



การปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่างสำหรับความต้องการใช้น้ำอเนกประสงค์ในลุ่มน้ำแม่กลอง Multiple Reservoir System Operation for Multiple Water Uses in the Mae Klong River Basin

ยุทธนา ตาละลักษมณ์¹, อารียา ฤทธิมา^{2*}

Yutthana Talaluxmana¹, Areeya Rittima^{2*}

¹ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 10900

¹Department of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, 10900

²ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม, 73170

²Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University, Nakorn Pathom, 73170

*Corresponding author: Tel: +66-2889-2138 ext. 6384, Fax: +66-2889-2138 ext. 6388, E-mail: areeya.rit@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

แบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่าง (Multiple Reservoir Sytem Operation Model) สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัยข้อมูลอุทกวิทยาอ่างเก็บน้ำรายวันในช่วงปี พ.ศ. 2545-2556 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำที่มีความซับซ้อนและนำเสนอผลที่ได้จากแนวคิดการจัดสรรน้ำร่วมกันในรูปแบบต่าง ๆ ครอบคลุมทั้งระบบเขื่อน-อ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จใช้งานแล้วในปัจจุบันและที่มีแผนจะก่อสร้างในอนาคต โค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่ใช้ รูปแบบการจัดสรรน้ำร่วมกันในช่วงการปฏิบัติงานปกติได้แก่ (1) การจัดสรรน้ำตามสัดส่วน (Fractional Water Allocation) (2) การจัดสรรน้ำตามส่วนแบ่งน้ำ (Capacity Sharing Concept) และ (3) การจัดสรรน้ำตามอัตราส่วนปริมาณน้ำเก็บกัก (Adjusted Storage Ratio) การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยน้ำในช่วงวิกฤตน้ำน้อย ตลอดจนการปรับเปลี่ยนเกณฑ์การปล่อยน้ำของเขื่อนทดน้ำแม่กลอง ซึ่งผลที่ได้จากการจำลองระบบจะเป็นทางเลือกให้ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และกรมชลประทานในการกำหนดการระบายน้ำให้เหมาะสมตามปัจจัยน้ำต้นทุนที่มีอยู่จำกัดและเกิดประสิทธิผลสูงสุดในการสนองความต้องการน้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง

คำสำคัญ: การปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่าง, การจัดสรรน้ำตามสัดส่วน, การจัดสรรน้ำตามส่วนแบ่งน้ำ, การจัดสรรน้ำตามอัตราส่วนปริมาณน้ำเก็บกัก, ลุ่มน้ำแม่กลอง

Abstract

The multiple reservoir system operation model was developed for the Mae Klong River Basin, Thailand using the daily reservoir data during 2002-2013. The objective of this study was to simulate the complex reservoir operation system and to propose the water allocation concept of joint operation of reservoirs in the different manners. The simulation run covered as follows; dam-reservoir system constructed completely and used in the existing time and planned to construct in future, reservoir rule curves currently employed, water allocation concepts applied during the normal operation periods such as (1) Fractional Water Allocation, (2) Capacity Sharing Concept, and (3) Adjusted Storage Ratio, determination of release coefficient which some shortage was allowed during the critical drawdown periods, as well as the operating policy at Mae Klong Dam by using simple rules. The results obtained from the operation model could help create guidance especially for the reservoir operators at EGAT and RID offices to determine the released water accordingly to the water availability and to enhance effectiveness in supplying water to satisfy multi-sectoral water uses in the Mae Klong River Basin.

Keywords: Multiple Reservoir System Operation, Fractional Water Allocation, Capacity Sharing Concept, Adjusted Storage Ratio, Mae Klong River Basin

Received: February 22, 2019

Revised: April 25, 2019

Accepted: April 25, 2019

Available online: May 18, 2019

1 บทนำ

การปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ (Reservoir System Operation) โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่าง (Multiple Reservoir System) ที่มีการผสมผสานร่วมกันทั้งระบบอ่างเก็บน้ำแบบอนุกรม (Reservoirs in Series) และระบบอ่างเก็บน้ำแบบขนาน (Reservoirs in Parallel) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการน้ำอเนกประสงค์ (Multiple Water Uses) ของโครงการนั้น เป็นงานที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนในการสร้างสมดุลเพื่อให้บริหารจัดการน้ำต้นทุนเพียงพอกับความต้องการน้ำในทุก ๆ กิจกรรมการใช้น้ำโดยครอบคลุมทุกสถานการณ์น้ำทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยทั่วไปแล้วระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่างจะประกอบด้วยเขื่อนเก็บกัก (Storage Dam) และเขื่อนทดน้ำ (Diversion Dam) เชื่อมโยงกันเป็นระบบเขื่อนเก็บกักน้ำทำหน้าที่รับน้ำจากกระบวนการทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้นในพื้นที่รับน้ำและเก็บกักน้ำไว้ใช้ตลอดช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ในขณะที่เขื่อนทดน้ำถูกออกแบบไว้สำหรับเสริมการทำงานของระบบคลองส่งน้ำเพื่อตอบสนองความต้องการน้ำในภาคเกษตรกรรมโดยทำหน้าที่ยกระดับน้ำและควบคุมน้ำหน้าเขื่อนให้สามารถกระจายน้ำเข้าสู่ระบบคลองชลประทานให้ครอบคลุมพื้นที่โครงการ หรือสามารถจัดสรรน้ำไปให้กับกิจกรรมการใช้น้ำอื่น ๆ ได้อย่างทั่วถึง

นโยบายการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำร่วมกันทั้งระบบซึ่งประกอบด้วยเขื่อนเก็บกักน้ำและเขื่อนทดน้ำ นับได้ว่ามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพของการบริหารจัดการน้ำโดยรวมของระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่าง โดยทั่วไปการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเก็บกักจะอาศัยโค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Rule Curve) ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ตั้งไว้ล่วงหน้ามาใช้โค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำยังสร้างความเชื่อมั่นว่าน้ำในอ่างเก็บน้ำจะมีเพียงพอที่จะสนองความต้องการในอนาคตทราบเท่าที่สภาพเงื่อนไขทางอุทกวิทยาไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (Vudhivanich, 1986) สำหรับเกณฑ์ในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทดน้ำจะเป็นลักษณะของการควบคุมระดับน้ำหน้าเขื่อนให้คงที่ทุกช่วงเวลาหรือที่เรียกว่า เกณฑ์การปล่อยน้ำอย่างง่าย (Simple Rule) นอกจากนี้เกณฑ์การตัดสินใจเชิงเส้น (Linear Decision Rule, LDR) ที่กำหนดให้ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำสัมพันธ์กับปริมาณน้ำเก็บกักที่มีอยู่ในอ่าง (Storage Content) และพารามิเตอร์การตัดสินใจอื่น ๆ (Decision Parameters) ยังเป็นที่นิยมสำหรับใช้ในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนประเภททดน้ำอีกด้วย

การศึกษานี้จึงได้นำเสนอแนวคิดของการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่างร่วมกันทั้งระบบโดยเลือกระบบอ่างเก็บน้ำในกลุ่มน้ำแม่กลองเป็นพื้นที่ศึกษา และได้ทำการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยอาศัยหลักการสมดุลน้ำและใช้โค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในการกำหนดการปล่อยน้ำจากเขื่อนเก็บกักหลักร่วมกับอาศัยเกณฑ์การปล่อยน้ำอย่างง่าย

ในการกำหนดการปล่อยน้ำจากเขื่อนทดน้ำเพื่อศึกษาถึงแนวทางการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่างที่เป็นไปได้และมีความยืดหยุ่นในการตอบสนองความต้องการน้ำอเนกประสงค์ของกลุ่มน้ำแม่กลองในอนาคต โดยครอบคลุมทั้งกรณีที่ต้องจ่ายความต้องการน้ำของระบบเพิ่มสูงขึ้น หรือความเป็นไปได้อีกในการปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดสรรน้ำร่วมกันระหว่างเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ทั้งในช่วงวิกฤตน้ำมาก ช่วงน้ำปกติ และช่วงวิกฤตน้ำน้อย

