การหาโค้งควบคุมที่เหมาะสมด้วยเทคนิคนกดุเหว่า กรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำลำปาว

Search Optimal Rule Curve using Cuckoo Search Algorithms Case Study Lampao Reservoir

วิทวัส พาโคกทม[1], อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง[2], รัตนา หอมวิเชียร[3]

Wittawat Pakoktom[1], Anongrit Kangrang[2], Rattana Homwichian[3]

Received: 11 May 2014; Accepted: 20 August 2014

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อประยุกต์ใช้วิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยเทคนิคนกดุเหว่าร่วมกับแบบจำลองการเลียนแบบเพื่อค้าหาโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำ โดยใช้ปริมาณการขาดแคลนน้ำน้อยที่สุดเป็นฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ในกระบวนการค้นหาคำตอบ การศึกษานี้พิจารณาข้อมูลโค้งควบคุมรายเดือนของอ่างเก็บน้ำลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 - พ.ศ. 2554 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลอุทกวิทยาและข้อมูลทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำลำปาว นอกจากนี้ยังได้สังเคราะห์ข้อมูลน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำจำนวน 100 ชุด เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพของโค้งควบคุม ซึ่งจะแสดงผลเป็นสถานการณ์น้ำขาดแคลนและน้ำไหลล้น ในรูปแบบความถี่และช่วงเวลาของเหตุการณ์ ปริมาณน้ำเฉลี่ย และปริมาณน้ำสูงสุด ผลการศึกษาพบว่าโค้งควบคุมที่ได้จากวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยเทคนิคนกดุเหว่าร่วมกับแบบจำลองการเลียนแบบ มีรูปร่างคล้ายคลึงกับโค้งควบคุมเดิม โดยโค้งควบคุมใหม่เส้นล่างจะสูงกว่าโค้งควบเดิมในช่วงฤดูแล้งคือตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ทำให้สามารถรองรับน้ำได้เพิ่มขึ้นเพื่อเก็บกักน้ำไว้ตอบสนองความต้องการใช้น้ำ ส่วนโค้งควบคุมใหม่เส้นบนนั้นต่ำกว่าโค้งควบคุมเดิมในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม เพื่อลดความเสี่ยงโอกาสที่จะเกิดปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝน สำหรับผลการประเมินประสิทธิภาพของโค้งควบคุมใหม่ที่ได้พบว่าสถานการณ์น้ำขาดแคลนและน้ำไหลล้นมีค่าลดลงเล็กน้อย เมื่อทดสอบเพิ่มพื้นที่ชลประทานอีก 50,000 ไร่ พบว่าโค้งควบคุมใหม่นี้ยังสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำได้ และค่าขาดแคลนน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 144 ล้านลูกบาศก์เมตรในรอบ 44 ปี

คำสำคัญ: โค้งกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ เทคนิคนกดุเหว่า การจัดการอ่างเก็บน้ำ การจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

Abstract

This research aims to apply the cuckoo search algorithms connected with a simulation model in order to improve the rule curve of a reservoir. A minimum average water shortage was used to be the objective function for searching procedure. Monthly rule curves of the Lampao reservoir located in Kalasin province were considered in this study, which consists of average monthly inflows into the reservoir from year 1968 - 2011, net demand from the reservoir, hydrologic data and physical data of the Lampao reservoir. In addition, 100 samples of generated inflow data were used to evaluate the performance of newly obtained rule curves. These results present the situation of water shortage and overflow in terms of frequency and duration, amount of average and maximum water. The results found that the pattern of the obtained rule curves from the cuckoo search algorithms connected with a simulation model is similar to the existing rule curves. The new lower rule curve is higher than the existing rule curve during the dry season from January to May. Hence, it can increase storage water to meet the water demand. The new upper rule curve is lower

[1] *นิสิตปริญญาโท, [2]รองศาสตราจารย์, [3]อาจารย์, สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150*

[1] *Master student, [2]Associate professor, [3]Lecturer, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham, Thailand 44150, E-mail : anongrit.k@msu.ac.th*

than the existing rule curves during June to August. For this reason, it also can reduce flood risk during rainy season. The results of the evaluation performance of the newly obtained rule curve found that water shortage and overflow decreased slightly. In the case of increasing the irrigation area of 8,000 hectares, the new rule curve can also be used as a basis for releasing water from the reservoir.

Keywords: reservoir rule curves, cuckoo search algorithms, reservoir management, reservoir operation simulation.

