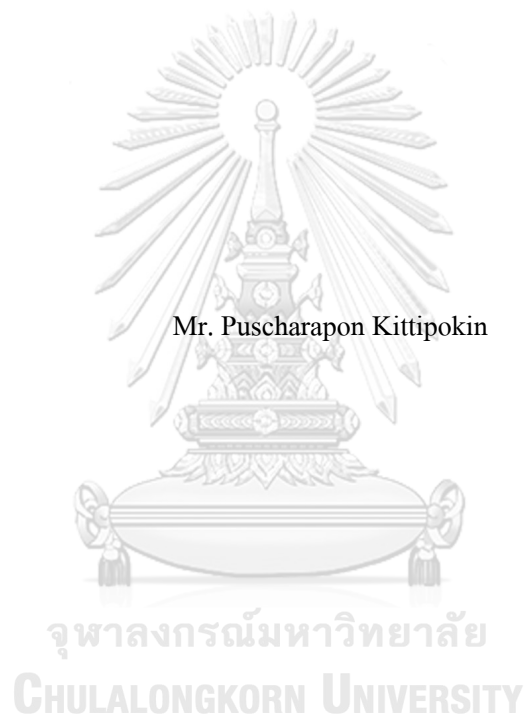


การพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ
เพื่อใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในจังหวัดระยอง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน สหสาขาวิชาการจัดการด้าน โลจิสติกส์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RESERVOIR WATER INFLOW FORECASTING FOR WATER RESOURCES
MANAGEMENT IN RAYONG PROVINCE



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Logistics and Supply Chain Management

Inter-Department of Logistics Management

GRADUATE SCHOOL

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในจังหวัดระยอง
โดย	นายพัชรพล กิตติโกคิน
สาขาวิชา	การจัดการ โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิทวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....	คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนุญ หนูจักร)	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ประธานกรรมการ
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชารัทสน์ โมกขมรรคกุล)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิทวงศ์)	
.....	กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ)	
.....	
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวิษณุ สว่างนพ)	

พัชรพล กิตติโกสิน : การพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในจังหวัดระยอง. (RESERVOIR WATER INFLOW FORECASTING FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT IN RAYONG PROVINCE) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร. นันทชัย กานตานันทะ

ทรัพยากรน้ำถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับภาคอุตสาหกรรมในจังหวัดระยอง ไซ่อุปทานของน้ำเป็นการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง (Inventory) หรือปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ โดยเกิดจากผลต่างของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำและปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ แต่เนื่องจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจะเกิดขึ้นจากธรรมชาติ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำลองสถานการณ์ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) น้อยลงจากวิธีปัจจุบันผ่านทางตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์ทั้งแบบบวก แบบคูณ และวิธีการถดถอยในตัวเองรวมการเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทางฤดูกาล (SARIMA) ของการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำซึ่งเป็นข้อมูลสถิติย้อนหลังของอ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่และอ่างเก็บน้ำประแสร์ ผลการจำลองสถานการณ์เมื่อมีข้อมูล Training Data แบบเต็มปีและแบบมีข้อมูลบางส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อมีข้อมูล Training Data เต็มปีผลลัพธ์ที่ได้ของทุกวิธีจะไม่มี ความแตกต่างกันและสามารถช่วยลดความคลาดเคลื่อนลงจากวิธีปัจจุบันอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงที่เกิดขึ้น โดยมีค่า MAE อยู่ที่ 13.58-26.38 ล้านลูกบาศก์เมตร และ 11.17-17.16 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน (อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่) และอ่างเก็บน้ำประแสร์ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อมีข้อมูล Training Data บางส่วน ผลลัพธ์ที่ได้ของค่า MAE ที่มีค่าสม่ำเสมอมากที่สุดคือวิธี SARIMA โดยมีค่า MAE อยู่ที่ 3.14-3.41 ล้านลูกบาศก์เมตร และ 0.63-0.65 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ตามลำดับ

สาขาวิชา	การจัดการโลจิสติกส์และไซ่อุปทาน	ลายมือชื่อนิสิต
ปีการศึกษา	2563	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

6280041020 : MAJOR LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

KEYWORD: Rayong reservoirs / Forecasting water inflow / Additive Holt-Winters /

Multiplicative Holt-Winters / SARIMA

Puscharapon Kittipokin : RESERVOIR WATER INFLOW
FORECASTING FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT IN RAYONG
PROVINCE . Advisor: Assoc. Prof. PAVEENA CHAOVALITWONGSE Co-
advisor: Asst. Prof. NANTACHAI KANTANANTHA

Water resource is one of the important factors for the industrial sector in Rayong Province. The water supply chain is characterized by inventory management. It is caused by the difference in the amount of water flowing into the reservoirs and water flowing out of the reservoirs. However, the water flowing into the reservoirs is naturally occurring. Hence, this research has an objective to increase the efficiency of the simulation of the water volume at the end of the month to have smaller mean absolute error (MAE) than the current method through the forecasting models of additive and multiplicative Holt-Winters exponential smoothing methods and seasonal autoregressive integrated moving average (SARIMA) method for the amount of water flowing into the reservoir, which is based on historical statistics of Dok-Krai reservoir, Nong-Plalai reservoir, Khlong-Yai reservoir and Prasae reservoir. The results of the simulation from training data as of annual cycle data and partial period data are as follows. With full cycle data, the results of three methods in the simulation are indifferent and more accurate than ones from the current method. The MAEs of simulated values for the three main reservoirs combined (Dok-Krai, Nong-Plalai and Khlong-Yai reservoir) are in the range of 13.58-26.38 million cubic meters and Prasae reservoir are in the range of 11.17-17.16 million cubic meters, which are much closer to the actual value. With partial period data, the most steady MAEs are obtained from SARIMA method with 3.14-3.41 million cubic meters in value for the three main reservoirs combined and 0.63-0.65 million cubic meters for Prasae reservoir.

Field of Study: Logistics and Supply Chain Management Student's Signature

Academic Year: 2020 Advisor's Signature

Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณา และความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง จากรองศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิทวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และอาจารย์ ดร.นันทชัย กานตานั้นทะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้มอบโอกาสให้ผู้วิจัยได้ทำการปรึกษา ทั้งให้ความรู้และคำแนะนำ ตลอดจนแนวทางในการศึกษาวิจัยแก่ผู้วิจัย อีกทั้งยังช่วยแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความใส่ใจ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชารัทศน์ โมกขมรรคกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวิชญ์ สว่างนพ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกสำหรับการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลามาตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัยที่จะช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งคณาจารย์ประจำบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้ให้โอกาสทางการศึกษา และประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย จนกระทั่งสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยสนับสนุนเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยในการศึกษาในระดับปริญญาโท ตลอดจนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณประโยชน์ และความดีใดๆอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบอุทิศให้แก่บิดา มารดา ครอบครัว และคณาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ และวางรากฐานการศึกษาให้แก่ผู้วิจัยต่อไปในอนาคต

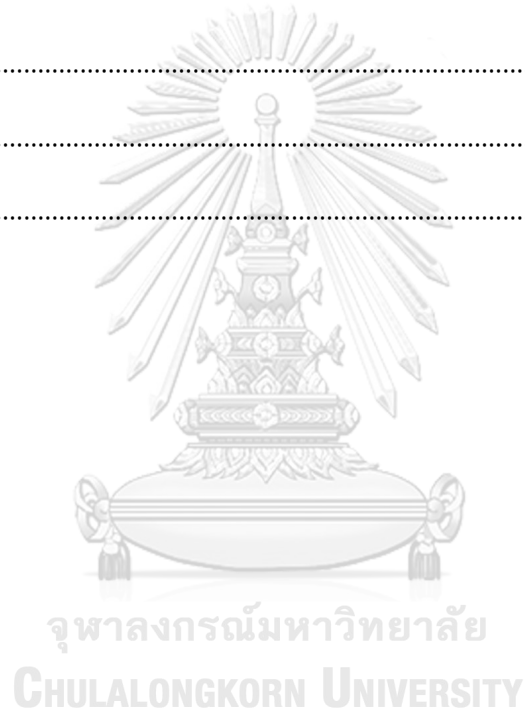
พัชรพล กิตติโกกิน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ที่มาของปัญหา.....	4
1.2.1 การบริหารจัดการจากข้อมูลปัจจุบันของน้ำในอ่างเก็บน้ำ	8
1.2.2 การบริหารจัดการ โดยการจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ.....	8
1.3 คำถามวิจัย.....	11
1.4 วัตถุประสงค์การวิจัย	11
1.5 กรอบแนวคิดงานวิจัย	12
1.6 ขอบเขตงานวิจัย.....	12
1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	13
1.8 ประโยชน์ของงานวิจัย	13
1.9 แผนงานวิจัย.....	14
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและวารสารเชิงวิชาการ	15
2.1.1 อุทกวิทยา (Hydrology)	15

2.1.1.1 วัฏจักรอุทกวิทยา (Hydrologic Cycle).....	15
2.1.1.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบอุทกวิทยา.....	17
2.2 การพยากรณ์ (Forecasting).....	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	27
3.1 รายละเอียดกรณีศึกษา.....	27
3.1.1 ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ	27
3.1.2 การบริหารจัดการน้ำ.....	28
3.1.3 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย	33
3.2 วิธีวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย.....	35
3.2.1 การศึกษาข้อมูล.....	35
3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล	35
3.2.2.1 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำดอกกรายในแต่ละเดือน.....	37
3.2.2.2 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ในแต่ละเดือน	37
3.2.2.3 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลในแต่ละเดือน	37
3.2.2.4 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำประแสร์ในแต่ละเดือน	37
3.2.3 แนวทางการวิจัย.....	38
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	40
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	40
3.4.1 ขั้นการศึกษาและรวบรวมข้อมูล.....	40
3.4.2 ขั้นการสร้างตัวแบบพยากรณ์	41
3.4.3 ขั้นการทดสอบการพยากรณ์และสรุปผลการพยากรณ์	41
บทที่ 4 ผลการศึกษา	42
4.1 การเตรียมข้อมูล.....	42
4.2 การสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์	42

4.2.1	ตัวแบบพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์	42
4.2.2	ตัวแบบพยากรณ์วิธีการถดถอยในตัวเองรวมการเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทาง ฤดูกาล (SARIMA)	49
4.3	การทดสอบตัวแบบสำหรับการพยากรณ์	59
4.4	การทดสอบเพิ่มเติม	65
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	70
5.1	สรุปผลการวิจัย	70
5.2	ข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม		76
ประวัติผู้เขียน		80



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางการคำนวณค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงที่เกิดขึ้นและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์.....	10
ตารางที่ 2 การจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมของอ่างฯ ดอกกราย คลองใหญ่ หนองปลาไหล ปี พ.ศ. 2563 ณ วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2563	30
ตารางที่ 3 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำของอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล	34
ตารางที่ 4 ค่า MAE ที่ได้จากตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ จนถึงปี พ.ศ. 2559 พ.ศ. 2560 และ พ.ศ. 2561	43
ตารางที่ 5 พยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก สำหรับปีพ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562	44
ตารางที่ 6 พยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ สำหรับปีพ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562	44
ตารางที่ 7 ค่า MAE ที่เกิดจากข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ สำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562	45
ตารางที่ 8 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมกันของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณเทียบกับวิธีปัจจุบัน	47
ตารางที่ 9 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ	49
ตารางที่ 10 ตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q) ₁₂ ที่เหมาะสมแต่ละช่วงเวลาสำหรับแต่ละอ่างเก็บน้ำ	52
ตารางที่ 11 ค่าผลลัพธ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบวิธี SARIMA(p,d,q)(P,D,Q) ₁₂ ของแต่ละอ่างเก็บน้ำและแต่ละปี.....	54
ตารางที่ 12 ค่า MAE จากข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยตัวแบบ SARIMA สำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562	55

ตารางที่ 13 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมกันของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยตัวแบบ SARIMA	57
ตารางที่ 14 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยตัวแบบ SARIMA	58
ตารางที่ 15 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA	58
ตารางที่ 16 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA	59
ตารางที่ 17 ค่า MAE ที่ได้จากตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ จนถึงปี พ.ศ. 2562	60
ตารางที่ 18 ตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q) ₁₂ ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละอ่างเก็บน้ำจนถึงปี พ.ศ. 2562.....	60
ตารางที่ 19 ค่าผลลัพธ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ได้จากการพยากรณ์โดยแต่ละตัวแบบของแต่ละอ่างเก็บน้ำสำหรับปี พ.ศ. 2563	61
ตารางที่ 20 ค่า MAE ที่เกิดจากข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ สำหรับปี พ.ศ. 2563	62
ตารางที่ 21 ค่า MAE จากข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยตัวแบบ SARIMA สำหรับปี พ.ศ. 2563	62
ตารางที่ 22 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ ปี พ.ศ. 2563 ด้วยตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA.....	64
ตารางที่ 23 ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำจากวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA สำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564	66

ตารางที่ 24 ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ จากวิธี
 ปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA สำหรับ
 เดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564.....66

ตารางที่ 25 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนระหว่างค่าจริงที่เกิดขึ้นและค่าที่ได้จากการจำลอง
 สถานการณ์ของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ สำหรับสำหรับสำหรับเดือน มกราคม
 พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 256468

ตารางที่ 26 เปอร์เซนต์ที่ลดลงของค่า MAE เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีปัจจุบันกับแต่ละตัวแบบ
 ของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562.....72

ตารางที่ 27 เปอร์เซนต์ที่ลดลงของค่า MAE เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีปัจจุบันกับแต่ละตัวแบบ
 ของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 256272



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยองปี พ.ศ. 2548-2563	1
ภาพที่ 2 สัดส่วนผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดระยองปี พ.ศ. 2559 จำแนกตามรายภาคเศรษฐกิจ ...	2
ภาพที่ 3 ตำแหน่งอ่างเก็บน้ำในจังหวัดระยอง	2
ภาพที่ 4 โครงการสร้างท่อส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำประแสร์ไปอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่	4
ภาพที่ 5 การเคลื่อนที่ของโซ่อุปทานน้ำ.....	4
ภาพที่ 6 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงที่เกิดขึ้นและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์	9
ภาพที่ 7 วัฏจักรทางอุทกวิทยา.....	16
ภาพที่ 8 ตัวแปรสำหรับการอธิบายวัฏจักรทางอุทกวิทยา.....	18
ภาพที่ 9 ตำแหน่งของอ่างเก็บน้ำ จังหวัดระยอง	27
ภาพที่ 10 เส้นท่อในการจัดการน้ำภาคตะวันออก.....	28
ภาพที่ 11 ตัวอย่างการบริหารจัดการน้ำ.....	29
ภาพที่ 12 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก ปี พ.ศ.2563	32
ภาพที่ 13 กราฟแปลงข้อมูลระดับน้ำเป็นปริมาณน้ำและพื้นที่ผิวน้ำ	33
ภาพที่ 14 กราฟระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล และอ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบเป็นเดือนของแต่ละปี	36
ภาพที่ 15 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	40
ภาพที่ 16 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ...	46

ภาพที่ 17 ปริมาณน้ำสิ้นเดือน อ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการ
จำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียล
แบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562.....48

ภาพที่ 18 อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำ51

ภาพที่ 19 ผลจากการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำในแต่ละปี โดยใช้
โปรแกรม RStudio สำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 256253

ภาพที่ 20 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้
จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบ SARIMA ปี พ.ศ. 2560
พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 256256

ภาพที่ 21 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จาก
การจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบ SARIMA ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ.
2561 และ พ.ศ. 2562.....56

ภาพที่ 22 ปริมาณน้ำสิ้นเดือน ของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบ
ระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบ
วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ สำหรับปี พ.ศ. 2563 63

ภาพที่ 23 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน และอ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบ
ระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบ
SARIMA สำหรับปี พ.ศ. 256363

ภาพที่ 24 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์จากข้อมูลที่ต่างกันตาม
ช่วงเวลาของแต่ละวิธี เดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564....67

ภาพที่ 25 ผลการจำลองสถานการณ์เพื่อหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน โดยใช้
ข้อมูลของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-
วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และ SARIMA ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 256270

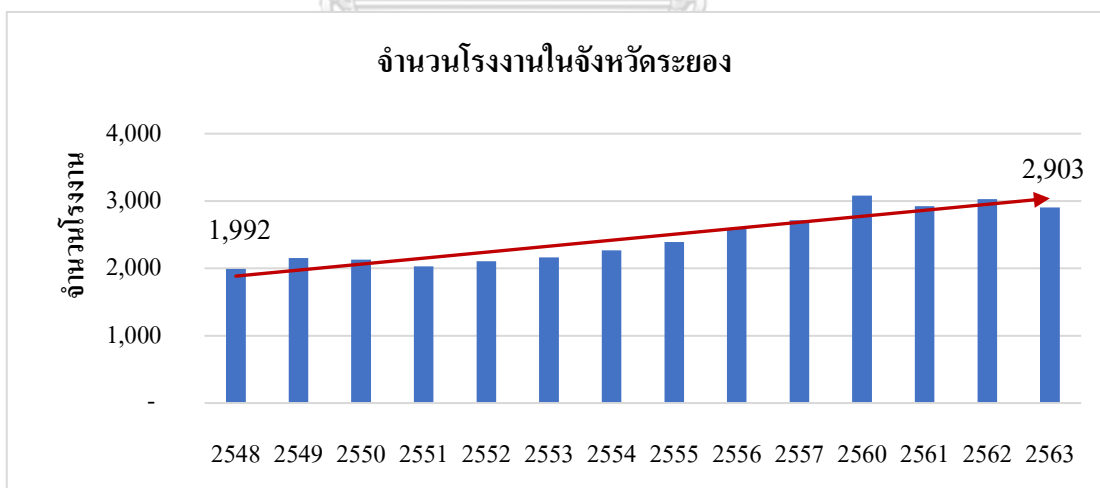
ภาพที่ 26 ผลการจำลองสถานการณ์เพื่อหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยใช้ข้อมูล
ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์
แบบบวก แบบคูณ และ SARIMA ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 256271

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

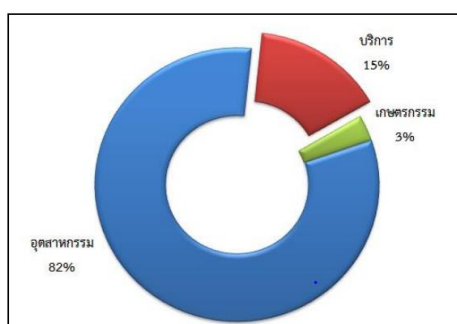
นับจากปี พ.ศ. 2524 จังหวัดระยองถูกกำหนดให้เป็นเมืองหลักของโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยพัฒนาเป็นศูนย์กลางความเจริญแห่งใหม่ของประเทศ โดยประกอบอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท เช่น การผลิตรถยนต์ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แปรรูป สินค้าเกษตร การผลิตไฟฟ้า การผลิตสารเคมี ซึ่งสร้างมูลค่ารวมในแต่ละปีเกือบ 1 ใน 3 ของงบประมาณรายจ่ายประเทศไทย (แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง พ.ศ. 2560 – 2564 สำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2562) จังหวัดระยองมีแนวโน้มการเติบโตของภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นดังแสดงในภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 มีจำนวนโรงงานในจังหวัดระยองรวมทั้งสิ้น 1,992 โรงงานและเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 มีโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดระยองรวมทั้งสิ้น 2,903 โรงงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม) ซึ่งน้ำถือเป็นทรัพยากรหลักที่โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องใช้ ดังนั้นยิ่งจำนวนโรงงานเพิ่มขึ้น ความต้องการใช้น้ำก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย



ภาพที่ 1 จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยองปี พ.ศ. 2548-2563

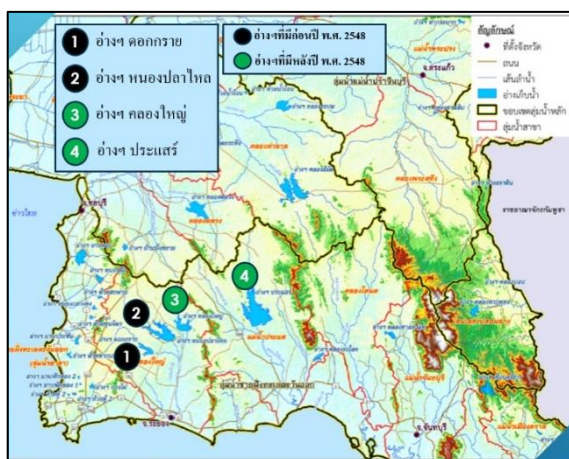
ที่มา: (ปรับปรุงจากสำนักสถิติแห่งชาติ, กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ข้อมูล ณ เดือนพฤศจิกายน 2563)

จากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติพบว่า ผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดระยองปี 2559 มีมูลค่า 897,117 ล้านบาท โดยมาจากสาขาการผลิตนอกภาคเกษตรกรรม มีมูลค่ารวมสูง 876,880 ล้านบาท ซึ่งเป็นภาคอุตสาหกรรม ร้อยละ 81.7 ดังแสดงในภาพที่ 2 และมีมูลค่าผลิตภัณฑ์เฉลี่ยต่อหัวประชากร เท่ากับ 1,009,496 บาท/คน/ปี เป็นลำดับที่ 1 ของประเทศ (แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง พ.ศ. 2560 – 2564 สำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2562)



ภาพที่ 2 สัดส่วนผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดระยองปี พ.ศ. 2559 จำแนกตามรายภาคเศรษฐกิจ ที่มา: (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง, 2562)

สำหรับน้ำที่ใช้ในจังหวัดระยองส่วนใหญ่มาจาก 4 อ่างเก็บน้ำคือ อ่างดอกกราย อ่างคลองใหญ่ อ่างหนองปลาไหล และอ่างเก็บน้ำประแสร์ ซึ่งอ่างทั้ง 4 จะอยู่ภายใต้การดูแลและบริหารจัดการของกรมชลประทานที่ 9 ทั้งเรื่องของการจัดสรรการใช้น้ำ การพัฒนาแหล่งน้ำ รวมไปถึงการป้องกันและบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ เป็นต้น โดยตำแหน่งอ่างเก็บน้ำในจังหวัดระยองดังภาพที่ 3

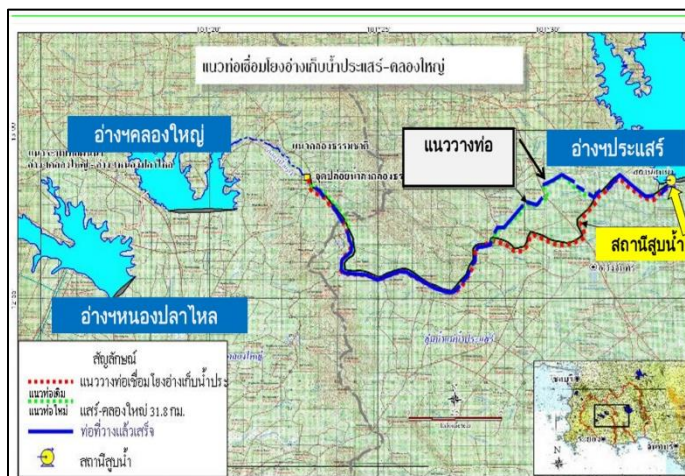


ภาพที่ 3 ตำแหน่งอ่างเก็บน้ำในจังหวัดระยอง
ที่มา: (ปรับปรุงจากสถาบันน้ำและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน, สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย)

การบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทานก่อนปี พ.ศ. 2548 จะบริหารจัดการน้ำ 2 แห่งคือ อ่างเก็บน้ำดอกกราย และอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลดังภาพที่ 3 วงกลมสีดำ ในขณะที่อ่างเก็บน้ำประแสร์และอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ดังภาพที่ 3 วงกลมสีเขียว อยู่ในระหว่างก่อสร้างและเริ่มใช้งานหลังปี พ.ศ. 2548 โดยหลังจากปี พ.ศ. 2548 ได้มีโครงการวางแนวท่อเพื่อผันน้ำสำหรับการบริหารจัดการ ให้เพียงพอต่อการใช้งานในแต่ละภาคส่วนของแต่ละอ่างเก็บน้ำ โดยแนวท่อที่วางเชื่อมต่อระหว่าง อ่างเก็บน้ำมีดังนี้ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลถูกเชื่อมต่อกับอ่างเก็บน้ำดอกกรายและอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ ในขณะที่อ่างเก็บน้ำประแสร์ซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำที่ใหญ่ที่สุดถูกเชื่อมต่อกับอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่และอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล สาเหตุหลักที่หลังจากปี พ.ศ. 2548 มีโครงการต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการน้ำ เนื่องจากผลกระทบจากภัยแล้ง พ.ศ. 2548

ในปี พ.ศ. 2548 บริเวณลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกต้องประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรง โดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดระยองที่เป็นทั้งแหล่งอุตสาหกรรมและแหล่งเกษตรกรรมที่สำคัญ ซึ่งสร้างรายได้ให้กับเศรษฐกิจของประเทศเป็นจำนวนมาก การขยายตัวที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่อุตสาหกรรม ตามนโยบายพัฒนาอุตสาหกรรมนั้น ส่งผลให้ทรัพยากรน้ำที่มีอยู่จำกัดยังไม่สามารถรองรับการขยายตัวดังกล่าวได้ จึงทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ทั้งด้านอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม อุตสาหกรรม ผลกระทบในครั้งนั้นส่งผลกระทบอย่างมากต่อเศรษฐกิจประเทศไทย

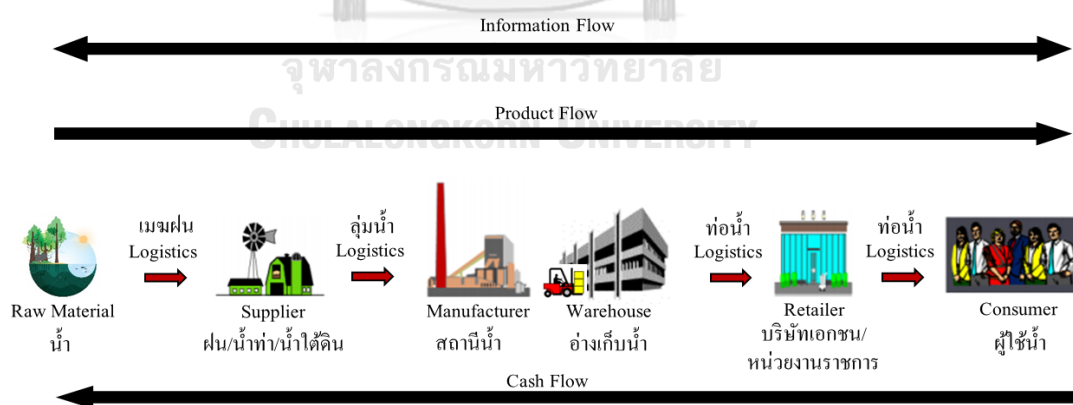
จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าน้ำถือเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบทางตรงต่อทุกภาคส่วน ดังนั้นปริมาณน้ำในแต่ละอ่างเก็บน้ำในจังหวัดระยองจึงมีความสำคัญอย่างมากต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งหลังจากวิกฤตภัยแล้งปี พ.ศ. 2548 ทางรัฐบาลได้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อเศรษฐกิจประเทศไทย จึงได้มีการจัดสรรทรัพยากรน้ำมากขึ้นและได้ขออนุมัติงบประมาณจากที่ประชุมคณะรัฐมนตรีในหลายโครงการ เช่น โครงการทำท่อเชื่อมอ่างฯประแสร์ ให้เชื่อมมาที่อ่างฯคลองใหญ่ ดังภาพที่ 4 เป็นต้น เพื่อให้การบริหารทรัพยากรน้ำมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และสามารถลดผลกระทบต่อทุกภาคส่วน



ภาพที่ 4 โครงการสร้างท่อส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำประแสร์ไปอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่
ที่มา: (สุจิตต์ คุ้มชนกุลวงศ์, 2553. นานาทรศนะน้ำระยอง)

1.2 ที่มาของปัญหา

การบริหารจัดการน้ำเป็นการบริหารทั้งในด้านของการจัดหา น้ำ กักเก็บน้ำ และขนส่งน้ำตามความต้องการใช้น้ำ ซึ่งเปรียบเสมือน โซ่อุปทาน (Supply Chain) ซึ่งเป็นการวางแผนและการบริหารกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าจากการดำเนินธุรกิจ สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเคลื่อนที่ของโซ่อุปทานน้ำ

ที่มา: (ปรับปรุงจาก คมสัน โสมณวัตร, 2557. LOG2401 (การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน))

จากภาพที่ 5 สามารถอธิบายโซ่อุปทานของน้ำได้ดังนี้

วัตถุดิบ (Raw material) คือน้ำที่เกิดจากกระบวนการทางธรรมชาติ

ซัพพลายเออร์ (Supplier) คือแหล่งน้ำหรือน้ำใต้ดินทางธรรมชาติ โดยจะไหลรวมกันผ่าน
 กลุ่มแม่น้ำ

โรงงาน (Manufacturer) คือสถานน้ำที่ตั้งสำหรับการลำเลียงน้ำธรรมชาติเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ
 ซึ่งบริหารจัดการโดยกรมชลประทาน

คลังสินค้า (Warehouse) คืออ่างเก็บน้ำซึ่งบริหารจัดการ โดยกรมชลประทาน โดยเป็น
 สถานที่ในการเก็บน้ำและการปล่อยน้ำ ตามความต้องการของลูกค้า

ผู้ค้าปลีก (Retailer) คือบริษัทเอกชนหรือหน่วยงานของรัฐบาลที่รับน้ำจากกรมชลประทาน
 เพื่อนำไปจำหน่ายหรือแปลงสภาพตามความต้องการใช้น้ำ