กลุ่มน้ำแม่กลอง (Mae Klong River Basin) ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของประเทศไทยทางฝั่งขวาของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 30,171 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัด ได้แก่ ตาก อุทัยธานี กาญจนบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ราชบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร และเพชรบุรี กลุ่มน้ำแม่กลองสามารถแบ่งตามสภาพภูมิประเทศได้เป็น 2 บริเวณคือ กลุ่มน้ำแม่กลองตอนบนและกลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่าง สภาพภูมิประเทศทางตอนบนของกลุ่มน้ำเป็นที่สูงซึ่งเป็นบริเวณที่แม่น้ำแควใหญ่และแควน้อยไหลผ่านซอกเขาและที่ราบระหว่างเขาออกมาบรรจบกัน ในขณะที่สภาพภูมิประเทศทางตอนล่างมีลักษณะเป็นบริเวณที่ราบลุ่มกว้างอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเพียง 1-2 เมตร เมื่อเข้าไปในเขตใกล้ทะเลก็ยังมีลักษณะเป็นที่ราบชายฝั่งมีความลาดเอียงน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ แม่น้ำสายหลักคือแม่น้ำแม่กลอง ซึ่งเกิดจากแม่น้ำสาขาที่สำคัญ 2 สายคือ แม่น้ำแควใหญ่และแม่น้ำแควน้อยไหลมาบรรจบกันกลายเป็นแม่น้ำแม่กลอง มีทิศทางการไหลจากทิศเหนือลงมาทิศใต้ มีความยาวของแม่น้ำประมาณ 589 กิโลเมตร โดยเริ่มนับจากต้นน้ำของแม่น้ำแควใหญ่สิ้นสุดที่ปากแม่น้ำแม่กลองที่จังหวัดสมุทรสงคราม

โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในกลุ่มน้ำแม่กลองถูกพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2506 โดยการบูรณาการของหลายหน่วยงานเพื่อพัฒนาระบบเกษตรชลประทานขนาดใหญ่ทางภาคตะวันตกของประเทศไทย ประกอบด้วย 4 เขื่อนหลักได้แก่ เขื่อนศรีนครินทร์ (Srinagarind Dam, SNR) เขื่อนวชิราลงกรณ์ (Vajiralongkorn Dam, VJK) เขื่อนท่าทุ่งนา (Tha Thung Na Dam, TN) และเขื่อนแม่กลอง (Mae Klong Dam, MK) รวมถึงโครงการพัฒนาเขื่อนเขาแหลมตอนล่างหรือเขื่อนจันแฉะ (Junday, JD) ซึ่งอยู่ในระหว่างขั้นตอนยื่นขออนุมัติโครงการโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) วัตถุประสงค์หลักของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในกลุ่มน้ำแม่กลองก็เพื่ออำนวยความสะดวกในการชลประทานในพื้นที่โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ (Greater Mae Klong Irrigation Project, GMKIP) ดังแสดงใน Figure 1 รวมถึงการอุปโภคบริโภค การอุตสาหกรรม การรักษาระบบนิเวศ และผลก้นน้ำเดิมตั้งแต่บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลองถึงปากแม่น้ำ นอกจากนี้ปริมาณน้ำส่วนหนึ่งยังถูกจัดสรรไปให้การประปานครหลวงเพื่อใช้ผลิตน้ำประปาที่โรงผลิตน้ำมหาสวัสดิ์ และยังใช้ในการชลประทานช่วงฤดูแล้งในพื้นที่บางส่วนของลุ่มน้ำท่าจีนอีกด้วย

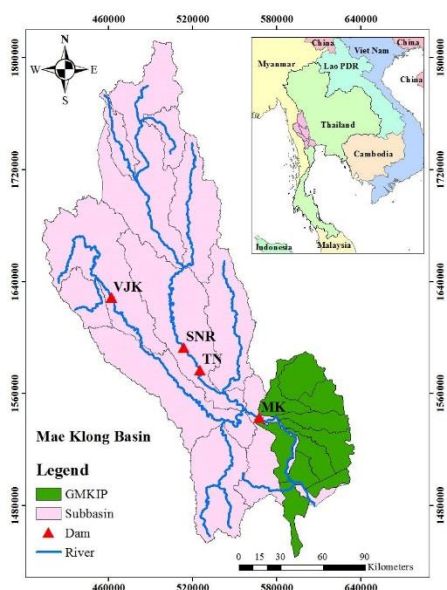


Figure 1 Dams-reservoir system and the Greater Mae Klong Irrigation Project in the Mae Klong River Basin, Thailand.

การบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองเป็นการบริหารการปล่อยน้ำ/ระบายน้ำจากเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณให้สอดคล้องกันกับความต้องการใช้น้ำของลุ่มน้ำ การจัดการการระบายน้ำจะดำเนินการทั้งแผนการระบายน้ำระยะสั้นและระยะยาว รวมถึงแผนการระบายน้ำสำหรับฤดูแล้งเพื่อให้มีน้ำมีใช้อย่างพอเพียงสม่ำเสมอตลอดทั้งปี หน่วยงานหลักที่ดูแลและควบคุมการใช้น้ำโดยตรงคือกรมชลประทาน ซึ่งจะประสานงานกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านเกษตรกรรมเพื่อวางแผนการเพาะปลูกพืชประจำปีและแจ้งแผนการใช้น้ำแต่ละเดือนให้ กฟผ. ทราบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการระบายน้ำจากเขื่อนได้อย่างเหมาะสม ในแต่ละเดือนกรมชลประทานจะติดตามผลการใช้น้ำเพื่อแจ้งปริมาณน้ำที่อาจต้องปรับแผนการระบายน้ำใหม่ตามความจำเป็นในช่วงเวลานั้นให้ กฟผ. ทราบล่วงหน้าเพื่อให้ กฟผ. ทำการปรับแผนการระบายน้ำ โดยจะแจ้งรายละเอียดปริมาณความต้องการใช้น้ำรวมเป็นรายสัปดาห์ จากนั้น กฟผ. จะดำเนินการแตกย่อยแผนการใช้น้ำออกเป็นรายวันเพื่อให้สอดคล้องกับการวางแผนการใช้น้ำในการผลิตไฟฟ้าในแต่ละวัน นอกจากนี้เมื่อสิ้นสุดช่วงฤดูฝน กฟผ. จะทำการประเมินปริมาณน้ำรวมของแต่ละเขื่อน และประสานงานแจ้งให้กับกรมชลประทานเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับคณะกรรมการวางแผนการใช้น้ำเพาะปลูกพืชในช่วงฤดูแล้งให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่มีอยู่ (Electricity Generating Authority of Thailand, 2014)

การปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำในระบบลุ่มน้ำแม่กลองปัจจุบันได้กำหนดให้วัตถุประสงค์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Hydropower Purpose) เป็นวัตถุประสงค์รองในการดำเนินงาน

โดยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นถือเป็นผลพลอยได้จากกิจกรรมการจัดสรรน้ำในระบบอ่างเก็บน้ำเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ความต้องการน้ำของกิจกรรมอื่น ๆ ทางตอนล่างของลุ่มน้ำเป็นหลัก ซึ่งการระบายน้ำเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ได้วัตถุประสงค์หนึ่งอาจไปลดศักยภาพในการตอบสนองความต้องการของอีกวัตถุประสงค์หนึ่งได้ (Jain and Singh, 2003) แนวทางการดำเนินงานดังกล่าวจึงส่งผลต่อภาพรวมของประสิทธิภาพของไฟฟ้าพลังงานน้ำผลิตได้ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวของระบบ ในขณะที่ความผันแปรค่อนข้างสูงในแง่ของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้แน่นอน (Firm Energy) ในแต่ละปีอันเนื่องมาจากสาเหตุความผันแปรของข้อมูลปริมาณน้ำต้นทุนในระบบ รวมถึงกลยุทธ์ในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนเก็บกักน้ำและเขื่อนทดน้ำซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำและผลผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับเป็นสำคัญ สำหรับระบบอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองปัจจุบันมีการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบมีอ่างเก็บน้ำเก็บกัก (Storage Hydropower Plant) ที่เขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ และมีระบบไฟฟ้าพลังงานน้ำแบบสูบกลับ (Pumped Storage Hydropower Plant) ที่เขื่อนศรีนครินทร์เพื่อเสริมการผลิตพลังงานไฟฟ้าอีกครั้ง ในขณะที่ทางตอนล่างมีเขื่อนท่าทุ่งนาและเขื่อนแม่กลองทำหน้าที่ทดน้ำเพื่อเพิ่มการผลิตพลังงานไฟฟ้า และในอนาคตอันใกล้ กฟผ. มีแผนที่จะสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำจันเจ๋งเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นทางภาคตะวันตกของประเทศไทยในอนาคต (Electricity Generating Authority of Thailand, 2016)

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลศึกษา

ข้อมูลศึกษาประกอบด้วย ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลอุทกวิทยาอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลการจัดสรรน้ำ ข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ข้อมูลความต้องการใช้น้ำ และข้อมูลลักษณะกายภาพของพื้นที่ศึกษา ซึ่งรวบรวมจากหน่วยงานหลักต่าง ๆ ได้แก่ กฟผ. กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน เป็นต้น ข้อมูลที่รวบรวมได้ถูกนำตรวจสอบความถูกต้องและการสูญหายของข้อมูล และทำการวิเคราะห์ประเภทปีน้ำ (Water Year Analysis) โดยอาศัยหลักสถิติความน่าจะเป็นเพื่อนำผลมาใช้ในการกำหนดเป็นข้อมูลป้อนเข้าในแบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำของลุ่มน้ำแม่กลอง

