

ตัวแบบพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต แห่งประเทศไทย (กฟผ.)

Forecasting Model for the Amount of Water Flowing into the Reservoirs of the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)

จิโรจน์ แซ่ยั้ง วฐา มินเสน* และ พิมพกา ธาณินพงศ์

Jiroge Saeying, Watha Minsan* and Phimphaka Taninpong

Received: 2 September 2021, Revised: 16 February 2022, Accepted: 7 March 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) 11 แห่ง ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนวชิราลงกรณเขื่อนรัชชประภา เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนห้วยกุ่ม เขื่อนน้ำพุง และเขื่อนบางลาง ด้วยวิธีการวิเคราะห์หอนุกรมเวลา 4 วิธี คือ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์และวินเทอร์ วิธีบอซซ์-เจนกินส์ และวิธีพยากรณ์รวม โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ทั้งหมด 132 ค่า แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดข้อมูลฝึกฝน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 120 ค่า เป็นชุดข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ และชุดข้อมูลทดสอบ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 12 ค่า เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ต่ำสุด และใช้โปรแกรม Minitab 18 และ Excel Office 365 เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล จากการวิเคราะห์ข้อมูลหอนุกรมเวลาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแต่ละแห่ง เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสม พบว่าวิธีพยากรณ์รวมโดยการถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอย เป็นวิธีที่เหมาะสมกับหอนุกรมเวลาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทั้ง 11 แห่ง

คำสำคัญ: อ่างเก็บน้ำ, แยกส่วนประกอบ, ปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์และวินเทอร์, บอซซ์-เจนกินส์, การพยากรณ์รวม

ABSTRACT

The objective of this study is to construct the appropriate forecasting model for the amount of water flowing into the 11 reservoirs of the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT), namely, Bhumibol Dam, Srinakarin Dam, Sirikit Dam, Vajiralongkorn Dam, Ratchaphrappa Dam, Ubolratana Dam, Sirindhorn Dam, Chulabhorn Dam, Huai Kum Dam, Nampong Dam, and Bang Lang Dam. The forecasting models used in this study were decomposition method, Holt-Winters exponential smoothing method, Box-Jenkins method, and combined forecasting method. The amount of water flowing into the reservoirs was secondary data gathered from Electricity Generating Authority of Thailand during January 2010 to December 2020 (132 values). The data was divided into two sets. The training data set had 120 values, which were the data from January 2010 to December 2019, and were used for constructing the forecasting model. The test data set had 12 values, which were the data collected from January 2020 to December 2020, and were used for checking the accuracy of the forecasting models. The criterion of model evaluation was the lowest root mean square error (RMSE). Minitab 18 and Excel Office 365 were used as the data analysis program. Research results indicated that the combined forecasting method using weights based upon a regression analysis method had given the lowest RMSE.

Key words: reservoir, decomposition, Holt-Winters' exponential smoothing, Box-Jenkins, combined forecasting

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจของภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร และการขยายตัวของชุมชน ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เพิ่มมากขึ้นทั้ง ที่ดิน ไฟฟ้า น้ำ และอื่นๆ การสร้างอ่างเก็บน้ำ จึงเป็นสิ่งที่มนุษย์ทำขึ้นเพื่อพัฒนาแหล่งน้ำของมนุษย์ โดยอ่างเก็บน้ำเป็นสิ่งที่สร้างขึ้น สำหรับการกักเก็บน้ำที่มากเกินไปจนความต้องการไว้ในช่วงฤดูฝนเพื่อใช้ในฤดูแล้งที่ขาดแคลนน้ำ หรือสร้างปิดกั้นลำน้ำธรรมชาติระหว่างหุบเขาหรือเนินสูง ใช้พื้นที่เหนืออ่างเก็บน้ำในการเก็บปริมาณน้ำ (Department of Alternative Energy Development and Efficiency, 2014) สำหรับใช้ในการเพาะปลูก เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้ได้มากที่สุด นอกจากนี้การสร้างอ่างเก็บน้ำนั้นไม่ได้กักเก็บน้ำมาได้ใช้เพื่อการเพาะปลูกเท่านั้น ยังต้องกักเก็บน้ำมาใช้ในการ

อื่นๆ เช่น เพื่อการเกษตรกรรม การชลประทาน การสาธารณสุข การอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า ซึ่งสามารถผลิตได้เฉลี่ยปีละประมาณ 554 ล้านกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) รวมถึงการป้องกันความเสียหายอันเกิดจากปัญหาน้ำท่วมฉับพลัน โดยการช่วยชะลอความเร็วของน้ำ และยังสามารถจัดการกับปริมาณน้ำ และมีการระบายน้ำให้เหมาะสมตามสถานการณ์ เป็นต้น ดังนั้น จึงทำให้ปัจจุบันทรัพยากรน้ำตามแหล่งน้ำต่างๆ เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งในการดำรงของมนุษย์ ตั้งแต่ในระดับชุมชนจนถึงระดับประเทศ

จากข้อมูลรายงานประจำปี พ.ศ. 2562 เรื่องสรุปสถานการณ์น้ำและการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ประเทศไทยมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และ

ขนาดกลาง 1,202 แห่ง มีความจุรวม 78,695 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็นอ่างเก็บน้ำที่อยู่ในการดูแลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) 12 แห่ง ประกอบด้วย เขื่อนภูมิพล เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนวชิราลงกรณ เขื่อนรัชชประภา เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนห้วยกุ่ม เขื่อนน้ำพุง เขื่อนบางลาง และเขื่อนท่าทุ่งนา มีความจุรวมกันคือ 61,472 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 78 ของความจุอ่างเก็บน้ำทั้งประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีปริมาณฝนน้อยในทุกภูมิภาค ปริมาณฝนรวมปี พ.ศ. 2562 น้อยกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 15% ทำให้ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนต่างๆ อยู่ในเกณฑ์น้อยมาก ส่งผลต่อปริมาณน้ำต้นทุนฤดูแล้ง (1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2562 - 31 เมษายน พ.ศ. 2563) มีปริมาณน้อย ไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูกข้าวนาปรัง โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำนั้นลดน้อยลงอย่างชัดเจน ณ วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 เวลา 24:00 น. มีปริมาณน้ำเก็บกัก 39,507 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 64 ของความจุ) เป็นน้ำใช้งานได้ 16,463 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็นร้อยละ 43 ของความจุใช้งานได้) น้อยกว่าปี พ.ศ. 2561 ในช่วงเวลาเดียวกัน ร้อยละ 33.8 หรือ 8,415 ล้านลูกบาศก์เมตร จึงต้องควบคุมการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคเท่านั้น (The Electricity Generating Authority of Thailand, 2020)