ผู้บริโภค (Consumer) คือผู้ที่ต้องการใช้น้ำซึ่งเป็นปลายทางของโซ่อุปทาน ซึ่งในบางธุรกิจ
 น้ำที่ได้รับจากผู้ค้าปลีกจะเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับการผลิตในโซ่อุปทานอื่น ๆ

การขนส่ง (Logistics) คือการขนส่งน้ำ โดยจะเป็นการขนส่งผ่านทางเส้นท่อเป็นหลัก

กระแสเงินสด (Cash flow) คือรายได้ที่จะได้รับจากการขายน้ำซึ่งจะเริ่มต้นจากเงินที่ได้รับ
 จากลูกค้า

ความต้องการใช้น้ำ (Demand) เกิดขึ้นใน โซ่อุปทานของน้ำใน ส่วนของผู้บริโภค
 (Consumer) ซึ่งจะเกิดจากทั้งภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และบริการ โดยจากที่กล่าวในหัวข้อ
 1.1 จังหวัดระยองจะเป็นจังหวัดที่มีภาคอุตสาหกรรมอยู่ที่ 82% ดังนั้นความต้องการใช้น้ำจะเกิดจาก
 ภาคอุตสาหกรรมมากที่สุด และเมื่อพิจารณาจากแผนยุทธศาสตร์การพัฒนากอุตสาหกรรมจังหวัด ปี
 พ.ศ. 2560 – 2564 สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง สำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2562
 (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง, 2562) จะพบว่าแนวโน้มการลงทุนและการพัฒนาด้าน
 อุตสาหกรรมจะมีเพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากนโยบายของทางภาครัฐสนับสนุนการลงทุนของต่างชาติ
 หรือผู้ประกอบการในประเทศต่อเนื่องจากโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก (EASTERN
 SEABOARD) เป็นโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor
 Development : EEC) โดยจังหวัดระยองถูกกำหนดเป็นเมืองการศึกษาและวิทยาศาสตร์ เมือง
 นานาชาติ ธุรกิจทันสมัย และเมืองอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและอุตสาหกรรมพลังงาน ดังนั้นจากการ
 พัฒนาเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วจึงทำให้ชุมชนเมืองมีการขยายตัว ส่งผลให้มีการใช้
 ทรัพยากรธรรมชาติเกินศักยภาพการรองรับของระบบนิเวศ รวมไปถึงทรัพยากรน้ำก็ได้รับ

ผลกระทบเช่นกัน ประกอบกับสภาวะทางอุทกนิยามวิทยาที่มีความผันแปรจึงทำให้ปริมาณฝนตกน้อยลง ปริมาณน้ำกักเก็บไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ ซึ่งผลจากการประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ในจังหวัดระยองมีความต้องการใช้น้ำอยู่ที่ 1,315.23 ล้านลูกบาศก์เมตร และจะเพิ่มขึ้นเป็นปีละ 1,338.80 ล้านลูกบาศก์เมตร และ 1,423.55 ล้านลูกบาศก์เมตร ในระยะ 5 ปี และ 10 ปี ตามลำดับ ดังนั้นทางภาครัฐจึงขอความร่วมมือบริษัทในภาคอุตสาหกรรมรณรงค์ลดการใช้น้ำจากโครงการต่าง ๆ เช่น การนำน้ำทิ้งกลับไปใช้งานในระบบใหม่ การลดการใช้น้ำจากกระบวนการผลิต การบำบัดน้ำภายในโรงงานเพื่อนำกลับไปใช้งาน เป็นต้น ซึ่งได้รับการตอบรับจากภาคอุตสาหกรรมเป็นอย่างดี รวมไปถึงทางภาครัฐได้ให้กรมชลประทานจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนาและบริหารจัดการน้ำเพื่อสนับสนุนโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก ด้วยการปรับปรุงแหล่งน้ำดิบ พัฒนาแหล่งน้ำใหม่ เชื่อมโยงแหล่งน้ำด้วยระบบผันน้ำ ทำแก้มลิงหรืออ่างน้ำป้องกันน้ำท่วม และบริหารจัดการแหล่งน้ำต่าง ๆ โดยแบ่งการดำเนินงานตามแผนยุทธศาสตร์ออกเป็น 2 ช่วงคือ

ระยะแรก 5 ปีแรก จะมีการสร้างแหล่งกักเก็บน้ำขนาดเล็กและขนาดกลาง รวมไปถึงการเพิ่มความจุอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำดอกกรายและอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ และการสูบน้ำย้อนกลับจากคลองไปเก็บในอ่างเก็บน้ำประแสร์

ระยะ 5-10 ปี กรมชลประทานจะก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ 4 แห่งที่จังหวัดจันทบุรีคือ อ่างเก็บน้ำประแกด ความจุ 60.2 ล้านลูกบาศก์เมตร อ่างพะวาใหญ่ความจุ 68.1 ล้านลูกบาศก์เมตร อ่างคลองแก่งหางแมวความจุ 80.7 ล้านลูกบาศก์เมตร และอ่างคลองวังโตนดความจุ 99.5 ล้านลูกบาศก์เมตร และจะมีการสูบน้ำส่งไปอ่างเก็บน้ำประแสร์ ดังนั้นในระยะ 10 ปีข้างหน้าหากดำเนินการตามแผนข้างต้น สถานการณ์น้ำในพื้นที่จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง และจังหวัดฉะเชิงเทรา จะไม่มีปัญหาด้านการขาดแคลนน้ำ

ระยะ 10 ปีต่อไป อยู่ระหว่างการศึกษาเบื้องต้นสำหรับการกำหนดแนวทางการผันน้ำจากเขื่อนสตึงม่นัม ประเทศกัมพูชา ซึ่งมีขนาดความจุ 1,200 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยวางท่อเข้ามาในฝั่งไทยบริเวณจังหวัดตราดตอนล่างและผันน้ำต่อมาทางท่อเข้าสู่อ่างเก็บน้ำประแสร์

จังหวัดระยองคำนึงถึงเรื่องของน้ำเป็นเรื่องที่สำคัญทั้งด้านการบริหารจัดการน้ำและการพัฒนาแหล่งน้ำควบคู่กัน ไป เพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำในอนาคตแบบก้าวกระโดดในทุกปี

จึงต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการแหล่งน้ำ และพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อเป็นหลักประกันสร้างความมั่นคงและมั่นใจในเรื่องทรัพยากรน้ำของจังหวัดระยองให้ทุกภาคส่วนได้มากยิ่งขึ้น

จากโซ่อุปทานของน้ำปัญหาที่พบจะอยู่ที่สินค้าคงคลัง (Inventory) ซึ่งก็คือปริมาณน้ำที่อยู่ในอ่างเก็บน้ำ เนื่องจากปริมาณน้ำที่ไหลมาเติมอ่างเก็บน้ำจะเกิดขึ้นจากธรรมชาติเช่นน้ำฝน น้ำท่า และน้ำใต้ดิน เป็นต้น จึงเกิดความไม่แน่นอนและไม่สามารถกำหนดค่าของปริมาณน้ำที่จะจัดหาได้ (Supply) แต่ในขณะที่ความต้องการใช้น้ำ (Demand) สำหรับในโซ่อุปทานน้ำ จะต้องวางแผนล่วงหน้าสำหรับการใช้น้ำเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบหรือได้รับผลกระทบน้อยที่สุดตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมจังหวัดระยองตามที่กล่าวข้างต้น ดังนั้นทรัพยากรน้ำจึงเป็นลักษณะโซ่อุปทานในรูปแบบของการปรับแผนการใช้น้ำ โดยยึดปริมาณน้ำที่มีอยู่ในคลังสินค้าเป็นหลัก ในกรณีที่มีปริมาณน้ำที่มากก็จะจ่ายน้ำปกติ แต่ในขณะที่ถ้ามีปริมาณน้ำที่น้อยจำเป็นจะต้องจ่ายน้ำน้อยลงซึ่งถ้ามีการแจ้งล่วงหน้า ลูกค้านี้จะสามารถปรับเปลี่ยนแผนการผลิตเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบหรือกระทบน้อยที่สุด แต่ถ้าเหตุการณ์เกิดขึ้นกะทันหันลูกค้าไม่สามารถปรับแผนการผลิตได้ทันที ก็จะส่งผลกระทบต่อธุรกิจและส่งผลกระทบต่อโซ่อุปทานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

โซ่อุปทานของน้ำถือเป็นโซ่อุปทานเริ่มต้นของหลายโซ่อุปทาน ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำที่อยู่ในคลังสินค้าซึ่งก็คืออ่างเก็บน้ำ ถ้าสามารถลดความไม่แน่นอนของน้ำฝั่ง Supply ให้มีความแน่นอนเพิ่มขึ้น จะสามารถวางแผนสำหรับการใช้น้ำฝั่ง Demand ได้อย่างเหมาะสมและไม่กระทบต่อโซ่อุปทานอื่น ๆ ซึ่งหน่วยงานที่ดูแลและบริหารงานโรงงานและคลังสินค้าของโซ่อุปทานน้ำคือกรมชลประทาน

การบริหารจัดการน้ำของจังหวัดระยองจะเป็นการตัดสินใจร่วมกันของทั้งภาครัฐและเอกชนผ่านคณะกรรมการซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลของกรมชลประทาน โดยเป็นการกำกับดูแลและควบคุมการปล่อยน้ำในแต่ละอ่างเก็บน้ำ เพื่อรักษาระดับของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำให้มีปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำตลอดทั้งปี ดังนั้นการบริหารในรูปแบบนี้จะดูแลโซ่อุปทานของน้ำทั้งด้านของการจัดหาน้ำที่ไหลเข้ามาแต่ละอ่างเก็บน้ำซึ่งมาจากการผันน้ำและการรับน้ำจากธรรมชาติ ในด้านความต้องการใช้น้ำซึ่งมาจากน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค ภาคอุตสาหกรรม รวมไปถึงน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศ ดังนั้นเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อโซ่อุปทานนี้ ทางคณะทำงานจะมีบทบาทหน้าที่ในการช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยเป้าหมายคือการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานของน้ำให้น้อยที่สุดหรือไม่ให้เกิดผลกระทบ ทั้งในด้านของเตรียมแผนในการรับมือ

เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้น ด้านของการลงทุนเพื่อลดผลกระทบระยะยาว รวมไปถึงการออกคำสั่งต่าง ๆ จากทางราชการ ซึ่งในปัจจุบันการบริหารจัดการน้ำจะแบ่งเป็น 2 รูปแบบคือ

1.2.1 การบริหารจัดการจากข้อมูลปัจจุบันของน้ำในอ่างเก็บน้ำ คือการใช้ข้อมูลปัจจุบันของปริมาณน้ำในแต่ละอ่างเก็บน้ำ ซึ่งเป็นแผนระยะสั้น โดยจะดูเป็นรายสัปดาห์ถึงรายเดือน ซึ่งจะมีการกำหนดการผันน้ำจากแต่ละอ่างเก็บน้ำตามแผนการจัดการน้ำของกรมชลประทาน เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำจากทุกภาคส่วน หรือในบางกรณีอาจขอให้ทุกภาคส่วนลดการใช้น้ำ โดยออกหนังสือชี้แจงไปหาผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด โดยจะมาจากการประเมินและตัดสินใจของคณะกรรมการจากภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

1.2.2 การบริหารจัดการ โดยการจำลองปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ คือแผนระยะยาว โดยพิจารณาเป็นรายเดือนถึงรายปีในอนาคต ซึ่งจะใช้ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในอดีตรวมกับข้อมูลความต้องการใช้น้ำจากภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง มาจำลองปริมาณน้ำสิ้นเดือนของแต่ละอ่างเก็บน้ำซึ่งเกิดจากการคำนวณตามหลักการสมดุลลงบนน้ำในวัฏจักรอุทกวิทยา โดยจะทำการจำลองปริมาณน้ำสิ้นเดือนและแยกการจำลองเป็น 2 แห่ง คือ ปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก (อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ และอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล) และปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ เพื่อเป็นข้อมูลในการเตรียมแผนสำหรับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยจัดการทั้งด้านการผันน้ำและการควบคุมการใช้น้ำ เพื่อให้ไม่เกิดผลกระทบหรือเกิดผลกระทบน้อยที่สุดต่อโซ่อุปทานของการใช้น้ำ

สำหรับการคำนวณปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือน โดยการจำลองสถานการณ์ จะต้องใช้ข้อมูลที่เคยเกิดขึ้นในอดีตของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ และข้อมูลที่ถูกกำหนดตามแผนงานการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำ รวมถึงปริมาณความต้องการใช้น้ำของอ่างเก็บน้ำ ซึ่งผลจากการคำนวณจะเป็นข้อมูลปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมกันของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก และปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยสมการที่ใช้สำหรับการคำนวณสมดุลลงน้ำจะเป็นดังในสมการที่ 1.1

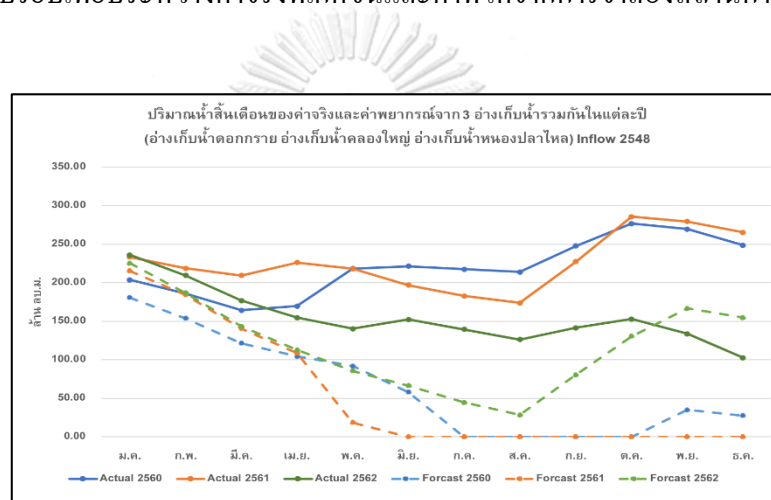
$$\text{ปริมาณน้ำรวมสิ้นเดือน} = \text{ปริมาณน้ำต้นเดือน} + \text{ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ} + \text{ปริมาณน้ำที่ผันมาเติมอ่างเก็บน้ำ} - \text{ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำสุทธิ} \text{ -----(1.1)}$$

จากสมการที่ 1.1 ขอรืบายดังนี้

ปริมาณน้ำรวมสิ้นเดือน คือปริมาณน้ำของอ่างเก็บน้ำ ณ สิ้นเดือนของเดือนที่ทำการคำนวณ

ปริมาณน้ำต้นเดือน คือปริมาณน้ำของอ่างเก็บน้ำ ณ ต้นเดือนของเดือนที่ทำการคำนวณ
 ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ คือปริมาณน้ำจากธรรมชาติที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ
 ปริมาณน้ำที่ผันมาเติมอ่างเก็บน้ำ คือปริมาณน้ำที่ผันโดยผ่านเส้นท่อจากอ่างเก็บน้ำอื่น ๆ
 ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำสุทธิ คือปริมาณการใช้น้ำที่เกิดขึ้นในเดือนที่ทำการ
 คำนวณ

การคำนวณปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำสำหรับการจำลองสถานการณ์นั้นพบว่าค่าที่ได้จากการจำลองมีค่าแตกต่างจากค่าจริง โดยจะขอยกตัวอย่างปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงที่เกิดขึ้นและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงที่เกิดขึ้นและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

จากภาพที่ 6 แสดงถึงปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกันของแต่ละเดือน โดยข้อมูลที่เปรียบเทียบจะมีทั้งหมด 3 ปี คือ พ.ศ. 2560 แสดงด้วยเส้นสีฟ้า พ.ศ. 2561 แสดงด้วยเส้นสีส้ม และ พ.ศ. 2562 แสดงด้วยเส้นสีเขียว ซึ่งข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะแสดงด้วยเส้นทึบ ในขณะที่ข้อมูลที่เกิดจากการจำลองสถานการณ์จะเป็นเส้นประ

สำหรับการเปรียบเทียบปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำระหว่างปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นจริงและปริมาณน้ำที่เกิดจากการจำลองสถานการณ์จะใช้ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำโดยตรง ซึ่งเหมาะสมที่จะเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา โดยแสดงผลดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางการคำนวณค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงที่เกิดขึ้นและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

ปี พ.ศ.	N (จำนวน)	Absolute error											รวม	
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.		ธ.ค.
2560	12.00	23.08	32.44	42.81	65.32	126.37	163.41	217.67	213.82	247.66	276.87	234.58	221.26	1865.29
2561	12.00	17.92	34.27	68.92	117.44	199.45	196.79	182.71	173.77	227.45	285.78	279.59	265.35	2049.43
2562	12.00	10.78	22.50	33.48	42.03	54.63	85.89	94.91	97.98	61.02	22.52	32.90	52.21	610.86
ปี พ.ศ.	MAE													
2560	155.44													
2561	170.79													
2562	50.90													

จากตารางที่ 1 พบว่า MAE ในปี พ.ศ. 2560 มีค่า 155.44 ล้าน ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2561 มีค่า 170.79 ล้าน ลบ.ม. และในปี พ.ศ. 2562 มีค่า 50.90 ล้าน ลบ.ม. จะเห็นได้ว่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีค่าที่แตกต่างจากค่าจริงและค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าที่ไม่เท่ากันในแต่ละปี ซึ่งสาเหตุที่มีความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากตัวแปรของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจะใช้ข้อมูลในอดีตมากำหนดค่าในการทำแบบจำลอง ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ เป็นข้อมูลจริงที่เกิดจากการกำหนดโดยกรมชลประทาน โดยข้อมูลปริมาณน้ำสิ้นเดือนจากภาพที่ 6 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2562 ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของปี พ.ศ. 2548 ซึ่งเป็นปีที่เกิดภัยแล้ง รูปแบบของการจำลองสถานการณ์ในลักษณะนี้ชี้ให้เห็นว่า ปัจจุบันที่ใช้ข้อมูลปีแล้งสำหรับแทนค่าในส่วนของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ ถ้าปีใดมีค่าที่ใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2548 จะได้ค่า MAE ที่น้อยดังเช่นปี 62 ในขณะที่ปีอื่นปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างมีรูปแบบที่ไม่เหมือนปี พ.ศ. 2548 ค่าความคลาดเคลื่อนก็จะสูง ดังนั้นเมื่อผลจากการจำลองสถานการณ์เป็นดังในภาพที่ 6 ทางหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนจึงต้องเตรียมแผนเพื่อรับมือสถานการณ์ที่อาจจะเกิดการขาดน้ำ ซึ่งการเตรียมแผนสำหรับการรับมือจะต้องสิ้นเปลืองทรัพยากรและเวลาเป็นอย่างมาก ซึ่งในความเป็นจริงปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในปีนั้น ๆ อาจมีค่ามากกว่าปี พ.ศ. 2548 ก็เป็นไปได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงมุ่งเน้นที่ 4 อ่างเก็บน้ำหลักคือ อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ และอ่างเก็บน้ำประแสร์ เนื่องจากทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำเป็นแหล่งกักเก็บน้ำหลักที่ต้องส่งน้ำสำหรับภาคอุตสาหกรรมให้บริษัทต่าง ๆ เพื่อใช้ในการดำเนินธุรกิจในจังหวัดระยอง ซึ่งถือว่าเป็นเขตเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย โดยน้ำถือเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 1.1 ดังนั้นถ้ามีแผนในการบริหารจัดการน้ำให้มีปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการใช้งานตามสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น จะช่วยส่งเสริมให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะแตกต่างจากปีที่ขาดแคลนน้ำและไม่มีแผนการสำหรับการรับมือสถานการณ์

ส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องลดหรือในบางกรณีต้องหยุดการผลิตในทันที ผลที่ตามมาคือส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) ของประเทศไทย

ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถจำลองปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำโดยหาตัวแบบในการพยากรณ์ที่สามารถอ้างอิงได้ทั้งปีแล้งและปีอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นให้มีความแม่นยำกว่ารูปแบบของการใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2548 โดยใช้หลักการพยากรณ์ทางสถิติซึ่งเป็นหัวข้อหลักของการทำวิจัยฉบับนี้ เพื่อให้เห็นแนวโน้มของปริมาณน้ำสิ้นเดือนโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยลงจากวิธีปัจจุบันและนำแนวโน้มที่ได้จากการพยากรณ์มาทำการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนเพื่อประเมินร่วมกับข้อมูลความต้องการใช้น้ำที่กำหนดจากกรมชลประทาน จะช่วยส่งเสริมให้สามารถเตรียมแผนทางธุรกิจให้ทันต่อสถานการณ์ เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นได้

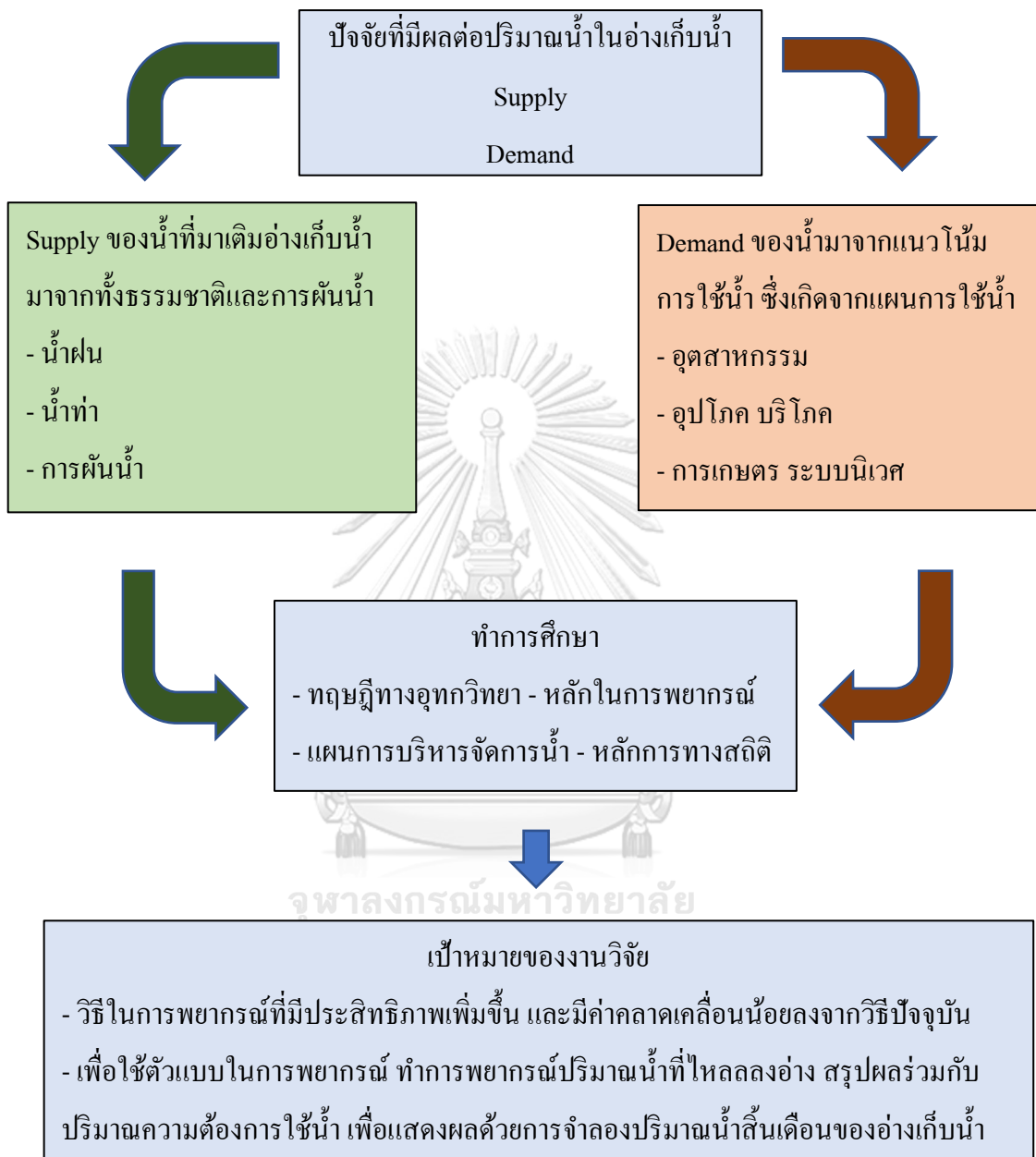
1.3 คำถามวิจัย

จะมีวิธีการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมของ 3 อ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ให้มีความคลาดเคลื่อนที่น้อยลงจากวิธีปัจจุบันได้อย่างไร ซึ่งใช้ข้อมูลจากการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ และปริมาณความต้องการใช้น้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำ

1.4 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.4.1 ทำแบบจำลองในการพยากรณ์ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ 4 แห่งคือ อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล และอ่างเก็บน้ำประแสร์

1.5 กรอบแนวคิดงานวิจัย



1.6 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยจะมุ่งเน้นที่ 4 อ่างเก็บน้ำหลักคือ อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ และอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำคือปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติ ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้คือปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ โดยจะทำการพยากรณ์จากข้อมูลย้อนหลังปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลา

ไหล อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ และอ่างเก็บน้ำประแสร์ จังหวัดระยอง ซึ่งได้รับข้อมูลจากกรมชลประทานจังหวัดระยอง

สำหรับข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำในของแต่ละอ่างเก็บน้ำซึ่งแปรผันตามแผนการใช้น้ำของแต่ละปี จะใช้ข้อมูลจริงที่กำหนดโดยกรมชลประทานจังหวัดระยอง

เพื่อสุดท้ายจะนำค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำและค่าปริมาณความต้องการใช้น้ำ ทำการจำลองสถานการณ์หาปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมของ 3 อ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ต่อไป

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เข้าใจถึงวิธีการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำคอกกราย อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ และอ่างเก็บน้ำประแสร์ จังหวัดระยอง ที่สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ และข้อมูลจริงของปริมาณความต้องการใช้น้ำที่กำหนดโดยกรมชลประทาน มาทำการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนเพื่อใช้ประกอบในการตัดสินใจสำหรับการจัดการน้ำในอนาคต

1.8 ประโยชน์ของงานวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นงานวิจัยที่สามารถต่อยอดความรู้ในเรื่องของการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลทางสถิติ ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำถือว่าเป็นข้อมูลทางสถิติรูปแบบหนึ่ง โดยปัจจุบันการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำ ยังไม่เคยถูกนำมาวิจัย ทางผู้จัดทำจึงเห็นว่าการนำข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำมาทำการพยากรณ์ จะช่วงต่อยอดแนวทางในวงการศึกษาด้านการทำการพยากรณ์ โดยนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ตามหลักทางสถิติ เพื่อให้เกิดการนำไปใช้งานได้จริง ทั้งในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการพยากรณ์ การสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ และการทำการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถตีแผ่ความเข้าใจสำหรับวงการวิจัยไม่มากนักน้อย

1.9 แผนงานวิจัย

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	พ.ศ. 2563						พ.ศ. 2564			
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1	กำหนดหัวข้อเรื่อง										
2	ศึกษาข้อมูลกระบวนการปัจจุบัน										
3	วิเคราะห์ข้อมูล ทำความเข้าใจถึงปัญหาในปัจจุบัน										
4	ศึกษาแนวทางของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง										
5	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง										
6	ออกแบบและกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา										
7	รวบรวมข้อมูลที่ต้องใช้สำหรับแนวทางการแก้ไขปัญหา										
8	สร้างแนวทางการแก้ไข										
9	ทดสอบประสิทธิภาพของแนวทางการแก้ไข เปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบัน										
10	รับข้อเสนอแนะและปรับปรุงแนวทางการแก้ไขปัญหา										
11	สรุปผลการดำเนินงาน										

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

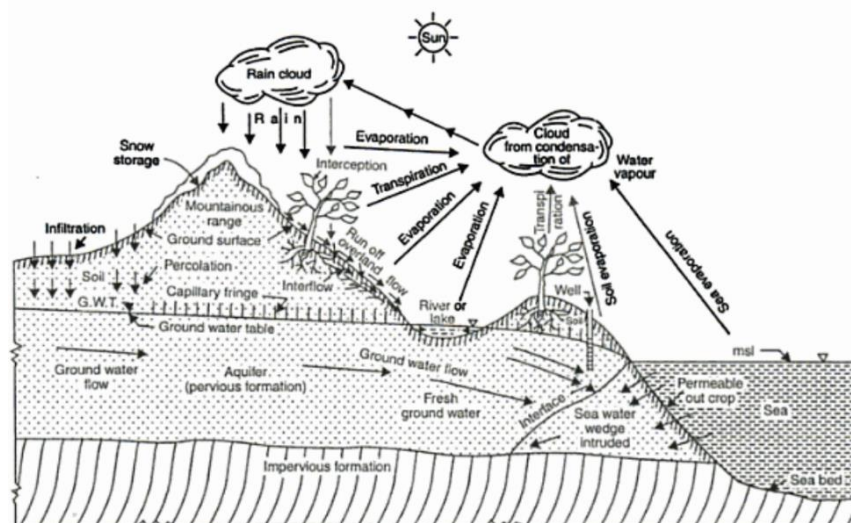
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและวารสารเชิงวิชาการ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ จำเป็นต้องเข้าใจถึงปัจจัยที่ทำให้ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลงรวมถึงลักษณะของการไหลของน้ำ พฤติกรรมการเกิดน้ำ เป็นต้น ดังนั้นการเข้าใจในพื้นฐานทางอุทกวิทยาจึงมีความจำเป็น เพื่อที่จะนำข้อมูลจากปัจจัยมาวิเคราะห์ และนำไปประยุกต์ใช้ตามหลักทางสถิติเพื่อทำการศึกษาหาแนวทางในการพยากรณ์ ดังนั้นในการทำวิจัยฉบับนี้จะต้องมีความรู้พื้นฐานทั้งทางด้านอุทกวิทยาและทางสถิติเพื่อให้เข้าใจลักษณะของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและสามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบเชิงสถิติและทำการพยากรณ์ต่อไปได้

