รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเพื่อการรองรับการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก EEC

Study of Agricultural Water Requirement under Changing Environmental to Supporting the Eastern Economic Corridor (EEC) Development

โดย

ดร.ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย และคณะ

ธันวาคม 2563

สัญญาเลขที่ SIP6230007

โครงการ การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเพื่อการรองรับการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก EEC

1. ดร.ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ดร.จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ดร.เกศวรา สิทธิโชค มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดโครงการ การศึกษาสมดุลน้ำและมาตรการลดการใช้น้ำเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกสว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นการนำเสนอผลการวิจัยทั้งหมดของโครงการวิจัยภายใต้วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยที่ได้เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) กล่าวคือ โครงการนี้เป็นการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเพื่อการรองรับการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการการพัฒนาระบบวางแผนบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ EEC

สำหรับรายงานฉบับนี้จะนำเสนอผลในส่วนของข้อมูลปริมาณการใช้น้ำภาคเกษตรกรรมจากการอ้างอิงรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมในสภาพปัจจุบันและภาใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในระดับลุ่มน้ำสาขาของพื้นที่การศึกษา การประเมินผลกระทบต่อปริมาณการใช้น้ำภาคเกษตรกรรมภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตสำหรับกรณีต่าง ๆ และศึกษาวิธีการลดการใช้น้ำของทุเรียนในพื้นที่ตัวอย่างกรณีศึกษาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ของพื้นที่การศึกษาต่อไป และแสดงผลวิธีการเพาะปลูกทุเรียนให้มีคุณภาพภายใต้การให้น้ำแก่ทุเรียนอย่างเหมาะสมตามความต้องการของทุเรียนที่ช่วงอายุต่าง ๆ รวมถึงมีความเหมาะสมกับปริมาณน้ำต้นทุน โดยในรายงานฉบับนี้จะได้มีการอธิบายผลการวิเคราะห์เพื่อให้เห็นถึงประเด็นสำคัญที่จะนำไปสู่การวิจัยต่อยอดและนำไปพัฒนาให้แก่พื้นที่การศึกษาต่อไป

สุดท้ายนี้คณะวิจัยได้มีความเชื่อมั่นว่ารายงานฉบับนี้สามารถตอบวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยและเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับพื้นที่การศึกษาอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดในเนื้อหาของรายงานมีความผิดพลาดต้องขออภัยมา ณ ที่นี้และขอได้โปรดแจ้งกลับมายังคณะวิจัยเพื่อปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ขึ้นต่อไป จักขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ดร.ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย

ธันวาคม 2563

บทสรุปผู้บริหาร

1.ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรม

การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม จำแนกตามลุ่มน้ำหลัก 4 ลุ่มน้ำ (ในระบบ 25 ลุ่มน้ำ) โดยใช้ฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ.2560 – 2561 ประกอบกับปฏิทินการเพาะปลูกแยกตามลุ่มน้ำหลัก 4 ลุ่มน้ำ แบ่งเป็น พื้นที่นอกเขตชลประทาน และ พื้นที่ในเขตชลประทาน โดยสภาพปัจจุบันมีปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมนอกเขตชลประทานเฉลี่ยมีค่า 5,981.03 ล้าน ลบ.ม./ปี และปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมในเขตชลประทานเฉลี่ยมีค่า 3,328.46 ล้าน ลบ.ม./ปี ทำให้โดยรวมแล้วพื้นที่ภาคตะวันออกมีความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมเฉลี่ยรวมมีค่า 9,309.49 ล้าน ลบ.ม./ปี ส่วนกรณีลดการใช้น้ำภาคเกษตรกรรมจะคำนวณปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนด้วยวิธีทดลองในการลดการใช้น้ำซึ่งพบว่าสามารถลดปริมาณความต้องการน้ำเฉพาะโครงการชลประทานที่มีการเพาะปลูกทุเรียนลงได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 40 แต่หากพิจารณาในภาพรวม พบว่า มีร้อยละการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมโดยรวมไม่มากนัก (เฉลี่ยร้อยละ 9) แต่ก็ถือว่าเป็นไปตามเป้าหมายเบื้องต้นในการลดปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมลงให้ได้ร้อยละ 10 ส่วนความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 20 ปีข้างหน้า (พ.ศ.2580) จะพิจารณาเฉพาะพื้นที่ในเขตชลประทานซึ่งมีปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ย 4,441 ล้าน ลบ.ม./ปี อันเนื่องมาจากความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณฝน เป็นต้น โดยผลการศึกษานี้ได้สนับสนุนผลการวิจัยในการนำไปวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำทั้งกรณีสภาพปัจจุบัน ลดการใช้น้ำ โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในอนาคต และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับพื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับพื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ของโครงการวิจัยนี้ทำเพื่อสนับสนุนความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพในการนำผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยแบบจำลองภูมิอากาศ CanESM2 ไปใช้สำหรับพื้นที่การศึกษาของโครงการวิจัย “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” โดยเลือกใช้แบบจำลองภูมิอากาศ CanESM2 CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 โดยผลการทดสอบ พบว่า ผลการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลในกรณี RCP4.5 ซึ่งโครงการวิจัยจัดทำสมดุลน้ำฯ เลือกศึกษาในกรณีดังกล่าว ในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันปริมาณฝนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 1 – 37 แต่มีบางลุ่มน้ำสาขาลดลงอยู่ในช่วง

ร้อยละ 5 – 20 ในส่วนของช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณฝนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 6 – 48 แต่มีบางลุ่มน้ำสาขาลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 5 – 23 สอดคล้องกับผลการวิจัยของโครงการนี้ที่มีร้อยละการเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันของทั้ง 3 แบบจำลองระหว่าง 1 – 58 แต่มีบางสถานีลดลงระหว่างร้อยละ 2 – 4 ส่วนช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณฝนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 10 – 65 แต่มีบางลุ่มน้ำสาขาลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 1 – 5 ในส่วนของอุณหภูมิจากการเปรียบเทียบความสอดคล้องกับปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง พบว่า ในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 1 – 4 ในส่วนของช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 2 – 6 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของโครงการนี้ที่มีร้อยละการเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันอยู่ระหว่าง 1 – 3 ส่วนช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 1 – 4 จึงสรุปได้ว่าการนำผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองภูมิอากาศ CanESM2 มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับพื้นที่การศึกษา

3. การศึกษาติดตามวิธีการปลูกทุเรียนคุณภาพสูงจากเกษตรกร

การศึกษาได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างถึงปริมาณความต้องการน้ำของทุเรียน โดยพบว่า เกษตรกรจะมีช่วงเวลาทำงานตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เมษายน (ระยะเวลา 6 เดือน) โดยในช่วงแรกหลังการงดน้ำทำดอก ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง มกราคม ชาวสวนทุเรียนทั่วไปนิยมให้น้ำอยู่ที่ปริมาณ 150 ลิตรต่อต้นต่อวัน และเพิ่มขึ้นเป็น 200 - 300 ลิตรต่อต้น ต่อวันในช่วง 3 เดือนหลังระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่ผลทุเรียนมีขนาดเท่ากระป๋องนมจนถึงผลโตเต็มที่พร้อมเก็บเกี่ยว แต่จากการทดสอบการใช้น้ำของต้นทุเรียน พบว่า ความต้องการใช้น้ำของทุเรียนหนึ่งต้นใช้น้ำไม่ถึง 100 ลิตรต่อวันในช่วง 3 เดือนแรก และไม่เกิน 150 ลิตรต่อต้นต่อวันในช่วง 3 เดือนหลัง จึงได้ทดลองให้น้ำวันละ 200 ลิตรต่อต้นต่อวัน พบว่า ผลผลิตที่ได้มีปริมาณและคุณภาพดี จึงเป็นการยืนยันว่าปริมาณน้ำที่ให้ลดลงไม่ได้ส่งผลต่อคุณภาพของทุเรียนแต่อย่างใด และได้ทำการติดตั้งระบบตรวจวัดสภาพภูมิอากาศและปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนด้วยเครื่องมือ sap flow ในการศึกษาถึงตัวแปรที่ประกอบการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของทุเรียน ทำให้สรุปผลการทดลองได้ว่า การปลูกทุเรียนไม่จำเป็นต้องให้น้ำในปริมาณมาก และนอกจากเกษตรกรจะได้ทราบถึงช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการให้น้ำทุเรียนแล้ว ยังช่วยประหยัดหรือลดค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำราคาแพงเพื่อนำมารดสวนทุเรียนในช่วงหน้าแล้งได้อีกด้วย โดยจะเห็นได้จากปริมาณการใช้น้ำของสวนทุเรียนต้นแบบในพื้นที่ 10 ไร่ ช่วง 6 เดือนของการปลูกทุเรียน ปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด 4,152 ลูกบาศก์เมตร ลดลงจากวิธีการเดิมที่มีการใช้น้ำ 6,576 ลูกบาศก์เมตร ชี้ให้เห็นว่าการให้น้ำ 200 - 300 ลิตรต่อต้นต่อวัน

ของเกษตรกรที่ผ่านมาทำให้เสียน้ำไปกับการระเหยที่ไม่เป็นประโยชน์ ดังนั้นด้วยวิธีการนี้จะทำให้ชาวสวนทุเรียนสามารถลดการใช้น้ำลงได้ถึง 35 - 40% มากกว่าเป้าหมายที่โครงการกำหนดไว้ และทำการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ของทุเรียน โดยการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลระบบปลูกทุเรียนในแปลงตัวอย่างซึ่งรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรีเพื่อจัดทำบัญชีรายการการใช้น้ำของทุเรียน และเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพื้นที่ศึกษา ขอบเขตการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทุเรียนตั้งแต่แรกปลูกจนถึงอายุ 30 ปีผลการศึกษา พบว่า พบว่า มีการให้น้ำจริงของแปลงทุเรียนเท่ากับ 1,517.81 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 1,569.63 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งมีค่าสูงกว่าความต้องการใช้น้ำทางทฤษฎีเมื่อนำมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางทฤษฎี พบว่า พื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมเท่ากับ 1,479.85 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน ในขณะที่ทุเรียนที่ปลูกในจังหวัดจันทบุรีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 1,133.59 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน เมื่อนำค่าการใช้น้ำชลประทานจริงจากการสำรวจมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ พบว่า มีค่าสูงขึ้นเป็น 2,031.77 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และ 1,704.45 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน ในจังหวัดจันทบุรี เนื่องจากความต้องการน้ำในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมากกว่าจันทบุรี ขณะเดียวกันผลผลิตทุเรียนสดในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองเฉลี่ยต่ำกว่าจังหวัดจันทบุรี ส่งผลให้ค่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมีค่ามากกว่าจันทบุรี ซึ่งผลการคำนวณแสดงให้เห็นถึงการมีแหล่งน้ำเพื่อใช้ในภาคการเกษตรอย่างเหมาะสมซึ่งเป็นเหตุผลที่สนับสนุนในการเพาะปลูกทุเรียนให้ได้คุณภาพสูงที่จะต้องมีการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนเพื่อใช้ในสวนทุเรียนเอง และวิธีการเว้นระยะห่างระหว่างต้นทุนเรียนเพื่อการเจริญเติบโตที่เหมาะสม ระยะ 10x10 เมตร จะทำให้ทุเรียนได้รับแสงแดดในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของต้นทุเรียน การเก็บผลผลิตควรเก็บผลทุเรียนที่มีอายุผลมากกว่า 120 วันนับจากวันดอกทุเรียนบาน ซึ่งปัจจัยที่กล่าวมาเบื้องต้นนี้เป็นข้อแนะนำในการทำให้ผลผลิตทุเรียนมีคุณภาพสูง

บทคัดย่อ

สัญญาเลขที่ : SIP6230007

ชื่อโครงการ : การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเพื่อการรองรับการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก EEC

ชื่อนักวิจัย : ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์ เกศวรา สิทธิโชค และนิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อีเมล์ : fengSspu@ku.th

ระยะเวลาโครงการ : 4 กรกฎาคม 2562 - วันที่ 4 กันยายน 2563

ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมเป็นปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในแปลงเพาะปลูกรวมกับการสูญเสียต่าง ๆ ในระหว่างการลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนจนถึงแปลงพื้นที่เพาะปลูก โดยหักออกด้วยปริมาณฝนใช้การ การวิจัยมีการรวบรวมข้อมูลพื้นที่ชลประทานและการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ชลประทานที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่การศึกษาจำนวน 79 โครงการ

ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในปัจจุบันในพื้นที่นอกเขตชลประทานลุ่มชายฝั่งตะวันออกมีปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ย 2,076 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี ลุ่มน้ำโตนเลสาปมีปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ย 1,167 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ลุ่มน้ำบางปะกงมีปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ย 1,110 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี และลุ่มน้ำปราจีนบุรีมีปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ย 1,629 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี รวมภาคตะวันออกมีปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมนอกพื้นที่ชลประทาน 5,981 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในพื้นที่ชลประทานของลุ่มชายฝั่งตะวันออกมีความต้องการน้ำเฉลี่ย 477 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี ลุ่มน้ำโตนเลสาปมีปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ย 329 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ลุ่มน้ำบางปะกงมีปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ย 1,037 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี และลุ่มน้ำปราจีนบุรีมีปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ย 1,485 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี โดยรวมแล้วภาคตะวันออกมีปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่ชลประทาน 3,328 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก ภายใต้ 2 สถานการณ์ ประกอบด้วย RCP4.5 และ RCP8.5 ในช่วงระหว่างปี 2020 - 2099 ของพื้นที่ภาคตะวันออกของแต่ละสถานีตรวจวัดทั้งสิ้น 12 สถานี สำหรับ 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาระยะเวลาใกล้ปัจจุบัน คือ ตั้งแต่ปี 2020 จนถึงปี 2035 และช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันในช่วง ปี 2035 - 2099 พบว่า ปริมาณฝนของทุกสถานีตรวจวัดทั้ง 2 สถานการณ์ ในทั้ง 2 ช่วงเวลามีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในทุกสถานี เช่นเดียวกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ทุกสถานี สอดคล้องกับผลการวิจัยของโครงการ “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” ซึ่งเป็นการสนับสนุนผลการวิจัยถึงความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพ รวมถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้งานสำหรับพื้นที่การศึกษา

การศึกษาการเพาะปลูกทุเรียนอย่างมีประสิทธิภาพทำการศึกษาถึงการให้น้ำอย่างเหมาะสมกับความต้องการน้ำของทุเรียนในแต่ละช่วงอายุ วิธีการเพาะปลูกในระยะห่าง หรือเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงอายุที่เหมาะสม และการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนไว้ใช้ภายในสวนทุเรียน

คำสำคัญ : ความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม, การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, การเพาะปลูกทุเรียน

Abstract

Agricultural water demand is the water demand of plants in the field areas combined with various losses during the transport of water from the water resources to the cultivated area by deducting the amount of effective rainfall. In this research, 79 irrigation projects land use data were collected for the study.

Current agricultural water demand in the Non-irrigated Areas of the east coast, the average water demand is 2,076 million cubic meters per year. The Tonle Sap River Basin has an average water demand of 1,167 million cubic meters per year. The Bang Pakong River basin has an average water demand of 1,110 million cubic meters per year and the Prachinburi River Basin has an average water demand of 1,629 million cubic meters per year. Totally the eastern region, there is agricultural water demand for the non-irrigated area of 5,981 million cubic meters per year. The agricultural water demand in the Irrigated Areas of the east coast is an average water demand of 477 million cubic meters per year. The Tonle Sap River Basin has an average water demand of 329 million cubic meters per year. The Bang Pakong River basin has an average water demand of 1,037 million cubic meters per year and the Prachinburi River Basin have an average water demand of 1,485 million cubic meters per year. The sum agricultural demand of the eastern region is 3,328 million cubic meters per year.

The average changing rainfall was obtained from the global climate model under 2 scenarios including RCP4.5 and RCP8.5 during 2020 - 2099 in the eastern region of each of the 12 monitoring stations for two periods. The short period from 2020 until 2035 and In the long period from 2035 to 2099, it was found that the rainfall of all 2 monitoring stations in both periods had a little increased in all stations the same as the temperature that had a little increased in all stations. These results were consistent with the research results of the Analysis and Management of water balance in the Eastern Economic Corridor (EEC) research project that supported the research results for reliability and efficiency, as well as suitability for use in the study area.

The study of the efficiency of durian cultivation was studied to provide water application suitable for the water demand of the durian at different ages, suitable spacing and harvest at the right age of durian, and creating a water resource for use in the durian plantation.

Keyword : agricultural water demand, climate change, durian cultivation

สารบัญ

หน้า

คณะนักวิจัย

คำนำ

บทสรุปผู้บริหาร

บทคัดย่อ

บทที่ 1 บทนำ

ที่มาและความสำคัญของโครงการวิจัย 1-1

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 1-2

วิธีการดำเนินการ 1-2

ผลที่คาดว่าจะได้รับ 1-4

บทที่ 2 การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมสำหรับพื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

2.1 ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรม 2-1

2.2 การวิจัยวิธีลดปริมาณการใช้น้ำของทุเรียน 2-19

2.3 สรุปผลปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม 2-25

2.4 ความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม (กรณีลดการใช้น้ำ) 2-25

2.5 ผลการขาดแคลนน้ำภาคเกษตรกรรมในสภาพปัจจุบัน 2-26

2.6 ความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2-37

2.7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 2-60

บทที่ 3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับพื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

3.1 การรวบรวมข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก 3-1

3.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณฝนจากการตรวจวัดและจากแบบจำลองในช่วงอดีต (1980 - 2005) 3-3

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 ผลการประเมินปริมาณฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ	3-8
3.4 การประเมินอุณหภูมิเฉลี่ยอนาคตภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ	3-41
3.5 การพิจารณาผลการศึกษาเพื่อสนับสนุนผลการวิจัย	3-44
บทที่ 4 การศึกษาติดตามวิธีการปลูกทุเรียนคุณภาพสูงจากเกษตรกร	
4.1 การดำเนินการติดตั้งสถานีตรวจวัดข้อมูล สภาพภูมิอากาศ เครื่องมือวัดความชื้นในดิน	4-3
4.2 การตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของต้นทุเรียนด้วย Sap Flow Meter	4-9
4.3 การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ของทุเรียน	4-17
4.4 วิธีการปลูกทุเรียนให้ได้คุณภาพสูง	4-38
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลของงานวิจัย	5-1
ข้อเสนอแนะของงานวิจัย	5-5
ข้อจำกัดของงานวิจัย	5-5
เอกสารอ้างอิง	อ-1
ภาคผนวก	
บทความสำหรับการเผยแพร่	ผ-1

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 ค่าความลึกในเขตรากพืชแต่ละชนิด 2-2

ตารางที่ 2-2 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชสำหรับพืชอายุสั้น 2-3

ตารางที่ 2-3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชสำหรับพืชอายุยาว 2-3

ตารางที่ 2-4 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีนอกเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก 2-6

ตารางที่ 2-5 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีนอกเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโตนเลสาป 2-6

ตารางที่ 2-6 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีนอกเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำบางปะกง 2-7

ตารางที่ 2-7 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีนอกเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปราจีนบุรี 2-7

ตารางที่ 2-8 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก 2-8

ตารางที่ 2-9 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโตนเลสาป 2-8

ตารางที่ 2-10 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำบางปะกง 2-9

ตารางที่ 2-11 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปราจีนบุรี 2-9

ตารางที่ 2-12 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก 2-10

ตารางที่ 2-13 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำโตนเลสาป 2-12

ตารางที่ 2-14 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำบางปะกง 2-13

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 2-15 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำปราจีนบุรี 2-14

ตารางที่ 2-16 สรุปปริมาณความต้องการน้ำรายปีนอกเขตพื้นที่ชลประทาน 2-16

ตารางที่ 2-17 สรุปปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทาน 2-16

ตารางที่ 2-18 ช่วงการเจริญเติบโตในเดือนต่าง ๆ ของทุเรียน 2-19

ตารางที่ 2-19 ปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนสำหรับการเจริญเติบโตแต่ละช่วงเดือน 2-20

ตารางที่ 2-20 ปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนต่อพื้นที่ 10 ไร่ 2-20

ตารางที่ 2-21 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของทุเรียน หน่วย ลิตร/วัน 2-21

ตารางที่ 2-22 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนต่อพื้นที่ 10 ไร่ 2-22

ตารางที่ 2-23 ร้อยละการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำเฉพาะทุเรียน 2-23

ตารางที่ 2-24 ร้อยละการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมรวม 2-24

ตารางที่ 2-25 สรุปปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมของพื้นที่การศึกษา 2-25

ตารางที่ 2-26 เกณฑ์ระดับความรุนแรงในการขาดแคลนน้ำ 2-26

ตารางที่ 2-27 รายชื่อโครงการชลประทานในอนาคตที่จะมีการพัฒนาและเปิดใช้งานในพื้นที่การศึกษา 2-38

ตารางที่ 2-28 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (อนาคตกรณี RCP4.5) 2-39

ตารางที่ 2-29 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโตนเลสาป (อนาคตกรณี RCP4.5) 2-40

ตารางที่ 2-30 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำบางปะกง (อนาคตกรณี RCP4.5) 2-41

ตารางที่ 2-31 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปราจีนบุรี (อนาคตกรณี RCP4.5) 2-42

ตารางที่ 2-32 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (อนาคตกรณี RCP4.5) 2-43

ตารางที่ 2-33 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำโตนเลสาป (อนาคตกรณี RCP4.5) 2-48

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 2-34 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำบางปะกง (อนาคตกรณี RCP4.5) 2-50

ตารางที่ 2-35 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำปราจีนบุรี (อนาคตกรณี RCP4.5) 2-54

ตารางที่ 2-36 สรุปปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทาน (อนาคตกรณี RCP4.5) 2-58

ตารางที่ 3-1 สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ 3-2

ตารางที่ 3-2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยจากการตรวจวัดและจากแบบจำลอง GCMs ช่วงเวลา 1980 - 2005 3-3

ตารางที่ 3-3 ปริมาณฝนตรวจวัดและฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ RCP4.5 3-12

ตารางที่ 3-4 ปริมาณฝนตรวจวัดและฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ RCP8.5 3-13

ตารางที่ 3-5 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนตรวจวัดและฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแบบจำลอง CESM1-BGC 3-14

ตารางที่ 3-6 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนตรวจวัดและฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแบบจำลอง CNRM-CM5 3-15

ตารางที่ 3-7 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนตรวจวัดและฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแบบจำลอง CESM-CAM5 3-16

ตารางที่ 3-8 สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ 3-41

ตารางที่ 3-9 อุณหภูมิเฉลี่ยจากการตรวจวัดและภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3-43

ตารางที่ 3-10 ค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากการตรวจวัดและภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3-43

ตารางที่ 4-1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชตามช่วงการเจริญเติบโตของทุเรียน 4-10

ตารางที่ 4-2 เปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4-20

ตารางที่ 4-3 บัญชีรายการของระบบปลูกทุเรียนหมอนทอง 4-26

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-4 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยวิธี Penman - Monteith รายเดือน 4-29

ตารางที่ 4-5 ค่าความต้องการใช้น้ำของทุเรียนของพื้นที่ศึกษาทั้งสองจังหวัด 4-30

ตารางที่ 4-6 ปริมาณฝน และปริมาณฝนใช้การรายเดือนของสถานีตรวจอากาศระยองและสถานีตรวจอากาศจันทบุรีเฉลี่ย ช่วงปีพ.ศ. 2533 - 2562 4-31

ตารางที่ 4-7 ค่าปริมาณน้ำที่ทุเรียนใช้กับปริมาณน้ำชลประทานแบบรายเดือนของทุเรียนในพื้นที่การศึกษาทั้งสองจังหวัด 4-32

ตารางที่ 4-8 ปริมาณน้ำที่ทุเรียนใช้กับปริมาณน้ำชลประทานแบบรายเดือนของทุเรียนในพื้นที่การศึกษาทั้งสองจังหวัด 4-34

ตารางที่ 4-9 สรุปค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากงานวิจัยนี้ และเปรียบเทียบกับงานวิจัยของจังหวัดตราด 4-36

ตารางที่ ผ-1 รายชื่อโครงการชลประทานในอนาคตที่จะมีการพัฒนาและเปิดใช้งานในพื้นที่การศึกษา ผ-26

ตารางที่ ผ-2 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำภาคตะวันออกในปัจจุบันและอนาคต ผ-27

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2-1 ปฏิทินการเพาะปลูกของพื้นที่การศึกษา 2-4
รูปที่ 2-2 แผนที่ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมนอกเขตชลประทาน 2-17
รูปที่ 2-3 แผนที่ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมในเขตชลประทาน 2-18
รูปที่ 2-4 ปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนในการเจริญเติบโตแต่ละช่วงเดือน 2-20
รูปที่ 2-5 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนในแต่ละเดือน 2-22
รูปที่ 2-6 ปริมาณและร้อยละของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของ ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกฝั่งตะวันตก 2-27
รูปที่ 2-7 ความถี่ของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ฝั่งตะวันตก 2-28
รูปที่ 2-8 ปริมาณและร้อยละของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของ ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกฝั่งตะวันออก 2-29
รูปที่ 2-9 ความถี่ของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ฝั่งตะวันตก 2-30
รูปที่ 2-10 ปริมาณและร้อยละของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำโตนเลสาป 2-31
รูปที่ 2-11 ความถี่ของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำโตนเลสาป 2-32
รูปที่ 2-12 ปริมาณและร้อยละของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำบางปะกง 2-33
รูปที่ 2-13 ความถี่ของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำบางปะกง 2-34
รูปที่ 2-14 ปริมาณและร้อยละของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำปราจีนบุรี 2-35
รูปที่ 2-15 ความถี่ของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำปราจีนบุรี 2-36
รูปที่ 2-16 แผนที่ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทาน พ.ศ.2580 2-59
รูปที่ 3-1 ผลการสอบเทียบของปริมาณฝนจากแบบจำลอง CESM1-BGC กับค่าตรวจวัด 3-4
รูปที่ 3-2 ผลการสอบเทียบของปริมาณฝนจากแบบจำลอง CNRM-CM5 กับค่าตรวจวัด 3-6
รูปที่ 3-3 ผลการสอบเทียบของปริมาณฝนจากแบบจำลอง CESM-CAM5 กับค่าตรวจวัด 3-8
รูปที่ 3-4 ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035) 3-17

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3-5 ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099) 3-29

รูปที่ 4-1 สถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง 4-4

รูปที่ 4-2 การตั้งค่าอุปกรณ์สถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง 4-4

รูปที่ 4-3 การติดตั้งสถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ 4-5

รูปที่ 4-4 สถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี 4-5

รูปที่ 4-5 สถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และเครื่องมือวัดปริมาณน้ำที่พืชดูดไปใช้ อำเภอเมือง จังหวัดตราด 4-6

รูปที่ 4-6 เข็มวัดปริมาณน้ำที่พืชดูดไปใช้ (sap flow) อำเภอเมือง จังหวัดตราด 4-7

รูปที่ 4-7 การติดตั้งเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน อำเภอเมือง จังหวัดตราด 4-7

รูปที่ 4-8 ตัวอย่างแอพพลิเคชันแสดง อำเภอเมือง จังหวัดตราด 4-8

รูปที่ 4-9 การติดตั้งเซนเซอร์ลงในเนื้อไม้ 4-12

รูปที่ 4-10 Voltages checking at regulator และ Data Logger 4-13

รูปที่ 4-11 หน้าจอแสดงผลการตรวจวัด 4-13

รูปที่ 4-12 ปริมาณการใช้น้ำของต้นทุเรียนในช่วงเวลาที่ทำการทดลอง 4-16

รูปที่ 4-13 ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในพื้นที่ 4-22

รูปที่ 4-14 การเก็บข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในพื้นที่ 4-23

รูปที่ 4-15 Flow Diagram การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองในพื้นที่โครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ 4-25

รูปที่ 4-16 ข้อมูลและปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงของพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง 4-28

รูปที่ 4-17 ข้อมูลและปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงของพื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี 4-28

รูปที่ 4-18 ความสัมพันธ์ระหว่าง ช่วงอายุทุเรียนกับปริมาณฝนใช้การ, ปริมาณน้ำชลประทาน และปริมาณน้ำชลประทานที่ใช้จริงของจังหวัดระยอง (ก) และจังหวัดจันทบุรี (ข) 4-35

รูปที่ 4-19 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว วอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงินทางทฤษฎีและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินจากการสำรวจการใช้น้ำภาคสนามในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองจังหวัดจันทบุรี และงานวิจัยจังหวัดตราด 4-37

รูปที่ 4-20 การใช้ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง มีการระบายน้ำดี เป็นวัสดุปลูกทุเรียน 4-39

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4-21 ระยะปลูกที่เหมาะสม ระยะปลูก 10x10 เมตร 4-40
รูปที่ 4-22 การแตกใบอ่อนของทุเรียน (ไม่มีการใช้ปุ๋ยทางใบ) 4-40
รูปที่ 4-23 การตัดแต่ง และบังคับทรงพุ่มทุเรียน 4-41
รูปที่ 4-24 โรคไฟทอปธอร่า หรือ โรครากเน่าโคนเน่า ในต้นทุเรียน 4-42
รูปที่ 4-25 โรคไฟทอปธอร่า หรือ โรครากเน่าโคนเน่าบนผลทุเรียน 4-43
รูปที่ 4-26 การปลูกทุเรียน ไม่เป็นโรคเชื้อราไฟทอปธอร่า 4-43
รูปที่ 4-27 ผลกระทบจากการตัดแต่งกิ่งทุเรียนกับสภาพเปลือกของกิ่งทุเรียน 4-44
รูปที่ 4-28 การตัดแต่งกิ่งทุเรียนอย่างหนัก 4-45
รูปที่ 4-29 การสร้างกิ่งให้มีขนาดใหญ่เป็นจุดเริ่มต้นของทุเรียนคุณภาพสูง 4-46
รูปที่ 4-30 ผลอ่อนของทุเรียนที่อยู่ใกล้ๆ ลำต้น ควรเก็บไว้ 4-47
รูปที่ 4-31 ต้นทุเรียนที่มีความสมบูรณ์สามารถเลี้ยงผลได้จำนวนมากและมีคุณภาพสูง 4-47
รูปที่ 4-32 ต้นทุเรียนอายุ เดือน 8 ปี 3 4-48
รูปที่ 4-33 ต้นทุเรียนอายุ 5 ปี 4-49
รูปที่ 4-34 ผลทุเรียนที่มีอายุมากว่า 120 วัน 4-50
รูปที่ 4-35 เนื้อทุเรียนที่มีอายุมากกว่า 120 วันหรือผลแก่ 4-51
รูปที่ 4-36 ใบอ่อนต้นทุเรียน หลังการเก็บเกี่ยว 4-52
รูปที่ 4-37 เปรียบเทียบต้นทุเรียนกับสภาพอากาศในแต่ละวัน 4-53
รูปที่ 4-38 สระเก็บน้ำที่เกษตรกรขุดเพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ และรวบรวมน้ำจากบ่อบาดาลเพื่อใช้ในสวนทุเรียน 4-54

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของโครงการวิจัย

การวางแผนพัฒนาพื้นที่ตามแนวทางระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก หรือ EEC ของรัฐบาล จัดเป็นประเด็นเร่งด่วนที่จำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลในทุกมิติ เพื่อกำหนดแนวทางการอนุรักษ์และพัฒนาศักยภาพของพื้นที่ให้สามารถเป็นปัจจัยสนับสนุนการเจริญเติบโตทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่จะเกิดขึ้นตามแนวทางดังกล่าว โดยเฉพาะประเด็น “ทรัพยากรน้ำ” ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งยวดสำหรับทุกภาคส่วน จากการคาดการณ์โดยหน่วยงานหลายภาคส่วน ให้ผลคาดการณ์ว่า โครงการอีอีซีและการเติบโตทางเศรษฐกิจของภาคตะวันออกจะทำให้เมืองขยายตัวและมีแรงงานมากขึ้นปีละ 100,000 คน จากการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมในบริเวณจังหวัดภาคตะวันออก ได้แก่ ชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา และจันทบุรี ทั้งนิคมอุตสาหกรรมเดิมที่มีอยู่แล้ว นิคมอุตสาหกรรมรายใหม่ ตลอดจนเกษตรกร และภาคบริการ ส่งผลให้ความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้น คาดว่าภายในปี 2570 จะมีความต้องการใช้น้ำในพื้นที่อีอีซี 800 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน จากนั้นปี 2579 ความต้องการใช้น้ำจะเพิ่มเป็น 1,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในการพัฒนาจำเป็นต้องมีการคำนึงถึงทรัพยากรที่จะช่วยสนับสนุน ซึ่งทรัพยากรน้ำนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก สำหรับหน่วยงานที่ต้องมีบทบาทร่วมกันในการพัฒนาและบริหารจัดการน้ำ ได้แก่ กรมชลประทาน การประปาส่วนภูมิภาค บริษัท east water สถาบันน้ำเพื่อความยั่งยืน สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย องค์การปกครองท้องถิ่น เป็นต้น

กรมชลประทาน และการประปาส่วนภูมิภาค จะต้องเตรียมความพร้อมเพื่อตอบสนองความต้องการน้ำที่จะเพิ่มมากขึ้น และสร้างความไว้วางใจให้แก่ผู้ใช้น้ำทั้งภาคอุตสาหกรรม อุปโภค - บริโภค และภาคส่วนอื่น ๆ ว่าจะไม่มีทั้งเหตุการณ์น้ำท่วมและเหตุการณ์ขาดแคลนน้ำ ซึ่งข้อมูลจากกรมประทาน พบว่าในระยะเวลา 10 ปี จะสามารถสร้างพื้นที่เพิ่มความจุน้ำในการรองรับการมาของ EEC ให้ถึง 354 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยคาดว่าจะมีน้ำสำหรับใช้การสูงถึง 781 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี 2569 เพียงพอกับความต้องการใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรมที่เอกชนคาดการณ์ว่าจะเพิ่มเป็น 476 ล้านลูกบาศก์เมตร จากปัจจุบัน 315 ล้านลูกบาศก์เมตร และอาจสูงถึง 561 ล้านลูกบาศก์เมตร เมื่อถึงปี 2579 ทั้งนี้กรมชลประทานมีแผนการผันน้ำนอกพื้นที่จากจังหวัดสระแก้วมาช่วยหนุนในระยะยาว อย่างไรก็ดีการเตรียมมาตรการด้านอื่น ๆ เพื่อการลดการใช้น้ำและการประหยัดน้ำก็ยังมีความจำเป็น

จากข้อมูลดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่าควรมีการศึกษาความต้องการน้ำด้านการเกษตร เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่มีการใช้น้ำที่มากที่สุด อีกทั้งเป็นกิจกรรมที่มีผู้ใช้น้ำ และขนาดพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งการศึกษาดังกล่าวจะเป็นข้อมูลที่นำไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำ และการวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำ ที่รองรับการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก EEC ซึ่งจะช่วยให้มีการบริหารจัดการน้ำที่ยั่งยืน เสนอแนวทางการใช้น้ำภาคการเกษตรให้ประสิทธิภาพการใช้น้ำเพิ่มขึ้นได้อย่างน้อย ร้อยละ 15 เพื่อลดภาวการณ์ขาดแคลนน้ำ และความขัดแย้งระหว่างกลุ่มผู้ใช้น้ำ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก หรือ EEC โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร ทั้งปัจจุบัน และอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2. เพื่อตรวจวัด ติดตาม การให้น้ำชลประทาน โดยเครื่องมือตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ เครื่องมือวัดความชื้นในดิน และระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ในการปลูกพืชในพื้นที่ศึกษาเพื่อการเพิ่มผลตอบแทนจากการใช้น้ำ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทาน

วิธีการดำเนินการ

1. ทบทวนวรรณกรรมและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องได้แก่ รายละเอียดพื้นที่ศึกษา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การใช้งานแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้แบบจำลอง Soil and Water Assessment Tool (SWAT) รวมถึงแนวทางและวิธีการการประเมินความต้องการน้ำชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำ

1.2 รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ข้อมูลลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำ เช่น ข้อมูลชั้นความสูงของพื้นที่ (Digital Elevation Map: DEM) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน กลุ่มชุดดิน ข้อมูลลักษณะสภาพภูมิอากาศ ณ ปัจจุบัน เช่น ปริมาณฝน อุณหภูมิ เป็นต้น รวมถึงข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาและการบริหารจัดการน้ำเช่น การบริหารจัดการน้ำชลประทาน เป็นต้น นอกจากนั้นในการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจำเป็นต้องมีการใช้ข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก (General Circulation Models: GCMs)

2. ตรวจวัด ติดตาม การให้น้ำชลประทาน โดยเครื่องมือตรวจวัดแบบเรียลไทม์

ดำเนินการติดตั้งสถานีตรวจวัดข้อมูล สภาพภูมิอากาศ เครื่องมือวัดความชื้นในดิน และระบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ในการปลูกพืชในพื้นที่ศึกษา โดยเลือกทุเรียนมาเป็นพืชหลักของการศึกษา เนื่องจากมีพื้นที่การปลูกในพื้นที่ EEC มากและมีแนวโน้มมากยิ่งๆขึ้น เนื่องจากเป็นพืชที่มีผลตอบแทนสูง การเพิ่มผลตอบแทนจากการใช้น้ำและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานในสวนทุเรียนจึงเป็นพืชที่สมควรเลือกเป็นพืชนำร่องเพื่อการศึกษาในปีที่ 1 ในอนาคตหากมีการศึกษาวิจัยต่อไปการดำเนินการในพืชอื่น ๆ จะดำเนินการในปีต่อ ๆ ไป

3. การประเมินลักษณะภูมิอากาศภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การประเมินลักษณะภูมิอากาศภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจำเป็นต้องมีการใช้ข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก (General Circulation Models: GCMs) โดยจำเป็นต้องมีการย่อส่วนผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง GCMs โดยการใช้วิธีการย่อส่วนทางสถิติ (Statistical Downscaling Models: SDSM) เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ได้จาก GCMs ที่มีลักษณะของข้อมูลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ต่ำมาปรับเพื่อให้สามารถใช้ในพื้นที่ลุ่มน้ำได้ โดยข้อมูลที่ได้จะมีความละเอียดที่สูงขึ้น การประเมินความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน ณ ปัจจุบัน

4. การประเมินความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน ประกอบด้วย การศึกษาปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม ทั้งนี้ ปีที่ 1 ของการศึกษาเลือกทุเรียนเป็นพืชหลักที่ต้องการประเมินเนื่องจากเหตุผลเชิงพื้นที่ และเศรษฐศาสตร์ ในปัจจุบันทุเรียนเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของภาคตะวันออก

มีวิธีในการดำเนินการศึกษาดังนี้

4.1 การศึกษาความต้องการใช้น้ำของพืช (ทุเรียน) โดยการคูณสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่ปลูกกับการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Evapotranspiration) ซึ่งคำนวณด้วยวิธี Penman Monteith ของพื้นที่เพาะปลูกในช่วงนั้น

4.2 การศึกษาความต้องการใช้น้ำของปศุสัตว์และประมง

4.3 การศึกษาปริมาณการซึมลึก (Deep Percolation) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียในแปลงเพาะปลูก ซึ่งโดยทั่วไปพื้นที่ในเขตโครงการจะมีอัตราการซึมลึกประมาณ 1.0 - 1.5 มม./วัน

4.4 การศึกษาปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall) ซึ่งหมายถึงปริมาณฝนที่ตกลงมาและขังอยู่ในแปลงนาหรือแปลงเพาะปลูกและพืชสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนหรือรายสัปดาห์และจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช วิธีการเพาะปลูก และวิธีการใช้น้ำ

4.5 การศึกษาประสิทธิภาพการชลประทาน (Irrigation Efficiency) ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันไปตามฤดูกาลที่เพาะปลูก และระบบการส่งน้ำให้พืช

5. การประเมินปริมาณความต้องการน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ผลจากการประเมินลักษณะภูมิอากาศนำมาใช้ในการประเมินปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานและการประเมินปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออกภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต โดยผลที่ได้จากการประเมินปริมาณความต้องการน้ำ ณ ปัจจุบัน กับผลที่อาจเกิดขึ้นภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะถูกนำมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ถึงความแตกต่างที่จะเกิดขึ้น เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นฐานข้อมูลให้กับ โครงการการศึกษาสมดุลน้ำและมาตรการลดการใช้น้ำเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก ซึ่งเป็นโครงการหลักในแผนการวิจัยนี้ อีกทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการน้ำ เช่น กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ รวมถึงหน่วยงานท้องถิ่นในการวางแผนการบริหารจัดการน้ำให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. Output

ปริมาณความต้องการน้ำ ทั้งปัจจุบัน และอนาคต ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเปลี่ยนแปลงบริบทการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งเป็นเครื่องมือสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำและการวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นที่ด้านแหล่งน้ำ จวบจนการปรับตัวของผู้ใช้น้ำภาคเกษตรเพื่อรองรับการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC)

2. Outcome

ลดปัญหาการขาดแคลนน้ำและความขัดแย้งในการจัดสรรน้ำ

3. Impact

ความยั่งยืนในการบริหารจัดการน้ำ และการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ ที่สอดคล้องกับการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

บทที่ 2

การศึกษาปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมสำหรับพื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

2.1 ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรม

ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมเป็นปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในแปลงเพาะปลูกรวมกับการสูญเสียต่าง ๆ ในระหว่างการลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนจนถึงแปลงพื้นที่เพาะปลูก หักออกด้วยปริมาณฝนใช้การ (ฝนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช) โดยปริมาณฝนใช้การของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของพืชที่ปลูกและวิธีการให้น้ำแก่พืช ปริมาณความต้องการน้ำของพืชในแปลงเพาะปลูกหรือปริมาณความต้องการน้ำของพืชตามทฤษฎี สามารถคำนวณได้จากสูตร (กรมชลประทาน.2554)

$$ET_c = K_C \times ETo \qquad \textbf{สมการที่ 2-1}$$

โดยที่ ETc คือ ปริมาณความต้องการน้ำของพืชตามทฤษฎี

K_C คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ETo คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

ในการคำนวณความต้องการใช้น้ำชลประทานของพืชซึ่งจะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถคำนวณโดยมีข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณ สรุปได้ดังนี้

1) ขนาดพื้นที่เพาะปลูก
2) อัตราการคายระเหยและปริมาณฝนในพื้นที่ (ฝนใช้การ)
3) ชนิดของพืชที่ปลูก เช่น ข้าว พืชไร่ พืชสวน และพืชผักแต่ละชนิด ก็จะมีความต้องการน้ำที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
4) ปฏิทินการปลูกพืช ซึ่งจะบ่งบอกรายละเอียดของชนิดพืชที่ทำการเพาะปลูก ช่วงเวลา จำนวนครั้งที่ทำการเพาะปลูกและฤดูกาล โดยที่ความต้องการน้ำของพืชหนึ่งในขณะใดขณะหนึ่งขึ้นอยู่กับอายุของพืชชนิดนั้นนับจากวันที่เพาะปลูก
5) ประสิทธิภาพชลประทาน ซึ่งปริมาณน้ำชลประทานที่จะส่งให้พื้นที่ชลประทานจะสูญเสียไปในระบบส่งน้ำอันเนื่องมาจากการรั่วซึม การระเหย และปริมาณน้ำที่ล้นจากคลองทิ้งไปในระหว่างการส่งน้ำ ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าแปลงเพาะปลูกส่วนหนึ่งจะรั่วซึมลงสู่ชั้นดินลึกด้านล่างและพืชจะไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก

6) ความต้องการน้ำชลประทานสำหรับนาข้าวคำนวณโดยแบบจำลองย่อยการใช้น้ำสำหรับนาข้าว กำหนดให้ระดับน้ำในนาข้าวทั่วไปเท่ากับ 10 มม. และมีอัตราการซึมในแปลงนา 1 มม./วัน โดยแบบจำลองจะแทนที่ค่าความต้องการน้ำของพืชด้วยค่าการระเหย

ดังนั้น ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ} = \frac{\text{(ความต้องการน้ำของพืช – ฝนใช้การ + ค่าการสูญเสีย)}}{\text{ประสิทธิภาพชลประทาน}} \quad \textbf{สมการที่ 2-2}$$

- การคาดการณ์ปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall)

ฝนใช้การ หมายถึง ปริมาณฝนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช การคำนวณฝนใช้การของพืชจะแตกต่างกันตามชนิดพืช เช่น พืชไร่ ข้าว และไม้ผล

ฝนใช้การของพืชไร่ ไม้ผล และพืชผักจะมีความสัมพันธ์ของฝนที่ตก, อัตราการใช้น้ำของพืช และปริมาณความชื้นที่จะต้องเพิ่มในเขตรากพืชก่อนการให้น้ำชลประทานมาเกี่ยวข้องด้วย การคำนวณฝนใช้การของไม้ผล ส่วนใหญ่จะคำนวณจากสูตรของ FAO ดังนี้

$$Re = 2.54f\,(0.329R^{0.824} - 0.116) \times 10^{0.009ET} \quad \textbf{สมการที่ 2-3}$$

เมื่อ Re = ปริมาณฝนใช้การเฉลี่ยในเดือนที่พิจารณา (เซนติเมตร)

f = $(0.532 + 0.116D + 0.009D^2 + 0.002D^3)$

D = ปริมาณความชื้นที่ต้องเติมในเขตรากพืชก่อนการให้น้ำชลประทาน (เซนติเมตร)

R = ฝนตกเฉลี่ยรายเดือน (เซนติเมตร)

ET = ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (เซนติเมตร)

ตารางที่ 2-1 ค่าความลึกในเขตรากพืชแต่ละชนิด (เซนติเมตร)

พืช	ความลึกของรากใช้การ	พืช	ความลึกของรากใช้การ
พืชไร่		**พืชผัก**	
ข้าวโพด	74 - 160	มะเขือเทศ	40 - 100
ข้างต่าง ๆ	74 - 180	พริก	40 - 100
อ้อย	60 -124	แตงกวา	78 - 124
ถั่วเหลือง	40 - 124	หัวหอม	30 - 74
ถั่วต่าง ๆ	74 - 170	**พืชสวน**	
ฝ้าย	100 - 170	ส้มต่าง ๆ	100 - 200
ยาสูบ	60 - 80		

ที่มา : บุญมา ป้านประดิษฐ์. 2546

ตารางที่ 2-2 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชสำหรับพืชอายุสั้น

สัปดาห์	ข้าว	ข้าวโพด	พืชผัก
1	0.90	0.65	1.01
2	0.94	0.68	1.36
3	0.98	0.84	1.43
4	1.13	0.99	1.47
5	1.21	1.16	1.49
6	1.27	1.22	1.19
7	1.32	1.21	1.17
8	1.30	1.15	
9	1.26	0.96	
10	1.21	0.72	
11	1.11	0.61	
12	0.85		
13	0.75		

ที่มา : กรมชลประทาน. (2555)

ตารางที่ 2-3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชสำหรับพืชอายุยาว

เดือน	อ้อย	มะม่วง	ส้ม	กล้วย	มันสำปะหลัง	สับประรด
1	0.65	2.1	1.74	1.45	0.47	0.78
2	0.86	2.46	1.62	1.64	0.43	0.87
3	1.13	2.53	1.45	2.3	0.33	0.53
4	1.35	2.28	1.12	2.11	0.50	0.32
5	1.56	2.29	1.02	2.38	0.67	0.41
6	1.29	2.5	1.13	2.29	0.74	0.59
7	1.2	1.9	1.97	3.28	0.61	0.62
8	0.93	1.69	2.44	3.19	0.68	0.80
9	0.63	1.61	2.36	3.39	0.88	0.64
10	0.52	1.27	1.97	1.63	0.84	0.70
11	-	1.24	1.96	0.76	0.64	0.65
12	-	1.19	1.9	1.1	0.44	0.44

ที่มา : กรมชลประทาน. (2555)

ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการประมง จะคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องเติมให้กับบ่อกุ้งและบ่อปลา ซึ่งจำต้องคำนึงถึงขนาดพื้นที่บ่อ ปริมาณน้ำฝน ค่าการระเหย และอัตราการรั่วซึม

$$Wd = R - ETo - Seep$$ **สมการที่ 2-4**

เมื่อ ***Wd*** คือ ความต้องการน้ำสำหรับบ่อปลา (มม.)

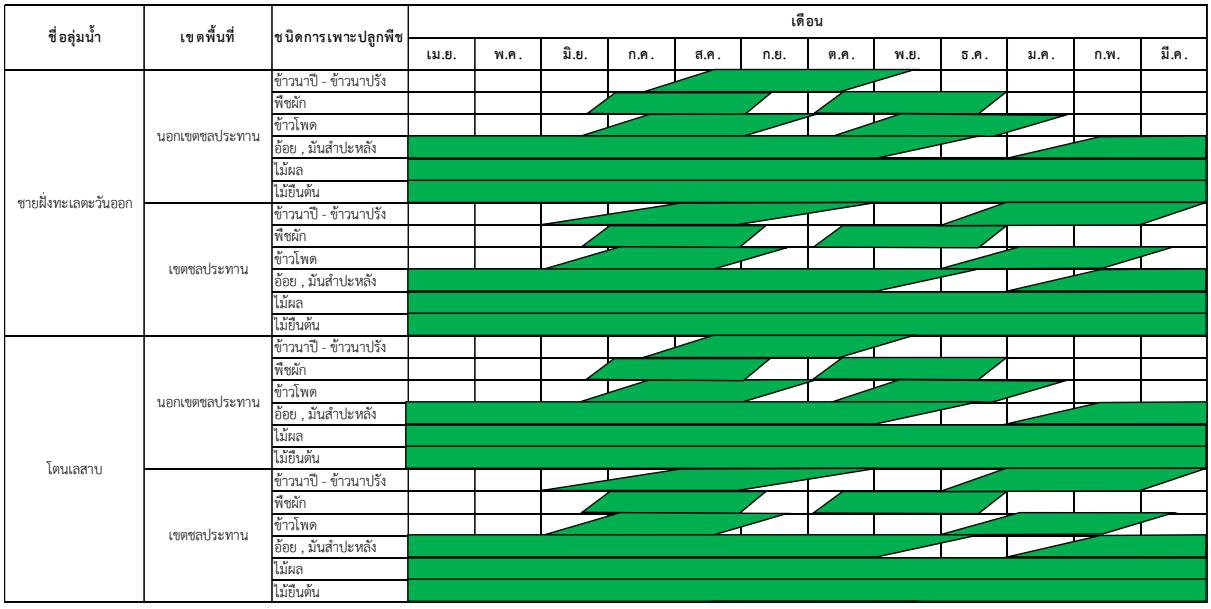
R คือ ปริมาณฝน (มม.)

ET_o คือ อัตราการระเหย (มม.)

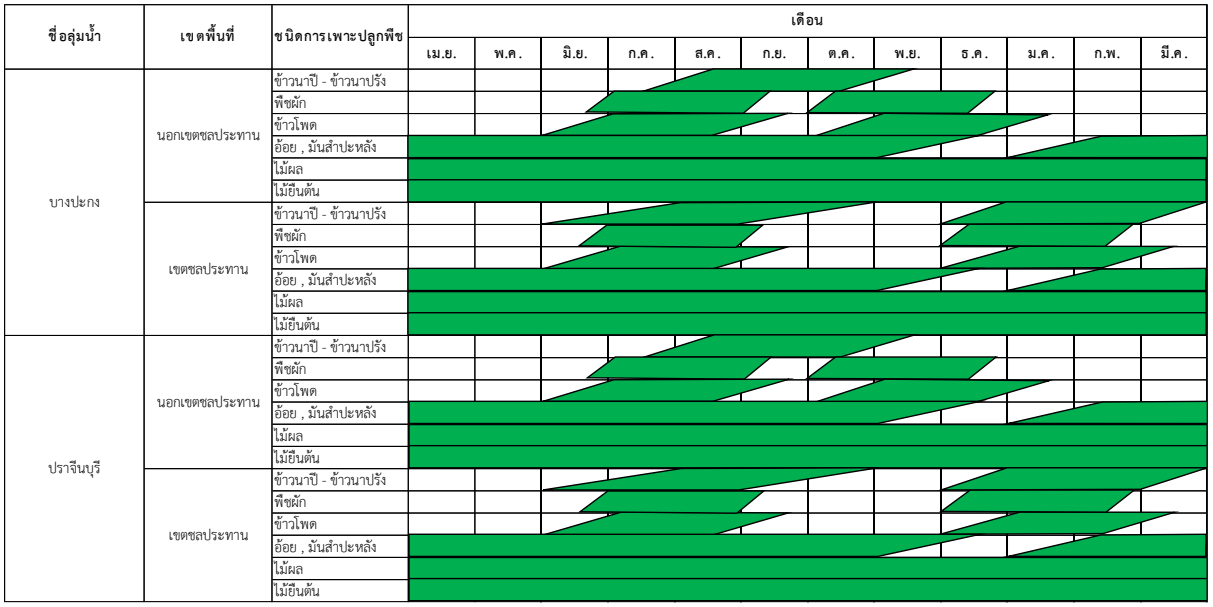
Seep คือ อัตราการซึมของน้ำดิน (มม.) โดยใช้อัตราการการซึมของน้ำลงดิน เท่ากับ อัตราการซึมของน้ำลงดินในนาข้าว

- ปฏิทินการเพาะปลูก (Cropping Pattern)

ปฏิทินการเพาะปลูกถือเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ประกอบการพิจารณาความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม โดยในงานวิจัยนี้พิจารณาพื้นที่การศึกษาที่ครอบคลุมพื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกและลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้องจำนวน 4 ลุ่มน้ำ จากการศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการศึกษาและจัดทำปฏิทินการเพาะปลูกไว้ทั้ง 25 ลุ่มน้ำ ในรายงานวิจัยโครงการศึกษาความมั่นคงของลุ่มน้ำอย่างยั่งยืนทั้ง 25 ลุ่มน้ำ ของกรมทรัพยากรน้ำ พ.ศ.2559 ดังนั้นนางนวิจัยนี้จึงขออ้างอิงปฏิทินการเพาะปลูกจากรายงานดังกล่าวมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมโดยมีรายละเอียดดัง**รูปที่ 2-1**



รูปที่ 2-1 ปฏิทินการเพาะปลูกของพื้นที่การศึกษา



รูปที่ 2-1 (ต่อ) ปฏิทินการเพาะปลูกของพื้นที่การศึกษา

ตั้งแต่แรกเริ่มการวิจัยมีการรวบรวมข้อมูลทั้งรายชื่อโครงการชลประทาตลอดจนขอบเขตพื้นที่ชลประทานและการใช้ประโยชน์ที่ดินในขอบเขตพื้นที่ชลประทานแต่ละโครงการ แต่จากการศึกษาทบทวนรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ยังมีโครงการชลประทานบางโครงการที่ทางคณะวิจัยยังไม่มีข้อมูลอีกทั้งบางโครงการไม่มีความเกี่ยวข้องกับพื้นที่การศึกษา ดังนั้น ทางคณะวิจัยจึงอ้างอิงข้อมูลโครงการชลประทานส่วนที่ยังไม่มีข้อมูลจากสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติซึ่งถือเป็นหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือและมีความทันสมัยของข้อมูลมากที่สุดในปัจจุบัน โดยสรุปผลจำนวนโครงการชลประทานที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่การศึกษาในปัจจุบันทั้งหมด 79 โครงการ และกำหนดให้ทุกโครงการชลประทานมีประสิทธิภาพชลประทาน 60%

แสดงผลการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมทั้งพื้นที่นอกเขตชลประทานและพื้นที่ในเขตชลประทานในรายลุ่มน้ำสาขาและตามรายชื่อโครงการชลประทานแสดงดังดังแสดงใน **ตารางที่ 2-4** ถึง **ตารางที่ 2-15** และสรุปปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในปัจจุบันแยกเป็นพื้นที่นอกเขตชลประทานและพื้นที่ในเขตชลประทาน แสดงดัง**ตารางที่ 2-16** ถึง **ตารางที่ 2-17** และ **รูปที่ 2-2** ถึง **รูปที่ 2-3** โดยผลการคำนวณนี้จะนำไปใช้ในการจัดทำการวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำของโครงการวิจัย “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” ในกรณีสภาพปัจจุบันของพื้นที่การศึกษา

ตารางที่ 2-4 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีนอกเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

พ.ศ.	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
สาขาชายฝั่งทะเลตะวันออก	744.06	736.61	818.13	742.26	802.44	773.93	701.72	735.52	684.48	810.23	615.62	652.17	526.82	564.53	**707.75**
แม่น้ำเมืองตราด	296.19	272.24	295.01	283.29	300.35	305.81	275.98	301.85	267.63	319.91	241.99	223.56	209.45	217.99	**272.23**
แม่น้ำจันทบุรี	460.24	428.44	450.94	440.65	470.46	469.95	443.20	465.04	424.56	502.06	403.98	388.27	358.09	360.45	**433.31**
คลองโตนด	207.89	197.52	212.30	197.39	208.09	211.18	190.56	202.28	189.69	219.45	172.10	169.37	151.40	152.87	**191.58**
แม่น้ำประแส	334.42	317.97	341.20	325.55	325.37	327.07	298.17	312.47	290.17	341.35	259.47	257.94	226.46	235.83	**299.53**
คลองใหญ่	196.98	188.30	202.97	186.81	189.43	183.64	167.41	181.00	166.83	200.29	146.56	140.66	119.09	127.67	**171.26**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**2,239.77**	**2,141.07**	**2,320.56**	**2,175.95**	**2,296.14**	**2,271.58**	**2,077.03**	**2,198.16**	**2,023.35**	**2,393.28**	**1,839.71**	**1,831.97**	**1,591.31**	**1,659.33**	**2,075.66**

ตารางที่ 2-5 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีนอกเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโตนเลสาป

พ.ศ.	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
โตนเลสาปตอนบน	299.36	358.70	356.30	366.73	340.57	289.61	305.28	327.01	404.34	281.18	279.12	359.17	301.78	215.75	**320.35**
ห้วยพรมโหด	269.34	305.36	304.26	308.96	294.18	265.39	266.23	283.28	335.98	255.14	236.83	293.71	244.18	181.47	**274.59**
โตนเลสาปตอนล่าง	624.28	594.33	629.56	600.12	634.85	650.59	582.53	629.67	575.89	662.11	493.69	463.11	429.16	437.92	**571.99**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,192.98**	**1,258.39**	**1,290.13**	**1,275.80**	**1,269.61**	**1,205.60**	**1,154.04**	**1,239.96**	**1,316.21**	**1,198.43**	**1,009.63**	**1,115.99**	**975.12**	**835.14**	**1,166.93**

ตารางที่ 2-6 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีนอกเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำบางปะกง

พ.ศ.	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
แม่น้ำนครนายก	157.55	150.92	129.95	156.68	147.55	128.17	160.35	164.27	156.03	132.58	105.22	145.88	112.24	118.11	**140.39**
คลองท่าลาด	399.32	389.70	387.57	374.69	386.02	383.27	347.46	371.10	353.15	380.99	306.59	304.21	262.59	227.67	**348.17**
คลองหลวง	221.02	200.76	208.61	198.46	199.91	209.57	185.50	196.87	181.81	220.75	157.98	151.39	130.73	126.69	**185.00**
ที่ราบแม่น้ำบางปะกง	525.94	480.16	488.47	476.39	447.31	507.12	446.35	444.74	442.03	536.01	366.11	370.84	294.40	280.83	**436.19**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,303.82**	**1,221.54**	**1,214.59**	**1,206.23**	**1,180.79**	**1,228.14**	**1,139.66**	**1,176.99**	**1,133.02**	**1,270.33**	**935.91**	**972.32**	**799.96**	**753.30**	**1,109.76**

ตารางที่ 2-7 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีนอกเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปราจีนบุรี

พ.ศ.	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
คลองพระสทึง	912.71	855.90	910.41	832.69	884.03	892.28	797.47	856.82	832.87	914.98	676.82	704.27	594.56	525.59	**799.39**
แม่น้ำพระปรง	461.79	438.79	452.64	397.28	451.81	479.59	414.09	440.11	474.59	461.68	359.27	410.19	305.41	294.64	**417.28**
แม่น้ำหนุมาน	187.71	170.67	173.30	154.03	175.38	184.40	160.49	168.75	183.97	191.46	138.62	158.05	123.58	119.46	**163.56**
ปราจีนบุรีตอนล่าง	285.40	268.35	227.54	269.50	259.42	229.91	271.47	288.90	274.95	269.49	185.49	252.20	195.55	200.17	**248.45**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,847.60**	**1,733.71**	**1,763.90**	**1,653.49**	**1,770.64**	**1,786.18**	**1,643.53**	**1,754.58**	**1,766.38**	**1,837.61**	**1,360.21**	**1,524.72**	**1,219.10**	**1,139.86**	**1,628.68**

ตารางที่ 2-8 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

พ.ศ.	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
แม่น้ำจันทบุรี	35.60	32.09	34.80	34.45	35.76	36.70	34.03	37.27	32.43	38.49	30.53	28.49	27.34	27.98	**33.28**
แม่น้ำประแสร์	122.55	116.57	126.42	120.57	121.65	123.29	114.84	116.67	112.41	127.87	106.24	109.51	95.23	96.68	**115.04**
คลองใหญ่	31.37	33.94	35.06	32.16	35.43	33.45	34.10	32.00	29.46	34.10	27.77	25.85	23.39	26.57	**31.05**
คลองโตนด	187.97	188.40	199.65	188.28	193.53	197.86	180.76	185.40	180.68	202.51	163.21	164.69	147.08	147.33	**180.52**
แม่น้ำเมืองตราด	83.52	80.03	85.13	82.03	86.38	88.19	80.20	85.48	77.94	92.72	70.39	66.29	60.36	61.59	**78.59**
สาขาชายฝั่งทะเลตะวันออก	32.72	43.71	46.85	41.73	45.26	43.48	40.06	35.31	38.40	40.43	33.23	40.53	30.20	30.64	**38.75**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**493.74**	**494.74**	**527.89**	**499.22**	**518.00**	**522.97**	**483.99**	**492.14**	**471.32**	**536.13**	**431.37**	**435.36**	**383.60**	**390.78**	**477.23**

ตารางที่ 2-9 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโตนเลสาป

พ.ศ.	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
โตนเลสาปตอนล่าง	60.39	98.46	109.65	111.11	105.25	88.50	92.94	88.15	120.41	80.39	83.19	109.12	92.92	67.71	**93.44**
โตนเลสาปตอนบน	257.53	233.66	255.47	242.49	252.91	261.67	233.02	256.87	224.64	264.77	194.70	174.38	165.61	176.36	**228.15**
ห้วยพรมโหด	6.02	7.95	8.70	8.56	8.65	7.70	7.52	7.37	9.13	7.13	6.58	8.09	6.76	5.17	**7.52**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**323.94**	**340.07**	**373.82**	**362.16**	**366.81**	**357.88**	**333.48**	**352.39**	**354.18**	**352.29**	**284.46**	**291.59**	**265.29**	**249.24**	**329.11**

ตารางที่ 2-10 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำบางปะกง

พ.ศ.	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
คลองท่าลาด	191.52	200.63	209.69	198.04	206.35	206.27	185.34	190.52	191.46	201.13	162.38	159.15	145.69	121.35	**183.54**
คลองหลวง	38.33	43.75	48.73	47.95	45.25	46.81	46.61	39.90	47.84	46.51	36.55	33.74	35.91	31.64	**42.11**
แม่น้ำนครนายก	566.16	756.28	703.42	821.24	720.46	739.38	849.23	835.62	878.11	670.38	556.69	693.67	637.65	570.91	**714.23**
ที่ราบแม่น้ำบางปะกง	107.70	104.20	121.10	107.84	100.40	119.63	97.31	95.41	91.86	116.38	81.68	89.63	68.29	59.54	**97.21**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**903.70**	**1,104.86**	**1,082.94**	**1,175.06**	**1,072.46**	**1,112.08**	**1,178.49**	**1,161.46**	**1,209.26**	**1,034.40**	**837.30**	**976.18**	**887.54**	**783.43**	1,037.08

ตารางที่ 2-11 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปราจีนบุรี

พ.ศ.	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
แม่น้ำพระปรง	39.64	59.81	60.05	54.27	61.74	57.91	56.05	52.18	71.29	57.27	50.54	56.11	50.19	46.29	**55.24**
คลองพระสทึง	123.55	127.11	129.58	131.24	132.79	130.97	127.30	141.49	155.71	142.00	93.45	122.79	120.15	83.57	**125.84**
ปราจีนบุรีตอนล่าง	931.60	1,183.08	1,172.60	1,269.05	1,224.49	1,182.19	1,260.08	1,213.36	1,359.70	1,198.21	905.50	1,050.09	1,082.98	838.84	**1,133.70**
แม่น้ำหนุมาน	124.98	184.33	185.66	167.15	190.15	179.85	172.67	161.52	218.33	177.28	155.43	172.16	153.27	140.97	**170.27**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,219.77**	**1,554.34**	**1,547.89**	**1,621.71**	**1,609.16**	**1,550.92**	**1,616.10**	**1,568.55**	**1,805.03**	**1,574.76**	**1,204.92**	**1,401.15**	**1,406.59**	**1,109.67**	1,485.04

ตารางที่ 2-12 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

โครงการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
ปตร.คลองน้ำหู	0.70	0.87	0.96	0.84	0.92	0.86	0.79	0.78	0.78	0.83	0.65	0.76	0.60	0.61	**0.78**
ทรบ.บ้านกล้วย	3.38	3.29	3.59	3.33	3.53	3.51	3.33	3.27	3.29	3.75	3.34	3.59	3.02	3.05	**3.38**
ทรบ.อ่างคุ้งกระเบน	1.13	1.24	1.50	1.27	1.49	1.33	1.22	1.07	0.98	1.39	1.01	1.25	0.70	0.84	**1.17**
คันกั้นน้ำแหลมสิงห์	7.34	8.66	10.49	8.70	10.40	9.18	8.48	7.04	6.74	9.49	6.98	9.06	4.82	5.67	**8.08**
คันกั้นคลองใหญ่	0.60	0.55	0.62	0.57	0.62	0.62	0.54	0.59	0.51	0.66	0.45	0.46	0.35	0.41	**0.54**
คันกั้นน้ำนาเกลือ	2.19	2.46	2.94	2.49	2.91	2.61	2.40	2.09	1.96	2.72	1.98	2.46	1.41	1.65	**2.31**
ปตร.เขาระกำขยาย	16.10	25.03	25.08	22.97	23.82	23.78	21.85	19.07	22.66	20.13	17.62	21.63	18.13	17.24	**21.08**
ปตร.คลองท่าเลื่อน	1.28	1.62	1.66	1.56	1.58	1.60	1.45	1.40	1.48	1.46	1.19	1.32	1.16	1.16	**1.42**
ทรบ.คลองพลิ้ว	4.84	4.40	4.82	4.73	4.99	5.06	4.74	5.07	4.40	5.30	4.05	3.80	3.54	3.64	**4.53**
ฝายคลองพลับพลา	9.70	8.73	9.45	9.37	9.70	9.97	9.23	10.15	8.83	10.46	8.35	7.78	7.50	7.67	**9.06**
อ่างเก็บน้ำคลองศาลทราย	21.07	18.97	20.53	20.35	21.07	21.67	20.06	22.05	19.19	22.73	18.13	16.91	16.30	16.67	**19.69**
ปตร.ป้องกันน้ำเค็มประแสร์	14.53	14.06	15.44	14.56	14.80	14.94	13.73	13.88	13.29	15.23	12.13	12.60	10.75	11.00	**13.64**
อ่างเก็บน้ำประแสร์	103.32	98.06	106.16	101.40	102.21	103.65	96.72	98.33	94.82	107.74	90.02	92.70	80.81	81.95	**96.99**
อ่างเก็บน้ำคลองระโอก	4.69	4.46	4.82	4.61	4.64	4.71	4.39	4.47	4.31	4.89	4.09	4.21	3.67	3.72	**4.41**
ปตร.ป้องกันอุทกภัยระยอง	0.83	0.93	0.99	0.91	0.97	0.93	0.88	0.84	0.81	0.93	0.73	0.76	0.62	0.67	**0.84**

