



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การประเมินปริมาณความต้องการน้ำและปริมาณน้ำผิวดิน  
เพื่อการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

An Estimation of Water requirement and Surface Runoff  
for Water Resources Management in Chao Phraya River Basin

โดย ผศ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์ และคณะ

ตุลาคม 2565

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การประเมินปริมาณความต้องการน้ำและปริมาณน้ำผิวดิน เพื่อการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา  
An Estimation of Water requirement and Surface Runoff for Water Resources Management  
in Chao Phraya River Basin

คณะผู้วิจัย

1. ผศ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์  
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผศ.ดร.จตุเทพ วงษ์เพ็ชร ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์  
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ผศ.ดร.จักรกริช พฤษการ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. ดร.ชูพันธ์ ชมภูจันทร์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์  
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5. ดร.เกศวรา สิทธิโชค ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์  
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. ดร.ทรงศักดิ์ ภัทรารุฒิชัย ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์  
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

## รายละเอียดโครงการ

สัญญาเลขที่ กม. 53/2564....

ชื่อโครงการ การประเมินปริมาณความต้องการน้ำและปริมาณน้ำผิวดินเพื่อการบริหารจัดการน้ำ  
ในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ชื่อโครงการ An Estimation of Water Requirement and Surface Runoff for Water Resource  
Management in Chao Phraya River Basin

หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร. ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์

สังกัด ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ประกอบการผู้ร่วมทุน -

งบประมาณ 4,000,000 บาท ระยะเวลา 10 เดือน (15 มิถุนายน 2564 – 16 เมษายน 2565)

## Abstract

The main goal of this research was to estimate surface runoff in the Chao Phraya River Basin in different scenarios at various control points. The results could be significantly used to support water resources management in this area. This research started with an estimation of water requirement for all activities especially agricultural practices. A rainfall-runoff models (DWCM-AgWU) and a water management model (Mike-hydro (basin)) were then applied to estimate runoffs in specific control points with two different scenarios. The first one was to estimate surface runoff with current situation using release flows from three main dams (Bhumibol dam, Sirikit dam and Kwai-noi Bam-rungdan dam) and water diversion data of large irrigation projects in the basin. On the other hand, the release and the water diversion were not forced to the models in the other scenario to estimate only side flows in this area. Finally, an information system was developed to support the project collaboration related to water resource management for this basin.

Results revealed that total agricultural water requirement of main irrigation projects for the Chao Phraya River Basin was 11,295.14 mcm/year. However, the total water requirement of all irrigation projects was 12,761.94 mcm/year. Water requirements for water consumption and ecology were 2,588.55 and 2,311.53 mcm/year, respectively.

The DWCM-AgWU model and the MIKE-hydro (basin) were then applied to generate surface runoff in this area. These two models were initially calibrated and validated at 7 water measuring stations. Calibration/validation results showed  $R^2$  of 0.40-0.85/0.21-0.68, NSE of 0.40-0.83/0.12-0.68 and PBIAS of 24.71-5.01%/-35.27 to 1.96%. Both models were applied for surface runoff estimation of the two scenarios at 5 water measuring stations (P.17, N.67, N.5A, C.2 and C.13). Runoff amount during rainy season of the second scenario was significantly lower than the first one for most stations with 43.41%-80.51% except C.13 station with runoff increase. The large amount of decreasing was found in May. During dry season, surface runoffs of the second case were still lower compared to the first one for all stations (15.22%-48.50%) with the lowest one occurring in February. Water deficit estimation for nine sub-basins was in between 7.55 – 1,720.43 mcm/year.

Finally, a forecasted runoff system was developed using forecasted rainfalls obtained from Hydro-Informatics Institute (HII). Runoff forecasts for 6 stations were compared to observation and calculation data, and moderate to high agreement were presented. In addition, automatic calculation for daily runoff simulation was developed using application program interface (API). It was initially used to estimate runoffs at C.2 and C.29 for flooding management during Sep 5-18 and Sep 9-22, 2022.

**Keyword:** Water requirement; DWCM-AgWU model; MIKE-hydro (basin) model; Chao Phraya River Basin

## บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในกรณีต่าง ๆ ณ จุดควบคุมที่มีความสำคัญเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้เพื่อการสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ โดยมีแนวทางการดำเนินงานได้แก่การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคเกษตรกรรม จากนั้นได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าและแบบจำลองการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU และแบบจำลอง Mike-Hydro (Basin) เพื่อประเมินถึงปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นตามกรณีที่กำหนด โดยการศึกษานี้ได้มีการกำหนดกรณีศึกษา 2 กรณี กรณีที่ 1 ได้แก่การประเมินปริมาณน้ำท่า ณ สภาพปัจจุบันซึ่งจะมีการปล่อยน้ำจาก 3 เขื่อน ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ และเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และยังคงมีการผันน้ำเข้าสู่โครงการชลประทานขนาดใหญ่โดยใช้ข้อมูลการตรวจวัดปริมาณน้ำจากกรมชลประทาน ในกรณีที่ 2 เป็นการประเมินปริมาณน้ำที่ไหลตามธรรมชาติ ไม่ได้มีการควบคุม (Side flow) และกำหนดให้ไม่มีการปล่อยน้ำออกจากเขื่อนและไม่มีการผันน้ำเข้าสู่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ เพื่อประเมินถึงปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา และสุดท้ายการศึกษานี้ได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนข้อมูลและประสานงานโครงการเพื่อให้การบริหารจัดการน้ำในอนาคตต่อไปเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณความต้องการน้ำเมื่อพิจารณาพื้นที่โครงการชลประทานหลักในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณความต้องการน้ำรวมทั้งสิ้น 11,295.14 ล้าน ลบ.ม./ปี แต่หากพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาทั้งหมดโดยรวมโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กตามแผนผังระบบลุ่มน้ำพบว่าปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรทั้งสิ้นเท่ากับ 12,761.94 ล้าน ลบ.ม. สำหรับความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค การท่องเที่ยว ปริมาณน้ำผลิตจากการประปานครหลวง การประปาส่วนภูมิภาค มีความต้องการน้ำรวมทั้ง 2,588.55 ล้าน ลบ.ม./ปี และปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศเท่ากับ 2,311.53 ล้าน ลบ.

ผลจากการเปรียบเทียบและทวนสอบของการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU และแบบจำลอง MIKE-hydro (basin) ณ สถานีตรวจวัดน้ำท่า 7 แห่ง ในพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าการสอบเทียบ/ทวนสอบแบบจำลองของ  $R^2$  อยู่ระหว่าง 0.40-0.85/0.21-0.68 ค่า NSE อยู่ระหว่าง 0.40-0.83/0.12-0.68 และมีค่าและ PBIAS อยู่ระหว่าง 24.71-5.01%/-35.27 ถึง 1.96% และผลจากการประเมินปริมาณน้ำท่าทั้ง 2 กรณีข้างต้น ณ สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำ 5 สถานี ได้แก่ สถานี P.17, N.67, N.5A, C.2 และ C.13 พบว่า ปริมาณน้ำท่าของสถานีส่วนใหญ่ในกรณีที่ 2 มีสัดส่วนปริมาณน้ำท่าต่ำกว่ากรณีที่ 1 ในช่วงฤดูฝนอยู่ระหว่าง 43.41%-80.51% โดยมีเดือนที่ลดลงสูงสุด คือช่วงเดือนพฤษภาคม ยกเว้นสถานี C.13 ที่มีปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ 2 ในช่วงฤดูฝนเพิ่มขึ้น และในช่วงฤดูแล้งผลของปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ 2 มีสัดส่วนปริมาณน้ำท่าต่ำกว่ากรณีที่ 1 เช่นเดียวกับในช่วงฤดูฝนในทุกสถานี โดยมีสัดส่วนการลดต่ำลงอยู่ระหว่าง 15.22%-48.50% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ 1 ซึ่งช่วงเดือนที่ลดลงสูงสุดได้แก่เดือนกุมภาพันธ์ และสำหรับผลวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่รายลุ่มน้ำ 9 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำปิง, ลุ่มน้ำวัง, ลุ่มน้ำยม, ลุ่มน้ำน่าน, ลุ่มน้ำเจ้าพระยา, ลุ่มน้ำสะแกกรัง, ลุ่มน้ำป่าสัก, ลุ่มน้ำท่าจีน และ ลุ่มน้ำบางปะกง โดยมุ่งเน้นวิเคราะห์ผลในพื้นที่รับน้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนขนาดใหญ่ของลุ่มน้ำเจ้าพระยา เช่น เขื่อนภูมิพล, เขื่อนสิริกิติ์, เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน, เขื่อนป่าสัก พบว่ามีการขาดแคลนน้ำรายปีเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.55 ล้าน ลบ.ม./ปี (ลุ่มน้ำน่าน) – 1,720.43 ล้าน ลบ.ม./ปี (ลุ่มน้ำเจ้าพระยา)

นอกจากนั้นในการศึกษานี้ยังได้มีการพัฒนาระบบประเมินน้ำท่าล่วงหน้าโดยการนำข้อมูลฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) มาใช้ในการศึกษาโดยประเมินปริมาณ

น้ำท่าที่จุดควบคุมจำนวนทั้งสิ้น 6 จุด โดยมีความถี่ในการจำลองผลปริมาณน้ำท่าสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เริ่มตั้งแต่วันที่ 30 สิงหาคม 2564 เป็นต้นมา พบว่าผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้าพบว่ามีค่าความแม่นยำใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดและค่าที่ได้จากการจำลองโดยการใช้ข้อมูลฝนตรวจวัดในสถานการณ์ปัจจุบัน และยังได้มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลการประมวลผลปริมาณน้ำท่าอัตโนมัติแบบรายวันผ่านระบบ Application Program Interface (API) โดยได้มีการประเมินปริมาณน้ำท่าของสถานีตรวจวัด C.2 จ.นครสวรรค์ และ C.29 อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำหลาก ในวันที่ 5-18 กันยายน พ.ศ. 2565 และ 9-22 กันยายน พ.ศ. 2565 ตามลำดับ และได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนข้อมูลโดยการจัดทำฐานข้อมูลเพื่อให้มีการนำไปใช้ข้อมูลต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** ความต้องการน้ำ; แบบจำลอง DWCM-AgWU; แบบจำลอง MIKE-hydro (basin); ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

## บทสรุปผู้บริหาร

เนื่องด้วยประเทศไทยมีความเจริญก้าวหน้าและการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก ซึ่งเศรษฐกิจในช่วงสิบปีที่ผ่านมา ประเทศไทยมีรายได้หลักของประเทศจากการส่งออกสินค้าการเกษตร การลงทุนจากทั้งในและต่างประเทศ และจากกิจกรรมการท่องเที่ยว ซึ่งมีความต้องการใช้น้ำเป็นปัจจัยการผลิตเป็นอย่างมาก ดังนั้นการบริหารจัดการปริมาณน้ำต้นทุนที่กระจายอยู่ตามอ่างเก็บน้ำหลักของประเทศไทย โดยเฉพาะลุ่มน้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นหนึ่งในลุ่มน้ำหลักของประเทศ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามการบริหารจัดการน้ำและการใช้น้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในปัจจุบันมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ตามบริบทของเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษา เพื่อประเมินถึงปริมาณความต้องการน้ำ และปริมาณน้ำผิวดินตามสถานการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน การศึกษาดังนี้จึงได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อให้สอดคล้องและเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารจัดการน้ำได้ในสถานการณ์ปัจจุบัน ได้แก่ การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในภาคเกษตรกรรมในเขตพื้นที่ชลประทาน การประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำผิวน้ำท่าเพื่อวิเคราะห์ถึงปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้น รวมถึงการจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประสานงานโครงการที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำในพื้นที่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้น้ำในภาคต่าง ๆ และบรรเทาปัญหาภัยแล้งและอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต

ผลจากการประเมินปริมาณความต้องการน้ำในเขตพื้นที่ชลประทานด้วยภาพถ่ายดาวเทียม โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในระบบ MODIS ที่ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Correction) และนำมาประเมิน ปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรม รายโครงการชลประทาน โดยอนุมานให้พื้นที่เกษตรกรรมนอกเขตชลประทานเป็นการทำการเกษตรแบบเกษตรน้ำฝนสามารถแบ่งประเภทปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมรายโครงการชลประทานเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ โครงการชลประทานขนาดใหญ่ 36 แห่ง โครงการชลประทานขนาดเล็ก 109 แห่ง และพื้นที่ชลประทานที่สูบน้ำด้วยระบบไฟฟ้าจำนวน 47 แห่ง สำหรับความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ท่องเที่ยว และภาคบริการ ได้มีการศึกษารวบรวมข้อมูลแบ่งเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) ปริมาณน้ำผลิตของโรงผลิตน้ำประปานครหลวงจำนวน 4 แห่ง ได้แก่ โรงผลิตน้ำสามเสน โรงผลิตน้ำธนบุรีโรงผลิตน้ำบางเขน และสถานีสูบน้ำสำแล 2) ปริมาณน้ำผลิตของสำนักงานประปาสาขาการประปาส่วนภูมิภาคจำนวน 52 แห่ง ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่ศึกษา และปริมาณความต้องการน้ำจากจำนวนประชากรจำแนกตามขอบเขตการปกครองที่อยู่นอกเขตบริการของการประปาจำนวน 27 จังหวัด 218 อำเภอ โดยสรุปปริมาณความต้องการน้ำเมื่อพิจารณาพื้นที่โครงการชลประทานหลักในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณความต้องการน้ำรวมทั้งสิ้น 11,295.14 ล้าน ลบ.ม./ปี แต่หากพิจารณาพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาทั้งหมดโดยรวมโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กตามแผนผังระบบลุ่มน้ำพบว่ามีความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรทั้งสิ้นเท่ากับ 12,761.94 ล้าน ลบ.ม. สำหรับความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค การท่องเที่ยว ปริมาณน้ำผลิตจากการประปานครหลวง

การประปาส่วนภูมิภาค มีความต้องการน้ำรวมเท่ากับ 2,588.55 ล้าน ลบ.ม./ปี และปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศเท่ากับ 2,311.53 ล้าน ลบ.

แบบจำลองน้ำฝนน้ำท่า ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยแบบจำลองอุทกวิทยาที่เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่แบบจำลอง DWCM-AgWU และแบบจำลองบริหารจัดการน้ำได้แก่แบบจำลอง Mike-Hydro (Basin) แบบจำลองทั้ง 2 แบบจำลองได้ถูกนำมาเข้าสู่กระบวนการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลองเพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา โดยได้มีการคำนวณสภาพการหลายภายใต้การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำจำนวน 23 แห่ง ซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 6 แห่งและอ่างเก็บน้ำขนาดกลางจำนวน 17 แห่ง จากนั้นข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง DWCM-AgWU ได้ถูกนำมาเข้าสู่แบบจำลอง Mike-Hydro (Basin) และได้มีการตรวจสอบความถูกต้อง โดยเปรียบเทียบกับสถานีตรวจวัดน้ำท่า 7 แห่งในพื้นที่ศึกษา โดยพบว่า ทุกจุดที่ทำการสอบเทียบ/ทวนสอบแบบจำลอง มีค่า R2 อยู่ระหว่าง 0.40-0.85/0.21-0.68 และมีค่า NSE อยู่ระหว่าง 0.40-0.83/0.12-0.68 และมีค่า และ PBIAS อยู่ระหว่าง 24.71-5.01%/-35.27 ถึง 1.96%

แบบจำลองที่ได้รับการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์เรียบร้อยแล้ว ได้ถูกนำมา ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 กรณี กรณีที่ 1 ได้แก่ การประเมินปริมาณน้ำท่า ณ สภาพปัจจุบันซึ่งจะมีการปล่อยน้ำจาก 3 เขื่อนหลัก ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ และเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และยังคงมีการผันน้ำเข้าสู่โครงการชลประทานขนาดใหญ่โดยใช้ข้อมูลการตรวจวัดปริมาณน้ำจากกรมชลประทาน ได้แก่ ฝิ่งแม่น้ำปิง ประกอบด้วย คบ.ท่อทองแดง, คบ.วังบัว, และ คบ.คลองวังยาว ฝิ่งแม่น้ำน่าน ประกอบด้วย คบ.พลายชุมพล, คบ.ดงเศรษฐี, และ คบ.ท่าบัว ฝิ่งแม่น้ำเจ้าพระยาฝิ่งซ้าย คลองชัยนาท – ป่าสัก ประกอบด้วย คบ.มโนรมย์, คบ.ช่องแค, คบ.โคกกระเทียม และ คบ.เริงราง และฝิ่งแม่น้ำเจ้าพระยาฝิ่งขวาแม่น้ำท่าจีน ประกอบด้วย คบ.ทุ่งวัดสิงห์, คบ.พลเทพ, คบ.ท่าโบสถ์, คบ.ดอนเจดีย์, คบ.สามชุก และ คบ.โพธิ์พระยา ส่วนข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำโครงการชลประทานอื่น ๆ จะประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำจากการคำนวณการเพาะปลูกของแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ในกรณีที่ 2 เป็นการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลตามธรรมชาติไม่ได้มีการควบคุม (Side flow) และกำหนดให้ไม่มีการปล่อยน้ำออกจากเขื่อนและไม่มีการผันน้ำเข้าสู่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ เพื่อประเมินถึงปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา ประเมินความต้องการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่ซึ่งพิจารณาจากข้อมูลตรวจวัด โดยผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าของกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 พบว่า ปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ 2 จะมีค่าปริมาณน้ำท่าต่ำกว่ากรณีที่ 1 ก่อนข้างมากในช่วงฤดูแล้ง และต่ำกว่าค่อนข้างน้อยในช่วงฤดูฝน โดยได้มีการประเมินรายละเอียดการลดลงของปริมาณน้ำท่า ณ สถานีตรวจวัดน้ำท่า จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานี P.17 N.67 N.5A C.2 และ C.13 พบว่าปริมาณน้ำท่าของสถานีส่วนใหญ่ในกรณีที่ 2 มีสัดส่วนปริมาณน้ำท่าต่ำกว่ากรณีที่ 1 ในช่วงฤดูฝนอยู่ระหว่าง 43.41%-80.51% โดยมีเดือนที่ลดลงสูงสุด คือช่วงเดือนพฤษภาคม ยกเว้นสถานี C.13 ที่มีปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ 2 ในช่วงฤดูฝนเพิ่มขึ้น และในช่วงฤดูแล้งผลของปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ 2 มีสัดส่วนปริมาณน้ำท่าต่ำกว่ากรณีที่ 1 เช่นเดียวกับในช่วงฤดูฝนในทุกสถานี โดยมีสัดส่วนการลดต่ำลงอยู่ระหว่าง 15.22%-48.50% เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ 1 ซึ่งช่วงเดือนที่ลดลงสูงสุดได้แก่เดือนกุมภาพันธ์ และ



สำหรับผลวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่รายลุ่มน้ำ 9 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำปิง, ลุ่มน้ำวัง, ลุ่มน้ำยม, ลุ่มน้ำน่าน, ลุ่มน้ำเจ้าพระยา, ลุ่มน้ำสะแกกรัง, ลุ่มน้ำป่าสัก, ลุ่มน้ำท่าจีน และ ลุ่มน้ำบางปะกง โดยมุ่งเน้นวิเคราะห์ผลในพื้นที่รับน้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนขนาดใหญ่ของลุ่มน้ำเจ้าพระยา เช่น เขื่อนภูมิพล, เขื่อนสิริกิติ์, เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน, เขื่อนป่าสัก พบว่าการขาดแคลนน้ำรายปีเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.55 ล้าน ลบ.ม./ปี (ลุ่มน้ำน่าน) – 1,720.43 ล้าน ลบ.ม./ปี (ลุ่มน้ำเจ้าพระยา)

นอกจากนั้นในการศึกษานี้ยังได้มีการพัฒนาระบบประเมินน้ำท่าล่วงหน้าโดยการนำข้อมูลฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) มาใช้ในการศึกษาโดยประเมินปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมจำนวนทั้งสิ้น 6 จุด โดยมีความถี่ในการจำลองผลปริมาณน้ำท่าสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เริ่มตั้งแต่วันที่ 30 สิงหาคม 2564 เป็นต้นมา พบว่าผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้าพบว่ามีค่าความแม่นยำใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดและค่าที่ได้จากการจำลองโดยการใช้ข้อมูลฝนตรวจวัดในสถานการณ์ปัจจุบัน และยังได้มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลการประมวลผลปริมาณน้ำท่าอัตโนมัติแบบรายวันผ่านระบบ Application Program Interface (API) โดยได้มีการประเมินปริมาณน้ำท่าของสถานีตรวจวัด C.2 จ.นครสวรรค์ และ C.29 อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำหลาก ในวันที่ 5-18 กันยายน พ.ศ. 2565 และ 9-22 กันยายน พ.ศ. 2565 ตามลำดับ และได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนข้อมูลโดยการจัดทำฐานข้อมูลเพื่อให้มีการนำไปใช้ข้อมูลต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ก
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	ง
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1-1
1.2 วัตถุประสงค์	1-1
1.3 แผนการดำเนินการ	1-1
บทที่ 2 ทฤษฎีงานวิจัยและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในพื้นที่ชลประทาน	2-1
2.2 การประเมินปริมาณความต้องการน้ำชลประทานด้วยวิธีการรับรู้ระยะไกล	2-3
2.3 แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า DWCM-AgWU	2-6
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย	
3.1 แนวทางการประเมินปริมาณความต้องการน้ำในพื้นที่ชลประทาน	3-1
3.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	3-2
3.3 การจัดทำระบบฐานข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	3-7
บทที่ 4 ผลการศึกษา และบทสรุป	
4.1 การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในเขตพื้นที่ชลประทาน	4-1
4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU และ Mike-Hydro Basin เพื่อประเมินปริมาณน้ำต้นทุนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง	4-13
4.3 การจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประสานโครงการวิจัยในการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	4-94
บทที่ 5 ผลลัพธ์และประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย	
5.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย	5-1
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	5-1
5.3 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย	5-3
เอกสารอ้างอิง	

## สารบัญญภาพ

		หน้า
1.3-1	แผนผังกรอบแนวคิดการวิจัย	1-2
2.1-1	สมตุดน้ำในแปลงนา	2-1
2.3-1	องค์ประกอบคำนวณของแบบจำลอง DWCM-AgWU	2-7
3.2-1	การทำงานของแบบจำลอง Mike Hydro (BASIN)	3-5
3.2-2	ค่าระดับของอ่างเก็บน้ำ	3-6
4.1.1-1	เกณฑ์ลำดับขั้นในการตัดสินใจแบ่งลักษณะกิจกรรมในพื้นที่นาข้าว	4-2
4.1.1-2	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร ต.สระแจง อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี	4-3
4.1.1-3	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเจ้าเจ็ด-บางยี่หน ต.บางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี	4-4
4.1.1-4	โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา ต.ดอนตาล อ.เมืองสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี	4-4
4.1.1-5	พื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการชลประทานแปลผลจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra/MODIS	4-5
4.1.2-1	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc กับ NDVI ของข้าวนาหว่านน้ำตาม	4-7
4.1.3-1	ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนและปริมาณฝนใช้การรายปีจำแนกตามโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	4-9
4.1.3-2	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิรายรายปีของโครงการชลประทานในพื้นที่ราบภาคกลาง	4-10
4.1.3-3	จุดพิกัดพื้นที่ตัวอย่างสำหรับสำรวจข้อมูลภาคสนามและประเมินความต้องการน้ำ	4-12
4.1.3-4	ปริมาณความต้องการน้ำของข้าวในแต่ละจุดพิกัดพื้นที่ตัวอย่าง	4-13
4.2.1-1	เซลล์การคำนวณในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง	4-14
4.2.1-2	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง	4-15
4.2.1-3	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง	4-16
4.2.1-4	ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงเฉลี่ยรายปีในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง	4-19
4.2.2-1	ทิศทางการไหลของลำน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา	4-22
4.2.2-2	การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง	4-23
4.2.3-1	ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค – บริโภค ท่องเที่ยว และภาคบริการ	4-24
4.2.3-2	ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศ	4-25
4.2.3-3	ปริมาณความต้องการน้ำรวมรายลุ่มน้ำสาขา (ฤดูแล้ง)	4-30
4.2.3-4	ปริมาณความต้องการน้ำรวมรายลุ่มน้ำสาขา (ฤดูฝน)	4-31

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

		หน้า
4.2.3-5	ปริมาณความต้องการน้ำรวมรายลุ่มน้ำสาขา (รายปี)	4-32
4.2.3-6	สรุปปริมาณความต้องการน้ำรวมของพื้นที่การศึกษารายลุ่มน้ำ	4-33
4.2.3-7	ปริมาณความต้องการน้ำรายโครงการชลประทาน (ฤดูแล้ง)	4-34
4.2.3-8	ปริมาณความต้องการน้ำรายโครงการชลประทาน (ฤดูฝน)	4-35
4.2.3-9	ปริมาณความต้องการน้ำรายโครงการชลประทาน (รายปี)	4-36
4.2.4-1	แผนผังระบบลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา	4-38
4.2.4-2	ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนภูมิพล	4-41
4.2.4-3	ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนสิริกิติ์	4-42
4.2.4-4	ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน	4-42
4.2.4-5	ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์	4-42
4.2.4-6	ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนทับเสลา	4-43
4.2.4-7	ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนกระเสียว	4-43
4.2.4-8	ปริมาณน้ำรวมที่ผันเข้าสู่โครงการชลประทานบริเวณจังหวัดกำแพงเพชร	4-43
4.2.4-9	ปริมาณน้ำรวมที่ผันเข้าสู่โครงการชลประทานบริเวณจังหวัดพิษณุโลก	4-44
4.2.5-1	สถานีตรวจวัดน้ำท่าของพื้นที่การศึกษาที่ทำการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลอง Mike Hydro (Basin)	4-46
4.2.5-2	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี W.4A (พ.ศ.2552 – 2557)	4-47
4.2.5-3	ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี W.4A (พ.ศ.2552 – 2557)	4-47
4.2.5-4	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี P.17 (พ.ศ.2552 – 2557)	4-47
4.2.5-5	ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี P.17 (พ.ศ.2552 – 2557)	4-48
4.2.5-6	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี Y.17 (พ.ศ.2557 – 2559)	4-48
4.2.5-7	ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี Y.17 (พ.ศ.2560 – 2563)	4-48
4.2.5-8	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี N.67 (พ.ศ.2552 – 2557)	4-49
4.2.5-9	ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี N.67 (พ.ศ.2558 – 2563)	4-49
4.2.5-10	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี N.5A (พ.ศ.2552 – 2557)	4-49
4.2.5-11	ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี N.5A (พ.ศ.2558 – 2563)	4-50
4.2.5-12	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี C.2 (พ.ศ.2552 – 2557)	4-50
4.2.5-13	ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี C.2 (พ.ศ.2558 – 2563)	4-50
4.2.5-14	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี C.13 (พ.ศ.2552 – 2557)	4-51
4.2.5-15	ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี C.13 (พ.ศ.2558 – 2563)	4-51

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

		หน้า
4.2.6-1	ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี P.17	4-55
4.2.6-2	ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี N.67	4-55
4.2.6-3	ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี N.5A	4-55
4.2.6-4	ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี C.2	4-56
4.2.6-5	ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี C.13	4-56
4.2.7-1	ความเชื่อมโยงของข้อมูลระหว่างโครงการในกิจกรรม CO-RUN	4-67
4.2.7-2	ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมสถานี CT.2A	4-60
4.2.7-3	ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมสถานี W.4A	4-60
4.2.7-4	ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมสถานี Y.17	4-60
4.2.7-5	ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมสถานี TD.06	4-61
4.2.7-6	ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมสถานี TD.08	4-61
4.2.7-7	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าตรวจวัด ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนตรวจวัด และผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน ที่สถานี W.4A	4-63
4.2.7-8	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าตรวจวัด ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนตรวจวัด และผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน ที่สถานี N.22	4-64
4.2.7-9	การเปรียบเทียบผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนตรวจวัด และผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน ที่สถานี TD.06	4-64
4.2.7-10	การเปรียบเทียบผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนตรวจวัด และผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน ที่สถานี TD.08	4-65
4.2.7.-11	กรอบความคิดการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการประมวลผลปริมาณน้ำท่าอัตโนมัติ	4-66
4.2.7.12	ตัวอย่างระบบฐานข้อมูลและการจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี C.2	4-67
4.2.7-13	ตัวอย่างระบบฐานข้อมูลและการจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี C.29A	4-67
4.2.7-14	ตัวอย่างระบบฐานข้อมูลและการจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี C.29A การกำหนดเงื่อนไขในการบริหารจัดการน้ำ	4-67
4.2.8-1	ผลการประเมินปริมาณน้ำจัดสรรของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โชน (ฤดูฝน)	4-73
4.2.8-2	ผลการประเมินปริมาณน้ำจัดสรรของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โชน (ฤดูแล้ง)	4-74
4.2.8-3	ผลการประเมินปริมาณน้ำจัดสรรของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โชน (รายปี)	4-75
4.2.9-1	ผลการประเมินปริมาณน้ำจัดสรรของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โชน (ฤดูฝน)	4-79
4.2.9-2	ผลการประเมินปริมาณน้ำจัดสรรของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โชน (ฤดูแล้ง)	4-80
4.2.9-3	ผลการประเมินปริมาณน้ำจัดสรรของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โชน (รายปี)	4-81
4.2.9-4	ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โชน (ฤดูฝน)	4-82
4.2.9-5	ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โชน (ฤดูแล้ง)	4-83
4.2.9-6	ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โชน (รายปี)	4-84
4.2.9-7	สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.ท่อทองแดง	4-85

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

4.2.9-8	สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.ดงเศรษฐี	4-85
4.2.9-9	สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.พลเทพ	4-86
4.2.9-10	สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชนแม่น้ำน้อย	4-86
4.2.9-11	สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.มโนรมย์	4-87
4.2.9-12	สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน ปตร.พระนารายณ์	4-87
4.2.10-1	ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่จากแหล่งน้ำอื่น ๆ (ฤดูฝน)	4-91
4.2.10-2	ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่จากแหล่งน้ำอื่น ๆ (ฤดูแล้ง)	4-92
4.2.10-3	ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่จากแหล่งน้ำอื่น ๆ (รายปี)	4-93
4.3-1	แสดงภาพรวมของระบบ	4-94
4.3.1-1	แสดงรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วยโปรโตคอล FTP	4-95
4.3.1-2	ระบบการเรียกดูและแลกเปลี่ยนข้อมูลในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน	4-95
4.3.2-1	การรวมกันของข้อมูล Raster และ Vector	4-96
4.3.2-2	flowchart ในการประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรม QGIS	4-96
4.3.2-3	ตัวอย่างการแปลง asc เป็น tiff	4-97
4.3.3-1	อัลกอริทึมสำหรับการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ	4-98
4.3.3-2	ตัวอย่างไฟล์ excel ที่ได้จากการประมวลผลของอัลกอริทึมที่ได้พัฒนาขึ้นมา	4-98
4.3.3-3	ตัวอย่างไฟล์ excel ที่ได้จากการประมวลผลด้วย QGIS	4-99

## สารบัญตาราง

		หน้า
2.2.1	งานวิจัยที่มีการพัฒนาสมการเพื่อคำนวณค่า Kc จากดัชนีพืชพรรณ NDVI	2-5
4.1.2-1	งานวิจัยที่มีการพัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่าง Kc กับ NDVI สำหรับข้าว	4-6
4.1.3-1	การคำนวณฝนใช้การสำหรับนาข้าว	4-8
4.1.3-2	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิจำแนกตามรายโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	4-11
4.2.1-1	ปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา	4-16
4.2.1-2	ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา	4-19
4.2.3-1	ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค – บริโภค ท่องเที่ยว และภาคบริการ	4-24
4.2.3-2	ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศ	4-25
4.2.3-3	ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำปิง	4-26
4.2.3-4	ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำวัง	4-27
4.2.3-5	ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำยม	4-27
4.2.3-6	ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำน่าน	4-28
4.2.3-7	ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา	4-28
4.2.3-8	ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำสะแกกรัง	4-28
4.2.3-9	ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำป่าสัก	4-29
4.2.3-10	ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำท่าจีน	4-29
4.2.3-11	ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำบางปะกง	4-29
4.2.3-12	สรุปปริมาณความต้องการน้ำรวมของพื้นที่การศึกษารายลุ่มน้ำ	4-29
4.2.3-13	สรุปปริมาณความต้องการน้ำของพื้นที่การศึกษารายโครงการชลประทาน	4-33
4.2.4-1	อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่	4-40
4.2.5-1	การแปลความหมายความแม่นยำของการพยากรณ์โดยแบบจำลอง	4-45
4.2.5-2	ผลการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลอง Mike Hydro (Basin)	4-45
4.2.6-1	ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี P.17	4-53
4.2.6-2	ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี N.67	4-53
4.2.6-3	ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี N.5A	4-53
4.2.6-4	ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี C.2	4-54
4.2.6-5	ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี C.13	4-54
4.2.7-1	ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนจุดควบคุมสถานีตรวจวัดน้ำท่า	4-59
4.2.7-2	ประเมินปริมาณน้ำท่าที่จุดต่าง ๆ ครั้งที่ 1 วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ.2564 ถึง 13 กันยายน พ.ศ.2564	4-62
4.2.8-1	ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำปิง	4-69
4.2.8-2	ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำวัง	4-70
4.2.8-3	ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำยม	4-70
4.2.8-4	ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำน่าน	4-71
4.2.8-5	ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา	4-71
4.2.8-6	ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำสะแกกรัง	4-71

## สารบัญตาราง

	หน้า
4.2.8-7 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำป่าสัก	4-72
4.2.8-8 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำท่าจีน	4-72
4.2.8-9 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำบางปะกง	4-72
4.2.9-1 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.ท่อทองแดง	4-77
4.2.9-2 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.ดงเศรษฐี	4-77
4.2.9-3 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.พลเทพ	4-78
4.2.9-4 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชนแม่แก่น้อย	4-78
4.2.9-5 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.มโนรมย์	4-78
4.2.9-6 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน ปตร.พระนารายณ์	4-78
4.2.10-1 ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่จากแหล่งน้ำอื่น ๆ	4-90



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีความเจริญก้าวหน้า และพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก โดยได้รับการจัดกลุ่มประเทศให้อยู่ในระดับประเทศกำลังพัฒนา รายได้ปานกลาง ซึ่งเศรษฐกิจในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา โดยรายได้หลักของประเทศมาจากการส่งออกสินค้าเกษตร การลงทุนจากในและต่างประเทศ และการท่องเที่ยว ซึ่งมีการใช้น้ำเป็นปัจจัยในการผลิต การพาณิชย์กรรมและใช้ในภาคบริการ ซึ่งปัจจุบันนี้หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องได้บริหารจัดการน้ำตามปริมาณน้ำต้นทุนที่กระจายอยู่ตามอ่างเก็บน้ำหลักของประเทศไทย โดยเฉพาะลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้อาศัยแหล่งน้ำหลักจากเขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ เป็นแหล่งน้ำต้นทุนสำหรับอุปโภคบริโภค การเกษตร กิจกรรมทางเศรษฐกิจ และการผลักดันน้ำเค็ม ซึ่งหน่วยงานราชการได้ใช้ตัวเลขน้ำต้นทุนเหล่านี้เป็นตัวเลขเบื้องต้นในการวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์น้ำต้นทุนของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างในช่วงที่ผ่านมา

อย่างไรก็ตามการจัดการน้ำและการใช้น้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีความซับซ้อนมากขึ้นตามบริบทของเศรษฐกิจ และสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีต ทั้งจากการที่เกษตรกรใช้น้ำชลประทาน บางส่วนสูบน้ำจากสระเก็บน้ำ หรือบ่อน้ำตื้นเพื่อใช้น้ำในช่วงการเตรียมแปลงสำหรับปลูกข้าว อีกทั้งเกษตรกรนอกเขตชลประทาน และโรงงานบางส่วนมีการสูบน้ำจากลำน้ำโดยตรง การประปาส่วนภูมิภาคสูบน้ำมาใช้เพื่อการผลิตน้ำประปา ส่งผลทำให้หน่วยงานราชการประเมินการใช้น้ำ หรือจัดสรรน้ำไม่เป็นไปตามความต้องการใช้น้ำของเกษตรกร หรือผู้ใช้น้ำ ส่งผลทำให้การใช้อาจจะมากหรือน้อยจนเกินไป ในกรณีที่จัดสรรน้ำน้อยกว่าความต้องการน้ำก็จะเกิดสภาพความขาดแคลนน้ำ ในทางกลับกัน ถ้าจัดสรรน้ำมากเกินไปก็จะเป็นการสิ้นเปลืองน้ำโดยไม่เกิดประโยชน์ ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพจึงควรเข้าใจถึงปริมาณความต้องการน้ำอย่างแท้จริงในพื้นที่ลุ่มน้ำรวมถึงปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้น เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำร่วมกับภาคส่วนต่าง ๆ เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตสำหรับการบริหารจัดการน้ำของเขื่อนหลัก กรมชลประทานในการวางแผนการจัดสรรน้ำนั้น เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้น้ำ และบรรเทาปัญหาภัยแล้งและอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นต่อไป

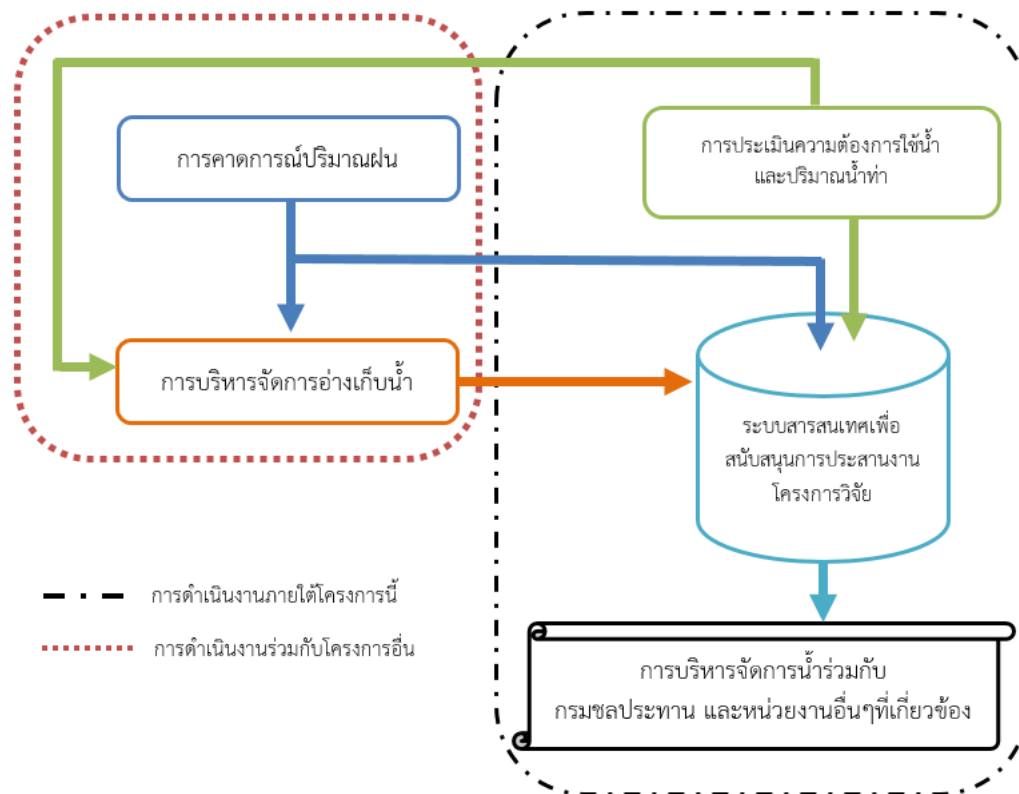
### 1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อประเมินปริมาณความต้องการน้ำในภาคเกษตรกรรมในเขตพื้นที่ชลประทาน
- 2) เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้น
- 3) เพื่อจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประสานโครงการวิจัยในการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

### 1.3 แผนการดำเนินงาน

การศึกษาครั้งนี้ได้มีการวางแผนการดำเนินการโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การประเมินความต้องการใช้น้ำและปริมาณน้ำท่า การจัดทำระบบฐานข้อมูลการบริหารจัดการลุ่มน้ำเจ้าพระยา และการบริหารจัดการน้ำร่วมกันหน่วยงานหลัก เช่น กรมชลประทาน นอกจากนั้นยังได้มีการดำเนินงานร่วมกับโครงการอื่นที่

เกี่ยวข้องกับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา (Co-Run) เพื่อนำผลลัพธ์มาเก็บรวบรวมในระบบฐานข้อมูลและประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำ แสดงดังรูปที่ 1.3-1



รูปที่ 1.3-1 แผนผังกรอบแนวคิดการวิจัย

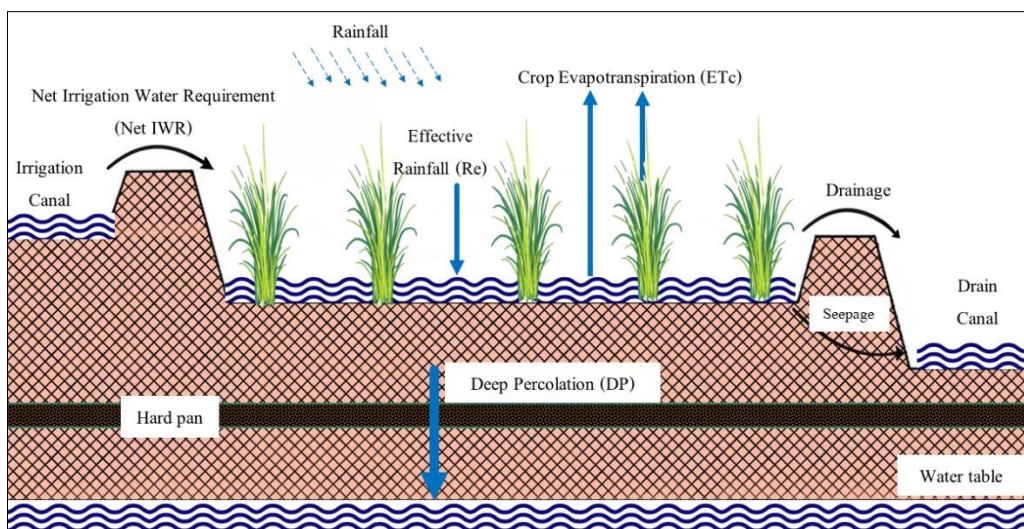
โดยการประเมินความต้องการน้ำได้มีการประยุกต์ใช้วิธีการรับรู้จากระยะไกล (Remote sensing) เพื่อให้ได้รับข้อมูลที่ใกล้เคียงกับเวลาจริง (Near real-time) ที่ต้องการศึกษา และสำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU มาใช้ในการดำเนินงาน พร้อมกันนั้นยังได้มีการจัดทำระบบฐานข้อมูลและระบบนำเสนอข้อมูลเพื่อให้โครงการอื่นที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาสามารถนำฐานข้อมูลที่มีทั้งหมดไปใช้ในการศึกษาได้อย่างสะดวก ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการศึกษาวิจัย

## บทที่ 2

### ทฤษฎีงานวิจัยและการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในพื้นที่ชลประทาน

การประเมินปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเพื่อใช้ในภาคการเกษตร (agricultural water requirement,  $W_a$ ) จะอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดที่ว่าพืชต้องได้รับน้ำอย่างเพียงพอโดยไม่เกิดการขาดน้ำ ปริมาณน้ำที่พืชต้องการจึงเป็นปริมาณน้ำที่ต้องรักษาระดับความชื้นในดินที่เหมาะสม โดยทั่วไปจะหมายถึงความชื้นดินในช่วงระหว่างความชื้นชลประทาน (field capacity, FC) และความชื้นที่จุดวิกฤติ (critical point, CP) ซึ่งเป็นช่วงระดับความชื้นที่พืชไม่เกิดความเครียดจากการขาดน้ำ (crop water stress) รวมทั้งพืชต้องมีความสมบูรณ์ปราศจากโรคและแมลงศัตรูพืช มีธาตุอาหารที่เพียงพอจะทำให้พืชมีศักยภาพการให้ผลผลิตอย่างเต็มที่ โดยพืชจะมีอัตราการคายระเหยน้ำเป็นค่าสูงสุดตามทฤษฎี เรียกว่า ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (crop evapotranspiration:  $ET_c$ ) (เอกสิทธิ์, 2552) อย่างไรก็ตามเมื่อมีการให้น้ำชลประทานในระดับไร่นาตามปริมาณความต้องการน้ำของพืชจะพบว่าน้ำส่วนหนึ่งจะเกิดการสูญเสียรั่วซึมเลยเขตรากพืช (deep percolation) และมีฝนใช้การ (effective rainfall,  $R_e$ ) หรือน้ำฝนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชซึ่งเป็นฝนที่ตกลงมาในพื้นที่แล้วถูกกักเก็บไว้ในดินบริเวณเขตรากพืช (ในกรณีน้ำขุ่นจะหมายถึงน้ำฝนที่กักเก็บไว้ในกระถาง) ดังนั้นในการคำนวณความต้องการน้ำชลประทานในระดับไร่นาจึงต้องนำค่าฝนใช้การและการสูญเสียน้ำจากการรั่วซึมเลยเขตรากพืชมาพิจารณาด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.1-1



รูปที่ 2.1-1 สมดุลน้ำในแปลงนา ดัดแปลงจาก (Rowshon et al., 2006)

ในขณะที่ปริมาณน้ำชลประทานทั้งหมดที่ต้องส่งให้กับพื้นที่เกษตรกรรม (gross irrigation water requirement) พบว่าน้ำบางส่วนจะเกิดการสูญเสียไปในระบบส่งน้ำ ทำให้ต้องนำค่าประสิทธิภาพการชลประทานมาคำนวณด้วย (Pereira and Alves, 2013) ดังนั้นความต้องการน้ำในภาคการเกษตรในที่นี้จึงหมายถึง ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานทั้งหมดสำหรับการเกษตร สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\text{Gross IWR} = \text{Net IWR} / E_i$$

สมการที่ 2.1-1

โดย Gross IWR = ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานทั้งหมด (gross irrigation water requirement) Net IWR = ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ (net irrigation water requirement)

$E_i$  = ประสิทธิภาพการชลประทาน (irrigation efficiency)

สำหรับปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิในที่นี้คำนวณได้จากปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยพิจารณาปริมาณฝนใช้การและการสูญเสียรุ่มซึมเลยเขตรากพืชด้วย ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Net IWR} = E_{T_c} - R_e + (DP + LP)$$

สมการที่ 2.1-2

โดย  $E_{T_c}$  = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (crop evapotranspiration)

$R_e$  = ฝนใช้การ (effective rainfall)

DP = ค่าการรุ่มซึมน้ำ (deep percolation) คิดเฉพาะกรณีนาข้าว

LP = ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง (land preparation) คิดเฉพาะกรณีนาข้าว

ปริมาณการใช้น้ำของพืช ( $E_{T_c}$ ) คำนวณได้จากผลคูณระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient;  $K_c$ ) และปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration;  $E_{T_o}$ ) ดังสมการต่อไปนี้

$$E_{T_c} = K_c \times E_{T_o}$$

สมการที่ 2.1-3

ค่า  $E_{T_o}$  คำนวณโดยใช้สมการ Penman Monteith ซึ่งต้องการข้อมูลนำเข้าทางภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศ ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ชั่วโมงแสงแดด พิกัดทางภูมิศาสตร์และความสูงจากระดับน้ำทะเลของสถานที่ที่ตรวจวัด ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$E_{T_o} = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

สมการที่ 2.1-4

โดยที่  $R_n$  = ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ ( $\text{MJ}/\text{m}^2/\text{d}$ )

$G$  = fluxค่าความร้อนของพื้นดิน ( $\text{MJ}/\text{m}^2/\text{d}$ )

$T$  = อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย ( $^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta$  = ค่าความลาดเทของเส้น curve แรงดันไอ ( $\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$ )

$\gamma$  = ค่าคงที่ของ psychrometric ( $\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$ )

$u_2$  = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 ม. ( $\text{m}/\text{s}$ )

$(e_s - e_a)$  = ค่าความต่างของแรงดันไอ ( $\text{kPa}$ )

## 2.2 การประเมินปริมาณความต้องการน้ำชลประทานด้วยวิธีการรับรู้ระยะไกล

ปริมาณการใช้น้ำของพืช (crop evapotranspiration, ETc) เป็นข้อมูลที่สำคัญในงานด้านชลประทานทั้งด้านการกำหนดการให้น้ำพืช การวางแผนและจัดส่งน้ำ การออกแบบระบบชลประทาน ตลอดจนการศึกษาและประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน ปริมาณการใช้น้ำของพืชในงานด้านการชลประทานจะหมายถึงปริมาณการคายระเหยน้ำของพืชซึ่งถูกใช้ในการเจริญเติบโต เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าปริมาณการใช้น้ำสูงสุด (maximum evapotranspiration) ซึ่งมีเงื่อนไขที่ว่าพืชได้รับน้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอตลอดช่วงการเจริญเติบโต แต่ในกรณีที่พืชเกิดการขาดน้ำ ปริมาณการใช้น้ำของพืชจริง (actual evapotranspiration, ETa) จะมีค่าน้อยกว่าปริมาณการใช้น้ำสูงสุดที่คำนวณได้ ดังนั้นการคำนวณการใช้น้ำของพืชจริงจึงต้องนำค่าความชื้นในดินมาพิจารณาด้วย วิธีที่จะหาปริมาณการใช้น้ำของพืชที่แท้จริงได้คือการคูณค่าสัมประสิทธิ์การขาดน้ำ (water stress coefficient, Ks) ซึ่งเป็นค่าปรับแก้ความชื้นในดินเข้าไป ดังแสดงในสมการที่ 2.2-1

$$ETa = Ks \times Kc \times ETc = Ks \times ETc \quad \text{สมการที่ 2.2-1}$$

โดย ETa = ปริมาณการใช้น้ำของพืชจริง (mm day<sup>-1</sup>)  
ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (mm day<sup>-1</sup>)  
ETc = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (mm day<sup>-1</sup>)  
Ks = สัมประสิทธิ์การขาดน้ำ  
Kc = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ในกรณีที่พืชได้รับน้ำอย่างเพียงพอ ค่า Ks จะเท่ากับ 1 (ETa = ETc) แต่ถ้าพืชอยู่ในสภาวะการขาดน้ำ (ความชื้นในดินต่ำกว่าค่าความชื้นที่จุดวิกฤติ) ค่า Ks จะมีค่าน้อยกว่า 1 (ETa < ETc) ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำของพืชที่แท้จริงจะมีค่าเท่ากับหรือน้อยกว่าปริมาณการใช้น้ำของพืชเสมอ

การตรวจวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยตรงทำได้หลายวิธี อาทิ การวัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืช การศึกษาจากจำนวนความชื้นในดิน การศึกษาจากสมดุลน้ำ การตรวจวัดจากสมดุลพลังงาน ซึ่งโดยวิธีสมดุลน้ำในแปลงทดลองหรือการวัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืชเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการศึกษากการใช้น้ำพืชในระดับแปลง สำหรับกรณีที่ต้องการศึกษาในโครงการชลประทานหรือในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีพื้นที่เพาะปลูกขนาดใหญ่และมีการปลูกพืชหลากหลายชนิดหรือมีปฏิทินการเพาะปลูกที่ไม่พร้อมกัน การประมาณค่าการใช้น้ำพืชให้สอดคล้องกับพื้นที่ในแต่ละช่วงเวลาจะเป็นไปได้ยาก

การรับรู้จากระยะไกล (remote sensing) เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้เนื่องจากสามารถให้ข้อมูลสำรวจครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและแรงงานในการลงสำรวจพื้นที่ มีการจัดเก็บภาพเป็นฐานข้อมูลที่สามารถสืบค้นย้อนหลังได้ นอกจากนี้ จากคุณสมบัติของดาวเทียมที่มีคาบโคจรวนกลับมาถ่ายภาพซ้ำได้ ทำให้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมีความน่าเชื่อถือและเป็นข้อมูลใกล้เคียงกับ

เวลาจริง (near real-time) การรับรู้ระยะไกลจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านชลประทานและการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ชลประทานขนาดใหญ่หรือในระดับลุ่มน้ำ (Calera et al., 2017; Saadi et al., 2015; Toureiro et al., 2017) แนวทางการปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธีรับรู้จากระยะไกลสามารถแบ่งได้เป็น 2 แนวทางคร่าวๆ ได้แก่ 1) แนวทางการประเมินหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชจากดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) และ 2) แนวทางการประเมินจากหลักการสมดุลพลังงานที่พื้นผิว (surface energy balance)

ปัจจุบันมีการพัฒนาสมการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมกับค่า Kc โดยมีสมมติฐานว่าค่า Kc เป็นค่าที่ผันแปรตามช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชซึ่งสัมพันธ์กับค่าดัชนีพืชพรรณ (Allen et al., 2005; Trout and Johnson, 2007) จากงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี NDVI กับค่า Kc ในพืชหลาย ๆ ชนิด ภายใต้สภาพภูมิอากาศต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 งานวิจัยส่วนใหญ่ได้กำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง Kc-NDVI เป็นสมการเส้นตรง โดยใช้แหล่งที่มาของค่า Kc ที่แตกต่างกันไป ทั้งจากเอกสาร FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56 (FAO-56) และจากการตรวจวัดด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น วิธีสมดุลน้ำ (water balance) ถังวัดการใช้น้ำพืช (lysimeter) รวมทั้งใช้ค่า NDVI จากดาวเทียมที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2.2-1 งานวิจัยที่มีการพัฒนาสมการเพื่อคำนวณค่า Kc จากดัชนีพืชพรรณ NDVI

Climate	Vegetation	Equation	Kc	NDVI	Author
Mediterranean	Lettuce & Pepper	$K_{cb} = (1.37 \times NDVI) - 0.086^*$	Measurement	Landsat-5	Trout and Johnson (2007)
Mediterranean	Grapes	$K_{cb} = (1.44 \times NDVI) - 0.10^*$	Measurement	Landsat-5	Campos et al. (2010)
Mediterranean	Maize	$K_c = (0.918 \times NDVI) + 0.303$	Measurement	Landsat-5	Toureiro et al. (2017)
Mediterranean	Corn	$K_c = (1.25 \times NDVI) + 0.2$	FAO-56	Landsat-8 Sentinel-2	Segovia-Cardozo et al. (2019)
Arid/Semi-arid	Cotton	$K_{cb} = (1.49 \times NDVI) - 0.12^*$	FAO-56	Handheld Radiometer	Hunsaker et al. (2005)
Humid subtropical	Wheat	$K_c = (2.7109 \times NDVI) + 0.424$	FAO-56	IRS P6	Gontia and Tiwari (2010)
Humid subtropical	Maize	$K_c = (1.457 \times NDVI) - 0.1725$	Measurement	MODIS	Kamble et al. (2013)
Humid subtropical	Rice	$K_c = (0.206 \times NDVI) + 1.076$	FAO-56	MODIS	Rossi et al. (2010)

\* Kcb = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชส่วนฐาน (basal crop coefficient) ซึ่งไม่รวมการระเหยน้ำจากผิวดิน

สำหรับแนวทางในการคำนวณการใช้น้ำพืชจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้หลักการสมดุลพลังงานในอดีตที่ผ่านมาหลายวิธีเช่น วิธี Surface Energy Balance Algorithm for Land หรือ SEBAL (Bastiaanssen et al., 1998) วิธี Simplified-Surface Energy Balance Index หรือ S-SEBI (Roerink, 2000) วิธี Surface Energy Balance System หรือ SEBS (Su, 2002) เป็นต้น ซึ่งการใช้น้ำของพืชจะถูกควบคุมโดยพลังงานที่ถ่ายเทระหว่างพื้นผิวของพืชกับบรรยากาศ เมื่อพิจารณาถึงแหล่งกำเนิดของพลังงานแล้ว พลังงานดังกล่าวก็คือพลังงานที่มาจากดวงอาทิตย์ ซึ่งก็คือรังสีแสงอาทิตย์สุทธิ (net radiation) หลักการสมดุลพลังงานสามารถเขียนเป็นสมการในรูปทั่วไปดังสมการที่ 2.2-2

$$R_n = \lambda E + H + G$$

สมการที่ 2.2-2

โดย  $R_n$  = พลังงานรังสีแสงอาทิตย์สุทธิ (net radiation)

$\lambda E$  = พลังงานความร้อนที่ใช้ในการระเหย (heat flux of evaporation)

$H$  = พลังงานความร้อนในอากาศ (sensible heat flux)

$G$  = พลังงานความร้อนในดิน (soil heat flux)

พลังงานความร้อนแฝงของการระเหย คือ พลังงานความร้อนที่ทำให้น้ำจากผิวน้ำเกิดการเปลี่ยนรูปเป็นไอน้ำสู่บรรยากาศหรือที่เรียกว่าการระเหย พลังงานความร้อนในอากาศเป็นพลังงานที่มีผลมาจากกระบวนการพาความร้อนจากพื้นผิวน้ำสู่บรรยากาศ ส่วนพลังงานความร้อนในดินคือพลังงานความร้อนที่สะสมในดินชั้นบนซึ่งในพื้นที่เพาะปลูกที่พื้นผิวดินปกคลุมไปด้วยพืชพลังงานความร้อนในดินในรอบวันอาจประมาณได้ว่าเปลี่ยนแปลงน้อยมากเนื่องจากดินชั้นบนจะมีการสะสมพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ในตอนกลางวันและคายพลังงานกลับคืนสู่บรรยากาศในตอนกลางคืน

เอกสิทธิ์ (2548) ได้ทดสอบเปรียบเทียบการคำนวณปริมาณการใช้น้ำพืชด้วยวิธี SEBAL และ S-SEBI ในพื้นที่ราบภาคกลางพบว่าทั้งสองวิธีให้ผลในเกณฑ์น่าเชื่อถือได้ โดยวิธี S-SEBI มีความเหมาะสมในทางปฏิบัติเนื่องจากกระบวนการวิธีไม่ซับซ้อน กระนั้น ทั้งวิธี SEBAL และ SEBS เป็นวิธีที่ยังต้องอาศัยข้อมูลเสริมจากสถานีตรวจอากาศภาคพื้นดินในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในกรณีที่ต้องการนำมาใช้งานในพื้นที่ขนาดใหญ่ ในขณะที่วิธี S-SEBI มีข้อจำกัดที่จะต้องมีการจัดภาพอ้างอิงเพื่อใช้เป็นตัวแทนที่เหมาะสมในการประมาณค่าการคายระเหยน้ำที่ขีดจำกัดสุด (extreme value) ซึ่งจะทำให้การประมาณค่าการใช้น้ำพืชโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนมีความคลาดเคลื่อนสูง (Liou and Kar, 2014)

