

## 1. บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เขื่อนภูมิพล (แม่น้ำปิง ที่อำเภอสามเงา จังหวัดตาก) และเขื่อนสิริกิติ์ (แม่น้ำน่าน ที่อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์) เป็นอ่างเก็บน้ำเอนกประสงค์ที่สำคัญ สำหรับเก็บกักน้ำไว้ใช้เพื่อการชลประทาน การผลิตกระแสไฟฟ้า การอุปโภค-บริโภค ลดผลกระทบต่อการรุกตัวของน้ำเค็มควบคุมมลภาวะ และเพื่อการเดินเรือ ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ในปัจจุบันปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนทั้งสองมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เพราะความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร ทางด้านเหนืออ่างเก็บน้ำทั้งสอง เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว [Chaleraktrakoon et al., 2002] ปริมาณน้ำต้นทุนที่น้อยลงส่งผลให้เขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ผลิตไฟฟ้าพลังน้ำได้น้อยลง เกษตรกรที่อาศัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ต้องประสบกับปัญหาขาดแคลนน้ำ ที่ใช้ในการเพาะปลูกในฤดูแล้งบ่อยครั้งขึ้น (ประมาณ 2-3 ปีต่อครั้ง) ทำให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง และเป็นผลให้ภาคอุตสาหกรรมเกษตร ขาดแคลนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต นอกจากนี้ถ้าสถานการณ์การขาดแคลนน้ำรุนแรงถึงขั้นวิกฤต ประชาชนในบางหมู่บ้านภายในลุ่มน้ำเจ้าพระยา อาจขาดแคลนน้ำอุปโภค-บริโภคได้

การบรรเทาปัญหาภัยแล้งด้วยวิธีที่ไม่ใช้โครงสร้าง (non-structural measure) เช่น การรณรงค์ประหยัดน้ำ การปรับปรุงรูปแบบการเพาะปลูก และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ เป็นต้น ถึงแม้ว่ารัฐบาลจะสนับสนุนแต่ก็ทำได้ยาก เพราะต้องการการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในพื้นที่ แต่เป็นวิธีที่สามารถลดปัญหาภัยแล้งได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

อีกแนวทางหนึ่งคือเราอาจผลิตฝ่นหลวง เพื่อเพิ่มปริมาณฝ่นและน้ำท่าในลุ่มน้ำให้มากขึ้นได้ ถึงแม้ว่าฝ่นหลวงจะผลิตได้ง่ายและสามารถทำได้ทันที ที่มีสถานะภัยแล้งเกิดขึ้น ด้วยค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงมาก แต่เราไม่สามารถควบคุมให้ฝ่นหลวงตกในที่ต้องการได้ นอกจากนี้การนำฝ่นหลวงมาใช้บรรเทาปัญหาภัยแล้งจะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เฉพาะในกรณีของการขาดแคลนน้ำที่เกิดขึ้น เนื่องจากฝ่นทิ้งช่วงในฤดูฝ่นเท่านั้น [Chaleraktrakoon et al., 2001] แต่ปัญหาที่สนใจในการศึกษานี้เป็นปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจะรุนแรงมากกว่า

อย่างไรก็ตามปัญหาภัยแล้งจะยิ่งวิกฤตขึ้น เมื่อมีการพัฒนาในพื้นที่รับน้ำเหนือเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ และความต้องการใช้น้ำรวมภายในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาเพิ่มขึ้นในอนาคต ดังนั้นกรมชลประทานจึงได้ศึกษาความเป็นไปได้ที่จะต้องมีการผันน้ำจากลุ่มน้ำข้างเคียงมาเพิ่มเติม ได้แก่ โครงการผันน้ำ กก-อิง-น่าน โครงการนี้เป็นการผันน้ำเฉลี่ยปีละ 2,038 ล้าน ลบ.ม. ในฤดูฝ่น มาเก็บใน

อ่างเก็บน้ำสิริกิติ์ เพื่อใช้ในช่วงฤดูแล้ง อีกโครงการหนึ่งคือโครงการผันน้ำ เมฆ-สาละวิน ลงเก็บในเขื่อนภูมิพล ปริมาณน้ำต้นเฉลี่ยปีละ 3,540 ล้าน ลบ.ม. รวมทั้งสองโครงการคิดเป็นปริมาณน้ำ ที่ผันมาในลุ่มน้ำเจ้าพระยาทั้งสิ้น 5,578 ล้าน ลบ.ม. อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำด้วยการพัฒนาแหล่งน้ำแบบโครงสร้าง (structural measure) ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก และเสียค่าใช้จ่ายในการพัฒนาโครงการสูง