ตารางที่ 2-12 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

โครงการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
ฝายบ้านค่าย	4.15	4.17	4.63	4.24	4.36	4.37	3.80	4.05	3.63	4.46	3.21	3.35	2.56	2.73	**3.84**
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	14.43	15.77	16.09	14.77	16.46	15.39	16.09	14.82	13.67	15.70	13.03	11.88	11.05	12.66	**14.41**
อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่	11.29	12.33	12.59	11.55	12.87	12.04	12.58	11.59	10.70	12.28	10.19	9.30	8.64	9.91	**11.28**
อ่างเก็บน้ำดอกกราย	0.68	0.74	0.76	0.69	0.77	0.72	0.76	0.70	0.64	0.74	0.61	0.56	0.52	0.59	**0.68**
ระบบส่งน้ำคลองวังโตนด	118.05	118.32	125.39	118.25	121.54	124.27	113.53	116.44	113.48	127.19	102.50	103.43	92.37	92.53	**113.38**
อ่างเก็บน้ำคลองประแกด	69.92	70.08	74.26	70.03	71.98	73.60	67.24	68.96	67.21	75.33	60.71	61.26	54.71	54.80	**67.15**
คันกั้นน้ำวังกระแจะ	2.27	2.55	2.60	2.55	2.54	2.62	2.50	2.24	2.41	2.62	2.12	2.14	1.96	1.86	**2.36**
ปตร.เขาสมิง	21.24	19.97	21.25	20.58	21.46	22.09	20.02	21.68	19.61	23.16	17.96	16.79	15.67	15.93	**19.81**
ปตร.คลองร่างหวาย	10.30	9.59	10.24	9.96	10.33	10.64	9.69	10.46	9.49	11.13	8.74	8.18	7.71	7.87	**9.59**
อ่างเก็บน้ำด่านชุมพล	2.27	2.15	2.30	2.26	2.30	2.38	2.20	2.29	2.12	2.47	1.92	1.76	1.71	1.72	**2.13**
อ่างเก็บน้ำบ้านมะนาว	1.53	1.40	1.53	1.48	1.55	1.60	1.42	1.59	1.37	1.66	1.21	1.09	1.03	1.08	**1.40**
อ่างเก็บน้ำวังปลาหมอ	5.13	4.73	5.13	4.95	5.18	5.33	4.78	5.30	4.65	5.56	4.16	3.80	3.58	3.72	**4.72**
อ่างเก็บน้ำห้วยแร้ง	19.11	18.57	19.71	18.85	20.15	20.40	18.54	19.64	17.94	21.61	16.06	15.24	13.45	13.78	**18.08**
อ่างเก็บน้ำคลองโสน	21.68	21.07	22.37	21.39	22.86	23.14	21.04	22.28	20.36	24.51	18.22	17.29	15.25	15.63	**20.51**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**493.74**	**494.74**	**527.89**	**499.22**	**518.00**	**522.97**	**483.99**	**492.14**	**471.32**	**536.13**	**431.37**	**435.36**	**383.60**	**390.78**	**477.23**

ตารางที่ 2-13 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำโตนเลสาป

โครงการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
อ่างเก็บน้ำห้วยยาง	49.59	80.86	90.04	91.24	86.43	72.68	76.32	72.39	98.88	66.02	68.31	89.61	76.30	55.60	**76.73**
อ่างเก็บน้ำคลองตาด้วง	3.09	5.03	5.60	5.68	5.38	4.52	4.75	4.50	6.15	4.11	4.25	5.57	4.75	3.46	**4.77**
อ่างเก็บน้ำคลองส้มป่อย	2.20	3.59	4.00	4.05	3.84	3.23	3.39	3.22	4.39	2.93	3.04	3.98	3.39	2.47	**3.41**
อ่างเก็บน้ำห้วยตะเคียน	5.51	8.98	10.00	10.14	9.60	8.07	8.48	8.04	10.98	7.33	7.59	9.95	8.48	6.18	**8.52**
เขาสอยดาว	109.49	100.32	109.51	103.87	108.36	111.85	99.83	109.61	96.32	113.21	83.48	75.32	71.33	75.43	**97.71**
ฝายคลองทรายขาว	6.26	5.70	6.24	5.90	6.18	6.36	5.66	6.26	5.48	6.44	4.74	4.29	4.04	4.27	**5.56**
อ่างเก็บน้ำคลองบอน	4.64	4.17	4.56	4.34	4.51	4.68	4.16	4.61	4.01	4.73	3.48	3.08	2.95	3.16	**4.08**
อ่างเก็บน้ำห้วยเขาดิน	1.28	1.43	1.50	1.33	1.60	1.52	1.39	1.43	1.45	1.67	1.18	1.32	0.99	0.88	**1.36**
อ่างเก็บน้ำคลองพระพุทธ	135.87	122.04	133.67	127.05	132.26	137.26	121.97	134.96	117.38	138.71	101.83	90.37	86.31	92.61	**119.45**
อ่างเก็บน้ำเขารัง	6.02	7.95	8.70	8.56	8.65	7.70	7.52	7.37	9.13	7.13	6.58	8.09	6.76	5.17	**7.52**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**323.94**	**340.07**	**373.82**	**362.16**	**366.81**	**357.88**	**333.48**	**352.39**	**354.18**	**352.29**	**284.46**	**291.59**	**265.29**	**249.24**	**329.11**

ตารางที่ 2-14 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำบางปะกง

โครงการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
อ่างเก็บน้ำคลองหลวงรัชโลทร	38.33	43.75	48.73	47.95	45.25	46.81	46.61	39.90	47.84	46.51	36.55	33.74	35.91	31.64	**42.11**
เขื่อนบางปะกง	107.70	104.20	121.10	107.84	100.40	119.63	97.31	95.41	91.86	116.38	81.68	89.63	68.29	59.54	**97.21**
คบ.คลองสียัด	78.22	100.15	99.83	103.70	103.31	96.48	93.67	90.53	100.39	91.53	82.48	80.74	79.73	64.66	**90.39**
อ่างเก็บน้ำลาดกระทิง	2.47	2.19	2.39	2.05	2.24	2.39	2.00	2.18	1.98	2.39	1.74	1.71	1.44	1.23	**2.03**
อ่างเก็บน้ำคลองระบม	109.90	97.46	106.56	91.51	99.94	106.49	88.91	96.99	88.33	106.31	77.51	76.05	63.98	54.98	**90.35**
อ่างเก็บน้ำลุ่มน้ำโจน 2	0.94	0.83	0.91	0.78	0.86	0.91	0.76	0.83	0.76	0.91	0.66	0.65	0.55	0.47	**0.77**
เขื่อนขุนด่านปราการชล	37.21	47.44	43.75	49.68	44.79	45.76	50.45	50.62	51.58	42.27	34.81	41.11	37.34	34.58	**43.67**
คป.นครนายก	492.37	656.32	611.87	713.76	626.41	642.90	738.06	726.59	765.23	583.90	483.27	604.40	556.13	495.45	**621.19**
บ้านนา	34.28	50.22	45.62	55.67	47.05	48.51	58.80	56.20	59.19	41.88	36.93	46.42	42.65	39.49	**47.35**
อ่างเก็บน้ำคลองทรายทอง	2.12	2.01	1.92	1.80	1.94	1.94	1.59	1.90	1.76	2.08	1.48	1.47	1.29	1.16	**1.75**
อ่างเก็บน้ำคลองโบด	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	**0.04**
อ่างเก็บน้ำคลองสีเสียด	0.06	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.07	0.06	0.08	0.07	0.07	**0.08**
อ่างเก็บน้ำทรายทอง	0.05	0.08	0.07	0.09	0.07	0.07	0.09	0.09	0.09	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	**0.07**
อ่างเก็บน้ำห้วยปรือ	0.06	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.07	0.06	0.08	0.07	0.07	**0.08**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**903.70**	**1,104.86**	**1,082.94**	**1,175.06**	**1,072.46**	**1,112.08**	**1,178.49**	**1,161.46**	**1,209.26**	**1,034.40**	**837.30**	**976.18**	**887.54**	**783.43**	**1,037.08**

ตารางที่ 2-15 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำปราจีนบุรี

โครงการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
อ่างเก็บน้ำคลองเกลือ	3.35	4.94	4.98	4.48	5.10	4.82	4.63	4.33	5.85	4.75	4.17	4.62	4.11	3.78	**4.57**
อ่างเก็บน้ำคลองทราย	1.12	1.65	1.66	1.49	1.70	1.61	1.54	1.44	1.95	1.58	1.39	1.54	1.37	1.26	**1.52**
อ่างเก็บน้ำคลองพันโป้	3.13	4.61	4.65	4.18	4.76	4.50	4.32	4.04	5.46	4.44	3.89	4.31	3.84	3.53	**4.26**
อ่างเก็บน้ำช่องกล่ำบน	0.56	0.82	0.83	0.75	0.85	0.80	0.77	0.72	0.98	0.79	0.69	0.77	0.68	0.63	**0.76**
อ่างเก็บน้ำช่องกล่ำล่าง	1.12	1.65	1.66	1.49	1.70	1.61	1.54	1.44	1.95	1.58	1.39	1.54	1.37	1.26	**1.52**
อ่างเก็บน้ำท่ากระบาก	4.47	6.59	6.64	5.98	6.80	6.43	6.17	5.78	7.81	6.34	5.56	6.16	5.48	5.04	**6.09**
อ่างเก็บน้ำพระปรง	12.65	18.65	18.79	16.91	19.24	18.20	17.47	16.35	22.09	17.94	15.73	17.42	15.51	14.26	**17.23**
อ่างเก็บน้ำห้วยชัน	3.35	4.94	4.98	4.48	5.10	4.82	4.63	4.33	5.85	4.75	4.17	4.62	4.11	3.78	**4.57**
ห้วยไคร้	9.88	15.95	15.87	14.49	16.49	15.11	14.96	13.74	19.34	15.08	13.55	15.15	13.72	12.75	**14.72**
อ่างเก็บน้ำคลองกลาง	1.29	2.03	1.95	2.03	2.06	1.86	2.04	2.02	2.11	1.97	1.51	1.68	1.71	1.32	**1.83**
อ่างเก็บน้ำคลองไม้ปล้อง	9.12	13.65	12.39	14.80	14.51	13.11	15.64	15.03	15.96	13.11	9.97	12.48	13.34	10.41	**13.11**
อ่างเก็บน้ำคลองวังบอน	0.91	1.44	1.38	1.44	1.46	1.32	1.45	1.43	1.49	1.40	1.07	1.19	1.21	0.93	**1.30**
อ่างเก็บน้ำวังม่วง	0.26	0.41	0.40	0.41	0.42	0.38	0.41	0.41	0.43	0.40	0.31	0.34	0.35	0.27	**0.37**

ตารางที่ 2-15 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำปราจีนบุรี

โครงการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	เฉลี่ย
คลองสารภี	144.02	147.48	150.47	152.33	154.12	152.18	147.69	164.39	181.04	165.05	108.41	142.74	139.61	96.98	**146.18**
โคกกะจะ	27.56	41.06	37.42	44.69	43.79	39.60	47.27	45.47	48.58	39.69	30.00	37.94	40.58	31.39	**39.65**
คบ.บางพลวง	640.14	816.72	822.44	879.64	837.63	819.31	862.33	807.88	921.84	821.68	637.10	706.54	729.21	575.73	**777.01**
ตะเคียนทอง	6.19	9.25	8.39	10.04	9.84	8.90	10.60	10.20	10.85	8.89	6.76	8.47	9.06	7.06	**8.89**
ท่าแห	83.97	123.82	112.99	134.28	131.78	119.42	141.64	136.71	145.76	119.87	90.47	113.93	121.52	94.14	**119.31**
แม่น้ำประจันตคาม	17.20	25.75	23.37	27.92	27.37	24.74	29.51	28.35	30.11	24.73	18.81	23.55	25.16	19.65	**24.73**
ห้วยเกษียร	0.93	1.47	1.41	1.47	1.50	1.35	1.48	1.47	1.53	1.43	1.10	1.22	1.24	0.96	**1.33**
อ่างเก็บน้ำคลองพระสทึง	122.47	125.41	127.95	129.54	131.06	129.41	125.59	139.79	153.95	140.35	92.19	121.38	118.72	82.46	**124.31**
อ่างเก็บน้ำคลองสามสิบ	1.08	1.70	1.63	1.70	1.73	1.56	1.71	1.69	1.76	1.65	1.27	1.41	1.43	1.10	**1.53**
อ่างเก็บน้ำนฤบดินทรจินดา	124.41	183.41	184.74	166.31	189.19	178.97	171.80	160.72	217.21	176.41	154.64	171.28	152.47	140.23	**169.41**
อ่างเก็บน้ำทับลาน	0.57	0.93	0.92	0.84	0.96	0.88	0.87	0.80	1.12	0.87	0.79	0.88	0.80	0.74	**0.85**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,219.77**	**1,554.34**	**1,547.89**	**1,621.71**	**1,609.16**	**1,550.92**	**1,616.10**	**1,568.55**	**1,805.03**	**1,574.76**	**1,204.92**	**1,401.15**	**1,406.59**	**1,109.67**	**1,485.04**

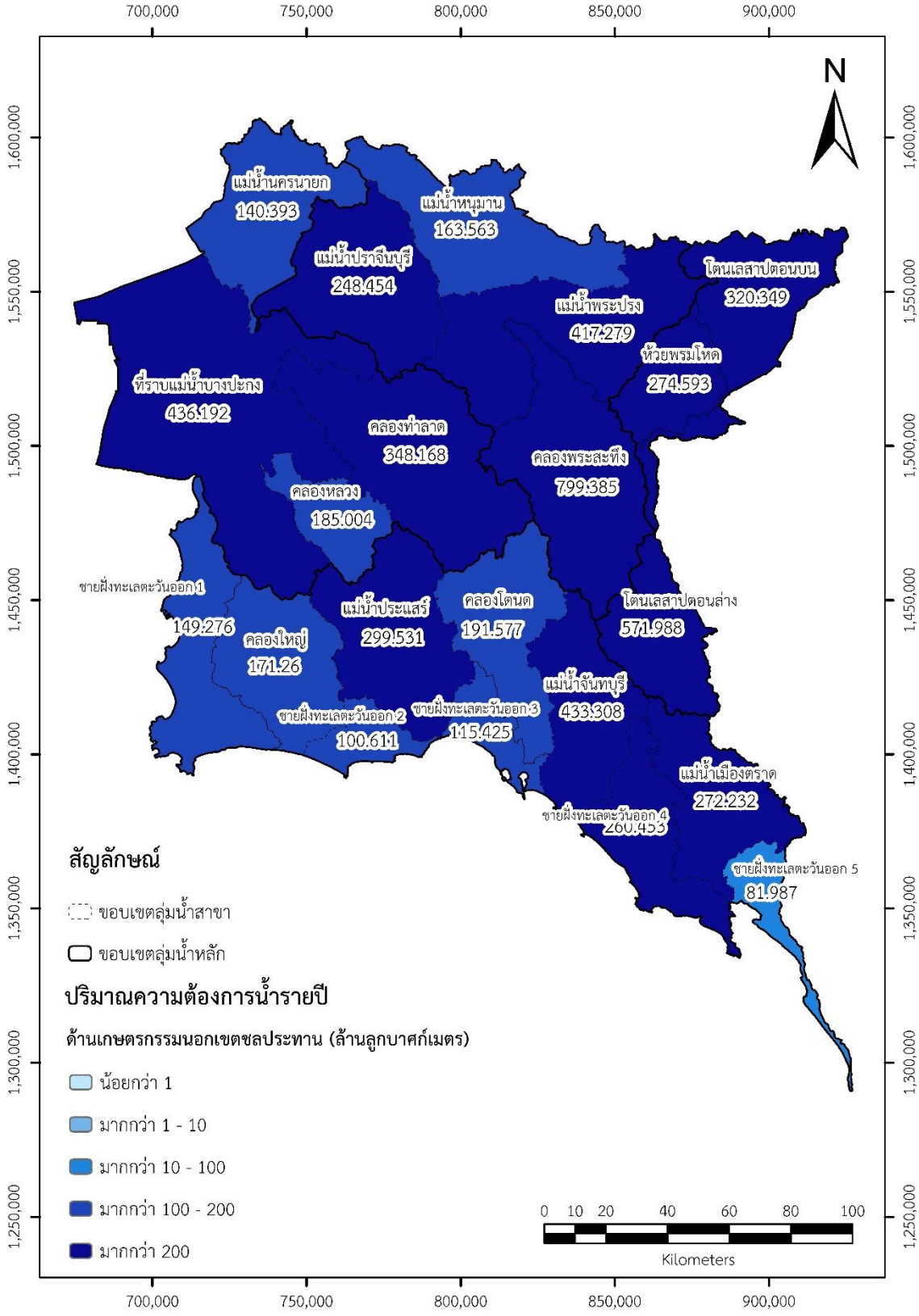
การศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดงานโครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อรองรับการพัฒนาพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก EEC

ตารางที่ 2-16 สรุปปริมาณความต้องการน้ำรายปีนอกเขตพื้นที่ชลประทาน

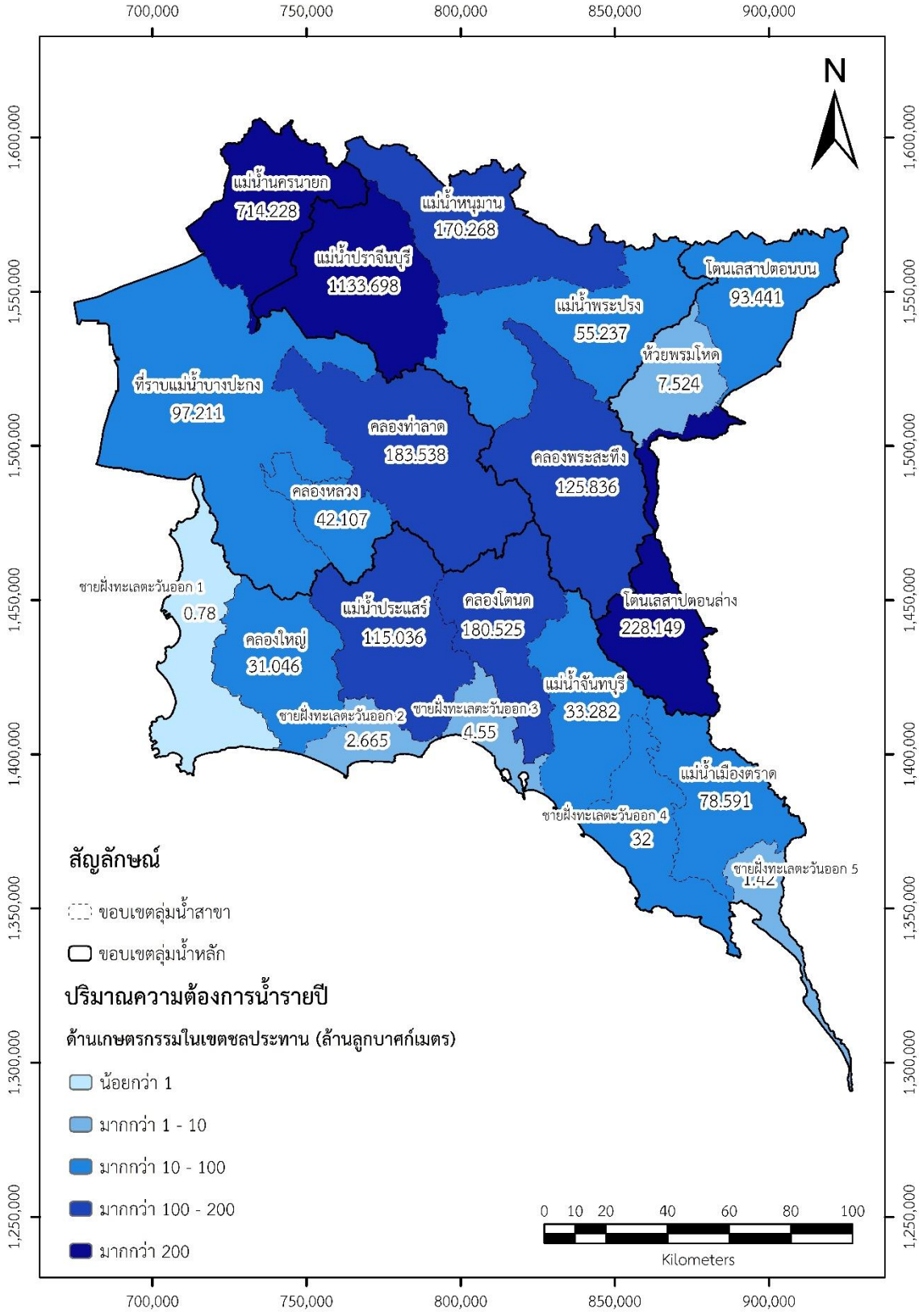
ลุ่มน้ำ	พ.ศ.														เฉลี่ย
	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	
ชายฝั่งทะเลตะวันออก	2,240	2,141	2,321	2,176	2,296	2,272	2,077	2,198	2,023	2,393	1,840	1,832	1,591	1,659	**2,076**
โตนเลสาป	1,193	1,258	1,290	1,276	1,270	1,206	1,154	1,240	1,316	1,198	1,010	1,116	975	835	**1,167**
บางปะกง	1,304	1,222	1,215	1,206	1,181	1,228	1,140	1,177	1,133	1,270	936	972	800	753	**1,110**
ปราจีนบุรี	1,848	1,734	1,764	1,653	1,771	1,786	1,644	1,755	1,766	1,838	1,360	1,525	1,219	1,140	**1,629**
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	**6,584**	**6,355**	**6,589**	**6,311**	**6,517**	**6,491**	**6,014**	**6,370**	**6,239**	**6,700**	**5,145**	**5,445**	**4,585**	**4,388**	**5,981**

ตารางที่ 2-17 สรุปปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทาน

ลุ่มน้ำ	พ.ศ.														เฉลี่ย
	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	
ชายฝั่งทะเลตะวันออก	494	495	528	499	518	523	484	492	471	536	431	435	384	391	**477**
โตนเลสาป	324	340	374	362	367	358	333	352	354	352	284	292	265	249	**329**
บางปะกง	904	1,105	1,083	1,175	1,072	1,112	1,178	1,161	1,209	1,034	837	976	888	783	**1,037**
ปราจีนบุรี	1,220	1,554	1,548	1,622	1,609	1,551	1,616	1,569	1,805	1,575	1,205	1,401	1,407	1,110	**1,485**
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	**2,941**	**3,494**	**3,533**	**3,658**	**3,566**	**3,544**	**3,612**	**3,575**	**3,840**	**3,498**	**2,758**	**3,104**	**2,943**	**2,533**	**3,328**



รูปที่ 2-2 แผนที่ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมนอกเขตชลประทาน



รูปที่ 2-3 แผนที่ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมในเขตชลประทาน

2.2 การวิจัยวิธีลดปริมาณการใช้น้ำของทุเรียน

พื้นที่ภาคตะวันออกเป็นแหล่งเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะการเพาะปลูกทุเรียน ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้เป็นอย่างมาก จึงได้มีการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเพื่อการรองรับการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก EEC ซึ่งจะมีการเจาะลึกรายละเอียดของปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของสวนทุเรียนในภาคตะวันออกโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง โดยทำการประเมินความต้องการน้ำของทุเรียนจากหลายวิธีด้วยกัน ประกอบด้วย วิธีการดั้งเดิมของเกษตรกร การให้น้ำแบบวิธีทดลองที่เสนอโดยโครงการวิจัยฯ และการคำนวณจากสมการการใช้น้ำของพืช (ทุเรียน) โดยการตรวจวัดการใช้น้ำของทุเรียนในงานวิจัยใช้ sap flow sensors เป็นเครื่องมือในการวัดการใช้น้ำของทุเรียนของสวนตัวอย่าง จึงทำให้ได้ผลที่ได้จากการวัดมีความน่าเชื่อถือมาก สำหรับทุเรียนที่ทำการทดลองนั้นมีการพิจารณาช่วงการเจริญเติบโตเป็นช่วงเดือนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

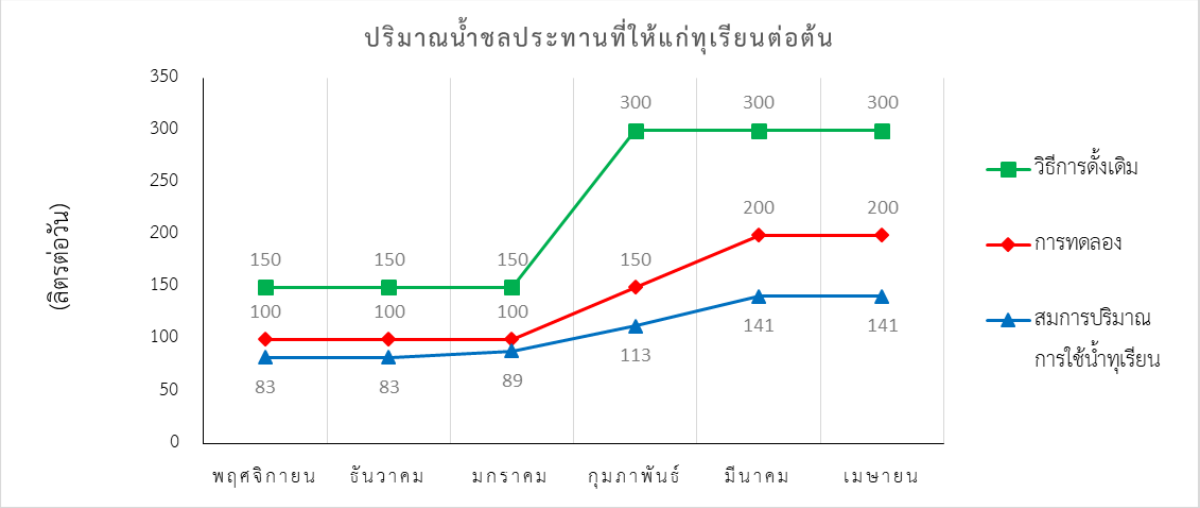
ตารางที่ 2-18 ช่วงการเจริญเติบโตในเดือนต่าง ๆ ของทุเรียน

เดือน	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
ช่วงการเจริญเติบโต	ทำดอก	ดอกบาน	ผลอ่อน (ไข่ไก่)	ผลอ่อน (กระป๋องนม)	ผลใหญ่	ผลใหญ่เต็มที่

สำหรับการใช้น้ำของทุเรียนที่มีการเปรียบเทียบกันหลายวิธี เริ่มต้นด้วยการสัมภาษณ์เกษตรกรถึงปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ยของทุเรียนและจำนวนต้นในการปลูกต่อไร่ จากประสบการณ์และวิถีปฏิบัติของเกษตรกรได้ให้ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ยของทุเรียนประมาณ 200 ลิตร/ต้น/วัน และมีการปลูกทุเรียน 16 ต้น/ไร่ ทำให้ทราบได้เบื้องต้นว่าทุเรียนมีการใช้น้ำเฉลี่ยต่อ 1 ไร่ อยู่ที่ 3,200 ลิตร/วัน หรือ 3.2 ลบ.ม./วัน เนื่องจากค่าดังกล่าวข้างต้นเป็นค่าเฉลี่ยตลอดช่วงการเจริญเติบโตแต่เมื่อพิจารณาช่วงการเจริญเติบโตในแต่ละเดือนดัง**ตารางที่ 2-18** แล้วสามารถสรุปผลปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนต่อต้นแสดงไว้ตาม **ตารางที่ 2-19** และ **รูปที่ 2-4** โดยเปรียบเทียบการใช้น้ำ 3 วิธีด้วยกัน ประกอบด้วย วิธีการที่ทดลอง วิธีการดั่งเดิม และ สมการปริมาณการใช้น้ำของทุเรียน

ตารางที่ 2-19 ปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนสำหรับการเจริญเติบโตแต่ละช่วงเดือน

เดือน	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
วิธีการที่ทดลอง	100	100	100	150	200	200
วิธีการดั่งเดิม	150	150	150	300	300	300
สมการปริมาณการใช้น้ำทุเรียน	83	83	89	113	141	141



รูปที่ 2-4 ปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนในการเจริญเติบโตแต่ละช่วงเดือน

เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนต่อ 10 ไร่ ในแต่ละเดือนและผลรวม 6 เดือน ทำให้สามารถสรุปปริมาณความต้องการน้ำของทุเรียนได้ดัง**ตารางที่ 2-20**

ตารางที่ 2-20 ปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนต่อพื้นที่ 10 ไร่

เดือน	ปริมาณการใช้น้ำ/10 ไร่ (ลบ.ม.)						รวม 6 เดือน	
	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	10 ไร่	350,000 ไร่
ช่วงการเจริญเติบโต	ทำดอก	ดอกบาน	ผลอ่อน (ไข่ไก่)	ผลอ่อน (กระป๋องนม)	ผลใหญ่	ผลใหญ่เต็มที่	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)
วิธีการที่ทดลอง	480	496	496	696	992	960	**4,120**	**144,200,000**
วิธีการดั่งเดิม	720	744	744	1,392	1,488	1,440	**6,528**	**228,480,000**

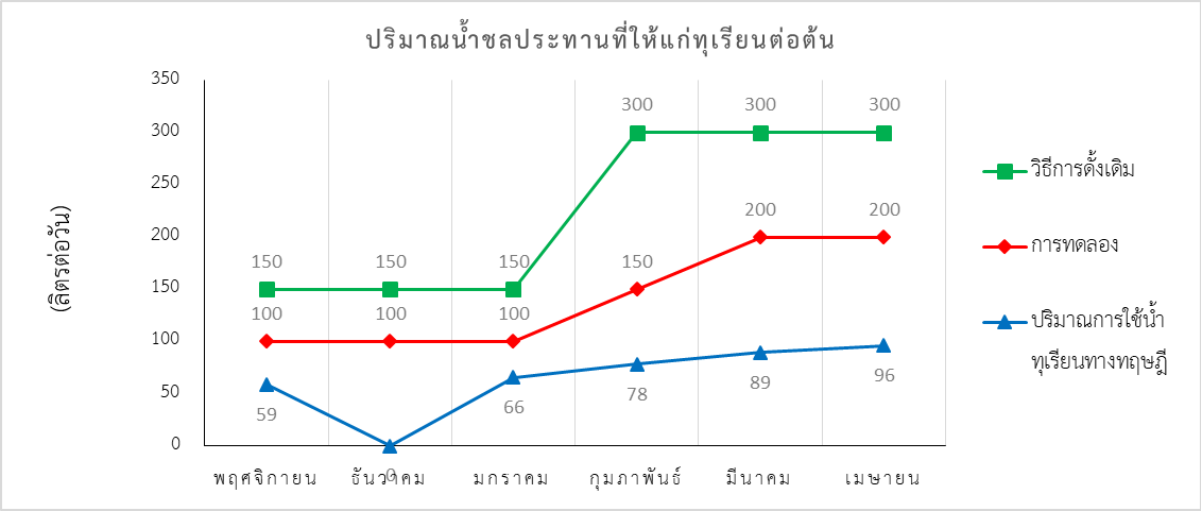
จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนในช่วงการเจริญเติบโตต่าง ๆ ต่อไปนี้จะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของทุเรียนที่โครงการวิจัยฯ ได้ใช้ในการแสดงผลและนำไปจัดทำสมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำเพื่อพิจารณาเปรียบเทียบความถูกต้องจากการคำนวณทางทฤษฎีกับการตรวจวัดจริงเพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลการคำนวณว่ามีความถูกต้องในการนำไปใช้ในกระบวนการวิจัยต่อไปหรือหากมีความแตกต่างของผลการวิจัยจะได้พิจารณาแก้ไขปรับปรุงและนำผลการคำนวณที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุดไปใช้ประโยชน์ในขั้นตอนกระบวนการวิจัยต่อไป

เนื่องจากการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพืชอ้างอิง (ETo) นั้นได้มีการคำนวณเชิงพื้นที่รายลุ่มน้ำสาขาแล้วมาพิจารณาร่วมกับพื้นที่ทดลองที่จังหวัดจันทบุรี และ จังหวัดตราด จึงสามารถทราบได้ถึงพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาที่ครอบคลุมจังหวัดดังกล่าวซึ่งประกอบด้วย ลุ่มน้ำสาขาคลองโตนด ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำจันทบุรี ลุ่มน้ำสาขาโตนเลสาปตอนล่าง และลุ่มน้ำสาขาคลองพระสทึง (จังหวัดจันทบุรี) และ ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำเมืองตราด และ ลุ่มน้ำสาขาชายฝั่งทะเลตะวันออกที่ 5 (จังหวัดตราด) ดังนั้นจะพิจารณาเปรียบเทียบกันที่ปริมาณการใช้น้ำของทุเรียน ที่เดือนต่าง ๆ เปรียบเทียบกันระหว่างผลการวิจัยที่อ้างอิงกับ ปริมาณความต้องการน้ำของทุเรียนที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎีของโครงการวิจัยฯ โดยแสดงผลดัง**ตารางที่ 2-21**

ตารางที่ 2-21 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของทุเรียน หน่วย ลิตร/วัน

เดือน	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	เฉลี่ย
วิธีการที่ทดลอง	100	100	100	150	200	200	**142**
วิธีการดั่งเดิม	150	150	150	300	300	300	**225**
ETc ของทุเรียน (ทฤษฎี)	59	0	66	78	89	96	**65**

แสดงกราฟเปรียบปริมาณการใช้น้ำของทุเรียน หน่วย ลิตร/วัน ระหว่าง วิธีการดั่งเดิม วิธีการที่ทดลอง และวิธีการคำนวณทางทฤษฎี ดัง**รูปที่ 2-5**



รูปที่ 2-5 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนในแต่ละเดือน

เพื่อให้เห็นภาพอย่างชัดเจนขึ้นสำหรับความแตกต่างของปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนที่ได้จากตรวจวัดจริงในพื้นที่ทดลองกับการคำนวณทางทฤษฎีจึงทำการเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนโดยแสดงผลอ้างอิงตัวอย่างพื้นที่ทดลอง ประกอบด้วย วิธีการที่ทดลอง วิธีการดั่งเดิม และการคำนวณทางทฤษฎี โดยแสดงผลการเปรียบตาม**ตารางที่ 2-22**

ตารางที่ 2-22 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนต่อพื้นที่ 10 ไร่

	ปริมาณการใช้น้ำ/10 ไร่ (ลบ.ม.)						รวม 6 เดือน	
เดือน	**พฤศจิกายน**	**ธันวาคม**	**มกราคม**	**กุมภาพันธ์**	**มีนาคม**	**เมษายน**	**10 ไร่**	**350,000 ไร่**
ช่วงการเจริญเติบโต	ทำดอก	ดอกบาน	ผลอ่อน (ไข่ไก่)	ผลอ่อน (กระป๋องนม)	ผลใหญ่	ผลใหญ่เต็มที่	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)
วิธีการที่ทดลอง	480	496	496	696	992	960	**4,120**	**144,200,000**
วิธีการดั่งเดิม	720	744	744	1,392	1,488	1,440	**6,528**	**228,480,000**
ปริมาณการใช้น้ำทุเรียนทางทฤษฎี	283	0	326	363	443	463	**1,878**	**65,722,360**

จากการรวบรวมผลปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมของพื้นที่การศึกษา ทำการวิเคราะห์การลดลงของปริมาณการใช้น้ำภาคเกษตรกรรมกรณีที่ใช้วิธีการทดลองในการลดการใช้น้ำของทุเรียนเทียบกับวิธีการใช้น้ำของทุเรียนแบบดั่งเดิมของเกษตรกร เมื่อพิจารณารายโครงการชลประทานที่มีการเพาะปลูกทุเรียน พบว่า หากใช้วิธีทดลองจะทำให้มีการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำเฉพาะทุเรียนอยู่ที่ร้อยละ 35 – 40 โดยรวมทุกโครงการที่มีการเพาะปลูกทุเรียนมีร้อยละการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำเฉพาะทุเรียนอยู่ที่ 39.63 แต่หากพิจารณาการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมโดยรวม พบว่ามีการลดลงไม่มากนักอยู่ที่ร้อยละ 1 – 36 แต่โดยรวมแล้วมีการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมร้อยละ 8.51 แต่ก็เป็นไปตามเป้าหมายของโครงการวิจัยที่ต้องการให้มีการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมรวมที่ประมาณร้อยละ 10 แสดงผลสรุปร้อยละการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำเฉพาะทุเรียนและความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมรวมดัง**ตารางที่ 2-23** ถึง **ตารางที่ 2-24**

ตารางที่ 2-23 ร้อยละการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำเฉพาะทุเรียน

โครงการ	วิธีดั่งเดิม	วิธีทดลอง	% ลดลง
เขาสอยดาว	0.23	0.14	40.63
คลองสียัด	0.010	0.007	37.82
คั้นกั้นน้ำคลองใหญ่	0.009	0.005	40.39
ทรบ.คลองพลิ้ว	0.32	0.19	42.00
ทรบ.บ้านกล้วย	3.09	1.84	40.39
ปตร.เขาระกำขยาย	0.07	0.04	40.39
ปตร.เขาสมิง	4.72	2.76	41.50
ปตร.คลองร่างหวาย	2.93	1.71	41.50
ปตร.ป้องกันน้ำเค็มประแสร์	4.60	2.82	38.76
ปตร.ป้องกันอุทกภัยระยอง	0.03	0.02	37.30
ฝายคลองพลับพลา	3.08	1.79	42.00
ฝายบ้านค่าย	0.038	0.024	37.30
ระบบส่งน้ำคลองวังโตนด	37.82	22.58	40.30
อ่างเก็บน้ำด่านชุมพล	0.30	0.18	41.50
อ่างเก็บน้ำประแสร์	55.68	34.12	38.73
อ่างเก็บน้ำวังปลาหมอ	0.50	0.29	41.50
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	0.05	0.03	37.30
อ่างเก็บน้ำห้วยแร้ง	1.39	0.81	41.50
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	**114.86**	**69.34**	**39.63**

ตารางที่ 2-24 ร้อยละการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมรวม

โครงการ	วิธีดั้งเดิม	วิธีทดลอง	% ลดลง
เขาสอยดาว	99.55	99.46	0.09
คลองสียัด	92.02	92.02	0.00
คั้นกั้นน้ำคลองใหญ่	0.54	0.54	0.66
ทรบ.คลองพลิ้ว	4.61	4.48	2.91
ทรบ.บ้านกล้วย	3.48	2.23	35.92
ปตร.เขาระกำขยาย	21.44	21.41	0.13
ปตร.เขาสมิง	20.24	18.28	9.68
ปตร.คลองร่างหวาย	9.81	8.59	12.38
ปตร.ป้องกันน้ำเค็มประแสร์	13.94	12.15	12.79
ปตร.ป้องกันอุทกภัยระยอง	0.86	0.85	1.09
ฝายคลองพลับพลา	9.27	7.98	13.97
ฝายบ้านค่าย	3.91	3.90	0.36
ระบบส่งน้ำคลองวังโตนด	115.89	100.65	13.15
อ่างเก็บน้ำด่านชุมพล	2.17	2.05	5.71
อ่างเก็บน้ำประแสร์	99.34	77.78	21.71
อ่างเก็บน้ำวังปลาหมอ	4.81	4.60	4.31
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	14.66	14.64	0.13
อ่างเก็บน้ำห้วยแร้ง	18.41	17.83	3.13
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	**534.95**	**489.43**	**8.51**

2.3 สรุปผลปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม

สรุปผลการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมซึ่งในหัวข้อนี้เป็นการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนด้วยวิธีดั่งเดิมซึ่งเป็นสภาพปัจจุบันในพื้นที่การศึกษารวมกับการเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่การศึกษา ประกอบด้วยพืชหลัก ได้แก่ นาข้าว พืชไร่ ไม้ยืนต้น ไม้ผล พืชสวน และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหรือประมง (โดยพิจารณาจากการระเหย) โดยแสดงผลรายลุ่มน้ำหลัก 4 ลุ่มน้ำ (ในระบบลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำ) สรุปได้ว่าปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมนอกเขตชลประทานเฉลี่ย 5,981.03 ล้าน ลบ.ม./ปี และ ปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมในเขตชลประทานเฉลี่ย 3,328.46 ล้าน ลบ.ม./ปี ทำให้โดยรวมแล้วพื้นที่ภาคตะวันออกมีความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมเฉลี่ยรวม 9,309.49 ล้าน ลบ.ม./ปี แสดงรายละเอียดดัง**ตารางที่ 2-25**

ตารางที่ 2-25 สรุปปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมของพื้นที่การศึกษา

ลุ่มน้ำ	นอกเขตชลประทาน	ในเขตชลประทาน	รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)
ชายฝั่งทะเลตะวันออก	2,075.66	477.23	2,552.89
โตนเลสาป	1,166.93	329.11	1,496.04
บางปะกง	1,109.76	1,037.08	2,146.84
ปราจีนบุรี	1,628.68	1,485.04	3,113.72
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**5,981.03**	**3,328.46**	**9,309.49**

2.4 ความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม (กรณีลดการใช้น้ำ)

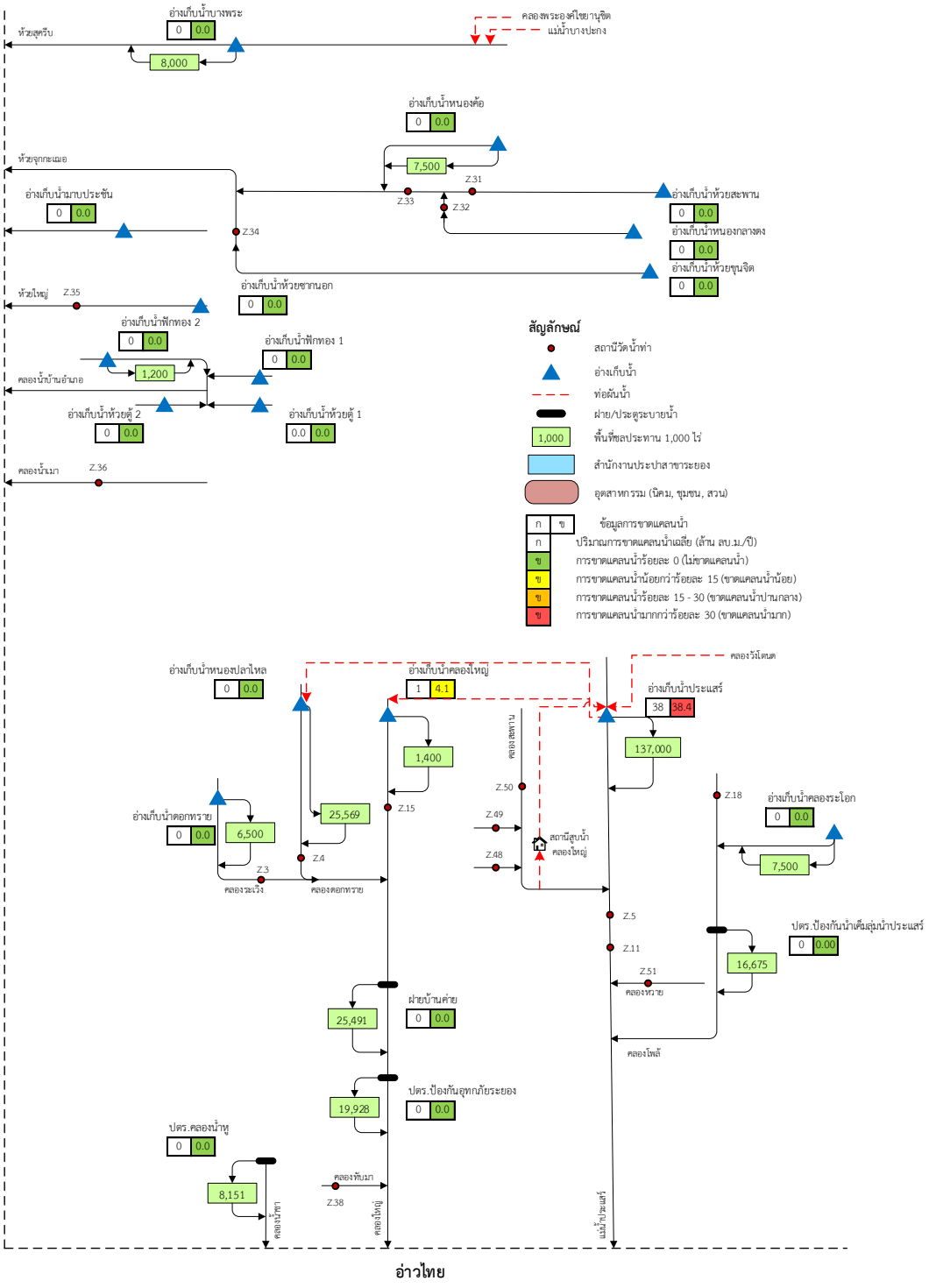
การลดการใช้น้ำของภาคเกษตรกรรมของโครงการวิจัยฯเพื่อจัดทำสมดุลน้ำจะพิจารณาเฉพาะในส่วนของพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ในเขตชลประทานซึ่งคาดการณ์ว่าจะสามารถลดการใช้น้ำลงได้มากกว่า 15 % โดยกรณีลดการใช้น้ำของภาคเกษตรกรรมจะมุ่งเป้าไปที่ไม้ผลที่มีความสำคัญต่อพื้นที่การศึกษา คือ ทุเรียน ซึ่งได้อธิบายไว้ใน**หัวข้อ 2.2** โดยมีการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่การศึกษา พบว่ามีการใช้น้ำมากกว่าปริมาณความต้องการน้ำที่คำนวณตามทฤษฎี ดังนั้น ในกรณีความต้องการน้ำของทุเรียนปัจจุบันคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของทุเรียนด้วยวิธีดั่งเดิม แต่มีการนำเสนอแนวทางโดยโครงการวิจัยนี้สำหรับปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนด้วยวิธีทดลองซึ่งมีการลดการใช้น้ำลงแต่ยังให้ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพคงเดิม ดังนั้น หลักการในกรณีลดการใช้น้ำของภาคเกษตรกรรมจึงเป็นการปรับเปลี่ยนปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนจากวิธีดั่งเดิมเป็นวิธีการที่ทดลองสำหรับพื้นที่ในเขตชลประทานที่มีการเพาะปลูกทุเรียน

2.5 ผลการขาดแคลนน้ำภาคเกษตรกรรมในสภาพปัจจุบัน

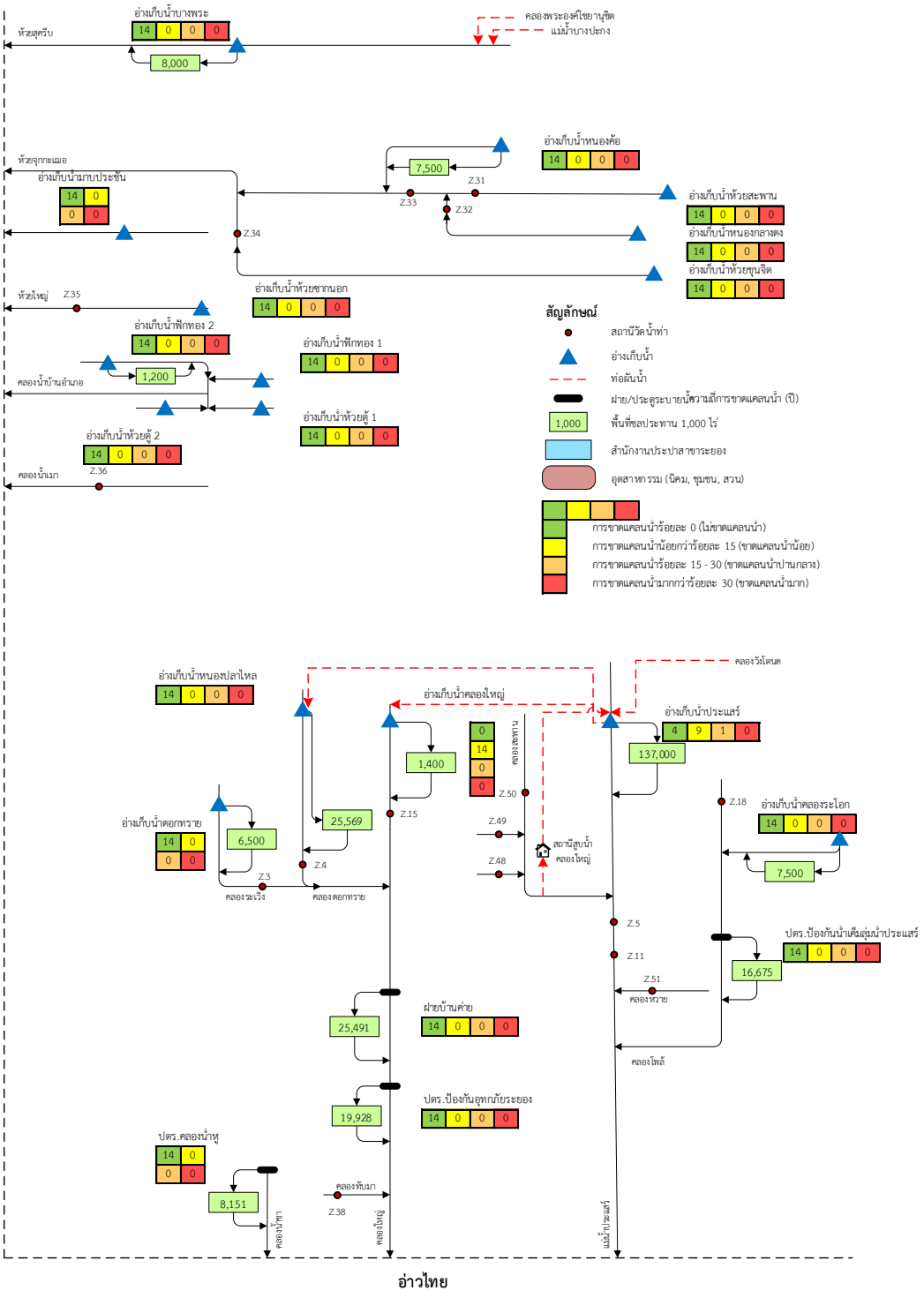
การวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำจะทำการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Mike Hydro (Basin) ซึ่งจัดทำโดยโครงการวิจัย “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” ซึ่งแบ่งเป็นกรณีต่าง ๆ ในหัวข้อนี้เป็นการแสดงผลเฉพาะการขาดแคลนน้ำภาคเกษตรกรรมในเขตชลประทานในรูปแบบแผนผังระบบลุ่มน้ำ (Schematic diagram) ทั้งปริมาณการขาดแคลนน้ำและความถี่ในการขาดแคลนน้ำ โดยมีเกณฑ์การประเมินแสดงดัง**ตารางที่ 2-26** สำหรับผลการขาดแคลนน้ำแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่การศึกษามีการขาดแคลนน้ำภาคเกษตรกรรมโดยเฉพาะในเขตชลประทานซึ่งมีมากในลุ่มน้ำบางปะกงและปราจีนบุรีที่มีพื้นที่เกษตรกรรมจำนวนมาก แต่ในส่วนของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกและลุ่มน้ำโตนเลสาป ก็มีการขาดแคลนน้ำเช่นกันแต่ไม่ใช่การขาดแคลนน้ำส่วนใหญ่ โดยการแสดงผลในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะแสดงให้เห็นถึงการขาดแคลนน้ำโดยเฉพาะภาคเกษตรกรรม ซึ่งในการวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำต้องวิเคราะห์ร่วมกับกิจกรรมการใช้น้ำอื่น ๆ ในลักษณะภาพรวม ทำให้เห็นว่าถึงแม้จะอยู่ในเขตชลประทานแต่ก็สามารถเกิดการขาดแคลนน้ำได้ เนื่องจากต้องมีการจัดลำดับความสำคัญในการนำน้ำต้นทุนไปใช้ในกิจกรรมการใช้น้ำต่าง ๆ อันดับแรก คือ การอุปโภค – บริโภค ท่องเที่ยวและบริการ ตามมาด้วยการรักษาระบบนิเวศ ภาคอุตสาหกรรม และภาคเกษตรกรรม จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำภาคเกษตรกรรม ซึ่งผลของโครงการวิจัยนี้ถือเป็นการตอบโจทย์ในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำภาคเกษตรกรรมด้วยวิธีลดการใช้น้ำ ถึงแม้ว่าในโครงการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่ทุเรียนเป็นหลัก แต่ในอนาคตหากได้รับการสนับสนุนต่อไปก็มีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่งในการขยายผลไปสู่พืชชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะไม้ผลและไม้ยืนต้นซึ่งมีการเพาะปลูกจำนวนมากในพื้นที่การศึกษา ส่วนของนาข้าวนั้นสามารถแก้ไขได้ด้วยการลดหรืองดการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ไว้แล้วในรายงานโครงการวิจัย “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” ซึ่งสามารถลดการขาดแคลนน้ำในภาพรวมลงได้พอสมควรโดยเฉพาะอย่างยิ่งในลุ่มน้ำบางปะกงและลุ่มน้ำปราจีนบุรี โดยแสดงผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำภาคเกษตรกรรมในสภาพปัจจุบันแสดงดัง**รูปที่ 2-6** ถึง **รูปที่ 2-15**

ตารางที่ 2-26 เกณฑ์ระดับความรุนแรงในการขาดแคลนน้ำ

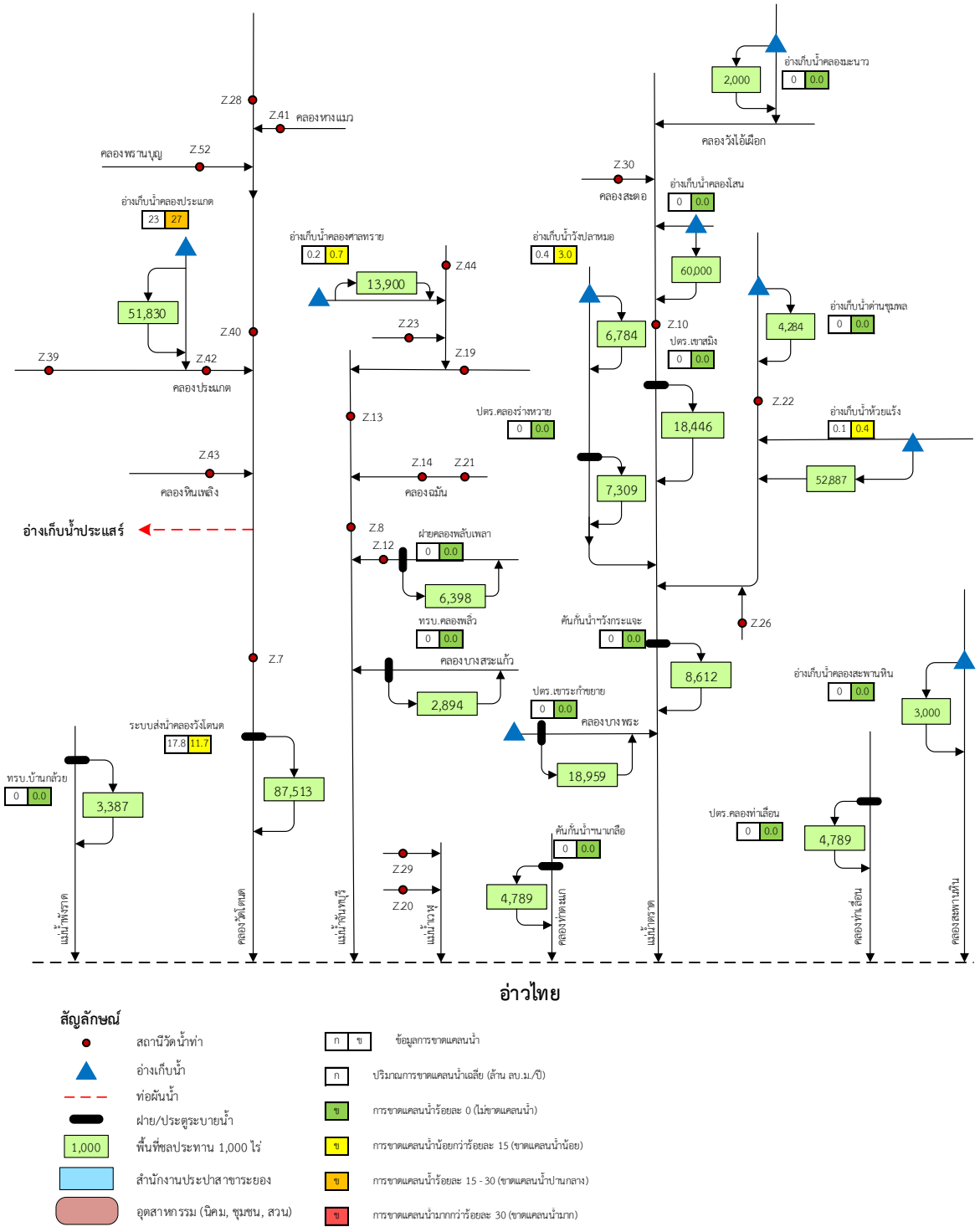
เปอร์เซ็นต์ การขาดน้ำเฉลี่ย	รหัสสีในแผนที่	สภาวะการขาดแคลนน้ำ
0	สีเขียว	ไม่เกิดการขาดแคลนน้ำ
< 15%	สีเหลือง	เกิดการขาดแคลนน้ำน้อย
15 – 30%	สีส้ม	เกิดการขาดแคลนน้ำปานกลาง
> 30%	สีแดง	เกิดการขาดแคลนน้ำมาก



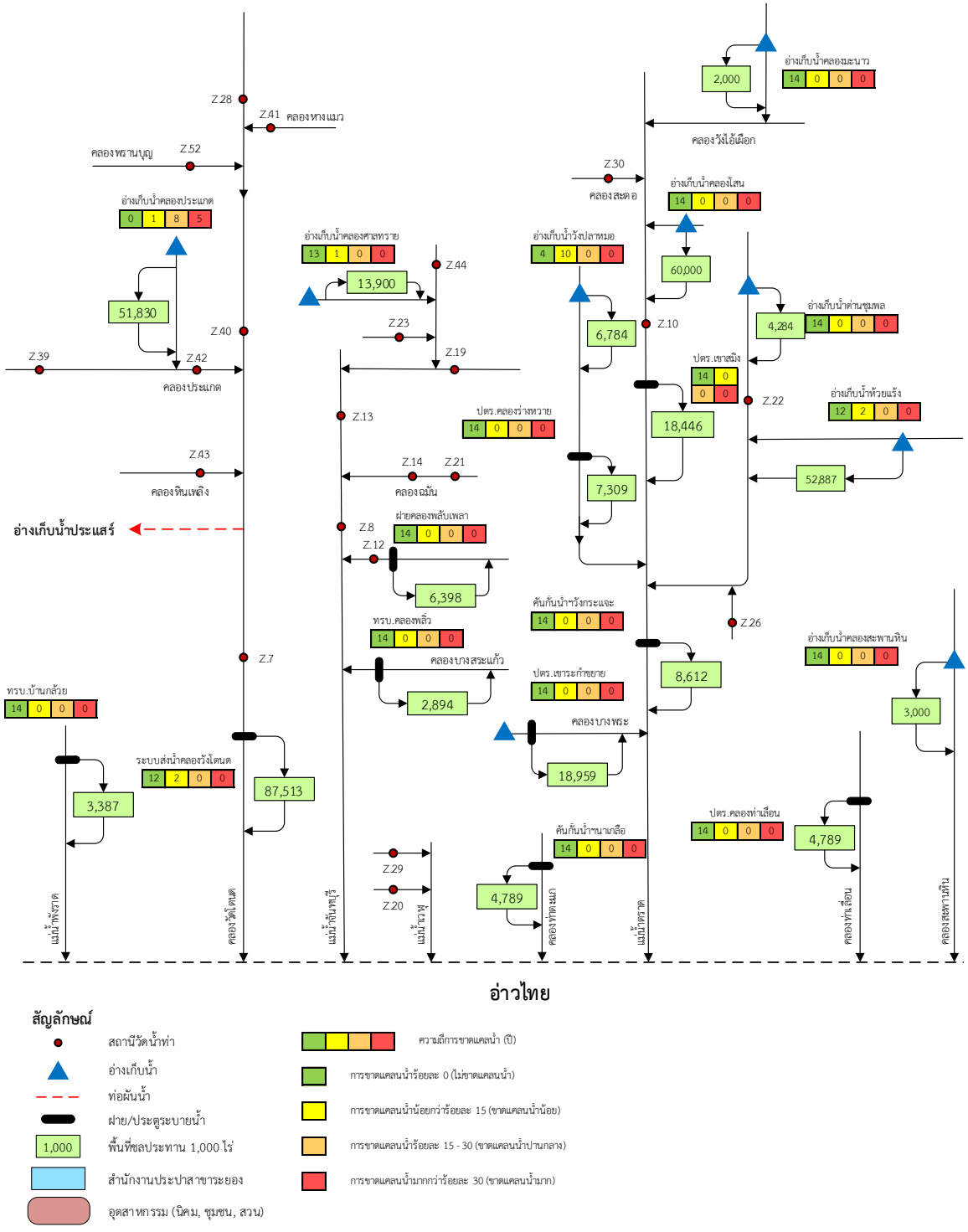
รูปที่ 2-6 ปริมาณและร้อยละของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกฝั่งตะวันตก



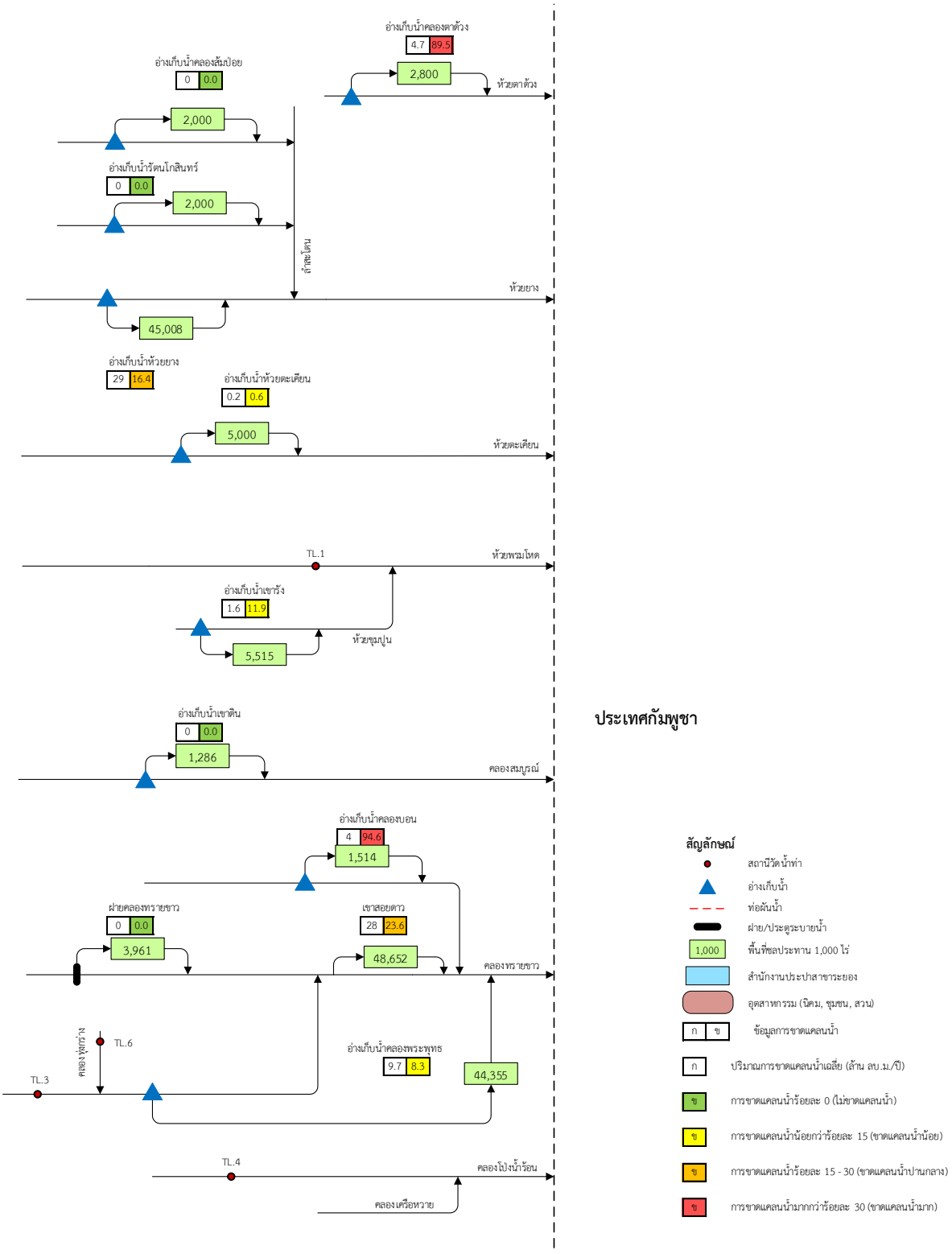
รูปที่ 2-7 ความถี่ของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกฝั่งตะวันตก