เนื่องจากอ่างเก็บน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยแต่ละแห่งมีความสำคัญและส่วนมากมีขนาดใหญ่ การจัดการกับปริมาณน้ำจึงส่งผลอย่างยิ่ง ต่อการใช้ชีวิตของคนและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ดังนั้น จึงควรมีการเตรียมแผนรับมือล่วงหน้า โดยการนำข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในอดีตมาใช้พยากรณ์ปริมาณน้ำไหลของอ่างเก็บน้ำในอนาคต หากนำเทคนิคพยากรณ์อนุกรมเวลามาช่วย

พยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำได้ จะทำให้ทราบว่าช่วงใดที่จะมีปริมาณน้ำไหลมากหรือน้อย ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เพื่อให้ทราบว่าแต่ละช่วงมีปริมาณน้ำไหลเข้ามากน้อยเพียงใด และสามารถบริหารจัดการปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำได้ โดยการนำวิธีการพยากรณ์ทางสถิติ 4 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์-วินเทอร์ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีพยากรณ์รวม เพื่อหาตัวแบบพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และผลการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจวางแผนการจัดการปริมาณน้ำอ่างเก็บน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ 11 แห่ง ประกอบด้วย เขื่อนภูมิพล เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนวชิราลงกรณ เขื่อนรัชชประภา เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนห้วยกุ่ม เขื่อนน้ำพุง และเขื่อนบางลาง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ทั้งหมด 132 ค่า แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดแรกเป็นชุดข้อมูลฝึกฝนคือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 120 ค่า เป็นชุดข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ ชุดข้อมูลชุดที่สองเป็นชุดข้อมูลทดสอบคือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 12 ค่า เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ต่ำสุด และใช้โปรแกรม

Minitab 18 และ Excel Office 365 เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. วิธีแยกส่วนประกอบ (Decomposition Method)

วิธีแยกส่วนประกอบ เป็นวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่แยกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกจากกันและอธิบายแต่ละส่วนประกอบในเทอมของ

สมการหรือแบบแผน จากแต่ละส่วนประกอบที่แยกออกมาทำให้เห็นลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาชัดเจนมากขึ้น และแยกพิจารณาการรวมส่วนประกอบอนุกรมเวลาเมื่อตัวแบบบวกเป็นดังสมการที่ (1)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

เมื่อ Y_t แทนค่าที่แท้จริงใน ณ เวลา t

β_0, β_1 แทน ค่าคงที่ และอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าสังเกตต่อหนึ่งหน่วยเวลา ตามลำดับ

S_t แทน ความแปรผันของฤดูกาล จะเรียกอิทธิพลของฤดูกาลในกรณีตัวแบบบวก และดัชนีฤดูกาลในกรณีตัวแบบคูณ (คาบเวลาของฤดูกาลมีค่าเท่ากับ 12)

ε_t แทนความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ที่มีเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

t แทน หน่วยเวลาของข้อมูลอนุกรม ในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน

จากสมการที่ (1) ตัวแบบพยากรณ์แบบบวกเป็นดังสมการที่ (2)

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1 t + \hat{S}_t \quad (2)$$

$\hat{Y}_t$ แทน ค่าพยากรณ์ใน ณ เวลา t

b_0, b_1 และ $\hat{S}_t$ แทนตัวประมาณของ β_0, β_1 และ S_t ตามลำดับ

นอกจากนี้ตัวแบบคูณเป็นดังสมการที่ (3)

$$Y_t = \beta_0 \beta_1^t S_t \varepsilon_t \quad (3)$$

จากสมการที่ (3) ตัวแบบพยากรณ์แบบคูณเป็นดังสมการที่ (4)

$$\hat{Y}_t = b_0 b_1^t \hat{S}_t \quad (4)$$

งานวิจัยนี้เลือกรูปแบบบวกหรือคูณพิจารณาจากความแปรปรวนหรือการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ถ้าความแปรปรวนของข้อมูลอนุกรมเวลาคงที่จะเลือกใช้สมการรูปแบบบวก และถ้าความแปรปรวนของข้อมูลอนุกรมเวลาไม่คงที่จะใช้สมการรูปแบบคูณโดยใช้สถิติทดสอบของเลวีเน (Levene's Test) และในการศึกษาส่วนประกอบของอนุกรมเวลาเกี่ยวกับแนวโน้มใช้สถิติทดสอบรันส์ (Runs Test) และใช้สถิติทดสอบ Kruskal Wallis ในการศึกษาความแปรผันของฤดูกาล

3. วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์และวินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method: HWS)

วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์และวินเทอร์ เป็นวิธีการสร้างสมการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและฤดูกาล โดยนำข้อมูลในอดีตมาวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบจำลองและนำแบบจำลองนั้นมาพยากรณ์ค่าอนาคต สำหรับวิธี HWS ใช้ค่าปรับให้เรียบ 3 ค่าได้แก่ α, γ และ δ ที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 สำหรับค่าแนวโน้ม ค่าความลาดชันและค่าวัฏจักรของฤดูกาลหรือดัชนีฤดูกาล

ตามลำดับ (Taesombat, 2006) วิธีนี้จะแบ่งออกเป็น 2
แบบ คือวิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของ
โฮลต์และวินเทอร์ที่มีแนวโน้มฤดูกาลแบบบวก ตัว

แบบดังสมการที่ (1) และตัวแบบพยากรณ์ดังสมการ
ที่ (5) ถึง (8)

$$\hat{Y}_{t+p} = \hat{T}_t + p\hat{\beta}_t + \hat{S}_{t-L+p} \quad (5)$$

$$\hat{T}_t = \alpha(Y_t + \hat{S}_{t-L}) + (1 - \alpha)(\hat{T}_{t-1} - \hat{\beta}_{t-1}) \quad (6)$$

$$\hat{\beta}_t = \gamma(\hat{T}_t - \hat{T}_{t-1}) + (1 - \gamma)\hat{\beta}_{t-1} \quad (7)$$

$$\hat{S}_t = \delta(Y_t - \hat{T}_t) + (1 - \delta)\hat{S}_{t-L} \quad (8)$$

วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของ
โฮลต์และวินเทอร์ที่มีแนวโน้มฤดูกาลแบบคูณ ตัว