2.1.1 อุทกวิทยา (Hydrology)

เป็นศาสตร์วิชาที่ศึกษาในเรื่องของน้ำเป็นหลัก ไม่ว่าจะเป็นลักษณะการเกิด (Occurrence) การกระจายตัวของน้ำ (Distribution) และการเคลื่อนที่ของน้ำ (Movement of Water) ซึ่งอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของโลกและสิ่งมีชีวิต

2.1.1.1 วัฏจักรอุทกวิทยา (Hydrologic Cycle) หรือวัฏจักรน้ำ (Water Cycle) เป็นการหมุนเวียนเปลี่ยนสถานะของน้ำอย่างต่อเนื่องและไม่สิ้นสุด ซึ่งประกอบด้วย 3 ระบบย่อยหลัก ได้แก่ ระบบชั้นบรรยากาศ (Atmospheric System) ระบบน้ำผิวดิน (Surface System) และระบบน้ำใต้ดิน (Groundwater System) โดยน้ำสามารถเปลี่ยนสถานะจากของเหลว ของแข็ง และก๊าซได้ทุกที่ในวัฏจักรอุทกวิทยา โดยที่สมดุลของน้ำบนโลกยังคงมีลักษณะคงที่หรืออีกความหมายคือ วัฏจักรอุทกวิทยาไม่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงของน้ำจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 7 ซึ่งจะขออธิบายดังนี้



ภาพที่ 7 วัฏจักรทางอุทกวิทยา

ที่มา: (กิริติลีวัจนกุล, 2543; วราวุธ วุฒิวณิชย์ และคณะ, 2550)

ในวัฏจักรอุทกวิทยา น้ำจะระเหยจากแหล่งน้ำผิวดินเช่น น้ำทะเล มหาสมุทร อ่างเก็บน้ำ ห้วย หนอง คลอง บึง เป็นต้น และจากแหล่งน้ำใต้ดินบางส่วนสู่ชั้นบรรยากาศในรูปของไอน้ำ (Water Vapor) ซึ่งจะสะสมตัวมากขึ้นจนกลายเป็นเมฆขนาดใหญ่ที่ลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศ จนกระทั่งเมื่อสภาวะอากาศเหมาะสมจะเกิดกระบวนการควบแน่น (Condensation Process) และเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำฝน (Precipitation) ตกลงสู่ชั้นผิวดิน โดยน้ำบางส่วนจะถูกพืชดักไว้ (Interception) และถูกใช้สำหรับกระบวนการเจริญเติบโตของพืชซึ่งน้ำบางส่วนนี้จะถูกปล่อยผ่านทางรูใบในรูปแบบการคายน้ำ (Transpiration) และระเหยกลับสู่ชั้นบรรยากาศอีกครั้ง ในขณะที่น้ำบางส่วนจะไหลอยู่บริเวณผิวดินในรูปของน้ำท่าผิวดิน (Surface Runoff) ซึ่งบางส่วนจะไหลซึมลงดิน (Infiltration) จะทำให้เกิดการไหลของน้ำบริเวณชั้นใต้ผิวดิน (Subsurface Flow) และบางส่วนจะไหลซึมลึก (Percolation) ระหว่างช่องว่างของเม็ดดินและหินกลายเป็นน้ำใต้ดิน (Groundwater) ซึ่งกระบวนการทางฟิสิกส์ที่สำคัญในวัฏจักรอุทกวิทยาแยกได้เป็น 4 ประเภทด้วยกันคือ กระบวนการระเหย (Evaporation Process) กระบวนการเกิดฝน (Precipitation Process) กระบวนการซึมลงดิน (Infiltration Process) และกระบวนการเกิดน้ำท่า (Runoff Process) โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

กระบวนการการระเหย (Evaporation Process) เป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะของ น้ำบนพื้นผิวไปสู่บรรยากาศโดยการระเหยเป็นไอ (Evaporation) โดยตรง และจากการคายน้ำของ พืช (Transpiration) ซึ่งถูกเรียกว่า Evapotranspiration

กระบวนการเกิดฝน (Precipitation Process) เป็นการตกลงมาของน้ำในบรรยากาศ สู่พื้นผิวโลก โดยละอองน้ำในบรรยากาศจะรวมตัวกันเป็นก้อนเมฆ ซึ่งจะกลั่นตัวเป็นฝนและตกลง สู่ผิวโลกในรูปแบบของ ฝน หิมะ หรือลูกเห็บ

กระบวนการซึมลงดิน (Infiltration Process) เป็นการไหลซึมของน้ำบนพื้นผิวดินสู่ ชั้นน้ำใต้ดินอัตราการซึมจะขึ้นอยู่กับประเภทของดิน หิน และปัจจัยประกอบอื่น ๆ น้ำใต้ดินนั้นจะ เคลื่อนตัวช้า และอาจไหลกลับขึ้นบนผิวดิน หรืออาจถูกกักอยู่ในชั้นหินเป็นเวลาหลายพันปี

กระบวนการเกิดน้ำท่า (Runoff Process) หรือกระบวนการน้ำไหลผ่านจากที่สูงลง สู่ที่ต่ำ ซึ่งเป็นลักษณะการไหลของน้ำบนผิวดิน ไปสู่มหาสมุทร แต่อาจจะถูกกักชั่วคราวตาม บึง หรือ ทะเลสาบ รวมไปถึงอ่างเก็บน้ำ ก่อนไหลลงสู่มหาสมุทร ซึ่งน้ำบางส่วนอาจระเหยกลายเป็น ไอก่อนจะลงสู่มหาสมุทร

2.1.1.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบอุทกวิทยา (Mathematical Model of Hydrologic System) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย (Simple Mathematical Method) ได้ถูก นำมาใช้เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในวัฏจักรอุทกวิทยา โดยประยุกต์มาจาก สมการการไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Equation) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล เข้า (Input) อัตราการไหลออก (Output) และการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา (Storage Change Per Unit of Time) ดังสมการที่ 2.1 (กิริติ ลีวัจนกุล, 2543)

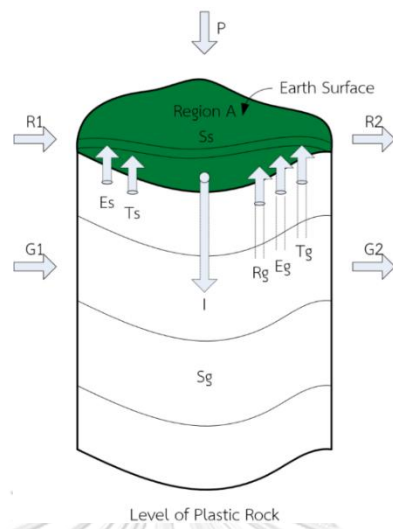
$$I - Q = \frac{dS}{dt} \quad \text{-----}(2.1)$$

เมื่อ I = อัตราการไหลเข้า (ปริมาณต่อเวลา)

Q = อัตราการไหลออก (ปริมาณต่อเวลา)

$\frac{dS}{dt}$ = การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในระบบต่อหนึ่งหน่วยเวลา

เพื่อให้เข้าใจถึงการประยุกต์ใช้สมการที่ 2.1 ร่วมกับวัฏจักรอุทกวิทยา จึงขอยกตัวอย่างดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ตัวแปรสำหรับการอธิบายวัฏจักรทางอุทกวิทยา

ที่มา: (ผศ.ดร. อารียา ฤทธิมา, 2561. วิทย 323 อุทกวิทยา (Hydrology))

ภาพที่ 8 แสดงตัวแปรต่าง ๆ ในวัฏจักรอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำ A ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝน (P) ปริมาณการระเหย (E) การคายน้ำของพืช (T) การไหลของน้ำผิวดิน (R) การไหลของน้ำใต้ดิน (G) การซึมลงดิน (I) และปริมาณเก็บกัก (S) โดยตัวแปรที่มีตัวห้อย s หมายถึง ตัวแปรที่อยู่เหนือผิวดิน และตัวห้อย g หมายถึง ตัวแปรใต้ผิวดิน

จากหลักการสมดุลบนน้ำสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้ดังนี้

- (1) งบประมาณในวัฏจักรอุทกวิทยาที่อยู่เหนือผิวดิน (Water Budget in Land Surface)

$$(P + R_1 + R_g) - (R_2 + E_s + T_s + I) = \Delta S_s \quad \text{-----}(2.2)$$

- (2) งบประมาณในวัฏจักรอุทกวิทยาที่อยู่ใต้ผิวดิน (Water Budget in Groundwater)

$$(I + G_1) - (G_2 + R_g + E_g + T_g) = \Delta S_g \quad \text{-----}(2.3)$$

- (3) งบประมาณในวัฏจักรอุทกวิทยาทั้งหมด (Water Budget of the Whole System) หาได้จาก ผลรวมของงบประมาณในวัฏจักรอุทกวิทยาที่อยู่เหนือผิวดินและที่อยู่ใต้ผิวดิน หรือสมการที่ 2.2 บวกสมการที่ 2.3 จะได้

$$P - (R_2 - R_1) - (E_s + E_g) - (T_s + T_g) - (G_2 - G_1) = \Delta S_s + \Delta S_g \quad \text{-----}(2.4)$$

โดยกำหนดให้ การไหลบนผิวดินสุทธิ $R = R_2 - R_1$ ปริมาณการระเหยสุทธิ $E = E_s + E_g$ การคายน้ำของพืชสุทธิ $T = T_s + T_g$ การไหลของน้ำใต้ดินสุทธิ $G = G_2 - G_1$ และการเปลี่ยนแปลง

ปริมาณน้ำสุทธิ $S = \Delta S_s + \Delta S_g$ ดังนั้นเมื่อแทนค่ากลับเข้าไปในสมการที่ 2.4 จะได้สมการพื้นฐานของวัฏจักรอุทกวิทยาดังนี้

$$P - R - E - T - G = \Delta S \quad \text{-----(2.5)}$$

ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้จะนำสมการที่ 2.5 มาประยุกต์ใช้ สำหรับการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำของกรณีศึกษาต่อไป

2.2 การพยากรณ์ (Forecasting)

การพยากรณ์คือการทำนายค่าของตัวแปรโดยใช้วิธีการทางสถิติซึ่งถือเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญ โดยจะวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตเพื่อหาค่าในอนาคต เนื่องจากสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์มาช่วยในการตัดสินใจและการวางแผนในการดำเนินงานในอนาคต เพื่อความถูกต้องในการดำเนินงานที่มากขึ้น และสามารถช่วยลดความเสี่ยงหรือข้อผิดพลาดในการดำเนินงานได้ โดยวิธีการพยากรณ์นั้นมีหลากหลายวิธีซึ่งงานวิจัยฉบับนี้จะใช้วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative methods)

การพยากรณ์เชิงปริมาณ เป็นการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลที่มีตัวเลขในอดีตเพื่อนำมาพยากรณ์ค่าในอนาคต โดยสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ การพยากรณ์ประเภทนี้แบ่งเป็น 2 เทคนิคย่อย คือ

1. การพยากรณ์ความสัมพันธ์ (Casual Forecasting) เป็นเทคนิคที่ใช้ปัจจัยที่คาดว่า จะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่จะพยากรณ์ไม่ใช่แค่เวลาแต่อาจมีปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย

2. การพยากรณ์อนุกรมเวลา (Time series Forecasting) เป็นเทคนิคที่ใช้เฉพาะข้อมูลในอดีตของตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ เพื่อพยากรณ์ค่าของตัวแปรนั้นในอนาคต ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้เทคนิคนี้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ

การศึกษาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเป็นการพิจารณาเบื้องต้นว่าอนุกรมเวลามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใดมีส่วนประกอบของอนุกรมเวลาใดบ้าง แนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักรหรือเหตุการณ์ที่ผิดปกติ โดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลาที่เทียบกับเวลา (Bowerman & O'Connell, 1993)

จากการทบทวนวารสารเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ปริมาณน้ำ งานวิจัยส่วนใหญ่จะใช้การพยากรณ์อนุกรมเวลา โดยใช้แบบจำลองวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ เนื่องจากให้ค่าความถูกต้องที่ค่อนข้างสูง โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ซึ่งคิดค้น โดย George E.P. Box และ Gwilym

M.Jenkins เป็นตัวแบบที่มีความถูกต้องสูง เนื่องจากการพิจารณาลักษณะของอนุกรมเวลาว่ามีสหสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อสร้างเป็นตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมและมีการคำนึงถึงความผันแปรตามฤดูกาลซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ โดยมีตัวแบบทั่วไป คือ Autoregressive Integrated Moving Average: ARIMA(p,d,q) และ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)s (Bowerman & O'Connell, 1993; Box Et al., 1994)

โดยมีขั้นตอนในการสร้างตัวแบบ 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาความคงที่ (Stationary time series) ของอนุกรมเวลากับข้อมูลที่จะนำมาสร้างตัวแบบ ถ้าข้อมูลมีลักษณะที่ไม่คงที่ (Non-Stationary time series) จำเป็นต้องแปลงข้อมูลของอนุกรมเวลาโดยใช้ผลต่างของ ฟังก์ชันลอการิทึม หรือการแปลงด้วยรากที่สอง เป็นต้น เมื่อข้อมูลอยู่ในสภาวะที่คงที่ จะทำการกำหนดตัวแบบที่เป็นไปได้ของ ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (Partial autocorrelation function : PACF)

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดตัวแบบพยากรณ์ โดยพิจารณาจาก ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน และหาค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบด้วยกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary least squares method)

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

ขั้นตอนที่ 4 นำตัวแบบที่เหมาะสมไปทำการพยากรณ์

ซึ่งสำหรับวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ได้มีการประยุกต์ใช้ตัวแบบนี้ดังเช่นของทวิศักดิ์ บุญทริก รัตน์ (2535) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ฝนรายเดือนบริเวณกรุงเทพมหานคร เพื่อพัฒนาการพยากรณ์ฝนรายเดือนสำหรับปีถัดไป ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์แนวโน้มโดยใช้ การวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งใช้ข้อมูล 30-35 ปีย้อนหลัง โดยมีลักษณะเป็นอนุกรมเปิด และศึกษาพฤติกรรมเชิง Stochastic ของฝนรายเดือน ผลลัพธ์ที่ได้คือสามารถสร้างสมการในการคำนวณฝนรายปีและทดสอบการพยากรณ์ ซึ่งพบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมมีเพียง AR เท่านั้นและในแต่ละพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร AR ไม่เท่ากัน และคำนวณหา R square เพื่อหาความผันแปร ผลลัพธ์ที่ได้คือ 0.9504 (ดอนเมือง), 0.9167 (มีนบุรี)

จากอูรยา วิสกุล และ สุรพันธ์ สันติยานนท์ (2549) ได้ทำการวิเคราะห์และเดือนภัยแล้งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งใช้ตัวแบบ ARIMA เป็นแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ปริมาณ

น้ำฝน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้พบว่าตัวแบบมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 22-49% ซึ่งจากตัวแบบจะต้องพัฒนาหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาต่อไป

จากโรจณี ขุมมงคล (2550) ได้ทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนของอ่างเก็บน้ำดอกกราย และอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลจาก ตัวแบบอาร์มาแบบมีฤดูกาล (SARIMA) โดยผลลัพธ์ที่ได้พบว่ามี ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 35.38% โดยตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณฝนในฤดูฝน (34.4%) ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำมากกว่าฤดูแล้ง (43.1%)

Kassahun Birhanu TADESSE (2017) ได้ทำการพยากรณ์ ปริมาณ น้ำไหลในแม่น้ำ Waterval ที่ไหลเข้าเขื่อน Vaal Dam ประเทศแอฟริกาใต้ ซึ่งได้ใช้ SARIMA เป็นตัวแบบในการพยากรณ์ โดยพบว่า SARIMA(3,0,2)(3,1,3)₁₂ เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้พยากรณ์ ซึ่งผลจากการใช้ตัวแบบ SARIMA สามารถช่วยในการบริหารจัดการน้ำให้กับผู้เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดี

Mohammad Valipour (2015) ได้ใช้ตัวแบบวิธี ARIMA เปรียบเทียบกับ SARIMA เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าที่ไหลในแต่ละรัฐของประเทศอเมริกา โดยสร้างตัวแบบจากปี ค.ศ. 1901 ถึง ค.ศ. 2010 เพื่อพยากรณ์ปี ค.ศ. 2011 ซึ่งผลที่ได้คือ SARIMA เหมาะสมกว่า ARIMA โดยมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5%

K. Mano Chitra และ R. Pangayar Selvi (2019) ได้ทำการพยากรณ์ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเขื่อน Palar-Porundalar ใน Tamil Nadu ประเทศอินเดีย โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำตั้งแต่ปี ค.ศ. 2003 ถึง ค.ศ. 2017 โดยตัวแบบที่ได้นี้นั้นจะให้ค่า Akaike Information Criteria (AIC) ต่ำที่สุด คือ SARIMA(0,0,1)(1,0,2)₁₂ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Tariq Mahgoub Mohamed และ Ette Harrison Etuk (2017) ได้ใช้ SARIMA สำหรับการพยากรณ์กระแสน้ำเป็นรายเดือนในแม่น้ำ Rahad ประเทศชูดาน โดยใช้ข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบตั้งแต่ ค.ศ. 1972 ถึง ค.ศ. 2009 โดยพบว่าค่าของกระแสน้ำมีลักษณะของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง และทำการพยากรณ์กระแสน้ำ 12 เดือนล่วงหน้าจนถึง 36 เดือน ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบที่เหมาะสมคือ SARIMA(2,0,0)(0,1,1)₁₂ ซึ่งได้นำไปใช้งานจริง โดยตัวแบบนี้สามารถช่วยในการตัดสินใจบริหารจัดการน้ำตามความต้องการได้เป็นอย่างดี

Yoon Yeongsun (2019) ทำการศึกษาเพื่อพยากรณ์ภัยแล้งโดยพิจารณาจากค่าปริมาณน้ำฝนและค่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเขื่อน Chungju dam ซึ่งมีข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ ค.ศ. 1986 ถึง ค.ศ. 2016 และเขื่อน Boryeong ซึ่งมีข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ ค.ศ. 1998 ถึง ค.ศ. 2016 โดยออกแบบการพยากรณ์

ล่วงหน้าสำหรับ 1, 3, 6 และ 9 เดือน ตามลำดับ ผลจากการใช้ตัวแบบวิธี SARIMA พบว่าจะมีความแม่นยำตั้งแต่ 3 เดือน ถึง 6 เดือน

จากงานวิจัยที่ทำการพยากรณ์เรื่องอื่น ๆ เช่น จากบ่าเพ็ญ ปัดชิด (2540) ได้ทำการเปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ กับวิธีการวิเคราะห์การถดถอย วิธีการเคลื่อนเคลื่อนที่ และวิธีปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาที่เกี่ยวข้องกับการยืมหนังสือเป็นข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล และข้อมูลจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับเป็นข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ซึ่งได้ทำการประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาทั้งที่มีและไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ซึ่งทำการพยากรณ์ 5 ช่วงเวลาล่วงหน้า และตรวจสอบผลการพยากรณ์โดยวัดความคลาดเคลื่อน 6 แบบ ได้แก่ RMSE MAPE GMRAE MdAPE MdRAE และ Percent Better ผลลัพธ์คือ การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยจะให้ขนาดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด รองลงมาคือวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์ ในขณะที่ผลการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล ด้วยวิธีบ็อกซ์และเงินกิ้นส์มีขนาดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

Eralda Dhamo และ Aurora Simoni (2015) ได้พยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าโรงงานไฟฟ้าพลังงานน้ำ เพื่อใช้ในการสร้างกระแสไฟฟ้า โดยตัวแบบ SARIMA ได้ถูกเลือกมาใช้ในการพยากรณ์ เพื่อช่วยในการตัดสินใจสำหรับโรงงานไฟฟ้าพลังงานน้ำ โดยเก็บข้อมูลที่แม่น้ำ Drin ที่ประเทศแอลเบเนียและเก็บแยกแต่ละโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ โดยมีข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1998 ถึงปี ค.ศ. 2015 ซึ่งข้อมูลที่เก็บสามารถวิเคราะห์ได้ว่าข้อมูลมีลักษณะของฤดูกาล โดยผลการทดสอบระหว่างตัวแบบวิธี SARIMA และ ETS พบว่า SARIMA ให้ค่า AIC ต่ำที่สุด และให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่าตัวแบบ ETS ดังนั้นตัวแบบ SARIMA จึงเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าโรงงานไฟฟ้าพลังงานน้ำ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ที่มีแนวโน้มฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง จะมีการกล่าวถึงตัวแบบพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method) โดยเป็นการปรับเรียบที่คำนึงถึงอิทธิพลของฤดูกาล แบ่งได้ 2 วิธี คือ วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก (Additive Holt-Winters Exponential Smoothing Method) และวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ (Multiplicative Holt-Winters Exponential Smoothing Method)

วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโซลท์-วินเทอร์แบบบวก เป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีอิทธิพลของแนวโน้ม และอิทธิพลของฤดูกาลที่ไม่เพิ่มขึ้นตามเวลา โดยใช้การปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลในการกำหนดค่าระดับหรือฐานของอนุกรม ค่าแนวโน้ม และค่าฤดูกาล จากนั้นนำค่าทั้ง 3 มาบวกกัน โดยมีกำหนดค่าคงที่ในการปรับเรียบกับข้อมูลทั้ง 3 ค่า เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ถูกต้องมากที่สุด โดยมีสมการที่เกี่ยวข้องดังนี้

ระดับหรือฐานปัจจุบันของอนุกรม

$$L_t = \alpha (D_t - S_{t-p}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad \text{-----}(2.6)$$

องค์ประกอบแนวโน้ม

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad \text{-----}(2.7)$$

องค์ประกอบฤดูกาล

$$S_t = \gamma(D_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-p} \quad \text{-----}(2.8)$$

สมการในการพยากรณ์

$$F_{t+n} = L_t + nT_t + S_{t+n-p} \quad \text{-----}(2.9)$$

โดยกำหนดให้

F_{t+n} คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา $t+n$

L_t คือ ค่าระดับหรือฐานของอนุกรมเวลา ณ เวลา t

T_t คือ ค่าแนวโน้มของอนุกรมเวลา ณ เวลา t

S_t คือ ค่าฤดูกาลของอนุกรมเวลา ณ เวลา t

D_t คือ ค่าอุปสงค์ ณ เวลา t

α , β และ γ คือ ค่าคงที่ในการปรับเรียบ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

P คือ จำนวนฤดูกาลในอนุกรมเวลา

n คือ ความห่างของช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์เทียบกับข้อมูลที่มี

วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโซลท์-วินเทอร์แบบคูณ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีอิทธิพลของแนวโน้ม และอิทธิพลของฤดูกาลที่เพิ่มขึ้นตามกาลเวลา ใช้การปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลในการกำหนดค่าระดับหรือฐานของอนุกรม ค่าแนวโน้ม และค่าฤดูกาล จะมีลักษณะเดียวกับวิธีปรับให้เรียบแบบโซลท์-วินเทอร์แบบบวก จากนั้นนำค่าระดับบวกกับค่าแนวโน้ม แล้วนำค่าที่ได้ไปคูณกับค่าฤดูกาล โดยมีสมการที่เกี่ยวข้องดังนี้

ระดับหรือฐานปัจจุบันของอนุกรม

$$L_t = \alpha (D_t/S_{t-p}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad \text{-----}(2.10)$$

องค์ประกอบแนวโน้ม

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad \text{-----}(2.11)$$

องค์ประกอบฤดูกาล

$$S_t = \gamma(D_t/L_t) + (1 - \gamma)S_{t-p} \quad \text{-----}(2.12)$$

สมการพยากรณ์คือ

$$F_{t+n} = (L_t + nT_t)S_{t+n-p} \quad \text{-----}(2.13)$$

ตัวแปรที่เกิดขึ้นในสมการของวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ จะมีความหมายเดียวกับวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก

ซึ่งวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์ที่มีฤดูกาล ได้มีการนำไปใช้งาน ดังเช่น ชม ปานตา (2560) ได้ทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเก็บข้อมูลจากสถานีสำรวจปริมาณน้ำฝนจำนวน 3 สถานี และทำการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อน กำลังสองเฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์ 3 วิธีคือ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ และวิธีบอซซ์-เจนกินส์ โดยศึกษาปริมาณฝนรายเดือนตั้งแต่ พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2558 เพื่อพยากรณ์ปริมาณฝนในปี พ.ศ. 2559 โดยเมื่อพิจารณาภาพรวมวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพิจารณาฝนรายเดือนจะเป็นวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ และรองลงมาจะเป็นวิธีการของบอซซ์-เจนกินส์

Musab Abdurrahman (2017) ได้ทำการศึกษาเพื่อพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในประเทศอินโดนีเซีย โดยใช้การพยากรณ์เพื่อเตือนภัยผ่านระบบของ Geographic Information System (GIS) ซึ่งการเก็บข้อมูลจะเก็บใน 6 พื้นที่ที่สนใจ และข้อมูลที่ใช้จะเป็นข้อมูลระดับของน้ำและอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่ โดยการพยากรณ์นั้นจะใช้วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก เพื่อทำการหาอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่ และทำการเตือนภัยในระบบ สำหรับกรณีที่อัตราการไหลของน้ำมีค่าเกินมาตรฐานที่ตั้งไว้ โดยค่า MAPE ที่ได้อยู่ที่ 3.254% ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่มีความแม่นยำสูง

Mohammad Heydari (2019) ได้ทำการประยุกต์ใช้ตัวแบบวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์ทั้งวิธีแบบบวกและแบบคูณ สำหรับการหาค่าพารามิเตอร์ทางภูมิอากาศ เพื่อพยากรณ์ตัวแปรทางอุทกวิทยา ที่สถานี Robat Garah-Bil ประเทศอิหร่าน ซึ่งได้เก็บข้อมูลของ

น้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด รวมไปถึงจำนวนชั่วโมงของแสงแดด โดยเป็นข้อมูลเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน และข้อมูลสำหรับ 30 ปี ตั้งแต่ ค.ศ. 1981 ถึง ค.ศ. 2010 ในการทำแบบจำลอง ซึ่งผลที่ได้วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ มีค่า MAPE ในภาพรวมน้อยกว่าวิธีการแบบบวก โดยค่าที่ได้ต่ำกว่า 4%

ในบางงานวิจัยจะใช้วิธีผสมของตัวแบบดังเช่น ธนกร สุทธิสนธิ (2563) ได้ทำการพัฒนาตัวแบบผสมเพื่อพยากรณ์อนุกรมเวลาปริมาณหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าบ้านอยู่อาศัยรายเดือนของประชาชนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 มีทั้งหมด 3 ชุดข้อมูล โดยทำการเปรียบเทียบตัวแบบวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ ตัวแบบอาร์มาแบบมีฤดูกาล (SARIMA) และสร้างตัวแบบผสมจากทั้ง 2 วิธีด้วยเทคนิคการพยากรณ์ร่วม และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์พบว่า ตัวแบบของวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบคูณมีประสิทธิภาพที่มากกว่า SARIMA 2 ใน 3 จากชุดข้อมูล แต่ในขณะที่ตัวแบบผสมสามารถให้ค่าจากการพยากรณ์ที่ดีกว่าตัวแบบอนุกรมเชิงเดี่ยวทั้ง 2 แบบ

สำหรับการประเมินค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบ จะใช้การเปรียบเทียบค่าที่เกิดขึ้นจริงและค่าที่ได้จากแบบจำลอง โดยสำหรับปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำสิ้นเดือน จะใช้ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) เนื่องจากการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำโดยตรง ซึ่งเหมาะสมจะเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา โดยมีสมการดังนี้

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |e_t| \quad \text{-----}(2.14)$$

$$e_t = X_t - \hat{X}_t \quad \text{-----}(2.15)$$

โดยกำหนดให้

e_t คือ ค่าผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากตัวแบบในการพยากรณ์ ณ เวลา t

N คือ จำนวนของข้อมูลที่จะนำมาคำนวณทั้งหมด

X_t คือ ข้อมูลจริงที่เกิดขึ้น ณ เวลา t

\hat{X}_t คือ ข้อมูลที่ได้จากตัวแบบในการพยากรณ์ ณ เวลา t

จากการพิจารณางานวิจัยจะเห็นได้ว่างานวิจัยหลายฉบับจะพิจารณาแบบจำลองวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ทั้งวิธีบวกและคูณ เพื่อทำการพยากรณ์ค่าต่าง ๆ ซึ่งถือได้ว่าเป็นตัวแบบในการพยากรณ์สำหรับข้อมูลที่มีแนวโน้มของฤดูกาล โดยผลลัพธ์ที่ได้จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อย ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาพิจารณาในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำของงานวิจัยฉบับนี้ ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้วิธี MAE ในการประเมินค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 รายละเอียดกรณีศึกษา

3.1.1 ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำดอกกรายเป็นแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการชลประทาน การเกษตรกรรม การประมง รวมถึงในภาคอุตสาหกรรมของจังหวัดระยอง โดยมีความจุของอ่างเก็บน้ำปกติประมาณ 71.4 ล้านลูกบาศก์เมตร

อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลเป็นเขื่อนดินที่มีความจุของอ่างเก็บน้ำปกติประมาณ 163.75 ล้านลูกบาศก์เมตร และเป็นแหล่งกักเก็บน้ำที่สำคัญเพื่อการประปา (อุปโภคบริโภค) การชลประทาน การเกษตรกรรม รวมถึงในภาคอุตสาหกรรมของจังหวัดระยอง

อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ก่อสร้างสำหรับส่งน้ำในฤดูกาลเพาะปลูกช่วงที่ขาดน้ำฝน โดยระบบท่อส่งน้ำเพื่อการชลประทาน การเกษตรกรรม การประมง รวมถึงในภาคอุตสาหกรรมของจังหวัดระยอง โดยมีความจุของอ่างเก็บน้ำปกติประมาณ 40.1 ล้านลูกบาศก์เมตร

อ่างเก็บน้ำประแสร์มีความสำคัญอย่างมากในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออกซึ่งมีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำมากกว่า 1,500 ตร.กม. มีความจุของอ่างเก็บน้ำปกติประมาณ 295 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็นอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูก อุปโภค บริโภค และเป็นแหล่งน้ำดิบสำรองเพื่อการอุตสาหกรรม การท่องเที่ยว การประปา

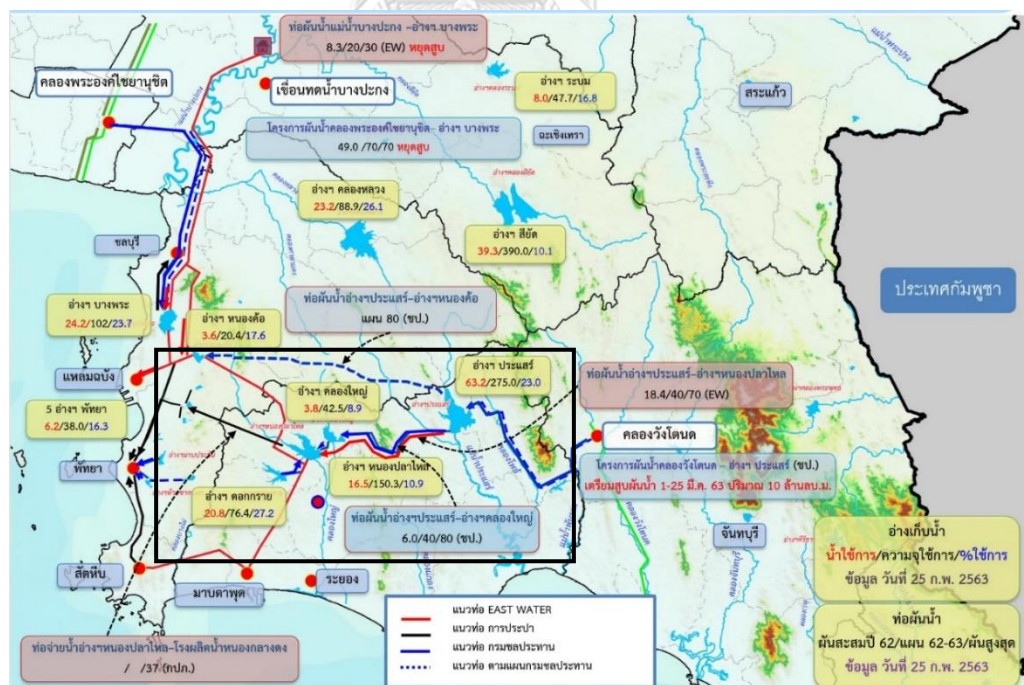
โดยตำแหน่งที่ตั้งของ 4 อ่างเก็บน้ำในจังหวัดระยองแสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ตำแหน่งของอ่างเก็บน้ำ จังหวัดระยอง
ที่มา: (ปรับปรุงมาจากสำนักงานจังหวัดระยอง)

3.1.2 การบริหารจัดการน้ำ

การบริหารจัดการการใช้น้ำในจังหวัดระยอง ปัจจุบันได้รับการบริหารจากคณะทำงานศูนย์ปฏิบัติการน้ำภาคตะวันออก KEY MAN WATER WAR ROOM โดยผู้ที่เข้าร่วมในคณะทำงานนี้มีทั้งหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องและบริษัทเอกชนที่เป็นผู้ใช้งาน โดยคณะทำงานนี้มีเป้าหมายในการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออกทั้งหมด เพื่อลดผลกระทบจากภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออก และในปี พ.ศ. 2563 ได้มีการแต่งตั้งอนุกรรมการการบริหารจัดการน้ำในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor, EEC) ซึ่งผู้เข้าร่วมเป็นกรรมการนั้นจะมาจากหน่วยงานราชการและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องเช่นกัน โดยมีเป้าหมายเพื่อวางแผนการพัฒนาและบริหารจัดการจัดสรรน้ำ ให้เพียงพอต่อทุกภาคส่วน ควบคู่ไปกับคณะทำงานศูนย์ปฏิบัติการน้ำภาคตะวันออก KEY MAN WATER WAR ROOM ซึ่งการบริหารจัดการในคณะฯ ทั้ง 2 คณะฯ จะมีการประชุมและสังเกตการณ์ข้อมูลของการผันน้ำและปริมาณน้ำทั้งหมดของภาคตะวันออก โดยขอยกตัวอย่างดังภาพที่ 10 ซึ่งแสดงถึงเส้นท่อสำหรับการผันน้ำและปริมาณน้ำในอ่างเก็บที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในภาคตะวันออก

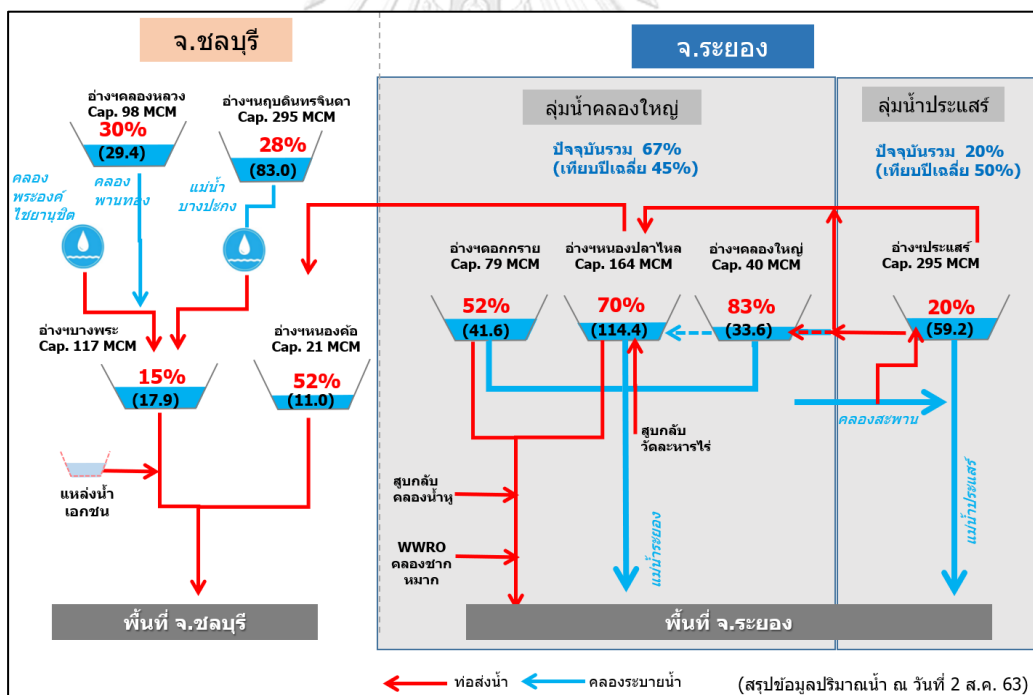


ภาพที่ 10 เส้นท่อในการจัดการน้ำภาคตะวันออก

ที่มา: (สำนักงานชลประทานที่ 9 ณ วันที่ 25 ก.พ. พ.ศ. 2563)

สำหรับการบริหารจัดการน้ำของภาคตะวันออกนั้นจะแบ่งการบริหารเป็นจังหวัด โดยจากภาพที่ 10 สำหรับจังหวัดระยองจะเน้นการบริหารจัดการน้ำสำหรับ อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล และอ่างเก็บน้ำประแสร์ ตามกรอบสีดำ ซึ่งกรมชลประทานจังหวัดระยองจะกำหนดการบริหารอ่างเก็บน้ำแบ่งเป็น 2 รูปแบบคือ 1. การบริหารจัดการน้ำรวม 3 อ่างเก็บน้ำหลัก คือ อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ และ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล 2. การบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำประแสร์

โดยปัจจัยสำหรับการบริหารจัดการน้ำสำหรับอ่างเก็บน้ำในจังหวัดระยอง จะขอยกตัวอย่างดังภาพที่ 11 ซึ่งจะแบ่งการจัดการออกเป็น การจัดการน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำโดยการผันน้ำผ่านเส้นท่อส่งน้ำตามลูกศรสีแดงเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ต้องการ และการจัดการน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อส่งไปให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสำหรับการใช้งาน ซึ่งจะส่งผ่านทางคลองระบายน้ำตามลูกศรสีฟ้าหรือเส้นท่อส่งน้ำ



ภาพที่ 11 ตัวอย่างการบริหารจัดการน้ำ
ที่มา: (ปรับปรุงจากสำนักงานชลประทานที่ 9 ณ วันที่ 2 ส.ค. 2563)

จากภาพที่ 11 จะแสดงถึงแนวทางในการบริหารจัดการโดยการผันน้ำทั้งผ่านทางเส้นท่อหรือคลองระบายน้ำ เพื่อเติมน้ำในอ่างเก็บน้ำตามลูกศรสีแดงและสีฟ้า ซึ่งในแต่ละอ่างเก็บน้ำแสดง

ถึงค่าความจุของอ่างเก็บน้ำ รวมถึงปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ณ วันที่ 2 สิงหาคม พ.ศ. 2563 สำหรับการบริหารจัดการนั้นจะเป็นการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำประแสร์ ไปที่อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลหรืออ่างเก็บน้ำคลองใหญ่เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำสำหรับการบริหารจัดการน้ำในจังหวัดระยองซึ่งดังที่กล่าวข้างต้นการบริหารอ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่และอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล จะเป็นการบริหารอ่างเก็บน้ำรวมกัน และในบางกรณีจะต้องผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลไปอ่างเก็บน้ำหนองคือเพื่อช่วยเพิ่มปริมาณน้ำสำหรับการบริหารจัดการในจังหวัดชลบุรี โดยเป้าหมายหลักของการบริหารจัดการนี้คือ เพื่อบริหารปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากภาพที่ 11 จะเห็นได้ว่าการรายงานของคณะกรรมการจะเป็นรูปแบบการรายงานสถานการณ์ปัจจุบันซึ่งยังไม่ได้รวมปริมาณน้ำจากธรรมชาติที่จะไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำสำหรับการบริหารนี้ จึงถือได้ว่าแนวทางการบริหารดังภาพที่ 11 เป็นแนวทางสำหรับการบริหาร ณ วันนั้น ๆ เท่านั้น

แต่อย่างไรก็ตามทางคณะฯ จะมีการรายงานการบริหารจัดการน้ำเพื่อมองไปอนาคต โดยจะรายงานออกมาในรูปแบบของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำดังตารางที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลการจำลองสถานการณ์ ณ วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

ตารางที่ 2 การจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมของอ่างฯ ดอกกราย คลองใหญ่ หนองปลาไหล ปี พ.ศ. 2563 ณ วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

สรุปปริมาณน้ำรวม 3อ่างหลัก (ดอกกราย คลองใหญ่ หนองปลาไหล) Inflow ปี 2548 ไม่ผันประแสร์											
เดือน - ปี	(1)ปริมาณน้ำรวมต้นเดือน	(2)ปริมาณน้ำในอ่างฯ ปี 2548	(3)ผันน้ำจากประแสร์ - หนองปลาไหล	(4)ผันน้ำจากประแสร์ - คลองใหญ่	(5)โครงการเพิ่ม Inflow1	(6)โครงการเพิ่ม Inflow2	(7)ปริมาณน้ำในคลองอ่างสุหิ	(8)ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างฯ	(9)โครงการลด Outflow	(10)ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างสุหิ	(11)ปริมาณน้ำรวมต้นเดือน
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=(2)+(3)+(4)+(5)+(6)	(8)	(9)	(10)=(8)-(9)	(11)=(1)+(7)-(10)
ม.ค. 63	102.51	6.48	3.51	9.99			36.60			36.60	75.90
ก.พ. 63	75.90	4.14	12.52	16.66			34.28			34.28	58.28
มี.ค. 63	58.28	6.71	15.65	22.36			38.53			38.53	42.11
เม.ย. 63	42.11	14.75	19.94	34.69			36.06			36.06	40.74
พ.ค. 63	40.74	36.65	14.02	50.67			34.41			34.41	57.00
มิ.ย. 63	57.00	74.96	16.20	91.16			34.90			34.90	113.26
ก.ค. 63	113.26	17.78		17.78			39.37			39.37	91.67
ส.ค. 63	91.67	14.66		14.66			39.37			39.37	66.96
ก.ย. 63	66.96	73.04		73.04			38.10			38.10	101.90
ต.ค. 63	101.90	68.35		68.35			39.37			39.37	130.88
พ.ย. 63	130.88	71.12		71.12			38.10			38.10	163.91
ธ.ค. 63	163.91	27.85		27.85			39.37			39.37	152.38
*หน่วย: ล้าน ลบ.ม. ต่อเดือน											
สรุปปริมาณน้ำรวม 3อ่างหลัก (ดอกกราย คลองใหญ่ หนองปลาไหล) Inflow ปี 2548 มีผันน้ำจากประแสร์ และมีโครงการ											
เดือน - ปี	(1)ปริมาณน้ำรวมต้นเดือน	(2)ปริมาณน้ำในอ่างฯ ปี 2548	(3)ผันน้ำจากประแสร์ - หนองปลาไหล	(4)ผันน้ำจากประแสร์ - คลองใหญ่	(5)โครงการเพิ่ม Inflow1	(6)โครงการเพิ่ม Inflow2	(7)ปริมาณน้ำในคลองอ่างสุหิ	(8)ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างฯ	(9)โครงการลด Outflow	(10)ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างสุหิ	(11)ปริมาณน้ำรวมต้นเดือน
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=(2)+(3)+(4)+(5)+(6)	(8)	(9)	(10)=(8)-(9)	(11)=(1)+(7)-(10)
ม.ค. 63	102.51	6.48	3.51	9.99			36.60			36.60	75.90
ก.พ. 63	75.90	4.14	12.52	16.66			34.28			34.28	58.28
มี.ค. 63	58.28	6.71	15.65	22.36			38.53			38.53	42.11
เม.ย. 63	42.11	14.75	19.94	34.69			36.06			36.06	40.74
พ.ค. 63	40.74	36.65	14.02	50.67			34.41			34.41	57.00
มิ.ย. 63	57.00	74.96	16.20	91.16			34.90			34.90	113.26
ก.ค. 63	113.26	17.78	3.08	9.92		3.10	33.88	39.37		39.37	107.77
ส.ค. 63	107.77	14.66	3.08	9.92		3.10	30.76	39.37		39.37	99.16
ก.ย. 63	99.16	73.04	9.00	9.00			91.04	38.10		38.10	152.10
พ.ค. 63	152.10	68.35	9.30	9.30			86.95	39.37		39.37	199.68
พ.ย. 63	199.68	71.12	9.30	9.30			89.72	38.10		38.10	251.31
ธ.ค. 63	251.31	27.85	9.30	9.30			46.45	39.37		39.37	258.38
*หน่วย: ล้าน ลบ.ม. ต่อเดือน											

จากตารางที่ 2 ตารางการคำนวณเพื่อหาปริมาณน้ำรวมสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักคือ ดอกทราย คลองใหญ่ และหนองปลาไหล ณ วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2563 โดยช่องหมายเลข 11 ของแต่ละเดือนในปี พ.ศ. 2563 เป็นการคำนวณสมดุลกันระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลเข้าและออกอ่างเก็บน้ำ รวมถึงปริมาณน้ำต้นเดือน ประยุกต์จากสมการที่ 1.1 ให้สอดคล้องกับตารางที่ 2 ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นดังสมการที่ 3.1

$$(11) \text{ ปริมาณน้ำรวมสิ้นเดือน} = (1) \text{ ปริมาณน้ำต้นเดือน} + (7) \text{ ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำสุทธิ} - (10) \text{ ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำสุทธิ} \quad (3.1)$$

↓

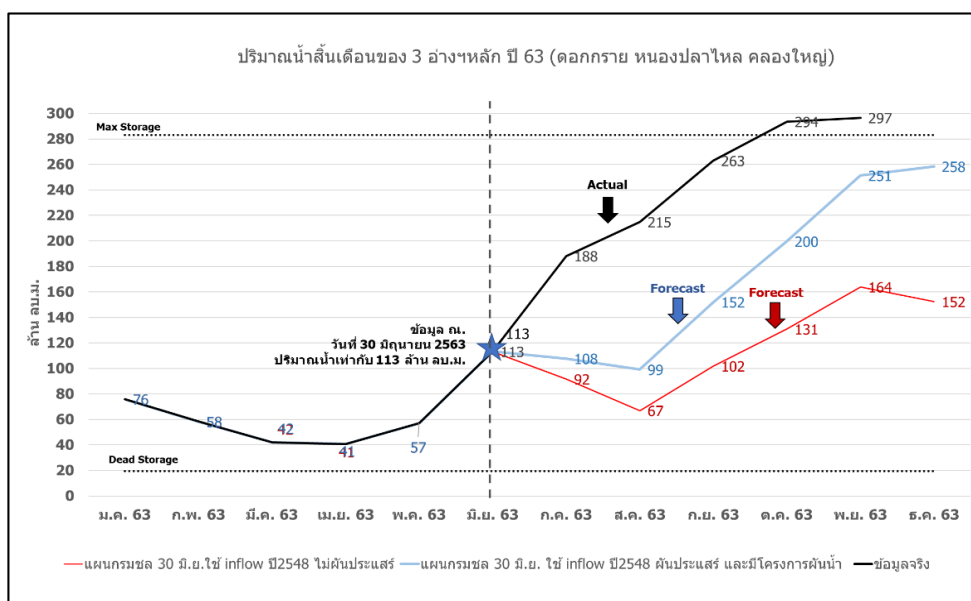
(2) ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างปี 2548
(3) ค่าน้ำจากประแสร์ - หนองปลาไหล
(4) ค่าน้ำจากประแสร์ - คลองใหญ่
(5) โครงการเพิ่ม Inflow1
(6) โครงการเพิ่ม Inflow2

↓

(8) ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่าง
(9) โครงการลด Outflow

จากตารางที่ 2 ข้อมูลปริมาณน้ำรวมสิ้นเดือนตั้งแต่ มกราคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563 จะถูกคำนวณตามสมการที่ 3.1 ซึ่งข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ ในสมการจะเป็นข้อมูลจริงที่เกิดขึ้น ในขณะที่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563 เป็นค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ซึ่งใช้ข้อมูลที่เคยเกิดขึ้นในอดีตหรือค่าที่ได้ถูกกำหนดโดยกรมชลประทานเช่น ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างปี 2548 จากตารางที่ 2 ช่องหมายเลข 2 จะนำข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2548 รวมกันของ 3 อ่างเก็บน้ำ มาทำการจำลองสถานการณ์ เนื่องจาก พ.ศ. 2548 เป็นปีที่เกิดภัยแล้ง นำมารวมกับการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำประแสร์ไปที่อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่และอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลตามปริมาณการผันน้ำที่กรมชลประทานกำหนดตามการบริหารจัดการ ซึ่งจากตารางที่ 2 จะอยู่ในช่องหมายเลข 3 และ 4 รวมกับโครงการที่ช่วยเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจากตารางที่ 2 ช่องหมายเลข 5 และ 6 ออกมาเป็นปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำสุทธิทั้ง 3 อ่างเก็บน้ำ ซึ่งอยู่ในตารางที่ 2 ช่องหมายเลข 7 ในขณะที่ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำทั้ง 3 อ่างเก็บน้ำ จากตารางที่ 2 ช่องหมายเลข 8 จะใช้ข้อมูลในลักษณะเดียวกันคือ เดือน มกราคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563 จะเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง แต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563 จะใช้ข้อมูลของกรมชลประทานที่คาดการณ์ว่าจะมีปริมาณน้ำที่ไหลออกในแต่ละเดือน และนำไปหักลบปริมาณน้ำจากโครงการลดการใช้น้ำ จากตารางที่ 2 ช่องหมายเลข 9 ออกมาเป็นปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างเก็บน้ำสุทธิ จากตารางที่ 2 ช่องหมายเลข 10 หลังจากนั้นจึงนำค่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าและออกสุทธิของอ่างเก็บน้ำมาคำนวณหาปริมาณน้ำรวมสิ้นเดือน จากตารางที่ 2 ช่องหมายเลข 11

ภาพที่ 12 แสดงผลปริมาณน้ำสิ้นเดือนที่ทำการจำลองสถานการณ์จากข้อมูลในตารางที่ 2 เส้นสีฟ้าและสีแดง เปรียบเทียบกับค่าที่เกิดขึ้นจริงเส้นสีดำ ของปี พ.ศ. 2563 (ข้อมูลจริงถึงสิ้นเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2563) เพื่อนำไปวิเคราะห์และหาแนวทางในการบริหารจัดการต่อไป



ภาพที่ 12 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก ปี พ.ศ.2563

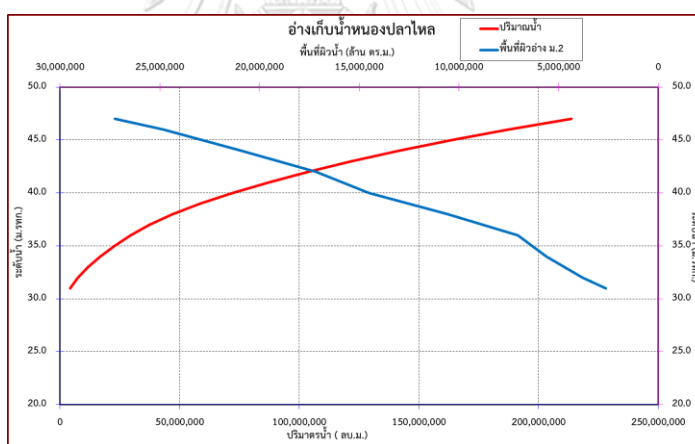
จากภาพที่ 12 พบว่าปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นจริงเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ทำการจำลองสถานการณ์มีค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นปัญหาลักษณะเดียวกับที่เคยกล่าวไว้ในบทที่ 1 คือการใช้ข้อมูลเพื่อการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำโดยใช้ข้อมูลปีที่ปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำแบบปีแล้งมาแทนค่าเพื่อคำนวณในตัวแปรของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ สำหรับการบริหารจัดการนั้นจะต้องเตรียมแผนตลอดเวลา เนื่องจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างที่เกิดขึ้นจริงมีค่าแตกต่างจากที่คาดการณ์ดังภาพที่ 6 จากบทที่ 1 และตารางที่ 2

ดังนั้นเพื่อการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่สามารถให้ค่าที่มีความคลาดเคลื่อนที่น้อยลงจากวิธีเดิม จะช่วยส่งเสริมทำให้ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำมีค่าที่แม่นยำและทำให้การบริหารจัดการน้ำมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

3.1.3 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ข้อมูลที่ใช้สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ เป็นข้อมูลจากกรมชลประทานที่ 9 ซึ่งเป็นข้อมูลรายวัน จากอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 แห่งคือ อ่างเก็บน้ำดอกกราย อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล และอ่างเก็บน้ำประแสร์ ซึ่งข้อมูลเป็นข้อมูลที่ใช้รายงานประจำวัน โดยแสดงถึงปริมาณน้ำที่ไหลเข้า และไหลออกอ่างเก็บน้ำ รวมไปถึงปริมาณน้ำสุทธิของแต่ละอ่างเก็บน้ำในวันนั้น ๆ ทางกรมชลประทานที่ 9 ให้ข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่เริ่มเก็บข้อมูลของแต่ละอ่างเก็บน้ำและเป็นข้อมูลเดียวกันกับที่ใช้คำนวณในหัวข้อที่ 3.1.2 เช่นกัน

สำหรับวิธีการเก็บข้อมูลนั้นจะเป็นการเก็บข้อมูลจากการวัดค่าระดับน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำ ในวันนั้น ๆ โดยมีหน่วยเป็น เมตรระดับน้ำทะเลปานกลางหรือ ม. รทก. และแปลงค่าระดับน้ำมาเป็นค่าพื้นที่ผิวของน้ำและปริมาณของน้ำในวันนั้น ๆ ซึ่งตัวอย่างกราฟสำหรับแปลงข้อมูลของระดับน้ำของอ่างเก็บน้ำมาเป็นปริมาณน้ำและพื้นที่ผิวของน้ำจะแสดงดังภาพที่ 13 โดยขอ ยกตัวอย่างเป็นอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล



ภาพที่ 13 กราฟแปลงข้อมูลระดับน้ำเป็นปริมาณน้ำและพื้นที่ผิวน้ำ
ที่มา: (สำนักงานชลประทานที่ 9)

จากภาพที่ 13 แกน Y คือระดับน้ำหน่วยเป็น ม. รทก. ส่วนแกน X คือปริมาตรน้ำหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) และพื้นที่ผิวน้ำหน่วยเป็นตารางเมตร (ตร.ม.) เส้นสีแดงเป็นความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและพื้นที่ผิวน้ำ ในขณะที่เส้นสีน้ำเงินเป็นความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเก็บข้อมูลเป็นรายวัน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 1 วัน โดยเกิดจากปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณการระเหยของน้ำ และปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างสุทธิ ซึ่งกรมชลประทานจะเก็บข้อมูลทั้งหมดโดยแยกข้อมูลแต่ละอ่างเก็บน้ำ โดยจะขอยกตัวอย่างดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำของอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล

อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล ต.ละหาร อ.ปลวกแดง จ.ระยอง																
1	2	3	4	5	10	13	15	17	19	21	23	26	27	29	30	31
วันที่	ฝนตก	ระดับน้ำ	ปริมาณน้ำ	พื้นที่ผิว	น้ำผ่าน OUTLET/วิน	น้ำผ่าน SPILLWAY/วิน	ไฉน้ำ EASTWATER (1)	ไฉน้ำ EASTWATER (2)	ไฉน้ำ EASTWATER (3)		รับน้ำ EASTWATER ประ	รับน้ำจากคลอง ไทใหญ่	การใช้น้ำ รวม+ระเหย	น้ำลงสุทธิ	ปริมาณการระเหย2	ปริมาณการระเหย(เข้า-ลบ.ม./วิน)
ศ. 28 มี.ค. 63	-	35.27	24,538,060.0	6,513,780.0	232,706.7	-	143,153.0	-	157,744.0	-	464,192.0	-	757,450.6	26,138.6	35,888.8	0.0359
อา. 29 มี.ค. 63	-	35.23	24,270,940.0	6,485,220.0	232,190.1	-	141,877.0	-	156,996.0	-	462,176.0	-	755,856.5	93,340.5	35,731.5	0.0357
จ. 30 มี.ค. 63	-	35.20	24,070,600.0	6,463,800.0	231,802.6	-	141,519.0	-	154,872.0	-	463,584.0	-	753,001.0	89,077.0	35,613.5	0.0356

ที่มา: (สำนักงานชลประทานที่ 9)

จากตารางที่ 3 ช่องที่ 1 คือวันที่ในการเก็บข้อมูล ช่องที่ 2 เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่อ่างเก็บน้ำในวันที่เก็บข้อมูลซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ช่องที่ 3 คือระดับน้ำที่วัดได้จากวันที่เก็บข้อมูลซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณน้ำและพื้นที่ผิวของน้ำในอ่างเก็บน้ำ โดยแปลงค่าได้จากการใช้กราฟในภาพที่ 13 ซึ่งจะได้ค่าในช่องที่ 4 และ ช่องที่ 5 โดยค่าปริมาณน้ำและพื้นที่ผิวของน้ำจะเป็นค่าเริ่มต้นของวันที่เก็บข้อมูล ซึ่งเป็นค่าที่รวมการใช้น้ำ การระเหยของน้ำหรือการรับน้ำจาก 1 วันก่อนหน้าที่จะเก็บข้อมูล สำหรับการใช้น้ำทั้งหมดที่เกิดขึ้นในวันที่เก็บข้อมูลจะแสดงค่าออกมาในช่องที่ 27 ซึ่งเป็นการใช้น้ำทั้งหมดรวมกับการระเหยของน้ำ สำหรับการรับน้ำจะมาจาก การน้ำท่า น้ำฝน และน้ำใต้ดิน ซึ่งแสดงออกมาเป็นน้ำลงสุทธิในช่องที่ 29 รวมกับการผันน้ำที่มาจากอ่างเก็บน้ำประแสร์และอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ ในช่องที่ 23 และช่องที่ 26

ข้อมูลของการใช้น้ำและการรับน้ำทั้งหมดที่เกิดขึ้นในวันที่เก็บข้อมูล จะถูกนำไปคำนวณเพื่อใช้ในการตรวจสอบกับระดับน้ำที่วัดได้ในวันถัดไป ซึ่งคำนวณดังสมการที่ 3.2

$$S_n = S_0 + (I_n + I_n - O_u - O_u) \quad \text{-----}(3.2)$$

- โดย
- S_n = ปริมาณน้ำของวันใหม่
 - S_0 = ปริมาณน้ำจากวันที่วัดระดับน้ำ
 - I_n = ปริมาณการรับน้ำจากประแสร์และคลองใหญ่ของวันที่วัดระดับน้ำ
 - I_n = ปริมาณน้ำฝน น้ำท่า และน้ำใต้ดินรวมกันของวันที่วัดระดับน้ำ
 - O_u = ปริมาณการใช้น้ำของวันที่วัดระดับน้ำ
 - O_u = ปริมาณการระเหยของน้ำของวันที่วัดระดับน้ำ