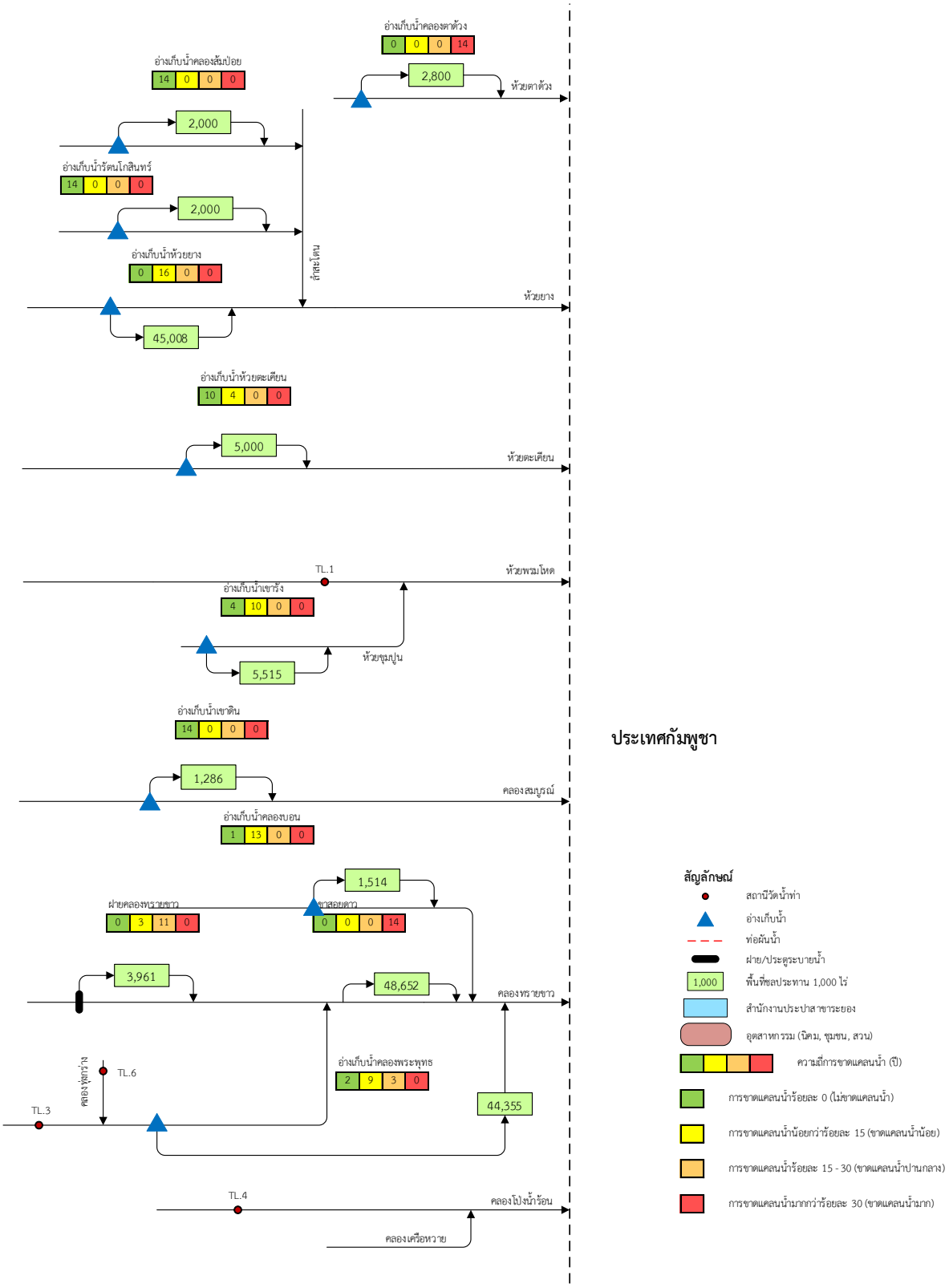
รูปที่ 2-8 ปริมาณและร้อยละของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกฝั่งตะวันออก



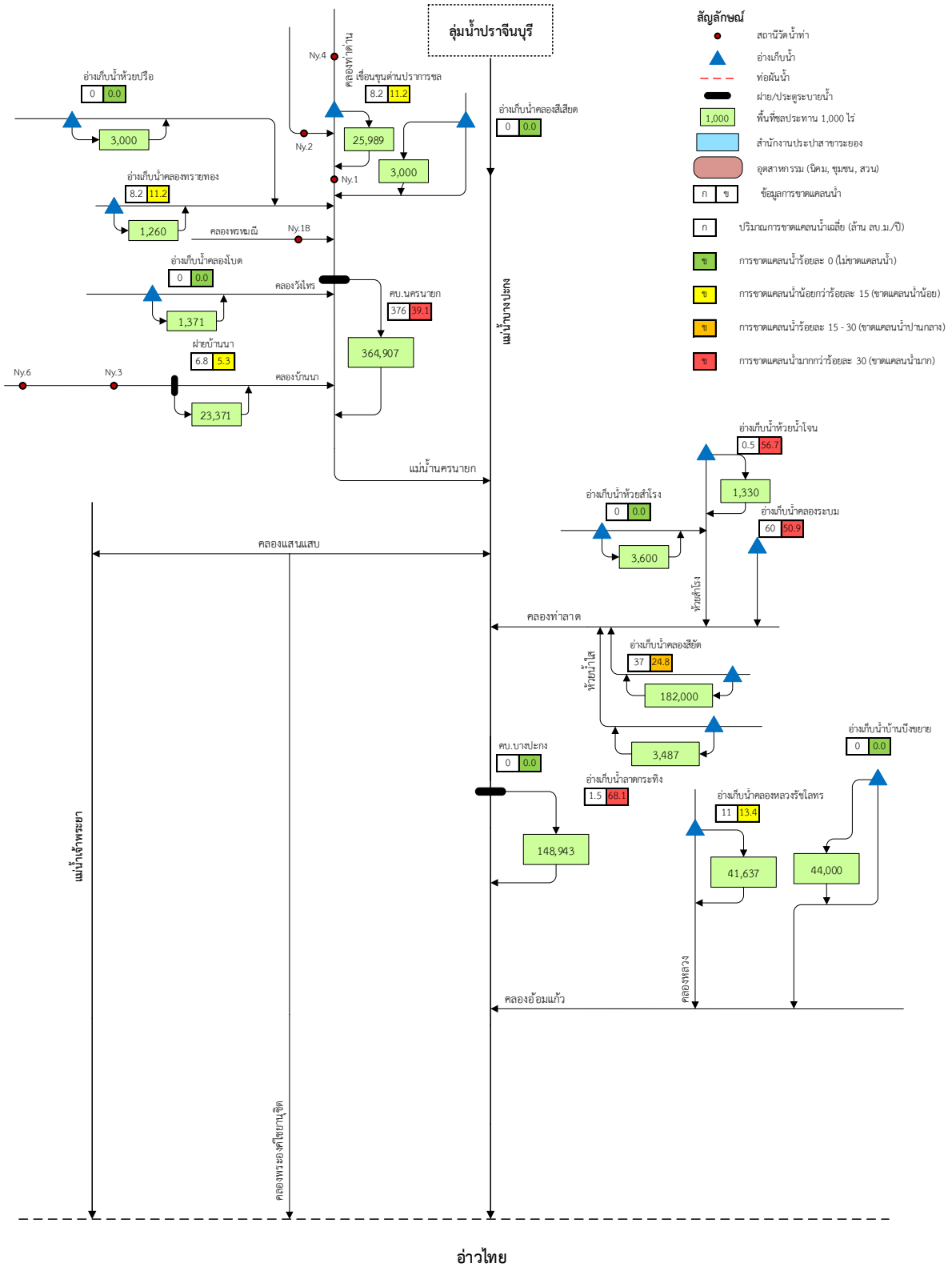
รูปที่ 2-9 ความถี่ของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกฝั่งตะวันตก



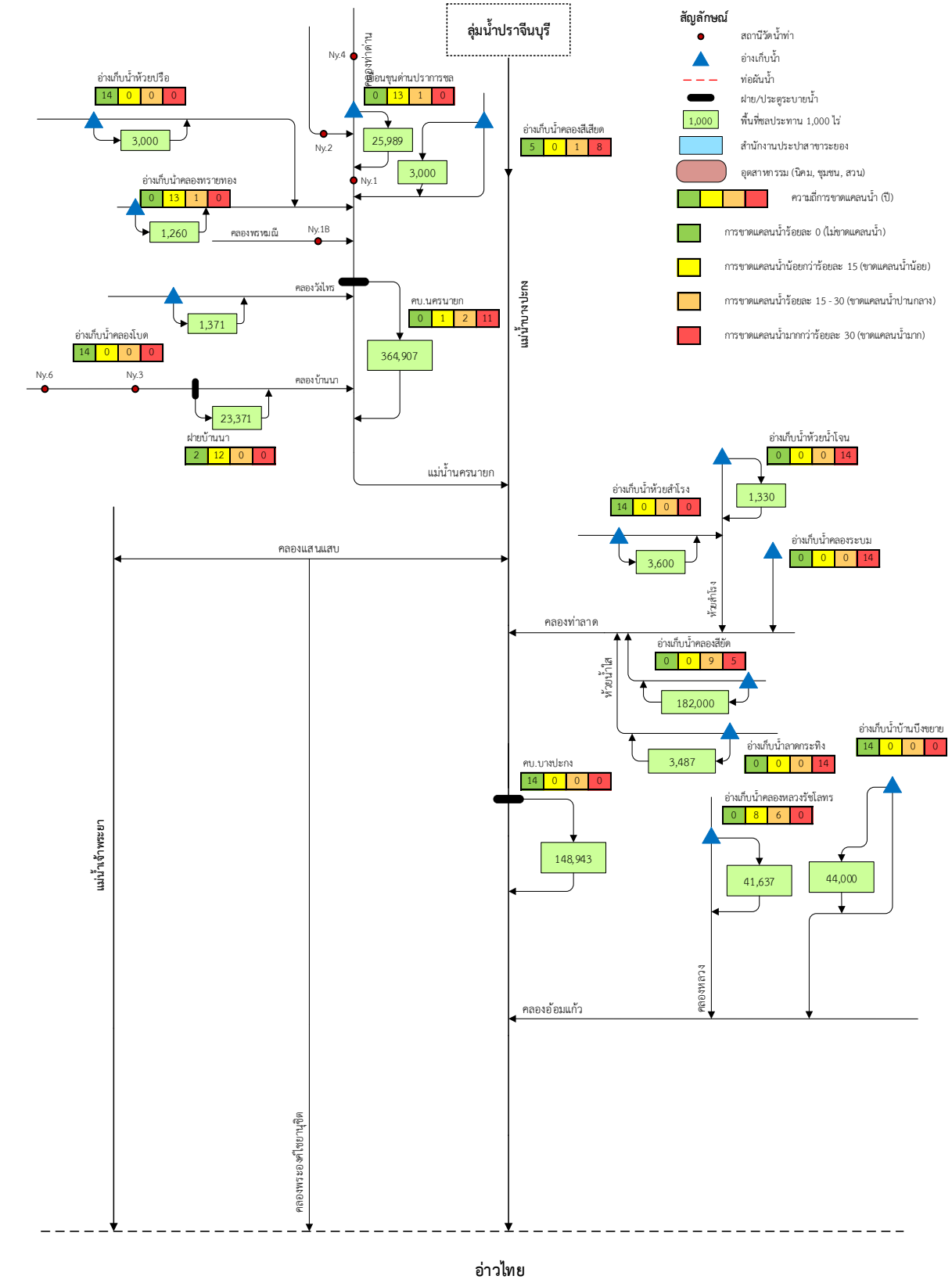
รูปที่ 2-10 ปริมาณและร้อยละของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำโตนเลสาป



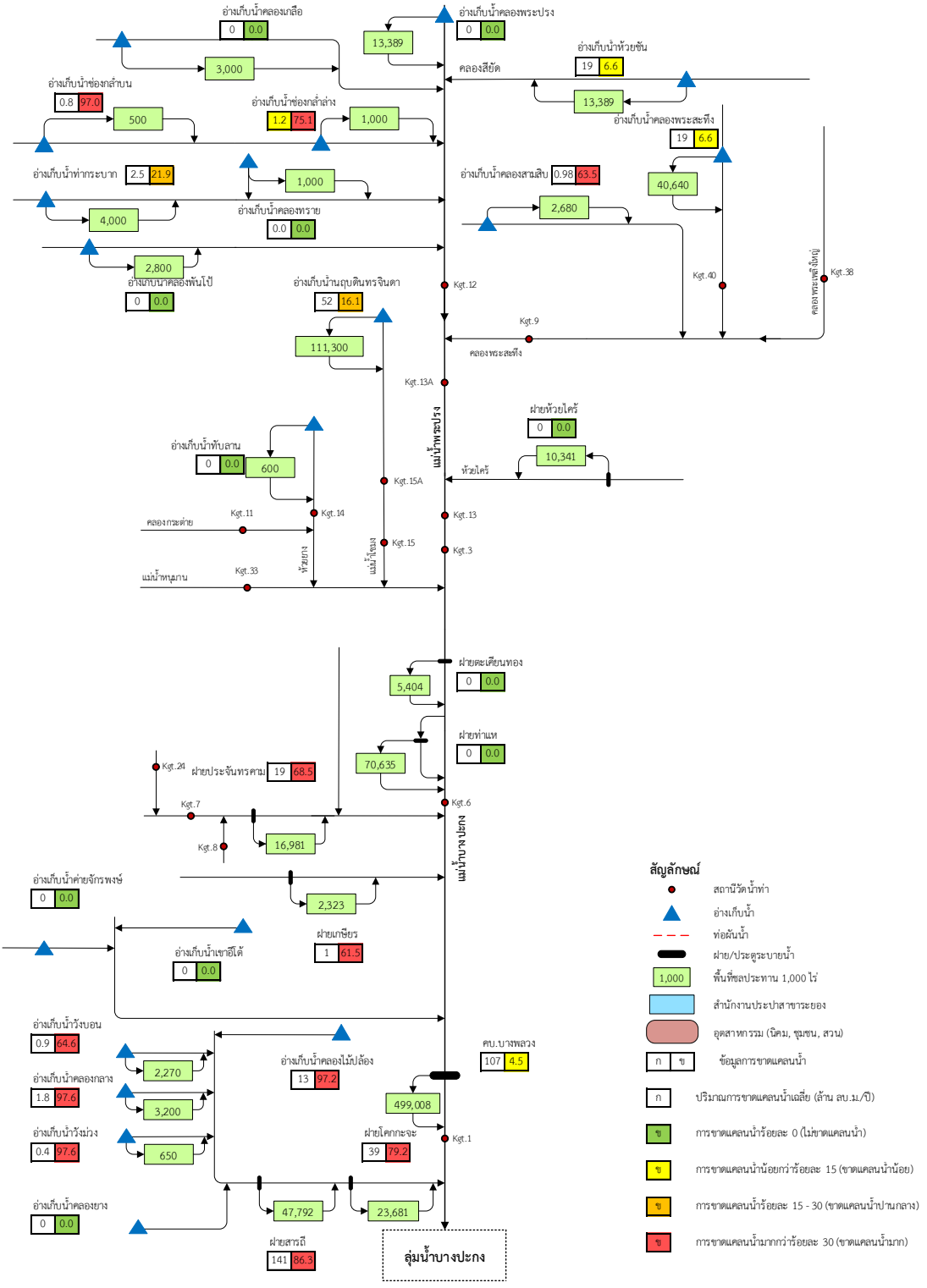
รูปที่ 2-11 ความถี่ของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำโตนเลสาป



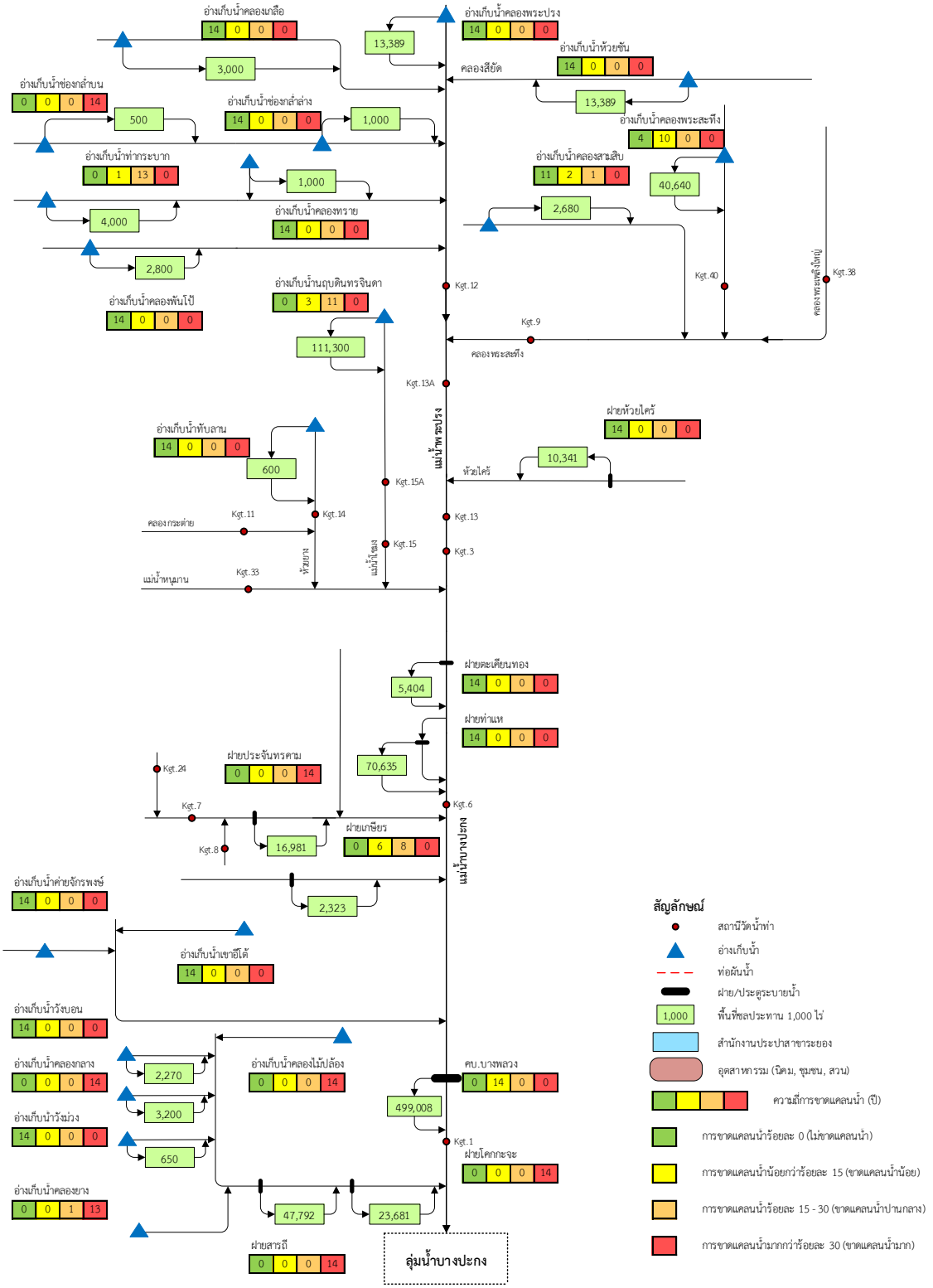
รูปที่ 2-12 ปริมาณและร้อยละของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำบางปะกง



รูปที่ 2-13 ความถี่ของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำบางปะกง



รูปที่ 2-14 ปริมาณและร้อยละของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำปราจีนบุรี



รูปที่ 2-15 ความถี่ของการขาดแคลนน้ำสภาพปัจจุบันของลุ่มน้ำปราจีนบุรี

2.6 ความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในอนาคตจะยึดช่วงเวลาตามความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค – บริโภค ท่องเที่ยวและบริการ และ ความต้องการน้ำเพื่ออุตสาหกรรม คือ จะมีการคำนวณไปในอนาคต 20 ปี สิ้นสุดที่ปี พ.ศ.2580 โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) จากการศึกษาทบทวนจากโครงการวิจัยย่อย พบว่า มีการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศโลก (General Circulation Models) ดำเนินการพัฒนาภาพฉายของสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งแสดงในรายงาน The Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change หรือที่เรียกว่า AR5 ภายใต้ 2 กรณี คือ RCP4.5 และ RCP8.5 ซึ่งคณะวิจัยได้ทำการศึกษาถึงแบบจำลองภูมิอากาศโลกที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ศึกษาสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้จึงตัดสินใจเลือกแบบจำลอง CanESM2 predictors: CMIP5 experiments เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่นิยมใช้งานทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศและมีผลการวิจัยที่น่าเชื่อถือและเป็นแบบจำลองที่โปรแกรมลดมาตราส่วนทางสถิติ (Statistical Downscaling ; SDSM) มีการรองรับการใช้งานเพื่อลดมาตราส่วนทางสถิติในระดับพื้นที่เป้าหมายได้โดยตรง (เกศวรา และคณะ, 2561 , พัลลภ และคณะ, 2562) แต่จะทำการศึกษาภายใต้กรณี RCP4.5 เนื่องจากเป็นกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับปานกลาง โดยใช้เทคนิคการลดมาตราส่วนทางสถิติสำหรับข้อมูลปริมาณฝนและปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงแล้วใช้หลักการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมเช่นเดียวกับการคำนวณในกรณีสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งร่วมกับโครงการวิจัยฯ สมดุลน้ำ และโครงการวิจัยนี้ก็ได้ทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลจากแบบจำลอง CanESM2 ด้วยแบบจำลองภูมิอากาศโลกอื่น ๆ ประกอบด้วย CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 โดยผลการตรวจสอบของโครงการวิจัยนี้สามารถสนับสนุนความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์จากแบบจำลองภูมิอากาศ CanESM2 ได้เป็นอย่างดีและพบว่ามีความเหมาะสมในการนำมาใช้งานในพื้นที่การศึกษา

แต่ในการคำนวณผลปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในอนาคตจะทำการคำนวณเฉพาะในเขตพื้นที่ชลประทานเท่านั้น เนื่องจากเป็นปริมาณความต้องการน้ำที่ถูกนำไปใช้ในการจัดทำการวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำ โดยไม่ได้นำปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมที่อยู่นอกเขตพื้นที่ชลประทานไปทำการวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำทั้งกรณีปัจจุบันและอนาคต ทั้งนี้ยังกำหนดให้ประสิทธิภาพชลประทานของทุกโครงการชลประทานเท่ากับ 60 % แต่ในอนาคตนอกจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแล้วยังมีแผนพัฒนาในการเพิ่มจำนวนโครงการชลประทานและอ่างเก็บน้ำโดยแสดงรายชื่อใน **ตารางที่ 2-27**

สำหรับผลการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกรณี RCP 4.5 แสดงผลรายลุ่มน้ำสาขาที่อยู่ในแต่ละลุ่มน้ำหลักและแสดงตามรายชื่อโครงการชลประทานในแต่ละลุ่มน้ำหลักดังแสดงใน**ตารางที่ 2-28** ถึง **ตารางที่ 2-35** และสรุปปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทาน (กรณีอนาคต RCP4.5) แสดงดัง**ตารางที่ 2-36** และ **รูปที่ 2-16**

ตารางที่ 2-27 รายชื่อโครงการชลประทานในอนาคตที่จะมีการพัฒนาและเปิดใช้งานในพื้นที่การศึกษา

โครงการชลประทาน	ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)
อ่างเก็บน้ำตรอกนอง	2.50	8,000
อ่างเก็บน้ำคลองตาหริ่ว	52.00	79,000
อ่างเก็บน้ำคลองตารอง	44.10	26,000
อ่างคลองหางแมว	80.70	25,000
อ่างเก็บน้ำคลองวังโตนด	99.50	600
อ่างคลองมะเดื่อ	85.41	354,845
อ่างคลองพะวาใหญ่	68.00	19,500
อ่างเก็บน้ำหนองกระทิง	15.00	10,000
อ่างเก็บน้ำกรอกเคียน	19.20	11,000
อ่างเก็บน้ำคลองกระพง	27.50	35,000
อ่างบ้านยางบ้านสร้าง	94.50	30,000
อ่างคลองบ้านนา	101.00	46,200
อ่างเก็บน้ำคลองตาพลาย	3.93	2,000
อ่างเก็บน้ำคลองพระเพลิงใหญ่	10.08	9,000
อ่างคลองนางชิง	2.00	900
อ่างคลองพระปรงตอนล่าง	150.00	70,000
อ่างเก็บน้ำคลองหนองแก้ว	133.00	43,670
อ่างเก็บน้ำห้วยใสน้อย-ใสใหญ่	334.00	22,400
อ่างเก็บน้ำลำพระยาธาร	30.00	43,670
อ่างเก็บน้ำคลองวังมืด	30.60	22,400

ที่มา : สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2562)

ตารางที่ 2-28 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (อนาคตกรณี RCP4.5)

พ.ศ.	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
สาขาชายฝั่งทะเลตะวันออก	51.95	57.28	52.63	59.35	55.20	56.86	56.01	55.06	59.57	54.66	58.58
แม่น้ำจันทบุรี	194.33	187.03	182.64	191.48	191.99	195.76	198.07	196.66	202.14	200.89	188.00
แม่น้ำประแสร์	314.37	319.31	319.13	319.40	325.78	327.04	329.43	314.66	327.33	323.47	320.03
คลองใหญ่	43.25	51.06	53.27	54.20	55.42	52.75	53.61	53.96	54.53	54.26	53.88
คลองโตนด	249.59	243.82	252.25	258.29	256.47	262.52	263.91	252.36	256.28	261.22	249.01
แม่น้ำเมืองตราด	89.28	87.15	85.47	89.49	90.34	91.47	91.20	91.30	93.90	93.48	88.76
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**942.77**	**945.66**	**945.39**	**972.22**	**975.21**	**986.40**	**992.22**	**964.01**	**993.76**	**987.98**	**958.25**

ตารางที่ 2-28 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (อนาคตกรณี RCP4.5)

พ.ศ.	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
สาขาชายฝั่งทะเลตะวันออก	51.35	49.52	52.32	52.88	52.10	51.49	57.17	55.63	56.26	51.71	**54.65**
แม่น้ำจันทบุรี	198.14	202.70	201.31	193.35	196.56	202.87	187.68	201.99	195.74	211.28	**196.22**
แม่น้ำประแสร์	330.39	327.58	326.97	320.11	327.27	313.82	323.85	333.25	332.64	323.38	**323.77**
คลองใหญ่	56.05	57.82	55.81	53.71	52.35	45.86	54.87	54.01	56.35	55.23	**53.44**
คลองโตนด	250.59	269.15	256.69	251.45	251.58	253.29	255.12	259.95	268.49	265.92	**256.57**
แม่น้ำเมืองตราด	92.89	94.00	94.48	88.71	89.99	93.49	86.63	93.24	89.28	96.91	**91.02**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**979.40**	**1,000.77**	**987.59**	**960.21**	**969.85**	**960.82**	**965.33**	**998.07**	**998.75**	**1,004.44**	**975.67**

ตารางที่ 2-29 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโตนเลสาป (อนาคตกรณี RCP4.5)

พ.ศ.	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
โตนเลสาปตอนบน	61.40	93.98	86.95	88.89	100.83	100.70	98.88	94.41	103.10	89.65	110.26
โตนเลสาปตอนล่าง	289.14	281.55	284.40	287.68	289.42	291.79	295.36	286.36	293.50	295.80	280.67
ห้วยพรมโหด	7.54	9.15	9.00	9.16	9.59	10.05	8.99	9.82	10.18	9.70	10.71
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**358.09**	**384.68**	**380.35**	**385.73**	**399.84**	**402.54**	**403.22**	**390.60**	**406.78**	**395.16**	**401.64**

ตารางที่ 2-29 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโตนเลสาป (อนาคตกรณี RCP4.5)

พ.ศ.	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
โตนเลสาปตอนบน	89.92	90.90	105.76	95.88	87.22	75.21	110.64	90.20	103.06	95.80	**93.98**
โตนเลสาปตอนล่าง	293.59	298.81	296.19	288.24	291.15	292.93	288.67	303.66	298.79	298.74	**291.74**
ห้วยพรมโหด	9.44	9.67	9.85	9.91	8.92	8.94	9.90	9.80	9.40	10.12	**9.52**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**392.96**	**399.38**	**411.80**	**394.02**	**387.29**	**377.09**	**409.21**	**403.66**	**411.25**	**404.65**	**395.23**

ตารางที่ 2-30 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำบางปะกง (อนาคตกรณี RCP4.5)

พ.ศ.	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
ที่ราบแม่น้ำบางปะกง	118.82	120.10	119.36	132.04	131.84	133.19	134.43	130.53	132.37	133.02	127.88
คลองท่าลาด	243.35	249.27	245.37	252.33	260.50	266.90	256.36	246.98	261.70	259.32	255.42
คลองหลวง	36.91	43.59	44.99	45.23	51.03	50.77	51.10	51.62	51.30	45.85	52.75
แม่น้ำนครนายก	649.59	738.49	732.95	762.01	758.45	768.92	758.86	776.55	759.93	773.33	760.46
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,048.67**	**1,151.45**	**1,142.67**	**1,191.61**	**1,201.82**	**1,219.78**	**1,200.76**	**1,205.68**	**1,205.29**	**1,211.52**	**1,196.51**

ตารางที่ 2-30 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำบางปะกง (อนาคตกรณี RCP4.5)

พ.ศ.	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
ที่ราบแม่น้ำบางปะกง	124.49	129.00	129.14	121.78	121.63	122.75	125.28	132.41	132.66	134.91	**127.98**
คลองท่าลาด	266.20	253.70	257.33	249.91	262.18	230.29	262.18	267.43	265.48	257.66	**255.71**
คลองหลวง	51.84	46.34	50.87	50.91	45.69	39.75	47.96	51.29	51.90	48.34	**48.10**
แม่น้ำนครนายก	693.49	763.58	753.07	738.39	726.05	679.99	733.19	752.79	764.28	809.22	**745.41**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,136.03**	**1,192.62**	**1,190.41**	**1,161.00**	**1,155.55**	**1,072.78**	**1,168.62**	**1,203.92**	**1,214.33**	**1,250.13**	**1,177.20**

รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาความต้องการใช้น้ำและแนวทางการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก EEC

ตารางที่ 2-31 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปราจีนบุรี (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
แม่น้ำพระปรง	95.52	144.14	127.69	154.00	164.55	157.08	161.33	160.51	164.20	152.93	160.69
แม่น้ำปราจีนบุรี	1,065.13	1,344.33	1,321.83	1,248.51	1,246.30	1,365.73	1,320.16	1,375.49	1,409.34	1,454.25	1,359.20
คลองพระสทึง	122.86	142.58	141.38	142.06	133.28	146.61	139.68	148.31	147.68	156.92	146.84
แม่น้ำหนุมาน	196.83	284.38	255.39	302.77	322.63	309.66	316.80	315.01	322.50	301.15	315.14
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,480.35**	**1,915.43**	**1,846.28**	**1,847.34**	**1,866.76**	**1,979.08**	**1,937.97**	**1,999.32**	**2,043.72**	**2,065.26**	**1,981.86**

ตารางที่ 2-31 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปราจีนบุรี (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
แม่น้ำพระปรง	154.46	153.45	158.18	135.26	164.25	124.44	158.97	152.69	158.90	199.15	**152.49**
แม่น้ำปราจีนบุรี	1,205.26	1,434.00	1,221.42	1,291.17	1,222.09	1,114.36	1,225.98	1,233.18	1,372.27	1,451.45	**1,299.12**
คลองพระสทึง	134.31	156.67	132.76	140.04	126.21	128.15	128.27	133.55	147.33	159.88	**140.73**
แม่น้ำหนุมาน	306.09	302.13	311.91	269.08	322.06	250.26	312.40	302.98	313.29	384.69	**300.82**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,800.12**	**2,046.23**	**1,824.27**	**1,835.55**	**1,834.62**	**1,617.21**	**1,825.62**	**1,822.40**	**1,991.80**	**2,195.17**	**1,893.16**

ตารางที่ 2-32 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
ปตร.คลองน้ำหู	0.89	0.94	0.89	0.98	0.93	0.95	0.94	0.94	0.98	0.93	0.97
ทรบ.บ้านกล้วย	2.28	2.25	2.23	2.35	2.32	2.34	2.28	2.32	2.34	2.37	2.30
ทรบ.อ่างคุ้งกระเบน	1.40	1.36	1.35	1.50	1.45	1.49	1.43	1.47	1.46	1.53	1.44
คันกั้นน้ำแหลมสิงห์	9.52	9.44	9.22	10.51	9.98	10.33	9.78	10.12	10.10	10.52	10.06
คันกั้นคลองใหญ่	0.63	0.64	0.65	0.64	0.67	0.68	0.68	0.65	0.69	0.69	0.63
คันกั้นน้ำนาเกลือ	2.74	2.70	2.65	2.96	2.85	2.93	2.81	2.88	2.88	2.99	2.85
ปตร.เขาระกำขยาย	23.12	26.84	23.91	27.16	24.82	25.60	25.56	24.61	27.61	23.87	27.12
อ่างเก็บน้ำตรอกนอง	9.76	11.32	10.09	11.46	10.47	10.80	10.79	10.38	11.65	10.07	11.44
ปตร.คลองท่าเลื่อน	1.62	1.77	1.65	1.78	1.70	1.74	1.75	1.68	1.84	1.67	1.78
ทรบ.คลองพลิ้ว	5.31	5.24	5.14	5.40	5.33	5.53	5.51	5.48	5.70	5.56	5.29
ฝายคลองพลับพลา	9.65	9.28	9.06	9.50	9.53	9.71	9.83	9.76	10.03	9.97	9.33
อ่างเก็บน้ำคลองศาลทราย	20.97	20.17	19.69	20.64	20.71	21.10	21.36	21.21	21.79	21.67	20.27
อ่างเก็บน้ำคลองตาหริ่ว	119.18	114.62	111.92	117.32	117.69	119.94	121.41	120.54	123.85	123.16	115.20
อ่างเก็บน้ำคลองตารอง	39.22	37.72	36.83	38.61	38.73	39.47	39.96	39.67	40.76	40.53	37.91
ปตร.ป้องกันน้ำเค็มประแสร์	13.47	13.71	13.62	13.85	14.02	14.13	14.17	13.56	14.06	13.93	13.84
อ่างเก็บน้ำประแสร์	82.77	84.06	84.04	84.05	85.75	86.07	86.72	82.82	86.17	85.14	84.22

ตารางที่ 2-32 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
ปตร.คลองน้ำหู	0.89	0.88	0.92	0.92	0.91	0.90	0.95	0.95	0.96	0.93	**0.93**
ทรบ.บ้านกล้วย	2.38	2.38	2.36	2.25	2.25	2.41	2.22	2.38	2.26	2.51	**2.32**
ทรบ.อ่างคุ้งกระเบน	1.43	1.44	1.44	1.31	1.27	1.52	1.36	1.46	1.36	1.52	**1.43**
คันกั้นน้ำแหลมสิงห์	9.68	9.68	9.76	8.91	8.54	10.38	9.41	9.98	9.27	10.31	**9.79**
คันกั้นคลองใหญ่	0.71	0.71	0.70	0.64	0.66	0.66	0.64	0.69	0.66	0.70	**0.67**
คันกั้นน้ำนาเกลือ	2.79	2.80	2.81	2.26	2.19	2.69	2.33	2.54	2.33	2.69	**2.70**
ปตร.เขาระกำขยาย	22.40	21.14	22.99	24.54	24.31	22.03	27.05	25.23	26.47	22.11	**24.69**
อ่างเก็บน้ำตรอกนอง	9.45	8.92	9.70	10.36	10.26	9.30	11.41	10.65	11.17	9.33	**10.42**
ปตร.คลองท่าเลื่อน	1.62	1.57	1.64	1.69	1.70	1.58	1.79	1.75	1.79	1.61	**1.70**
ทรบ.คลองพลิ้ว	5.58	5.55	5.53	5.33	5.47	5.54	5.32	5.60	5.48	5.83	**5.46**
ฝายคลองพลับพลา	9.83	10.07	10.00	9.60	9.76	10.08	9.31	10.03	9.72	10.49	**9.74**
อ่างเก็บน้ำคลองศาลทราย	21.36	21.87	21.72	20.86	21.20	21.89	20.23	21.79	21.11	22.79	**21.16**
อ่างเก็บน้ำคลองตาหริ่ว	121.41	124.30	123.44	118.54	120.48	124.41	114.98	123.82	119.96	129.54	**120.27**
อ่างเก็บน้ำคลองตารอง	39.96	40.91	40.63	39.01	39.65	40.95	37.84	40.75	39.48	42.63	**39.58**
ปตร.ป้องกันน้ำเค็มประแสร์	14.13	14.19	14.08	13.83	14.04	13.50	13.96	14.30	14.35	13.90	**13.93**
อ่างเก็บน้ำประแสร์	86.99	86.20	86.06	84.25	86.16	82.61	85.24	87.73	87.55	85.13	**85.22**

ตารางที่ 2-32 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
อ่างเก็บน้ำคลองระโอก	3.76	3.82	3.82	3.82	3.90	3.91	3.94	3.76	3.91	3.87	3.83
อ่างคลองมะเดื่อ	214.38	217.72	217.66	217.69	222.11	222.93	224.60	214.52	223.19	220.53	218.14
ปตร.ป้องกันอุทกภัยระยอง	0.94	1.00	0.99	1.03	1.02	1.01	1.02	1.00	1.04	1.01	1.02
ฝายบ้านค่าย	16.53	20.63	21.78	22.32	22.90	21.52	21.90	22.22	22.42	22.32	22.05
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	14.10	16.09	16.67	16.87	17.22	16.52	16.78	16.80	16.99	16.91	16.84
อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่	11.03	12.59	13.04	13.19	13.47	12.92	13.12	13.14	13.29	13.23	13.17
อ่างเก็บน้ำดอกกราย	0.66	0.76	0.78	0.79	0.81	0.78	0.79	0.79	0.80	0.79	0.79
ระบบส่งน้ำคลองวังโตนด	118.42	115.68	119.69	122.55	121.69	124.56	125.22	119.74	121.60	123.94	118.15
อ่างเก็บน้ำคลองประแกด	70.14	68.51	70.89	72.58	72.07	73.77	74.16	70.92	72.02	73.40	69.97
อ่างคลองหางแมว	33.83	33.05	34.19	35.01	34.76	35.58	35.77	34.21	34.74	35.41	33.75
อ่างเก็บน้ำคลองวังโตนด	0.81	0.79	0.82	0.84	0.83	0.85	0.86	0.82	0.83	0.85	0.81
อ่างคลองพะวาใหญ่	26.39	25.78	26.67	27.31	27.12	27.75	27.90	26.68	27.09	27.62	26.33
คันกั้นน้ำวังกระแจะ	2.59	2.78	2.63	2.68	2.74	2.69	2.80	2.61	2.98	2.71	2.74
ปตร.เขาสมิง	21.85	21.23	20.83	21.79	21.87	22.15	22.16	22.21	22.59	22.66	21.52
ปตร.คลองร่างหวาย	10.25	9.96	9.79	10.20	10.25	10.40	10.40	10.41	10.60	10.62	10.08
อ่างเก็บน้ำด่านชุมพล	2.41	2.38	2.32	2.38	2.43	2.43	2.49	2.42	2.57	2.49	2.39

ตารางที่ 2-32 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
อ่างเก็บน้ำคลองระโอก	3.95	3.92	3.91	3.83	3.91	3.75	3.87	3.99	3.98	3.87	**3.87**
อ่างคลองมะเดื่อ	225.31	223.28	222.92	218.21	223.16	213.96	220.78	227.23	226.76	220.49	**220.74**
ปตร.ป้องกันอุทกภัยระยอง	1.01	1.00	1.01	1.00	0.99	0.96	1.02	1.03	1.03	1.00	**1.01**
ฝายบ้านค่าย	23.15	24.20	23.08	21.93	21.11	17.89	22.61	21.99	23.39	22.83	**21.85**
อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	17.44	17.84	17.35	16.83	16.53	14.77	17.08	16.94	17.46	17.17	**16.72**
อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่	13.64	13.95	13.57	13.16	12.93	11.55	13.36	13.25	13.66	13.43	**13.08**
อ่างเก็บน้ำดอกกราย	0.82	0.84	0.81	0.79	0.78	0.69	0.80	0.80	0.82	0.81	**0.78**
ระบบส่งน้ำคลองวังโตนด	118.90	127.70	121.79	119.31	119.37	120.18	121.05	123.34	127.39	126.17	**121.73**
อ่างเก็บน้ำคลองประแกด	70.42	75.63	72.13	70.66	70.70	71.18	71.69	73.05	75.45	74.73	**72.10**
อ่างคลองหางแมว	33.97	36.48	34.79	34.08	34.10	34.33	34.58	35.23	36.39	36.04	**34.78**
อ่างเก็บน้ำคลองวังโตนด	0.82	0.88	0.84	0.82	0.82	0.82	0.83	0.85	0.87	0.87	**0.83**
อ่างคลองพะวาใหญ่	26.49	28.46	27.14	26.58	26.60	26.78	26.97	27.48	28.39	28.11	**27.13**
คันกั้นน้ำวังกระแจะ	2.72	2.54	2.67	1.38	1.42	1.45	1.36	1.47	1.41	1.51	**2.28**
ปตร.เขาสมิง	22.46	22.88	22.90	21.87	22.16	22.98	21.29	22.90	22.00	23.76	**22.19**
ปตร.คลองร่างหวาย	10.54	10.73	10.72	10.27	10.42	10.74	10.00	10.74	10.35	11.10	**10.41**
อ่างเก็บน้ำด่านชุมพล	2.50	2.46	2.49	2.45	2.48	2.48	2.43	2.55	2.50	2.54	**2.46**

ตารางที่ 2-32 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
อ่างเก็บน้ำบ้านมะนาว	1.74	1.68	1.65	1.72	1.73	1.76	1.77	1.76	1.80	1.80	1.70
อ่างเก็บน้ำวังปลาหมอ	5.59	5.41	5.32	5.54	5.57	5.65	5.68	5.67	5.80	5.79	5.47
อ่างเก็บน้ำห้วยแร้ง	21.01	20.48	20.11	21.16	21.43	21.73	21.50	21.66	22.28	22.22	21.02
อ่างเก็บน้ำคลองโสน	23.84	23.23	22.82	24.01	24.32	24.65	24.39	24.57	25.28	25.20	23.84
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**942.77**	**945.66**	**945.39**	**972.22**	**975.21**	**986.40**	**992.22**	**964.01**	**993.76**	**987.98**	**958.25**

ตารางที่ 2-32 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
อ่างเก็บน้ำบ้านมะนาว	1.79	1.81	1.81	1.74	1.77	1.82	1.70	1.82	1.76	1.87	**1.76**
อ่างเก็บน้ำวังปลาหมอ	5.75	5.84	5.83	5.58	5.68	5.85	5.44	5.85	5.64	6.03	**5.67**
อ่างเก็บน้ำห้วยแร้ง	22.08	22.37	22.52	21.28	21.57	22.58	20.80	22.45	21.38	23.47	**21.67**
อ่างเก็บน้ำคลองโสน	25.05	25.37	25.54	24.14	24.48	25.61	23.60	25.47	24.25	26.63	**24.59**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**979.40**	**1,000.77**	**987.59**	**960.21**	**969.85**	**960.82**	**965.33**	**998.07**	**998.75**	**1,004.44**	**975.67**

ตารางที่ 2-33 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำโตนเลสาป (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	**2560**	**2561**	**2562**	**2563**	**2564**	**2565**	**2566**	**2567**	**2568**	**2569**	**2570**
อ่างเก็บน้ำห้วยยาง	50.42	77.18	71.40	73.00	82.80	82.69	81.20	77.53	84.67	73.62	90.55
อ่างเก็บน้ำคลองตาด้วง	3.14	4.80	4.44	4.54	5.15	5.14	5.05	4.82	5.27	4.58	5.63
อ่างเก็บน้ำคลองสัมปอย	2.24	3.43	3.17	3.24	3.68	3.67	3.61	3.45	3.76	3.27	4.02
อ่างเก็บน้ำห้วยตะเคียน	5.60	8.57	7.93	8.11	9.20	9.19	9.02	8.61	9.41	8.18	10.06
เขาสอยดาว	123.35	120.27	121.34	122.91	123.65	124.72	126.14	122.25	125.39	126.15	120.00
ฝายคลองทรายขาว	7.02	6.84	6.91	6.99	7.03	7.11	7.17	6.96	7.13	7.18	6.82
อ่างเก็บน้ำคลองบอน	5.19	5.04	5.10	5.15	5.18	5.22	5.29	5.13	5.25	5.30	5.02
อ่างเก็บน้ำห้วยเขาดิน	1.53	1.67	1.74	1.69	1.76	1.77	1.76	1.72	1.82	1.78	1.70
อ่างเก็บน้ำคลองพระพุทธ	152.06	147.74	149.32	150.93	151.80	152.98	155.00	150.31	153.91	155.39	147.13
อ่างเก็บน้ำเขาวิง	7.54	9.15	9.00	9.16	9.59	10.05	8.99	9.82	10.18	9.70	10.71
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**358.09**	**384.68**	**380.35**	**385.73**	**399.84**	**402.54**	**403.22**	**390.60**	**406.78**	**395.16**	**401.64**

ตารางที่ 2-33 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำโตนเลสาบ (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
อ่างเก็บน้ำห้วยยาง	73.84	74.65	86.85	78.74	71.62	61.77	90.85	74.07	84.64	78.67	**77.18**
อ่างเก็บน้ำคลองตาด้วง	4.59	4.64	5.40	4.90	4.46	3.84	5.65	4.61	5.27	4.89	**4.80**
อ่างเก็บน้ำคลองส้มป่อย	3.28	3.32	3.86	3.50	3.18	2.74	4.04	3.29	3.76	3.50	**3.43**
อ่างเก็บน้ำห้วยตะเคียน	8.20	8.29	9.65	8.75	7.96	6.86	10.09	8.23	9.40	8.74	**8.57**
เขาสอยดาว	125.07	127.38	126.43	123.16	124.33	124.80	123.32	129.67	127.66	127.56	**124.55**
ฝายคลองทรายขาว	7.13	7.27	7.19	6.98	7.07	7.11	7.00	7.38	7.26	7.27	**7.09**
อ่างเก็บน้ำคลองบอน	5.27	5.36	5.31	5.16	5.21	5.26	5.17	5.44	5.35	5.35	**5.23**
อ่างเก็บน้ำห้วยเขาดิน	1.82	1.78	1.77	1.73	1.77	1.74	1.76	1.88	1.81	1.86	**1.76**
อ่างเก็บน้ำคลองพระพุทธ	154.31	157.01	155.50	151.20	152.77	154.02	151.42	159.29	156.70	156.70	**153.12**
อ่างเก็บน้ำเขารัง	9.44	9.67	9.85	9.91	8.92	8.94	9.90	9.80	9.40	10.12	**9.52**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**392.96**	**399.38**	**411.80**	**394.02**	**387.29**	**377.09**	**409.21**	**403.66**	**411.25**	**404.65**	**395.23**

ตารางที่ 2-34 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำบางปะกง (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
อ่างเก็บน้ำคลองหลวงรัชโลทร	36.91	43.59	44.99	45.23	51.03	50.77	51.10	51.62	51.30	45.85	52.75
เขื่อนบางปะกง	98.90	99.97	99.35	109.91	109.74	110.86	111.89	108.64	110.18	110.72	106.44
อ่างบ้านยางบ้านสร้าง	19.92	20.14	20.01	22.14	22.10	22.33	22.54	21.88	22.19	22.30	21.44
คบ.คลองสียัด	90.06	101.26	101.38	102.11	105.11	106.57	104.03	104.74	105.90	104.17	106.04
อ่างเก็บน้ำลาดกระทิง	2.37	2.29	2.23	2.32	2.40	2.48	2.36	2.20	2.41	2.40	2.31
อ่างเก็บน้ำคลองระบม	105.73	102.09	99.31	103.61	107.18	110.58	105.07	98.10	107.45	107.01	103.03
อ่างเก็บน้ำลุ่มน้ำโจน 2	0.90	0.87	0.85	0.89	0.92	0.95	0.90	0.84	0.92	0.92	0.88
อ่างเก็บน้ำหนองกระทิง	7.91	7.64	7.43	7.75	8.02	8.27	7.86	7.34	8.04	8.00	7.71
อ่างเก็บน้ำกรอกเคียน	8.70	8.40	8.17	8.52	8.82	9.10	8.64	8.07	8.84	8.80	8.48
อ่างเก็บน้ำคลองกระพง	27.68	26.73	26.00	27.12	28.06	28.95	27.51	25.68	28.13	28.01	26.97
เขื่อนขุนด่านปราการชล	44.46	51.42	51.15	52.24	51.73	51.87	51.34	53.14	51.26	51.91	52.12

ตารางที่ 2-34 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำบางปะกง (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
อ่างเก็บน้ำคลองหลวงรัชโลทร	51.84	46.34	50.87	50.91	45.69	39.75	47.96	51.29	51.90	48.34	**48.10**
เขื่อนบางปะกง	103.62	107.38	107.49	101.37	101.24	102.17	104.28	110.21	110.42	112.30	**106.53**
อ่างบ้านยางบ้านสร้าง	20.87	21.63	21.65	20.42	20.39	20.58	21.00	22.20	22.24	22.62	**21.46**
คบ.คลองสียัด	106.51	95.03	103.62	102.73	105.96	81.29	105.89	105.62	106.88	106.66	**102.46**
อ่างเก็บน้ำลาดกระทิง	2.47	2.46	2.38	2.28	2.42	2.31	2.42	2.50	2.45	2.34	**2.37**
อ่างเก็บน้ำคลองระบม	110.14	109.44	106.02	101.52	107.75	102.76	107.80	111.60	109.39	104.15	**105.70**
อ่างเก็บน้ำลุ่มน้ำโจน 2	0.94	0.94	0.91	0.87	0.92	0.88	0.92	0.96	0.94	0.89	**0.90**
อ่างเก็บน้ำหนองกระทิง	8.24	8.19	7.93	7.59	8.06	7.69	8.06	8.35	8.18	7.79	**7.91**
อ่างเก็บน้ำกรอกเคียน	9.06	9.00	8.72	8.35	8.87	8.46	8.87	9.18	9.00	8.57	**8.70**
อ่างเก็บน้ำคลองกระพง	28.83	28.65	27.75	26.58	28.21	26.90	28.22	29.22	28.64	27.26	**27.67**
เขื่อนขุนด่านปราการชล	47.45	51.51	52.19	51.54	51.06	46.21	51.14	52.04	52.22	54.58	**51.08**

ตารางที่ 2-34 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำบางปะกง (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
คป.นครนายก	379.62	448.82	445.19	453.35	450.46	458.72	448.26	467.51	451.98	463.33	457.79
บ้านนา	47.64	58.47	57.90	58.86	59.09	59.13	58.27	60.63	58.77	59.15	59.21
อ่างเก็บน้ำคลองทรายทอง	1.78	1.73	1.75	1.83	1.75	1.78	1.76	1.79	1.73	1.77	1.78
อ่างเก็บน้ำคลองโบด	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
อ่างเก็บน้ำคลองสีเสียด	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
อ่างเก็บน้ำทรายทอง	0.07	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
อ่างเก็บน้ำห้วยปรือ	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
อ่างคลองบ้านนา	175.82	177.71	176.62	195.38	195.08	197.08	198.91	193.13	195.86	196.83	189.22
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,048.67**	**1,151.45**	**1,142.67**	**1,191.61**	**1,201.82**	**1,219.78**	**1,200.76**	**1,205.68**	**1,205.29**	**1,211.52**	**1,196.51**

ตารางที่ 2-34 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำบางปะกง (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
คป.นครนายก	408.26	460.24	448.74	446.14	435.03	399.72	436.45	444.40	454.71	489.10	**445.13**
บ้านนา	51.43	58.86	58.90	58.43	57.92	50.36	58.16	58.23	58.88	63.83	**57.72**
อ่างเก็บน้ำคลองทรายทอง	1.87	1.75	1.82	1.75	1.75	1.78	1.73	1.87	1.84	1.71	**1.78**
อ่างเก็บน้ำคลองโบด	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	**0.04**
อ่างเก็บน้ำคลองสีเสียด	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	**0.10**
อ่างเก็บน้ำทรายทอง	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	**0.09**
อ่างเก็บน้ำห้วยปรือ	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	**0.10**
อ่างคลองบ้านนา	184.21	190.88	191.08	180.20	179.97	181.63	185.37	195.92	196.30	199.63	**189.37**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,136.03**	**1,192.62**	**1,190.41**	**1,161.00**	**1,155.55**	**1,072.78**	**1,168.62**	**1,203.92**	**1,214.33**	**1,250.13**	**1,177.20**

ตารางที่ 2-35 ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำปราจีนบุรี (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
อ่างเก็บน้ำคลองเกลือ	2.95	4.26	3.82	4.53	4.83	4.64	4.74	4.72	4.83	4.51	4.72
อ่างเก็บน้ำคลองทราย	0.98	1.42	1.27	1.51	1.61	1.55	1.58	1.57	1.61	1.50	1.57
อ่างเก็บน้ำคลองพันโป้	2.75	3.97	3.57	4.23	4.51	4.33	4.43	4.40	4.51	4.21	4.40
อ่างเก็บน้ำช่องกล่ำบน	0.49	0.71	0.64	0.76	0.81	0.77	0.79	0.79	0.80	0.75	0.79
อ่างเก็บน้ำช่องกล่ำล่าง	0.98	1.42	1.27	1.51	1.61	1.55	1.58	1.57	1.61	1.50	1.57
อ่างเก็บน้ำท่ากระบาก	3.93	5.68	5.10	6.05	6.44	6.18	6.33	6.29	6.44	6.01	6.29
อ่างเก็บน้ำพระปรง	11.12	16.07	14.43	17.11	18.23	17.50	17.90	17.80	18.22	17.02	17.81
อ่างเก็บน้ำห้วยชัน	2.95	4.26	3.82	4.53	4.83	4.64	4.74	4.72	4.83	4.51	4.72
ห้วยไคร้	8.83	13.54	11.93	14.48	15.49	14.76	15.18	15.10	15.44	14.37	15.12
อ่างคลองนางชิง	0.77	1.18	1.04	1.26	1.35	1.28	1.32	1.31	1.34	1.25	1.32
อ่างคลองพระปรงตอนล่าง	59.76	91.63	80.78	98.03	104.84	99.89	102.74	102.23	104.55	97.29	102.37
อ่างเก็บน้ำคลองกลาง	1.45	2.15	2.07	1.92	1.83	2.01	1.95	2.00	2.07	2.15	2.04
อ่างเก็บน้ำคลองไม้ปล้อง	11.54	15.83	15.56	12.96	12.54	14.80	14.14	14.84	15.87	16.38	15.08
อ่างเก็บน้ำคลองวังบอน	1.03	1.52	1.47	1.36	1.30	1.43	1.38	1.42	1.47	1.53	1.44
อ่างเก็บน้ำวังม่วง	0.29	0.44	0.42	0.39	0.37	0.41	0.40	0.41	0.42	0.44	0.41
คลองสารภี	137.19	156.86	155.85	157.42	147.53	162.31	154.47	164.34	163.24	173.72	162.44
โคกกะจะ	34.74	47.73	46.99	39.16	37.83	44.75	42.70	44.89	48.00	49.61	45.57
คบ.บางพลวง	687.35	857.57	841.49	819.68	836.43	894.19	870.36	901.14	914.95	938.46	881.84

ตารางที่ 2-35 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำปราจีนบุรี (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
อ่างเก็บน้ำคลองเกลือ	4.58	4.52	4.67	4.03	4.82	3.75	4.68	4.54	4.69	5.76	**4.50**
อ่างเก็บน้ำคลองทราย	1.53	1.51	1.56	1.34	1.61	1.25	1.56	1.51	1.56	1.92	**1.50**
อ่างเก็บน้ำคลองพันโป้	4.28	4.22	4.36	3.76	4.50	3.50	4.37	4.23	4.38	5.38	**4.20**
อ่างเก็บน้ำช่องกล่ำบน	0.76	0.75	0.78	0.67	0.80	0.62	0.78	0.76	0.78	0.96	**0.75**
อ่างเก็บน้ำช่องกล่ำล่าง	1.53	1.51	1.56	1.34	1.61	1.25	1.56	1.51	1.56	1.92	**1.50**
อ่างเก็บน้ำท่ากระบาก	6.11	6.03	6.23	5.37	6.43	5.00	6.24	6.05	6.26	7.68	**6.01**
อ่างเก็บน้ำพระปรง	17.30	17.07	17.62	15.20	18.20	14.14	17.65	17.12	17.70	21.73	**17.00**
อ่างเก็บน้ำห้วยชัน	4.58	4.52	4.67	4.03	4.82	3.75	4.68	4.54	4.69	5.76	**4.50**
ห้วยไคร้	14.48	14.42	14.86	12.67	15.46	11.61	14.95	14.31	14.93	18.84	**14.32**
อ่างคลองนางชิง	1.26	1.26	1.29	1.10	1.35	1.01	1.30	1.25	1.30	1.64	**1.25**
อ่างคลองพระปรงตอนล่าง	98.04	97.62	100.59	85.74	104.65	78.56	101.21	96.88	101.04	127.55	**96.95**
อ่างเก็บน้ำคลองกลาง	1.95	2.10	1.83	2.03	1.84	1.73	1.89	1.88	2.00	2.15	**1.95**
อ่างเก็บน้ำคลองไม้ปล้อง	12.91	16.45	12.30	14.87	13.61	11.69	12.86	12.57	14.74	15.76	**14.16**
อ่างเก็บน้ำคลองวังบอน	1.38	1.49	1.30	1.44	1.31	1.23	1.34	1.33	1.42	1.53	**1.39**
อ่างเก็บน้ำวังม่วง	0.40	0.43	0.37	0.41	0.37	0.35	0.38	0.38	0.41	0.44	**0.40**
คลองสารภี	148.15	173.66	146.93	154.48	139.15	142.00	141.33	147.59	163.20	177.20	**155.67**
โคกกะจะ	38.87	49.92	37.08	44.84	40.97	35.30	38.64	37.81	44.52	47.87	**42.75**

ตารางที่ 2-35 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำปราจีนบุรี (อนาคตกรณี RCP4.5)

โครงการ	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
โคกกะจะ	34.74	47.73	46.99	39.16	37.83	44.75	42.70	44.89	48.00	49.61	45.57
คบ.บางพลวง	687.35	857.57	841.49	819.68	836.43	894.19	870.36	901.14	914.95	938.46	881.84
ตะเคียนทอง	7.81	10.71	10.53	8.77	8.50	10.05	9.57	10.06	10.78	11.11	10.22
ท่าแห	104.91	143.32	141.06	118.13	114.12	134.59	128.47	134.95	144.10	148.93	137.02
แม่น้ำประจันตคาม	21.77	29.86	29.37	24.45	23.66	27.92	26.68	27.99	29.94	30.90	28.46
ห้วยเกษียร	1.05	1.56	1.50	1.39	1.33	1.46	1.41	1.45	1.51	1.56	1.48
อ่างเก็บน้ำคลองหนองแก้ว	55.99	76.79	75.52	62.88	60.86	71.81	68.62	71.99	76.99	79.47	73.19
อ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง	116.66	133.39	132.52	133.86	125.45	138.02	131.36	139.75	138.81	147.72	138.13
อ่างเก็บน้ำคลองสามสิบ	1.21	1.80	1.73	1.60	1.53	1.68	1.63	1.68	1.74	1.80	1.71
อ่างเก็บน้ำคลองตาพลาย	0.91	1.34	1.29	1.20	1.15	1.26	1.22	1.25	1.30	1.35	1.27
อ่างเก็บน้ำคลองพระเพลิงใหญ่	4.08	6.04	5.82	5.39	5.15	5.65	5.47	5.63	5.83	6.05	5.73
อ่างเก็บน้ำนฤบดินทรจินดา	109.38	158.00	141.90	168.22	179.25	172.05	176.01	175.02	179.18	167.32	175.09
อ่างเก็บน้ำทับลาน	0.51	0.79	0.69	0.84	0.90	0.86	0.88	0.88	0.90	0.83	0.88
อ่างเก็บน้ำห้วยใสน้อย-ใสใหญ่	22.01	31.80	28.56	33.86	36.08	34.63	35.42	35.22	36.06	33.67	35.24
อ่างเก็บน้ำลำพระยาธาร	42.92	61.99	55.68	66.00	70.33	67.51	69.06	68.67	70.30	65.65	68.70
อ่างเก็บน้ำคลองวังมืด	22.01	31.80	28.56	33.86	36.08	34.63	35.42	35.22	36.06	33.67	35.24
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,480.35**	**1,915.43**	**1,846.28**	**1,847.34**	**1,866.76**	**1,979.08**	**1,937.97**	**1,999.32**	**2,043.72**	**2,065.26**	**1,981.86**

ตารางที่ 2-35 (ต่อ) ปริมาณความต้องการน้ำรายปีในเขตพื้นที่ชลประทานรายโครงการชลประทานของลุ่มน้ำปราจีนบุรี (อนาคตกรณี RCP4.5)

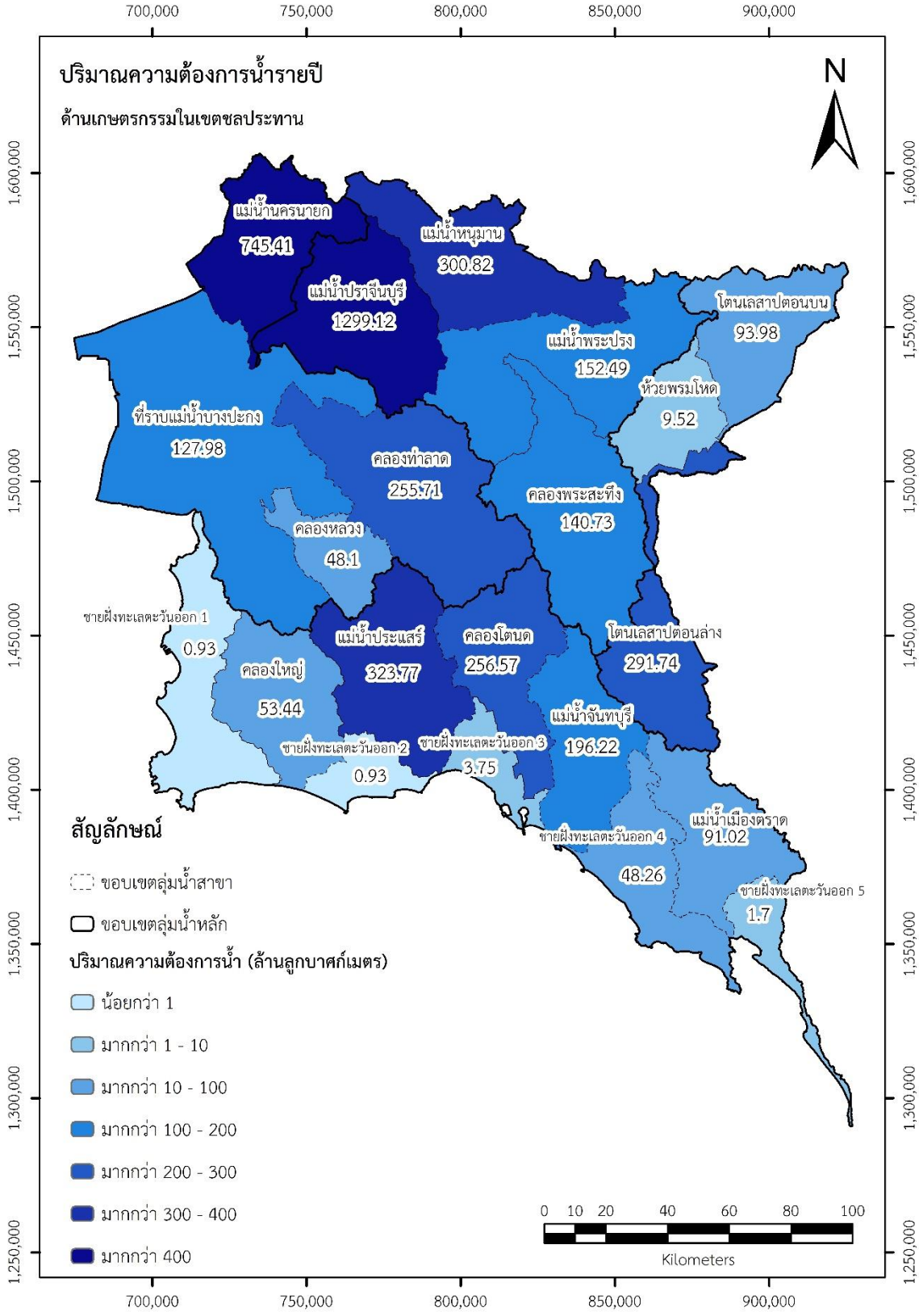
โครงการ	2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580	เฉลี่ย
โคกกะจะ	38.87	49.92	37.08	44.84	40.97	35.30	38.64	37.81	44.52	47.87	**42.75**
คบ.บางพลวง	787.14	916.66	817.07	826.58	799.26	727.56	816.26	822.77	901.21	944.35	**847.73**
ตะเคียนทอง	8.75	11.17	8.33	10.07	9.22	7.91	8.70	8.52	10.00	10.69	**9.59**
ท่าแห	117.34	149.71	111.96	134.81	123.26	106.56	116.56	114.23	134.00	143.71	**128.65**
แม่น้ำประจันตคาม	24.35	31.04	23.21	28.05	25.69	22.05	24.26	23.72	27.81	29.73	**26.71**
ห้วยเกษียร	1.41	1.53	1.33	1.47	1.34	1.26	1.37	1.37	1.45	1.56	**1.42**
อ่างเก็บน้ำคลองหนองแก้ว	62.63	79.83	59.70	72.13	66.06	56.72	62.38	61.00	71.51	76.47	**68.69**
อ่างเก็บน้ำคลองพระสะทึง	125.98	147.68	124.95	131.37	118.33	120.75	120.18	125.51	138.78	150.68	**132.38**
อ่างเก็บน้ำคลองสามสิบ	1.63	1.76	1.53	1.70	1.54	1.45	1.58	1.58	1.68	1.80	**1.64**
อ่างเก็บน้ำคลองตาพลาย	1.22	1.31	1.14	1.27	1.15	1.08	1.18	1.18	1.25	1.34	**1.22**
อ่างเก็บน้ำคลองพระเพลิงใหญ่	5.48	5.91	5.14	5.71	5.19	4.86	5.32	5.29	5.63	6.05	**5.50**
อ่างเก็บน้ำนฤบดินทรจินดา	170.06	167.86	173.30	149.50	178.93	139.06	173.57	168.34	174.06	213.72	**167.13**
อ่างเก็บน้ำทับลาน	0.84	0.84	0.86	0.73	0.90	0.67	0.87	0.83	0.87	1.09	**0.83**
อ่างเก็บน้ำห้วยใสน้อย-ใสใหญ่	34.23	33.78	34.88	30.09	36.01	27.99	34.93	33.88	35.03	43.01	**33.64**
อ่างเก็บน้ำลำพระยาธาร	66.73	65.86	68.00	58.66	70.21	54.56	68.10	66.05	68.30	83.86	**65.58**
อ่างเก็บน้ำคลองวังมืด	34.23	33.78	34.88	30.09	36.01	27.99	34.93	33.88	35.03	43.01	**33.64**
รวม (ล้าน ลบ.ม./ปี)	**1,800.12**	**2,046.23**	**1,824.27**	**1,835.55**	**1,834.62**	**1,617.21**	**1,825.62**	**1,822.40**	**1,991.80**	**2,195.17**	**1,893.16**

ตารางที่ 2-36 สรุปปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทาน (อนาคตกรณี RCP4.5)

ลุ่มน้ำ	พ.ศ.										
	2560	**2561**	**2562**	**2563**	**2564**	**2565**	**2566**	**2567**	**2568**	**2569**	**2570**
ชายฝั่งทะเลตะวันออก	943	946	945	972	975	986	992	964	994	988	958
โตนเลสาป	358	385	380	386	400	403	403	391	407	395	402
บางปะกง	1,049	1,151	1,143	1,192	1,202	1,220	1,201	1,206	1,205	1,212	1,197
ปราจีนบุรี	1,480	1,915	1,846	1,847	1,867	1,979	1,938	1,999	2,044	2,065	1,982
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	**3,830**	**4,397**	**4,315**	**4,397**	**4,444**	**4,588**	**4,534**	**4,560**	**4,650**	**4,660**	**4,538**

ตารางที่ 2-36 (ต่อ) สรุปปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทาน (อนาคตกรณี RCP4.5)