แบบดังสมการที่ (9) และตัวแบบพยากรณ์ดังสมการ
ที่ (10) ถึง (13) ดังนี้

$$Y_t = (\beta_0 + \beta_1^t)S_t + \varepsilon_t \quad (9)$$

$$\hat{Y}_{t+p} = (\hat{T}_t + p\hat{\beta}_t)\hat{S}_{t-L-p} \quad (10)$$

$$\hat{T}_t = \alpha\left(\frac{Y_t}{\hat{S}_{t-L}}\right) + (1 - \alpha)(\hat{T}_{t-1} - \hat{\beta}_{t-1}) \quad (11)$$

$$\hat{\beta}_t = \gamma(\hat{T}_t - \hat{T}_{t-1}) + (1 - \gamma)\hat{\beta}_{t-1} \quad (12)$$

$$\hat{S}_t = \delta\left(\frac{Y_t}{\hat{T}_t}\right) + (1 - \delta)\hat{S}_{t-L} \quad (13)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{t+p}$ แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t + p$ โดยที่ p แทนเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปล่วงหน้า
 $\hat{T}_t$ แทน ค่าแนวโน้มที่ ณ เวลา t
 $\hat{\beta}_t$ แทน ค่าความลาดชันที่ ณ เวลา t
 $\hat{S}_t$ แทน ค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลหรือดัชนีฤดูกาล
 L แทน คาบเวลาของฤดูกาลมีค่าเท่ากับ 12

งานวิจัยนี้เลือกรูปแบบบวกหรือคูณ
พิจารณาจากความแปรปรวนหรือการเคลื่อนไหวของ
อนุกรมเวลา เช่นเดียวกับวิธีแยกส่วนประกอบโดยใช้
สถิติทดสอบของเลวิน

4. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์จะพิจารณาภายใต้
อนุกรมเวลาแบบคงที่ (Stationary Time Series) โดย

หารูปแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยใช้ค่า
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation
Function: ACF) และค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ใน
ตัวบางส่วน (Partial Autocorrelation Function:
PACF) จะมีตัวแบบโดยทั่วไป (General Model) ของ
 $ARIMA(p, d, q) \times SARIMA(P, D, Q)_L$ แสดงดัง
สมการที่ (14)

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^L)(1-B)^d(1-B^L)^DY_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^L)\varepsilon_t \quad (14)$$

เมื่อ d แทนจำนวนครั้งที่หาผลต่างของแนวโน้ม

D แทนจำนวนครั้งที่หาผลต่างของฤดูกาล และ L แทนจำนวนฤดูกาลต่อปี

p แทนอันดับของ Autoregressive (AR) และ q แทนอันดับของ Moving Average (MA)

P แทนอันดับของ Seasonal Autoregressive (SAR) และ Q แทนอันดับของ Seasonal Moving Average (SMA)

B แทนตัวดำเนินการย้อนหลัง (Backward Operator) โดยที่ $B^L Y_t = Y_{t-L}$

$\delta = \mu \phi_p(B) \Phi_P(B^L)$ แทนค่าคงตัว โดยที่ μ แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา

ϕ_p แทนการถดถอยในตัวแบบไม่มีฤดูกาลอันดับ p (Non-seasonal Autoregressive Operator of Order p : AR(p))

Φ_P แทนการถดถอยในตัวแบบมีฤดูกาลอันดับ P (Seasonal Autoregressive: SAR(P))

θ_q แทนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับ q (Non-seasonal Moving Average: MA(q))

Θ_Q แทนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ Q (Seasonal Moving Average: SMA(Q))

วิธีบอซ-เจนกินส์มีขั้นตอนการพยากรณ์ (Manmin, 2006) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบข้อมูล เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลอนุกรมเวลา (Y_t) อยู่ภายใต้ภายใต้ อนุกรมเวลาแบบคงที่หรือไม่ ในกรณีที่ข้อมูลอนุกรมเวลาไม่อยู่ภายใต้ อนุกรมเวลาแบบคงที่ จะต้องทำการแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้อยู่ภายใต้ภายใต้ อนุกรมเวลาแบบคงที่ โดยการหาผลต่าง พังก์ชันลอการิทึม หรือการแปลงด้วยรากที่สอง เมื่อเกิดอนุกรมเวลาแบบคงที่ต่อข้อมูลอนุกรมเวลาแล้ว ต่อไปจะกำหนดตัวแบบที่เป็นไปได้จาก การพิจารณา ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา

ขั้นตอนที่ 2 สร้างกราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา เพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่ อยู่ภายใต้ อนุกรมเวลาแบบคงที่หรือไม่ ถ้าอนุกรมเวลาคงที่แล้วให้ไปทำขั้นตอนที่ 3 แต่ถ้ายังไม่คงที่ ให้กลับไปพิจารณาปรับวิธีการแปลงข้อมูลให้อนุกรมเวลาแบบคงที่ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดตัวแบบ เป็นการหาตัวแบบอนุกรมเวลาที่คิดว่าเหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF

ขั้นตอนที่ 4 การประมาณค่าพารามิเตอร์ หลังจากระบุตัวแบบที่ใช้สำหรับอนุกรมเวลาแล้ว จะต้องประมาณค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับ

อนุกรมเวลามากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้โดยใช้วิธีการประมาณด้วยกำลังสองน้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ เพื่อทดสอบว่าตัวแบบที่ได้มานั้นเหมาะสมกับอนุกรมเวลาหรือไม่ ถ้าไม่เหมาะสม จะต้องพิจารณาและกำหนดตัวแบบใหม่ในขั้นตอนที่ 3 และเมื่อการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบแล้วไม่พบเห็นรูปแบบคงเหลืออยู่นั้นแสดงว่าตัวแบบดังกล่าวมีคุณสมบัติคล้ายตัวแบบอย่างสุ่ม ใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่สร้างในการพยากรณ์ต่อไปได้

5. วิธีการพยากรณ์รวม (Combined Forecasting Method)

