข้อมูลช่วงเวลาปัจจุบัน

$\bar{O}$ เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ตรวจวัด ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังหรือข้อมูลช่วงเวลาปัจจุบัน

Std_o เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ตรวจวัด

$Std_{his-old}$ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลสภาพภูมิอากาศก่อนการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลเฉลี่ย

5. เพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกในอนาคต โดยแทนค่าในสมการ

$$P_{future-new} = (P_{future-old} - \bar{P}_{his-old}) \frac{Std_{his-new}}{Std_{his-old}} + \bar{P}_{his-new}$$

โดยที่ $P_{future-new}$ เป็นข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแล้ว ซึ่งเป็นข้อมูลช่วงเวลาอนาคต

$P_{future-old}$ เป็นข้อมูลสภาพภูมิอากาศก่อนการเพิ่มความละเอียดของข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลช่วงเวลาอนาคต

$\bar{P}_{his-old}$ เป็นข้อมูลสภาพภูมิอากาศก่อนการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลเฉลี่ย ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังหรือข้อมูลช่วงเวลาปัจจุบัน

$\overline{P}_{his-new}$ เป็นข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลเฉลี่ยซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังหรือข้อมูลช่วงเวลาปัจจุบัน

$Std_{his-new}$ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ตรวจวัดโลกที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแล้ว ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังหรือข้อมูลช่วงเวลาปัจจุบัน

$Std_{his-old}$ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลสภาพภูมิอากาศก่อนการเพิ่มความละเอียดของข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังหรือข้อมูลช่วงเวลาปัจจุบัน

6. วิเคราะห์ความสอดคล้อง และแนวโน้มของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแล้ว
7. สรุปผลการวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศโลกที่เพิ่มความละเอียดของข้อมูลแล้ว

4.3 ผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลก

4.3.1 ผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกด้วยแบบจำลอง ASD

ในการศึกษาการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกในครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูล CCGCM2 จากประเทศแคนาดา กรณี A2 และ B2 จำนวน 41 ตัวแปร HadCM3 จากประเทศอังกฤษ กรณี A2 และ B2 จำนวน 20 ตัวแปร และ MRI จากประเทศญี่ปุ่น กรณี A1B จำนวน 4 ตัวแปร ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวแปรในแบบจำลอง CCGCM2 และ HadCM3 มีจำนวนมาก พอที่จะสรุปกรณีต่างๆ ได้ดังนี้

- 1) CCGCM2 จากประเทศแคนาดา กรณี A2 (C2A2)
- 2) CCGCM2 จากประเทศแคนาดา กรณี B2 (C2B2)
- 3) HadCM3 จากประเทศอังกฤษ กรณี A2 (H3A2)
- 4) HadCM3 จากประเทศอังกฤษ กรณี B2 (H3B2)
- 5) MRI จากประเทศญี่ปุ่น กรณี A1B (MR1A1B)

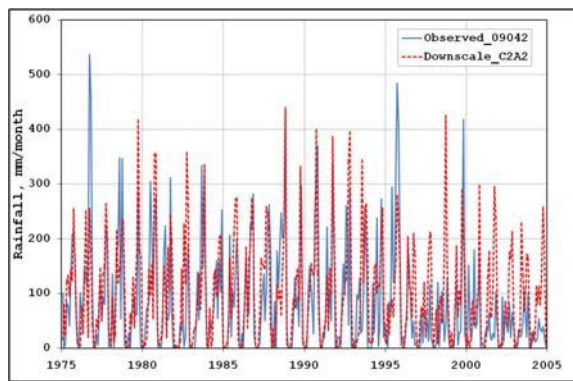
ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการคัดเลือกตัวแปรให้เหลือน้อยตัว และมีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ต้องการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลมากที่สุด ซึ่งจะกล่าวรายละเอียด ดังนี้

1) การคัดเลือกตัวแปรสภาพภูมิอากาศ

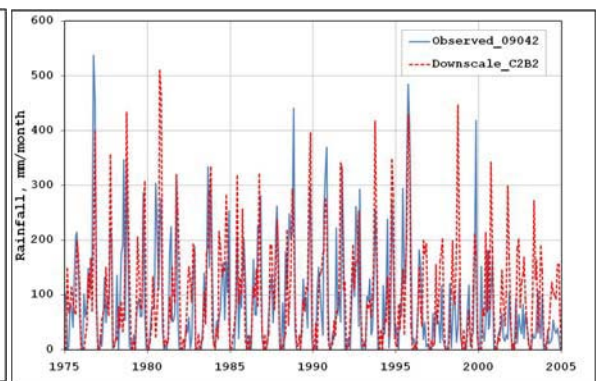
ในการคัดเลือกตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธี Forward and Backward Stepwise Partial Correlation Method และ Principle Component Analysis ซึ่งเป็นวิธีการในการหาจำนวนตัวแปรที่น้อยที่สุดในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ต้องการคาดการณ์กับค่าตัวแปรภูมิอากาศ โดยค่า Correlation ของสมการที่ได้ควรที่จะให้ค่าที่สูง ซึ่งแสดงว่ามีความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์สูงตามไปด้วย จากการทดลองใช้วิธีทางสถิติ พบว่า วิธี Principle Component Analysis ให้ค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด หรือ R สูงกว่าวิธีการอื่นๆ จะการคัดเลือกตัวแปรด้วยวิธี Principle Component Analysis (PCA) โดยคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ CGCM2 และ HadCM3 แสดงผลการคัดเลือกตัวแปรดังตารางภาคผนวก ก-1 และ ก-4 ตามลำดับ โดยที่ตัวแปรของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ CGCM2 ส่วนใหญ่ที่ถูกคัดเลือกด้วยวิธี PCA ในการสร้างความสัมพันธ์กับฝนตรวจวัด ได้แก่ Precipitation (mm/day), Sea Level Pressure (hPa), 850 hPa Geop. Height (m) และ 1000 hPa Geop. Height (m) ตามลำดับ สำหรับตัวแปรของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศ HadCM3 ส่วนใหญ่ที่ถูกคัดเลือกด้วยวิธี PCA ในการสร้างความสัมพันธ์กับฝนตรวจวัด ได้แก่ Surface wind direction, Zonal velocity component, 850 hPa zonal velocity, 850 hPa geopotential height, Relative humidity at 850 hPa และ 850 hPa wind direction ตามลำดับ

2) การปรับเทียบแบบจำลอง

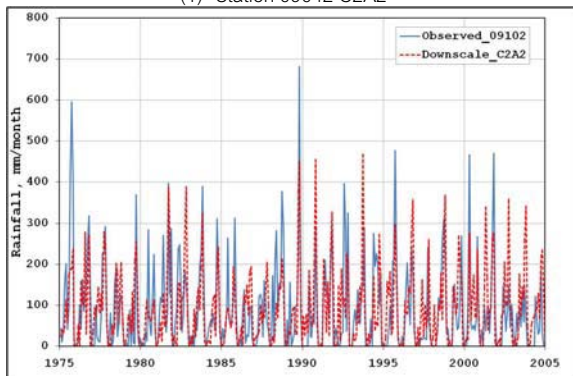
การปรับเทียบแบบจำลองสามารถทำได้โดยใช้ตัวแปรที่ได้คัดเลือกไว้แล้วข้างต้นมาเป็นตัวแปรนำเข้าไปในแบบจำลอง ASD ซึ่งถ้าตัวแปรใดสามารถให้ค่าความสัมพันธ์สูงสุด R^2 ก็จะมีเลือกตัวแปรนั้นมาเป็นตัวแปรร่วมในแบบจำลองสำหรับการใช้ในการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งคณะวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลตรวจวัดกับข้อมูลคาดการณ์ในช่วงเวลาปัจจุบัน (1975 – 2004) ในอนุกรมเวลา และเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของข้อมูลตรวจวัดกับข้อมูลคาดการณ์แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบเปรียบเทียบอนุเวลาของสภาพภูมิอากาศตรวจวัด กับสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองCCGCM2 ที่เพิ่มความละเอียดข้อมูล กรณี C2A2 และ C2B2 ในช่วงปี 1975 – 2004 ดังรูปที่ 4-3 และเปรียบเทียบข้อมูลสภาพภูมิอากาศตรวจวัด กับแบบจำลองCCGCM2 ที่เพิ่มความละเอียดข้อมูล กรณี C2A2 และ C2B2 ในช่วงปี 1982 – 2004 ดังรูปที่ 4-4 สำหรับรายละเอียดการเปรียบเทียบของสถานีอื่นๆ แสดงดังรูปที่ภาคผนวก ก-1 ถึง ก-16 ตามลำดับ สำหรับผลการปรับเทียบแบบจำลองในกรณีต่างๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-1 ถึง 4-3



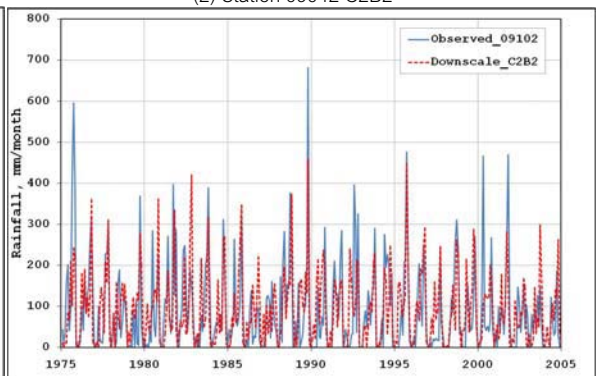
(1) Station 09042 C2A2



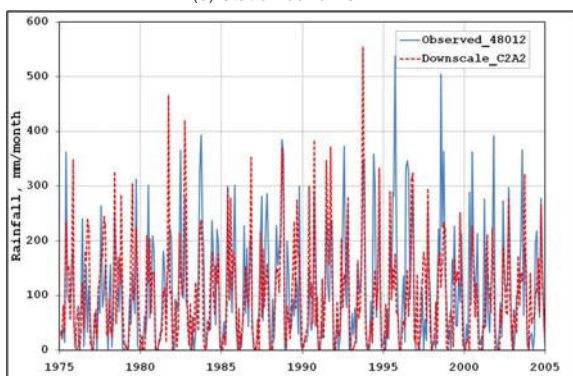
(2) Station 09042 C2B2



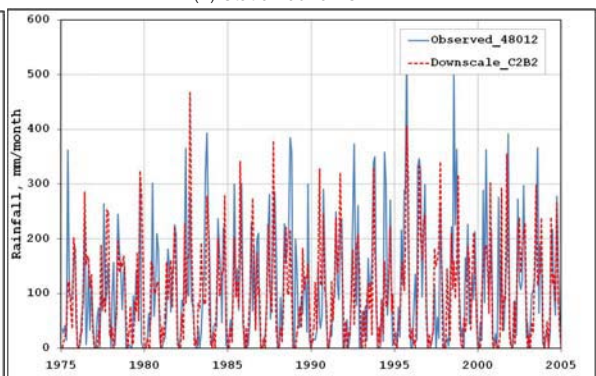
(3) Station 09102 C2A2



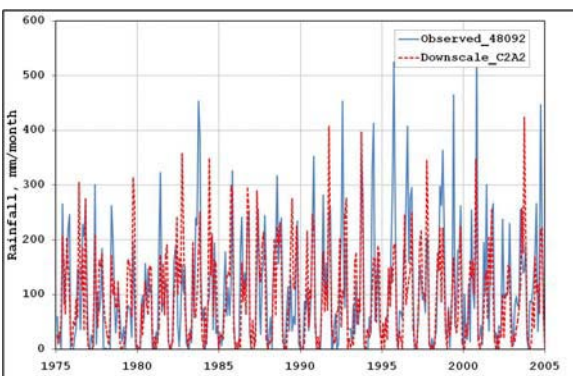
(4) Station 09102 C2B2



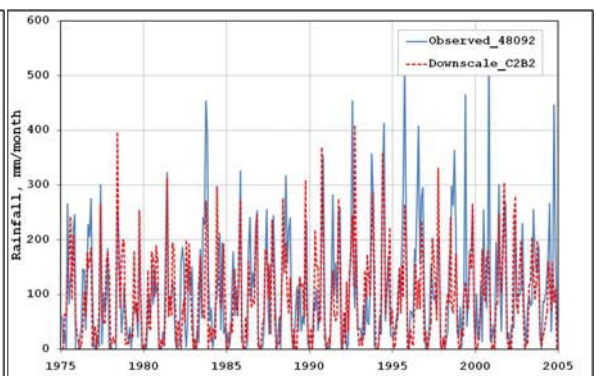
(5) Station 48012 C2A2



(6) Station 48012 C2B2



(7) Station 48092 C2A2

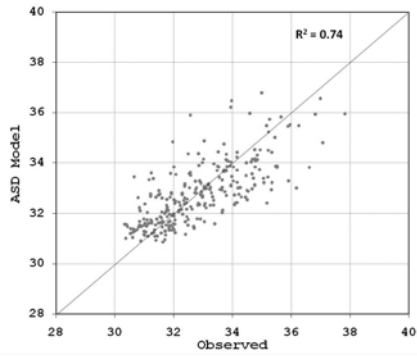


(8) Station 48092 C2B2

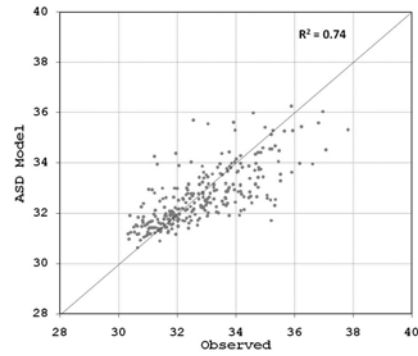
C2A2

C2B2

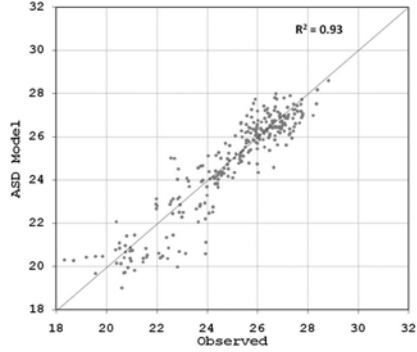
รูปที่ 4 -3 เปรียบเทียบอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนตรวจวัด กับปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง CCGCM2 ที่เพิ่มความละเอียดข้อมูล กรณี C2A2 และ C2B2 ในช่วงปี 1975 – 2004



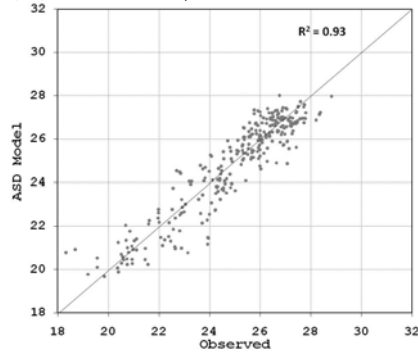
(1a) Maximum Temperature at Station 478201



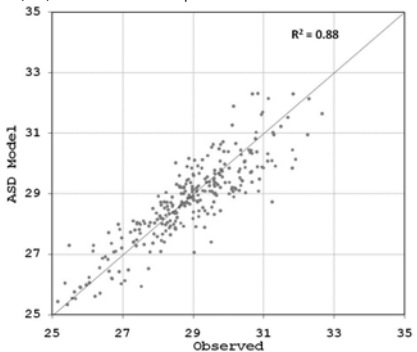
(1b) Maximum Temperature at Station 478201



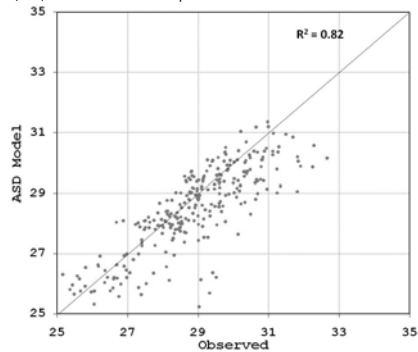
(2a) Minimum Temperature at Station 478201



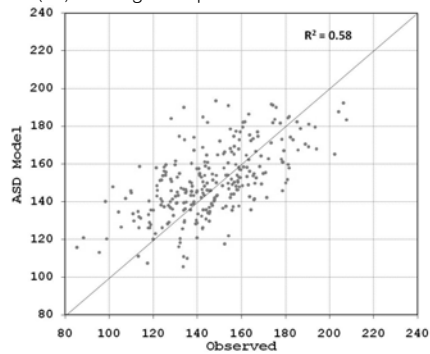
(2b) Minimum Temperature at Station 478201



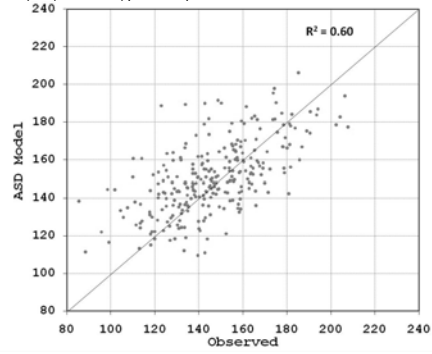
(3a) Average Temperature at Station 478201



(3b) Average Temperature at Station 478201



(4a) Evaporation at Station 478201



(4b) Evaporation at Station 478201

รูปที่ 4-4 เปรียบเทียบข้อมูลสภาพภูมิอากาศตรวจวัด กับแบบจำลองCCGCM2 ที่เพิ่ม
ความละเอียดข้อมูล กรณี C2A2 และ C2B2 ในช่วงปี 1982 – 2004

ตารางที่ 4-1 สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง CCGCM2 กรณี C2A2 และ C2B2

ตัวแปร	Observed				C2A2						C2B2					
	Max	Min	Mean	SD	Max	Min	Mean	SD	RMSE	R ²	Max	Min	Mean	SD	RMSE	R ²
R09042	537.30	0.00	83.08	97.65	437.38	0.00	99.22	94.53	84.59	0.63	510.57	0.00	98.25	99.43	88.93	0.60
R09052	735.70	0.00	103.61	118.21	540.48	0.00	95.63	89.25	97.59	0.59	423.00	0.00	94.67	84.78	99.19	0.57
R09102	681.90	0.00	89.15	108.04	467.53	0.00	91.66	93.84	90.02	0.61	458.51	0.00	91.81	88.10	87.82	0.61
R09160	685.40	0.00	100.40	96.90	685.40	0.00	96.43	84.12	76.06	0.66	536.57	0.00	100.30	88.76	77.84	0.65
R48012	537.90	0.00	106.70	105.88	554.22	0.00	99.58	94.06	89.27	0.61	467.14	0.00	99.21	90.33	86.24	0.63
R48062	475.40	0.00	109.32	100.06	513.84	0.00	113.81	97.92	86.86	0.62	512.35	0.00	112.46	93.39	80.15	0.66
R48092	553.80	0.00	105.15	104.94	423.22	0.00	95.68	88.72	84.03	0.64	407.31	0.00	92.53	84.00	84.54	0.63
R48121	491.30	0.00	110.85	100.16	438.04	0.00	107.11	91.43	78.57	0.67	356.53	0.00	106.18	90.20	78.02	0.67
R48141	564.70	0.00	112.35	102.45	381.20	0.00	108.77	85.34	79.92	0.65	404.36	0.00	105.11	85.38	81.38	0.64
R48150	515.40	0.00	126.87	112.34	472.22	0.00	120.34	102.12	86.51	0.68	431.88	0.00	112.08	99.45	86.98	0.67
R48160	511.30	0.00	122.51	116.32	472.82	0.00	104.97	123.21	85.42	0.71	565.33	0.00	130.28	114.33	91.86	0.68
R459201	479.60	0.00	106.05	105.86	564.20	0.00	102.46	100.92	77.87	0.72	484.95	0.00	102.66	97.03	80.88	0.69
R459203	472.20	0.00	94.84	94.86	415.09	0.00	96.88	89.46	73.89	0.68	366.50	0.00	88.61	78.60	69.24	0.70
R459204	581.30	0.00	103.95	107.13	581.30	0.00	100.29	93.62	83.59	0.66	466.24	0.00	96.43	87.96	82.80	0.66
R478002	506.70	0.00	112.62	108.66	407.39	0.00	120.69	97.32	87.05	0.65	445.19	0.00	113.71	94.10	86.51	0.64
R478005	409.50	0.00	102.83	101.50	391.29	0.00	97.59	85.44	81.33	0.63	387.99	0.00	92.42	82.61	82.85	0.62
R478301	445.80	0.00	116.50	109.91	414.34	0.00	109.49	92.92	91.81	0.60	361.79	0.00	110.49	89.73	85.86	0.65
TMX459201	36.76	29.57	33.35	1.11	37.33	31.57	33.56	1.12	0.85	0.73	36.16	31.32	33.44	1.06	0.77	0.75
TMX478201	37.82	30.34	32.83	1.51	36.78	30.87	32.76	1.23	1.01	0.74	36.24	30.65	32.64	1.14	1.03	0.74
TMN459201	28.02	17.48	24.69	1.94	28.28	19.86	24.65	1.84	0.85	0.90	27.92	19.25	24.65	1.89	0.85	0.90
TMN478201	28.81	18.34	24.94	2.16	28.60	19.01	24.81	2.30	0.87	0.93	28.01	19.68	24.82	2.19	0.83	0.93
TAV459201	32.17	24.53	29.00	1.38	31.53	25.63	28.79	1.29	0.78	0.84	31.29	25.78	28.82	1.27	0.78	0.84
TAV478201	32.67	24.42	28.86	1.52	32.31	25.32	28.75	1.40	0.74	0.88	31.35	25.23	28.48	1.38	0.96	0.82
EVA459201	238.90	100.80	150.91	22.85	197.04	115.65	149.90	17.39	18.27	0.62	197.59	110.31	149.73	17.69	18.21	0.62
EVA478201	207.80	19.00	145.85	22.99	193.43	105.48	150.45	18.20	19.88	0.58	206.13	109.36	150.84	18.83	19.76	0.60

หมายเหตุ R เป็นปริมาณฝน (มม.)
 TMX เป็นอุณหภูมิสูงสุด (°C)
 TMN เป็นอุณหภูมิต่ำสุด (°C)
 TAV เป็นอุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
 EVA เป็นอัตราการระเหย (มม.)

ตารางที่ 4-2 สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง HadCM3 กรณี H3A2 และ H3B2

ตัวแปร	Observed				H3A2						H3B2					
	Max	Min	Mean	SD	Max	Min	Mean	SD	RMSE	R ²	Max	Min	Mean	SD	RMSE	R ²
R09042	537.30	0.00	83.08	97.65	552.6	0.00	102.5	100.7	98.37	0.53	505.1	0.00	102.83	96.62	98.16	0.51
R09052	735.70	0.00	103.61	118.21	448.2	0.00	110.8	99.73	107.7	0.51	452.5	0.00	117.32	101.48	105.26	0.56
R09102	681.90	0.00	89.15	108.04	619.4	0.00	109.9	97.22	98.72	0.56	514	0.00	111.73	98.70	103.54	0.52
R09160	685.40	0.00	100.40	96.90	461.7	0.00	110.4	92.38	79.14	0.66	561.2	0.00	114.85	95.21	80.34	0.66
R48012	537.90	0.00	106.70	105.88	634.6	0.00	116.5	104.6	96.88	0.58	502.6	0.00	125.66	102.59	98.26	0.57
R48062	475.40	0.00	109.32	100.06	456.7	0.00	126.6	96.05	92.86	0.57	460.4	0.00	119.89	98.69	89.50	0.60
R48092	553.80	0.00	105.15	104.94	413.2	0.00	107.3	95.84	92.14	0.58	415.9	0.00	120.38	105.41	95.07	0.60
R48121	491.30	0.00	110.85	100.16	485.5	0.00	121.9	94.56	88.66	0.59	405.5	0.00	109.70	86.48	85.61	0.59
R48141	564.70	0.00	112.35	102.45	435.9	0.00	122.8	94.22	89.22	0.6	462.8	0.00	109.05	85.64	82.45	0.63
R48150	515.40	0.00	126.87	112.34	576.1	0.00	136.1	111.8	96.75	0.63	480.8	0.00	131.55	108.21	93.15	0.64
R48160	511.30	0.00	122.51	116.32	563.9	0.00	141.4	112.8	101	0.62	581.6	0.00	133.95	115.82	100.88	0.63
R459201	479.60	0.00	106.05	105.86	521.1	0.00	111.8	101.9	85.56	0.66	545.5	0.00	110.31	102.21	84.62	0.67
R459203	472.20	0.00	94.84	94.86	506.3	0.00	112.5	98.04	83.94	0.64	442.6	0.00	109.25	89.34	83.46	0.60
R459204	581.30	0.00	103.95	107.13	624.1	0.00	117.9	108.5	99.54	0.58	461.4	0.00	110.94	95.06	92.62	0.59
R478002	506.70	0.00	112.62	108.66	640.2	0.00	133.6	107.9	102.6	0.57	495.9	0.00	122.25	102.12	99.00	0.56
R478005	409.50	0.00	102.83	101.50	418.8	0.00	114	94.33	89.90	0.59	377.9	0.00	103.25	84.13	88.60	0.56
R478301	445.80	0.00	116.50	109.91	1130	0.00	132.4	118.5	120.7	0.45	526.9	0.00	136.31	102.72	102.13	0.56
TMX459201	36.76	29.57	33.35	1.11	36.89	31.24	33.39	1.14	0.89	0.69	37.08	31.00	33.44	1.06	0.90	0.66
TMX478201	37.82	30.34	32.83	1.51	34.40	30.48	32.18	0.82	1.50	0.45	34.21	30.56	32.23	0.77	1.46	0.47
TMN459201	28.02	17.48	24.69	1.94	27.37	19.16	24.35	1.96	1.17	0.84	27.61	18.85	24.39	1.91	1.19	0.82
TMN478201	28.81	18.34	24.94	2.16	28.42	18.78	24.83	2.39	1.08	0.89	28.82	18.11	24.92	2.30	1.10	0.88
TAV459201	32.17	24.53	29.00	1.38	31.87	25.37	28.82	1.40	0.89	0.80	32.10	24.78	28.90	1.36	0.92	0.78
TAV478201	32.67	24.42	28.86	1.52	31.47	24.86	28.48	1.43	0.99	0.81	31.26	25.10	28.52	1.38	0.99	0.80
EVA459201	238.90	100.80	150.91	22.85	208.45	109.08	146.90	18.61	20.77	0.53	194.91	100.43	145.61	17.18	20.21	0.55
EVA478201	207.80	19.00	145.85	22.99	206.18	91.62	148.31	19.37	21.83	0.48	199.70	98.28	147.61	19.55	20.70	0.54

หมายเหตุ R เป็นปริมาณฝน (มม.)
 TMX เป็นอุณหภูมิสูงสุด (°C)
 TMN เป็นอุณหภูมิต่ำสุด (°C)
 TAV เป็นอุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
 EVA เป็นอัตราการระเหย (มม.)