ลุ่มน้ำ	พ.ศ.										เฉลี่ย
	2571	**2572**	**2573**	**2574**	**2575**	**2576**	**2577**	**2578**	**2579**	**2580**	
ชายฝั่งทะเลตะวันออก	979	1,001	988	960	970	961	965	998	999	1,004	**976**
โตนเลสาป	393	399	412	394	387	377	409	404	411	405	**395**
บางปะกง	1,136	1,193	1,190	1,161	1,156	1,073	1,169	1,204	1,214	1,250	**1,177**
ปราจีนบุรี	1,800	2,046	1,824	1,836	1,835	1,617	1,826	1,822	1,992	2,195	**1,893**
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	**4,309**	**4,639**	**4,414**	**4,351**	**4,347**	**4,028**	**4,369**	**4,428**	**4,616**	**4,854**	**4,441**



รูปที่ 2-16 แผนที่ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อเกษตรกรรมในเขตชลประทาน พ.ศ.2580

2.7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมซึ่งร่วมกับโครงการวิจัย “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” และได้มีการสนับสนุนผลการศึกษาวิธีลดปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนของโครงการวิจัยฯ ซึ่งจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำกรณีลดการใช้น้ำร่วมกับการลดการใช้น้ำของกิจกรรมอุปโภค - บริโภค ท่องเที่ยวและภาคบริการ และ ภาคอุตสาหกรรม (ในเขตนิคมอุตสาหกรรม) โดยกรณีลดการใช้น้ำของภาคเกษตรกรรมจะเป็นการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของทุเรียนด้วยวิธีทดลอง อีกทั้งยังถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำในกรณีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในอนาคตและกรณีภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งถือเป็นการบูรณาการข้อมูลร่วมกันระหว่างโครงการวิจัยในชุดโครงการวิจัยเดียวกัน สำหรับผลการคำนวณและผลการวิจัยในการลดการใช้น้ำของทุเรียนนี้เป็นการแสดงศักยภาพในการลดปริมาณการใช้น้ำภาคเกษตรกรรมซึ่งเห็นได้ว่าวิธีการลดการใช้น้ำสามารถช่วยแก้ปัญหาได้แต่สิ่งที่สำคัญ คือ การศึกษาอย่างครอบคลุมในพืชชนิดต่าง ๆ เนื่องจากพืชแต่ละพืชมีการใช้น้ำที่แตกต่างกัน หากได้รับการสนับสนุนให้มีการศึกษาต่อไปอย่างครอบคลุมก็จะยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการใช้น้ำภาคเกษตรกรรมได้มากยิ่งขึ้น ในขั้นตอนการต่อยอดของผลการวิจัย คือ การนำผลการวิจัยนี้ไปเผยแพร่สู่สาธารณะโดยอาจให้หน่วยงานราชการที่รับผิดชอบนำผลการวิจัยนี้ไปเผยแพร่สู่เกษตรกรหรือนำไปทำเป็นพื้นที่ตัวอย่างเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่เกษตรกรในการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงอย่างเป็นรูปธรรม

สำหรับผลการขาดแคลนน้ำภาคเกษตรกรรมที่ในบทนี้แสดงผลในสภาพปัจจุบันเป็นการแสดงให้เห็นถึงการขาดแคลนน้ำที่เกิดขึ้นกับภาคเกษตรกรรมโดยเฉพาะในเขตชลประทานซึ่งในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ไม่ได้มีการแสดงผลนั้นก็มีความคล้ายคลึงกับสภาพปัจจุบันแต่จะมีการเกิดความแปรปรวนในส่วนของตัวแปรที่มีผลต่อการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม เช่น อุณหภูมิ ปริมาณฝน เป็นต้น แต่การพิจารณานั้นต้องพิจารณาในภาพรวมทั้งระบบซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในรายงานโครงการวิจัย “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก”

ส่วนการวิเคราะห์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโครงการวิจัยได้มีการบูรณาการผลการวิจัยร่วมโครงการวิจัย “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” โดยมีการพิสูจน์และสนับสนุนความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของผลการวิเคราะห์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งจะแสดงรายละเอียดในบทถัดไป

บทที่ 3

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับ พื้นที่โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก

3.1 การรวบรวมข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก

คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ได้มีการพัฒนาภาพฉายของสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งแสดงในรายงาน The Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change หรือที่เรียกว่า AR5 โดยได้มีการแบ่งสถานการณ์จำลองออกเป็น 4 รูปแบบ เรียกว่า RCPs (Representative Concentration Pathways: RCPs) ได้แก่ RCP2.6 RCP4.5 RCP6.0 และ RCP8.5 ซึ่งแต่ละ RCP จะแสดงรูปแบบสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและค่าการปล่อยรังสี (Radiative force, W/m^2) ที่แตกต่างกัน

- RCP2.6 (2.6 W/m^2, 490 ppm CO_2) เป็นสถานการณ์ที่มีการใช้มาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกที่เข้มงวด
- RCP4.5 (4.5 W/m^2, 650 ppm CO_2) เป็นสถานการณ์ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับปานกลาง
- RCP6.0 (6.0 W/m^2, 850 ppm CO_2) เป็นสถานการณ์ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับปานกลาง
- RCP8.5 (8.5 W/m^2, 1370 ppm CO_2) เป็นสถานการณ์ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูง

การศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก จำนวน 3 แบบจำลอง ประกอบด้วย CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ซึ่งเป็นแบบจำลองสำหรับประเมินการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศภายใต้การทดลองของโครงการ CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) ประกอบไปด้วยแบบจำลองย่อย ได้แก่ แบบจำลองลักษณะทางกายภาพของภูมิอากาศและมหาสมุทร (Physical coupled atmosphere-ocean model) แบบจำลองคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนพื้นดิน (Terrestrial carbon model) และแบบจำลองคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนมหาสมุทร (Ocean carbon model) เนื่องจากปริมาณฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ได้จากแบบจำลอง GCMs จะมีความละเอียดที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลองภูมิอากาศโลก จึงได้ถูกนำมาย่อส่วนโดยวิธีการทางสถิติ (Statistical downscaling method) เพื่อให้สามารถประเมินปริมาณฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ของแต่ละสถานีตรวจวัดได้ การศึกษาครั้งนี้ได้มีย่อส่วนข้อมูลปริมาณฝนภายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแต่ละสถานีตรวจวัดฝนทั้งสิ้น 12 สถานี (รายละเอียดสถานีตรวจวัดแสดงดัง**ตารางที่ 3-1** โดยวิธีการ Quantile Mapping Bias correction ซึ่งข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกได้รับการอนุเคราะห์จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) ได้ถูกนำมาใช้ในการประเมินปริมาณฝนอนาคตภายใต้ 2 สถานการณ์ ได้แก่ RCP4.5 และ RCP8.5

ตารางที่ 3-1 สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ

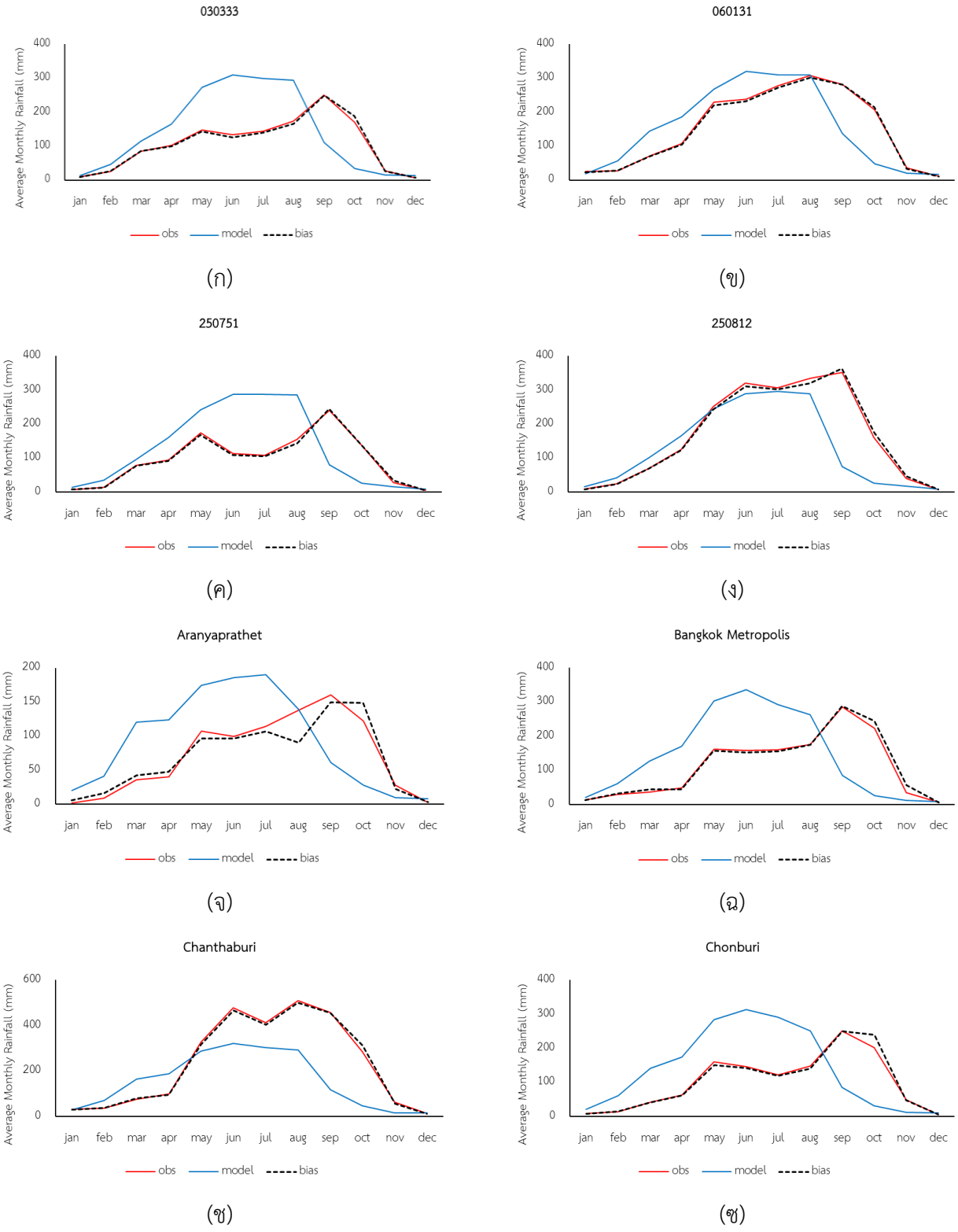
ลำดับที่	ชื่อสถานี
1	030333 จังหวัดฉะเชิงเทรา
2	060131 จังหวัดจันทบุรี
3	250751 จังหวัดนครราชสีมา
4	250812 จังหวัดนครราชสีมา
5	Aranyaprathet จังหวัดสระแก้ว
6	Bangkok Metropolis กรุงเทพมหานคร
7	Chanthaburi จังหวัดจันทบุรี
8	Chonburi/Sattahip จังหวัดชลบุรี
9	Khao-E-To จังหวัดปราจีนบุรี
10	Koh-Sichang จังหวัดชลบุรี
11	Phatthaya จังหวัดชลบุรี
12	Sattahip จังหวัดชลบุรี

3.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณฝนจากการตรวจวัดและจากแบบจำลองในช่วงอดีต (1980 - 2005)

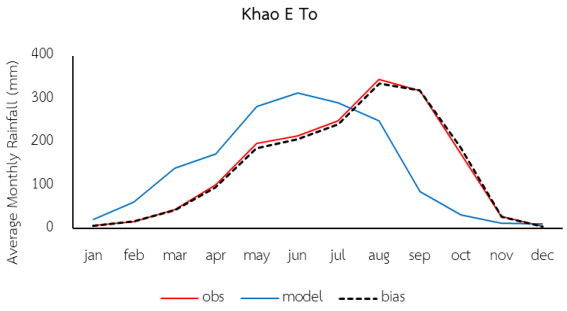
แบบจำลอง GCMs จะให้ผลการคำนวณทั้งในช่วงอดีตที่ผ่านมาตั้งแต่ปี 1980 - 2005 และภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตั้งแต่ปี 2020 - 2099 ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนในช่วงอดีตตั้งแต่ปี 1980 - 2005 ได้ทั้งสิ้นจำนวน 12 สถานี และได้นำผลที่ได้จากแบบจำลอง GCMs ทั้งสามแบบจำลองในช่วงเวลาเดียวกันมาเปรียบเทียบเพื่อประเมินผลความถูกต้องของผลที่ได้จากแบบจำลองที่ได้ทำการย่อส่วนแล้วกับค่าตรวจวัดในแต่ละสถานีในช่วงเวลารายเดือน ผลการเปรียบเทียบพบว่า ค่า R^2 ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.18 – 0.48 และค่า RMSE มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 78.81 – 198.27 แสดงรายละเอียดดัง**ตารางที่ 3-2** โดยจากผลการศึกษาที่ได้ พบว่า สถานีส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ และเมื่อนำค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากการตรวจวัดมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบจำลอง GCMs พบว่า ค่าความแตกต่างของฝนเฉลี่ยรายปีมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 6.14 – 1,023.22 มม. โดยที่สถานีตรวจวัดที่แสดงค่าความแตกต่างของฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้จากการตรวจวัดและผลที่ได้จากแบบจำลองต่ำที่สุด ได้แก่ สถานี Koh-Sichang จังหวัดชลบุรี ในขณะที่สถานีที่แสดงค่าความแตกต่างสูงที่สุด ได้แก่ สถานี Chanthaburi จังหวัดจันทบุรี และแสดงผลในรูปแบบของกราฟปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยดัง**รูปที่ 3-1** ถึง **รูปที่ 3-3**

ตารางที่ 3-2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยจากการตรวจวัดและจากแบบจำลอง GCMs ช่วงเวลา 1980 - 2005

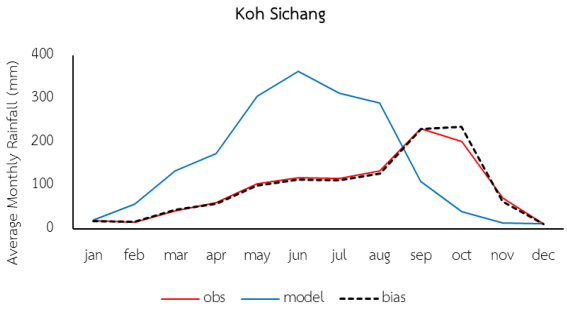
		CESM1 – BGC			CNRM – CM5			CESM – CAM5		
สถานี	ปริมาณฝนตรวจวัดเฉลี่ยรายปี (มม.)	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี	% คลาดเคลื่อน	R^2	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี	% คลาดเคลื่อน	R^2	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี	% คลาดเคลื่อน	R^2
030333	1,274.91	1,263.09	-0.94	0.27	1,636.77	22..11	0.39	1,447.53	11.93	0.25
060131	1,818.02	1,787.43	-1.71	0.35	1,615.92	-12.51	0.48	1,766.40	-2.92	0.39
250751	1,159.74	1,138.11	-1.90	0.18	1,606.03	27.79	0.37	1,305.85	11.19	0.32
250812	1,999.90	1,991.06	-0.44	0.29	1,323.33	-51.13	0.46	1,323.33	-51.13	0.38
Aranyaprathet	1,256.78	1,269.37	0.99	0.26	1,417.89	11.36	0.31	1,410.21	10.88	0.27
Bangkok Metropolis	1,541.51	1,369.26	-12.58	0.44	1,590.62	3.09	0.49	1,477.79	-4.31	0.31
Chanthaburi	2,789.62	2,770.00	-0.71	0.45	2,189.37	-27.42	0.40	1,766.40	-57.93	0.45
Chonburi/Sattahip	1,212.54	1,223.18	0.87	0.21	1,581.74	23.34	0.29	1,427.84	15.08	0.26
Khao-E-To	1,699.72	1,675.98	-1.42	0.34	1,532.45	-10.92	0.41	1,427.84	-19.04	0.38
Koh-Sichang	1,125.00	1,131.14	0.54	0.22	1,581.74	28.88	0.19	1,812.75	37.94	0.25
Phatthaya	1,051.75	1,040.54	-1.08	0.28	1,592.48	33.96	0.30	1,813.00	41.99	0.32
Sattahip	1,012.31	978.98	-3.40	0.29	1,663.09	39.13	0.27	1,835.95	44.86	0.29



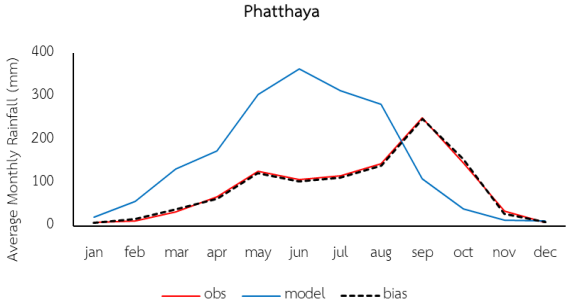
รูปที่ 3-1 ผลการสอบเทียบของปริมาณฝนจากแบบจำลอง CESM1-BGC กับค่าตรวจวัด



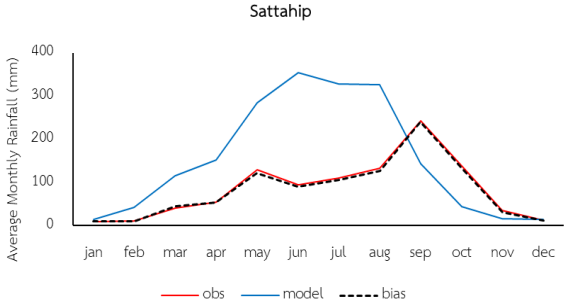
(ฌ)



(ญ)

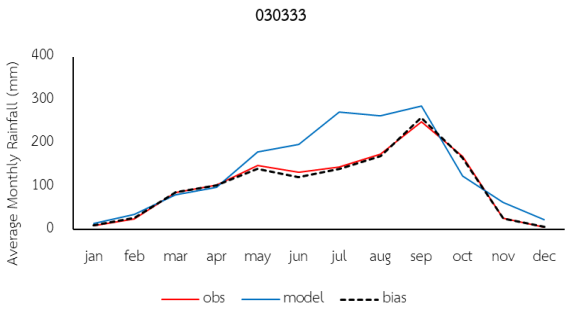


(ฎ)

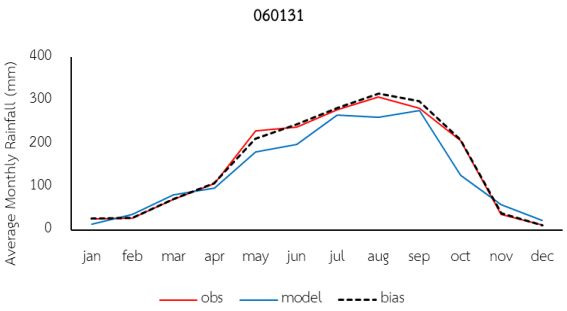


(ฏ)

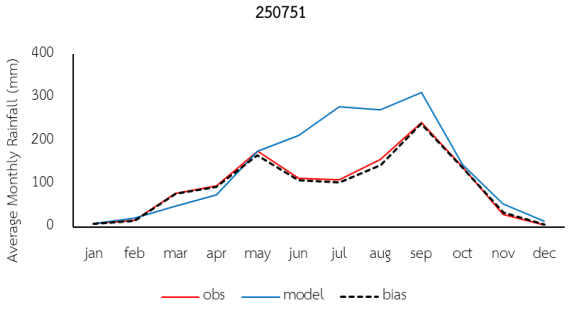
รูปที่ 3-1 (ต่อ) ผลการสอบเทียบของปริมาณฝนจากแบบจำลอง CESM1-BGC กับค่าตรวจวัด



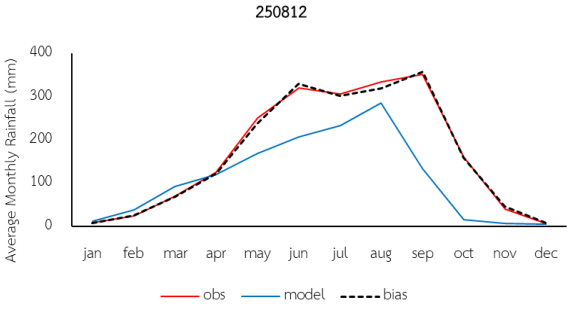
(ก)



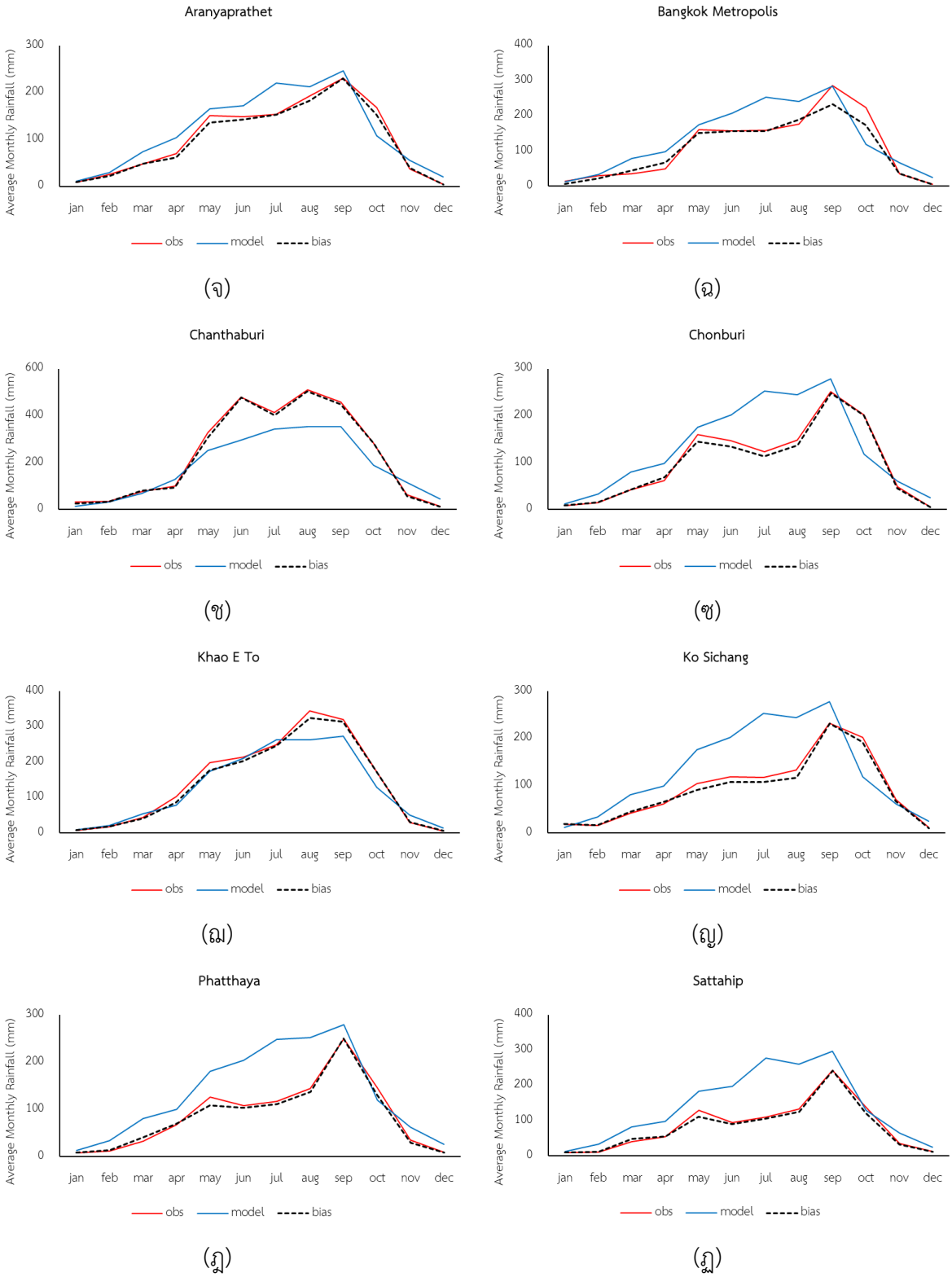
(ข)



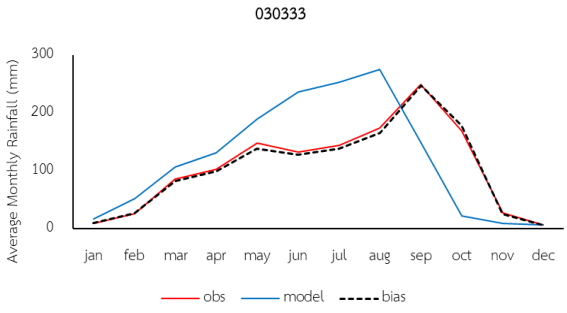
(ค)



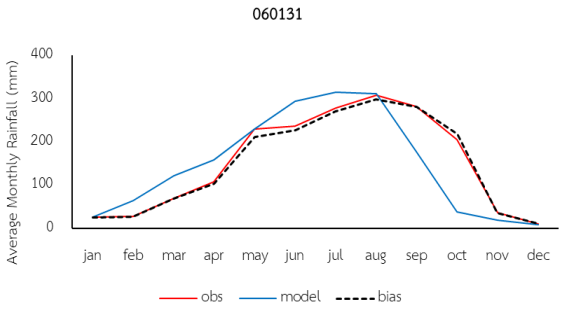
(ง)



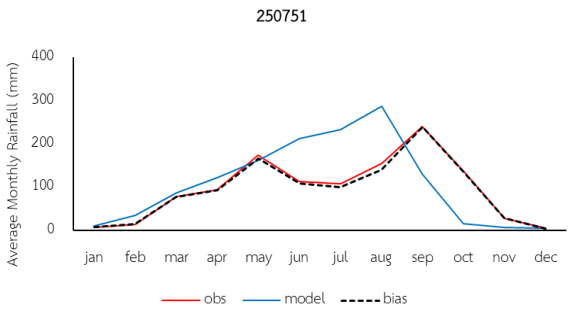
รูปที่ 3-2 ผลการสอบเทียบของปริมาณฝนจากแบบจำลอง CNRM-CM5 กับค่าตรวจวัด


030333
Average Monthly Rainfall (mm)
300
200
100
0
jan feb mar apr may jun jul aug sep oct nov dec
obs model bias

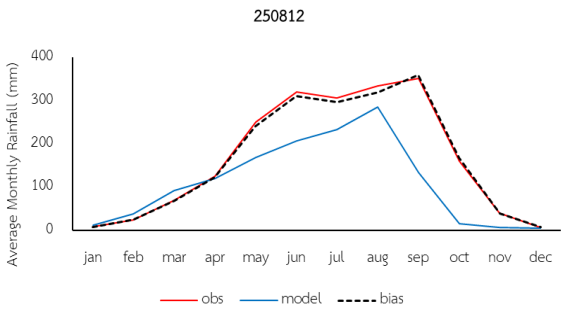
(ก)


060131
Average Monthly Rainfall (mm)
400
300
200
100
0
jan feb mar apr may jun jul aug sep oct nov dec
obs model bias

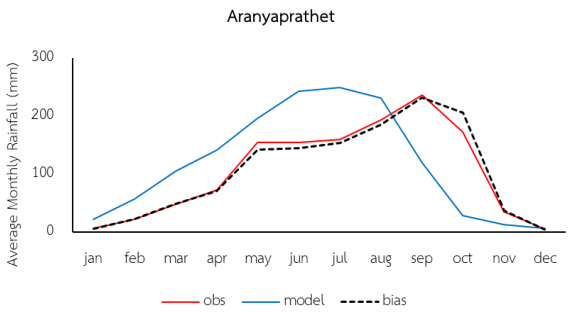
(ข)


250751
Average Monthly Rainfall (mm)
400
300
200
100
0
jan feb mar apr may jun jul aug sep oct nov dec
obs model bias

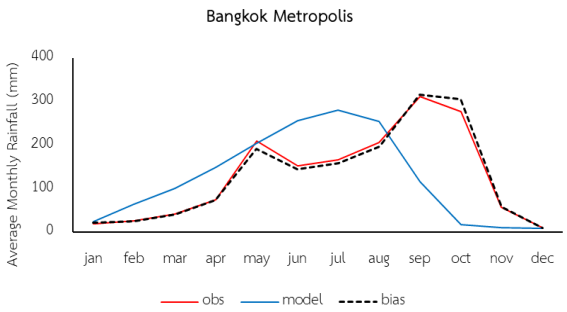
(ค)


250812
Average Monthly Rainfall (mm)
400
300
200
100
0
jan feb mar apr may jun jul aug sep oct nov dec
obs model bias

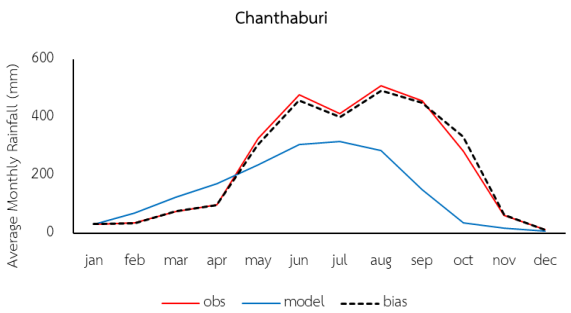
(ง)


Aranyaprathet
Average Monthly Rainfall (mm)
300
200
100
0
jan feb mar apr may jun jul aug sep oct nov dec
obs model bias

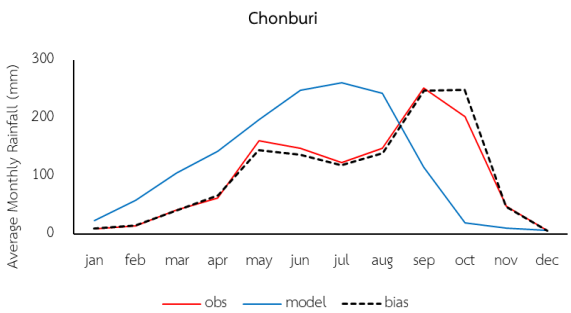
(จ)


Bangkok Metropolis
Average Monthly Rainfall (mm)
400
300
200
100
0
jan feb mar apr may jun jul aug sep oct nov dec
obs model bias

(ฉ)


Chanthaburi
Average Monthly Rainfall (mm)
600
400
200
0
jan feb mar apr may jun jul aug sep oct nov dec
obs model bias

(ช)


Chonburi
Average Monthly Rainfall (mm)
300
200
100
0
jan feb mar apr may jun jul aug sep oct nov dec
obs model bias

(ซ)

(ฌ) (ญ)

(ฎ) (ฏ)

รูปที่ 3-3 ผลการสอบเทียบของปริมาณฝนจากแบบจำลอง CESM-CAM5 กับค่าตรวจวัด

3.3 ผลการประเมินปริมาณฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ

ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง CESM1 – BGC ภายใต้ 2 สถานการณ์ (RCP4.5 และ RCP8.5) ช่วงระหว่างปี 2020 – 2099 ในพื้นที่ภาคตะวันออกของแต่ละสถานีตรวจวัดทั้งสิ้น 12 สถานี แสดงดัง**ตารางที่ 3-3** ถึง **ตารางที่ 3-7** โดยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีระหว่างข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง CESM1 – BGC สำหรับ 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาระยะใกล้ คือ ตั้งแต่ช่วงปี 2020 – 2035 และช่วงระยะยาวในช่วงปี 2036 – 2099 พบว่า ปริมาณฝนของทุกสถานีตรวจวัดทั้ง 2 สถานการณ์และทั้ง 2 ระยะเวลามีค่าเพิ่มขึ้นในเกือบทุกสถานี โดยพบว่า ในช่วงระยะเวลาใกล้ (2020 - 2035) พบว่า สถานี Phatthaya จ.ชลบุรี มีปริมาณฝนเพิ่มมากที่สุด 2 สถานการณ์ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 57% รองลงมา ได้แก่ สถานี Koh-Sichang จ.ชลบุรี มีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนที่ลดลงอยู่ในช่วงระหว่าง 56% ถึง 57% สำหรับสถานีที่เหลือจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกันมากนัก

สำหรับผลการประเมินปริมาณฝนในช่วงระยะไกล (2036 – 2099) พบว่า มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันกับในช่วงระยะเวลาใกล้ โดยพบว่า สถานี Phatthaya จ.ชลบุรี มีปริมาณฝนมากที่สุด 2 สถานการณ์ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง 61% ถึง 67% ในทั้ง 2 และสำหรับสถานีที่เหลือจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก สถานีที่มีการการเปลี่ยนแปลงต่ำที่สุดเป็นสถานี 060131 จ.จันทบุรี ที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงของทั้ง 2 สถานการณ์อยู่ในช่วงระหว่าง 9% ถึง 42% ซึ่งมีค่าการเปลี่ยนแปลงที่ต่ำกว่าในช่วงระยะใกล้เล็กน้อย

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนรายสถานีในช่วงระยะใกล้และระยะไกลแสดงดัง **รูปที่ 3-4** และ **รูปที่ 3-5** ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณฝนโดยส่วนใหญ่ของทุกสถานีจะมีค่าที่ลดลงในทุกช่วงเดือน ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่าสถานีตรวจวัด 250812 จ.นครราชสีมา และสถานีตรวจวัด Chanthaburi จ.จันทบุรี จะมีปริมาณฝนที่ลดลงค่อนข้างสูงสอดคล้องกับผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีดังกล่าวข้างต้น โดยช่วงเดือนที่มีการลดลงของปริมาณฝนสูงสุด ได้แก่ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนมิถุนายน ในขณะที่ในบางสถานีจะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนในบางช่วงเดือนและมีการลดลงของปริมาณฝนในบางช่วงเดือน ได้แก่ สถานี 060131 จ.จันทบุรี และ สถานี 250751 จ.นครราชสีมา เป็นต้น

ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง CNRM – CM5 ภายใต้ 2 สถานการณ์ (RCP4.5 และ RCP8.5) ช่วงระหว่างปี 2020 – 2099 ในพื้นที่ภาคตะวันออกของแต่ละสถานีตรวจวัดทั้งสิ้น 12 สถานี แสดงดัง**ตารางที่ 3-3** ถึง **ตารางที่ 3-7** โดยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีระหว่างข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง CNRM – CM5 สำหรับ 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาระยะใกล้ คือ ตั้งแต่ปี 2020 – 2035 และช่วงระยะยาวในช่วงปี 2036 – 2099 พบว่า ปริมาณฝนของทุกสถานีตรวจวัดทั้ง 2 สถานการณ์และทั้ง 2 ระยะเวลามีค่าเพิ่มขึ้นในเกือบทุกสถานี โดยพบว่า ในช่วงระยะเวลาใกล้ (2020 - 2035) สถานี 250751 จ.นครราชสีมา มีปริมาณเพิ่มมากที่สุดทั้ง 2 สถานการณ์ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง 14% ถึง 31% รองลงมา ได้แก่ สถานี Phatthaya จังหวัดชลบุรี โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง +7% ถึง 27% สำหรับสถานีที่เหลือจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกันมากนัก สถานีที่มีการการเปลี่ยนแปลงต่ำที่สุด ได้แก่ สถานี Khao-E-To จ.ปราจีนบุรี ที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงของทั้ง 2 สถานการณ์อยู่ในช่วงระหว่าง -6% ถึง -4%

สำหรับผลการประเมินปริมาณฝนในช่วงระยะไกล (2036 – 2099) พบว่า มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันกับในช่วงระยะเวลาใกล้ โดยพบว่า สถานี 250751 จ.นครราชสีมา มายังคงมีปริมาณฝนเพิ่มมากที่สุดทั้ง 2 สถานการณ์ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง 26% ถึง 27% ในทั้ง 2 สถานการณ์ รองลงมา ได้แก่ สถานี 060131 จ.จันทบุรี โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง 21% ถึง 23% และสำหรับสถานีที่เหลือจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก สถานีที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำที่สุดเป็นสถานี Bangkok Metropolis กรุงเทพมหานคร ที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงของทั้ง 2 สถานการณ์อยู่ในช่วงระหว่าง -1% ถึง 1% ซึ่งมีค่าการเปลี่ยนแปลงที่ต่ำกว่าในช่วงระยะใกล้เล็กน้อย

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนรายสถานีในช่วงระยะใกล้และระยะไกลแสดงดัง **รูปที่ 3-4** และ **รูปที่ 3-5** ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณฝนโดยส่วนใหญ่ของทุกสถานีจะมีค่าที่เพิ่มขึ้นในทุกช่วงเดือน โดยช่วงเดือนที่มีการลดลงของปริมาณฝนสูงสุด ได้แก่ ช่วงเดือนเมษายน – เดือนมิถุนายน ในขณะที่ในบางสถานีจะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนในบางช่วงเดือนและมีการลดลงของปริมาณฝนในบางช่วงเดือน ได้แก่ สถานี 250812 จ.นครราชสีมา และ Bangkok Metropolis จ.กรุงเทพมหานคร เป็นต้น

ค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลอง CESM – CAM5 ภายใต้ 3 สถานการณ์ (RCP4.5 และ RCP8.5) ช่วงระหว่างปี 2020 – 2099 ในพื้นที่ภาคตะวันออกของแต่ละสถานีตรวจวัดทั้งสิ้น 12 สถานี แสดงดัง**ตารางที่ 3-3** ถึง **ตารางที่ 3-7** โดยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีระหว่างข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง CESM – CAM5 สำหรับ 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาระยะใกล้ คือ ตั้งแต่ปี 2020 – 2035 และช่วงระยะยาวในช่วงปี 2036 – 2099 พบว่า ปริมาณฝนของทุกสถานีตรวจวัดทั้ง 2 สถานการณ์และทั้ง 2 ระยะเวลามีค่าเพิ่มขึ้นทุกสถานี โดยพบว่า ในช่วงระยะเวลาใกล้ (2020 – 2035) สถานี 250751 จ.นครราชสีมา มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นมากที่สุดทั้ง 2 สถานการณ์ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง 50% ถึง 66% รองลงมาได้แก่ สถานี Sattahip จ.ชลบุรี มีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนที่ลดลงอยู่ในช่วงระหว่าง 58% ถึง 59% สำหรับสถานีที่เหลือจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกันมากนัก สถานีที่มีการการเปลี่ยนแปลงต่ำที่สุด ได้แก่ สถานี Chonburi/Sattahip จ.ชลบุรี ที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงของทั้ง 2 สถานการณ์อยู่ในช่วงระหว่าง 0% ถึง 1%

สำหรับผลการประเมินปริมาณฝนในช่วงระยะไกล (2036 – 2099) พบว่า มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันกับในช่วงระยะเวลาใกล้ โดยพบว่า สถานี 250751 จ.นครราชสีมา ยังคงมีปริมาณฝนเพิ่มมากที่สุดทั้ง 2 สถานการณ์ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงระหว่าง 64% ถึง 70% ในทั้ง 2 สถานการณ์ รองลงมา ได้แก่ สถานี 250751 จ.นครราชสีมา มีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงระหว่าง 63% ถึง 65% และสำหรับสถานีที่เหลือจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก สถานีที่มีการเปลี่ยนแปลงต่ำที่สุดยังคงเป็นสถานี Chonburi/Sattahip จ.ชลบุรี ที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงของทั้ง 2 สถานการณ์อยู่ในช่วงระหว่าง 11% ถึง 14% ซึ่งมีค่าการเปลี่ยนแปลงที่ต่ำกว่าในช่วงระยะใกล้เล็กน้อย

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนรายสถานีในช่วงระยะใกล้และระยะไกลแสดงดัง **รูปที่ 3-4** และ **รูปที่ 3-5** ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณฝนโดยส่วนใหญ่ของทุกสถานีจะมีค่าที่เพิ่มขึ้นในทุกช่วงเดือน ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่าสถานีตรวจวัด 250812 และสถานีตรวจวัด Chanthaburi จะมีปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างสูงสอดคล้องกับผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีดังกล่าวข้างต้น โดยช่วงเดือนที่มีการเพิ่มชองของปริมาณฝนสูงสุด ได้แก่ ช่วงเดือนมกราคม – เดือนมิถุนายน ในขณะที่ในบางสถานีจะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนในบางช่วงเดือน ได้แก่ สถานี Bangkok Metropolis จ.กรุงเทพมหานคร และ Khao-E-To จ.ปราจีนบุรี เป็นต้น

ตารางที่ 3-3 ปริมาณฝนตรวจวัดและฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ RCP4.5

สถานีตรวจวัด	ปริมาณฝนตรวจวัดเฉลี่ยรายปี	ปริมาณฝน RCP4.5 และการเปลี่ยนแปลง					
	(1980 - 2005)	ระยะใกล้ (2020-2035)			ระยะไกล (2036-2099)		
		CESM1-BGC	CESM-CAM5	CNRM-CM5	CESM1-BGC	CESM-CAM5	CNRM-CM5
030333	1,274.91	2,176.64	2,212.99	1,559.76	2,438.76	2,571.71	1,567.92
		(41%)	(42%)	(18%)	(46%)	(50%)	(18%)
060131	1,818.02	1,778.34	2,638.53	2,318.81	3,117.59	3,156.31	2,315.2
		(-2%)	(31%)	(22%)	(42%)	(42%)	(21%)
250751	1,159.74	2,339.06	2,313.24	1,683.34	2,613.18	3,248.23	1,469.53
		(50%)	(50%)	(31%)	(56%)	(64%)	(22%)
250812	1,999.90	3,249.80	3,015.03	2,638.33	3,487.10	3,638.50	2,716.12
		(38%)	(34%)	(24%)	(43%)	(45%)	(26%)
Aranyaprathet	1,256.78	2,336.8	2,043.98	1,513.36	2,545.56	2,363.85	1,536.66
		(46%)	(39%)	(17%)	(51%)	(47%)	(18%)
Bangkok Metropolis	1,541.51	2,461.89	3,538.19	1,562.59	2,827.09	4,117.96	1,528.33
		(37%)	(56%)	(1%)	(45%)	(63%)	(-1%)
Chanthaburi	2,789.62	4,922.26	4,015.84	3,103.79	5,111.33	4,786.36	2,871.48
		(43%)	(31%)	(10%)	(45%)	(42%)	(3%)
Chonburi/Sattahip	1,212.54	2,711.89	1,217.41	1,447.06	2,859.44	1,404.93	1,387.75
		(55%)	(0.4%)	(16%)	(58%)	(14%)	(13%)
Khao E To	1,699.72	3,161.61	2,863.52	1,628.22	3,365.42	3,402.90	1,612.47
		(46%)	(41%)	(-4%)	(49%)	(50%)	(-5%)
Koh Sichang	1,125.00	2,618.64	2,562.18	1,329.23	2,811.76	2,915.38	1,253.46
		(57%)	(56%)	(15%)	(60%)	(61%)	(10%)
Phatthaya	1,051.75	2,447.33	2,240.00	1,432.66	2,712.30	2,620.33	1,230.40
		(57%)	(53%)	(27%)	(61%)	(60%)	(15%)
Sattahip	1,012.31	2,081.74	2,426.99	1,431.19	2,545.75	2,910.92	1,158.31
		(51%)	(58%)	(29%)	(60%)	(65%)	(13%)

ตารางที่ 3-4 ปริมาณฝนตรวจวัดและฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ RCP8.5

สถานีตรวจวัด	ปริมาณฝนตรวจวัดเฉลี่ยรายปี	ปริมาณฝน RCP8.5 และการเปลี่ยนแปลง					
	(1980 - 2005)	ระยะใกล้ (2020-2035)			ระยะไกล (2036-2099)		
		CESM1-BGC	CESM-CAM5	CNRM-CM5	CESM1-BGC	CESM-CAM5	CNRM-CM5
030333	1,274.91	2,165.45	2,212.99	1,445.48	2,570.14	2,737.64	1,617.08
		(41%)	(42%)	(12%)	(50%)	(53%)	(21%)
060131	1,818.02	1,746.40	2,888.28	2,193.31	2,003.42	2,950.10	2,373.70
		(-4%)	(37%)	(17%)	(9%)	(38%)	(23%)
250751	1,159.74	2,308.61	3,371.79	1,355.53	2,726.90	3,880.49	1,469.54
		(50%)	(66%)	(14%)	(57%)	(70%)	(21%)
250812	1,999.90	3,143.48	3,233.45	2,452.23	3,573.27	3,604.88	2,739.42
		(36%)	(38%)	(18%)	(44%)	(45%)	(27%)
Aranyaprathet	1,256.78	2,240.96	2,176.02	1,480.13	2,667.47	2,373.48	1,574.84
		(44%)	(42%)	(15%)	(53%)	(47%)	(20%)
Bangkok Metropolis	1,541.51	2,527.89	3,590.38	1,447.11	2,914.29	4,169.04	1,550.73
		(39%)	(57%)	(-7%)	(47%)	(63%)	(1%)
Chanthaburi	2,789.62	4,507.25	4,308.54	2,972.55	5,533.88	4,636.04	3,058.38
		(38%)	(35%)	(6%)	(50%)	(40%)	(9%)
Chonburi/Sattahip	1,212.54	2,660.59	1,222.19	1,357.22	3,127.02	1,361.22	1,471.94
		(54%)	(1%)	(11%)	(61%)	(11%)	(18%)
Khao E To	1,699.72	3,086.08	2,932.48	1,605.59	3,582.08	3,371.38	1,668.24
		(45%)	(42%)	(-6%)	(53%)	(50%)	(-2%)
Koh Sichang	1,125.00	2,562.45	2,582.33	1,260.49	3,161.89	2,810.13	1,358.76
		(56%)	(56%)	(11%)	(64%)	(60%)	(17%)
Phatthaya	1,051.75	2,444.81	2,257.16	1,131.78	3,184.51	2,503.62	1,372.1
		(57%)	(53%)	(7%)	(67%)	(58%)	(23%)
Sattahip	1,012.31	2,210.10	2,444.84	1,047.02	2,940.13	2,751.41	1,276.01
		(54%)	(59%)	(3%)	(66%)	(63%)	(21%)

ตารางที่ 3-5 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนตรวจวัดและฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแบบจำลอง CESM1-BGC

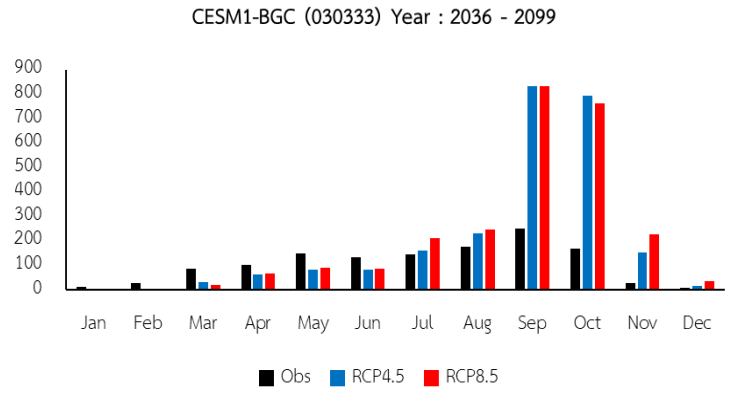
สถานีตรวจวัด	ปริมาณฝนตรวจวัดเฉลี่ยรายปี (1980 - 2005)	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ			
		RCP4.5		RCP8.5	
		ระยะใกล้	ระยะไกล	ระยะใกล้	ระยะไกล
030333	1,274.91	+41	+46	+41	+50
060131	1,818.02	-2	+42	-4	+9
250751	1,159.74	+50	+56	+50	+57
250812	1,999.90	+38	+43	+36	+44
Aranyaprathet	1,256.78	+46	+51	+44	+53
Bangkok Metropolis	1,541.51	+37	+45	+39	+47
Chanthaburi	2,789.62	+43	+45	+38	+50
Chonburi/Sattahip	1,212.54	+55	+58	+54	+61
Khao E To	1,699.72	+46	+48	+45	+53
Koh Sichang	1,125.00	+57	+49	+56	+64
Phatthaya	1,051.75	+57	+61	+57	+67
Sattahip	1,012.31	+51	+60	+54	+66

ตารางที่ 3-6 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนตรวจวัดและฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแบบจำลอง CNRM-CM5

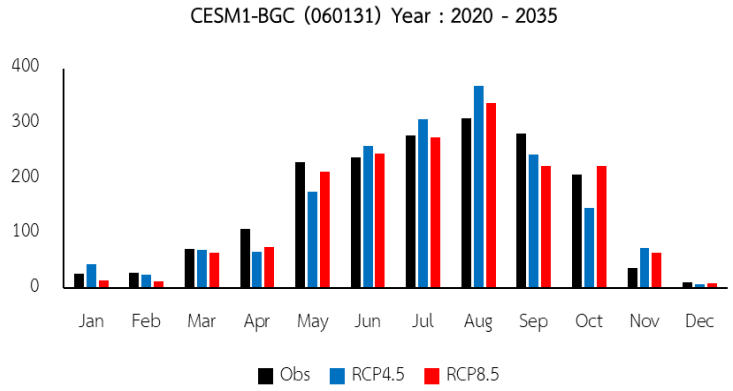
สถานีตรวจวัด	ปริมาณฝนตรวจวัดเฉลี่ยรายปี (2005 - 2018)	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ			
		RCP4.5		RCP8.5	
		ระยะใกล้	ระยะไกล	ระยะใกล้	ระยะไกล
030333	1,274.91	+18	+18	+12	+21
060131	1,818.02	+22	+21	+17	+23
250751	1,159.74	+31	+22	+14	+21
250812	1,999.90	+24	+26	+18	+27
Aranyaprathet	1,256.78	+17	+18	+15	+20
Bangkok Metropolis	1,541.51	+1	-1	-7	+1
Chanthaburi	2,789.62	+10	+3	+6	+9
Chonburi/Sattahip	1,212.54	+16	+13	+11	+18
Khao E To	1,699.72	-4	-5	-6	-2
Koh Sichang	1,125.00	+15	+10	+11	+17
Phatthaya	1,051.75	+27	+15	+7	+23
Sattahip	1,012.31	+29	+13	+3	+21

ตารางที่ 3-7 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนตรวจวัดและฝนอนาคตภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแบบจำลอง CESM-CAM5

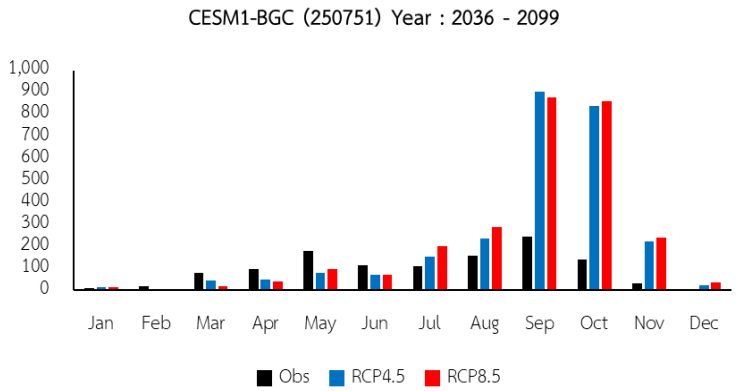
สถานีตรวจวัด	ปริมาณฝนตรวจวัดเฉลี่ยรายปี (2005 - 2018)	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ			
		RCP4.5		RCP8.5	
		ระยะใกล้	ระยะไกล	ระยะใกล้	ระยะไกล
030333	1,274.91	+42	+50	+42	+53
060131	1,818.02	+31	+42	+37	+38
250751	1,159.74	+50	+64	+66	+70
250812	1,999.90	+34	+45	+38	+45
Aranyaprathet	1,256.78	+39	+47	+42	+47
Bangkok Metropolis	1,541.51	+56	+63	+57	+63
Chanthaburi	2,789.62	+31	+42	+35	+40
Chonburi/Sattahip	1,212.54	+0.4	+14	+1	+11
Khao E To	1,699.72	+41	+50	+42	+50
Koh Sichang	1,125.00	+56	+61	+56	+60
Phatthaya	1,051.75	+53	+60	+53	+58
Sattahip	1,012.31	+58	+65	+59	+63



(ก)

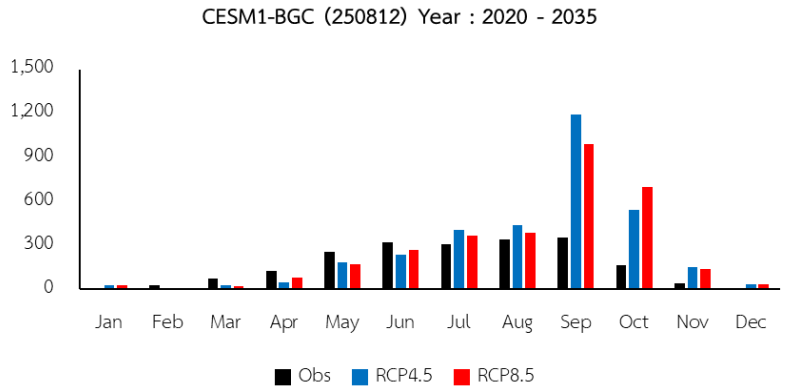


(ข)

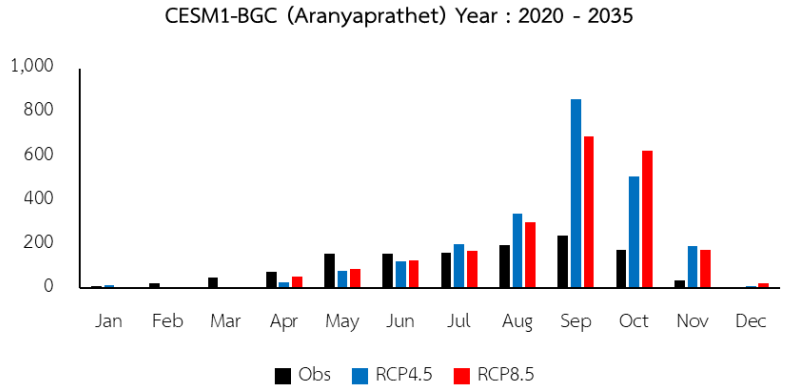


(ค)

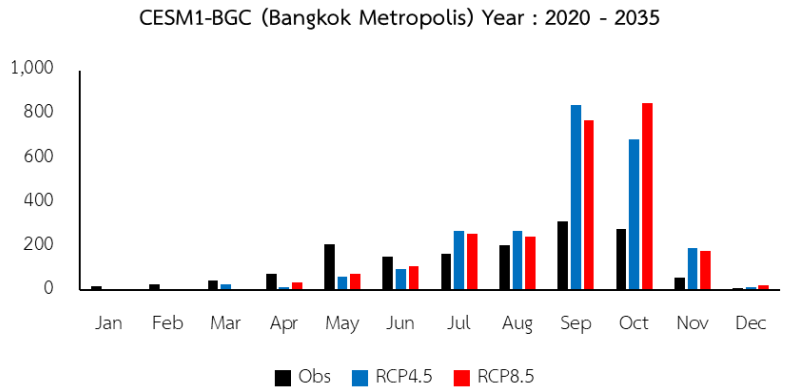
รูปที่ 3-4 ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ง)

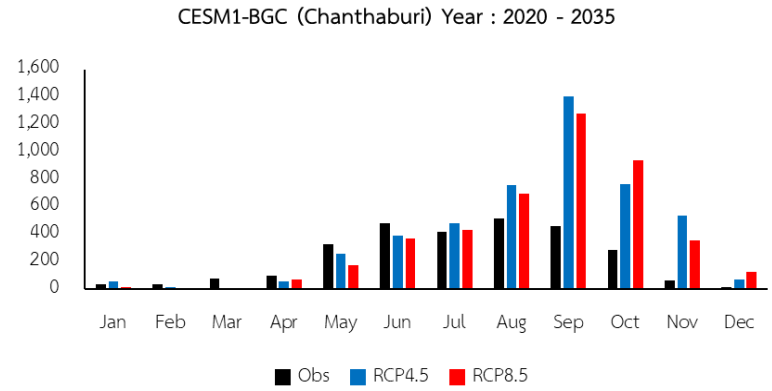


(จ)

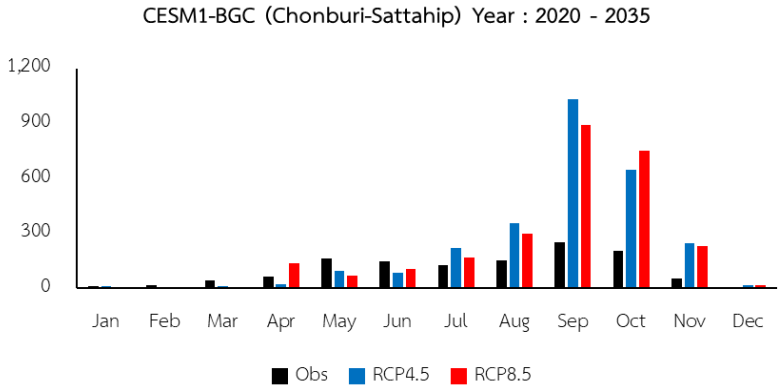


(ฉ)

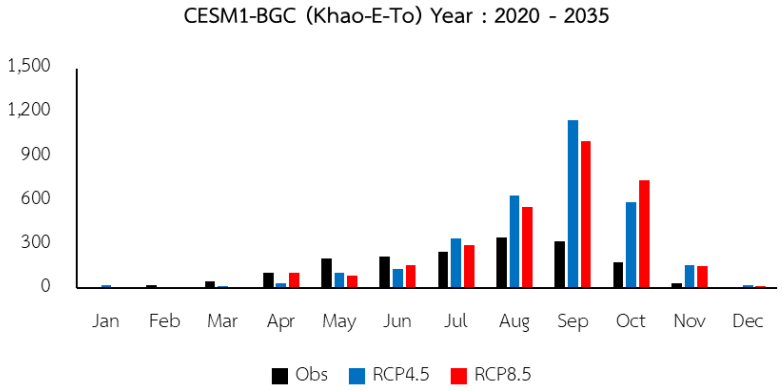
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ช)

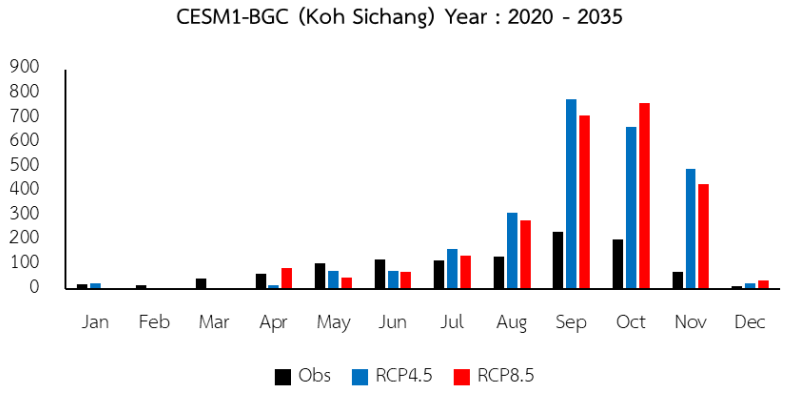


(ซ)

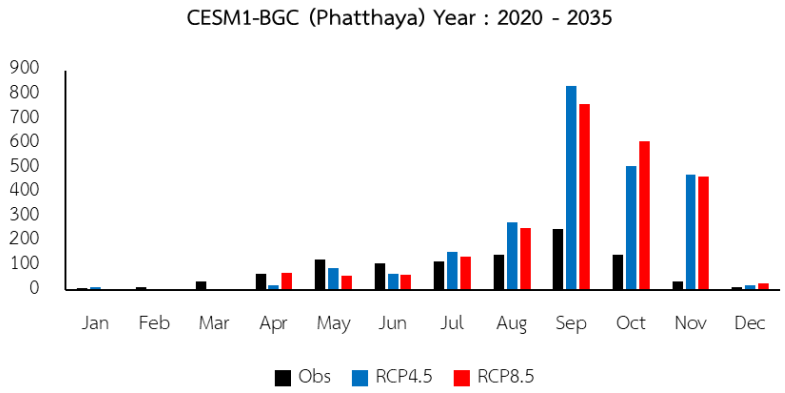


(ฌ)

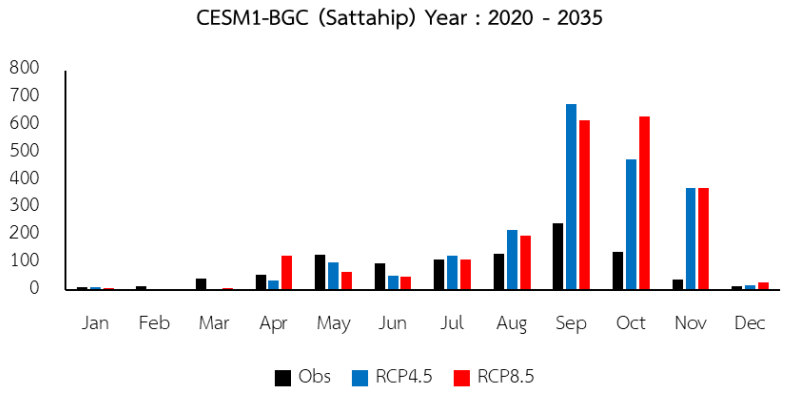
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ญ)

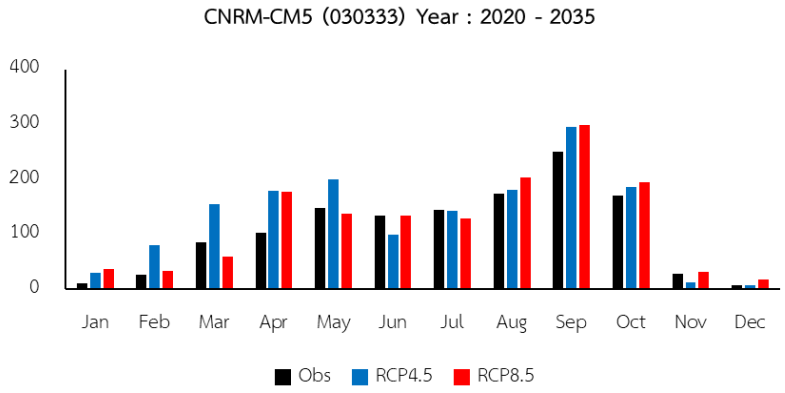


(ฎ)

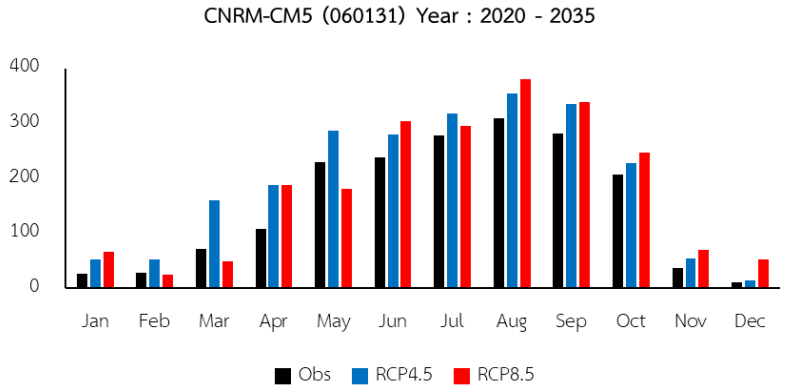


(ฏ)

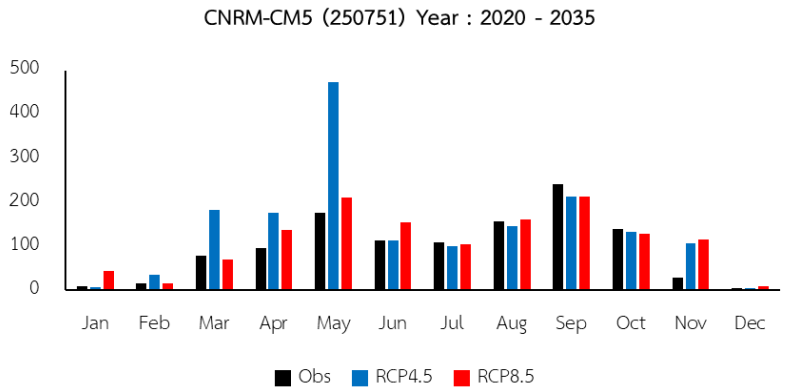
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ก)

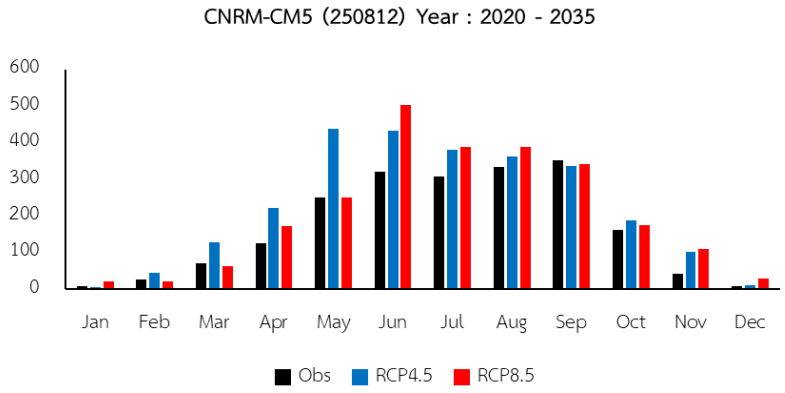


(ข)

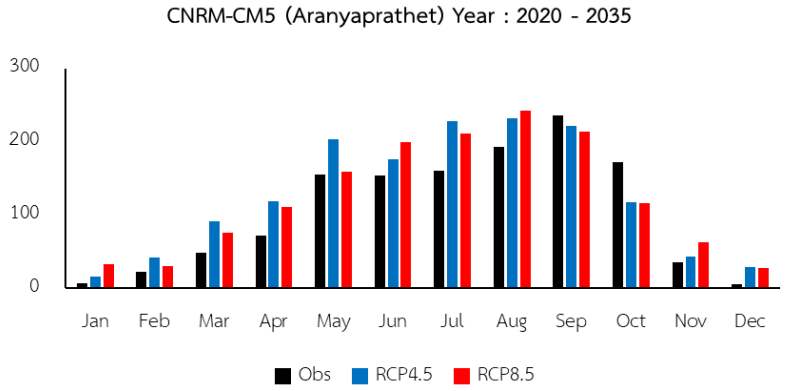


(ค)

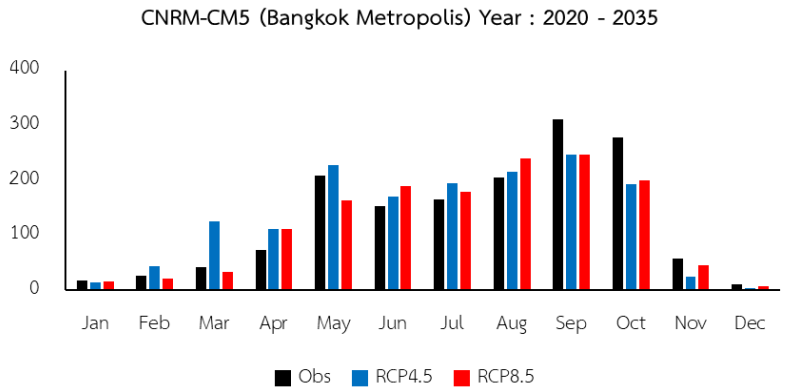
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ง)

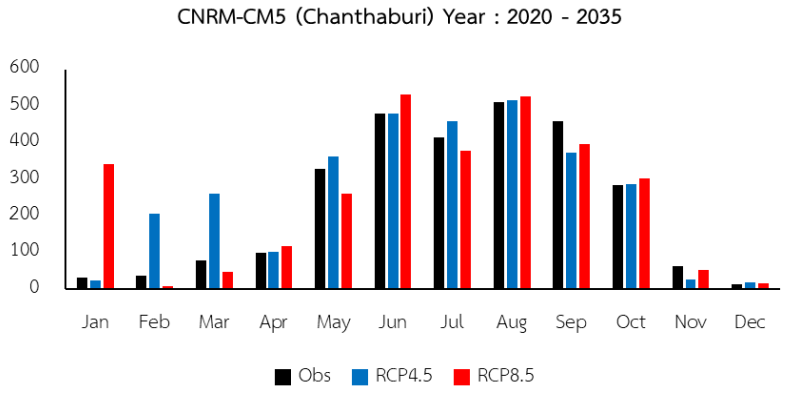


(จ)