บทนำ

ในสภาวการณ์ปัจจุบัน ทรัพยากรน้ำเป็นปัญหาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งของประเทศ ปัญหาการขาดแคลนน้ำนั้นนับวันจะทวีความรุนแรง ซึ่งมีผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การขยายตัวของชุมชนเมืองตามความเจริญเติบโตของประเทศตลอดจนการผันแปรของสภาพภูมิอากาศ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำจึงต้องมีการจัดการให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด คือ การจัดการน้ำต้นทุน หรือเรียกว่าการจัดการด้านอุปทาน (Supply Management) และการจัดการด้านความต้องการสำหรับกิจกรรมการใช้น้ำ หรือที่เรียกว่าการจัดการด้านอุปสงค์ (Demand Management)[1]และปัจจุบันได้มีการศึกษาและวิจัยวิธีการจัดการอ่างเก็บน้ำอย่างต่อเนื่อง อาจเป็นเพราะมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและยังมีการเปลี่ยนแปลงอย่างอื่นอีกจากธรรมชาติและมนุษย์โดยพิจารณาจากความถี่และขนาดของการเกิดน้ำท่วมและการขาดน้ำในแต่ละปี

กฎการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operating Rules) ปัญหาของการจัดการอ่างเก็บน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงและผันแปรของข้อมูลที่ใช้ในการจัดการอยู่ตลอดไม่มีความแน่นอนตายตัว ซึ่งจะเป็นปัญหาแบบพลวัตรและจะต้องจัดการอ่างเก็บน้ำแบบบูรณาการ

แนวทางหนึ่งสำหรับการจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ คือการใช้โค้งกฎการปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)[2][3]โดยทั่วไปแล้วจะเน้นความสะดวกและการใช้งานโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำจะประกอบด้วยเส้นกราฟสองเส้นคือ เส้นบน (Upper Rule Curve) และเส้นล่าง (Lower Rule Curve) โค้งทั้งสองเส้นนั้นเป็นเพียงขอบเขตบนและล่างของช่วงการควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเท่านั้น โดยจะพยายามควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำให้ใกล้เคียงขอบเขตบนและล่างมากที่สุดในฤดูฝนและฤดูแล้ง

การศึกษาก่อนนี้มีการใช้เทคนิคเจเนติกอัลกอริธึม (Genetic Algorithm, GA)[4][5] วิธีดิฟเฟอร์เรนเชียลเอฟโวลูชั่น (Differential Evolution Algorithm, DE)[6] และกระบวนการอาณานิคมมด (Ant Colony Optimization, ACO)[7] เพื่อค้นหาโค้งควบคุมที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามยังมีเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดเทคนิคอื่นที่น่าสนใจอีกคือ เทคนิคนกดุเหว่า (Cuckoo Search Algorithms, CS)[8][9] ซึ่งเป็นเทคนิคทางเลือกอีกเทคนิคหนึ่ง สำหรับการค้นหาค่าเหมาะสมที่สุด หลักการของนกดุเหว่ามีจุดเด่นในด้านการค้นหาคำตอบที่รวดเร็ว จึงนิยมนำมาใช้แก้ปัญหา Optimization เพื่อหา Global Optimum ที่ให้ค่าผลลัพธ์ของคำตอบดีที่สุด

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอเทคนิคนกดุเหว่าสำหรับประยุกต์ใช้เพื่อหาโค้งควบคุมที่เหมาะสมสำหรับการจัดการอ่างเก็บน้ำลำปาว อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์วัตถุประสงค์ของการวิจัย สร้างแบบจำลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมสำหรับค้นหาโค้งควบคุมโดยใช้เทคนิคนกดุเหว่า และประเมินประสิทธิภาพของโค้งควบคุมที่ได้จากแบบจำลองของอ่างเก็บน้ำที่สร้างขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

แบบจำลองการเลียนแบบสภาพสมดุลน้ำ

ในการศึกษาสภาพสมดุลของลุ่มน้ำต่างๆนั้น แบบจำลองที่นิยมใช้กันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันคือ HEC-3, HEC-5[9] และ HEC-RAS[10]โดยใช้หลักการสมดุลน้ำ ในการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างแบบจำลองสภาพสมดุลของลุ่มน้ำขึ้นเองภายใต้หลักการเดียวกันกับแบบจำลองข้างต้น (MATLAB) เพื่อให้สะดวกต่อการเชื่อมต่อกับเทคนิคนกดุเหว่า และการพัฒนาในอนาคต ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้สามารถใช้หาได้ทั้งสถานการณ์ขาดแคลนน้ำ และสถานการณ์ที่เกิดน้ำไหลล้นได้ (ความถี่ ขนาด ช่วงเวลา) โดยทั่วไปการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ในระยะยาวจะใช้โค้งควบคุมและหลักการสมดุลของอ่างเก็บน้ำ