ตารางที่ 4-3 สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง MRI กรณี MR1A1B

ตัวแปร	Observed				MR1A1B					
	Max	Min	Mean	SD	Max	Min	Mean	SD	RMSE	R ²
R09042	537.30	0.00	83.08	97.65	576.76	0	96.75	90.68	86.77	0.57
R09052	735.70	0.00	103.61	118.21	451.44	0	95.41	89.38	100.58	0.58
R09102	681.90	0.00	89.15	108.04	459.92	0	89.44	84.77	89.47	0.57
R09160	685.40	0.00	100.40	96.90	355.08	0	102.45	84.75	80.68	0.61
R48012	537.90	0.00	106.70	105.88	482.37	0	107.93	93.75	87.76	0.63
R48062	475.40	0.00	109.32	100.06	459.07	0	117.18	97.6	81.81	0.65
R48092	553.80	0.00	105.15	104.94	402.36	0	95.74	83.87	86.91	0.61
R48121	491.30	0.00	110.85	100.16	399.74	0	112.99	92.3	83.31	0.63
R48141	564.70	0.00	112.35	102.45	356.29	0	107.49	84.92	82.19	0.64
R48150	515.40	0.00	126.87	112.34	505.97	0	121.31	100.67	88.23	0.67
R48160	511.30	0.00	122.51	116.32	539.37	0	131.64	114.26	96.68	0.66
R459201	479.60	0.00	106.05	105.86	455.15	0	105.39	98.73	84.16	0.67
R459203	472.20	0.00	94.84	94.86	363.91	0	89.53	77.16	74.05	0.65
R459204	581.30	0.00	103.95	107.13	440.24	0	87.05	82.6	83.1	0.65
R478002	506.70	0.00	112.62	108.66	380.18	0	120.82	95.05	87.02	0.65
R478005	409.50	0.00	102.83	101.50	444.32	0	94.66	86.15	86.00	0.59
R478301	445.80	0.00	116.50	109.91	444.88	0	111.11	94.53	90.70	0.62
TMX459201	36.76	29.57	33.35	1.11	36.11	31.36	33.29	1.02	0.77	0.74
TMX478201	37.82	30.34	32.83	1.51	34.36	31.00	32.17	0.72	1.49	0.47
TMN459201	28.02	17.48	24.69	1.94	26.85	19.54	24.32	1.85	1.05	0.87
TMN478201	28.81	18.34	24.94	2.16	27.88	19.53	24.85	2.22	0.85	0.93
TAV459201	32.17	24.53	29.00	1.38	31.61	25.83	28.79	1.29	0.80	0.83
TAV478201	32.67	24.42	28.86	1.52	30.72	24.97	28.46	1.34	0.96	0.82

หมายเหตุ R เป็นปริมาณฝน (มม.)

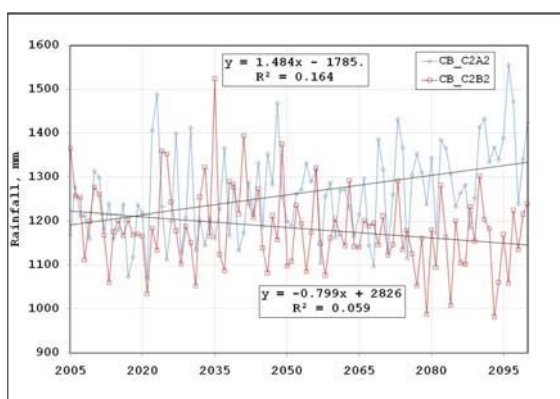
TMX เป็นอุณหภูมิสูงสุด (°C)

TMN เป็นอุณหภูมิต่ำสุด (°C)

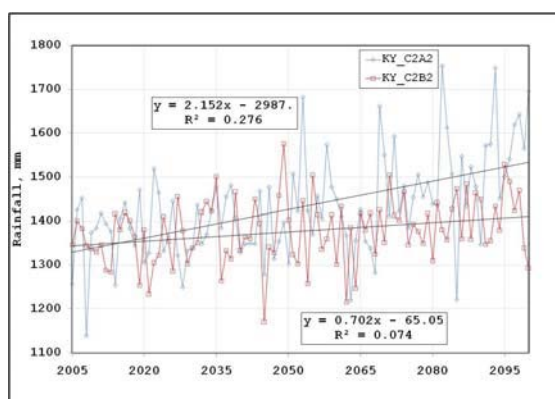
TAV เป็นอุณหภูมิเฉลี่ย (°C)

3) การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต

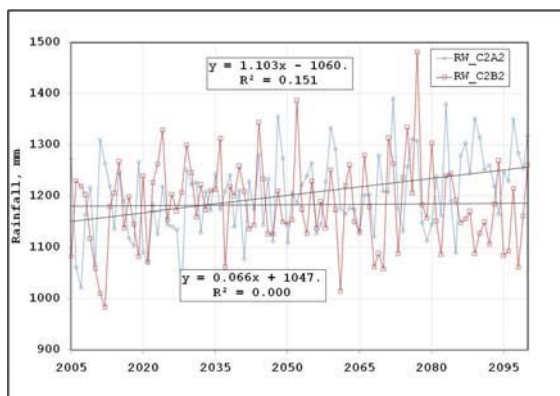
ในการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต ได้ใช้ตัวแปรที่ได้จากการคัดเลือกด้วย PCA และการปรับเทียบแบบจำลอง ASD ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น แสดงตัวอย่างผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนและสภาพภูมิอากาศจากข้อมูลแบบจำลอง CGCM2 ของกลุ่มน้ำสาขาภาคตะวันออกเฉียงใต้ดังรูปที่ 4-5 ถึง 4-8 สำหรับผลการคาดการณ์จากข้อแบบจำลองอื่นๆ (แสดงผลดังภาคผนวก ก-17 ถึง ก-30) สรุปผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มน้ำสาขาภาคตะวันออกเฉียงใต้ กรณีต่างๆ ในอนาคตอันใกล้ (2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (2076 – 2100) (แสดงผลดังตารางภาคผนวกที่ ก-5 ถึง ก-7)



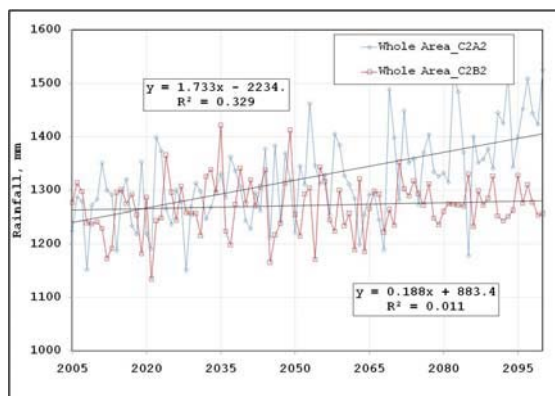
(a) กลุ่มน้ำสาขาชลบุรี



(b) กลุ่มน้ำสาขาลองใหญ่

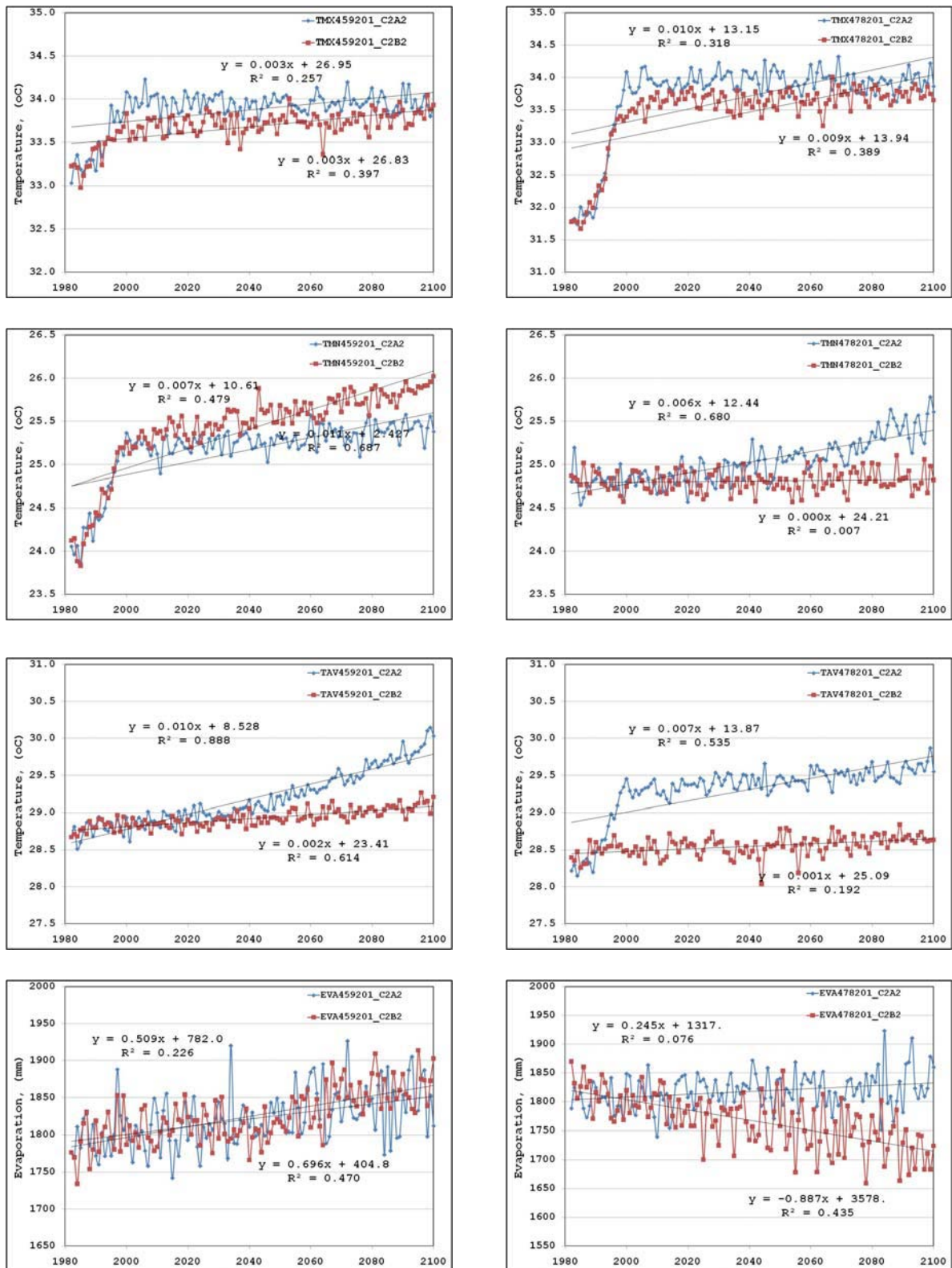


(c) กลุ่มน้ำสาขาระยะของฝั่งตะวันตก



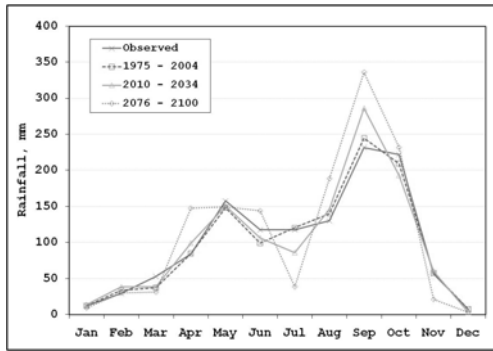
(d) ภาพรวมพื้นที่ศึกษา

รูปที่ 4-5 ตัวอย่างผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนรายปีจากข้อมูลแบบจำลอง CGCM2 ของกลุ่มน้ำสาขาภาคตะวันออกเฉียงใต้



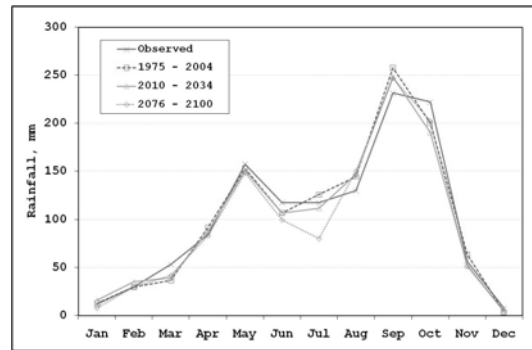
รูปที่ 4-6 ตัวอย่างผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จากแบบจำลอง CCGCM2
ในลุ่มน้ำภาคตะวันออก

C2A2

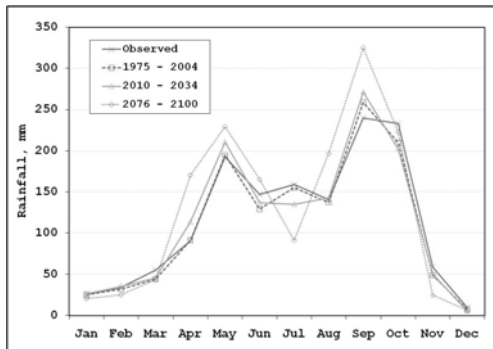


(1a) ลุ่มน้ำสาขาชลบุรี

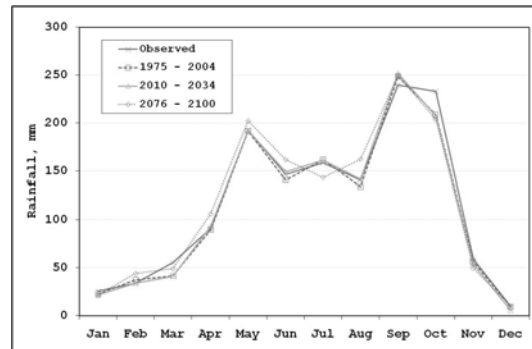
C2B2



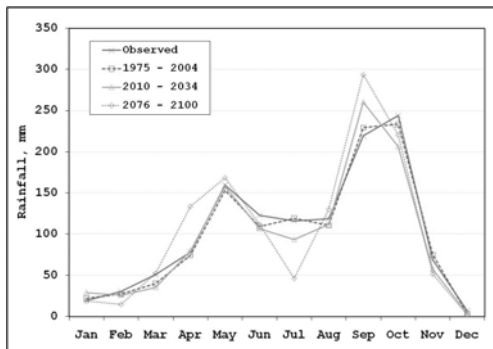
(1b) ลุ่มน้ำสาขาชลบุรี



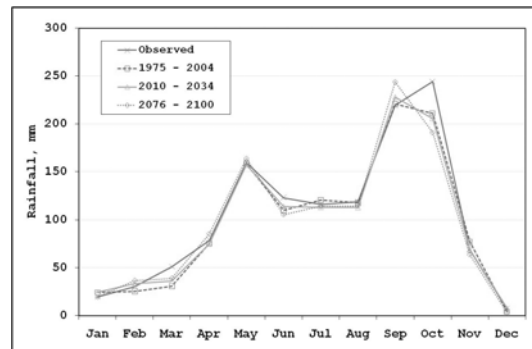
(2a) ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่



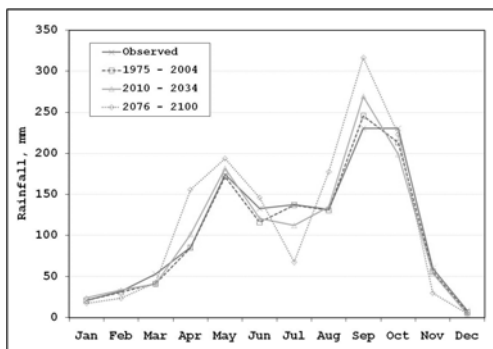
(2b) ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่



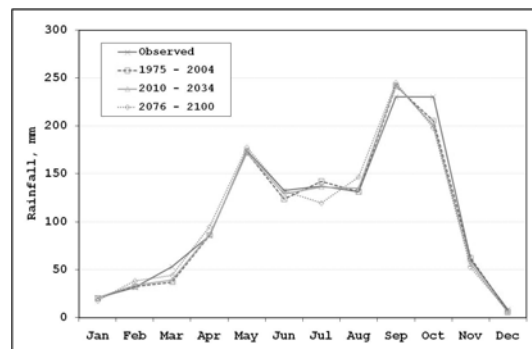
(3a) ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก



(3b) ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก



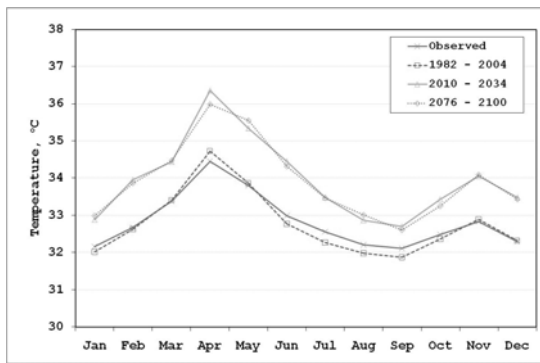
(4a) ภาพรวมพื้นที่ศึกษา



(4b) ภาพรวมพื้นที่ศึกษา

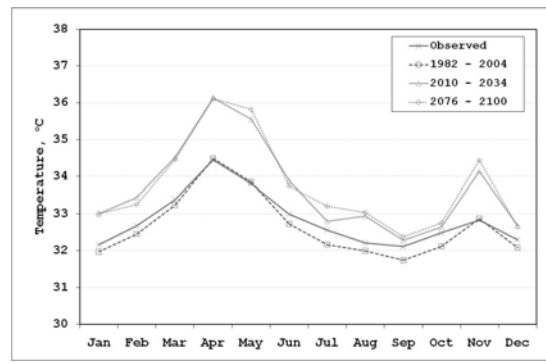
รูปที่ 4-7 ตัวอย่างผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนจากข้อมูลแบบจำลอง CGCM2 ของลุ่มน้ำสาขาภาคตะวันออก

C2A2

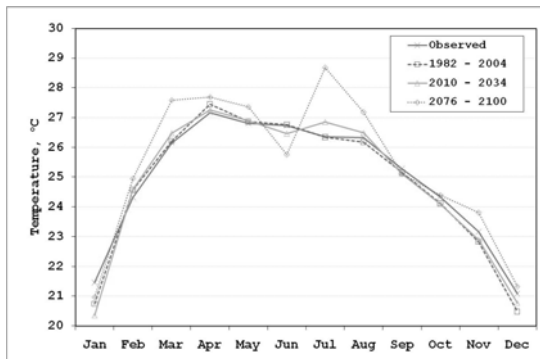


(1a) อุณหภูมิสูงสุด

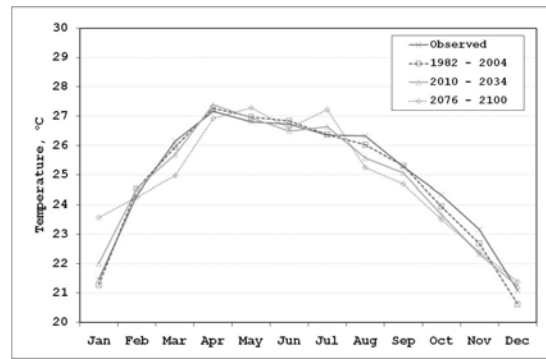
C2B2



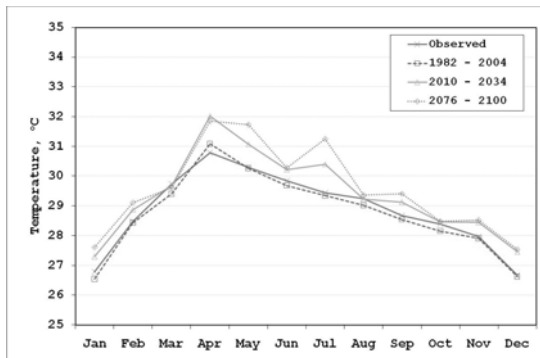
(1b) อุณหภูมิสูงสุด



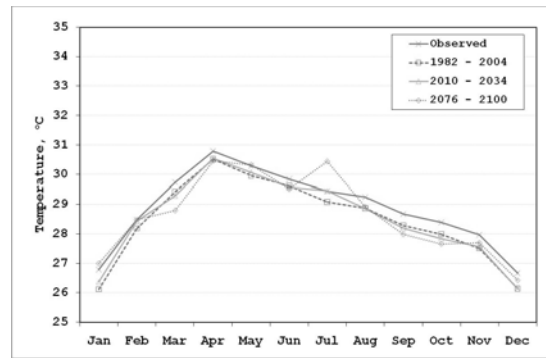
(2a) อุณหภูมิต่ำสุด



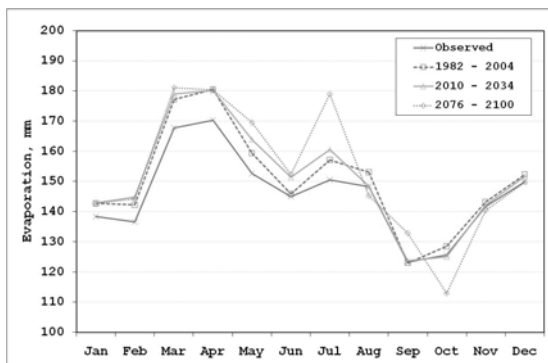
(2b) อุณหภูมิต่ำสุด



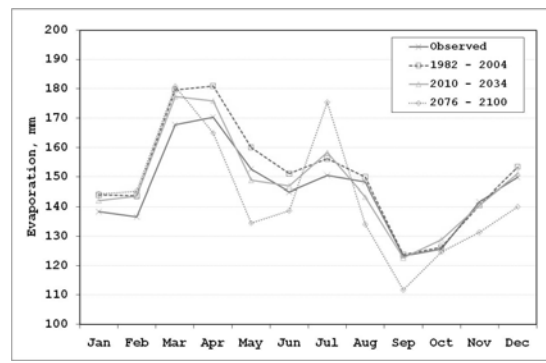
(3a) อุณหภูมิเฉลี่ย



(3b) อุณหภูมิเฉลี่ย



(4a) อัตราการระเหย

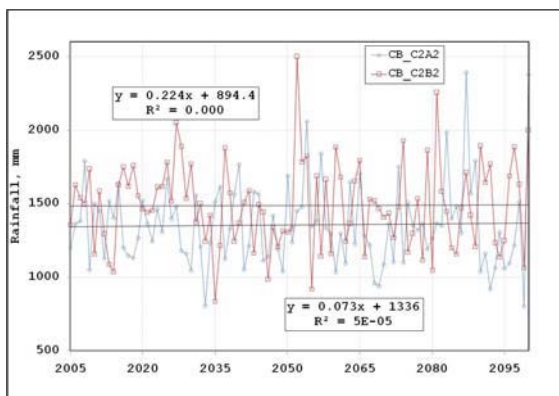


(4b) อัตราการระเหย

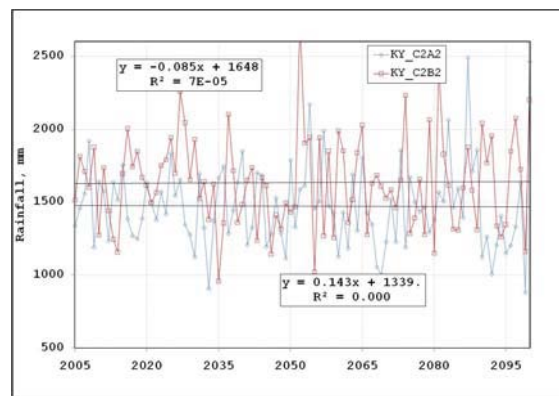
รูปที่ 4-8 ผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จากแบบจำลอง CCGCM2 จังหวัดระยอง

4.3.2 ผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกด้วยวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

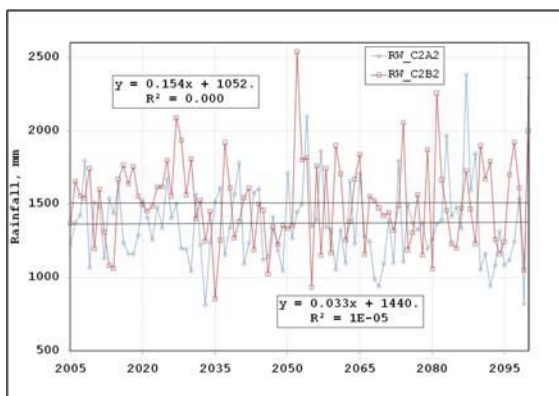
ในการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกด้วยวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้พิจารณาเลือกใช้เฉพาะแบบจำลอง CCGCM3 จากประเทศแคนาดา กรณี A2 และ B2 ที่มีตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่สำคัญในการเพิ่มความละเอียดของข้อมูล ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอัตราการระเหย ซึ่งแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกอื่นๆ ไม่มีตัวแปรต่างๆ เหล่านี้เป็นรายวัน เมื่อนำข้อมูลตัวแปรเหล่านี้มาประยุกต์ใช้เทคนิคการเพิ่มความละเอียดของข้อมูล สามารถแสดงผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศรายปี และรายเดือนได้ ดังรูปที่ 4-9 ถึง 4-12 ตามลำดับ ผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มน้ำสาขาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในอนาคตอันใกล้ (2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (2076 – 2100) สรุปได้ดังตารางในภาคผนวกที่ ก-7



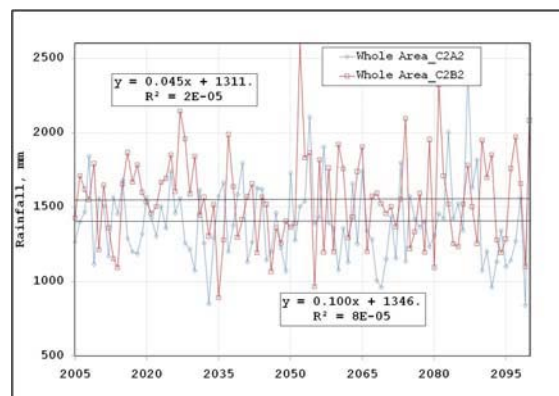
(a) กลุ่มน้ำสาขาชลบุรี



(b) กลุ่มน้ำสาขาคองใหญ่

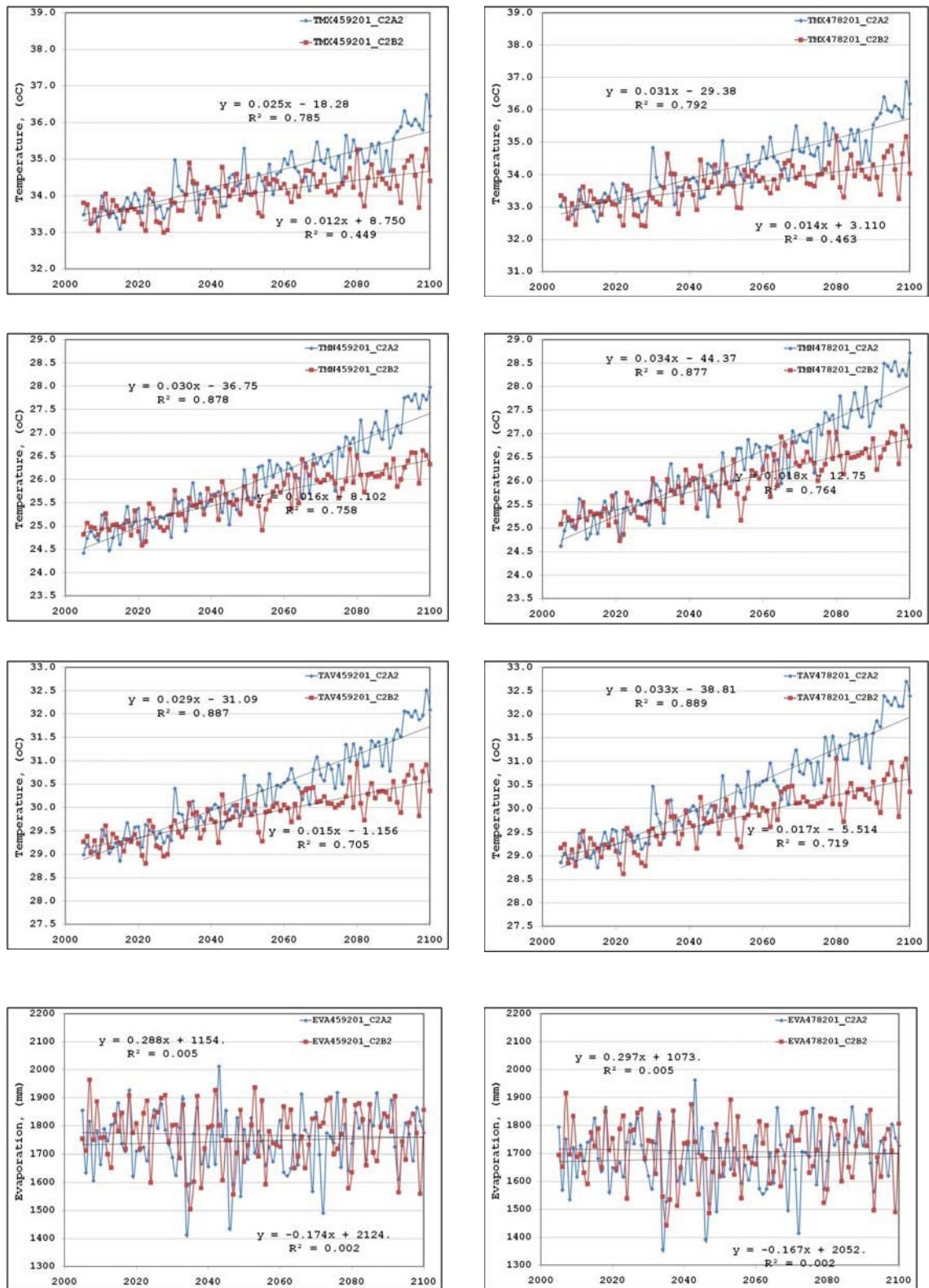


(c) กลุ่มน้ำสาขารยองฝั่งตะวันตก



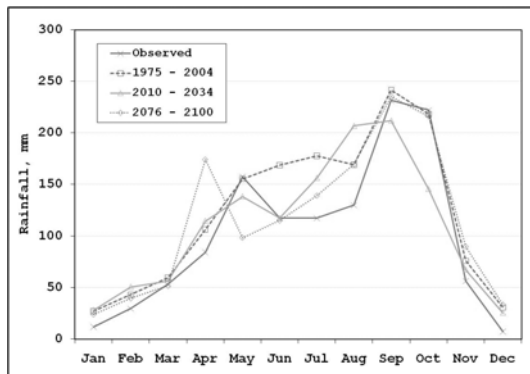
(d) ภาพรวมพื้นที่ศึกษา

รูปที่ 4-9 ผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน รายปี จากแบบจำลอง CCGCM3 ด้วยวิธี SD Ratio ในกลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



