



# THAICID

Thai National Committee on Irrigation and Drainage

การประชุมวิชาการ

ด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 13

PROCEEDING

13<sup>th</sup> THAICID NATIONAL e-SYMPOSIUM

31 กรกฎาคม 2563

ณ STUDIO สถาบันพัฒนาการชลประทาน

กรมชลประทาน ปากเกร็ด

## สารบัญ

	หน้าที่
คำกล่าวเปิดงานประธานคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย (THAICID)	1
ประมวลภาพกิจกรรมของ THAICID	3
บทความ	
1 การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับแนวทางการบริหารจัดการน้ำในฤดูแล้ง:กรณีศึกษา การบริหารจัดการความเค็มรุกล้ำ ในแม่น้ำเจ้าพระยา ฤดูแล้งปี พ.ศ. 2562/63 The Preliminary Study of Water Management in Drought Season Case Study Salinity Invasion Management at Chao Phraya River in Drought Season 2019/20	จิณณวัตร วัฒนเวชรัตน์ <sup>1</sup> วีระเกษตร สอนผกา <sup>2</sup> ตีบุญ เมธาสกุลชาติ <sup>3</sup> 5
2 ความท้าทายของทางออกภัยแล้ง 2020 : สถานการณ์ปัจจุบันของน้ำต้นทุนและความต้องการน้ำ-การวางแผนและปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ The Solutions to the Drought 2020 : Current Situation of Water Supply and Water Demand-Reservoir Planning and Operation in the Greater Chao Phraya River Basin	สุจริต คุณธนกุลวงศ์ <sup>1</sup> , วราวุธ วุฒินิชย์ <sup>2</sup> , อารีญา ฤทธิมา <sup>3*</sup> , ยุทธนา พันธุ์กมลศิลป์ <sup>4</sup> , อริย์ ศรีรัตน ทาบุญกานอน <sup>5</sup> , วุฒิชชาติ แสงวงผล <sup>6</sup> , จิตภา ไกรสังข์ <sup>6</sup> , ยุทธนา ตาละลักษมณ์ <sup>7</sup> 18
3 การบริหารจัดการแรงดันโครงข่ายท่อประปา การประปาส่วนภูมิภาคสาขา หนองแค จังหวัดสระบุรี Pressure Management of Water Distribution Network, Provincial Waterworks Authority Nong Khae Branch Office, Saraburi Province	วรรณจักร โชติช่วง <sup>1</sup> อติชัย พรพรหมินทร์ <sup>2</sup> สุรัช ลิปิวัฒนาการ <sup>3</sup> 31
4 การวิเคราะห์การรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ MIKE 11 Salinity Intrusion Analysis in Bangpakong River by Mathematical Model MIKE 11	วิษณุ อ้อรัตน์ <sup>1</sup> จิระวัฒน์ กณะสุด <sup>2</sup> 45
5 การศึกษาศักยภาพของอ่างเก็บน้ำในโครงการพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่ปิง Subbasin Development Project	วศินี สิริวัฒน์วรสกุล <sup>1</sup> จิระวัฒน์ กณะสุด <sup>2</sup> วรรณดี ไทยสยาม <sup>3</sup> 62
6 ศึกษาการให้น้ำชลประทานแบบประหยัดแก่ปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิค Partial Root-Zone Drying Study on Water Saving Irrigation for Oil Palm with Partial Root-Zone Drying Technique	เสกสม พัฒนพิชัย <sup>1</sup> อุดมเกียรติ เกิดสม <sup>2</sup> วรลักษณ์ งามสมจิตร <sup>3</sup> 79
7 การศึกษาอาคารสลายพลังงาน อ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิง คำนวณ The Study of Energy Dissipator at Prasae Reservoir by Computational Fluid Dynamics	สุพัชรพล มงคลนาม <sup>1*</sup> ยุทธนา ตาละลักษมณ์ <sup>2</sup> วรารักษ์รัตน์ จันทสาโร <sup>3</sup> 90

## สารบัญ

		หน้าที่	
8	การพัฒนาโมเดลเพื่อเป็นเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ไขปัญหาน้ำเค็มของการประปานครหลวง [กรณีศึกษาลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา] MWA. Model Development toward more Efficient Salt Water Management [The Case Study of Chao Phraya River Basin]	สมศักดิ์ ปัสนานนท์ <sup>1</sup> นายพลเดช ทองขุนตา <sup>2</sup> นิพนธ์ สีลาธุ <sup>3</sup> ภาณุวัตร กลิ่นบุบผา <sup>4</sup> อภิโชค เลิศล้ำ <sup>5</sup> อรภา ปรีชาวาท <sup>6</sup>	104
9	บทเรียนจากอดีตถึงปัจจุบันและศักยภาพในการเก็บกักน้ำในอนาคตของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ Lesson Learnt from Past to Present and Water Storage Potential in Future for Bhumibol and Sirikit Dams	สุจริต คุณธนกุลวงศ์ <sup>1</sup> , วราวุธ วุฒินิษฐ์ <sup>2</sup> , อารียา ฤทธิมา <sup>3*</sup> , ยุทธนา พันธุ์กมลศิลป์ <sup>4</sup> , อرنัย ศรีรัตน ทาบุญานอน <sup>5</sup> , วุฒิชชาติ แสงวงผล <sup>6</sup> , จิตาภา ไกรสังข์ <sup>6</sup> , ยุทธนา ตาละลักษมณ์ <sup>7</sup>	119
10	สมการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (เคซี) จากข้อมูลดาวเทียม Crop Coefficient (Kc) Equation from Satellite Data	นนทนันท์ ทองคำ <sup>1</sup> สรวิต สุภเวชัย <sup>2</sup>	135
11	การควบคุมกำจัดผักตบชวา (Eichhornia crassipes) ด้วยสารละลาย สวพ.62-RID No.1 Waterhyacinth control by R.&D.62-RID No.1 solution	อำพร คล้ายแก้ว <sup>1</sup> ธัญลักษณ์ แต่บรรพกุล <sup>2</sup>	154
12	การศึกษาปัจจัยในการคัดเลือกโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กโดยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น Factors affecting Selection of Small Water Resource Project Development by Analytical Hierarchy Process	นายภาณุวัฒน์ ศรีชัย <sup>1</sup> ผศ.ดร.วนิดา รุ่งแจ้ง <sup>2</sup>	168
13	การศึกษาศักยภาพของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง The potential study of Lam Takhong Reservoir	สุภัตสร เสพศิริสุข <sup>1</sup> จิระวัฒน์ กณะสุด <sup>2</sup>	179
14	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการฝายชะมวง Analysis of Irrigation Efficiency of Chamuang Weir Project	ฐิติกร แสงโสภา <sup>1</sup> จิระวัฒน์ กณะสุด <sup>2</sup>	192
15	การวิเคราะห์ปัจจัยความยั่งยืนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย โดยใช้ AHP Analysis of Sustainability Factors for Water Resource Infrastructure Development in Thailand Using AHP	กมลวัชร หยาวิไล* วนิดา รุ่งแจ้ง	208
16	การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในเขตพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาห้วยเสลา โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE BASIN Water Resources Management in Thap Salao Operation and Maintenance Project by Application of MIKE BASIN	วชิรวิทย์ มากทรัพย์ <sup>1</sup> วรณดี ไทยสยาม <sup>2</sup> จิระวัฒน์ กณะสุด <sup>3</sup>	228
17	การปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปราณบุรี IMPROVEMENT OF PRANBURI RESERVOIR OPERATION RULE CURVES	นายกฤษณะ เจริญสวัสดิ์ <sup>1</sup> ผศ.ดร.ณัฐ มาแจ้ง <sup>2</sup>	239

## สารบัญ

		หน้าที่
18	ผลกระทบจากการระบายน้ำทำเทือกนาหว่านน้ำตมที่มีผลต่อคลองชลประทานและการอนุรักษ์ดินและน้ำ Effect of Drainage Water from Paddy Field to Irrigation Canal Soil and Water Conservation	อุดมเกียรติ เกิดสม <sup>1</sup> สมชาย ชุมโถม <sup>2</sup> เสกสม พัฒนพิชัย <sup>3</sup> 252
19	การศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาที่มีต่อปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในลุ่มน้ำยม The study of effect of El Nino and La Nina phenomenon on the variability of rainfall and rice product in the Yom River Basin	อดิศักดิ์ พาศิริยุทธ <sup>1</sup> , สิทธิรัตน์ เพิ่มพรรษา <sup>1</sup> , ธนพล พิมพ์อุบล <sup>1</sup> และ เปรม รัชสิวณิชพงค์ <sup>2</sup> 262
20	การจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลอง ด้วยแบบจำลองพลศาสตร์การไหลแบบ 2 มิติ A Simulation of Stream Flow in Mae Klong River using 2-Dimensional Hydrodynamic Model	ณัฐชนน บุญไชย <sup>1</sup> จิระวัฒน์ กณะสุด <sup>2</sup> วรณดี ไทยสยาม <sup>3</sup> 273
21	การวิเคราะห์การบริหารจัดการน้ำในสภาวะภัยแล้ง ปี พ.ศ. 2563 An Analysis of Water Management in 2020 Drought Conditions	ดร.ทวีศักดิ์ ธนเดโชพล <sup>1</sup> ดร.วิภพ ทิมสุวรรณ <sup>2</sup> นายเลอบุญ อุดมทรัพย์ <sup>3</sup> นายวงศ์พันธ์ วงศ์สมุทร <sup>4</sup> นายอุทัยวุฒิ ชำนาญแก้ว <sup>5</sup> 287
22	การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ค่าความเค็มรายชั่วโมงที่สถานีสูบน้ำดิบสำแล The Application of Artificial Neural Network Model for Hourly Salinity Prediction Sumlae Pumping Station	ชนสรณ์ ลากนิมิตรชัย 309



# THAICID

คำกล่าวเปิดงาน  
เนื่องในการประชุมวิชาการ  
ด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 13

โดยประธานคณะกรรมการด้านการชลประทาน  
และการระบายน้ำแห่งประเทศไทย (THAICID)

อธิบดีกรมชลประทาน

วันศุกร์ที่ 31 กรกฎาคม 2563

ขอต้อนรับ Mr.Felix BritzReinders ประธานคณะกรรมการมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยการชลประทานและการระบายน้ำ (ICID), Keynote speakers ท่านปีดิพงศ์ พึ่งบุญ ณ อยุธยา ที่ปรึกษาด้านพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ, ท่านชัยวัฒน์ ปรีชาวิทย์ อธิการบดีประธาน ICID และที่ปรึกษากกรมชลประทาน, ท่านสุริยัน วิจิตรเลขการ และ ท่านพิริยะ อุไรวงศ์ จากองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน : GIZ, นักวิชาการ แขกผู้มีเกียรติ และผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่าน

กระผมในนามประธาน THAICID รู้สึกเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่ได้มากล่าวเปิดการประชุมวิชาการ การชลประทานและการระบายน้ำแห่งชาติ ครั้งที่ 13 ในรูปแบบ e-Symposium ที่จัดขึ้น ณ สถาบันพัฒนาการชลประทานในวันนี้

การจัดการประชุมวิชาการของ THAICID มีวัตถุประสงค์หลักในการเผยแพร่ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ นวัตกรรมต่างๆ ของงานชลประทานและการระบายน้ำของประเทศไทย ซึ่งมีการจัดขึ้นในทุกปี และในปี พ.ศ. 2563 นี้ เป็นวาระ 70 ปี ของ ICID และ THAICID ถือเป็นความร่วมมือเฉลิมฉลองครบรอบ 70 ปี แห่งความมุ่งมั่น คณะกรรมการมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยการชลประทานและการระบายน้ำ (ICID)และคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย (THAICID)ในการเป็นองค์กรเครือข่ายสนับสนุนภารกิจ เพื่อมุ่งสู่อนาคตที่เราต้องการ ภายใต้เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติมิติที่ 6 มุ่งเน้นการสรรสร้างนวัตกรรมในการจัดการน้ำชลประทานและการระบายน้ำ

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ที่ประเทศไทยในฐานะประเทศร่วมก่อตั้ง ICID มีผู้แทนจากประเทศไทยได้รับเกียรติเป็นรองประธาน ICID ถึงสามท่าน ได้แก่ ท่าน **ม.ล.ชูชาติ กำภู** หรือ "**บิดาแห่งชลกร**" ระหว่างปี พ.ศ. 2507 - 2510 ท่านร.อ. สุนทร เรืองเล็ก ระหว่างปี พ.ศ. 2526-2529 และ ท่านชัยวัฒน์ ปรีชาวิทย์ระหว่างปี พ.ศ. 2553 - 2556 ทุกท่านได้รับการยกย่องจากองค์กรระหว่างประเทศจากผลงานที่สร้างประโยชน์ให้การชลประทานและการระบายน้ำของประเทศไทย และเป็นตัวอย่างของการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการเข้าร่วมประชุมวิชาการระดับนานาชาติ รวบรวมวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนข่าวสารซึ่งกันและกัน ระหว่างประเทศสมาชิกใน

ระดับนานาชาติ มาวางรากฐานและแผนงานด้านการชลประทานที่สำคัญเพื่อพัฒนาประเทศอย่างเป็นรูปธรรมซึ่งสอดคล้องกับเอกสารเผยแพร่การศึกษาบทความประวัติศาสตร์สังคมว่าด้วยความรู้และการจัดการน้ำสมัยใหม่ในประเทศไทย ก่อให้เกิดเครือข่ายนักวิชาการสู่สังคมของชุมชน "ชลกร" ซึ่งประกอบไปด้วยนักอุทกวิทยา วิศวกรชลประทาน นายช่าง ช่างเทคนิค ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญด้านการชลประทานและการระบายน้ำในฐานะที่เป็นชุมชนเครือข่ายที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาระบบการจัดการน้ำสมัยใหม่ของประเทศไทย

การจัดงาน THAICID Symposium ในทุกครั้งไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด จะเป็นการสร้างความเป็นชุมชนชลกรที่มีศักยภาพให้เกิดขึ้น โดยต้องอาศัยการพัฒนาเทคนิคความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์จากเครือข่ายให้ดำเนินควบคู่ไปอย่างใกล้ชิดกับกระบวนการสร้างวัฒนธรรมระหว่างสมาชิก ในฐานะส่วนหนึ่งของชุมชนซึ่งการเติบโตขึ้นของชุมชน จะควบคู่ไปกับการพัฒนาองค์ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาและหาแนวทางการป้องกันโดยมิได้อยู่แยกขาดจากบริบททางสังคมการเมือง หากแต่ความรู้ดังกล่าว นั้นล้วนแล้วแต่เป็นผลผลิตจากการปรับตัวเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น หรือ Disruption to the New normal ทั้งสิ้น ดังจะเห็นได้จากการเปลี่ยนรูปแบบการจัดการประชุมทางวิชาการจากรูปแบบเดิม มาเป็นรูปแบบ online e-Symposium เพื่อรับมือกับวิกฤตไวรัส COVID-19 โดยใช้นวัตกรรมขับเคลื่อนผ่าน Digital Platforms มาช่วยให้การดำเนินงานทางวิชาการในครั้งนี้ให้บรรลุวัตถุประสงค์ภารกิจหลักของ THAICID อย่างมีประสิทธิภาพ และคงการเป็นประเทศศูนย์กลางแห่งวิชาการด้านการชลประทาน การระบายน้ำและสาขาที่เกี่ยวข้องในภูมิภาคที่มีเครือข่ายกว้างขวางทั้งในและต่างประเทศอย่างยั่งยืน

ภายใต้วิกฤตของโลกในปัจจุบันน้ำเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถป้องกันการระบอบอย่างเป็นวงกว้างได้ดีที่สุดผ่านการจัดการทรัพยากรน้ำและการสุขาภิบาลอย่างยั่งยืนสำหรับทุกสรรพสิ่งที่มีชีวิต (WATER for ALL) ผ่านการชลประทานและการระบายน้ำทั้งโดยใช้สิ่งก่อสร้าง และไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง อันเป็นหนึ่งใน การดำเนินการเพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนมิติที่ 6 ขององค์การสหประชาชาติ ซึ่งสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศไทยได้ถูกกำหนดขึ้นตาม "ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง" ของในหลวงรัชกาลที่ 9 ซึ่งปรัชญาดังกล่าวยังให้คำตอบในการดำรงชีวิตที่ปลอดภัยยั่งยืน ซึ่งการบริหารจัดการน้ำโดยการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ในแง่มุมของการใช้น้ำอย่างพอประมาณ มีเหตุมีผล จะทำให้เกิดภูมิคุ้มกันที่ดี พร้อมรับกับการเปลี่ยนแปลงในทุกสถานการณ์ ทั้งนี้ต้องอาศัยความร่วมมือของ "ชุมชนชลกร" ในการแบ่งปันองค์ความรู้ เทคโนโลยี เพื่อให้เกิดเครือข่ายสร้างสรรค์นวัตกรรมจัดการทรัพยากรน้ำร่วมกันอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

กระผมขอขอบคุณ นักวิชาการ ผู้เกี่ยวข้องจากทุกหน่วยงานที่เข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการประชุมวิชาการในครั้งนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือเช่นนี้ในโอกาสต่อไป บัดนี้ สมควรแก่เวลาแล้ว กระผมขอเปิดการประชุมวิชาการครั้งที่ 13 THAICID National e-Symposium 2020 และขอให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ทุกประการขอบคุณ

คณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย (THAICID)  
จัดประชุมสามัญประจำปี 2562



สัปดาห์เครือข่ายTHAICID เพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้อย่างบูรณาการ ประจำปี 2562  
The THAICID Network Week for Integrated Knowledge Sharing 2019  
(THAICID-NWIKS 2019)



การประชุมวิชาการ 11th THAICID National Symposium ประจำปี 2561  
 เมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2561 ณ ห้องบอลรูม 1 โรงแรมริชมอนด์ อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี



การประชุมวิชาการ THAICID ประจำปี 2558  
 วันที่ 3 มิถุนายน 2558 ณ ห้องประชุม 1 อาคาร 14 ชั้น กรมชลประทานสามเสน



ร่วมประชุม ICID ภาคพื้นยุโรป ครั้งที่ 26 หัวข้อ  
 การคิดค้นนวัตกรรมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการชลประทาน





การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับแนวทางการบริหารจัดการน้ำในฤดูแล้ง:กรณีศึกษา การบริหาร  
จัดการความเค็มรุกล้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา ฤดูแล้งปี พ.ศ. 2562/63

## The Preliminary Study of Water Management in Drought Season Case Study Salinity Invasion Management at Chao Phraya River in Drought Season 2019/20

นายจันทน์วัตร วัฒนเวชรัตน์<sup>1</sup> วีระเกษตร สอนผกา<sup>2</sup> ตีบุญญ เมธาสกุลชาติ<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> ภาควิชาวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

jinnawat.rid@gmail.com<sup>1</sup> weerakaset.s@ku.ac.th<sup>2</sup> fengdbm@ku.ac.th<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน ทำให้ปริมาณฝนที่ตกในปี พ.ศ.2562 มีปริมาณฝนตกรายปีของทั้งประเทศเฉลี่ย 1,333 มม. ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 225 มม. หรือร้อยละ 16 (ค่าเฉลี่ยฝน 30 ปี พ.ศ.2524 – 2553, 1,588 มม.) เมื่อพิจารณาปริมาณฝนเฉลี่ยในภาคเหนือ (ซึ่งเป็นต้นน้ำของลุ่มเจ้าพระยา) ภาคเหนือมีปริมาณฝนตกเฉลี่ย 1,049 มม. (ซึ่งน้อยกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 184 มม. หรือร้อยละ 15) ด้วยสาเหตุนี้ทำให้ปริมาณน้ำใช้การของลุ่มน้ำเจ้าพระยา 4 เขื่อน ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ มีปริมาณเพียง 5,377 ล้าน ลบ.ม. เป็นผลทำให้ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านสถานี C.29A ที่อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีปริมาณเพียง 60 ลบ.ม./วินาที จากนั้นได้เกิดเหตุการณ์ล้มความเค็มจากอ่าวไทยรุกตัวจากอิทธิพลน้ำทะเลหนุนสูง ทำให้ค่าความเค็มที่สถานีสูบน้ำสำแล มีค่าสูงสุดถึง 2.19 กรัมต่อลิตร ซึ่งเกินจากมาตรฐานการผลิตน้ำประปาที่ 0.50 กรัม/ลิตร วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, ปริมาณน้ำใช้การของ 4 เขื่อนหลักลุ่มเจ้าพระยา และปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน สถานี C.29A ของปีพ.ศ. 2558 และปีพ.ศ. 2562 โดยใช้ข้อมูลทางสถิติในการวิเคราะห์และเพื่อวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าความเค็มในกรณีการบริหารแบบปกติและกรณีที่มีบริหารด้วยปฏิบัติการ Water Hammer Operation ที่สถานีปตร. คลองลัดโพธิ์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานี และแนวทางในการบริหารจัดการ จากการศึกษาพบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยของภาคเหนือ และปริมาณน้ำที่ไหลผ่านสถานี C.29A ในฤดูแล้งของปี พ.ศ.2558 และปี พ.ศ. 2562 มีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่มีปริมาณน้ำใน 4 เขื่อนลุ่มเจ้าพระยาของปีพ.ศ. 2562 มากกว่า 1,130 ล้าน ลบ.ม. และผลปฏิบัติการ Water Hammer Operation ทำให้ค่าความเค็มที่สถานี คลองลัดโพธิ์มีปริมาณลดลงในอัตรา 0.92 กรัม/วัน สูงกว่าการบริหารจัดการแบบปกติ 0.60 กรัม/วัน

**คำสำคัญ** ค่าความเค็ม, แม่น้ำเจ้าพระยา, น้ำประปา, Water Hammer Operation

## **Abstract**

Present day, Climate change is cause of volume of rainfall in 2019 average of rainfall in Thailand is 1,333 mm. All season difference form average is 225 mm. or 16 percentage (The average of rainfall for 30 years 1981 – 2010 is 1,588 mm.) if focus on north part of Thailand the volume of rainfall is 1,049 mm. (difference from average is 184 mm. or 15 percentage). From the less volume of rainfall that will be the amount of water in dam storages of 4 main dams in Chao Phraya basin. That has the volume of efficiency water for drought season is 5,377 mcm. Likewise, from lower volume of water runoff at C.29A station Bang Sai district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province is 60 cms. That not enough for control salinity quality in Chao Phraya river. The situation of sea water intrusion make salinity of Samlae pumping station increase to 2.19 g/l that over the standard for tap water in consumption activity at 0.50 g/l. The purpose of research is to compare average rainfall, efficiency water of 4 main dams in Chao Phraya basin with statistics data and another purpose is to analyze salinity at Lat Pho Watergate between normal method and Water Hammer Operation by use data that collect from station. The results of research found that the amount of rainfall and the water run off at C.29A are resemble but volumes of efficiency water difference are 1,130 mcm. And result of Water Hammer Operation can reduced salinity at 0.92 g/day more than normal procedure at 0.60 g/day.

**Keywords:** Salinity, Chao Phraya river, Water Hammer Operation

## 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การบริหารจัดการน้ำในฤดูแล้งของกรมชลประทาน จะเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน ของปี จนถึง วันที่ 30 เมษายน ของปีถัดไป โดยจะมีการทำแผนบริหารจัดการฤดูแล้ง เพื่อวางแผนการการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ และจะมีการจัดลำดับความสำคัญในการจัดสรรน้ำตามกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้ ในการนี้การจัดสรรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคนั้น มีความสำคัญเป็นลำดับแรก ในการจัดสรรการบริหารจัดการในลุ่มน้ำเจ้าพระยา สำหรับฤดูแล้งปี 2562/63 นั้น ในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณน้ำต้นทุนตามแผนทั้งสิ้น 6,727 ล้าน ลบ.ม. แบ่งเป็นการจัดสรรน้ำในฤดูแล้ง 4,500 ล้าน ลบ.ม. และการสำรองในต้นฤดูฝนอีก 2,227 ล้าน ลบ.ม.

ฤดูแล้งของกรมชลประทาน จะเริ่มจากวันที่ 1 พฤศจิกายน ถึง 30 เมษายน ของปีถัดไป ปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับในฤดูแล้งปี 2562/63 กรมชลประทานได้มีแผนจัดสรรน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา เพื่อสนับสนุนในกิจกรรมต่าง ๆ ดังรูปที่ 1 ตามหลักลำดับความสำคัญของการบริหารจัดการน้ำ เพื่อให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการในฤดูแล้งที่มีระยะเวลา 6 เดือน และการสำรองน้ำสำหรับต้นฤดูฝนเป็นเวลา 3 เดือน



ที่มา ส่วนบริหารจัดการน้ำ, กรมชลประทาน, 2563

รูปที่ 1 แผนการจัดสรรน้ำในฤดูแล้งปี 2562/63 ของลุ่มน้ำเจ้าพระยา (ปรับใหม่)

## 1.1 สถานการณ์ค่าความเค็มรุกร้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา

การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปา นั้น กรมชลประทาน ได้มีการวางจุดเฝ้าระวังและควบคุมค่าความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาที่สถานีน้ำดิบสำแล โดยเกณฑ์ในการควบคุมคุณภาพน้ำสามารถจำแนกได้เป็น 3 เกณฑ์ได้แก่

1. เกณฑ์เฝ้าระวังความเค็มเพื่อการอุปโภค - บริโภค ไม่เกิน 0.25 กรัม/ลิตร
2. เกณฑ์ควบคุมความเค็มเพื่อการอุปโภค - บริโภค ไม่เกิน 0.50 กรัม/ลิตร
3. เกณฑ์ควบคุมความเค็มเพื่อการเกษตร ไม่เกิน 2.00 กรัม/ลิตร

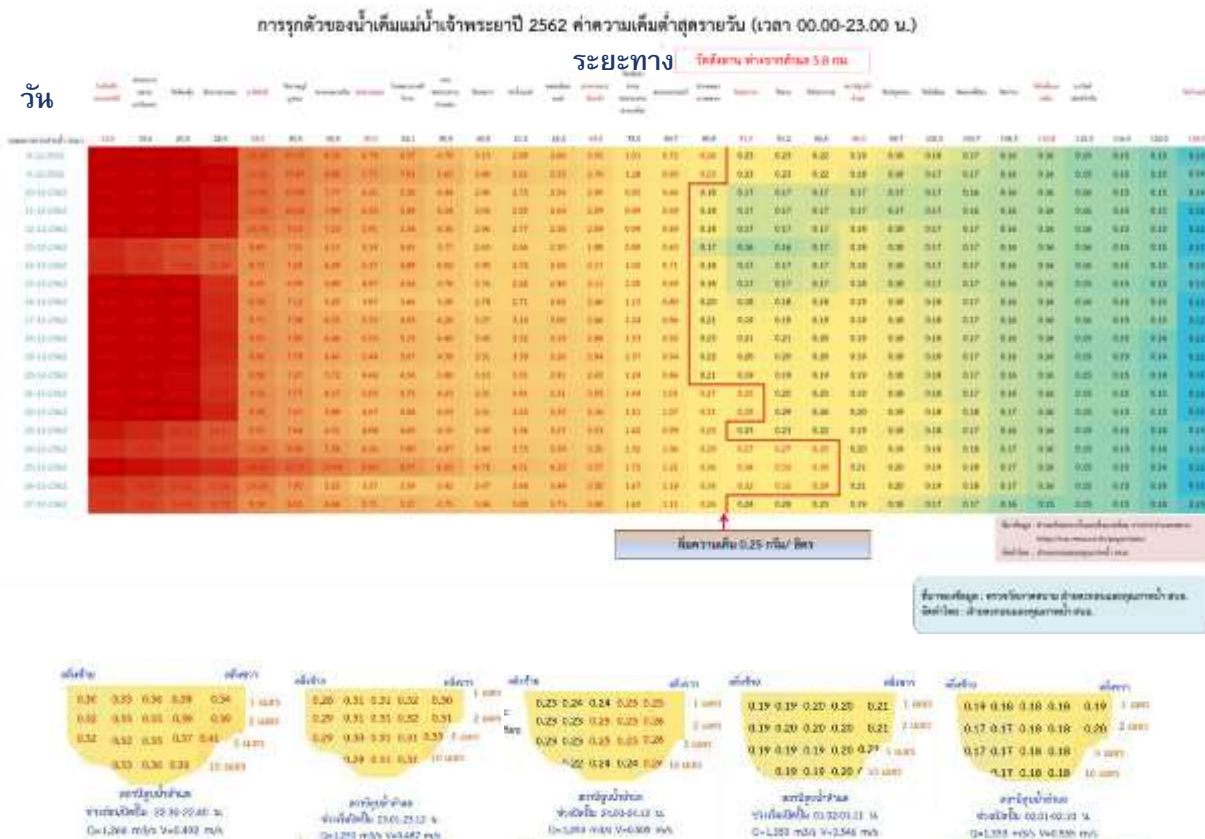


ที่มา ส่วนอุทกวิทยา, กรมชลประทาน, 2562

### รูปที่ 2 ภาพสถานีสำหรับการเฝ้าระวังและควบคุมค่าความเค็ม

ในปี 2562 สถานการณ์ค่าความเค็ม ณ จุดตรวจวัดสถานีสูบน้ำดิบสำแล ในวันที่ 3 ธันวาคม 2562 เวลา 18.00 น. มีค่า 0.29 กรัม/ลิตร เป็นวันแรกที่ค่าความเค็มเริ่มมีค่าเกินเกณฑ์เฝ้าระวังของการผลิตน้ำประปา หลังจากนั้นค่าความเค็มก็ได้มีค่าสูงขึ้นตามลำดับ จนถึงวันที่ 28 ธันวาคม 2562 ค่าความเค็มได้มีค่าขึ้นสูงถึง 2.19 กรัม/ลิตร เป็นสถิติค่าความเค็มที่สูงที่สุด จากสถิติย้อนหลังปี พ.ศ.2550 – 2563

## 1.2 ลักษณะของการรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยา (ลิ่มความเค็ม)



ที่มา ส่วนอุทกวิทยา, กรมชลประทาน, 2562

รูปที่ 3 การรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยารายวัน

การรุกตัวของค่าความเค็ม จะใช้ข้อมูลจากสถานีวัดคุณภาพน้ำของการประนครหลวง และสถานีควบคุมคุณภาพน้ำของกรมชลประทาน ทำการวัดค่าความเค็มจากอ่าวไทยถึง วัดบ้านแป้ง อ.บางปะอิน จ.พระนครศรีอยุธยา รวมระยะทาง 130 กม. และในการติดตามค่าความเค็ม ได้มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่สถานีสำแล โดยจะตรวจวัดจากตลิ่งฝั่งซ้ายถึงตลิ่งฝั่งขวา และที่ระยะความลึก 1, 2, 5, และ 10 ม. ตามลำดับ ทำให้แสดงให้เห็นค่าความเค็มที่กระจายตัวอยู่ในภาพหน้าตัดของแม่น้ำ

### 1.3 ปฏิบัติการ WATER HAMMER OPERATION

ปฏิบัติการ Water Hammer Operation เป็นแนวคิดในการแก้ไขปัญหาลิ่มความเค็มที่รุกตัวขึ้นสูงเลยจากสถานีสูบน้ำสำแล โดยมีงานวิจัยจากต่างประเทศเรื่องการศึกษาค่าความแตกต่างของค่าความเค็มที่ปากแม่น้ำเซบู ในประเทศโมร็อกโก (Study of salinity variation in the Sebou River Estuary Morocco) โดยหาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนต้นน้ำ และค่าความเค็มบริเวณปากแม่น้ำ เพื่อวางแผนการบริหารจัดการน้ำต้นทุน ( S. Haddout และคณะ, 2558)

## 1.4 เกณฑ์การแบ่งคุณภาพน้ำ

การแบ่งระดับความเค็มของน้ำ จะมีหน่วยที่ใช้คือ มิลลิกรัม/ลิตร (ppm), กรัม/ลิตร (ppt) หรือ ร้อยละ โดยในรายงานคุณภาพน้ำของกรมควบคุมมลพิษ ได้แบ่งระดับความเค็มของน้ำดังในตารางที่ 1 ดังนี้

คุณภาพน้ำ	ค่าความเค็ม		
	มิลลิกรัม/ลิตร (ppm)	กรัม/ลิตร (ppt)	ร้อยละ (%)
น้ำจืด (Fresh)	<500	<0.5	<0.05
น้ำกร่อย (Brackish)	500 – 5,000	0.5 – 5.0	0.05 – 0.5
น้ำเค็ม (Saline)	5,000 – 30,000	5 – 30	0.5 – 3.0
น้ำทะเล (Sea water)	30,000 – 40,000	30 – 40	3 – 4
Hypersaline	>40,000	>40	>4

ที่มา รายงานคุณภาพน้ำประจำสัปดาห์ 4 มีนาคม 2556, กรมควบคุมมลพิษ, 2556

ตารางที่ 1 ตารางการแบ่งระดับความเค็มของน้ำ

## 1.5 เกณฑ์การผลิตน้ำประปา

ในการผลิตน้ำประปา การประปานครหลวงได้มีเกณฑ์เฝ้าระวังคุณภาพน้ำ ที่สถานีสูบน้ำสำแล นั้น

ค่าความเค็มที่ 0.25 กรัม/ลิตร และเกณฑ์ควบคุมสำหรับการผลิตที่ 0.50 กรัม/ลิตร

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย, ปริมาณน้ำใช้การของ 4 เขื่อนหลักกลุ่มเจ้าพระยา และ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน สถานี C.29A อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ของปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2562