2.2 การพัฒนาแบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ

2.2.1 การกำหนดรูปแบบของแบบจำลอง

การศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่างของลุ่มน้ำแม่กลอง (Multiple Reservoir System Operation Model) โดยอาศัยหลักการสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Water Balance Approach) ที่พัฒนาขึ้นด้วย Excel Spreadsheet ใน 2 รูปแบบคือ

(1) แบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำของกลุ่มน้ำแม่กลองในปัจจุบัน (Reservoir System Operation_Existing Case) ประกอบด้วย เขื่อนศรีนครินทร์และโรงไฟฟ้า เขื่อนวชิราลงกรณ์และโรงไฟฟ้า เขื่อนท่าทุ่งนาและโรงไฟฟ้า เขื่อนแม่กลองและโรงไฟฟ้า

(2) แบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำของกลุ่มน้ำแม่กลองในอนาคต (Reservoir System Operation_Future Case) ประกอบด้วย เขื่อนศรีนครินทร์และโรงไฟฟ้า เขื่อนวชิราลงกรณ์และโรงไฟฟ้า เขื่อนท่าทุ่งนาและโรงไฟฟ้า เขื่อนแม่กลองและโรงไฟฟ้า รวมถึงโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำจันเจียซึ่งอยู่ในแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP2010)

2.2.2 ลักษณะของแบบจำลองและแนวคิด

แบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำพัฒนาขึ้นใน 2 ลักษณะคือ (1) แบบจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำระยะยาว (Long Term System Operation) เพื่อจำลองผลการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรายวันระยะยาวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2556 และ (2) แบบจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำระยะสั้น (Short Term System Operation) เพื่อจำลองผลการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรายวันระยะสั้นแยกตามประเภทปีน้ำได้แก่ ปีน้ำมาก (Wet Year, WY) ปีน้ำปกติ (Normal Year, NY) และปีน้ำน้อย (Dry Year, DY)

สำหรับแนวคิดของการพัฒนาแบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำอาศัยหลักสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำทั้งระบบ กล่าวคือ ปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนศรีนครินทร์ในแต่ละวันจะถูกผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 5 หน่วย เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าให้ได้เต็มที่ก่อนที่จะไหลเข้าสู่เขื่อนท่าทุ่งนาซึ่งตั้งอยู่ทางตอนล่าง ปริมาณน้ำส่วนหนึ่งท้ายเขื่อนศรีนครินทร์จะถูกสูบกลับเพื่อไปเติมน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์อีกครั้งสำหรับนำกลับมาใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า หรืออาจกล่าวได้ว่าปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากเขื่อนศรีนครินทร์สุทธิจะกลายเป็นข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างของเขื่อนท่าทุ่งนาโดยกำหนดให้ระยะเวลาในการเดินทางของน้ำเท่ากับ 1 วัน นอกจากนี้ยังมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่ไหลเข้ามาสมทบจากด้านข้างของพื้นที่ (Side Flow) กลายเป็นปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสุทธิของเขื่อนท่าทุ่งนา ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากเขื่อนท่าทุ่งนาดังกล่าวนี้นี้จะถูกปล่อยผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 2 หน่วยก่อนที่จะปล่อยลงสู่ท้ายลำน้ำรวมกันกับปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากเขื่อนวชิราลงกรณ์ ในทำนองเดียวกันการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่เขื่อนวชิราลงกรณ์จะคำนึงถึงความต้องการน้ำท้ายเขื่อนแม่กลองควบคู่ไปกับการผลิตพลังงานไฟฟ้าเป็นหลัก โดยปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนจะถูกปล่อยผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 3 หน่วย เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าให้ได้เต็มที่ก่อนที่จะปล่อยลงสู่ท้ายลำน้ำซึ่งจะไปสมทบกับปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากเขื่อนท่าทุ่งนากลายเป็นปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กลองโดยมีระยะเวลาในการเดินทางของน้ำเท่ากับ 2 วัน นอกจากนี้ยังมีปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามาจากด้านข้าง

เพิ่มเติมอีกส่วนหนึ่งรวมกับปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนวชิราลงกรณ์และเขื่อนท่าทุ่งนากลายเป็นปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสุทธิของเขื่อนแม่กลอง ซึ่งปริมาณน้ำส่วนนี้จะถูกจัดสรรไปใช้ประโยชน์ในกิจกรรมการใช้น้ำต่าง ๆ ทางตอนล่างของเขื่อนแม่กลอง โดยส่วนหนึ่งจะระบายน้ำผ่านระบบชลประทานสำหรับใช้เพื่อการเกษตรกรรมในเขตพื้นที่ชลประทานแม่กลองใหญ่และผันข้ามลุ่มน้ำ และอีกส่วนหนึ่งระบายน้ำออกสู่ท้ายเขื่อนแม่กลองและเข้าโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำเขื่อนแม่กลองจำนวน 2 หน่วยดังแสดงใน Figure 2 สำหรับการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำในอนาคตนั้นเขื่อนจันเจียจะได้รับน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนวชิราลงกรณ์เพื่อนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าจำนวน 2 หน่วยโดยมีระยะเวลาในการเดินทางของน้ำเท่ากับ 1 วัน และหลังจากนั้นจะปล่อยน้ำกลับลงสู่แม่น้ำแควน้อยและไหลเข้าเขื่อนทดน้ำแม่กลองเพื่อสมทบกับปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนท่าทุ่งนาอีกครั้งหนึ่ง กลายเป็นปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่กลองโดยมีระยะเวลาในการเดินทางของน้ำเท่ากับ 1 วัน

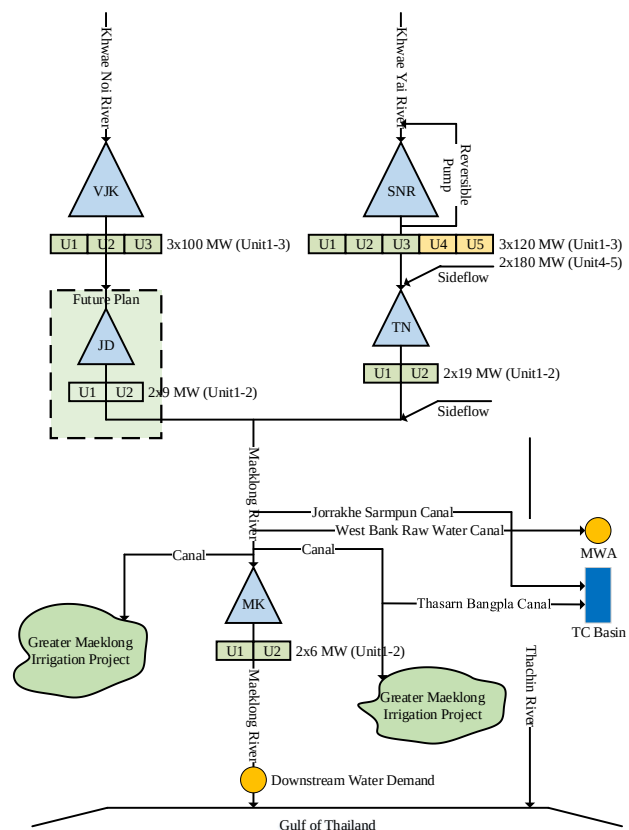


Figure 2 Reservoir-hydropower system and water demand nodes identified in the multiple reservoir system operation model of Mae Klong River Basin.