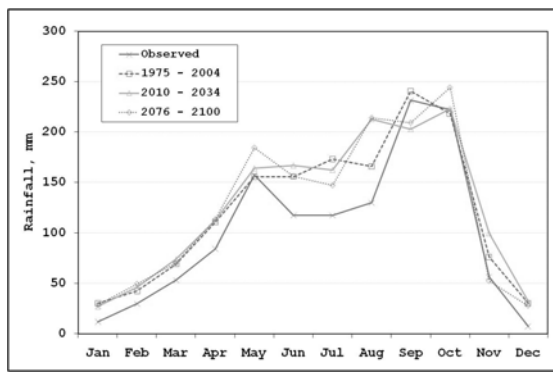
รูปที่ 4-10 ผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายปี จากแบบจำลอง CCGM3 ด้วยวิธี SD Ratio ในลุ่มน้ำภาคตะวันออก

C2A2

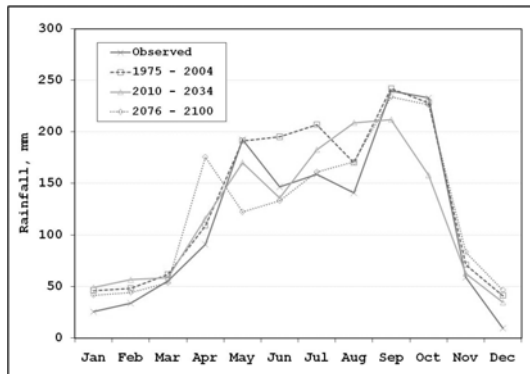


(1) ลุ่มน้ำสาขาชลบุรี

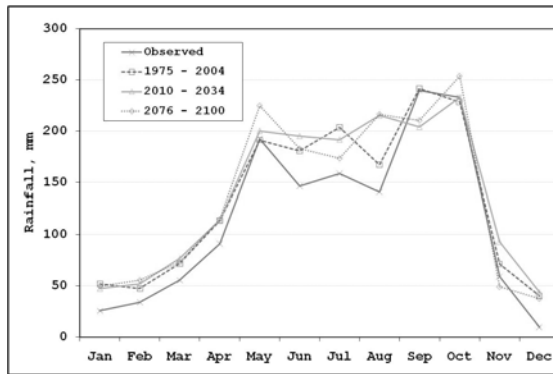
C2B2



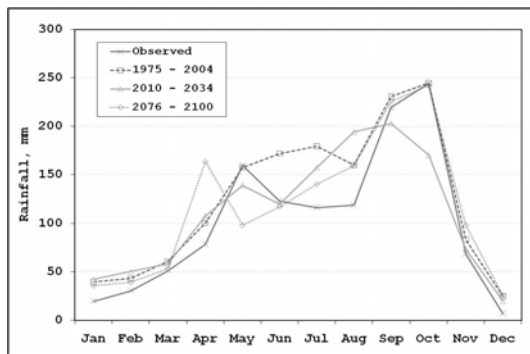
(1) ลุ่มน้ำสาขาชลบุรี



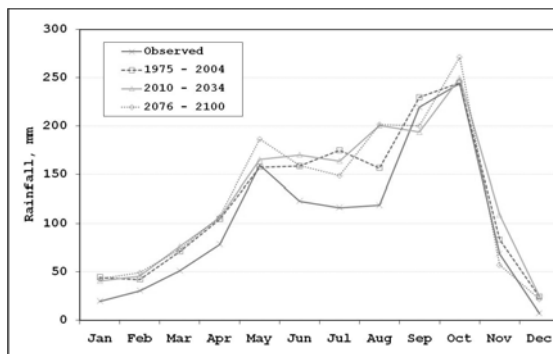
(2) ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่



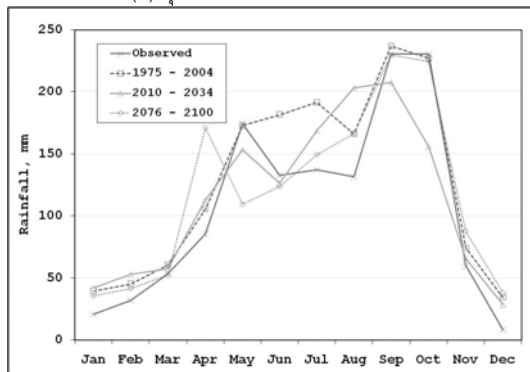
(2) ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่



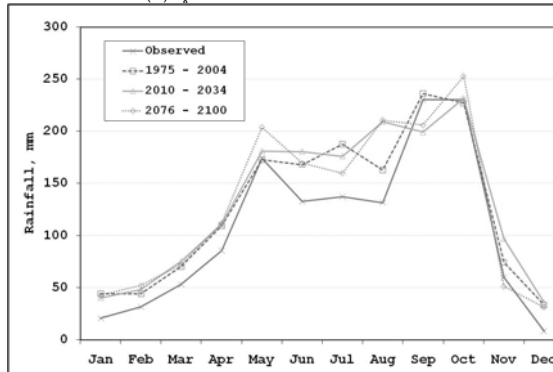
(3) ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก



(3) ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก

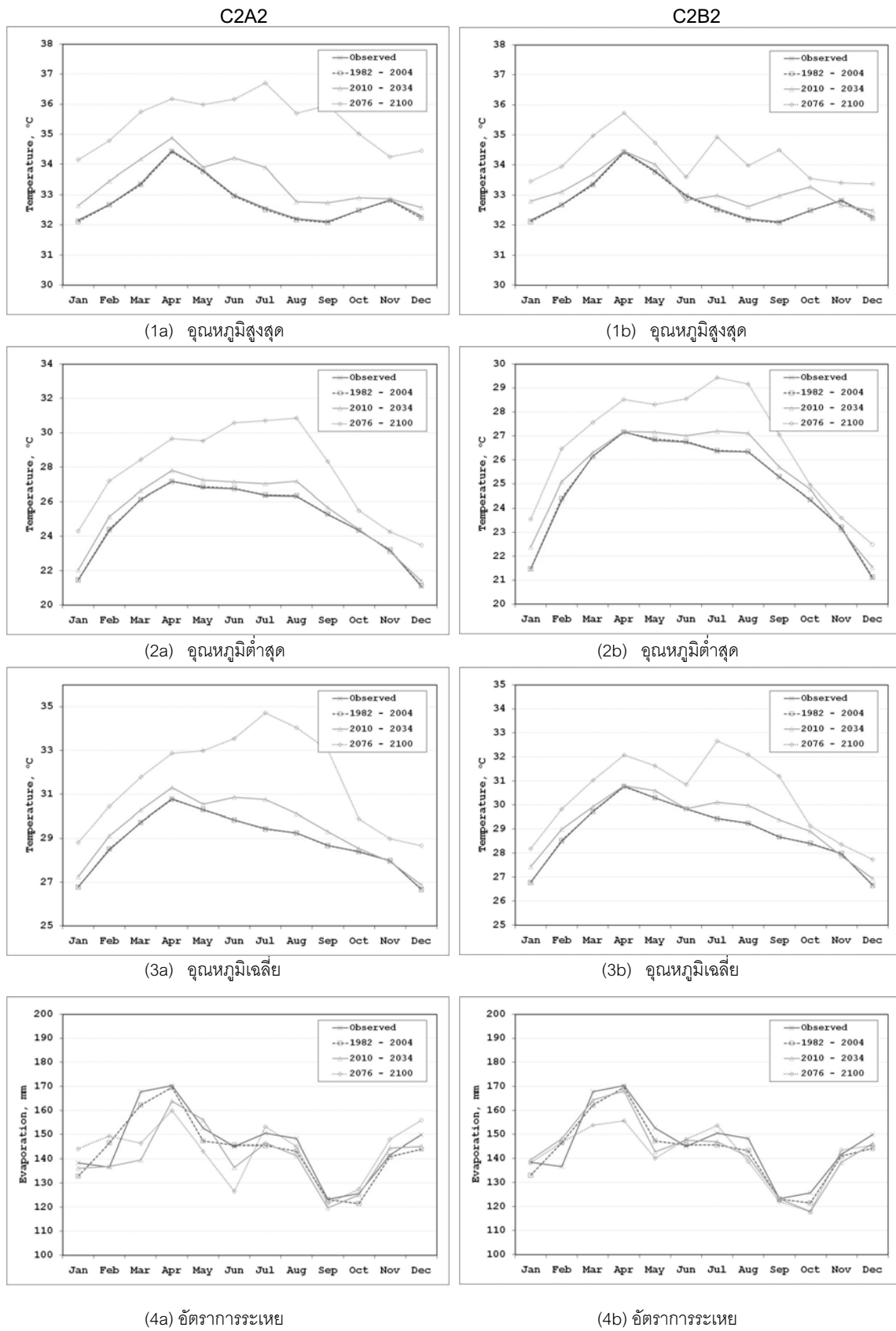


(4) ภาพรวมพื้นที่ศึกษา



(4) ภาพรวมพื้นที่ศึกษา

รูปที่ 4-11 ผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน จากแบบจำลอง CCGCM3 ด้วยวิธี SD Ratio

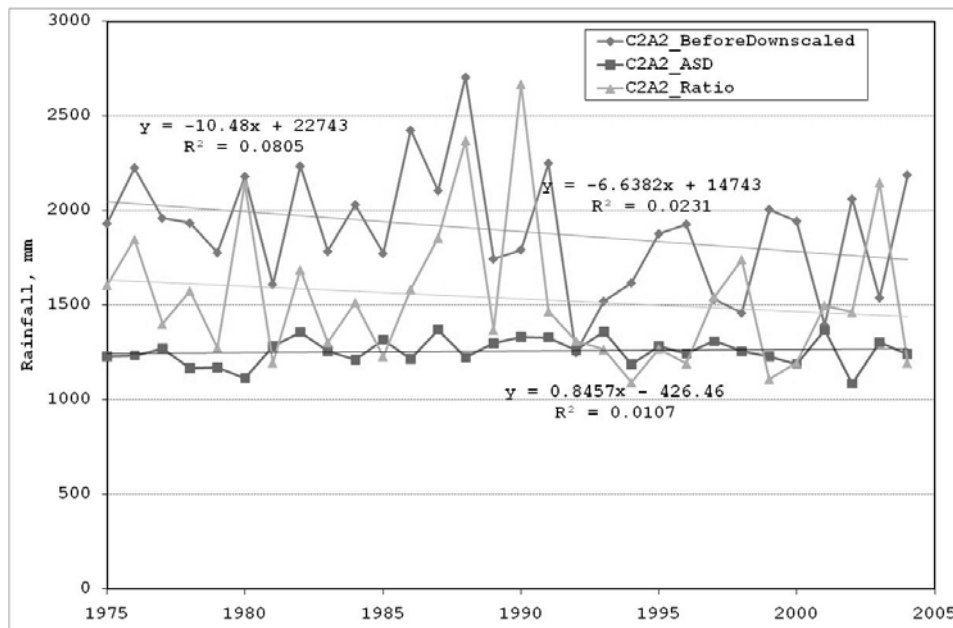


รูปที่ 4-12 ผลการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน จาก CCGCM3 ด้วยวิธี SD Ratio จังหวัดระยอง

4.3.3 สรุปผลการเพิ่มความละเอียดของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก

จากการเพิ่มความละเอียดของแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกของกลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยวิธีออกโตเมตสโตแคสติงส์ (ASD) และวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ในการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลแบบจำลอง GCMs ที่มีความน่าเชื่อถือจะมีลักษณะที่แนวโน้มของข้อมูลแบบจำลอง GCMs ก่อนที่ทำการเพิ่มความละเอียดต้องมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน หรือแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ทั้งในส่วนของการรายเดือน และรายปี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลสภาพภูมิอากาศของ GCMs (Different) จะต้องใกล้เคียงกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่เพิ่มความละเอียดแล้ว ทั้งนี้ สิ่งที่แตกต่างกันระหว่างข้อมูลก่อน และหลังการเพิ่มความละเอียดของข้อมูล คือ ขนาด (magnitude) และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จากการเปรียบเทียบผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายเดือนทั้งสองวิธี เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลภูมิอากาศก่อน และหลังจากผลการเพิ่มความละเอียดด้วยวิธี ASD และสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังรูปที่ 4-13 จะเห็นได้ว่า ในกรณีของกลุ่มน้ำคลองใหญ่ ค่า slope ของวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S_{\text{before}} = -10.48$) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับข้อมูลก่อนเพิ่มความละเอียดของข้อมูลมากกว่าวิธี ASD ($S_{\text{after}} = -6.64$) ส่วนกลุ่มน้ำอื่นๆที่เหลือก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับกลุ่มน้ำคลองใหญ่ จึงสรุปได้ว่า วิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีความสามารถในการเพิ่มความละเอียดข้อมูลที่ได้ผลเป็นที่น่าพอใจมากกว่าวิธี ASD ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงนำผลจากวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมาเป็นข้อสรุป และนำไปใช้ประกอบการศึกษาผลกระทบด้านการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่อไป

จากผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศด้วยวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สรุปได้ว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100) เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 80 และ 134 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 - 2100) เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 291 และ 266 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-4



รูปที่ 4-13 เปรียบเทียบข้อมูลภูมิอากาศก่อน และหลังจากผลการเพิ่มความละเอียดด้วยวิธี ASD และสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายปีของจังหวัดชลบุรีในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.5°C และ 2.16°C คิดเป็น 1.49% และ 6.47% ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.29°C และ 1.15°C คิดเป็น 0.88% และ 3.44% ตามลำดับ จังหวัดระยองในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100) เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.59°C และ 2.59°C คิดเป็น 1.80% และ 7.90% ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.33°C และ 1.35°C คิดเป็น 1.00% และ 4.13% ตามลำดับ

อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปีในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.4°C และ 2.48°C คิดเป็น 1.63% และ 10% ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.4°C และ 1.5°C คิดเป็น 1.64% และ 6% ตามลำดับ จังหวัดระยองในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100) เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.47°C และ 2.81°C คิดเป็น 1.88% และ 11.25% ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.44°C และ 1.70°C คิดเป็น 1.77% และ 6.83% ตามลำดับ

อุณหภูมิเฉลี่ยเฉลี่ยรายปีในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และ อนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.48 °C และ 2.47 °C คิดเป็น 1.66% และ 8.53% ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.35 °C และ 1.37 °C คิดเป็น 1.19% และ 4.72% ตามลำดับ จังหวัดระยองในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 0.55 °C และ 2.79 °C คิดเป็น 1.89% และ 9.65% ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)เพิ่มขึ้นจาก ปัจจุบัน 0.37 °C และ 1.54 °C คิดเป็น 1.30% และ 5.33% ตามลำดับ

อัตราการระเหยรายปีในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคต ระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)ลดลงจากปัจจุบัน 4.99 มิลลิเมตร และ 2.43 มิลลิเมตร คิดเป็น 3.30% และ 1.61% ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)ลดลงจากปัจจุบัน 2.29 มิลลิเมตร และ 3.97 มิลลิเมตร 1.51% และ 2.63% ตามลำดับ จังหวัดระยองในกรณี C2A2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 -2100)ลดลงจากปัจจุบัน 4.89 มิลลิเมตร และ 2.41 มิลลิเมตร 3.35% และ 1.65% ตามลำดับ ส่วนกรณี C2B2 อนาคตอันใกล้ (ช่วงปี 2010 – 2034) และอนาคตระยะไกล (ช่วงปี 2076 - 2100)ลดลงจากปัจจุบัน 2.18 มิลลิเมตร และ 3.83 มิลลิเมตร 1.49% และ 2.63% ตามลำดับ

ตารางที่ 4-4 สรุปผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน กรณี C2A2 และ C2B2

1) ปริมาณน้ำฝน

กรณีศึกษา	ช่วงปี	ลุ่มน้ำสาขา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม
1. Observed	1975 - 2004	1. ชลบุรี	11.93	29.70	53.11	84.34	157.55	117.38	117.41	129.99	231.51	222.04	56.55	7.39	975.88	243.00	1,218.88
		2. ระยองตะวันออก	19.92	30.62	51.04	78.69	159.77	123.12	116.41	118.83	219.37	244.23	68.86	7.14	981.73	256.26	1,238.00
		3. คลองใหญ่	25.73	34.11	55.33	90.99	192.66	146.88	158.91	140.89	239.79	232.94	58.90	9.69	1,112.07	274.76	1,386.84
		รวม	20.78	31.85	53.23	85.66	174.33	132.71	137.27	131.72	230.43	230.27	59.89	8.40	1,036.74	259.82	1,296.56
2. C2A2	2010 - 2034	1. ชลบุรี	28.24	50.74	56.55	114.66	138.38	117.40	156.35	206.76	211.88	145.62	67.39	25.55	976.38	343.14	1,319.52
		2. ระยองตะวันออก	42.26	50.33	58.33	107.92	139.40	119.77	157.82	194.63	203.17	170.53	73.55	19.93	985.32	352.32	1,337.65
		3. คลองใหญ่	49.41	56.91	58.77	116.11	170.36	136.23	182.85	208.95	211.99	158.12	62.99	34.96	1,068.50	379.14	1,447.64
		รวม	42.18	53.20	57.64	112.84	153.45	126.57	168.75	203.23	207.70	156.18	65.78	28.75	1,015.88	360.39	1,376.27
	2076 - 2100	1. ชลบุรี	24.00	39.58	51.74	174.12	98.37	115.00	139.16	169.42	235.21	215.96	89.83	33.60	973.11	412.88	1,385.99
		2. ระยองตะวันออก	35.77	39.26	53.32	163.83	98.15	117.35	140.57	159.60	225.89	242.28	98.05	25.80	983.83	416.03	1,399.86
		3. คลองใหญ่	41.77	44.34	53.76	175.75	122.43	133.21	161.28	171.03	234.00	226.21	83.76	46.81	1,048.17	446.18	1,494.35
		รวม	35.70	41.48	52.72	171.04	109.52	123.87	149.47	166.45	229.99	224.90	87.58	38.14	1,004.20	426.66	1,430.86
3. C2B2	2010 - 2034	1. ชลบุรี	27.21	46.30	73.92	112.63	164.00	166.92	162.50	212.90	202.82	223.06	99.73	31.93	1,132.19	391.73	1,523.93
		2. ระยองตะวันออก	40.63	45.94	76.47	106.04	165.57	170.31	164.06	200.48	193.76	249.65	108.88	24.64	1,143.84	402.61	1,546.45
		3. คลองใหญ่	47.47	51.85	76.84	114.02	200.52	195.44	191.98	215.47	204.34	233.21	92.96	43.82	1,240.96	426.96	1,667.92
		รวม	40.55	48.51	75.42	110.83	181.25	180.86	176.40	209.43	199.37	231.93	97.22	35.94	1,179.23	408.46	1,587.69
	2076 - 2100	1. ชลบุรี	28.58	49.60	70.38	113.65	184.64	156.26	147.31	214.24	209.51	244.42	52.39	27.82	1,156.38	342.42	1,498.80
		2. ระยองตะวันออก	42.64	49.21	72.78	107.04	186.69	159.47	148.82	201.77	200.23	271.45	57.09	21.69	1,168.43	350.46	1,518.89
		3. คลองใหญ่	49.80	55.57	73.18	115.07	225.02	183.10	173.75	216.74	210.86	253.89	49.11	37.53	1,263.36	380.27	1,643.63
		รวม	42.54	51.98	71.81	111.85	203.76	169.39	159.78	210.71	205.85	252.80	51.19	31.05	1,202.29	360.43	1,562.72

ตารางที่ 4-4 สรุปผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน กรณี C2A2 และ C2B2 (ต่อ)

2) อุณหภูมิสูงสุด

กรณีศึกษา	ช่วงปี	อุณหภูมิอากาศ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
Observed	1982 - 2004	1. ฤดูร้อน	32.73	33.19	34.28	35.30	34.31	33.63	33.22	32.97	32.57	32.62	32.88	32.49	33.35
		2. ฤดูหนาว	32.16	32.67	33.38	34.45	33.81	32.99	32.56	32.21	32.12	32.49	32.83	32.30	32.83
C2A2	2010 - 2034	1. ฤดูร้อน	33.26	33.85	34.95	35.68	34.44	34.52	34.30	33.41	33.04	33.00	32.91	32.81	33.85
		2. ฤดูหนาว	32.65	33.46	34.18	34.89	33.91	34.21	33.90	32.78	32.74	32.91	32.86	32.58	33.42
	2076 - 2100	1. ฤดูร้อน	34.86	34.97	36.27	36.75	36.08	35.88	36.45	35.44	35.27	34.80	34.46	34.86	35.51
		2. ฤดูหนาว	34.15	34.79	35.75	36.18	35.98	36.16	36.71	35.70	35.96	35.02	34.25	34.45	35.43
C2B2	2010 - 2034	1. ฤดูร้อน	33.41	33.55	34.54	35.32	34.53	33.56	33.60	33.30	33.21	33.31	32.69	32.70	33.64
		2. ฤดูหนาว	32.79	33.11	33.70	34.46	34.02	32.82	32.99	32.62	32.98	33.27	32.66	32.49	33.16
	2076 - 2100	1. ฤดูร้อน	34.12	34.26	35.63	36.39	35.10	34.11	35.08	34.25	34.26	33.55	33.52	33.68	34.49
		2. ฤดูหนาว	33.45	33.95	34.98	35.74	34.74	33.61	34.93	33.99	34.50	33.55	33.41	33.38	34.19

ตารางที่ 4-4 สรุปผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน กรณี C2A2 และ C2B2 (ต่อ)

3) อุณหภูมิต่ำสุด

กรณีศึกษา	ช่วงปี	ลุ่มน้ำสาขา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
Observed	1982 - 2004	1. ชลบุรี	22.09	23.82	25.41	26.57	26.38	26.26	25.98	25.76	24.99	24.39	23.26	21.40	24.69
		2. ระยอง	21.46	24.32	26.16	27.18	26.82	26.74	26.36	26.33	25.28	24.34	23.17	21.09	24.94
C2A2	2010 - 2034	1. ชลบุรี	22.66	24.39	25.81	27.06	26.72	26.60	26.60	26.54	25.37	24.49	23.20	21.74	25.10
		2. ระยอง	22.04	25.15	26.64	27.81	27.24	27.14	27.03	27.19	25.68	24.42	23.12	21.39	25.41
	2076 - 2100	1. ชลบุรี	24.81	25.82	27.21	28.40	28.57	29.36	29.95	29.83	27.85	25.71	24.55	24.06	27.18
		2. ระยอง	24.30	27.20	28.45	29.65	29.54	30.59	30.71	30.86	28.34	25.51	24.27	23.49	27.74
C2B2	2010 - 2034	1. ชลบุรี	22.97	24.35	25.55	26.61	26.64	26.49	26.75	26.48	25.39	24.89	23.17	21.89	25.10
		2. ระยอง	22.37	25.08	26.31	27.19	27.15	27.01	27.19	27.12	25.70	24.78	23.09	21.53	25.38
	2076 - 2100	1. ชลบุรี	24.09	25.31	26.52	27.58	27.58	27.73	28.79	28.31	26.65	25.09	23.77	22.96	26.20
		2. ระยอง	23.55	26.47	27.55	28.53	28.31	28.55	29.43	29.16	27.05	24.96	23.61	22.49	26.64

ตารางที่ 4-4 สรุปผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน กรณี C2A2 และ C2B2 (ต่อ)

4) อุณหภูมิเฉลี่ย

กรณีศึกษา	ช่วงปี	ข้อมูลสาขา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
Observed	1982 - 2004	1. ฤดูใบไม้ร่วง	27.38	28.48	29.82	30.91	30.32	29.92	29.58	29.34	28.76	28.48	28.05	26.92	29.00
		2. ฤดูร้อน	26.79	28.48	29.75	30.79	30.29	29.84	29.44	29.24	28.68	28.39	27.98	26.67	28.86
C2A2	2010 - 2034	1. ฤดูใบไม้ร่วง	27.82	28.95	30.27	31.37	30.56	30.76	30.77	30.12	29.30	28.65	28.01	27.15	29.48
		2. ฤดูร้อน	27.24	29.11	30.29	31.30	30.54	30.85	30.75	30.12	29.31	28.54	27.95	26.87	29.41
	2076 - 2100	1. ฤดูใบไม้ร่วง	29.29	29.93	31.52	32.71	32.64	32.91	34.28	33.50	32.35	30.02	29.29	29.18	31.47
		2. ฤดูร้อน	28.82	30.44	31.78	32.87	32.98	33.55	34.71	34.04	33.03	29.89	28.98	28.66	31.65
C2B2	2010 - 2034	1. ฤดูใบไม้ร่วง	28.00	28.85	29.98	30.95	30.60	29.95	30.21	30.01	29.37	29.03	27.93	27.24	29.34
		2. ฤดูร้อน	27.43	28.99	29.94	30.81	30.59	29.84	30.12	29.99	29.39	28.91	27.88	26.95	29.24
	2076 - 2100	1. ฤดูใบไม้ร่วง	28.70	29.48	30.90	32.03	31.49	30.76	32.46	31.83	30.84	29.24	28.52	28.13	30.37
		2. ฤดูร้อน	28.19	29.83	31.04	32.08	31.63	30.86	32.66	32.10	31.19	29.12	28.36	27.73	30.40

ตารางที่ 4-4 สรุปผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน และสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือน กรณี C2A2 และ C2B2 (ต่อ)

5) อัตราการระเหย														หน่วย: มม.	
กรณีศึกษา	ช่วงปี	ลุ่มน้ำสาขา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
Observed	1982 - 2004	1. ชลบุรี	144.43	140.00	174.96	176.85	162.73	152.37	154.03	152.14	133.48	130.02	138.20	151.71	150.91
		2. ระยอง	138.37	136.59	167.86	170.40	152.66	144.96	150.52	148.28	123.29	125.64	141.68	149.90	145.85
C2A2	2010 - 2034	1. ชลบุรี	142.51	140.66	146.17	169.97	165.41	144.96	149.55	145.32	129.89	128.92	140.83	146.89	145.92
		2. ระยอง	136.17	137.00	139.59	163.87	156.08	136.50	146.46	141.44	119.63	125.03	144.59	145.13	140.96
	2076 - 2100	1. ชลบุรี	151.10	152.64	152.78	165.79	153.93	136.19	155.83	148.68	131.70	131.20	144.13	157.83	148.48
		2. ระยอง	144.33	149.34	146.39	159.98	143.25	126.60	153.31	145.03	121.55	127.42	148.00	156.03	143.44
C2B2	2010 - 2034	1. ชลบุรี	146.07	151.58	170.12	174.48	153.51	154.72	150.02	144.72	133.35	122.07	134.80	148.06	148.62
		2. ระยอง	139.55	148.15	164.31	168.06	142.79	147.51	146.97	140.80	123.32	117.89	138.36	146.30	143.67
	2076 - 2100	1. ชลบุรี	144.77	150.28	160.50	161.09	151.11	155.21	156.24	142.78	132.24	122.03	139.81	147.25	146.94
		2. ระยอง	138.28	146.73	153.92	155.60	140.10	148.06	153.76	138.72	122.13	117.84	143.53	145.50	142.01