ในการเริ่มต้นคำนวณสภาพสมดุลน้ำของแต่ละอ่างจากโค้งควบคุม จะกำหนดให้ปริมาตรเก็บกักเริ่มต้นของอ่างที่ระดับเต็มอ่างหรือปริมาตรเก็บกักสูงสุด (full capacity) ส่วนปริมาณน้ำระบาย จะหาได้ตามเกณฑ์การปล่อยน้ำมาตรฐาน (Standard Operating Rule) ดังแสดงใน Figure 1 และสมการที่ 1

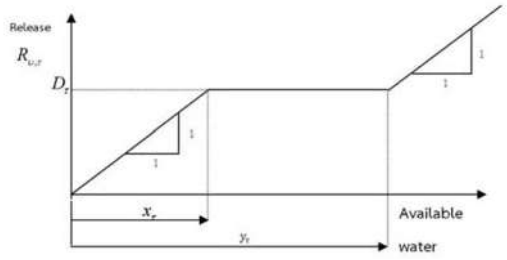

Figure 1 Standard Operating Rule

$$R_{\upsilon,\tau}=\begin{cases} D_\tau + W_{\upsilon,\tau} - y_\tau, \text{ for } W_{\upsilon,\tau} \geq y_\tau + D_\tau \\ D_\tau, \text{ for } x_\tau \leq W_{\upsilon,\tau} < y_\tau + D_\tau \\ D_\tau + W_{\upsilon,\tau} - x_\tau, \text{for } x_\tau - D_\tau \leq W_{\upsilon,\tau} < x_\tau \\ 0, \text{otherwise.} \end{cases} \quad (1)$$

เมื่อ $R_{\upsilon,\tau}$ คือปริมาณน้ำที่ระบายออกจากอ่างเก็บน้ำ (หน่วย ล้าน ลบ.ม.) ในช่วงปี ν ของเดือน τ (τ = 1 ถึง 12 แทนเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม) D_τ เป็นความต้องการใช้น้ำท้ายอ่างของเดือน τ (หน่วย ล้าน ลบ.ม.), x_τ เป็นขอบเขตล่างของโค้งควบคุมของเดือน τ, y_τ เป็นขอบเขตบนของโค้งควบคุมของเดือน τ และ $W_{\upsilon,\tau}$ เป็นปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ของอ่างในเดือน τ (หน่วย ล้าน ลบ.ม.) จากนั้นคำนวณหาน้ำต้นทุนที่มีอยู่ของอ่างเก็บน้ำในเดือนถัดไป โดยใช้หลักสมการสมดุลน้ำต่อไปนี้

$$W_{\upsilon,\tau+1} = S_{\upsilon,\tau} + Q_{\upsilon,\tau} - R_{\upsilon,\tau} - E_\tau - DS \quad (2)$$

เมื่อ $S_{\upsilon,\tau}$ เป็นปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเมื่อสิ้นสุดเดือน t(หน่วย ล้าน ลบ.ม.), $Q_{\upsilon,\tau}$ เป็นปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ไหลเข้าอ่างในเดือน τ ปี ν (หน่วย ล้าน ลบ.ม.), E_τ เป็นค่าการระเหยรายเดือนเฉลี่ยเดือน τ (หน่วย ล้าน ลบ.ม.) และ *DS* (dead storage) เป็นปริมาตรเก็บกักที่ไม่ได้ใช้การ (หน่วย ล้าน ลบ.ม.) เมื่อทำการจำลองสภาพสมดุลน้ำโดยใช้แบบจำลองการเลียนแบบสภาพสมดุลน้ำที่สร้างขึ้นจนครบจำนวนปีที่มีข้อมูลแล้ว ก็จะได้ผลการจำลองเป็นสถานการณ์ขาดแคลนน้ำ และสถานการณ์ที่เกิดน้ำส่วนเกิน (ความถี่ ขนาด ช่วงเวลา) จากนั้นก็ทำการบันทึกข้อมูลดังกล่าวไว้

การประยุกต์วิธีการหาค่าที่เหมาะสมด้วยเทคนิคนกดุเหว่ากับแบบจำลองการเลียนแบบสภาพสมดุลน้ำ