### 2.3 แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า DWCM-AgWU

แบบจำลอง Distributed Water Circulation Model incorporating with Agricultural Water Use (DWCM-AgWU) เริ่มพัฒนาขึ้นและประยุกต์ใช้กับลุ่มน้ำโขงในปี ค.ศ. 2008 โดยนักวิจัยจากสถาบัน National Institute for Rural Engineering โดยพื้นที่ลุ่มน้ำโขงถูกแบ่งเป็นพื้นที่ย่อย (เซลล์) ขนาด 10 กม.×10 กม. แบบจำลองคำนวณการไหลเวียนของน้ำในแต่ละเซลล์ตลอดพื้นที่ลุ่มน้ำโดยพิจารณาการใช้น้ำทางภาคเกษตรโดยเฉพาะข้าวที่ใช้น้ำฝนในการเพาะปลูก (Rain-fed paddy) ผ่านแบบจำลองย่อย 4 แบบจำลอง (รูปที่ 2.3-1) ได้แก่

- แบบจำลองย่อยการประมาณการณ์การคายระเหยของพืชอ้างอิง
- แบบจำลองย่อยการพยากรณ์ระยะเวลาและพื้นที่การเพาะปลูก
- แบบจำลองย่อยการคำนวณใช้น้ำในนาข้าว
- แบบจำลองย่อยน้ำท่า

#### การพัฒนาแบบจำลองย่อยเพื่อการพิจารณาน้ำทางด้านชลประทาน

- แบบจำลองย่อยการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำ

แบบจำลองการจัดการอ่างเก็บน้ำถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มศักยภาพของโมเดลในการคำนวณการไหลเวียนของน้ำที่ผ่านกิจกรรมที่ควบคุมโดยการจัดการของมนุษย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการน้ำในอ่าง



เก็บน้ำ โดยแบบจำลองนี้ถูกเชื่อมโยงเข้ากับแบบจำลองย่อยน้ำท่าโดยสมมุติว่าเขื่อนถูกสร้างกั้นลำน้ำระหว่างเซลล์โดยแบบจำลองนี้คำนวณปริมาณน้ำเก็บกัก  $V_{res}(t)$  โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำไหลเข้า  $Q_{res\ in}$  ปริมาณน้ำที่ระบายจากอ่างเก็บน้ำ  $Q_{res\ out}$  และปริมาณน้ำที่เก็บกักในช่วงเวลาก่อนหน้า  $V_{res}(t-1)$  โดยช่วงของการคำนวณเป็นวันตามสมการที่ 2.3-1

$$V_{res}(t) = V_{res}(t-1) + (Q_{res\ in}(t) - Q_{res\ out}(t))\Delta t \quad \text{สมการที่ 2.3-1}$$

โดยที่ปริมาณน้ำไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำคือปริมาณน้ำที่ไหลจากเซลล์ด้านเหนือน้ำที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองย่อยน้ำท่า และปริมาณน้ำที่ระบายจากอ่างเก็บน้ำนั้นคำนวณจากความต้องการน้ำเพื่อชลประทาน เพื่ออุปโภคและบริโภค เพื่อรักษาระบบนิเวศ เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า และการระบายน้ำผ่านอาคารระบายน้ำล้น (spillway)

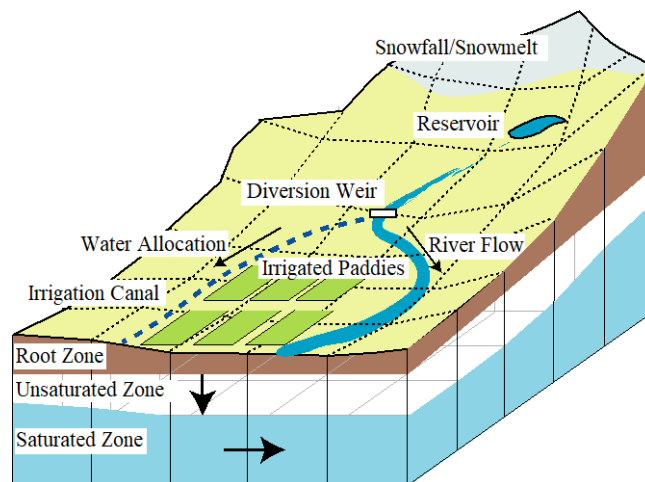
- แบบจำลองการจัดสรรน้ำเพื่อพื้นที่ชลประทาน

แบบจำลองนี้ถูกเชื่อมโยงกับแบบจำลองย่อยการคำนวณใช้น้ำในนาข้าว เพื่อที่จะคำนวณปริมาณน้ำชลประทานที่ผันเข้าสำหรับพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทาน โดยคำนึงถึงปริมาณความต้องการน้ำจากนาข้าว ( $Q_{dmnd}$ ) ความสามารถในการรับของอาคารรับน้ำ ( $Q_{cap}$ ) และปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแม่น้ำ ( $Q_{riv}$ ) ตามสมการที่ 2.3-2

$$Q_{div} = \min(Q_{riv}, Q_{cap}, Q_{dmnd}) \quad \text{สมการที่ 2.3-2}$$

โดยที่ปริมาณน้ำที่ผันเข้าสู่พื้นที่ชลประทานจะพิจารณาจากปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดที่พิจารณาจากองค์ประกอบทั้งสามในสมการที่ 2.3-2

ปริมาณน้ำที่ผันเข้าสู่พื้นที่ชลประทานจะถูกส่งไปสู่พื้นที่นาข้าวในแต่ละเซลล์ตามลำดับโดยคำนึงถึงลำดับในการรับน้ำชลประทานของแต่ละคลองซอย คลองแยกซอย ระยะห่างของจุดที่ตั้งพื้นที่นาข้าวกับคลองส่งน้ำ และระดับพื้นที่ของนาข้าว



รูปที่ 2.3-1 องค์ประกอบคำนวณของแบบจำลอง DWCM-AgWU

แบบจำลอง DWCM-AgWU ได้ถูกพัฒนาโดยมีวัตถุประสงค์เริ่มต้นในการพัฒนาเพื่อคำนวณการไหลเวียนของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำร่วมกับการใช้น้ำภาคเกษตรกรรม และมีงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและประยุกต์ใช้แบบจำลองนี้อย่างต่อเนื่องและหลากหลาย โดยงานวิจัยที่มุ่งเน้นเพื่อศึกษาพฤติกรรมของการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ ร่วมกับการบริหารจัดการน้ำทั้งในระดับลุ่มน้ำ และ/หรือ โครงการชลประทาน เช่น (Masumoto et al., 2009; Taniguchi et al., 2009; Kudo et al., 2013 และ Vongphet et al. 2016) และงานวิจัยที่ไปประยุกต์ใช้กับการคำนวณปริมาณและทิศทางการไหลของน้ำหลากหรือน้ำท่วม เช่น (Yoshida et al., 2012; Vongphet et al. 2015 และ Yoshioka et al., 2015)

Masumoto et al., 2009 และ Taniguchi et al., 2009 พัฒนาแบบจำลอง DWCM-AgWU ขึ้นเพื่อวิเคราะห์วัฏจักรของน้ำร่วมกับการใช้น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำโขง แบบจำลองมีเป้าหมายเพื่อคำนวณปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำชลประทานที่เหมาะสมเพื่อพื้นที่นาข้าวในพื้นที่โครงการชลประทานของพื้นที่ลุ่มแม่น้ำโขงต่อเนื่องหลายปี โดยพิจารณาปริมาณน้ำชลประทานที่จัดสรรให้แก่ชาวนาจากปริมาณน้ำที่มีในแม่น้ำที่ตำแหน่งหัวงานกับความต้องการน้ำของนาข้าว โดยไม่มีการจัดสรรน้ำภายในพื้นที่โครงการ

Kudo et al., 2013 ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการไหลเวียนของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำชี ในการศึกษานี้ผู้ทำการวิจัยได้ปรับปรุงแบบจำลองโดยพัฒนาแบบจำลองย่อยการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ และการจัดสรรน้ำในพื้นที่โครงการ (โดยรายละเอียดได้ถูกอธิบายไว้ในหัวข้อ 8). เพื่อหาแนวทางการบริหารจัดการน้ำร่วมกับโครงสร้างทางด้านชลประทาน เช่น อ่างเก็บน้ำ เขื่อนทดน้ำ และคลองส่งน้ำในพื้นที่โครงการชลประทานของพื้นที่ลุ่มน้ำมูล และลุ่มน้ำชี

Vongphet et al., 2014 & 2016 ประยุกต์ใช้แบบจำลองกับลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งประกอบด้วย ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน เจ้าพระยา ป่าสัก สะแกกรัง โดยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงแบบจำลองให้สามารถคำนวณปริมาณน้ำโดยพิจารณาการบริหารจัดการน้ำโดยโครงสร้างทางชลประทานทั้งอ่างเก็บน้ำ เขื่อนทดน้ำ และคลองส่งน้ำ ทั้งในป็นน้ำน้อยและปีน้ำท่วม โดยผู้ทำการวิจัยได้ปรับปรุงแบบจำลองย่อยด้านการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำของ Kudo et al. (2013) ให้สามารถบริหารจัดการน้ำร่วมกันระหว่างอ่างเก็บน้ำหลายอ่าง เช่น อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ และเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เข้ากับพื้นที่โครงการชลประทานที่ตั้งอยู่ระยะไกล เช่น โครงการชลประทานกำแพงเพชร โครงการชลประทานพิษณุโลก และโครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ อีกทั้งเพิ่มหลักเกณฑ์ในการผันน้ำผ่านคลองชลประทานในฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของพื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ในช่วงเวลาน้ำหลาก

Yoshida et al., 2012 ศึกษาการปริมาณน้ำหลากบริเวณพื้นที่ราบของลุ่มน้ำจิม ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยการเปลี่ยนปริมาณน้ำท่า ณ จุดพื้นที่ศึกษาเป็นระดับน้ำ และคำนวณปริมาณน้ำหลากที่ล้นข้ามตลิ่งผ่านสมการการไหลข้ามสันฝาย และคำนวณปริมาตรของน้ำท่วมทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำ

Vongphet et al. 2015 พัฒนาแบบจำลองต้นแบบ A Seamless-DIF ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ถูกพัฒนาต่อยอดจากแบบจำลอง DWCM-AgWU โดยการเพิ่มความสามารถของแบบจำลอง DWCM-AgWU ให้สามารถคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำหลากแบบ 2 มิติ ภายใต้การบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา (Vongphet et al., 2014 & 2016) โดยแบบจำลองนี้สามารถเป็นเครื่องมือคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำภายใต้ได้อย่างการบริหารจัดการน้ำ ต่อเนื่องทั้งในสภาวะปกติ น้ำท่วม และ แล้ง

Yoshioka et al. 2015 ประยุกต์ใช้แบบจำลองในพื้นที่ลุ่มน้ำแฉ่งซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของพื้นที่ลุ่มน้ำจิม เพื่อศึกษาปริมาณน้ำหลากภายใต้การบริหารจัดการประตุนระบายน้ำที่ปากแม่น้ำแฉ่งเนื่องจากระดับน้ำที่สูงในแม่น้ำจิม เพื่อที่จะหาแนวทางป้องกันน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ราบลุ่มของลุ่มน้ำแฉ่งเนื่องจากปรากฏการณ์น้ำท่วม (Backwater effect)

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งวิธีการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในพื้นที่ชลประทาน การประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า และการจัดทำระบบฐานข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

#### 3.1 แนวทางการประเมินปริมาณความต้องการน้ำในพื้นที่ชลประทาน

1.1 การประมวลผลข้อมูลต่อเนื่องจากงานวิจัยในระยะที่ 1 เพื่อสนับสนุนกิจกรรมการประสานโครงการวิจัยในการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้แก่

1.1.1) ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม เพื่อระบุพื้นที่เพาะปลูก ระยะการเจริญเติบโตของพืชสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient) และปริมาณความต้องการน้ำของพืช (crop evapotranspiration)

1.1.2) ข้อมูลพยากรณ์ภูมิอากาศและฝน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการคายระเหยน้ำพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration) และฝนใช้การ (effective rainfall)

1.2 การทบทวนและปรับปรุงดัชนีประเมินสมรรถนะการดำเนินงานด้านการชลประทาน ต่อเนื่องจากงานวิจัยในระยะที่ 1 โดยได้นำเสนอค่าอัตราส่วนน้ำชลประทานที่จัดสรร (allocation requirement ratio) ควบคู่กับดัชนีประสิทธิภาพการชลประทาน (irrigation performance) สำหรับประเมินปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ โดยในงานวิจัยระยะที่ 2 นี้จะปรับปรุงดัชนีให้มีความยืดหยุ่นตามปีน้ำมาก น้ำปานกลาง หรือน้ำน้อย

1.3 การสำรวจพื้นที่ เก็บข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องภาคสนาม (ground-truth)

1.3.1) ข้อมูลดิน โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่เพาะปลูกในเขตชลประทานเพื่อประเมินหาระดับความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

1.3.2) ข้อมูลพืชและการเพาะปลูก โดยการสุ่มตำแหน่งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องภาคสนาม (ground-truth) โดยการใช้โดรนสำรวจและประมวลผลภาพถ่ายเปรียบเทียบกับการแปลผลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม

1.3.3) ข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกและแหล่งน้ำ โดยการสุ่มตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์กิจกรรมการเพาะปลูกและทวนสอบผล (verify) การใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูก รวมทั้งสำรวจแหล่งน้ำอื่น ๆ ที่เกษตรกรใช้นอกจากน้ำชลประทานที่ได้รับการจัดสรร อาทิ น้ำใต้ดิน น้ำระบายจากพื้นที่เกษตรกรรม (return flow)

1.4 สรุปผลการประเมินปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน และการเชื่อมโยงข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำชลประทานไปยังแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าและในโครงการวิจัยอื่น ๆ

### 3.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

การศึกษาค้นคว้านี้ได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU ร่วมกับแบบจำลอง Mike Hydro (Basin) สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าที่มีการแบ่งชั้นตอนในการจำลองออกเป็น 2 กรณี

**กรณีที่ 1** คือ การสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลองเพื่อประเมินความแม่นยำของการคำนวณปริมาณน้ำท่าที่จุดพิจารณาต่าง ๆ ร่วมกับสภาพการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้น้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่ชลประทาน ได้แก่ พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเจ้าพระยาตอนล่าง ซึ่งเป็นพื้นที่ใช้หลักของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง แสดงดังรูปที่ 3.2-1 โดยแบบจำลองคำนวณสภาพการไหลของน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ตามวัฏจักรของอุทกวิทยา ร่วมกับการบริหารจัดการน้ำภายใต้การตัดสินใจของเจ้าหน้าที่หรือผู้บริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำโดยการใช้น้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างส่วนใหญ่ควบคุมโดยโครงสร้างชลศาสตร์ อาทิเช่น อ่างเก็บน้ำ เขื่อนทดน้ำ และ/หรือ คลองส่งน้ำและอาคารชลประทาน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของน้ำในลุ่มน้ำไปจากลักษณะทางกายภาพทั่วไปจากวัฏจักรของอุทกวิทยา สำหรับข้อมูลการบริหารจัดการน้ำ เช่น ข้อมูลการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลการผันน้ำสู่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ จะเป็นการนำเข้าสู่ข้อมูลตรวจวัดสู่แบบจำลอง

**กรณีที่ 2** คือ การประเมินน้ำท่าที่เกิดขึ้นบริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (Side flow) เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าที่เป็นปริมาณน้ำต้นทุนให้แก่การใช้น้ำกิจกรรมต่าง ๆ ตามแผนจัดสรรน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยา อย่างไรก็ตามในการประยุกต์ใช้แบบจำลองในกรณีที่ 2 จะพิจารณาจุดการใช้ น้ำ เพียงจุดการใช้ที่มีได้อยู่ในแผนการจัดสรรน้ำ และไม่พิจารณาจุดการใช้ น้ำที่อยู่ในแผนการจัดสรรน้ำ เช่น การใช้น้ำสำหรับพื้นที่โครงการชลประทานขนาดใหญ่ โดยมีแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU ในภาพรวมดังนี้

#### (1) แนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU

- 1) รวบรวมข้อมูลฝนเชิงพื้นที่ รายวัน ย้อนหลังอย่างน้อย 10 ปี
- 2) รวบรวมข้อมูลสภาพอากาศ รายวัน ได้แก่ ข้อมูลฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความเร็วลม ความยาวนานของแสงแดด และความชื้นสัมพัทธ์ จากกรมอุตุนิยมวิทยา ในช่วงเวลา พ.ศ. 2552 – 2561 หรือย้อนหลังอย่างน้อย 10 ปี
- 3) รวบรวมข้อมูลสภาพอุทกวิทยา และข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลการใช้ที่ดิน ข้อมูลปริมาณน้ำชลประทานที่ประตูระบายน้ำหลัก แผนที่สภาพภูมิประเทศ และเส้นทางลำน้ำสายหลักของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ในช่วงเวลา พ.ศ. 2552 – 2561 หรือย้อนหลังอย่างน้อย 10 ปี

4) ปรับแก้ความละเอียด (Bias correction)

5) กำหนดขอบเขตและเงื่อนไข ออกแบบแบบจำลองสภาพน้ำฝน-น้ำท่า และสร้างโครงข่ายน้ำสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า

6) นำเข้าข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำชลประทานที่ประตูระบายน้ำหลัก ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำซึม และอัตราการคายระเหยของพืช

7) สอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Model calibration) ในช่วงปี พ.ศ. 2552 – 2556

8) สอบทานแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Model verification) ในช่วงปี พ.ศ. 2557 – 2561

9) สรุปผลการจำลองในการประเมินปริมาณน้ำท่า และการใช้น้ำในช่วงปีที่ผ่านมา

## (2) แนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง Mike-Hydro (Basin)

### 1) รายละเอียดแบบจำลองเบื้องต้น

แบบจำลอง Mike hydro (Basin) เป็นแบบจำลองในการวิเคราะห์การบริหารจัดการน้ำซึ่งสามารถศึกษาวิเคราะห์ระบบแหล่งน้ำที่ประกอบด้วย โครงการพัฒนาแหล่งน้ำที่หลากหลายประเภท นโยบายการบริหารจัดการน้ำแต่ละพื้นที่ และการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ โดยมีฟังก์ชันประกอบสำคัญ 4 ฟังก์ชัน ดังต่อไปนี้

1) ฟังก์ชันการต่อเชื่อม (Connection) เป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างแหล่งน้ำกับผู้ใช้ น้ำ การเชื่อมต่อในลักษณะดังกล่าวสามารถกำหนดสัทธิลำดับการรับน้ำในกรณีที่มีผู้ใช้น้ำมากกว่า 1 ราย และผู้ใช้ น้ำเชื่อมต่อกับลำน้ำ (return flow) การเชื่อมต่อในลักษณะดังกล่าวสามารถกำหนดปริมาณน้ำที่ส่งกลับในอัตราส่วนร้อยละของปริมาณน้ำที่ได้รับ

2) ฟังก์ชันลำน้ำ (River Segments) เป็นเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุดบนลำน้ำ โดยสามารถจำลองการเคลื่อนตัวของลำน้ำได้ (routing) ความจุลำน้ำ และค่าการระเหยของลำน้ำ

3) ฟังก์ชันจุด (Node) เป็นจุดแสดงตำแหน่งของกิจกรรมการใช้น้ำด้านต่าง ๆ สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ ดังนี้ 1.กิจกรรมการใช้น้ำสัญลักษณ์รูปบ้านสี่เหลี่ยม ข้อมูลนำเข้า ได้แก่ การใช้น้ำเพื่อการเกษตร การใช้น้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค และการใช้น้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ, 2.โครงการพัฒนาแหล่งน้ำสัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมสีฟ้า ข้อมูลนำเข้า ได้แก่ การบริหารจัดการโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ, การจัดอันดับความสำคัญก่อนหรือหลังของกิจกรรมการใช้น้ำ

4) ฟังก์ชันอ่างเก็บน้ำ (Standard Reservoir) ใช้ในการบริหารน้ำในระดับเก็บกักและมีเกณฑ์การปล่อยน้ำที่สามารถปรับรูปแบบการบริหารแต่ละระดับให้เหมือนหรือแตกต่างกันได้ โดยระดับเก็บกักต่าง ๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 โซน ได้แก่ 1. โซนป้องกันน้ำท่วม (Flood Control Zone) เป็นบัพเพอร์โซนรองรับปริมาณน้ำหลาก การปล่อยน้ำในโซนนี้สามารถปล่อยได้สูงสุดเท่ากับปริมาณน้ำสูงสุดที่ลำน้ำรับได้. 2. โซนการเก็บกักปกติ (Normal Operating Zone) เป็นโซนที่สามารถบริหารจัดการน้ำตามความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ น้ำ, 3. โซนการลดปริมาณการปล่อยน้ำ (Reduced operating Zone) เป็นโซนที่เริ่มมีการลดปริมาณการปล่อยน้ำและจัดลำดับการได้รับน้ำของผู้ใช้น้ำ, 4. โซนรักษาระบบนิเวศวิทยาท้ายน้ำ

(Conservation Zone) ปล่อยน้ำเพียงเพื่อเลี้ยงลำน้ำเดิมหรือเท่ากับความต้องการน้ำต่ำสุดเพื่อการรักษา ระบบนิเวศวิทยาทำน้ำ และ 5. โชนปริมาตรเก็บกักสูญเปล่า (Dead Storage) ซึ่งเป็นโชนที่ไม่สามารถนำน้ำ ไปใช้ประโยชน์ได้ ลักษณะการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.2-1 โดยแบบจำลอง Mike Hydro (BASIN) ใช้สมการ วิเคราะห์สมดุลน้ำ ดังสมการที่ 3.2-1 ถึง สมการที่ 3.2-7

- กรณีมีอ่างเก็บน้ำ

$$S_t = S_{t-1} + V_{int} - R_t - L_t - V_{min,t} \quad \text{สมการที่ 3.2-1}$$

$$AW_t = S_{t-1} + V_{int} - L_t - V_{min,t} \quad \text{สมการที่ 3.2-2}$$

$$AW'_t = AW_t - (DdS_t + Dirr_t) \quad \text{สมการที่ 3.2-3}$$

- กรณีไม่มีอ่างเก็บน้ำ

$$AW_t = V_t - V_{min,t} \quad \text{สมการที่ 3.2-4}$$

ค่า  $R_t$  คือ ค่าปริมาณการระเหยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ เป็นตัวแปรที่ตัดสินใจ (Decision Variable) ว่าจะระเหยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ เท่ากับ น้อยกว่า หรือ มากกว่าความต้องการน้ำ

ทั้งนี้ค่า  $R_t$  จะขึ้นอยู่กับค่า  $AW'_t$  การตัดสินใจระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำจะแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ

Case 1 : If  $AW'_t > URC_t$

$$R_t = DdS_t + Dirr_t + (AW'_t - URC_t) \leq Q_{max} \quad \text{สมการที่ 3.2-5}$$

Case 2 : If  $LRC_t < AW'_t < URC_t$

$$R_t = DdS_t + Dirr_t \quad \text{สมการที่ 3.2-6}$$

Case 3\* : If  $AW'_t < LRC_t$

$$R_t = DdS_t + Dirr_t + (AW'_t - LRC_t) \quad \text{สมการที่ 3.2-7}$$

เมื่อ	$S_t$	= ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่เวลา t (ล้าน ลบ.ม./วัน)
	$S_{t-1}$	= ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่เวลา t - 1 (ล้าน ลบ.ม./วัน)
	$V_{int}$	= ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลา t - 1 ถึง t (ล้าน ลบ.ม./วัน)
	$R_t$	= ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลา t - 1 ถึง t (ล้าน ลบ.ม./วัน)
	$DdS_t$	= ปริมาณน้ำที่ส่งเพื่อการอุปโภคบริโภคและอื่น ๆ ในช่วงเวลา t - 1 ถึง t (ล้าน ลบ.ม./วัน)
	$Dirr_t$	= ปริมาณน้ำส่งเพื่อการชลประทานในช่วงเวลา t - 1 ถึง t (ล้าน ลบ.ม./วัน)
	$V_{min,t}$	= ปริมาณน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศในช่วงเวลา t - 1 ถึง t (ล้าน ลบ.ม./วัน)
	$L_t$	= ปริมาณน้ำสูญเสียน้ำของอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลา t - 1 ถึง t (ล้าน ลบ.ม./วัน)
	$URC_t$	= ไค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่เส้นบนที่เวลา t (ล้าน ลบ.ม./วัน)
	$LRC_t$	= ไค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่เส้นล่างที่เวลา t (ล้าน ลบ.ม./วัน)

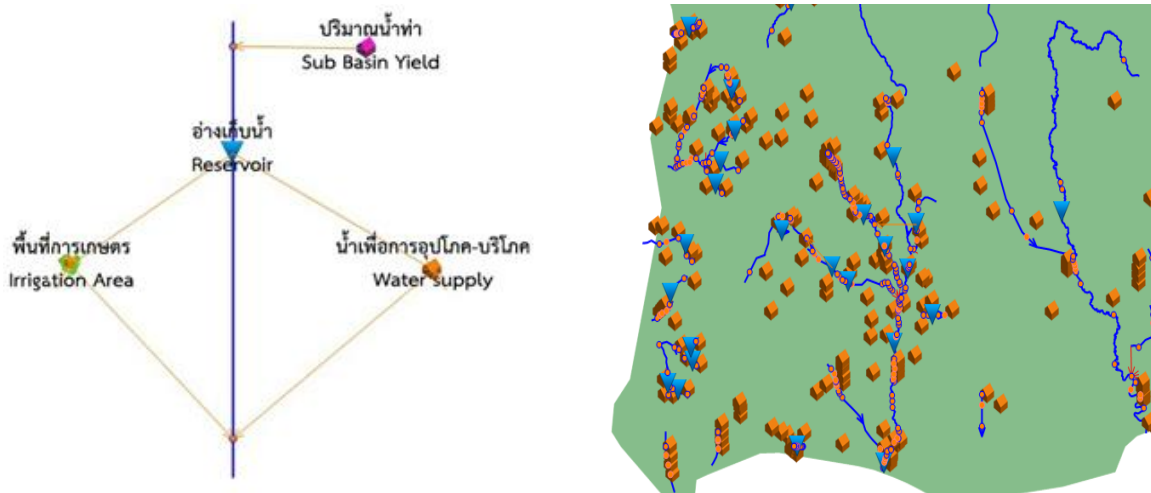
$V_t$  = ปริมาณน้ำที่ไหลของน้ำแม่น้ำในช่วงเวลา  $t - 1$  ถึง  $t$  (ล้าน ลบ.ม./วัน)

$AW_t$  = ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะสามารถนำไปใช้ได้ (ผันหรือสูบน้ำจากแม่น้ำ)

ในช่วงเวลา  $t - 1$  ถึง  $t$  (ล้าน ลบ.ม./วัน)

$AW'_t$  = ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะเหลือที่เวลา  $t$  (ล้าน ลบ.ม./วัน)

หมายเหตุ \* หมายถึง การระบายน้ำน้อยกว่าความต้องการและจะเกิดการขาดแคลนน้ำ



รูปที่ 3.2-1 การทำงานของแบบจำลอง Mike Hydro (BASIN)

### 1) การเรียบเรียงข้อมูลสำหรับแบบจำลอง Mike Hydro (Basin)

การนำเข้าข้อมูลในแบบจำลอง Mike Hydro (Basin) ดำเนินการโดยอ้างอิงตามลุ่มน้ำสาขา และแผนผังระบบลุ่มน้ำ ซึ่งข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลอง Mike Hydro (Basin) ประกอบด้วย

- ข้อมูลทางด้านอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM – AgWU
- ข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำ ซึ่งสามารถจำแนกเป็นกิจกรรมการใช้น้ำ 4 กิจกรรม ได้แก่ ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค – บริโภค, ความต้องการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ, ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรม และ ความต้องการน้ำเพื่อการอุตสาหกรรมและการท่องเที่ยว
- ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ตำแหน่ง, ขนาดความจุ และ โค้งความจุ ข้อมูลปริมาณการระบายน้ำสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ข้อมูลศักยภาพของการระบายน้ำผ่านทางระบายน้ำฉุกเฉินปีที่เริ่มใช้งาน ข้อมูลพื้นที่ชลประทาน
- ข้อมูลแผนผังระบบลุ่มน้ำ ได้แก่ ข้อมูลทิศทางการไหล, ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งหัวงานหรือสถานีสูบน้ำของผู้ใช้น้ำ เช่น โครงการชลประทาน แม่ข่ายผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคหรือประปาหมู่บ้าน เป็นต้น รวมถึงข้อมูลศักยภาพและประสิทธิภาพของผู้ใช้น้ำในกิจกรรมดังกล่าว
- ข้อมูลการบริหารจัดการน้ำ เช่น แนวทางในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ/ลุ่มน้ำ, การจัดลำดับความสำคัญของกิจกรรมการใช้น้ำ เป็นต้น



## 2) การตั้งค่าแบบจำลองเริ่มต้น

การตั้งค่าแบบจำลอง Mike Hydro (Basin) กำหนดลำดับขั้นตอนได้ 5 ลำดับ ดังต่อไปนี้

- (1) การตั้งค่าข้อมูลพื้นฐานแบบจำลอง ประกอบด้วย การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา และการกำหนดช่วงเวลาในการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้แบบจำลองทราบถึงตำแหน่งและช่วงเวลาที่ต้องการศึกษา

- (2) การตั้งค่าข้อมูลปริมาณน้ำท่า ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากการวิเคราะห์ของแบบจำลอง DWCM-AgWU

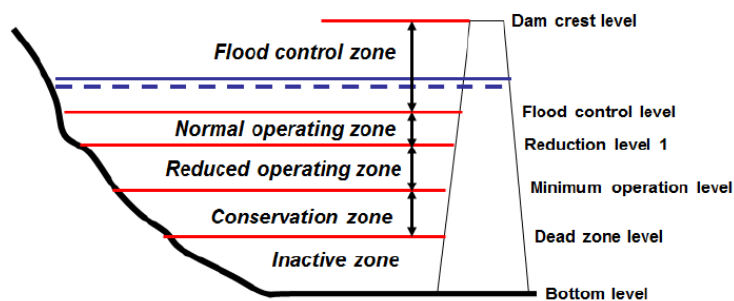
- (3) การตั้งค่าข้อมูลความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมของกลุ่มน้ำ ประกอบด้วย ข้อมูลความต้องการใช้น้ำด้านการอุปโภค – บริโภค, ด้านการเกษตร และด้านอุตสาหกรรม

- (4) การตั้งค่าข้อมูลทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำในขนาดต่าง ๆ

## 3) การกำหนดลักษณะอ่างเก็บน้ำ

แบบจำลอง MIKE Hydro (Basin) กำหนดให้ระบุลักษณะของอ่างเก็บน้ำโดยอ้างอิงจากราคะดับ (รูปที่ 3.2-2) ซึ่งค่าระดับที่มีความสำคัญสำหรับปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ได้แก่

1. ระดับพื้นอ่างเก็บน้ำ
2. ระดับความจุต่ำสุด
3. ระดับทางระบายน้ำล้น
4. โค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเส้นบน (Upper Rule Curve)
5. โค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเส้นล่าง (Lower Rule Curve)



รูปที่ 3.2-2 ค่าระดับของอ่างเก็บน้ำ

## 4) การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

สำหรับงานวิจัยนี้ การประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE Hydro (Basin) เพื่อจำลองการบริหารจัดการน้ำ กำหนดให้มีปฏิบัติการสำหรับอ่างเก็บน้ำ 4 รูปแบบ ดังนี้

- 1) ปริมาณน้ำที่ต้องระบายต่ำสุด คือ ปริมาณน้ำที่ต้องระบายเพื่อรักษาระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมของแม่น้ำด้านท้ายเขื่อน โดยเขื่อนจะระบายปริมาณน้ำที่ต้องระบายต่ำสุดจนกระทั่งระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำมีค่าน้อยกว่าระดับความจุต่ำสุด

- 2) ปริมาณน้ำที่สามารถระบายได้สูงสุด คือปริมาณน้ำที่สามารถระบายได้หากระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำมีค่ามากกว่าโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเส้นบน โดยปริมาณน้ำที่สามารถระบายได้สูงสุดต้องคำนึงถึงศักยภาพการระบายของแม่น้ำด้านท้ายเขื่อน เพื่อไม่ก่อให้เกิดความเสียหายเนื่องจากการระบายน้ำบริเวณพื้นที่ท้ายน้ำ

3) โคว้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเส้นล่างคือ ระดับน้ำต่ำสุดที่เชื่อมสามารถระบายตามความต้องการน้ำสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ด้านท้ายน้ำ ซึ่งระดับดังกล่าวสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในแต่ละช่วงเวลา หากระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำช่วงเวลานั้นต่ำกว่าคว้งปฏิบัติการต่ำสุดเชื่อมจะระบายน้ำเพียงแค่ปริมาณน้ำที่ต้องระบายต่ำสุด หากไม่ได้ระดับของปฏิบัติการต่ำสุดในการจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ แบบจำลองการระบายให้คว้งปฏิบัติการต่ำสุดมีค่าเท่ากับระดับความจุต่ำสุด

4) โคว้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเส้นบน คือ ระดับน้ำสูงสุดที่สามารถเก็บไว้ได้ในอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลา หากระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำมีค่ามากกว่าระดับน้ำสูงสุดอาจส่งผลให้เกิดการไหลผ่านทางระบายน้ำล้น ดังนั้นหากระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำมีค่ามากกว่าระดับของคว้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเส้นบนช่วงเวลานั้นเชื่อมจะระบายน้ำส่วนเกินเพื่อควบคุมให้ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่เกินระดับของคว้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเส้นบน โดยปริมาณน้ำที่ระบายจะต้องไม่เกินปริมาณน้ำที่สามารถระบายได้สูงสุด

### 5) การจำลองจัดสรรน้ำ

การจัดสรรทรัพยากรน้ำเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจำเป็นต้องต้องทราบถึงข้อมูลระบบลุ่มน้ำ ประกอบด้วย ลำดับลุ่มน้ำ, ข้อมูลปริมาณน้ำท่า, ข้อมูลความต้องการใช้น้ำ และข้อมูลการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำ จากการศึกษาลุ่มน้ำพบค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับการจัดสรรน้ำเพื่อให้แบบจำลองมีผลลัพธ์ใกล้เคียงสภาพแวดล้อมจริง ซึ่งค่าดังกล่าวประกอบด้วย การจัดลำดับการส่งน้ำ, ความจุลุ่มน้ำ, ประสิทธิภาพชลประทาน และปริมาณน้ำเหลือใช้ โดยค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

## 3.3 การจัดทำระบบฐานข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

- 3.1 ออกแบบโครงสร้างของระบบสารสนเทศสำหรับการใช้ข้อมูลร่วมกันของโครงการต่าง ๆ
- 3.2 รวบรวมรูปแบบของข้อมูล (Input) ที่ใช้ในการดำเนินโครงการจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 3.3 ปรับรูปแบบข้อมูลที่ต้องนำไปใช้ (Input) ให้เหมาะสมกับการใช้งานในส่วนงานต่าง ๆ
- 3.4 จัดทำระบบการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมให้กับหน่วยงานที่จะนำระบบไปใช้ เช่น กรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิต
- 3.5 สรุปผลการจัดทำระบบสารสนเทศสำหรับการใช้ข้อมูลร่วมกันของโครงการต่าง ๆ และรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากโครงการที่เกี่ยวข้องและหน่วยงานที่จะนำระบบไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการศึกษาและสรุปผลการศึกษา

#### 4.1 การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในเขตพื้นที่ชลประทาน

##### 4.1.1 ผลการประเมินพื้นที่เพาะปลูกด้วยภาพถ่ายดาวเทียม

งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในระบบ MODIS (MODerate-resolution Imaging Spectroradiometers) ดาวเทียมโพลดได้จากเว็บไซต์ของกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (USGS) ([URL https://earthexplorer.usgs.gov/](https://earthexplorer.usgs.gov/)) เลือกใช้ข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ MOD09A1 ซึ่งเป็นภาพผสมรวม 8 วัน จากดาวเทียม Terra ขนาดจุดภาพประมาณ 500 x 500 เมตร เป็นผลิตภัณฑ์ Level-3 ซึ่งเป็นค่าการสะท้อนพื้นผิว (Surface Reflectance) ที่ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Correction) นำมาคำนวณค่าดัชนี 3 รูปแบบได้แก่ ดัชนีพืชพรรณแบบ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (Rouse et al., 1973) ดัชนีน้ำแบบ NDWI (Normalized Difference Water Index) (Gao, 1996) และดัชนีน้ำท่วม NDFI (Normalized Difference Flood Index) (Boschetti et al., 2014) ตามสมการดังนี้

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad \text{สมการที่ 4.1.1-1}$$

$$NDWI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{NIR2}}{\rho_{NIR} + \rho_{NIR2}} \quad \text{สมการที่ 4.1.1-2}$$

$$NDFI = \frac{\rho_{RED} - \rho_{SWIR2}}{\rho_{RED} + \rho_{SWIR2}} \quad \text{สมการที่ 4.1.1-3}$$

โดยค่าการสะท้อนของพื้นผิวในช่วงคลื่นแต่ละภาพมีความหมายดังนี้

$\rho_{RED}$  คือ ภาพแบนด์ 1 ช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง (Red, 620-670 nm)

$\rho_{NIR}$  คือ ภาพแบนด์ 2 ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-infrared, 841-876 nm)

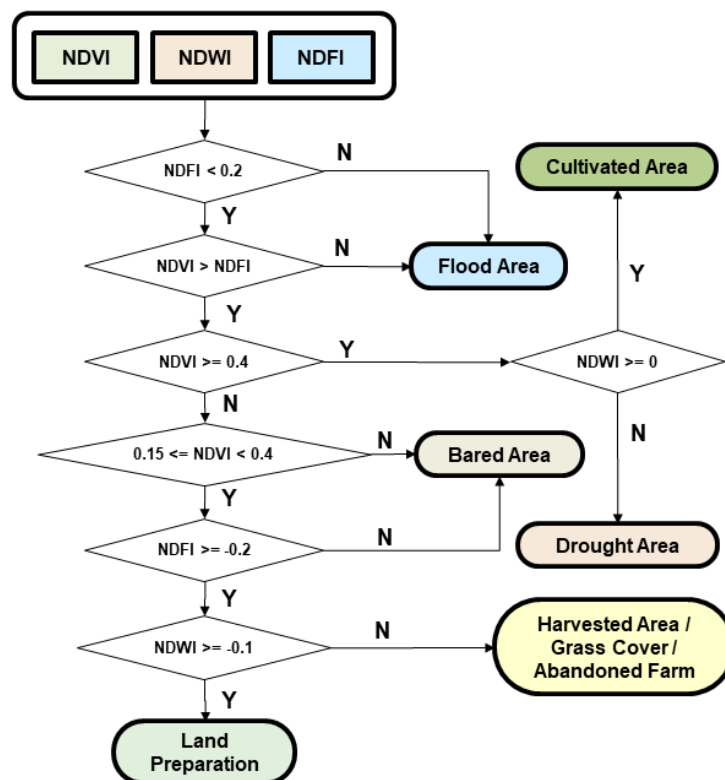
$\rho_{NIR2}$  คือ ภาพแบนด์ 5 ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-infrared, 1,230-1,250 nm)

$\rho_{SWIR2}$  คือ ภาพแบนด์ 7 ช่วงคลื่นอินฟราเรดคลื่นสั้น (Shortwave-infrared, 2,105-2,155 nm)

ดัชนีทั้งสามชนิดจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง -1 ถึง 1 อย่างไรก็ตาม ค่าดัชนีในแต่ละช่วงเวลามีความแปรปรวนของข้อมูล จึงใช้วิธีปรับความเรียบด้วยตัวกรองแบบ Savitzky – Golay (Chen et al., 2004) สำหรับ NDVI จะเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงระดับความเป็นพืชพรรณปกคลุมดิน โดยพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมอยู่หนาแน่นจะมีการสะท้อนช่วงคลื่น NIR สูงกว่าช่วงคลื่น RED ทำให้ NDVI มีค่าเป็นบวก กรณีพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมน้อยหรือเป็นพื้นดินเปล่าจะมีการสะท้อนระหว่างทั้งสองช่วงคลื่นใกล้เคียงกันทำให้ NDVI มีค่าใกล้เคียงกับ 0 และกรณี

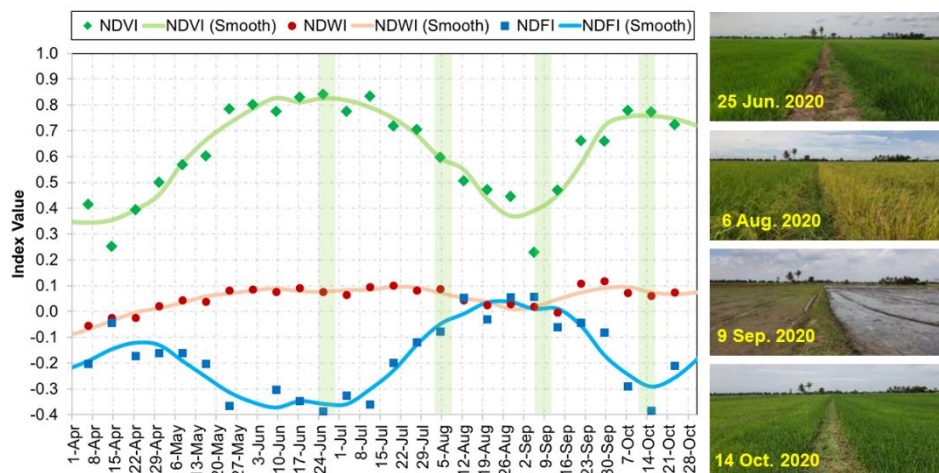
พื้นผิวเป็นน้ำจะมีค่าการสะท้อนช่วงคลื่น RED สูงกว่าช่วงคลื่น NIR ทำให้ NDVI มีค่าติดลบ สำหรับ NDWI เป็นดัชนีที่มีความอ่อนไหวต่อค่าความชื้นของพื้นผิว จึงเหมาะสำหรับการตรวจวัดค่าความชื้นของพืชหรือความชื้นของดิน (Rokni et al., 2014) โดยพื้นที่ที่มีความชื้นของพื้นผิวสูงจะมีค่า NDWI เป็นค่าบวก ส่วน NDFI เป็นดัชนีที่มีความสามารถในการตรวจวัดน้ำท่วมขังในระดับต้นได้ดี (Boschetti et al., 2014) โดยพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังจะมีค่า NDFI เป็นค่าบวก

ในการระบุพื้นที่เพาะปลูก (Cultivated Area) โดยทั่วไปจะมีพืชพรรณที่ปกคลุมดินซึ่งจะมีค่า NDVI เฉลี่ยสูงกว่า 0.4 ขึ้นไป ดังนั้นสามารถใช้เกณฑ์  $NDVI > 0.4$  เป็นเกณฑ์เบื้องต้นสำหรับคัดกรองพื้นที่เพาะปลูกพืชได้ อย่างไรก็ตามสำหรับในพื้นที่ปลูกข้าวจะมีความซับซ้อนของพื้นที่เนื่องจากในแต่ละรอบของการเพาะปลูกจะมีสภาพสิ่งปกคลุมดินที่มีความผันแปรและผสมผสานกันระหว่างดิน-น้ำ-พืช โดยในช่วงเตรียมแปลงจะมีการขังน้ำไว้ในนาทำให้มีสัดส่วนสิ่งปกคลุมดินเป็นผิวน้ำผสมกับดิน ในช่วงเริ่มต้นของการเพาะปลูกจนถึงช่วงที่พืชเริ่มเจริญเติบโตจะมีการขังน้ำไว้ในนาทำให้มีสัดส่วนสิ่งปกคลุมดินผสมระหว่างน้ำและพืช ในช่วงเก็บเกี่ยวจะมีตอซังข้าวเหลือในนาทำให้มีสัดส่วนสิ่งปกคลุมดินผสมระหว่างพืชและดิน ดังนั้นจึงต้องอาศัยเกณฑ์ตัดสินใจร่วมระหว่างดัชนี NDVI, NDWI และ NDFI งานวิจัยนี้ได้ใช้เกณฑ์การตัดสินใจกำหนดขีดแบ่ง (Threshold Values) ค่าดัชนีทั้งสามเพื่อกำหนดพื้นที่เพาะปลูกข้าว/พื้นที่เตรียมแปลง โดยปรับปรุงเกณฑ์เพิ่มเติมจากโครงการวิจัย “การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในพื้นที่ราบภาคกลาง (ระยะที่ 1)” ที่ได้พัฒนาเกณฑ์ลำดับขั้นในการตัดสินใจแบ่งลักษณะกิจกรรมในพื้นที่นาข้าว ดังแสดงในรูปที่ 4.1.1-1



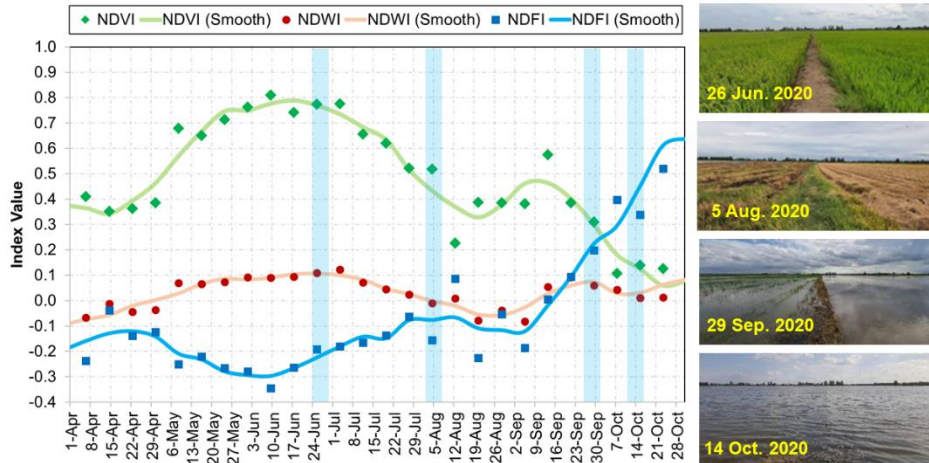
รูปที่ 4.1.1-1 เกณฑ์ลำดับขั้นในการตัดสินใจแบ่งลักษณะกิจกรรมในพื้นที่นาข้าว

ผลการทดสอบการใช้เกณฑ์การตัดสินใจกำหนดขีดแบ่งค่าดัชนีทั้งสามเพื่อกำหนดพื้นที่เพาะปลูกข้าว/พื้นที่เตรียมแปลง ได้ตรวจสอบกับผลสำรวจพื้นที่ภาคสนามดังแสดงในรูปที่ 4.1.1-2-4.1.1-4 โดยในรูปที่ 4.1.1-2 เป็นพื้นที่ปลูกข้าวในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร ต.สระแจง อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี จะเห็นว่าในช่วงเดือนมิถุนายนยังเป็นช่วงที่มีการปลูกข้าว อยู่ในช่วงการเจริญเติบโตเต็มที่ ค่า NDVI ในกราฟอนุกรมเวลามีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคมอยู่ในช่วงออกรวงพร้อมเก็บเกี่ยว ค่า NDVI ลดต่ำลง ต่อมาในเดือนกันยายนเป็นช่วงเตรียมแปลงเพื่อเพาะปลูกข้าวนาปรัง จะเห็นว่าค่า NDVI มีค่าน้อยกว่า 0.4 และ NDFI มีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า -0.2 ในสภาพพื้นที่จริงมีการขังน้ำไว้ในแปลงนาเพื่อเริ่มเตรียมแปลง สอดคล้องกับค่า NDFI ที่เพิ่มขึ้น



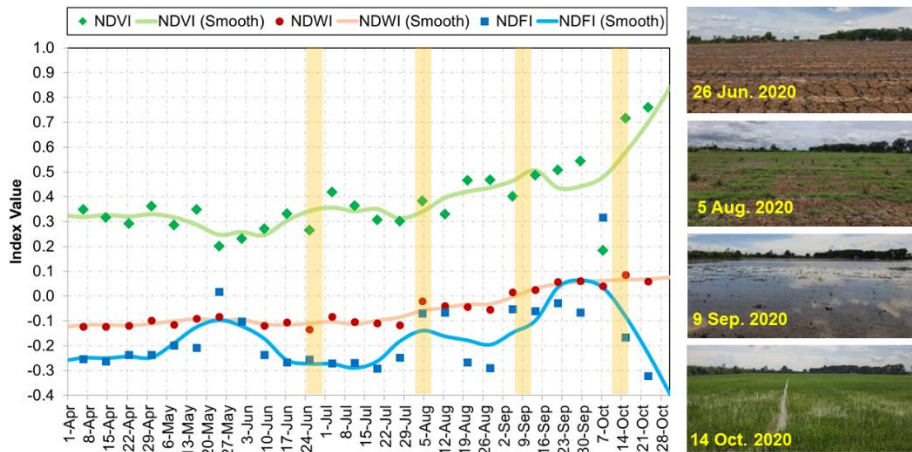
รูปที่ 4.1.1-2 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร ต.สระแจง อ.บางระจัน จ.สิงห์บุรี

ในรูปที่ 4.1.1-3 เป็นพื้นที่ปลูกข้าวในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเจ้าเจ็ด-บางยี่หน ต.บางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี จะเห็นว่าในช่วงเดือนมิถุนายนเป็นช่วงการเจริญเติบโตของข้าวโดย NDVI มีค่ามากกว่า 0.4 ส่วนในเดือนสิงหาคมเป็นช่วงที่ทำการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว จะเห็นว่าค่า NDVI เริ่มน้อยกว่า 0.4 ต่อมาในเดือนกันยายนเป็นช่วงฤดูน้ำหลาก ในพื้นที่โครงการส่งน้ำฯ เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำจึงถูกใช้เป็นที่รับน้ำนองในการป้องกันอุทกภัยในพื้นที่ตอนล่าง โดยจะมีการผันน้ำเข้าพื้นที่ลุ่มต่ำในช่วงปลายเดือนกันยายนและระบายน้ำออกจากทุ่งจะเสร็จสิ้นภายในช่วงกลางเดือนธันวาคม ดังนั้นจะเห็นว่าในเดือนตุลาคมเป็นช่วงที่มีน้ำท่วมขังในพื้นที่ สอดคล้องกับค่า NDFI ที่มีค่ามากกว่า 0.2 และสูงกว่าค่า NDVI ซึ่งสามารถแปลผลตามเกณฑ์การตัดสินใจได้ว่าเป็นพื้นที่น้ำท่วม



รูปที่ 4.1.1-3 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเจ้าเจ็ด-บางยี่หนาน ต.บางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี

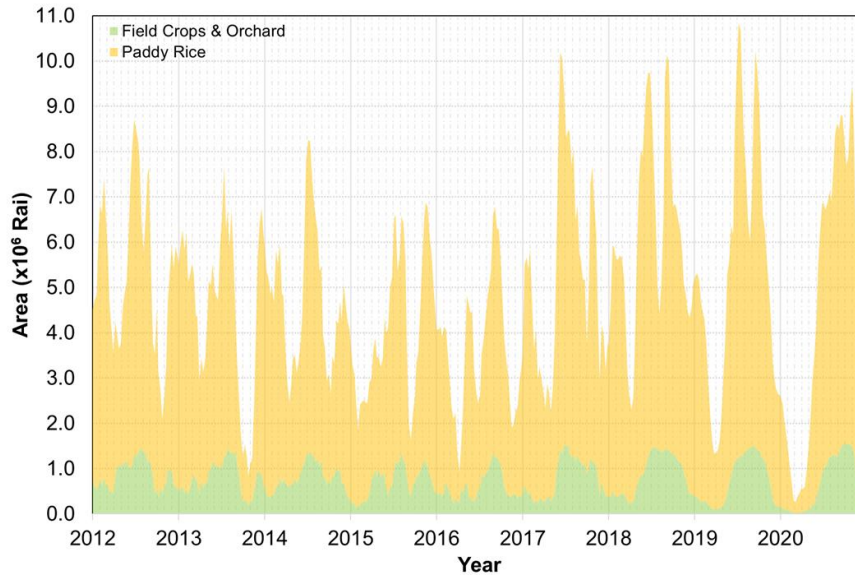
ในรูปที่ 4.1.1-4 เป็นพื้นที่ปลูกข้าวในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา ต.ดอนตาล อ.เมืองสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี จะเห็นว่าช่วงเดือนมิถุนายน ค่า NDVI มีค่าน้อยกว่า 0.4 และ NDFI น้อยกว่า -0.2 ซึ่งสามารถแปลผลตามเกณฑ์การตัดสินใจได้ว่าเป็นพื้นที่ว่างเปล่า ต่อมาในเดือนสิงหาคมแม้ว่าค่า NDFI จะมากกว่า -0.2 แต่ค่า NDWI ยังคงน้อยกว่า -0.1 ซึ่งแปลผลได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีหญ้าปกคลุม สอดคล้องกับผลการสำรวจภาคสนาม โดยการเตรียมแปลงเพาะปลูกจะเริ่มเมื่อเดือนกันยายน และในเดือนตุลาคมจะเห็นว่าในพื้นที่มีการเจริญเติบโตของข้าวเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับค่า NDVI ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น



รูปที่ 4.1.1-4 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา ต.ดอนตาล อ.เมืองสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี

ผลจากการใช้เกณฑ์ขีดแบ่งดัชนี NDVI, NDFI และ NDWI เพื่อประเมินพื้นที่เพาะปลูกพืช ดังแสดงในรูปที่ 4.1.1-5 พบว่า พื้นที่พืชไร่/พืชสวนในโครงการชลประทานในที่ราบภาคกลางประมาณ 1.5 ล้านไร่ มีการเพาะปลูกเจริญเติบโตเต็มที่ในช่วงฤดูฝน โดยในช่วงปี พ.ศ. 2561-2563 จะเห็นรูปแบบการเพาะปลูกเป็นคาบรายปีที่ชัดเจน แตกต่างจากช่วงก่อนปี พ.ศ. 2561 ส่วนพื้นที่นาข้าวซึ่งมีพื้นที่รวมทั้งสิ้นประมาณ 12 ล้านไร่ แต่จะมีการเพาะปลูกไม่พร้อมกัน โดยเฉลี่ยจะมีช่วงการเพาะปลูกแบ่งเป็นข้าวนาปีและข้าวนาปรัง ในช่วงฤดูข้าวนาปีปริมาณพื้นที่เพาะปลูกสูงสุดอยู่ในช่วงประมาณเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ส่วนฤดูข้าวนาปรังปริมาณพื้นที่เพาะปลูกสูงสุดอยู่

ในช่วงประมาณเดือนธันวาคม-มกราคม อย่างไรก็ตามในช่วงปี พ.ศ. 2562-2563 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณน้ำกักเก็บในเขื่อนค่อนข้างน้อยและกรมชลประทานประกาศงดการส่งน้ำทำนาปรังทำให้พื้นที่ปลูกข้าวในช่วงฤดูแล้งลดลงอย่างชัดเจน



รูปที่ 4.1.1-5 พื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการชลประทานแปลผลจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Terra/MODIS

#### 4.1.2 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient, Kc)

พื้นที่เกษตรกรรมในราบภาคกลางของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการทำนาข้าวในเขตโครงการชลประทาน ซึ่งหลายพื้นที่มีการปลูกข้าวต่อเนื่องตลอดทั้งปีจึงไม่สามารถระบุช่วงเวลาเริ่มต้นการเพาะปลูกได้อย่างชัดเจน ทำให้การคำนวณความต้องการน้ำชลประทานสำหรับพื้นที่ปลูกข้าวโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ทำได้ยาก การสำรวจระยะไกลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมจึงเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาช่วยสำรวจและติดตามค่า Kc ในระดับโครงการชลประทานได้ โดยมีจุดเด่นคือสามารถสำรวจข้อมูลได้ครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง รวมทั้งจากคุณสมบัติของคาบโคจรการถ่ายภาพซ้ำของดาวเทียมทำให้สามารถติดตามข้อมูลการเพาะปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบันมีงานวิจัยที่พัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ของข้าวกับค่าดัชนีพืชพรรณแบบ NDVI จากภาพถ่ายจากดาวเทียมโดยมีสมมติฐานว่าค่า Kc เป็นค่าที่ผันแปรตามช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชซึ่งจะสัมพันธ์กับดัชนีพืชพรรณในรูปแบบสมการเส้นตรง ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 4.1.2-1 ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ข้อมูล NDVI ช่วงปี พ.ศ. 2560-2561 มาสร้างเป็นข้อมูลภาพอนุกรมเวลาโดยวิธีซ้อนทับข้อมูลภาพ (Layer Stack) จากนั้นจึงคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนเพื่อสกัดข้อมูลอนุกรมเวลา NDVI จากกลุ่มจุดภาพในพื้นที่มหาาคาเฉลี่ย โดยเลือกพื้นที่แปลงนาจำนวน 15 แปลง ในพื้นที่ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี อ.บางไทร และ อ.วังซ่าย จ.พระนครศรีอยุธยา อยู่ในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเจ้าเจ็ด - บางยี่หน เนื่องจากเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำและเป็นพื้นที่ทุ่งรับน้ำนองเพื่อการป้องกันอุทกภัยในพื้นที่ตอนล่าง ทั้งนี้กรมชลประทานได้ระบายน้ำออกจากทุ่งเสรีจสันภายในช่วงกลางเดือนธันวาคม ทำให้สามารถระบุช่วงวันเริ่มต้นของการเพาะปลูกข้าวได้พร้อมกันในช่วงเดือนธันวาคมเป็นต้นมา

ตารางที่ 4.1.2-1 งานวิจัยที่มีการพัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่าง Kc กับ NDVI สำหรับข้าว

Equation	Satellite	Reference
$Kc = 0.206NDVI + 1.076$	Terra/MODIS	Rossi et al. (2010)
$Kcb = 1.5628NDVI - 0.1$	Landsat 7 ETM+	Taherparvar and Pirmoradian (2018)
$Kc = 2.25NDVI - 0.112$	Terra/MODIS	ณัฐธยาน์ และคณะ (2562)
$Kc = 2.1239NDVI + 0.0255$	Sentinel-2	นนทนันท์ และ สรวีศ (2563)
$Kc = 2.0175NDVI + 0.405$	Sentinel-2	จุฬาวลัย และ คิว (2564)

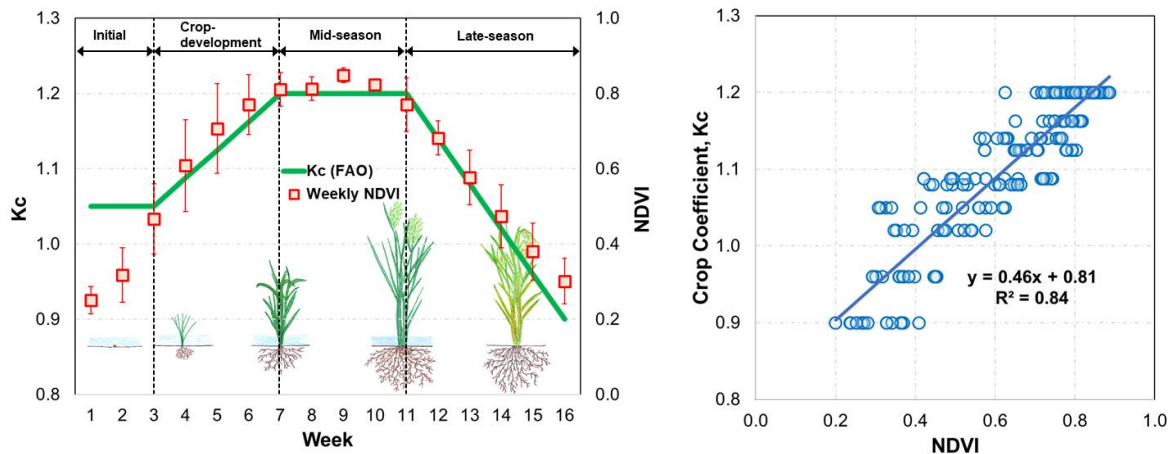
\* Kcb = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชส่วนฐาน (basal crop coefficient) ซึ่งไม่รวมการระเหยน้ำจากผิวดิน