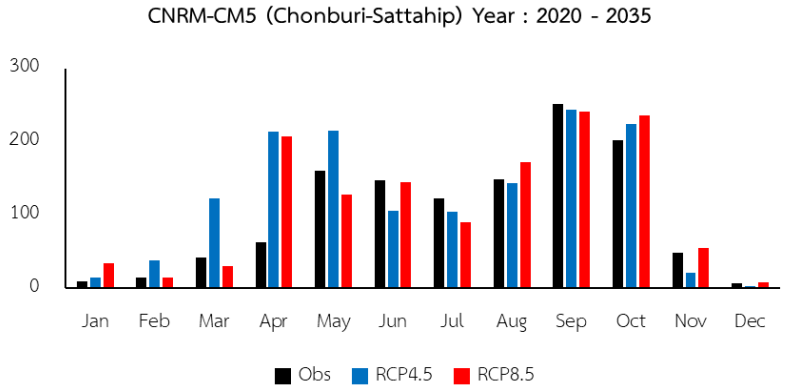


(ฉ)

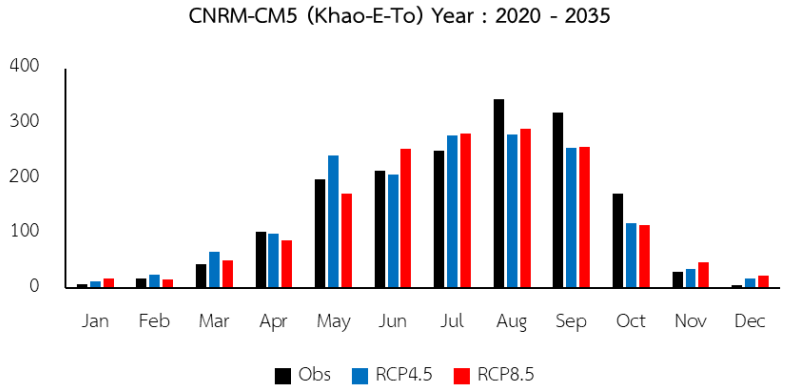
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ช)

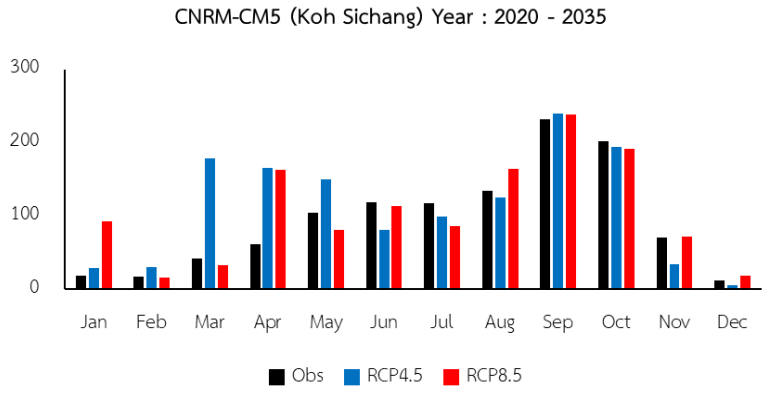


(ซ)

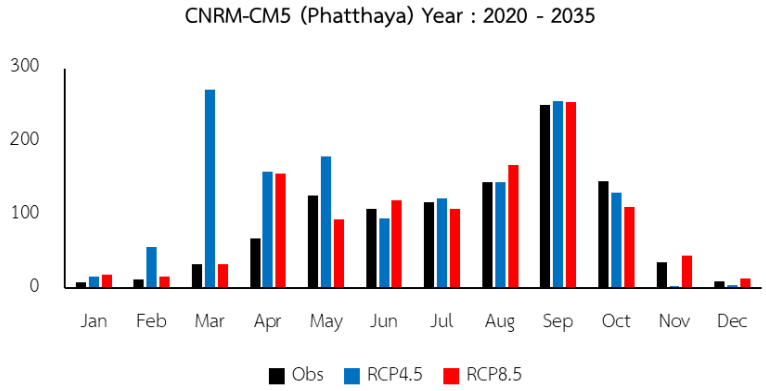


(ฌ)

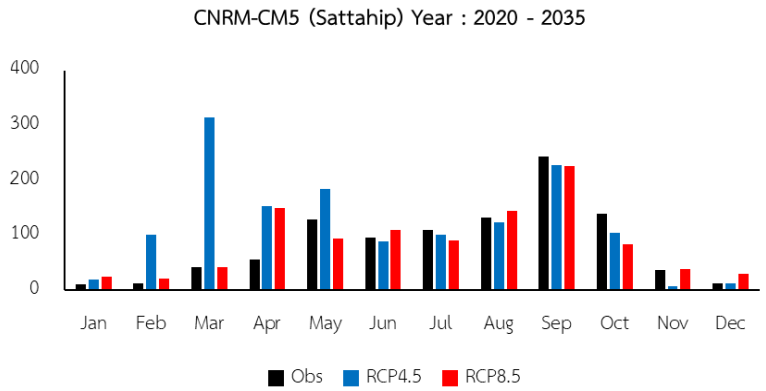
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ญ)

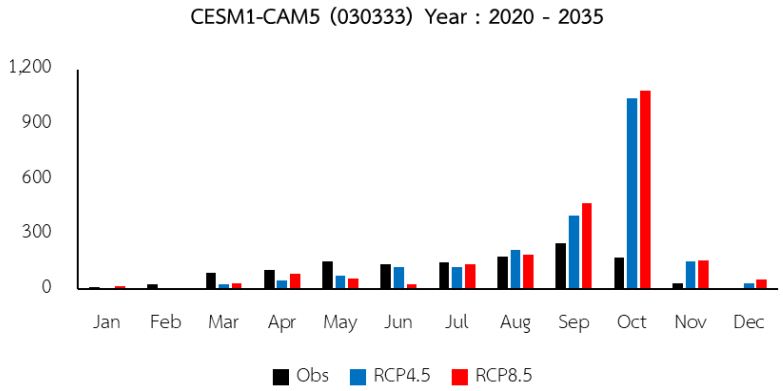


(ฎ)

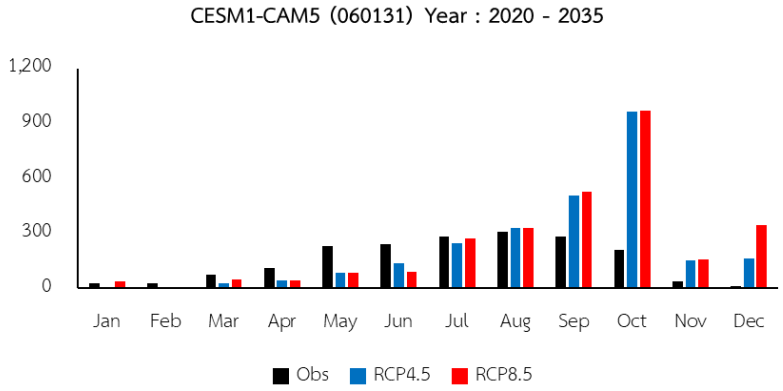


(ฏ)

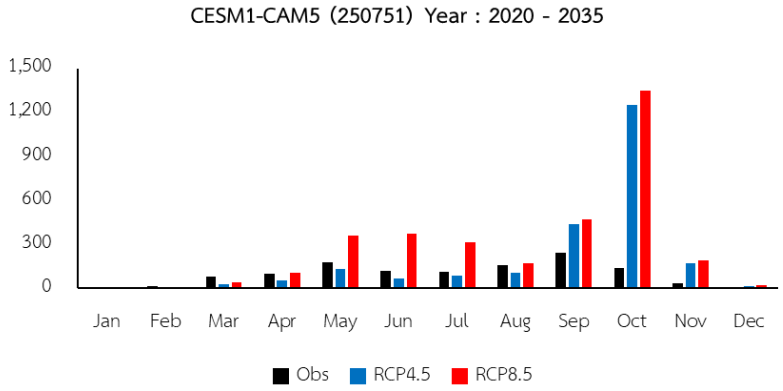
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ก)

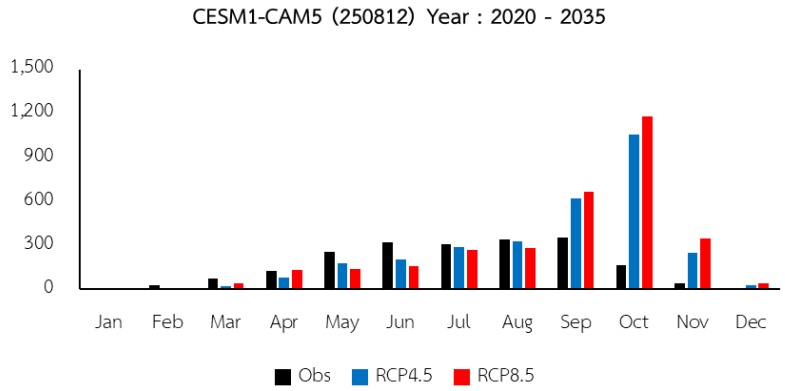


(ข)

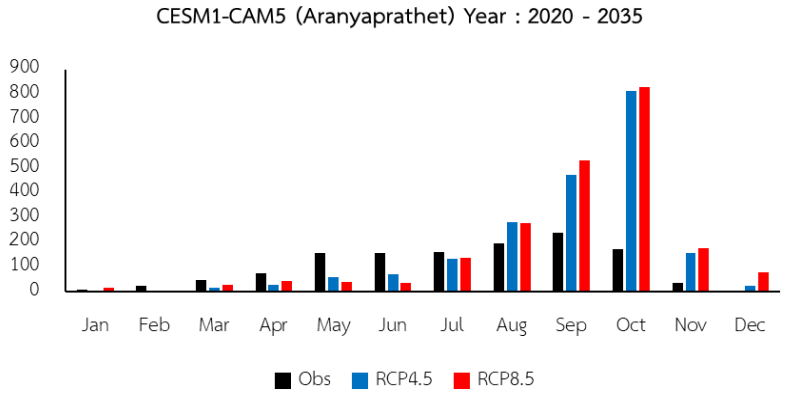


(ค)

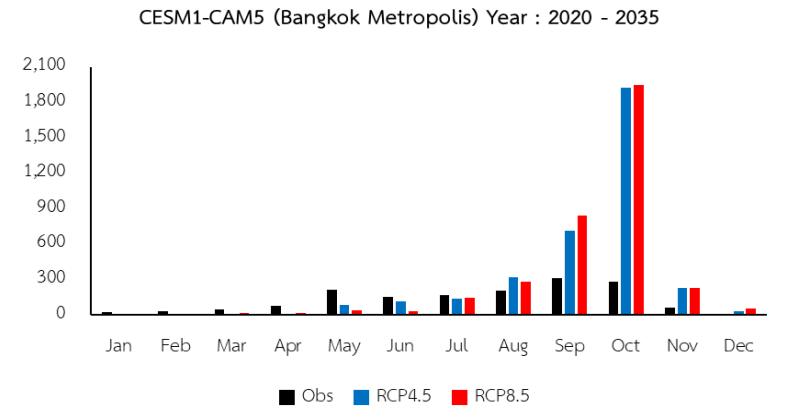
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ง)

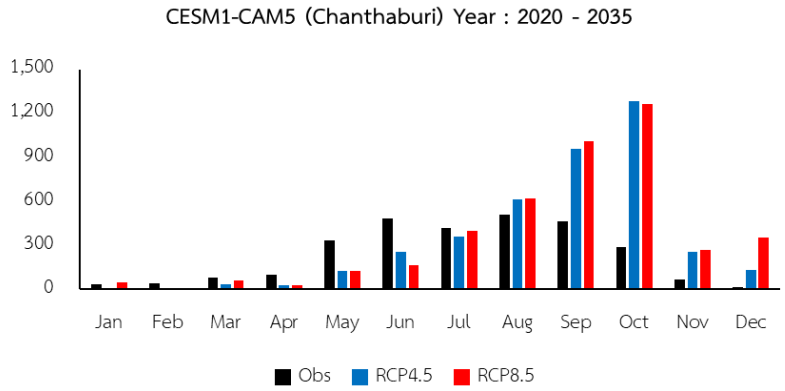


(จ)

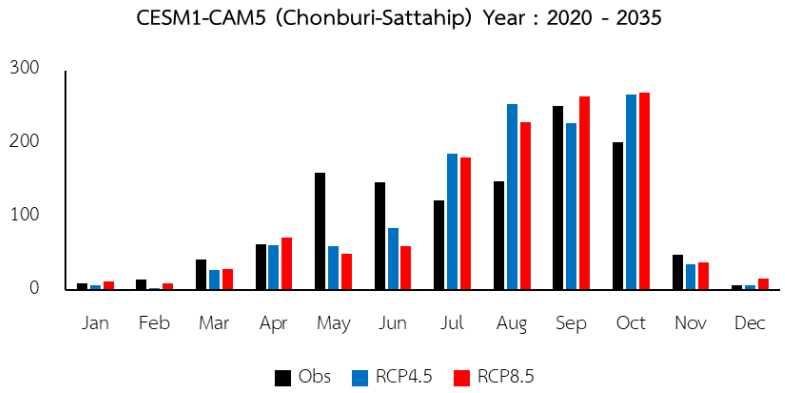


(ฉ)

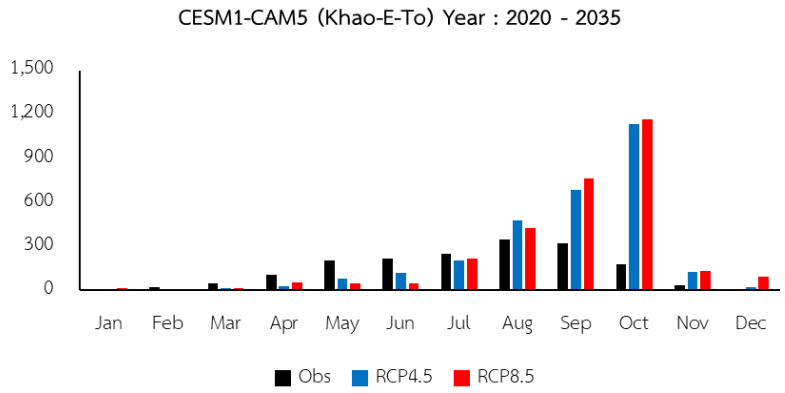
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ช)

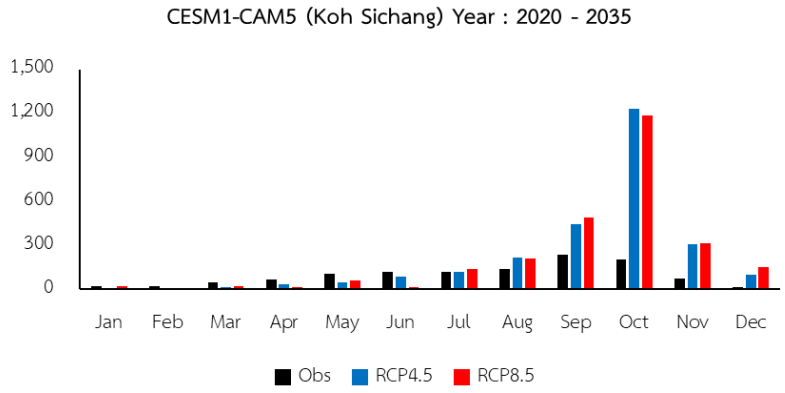


(ซ)

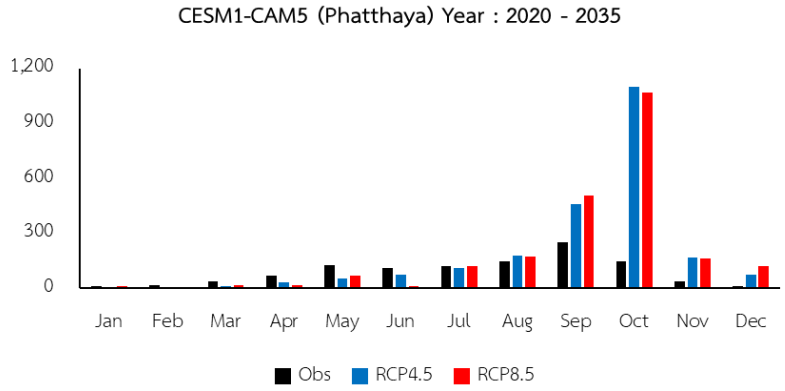


(ฌ)

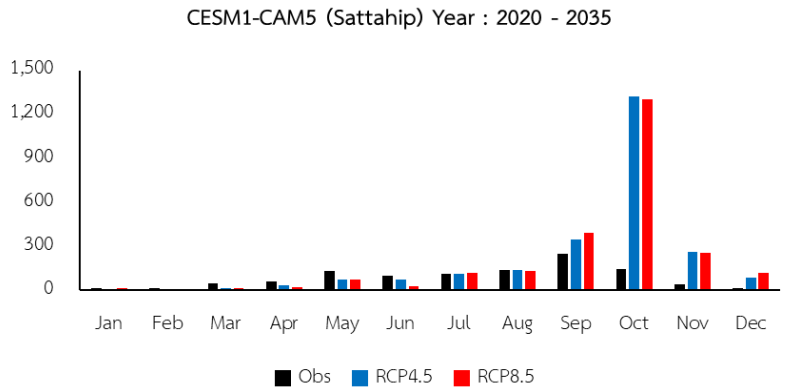
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ญ)

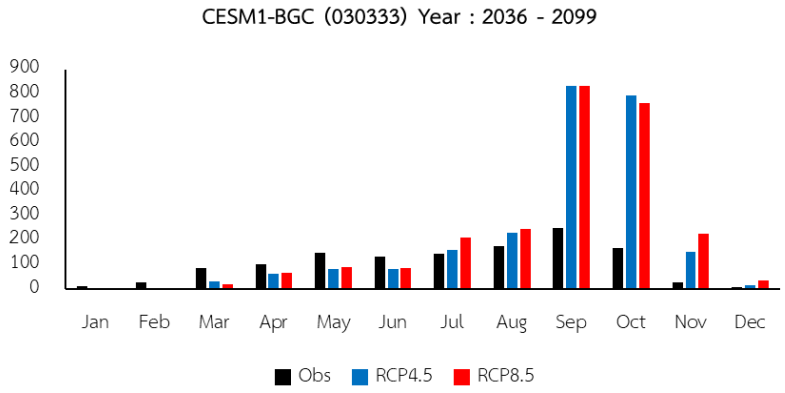


(ฎ)

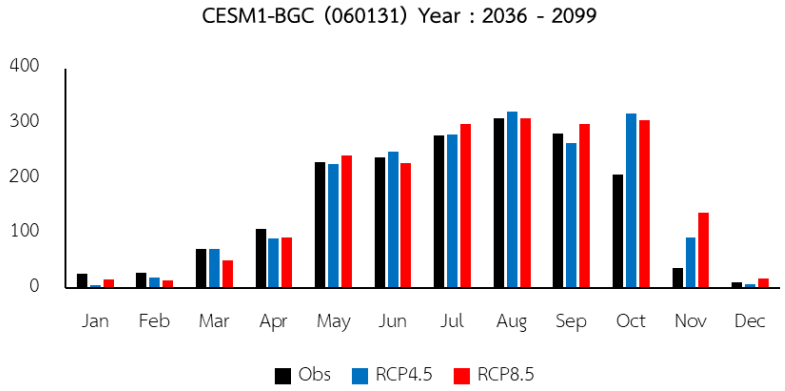


(ฏ)

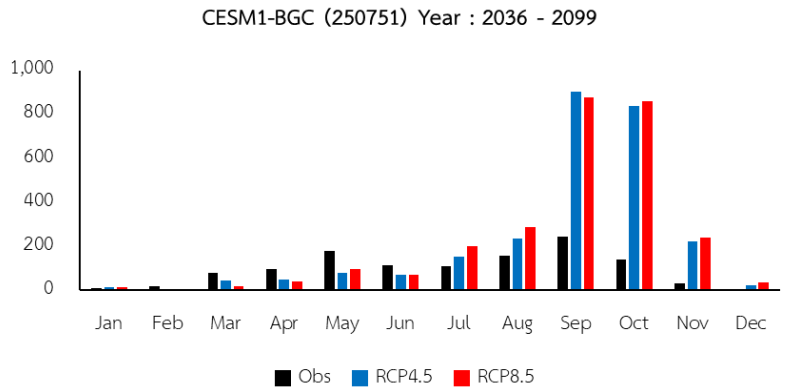
รูปที่ 3-4 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035)



(ก)

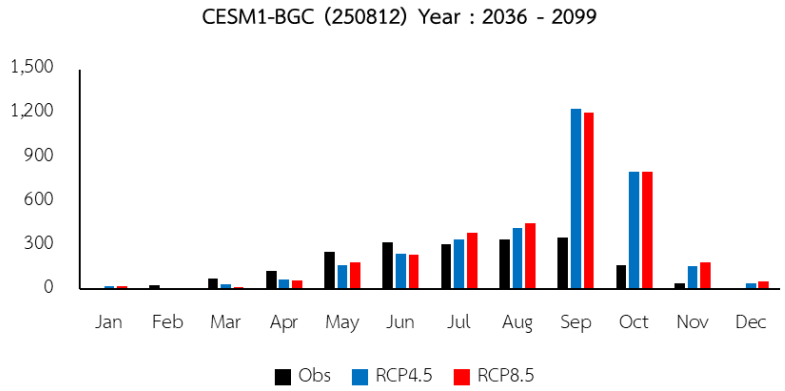


(ข)

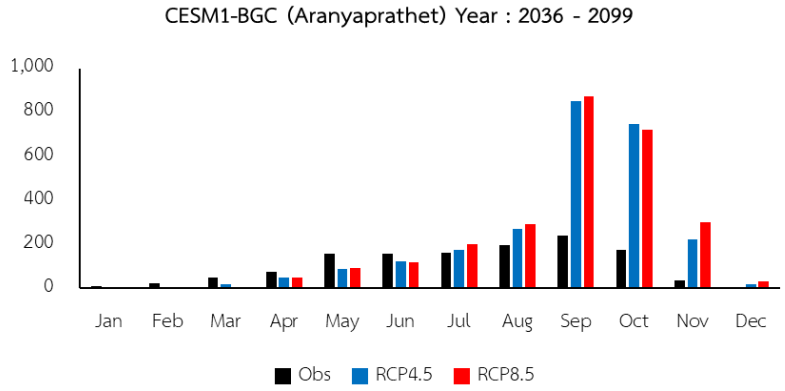


(ค)

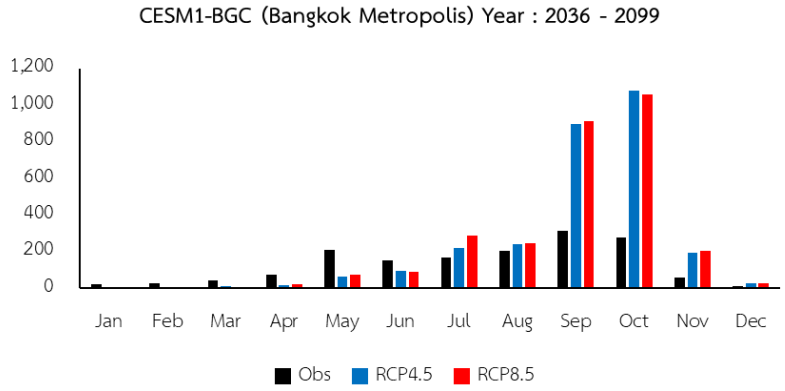
รูปที่ 3-5 ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ง)

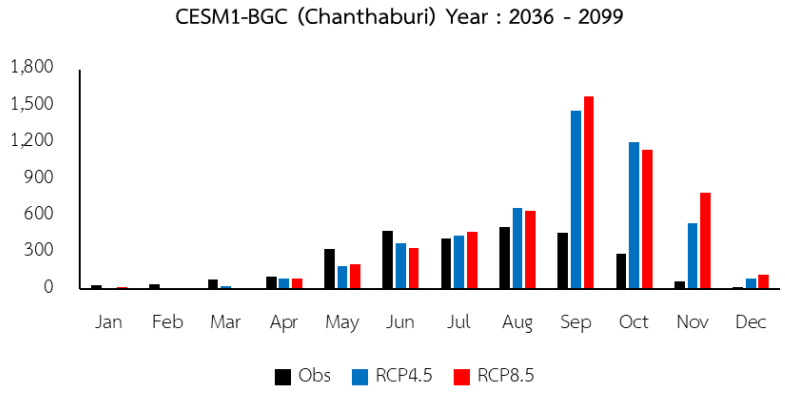


(จ)

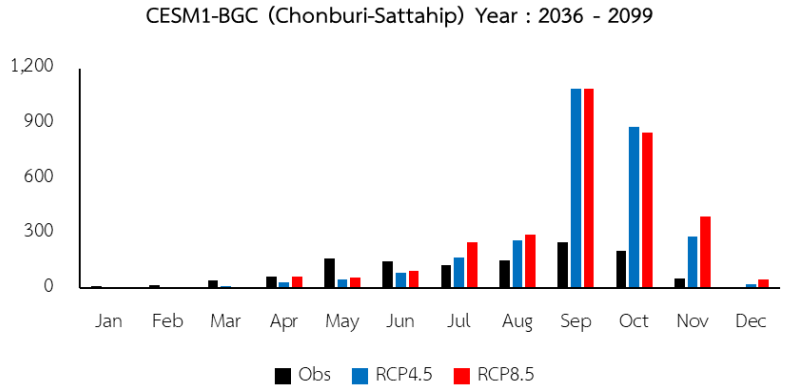


(ฉ)

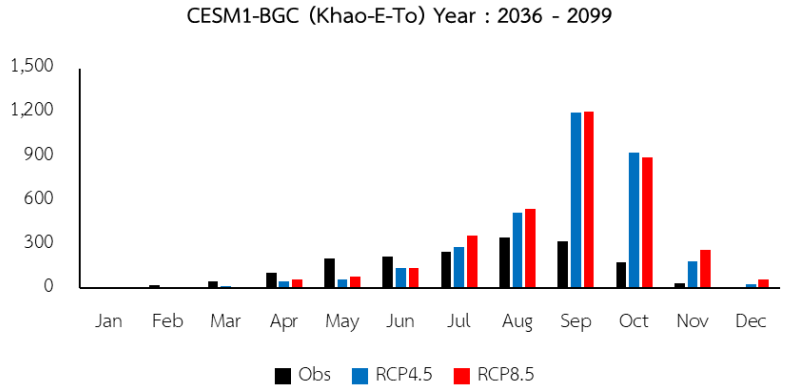
รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ช)

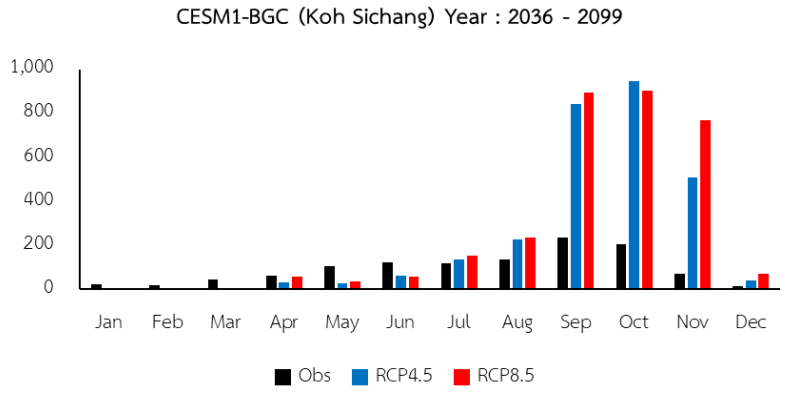


(ซ)

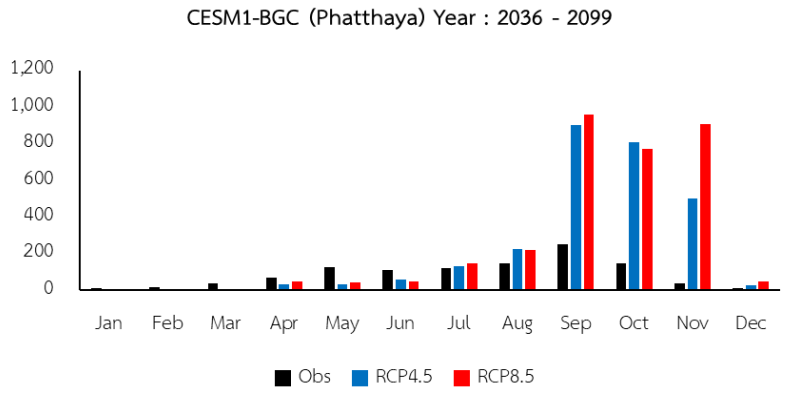


(ฌ)

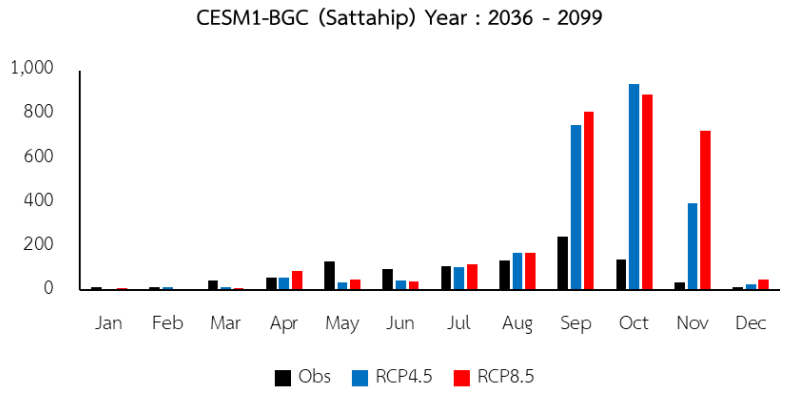
รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ญ)

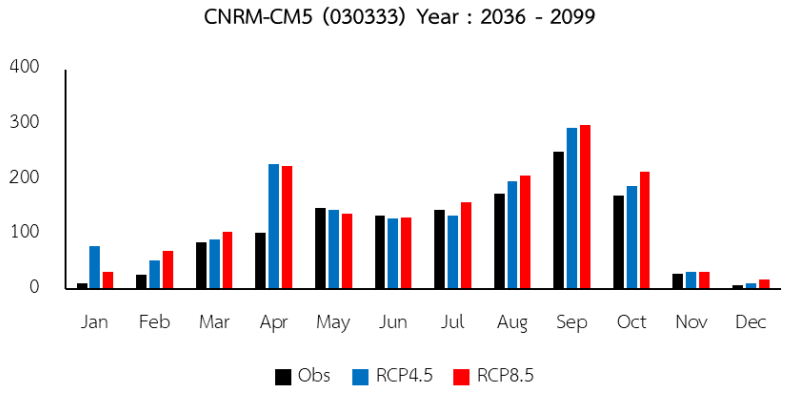


(ฎ)

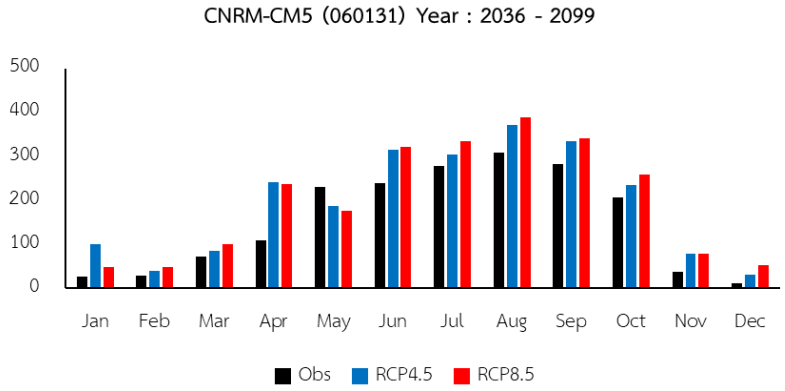


(ฏ)

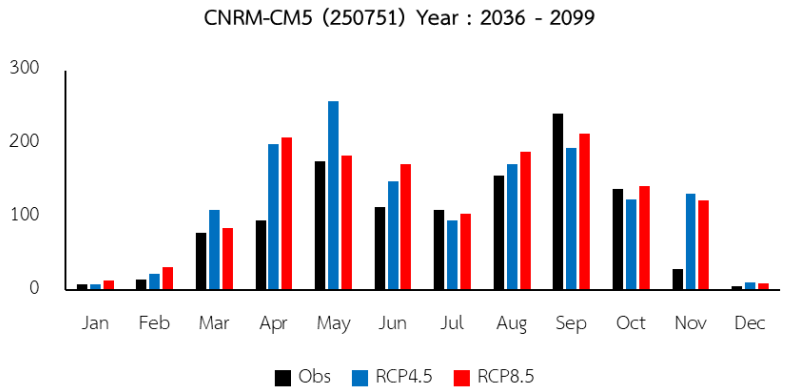
รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ก)

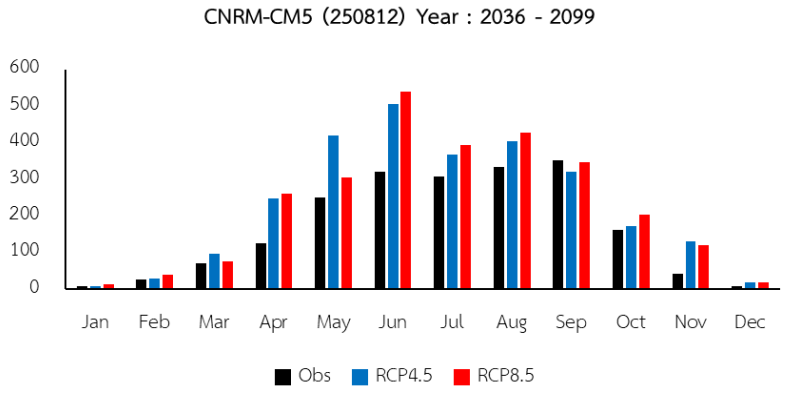


(ข)

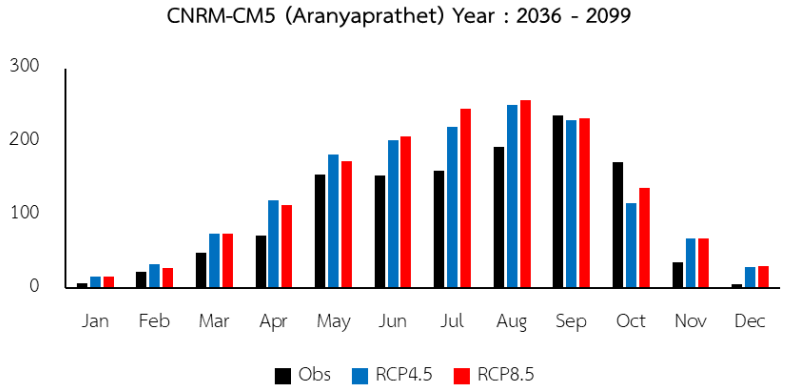


(ค)

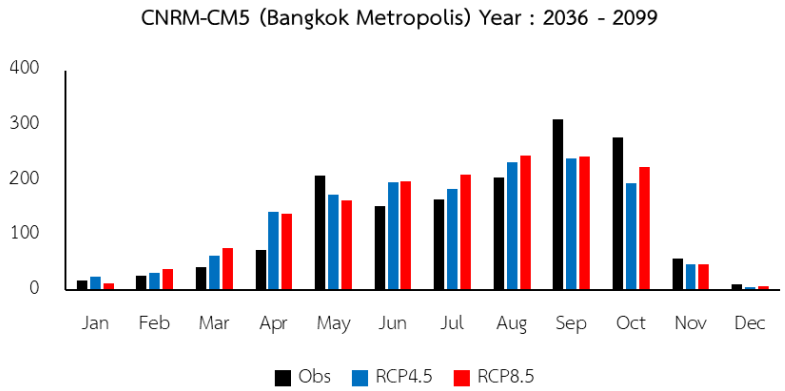
รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ง)

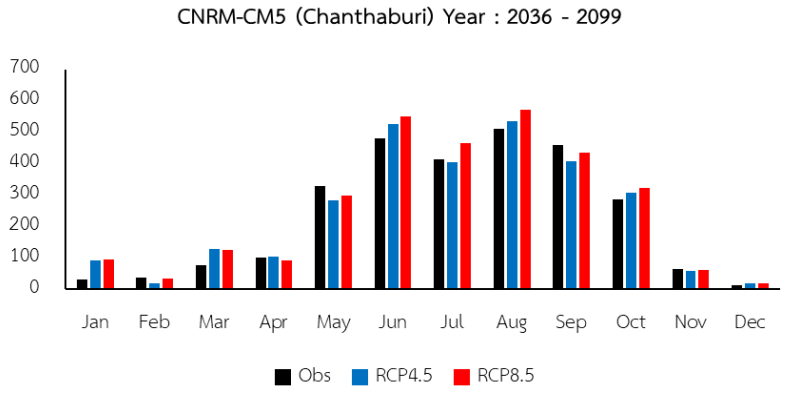


(จ)

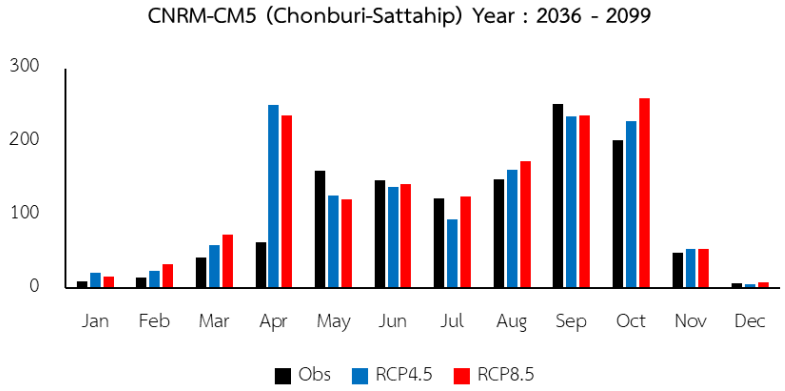


(ฉ)

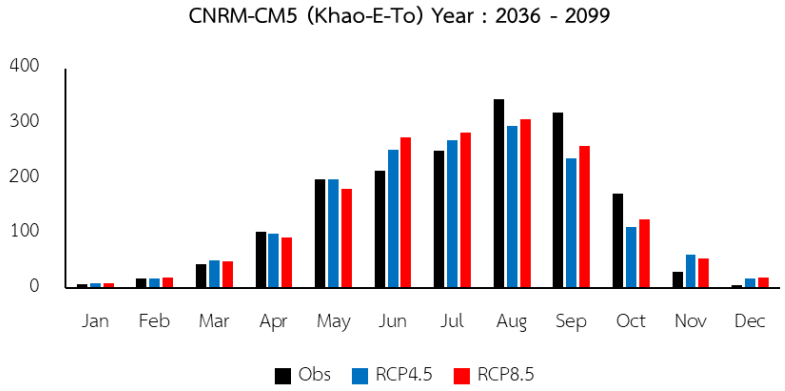
รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ช)

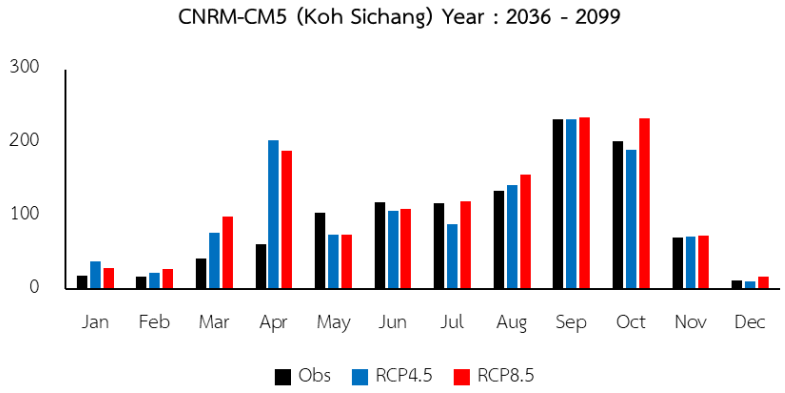


(ซ)

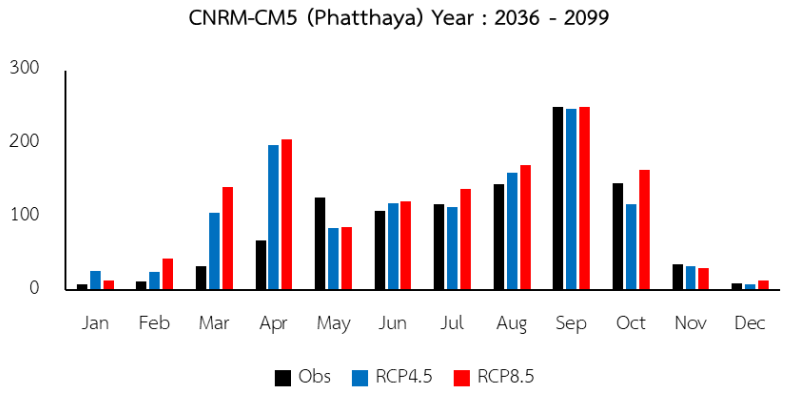


(ฌ)

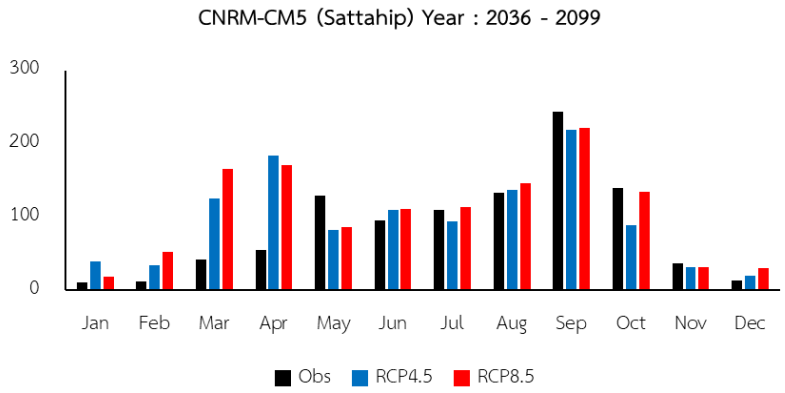
รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ญ)

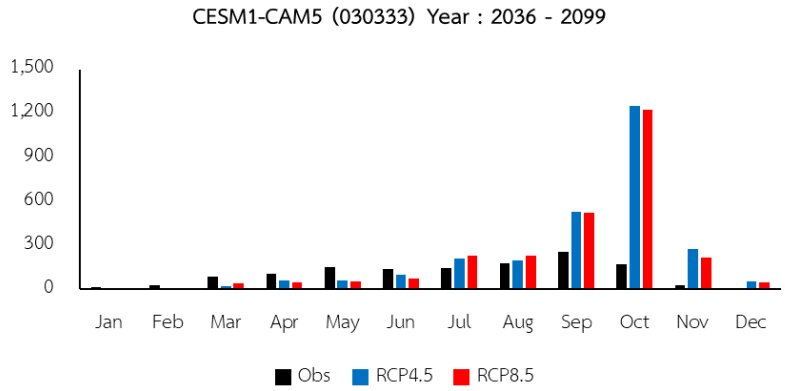


(ฎ)

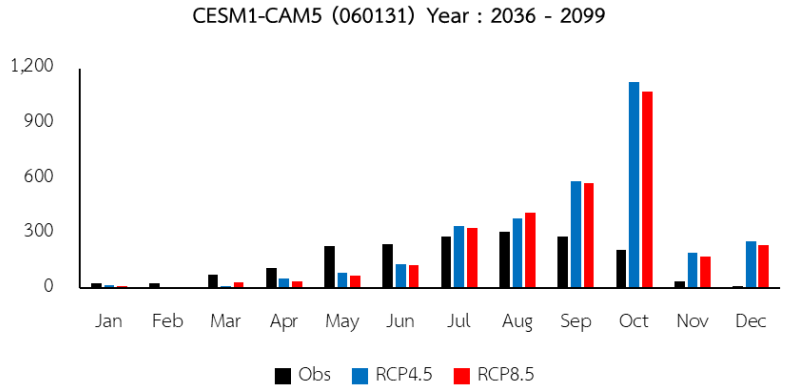


(ฏ)

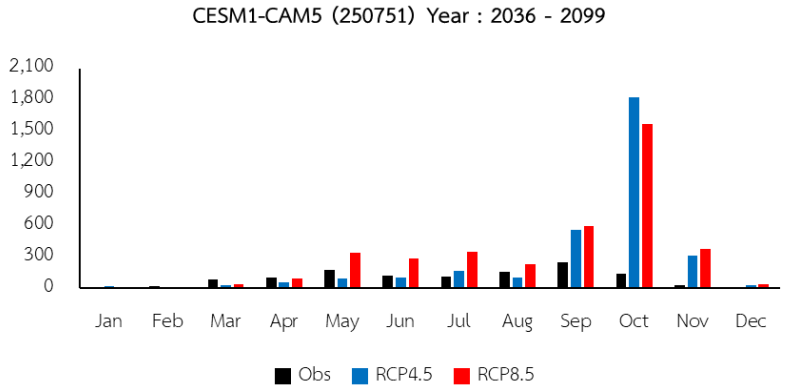
รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ก)

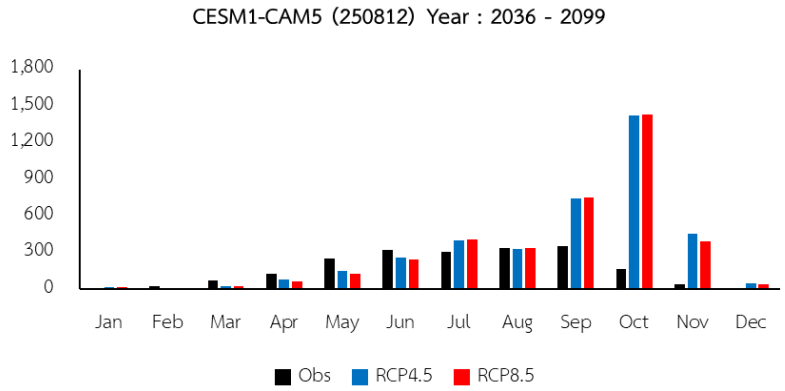


(ข)

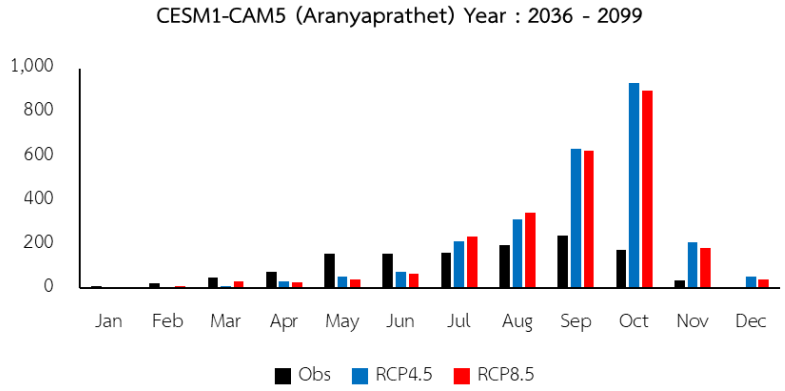


(ค)

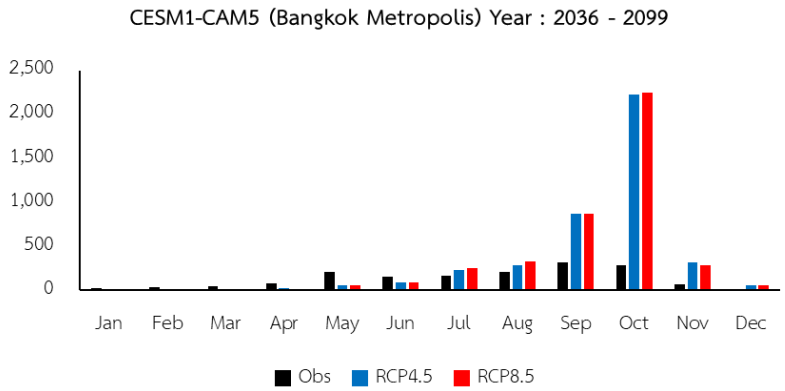
รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ง)

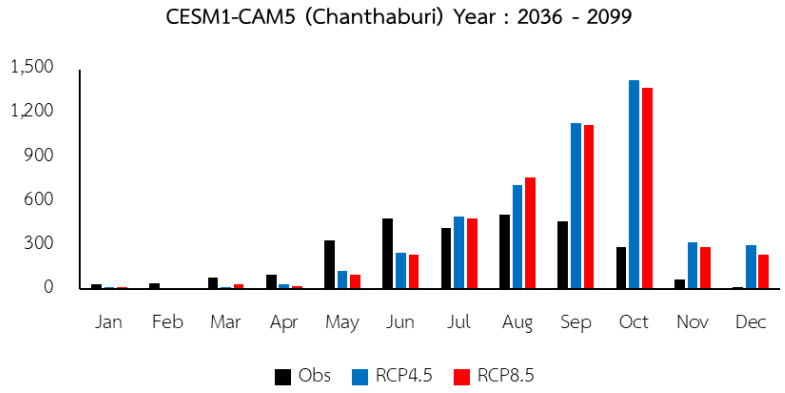


(จ)

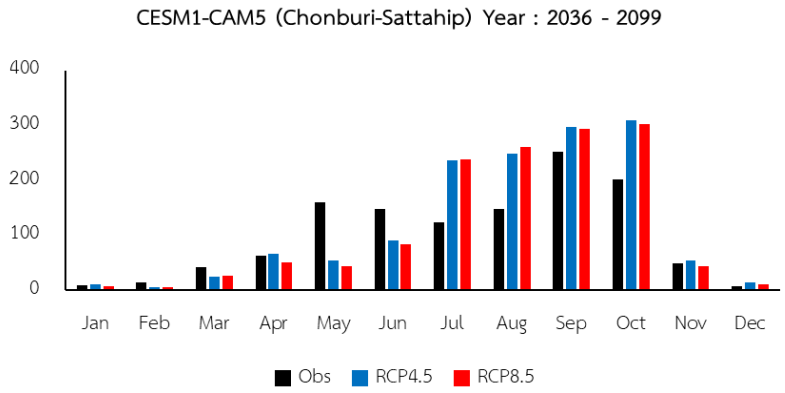


(ฉ)

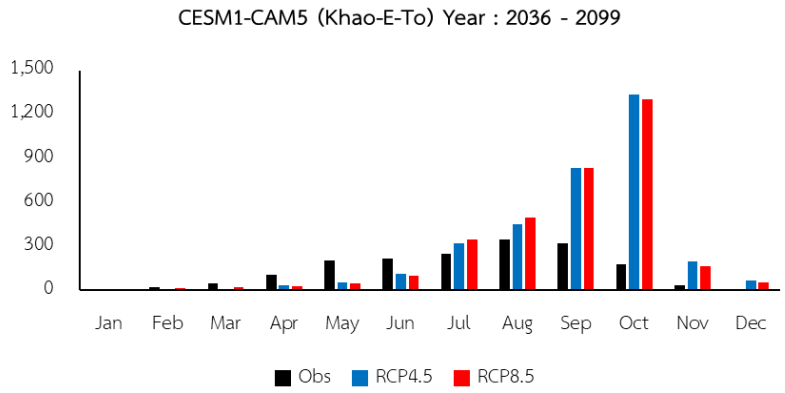
รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ช)

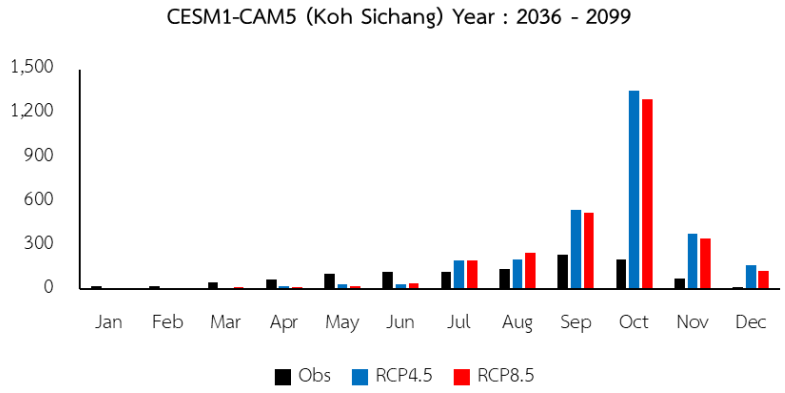


(ซ)

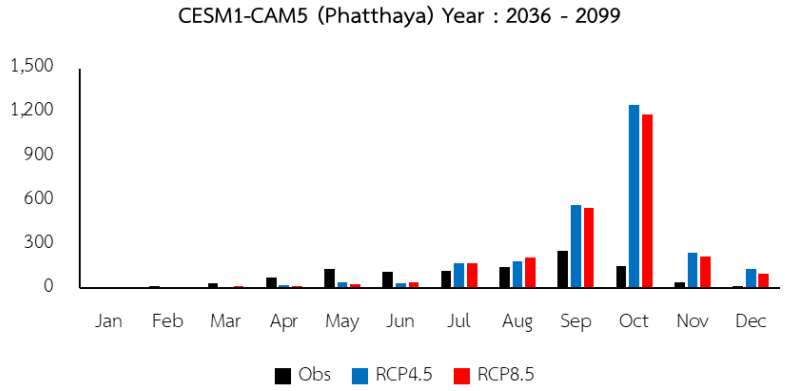


(ฌ)

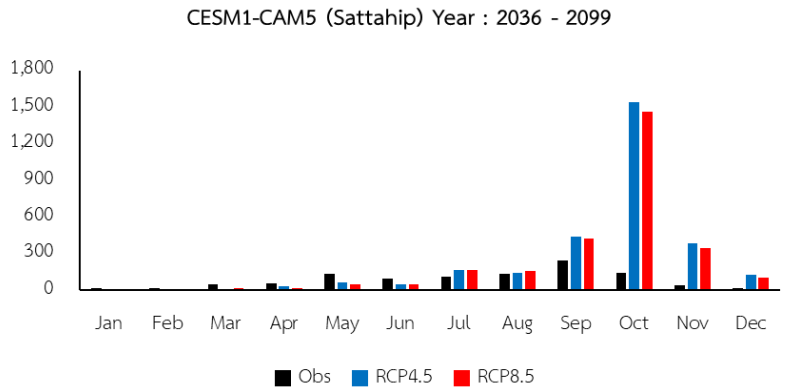
รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)



(ญ)



(ฎ)



(ฏ)

รูปที่ 3-5 (ต่อ) ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายเดือนจากแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 ช่วงระยะไกล (2036 - 2099)

3.4 การประเมินอุณหภูมิเฉลี่ยอนาคตภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ

การประเมินอุณหภูมิเฉลี่ยอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในบทนี้อ้างอิงข้อมูลจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) โดยวิธี Quantile Mapping Bias correction จากสถานีตรวจวัดฝนทั้งสิ้น 9 สถานี แสดงรายละเอียดตรวจวัดดัง**ตารางที่ 3-8** ซึ่งเป็นผลการประเมินจากแบบจำลอง CanESM2 เนื่องจากโครงการวิจัยไม่มีข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของแบบจำลอง CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 โดยผลการประเมินอุณหภูมิเฉลี่ยที่อ้างอิงนี้จะเป็นข้อมูลสนับสนุนความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพในการใช้งานของแบบจำลอง CanESM2 สำหรับพื้นที่การศึกษาของโครงการวิจัย “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” เช่นเดียวกับข้อมูลปริมาณฝนที่ได้แสดงผลไปใน**หัวข้อ 3.2 – 3.3** โดยจะอธิบายรายละเอียดของผลการสนับสนุนในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 3-8 สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี
1	740033	อำเภออรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว
2	60013	อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี
3	90013	อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี
4	440043	อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี
5	440013	อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี
6	90083	อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี
7	90160	อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี
8	480012	อำเภอเมือง จังหวัดระยอง
9	90073	อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสิ้น 9 สถานีกับผลที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 3 สถานการณ์แสดงดัง**ตารางที่ 3-9** และ **ตารางที่ 3-10** ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นในทุกสถานี ทั้งในช่วงระยะใกล้และไกลในทุกสถานการณ์ ซึ่งในช่วงระยะใกล้ (2020 - 2035) ค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เพิ่มสูงที่สุด ได้แก่ สถานี 90013 อ.เมืองชลบุรี จ.ชลบุรี โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 2.8 องศาเซลเซียสในทุกสถานการณ์ ในขณะที่ค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่น้อยที่สุด ได้แก่ สถานี 740033 อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว มีค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอยู่ในช่วงระหว่าง 0.8 - 1.0 องศาเซลเซียส โดยจะพบว่า RCP8.5 จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่สูงกว่าหรือเท่า RCP2.5 และ RCP4.5

สำหรับการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะไกล (2036 - 2099) จะเห็นได้ว่ามีค่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโดยส่วนใหญ่สูงกว่าในช่วงระยะใกล้ โดยสถานี 90013 ยังคงมีค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เพิ่มสูงที่สุด โดยที่ RCP8.5 มีค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีที่เพิ่มสูงขึ้นที่สุดเท่ากับ 5.1 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแต่ละสถานีจะพบว่าค่า RCP8.5 จะมีค่าอุณหภูมิสูงกว่า RCP4.5 และที่ RCP2.6 จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่น้อยที่สุด โดยค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ต่ำที่สุดได้แก่สถานี 740033 เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะใกล้ โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 1.2 - 3.1 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิรายเดือนของแต่ละสถานีภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับผลที่ได้จากการตรวจวัด พบว่าอุณหภูมิรายเดือนของสถานีโดยส่วนใหญ่จะมีค่าที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดในทุกช่วงเดือน โดยผลที่ได้จาก RCP2.6 RCP4.5 และ RCP8.5 จะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน และจะสังเกตได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของช่วงเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดในหลายสถานี โดยสถานีตรวจวัดส่วนใหญ่จะมีอุณหภูมิต่ำสุดเกิดขึ้นในเดือนมกราคม แต่ผลที่ได้จากแบบจำลอง CanESM2 พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดของสถานีส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในเดือนธันวาคม ในขณะที่อุณหภูมิสูงสุดจะเกิดขึ้นในเดือนเมษายนเช่นเดียวกับผลที่ได้จากการตรวจวัด นอกจากนั้นจะเห็นได้ว่าในทุกช่วงเดือนโดยส่วนใหญ่ผลที่เกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์ RCP8.5 จะให้ค่าสูงที่สุด

ตารางที่ 3-9 อุณหภูมิเฉลี่ยจากการตรวจวัดและภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สถานีตรวจวัด	อุณหภูมิตรวจวัดเฉลี่ยรายปี (2005-2018)	อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (องศาเซลเซียส)					
		RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
		ระยะใกล้	ระยะไกล	ระยะใกล้	ระยะไกล	ระยะใกล้	ระยะไกล
740033	28.4	29.2	29.6	29.3	30.1	29.4	31.5
60013	27.8	29.7	30.1	29.7	30.6	29.7	31.9
90013	28.8	30.6	30.9	30.6	31.5	30.6	32.9
440043	27.8	29.9	30.4	30.0	30.9	30.1	32.2
440013	28.7	30.2	30.6	30.2	31.1	30.2	32.4
90083	28.4	30.5	30.9	30.6	31.5	30.6	32.9
90160	28.1	29.9	30.3	29.91	30.8	29.9	32.1
480012	28.3	29.5	29.9	29.6	30.4	29.6	31.8
90073	28.4	29.6	30.0	29.7	30.6	29.7	31.9

ตารางที่ 3-10 ค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากการตรวจวัดและภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สถานีตรวจวัด	อุณหภูมิตรวจวัดเฉลี่ยรายปี (2005-2018)	ค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (องศาเซลเซียส)					
		RCP2.6		RCP4.5		RCP8.5	
		ระยะใกล้	ระยะไกล	ระยะใกล้	ระยะไกล	ระยะใกล้	ระยะไกล
740033	28.4	+0.8	+1.2	+0.9	+1.7	+1.0	+3.1
60013	27.8	+1.9	+2.3	+1.9	+2.8	+1.9	+4.1
90013	28.8	+2.8	+3.1	+2.8	+3.7	+2.8	+5.1
440043	27.8	+2.1	+2.6	+2.2	+3.1	+2.3	+4.4
440013	28.7	+1.5	+1.9	+1.5	+2.4	+1.5	+3.7
90083	28.4	+2.1	+2.5	+2.2	+3.1	+2.2	+4.5
90160	28.1	+1.8	+2.2	+1.8	+2.7	+1.8	+4.0
480012	28.3	+1.2	+1.6	+1.3	+2.1	+1.3	+3.5
90073	28.4	+1.2	+1.6	+1.3	+2.2	+1.3	+3.5

3.5 การพิจารณาผลการศึกษาเพื่อสนับสนุนผลการวิจัย

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้ความสนใจตัวแปรที่มีความสำคัญ ได้แก่ ปริมาณฝน และ อุณหภูมิ ซึ่งในชุดโครงการวิจัย โดยโครงการ “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” ได้ทำการศึกษาปริมาณฝนและปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง ซึ่งเป็นตัวแปรตั้งต้นในการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม โดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศ CanESM2 โครงการวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศ CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 เพื่อเป็นการตรวจสอบและสนับสนุนความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพในการนำผลการวิเคราะห์จากแบบจำลอง CanESM2 มาใช้สำหรับพื้นที่การศึกษา

เริ่มต้นด้วยผลการประเมินปริมาณฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยโครงการวิจัยจัดทำสมดุลน้ำฯ เลือกใช้กรณี RCP4.5 จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันปริมาณฝนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 1 – 37 แต่มีบางลุ่มน้ำสาขาลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 5 – 20 ในส่วนของช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณฝนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 6 – 48 แต่มีบางลุ่มน้ำสาขาลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 5 – 23 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของโครงการนี้ที่มีร้อยละการเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันของทั้ง 3 แบบจำลองระหว่าง 1 – 58 แต่มีบางสถานีลดลงระหว่างร้อยละ 2 – 4 ส่วนช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณฝนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 10 – 65 แต่มีบางลุ่มน้ำสาขาลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 1 – 5 เมื่อเปรียบเทียบกันที่กรณี RCP4.5

ส่วนตัวแปรต่อมา คือ อุณหภูมิ ซึ่งโครงการวิจัยจัดทำสมดุลน้ำฯ มิได้พิจารณาที่ตัวแปรอุณหภูมิโดยตรงแต่พิจารณาจากปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง แต่ก็สามารถวิเคราะห์ความสอดคล้องได้ เนื่องจากอุณหภูมิเป็นหนึ่งในตัวแปรหลักที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง เพื่อพิจารณากรณี RCP4.5 ในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 1 – 4 ในส่วนของช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 2 – 6 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของโครงการนี้ที่มีร้อยละการเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันอยู่ระหว่าง 1 – 3 ส่วนช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 1 – 4

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกันทั้งปริมาณฝนและอุณหภูมิระหว่างสองโครงการวิจัย ทำให้สามารถสรุปได้ว่าผลการวิเคราะห์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง CanESM2 ในกรณี RCP4.5 มีความน่าเชื่อถือและมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในการวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของพื้นที่การศึกษาต่อไป

บทที่ 4

การศึกษาติดตามวิธีการปลูกทุเรียนคุณภาพสูงจากเกษตรกร

เขตพื้นที่ EEC เป็นแหล่งผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ โดยเฉพาะพืชเศรษฐกิจอย่าง “ทุเรียน” ที่สร้างรายได้จากการส่งออกมากถึงปีละกว่าพันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ และยังมีผลไม้เศรษฐกิจสำคัญอื่น ๆ ที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจอย่างมหาศาล นั่นหมายความว่า พื้นที่ EEC มีสวนผลไม้และมีพื้นที่ในการทำเกษตรจำนวนมาก ทั้งนี้งานวิจัยด้านสมดุลน้ำ พบว่า ภาคการเกษตรเป็นกลุ่มที่มีการใช้น้ำมาก และสามารถลดปริมาณการใช้น้ำต่อพื้นที่ได้ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพชลประทาน และปรับวิธีการให้น้ำ

เมื่อ “ทุเรียน” เป็นพืชที่มีมูลค่าสูง เกษตรกรจึงหันมาเพาะปลูกกันมากขึ้น เฉพาะในภาคตะวันออกปัจจุบันมีพื้นที่เพาะปลูกทุเรียนไม่น้อยกว่า 350,000 ไร่ เฉพาะระยองจังหวัดเดียวมีพื้นที่ปลูกทุเรียนกว่า 40,000 - 50,000 ไร่ และยังคงมีการขยายตัวมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยในช่วง 2 - 3 ปีที่ผ่านมา พบว่าเกษตรกรได้เปลี่ยนพื้นที่ปลูกยางพาราหันมาปลูกทุเรียนแทบทุกวัน ปัญหาสำคัญที่ตามมาคือจะปริมาณน้ำต้นทุนของภาคตะวันออกจะมีเพียงพอหรือไม่ ขณะที่ EEC กำลังประสบกับสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ

เมื่อมองกลับมาที่โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก หรือ EEC ในพื้นที่ 3 จังหวัด (ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง) ซึ่งเป็นเมกะโปรเจกต์ที่ภาครัฐผลักดันส่งเสริมให้เกิดการลงทุนใหม่ ๆ และจะเกิดการอพยพของประชากรเข้ามาในพื้นที่อย่างมหาศาล ทำให้ความต้องการใช้น้ำในทุกภาคส่วนเพิ่มขึ้น ยิ่งเมื่อการพัฒนาเต็มรูปแบบในอีก 20 ปีข้างหน้า หรือปี 2580 มีการคาดการณ์ว่าความต้องการใช้น้ำในพื้นที่จะเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 1,000 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี นั่นหมายความว่า อาจเกิดวิกฤตขาดแคลนน้ำ และเกิดปัญหาความขัดแย้งระหว่างภาคการผลิต และภาคการเกษตรได้

โครงการ “ศึกษาปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเพื่อการรองรับการพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” ทำวิจัยด้วยกัน 2 ส่วน คือ การสำรวจเก็บข้อมูลชนิดพืชและปริมาณความต้องการน้ำในภาคตะวันออก โดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศตัวแปรสำคัญที่จะส่งผลกระทบในอนาคต และศึกษาการปลูกและการใช้น้ำที่แท้จริงของทุเรียน

การศึกษาวิธีการปลูกทุเรียนในการวิจัย ได้รับข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ว่าเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนส่วนใหญ่ให้น้ำต้นทุเรียนมากกว่าความต้องการใช้น้ำของพืช เพราะผู้รับซื้อทุเรียน (ล้งจีน) เชื่อว่ายิ่งให้น้ำมากผลผลิตทุเรียนจะมีคุณภาพมาก ซึ่งเป็นความเชื่อที่เกิดจากมโนคติกลัวความผิดพลาด แม้ที่ผ่านมาจะทราบกันอยู่แล้วถึงความต้องการใช้น้ำของทุเรียน แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ก็ต้องให้น้ำเกินความต้องการ โครงการนี้ฯ จึงเลือกทุเรียนมาทำการศึกษาวิจัยเพื่อพิสูจน์ถึงปริมาณความต้องการใช้น้ำจริงของต้นทุเรียน เพราะขณะนี้มีการขยายพื้นที่เพาะปลูกทุเรียนกันเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อาจส่งผลกระทบต่อการขาดแคลนน้ำเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่ EEC”