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย

3.2.1 การศึกษาข้อมูล

จากการรวบรวมข้อมูลดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.1.3 จะพบว่าสมการที่ 3.2 สามารถประยุกต์รวมกับสมการพื้นฐานของวัฏจักรอุทกวิทยาที่ได้กล่าวไว้ในสมการที่ 2.5 ซึ่งแสดงดังนี้

$$P - R - E - T - G = \Delta S \quad \text{-----}(2.5)$$

ตัวแปรของ ΔS คือปริมาณน้ำสุทธิที่จะไหลลงอ่างเก็บน้ำที่เกิดจากพฤติกรรมทางธรรมชาติ ซึ่ง $P - R - G$ มีค่าเท่ากับ In_n ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำสุทธิที่เกิดจากธรรมชาติ ในขณะที่ $E + T$ มีค่าเท่ากับ Ou_c ซึ่งเป็นการระเหยและการคายน้ำที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของอ่างเก็บน้ำ ดังนั้นเมื่อทำการแทนค่าจะได้สมการที่ 3.3

$$In_n - Ou_c = \Delta S \quad \text{-----}(3.3)$$

และเมื่อแทนค่าสมการที่ 3.3 ในสมการที่ 3.2 จะได้ดังในสมการที่ 3.4

$$S_n = S_0 + \Delta S + (In_n - Ou_c) \quad \text{-----}(3.4)$$

จากสมการที่ 3.4 ตัวแปรของ S_n และ S_0 จะเป็นปริมาณน้ำของอ่างเก็บน้ำซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการคำนวณ โดยตัวแปร $In_n - Ou_c$ เป็นค่าของการผันน้ำและความต้องการใช้น้ำที่เกิดจากการบริหารจัดการซึ่งทางกรมชลประทานเป็นผู้ที่กำหนด ในขณะที่ตัวแปร ΔS เป็นค่าที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติและเมื่อพิจารณาดังในสมการที่ 3.3 ค่าของ Ou_c เป็นค่าการระเหยและการคายน้ำซึ่งเป็นค่าที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำน้อยมากและมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในตัวแปรของ ΔS ในงานวิจัยฉบับนี้จึงพิจารณาเฉพาะ In_n ซึ่งเป็นค่าที่รวมกันสุทธิของปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และปริมาณน้ำใต้ดิน โดยจะอยู่ในตารางที่ 3 ช่องที่ 29

ดังนั้น In_n คือปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ ซึ่งเป็นค่าที่ถูกนำมาทำการพยากรณ์สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ เนื่องจากเป็นค่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและไม่สามารถที่จะกำหนดหรือบังคับให้เกิดขึ้นได้

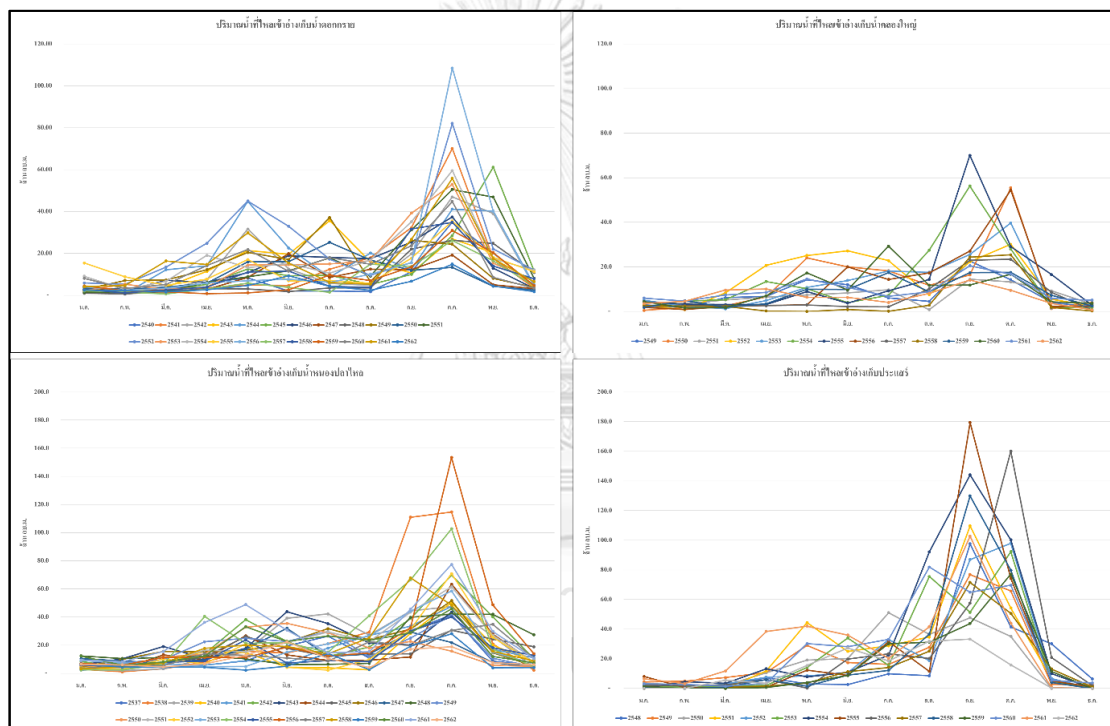
3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการที่ศึกษาข้อมูลในหัวข้อ 3.2.1 จึงได้กำหนดตัวแปร In_n ซึ่งเป็นค่าที่รวมกันสุทธิของปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และปริมาณน้ำใต้ดิน ของทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากธรรมชาติ

จากข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากธรรมชาติของทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำของกรมชลประทานที่ 9 พบว่าทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำมีการเริ่มต้นเวลาในการเก็บข้อมูลที่ไม่ตรงกัน เพื่อให้การ

พยากรณ์มีประสิทธิภาพมากที่สุดจึงได้ทำการพยากรณ์แยกอ่างเก็บน้ำ แล้วนำค่าที่ได้จากการพยากรณ์มาพิจารณาร่วมกันเพื่อหาค่าปริมาณน้ำรวมสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ตามแนวทางการบริหารจัดการต่อไป

จากข้อมูลย้อนหลังของอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่ง จึงได้หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเปรียบเทียบกับช่วงเวลา ซึ่งได้ใช้ช่วงเวลาเป็นรายเดือนเนื่องจากการบริหารจัดการน้ำส่วนใหญ่จะใช้ปริมาณน้ำสิ้นเดือนดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.1.2 โดยแสดงข้อมูลย้อนหลังที่เกิดขึ้นของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือนดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 กราฟระหว่างปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำคลองกรวย อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล และอ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบเป็นเดือนของแต่ละปี

จากภาพที่ 14 พิจารณาข้อมูลย้อนหลังของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือนที่ถูกเก็บข้อมูลโดยกรมชลประทานที่ 9 ซึ่งจะเห็นว่าข้อมูลจะถูกเก็บไม่พร้อมกัน แต่ปีล่าสุดที่แสดงในภาพที่ 14 จะเป็นปี พ.ศ. 2562 เนื่องจากปี พ.ศ. 2563 ในขณะที่ทำงานวิจัยจะยังมีข้อมูลไม่ครบปี จึงไม่ได้นำมาแสดง อย่างไรก็ตามปริมาณข้อมูลที่แสดงดังภาพที่ 14 ก็เพียงพอที่จะอธิบายเหตุการณ์

ที่เกิดขึ้นของแต่ละอ่างเก็บน้ำ ซึ่งได้แสดงข้อมูลตั้งแต่ปีที่เกิดการเก็บข้อมูลจนถึงปี พ.ศ. 2562 โดยขออธิบายดังนี้

3.2.2.1 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำคอกกรายในแต่ละเดือน จะถูกเก็บข้อมูล โดยเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 ถึง ปี พ.ศ. 2562 ซึ่งจะเห็นว่าในเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมของแต่ละปีจะมีปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเดียวกันและน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่น ในขณะที่เดือนเมษายนจนถึงเดือนสิงหาคมปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเดียวกันคือค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และในเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมจะเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด และจะน้อยลงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนกลับมาน้อยใกล้เคียงเดือนมกราคมในเดือนธันวาคมของทุกปี

3.2.2.2 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ในแต่ละเดือน จะถูกเก็บข้อมูล โดยเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง ปี พ.ศ. 2562 ซึ่งจะเห็นว่าในเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมของแต่ละปีจะมีปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเดียวกันและน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่น ในขณะที่เดือนเมษายนจนถึงเดือนสิงหาคมปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเดียวกันคือค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และในเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมจะเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด และจะน้อยลงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนกลับมาน้อยใกล้เคียงเดือนมกราคมในเดือนธันวาคมของทุกปี

3.2.2.3 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลในแต่ละเดือน จะถูกเก็บข้อมูล โดยเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 ถึง ปี พ.ศ. 2562 ซึ่งจะเห็นว่าในเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมของแต่ละปีจะมีปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเดียวกันและน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่น ในขณะที่เดือนเมษายนจนถึงเดือนสิงหาคมปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเดียวกันคือค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และในเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมจะเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด และจะน้อยลงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนกลับมาน้อยใกล้เคียงเดือนมกราคมในเดือนธันวาคมของทุกปี

3.2.2.4 ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำประแสร์ในแต่ละเดือน จะถูกเก็บข้อมูล โดยเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึง ปี พ.ศ. 2562 ซึ่งจะเห็นว่าในเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคมของแต่ละปีจะมีปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเดียวกันและน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่น ในขณะที่เดือนเมษายนจนถึงเดือนสิงหาคมปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นแนวโน้มเดียวกันคือค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และในเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมจะเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็น

แนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด และจะน้อยลงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนกลับมาน้อยใกล้เคียงเดือนมกราคมในเดือนธันวาคมของทุกปี

จากข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งและลักษณะการเกิดขึ้นในแต่ละเดือน จะเห็นว่า ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำมีแนวโน้มการเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันในแต่ละเดือน แต่ในขณะที่ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งถึงแม้จะเห็นแนวโน้มการเกิดขึ้นแต่ก็ไม่สามารถคาดการณ์ถึงปริมาณน้ำได้ รวมไปถึงถึงแม้จะเป็นปีเดียวกัน อ่างเก็บน้ำที่มีที่ตั้งอยู่ใกล้กันและฝนตกพร้อมกัน ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งเมื่อพิจารณาเดือนเดียวกันและปีเดียวกัน ก็มีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลจึงสนับสนุนเพิ่มเติมจากที่ได้อธิบายข้างต้นที่จะพิจารณาทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละแห่งแยกกันเพื่อให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพและเป็นข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการต่อไป

3.2.3 แนวทางในการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ในหัวข้อที่ 3.2.2 จะพบว่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นข้อมูลที่มีลักษณะแนวโน้มของฤดูกาลที่ใกล้เคียงของแต่ละเดือนในแต่ละปี แต่ไม่สามารถที่จะคาดการณ์ถึงปริมาณที่น้ำจะไหลลงอ่างเก็บน้ำได้ ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงพิจารณาแนวทางในการวิจัยทั้งจากที่อ่านงานวิจัยที่ได้มีการกล่าวไว้ในบทที่ 2 และแนวทางของตัวแบบในการพยากรณ์ต่าง ๆ จึงได้เลือกตัวแบบพยากรณ์รูปแบบอนุกรมเวลาบอซ-เจนกินส์ (Box – Jenkins) และตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Exponential Smoothing Method) มาพิจารณา ซึ่งตัวแบบทั้ง 2 วิธีมีความเหมาะสมที่จะสามารถทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในแต่ละแห่ง โดยตัวแบบในการพยากรณ์รูปแบบบอซ-เจนกินส์ มีข้อดีคือสามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวทุกประเภทและมีความแม่นยำในการพยากรณ์ โดยวิธีบอซ-เจนกินส์จะทำการกำหนดตัวแบบให้อนุกรมเวลา โดยแบ่งอนุกรมเวลาเป็น 2 ประเภทคือ อนุกรมเวลาแบบคงที่ (Stationary times series) ซึ่งจะอยู่ในกลุ่มตัวแบบการถดถอยในตัวเองและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Auto regressive and moving average model: ARMA) และอนุกรมเวลาแบบไม่คงที่ (Nonstationary times series) ซึ่งจะอยู่ในกลุ่มตัวแบบการถดถอยในตัวเองรวมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Auto regressive integrated moving average model: ARIMA) แต่จากภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่าอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจะมีแนวโน้มของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง คือปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งจะมีช่วงเดือนที่มีน้ำเข้าเยอะและน้อยแตกต่างกัน แต่ทุกปีจะเกิดในลักษณะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงในช่วงเดือนเดียวกัน ซึ่งถือได้ว่าฤดูกาลในรูปแบบนี้มีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำที่ไหล

ลงอ่างเก็บน้ำ ดังนั้นตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจึงต้องรวมผลกระทบเรื่องของฤดูกาลเข้ามาร่วมด้วย ดังนั้นการพยากรณ์แบบตัวแบบการถดถอยในตัวเองรวมการเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทางฤดูกาล (Seasonal auto regressive integrated moving average model: SARIMA) และวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์ทั้งแบบบวกและรูปแบบคูณจึงเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ

สำหรับข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่ง จะพิจารณาจากวิธีการที่เหมาะสมสำหรับแต่ละตัวแบบในการพยากรณ์ เพื่อให้ได้ค่าของการพยากรณ์มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยแต่ละอ่างเก็บน้ำจะเริ่มใช้ข้อมูลสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำตั้งแต่ที่มีการเริ่มเก็บข้อมูลของอ่างเก็บน้ำนั้น ๆ จนถึงข้อมูลปี พ.ศ. 2562 เพื่อพยากรณ์ค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของปี พ.ศ. 2563

หลังจากที่ได้ค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำตามตัวแบบในการพยากรณ์ของแต่ละอ่างเก็บน้ำในปีที่กำหนด จะนำข้อมูลไปคำนวณเพื่อหาค่าของปริมาณน้ำสิ้นเดือนตามการจำลองสถานการณ์น้ำของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยคำนวณจากข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ได้จากการพยากรณ์และข้อมูลปริมาณความต้องการใช้น้ำของกรมชลประทานที่เกิดขึ้นในปีนั้น ๆ โดยค่าที่ได้จะถูกนำไปทดสอบเพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่ได้จากการพยากรณ์กับข้อมูลจริงที่เกิดขึ้นของปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ สำหรับปี พ.ศ. 2563 โดยใช้วิธีการ MAE ในการทดสอบ

เมื่อทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ จากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ได้จากการพยากรณ์ของแต่ละตัวแบบและปริมาณความต้องการใช้น้ำที่ถูกกำหนดสำหรับปี พ.ศ. 2563 จะทำการสรุปผล MAE ที่เกิดขึ้นในแต่ละตัวแบบ เพื่อพิจารณาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ สำหรับใช้ในการจำลองสถานการณ์น้ำของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ต่อไป

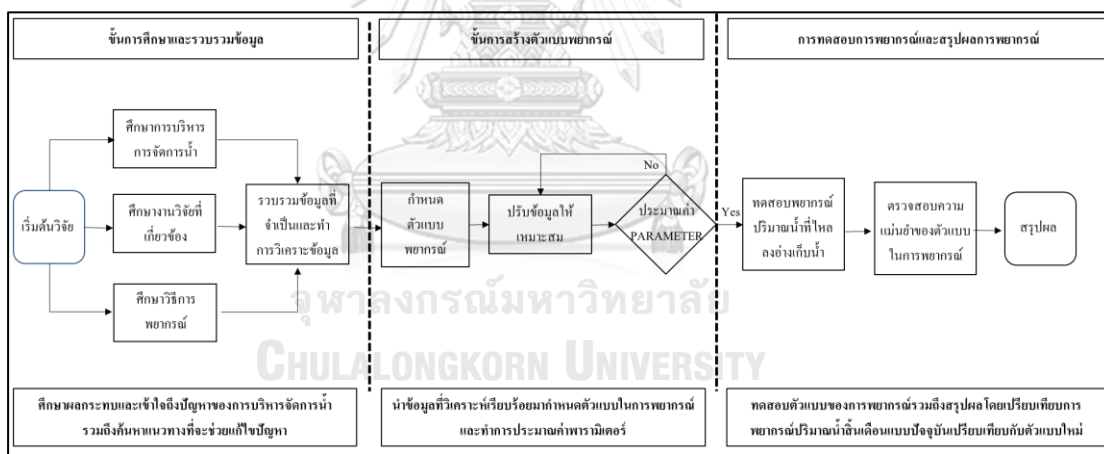
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสำหรับงานวิจัยฉบับนี้คือ

- 3.3.1 การจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำล้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์
- 3.3.2 ตัวแบบพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์ทั้งแบบบวกและแบบคูณ และตัวแบบการถดถอยในตัวเองรวมการเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทางฤดูกาล สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่ง
- 3.3.3 วิธีตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยหาความคลาดเคลื่อนด้วย MAE

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนดำเนินงานวิจัยแสดงดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 ขั้นการศึกษาและรวบรวมข้อมูล คือขั้นตอนของการศึกษาในเรื่องที่จะทำการวิจัย ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ทฤษฎีต่าง ๆ การสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อมูลที่เป็นจำเป็นสำหรับการพยากรณ์ โดยในงานวิจัยนี้ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการพยากรณ์ซึ่งได้ข้อมูลมาจากกรมชลประทาน ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลและเตรียมข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์

3.4.2 ขั้นการสร้างตัวแบบพยากรณ์ คือขั้นตอนของการกำหนดตัวแบบที่จะใช้งาน ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้การพยากรณ์ตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ ตัวแบบอนุกรมเวลาบอกซ์-เจนกินส์ ในตัวแบบการถดถอยในตัวเองรวมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทางฤดูกาลมาทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ โดยใช้ข้อมูลของแต่ละอ่างเก็บน้ำตั้งแต่เริ่มมีการเก็บข้อมูลจนถึงปี พ.ศ. 2562 ซึ่งจะต้องปรับข้อมูลให้มีความเหมาะสมและทำการหาค่าพารามิเตอร์ เพื่อที่จะนำมาทำการพยากรณ์ต่อไป

3.4.3 ขั้นการทดสอบการพยากรณ์และสรุปผลการพยากรณ์ คือขั้นตอนที่นำตัวแบบมาทดสอบการใช้งานและทำการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบโดยการตรวจสอบความแม่นยำทางสถิติ และทำการสรุปผลเพื่อที่จะสามารถบอกได้ว่าตัวแบบที่นำมาทำการพยากรณ์มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานหรือไม่ โดยจะทำการหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำจากการจำลองสถานการณ์ของปี พ.ศ. 2563 ซึ่งใช้ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ได้ทำการพยากรณ์ของแต่ละอ่างเก็บน้ำจากแต่ละตัวแบบสำหรับปี พ.ศ. 2563 และข้อมูลความต้องการใช้น้ำจากกรมชลประทานของปี พ.ศ. 2563 โดยแสดงผลออกมาในรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ของแต่ละตัวแบบ และทำการเปรียบเทียบค่า MAE เพื่อสรุปผลและเป็นแนวโน้มสำหรับการนำไปใช้งานเพื่อบริหารจัดการน้ำในอนาคตต่อไป

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 การเตรียมข้อมูล

สำหรับการหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน และอ่างเก็บน้ำประแสร์ จะเป็นการจำลองสถานการณ์โดยแทนค่าในสมการที่ 3.4 ซึ่งปริมาณน้ำสิ้นเดือนจะเป็นตัวแปร S_n โดยมีหน่วยเป็น ล้านลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ สำหรับการจำลองสถานการณ์จะใช้ข้อมูลจริงที่เกิดขึ้น ยกเว้นปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของเดือนที่จะหาค่า คือตัวแปรของ I_n โดยอยู่ในตัวแปรของ ΔS ดังในสมการที่ 3.3

ซึ่งตัวแปร I_n จะใช้ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ในแต่ละตัวแบบ โดยเตรียมข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เริ่มเก็บข้อมูลจนถึงปีปัจจุบัน โดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) ข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ ซึ่งจะใช้ข้อมูลช่วงเวลาแต่ละเดือนของปี พ.ศ. ตั้งแต่เริ่มเก็บข้อมูลจนถึงปีก่อนหน้าการพยากรณ์ เพื่อนำข้อมูลนี้มาสร้างตัวแบบและทำการพยากรณ์หาค่าจากตัวแบบของปีที่ต้องการพยากรณ์
- 2) ข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์คือข้อมูลจริงที่เกิดขึ้นสำหรับปีที่ต้องการพยากรณ์ โดยข้อมูลนี้ใช้สำหรับการทดสอบข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์กับข้อมูลจริงที่เกิดขึ้น เพื่อทดสอบความแม่นยำของตัวแบบ โดยดูค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น

หลังจากการเตรียมข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำ จะเริ่มทำการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้ตัวแบบพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์ทั้งแบบบวกและแบบคูณ และตัวแบบการถดถอยในตัวเองรวมการเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทางฤดูกาล (SARIMA)

4.2 การสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์

4.2.1 ตัวแบบพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์

วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์จะใช้ตัวแบบทั้งแบบบวกและแบบคูณในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ ซึ่งใช้ข้อมูลตั้งแต่มีการเก็บข้อมูลของอ่างเก็บน้ำคืออ่างเก็บน้ำดอกกราย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 และอ่างเก็บน้ำประแสร์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จนถึงข้อมูลอ่างเก็บน้ำในปี

พ.ศ. 2559 พ.ศ. 2560 และ พ.ศ. 2561 ตามลำดับเป็นข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ เพื่อทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำสำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ โดยจะใช้ฟังก์ชัน Solver จากโปรแกรม Microsoft Excel ในการหาค่า α β และ γ ที่เหมาะสมตามตัวแบบในสมการของวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก และแบบคูณ เพื่อให้ได้ค่า MAE ที่น้อยที่สุดและได้สมการสำหรับการพยากรณ์ในแต่ละปีที่ต้องการ

ข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการสร้างตัวแบบ จะใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือนตั้งแต่เริ่มมีการเก็บข้อมูลของอ่างเก็บน้ำ จนถึงข้อมูลก่อนถึงปีที่ต้องการพยากรณ์ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของปี พ.ศ. 2560 ค่าเฉลี่ยที่ใช้สำหรับเป็นค่าเริ่มต้นในการสร้างตัวแบบ จะใช้ข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นของการเก็บข้อมูลจนถึงปี พ.ศ. 2559 เป็นต้น โดยเฉลี่ยค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในเดือนเดียวกันของแต่ละปี

จากที่หาค่า α β และ γ จากข้อมูลในการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เริ่มเก็บข้อมูลจนถึงปี พ.ศ. 2559 พ.ศ. 2560 และ พ.ศ. 2561 ตามลำดับ ค่า MAE ที่ได้มีค่าดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่า MAE ที่ได้จากตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ จนถึงปี พ.ศ. 2559 พ.ศ. 2560 และ พ.ศ. 2561

อ่างเก็บน้ำ	ปี พ.ศ.	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)	
		โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก	โฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ
ดอกกราย	2540 - 2559	6.52	5.92
	2540 - 2560	6.41	5.82
	2540 - 2561	6.45	5.89
คลองใหญ่	2549 - 2559	5.01	4.91
	2549 - 2560	4.94	4.93
	2549 - 2561	4.82	4.73
หนองปลาไหล	2537 - 2559	7.79	7.47
	2537 - 2560	7.69	7.40
	2537 - 2561	7.88	7.43
ประแสร์	2548 - 2559	9.66	9.68
	2548 - 2560	9.84	9.90
	2548 - 2561	10.09	10.21

หลังจากที่ได้ตัวแบบในการพยากรณ์ของแต่ละอ่างเก็บน้ำ จะทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 12 เดือนสำหรับ ปีพ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ โดยค่าที่ได้แสดงดังในตารางที่ 5 และตารางที่ 6

ตารางที่ 5 พยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก สำหรับปีพ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

พ.ศ. เดือน	ดอกทราย (ล้านลูกบาศก์เมตร)			คลองใหญ่ (ล้านลูกบาศก์เมตร)			หนองปลาไหล (ล้านลูกบาศก์เมตร)			ประแสร์ (ล้านลูกบาศก์เมตร)		
	2560	2561	2562	2560	2561	2562	2560	2561	2562	2560	2561	2562
ม.ค.	3.861	1.532	4.063	2.646	2.800	3.050	5.635	5.910	6.055	2.202	2.224	2.641
ก.พ.	2.857	0.347	2.959	2.667	2.576	2.742	5.376	5.391	5.502	1.445	1.512	1.766
มี.ค.	4.203	1.720	4.801	3.744	3.577	3.874	8.348	8.338	8.626	2.090	2.014	2.860
เม.ย.	7.651	5.430	8.268	6.475	6.521	6.677	12.571	12.556	13.499	6.605	6.337	8.799
พ.ค.	15.276	13.059	16.235	10.631	11.188	11.450	17.691	18.336	19.558	12.407	13.755	15.960
มิ.ย.	12.572	9.989	12.648	11.136	11.009	10.993	18.425	18.605	19.089	14.948	15.953	17.588
ก.ค.	12.785	10.503	12.719	11.445	12.937	12.464	18.016	18.370	18.216	24.120	24.800	24.700
ส.ค.	10.803	8.467	10.739	11.224	11.266	11.080	17.721	17.958	17.856	34.981	38.587	39.050
ก.ย.	20.356	17.983	20.792	29.052	27.622	27.076	36.297	35.986	36.368	91.462	89.425	90.641
ต.ค.	42.490	40.068	43.198	30.088	28.976	28.036	55.478	55.078	55.973	77.513	76.916	74.855
พ.ย.	23.206	19.980	22.283	5.483	5.388	5.425	21.173	20.789	21.148	9.639	9.333	9.017
ธ.ค.	6.386	3.711	6.250	2.309	2.426	2.631	8.524	8.481	8.558	1.199	1.410	1.626

ตารางที่ 6 พยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ สำหรับปีพ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

พ.ศ. เดือน	ดอกทราย (ล้านลูกบาศก์เมตร)			คลองใหญ่ (ล้านลูกบาศก์เมตร)			หนองปลาไหล (ล้านลูกบาศก์เมตร)			ประแสร์ (ล้านลูกบาศก์เมตร)		
	2560	2561	2562	2560	2561	2562	2560	2561	2562	2560	2561	2562
ม.ค.	2.920	2.429	4.048	2.826	2.640	2.997	2.360	4.845	7.612	2.148	2.222	2.530
ก.พ.	2.161	1.720	2.948	2.848	2.428	2.694	2.252	4.419	6.917	1.390	1.502	1.629
มี.ค.	3.180	2.541	4.783	3.998	3.372	3.806	3.496	6.835	10.843	2.034	1.997	2.697
เม.ย.	5.788	4.760	8.237	6.915	6.147	6.561	5.265	10.293	16.969	6.548	6.313	8.611
พ.ค.	11.556	9.321	16.174	11.354	10.546	11.250	7.409	15.031	24.584	12.348	13.724	15.746
มิ.ย.	9.510	7.485	12.600	11.893	10.378	10.801	7.717	15.251	23.995	14.888	15.914	17.349
ก.ค.	9.671	7.793	12.671	12.223	12.194	12.246	7.545	15.059	22.897	24.058	24.754	24.434
ส.ค.	8.172	6.575	10.698	11.987	10.620	10.886	7.422	14.721	22.446	34.918	38.533	38.759
ก.ย.	15.399	12.265	20.713	31.027	26.037	26.604	15.202	29.500	45.716	91.398	89.364	90.324
ต.ค.	32.142	25.470	43.035	32.134	27.313	27.548	23.235	45.151	70.359	77.448	76.848	74.512
พ.ย.	17.554	13.459	22.199	5.856	5.079	5.331	8.868	17.041	26.584	9.572	9.257	8.649
ธ.ค.	4.831	3.732	6.226	2.466	2.287	2.585	3.570	6.952	10.757	1.130	1.327	1.232

จากตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ ในแต่ละอ่างเก็บน้ำที่ได้จากข้อมูลช่วงปี พ.ศ. ซึ่งให้ค่า MAE ที่ต่ำที่สุดดังในตารางที่ 4 และทำการ