เนื่องจากค่า NDVI ในอนุกรมเวลาเป็นข้อมูลจากภาพสมราย 8 วัน จึงได้ทำการประมาณค่าในช่วงเพื่อให้เป็นข้อมูล NDVI รายสัปดาห์ จากนั้นจึงคำนวณกำหนดวันเริ่มต้นและสิ้นสุดรอบการเพาะปลูกข้าวด้วยวิธี SOS/EOS threshold value (Jeong et al., 2011) โดยกำหนดวันเริ่มต้นรอบการเพาะปลูกในวันที่ 19 ธันวาคม 2560 และสิ้นสุดรอบการเพาะปลูกในวันที่ 7 เมษายน 2561 จำแนกอายุการเพาะปลูกข้าวได้ 16 สัปดาห์ สอดคล้องกับผลการสำรวจภาคสนามซึ่งพบว่าพื้นที่ดังกล่าวปลูกข้าวเจ้า กข. พันธุ์ไม่ไวแสง ประเภทข้าวกลาง (medium variety) อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 112 วัน (16 สัปดาห์)

ค่าเฉลี่ย NDVI จากพื้นที่แปลงนาตัวแทนมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมการเพาะปลูกและสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของข้าว ดังแสดงในรูปที่ 8 โดยในช่วงกลางเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 (สัปดาห์ที่ 1-2) ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มระบายน้ำท่วมออกจากพื้นที่ เกษตรกรจะเริ่มเตรียมแปลง NDVI มีค่าประมาณ 0.3 จากนั้น NDVI เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของข้าว จนมีค่า NDVI สูงสุดประมาณ 0.8 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 (สัปดาห์ที่ 9-10) ซึ่งเป็นช่วงที่ข้าวเจริญโตเต็มที่ ในช่วงปลายเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 ค่า NDVI ลดต่ำลงจนถึง 0.4 (สัปดาห์ที่ 14-15) ซึ่งคาดว่าเป็นช่วงที่ข้าวออกรวงจนถึงช่วงเก็บเกี่ยว

จากนั้นนำค่า NDVI มาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย โดยกำหนดให้ค่า NDVI เป็นตัวแปรอิสระ และค่า Kc เป็นตัวแปรตาม โดยในที่นี้ใช้ค่า Kc ตามแนวทางของ FAO-56 ในเอกสาร FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56 แนะนำให้ใช้ค่า Kc ของข้าวตามช่วงระยะการเจริญเติบโต คือในช่วงตั้งตัว (Kc ini) มีค่าเท่ากับ 1.05 ช่วงกลางของการเพาะปลูก (Kc mid) มีค่าเท่ากับ 1.20 และช่วงสิ้นสุดการเพาะปลูก (Kc end) มีค่าประมาณ 0.6 - 0.9 จากนั้นทำการประมาณตัวแบบในสมการถดถอยในรูป  $Kc = (a \times NDVI) + b$  เมื่อ a คือ ค่า slope of regression และ b คือ intercept สัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ สามารถประมาณตัวแบบในสมการถดถอยดังแสดงในรูปที่ 4.1.2-1





รูปที่ 4.1.2-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc กับ NDVI ของข้าวนาหว่านน้ำตาม

สำหรับพืชชนิดอื่นกำหนดให้ใช้ค่า Kc จากผลการศึกษาของ Belmonte et al. (2005) สำหรับพื้นที่ผิวน้ำ (บ่อปลา นาแก้ง) กำหนดให้ค่า Kc มีค่า 1.05 ดังสมการต่อไปนี้

ข้าว  $Kc = (0.46 \times NDVI) + 0.81; NDVI \geq 0.4$  สมการที่ 4.1.2-1

พืชไร่ สวนผลไม้  $Kc = (1.25 \times NDVI) + 0.20; NDVI \geq 0.4$  สมการที่ 4.1.2-2

พื้นที่ผิวน้ำ  $Kc = 1.05$  สมการที่ 4.1.2-3

#### 4.1.3 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ (Net Irrigation Requirement)

ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ จะพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณการใช้น้ำพืช (ETc) ฝนใช้การ (Re) ปริมาณการรั่วซึม (DP) และปริมาณน้ำเตรียมแปลง (LP) โดยปริมาณการใช้น้ำพืช (ETc) คำนวณจากค่า ETo โดยวิธี Penman-Monteith โดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ที่ประเมินจากสมการความสัมพันธ์ระหว่าง Kc-NDVI

สำหรับฝนใช้การ ใช้ข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา กรณีที่เป็นนาข้าว ฝนใช้การหมายถึง ส่วนของฝนที่ซังอยู่ในแปลงนาในระดับที่ไม่มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อข้าว โดยในงานวิจัยนี้ใช้วิธีคำนวณของกรมชลประทานตามคู่มือการปฏิบัติงาน (Work Manual) เล่มที่ 6/16 การคำนวณฝนใช้การ (กรมชลประทาน, 2554) ดังแสดงในตารางที่ 4.1.3-1 สำหรับพืชชนิดอื่นใช้วิธีของ US. Department of Agriculture, Soil Conservation Service (USDA-SCS) ดังสมการต่อไปนี้

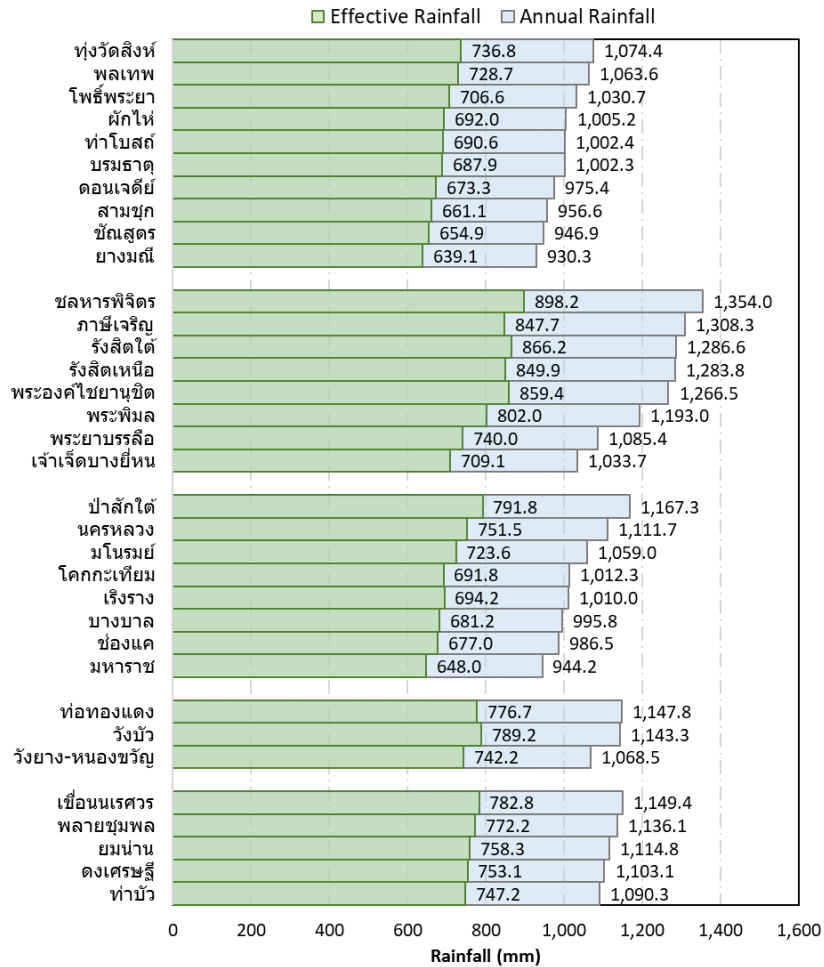
กรณีฝนรายเดือน ( $R_{tot}$ ) น้อยกว่า 250 mm;  $Re = R_{tot} [ (125 - 0.2 R_{tot}) / 125 ]$  สมการที่ 4.1.3-1

กรณีฝนรายเดือน ( $R_{tot}$ ) มากกว่า 250 mm;  $Re = 125 + (0.1 R_{tot} )$  สมการที่ 4.1.3-2

ตารางที่ 4.1.3-1 การคำนวณฝนใช้การสำหรับนาข้าว

Rainfall (mm/month)	Effective Rainfall (mm/month)
0 – 10	0
11 – 100	0.8 * Rainfall
101 – 200	0.7 * Rainfall
201 – 250	0.6 * Rainfall
251 – 300	0.55 * Rainfall
301 up	0.5 * Rainfall

ผลการคำนวณปริมาณฝนรายปีในพื้นที่โครงการชลประทานทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,117.21 มม.ต่อปี ส่วนฝนใช้การมีค่าเฉลี่ยประมาณ 757.47 มม. ต่อปี คิดเป็น 67.8% ของปริมาณฝนรายปี โดยจำแนกฝนใช้การเป็นรายโครงการชลประทานในพื้นที่ศึกษาได้ดังแสดงในรูปที่ 4.1.3-1



รูปที่ 4.1.3-1 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนและปริมาณฝนใช้การรายปีจำแนกตามโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

สำหรับปริมาณการรั่วซึม (DP) ในแปลงนา ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่าการรั่วซึมของน้ำในแปลงนา ตามเกณฑ์ของกรมชลประทานซึ่งได้กำหนดค่าการรั่วซึมเป็นรายภาค ได้แก่ ภาคกลาง ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวัน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 2.0 มิลลิเมตรต่อวันและภาคอื่น ๆ ใช้อัตราการรั่วซึมเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตรต่อวัน ทั้งนี้ ปริมาณการรั่วซึมจะคิดทั้งพื้นที่นาข้าวและพื้นที่ผิวน้ำ (ประมง พืชน้ำ) ซึ่งมีลักษณะของการขังน้ำไว้ในพื้นที่เหมือนนาข้าว ส่วนพืชชนิดอื่นจะไม่คิดค่าปริมาณการรั่วซึม สำหรับปริมาณน้ำเตรียมแปลง (LP) กรณีพื้นที่นาข้าว คำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$LP = LS + DP + E$$

สมการที่ 4.1.3-3

โดย LP = ความลึกของน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง (Land Preparation) (มม.)

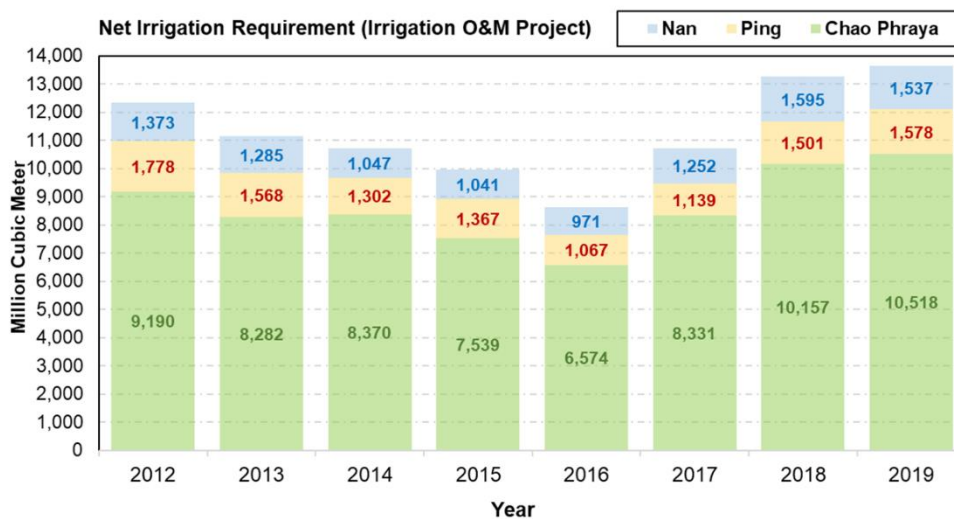
LS = ความลึกของน้ำที่ทำให้ดินเปียกชุ่มหรืออุ่มตัว (Land Soaking) (มม.)

DP = ความลึกของน้ำที่รั่วซึมในช่วงเตรียมแปลง (Deep Percolation) (มม.)

E = ความลึกของน้ำที่ระเหยในช่วงเตรียมแปลง (Evapotranspiration) (มม.)

ในงานวิจัยนี้ กำหนดความลึกของน้ำที่รั่วซึมในช่วงเตรียมแปลงมีค่าเท่ากับ 1 มม. ต่อวัน ความลึกของน้ำที่ระเหยในช่วงเตรียมแปลงคำนวณโดยใช้ค่า  $ET_o \times K_c$  ซึ่งค่า  $K_c$  กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1.05 โดยกำหนดให้การระเหยน้ำของนาข้าวในช่วงเตรียมแปลงมีค่าเทียบเท่ากับการระเหยจากพื้นที่ผิวน้ำ ส่วนความลึกของน้ำที่ทำให้ดินเปียกชุ่มหรืออิ่มตัวพิจารณาจากงานวิจัยของ บรรดิษฐ์ (2548) ประเมินได้ประมาณ 60 มม.

ผลการคำนวณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ (Net Irrigation Requirement) ดังแสดงในรูปที่ 1.10 มีค่าเฉลี่ย 11,295.14 ล้าน ลบ.ม. เมื่อพิจารณาปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยรายปี จำแนกตามโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ดังแสดงในตารางที่ 1.3 พบว่าความต้องการน้ำในแต่ละปีจะแปรผันไปตามพื้นที่เพาะปลูก โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกข้าว โดยในปี พ.ศ.2559 เป็นปีที่เกิดภาวะภัยแล้งอย่างรุนแรงในพื้นที่ราบภาคกลาง ทำให้พื้นที่ปลูกข้าวนาปรังในช่วงฤดูแล้งปี 2558/59 มีพื้นที่น้อยที่สุดและมีความต้องการน้ำชลประทานทั้งปีน้อยที่สุด

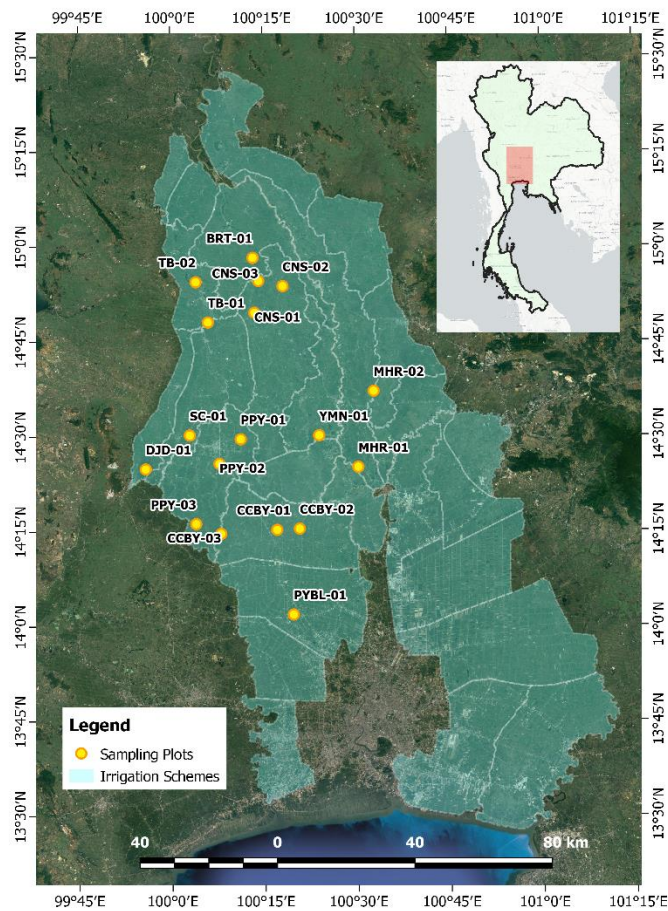


รูปที่ 4.1.3-2 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิรายรายปีของโครงการชลประทานในพื้นที่ราบภาคกลาง

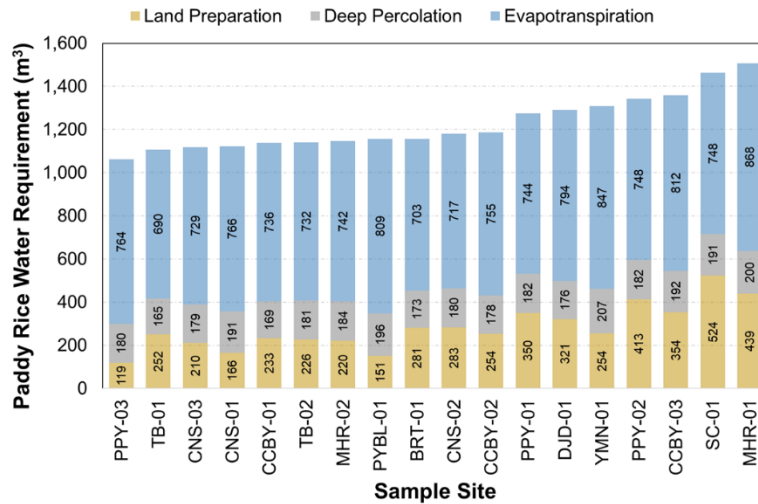
ตารางที่ 4.1.3-2 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิจำแนกตามรายโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

โครงการฯ	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ (หน่วย: ล้าน ลบ.ม. ต่อปี)								
	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	เฉลี่ย
ดงเศรษฐี	280.47	246.98	200.42	208.74	181.01	221.71	274.75	254.89	233.62
ท่าบัว	271.73	252.36	209.06	221.25	185.79	245.95	333.18	305.29	253.08
พลาญชุมพล	308.24	283.22	223.41	222.57	230.87	309.93	373.81	363.50	289.44
เขื่อนนเรศวร	112.61	132.83	104.75	80.79	64.32	138.47	159.90	154.97	118.58
ยมน่าน	400.28	369.17	309.18	307.23	309.08	335.91	452.98	457.96	367.72
ท่อทองแดง	539.51	471.70	421.37	403.80	337.58	331.82	475.09	533.65	439.31
วังบัว	599.91	538.47	443.08	476.38	350.84	342.58	447.67	493.96	461.61
วังยาง-หนองขวัญ	638.51	558.05	437.63	486.98	378.52	464.52	578.49	550.38	511.64
บางบาล	193.03	175.66	188.23	148.04	135.52	179.12	228.89	195.49	180.50
มโนรมย์	380.80	323.89	307.25	259.54	206.21	295.08	472.86	423.08	333.59
ช่องแค	385.12	270.21	246.93	242.28	190.79	385.14	433.36	363.52	314.67
โคกกะเทียม	311.64	295.17	267.01	210.02	204.90	285.50	350.26	328.29	281.60
เรียงราง	235.20	194.37	167.33	136.78	136.62	211.43	226.66	231.01	192.43
มหाराษ	560.92	557.91	469.70	392.46	351.08	467.11	631.06	557.33	498.45
นครหลวง	312.41	259.67	265.08	207.99	209.02	232.80	280.59	245.73	251.66
ป่าสักใต้	287.01	233.15	241.85	191.60	170.30	223.64	256.43	287.31	236.41
เจ้าเจ็ดบางยี่หน	538.37	511.80	569.20	542.39	417.52	515.54	749.82	836.57	585.15
พระยาบรรลือ	534.27	477.55	501.72	448.78	431.35	472.46	572.13	654.10	511.55
พระพิมล	240.06	221.35	227.50	217.88	215.95	210.35	253.96	285.25	234.04
ภาษีเจริญ	65.44	60.83	64.92	66.12	62.29	55.39	59.40	76.92	63.91
รังสิตเหนือ	384.92	344.36	346.05	306.57	306.43	310.10	342.31	385.45	340.77
รังสิตใต้	793.26	597.85	681.42	638.39	556.93	733.18	743.69	878.26	702.87
ชลหารพิจิตร	350.74	309.04	352.25	333.42	324.28	330.94	324.05	434.89	344.95
พระองค์ไชยานุชิต	714.84	592.41	655.07	664.40	606.65	731.15	708.53	878.06	693.89
ทุ่งวัดสิงห์	75.99	73.78	47.13	56.47	48.38	40.80	50.31	60.06	56.61
พลเทพ	147.33	136.16	130.33	128.13	112.94	133.62	191.01	213.45	149.12
ท่าโบสถ์	217.95	198.36	187.12	187.91	145.75	232.72	286.17	246.18	212.77
สามชุก	390.43	386.54	366.16	332.36	253.33	328.77	446.88	438.27	367.84
โพธิ์พระยา	394.64	424.50	454.62	424.69	357.05	413.03	568.41	662.55	462.44
ดอนเจดีย์	175.00	156.06	154.84	150.45	116.28	139.46	181.52	190.60	158.03
บรมธาตุ	453.78	439.14	402.43	346.89	292.44	444.38	569.35	459.19	425.95
ชัยสุนทร	595.28	584.28	551.96	457.05	370.93	507.08	661.62	571.88	537.51
ยางมณี	239.77	236.10	244.89	188.47	162.10	213.99	273.18	250.01	226.06
ผักไห่	211.30	221.97	279.42	260.12	189.11	237.76	294.57	364.63	257.36
<b>รวม</b>	<b>12,340.76</b>	<b>11,134.90</b>	<b>10,719.31</b>	<b>9,946.96</b>	<b>8,612.18</b>	<b>10,721.43</b>	<b>13,252.88</b>	<b>13,632.68</b>	<b>11,295.14</b>

งานวิจัยนี้ได้กำหนดจุดพิกัดสำหรับสำรวจภาคสนามเพื่อติดตามตรวจสอบพื้นที่เพาะปลูก การเจริญเติบโตของพืชและประเมินปริมาณการใช้น้ำของพืช โดยกำหนดจุดตัวอย่างจำนวน 18 จุด ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาจำนวน 11 แห่ง ดังแสดงในรูปที่ 4.1.3-3 โดยสามารถสรุปผลการประเมินปริมาณความต้องการน้ำของข้าวต่อ 1 ฤดูเพาะปลูกเฉลี่ยในช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2563 จำแนกได้ดังในรูปที่ 1.12 คิดเป็นปริมาณความต้องการน้ำของข้าวอยู่ในช่วงระหว่าง 1,062.59 - 1,506.72 ลบ.ม./ไร่ (664.12 - 941.70 มม./ไร่) คิดเป็นค่าเฉลี่ยประมาณ 1,225.59 ลบ.ม./ไร่ (765.99 มม./ไร่) แบ่งเป็น ปริมาณการคายระเหยน้ำ 761.31 ลบ.ม./ไร่ (474.06 มม./ไร่), ปริมาณน้ำเตรียมแปลง 280.61 ลบ.ม./ไร่ (180.15 มม./ไร่) และปริมาณการรั่วซึมในแปลงนา 183.67 ลบ.ม./ไร่ (114.33 มม./ไร่)



รูปที่ 4.1.3-3 จุดพิกัดพื้นที่ตัวอย่างสำหรับสำรวจข้อมูลภาคสนามและประเมินความต้องการน้ำ



รูปที่ 4.1.3-4 ปริมาณความต้องการน้ำของข้าวในแต่ละจุดพิกัดพื้นที่ตัวอย่าง

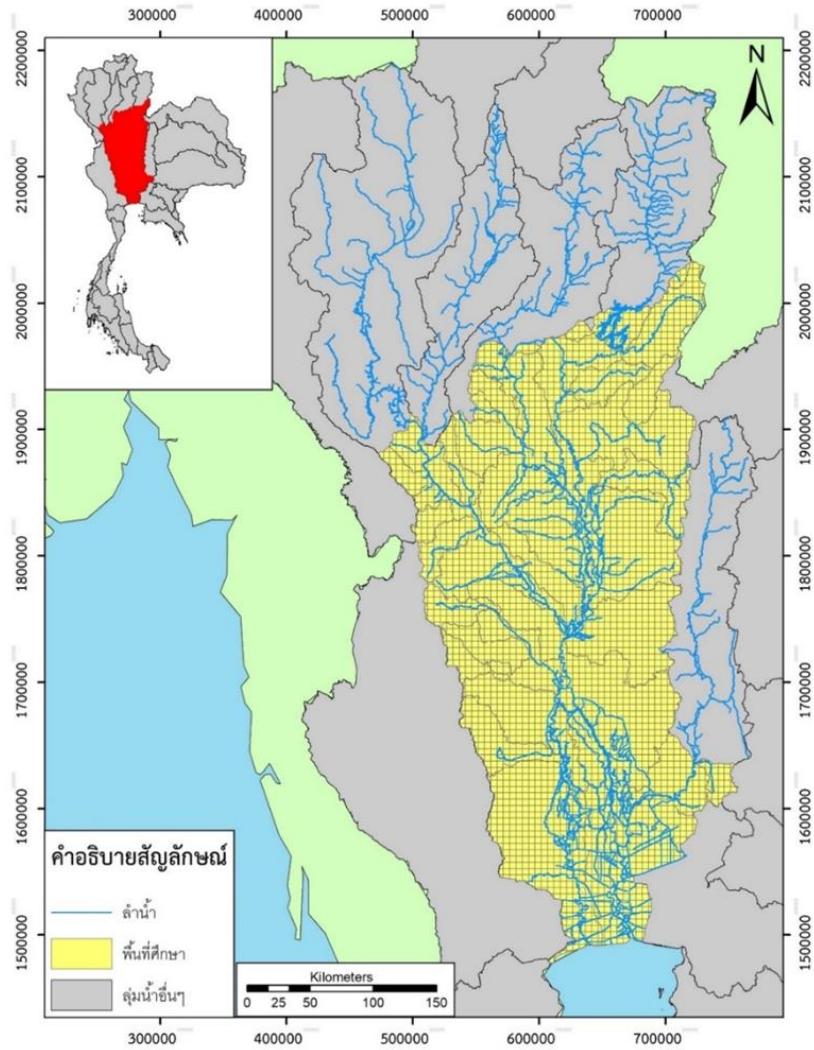
## 4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU และ Mike-Hydro Basin เพื่อประเมินปริมาณน้ำต้นทุนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

### 4.2.1 การวิเคราะห์สภาพน้ำทำด้วยแบบจำลอง DWCM-AgWU

#### (1) การจัดเตรียมและนำเข้าข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลฝน

##### 1) การแบ่งพื้นที่เซลล์คำนวณ

การคำนวณการไหลของน้ำภายในพื้นที่ลุ่มน้ำจะดำเนินการในรูปแบบของเซลล์คำนวณซึ่งมีขนาดประมาณ 25 ตร.กม. (5 กม. x 5 กม.) โดยข้อมูลที่มีความจำเป็นในการคำนวณจะถูกบันทึกตามหมายเลขเซลล์คำนวณที่กำหนดขึ้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วย ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลแหล่งน้ำ ข้อมูลพื้นที่ชลประทาน และปฏิทินเพาะปลูก ข้อมูลโครงสร้างทางชลศาสตร์ เช่น เขื่อนทดน้ำ ข้อมูลภูมิประเทศ เช่น ระดับความสูง ข้อมูลอุทกวิทยา เช่น รูปตัดขวางลำน้ำ ซึ่งแต่ละเซลล์คำนวณมีความเชื่อมโยงจากลำดับ และทิศทางการไหล โดยที่การแบ่งพื้นที่เซลล์ดังกล่าวดำเนินการโดยโปรแกรมสำหรับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Arc Map) ฟังก์ชัน Fishnet ในการแบ่งเซลล์คำนวณ ซึ่งเซลล์คำนวณนั้นจะมีขนาด 25 ตารางกิโลเมตรหรือน้อยกว่า จากผลการแบ่งเซลล์คำนวณ พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างมีเซลล์คำนวณทั้งสิ้นจำนวน 4,554 เซลล์ครอบคลุมทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยมีการวางตัวของเซลล์แสดงดังรูปที่ 4.2.1-1



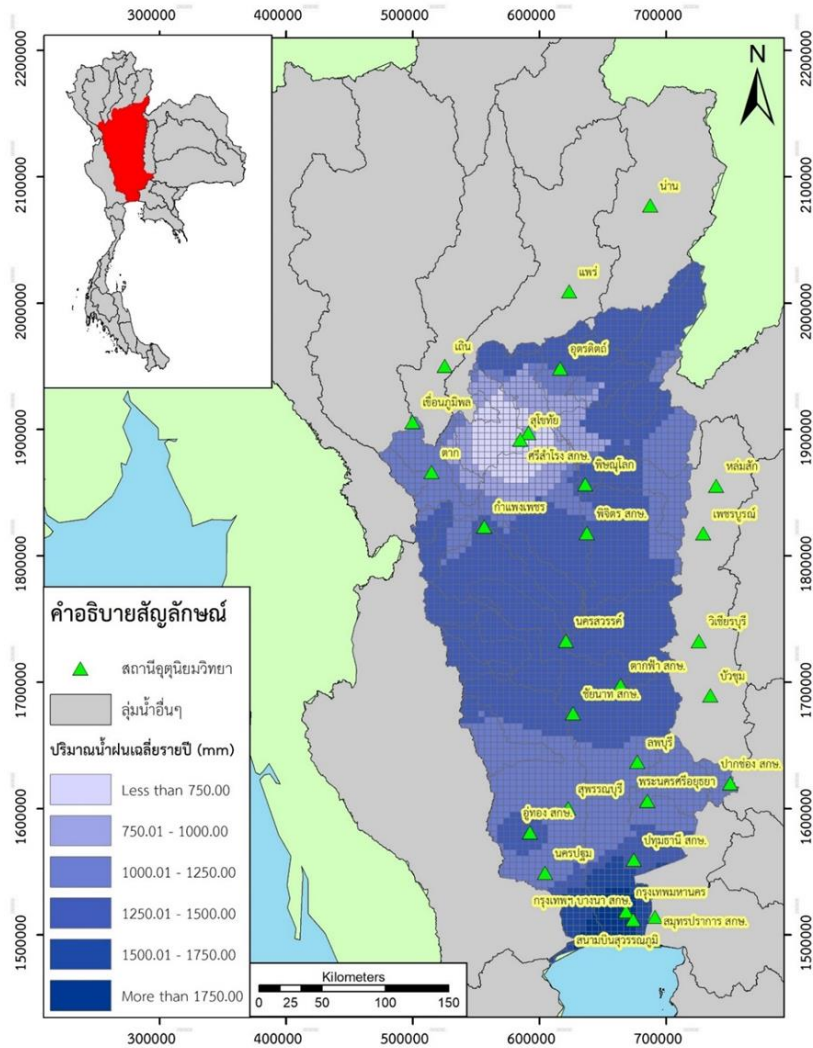
รูปที่ 4.2.1-1 เซลล์การคำนวณในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

## 2) การเฉลี่ยข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่

- ปริมาณน้ำฝน

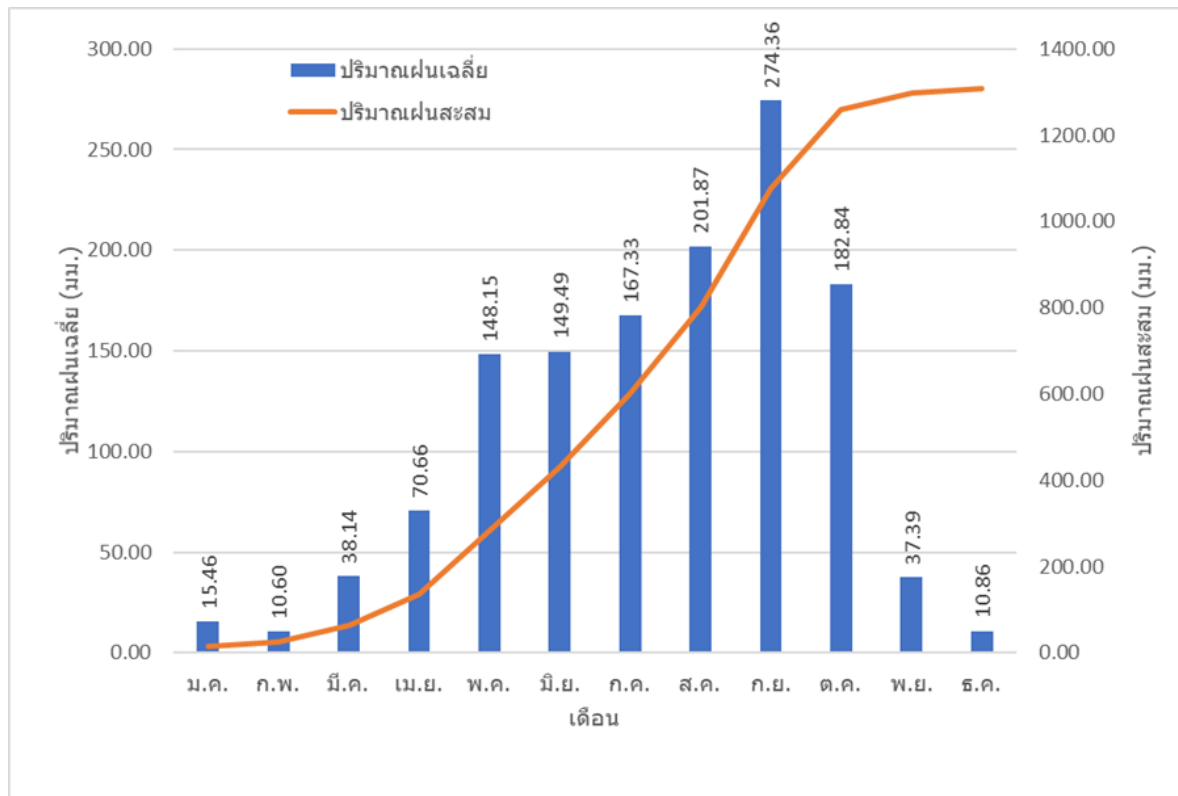
ปริมาณน้ำฝนรายวันเชิงพื้นที่ที่ถูกเฉลี่ยด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW) โดยพิจารณาระยะทางระหว่างเซลล์คำนวณกับสถานีที่ถูกคัดเลือก โดยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ มีสถานี ตรวจวัดน้ำฝน 29 สถานี ซึ่งปริมาณฝนเชิงพื้นที่ในแต่ละเซลล์คำนวณจะถูกนำเข้าไปในแบบจำลองเพื่อจำลองสภาพการไหลร่วมกับการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตร ทั้งเชิงอุทกวิทยา และการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำ โดยตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัดน้ำฝนแสดงดังรูปที่ 4.2.1-2





รูปที่ 4.2.1-2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนแสดงดังรูปที่ 4.2.1-3 แสดงรายละเอียดของปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง จากผลการศึกษพบว่า ฝนรายปีเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1,307.14 มม. โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2,015.76 มม. สำหรับสถานีสมุทรปราการ สกข. และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 724.2 มม. สำหรับสถานีสุโขทัย เมื่อพิจารณาการกระจายตัวของฝนตามช่วงเวลา พบว่า ปริมาณฝนตกชุกในช่วงเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม มีปริมาณฝนปานกลางในเดือน พฤษภาคม ถึง กรกฎาคม และปริมาณฝนตกน้อยในช่วงเดือน พฤศจิกายน ถึง เมษายน รายละเอียดดังตารางที่ 4.2.1-1



รูปที่ 4.2.1-3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

ตารางที่ 4.2.1-1 ปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา

ลุ่มน้ำสาขา	ปริมาณฝนเฉลี่ย (mm)												รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
แม่น้ำปิงตอนบน	24.0	5.0	18.2	55.2	194.9	135.2	159.8	230.9	202.9	146.5	35.5	13.5	1,221.7
น้ำแม่จืด	23.9	5.1	18.7	55.8	194.2	134.8	157.9	229.1	204.1	148.4	35.3	13.3	1,220.5
แม่น้ำแม่แตง	24.0	4.9	17.9	54.5	195.6	135.1	160.2	231.0	202.7	146.0	35.7	13.6	1,221.1
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2	23.4	6.6	21.4	57.8	194.2	134.7	156.0	227.7	210.1	146.6	35.0	12.0	1,225.4
น้ำแม่ริม	24.5	5.7	18.7	59.9	191.3	133.8	159.4	231.4	204.2	149.3	35.1	12.6	1,225.9
น้ำแม่กวาง	22.7	6.7	22.8	60.0	195.0	136.3	156.2	225.1	207.1	143.4	34.4	13.6	1,223.2
น้ำแม่จ่าน	22.8	5.9	20.5	57.2	192.0	134.3	151.9	221.7	209.0	153.9	34.9	11.9	1,215.9
น้ำแม่ลี	22.7	9.8	33.0	78.5	186.9	146.2	162.1	214.7	210.7	125.4	27.6	17.6	1,235.1
น้ำแม่กลาง	21.9	8.3	23.7	55.4	199.0	137.3	156.9	226.7	212.1	139.3	34.3	12.2	1,227.0
แม่น้ำปิงส่วนที่ 3	23.3	7.4	31.9	66.3	179.2	144.8	150.6	201.1	212.2	139.0	27.7	14.8	1,198.4
น้ำแม่แจ่มตอนบน	22.7	5.4	20.3	55.9	191.7	134.5	150.9	220.5	207.3	153.0	34.6	12.4	1,209.2
น้ำแม่แจ่มตอนล่าง	23.8	7.3	23.3	58.4	193.5	134.8	164.1	232.9	209.3	133.1	33.4	12.9	1,226.6
น้ำแม่หาด	23.4	9.2	35.2	72.7	179.1	148.7	149.1	193.7	217.1	135.7	25.8	16.7	1,206.2
น้ำแม่ตื่น	24.7	6.2	36.4	75.3	160.9	147.9	153.4	177.7	217.5	157.0	24.0	14.5	1,195.5
แม่น้ำปิงส่วนที่ 4	23.1	7.6	33.3	65.9	150.9	147.5	166.5	172.3	219.3	169.9	23.1	12.8	1,192.2
ห้วยแม่ท้อ	23.3	7.6	31.7	64.2	148.5	146.1	164.3	164.9	217.3	179.1	24.3	11.8	1,183.0
คลองวังเจ้า	19.6	11.7	33.2	56.3	154.9	154.8	179.7	175.7	230.3	177.3	23.9	12.0	1,229.2
คลองแม่ระกา	20.8	7.3	27.0	60.2	135.2	131.5	164.4	160.2	196.1	151.6	20.5	10.8	1,085.7
คลองสวนหมาก	20.9	12.0	35.9	59.5	160.4	153.7	189.1	175.2	242.7	180.9	23.6	14.9	1,268.6
แม่น้ำปิงตอนล่าง	17.2	12.1	36.5	64.0	164.9	151.4	190.7	195.1	259.5	181.8	26.9	14.9	1,315.0
แม่น้ำวังตอนบน	19.8	10.9	29.1	92.4	184.6	138.9	171.7	225.5	188.6	122.8	31.5	20.3	1,236.2
แม่น้ำสวาย	21.8	7.8	24.4	75.7	189.7	137.6	163.6	226.1	196.4	135.8	33.0	16.8	1,228.3
น้ำแม่ตุ๋ย	17.6	13.3	34.6	90.4	190.6	141.4	162.9	216.4	192.4	119.7	29.1	22.0	1,230.2
แม่น้ำวังตอนกลาง	18.0	14.9	37.0	100.6	184.5	142.0	168.9	219.4	185.2	113.0	29.5	25.7	1,238.7

ตารางที่ 4.2.1-1 ปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา

ลุ่มน้ำสาขา	ปริมาณฝนเฉลี่ย (mm)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
น้ำแม่จาง	18.3	18.1	39.2	113.2	167.9	144.9	186.9	227.2	184.1	101.1	32.1	29.2	1,262.3
น้ำแม่ต้า	21.8	12.1	36.6	100.8	183.0	144.2	180.0	229.4	192.3	106.6	25.6	23.2	1,255.5
แม่น้ำวังตอนล่าง	22.5	9.8	38.9	90.1	168.4	152.0	160.5	192.9	210.4	136.8	23.0	18.5	1,223.8
แม่น้ำยมตอนบน	26.2	4.7	26.5	90.9	194.5	150.2	215.6	274.8	211.5	115.0	31.0	19.5	1,360.5
แม่น้ำควน	28.2	4.4	26.0	96.6	199.1	156.9	235.1	293.6	207.1	104.9	27.6	20.6	1,400.0
น้ำปี้	26.2	3.6	28.3	99.8	200.9	146.7	215.5	277.9	211.3	109.4	24.4	17.2	1,361.4
แม่น้ำงาว	18.5	14.9	31.5	90.2	169.0	144.2	174.6	218.2	195.3	127.3	39.7	25.3	1,248.8
แม่น้ำยมตอนกลาง	20.6	12.8	27.1	75.5	159.9	152.3	186.4	231.6	222.1	138.1	47.1	22.4	1,295.8
น้ำแม่คำมี	23.5	10.5	26.2	72.3	176.2	145.1	186.8	242.0	223.3	133.0	47.9	20.8	1,307.5
น้ำแม่ต้า	19.9	15.4	30.0	85.2	154.2	152.5	187.2	228.0	209.1	132.2	46.7	26.5	1,286.9
ห้วยแม่สิน	17.4	11.1	31.6	91.5	164.2	163.5	190.2	238.5	220.6	122.5	28.8	19.9	1,299.6
น้ำแม่มอก	19.1	7.3	32.6	73.7	145.1	135.1	142.9	168.7	183.3	115.3	18.9	15.1	1,056.9
น้ำแม่รำพัน	16.5	4.6	22.4	55.5	115.4	109.5	140.4	150.5	154.8	97.0	16.6	11.2	894.5
แม่น้ำยมตอนล่าง	15.1	9.6	29.3	64.5	143.8	140.9	175.6	200.9	211.4	115.6	24.8	14.8	1,146.3
แม่น้ำน่านตอนบน	30.5	5.0	24.4	95.9	194.5	171.0	250.8	309.8	206.7	105.0	34.4	26.1	1,454.1
ห้วยน้ำยาว (1)	29.7	4.9	24.1	94.2	195.9	168.8	249.0	305.4	206.4	106.2	32.4	24.7	1,441.7
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2	26.2	4.2	28.2	97.9	202.1	149.2	219.6	280.9	211.8	108.0	25.5	17.9	1,371.5
น้ำยาว (2)	27.1	3.9	26.7	97.1	202.4	150.6	226.8	287.2	208.3	104.4	25.7	18.7	1,378.9
น้ำสมุน	25.9	3.9	29.5	99.7	202.9	143.1	214.7	279.5	209.6	101.0	24.1	16.8	1,350.8
แม่น้ำน่านส่วนที่	23.2	8.3	28.2	83.0	177.7	150.4	202.5	256.9	226.0	119.5	35.9	18.3	1,330.1
น้ำสา	23.2	5.6	30.4	90.8	195.7	141.2	196.6	257.4	216.8	115.1	28.9	16.3	1,318.0
น้ำว้า	26.5	4.2	27.9	96.1	199.6	150.0	221.1	281.8	210.4	106.9	26.9	18.7	1,370.1
น้ำแหง	24.5	8.0	28.7	84.5	186.3	143.6	192.3	252.9	221.4	122.5	38.6	18.5	1,321.7
แม่น้ำน่านส่วนที่ 4	15.4	6.7	25.6	63.1	151.6	155.2	182.4	228.7	214.0	113.1	22.2	14.3	1,192.2
น้ำปาด	22.7	7.3	27.5	79.0	169.9	150.5	203.4	256.6	223.0	115.6	34.3	17.9	1,307.6
คลองตรอน	14.5	6.8	26.3	59.3	152.5	162.8	180.1	232.0	220.8	121.8	23.9	14.9	1,215.7
แม่น้ำแควน้อย	18.9	8.0	30.3	67.9	151.9	144.7	196.3	238.9	230.8	112.0	22.8	13.7	1,236.0
น้ำภาค	17.0	8.5	28.9	62.3	156.5	159.8	185.1	243.0	232.0	124.8	24.7	14.3	1,256.9
แม่น้ำวังทอง	18.9	13.2	35.3	63.7	157.5	140.4	186.9	227.0	245.4	113.6	25.7	12.7	1,240.4
แม่น้ำน่านตอนล่าง	21.5	18.3	40.3	63.9	158.5	145.1	184.7	215.6	259.8	144.8	33.7	17.7	1,303.9
ที่ราบแม่น้ำเจ้า	14.7	16.0	45.1	70.0	156.3	145.1	155.2	195.8	262.0	193.1	37.6	12.8	1,303.5
บึงบอระเพ็ด	44.2	60.6	73.6	68.4	144.5	113.8	127.0	179.9	221.8	189.8	43.3	34.2	1,301.0
น้ำแม่วง	15.1	14.8	34.1	66.1	162.3	149.6	182.7	191.0	250.6	193.3	25.0	12.9	1,297.3
คลองโพธิ์	11.5	16.0	37.0	70.5	170.3	145.0	172.9	204.2	256.4	199.3	27.8	9.5	1,320.3
ห้วยทับเสลา	11.3	13.6	38.0	70.2	172.2	145.0	175.3	202.5	256.4	195.1	28.1	9.2	1,317.0
แม่น้ำสะแกกรังตอนล่าง	11.1	14.6	37.4	71.5	172.2	140.8	163.3	202.6	257.8	201.3	28.8	9.5	1,310.8
แม่น้ำป่าสักตอนบน	23.0	12.9	36.5	69.9	146.1	123.9	181.1	223.4	218.6	95.9	17.5	12.3	1,161.0
ห้วยน้ำพุ	23.1	11.8	35.2	72.7	144.8	122.6	184.4	222.4	219.1	93.6	16.8	11.4	1,157.7
แม่น้ำป่าสักส่วนที่ 2	28.9	31.5	54.0	62.4	151.5	119.8	161.8	201.9	219.3	99.6	23.5	19.3	1,173.5
แม่น้ำป่าสักส่วนที่ 3	76.2	101.5	110.1	62.1	114.3	92.2	105.4	152.0	186.2	153.4	54.3	57.6	1,265.1
ห้วยเกาะแก้ว	54.1	71.5	85.4	65.5	123.7	110.6	108.7	172.0	205.1	174.2	42.2	41.2	1,254.1
ลำสนธิ	47.2	59.0	76.2	70.5	119.4	115.1	120.5	178.7	221.6	162.8	40.2	33.5	1,244.5
แม่น้ำป่าสักตอนล่าง	16.6	17.5	46.0	74.6	130.1	128.4	145.4	196.3	256.7	159.4	35.0	12.6	1,218.6
ห้วยหมวกเหล็ก	13.2	11.9	38.1	79.7	126.1	130.4	144.8	195.1	275.3	160.6	37.9	9.3	1,222.3
ห้วยกระเสียว	10.8	9.2	41.9	73.4	152.2	132.0	157.3	188.5	243.1	190.8	37.7	7.7	1,244.6
ที่ราบแม่น้ำท่าจีน	12.1	11.0	43.9	67.4	155.5	135.2	149.9	188.9	248.8	196.0	42.7	11.5	1,262.7

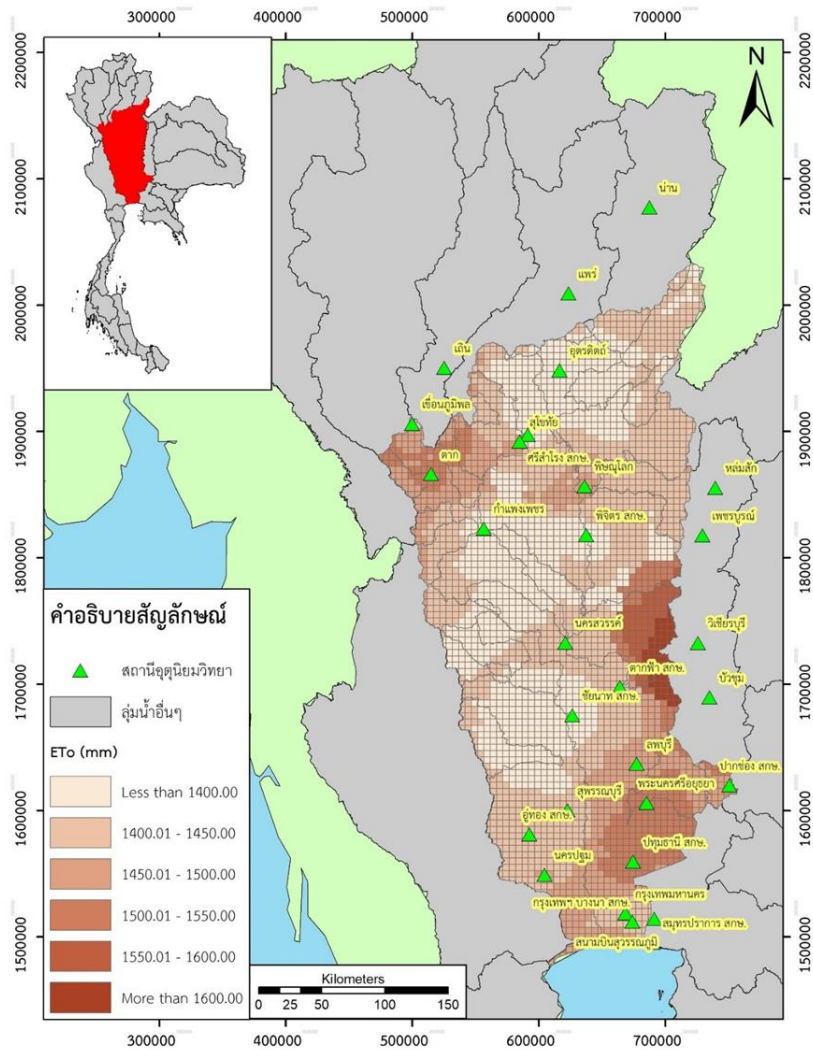
## 2) ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิง

ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงรายวันเชิงพื้นที่ดำเนินการเช่นเดียวกับปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ ซึ่งพิจารณาจากสมการ Penman – Monteith ดังสมการที่ 4.2.1-1

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34U_2)} \quad \text{สมการที่ 4.2.1-1}$$

โดยที่	$ET_o$	คือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)
	$R_n$	คือ ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ (เมกกะจูล/ตร.ม./วัน)
	$G$	คือ อัตราการเคลื่อนย้ายพลังงานความร้อนในดิน (เมกกะจูล/ตร.ม./วัน)
	$T$	คือ อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)
	$\Delta$	คือ ค่าความลาดชันของเส้นกราฟแรงดันไอ (กิโลปาสกาล/องศาเซลเซียส)
	$\gamma$	คือ ค่าคงที่ของ psychrometric (กิโลปาสกาล/องศาเซลเซียส)
	$U_2$	คือ ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูง 2 เมตรจากพื้นดิน (เมตร/วินาที)
	$(e_s - e_a)$	คือ อัตราการเคลื่อนย้าย

ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงเฉลี่ยรายปีแสดงดังรูปที่ 4.2.1-4 และตารางที่ 4.2.1-2 แสดงรายละเอียดของปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงรายเดือนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1,505.2 มม. โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1,593.9 มม. ในปี พ.ศ.2559 และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1,426.1 มม. ในปี พ.ศ.2554 เมื่อพิจารณาการกระจายตัวปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงตามช่วงเวลาพบว่า ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงมีค่ามากในช่วงเดือน เมษายน ถึง พฤษภาคม ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงเฉลี่ยเชิงพื้นที่แสดงดังรูปที่ 4.2.1-4 ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงเฉลี่ยเชิงพื้นที่ที่มีความสอดคล้องกับปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงเฉลี่ยรายปี



รูปที่ 4.2.1-4 ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงเฉลี่ยรายปีในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

ตารางที่ 4.2.1-2 ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา

ลุ่มน้ำสาขา	ปริมาณการคายระเหย, $ET_o$ (mm)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
แม่น้ำปิงตอนบน	91.2	113.0	153.5	167.6	157.6	136.8	131.6	123.1	113.5	103.7	90.7	84.0	1,466.3
น้ำแม่จืด	91.9	113.7	154.0	167.9	157.6	136.6	131.7	123.3	113.9	104.1	91.3	84.6	1,470.3
แม่น้ำแม่แตง	92.1	113.8	154.2	168.0	158.5	137.7	132.5	124.1	114.5	104.7	91.6	84.9	1,476.5
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2	93.3	114.7	154.7	168.7	157.3	135.8	131.1	123.2	114.0	104.4	92.4	85.8	1,475.4
น้ำแม่ริม	93.2	115.4	155.9	169.9	158.9	137.3	132.1	123.8	114.6	105.1	92.4	85.8	1,484.3
น้ำแม่กวาง	92.5	113.2	152.3	165.1	154.4	133.9	130.1	122.6	113.2	103.6	91.4	84.9	1,457.0
น้ำแม่จาง	94.2	115.7	155.9	169.4	158.2	136.3	132.2	124.4	115.2	105.2	93.2	86.5	1,486.4
น้ำแม่ลี	96.6	118.2	156.0	165.9	154.8	132.9	129.2	122.2	113.9	105.9	93.8	88.2	1,477.5
น้ำแม่กลาง	94.2	113.9	151.9	165.7	155.1	134.6	130.4	123.4	114.3	104.8	93.1	86.5	1,467.8
แม่น้ำปิงส่วนที่ 3	96.4	118.5	156.7	168.6	157.8	134.1	130.5	123.7	115.0	105.6	94.1	88.8	1,489.9
น้ำแม่แจ่มตอนบน	94.2	115.4	155.0	168.2	157.4	136.1	132.3	124.6	115.3	105.2	93.0	86.5	1,483.1
น้ำแม่แจ่มตอนล่าง	95.6	116.9	156.1	167.6	156.7	136.4	131.4	123.7	115.2	106.7	94.6	88.0	1,488.9
น้ำแม่หาด	96.6	119.3	156.7	168.5	156.8	132.9	129.4	122.7	114.2	105.5	94.1	88.9	1,485.7
น้ำแม่ตื่น	101.0	125.9	166.5	176.5	166.8	138.0	134.0	128.2	119.8	109.2	97.8	93.1	1,556.6
แม่น้ำปิงส่วนที่ 4	100.1	122.9	163.7	175.6	167.1	137.0	132.4	127.9	119.3	107.5	96.5	92.7	1,542.7

ตารางที่ 4.2.1-2 ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา

ลุ่มน้ำสาขา	ปริมาณการคายระเหย, ET <sub>o</sub> (mm)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ห้วยแม่ท้อ	101.6	124.4	166.6	179.1	170.6	139.1	134.5	130.3	121.4	108.5	97.4	93.9	1,567.3
คลองวังเจ้า	97.9	114.6	151.3	167.5	159.5	131.8	127.8	124.9	116.0	104.3	94.1	91.6	1,481.2
คลองแม่ระกา	102.6	125.4	168.1	179.8	170.0	139.7	133.6	128.3	119.6	108.9	99.0	95.2	1,570.2
คลองสวนหมาก	97.9	113.2	147.2	162.2	154.8	130.2	126.5	123.3	114.3	104.2	94.8	92.3	1,460.8
แม่น้ำปิงตอนล่าง	97.8	112.1	144.1	157.3	150.5	129.7	125.6	121.8	111.3	103.7	95.1	93.3	1,442.4
แม่น้ำวังตอนบน	95.4	114.5	154.9	161.5	153.7	134.2	131.2	123.9	114.2	106.0	91.4	85.7	1,466.6
แม่น้ำสวย	93.8	114.2	153.9	163.4	154.1	134.1	130.7	123.2	113.7	104.7	91.1	85.3	1,462.0
น้ำแม่ต๋อย	93.9	111.0	148.8	155.5	146.8	128.9	128.0	122.2	112.4	103.8	89.8	83.9	1,424.9
แม่น้ำวังตอนกลาง	94.1	110.1	147.3	152.2	145.4	128.2	127.5	121.5	111.7	104.0	89.1	83.9	1,415.0
น้ำแม่จาง	98.2	114.7	154.7	156.4	152.2	133.9	130.4	122.9	113.9	108.4	92.5	88.2	1,466.3
น้ำแม่ต้า	97.3	117.9	156.2	160.4	150.6	131.6	128.6	121.6	113.6	107.3	93.4	87.7	1,466.1
แม่น้ำวังตอนล่าง	99.7	123.8	163.4	172.2	161.3	134.5	130.8	124.3	116.3	107.5	95.8	90.9	1,520.5
แม่น้ำยมตอนบน	95.6	117.4	159.7	169.2	158.8	135.4	128.1	119.0	113.9	109.4	96.4	88.1	1,490.9
แม่น้ำควน	98.4	122.4	166.6	175.9	161.2	137.0	128.5	119.3	115.7	112.8	99.5	90.3	1,527.5
น้ำปี	88.9	109.1	145.7	152.8	146.4	126.7	122.9	116.1	109.6	102.8	89.3	81.8	1,392.1
แม่น้ำงาว	93.6	108.4	147.7	155.0	153.6	133.9	129.9	121.8	111.9	104.8	89.8	85.4	1,435.7
แม่น้ำยมตอนกลาง	94.0	108.6	149.0	158.6	163.1	140.6	132.5	122.0	112.7	106.5	92.1	88.8	1,468.4
น้ำแม่คำมี	90.9	105.3	143.2	154.9	158.9	137.3	129.5	119.3	110.2	103.5	89.7	86.0	1,428.5
น้ำแม่ต้า	95.1	109.5	150.4	157.2	161.7	140.3	132.7	122.4	112.9	107.2	91.7	88.7	1,469.7
ห้วยแม่สิน	95.2	110.7	148.6	156.8	156.5	135.0	129.6	121.6	113.2	107.6	93.4	89.1	1,457.2
น้ำแม่มอก	101.0	124.5	163.5	174.5	162.9	136.0	130.6	123.8	115.5	107.7	98.2	93.2	1,531.3
น้ำแม่รำพัน	101.9	123.1	163.5	174.8	164.5	138.9	131.6	124.9	116.4	109.2	100.4	95.3	1,544.5
แม่น้ำยมตอนล่าง	98.1	114.5	150.8	162.6	156.0	134.2	127.9	121.4	112.7	107.0	97.2	92.8	1,475.2
แม่น้ำน่านตอนบน	116.1	146.7	204.1	216.3	186.4	153.3	137.4	123.9	125.5	129.7	117.3	106.5	1,763.1
ห้วยน้ำยาว (1)	112.1	141.5	196.9	208.9	181.7	150.5	136.0	123.4	123.9	126.4	113.8	102.7	1,717.7
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2	91.4	112.5	151.5	159.5	150.7	129.7	124.4	116.8	111.2	105.4	92.2	84.0	1,429.4
น้ำยาว (2)	89.7	110.6	148.7	156.2	149.0	128.8	123.5	115.9	110.2	104.4	90.6	82.7	1,410.3
น้ำสมุน	88.4	108.0	143.9	151.4	145.6	126.3	122.1	115.2	108.8	102.4	89.0	81.5	1,382.6
แม่น้ำน่านส่วนที่	94.0	111.8	151.0	159.3	158.7	137.4	129.8	120.3	112.9	107.4	93.9	88.6	1,465.1
น้ำสา	91.2	109.5	146.5	155.3	150.4	129.6	125.4	118.0	111.0	104.0	91.5	84.0	1,416.4
น้ำว้า	96.8	119.0	160.5	169.2	157.4	134.5	127.9	119.5	114.9	110.4	97.6	88.8	1,496.3
น้ำแหง	91.8	108.6	146.2	156.1	154.8	133.7	127.5	118.7	110.7	104.3	91.1	86.1	1,429.6
แม่น้ำน่านส่วนที่ 4	93.5	108.8	144.8	156.6	154.3	133.8	127.3	120.1	112.2	106.2	94.5	88.9	1,440.9
น้ำปาด	95.6	113.9	153.6	160.8	160.4	139.4	131.0	121.4	114.1	109.3	95.8	90.5	1,485.7
คลองตรอน	92.6	106.6	141.3	154.5	152.8	132.3	126.9	120.0	111.8	105.1	93.5	88.3	1,425.7
แม่น้ำแควน้อย	99.9	118.5	156.5	163.2	158.3	138.4	129.9	122.2	115.3	111.6	101.4	95.8	1,510.9
น้ำภาค	96.1	111.2	146.9	157.5	156.2	136.2	129.7	122.2	114.3	108.6	97.1	92.1	1,468.0
แม่น้ำวังทอง	100.3	115.8	151.3	160.5	154.9	136.6	128.7	121.8	113.7	110.3	101.1	96.6	1,491.5
แม่น้ำน่านตอนล่าง	99.0	114.1	147.9	159.9	153.2	134.3	128.0	122.4	112.4	107.3	98.7	95.4	1,472.5
ที่ราบแม่น้ำเจ้า	106.5	113.8	144.4	153.2	148.4	132.6	129.2	126.1	113.3	107.3	101.6	104.1	1,480.6
บึงบอระเพ็ด	105.8	123.8	156.3	161.9	153.0	138.3	135.7	130.9	119.9	113.8	103.1	101.8	1,544.3
น้ำแม่วัง	99.6	114.1	146.4	158.9	151.5	130.5	127.2	124.0	112.7	104.4	96.2	95.1	1,460.4
คลองโพธิ์	97.5	111.2	143.6	154.6	146.9	129.1	125.0	121.8	110.2	102.7	94.1	92.9	1,429.7
ห้วยทับเสลา	98.0	111.5	144.1	155.2	147.7	129.5	125.3	122.0	111.1	103.5	94.6	93.3	1,435.7
แม่น้ำสะแกกรัง ตอนล่าง	97.8	111.6	144.3	155.4	147.5	129.8	125.7	122.2	110.2	102.7	94.3	93.0	1,434.4
แม่น้ำป่าสักตอนบน	101.6	120.4	157.7	159.9	155.4	139.0	129.6	121.3	115.0	113.0	102.6	97.2	1,512.6
ห้วยน้ำพุ	102.7	122.5	161.0	161.9	157.0	140.6	130.4	121.5	115.6	114.2	103.7	98.2	1,529.3
แม่น้ำป่าสักส่วนที่ 2	102.0	118.1	153.0	158.2	150.2	135.1	128.0	121.5	114.0	111.9	102.3	98.0	1,492.3