วิธีการผลิตทุเรียนในภาคตะวันออก เกษตรกรจะมีช่วงเวลาทำงานตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เมษายน (ระยะเวลา 6 เดือน) โดยในช่วงแรกหลังการงดน้ำทำดอก ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง มกราคม ชาวสวนทุเรียนทั่วไปนิยมให้น้ำอยู่ที่ปริมาณ 150 ลิตรต่อต้นต่อวัน และเพิ่มขึ้นเป็น 200 - 300 ลิตรต่อต้นต่อวันในช่วง 3 เดือนหลังระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่ผลทุเรียนมีขนาดเท่ากระป๋องนม จนถึงผลโตเต็มที่พร้อมเก็บเกี่ยว แต่จากการทดสอบการใช้น้ำของต้นทุเรียน พบว่า ความต้องการใช้น้ำของทุเรียนหนึ่งต้นใช้น้ำไม่ถึง 100 ลิตรต่อวันในช่วง 3 เดือนแรก และไม่เกิน 150 ลิตรต่อต้นต่อวันในช่วง 3 เดือนหลัง จึงได้ทดลองให้น้ำวันละ 200 ลิตรต่อต้นต่อวัน พบว่า ผลผลิตที่ได้มีปริมาณและคุณภาพดี จึงเป็นการยืนยันว่าปริมาณน้ำที่ให้ลดลงไม่ได้ส่งผลต่อคุณภาพของทุเรียนแต่อย่างใด

คณะผู้วิจัยใช้พื้นที่สวนปฐพี ตำบลท่าพริก อำเภอเมือง จังหวัดตราด ในการทดสอบการใช้น้ำของต้นทุเรียน ทั้งนี้จากการนำเครื่องมือ sap flow ติดตั้งที่ลำต้นของทุเรียน เพื่อวัดการใช้น้ำผ่านท่อลำเลียงน้ำ (xylem) โดยการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าเพื่อวัดอัตราการไหลของน้ำในลำต้นช่วงเวลาต่าง ๆ และมีการจัดการเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์ นอกจากจะได้ปริมาณตัวเลขยืนยันความต้องการน้ำที่แท้จริงของต้นทุเรียนแล้ว ยังพบความน่าสนใจในเชิงสรีรวิทยาของพืชทำให้ได้รู้ช่วงเวลาที่ทุเรียนต้องการใช้น้ำ และช่วงเวลาไหนที่ไม่ต้องการ

การทดลองวิจัยครั้งนี้ จึงพิสูจน์ให้เห็นชัดแล้วว่า การปลูกทุเรียนไม่จำเป็นต้องให้น้ำในปริมาณมาก และนอกจากเกษตรกรจะได้ทราบถึงช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการให้น้ำทุเรียนแล้ว ยังช่วยประหยัดหรือลดค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำราคาแพงเพื่อนำมารดสวนทุเรียนในช่วงหน้าแล้งได้อีกด้วย โดยจะเห็นได้จากปริมาณการใช้น้ำของสวนทุเรียนต้นแบบในพื้นที่ 10 ไร่ ช่วง 6 เดือนของการปลูกทุเรียน ปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด 4,152 ลูกบาศก์เมตร ลดลงจากวิธีการเดิมที่มีการใช้น้ำ 6,576 ลูกบาศก์เมตร ชี้ให้เห็นว่าการให้น้ำ 200 - 300 ลิตรต่อต้นต่อวัน ของเกษตรกรที่ผ่านมาทำให้เสียน้ำไปกับการระเหยที่ไม่เป็นประโยชน์ ดังนั้นด้วยวิธีการนี้จะทำให้ชาวสวนทุเรียนสามารถลดการใช้น้ำลงได้ถึง 35 - 40% มากกว่าเป้าหมายที่โครงการกำหนดไว้”

ประเด็นที่ต้องพิจารณาต่อไปคือ จะมีเกษตรกรปรับพฤติกรรมลดการใช้น้ำของต้นทุเรียนลงมากน้อยแค่ไหน ซึ่งนักวิจัยประเมินว่าการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของเกษตรกรทำได้ยาก เนื่องจากทุเรียนเป็นพืชที่มีมูลค่าสูงอาจทำให้เกษตรกรไม่กล้าเสี่ยง ทั้งนี้ในการพัฒนา EEC จำเป็นต้องหาน้ำดิบเพื่อใช้ในภาคอุปโภค-บริโภค และภาคอุตสาหกรรม จำเป็นต้องมีการจัดสรรน้ำอย่างยุติธรรมหากภาคเกษตรไม่ลดการใช้น้ำอย่างฟุ่มเฟือย การพัฒนาพื้นที่จะมีปัญหาขาดแคลนน้ำ และการเพิ่มจำนวนสวนทุเรียนในพื้นที่ภาคตะวันออกอย่างมหาศาลจะมีปริมาณความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นมาก หากรัฐบาลต้องให้ความช่วยเหลือในฤดูแล้ว ควรพิจารณาให้ความช่วยเหลือเฉพาะในพื้นที่ชลประทาน และพื้นที่ที่มีเอกสารสิทธิ์ชัดเจนเท่านั้น ไม่ควรช่วยเหลือเกษตรกรที่บุกรุกพื้นที่ป่า

4.1 การดำเนินการติดตั้งสถานีตรวจวัดข้อมูล สภาพภูมิอากาศ เครื่องมือวัดความชื้นในดิน

การติดตั้งสถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เครื่องมือวัดความชื้นในดินได้ดำเนินการติดตั้งในพื้นที่ 3 แห่ง ได้แก่ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี และ อำเภอเมือง จังหวัดตราด โดยทำการตรวจวัดสภาพอากาศที่มีความสัมพันธ์กับการใช้น้ำของพืช คือ

- ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity)
- อุณหภูมิ (temperature)
- แรงดึงระเหยของน้ำในอากาศ หรือ VPD (vapor pressure deficit)
- ปริมาณความเข้มแสง
- ปริมาณน้ำฝน (rain)
- ความเร็วลม (wind speed)
- ความชื้นในดิน (soil moisture)

ทั้งนี้เมื่อทำการติดตั้งแล้วจะทำการบันทึกข้อมูลที่ตรวจวัดได้ทั้งหมดในฐานข้อมูลในก้อนเมฆ หรือ cloud server ซึ่งคณะผู้วิจัยได้เช่าเหมาบริการเก็บข้อมูลจากผู้ให้บริการ โดยนักวิจัยหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถเรียกดูข้อมูลได้จากทาง url ของแต่ละสถานี หรือเรียกดูผ่านแอพพลิเคชัน maxistation ผ่านโทรศัพท์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยส์

รูปที่ 4-1 สถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

รูปที่ 4-2 การตั้งค่าอุปกรณ์สถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

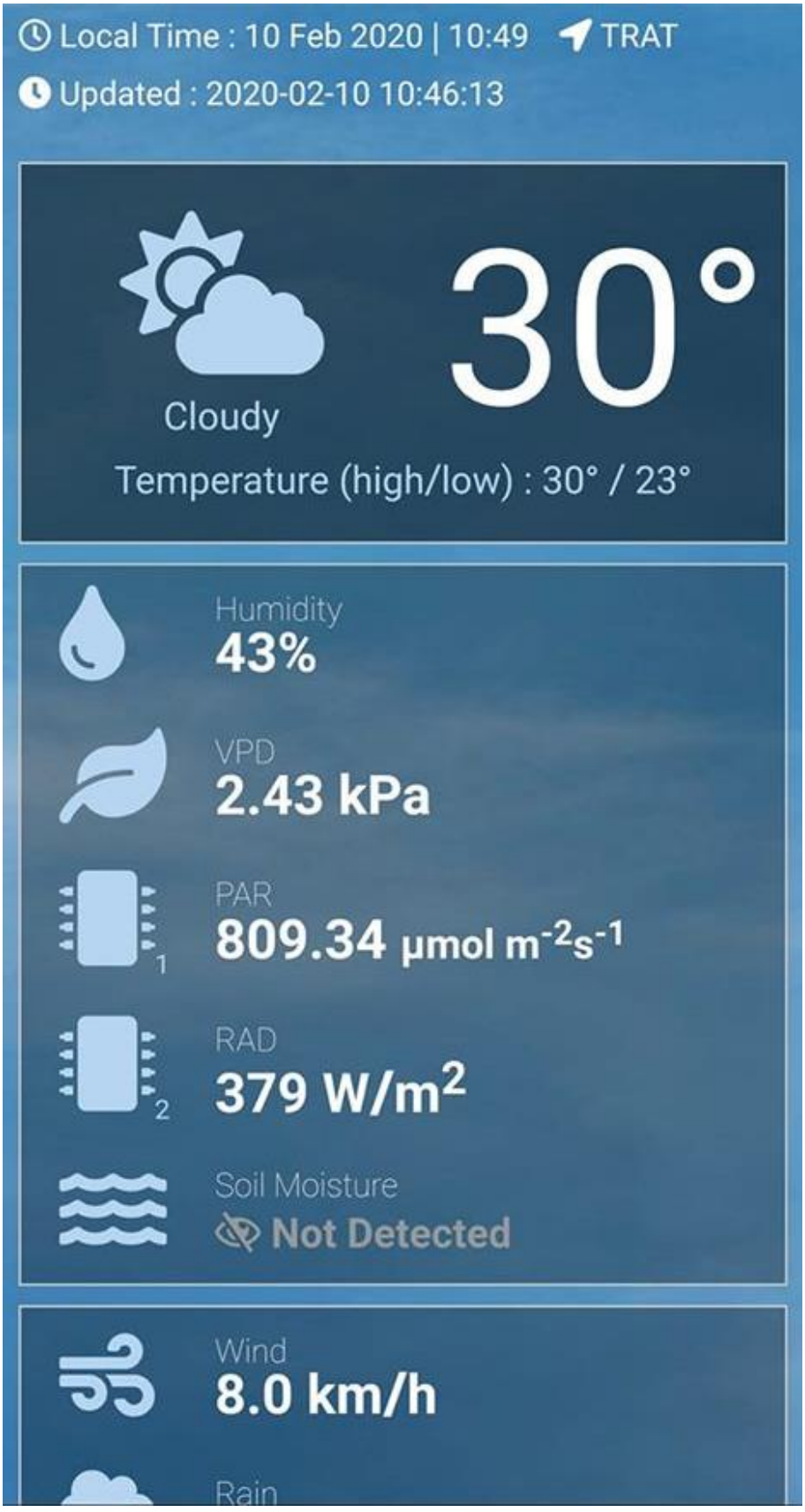
รูปที่ 4-3 การติดตั้งสถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

รูปที่ 4-4 สถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี

รูปที่ 4-5 สถานีตรวจวัดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ และเครื่องมือวัดปริมาณน้ำที่พืชดูดไปใช้ อำเภอเมือง จังหวัดตราด

รูปที่ 4-6 เข็มวัดปริมาณน้ำที่พืชดูดไปใช้ (sap flow) อำเภอเมือง จังหวัดตราด

รูปที่ 4-7 การติดตั้งเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน อำเภอเมือง จังหวัดตราด



รูปที่ 4-8 ตัวอย่างแอพพลิเคชันแสดง อำเภอเมือง จังหวัดตราด

4.2 การตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) ของต้นทุเรียนด้วย Sap Flow Meter

การตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของต้นทุเรียน (Sap Flow Meter) ในพื้นที่ของสวนปฐพี อำเภอเมือง จังหวัดตราด ซึ่งเป็นเกษตรกรที่มีความสามารถสูง สามารถปลูกทุเรียนให้สมบูรณ์เก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ทุเรียนมีอายุ 3 ปี โดยที่เกษตรกรทั่วไปต้องใช้ระยะเวลาถึง 5 ปีเป็นอย่างน้อย บางสวนอาจจะต้องใช้เวลาถึง 7 ปี

การตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำด้วย Sap Flow Meter การอาศัยหลักการให้ความร้อนแก่เซนเซอร์ (Probe) ที่เจาะฝังในชั้นกระพี้ไม้ (Sapwood) และเมื่อน้ำไหลในท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) เซ็นเซอร์อีกตัวที่ฝังไว้ด้านบนจะวัดอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิที่ลดลงแปรผกผันกับปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อลำเลียงน้ำ ข้อมูลอุณหภูมินำไปคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำ (ET_c) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (K_c) ของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ซึ่งทุเรียนพันธุ์หมอนทองเริ่มมีการดูดน้ำผ่านท่อลำเลียงตั้งแต่ช่วงเช้าที่มีแสงอาทิตย์ประมาณ 07.00 – 08.00 น. จนมีปริมาณน้ำผ่านท่อลำเลียงสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 10.00 น. และยังคงใช้น้ำไปจนถึงช่วงเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ที่เวลาประมาณ 18.00 – 19.00 น.

4.2.1 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ET_o)

การคำนวณความต้องการน้ำของทุเรียนทางทฤษฎีในงานวิจัยนี้ใช้ Penman - Monteith ซึ่งได้เสนอไว้ในปี ค.ศ. 1948 และมีการปรับปรุงพัฒนาจนได้สมการที่ใช้ในปัจจุบันเมื่อปีค.ศ. 1956 ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำทฤษฎีของ Penman - Monteith และนำมาพัฒนาให้ง่ายต้อการใช้งานด้วยโปรแกรมสำหรับคำนวณความต้องการน้ำของพืช CROPWAT 8.0 ซึ่งจะสามารถนำค่าปริมาณความต้องการน้ำของพืชทางทฤษฎีเพื่อนำมาใช้ในด้าน การจัดสรรทรัพยากรน้ำ และยังสามารถนำไปคำนวณหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เพื่อแสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปในการปลูกทุเรียนผลกระทบด้านคุณภาพน้ำต่อปริมาณผลผลิตทุเรียนที่ได้ โดยมีการใช้ข้อมูลดังนี้

1) พิกัดภูมิศาสตร์ (เส้นรุ้ง,เส้นแวง,ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง)
2) อุณหภูมิ (อุณหภูมิสูงสุด,อุณหภูมิต่ำสุด,อุณหภูมิเฉลี่ย)
3) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย)
4) ความเร็วลมที่ระดับความสูง 2 เมตร จากผิวดิน (ความเร็วลมผิวดินเฉลี่ย เมตรต่อวินาที)
5) ชั่วโมงแสงแดดเฉลี่ย (ชั่วโมงต่อวัน)
6) การระเหยของน้ำจากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A Pan (ค่าการระเหยเฉลี่ย มิลลิเมตรต่อวัน)

$$ETo = \frac{\left[0.480\Delta(Rn - G) + \gamma\left\{\frac{900}{T + 273}\right\}U_2(e_s - e_a)\right]}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

เมื่อ ET_o = การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

R_n = รังสีสุทธิที่ต้นพืชได้รับ (เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน)

G = flux ค่าความร้อนของพื้นดิน (เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน)

T = อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

U_2 = ความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 เมตร (เมตรต่อวินาที)

e_s = ความดันไอน้ำอิ่มตัว (กิโลปาสคาล)

e_a = ความดันไอน้ำ (กิโลปาสคาล)

Δ = ความลาดเทของเส้น curve แรงดันไอ (กิโลปาสคาลต่อองศาเซลเซียส)

γ = ค่าคงที่ของ psychrometric (กิโลปาสคาลต่อองศาเซลเซียส)

$e_s - e_a$ = ค่าความต่างของแรงดันไอ (กิโลปาสคาล)

900 = factor ปรับแก้

4.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของทุเรียน (Crop Coefficient; K_c)

ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของทุเรียน (K_c) ตามช่วงการเจริญเติบโตของทุเรียน สำหรับคำนวณภาวการณ์เจริญเติบโตของทุเรียนในพื้นที่ศึกษาในแต่ละเดือนมากำหนด ดังแสดงใน**ตารางที่ 4-1**

ตารางที่ 4-1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชตามช่วงการเจริญเติบโตของทุเรียน

ช่วงการเจริญเติบโต	Kc	เดือน[1]
1.การพัฒนาทางกิ่ง ก้าน สาขา	0.75	ก.ค. - ก.ย.
2.การชักนำการออกดอก	0.00	ต.ค. - พ.ย.
3.การพัฒนาการ	0.85	ธ.ค. - ม.ค.
4.การติดผล	0.80	ก.พ.
5.การพัฒนาการของผลอ่อน	0.95	มี.ค.
6.การเจริญเติบโตของผล	1.00	เม.ย.
7.การเริ่มสุกแก่	0.90	พ.ค. - มิ.ย.

4.2.3 ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Crop Evapotranspiration; ET_c)

การหาค่าน้ำที่ต้องการสำหรับปริมาณการใช้น้ำ (ETc) ภายใต้สภาวะการเจริญเติบโตในอุดมคติ นับตั้งแต่วันเพาะปลูกจนถึงวันเก็บเกี่ยว สามารถหาได้จากสมการ

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

เมื่อ ET_c = ค่าความต้องการน้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

K_c = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มิลลิเมตรต่อวัน)

4.2.4 วิธีการทดลอง

1. เลือกสถานที่เก็บข้อมูลที่สวนทุเรียน บ้านท่ากุ่ม ตำบลท่าพริก อำเภอเมือง จังหวัดตราด พิกัด 12.324833 , 102.602390

2. เลือกต้นทุเรียนพันธุ์หมอนทอง อายุ 4 ปี เป็นต้นที่ให้ผลผลิตแล้ว อยู่ในระยะการสะสมอาหารก่อนออกดอก สาขา เส้นรอบวงลำต้น 53 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 16.87 เซนติเมตร ความสูงของต้นประมาณ 8 เมตร ความกว้างของทรงพุ่ม 6 เมตร ติดตั้ง Probe ที่ระยะความสูงจากพื้นดิน 80 เซนติเมตร 2 ฝั่งของลำต้น

3. ใช้ดอกสว่านขนาด 1.2 มิลลิเมตรเจาะลำต้นและเสียบอุปกรณ์ Probe เข้าไปในรูที่เจาะไว้ทั้งสองฝั่ง เพื่อให้ได้ค่าจากจุดที่ต่างกัน ใช้แผ่นอลูมิเนียมบางและพลาสติกพันโดยรอบลำต้นบริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อป้องกันน้ำและ ปัจจัยภายนอกที่อาจทำให้ผลคลาดเคลื่อน

4. ตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ regulator จากนั้นปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกข้อมูลให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้า 3 Volt เท่ากับ regulator เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง

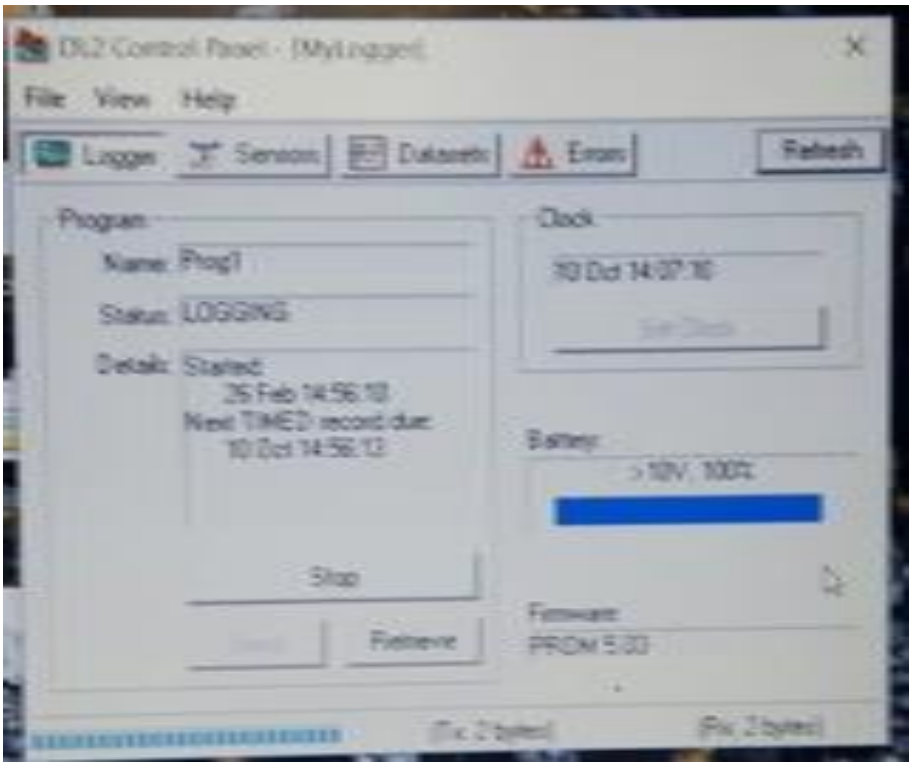
5. ติดตั้งโปรแกรม Ls2Win จะได้ DL2 Dataset Viewer สำหรับดูข้อมูลที่บันทึกได้จาก Data Logger DL2 Program Editor สำหรับปรับแก้ข้อมูล และ New DL2 Control Panel สำหรับเรียกดูการบันทึกข้อมูลแบบ Real time และบันทึกข้อมูล

6. หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดและโปรแกรม Ls2Win แล้วเสร็จ ทดลองเปิดโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่อง Sap Flow ว่าส่งข้อมูลมายัง Data Logger และทำงานต่อเนื่องตลอดเวลา

Drilling the stem to install the probe

รูปที่ 4-9 การติดตั้งเซนเซอร์ลงในเนื้อไม้

รูปที่ 4-10 Voltages checking at regulator และ Data Logger



รูปที่ 4-11 หน้าจอแสดงผลการตรวจวัด

สมการที่ใช้ในการคำนวณ Sap flow density (F_D) (Granier, 1985)

$$F_D = \frac{\Delta V_{max} - \Delta V}{\Delta V}^{\beta}$$

$$K = \frac{\Delta T_{max} - \Delta T}{\Delta T}$$

$$\Delta T = T_{up} - T_{low}$$

เมื่อ F_D คือ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัด (g.cm^{-2}.s^{-1} หรือ cm^3,cm^{-2}.s^{-1}

K คือ ดัชนีการไหล (ไม่มีหน่วย)

ΔT_{max} คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิสูงสุดระหว่างเซนเซอร์ตัวบน (T_{up}) และตัวล่าง (T_{low}) ที่อัตราการไหลเป็นศูนย์ (กลางคืน)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดระหว่างเซนเซอร์ตัวบน (T_{up}) และตัวล่าง (T_{low}) ที่อัตราการไหลใด ๆ

α และ β คือ ค่าสัมประสิทธิ์ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติความร้อนของเซนเซอร์และวัสดุหรือเนื้อไม้

($\alpha \approx$ 0.0119 g.cm-2.s-1 หรือ cm3.cm-2.s-1 และ $\beta \approx$ 1.231)

($\alpha \approx$ 0.000119 m3.m-2.s-1 และ $\beta \approx$1.231)

($\alpha \approx$ 4.284 L.dm-2.h-1 และ $\beta \approx$ 1.231)

($\alpha \approx$ 119 g.m-2.s-1 และ $\beta \approx$ 1.231)

$$T = F_D \frac{\sum A_S}{A_G}$$

เมื่อ T = Stand-Level Transpiration (cm.hr^{-1} or mm.hr^{-1})

F_D = ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของ Sap flux (cm^3.cm^{-2}.s^{-1})

$\sum A_S$ = พื้นที่หน้าตัดกระพี้ไม้ (cm^2)

A_G = พื้นที่รอบโคนต้น (cm^2 or m^2)

$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

เมื่อ ET_O = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (mm.day^{-1})

R_n = ปริมาณรังสีสุทธิที่ผิวของพืช (MJ.m^{-2}.day^{-1})

G = ความหนาแน่นของความร้อนจากดิน (MJ m^{-2} day^{-1})

T = อุณหภูมิเฉลี่ยที่ความสูง 2 เมตร จากพื้นดิน (degree celcius)

U_2 = ความเร็วลมที่ความสูง 2 เมตร จากพื้นดิน (m·s^{-1})

e_s = ความดันไอน้ำอิ่มตัว (kPa)

e_a = ความดันไอน้ำจริง (kPa)

$e_s - e_a$ = ความดันไอน้ำที่หายไป (kPa)

Δ = ความชันของกราฟความดันไอน้ำ (kPa /degree celcius)

Γ = ค่าคงที่ psychrometric (kPa /degree celcius)

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o}$$

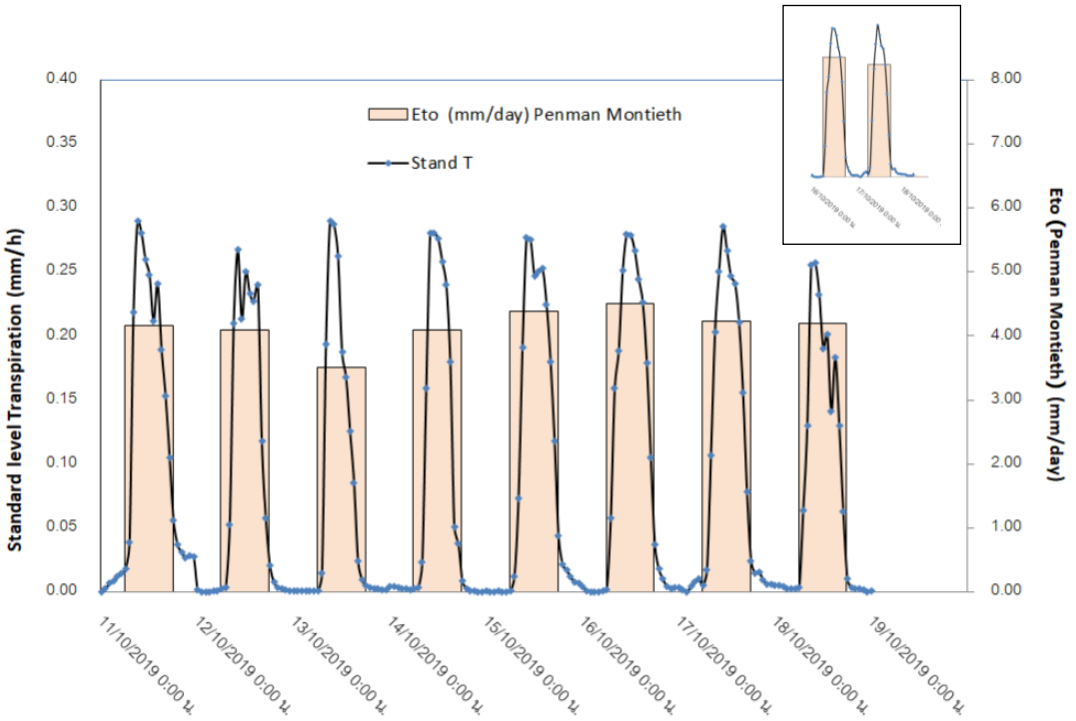
เมื่อ ET_C = ปริมาณการใช้น้ำของพืช

ET_O = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

K_C = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient)

4.2.5 ผลการทดลอง

ปริมาณการใช้น้ำจากการเก็บข้อมูลด้วยเครื่อง Sap Flow ของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง อายุ 4 ปี ที่ทำการทดลอง เกษตรกรให้น้ำโดยระบบฉีดฝอย (Springer) ใต้โคนต้นจำนวน 3 หัว ขนาด 200 ลิตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 30 นาที ในช่วงเวลา 05.00 – 07.00 น. คิดเป็นปริมาณน้ำ 300 ลิตรต่อต้นต่อวัน ซึ่งการหาปริมาณการใช้น้ำของต้นทุเรียน ทำได้โดยการเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์ (Probe) วัดอุณหภูมิของน้ำที่ไหลในท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) ของต้นทุเรียน โดยทราบค่าปริมาณการใช้น้ำของต้นทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่ทำการทดลองเฉลี่ย 2.64 มิลลิเมตรต่อวัน ซึ่งปริมาณการใช้น้ำที่ได้จากการทดลอง จะเริ่มมีการใช้น้ำในช่วงเช้าที่มีแสงอาทิตย์เวลาประมาณ 7.00 – 8.00 น. และมีปริมาณการใช้น้ำสูงสุดที่เวลาประมาณ 10.00 น. พบว่าช่วงเวลา 7.00 – 9.00 น. เป็นช่วงที่ดินมีความชื้นที่เหมาะสมต่อการให้น้ำ และหลังจาก 9.00 น. จะยังคงใช้น้ำต่อไป และลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์เวลาประมาณ 18.00 – 19.00 น. ดังแสดงใน**รูปที่ 4-1**2



รูปที่ 4-12 ปริมาณการใช้น้ำของต้นทุเรียนในช่วงเวลาที่ทำการทดลอง

4.2.6 สรุปผลและเสนอแนะ

1. การใช้อุปกรณ์ Sap flow ทำให้ทราบช่วงเวลาที่ต้นทุเรียนพันธุ์หมอนทองใช้น้ำมากที่สุดคือช่วงที่มีแสงอาทิตย์ประมาณ 07.00 – 08.00 น.ใช้น้ำมากที่สุดช่วงเวลา 10.00 น. และใช้น้ำน้อยที่สุดช่วงเวลาประมาณ 24.00 – 02.00 น. แสดงให้เห็นว่าแสงอาทิตย์มีผลต่อการใช้น้ำของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

2. ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุ 4 ปี ที่ทำการทดลอง คำนวณ โดยใช้ค่า ETo ที่ได้จากสมการของ Penman Monteith นำมาคำนวณค่า Kc ได้ 0.73

3. แหล่งจ่ายไฟหลักที่ใช้ให้ความร้อนแก่เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Probe) ควรมาจากแหล่งจ่ายไฟที่มีความสม่ำเสมอตลอดการบันทึกข้อมูล เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนในการบันทึกข้อมูล และการตั้งค่าแรงดันไฟฟ้าที่ Data logger ต้องวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ Regulator ให้ชัดเจน และปรับแรงดันไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับ Data Logger ให้ตรงกันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

4.3 การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ของทุเรียน

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองในพื้นที่โครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ กรณีศึกษา: พื้นที่ ต.คลองปูน อ.แกลง จ.ระยอง และ ต.สองพี่น้อง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี เพื่อเป็นการประเมินว่า ผลผลิตทุเรียนในท้องตลาดเกิดจากการใช้ทรัพยากรน้ำเป็นปริมาณเท่าไร

การศึกษาปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนทางทฤษฎีด้วยโปรแกรมโปรแกรม CROPWAT 8.0 โดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยในช่วงปีพ.ศ. 2533-2562 ในการคำนวณค่าความต้องการน้ำของทุเรียนหมอนทอง และการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลระบบปลูกทุเรียนในแปลงตัวอย่างซึ่งรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรีเพื่อจัดทำบัญชีรายการการใช้น้ำของทุเรียน และเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพื้นที่ศึกษาขอบเขตการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทุเรียนตั้งแต่แรกปลูกจนถึงอายุ 30 ปีผลการศึกษาพบว่าความต้องการน้ำของทุเรียนทางทฤษฎีเฉลี่ยต่อปีในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรี เท่ากับ 1,764.45 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 1,562.23 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยแบ่งเป็นปริมาณฝนใช้การ เท่ากับ 1,157.84 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และ 1,040.54 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และปริมาณน้ำชลประทานเท่ากับ 606.61 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 521.69 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

สิ่งที่น่าสนใจในการสำรวจ และสอบถามในพื้นที่คือ พบว่ามีการให้น้ำจริงของแปลงทุเรียนเท่ากับ 1,517.81 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 1,569.63 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งมีค่าสูงกว่าความต้องการใช้น้ำทางทฤษฎี เมื่อนำมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางทฤษฎีพบว่าพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมเท่ากับ 1,479.85 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน ในขณะที่ทุเรียนที่ปลูกในจังหวัดจันทบุรีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 1,133.59 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน เมื่อนำค่าการใช้น้ำชลประทานจริงจากการสำรวจมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์พบว่ามีค่าสูงขึ้นคือ 2,031.77 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียนในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และ 1,704.45 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี เนื่องจากความต้องการน้ำในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมากกว่าจันทบุรี ขณะเดียวกันผลผลิตทุเรียนสดในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองเฉลี่ยต่ำกว่าจังหวัดจันทบุรี ส่งผลให้ค่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมีค่ามากกว่าจันทบุรี

4.3.1 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ คือตัวชี้วัดการใช้น้ำของผู้ผลิตและผู้บริโภค ทั้งทางตรงและทางอ้อม คำนวณปริมาณการใช้น้ำจากผลรวมตลอดระยะเวลาของการผลิตสินค้าหรือการเพาะปลูก แนวคิดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ได้เริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 2002 โดยศาสตราจารย์ Arjen Y. Hoekstra ประเทศเนเธอร์แลนด์ และได้รับความสนใจมากขึ้น เพราะจะทำให้เห็นปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมที่อยู่ในกระบวนการผลิตสินค้าหรือการเพาะปลูก ยกตัวอย่างเช่น เนื้อวัว 1 กิโลกรัม ใช้น้ำทั้งสิ้น 15,500 ลิตร ผลิตข้าว 1 กิโลกรัม ใช้น้ำทั้งสิ้น 3,400 ลิตร เป็นต้น

- ประเภทของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ สีน้ำเงิน (Blue water footprint) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว (Green water footprint) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (Gray water footprint)

1) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงิน (Blue water footprint) คือ ปริมาณน้ำของแหล่งน้ำผิวดินน้ำใต้ดิน หรือน้ำจากระบบชลประทาน ทั้งน้ำในอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ
2) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว (Green water footprint) คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ในรูปของความชื้นในดิน ที่ถูกใช้ไปในการผลิตสินค้าและบริการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตพืชผลทางการเกษตร การทำไม้ และทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
3) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (Gray water footprint) คือ ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ ซึ่งคำนวณจากปริมาณน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐาน

การคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

สูตรหาผลรวมของปริมาณการใช้น้ำทั้งระบบ หรือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทั้ง 3 สี เป็นดังนี้

$$WF_{total} = WF_{blue} + WF_{green} + WF_{grey}$$

$$WF_{blue} = \frac{CWU_{blue}}{Y}$$

$$WF_{green} = \frac{CWU_{green}}{Y}$$

เมื่อ WF_{total} = วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมทั้งหมด (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
WF_{blue} = วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงิน (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
WF_{green} = วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
WF_{gray} = วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
CWU_{blue} = ปริมาณน้ำสีน้ำเงินที่พืชใช้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์)
CWU_{green} = ปริมาณน้ำสีเขียวที่พืชใช้ (ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์)

CWU_{blue}และ CWU_{green} หาจาก

$$CWU_{green} = 1.6 \sum_{d=1}^{lgp} ET_{green}$$

$$CWU_{blue} = 1.6 \sum_{d=1}^{lgp} ET_{blue}$$

เมื่อ 1.6 คือ factor ปรับแก้จากหน่วย (มม./วัน) เป็น (ลูกบาศก์เมตร/ไร่)

lgp = ระยะการเจริญเติบโตของพืช (วัน)

ET_{green} = ปริมาณการใช้น้ำสีเขียวของพืชจริง (มิลลิเมตรต่อวัน)

ET_{blue} = ปริมาณการใช้น้ำสีน้ำเงินของพืชจริง (มิลลิเมตรต่อวัน)

ET_{green} หาได้จากสมการ **$ET_{green} = min (ETc, P_{eff})$**

ET_{blue} หาได้จากสมการ **$ET_{blue} = max (0, ETc - P_{eff})$**

เมื่อ ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)

P_{eff} = ปริมาณฝนใช้การ (มิลลิเมตรต่อวัน)

ตารางที่ 4-2 เปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่องานวิจัย	พื้นที่ที่ศึกษา		Green water footprint (ลบ.ม./ตัน)	Blue water footprint (ลบ.ม./ตัน)	Gray water footprint (ลบ.ม./ตัน)	Indirect water footprint (ลบ.ม./ตัน)	Total water footprint (ลบ.ม./ตัน)	เอกสารอ้างอิง
	เฉพาะเจาะจง	เปรียบเทียบ						
การศึกษาวอเตอร์ฟุต พริ้นท์ของทุเรียนในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ จังหวัดตราด	ตราด	-	416.56	451.89	0.0	0.0	868.45	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 6 (2558)
การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 จากการเพาะปลูกมะยงชิดในนครนายก กรณีศึกษาตำบลป่าขะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก	นครนายก	กรณีไม่มีระบบชลประทาน	590.5	0.0	37.0	0.0	627.5	นิสา พักตร์วิไล และคณะ (2562)
		กรณีมีระบบชลประทาน	590.5	70.8	37.0	0.0	698.3	
การศึกษาเปรียบเทียบวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรี	ไม่มี	ปทุมธานี	512.83	240.47	92.22	0.32	845.84	วรณี แพ่งจันทึกและ คณะ (2557)
	ไม่มี	ชลบุรี	718.10	317.60	131.96	0.34	1,168.0	

ตารางที่ 4-2 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่องานวิจัย	พื้นที่ที่ศึกษา		Green water footprint (ลบ.ม./ตัน)	Blue water footprint (ลบ.ม./ตัน)	Gray water footprint (ลบ.ม./ตัน)	Indirect water footprint (ลบ.ม./ตัน)	Total water footprint (ลบ.ม./ตัน)	เอกสารอ้างอิง
	เฉพาะเจาะจง	เปรียบเทียบ						
วอเตอร์ฟุตปริ้นท์ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในประเทศไทย	ไม่มี	นครปฐม	455	442	384	4.3	1,285	วรณี แพ่งจันทึก และคณะ (2558)
	ไม่มี	สมุทรสาคร	833	308	245	2.5	1,389	
	ไม่มี	ราชบุรี	632	573	208	3.1	1,416	
การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในอำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน	น่าน	ไม่มี	788.49	0.00	1,470.33	0.00	2,258.82	Werachat Chatpanyacharoen et al (2015)
วอเตอรฟุตพริ้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตวในประเทศไทย	ทั่วประเทศ	ไม่มี	894	237	0.00	0.00	1,132	Thippapa Sukumalchart et al (2013)

4.3.2 ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้อง

การปลูกทุเรียนพันธุ์หมอนทองในพื้นที่ศึกษา ศึกษาการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพืช ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงจากสูตร Penman-Monteith การใช้งานโปรแกรม CROPWAT 8.0 และโปรแกรม Microsoft Excel การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ และข้อมูลเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา

รูปที่ 4-13 ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในพื้นที่

การสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลการปลูกทุเรียนและการให้น้ำทุเรียน

ในการศึกษาครั้งนี้พื้นที่ศึกษาโครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ตำบลคลองปูน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง และตำบลสองพี่น้อง อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี โดยจำนวนประชากรตัวอย่างในพื้นศึกษาจังหวัดละ 31 คน รวมทั้งสิ้น 2 จังหวัดเท่ากับ 62 คน ซึ่งเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรตามทฤษฎี Yamane (1973)

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n = จำนวนของประชากรตัวอย่าง (คน)

N = จำนวนของประชากรทั้งหมด

e = ค่าความคลาดเคลื่อน

รูปที่ 4-14 การเก็บข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในพื้นที่

ศึกษาปริมาณความต้องการน้ำทางทฤษฎีของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง

ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของพืช (Crop Coefficient; Kc) และใช้สูตรของ Penman - Monteith เพื่อหาค่า ET_o โดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยของสถานีตรวจอากาศจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรีย้อนหลังเฉลี่ย 30 ปี แล้วนำมาคำนวณหาค่า ET_o และฝนใช้การด้วยโปรแกรม CROPWAT 8.0 จากนั้นจึงนำค่า ET_o และฝนใช้การ ไปคำนวณปริมาณการความต้องการน้ำจากฝนใช้การและการใช้น้ำชลประทานในแต่ละเดือนด้วยโปรแกรม Excel และวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณความต้องการน้ำของทุเรียนพันธุ์หมอนทองในพื้นที่ศึกษา

4.3.3 การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

กำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา โดยใช้หลักของการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LC) เป็นเครื่องมือในการจัดทำตารางบัญชีรายการ (Inventory) โดยตั้งเป้าหมายเป็นวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง 1 ตัน ซึ่งวิธีการประเมินจะต้องทราบขั้นตอนระบบปลูกทุเรียน (Process flow diagram) และลงพื้นที่เก็บข้อมูลระบบปลูกทุเรียนเพื่อจัดทำตารางบัญชีรายการ (Inventory)

นำค่าที่ได้จากการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำมาคำนวณหาค่า Water Footprint ในส่วนของ Green และ Blue

จากสูตร $WF_{blue} = \frac{\mathbf{CWU_{blue}}}{\mathbf{Y}}$

$WF_{green} = \frac{\mathbf{CWU_{green}}}{\mathbf{Y}}$

โดย Y = ปริมาณผลผลิตทุเรียน (กิโลกรัมต่อไร่)

CWU_{blue} = ปริมาณน้ำสีน้ำเงินที่พืชใช้ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)

ซึ่งค่า $\mathbf{CWU_{blue}}$ และ $\mathbf{CWU_{green}}$ สามารถคำนวณได้จาก

$$\mathbf{CWU_{green}} = 1.6 \sum_{d=1}^{lgp} \mathbf{ET_{green}}$$

$$\mathbf{CWU_{blue}} = 1.6 \sum_{d=1}^{lgp} \mathbf{ET_{blue}}$$

เมื่อ

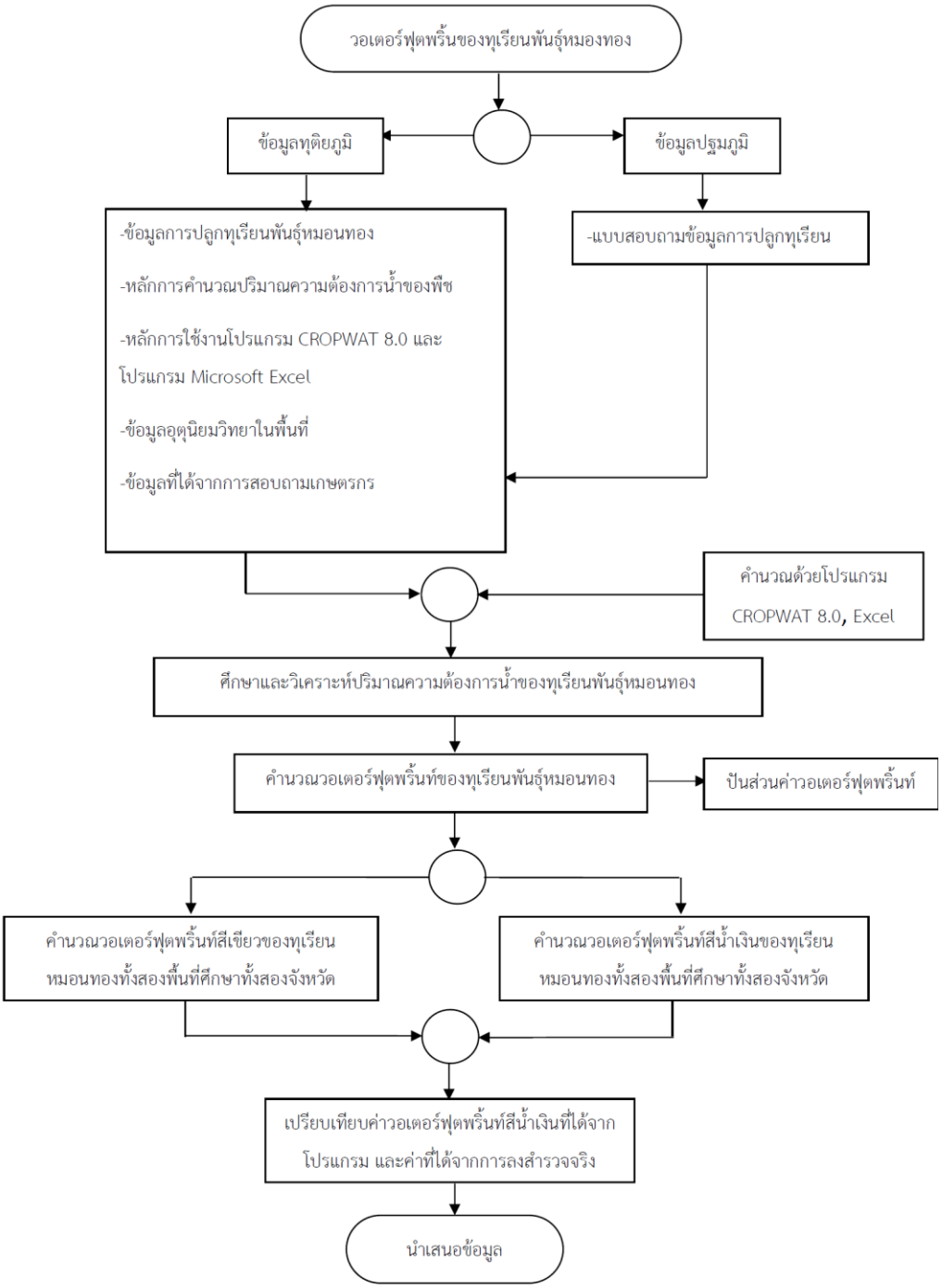
1.6 คือ factor ปรับแก้จากหน่วย (มม./วัน) เป็น (ลูกบาศก์เมตร/ไร่)

Lgp = ระยะการเจริญเติบโตของพืช (วัน)

ET_{green} = ปริมาณการใช้น้ำสีเขียวของพืช (มม./วัน)

ผลการคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ วิเคราะห์ผลการทดลอง

การนำผลการศึกษาที่ได้จากขั้นตอนการจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อม และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มาเชื่อมโยงกัน เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ สรุปผลการศึกษา



รูปที่ 4-15 Flow Diagram การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ในพื้นที่โครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่

4.3.4 ผลการสำรวจภาคสนาม

จากผลการสำรวจภาคสนามและสัมภาษณ์เกษตรกรที่ปลูกทุเรียนพันธุ์หมอนทองในพื้นที่โครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ตำบลคลองปูน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง และตำบลสองพี่น้อง อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี พื้นที่ศึกษาจังหวัดละ 31 คน รวมทั้งสิ้น 2 จังหวัดเท่ากับ 62 คน ซึ่งเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรตามทฤษฎี Yamane เพื่อจัดทำบัญชีรายการการใช้น้ำรายปีของทุเรียนหมอนทองซึ่งเป็นทรัพยากรในการปลูกทุเรียนอีกทั้งยังพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่นิยมปลูกทุเรียนหมอนทองแบบขุดหลุม โดยการให้น้ำกับต้นทุเรียนจะให้แบบหัวสเปรย์เฉลี่ยทั้ง 2 พื้นที่ ๆ ละประมาณ 3 หัวต่อต้น อัตราการไหลทั้งสองพื้นที่เท่ากับ 0.7 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จำนวนครั้งที่ให้น้ำเฉลี่ย 1 วันต่อครั้ง และ 2 วันต่อครั้ง เวลาที่ให้น้ำเฉลี่ย 26.53 นาทีต่อครั้ง และ 35.47 นาทีต่อครั้ง ให้น้ำเฉลี่ยทั้งหมด 79 ครั้งต่อปี และ 55 ครั้งต่อปี โดยเดือนที่ให้น้ำของทั้ง 2 พื้นที่คือ ช่วงตั้งแต่ เดือนตุลาคม-พฤษภาคม จะมีการใช้ปุ๋ย 3 ช่วง คือ ช่วงฟื้นต้น ช่วงออกดอก และช่วงติดผล และมีการใช้น้ำผสมสารกำจัดวัชพืช และสารกำจัดศัตรูพืช โดยข้อมูลที่ได้ส่วนหนึ่งจะนำไปตรวจสอบกับข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ ได้แก่ สำนักงานเกษตรอำเภอแกลงของจังหวัดระยอง และสำนักงานเกษตรอำเภอท่าใหม่ของจังหวัดจันทบุรี จากนั้นนำค่าที่ได้มาจัดทำบัญชีรายการของระบบปลูกทุเรียนหมอนทอง ในพื้นที่ศึกษา ดังแสดงได้ตาม **ตารางที่ 4-3**

ตารางที่ 4-3 บัญชีรายการของระบบปลูกทุเรียนหมอนทอง
โดยค่า functional unit = ผลทุเรียนหมอนทองสด 1 ตัน ในพื้นที่ศึกษาทั้งสองจังหวัด

พื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง					พื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี				
บัญชีรายการ			ผลกระทบ		บัญชีรายการ			ผลกระทบ	
Input	ปริมาณ[1]	หน่วย	Factor[2]	Water Footprint (m^3/t)[3]	Input	ปริมาณ[4]	หน่วย	Factor[5]	Water Footprint (m^3/t)[6]
น้ำผสมสารกำจัดวัชพืช	0.083	ลบ.ม./ไร่	0.699	0.0580	น้ำผสมสารกำจัดวัชพืช	0.174	ลบ.ม./ไร่	0.605	0.1053
น้ำผสมสารกำจัดศัตรูพืช	0.120	ลบ.ม./ไร่	0.699	0.0839	น้ำผสมสารกำจัดศัตรูพืช	0.206	ลบ.ม./ไร่	0.605	0.1247

ตารางที่ 4-3 (ต่อ) บัญชีรายการของระบบปลูกทุเรียนหมอนทอง

พื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง					**พื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี**				
บัญชีรายการ			**ผลกระทบ**		**บัญชีรายการ**				**ผลกระทบ**
Input	ปริมาณ[1]	หน่วย	Factor[2]	Water Footprint (m^3/t) [3]	Input	ปริมาณ[4]	หน่วย	Factor[5]	Water Footprint (m^3/t)[6]
น้ำเพื่อการชลประทาน	1,517.61	ลบ.ม./ไร่	0.699	1,060.69	น้ำเพื่อการชลประทาน	1,569.25	ลบ.ม./ไร่	0.605	948.91
Output					Output				
ผลทุเรียนสด	1,430.78	กก./ไร่		1,060.83	ผลทุเรียนสด	1,653.74	กก./ไร่		949.14

ที่มา : [1] จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนพันธุ์หมอนทองจังหวัดระยอง

[2] 1000/1430.78

[3] จากการคำนวณ

[4] จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนพันธุ์หมอนทองจังหวัดจันทบุรี

[5] 1000/1653.74

[6] จากการคำนวณ

4.3.5 ผลการคำนวณความต้องการน้ำทางทฤษฎีของการปลูกทุเรียน

การวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณความต้องการน้ำของทุเรียนหมอนทองในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองและจังหวัดจันทบุรีโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของพืช (Crop Coefficient ; K_c) มาการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของทุเรียนหมอนทองด้วยโปรแกรม Cropwat 8.0 และใช้ค่าข้อมูลภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศระยอง และสถานีตรวจอากาศจันทบุรี เช่นค่าความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ และชั่วโมงแสงอาทิตย์ เพื่อนำมาหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ET_o) และใช้ค่าฝนรายเดือน เพื่อนำมาหาฝนใช้การด้วยโปรแกรม Cropwat 8.0 โดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยตั้งแต่ปีพ.ศ. 2533-2562 เป็นข้อมูลสำหรับการคำนวณ จากนั้นใช้โปรแกรม Excel คำนวณแบ่ง ปริมาณการใช้น้ำจากฝนใช้การและปริมาณการใช้น้ำชลประทาน ทางทฤษฎี

- การคายระเหยของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ET_o)

ในการศึกษาการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) ของพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) รายวัน หน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน ด้วยโปรแกรม CROPWAT 8.0 คำนวณโดยใช้สมการ Penman - Monteith เลือกใช้ค่าข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ.2533-2562 ของสถานีตรวจอากาศระยอง และสถานีตรวจอากาศจันทบุรี ดังแสดงใน**รูปที่ 4-16** และ**รูปที่ 4-17**

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country RAYONG Station RAYONG

Altitude 3 m. Latitude 12.63 °N Longitude °E

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	?C	?C	%	km/day	hours	MJ/m?/day	mm/day
January	22.2	31.9	75	75	7.7	18.1	3.69
February	24.6	32.4	76	112	8.2	20.2	4.36
March	26.3	33.0	77	123	7.7	20.9	4.72
April	27.3	34.1	77	112	7.9	21.8	5.05
May	27.2	33.5	79	132	5.9	18.4	4.46
June	27.1	32.7	79	200	4.9	16.7	4.29
July	26.8	32.2	79	211	4.7	16.4	4.21
August	26.6	32.0	80	208	4.7	16.5	4.17
September	25.6	31.8	82	130	4.6	16.1	3.78
October	24.7	32.4	82	68	5.8	16.9	3.70
November	23.6	32.8	74	79	7.4	17.9	3.89
December	22.0	32.2	71	86	7.4	17.2	3.69
Average	**25.3**	**32.6**	**78**	**128**	**6.4**	**18.1**	**4.17**

รูปที่ 4-16 ข้อมูลและปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงของพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง

Monthly ETo Penman-Monteith - untitled

Country CHANTHABURI Station CHANTHABURI

Altitude 3 m. Latitude 12.62 °N Longitude °E

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	?C	?C	%	km/day	hours	MJ/m?/day	mm/day
January	22.1	32.5	69	58	8.0	18.5	3.74
February	23.2	32.8	74	53	8.9	21.2	4.29
March	24.4	33.3	77	27	7.2	20.1	4.19
April	25.0	34.1	78	22	7.8	21.6	4.60
May	25.3	33.2	83	18	5.0	17.0	3.75
June	25.3	32.2	84	22	4.3	15.8	3.47
July	25.1	31.6	84	27	3.4	14.5	3.20
August	25.1	31.5	84	22	3.2	14.4	3.16
September	24.6	31.5	86	13	2.1	12.4	2.74
October	24.2	32.4	82	49	4.9	15.6	3.40
November	23.4	32.6	72	124	8.1	18.9	4.26
December	22.1	32.1	67	160	7.9	17.8	4.27
Average	**24.1**	**32.5**	**78**	**50**	**5.9**	**17.3**	**3.75**

รูปที่ 4-17 ข้อมูลและปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงของพื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี

เนื่องจากค่าการคายระเหยน้ำของพืชอ้างอิง (ET_o) รายวัน ของพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรี ดังแสดงใน**รูปที่ 4-16** และ**รูปที่ 4-17** มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน จึงต้องแปลงค่าเป็นรายเดือนโดยคูณจำนวนวันในแต่ละเดือนเพื่อให้หน่วยเป็นหน่วยมิลลิเมตรต่อเดือน ดังแสดงใน**ตารางที่ 4-4**

ตารางที่ 4-4 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยวิธี Penman - Monteith รายเดือน

พื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง				**พื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี**			
เดือน	ET_o **(มิลลิเมตรต่อวัน)**	**จำนวนวันในแต่ละเดือน (วัน)**	ET_o **(มิลลิเมตรต่อเดือน)**	**เดือน**	ET_o **(มิลลิเมตรต่อวัน)**	**จำนวนวันในแต่ละเดือน (วัน)**	ET_o **(มิลลิเมตรต่อเดือน)**
มกราคม	3.69	31	114.39	มกราคม	3.74	31	115.94
กุมภาพันธ์	4.36	28	122.08	กุมภาพันธ์	4.29	28	120.12
มีนาคม	4.72	31	146.32	มีนาคม	4.19	31	129.89
เมษายน	5.05	30	151.50	เมษายน	4.60	30	138.00
พฤษภาคม	4.46	31	138.26	พฤษภาคม	3.75	31	116.25
มิถุนายน	4.29	30	128.70	มิถุนายน	3.47	30	104.10
กรกฎาคม	4.21	31	130.51	กรกฎาคม	3.20	31	99.20
สิงหาคม	4.17	31	129.27	สิงหาคม	3.16	31	97.96
กันยายน	3.78	30	113.40	กันยายน	2.74	30	82.20
ตุลาคม	3.70	31	114.70	ตุลาคม	3.40	31	105.40
พฤศจิกายน	3.89	30	116.70	พฤศจิกายน	4.26	30	127.80
ธันวาคม	3.69	31	114.39	ธันวาคม	4.27	31	132.37

4.3.6 ค่าความต้องการใช้น้ำของทุเรียน

ทุเรียนหมอนทองในพื้นที่โครงการส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ตำบลคลองปูน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง และตำบล สองพี่น้อง อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี มีการดูแลรักษาตลอดปีโดยเริ่มฤดูการดูแลรักษาทุเรียนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2538 ไปจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตสิ้นสุดเดือนมิถุนายน 2562 โดยคิดผลผลิตเฉลี่ย 25 ปี ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จะเริ่มคำนวณปริมาณการใช้น้ำตามช่วงการดูแลรักษารายเดือนเพื่อใช้ค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET_o) ของพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจันทบุรี คูณกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) สามารถคำนวณค่าความต้องการใช้น้ำของพืช (ET_c) ได้ดังสมการ $ET_c = K_c \times ET_o$ ดังผล**ตารางที่ 4-5**

ตารางที่ 4-5 ค่าความต้องการใช้น้ำของทุเรียนของพื้นที่ศึกษาทั้งสองจังหวัด

พื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง				**พื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี**			
ปีการผลิต 2538 - 2562	**K_c**	**ET_o (มิลลิเมตร ต่อเดือน)**	**ET_c (มิลลิเมตร ต่อเดือน)**	**ปีการผลิต 2538 - 2562**	**K_c**	**ET_o (มิลลิเมตร ต่อเดือน)**	**ET_c (มิลลิเมตร ต่อเดือน)**
กรกฎาคม	0.75	130.51	97.88	กรกฎาคม	0.75	99.20	74.40
สิงหาคม	0.75	129.27	96.95	สิงหาคม	0.75	97.96	73.47
กันยายน	0.75	113.40	85.05	กันยายน	0.75	82.20	61.65
ตุลาคม	0	114.70	0	ตุลาคม	0	105.40	0
พฤศจิกายน	0	116.70	0	พฤศจิกายน	0	127.80	0
ธันวาคม	0.85	114.39	97.23	ธันวาคม	0.85	132.37	112.51
มกราคม	0.85	114.39	97.23	มกราคม	0.85	115.94	98.55
กุมภาพันธ์	0.80	122.08	97.66	กุมภาพันธ์	0.80	120.12	96.10
มีนาคม	0.95	146.32	139.00	มีนาคม	0.95	129.89	123.40
เมษายน	1	151.50	151.50	เมษายน	1	138.00	138.00
พฤษภาคม	0.90	138.26	124.43	พฤษภาคม	0.90	116.25	104.63
มิถุนายน	0.90	128.70	115.83	มิถุนายน	0.90	104.10	93.69
ค่าความต้องการน้ำรวมของทุเรียนต่อปี			1,102.78	ค่าความต้องการน้ำรวมของทุเรียนต่อปี			976.39

4.3.7 ปริมาณการใช้น้ำฝนและความต้องการน้ำชลประทานของพืช

ข้อมูลปริมาณฝนของโปรแกรม CROPWAT จะสามารถนำข้อมูลจากโปรแกรม CLIMWAT ที่มีสถานีทั่วโลกและทั่วประเทศไทย มาคำนวณหาฝนใช้การได้โดยวิธีของ USDA เลือกโดยผู้ศึกษา แต่การศึกษาครั้งนี้ได้ทำขอข้อมูลจาก สถานีตรวจวัดอากาศระยอง และสถานีตรวจวัดอากาศจันทบุรีมาแล้ว จึงสามารถใส่ค่าปริมาณฝน และคำนวณผ่านโปรแกรม CROPWAT ดังแสดงในตารางที่ 5.4 และพบว่า ปริมาณฝนรายปีย้อนหลัง 30 ปีเฉลี่ย ของพื้นที่ศึกษาระยอง และจันทบุรี เท่ากับ 1,376.70 มิลลิเมตร และ2,988.20 มิลลิเมตร ปริมาณฝนใช้การรายปีย้อนหลัง 30 ปีเฉลี่ย ของพื้นที่ศึกษาระยอง และจันทบุรี เท่ากับ 1,009.30 มิลลิเมตร และ 1,308.20 มิลลิเมตร.