การคำนวณค่าโค้งควบคุมจากแบบจำลองเทคนิคนกดุเหว่า โดยกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการทำงาน จำนวนรอบของการทำงาน จำนวนรังเริ่มต้น โดยนกดุเหว่าจะทำการบินค้นหารังเพื่อวางไข่ลงไปในรัง และหลังจากที่วางไข่แล้วนกดุเหว่าจะทำการประเมินค่าของรังที่วางไข่ทุกครั้งเพื่อเก็บรังที่ดีที่สุดไว้ ซึ่งคือการเลือกค่าปริมาณการเก็บกักควบคุมแต่ละเดือนทั้ง 12 เดือน จำนวน 24 ค่า เป็นการสร้างค่าโค้งควบคุมเริ่มต้น หลังจากนั้นนำค่าโค้งควบคุมที่ได้มาดำเนินการจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Simulation) โดยมีปริมาณน้ำขาดแคลนเฉลี่ยน้อยที่สุดเป็นฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ โดยการทำงานของเทคนิคนี้จะเป็นแบบวนซ้ำหากยังไม่ถึงเงื่อนไขที่ตั้งไว้จะทำงานต่อจนกระทั่งเมื่อครบรอบที่กำหนดและจะได้ค่าโค้งควบคุมที่เหมาะสม ดังแสดงใน Figure 2

จากนั้นนำค่าคำตอบโค้งควบคุมเริ่มต้นเหล่านี้ไปใช้เป็นค่าของโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำในแบบจำลองการศึกษาเลียนแบบ แล้วคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องปล่อยในแต่ละเดือนภายใต้โค้งควบคุมชุดนี้ เพื่อนำไปประเมินสถานการณ์น้ำขาดแคลนตามฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของการค้นหาคำตอบ การศึกษาครั้งนี้ใช้ค่าปริมาณน้ำขาดแคลนเฉลี่ยต่ำสุดเป็นฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของการค้นหาคำตอบซึ่งแสดงดังสมการ

$$Min(Aver) = \frac{1}{n}\sum_{v=1}^{n} Sh_v \quad (3)$$

เมื่อ n เป็นความยาวของชุดข้อมูลปริมาณน้ำต้นทุน Sh_v ปริมาณน้ำที่ขาดในปี v (ปริมาณน้ำที่ปล่อยน้อยกว่าเป้าหมายความต้องการใช้น้ำ)

ข้อจำกัดของการจัดการน้ำ (Constraints)

ก) ข้อจำกัดด้านความจุอ่างที่ระดับเก็บกัก และระดับต่ำสุด $S_{min} \leq S_{\upsilon,\tau} \leq S_{max}$

เมื่อ S_{max} = ปริมาณน้ำเก็บกักสูงสุด 1,981 ล้าน ลบ.ม.
S_{min} = ปริมาณน้ำเก็บกักต่ำสุด 100 ล้าน ลบ.ม.

ข) ข้อจำกัดด้านการรักษาสมดุลนิเวศวิทยาท้ายน้ำ โดยกำหนดให้ต้องมีการปล่อยน้ำอย่างน้อย 5 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หรือ 13 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน

ค) ข้อจำกัดด้านการระบายน้ำ เนื่องจากสามารถระบายน้ำด้านท้ายน้ำไม่เกิน 200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หรือไม่เกิน 518 ล้าน ลบ.ม.ต่อเดือน