ดังนั้นการศึกษานี้จึงสนใจที่จะปรับปรุงสภาพการจัดการน้ำในแหล่งน้ำต้นทุนขนาดใหญ่(เขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์) ที่มีอยู่ในลุ่มน้ำก่อนแล้ว อย่างไรก็ตามโค้งควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ที่มีอยู่เดิมสำหรับเขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ได้คำนวณมานานพอสมควรแล้ว (พ.ศ. 2534) และในช่วงที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาต่างๆเกิดขึ้นอย่างมากในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ทำให้สภาพความต้องการน้ำได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นอันมาก ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการคำนวณโค้งควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำใหม่ ในปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) กำลังคำนวณโค้งควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์ขึ้นใหม่ โดยใช้วิธีการศึกษาเลียนแบบ (Simulation)

ธน บัญญัติสิริกุล (2543) ได้เสนอนโยบายการจัดการน้ำที่เหมาะสมของอ่างเก็บน้ำสิริกิติ์โดยใช้วิธีเชิงพลวัต (Multivariable Stochastic Dynamic Programming) โดยพิจารณาตัวแปรควบคุมต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการจัดการน้ำสำหรับสภาพการจัดการจริงด้วยการวิเคราะห์ผลตอบแทนสูงสุด ทำให้ได้ผลตอบแทนดีกว่า และมีประสิทธิภาพสูงกว่าโค้งควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ใช้ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามเพื่อที่จะให้การจัดการน้ำมีประสิทธิภาพสูงจะต้องมีตัวแปรอธิบายสภาพของระบบ (state variables) มากจึงทำให้การคำนวณซับซ้อนและการนำไปใช้เป็นไปอย่างยากลำบาก

ในทางปฏิบัติเรามักจะบริหารจัดการน้ำด้วยโค้งควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ ชวลิต ชาสิริกัฏระกุล และคณะ (2544) ได้แสดงให้เห็นถึงข้อดีของการบริหารจัดการน้ำต้นทุนของเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์ ให้เป็นไปตามโค้งควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ โดยเทคนิคการเลียนแบบทางสถิติ (Stochastic simulation study) ด้วยข้อมูลน้ำท่ารายเดือนที่สังเคราะห์มาจากแบบจำลอง HEC-4 (US Army Corp. of Hydrologic Engineering Center, 1971) การบริหารน้ำให้อยู่ภายในโค้งควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำสามารถลดช่วงเวลาการเกิดภัยแล้งได้อย่างมาก

สมฤทัย ทะสวดก และ สุวีณา จิตตลดาการ (2547) ได้เสนอวิธีเจนิติกแอลกอริทึม (Genetic Algorithms, GA) สำหรับกำหนดระดับควบคุมที่เหมาะสมในการจัดการอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาว สำหรับกิจกรรมต่างๆ ตามความต้องการด้านท้ายน้ำ GA เป็นเทคนิคหนึ่งในการค้นหาค่าตอบที่เหมาะสมโดยประมาณ (near global optimum) ที่นิยมใช้กันหลายสาขา เช่น เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์

วิศวกรรมศาสตร์เป็นต้น เนื่องจากมันจะค้นหาค่าตอบจนกว่าจะพบจุด Global Optimum ดังกล่าว จะไม่หยุดที่จุด Local Optimum GA แอลกอริทึมนี้ใช้ค่าสูงสุดของพื้นที่ภายในโค้งควบคุมระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุด เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) ผลการประยุกต์ GA กับอ่างเก็บน้ำเขื่อนลำปาวปรากฏว่า การกำหนดระดับควบคุมของอ่างเก็บน้ำให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับ การปรับแฟคเตอร์  $W_1$  และ  $W_2$  ถ้าต้องการให้ความถี่ของการขาดแคลนนํ้าหรือการไหลล้นน้อยควรใช้ค่า  $W_1$  เข้าใกล้ 1 ค่า  $W_2$  เข้าใกล้ 0 ซึ่งในกรณีนี้พบว่าค่าการขาดแคลนและค่าการไหลล้นในแต่ละครั้งที่เกิดขึ้นค่อนข้างสูงในทางกลับกันถ้าปรับค่า  $W_1$  ออกจาก 1 และค่า  $W_2$  เข้าใกล้ 0.001 พบว่าจำนวนครั้งของการไหลล้นหรือการขาดแคลนมีมากขึ้น แต่ความรุนแรงของการขาดแคลนและการไหลล้นจะลดลง