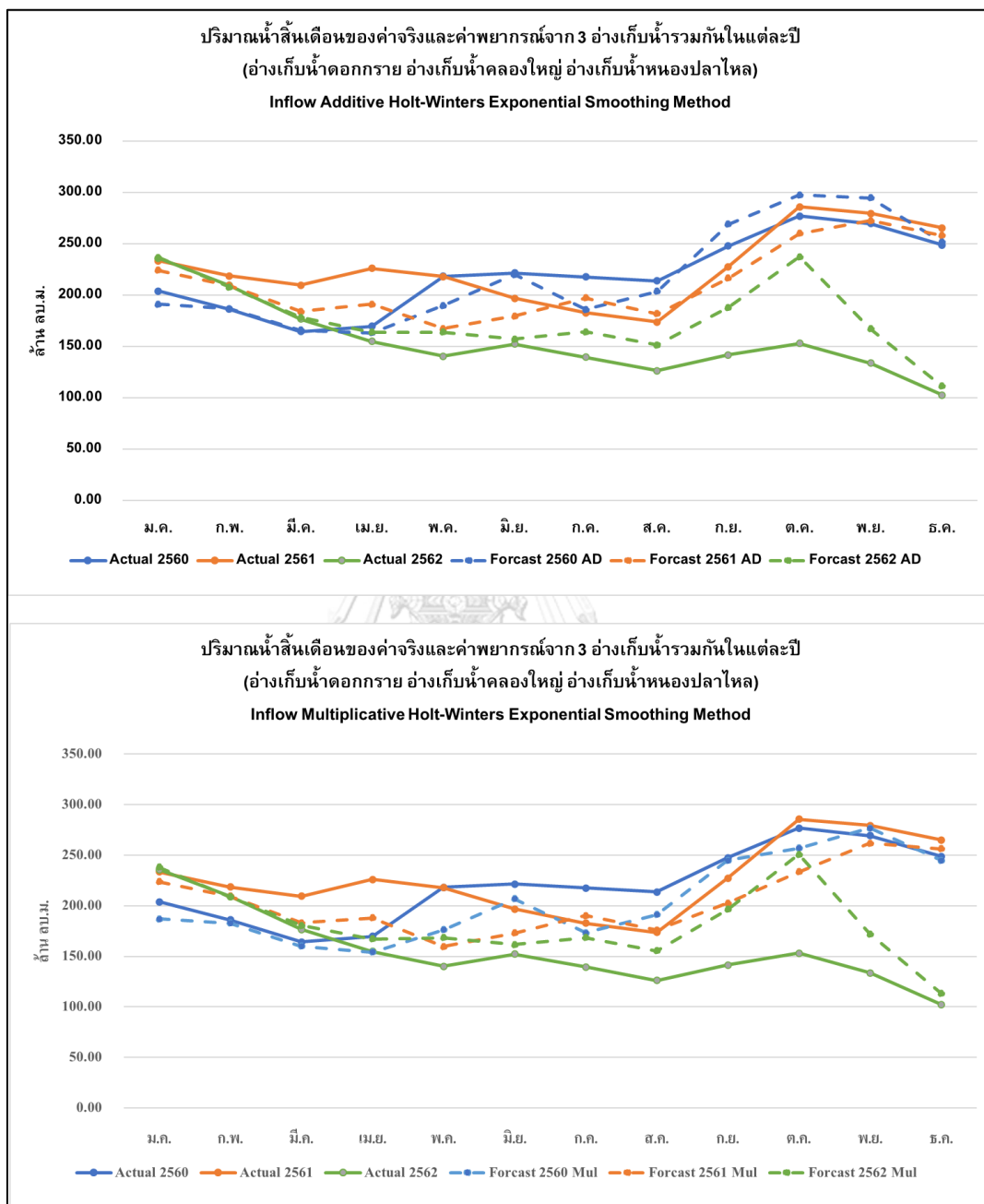
พยากรณ์หาปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งของแต่ละเดือนสำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับดังในตารางที่ 5 และ ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการพยากรณ์ของตัวแบบ โดยแสดงค่า MAE ที่เกิดขึ้นระหว่างค่าจริงซึ่งเป็นข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ สำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์ดังในตาราง ที่ 5 และ ตารางที่ 6 แสดงดังในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่า MAE ที่เกิดจากข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ สำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

อ่างเก็บน้ำ	ปี พ.ศ.	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)	
		ไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก	ไฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ
ดอกกราย	2560	4.36	6.27
	2561	7.50	9.26
	2562	8.97	8.92
คลองใหญ่	2560	5.43	5.69
	2561	3.83	3.62
	2562	5.64	5.51
หนองปลาไหล	2560	5.74	11.99
	2561	10.76	13.17
	2562	9.64	13.87
ประแสร์	2560	11.17	11.17
	2561	13.34	13.34
	2562	13.54	13.36

จากตารางที่ 7 เป็นค่า MAE ของการพยากรณ์ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลจริงกับข้อมูล สำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ จะเห็นได้ว่ามีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากข้อมูลใน ตารางที่ 4 ซึ่งเป็นค่า MAE ที่ได้จากการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ของแต่ละอ่างเก็บน้ำ จึง สามารถนำค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งจากตัวแบบทั้ง 2 วิธี ของแต่ละปีดังในตารางที่ 5 และ ตารางที่ 6 มาใช้คำนวณปริมาณน้ำสิ้นเดือนโดยทำการจำลอง

สถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนที่เกิดขึ้นของ 3 อ่างเก็บน้ำรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ โดยผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 16 และภาพที่ 17



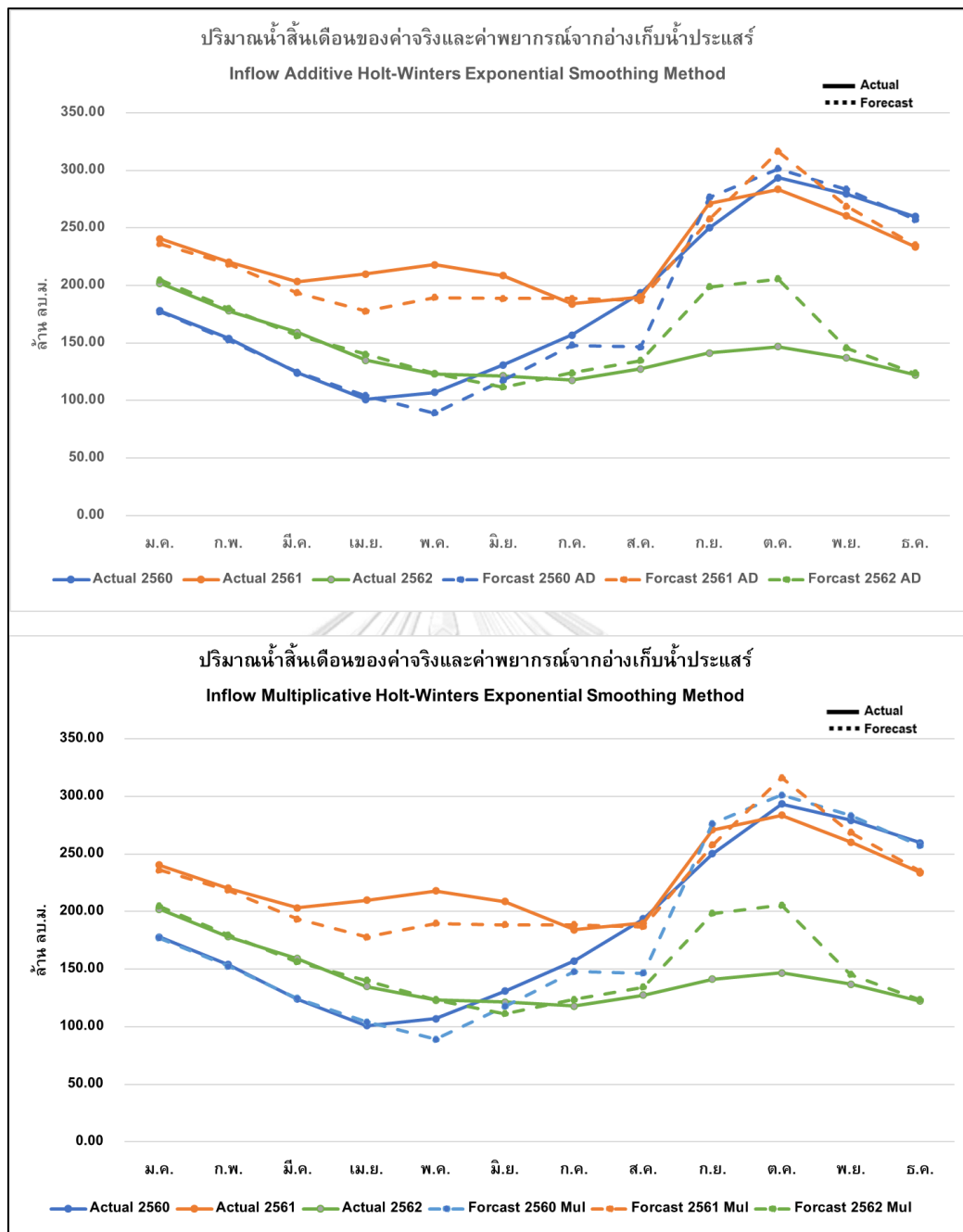
ภาพที่ 16 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

ซึ่งจากภาพที่ 16 กราฟด้านบนจะเป็นปริมาณน้ำสิ้นเดือนที่หาจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก กราฟด้านล่างจะเป็นปริมาณน้ำสิ้นเดือนที่หาจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ ของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน ซึ่งได้ค่า MAE ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมกันของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ เทียบกับวิธีปัจจุบัน

ปี	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)		
	วิธีปัจจุบัน	โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก	โฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ
2560	155.44	13.58	16.43
2561	170.79	18.42	23.27
2562	50.90	21.90	26.38

จากตารางที่ 8 สำหรับปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมกันของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักค่า MAE ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและคูณ มีค่าน้อยกว่าวิธีที่ใช้ในปัจจุบันมาก โดยพบว่าวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวกให้ค่า MAE น้อยกว่าวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบคูณในทุก ๆ ปี



ภาพที่ 17 ปริมาณน้ำสิ้นเดือน อ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

จากภาพที่ 17 กราฟด้านบนจะเป็นปริมาณน้ำสิ้นเดือนที่หาจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวก กราฟด้านล่างจะเป็นปริมาณน้ำ

สิ้นเดือนที่หาจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบคูณของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ซึ่งได้ค่า MAE ดังในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ

ปี	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)		
	วิธีปัจจุบัน	โสมท์-วินเทอร์แบบบวก	โสมท์-วินเทอร์แบบคูณ
2560	69.86	11.17	11.17
2561	102.84	13.34	13.34
2562	22.11	13.54	13.36

จากตารางที่ 9 สำหรับปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ค่า MAE ที่ได้จากวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวกและคูณ จะมีค่าน้อยกว่าวิธีที่ใช้ในปัจจุบัน โดยพบว่าวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ ให้ค่า MAE ที่เท่ากันในปี พ.ศ. 2560 และ พ.ศ. 2561 ยกเว้นปี พ.ศ. 2562 วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบคูณให้ค่าที่น้อยกว่าแบบบวกเล็กน้อย

จะเห็นว่าปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยคำนวณจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำซึ่งได้ปริมาณน้ำจากตัวแบบ โดยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ จะมีค่า MAE ที่น้อยลงจากวิธีปัจจุบันซึ่งใช้ค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากปีที่เกิดภัยแล้งหรือปีที่น้ำน้อย แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ จะเห็นได้ว่าค่า MAE ที่เกิดขึ้นของทั้ง 2 วิธี ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกันและ ไม่มีความแตกต่างกันต่อการนำไปปฏิบัติใช้งาน

4.2.2 ตัวแบบพยากรณ์วิธีการถดถอยในตัวเองรวมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทางฤดูกาล (SARIMA)

วิธีการถดถอยในตัวเองรวมการเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทางฤดูกาล หรือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) จะเป็นตัวแบบที่เพิ่มส่วนของฤดูกาล

(Seasonal) ให้กับแบบจำลอง Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) จากเดิม ARIMA จะถูกเขียนอยู่ในรูป ARIMA(p,d,q) โดย p d และ q คือ Autoregressive Differencing และ Moving Average ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่ม Seasonal จะถูกเขียนออกมาในรูป SARIMA(p,d,q) (P,D,Q)_s โดย P D Q และ S คือ Seasonal Autoregressive, Seasonal Differencing, Seasonal Moving Average และ Seasonal Period ตามลำดับ โดยสมการของ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s (อภิชาติ หาญบรรจง, 2554) คือ

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^S)\nabla^d\nabla_S^D X_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)a_t \quad \text{-----(4.1)}$$

ซึ่งตัวแปรที่มีความหมายดังนี้

B เป็น Backward-shift โดย $BX_t = X_{t-1}$ และ $B^S X_t = X_{t-s}$

$\nabla = 1 - B$ เป็นตัว Differencing ซึ่ง $\nabla_S = 1 - B^S$

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad \text{-----(4.2)}$$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \quad \text{-----(4.3)}$$

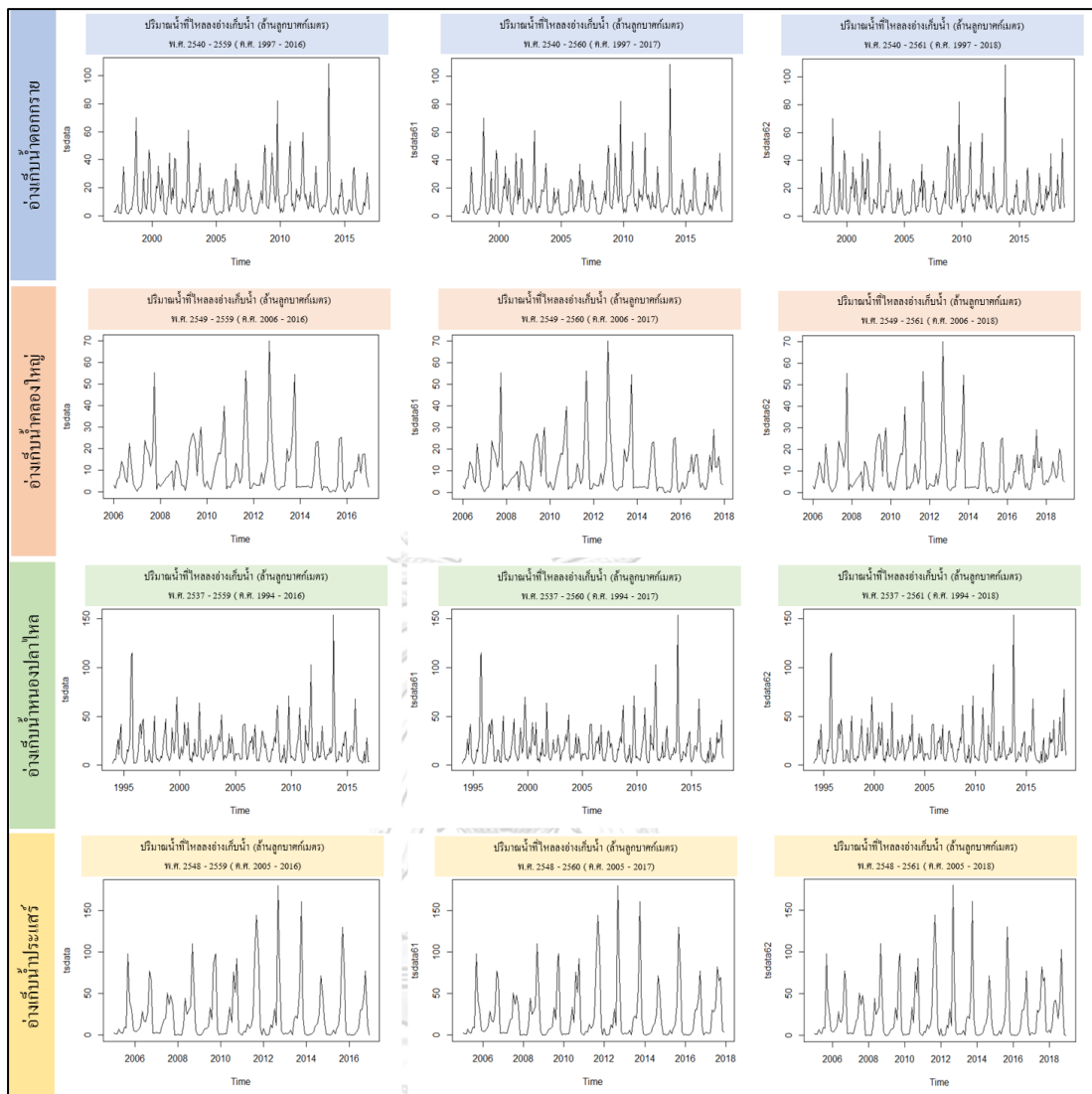
$$\Phi_P(B^S) = 1 - \Phi_1(B^S) - \Phi_2(B^{S^2}) - \dots - \Phi_P(B^{S^P}) \quad \text{-----(4.4)}$$

$$\Theta_Q(B^S) = 1 - \Theta_1(B^S) - \Theta_2(B^{S^2}) - \dots - \Theta_Q(B^{S^Q}) \quad \text{-----(4.5)}$$

ในงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้โปรแกรม RStudio Version 1.3.1093 ในการหาค่า p d q และ P D Q โดยสำหรับ Seasonal Period จะมีค่าเท่ากับ 12 เนื่องจากลักษณะของข้อมูลจากภาพที่ 14 แนวโน้มของรอบการเกิดฤดูกาลจะเป็นรอบทุก 12 เดือน ในการประมวลผลของโปรแกรม RStudio จะเลือกตัวแบบที่เหมาะสมจากค่าของ Akaike Information Criterion (AIC) ซึ่งคือค่าสำหรับวัดความเหมาะสมของแบบจำลองที่สร้างขึ้นมา ซึ่งเป็นแนวความคิดของเอนโทรปีคือเพื่อที่จะวัดการสูญหายของข้อมูลเมื่อใช้แบบจำลอง โดยแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดจะมีค่า AIC ต่ำที่สุด

สำหรับขั้นตอนในการสร้างตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)₁₂ มีขั้นตอนและผลดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ จะใช้ข้อมูลตั้งแต่มีการเก็บข้อมูลของอ่างเก็บน้ำคือ อ่างเก็บน้ำดอกกราย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 และอ่างเก็บน้ำประแสร์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จนถึงข้อมูลอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2559 พ.ศ. 2560 และ พ.ศ. 2561 ตามลำดับ เพื่อทำการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์และนำตัวแบบทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำสำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ โดยแสดงกราฟอนุกรมเวลาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 อนุกรมเวลาของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำ

จากภาพที่ 18 แสดงถึงข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำ คือ อ่างดอกกราย อ่างคลองใหญ่ อ่างหนองปลาไหล และอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยเป็นข้อมูลที่ใช้เพื่อสร้างตัวแบบในการพยากรณ์สำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ ซึ่งจะนำข้อมูลนี้มาหาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละช่วงเวลาของข้อมูลที่ใช้เพื่อสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ของแต่ละอ่างเก็บน้ำ

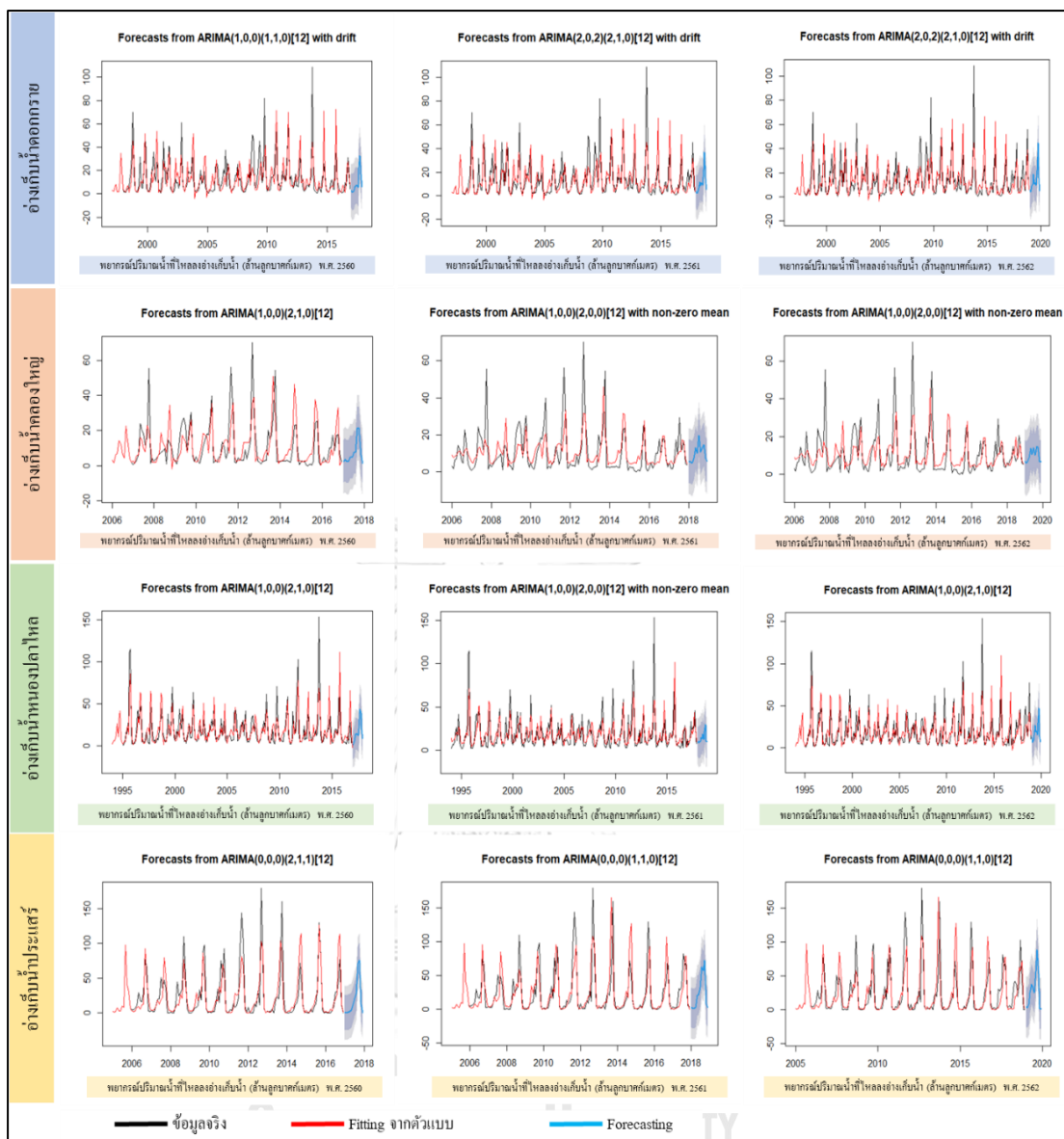
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ โดยนำข้อมูลดังภาพที่ 18 มาหาตัวแบบที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรม RStudio ในการวิเคราะห์ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด สำหรับ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)₁₂ โดยทำการหาค่าตัวแปร p d q และ P D Q ซึ่งมีเงื่อนไขคือมีค่า AIC ที่ต่ำที่สุด โดยแสดงผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)₁₂ ที่เหมาะสมแต่ละช่วงเวลาสำหรับแต่ละอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำ	ปี พ.ศ.	ตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q) ₁₂	AIC	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)
ดอกกรวย	2540 - 2559	SARIMA(1,0,0)(1,1,0) ₁₂	1776.87	6.98
	2540 - 2560	SARIMA(2,0,2)(2,1,0) ₁₂	1847.52	6.62
	2540 - 2561	SARIMA(2,0,2)(2,1,0) ₁₂	1933.56	6.61
คลองใหญ่	2549 - 2559	SARIMA(1,0,0)(2,1,0) ₁₂	886.93	5.49
	2549 - 2560	SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ₁₂	1053.72	5.74
	2549 - 2561	SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ₁₂	1131.08	5.50
หนองปลาไหล	2537 - 2559	SARIMA(1,0,0)(2,1,0) ₁₂	2132.73	8.12
	2537 - 2560	SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ₁₂	2321.94	8.43
	2537 - 2561	SARIMA(1,0,0)(2,1,0) ₁₂	2322.46	8.19
ประแสร์	2548 - 2559	SARIMA(0,0,0)(2,1,1) ₁₂	1177.20	10.51
	2548 - 2560	SARIMA(0,0,0)(1,1,0) ₁₂	1319.06	11.71
	2548 - 2561	SARIMA(0,0,0)(1,1,0) ₁₂	1427.12	12.08

จากผลของการเลือกตัวแบบที่เหมาะสมดังในตารางที่ 10 พบว่าตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับในอ่างเก็บน้ำเดียวกันของแต่ละช่วงเวลาที่ใช้สร้างตัวแบบ โปรแกรม RStudio จะเลือกตัวแบบที่เหมาะสมตามแต่ละข้อมูลช่วงเวลา ซึ่งบางที่อาจไม่ใช่ตัวแบบเดียวกัน โดยเงื่อนไขคือค่า AIC มีค่าต่ำที่สุด ในขณะที่ค่า MAE ที่เกิดขึ้นระหว่างค่าจากตัวแบบเปรียบเทียบกับค่าจริง จะมีค่าที่ใกล้เคียงกันในแต่ละอ่างเก็บน้ำ

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากที่ได้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับแต่ละอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลาดังในขั้นตอนที่ 2 จะนำตัวแบบแต่ละตัวแบบในแต่ละช่วงเวลาทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำของปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ ในแต่ละอ่างเก็บน้ำ โดยจะกำหนดให้ตัวแบบทำการพยากรณ์เป็นรายเดือนทั้งหมด 12 ค่า สำหรับแต่ละปีโดยแสดงดังภาพที่ 19 และตารางที่ 11



ภาพที่ 19 ผลจากการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำในแต่ละปี โดยใช้โปรแกรม RStudio สำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

ภาพที่ 19 แสดงค่าปริมาณน้ำไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่ง ซึ่งข้อมูลที่จะเป็นข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบในการพยากรณ์สำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ โดยเส้นสีดำคือเส้นที่แสดงถึงข้อมูลจริง เส้นสีแดงคือเส้นที่แสดงค่าจากตัวแบบในช่วงเวลาเดียวกันกับเส้นสีดำ เส้นสีฟ้าคือเส้นที่แสดงถึงการพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือน สำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ค่าผลลัพธ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ได้จากการพยากรณ์โดยใช้ตัวแบบวิธี SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)₁₂ ของแต่ละอ่างเก็บน้ำและแต่ละปี

พ.ศ. เดือน	ดอกทราย (ล้านลูกบาศก์เมตร)			คลองใหญ่ (ล้านลูกบาศก์เมตร)			หนองปลาไหล (ล้านลูกบาศก์เมตร)			ประแสร์ (ล้านลูกบาศก์เมตร)		
	2560	2561	2562	2560	2561	2562	2560	2561	2562	2560	2561	2562
ม.ค.	3.059	3.909	5.421	2.485	5.668	7.016	0.904	10.215	11.752	1.038	2.418	5.239
ก.พ.	1.432	2.538	3.878	3.525	5.442	5.815	3.540	8.491	6.697	0.279	1.742	3.118
มี.ค.	1.892	3.065	8.406	2.268	4.750	6.896	5.609	9.336	8.918	0.810	0.947	7.930
เม.ย.	2.233	6.399	10.633	2.337	7.237	8.742	13.760	10.418	15.059	2.339	2.423	25.274
พ.ค.	5.998	11.301	18.720	4.888	12.949	13.790	14.255	14.496	27.029	3.533	20.040	37.581
มิ.ย.	7.006	8.445	10.492	4.844	9.909	10.285	13.871	13.355	19.022	11.401	20.657	33.067
ก.ค.	6.924	10.969	11.610	7.600	19.624	14.069	12.241	18.331	20.094	20.703	32.011	25.120
ส.ค.	5.271	8.767	9.441	7.633	10.453	10.115	20.083	12.414	15.290	27.665	62.210	56.880
ก.ย.	22.491	22.572	21.970	21.225	12.750	14.578	43.897	21.322	29.468	70.661	56.757	88.521
ต.ค.	32.784	36.915	44.805	21.678	14.681	14.457	39.039	29.400	47.139	76.025	72.575	53.777
พ.ย.	17.063	14.453	15.711	6.245	7.157	7.006	19.160	10.225	13.256	12.518	7.845	2.536
ธ.ค.	6.191	5.262	5.179	1.279	5.676	6.544	8.432	9.253	7.047	0.731	2.255	1.393

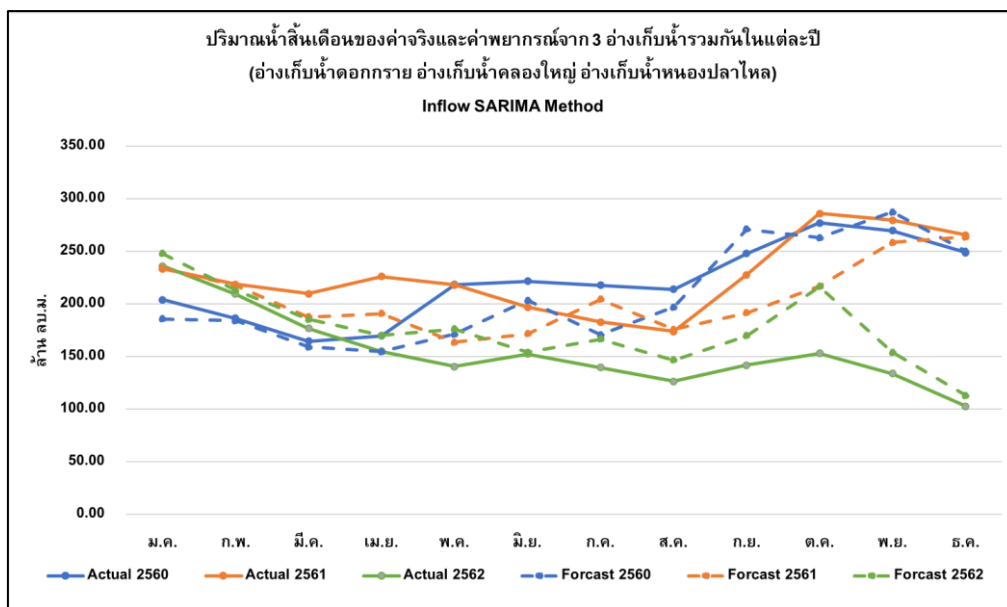
ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบการพยากรณ์ของตัวแบบที่ได้ โดยแสดงค่า MAE ที่เกิดขึ้นระหว่างค่าจริงซึ่งเป็นข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ และค่าที่ได้จากการพยากรณ์ดังในตารางที่ 11 แสดงดังในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่า MAE จากข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยตัวแบบ SARIMA สำหรับปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