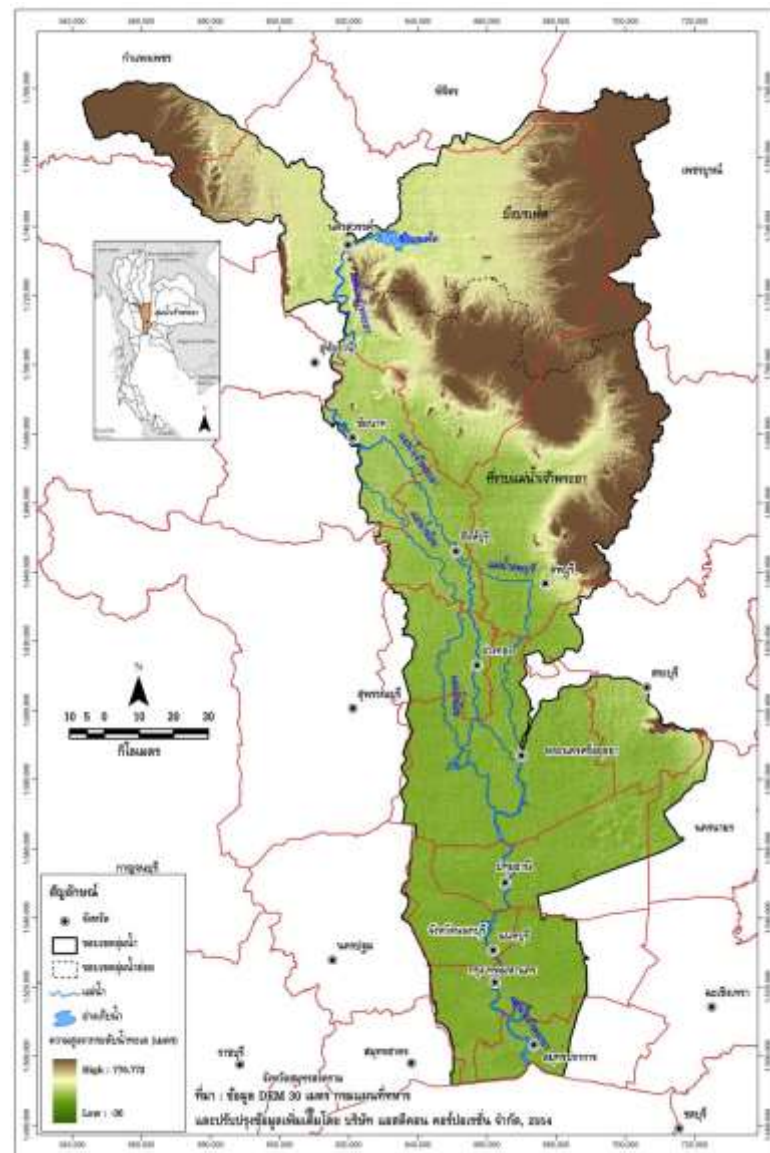
2. เพื่อวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าความเค็มในกรณีปกติและกรณีที่มีบริหารด้วย ปฏิบัติการ Water Hammer Operation ที่สถานี ปตร. คลองลัดโพธิ์ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ. สมุทรปราการ

## 3. วิธีการวิจัย

### 3.1 ข้อมูลที่ใช้

ใช้ข้อมูลสถิติปริมาณฝนเฉลี่ยในภาคเหนือ, ปริมาณน้ำใช้การของ 4 เขื่อนหลักกลุ่มเจ้าพระยา, ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน สถานี C.29A อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา และค่าความเค็มจากสถานีตรวจวัด จากกรมชลประทาน และการประปานครหลวง

### 3.2 พื้นที่ศึกษา



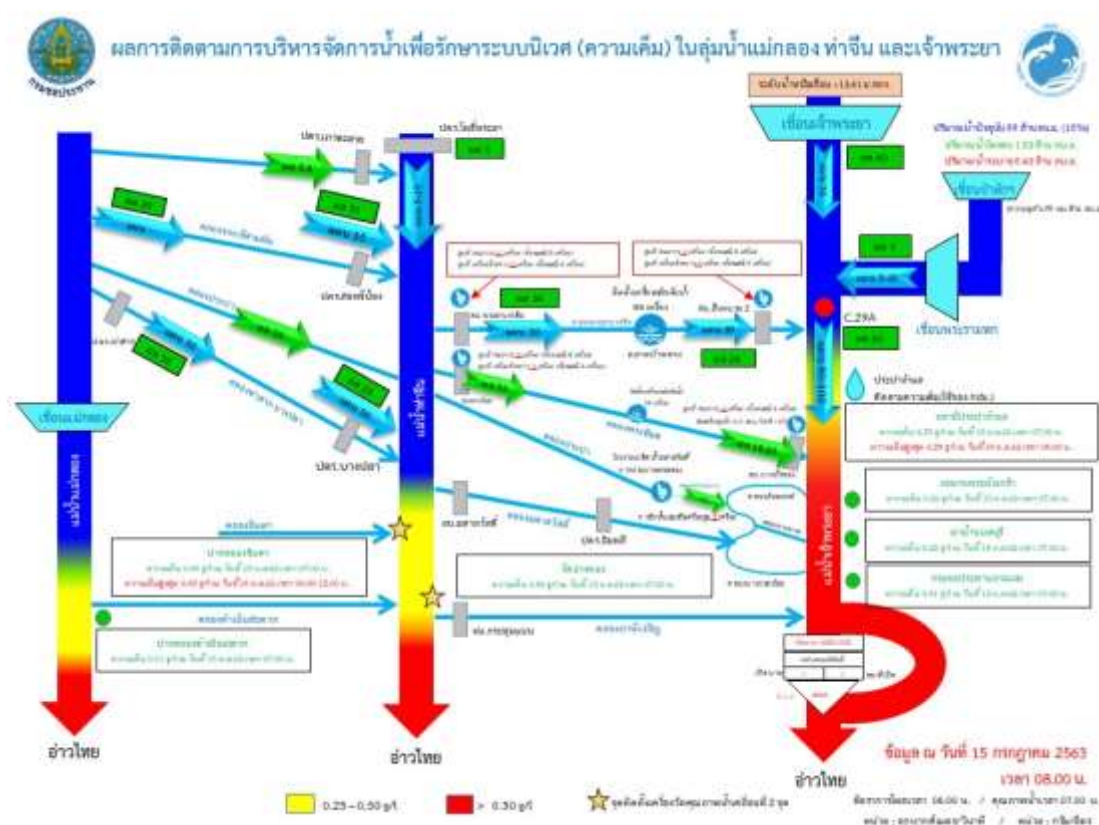
ที่มา โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ ลุ่มเจ้าพระยา, สสนก., 2555

#### รูปที่ 4 สภาพภูมิประเทศและลำน้ำสาขาในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตั้งอยู่ทางตอนกลางของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 20,523.42 ตร.กม. (ไม่รวมลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน สะแกกรัง ป่าสัก และท่าจีน) พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต 16 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์พิจิตร กำแพงเพชร อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง สุพรรณบุรี นครปฐม นครนายก สระบุรีพระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี และสมุทรปราการ รวมถึงกรุงเทพมหานครด้วย ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำปิงและน่าน ทิศใต้ติดกับอ่าวไทย ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำท่าจีนและสะแกกรัง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำป่าสักและบางปะกงแม่น้ำเจ้าพระยามีจุดกำเนิดอยู่ที่ตำบลปากน้ำโพ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ไหลจากทิศเหนือลงสู่อ่าวไทย ผ่านที่ราบภาคกลาง สภาพลุ่มน้ำทางฝั่งตะวันออกในเขตจังหวัดนครสวรรค์ และลพบุรีเป็นที่ราบสูงมีเนินเขาเตี้ยๆ เป็นสันปันน้ำกั้นระหว่างลุ่ม

น้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนทางตอนล่างลงมาซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดสระบุรีและฉะเชิงเทราจะเป็นที่ราบลาดเขาลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา และเป็นที่ยราบชายฝั่งทะเลในเขตจังหวัดสมุทรปราการ สภาพลุ่มน้ำทางฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตอนบนเป็นที่ราบและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่มซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับลุ่มน้ำท่าจีน ลาดลงไปจรดชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย (สสนก., 2555) โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษายู่ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพมหานคร และสมุทรปราการ

### 3.3 แผนการบริหารจัดการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศในแม่น้ำเจ้าพระยา



ที่มา ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ, กรมชลประทาน, 2562

#### รูปที่ 5 การบริหารจัดการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศในลุ่มน้ำแม่กลอง ท่าจีน และเจ้าพระยา

จากปัญหาค่าความเค็มรุกล้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา กรมชลประทานได้มีการวางแผนและกำหนดแนวทางเพื่อการบริหารจัดการน้ำในส่วนของแม่น้ำเจ้าพระยา ดังนี้

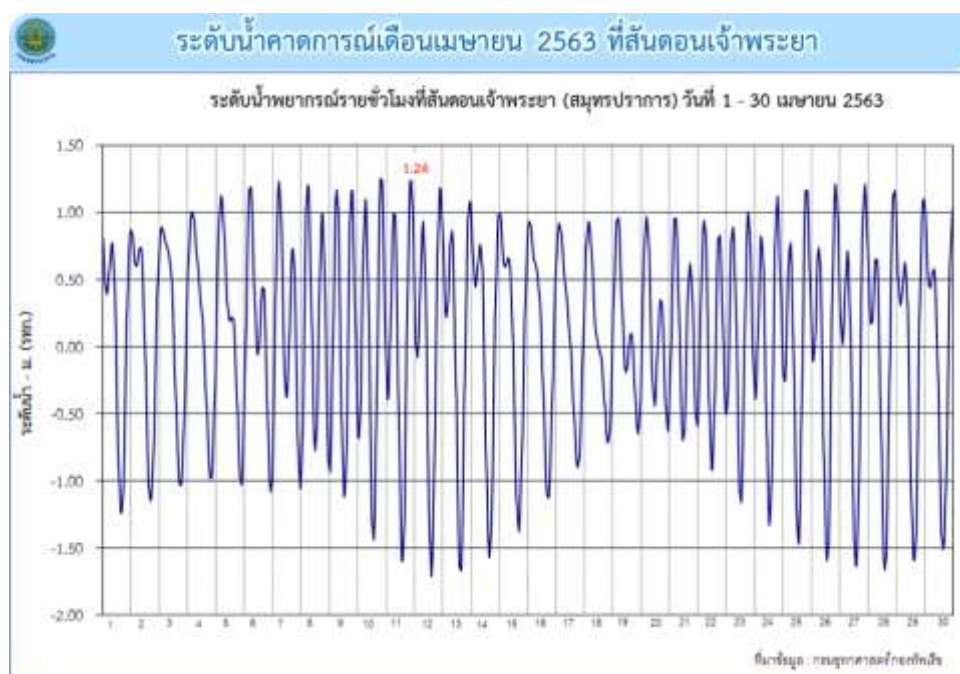
1. การระบายน้ำจาก 4 เขื่อนหลักลุ่มน้ำเจ้าพระยา รวมทั้งหมดปริมาณ 20 ล้าน ลบ.ม./วัน หากช่วงใดมีน้ำทะเลหนุนสูง ให้ปรับแผนการระบายเพิ่มล่วงหน้า เพื่อให้มวลน้ำเดินทางมาถึงสถานี C.29A ของแม่น้ำเจ้าพระยา ที่ อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ได้ทันเวลาที่น้ำทะเลหนุนสูงซึ่งจะใช้เวลาเดินทางจากเขื่อนเจ้าพระยา จ.ชัยนาท ถึง สถานี C.29A ระยะทาง 166 กม. ใช้เวลาประมาณ 11 วันในฤดูแล้ง



2. การควบคุมปริมาณน้ำระบายผ่านสถานี C.29A ของแม่น้ำเจ้าพระยา ที่ อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ให้มีปริมาณ 90 – 100 ลบ.ม./วินาที โดยแบ่งเป็นการระบายจากเขื่อนเจ้าพระยา 70 ลบ.ม./วินาที พร้อมกับการระบายจากเขื่อนพระราม 6 ปริมาณ 10 ลบ.ม./วินาที และทำการผันน้ำจากลุ่มน้ำแม่กลอง ผ่านคลองจรเข้สามพัน ออก ปตร.สองพี่น้อง แพนปริมาณระบาย 35 – 50 ลบ.ม./วินาที ลงแม่น้ำท่าจีน จากนั้นสูบน้ำเข้าสู่คลองพระยาบวรลือ ระบายผ่าน ปตร.สิงหนาท 2 โดยติดตั้งเครื่องสูบน้ำตาม ปตร. ทุกจุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผันน้ำลงแม่น้ำเจ้าพระยาให้ถึง 30 ลบ.ม./วินาที เมื่อรวมการระบายน้ำเสริมทั้ง 3 จุดแล้ว จะได้ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านสถานี C.29A ถึง 100 -110 ลบ.ม./วินาที

3. การประสานงานกับการประสานครหลวง ในการร่วมทำปฏิบัติการ Water Hammer Operation เพื่อผลักดันลิ่มความเค็มให้ลงสู่ทะเล

### 3.4 ปฏิบัติการ Water Hammer Operation



ที่มา ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ, กรมชลประทาน, 2562

รูปที่ 6 ระดับน้ำคาดการณ์เดือนเมษายน 2563 ที่สันดอนเจ้าพระยา

ปฏิบัติการ **Water Hammer Operation** เป็นแนวคิดในการแก้ไขปัญหาลิ่มความเค็มที่รุกตัวขึ้นสูงเลยจากสถานีสูบน้ำสำแล เนื่องจากการบริหารจัดการค่าความเค็มในเบื้องต้น จากการคาดการณ์ระดับน้ำล่วงหน้าของกรมอุทกศาสตร์ ทหารเรือ ดังรูปที่ 6 ที่ได้คาดการณ์เวลาน้ำขึ้น – น้ำลงในแต่ละช่วงเวลาของวัน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ผลักดันค่าความเค็มจากอ่าวไทยเข้าสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ในช่วงแรกนั้นได้ทำการเพิ่มการระบายน้ำจากเขื่อนเจ้าพระยาจากเดิมปริมาณ 70 ลบ.ม./วินาที เป็น 90 ลบ.ม./วินาที เพื่อผลักดันค่าความเค็ม แต่เมื่อสำรวจค่าความเค็มที่สถานีสูบน้ำสำแลหลังจากเพิ่มปริมาณการระบายแล้ว พบว่าค่าความเค็มของสถานีสำแลไม่ได้มีอัตราที่ลดลง แต่กลับมีค่าที่คงที่ และแนวโน้มเพิ่มขึ้น

หากในช่วงเวลาที่น้ำขึ้นในวันเดียวกันมีลักษณะของน้ำทะเลหนุนสูงสองครั้ง (Double peak) จึงต้องปรับแผนการดำเนินการ

#### แนวทางการดำเนินการปฏิบัติการ Water Hammer Operation

1. กำหนดช่วงเวลาน้ำขึ้น - น้ำลง เพื่อวางแผนการเพิ่มการระบายน้ำจากเขื่อนเจ้าพระยามาผลักดันน้ำเค็มที่สถานีสูบน้ำสำแล
2. กำหนดแผนการหยุดสูบน้ำของสถานีสูบน้ำสำแลเป็นการชั่วคราว ตามค่าความเค็มที่เกินเกณฑ์การผลิตน้ำประปา และในช่วงที่น้ำทะเลหนุนสูง เพื่อเป็นการป้องกันการกระชากค่าความเค็มให้เลยสถานีสำแล และป้องกันการดึงน้ำจืดที่ระบายจากเขื่อนเจ้าพระยา ทำให้ปริมาณน้ำที่ผลักดันน้ำเค็มลดลง
3. การใช้ ปตร. คลองลัดโพธิ์ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ควบคุมการระบายน้ำในช่วงที่น้ำขึ้น - น้ำลง โดยจะทำการเปิดประตูระบายน้ำในช่วงเวลาน้ำลง เร่งอัตราการไหลของน้ำให้เร็วขึ้น เพื่อเป็นการกระชากค่าความเค็มให้ลงเร็วขึ้น และการปิดประตูระบายน้ำ เพื่อเป็นการชะลอค่าความเค็มที่ขึ้นมาพร้อมกับช่วงเวลาน้ำทะเลหนุน

#### 4. ผลศึกษาการวิจัย

4.1 การเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยในภาคเหนือ, ปริมาณน้ำใช้การของ 4 เขื่อนหลัก ลุ่มเจ้าพระยา และปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน สถานี C.29A อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ของปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2562

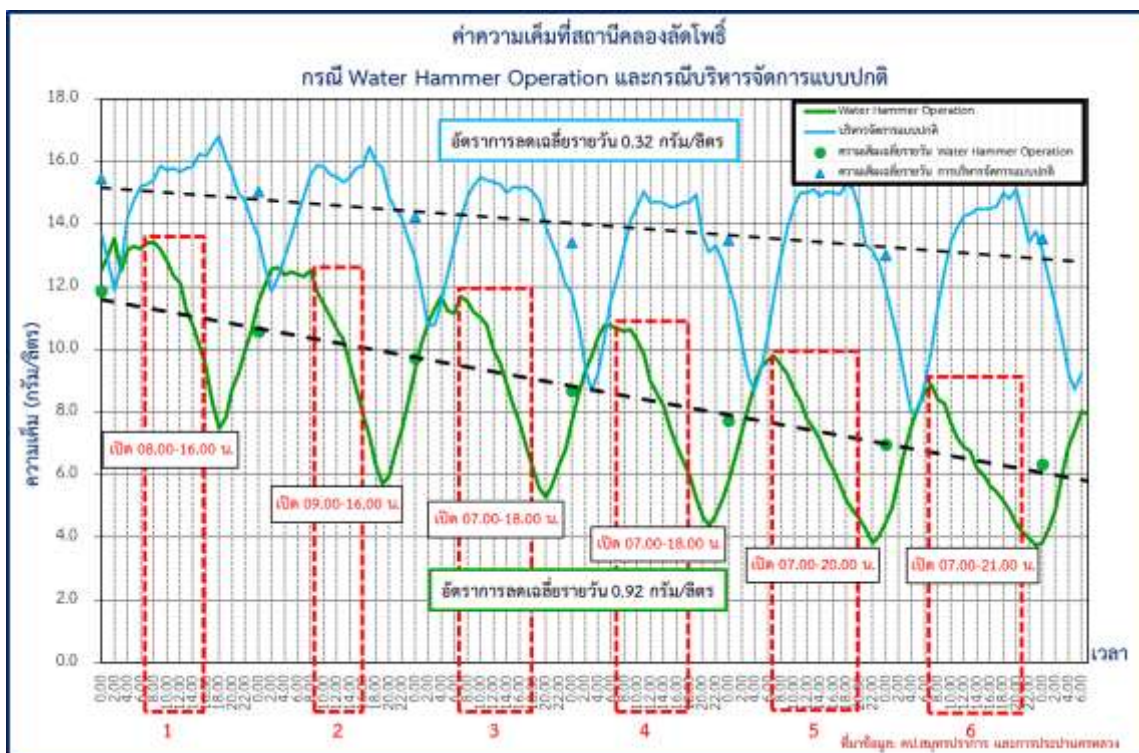
จากการเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ปริมาณฝนเฉลี่ยในภาคเหนือ, ปริมาณน้ำใช้การของ 4 เขื่อนหลักลุ่มเจ้าพระยา และปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน สถานี C.29A อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ของปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2562 พบว่าในส่วนของปริมาณฝน และปริมาณน้ำเฉลี่ยในเดือนธันวาคม ที่สถานี C.29A ปีพ.ศ. 2562 และปีพ.ศ.2558 นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในส่วนของปริมาณน้ำใช้การของ 4 เขื่อนหลักลุ่มเจ้าพระยานั้น ปีพ.ศ. 2562 มีปริมาณมากกว่า ปีพ.ศ.2558 ถึง 1,130 ล้าน ลบ.ม.

ปี	ปริมาณฝนตกในภาคเหนือ (มม.)	ปริมาณน้ำใช้การใน 4 เขื่อนหลักลุ่มน้ำเจ้าพระยา (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณน้ำที่สถานี C.29A อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา (ลบ.ม./วินาที)
2558	1,051	4,247	87.29
2562	1,049	5,377	94.52
ผลต่าง	2	1,130	7.23

ตารางที่ 2 ตารางการแสดงผลการเปรียบเทียบฝนเฉลี่ยในภาคเหนือ, ปริมาณน้ำใช้การของ 4 เขื่อนหลัก กลุ่มเจ้าพระยา และปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน สถานี C.29A อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ของปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2562

โดยในทั้ง 2 ปีนั้น เป็นปีที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยในภาคเหนือน้อยที่สุด 2 อันดับแรกจากสถิติย้อนหลัง 20 ปี ซึ่งในปีพ.ศ. 2558 นั้นมีปริมาณที่น้ำใช้การของ 4 เขื่อนหลักกลุ่มเจ้าพระยา และปริมาณน้ำที่สถานี C.29A ที่น้อยกว่าปีพ.ศ. 2562 แต่มีค่าความเค็มสูงสุดจากสถิติที่ 1.09 กรัม/ลิตร ซึ่งน้อยกว่าค่าความเค็มสูงสุดของปีพ.ศ. 2562 ที่ 2.19 กรัม/ลิตร ทำให้พบว่ามีปัจจัยอื่น ที่ทำให้ลิ้มความเค็มรุกตัวได้ เช่น ความต้องการการใช้น้ำที่มากขึ้น หรือจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีความผันผวน

**4.2 ความแตกต่างของค่าความเค็มในกรณีบริหารจัดการแบบปกติและกรณีบริหารด้วยปฏิบัติการ Water Hammer Operation ที่สถานี ปตร. คลองลัดโพธิ์ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.สมุทรปราการ**



รูปที่ 7 กราฟการเปรียบเทียบค่าความเค็มที่สถานีคลองลัดโพธิ์กรณีบริหารจัดการแบบปกติ และกรณี Water Hammer Operation

จากการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความเค็มที่นำมาเปรียบเทียบระหว่างกรณีบริหารจัดการในแบบปกติ คือการเปิดตามข้อกำหนดที่ปริมาณน้ำไหลผ่านสถานี C.29A อ.บางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา มีปริมาณ 1,000 ลบ.ม./วินาที และกรณีปฏิบัติการ Water Hammer Operation ที่ใช้ปัจจัยการขึ้น-ลง ของ

ระดับน้ำทะเล และการจัดการสถานีสูบน้ำดิบสำแลในการควบคุม พบว่าปัจจัยที่ทำให้ค่าความเค็มมีอัตราที่ลดลง เกิดจากการที่มีการวางแผนการหยุดสูบน้ำของสถานีสูบน้ำสำแล เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้ค่าความเค็มมีอัตราลดลงที่ต่อเนื่อง โดยในรูปที่ 7 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าความเค็มที่สถานีคลองลัดโพธิ์เปรียบเทียบทั้ง 2 กรณี ที่อัตราการลดเฉลี่ยรายวันของปฏิบัติการ Water Hammer Operation อยู่ที่ 0.92 กรัม/ลิตร และวิธีบริหารจัดการแบบปกติที่มีอัตราการลดเฉลี่ยรายวันที่ 0.32 กรัม/ลิตร

## 5. งานอภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่า ด้วยสถานการณ์ภัยแล้งในปัจจุบัน ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนที่ตกในประเทศไทย เป็นผลทำให้ปริมาณน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณที่น้อยกว่าค่าปกติ ต้องมีการบริหารจัดการเรื่องการควบคุมคุณภาพของน้ำ เพื่อไม่ให้ค่าความเค็มรुकูล้ำสู่มแม่ น้ำ ทำให้มีผลกระทบกับการผลิตน้ำประปาที่มีเกณฑ์ควบคุมในการผลิต และในส่วนดำรงชีวิตของประชาชน โดยการใช้แนวทางการบริหารจัดการด้วยปฏิบัติการ Water Hammer Operation ที่เกิดจากการร่วมมือของกรมชลประทาน และการประสานครหลวง ที่ช่วยควบคุมค่าความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาได้ ซึ่งในอนาคต ควรมีการจัดทำแผนการบริหารจัดการในภาพรวมเมื่อเกิดเหตุการณ์ในลักษณะนี้ จะทำให้การบริหารการควบคุมคุณภาพน้ำได้อย่างทันท่วงที โดยใช้สถิติฤดูแล้ง ปี 2562/63 เป็นแนวทางในการดำเนินการ นอกจากการทำแผนการบริหารจัดการแล้ว ควรมีการเพิ่มสถานีผลิตน้ำประปาเพิ่มเติมในส่วนของฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา โดยสามารถใช้น้ำจากลุ่มน้ำท่าจีน และแม่น้ำแม่กลองได้ เพื่อเป็นการสร้างความมั่นคงในการผลิตน้ำประปาให้ประชาชน และอีกแนวทางในการสร้างความมั่นคงคือการเพิ่มสถานีสูบน้ำนอกจากสถานีสูบน้ำสำแล เพื่อเพิ่มศักยภาพในการสำรองปริมาณน้ำเพื่อการผลิต โดยควรมีการวางแผนสร้างโรงสูบน้ำที่อยู่เหนือสถานีสูบน้ำสำแลเดิม ให้มีระยะทางที่พ้นจากการรุกคืบของค่าความเค็ม และยังเป็นการลดการใช้งบประมาณในการผันน้ำจากลุ่มน้ำแม่กลองมายังแม่น้ำเจ้าพระยาอีกด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ รองอธิบดีฝ่ายบำรุงรักษา กรมชลประทาน, ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ (SWOC), ส่วนอุทกวิทยา, ส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน และการประสานครหลวง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

## 6. บรรณานุกรม

1. ส่วนบริหารจัดการน้ำ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน. (2562).

แผนการบริหารจัดการน้ำและการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งในเขตชลประทาน ปี 2562/63. กรุงเทพฯ : กรมชลประทาน

2. ส่วนประมวลและวิเคราะห์สถานการณ์น้ำ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน. (2563). สถานการณ์น้ำสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ : กรมชลประทาน
3. ส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน. (2563). การผลัดดันความเค็ม ปฏิบัติการ Water Hammer Operation. กรุงเทพฯ : กรมชลประทาน
4. ฝ่ายทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อม การประปานครหลวง. (2563). โครงการระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแบบ Real Time. Available: <http://rwc.mwa.co.th/page/stats/>
5. ฝ่ายทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อม การประปานครหลวง. (2563). โครงการระบบเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดิบ สถานีสูบน้ำสำแล Available:[http://rwc.mwa.co.th/migrate/test/samlae\\_monitoring.php](http://rwc.mwa.co.th/migrate/test/samlae_monitoring.php)
6. กรมควบคุมมลพิษ. (2556) . รายงานคุณภาพน้ำประจำสัปดาห์ 4 มีนาคม 2556. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ
7. สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) (2555) การดำเนินการด้านการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง ลุ่มน้ำเจ้าพระยา กรุงเทพฯ : สสนก.
8. From S. Haddout, A. Maslouhi, B. Magrane & M. Igouzal. (2015). Study of salinity variation in the Sebou River Estuary Morocco. Abstract.

ความท้าทายของทางออกภัยแล้ง 2020 : สถานการณ์ปัจจุบันของน้ำต้นทุนและความต้องการน้ำ-  
การวางแผนและปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่

The Challenges of Drought 2020 : Current Situation of Water Supply and Water  
Demand-Reservoir Planning and Operation in the Greater Chao Phraya River Basin

สุจริต คุณธนกุลวงศ์<sup>1</sup>, วราวุธ วุฒินิชย์<sup>2</sup>, อารีญา ฤทธิมา<sup>3\*</sup>, ยุทธนา พันธุ์กุลศิลป์<sup>4</sup>,  
อรันย์ ศรีรัตน ทาบุญกานอน<sup>5</sup>, วุฒิชชาติ แสงผล<sup>6</sup>, จิตภา ไกรสังข์<sup>6</sup>, ยุทธนา ตาละลักขมณ<sup>7</sup>

<sup>1</sup> ประธานแผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย โครงการวิจัยเข้มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์  
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

<sup>2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

<sup>3</sup> ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

<sup>4</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและการจัดการภัยพิบัติ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี

<sup>5</sup> คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

<sup>6</sup> คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยมหิดล

<sup>7</sup> ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อีเมล : areeya.rit@mahidol.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอส่วนหนึ่งของผลการวิจัยภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย  
โครงการวิจัยเข้มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริม  
วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม เพื่อนำเสนอภาพรวมของการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่ม  
น้ำเจ้าพระยาใหญ่ที่นำไปสู่ภาวะภัยแล้งในปี พ.ศ. 2563 โดยได้รายงานสถานการณ์น้ำต้นทุนจาก  
ปริมาณน้ำใช้การของอ่างเก็บน้ำปัจจุบันในปี พ.ศ. 2563 และทำการวิเคราะห์ปัจจัยปริมาณน้ำไหล  
เข้าอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหลักตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2562 ได้แก่ เขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ รวมทั้งทำ  
การประมาณการปริมาณความต้องการน้ำในพื้นที่ศึกษา ตลอดจนทำการวิเคราะห์ถึงแนวทางการ  
ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำทั้งในระยะสั้นและระยะยาวจากข้อมูลปริมาณการระบายน้ำ โดยได้ทำการ  
เปรียบเทียบกับแผนการจัดสรรน้ำของกรมชลประทานและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ทั้งนี้  
เพื่อเผยแพร่ผลการวิจัยที่เป็นประโยชน์ให้แก่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องได้เล็งเห็นถึงสภาพปัญหา  
การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่ผ่านมาในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ สำหรับนำไปสู่ทางออก การ  
ขับเคลื่อนนโยบาย และการกำหนดมาตรการรับมือกับวิกฤตภัยแล้งที่ประเทศไทยกำลังเผชิญอยู่ใน  
ขณะนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ :** น้ำต้นทุน, ความต้องการน้ำ, การวางแผนและปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ, ลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่

### Abstract

This article presents partial results of the research project under Spearhead  
Research and Innovation Program, Thailand Science Research and Innovation (TSRI) to  
frame the water resources management in the Greater Chao Phraya River Basin which  
has significantly led to drought problem in 2020. The current situation of water supply

from reservoirs in 2020 was reported. Reservoir inflows of major reservoirs including Bhumibol and Sirikit Dams during 2000–2019 were also analyzed. In addition, water demand in various sectors in the study area was estimated. The short-term and long-term reservoir operations were considerably explored using the water release data and compared the results with the water allocation plan of the Royal Irrigation Department (RID) and Electricity Generating Authorities of Thailand (EGAT). The results could help benefit the government agencies in understanding the real problems occurred in the Greater Chao Phraya River Basin. This will lead to the better solutions and to drive up the policy and planning measures to the drought which has been facing in Thailand in 2020 more effectively.

**Key words :** Water Supply, Water Demand, Reservoir Planning and Operation, The Greater Chao Phraya River Basin

## 1. บทนำ

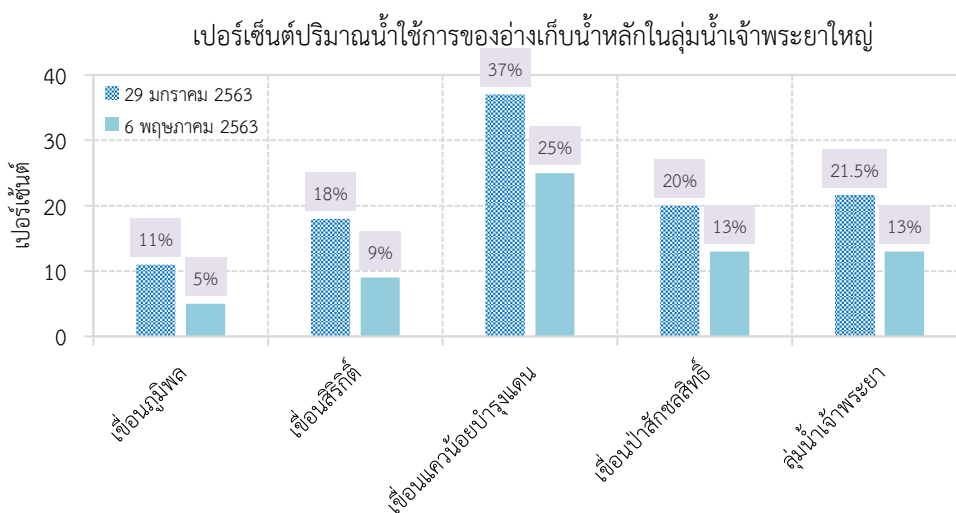
สถานการณ์วิกฤตภัยแล้งในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งพื้นที่หลายจังหวัดของประเทศไทยกำลังเผชิญอยู่ในขณะนี้ มีแนวโน้มรุนแรงและส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรกรรมตั้งแต่ช่วงต้นฤดูของการเพาะปลูกพืชแล้งของปีที่ผ่านมาจนถึงปลายฤดูแล้ง (เดือนเมษายน) จากข้อมูลปริมาณน้ำเก็บกักของเขื่อนหลักในประเทศไทยที่รายงานโดยสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) เมื่อวันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2563 พบว่า เขื่อนเก็บกักน้ำใช้การของอ่างเก็บน้ำลดลงเกือบทั้งประเทศโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26% ของปริมาณน้ำเก็บกักใช้การ หรือคิดเป็นปริมาณน้ำ 18,541 ล้านลูกบาศก์เมตร เท่านั้น ซึ่งน้อยกว่าปริมาณน้ำใช้การของปี พ.ศ. 2562 ในช่วงเวลาเดียวกัน ตัวเลขดังกล่าวสะท้อนถึงปริมาณน้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำที่เหลืออยู่ค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคเหนือและภาคกลางในพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยาใหญ่ที่มีปริมาณน้ำใช้การอยู่เพียงแค่ 16% หรือมีปริมาณน้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำรวมกันเพียง 4,175 ล้านลูกบาศก์เมตร เท่านั้น ในขณะที่เดียวกัน ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างสะสมตั้งแต่ต้นปีก็ถือว่ายังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่งผลให้หน่วยงานรับผิดชอบหลักที่บูรณาการการทำงานร่วมกันไม่ว่าจะเป็น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กรมชลประทาน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ต้องลดปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำลงและดำเนินมาตรการรับมือเพื่อลดความเสียหายจากภัยแล้งให้น้อยที่สุดอยู่ในขณะนี้ ข้อมูลปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำที่เหลืออยู่นี้เป็นภาพสะท้อนถึงแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำที่ผ่านมาที่จะต้องมีการทบทวนและปรับเปลี่ยนไม่ว่าจะเป็นส่วนของงานด้านการวางแผน (Planning) และงานทางด้านปฏิบัติการ (Operation) รวมทั้งระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) ทั้งในส่วนของคุณสมบัติข้อมูลและข้อมูลพยากรณ์ เพื่อนำมาสนับสนุนงานทางด้านวางแผนและงานทางด้านปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำให้มีประสิทธิภาพ เกิดความมั่นคงและยั่งยืนในระยะยาว

## 2. ภัยแล้ง 2020 กับสถานการณ์น้ำต้นทุนและความต้องการน้ำ การวางแผนและปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ทำไมถึงวิกฤต?