โครงการวิจัยนี้เสนอวิธีหาโค้งควบคุมที่เหมาะสมตามฟังก์ชันวัตถุประสงค์ข้างต้น ให้เป็นไปตามความต้องการใช้นํ้าภายในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในอนาคโดยใช้หลักของ dynamic programming (DP) แบบค้นหาค่าตอบด้วยเทคนิค principal of progressive optimality (PPO) [Howson and Sancho, 1975] ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า DP/PPO ร่วมกับแบบจำลองการเขียนแบบสภาพสมมูลน้ำของกลุ่มน้ำนั้น เทคนิค PPO เป็นเทคนิคที่ช่วยในการค้นหาค่าตอบที่เหมาะสมด้วย DP สะดวกขึ้นเพราะไม่ต้องกระจายตัวแปรอธิบายสภาพของระบบอ่างเก็บน้ำออก จึงทำให้มีมิติที่ใช้ในการคำนวณจำกัด ผลลัพธ์ที่ได้จากโครงการวิจัยนี้พบว่า DP/PPO สามารถใช้หาโค้งควบคุมรายเดือนที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับระบบอ่างเก็บน้ำหลายอ่างได้ โดยแบ่งความต้องการใช้นํ้ารวมออกเป็นความต้องการใช้นํ้าของแต่ละอ่าง ตามสัดส่วนข้อมูลปริมาณน้ำเก็บกักของแต่ละอ่าง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- (1) คาดการณ์ความต้องการใช้นํ้ารวมของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาทั้งหมดในอนาคต
- (2) จำลองสภาพสมมูลน้ำของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา สำหรับประกอบการค้นหาโค้งควบคุมระดับน้ำที่เหมาะสม
- (3) เสนอวิธีหาโค้งควบคุมระดับน้ำรายเดือนของอ่างเก็บน้ำภูมิพลและสิริกิติ์ที่เหมาะสม จากจำนวนครั้งน้อยสุดของการขาดแคลนนํ้าในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาโดยใช้ DP ร่วมกับหลักการค้นหาค่าตอบแบบ PPO และแบบจำลองสภาพสมมูลน้ำของกลุ่มน้ำ
- (4) ประยุกต์วิธีหาโค้งควบคุมระดับน้ำที่เสนอ กับความต้องการใช้นํ้ารวมภายในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในอนาคต
- (5) เปรียบเทียบโค้งควบคุมระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำภูมิพลและสิริกิติ์ที่ได้จากวิธีที่เสนอในการศึกษานี้ กับวิธี GA

### 1.3 ขอบเขตการวิจัย

การหาโค้งควบคุมที่เหมาะสมสำหรับอ่างเก็บน้ำภูมิพลและสิริกิติ์จะพิจารณาอิทธิพลของฤดูกาล โดยพิจารณาใช้ ข้อมูลลำดับเวลา เช่น น้ำท่า น้ำฝน อัตราการระเหย เป็นต้น เป็นข้อมูลรายเดือน

ความต้องการน้ำในอนาคต หมายถึง ความต้องการน้ำภาคตะวันออกเฉียง 10 ปี ข้างหน้า (ปี พ.ศ. 2553)

### 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

งานวิจัยนี้ทำให้เราสามารถแนะนำวิธีที่เหมาะสมในการหาโค้งควบคุมระดับน้ำ ส่งผลให้สามารถจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 1.5 องค์ประกอบของรายงาน

บทที่ 2 นำเสนอสภาพภูมิประเทศ อุตุ-อุทก แหล่งน้ำต้นทุน และความต้องการใช้น้ำภายในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา บทที่ 3 อธิบายความต้องการใช้น้ำรายเดือนสำหรับกิจกรรมต่างๆในลุ่มน้ำทั้งในปัจจุบันและอนาคต บทที่ 4 วิเคราะห์การจัดการน้ำด้วยโค้งควบคุมระดับน้ำของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน บทที่ 5 เสนอวิธีการคำนวณหาโค้งควบคุมระดับน้ำที่เหมาะสม ซึ่งประกอบไปด้วยแบบจำลองการเลียนแบบสภาพสมดุลน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา กับวิธีค้นหาค่าตอบ DP/PPO บทที่ 6 ประยุกต์วิธีการคำนวณโค้งควบคุมที่อธิบายไว้ในบทที่แล้วกับความต้องการใช้น้ำในอนาคต รวมถึงเปรียบเทียบโค้งควบคุมที่ได้กับผลการประยุกต์วิธี GA บทที่ 7 สรุปผลที่ได้จากการศึกษา และแนะนำงานวิจัยที่ควรจะดำเนินการต่อไป