การพยากรณ์รวมเป็นวิธีการประยุกต์ที่มีการรวมค่า พยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์เดี่ยวตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไป เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ใหม่ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด สามารถใช้ได้ดีในกรณีที่วิธีการพยากรณ์เดี่ยวมีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลา มากกว่า 1 วิธี (Manmin, 2006) ณ ที่นี้ได้พิจารณาวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 3 วิธี คือ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์และวินเทอร์ และวิธีบอซ-เจนกินส์ โดยมีวิธีการที่ใช้ในการถ่วงน้ำหนัก 3 วิธีดังนี้ (Minsan, 2022)

5.1 วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Analysis Method: REG) (Keerativibool, 2013) ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (15)

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1 \hat{Y}_{1t} + b_2 \hat{Y}_{2t} + b_3 \hat{Y}_{3t} \quad (15)$$

เมื่อ $\hat{Y}_{1t}$, $\hat{Y}_{2t}$ และ $\hat{Y}_{3t}$ แทนค่าพยากรณ์เดี่ยว ณ เวลา t จากวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์และวินเทอร์ และวิธีบอซ-เจนกินส์ ตามลำดับ

b_0 , b_1 , b_2 และ b_3 แทนค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยวด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

(Least Squares Method) (Montgomery *et al.*, 2006)

5.2 วิธีการถ่วงน้ำหนักค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด (Least Absolute Value: LAV) การคำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของวิธีนี้อาศัยเทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming Technique) โดยมี

สมการเป้าหมายทำให้ผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำสุด (Sukparungsee, 2003) ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (16)

$$\hat{Y}_t = w_1 \hat{Y}_{1t} + w_2 \hat{Y}_{2t} + w_3 \hat{Y}_{3t} \quad (16)$$

โดยที่ $\sum_{i=1}^3 w_i = 1$

เมื่อ w_i แทนน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ i ; $i = 1, 2, 3$ ซึ่งหาได้จากการให้ผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด โดยใช้คำสั่ง Solver Simplex LP ในโปรแกรม Microsoft Excel

5.3 วิธีการถ่วงน้ำหนักความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยผกผัน (Inverse of Mean Squares Error Method: INV) เป็นการนำค่าความคลาดเคลื่อน

กำลังสองเฉลี่ยที่คำนวณได้จากแต่ละเทคนิคการพยากรณ์มาแปลงเป็นค่าถ่วงน้ำหนัก (Weiss *et al.*, 2018) ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (17)

$$\hat{Y}_t = w_1 \hat{Y}_{1t} + w_2 \hat{Y}_{2t} + w_3 \hat{Y}_{3t}$$

โดยที่ $w_i = \frac{(1/MSE_i)}{\sum_{i=1}^3 (1/MSE_i)}$; $i = 1, 2, 3$

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n_2} e_t^2}{n_2} \quad (17)$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ แทนความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลา t

n_2 แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดข้อมูลทดสอบ ($n_2 = 12$)

6. การเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ โดย การเปรียบเทียบค่า RMSE ต่ำที่สุด จากวิธีการ

พยากรณ์ทั้ง 4 วิธี วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์และวินเทอร์ วิธีบอซ-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม ดังสมการที่ (18) ดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2} \quad (18)$$

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. ผลการพิจารณาการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ทดสอบองค์ประกอบแนวโน้ม ฤดูกาล และความแปรปรวนของข้อมูล โดยใช้สถิติทดสอบรันส์, Kruskal Wallis และของเลวิน ตามลำดับ พบว่าข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ 11 แห่ง มีอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาล และเมื่อ

พิจารณาอ่างเก็บน้ำที่มีความแปรปรวนคงที่ประกอบด้วย 9 แห่ง ได้แก่ เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนวชิราลงกรณ เขื่อนรัชชประภา เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนห้วยกุ่ม เขื่อนน้ำพุง และเขื่อนบางลาง อ่างเก็บน้ำที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ประกอบด้วย 2 แห่ง คือ เขื่อนภูมิพลและเขื่อนอุบลรัตน์ แสดงดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าสถิติทดสอบและค่าพี (p-value) ของการใช้สถิติทดสอบรันส์, Kruskal Wallis และของเลวิน ของอนุกรมเวลาข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ 11 แห่ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

อ่างเก็บน้ำ	Runs Test		Kruskal Wallis Test		Levene's Test	
	Test Statistic	p-value	Test Statistic	p-value	Test Statistic	p-value
เขื่อนภูมิพล	-9.474	0.000*	90.130	0.000*	2.230	0.025*
เขื่อนศรีนครินทร์	-9.668	0.000*	84.660	0.000*	1.100	0.367
เขื่อนสิริกิติ์	-9.474	0.000*	84.480	0.000*	1.160	0.329
เขื่อนวชิราลงกรณ	-9.861	0.000*	84.360	0.000*	0.790	0.628
เขื่อนรัชชประภา	-8.508	0.000*	83.210	0.000*	1.150	0.332
เขื่อนอุบลรัตน์	-9.474	0.000*	82.390	0.000*	2.320	0.020*
เขื่อนสิรินธร	-9.088	0.000*	73.000	0.000*	0.780	0.680
เขื่อนจุฬาภรณ์	-9.861	0.000*	66.820	0.000*	1.220	0.292
เขื่อนห้วยกุ่ม	-9.474	0.000*	52.320	0.000*	1.020	0.425
เขื่อนน้ำพุง	-8.894	0.000*	70.410	0.000*	1.670	0.105
เขื่อนบางลาง	-9.088	0.000*	63.560	0.000*	0.660	0.741

หมายเหตุ: * ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการแยกส่วนประกอบ

จากการคำนวณหาความแปรผันฤดูกาล กรณีที่เป็นตัวแบบคุณความแปรผันของฤดูกาลจะแสดงด้วยค่าดัชนีฤดูกาลที่มีเกณฑ์เทียบปริมาณระดับน้ำปกติจะอยู่ที่ค่าเท่ากับ 100 และ กรณีที่เป็นตัวแบบบวกความแปรผันของฤดูกาลจะแสดงด้วยค่าอิทธิพลฤดูกาลที่มีเกณฑ์เทียบปริมาณระดับน้ำปกติจะอยู่ที่ค่าเท่ากับ 0 ได้ค่าดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 พบว่า