ในแบบจำลองหลักนั้นยังประกอบไปด้วยการพัฒนาแบบจำลองย่อยในการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (Hydropower Production Sub-model) และแบบจำลองย่อยระบบสูบน้ำกลับ (Reversible Pumping System Sub-model)

ที่เชื่อมศรีนครินทร์ การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) ได้ทำการปรับแก้พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องของทั้งแบบจำลองหลักและแบบจำลองย่อยเพื่อให้ปริมาณน้ำเก็บกัก (หรือระดับน้ำเก็บกัก) ที่ได้จากแบบจำลองใกล้เคียงเท่ากับปริมาณน้ำเก็บกักจริง (หรือระดับน้ำเก็บกัก) ของทุกเขื่อนมาก ที่สุดทั้งระยะสั้นและระยะยาว ตลอดจนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ใกล้เคียงกับที่ผลการปฏิบัติงานจริงที่ผ่านมา

2.2.3 เกมการจัดการสรรน้ำแบบอ่างเดี่ยว

โค้งเกมการจัดการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ที่พัฒนาขึ้นโดย กฟผ. ในปี พ.ศ. 2544 (RC2001) และได้มีการปรับปรุงในปี พ.ศ. 2555 (RC2012) ถูกมาใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดการปล่อยน้ำรายวันของแบบจำลอง ในขณะที่เกมการจัดการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนท่าทุ่งนาและเขื่อนแม่กลองได้อาศัยเกมการปล่อยน้ำอย่างง่าย (Simple Rule) ซึ่งพยายามรักษาระดับน้ำเก็บกักหน้าเขื่อนให้คงที่ที่ระดับ +58.60 เมตร รทก. ที่เขื่อนท่าทุ่งนา อยู่ในช่วงระหว่าง +22.50 ถึง +22.90 เมตร รทก. ที่เขื่อนแม่กลอง และคงที่ที่ระดับ +80.00 เมตร รทก. ที่เขื่อนจันเจีย

2.2.4 เกมการจัดการสรรน้ำแบบหลายอ่างร่วมกัน

ส่วนสำคัญของการพัฒนาแบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลองก็คือ การพัฒนาแนวคิดของการจัดสรรน้ำระหว่างเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ร่วมกัน เพื่อให้สอดคล้องตามนโยบายการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่ใช้อยู่ปัจจุบันของ กฟผ. และปรับให้มีความยืดหยุ่นทุกสถานการณ์น้ำ ทั้งในช่วงน้ำมาก ช่วงน้ำปกติ และช่วงน้ำน้อยโดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.4.1 ช่วงน้ำมาก (Refilled Operation Period)

การปฏิบัติการในช่วงวิกฤตน้ำมากเมื่อระดับน้ำเก็บกักสูงกว่าระดับเก็บกักปกติ (Normal Pool Level/Normal High Water Level) จะปล่อยน้ำส่วนเกินผ่านทางระบายน้ำล้นทั้งหมด และหากระดับน้ำเก็บกักสูงกว่าเส้นระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve) จะทำการปล่อยน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเต็มที่ในปริมาณสูงสุดเท่ากับ 47 และ 43 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน สำหรับเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ ตามลำดับ

2.2.4.2 ช่วงน้ำปกติ (Normal Operation Period)

แนวทางการจัดสรรน้ำร่วมกันระหว่างเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ในช่วงปฏิบัติงานปกติที่ระดับน้ำเก็บกักของเขื่อนเก็บกักทั้ง 2 เขื่อนอยู่ระหว่างเส้นระดับควบคุมตอนบน (Upper Rule Curve) และเส้นระดับควบคุมตอนล่าง (Lower Rule Curve) กำหนดรูปแบบการจัดสรรน้ำใน 3 ลักษณะคือ

(1) การจัดสรรน้ำตามสัดส่วน (Fractional Water Allocation, FR) (Lecler, 2004) : กำหนดสัดส่วนการจัดสรรน้ำระหว่างเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์เป็นเปอร์เซ็นต์

คงที่เทียบกับปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายที่ท้ายเขื่อนแม่กลองเท่ากับ 0.46 : 0.54 (SNR : VJK)

(2) การจัดสรรน้ำตามส่วนแบ่งน้ำ (Capacity Sharing Concept, CS) (Lecler, 2004) : กำหนดสัดส่วนการจัดสรรน้ำระหว่างเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์เป็นเปอร์เซ็นต์ผันแปรตามสถานะของน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เทียบกับปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายที่ท้ายเขื่อนแม่กลอง

(3) การจัดสรรน้ำตามอัตราส่วนปริมาณน้ำเก็บกัก (Adjusted Storage Ratio, ADR) : กำหนดสัดส่วนการจัดสรรน้ำระหว่างเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์เป็นเปอร์เซ็นต์ผันแปรปรับแก้ตามสถานะของน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เทียบกับปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายที่ท้ายเขื่อนแม่กลอง

2.2.4.3 ช่วงน้ำน้อย (Drawdown Operation Period)

การปฏิบัติการในช่วงน้ำน้อยที่ระดับน้ำเก็บกักของเขื่อนเก็บกักอยู่ระหว่างเส้นระดับควบคุมตอนล่าง (Lower Rule Curve) และระดับเก็บกักต่ำสุด (Minimum Pool Level) จะปล่อยน้ำให้กับความต้องการน้ำเท่าที่จำเป็นโดยกำหนดให้ปริมาณการปล่อยน้ำเท่ากับผลคูณค่าสัมประสิทธิ์ของการปล่อยน้ำในช่วงน้ำน้อย (Release Coefficient, Alpha-AL) กับปริมาณความต้องการน้ำตามเป้าหมายท้ายเขื่อนแม่กลอง หากอีกอ่างเก็บน้ำหนึ่งมีปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเพียงพอที่จะทำหน้าที่ปล่อยน้ำมาเสริมให้เพียงพอกับความต้องการน้ำตามเป้าหมายทางตอนล่าง อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำที่ปล่อยได้ต่ำสุดเพื่อควบคุมสภาพล้นน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์เท่ากับ 2.5 และ 2 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตามลำดับ

2.3 การจำลองผลการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ

แบบจำลองที่พัฒนาได้ถูกนำมาจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำในระบบลุ่มน้ำแม่กลองภายใต้สถานการณ์สมมุติต่าง ๆ ครอบคลุมถึงรูปแบบและลักษณะของแบบจำลองที่กำหนดข้างต้น เกมการจัดการสรรน้ำแบบอ่างเดี่ยว เกมการจัดการสรรน้ำแบบหลายอ่างร่วมกัน ข้อกำหนดความต้องการน้ำเป้าหมาย และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยน้ำในช่วงน้ำน้อยดังที่สรุปไว้ใน Table 1

Table 1 Scenario setting designed for multiple reservoir system simulation.

Reservoir System	
Existing Case	SNR, VJK, TN, MK
Future Case	SNR, VJK, TN, MK, JD
Simulation Period	
Long Term Operation	2000-2013
Short Term Operation	WY-2002, NY-2007, DY-2005
Operating Policy Used for A Single Reservoir Operation	
SNR	Rule curve developed by
VJK	EGAT in 2001 and 2012
TN	Simple rule_58.60 m msl
MK	Simple rule_+22.50 and +22.90 m msl and linear release rule
BJ	Simple rule_+80.00 m msl
Operating Policy Used for Joint Operation between SNR-VJK Reservoirs during Normal Operation Period	
Fractional Allocation Ratio, FR	
Capacity Sharing Concept, CS	
Adjusted Storage Ratio, ADR	
Target Downstream Water Demand at MK Dam	
DEMK	TWD=AWD=DW+ADWR
DS120	TWD=DW+DWR120
DS130	TWD=DW+DWR130
DS140	TWD=DW+DWR140
Alpha, AL	
AL0.70	30%, 23%, 20%, 10% of
AL0.77	water shortage are
AL0.80	allowed, respectively
AL0.90	during drawdown period.
Remark : TWD=Target Water Demand AWD=Actual Water Demand DW=Diverted Water through Canal Distribution System ADWR=Actual Downstream Water Release at MK Dam DWR120=Downstream Water Release = 120 cms DWR130=Downstream Water Release = 130 cms DWR140=Downstream Water Release = 140 cms	

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลศึกษา

3.1.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

(1) ในช่วงฤดูฝนปริมาณฝนส่วนใหญ่เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยปริมาณฝนสูงสุดเกิดขึ้นระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม และมีแนวโน้มลดลงในเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝน ในขณะที่ปริมาณฝนในช่วง

ฤดูแล้งตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายนนั้นมีปริมาณค่อนข้างน้อย ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยเชิงพื้นที่เท่ากับ 1,061 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าฟังก์ชันการแจกแจงโอกาสความน่าจะเป็นแบบปกติเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีโดยส่วนใหญ่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(2) ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันและรายเดือนมีความผันแปรตามอิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Effect) และอิทธิพลของวัฏจักร (Cyclical Effect) กล่าวคือ ในช่วงฤดูร้อนตั้งแต่ปลายเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน/พฤษภาคม ปริมาณน้ำท่าในลำน้ำจะค่อนข้างน้อย และจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน โดยปริมาณน้ำท่าสูงสุดส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม และในระยะยาวข้อมูลยังคงมีลักษณะและรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในแต่ละช่วงปี ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยของสถานีตรวจวัดหลักได้แก่สถานี K.35A และ K.36 ในแม่น้ำแควใหญ่ สถานี K.10, K.37 และ K.54 ในแม่น้ำแควน้อย และสถานี K.17 ในแม่น้ำลำภาชีมีความเหมาะสมกับฟังก์ชันการแจกแจงโอกาสความน่าจะเป็นทั้งแบบกัมเบลและแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ยกเว้นข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยของสถานี K.12 ในแม่น้ำลำตะเพินที่เหมาะสมกับฟังก์ชันการแจกแจงโอกาสความน่าจะเป็นแบบกัมเบล