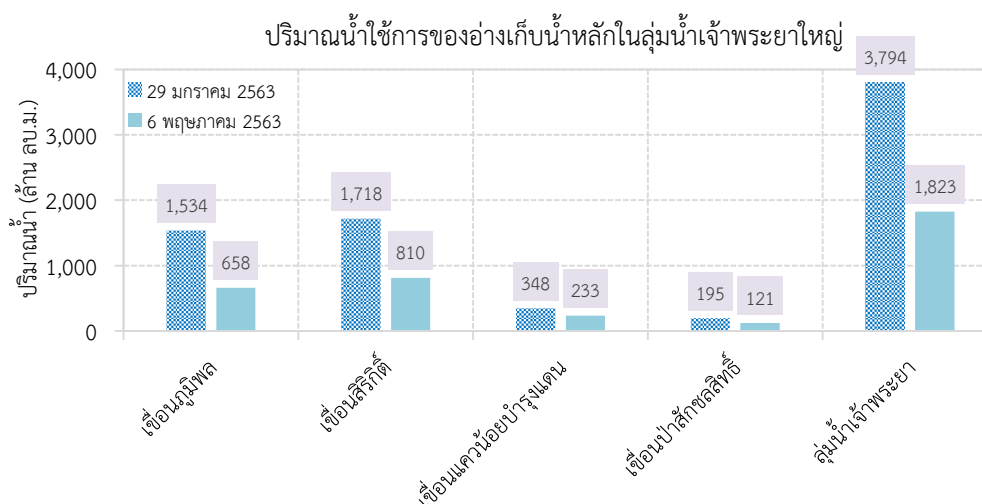
### 2.1 สถานการณ์น้ำต้นทุน (ปี พ.ศ. 2563)

### 2.1.1 สถานการณ์น้ำต้นทุนของอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่

สถานการณ์น้ำต้นทุนในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่จากเขื่อนหลักที่สำคัญ ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ พบว่า เเปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำใช้การของอ่างเก็บน้ำในช่วงต้นปีเมื่อวันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2563 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 21.5% ของปริมาณเก็บกักใช้การ หรือคิดเป็นปริมาณน้ำรวมกันเพียง 3,794 ล้านลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำเก็บกักส่วนนี้ได้ถูกจัดสรรไปใช้อย่างจำกัดในช่วงการเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง ส่งผลให้สถานะของน้ำต้นทุนจากอ่างเก็บน้ำหลักทั้ง 4 เขื่อนจากตัวเลขที่รายงานไว้เมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 เหลืออยู่เพียง 6-12% ของปริมาณเก็บกักใช้การเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน), 2563) ในขณะที่ปริมาณฝนในพื้นที่ช่วงต้นปีที่ผ่านมายังคงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ประกอบกับปัจจัยความต้องการน้ำยังคงสูง ซึ่งนี้หมายถึงผลกระทบจากภัยแล้งที่จะมีต่อภาคส่วนของการใช้น้ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคเกษตรกรรมในพื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ที่มีพื้นที่เพาะปลูกทั้งฤดูฝนและฤดูแล้งรวมกันกว่า 10 ล้านไร่ และส่งผลกระทบต่อเชื่อมโยงเป็นลูกโซ่ที่นำไปสู่ความเสียหายทางเศรษฐกิจของประเทศในระดับมหภาค



รูปที่ 1 ปริมาณน้ำใช้การของอ่างเก็บน้ำหลักในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่



รูปที่ 2 ปริมาณน้ำใช้การของอ่างเก็บน้ำในช่วงต้นและปลายฤดูแล้งปี พ.ศ. 2563 ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

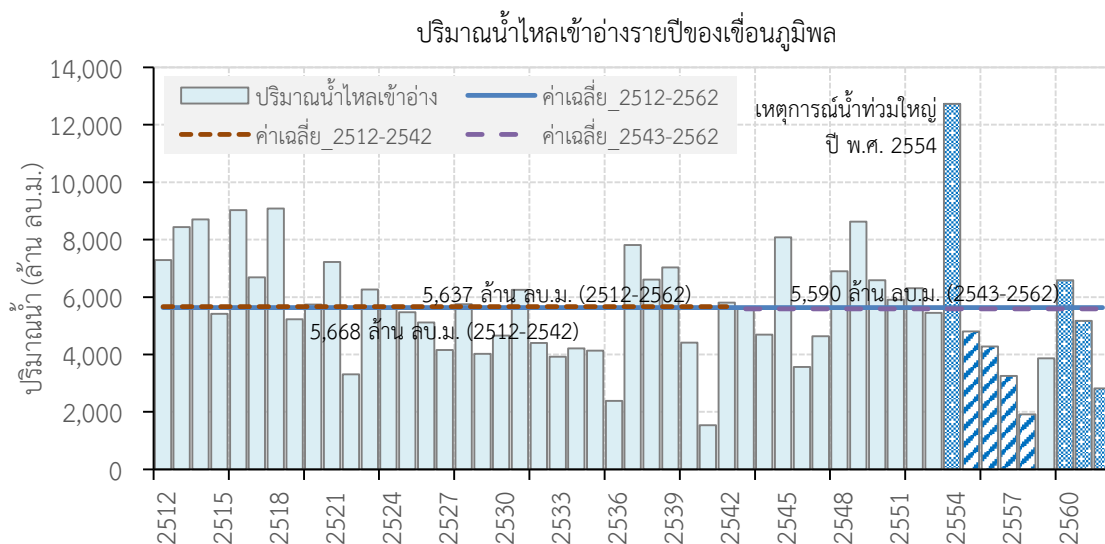


### 2.1.2 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่จากอดีตถึงปัจจุบัน

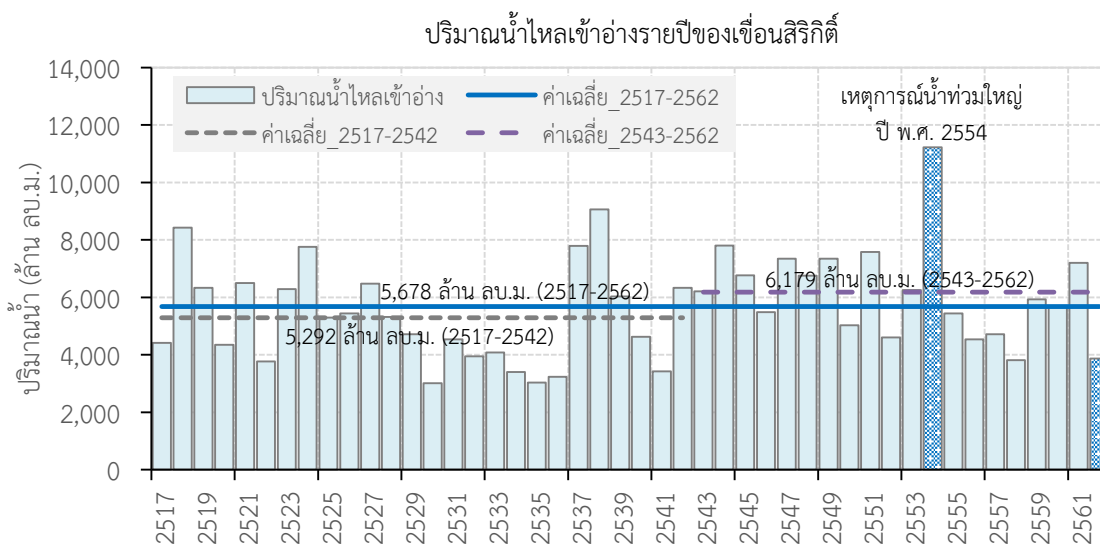
การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายปีของเขื่อนหลักได้แก่ เขื่อนภูมิพล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512–2562 และเขื่อนสิริกิติ์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517–2562 เพื่อศึกษาถึงสถานการณ์น้ำต้นทุนเฉพาะของเขื่อนเก็บกักขนาดใหญ่ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยให้รายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

(1) เขื่อนภูมิพล : ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512–2562 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายปีมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5,637 ล้านลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะสั้นหลังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในปี พ.ศ. 2554 พบว่า ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างรายปีในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2555–2562 ลดลงจากค่าเฉลี่ยระยะยาวถึง 1,677 ล้านลูกบาศก์เมตร ยิ่งไปกว่านั้น ในช่วง 3 ปีหลังระหว่างปี พ.ศ. 2560–2562 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างของเขื่อนภูมิพลมีแนวโน้มลดลง และคาดว่าจะจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสถานะของน้ำต้นทุนในปี พ.ศ. 2563 นอกจากนี้ จากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงสถานการณ์น้ำต้นทุนของเขื่อนภูมิพลในปี พ.ศ. 2560–2562 ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับปี พ.ศ. 2555–2558 ซึ่งพื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ต้องเผชิญกับวิกฤตภัยแล้งมาแล้ว

(2) เขื่อนสิริกิติ์ : ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาวตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517–2562 พบว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำรายปีของเขื่อนสิริกิติ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5,678 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเขื่อนภูมิพล อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะสั้นพบว่า ถึงแม้ว่าในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2543–2562 ภาพรวมปริมาณน้ำต้นทุนจากปัจจัยปริมาณน้ำไหลเข้าของเขื่อนสิริกิติ์สูงขึ้นกว่าค่าเฉลี่ยระยะยาวซึ่งมีค่าอยู่ที่ 6,179 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 4 แต่หลังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างรายปีลดลงเฉลี่ย 495 ล้านลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ ในปี พ.ศ. 2562 ที่ผ่านมามีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์มีแนวโน้มลดลงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระยะยาวอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งคาดว่าจะส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำต้นทุนและวิกฤตภัยแล้งในปี พ.ศ. 2563



รูปที่ 3 ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างรายปีของเขื่อนภูมิพลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512–2562



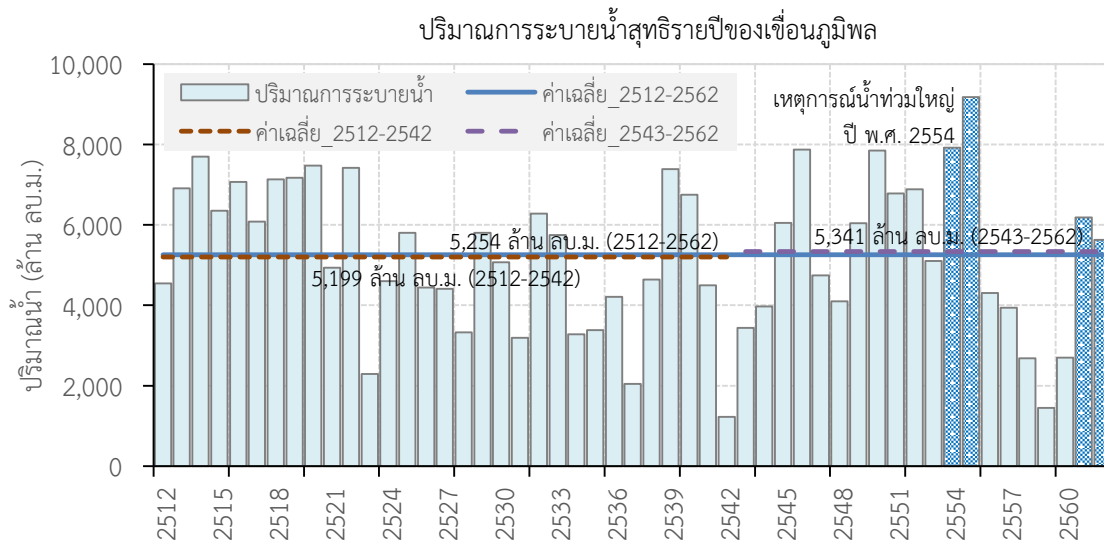
**รูปที่ 4** ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างรายปีของเขื่อนสิริกิติ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517–2562

## 2.2 ผลการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่จากอดีตถึงปัจจุบัน

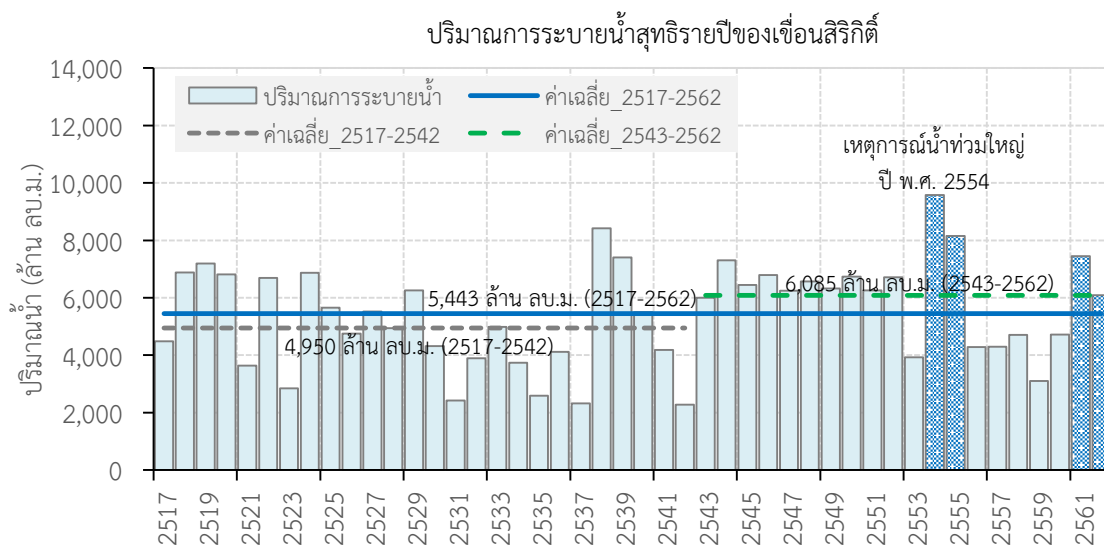
ในส่วนของผลการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำระยะยาวที่ผ่านมาในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ให้รายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

(1) เขื่อนภูมิพล : จากข้อมูลปริมาณการระบายน้ำสุทธิต่อปี (พิจารณาจากข้อมูลปริมาณการระบายน้ำทั้งหมดหักลบปริมาณการระบายน้ำสูบกลับ) ของเขื่อนภูมิพลพบว่า หลังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในปี พ.ศ. 2555 มีการเพิ่มปริมาณการระบายน้ำสูงขึ้น และในระหว่างปี พ.ศ. 2556–2560 มีการปรับลดปริมาณการระบายน้ำของเขื่อนภูมิพลลงให้สอดคล้องตามแผนการจัดสรรน้ำ อย่างไรก็ตาม ในปี พ.ศ. 2561–2562 ปริมาณการระบายน้ำอยู่ที่ค่าเฉลี่ยโดยเป็นไปตามแผนการจัดสรรน้ำที่ปรับเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่าแนวทางปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำดังกล่าวอาจไม่สอดคล้องกับปริมาณน้ำไหลเข้าที่มีแนวโน้มลดลง และเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อสถานะน้ำต้นทุนในปี พ.ศ. 2563 ดังแสดงในรูปที่ 5

(2) เขื่อนสิริกิติ์ : จากข้อมูลปริมาณการระบายน้ำสุทธิต่อปีของเขื่อนสิริกิติ์พบว่า หลังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่มีการระบายน้ำรายปีเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี พ.ศ. 2555 และในช่วงปี พ.ศ. 2561–2562 มีการระบายน้ำสูงขึ้นตามแผนการระบายน้ำซึ่งไม่สอดคล้องตามปริมาณน้ำไหลเข้าและคาดว่าจะส่งผลกระทบต่อเนื่องต่อปริมาณน้ำต้นทุนในปี พ.ศ. 2563 ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 5 ปริมาณการระบายน้ำสุทธิตายปีของเขื่อนภูมิพลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512–2562



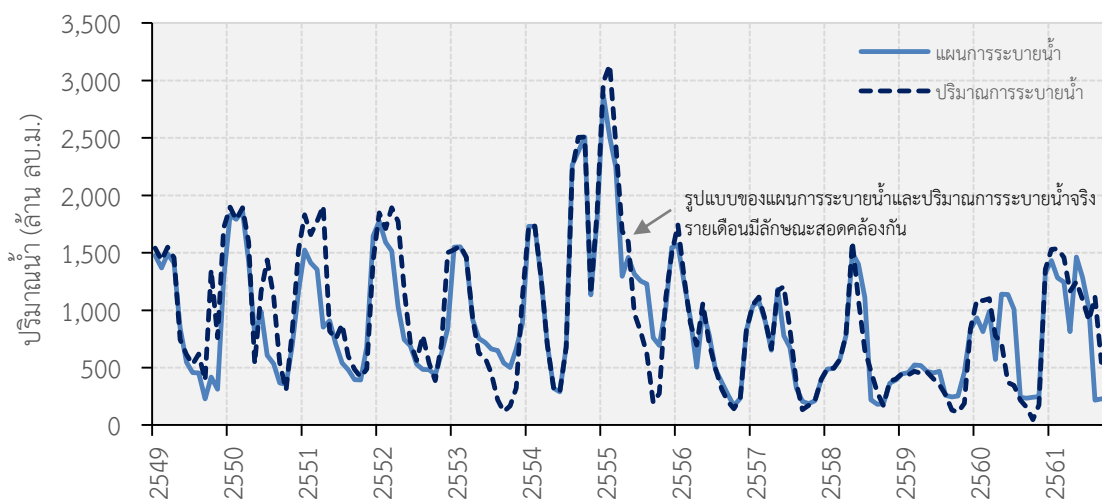
รูปที่ 6 ปริมาณการระบายน้ำสุทธิตายปีของเขื่อนสิริกิติ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517–2562

### 2.3 ผลการเปรียบเทียบแผนการจัดสรรน้ำกับปริมาณการระบายน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่

#### 2.3.1 ข้อมูลรายเดือน

ผลการเปรียบเทียบแผนการจัดสรรน้ำ (แผนการระบายน้ำ) และปริมาณการระบายน้ำรายเดือนของเขื่อนภูมิพล (ในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะข้อมูลปริมาณการระบายน้ำทั้งหมดที่ไม่ได้หักลบปริมาณการระบายน้ำสูกลับ) และเขื่อนสิริกิติ์ระยะยาว (พิจารณาจากข้อมูลปริมาณการระบายน้ำทั้งหมด) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549–2561 พบว่า รูปแบบการระบายน้ำรายเดือนสอดคล้องตามแผนการจัดสรรน้ำของกรมชลประทานและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยดังรูปที่ 7 โดยค่าผลต่างแผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำรายเดือนของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ผันแปรแตกต่างกันไม่มากนัก ซึ่งแนวทางปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าแผนการจัดสรรน้ำมี

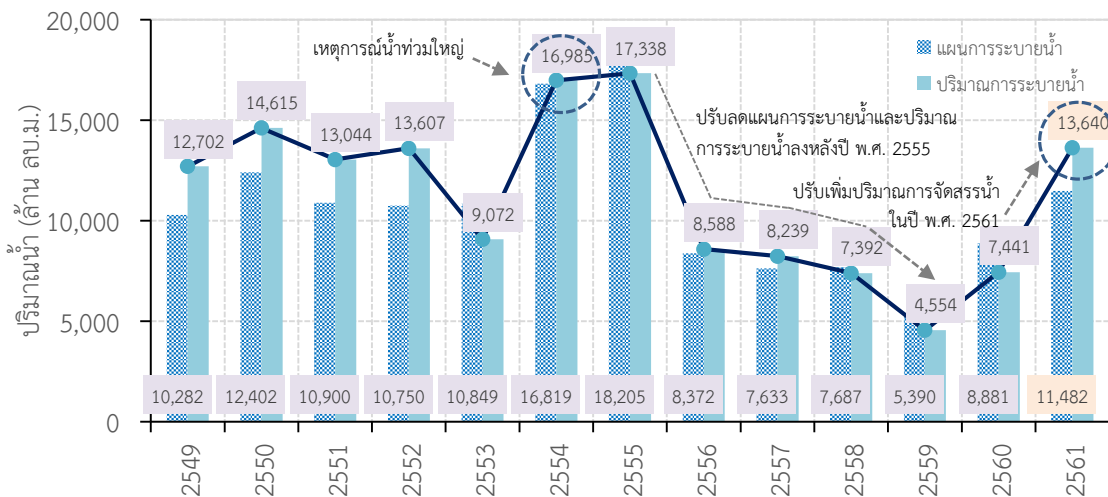
ส่วนสำคัญต่อปริมาณการระบายน้ำที่ส่งผลต่อปัจจัยปริมาณน้ำต้นทุนที่มีมากหรือน้อยของปีถัดไปนั่นเอง



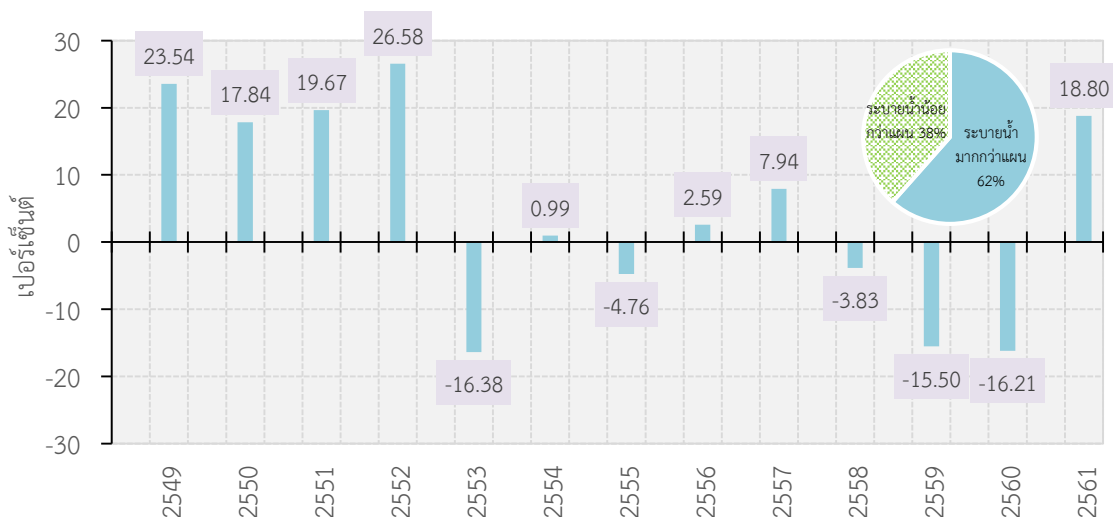
รูปที่ 7 แผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำรายเดือนของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์

### 2.3.2 ข้อมูลรายปี

ผลการเปรียบเทียบแผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำรายปีของเขื่อนภูมิพล (ในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะข้อมูลปริมาณการระบายน้ำทั้งหมดที่ไม่ได้หักลบปริมาณการระบายน้ำสูบกลับ) และเขื่อนสิริกิติ์ระยะยาว (พิจารณาจากข้อมูลปริมาณการระบายน้ำทั้งหมด) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549–2561 พบว่า หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการปรับลดปริมาณการจัดสรรน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556–2559 หลังเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ อย่างไรก็ตาม มีการปรับเพิ่มปริมาณการจัดสรรน้ำในปี พ.ศ. 2561 (กรมชลประทาน, 2561) ในลักษณะของการปฏิบัติการในภาวะปกติดังแสดงในรูปที่ 8 ยิ่งไปกว่านั้นยังพบอีกว่า การระบายน้ำรายปีส่วนใหญ่ยังสูงกว่าแผนการจัดสรรน้ำของกรมชลประทานและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่โอกาสความน่าจะเป็น 62% และในปี พ.ศ. 2561 มีการปรับเปลี่ยนแผนการจัดสรรน้ำซึ่งไม่สอดคล้องตามปัจจัยปริมาณน้ำไหลเข้า และมีการระบายน้ำสูงกว่าแผนการจัดสรรน้ำอยู่อีกถึง 18.80% ดังรูปที่ 9 ซึ่งนี้เป็นภาพสะท้อนที่แสดงให้เห็นว่า การมีการวางแผนที่ดีและจัดทำแผนการจัดสรรน้ำที่ถูกต้องสอดคล้องกับปัจจัยน้ำต้นทุนที่แท้จริง ประกอบกับการปฏิบัติตามแผนอย่างจริงจังจะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเกิดความยั่งยืนในระยะยาว



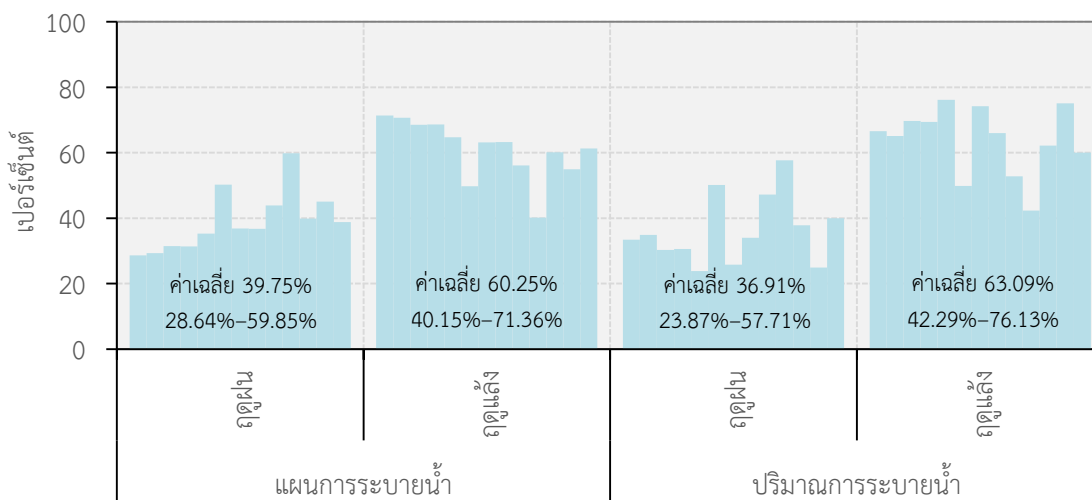
รูปที่ 8 แผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำรายปีของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ระยะยาว



รูปที่ 9 ความแตกต่างแผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำรายปีของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์

### 2.3.3 ข้อมูลรายฤดูกาล

ผลการเปรียบเทียบแผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำรายฤดูกาลของเขื่อนภูมิพล (ในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะข้อมูลปริมาณการระบายน้ำทั้งหมดที่ไม่ได้หักลบปริมาณการระบายน้ำสูบล้าง) และเขื่อนสิริกิติ์ระยะยาว (พิจารณาจากข้อมูลปริมาณการระบายน้ำทั้งหมด) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549–2561 พบว่า สัดส่วนการจัดสรรน้ำในช่วงฤดูฝน : ฤดูแล้งตามแผนการจัดสรรน้ำอยู่ที่ 40%:60% อย่างไรก็ตาม สัดส่วนการระบายน้ำจริงในช่วงฤดูฝน : ฤดูแล้งอยู่ที่ 37%:63% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการระบายน้ำจริงในช่วงฤดูแล้งสูงกว่าแผนการจัดสรรน้ำ รวมทั้งผลการระบายน้ำจริงในช่วงฤดูแล้งยังสูงกว่าช่วงฤดูฝนอีกด้วยดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 แผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำรายฤดูกาลของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ระยะยาว

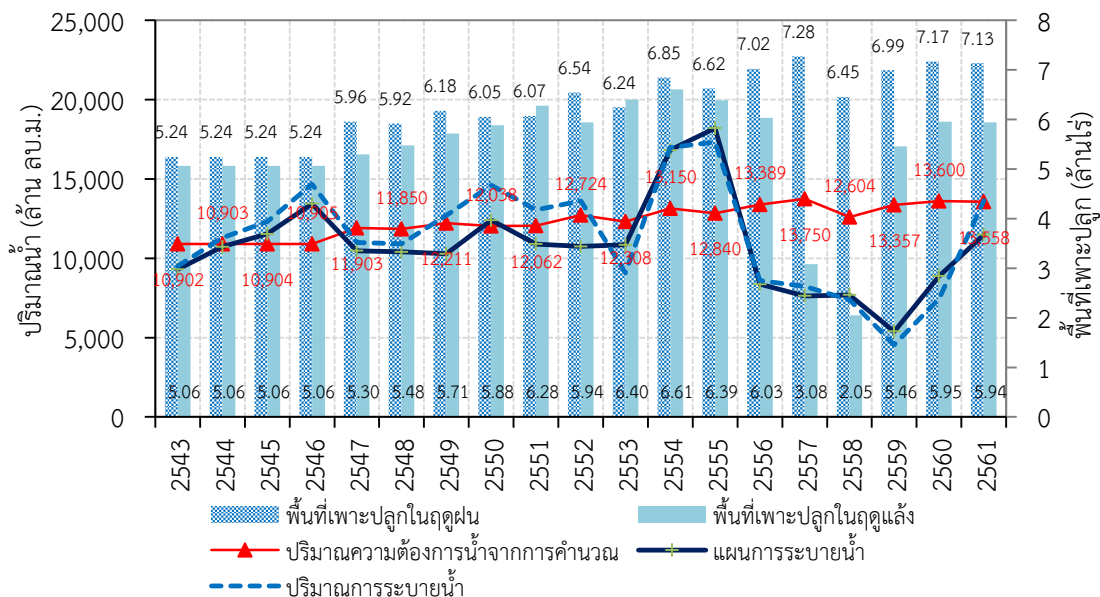
#### 2.4 ผลการประมาณการปริมาณความต้องการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่

ผลการประมาณการปริมาณความต้องการน้ำทุกกิจกรรมการใช้น้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543–2561 ซึ่งประกอบด้วย (1) ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานด้วยการติดตามพื้นที่เพาะปลูกโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากแหล่งข้อมูลของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA) ร่วมกับการวิเคราะห์ค่า Dynamic Kc จาก Cloud-Based IrrisAT Application (Hornbuckle et al., 2016) และคำนวณฝนใช้การมาเป็นปัจจัยปรับลดในงานวิจัยนี้ (กรมชลประทาน, 2554) และ (2) ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมการใช้น้ำอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและการท่องเที่ยว การอุตสาหกรรมและปศุสัตว์ และการรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ โดยอ้างอิงผลการศึกษาของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2555) ให้ผลดังแสดงในรูปที่ 11 และรูปที่ 12 โดยปริมาณความต้องการน้ำรวมทั้งสิ้นอยู่ในช่วงตั้งแต่ 10,902–13,600 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยมีประเด็นที่สำคัญดังนี้

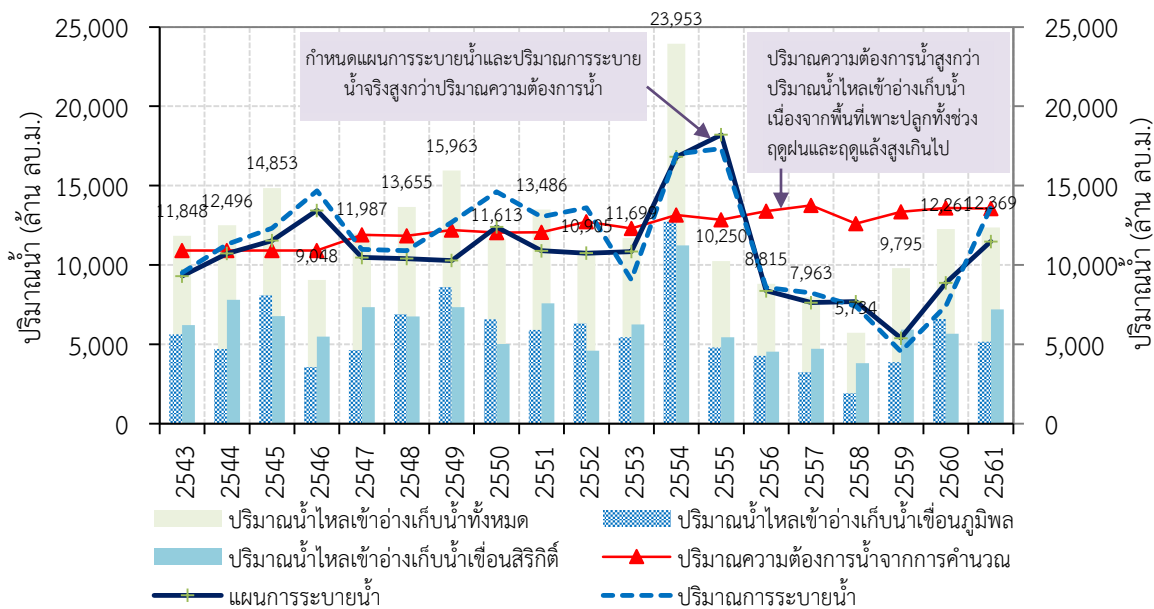
–พื้นที่เพาะปลูกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่เพาะปลูกในช่วงฤดูฝนที่มีพื้นที่อยู่ระหว่าง 5.24–7.17 ล้านไร่ หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์พื้นที่เพาะปลูกที่เพิ่มสูงขึ้นถึง 36.83% ระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561 ในทำนองเดียวกัน พื้นที่เพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับในช่วงระหว่าง 5.06–6.61 ล้านไร่ ก่อนเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในปี พ.ศ. 2554 อย่างไรก็ตาม หลังเหตุการณ์น้ำท่วมมีการปรับลดพื้นที่เพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งตามปัจจัยน้ำต้นทุนมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ อาจกล่าวได้ว่าการควบคุมพื้นที่เพาะปลูกในโครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ให้มีความเหมาะสมตามปัจจัยน้ำต้นทุนอาจนำไปสู่ทางออกของการบริหารจัดการน้ำให้เกิดความยั่งยืนในอนาคตได้

–แผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำจริงไม่สอดคล้องตามปริมาณความต้องการน้ำที่ได้จากการคำนวณตั้งแต่หลังเหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ. 2554 และปริมาณความต้องการน้ำที่ได้จากการคำนวณยังสูงกว่าปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกรวมรายปีค่อนข้างสูง

-ในปี พ.ศ. 2555 หลังเหตุการณ์น้ำท่วม 1 ปี การกำหนดแผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำจริงได้คำนึงถึงความเสี่ยงของเหตุการณ์น้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นได้เป็นสำคัญ ทำให้การกำหนดแผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำจริงสูงกว่าปริมาณความต้องการน้ำที่ได้จากการคำนวณค่อนข้างมาก



รูปที่ 11 เปรียบเทียบปริมาณความต้องการน้ำ-แผนการระบายน้ำ-พื้นที่เพาะปลูก



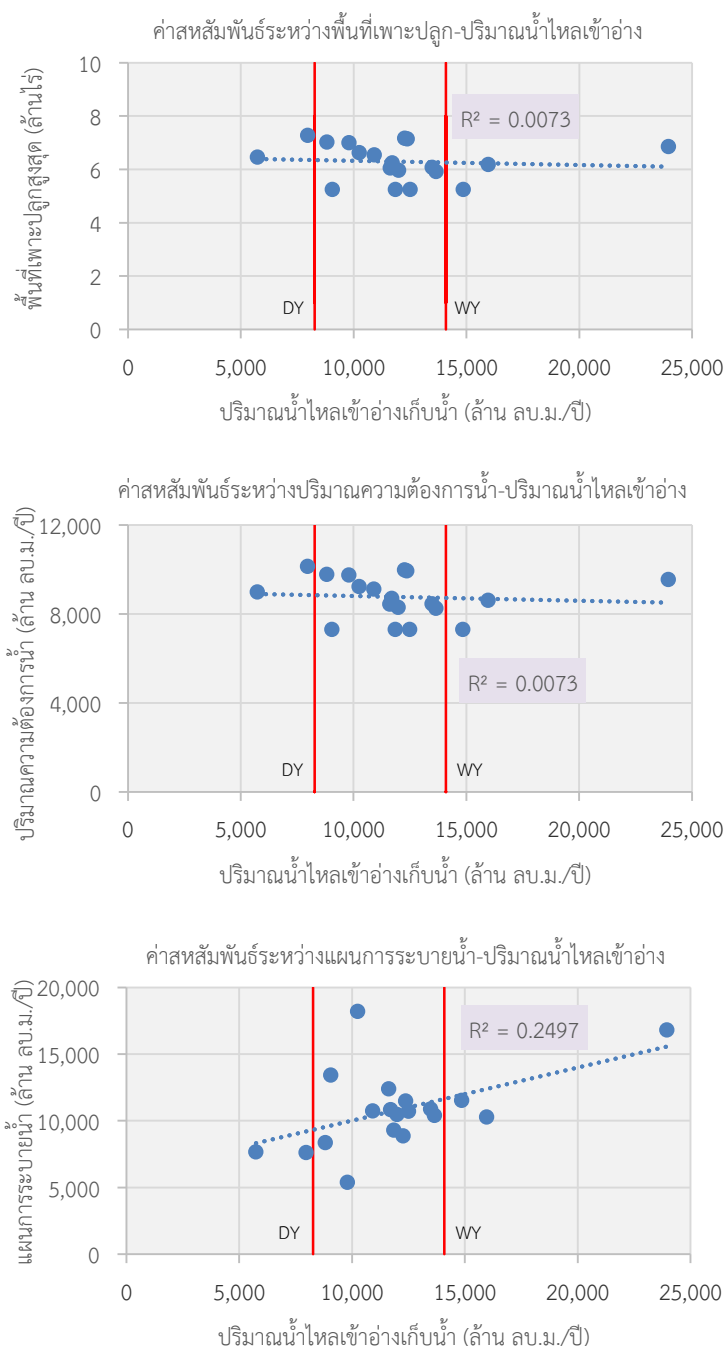
รูปที่ 12 เปรียบเทียบปริมาณความต้องการน้ำ-แผนการระบายน้ำ-ปริมาณการระบายน้ำ-ปริมาณน้ำต้นทุน