เขื่อนที่ได้รับความแปรผันฤดูกาลทำให้มีปริมาณน้ำสูงสุดในเดือนสิงหาคมประกอบด้วย 4 แห่ง คือ เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนวชิราลงกรณเขื่อนรัชชประภา และเขื่อนน้ำพุง ในเดือนกันยายนประกอบด้วย 5 แห่ง ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนสิรินธร และเขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนที่มีปริมาณน้ำสูงสุดในเดือนตุลาคมคือ เขื่อนห้วยกุ่ม และสูงสุดในเดือนธันวาคม คือ เขื่อนบางลางเขื่อนศรีนครินทร์

3. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีปรับให้เรียบ

ด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์และวินเทอร์

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยใช้คำสั่ง

Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ที่ให้ค่า RMSE

ของข้อมูลชุดที่ 1 ค่าที่สุด ได้ค่าปรับให้เรียบ α , δ และ γ ที่เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณน้ำ

ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่ง แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2 ความแปรผันฤดูกาลของอนุกรมเวลาเขื่อนภูมิพล เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนสิริกิติ์ และเขื่อนวชิราลงกรณ

เดือน	ดัชนีฤดูกาล (ร้อยละ)		อิทธิพลฤดูกาล		
	เขื่อนภูมิพล	เขื่อนอุบลรัตน์	เขื่อนศรีนครินทร์	เขื่อนสิริกิติ์	เขื่อนวชิราลงกรณ
ม.ค.	22	15	-284.03	-365.06	-391.13
ก.พ.	8	14	-311.45	-405.13	-416.6
มี.ค.	8	15	-339.21	-407.26	-415.16
เม.ย.	9	20	-335.48	-385.69	-424.42
พ.ค.	42	78	-259.91	-251.09	-378.91
มิ.ย.	54	82	-146.99	-130.76	1.86
ก.ค.	92	93	165.44	429.46	734.28
ส.ค.	215	126	577.71	1,159.4	1,144.63
ก.ย.	312	341	712.57	852.97	710.82
ต.ค.	295	327	546.81	95.82	99.29
พ.ย.	107	71	-85.33	-258.45	-285.16
ธ.ค.	36	18	-240.14	-334.2	-379.49

หมายเหตุ: Min  Max ในแต่ละเขื่อน

ตารางที่ 3 ความแปรผันฤดูกาลของอนุกรมเวลาเขื่อนรัชชประภา เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนห้วยกุ่ม เขื่อนน้ำพุง และเขื่อนบางลาง

เดือน	อิทธิพลฤดูกาล					
	เขื่อนรัชชประภา	เขื่อนสิรินธร	เขื่อนจุฬาภรณ์	เขื่อนห้วยกุ่ม	เขื่อนน้ำพุง	เขื่อนบางลาง
ม.ค.	-156.86	-121.19	-11.23	-3.4	-9.63	88.23
ก.พ.	-186.4	-123.59	-11.93	4.47	-9.49	-41.79
มี.ค.	-144.3	-124.87	-12.02	-2.62	-9.99	-55.89
เม.ย.	-142.26	-115.8	-11.04	-6.17	-9.17	-52.24
พ.ค.	-70.28	-81.65	-3.87	-6.04	-6.38	-32.17
มิ.ย.	91.31	-9.79	-6.55	0.48	-4.09	-62.28
ก.ค.	177.24	185.05	-2.48	-4.48	21.13	-76.01
ส.ค.	280.02	189.2	5.21	-2.07	25.29	-54.24
ก.ย.	248.18	345.46	35.96	13.33	20.96	-24.75

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เดือน	อิทธิพลฤดูกาล					
	เขื่อนรัชชประภา	เขื่อนสิรินธร	เขื่อนจุฬาภรณ์	เขื่อนห้วยกุ่ม	เขื่อนน้ำพุง	เขื่อนบางลาง
ต.ค.	126.85	87.23	30.66	23.74	-0.28	35.17
พ.ย.	-80.71	-108.99	-3.6	-8.1	-8.69	101.43
ธ.ค.	-142.81	-121.07	-9.11	-9.13	-9.66	174.55

หมายเหตุ: Min  Max ในแต่ละเขื่อน

ตารางที่ 4 ค่าปรับให้เรียบ α, δ และ γ ของอนุกรมเวลาอ่างเก็บน้ำ 11 แห่ง

อ่างเก็บน้ำ	ค่าปรับให้เรียบ		
	α	δ	γ
เขื่อนภูมิพล	0.0000	0.2106	0.0000
เขื่อนศรีนครินทร์	0.8066	0.9473	0.0000
เขื่อนสิริกิติ์	0.5635	0.8313	0.0000
เขื่อนวชิราลงกรณ	0.0811	0.3446	0.0000
เขื่อนรัชชประภา	0.1327	0.4126	0.0000
เขื่อนอุบลรัตน์	0.0000	0.3872	0.0000
เขื่อนสิรินธร	0.1196	0.2374	0.0000
เขื่อนจุฬาภรณ์	0.0942	0.6970	0.0000
เขื่อนห้วยกุ่ม	0.0196	0.7882	0.0039
เขื่อนน้ำพุง	0.2285	0.3158	0.0000
เขื่อนบางลาง	0.1599	0.2838	0.0000

4. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาข้อมูลชุดที่ 1 พบว่าข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อน 11 แห่ง มีอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาลทั้ง 11 แห่ง แต่อ่างเก็บน้ำที่มีความแปรปรวนคงที่ ประกอบด้วย 9 แห่ง ได้แก่

เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนวชิราลงกรณ เขื่อนรัชชประภา เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนห้วยกุ่ม เขื่อนน้ำพุง และเขื่อนบางลาง และอ่างเก็บน้ำที่มีความแปรปรวนไม่คงที่ ประกอบด้วย 2 แห่ง คือ เขื่อนภูมิพลและเขื่อนอุบลรัตน์

ตารางที่ 5 ตัวแบบจากวิธีการพยากรณ์บ็อกซ์-เจนกินส์ของอนุกรมเวลาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ 11 แห่ง

อ่างเก็บน้ำ	SARIMA (p, d, q) (P, D, Q) ₁₂
เขื่อนภูมิพล	SARIMA (0,1,0) (1,1,0) ₁₂
เขื่อนศรีนครินทร์	SARIMA (0,1,2) (0,1,3) ₁₂
เขื่อนสิริกิติ์	SARIMA (0,1,2) (0,1,3) ₁₂
เขื่อนวชิราลงกรณ์	SARIMA (0,1,2) (0,1,3) ₁₂
เขื่อนรัชชประภา	SARIMA (0,1,1) (0,1,1) ₁₂
เขื่อนอุบลรัตน์	SARIMA (2,1,0) (0,1,1) ₁₂
เขื่อนสิรินธร	SARIMA (0,1,2) (0,1,1) ₁₂
เขื่อนจุฬาภรณ์	SARIMA (0,1,1) (0,1,1) ₁₂
เขื่อนห้วยกุ่ม	SARIMA (0,1,1) (0,1,1) ₁₂
เขื่อนน้ำพุง	SARIMA (0,1,1) (0,1,2) ₁₂
เขื่อนบางลาง	SARIMA (0,1,1) (0,1,2) ₁₂