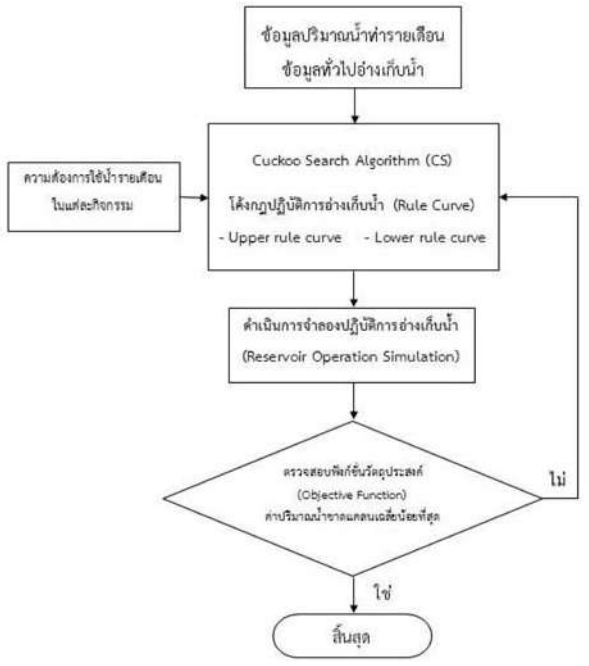

Figure 2 Integrated iterative algorithm between CS and Simulation

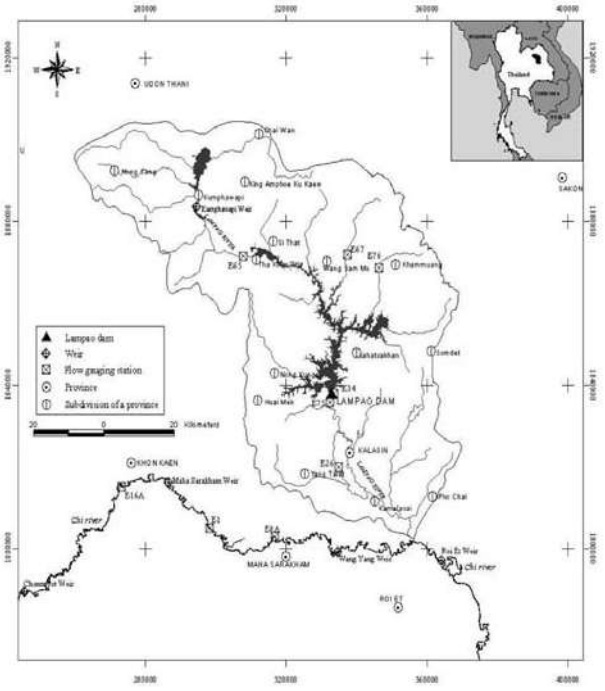

Figure 3 Location of the Lampao Reservoir

การประยุกต์ใช้เทคนิคนกดุเหว่า

ในการศึกษานี้เลือกใช้กับอ่างเก็บน้ำลำปาวเป็นลำน้ำสาขาสำคัญของแม่น้ำชีมีต้นน้ำอยู่ที่หนองหาน อำเภอกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี แล้วไหลลงมารวมกับแม่น้ำชีที่อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ดังแสดงใน Figure 3 ลักษณะก่อนปรับปรุงตัวเขื่อนความจุน้ำเก็บกักปกติ 1,430 ล้าน ลบ.ม. ระดับน้ำเก็บกักปกติ 162 ม.(ร.ท.ก.) ครอบคลุมพื้นที่ชลประทานทั้งสิ้น 502.4 ตารางกิโลเมตร ต่อมาเมื่อ ปี พ.ศ.2551 ได้มีการปรับปรุงเพิ่มความจุอ่างเก็บน้ำเป็น 1,981 ล้าน ลบ.ม.ระดับน้ำเก็บกักปกติ 164 ม.(ร.ท.ก.)[11] แผนผังการไหลของลุ่มน้ำลำปาวดังแสดงใน Figure 4 ประกอบด้วยข้อมูลฝนเฉลี่ยรายปี 1,400 มม./ปี ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำประมาณ 2,230 ล้าน ลบ.ม.และปริมาณน้ำไหลหลากในรอบ 500 ปี คือ 5,482 ลบ.ม./วินาที โดยใช้ข้อมูลน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในอดีตตั้งแต่ พ.ศ.2511 - 2554 จำนวน 44 ปี ดังแสดงใน Figure 5(a)

ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองเทคนิคนกดุเหว่าจะดำเนินการโดย นำโค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมใช้ในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในระยะยาวด้วยข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำด้วยข้อมูลที่สังเคราะห์ขึ้นมา 100 ชุดข้อมูล จากข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำจำนวน 44 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2511 – 2554 ดังแสดงใน Figure 5(b) ครอบคลุมเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้รวมถึงเหตุการณ์ในอดีตที่เคยเกิดขึ้นผ่านมา ทำการจำลองสภาพการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในระยะยาวด้วยดำเนินการจำลองปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบจากกฎของการจัดการและควบคุม แล้วคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องปล่อยในแต่ละเดือนภายใต้โค้งของเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