ตารางที่ 4-6 ปริมาณฝน และปริมาณฝนใช้การรายเดือนของสถานีตรวจอากาศระยอง และสถานีตรวจอากาศจันทบุรีเฉลี่ย ช่วงปีพ.ศ. 2533 - 2562

พื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง			**พื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี**		
เดือน	**ปริมาณฝน (มม.)[1/]**	**ปริมาณฝนใช้การ[2/](มม.)**	**เดือน**	**ปริมาณฝน[3] (มม.)**	**ปริมาณฝนใช้การ[4/](มม.)**
มกราคม	31.86	30.20	มกราคม	27.12	25.90
กุมภาพันธ์	31.02	29.50	กุมภาพันธ์	34.90	33.00
มีนาคม	75.41	66.30	มีนาคม	85.60	73.90
เมษายน	80.74	70.30	เมษายน	128.39	102.00
พฤษภาคม	188.07	131.50	พฤษภาคม	372.94	162.30
มิถุนายน	167.04	122.40	มิถุนายน	497.15	174.70
กรกฎาคม	171.31	124.40	กรกฎาคม	514.95	176.50
สิงหาคม	129.69	102.80	สิงหาคม	462.08	171.20
กันยายน	257.64	150.80	กันยายน	528.31	177.80
ตุลาคม	193.37	133.60	ตุลาคม	273.08	152.30
พฤศจิกายน	43.31	40.30	พฤศจิกายน	55.88	50.90
ธันวาคม	7.24	7.20	ธันวาคม	7.80	7.70
รวม	1,376.70	1,009.30	รวม	2,988.20	1,308.20

จากนั้นนำผลค่าปริมาณน้ำฝนใช้การ (P_e) จาก**ตารางที่ 4-6** มาเทียบกับค่าความต้องการน้ำ (CWR) จาก**ตารางที่ 4-5** เพื่อหาปริมาณน้ำฝนที่ทุเรียนใช้และปริมาณน้ำชลประทานตามกรณีดังต่อไปนี้

1) กรณีที่ปริมาณฝนใช้การมากกว่าความต้องการน้ำ

ปริมาณน้ำฝนที่ทุเรียนใช้จะเท่ากับค่าความต้องการน้ำ และปริมาณน้ำชลประทานที่ใช้จะเป็นศูนย์

2) กรณีที่ปริมาณฝนใช้การน้อยกว่าความต้องการน้ำ

ปริมาณน้ำฝนที่ทุเรียนใช้จะเท่ากับปริมาณฝนใช้การ และปริมาณน้ำชลประทานที่ใช้จะเท่ากับค่าความต้องการน้ำลบด้วยปริมาณฝนใช้การ

ตารางที่ 4-7 ค่าปริมาณน้ำที่ทุเรียนใช้กับปริมาณน้ำชลประทานแบบรายเดือนของทุเรียนในพื้นที่การศึกษาทั้งสองจังหวัด

พื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง					**พื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี**				
ปีการผลิต 2538 - 2562	**P_e 1/ (มม.)**	**CWR 2/ (มม.)**	**$ET_{ฝนใช้การ}$ 3/ (มม.)**	**$ET_{ชลประทาน}$ 4/ (มม.)**	**ปีการผลิต 2538 - 2562**	**P_e 5/ (มม.)**	**CWR 6/ (มม.)**	**$ET_{ฝนใช้การ}$ 7/ (มม.)**	**$ET_{ชลประทาน}$ 8/ (มม.)**
กรกฎาคม	124.40	97.88	97.88	0	กรกฎาคม	176.50	74.40	74.40	0
สิงหาคม	102.80	96.95	96.95	0	สิงหาคม	171.20	73.47	73.47	0
กันยายน	150.80	85.05	85.05	0	กันยายน	177.80	61.65	61.65	0
ตุลาคม	133.60	0	0	0	ตุลาคม	152.30	0	0	0
พฤศจิกายน	40.30	0	0	0	พฤศจิกายน	50.90	0	0	0
ธันวาคม	7.20	97.23	7.20	90.03	ธันวาคม	7.70	112.51	7.70	104.81
มกราคม	30.20	97.23	30.20	67.03	มกราคม	25.90	98.55	25.90	72.65
กุมภาพันธ์	29.50	97.66	29.50	68.16	กุมภาพันธ์	33.00	96.10	33.00	63.10
มีนาคม	66.30	139.00	66.30	72.70	มีนาคม	73.90	123.40	73.90	49.50
เมษายน	70.30	151.50	70.30	81.20	เมษายน	102.00	138.00	102.00	36.00
พฤษภาคม	131.50	124.43	124.43	0	พฤษภาคม	162.30	104.63	104.63	0
มิถุนายน	122.40	115.83	115.83	0	มิถุนายน	174.70	93.69	93.69	0
รวม	1,009.30	1,102.78	723.65	379.13	รวม	1,308.20	976.39	650.34	326.06

ที่มา : 1/, 5/ **ตารางที่ 5.4**

2/, 6/ **ตารางที่ 5.3**

3/, /4, /7, /8 จากการคำนวณดังกรณี 1) และ2)

เมื่อได้ปริมาณน้ำฝนที่ทุเรียนใช้ ($ET_{ฝนใช้การ}$) กับปริมาณน้ำชลประทาน ($ET_{ชลประทาน}$) หน่วยมิลลิเมตร ต้องทำการแปลงค่าให้อยู่ในรูป CWU (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่) เริ่มที่แปลงหน่วยให้เป็นลิตรต่อไร่ โดยนำ 1,600 ตารางเมตรต่อไร่ไปคูณแล้วแปลงหน่วยลิตรต่อไร่เป็นลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยนำ 1,000 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตรไปหาร

ผลการศึกษา พบว่า “มีความสัมพันธ์ระหว่างช่วงอายุทุเรียนกับปริมาณฝนใช้การ, ปริมาณน้ำชลประทานและปริมาณน้ำชลประทานที่ใช้จริงของจังหวัดระยอง (ก) และจังหวัดจันทบุรี (ข) ดังแสดงใน **ตารางที่ 4-6** และ“ความต้องการน้ำของทุเรียนทางทฤษฎีเฉลี่ยต่อปีในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรีเท่ากับ 1,764.45 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 1,562.23 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยแบ่งเป็นปริมาณฝนใช้การเท่ากับ 1,157.84 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 1,040.54 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และปริมาณน้ำชลประทานเท่ากับ 606.61 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 521.69 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ แต่จากการสำรวจพบว่ามีการให้น้ำจริง (รวมการใช้น้ำผสมสารกำจัดวัชพืช และสารกำจัดศัตรูพืช) ของแปลงทุเรียนเท่ากับ 1,517.81 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 1,569.63 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งมีค่าสูงกว่าความต้องการใช้น้ำทางทฤษฎี ดังแสดงในตารางที่ 5.6” แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีการใช้ชลประทานที่สูงกว่าที่คำนวณได้และความต้องการใช้น้ำของทุเรียนที่มาจากระบบชลประทานมีความแตกต่างกันเนื่องจากปริมาณฝนใช้การที่แตกต่างกัน

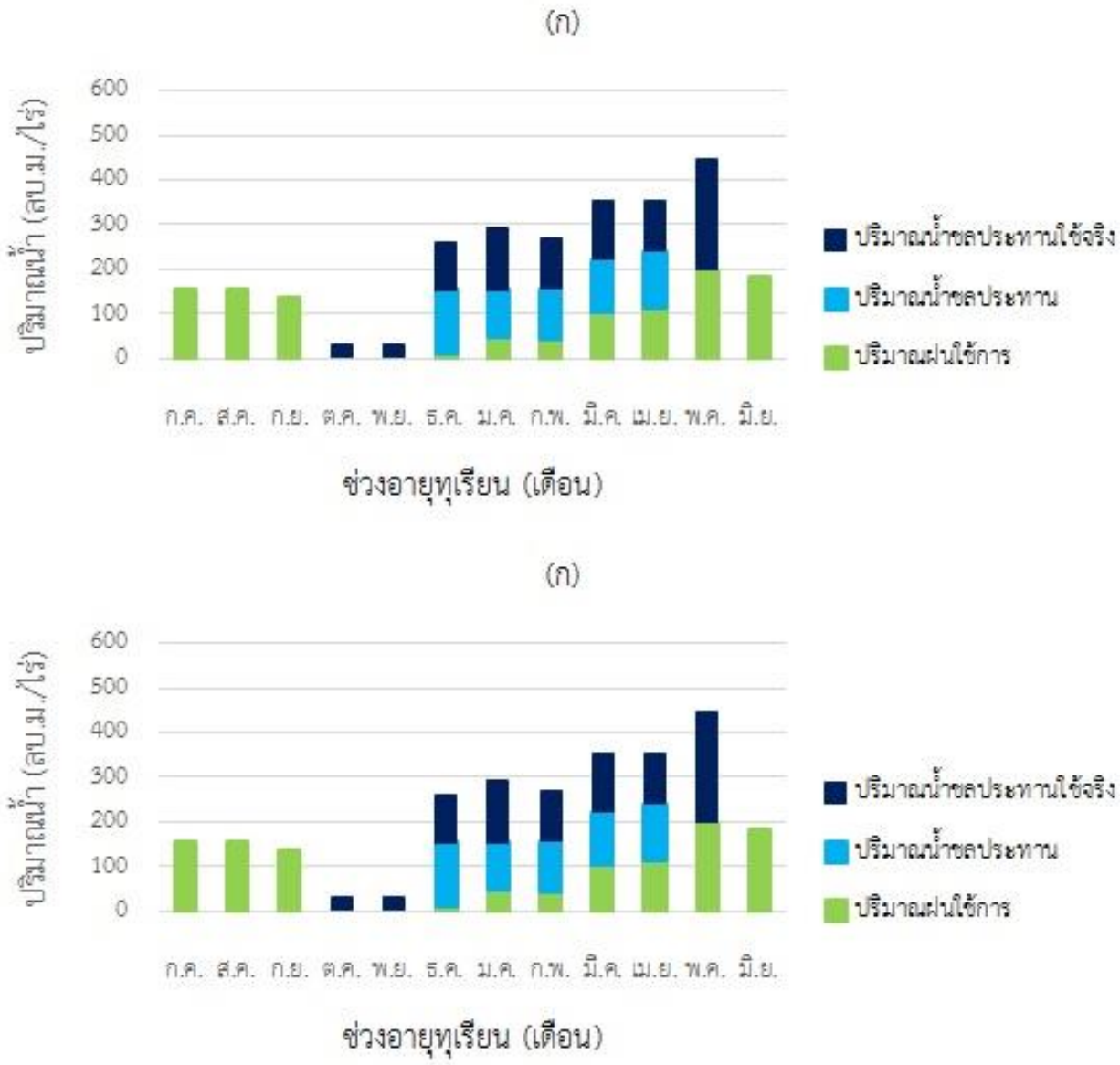
ตารางที่ 4-8 ปริมาณน้ำที่ทุเรียนใช้กับปริมาณน้ำชลประทานแบบรายเดือนของทุเรียนในพื้นที่การศึกษาทั้งสองจังหวัด

พื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง						พื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี					
ปีการผลิต 2538 - 2562	$ET_{ฝนใช้การ}$ 1/ (มม.)	ET ชลประทาน 2/ (มม.)	$CWU_{ฝนใช้การ}$ 3/ (ลบ.ม. ต่อไร่)	$CWU_{ชลประทาน}$ (ลบ.ม. ต่อไร่)		ปีการผลิต 2538 - 2562	$ET_{ฝนใช้การ}$ 6/ (มม.)	ET ชลประทาน 7/ (มม.)	$CWU_{ฝนใช้การ}$ 8/ (ลบ.ม. ต่อไร่)	$CWU_{ชลประทาน}$ (ลบ.ม. ต่อไร่)	
	ทางทฤษฎี	ทางทฤษฎี	ทางทฤษฎี	ทางทฤษฎี 4/	การใช้น้ำจริง 5/		ทางทฤษฎี	ทางทฤษฎี	ทางทฤษฎี	ทางทฤษฎี 9/	การใช้น้ำจริง 10/
ก.ค.	97.88	0	156.61	0	0	ก.ค.	74.40	0	119.04	0	0
ส.ค.	96.95	0	155.12	0	0	ส.ค.	73.47	0	117.55	0	0
ก.ย.	85.05	0	136.08	0	0	ก.ย.	61.65	0	98.64	0	0
ต.ค.	0	0	0	0	31.98	ต.ค.	0	0	0	0	33.08
พ.ย.	0	0	0	0	31.98	พ.ย.	0	0	0	0	33.08
ธ.ค.	7.20	90.03	11.52	144.05	247.63	ธ.ค.	7.70	104.81	12.32	167.70	256.08
ม.ค.	30.20	67.03	48.32	107.25	247.63	ม.ค.	25.90	72.65	41.44	116.24	256.08
ก.พ.	29.50	68.16	47.20	109.06	223.68	ก.พ.	33.00	63.10	52.80	100.95	231.31
มี.ค.	66.30	72.70	106.08	116.33	247.63	มี.ค.	73.90	49.50	118.24	79.19	256.08
เม.ย.	70.30	81.20	112.48	129.92	239.65	เม.ย.	102.00	36.00	163.20	57.60	247.82
พ.ค.	124.43	0	199.09	0	247.63	พ.ค.	104.63	0	167.40	0	256.08
มิ.ย.	115.83	0	185.33	0	0	มิ.ย.	93.69	0	149.90	0	0
รวม	723.65	379.13	1,157.84	606.61	1,517.81	รวม	650.34	326.06	1,040.54	521.69	1,569.63

ที่มา : 3/ = 1/ x 1.6, 4/ = 2/ x 1.6, 8/ = 6/ x 1.6, 9/ = 7/ x 1.6,

5/ ผลการสำรวจจากข้อมูลสมาชิกเกษตรแปลงใหญ่ทุเรียน จังหวัดระยอง

10/ ผลการสำรวจจากข้อมูลสมาชิกเกษตรแปลงใหญ่ทุเรียน จังหวัดจันทบุรี



รูปที่ 4-18 ความสัมพันธ์ระหว่าง ช่วงอายุทุเรียนกับปริมาณฝนใช้การ, ปริมาณน้ำชลประทานและปริมาณน้ำชลประทานที่ใช้จริงของจังหวัดระยอง (ก) และจังหวัดจันทบุรี (ข)

4.3.8 การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

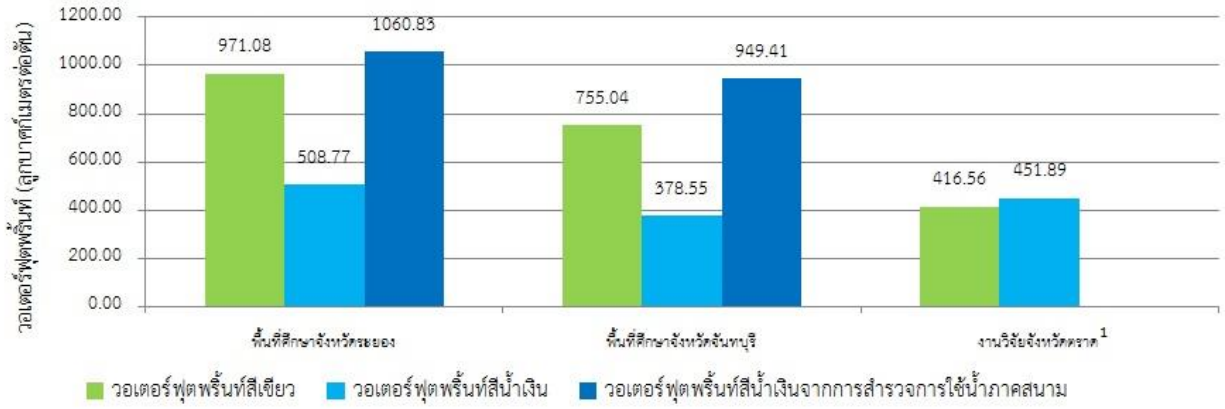
ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางทฤษฎีคือสัดส่วนการใช้น้ำต่อปีเฉลี่ยสะสมตลอดอายุทุเรียน 30 ปี กับปริมาณผลผลิตทุเรียนสดต่อปีเฉลี่ยสะสมตลอดอายุทุเรียนที่เริ่มให้ผลได้ไปจนอายุ 30 ปีพบว่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางทฤษฎีพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมเท่ากับ 1,479.85 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียนโดยแบ่งเป็น วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว เท่ากับ 971.08 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินเท่ากับ 508.77 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน เทียบกับ 1,133.59 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียนของจังหวัดจันทบุรีโดยแบ่งเป็น วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว เท่ากับ 755.04 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงิน เท่ากับ 378.55 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน เมื่อนำค่าการใช้น้ำชลประทานจริงจากการสำรวจมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุต พริ้นท์พบว่ามีค่าสูงขึ้น คือ 2,031.91 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียนในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง เทียบกับ 1,704.45 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียนของจังหวัดจันทบุรี เนื่องจากความต้องการน้ำในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมากกว่าจันทุรี ขณะเดียวกันผลผลิตทุเรียนสดในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองน้อยกว่าจังหวัดจันทบุรี ส่งผลให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของระยองมีค่ามากกว่าจันทบุรี ทั้งนี้ยังมีการการเปรียบเทียบงานวิจัยการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางทฤษฎีของทุเรียนในพื้นที่ส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่อำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 6. 2558: 44) ซึ่งมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมเท่ากับ 868.45 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียนโดยแบ่งเป็น วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว เท่ากับ 416.56 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินเท่ากับ 451.89 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน ดังแสดงใน**ตารางที่ 4-9**

ตารางที่ 4-9 สรุปค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากงานวิจัยนี้ และเปรียบเทียบกับงานวิจัยของจังหวัดตราด

พื้นที่ศึกษา	ปริมาณผลผลิตต่อปีเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อไร่)	Green Water Footprint (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)	Blue Water Footprint (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)		Total Water Footprint[2] (ลูกบาศก์เมตรต่อตัน)
		ทางทฤษฎี	ทางทฤษฎี	การใช้น้ำจริง	ทางทฤษฎี
จังหวัดระยอง	1,430.78	971.08	508.77	1,060.83	1,479.85
จังหวัดจันทบุรี	1,653.74	755.04	378.55	949.41	1,133.59
งานวิจัยจังหวัดตราด[1]	1,757.08	416.56	451.89	ไม่ได้สำรวจ	868.45

ที่มา : [1]สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 6. 2558: 44

หมายเหตุ : [2] Water Footprintของ Water consumption



รูปที่ 4-19 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว วอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงินทางทฤษฎี และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินจากการสำรวจการใช้น้ำภาคสนามในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง จังหวัดจันทบุรี และงานวิจัยจังหวัดตราด

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินเป็นส่วนที่มาจากการบริหารจัดการระบบน้ำชลประทานให้ทุเรียน แนวทางการลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของทุเรียนในการศึกษานี้ควรพิจารณาการลดค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินกล่าวคือ การเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดการใช้น้ำชลประทาน เช่น ทีมผู้จัดการแปลงใหญ่และสมาชิกโครงการควรนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพชลประทานการใช้น้ำเช่นเครื่องวัดแรงดึงในน้ำ (Tensiometer) สำหรับบ่งชี้สภาพความชื้นของดินเพื่อการให้น้ำอย่างเพียงพอ การส่งน้ำแบบท่อเพื่อการเกษตร จากการศึกษาความต้องการน้ำชลประทานทางทฤษฎีในงานวิจัยครั้งนี้ของพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรีควรมีเงื่อนไขในการในการส่งเสริมเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำจากการศึกษาโดยการปลูกทุเรียน 1 ไร่ ควรมีแหล่งน้ำเพื่อใช้การเกษตรขนาด 606.61 ลูกบาศก์เมตรและ 521.69 ลูกบาศก์เมตร

4.3.9 สรุปผลการศึกษา Water Footprint ของทุเรียนหมอนทอง

ปริมาณความต้องการใช้น้ำของระบบปลูกทุเรียนหมอนทองทางทฤษฎีจากพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองและจังหวัดจันทบุรีมีค่าเท่ากับ 1,764.45 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 1,562.22 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เห็นได้ว่าระบบปลูกทุเรียนในพื้นที่ศึกษาของจังหวัดระยองมีความต้องการน้ำมากกว่าจันทบุรี ขณะเดียวกันผลผลิตทุเรียนสดในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองน้อยกว่าจังหวัดจันทบุรี คือเท่ากับ 1.430 ตันต่อไร่ และ 1.653 ตันต่อไร่ ส่งผลให้ค่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของระยองมีค่ามากกว่าจันทบุรี คือเท่ากับ 1,479.85 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน และ 1,133.59 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน จากการสำรวจในพื้นที่ศึกษาครั้งนี้พบว่ามีการใช้น้ำจริงในระบบปลูกทุเรียนของพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรีสูงกว่าความต้องการใช้น้ำของทุเรียนหมอนทองทางทฤษฎีประมาณ 1.5-2.0 เท่าซึ่งทำให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินของระบบปลูกจริงมีค่าสูงกว่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินที่คำนวณมาจากการใช้น้ำทางทฤษฎีประมาณร้อยละ 108 - 150

4.4 วิธีการปลูกทุเรียนให้ได้คุณภาพสูง

ทุเรียนพันธุ์หมอนทองเป็นที่ต้องการสูงในตลาดค้าขายภายในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศ ซึ่งมีลักษณะเป็นทุเรียนพุ่มใหญ่ รากหาอาหารกินตามผิวดินจนถึงระดับ 50 เซนติเมตร ใบมีลักษณะบางกลาง ใบปลายใบเรียวแหลม ฐานใบแหลม ดอกปลายดอกแหลม ก้านขั้วใหญ่แข็งแรง รูปร่างหนามแหลมตรง ฐานหนามใหญ่ ทรงผลค่อนข้างยาวมีบ่าผล ปลายผลแหลม พูมักไม่ค่อยเต็มทุกพู หนามแหลมสูง ฐานหนามเป็นเหลี่ยม ระหว่างหนามใหญ่จะมีหนามเล็กวางแซมอยู่ทั่วไป ซึ่งเรียกหนามชนิดนี้ว่า เขี้ยวงู ก้านผลใหญ่แข็งแรง ช่วงกลางก้านผลจนถึงปากปลิงจะอ้วนใหญ่เป็นทรงกระบอก เนื้อหนาสีเหลืองอ่อนละเอียด เนื้อค่อนข้างแห้งไม่แฉะติดมือ รสชาติหวานมัน เมล็ดน้อยและลีบเป็นส่วนใหญ่ ผลมีขนาดใหญ่ น้ำหนักประมาณ 3-4 กิโลกรัม โดยวิธีการปลูกของเกษตรกรในพื้นที่ระยอง และจันทบุรีนั้นนิยมปลูกด้วยวิธีขุดหลุมปลูกโดยหลังจากขุดหลุมและผสมปุ๋ยแล้วจะนำถุงต้นกล้าที่แข็งแรงมาตัดก้นถุง แล้ววางไว้กลางหลุม จากนั้นใช้มีดกรีดถุงพลาสติก แล้วนำถุงออก เสร็จแล้วก็กลบดินและปักไม้หลักลงข้างต้น พร้อมทั้งผูกเชือกยึดไว้กันลมพัด พร้อมทั้งทำร่มเงาให้ต้นทุเรียนด้วยส่วนดินที่ใช้ปลูกควรเลือกเป็นดินร่วน ดินร่วนปนทราย หรือดินเหนียวปนทราย ซึ่งต้องระบายน้ำได้ดี มีหน้าดินลึก และมีแหล่งน้ำเพียงพอการให้น้ำ ต้นทุเรียนจะแบ่งการให้น้ำออกเป็น 4 ระยะ คือ 1) ช่วงเจริญเติบโตอายุระหว่าง 1-5 ปี ปริมาณน้ำที่เหมาะสมกับการปลูกทุเรียนในช่วงนี้อยู่ที่ 80 - 120 ลิตรต่อต้นต่อปี 2) ช่วงออกดอกต้องกระตุ้นให้ต้นทุเรียนออกดอก ปกติต้นทุเรียนมักจะออกดอกในช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ ในช่วงก่อนที่ฝนจะทิ้งช่วงในเดือนตุลาคม-พฤศจิกายนควรมีการใส่ปุ๋ยสูตร 8-24-24 ในอัตรา 1 ใน 3 ของทรงพุ่ม เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ต้นทุเรียนออกดอก หลังจากนั้น 1 เดือน ควรงดการให้น้ำไม่น้อยกว่า 10 วันเมื่อทุเรียนเริ่มออกดอกจึงควรเริ่มให้น้ำ 1 ใน 3 ของอัตราปกติที่เคยให้ และเมื่อเข้าระยะไข่ปลาให้พ่นด้วย 13-0-46 ในอัตรา 100-200 ลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แล้วค่อยๆ เพิ่มปริมาณการให้น้ำจนกระทั่งเท่าปกติ โดยต้องระวังไม่ให้น้ำโดนดอกเพื่อป้องกันการเน่าหรือหลุดร่วงหรือดอกเปลี่ยนเป็นยอดอ่อนได้ 3) ช่วงติดผลระยะนี้จะเริ่มมีการลดจำนวนผลที่ไม่สมบูรณ์ ไม่ได้ขนาดหรือคุณภาพ โดยให้เหลือไว้ประมาณ 60 ผลต่อต้น การให้น้ำอยู่ที่ 80-110 ลิตรต่อต้น ในทุก 3-4 วัน บำรุงด้วยปุ๋ย 8-24-24 ในอัตรา 1 ใน 3 ของขนาดทรงพุ่ม 4) ช่วงหลังการเก็บเกี่ยวควรให้น้ำอยู่ที่ 80-110 ลิตรต่อต้น ทุก 3-4 วัน และบำรุงฟื้นฟูต้นด้วยปุ๋ยอินทรีย์ 20-50 กิโลกรัมต่อต้น ร่วมกับการให้ปุ๋ยเคมีสูตรเสมอ (15-15-15 หรือ 16-16-16) ปริมาณ 1 ใน 3 ของทรงพุ่ม

ปัจจัยสำคัญที่สุดในการปลูกทุเรียนคือน้ำซึ่งจำเป็นอย่างมากในการเพาะปลูกทุเรียน ฉะนั้นแหล่งน้ำถือเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากสำหรับการเพาะปลูกทุเรียน เพราะทุเรียนเป็นพืชที่ต้องการใช้น้ำเยอะ จึงขาดน้ำไม่ได้ ควรมีการให้น้ำแก่ต้นทุเรียนอย่างเพียงพอ การจัดการเรื่องแหล่งน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำของทุเรียนจึงเป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม โดยเฉพาะช่วงติดผล หากขาดน้ำจะทำให้ผลเสียหายหรือหลุดร่วงได้ ดังนั้นควรมีการสำรองน้ำหากมีพื้นที่ปลูกโดยประมาณ 20 ไร่ต้องจัดให้มีแหล่งน้ำขั้นต่ำอย่างน้อย 3 ไร่ขึ้นไปจึงจะเพียงพอต่อการเพาะปลูกทุเรียน การวางระบบน้ำในสวนทุเรียนควรใช้ระบบมินิสเปรย์ ที่สามารถกระจายน้ำได้ทั่วถึงและดีกว่า การติดตั้งควรห่างจากโคนต้น 1 เมตร ใช้ 2 - 3 หัวต่อต้น การให้น้ำเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับทุเรียน เพราะส่งผลต่อการออกดอก หรือ บังคับดอกนอกฤดูของทุเรียน

ในพื้นที่ที่ดินไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชเช่น มีค่าอินทรีย์วัตถุน้อย การกองดินที่มีส่วนผสมของ OM ระบายน้ำดี เพื่อการปลูกทุเรียนเป็นวิธีการที่เป็นที่นิยม และได้ผลดีเนื่องจากทุเรียนมีรากที่ตื้น จึงสามารถเจริญเติบโตได้บนกองดินที่ไม่ความสูงไม่มากนักดัง**รูปที่ 4-20**

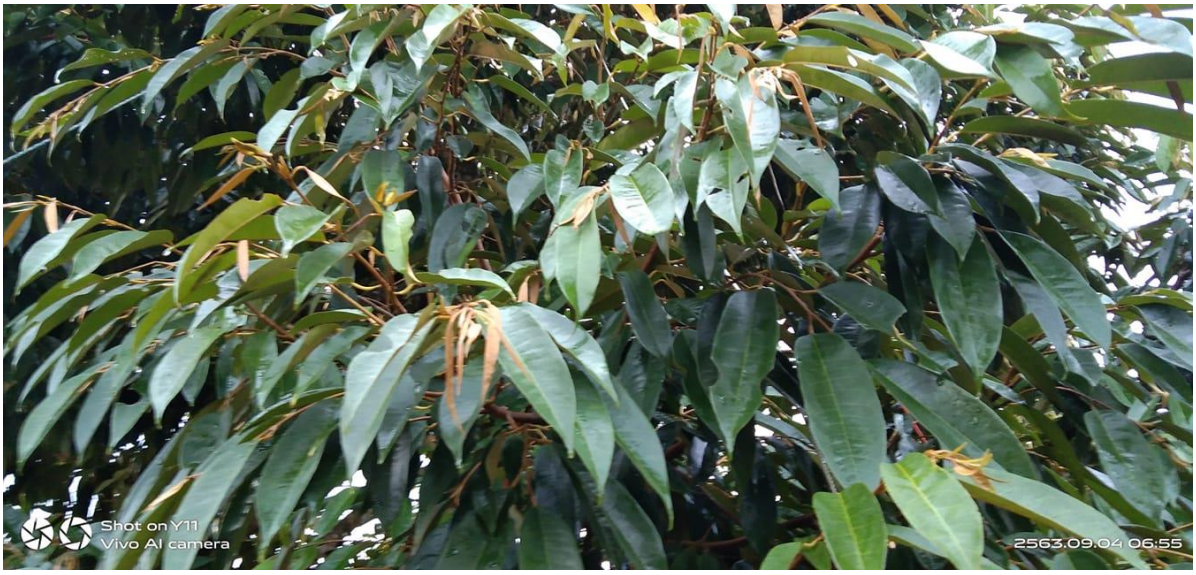
รูปที่ 4-20 การใช้ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง มีการระบายน้ำดี เป็นวัสดุปลูกทุเรียน

ระยะปลูกทุเรียนที่เหมาะสมของการปลูกทุเรียน ในพื้นที่ภาคตะวันออกจะมีวิธีการปลูกทุเรียนระยะห่าง 8x8 เมตรบ้าง 9x9 เมตรบ้าง หรือ 10x10 เมตร ซึ่งเป็นระยะปลูกที่ได้รับความนิยม ทั้งนี้ทุเรียนเป็นพืชที่ต้องการแสงแดดปริมาณที่มากในวันที่มีแสง ดังนั้น การปลูกทุเรียน ที่ระยะ 10x10 เมตร จะทำให้ทุเรียนได้รับแสงแดดในปริมาณที่เพียงพอ กับความต้องการของต้นทุเรียน ดัง**รูปที่ 4-21** และในการปลูกต้นทุเรียนจะต้องมีการทำการพรางแสงแดดให้กับต้นทุเรียนที่อายุน้อยด้วย

พืชพี่เลี้ยงที่เหมาะกับการปลูกในสวนทุเรียน คือ ต้นกล้วย ซึ่งใบ ลำต้นของกล้วย ที่ตัดแต่งเกษตรกรไม่จำเป็นต้องทำลายทิ้งด้วยการเผาหรือเอาไปทิ้งนอกสวน เนื่องการทุกส่วนของกล้วยจะย่อยสลายเป็นอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้รากของต้นทุเรียน เจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี เกษตรกรไม่ต้องตับสับต้นกล้วยก็ได้เพียงโค่นแล้วกองไว้ในสวน ต้นกล้วยจะย่อยสลายในระยะเวลาไม่นาน

รูปที่ 4-21 ระยะปลูกที่เหมาะสม ระยะปลูก 10x10 เมตร

เมื่อเกษตรกรปลูกทุเรียนแล้ว จะต้องมีการทำชุดใบในช่วงเวลาการแจริญเติบโต เกาตรกรไม่จำเป็นต้องให้ปุ๋ยทางใบกับต้นทุเรียน หากต้องการเพิ่มสารอาหารให้กับทุเรียน ควรเลือกใช้การใส่ปุ๋ยเคมี ที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงการเจริญเติบโต ทั้งนี้ นอกจากธาตุอาหารหลัก N-P-K ที่มีอยู่ในปุ๋ยเคมีแล้ว ทุเรียน มีความต้องการธาตุอาหารรอง คือ Ca Mg S ด้วย จำเป็นต้องใส่ให้กับทุเรียน เป็นระยะๆ ดัง**รูปที่ 4-22**



รูปที่ 4-22 การแตกใบอ่อนของทุเรียน (ไม่มีการใช้ปุ๋ยทางใบ)

การตัดแต่งทรงพุ่มต้นทุเรียน ควรทำการตัดแต่งตั้งแต่ทุเรียน มีอายุตั้งแต่ 1 ปี โดยบังคับทรงพุ่มของต้นทุเรียนให้มีลักษณะเป็นพุ่มสามเหลี่ยม มีฐานกว้าง โดยควรจะบังคับให้กิ่งที่อยู่ด้านล่าง แผ่ออกจากลำต้นทำมุม 90 องศากับลำต้น จะทำให้ทรงพุ่มโปร่ง และมุมในการรับแสงแดดเพื่อให้มีพื้นที่การสังเคราะห์แสงมากที่สุดดัง**รูปที่ 4-23** และเมื่อต้นทุเรียนมียอดสูงเกิน 4 เมตร ควรทำการตัดยอด ให้ทุเรียน มีทรงพุ่มไม่สูงจะทำให้การดูแลรักษา การเก็บผลผลิตสะดวก

รูปที่ 4-23 การตัดแต่ง และบังคับทรงพุ่มทุเรียน

โรคไฟทอปธอร่า หรือ โรครากเน่าโคนเน่า สาเหตุเกิดจาก : เชื้อรา Phytophthora palmivora เป็นโรคที่มีความสำคัญและสร้างความเสียหายกับทุเรียนอย่างมาก เชื้อราอาศัยอยู่ในดินและอยู่ข้ามปีได้นานหลายปี เจริญและแพร่พันธุ์ได้ดีในสภาพความชื้นสูง ฝนชุกจะพบการระบาดของโรครุนแรงและแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว ดัง **รูปที่ 4-24** อาการผลเน่าไฟทอปธอร่า ผลที่ติดเชื้อราไฟทอปธอร่า จะแสดงอาการจุดเล็กๆ สีน้ำตาลดำฉ่ำน้ำ ที่เปลือกผลหรือปลายผลทุเรียน ต่อมาเมื่อแผลลุกลามจะพบลอยแตกระหว่างร่องหนาม และพบเส้นใยสีขาวฟูเป็นแผง ต่อมาผลจะหลุดร่วง นอกจากนั้นยังมักพบอาการดังกล่าว หลังการเก็บเกี่ยวเมื่อผลเริ่มสุกแก่ ซึ่งเป็นอาการที่เข้าทำลายผลทุเรียนในลักษณะ “เชื้อแฝง”ดัง**รูปที่ 4-25**

รูปที่ 4-24 โรคไฟทอปธอร่า หรือ โรครากเน่าโคนเน่า ในต้นทุเรียน

รูปที่ 4-25 โรคไฟทอปธอร่า หรือ โรครากเน่าโคนเน่าบนผลทุเรียน

การตัดแต่งกิ่งทุเรียนให้โปร่ง และมีระยะห่างทรงพุ่ม 10x10 เมตร จะทำให้แสงแดดส่องได้ถึงภายในทรงพุ่ม ประกอบกับการที่ต้องบำรุงต้นทุเรียนให้มีสุภาพต้นแข็งแรงอยู่เสมอ จะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการป้องกันเชื้อรา ที่จะเกิดกับต้นทุเรียนดัง **รูปที่ 4-26**

รูปที่ 4-26 การปลูกทุเรียน ไม่เป็นโรคเชื้อราไฟทอปธอร่า

Hard pruning durian การตัดแต่งกิ่งทุเรียนอย่างหนัก วัตถุประสงค์ของการตัดแต่งกิ่งอย่างนี้ คือ การลดขนาดของทรงพุ่มไม่ว่าจะเป็นทางยอดทางข้าง การปลูกทุเรียนในสมัยก่อน20ปีที่แล้ว ไม่นิยมควบคุมความสูง ปล่อยให้เติบโตทางเรือนยอดสมัยก่อนแรงงานหาง่ายไม่เกิดปัญหาแต่ปัจจุบันคือปัญหาและความเสียหาย

การปลูกในปัจจุบันมีการปลูกทุเรียนในระยะระหว่างต้นลดลง เน้นปริมาณต้นการเจริญเติบโตปกติจนถึงช่วงหนึ่งปลายกิ่งเกิดชนกันหรือใกล้กัน ยากต่อการใช้เครื่องจักรหรือแม่กระทั่งคนงานเองก็ทำงานลำบาก จึงมีการควบคุมทรงพุ่มทั้งด้านยอดและด้านข้าง ดัง**รูปที่ 4-27**

การตัดแต่งยอดมีผลกระทบอย่างมาก กิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เคยอยู่กลางแจ้งเลย ต้องมาโดนแดดเผาทั้งวัน บริเวณหลังกิ่งด้านที่โดนแดดเผาเปลือกจะเสียหายไปอย่างน้อยก็ 1/5 ของกิ่ง การตัดกิ่งอย่างนี้จะต้องมีการเตรียมตัวกันพอสมควร มีความเข้าใจธรรมชาติของพืช การทำตามโดยที่ตนเองไม่เข้าใจจะมีผลเสีย ซึ่งบางครั้งเนื้อเยื่อใหม่ไม่สามารถสร้างเพื่อหุ้มเปลือกที่ถูกแดดเผาได้หรือได้ทัน เนื้อไม้จะถูกความร้อนทำลายในลำดับต่อไป ดัง**รูปที่ 4-28** ในภาพเปลือกถูกแดดเผาเหมือนกันหลังจาก Hard pruning แต่เปลือกไม้สามารถต้านทานได้จึงไม่เกิดความเสียหายจนกิ่งเสีย

รูปที่ 4-27 ผลกระทบจากการตัดแต่งกิ่งทุเรียนกับสภาพเปลือกของกิ่งทุเรียน

รูปที่ 4-28 การตัดแต่งกิ่งทุเรียนอย่างหนัก

โครงสร้างของกิ่งที่ใหญ่ตั้งแต่เริ่มต้น ดัง **รูปที่ 4-29** จะสามารถไว้ผลผลิตได้มากการแต่งกิ่งต้องมีเหตุผลสมควรเสมอเนื่องตากอีก 5 เดือนเศษก็จะต้องทำการบังคับดอกทุเรียน เริ่มฤดูกาลใหม่อีกครั้ง ซึ่งเกษตรกรต้องมีวิธีการบังคับ หรือ ล่อหลอกให้ทุเรียน ขยายกิ่งให้ใหญ่ขึ้น แข็งแรงขึ้น กิ่งกระโดงจะเป็นเครื่องล่อหลอกให้พืชส่งอาหารมาให้กิ่งหลักเพิ่มขนาด และเมื่อถึงเวลาให้ตัดกิ่งกระโดงที่ไม่มีประโยชน์ทิ้งให้หมด

รูปที่ 4-29 การสร้างกิ่งให้มีขนาดใหญ่เป็นจุดเริ่มต้นของทุเรียนคุณภาพสูง

การผลิตทุเรียนเกษตรกรควรเลือกลูกที่อยู่ติดกับลำต้นไว้ และตัดลูกที่อยู่ปลายกิ่งออก ดัง**รูปที่ 4-30** และ**รูปที่ 4-31** มีการประเมินความสามารถในการเก็บจำนวนลูกทุเรียนของแต่ละต้นไว้ และตัดแต่งให้เหลือในจำนวนที่เหมาะสมเนื่องจากการเก็บลูกไว้มากเกินไป จะทำให้เกิดการแย่งสารอาหารกัน ลูกทุเรียนที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ

รูปที่ 4-30 ผลอ่อนของทุเรียนที่อยู่ใกล้ๆ ลำต้น ควรเก็บไว้

รูปที่ 4-31 ต้นทุเรียนที่มีความสมบูรณ์สามารถเลี้ยงผลได้จำนวนมากและมีคุณภาพสูง

ต้นทุเรียนที่ปลูกและดูแลได้ดี จะมีสุขภาพแข็งแรง เจริญเติบโตได้เร็วกว่า วิธีการแบบดั้งเดิม การบำรุงต้นทุเรียนในช่วง 3 ปีแรก อย่างเต็มที่จะย่นระยะเวลา ที่เกษตรกรจะทำผลทุเรียนในปีแรกได้ จาก 5 ปี เหลือเพียง 3 ปี ดัง**รูปที่ 4-32** ต้นทุเรียนอายุ 3 ปี 8 เดือน สามารถเก็บผลผลิตได้ 90 กิโลกรัม (27 ลูก)

รูปที่ 4-32 ต้นทุเรียนอายุ 3 ปี 8 เดือน

ต้นทุเรียนที่มีสุขภาพที่ดี สามารถไว้ผลได้มากกว่า 100 ผล ต่อต้น สามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้มากกว่า 500,000 บาทต่อไร่ ใน 1 ปี ดัง**รูปที่ 4-33** ต้นทุเรียนอายุ 5 ปี ยังเป็นทุเรียนสาวแต่สามารถผลิตผลทุเรียนได้ เทียบเท่าต้นอายุ 7 ปี

รูปที่ 4-33 ต้นทุเรียนอายุ 5 ปี

การเก็บผลผลิตควรเก็บผลทุเรียนที่มีอายุผลมากกว่า 120 วันนับจากวันดอกทุเรียนบาน เพื่อที่คุณภาพเนื้อทุเรียน จะดีที่สุด มีคุณภาพสูง รสชาติอร่อยที่สุด สังเกตได้ว่าหนามของผลทุเรียนที่มีอายุเกินกว่า 120 วัน จะมีลักษณะแหลมคม ปลายแข็งมีสีน้ำตาลเข้ม ขั้วของผลจำมีผิวหยาบ และมีขนาดเล็กจากการหดตัวเนื่องจากการสูญเสียน้ำ ดัง**รูปที่ 4-34**

รูปที่ 4-34 ผลทุเรียนที่มีอายุมากว่า 120 วัน

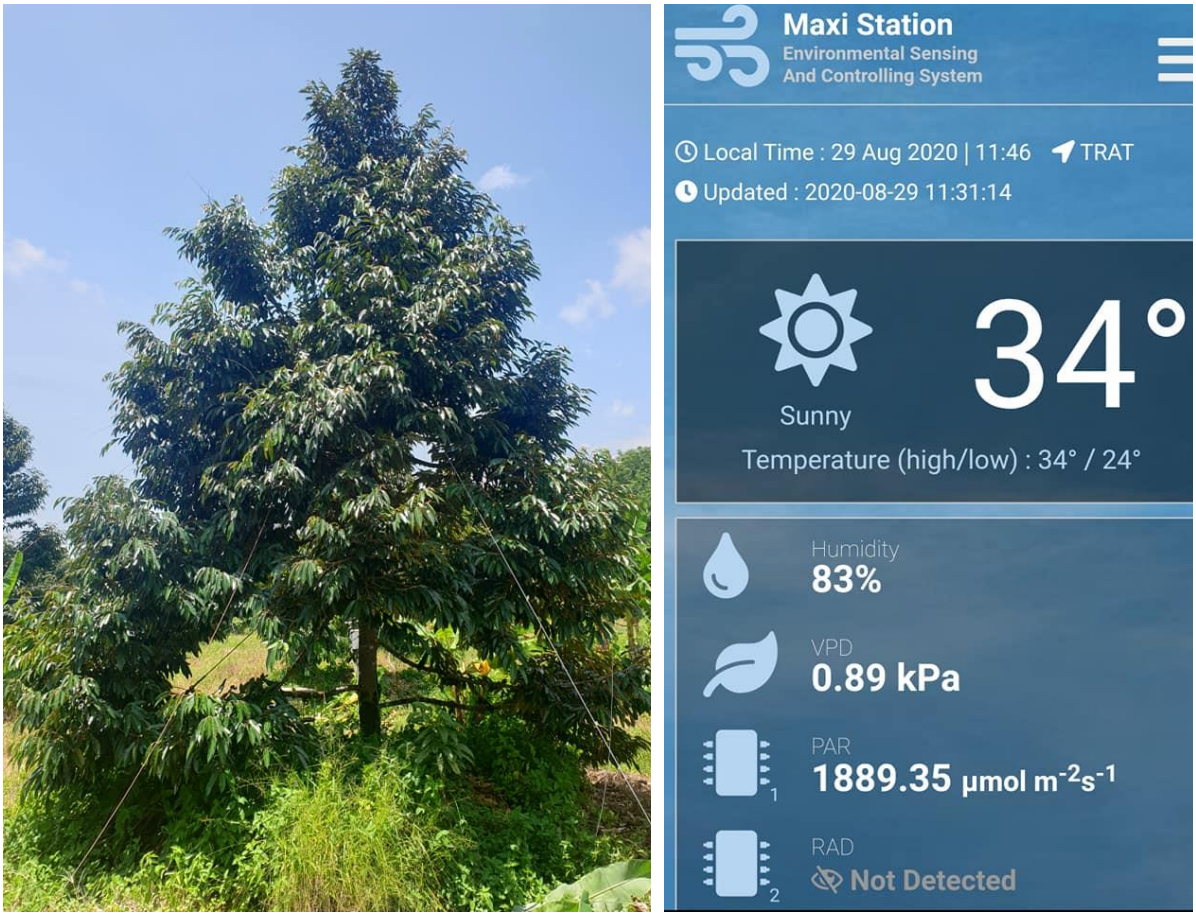
การเก็บเกี่ยวทุเรียนที่มีอายุแก่จัด จำทำให้เนื้อทุเรียนในทุกพู มีความสุกของเนื้อใกล้เคียงกันที่สุด และสามารถบ่มด้วยอุณหภูมิห้อง จนสุกได้โดยไม่ต้องใช้สารเคมีเร่งการสุกของผลทุเรียน ดัง**รูปที่ 4-35**

รูปที่ 4-35 เนื้อทุเรียนที่มีอายุมากกว่า 120 วันหรือผลแก่

หลังการเก็บเกี่ยวทุเรียนแล้ว ควรรีบใส่ปุ๋ยบำรุงต้นทุเรียนในทันที เพื่อให้ต้นทุเรียน สร้างใบอ่อนจำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด เพื่อใช้ในการสะสมอาหารในอีก 6 เดือนหลังการเก็บเกี่ยว ต้นทุเรียนจะมีสุขภาพดีและสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพสูงได้ ดัง**รูปที่ 4-36**

รูปที่ 4-36 ใบอ่อนต้นทุเรียน หลังการเก็บเกี่ยว

การใช้แอพพลิเคชันของเครื่องมือตรวจวัดสภาพอากาศ ในการสังเกตการณ์สภาพต้นทุเรียน ปริมาณการใช้น้ำของทุเรียน ความสมบูรณ์ของทุเรียน ควบคู่กับการดูแล จะทำให้เกษตรกรเข้าใจความต้องการของต้นทุเรียนมากยิ่งขึ้น และจะเป็นผลให้การพัฒนาการผลิตทุเรียนคุณภาพสูงสู่ท้องตลาดดียิ่งๆ ขึ้นไป



รูปที่ 4-37 เปรียบเทียบต้นทุเรียนกับสภาพอากาศในแต่ละวัน

การสำรองน้ำในสวน เพื่อความมั่นคงทางทรัพยากรน้ำของสวนทุเรียน แต่ละสวนควรมีพื้นที่สำหรับขุดบ่อเก็บกักน้ำเป็นของตนเอง เพื่อที่จะมั่นใจได้ว่า มีปริมาณน้ำที่เพียงพอกับความต้องการของต้นทุเรียน สามารถใช้น้ำได้ตลอดทั้งปี ดัง**รูปที่ 4-38**

รูปที่ 4-38 สระเก็บน้ำที่เกษตรกรขุดเพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้
และรวบรวมน้ำจากบ่อบาดาลเพื่อใช้ในสวนทุเรียน

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลของงานวิจัย

ผลการวิจัยทั้งหมดของโครงการวิจัยนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ ปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการศึกษาติดตามวิธีการปลูกทุเรียนคุณภาพสูงจากเกษตรกร โดยขอสรุปผลการวิจัยตามหัวข้อหลักที่อธิบายไปข้างต้นโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผลการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม จะเป็นการศึกษาจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินภาคเกษตรกรรม ฐานข้อมูลปี พ.ศ.2560 – 2561 ประกอบกับปฏิทินการเพาะปลูกแยกตามลุ่มน้ำหลัก 4 ลุ่มน้ำ (ในระบบ 25 ลุ่มน้ำ) ในการคำนวณจะพิจารณาทั้งสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) แบ่งเป็น พื้นที่นอกเขตชลประทาน และ พื้นที่ในเขตชลประทาน แต่ในการนำผลการคำนวณไปใช้ในการวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำจะนำผลเฉพาะในเขตพื้นที่ชลประทานไปทำการวิเคราะห์ เนื่องจากพื้นที่นอกเขตชลประทานโครงการวิจัยได้ตั้งสมมติฐานให้พื้นที่นอกเขตชลประทานถือเป็นพื้นที่เกษตรน้ำฝนไม่มีการส่งน้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนในระบบชลประทานไปให้ ดังนั้นในการวิเคราะห์ของโครงการวิจัยจัดทำสมดุลน้ำฯ จึงพิจารณาเฉพาะความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมเฉพาะในเขตชลประทานเท่านั้น โดยผลการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมนอกเขตชลประทานเฉลี่ยมีค่า 5,981.03 ล้าน ลบ.ม./ปี และ ปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมในเขตชลประทานเฉลี่ยมีค่า 3,328.46 ล้าน ลบ.ม./ปี ทำให้โดยรวมแล้วพื้นที่ภาคตะวันออกมีความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมเฉลี่ยรวมมีค่า 9,309.49 ล้าน ลบ.ม./ปี ในส่วนของกรณีลดการใช้น้ำภาคเกษตรกรรมซึ่งโครงการวิจัยได้ทำการศึกษาวิธีลดการใช้น้ำของทุเรียนโดยนำเสนอวิธีทดลองลดการใช้น้ำ ซึ่งจากศึกษา พบว่าหากทำการให้น้ำแก่ทุเรียนด้วยวิธีทดลองจะทำให้ลดปริมาณความต้องการน้ำเฉพาะโครงการชลประทานที่มีการเพาะปลูกทุเรียนลงได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 40 แต่หากพิจารณาในภาพรวม พบว่า มีร้อยละการลดลงของปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมโดยรวมไม่มากนัก (เฉลี่ยร้อยละ 9) แต่ก็ถือว่าเป็นไปตามเป้าหมายเบื้องต้นในการลดปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมลงให้ได้ร้อยละ 10 ซึ่งผลการวิจัยนี้ได้สนับสนุนผลให้กับโครงการวิจัยจัดทำสมดุลน้ำฯ ในการนำไปวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำในกรณีลดการใช้น้ำกรณีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในอนาคต และ กรณีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่วนผลการขาดแคลนน้ำภาคเกษตรกรรมในสภาพปัจจุบันจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Mike Hydro (Basin) สนับสนุนให้ภาคเกษตรกรรมต้องมีการลดการใช้น้ำเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ ส่วนปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมในอนาคตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (พ.ศ.2580) เฉพาะพื้นที่ในเขตชลประทาน

มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 4,441 ล้าน ลบ.ม. อันเนื่องมาจากความแปรปรวนของตัวแปรภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณฝน เป็นต้น

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโครงการวิจัยนี้ทำการศึกษาโดยอ้างอิงข้อมูลและวิเคราะห์ตามมาตรฐานในรายงาน The Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change หรือที่เรียกว่า AR5 แบ่งเป็น กรณี RCP4.5 และ RCP8.5 ด้วยแบบจำลอง CanESM2 CESM1 – BGC, CNRM – CM5 และ CESM – CAM5 เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อและสนับสนุนผลการวิจัยของโครงการ “การวิเคราะห์และการบริหารจัดการสมดุลน้ำในพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” จากแบบจำลอง CanESM2 กรณี RCP4.5 ว่ามีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้สำหรับพื้นที่การศึกษา โดยผลการประเมินปริมาณฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโครงการวิจัยจัดทำสมดุลน้ำฯ กรณี RCP4.5 ในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันปริมาณฝนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 1 – 37 แต่มีบางลุ่มน้ำสาขาลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 5 – 20 ในส่วนของช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณฝนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 6 – 48 แต่มีบางลุ่มน้ำสาขาลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 5 – 23 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของโครงการนี้ที่มีร้อยละการเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันของทั้ง 3 แบบจำลองระหว่าง 1 – 58 แต่มีบางสถานีลดลงระหว่างร้อยละ 2 – 4 ส่วนช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณฝนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 10 – 65 แต่มีบางลุ่มน้ำสาขาลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 1 – 5

ในส่วนของอุณหภูมิจากการเปรียบเทียบความสอดคล้องกับปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง พบว่า ในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 1 – 4 ในส่วนของช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 2 – 6 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของโครงการนี้ที่มีร้อยละการเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาใกล้ปัจจุบันอยู่ระหว่าง 1 – 3 ส่วนช่วงระยะเวลาไกลจากปัจจุบันปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดในช่วงร้อยละ 1 – 4

และส่วนสุดท้ายจะเป็นการศึกษาติดตามวิธีการปลูกทุเรียนคุณภาพสูงจากเกษตรกร ซึ่งได้มีการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างถึงปริมาณความต้องการน้ำของทุเรียน โดยพบว่า เกษตรกรจะมีช่วงเวลาทำงานตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เมษายน (ระยะเวลา 6 เดือน) โดยในช่วงแรกหลังการงดน้ำทำดอก ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง มกราคม ชาวสวนทุเรียนทั่วไปนิยมให้น้ำอยู่ที่ปริมาณ 150 ลิตรต่อต้นต่อวัน และเพิ่มขึ้นเป็น 200 - 300 ลิตรต่อต้น ต่อวันในช่วง 3 เดือนหลังระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน ซึ่งเป็นช่วงที่ผลทุเรียนมีขนาดเท่ากระป๋องนมจนถึงผลโตเต็มที่พร้อมเก็บเกี่ยว แต่จากการทดสอบ

การใช้น้ำของต้นทุเรียน พบว่า ความต้องการใช้น้ำของทุเรียนหนึ่งต้นใช้น้ำไม่ถึง 100 ลิตรต่อวันในช่วง 3 เดือนแรก และไม่เกิน 150 ลิตรต่อต้นต่อวันในช่วง 3 เดือนหลัง จึงได้ทดลองให้น้ำวันละ 200 ลิตรต่อต้นต่อวัน พบว่า ผลผลิตที่ได้มีปริมาณและคุณภาพดี จึงเป็นการยืนยันว่าปริมาณน้ำที่ให้ลดลงไม่ได้ส่งผลต่อคุณภาพของทุเรียนแต่อย่างใด ซึ่งคณะผู้วิจัยใช้พื้นที่สวนปฐพี ตำบลท่าพริก อำเภอเมือง จังหวัดตราด เป็นพื้นที่ตัวอย่างในการทดสอบการใช้น้ำของต้นทุเรียน ทั้งนี้จากการนำเครื่องมือ sap flow ติดตั้งที่ลำต้นของทุเรียน เพื่อวัดการใช้น้ำผ่านท่อลำเลียงน้ำ (xylem) โดยการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าเพื่อวัดอัตราการไหลของน้ำในลำต้นช่วงเวลาต่าง ๆ และมีการจัดการเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์ นอกจากจะได้ปริมาณตัวเลขยืนยันความต้องการน้ำที่แท้จริงของต้นทุเรียนแล้วยังพบความน่าสนใจในเชิงสรีรวิทยาของพืชทำให้ได้รู้ช่วงเวลาที่ทุเรียนต้องการใช้น้ำและช่วงเวลาไหนที่ไม่ต้องการ ทำให้สรุปผลการทดลองวิจัยได้ว่า การปลูกทุเรียนไม่จำเป็นต้องให้น้ำในปริมาณมาก และนอกจากเกษตรกรจะได้ทราบถึงช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการให้น้ำทุเรียนแล้ว ยังช่วยประหยัดหรือลดค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำราคาแพงเพื่อนำมารดสวนทุเรียนในช่วงหน้าแล้งได้อีกด้วย โดยจะเห็นได้จากปริมาณการใช้น้ำของสวนทุเรียนต้นแบบในพื้นที่ 10 ไร่ ช่วง 6 เดือนของการปลูกทุเรียน ปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด 4,152 ลูกบาศก์เมตร ลดลงจากวิธีการเดิมที่มีการใช้น้ำ 6,576 ลูกบาศก์เมตร ชี้ให้เห็นว่าการให้น้ำ 200 - 300 ลิตรต่อต้นต่อวัน ของเกษตรกรที่ผ่านมาทำให้เสียน้ำไปกับการระเหยที่ไม่เป็นประโยชน์ ดังนั้นด้วยวิธีการนี้จะทำให้ชาวสวนทุเรียนสามารถลดการใช้น้ำลงได้ถึง 35 - 40% มากกว่าเป้าหมายที่โครงการกำหนดไว้ ประเด็นที่ต้องพิจารณาต่อไป คือ จะมีเกษตรกรปรับพฤติกรรมลดการใช้น้ำของต้นทุเรียนลงมากน้อยแค่ไหน ซึ่งนักวิจัยประเมินว่าการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของเกษตรกรทำได้ยาก เนื่องจากทุเรียนเป็นพืชที่มีมูลค่าสูง อาจทำให้เกษตรกรไม่กล้าเสี่ยง ทั้งนี้ในการพัฒนา EEC จำเป็นต้องหาน้ำดิบเพื่อใช้ในภาคการอุปโภค - บริโภค และภาคอุตสาหกรรม จำเป็นต้องมีการจัดสรรน้ำอย่างยุติธรรมหากภาคเกษตรไม่ลดการใช้น้ำอย่างฟุ่มเฟือย การพัฒนาพื้นที่จะมีปัญหาขาดแคลนน้ำ และการเพิ่มจำนวนสวนทุเรียนในพื้นที่ภาคตะวันออกอย่างมหาศาล จะมีปริมาณความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นมาก หากรัฐบาลต้องให้ความช่วยเหลือในฤดูแล้ว ควรพิจารณาให้ความช่วยเหลือเฉพาะในพื้นที่ชลประทาน และพื้นที่ที่มีเอกสารสิทธิ์ชัดเจนเท่านั้น ไม่ควรช่วยเหลือเกษตรกรที่บุกรุกพื้นที่ป่า

ในกระบวนการวิจัยได้มีการดำเนินการโดยนำเทคโนโลยีที่ทันสมัย (AI) มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ด้วย ตั้งแต่การติดตั้งสถานีตรวจวัดข้อมูล สภาพภูมิอากาศ เครื่องมือวัดความชื้นในดิน โดยได้ดำเนินการติดตั้งในพื้นที่ 3 แห่ง ได้แก่ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี และ อำเภอเมือง จังหวัดตราด ทำให้ทราบถึงตัวแปรภูมิอากาศที่มีความสัมพันธ์กับกับการใช้น้ำของพืช คือ ความชื้นสัมพัทธ์, อุณหภูมิ, แรงดึงระเหยของน้ำในอากาศ, ปริมาณความเข้มแสง, ปริมาณน้ำฝน, ความเร็วลม และ ความชื้นในดิน ซึ่งนำไปสู่การศึกษาถึงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) คือ ทุเรียน ซึ่งเป็นพืชตัวอย่างในการศึกษาของ

โครงการวิจัยนี้ และทำการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ของทุเรียน โดยการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลระบบปลูกทุเรียนในแปลงตัวอย่างซึ่งรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรีเพื่อจัดทำบัญชีรายการการใช้น้ำของทุเรียน และเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพื้นที่ศึกษาขอบเขตการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทุเรียนตั้งแต่แรกปลูกจนถึงอายุ 30 ปี ผลการศึกษา พบว่า ความต้องการน้ำของทุเรียนทางทฤษฎีเฉลี่ยต่อปีในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรี เท่ากับ 1,764.45 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 1,562.23 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ โดยแบ่งเป็น ปริมาณฝนใช้การ เท่ากับ 1,157.84 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่และ 1,040.54 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และปริมาณน้ำชลประทานเท่ากับ 606.61 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 521.69 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

สิ่งที่น่าสนใจในการสำรวจและสอบถาม พบว่า มีการให้น้ำจริงของแปลงทุเรียนเท่ากับ 1,517.81 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และ 1,569.63 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งมีค่าสูงกว่าความต้องการใช้น้ำทางทฤษฎีเมื่อนำมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางทฤษฎี พบว่า พื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมเท่ากับ 1,479.85 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน ในขณะที่ทุเรียนที่ปลูกในจังหวัดจันทบุรีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ 1,133.59 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน เมื่อนำค่าการใช้น้ำชลประทานจริงจากการสำรวจมาคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ พบว่า มีค่าสูงขึ้นเป็น 2,031.77 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยอง และ 1,704.45 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทุเรียน ในจังหวัดจันทบุรี เนื่องจากความต้องการน้ำในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมากกว่าจันทบุรี ขณะเดียวกันผลผลิตทุเรียนสดในพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองเฉลี่ยต่ำกว่าจังหวัดจันทบุรี ส่งผลให้ค่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของพื้นที่ศึกษาจังหวัดระยองมีค่ามากกว่าจันทบุรี ซึ่งผลการคำนวณแสดงให้เห็นถึงการมีแหล่งน้ำเพื่อใช้ในภาคการเกษตรอย่างเหมาะสม

และวิธีการเพาะปลูกทุเรียนให้ได้คุณภาพสูง มีปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุด คือ การสร้างแหล่งน้ำต้นทุนเพื่อใช้ในสวนทุเรียนเอง ตลอดจนการเลือกพื้นที่ดินที่มีความเหมาะสม เช่น มีค่าอินทรียวัตถุที่เหมาะสม การเว้นระยะห่างระหว่างต้นทุนเรียนเพื่อการเจริญเติบโตที่เหมาะสม คือ ระยะ 10x10 เมตร จะทำให้ทุเรียนได้รับแสงแดดในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของต้นทุเรียน การเก็บผลผลิตควรเก็บผลทุเรียนที่มีอายุผลมากกว่า 120 วันนับจากวันดอกทุเรียนบาน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

จากผลการวิจัยทั้งหมดจะเห็นว่ามีการบูรณาการความรู้ร่วมกันระหว่างโครงการวิจัยย่อยซึ่งทำให้ภาพรวมของชุดโครงการวิจัยสามารถตอบโจทย์ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้เช่นเดียวกับวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้เอง โดยผลการวิจัยนี้เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำภาคเกษตรกรรมของพื้นที่การศึกษาได้เป็นอย่างดี รวมถึงเป็นการสนับสนุนความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของผลการวิจัยในการวิเคราะห์สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำของพื้นที่การศึกษา อีกทั้งยังเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาผลผลิตของการเพาะปลูกทุเรียนสำหรับพื้นที่การศึกษา แต่สิ่งที่สำคัญยิ่งในการนำผลการวิจัยนี้ไปต่อยอดเพื่อทำให้เกิดการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงอย่างเป็นรูปธรรม คือ การสร้างพื้นที่ตัวอย่างโดยหน่วยงานราชการที่รับผิดชอบและให้ความรู้รวมถึงสร้างความเชื่อมั่นให้แก่เกษตรกรในการนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ของตนเองต่อไป

ข้อจำกัดของงานวิจัย

เนื่องจากโครงการวิจัยตั้งสมมติฐานโดยพิจารณาจากการเปลี่ยนสภาพภูมิอากาศเป็นหลักและอนุมานว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบันแล้วเนื่องจากใช้ฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปี พ.ศ.2560 – 2561 ซึ่งมีความทันสมัยมากที่สุดในปัจจุบันที่โครงการวิจัยมีข้อมูลจึงยังมิได้ศึกษาโดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ข้อเสนอแนะของท่านผู้ทรงคุณวุฒิได้ระบุไว้ อีกทั้งไม่มีรายงานข้อมูลการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละปีทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต แต่จากข้อมูลและผลการศึกษาทั้งหมดภายใต้การบูรณาการร่วมกันระหว่างโครงการวิจัยย่อยและภาพรวมของชุดโครงการวิจัยสามารถค้นพบข้อมูลสำคัญและตอบโจทย์ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยแล้ว จึงต้องขออภัยสำหรับข้อจำกัดดังกล่าวที่มิได้ดำเนินการในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2543. **ปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและค่าสัมประสิทธิ์พืช**. กรมชลประทาน, กรุงเทพมหานคร.

กรมชลประทาน. 2554. **คู่มือปฏิบัติงาน เล่มที่ 15/16 คู่มือการคำนวณหาประสิทธิภาพการชลประทาน**. กรมชลประทาน.

กรมชลประทาน. 2555. **ค่าสัมประสิทธ์พืช (kc) ของพืช 40 ชนิด**.กรมชลประทาน.

คณะวิศวกรรมศาสตร์. 2560. **โครงการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจในการบริหารแหล่งน้ำต้นทุนและการสูบจ่ายน้ำ (EWMS)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ. 2559. **โครงการศึกษาความมั่นคงของลุ่มน้ำอย่างยั่งยืนทั้ง 25 ลุ่มน้ำ**. กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

บุญมา ป้านประดิษฐ์. 2542. **หลักการชลประทานเบื้องต้น.** ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์กรมหาชน). 2555. **การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง: ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก**. กุมภาพันธ์ 2555.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์กรมหาชน). 2555. **การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง: ลุ่มน้ำโตนเลสาป**. กุมภาพันธ์ 2555.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์กรมหาชน). 2555. **การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง: ลุ่มน้ำบางปะกง**. กุมภาพันธ์ 2555.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์กรมหาชน). 2555. **การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง: ลุ่มน้ำปราจีนบุรี**. กุมภาพันธ์ 2555.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สุจริต คูณธนกุลวงศ์. 2549. **สถานการณ์การใช้น้ำของประเทศไทย**. คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. 2562. **แผนหลักการพัฒนาและจัดการทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก**. สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ.

European Forest Institute. (2016). Adapting to climate change in European forests – results of the MOTIVE project. Access to https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/external/adapting-to-climate-change-in

Gudmundsson, L., Bremnes, J.B., Haugen, J.E. and Engen Skaugen, T. (2012). Technical note: downscaling RCM precipitation to the station scale using quantile mapping – a comparison of methods. Hydrological Earth System Sciences Discussion, 9, 6185-6201.

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Sysnthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernment Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland.

Wayne, G.P. (2013). The Beginner's Guide to Representative Concentration Pathways. Access to https://skepticalscience.com/rcp.php?t=3

บทความสำหรับการเผยแพร่

บทความที่ 1 : Proceedings การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 16 หน้า 373 – 382 ระหว่างวันที่ 3 – 4 ธันวาคม 2562

การลดมาตราส่วนทางสถิติสำหรับฝนรายวันภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

: กรณีศึกษาสถานีอุตุนิยมวิทยาชลบุรี-สัตหีบ

Statistical Downscaling of Daily Rainfall under Climate Change

: Case Study of Chonburi-Sattahip Meteorological Station

พลเพชร สมานมิตร[1] จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์[1] ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย[1] และบัญชา ขวัญยืน[1]

Polpech Samanmit[1], Jutithep Vongphet[1], Songsak Bhattrawuhichai[1] and Bancha Kwanyuen[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อปริมาณฝนรายวันภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับสถานีอุตุนิยมวิทยาชลบุรี-สัตหีบ โดยใช้โปรแกรมลดมาตราส่วนทางสถิติ Statistical Downscaling ในการสอบเทียบและทวนสอบ พบว่ามีค่าความสัมพันธ์ 0.25 และ 0.12 ตามลำดับ จากการสร้างภาพฉายอนาคตของปริมาณฝนรายวันภายใต้สถานการณ์ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ประกอบด้วย RCP 2.6 , RCP 4.5 และ RCP 8.5 พบว่าจะมีความเข้มฝนรายวันมากในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคมและมีการเพิ่มขึ้นลดลงของปริมาณฝนสลับกันไปในแต่ละปี โดยแนวโน้มค่าเฉลี่ยปริมาณฝนรายปีเพิ่มขึ้นจากข้อมูลตรวจวัดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน 16.18% , 17.63% และ 21.86% ตามลำดับของกรณี แต่มีปริมาณและการเกิดฝนสูงสุด ต่ำสุดในปีที่ต่างกันขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของปริมาณแก๊สเรือนกระจกแต่ละกรณี โดยงานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดสู่การศึกษาสมดุลน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำรวมถึงการพัฒนาแนวทางการปรับตัวภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก

คำสำคัญ : ฝน, การสร้างภาพฉายปริมาณฝนในอนาคต

ABSTRACT

The objective of research is to study the effect of daily rainfall under Climate Change for Chon buri - Sattahip Meteorological Station by using the Statistical Downscaling Program in Calibration and Validation. It was found that the correlations were 0.25 and 0.12 respectively. Then, future projections of daily rainfall was carried out under case of RCP 2.6, RCP 4.5 and RCP 8.5. It was found that the intensity of daily rainfall during July to August and there is an increase and decrease of rainfall each year. The trend of the average annual rainfall is increasing from the measurement data from past to present 16.18%, 17.63% and 21.86% respectively there case. But they will have the highest and minimum rainfall amount in different years depend on the concentration of the amount of greenhouse gases in each case. This research can contribute to the study of water balance and developing adaptation strategies under climate change in the Eastern Economic Corridor.

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate change) มีผลเสียหายต่อพื้นที่ต่างๆ ทั้งการเกิดภัยแล้งหรืออุทกภัยบ่อยครั้งและติดต่อกันมากขึ้น IPCC (2014) ให้คำนิยามในรายงาน IPCC ฉบับที่ 5 ดังนี้ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกมากกว่า 2 องศาเซลเซียส ภายใน พ.ศ.2643 ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยโลกเพิ่มขึ้น 0.19 เมตร แก๊สเรือนกระจกเพิ่มขึ้น 40 % เทียบกับช่วงก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรม มีคลื่นความร้อน แห้งแล้งยาวนานขึ้น ฝนตกหนัก มากขึ้นในพื้นที่ต่างๆ สำหรับการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดจากการปล่อยแก๊สเรือนกระจกหลายชนิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์มีการคาดการณ์อุณหภูมิโลก 100 ปีข้างหน้าจะสูงขึ้น 3-5 °C ถ้ามีปริมาณแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศมากเกินไปจะดูดซับความร้อนมากซึ่งทำให้อุณหภูมิสูงมากขึ้น (อรรคเดช และ พัชรี, 2545)

ชัยวัฒน์ และ บูรณโภค (2550) ได้ศึกษาโดยใช้แบบจำลอง Soil Water Assessment Tool (SWAT) ในการปรับแก้น้ำท่าเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลน้ำท่ารายวัน ซึ่งสามารถทำนายปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยและการเพิ่มขึ้นของการกัดเซาะพังทลายของหน้าดิน อีกทั้งพงศกร และ หริส (2558) ศึกษาแบบจำลอง PRECIS ในการคาดการณ์ฝนและวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตด้วยวิธีสหสัมพันธ์เพื่อสร้างสมการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงในอ่างเก็บน้ำห้วยสีทน จ.กาฬสินธุ์ ระหว่างช่วงฤดูฝนและแล้ง พบว่าปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มลดลงซึ่งเกิดจากภาวะภัยแล้งในอนาคต นอกเหนือจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ อาทิเช่น การศึกษาการคัดเลือกตัวแปรสภาพภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศท้องถิ่นในสมการ Penman - Monteith สถานีอุตุนิยมวิทยาอู่ทองที่ตั้งอยู่ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง โดยสร้างสมการถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) ซึ่งสามารถพยากรณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตและเป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำชลประทานอย่างเหมาะสม (พัลลภ และคณะ, 2562)

โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) นับว่ามีความสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศตามแผนพัฒนาเร่งด่วนของประเทศ ปัจจัยสนับสนุนที่สำคัญประการหนึ่ง คือ ทรัพยากรน้ำ ซึ่งเป็นทรัพยากรที่จำเป็น เพื่อให้เกิดความเพียงพอ ความมั่นคง และความยั่งยืน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นในแต่ละภาคส่วน คือ การอุปโภค-บริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว และการรักษาระบบนิเวศ ในส่วนของน้ำต้นทุนก็จำเป็นต้องมีการพิจารณาอย่างบูรณาการในการใช้น้ำในลักษณะการใช้น้ำร่วมกันระหว่างน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน (Conjunctive use) ตลอดจนแผนพัฒนาแหล่งน้ำในอนาคต ซึ่งปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยที่สำคัญในการประเมินสมดุลน้ำทั้งทางด้านปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องการน้ำ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อปริมาณฝนรายวันภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับสถานีอุตุนิยมวิทยาชลบุรี-สัตหีบ ซึ่งเป็นสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor; EEC) โดยงานวิจัยนี้เป็นขั้นตอนแรกในการศึกษาสมดุลน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่การศึกษาและการรวบรวมข้อมูล

จังหวัดชลบุรีถือเป็นหนึ่งในจังหวัดที่อยู่ในระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออกซึ่งถือเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาของประเทศ ในงานวิจัยนี้ได้คัดเลือกสถานีอุตุนิยมวิทยาชลบุรี-สัตหีบที่มีความยาวนานของข้อมูลฝนมากที่สุดตั้งแต่ พ.ศ.2523 - 2559 จำนวน 37 ปี โดยสถานีดังกล่าวตั้งอยู่ที่ ละติจูด 13° 22’ 00” N ลองจิจูด 100° 59’ 00” E ดังแสดงใน **Figure 1** โดยดำเนินการรวบรวมข้อมูลฝนรายวันจำนวน 37 ปี จากองค์กร National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

จากการพิจารณาปริมาณฝนตรวจวัดพบว่าฝนรายวันจะมีความเข้มฝน (มากกว่า 50 มม.) ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงกันยายนโดยมีแนวโน้มเป็นเช่นนี้ตั้งแต่ พ.ศ.2524 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งความแปรปรวนของปริมาณฝนที่ตกรายวันจะมีการเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไปในแต่ละปี เพื่อให้ง่ายต่อการแสดงผลแนวโน้มจึงขอนำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยผลรวมปริมาณฝนรายปีของสถานีดังกล่าว มีค่า 1,341.20 มม./ปี มีค่าปริมาณฝนสูงสุด 2,107.44 มม./ปี ใน พ.ศ.2556 ค่าปริมาณฝนต่ำสุด 666.50 มม./ปี ใน พ.ศ.2542 ซึ่งมีค่าพิสัยอยู่ที่ 1.440.94 มม./ปี โดยมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงจากอดีตจนถึงปัจจุบันดังแสดงใน **Figure 2**

Figure 1 The Study Meteorological Station and Grid cell of CMIP5

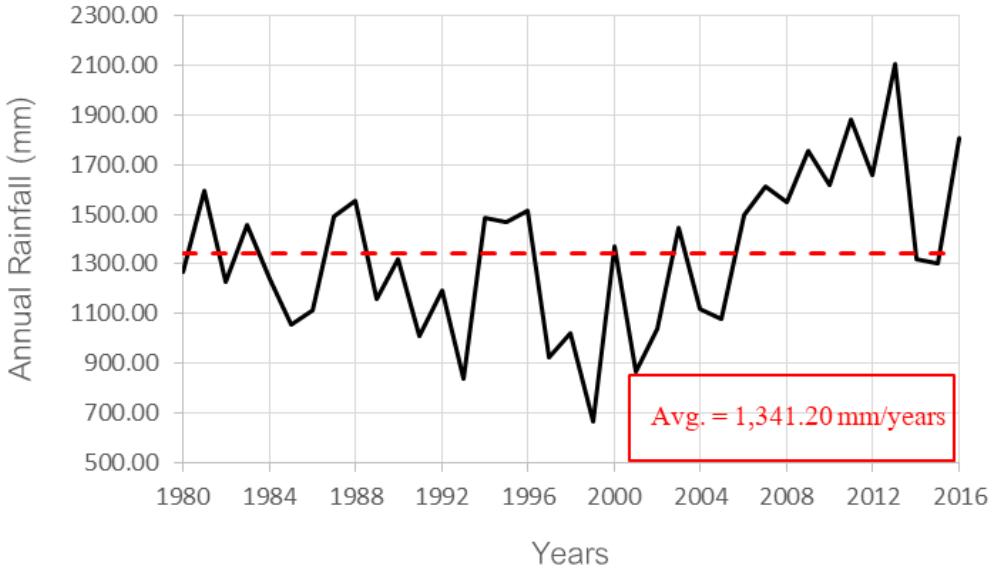


Figure 2 Observed Annual Rainfall since 1980 – 2016 at Chonburi-Sattahip Meteorological Station

2. Representative Concentration Pathways (RCP)

คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) พัฒนาภาพฉายการปล่อยแก๊สเรือนกระจกแบบใหม่ คือ Representative Concentration Pathways (RCP) ซึ่งใช้ในรายงานการประเมินครั้งที่ 5 ของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (The Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ AR5) โดยประเมินความเข้มข้นการปล่อยแก๊สเรือนกระจกระดับต่างๆ ในงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์ของสถานการณ์จำลองภูมิอากาศ 3 แบบ ซึ่งอยู่ในโปรแกรม SDSM ประกอบด้วย RCP 2.6 , RCP 4.5 และ RCP 8.5 ที่คาดการณ์ไว้ในปี พ.ศ.2643 เทียบกับช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559)

Table 1 Meaning of Representative Concentration Pathway.