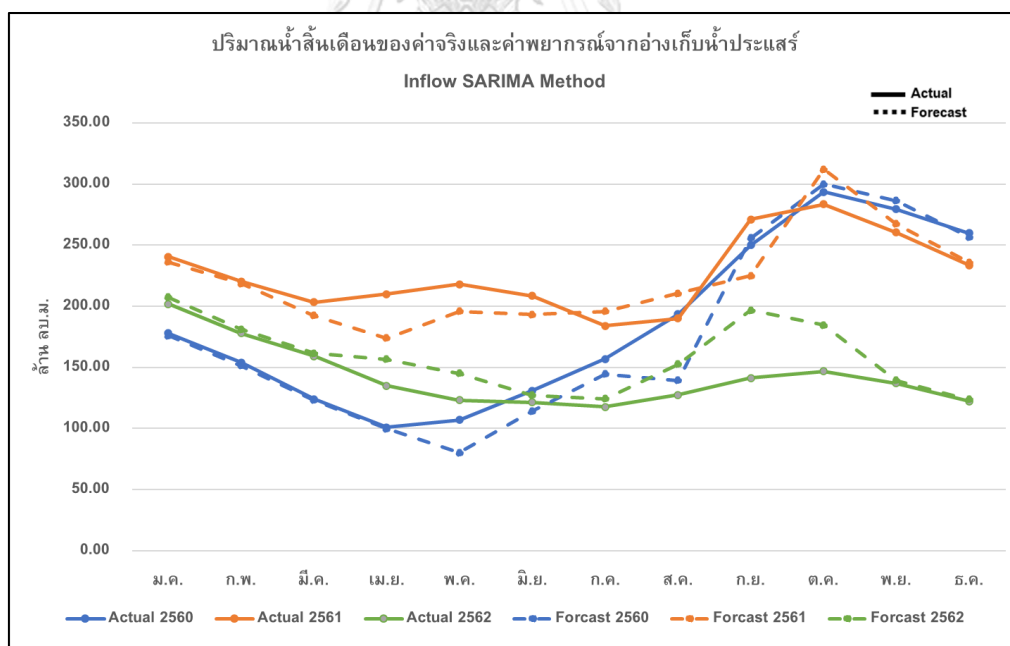
อ่างเก็บน้ำ	ปี พ.ศ.	ตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q) ₁₂	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)
คอกกราย	2560	SARIMA(1,0,0)(1,1,0) ₁₂	7.29
	2561	SARIMA(2,0,2)(2,1,0) ₁₂	7.07
	2562	SARIMA(2,0,2)(2,1,0) ₁₂	9.08
คลองใหญ่	2560	SARIMA(1,0,0)(2,1,0) ₁₂	5.90
	2561	SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ₁₂	2.82
	2562	SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ₁₂	3.88
หนองปลาไหล	2560	SARIMA(1,0,0)(2,1,0) ₁₂	7.75
	2561	SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ₁₂	15.37
	2562	SARIMA(1,0,0)(2,1,0) ₁₂	8.69
ประแสร์	2560	SARIMA(0,0,0)(2,1,1) ₁₂	11.56
	2561	SARIMA(0,0,0)(1,1,0) ₁₂	17.16
	2562	SARIMA(0,0,0)(1,1,0) ₁₂	15.71

จากตารางที่ 12 เป็นค่า MAE ของการพยากรณ์ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลจริงกับข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ จะเห็นได้ว่ามีแค่เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากข้อมูลในตารางที่ 10 ซึ่งเป็นค่า MAE ที่ได้จากการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ของแต่ละอ่างเก็บน้ำ

ขั้นตอนที่ 5 นำค่าที่ได้จากการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งจากตัวแบบของแต่ละปีดังในตารางที่ 11 โดยแสดงเป็นรายเดือนของปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ มาใช้คำนวณปริมาณน้ำสิ้นเดือน โดยทำการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนที่เกิดขึ้นของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ โดยผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 20 และภาพที่ 21 ตามลำดับ



ภาพที่ 20 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบ SARIMA ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562



ภาพที่ 21 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบ SARIMA ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

จากภาพที่ 20 แสดงถึงปริมาณน้ำสิ้นเดือนที่หาจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี SARIMA สำหรับแต่ละปีของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน โดยเส้นทึบจะเป็นค่าจริงที่เกิดขึ้น และเส้นประจะเป็นเส้นที่เกิดจากการคำนวณด้วยค่าพยากรณ์ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำวิธี SARIMA ซึ่งได้ค่า MAE ดังในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมกันของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยตัวแบบ SARIMA

ปี	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)	
	วิธีปัจจุบัน	SARIMA
2560	155.44	18.86
2561	170.79	24.18
2562	50.90	20.40

จากตารางที่ 13 สำหรับปริมาณน้ำสิ้นเดือนรวมกันของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักค่า MAE ที่ได้จากตัวแบบ SARIMA จะมีค่าน้อยกว่าวิธีปัจจุบันในทุก ๆ ปี

จากภาพที่ 21 แสดงถึงปริมาณน้ำสิ้นเดือนที่หาจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี SARIMA สำหรับแต่ละปีของอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยเส้นทึบจะเป็นค่าจริงที่เกิดขึ้น และเส้นประจะเป็นเส้นที่เกิดจากการคำนวณด้วยค่าพยากรณ์ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี SARIMA ซึ่งได้ค่า MAE ดังในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยตัวแบบ SARIMA

ปี พ.ศ.	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)	
	วิธีปัจจุบัน	SARIMA
2560	155.44	11.57
2561	170.79	17.16
2562	50.90	15.71

จากตารางที่ 14 สำหรับปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ค่า MAE ที่ได้จากตัวแบบ SARIMA จะมีค่าน้อยกว่าวิธีปัจจุบันในทุก ๆ ปี

เมื่อพิจารณาค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน และอ่างเก็บน้ำประแสร์ จากการใช้ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำ โดยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA ซึ่งแสดงดังตารางที่ 15 และตารางที่ 16

ตารางที่ 15 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA

ปี พ.ศ.	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)			
	วิธีปัจจุบัน	ไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก	ไฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ	SARIMA
2560	155.44	13.58	16.43	18.86
2561	170.79	18.42	23.27	24.18
2562	50.90	21.90	26.38	20.40

ตารางที่ 16 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ด้วยตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA

ปี	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)			
	วิธี ปัจจุบัน	โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก	โฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ	SARIMA
2560	69.86	11.17	11.17	11.57
2561	102.84	13.34	13.34	17.16
2562	22.11	13.54	13.36	15.71

จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ดังแสดงในตารางที่ 15 และตารางที่ 16 โดยคำนวณจากปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำซึ่งได้ปริมาณน้ำจากตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ รวมถึงตัวแบบ SARIMA จะมีค่า MAE ที่น้อยลงจากวิธีปัจจุบันซึ่งใช้ค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากปีที่เกิดภัยแล้งหรือปีที่น้ำน้อย แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และ SARIMA จะเห็นได้ว่าค่า MAE ที่เกิดขึ้นของทั้ง 3 วิธีให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันต่อการนำไปปฏิบัติใช้งาน

4.3 การทดสอบตัวแบบสำหรับการพยากรณ์

จากค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ ที่เกิดจากการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือน โดยใช้ค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากการพยากรณ์ เป็นดังในตารางที่ 15 และ ตารางที่ 16 พบว่าทั้งวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และ SARIMA ให้ค่า MAE ที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันต่อการนำไปปฏิบัติใช้งาน เนื่องจากการบริหารจัดการปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำ ผลต่างที่เกิดขึ้นจากการพยากรณ์ในหลักล้านลูกบาศก์เมตร ไม่มีผลต่อการตัดสินใจสำหรับการบริหารจัดการนี้ จึงนำขั้นตอนวิธีในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก และแบบคูณ จากหัวข้อที่ 4.2.1 และขั้นตอนวิธีตัวแบบพยากรณ์

วิธีการถดถอยในตัวเองรวมการเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทางฤดูกาล (SARIMA) จากหัวข้อที่ 4.2.2 มาสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำของปี พ.ศ. 2563 โดยข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์จะใช้ข้อมูลตั้งแต่เริ่มมีการเก็บข้อมูลของแต่ละอ่างเก็บน้ำ จนถึงข้อมูลปี พ.ศ. 2562 และนำตัวแบบมาทำการพยากรณ์หาค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเป็นรายเดือนของปี พ.ศ. 2563 ต่อไป โดยผลของการสร้างตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวก และแบบคูณแสดงดังตารางที่ 17 และผลของการสร้างตัวแบบวิธีการถดถอยในตัวเองรวมการเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทางฤดูกาล (SARIMA) แสดงดังตารางที่ 18

ตารางที่ 17 ค่า MAE ที่ได้จากตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ จนถึงปี พ.ศ. 2562

อ่างเก็บน้ำ	ปี พ.ศ.	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)	
		โสมท์-วินเทอร์แบบบวก	โสมท์-วินเทอร์แบบคูณ
ดอกกราย	2540 - 2562	6.36	5.72
คลองใหญ่	2548 - 2562	4.80	4.70
หนองปลาไหล	2537 - 2562	7.82	7.30
ประแสร์	2548 - 2562	10.27	10.29

ตารางที่ 18 ตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)₁₂ ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละอ่างเก็บน้ำจนถึงปี พ.ศ. 2562

อ่างเก็บน้ำ	ปี พ.ศ.	ตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q) ₁₂	AIC	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)
ดอกกราย	2540 - 2562	SARIMA(2,0,2)(2,1,0) ₁₂	2021.74	6.57
คลองใหญ่	2548 - 2562	SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ₁₂	1207.60	5.29
หนองปลาไหล	2537 - 2562	SARIMA(1,0,0)(2,1,0) ₁₂	2412.52	8.16
ประแสร์	2548 - 2562	SARIMA(0,0,0)(1,1,0) ₁₂	1536.11	12.34

นำตัวแบบทั้ง 3 วิธี ทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งเป็นรายเดือน สำหรับปี พ.ศ. 2563 ซึ่งแสดงดังในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ค่าผลลัพธ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ได้จากการพยากรณ์โดยแต่ละตัวแบบของแต่ละอ่างเก็บน้ำสำหรับปี พ.ศ. 2563

ตัวแบบ เดือน	ดอกราย (ล้านลูกบาศก์เมตร)			คลองใหญ่ (ล้านลูกบาศก์เมตร)			หนองปลาไหล (ล้านลูกบาศก์เมตร)			ประแสร์ (ล้านลูกบาศก์เมตร)		
	พ.ศ. 2563			พ.ศ. 2563			พ.ศ. 2563			พ.ศ. 2563		
	HW - Add	HW-Mul	SARIMA	HW - Add	HW-Mul	SARIMA	HW - Add	HW-Mul	SARIMA	HW - Add	HW-Mul	SARIMA
ม.ค.	0.000	1.089	4.801	3.090	2.556	5.447	2.540	3.831	9.452	2.659	2.361	2.536
ก.พ.	0.000	0.799	3.285	2.876	2.379	6.325	1.992	3.485	6.778	1.819	1.521	1.274
มี.ค.	0.000	1.271	7.640	4.284	3.544	9.093	4.935	5.343	10.853	3.191	2.891	8.008
เม.ย.	0.000	2.187	10.384	6.923	5.727	9.592	9.710	8.356	22.490	8.575	8.274	17.123
พ.ค.	4.208	4.290	18.677	11.088	9.172	9.656	15.768	12.180	36.683	16.035	15.733	25.832
มิ.ย.	0.977	3.409	11.949	10.660	8.817	8.682	15.687	12.129	26.458	18.317	18.013	30.691
ก.ค.	0.827	3.368	9.344	11.866	9.814	6.803	14.392	11.311	17.732	24.348	24.043	19.228
ส.ค.	0.000	2.830	7.429	10.870	8.991	8.902	13.800	10.938	15.891	38.608	38.302	35.706
ก.ย.	8.655	5.503	18.896	26.151	21.628	14.164	32.099	22.488	34.512	86.831	86.523	60.303
ต.ค.	30.441	11.443	38.354	26.714	22.092	11.425	51.014	34.427	55.657	70.911	70.602	26.848
พ.ย.	9.981	5.864	10.084	5.298	4.381	6.399	17.100	13.021	19.593	8.403	8.093	0.475
ธ.ค.	0.000	1.650	3.741	2.500	2.068	5.093	4.931	5.340	8.591	1.462	1.150	0.000

HW - Add : Holt-Winters' Additive Smoothing Method
HW - Mul : Holt-Winters' Multiplicative Smoothing Method
SARIMA : Seasonal autoregressive integrated moving average model

ทำการทดสอบการพยากรณ์ของตัวแบบที่ได้ โดยแสดงค่า MAE ที่เกิดขึ้นระหว่างค่าจริง ซึ่งเป็นข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์สำหรับปี พ.ศ. 2563 และค่าที่ได้จากการพยากรณ์ดังในตารางที่ 19 แสดงดังในตารางที่ 20 สำหรับวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก และแบบคูณ ตารางที่ 21 สำหรับวิธีการถดถอยในตัวเองรวมการเคลื่อนที่ที่มีความแปรผันทางฤดูกาล (SARIMA)

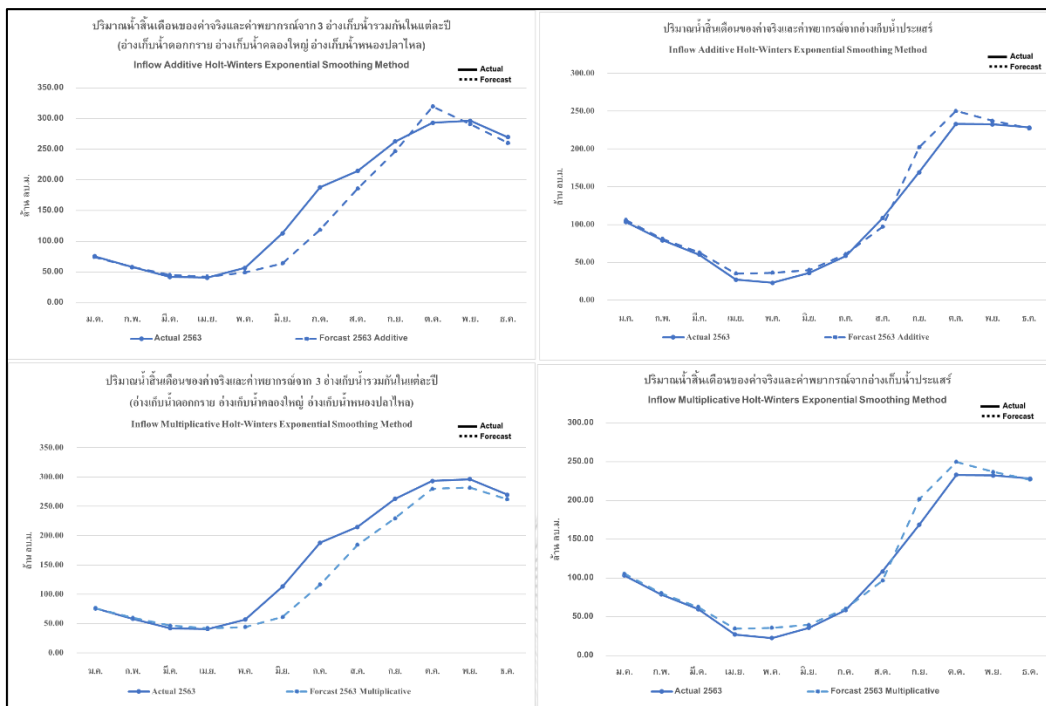
ตารางที่ 20 ค่า MAE ที่เกิดจากข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ สำหรับปี พ.ศ. 2563

อ่างเก็บน้ำ	ปี พ.ศ.	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)	
		โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก	โฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ
ดอกกราย	2563	6.40	7.21
คลองใหญ่	2563	6.06	5.48
หนองปลาไหล	2563	10.00	11.79
ประแสร์	2563	8.56	8.36

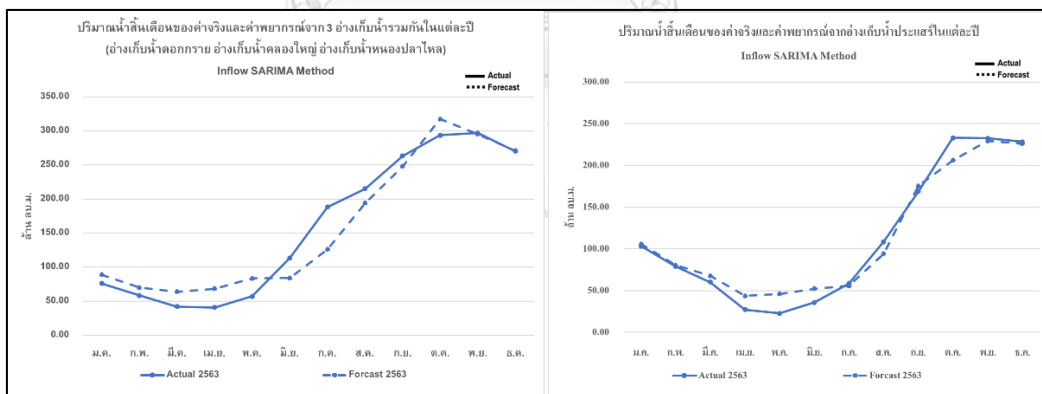
ตารางที่ 21 ค่า MAE จากข้อมูลสำหรับการทดสอบตัวแบบในการพยากรณ์ ของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำด้วยตัวแบบ SARIMA สำหรับปี พ.ศ. 2563

อ่างเก็บน้ำ	ปี พ.ศ.	ตัวแบบ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q) ₁₂	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)
ดอกกราย	2563	SARIMA(2,0,2)(2,1,0) ₁₂	4.84
คลองใหญ่	2563	SARIMA(1,0,0)(2,0,0) ₁₂	5.54
หนองปลาไหล	2563	SARIMA(1,0,0)(2,1,0) ₁₂	11.36
ประแสร์	2563	SARIMA(0,0,0)(1,1,0) ₁₂	10.33

จากตารางที่ 20 และ ตารางที่ 21 พบว่าทั้งวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และ SARIMA ให้ค่า MAE ที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันต่อการนำไปปฏิบัติใช้งาน จึงนำค่าที่ได้จากการพยากรณ์ของแต่ละอ่างเก็บน้ำและแต่ละตัวแบบดังในตารางที่ 19 โดยแสดงเป็นรายเดือนของปี พ.ศ. 2563 มาคำนวณปริมาณน้ำสิ้นเดือนโดยทำการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนที่เกิดขึ้นของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ ในปี พ.ศ. 2563 โดยผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 22 และภาพที่ 23 ตามลำดับ



ภาพที่ 22 ปริมาณน้ำสิ้นเดือน ของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวกและแบบคูณ สำหรับปี พ.ศ. 2563



ภาพที่ 23 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน และอ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใช้ตัวแบบ SARIMA สำหรับปี พ.ศ. 2563

โดยค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน และอ่างเก็บน้ำประแสร์ เปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ โดยปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่าง

เก็บน้ำใช้ด้วยแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และ SARIMA สำหรับปี พ.ศ. 2563 แสดงดังในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ ปี พ.ศ. 2563 ด้วยตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA

ตัวแบบ สำหรับการพยากรณ์	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)	
	3 อ่างเก็บน้ำรวมกัน	อ่างเก็บน้ำประแสร์
โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก	18.19	8.56
โฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ	20.36	8.36
SARIMA	21.22	10.33

ผลจากการทดสอบตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปี พ.ศ. 2563 ดังในตารางที่ 22 พบว่าค่า MAE ที่แสดงถึงความคลาดเคลื่อนระหว่างตัวแบบและค่าจริงที่เกิดขึ้นของ 3 อ่างเก็บน้ำรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA มีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยไม่มีความแตกต่างกันต่อการนำไปปฏิบัติใช้งาน

4.4 การทดสอบเพิ่มเติม

จากผลการทดสอบในหัวข้อที่ 4.3 ตัวแบบสำหรับการหาปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA และทำการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยพิจารณาจาก MAE ซึ่งผลที่ออกมามีค่าที่ใกล้เคียงกันสำหรับปี พ.ศ. 2563

จึงออกแบบการจำลองข้อมูลให้เหมือนการนำไปใช้งานจริงสำหรับปี พ.ศ. 2564 โดย

1. พิจารณาสummข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำมีข้อมูลจนถึงสิ้นเดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 มิถุนายน พ.ศ. 2563 กันยายน พ.ศ. 2563 และ ธันวาคม พ.ศ. 2563 ตามลำดับ
2. สร้างตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA จากข้อมูลในข้อที่ 1 ของแต่ละอ่างเก็บน้ำ
3. ทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากแต่ละวิธี ของแต่ละอ่างเก็บน้ำสำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564 ตามลำดับ
4. นำค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากข้อที่ 3 ของแต่ละวิธีมาใช้สำหรับจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ สำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564 ตามลำดับ
5. ทำการหาค่าความคลาดเคลื่อน โดยใช้ MAE ระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ สำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564 ตามลำดับ

โดยค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ได้จากตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA ของแต่ละอ่างเก็บน้ำ สำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564 ตามลำดับ ตามขั้นตอนที่ 3 แสดงดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำจากวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA สำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564

Forecast Additive Holt-Winters																
	NPL-Q1	NPL-Q2	NPL-Q3	NPL-Q4	KY-Q1	KY-Q2	KY-Q3	KY-Q4	DK-Q1	DK-Q2	DK-Q3	DK-Q4	PS-Q1	PS-Q2	PS-Q3	PS-Q4
ม.ค. 2564	0.51	13.93	20.66	6.03	2.94	2.94	2.94	2.94	0.00	3.08	3.60	0.00	6.38	6.29	5.72	5.63
ก.พ. 2564	0.77	14.04	21.27	5.50	2.72	2.72	2.72	2.72	0.00	2.04	2.56	0.00	7.36	7.28	6.84	6.64
มี.ค. 2564	3.94	17.78	23.97	8.58	4.07	4.07	4.07	4.07	0.43	3.68	4.20	0.00	5.91	5.94	5.60	5.46
Forecast Multiplicative Holt-Winters																
	NPL-Q1	NPL-Q2	NPL-Q3	NPL-Q4	KY-Q1	KY-Q2	KY-Q3	KY-Q4	DK-Q1	DK-Q2	DK-Q3	DK-Q4	PS-Q1	PS-Q2	PS-Q3	PS-Q4
ม.ค. 2564	2.87	10.24	9.09	6.15	2.34	2.34	2.42	2.44	1.28	3.88	3.87	2.49	0.21	0.68	1.61	3.18
ก.พ. 2564	2.59	9.26	8.21	5.56	2.16	2.16	2.24	2.26	0.94	2.85	2.84	1.83	0.40	1.65	1.49	1.92
มี.ค. 2564	3.96	14.15	12.55	8.49	3.23	3.23	3.35	3.39	1.48	4.48	4.47	2.88	0.73	1.30	3.66	5.71
Forecast SARIMA																
	NPL-Q1	NPL-Q2	NPL-Q3	NPL-Q4	KY-Q1	KY-Q2	KY-Q3	KY-Q4	DK-Q1	DK-Q2	DK-Q3	DK-Q4	PS-Q1	PS-Q2	PS-Q3	PS-Q4
ม.ค. 2564	7.04	7.02	7.05	8.00	4.64	4.70	4.87	4.59	2.66	2.64	2.68	2.02	0.00	0.00	0.00	0.00
ก.พ. 2564	6.11	6.08	6.11	6.04	4.77	4.83	5.00	4.93	2.66	2.64	2.69	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00
มี.ค. 2564	8.03	8.00	8.06	8.04	6.25	6.31	6.47	6.44	6.17	6.13	6.23	1.23	2.30	2.24	2.23	2.26

NPL = อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล KY = อ่างเก็บน้ำคลองใหญ่ DK = อ่างเก็บน้ำดอกกรวย PS = อ่างเก็บน้ำประแสร์
 Q1 = ข้อมูลตั้งแต่เริ่มเก็บของอ่างเก็บน้ำจนถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 Q2 = ข้อมูลตั้งแต่เริ่มเก็บของอ่างเก็บน้ำจนถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563
 Q3 = ข้อมูลตั้งแต่เริ่มเก็บของอ่างเก็บน้ำจนถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2563 Q4 = ข้อมูลตั้งแต่เริ่มเก็บของอ่างเก็บน้ำจนถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563

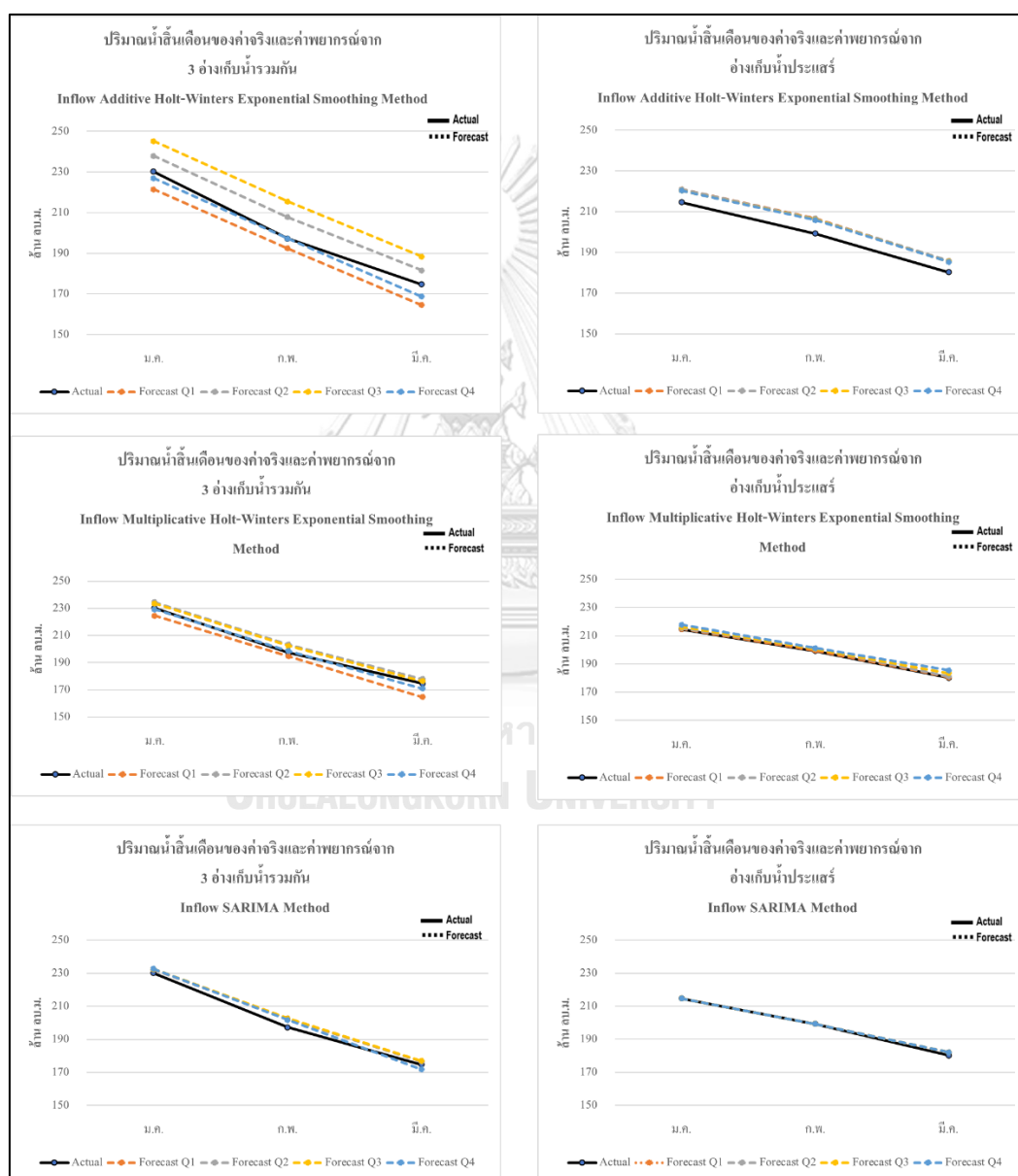
โดยเมื่อนำค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำมาแต่ละแห่งดังตารางที่ 23 มาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก และอ่างเก็บน้ำประแสร์แสดงดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ จากวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบ โฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA สำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564

ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก												
	Forecast Additive Holt-Winters 3 อ่างเก็บน้ำหลัก				Forecast Multiplicative Holt-Winters 3 อ่างเก็บน้ำหลัก				Forecast SARIMA 3 อ่างเก็บน้ำหลัก			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
ม.ค. 2564	3.45	19.94	27.20	8.97	6.49	16.46	15.38	11.09	14.35	14.36	14.59	14.61
ก.พ. 2564	3.48	18.80	26.55	8.22	5.70	14.26	13.29	9.65	13.54	13.55	13.80	12.73
มี.ค. 2564	8.44	25.53	32.25	12.65	8.67	21.85	20.37	14.76	20.45	20.45	20.77	15.71
ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำประแสร์												
	Forecast Additive Holt-Winters อ่างเก็บน้ำประแสร์				Forecast Multiplicative Holt-Winters อ่างเก็บน้ำประแสร์				Forecast SARIMA อ่างเก็บน้ำประแสร์			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
ม.ค. 2564	6.38	6.29	5.72	5.63	0.21	0.68	1.61	3.18	0.00	0.00	0.00	0.00
ก.พ. 2564	7.36	7.28	6.84	6.64	0.40	1.65	1.49	1.92	0.00	0.00	0.00	0.00
มี.ค. 2564	5.91	5.94	5.60	5.46	0.73	1.30	3.66	5.71	2.30	2.24	2.23	2.26

Q1 = ข้อมูลตั้งแต่เริ่มเก็บของอ่างเก็บน้ำจนถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 Q2 = ข้อมูลตั้งแต่เริ่มเก็บของอ่างเก็บน้ำจนถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563
 Q3 = ข้อมูลตั้งแต่เริ่มเก็บของอ่างเก็บน้ำจนถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2563 Q4 = ข้อมูลตั้งแต่เริ่มเก็บของอ่างเก็บน้ำจนถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2563