บทที่ 5

การทบทวนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก

5.1 การทบทวนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก

ในพื้นที่ภาคตะวันออกที่นำมาศึกษาระบบแหล่งน้ำในครั้งนี้ ประกอบด้วย กลุ่มน้ำสาขาชลบุรีระยองตะวันตก และคลองใหญ่ ดังรูปที่ 5-1 และหากไม่พิจารณาท่อส่งน้ำดิบจากระบบหนองค้อ-แหลมฉบัง มายังระบบท่อส่งน้ำดิบสำหรับเขตเมืองพัทยา และระบบท่อส่งน้ำหนองปลาไหล-หนองค้อแล้วสามารถแบ่งระบบแหล่งน้ำของพื้นที่ศึกษา ออกเป็น

- 1) ระบบแหล่งน้ำสำหรับเขตความต้องการน้ำพื้นที่เมืองพัทยา
- 2) ระบบแหล่งน้ำสำหรับเขตความต้องการน้ำในพื้นที่ชุมชน และอุตสาหกรรมหนองค้อ-แหลมฉบัง-ชลบุรี
- 3) ระบบแหล่งน้ำสำหรับเขตความต้องการน้ำพื้นที่ชุมชนในเมืองระยอง และพื้นที่อุตสาหกรรมในบริเวณมาบตาพุด และสัตหีบ

5.1.1 แหล่งน้ำต้นทุน

พื้นที่รับน้ำฝนของภาคตะวันออกนี้ใช้ในการศึกษาลักษณะทาบในครั้งนี้ ประกอบด้วย พื้นที่รับน้ำฝนของกลุ่มน้ำสาขาชลบุรี กลุ่มน้ำสาขาระยองตะวันตก และกลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่ เท่ากับ 832.10 566.68 และ 1,804.00 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ และมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ย เท่ากับ 225.46 163.93 และ 576.66 ล้านลบ.ม. ตามลำดับ ในการประเมินปริมาณน้ำท่ารายเดือน สำหรับการศึกษาระบบแหล่งน้ำ ได้แบ่งพื้นที่กลุ่มน้ำสาขาชลบุรีออกเป็น 24 กลุ่มน้ำย่อย กลุ่มน้ำสาขาระยองตะวันตกออกเป็น 10 กลุ่มน้ำย่อย และกลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่ออกเป็น 27 กลุ่มน้ำย่อย รวมทั้งสิ้น 61 กลุ่มน้ำย่อยซึ่งครอบคลุมพื้นที่จังหวัดชลบุรี และบางส่วนของจังหวัดระยอง มีลำน้ำหลักที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำคลองใหญ่ ลักษณะการจัดการน้ำในปัจจุบันของพื้นที่ภาคตะวันออกในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 3 โซน พื้นที่ด้วยกันตามเขตความต้องการน้ำหลัก ได้แก่ พื้นที่เมืองพัทยา พื้นที่หนองค้อ-แหลมฉบัง-ชลบุรี และพื้นที่เมืองระยอง-มาบตาพุด-สัตหีบ มีปริมาณน้ำเก็บกักรวม 452.59 ล้านลบ.ม. อ่างเก็บน้ำที่สำคัญๆ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล และอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ เป็นต้น สรุปลักษณะที่สำคัญ ได้ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 คุณลักษณะของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก

อ่างเก็บน้ำ	จังหวัด	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ความจุอ่างที่ระดับเก็บกักปกติ (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่าง (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)
พื้นที่เมืองพัทยา					
1. อ่างเก็บน้ำห้วยสะพาน	ชลบุรี	14.00	3.84	5.67	-
2. อ่างเก็บน้ำหนองกลางดง	ชลบุรี	18.50	7.90	6.54	-
3. อ่างเก็บน้ำห้วยขุนจิต	ชลบุรี	11.00	4.87	3.73	-
4. อ่างเก็บน้ำมาบประชัน	ชลบุรี	37.00	15.60	13.08	-
5. อ่างเก็บน้ำห้วยซากนอก	ชลบุรี	17.60	7.03	5.53	-
พื้นที่หนองค้อ-แหลมฉบัง-ชลบุรี					
6. อ่างเก็บน้ำบางพระ	ชลบุรี	130.00	117.00	47.94	1,970
7. อ่างเก็บน้ำหนองค้อ	ชลบุรี	51.00	21.10	16.81	-
พื้นที่เมืองระยอง-มาบตาพุด-สัตหีบ					
8. อ่างเก็บน้ำดอกกราย	ระยอง	291.00	71.40	151.09	-
9. อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	ระยอง	408.00	163.75	121.76	-
10. อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่	ระยอง	218.00	40.10	53.75	20,000

ที่มา : โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก, กรมทรัพยากรน้ำ 2546

5.1.2 ความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ

5.1.2.1 ปริมาณความต้องการใช้น้ำหลักในพื้นที่ชลบุรี-ระยอง

จากการรวบรวม และทบทวนรายงานโครงการศึกษาสำรวจและออกแบบระบบคลองผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำประแสร์ไปอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง ปี 2548 และรายงานโครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกราย และพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง ซึ่งได้มีการคาดการณ์ปริมาณความต้องการน้ำหลักในพื้นที่ชลบุรี-ระยอง ได้แก่ ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค (ประปา) การอุตสาหกรรม และการเกษตร โดยเริ่มคาดการณ์ตั้งแต่ปี 2546 ถึงปี 2568 ซึ่งพอที่จะสรุปความต้องการน้ำหลักแต่ละกิจกรรมดังนี้

1) ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค (ประปา)

การคาดการณ์ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคสำหรับแต่ละสำนักงานประปาในพื้นที่ศึกษาทั้งปีฐาน (2546) ปีปัจจุบัน (2548) และอนาคต 20 ปีข้างหน้า (ปี 2568) สรุปได้ดังนี้

สำนักงานประปา	ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อผลิตประปา, ล้าน ลบ.ม./ปี					
	2546	2548	2553	2558	2563	2568
1. ประปาชลบุรี	42.85	47.67	57.85	63.31	68.79	75.97
2. ประปาแหลมฉบัง	8.83	9.82	12.49	15.53	18.65	22.13
3. ประปาเมืองพัทยา	29.98	32.66	42.40	52.72	63.32	72.73
4. ประปาสัตหีบ	2.70	3.20	3.55	4.20	4.73	5.22
5. ประปาบ้านฉาง	2.49	3.51	4.90	5.80	6.53	7.21
6. ประปาระยอง	15.55	16.31	20.10	22.53	24.69	27.18
รวมพื้นที่ชลบุรี-แหลมฉบัง-พัทยา	81.66	90.15	112.74	131.56	150.76	170.83
รวมพื้นที่มาบตาพุด-บ้านฉาง-สัตหีบ	5.19	6.71	8.45	10.00	11.26	12.43
รวมพื้นที่เมืองระยอง	15.55	16.31	20.10	22.53	24.69	27.18
รวมทั้งหมด	102.40	113.17	141.29	164.09	186.71	210.44

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกราย และพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง, กรมชลประทาน 2548

2) ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม

จากการคาดการณ์ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุตสาหกรรมจากระบบท่อส่งน้ำดิบของบริษัท East Water และจากบริเวณฝ่ายบ้านค่าย สรุปได้ดังนี้

เขตความต้องการ	ปริมาณความต้องการน้ำ, ล้าน ลบ.ม./ปี					
	2546	2548	2553	2558	2563	2568
1. พื้นที่ดอกกราย-มาบตาพุด-สัตหีบ	85.62	107.01	135.59	157.67	171.24	177.32
2. พื้นที่หนองปลาไหล-หนองค้อ(ปลวกแดง)	9.10	10.80	15.86	19.95	22.42	24.47
3. พื้นที่หนองค้อ-แหลมฉบัง พัทยา	13.98	19.02	23.36	26.25	28.60	31.28
รวมย่อย	108.70	136.83	174.80	203.88	222.26	233.06
4. พื้นที่หน้าฝายบ้านค่าย (ไทยแท็พฟิต้า TPI และโรจนะ)	33.33	33.33	33.33	33.33	33.33	33.33
รวมทั้งหมด	142.03	170.16	208.13	237.21	255.59	266.39

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกรายและพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง, กรมชลประทาน 2548

3) ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร

ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรสำหรับพื้นที่ชลประทานหลักในกลุ่มน้ำ
ระยอง-ชลบุรี สรุปได้ดังนี้

เขตความต้องการ	พื้นที่ ชลประทาน (ไร่)	ปริมาณความต้องการน้ำ, ล้าน ลบ.ม./ปี					
		2546	2548	2553	2558	2563	2568
1. อ่างเก็บน้ำบางพระ	1,970	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97	2.97
2. ฝ่ายบ้านค่าย	30,000	50.96	50.96	50.96	50.96	50.96	50.96
3. อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่	20,000	-	-	27.80	27.80	27.80	27.80
4. อ่างเก็บน้ำประแสร์	137,000	-	-	160.27	160.27	160.27	160.27
รวม	188,970	53.93	53.93	242.00	242.00	242.00	242.00

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกรายและพัฒนาระบบส่งน้ำ
เชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง, กรมชลประทาน 2548

4) รวมปริมาณความต้องการน้ำ

รายการ	ปริมาณความต้องการน้ำ, ล้าน ลบ.ม./ปี					
	2546	2548	2553	2558	2563	2568
1. น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค	102.40	113.17	141.29	164.09	186.71	210.44
2. น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม	142.03	170.16	208.13	237.21	255.59	266.39
3. น้ำเพื่อการเกษตร	53.93	53.93	242.00	242.00	242.00	242.00
4. รักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ	68.72	68.72	68.72	68.72	68.72	68.72
รวม	367.08	405.98	660.14	712.02	753.02	787.55

หมายเหตุ : ความต้องการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำบริเวณปากแม่น้ำระยอง และประแสร์เท่ากับ 43.52 และ 25.20 ล้านลบ.ม./ปี
ตามลำดับ

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกรายและพัฒนาระบบส่งน้ำ
เชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง, กรมชลประทาน 2548

5.1.2.2 ความต้องการใช้น้ำจากระบบท่อส่งน้ำดิบเพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม

1) ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค (ประปา)

ความต้องการใช้น้ำจากระบบท่อส่งน้ำดิบเพื่อการอุปโภคบริโภคและ
อุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจุบันอยู่ในความรับผิดชอบของบริษัท East Water กล่าวคือ ปริมาณความ
ต้องการน้ำส่วนนี้ไม่ได้รับจากอ่างเก็บน้ำต่างๆ โดยตรง โดยเป็นส่วนที่จะต้องได้รับน้ำจากระบบท่อส่ง
น้ำเพิ่มเติมให้พอเพียง ทั้งนี้ในพื้นที่ภาคตะวันออกมีระบบท่อส่งน้ำดิบเชื่อมโยงระหว่างเขตลุ่มน้ำคลอง

ใหญ่กับเขตลุ่มน้ำชลบุรี ซึ่งมีการส่งน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลไปยังอ่างเก็บน้ำหนองค้อ หรือพื้นที่ชลบุรี-แหลมฉบัง-พัทยา และจากอ่างเก็บน้ำดอกกรายไปยังพื้นที่ดอกกราย-มาบตาพุด-สัตหีบ พอที่จะสรุปได้ดังนี้

เขตความต้องการน้ำ	กรณี ความต้องการใช้น้ำ	ปริมาณความต้องการน้ำ, ล้าน ลบ.ม./ปี				
		2548	2553	2558	2563	2568
1. พื้นที่ชลบุรี-แหลมฉบัง-พัทยา	ทั้งหมด	90.15	112.74	131.56	150.76	170.83
	เฉพาะระบบท่อส่งน้ำดิบ	35.75	52.74	71.56	90.76	110.83
2. พื้นที่ดอกกราย-มาบตาพุด-สัตหีบ	ทั้งหมด	23.02	28.55	32.53	35.95	39.61
	เฉพาะระบบท่อส่งน้ำดิบ	6.71	11.91	15.89	19.31	22.97
รวมทั้งหมด	ทั้งหมด	113.17	141.29	164.09	186.71	210.44
	เฉพาะระบบท่อส่งน้ำดิบ	42.46	64.65	87.45	110.07	133.80

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกรายและพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง, กรมชลประทาน 2548

สำหรับปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปาจำแนกตามสำนักประปาแหล่งน้ำที่ใช้ในปัจจุบันและความต้องการจากระบบท่อส่งน้ำดิบเพิ่มเติมในอนาคต ได้มีการคาดการณ์ไว้ดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการผลิตน้ำประปาจำแนกตามสำนักประปา แหล่งน้ำ
ที่ใช้ในปัจจุบันและความต้องการจากระบบท่อส่งน้ำดิบเพิ่มเติมในอนาคต

สำนักงาน ประปา	แหล่งน้ำที่ใช้ ไม่รวมจากระบบท่อส่งน้ำดิบ	กรณี ความต้องการน้ำ	ปริมาณความต้องการน้ำ, ล้าน ลบ.ม./ปี				
			2548	2553	2558	2563	2568
ประปาชลบุรี	อ่างบางพระ	ทั้งหมด	47.67	57.85	63.31	68.79	75.97
		จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	14.67	24.85	30.31	35.79	42.97
ประปาแหลมฉบัง	-	ทั้งหมด	9.82	12.49	15.53	18.65	22.13
		จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	9.82	12.49	15.53	18.65	22.13
ประปาพิทยา							
- บางละมุง	-	ทั้งหมด	8.76	8.76	8.76	8.76	8.76
		จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	8.76	8.76	8.76	8.76	8.76
- หนองกลางดง	อ่างหนองกลางดง	ทั้งหมด	9.20	13.00	13.00	13.00	13.00
	ห้วยขุนจิตและห้วยสะพาน	จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	-	-	-	-	-
- มาบประชัน	อ่างมาบประชัน	ทั้งหมด	9.20	11.00	11.00	11.00	11.00
		จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	-	-	-	-	-
- ห้วยชากนอก	อ่างห้วยชากนอก	ทั้งหมด	5.50	7.90	8.76	8.76	8.76
		จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	2.50	4.90	5.76	5.76	5.76
- เพิ่มเติม	-	ทั้งหมด	-	1.74	11.20	21.80	31.21
		จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	-	1.74	11.20	21.80	31.21
รวมประปาพิทยา	อ่างมาบประชัน ชากนอก	ทั้งหมด	32.66	42.40	52.72	63.32	72.73
	หนองกลางดง ห้วยขุนจิต และห้วยสะพาน	จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	11.26	15.40	25.72	36.32	45.73
ประปาสัตหีบ	-	ทั้งหมด	3.20	3.55	4.20	4.73	5.22
		จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	3.20	3.55	4.20	4.73	5.22
ประปَاب้านฉาง	-	ทั้งหมด	3.51	4.90	5.80	6.53	7.21
		จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	3.51	4.90	5.80	6.53	7.21
ประปาระยอง	ฝายบ้านค่าย	ทั้งหมด	16.31	20.10	22.53	24.69	27.18
		จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	-	3.46	5.89	8.05	10.54
รวมทั้งหมด	อ่างเก็บน้ำและฝายต่าง ๆ	ทั้งหมด	113.17	141.29	164.09	186.71	210.44
		จากระบบท่อส่งน้ำดิบ	42.46	64.65	87.45	110.07	133.80

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกรายและพัฒนา ระบบส่งน้ำ
เชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง, กรมชลประทาน 2548

2) ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรม

สำหรับความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรมทั้งหมดและที่ความต้องการจากระบบท่อส่งน้ำดิบ ซึ่งได้แก่ ความต้องการน้ำในพื้นที่ดอกทราย-มาบตาพุด-สัตหีบ พื้นที่หนองปลาไหล-หนองค้อ (ปลวกแดง) และพื้นที่หนองค้อ-แหลมฉบัง-พัทยา สรุปได้ดังนี้

กรณีความต้องการน้ำ	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ, ล้าน ลบ.ม./ปี				
	2548	2553	2558	2563	2568
1. ปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งหมด	170.16	208.13	237.21	255.59	266.39
2. เฉพาะที่ใช้น้ำจากระบบท่อส่งน้ำดิบ	136.83	174.80	203.88	222.26	233.06

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกรายและพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง, กรมชลประทาน 2548

3) รวมความต้องการใช้น้ำจากระบบท่อส่งน้ำดิบ

กิจกรรมความต้องการน้ำ	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ, ล้าน ลบ.ม./ปี				
	2548	2553	2558	2563	2568
1. น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค (ประปา)	42.46	64.65	87.45	110.07	133.80
2. น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม	136.83	174.80	203.88	222.26	233.06
รวมทั้งหมด	179.29	239.45	291.33	332.33	366.86

ที่มา : โครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกรายและพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง, กรมชลประทาน 2548

5.2 การทบทวนการจัดการอ่างเก็บน้ำในปัจจุบัน

1) การศึกษาการจัดการอ่างเก็บน้ำดอกกราย

ในการศึกษาการจัดการอ่างเก็บน้ำดอกกราย ได้ทำการรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำและการคำนวณ Water Balance ในอ่างเก็บน้ำดอกกราย ซึ่งเป็นค่ารายวันจากโครงการชลประทานระยอง ในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 ถึง 2547 และนำมาสรุปเป็นค่ารายเดือนและรายปี และสรุปค่าเฉลี่ยรายปีได้ดังนี้

รายการ	หน่วย	สถิติค่ารายปี (ช่วงปี 2537-2547)		
		เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
1. ปริมาณฝนตก	มม.	1,616.0	1,859.0	1,162.0
2. ปริมาณการระเหยและรั่วซึม	ล้าน ลบ.ม.	19.64	21.76	17.91
3. ปริมาณน้ำผ่าน Outlet และ Spillway	ล้าน ลบ.ม.	97.12	164.06	13.88
4. ปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม				
- บริษัท East Water (ระบบท่อออกกระจาย- มาบตาพุด-สัตหีบ)	ล้าน ลบ.ม.	46.43	63.56	29.84
- ไทยแท่งไฟฟ้า	ล้าน ลบ.ม.	3.33	3.8	2.72
- รวม *	ล้าน ลบ.ม.	49.77	67.08	32.6
5. ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่าง	ล้าน ลบ.ม.	151.87	217.71	87.84

หมายเหตุ * รวมปริมาณน้ำที่ส่งให้ อบต. แม่น้ำคู่ ตั้งแต่ปี 2545 ถึง 2547

จากข้อมูลที่รวบรวมได้ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำดอกกราย ช่วงปี 2537-2547 ประมาณ 151.87 ล้าน ลบ.ม. อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำท่ารายปีที่ไหลลงอ่างฯ น้อยที่สุด เท่ากับ 87.84 ล้าน ลบ.ม. ในปี 2540 และในปี 2547 มีปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างฯ น้อยเช่นกัน คือ ประมาณ 88.50 ล้าน ลบ.ม. (น้อยกว่าเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 41.73)

สำหรับปริมาณน้ำจากอ่างเก็บน้ำดอกกรายที่ส่งให้กับการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม โดยเฉลี่ยทั้ง 11 ปีประมาณ 49.77 ล้าน ลบ.ม. โดยเพิ่มขึ้นจาก 32.60 ล้าน ลบ.ม. ในปี 2537 เป็น 57.64 ล้าน ลบ.ม. ในปี 2547 และมีปริมาณน้ำที่ส่งมากที่สุดเท่ากับ 67.08 ล้าน ลบ.ม. ในปี 2542

2) การศึกษาการจัดการอ่างเก็บน้ำดอกกราย

ในการศึกษาการจัดการอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล โดยใช้ข้อมูลช่วงปี 2537-2547 ซึ่งพอสรุปสถิติค่ารายปีได้ดังนี้

รายการ	หน่วย	สถิติค่ารายปี (ช่วงปี 2537-2547)		
		เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
1. ปริมาณฝนตก	มม.	1,521.1	1,887.0	1,126.0
2. ปริมาณการระเหยและรั่วซึม	ล้าน ลบ.ม.	40.10	45.25	32.00
3. ปริมาณน้ำผ่าน Outlet และ Spillway	ล้าน ลบ.ม.	146.81	327.71	55.89
4. ปริมาณน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม				
- ระบบหนองปลาไหล-มาบตาพุด-สัตหีบ	ล้าน ลบ.ม.	20.96	64.14	8.39
- ระบบหนองปลาไหล-หนองค้อ	ล้าน ลบ.ม.	23.37	54.71	9.69
-รวม	ล้าน ลบ.ม.	44.33	114.91	9.87
5. ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่าง	ล้าน ลบ.ม.	210.76	358.66	147.84

จากข้อมูลที่รวบรวมได้ พบว่า ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ช่วงปี 2537-2547 ประมาณ 210.76 ล้าน ลบ.ม. สูงสุด 358.66 ล้าน ลบ.ม. ในปี 2538 และต่ำสุด 147.84 ล้าน ลบ.ม. ในปี 2540 สำหรับปี 2547 ปริมาณน้ำท่าทั้งปีที่ไหลลงอ่างประมาณ 159.90 ล้าน ลบ.ม. (น้อยกว่าเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 24.13)

สำหรับปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบท่อของบริษัท East Water มีปริมาณมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วง 2 ปี ที่ผ่านมา โดยในปี 2546-2547 ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าระบบท่อน้ำหนองปลาไหล-มาบตาพุด-สัตหีบ รายปีเฉลี่ยประมาณ 62.17 ล้าน ลบ.ม. และเข้าระบบท่อน้ำหนองปลาไหล-หนองค้อ รายปีเฉลี่ยประมาณ 51.75 ล้าน ลบ.ม. หรือรวมกันประมาณ 113.92 ล้าน ลบ.ม. และเมื่อพิจารณารวมกับปริมาณน้ำจากอ่างเก็บน้ำดอกกราย สรุปได้ดังนี้

ปี พ.ศ.	ปริมาณน้ำส่งให้ระบบท่อเพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม, ล้าน ลบ.ม./ปี		
	จากอ่างเก็บน้ำดอกกราย	จากอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	รวม
2546	51.07	112.94	164.01
2547	57.64	114.91	172.55

หมายเหตุ : ไม่รวมน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรมที่ผันจากบริเวณเหนือฝายบ้านค่าย

3) การทบทวนปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำดอกกรายและหนองปลาไหล

จากการทบทวนข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำดอกกรายและหนองปลาไหลและปรับปรุงเพิ่มเติม โดยพิจารณาสถิติข้อมูลช่วงปี 2506-2547 พอสรุปได้ดังนี้

(1) ปริมาณน้ำท่ารายปี

อ่างเก็บน้ำ	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำท่ารายปี, ล้าน ลบ.ม.		
		เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
ดอกกราย	291.0	147.08	290.60	35.40
หนองปลาไหล	408.0	187.89	378.88	42.48

(2) ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปี

อ่างเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างฯ รายเดือนเฉลี่ย, ล้าน ลบ.ม.												รายปี เฉลี่ย
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
ดอกกราย	6.79	15.19	11.37	9.05	8.53	17.66	41.12	21.99	8.85	3.29	2.8	2.63	147.08
หนองปลาไหล	9.28	18.56	14.75	12.46	12.4	23.61	48.98	24.16	9.69	4.5	4.48	5.02	187.89

5.3 การประเมินความต้องการน้ำหลักในพื้นที่ชลบุรี-ระยอง

ในการศึกษาผลกระทบต่อการจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ได้มุ่งเน้นเฉพาะความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน เนื่องจากความต้องการใช้น้ำประเภทนี้ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยตรง กล่าวคือ ความต้องการใช้น้ำชลประทานขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแต่ละกรณี ส่วนความต้องการน้ำประเภทอื่นๆ ได้จากการทบทวนรายงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความต้องการน้ำอุตสาหกรรม และความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค ซึ่งมีรายละเอียดในการทบทวนและประเมินดังนี้

1) การทบทวนความต้องการน้ำอุตสาหกรรม

จากการทบทวนความต้องการน้ำอุตสาหกรรมจากรายงานสถานการณ์การใช้น้ำของประเทศไทย และข้อมูลการบริหารอ่างเก็บน้ำดอกกราย และหนองปลาไหล ในช่วงปี 2538 – 2548 พบว่า ปริมาณความต้องการน้ำอุตสาหกรรมที่ใช้จากระบบแหล่งน้ำผิวดินหรือมีการสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำดอกกราย และหนองปลาไหล โดยเฉพาะพื้นที่อุตสาหกรรมมาบตาพุด ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากปัจจุบัน ปี 2548 ประมาณ 100 ล้านลบ.ม./ปี เป็นในอนาคต ปี 2570 ประมาณ 272 ล้านลบ.ม./ปี

ซึ่งอัตราการสูบน้ำแปรผันไปตามสัดส่วนการสูบน้ำของอ่างเก็บน้ำดอกกราย และหนองปลาไหลรายเดือน ในปัจจุบัน โดยมีน้ำส่วนหนึ่งสูบส่งผ่านท่อน้ำดิบไปยังอ่างเก็บน้ำหนองค้อ ประมาณ 60 ล้านลบ.ม./ปี ซึ่งสรุปได้ดังนี้

พื้นที่ อุตสาหกรรม	หน่วย	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รวม
หนองปลาไหล- หนองค้อ	ล้านลบ.ม./ เดือน	4.63	4.99	4.88	5.06	4.93	4.50	4.68	5.15	5.40	5.23	4.87	5.45	59.77
	ลบ.ม./วินาที	1.79	1.93	1.89	1.96	1.91	1.74	1.81	2.00	2.09	2.03	1.88	2.11	
หนองปลาไหล- นิคมฯมาบตาพุด	ล้านลบ.ม./ เดือน	4.36	4.60	4.13	4.22	4.55	4.59	4.42	3.57	4.23	3.80	3.66	3.81	49.93
	ลบ.ม./วินาที	1.68	1.78	1.59	1.63	1.76	1.77	1.71	1.38	1.64	1.47	1.41	1.47	
ดอกกราย- มาบตาพุด	ล้านลบ.ม./ เดือน	4.04	4.24	4.19	3.93	4.03	3.89	4.13	4.23	4.23	3.99	3.63	4.10	48.64
	ลบ.ม./วินาที	1.56	1.64	1.62	1.52	1.55	1.50	1.59	1.63	1.63	1.54	1.40	1.58	

สำหรับในการกำหนดความต้องการน้ำอุตสาหกรรมในอนาคต ปี 2570 สามารถกำหนดได้ดังนี้

พื้นที่ อุตสาหกรรม	หน่วย	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รวม
หนองปลาไหล- หนองค้อ	ล้านลบ.ม./ เดือน	4.63	4.99	4.88	5.06	4.93	4.50	4.68	5.15	5.40	5.23	4.87	5.45	59.77
	ลบ.ม./วินาที	1.79	1.93	1.89	1.96	1.91	1.74	1.81	2.00	2.09	2.03	1.88	2.11	
หนองปลาไหล- นิคมฯมาบตาพุด	ล้านลบ.ม./ เดือน	12.07	12.72	11.42	11.68	12.61	12.72	12.23	9.89	11.72	10.52	10.12	10.56	138.24
	ลบ.ม./วินาที	4.65	4.91	4.41	4.50	4.86	4.91	4.72	3.81	4.52	4.06	3.91	4.07	
ดอกกราย- มาบตาพุด	ล้านลบ.ม./ เดือน	11.17	11.73	11.59	10.87	11.14	10.75	11.42	11.70	11.70	11.03	10.04	11.35	134.48
	ลบ.ม./วินาที	4.31	4.52	4.47	4.19	4.30	4.15	4.40	4.51	4.52	4.25	3.87	4.38	

2) การทบทวนความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค

สำหรับความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค สามารถพิจารณาได้จากการใช้น้ำประปาในปัจจุบันจากการทบทวนรายงานที่เกี่ยวข้องข้างต้น ซึ่งใช้สำหรับการจำลองสภาพการจัดการน้ำในช่วงปี 1995- 2004 และแผนการขยายน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคในอนาคต ใช้สำหรับการจำลองสภาพการจัดการน้ำในอนาคตอันใกล้ และอนาคตสิ้นศตวรรษที่ 21 ช่วงปี 2010 – 2034 และ 2076 – 2100 ซึ่งได้กำหนดไว้ดังนี้

ประปา	ปัจจุบัน		อนาคต	
	ล้านลบ.ม./ปี	ลบ.ม./วินาที	ล้านลบ.ม./ปี	ลบ.ม./วินาที
ประปาชลบุรี	42.92	1.38	75.89	2.44
ประปาแหลมฉบัง	8.71	0.28	22.08	0.71
ประปาพิทยา	29.86	0.96	72.78	2.34
ประปาระยอง	15.86	0.51	25.19	0.81

3) การประเมินความต้องการน้ำชลประทาน

สำหรับความต้องการใช้น้ำเพื่อชลประทาน เป็นปริมาณน้ำที่คำนวณจากปริมาณน้ำฝนรายวัน อัตราการคายระเหยของพืช และพื้นที่เพาะปลูกในเขตชลประทาน ซึ่งปริมาณน้ำฝนรายวันเป็นตัวแปรหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นในการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำเพื่อชลประทานนี้ จึงตั้งสมมติฐานว่า ตัวแปรในการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่มีการแกว่งตัวมากคือ ปริมาณน้ำฝน จึงกำหนดเงื่อนไขในการประเมินไว้ดังนี้

- 1) ความต้องการใช้น้ำเพื่อชลประทานผันแปรไปตามปริมาณน้ำตามกรณีศึกษาต่างๆข้างต้น
- 2) พื้นที่ในการเพาะปลูกกำหนดให้ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบัน
- 3) รูปแบบหรือปฏิทินการเพาะปลูกไม่ต่างไปจากปัจจุบัน

แนวทางการประเมินความต้องการน้ำเพื่อชลประทาน

ในการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานด้วยแบบจำลองความต้องการใช้น้ำชลประทาน จำเป็นต้องใช้ข้อมูลฝนรายวัน ข้อมูลอัตราการคายระเหยของพืช รูปแบบการเพาะปลูก ชนิดของพืชที่เพาะปลูก และพื้นที่เพาะปลูก มาประกอบการวิเคราะห์ ซึ่งมีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลอัตราการคายระเหยของพืช รูปแบบการเพาะปลูก ชนิดของพืชที่เพาะปลูก และพื้นที่เพาะปลูก

- ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำของพืชรายเดือน (Kc) กำหนดดังนี้

เดือนที่	Kc ข้าว	เดือนที่	Kc พืชไร่
1	0.9875	1	0.575
2	1.275	2	0.8475
3	1.1075	3	0.965
4	0.8925	4	0.64
		5	0.42

- ค่าประสิทธิภาพชลประทาน (Eff) สำหรับการศึกษานี้กำหนดค่า Eff เท่ากับ 0.55

- ค่าอัตราการคายระเหยของพืชอ้างอิงรายเดือน (ETo) กำหนดดังนี้

เดือน	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ETP	156	146	135	136	133	117	118	117	121	121	126	155

2. รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจากสถานีวัดน้ำฝน จำนวน 17 สถานี และข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในอนาคตในกรณีศึกษา A2 และ B2 จากผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลก ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
3. ในการวิเคราะห์ความต้องการน้ำชลประทานได้กำหนดให้พื้นที่เพาะปลูกของโครงการชลประทานคงที่ ยกเว้นพื้นที่เพาะปลูกของโครงการชลประทานบ้านค่าย ตามปีน้ำมาก ปีน้ำปกติ และปีน้ำน้อย (คิดจากค่า $\pm 20\%$ จากปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี)
4. วิเคราะห์ฝนใช้การจากข้อมูลปริมาณฝนรายวัน (Re) สามารถคำนวณได้จากสูตรของ USDA Soil conservation service

$$Re = (R \times (125 - 0.2 \times 3 \times R)) / 125 \quad \text{for } R \leq 250/3 \text{ มม.}$$

$$Re = 125/3 + 0.1 \times P \quad \text{for } R > 250/3 \text{ มม.}$$

$$R = \text{ปริมาณน้ำฝน, มม.}$$

5. วิเคราะห์ความต้องการน้ำชลประทานจากฝนใช้การร่วมกับพื้นที่เพาะปลูก อัตรา

การคายระเหยของพืช รูปแบบการเพาะปลูก ชนิดของพืชที่เพาะปลูก ดังสมการ

$$ET = Kc \times Etp \quad (1)$$

$$Wir = (ET + P - Re) \times \text{Area} / \text{Eff} \quad (2)$$

$$Wir = \text{ความต้องการน้ำชลประทาน, MCM}$$

$$ET = \text{ปริมาณการใช้น้ำของพืช, มม.}$$

$$P = \text{ค่าซึมลึก, มม. (Percolation, P) กำหนดให้}$$

$$P_{\text{rice}} = 150 \text{ มม.}, P_{\text{crop}} = 30 \text{ มม.}$$

$$Re = \text{ปริมาณฝนใช้การ, มม.}$$

$$Kc = \text{ค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำของพืชรายเดือน}$$

$$Eto = \text{ค่าอัตราการคายระเหยของพืชอ้างอิงรายเดือน}$$

$$\text{Eff} = \text{ค่าประสิทธิภาพชลประทาน}$$

$$\text{Area} = \text{พื้นที่ชลประทาน, ไร่}$$

จากการวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูกของโครงการชลประทานบ้านค่ายเฉลี่ยตามปีน้ำ

สามารถสรุปได้ดังนี้

ปีน้ำ	ข้าว			พืชไร่			ไม้ผล		
	มี.ค.- พ.ค.	พ.ค.- ก.ย.	พ.ย.- มี.ค.	มี.ค.- พ.ค.	พ.ค.- ก.ย.	พ.ย.-มี.ค.	มี.ค.- พ.ค.	พ.ค.- ก.ย.	พ.ย.-มี.ค.
ปีน้ำ น้อย	4,658	13,104	6,101	68	158	6,369	5,200	5,200	5,200
ปีน้ำ ปกติ	5,130	14,430	6,722	70	159	6,430	5,200	5,200	5,200
ปีน้ำ มาก	6,144	17,282	8,085	70	156	6,267	5,200	5,200	5,200

จากวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำชลประทานของโครงการชลประทานต่างๆในพื้นที่
ศึกษา ในกรณีต่างๆ สามารถสรุปความต้องการใช้น้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนได้ดังตารางที่ 5-3 ถึง

ตารางที่ 5-3 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงปี ค.ศ. 1995 – 2004

ลำดับ ที่	โครงการชลประทาน	พื้นที่ (ไร่)	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (ล้านลบ.ม./เดือน)												ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	รวม (ล้านลบ.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.			
1	ฝ่ายคลองน้ำแดง	1,500	0.33	0.06	0.13	0.17	0.04	0.09	0.07	0.30	0.48	0.42	0.41	0.45	1.40	1.57	2.97
2	ระบบส่งน้ำศูนย์เกษตรศรคอกทราย	560	0.17	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03	0.07	0.10	0.15	0.04	0.16	0.20	0.41	0.59	1.00
3	ระบบส่งน้ำ-ไฟฟ้าของศูนย์ศึกษาพัฒนาปาลูกแดง	960	0.28	0.03	0.06	0.04	0.02	0.05	0.12	0.17	0.26	0.09	0.27	0.33	0.71	1.01	1.73
4	ฝ่ายคลองแม่ไม้	800	0.23	0.03	0.05	0.03	0.02	0.05	0.10	0.14	0.21	0.07	0.22	0.28	0.59	0.84	1.44
5	อ่างเก็บน้ำบ้านเขาหินโค้ง	160	0.04	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05	0.04	0.04	0.05	0.14	0.17	0.31
6	ฝ่ายห้วยยางและการขุดลอก	640	0.15	0.04	0.06	0.08	0.03	0.01	0.04	0.13	0.20	0.16	0.17	0.18	0.57	0.67	1.24
7	ฝ่ายคลองบางกระดาน	1,600	0.36	0.09	0.17	0.21	0.09	0.03	0.11	0.32	0.50	0.41	0.43	0.45	1.46	1.71	3.16
8	ฝ่ายบ้านหลุมต้นตาลและการขุดลอก	400	0.07	0.01	0.03	0.04	0.01	0.03	0.03	0.08	0.12	0.10	0.09	0.10	0.36	0.35	0.71
9	ฝ่ายบ้านค่าย	25,715	4.08	3.28	5.55	3.98	1.76	1.69	0.27	4.12	7.98	6.94	6.01	8.66	22.77	31.56	54.33
10	โครงการหนองคอกหนู	1,680	0.38	0.10	0.16	0.21	0.08	0.02	0.12	0.34	0.52	0.42	0.45	0.47	1.49	1.76	3.26
11	ทรม.เบ็งต้นชัน	6,400	1.47	0.38	0.61	0.79	0.27	0.07	0.37	1.22	1.99	1.61	1.78	1.83	5.53	6.86	12.39
12	โครงการน้ำหุ	1,600	0.36	0.06	0.24	0.24	0.24	0.11	0.31	0.45	0.54	0.46	0.23	0.33	2.11	1.46	3.57
13	ขุดลอกคลองทับมา (ระยะที่ 1 และ 2)	8,000	2.57	0.62	1.14	0.94	0.74	0.32	0.58	1.52	2.50	2.33	2.25	2.59	8.00	10.11	18.11
14	โครงการบรรเทาอุทกภัยระยอง	9,170	2.88	0.67	1.30	1.08	0.90	0.41	0.80	1.83	2.87	2.61	2.44	2.88	9.41	11.25	20.66
15	อ่างเก็บน้ำบ้านเลข 1	1,200	0.40	0.10	0.17	0.14	0.11	0.05	0.08	0.22	0.37	0.35	0.35	0.40	1.17	1.55	2.72
16	อ่างเก็บน้ำเขายายดา (ห้วยหินลาด)	280	0.09	0.02	0.04	0.03	0.03	0.01	0.02	0.05	0.09	0.08	0.08	0.09	0.28	0.35	0.63
17	ฝ่ายบ้านตะพงนอก	1,600	0.52	0.12	0.23	0.18	0.15	0.07	0.12	0.30	0.50	0.46	0.45	0.52	1.59	2.02	3.61
18	อ่างเก็บน้ำบ้านโป่งดินดำ	560	0.16	0.03	0.05	0.07	0.03	0.04	0.03	0.13	0.19	0.17	0.14	0.15	0.59	0.60	1.19
19	อ่างเก็บน้ำบางพระ	1,576	0.46	0.10	0.13	0.20	0.09	0.11	0.10	0.36	0.53	0.48	0.39	0.41	1.66	1.68	3.34
20	อ่างเก็บน้ำเขามันยายมิ่ง	800	0.23	0.05	0.07	0.10	0.04	0.05	0.05	0.18	0.27	0.24	0.20	0.21	0.84	0.85	1.70
21	ฝ่ายห้วยตะเคียนเตี้ย	640	0.18	0.07	0.07	0.09	0.06	0.04	0.04	0.15	0.20	0.21	0.21	0.20	0.70	0.81	1.52
22	ฝ่ายคลองแม่ไม้	1,200	0.33	0.12	0.14	0.17	0.12	0.08	0.07	0.28	0.38	0.39	0.38	0.38	1.32	1.53	2.84
23	ฝ่ายน้ำล้นคลองใหญ่	3,200	0.91	0.33	0.35	0.39	0.28	0.08	0.25	0.70	0.98	0.90	0.99	1.01	3.19	3.98	7.17
24	ฝ่ายคลองยายชุมและขุดลอก	2,400	0.78	0.18	0.33	0.26	0.22	0.11	0.20	0.46	0.74	0.65	0.66	0.78	2.38	3.00	5.38
25	ฝ่ายคลองลำน้ำมะม่วง	1,600	0.50	0.08	0.08	0.07	0.05	0.07	0.20	0.30	0.41	0.14	0.41	0.53	1.17	1.67	2.84
26	ฝ่ายน้ำล้นคลองทับมา (ประกัน2ปี)	800	0.29	0.06	0.09	0.06	0.07	0.05	0.09	0.15	0.23	0.15	0.21	0.27	0.74	0.99	1.73
27	ฝ่ายน้ำล้นคลองใหญ่ (ประกัน2ปี)	2,400	0.58	0.10	0.19	0.23	0.06	0.16	0.16	0.48	0.74	0.57	0.65	0.75	2.16	2.49	4.66
28	โครงการชลประทานคลองใหญ่	25,300	4.80	0.79	2.59	3.86	2.59	0.99	4.40	7.41	8.27	6.10	3.88	5.05	29.75	20.97	50.73
รวม		102,741	23.59	7.55	14.06	13.70	8.11	4.82	8.80	21.94	32.26	26.58	23.96	29.55	102.51	112.41	214.92

ตารางที่ 5-4 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงปี ค.ศ. 2010-2034 กรณี C2A2

ลำดับ ที่	โครงการชลประทาน	พื้นที่ (ไร่)	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (ล้านลบ.ม./เดือน)										ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	รวม (ล้านลบ.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.	
1	ฝ่ายคลองน้ำแดง	1,500	0.25	0.46	0.39	0.24	0.04	0.04	0.02	0.03	0.03	0.01	0.24	0.34	2.09
2	ระบบส่งน้ำดูนเปียงตาตรอกทราย	560	0.03	0.09	0.19	0.13	0.02	0.03	0.00	0.00	0.01	0.04	0.11	0.10	0.74
3	ระบบส่งน้ำ-ไฟฟ้าของศูนย์ศึกษาพัฒนาปาลงแดง	960	0.06	0.16	0.32	0.22	0.03	0.05	0.01	0.00	0.01	0.07	0.18	0.17	1.28
4	ฝ่ายคลองแม่ไม้คู่	800	0.05	0.13	0.26	0.18	0.03	0.05	0.01	0.00	0.01	0.05	0.15	0.14	1.07
5	อ่างเก็บน้ำบ้านเขาหินโค้ง	160	0.02	0.05	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.24
6	ฝ่ายห้วยยางและการขุดลอก	640	0.14	0.11	0.19	0.12	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.03	0.12	0.18	0.99
7	ฝ่ายคลองบางกระดาน	1,600	0.37	0.28	0.47	0.30	0.07	0.14	0.05	0.02	0.02	0.09	0.30	0.45	2.55
8	ฝ่ายบ้านหลุมต้นตาลและการขุดลอก	400	0.06	0.10	0.09	0.05	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.02	0.07	0.09	0.55
9	ฝ่ายบ้านค่าย	25,715	3.58	3.99	5.00	1.81	0.60	2.14	0.20	4.30	7.34	6.17	4.21	8.61	47.94
10	โครงการหนองคอกหมู	1,680	0.37	0.30	0.49	0.32	0.07	0.13	0.03	0.01	0.00	0.09	0.32	0.47	2.60
11	ทบ.บึงต้นชัน	6,400	1.44	1.18	1.92	1.22	0.28	0.47	0.10	0.02	0.00	0.25	1.15	1.80	9.82
12	โครงการน้ำหุ	1,600	0.37	0.15	0.27	0.24	0.05	0.17	0.17	0.10	0.11	0.33	0.45	0.47	2.89
13	ขุดลอกคลองท่าเมา (ระยะที่ 1 และ 2)	8,000	1.58	1.52	2.07	1.51	0.54	0.53	0.20	0.11	0.19	0.56	1.41	2.15	12.36
14	โครงการบรรเทาอุทกภัยระยอง	9,170	1.80	1.64	2.30	1.72	0.58	0.63	0.30	0.17	0.27	0.79	1.71	2.47	14.39
15	อ่างเก็บน้ำบ้านเลข 1	1,200	0.23	0.24	0.32	0.23	0.08	0.07	0.02	0.01	0.02	0.07	0.20	0.32	1.83
16	อ่างเก็บน้ำเขายายดา (ห้วยหินดาต)	280	0.05	0.05	0.07	0.05	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02	0.05	0.07	0.43
17	ฝ่ายบ้านตะพงนอก	1,600	0.31	0.30	0.42	0.31	0.11	0.10	0.04	0.02	0.04	0.12	0.28	0.43	2.47
18	อ่างเก็บน้ำบ้านโป่งดินดำ	560	0.15	0.10	0.15	0.09	0.04	0.06	0.02	0.01	0.01	0.03	0.10	0.16	0.91
19	อ่างเก็บน้ำบางพระ	1,576	0.42	0.29	0.41	0.25	0.12	0.16	0.07	0.02	0.02	0.08	0.29	0.45	2.57
20	อ่างเก็บน้ำเขายายนายนุ่ง	800	0.21	0.15	0.21	0.13	0.06	0.08	0.03	0.01	0.01	0.04	0.15	0.23	1.31
21	ฝ่ายห้วยตะเคียนเตี้ย	640	0.15	0.14	0.15	0.09	0.05	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02	0.10	0.14	0.93
22	ฝ่ายคลองแม่ไม้คู่	1,200	0.29	0.26	0.28	0.16	0.09	0.11	0.03	0.01	0.02	0.04	0.19	0.26	1.74
23	ฝ่ายน้ำล้นคลองใหญ่	3,200	0.63	0.72	0.84	0.60	0.21	0.19	0.07	0.02	0.01	0.13	0.58	0.88	4.90
24	ฝ่ายคลองยายชุมและขุดลอก	2,400	0.44	0.44	0.63	0.47	0.16	0.15	0.06	0.04	0.06	0.19	0.43	0.63	3.71
25	ฝ่ายคลองลำน้ำมะม่วง	1,600	0.12	0.26	0.55	0.43	0.06	0.07	0.01	0.00	0.01	0.16	0.29	0.36	2.31
26	ฝ่ายน้ำล้นคลองทับมา (ประกัน2ปี)	800	0.11	0.14	0.22	0.18	0.05	0.04	0.02	0.01	0.03	0.08	0.14	0.19	1.22
27	ฝ่ายน้ำล้นคลองใหญ่ (ประกัน2ปี)	2,400	0.35	0.72	0.69	0.42	0.09	0.17	0.05	0.01	0.04	0.10	0.44	0.54	3.63
28	โครงการชลประทานคลองใหญ่	25,300	5.76	2.53	5.27	4.05	0.57	2.76	1.91	0.85	0.56	4.51	7.09	7.53	43.39
รวม		102,741	19.39	16.52	24.24	15.56	4.07	8.50	3.46	5.78	8.83	14.09	20.79	29.65	170.88

ตารางที่ 5-5 ปริมาณความต้องการนำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงปี ค.ศ. 2076-2100 กรณี C2A2

ลำดับ ที่	โครงการชลประทาน	พื้นที่ (ไร่)	ปริมาณความต้องการนำชลประทาน (ล้านลบ.ม./เดือน)										ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	รวม (ล้านลบ.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.	
1	ฝายคลองน้ำแดง	1,500	0.38	0.47	0.44	0.21	0.02	0.09	0.04	0.08	0.00	0.01	0.22	0.41	1.28
2	ระบบส่งน้ำด้วยกังหันตลิ่งทราย	560	0.03	0.10	0.19	0.10	0.04	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.09	0.08	0.47
3	ระบบส่งน้ำ-ไฟฟ้าของศูนย์ศึกษาพัฒนาปาลูกแดง	960	0.07	0.18	0.33	0.17	0.07	0.04	0.01	0.02	0.01	0.06	0.16	0.14	0.80
4	ฝายคลองแม่ไม้คู่	800	0.06	0.15	0.27	0.14	0.06	0.04	0.01	0.02	0.00	0.05	0.13	0.12	0.66
5	อ่างเก็บน้ำบ้านเขาหินโค้ง	160	0.03	0.05	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.14
6	ฝายห้วยยางและการขุดลอก	640	0.15	0.13	0.19	0.08	0.05	0.04	0.02	0.02	0.00	0.03	0.11	0.17	0.51
7	ฝายคลองบงกระดาน	1,600	0.40	0.32	0.49	0.21	0.14	0.11	0.05	0.05	0.01	0.08	0.28	0.42	1.31
8	ฝายบ้านหมื่นต้นตาลและการขุดลอก	400	0.07	0.10	0.10	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.06	0.08	0.30
9	ฝายบ้านค่าย	25,715	2.96	5.73	4.75	2.38	1.24	1.75	0.17	4.04	6.95	6.42	4.61	8.76	16.02
10	โครงการหนองคอกหมู	1,680	0.40	0.33	0.51	0.22	0.14	0.10	0.04	0.04	0.00	0.08	0.29	0.44	1.35
11	พรบ.บึงต้นชัน	6,400	1.55	1.33	1.99	0.84	0.57	0.36	0.11	0.14	-	0.22	1.06	1.69	5.20
12	โครงการน้ำชู	1,600	0.38	0.17	0.28	0.22	0.10	0.15	0.19	0.16	0.08	0.32	0.40	0.44	1.12
13	ขุดลอกคลองทั้งมา (ระยะที่ 1 และ 2)	8,000	1.69	1.69	2.18	1.30	0.98	0.39	0.25	0.25	0.10	0.54	1.18	1.99	6.78
14	โครงการบรรเทาอุทกภัยระยะของ	9,170	1.92	1.83	2.42	1.49	1.06	0.48	0.36	0.35	0.15	0.76	1.45	2.29	7.65
15	อ่างเก็บน้ำบ้านแดง 1	1,200	0.25	0.26	0.34	0.20	0.15	0.05	0.03	0.03	0.01	0.07	0.17	0.29	1.03
16	อ่างเก็บน้ำทรายดา (ห้วยหินลาด)	280	0.06	0.06	0.08	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.04	0.07	0.24
17	ฝายบ้านตะพงนอก	1,600	0.33	0.34	0.44	0.26	0.19	0.08	0.05	0.05	0.02	0.11	0.24	0.39	1.36
18	อ่างเก็บน้ำบ้านโป่งดินดำ	560	0.15	0.11	0.15	0.06	0.07	0.05	0.03	0.02	0.00	0.02	0.09	0.15	0.49
19	อ่างเก็บน้ำบางพระ	1,576	0.44	0.32	0.43	0.18	0.21	0.14	0.09	0.05	0.01	0.06	0.26	0.42	1.37
20	อ่างเก็บน้ำเขามันยายบั้ง	800	0.22	0.16	0.22	0.09	0.11	0.07	0.04	0.02	0.00	0.03	0.13	0.21	0.69
21	ฝายห้วยตะเคียนเตี้ย	640	0.16	0.15	0.16	0.06	0.08	0.05	0.02	0.02	0.00	0.02	0.08	0.13	0.52
22	ฝายคลองแม่ไม้คู่	1,200	0.36	0.32	0.31	0.22	0.04	0.17	0.13	0.14	0.00	0.02	0.16	0.39	1.19
23	ฝายน้ำล้นคลองใหญ่	3,200	0.69	0.78	0.88	0.37	0.40	0.14	0.09	0.08	0.00	0.13	0.51	0.82	2.67
24	ฝายคลองยายชุมและขุดลอก	2,400	0.47	0.50	0.66	0.41	0.29	0.11	0.08	0.08	0.03	0.18	0.36	0.58	2.04
25	ฝายคลองลำน้ำมะม่วง	1,600	0.13	0.30	0.57	0.33	0.13	0.05	0.01	0.03	0.00	0.13	0.26	0.33	1.38
26	ฝายน้ำล้นคลองทับไม้ (ประกัน2ปี)	800	0.11	0.16	0.23	0.16	0.09	0.03	0.02	0.03	0.01	0.08	0.12	0.18	0.70
27	ฝายน้ำล้นคลองใหญ่ (ประกัน2ปี)	2,400	0.39	0.72	0.73	0.30	0.19	0.13	0.06	0.05	0.02	0.11	0.38	0.48	2.14
28	โครงการชลประทานคลองใหญ่	25,300	6.01	2.85	5.44	3.15	1.23	2.49	2.28	1.71	0.34	3.99	6.76	7.14	17.44
รวม		102,741	19.83	19.62	24.85	13.24	7.74	7.17	4.21	7.50	7.77	13.57	19.64	28.67	76.84
															173.81

ตารางที่ 5-6 ปริมาณความต้องการนำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงปี ค.ศ. 2010-2034 กรณี C2B2

ลำดับ ที่	โครงการชลประทาน	พื้นที่ (ไร่)	ปริมาณความต้องการนำชลประทาน (ล้านลบ.ม./เดือน)										ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	รวม (ล้านลบ.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.	
1	ฝายคลองน้ำแดง	1,500	0.26	0.46	0.39	0.28	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.22	0.33	0.86
2	ระบบส่งน้ำศูนย์เกษตรคลองทราย	560	0.03	0.10	0.17	0.15	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.10
3	ระบบส่งน้ำ-ไฟฟ้าของศูนย์ศึกษาพัฒนาปาลูกแดง	960	0.06	0.17	0.29	0.25	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.05	0.07	0.19
4	ฝายคลองแม่แก้ว	800	0.05	0.14	0.24	0.21	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.06	0.16
5	อ่างเก็บน้ำบ้านเขาหินโค้ง	160	0.02	0.05	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.08
6	ฝายห้วยยางและการขุดลอก	640	0.15	0.12	0.17	0.13	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.10	0.17	0.46
7	ฝายคลองบางกระดาน	1,600	0.38	0.31	0.43	0.34	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.05	0.25	0.43	1.16
8	ฝายบ้านห่มดมต้นตาลและการขุดลอก	400	0.06	0.12	0.11	0.08	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07	0.20
9	ฝายบ้านค่าย	25,715	3.78	3.51	3.23	2.04	0.87	2.39	0.09	3.70	7.13	6.36	4.55	8.34	33.86
10	โครงการหนองคอกหนู	1,680	0.39	0.32	0.45	0.35	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.06	0.26	0.45	1.21
11	ทรม.บึงต้นชัน	6,400	1.46	1.28	1.77	1.36	0.25	0.12	0.07	0.07	-	0.11	0.92	1.71	4.85
12	โครงการน้ำหนู	1,600	0.56	0.16	0.25	0.26	0.05	0.26	0.35	0.27	0.28	0.39	0.48	0.53	2.51
13	ขุดลอกคลองทับมา (ระยะที่ 1 และ 2)	8,000	1.66	1.63	1.93	1.73	0.51	0.19	0.25	0.25	0.29	0.34	1.09	2.03	5.65
14	โครงการบรรเทาอุทกภัยระยะของ	9,170	2.00	1.76	2.15	1.96	0.55	0.34	0.46	0.41	0.46	0.57	1.37	2.35	7.16
15	อ่างเก็บน้ำบ้านแสง 1	1,200	0.23	0.25	0.30	0.27	0.08	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.15	0.29	0.76
16	อ่างเก็บน้ำเขายายดา (ห้วยหินลาด)	280	0.06	0.06	0.07	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.07	0.19
17	ฝายบ้านตะพงนอก	1,600	0.33	0.32	0.39	0.35	0.10	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.21	0.40	1.11
18	อ่างเก็บน้ำบ้านโป่งดินดำ	560	0.16	0.11	0.13	0.11	0.04	0.03	0.03	0.01	0.01	0.02	0.08	0.15	0.44
19	อ่างเก็บน้ำบางพระ	1,576	0.44	0.31	0.38	0.30	0.11	0.07	0.08	0.04	0.04	0.05	0.23	0.42	1.25
20	อ่างเก็บน้ำเขามันยายมั่ง	800	0.22	0.16	0.19	0.15	0.06	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.12	0.22	0.62
21	ฝายห้วยตะเคียนเดียว	640	0.16	0.15	0.15	0.11	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08	0.14	0.50
22	ฝายคลองแม่แก้ว	1,200	0.30	0.27	0.29	0.20	0.08	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.15	0.26	0.94
23	ฝายน้ำล้นคลองใหญ่	3,200	0.64	0.75	0.76	0.68	0.20	0.04	0.06	0.04	0.02	0.06	0.45	0.83	2.49
24	ฝายคลองยายชุมและขุดลอก	2,400	0.48	0.48	0.58	0.54	0.15	0.06	0.08	0.08	0.09	0.11	0.32	0.57	1.89
25	ฝายคลองสำนัมนะม่วง	1,600	0.12	0.29	0.51	0.45	0.05	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.08	0.14	1.33
26	ฝายน้ำล้นคลองทับม้า (ประกัน2ปี)	800	0.12	0.15	0.21	0.21	0.05	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.08	0.14	0.66
27	ฝายน้ำล้นคลองใหญ่ (ประกัน2ปี)	2,400	0.36	0.73	0.65	0.49	0.08	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.29	0.44	2.04
28	โครงการชลประทานคลองใหญ่	25,300	8.35	2.75	4.91	4.33	0.52	3.67	4.52	3.12	2.98	5.20	7.32	7.94	34.91
รวม		102,741	22.82	16.93	21.18	17.41	4.10	7.62	6.41	8.31	11.58	13.61	18.99	28.63	73.66
รวม															177.60