(3) ผลการวิเคราะห์พบว่าฟังก์ชันการแจกแจงโอกาสความน่าจะเป็นแบบปกติมีความเหมาะสมกับข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสุทธีรายปีซึ่งนำมาใช้ในการจัดแบ่งประเภทปีน้ำในกลุ่มน้ำแม่กลองที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการจัดแบ่งประเภทปีน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528-2556 แสดงใน Figure 3 พบว่าปีน้ำมากได้แก่ปี พ.ศ. 2537, 2545, 2549, 2554 และ 2555 ปีน้ำปกติได้แก่ปี พ.ศ. 2528, 2531, 2534, 2538-2540, 2542-2544, 2546-2548, 2550-2552 และ 2556 และปีน้ำน้อยได้แก่ปี พ.ศ. 2529, 2530, 2532-2533, 2535-2536, 2541 และ 2553

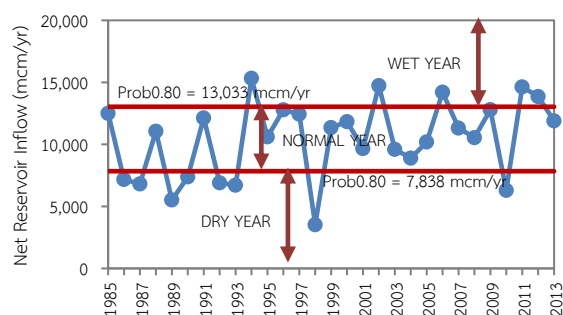


Figure 3 The result of water year classification using probability-based technique.

3.1.2 ข้อมูลสมดุลอ่างเก็บน้ำและพลังงานไฟฟ้า

(1) สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนวชิราลงกรณ และเขื่อนท่าทุ่งนา ผันแปรตามฤดู

กล่าวคือสัดส่วนในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-พฤศจิกายน) ต่อฤดูแล้ง (ธันวาคม-พฤษภาคม) คิดเป็น 85.4%:14.6%, 93.9%:6.1% และ 47.7%:52.3% ตามลำดับ และสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกในช่วงฤดูฝนต่อฤดูแล้งคิดเป็น 48%:52%, 50.6%:49.4% และ 47%:53% ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก

(2) ปริมาณน้ำที่ปล่อยทั้งหมดทั้งจากปริมาณน้ำที่ส่งเข้าคลองชลประทานและปริมาณน้ำระบายท้ายเขื่อนแม่กลองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 เป็นต้นมาถึงปัจจุบัน ดังแสดงใน Figure 4

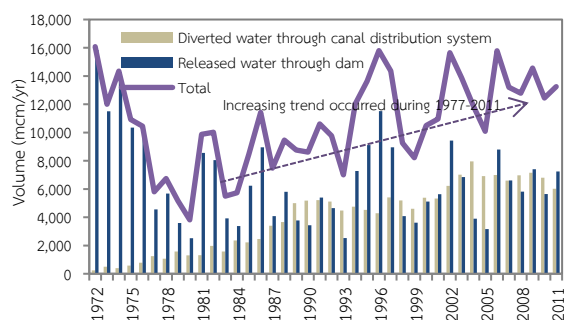


Figure 4 Released water at MK Dam through canal distribution system and downstream release during 1972-2011.

(3) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากฐานข้อมูลน้ำ (Hydro-Database System) ของ กฟผ. รายชั่วโมงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 แสดงใน Table 2 ซึ่งพบว่าการปล่อยน้ำเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนวชิราลงกรณ และเขื่อนท่าทุ่งนาเฉลี่ยในวันทำการเท่ากับ 15.89-16.57, 15.61-16.08, 12.78-13.51 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน และลดการปล่อยน้ำลงในวันหยุดเสาร์-อาทิตย์เป็น 11.61, 14.09-15.52 และ 11.80-13.11 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 1,751, 892 และ 196 กิโลวัตต์-ชั่วโมง สำหรับเขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนวชิราลงกรณ และเขื่อนท่าทุ่งนาตามลำดับ จำนวนการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของเขื่อนศรีนครินทร์ยูนิตที่ 1-3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11-14 ชั่วโมงต่อวัน ในขณะที่การเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้ายูนิตที่ 4-5 ซึ่งเดินเครื่องทำงานอยู่ที่ 5-8 ชั่วโมงต่อวันนั้นมีระบบสูบน้ำกลับมาช่วยเสริมประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าอีกครั้งโดยเดินเครื่องทำงานอยู่ที่ 3-5 ชั่วโมงต่อวัน สำหรับจำนวนการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของเขื่อนวชิราลงกรณและเขื่อนท่าทุ่งนาอยู่ที่ 8-14 และ 15-16 ชั่วโมงตามลำดับ

Table 2 Hydropower productivity of SNR, VJK and TN Dams during 2002-2014.

Hydropower Productivity	SNR	VJK	TN
Avg. Annual Energy (GWhr)	1,751	892	196
Avg. Released Water (mcm/day)			
● Monday-Friday	15.89-16.57	15.61-16.08	12.78-13.51
● Saturday-Sunday	11.61	14.09-15.52	11.80-13.11
Avg. Water Head (m msl)	113.97	63.03	17.35
Avg. Working Hour (Hr)	11-14	8-14	15-16

3.2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ

การเปรียบเทียบแบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำของลุ่มน้ำแม่กลองตามแผนผังของระบบอ่างเก็บน้ำในปัจจุบันได้ทำการปรับแก้ 3 ส่วนหลักได้แก่ (1) แบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำ โดยทำการปรับแก้ข้อมูลการระเหยและอาศัยข้อมูลการปล่อยน้ำจริงสำหรับนำเสนอเกณฑ์การปล่อยน้ำทั้งเขื่อนเก็บกักและเขื่อนทดน้ำให้สอดคล้องตามนโยบายการดำเนินงานของ กฟผ. ปัจจุบันครอบคลุมทั้งการปฏิบัติงานในช่วงน้ำมาก ช่วงน้ำปกติ และช่วงน้ำน้อย (2) แบบจำลองการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ การศึกษานี้ได้พัฒนาศักยภาพการถดถอยกรณีตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปรในรูปของสมการโพลิโนเมียลอย่างง่ายเพื่อใช้คำนวณค่าประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าแต่ละเขื่อน โดยกำหนดให้ค่าประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าผันแปรตามปริมาณน้ำที่ปล่อย (Water Discharge) และเสตนน้ำ (Head) และ (3) แบบจำลองระบบสูบน้ำกลับ ได้นำแบบจำลองทางสถิติรูปแบบต่าง ๆ เช่นแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบหลายตัวแปร (Multiple Linear Regression Model) เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average Technique) และเทคนิคการปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Technique) (Taesombut, 2006) มาใช้ในการประมาณการปริมาณน้ำสูบลกลับท้ายเขื่อนศรีนครินทร์รายวัน นอกจากนี้ยังได้การปรับแก้โค้งความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายน้ำ-ระดับน้ำท้ายเขื่อน (Tail Rating Curve)

ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองพบว่า เมื่อเปรียบเทียบระดับน้ำรายวันที่ได้จากการตรวจวัดและจากการปรับแบบจำลองของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณให้ผลอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9999 และ 0.9967 ตามลำดับ ดังแสดงใน Figure 5 และ Figure 6

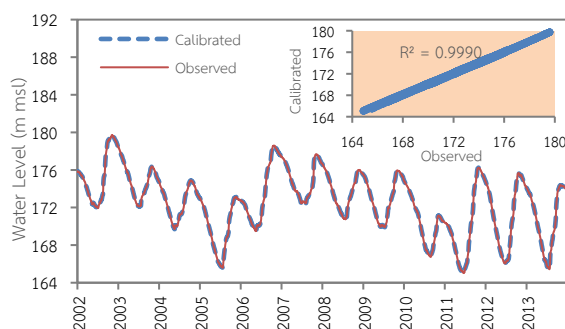


Figure 5 Comparison of the calibrated and observed water levels of SNR reservoir.

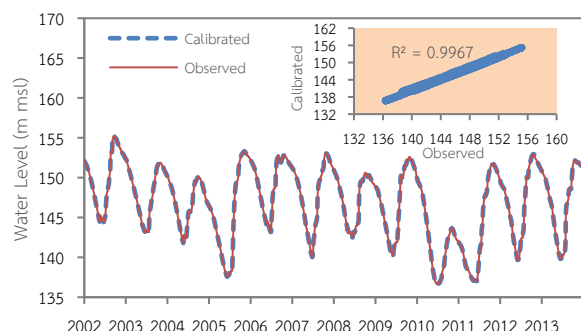


Figure 6 Comparison of the calibrated and observed water levels of VJK reservoir.