ตารางที่ 4.2.1-2 ปริมาณการคายระเหยของพืชอ้างอิงเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา

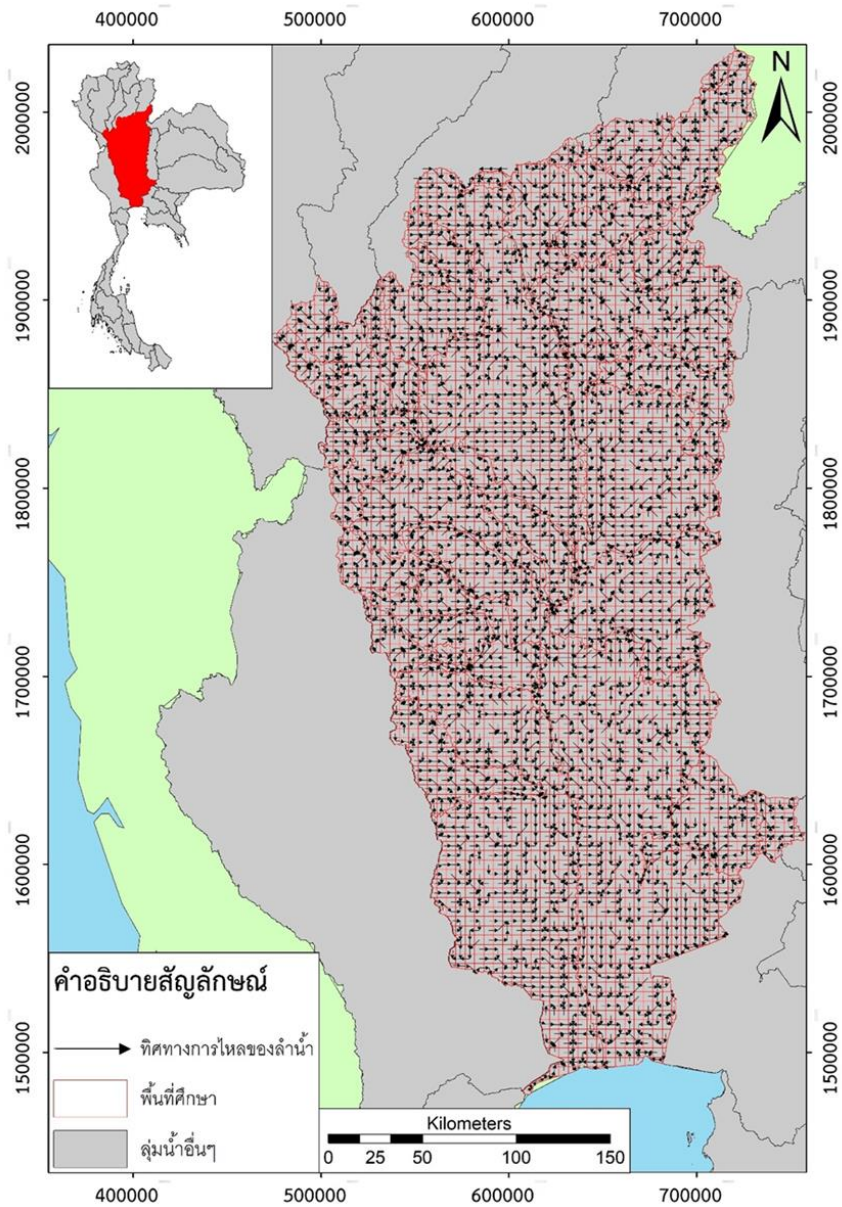
ลุ่มน้ำสาขา	ปริมาณการคายระเหย, ET <sub>o</sub> (mm)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
แม่น้ำป่าสักส่วนที่ 3	112.4	129.4	160.4	161.1	153.9	143.3	142.6	137.9	130.3	125.9	112.8	110.6	1,620.6
ห้วยเกาะแก้ว	115.6	135.0	166.5	165.4	156.3	143.6	140.4	135.6	125.2	121.9	110.9	111.5	1,628.0
ลำสนธิ	117.5	131.4	161.8	161.8	155.4	142.2	138.3	133.8	123.0	121.0	113.0	115.0	1,614.2
แม่น้ำป่าสักตอนล่าง	116.7	121.0	150.8	155.3	151.6	136.7	131.7	127.5	113.6	112.2	110.4	116.2	1,543.7
ห้วยหมวกเหล็ก	116.5	118.1	147.6	153.5	150.6	135.5	130.9	126.6	111.9	110.7	110.7	117.4	1,529.9
ห้วยกระเสียว	100.5	110.6	141.6	151.4	146.5	130.8	126.6	124.2	112.3	105.4	97.4	97.4	1,444.7
ที่ราบแม่น้ำท่าจีน	103.2	110.8	141.2	150.3	145.7	130.1	127.3	124.7	112.3	105.6	98.8	100.2	1,450.2

#### 4.2.2 การจัดเตรียม และนำเข้าข้อมูลสภาพพื้นที่ และพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องสู่แบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า

##### (1) การกำหนดทิศทางการไหล

แบบจำลอง DWCM – AgWU แบบแบบจำลองคณิตศาสตร์ทางอุทกวิทยาซึ่งคำนวณการไหลเวียนของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำในรูปแบบของการกระจาย (Distributed Hydrological Model) โดยปริมาณน้ำท่าในแต่ละเซลล์ คำนวณตามลำดับเซลล์ ซึ่งจะมีความสอดคล้องกับลำดับของลำน้ำ และทิศทางการไหล โดยทิศทางการไหลถูกกำหนดไว้ตั้งแต่ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล และใช้ทิศทางการไหลในการกำหนดลำดับการคำนวณของเซลล์คำนวณตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการคำนวณสภาพการไหลทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำทิศทางการไหลถูกกำหนดโดยพิจารณาระดับความสูงของเซลล์คำนวณเป้าหมายร่วมกับเซลล์การคำนวณรอบเซลล์เป้าหมายทั้ง 8 ทิศทาง โดยทิศทางการไหลจะถูกกำหนดให้เป็นไปตามทิศทางการที่มีความชันระหว่างเซลล์คำนวณมากที่สุด ซึ่งในการกำหนดทิศทางการไหลระหว่างเซลล์คำนวณอาจจะมีทิศทางการไหลเข้าได้หลายทิศทางแต่จะมีการกำหนดทิศทางการไหลออกเพียงทิศทางเดียว

การกำหนดทิศทางการไหลของเซลล์คำนวณตลอดทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำดำเนินการโดยฟังก์ชัน Flow Direction ในโปรแกรม Arc Map และยังมีการตรวจสอบทิศทางการไหลซึ่งพัฒนาโดยฟังก์ชัน Flow Direction เปรียบเทียบการทิศทางการไหลของลำน้ำในลักษณะภูมิประเทศจริง หากมีความคลาดเคลื่อนไปจากลักษณะกายภาพที่แท้จริง จะมีการดำเนินการแก้ไขให้มีความสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพให้มากที่สุด โดยลักษณะทิศทางการไหลของลำน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำที่พัฒนาจากฐานข้อมูลนำเข้าแบบจำลองแสดงดัง รูปที่ 4.2.2-1 ซึ่งในภาพแสดงให้เห็นถึงลำดับของลำน้ำ (Stream order) ที่มีความสอดคล้องกับการไหลกับลักษณะภูมิประเทศจริง

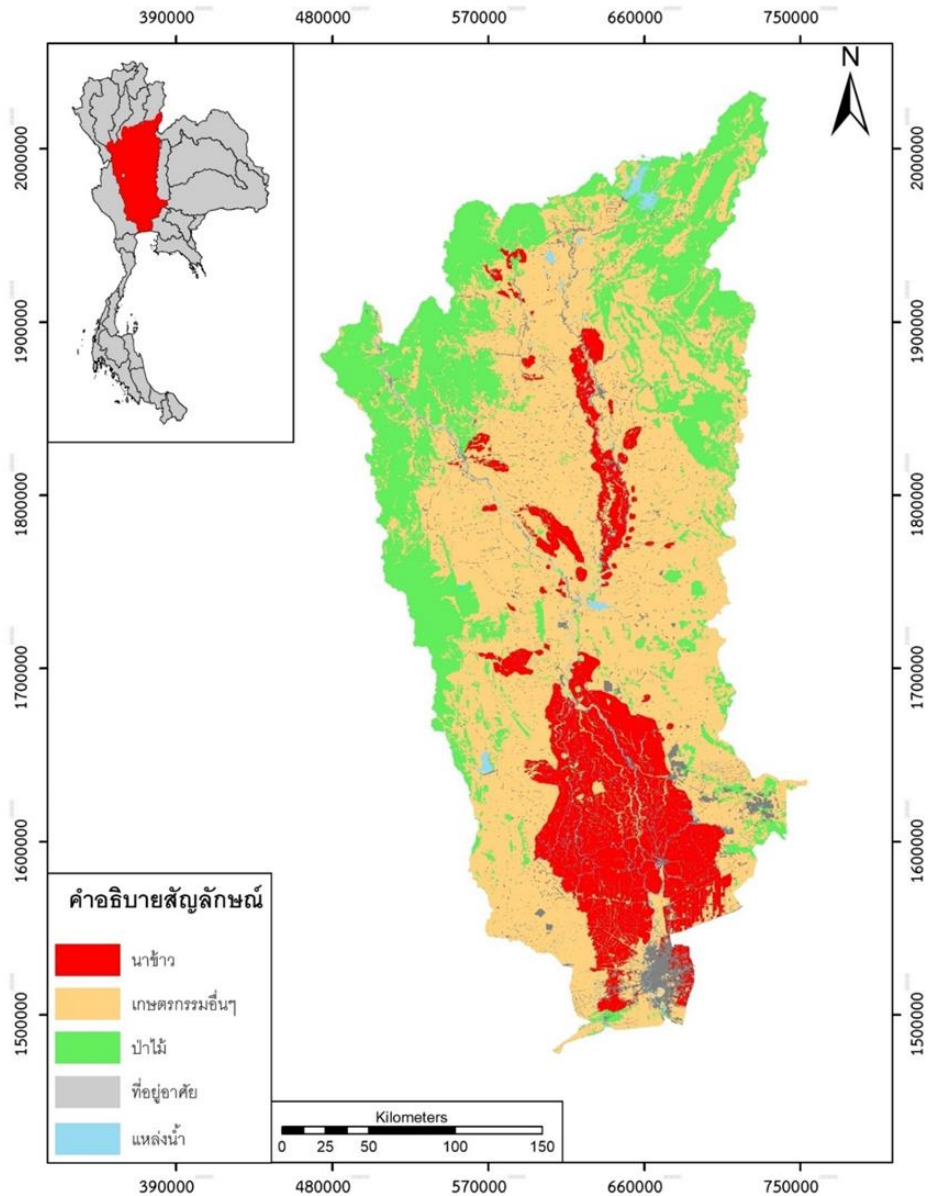


รูปที่ 4.2.2-1 ทิศทางการไหลของลำน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

(2) การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน พิจารณาจากการนำเข้าข้อมูลแบบจำลอง DWCM – AgWU ซึ่งแบบจำลองจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็น 5 ประเภท ได้แก่ ป่าไม้ นาข้าวในและนอกเขตชลประทาน พื้นที่แหล่งน้ำ ชุมชน และพื้นที่เกษตรอื่น ๆ ซึ่งรายละเอียดของการจำแนกการใช้ประโยชน์แสดงดังรูปที่ 4.2.2-2





รูปที่ 4.2.2-2 การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง

#### 4.2.3 การประเมินปริมาณความต้องการน้ำของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา

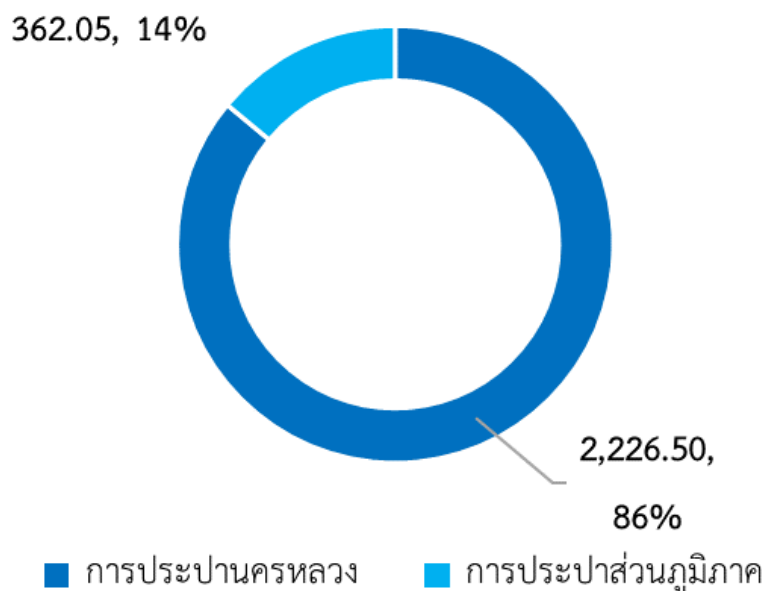
ปริมาณความต้องการน้ำของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่นำมาทำการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา ประกอบด้วย ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค ท่องเที่ยว และภาคบริการ โดยแบ่งเป็น ปริมาณน้ำผลิตจากการประปานครหลวง (กปน.) และ การประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) ซึ่งครอบคลุมกิจกรรมการใช้น้ำพื้นฐานของประชากรในพื้นที่การศึกษา ส่วนปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมทำการประเมินรายโครงการชลประทานที่อยู่ในพื้นที่การศึกษา ประกอบด้วย โครงการชลประทานขนาดใหญ่, โครงการชลประทานขนาดกลาง และกลุ่มโครงการชลประทานขนาดเล็กที่สามารถประเมินได้ โดยแสดงผลของปริมาณความต้องการน้ำที่นำมาทำการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำดังต่อไปนี้

- ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค ท่องเที่ยว และภาคบริการของพื้นที่การศึกษา

ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค ท่องเที่ยว และภาคบริการ ของพื้นที่การศึกษา ทำการรวบรวมข้อมูลและแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) ปริมาณน้ำผลิตของโรงผลิตน้ำของการประปานครหลวง (กปน.) จำนวน 2 แห่ง ประกอบด้วย 1. โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ และ 2. สถานีสูบน้ำสำแล และ 2) ปริมาณน้ำผลิตของสำนักงานประปาสาขา การประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) จำนวน 52 แห่ง ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่พิจารณา โดยสรุปปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค ท่องเที่ยว และภาคบริการ ของพื้นที่การศึกษา เท่ากับ 2,588.55 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น เขตบริการการประปานครหลวง เท่ากับ 2,226.50 ล้าน ลบ.ม./ปี และเขตบริการการประปาส่วนภูมิภาค เท่ากับ 362.05 ล้าน ลบ.ม./ปี แสดงผลปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค ท่องเที่ยว และภาคบริการดังตารางที่ 4.2.3-1 และ รูปที่ 4.2.3-1

ตารางที่ 4.2.3-1 ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค ท่องเที่ยว และภาคบริการ

อุปโภค - บริโภค	ปริมาณความต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม./ปี)
การประปานครหลวง (กปน.)	2,226.50
การประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.)	362.05
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	2,588.55



รูปที่ 4.2.3-1 ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภค ท่องเที่ยว และภาคบริการ

**- ความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมของพื้นที่การศึกษา**

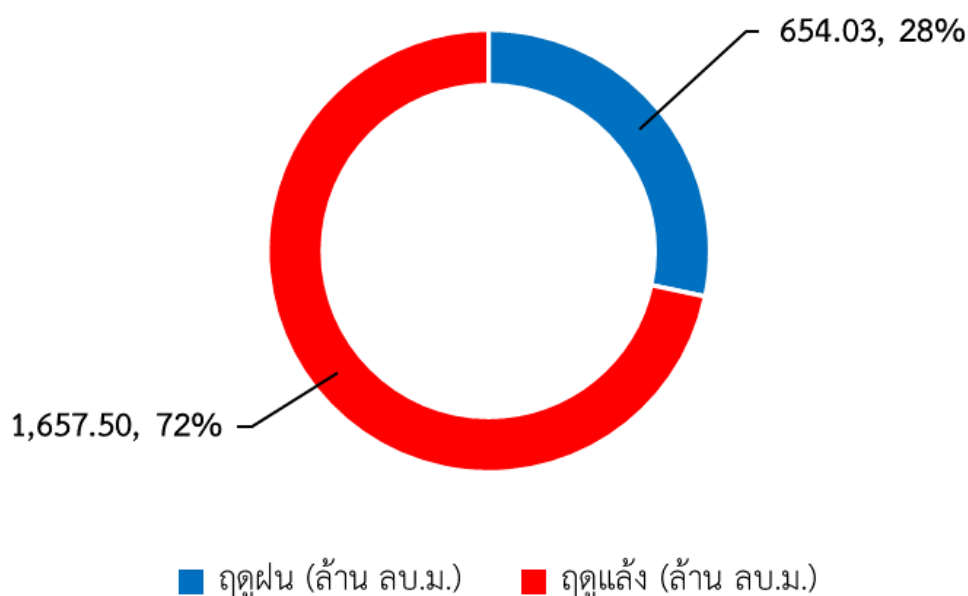
ปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมของพื้นที่การศึกษาทำการประเมินรายโครงการชลประทาน โดยเป็นปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมรายโครงการชลประทานชลประทานขนาดใหญ่ โครงการชลประทานขนาดกลาง และกลุ่มโครงการชลประทานขนาดเล็กที่ประเมินผลได้ในแผนผังระบบลุ่มน้ำโดยสรุปปริมาณความต้องการน้ำภาคเกษตรกรรมของพื้นที่การศึกษา เท่ากับ 12,761.94 ล้าน ลบ.ม./ปี

**- ความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศของพื้นที่การศึกษา**

ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศของพื้นที่การศึกษาทำการรวบรวมข้อมูลจากแผนการจัดสรรน้ำและเพาะปลูกพืชในเขตชลประทานของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา ของฝ่ายจัดสรรน้ำกรมชลประทาน โดยเป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2563 – 2564 พบว่า ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยารายปีเฉลี่ย เท่ากับ 2,311.53 ล้าน ลบ.ม. แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 1,657.50 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูฝน 654.03 ล้าน ลบ.ม. แสดงดังตารางที่ 4.2.3-2 และ รูปที่ 4.2.3-2

ตารางที่ 4.2.3-2 ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศ

ปี	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม.)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
2563	659.03	1,815.00	2,474.03
2564	649.03	1,500.00	2,149.03
เฉลี่ย	654.03	1,657.50	2,311.53



รูปที่ 4.2.3-2 ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศ

- ความต้องการน้ำรวมของพื้นที่การศึกษา

ปริมาณความต้องการน้ำรวมของพื้นที่การศึกษา เท่ากับ 17,662.03 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น กลุ่มน้ำปึง เท่ากับ 311.34 ล้าน ลบ.ม./ปี, กลุ่มน้ำวัง เท่ากับ 83.96 ล้าน ลบ.ม./ปี, กลุ่มน้ำยม เท่ากับ 2,059.97 ล้าน ลบ.ม./ปี, กลุ่มน้ำน่าน เท่ากับ 1,480.80 ล้าน ลบ.ม./ปี, กลุ่มน้ำเจ้าพระยา เท่ากับ 10,325.53 ล้าน ลบ.ม./ปี, กลุ่มน้ำสะแกกรัง เท่ากับ 89.53 ล้าน ลบ.ม./ปี, กลุ่มน้ำป่าสัก เท่ากับ 376.35 ล้าน ลบ.ม./ปี, กลุ่มน้ำท่าจีน เท่ากับ 1,500.19 ล้าน ลบ.ม./ปี และกลุ่มน้ำบางปะกง เท่ากับ 1,434.36 ล้าน ลบ.ม./ปี แสดงผลปริมาณความต้องการน้ำรายกลุ่มน้ำสาขาของแต่ละกลุ่มน้ำหลักทั้ง 9 กลุ่มน้ำที่พิจารณาตั้งตารางที่ 4.2.3-3 ถึง ตารางที่ 4.2.3-11 และ รูปที่ 4.2.3-3 ถึง รูปที่ 4.2.3-5 และแสดงผลการสรุปปริมาณความต้องการน้ำตั้งตารางที่ 4.2.3-12 และ รูปที่ 4.2.3-6

ตารางที่ 4.2.3-3 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำปึง

กลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
แม่น้ำปึงตอนบนส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่จืด	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงตอนบนส่วนที่ 2	14.49	25.71	40.20
แม่น้ำแม่แตง	19.54	28.62	48.16
แม่น้ำปึงส่วนที่ 2/1	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่ริม	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงส่วนที่ 2/2	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่กวง	2.13	7.18	9.31
แม่น้ำปึงส่วนที่ 2/3	2.31	3.55	5.87
น้ำแม่ขาน	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงส่วนที่ 2/4	0.85	2.34	3.19
น้ำแม่ลี	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงส่วนที่ 3/1	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่กลาง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงส่วนที่ 3/2	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่แจ่มตอนบน	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่แจ่มตอนล่าง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงส่วนที่ 3/3	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงส่วนที่ 3/4	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่ต๋น	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงส่วนที่ 4/1	14.77	19.86	34.63
แม่น้ำปึงส่วนที่ 4/2	50.40	46.05	96.45
ห้วยแม่ท้อ	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงส่วนที่ 4/3	0.00	0.00	0.00
คลองวังเจ้า	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงส่วนที่ 4/4	0.00	0.00	0.00
คลองแม่ระกา	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปึงส่วนที่ 4/5	4.28	4.38	8.66
คลองสวนหมาก	1.16	2.88	4.04

ตารางที่ 4.2.3-3 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำปิง

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
แม่น้ำปิงตอนล่าง	23.43	37.41	60.84

ตารางที่ 4.2.3-4 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำวัง

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
แม่น้ำวังตอนบน	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่สอย	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำวังตอนกลางส่วนที่ 1	25.91	50.39	76.30
น้ำแม่ต๋อย	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำวังตอนกลางส่วนที่ 2	0.78	0.78	1.55
น้ำแม่จาง	0.33	1.52	1.85
แม่น้ำวังตอนล่างส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่ต้า	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำวังตอนล่างส่วนที่ 2	1.23	1.14	2.36
แม่น้ำวังตอนล่างส่วนที่ 3	0.45	1.44	1.89
แม่น้ำวังตอนล่างส่วนที่ 4	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 4.2.3-5 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำยม

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
แม่น้ำยมตอนบนส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำควน	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนบนส่วนที่ 2	0.00	0.00	0.00
น้ำปี่	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนบนส่วนที่ 3	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำางาว	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนกลางส่วนที่ 1	49.78	110.23	160.01
น้ำแม่คำมี	0.56	1.54	2.10
แม่น้ำยมตอนกลางส่วนที่ 2	4.16	12.62	16.78
น้ำแม่ต้า	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนล่างส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
ห้วยแม่สิน	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนล่างส่วนที่ 2	37.29	45.77	83.06
น้ำแม่มอก	26.04	36.75	62.79
แม่น้ำยมตอนล่างส่วนที่ 3	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่รำพัน	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนล่างส่วนที่ 4	227.73	232.38	460.11
คลองบางแก้ว	210.08	142.58	352.67
แม่น้ำยมตอนล่างส่วนที่ 5	447.83	474.63	922.46

ตารางที่ 4.2.3-6 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำน่าน

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
แม่น้ำน่านตอนบน	0.04	0.68	0.72
ห้วยน้ำยาว (1)	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2/1	0.00	0.00	0.00
น้ำยาว (2)	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2/2	0.31	1.94	2.25
น้ำสมุน	0.84	3.38	4.22
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2/3	0.00	0.00	0.00
น้ำสา	3.68	5.46	9.15
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2/4	0.00	0.00	0.00
น้ำว่า	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 3/1	0.00	0.00	0.00
น้ำแหง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 3/2	0.00	0.00	0.00
น้ำปาด	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 4/1	0.00	0.00	0.00
คลองตรอน	5.01	13.60	18.61
แม่น้ำน่านส่วนที่ 4/2	0.52	0.56	1.08
แม่น้ำแควน้อยส่วนที่ 1	0.76	0.77	1.53
น้ำภาค	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำแควน้อยส่วนที่ 2	59.06	47.01	106.07
แม่น้ำน่านตอนล่างส่วนที่ 1	3.54	3.69	7.23
แม่น้ำวังทอง	91.35	92.66	184.01
แม่น้ำน่านตอนล่างส่วนที่ 2	611.56	534.38	1,145.94

ตารางที่ 4.2.3-7 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
บึงบอระเพ็ด	399.16	328.56	727.72
ที่ราบแม่น้ำเจ้าพระยา	5,689.02	3,908.78	9,597.80

ตารางที่ 4.2.3-8 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำสะแกกรัง

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
น้ำแม่วง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำสะแกกรังตอนล่างส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
คลองโพธิ์	0.00	0.00	0.00
ห้วยทับเสลา	46.39	40.11	86.50
แม่น้ำสะแกกรังตอนล่างส่วนที่ 2	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำสะแกกรังตอนล่างส่วนที่ 3	1.54	1.49	3.03

ตารางที่ 4.2.3-9 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำป่าสัก

กลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
แม่น้ำป่าสักตอนบน	17.86	24.51	42.38
ห้วยน้ำพุ	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำป่าสักส่วนที่ 2	13.24	19.62	32.86
คลองห้วยบ่อ	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำป่าสักส่วนที่ 3/1	2.92	2.89	5.81
ห้วยเกาะแก้ว	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำป่าสักส่วนที่ 3/2	0.00	0.00	0.00
ลำสนธิ	8.37	12.64	21.01
แม่น้ำป่าสักตอนล่างส่วนที่ 1	35.62	54.70	90.31
ห้วยหมวกเหล็ก	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำป่าสักตอนล่างส่วนที่ 2	101.54	82.44	183.98

ตารางที่ 4.2.3-10 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำท่าจีน

กลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
ห้วยกระเสียว	1.14	1.15	2.29
ที่ราบแม่น้ำท่าจีน	874.82	623.09	1,497.91

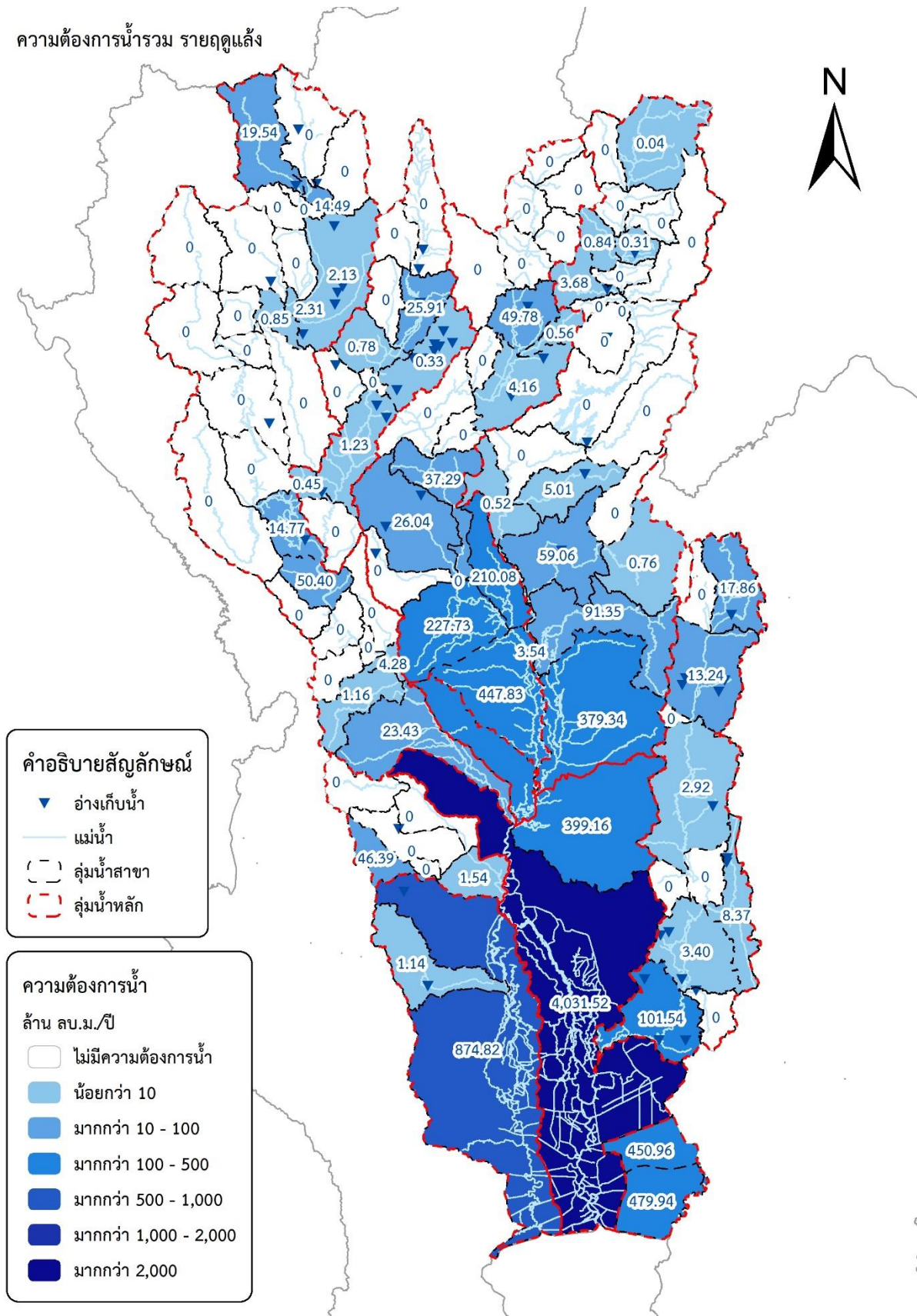
ตารางที่ 4.2.3-11 ปริมาณความต้องการน้ำรวมของกลุ่มน้ำบางปะกง

กลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม./ปี)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
ที่ราบแม่น้ำบางปะกงส่วนที่ 1	450.96	264.30	715.25
ที่ราบแม่น้ำบางปะกงส่วนที่ 2	479.94	239.16	719.10

ตารางที่ 4.2.3-12 สรุปปริมาณความต้องการน้ำรวมของพื้นที่การศึกษารายกลุ่มน้ำ

กลุ่มน้ำ	ปริมาณความต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม./ปี)
ลุ่มน้ำปิง	311.34
ลุ่มน้ำวัง	83.96
ลุ่มน้ำยม	2,059.97
ลุ่มน้ำน่าน	1,480.80
ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	10,325.53
ลุ่มน้ำสะแกกรัง	89.53
ลุ่มน้ำป่าสัก	376.35
ลุ่มน้ำท่าจีน	1,500.19
ลุ่มน้ำบางปะกง	1,434.36
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	17,662.03

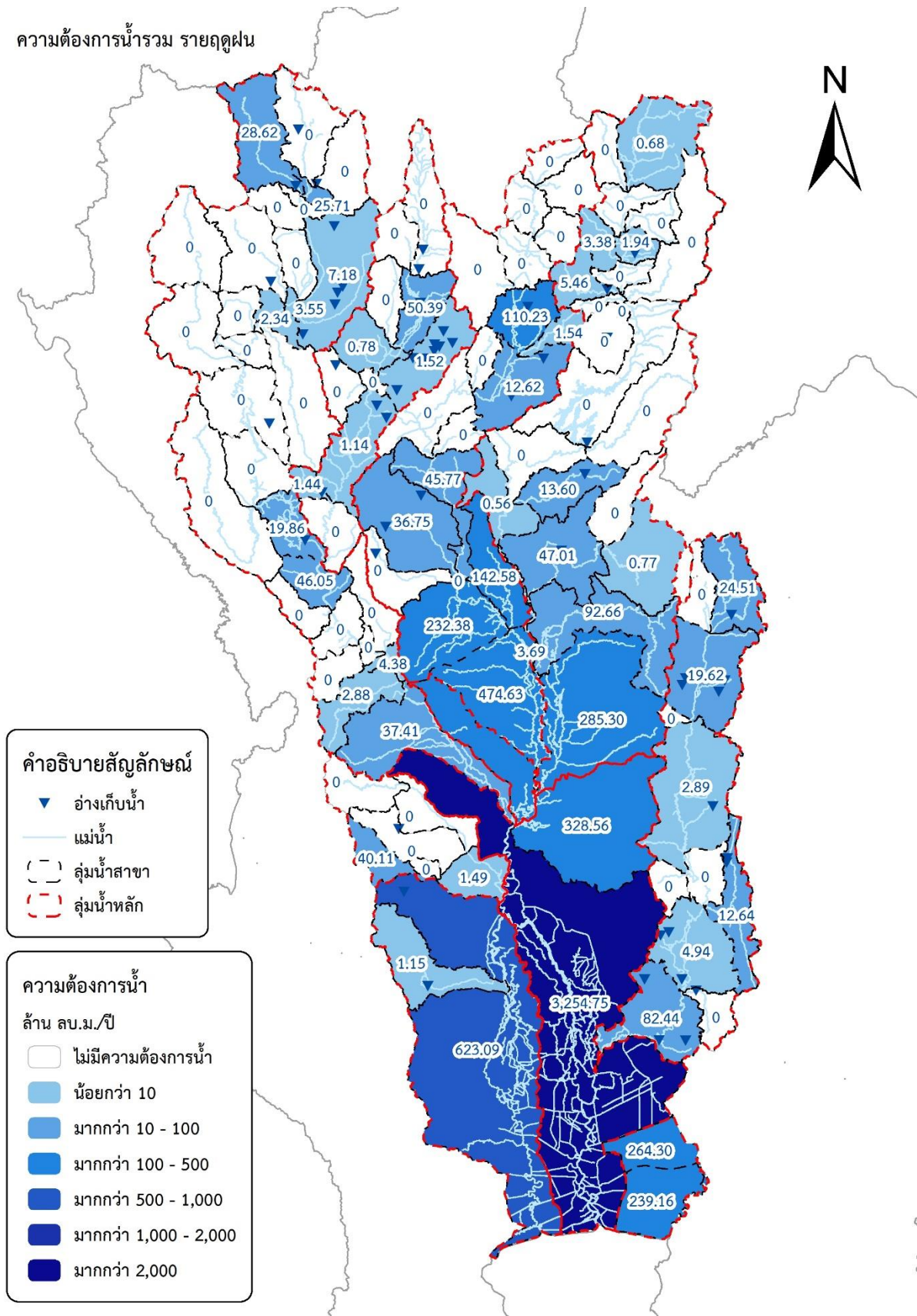
ความต้องการน้ำรวม รายฤดูแล้ง



รูปที่ 4.2.3-3 ปริมาณความต้องการน้ำรวมรายคู่มือน้ำสาขา (ฤดูแล้ง)

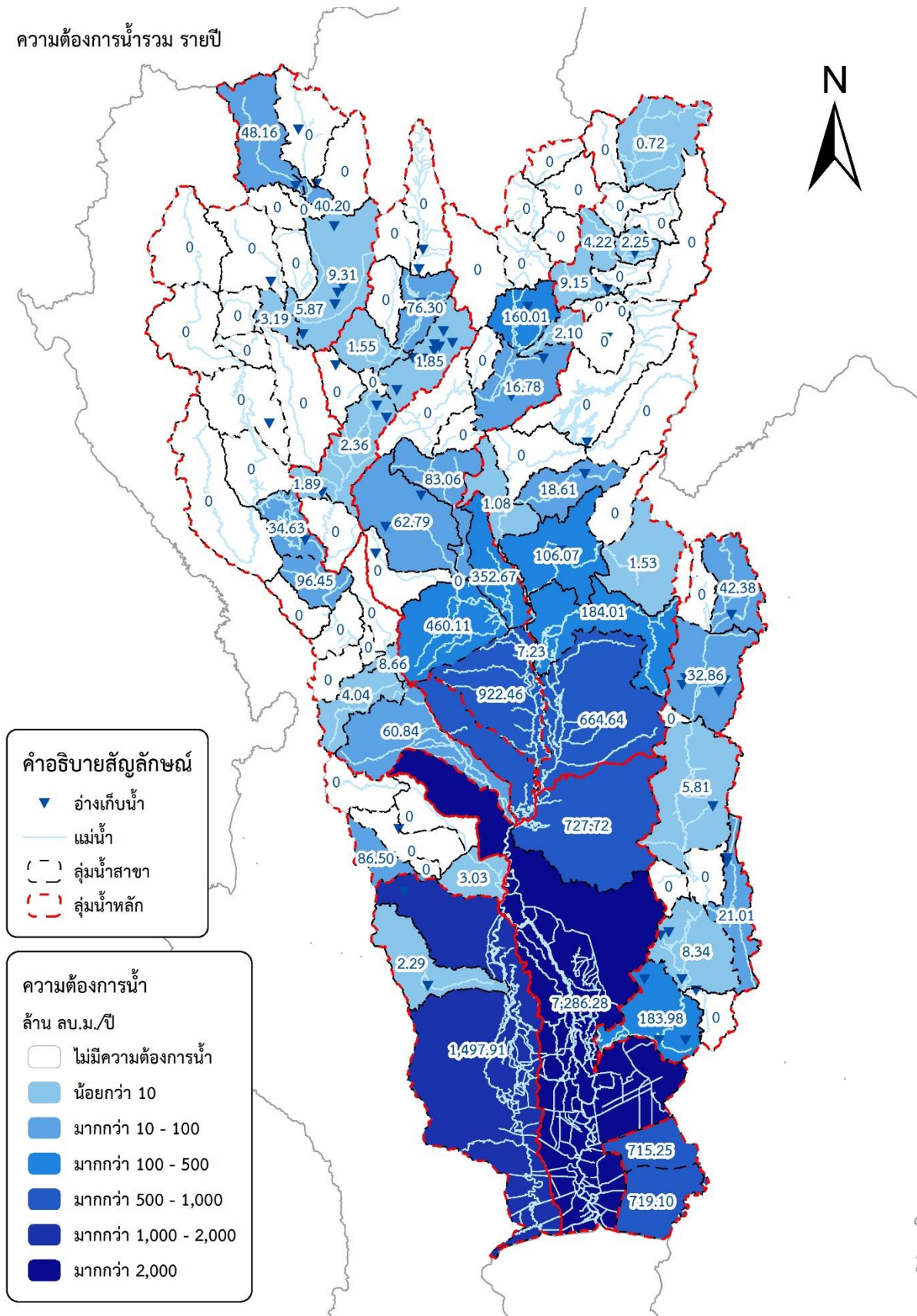


ความต้องการน้ำรวม รายฤดูฝน

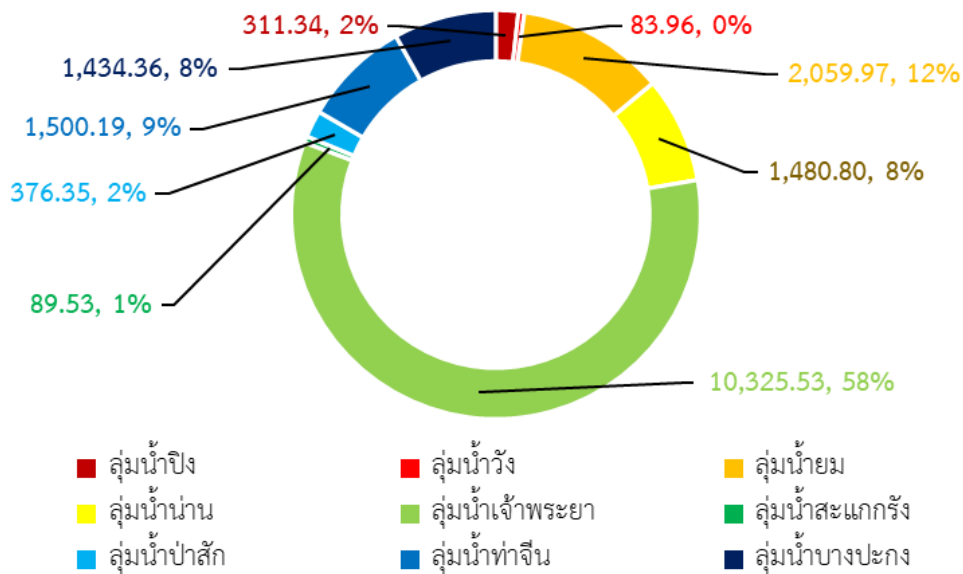


รูปที่ 4.2.3-4 ปริมาณความต้องการน้ำรวมรายกลุ่มน้ำสาขา (ฤดูฝน)

ความต้องการน้ำรวม รายปี



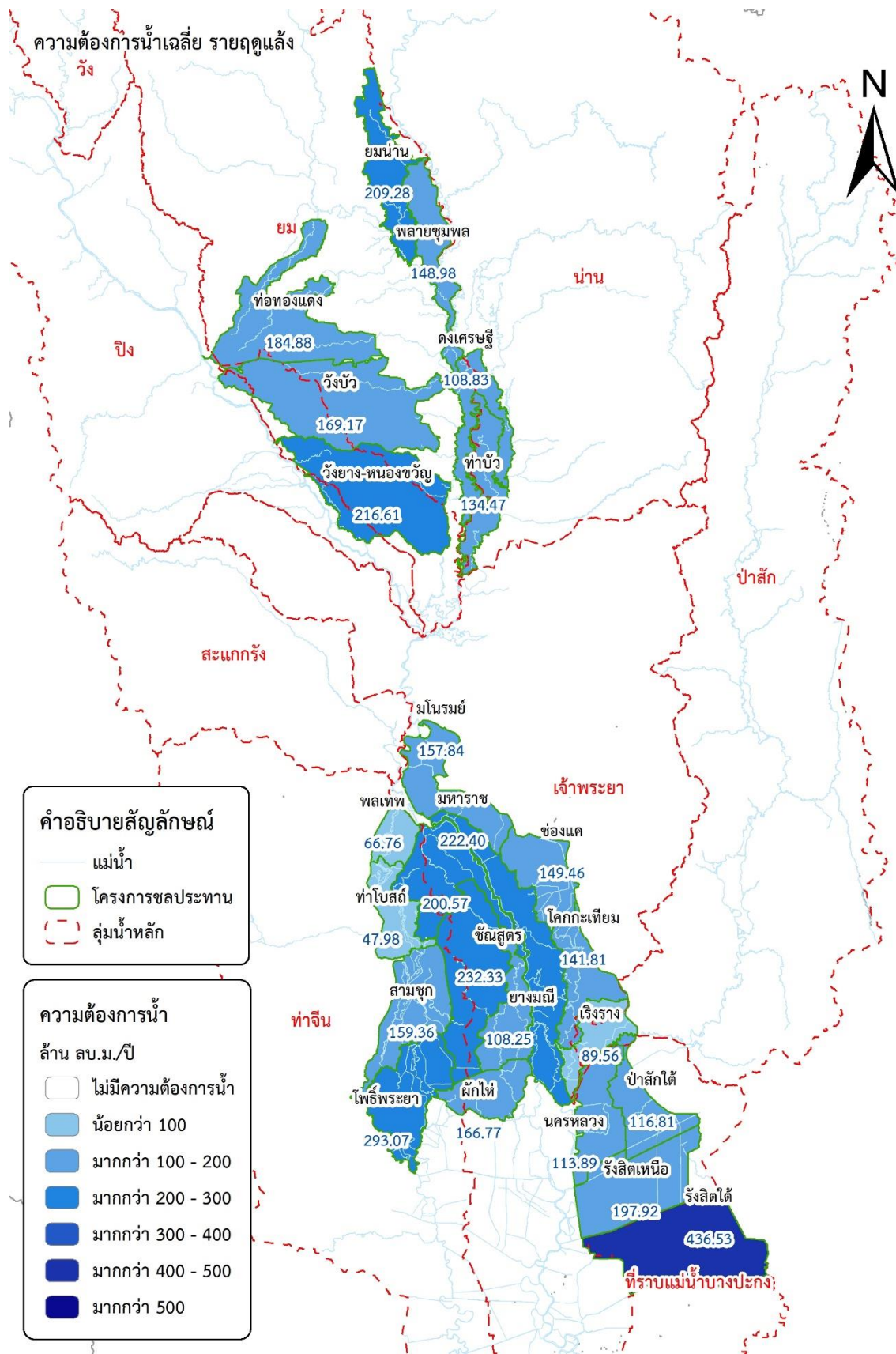
รูปที่ 4.2.3-5 ปริมาณความต้องการน้ำรวมรายกลุ่มน้ำสาขา (รายปี)



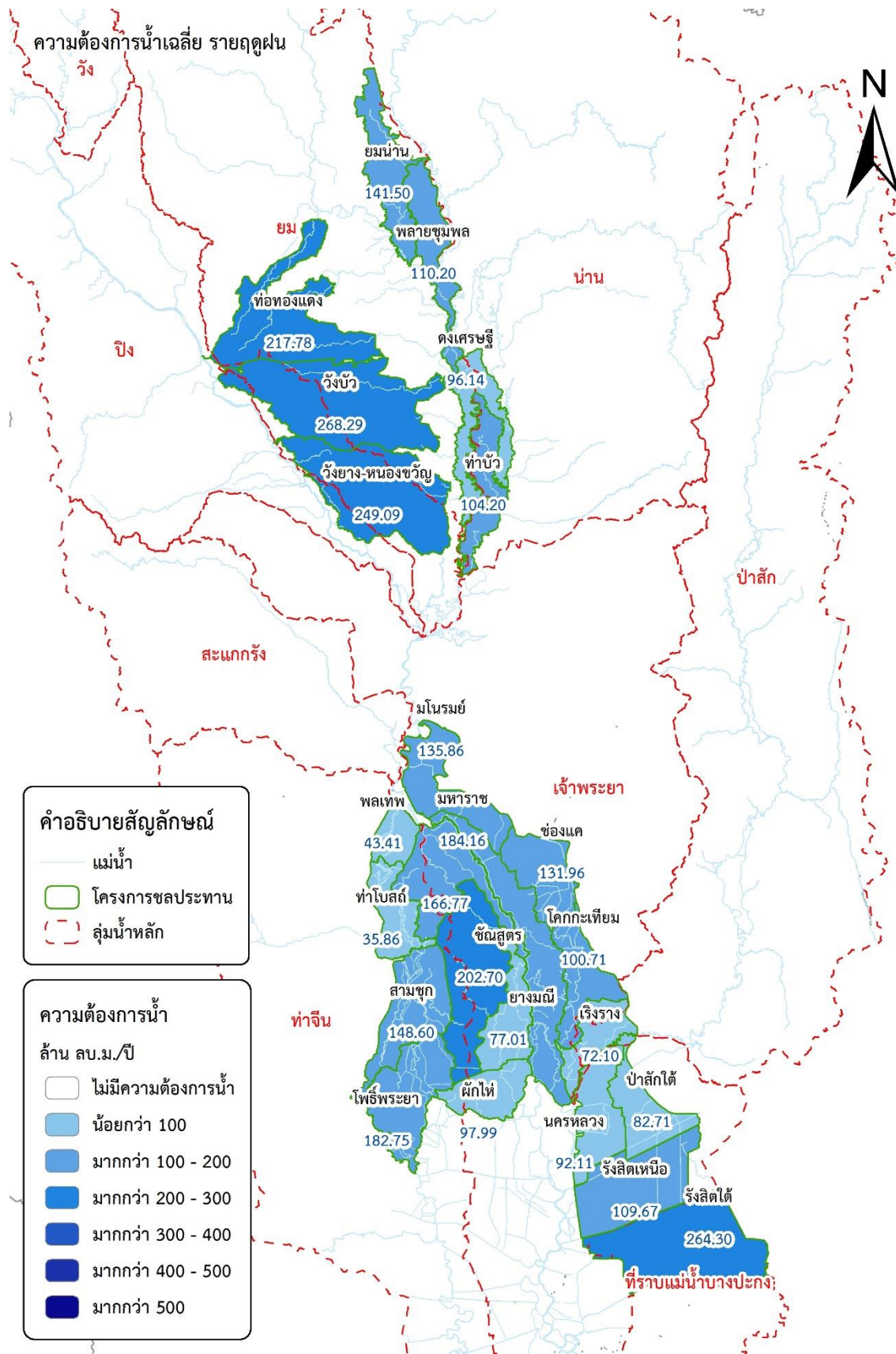
รูปที่ 4.2.3-6 สรุปปริมาณความต้องการน้ำรวมของพื้นที่การศึกษารายกลุ่มน้ำ

จากผลการประเมินปริมาณความต้องการน้ำของพื้นที่การศึกษารายกลุ่มน้ำสามารถสรุปผลโดยจำแนกตามรายการโครงการชลประทานในพื้นที่การศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.2.3-13 และ รูปที่ 4.2.3-7 ถึง รูปที่ 4.2.3-9 ตารางที่ 4.2.3-13 สรุปปริมาณความต้องการน้ำของพื้นที่การศึกษารายโครงการชลประทาน

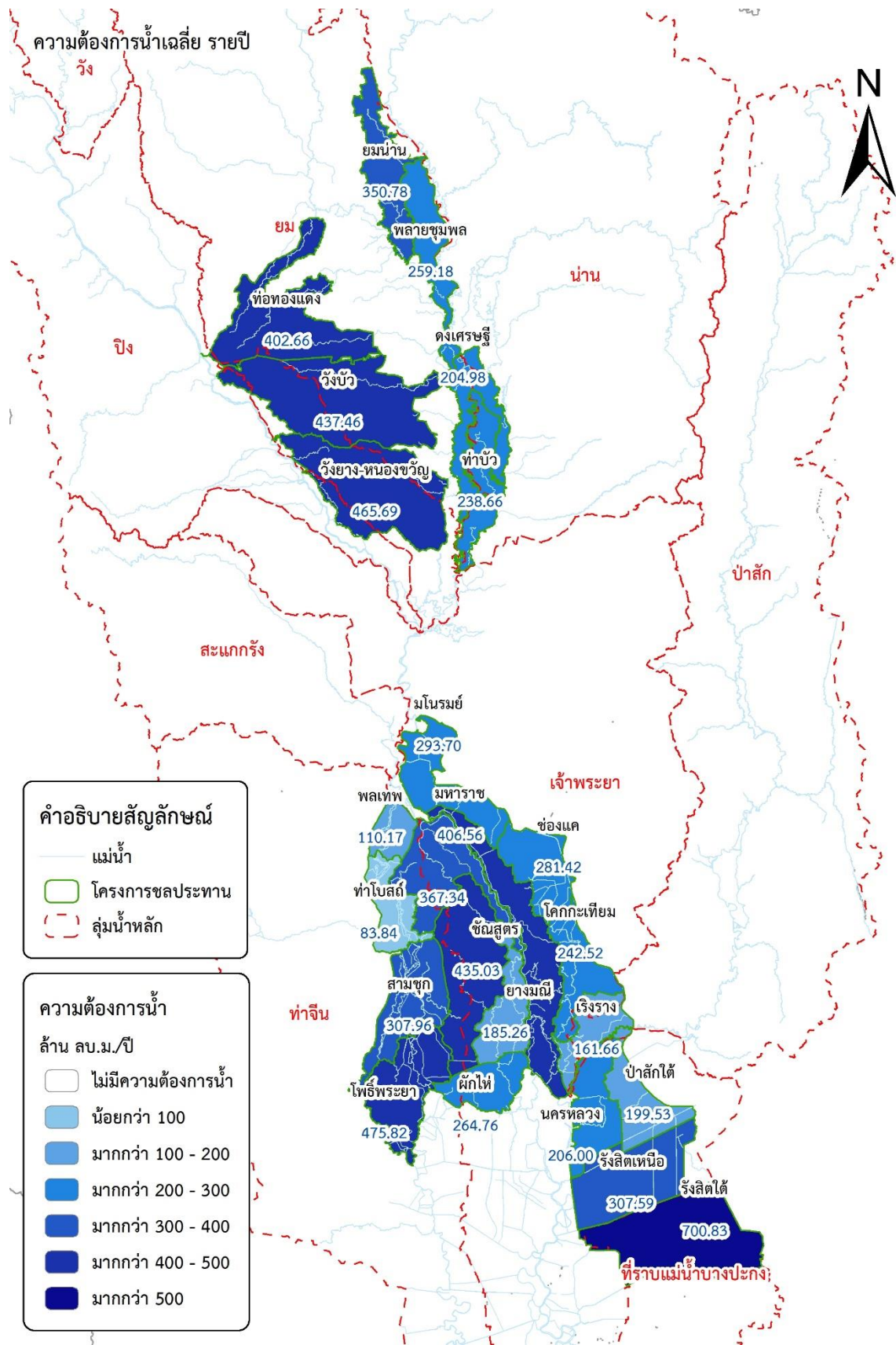
โครงการชลประทาน	ฤดูแล้ง (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝน (ล้าน ลบ.ม.)	รายปี (ล้าน ลบ.ม./ปี)
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามหาราช	222.40	184.16	406.56
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามโนรมย์	113.89	92.11	206.00
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาช่องแค	157.84	135.86	293.70
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเริงราง	149.46	131.96	281.42
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกะเทียม	116.81	82.71	199.53
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา	89.56	72.10	161.66
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก	141.81	100.71	242.52
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปางมณี	197.92	109.67	307.59
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ	436.53	264.30	700.83
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาผักไห่	293.07	182.75	475.82
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบรมธาตุ	159.36	148.60	307.96
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์	108.25	77.01	185.26
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชั้นสูตร	66.76	43.41	110.17
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาตงเศรษฐี	166.77	97.99	264.76
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว	200.57	166.77	367.34
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล	47.98	35.86	83.84
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง	232.33	202.70	435.03
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนม่าน	108.83	96.14	204.98
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว	134.47	104.20	238.66
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ	148.98	110.20	259.18



รูปที่ 4.2.3-7 ปริมาณความต้องการน้ำรายโครงการชลประทาน (ฤดูแล้ง)



รูปที่ 4.2.3-8 ปริมาณความต้องการน้ำรายโครงการชลประทาน (ฤดูฝน)



รูปที่ 4.2.3-9 ปริมาณความต้องการน้ำรายโครงการชลประทาน (รายปี)

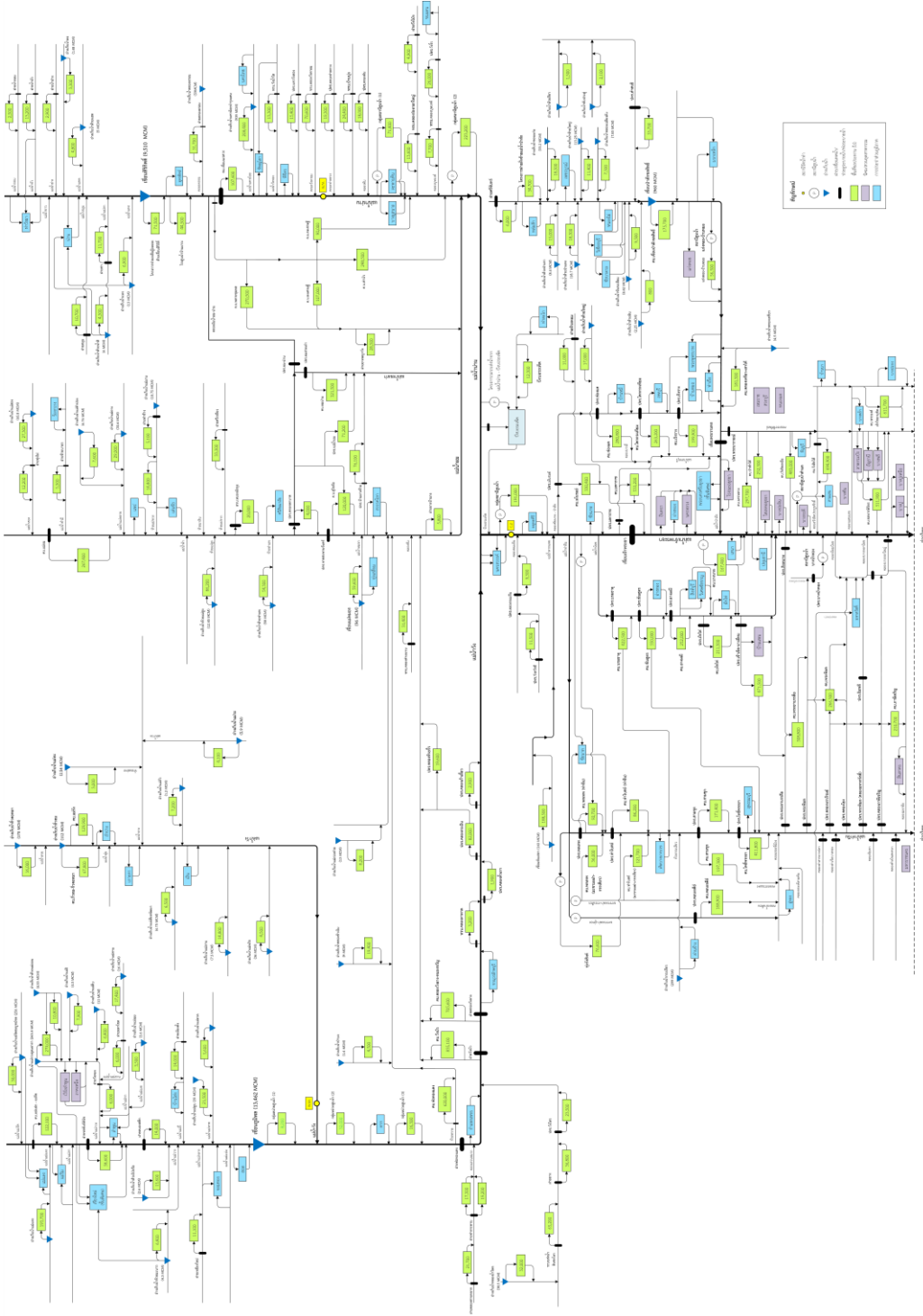
#### 4.2.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU ร่วมกับ Mike-Hydro (Basin)