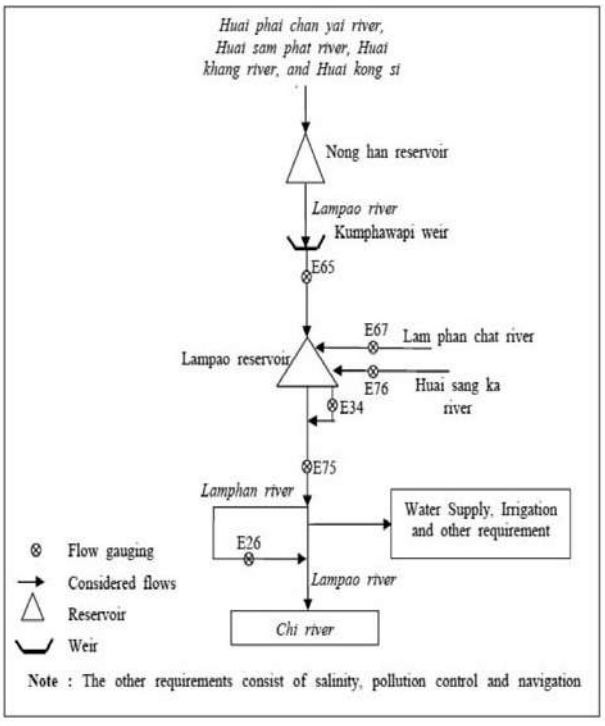

Figure 4 Schematic diagram of flow in the Lampao river basin

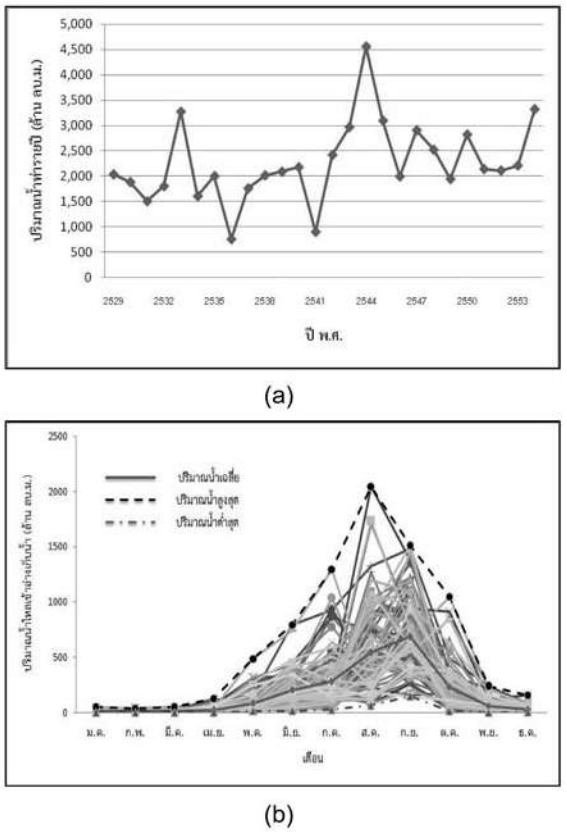

Figure 5 Historic inflows to the Lampao Reservoir

ผลการทดลอง

ผลการสร้างโค้งควบคุมจากแบบจำลองเทคนิคนกดุเหว่า ปริมาณน้ำเก็บกัก 1,981 ล้าน ลบ.ม. แสดงใน Figure 6 มีลักษณะดังนี้

โค้งควบคุมเส้นล่าง (Lower Rule Curve, LRC) ลักษณะเส้นโค้งมีทิศทางสอดคล้องกับเส้นโค้งเดิม มีค่าระดับน้ำสูงกว่าเส้นโค้งเดิมเพื่อเก็บกักน้ำไว้ตอบสนองความต้องการใช้น้ำในเขตพื้นที่ชลประทานในช่วงฤดูแล้ง ช่วงเดือนมกราคม-พฤษภาคม และมีค่าระดับสูงกว่าเส้นโค้งเดิมในฤดูฝนเพื่อเก็บกักน้ำ รักษาปริมาณน้ำในช่วงเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน จากนั้นแนวโน้มของเดือนพฤศจิกายนจะพร่องน้ำในส่วนปริมาณน้ำส่วนเกิน เพื่อใช้ในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลให้มีปริมาณน้ำเพียงพอตอบสนองความต้องการใช้น้ำในเขตพื้นที่ชลประทานที่มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ลดปัญหาการขาดแคลนน้ำ

โค้งควบคุมเส้นบน (Upper Rule Curve, URC) ลักษณะเส้นโค้งมีทิศทางสอดคล้องกับเส้นโค้งเดิมมีค่าระดับน้ำสูงกว่าเส้นโค้งเดิมเพื่อเก็บกักน้ำไว้ตอบสนองความต้องการใช้น้ำในเขตพื้นที่ชลประทานในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม จากนั้นเส้นโค้งจะต่ำกว่าเส้นโค้งเดิมช่วงเดือนเมษายน-กรกฎาคม เพื่อลดปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำลดความเสี่ยงโอกาสที่จะเกิดปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝนตลอดจนสามารถรับน้ำได้เพิ่มขึ้น