นอกจากนี้ข้อมูลการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำรายวันไม่ว่าจะเป็นระดับน้ำเฉลี่ยของแต่ละเขื่อน พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของแต่ละเขื่อน พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมดจากทั้งระบบ และปริมาณน้ำเก็บกักที่เวลาสิ้นสุดการจำลองระบบ มีค่าใกล้เคียงกับผลการปฏิบัติการจริงของ กฟผ. ค่อนข้างสูงทั้งในรูปของค่าเฉลี่ยและรูปแบบของข้อมูลรายวันระยะยาว ทั้งนี้ค่าระดับน้ำเฉลี่ยแตกต่างกันเล็กน้อยทั้งเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ ในขณะที่ผลการปรับเทียบแบบจำลองให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งระบบจาก 3 เขื่อนหลักใกล้เคียงกับผลการปฏิบัติงานที่ผ่านมาค่อนข้างสูงโดยให้ค่าผลต่างของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เพียง - 0.02 กิกะวัตต์-ชั่วโมง และให้ค่าความแตกต่างเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยเพียง 1.14 กิกะวัตต์-ชั่วโมง เมื่อพิจารณาพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเขื่อนแม่กลองร่วมด้วยดังแสดงใน Table 3

Table 3 The calibrated results performed by the multiple reservoir system operation model of the Mae Klong River Basin.

Reservoir Operation Data	Data during 2002-2013	
	Actual Operation	Calibrated Results
SNR Dam		
Annual Inflow (mcm/yr)	5,369.87	5,369.87
Water Level (m msl)	172.57	172.57
Total Release (mcm/yr)	5,690.40	5,690.40
Pumped Water (mcm/yr)	703.41	703.41
Spilled Water (mcm/yr)	0.00	0.00
Evaporation Loss (mcm/yr)	445.46	452.60
Electricity (GWhr)	1,506.75	1,511.84
Ending Storage (%)	67.52	66.40
VJK Dam		
Annual Inflow (mcm/yr)	6,088.58	6,088.58
Water Level (m msl)	146.91	146.92
Total Release (mcm/yr)	5,715.97	5,715.97
Spilled Water (mcm/yr)	14.90	14.90
Evaporation Loss (mcm/yr)	419.13	402.29
Electricity (GWhr)	900.07	893.42
Ending Storage (%)	71.90	75.37
TN Dam		
Annual Inflow (mcm/yr)	4,780.03	4,986.72
Side Flow (mcm/yr)	0.00	-206.69
Water Level (m msl)	58.55	58.60
Table 3 (Cont'd)		
Reservoir Operation Data	Data during 2002-2013	
	Actual Operation	Calibrated Results
Total Release (mcm/yr)	4,771.59	4,771.83
Spilled Water (mcm/yr)	50.71	50.71
Electricity (GWhr)	234.88	236.05
MK Dam		
Annual Inflow (mcm/yr)	10,486.86	10,486.88
Side Flow (mcm/yr)	2,866.01	2,866.01
Diverted Water through Canal Distribution System (mcm/yr)	6,727.54	6,725.08
Downstream Water Release (mcm/yr)	6,625.33	6,628.45
Water Level (m msl)	22.50	22.12
Electricity (GWhr)	74.00	105.25

3.3 ผลการจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำปัจจุบัน

3.3.1 ผลการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำระยะยาว

ผลการจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำระยะยาวในปัจจุบันของกลุ่มน้ำแม่กลอง โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองระบบโดยอาศัยโค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ในปี พ.ศ. 2544 และ พ.ศ. 2555 และกำหนดรูปแบบเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำร่วมกัน 3 รูปแบบ ทั้งนี้ได้กำหนดให้ความต้องการน้ำเป้าหมายท้ายเขื่อนแม่กลองเท่ากับความต้องการน้ำจริงปัจจุบัน (ปริมาณการจัดสรรน้ำจริงที่เขื่อนแม่กลอง) และกำหนดสัมประสิทธิ์การปล่อยน้ำในช่วงน้ำน้อยจากเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์เท่ากับ 1 พบว่าผลการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์การจัดสรรน้ำร่วมกันระหว่างเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ทั้ง 3 รูปแบบที่นำเสนอให้ผลไม่แตกต่างกันมากนักกับข้อมูลการปฏิบัติการจริงทั้งในแง่ของปริมาณน้ำที่ปล่อยทั้งหมด เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เวลาสิ้นสุดการจำลอง รวมถึงพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้แสดงผลการเปรียบเทียบให้เห็นใน Figure 7

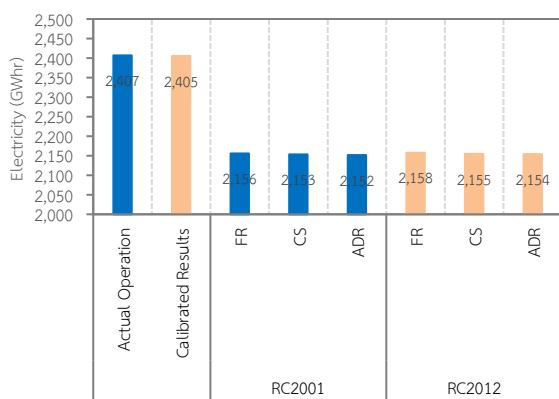


Figure 7 The simulated electricity of SNR and VJK Dams performed by long term operation model when reservoir rule curves developed in 2001 and 2012 were employed.

อย่างไรก็ดีการศึกษานี้ได้เลือกใช้โค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี พ.ศ. 2555 และเกณฑ์การจัดสรรน้ำตามส่วนแบ่งน้ำมากำหนดเป็นกรณีฐาน (Base Case) เนื่องจากโค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี พ.ศ. 2555 ถูกพัฒนาขึ้นล่าสุดจากฐานข้อมูลที่ใกล้เคียงปัจจุบันสำหรับการใช้ในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเดี่ยวของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ ในขณะที่เกณฑ์การจัดสรรน้ำตามส่วนแบ่งน้ำนั้นได้กำหนดให้การปล่อยน้ำที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับสถานะน้ำต้นทุนที่มีอยู่ของแต่ละอ่าง ในช่วงเวลาขณะนั้น โดยคำนวณค่าออกมาในรูปของส่วนแบ่งน้ำเพื่อกำหนดการปล่อยน้ำจากเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายท้ายเขื่อน

แม่กลอง และเป็นเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมในการนำไปปฏิบัติการจริง อย่างไรก็ตามการกำหนดความต้องการน้ำเป้าหมายท้ายเขื่อนแม่กลองเท่ากับความต้องการน้ำจริงปัจจุบัน (ข้อมูลการจัดสรรน้ำจริงที่เขื่อนแม่กลองในปี พ.ศ. 2545-2556) และจำลองผลด้วยเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเดี่ยวและร่วมกันทำให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เวลาสิ้นสุดการจำลองระบบอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำในช่วง 28.80% และ 30.36% ที่เขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ ตามลำดับ

3.3.1.1 ผลการจำลองสถานการณ์สมมติโดยผันแปรความต้องการน้ำเป้าหมายท้ายเขื่อน

การศึกษานี้ได้กำหนดรูปแบบปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายท้ายเขื่อนแม่กลองโดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำที่ผันเข้าคลองทั้งหมดรายวันจริงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2556 (DE) และกำหนดความต้องการน้ำเป้าหมายท้ายเขื่อนแม่กลอง (ปริมาณน้ำระบายท้ายเขื่อนแม่กลอง) คงที่ตลอดทั้งปี (DS) เท่ากับ 120, 130 และ 140 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีพบว่า การกำหนดให้ปริมาณน้ำระบายท้ายเขื่อนแม่กลองคงที่ตลอดทั้งปีเท่ากับ 130 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (DEDS130) ให้ค่าผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับค่าจากการปฏิบัติการจริงมากที่สุดดังแสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำเฉลี่ยของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์ใน Figure 8

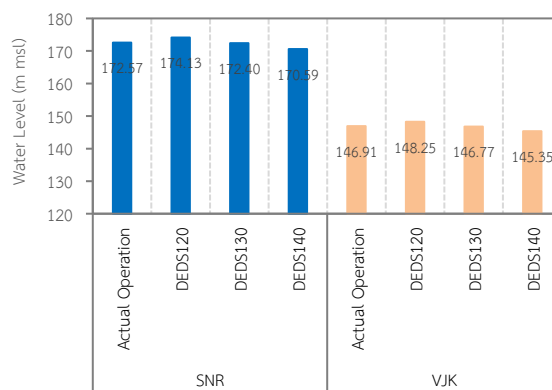


Figure 8 The simulated water levels of SNR and VJK Reservoirs for the different values of downstream water release at MK Dam.