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง 2 แบบจำลองร่วมกัน ได้แก่ แบบจำลอง DWCM-AgWU และแบบจำลอง Mike-Hydro (Basin) โดยมีรายละเอียดการศึกษาและผลการศึกษาดังนี้

##### 1) การเรียบเรียงข้อมูลและการนำเข้าข้อมูล

การนำเข้าข้อมูลในแบบจำลอง DWCM – AgWU ดำเนินการโดยอ้างอิงเซลล์การคำนวณขนาด 25 ตร.กม. (5 กม. x 5 กม.) หรือน้อยกว่า โดยข้อมูลที่จำเป็นสำหรับแบบจำลอง DWCM – AgWU ประกอบด้วย

- ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่ ข้อมูลระดับของพื้นที่ ข้อมูลทิศทางการไหลของลำน้ำ ระยะห่างระหว่างลำน้ำ ลำดับการไหล
- (2) ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ตำแหน่ง ขนาดความจุ และโค้งความจุ ข้อมูลปริมาณการระบาย น้ำสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ข้อมูลศักยภาพของการระบายน้ำผ่านทางระบายน้ำผิวดิน ปีที่เริ่มใช้งาน ข้อมูลพื้นที่ชลประทาน
- ข้อมูลพื้นที่ชลประทาน ได้แก่ ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งห้วยงาน ข้อมูลศักยภาพของโครงการ ข้อมูลขนาดของพื้นที่ชลประทาน (นาข้าว) ในแต่ละเซลล์การคำนวณ
- ข้อมูลปฏิทินการเพาะปลูกสำหรับนาข้าว ได้แก่ วันแรกที่เริ่มเพาะปลูก วันสุดท้ายที่ทำการเก็บเกี่ยว จำนวนวันที่ดำเนินการเพาะปลูกทั้งโครงการ จำนวนวันในการเจริญเติบโตของข้าว จำนวนวันที่ดำเนินการเก็บเกี่ยวทั้งโครงการ
- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบบจำลองคำนึงถึงลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดิน จำแนกได้ 5 ประเภทดังนี้ 1) นาข้าวในเขตชลประทาน 2) นาข้าวน้ำฝน 3) พื้นที่แหล่งน้ำ 4) พื้นที่ ป่าไม้ 5) พื้นที่เกษตรอื่น ๆ และ 6) พื้นที่อื่น ๆ
- ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ข้อมูลฝน และข้อมูลสภาพภูมิอากาศอื่น ๆ ที่ใช้สำหรับการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง อาทิเช่น อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ชั่วโมงแสงแดด ความเร็วลม โดยดำเนินการเฉลี่ยข้อมูลสภาพภูมิอากาศเชิงพื้นที่ ด้วยวิธี Inverse Distance



รูปที่ 4.4-1 แผนผังระบบส่งน้ำของพื้นที่การศึกษา



## 2) การประยุกต์ใช้แบบจำลองต้นแบบ

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM – AgWU สำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างมีกระบวนการปรับปรุงแบบจำลอง และประยุกต์ใช้แบบจำลอง ซึ่งการจำลองมีขั้นตอนการคำนวณเป็นรายวันและมีระยะเวลาในการจำลองทั้งหมด 9 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2551 – พ.ศ.2559 โดยกำหนดให้ พ.ศ.2551 เป็นช่วงเตรียมความพร้อมแบบจำลอง (Warm up) และแสดงผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองจำนวน 8 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2552 – พ.ศ.2559 โดยมีรายละเอียดของกระบวนการประยุกต์ใช้แบบจำลองต้นแบบดังนี้

- การกำหนดเซลล์การคำนวณและลำดับการคำนวณ

เซลล์การคำนวณขนาด 25 ตร.กม.หรือน้อยกว่า ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างทั้งหมดจำนวน 4,554 เซลล์ และมีลำดับในการคำนวณแสดงดังรูปที่ 4.2.2-1 ซึ่งลำดับการคำนวณดังกล่าวมีความสอดคล้องกับทิศทางการไหลกล่าวคือ เซลล์พื้นที่ท้ายน้ำจะต้องมีลำดับในการคำนวณหลังเซลล์ในพื้นที่ต้นน้ำ โดยกำหนดให้มีจุดทางออกของพื้นที่ลุ่มน้ำ 2 จุด ณ อ่าวไทย ที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ และอำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร โดย รายละเอียดของการกำหนดเซลล์การคำนวณ และลำดับการคำนวณอธิบายไว้ดังหัวข้อ 4.2.2 การจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อนำเข้าแบบจำลอง

- การกำหนดลุ่มน้ำย่อย

การกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยดำเนินการสำหรับการปรับค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองย่อย การคำนวณปริมาณน้ำท่า โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM – AgWU สำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง กำหนดให้มีลุ่มน้ำย่อยจำนวน 8 ลุ่มน้ำ ได้แก่ 1) ปิง 2) วัง 3) ยม 4) น่าน 5) เจ้าพระยา 6) สะแกกรัง 7) ป่าสัก และ 8) ท่าจีน โดยการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำพิจารณาจากมาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา ของคณะกรรมการศูนย์ข้อมูลสารสนเทศ (น้ำผิวดิน) ภายใต้คณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ

- การกำหนดปฏิทินการเพาะปลูก

ปฏิทินการเพาะปลูกกำหนดสำหรับนาข้าวทั้ง นาข้าวในเขตพื้นที่ชลประทาน และนาข้าวในพื้นที่เกษตรน้ำฝน ซึ่งปฏิทินการเพาะปลูกส่งผลต่อการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำสำหรับนาข้าว การคำนวณพื้นที่เพาะปลูก โดยในเขตพื้นที่ชลประทานกำหนดให้มีการปลูกข้าว 2 ครั้ง ได้แก่ 1) นาปรัง เริ่มทำการเพาะปลูกตั้งแต่กลางเดือนมกราคม มีช่วงระยะเวลาปลูกประมาณ 30 วัน มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 91 วัน และมีช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวประมาณ 45 วัน และ 2) นาปี เริ่มทำการเพาะปลูกตั้งแต่เดือนกรกฎาคม มีช่วงระยะเวลาปลูกประมาณ 45 วัน มีระยะเวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 120 วัน และมีช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวประมาณ 45 วัน โดยการ กำหนดปฏิทินการเพาะปลูกในเขตพื้นที่ชลประทานอ้างอิงตามข้อมูลการผันน้ำเข้าสู่พื้นที่ชลประทาน ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเจ้าพระยาตอนล่าง สำหรับพื้นที่นาข้าวในพื้นที่เกษตรน้ำฝนกำหนดให้มีการเพาะปลูกเพียงช่วงนาปีเนื่องจากไม่ได้อยู่ในเขตพื้นที่ชลประทาน และอาศัยเพียงน้ำฝนในการเพาะปลูก โดยมีช่วงเวลาในการเพาะปลูกเช่นเดียวกับนาปี ในพื้นที่เขตชลประทาน

- การคำนวณสภาพการไหลภายใต้การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM – AgWU - Mike Hydro (Basin) สำหรับลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตอนล่างคำนวณสภาพการไหลภายใต้การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำจำนวน 23 แห่ง ซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 6 แห่ง และ อ่างเก็บน้ำขนาดกลางจำนวน 17 แห่ง โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 4.2.4-1 โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองในงานวิจัยนี้ดำเนินการละเว้นการคำนวณการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กเนื่องจากมีปริมาณความจุของอ่างเก็บน้ำน้อยมากเมื่อเทียบกับอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง

การคำนวณสภาพการไหลภายใต้การบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ อ่างเก็บน้ำถูกกำหนดตำแหน่งที่ตั้งบริเวณระหว่างเซลล์คำนวณซึ่งส่งผลกระทบต่ออ่างเก็บน้ำบางแห่งหากอ่างเก็บน้ำหลายแห่งตั้งอยู่ในเซลล์คำนวณเดียวกัน ดังนั้นในขั้นตอนของการนำเข้าสู่ข้อมูลจึงมีการปรับแก้ข้อมูลของอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ อาทิเช่น ข้อมูลความจุสูงสุดของอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลพื้นที่การใช้น้ำ โดยการรวมอ่างเก็บน้ำทั้งหมดในเซลล์คำนวณนั้น ๆ ให้มีแห่งเดียว

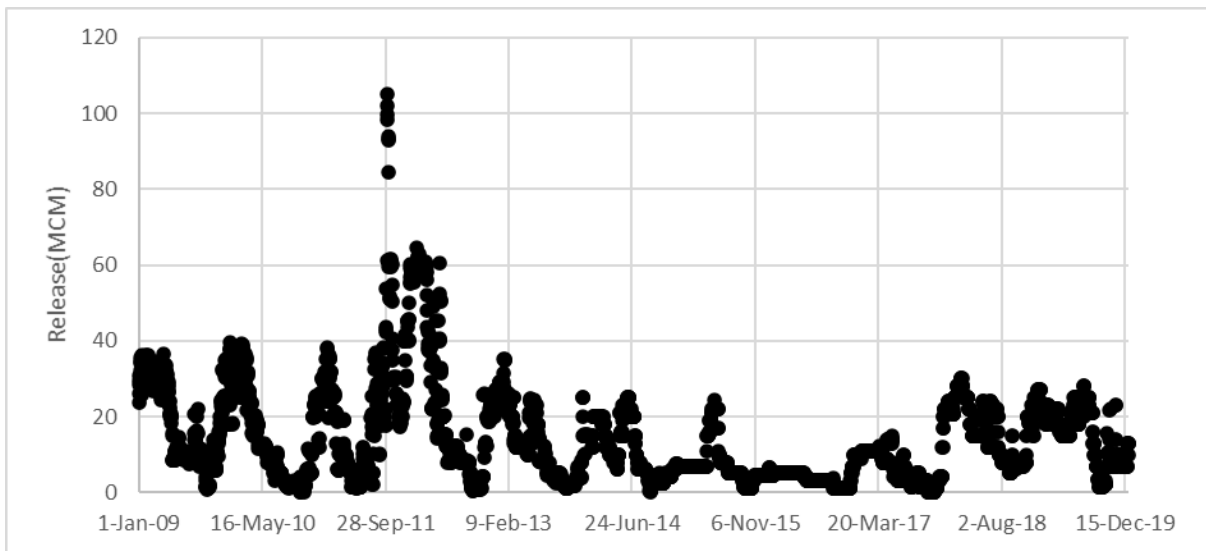
ตารางที่ 4.2.4-1 อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่

ลำดับ	ขนาดอ่างเก็บน้ำ	ชื่ออ่างเก็บน้ำ
1	ใหญ่	สิริกิติ์
2	ใหญ่	ภูมิพล
3	ใหญ่	แควน้อยบำรุงแดน
4	ใหญ่	ทับเสลา
5	ใหญ่	ป่าสักชลสิทธิ์
6	ใหญ่	กระเสี้ยว
7	กลาง	บ้านดง
8	กลาง	คลองเพรียว
9	กลาง	ห้วยหินขาว
10	กลาง	บ้านหนองโพธิ์
11	กลาง	หมวกเหล็ก
12	กลาง	ห้วยส้ม
13	กลาง	ห้วยยางสาม
14	กลาง	ห้วยท่าเตี๋ย
15	กลาง	ห้วยยางหนึ่ง
16	กลาง	ห้วยขุนแก้ว
17	กลาง	วังร่มเกล้า
18	กลาง	บึงบอระเพ็ด
19	กลาง	คลองน้ำไหล
20	กลาง	คลองข้างใน
21	กลาง	แม่กองค้าย
22	กลาง	ห้วยแม่สูง
23	กลาง	ห้วยทรง

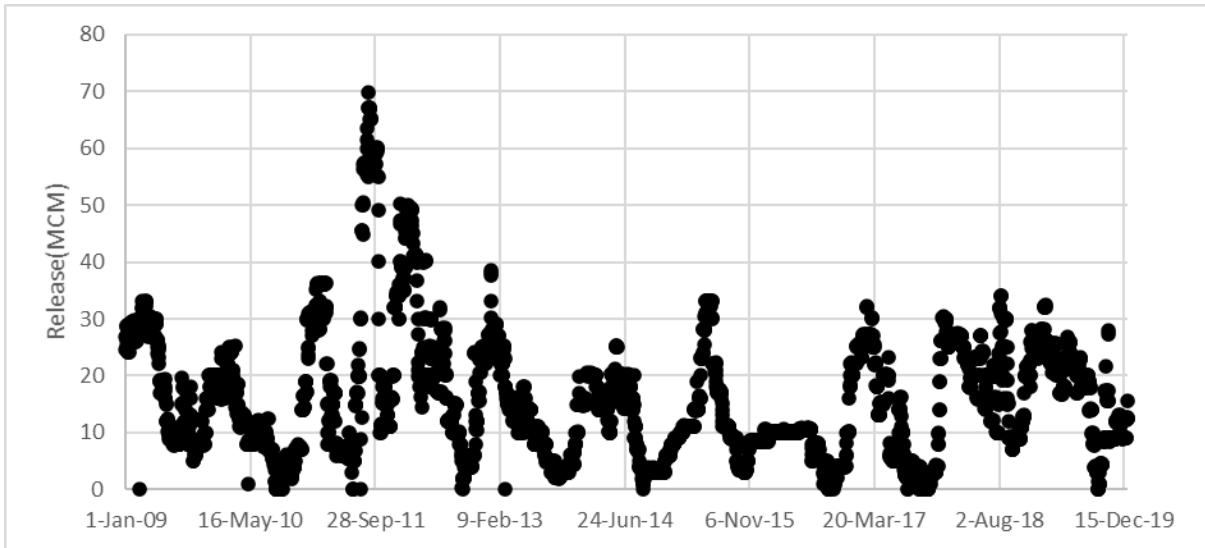
- การบริหารจัดการน้ำชลประทานสำหรับพื้นที่ชลประทาน

การบริหารจัดการน้ำชลประทานสำหรับพื้นที่ชลประทานดำเนินการโดยแบบจำลองย่อย การ จัดสรรน้ำเพื่อพื้นที่ชลประทาน โดยแบบจำลองคำนวณปริมาณน้ำชลประทานที่สามารถส่งให้แก่พื้นที่ เพาะปลูกข้าวในพื้นที่ชลประทานตามปริมาณความต้องการที่คำนวณโดยแบบจำลองย่อยการคำนวณ ใช้น้ำในนา ข้าว โดยปริมาณน้ำชลประทานที่ผันเข้าสำหรับพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทาน โดยคำนึงถึงปริมาณความต้องการน้ำ จากนาข้าว ความสามารถในการรับของอาคารรับน้ำ หรือ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ ในแม่น้ำ แบบจำลองการจัดสรรน้ำ เพื่อพื้นที่ชลประทาน

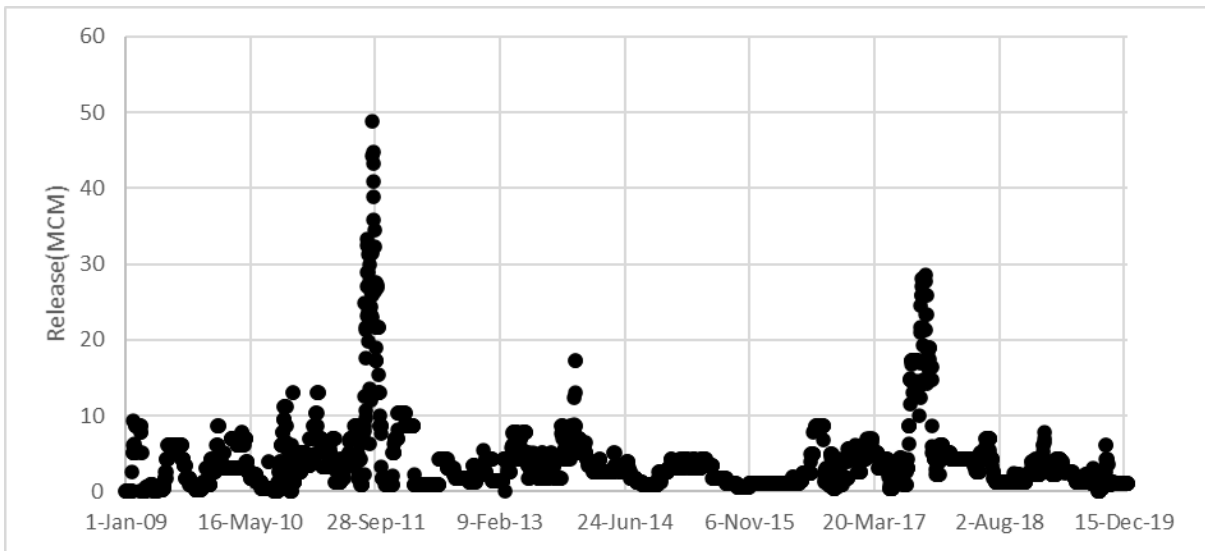
สำหรับกระบวนการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลองกำหนดให้ใช้ค่าตรวจวัดของ ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ประกอบด้วย เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ เขื่อนทับเสลา และเขื่อนกระเสียว แทนที่ค่าที่ได้จากโมดูลการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำโดย ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนดังกล่าวแสดงดัง **รูปที่ 4.2.4-2** ถึง **รูปที่ 4.2.4-7** และกำหนดให้ใช้ ปริมาณน้ำที่ผันเข้าสู่พื้นที่ชลประทานซึ่งเป็นค่าตรวจวัดปริมาณน้ำที่ผ่านประตูระบายน้ำปากคลองชลประทานซึ่ง เป็นอาคารรับน้ำเข้าสู่โครงการชลประทานทดแทนค่าที่คำนวณได้จากโมดูล การบริหารจัดการน้ำชลประทาน สำหรับพื้นที่ชลประทาน ซึ่งโครงการชลประทานที่กำหนดให้ใช้ค่าตรวจวัดดังกล่าว ได้แก่ โครงการชลประทาน บริเวณจังหวัดกำแพงเพชร ประกอบด้วย ทรบ.ท่อทองแดง ทรบ.วังบัว และทรบ.วังยาง ทรบ.หนองขวัญ และ โครงการชลประทานบริเวณจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดพิจิตร ซึ่งรับน้ำผ่านคลองชลประทานบริเวณหน้าเขื่อน นเรศวร ประกอบด้วย ปตร.ปากคลองสายใหญ่ฝั่งขวา ปตร.ปากคลองสายใหญ่ฝั่งซ้าย (PLO และ PL1) และคลอง DL1 โดยค่าปริมาณน้ำตรวจวัดรวมที่ผันเข้าสู่โครงการชลประทานบริเวณจังหวัดกำแพงเพชร และโครงการ ชลประทานบริเวณจังหวัดพิษณุโลกแสดงดัง**รูปที่ 4.2.4-8** และ **รูปที่ 4.2.4-9** ตามลำดับ



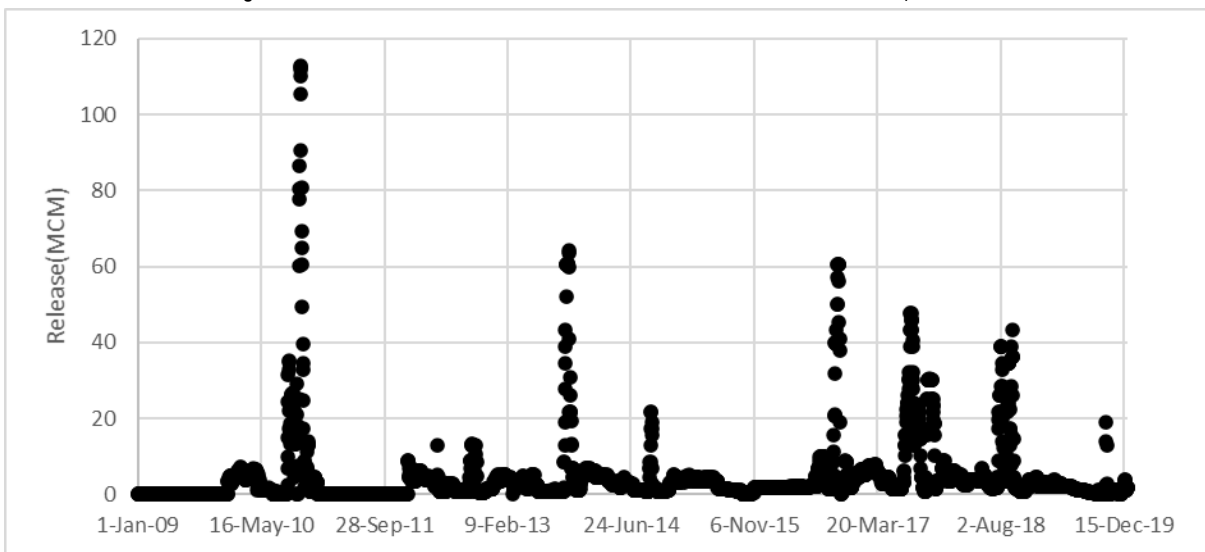
รูปที่ 4.2.4-2 ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนภูมิพล



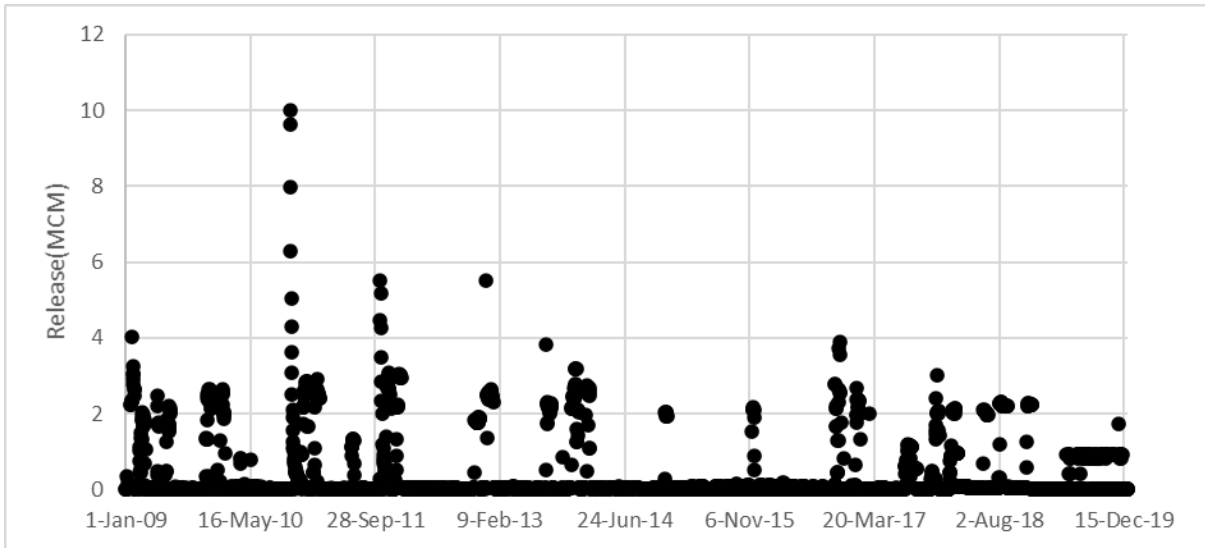
รูปที่ 4.2.4-3 ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนสิริกิติ์



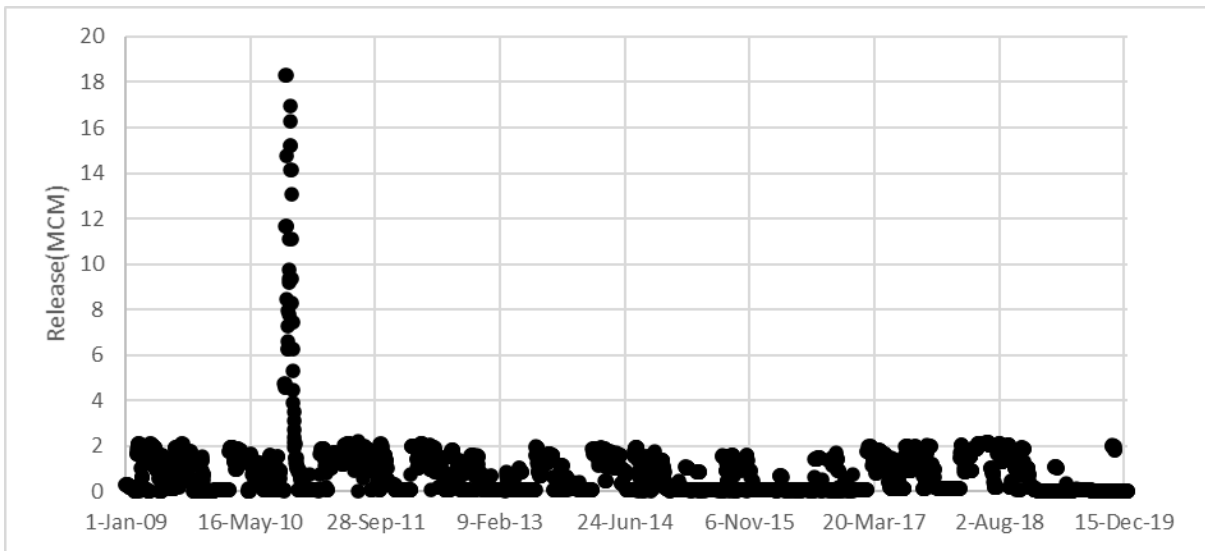
รูปที่ 4.2.4-4 ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนแควน้อยบำรุงแดน



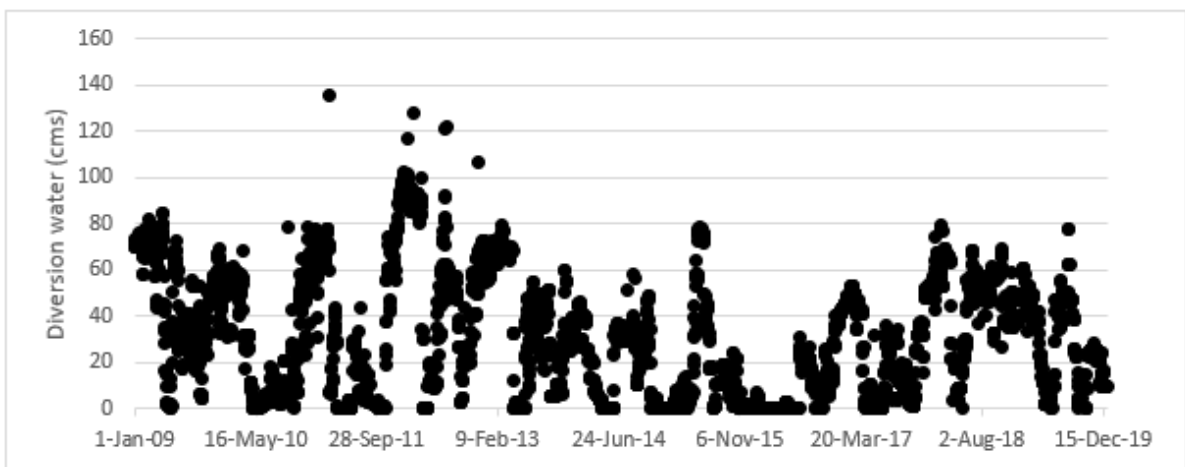
รูปที่ 4.2.4-5 ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์



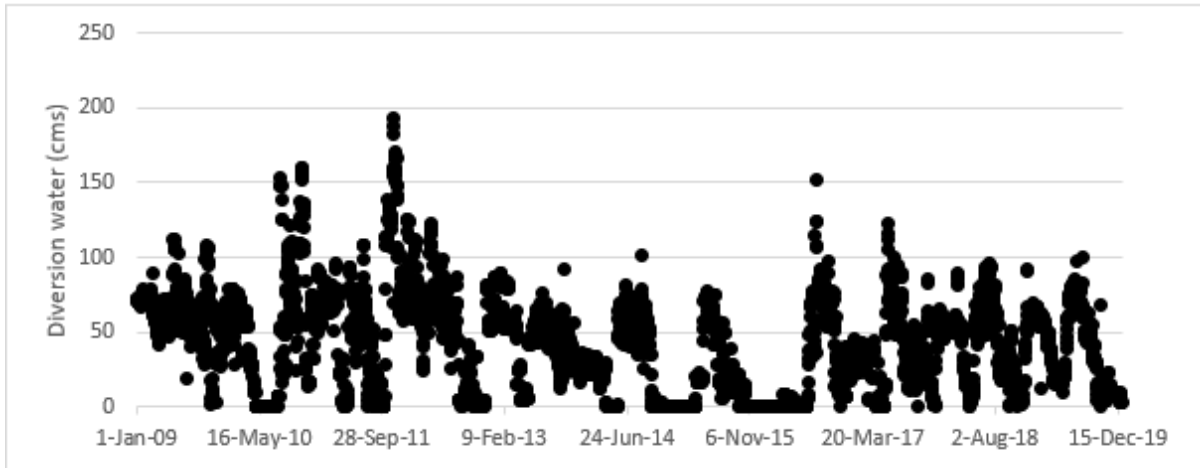
รูปที่ 4.2.4-6 ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนทับเสลา



รูปที่ 4.2.4-7 ปริมาณน้ำที่ระบายออกจากเขื่อนกระเสียว



รูปที่ 4.2.4-8 ปริมาณน้ำรวมที่ผันเข้าสู่โครงการชลประทานบริเวณจังหวัดกำแพงเพชร



รูปที่ 4.2.4-9 ปริมาณน้ำรวมที่ผันเข้าสู่โครงการชลประทานบริเวณจังหวัดพิษณุโลก

#### 4.2.5 การสอบเทียบแบบจำลอง DWCM-AgWU – Mike Hydro (Basin)

การสอบเทียบแบบจำลองเริ่มต้นจากการนำผลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง DWCM – AgWU เข้าสู่แบบจำลอง Mike Hydro (Basin) จากนั้นแบบจำลอง Mike Hydro (Basin) จะคำนวณปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำจริงในพื้นที่โดยพิจารณาจากข้อมูลความต้องการใช้น้ำรวมถึงการบริหารจัดการน้ำและอ่างเก็บน้ำ ผลปริมาณน้ำท่าที่ได้จาก Mike Hydro (Basin) จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยใช้เกณฑ์การประเมิน 3 เกณฑ์ ได้แก่  $R^2$  (Coefficient of Determination), NSE (Nash Sutcliff Coefficient) และ PBIAS โดยในขั้นแรกจะประเมินโดยใช้เกณฑ์  $R^2$  และ NSE ซึ่งต้องมีค่ามากกว่า 0.6 ขึ้นไป ตารางที่ 4.2.5-1 แสดงเกณฑ์การประเมินผลของแบบจำลองโดยค่า NSE หากมีค่ามากกว่า 0.6 ขึ้นไปแสดงให้เห็นว่าผลที่ได้จากแบบจำลองมีค่าที่เชื่อถือได้ อย่างไรก็ตามหากผลที่ได้มีค่าการประเมินต่ำกว่า 0.6 จะต้องทำการพิจารณาค่า PBIAS ซึ่งหากค่า PBIAS มีค่าน้อยกว่า 0 จะต้องกลับไปปรับค่าพารามิเตอร์ใน DWCM-AgWU โดยมีแนวทางในการปรับเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำท่า ในทางกลับกันหากค่า PBIAS มีค่ามากกว่า 0 จะต้องกลับไปปรับค่าพารามิเตอร์ใน DWCM – AgWU โดยมีแนวทางในการปรับเพื่อลดปริมาณน้ำท่า

สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลความถูกต้องของแบบจำลองมีจำนวนทั้งสิ้น 3 เกณฑ์ ได้แก่

1. ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination,  $R^2$ )
2. ค่า Nash – Sutcliffe Efficiency และ
3. ร้อยละความเอนเอียงของการประมาณ (Percent Bias, PBIAS)

1. ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination,  $R^2$ )

$$R^2 = \left( \frac{COV(O,P)}{\sqrt{VAR(O)VAR(P)}} \right)^2 \quad \text{สมการที่ 4.2.5-1}$$

2. ค่าความแม่นยำ (Nash – Sutcliffe Efficiency, NSE)

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{สมการที่ 4.2.5-2}$$

3. ร้อยละความเอนเอียงของการประมาณ (Percent Bias, PBIAS)

$$PBIAS = 100 \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)}{\sum_{i=1}^n O_i} \quad \text{สมการที่ 4.2.5-3}$$

เมื่อ  $x_i$  คือ ค่าตรวจวัด,  $y_i$  คือ ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง,  $\bar{x}$  คือ ค่าเฉลี่ยของค่าตรวจวัด,  $\bar{y}$  คือ ค่าเฉลี่ยที่ของค่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง และ  $n$  คือจำนวนชุดข้อมูล

ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ ( $R^2$ ) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งหากมีค่าใกล้ 0 นั้นหมายความว่าตัวแปรทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์กันน้อยในเชิงตรงกันข้าม หากมีค่าเข้าใกล้ 1 นั้นหมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมาก ส่วนการแปลผลของค่า NSE แสดงดังตารางที่ 4.2.5-1 ซึ่งหากค่า NSE มีค่ามากกว่า 0 สามารถแปลผลความแม่นยำของการคาดคะเนว่าแบบจำลองสามารถคาดคะเนโดยมีความแม่นยำมากกว่าค่าเฉลี่ย ในขณะที่ค่า NSE น้อยกว่า 0 สามารถแปลผลความแม่นยำของการคาดคะเนว่าแบบจำลองสามารถคาดคะเนโดยมีความแม่นยำน้อยกว่าค่าเฉลี่ย ในส่วนของดัชนีสมมูลน้ำเป็นดัชนีที่แสดงความแม่นยำของการคาดคะเนของแบบจำลองโดยพิจารณาสมมูลของปริมาณน้ำทำการเปรียบเทียบปริมาณน้ำทำระหว่างค่าที่ได้จากการคาดคะเนโดยแบบจำลองและค่าตรวจวัด หากมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าแบบจำลองสามารถคาดคะเนปริมาณน้ำโดยไม่มีความผิดพลาด หากมีค่ามากกว่า 0 แสดงว่าแบบจำลองคาดคะเนปริมาณน้ำมากกว่าค่าตรวจวัด และในทางกลับกัน หากค่าสมมูลน้ำมีค่าน้อยกว่า 0 แสดงว่าแบบจำลองคาดคะเนปริมาณน้ำทำได้น้อยกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัด

ตารางที่ 4.2.5-1 การแปลความหมายความแม่นยำของการพยากรณ์โดยแบบจำลอง

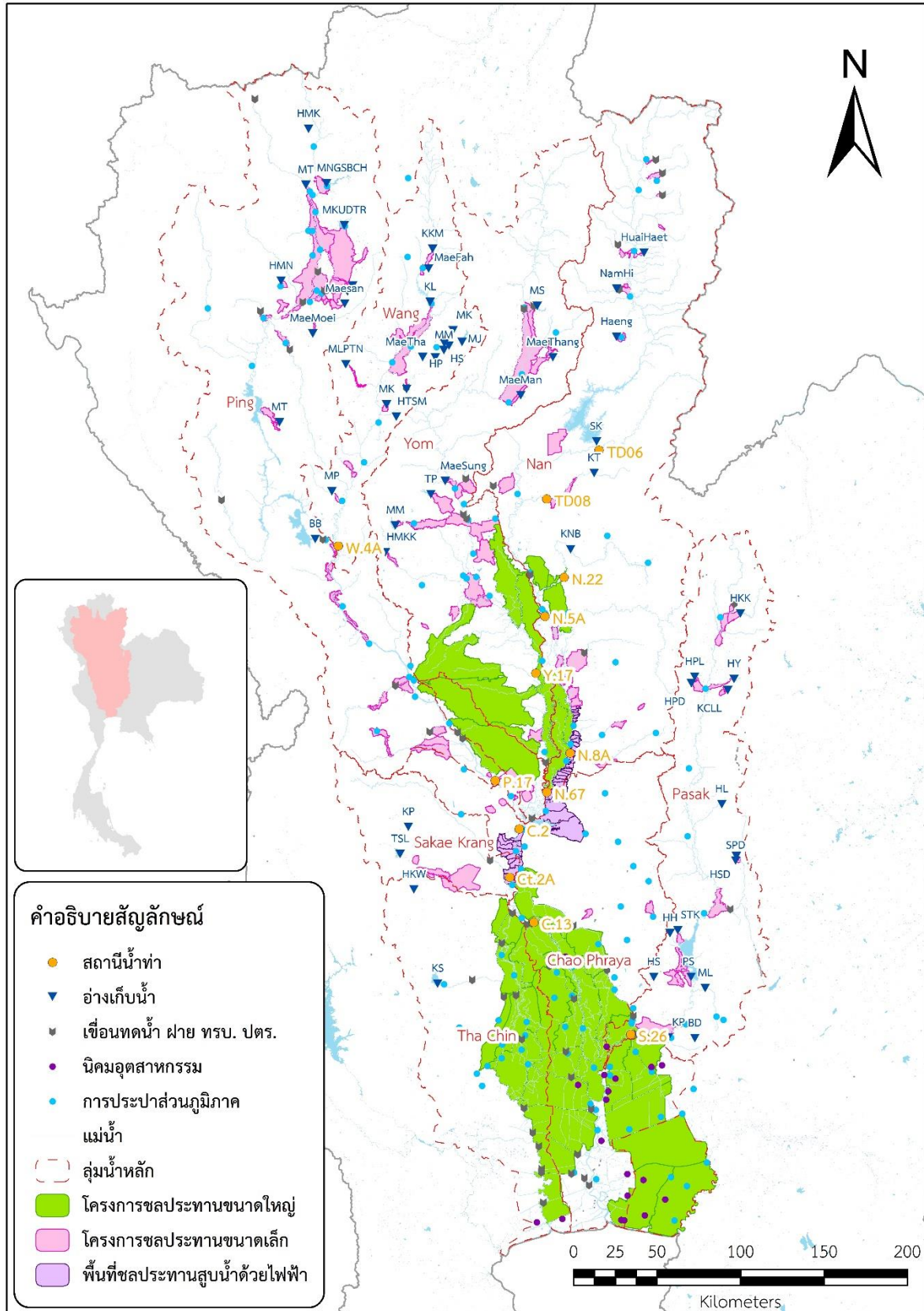
Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)	การแปลความหมายของความแม่นยำในการคาดคะเน
1	แบบจำลองสามารถคาดคะเนโดยไม่มีความผิดพลาด
0-1	แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าโดยมีความแม่นยำกว่าการใช้ค่าเฉลี่ย
< 0	แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าโดยมีความแม่นยำน้อยกว่าการใช้ค่าเฉลี่ย
>> 0.75	Good Prediction (Lian et al., 2007)
0.36-0.75	Satisfactory Prediction (Lian et al., 2007)

ที่มา : วราวุธ (2553)

การสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลอง Mike Hydro (Basin) ในการสอบเทียบสถานีตรวจวัดน้ำท่า 7 แห่ง แสดงดังรูปที่ 4.2.5-1 ได้แก่ W.4A, P.17, Y.17, N.67, N.5A, C.2 และ C.13 ในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ.2552 – 2557 โดยผลจากการสอบเทียบแบบจำลองพิจารณาปริมาณน้ำไหลผ่านสถานีตรวจวัดน้ำท่า พบว่า ในทุกจุดที่ทำการสอบเทียบแบบจำลองมีค่า  $R^2$  ระหว่าง 0.40 ถึง 0.85 มีค่า NSE ระหว่าง 0.40 ถึง 0.83 และมีค่า PBIAS อยู่ในช่วงระหว่าง -24.71 % ถึง 5.01 % และในช่วงการทวนสอบ ในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ.2558 – 2563 แบบจำลองมีค่า  $R^2$  ระหว่าง 0.21 ถึง 0.68 มีค่า NSE ระหว่าง 0.12 ถึง 0.68 และมีค่า PBIAS อยู่ในช่วงระหว่าง -35.27 % ถึง 1.96 % แสดงดังตารางที่ 4.2.5-2

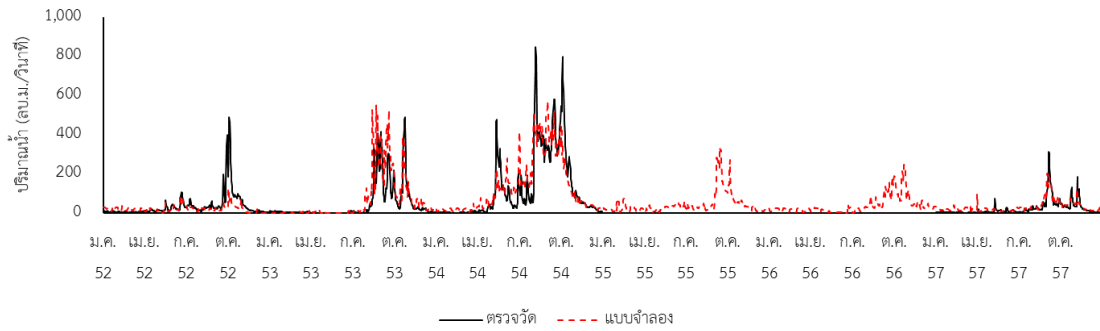
ตารางที่ 4.2.5-2 ผลการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลอง Mike Hydro (Basin)

สถานี	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง			ผลการทวนสอบแบบจำลอง		
	$R^2$	NSE	PBIAS	$R^2$	NSE	PBIAS
W.4A	0.55	0.54	-6.09	0.68	0.68	1.96
P.17	0.73	0.62	-21.90	0.67	0.34	-35.27
Y.17	0.40	0.40	5.01	0.37	0.37	0.81
N.67	0.81	0.65	-16.62	0.68	0.60	-12.89
N.5A	0.85	0.83	-7.68	0.21	0.12	-3.18
C.2	0.80	0.74	-12.18	0.64	0.61	-6.07
C.13	0.75	0.60	-24.71	0.52	0.48	0.94

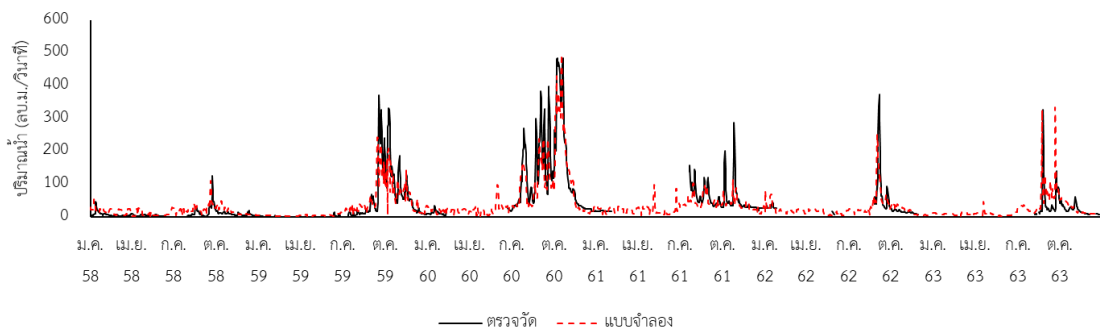


รูปที่ 4.2.5-1 สถานีตรวจวัดน้ำท่าของพื้นที่การศึกษาที่ทำการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลอง Mike Hydro (Basin)

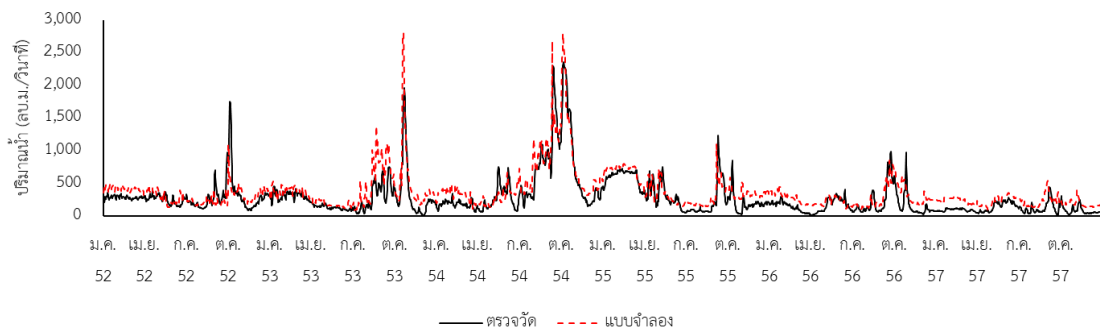




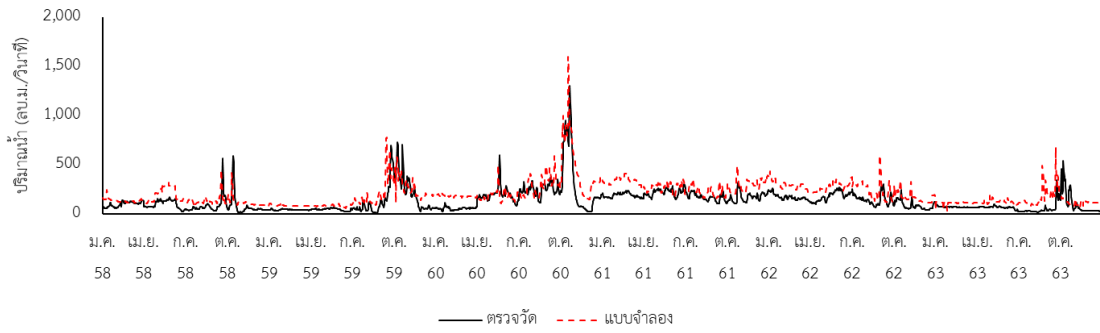
รูปที่ 4.2.5-2 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี W.4A (พ.ศ.2552 – 2557)



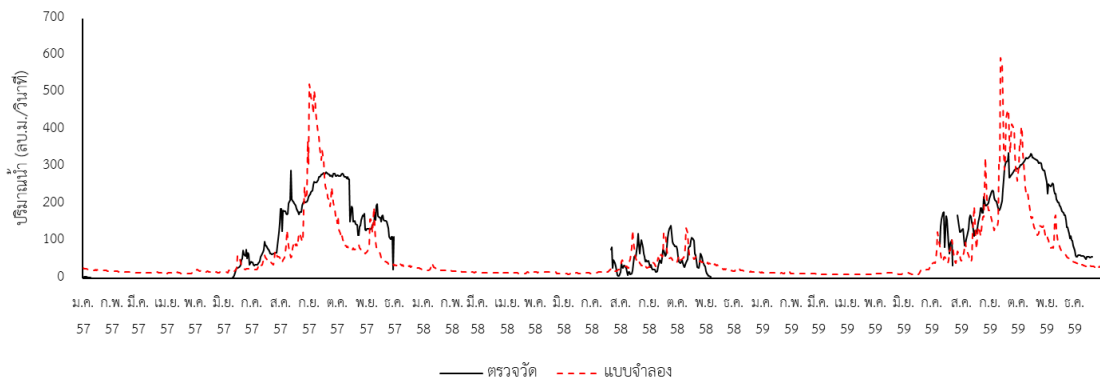
รูปที่ 4.2.5-3 ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี W.4A (พ.ศ.2558 – 2563)



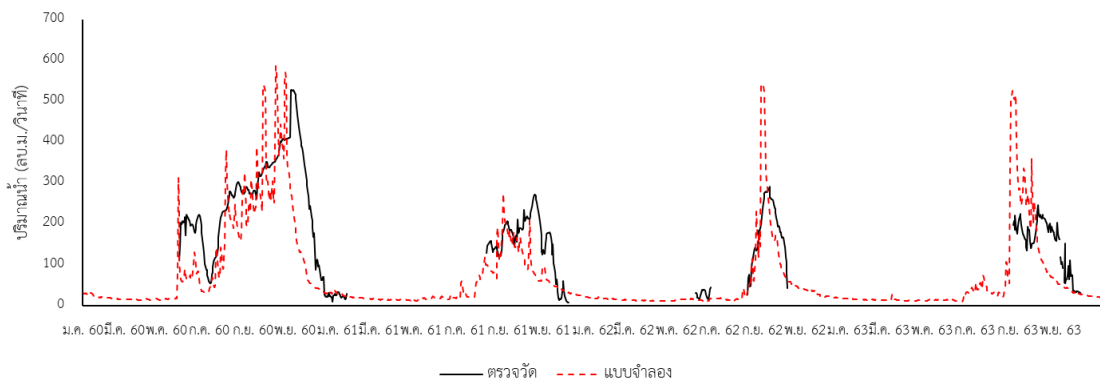
รูปที่ 4.2.5-4 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี P.17 (พ.ศ.2552 – 2557)



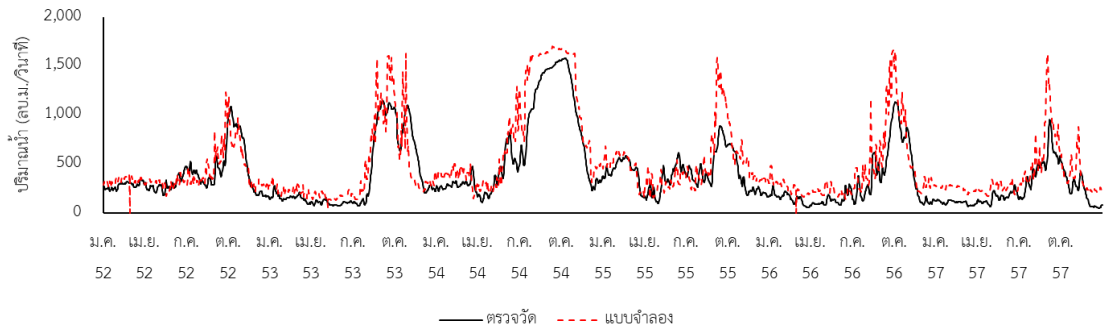
รูปที่ 4.2.5-5 ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี P.17 (พ.ศ.2558 – 2563)



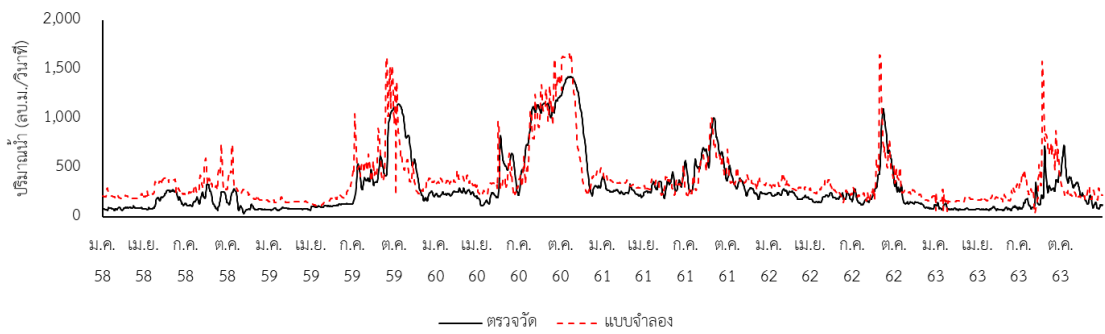
รูปที่ 4.2.5-6 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี Y.17 (พ.ศ.2557 – 2559)



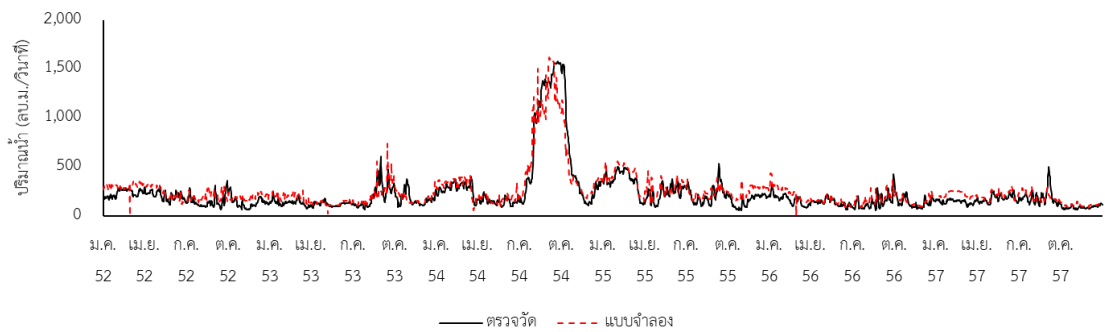
รูปที่ 4.2.5-7 ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี Y.17 (พ.ศ.2560 – 2563)



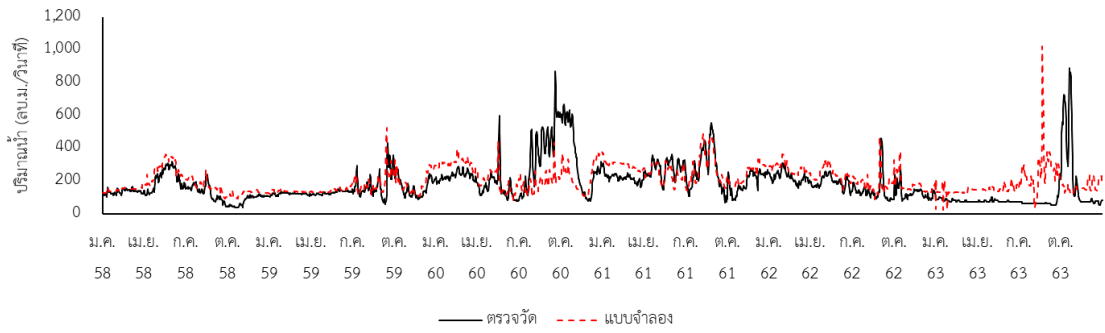
รูปที่ 4.2.5-8 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี N.67 (พ.ศ.2552 – 2557)



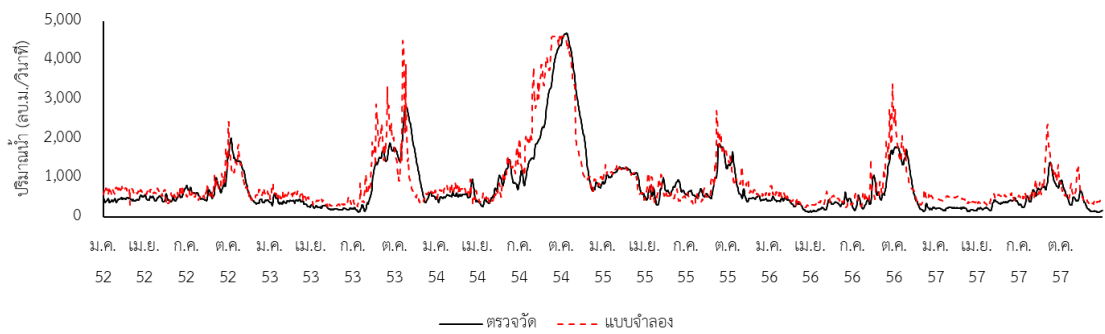
รูปที่ 4.2.5-9 ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี N.67 (พ.ศ.2558 – 2563)



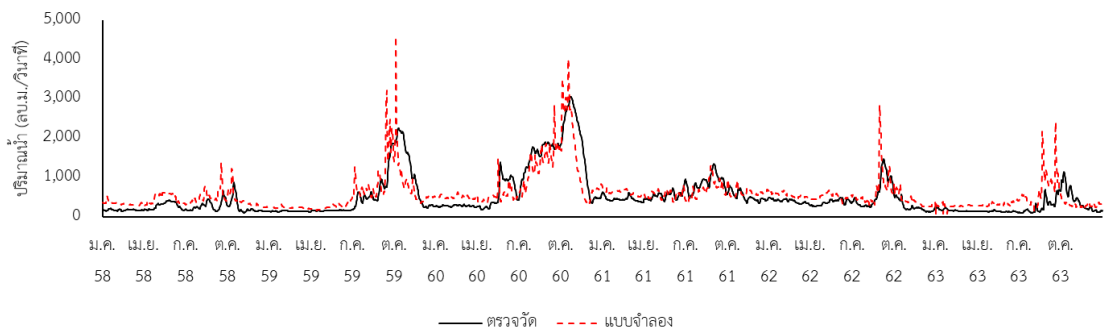
รูปที่ 4.2.5-10 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี N.5A (พ.ศ.2552 – 2557)



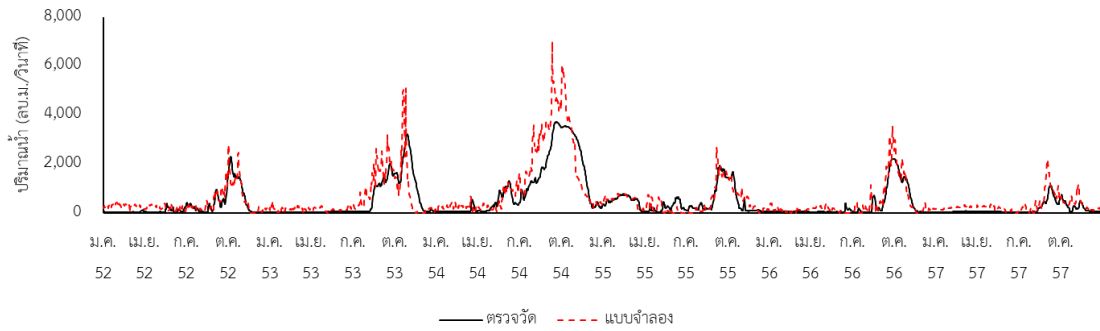
รูปที่ 4.2.5-11 ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี N.5A (พ.ศ.2558 – 2563)



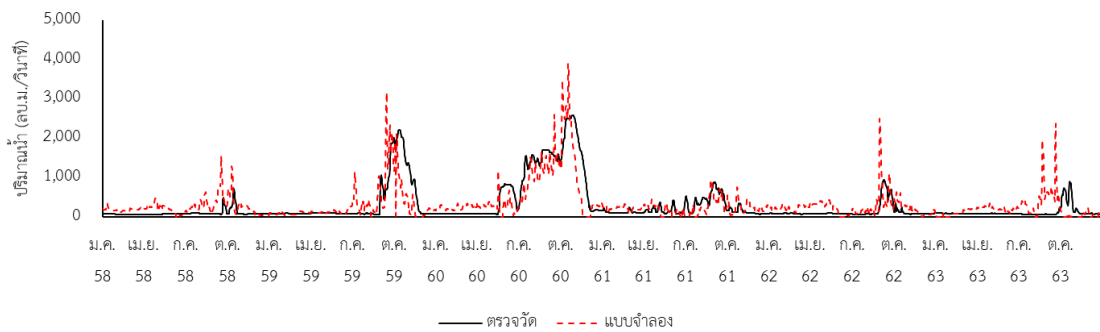
รูปที่ 4.2.5-12 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี C.2 (พ.ศ.2552 – 2557)