โดยผู้วิจัยได้ใช้ฟังก์ชันลอการิทึม ในการปรับให้ความแปรปรวนคงที่สำหรับอ่างเก็บน้ำที่ความแปรปรวนไม่คงที่ และกำจัดอิทธิพลจากแนวโน้มและฤดูกาลออกจากอนุกรมเวลา ได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดของอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่ง แสดงดังตารางที่ 5

5. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยวิธีการพยากรณ์รวม

จากการใช้วิธีการพยากรณ์รวม 3 วิธี ได้แก่ วิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอย (REG) วิธีการถ่วงน้ำหนักค่าสัมบูรณ์ต่ำสุด (LAV) และวิธีการถ่วงน้ำหนักความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยผกผัน (INV) สามารถหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีได้ผล ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าถ่วงน้ำหนักจากการพยากรณ์รวม 3 วิธี

อ่างเก็บน้ำ	REG				LAV			INV		
	b_0	b_1	b_2	b_3	w_1	w_2	w_3	w_1	w_2	w_3
เขื่อนภูมิพล	-38.084	1.069	-2.768	5.929	0.063	0.000	0.937	0.040	0.436	0.524
เขื่อนศรีนครินทร์	-25.628	-1.880	0.233	3.428	0.000	0.000	1.000	0.219	0.260	0.521
เขื่อนสิริกิติ์	123.342	-0.333	1.311	0.291	0.862	0.138	0.000	0.405	0.422	0.173
เขื่อนวชิราลงกรณ์	-12.314	-0.083	-0.128	0.795	0.739	0.000	0.261	0.270	0.160	0.570
เขื่อนรัชชประภา	-656.964	7.140	2.672	-9.014	0.915	0.000	0.085	0.341	0.309	0.350
เขื่อนอุบลรัตน์	-2.031	6.180	-0.230	-37.278	0.325	0.000	0.675	0.305	0.570	0.126
เขื่อนสิรินธร	34.140	3.277	-2.797	0.114	0.275	0.000	0.725	0.371	0.289	0.340
เขื่อนจุฬาภรณ์	-13.163	1.544	-0.540	0.189	0.638	0.000	0.362	0.689	0.118	0.194

ตารางที่ 6 (ต่อ)

อ่างเก็บน้ำ	REG				LAV			INV		
	b_0	b_1	b_2	b_3	w_1	w_2	w_3	w_1	w_2	w_3
เขื่อนห้วยกุ่ม	-10.513	-0.446	-0.582	1.841	0.483	0.517	0.000	0.489	0.148	0.363
เขื่อนน้ำพุง	0.138	1.809	-1.585	0.368	0.329	0.000	0.671	0.352	0.241	0.407
เขื่อนบางลาง	120.486	-3.110	2.589	1.552	0.000	0.897	0.103	0.369	0.296	0.335

หมายเหตุ: 1 คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีแยกส่วนประกอบ, 2 คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์และวินเทอร์ และ 3 คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีบอซซ์-เจนกินส์

6. ผลการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์

การพิจารณาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดของอนุกรมเวลาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 11 แห่ง ด้วยเกณฑ์ RMSE ค่าที่สุดของวิธีแยกส่วนประกอบวิธีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์และวินเทอร์ (HWS) วิธีบอซซ์-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม พบว่าวิธีที่เหมาะสมที่สุดเพียงวิธีเดียวคือ วิธีการพยากรณ์รวมโดยการถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอย ดังตารางที่ 7

7. การพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 11 แห่ง ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อน

สิริกิติ์ เขื่อนวชิราลงกรณเขื่อนรัชชประภา เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนห้วยกุ่ม เขื่อนน้ำพุง และเขื่อนบางลาง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 โดยเลือกใช้วิธีการพยากรณ์รวมโดยการถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอย กับข้อมูลอนุกรมเวลาทั้งหมดจำนวน 132 ค่า ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ เดือนมกราคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 แสดงดังภาพที่ 1 การเปรียบเทียบข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อน 11 แห่ง กับวิธีการพยากรณ์รวม ดังภาพที่ 2 และค่าถ่วงน้ำหนักจากวิธีการถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอยของอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่ง ดังตารางที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่า RMSE ของข้อมูลอนุกรมเวลาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำจากวิธีแยกส่วนประกอบโฮลต์และวินเทอร์ บอซซ์-เจนกินส์ และการพยากรณ์รวม

อ่างเก็บน้ำ	ค่า RMSE ของวิธีการพยากรณ์					
	แยกส่วนประกอบ	HWS	บอซซ์-เจนกินส์	REG	LAV	INV
เขื่อนภูมิพล	857.29	259.18	236.39	25.83*	176.38	103.85
เขื่อนศรีนครินทร์	243.04	223.40	157.72	106.91*	157.72	184.02
เขื่อนสิริกิติ์	217.46	213.18	333.28	134.13*	207.95	206.72
เขื่อนวชิราลงกรณ	438.01	567.93	301.35	105.65*	393.18	367.69
เขื่อนรัชชประภา	158.49	166.58	156.59	106.38*	156.02	153.68
เขื่อนอุบลรัตน์	155.31	113.61	241.89	54.01*	210.92	131.82
เขื่อนสิรินธร	102.67	116.36	107.31	46.98*	105.42	107.36

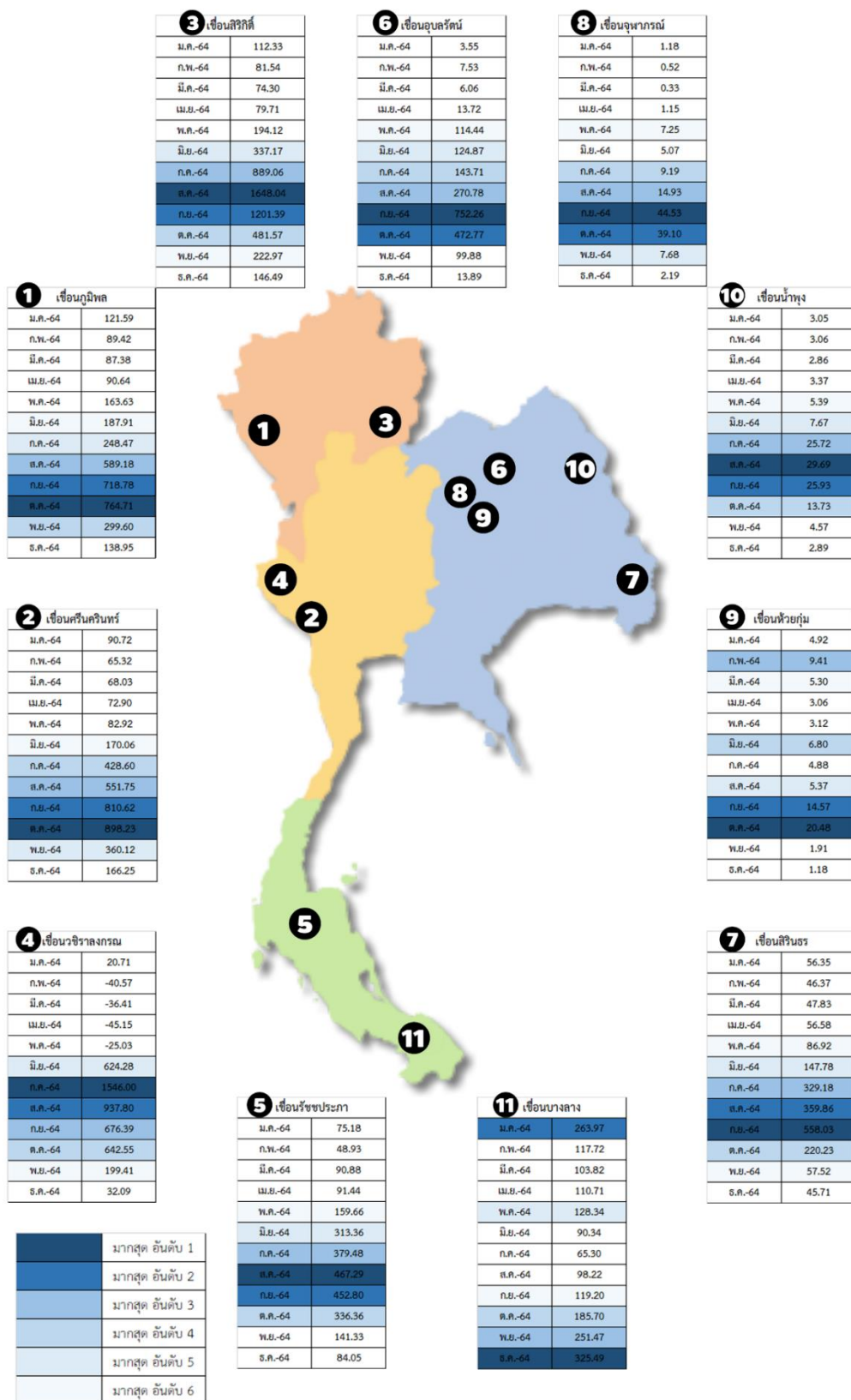
ตารางที่ 7 (ต่อ)

อ่างเก็บน้ำ	ค่า RMSE ของวิธีการพยากรณ์					
	แยกส่วนประกอบ	HWS	บอซซ์-เจนกินส์	REG	LAV	INV
เขื่อนจุฬาภรณ์	10.37	25.07	19.55	4.96*	11.24	11.72
เขื่อนห้วยกุ่ม	6.77	12.33	7.86	5.18*	8.83	6.51
เขื่อนน้ำพุง	8.75	10.58	8.14	1.61*	8.17	8.68
เขื่อนบางลาง	104.16	116.27	109.35	94.41*	115.12	108.34

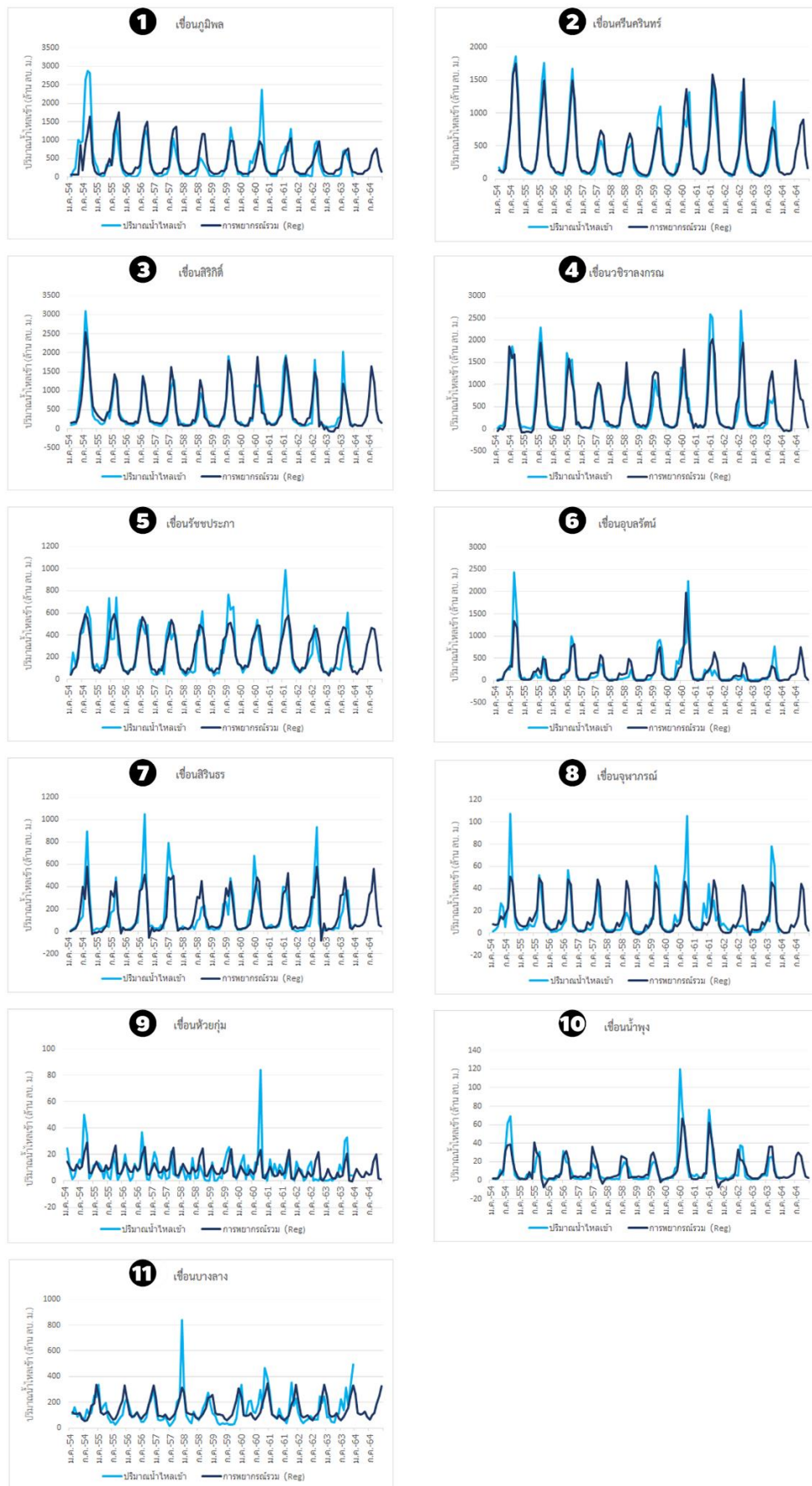
หมายเหตุ: * วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด

ตารางที่ 8 ค่าถ่วงน้ำหนักจากวิธีการพยากรณ์รวมโดยการถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอย

อ่างเก็บน้ำ	b_0	b_1	b_2	b_3
เขื่อนภูมิพล	75.162	-0.092	0.762	0.000
เขื่อนศรีนครินทร์	22.438	0.195	-0.162	0.879
เขื่อนสิริกิติ์	35.598	0.126	0.232	0.591
เขื่อนวชิราลงกรณ์	2.977	0.198	-0.257	1.055
เขื่อนรัชชประภา	10.894	0.704	-0.413	0.665
เขื่อนอุบลรัตน์	-29.248	1.361	-0.165	0.693
เขื่อนสิรินธร	18.610	0.692	-0.604	0.859
เขื่อนจุฬาภรณ์	0.832	0.658	-0.066	0.314
เขื่อนห้วยกุ่ม	3.108	0.700	0.022	-0.076
เขื่อนน้ำพุง	0.539	0.546	-0.428	0.798
เขื่อนบางลาง	2.239	0.877	-0.215	0.323



ภาพที่ 1 ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (ล้านลูกบาศก์เมตร) 11 แห่ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบข้อมูลอนุกรมเวลากับค่าพยากรณ์โดยวิธีพยากรณ์รวมปริมาณน้ำอ่างเก็บน้ำของเขื่อน 11 แห่ง

จากการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธีพบว่าวิธีการพยากรณ์รวมเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสอดคล้องกับการศึกษาของ Keerativibool (2013) และ Papukdee *et al.* (2019) ซึ่งรายงานว่าการพยากรณ์รวมเหมาะสมที่สุดในการเปรียบเทียบการพยากรณ์

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับอนุกรมเวลาข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ 11 แห่ง ประกอบด้วย เขื่อนภูมิพล เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนวชิราลงกรณเขื่อนรัชชประภา เขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนสิรินธร เขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนห้วยกุ่ม เขื่อนน้ำพุง และเขื่อนบางลาง โดยใช้ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ทั้งหมด 132 ค่า แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดแรกคือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 120 ค่า เป็นชุดข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ ชุดข้อมูลชุดที่สองคือ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 12 ค่า เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำสุด พบว่าวิธีการพยากรณ์รวมโดยการถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอย เป็นเพียงวิธีเดียวที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทั้ง 11 แห่ง โดยปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสูงสุดของทุกเขื่อนยกเว้นเขื่อนบางลาง จะอยู่ในช่วงหน้าฝน คือตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนกันยายนของทุกปี ส่วนเขื่อนบางลางซึ่งอยู่ทางตอนใต้สุดของประเทศไทยปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสูงสุดจะได้รับผลของช่วงฤดูมรสุมคือช่วงเดือน ตุลาคม ถึงเดือน มกราคม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกสำหรับข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

เอกสารอ้างอิง

- Department of Alternative Energy Development and Efficiency. 2014. **The dam is a reservoir of water energy.** Available Source: <https://ienergyguru.com/2015/10/dam-and-hydro-electricity/>, March 1, 2021. (in Thai)
- Keerativibool, W. 2013. A Comparison of Forecasting Methods between Box-Jenkins, Simple Seasonal Exponential Smoothing, and Combined Forecasting Methods for Predicting Monthly Mean Temperature. **Burapha Science Journal** 18(2): 149-160. (in Thai)
- Manmin, M. 2006. **Time series and forecasting.** Prakaypruek Publishing Center, Bangkok. (in Thai)
- Minsan, P. 2022. Forecasting model for Export Condom Quantity of Thailand on the COVID-19 situation. **The Journal of Applied Science** 21(1): 244500. (in Thai)
- Montgomery, D.C., Peck, E.A. and Vining, G.G. 2006. **Introduction to Linear Regression Analysis.** 4th ed. Wiley, New York.
- Papukdee, N., Senawong, N. and Busababodhin P. 2019. A Comparative Forecasting Model of Monthly Rainfall in the Northeast of Thailand. **The Journal of King Mongkut's University of**

- Technology North Bangkok** 29(2): 302-313.
- Sukparungsee, S. 2003. Using the Combined Forecasting Technique by Weighted Average. **Journal of Technical Education Development** 15(46): 1-7. (in Thai)
- Taesombat, S. 2006. **Quantitative Forecasting**. Kasetsart University Press, Bangkok. (in Thai)
- The Electricity Generating Authority of Thailand. 2020. **Summary of the water situation and water management in EGAT reservoir in 2019**. Available Source: <http://water.egat.co.th/>, May 30, 2021. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 2014. **What have we gained and lost by building the dam**. Available Source: <http://primaryscience.ipst.ac.th/?p=257>, March 1, 2021. (in Thai)
- Weiss, C.E., Raviv, E. and Roetzer, G. 2018. Forecast Combinations in R using the ForecastComb Package. **The R Journal** 10(2): 262-281.