ตารางที่ 5-7 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงปี ค.ศ. 2076-2100 กรณี C2B2

ลำดับ ที่	โครงการชลประทาน	พื้นที่ (ไร่)	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (ล้านลบ.ม./เดือน)												ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	รวม (ล้านลบ.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.			
1	ฝายคลองน้ำแดง	1,500	0.27	0.44	0.38	0.24	0.07	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01	0.31	0.34	1.23	0.98	2.21
2	ระบบส่งน้ำศูนย์เกษตรศอกกราย	560	0.03	0.09	0.17	0.13	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.43	0.11	0.54
3	ระบบส่งน้ำ-ไฟฟ้าของศูนย์ศึกษาพัฒนาปาลูกแดง	960	0.06	0.15	0.29	0.23	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.07	0.07	0.74	0.22	0.95
4	ฝายคลองแม่แก้ว	800	0.05	0.12	0.24	0.19	0.03	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.06	0.06	0.62	0.18	0.80
5	อ่างเก็บน้ำบ้านเขาหินโค้ง	160	0.02	0.05	0.04	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.13	0.09	0.22
6	ฝายห้วยยางและการขุดลอก	640	0.15	0.11	0.17	0.12	0.03	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02	0.13	0.18	0.48	0.49	0.98
7	ฝายคลองบางกระดาน	1,600	0.37	0.27	0.43	0.31	0.07	0.09	0.05	0.04	0.02	0.04	0.33	0.44	1.21	1.24	2.45
8	ฝายบ้านหลุมต้นตาลและการขุดลอก	400	0.06	0.12	0.10	0.07	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.07	0.08	0.33	0.22	0.56
9	ฝายบ้านค่าย	25,715	3.66	3.83	3.83	1.96	1.07	2.18	0.05	4.67	7.29	6.14	3.99	8.26	12.91	34.01	46.92
10	โครงการหนองคอกหมู	1,680	0.39	0.28	0.45	0.32	0.08	0.09	0.05	0.04	0.02	0.04	0.35	0.46	1.27	1.30	2.57
11	ทรม.บึงต้นขันธ์	6,400	1.44	1.11	1.76	1.24	0.31	0.29	0.09	0.08	0.01	0.06	1.27	1.76	4.79	4.63	9.41
12	โครงการน้ำหุ	1,600	0.57	0.14	0.25	0.24	0.06	0.30	0.36	0.27	0.27	0.37	0.56	0.54	1.35	2.58	3.94
13	ขุดลอกคลองห้วยมา (ระยะที่ 1 และ 2)	8,000	1.72	1.43	1.85	1.53	0.57	0.39	0.27	0.26	0.28	0.25	1.58	2.11	6.03	6.20	12.23
14	โครงการบรรเทาอุทกภัยกับระยอง	9,170	2.06	1.55	2.06	1.74	0.62	0.57	0.49	0.42	0.45	0.47	1.92	2.43	7.02	7.75	14.77
15	อ่างเก็บน้ำบ้านแสง 1	1,200	0.24	0.22	0.29	0.23	0.09	0.04	0.02	0.03	0.03	0.02	0.22	0.31	0.90	0.84	1.74
16	อ่างเก็บน้ำเขาบายดา (ห้วยหินลาด)	280	0.06	0.05	0.07	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.07	0.21	0.21	0.42
17	ฝายบ้านตะพงนอก	1,600	0.34	0.28	0.37	0.31	0.11	0.08	0.05	0.05	0.06	0.05	0.31	0.41	1.21	1.22	2.43
18	อ่างเก็บน้ำบ้านโป่งดินดำ	560	0.15	0.10	0.13	0.09	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.12	0.15	0.44	0.47	0.90
19	อ่างเก็บน้ำบางพระ	1,576	0.43	0.27	0.37	0.26	0.12	0.12	0.09	0.04	0.04	0.04	0.32	0.44	1.23	1.31	2.54
20	อ่างเก็บน้ำเขาภมรนายมิ่ง	800	0.22	0.14	0.19	0.13	0.06	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.16	0.22	0.62	0.67	1.29
21	ฝายห้วยตะเคียนเตี้ย	640	0.16	0.13	0.14	0.09	0.05	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.11	0.13	0.47	0.46	0.93
22	ฝายคลองแม่แก้ว	1,200	0.30	0.25	0.25	0.16	0.09	0.08	0.05	0.03	0.03	0.02	0.22	0.25	0.89	0.86	1.75
23	ฝายน้ำล้นคลองใหญ่	3,200	0.64	0.70	0.74	0.61	0.23	0.11	0.07	0.05	0.03	0.03	0.63	0.86	2.46	2.23	4.70
24	ฝายคลองยายชุมและขุดลอก	2,400	0.49	0.42	0.56	0.48	0.17	0.12	0.09	0.08	0.09	0.09	0.45	0.60	1.83	1.80	3.63
25	ฝายคลองลำน้ำกมะม่วง	1,600	0.12	0.25	0.51	0.43	0.07	0.04	0.01	0.01	0.00	0.01	0.11	0.15	1.30	0.39	1.69
26	ฝายน้ำล้นคลองห้วยม้า (ระยะกันน้ำ)	800	0.12	0.13	0.20	0.18	0.05	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.11	0.14	0.63	0.45	1.09
27	ฝายน้ำล้นคลองใหญ่ (ระยะกันน้ำ2ปี)	2,400	0.37	0.70	0.63	0.42	0.10	0.11	0.05	0.03	0.03	0.02	0.42	0.47	2.00	1.33	3.33
28	โครงการชลประทานคลองใหญ่	25,300	8.28	2.35	4.88	4.09	0.66	4.32	4.53	3.17	2.91	5.00	8.11	8.05	20.84	35.53	56.36
รวม		102,741	22.81	15.64	21.34	15.87	4.85	9.37	6.52	9.42	11.67	12.76	22.04	29.06	73.60	107.77	181.36

บทที่ 6

การศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก

ในการศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก ประกอบด้วยแนวทางการประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำ การสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า การประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในอนาคต และแนวทางการปรับตัวทางด้านการบริหารจัดการน้ำในอนาคต ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

6.1 แนวทางการประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำ

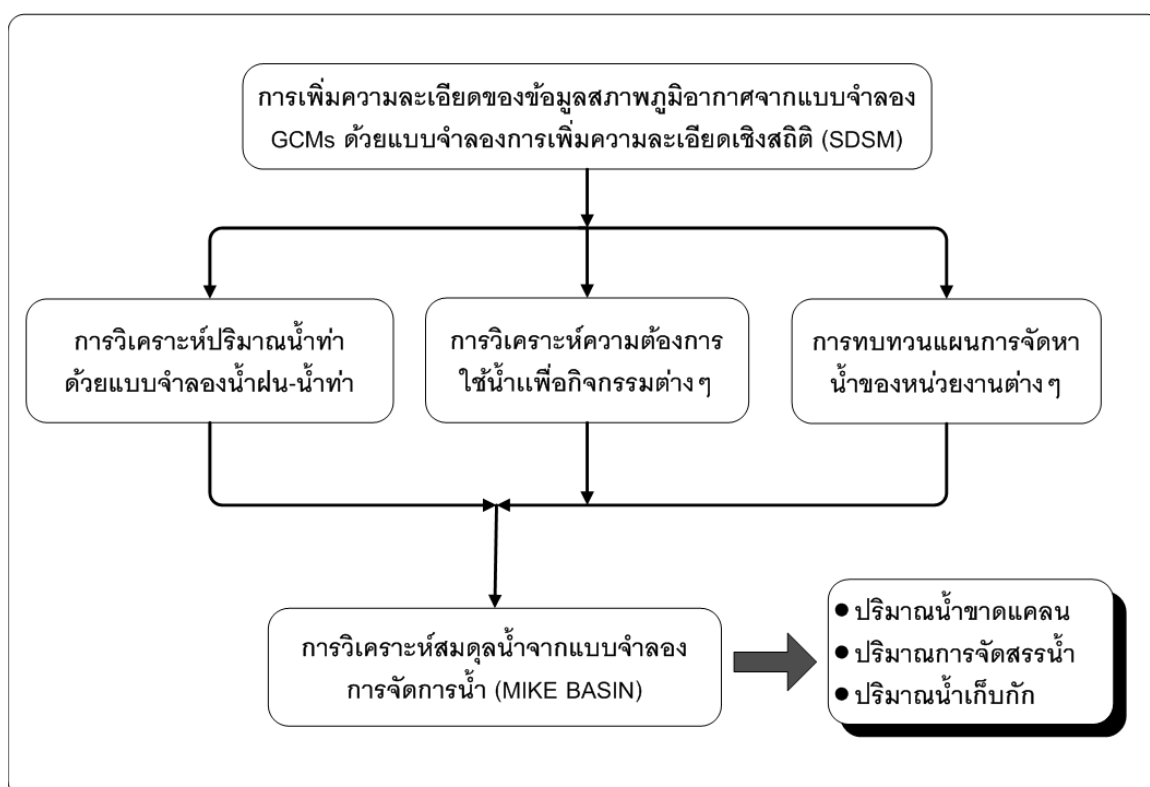
การศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในระดับลุ่มน้ำจำเป็นต้องมีการดำเนินการต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ มีประสิทธิภาพและสามารถสนองความต้องการใช้น้ำในลุ่มน้ำทั้งสภาพปัจจุบันและการคาดการณ์ในอนาคต เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และใช้ประกอบการเตรียมการรับมือต่อผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต อย่างไรก็ตามก่อนที่จะดำเนินการศึกษาผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออกจำเป็นต้องมีการศึกษาระบบแหล่งน้ำ เพื่อศึกษาความสมดุลของปริมาณน้ำท่าที่มีอยู่และปริมาณน้ำท่าที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ อย่างเป็นระบบ การศึกษาระบบแหล่งน้ำของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ได้ทำการแบ่งการศึกษาระบบแหล่งน้ำออกเป็นลุ่มน้ำตามสภาพภูมิประเทศและเป็นกลุ่มลุ่มน้ำที่มีการใช้น้ำร่วมกัน

6.1.1 แนวทางในการประเมินผลกระทบ และวิเคราะห์สมดุลน้ำ

ในการศึกษาผลกระทบของสภาพภูมิอากาศโลกต่อการบริหารจัดการน้ำภาคตะวันออก เป็นการศึกษาผลจากการจัดการน้ำ โดยที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อภาคตะวันออก แต่เนื่องจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก จำลองสภาพภูมิอากาศในสเกลที่หยาบ และมีความน่าเชื่อถือของข้อมูลต่ำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลในระดับภูมิภาคด้วยการใช้แบบจำลองเพิ่มความละเอียดสูงเชิงสถิติ โดยสังเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิตามพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน และอัตราการระเหย ดังภาคผนวก ก

สำหรับขั้นตอนในการประเมินผลกระทบต่อการจัดการน้ำ ประกอบด้วย การสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (NAM) การวิเคราะห์ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน การจำลองสภาพการบริหารจัดการน้ำด้วยแบบจำลองการจัดการน้ำในลุ่มน้ำ (MIKE BASIN) แสดงขั้นตอนดังรูปที่ 6-1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 1) การสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (NAM) เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายวันจากข้อมูลน้ำฝน อุณหภูมิ และอัตราการระเหยรายวัน ซึ่งใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองการจัดการน้ำในลุ่มน้ำทั้งในสภาพปัจจุบัน และในอนาคต
- 2) การวิเคราะห์ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม และการเกษตร โดยพิจารณาความต้องการใช้น้ำในระดับตำบล และโครงการชลประทานในเขตจังหวัดชลบุรี และระยอง
- 3) การจำลองสภาพการบริหารจัดการน้ำด้วยแบบจำลองการจัดการน้ำในลุ่มน้ำ (MIKE BASIN) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ในการหาปริมาณน้ำขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำที่ส่งไปยังพื้นที่หรือเขตความต้องการน้ำ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำความต้องการน้ำชลประทาน ข้อมูลคุณสมบัติของอ่างเก็บน้ำ และข้อมูลโค้งปฏิบัติการของอ่างเก็บน้ำ (Operation Rule Curve)



รูปที่ 6-1 ขั้นตอนในการประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำ

ทั้งนี้ในการประเมินผลกระทบต่อการจัดการน้ำในครั้งนี้ ได้มุ่งพิจารณาเฉพาะข้อมูลนำเข้าที่ได้ผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยตรง ในที่นี้คือ ข้อมูลน้ำฝน น้ำท่า อุณหภูมิ และอัตราการระเหย สำหรับข้อมูลการจัดหาน้ำของหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ภาคตะวันออก เช่น ประปาภูมิภาค และบริษัท East Water จะอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทบทวนรายงานโครงการศึกษาสำรวจและออกแบบระบบคลองผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำประแสร์ไปอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง ปี 2548 และรายงานโครงการศึกษาสำรวจและออกแบบรายละเอียดการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำดอกกราย และพัฒนาระบบส่งน้ำเชื่อมโยงอ่างเก็บน้ำดอกกราย-อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จังหวัดระยอง ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 5

6.1.2 เงื่อนไขและข้อจำกัดในการจำลองสภาพการบริหารจัดการน้ำหรือสมมูลน้ำ

- 1) กำหนดให้รูปแบบการเพาะปลูก (Cropping Pattern) ในอนาคตมีสภาพเช่นเดียวกันกับปัจจุบัน
- 2) การผันน้ำข้ามลุ่มน้ำกำหนดให้เป็นไปตามแผนพัฒนาระบบท่อส่งน้ำดิบของบริษัท East Water
- 3) พื้นที่ชลประทานจะกำหนดตามการเพาะปลูกจริงในปัจจุบัน สำหรับโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในอนาคต ได้กำหนดตามพื้นที่ชลประทานศักยภาพตามแผนฯ
- 4) การผันน้ำข้ามลุ่มน้ำได้กำหนดตามแนวทางศึกษาของกรมชลประทาน (กรมชลประทาน, 2548)
 - อ่างเก็บน้ำประแสร์มายังอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ กำหนดปริมาณน้ำที่สูบมา 9 เดือน (เดือนมิถุนายนถึงกุมภาพันธ์) ประมาณ เดือนละ 5.83 ล้านลบ.ม./เดือน เท่ากับ 70 ล้านลบ.ม./ปี
 - อ่างเก็บน้ำดอกกรายมายังอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ได้กำหนดให้มีการสูบน้ำจากอ่างฯดอกกรายมาเติมอ่างฯหนองปลาไหลที่ระดับ +45 เมตร รทก.
 - อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่มายังอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ได้กำหนดให้มีการสูบน้ำจากอ่างฯดอกกรายมาเติมอ่างฯหนองปลาไหลที่ระดับ +45 เมตร รทก.
 - อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลมายังอ่างเก็บน้ำหนองค้อ กำหนดตามแผนของกรมชลประทาน

- อ่างเก็บน้ำหนองค้อมายังอ่างเก็บน้ำบางพระ กำหนดตามแผนของกรมชลประทาน

- 5) ขนาดของอ่างเก็บน้ำ กำหนดตามรายงานการศึกษาเดิมที่มีอยู่แล้ว และพิจารณาพบทวนให้มีความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อม และความเหมาะสมทางวิศวกรรม และในกรณีที่ไม่มีการศึกษาไว้ กำหนดตามปริมาณน้ำท่า ณ ตำแหน่งที่ตั้งโครงการ ซึ่งได้จากการรวบรวมโครงการต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้ว ในกรณีที่อ่างเก็บน้ำมีข้อมูลความจุรวมอย่างเดียว การหาค่าโค้งความจุจะใช้วิธีประยุกต์ค่าโค้งความจุแบบไม่มีหน่วย ซึ่งหาได้จากค่าเฉลี่ยโค้งความจุแบบไม่มีหน่วยของอ่างเก็บน้ำที่มีข้อมูลโค้งความจุอยู่
- 6) ระดับต่ำสุดของอ่างเก็บน้ำสำหรับโครงการที่มีการศึกษาแล้วกำหนดตามรายงานเดิม ส่วนโครงการอื่น ๆ ที่ไม่มีการระบุที่ชัดเจน กำหนดตามค่าเฉลี่ยของตะกอนที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลตะกอนจากลุ่มน้ำต่าง ๆ
- 7) การกำหนดตำแหน่งความต้องการน้ำ กำหนดตามตำแหน่งที่ตั้งที่มีรายละเอียดชัดเจน เช่น
 - (1) การอุปโภคบริโภค กำหนดตามที่ตั้งของเทศบาล และอำเภอ โดยใช้น้ำจากลำน้ำสายหลัก หรืออ่างเก็บน้ำ แผนการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค และแผนการส่งน้ำดิบด้วยระบบท่อของ East Water
 - (2) การอุตสาหกรรมและท่องเที่ยว กำหนดตามที่ตั้งของอำเภอ และกลุ่มอุตสาหกรรม โดยใช้น้ำจากลำน้ำสายหลัก หรือการดึงน้ำจากอ่างเก็บน้ำด้วยระบบท่อน้ำดิบ
 - (3) การเกษตร กำหนดตามที่ตั้งฝ่าย หรือเขื่อนเก็บน้ำ ยกเว้นโครงการขนาดเล็กที่กำหนดรวมเป็นกลุ่มและเป็นการดึงน้ำออกไปจากระบบลุ่มน้ำ
- 8) การกำหนดลำดับการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ของพื้นที่ชลประทาน ดังนี้
 - (1) กำหนดให้ใช้น้ำจาก Local Flow ก่อน ถ้าไม่เพียงพอจึงจะส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่มีศักยภาพ
 - (2) กำหนดให้ใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำโดยควบคุมระดับน้ำไม่ให้สูงเกินกว่าระดับเก็บกักปกติ โดยจะระบายปริมาณน้ำที่เก็บสูงกว่าระดับนี้ผ่านออกทางประตู

ระบายน้ำล้น และจะไม่ปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเมื่อระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำต่ำกว่าระดับเก็บกักต่ำสุด

9) การจัดลำดับความสำคัญในการใช้น้ำในกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ได้จัดลำดับความสำคัญของการใช้น้ำ ดังนี้

- (1) รักษาสภาพนิเวศท้ายน้ำ
- (2) เพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม
- (3) เพื่อการชลประทาน
- (4) พื้นที่ชลประทานตอนบน ได้รับน้ำก่อนพื้นที่ตอนล่าง
- (5) กำหนดให้พื้นที่ลุ่มน้ำเดียวกันกับแหล่งน้ำต้นทุนมีสิทธิใช้น้ำก่อน น้ำส่วนที่เหลือจึงสามารถผันไปใช้ในลุ่มน้ำอื่น ๆ ได้

10) เงื่อนไขในการจัดสรรน้ำของอ่างเก็บน้ำ

- การสูบน้ำเพื่ออุตสาหกรรม และการประปาจากอ่างเก็บน้ำ และลำน้ำต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาจะพิจารณาสูบน้ำตามค่าเฉลี่ยของการสูบน้ำในแต่ละเดือนในปีน้ำ (ใช้สถานีวัดน้ำฝนที่อ่างเก็บน้ำเป็นเกณฑ์) โดยพิจารณาพร้อมกับปริมาณความต้องการน้ำในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และนิคมอุตสาหกรรมอื่นๆ รายเดือนเฉลี่ยตามปีน้ำ (ประเมินจากปริมาณน้ำอุตสาหกรรมรายตำบล/สัดส่วนโรงงานอุตสาหกรรมในเขตนิคมอุตสาหกรรม) ตามการประเมินจากจำนวนแรงงานกับอัตราการใช้ต่อแรงงานตามประเภทอุตสาหกรรม โดยใช้สัดส่วนการจัดสรรน้ำของอ่างเก็บน้ำกระจายลงไปในแต่ละเดือน

- การสูบน้ำเพื่อชลประทานขนาดใหญ่และกลางตามแนวลำน้ำในพื้นที่ศึกษาจะพิจารณาการใช้น้ำตามค่าเฉลี่ยของพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละปีน้ำ (ใช้สถานีวัดน้ำฝนที่อ่างเก็บน้ำเป็นเกณฑ์) ร่วมกับปริมาณน้ำฝนใช้การ ซึ่งใช้ในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำเชิงพื้นที่ตามปีน้ำ (พื้นที่เท่าเดิมแต่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์รายเดือนเป็นตัวคูณ) โดยพิจารณาเทียบกับปริมาณน้ำของแม่น้ำระยองที่ฝายบ้านค่ายเป็นเกณฑ์ (ไม่จำเป็นที่ต้องเท่ากันแต่ควรอยู่ในปริมาณน้ำที่ใกล้เคียงกัน)

- Rule Curve ในการปล่อยน้ำพิจารณาจาก
- ระดับน้ำรายเดือนเฉลี่ยตามปีน้ำ (Minimum Operation Level)
- ปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำรายเดือนเฉลี่ยตามปีน้ำ (Monthly Outflow)
- ปริมาณน้ำสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำรายเดือนเฉลี่ยตามปีน้ำ (Monthly Pipe Pumping) (กรณีที่มีการสูบน้ำจากอ่างฯ เท่านั้น)

- กรณีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก ซึ่งไม่มีข้อมูล OUTFLOW ให้พิจารณาปล่อยน้ำตามปริมาณน้ำท่าของลำน้ำเดิมตามปีน้ำ
- ปีน้ำจะพิจารณาจากสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้คำนวณปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเป็นเกณฑ์

สภาพการไหลของพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งออกเป็นปริมาณน้ำที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ ซึ่งปริมาณน้ำที่ควบคุมไม่ได้สามารถปรับเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่สถานีตรวจวัด อย่างไรก็ตามปริมาณควบคุมนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำ ที่บริเวณฝายบ้านค่าย การไหลของน้ำในลำน้ำสายหลักหรือแม่น้ำคลองใหญ่ปริมาณน้ำจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ทาง ได้แก่ ปริมาณน้ำในลำน้ำธรรมชาติ และปริมาณน้ำชลประทานผ่านการควบคุมประตูระบายน้ำ อัตราการไหลของน้ำที่ฝายบ้านค่ายนี้สามารถปรับโดยการปล่อยน้ำของอ่างฯตามปีน้ำ สมมติฐานในการจัดน้ำในการศึกษาครั้งนี้ ได้พิจารณาถึงรูปแบบการจัดสรรน้ำของโครงการชลประทานฝายบ้านค่าย ซึ่งแปรผันไปตามปริมาณการไหลน้ำเฉลี่ยในแม่น้ำคลองใหญ่ตามปีน้ำ โดยที่ปริมาณน้ำปรับแก้สามารถประมาณการณได้จากสัดส่วนปริมาณน้ำไหลจริงกับปริมาณน้ำที่จำลองสภาพ นอกจากนี้ สัดส่วนปริมาณน้ำธรรมชาติ และน้ำจัดสรรสามารถประมาณค่าได้จากสถิติข้อมูลย้อนหลัง

สำหรับทางเลือกในการปรับตัวสามารถดำเนินการได้โดยการปรับโค้งปฏิบัติการของอ่างเก็บน้ำตามปีน้ำ มาตรการปรับตัวนี้สามารถประเมินได้จากการเปลี่ยนปริมาณน้ำที่ปล่อย ปริมาณน้ำเก็บกัก และปริมาณน้ำขาดแคลนในกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ภายใต้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตโดยเปรียบเทียบกับโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในปัจจุบันกับโค้งปฏิบัติการอ่างฯที่เสนอ

6.1.3 แนวทางการวิเคราะห์สมมูลน้ำ

การวิเคราะห์การบริหารจัดการน้ำของกลุ่มน้ำภาคตะวันออก ซึ่งสามารถใช้แบบจำลอง MIKE BASIN ในการคำนวณสมมูลน้ำในกลุ่มน้ำ ได้แก่ ปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมต่างๆ ปริมาณน้ำที่ส่งพื้นที่ชลประทาน และปริมาณน้ำขาดแคลน เป็นต้น โดยต้องนำเข้าข้อมูลปริมาณน้ำท่า ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน ปริมาณความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค ปริมาณน้ำที่ผันข้ามลุ่มน้ำ และคุณสมบัติของอ่างเก็บน้ำ จากที่ได้ดำเนินการวิเคราะห์ไปแล้วข้างต้น ซึ่งมีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

- 1) รวบรวมข้อมูลโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ ประปาที่เกี่ยวข้อง และนิคมอุตสาหกรรม ตลอดจนแผนพัฒนาโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 2) สร้างแผนภูมิโครงข่ายน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และแบ่งลุ่มน้ำสาขา พร้อมกับจุดที่มีการดึงน้ำไปใช้
- 3) นำเข้าข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ และข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยาสู่แบบจำลอง MIKE BASIN
- 4) ประยุกต์ใช้แบบจำลองในการจำลองสภาพการจัดการน้ำในปัจจุบัน ช่วงปี 1995 – 2004
- 5) จำลองสภาพการจัดการน้ำในอนาคตภายใต้สถานการณ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 และ B2 ในปี 2010-2034 และ 2076 – 2100
- 6) สรุปผลการจำลองสภาพการจัดการน้ำในปัจจุบัน และในอนาคต

6.1.4 กรณีศึกษา

ในการศึกษานี้ได้กำหนดกรณีศึกษาของผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยที่การจำลองสภาพการจัดการน้ำในอนาคตกำหนดให้ไม่มีการเปิดพื้นที่ชลประทานใหม่ และไม่มีการเพิ่มขึ้นของความต้องการน้ำอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น

กรณีที่ 1 : กรณีสภาพปัจจุบัน จะพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในช่วงปี 1995 – 2004 (Water Year)

กรณีที่ 2 : กรณีสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ภายใต้สถานการณ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบบ A2 (C2A2) ในปี 2010 – 2034

กรณีที่ 3 : กรณีสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ภายใต้สถานการณ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบบ B2 (C2B2) ในปี 2076 – 2100

กรณีที่ 4 : กรณีสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ภายใต้สถานการณ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบบ A2 (C2A2) ในปี 2010 – 2034

กรณีที่ 5 : กรณีสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ภายใต้สถานการณ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบบ B2 (C2B2) ในปี 2076 – 2100

6.2 การสังเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (NAM)

6.2.1 แนวทางในการจำลองสภาพน้ำท่าในปัจจุบัน และอนาคต (ดูภาคผนวก ข ประกอบ)

1. รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 17 สถานี ช่วงเวลา 1974 – 2003 (Water Year) และข้อมูลภูมิอากาศอื่นๆของสถานีตรวจวัดภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย และอัตราการระเหย จำนวน 2 สถานี ช่วงเวลา 1981 – 2003

2. รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในอนาคตในกรณีศึกษา A2 และ B2 จากผลการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลฝนจากแบบจำลอง GCM ด้วยวิธีสัดส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงเวลา 1974 – 2003 (Water Year) และข้อมูลภูมิอากาศอื่นๆของสถานีตรวจวัดภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย และอัตราการระเหย จำนวน 4 ชุดข้อมูล ช่วงเวลา 1981– 2003

3. นำเข้าข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model)

4. นำเข้าข้อมูลพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM

5. ปรับเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ด้วยข้อมูลปริมาณน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 1974 – 2003

6. สังเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าในปัจจุบัน (ช่วงปี 1995-2004) และในอนาคต (ช่วงปี 2010 – 2034 และช่วงปี 2075-2100) จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ข้อมูลอัตราการระเหยรายวัน และอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน

6.2.2 ข้อมูลนำเข้า

1. พารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM ประกอบด้วย

1.1 NAM Surface-Root zone

- Maximum water content in surface storage (U_{max})
- Maximum water content in root zone storage (L_{max})
- Overland flow runoff coefficient (CQOF)
- Time constant for interflow (CKIF)
- Time constants for routing overland flow (CK1_2)

- Root zone threshold value for overland flow (TOF)
- Root zone threshold value for inter flow (TIF)

1.2 Ground Water

- Root zone threshold value for ground water recharge (TG)
- Time constant for routing baseflow (CKBF)
- Ratio of ground water catchment to topographical (surface water) catchment area (Carea)
- Specific yield for the ground water storage (Sy)
- Maximum ground water depth causing baseflow (GWLBF0)
- Depth for unit capillary flux (GWLBF1)
- Lower base flow. Recharge to lower reservoir (Cqlow)
- Time constant for routing lower baseflow (Cklow)

2. เงื่อนไขเริ่มต้น (initial conditions) ประกอบด้วย

- Relative water content in tsurface storage (U_UMax)
- Releative water content in root zone storage (L_LMax)
- Overland flow (QOF)
- Interflow (QIF)
- Baseflow (BF)
- Lower Baseflow (BF_low)
- Snow Storage (SnowStorage)

3. ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา (meteorological data) ซึ่งประกอบด้วย

- ปริมาณฝน (rainfall) สำหรับช่วงเวลาของข้อมูลปริมาณฝนนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการศึกษา และสเกลของเวลา (time scale) ของการตอบสนองของพื้นที่ลุ่มน้ำ (catchment respond) โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้ค่าปริมาณฝนรายวัน (daily rainfall value) ก็นับว่ามีความเพียงพอแล้ว แต่สำหรับในลุ่มน้ำที่มีการตอบสนองเร็ว ซึ่งโครงการมีจุดสนใจอยู่ที่ปริมาณการไหลสูงสุด (peak flows) แล้วข้อมูลฝนก็จำเป็นต้องมีความละเอียดมากขึ้น
- ศักยภาพการคายระเหย (potential evapotranspiration) โดยทั่วไปใช้ค่าเป็นรายเดือน นับว่าเพียงพอแล้ว ยกเว้นในกรณีที่ต้องการความละเอียดถูกต้องมาก ๆ ก็อาจพิจารณาใช้เป็นรายวันได้
- อุณหภูมิ (temperature)

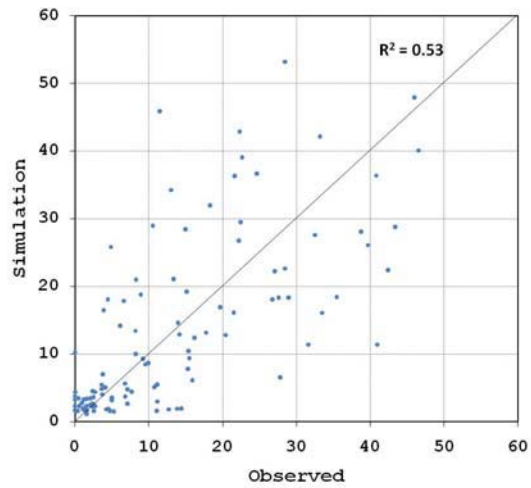
สำหรับข้อมูลนำเข้าที่ได้มีการปรับเทียบแล้ว แสดงดังตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 พารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM และเงื่อนไขเริ่มต้น

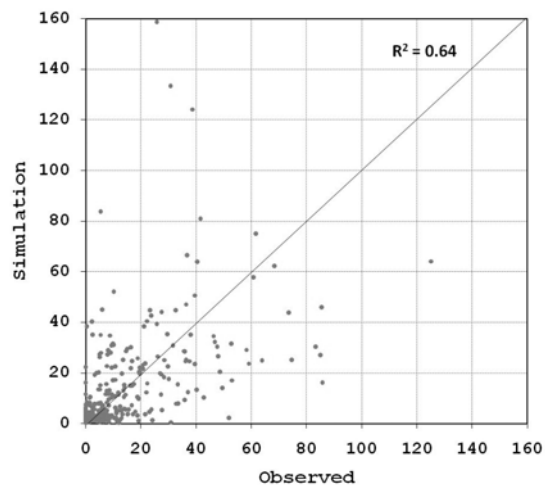
ข้อมูลนำเข้า	Value
1. NAM Parameters	
1.1 NAM Surface-Root zone	
- Maximum water content in surface storage (Umax) (mm)	30
- Maximum water content in root zone storage (Lmax) (mm)	300
- Overland flow runoff coefficient (CQOF) (())	0.7
- Time constant for interflow (CKIF) (hours)	500
- Time constants for routing overland flow (CK1_2) (hours)	48
- Root zone threshold value for overland flow (TOF) (())	0.6
- Root zone threshold value for inter flow (TIF) (())	0.5
1.2 Ground Water	
- Root zone threshold value for ground water recharge (TG) (())	0.4
- Time constant for routing baseflow (CKBF) (hours)	500
- Ratio of ground water catchment to topographical (surface water) catchment area (Carea) (())	1
- Specific yield for the ground water storage (Sy) (())	0.2
- Maximum ground water depth causing baseflow (GWLBF0) (m)	10
- Depth for unit capillary flux (GWLBF1) (m)	0.5
- Lower base flow. Recharge to lower reservoir (Cqlow) (%)	50
- Time constant for routing lower baseflow (Cklow) (hours)	10000
2. Initial conditions	
- Relative water content in tsurface storage (U_UMax) (())	0.2
- Releative water content in root zone storage (L_LMax) (())	0.2
- Overland flow (QOF) (m^3/s)	0.2
- Interflow (QIF) (m^3/s)	0.2
- Baseflow (BF) (m^3/s)	0.2
- Lower Baseflow (BF_low) (m^3/s)	0
- Snow Storage (SnowStorage) (mm)	0

6.2.3 การเปรียบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า

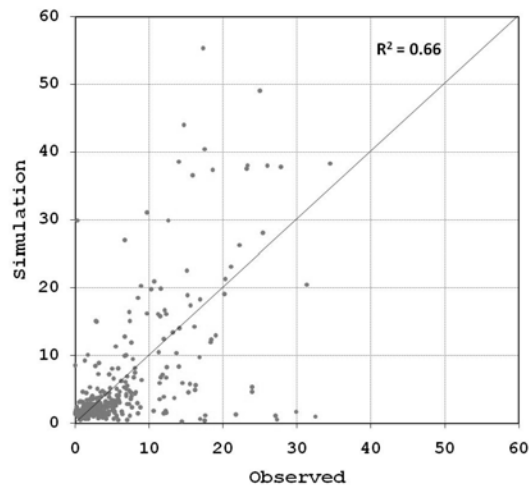
จากการจำลองสภาพน้ำท่าด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) ในสภาพปัจจุบัน เพื่อใช้สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลอง ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นเฉพาะการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นหลัก ดังนั้นในการเปรียบเทียบแบบจำลองจึงมุ่งเน้นการเปรียบเทียบไปที่ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ สถานีน้ำท่าที่นำมาใช้ในการประกอบไปด้วย สถานีวัดน้ำท่า Z.38 ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล และปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำดอกกราย เนื่องจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ศึกษานี้ ไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบจำลองน้ำท่าที่อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำดอกกราย และที่สถานีวัดน้ำท่า Z.38 มีค่า Correlation (R^2) เท่ากับ 0.53 0.64 และ 0.66 ตามลำดับ ค่า root mean square error (RMSE) เท่ากับ 16.34 7.58 และ 17.6 ตามลำดับ ค่า standard error (SE) 19.11 7.53 และ 16.49 ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำที่ระบายลงด้านท้ายน้ำไหลลงสู่ทะเล (runoff release allocation) จึงกำหนดให้ปริมาณน้ำนี้เป็นปริมาณน้ำที่เหลือจากการใช้น้ำในด้านเหนือน้ำ แสดงการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำท่าตรวจวัดกับปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้ดังรูปที่ 6 – 2



1) อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล



2) อ่างเก็บน้ำดอกกราย



3) สถานีวัดน้ำท่า Z.38

รูปที่ 6-2 เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลปริมาณน้ำท่าตรวจวัดกับปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้

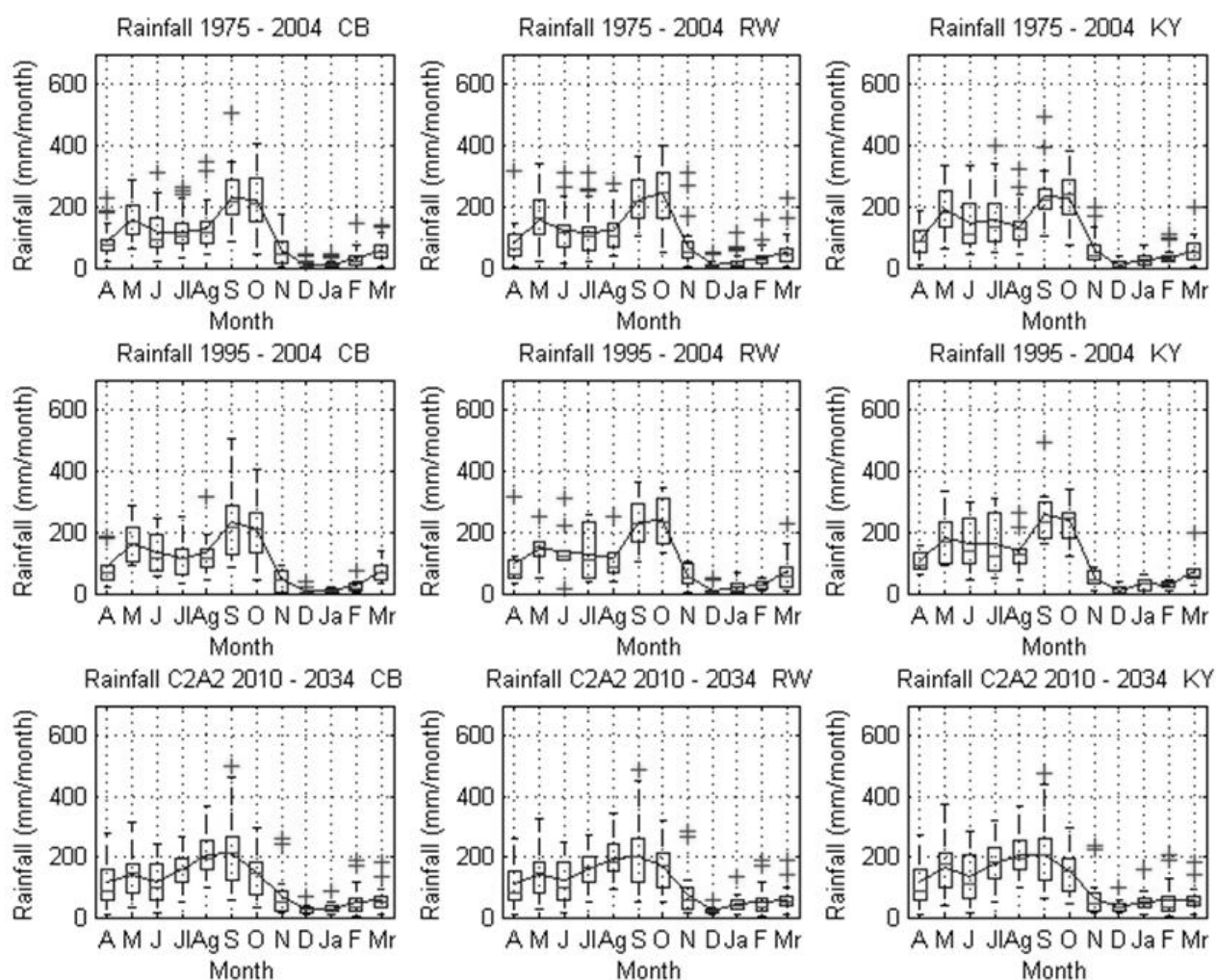
6.2.4 ผลการจำลองสภาพน้ำท่าในปัจจุบัน และอนาคต

ในการจำลองสภาพน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกจำเป็นที่จะต้องพิจารณาปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ประกอบด้วย เนื่องจากปริมาณฝนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำท่า โดยเปรียบเทียบช่วงเวลาที่ฝนตก และปริมาณน้ำฝนที่แปรปรวนไปจากปัจจุบัน ปัจจุบันปริมาณน้ำท่าโดยรวม เท่ากับ 977 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นฤดูแล้ง 244.92 ล้านลบ.ม./ปี และฤดูฝน 732.08 ล้านลบ.ม./ปี เมื่อจำลองสภาพปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 พบว่า มีแนวโน้มลดลง 40.45% และเพิ่มขึ้น 9.25% ตามลำดับ ส่วนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2076 - 2100 มีแนวโน้มลดลง 20.88% และเพิ่มขึ้น 6.16% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ทั้งกรณี C2A2 และ C2B2 ในช่วงปี 2010 - 2034 และช่วงปี 2076-2100 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจุบัน ในขณะที่ C2B2 มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า C2A2 อย่างไรก็ตาม ในกรณี C2A2 พบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีที่คำนวณได้นั้นมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากปัจจัยที่ทำให้เกิดน้ำท่าไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับค่า parameter ต่างๆ ของแบบจำลองด้วย เช่น ค่า Baseflow สภาพฝนรายเดือนส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในฤดูแล้ง และลดลงในช่วงต้น และปลายของฤดูฝน เป็นที่น่าสังเกตว่าแม้ฝนตกมากขึ้นในช่วงฤดูแล้งแทบจะไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าสูงขึ้นในช่วงฤดูแล้งเลย อีกทั้งเมื่อตรวจสอบปีน้ำของช่วงเวลา 2010 - 2034 พบว่า ปีน้ำส่วนใหญ่ตกอยู่ในปีน้ำน้อย จึงส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้นั้นมีแนวโน้มลดลง และยังแสดงให้เห็นว่า แม้สภาพฝนมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงฤดูแล้ง แต่ก็ไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่ารายเดือน เนื่อง Baseflow ในช่วงฤดูแล้งต่ำ อีกทั้งรูปแบบการกระจายตัวของฝนที่ตกไม่ได้เกิดจากพายุฝนเช่นเดียวกับฤดูฝน ทำให้เกิดน้ำท่าน้อยตามไปด้วย แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝน และน้ำท่ารายเดือนในกรณีต่าง ๆ ดังรูปที่ 6-3 และ 6-4 ตามลำดับ

สำหรับกรณี C2B2 พบว่า สภาพฝนมีแนวโน้มตกเพิ่มมากขึ้นตลอดทั้งปี ยกเว้นในเดือนกันยายน และมีนาคมมีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีมีแนวโน้มสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน ยกเว้นลุ่มน้ำชลบุรีมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 6-2 สรุปผลการจำลองสภาพน้ำหนักของลุ่มน้ำสาขาในภาคตะวันออกเฉียงใต้

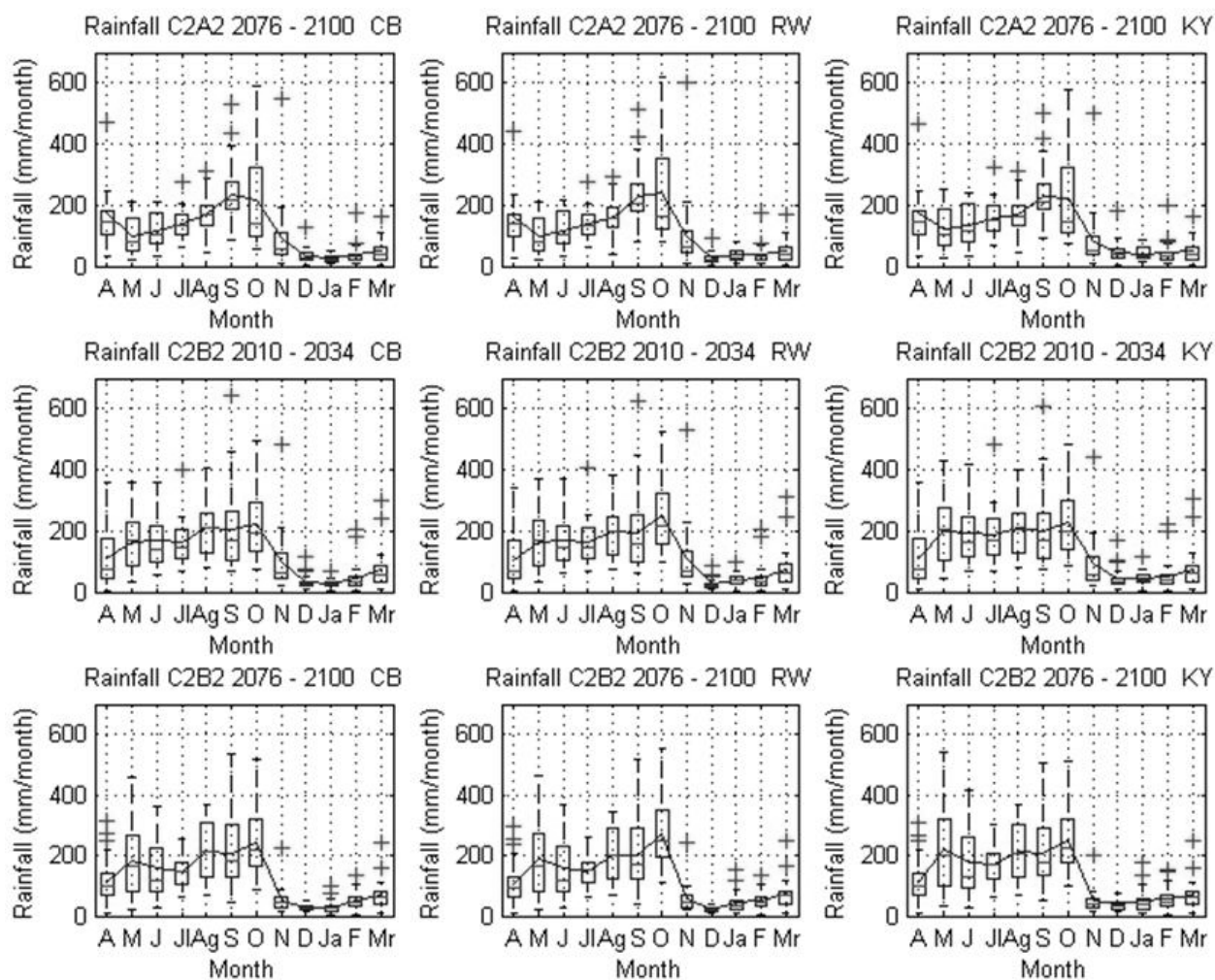
กรณีศึกษา	ช่วงปี	ลุ่มน้ำสาขา	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย, ล้านลบ.ม.											ฤดูฝน (ล้านลบ.ม.)	ฤดูแล้ง (ล้านลบ.ม.)	รวม (ล้านลบ.ม.)
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.		
1.สภาพปัจจุบัน	1995 - 2004	ชลบุรี	7.14	12.16	8.82	11.51	11.71	35.58	48.37	18.51	6.53	4.20	3.61	3.35	128.15	43.34
		ระยองฝั่งตะวันตก	6.85	6.23	11.85	15.21	13.64	25.31	51.50	27.05	7.52	5.02	4.30	6.38	123.74	57.13
		คลองใหญ่	12.78	37.49	42.69	66.89	49.63	114.83	168.67	66.81	21.85	15.37	13.40	14.24	480.20	144.45
		รวม	26.77	55.89	63.36	93.61	74.98	175.71	268.54	112.37	35.90	24.59	21.31	23.97	732.08	244.92
2. C2A2	2010 - 2034	ชลบุรี	2.55	3.44	2.78	3.15	8.63	23.18	20.44	10.03	3.85	2.58	2.33	2.38	61.62	23.72
		ระยองฝั่งตะวันตก	2.82	3.54	3.41	4.30	10.49	26.58	26.32	14.12	5.00	3.43	3.01	2.97	74.64	31.35
		คลองใหญ่	10.21	16.34	15.51	25.63	52.99	102.27	83.29	37.44	14.71	11.04	10.37	10.70	296.03	94.46
		รวม	15.57	23.33	21.71	33.08	72.12	152.02	130.05	61.59	23.55	17.05	15.71	16.05	432.30	149.53
	2076 - 2100	ชลบุรี	9.09	8.38	3.67	3.74	5.25	17.91	47.38	19.04	6.21	3.77	3.17	2.85	86.33	44.12
		ระยองฝั่งตะวันตก	9.00	9.35	4.43	4.91	6.13	20.12	60.40	25.85	7.49	4.50	3.87	3.47	105.34	54.17
		คลองใหญ่	27.99	29.45	15.09	23.66	31.69	78.82	158.98	61.68	20.53	13.13	11.64	10.39	337.68	145.35
		รวม	46.08	47.18	23.19	32.31	43.07	116.85	266.75	106.58	34.22	21.39	18.67	16.70	529.35	243.65
3. C2B2	2010 - 2034	ชลบุรี	6.14	6.86	9.80	12.72	17.07	30.57	37.84	26.32	7.63	4.79	4.36	4.09	114.87	53.32
		ระยองฝั่งตะวันตก	6.36	7.80	13.74	18.04	20.62	35.72	49.65	36.56	9.41	6.02	5.75	5.14	145.57	69.24
		คลองใหญ่	21.09	30.04	53.64	74.77	85.22	117.95	138.07	86.64	26.20	17.47	17.91	15.43	499.68	184.74
		รวม	33.59	44.69	77.18	105.53	122.91	184.24	225.56	149.53	43.24	28.28	28.01	24.65	760.12	307.30
	2076 - 2100	ชลบุรี	3.25	11.66	12.25	8.88	16.75	28.88	49.56	14.73	5.98	4.21	3.70	3.66	127.98	35.53
		ระยองฝั่งตะวันตก	4.00	13.39	17.12	12.84	19.88	33.57	64.52	20.05	7.46	5.48	4.94	4.66	161.32	46.58
		คลองใหญ่	12.46	53.77	65.49	53.14	77.49	110.41	176.88	49.77	21.06	16.15	15.11	13.98	537.19	128.53
		รวม	19.71	78.83	94.86	74.86	114.12	172.86	290.96	84.55	34.49	25.84	23.74	22.30	826.49	210.64



CB = ลุ่มน้ำสาขาชลบุรี RW = ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก KY = ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่

+ = ค่าสูงผิดปกติ ⊥ = ค่าต่ำสุด T = ค่าสูงสุด

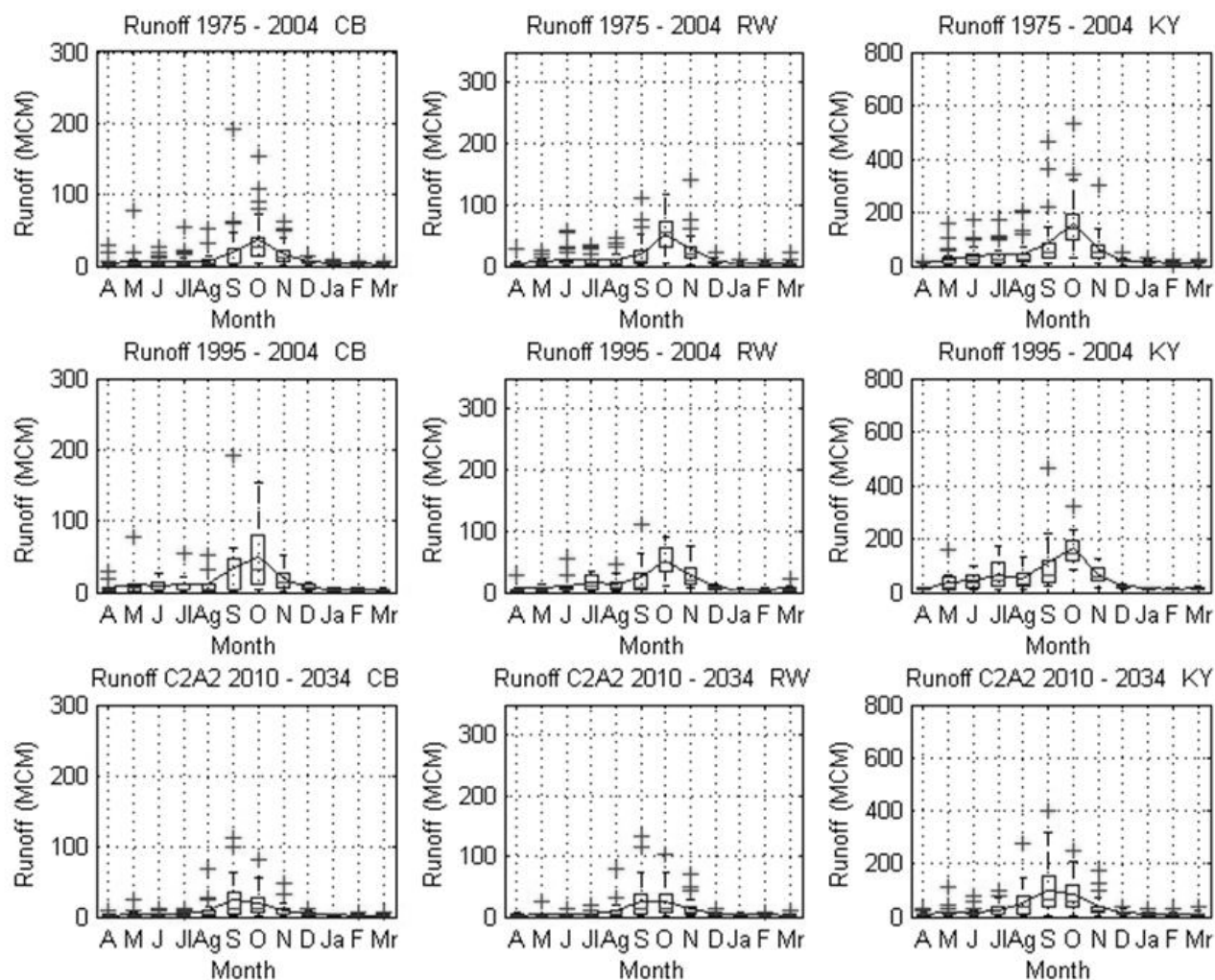
รูปที่ 6-3 เปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออก กรณีต่างๆ



CB = ลุ่มน้ำสาขาชลบุรี RW = ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก KY = ลุ่มน้ำสาขาลองใหญ่