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการวางแผนและบริหารจัดการน้ำในอดีตถึงปัจจุบันแสดงในรูปที่ 13 โดยมีประเด็นที่สำคัญดังนี้

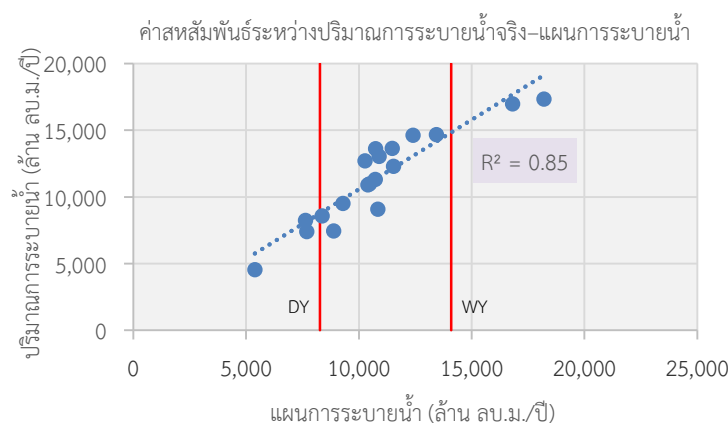
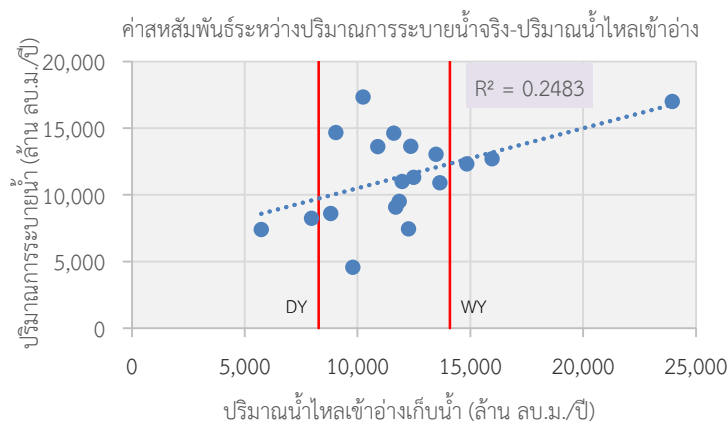
-พื้นที่เพาะปลูกแทบจะไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (น้ำต้นทุน) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียงแค่ 0.0073 จึงส่งผลทำให้ปริมาณความต้องการน้ำไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำตามไปด้วย (ไม่สามารถควบคุมพื้นที่เพาะปลูกได้)

-แผนการระบายน้ำและการระบายน้ำจริงสัมพันธ์กับปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำค่อนข้างน้อย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2497 และ 0.2483 ตามลำดับ ในขณะที่แผนการระบายน้ำและการระบายน้ำจริงมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.85

ด้วยเหตุนี้ การวางแผนและการบริหารจัดการน้ำควรมุ่งเน้นน้ำต้นทุนเป็นสำคัญ กล่าวคือ ปีน้ำมากสามารถจัดสรรน้ำไปใช้ได้มาก ในขณะที่ปีน้ำน้อยต้องจัดสรรน้ำไปใช้ตามสถานะของน้ำต้นทุนที่มีอยู่







รูปที่ 13 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการวางแผนและบริหารจัดการน้ำ

### 3. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากสถานการณ์น้ำต้นทุนในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ที่มีค่อนข้างน้อยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 และต่อเนื่องมาในปี พ.ศ. 2562 และยิ่งปรากฏชัดเจนในปี พ.ศ. 2563 จากปัจจัยปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่มีแนวโน้มลดลง ประกอบกับการปรับเปลี่ยนแผนการจัดสรรน้ำและผลการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของเขื่อนหลักที่สูงกว่าแผน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี พ.ศ. 2561 อาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ช่วยตอบคำถามที่ว่า “สถานการณ์จนถึงวันนี้ (ทำไมถึงแล้งขนาดนี้) ?” และมีความเป็นไปได้หรือไม่ที่ (1) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะปรับแผนการจัดสรรน้ำให้สอดคล้องตามปัจจัยน้ำต้นทุน และปรับเปลี่ยนแนวทางการระบายน้ำในช่วงฤดูแล้งให้เป็นไปตามแผน (2) ควบคุมพื้นที่เพาะปลูกฤดูฝนและฤดูแล้งในพื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ให้มีความเหมาะสมโดยอาจพิจารณาตามประเภทปีน้ำ และสอดคล้องตามปัจจัยน้ำต้นทุน และ (3) ดึงฐานข้อมูลพยากรณ์ เช่น ฝนพยากรณ์ ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างพยากรณ์ ที่พัฒนาขึ้นด้วยเทคนิคการพยากรณ์สมัยใหม่ที่มีความถูกต้องและแม่นยำสูงมาช่วยสนับสนุนในการกำหนดแผนการจัดสรรน้ำและการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในอนาคต

### 4. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้เขียนขอขอบคุณแผนวิจัยและนวัตกรรมเข้มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

## 5. เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน. (2554). คู่มือการปฏิบัติงาน เล่มที่ 6/16 คำนวณฝนใช้การ (Effective Rainfall). กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- กรมชลประทาน. (2561). แผนการบริหารจัดการน้ำและการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งในเขตชลประทานปี 2561/2562. กรุงเทพฯ: สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน.
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). (2555). การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง: ลุ่มน้ำแม่กลอง. กรุงเทพฯ: สสนก.
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน). (2563). <https://www.thaiwater.net>.
- Hornbuckle, J., Vleeshouwer, J., Ballester, C., Montgomery, J., Hoogers, R., & Bridgart, R. (2016). IrriSAT technical reference.

การบริหารจัดการแรงดันโครงข่ายท่อประปา การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค  
จังหวัดสระบุรี

Pressure Management of Water Distribution Network,  
Provincial Waterworks Authority Nong Khae Branch Office, Saraburi Province

วรรณจักร โชติช่วง<sup>1</sup> อดิชัย พรพรหมินทร์<sup>2</sup> สุรัชชัย ลิปิวัฒนาการ<sup>3</sup>

Wannajak Chotchuang<sup>1</sup> Adichai Pornprommin<sup>2</sup> Surachai Lipiwattanakarn<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรุงเทพมหานคร 10900

Email : [jakky\\_nick@hotmail.com](mailto:jakky_nick@hotmail.com)<sup>1</sup> [fengacp@ku.ac.th](mailto:fengacp@ku.ac.th)<sup>2</sup> [fengsuli@ku.ac.th](mailto:fengsuli@ku.ac.th)<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

การจำลองระบบจ่ายน้ำท่อประปาเป็นเครื่องมือที่สำคัญช่วยวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำและแรงดันน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ รวมทั้งช่วยในการวางแผนการปรับปรุงท่อและวางท่อใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การศึกษานี้ได้วิเคราะห์สภาพจริงของระบบจ่ายน้ำของการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) สาขาหนองแคซึ่งประสบปัญหาน้ำสูญเสียค่อนข้างสูง และเสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการแรงดันเพื่อให้สามารถจ่ายน้ำได้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำและถึงผู้ใช้น้ำปลายทางสายท่อ ในการศึกษาี้แบบจำลองได้ใช้ข้อมูลเดือน พฤศจิกายน 2560 ของ กปภ.สาขาหนองแค ซึ่งมีผู้ใช้น้ำจำนวน 25,000 ราย มีความยาวท่อหลัก 800 กม. (ขนาดท่อระหว่าง 300 และ 50 มม.) มีปริมาณน้ำสูญเสีย 45,000 ลบ.ม. ต่อวัน และปริมาณน้ำขาย 29,650 ลบ.ม. ต่อวัน ดังนั้นมีน้ำสูญเสีย 15,350 ลบ.ม. ต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 34.11 ของปริมาณน้ำสูญเสีย ผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพปัจจุบัน พบว่า กปภ.สาขาหนองแค ควบคุมแรงดันที่สถานีสูบน้ำหีนกอง ระหว่าง 41 และ 45 ม. (ระดับพื้นดิน) แต่ช่วงเวลา 06.00 น. ถึง 10.00 น. พบปัญหาแรงดันน้ำ ณ ตำแหน่งผู้ใช้น้ำบริเวณปลายทางสายท่อมีค่าแรงดันที่น้อยมาก ซึ่งแสดงว่า สถานีสูบน้ำบริหารจัดการแรงดันต่ำเกินไปในช่วงเวลาดังกล่าว เนื่องจาก กปภ. ได้กำหนดเกณฑ์แรงดันขั้นต่ำสำหรับผู้ใช้น้ำที่ 5 ม. จากระดับพื้นดิน ดังนั้นเราได้ทำกรณีศึกษาเพื่อหาการจัดการแรงดัน ณ สถานีสูบน้ำที่เหมาะสมเพื่อให้ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวโดยใช้แบบจำลอง พบว่าแรงดันที่สถานีสูบน้ำหีนกอง ควรอยู่ระหว่าง 48 และ 70 ม. (ระดับพื้นดิน) โดยการเพิ่มแรงดันในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำมากและลดแรงดันในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำน้อยและปรับปรุง Booster Pump ให้มีประสิทธิภาพการสูญเสียที่เพิ่มขึ้นอย่างน้อย 5 ม. และควบคุมแรงดันในช่วงเวลากลางคืนเพื่อไม่ให้แรงดันสูงจนเกินความจำเป็นและเนื่องจากปริมาณน้ำรั่วแปรผันตามแรงดันในระบบจ่ายน้ำ พบว่า ปริมาณน้ำรั่วเพิ่มขึ้น 500 ลบ.ม. ต่อวัน ทำให้ปริมาณน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้นเป็น 45,500

ลบ.ม ต่อวัน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 1) ดังนั้น กปภ.สาขาหนองแคจำเป็นต้องบริหารจัดการแรงดันและควรทำการสำรวจหาท่อรั่วที่เข้มข้นขึ้นเพื่อลดปริมาณน้ำสูญเสียลง

**คำสำคัญ:** โครงข่ายท่อประปา, การบริหารจัดการแรงดัน, ระบบจ่ายน้ำ, การประปาส่วนภูมิภาค, หนองแค

## ABSTRACT

The simulation of the water supply system is an important tool to analyze the causes of problems such as insufficient water supply and pressure to meet water demand. Also, it helps the planning of pipe improvements and new pipe layouts to be more efficient. This study analyzes the real situation of the water supply system of the Provincial Waterworks Authority (PWA), Nong Khae Branch, which experiences relatively high water loss, and suggests a new pressure management strategy to enable sufficient water supply to meet water demand at the end-user of the pipeline. In this study, the model was built using the data in November 2017 of PWA, Nong Khae Branch. There are 25,000 customers with a main pipe length of 800 km (pipe sizes between 300 and 50 mm) with system input volume (SIV) of 45,000 m<sup>3</sup>/day and water sale of 29,650 m<sup>3</sup>/day. This, water loss is 15,350 m<sup>3</sup>/day, equivalent to 34.11% of SIV. The results from the current situation showed that PWA, Nong Khae branch controls the pressure at the Hin Kong Pumping Station (HKPS) between 41 and 45 meters (based on ground level), but during 6:00 am to 10:00 am, water pressure at the users at the end of the pipes, receive too low pressure. The problem implies that HKPS delivers the pressure too low during these period because PWA has set the minimum pressure threshold for water users at 5 m. from the ground level. Therefore, we conducted a case study to find the pressure management at HKPS to meet the above criteria using the model. It is found that the pressure at HKPS should be between 48 and 70 m. (based on ground level) by increasing the pressure during on-peak time and reducing pressure during off-peak time. Also, the booster pump should increase pressure at least 5 m. at on peak times and reduce the pressure at night so pressure will not exceed the requirement because water leakage varies with pressure in water distribution systems. It is found that leakage may increase only 500 m<sup>3</sup>/day, resulting in the SIV increasing to 45,500 m<sup>3</sup>/day (1% increase). Therefore, PWA, Nong Khae branch, should control the pressure and perform intensive active leakage control to reduce water loss.

**KEY WORDS :** Pipe Network, Pressure Management, Water Distribution, Provincial Waterworks Authority, Nong Khae Branch

## 1. บทนำ

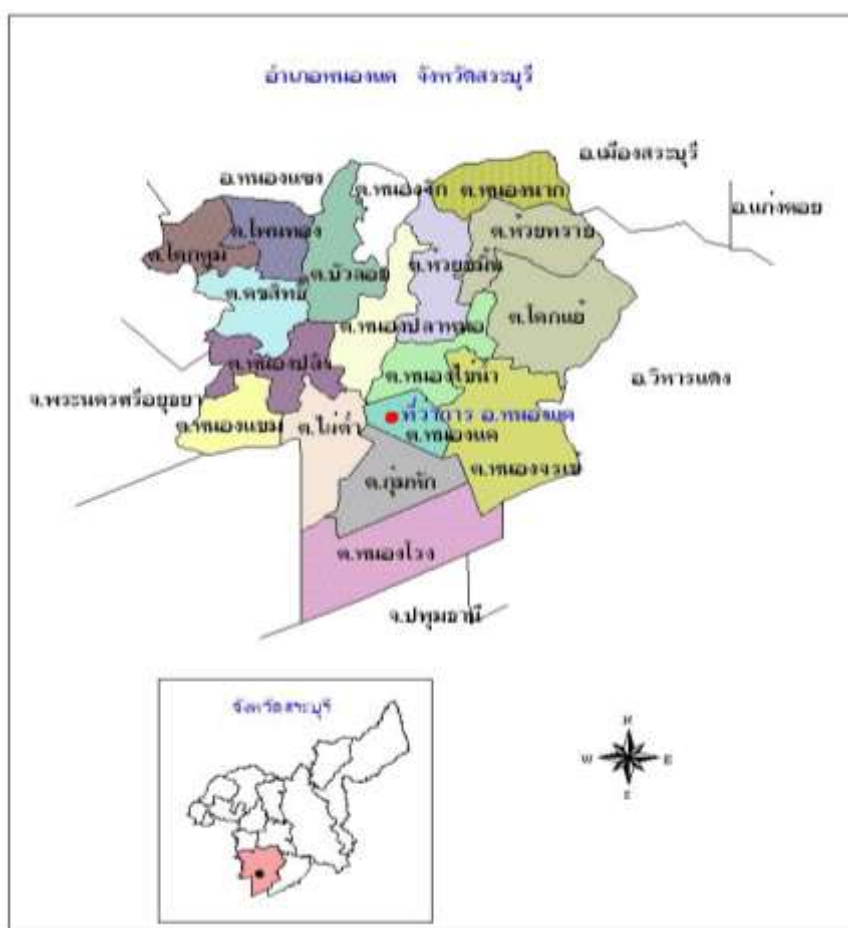
น้ำถือเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เราสามารถนำน้ำดิบมาผลิตเป็นน้ำประปาที่สะอาดและส่งให้ผู้ใช้ น้ำเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หลากหลาย รวมทั้งการอุปโภคและบริโภค ดังนั้นการส่งน้ำประปาจากโรงผลิตน้ำนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบจ่ายน้ำประปาด้วยเส้นท่อภายใต้แรงดันเพื่อมั่นใจว่าไม่มีสารปนเปื้อนระหว่างทางที่จ่ายน้ำไปยังผู้ใช้ น้ำประเภทต่างๆ ดังนั้นการบริหารจัดการแรงดันโครงข่ายท่อประปาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยหากมีแรงดันที่สูงเพียงพอที่สามารถส่งน้ำไปถึงผู้ใช้ น้ำปลายเส้นท่อโดยมีปริมาณน้ำและแรงดันที่เหมาะสม โดยหากมีแรงดันต่ำไปผู้ใช้ น้ำอาจไม่ได้รับน้ำ และสารปนเปื้อนมีโอกาสผ่านเข้ามาในเส้นท่อได้ แต่แรงดันสูงเกินไปก็ส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานและปริมาณน้ำรั่วเพิ่มด้วย

ดังนั้นในการศึกษานี้จะวิเคราะห์การบริหารจัดการแรงดันโครงข่ายท่อประปาสำหรับพื้นที่ให้บริการของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค โดยระบบจ่ายน้ำประปาเป็นโครงข่ายท่อที่มีพื้นที่การจ่ายน้ำที่มีขนาดใหญ่ ทำให้การจ่ายน้ำมีอุปสรรคต่างๆ เช่น การเกิดท่อแตก/รั่ว, น้ำไหลอ่อน, การควบคุมแรงดันที่ไม่เหมาะสมรวมไปถึงการจ่ายน้ำไปยังในพื้นที่ที่มีระดับความสูงที่แตกต่างกัน เป็นต้น

การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค ได้นำเอาระบบพื้นที่เฝ้าระวัง (District Metering Area, DMA) เข้ามาใช้ในการควบคุมการจ่ายน้ำ แต่ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร โดยจากสถิติการพบท่อแตกรั่วและเกิดปัญหาบางพื้นที่น้ำไหลอ่อน ทำให้ต้องแก้ปัญหาโดยการลงพื้นที่สำรวจหาท่อแตกรั่วและทำการควบคุมแรงดันรวมไปถึงการสร้างสถานีเพิ่มแรงดันในจุดต่างๆ แต่ก็ยังไม่สามารถลดปริมาณน้ำสูญเสียให้อยู่ในปริมาณที่ต่ำลงได้ตามที่ต้องการ จึงต้องเสียงบประมาณเป็นจำนวนมากในการปรับปรุงเส้นท่อและการติดตั้งชุดควบคุมแรงดัน ประมาณปีละหลายล้านบาท การศึกษานี้ได้นำเข้าข้อมูลปริมาณการใช้น้ำจริงของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค และโครงข่ายท่อประปาจากโปรแกรม Mapinfo Professional 12.5 แล้ว นำมาสร้างแบบจำลองระบบจ่ายน้ำโครงข่ายท่อประปาโดยใช้แบบจำลอง EPANET 2.0 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาวิเคราะห์การกระจายตัวของแรงดันในระบบโครงข่ายท่อในสภาพปัจจุบันเพื่อแก้ไขปัญหาแรงดันต่ำและแรงดันสูงกว่าช่วงแรงดันที่เหมาะสม และนำมาวิเคราะห์หาการบริหารจัดการแรงดันที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ควบคุมแรงดันให้มีความเหมาะสมในการบริหารจัดการน้ำสูญเสียและการให้บริการกับผู้ใช้ น้ำ

## 2. สภาพพื้นที่ศึกษา

การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค เริ่มประสบปัญหาประสิทธิภาพของระบบท่อจ่ายน้ำมีความสามารถในการให้บริการลดลงและไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำโดยเฉพาะชั่วโมงเร่งด่วน รวมทั้งปัญหาระบบสำรองน้ำและท่อเมนหลักในการจ่ายน้ำมีขนาดเล็ก เนื่องจาก บางส่วนยังเป็นท่อเก่าใช้งานมานานซึ่งหมดสภาพการใช้งานและแตกชำรุดเสียหายบ่อยครั้ง อีกทั้งการบริหารจัดการแรงดันภายในระบบท่ออย่างไม่มีการวิเคราะห์อย่างชัดเจน ปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้เกิดภาวะต้นทุนน้ำสูญเสียและผู้ใช้ในพื้นที่ได้รับความเดือดร้อนจากการหยุดจ่ายน้ำเพื่อทำการซ่อมท่ออยู่เป็นประจำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเร่งดำเนินการแก้ไขจุดอ่อนต่างๆในระบบท่อจ่ายน้ำ เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการใช้น้ำของประชาชนในระยะยาวได้



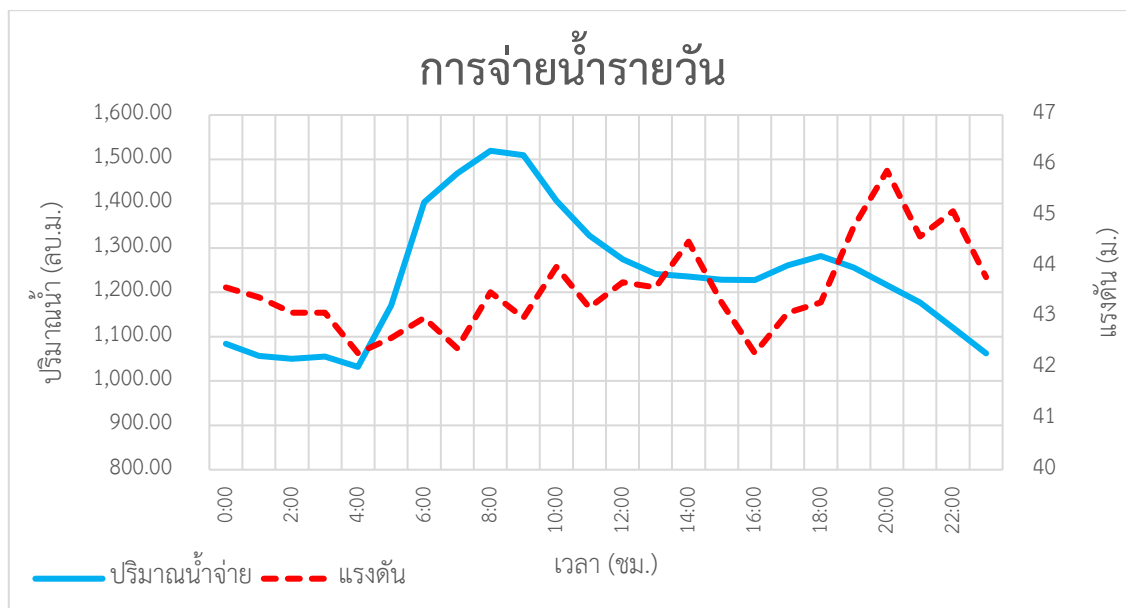
รูปที่ 1 แผนที่พื้นที่ให้บริการของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค

การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแคมีพื้นที่ให้บริการดังแสดงในรูปที่ 1 ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 500 ตร.กม. มีผู้ใช้น้ำทั้งหมดประมาณ 26,000 ราย และมีความยาวท่อจ่ายน้ำรวมมากกว่า 800 กม. จากสถิติการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแคพบปัญหาท่อแตก/รั่วส่วนใหญ่เกิดกับท่อที่มี

อายุการใช้งานตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไปมากกว่า 590 จุดต่อปี และยังมีอีกหลายจุดที่ยังหาไม่พบ ซึ่งปัจจุบันแก้ปัญหาโดยการออกสำรวจหา ท่อแตกรั่ว ด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง Passive Control และ Active Control อีกทั้งยังมีพื้นที่ที่เกิดปัญหาน้ำไหลอ่อน เนื่องจากการจัดการบริหารแรงดันไม่มีประสิทธิภาพ การประปาส่วนภูมิภาคต้องมีการจัดสรรงบประมาณ ประมาณสองถึงสามพันล้านบาทต่อปี เพื่อทำการซ่อมท่อดำเนินการปรับปรุงเส้นท่อแรงดันเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเพื่อไม่ให้มีผลกระทบกับการให้บริการแก่ประชาชน ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงผลกระทบจากปัญหาน้ำไหลอ่อนและการเกิดท่อแตกรั่ว จึงจำเป็นต้องศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำภายในเส้นท่อและแรงดันที่เกิดขึ้น ณ จุดต่างๆของเส้นท่อ

**ตารางที่ 1** สภาพระบบสูบน้ำจ่ายน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค (ข้อมูลเดือน พฤศจิกายน 2560)

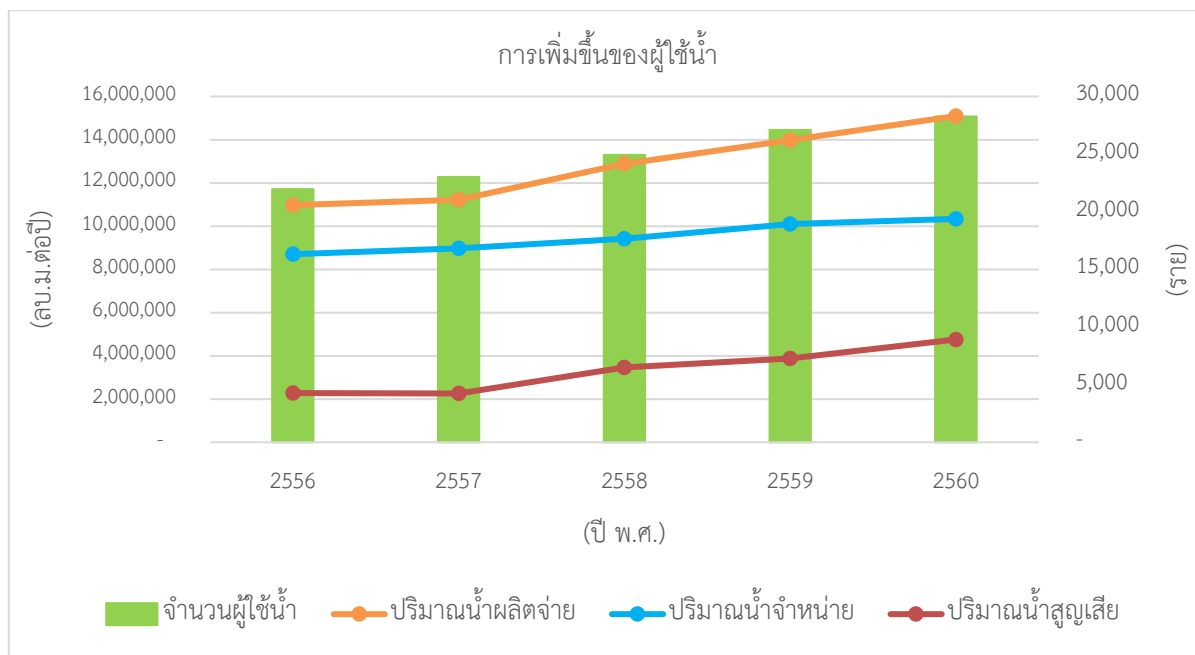
รายการ	จำนวน
พื้นที่ให้บริการ (ตร.กม.)	≈ 500
จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)	≈ 26,000
ความยาวท่อรวม (กม.)	≈ 800
ชนิดของท่อ	PVC 75% และ ชนิดอื่นๆ 25%
ระดับสูงสุดและต่ำสุด (ม.รทก.)	35 และ 3
ปริมาณน้ำผลิต (ลบ.ม. ต่อวัน)	45,000
ปริมาณน้ำจำหน่าย (ลบ.ม. ต่อวัน)	29,650
ปริมาณน้ำสูญเสีย (ลบ.ม. ต่อวัน)	15,350
อัตราน้ำสูญเสีย (%)	34.11



รูปที่ 2 ปริมาณน้ำจ่ายและแรงดันรายชั่วโมง ณ สถานีจ่ายน้ำหินกอง

ตารางที่ 1 แสดงสภาพระบบสูบน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค พบว่าท่อจ่ายน้ำส่วนใหญ่เป็นท่อ PVC และมีระดับพื้นดินที่แตกต่างกันถึง 30 ม. ทำให้มีอุปสรรคในการจ่ายน้ำ จึงส่งผลให้เกิดอัตราการสูญเสียที่สูงประมาณ 34 % รูปที่ 2 แสดงข้อมูลปริมาณน้ำจ่ายและแรงดันรายชั่วโมง ณ สถานีจ่ายน้ำหินกอง พบว่าแรงดันที่จ่ายจากสถานีไม่สอดคล้องกับปริมาณน้ำจ่ายตั้งนี้ ช่วงเวลาการใช้น้ำสูงสุด ระหว่าง 06.00 – 10.00 น. มีปริมาณน้ำจ่ายประมาณ 1,400 – 1,550 ลบ.ม./ชม. และมีค่าแรงดันน้ำต้นทางอยู่ที่ 42 – 44 ม. แต่ช่วงเวลาใช้น้ำตอนกลางคืน ระหว่าง 19.00 – 04.00 น. มีอัตราการใช้น้ำประมาณ 1,000 – 1,250 ลบ.ม./ชม. กลับมีค่าแรงดันน้ำต้นทางอยู่ที่ 42 – 46 ม. ทั้งนี้สาเหตุที่ทำให้ กปภ.สาขาหนองแคจ่ายน้ำด้วยแรงดันต้นทางที่สูงตลอดเวลานั้นเนื่องมาจากบริเวณปลายท่อส่งน้ำนั้นเป็นพื้นที่เชิงเขาซึ่งมีระดับที่อยู่สูงกว่าสถานีจ่ายน้ำ ส่งผลให้บริเวณปลายท่อส่งน้ำไม่สามารถส่งน้ำไปได้ถ้าลดแรงดันต่ำลง แต่แรงดันที่ไม่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำจ่ายอาจส่งผลให้เกิดแรงดันไม่เพียงพอในช่วงการใช้น้ำสูงและแรงดันเกินความจำเป็นในช่วงการใช้น้ำต่ำได้





รูปที่ 3 จำนวนผู้ใช้น้ำ ปริมาณน้ำผลิตจ่าย น้ำจำหน่ายและน้ำสูญเสียย้อนหลัง 5 ปี

รูปที่ 3 แสดงข้อมูลจำนวนผู้ใช้น้ำ ปริมาณน้ำผลิตจ่าย น้ำจำหน่ายและน้ำสูญเสียระหว่างปี พ.ศ. 2556-2560 เนื่องจากประชากรในพื้นที่ให้บริการของ กปภ.สาขาหนองแค นั้นมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้น ดังนั้นพบว่า กปภ.สาขาหนองแค มีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของผู้ใช้น้ำ จึงทำให้ปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้นทำให้มีการผลิตน้ำประปามากขึ้น แต่มีน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

### 3.ขั้นตอนการศึกษา

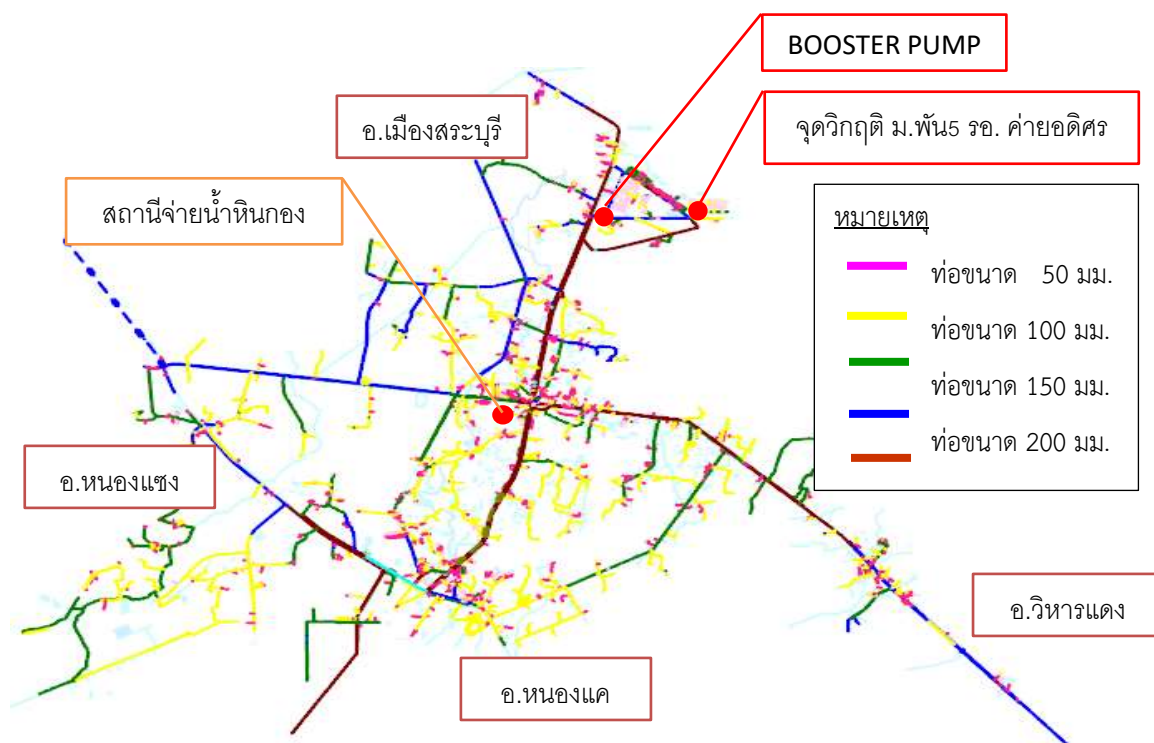
การศึกษานี้ได้นำแบบจำลอง EPANET 2.0 มาวิเคราะห์ระบบโครงข่ายท่อประปา ของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาหนองแค จังหวัดสระบุรี เพื่อบริหารจัดการแรงดันในโครงข่ายท่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนวิธีการศึกษา ดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ
  - 1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำ, ความยาวเส้นท่อ, ขนาดชนิดท่อ, ระบบจ่ายน้ำ, รวมไปถึง การวัดค่าแรงดันในการสอบเทียบข้อมูล
  - 1.2 ข้อมูล GIS ดังแสดงในรูปที่ 4

จากข้อมูล GIS (รูปที่ 4) ที่สถานีจ่ายน้ำหินกอง มีอัตราการสูญเสียอยู่ที่ 30,000 ลบ.ม. ต่อวัน, แรงดันน้ำสูญเสียอยู่ที่ 43.5 ม. มีท่อประปาจ่ายน้ำมีขนาด 200-300 มม.และ

ท่อเมนรองมีขนาดตั้งแต่ 40 – 150 มม. ซึ่งผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผู้ใช้น้ำแบบครัวเรือน ร้อยละ 95 ของพื้นที่และมีโรงงานอุตสาหกรรม ร้อยละ 5 ของพื้นที่ โดยมีพื้นที่ให้บริการดังนี้ ทางทิศเหนือให้บริการในเขตพื้นที่ อ.เมืองสระบุรี ซึ่งมีพื้นที่เป็นเชิงเขามีค่าระดับความสูงของพื้นดินแตกต่างกัน 30 ม. ทำให้ต้องมีสถานีเพิ่มแรงดัน (Booster Pump) มีระยะสูบล่ง 40 ม.และอัตราการสูบน้ำเท่ากับ 35 ลบ.ม. ต่อชม. ทางด้านทิศใต้ให้บริการในเขตพื้นที่ อ.หนองแค ทางด้านทิศตะวันออกให้บริการในเขตพื้นที่ อ.วิหารแดง และทางด้านทิศตะวันตกให้บริการในเขตพื้นที่ อ.หนองแซง ซึ่งบริเวณอื่นๆ นอกเหนือจากทางด้านทิศเหนืออื่นไม่มีปัญหาทางด้านระดับความสูงของพื้นดินจึงทำให้ไม่ต้องมีสถานีเพิ่มแรงดัน

2. ศึกษาและเลือกใช้อุปกรณ์มาสร้างเป็นแบบจำลอง โดยใช้แบบจำลอง EPANET 2.0 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในวิเคราะห์การไหลของน้ำทางชลศาสตร์ภายใต้แรงดันของระบบท่อโครงข่าย คือแบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งจำลองพฤติกรรมทางด้าน Hydraulic และ Water Quality กับโครงข่ายเส้นท่อภายใต้แรงดัน ณ ช่วงเวลาที่ต่อขยายออกไป โครงข่ายประกอบด้วย ท่อ(Pipe), บัพ(Node), ปั๊ม(Pump), วาล์ว(Valve) และถังเก็บน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ(Reservoir) แบบจำลอง EPANET 2.0 สามารถหาอัตราการไหลในแต่ละเส้นท่อแรงดันในแต่ละบัพ (Node) ความสูงของน้ำในแต่ละถัง เช่น โครงข่ายการจ่ายน้ำประปา เป็นต้น โดยที่การคำนวณค่าต่างๆจะใช้ สมการของ Hazen-William



รูปที่ 4 ข้อมูลด้าน GIS แสดงแผนที่โครงข่ายแนวท่อ การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค

3. ทำการปรับแก้ข้อมูล GIS ที่ทำการแปลงไฟล์แล้ว โดยใช้ โปรแกรม IEPANET ในการปรับแก้ข้อมูลต่างๆ โดยมีทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 Input GIS Pipes Data เป็นการ run เพื่อนำข้อมูลท่อ ได้แก่ค่า Diameter และ Roughness เข้าไปปรับปรุงค่าจากข้อมูลที่สร้างขึ้น
- 3.2 Delete Replicate Nodes เป็นการ run เพื่อลบ node ที่ซ้ำกัน
- 3.3 Convert Vertices เป็นการ run เพื่อเปลี่ยนการคลิกเส้นท่อใน GIS ให้เป็น node
- 3.4 Delete Replicate Nodes 2 อีกครั้งหนึ่ง
- 3.5 Break Pipes เป็นการ run เพื่อทำการเบรกท่อตามระยะที่กำหนด
- 3.6 Snap Node เป็นการ run เพื่อเชื่อมต่อ node ที่ไม่ได้เชื่อมต่อกัน
- 3.7 Create Customer Connection เป็นการ run เพื่อสร้างจุดผู้ใช้น้ำ
- 3.8 Update Data DEM to Node เป็นการใส่ค่าระดับให้แก่ node จากค่าระดับในพื้นที่จริง

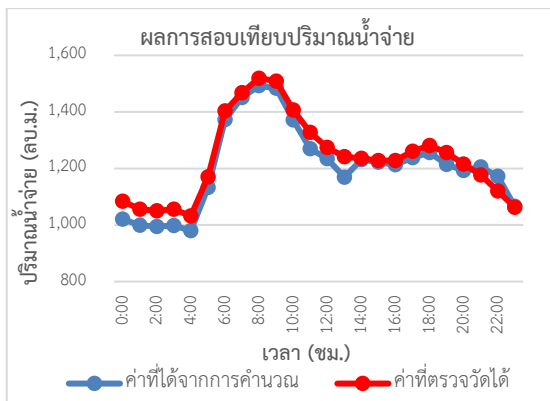
เมื่อทำการปรับแก้เสร็จครบทุกขั้นตอนแล้วได้แผนที่เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม EPANET 2.0

4. รวบรวมข้อมูลการจ่ายน้ำ จาก กปภ.สาขาหนองแค ในวันที่ 11 พ.ย. 60 เพื่อนำมาสร้าง Pattern การจ่ายน้ำในระบบประปา ตลอด 24 ชม.