รูปที่ 4.2.5-13 ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี C.2 (พ.ศ.2558 – 2563)



รูปที่ 4.2.5-14 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำรายวันของสถานี C.13 (พ.ศ.2552 – 2557)



รูปที่ 4.2.5-15 ผลการทวนสอบปริมาณน้ำรายวันของสถานี C.13 (พ.ศ.2558 – 2563)

#### 4.2.6 ผลการเปรียบเทียบการจำลองปริมาณน้ำท่า

การเปรียบเทียบผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดพิจารณาของพื้นที่การศึกษาแบ่งเป็น 2 กรณี โดยปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 หมายถึง การใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดในการปล่อยน้ำออกจากโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ และ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เป็นปริมาณน้ำไหลออกจากโครงการ และใช้ข้อมูลน้ำท่าในส่วนอื่น ๆ จากแบบจำลอง DWCM – AgWU และประเมินความต้องการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่ซึ่งพิจารณาจากข้อมูลตรวจวัด ได้แก่ ฝิ่งแม่น้ำปิง ประกอบด้วย คบ.ท่อทองแดง, คบ.วังบัว, และ คบ.คลองวังยาว ฝิ่งแม่น้ำน่าน ประกอบด้วย คบ.พลายชุมพล, คบ.ดงเศรษฐี, และ คบ.ท่าบัว ฝิ่งแม่น้ำเจ้าพระยาฝิ่งซ้ายคลองชัยนาท – ป่าสัก ประกอบด้วย คบ.มโนรมย์, คบ.ช่องแค, คบ.โคกกระเทียม และ คบ.เริงราง และฝิ่งแม่น้ำเจ้าพระยาฝิ่งขวาแม่น้ำท่าจีน ประกอบด้วย คบ.ทุ่งวัดสิงห์, คบ.พลเทพ, คบ.ท่าโบสถ์, คบ.ดอนเจดีย์, คบ.สามชุก และ คบ.โพธิ์พระยา ส่วนข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำโครงการชลประทานอื่น ๆ จะประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำจากการคำนวณการเพาะปลูกของแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม ส่วนปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 2 หมายถึง การตั้งสมมุติฐานในการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ให้มีค่าการใช้น้ำเท่ากับปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากโครงการชลประทานขนาดใหญ่ เหลือเพียงการประเมินปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง DWCM – AgWU และความต้องการใช้น้ำจากการคำนวณการเพาะปลูกของแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม

โดยผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 พบว่า กรณีที่ 2 มีค่าปริมาณน้ำท่าลดลงกว่ากรณีที่ 1 ค่อนข้างมากในช่วงฤดูแล้ง และลดลงค่อนข้างน้อยในฤดูฝน แสดงดังตารางที่ 4.2.6-1 ถึง ตารางที่ 4.2.6-5 และ รูปที่ 4.2.6-1 ถึง รูปที่ 4.2.6-5 โดยจะแสดงรายละเอียดของแต่ละสถานีดังต่อไปนี้

- สถานี P.17 ปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ 2 ในฤดูฝน ลดลงเหลือ 3,264.60 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 65.39 และเดือนที่ลดลงสูงสุด คือ เดือนพฤษภาคม ลดลงเหลือ 167.57 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 26.22 และในฤดูแล้ง ลดลงเหลือ 1,034.51 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 24.96 และเดือนที่ลดลงสูงสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ ลดลงเหลือ 104.72 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 13.93

- สถานี N.67 ปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ 2 ในฤดูฝน ลดลงเหลือ 7,290.67 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 80.51 และเดือนที่ลดลงสูงสุด คือ เดือนพฤษภาคม ลดลงเหลือ 291.74 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 38.83 และในฤดูแล้ง ลดลงเหลือ 1,696.91 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 35.80 และเดือนที่ลดลงสูงสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ ลดลงเหลือ 140.59 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 18.94

- สถานี N.5A ปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ 2 ในฤดูฝน ลดลงเหลือ 1,661.74 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 43.41 และเดือนที่ลดลงสูงสุด คือ เดือนพฤษภาคม ลดลงเหลือ 88.91 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 15.74 และในฤดูแล้งลดลงเหลือ 533.67 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 15.22 และเดือนที่ลดลงสูงสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ ลดลงเหลือ 59.65 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 9.28

- สถานี C.2 ปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ 2 ในฤดูฝน ลดลงเหลือ 11,361.41 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 74.69 และเดือนที่ลดลงสูงสุด คือ เดือนพฤษภาคม ลดลงเหลือ 461.19 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 33.38 และในฤดูแล้ง ลดลงเหลือ 2,632.95 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 31.53 และเดือนที่ลดลงสูงสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ ลดลงเหลือ 209.70 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 15.34

- สถานี C.13 ปริมาณน้ำท่าในกรณีที่ 2 ในฤดูฝน เพิ่มขึ้น 12,052.80 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 108.77 และเดือนที่เพิ่มขึ้นสูงสุด คือ เดือนพฤษภาคม ลดลงเหลือ 350.44 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 59.37 และในฤดูแล้งลดลงเหลือ 1,795.03 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 48.50 และเดือนที่ลดลงสูงสุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ ลดลงเหลือ 40.66 ล้าน ลบ.ม. หรือร้อยละ 7.39

ตารางที่ 4.2.6-1 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าการขึ้นที่ 1 และ การขึ้นที่ 2 ของสถานี P.17

เดือน	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน สถานี P.17 (ล้าน ลบ.ม./เดือน)													
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ฤดูฝน (พ.ค. - ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย. - เม.ย.)
กรณี 1	829.39	751.95	694.45	548.79	639.04	564.88	571.59	787.74	1,099.04	1,329.94	635.87	684.44	4,992.23	4,144.88
กรณี 2	150.21	104.72	113.06	113.29	167.57	229.46	301.31	554.37	935.29	1,076.60	373.70	179.52	3,264.60	1,034.51
ปริมาณคงเหลือ (%)	18.11	13.93	16.28	20.64	26.22	40.62	52.71	70.38	85.10	80.95	58.77	26.23	65.39	24.96

ตารางที่ 4.2.6-2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าการขึ้นที่ 1 และ การขึ้นที่ 2 ของสถานี N.67

เดือน	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน สถานี N.67 (ล้าน ลบ.ม./เดือน)													
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ฤดูฝน (พ.ค. - ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย. - เม.ย.)
กรณี 1	830.07	742.30	698.30	619.54	751.36	837.90	1,133.82	1,783.57	2,481.11	2,067.38	1,043.38	806.82	9,055.13	4,740.42
กรณี 2	206.21	140.59	143.01	136.99	291.74	472.98	804.61	1,512.41	2,316.27	1,892.66	773.82	296.29	7,290.67	1,696.91
ปริมาณคงเหลือ (%)	24.84	18.94	20.48	22.11	38.83	56.45	70.96	84.80	93.36	91.55	74.16	36.72	80.51	35.80

ตารางที่ 4.2.6-3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าการขึ้นที่ 1 และ การขึ้นที่ 2 ของสถานี N.5A

เดือน	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน สถานี N.5A (ล้าน ลบ.ม./เดือน)													
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ฤดูฝน (พ.ค. - ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย. - เม.ย.)
กรณี 1	695.17	643.06	611.73	522.02	564.83	505.03	550.83	766.14	843.36	597.59	442.56	592.96	3,827.78	3,507.51
กรณี 2	81.24	59.65	60.11	60.13	88.91	116.82	180.88	369.85	540.27	365.02	168.79	103.76	1,661.74	533.67
ปริมาณคงเหลือ (%)	11.69	9.28	9.83	11.52	15.74	23.13	32.84	48.27	64.06	61.08	38.14	17.50	43.41	15.22

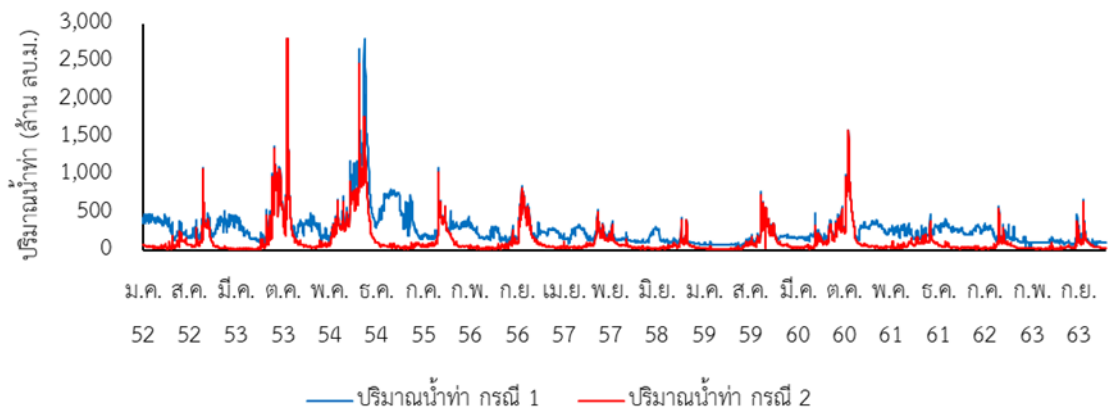
ตารางที่ 4.2.6-4 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าการขึ้นที่ 1 และการขึ้นที่ 2 ของสถานี C.2

เดือน	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน สถานี C.2 (ล้าน ลบ.ม./เดือน)													
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ฤดูฝน (พ.ค. - ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย. - เม.ย.)
กรณี 1	1,517.94	1,366.85	1,282.85	1,119.96	1,381.76	1,382.08	1,701.84	2,792.69	4,082.37	3,871.65	1,681.58	1,380.59	15,212.40	8,349.77
กรณี 2	314.57	209.70	233.09	219.40	461.19	737.48	1,137.50	2,152.21	3,619.80	3,253.23	1,203.28	452.91	11,361.41	2,632.95
ปริมาณคงเหลือ (%)	20.72	15.34	18.17	19.59	33.38	53.36	66.84	77.07	88.67	84.03	71.56	32.81	74.69	31.53

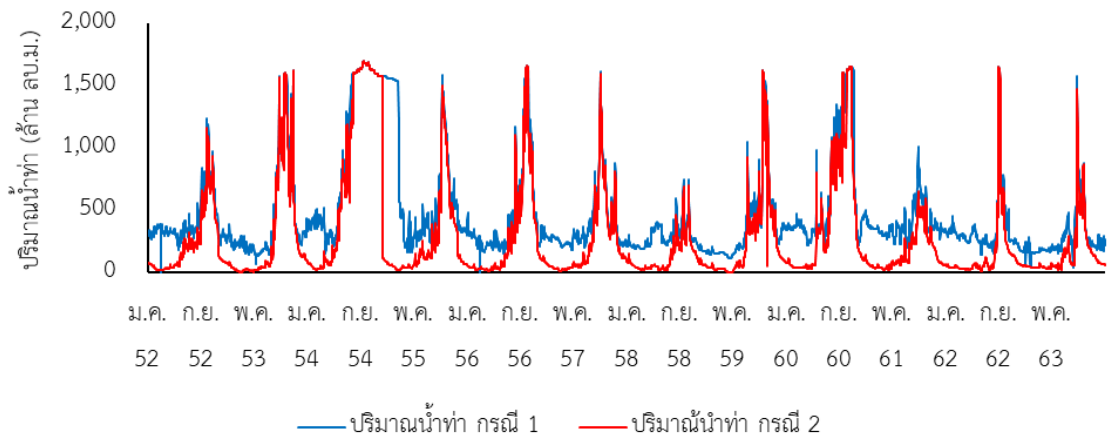
ตารางที่ 4.2.6-5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าการขึ้นที่ 1 และการขึ้นที่ 2 ของสถานี C.13

เดือน	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน สถานี C.13 (ล้าน ลบ.ม./เดือน)													
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ฤดูฝน (พ.ค. - ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย. - เม.ย.)
กรณี 1	580.63	549.96	616.99	671.74	590.25	485.66	934.77	1,943.66	3,621.66	3,504.70	859.95	422.18	11,080.70	3,701.44
กรณี 2	97.95	40.66	189.03	238.67	350.44	561.36	1,078.22	2,234.56	4,002.02	3,826.20	1,123.02	105.70	12,052.80	1,795.03
ปริมาณคงเหลือ (%)	16.87	7.39	30.64	35.53	59.37	115.59	115.35	114.97	110.50	109.17	130.59	25.04	108.77	48.50

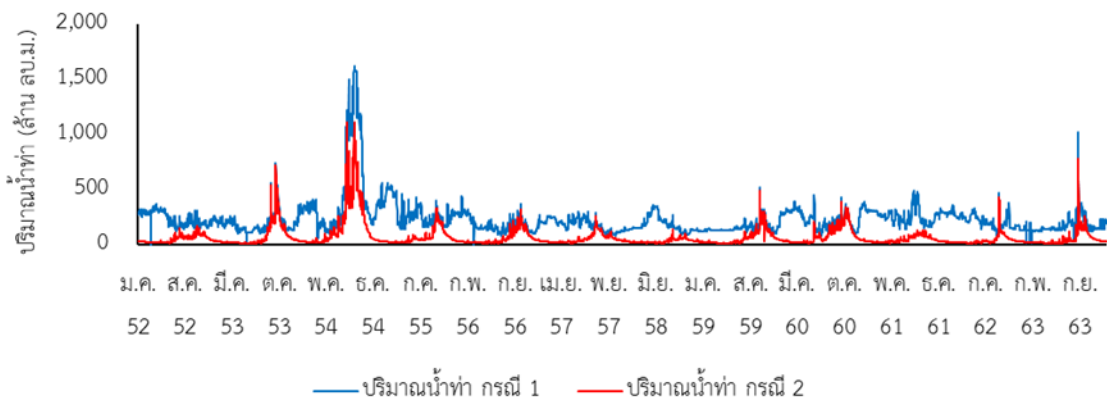




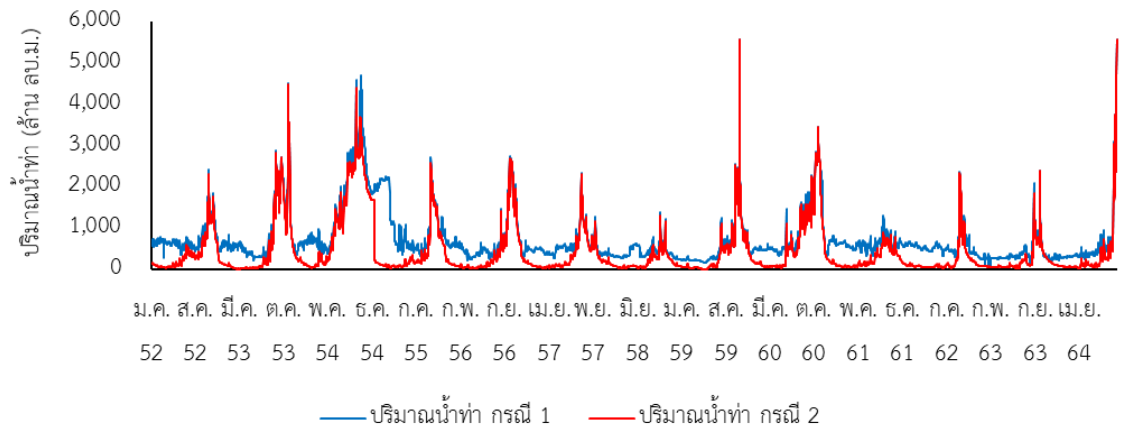
รูปที่ 4.2.6-1 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี P.17



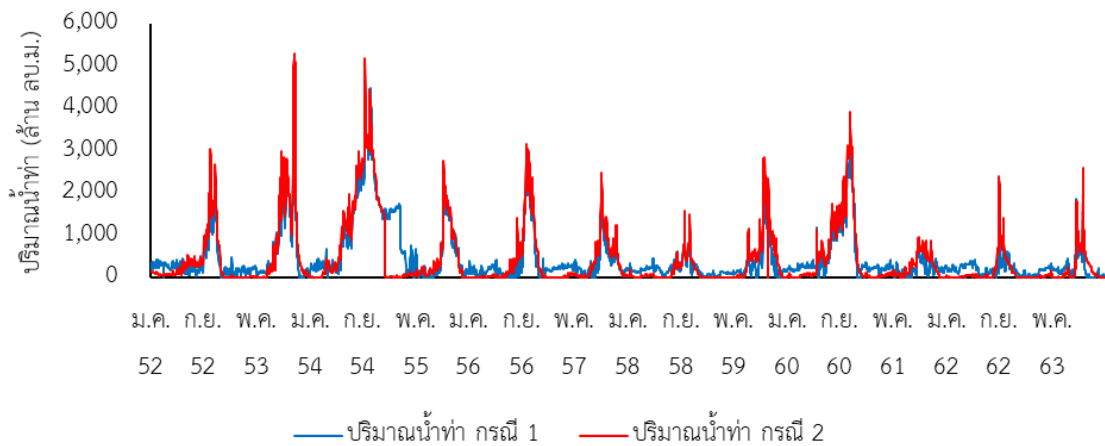
รูปที่ 4.2.6-2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี N.67



รูปที่ 4.2.6-3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี N.5A



รูปที่ 4.2.6-4 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี C.2



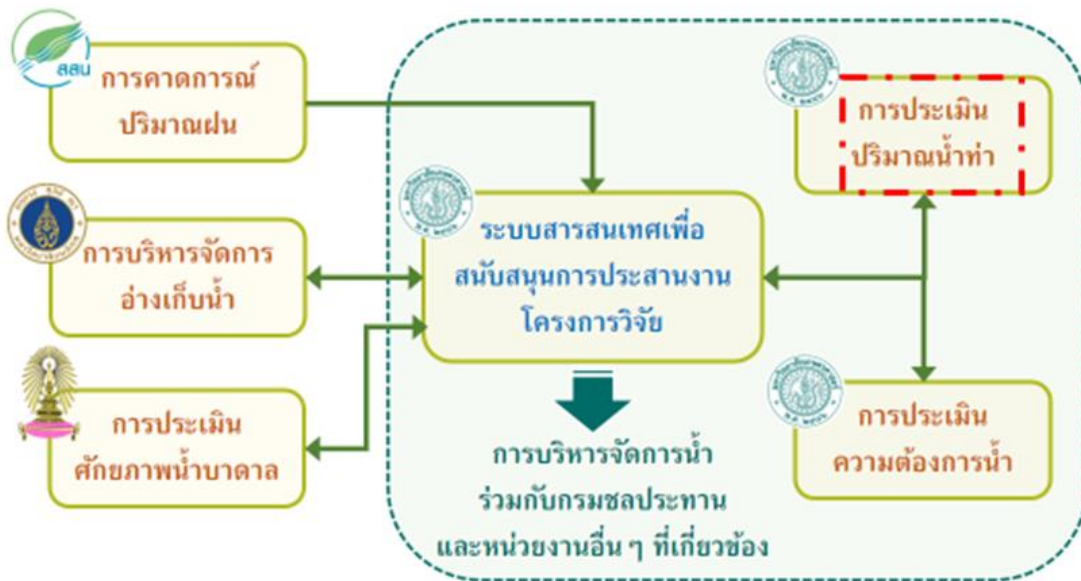
รูปที่ 4.2.6-5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่ากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของสถานี C.13

#### 4.2.7 การพยากรณ์น้ำท่าสำหรับสนับสนุนกิจกรรม CO – RUN

##### 1) ความเชื่อมโยงของข้อมูลภายใต้กิจกรรม CO – RUN

แบบจำลอง DWCM-AgWU – Mike Hydro basin มีบทบาทในการจำลองสภาพการไหลในพื้นที่การศึกษาเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นภายในลุ่มน้ำ (Side flow) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำที่จู่ควบคุมสำหรับการวิเคราะห์การระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ โดยการจำลองปริมาณน้ำท่า Side flow ในรูปแบบของการพยากรณ์ ล่วงหน้า 14 วัน โดยดำเนินการนำเข้าปริมาณฝนจากการพยากรณ์ล่วงหน้าซึ่งจัดทำโดยโครงการ “การพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์เพื่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา” โดยที่ผลการจำลองน้ำท่าล่วงหน้าดังกล่าวถูกใช้เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าไปตัดตัดสินใจการระบายน้ำด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ซึ่งดำเนินการภายใต้

โครงการวิจัย “กลยุทธ์การปรับเปลี่ยนแนวทางการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำต้นทุนในระยะยาวของเขื่อนภูมิพล โดยความเชื่อมโยงของข้อมูลระหว่างโครงการในกิจกรรม CO-RUN” แสดงดัง **รูปที่ 4.2.7-1**



**รูปที่ 4.2.7-1** ความเชื่อมโยงของข้อมูลระหว่างโครงการในกิจกรรม CO-RUN

## 2) การประเมินปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมต่าง ๆ

การประเมินปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย สถานีตรวจวัดน้ำท่าจำนวน 6 จุด ได้แก่ สถานี CT.2A, สถานี W.4A, สถานี Y.17, สถานี N.22, สถานี TD.06, และสถานี TD.08 ดำเนินการเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่จำลองในอดีตสำหรับลำน้ำสาขาบริเวณใต้อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งมีจุดที่กำหนดเป็นจุดสำหรับกระบวนการสอบเทียบและทวนสอบ จำนวน 2 จุด คือ สถานีตรวจวัดน้ำท่า W.4A และ สถานีตรวจวัดน้ำท่า Y.17 และจุดอื่น ๆ อีก 4 จุด โดยมีผลการจำลองดังตารางที่ 4.2.7-1 และ รูปที่ 4.2.7-2 ถึง รูปที่ 4.2.7-6

- ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าของสถานี CT.2A พบว่า มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 626.40 ล้าน ลบ.ม. แบ่งเป็น ฤดูฝน (พ.ค. – ต.ค.) เท่ากับ 568.40 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง (พ.ย. – เม.ย.) เท่ากับ 58.00 ล้าน ลบ.ม. โดยเดือนตุลาคม มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 276.29 ล้าน ลบ.ม. และ เดือนธันวาคม มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 1.96 ล้าน ลบ.ม.

- ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าของสถานี W.4A พบว่า มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 1,399.97 ล้าน ลบ.ม. แบ่งเป็น ฤดูฝน (พ.ค. – ต.ค.) เท่ากับ 1,084.94 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง (พ.ย. – เม.ย.) เท่ากับ 315.03 ล้าน ลบ.ม. โดยเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 343.51 ล้าน ลบ.ม. และ เดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 36.67 ล้าน ลบ.ม.

- ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าของสถานี Y.17 พบว่า มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 2,596.02 ล้าน ลบ.ม. แบ่งเป็น ฤดูฝน (พ.ค. – ต.ค.) เท่ากับ 2,094.47 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง (พ.ย. – เม.ย.) เท่ากับ 501.55 ล้าน ลบ.ม. โดยเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 741.33 ล้าน ลบ.ม. และ เดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 36.79 ล้าน ลบ.ม.

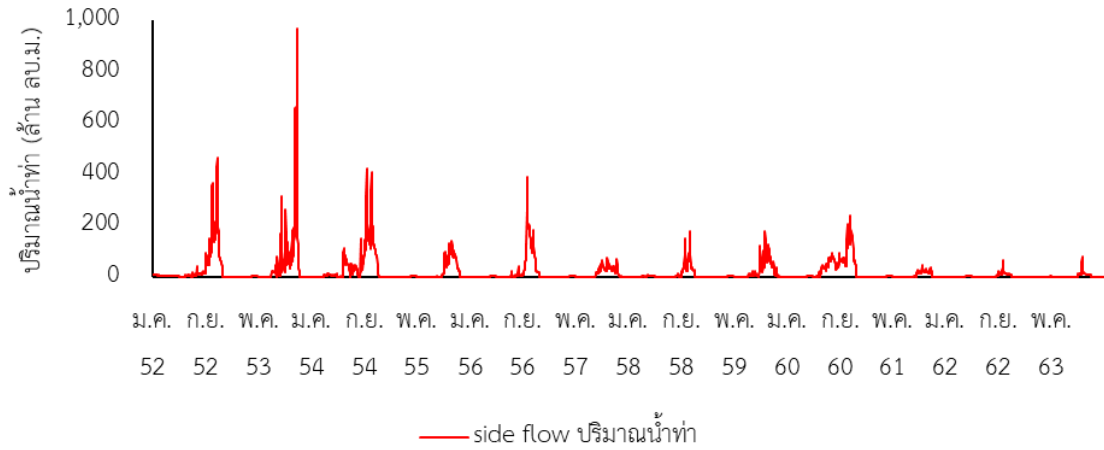
- ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าของสถานี N.22 พบว่า มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 23.56 ล้าน ลบ.ม. แบ่งเป็น ฤดูฝน (พ.ค. – ต.ค.) เท่ากับ 18.25 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง (พ.ย. – เม.ย.) เท่ากับ 5.31 ล้าน ลบ.ม. โดยเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 5.48 ล้าน ลบ.ม. และ เดือนเมษายน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 0.55 ล้าน ลบ.ม.

- ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าของสถานี TD.06 พบว่า มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 568.73 ล้าน ลบ.ม. แบ่งเป็น ฤดูฝน (พ.ค. – ต.ค.) เท่ากับ 418.20 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง (พ.ย. – เม.ย.) เท่ากับ 150.53 ล้าน ลบ.ม. โดยเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 140.50 ล้าน ลบ.ม. และ เดือนเมษายน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 16.84 ล้าน ลบ.ม.

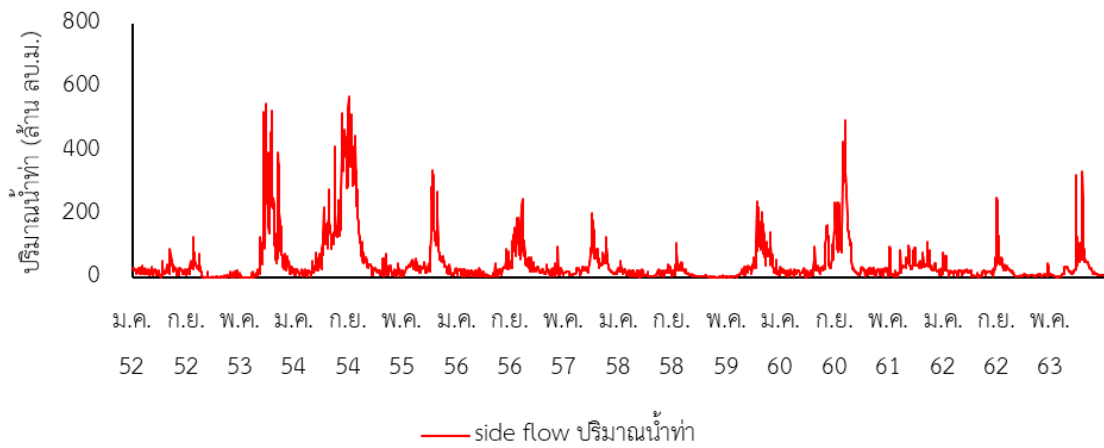
- ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าของสถานี TD.08 พบว่า มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 248.74 ล้าน ลบ.ม. แบ่งเป็น ฤดูฝน (พ.ค. – ต.ค.) เท่ากับ 183.00 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง (พ.ย. – เม.ย.) เท่ากับ 65.74 ล้าน ลบ.ม. โดยเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 63.62 ล้าน ลบ.ม. และ เดือนเมษายน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 6.74 ล้าน ลบ.ม.

ตารางที่ 4.2.7-1 ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนจากคอมพิวเตอร์น้ำท่า

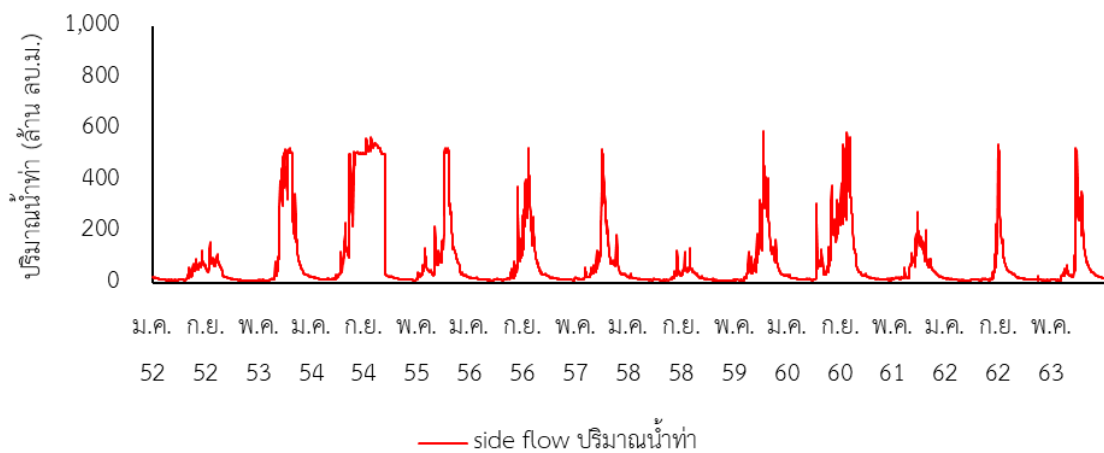
สถานี	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ล้าน ลบ.ม./เดือน)												ฤดูฝน (พ.ค. - ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย. - เม.ย.)
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.		
CT.2A	3.44	2.59	5.51	13.87	6.49	19.70	34.70	58.04	173.19	276.29	30.64	1.96	568.40	58.00
W.4A	46.00	36.67	42.39	46.71	54.48	74.73	113.51	230.17	343.51	268.55	97.70	45.54	1,084.94	315.03
Y.17	53.90	37.29	36.79	34.22	63.01	106.61	217.12	465.30	741.33	501.12	248.28	91.08	2,094.47	501.55
N.22	0.78	0.63	0.63	0.55	0.63	1.16	2.39	4.12	5.48	4.46	1.57	1.16	18.25	5.31
TD.06	24.97	19.53	18.96	16.84	18.63	25.47	47.05	100.19	140.50	86.35	40.76	29.46	418.20	150.53
TD.08	9.87	7.49	7.49	6.74	8.34	10.84	16.87	38.28	63.62	45.03	21.15	13.00	183.00	65.74



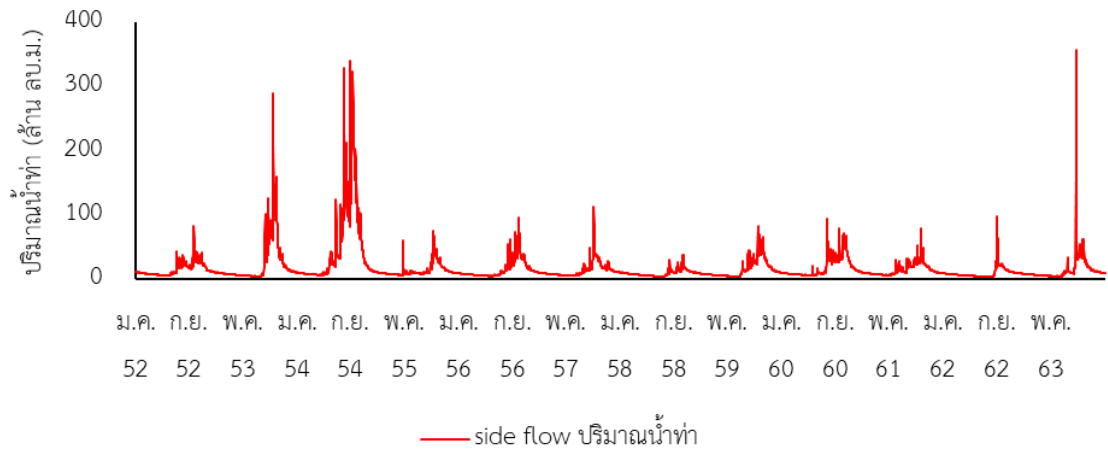
รูปที่ 4.2.7-2 ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมสถานี CT.2A



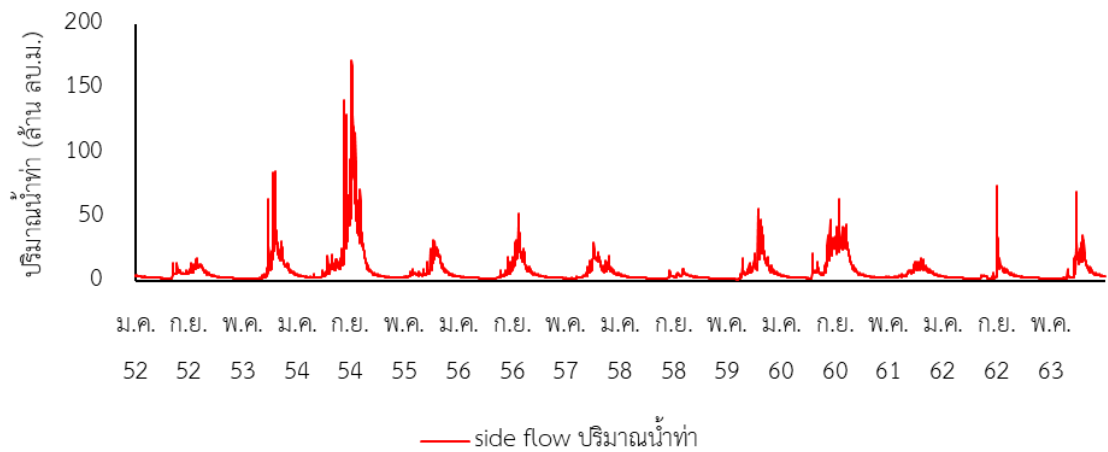
รูปที่ 4.2.7-3 ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมสถานี W.4A



รูปที่ 4.2.7-4 ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมสถานี Y.17



รูปที่ 4.2.7-5 ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมสถานี TD.06



รูปที่ 4.2.7-6 ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมสถานี TD.08

### 3) การพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าที่จุดควบคุมต่าง ๆ

- การพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า 14 วัน

การพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า 14 วัน ดำเนินการโดยประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM – AgWU ร่วมกับฝนพยากรณ์ 14 วัน (WRF – FORM CFSv2) โดยประเมินปริมาณน้ำท่ารายวัน ล่วงหน้า 14 วัน ที่จุดควบคุมต่าง ๆ จำนวน 6 จุด ได้แก่ สถานี CT.2A, สถานี W.4A, สถานี Y.17, สถานี N.22, สถานี TD.06 และ สถานี TD.08 โดยมีความถี่ในการจำลองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยเริ่มทำการจำลองเพื่อพยากรณ์น้ำท่าตั้งแต่วันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ.2564 จนถึงปัจจุบัน นับรวมเป็นจำนวนครั้งในการจำลองทั้งสิ้น 14 ครั้ง โดยมีตัวอย่างของผลการจำลองน้ำท่าแสดงดัง ตารางที่ 4.2.7-2 และตารางที่ 4.2.7-3 และมีตัวอย่างของการเปรียบเทียบผลของปริมาณน้ำท่าตรวจวัด ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากปริมาณฝนตรวจวัด และผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ 14 วัน (WRF-FORM CFSv2) แสดงดังรูปที่ 4.2.7-7 ถึง รูปที่ 4.2.7-10

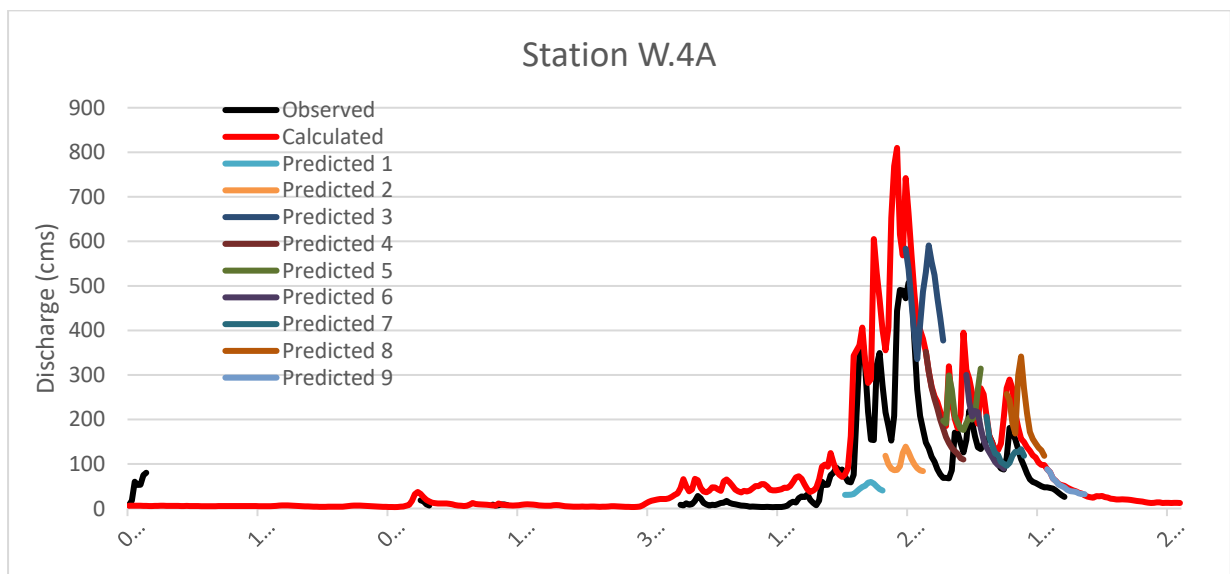
ตารางที่ 4.2.7-2 ประเมินปริมาณน้ำท่าที่จุดต่าง ๆ ครั้งที่ 1 วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ.2564 ถึง 13 กันยายน พ.ศ.2564

วัน/เดือน/ปี	N.22	W.4A	CT.2A	Y.17	TD.06	TD.08
31 ส.ค. 64	8.62	44.66	4.4	80.8	6.51	5.7
01 ก.ย. 64	3.41	38.73	4.53	76.25	6.39	5.11
02 ก.ย. 64	1.69	32.36	4.55	69.71	6.29	4.81
03 ก.ย. 64	1.05	29.87	4.41	62.83	7.41	4.69
04 ก.ย. 64	0.82	31.16	4.2	57.85	8.54	4.62
05 ก.ย. 64	0.8	33.39	3.97	55.45	8.91	4.86
06 ก.ย. 64	0.81	32.30	3.79	54.74	8.13	4.9
07 ก.ย. 64	0.93	33.00	3.69	56.41	7.58	5.22
08 ก.ย. 64	0.93	31.39	3.65	61.48	7.01	4.96
09 ก.ย. 64	0.85	29.36	3.63	66.72	6.58	4.75
10 ก.ย. 64	0.79	27.62	3.61	70.14	6.36	4.7
11 ก.ย. 64	0.77	26.52	3.57	71.47	6.31	4.68
12 ก.ย. 64	0.77	25.45	3.54	71.88	7.59	4.67
13 ก.ย. 64	0.77	24.65	3.52	70.66	7.49	4.64

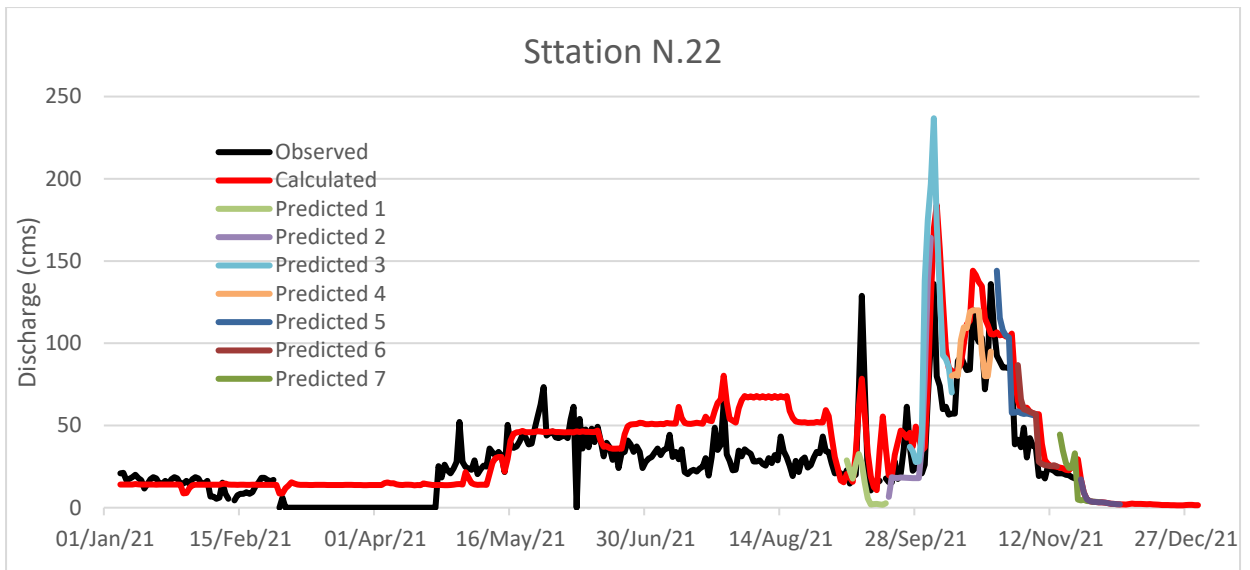


ตารางที่ 4.2.7-2 ประเมินปริมาณน้ำท่าที่จุดต่าง ๆ ครั้งที่ 2 วันที่ 6 กันยายน พ.ศ.2564 ถึง 19 กันยายน พ.ศ.2564

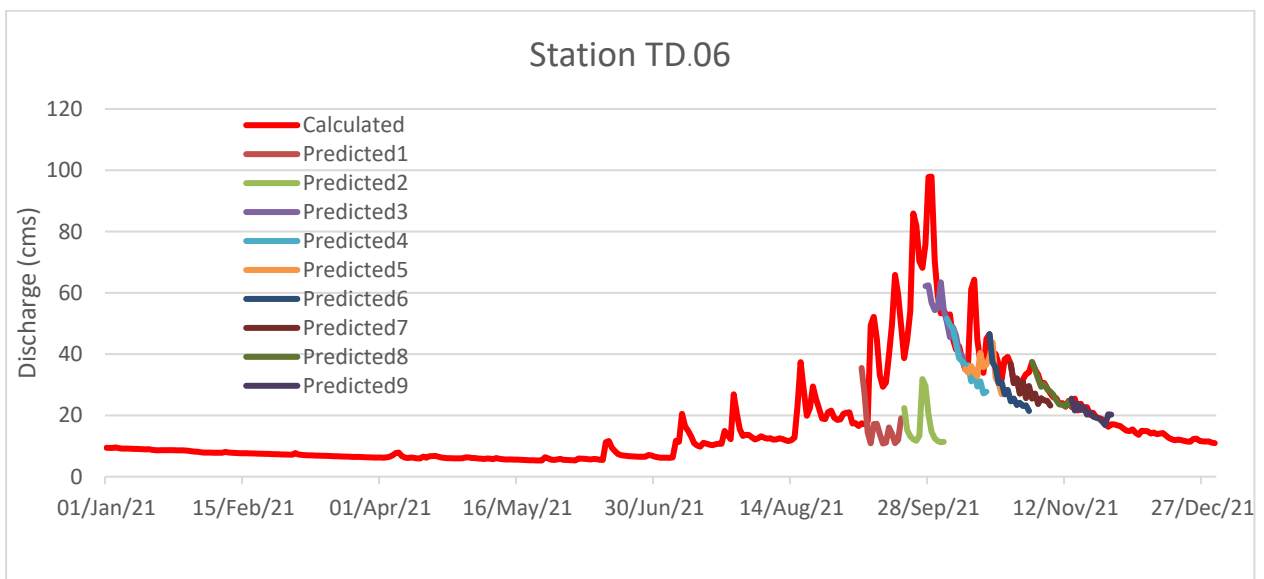
วัน/เดือน/ปี	N.22	W.4A	CT.2A	Y.17	TD.06	TD.08
06 ก.ย. 21	15.82	30.76	17.91	77.96	35.48	10.07
07 ก.ย. 21	9.52	30.86	16.94	73.5	26.8	7.84
08 ก.ย. 21	4.75	31.11	16.35	66.58	14.46	5.45
09 ก.ย. 21	2.84	32.7	17.4	62.77	10.9	4.69
10 ก.ย. 21	2.66	37.9	18.58	64.6	17.14	6.81
11 ก.ย. 21	2.66	43.82	18.8	66.98	17.29	7.04
12 ก.ย. 21	2.32	48.46	18.38	68	13.88	5.77
13 ก.ย. 21	1.93	51.18	17.97	68.39	10.82	5
14 ก.ย. 21	1.89	58.13	17.67	73.71	11.09	7.67
15 ก.ย. 21	2.17	59.64	17.65	87.17	16.08	15.07
16 ก.ย. 21	2.33	55.96	17.52	98.38	13.98	10.79
17 ก.ย. 21	2.03	49.4	17.4	100.04	10.97	6.57
18 ก.ย. 21	1.75	43.83	17.36	95.06	11.93	6.1
19 ก.ย. 21	1.63	40.35	17.36	89.15	19.03	7.02



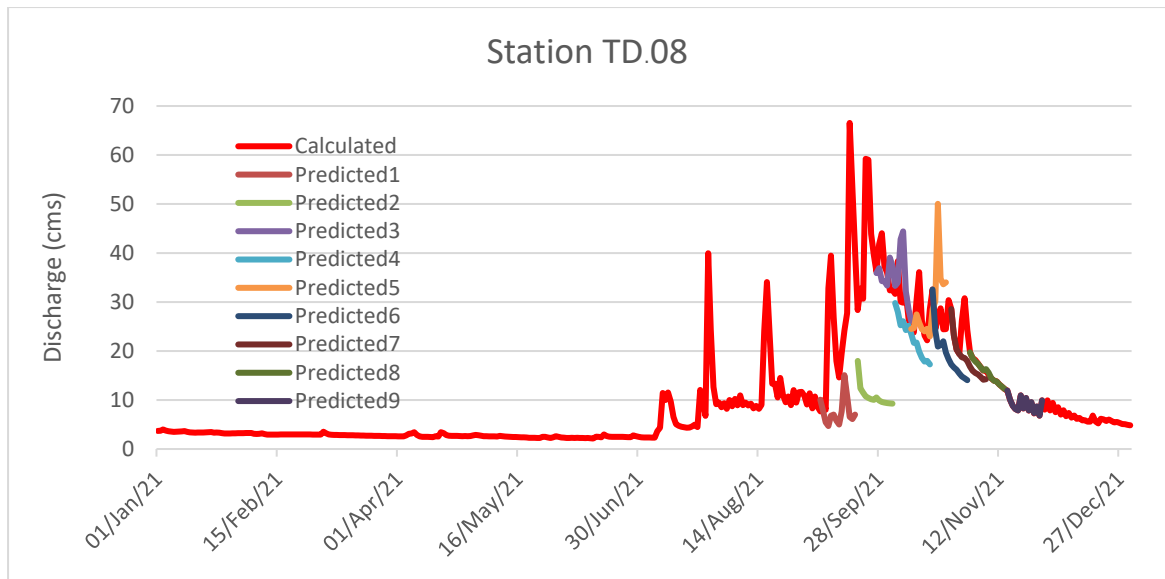
รูปที่ 4.2.7-7 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าตรวจวัด ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนตรวจวัด และผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน ที่สถานี W.4A



รูปที่ 4.2.7-8 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าตรวจวัด ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนตรวจวัด และผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน ที่สถานี N.22



รูปที่ 4.2.7-9 การเปรียบเทียบผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนตรวจวัด และผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน ที่สถานี TD.06



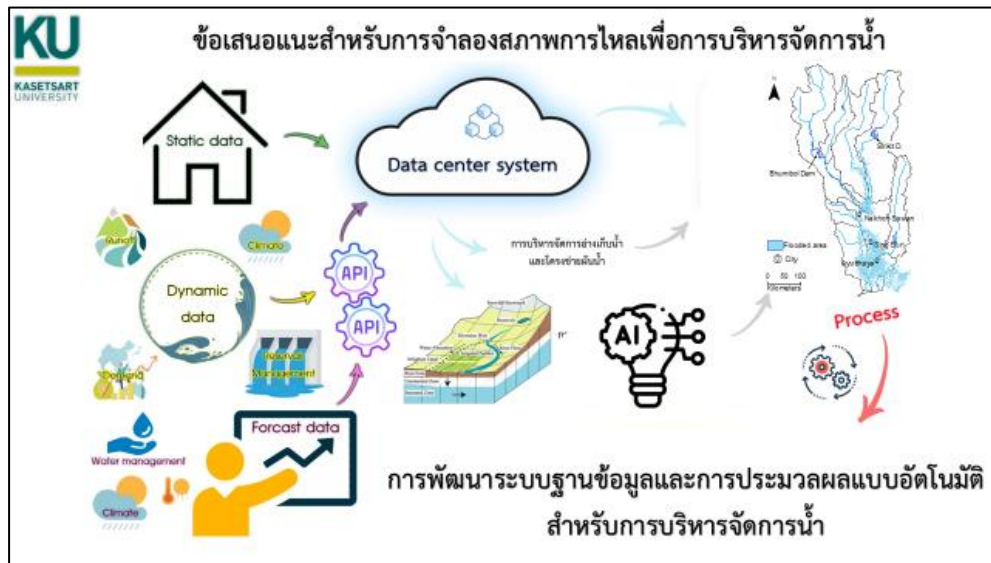
รูปที่ 4.2.7-10 การเปรียบเทียบผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนตรวจวัด และผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน ที่สถานี TD.08

จากการพิจารณาการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าตรวจวัด ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนตรวจวัด และผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน สำหรับสถานี W.4A และ ผลการเปรียบเทียบผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนตรวจวัด และผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน ของสถานี TD.06 และ TD.08 พบว่า การจำลองน้ำท่าโดยใช้ปริมาณฝนตรวจวัดมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำท่าตรวจวัดซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำในการจำลองน้ำท่า ในส่วนของการพยากรณ์น้ำท่าล่วงหน้า 14 วัน พบว่าการจำลองในช่วง เดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นของฤดูน้ำหลาก ปริมาณน้ำท่าพยากรณ์มีปริมาณน้อยกว่าค่าตรวจวัดและค่าจากการจำลองโดยข้อมูลฝนตรวจวัดแต่อย่างไรก็ตามในช่วงของ เดือนพฤษภาคม เป็นต้นมาซึ่งเป็นช่วงการไหลสูงสุด พบว่า ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดและค่าจากการจำลองโดยใช้ข้อมูลฝนตรวจวัด

#### 4) การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการประมวลผลปริมาณน้ำท่าสำหรับการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาแบบอัตโนมัติ

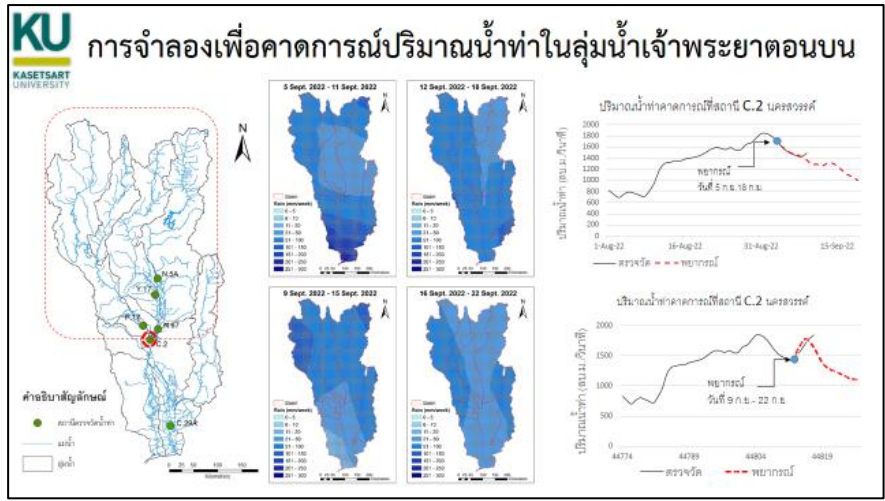
กระบวนการวิจัย CO-RUN สำหรับแผนงานวิจัยนี้เป็นลักษณะของการจำลองน้ำท่าที่มีความซับซ้อนในการจำลองรายสัปดาห์กล่าวคือ มีการจำลองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เนื่องจากข้อมูลปริมาณฝนมีการประมวลผลรายสัปดาห์ ดังที่แสดงในผลการวิจัยหัวข้อที่ผ่านมา แต่อย่างไรก็ตามเพื่อความแม่นยำและความรวดเร็วในการบริหารจัดการน้ำควรพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการประมวลผลน้ำท่าแบบอัตโนมัติในรูปแบบรายวันผ่านระบบ Application Program Interface (API) ซึ่งระบบฐานข้อมูลและการประมวลผลดังกล่าวจำเป็นต้องมีการรวบรวมและเก็บบันทึกข้อมูลจากฐานข้อมูลของหน่วยงานต่างๆ อาทิเช่น ข้อมูลการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ ทั้งจากกรมชลประทานและการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ข้อมูลการผันน้ำและการบริหารจัดการน้ำ จากกรมชลประทาน และข้อมูลปริมาณฝน จากกรมอุตุนิยมและสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) ซึ่งมีรูปแบบการอัปเดตข้อมูลเป็นรายวัน ซึ่งจะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการบริหารจัดการน้ำให้มีความถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำทั้งในช่วงสภาวะ

ปกติและสภาวะวิกฤติ โดยกรอบแนวความคิดและการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆระหว่างหน่วยงานแสดงดังรูปที่ 4.2.7-11

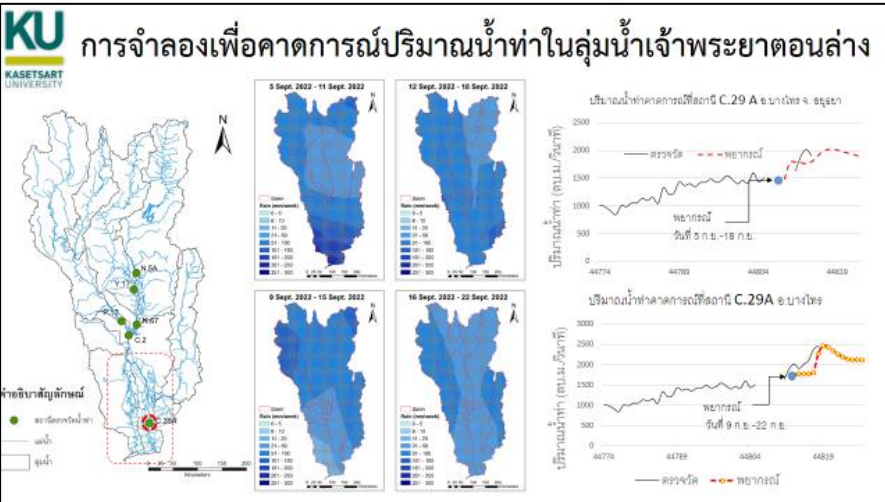


รูปที่ 4.2.7-11 กรอบแนวความคิดการพัฒนาะบบฐานข้อมูลและการประมวลผลปริมาณน้ำท่าแบบอัตโนมัติ

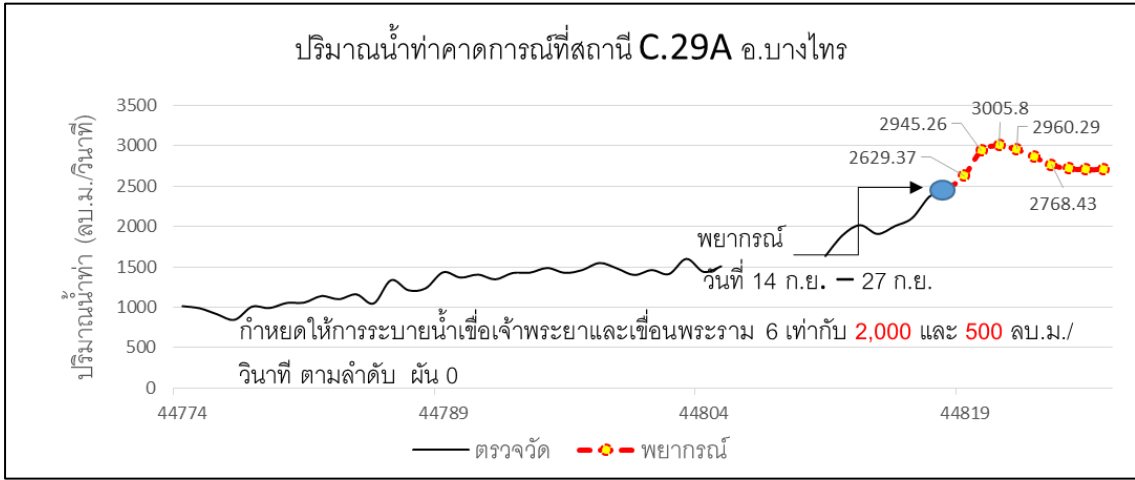
สำหรับตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลแสดงดัง รูปที่ 4.2.7-12 และรูปที่ 4.2.7-13 ซึ่งเป็นตัวอย่างการแสดงผลการจำลองน้ำท่าของสถานีตรวจวัดน้ำท่า C.2 จังหวัดนครสวรรค์ และ C.29 A อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ในวันที่ 5-18 กันยายน พ.ศ. 2565 และ 9-22 กันยายน พ.ศ. 2565 ตามลำดับ เพื่อทำการประเมินน้ำท่าสำหรับสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก ซึ่งการจำลองดังกล่าวทำการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการจำลองจากหน่วยงานต่างๆในคาบความถี่รายวันและกำหนดเงื่อนไขในการจำลองเพื่อจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในช่วง 14 วัน โดยมีการอัปเดตผลการจำลองเป็นรายวัน โดยที่ตัวอย่างการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าภายใต้เงื่อนไขการบริหารจัดการน้ำที่สถานี C.29A แสดงดังรูปที่ 4.2.7-14 จากตัวอย่างผลการศึกษาการประเมินน้ำท่าดังกล่าวพบว่า ปริมาณน้ำท่าจะมีช่วงความแม่นยำในช่วงฤดูน้ำหลากในช่วง 4-7 วัน เนื่องจากปริมาณฝนมีความแปรปรวนในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ดังนั้นหากต้องการเพิ่มศักยภาพสำหรับการบริหารจัดการน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูน้ำหลากจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องประเมินปริมาณน้ำท่าในรูปแบบรายวัน ซึ่งระบบฐานข้อมูลและการประมวลผลดังกล่าวสามารถสนับสนุนการทำงานและการบริหารจัดการน้ำได้



รูปที่ 4.2.7-12 ตัวอย่างระบบฐานข้อมูลและการจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี C.2



รูปที่ 4.2.7-13 ตัวอย่างระบบฐานข้อมูลและการจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี C.29A



รูปที่ 4.2.7-14 ตัวอย่างระบบฐานข้อมูลและการจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี C.29A ภายใต้อาคารกำหนดเงื่อนไขในการบริหารจัดการน้ำ