และพบว่าโค้งควบคุมที่คำนวณได้จากแบบจำลองเทคนิคนกดุเหว่า สถานการณ์การขาดแคลนน้ำ ในช่วงระยะเวลา 44 ปี มีค่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ย และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ยเท่ากับ 0.773 ครั้ง/ปี 90.727 ล้าน ลบ.ม. และ 3.778 ปี ตามลำดับ สถานการณ์การไหลล้นในช่วงระยะเวลา 44 ปี มีค่าความถี่ของการไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.932 ครั้ง/ปี 884.399 ล้านลบ.ม.และ 10.25 ปี ตามลำดับ

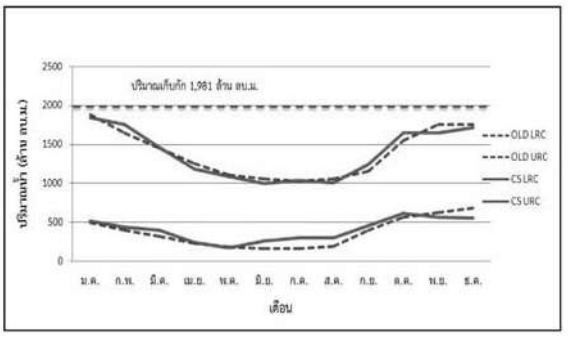

Figure 6 Optimal rule curves of the Lampao Reservoir (new and existing system)

การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองเทคนิคนกดุเหว่าจะดำเนินการโดยนำโค้งที่ได้มาใช้ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเพื่อประเมินประสิทธิภาพโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ และการไหลล้น ซึ่งในการประเมินประสิทธิภาพจะทำการประเมินใน 2 กรณีคือกรณีความต้องการใช้น้ำปกติ และกรณีเพิ่มพื้นที่ชลประทาน 50,000 ไร่

Table 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพกรณีความต้องการใช้น้ำปกติเพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น โดยทำการพิจารณาความถี่ของการเกิดสถานการณ์ ปริมาณน้ำ ช่วงเวลาการเกิด ตามวัตถุประสงค์ พบว่าโค้งควบคุมที่ได้จากแบบจำลองเทคนิคนกดุเหว่า โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำในช่วงระยะเวลา 44 ปี 100 ชุดข้อมูล สถานการณ์การขาดแคลนน้ำ มีค่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ย และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ยเท่ากับ 0.763±0.053 ครั้ง/ปี 84.109±11.432 ล้าน ลบ.ม.และ 3.980±1.122 ปี ตามลำดับ สถานการณ์การไหลล้น มีค่าความถี่ของการไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.929±0.036 ครั้ง/ปี 917.501±55.367 ล้าน ลบ.ม.และ 13.624±6.335 ปี ตามลำดับ

Table 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพกรณีความต้องการใช้น้ำปกติ และเพิ่มพื้นที่ชลประทาน 50,000 ไร่ เพื่อประเมินสถานการณ์การขาดแคลนน้ำ การไหลล้น โดยทำการพิจารณาความถี่ของการเกิดสถานการณ์ ปริมาณน้ำ ช่วงเวลาการเกิด ตามวัตถุประสงค์ พบว่าโค้งควบคุมที่ได้จากแบบจำลองเทคนิคนกดุเหว่า โดยใช้ข้อมูลน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำในช่วงระยะเวลา 44 ปี 100 ชุดข้อมูล สถานการณ์การขาดแคลนน้ำมีค่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลน ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ย และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ยเท่ากับ 0.800±0.051 ครั้ง/ปี 144.540±14.901 ล้าน ลบ.ม.และ 4.765±1.338 ปี ตามลำดับ สถานการณ์การไหลล้น มีค่าความถี่ของการไหลล้น การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.915±0.038 ครั้ง/ปี 835.837±51.882 ล้าน ลบ.ม.และ 11.588±5.131 ปี ตามลำดับ

Table 1 Situations of water shortage and excess release of the systems.

Situations (times/year)		Frequency	Magnitude (MCM/year)		Duration (year)	
		Average	Maximum	Average	Maximum	
Water Shortage	μ	0.763	84.109	368.870	3.980	9.920
	σ	0.053	11.432	87.092	1.122	2.915
Overflow	μ	0.929	917.501	2672.607	13.624	22.560
	σ	0.036	55.367	390.664	6.335	7.543

Note : μ= mean, σ= standard deviation

Table 2 Situations of water shortage and excess release of the systems for additional irrigation area 8,000 hectares.

Situations (times/year)		Frequency	Magnitude (MCM/year)		Duration (year)	
		Average	Maximum	Average	Maximum	
Water Shortage	μ	0.800	144.540	533.950	4.765	11.220
	σ	0.051	14.901	100.125	1.338	3.477
Overflow	μ	0.915	835.837	2506.985	11.588	20.790
	σ	0.038	51.882	380.945	5.131	6.932

Note : μ= mean, σ= standard deviation

จากการจำลองเหตุการณ์ปริมาณน้ำเก็บกัก 1,981 ล้าน ลบ.ม. พบว่า โค้งกฎปฏิบัติงานอ่างเก็บน้ำที่คำนวณได้จากวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบกลุ่มอนุภาค มีความเหมาะสมสามารถควบคุมการบริหารจัดการน้ำบรรเทาการขาดแคลนน้ำ ตอบสนองความต้องการใช้น้ำ มีปริมาณน้ำเพียงพอ ลดปัญหาอุทกภัยด้านท้ายน้ำได้ดีกว่าโค้งกฎปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเดิมเท่ากับ 36.629 ล้าน ลบ.ม.

สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้วิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยเทคนิคนกดุเหว่าร่วมกับแบบจำลองการเลียนแบบเพื่อค้าหาโค้งควบคุมของอ่างเก็บน้ำ และใช้ปริมาณน้ำขาดแคลนน้อยที่สุดเป็นฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ สำหรับค้นหาโค้งควบคุมที่เหมาะสม ผลการศึกษาสรุปได้ว่าแบบจำลองที่เสนอให้โค้งควบคุมที่มีรูปร่างใกล้เคียงกับโค้งควบคุมเดิม และสถานการณ์การขาดแคลนน้ำมีค่าความถี่ของปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเท่ากับ 0.763 ครั้ง/ปี ปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ยเท่ากับ 84.109 ล้าน ลบ.ม. และช่วงเวลาการขาดแคลนเฉลี่ยเท่ากับ 3.980 ปี ตามลำดับ สถานการณ์ไหลล้น พบว่า ความถี่ของการไหลล้นเท่ากับ 0.929 ครั้ง/ปี การไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 917.501 ล้าน ลบ.ม. และช่วงเวลาการไหลล้นจากอ่างเก็บน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 13.624 ปีตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษาในครั้งนี้ และขอบคุณห้องวิจัยแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

[1] เจษฎา แก้วกัลยา. (2535). เอกสารประกอบการเรียนวิชา Water Management. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.(EGAT), 2545. “คู่มือปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์”

[3] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (EGAT), 2547. “คู่มือปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำภูมิพลและสิริกิติ์”

[4] Chang C.L. & Yang C.C. (2002). Optimizing the RuleCurve for Multi-Reservoir Operations Using a GeneticAlgorithm and HEC-5. Joumal of Hydroscience and Hydraulic Engineering, 20(1), 59-75.

[5] Chang J.F., Chen L. & Chang C.L. (2005). Optimizing Reservoir Operating Rule Curves by Genetic Algorithms. Hydrological Processes, 19, pp 2277–2289.

[6] Hormwichian R. &Kangrang A. (2012) Coupled-operations model and a conditional differential evolution algorithm for improving reservoir management. International Journal of Physical Sciences, 7(42), 5701–5710.

[7] Kangrang A. &Lokham C.(2013).“Optimal Reservoir Rule Curves Considering Conditional Ant Colony Optimization with Simulation Model”.American Journal of Applied Sciences, 13(1), 154–160

[8] กิตติพงษ์ จรัญศิริไพศาล. (2555). การเพิ่มความถูกต้องของตัวแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทชีนแบบค่ากาลังสองน้อยที่สุดด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบนกดุเหว่า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[9] Yang, X.S. & Deb, S. (2009). Cuckoo search via Lavy flights. In Deb, S., Abraham, A., & Herrera, F. (Eds.). 2009 World Congress on Nature and Biologically Inspired Computing, 9-11 December 2009, Coimbatore, India. (pp. 210 – 214). India: Coimbatore.

[10] Leticia B. Rodriguez . (2008). Fullyconservative coupling of HEC-RAS with MODFLOW to simulate stream–aquifer interactions in a drainage basin. Journal of Hydrology, 353, 129–142.

[11] กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2554). รายงานการวิเคราะห์ผลกระทสิ่งแวดล้อม โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพการเก็บกักน้ำอ่าง เก็บน้ำลำปาว จังหวัดกาฬสินธุ์. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.