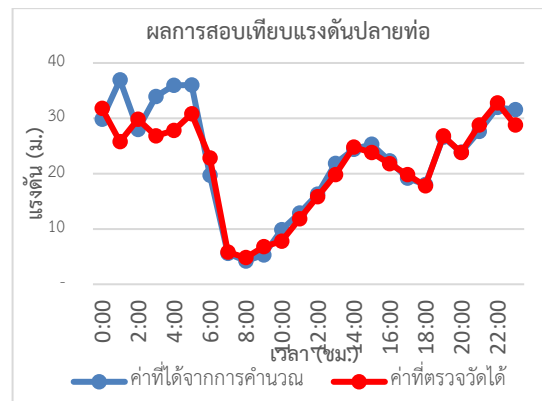
5. สอบเทียบแบบจำลอง Hydraulic Model ด้วยการปรับแก้ค่า Pattern การใช้น้ำและค่า Emitter ซึ่งเป็นสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำสูญเสียกับแรงดันที่เกิดขึ้นในระบบจ่ายน้ำ จนได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดเป็นที่น่าพอใจ

#### 4.ผลการศึกษาและอภิปราย

รูปที่ 5 แสดงผลการสอบเทียบแบบจำลองหลังปรับแก้ พบว่า ค่าปริมาณน้ำจ่าย ณ สถานีจ่ายน้ำหินกองระหว่างข้อมูลจริงกับผลจากแบบจำลอง (Calibrate) มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.9633 แบบจำลองสามารถแสดงผลปริมาณน้ำจ่ายรายชั่วโมงทั้งในช่วงเวลาการใช้น้ำสูงและต่ำได้ดี และเมื่อเปรียบเทียบค่าแรงดันปลายท่อพบว่ามีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.8837 ซึ่งแสดงว่าแบบจำลองให้ผลลัพธ์มีความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจ พบว่าสภาพแรงดันที่จุดตรวจวัดบริเวณปลายท่อส่งน้ำมีค่าน้อยกว่า 5 ม. ในช่วงเวลาการใช้น้ำสูงสุด ขณะที่ในช่วงเวลากลางคืนที่มีการใช้น้ำต่ำกลับมีแรงดันปลายท่อสูงเกิน 20 ม. แสดงว่าการบริหารจัดการแรงดัน ณ ปัจจุบันไม่ได้จัดการอย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่

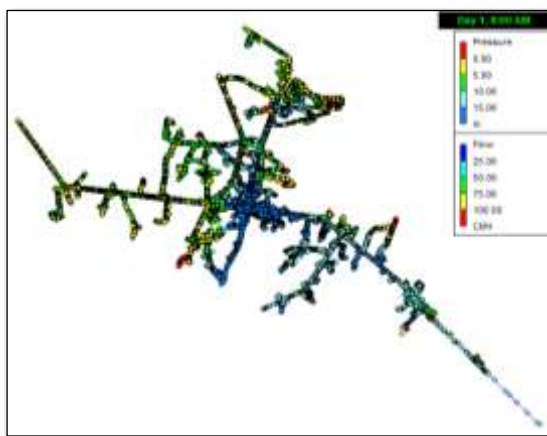


(ก) ปริมาณน้ำจ่าย ณ สถานีจ่ายน้ำหินกอง

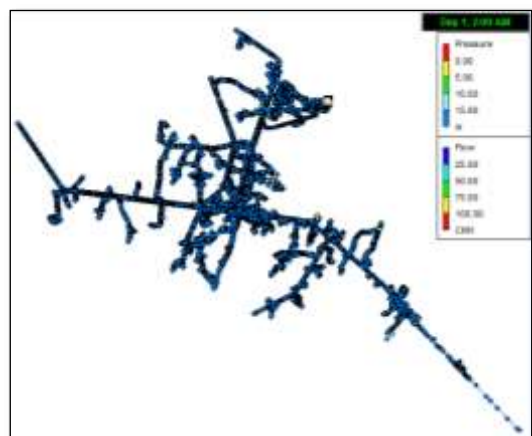


(ข) แรงดันที่จุดวิกฤติ ณ ม.พิน5 รอ. ค่ายอดิศร

### รูปที่ 5 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง (ก) ปริมาณน้ำจ่าย และ (ข) แรงดัน



(ก) ช่วงเวลาจ่ายน้ำสูงสุด ณ เวลา 8.00 น.



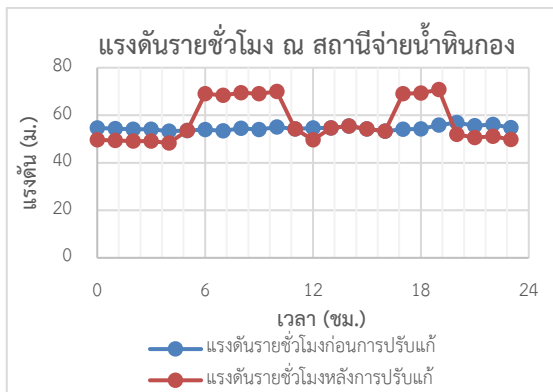
(ข) ช่วงเวลาจ่ายน้ำต่ำสุด ณ เวลา 2.00 น.

### รูปที่ 6 การกระจายแรงดันในโครงข่ายท่อประปา เดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2560 (ก) ช่วงเวลาจ่ายน้ำสูงสุด และ (ข) ช่วงเวลาจ่ายน้ำต่ำสุด

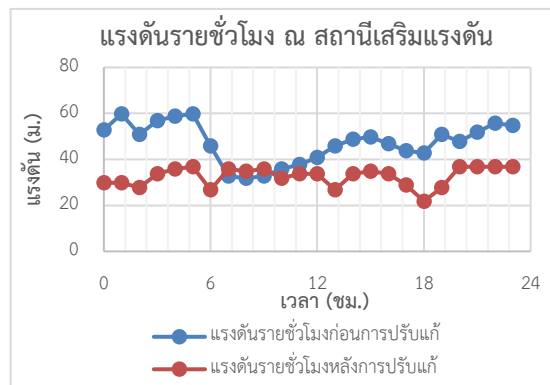
รูปที่ 6 แสดงการกระจายแรงดันในโครงข่ายท่อประปาจากผลลัพธ์ของแบบจำลองการใช้น้ำพบว่าช่วงเวลา 08.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการจ่ายน้ำสูงสุด (On Peak) ของวัน โดยมีปริมาณน้ำจ่าย 1,550 ลบ.ม. ต่อชม. ค่าแรงดันที่ปลายท่อมีค่าแรงดันต่ำกว่า 5 ม. โดยในบางจุดมีค่าต่ำเหลือเพียง 0.21 ม. ขณะที่ในช่วงเวลา 02.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำต่ำสุด (Off Peak) ของวัน มีปริมาณน้ำจ่าย 1,050 ลบ.ม. ต่อชม. พบว่าค่าแรงดันที่ปลายท่อสูงมากถึง 23.95 ม. เห็นได้ว่าปัญหาน้ำไหลอ่อนพบในช่วงเช้าเวลา 06.00 น.- 10.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด การที่มีแรงดันต่ำช่วงดังกล่าวอาจส่งผลให้น้ำขุ่นต่ำกว่าที่ควรจะเป็น แต่ขณะที่ช่วงกลางคืนซึ่งการใช้น้ำต่ำกลับมีแรงดันสูงเกินความจำเป็นส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานและมีปริมาณน้ำรั่วสูงขึ้น

หลังจากการวิเคราะห์ปัญหาด้านแรงดันที่เกิดขึ้นของ กปภ. สาขาหนองแค จึงได้ทำการศึกษาการบริหารจัดการแรงดัน โดยมีการปรับเปลี่ยนแรงดันการจ่ายน้ำ โดยกำหนดจุดแรงดันวิกฤตของระบบ

(Critical Pressure Point, CPP) ที่บริเวณปลายท่อมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 5 ม. จากระดับพื้นดินตลอด 24 ชม. ซึ่งเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดย กปภ. โดยได้ทำการปรับแรงดันที่จ่ายออกจากสถานีจ่ายน้ำหिनกงและจากสถานีเสริมแรงดัน (Booster Pump) เพื่อให้แรงดันที่ CPP เป็นไปตามข้อกำหนด



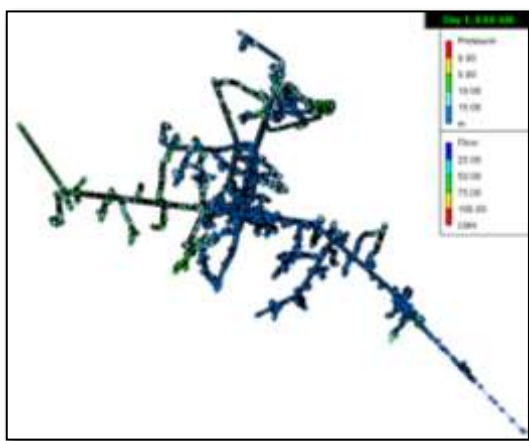
(ก) สถานีจ่ายน้ำหिनกง



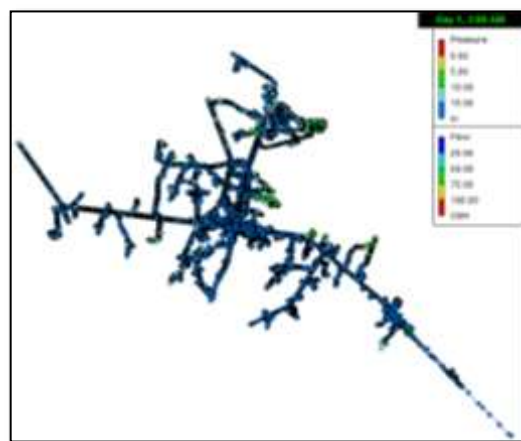
(ข) สถานีเสริมแรงดัน

รูปที่ 7 แรงดันรายชั่วโมงก่อนและหลังการปรับแก้ (ก) สถานีจ่ายน้ำหिनกง และ (ข) สถานีเสริมแรงดัน

รูปที่ 7 แสดงผลการปรับแก้รูปแบบแรงดันรายชั่วโมงที่สถานีจ่ายน้ำหिनกง ทำให้แรงดันสูงขึ้นในช่วงเวลาการใช้น้ำมากตั้งแต่เวลา 06.00 – 10.00 น.และ 17.00 – 19.00 น. โดยปรับเพิ่มขึ้นประมาณ 15 ม.และปรับลดลงในช่วงเวลากลางคืนตั้งแต่เวลา 20.00 – 04.00 น. ซึ่งถือว่าเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำน้อย โดยปรับลดลงประมาณ 5 ม. ขณะที่แรงดันที่สถานีเสริมแรงดันมีการปรับแรงดันสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วงเวลาการใช้น้ำมาก ตั้งแต่เวลา 07.00 – 09.00 น. ประมาณ 5 ม. และปรับลดแรงดันค่อนข้างมากในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำน้อย ตั้งแต่เวลา 13.00 – 06.00 น. ประมาณ 20 ม.



(ก) ช่วงเวลาจ่ายน้ำสูงสุด ณ เวลา 08.00 น.



(ข) ช่วงเวลาจ่ายน้ำต่ำสุด ณ เวลา 02.00 น.

รูปที่ 8 การกระจายแรงดันโครงข่ายท่อประปาหลังการปรับรูปแบบแรงดัน (ก) ช่วงเวลาจ่ายน้ำสูงสุด และ (ข) ช่วงเวลาจ่ายน้ำต่ำสุด

การปรับปรุงแบบแรงดันส่งผลให้การกระจายแรงดันในโครงข่ายท่อประปาเปลี่ยนไปดังรูปที่ 8 พบว่า ค่าแรงดันปลายท่อในช่วงเวลาใช้น้ำสูงสุดและต่ำสุด มีค่ามากกว่า 5 ม. ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้น้ำสามารถใช้น้ำได้ทุกช่วงเวลา จึงสามารถสรุปได้ว่าแรงดันที่สถานีสูบน้ำจ่ายน้ำหिनกองควรมีค่าระหว่าง 48 และ 70 เมตร (ระดับพื้นดิน) และสัมพันธ์กับปริมาณน้ำจ่ายโดยเพิ่มแรงดันในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำมากและลดแรงดันในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำน้อย สถานีเสริมแรงดันควรปรับปรุง Booster Pump เป็นแบบปรับความเร็วรอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสูบน้ำและสามารถปรับลดแรงดันในช่วงกลางคืนไม่ให้สูงจนเกินความจำเป็นเนื่องจากปริมาณน้ำรั่วแปรผันตามแรงดันในระบบจ่ายน้ำและควรเพิ่มแรงดันประมาณ 5 ม. ในช่วงเวลาใช้น้ำสูงสุด หากทำการปรับแรงดันตามกรณีศึกษาคาดว่าปริมาณน้ำรั่วจะเพิ่มขึ้นประมาณ 500 ลบ.ม. ต่อวัน ทำให้ปริมาณน้ำสูบน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 45,500 ลบ.ม. ต่อวัน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 1) ทั้งนี้ น่าจะส่งผลดีให้บริเวณปลายท่อน้ำใช้ตลอดเวลา

## 5.สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาแบบจำลองชลศาสตร์โครงข่ายท่อประปา โดยใช้โปรแกรม EPANET 2.0 ในการจำลองการจ่ายน้ำรายชั่วโมงของ กภ.สาขาหนองแค ที่มีปริมาณน้ำสูญเสียที่ค่อนข้างสูง พบว่าในช่วงการใช้น้ำสูงแรงดันที่จ่ายออกจากสถานีสูบน้ำหिनกงและสถานีเสริมแรงดันมีค่าต่ำเกินไป ส่งผลกระทบกับผู้ใช้ในบริเวณปลายท่อส่งน้ำได้รับแรงดันต่ำกว่า 5 ม.(เกณฑ์ขั้นต่ำของ กภ.) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อน้ำขาลดลง ขณะที่ในช่วงการใช้น้ำต่ำเวลากลางคืน บริเวณปลายท่อส่งน้ำได้รับแรงดันสูงกว่า 20 ม. เป็นสาเหตุหนึ่งทำให้มีปริมาณน้ำรั่วสูง ดังนั้นการศึกษานี้ได้จำลองกรณีศึกษาการบริหารจัดการแรงดันให้มีความเหมาะสมโดยให้แรงดันปลายท่ออยู่ระดับ 5 ม. ตลอดเวลา พบว่า กภ.สาขาหนองแค ควรเพิ่มแรงดันสถานีจ่ายน้ำหिनกง ในช่วงเวลาการใช้น้ำมากเวลา 06.00-10.00 น. และ 17.00-19.00 น. ประมาณ 15 ม. และลดแรงดันในช่วงเวลาอื่นประมาณ 5 ม. ขณะที่สถานีเสริมแรงดันควรเลือกใช้ Booster Pump แบบปรับความเร็วรอบได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าอาจส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้นเพียง 500 ลบ.ม. ต่อวัน อย่างไรก็ตาม กภ.สาขาหนองแค ควรตรวจสอบสำรวจหาท่อแตก ท่อรั่ว อย่างสม่ำเสมอและตรวจสอบความเที่ยงตรงของมาตรวัดน้ำเป็นประจำ เพื่อลดปริมาณน้ำสูญเสียไม่ให้สูงจนเกินไป

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแคที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บตัวอย่างข้อมูล และข้อมูลต่างๆที่ใช้ในแบบจำลอง และขอขอบพระคุณ นายโสฬส คมวีระวงศ์ ผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีสารสนเทศ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 7 ที่ให้คำปรึกษาด้านการใช้งานโปรแกรม IEPANET ในการแปลงข้อมูล GIS ให้เป็นแบบจำลอง และขอขอบพระคุณ ทีมงานแผนที่แนวท่อ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 2 ที่ให้คำปรึกษาด้านข้อมูล GIS ด้วยโปรแกรม Mapinfo Professional 12.5

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ศุภรักษ์ แก้วแสง, อติชัย พรพรหมินทร์ และ สุรชัย ลิปิวัฒนาการ. (2559). การศึกษาปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในระบบท่อจ่ายน้ำประปา. *วิศวกรรมสาร มก.*, 29(96), 23 – 34.
- [2] S. Lipiwattanakarn, S. Kaewsang, A. Pornprommin and T. Wongwiset. (2019). Real benefits of leak repair and increasing the number of inlets to energy. *Water Practice & Technology*, 3(14), 714-725.
- [3] Sutthisak Lapprasert, Adichai Pornprommin, Surachai Lipiwattanakarn, Suwatana Chittaladakorn. (2018). Energy Balance of a Trunk Main Network in Bangkok, Thailand. *Journal - American Water Works Association*, 0(0), 1-10.
- [4] สิปพนนท์ กิ่งก้ำ, สุทธิรักษ์ กาบแก้ว, อติชัย พรพรหมินทร์ และ สุรชัย ลิปิวัฒนาการ. (2562). แบบจำลองระบบโครงข่ายท่อประปาการประปาส่วนภูมิภาคสาขาพิจิตร. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มช.*, 26(1), 93 – 106.



การวิเคราะห์การรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11

Salinity Intrusion Analysis in Bangpakong River by Mathematical Model MIKE 11

วิชญาณี อีร์ตัน<sup>1</sup> จิระวัฒน์ กณะสุต<sup>2</sup>

Wichayanee Urat<sup>1</sup> Jirawat Kanasut<sup>2</sup>

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

กรุงเทพมหานคร

E-mail: wichayanee.ura@ku.th<sup>1</sup> fengjwg@ku.ac.th<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

แม่น้ำบางปะกงได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลงของระดับน้ำทะเล ทำให้ในช่วงฤดูแล้งประสบปัญหาความเค็มรุกล้ำเข้ามาในแม่น้ำส่งผลกระทบต่อเกษตรกรและการนำน้ำไปผลิตน้ำประปาโดยจุดควบคุมความเค็มอยู่ที่ประตูระบายน้ำบางขนาก ซึ่งจะต้องควบคุมค่าความเค็มที่จุดดังกล่าวไม่ให้เกิน 1 กรัม/ลิตร ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11– HD จำลองการไหลในลำน้ำและแบบจำลอง MIKE 11-AD จำลองการแพร่กระจายค่าความเค็ม ในการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ (Manning's n) ของแม่น้ำบางปะกงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.025 – 0.050 และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 100 – 500 ตารางเมตรต่อวินาที ในการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้เพื่อหาเกณฑ์การระบายน้ำ โดยได้เลือกช่วงวันที่ 1 มกราคม ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2558 พบว่าควรให้มีปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 เพิ่มขึ้น 178.42 ล้านลูกบาศก์เมตร จึงจะทำให้ค่าความเค็มที่จุดควบคุมไม่เกิน 1 กรัม/ลิตร

**คำสำคัญ:** แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11–HD, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11–AD, ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ, ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายความเค็ม

### Abstract

Bangpakong River is influenced by the sea level fluctuations. During the drought, the problem of salinity intrusion into the river affects farmers and producing the water supply. The salinity control point is at the Bang Kanak Floodgate. That must control the

salinity at the control point is not over than 1 gram per liter. In this study, using MIKE 11-HD mathematical model simulated flows in the river and using MIKE 11-AD simulated the dispersion of salinity in the river. In the calibration and verification of the model, it was found that The Manning's n of the Bangpakong River is between 0.025 - 0.050 and the dispersion coefficient is between 100 - 500 square meter per second.

The application of the model to find drainage criteria is chosen on January 1st to March 31st, 2015. It was found that the volume of water passing the runoff station at KGT.3 should be increased by 178.42 million cubic meters so the salinity at the control point should not be exceeded 1 gram per liter.

**Keyword:** MIKE 11-HD mathematical model, MIKE 11-AD mathematical model, Manning's n, Dispersion coefficient

## บทนำ

ลุ่มน้ำบางปะกงตั้งอยู่ทางตะวันออกของประเทศไทยมี โดยเกิดจากการรวมตัวของแม่น้ำนครนายกที่ไหลมาจากที่สูงตอนเหนือของจังหวัดนครนายก มาบรรจบกับแม่น้ำปราจีนบุรีที่ แล้วไหลออกสู่ทะเล ทำให้น้ำในแม่น้ำมีการขึ้นลงตามการขึ้นลงของน้ำทะเล พื้นที่ตลอดลำน้ำบางปะกงจึงได้รับผลกระทบจากความเค็ม เนื่องจากบริเวณริมฝั่งแม่น้ำบางปะกงเป็นที่ตั้งของชุมชนและเป็นแหล่งน้ำเพื่อการประกอบอาชีพต่าง ๆ ทั้งการเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์และอุตสาหกรรม พื้นที่ดังกล่าวจึงได้รับผลกระทบจากการรุกตัวของความเค็ม

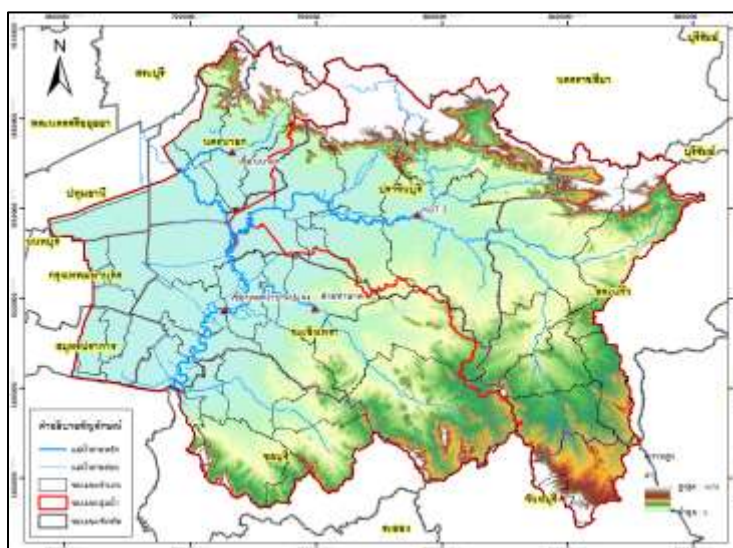
ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการรุกตัวของความเค็มโดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาแนวทางในการบรรเทาการรุกตัวของความเค็ม โดยในการศึกษานี้ได้เลือกแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 จำลองสภาพการไหลและการนำพา-แพร่กระจายของความเค็มในแม่น้ำเพื่อหาแนวทางในการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำและประตูระบายน้ำต่าง ๆ ที่อยู่เหนือลำน้ำไปผลักดันน้ำเค็มในแม่น้ำบางปะกงให้ค่าความเค็มอยู่ในเกณฑ์ควบคุม

## วัตถุประสงค์

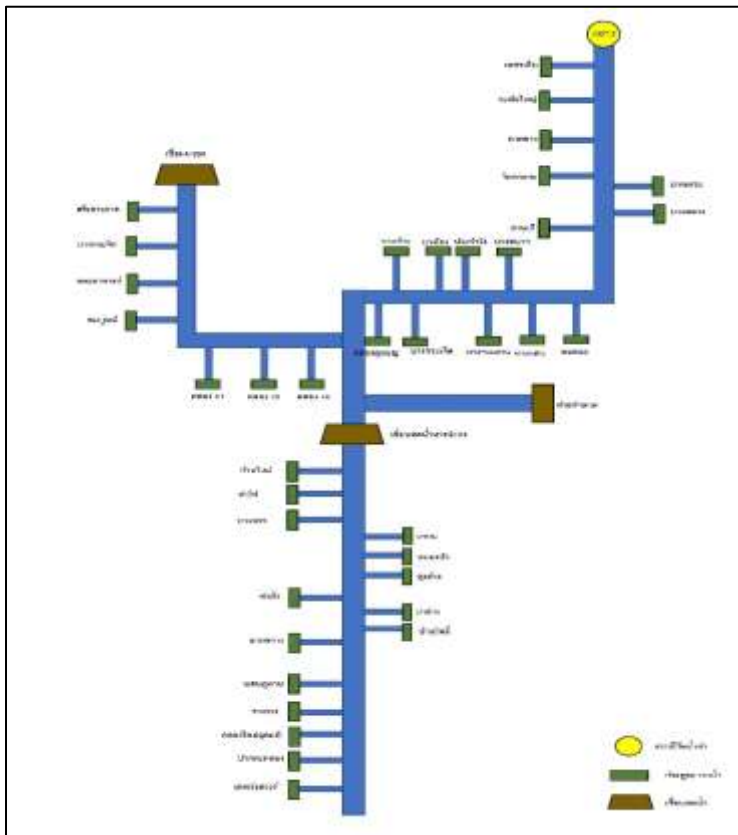
1. ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจำลองการไหลในแม่น้ำบางปะกง
2. ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์การรุกตัวของความเค็มเค็มในแม่น้ำบางปะกง
3. เสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาการรุกล้นน้ำเค็มในแม่น้ำบางปะกง

## พื้นที่ศึกษา

แม่น้ำบางปะกงเกิดจากการรวมตัวของแม่น้ำนครนายกที่ไหลมาจากที่สูงตอนเหนือของจังหวัดนครนายก มาบรรจบกับแม่น้ำปราจีนบุรีที่ไหลมาจากลุ่มน้ำปราจีนบุรี ที่บริเวณอำเภอบ้านสร้างจังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จากนั้นจะไหลผ่านที่ราบบริเวณจังหวัดฉะเชิงเทรา และไหลลงสู่อ่าวไทยที่อำเภอบางปะกง รวมระยะทางจากปากแม่น้ำถึงจุดบรรจบประมาณ 120 กม. ในขอบเขตพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย เขื่อนทดน้ำนครนายก ตั้งอยู่บนแม่น้ำนครนายก สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 ตั้งอยู่บนแม่น้ำปราจีนบุรี และฝายท่าลาดตั้งอยู่บนคลองท่าลาดซึ่งเป็นลำน้ำสายย่อยของแม่น้ำบางปะกง ดังรูปที่ 1 และผังน้ำแม่น้ำบางปะกง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาการรุกล้นน้ำเค็มของแม่น้ำบางปะกง



รูปที่ 2 ฝังน้ำแม่น้ำบางปะกง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. แบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ (MIKE11-HD)

คำนวณการไหลใน 1 มิติ โดยใช้ทฤษฎีของกฎทรงมวลคือ มวลน้ำไม่สูญหายไปและหากมีแรงกระทำที่ไม่สมดุลจึงเกิดการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ ดังสมการต่อไปนี้ (DHI, 1995)

$$\frac{\partial Q}{\partial X} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial X} + \left( g \frac{A}{B} - \frac{Q^2}{A^2} \right) \frac{\partial A}{\partial X} + gA(S_f + S_0) = 0 \tag{2}$$

Q = ปริมาณการไหล

A = พื้นที่หน้าตัดลำน้ำ

t = เวลา

X = ระยะทาง

B = ความกว้างของลำน้ำ

$g$  = ความเร่งจากแรงโน้มถ่วงโลก

$S_f$  = ความลาดชันของความเสียดทาน

$S_0$  = ความลาดชันท้องน้ำ

## 2. แบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจายมวลสารในลำน้ำ (MIKE11-AD)

จำลองการแพร่กระจายมวลสารโดยมีอิทธิพลการไหลของน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง ในการจำลองการเคลื่อนที่มวลสารในลำน้ำนั้นใช้หลักการของกฎทรงมวล โดยจำลองการไหลใน 1 มิติ สมการพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left( AD_f \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -AKC + C_s \cdot q \quad (3)$$

$C$  = ความเข้มข้น (มวล/ปริมาตร)

$D_f$  = สัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (ตารางเมตร/วินาที)

$A$  = พื้นที่หน้าตัด (ตารางเมตร)

$K$  = สัมประสิทธิ์การย่อยสลาย (วินาที<sup>-1</sup>)

$C_s$  = ความเข้มข้นต้นกำเนิดสาร (มวล/ปริมาตร)

$q$  = อัตราการไหลด้านข้างต่อหน่วยความยาวลำน้ำ (ม<sup>2</sup>/วินาที)

$t$  = ช่วงเวลา (วินาที)

$x$  = ระยะทาง (เมตร)

โดยค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย (Dispersion Coefficient) คำนวณได้จากสมการ ดังต่อไปนี้

$$D_f = aV^b \quad (4)$$

$a$  = แพลกเตอร์ของการแพร่กระจาย

$b$  = ค่าคงที่ยกกำลัง

## วิธีการศึกษา

### 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

รวบรวมแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50000 ของบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี แม่น้ำบางปะกง และแม่น้ำนครนายก เพื่อหาลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวลำน้ำของพื้นที่ศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำและระดับน้ำที่วัดตามสถานีวัดน้ำระดับน้ำทะเล รูปตัดขวางลำน้ำ อาคารบังคับน้ำและจุดสูบน้ำประปา

### 2. การเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

จำลองสภาพการไหลในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลองย่อยทางอุทกพลศาสตร์ MIKE 11- HD และแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจาย MIKE 11-AD มีขั้นตอนดังนี้

#### 2.1 จัดทำแบบจำลองสภาพการไหล (MIKE 11-HD)

1) จัดทำโครงข่ายของลำน้ำสายหลักประกอบด้วยแม่น้ำนครนายก แม่น้ำปราจีนบุรี และแม่น้ำบางปะกง จากข้อมูลพิกัดและรูปตัดลำน้ำ

2) กำหนดจุดขอบเขตด้านเหนือ (Upstream Boundary Condition) โดยของแม่น้ำนครนายกที่เขื่อนทดน้ำนครนายก แม่น้ำปราจีนบุรีที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 และคลองท่าลาดที่ฝายท่าลาด ประกอบด้วยปริมาณการระบายน้ำผ่านอาคารชลศาสตร์และปริมาณน้ำที่ไหลผ่านสถานี สำหรับเงื่อนไขขอบเขตด้านท้ายน้ำ (Downstream Boundary Condition) บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงเลือกใช้ข้อมูลของสถานีวัดระดับน้ำรายชั่วโมงของกรมเจ้าท่า

3) ทำการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ (Manning 's n) จากแบบจำลอง MIKE 11-HD ในช่วงวันที่ 1 มกราคม – 15 มีนาคม พ.ศ. 2558 โดยจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำในระบบลำน้ำหลัก โดยใช้อนุกรมเวลาของระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำบนแม่น้ำบางปะกง ได้แก่ ปตร.ปากตะคลอง ปตร.คลองใหม่อุดมดี ปตร.แสนภูตาศ ปตร.ลาดขวาง ปตร.ท่าถั่ว ปตร.บางพระ ปตร.ท่าไข่ และปตร.บ้านใหม่ มาทำการปรับเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ตรวจวัดจริง โดยใช้ค่าทางสถิติ Correlation coefficient (r) ควรเข้าใกล้ 1 และค่า Root Mean Square Error (RMSE) ควรเข้าใกล้ 0 เป็นเครื่องมือตรวจสอบค่าที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง

4) ทำการตรวจพิสูจน์ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ (Manning's n) จากแบบจำลอง MIKE 11-HD ในช่วงวันที่ 1 มกราคม – 15 มีนาคม พ.ศ. 2559 โดยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทาน

ห้องน้ำ (Manning's n) ชุดเดิมที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง แต่เปลี่ยนข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหล เป็นช่วงที่ทำการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

## 2.2 จัดทำแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจาย (MIKE 11-AD)

1) นำข้อมูลที่ได้คือระดับน้ำและความเร็วการไหลของน้ำในแม่น้ำบางปะกงจากแบบจำลอง MIKE11-HD มาใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าให้กับแบบจำลอง MIKE11-AD เพื่อประกอบการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองโดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง MIKE11-AD คือค่าความเค็มของน้ำเพื่อประกอบการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การการแพร่กระจายค่าความเค็ม (Dispersion Factor)

2) แบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจายจะใช้ข้อมูลนำเข้าเช่นเดียวกับแบบจำลองสภาพการไหลข้างต้น แต่จะเพิ่มเติมในส่วนของ อนุกรมเวลาของค่าความเค็มที่จุดตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้งหมด 7 จุด ได้แก่ ปตร.บางขนาก ปตร.บางโรง ปตร.บางกระเจ็ด สถานีบางตลาด ปตร.ท่าถั่ว ปตร.ท่าไข่ และปตร.ปากตะคลอง จากขอบเขตด้านเหนือน้ำมายังด้านท้ายน้ำ ตามลำดับ

3) ทำการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายค่าความเค็ม จากแบบจำลอง MIKE 11-AD ในช่วงวันที่ 1 มกราคม – 15 มีนาคม พ.ศ. 2558 โดยจำลองการนำพา-การแพร่กระจายของค่าความเค็มในระบบลำน้ำหลัก โดยใช้อนุกรมเวลาของค่าความเค็มที่จุดตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้งหมด 7 จุด มาทำการปรับเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ตรวจวัดจริง โดยใช้ค่าทางสถิติ Correlation coefficient (r) ควรเข้าใกล้ 1 และค่า Root Mean Square Error (RMSE) ควรเข้าใกล้ 0 เป็นเครื่องมือตรวจสอบค่าที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง

4) ทำการตรวจพิสูจน์ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายค่าความเค็ม จากแบบจำลอง MIKE 11-AD ในช่วงวันที่ 1 มกราคม – 15 มีนาคม พ.ศ. 2559 โดยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายค่าความเค็มชุดเดิมที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง แต่เปลี่ยนข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหล เป็นช่วงที่ทำการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

## 2.3 การนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้

เลือกช่วงเวลาที่ใช้สอบเทียบแบบจำลองคือวันที่ 1 มกราคม ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 เนื่องจากผลการสอบเทียบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจายให้ผลการคำนวณได้ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดมากกว่าผลจากการตรวจสอบแบบจำลอง ในการศึกษาครั้งนี้ได้จำลองการระบายใน 2 กรณี คือ

1. วิเคราะห์ปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 เพื่อให้ค่าความเค็มที่จุดควบคุม ปตร.บางขนาก มีค่าไม่เกิน 1 กรัม/ลิตร

2. วิเคราะห์ปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 และระบายน้ำจากฝายท่าลาด เพื่อให้ค่าความเค็มที่จุดควบคุมที่ ปตร.บางขนาก มีค่าไม่เกิน 1 กรัม/ลิตร

### **ผลการศึกษาและวิจารณ์**

#### **1. ผลการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล**

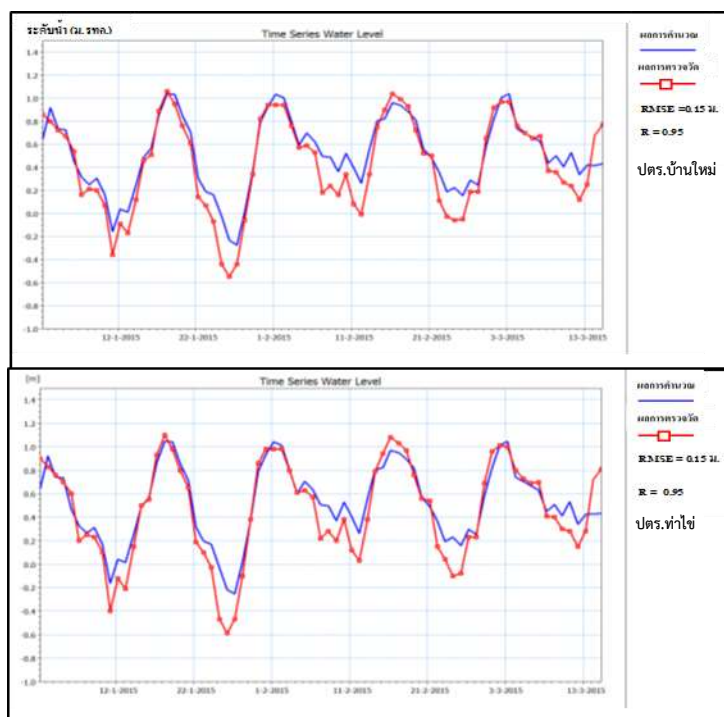
การสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหลได้ทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ (Manning's n) เพื่อให้ค่าระดับน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดที่จุดพิจารณา ได้แก่ ปตร.บ้านใหม่ ปตร.ท่าไข่ ปตร.บางพระ ปตร.ท่าถั่ว ปตร.ลาดขวาง ปตร.แสนภูดาษ ปตร.คลองใหม่ อุดมดี และปตร.ปากตะคลอง จากด้านเหนือน้ำมายังท้ายน้ำ ตามลำดับ

จากการสอบเทียบแบบจำลองการไหลพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ (Manning's n) ที่เหมาะสมของแม่น้ำบางปะกง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.025-0.050 โดยตารางที่ 1 แสดงผลการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ (Manning's n) ในแต่ละช่วง Chainage ที่มีการเปลี่ยนแปลง และรูปที่ 3 แสดงผลการสอบเทียบระดับน้ำของแบบจำลองสภาพการไหลที่จุดพิจารณาต่าง ๆ



ตารางที่ 1 แสดงผลการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ ตามช่วงความยาวลำน้ำ

ลำดับที่	ชื่อแม่น้ำ	ช่วงความยาวลำน้ำ (ม.)	สัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ (Manning' n)
1	ปราจีนบุรี	0-74,147	0.045-0.030
2	ปราจีนบุรี	74,147-104,360	0.030-0.035
3	ปราจีนบุรี	104,360-107,581	0.035-0.025
4	ปราจีนบุรี	107,581-127,906	0.025-0.035
5	ปราจีนบุรี	127,906-165,431	0.035-0.025
6	บางปะกง	0-22,489	0.045-0.040
7	บางปะกง	22,489-33,510	0.040-0.045
8	บางปะกง	33,510-47,155	0.045-0.040
9	บางปะกง	47,155-73,572	0.040-0.050
10	บางปะกง	73,572-80,000	0.050-0.035



รูปที่ 3 ผลการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหลที่ ปตร.บ้านใหม่ และปตร.ทำไข่

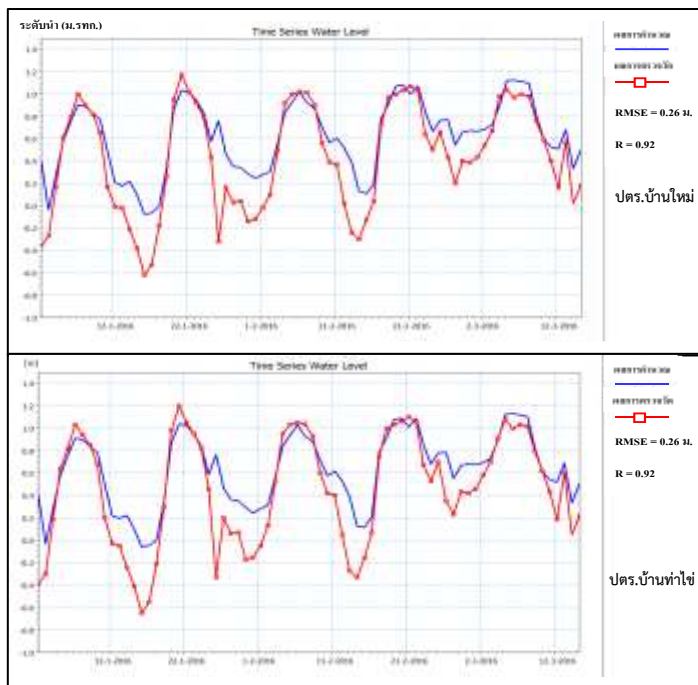
## 2. ผลการตรวจสอบแบบจำลองสภาพการไหล

สำหรับการตรวจสอบแบบจำลองสภาพการไหลที่มีความถูกต้อง และเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ (Manning's n) ที่ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหลตามช่วงระยะทางของแม่น้ำมาใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง โดยใช้ค่าทางสถิติคือค่า RMSE (Root Mean Square Error) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) มาเป็นค่าทางสถิติในการตัดสินใจประยุกต์ใช้แบบจำลอง

ในการศึกษานี้ได้ทำการสอบเทียบแบบจำลองตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2558 ถึงวันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2558 และตรวจสอบแบบจำลองตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2559 ถึงวันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2559 ดังแสดงในตารางที่ 2 และผลการตรวจสอบแบบจำลองที่จุดพิจารณาต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4

ตารางที่ 2 แสดงผลการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล ตามช่วงความยาวลำน้ำ

ลำดับที่	จุดที่พิจารณา	การสอบเทียบแบบจำลอง		การตรวจสอบแบบจำลอง	
		RMSE (เมตร)	R	RMSE (เมตร)	R
1	ปตร.บ้านใหม่	0.15	0.95	0.26	0.92
2	ปตร.ท่าไข่	0.15	0.95	0.26	0.92
3	ปตร.บางพระ	0.18	0.95	0.28	0.92
4	ปตร.ท่าถั่ว	0.11	0.97	0.15	0.98
5	ปตร.ลาดขวาง	0.16	0.98	0.15	0.97
6	ปตร.แสนภูดาษ	0.21	0.96	0.17	0.97
7	ปตร.คลองใหม่อุดมดี	0.16	0.90	0.21	0.86
8	ปตร.ปากตะคลอง	0.16	0.91	0.20	0.86



รูปที่ 4 ผลการตรวจสอบแบบจำลองสภาพการไหลที่ ปตร.บ้านใหม่ และปตร.ท่าไข่

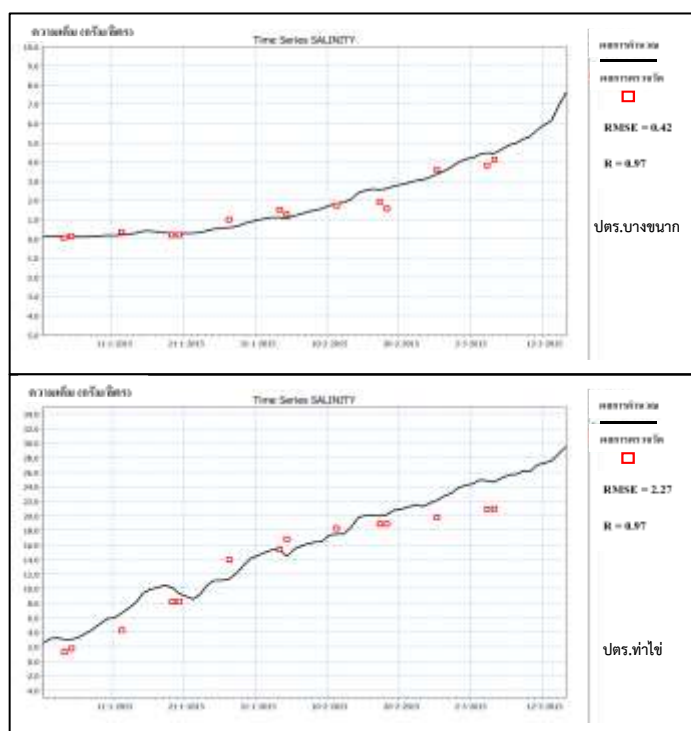
### 3. ผลการสอบเทียบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจาย

การสอบเทียบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจายได้ทำการปรับค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของความเค็ม (Dispersion Factor) เพื่อให้ค่าความเค็มที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดที่จุดตรวจวัดความเค็ม 7 จุด ได้แก่ ปตร.บางขนาก ปตร.บางโรง ปตร.บางกระเจ็ด สถานีบางตลาด ปตร.ท่าไข่ ปตร.ท่าถั่ว ปตร.ปากตะคลอง จากด้านเหนือน้ำมายังท้ายน้ำ ตามลำดับ

จากการสอบเทียบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจาย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของความเค็ม (Dispersion Factor) ของลำน้ำที่เหมาะสมของแม่น้ำบางปะกง มีค่าอยู่ระหว่าง 100-500 ตารางเมตรต่อวินาที โดยตารางที่ 3 แสดงผลการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของความเค็มในแต่ละช่วงความยาวของลำน้ำ และรูปที่ 5 แสดงผลการสอบเทียบค่าความเค็มที่จุดพิจารณาต่าง ๆ

ตารางที่ 3 แสดงผลการสอบเทียบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจาย ตามช่วงความยาวลำน้ำ

ลำดับที่	ชื่อแม่น้ำ (ในแบบจำลอง)	ช่วงความยาวลำน้ำ (ม.)	สัมประสิทธิ์การ แพร่กระจาย (ตารางเมตร/วินาที)
1	ปราจีนบุรี	0-139,280	100-200
2	ปราจีนบุรี	139,280-165,431	200-300
3	บางปะกง	0-73,572	300-500



รูปที่ 5 ผลการสอบเทียบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจายที่ ปตร.บางขนาก และปตร.ทำไข่

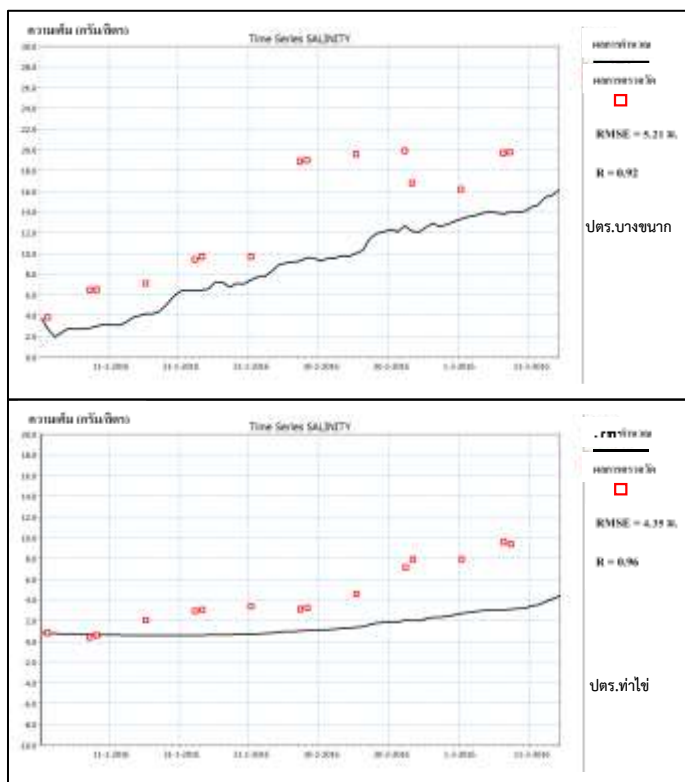
#### 4. ผลการตรวจสอบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจาย

สำหรับการตรวจสอบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจายว่ามีความถูกต้อง และเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การนำพา-การแพร่กระจายที่ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจาย ตามช่วงระยะทางของแม่น้ำมาใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง โดยใช้ค่าทางสถิติคือค่า RMSE (Root Mean Square Error) และสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ ( Correlation Coefficient) ในการศึกษานี้ได้ทำการสอบเทียบแบบจำลองตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2558 ถึงวันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2558 และตรวจสอบแบบจำลองตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2559 ถึงวันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2559 ดังแสดงในตารางที่ 4 และผลการตรวจสอบแบบจำลองที่จุดพิจารณาต่าง ๆ ดังรูปที่ 6

**ตารางที่ 4** ผลการประเมินประสิทธิภาพของการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจาย

ลำดับที่	จุดที่พิจารณา	การสอบเทียบแบบจำลอง		การตรวจสอบแบบจำลอง	
		RMSE (กรัม/ลิตร)	R	RMSE (กรัม/ลิตร)	R
1	ปตร.บางขนาก	0.42	0.97	4.35	0.96
2	ปตร.บางโรง	0.75	0.95	5.15	0.95
3	ปตร.บางกระเจ็ด	1.38	0.94	5.49	0.94
4	สถานีบางตลาด	2.48	0.93	6.64	0.92
5	ปตร.ท่าไข่	2.27	0.97	5.21	0.92
6	ปตร.ท่าถั่ว	5.99	0.97	3.70	0.98
7	ปตร.ปากตะคลอง	2.06	0.98	3.10	0.81



รูปที่ 6 ผลการตรวจสอบแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจายที่ ปตร.บางขนาก และปตร.ท่าไข่

## 5. ผลการนำแบบจำลองไปใช้ประโยชน์

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านเพิ่มของสถานีวัดน้ำท่า KGT.3 เพื่อให้ค่าความเค็มที่จุดควบคุม ปตร.บางขนาก มีค่าไม่เกิน 1 กรัม/ลิตร โดยผลจากการจำลองแบบจำลองการนำพา-การแพร่กระจาย ความเค็ม จากผลปริมาณน้ำผ่านจริงที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 และฝายท่าลาดตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง วันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 พบว่าค่าความเค็มที่ ปตร.บางขนาก มีค่าเกิน 1 กรัม/ลิตร ในวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ดังแสดงในรูปที่ 7 และได้หาแนวทางการระบายน้ำ ดังต่อไปนี้

1. เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 เพิ่มขึ้น 35 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตั้งแต่วันที่ 31 มกราคม ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 เป็นปริมาณน้ำที่เพิ่มทั้งสิ้น 178.42 ล้านลูกบาศก์เมตร พบว่าค่าความเค็มที่ ปตร.บางขนาก มีค่าไม่เกิน 1 กรัม/ลิตร ไปจนถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 ดังแสดงในรูปที่ 8

2. เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 เพิ่มขึ้น 30 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตั้งแต่วันที่ 31 มกราคม ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 เป็นปริมาณน้ำที่ระบายเพิ่มทั้งสิ้น 152.53 ล้านลูกบาศก์เมตร และระบายน้ำจากฝายท่าลาดเพิ่ม 40 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตั้งแต่วันที่ 10 มีนาคม ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 เป็นปริมาณน้ำที่ระบายเพิ่มทั้งสิ้น 72.58 ล้านลูกบาศก์เมตร พบว่าค่าความเค็มที่ปตร.บางขนาก มีค่าไม่เกิน 1 กรัม/ลิตร ไปจนถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 7 ค่าความเค็มที่จุดควบคุม ปตร.บางขนาก จากผลการระบายน้ำจริง



รูปที่ 8 เปรียบเทียบค่าความเค็มก่อน-หลัง เพิ่มปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 35 ลบ.ม./วินาที



**รูปที่ 9** เปรียบเทียบค่าความเค็มก่อน-หลัง เพิ่มปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 30 ลบ.ม./วินาที และระบายเพิ่มจากฝายท่าลาด 40 ลบ.ม./วินาที ตั้งแต่วันที่ 10 มี.ค. – 31 มี.ค. 58 ที่จุดควบคุม ปตร.บางขวาง  
**สรุปผลการศึกษา**

จากการใช้แบบจำลอง MIK11-HD จำลองสภาพการไหลในลำน้ำ และแบบจำลอง MIKE11-AD จำลองการนำพา-การแพร่กระจายความเค็มในลำน้ำ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานท้องน้ำ (Manning's  $n$ ) ที่ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.025-0.050 และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายความเค็ม (Dispersion Factor) มีค่าอยู่ในช่วง 100-500 ตารางเมตรต่อวินาที

ในการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ในช่วงเหตุการณ์วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2558 ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 พบว่าต้องเพิ่มปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 ปริมาณวันละ 35 ลบ.ม.ต่อวินาที ตั้งแต่วันที่ 31 มกราคม ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 รวมเป็นปริมาณน้ำทั้งสิ้น 178.42 ล้านลูกบาศก์เมตร และหากเพิ่มปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 และระบายเพิ่มที่ฝายท่าลาด จะต้องเพิ่มปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 ปริมาณวันละ 30 ลบ.ม.ต่อวินาที ตั้งแต่วันที่ 31 มกราคม ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 และระบายเพิ่มจากฝายท่าลาด วันละ 40 ลบ.ม.ต่อวินาที ตั้งแต่วันที่ 10 มีนาคม ถึงวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2558 รวมเป็นปริมาณน้ำทั้งสิ้น 225.11 ล้านลูกบาศก์เมตร จึงจะทำให้ค่าความเค็มที่จุดควบคุม ปตร.บางขวางมีค่าไม่เกิน 1 กรัมต่อลิตร ตลอดช่วงระยะเวลาที่จำลองเหตุการณ์ ดังนั้นควรเพิ่มปริมาณน้ำผ่านที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 เพียงจุดเดียว



### กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาตลอดการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณกรมชลประทาน และกรมเจ้าท่า ที่ได้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินการวิจัย

### เอกสารและสิ่งอ้างอิง

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). (2555). การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง. กรุงเทพมหานคร : บริษัท แอสตีคอน คอร์ปอเรชั่น จำกัด.

วุฒิสักดิ์ สุคุณณี. (2552). การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายการรุกตัวของน้ำแม่น้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิ่นทारीย์ ช่วยศรี. (2561). การวิเคราะห์การรุกตัวของน้ำเค็มในการขุดลอกแม่น้ำท่าจีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

**การศึกษาศักยภาพของอ่างเก็บน้ำในโครงการพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่ปิง**  
**Study on the Potential of Reservoirs in the Royal Initiative Ping Subbasin**  
**Development Project**

วศินี สิริวัฒน์วรสกุล<sup>1</sup> จิระวัฒน์ กณะสุด<sup>2</sup> วรณดี ไทยสยาม<sup>3</sup>

Wasinee Siriwatworasakul<sup>1</sup> Jirawat Kanasut<sup>2</sup> Wandee Thaisiam<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail : wasinee.sir@ku.th1 fengjwg@ku.ac.th2 fengwdt@ku.ac.th3

### บทคัดย่อ

ปัญหาภัยแล้งในพื้นที่น้ำแล้งซ้ำซากเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข อย่างเร่งด่วน พบว่าโครงการพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่ปิงอยู่ในพื้นที่น้ำแล้งซ้ำซาก ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร โดยใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กในพื้นที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำ พืชที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นลำไย ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ และพืชที่ต้องการน้ำมาก ส่งผลให้เกิดปัญหาภัยแล้ง และ ขาดแคลนน้ำ ดังนั้นในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาศักยภาพชลประทานเพื่อวางแผนบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำทั้ง 22 อ่างเก็บน้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์สมดุลน้ำในพื้นที่โครงการพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่ปิงด้วยแบบจำลอง MIKE11-RR และ MIKE HYDRO Basin ได้จัดทำแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE11-RR) ซึ่งได้สอบเทียบและตรวจทานแบบจำลองโดยเลือกใช้สถานีวัดน้ำท่า P.24 สะพานประชาอุทิศ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ ในช่วง พ.ศ. 2552 ถึง 2561 เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ศึกษา ทั้งความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคและความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน จากนั้นวิเคราะห์ผลสมดุลน้ำเพื่อหาศักยภาพของอ่างเก็บน้ำ ผลการศึกษาพบว่า จากแบบจำลองสมดุลน้ำ MIKE HYDRO Basin ในปัจจุบันมีพื้นที่ชลประทาน 21,976 ไร่ พื้นที่ศักยภาพชลประทาน 12,236 ไร่ จะเห็นได้ว่าในพื้นที่ศึกษามีความจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุน โดยการปรับเปลี่ยนการเพาะปลูกในพื้นที่ชลประทานเป็นพืชใช้น้ำน้อย หรือเพิ่มระดับการกักเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำ รวมทั้งขุดลอกอ่างเก็บน้ำไม่ให้เป็นเงิน จะทำให้เกิดความสมดุลกันระหว่างปริมาณความต้องการใช้น้ำและปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ เพื่อให้เกิดแนวทางในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำได้อย่างยั่งยืนต่อไป

**คำสำคัญ:** แบบจำลองสมดุลน้ำ, พื้นที่น้ำแล้งซ้ำซาก, ศักยภาพอ่างเก็บน้ำ

### ABSTRACT

Drought area in Thailand is a problem that requires urgent attention. Ping subbasin development project is one of the drought risk area. Most people are farmers. Farmers may use water stored in reservoirs for irrigation. Longan is a politically and economically sensitive fruit. Longan needs a lot of water demand. In particular many irrigation area are suffering from this droughting. This research presents an application of mathematical for water balance analysis in the Ping subbasin development project by MIKE11-RR and MIKE HYDRO Basin model. Therefore in this study there is attempt to study of the potential reservoir, analyzed and develop rainfall-runoff modeling using MIKE11-RR model in Chom Thong district (P.24), which the historical discharge from the years 2009 to 2018 were selected for the calibration and verification of model for simulation runoff in this study area, analyzed water demand and analyzed water balance model. The Result found that MIKE HYDRO Basin has identified effectiveness in potential reservoir. However, several careful studies have been

made on existing irrigation area 21,976 rai. The reservoirs have conveyance efficiency in irrigation area 12,236 rai. It appears that water supply has been increased by change to crops that use less water or increase dam capacity and include that reservoir dredging. Keeping demand and supply in balance is a constant struggle for sustainable solution.

**KEYWORD:** Water Balance, Drought Risk Area, Potential Reservoir

## 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โครงการพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ครอบคลุมพื้นที่ อำเภोजอมทอง อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน เริ่มดำเนินการตั้งแต่ ปี 2527 ตามแนวพระราชดำริของ พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราชบรมนาถบพิตร ให้สร้างอ่างเก็บน้ำ จำนวน 22 อ่างเก็บน้ำ เพื่อให้เป็นแหล่งเก็บกักน้ำใช้เพื่อการชลประทานและการอุปโภค-บริโภค พื้นที่ศึกษาพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อยู่ในเขตเงาฝน จึงมีปริมาณฝนที่ตกในฤดูฝนน้อย ส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลลงในอ่างเก็บน้ำน้อยด้วย บางแห่งมีปริมาณน้ำ ไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก นอกจากนี้พื้นที่การเกษตรมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น รวมทั้งพืชที่เพาะปลูกส่วนมากเป็นลำไย ซึ่งเป็นพืชที่ต้องการน้ำมาก จึงทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำ ดังนั้นในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาศักยภาพในการส่งน้ำเพื่อการการเกษตรของอ่างเก็บน้ำ เพื่อวางแผนบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำทั้ง 22 อ่างเก็บน้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำ

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ศึกษาพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

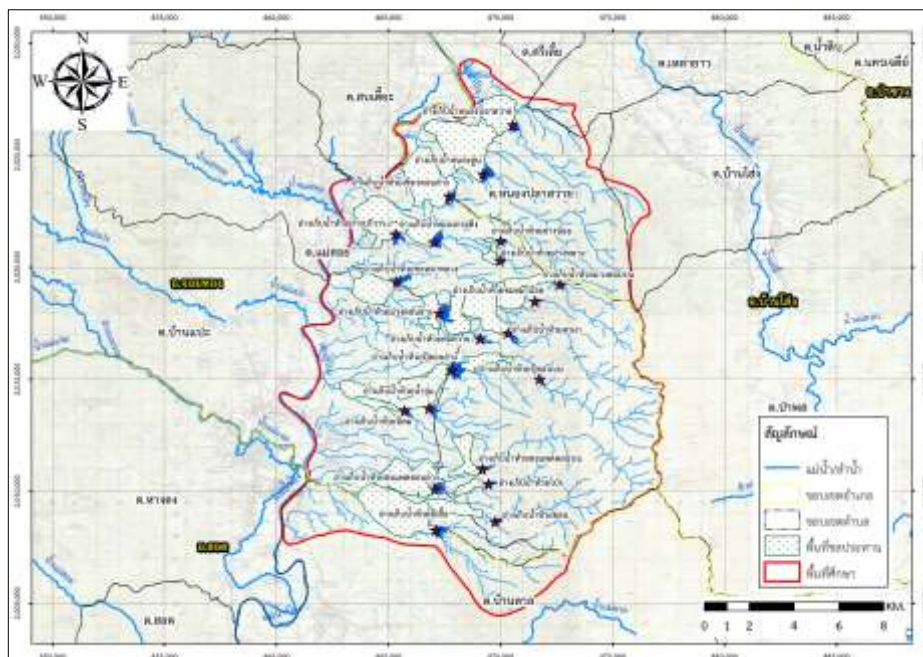
2.2 เพื่อศึกษาศักยภาพของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ศึกษาพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

## 3. วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยในการศึกษานี้ สามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

### 3.1 รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 ข้อมูลสภาพพื้นที่ศึกษา พื้นที่ของโครงการพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตั้งอยู่ลุ่มสาขาแม่น้ำปิงส่วนที่ 3 ในบางส่วนของอำเภोजอมทอง อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน ดังแสดงที่ตั้งในภาพที่ 1 มีพื้นที่โครงการรวมทั้งสิ้น 172,212 ไร่ เป็นพื้นที่เกษตรกรรม 57,180 ไร่ และเป็นพื้นที่ชลประทาน 21,976 ไร่ มีอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการ 22 อ่างเก็บน้ำ



ภาพที่ 1 ที่ตั้งและขอบเขตพื้นที่โครงการพัฒนาเปิดเสรีกลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

3.1.2 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ โดยใช้สถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ใกล้ พื้นที่ศึกษามากที่สุด จึงพิจารณาสถิติข้อมูลภูมิอากาศที่สถานีตรวจวัดอากาศเชียงใหม่ (48327) โดยพิจารณาข้อมูลคาบย้อนหลัง 30 ปี ช่วงปี พ.ศ.2532-2561 เป็นตัวแทนภูมิอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา และสรุปช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศสถานีตรวจวัดภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยตัวแปรภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศเชียงใหม่ (48327)

ตัวแปรภูมิอากาศ	หน่วย	ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ยรายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	15.4 (ม.ค.) - 36.6 (เม.ย.)	26.1
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	54.0 (มี.ค.) - 82.0 (ก.ย.)	71.5
ความครึ้มเมฆ	0 - 10 ออกตา	1.5 (ก.พ.) - 8.0 (ส.ค.)	4.6
ความเร็วลม	น็อต	1.3 (ม.ค.) - 3.0 (พ.ค.)	2.2
ปริมาณการระเหย	มิลลิเมตร	95.8 (ธ.ค.) - 175.8 (เม.ย.)	1,538.0
ปริมาณน้ำฝน	มิลลิเมตร	10.4 (ม.ค.) - 216.6 (ส.ค.)	1,152.3

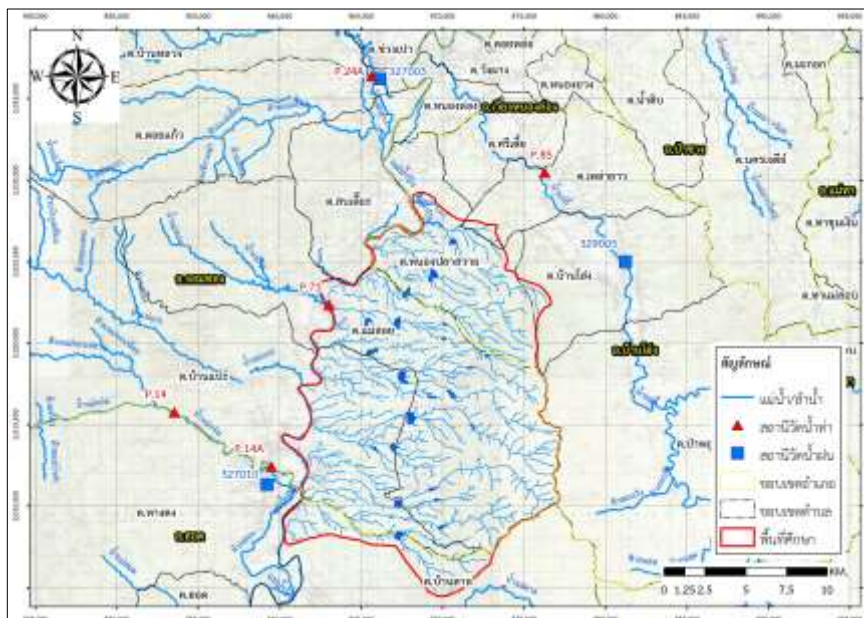
3.1.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน รวบรวมข้อมูลปริมาณฝน พบว่า ในพื้นที่ศึกษามีสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 3 สถานี ดังแสดงในภาพที่ 2 และ ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 949.4 มม.