นำค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ ดังตารางที่ 24 มาจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ สำหรับเดือนมกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564 ตามลำดับ ตามขั้นตอนที่ 4 แสดงดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์จากข้อมูลที่ต่างกันตามช่วงเวลาของแต่ละวิธี เดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564

โดยค่าความคลาดเคลื่อน MAE ระหว่างค่าจริงและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ตามขั้นตอนที่ 5 สำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564 แสดงดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ค่า MAE ของปริมาณน้ำสิ้นเดือนระหว่างค่าจริงที่เกิดขึ้นและค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ สำหรับสำหรับสำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564

ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน					ปริมาณน้ำสิ้นเดือนอ่างเก็บน้ำประแสร์						
พ.ศ. 2564	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	MAE	พ.ศ. 2564	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	MAE		
Actual						Actual					
ADD	Forecast Q1	221.51	192.51	164.58	7.85	ADD	Forecast Q1	221.09	206.70	185.84	6.43
	Forecast Q2	238.01	207.83	181.67	8.45		Forecast Q2	221.00	206.62	185.87	6.39
	Forecast Q3	245.26	215.57	188.38	15.69		Forecast Q3	220.43	206.18	185.53	5.94
	Forecast Q4	227.04	197.25	168.79	3.03		Forecast Q4	220.34	205.98	185.39	5.79
Multi	Forecast Q1	224.56	194.72	164.81	6.02	Multi	Forecast Q1	214.92	199.74	180.66	0.33
	Forecast Q2	234.52	203.29	177.99	4.55		Forecast Q2	215.39	200.99	181.23	1.09
	Forecast Q3	233.44	202.31	176.50	3.37		Forecast Q3	216.32	200.83	183.59	2.14
	Forecast Q4	229.15	198.67	170.90	2.09		Forecast Q4	217.89	201.26	185.64	3.49
SARIMA	Forecast Q1	232.41	202.57	176.59	3.14	SARIMA	Forecast Q1	214.71	199.34	182.23	0.65
	Forecast Q2	232.42	202.57	176.58	3.14		Forecast Q2	214.71	199.34	182.17	0.63
	Forecast Q3	232.65	202.83	176.90	3.41		Forecast Q3	214.71	199.34	182.16	0.63
	Forecast Q4	232.67	201.75	171.85	3.27		Forecast Q4	214.71	199.34	182.19	0.64

จากภาพที่ 24 และตารางที่ 25 พบว่าปริมาณน้ำสิ้นเดือนจากวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA สำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564 ตามลำดับ เมื่อใช้ข้อมูลในการสร้างตัวแบบของแต่ละอ่างเก็บน้ำตั้งแต่เริ่มมีการเก็บข้อมูลจนถึงสิ้นเดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 มิถุนายน พ.ศ. 2563 กันยายน พ.ศ. 2563 และ ธันวาคม พ.ศ. 2563 ตามลำดับ มีความแตกต่างกัน โดยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก สำหรับ 3 อ่างเก็บน้ำหลักจะให้ค่า MAE อยู่ระหว่าง 3.03 ล้านลูกบาศก์เมตร ถึง 15.69 ล้านลูกบาศก์เมตร และสำหรับอ่างเก็บน้ำประแสร์จะให้ค่า อยู่ระหว่าง 5.79 ล้านลูกบาศก์เมตร ถึง 6.43 ล้านลูกบาศก์เมตร วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ สำหรับ 3 อ่างเก็บน้ำหลักจะให้ค่า MAE อยู่ระหว่าง 2.09 ล้านลูกบาศก์เมตร ถึง 6.02 ล้านลูกบาศก์เมตร และสำหรับอ่างเก็บน้ำประแสร์จะให้ค่า อยู่ระหว่าง 0.33 ล้านลูกบาศก์เมตร ถึง 3.49 ล้านลูกบาศก์เมตร วิธี SARIMA สำหรับ 3 อ่างเก็บน้ำหลักจะให้ค่า MAE อยู่

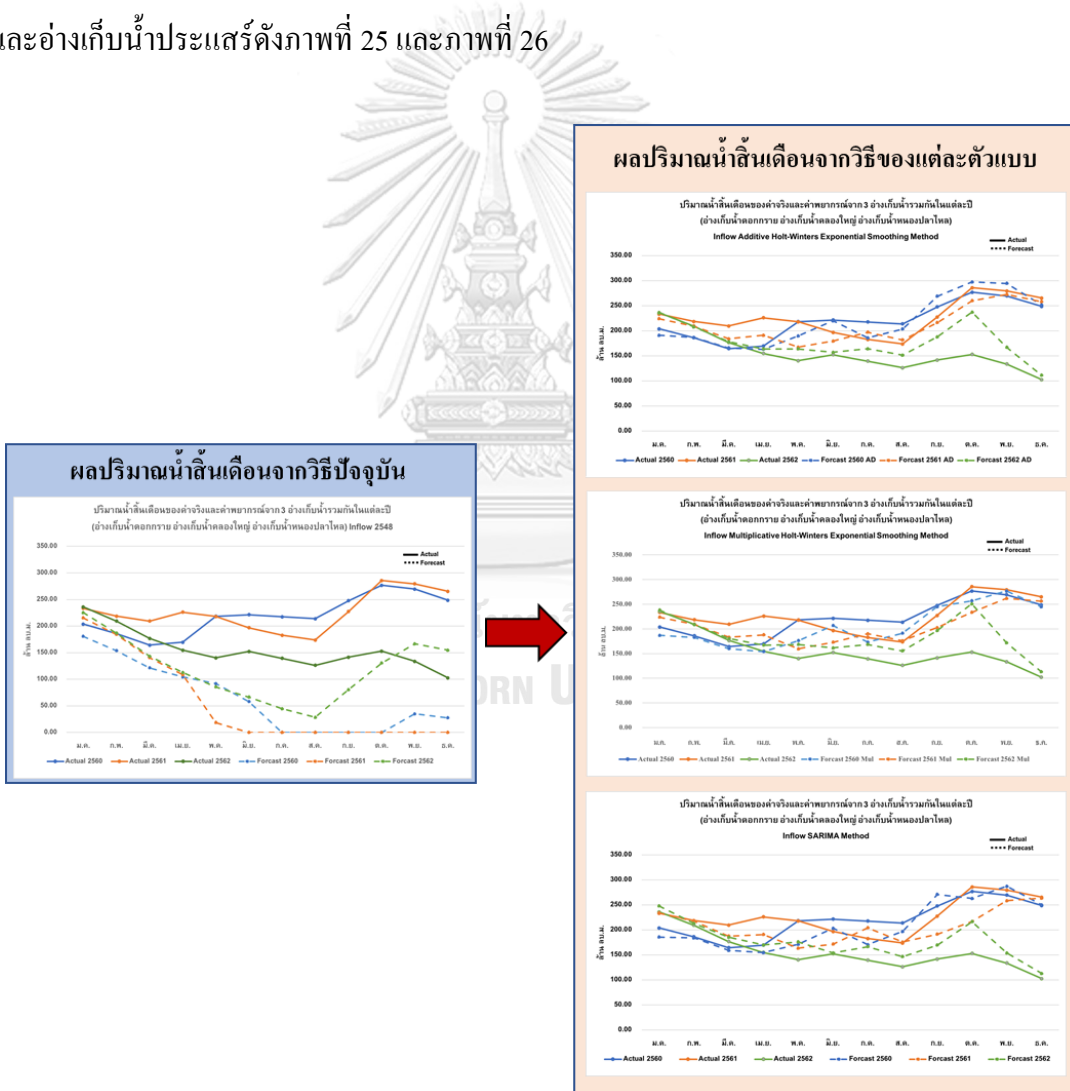
ระหว่าง 3.14 ล้านลูกบาศก์เมตร ถึง 3.27 ล้านลูกบาศก์เมตร และสำหรับอ่างเก็บน้ำประแสร์จะให้ค่า อยู่ระหว่าง 0.63 ล้านลูกบาศก์เมตร ถึง 0.65 ล้านลูกบาศก์เมตร

ผลจากการทดสอบตัวแบบจะเห็นได้ว่าเมื่อทำการพยากรณ์โดยการสร้างตัวแบบจากข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ไม่เต็มปี โดยมีข้อมูลจนถึงสิ้นเดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 มิถุนายน พ.ศ. 2563 กันยายน พ.ศ. 2563 และ ธันวาคม พ.ศ. 2563 ตามลำดับ ของแต่ละอ่างเก็บน้ำ เพื่อทำการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนสำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564 ตามลำดับ จะพบว่า 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ ที่ใช้ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากตัวแบบวิธี SARIMA จะมีค่า MAE ที่ใกล้เคียงกันมากกว่า วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก และแบบคูณ โดยเมื่อพิจารณาในแต่ละวิธีจะเห็นได้ว่าถ้าจำนวนข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำสำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์เพิ่มขึ้น วิธี SARIMA จะให้ค่าพยากรณ์เพื่อนำมาคำนวณปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ ใกล้เคียงกันในทุกข้อมูล ในขณะที่วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก สำหรับ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก แนวโน้มของค่า MAE จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนข้อมูลที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก จะใช้ข้อมูลในเดือนล่าสุดเป็นค่าเริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์ในเดือนถัด ๆ ไป ซึ่งในเดือนกันยายน พ.ศ.2563 จะพบว่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของ 3 อ่างเก็บน้ำจะมีค่ามากที่สุดซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยของเดือนกันยายนปกติ ดังนั้นจากตัวแบบจึงพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในค่าที่มาก ซึ่งส่งผลให้ MAE เพิ่มขึ้นสูงสุด จนถึงตัวแบบที่มีข้อมูลถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 ซึ่งมีค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำใกล้เคียงกับค่าปกติของเดือนธันวาคม ซึ่งผลคือค่า MAE ที่มาจากค่าเริ่มต้นเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 มีค่าน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 3.03 ล้านลูกบาศก์เมตร ในขณะที่อ่างเก็บน้ำประแสร์ตัวแบบสำหรับวิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบบวก จะพบว่าค่า MAE มีค่าใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มลดลง จนถึงตัวแบบที่มีข้อมูลถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 จะให้ค่า MAE ที่น้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 5.79 ล้านลูกบาศก์เมตร และไม่เกิดลักษณะเดียวกับ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก เนื่องจากค่าเริ่มต้นปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของเดือนนั้น ๆ ในขณะที่วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์แบบคูณ สำหรับ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ แนวโน้มของค่า MAE จะมีค่าใกล้เคียงกัน

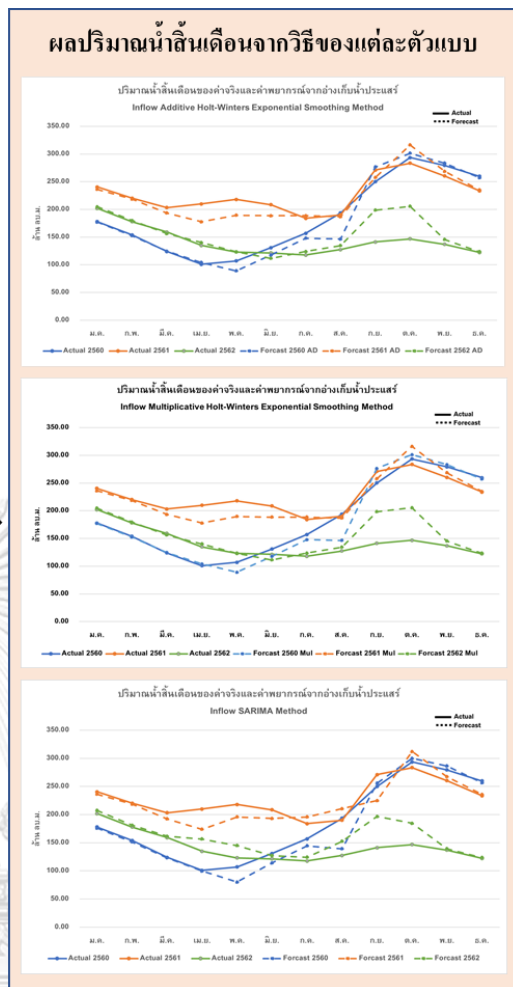
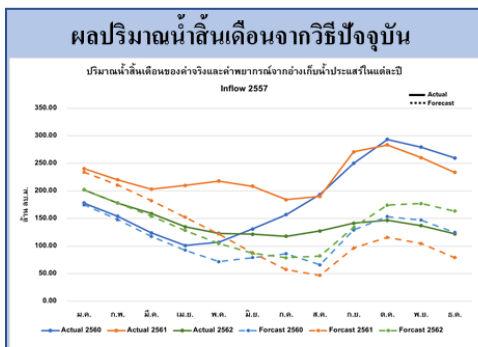
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการทดลองโดยการจำลองสถานการณ์เพื่อหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำ โดยใช้ข้อมูลของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และ SARIMA สามารถสรุปได้ว่าวิธีการที่ได้กล่าวมาสามารถช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากวิธีที่ใช้ในปัจจุบันที่ใช้ค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากปีที่เกิดภัยแล้งหรือปีที่มีปริมาณน้ำที่น้อย เพื่อหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน และอ่างเก็บน้ำประแสร์ดังภาพที่ 25 และภาพที่ 26



ภาพที่ 25 ผลการจำลองสถานการณ์เพื่อหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน โดยใช้ข้อมูลของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และ SARIMA ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562



ภาพที่ 26 ผลการจำลองสถานการณ์เพื่อหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนของอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยใช้ข้อมูลของปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำจากตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และ SARIMA ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

จากภาพที่ 25 และภาพที่ 26 เป็นการจำลองสถานการณ์เพื่อหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลัก และอ่างเก็บน้ำประแสร์พบว่าค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำในแต่ละตัวแบบ ที่นำค่าพยากรณ์ที่ได้ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562 ตามลำดับ มาคำนวณปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน และอ่างเก็บน้ำประแสร์ ตามกราฟเส้นประ จะมีลักษณะใกล้เคียงและมีลักษณะคล้ายคลึงกับกราฟเส้นทึบซึ่งเป็นค่าจริงที่เกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อพิจารณาจากค่า MAE ที่เกิดขึ้นดังในตารางที่ 15 และตารางที่ 16 จะเห็นได้ว่าค่า MAE จากแต่ละตัวแบบจะน้อยกว่าวิธีปัจจุบันอย่างเห็นได้ชัด และค่าที่ได้จากแต่ละตัวแบบจะมีค่าที่ใกล้เคียงกันมากกว่าวิธีปัจจุบัน ซึ่งสามารถสรุปผลดังในตารางที่ 26 และตารางที่ 27

ตารางที่ 26 เปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของค่า MAE เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีปัจจุบันกับแต่ละตัวแบบของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกัน ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

ปี	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)				% MAE ที่ลดลงเปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบัน		
	วิธี ปัจจุบัน	โซลท์-วิน เทอร์แบบ บวก	โซลท์-วิน เทอร์แบบ คูณ	SARIMA	โซลท์-วิน เทอร์แบบ บวก	โซลท์-วิน เทอร์แบบ คูณ	SARIMA
2560	155.44	13.58	16.43	18.86	91.26%	89.43%	87.87%
2561	170.79	18.42	23.27	24.18	89.21%	86.38%	85.84%
2562	50.90	21.90	26.38	20.40	56.97%	48.17%	59.92%

ตารางที่ 27 เปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของค่า MAE เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีปัจจุบันกับแต่ละตัวแบบของอ่างเก็บน้ำประแสร์ ในปี พ.ศ. 2560 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562

ปี	MAE (ล้านลูกบาศก์เมตร)				% MAE ที่ลดลงเปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบัน		
	วิธี ปัจจุบัน	โซลท์-วิน เทอร์แบบ บวก	โซลท์-วิน เทอร์แบบ คูณ	SARIMA	โซลท์-วิน เทอร์แบบ บวก	โซลท์-วิน เทอร์แบบ คูณ	SARIMA
2560	69.86	11.17	11.17	11.57	84.01%	84.01%	83.44%
2561	102.84	13.34	13.34	17.16	87.03%	87.03%	83.31%
2562	22.11	13.54	13.36	15.71	38.76%	39.57%	28.95%

จากตารางที่ 26 และตารางที่ 27 พบว่า 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่า MAE อย่างเห็นได้ชัดทั้งวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโซลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA แต่จะพบว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของ MAE ในปี พ.ศ. 2562 จะลดลงน้อยกว่าปีอื่น ๆ จากทั้ง 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ เนื่องจากค่าปริมาณ

น้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ใช้สำหรับปี พ.ศ. 2562 ด้วยวิธีปัจจุบันมีค่าที่ใกล้เคียงกันมากกว่าปี พ.ศ. อื่น ๆ แต่ถึงอย่างไรก็ตามวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA ก็ยังให้ค่าพยากรณ์จากตัวแบบในปี พ.ศ. 2562 ที่น้อยลงจากวิธีปัจจุบัน ดังนั้นในการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์จากการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละแห่งด้วยวิธีและขั้นตอนดังที่กล่าวข้างต้น จึงมีประสิทธิภาพที่มากขึ้นจากวิธีปัจจุบัน ซึ่งได้ค่าที่ใกล้เคียงกับค่าจริงที่เกิดขึ้นและมีความคลาดเคลื่อนน้อยลงจากวิธีปัจจุบันอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งผล MAE ของวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA เมื่อเปรียบเทียบกันจะพบว่ามีความแตกต่างกันในหน่วยล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งในการบริหารจัดการน้ำความแตกต่างในหลักล้านลูกบาศก์เมตรนี้ยังไม่มียุทธศาสตร์สำหรับการบริหารจัดการ ดังนั้นทั้ง 3 วิธีและขั้นตอนสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นในบทที่ 4 จึงสามารถนำไปใช้เพื่อการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งเมื่อทดสอบตัวแบบโดยการนำค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ได้จากการพยากรณ์หาค่าด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA สำหรับปี พ.ศ. 2563 ดังในตารางที่ 19 และนำค่าที่ได้มาใช้สำหรับจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักรวมกันและอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยผลเป็นดังภาพที่ 22 และภาพที่ 23 ซึ่งค่า MAE ที่เกิดขึ้นเป็นดังตารางที่ 22 มีค่าที่ใกล้เคียงกันในแต่ละวิธี โดยสำหรับ 3 อ่างเก็บน้ำหลักจะมีค่าเท่ากับ 18.19 ล้านลูกบาศก์เมตร 20.36 ล้านลูกบาศก์เมตร และ 21.22 ล้านลูกบาศก์เมตร จากวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA ตามลำดับ และอ่างเก็บน้ำประแสร์จะมีค่าเท่ากับ 8.56 ล้านลูกบาศก์เมตร 8.36 ล้านลูกบาศก์เมตร และ 10.33 ล้านลูกบาศก์เมตร จากวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA ตามลำดับ โดยค่าที่ได้จะมีลักษณะใกล้เคียงกับค่าจริงที่เกิดขึ้น

ถึงแม้ว่าการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำด้วยตัวแบบวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA ตามลำดับ ด้วยการสร้างตัวแบบจากข้อมูลที่เป็นข้อมูลเต็มปี จากหัวข้อที่ 4.2 และทดสอบจากหัวข้อที่ 4.3 จะพบว่าทุกวิธีเมื่อนำไปใช้จำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ จะมีค่า MAE ที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันต่อการนำไปปฏิบัติใช้งาน ซึ่งถือว่าการสร้างตัวแบบและทำการพยากรณ์ตามวิธีข้างต้นนี้ยังมีข้อจำกัดคือ ในปีสุดท้ายที่ต้องการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนจะต้องมีข้อมูลครบถึงเดือนธันวาคม จึงจะสามารถเริ่มทำการพยากรณ์จากตัวแบบของแต่ละวิธีได้ ดังนั้นจึงได้ทดสอบสร้างตัวแบบจากวิธีดังที่อธิบายในหัวข้อที่ 4.4 โดยการ

สมมติค่าปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำให้มีข้อมูลไม่ครบปี โดยสมมติมีข้อมูลจนถึงสิ้นเดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 มิถุนายน พ.ศ. 2563 กันยายน พ.ศ. 2563 และ ธันวาคม พ.ศ. 2563 ตามลำดับ และทำการทดสอบสร้างตัวแบบจากวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA ตามลำดับ ของแต่ละอ่างเก็บน้ำ และหาค่าปริมาณน้ำสิ้นเดือนโดยการทำการจำลองสถานการณ์ปริมาณน้ำสิ้นเดือนสำหรับเดือน มกราคม พ.ศ. 2564 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 และ มีนาคม พ.ศ. 2564 ตามลำดับเทียบกับค่าจริงที่เกิดขึ้นของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยดูจากค่า MAE ที่เกิดขึ้นซึ่งผลออกมาดังภาพที่ 24 และตารางที่ 25 จึงสามารถสรุปได้ว่า วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ จากการมีข้อมูลจำกัดของแต่ละช่วงเวลา ค่า MAE จะมีค่าแตกต่างกันและไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่วิธี SARIMA จะให้ค่า MAE จากการมีข้อมูลจำกัดของแต่ละช่วงเวลาใกล้เคียงกันและสม่ำเสมอมากกว่า ดังนั้นวิธี SARIMA เมื่อมีข้อมูลจำกัดของแต่ละช่วงเวลาจะเหมาะสมที่สุดและสมควรนำไปใช้งานจริงที่สุด เนื่องจากในการใช้งานจริงที่เกิดขึ้นจะมีการเก็บข้อมูลเป็นรายวัน ซึ่งในปีนั้นอาจมีบางเดือนที่จำเป็นต้องทำการพยากรณ์ไปข้างหน้าโดยอยู่ระหว่างปี ดังนั้นวิธี SARIMA จะช่วยให้การพยากรณ์นั้นมีความเหมาะสมและมีความสม่ำเสมอของค่า MAE ที่ได้จากการพยากรณ์มากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้สำหรับการหาค่าปริมาณน้ำสิ้นเดือนของ 3 อ่างเก็บน้ำหลักและอ่างเก็บน้ำประแสร์ พบว่า

1. การหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำสิ้นเดือน โดยงานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นไปที่ปัจจัยที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ ซึ่งก็คือปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำเท่านั้น ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหาปริมาณน้ำสิ้นเดือนให้แม่นยำเพิ่มขึ้น ควรศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อและนำมาคำนวณเพิ่มเติม

2. ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่นำมาทำการพยากรณ์เป็นข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลเป็นรายวัน ดังนั้นตัวแบบสำหรับการพยากรณ์เพื่อให้เกิดความแม่นยำ จะต้องใช้ข้อมูลที่มีการเก็บจนถึงข้อมูลล่าสุดในการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการพยากรณ์

3. การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโสมท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ และวิธี SARIMA ผลของการทำวิจัยสำหรับข้อมูลเต็มปีจะเห็นว่าค่า MAE มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นการจะเลือกวิธีเพื่อนำไปทำการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับขั้นตอนในการพยากรณ์ ซึ่งความ

ซับซ้อนของขั้นตอนและสมการเพื่อทำการพยากรณ์ในแต่ละวิธีจะมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงสมควรเลือกวิธีในการพยากรณ์ที่เหมาะสมตามความเชี่ยวชาญของผู้ที่ทำการพยากรณ์ หรือถ้าผู้ที่ทำการพยากรณ์ต้องการให้การพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำนี้มีความแม่นยำมากขึ้น อาจพิจารณาตัวแบบอื่น ๆ มาทำการพยากรณ์เพิ่มเติมจากงานวิจัยฉบับนี้ได้

4. สำหรับการนำวิธีการพยากรณ์ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเทอร์แบบบวก แบบคูณ จะเหมาะสมกับข้อมูลในการสร้างตัวแบบที่มีช่วงเวลาเต็มปี ส่วนวิธี SARIMA จะสามารถใช้ได้กับทุกช่วงเวลา ซึ่งการนำไปใช้ปฏิบัติงานจริงจะต้องพิจารณาวิธีที่ใช้งานตามความเหมาะสมของข้อมูลที่มีอยู่ในช่วงเวลาขณะนั้น

5. สำหรับความต้องการใช้น้ำของจังหวัดระยองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง ซึ่งทางกรมชลประทานมีแผนงานในอนาคตที่จะสร้างอ่างเก็บน้ำที่จังหวัดจันทบุรีและทำเส้นท่อผันน้ำมาที่อ่างเก็บน้ำประแสร์ ดังนั้นผู้ที่สนใจทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในจังหวัดระยอง เพื่อให้ครอบคลุมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในจังหวัดระยองจึงสมควรพิจารณาอ่างเก็บน้ำใหม่ที่จะถูกสร้างในอนาคตด้วยเช่นกัน

บรรณานุกรม

- Abdurrahman, M., Irawan, B., & Latuconsina, R. 2017. Flood forecasting using holt-winters exponential smoothing method and geographic information system. International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCREC): 159-163.
- Bowerman, B. L., & O'Connell, R.T. 1993. Forecasting and time series: An applied approach. 3 ed. California: Duxbury Press.
- Box, G. E. P., Jenkins, G.M., & Reinsel, G.C. 1994. Time series analysis: Forecasting and control. 3 ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Chatfield, C. 1978. The Holt-winters forecasting procedure. Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics) 27(3): 264-279.
- Chow, V. T., Maidment, D.R., & Mays, L.W. 1988. Applied hydrology. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Dhamo, E., & Simoni, A. 2015. Efficiency of Time Series Models on Predicting Water Inflow. The 3rd Virtual Multidisciplinary Conference.
- Heydari, M., Ghadim, H. B., Rashidi, M., & Noori, M. 2019. Application of holt-winters time series models for predicting climatic parameters (case study: Robat Garah-Bil Station, Iran). Polish Journal of Environmental Studie 29(1): 617.
- Mohamed, T. M., & Etuk, E. H. 2017. Application of linear stochastic models to monthly streamflow data of Rahad River, Sudan. International Journal of Hydrology Science and Technology 7(2): 197-212.
- Oki, T., & Kanae, S. 2006. Global hydrological cycles and world water resources. Science 313(5790): 1068-1072.
- Selvi, P., & Mahendran, K. 2019. Forecasting the monthly inflow rate of the Palar-Porundalar dam in Tamil Nadu using SARIMA model. Journal of Applied and Natural Science 11(2): 375-378.
- Sutthison, T., & Haruay, S. 2020. The Development of a Hybrid Model for Forecasting Time Series Data of Monthly Household Electrical Distribution Units of People in the Northeast. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 30 ฉบับที่ 4: 630-644.

- Tadesse, K. B., & Dinka, M. O. 2017. Application of SARIMA model to forecasting monthly flows in Waterval River, South Africa. Journal of water and land development 35: 229-236.
- Valipour, M. 2015. Long-term runoff study using SARIMA and ARIMA models in the United States. Meteorological Applications 22(3): 592-598.
- Yoon, Y., Lee, Y., Lee, J., & Kim, S. 2019. Short Term Drought Forecasting using Seasonal ARIMA Model Based on SPI and SDI-For Chungju Dam and Boryeong Dam Watersheds. Journal of The Korean Society of Agricultural Engineers 61(1): 61-74.
- โรจน์ ชุมมงคล. 2550. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อหาการจัดสรรน้ำที่เหมาะสมแบบอเนกประสงค์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมชลประทาน ระบบสารสนเทศและภูมิสารสนเทศ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2564. ระบบฐานข้อมูลน้ำในอ่างเก็บน้ำ กรมชลประทาน[Online]. แหล่งที่มา: <http://app.rid.go.th:88/reservoir/rsvmiddle>[1 มกราคม พ.ศ. 2564]
- กิริติ ลีวัจนกุล. 2543. อุทกวิทยา. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ชม ปานตา และ ยุภาวดี ส้าราญฤทธิ์. 2560. การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ. วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ปีที่ 9 ฉบับที่ 10: 128-142.
- ทวีศักดิ์ บุญฤทธิ์รัตน์. 2535. การพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ฝนรายเดือนบริเวณกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บำเพ็ญ ปัดชิด. 2540. การประยุกต์ใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์และเจ็นกินส์ ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มี และไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. ภาควิชาวิจัยศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ผศ.ดร. कमสัน โสมณวัตร. 2557. LOG2401 (การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน). หลักสูตรการจัดการโลจิสติกส์ บริหารธุรกิจบัณฑิต วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ผศ.ดร. อารียา ฤทธิมา. 2561. วิชา 323 อุทกวิทยา (Hydrology). ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและ

สิ่งแวดลอม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วรารุช วฒิวฒิชัย และ ทองเปลว กองจันทร์ และ วัชรเสี เสือดี. 2550. อุทกวิทยาประยุกต์ทางวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร: สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระบรมราชูปถัมภ์.

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง. 2562. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมจังหวัด ปี พ.ศ. 2560 – 2564 สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดระยอง สำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2562[Online].

แ ห ล่ ง ที่ ม า : <http://www.industry.go.th/rayong/index.php/2015-12-17-03-11-15/1026782019/22418-2562-11/file>[10 ตุลาคม พ.ศ. 2563]

สุจริต คุณชนกุลวงศ์ และ บรรณาธิการ. 2553. นานาพรรณสนะน้ำระยอง. 2 ed. กรุงเทพมหานคร.

อภิชาติ หาญบรรจง. 2554. การตรวจหาความผิดปกติแบบควัดท์ของเครือข่ายโดยใช้ซาริมมา.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุรุยา วิสกุล และ สุรพันธ์ สันติยานนท์. 2549. การวิเคราะห์และเตือนภัยแล้งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(ภาษาไทย) ปีที่ 14 ฉบับที่ 2: 22-31.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	พัชรพล กิตติโกสิน
วัน เดือน ปี เกิด	1 เมษายน พ.ศ. 2531
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (วิทยาเขตบางเขน) (2554)
ที่อยู่ปัจจุบัน	96/40 Kris garden Rama9 A2 ถนนริมคลองบางกะปิ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร 10310



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY