

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักที่จะเพิ่มปริมาณเก็บกักของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลให้สูงขึ้น 15% ในช่วงต้นฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน) โดยได้นำเสนอแนวทางการพัฒนากลยุทธ์การปรับเปลี่ยนแนวทางการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ ของเขื่อนภูมิพล 4 รูปแบบได้แก่ (1) การโค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปรับใหม่ (Adapted Rule Curve) (2) เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Hedging (Hedging Policy) (3) การพัฒนาแบบจำลองฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Logic Model) ร่วมกับแบบจำลองการหาค่าที่ดีที่สุดด้วยนิวโรฟัซซี่แบบปรับตัวได้และเทคนิคการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (Adaptive Neuro Fuzzy Optimization Model with Reinforce Learning) และ (4) แบบจำลองการโปรแกรมเชิงข้อจำกัดและเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง (Constraint Programming Model with Machine Learning) นอกจากนี้ ยังได้นำเสนอแนวทางการควบคุมพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ให้มีความเหมาะสมตามประเภทปีน้ำตลอดจนการนำข้อมูลน้ำท่าของสถานีหลักทำเขื่อนมาร่วมพิจารณา กำหนดการระบายน้ำตามสถานการณ์น้ำทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ผลการจำลองระบบระยะยาวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543–2561 แสดงให้เห็นว่า การปรับเพิ่ม/ปรับลดระดับ Upper Rule Curve และ Lower Rule Curve ที่พัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2555 ที่ระดับ ± 0.5 เมตร และใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Standard Operating Policy ไม่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำมากนัก ในขณะที่เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบ Two-Point Hedging, Three-Point Hedging และ Zone-Based Hedging สามารถกำหนดพารามิเตอร์เพื่อลดการระบายน้ำลงในช่วงน้ำมาก ส่งผลทำให้ปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำเพิ่มสูงขึ้นยกเว้น One-Point Hedging สำหรับผลการจำลองระบบในกรณีอ้างอิงด้วยแบบจำลองฟัซซี่และแบบจำลองการโปรแกรมเชิงข้อจำกัดซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่อาศัยหลักปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำได้ถึงประมาณ 1,167.33 และ 955.84 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ตามลำดับ และโดยสามารถเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักในช่วงฤดูแล้งได้เพิ่มขึ้น +11.57% และ +10.36% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการระบายน้ำจริงที่ผ่านมา ผลการจำลองระยะยาวในกรณีที่ทำการปรับลดพื้นที่เพาะปลูกของโครงการเจ้าพระยาใหญ่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555–2561 และกรณีพิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A ในการกำหนดการระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพล และกำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักในช่วงฤดูแล้งได้เพิ่มขึ้นอีก +4.56% (ควบคุมพื้นที่เพาะปลูก) และ +7.80% (พิจารณา Sideflow) สำหรับแบบจำลองฟัซซี่และ +2.76% (พิจารณา Sideflow) สำหรับแบบจำลองการโปรแกรมเชิงข้อจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีอ้างอิง ยิ่งไปกว่านั้น แบบจำลองการหาค่าที่ดีที่สุดด้วยนิวโรฟัซซี่แบบปรับตัวได้และเทคนิคการเรียนรู้แบบเสริมกำลังได้ถูกพัฒนาต่อยอดจากแบบจำลองฟัซซี่เดิมในงานวิจัยนี้ สำหรับนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะ Day to Day Operation ของเขื่อนภูมิพลที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองในการกำหนดการระบายน้ำจริงให้สูงขึ้น

คำสำคัญ: การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ โค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ แบบจำลองฟัซซี่ลอจิก แบบจำลองการหาค่าที่ดีที่สุดด้วยนิวโรฟัซซี่แบบปรับตัวได้และเทคนิคการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง แบบจำลองการโปรแกรมเชิงข้อจำกัดและเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง หลักปัญญาประดิษฐ์

Abstract

This research aims at increasing the reservoir water storage of Bhumibol Dam projected by 15% at the beginning of dry season (in November). The reservoir re-operation strategy with 4 different schemes are accordingly proposed; (1) Adapted Rule Curve, (2) Hedging Policy, (3) Fuzzy Logic Model (FL) combined with Adaptive Neuro Fuzzy Optimization Model (ANFIS) with Reinforcement Learning (RL) and (4) Constraint Programming (CP) model with Machine Learning (ML). In addition, reducing cultivated area size corresponding to relevant water year in the Greater Chao Phraya Irrigation Project (GCPYIP) and considering the localized flow at key stations downstream for the determination of dam release in wet and dry seasons are also proposed in this study. The long-term simulation run during 2000–2018 illustrates that adjusting the upper and lower rule curves in 2012 of ± 0.5 meter by applying standard operating policy cannot increase reservoir water storage significantly. Meanwhile, using two-point, three-point and zone-based hedgings which specific parameters involved in the reduction of water release during refilled period are identified, can also increase the reservoir water storage in a long run except one-point hedging. For the reference case simulation by fuzzy logic and constraint programming models which are forms of Artificial Intelligence (AI), the results are found that reservoir water storage can be increased up to 1,167.33 and 955.33 MCM per year which are equivalent to +11.57% and +10.36%, respectively in comparison with the historical data. To compare the results with the reference case simulation, the reservoir water storages in dry season performed by fuzzy logic model are increased up to +4.56% and +7.80% when cultivated area size is reduced and sideflow data is considered, respectively. The simulation results are also exhibited that the water storage in reservoir can be increased up to +2.76% when constraint programming model is employed and sideflow data are taken into consideration. Moreover, ANFIS with RL model is further developed from conventional fuzzy model for day to day operation of Bhumibol Dam by aiming to enhance the model efficiency for reservoir re-operation.

Keywords: Reservoir Re-operation, Reservoir Rule Curve, Fuzzy Logic Model, Adaptive Neuro Fuzzy Optimization Model with Reinforce Learning, Constraint Programming and Machine Learning, Artificial Intelligence

โครงการกลยุทธ์การปรับเปลี่ยนแนวทางการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำสำหรับพัฒนาการจัดการน้ำต้นทุนในระยะยาวของเขื่อนภูมิพล (ระยะที่ 1)
An Adaptation Strategy towards Reservoir Re-Operation for Long-Term Water Supply Management of Bhumibol Dam
(Phase 1)