ตารางที่ 2 รายละเอียดสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	จังหวัด	ช่วงปีสถิติข้อมูล	จำนวนปีที่มิข้อมูล	ปริมาณฝนรายปี (มม.)		
						ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
1	327003	จอมทอง	เชียงใหม่	2495 - 2561	67	533.3	1,418.9	907.2
2	327010	ฮอด	เชียงใหม่	2495 - 2561	61	407.7	1,356.4	937.3

3	329005	ปท.บ้านโฮ้ง	ลำพูน	2513 – 2561	48	600.6	1,343.7	1,012.6
---	--------	-------------	-------	-------------	----	-------	---------	---------

3.1.4 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันที่สถานีวัดน้ำท่าสะพานประชาอุทิศ (P.24A) ตั้งอยู่ที่ ตำบลบ้านหลวง ตำบลบ้านแปะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่รับน้ำ 452 ตร.กม. ในช่วง พ.ศ.2553 ถึง 2561 เพื่อเป็นข้อมูลในการสอบเทียบและตรวจทานแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE11-RR)

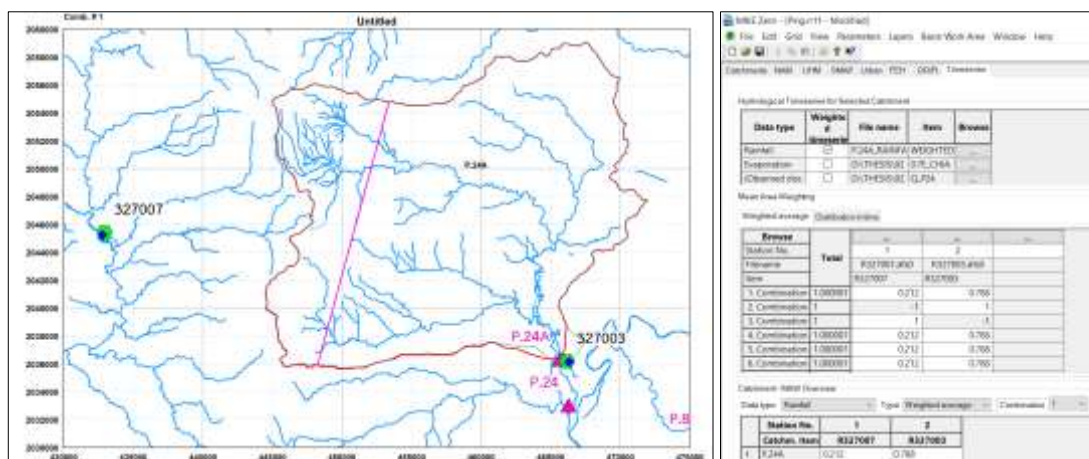


ภาพที่ 2 สถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา

3.1.5 ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ ในพื้นที่โครงการพัฒนาแหล่งน้ำลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในพื้นที่อำเภอจอมทอง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอบ้านโฮ้ง จังหวัดลำพูน มีอ่างเก็บน้ำ 22 แห่ง รวบรวมข้อมูลคุณสมบัติของอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ระดับเก็บกักต่ำสุด ระดับเก็บกัก ระดับสันเขื่อน ระดับควบคุม และโค้งความจุ-พื้นที่ผิว-ค่าระดับ

### 3.2 ประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE11-RR)

3.2.1 สร้างพื้นที่รับน้ำ (Catchment Area) ของสถานีวัดน้ำท่าสะพานประชาอุทิศ (P.24A) พื้นที่รับน้ำ 452 ตร.กม. กำหนดสถานีวัดน้ำฝนแม่แจ่ม (327003) และสถานีน้ำฝนจอมทอง (327007) ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่รับน้ำ คำนวณโดยวิธีการสร้างรูปเหลี่ยมธีเอสเซน ได้สัดส่วน 0.788 และ 0.212 ตามลำดับ แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การสร้างพื้นที่รับน้ำและรูปเหลี่ยมอีเอสเซนของสถานีวัดน้ำท่าสะพานประชาอุทิศ (P.24A)

3.2.2 สบเทียบและตรวจทานแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE11-RR) ดำเนินการสบเทียบและตรวจทานแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE11-RR) โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ ให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือค่า  $R^2$  ไม่นต่ำกว่า 0.60 และมี WBL อยู่ระหว่าง -10% ถึง 10% โดยค่าพารามิเตอร์ผ่านการสบเทียบและตรวจทานจะนำเข้าไปในแบบจำลองสมดุสน้ำ เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าในแต่ละพื้นที่ย่อยต่อไป

### 3.3 วิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำ

3.3.1 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค รวบรวมข้อมูลประชากรรายตำบลในปี พ.ศ. 2561 จากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ในพื้นที่โครงการพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิง ดังแสดงในตารางที่ 3 ประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค โดยนำอัตราการใช้น้ำมาคูณกับจำนวนประชากรตามประเภทชุมชน แล้วนำมารวมกันเป็นความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคของแต่ละพื้นที่

ตารางที่ 3 จำนวนประชากรในพื้นที่โครงการพัฒนาเบ็ดเสร็จลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปิง

ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ประชากร (คน)	ลักษณะชุมชน	อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)
1	บ้านโฮ้ง	บ้านโฮ้ง	ลำพูน	14,145	เทศบาลตำบล	120
2	หนองปลาสาวย	บ้านโฮ้ง	ลำพูน	3,982	นอกเขตเทศบาล	50
3	เหล่ายาว	บ้านโฮ้ง	ลำพูน	8,695	นอกเขตเทศบาล	50
4	แม่สอย	จอมทอง	เชียงใหม่	9,272	นอกเขตเทศบาล	50
5	บ้านแปะ	จอมทอง	เชียงใหม่	1,2134	นอกเขตเทศบาล	50
6	บ้านตาล	ฮอด	เชียงใหม่	5,141	นอกเขตเทศบาล	50

3.3.2 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน โดยใช้แบบจำลอง WUSMO (Water Use Study Model) เป็นปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในแปลงเพาะปลูกรวมกับการสูญเสียต่าง ๆ ในระหว่างการลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำต้นตุนจนถึงแปลงพื้นที่เพาะปลูก โดยหักออกด้วยปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall) โดยปริมาณฝนใช้การของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของพืชที่ปลูกและวิธีการให้น้ำแก่พืช

ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (Crop Water Requirement) หมายถึง ความต้องการใช้น้ำเพื่อชดเชยปริมาณน้ำส่วนที่สูญเสียไปเนื่องจากการคายระเหยของพืช อาจจะเรียกว่าอัตราการใช้น้ำของพืช

(Consumptive Use) หรือศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืช (Potential Evapotranspiration, ETP) และสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) ดังนี้

$$ET = K_C \times ET_p \quad (1)$$

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ ( $K_C$ ) ของพืชชนิดนั้น จะแตกต่างกันในแต่ละชนิดของพืช และชนิดเดียวกันค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ก็ยังแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่นและแต่ละฤดูกาลเพาะปลูกอีกด้วย ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นนั้น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4 และ ศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืช ( $ET_p$ )

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช โดยวิธี Penman-Monteith

สัปดาห์ที่	ข้าว กข.	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	คะน้า	เดือนที่	ลำไย <sup>1/</sup>
1	1.03	0.63	0.54	1	1.80
2	1.07	0.72	0.60	2	2.07
3	1.12	0.86	0.68	3	2.05
4	1.29	1.13	0.72	4	1.64
5	1.38	1.35	0.78	5	1.49
6	1.45	1.52	0.83	6	1.37
7	1.50	1.61	0.73	7	1.55
8	1.48	1.63	0.67	8	1.23
9	1.42	1.58		9	1.13
10	1.34	1.50		10	1.09
11	1.23	1.38		11	1.04
12	0.94	1.15		12	1.17
13	0.86	0.90			
14		0.67			

ที่มา : ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน , 2554

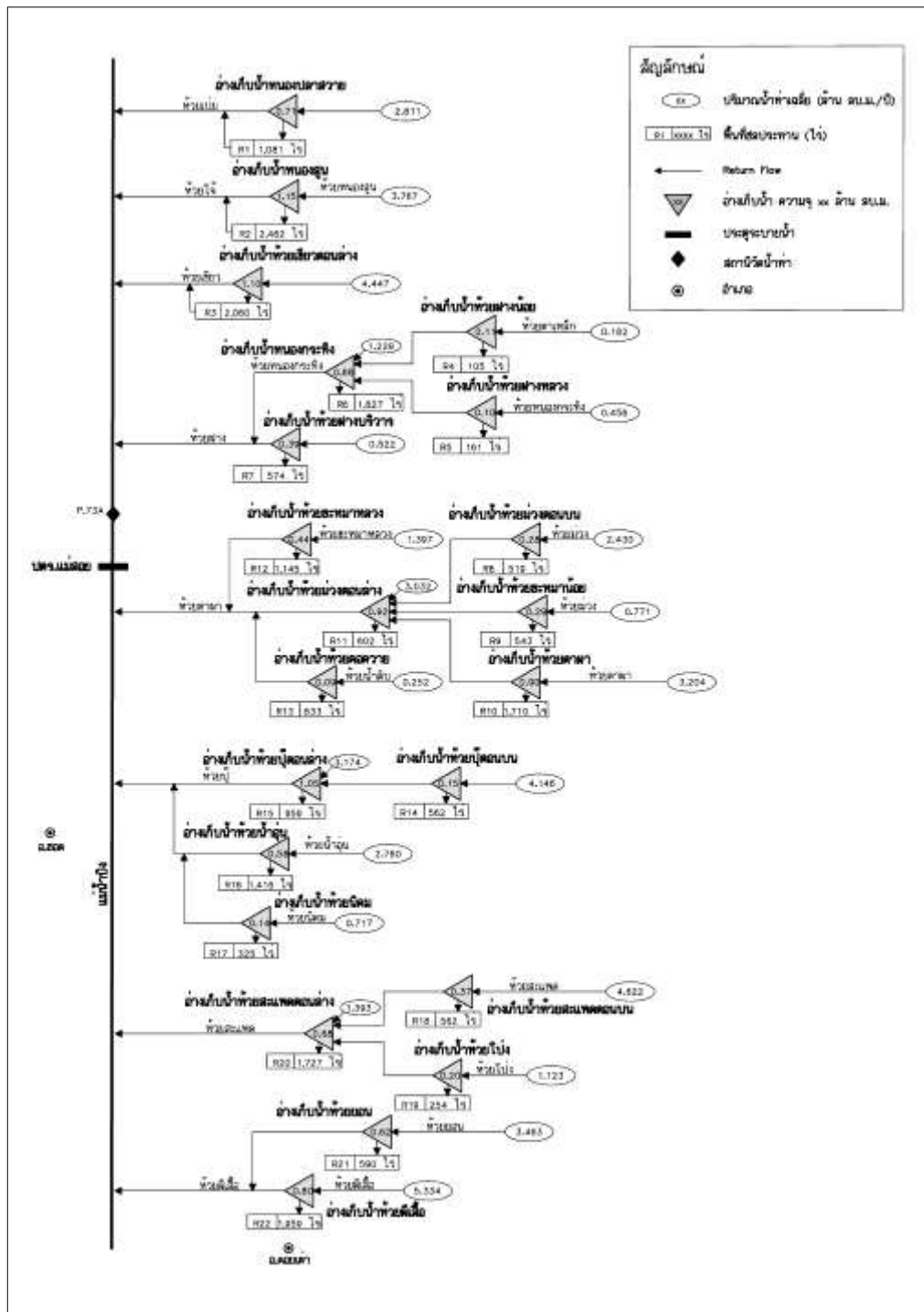
<sup>1/</sup> นฤพล สีตบุตร , 2553

ประสิทธิภาพการชลประทานของพื้นที่ศึกษา กำหนดตามลักษณะของระบบชลประทาน ซึ่งการปลูกข้าวนาปี พืชไร่ และพืชผัก จะปลูกในพื้นที่ที่มีระบบชลประทานแบบคลองเปิดซึ่งมีประสิทธิภาพประมาณ 50-60% ส่วนการปลูกไม้ผล จะปลูกในพื้นที่ที่มีระบบชลประทานแบบท่อส่งน้ำซึ่งประสิทธิภาพค่อนข้างสูงประมาณ 80% และ คำนวณความต้องการน้ำชลประทานได้จากสมการที่ (2) ดังนี้

$$\text{ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน} = \frac{\text{(ความต้องการน้ำของพืช+การรั่วซึม-ปริมาณฝนใช้การ)}}{\text{ประสิทธิภาพชลประทาน}} \quad (2)$$



**3.4 การจัดทำแบบจำลองสมดุลงน้ำ (MIKE HYDRO Basin)** มาเพื่อวิเคราะห์หาค่าศักยภาพอ่างเก็บน้ำที่สำคัญในการสร้างแบบจำลอง คือ การกำหนดผังโครงข่าย (Schematic) ของพื้นที่ศึกษาให้ตรงกับลักษณะทางกายภาพ และการใช้น้ำของพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยในการศึกษาครั้งนี้ จะใช้ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE11-RR) และผลการวิเคราะห์ความต้องการน้ำทั้งด้านอุปโภคบริโภคและความต้องการใช้น้ำชลประทาน ให้ครอบคลุม 30 ปี ช่วงปี พ.ศ.2532-2561 มานำเข้าแบบจำลองและจัดทำแบบจำลองสมดุลงน้ำ (MIKE HYRO Basin) ตามผังโครงข่าย (Schematic) โดยศึกษาศักยภาพอ่างเก็บน้ำทั้ง 22 อ่างเก็บน้ำ ตามเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดสถานะขาดแคลนน้ำ ยอมให้ขาดแคลนน้ำได้ 20% ของข้อมูลอุทกวิทยา 30 ปี ด้วยปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยรายวัน และความต้องการใช้น้ำชลประทานเป็นรายสัปดาห์



ภาพที่ 4ผังโครงข่าย (Schematic) ของพื้นที่ศึกษา

#### 4. ผลการศึกษาวิจัย

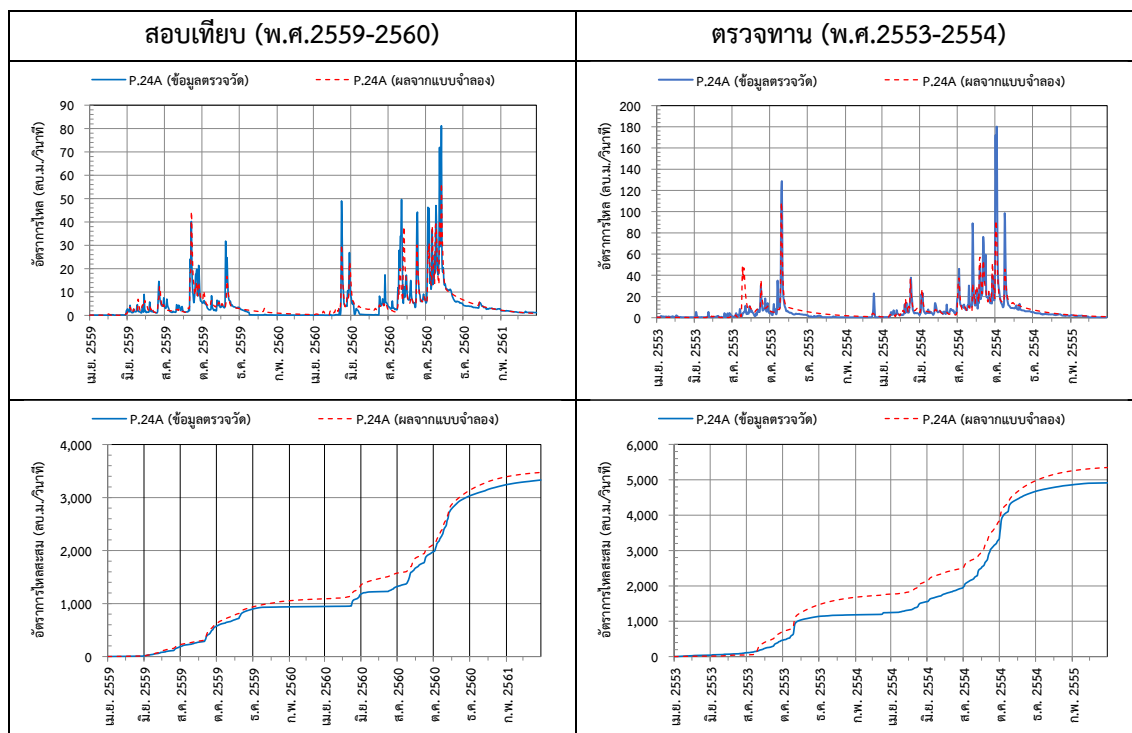
4.1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะเฉพาะของอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ค่าระดับท้องอ่างเก็บกักน้ำ ค่าระดับเก็บกักต่ำสุด ระดับสันเขื่อน และระดับควบคุม วิเคราะห์หาโค้งความจุ-พื้นที่ผิว-ค่าระดับของอ่างเก็บน้ำ โดยใช้ข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข (DEM) คำนวณทุกความลึก 1 เมตร เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำที่ระดับต่างๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะเฉพาะของอ่างเก็บน้ำ

ลำดับที่	อ่างเก็บน้ำ	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม)	ความจุเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	ระดับท้องอ่างฯ (ม.รทก.)	ระดับเก็บกักต่ำสุด (ม.รทก.)	ระดับควบคุม (ม.รทก.)	ระดับสันเขื่อน (ม.รทก.)
1	หนองปลาสุวย	8.83	0.710	+290.00	+295.00	+302.00	+304.50
2	หนองสูง	11.82	1.150	+299.00	+302.50	+308.50	+310.00
3	ห้วยเขียวตอนล่าง	12.25	1.100	+290.00	+293.00	+296.00	+298.00
4	ห้วยฝางน้อย	0.57	0.105	+341.00	+344.50	+349.50	+352.00
5	ห้วยฝางหลวง	1.43	0.100	+342.00	+344.50	+349.50	+351.50
6	หนองกระทิง	3.81	0.680	+298.00	+301.00	+304.00	+306.00
7	ห้วยฝางบริวาร	1.64	0.387	+280.00	+282.00	+290.00	+292.00
8	ห้วยม่วงตอนบน	7.63	0.277	+436.00	+437.00	+447.50	+449.00
9	ห้วยชะหมาน้อย	2.42	0.290	+411.00	+415.50	+426.00	+428.00
10	ห้วยตาผา	9.04	0.900	+382.00	+384.00	+400.00	+402.00
11	ห้วยม่วงตอนล่าง	9.39	0.918	+311.00	+317.00	+322.00	+324.00
12	ห้วยชะหมาหลวง	3.85	0.440	+287.00	+288.00	+293.00	+295.00
13	ห้วยคอกควาย	0.79	0.090	+342.00	+344.00	+349.50	+352.00
14	ห้วยปู้ตอนบน	12.06	0.147	+456.00	+460.00	+465.00	+467.00
15	ห้วยปู้ตอนล่าง	10.05	1.045	+353.00	+356.00	+363.00	+365.00
16	ห้วยน้ำอุ่น	8.66	0.580	+315.00	+321.50	+326.50	+329.00
17	ห้วยนิคม	2.25	0.144	+300.00	+305.00	+309.50	+311.00
18	ห้วยสะแพดตอนบน	14.76	0.373	+402.00	+406.00	+417.00	+418.00
19	ห้วยโป่ง	3.52	0.200	+420.00	+422.50	+432.50	+434.50
20	ห้วยสะแพดตอนล่าง	4.37	0.681	+347.00	+350.00	+358.00	+360.00
21	ห้วยยอน	10.87	0.624	+434.00	+436.50	+449.00	+451.00
22	ห้วยผีเสื้อ	16.74	0.800	+354.00	+358.00	+370.00	+367.50

4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE11-RR) ผลการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ ดังแสดงในภาพที่ 4 พบว่า ผลการสอบเทียบ ในช่วงพ.ศ.2559-2560 มีค่า  $R^2 = 0.728$  WBL = -4.30% และผลตรวจทาน ในช่วงพ.ศ.2553-2554 มีค่า  $R^2 = 0.713$  WBL = -8.80% ซึ่งอยู่เกณฑ์ที่ยอมรับได้คือมีค่า  $R^2$  ไม่ต่ำกว่า 0.60 และมี

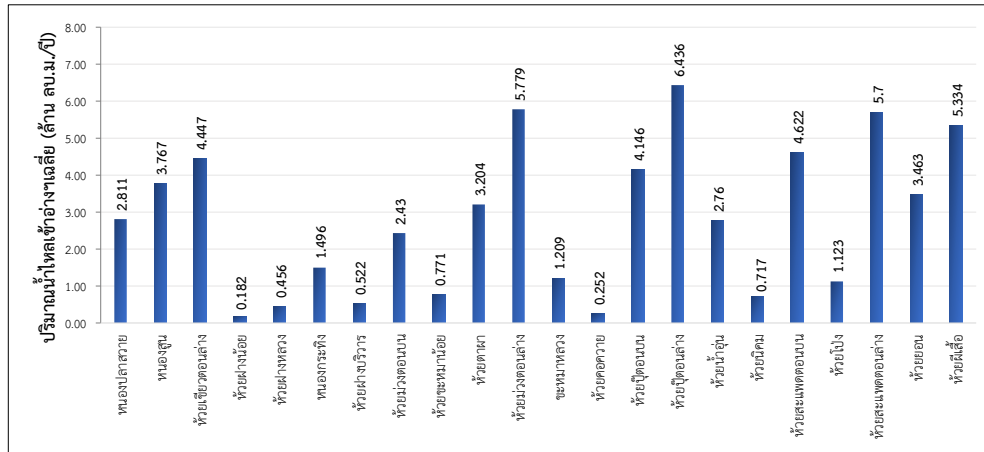
ค่า WBL อยู่ระหว่าง -10.00% ถึง 10.00% โดยค่าพารามิเตอร์ที่ผ่านการปรับเทียบและตรวจทานดังแสดงในตารางที่ 5 จะถูกนำเข้าไปในแบบจำลองสมดุบน้ำ (MIKE HYDRO Basin) เพื่อใช้ประเมินปริมาณน้ำทำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย สรุปผลการคำนวณปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 5 ผลการเปรียบเทียบและตรวจทานแบบจำลองน้ำผืน-น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าสะพานประชาอุทิศ (P.24A)

ตารางที่ 5 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบและตรวจทานแบบจำลองน้ำผืน-น้ำท่า (MIKE11-RR)

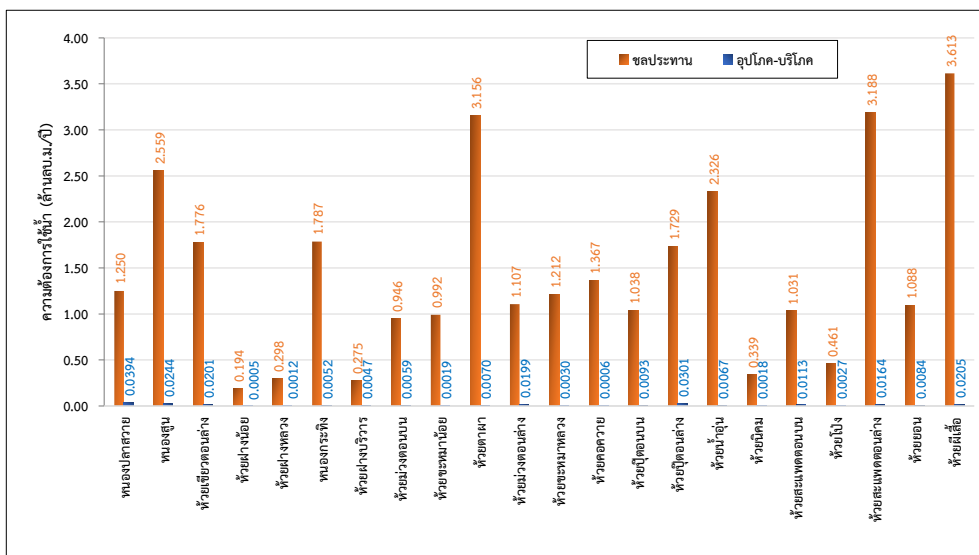
พารามิเตอร์	รายละเอียด	ค่าพารามิเตอร์ที่ได้
Umax	ปริมาณการเก็บกักสูงสุดบนผิวดิน (มม.)	6.1
Lmax	ปริมาณการเก็บกักสูงสุดของชั้นรากพืช (มม.)	64.7
CQOF	ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่า	0.428
TOF	ค่าสัมประสิทธิ์เริ่มต้นของชั้นรากพืชสำหรับ Overland Flow	0.929
TIF	ค่าสัมประสิทธิ์เริ่มต้นของชั้นรากพืชสำหรับ Interflow	0.011
TG	ค่าสัมประสิทธิ์เริ่มต้นของชั้นรากพืชสำหรับ Ground Water Recharge	0.800
CKIF	เวลาในการเกิด Interflow (ชม.)	200
CKBF	เวลาในการเกิด Baseflow (ชม.)	1,380
CK1,2	เวลาในการเคลื่อนตัวของ Interflow และ Overland flow (ชม.)	23.7



ภาพที่ 6 ผลวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย

### 4.3 ผลการวิเคราะห์ความต้องการน้ำ

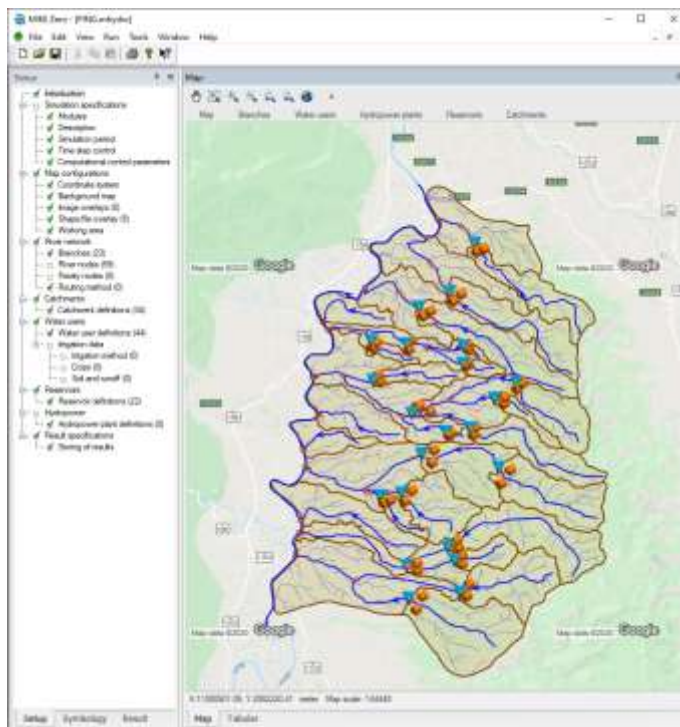
ความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ศึกษา ประกอบไปด้วย ความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค ซึ่งคำนวณมาจาก จำนวนประชากรคูณกับอัตราการใช้น้ำของชุมชนแต่ละประเภท และความต้องการน้ำชลประทาน โดยใช้แบบจำลอง WUSMO (Water Uses Study Model) ผลการวิเคราะห์ความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคและต้องการน้ำชลประทาน แสดงในภาพที่ 7 และนำผลการวิเคราะห์ความต้องการน้ำเข้าแบบจำลองสมดุลงน้ำ (MIKE HYDRO Basin) เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพของอ่างเก็บน้ำต่อไป



ภาพที่ 7 ผลวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ศึกษา

### 4.4 ผลการวิเคราะห์สมดุลงน้ำ

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE11-RR) และผลการวิเคราะห์ความต้องการน้ำทั้งด้านอุปโภคบริโภคและด้านชลประทาน ให้ครอบคลุม 30 ปี ช่วงปี พ.ศ. 2532-2561 มานำเข้าแบบจำลองและจัดทำแบบจำลองสมดุลงน้ำ (MIKE HYRO Basin) ดังแสดงในภาพที่ 8 ผลการศึกษาสมดุลงน้ำ แบ่งเป็น 2 กรณี กรณีที่ 1 ศึกษาสมดุลงน้ำของอ่างเก็บน้ำในสภาพปัจจุบัน และกรณีที่ 2 ศึกษากรณีศักยภาพของอ่างเก็บน้ำ ดังแสดงผลการวิเคราะห์สมดุลงน้ำในตารางที่ 7



ภาพที่ 8 แบบจำลองสมดุลงน้ำ (MIKE HYRO Basin) ของพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์สมมูลน้ำกรณีสภาพปัจจุบันและกรณีศึกษาศักยภาพอ่างเก็บน้ำ

ชื่อ ลุ่มน้ำ ย่อย	ลำดับ ที่	อ่างเก็บน้ำ	ความจุ เก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	กรณีที่ 1 : สภาพปัจจุบัน			กรณีที่ 2 : ศักยภาพอ่างเก็บน้ำ		
				พื้นที่ ชลประทาน (ไร่)	ความ ต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	จำนวนปีที่ ขาดแคลนน้ำ (ปี)	พื้นที่ ชลประทาน (ไร่)	ความ ต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)	จำนวนปีที่ ขาดแคลนน้ำ (ปี)
ห้วยเป๋ย	1	หนองปลาสรวย	0.710	681	1.290	2	770	1.453	6
ห้วยไฉ้	1	หนองสูง	1.150	1,427	2.583	14	1,013	1.841	6
ห้วยเขี้ยว	1	ห้วยเขี้ยวตอนล่าง	1.100	1,094	1.796	2	1,560	2.553	6
ห้วยฝาง	1	ห้วยฝางน้อย	0.105	105	0.195	17	69	0.128	5
	2	ห้วยฝางหลวง	0.100	161	0.299	17	107	0.199	6
	3	หนองกระทิง	0.680	983	1.792	27	387	0.709	6
	4	ห้วยฝางปริวาร	0.387	149	0.280	1	198	0.370	6
รวม			1.272	1,398	2.566		761	1.406	
ห้วย ตาผา	1	ห้วยม่วงตอนบน	0.277	519	0.952	16	355	0.653	6
	2	ห้วยชะหาน้อย	0.290	543	0.994	28	227	0.417	6
	3	ห้วยตาผา	0.900	1,710	3.163	24	903	1.673	6
	4	ห้วยม่วงตอนล่าง	0.918	602	1.127	0	769	1.434	6
	5	ห้วยชะหาหลวง	0.440	676	1.215	27	317	0.571	6
	6	ห้วยคอกควาย	0.090	833	1.367	30	91	0.150	6
รวม			2.915	4,883	9.659		2,662	4.898	
ห้วยปู้	1	ห้วยปู้ตอนบน	0.147	562	1.047	14	461	0.861	6
	2	ห้วยปู้ตอนล่าง	1.045	959	1.759	4	1,132	2.070	6
	3	ห้วยน้ำอุ่น	0.580	1,273	2.333	28	574	1.055	6
	4	ห้วยนิคม	0.144	184	0.341	12	146	0.271	6
รวม			1.916	2,978	6.001		2,313	4.258	
ห้วย สะแพด	1	ห้วยสะแพดตอนบน	0.373	562	1.042	7	557	1.033	6
	2	ห้วยโป่ง	0.200	254	0.464	9	233	0.426	6
	3	ห้วยสะแพดตอนล่าง	0.681	1,727	3.204	30	591	1.107	6
รวม			1.254	2,543	4.710		1,381	2.566	
ห้วยผีเสื้อ	1	ห้วยยอน	0.624	590	1.097	2	718	1.333	6
	2	ห้วยผีเสื้อ	0.800	1,959	3.633	24	1,058	1.972	6
รวม			1.424	2,549	4.730		1,776	3.305	



## 5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาสมมูลน้ำในกรณีสภาพปัจจุบัน พบว่า พื้นที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มน้ำย่อย มีอ่างเก็บน้ำทั้งสิ้น 22 อ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 61.396 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ความจุอ่างเก็บน้ำรวม 11.741 ล้าน ลบ.ม. มีพื้นที่ชลประทาน 21,976 ไร่ ความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 31.972 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคเฉลี่ย 0.241 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ปริมาณน้ำขาดแคลนเพื่อการชลประทาน 6.532 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ปริมาณน้ำขาดแคลนเพื่อการอุปโภค-บริโภค 0.001 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี

สำหรับการศึกษาสมมูลน้ำในกรณีศักยภาพของอ่างเก็บน้ำ พบว่า พื้นที่ศักยภาพชลประทานของทั้ง 22 อ่างเก็บน้ำ มีจำนวน 12,236 ไร่ ประกอบไปด้วย พื้นที่ศักยภาพชลประทานของกลุ่มน้ำย่อยห้วยเปย 770 ไร่ กลุ่มน้ำย่อยห้วยใจ 1,013 ไร่ กลุ่มน้ำย่อยห้วยเขียว 1,560 ไร่ กลุ่มน้ำย่อยห้วยฝาง 761 ไร่ กลุ่มน้ำย่อยห้วยตาผา 2,662 ไร่ กลุ่มน้ำย่อยห้วยปี่ 2,313 ไร่ กลุ่มน้ำย่อยห้วยสะแพด 1,381 ไร่ และกลุ่มน้ำย่อยห้วยผีเสื้อ 1,776 ไร่ พบว่า ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 62.808 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ความจุอ่างเก็บน้ำรวม 11.741 ล้าน ลบ.ม. ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานเฉลี่ย 22.038 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคเฉลี่ย 0.241 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี ปริมาณน้ำขาดแคลนเฉลี่ย 1.089 ล้าน ลบ.ม.ต่อปี (ขาดแคลน 6 ปี)

## 6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ในปัจจุบันไม่มีการติดตั้งสถานีตรวจวัดน้ำฝนและสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา ทำให้ต้องใช้สอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ในพื้นที่ใกล้เคียง และนำค่าพารามิเตอร์มาเข้าในแบบจำลองสมมูลน้ำ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา ดังนั้นเห็นควรให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้ามาดำเนินการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝน และสถานีวัดน้ำท่า เพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

6.2 การคำนวณค่าโค้งความจุ-พื้นที่ผิว-ค่าระดับของอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างเก็บน้ำ ในการศึกษาครั้งนี้คำนวณจากฟังก์ชันในโปรแกรม ArcGIS หากดำเนินการสำรวจหาโค้งความจุ-พื้นที่ผิวของแต่ละอ่างเก็บน้ำ จะทำให้การจำลองสมมูลน้ำมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

6.3 ในพื้นที่ศึกษาเกษตรกรมีการใช้บ่อน้ำบาดาล (บ่อส่วนตัว) เป็นจำนวนมาก แต่ในการพิจารณาไม่ได้นำส่วนนี้มาพิจารณาเนื่องจากไม่มีข้อมูลเพียงพอ หากมีการเก็บข้อมูลจำนวนบ่อน้ำบาดาล ศักยภาพน้ำบาดาลที่เป็นบ่อส่วนตัวในบริเวณพื้นที่ศึกษา จะทำให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

6.4 ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อให้ทราบถึงสภาพศักยภาพของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ศึกษา แนวทางการแก้ไขปัญหาขาดแคลนนํ้า นั้น เป็นการจำลองการปรับลดพื้นที่ชลประทาน โดยใช้สัดส่วนของพืชที่เพาะปลูกในพื้นที่ชลประทานตามแบบเดิม หากมีการปรับเปลี่ยนการเพาะปลูกในพื้นที่ชลประทานเป็นพืชใช้นํ้า น้อย หรือเพิ่มระดับการกักเก็บน้ำของแต่ละอ่างเก็บน้ำ รวมทั้งขุดลอกอ่างเก็บน้ำให้ไม่ตื้นเขิน จะทำให้เกิดความสมดุลกันระหว่างปริมาณความต้องการใช้น้ำและปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้มีแนวทางในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนนํ้าที่ยั่งยืนต่อไป

## 7. บรรณานุกรม

ภัทรประภา มณีโชติ, กัมปนาท ภักดีกุล, จำลอง อรุณเลิศอารีย์ และวีระเช สือดี (2554). การศึกษาการจัดสรรน้ำของระบบอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำปราจีนบุรี-บางปะกงด้วย Mike Basin Model. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา , ปีที่ 22, ฉบับที่ 3, หน้า 39-44

ทศวรรณ หานุกภาพ (2556). การประเมินน้ำต้นทุนในเขตจังหวัดภูเก็ต. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พรชวรณ บุญยรัตพันธุ์ สุรชัย ลิปิวัฒนาการ ชัยวัฒน์ ขยันการนาวิ และ พรรณพิมพ์ พุทธิรักษา มะเปี่ยม (2561). การวางแผนพัฒนาโครงการและบริหารจัดการน้ำในบ่อเก็บน้ำดิบเพื่อบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำในจังหวัดภูเก็ต. วารสารวิชาการ มก, หน้า 23-36