#### 4.2.8 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่รายลุ่มน้ำ

การวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำของพื้นที่การศึกษาครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ประกอบด้วย 9 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำปิง, ลุ่มน้ำวัง, ลุ่มน้ำยม, ลุ่มน้ำน่าน, ลุ่มน้ำเจ้าพระยา, ลุ่มน้ำสะแกกรัง, ลุ่มน้ำป่าสัก, ลุ่มน้ำท่าจีน และ ลุ่มน้ำบางปะกง โดยมุ่งเน้นวิเคราะห์ผลในพื้นที่รับน้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนขนาดใหญ่ของลุ่มน้ำเจ้าพระยา เช่น เขื่อนภูมิพล, เขื่อนสิริกิติ์, เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน, เขื่อนป่าสัก เป็นต้น โดยการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำ ครอบคลุมกิจกรรมการใช้น้ำหลักของพื้นที่การศึกษา คือ การอุปโภค – บริโภค และการท่องเที่ยว ซึ่งครอบคลุมการ ใช้น้ำอุตสาหกรรมบางส่วน และ ภาคเกษตรกรรม (ในเขตชลประทาน) โดยอนุมานให้เกษตรกรรมนอกเขต ชลประทานเป็นพื้นที่เกษตรน้ำฝน จึงไม่ได้รับการจัดสรรน้ำจากโครงการชลประทานและไม่นำมาวิเคราะห์ในระบบ สมดุลน้ำและการขาดแคลนน้ำ โดยแสดงผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำในรูปแบบลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำสาขา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ลุ่มน้ำปิง : มีการขาดแคลนน้ำรายปีเฉลี่ยในภาพรวมของลุ่มน้ำ เท่ากับ 99.43 ล้าน ลบ.ม./ปี โดยแบ่งเป็น ฤดูฝน เท่ากับ 62.42 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 37.01 ล้าน ลบ.ม. โดยที่ลุ่มน้ำสาขาปิงตอนล่าง มีการขาดแคลนน้ำสูงสุด เท่ากับ 33.65 ล้าน ลบ.ม./ปี

2) ลุ่มน้ำวัง : ไม่มีการขาดแคลนน้ำทั้งฤดูฝนและฤดูแล้งในทุกลุ่มน้ำสาขาทั้ง 11 ลุ่มน้ำสาขา

3) ลุ่มน้ำยม : มีการขาดแคลนน้ำรายปีเฉลี่ยในภาพรวมของลุ่มน้ำ เท่ากับ 381.96 ล้าน ลบ.ม./ปี โดยแบ่งเป็น ฤดูฝน เท่ากับ 217.07 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 164.89 ล้าน ลบ.ม. โดยที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำยม ตอนล่างส่วนที่ 5 มีการขาดแคลนน้ำสูงสุด เท่ากับ 189.73 ล้าน ลบ.ม./ปี

4) ลุ่มน้ำน่าน : มีการขาดแคลนน้ำรายปีเฉลี่ยในภาพรวมของลุ่มน้ำ เท่ากับ 7.55 ล้าน ลบ.ม./ปี โดยแบ่งเป็น ฤดูฝน เท่ากับ 5.67 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 1.89 ล้าน ลบ.ม. โดยที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนล่าง ส่วนที่ 2 มีการขาดแคลนน้ำสูงสุด เท่ากับ 4.22 ล้าน ลบ.ม./ปี

5) ลุ่มน้ำเจ้าพระยา : มีการขาดแคลนน้ำรายปีเฉลี่ยในภาพรวมของลุ่มน้ำ เท่ากับ 1,720.43 ล้าน ลบ.ม./ปี โดยแบ่งเป็น ฤดูฝน เท่ากับ 596.24 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 1,124.19 ล้าน ลบ.ม. โดยที่ ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำเจ้าพระยามีการขาดแคลนน้ำสูงสุด เท่ากับ 1,719.39 ล้าน ลบ.ม./ปี

6) ลุ่มน้ำสะแกกรัง : มีการขาดแคลนน้ำรายปีเฉลี่ยในภาพรวมของลุ่มน้ำ เท่ากับ 30.33 ล้าน ลบ.ม./ปี โดย แบ่งเป็น ฤดูฝน เท่ากับ 14.24 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 16.08 ล้าน ลบ.ม. โดยมีการขาดแคลนน้ำในลุ่มน้ำสาขาทับ เสลาเพียงลุ่มน้ำสาขาเดียว

7) ลุ่มน้ำเจ้าป่าสัก : มีการขาดแคลนน้ำรายปีเฉลี่ยในภาพรวมของลุ่มน้ำ เท่ากับ 37.63 ล้าน ลบ.ม./ปี โดย แบ่งเป็น ฤดูฝน เท่ากับ 23.06 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 14.57 ล้าน ลบ.ม. โดยที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำป่าสักส่วนที่ 2 มี การขาดแคลนน้ำสูงสุด เท่ากับ 18.72 ล้าน ลบ.ม./ปี

8) ลุ่มน้ำท่าจีน : มีการขาดแคลนน้ำรายปีเฉลี่ยในภาพรวมของลุ่มน้ำ เท่ากับ 325.51 ล้าน ลบ.ม./ปี โดย แบ่งเป็น ฤดูฝน เท่ากับ 112.55 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 212.96 ล้าน ลบ.ม. โดยมีการขาดแคลนน้ำ ในลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำท่าจีนเพียงลุ่มน้ำสาขาเดียว

9) กลุ่มน้ำบางปะกง : มีการคาบเกี่ยวพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงบางส่วนใน 2 ลุ่มน้ำสาขา โดยมีการขาดแคลนน้ำ เท่ากับ 968.68 ล้าน ลบ.ม./ปี โดยแบ่งเป็น ฤดูแล้ง เท่ากับ 276.24 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 692.43 ล้าน ลบ.ม. โดยมีการขาดแคลนน้ำในลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกงส่วนที่ 1 และ ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำบางปะกงส่วนที่ 2 ใกล้เคียงกัน เท่ากับ 390.24 ล้าน ลบ.ม./ปี และ 578.44 ล้าน ลบ.ม./ปี ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำของพื้นที่การศึกษา พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีการขาดแคลนน้ำทั้งช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน โดยมีการขาดแคลนน้ำมากในภาคเกษตรกรรมโดยเฉพาะบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างที่มีการพื้นที่เกษตรกรรมในเขตชลประทานจำนวนมาก แสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่รายลุ่มน้ำดังตารางที่ 4.2.8-1 ถึง ตารางที่ 4.2.8-9 และ รูปที่ 4.2.8-1 ถึง รูปที่ 4.2.8-3

**ตารางที่ 4.2.8-1 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของลุ่มน้ำปิง**

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
แม่น้ำปิงตอนบนส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่จืด	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงตอนบนส่วนที่ 2	4.38	14.86	19.24
แม่น้ำแม่แตง	2.37	5.38	7.76
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2/1	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่ริม	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2/2	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่กวัง	0.92	4.62	5.54
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2/3	0.04	0.00	0.04
น้ำแม่ขาน	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2/4	0.09	0.83	0.92
น้ำแม่ลี	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 3/1	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่กลาง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 3/2	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่แจ่มตอนบน	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่แจ่มตอนล่าง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 3/3	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 3/4	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่ตื่น	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 4/1	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 4/2	17.67	12.77	30.44
ห้วยแม่ท้อ	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 4/3	0.00	0.00	0.00
คลองวังเจ้า	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 4/4	0.00	0.00	0.00
คลองแม่ระกา	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 4/5	1.15	0.67	1.82
คลองสวนหมาก	0.00	0.02	0.02
แม่น้ำปิงตอนล่าง	10.38	23.27	33.65

ตารางที่ 4.2.8-1 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำปิง

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	37.01	62.42	99.43

ตารางที่ 4.2.8-2 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำวัง

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
แม่น้ำปิงตอนบนส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
น้ำแมงจืด	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงตอนบนส่วนที่ 2	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำแม่แตง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2/1	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่วิม	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2/2	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่กวาง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2/3	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่ขาน	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำปิงส่วนที่ 2/4	0.00	0.00	0.00
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 4.2.8-3 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำยม

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
แม่น้ำยมตอนบนส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำควน	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนบนส่วนที่ 2	0.00	0.00	0.00
น้ำปี่	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนบนส่วนที่ 3	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำาง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนกลางส่วนที่ 1	6.48	22.06	28.54
น้ำแม่คำมี	0.08	0.18	0.26
แม่น้ำยมตอนกลางส่วนที่ 2	1.64	5.36	7.01
น้ำแม่ต้า	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนล่างส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
ห้วยแม่สิน	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนล่างส่วนที่ 2	2.95	7.32	10.28
น้ำแม่มอก	3.99	11.46	15.46
แม่น้ำยมตอนล่างส่วนที่ 3	0.00	0.00	0.00
น้ำแม่รำพัน	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนล่างส่วนที่ 4	71.06	59.64	130.70
คลองบางแก้ว	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำยมตอนล่างส่วนที่ 5	78.69	111.04	189.73
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	164.89	217.07	381.96



ตารางที่ 4.2.8-4 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำน่าน

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
แม่น้ำน่านตอนบน	0.00	0.04	0.04
ห้วยน้ำยาว (1)	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2/1	0.00	0.00	0.00
น้ำยาว (2)	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2/2	0.25	1.59	1.84
น้ำสมุน	0.00	0.19	0.19
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2/3	0.00	0.00	0.00
น้ำสา	0.01	0.22	0.23
แม่น้ำน่านส่วนที่ 2/4	0.00	0.00	0.00
น้ำว่า	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 3/1	0.00	0.00	0.00
น้ำแหง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 3/2	0.00	0.00	0.00
น้ำปาด	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 4/1	0.00	0.00	0.00
คลองตรอน	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านส่วนที่ 4/2	0.00	0.03	0.03
แม่น้ำแควน้อยส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
น้ำภาค	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำแควน้อยส่วนที่ 2	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำน่านตอนล่างส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำวังทอง	0.23	0.76	1.00
แม่น้ำน่านตอนล่างส่วนที่ 2	1.40	2.83	4.22
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	1.89	5.67	7.55

ตารางที่ 4.2.8-5 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
บึงบอระเพ็ด	0.43	0.61	1.04
ที่ราบแม่น้ำเจ้าพระยา	1,123.76	595.63	1,719.39
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	1,124.19	596.24	1,720.43

ตารางที่ 4.2.8-6 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำสะแกกรัง

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
น้ำแม่วัง	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำสะแกกรังตอนล่างส่วนที่ 1	0.00	0.00	0.00
คลองโพธิ์	0.00	0.00	0.00
ห้วยทับเสลา	16.08	14.24	30.33
แม่น้ำสะแกกรังตอนล่างส่วนที่ 2	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 4.2.8-6 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำสะแกกรัง

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
แม่น้ำสะแกกรังตอนล่างส่วนที่ 3	0.00	0.00	0.00
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	16.08	14.24	30.33

ตารางที่ 4.2.8-7 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำป่าสัก

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
แม่น้ำป่าสักตอนบน	0.15	1.65	1.80
ห้วยน้ำพุ	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำป่าสักส่วนที่ 2	7.52	11.20	18.72
คลองห้วยบ่อ	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำป่าสักส่วนที่ 3/1	0.00	0.00	0.00
ห้วยเกาะแก้ว	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำป่าสักส่วนที่ 3/2	0.00	0.00	0.00
ลำสนธิ	0.30	1.20	1.50
แม่น้ำป่าสักตอนล่างส่วนที่ 1	0.87	2.16	3.03
ห้วยหมวกเหล็ก	0.00	0.00	0.00
แม่น้ำป่าสักตอนล่างส่วนที่ 2	5.73	6.85	12.58
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	14.57	23.06	37.63

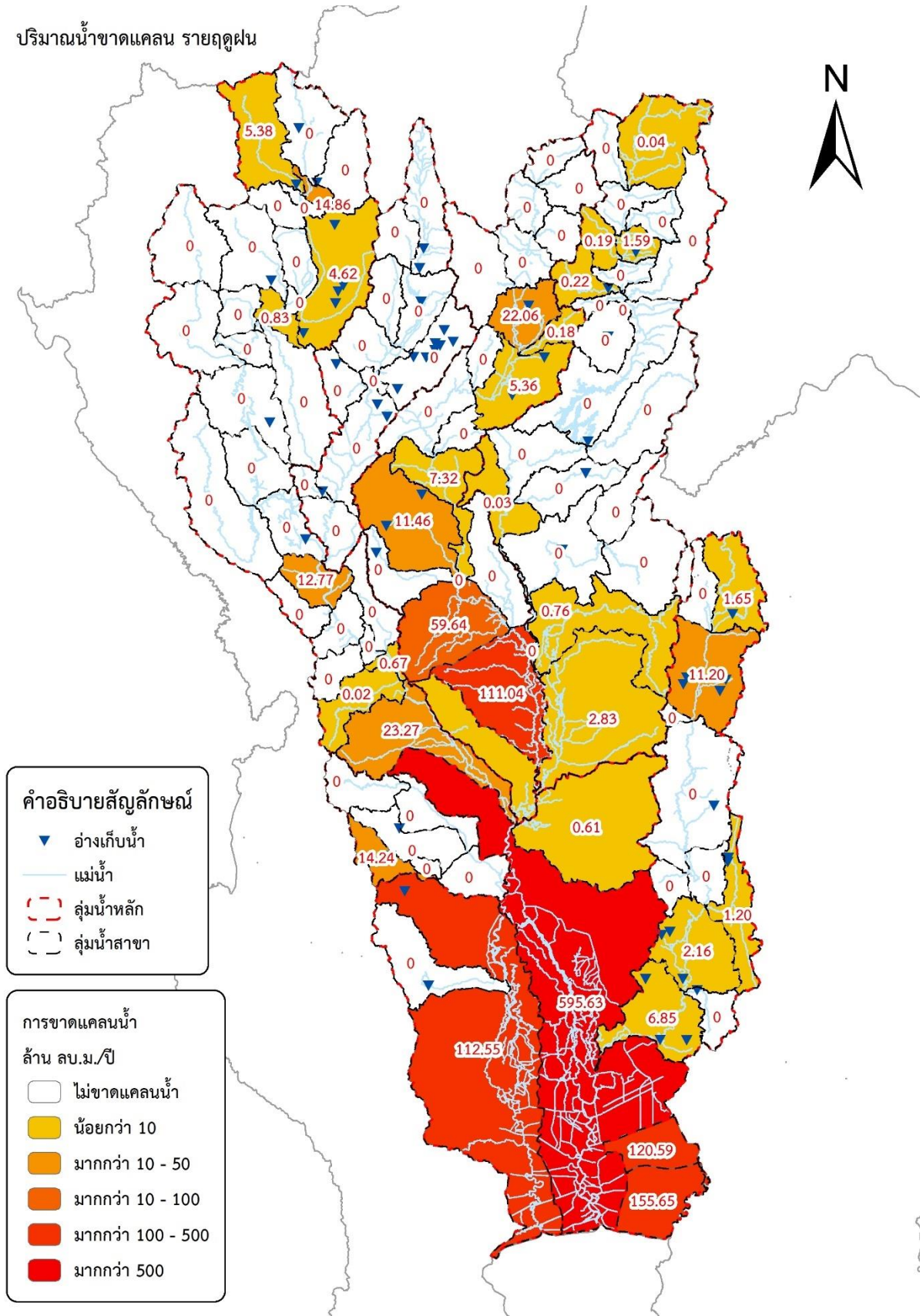
ตารางที่ 4.2.8-8 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำท่าจีน

ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
ห้วยกระเสียว	0.00	0.00	0.00
ที่ราบแม่น้ำท่าจีน	212.96	112.55	325.51
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	212.96	112.55	325.51

ตารางที่ 4.2.8-9 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำบางปะกง

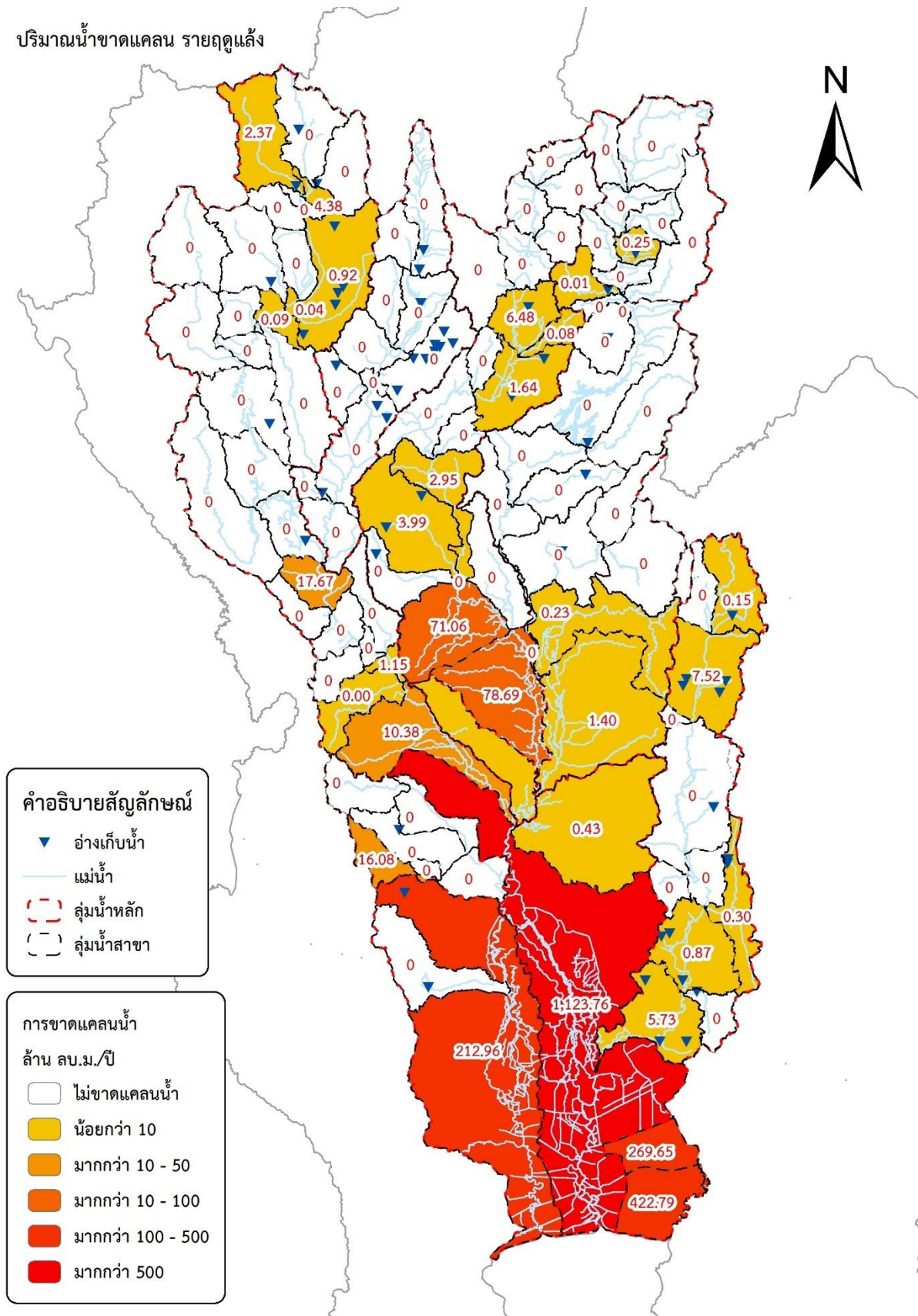
ลุ่มน้ำสาขา	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
ที่ราบแม่น้ำบางปะกงส่วนที่ 1	269.65	120.59	390.24
ที่ราบแม่น้ำบางปะกงส่วนที่ 2	422.79	155.65	578.44
รวม (ล้าน ลบ.ม.)	692.43	276.24	968.68

ปริมาณน้ำขาดแคลน รายฤดูฝน



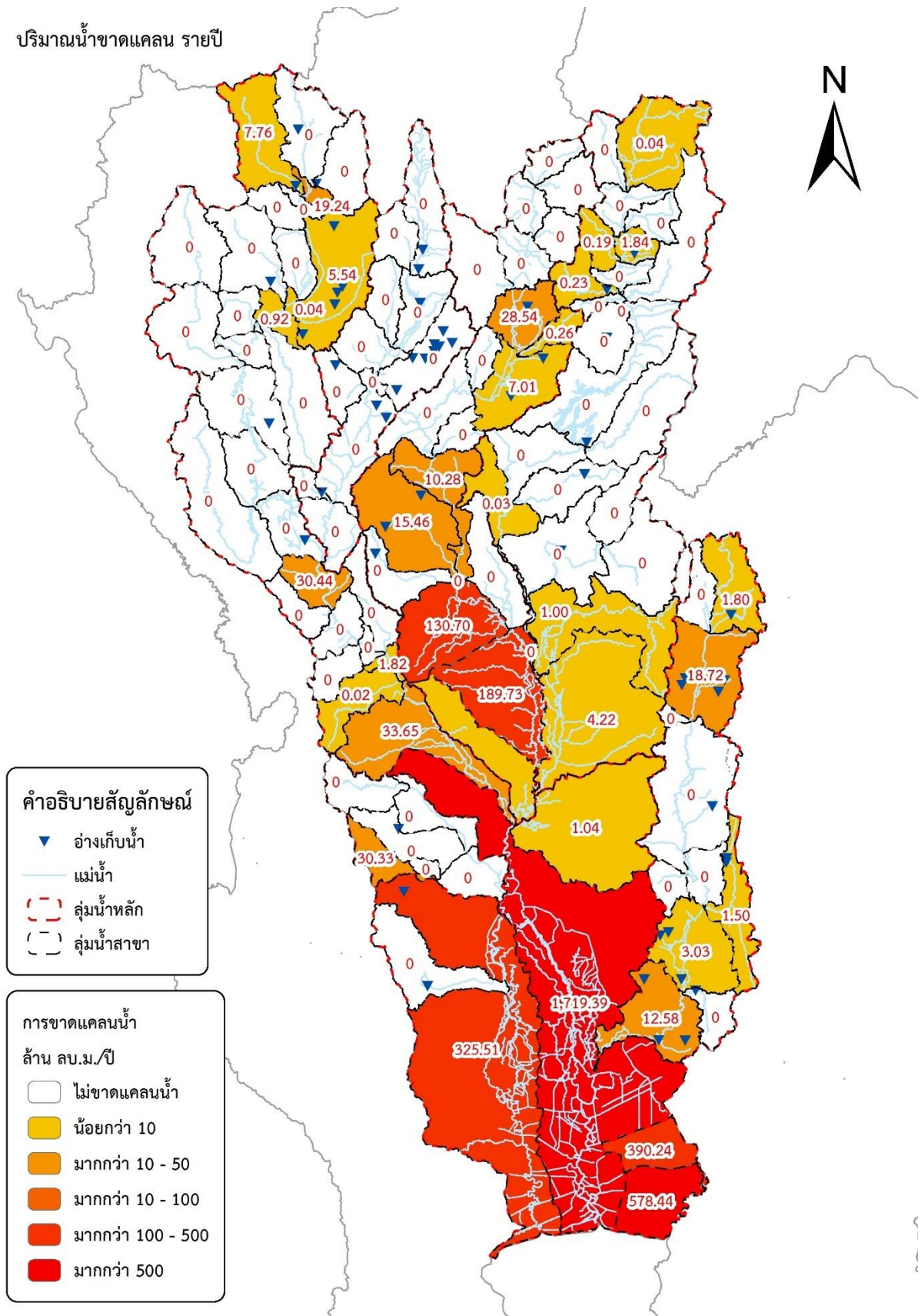
รูปที่ 4.2.8-1 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่รายกลุ่มน้ำ (ฤดูฝน)

ปริมาณน้ำขาดแคลน รายฤดูแล้ง



รูปที่ 4.2.8-2 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่รายลุ่มน้ำ (ฤดูแล้ง)

ปริมาณน้ำขาดแคลน รายปี



รูปที่ 4.2.8-3 ผลการวิเคราะห์การขาดแคลนน้ำเชิงพื้นที่รายลุ่มน้ำ (รายปี)

#### 4.2.9 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา

จากการวิเคราะห์ด้านทรัพยากรน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาทั้งเชิงพื้นที่รายลุ่มน้ำ ลุ่มน้ำสาขา และโครงการชลประทานที่สำคัญของลุ่มน้ำเจ้าพระยา สามารถสรุปสถานการณ์น้ำจำแนกเป็นโซนพื้นที่ชลประทานที่สำคัญของลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้เป็น 6 โซน ได้แก่ 1) โซน คบ.ท่อทองแดง, 2) โซน คบ.ดงเศรษฐี, 3) โซน คบ.พลเทพ, 4) โซนแม่น้ำน้อย, 5) โซน คบ.มโนรมย์ และ 6) โซน ปตร.พระนารายณ์ สรุปผลสถานการณ์น้ำทั้งหมดดังนี้

1) โซน คบ.ท่อทองแดง มีปริมาณน้ำจัดสรร 622.55 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 335.29 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 287.26 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ 455.68 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 238.78 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 216.90 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณน้ำท่า 194.27 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 135.42 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 58.85 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณความต้องการน้ำ 1,272.51 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 709.50 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 563.01 ล้าน ลบ.ม.

2) โซน คบ.ดงเศรษฐี มีปริมาณน้ำจัดสรร 1,050.91 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 450.35 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 600.56 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ 2.69 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 1.69 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 1.00 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณความต้องการน้ำ 1,053.60 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 452.04 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 601.56 ล้าน ลบ.ม.

3) โซน คบ.พลเทพ มีปริมาณน้ำจัดสรร 687.26 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 294.25 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 393.01 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ 191.19 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 60.87 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 130.32 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณน้ำท่า 40.28 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 19.57 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 20.70 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณความต้องการน้ำ 918.73 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 374.69 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 544.04 ล้าน ลบ.ม.

4) โซนแม่น้ำน้อย มีปริมาณน้ำจัดสรร 731.86 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 371.86 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 360.00 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ 470.31 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 143.03 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 327.28 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณน้ำท่า 22.81 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 14.12 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 8.69 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณความต้องการน้ำ 1,224.98 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูแล้ง 529.01 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 695.96 ล้าน ลบ.ม.

5) โชน คบ.มโนรมย์ มีปริมาณน้ำจัดสรร 930.48 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 439.16 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 491.32 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ 371.60 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 128.56 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 243.04 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณน้ำท่า 43.21 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 33.59 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 9.63 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณความต้องการน้ำ 1,345.29 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 601.30 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 743.98 ล้าน ลบ.ม.

6) โชน ปตร.พระนารายณ์ มีปริมาณน้ำจัดสรร 848.17 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 349.42 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 498.75 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ 548.49 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 187.59 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 360.89 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณน้ำท่า 57.53 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 20.76 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 36.77 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณความต้องการน้ำ 1,454.19 ล้าน ลบ.ม./ปี แบ่งเป็น ฤดูฝน 557.77 ล้าน ลบ.ม. และ ฤดูแล้ง 896.42 ล้าน ลบ.ม.

สรุปผลสถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โชน แสดงดังตารางที่ 4.2.9-1 ถึง ตารางที่ 4.2.9-6 โดยแสดงผลปริมาณน้ำจัดสรร และ ปริมาณน้ำท่า ดังรูปที่ 4.2.9-1 ถึง รูปที่ 4.2.9-6 ในส่วน การประเมินปริมาณความต้องการน้ำ และ ปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ แสดงผลในหัวข้อ 4.2.3 และ หัวข้อ 4.2.10 และแสดงผลสถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทานเจ้าพระยา 6 โชนดัง รูปที่ 4.2.9-7 ถึง รูปที่ 4.2.9-12

ตารางที่ 4.2.9-1 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.ท่อทองแดง

คบ.ท่อทองแดง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
ปริมาณน้ำจัดสรร	335.29	287.26	622.55
มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ	238.78	216.90	455.68
ปริมาณน้ำท่า	135.42	58.85	194.27
ความต้องการน้ำ	709.50	563.01	1,272.51

ตารางที่ 4.2.9-2 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.ดงเศรษฐี

คบ.ดงเศรษฐี	ฝน	แล้ง	รายปี
ปริมาณน้ำจัดสรร	450.35	600.56	1,050.91
มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ	1.69	1.00	2.69
ปริมาณน้ำท่า	0.00	0.00	0.00
ความต้องการน้ำ	452.04	601.56	1,053.60

ตารางที่ 4.2.9-3 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.พลเทพ

คบ.พลเทพ	ฝน	แล้ง	รายปี
ปริมาณน้ำจัดสรร	294.25	393.01	687.26
มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ	60.87	130.32	191.19
ปริมาณน้ำท่า	19.57	20.70	40.28
ความต้องการน้ำ	374.69	544.04	918.73

ตารางที่ 4.2.9-4 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชนแม่น้ำน้อย

แม่น้ำน้อย	ฝน	แล้ง	รายปี
ปริมาณน้ำจัดสรร	371.86	360.00	731.86
มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ	143.03	327.28	470.31
ปริมาณน้ำท่า	14.12	8.69	22.81
ความต้องการน้ำ	529.01	695.96	1,224.98

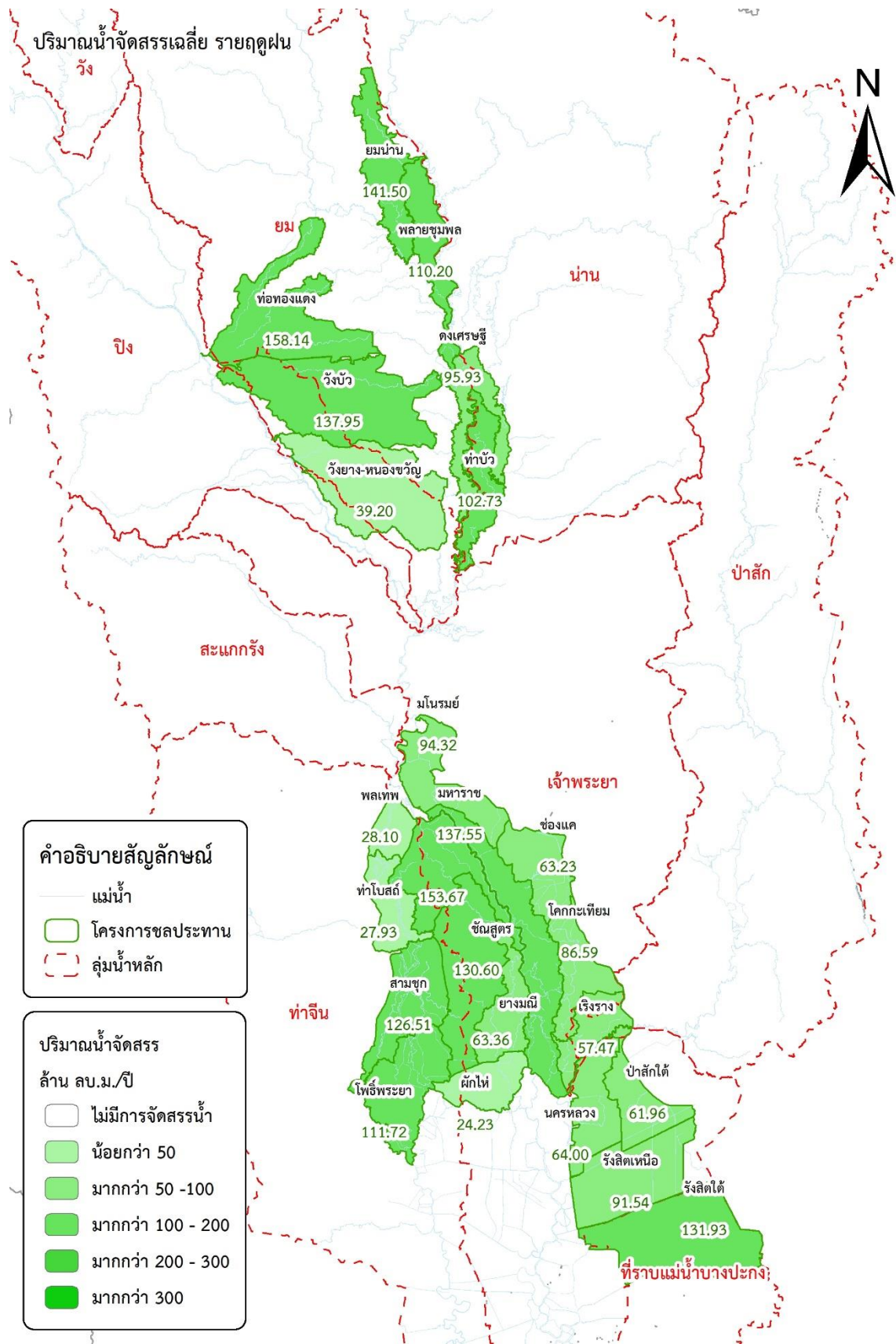
ตารางที่ 4.2.9-5 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.มโนรมย์

คบ.มโนรมย์	ฝน	แล้ง	รายปี
ปริมาณน้ำจัดสรร	439.16	491.32	930.48
มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ	128.56	243.04	371.60
ปริมาณน้ำท่า	33.59	9.63	43.21
ความต้องการน้ำ	601.30	743.98	1,345.29

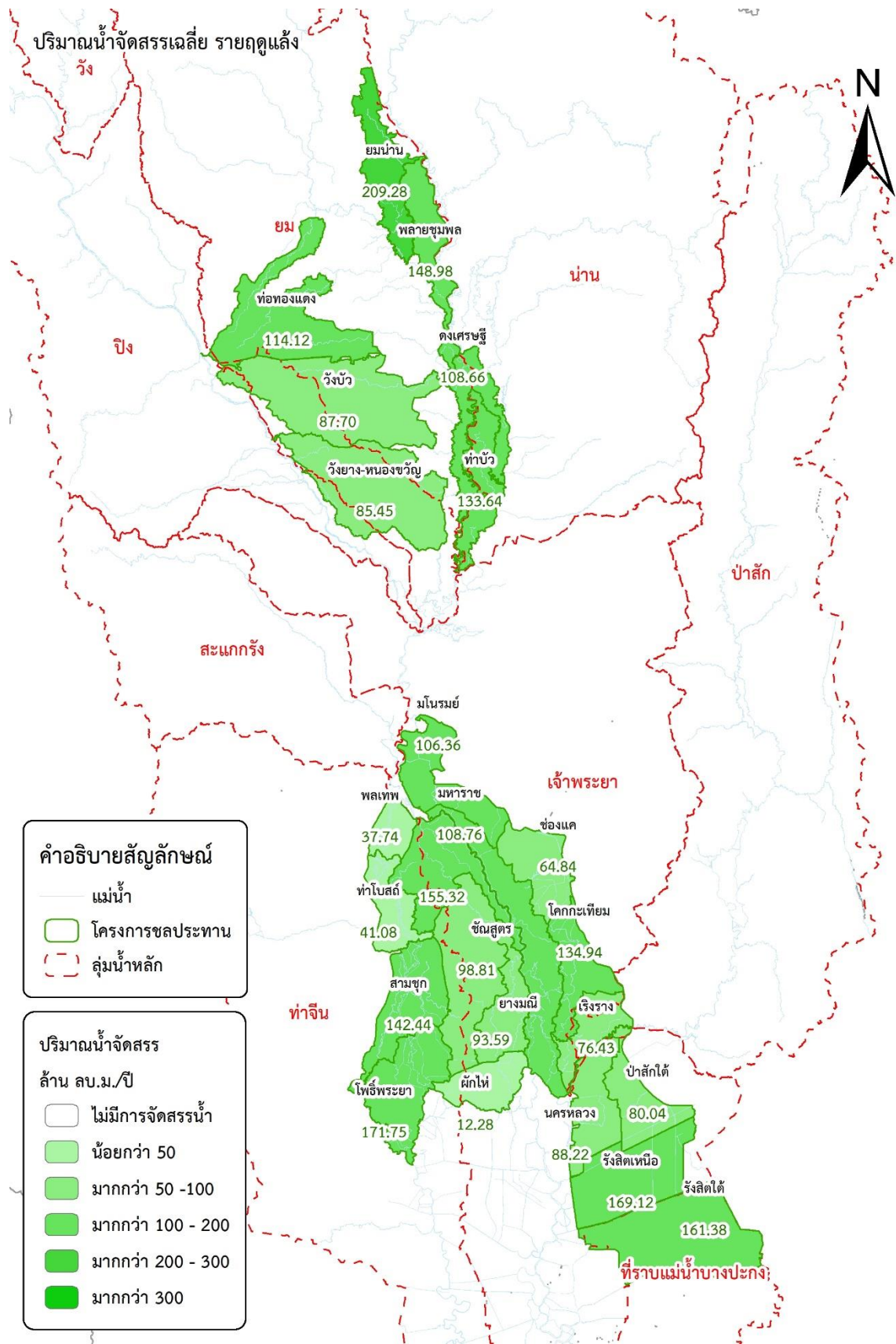
ตารางที่ 4.2.9-6 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน ปตร.พระนารายณ์

ปตร.พระนารายณ์	ฝน	แล้ง	รายปี
ปริมาณน้ำจัดสรร	349.42	498.75	848.17
มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ	187.59	360.89	548.49
ปริมาณน้ำท่า	20.76	36.77	57.53
ความต้องการน้ำ	557.77	896.42	1,454.19

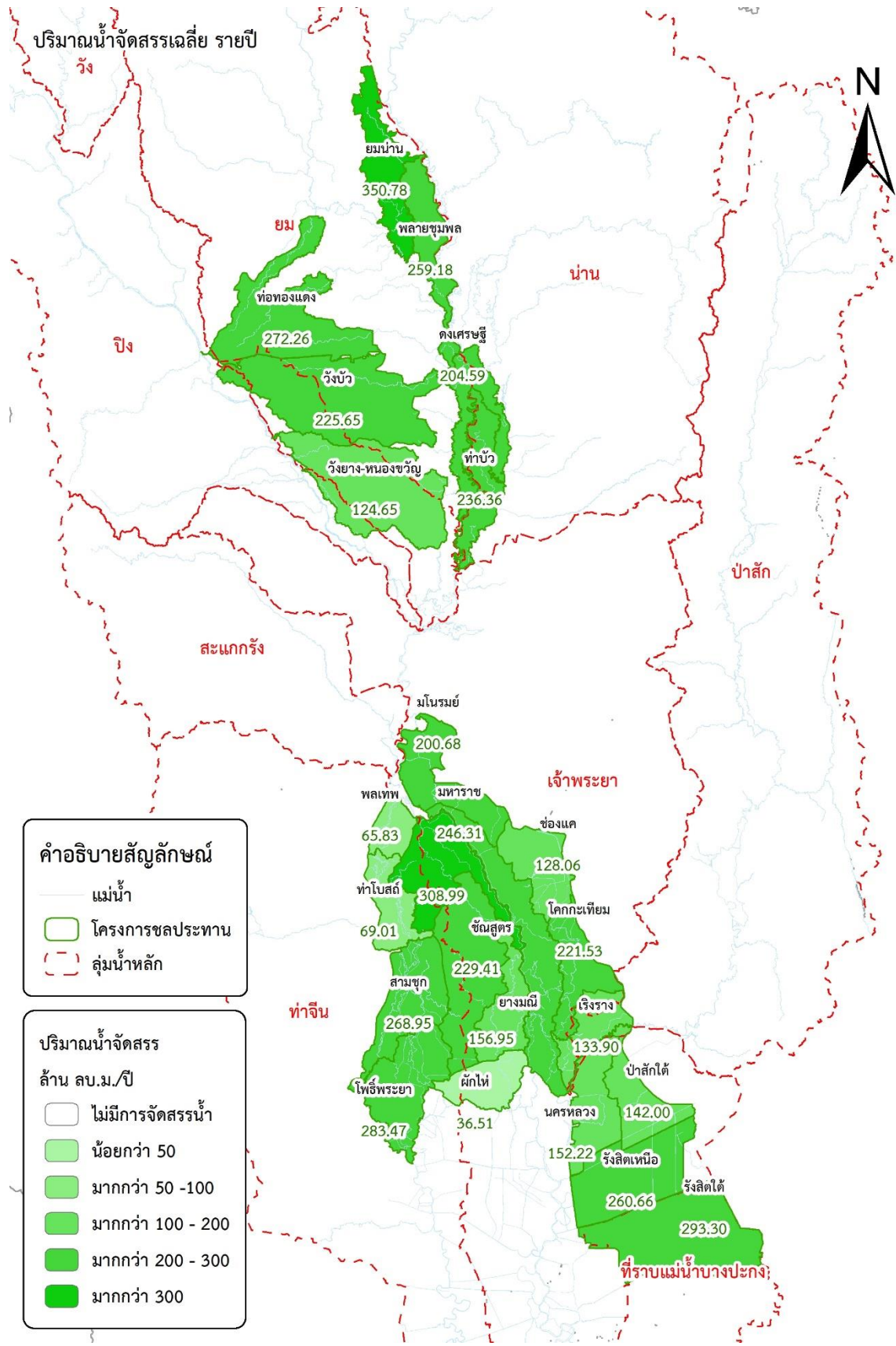




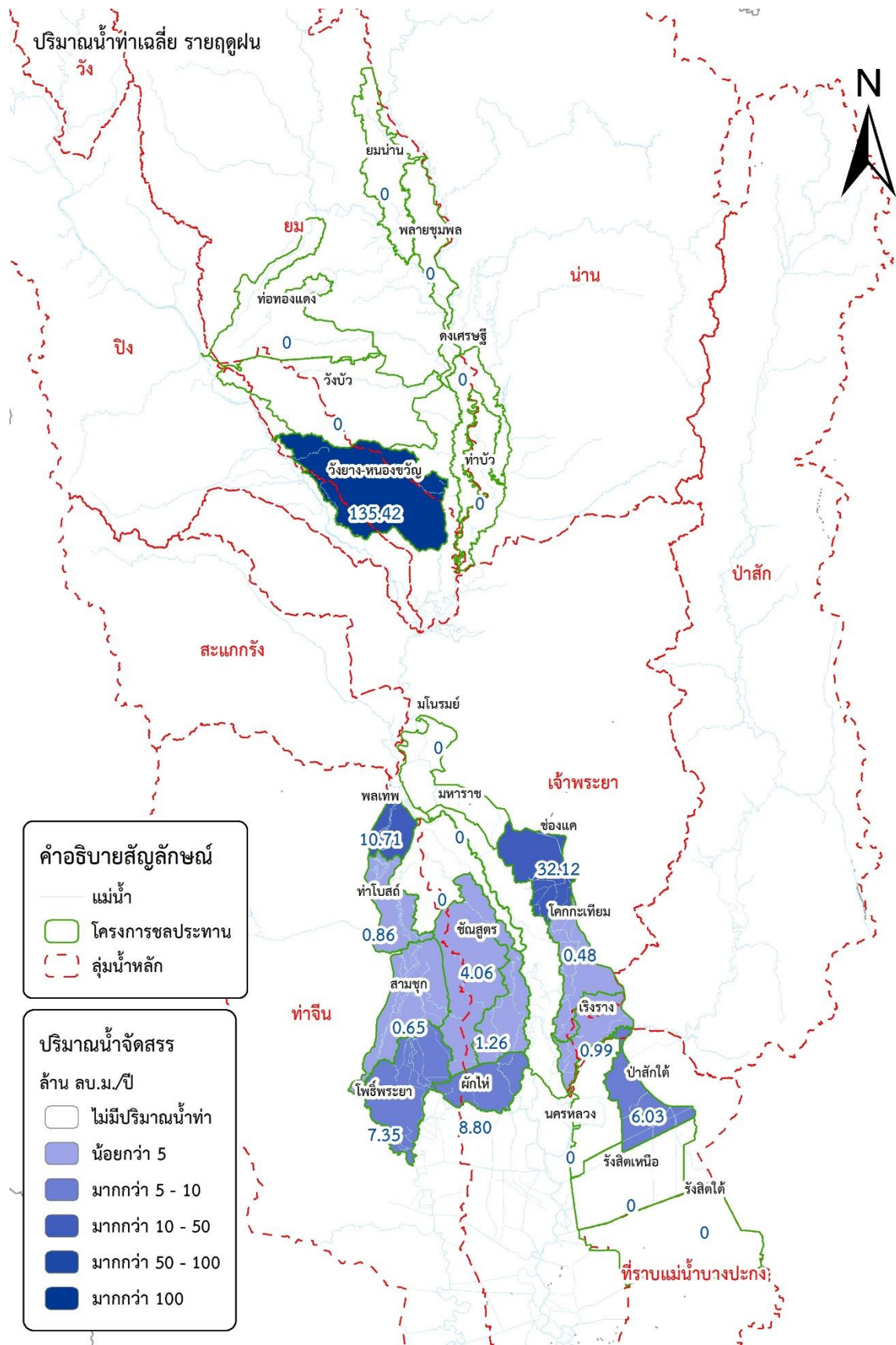
รูปที่ 4.2.9-1 ผลการประเมินปริมาณน้ำจัดสรรของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โซน (ฤดูฝน)



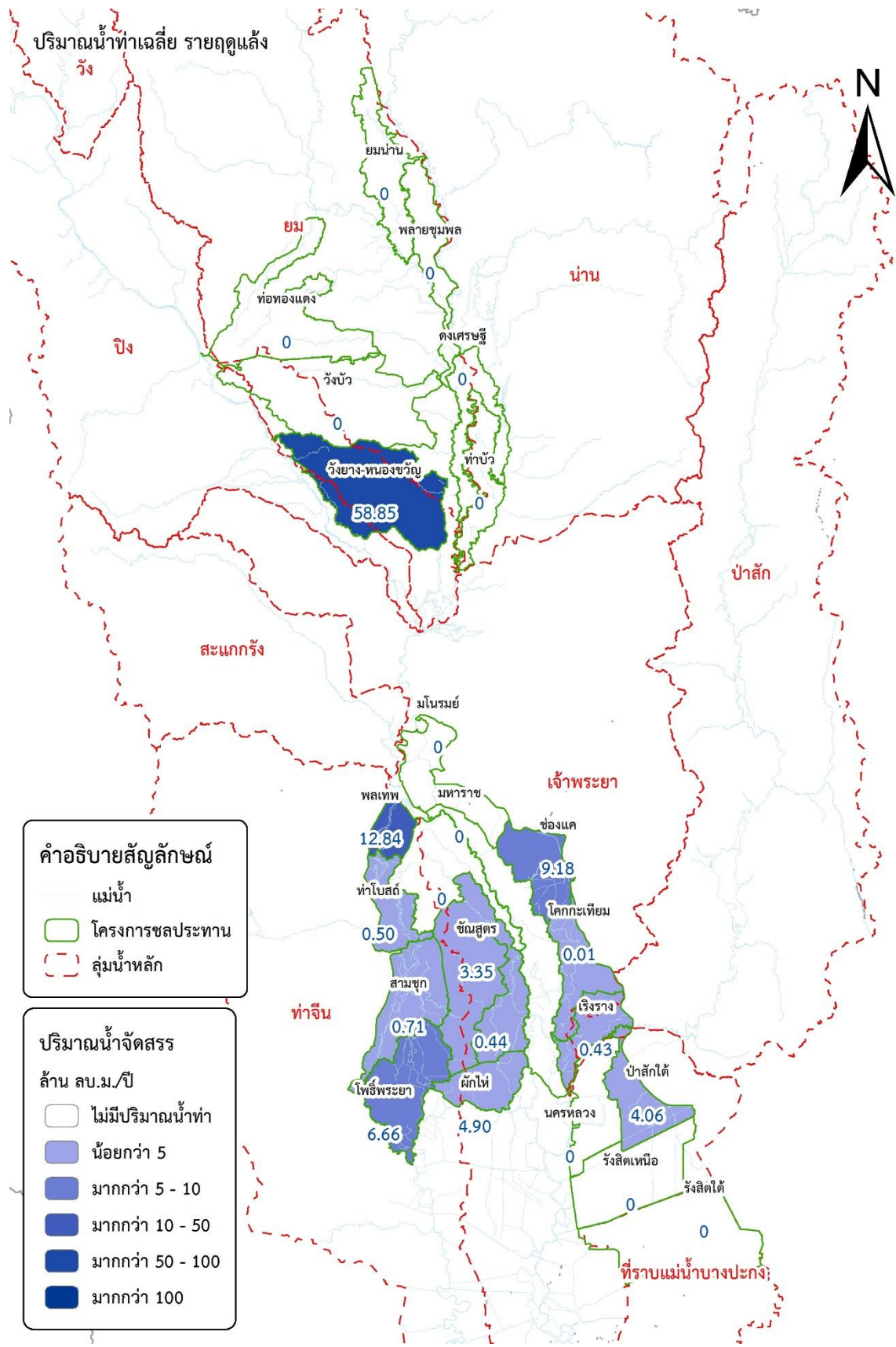
รูปที่ 4.2.9-2 ผลการประเมินปริมาณน้ำจัดสรรของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โซน (ฤดูแล้ง)



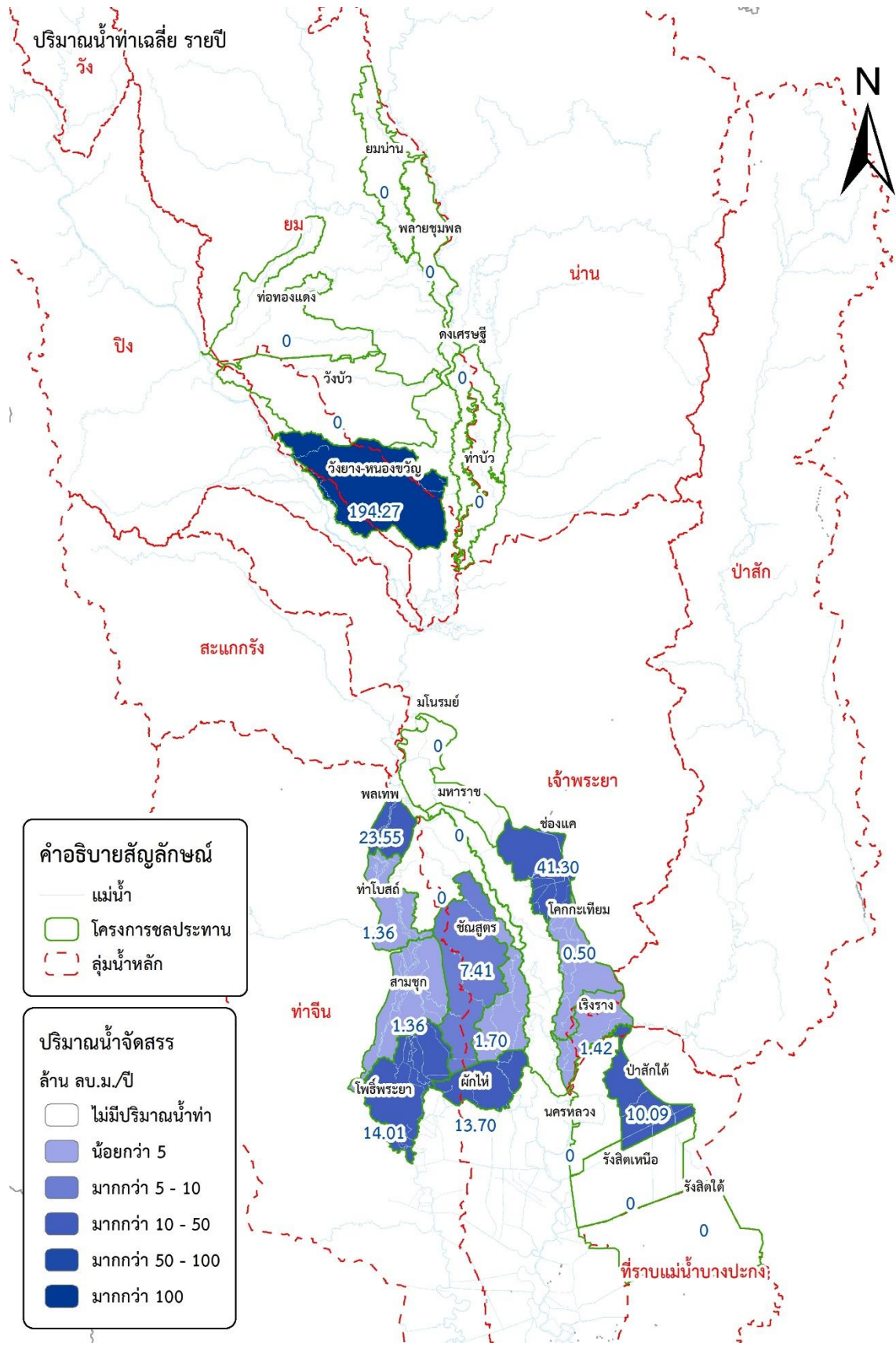
รูปที่ 4.2.9-3 ผลการประเมินปริมาณน้ำจัดสรรของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โซน (รายปี)



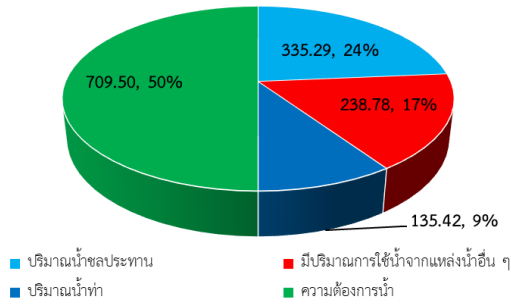
รูปที่ 4.2.9-4 ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โซน (ฤดูฝน)



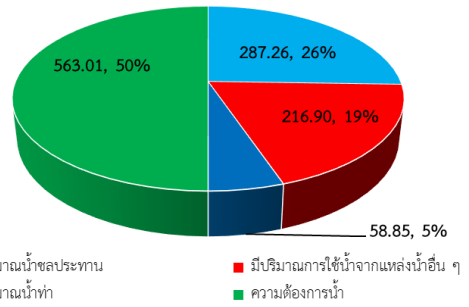
รูปที่ 4.2.9-5 ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โซน (ฤดูแล้ง)



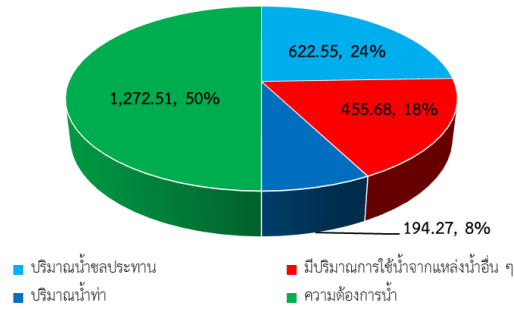
รูปที่ 4.2.9-6 ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ชลประทานลุ่มน้ำเจ้าพระยา 6 โซน (รายปี)



(ถาดูฝน)

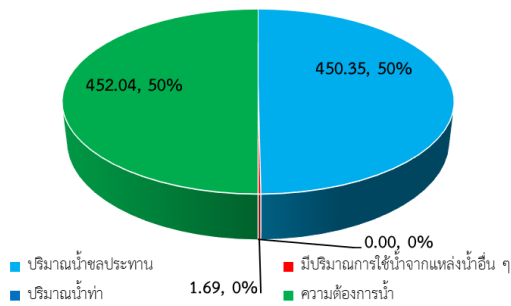


(ถาดูแล้ง)

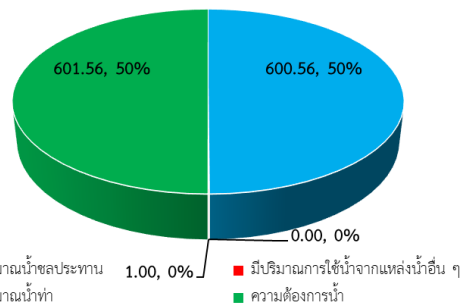


(รายปี)

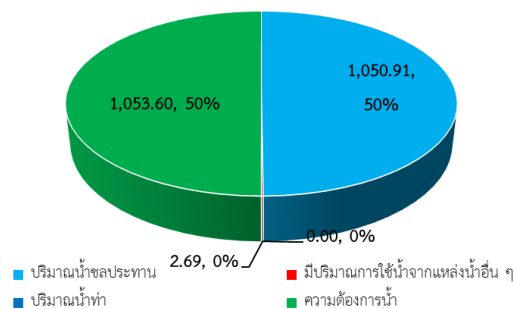
รูปที่ 4.2.9-7 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.ท่อทองแดง



(ถาดูฝน)

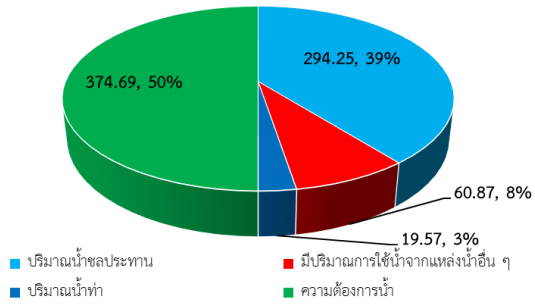


(ถาดูแล้ง)

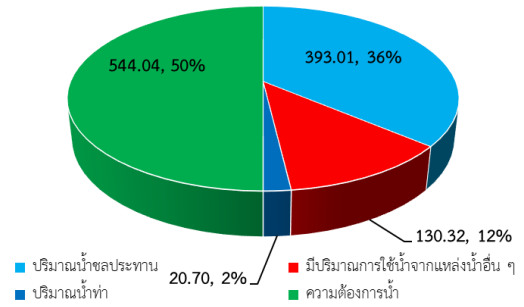


(รายปี)

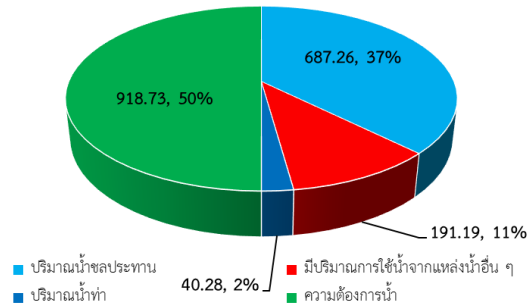
รูปที่ 4.2.9-8 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.ดงเศรษฐี



(ถาดฝุ่น)

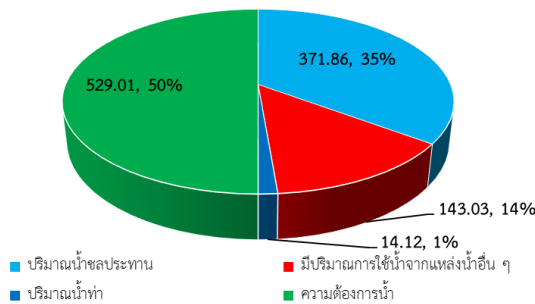


(ถาดเลี้ยง)

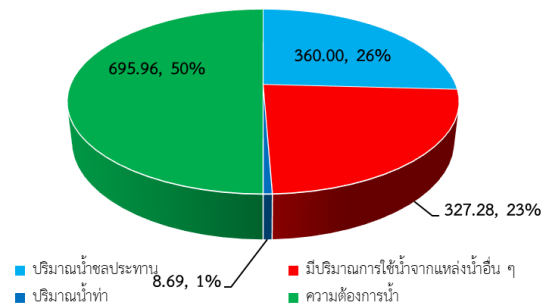


(รายปี)

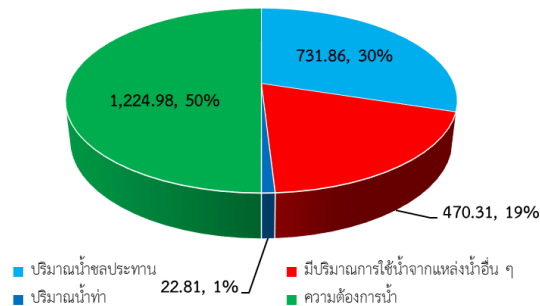
รูปที่ 4.2.9-9 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.พลเทพ



(ถาดฝุ่น)



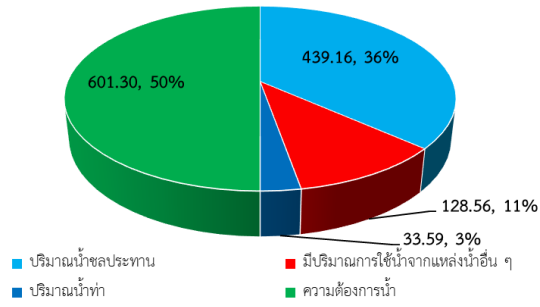
(ถาดเลี้ยง)