RCP 8.5	Rising radiative forcing pathway leading to 8.5 W/m^2 in 2100
RCP 4.5	Stabilization without overshoot pathway to 4.5 W/m^2 at stabilization after 2100
RCP 2.6	Peak in radiative forcing at approximate 3 W/m^2 before 2100 and decline

3. กระบวนการลดมาตราส่วนทางสถิติ

3.1 การคัดเลือกตัวแปรภูมิอากาศที่มีความสัมพันธ์

สำหรับตัวแปรภูมิอากาศโลกได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์ของ NCEP โดยมีจำนวน 26 ตัวแปร มาหาความสัมพันธ์กับข้อมูลฝนโดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) ในโปรแกรม IBM SPSS ซึ่งมีข้อกำหนดความเข้ากันได้ Probability of F ที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.50 และถูกขจัดออกจากสมการโดยข้อกำหนดความเข้ากันได้ Probability of F ที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 จนไม่มีตัวแปรภูมิอากาศโลกถูกนำเข้าและคัดออกจากกระบวนการซึ่งถือเป็นการสิ้นสุดกระบวนการ (พัลลภ และคณะ, 2562)

3.2 โปรแกรมลดมาตราส่วนทางสถิติ Statistical Downscaling (SDSM)

โปรแกรมลดมาตราส่วนทางสถิติ (Statistical Downscaling , SDSM) คือ การลดมาตราส่วนผลลัพธ์แบบจำลองภูมิอากาศ ซึ่งใช้ข้อมูลและกรณีในการจำลองรายงาน The IPCC 5th Assessment Report Climate Change 2013, IPCC AR5 โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศโลกกับข้อมูลฝนตรวจวัด ซึ่งสามารถลดมาตราส่วนในระดับสถานีได้โดยตรง ทำให้มีผลลัพธ์และความละเอียดสูง สามารถนำไปใช้ในการสอบเทียบและการทวนสอบข้อมูล อีกทั้งสามารถวิเคราะห์และแสดงแนวโน้มที่จะเกิดในอนาคต ยกตัวอย่างในงานวิจัยนี้ นั่นคือ การสร้างภาพฉายการเกิดฝนในอนาคต (Yarnal *et al.*, 2001,Wilby *et al.*, 2002a)

3.3 การสอบเทียบและการทวนสอบ

การสอบเทียบและการทวนสอบเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมลดมาตราส่วนทางสถิติและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด ถ้าหากข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมากแสดงว่าข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมมีโอกาสที่จะใช้ในการแสดงแนวโน้มในอนาคตได้อย่างถูกต้องมากกว่าความสัมพันธ์ที่มีค่าน้อย ในงานวิจัยนี้ได้เลือกแสดงผลความสัมพันธ์ (correlation) ค่าสหสัมพันธ์ (MSE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) โดยมีหลักเกณฑ์ของความสัมพันธ์ที่ใช้ในการอ้างอิงและสมการที่ใช้ในการคำนวณสำหรับงานวิจัยนี้ ดังแสดงใน **Table 1** และสมการ **(1)** และ **(2)** โดยในงานวิจัยนี้แบ่งช่วงสอบเทียบตั้งแต่ พ.ศ.2523 – 2535 เป็นเวลา 13 ปี และ ช่วงทวนสอบตั้งแต่ พ.ศ.2536 – 2548 เป็นเวลา 12 ปี

Table 2 Meaning of Correlation

Correlation	Relationship Level
0.81	High Relationships.
0.61 - 0.80	Relationship with a Relatively High.
0.41 - 0.60	Medium Relationship.
0.20 - 0.41	Relationship with a Relatively Low.
0.2	Low Relationship.

(พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 1997:144)

$$\mathrm{MSE} = \sum_{n=1}^{n} \frac{e_t^2}{n} \qquad (1)$$

โดยที่ การคำนวณในสมการ (1) ประกอบด้วย MSE คือ ค่าสหสัมพันธ์, e_t = ค่าความคลาดเคลื่อน ; ค่าความคลาดเคลื่อน (e_t) = ค่าที่เกิดขึ้นจริง – ค่าพยากรณ์ โดยที่ n = จำนวนของข้อมูล

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{MSE} = \sqrt{\sum_{n=1}^{n} \frac{e_t^2}{n}} \qquad (2)$$

สำหรับสมการ (2) เป็นการหาค่ารากที่สองของสมการ (1) โดยมีตัวแปรในการคำนวณเหมือนกันทุกประการ

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการคัดเลือกตัวแปรภูมิอากาศโลกที่ทำการรวบรวมข้อมูลจากเว็บไซต์ของ NCEP มีจำนวนทั้งหมด 26 ตัวแปร ที่มีช่วงเวลาของข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2504 – 2548 มาทำการหาความสัมพันธ์กับข้อมูลฝนที่ได้ตรวจวัดจากสถานีอุตุนิยมวิทยาชลบุรี-สัตหีบ ที่ใช้ช่วงเวลาของข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 – 2548 ด้วยวิธี Stepwise ในโปรแกรม SPSS พบว่าตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลฝนที่ได้จากการตรวจวัดมีจำนวน 11 ตัวแปร ประกอบด้วย nceps500gl , ncepprcpgl , ncepp1_fgl , ncepp5_zgl , ncepp8_vgl , ncepmslpgl , ncepp8_zgl , ncepp1_zgl , nceps850gl , ncepp8thgl และ ncepp500gl โดยแบ่งช่วงสอบเทียบ จำนวน 13 ปี (2523-2535) และช่วงทวนสอบ จำนวน 12 ปี (2536-2548) พบว่าช่วงสอบเทียบมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าจากโปรแกรมกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด 0.25 จากเกณฑ์ที่งานวิจัยอ้างอิงจะเห็นว่าค่อนข้างมีค่าความสัมพันธ์ โดยค่าสหสัมพันธ์ (MSE) เท่ากับ 109.54 และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) เท่ากับ 10.47 จากค่าชี้วัดทางสถิติจะเห็นว่ามีความคลาดเคลื่อนสูง สำหรับ

ช่วงทวนสอบมีค่าความสัมพันธ์ ค่าสหสัมพันธ์ และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.12 , 125.94 และ 11.22 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไปในทิศทางเดียวกันกับช่วงสอบเทียบแต่มีผลที่ออกมาแย่กว่าเนื่องจากช่วงทวนสอบมีการขาดหายของข้อมูลปริมาณฝนที่ไม่ได้ถูกรายงานผลมากกว่า แสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภูมิอากาศโลกกับข้อมูลฝนตรวจวัดและค่าดัชนีชี้วัดทางสถิติโดยสรุปเป็นตารางดัง **Table 3** และ **Table 4**

Table 3 Selected variable to downscale

Order	Predictors	Meaning
1	ncepmslpgl	Mean sea level pressure
2	ncepp1_fgl	Geostrophic air flow velocity
3	ncepp1_zgl	Vorticity
4	ncepp5_zgl	Vorticity
5	ncepp8_vgl	Meridional velocity component
6	ncepp8_zgl	Vorticity
7	ncepp8thgl	Wind direction
8	ncepp500gl	500 hPa geopotential height
9	ncepprcpgl	Precipitation
10	nceps500gl	Specific humidity at 500 hPa height
11	nceps850gl	Specific humidity at 850 hPa height

Table 4 Relationship of Daily Rainfall data from SDSM Model with Observe Data

Station	Calibrate			Validate		
	Correlation	MSE	RMSE	Correlation	MSE	RMSE
Chonburi-Sattahip	0.25	109.54	10.47	0.12	125.94	11.22

การทำนายปริมาณฝนในอนาคตโดยพิจารณาจากภาพฉายอนาคต 3 กรณี ได้แก่ RCP 2.6 , RCP 4.5 และ RCP 8.5 ตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 – 2642 จำนวนทั้งสิ้น 94 ปี พบว่าฝนรายวันทั้ง 3 กรณีจะมีความเข้มฝนมากกว่า 50 มม. ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม โดยกรณี RCP 2.6 และ RCP 4.5 จะเกิดในช่วงเดือนกรกฎาคม แต่กรณี RCP 8.5 จะเกิดขึ้นในช่วงกรกฎาคมถึงสิงหาคม และมีความแปรปรวนของปริมาณฝนรายวันเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไปในแต่ละปีเหมือนกันทั้ง 3 กรณี จากการพิจารณาแนวโน้มการเกิดฝนในอนาคตแต่ละกรณีเพื่อให้ง่ายต่อการแสดงผลแนวโน้มจึงขอแสดงผลเป็นฝนรายปี พบว่าผลรวมของฝนรายปีกรณี RCP 2.6 มีผลรวมปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี 1,600.14 มม./ปี ปริมาณฝนสูงสุด 1,925.40 มม./ปี ใน พ.ศ.2609 ปริมาณฝนต่ำสุด 1,246.01 มม./ปี ใน พ.ศ.2553 และมีค่าพิสัย 679.40 มม./ปี , RCP 4.5 มีผลรวมปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี 1,628.23 มม./ปี ปริมาณฝนสูงสุด 1,957.65 มม./ปี ใน พ.ศ.2631 ปริมาณฝนต่ำสุด 1,239.03 มม./ปี ใน พ.ศ.2550 และมีค่าพิสัย 718.62 มม./ปี และ RCP 8.5 มีผลรวมปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี 1,716.39 มม./ปี ปริมาณฝนสูงสุด 2,219.98 มม./ปี ใน พ.ศ.2635 ปริมาณฝนต่ำสุด 1,328.47 มม./ปี ใน พ.ศ.2555 และมีค่าพิสัย 891.50 มม./ปี ซึ่งจะเห็นได้ว่าแต่ละกรณี มีค่าที่แตกต่างกันตามเงื่อนไขแต่ละแบบ โดยมีการเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยผลรวมปริมาณฝนของ RCP 2.6 , RCP 4.5 และ RCP 8.5 ตามลำดับ ซึ่งแสดงผลไว้ดังกราฟต่างๆของ **Figure 3**

จากการเปรียบเทียบผลข้อมูลปริมาณฝนที่ได้จากการตรวจวัด ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาชลบุรี-สัตหีบ กับผลที่ได้จากโปรแกรม SDSM พบว่าความเข้มฝนรายวันโดยพิจารณาเปรียบเทียบกันที่ 50 มม.มีช่วงเดือนการเกิดคลาดเคลื่อนกันโดยข้อมูลตรวจวัดมีช่วงเดือนความเข้มฝนมากกว่า 50 มม. ยาวนานกว่าค่าที่ได้จากโปรแกรมแต่ความแปรปรวนในการเกิดฝนรายวันมีการเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันในแต่ละปีเหมือนกัน ค่าเฉลี่ยผลรวมปริมาณฝนรายปีที่ได้จากโปรแกรมมีค่ามากกว่าค่าตรวจวัดทุกกรณี ปริมาณฝนสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดมีค่ามากกว่ากรณี RCP 2.6 และ RCP 4.5 ยกเว้นกรณี RCP 8.5 ที่มีค่าที่ได้จากโปรแกรมที่มากกว่าค่าตรวจวัด ปริมาณฝนต่ำสุดที่ได้จากแบบจำลองมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดทุกกรณี ส่วนหนึ่งมาจากปัญหาของข้อมูลตรวจวัดในปี พ.ศ.2542 ที่มีการไม่ได้รายงานปริมาณฝนรายวันมากกว่าปีอื่นๆ จึงอาจมีค่าฝนที่คลาดเคลื่อนและเป็นปีที่มีค่าปริมาณฝนน้อยที่สุดจากการเก็บข้อมูล และพิสัยที่ได้จากการตรวจวัดมีค่ามากกว่าผลที่ได้จากแบบจำลองทุกกรณีอนึ่งอาจมีสาเหตุมาจากเหตุผลที่เคยกล่าวไปก่อนหน้านี้

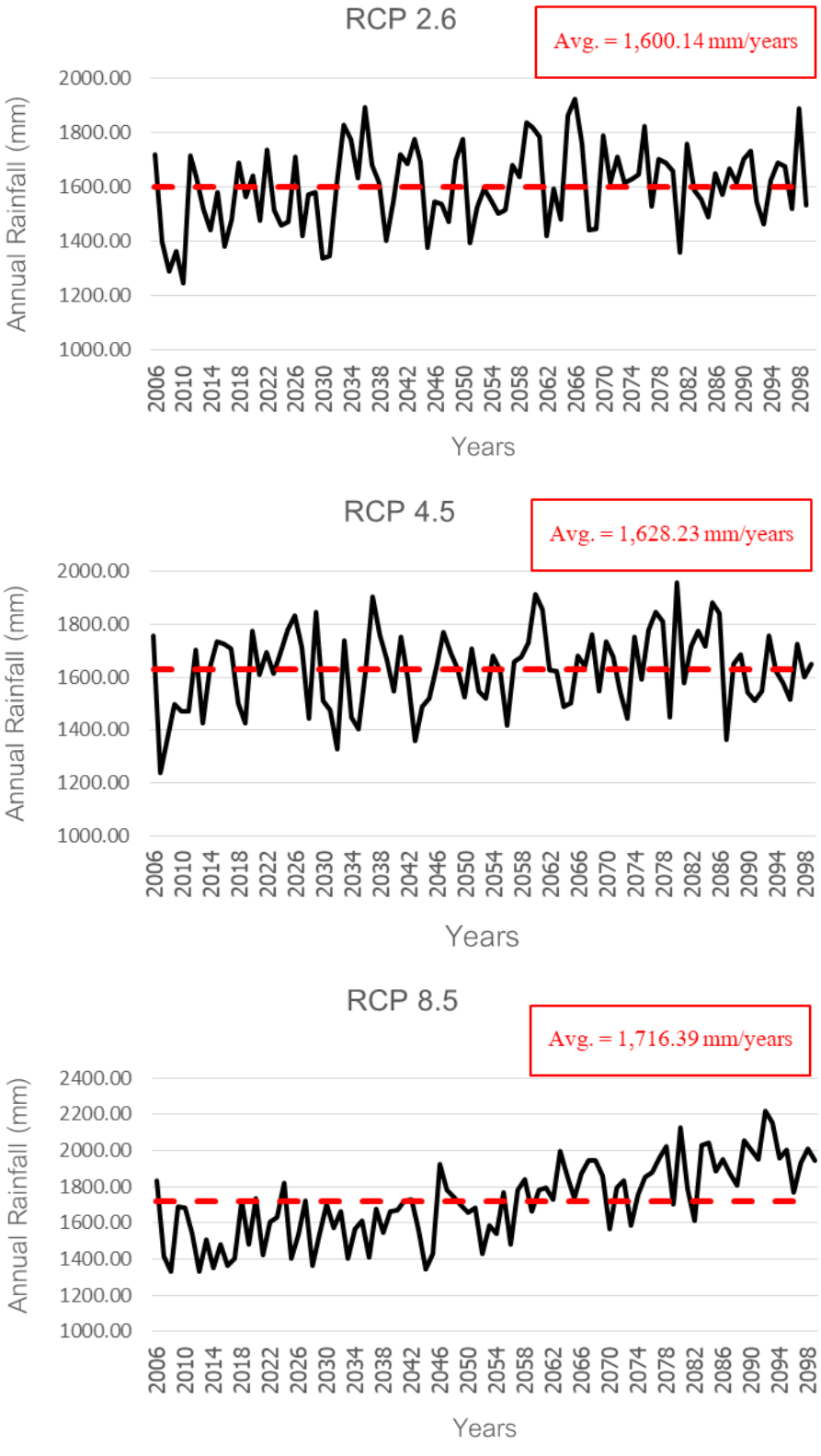


Figure 3 Trend of Annual Rainfall since 2006 – 2099 at Chonburi-Sattahip Meteorological Station

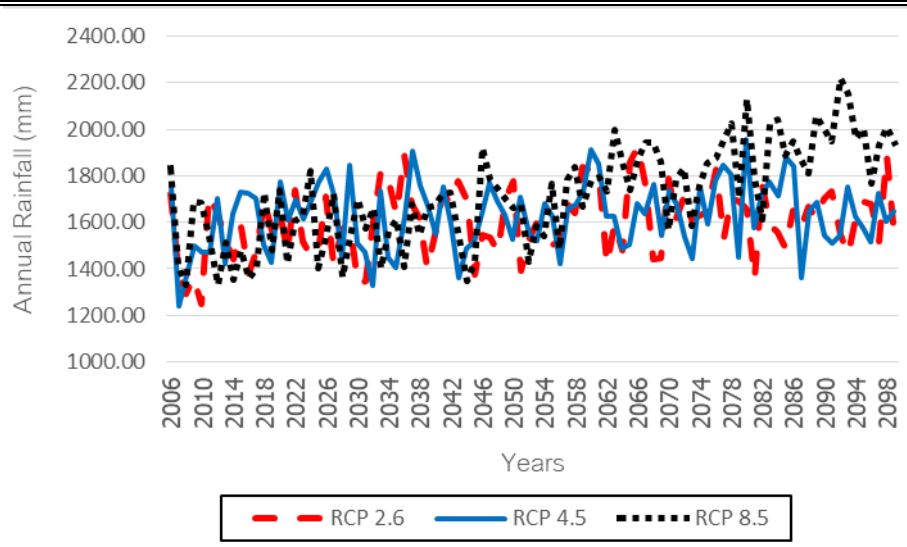


Figure 4 Compare Trend of Annual Rainfall by each RCP

สรุปผลและเสนอแนะ

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลฝนตรวจวัดถูกคัดเลือกด้วยวิธี Stepwise ในโปรแกรม IBM SPSS มีทั้งหมด 11 ตัวแปร เมื่อนำเข้าสู่กระบวนการของโปรแกรม SDSM จะพบว่าทั้งช่วงสอบเทียบและช่วงทวนสอบของผลจากโปรแกรม SDSM กับข้อมูลฝนตรวจวัดค่อนข้างมีค่าความสัมพันธ์และมีค่าความคลาดเคลื่อนพอสมควร เนื่องจากข้อมูลฝนรายวันมีความแปรผันกันมากผนวกกับข้อมูลมีความยาวนานถึง 25 ปี อีกทั้งข้อมูลฝนตรวจวัดบางวันไม่ได้รายงานผลจึงทำให้ข้อมูลบางส่วนขาดหายไปก็อีกปัจจัยหนึ่งเช่นกัน จากการนำข้อมูลที่ผ่านการสอบเทียบและทวนสอบมาสร้างภาพฉายแนวโน้มของปริมาณฝนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตภายใต้กรณีทั้ง 3 แบบ พบว่าส่วนใหญ่แต่ละเงื่อนไขมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงของผลรวมปริมาณฝนรายปีไปในทิศทางเดียวกัน แต่มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันตามเงื่อนไขแต่ละแบบและมีการเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยผลรวมปริมาณฝนรายปีที่ตรวจวัดได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยาชลบุรี-สัตหีบ โดยกรณี RCP 2.5 มีการเพิ่มขึ้น 16.18% กรณี RCP 4.5 เพิ่มขึ้น 17.63% และ RCP 8.5 เพิ่มขึ้น 21.86% ในส่วนของค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าพิสัย มีความแตกต่างกันแต่ละกรณีที่แสดงผล จะเห็นว่าแนวโน้มในอนาคตเทียบกับข้อมูลฝนตรวจวัดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเพิ่มมากขึ้น

จากกระบวนการวิจัยพบว่าโปรแกรมทางสถิติที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะมีความสัมพันธ์สูงและมีความคลาดเคลื่อนต่ำสำหรับตัวแปรที่มีความแปรผันน้อย เช่น อุณหภูมิ เป็นต้น และหากข้อมูลตรวจวัดมีความสมบูรณ์ก็เป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ผลจากโปรแกรมทางสถิติมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยนี้ช่วยให้เห็นถึงแนวโน้มการเกิดฝนในอนาคตเพื่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ศึกษาได้อย่างเหมาะสมถึงแม้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างแต่ก็เป็นอีกทางเลือกที่สามารถทำให้เห็นถึงแนวโน้มปริมาณฝนในอนาคตที่มีความละเอียดในระดับรายวัน

กิตติกรรมประกาศ

สำหรับงานวิจัยนี้ต้องขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน บิดา มารดาของข้าพเจ้าที่ให้การดูแลและสนับสนุนเป็นอย่างดีในทุกๆด้านของชีวิตตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2559. **การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปริมาณฝนจากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต.** ๔๓๕๓ ถนนสุขุมวิท บางนา กรุงเทพฯ ๑๐๒๖๐.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2562. **การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ**. แหล่งที่มา. https://tmd.go.th/info/info.php?FileID=86, 4 ตุลาคม 2562.

พงศกร พวงชมภู และ หริส ประสารฉ่ำ.2558. ผลกระทบของการเปลี่ยนสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำท่าในอ่างเก็บน้ำเอนกประสงค์. **มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 9 (1): 172 – 192.

พัลลภ สุวรรณมาลัย, จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์ และ เกศวรา สิทธิโชค. 2562. การคัดเลือกตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลสภาพภูมิอากาศท้องถิ่นที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำของพืชในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง. **การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ.** 20: 1 – 7.

ยุทธศาสตร์ อนุรักติพันธุ์. 2559. ผลกระทบและแบบจำลองของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงบริเวณอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธรโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. **วารสารเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา** 1 (2): 31 – 39.

อรรคเดช ศรีบุตตะ และ พัชรี แสนจันทร์. 2545. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกและแนวโน้มในอนาคต. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ** 12 (1): 59 – 64.

Chaiwat Ekkawatpanit and Booranaphoke Buranet. 2007. Assessment of The Climate Change Effect on Annual Runoff. **Journal of Research in ENGINEERING & TECHNOLOGY.** 35 – 40.

P. Thawarat. 1997. **Methods of behavioral and social science research.** Srinakharinwirot

Prasanmit University, Bangkok.

Wilby et al. 2002a. SDSM a decision support tool the assessment of regional climate change impacts. **Hydrological Processes**, 16.

Yarnal, B et al., 2001. Developments and prospects in synoptic climatology. **International Journal of Climatology**, 21: 1923-1950.

บทความที่ 2 : Proceedings การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา หน้า 353 – 360 ระหว่างวันที่ 28 สิงหาคม 2563

การลดมาตราส่วนทางสถิติสำหรับฝนรายเดือนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

Statistical Downscaling Method for Monthly Rainfall under Climate Change in the Eastern Economic Corridor

พลเพชร สมานมิตร[1] จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์[1*] เกศวรา สิทธิโชค[1] และ บัญชา ขวัญยืน[1]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[*]E-mail: fengjtv@ku.ac.th

Polpech Samanmit[1], Jutithep Vongphet[1*], Ketvara Sittichok[1] and Bancha Kwanyuen[1]

[1]Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng saen, Kasetsart University

[*]E-mail: fengjtv@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับลดมาตราส่วนทางสถิติจากการคัดเลือกตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์ต่อข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดที่ครอบคลุมพื้นที่โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก(Eastern Economic Corridor; EEC) ด้วยวิธีคัดเลือกตัวแปรแบบขั้นตอน จากผลการศึกษาพบว่าตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณฝนตรวจวัดทุกสถานี 3 ตัวแปร คือ 1) ความสัมพันธ์ของความเร็วลมที่ระดับความสูง 500 hPa (nceps500gl) 2) ความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับความสูง 500 hPa (ncepp5_zgl) และ 3) ปริมาณน้ำฝน (ncepprcpgl) จากการประเมินด้วยดัชนีทางสถิติ พบว่า ค่า R2 ช่วงสอบเทียบมีความสัมพันธ์ของการลดมาตราส่วนกับฝนตรวจวัดสูงทุกสถานี โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.61 – 0.81 ส่วนค่า R2 ช่วงทวนสอบมีความสัมพันธ์ของการลดมาตราส่วนกับฝนตรวจวัดสูง 4 สถานี โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.57 – 0.62 และค่า RMSE ทุกสถานีทั้งช่วงสอบเทียบและทวนสอบมีความคลาดเคลื่อนน้อย ดังนั้นผลการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปใช้สำหรับการฉายภาพอนาคตของปริมาณฝนในพื้นที่เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกเพื่อพัฒนาแนวทางในการปรับตัวภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

คำหลัก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, การลดมาตราส่วนทางสถิติ, ฝน, โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก

Abstract

The objective of this research is to develop the model of Statistic downscaling method (SDSM) for monthly rainfall at the local stations which were located around the Eastern Economic Corridor (EEC) area by using the stepwise method. As the results, there are 3 variable, namely “Wind velocity at 500 hPa height (nceps500gl), Specific humidity at 500 hPa height (nceps500gl) and Precipitation (ncepprcpgl)”, which were related to observed rainfall for whole observed stations. Moreover, the statistical index included R2 confirmed high relationship all station with the results of 0.61 - 0.81 during calibration and R2 confirmed high relationship results 4 stations with the results of 0.57 - 0.62 during validation process and RMSE confirmed little discrepancy all station during calibration and validation process. The results of this research will be used to develop adaptation plan under changing of climate in the EEC area.

Keywords: Climate change, Statistical downscaling, Rainfall, Eastern Economic Corridor

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) มีผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมซึ่งกำลังเกิดขึ้นในปัจจุบันและต่อเนื่องไปในอนาคตสำหรับพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลกรวมถึงประเทศไทย โดยมีการให้คำนิยามในรายงาน IPCC ฉบับที่ 5 คือ อุณหภูมิโลกเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 ℃ ภายในปี ค.ศ.2100 ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยโลกเพิ่มขึ้น 0.19 m แก๊สเรือนกระจกเพิ่มขึ้น 40 % เทียบกับช่วงก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรม มีคลื่นความร้อน แห้งแล้งยาวนานขึ้น ฝนตกหนักมากขึ้น [1] รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของฝนในลักษณะของความถี่ การกระจายตัว และความผันแปรของปริมาณฝน [2] จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาถึงปริมาณ ความถี่ การกระจายตัว และความผันแปรของฝนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อการเตรียมรับมืออย่างเหมาะสม [3] แบบจำลองภูมิอากาศโลก (General Circulation Models, GCMs) เป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์ปริมาณฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ [4], [5] ซึ่งการศึกษาที่เกี่ยวกับฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้มีการศึกษาวิจัยในพื้นที่ต่างๆ เช่น เขื่อนศรีนครินทร์ ซึ่งเป็นเขื่อนที่มีความจุมากที่สุดในประเทศไทย [6] แต่เนื่องจากแบบจำลอง GCMs มีข้อจำกัดด้านรายละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) และเชิงเวลา (Temporal resolution) โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ประมาณ 200 – 500 km [2] เพื่อสะดวกต่อการศึกษาในระดับพื้นที่ท้องถิ่นหรือพื้นที่การศึกษาจึงจำเป็นจะต้องประยุกต์ใช้เทคนิคการย่อส่วน (Downscaling Technique) [7] ซึ่งการย่อส่วนแบ่งเป็น 2 แบบ คือ วิธีการทางพลวัตร (Dynamical downscaling method) และ วิธีการทางสถิติ (Statistical downscaling method) โดยวิธีการทางสถิตินั้นเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลที่ได้จากแบบจำลอง GCMs [8] กับข้อมูลการตรวจวัดในพื้นที่ ในการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก CanESM2 (Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis) ภายใต้โครงการ Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) ย่อส่วนด้วยวิธีการทางสถิติ (Statistical downscaling method) เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลของงานวิจัย [2]

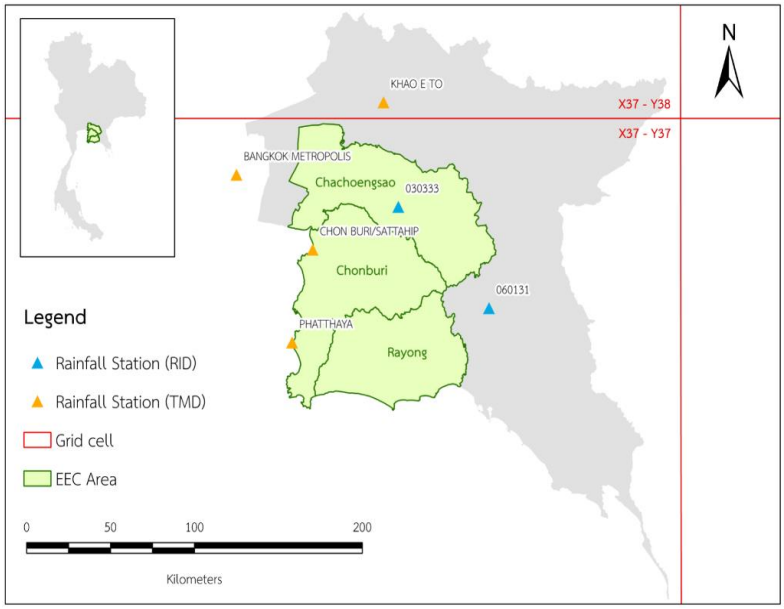
พื้นที่โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor; EEC) เป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยทรัพยากรน้ำถือเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งและเป็นหลักประกันความมั่นคงสำหรับการพัฒนาของโครงการดังกล่าว ซึ่งปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ประกอบการประเมินความต้องการน้ำและสมดุลน้ำ [1]

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับลดมาตราส่วนทางสถิติจากการคัดเลือกตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์ต่อข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดที่ครอบคลุมพื้นที่โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor; EEC) ซึ่งผลของงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคนิคการลดมาตราส่วนทางสถิติของแบบจำลองภูมิอากาศโลก (GCMs) สำหรับการสร้างภาพฉายอนาคตของปริมาณฝน และการพัฒนาแผนการปรับตัวภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

2. พื้นที่การศึกษาและข้อมูลที่ใช้ประกอบการวิจัย

2.1 พื้นที่การศึกษาของงานวิจัย

พื้นที่การศึกษาของงานวิจัยนี้ครอบคลุมโครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor; EEC) ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ประกอบด้วย จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งอยู่ในกริดเซลล์ X37 – Y37 ปัจจุบันพื้นที่ทั้ง 3 จังหวัดกำลังอยู่ในช่วงการเตรียมการพัฒนาเพื่อรองรับโครงการ EEC โดยเลือกสถานีอุตุนิยมวิทยา 4 สถานี และ สถานีตรวจวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน 2 สถานี ซึ่งตั้งอยู่ระหว่างกริดเซลล์ X37 – Y37 และ X37 – Y38 ที่ครอบคลุมพื้นที่การศึกษาดังกล่าวโดยแสดงดัง**รูปที่ 1**



รูปที่ 1 พื้นที่การศึกษา

2.2 ข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ข้อมูลฝนตรวจวัด

ปริมาณฝนตรวจวัดรวบรวมมาจากกรมอุตุนิยมวิทยาในเว็บไซต์ National Climatic Data Center (NCDC) แสดงรายละเอียดของแต่ละสถานีดัง**ตารางที่ 1** โดยตรวจสอบความกลมกลืนของข้อมูลด้วยวิธี Double Mass Curve รายปีและวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อมูลฝนแต่ละสถานีซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.66 – 0.76 โดยมีปริมาณฝนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1,050 – 1,800 mm/year สูงสุดอยู่ระหว่าง 1,400 – 2,500 mm/year ต่ำสุดอยู่ระหว่าง 500 – 1,400 mm/year ซึ่งมีค่าแตกต่างกันในแต่ละสถานี สำหรับข้อมูลฝนตรวจวัดรายวันจะมี

การขาดหายของข้อมูลจากการไม่ได้รายงานผล ทั้งนี้ต้องมีการระบุวันที่ขาดหายและไม่นำมาพิจารณาในกระบวนการวิจัย

ตารางที่ 1 ปริมาณฝนตรวจวัดของสถานีอุตุนิยมวิทยาและสถานีวัดน้ำฝนที่ครอบคลุมพื้นที่การศึกษา (หน่วย mm/year)

Station	Latitude	Longitude	Altitude	Duration	Average	Maximum	Minimum
Sta.1	13.57	101.46	4.00	1989 – 2005	1,274.91	1,690.70 (1991)	1,061.60 (2004)
Sta.2	13.07	101.95	4.00	1987 – 2005	1,818.02	2,487.90 (1999)	1,407.80 (1989)
Sta.3	13.73	100.56	4.00	1980 – 2005	1,555.11	2,336.61 (1998)	817.59 (1999)
Sta.4	13.37	100.98	2.00	1980 – 2005	1,206.64	1,598.10 (1981)	632.39 (1999)
Sta.5	14.08	101.38	24.38	1980 – 2005	1,696.18	2,326.57 (1988)	737.71 (1999)
Sta.6	12.92	100.87	61.00	1981 – 2005	1,048.49	1,408.43 (1996)	486.62 (1999)

หมายเหตุ : Sta.1 คือ 030333, **Sta.2** คือ 060131, **Sta.3** คือ Bangkok Metropolis, **Sta.4** คือ Chonburi-Sattahip, **Sta.5** คือ Khao-E-To และ **Sta.6** คือ Phatthaya

2.2.2 แบบจำลองภูมิอากาศโลก (General Circulation Models, GCMs)

แบบจำลองภูมิอากาศโลก (General Circulation Models, GCMs) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินและคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคตภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลแบบจำลองภูมิอากาศโลกซึ่งเป็นตัวแปรภูมิอากาศโลกที่รวบรวมจาก CanESM2 predictors: CMIP5 experiments เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่นิยมใช้งานทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศและมีผลการวิจัยที่น่าเชื่อถือ [2], [5], [7] แสดงรายละเอียดดัง**ตารางที่ 2** ซึ่งเป็นชุดข้อมูล Reanalysis แบบ gridded ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก โดยเป็นข้อมูลช่วงปี ค.ศ.1961 – 2005 ซึ่งแสดงสถานะของชั้นบรรยากาศทั่วโลก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีกระบวนการวิจัยดังแสดงใน**รูปที่ 2** โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การลดมาตราส่วนทางสถิติ

1) รวบรวมข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดโดยจัดรูปข้อมูลแบ่งเป็น ช่วงสอบเทียบและทวนสอบ ตามความยาวนานของการเก็บข้อมูลซึ่งไม่เท่ากันแต่ละสถานี และระบุวันที่ไม่ได้รายงานผลข้อมูลฝน

2) รวบรวมข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศโลกจาก CanESM2 ตามกริดที่สถานีอุตุนิยมวิทยาตั้งอยู่แล้วนำไปจัดรูปข้อมูลร่วมกับข้อมูลฝนตรวจวัดเพื่อเตรียมนำเข้าสู่โปรแกรม IBM SPSS และ SDSM

3) นำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม IBM SPSS เพื่อคัดเลือกความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยวิธีคัดเลือกแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) ซึ่งกำหนดให้ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ (p-value) ที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 จะเป็นการคัดเลือกด้วยวิธีนำเข้า (Forward selection procedure) และเมื่อ p-value มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.10 จะเป็นการคัดเลือกแบบถอยหลัง (Backward elimination procedure) จนไม่มีตัวแปรภูมิอากาศโลกถูกนำเข้าและถอยหลังเป็นอันว่าสิ้นสุดกระบวนการดังกล่าว [5]

4) นำข้อมูลตัวแปรที่มีความสัมพันธ์จากโปรแกรม IBM SPSS เข้าสู่โปรแกรม SDSM เพื่อเข้าสู่กระบวนการลดมาตราส่วนทางสถิติจากนั้นทำการสอบเทียบและทวนสอบข้อมูลแล้วประเมินความแม่นยำโดยใช้ดัชนีทางสถิติ

3.2 การประเมินความแม่นยำของการลดมาตราส่วนทางสถิติ

งานวิจัยนี้มีการประเมินความแม่นยำด้วยดัชนีทางสถิติ แบ่งเป็น ช่วงสอบเทียบ และ ช่วงทวนสอบ โดยระบุความยาวนานของข้อมูลในกราฟเปรียบเทียบระหว่างปริมาณฝนตรวจวัดกับปริมาณฝนจากการลดมาตราส่วนทางสถิติของสถานีต่างๆ โดยแสดงผลในหัวข้อที่ 4 ซึ่งงานวิจัยนี้มีการใช้ดัชนีทางสถิติ ประกอบด้วย

1) ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination; R^2) เป็นดัชนีที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Liner Regression) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 หากเข้าใกล้ 0 คือ ตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์ตามกันน้อย แต่ถ้าเข้าใกล้ 1 คือ ตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์ตามกันมาก แสดงสูตรคำนวณดังสมการที่ **(1)**

$$R^2 = \left(\frac{COV\ (O,M)}{\sqrt{VAR\ (O)VAR\ (M)}}\right)^2 \qquad (1)$$

2) Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) เป็นดัชนีแสดงความสัมพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างค่าฝนจากโปรแกรม SDSM กับ ค่าฝนตรวจวัด เมื่อเทียบกับความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าเฉลี่ย ใช้คาดคะเนความแม่นยำของการคาดคะเน แสดงสูตรคำนวณดังสมการที่ **(2)**

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(O_i - \overline{O_i})^2} \qquad (2)$$

3) รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error; RMSE) เป็นดัชนีแสดงความคลาดเคลื่อนของข้อมูลตรวจวัดกับข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม SDSM แสดงสูตรคำนวณดังสมการที่ **(3)**

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(M_i - O_i)^2} \qquad (3)$$

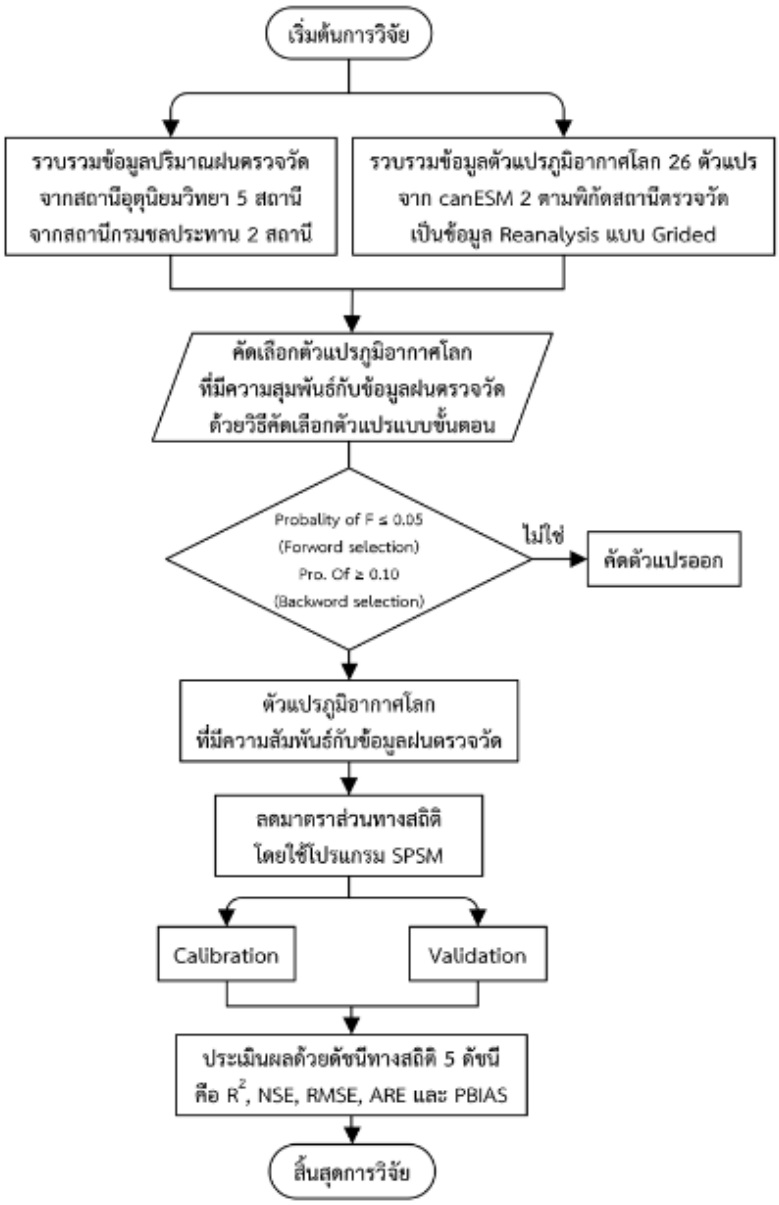
4) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์เฉลี่ย (Average Relative Error, ARE) เป็นค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างฝนตรวจวัดกับฝนที่ได้จากโปรแกรม SDSM หากมีค่าเข้าใกล้ 0 คือ ฝนที่ได้จากโปรแกรม SDSM มีความคลาดเคลื่อนน้อย แสดงสูตรคำนวณดังสมการที่ **(4)**

$$ARE = \frac{100}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{O_i - M_i}{O_i}\right| \qquad (4)$$

5) ร้อยละความเอนเอียงของการประมาณ (Percent Bias, PBIAS) เป็นร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าฝนตรวจวัดกับฝนที่ได้จากโปรแกรม SDSM หากค่าเข้าใกล้ 0 คือ ค่าฝนที่ได้จากโปรแกรม SDSM มีความน่าเชื่อถือ ถ้ามีค่าบวกแสดงว่าค่าฝนจากโปรแกรม SDSM ต่ำกว่าค่าฝนตรวจวัด แสดงสูตรคำนวณดังสมการที่ **(5)**

$$PBIAS = 100 \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - M_i)}{\sum_{i=1}^{n} O_i} \qquad \textbf{(5)}$$

โดยที่ COV (O,M) คือ ความแปรปรวนรวมระหว่างค่าฝนตรวจวัดและค่าฝนที่ได้จากโปรแกรม SDSM , VAR คือ ความแปรปรวนของข้อมูล , n คือ จำนวนข้อมูล , M_i คือ ฝนที่ได้จากโปรแกรม SDSM และ O_i คือ ฝนที่ได้จากการตรวจวัด



รูปที่ 2 การดำเนินกระบวนการวิจัย

4. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การคัดเลือกตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์ต่อการพยากรณ์ฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ผลจากการคัดเลือกตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลฝนตรวจวัดด้วยวิธีคัดเลือกตัวแปรแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) ของแต่ละสถานีมีจำนวนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ ดังต่อไปนี้ สถานี 030333 เท่ากับ 13 ตัวแปร, สถานี 060131 เท่ากับ 11 ตัวแปร, สถานี Bangkok Metropolis เท่ากับ 16 ตัวแปร, สถานี Chonburi-Sattahip เท่ากับ 12 ตัวแปร, สถานี Khao-E-To เท่ากับ 14 ตัวแปร และสถานี Phatthaya เท่ากับ 11 ตัวแปร โดยพบว่า ตัวแปรภูมิอากาศโลก nceps500gl ซึ่งเป็นตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับความสูง 500 hPa, ncepp5_zgl ซึ่งเป็นตัวแปรความสัมพันธ์ของความเร็วลมที่ระดับความสูง 500 hPa และ ncepprcpgl ซึ่งเป็นตัวแปรปริมาณน้ำฝนเป็นเป็นตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดทุกสถานีโดยแสดงผลดัง**ตารางที่ 2**

4.2 การประเมินความแม่นยำของการลดมาตราส่วนทางสถิติ

การประเมินความแม่นยำของผลการสอบเทียบและทวนสอบจากการลดมาตราส่วนทางสถิติด้วยดัชนีทางสถิติต่างๆ แสดงผลการประเมินดัง**ตารางที่ 4** และแสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าปริมาณฝนตรวจวัดกับค่าปริมาณฝนจากการลดมาตราส่วนทางสถิติ แสดงดัง**รูปที่ 3**

ผลการสอบเทียบของข้อมูลปริมาณฝนจากการลดมาตราส่วนทางสถิติ พบว่า ช่วงสอบเทียบค่า R^2 ทุกสถานีมีความสัมพันธ์ของการลดมาตราส่วนกับฝนตรวจวัดสูง [7] โดยมีค่าระหว่าง 0.61 – 0.81 ส่วนค่า NSE มีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์แม่นยำดี [10] จำนวน 5 สถานี คือ 060131, Bangkok Metropolis, Chonburi-Sattahip, Khao-E-To และ Phatthaya และมีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ [10] 1 สถานี คือ 030333 สำหรับผลของค่า RMSE, ARE ทุกสถานีมีความคลาดเคลื่อนน้อยและ PBIAS ช่วงสอบเทียบทุกสถานีมีค่าเป็นลบแสดงให้เห็นว่าผลการลดมาตราส่วนมีค่าที่สูงกว่าค่าตรวจวัด

ผลการทวนสอบของข้อมูลปริมาณฝนจากการลดมาตราส่วนทางสถิติ โดยช่วงดังกล่าวคาบเกี่ยวกับข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดปี 1999 ซึ่งจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีการไม่ได้รายงานผลข้อมูลฝนตรวจวัดรายวันจำนวนมาก ร้อยละ 30 – 40 [9] แต่ไม่เกิดปัญหาดังกล่าวสำหรับสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน ดังนั้นจึงไม่นำข้อมูลปี 1999 มาประเมินความแม่นยำเพื่อหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ โดยผลการประเมินด้วยดัชนีทางสถิติ พบว่า ค่า R^2 ของ 4 สถานีมีความสัมพันธ์ของการลดมาตราส่วนกับฝนตรวจวัดสูง [7] คือ 060131, Bangkok Metropolis, Khao-E-To และ Phatthaya โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.57 – 0.62 และมีความสัมพันธ์ของการลดมาตราส่วนกับฝนตรวจวัดค่อนข้างดี [7] 2 สถานี คือ 030333 และ Chonburi-Sattahip โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.35 – 0.47 ส่วนค่า NSE มีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ 4 สถานี [10] คือ 060131,

Bangkok Metropolis, Khao-E-To และPhatthaya สำหรับผลของค่า RMSE, ARE ทุกสถานีมีความคลาดเคลื่อนน้อย และค่า PBIAS ของสถานีส่วนใหญ่มีค่าเป็นลบ มีเพียง 2 สถานีที่มีค่าเข้าใกล้ 0 ไม่มากนัก คือ Chonburi-Sattahip และ Khao-E-To แสดงให้เห็นว่าผลการลดมาตราส่วนมีค่าที่สูงกว่าค่าตรวจวัด

ตารางที่ 2 ตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัดของสถานีต่างๆ [7]

PREDICTORS	ความหมายของตัวแปรภูมิอากาศโลก	Sta.1	Sta.2	Sta.3	Sta.4	Sta.5	Sta.6	Sta.7
ncepmslpgl	ความดันที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง				●	●	●	●
ncepp1_fgl	ความเร็วลมที่ระดับความสูง 1,000 hPa			●	●	●	●	●
ncepp1_ugl	ทิศทางลมในแนวละติจูดที่ระดับความสูง 1,000 hPa							
ncepp1_vgl	ทิศทางลมในแนวลองจิจูดที่ระดับความสูง 1,000 hPa			●			●	
ncepp1_zgl	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมจริงที่ระดับความสูง 1,000 hPa	●		●	●	●	●	●
ncepp1thgl	ทิศทางของลมที่ระดับความสูง 1,000 hPa	●	●	●				
ncepp1zhgl	ความแตกต่างของลมที่ระดับความสูง 1,000 hPa	●	●	●	●			●
ncepp5_fgl	ความเร็วลมที่ระดับความสูง 500 hPa			●			●	
ncepp5_ugl	ทิศทางของลมในแนวละติจูดที่ระดับความสูง 500 hPa	●			●		●	
ncepp5_vgl	ทิศทางของลมในแนวลองจิจูดที่ระดับความสูง 500 hPa	●	●					
ncepp5_zgl	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมที่ระดับความสูง 500 hPa	●	●	●	●	●	●	●
ncepp5thgl	ทิศทางของลมที่ระดับความสูง 500 hPa							
ncepp5zhgl	ความแตกต่างของลมจริงที่ระดับความสูง 500 hPa		●		●			
ncepp8_fgl	ความเร็วลมที่ระดับความสูง 850 hPa	●		●	●			
ncepp8_ugl	ทิศทางลมในแนวละติจูดที่ระดับความสูง 850 hPa				●			
ncepp8_vgl	ทิศทางลมตามแนวลองจิจูดที่ระดับความสูง 850 hPa	●	●	●	●	●		●
ncepp8_zgl	ความสัมพันธ์ของความเร็วลมจริงที่ระดับความสูง 850 hPa			●	●	●	●	●
ncepp8thgl	ทิศทางของลมที่ระดับความสูง 850 hPa	●		●	●	●	●	●
ncepp8zhgl	ความแตกต่างของลมจริงที่ระดับความสูง 850 hPa	●	●				●	
ncepp500gl	ศักยภาพแรงโน้มถ่วงของโลกที่ความสูง 500 hPa		●			●		
ncepp850gl	ศักยภาพแรงโน้มถ่วงของโลกที่ความสูง 850 hPa		●	●	●			
ncepprcpgl	ปริมาณน้ำฝน	●	●	●	●	●	●	
nceps500gl	ความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับความสูง 500 hPa	●	●	●	●	●	●	●
nceps850gl	ความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับความสูง 850 hPa			●		●	●	●
ncepshumgl	ความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับความสูง 1,000 hPa	●					●	
nceptempgl	อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความสูง 2 เมตร			●	●	●		

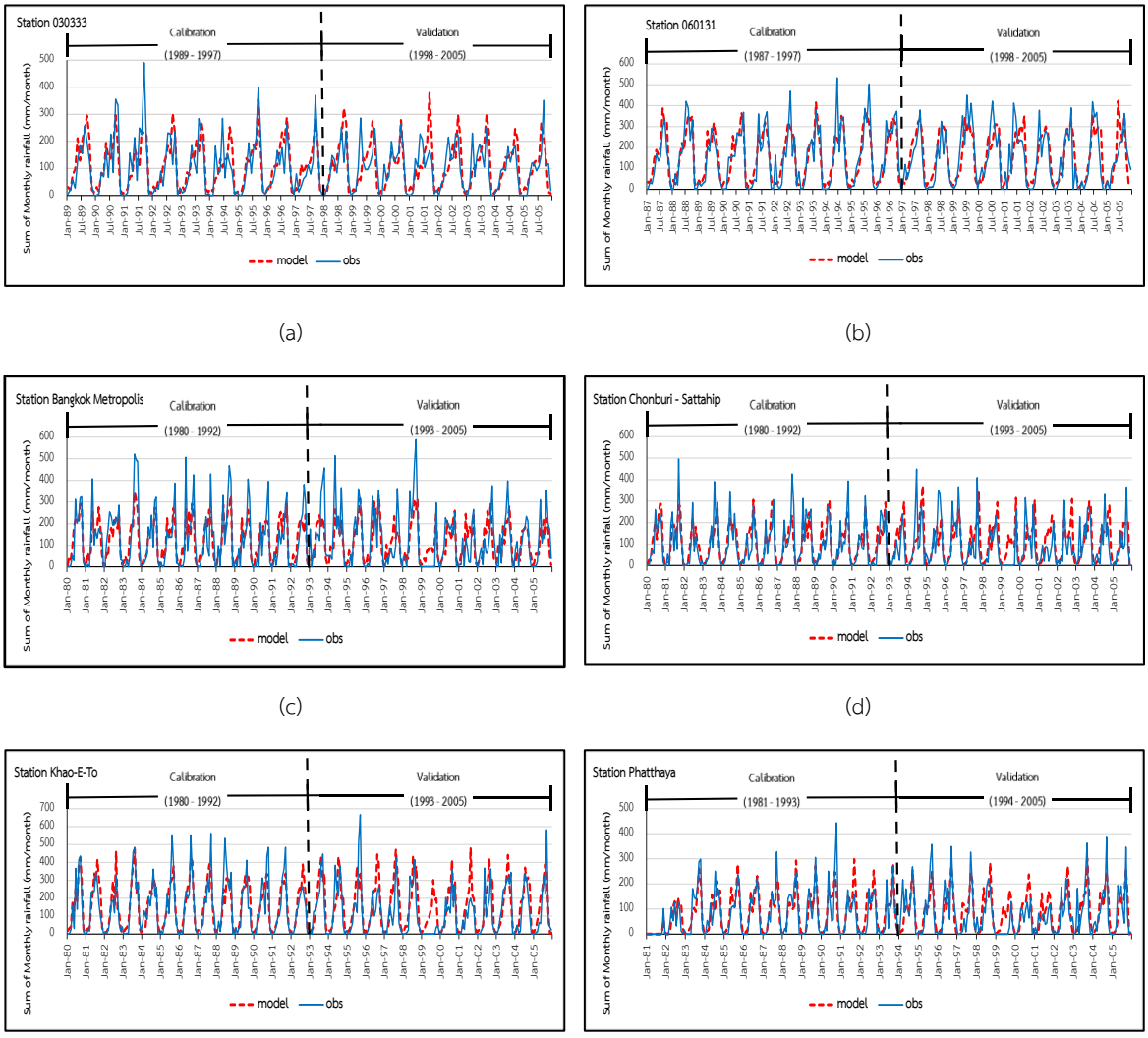
หมายเหตุ : Sta.1 คือ 030333, Sta.2 คือ 060131, Sta.3 คือ Bangkok Metropolis, Sta.4 คือ Chonburi-Sattahip, Sta.5 คือ Khao-E-To และ Sta.6 คือ Phatthaya

ตารางที่ 3 ช่วงเวลาการสอบเทียบและทวนสอบของการลดมาตราส่วนทางสถิติของข้อมูลปริมาณฝนแต่ละสถานี

Station	Calibration	Validation
030333	1989 - 1997	1998 - 2005
060131	1987 - 1997	1998 - 2005
Bangkok Metropolis	1980 - 1992	1993 - 2005
Chonburi-Sattahip	1980 - 1992	1993 - 2005
Khao-E-To	1980 - 1992	1993 - 2005
Phatthaya	1981 - 1993	1994 - 2005

ตารางที่ 4 ผลการสอบเทียบและทวนสอบจากการลดมาตราส่วนทางสถิติของข้อมูลปริมาณฝนแต่ละสถานี

Station	Calibration					Validation				
	R^2	NSE	RMSE	ARE	PBIAS	R^2	NSE	RMSE	ARE	PBIAS
030333	0.61	0.60	64.90	0.40	-5.55	0.47	0.30	66.80	0.47	-4.37
060131	0.77	0.77	65.39	0.27	-3.54	0.62	0.59	81.87	0.35	-3.89
Bangkok Metropolis	0.81	0.80	47.60	0.15	-5.77	0.60	0.60	81.65	0.18	5.25
Chonburi-Sattahip	0.70	0.70	58.21	0.26	-4.20	0.35	0.24	88.47	0.43	-13.55
Khao-E-To	0.74	0.73	75.81	0.21	-3.43	0.57	0.47	100.54	0.37	-22.30
Phatthaya	0.71	0.70	47.67	0.25	-3.71	0.57	0.56	60.02	0.38	-0.71



รูปที่ 3 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าปริมาณฝนตรวจวัดกับค่าปริมาณฝนจากการลดมาตราส่วนทางสถิติของสถานีต่าง ๆ

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกทำให้มีผลกระทบต่อพื้นที่ต่างๆ ทั่วโลก รวมถึงพื้นที่การศึกษา คือ พื้นที่โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ซึ่งต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมากถึงปริมาณน้ำต้นทุนเพื่อรองรับโครงการดังกล่าว โดยปริมาณน้ำต้นทุนจากธรรมชาติ คือ น้ำฝน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการลดมาตราส่วนทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนในอนาคต งานวิจัยนี้ได้ทำการลดมาตราส่วนทางสถิติของข้อมูลฝนตรวจวัดจากสถานีวัดน้ำฝนที่ครอบคลุมพื้นที่การศึกษาจำนวน 6 สถานี และประเมินความแม่นยำด้วยดัชนีทางสถิติ โดยพบว่า ผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ที่ดีในช่วงสอบเทียบ แต่ช่วงทวนสอบมีผลที่ด้อยกว่าแต่ยังสามารถยอมรับได้จากผลของสถานีส่วนใหญ่ ดังนั้น ผลการศึกษาดังกล่าวจึงสามารถนำไปใช้ในการฉายภาพอนาคตของปริมาณฝนในพื้นที่ EEC เพื่อพัฒนาแนวทางในการปรับตัวภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

จากกระบวนวิจัยมีข้อเสนอแนะถึงตัวแปรที่มีความสำคัญที่สุด คือ ข้อมูลฝนตรวจวัด หากข้อมูลดังกล่าวมีความสมบูรณ์จะส่งผลให้กระบวนการสอบเทียบและทวนสอบรวมถึงผลการลดมาตราส่วนมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือของข้อมูลมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้สนับสนุนทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์และให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้าด้วยดีมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

[1] พลเพชร สมานมิตร, จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์, ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย และ บัญชา ขวัญยืน. 2562. การลดมาตราส่วนทางสถิติสำหรับฝนรายวันภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษาสถานีอุตุนิยมวิทยาชลบุรี-สัตหีบ, น. 373-382. ในรายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 16มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

[2] เกศวรา สิทธิโชค, จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์, นิธิรัชต์ สงวนเดือน และไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์. 2561. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

[3] อภินันท์ พัชโรภาสวัฒนกุล, ขนิษฐา เสถียรพีระกุล,เกศสุดา สิทธิสันติกุล และ นิโรจน์ สินณรงค์. 2560. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, Veridian E-Journal Silpakorn University, ปีที่ 10 ฉบับที่ 3, หน้า 2528-2540.

[4] วิรัญจ์ จุลไกวัลสุจริต และ อุมา สีบุญเรือง. 2559. การเปรียบเทียบแบบจำลองภูมิอากาศโลกจากการลดขนาดด้วยโครงข่ายประสาทเทียมในการประเมินน้ำฝน, วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, ปีที่ 30 ฉบับที่ 2, หน้า 19-27.

[5] Barrie R. Bonsal and Terry D. Prowse. 2005. Regional Assessment of GCM-Simulated Current Climate over Northern Canada, The Arctic Institute of North America, Vol. 59 No. 2, P. 115-128.

[6] ศุภชัย กฤตสุทธาชีวะ, อภิรัฐ ปิ่นทอง และ ธีระพงษ์ ควรคำนวณ. 2561. ผลกระทบจากความไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณน้ำไหลลงเขื่อนศรีนครินทร์, Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University, ปีที่ 5 ฉบับที่ 1, หน้า 103-118.

[7] พัลลภ สุวรรณมาลัย, จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์, และ เกศวรา สิทธิโชค. 2562. การคัดเลือกตัวแปรภูมิอากาศโลกที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลสภาพภูมิอากาศท้องถิ่นที่มีอิทธิพลต่อความต้องการน้ำของพืชในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง, น. 179-185. ในรายงานการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ. พัทยา, ชลบุรี.

[8] Shakeel Asharaf and Bodo Ahrens. 2014. Indian Summer Monsoon Rainfall Processes in Climate Change Scenarios, American Meteorological Society, Volume 28, P. 5414-5429.

[9] พลเพชร สมานมิตร, อภิสิทธิ์ มุคุระ และ จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์. 2561. การพัฒนาฐานข้อมูลค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและฝนในประเทศไทย โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

[10] D. N. Moriasi, J. G. Arnold, M. W. Van Liew, R. L. Bingner, R. D. Harmel and T. L. Veith. 2007. Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations, American Society of Agricultural and Biological Engineers, Volume 50(3), P. 885-900.

ตารางที่ ผ-1 รายชื่อโครงการชลประทานในอนาคตที่จะมีการพัฒนาและเปิดใช้งานในพื้นที่การศึกษา

โครงการชลประทาน	ความจุ (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)
อ่างเก็บน้ำตรอกนอง	2.50	8,000
อ่างเก็บน้ำคลองตาหริ่ว	52.00	79,000
อ่างเก็บน้ำคลองตารอง	44.10	26,000
อ่างคลองหางแมว	80.70	25,000
อ่างเก็บน้ำคลองวังโตนด	99.50	600
อ่างคลองมะเดื่อ	85.41	354,845
อ่างคลองพะวาใหญ่	68.00	19,500
อ่างเก็บน้ำหนองกระทิง	15.00	10,000
อ่างเก็บน้ำกรอกเคียน	19.20	11,000
อ่างเก็บน้ำคลองกะพง	27.50	35,000
อ่างบ้านยางบ้านสร้าง	94.50	30,000
อ่างคลองบ้านนา	101.00	46,200
อ่างเก็บน้ำคลองตาพลาย	3.93	2,000
อ่างเก็บน้ำคลองพระเพลิงใหญ่	10.08	9,000
อ่างคลองนางชิง	2.00	900
อ่างคลองพระปรงตอนล่าง	150.00	70,000
อ่างเก็บน้ำคลองหนองแก้ว	133.00	43,670
อ่างเก็บน้ำห้วยใสน้อย-ใสใหญ่	334.00	22,400
อ่างเก็บน้ำลำพระยาธาร	30.00	43,670
อ่างเก็บน้ำคลองวังมืด	30.60	22,400

ที่มา : สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2562)

ตารางที่ ผ-2 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำภาคตะวันออกในปัจจุบันและอนาคต

ประเภทโครงการ (Supply Side Management)	รายละเอียด / หน่วยงานที่รับผิดชอบ	2563 - 2570			หมายเหตุ
		แห่ง	ปริมาณน้ำ	งบประมาณ (ล้านบาท)	
อ่างเก็บน้ำสร้างใหม่ (ขนาดกลาง)	อ่างพะวาใหญ่ อ่างคลองหางแมว อ่างประแสร์ อ่างเขาจอมแห-เขานั่งยอง (อ่างวังโตนด* อ่างห้วยกรอกเคียน* อ่างคลองกะพง* อ่างหนองกระทิง* อ่างคลองโพล้* อ่างคลองน้ำเขียว*) / ชป.+จังหวัดระยอง	10	208.7	10,270.49	แผนหน่วยงาน
ปรับปรุงอ่างเก็บน้ำเดิม	อ่างหนองปลาไหล อ่างหนองค้อ อ่างบ้านบึง อ่างมาบประชัน อ่างคลองสียัด อ่างคลองหลวง / ชป.	6	91.5	1,013.90	แผนหน่วยงาน
ปรับปรุงระบบเครือข่ายน้ำเดิม	เครือข่ายน้ำอ่างคลองใหญ่-อ่างหนองปลาไหล / ชป.	1	-	150	แผนหน่วยงาน
ปรับปรุงระบบเครือข่ายน้ำเดิม	ผันน้ำแม่น้ำบางปะกง - อ่างบางพระ / East Water	1	20	147	สทนช.
ก่อสร้างระบบเครือข่ายน้ำใหม่	ผันน้ำพานทอง - อ่างบางพระ + เครือข่ายน้ำอ่างประแสร์-อ่างหนองค้อ-อ่างบางพระ/ชป.	2	20	9,600	แผนหน่วยงาน
ระบบสูบกลับ	สูบกลับคลองสะพานอ่างประแสร์ (เส้นที่ 1) / ชป.	1	50	700	แผนหน่วยงาน
ขุดลอกคลอง	สูบกลับคลองสะพานอ่างประแสร์ (เส้นที่ 2) / ชป.	1	50	759.5	สทนช.
ขุดลอกคลอง	ในพื้นที่ชลประทาน (คบ.พระองค์ไชยานุชิต) / ชป.	1	7	350	สทนช.
พัฒนาพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเป็นแก้มลิง	พัฒนาพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเป็นแก้มลิง (คบ.บางพลวง) / ชป.	1	200	2,686.69	แผนหน่วยงาน
พัฒนากลุ่มบ่อน้ำบาดาลสำหรับภาคอุตสาหกรรม	Industrial Well Field / ทบ.	1	12	76.06**	แผนหน่วยงาน
สระสำรองน้ำเอกชน	สระทับมา / East Water + ภาคเอกชน	1	47	2,210	แผนหน่วยงาน
แผนงานก่อสร้างปรับปรุงขยาย กปภ.	กปภ.สาขาชลบุรี-พนัสนิคม-(พานทอง)-(ท่าบุญมี) ระยะที่ 1 กปภ.สาขาบ้านฉาง (รองรับ EEC) กปภ.สาขาพัทยา-แหลมฉบัง-ศรีราชา กปภ.สาขาชลบุรี-พนัสนิคม-(พานทอง)-(ท่าบุญมี) ระยะที่ 2 / กปภ.	4	-	7,582.92	คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนฯ
ก่อสร้างระบบเครือข่ายน้ำใหม่	ระบบท่อส่งน้ำดิบอ่างเก็บน้ำคลองหลวง-ชลบุรี เพิ่มประสิทธิภาพและปริมาณการจ่ายน้ำท่อส่งน้ำหนองปลาไหล-หนองค้อ / East Water	2	-	2,286	คณะอนุกรรมการขับเคลื่อนฯ
ผลิตน้ำจืดจากน้ำทะเล (Desalination)	สทนช. + สกพอ.	1	50-75	40**	สทนช.
รวมทั้งหมด		**33**	**706.2**	**37,872.56**	

ที่มา : สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2563)