+ = ค่าสูงผิดปกติ ⊥ = ค่าต่ำสุด T = ค่าสูงสุด

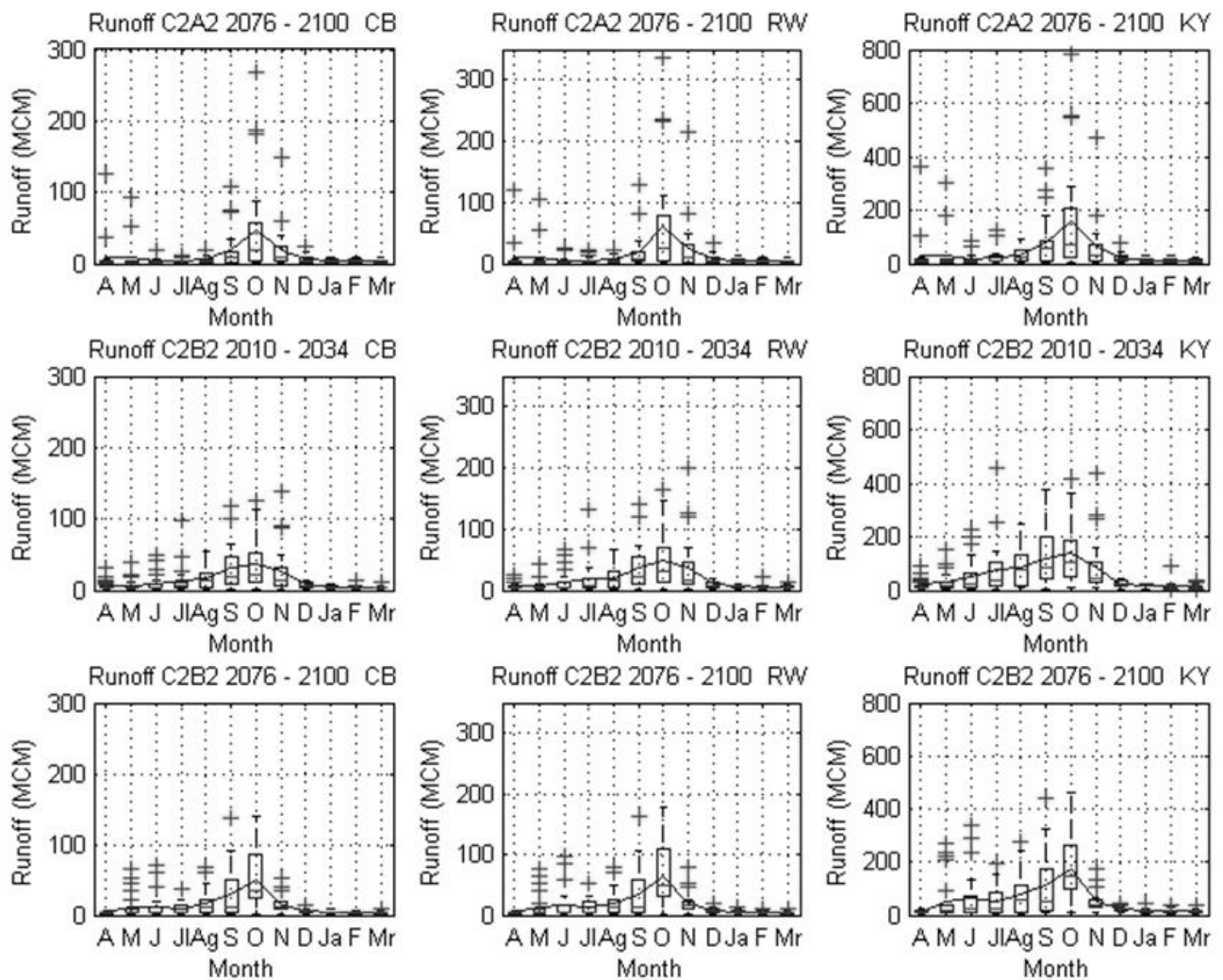
รูปที่ 6-3 (ต่อ) เปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออก กรณีต่างๆ



CB = ลุ่มน้ำสาขาชลบุรี RW = ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก KY = ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่

+ = ค่าสูงผิดปกติ ⊥ = ค่าต่ำสุด T = ค่าสูงสุด

รูปที่ 6-4 เปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออก กรณีต่างๆ



CB = กลุ่มน้ำสาขาลบุรี RW = กลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก KY = กลุ่มน้ำสาขาลองใหญ่

+ = ค่าสูงผิดปกติ ⊥ = ค่าต่ำสุด T = ค่าสูงสุด

รูปที่ 6-4 เปรียบเทียบระหว่างปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออก กรณีต่างๆ (ต่อ)

6.3 ผลการประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในอนาคต

ในการประเมินผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ในอนาคต จำเป็นที่จะต้องเปรียบเทียบกรณีศึกษาระหว่างช่วงปีปัจจุบัน และกรณีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 และ B2 ในอนาคต ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 6.1.4 โดยพิจารณาปัจจัยที่ใช้ในการบริหารอ่างเก็บน้ำ และการจัดสรรน้ำไปยังกลุ่มผู้ใช้น้ำประเภทต่างๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำปล่อยจากอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำเก็บกัก ปริมาณน้ำจัดสรร และปริมาณน้ำขาดแคลน

จากผลการจำลองสภาพปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่า ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำโดยรวม เท่ากับ 527 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นฤดูแล้ง 149 ล้านลบ.ม./ปี และฤดูฝน 378 ล้านลบ.ม./ปี เมื่อจำลองสภาพปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 พบว่า มีแนวโน้มลดลง 41.76% และ 27.04% ตามลำดับ ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือนลดลงตามไปด้วย กลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งเป็นกลุ่มน้ำสาขาที่มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่กว่ากลุ่มน้ำสาขาอื่นๆ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำดอกกราย และอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ อีกทั้งมีการผันน้ำไปยังกลุ่มน้ำสาขาชลบุรีไว้ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม พบว่า ในอนาคตอันใกล้ ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯลดลง 42% และมีการแกว่งค่อนข้างมากในช่วงเดือนกันยายน และตุลาคม ส่วนอนาคตอันไกล ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯลดลง 27% มีแปรปรวนสูงตลอดช่วงฤดูฝน

ส่วนสภาพปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือนในกรณี C2A2 และ C2B2 ในอนาคตอันไกล (ช่วงปี 2076 -2100) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.23% และลดลง 2.94% ซึ่งไม่แตกต่างจากปัจจุบันมากนักแสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในแต่ละกรณีได้ดังรูปที่ 6-5

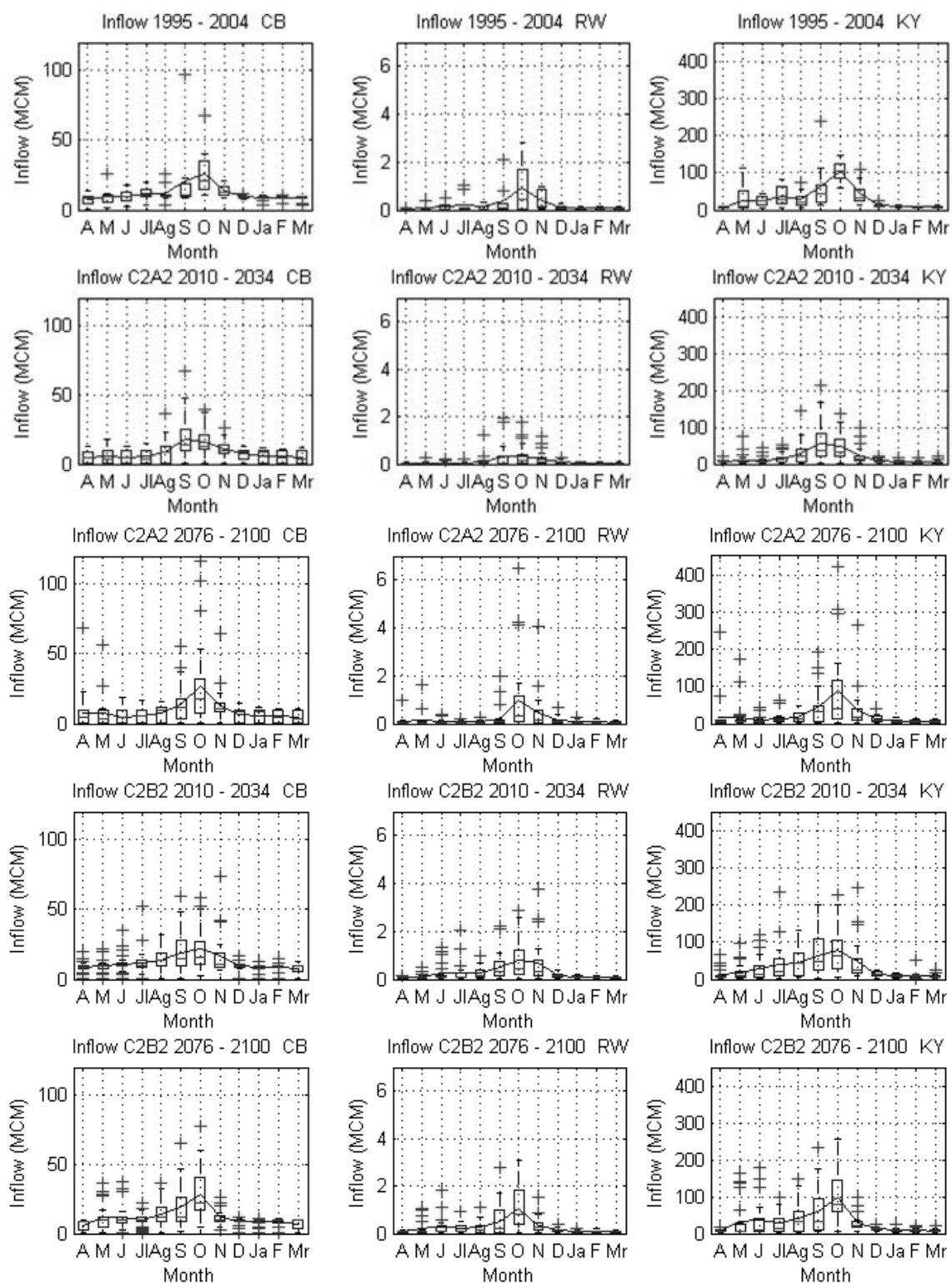
จากผลการจำลองสภาพปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่า ปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำโดยรวม เท่ากับ 280.38 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นฤดูแล้ง 98.87 ล้านลบ.ม./ปี และฤดูฝน 191.97 ล้านลบ.ม./ปี เมื่อจำลองสภาพปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 พบว่า มีแนวโน้มลดลง 46.92% และ 29.21% ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่น้อยลง ส่วนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2076 – 2100 มีแนวโน้มลดลง 1.54% และ 5.46%

ตามลำดับ ซึ่งปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำไม่ต่างไปจากปัจจุบันมากนัก แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำในแต่ละกรณีได้ดังรูปที่ 6-6

ในกรณี C2A2 ช่วงปี 2010 -2034 กลุ่มน้ำสาขาระยะของฝั่งตะวันตกไม่มีการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเลย ในขณะที่กลุ่มน้ำคลองใหญ่มีการปล่อยน้ำลดลง 46.8% ซึ่งส่งผลให้น้ำไม่เพียงพอต่อการจัดสรรในพื้นที่ท้ายน้ำทำให้เกิดสภาพความขาดแคลนน้ำมากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ชลประทาน

จากผลการจำลองสภาพปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่า เมื่อจำลองสภาพปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยรายเดือนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 พบว่า มีแนวโน้มลดลง 36.63% และ 25.07% ตามลำดับ กลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งเป็นกลุ่มน้ำที่มีอ่างเก็บน้ำหลักมีปริมาณน้ำเก็บกักลดลง ส่วนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2076 – 2100 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 8.44% และ 7.46% ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่า กลุ่มน้ำสาขาชลบุรี และกลุ่มน้ำสาขาระยะของฝั่งตะวันตกมีความแปรปรวนของปริมาณน้ำเก็บกักสูงมาก แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำในแต่ละกรณีได้ดังรูปที่ 6-7

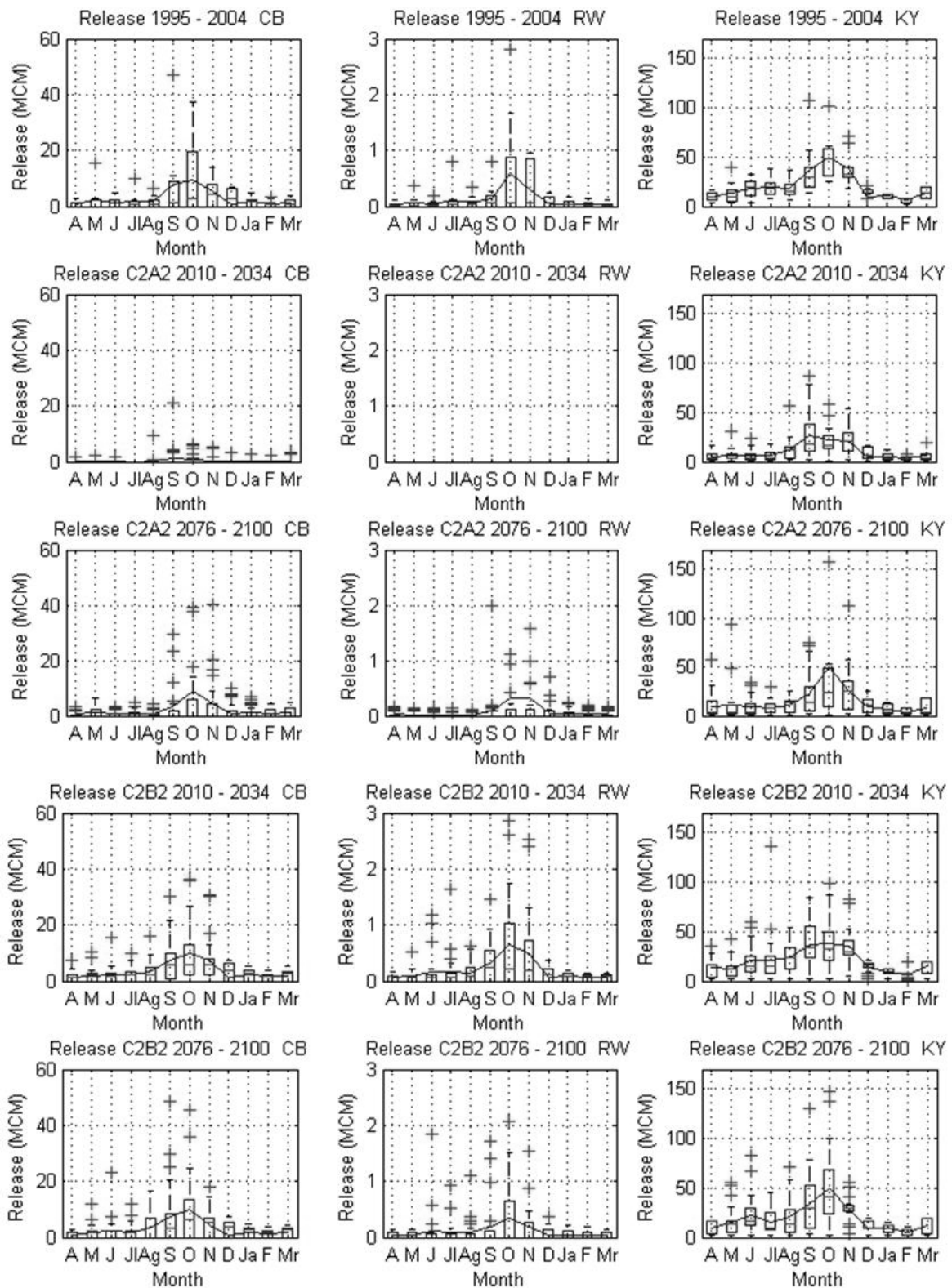
จากผลการวิเคราะห์ความต้องการน้ำในพื้นที่กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่า ความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆโดยรวม เท่ากับ 150.43 ล้านลบ.ม./ปี แบ่งเป็นฤดูแล้ง 110.98 ล้านลบ.ม./ปี และฤดูฝน 39.45 ล้านลบ.ม./ปี ความต้องการน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปตามกรณีต่างๆ คือ ความต้องการน้ำชลประทาน ซึ่งมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ (กำหนดให้ความต้องการน้ำอุตสาหกรรมเท่ากับปัจจุบัน) กล่าวคือ ถ้าฝนมาก พื้นที่เพาะปลูกพืชก็จะต้องการน้ำชลประทานน้อย ในทำนองเดียวกันถ้าฝนน้อย พื้นที่เพาะปลูกพืชก็จะต้องการน้ำชลประทานมาก พบว่า ความต้องการน้ำในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 มีแนวโน้มลดลง 20.59% และ 23.52% ตามลำดับ กลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งเป็นกลุ่มน้ำที่มีความต้องการน้ำชลประทานและน้ำอุตสาหกรรมมากที่สุดมีแนวโน้มลดลง ส่วนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2076 – 2100 มีแนวโน้มลดลง 18.43% และ 22.21% ตามลำดับ แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความต้องการน้ำในแต่ละกรณีได้ดังรูปที่ 6-8



CB = ลุ่มน้ำสาขาชลบุรี RW = ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก KY = ลุ่มน้ำสาขาลองใหญ่

+ = ค่าสูงผิดปกติ ⊥ = ค่าต่ำสุด T = ค่าสูงสุด

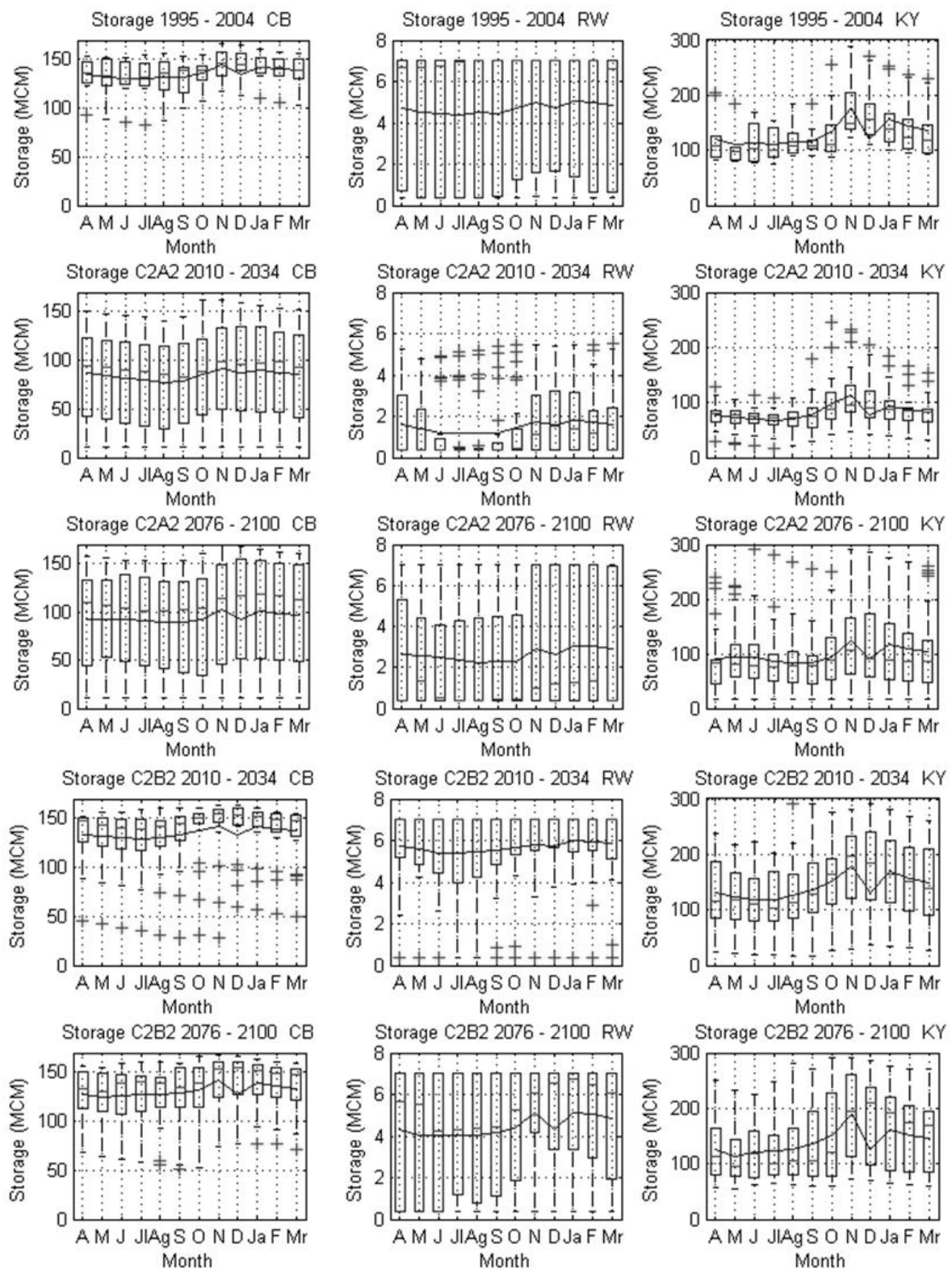
รูปที่ 6-5 เปรียบเทียบปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก



CB = ลุ่มน้ำสาขาสงป๋วย RW = ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก KY = ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่

+ = ค่าสูงผิดปกติ ⊥ = ค่าต่ำสุด T = ค่าสูงสุด

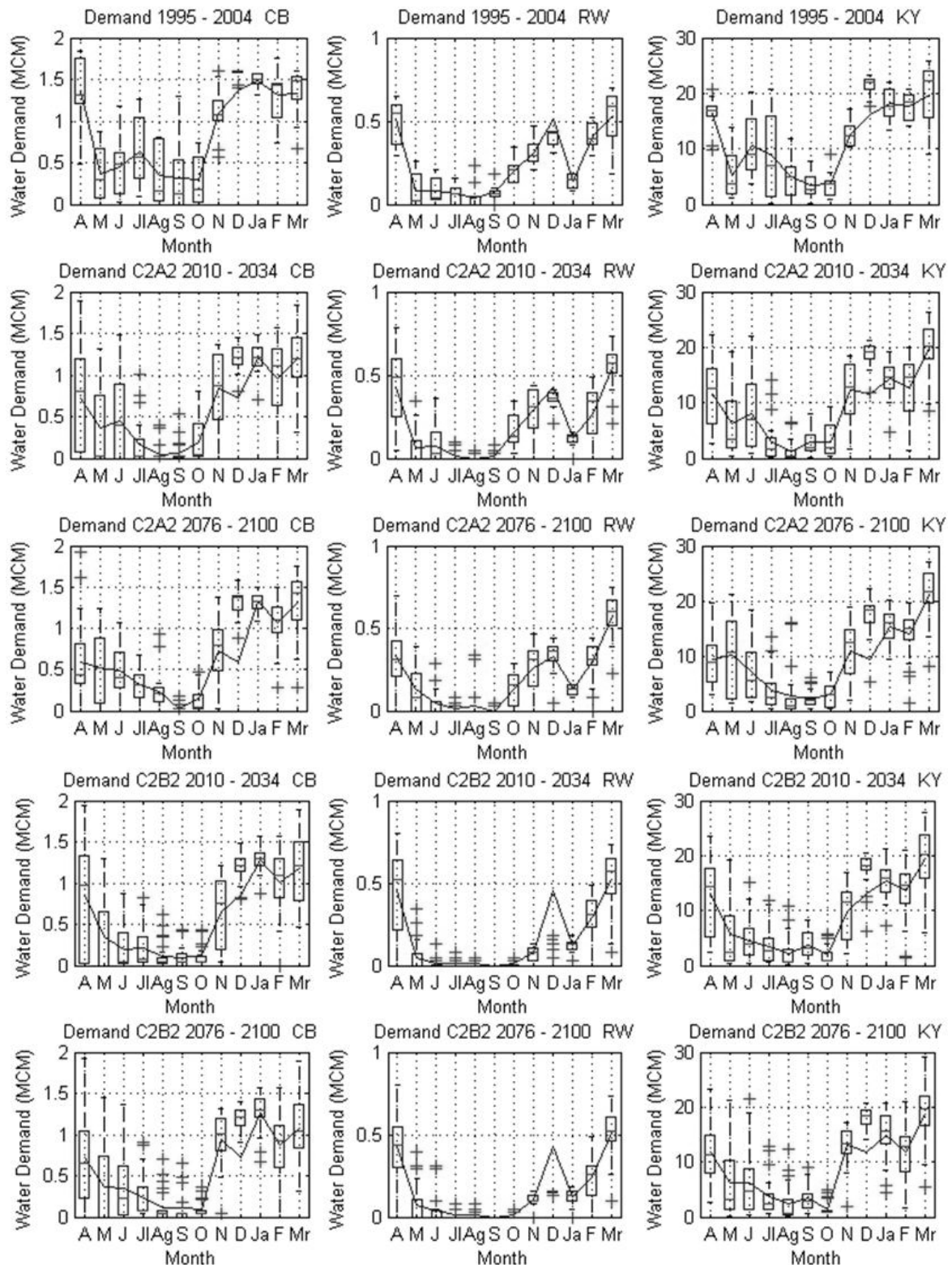
รูปที่ 6-6 เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ปล่อยของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก



CB = ลุ่มน้ำสาขาชลบุรี RW = ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก KY = ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่

+ = ค่าสูงผิดปกติ ⊥ = ค่าต่ำสุด T = ค่าสูงสุด

รูปที่ 6-7 เปรียบเทียบปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก



CB = ลุ่มน้ำสาขาสลบุรี RW = ลุ่มน้ำสาขาระยองฝั่งตะวันตก KY = ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่

+ = ค่าสูงผิดปกติ ⊥ = ค่าต่ำสุด T = ค่าสูงสุด

รูปที่ 6-8 เปรียบเทียบความต้องการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก

จากผลการจำลองสภาพความขาดแคลนน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ในกรณี C2A2 ช่วงปี 2010 -2034 และ 2076 – 2100 พบว่า สภาพความต้องการน้ำในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2010 -2034 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 116.47% และ 127.24% ตามลำดับ ส่วนในกรณี C2A2 และ C2B2 ช่วงปี 2076 – 2100 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 47.17% และ 21.24% ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่า ลุ่มน้ำคลองใหญ่ซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่มีความขาดแคลนน้ำมากที่สุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แม้ว่าความต้องการน้ำลดลง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำที่จัดสรรไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม ลุ่มน้ำสาขาคลองใหญ่ในกรณี C2B2 ทั้ง 2 ช่วงเวลา มีสภาพความขาดแคลนน้อยกว่า C2A2 นอกจากนี้ ลุ่มน้ำสาขาชลบุรีในกรณี C2B2 มีสภาพความขาดแคลนน้อยลง 24.48% ถึง 35.08% แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองสภาพความขาดแคลนน้ำในแต่ละกรณีได้ดังรูปที่ 6-9

สรุปสภาพการบริหารจัดการน้ำในสภาพปัจจุบัน และอนาคตอันใกล้ และอนาคตอันไกล ในแต่ละกรณีได้ดังตารางที่ 6-2 และ 6-3

ตารางที่ 6-3 สรุปสภาพการบริหารจัดการน้ำในสภาพปัจจุบัน และอนาคตอันใกล้

ตัวแปร	ค่าทางสถิติ	สภาพปัจจุบัน (ล้านลบ.ม./ เดือน) (1995-2004)	อนาคตอันใกล้ (ล้านลบ.ม./เดือน) (2010 – 2034)			
			C2A2	%Change	C2B2	%Change
ปริมาณน้ำไหลเข้า	Mean	31.47	18.33	-41.76	22.96	-27.04
	SD	38.22	27.91	-26.98	47.45	24.15
ปริมาณน้ำปล่อย	Mean	20.84	11.06	-46.92	14.75	-29.21
	SD	17.93	12.56	-29.95	28.93	61.32
ปริมาณน้ำเก็บกัก	Mean	133.53	84.62	-36.63	100.06	-25.07
	SD	49	36.02	-26.49	71.83	46.59
ปริมาณความต้องการน้ำ	Mean	12.97	10.30	-20.59	9.92	-23.52
	SD	8.17	8.24	0.86	8.11	-0.73
ปริมาณน้ำขาดแคลน	Mean	3.56	7.70	116.47	8.09	127.24
	SD	3.25	6.80	109.03	7.38	127.15

ตารางที่ 6-4 สรุปสภาพการบริหารจัดการน้ำในสภาพปัจจุบัน และอนาคตอันไกล

ตัวแปร	ค่าทางสถิติ	สภาพปัจจุบัน (ล้านลบ.ม./ เดือน) (1995-2004)	อนาคตอันไกล (ล้านลบ.ม./เดือน) (2010 – 2034)			
			C2A2	%Change	C2B2	%Change
ปริมาณน้ำไหล เข้า	Mean	31.47	31.54	0.23	30.54	-2.94
	SD	38.22	42.12	10.2	44.39	16.14
ปริมาณน้ำปล่อย	Mean	20.84	20.52	-1.54	19.71	-5.46
	SD	17.93	18.36	2.39	21.16	17.96
ปริมาณน้ำเก็บ กัก	Mean	133.53	144.81	8.44	143.5	7.46
	SD	49	65.16	32.98	68.48	39.74
ปริมาณความ ต้องการน้ำ	Mean	12.97	10.58	-18.43	10.09	-22.21
	SD	8.17	8.10	-0.86	7.98	-2.33
ปริมาณน้ำขาด แคลน	Mean	3.56	5.24	47.17	4.31	21.24
	SD	3.25	6.15	89.14	4.47	37.41