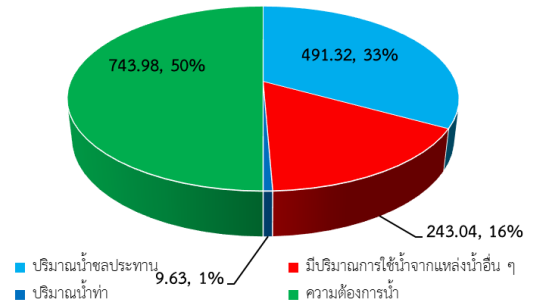
(รายปี)

รูปที่ 4.2.9-10 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชนแม่น้ำน้อย

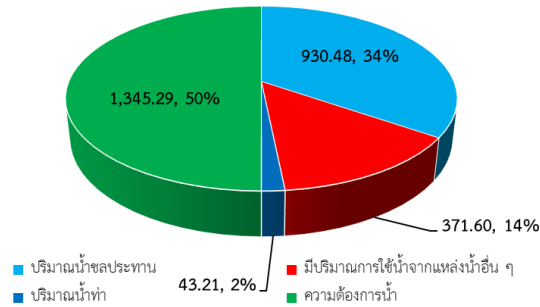




(ฤดูฝน)

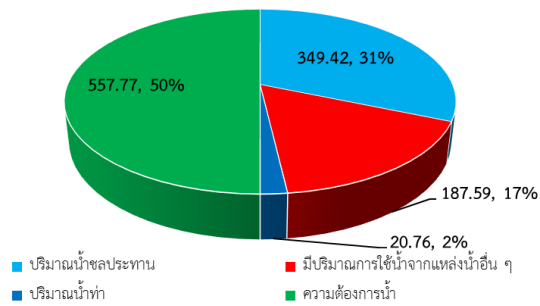


(ฤดูแล้ง)

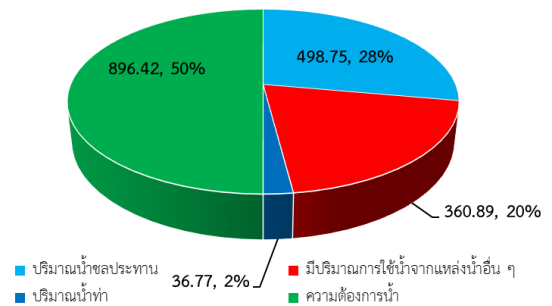


(รายปี)

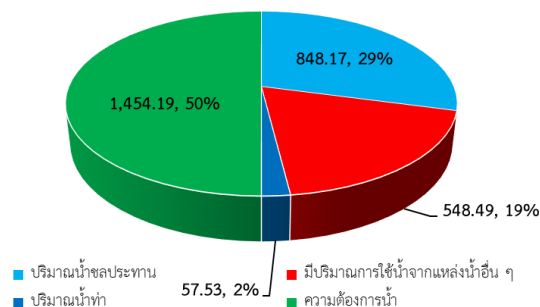
รูปที่ 4.2.9-11 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน คบ.มโนรมย์



(ฤดูฝน)



(ฤดูแล้ง)



(รายปี)

รูปที่ 4.2.9-12 สถานการณ์น้ำของพื้นที่ชลประทาน โชน ปตร.พระนารายณ์

#### 4.2.10 ผลการประเมินการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่จากแหล่งน้ำอื่น ๆ ของพื้นที่การศึกษา

การประเมินปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ เช่น น้ำบาดาล เป็นต้น ของพื้นที่การศึกษา ในรูปแบบโครงการชลประทานทำการประเมินและแสดงผลเฉพาะโครงการชลประทานที่สำคัญในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา จำนวน 20 โครงการ ประกอบด้วย 1) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามหาราช, 2) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามโนรมย์, 3) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาช่องแค, 4) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเริงราง, 5) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระทิง, 6) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา, 7) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก, 8) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปางมณี, 9) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ, 10) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ผักไห้, 11) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบรมธาตุ, 12) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์, 13) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชันสูตร, 14) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาตงเศรษฐี, 15) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว, 16) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลาญชุมพล, 17) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่อทองแดง, 18) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษายมน่าน, 19) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว และ 20) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ โดยมีรายละเอียดของผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ ของโครงการชลประทานขนาดใหญ่ดังต่อไปนี้

1) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามหาราช มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูแล้งเฉลี่ย เท่ากับ 113.64 ล้าน ลบ.ม. และ มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูฝนเฉลี่ย เท่ากับ 46.61 ล้าน ลบ.ม. ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายปีเฉลี่ย เท่ากับ 160.25 ล้าน ลบ.ม./ปี

2) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามโนรมย์ มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูแล้งเฉลี่ย เท่ากับ 51.48 ล้าน ลบ.ม. และ มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูฝนเฉลี่ย เท่ากับ 41.54 ล้าน ลบ.ม. ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายปีเฉลี่ย เท่ากับ 93.02 ล้าน ลบ.ม./ปี

3) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาช่องแค มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูแล้งเฉลี่ย เท่ากับ 72.11 ล้าน ลบ.ม. และ มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูฝนเฉลี่ย เท่ากับ 31.53 ล้าน ลบ.ม. ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายปีเฉลี่ย เท่ากับ 103.64 ล้าน ลบ.ม./ปี

4) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเริงราง มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูแล้งเฉลี่ย เท่ากับ 5.73 ล้าน ลบ.ม. และ มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูฝนเฉลี่ย เท่ากับ 6.85 ล้าน ลบ.ม. ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายปีเฉลี่ย เท่ากับ 12.58 ล้าน ลบ.ม./ปี

5) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระทิง มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูแล้งเฉลี่ย เท่ากับ 0.08 ล้าน ลบ.ม. และ มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูฝนเฉลี่ย เท่ากับ 2.03 ล้าน ลบ.ม. ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายปีเฉลี่ย เท่ากับ 2.11 ล้าน ลบ.ม./ปี

6) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูแล้งเฉลี่ย เท่ากับ 106.12 ล้าน ลบ.ม. และ มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูฝนเฉลี่ย เท่ากับ 53.37 ล้าน ลบ.ม. ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายปีเฉลี่ย เท่ากับ 159.49 ล้าน ลบ.ม./ปี



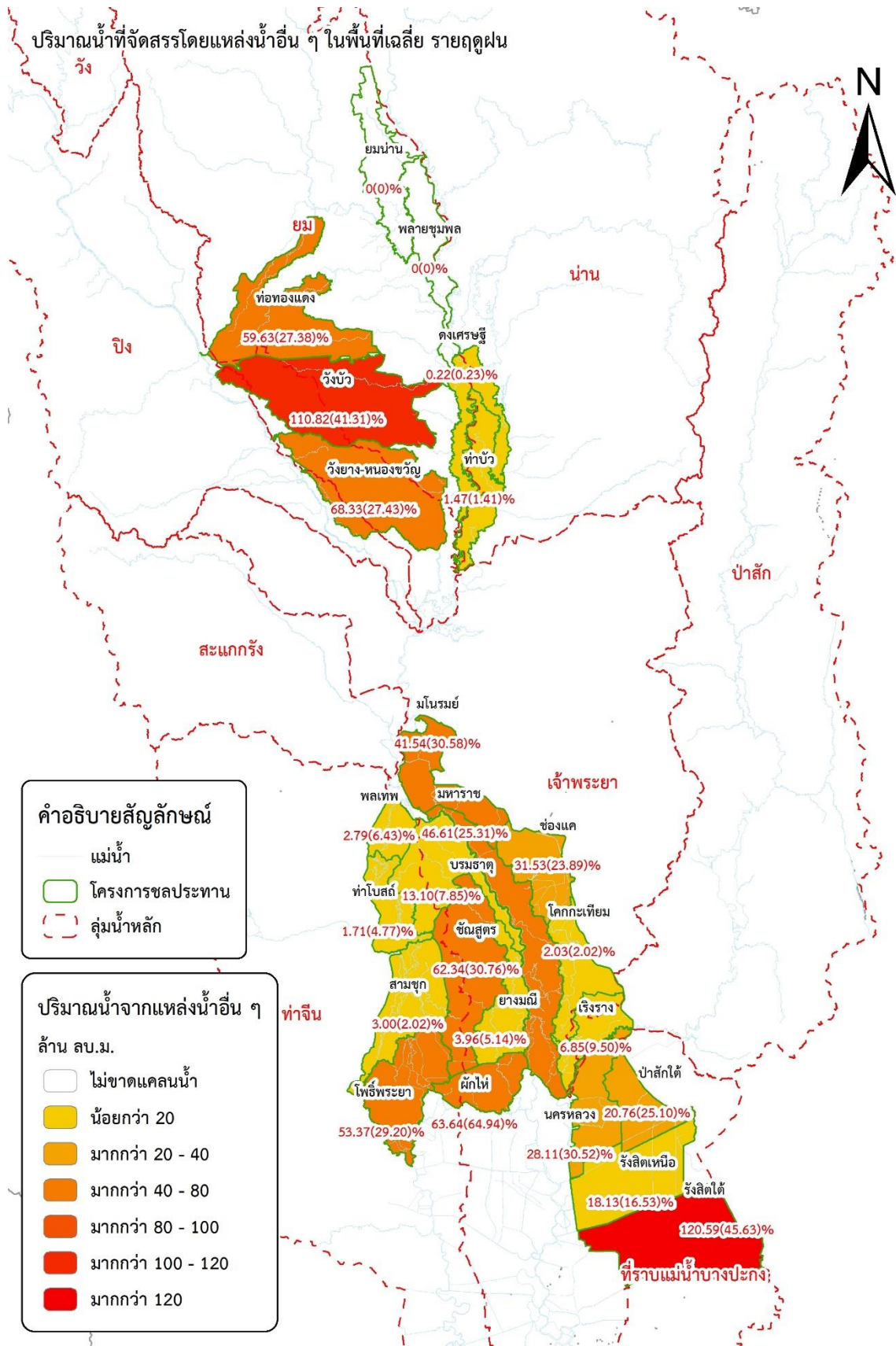
19) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูแล้งเฉลี่ย เท่ากับ 78.52 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูฝนเฉลี่ย เท่ากับ 110.82 ล้าน ลบ.ม. ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายปีเฉลี่ย เท่ากับ 189.34 ล้าน ลบ.ม./ปี

20) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูแล้งเฉลี่ย เท่ากับ 67.61 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายฤดูฝนเฉลี่ย เท่ากับ 68.33 ล้าน ลบ.ม. ทำให้มีปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ รายปีเฉลี่ย เท่ากับ 135.94 ล้าน ลบ.ม./ปี

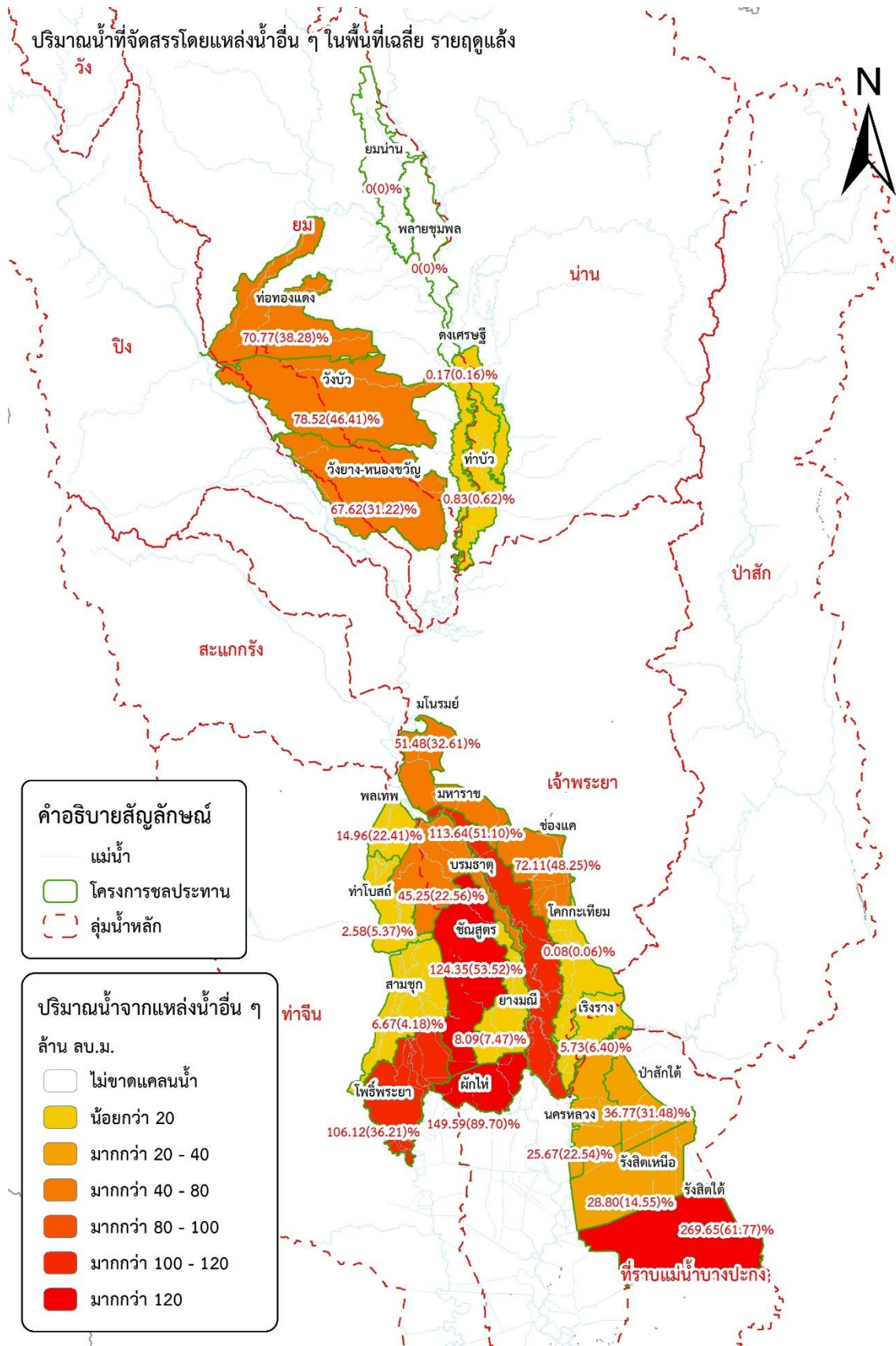
โดยสรุปผลปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ ของโครงการชลประทานขนาดใหญ่ในพื้นที่การศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.2.10-1 และแสดงปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งน้ำอื่น ๆ ทั้งรายลุ่มน้ำ และ รายโครงการชลประทานดังรูปที่ 4.2.10-1 ถึง รูปที่ 4.2.10-3

ตารางที่ 4.2.10-1 ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่จากแหล่งน้ำอื่น ๆ

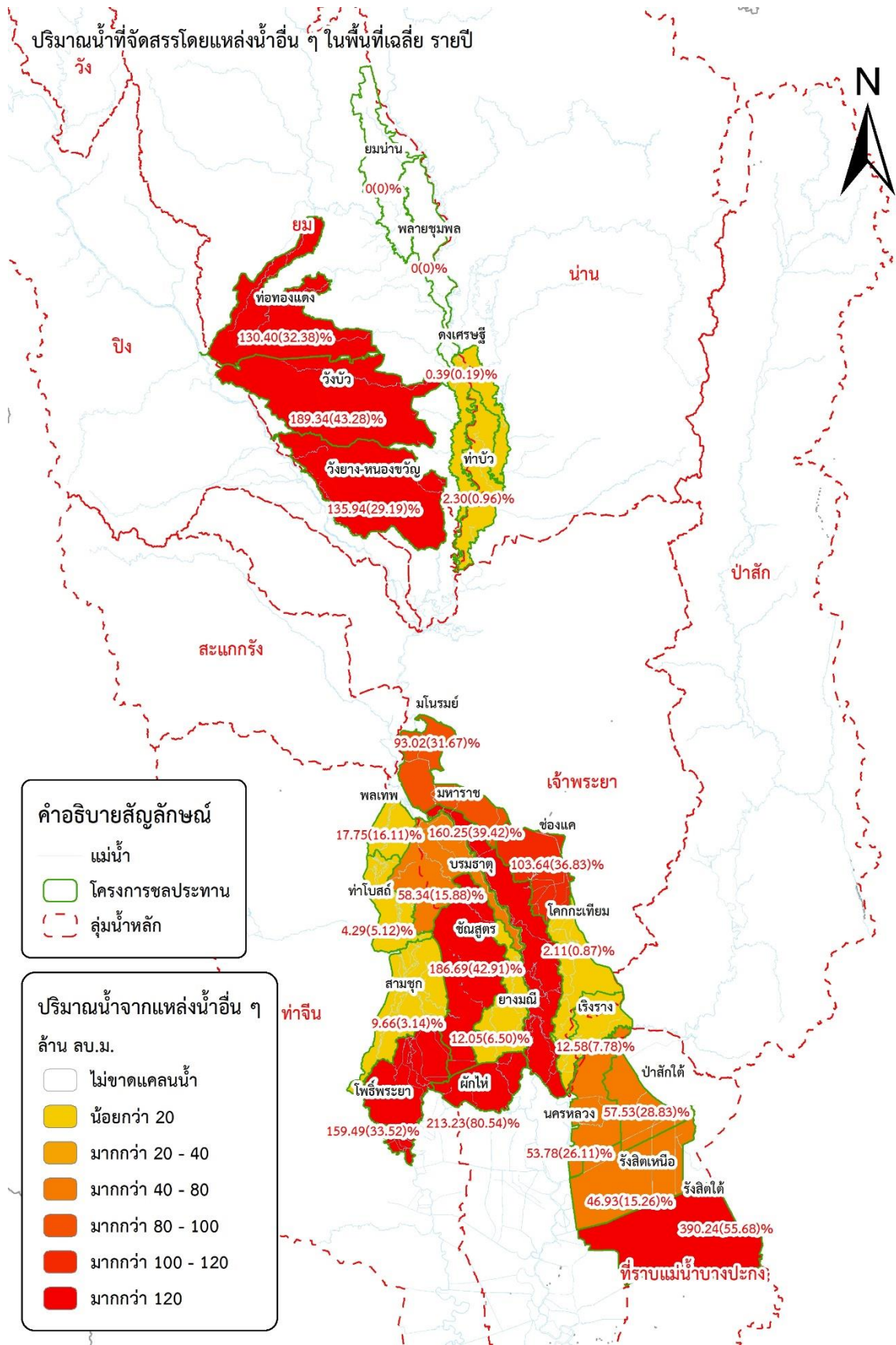
โครงการชลประทาน	ฤดูแล้งเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ฤดูฝนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามหาราช	113.64	46.61	160.25
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามโนรมย์	51.48	41.54	93.02
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาช่องแค	72.11	31.53	103.64
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเชิงราง	5.73	6.85	12.58
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระทิง	0.08	2.03	2.11
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา	106.12	53.37	159.49
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสามชุก	6.66	3.00	9.66
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาขามเฒ่า	8.09	3.96	12.05
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลเทพ	14.96	2.79	17.75
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาผักไห่	149.59	63.64	213.23
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาบรมธาตุ	45.24	13.10	58.34
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์	2.58	1.71	4.29
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชันสูตร	124.35	62.34	186.69
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาตงศรีภูมิ	0.17	0.22	0.39
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว	0.83	1.47	2.30
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล	0.00	0.00	0.00
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าทองแดง	70.77	59.63	130.40
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาขามน่าน	0.00	0.00	0.00
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังบัว	78.52	110.82	189.34
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาวังยาง-หนองขวัญ	67.61	68.33	135.94



รูปที่ 4.2.10-1 ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่จากแหล่งน้ำอื่น ๆ (ฤดูฝน)



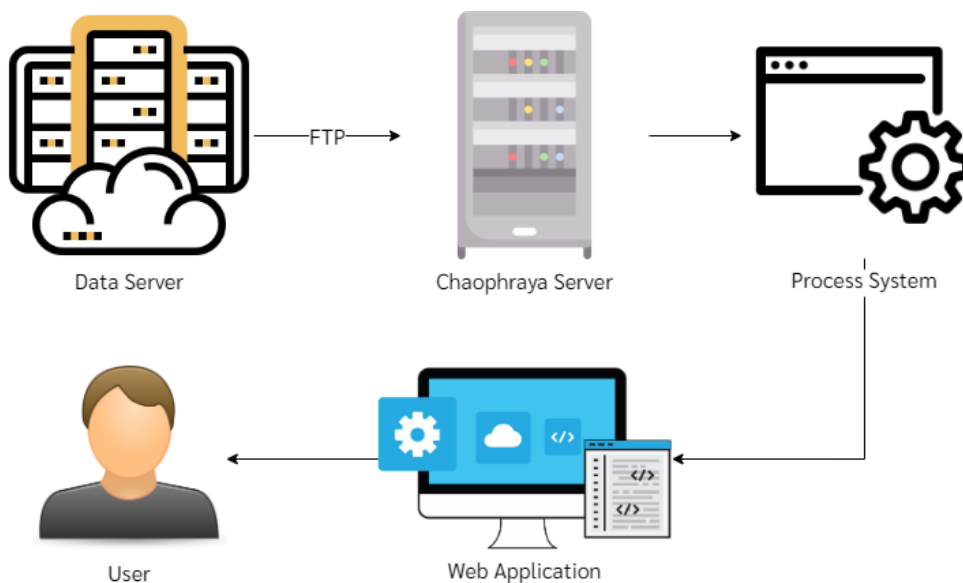
รูปที่ 4.2.10-2 ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่จากแหล่งน้ำอื่น ๆ (ฤดูแล้ง)



รูปที่ 4.2.10-3 ผลการประเมินปริมาณการใช้น้ำของโครงการชลประทานขนาดใหญ่จากแหล่งน้ำอื่น ๆ (รายปี)

### 4.3 การจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการประสานโครงการวิจัยในการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ในโครงการวิจัยนี้ได้มีการบูรณาการข้อมูลร่วมกันจากหลายภาคส่วน เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการพัฒนาแบบจำลองต่าง ๆ ดังนั้นการเชื่อมโยงข้อมูลเข้าด้วยกันนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อช่วยให้นักวิจัยภายในโครงการสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันได้ อย่างไรก็ตามด้วยความหลากหลายของชนิดของข้อมูล วิธีการแลกเปลี่ยนข้อมูล รวมถึงรูปแบบของข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน ทำให้เกิดอุปสรรค ขาดความสะดวก และต้องใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนข้อมูลก่อนที่จะสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นเข้าสู่แบบจำลองได้ ดังนั้นทางทีมวิจัยจึงได้มีการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับการเชื่อมโยงข้อมูล และปรับเปลี่ยนข้อมูลขึ้นมา ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเป็นสื่อกลางในการช่วยอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนข้อมูลให้กับทีมนักวิจัยในโครงการ ช่วยลดความผิดพลาด และช่วยลดเวลาในการปรับข้อมูลเพื่อให้เข้ากับแบบจำลองต่าง ๆ ในการออกระบบดังกล่าวนี้ได้มีการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับแลกเปลี่ยนชุดข้อมูลต่าง ๆ ภายใต้โครงการวิจัย อีกทั้งยังคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานของนักวิจัยด้วย โดยรูปแบบในการแลกเปลี่ยนข้อมูล การประมวลผลข้อมูล และการแสดงผลข้อมูลนั้น สามารถแสดงเป็นภาพรวมของระบบได้ดังรูปที่ 4.3-1



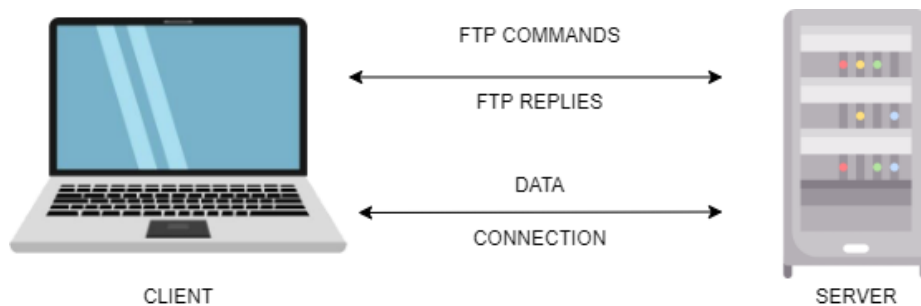
รูปที่ 4.3-1 แสดงภาพรวมของระบบ

#### 4.3.1 การเชื่อมโยงชุดข้อมูลเข้าสู่ระบบศูนย์กลางข้อมูล

เนื่องจากแหล่งตั้งต้นของชุดข้อมูลต่าง ๆ ของนักวิจัยในโครงการอยู่ในรูปของไฟล์ (File) ดังนั้นรูปแบบของการเชื่อมโยงข้อมูลของนักวิจัยเข้าสู่ศูนย์กลางข้อมูลนั้นจะใช้โปรโตคอล FTP (File Transfer Protocol) ซึ่งเป็นโปรโตคอลเครือข่ายชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับการถ่ายโอนไฟล์ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือการถ่ายโอนไฟล์ระหว่างไคลเอนต์ (Client) กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นแม่ข่ายหรือเซิร์ฟเวอร์ (Server) ในการใช้โปรโตคอลชนิดนี้

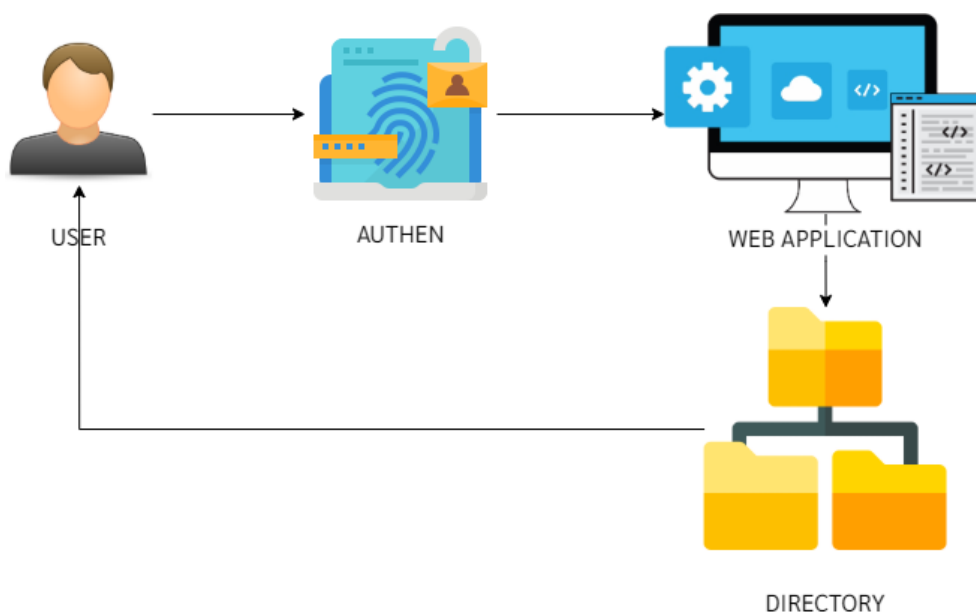


จะทำให้การถ่ายโอนไฟล์มีความสะดวก อีกทั้งมีความปลอดภัยในการแลกเปลี่ยนไฟล์ผ่านอินเทอร์เน็ต โดยรูปแบบของการใช้โปรโตคอลชนิดนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.3.1-1



รูปที่ 4.3.1-1 แสดงรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วยโปรโตคอล FTP

นอกจากนั้นแล้วทีมนักวิจัยยังได้มีการพัฒนารูปแบบของการแสดงผลไฟล์ข้อมูลต่าง ๆ ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันด้วย เพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกโดยนักวิจัยในโครงการไม่ต้องเรียนรู้คำสั่งต่าง ๆ ในเรียกดูข้อมูล โดยนักวิจัยสามารถใช้บราวเซอร์ (Browser) เรียกดูข้อมูลได้เลย อย่างไรก็ตามในการเรียกดูชุดข้อมูลต่าง ๆ นั้นผู้ใช้จะต้องมีการยืนยันตัวตนในการเข้าใช้งานระบบด้วยการล็อกอินเพื่อยืนยันตัวตน ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของชุดข้อมูลต่าง ๆ ภายใต้โครงการวิจัย ซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนกันได้เฉพาะกลุ่มนักวิจัยในโครงการเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.3.1-2

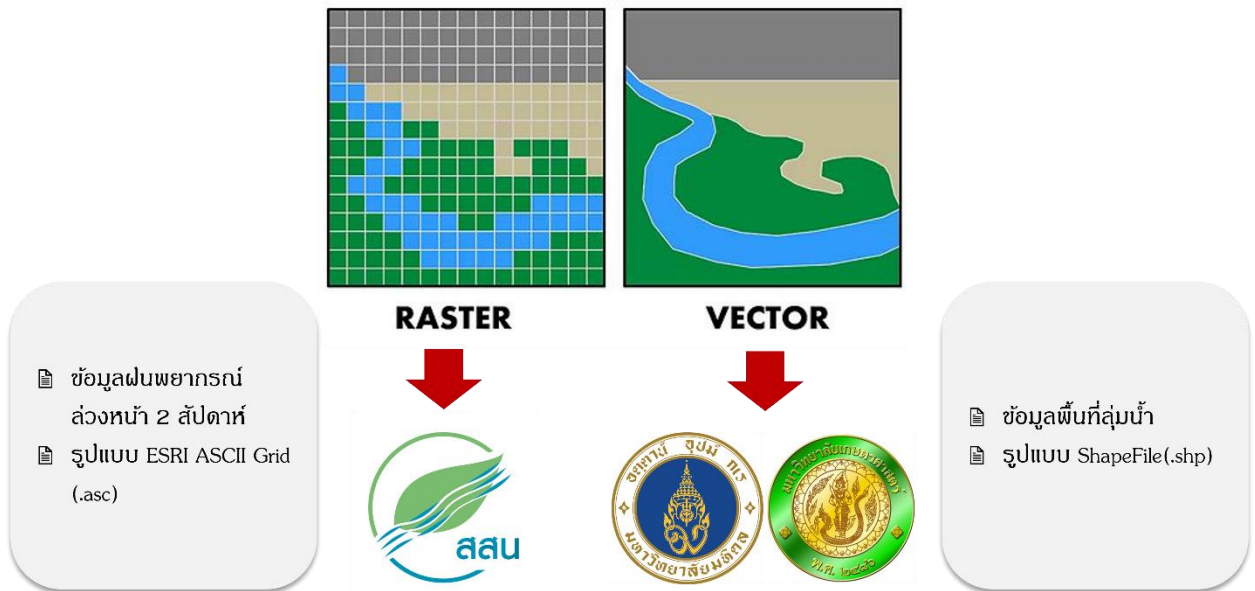


รูปที่ 4.3.1-2 ระบบการเรียกดูและแลกเปลี่ยนข้อมูลในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน

#### 4.3.2 การประมวลผลและการปรับเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลด้วย QGIS

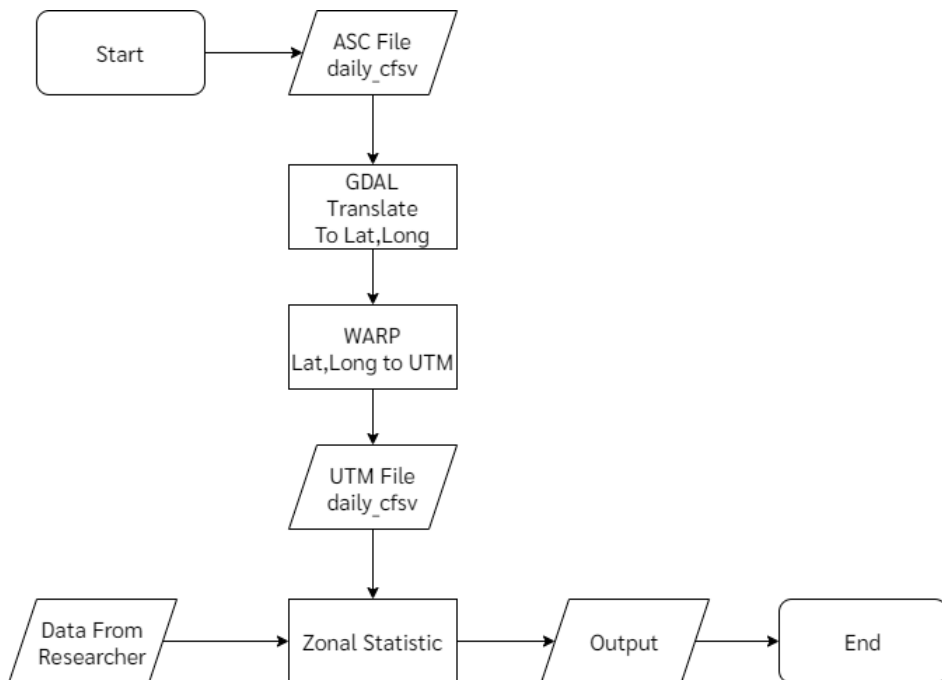
เนื่องจากชุดข้อมูลต่าง ๆ ภายใต้โครงการวิจัยนี้เป็นชุดข้อมูลที่ได้รับมาจากหลากหลายแหล่งข้อมูล เช่น ข้อมูลฝนพยากรณ์ ข้อมูลปริมาณความต้งการน้ำภาคการเกษตร ข้อมูลศักยภาพของแหล่งน้ำผิวดิน ข้อมูลน้ำท่า ข้อมูลน้ำเขื่อน เป็นต้น ทั้งนี้บางชุดข้อมูลแม้จะเป็นข้อมูลชนิดเดียวกันแต่มีรูปแบบที่แตกต่างกัน นอกจากนี้

แล้วชุดข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ ยังต้องมีการปรับเปลี่ยนหรือต้องมีเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เหมาะสมก่อนการนำเข้าสู่การประมวลผลของแบบจำลองต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อให้สามารถบูรณาการชุดข้อมูลต่าง ๆ ให้รวมกันได้ ทีมวิจัยได้ใช้โปรแกรม QGIS ในการปรับรูปแบบของข้อมูลฝนพยากรณ์ ซึ่งอยู่ในรูปของ Raster file ให้สามารถมารวมกับข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งอยู่ในรูปของ Vector file ดังรูปที่ 4.3.2-1



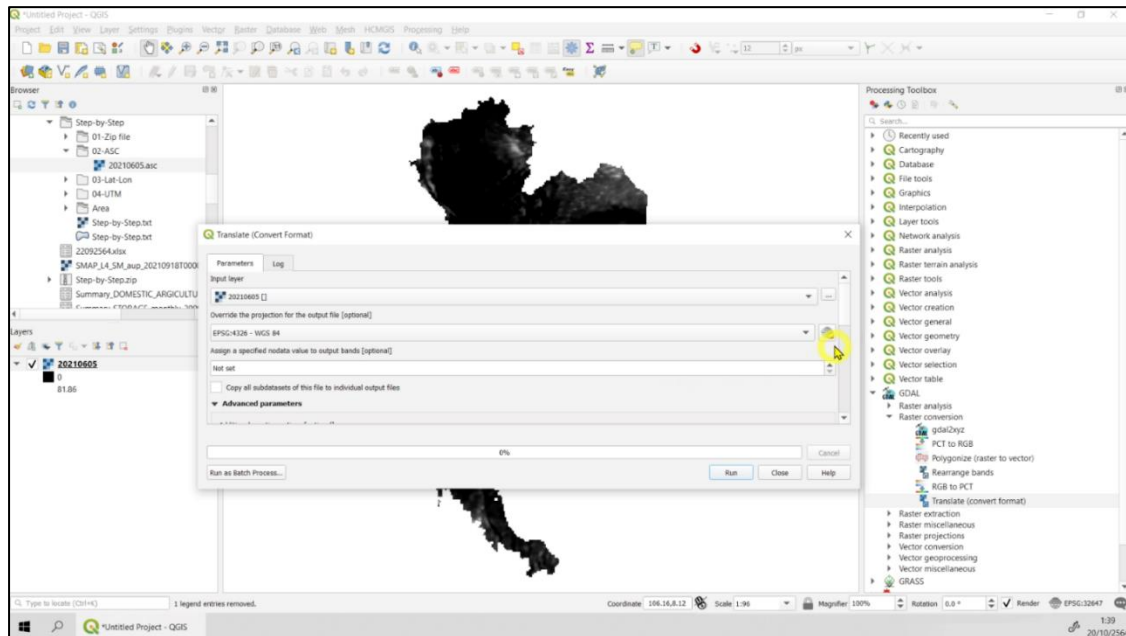
รูปที่ 4.3.2-1 การรวมกันของข้อมูล Raster และ Vector

ในขั้นตอนนี้จะใช้โปรแกรม QGIS ในการทำ โดยสามารถสรุปเป็น flowchart ในการทำงานได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 4.3.2-2 flowchart ในการประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรม QGIS

จากรูปที่ 4.3.2-2 จะเห็นได้ว่าข้อมูลตั้งต้นที่เป็น Raster file นั้น เป็นข้อมูลฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน จาก สสน. ซึ่งเป็นไฟล์ชนิด ASCII (\*.asc) จากนั้นจะใช้ฟังก์ชันของ QGIS ในการแปลง asc เป็น tiff และกำหนด พิกัดให้ไฟล์เป็น Lat, Long ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.3.2-3



รูปที่ 4.3.2-3 ตัวอย่างการแปลง asc เป็น tiff

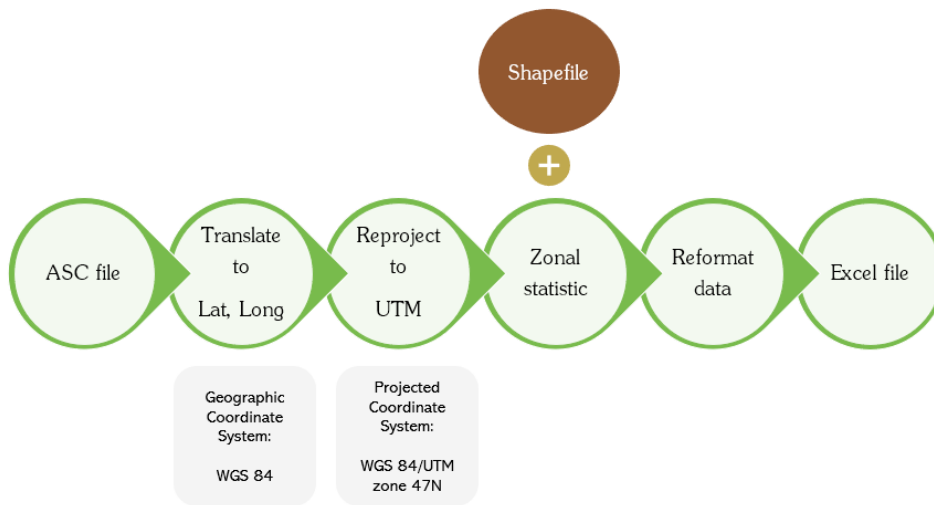
จากนั้นจะทำการแปลงพิกัด Lat,Long (4326) เป็น UTM (32647) และกำหนด resolution ของ raster เป็น 250 เมตร ซึ่งข้อมูล UTM นี้จะเป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับนำไปรวมกับข้อมูล shapefile ของนักวิจัย โดยในการรวมข้อมูลนั้น จะใช้คำสั่ง Zonal Statistics ใน QGIS เพื่อสรุปค่า mean ลงใน shapefile แล้วแปลง output ออกมาเป็นไฟล์ csv หรือ excel เพื่อให้ให้นักวิจัยนำไปใช้เป็น input ในการรันโมเดลต่อไป

ในการใช้ QGIS สำหรับการประมวลผลนั้น จะต้องมีการกำหนดค่าในการแปลงชนิดข้อมูลต่าง ๆ ให้ถูกต้อง ซึ่งจะต้องอาศัยความชำนาญของผู้ใช้งาน อีกทั้งยังต้องใช้เวลามากในการทำ เนื่องจากข้อมูลฝนพยากรณ์ 14 วันนั้น จะมีอยู่ทั้งหมด 14 ไฟล์ ซึ่งสามารถประมวลผลด้วย QGIS ได้ครั้งละไฟล์เท่านั้น ดังนั้นทีมวิจัยจึงได้มีการพัฒนา อัลกอริทึมขึ้นมา เพื่อใช้ในการประมวลผลแทน QGIS ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกและความรวดเร็วให้กับนักวิจัยในการทำงานได้

### 4.3.3 การประมวลผลและการปรับเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลด้วยอัลกอริทึม

ในกระบวนการประมวลผลด้วย QGIS นั้นต้องใช้เวลาเป็นอย่างมากในการปรับเปลี่ยนข้อมูล เนื่องจากชุดข้อมูลมีความหลากหลายและมีปริมาณข้อมูลเป็นจำนวนมาก ทำให้มีโอกาสเกิดความผิดพลาดจากการทำงานได้ ดังนั้นทีมวิจัยจึงได้มีการออกแบบอัลกอริทึมสำหรับการปรับเปลี่ยนรูปแบบของชุดข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับแบบจำลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.3.3-1 โดยอัลกอริทึมนี้จะสามารถทำงานต่อเนื่องได้อย่างอัตโนมัติ ตั้งแต่การดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นนำมาประมวลผล และปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดเวลา

ในการปรับเปลี่ยนข้อมูลและช่วยเพิ่มความสะดวกและให้กับนักวิจัยในโครงการได้เป็นอย่างมาก อีกทั้งยังสามารถช่วยลดความผิดพลาดต่าง ๆ ได้ด้วย



รูปที่ 4.3.3-1 อัลกอริทึมสำหรับการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ

ในอัลกอริทึมดังกล่าวนี้ จะใช้ภาษา Python ในการพัฒนาขึ้นมา โดยจะมีการอ่านข้อมูล ASC file มาอัตโนมัติ แล้วทำการแปลงให้อยู่ในรูป Lat,Long (WGS84) จากนั้นจะทำการ reprojection เป็น UTM (WGS 84/UTM zone 47N) หลังจากได้ผลลัพธ์ในขั้นตอนนี้ออกมาแล้ว อัลกอริทึมจะทำการดึง shapefile เข้ามา แล้วใช้หลักการของ zonal statistic ในการคำนวณเพื่อหาค่า mean ในแต่ละ grid ของพื้นที่ลุ่มน้ำ จากนั้นอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้นมาจะทำการแปลงผลลัพธ์ให้ออกมาในรูปแบบของไฟล์ excel ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.3.3-2 ซึ่งไฟล์ดังกล่าวนี้จะเป็นไฟล์ตั้งต้นสำหรับนักวิจัยในการนำไปใช้รันโมเดลต่อไป

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	107	106	105	104	103	100	101	102	293	292	291	290	99
lorder1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20211115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20211116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20211117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20211118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20211119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20211120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20211121	0	0	0	0	0.00338	0	0.00675	0.01	0	0	0	0	0
20211122	0	0	0	2.274	0.89493	1.570822	1.37875	0.884	1.482442	1.412632	0	0	2.000645
20211123	0	0	0	3.653	3.785352	3.987671	5.241	5.5485	3.156395	2.599474	0	0	4.199355
20211124	0	0	0	0.522	0.216479	0.306027	0.38175	0.31925	0.389767	0.451579	0	0	0.532581
20211125	0	0	0	0.026	0.000915	0	0	0	0	0	0	0	0.017258
20211126	0	0	0	0.965	0.292746	3.869315	2.94675	0.976	3.453605	3.111053	0	0	0.903065
20211127	0	0	0	2.314	1.956197	12.57164	11.43425	5.546	9.866512	7.844737	0	0	2.42371
20211128	0	0	0	2.488	3.75507	14.90986	16.39575	10.577	11.22244	8.574211	0	0	3.652097

รูปที่ 4.3.3-2 ตัวอย่างไฟล์ excel ที่ได้จากการประมวลผลของอัลกอริทึมที่ได้พัฒนาขึ้นมา

จากรูปที่ 4.3.3-2 จะเห็นได้ว่า output ที่ได้มานั้น สามารถนำไปใช้ได้ทันที ซึ่งจะมีความแตกต่างกับ output ที่ได้จาก QGIS ดังรูปที่ 4.3.3-3 ซึ่งจะต้องมีการนำไปคัดกรองข้อมูล และจัดรูปแบบใหม่อีกครั้ง ซึ่งขั้นตอนนี้จะใช้เวลามากและมีโอกาสเกิดความผิดพลาดได้ง่าย

F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
BASIN_NT	BASIN_NE	SUB_AREA	Id	Area_msq	X	Y	X1	Y1	Area	lorder1	lorder_D_1	_mean
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	65809.69649	501464.424	2107327.282	99.01391868	19.0587427	0.0658097	737	849	2.8299999924
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	2468709.792	504477.075	2107096.285	99.04255194	19.05664985	2.46870979	732	733	2.28818185
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	6042151.611	508777.7747	2106560.545	99.08342517	19.05179442	6.04215161	728	729	1.156041665
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	1287473.441	495936.322	2112011.307	98.96136682	19.10107141	1.28747344	850	851	1.334166626
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	19457778.68	499549.101	2110305.354	98.99571337	19.08565763	19.4577787	849	850	2.049256962
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	24971899.6	504228.7586	2109888.288	99.04019801	19.08188387	24.9718996	733	734	1.833700004
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	24410242.42	509173.6952	2109935.9	99.08720407	19.08229798	24.4102424	729	734	0.662313622
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	6291335.343	512791.8789	2111010.237	99.12160525	19.09198838	6.29133534	646	647	0.093333333
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	4703681.659	496049.1733	2114049.274	98.98243589	19.11949077	4.70368166	574	850	1.272409821
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	499226.4161	2114885.522	98.99264443	19.12705087	25	848	849	1.196500005
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	24873754.21	504220.0623	2114873.313	99.04012613	19.12693666	24.8737542	734	848	0.667355164
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	19516383.96	509024.466	2114378.731	99.08580583	19.12245105	19.516384	647	734	0.158039213
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	2283704.766	512356.0696	2113224.183	99.11747608	19.11199962	2.28370477	570	646	0.019677419
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	6230704.019	495707.8793	2120952.246	98.95917472	19.18187547	6.23070402	495	847	0.219909913
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	24960942.38	499222.6349	2119888.999	98.99260647	19.17226997	24.9609424	847	848	0.319349998
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	6709482.792	502932.1469	2119271.071	99.02788616	19.16668425	6.70948279	494	847	0.158673469
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	6534233.95	490706.8197	2125896.369	98.91158321	19.22654105	6.53423395	454	455	0.308053092
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	23825715.81	494319.8602	2124986.898	98.94596087	19.21833472	23.8257158	455	456	0.112435234
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	499226.4161	2124885.522	98.99264042	19.21742603	25	456	847	0.016
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	18881371.75	503916.2337	2125404.748	99.03725913	19.22211511	18.8813718	451	456	0
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	3166360.157	507450.6477	2126370.893	99.07088845	19.23083705	3.16636016	449	451	0
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	12984728.12	490374.1351	2130073.952	98.90839698	19.26429441	12.9847281	402	403	0.987899532
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	494226.4161	2129885.522	98.94505728	19.26260518	25	403	404	0.314775003
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	499226.4161	2129885.522	98.9926384	19.26261329	25	404	456	0.012225
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	504226.4161	2129885.522	99.04021952	19.26260901	25	399	400	0.004225
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	9920793.907	507775.2576	2130129.02	99.07399234	19.26480003	9.92079391	394	395	0
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	16339278.64	484640.3105	2135481.585	98.85378883	19.31312928	16.3392786	345	346	0.32195572
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	24407012.58	489275.1297	2134939.762	98.89791143	19.30826238	24.4070126	346	401	0.933705576
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	494226.4161	2134885.522	98.94504221	19.30779219	25	401	404	0.324225003
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	499226.4161	2134885.522	98.99263638	19.30780031	25	400	401	0.0055
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	504226.4161	2134885.522	99.04023056	19.30779603	25	396	400	0
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	12076156.8	507949.9557	2134765.497	99.07567366	19.30670121	12.0761568	395	396	0
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	18719242.63	484831.0572	2140021.06	98.85556848	19.3541556	18.7192426	283	284	0.14487013
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	499226.4161	2139885.522	98.89741988	19.35295838	25	284	285	0.828775004
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	494226.4161	2139885.522	98.94502711	19.35297897	25	285	401	0.315124997
แม่น้ำปิงตอนบน	Upper Part of Ma	1905.51317	0	25000000	499226.4161	2139885.522	98.99263436	19.35298712	25	282	285	0.0059

รูปที่ 4.3.3-3 ตัวอย่างไฟล์ excel ที่ได้จากการประมวลผลด้วย QGIS

## บทที่ 5

### ผลลัพธ์และประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

#### 5.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย

##### 1) ข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

การศึกษาค้นคว้านี้ได้ดำเนินการศึกษาความต้องการน้ำในสถานการณ์ปัจจุบัน โดยได้มีการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านการประเมินความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรโดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งองค์ความรู้ดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้และต่อยอดงานวิจัยในพื้นที่การศึกษาอื่นได้ นอกจากนี้ผลผลิตที่ได้จากงานวิจัยในส่วนของ การประเมินปริมาณความต้องการน้ำทั้งในภาคเกษตรกรรม การอุปโภค-บริโภค การท่องเที่ยวและการบริการในรายลุ่มน้ำ และลุ่มน้ำสาขาสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ศึกษา

##### 2) แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า และแบบจำลองการบริหารจัดการน้ำ

การศึกษาค้นคว้านี้ได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง 2 แบบจำลองเพื่อนำมาใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นได้แก่แบบจำลอง DWCM-AgWU และแบบจำลอง Mike-Hydro (Basin) โดยแบบจำลองทั้ง 2 แบบจำลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการน้ำได้อย่างต่อเนื่องในอนาคตหากมีการปรับเปลี่ยนแนวทางการบริหารจัดการน้ำ หรือมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการใช้เนื่องจากสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ประเมินถึงสภาวะการขาดแคลนน้ำที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคตจากสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป

##### 5) ระบบการพยากรณ์น้ำท่าล่วงหน้า 14 วัน

ระบบพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าล่วงหน้าได้ถูกจัดทำขึ้นในการศึกษาค้นคว้านี้ โดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนพยากรณ์ 14 วันล่วงหน้าจากทีมวิจัยในโครงการ (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ สสน.) โดยสามารถประเมินปริมาณน้ำท่าล่วงหน้า ณ จุดควบคุมที่กำหนด เพื่อช่วยให้การบริหารจัดการน้ำสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

#### 5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนและแนวทางในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ศึกษาได้ต่อไปในอนาคต โดยแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยาและการบริหารจัดการน้ำและระบบการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากงานวิจัยสามารถเผยแพร่ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้งานสำหรับการบริหารจัดการน้ำในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานต่อไป

### 5.3 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาครอบคลุมทั้งเรื่องของปริมาณและคุณภาพของน้ำ ดังนั้นจากการพัฒนาแบบจำลองเพื่อประเมินและคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าเสร็จสิ้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงควรมีการดำเนินการศึกษาวิจัยและพัฒนาแบบจำลองด้านคุณภาพของน้ำให้สามารถประเมินควบคู่ไปกับทางด้านปริมาณน้ำได้ต่อไปในอนาคต

## เอกสารอ้างอิง / บรรณานุกรม

- Allen R. G., Pereira L. S., Smith M., Raes D., and Wright J. L. (2005). FAO-56 dual crop coefficient method for estimating evaporation from soil and application extensions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 131(1), 2–13.
- Bastiaanssen, W.G.M., Menenti, M., Feddes, R.A. and A.A.M. Holtslag. 1998. A Remote Sensing Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL). 1. Formulation. *Journal of Hydrology* 212-213: 198-212
- Belmonte A. C., Jochum A. M., García A. C., Rodríguez A. M., and Fuster P. L. (2005). Irrigation management from space: Towards user-friendly products. *Irrigation and Drainage Systems*, 19(3–4), 337–353.
- Boschetti M., Nutini F., Manfron G., Brivio P. A., and Nelson A. (2014). Comparative analysis of normalised difference spectral indices derived from MODIS for detecting surface water in flooded rice cropping systems. *PLoS ONE*, 9(2), e88741
- Campos I., Neale C. M. U., Calera A., Balbontín C., and González-Piqueras J. (2010). Assessing satellite-based basal crop coefficients for irrigated grapes (*Vitis vinifera* L.). *Agricultural Water Management*, 98(1), 45–54.
- Chen J., Jönsson P., Tamura M., Gu Z., Matsushita B., and Eklundh L. (2004). A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series data set based on the Savitzky-Golay filter. *Remote Sensing of Environment*, 91(3–4), 332–344.
- Gao B. C. (1996). NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*, 58(3), 257–266.
- Gontia N. K., and Tiwari K. N. (2010). Estimation of crop coefficient and evapotranspiration of wheat (*Triticum aestivum*) in an irrigation command using remote sensing and GIS. *Water Resources Management*, 24(7), 1399–1414.
- Hunsaker D. J., Pinter P. J., and Kimball B. A. (2005). Wheat basal crop coefficients determined by normalized difference vegetation index. *Irrigation Science*, 24(1), 1–14.
- Jeong S. J., Ho C. H., Gim H. J., and Brown M. E. (2011). Phenology shifts at start vs. end of growing season in temperate vegetation over the Northern Hemisphere for the period 1982-2008. *Global Change Biology*, 17(7), 2385–2399



- Kamble B., Kilic A., and Hubbard K. (2013). Estimating crop coefficients using remote sensing-based vegetation index. *Remote Sensing*, 5(4), 1588–1602.
- Kudo R, Masumoto T, Horikawa N, Yoshida T. 2013. Modeling of Paddy Water Management in Large-reservoir Irrigation Areas and its Integration into Distributed Water Circulation Model. *Applied Hydrology* 25, 61–70.
- Liou, Y.A. and S.K. Kar. 2014. Evapotranspiration estimation with remote sensing and various surface energy balance algorithms-a review. *Energies* 7: 2821–2849.
- Masumoto, T., Taniguchi T., Horikawa N., Yoshida T. & Shimizu K. 2009 Development of a distributed water circulation model for assessing human interaction in agricultural water use- From Headwaters to the Ocean: Hydrological Changes and Watershed Management, Taniguchi M., Burntttt W.C., Fukushima Y., Haigh M. & Umezawa Y. eds. Taylor and Francis, 195–201.
- Pereira L. S., and Alves I. 2013. Crop Water Requirements. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier Inc.
- Roerink, G.J., Su, Z. and M., Mementi. 2000. S-SEBI : A Simple Remote Sensing Algorithm to Estimate Surface Energy Balance. *Physics and Chemistry of The Earth*, 25(2): 147 - 157.
- Rossi S., Rampini A., Bocchi S., and Boschetti M. (2010). Operational monitoring of daily crop water requirements at the regional scale with time series of satellite data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 136(4), 225–231.
- Rouse J. W., Haas R. H., Deering D. W., and Schell J. A. (1973). Monitoring the vernal advancement of retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Greenbelt, Maryland: National Aeronautics and Space Administration, Goddard Space Flight Centre (NASA/GSFC).
- Rowshon M. K., Amin M. S. M., Hassan S. M. H., Shariff A. R. M., and Lee T. S. 2006. New performance indicators for rice-based irrigation systems. *Paddy and Water Environment*, 4(2), 71–79.
- Segovia-Cardozo D. A., Rodríguez-Sinobas L., and Zubelzu S. (2019). Water use efficiency of corn among the irrigation districts across the Duero river basin (Spain): Estimation of local crop coefficients by satellite images. *Agricultural Water Management*, 212, 241–251.
- Su, Z. 2002. The Surface Energy Balance System (SEBS) for Estimation of Turbulent Heat Fluxes. *Hydrology and Earth System Sciences* 6: 85 – 99.

- Taniguchi T., Masumoto T., Yoshida T., Horikawa N. & Shimizu K. 2009 Development of a Distributed Water Circulation Model Incorporating Various Paddy Water Uses, Part 3. Structure of the Total Model and Estimation of Agricultural Water Circulation. *Jour. Japan Soc. Hydrol. & Water Resour.*, 126–140.
- Taherparvar M. and Pirmoradian N. (2018). Estimation of Rice Evapotranspiration Using Reflective Images of Landsat Satellite in Sefidrood Irrigation and Drainage Network. *Rice Science*, 25(2), 111-116.
- Toureiro C., Serralheiro R., Shahidian S., and Sousa A. (2017). Irrigation management with remote sensing: Evaluating irrigation requirement for maize under Mediterranean climate condition. *Agricultural Water Management*, 184, 211–220.
- Trout T. J., and Johnson L. F. (2007). Estimating crop water use from remotely sensed NDVI, crop models and reference ET. In *USCID Fourth International Conference on Irrigation and Drainage* (pp. 275–285). Sacramento, CA.
- Vongphet J., Masumoto T. & Horikawa N. 2015 Development of a Seamless Model to Simultaneously simulate Agricultural Water Use and the Effects of Flooding. *Applied Hydro.* 27, 29-37.
- Vongphet J., Masumoto T., Horikawa N. & Kudo R. 2014 Application of DWCM-AgWU Model to the Chao Phraya River Basin with Large Irrigation Paddy Areas and Dams. *Applied Hydro.* 26, 11-22.
- Vongphet J., Masumoto T., Horikawa N. & Kudo R. 2016 Modification of DWCM-AgWU Model Applied to a Paddy-Dominant Basin with Large Dams. *Irrigation and Drainage*, DOI: 10.1002/ird.2013.
- Yoshioka Y., Masumoto T., Maruyama K., and Minagawa H. 2015 Agricultural Water-Gate Management for Operational Flood Protection in Low-lying Paddies, *Journal Teknologi (Sciences & Engineering)* 76:17, 37-44.
- กรมชลประทาน. 2554. คู่มือการปฏิบัติงาน (Working Manual) เล่มที่ 6/16 คำนวณฝนใช้การ (Effective Rainfall). กรมชลประทาน. กรุงเทพฯ.
- จุฬาลักษณ์ นนตะพันธ์ และศิว แก้วปลั่ง (2564) การประมาณการใช้น้ำของข้าวโดยใช้กูเกิ้ลเอิร์ธ เอนจิน. ใน: เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 5, มหาสารคาม, 6-7 พฤษภาคม 2564.
- ณัฐยานัน นามอินทร์, เกศวรา สิทธิโชค และ ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์. (2562). การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของข้าวนาหว่านน้ำตามโดยใช้ดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา, วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย 20 (ฉบับพิเศษ): 331-344.

- นนทนันท์ ทองคำ และสรวิศ สุภเวทย์ (2563). สมการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) จากข้อมูลดาวเทียม. ใน: เรื่องเต็มการประชุมวิชาการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 13, นนทบุรี, 31 กรกฎาคม 2563.
- บรรดิษฐ์ อินตะ. (2548). ผลของการไถเปียกและไถแห้งต่อการใช้น้ำเตรียมแปลงปลูกข้าวของเกษตรกรในโครงการชลประทานท่อทองแดง จังหวัดกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. 2548. การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธีการสำรวจระยะไกลกรณีศึกษาพื้นที่ราบภาคกลาง. วิทยาสารกำแพงแสน. 3(3): 44-53.
- เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. 2552. การใช้น้ำของพืช ทฤษฎีและการประยุกต์ (Crop Evapotranspiration Theory and Applications). ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.