นอกจากนี้เมื่อทำการสังเคราะห์ความต้องการน้ำเป้าหมายในส่วนของคุณภาพน้ำที่ระบายท้ายเขื่อนแม่กลองรายเดือนโดยอ้างอิงลักษณะรูปแบบ DEDS130 และค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้งเท่ากับ 75.88 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ค่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนเท่ากับ 184.12 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พบว่าระดับน้ำเฉลี่ยของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์เพิ่มระดับสูงขึ้นจากการปฏิบัติการจริงเดิมเป็น 174.19 เมตร รทก. และ 147.92 เมตร รทก. ตามลำดับ และปริมาณน้ำที่ระบายทั้งหมดจากเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์มีค่าลดลงประมาณ 1.12%-3.29% เมื่อเทียบกับผลการปฏิบัติการจริง อย่างไรก็ตามพลังงาน

ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากทั้งเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ์
ค่าใกล้เคียงกับผลการปฏิบัติการจริง

3.3.1.2 ผลการจำลองสถานการณ์สมมติโดยการผันแปรค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยน้ำในช่วงน้ำน้อย

ผลการจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำระยะยาวในปัจจุบันของกลุ่มน้ำแม่กลองโดยการผันแปรค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยน้ำในช่วงน้ำน้อยภายใต้รูปแบบโค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี พ.ศ. 2555 (RC55) โดยอาศัยการจัดสรรน้ำตามส่วนแบ่งน้ำ (CS) พบว่ากำหนดรูปแบบความต้องการน้ำเป้าหมายท้ายเขื่อนแม่กลองในรูปแบบ DEDS130 และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยน้ำในช่วงน้ำน้อย (AL) เท่ากับ 0.77 ให้ค่าผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับค่าจากการปฏิบัติจริงมากที่สุดทั้งในส่วนของการระดับน้ำเฉลี่ย ปริมาณน้ำที่ปล่อยทั้งหมด และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ดังแสดงใน Figure 9 ถึง Figure 11

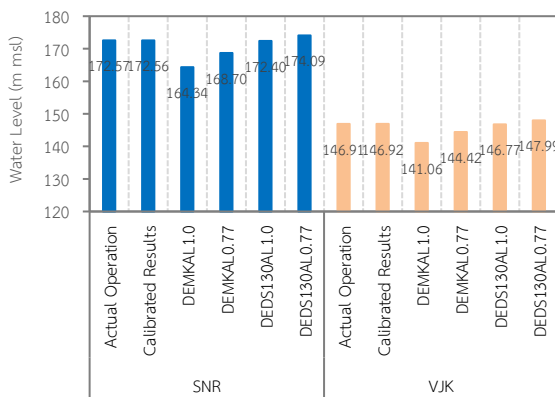


Figure 9 The simulated water levels of SNR and VJK Reservoirs for the different values of target water demands at MK Dam.

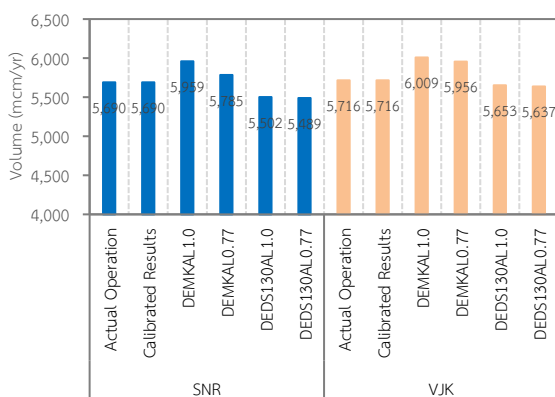


Figure 10 The simulated water releases of SNR and VJK Reservoirs for the different values of target water demands at MK Dam.

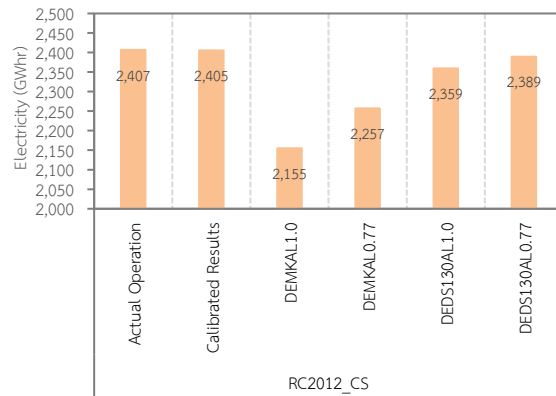


Figure 11 The simulated electricity of SNR and VJK Reservoirs for the different values of target water demands at MK Dam.

3.3.1.3 ผลการจำลองสถานการณ์สมมติโดยปรับเปลี่ยนเกณฑ์การปล่อยน้ำที่เขื่อนทดน้ำแม่กลอง

ผลการจำลองระบบระยะยาวโดยปรับเปลี่ยนเกณฑ์การปล่อยน้ำที่เขื่อนทดน้ำแม่กลอง 3 รูปแบบได้แก่ (1) เกณฑ์การปล่อยน้ำอย่างง่ายที่ระดับ 22.50 เมตร รทก. (2) เกณฑ์การปล่อยน้ำอย่างง่ายที่ระดับ 22.90 เมตร รทก. และ (3) เกณฑ์การปล่อยน้ำเชิงเส้นพบว่า การกำหนดการจัดสรรน้ำที่เขื่อนแม่กลองด้วยเกณฑ์รูปแบบต่าง ๆ ส่งผลต่อประสิทธิภาพของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ กล่าวคือ การรักษาระดับน้ำที่ 22.50 เมตร รทก. และ 22.90 เมตร รทก. รวมทั้งการนำเกณฑ์การปล่อยน้ำเชิงเส้นอย่างง่ายไปใช้กำหนดการผันน้ำเข้าโรงไฟฟ้ารายวันทุกสถานการณ์นั้น ทำให้ได้ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นอยู่ในเกณฑ์ที่อยู่ในช่วง 40.05%-76.20% เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ตามแผน (74 กิกะวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)

3.3.2 ผลการจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำระยะสั้น

ผลการจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำระยะสั้นในปัจจุบันของกลุ่มน้ำแม่กลองภายใต้รูปแบบสถานการณ์สมมติที่กำหนดขึ้นในลักษณะต่าง ๆ โดยอาศัยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นทั้งนี้ได้เลือกข้อมูลปี พ.ศ. 2545 เป็นตัวแทนปีน้ำมาก ข้อมูลปี พ.ศ. 2550 เป็นตัวแทนปีน้ำปกติ และข้อมูลปี พ.ศ. 2548 เป็นตัวแทนปีน้ำน้อยพบว่า แนวโน้มปริมาณการปล่อยน้ำในปีน้ำมากจะสูงกว่าปีน้ำปกติและปีน้ำน้อย ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการกำหนดการปล่อยน้ำในแต่ละช่วงเวลา นอกจากจะเป็นผลจากปัจจัยน้ำต้นทุนแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยความต้องการน้ำในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการปล่อยน้ำจากเขื่อนที่ได้จากแบบจำลองอีกด้วย ผลจากการปล่อยน้ำในรูปแบบที่แตกต่างกันทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้แต่ละรูปแบบแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามในภาพรวมแล้วพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในปีน้ำมากมีแนวโน้มสูง

กว่าปีน้ำปกติและปีน้ำน้อย ตามลำดับ ดังแสดงใน Figure 12 ถึง Figure 14

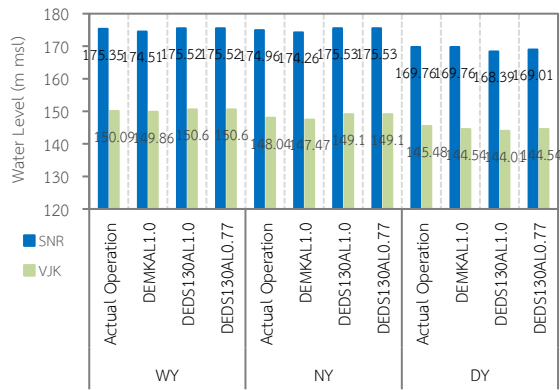


Figure 12 The simulated water levels of SNR and VJK Reservoirs performed by short term operation model in wet year, normal year and dry year.

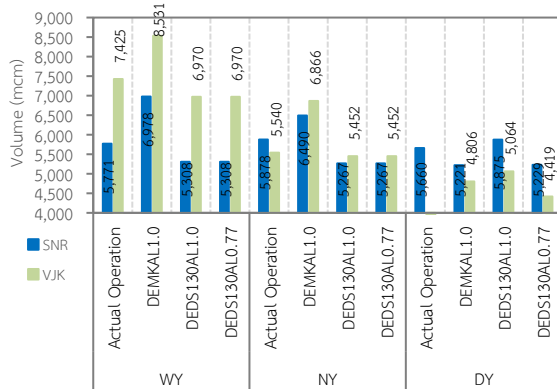


Figure 13 The simulated water releases of SNR and VJK Reservoirs performed by short term operation model in wet year, normal year and dry year.

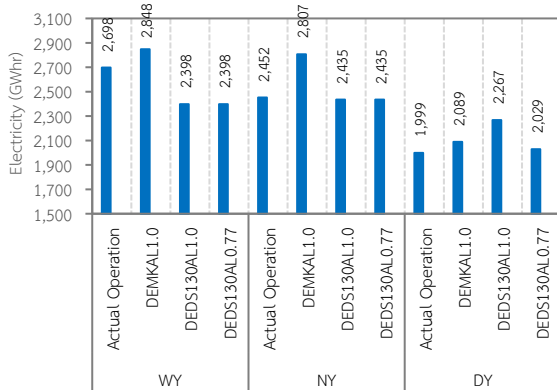


Figure 14 The simulated electricity of SNR and VJK Reservoirs performed by short term operation model in wet year, normal year and dry year.

3.4 ผลการจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำในอนาคต

การจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำในอนาคตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2556 หากมีโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำบ้านจันเคย์ เกิดขึ้นท้ายเขื่อนวชิราลงกรณนั้นได้กำหนดรูปแบบของ สถานการณ์สมมุติโดยอาศัยโค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี พ.ศ. 2555 กำหนดการจัดสรรน้ำตามส่วนแบ่งน้ำ สัมประสิทธิ์ การปล่อยน้ำในช่วงน้ำน้อย (AL) จากเขื่อนศรีนครินทร์และ เขื่อนวชิราลงกรณกำหนดให้เท่ากับ 0.77 และ 1 และกำหนด รูปแบบปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายท้ายเขื่อนแม่กลองโดย ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำที่ผันเข้าคลองทั้งหมดรายวันจริงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2556 (DEMK) และกำหนดความต้องการน้ำเป้าหมายท้าย เขื่อนแม่กลองคงที่ตลอดทั้งปี (DEDS) เท่ากับ 130 ลูกบาศก์เมตร ต่อวินาที ผลที่ได้พบว่าพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 85.43-88.87 กิกะวัตต์-ชั่วโมงต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับผลการ จำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำระยะยาวในปัจจุบันดัง แสดงไว้ใน Figure 15

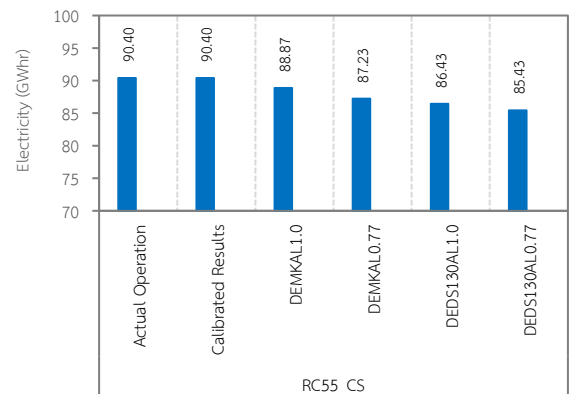


Figure 15 The simulated electricity of JD Reservoir performed by long term operation model for the future case.

4 สรุป

แนวคิดของการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่าง ร่วมกันทั้งระบบที่มีความยืดหยุ่นต่อการตอบสนองความต้องการ น้ำนอกประสงค์ทุกสถานการณ์นั้นว่ามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง กับระบบอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำแม่กลองซึ่งปัจจัยความต้องการใช้น้ำ ทั้งภายในและภายนอกลุ่มน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้นเป็นลำดับ แบบจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำแบบหลายอ่าง (Multiple Reservoir Sytem Model) ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับพื้นที่ ลุ่มน้ำแม่กลองเพื่อจำลองระบบและนำเสนอผลที่ได้จากแนวคิด การจัดสรรน้ำร่วมกันของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนวชิราลงกรณ ในรูปแบบต่าง ๆ ครอบคลุมทั้งระบบอ่างเก็บน้ำทั้งเขื่อนเก็บกัก น้ำและเขื่อนทดน้ำในปัจจุบันและอนาคต โค้งเกณฑ์การ ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำที่ใช้ รูปแบบการจัดสรรน้ำร่วมกันในช่วง การปฏิบัติงานปกติ การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยน้ำ

ในช่วงวิกฤตน้ำน้อย ตลอดจนการปรับเปลี่ยนเกณฑ์การปล่อยน้ำของเขื่อนทดน้ำแม่กลองนั้น จะเป็นทางเลือกให้ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็น กฟผ. สำนักชลประทานที่ 13 กรมชลประทานในการกำหนดการระบายน้ำให้เหมาะสมตามปัจจัยน้ำต้นทุนที่มีจำกัดและเกิดประสิทธิผลสูงสุดในการสนองความต้องการน้ำในกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีข้อสรุปที่สำคัญดังนี้

(1) เกณฑ์การจัดสรรน้ำตามสัดส่วนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำร่วมกันได้ในช่วงสถานการณ์น้ำปกติที่สถานะน้ำต้นทุนของระบบอ่างเก็บน้ำมีเพียงพอกับปริมาณความต้องการน้ำ ส่งผลให้เกิดความสมดุลระยะยาวในการบริหารจัดการน้ำที่มีอยู่ของแต่ละอ่างเก็บน้ำในระบบ

(2) การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยน้ำ (AL) ที่ยอมให้เกิดการขาดแคลนน้ำในระดับที่ยอมรับได้มาใช้ในการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำช่วงน้ำน้อยนั้นทำให้เกิดความยืดหยุ่นและสร้างทางเลือกสำหรับผู้ปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องมากขึ้น โดย AL เท่ากับ 0.77 หรือการยอมให้การขาดแคลนน้ำในช่วงน้ำน้อยได้ 23% ของความต้องการน้ำท้ายเขื่อนไม่ส่งผลกระทบต่อความสามารถของระบบในการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำ

(3) การกำหนดอัตราการระบายน้ำท้ายเขื่อนแม่กลองเท่ากับ 75.88 และ 184.12 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ตามลำดับ จะช่วยลดปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนเก็บกักหลัก 2 เขื่อนในช่วง 1.12%-3.29% เมื่อเทียบกับผลการปฏิบัติการจริง

(4) การปรับเปลี่ยนเกณฑ์การปล่อยน้ำอย่างง่ายที่เขื่อนแม่กลองโดยการยกระดับเก็บกักน้ำสูงขึ้นที่ +22.50 และ +22.90 เมตร รทก. และอาศัยเกณฑ์การตัดสินใจเชิงเส้นจะทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ของเขื่อนแม่กลองสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การควบคุมระดับน้ำเก็บกักอยู่ในช่วงระหว่าง +21.62 ถึง +22.40 เมตร รทก.

(5) ผลการจำลองการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำระยะสั้นแยกตามประเภทปีน้ำของกลุ่มน้ำแม่กลองพบว่า แนวโน้มปริมาณการปล่อยน้ำในปีน้ำมากสูงกว่าปีน้ำปกติและปีน้ำน้อย ตามลำดับ ดังนั้นการกำหนดแผนการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำระยะสั้นให้เป็นส่วนหนึ่งของแผนปฏิบัติการระยะยาวจะช่วยสร้างความเชื่อมั่นด้านความมั่นคงและความยั่งยืนของน้ำต้นทุนจากระบบอ่างเก็บน้ำในอนาคต

(6) การพัฒนาโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานจันเคยในอนาคตจะช่วยเสริมศักยภาพในการเพิ่มการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำจากฐานทรัพยากรน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบันของกลุ่มน้ำแม่กลอง

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

6 เอกสารอ้างอิง

Electricity Generating Authority of Thailand. 2014. Manual on reservoir operation system in the Mae

Klong River Basin. Bangkok: Hydropower Operation and Planning Division, Electricity Generating Authority of Thailand. (In Thai)

Electricity Generating Authority of Thailand. 2016. Development of reservoir operation model for optimum management of Mae Klong River Basin. Bangkok: Research Report, Electricity Generating Authority of Thailand. (In Thai)

Hydro and Agro Informatics Institute. 2012. Database system of 25 basins in Thailand and flood-drought modeling: Mae Klong River Basin. Bangkok: ASDECON Corporation Co., Ltd. (In Thai)

Jain, S.K., Singh, V.P. 2003. Water resources systems planning and management. New York, USA: Elsevier Science.

Lecler, N.L. 2004. Fractional water allocation and capacity sharing/water banking. South Africa: South African Sugar Association Experiment Station.

Taesombut, S. 2006. Qualitative forecasting technique. Bangkok: Faculty of Science, Kasetsart University. (In Thai)

Vudhivanich, V. 1986. Methodology for inclusion of risk in multireservoir operations. Doctoral Dissertation. Colorado, USA: Department of Civil Engineering, Colorado State University.