สุรินท์ ศิริอนันต์ (2549). การศึกษาการใช้น้ำของโครงการอ่างเก็บน้ำคลองสะเดา จังหวัดสงขลา โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE BASIN. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฉลอง เกิดพิทักษ์. (2538). การจัดการลุ่มน้ำในประเทศไทย: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ส่วนการใช้น้ำชลประทาน (2554). คู่มือการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง และค่าสัมประสิทธิ์พืช. สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

นฤพล สีตบุตร. (2553) การศึกษาการใช้ระบบชลประทานน้ำหยดและไมโครสปริงเกอร์ ในแปลงปลูกลำไยและลิ้นจี่ (ปี 5). กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ศึกษาการให้น้ำชลประทานแบบประหยัดแก่ปาล์มน้ำมัน  
โดยใช้เทคนิค Partial Root-Zone Drying

Study on Water Saving Irrigation for Oil Palm  
with Partial Root-Zone Drying Technique

เสกสม พัฒนพิชัย<sup>1</sup> อุดมเกียรติ เกิดสม<sup>2</sup> วรลักษณ์ งามสมจิตร<sup>3</sup>

Seksom Patanapichai<sup>1</sup> Udomkiat Kerdson<sup>2</sup> Waraluk Ngamsomchit<sup>3</sup>

ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน กรุงเทพฯ

Email: p.seksom@hotmail.com<sup>1</sup> kiat200911@hotmail.com<sup>2</sup> waraluk88@hotmail.com<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

ศึกษาการให้น้ำชลประทานแก่ปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิค Partial Root-Zone Drying (PRD) ช่วงอายุหลังปลูก 15-63 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2558 ถึง 31 มกราคม 2562 รวม 48 เดือน ณ แปลงทดลองสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 7 (ปัตตานี) จังหวัดยะลา วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) 4 ซ้ำ 8 สิ่งทดลอง คือ ไม้ให้น้ำชลประทานเพิ่มเติม ให้น้ำชลประทานทั่วทรงพุ่ม 120% ของปริมาณการระเหยของน้ำ (%E) ให้น้ำชลประทานด้วยเทคนิค PRD 60, 80, 100, 120, 140 และ 160%E ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิต พบว่าตลอดการศึกษามีฝนตก 628 วัน ปริมาณน้ำฝน 9,302.7 มิลลิเมตร สิ่งทดลองที่ให้น้ำเพิ่มเติมทั้ง 7 วิธีการ ให้น้ำ 127, 99, 109, 118, 127, 133 และ 138 ครั้ง ตามลำดับ ปริมาณน้ำชลประทานที่ให้ 3,952.87, 1,606.66, 2,345.09, 3,125.18, 3,952.51, 4,810.08 และ 5,736.86 มิลลิเมตร คิดเป็น 82.92, 16.48, 24.21, 32.53, 41.44, 50.68 และ 60.83 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ การให้น้ำชลประทานโดยใช้เทคนิค PRD ในทุกระดับที่ทำการศึกษา ประหยัดน้ำกว่าการให้น้ำชลประทานทั่วทรงพุ่ม 120%E เท่ากับ 80.13, 70.80, 60.77, 50.02, 38.88 และ 26.64% ตามลำดับ ปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้รับน้ำชลประทานเพิ่มเติมให้ผลผลิตน้อยกว่าทุกวิธีการ การให้น้ำชลประทานทั่วทรงพุ่ม 120%E มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตกว่าทุกวิธีการ การให้น้ำชลประทานโดยใช้เทคนิค PRD 140%E ให้การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำชลประทานทั่วทรงพุ่ม 120%E โดยสามารถประหยัดน้ำชลประทานได้ 38.88% แต่ให้ผลผลิตลดลง 15.68%

**คำสำคัญ:** การให้น้ำชลประทานแบบประหยัด, เทคนิค Partial Root-Zone Drying, ปาล์มน้ำมัน

### Abstract

Study on Water Irrigation for Oil Palm with Partial Root-Zone Drying Technique (PRD) since start 15 to 63 months after planting was conducted at Irrigation Water Management Experiment Station 7 (Pattani), Yala province from February 1<sup>st</sup>, 2015 to January 31<sup>st</sup>, 2019. The experiment design was RCBD

with 4 replications 8 treatment on without irrigation, irrigation over bush 120%E, irrigation with PRD 60, 80, 100, 120, 140 and 160%E and compared of Oil Palm growth and yield. Result showed that the amount of rain fall 9,302.7 millimeter in 628 day to study. Irrigated on respectively 7 methods 127, 99, 109, 118, 127, 133 and 138 time, were 3,952.87, 1,606.66, 2,345.09, 3,125.18, 3,952.51, 4,810.08 and 5,736.86 millimeter or 82.92, 16.48, 24.21, 32.53, 41.44, 50.68 and 60.83 cubic meter per tree. All level of irrigated with PRD more saving irrigation water than irrigated over bush 120%E were 80.13, 70.80, 60.77, 50.02, 38.88 and 26.64%. Oil Palm yield without irrigated was smaller but growth and yield of irrigated over bush 120%E was higher than other methods. Growth and yield of Irrigated with PRD 140%E has not significant difference with irrigated over bush 120%E and able to saving irrigation water 38.88% but yield reduce 15.68%.

**Key words:** Water Saving Irrigation, Partial Root-Zone Drying Technique, Oil Palm

### ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง ประเทศไทยมีแผนยุทธศาสตร์ปาล์มน้ำมันเพื่อจะเพิ่มผลผลิตน้ำมันปาล์มที่ใช้ในการบริโภค การส่งออก และเป็นแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซล เป้าหมายพื้นที่ปลูกเป็น 10 ล้านไร่ ในปี 2572 ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกไปยังพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยปาล์มน้ำมันควรปลูกในแหล่งที่มีการกระจายตัวของฝนสม่ำเสมอ มีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตรต่อเดือน หรือมีปริมาณฝนเฉลี่ยมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี (Umana & Chinchilla, 1991: 2) วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน และคณะ (2550: 35) ศึกษาประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 พบว่าวิธีที่ให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าการระเหย มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด โดยให้ผลผลิตทะลายสด 2.17 ตันต่อไร่ต่อปี และพบว่าการให้น้ำมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การติดผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ภายในต้นพืช มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การเคลื่อนย้ายธาตุอาหาร การสร้างและสลายตัวของสารต่างๆ ดังนั้นผลผลิตของพืชทั้งทางด้านคุณภาพ และปริมาณ จึงขึ้นกับปริมาณน้ำที่พืชได้รับ เนื่องจากน้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีจำกัด การหาวิธีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับความต้องการของพืช เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเกษตรกรรม แต่ปัจจุบันน้ำที่ใช้เพื่อทำการเกษตรมีอยู่อย่างจำกัด เนื่องจากฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล เกิดภาวะแล้งต่อเนื่องยาวนาน ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ได้มีการขยายพื้นที่ปลูกกระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย ทั้งในและนอกเขตพื้นที่ที่ได้รับน้ำฝนอย่างเพียงพอ การให้น้ำชลประทานแก่ปาล์มน้ำมันในพื้นที่ที่มีน้ำฝนไม่เพียงพอจึงมีความสำคัญ ซึ่งจะเป็นการพัฒนาการเพิ่มผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมันของประเทศ ดังนั้นการพัฒนารูปแบบการให้น้ำชลประทานแบบประหยัด เพื่อเพิ่มผลผลิตภาพการใช้น้ำของพืช (Crop Water Productivity; CWP) และลดปริมาณการใช้น้ำต่อต้นพืช พืชเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้อย่างต่อเนื่อง เหมาะสม ไม่เกิดผลกระทบ ประหยัดแรงงาน เวลา และต้นทุนการผลิต จึงมีความสำคัญ (ดิเรก ทองอร่าม และคณะ, 2543: 255) การให้น้ำแบบ Partial Root-Zone Drying (PRD) เป็นการประยุกต์จากการให้น้ำแบบขาดแคลน (Deficit Irrigation; DI) มีการยืนยันโดย Sadras (2009: 183) ในการทำการวิจัยแบบประเมินอภิมาน (meta-analysis) ว่าสามารถเพิ่มผลผลิตภาพการใช้น้ำของพืชได้ 82% เมื่อเทียบกับการให้น้ำปกติ (Full Irrigation; FI) และไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านปริมาณ

การให้ผลผลิต เป็นกลยุทธ์การประหยัดน้ำที่มีศักยภาพสูง สามารถปรับปรุงคุณภาพผลผลิตของไม้ยืนต้น โดยไม่ทำให้ผลผลิตลดลง (ทอร์สเทน มิลเลอร์ และคณะ, 2552: 18) และเป็นเทคนิคการให้น้ำที่มีศักยภาพที่สามารถปรับใช้ได้หลายชนิดดิน และวิธีการให้น้ำ เช่น การให้น้ำแบบร่องคู แบบหยด และแบบฉีดฝอย (O'Connell & Goodwin, 2007: 670; Sepaskhah & Ahmadi, 2010: 1735) โดยเป็นการให้น้ำเพียงครั้งหนึ่งของขอบเขตรากทั้งหมด ปล่อยให้พื้นที่รากอีกครั้งหนึ่งของต้นพืชแห้ง ทำการให้น้ำข้างเดิมต่อเนื่อง 10-15 วัน จึงสลับข้างการให้น้ำไปอีกข้างที่แห้ง โดยการทำการสลับข้างระหว่างด้านเปียกกับด้านแห้งขึ้นกับชนิดพืช ระยะการเจริญเติบโตของพืช ความต้องการน้ำของพืช เนื้อดิน และสมมูลน้ำในดิน (Saeed et al, 2008: 75) เมื่อมีส่วนของพื้นที่รากแห้งครั้งหนึ่ง รากพืชจะขาดน้ำ และมีการสร้างฮอร์โมน abscisic acid (ABA) ต้นพืชเกิดความต้านทานสภาวะเครียดสูงขึ้นส่งผลให้ปากใบปิดลง เป็นการลดการคายน้ำของต้นพืช (Hartung et al., 2002: 30) ซึ่งการศึกษาทดลองให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD สามารถประหยัดน้ำในระบบน้ำหยดได้มากกว่าการให้น้ำแบบผิวดินปกติ 80% (Hutton, 2000: 47) การเปลี่ยนวิธีการให้น้ำจากการปล่อยน้ำไปตามร่องระหว่างแถวของต้นองุ่น เป็นวิธีการให้น้ำแบบหยดพร้อมกับใช้เทคนิค PRD สามารถประหยัดน้ำได้ 3 ใน 4 ของการให้น้ำแบบเดิม โดยให้ผลผลิตลดลงไม่เกิน 5% แต่ผลผลิตมีคุณภาพดีขึ้น (สมชาย องค์กรประเสริฐ, 2553: 3) ลดการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ โดยเฉพาะไม้ผลที่แตกใบใหม่พร้อมติดดอก (Mingo & Davies, 2001: 7) เพิ่มการดูดซึมธาตุอาหาร (Wang et al., 2009: 443) เพิ่มน้ำหนักราก (Kang et al., 2000: 267; Mingo et al., 2004: 971) และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานขึ้นได้เท่าตัว แต่ทำให้ผลผลิตลดลงประมาณ 5% (Dry et al., 2000: 35) การให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD มีจุดด้อยคือ ระยะที่ปล่อยให้อีกครั้งของระบบรากอยู่ในสภาพดินแห้ง รากจะมีความสามารถในการใช้ปุ๋ยลดลง สามารถแก้ไขได้โดยการให้ปุ๋ยผ่านระบบน้ำ ซึ่งจะมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วบริเวณเขตรากที่พืชได้รับน้ำ ปุ๋ยแพร่กระจายสัมผัสกับระบบรากได้ดี เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการให้ปุ๋ยของพืชได้อีกทางหนึ่ง

การใช้เทคนิคหรือวิทยาการการให้น้ำอย่างประหยัดแก่พืชที่มีความต้องการใช้น้ำชลประทานสูงอย่างปาล์มน้ำมัน โดยการศึกษาการใช้เทคนิค PRD ในพื้นที่ที่มีน้ำชลประทานจำกัด หรือมีฝนทิ้งช่วงจึงมีความสำคัญ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประยุกต์สำหรับการวางแผนการให้น้ำชลประทานในช่วงที่ขาดแคลนน้ำ เพื่อการให้น้ำชลประทานอย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดแก่ปาล์มน้ำมัน ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต หรือกระทบน้อยที่สุด การจัดการที่สามารถลดต้นทุนในด้านการใช้พลังงานในการนำน้ำชลประทานมาใช้ในแปลงปลูก เป็นข้อมูลประยุกต์แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาวิจัย และพัฒนาการให้น้ำชลประทานแบบประหยัดแก่พืชชนิดต่างๆ ได้

### วัตถุประสงค์

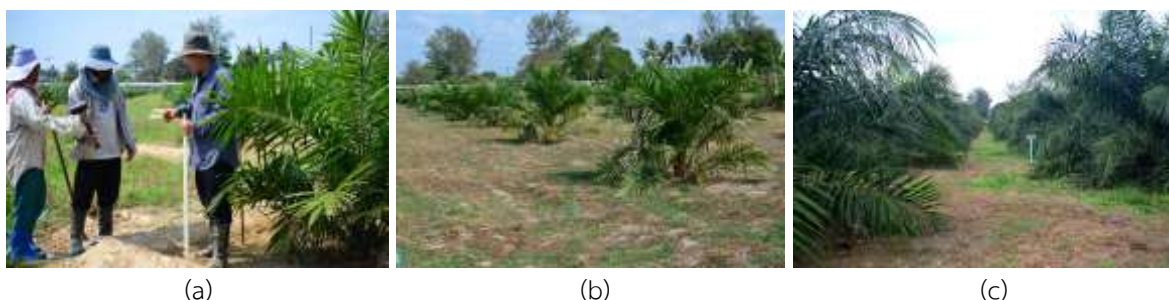
เพื่อศึกษาผลของการให้น้ำชลประทาน และระดับที่เหมาะสมของการให้น้ำชลประทานโดยใช้เทคนิค PRD ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

### วิธีการวิจัย

1. ดำเนินการศึกษาให้น้ำชลประทานแก่ปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิค PRD ช่วงอายุหลังปลูก 15-63 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2558 ถึง 31 มกราคม 2562 รวม 48 เดือน ณ แปลงทดลองสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 7 (ปัตตานี) จังหวัดยะลา ตั้งอยู่ที่ระยะเส้นรุ้ง (Latitude) 6° 4' 00" เหนือ ระยะเส้นแวง (Longitude) 101° 17' 41" ตะวันออก สูงกว่าระดับน้ำทะเล 11.00 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ดินมีความชื้นชลประทาน (Field Capacity: FC)

และจุดเหี่ยวถาวร (Permanent Wilting Point: PWP) เท่ากับ 22.1 และ 10.8% ตามลำดับ และ Bulk density เท่ากับ 2.02 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2. วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design: RCBD) 4 ซ้ำ 8 สิ่งทดลอง คือ ไม้ให้น้ำเพิ่มเติม ให้น้ำทั่วทรงพุ่ม 120%E ให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD 60, 80, 100, 120, 140 และ 160%E ทำการศึกษาในปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 7 ปลุกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า ระยะการปลูก 9×9 เมตร โดยมีระยะห่างระหว่างต้น 9 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 7.79 เมตร กำหนดต้นทดลอง 32 แปลงย่อย (8 วิธีการ 4 ซ้ำ) แปลงย่อยละ 2 ต้น ติดตั้งเครื่องมือวัดความชื้นดิน (Moisture meter) ซึ่งมีหัววัดความชื้นดินแบบ Profile probe วัดค่าความชื้นแบบ Volumetric soil content (%V) โดยสิ่งทดลองที่ 1-2 ติดตั้ง 1 จุดต่อแปลงย่อย สิ่งทดลองที่ 3-8 ซึ่งมีการให้น้ำสลับกัน 2 ส่วน ระหว่างส่วนเปียกกับส่วนแห้ง ติดตั้งส่วนละ 1 จุด รวม 2 จุดต่อแปลงย่อย ให้น้ำชลประทานแบบท่วมเป็นผืนราบ (Level Border Method) ตามสิ่งทดลองต่างๆ ทุกๆ 7 วัน ทำคั่นดินกันการไหลบ่าของน้ำรอบทรงพุ่มของต้นปาล์มน้ำมัน และทำคั่นกันครึ่งหนึ่งของทรงพุ่มในสิ่งทดลองที่ 3-8 เพิ่มขนาดพื้นที่ให้น้ำตามการเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมัน ทำการสลับข้างให้น้ำเมื่อความชื้นด้านแห้ง มีความชื้นในดินลดลงต่ำกว่า 20% ของความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช วัดปริมาณการให้น้ำโดยใช้มาตรวัดน้ำขนาด 1 นิ้ว คำนวณปริมาณการให้น้ำจากค่าปริมาณการระเหยของน้ำจากถาดวัดการระเหยแบบ Class A pan ที่ตั้งอยู่ในแปลงทดลอง



ภาพที่ 1 (a) การติดตั้งอุปกรณ์วัดความชื้นดิน, (b) และ (c) สภาพแปลงที่ทำการศึกษา

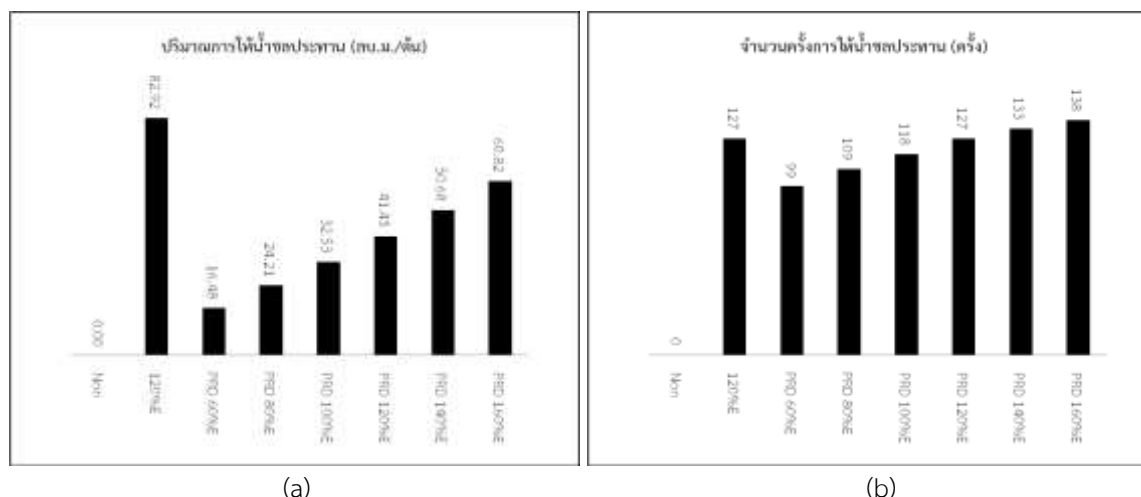
3. บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำชลประทานในหน่วยมิลลิเมตร และหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อต้น ข้อมูลอุณหภูมิตัวไม้ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันฝนตก ปริมาณการระเหยของน้ำ อุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ข้อมูลการเจริญเติบโตในด้านจำนวนทางใบเพิ่ม ความยาวทางใบ จำนวนใบย่อย พื้นที่ทางใบ และพื้นที่หน้าตัดแกนทาง ผลผลิตในด้านจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลาย ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan's Multiple-Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม Sirichai statistics 6



ภาพที่ 2 (a) การให้น้ำชลประทาน, (b) การให้น้ำแบบเครื่องทรงพุ่ม, (c) การให้น้ำแบบทั่วทรงพุ่ม

## ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

### 1. ปริมาณน้ำที่ปาล์มน้ำมันได้รับ



ภาพที่ 3 (a) ปริมาณการให้น้ำชลประทานในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อตัน (ลบ.ม./ตัน), (b) จำนวนครั้งการให้น้ำชลประทาน

ปริมาณน้ำฝน และน้ำชลประทานที่ต้นปาล์มน้ำมันได้รับในแต่ละวิธีการให้น้ำรวม 48 เดือน มีจำนวนวันฝนตกตลอดการศึกษา 628 วัน รวมปริมาณน้ำฝน 9,302.7 มิลลิเมตร สิ่งทดลองที่ให้น้ำชลประทานทั้ง 7 วิธีการ มีจำนวนการให้น้ำ 127, 99, 109, 118, 127, 133 และ 138 ครั้ง ตามลำดับ ปริมาณน้ำที่ให้ 3,952.87, 1,606.66, 2,345.09, 3,125.18, 3,952.51, 4,810.08 และ 5,736.86 มิลลิเมตร คิดเป็น 82.92, 16.48, 24.21, 32.53, 41.44, 50.68 และ 60.83 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ตามลำดับ การให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD ในทุกระดับที่ทำการศึกษา ประหยัดน้ำชลประทานกว่าการให้น้ำทั่วทรงพุ่ม 120%E 80.13, 70.80, 60.77, 50.02, 38.88 และ 26.64% ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD ที่สามารถช่วยประหยัดน้ำในระบบน้ำหยด มากกว่าการให้น้ำแบบผิวดินปกติ 80% (Hutton, 2000: 47) และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำชลประทานขึ้นได้เท่าตัว (Dry et al., 2000: 35)

### 2. การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำเพิ่มเติม และที่ทำกรให้น้ำชลประทานทั้ง 7 วิธีการ โดยทำการตรวจวัดจำนวนทางใบเพิ่ม ความยาวทางใบ จำนวนใบย่อย พื้นที่ทางใบ พื้นที่หน้าตัดแกนทาง มีผลดังนี้

**ตารางที่ 1** การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันในด้านจำนวนทางใบเพิ่ม

การให้น้ำ	จำนวนทางใบเพิ่ม (ใบ)							
	21 เดือน	27 เดือน	33 เดือน	39 เดือน	45 เดือน	51 เดือน	57 เดือน	63 เดือน
Non	8.38 c	8.63 f	8.88 d	7.75 d	11.13 d	12.25 c	9.38 c	11.13
120%E	9.75 a	10.63 a	11.13 a	10.50 a	15.13 a	15.00 a	12.00 a	11.75
PRD 60%E	8.00 c	9.25 de	9.25 cd	8.88 c	12.63 c	12.75 bc	9.13 c	10.75
PRD 80%E	8.75 bc	9.00 ef	9.88 bc	9.50 b	12.88 bc	12.13 c	9.38 c	11.37
PRD 100%E	9.38 ab	9.75 cd	9.75 bc	9.50 b	13.13 bc	13.38 abc	9.75 bc	11.50
PRD 120%E	9.63 ab	10.00 bc	10.00 bc	9.88 b	13.75 abc	13.25 abc	9.75 bc	12.38
PRD 140%E	9.38 ab	10.38 ab	10.50 ab	10.50 a	14.25 ab	14.38 ab	11.00 ab	12.25
PRD 160%E	9.63 ab	9.38 de	10.13 bc	9.63 b	13.13 bc	14.00 abc	9.75 bc	11.75
F-test	**	**	**	**	**	*	**	ns
CV (%)	6.50	3.80	5.57	3.91	6.70	8.89	9.33	9.06

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

\*,\*\* : ค่าเฉลี่ยในสตรมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% โดยวิธี DMRT

พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติของจำนวนทางใบเพิ่มทุกช่วงของการตรวจวัด ยกเว้นในช่วงอายุ 63 เดือน ที่ไม่พบแตกต่างทางสถิติเนื่องจากการกระจายตัวและปริมาณน้ำฝนสูง โดยในทุกช่วงที่พบความแตกต่างทางสถิติ การให้น้ำชลประทานทั่วทรงพุ่ม 120%E ให้จำนวนทางใบเพิ่มของต้นปาล์มน้ำมันสูงกว่าทุกวิธีการที่ศึกษา แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD 140%E แสดงให้เห็นว่าการให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD 140%E ให้จำนวนทางใบเพิ่มของต้นปาล์มน้ำมัน เทียบเคียงได้กับการให้น้ำทั่วทรงพุ่ม 120%E โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาวะที่ฝนทิ้งช่วงและปริมาณน้ำฝนน้อย (ตารางที่ 1)



**ตารางที่ 2** การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันในด้านความยาวทางใบ

การให้น้ำ	ความยาวทางใบ (เซนติเมตร)							
	21 เดือน	27 เดือน	33 เดือน	39 เดือน	45 เดือน	51 เดือน	57 เดือน	63 เดือน
Non	142.63	212.25	245.75	300.00 c	297.38 bc	386.50	393.50	458.38
120%E	173.63	279.38	283.00	365.63 a	345.25 a	417.25	392.50	470.63
PRD 60%E	143.88	215.63	252.78	312.38 bc	284.00 c	401.13	390.00	459.88
PRD 80%E	152.75	225.25	259.88	320.13 bc	297.13 bc	397.13	379.38	452.13
PRD 100%E	156.50	218.38	259.75	318.75 bc	301.88 bc	398.13	384.25	464.88
PRD 120%E	150.50	226.38	264.13	342.63 ab	322.63 ab	428.38	395.00	471.63
PRD 140%E	158.75	237.13	269.38	338.88 ab	320.00 abc	364.70	400.25	451.88
PRD 160%E	157.50	219.13	264.00	323.13 bc	295.38 bc	374.38	380.00	438.13
F-test	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
CV (%)	8.43	14.72	5.67	6.95	7.40	10.45	6.27	6.94

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

\* : ค่าเฉลี่ยในสมรภูมิเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

การตรวจวัดความยาวทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงอายุ 39 และ 45 เดือน โดยการให้น้ำชลประทานทั่วทรงพุ่ม 120%E ให้ความยาวทางใบสูงกว่าทุกวิธีการที่ศึกษา แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD 120%E และ 140%E (ตารางที่ 2)



**ภาพที่ 4** (a) การตรวจวัดความชื้นดิน, (b) และ (c) การตรวจวัดการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

การตรวจวัดพื้นที่ทางใบของต้นปาล์มน้ำมัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงอายุ 33 เดือน โดยการให้น้ำชลประทานทั่วทรงพุ่ม 120%E ให้พื้นที่ทางใบสูงกว่าทุกวิธีการที่ศึกษา แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD 140%E และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในช่วงอายุ 45 เดือน โดยการให้น้ำชลประทานทั่วทรงพุ่ม 120%E ให้พื้นที่ทางใบสูงกว่าทุกวิธีการที่ศึกษา แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD 120%E, 140%E และ 160%E (ตารางที่ 3) ส่วนการเจริญเติบโตในด้านจำนวนใบย่อยของต้นปาล์มน้ำมัน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงอายุ 33 เดือน แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดแกนทางใบในทุกช่วงอายุ

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันในด้านพื้นที่ทางใบ

การให้น้ำ	พื้นที่ทางใบ (ตารางเมตร)							
	21 เดือน	27 เดือน	33 เดือน	39 เดือน	45 เดือน	51 เดือน	57 เดือน	63 เดือน
Non	1.13	2.22	2.70 b	2.94	3.51 cd	4.37	5.64	6.25
120%E	1.37	2.30	3.12 a	3.81	4.60 a	4.81	5.80	6.38
PRD 60%E	1.12	1.83	2.73 b	2.96	3.72 bcd	4.68	5.77	6.10
PRD 80%E	1.12	1.98	2.67 b	3.15	3.36 d	4.43	5.62	5.59
PRD 100%E	1.25	2.18	2.82 b	3.41	3.74 bcd	4.55	5.48	6.24
PRD 120%E	1.13	2.05	2.84 b	3.35	3.97 abcd	4.97	5.99	6.39
PRD 140%E	1.16	2.23	3.07 ab	3.30	4.30 ab	5.17	6.10	5.60
PRD 160%E	1.21	1.91	2.79 b	3.35	4.08 abc	4.63	5.62	5.55
F-test	ns	ns	*	ns	**	ns	ns	ns
CV (%)	16.82	14.55	8.45	11.12	10.50	8.92	7.91	9.02

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

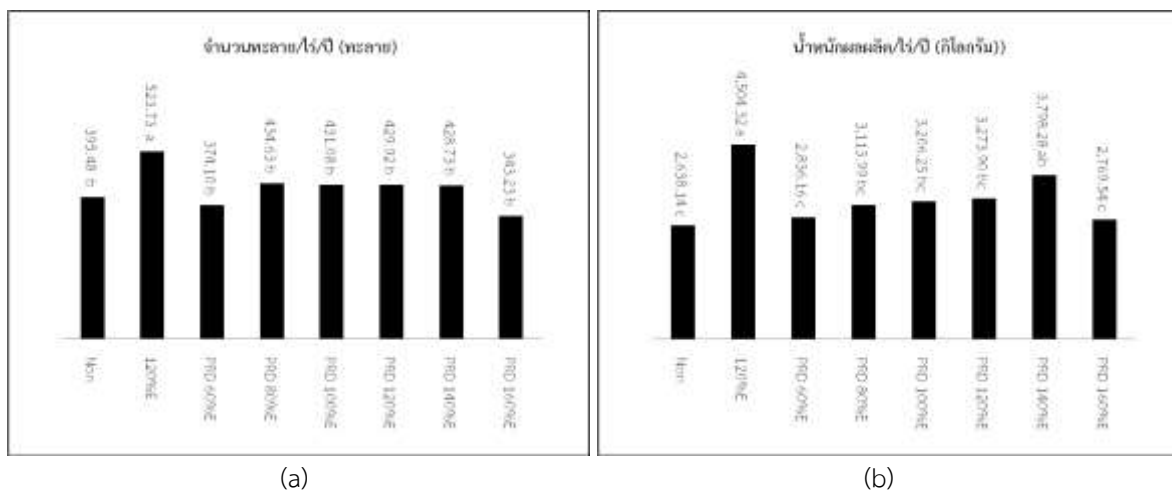
\*,\*\* : ค่าเฉลี่ยในสมมติเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% โดยวิธี DMRT

### 3. ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 4 ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

การให้น้ำ	ผลผลิตรวม	
	จำนวนทะลายต่อไร่ต่อปี (ทะลาย)	น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ต่อปี (กิโลกรัม)
Non	395.48 b	2,638.14 c
120%E	523.73 a	4,504.32 a
PRD 60%E	374.10 b	2,836.16 c
PRD 80%E	434.63 b	3,113.99 bc
PRD 100%E	431.08 b	3,206.25 bc
PRD 120%E	429.92 b	3,273.90 bc
PRD 140%E	428.73 b	3,798.28 ab
PRD 160%E	343.23 b	2,769.54 c
F-test	*	**
CV (%)	18.74	15.72

\*,\*\* : ค่าเฉลี่ยในสมมติเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 5 (a) จำนวนทะลายต่อไร่ต่อปี (b) น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ต่อปี

ผลผลิตของต้นปาล์มน้ำมัน ที่ทำการเก็บเกี่ยวในช่วงอายุ 39-63 เดือน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจำนวนทะลายต่อไร่ต่อปี โดยต้นปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำทั่วทรงพุ่ม 120%E ให้จำนวนทะลายสูงที่สุด โดยให้จำนวนทะลาย 523.73 ทะลายต่อไร่ต่อปี และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติของน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ต่อปี โดยต้นปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำทั่วทรงพุ่ม 120%E ให้น้ำหนักผลผลิตสูงกว่าทุกวิธีการที่ศึกษา แต่ไม่แตกต่างกับต้นปาล์มน้ำมันที่ได้รับน้ำโดยใช้เทคนิค PRD 140%E โดยให้น้ำหนักผลผลิตเท่ากับ 4,504.32 และ 3,798.28 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 5) ต้นปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้รับน้ำชลประทานเพิ่มเติมให้ผลผลิตน้อยกว่าทุกวิธีการที่ศึกษา ส่วนการให้น้ำทั่วทรงพุ่ม 120%E มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าทุกวิธีการให้น้ำ การให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD 140%E ให้การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกับการให้น้ำทั่วทรงพุ่ม 120%E โดยสามารถประหยัดน้ำชลประทานได้ 38.88% แต่ให้ผลผลิตลดลง 15.68% ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการยืนยันของ Sadras (2009: 183) ว่าการให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD สามารถเพิ่มผลผลิตภาพการใช้น้ำของพืชได้เมื่อเทียบกับการให้น้ำปกติ และไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติในด้านปริมาณผลผลิต ผลการศึกษาที่พบจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับเกษตรกรเพื่อปรับใช้จัดการการให้น้ำแบบประหยัด และการออกแบบระบบการให้น้ำชลประทานแบบประหยัดในแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน เป็นแนวทางในการลดปัญหาการติดทะลายน้อยของปาล์มน้ำมันในช่วงฤดูแล้ง การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต การลดต้นทุนการผลิตจากการสูบน้ำ และเพิ่มศักยภาพการผลิตปาล์มน้ำมัน ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาารูปแบบการให้น้ำชลประทานแบบประหยัดโดยใช้เทคนิค PRD เพื่อเพิ่มผลผลิตภาพการใช้น้ำของพืช โดยเฉพาะในปาล์มน้ำมันต่อไป



ภาพที่ 6 (a) การให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน, (b) การเก็บเกี่ยวผลผลิต, (c) การตรวจวัดน้ำหนักผลผลิต

## สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการให้น้ำชลประทานแบบประหยัดแก่ปาล์มน้ำมันโดยใช้เทคนิค PRD โดยทำการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 7 ช่วงอายุหลังปลูก 15-63 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2558 ถึงวันที่ 31 มกราคม 2562 ระหว่างต้นปาล์มน้ำมันที่ไม่ให้น้ำชลประทานเพิ่มเติม ให้น้ำทั่วพื้นที่ทรงพุ่ม 120%E และให้น้ำชลประทานโดยใช้เทคนิค PRD 60, 80, 100, 120, 140 และ 160%E ณ แปลงทดลองสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 7 (ปัตตานี) อำเภอเมือง จังหวัดยะลา สามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

1. จำนวนวันฝนตกตลอดการศึกษา 628 วัน รวมปริมาณน้ำฝน 9,302.7 มิลลิเมตร สิ่งทดลองที่ทำการให้น้ำชลประทานทั้ง 7 วิธีการ มีจำนวนการให้น้ำ 127, 99, 109, 118, 127, 133 และ 138 ครั้ง ตามลำดับ ปริมาณน้ำที่ให้ 3,952.87, 1,606.66, 2,345.09, 3,125.18, 3,952.51, 4,810.08 และ 5,736.86 มิลลิเมตร คิดเป็น 82.92, 16.48, 24.21, 32.53, 41.44, 50.68 และ 60.83 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น ตามลำดับ การให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD ในทุกระดับที่ศึกษา ประหยัดน้ำชลประทานกว่าการให้น้ำทั่วทรงพุ่ม 120%E เท่ากับ 80.13, 70.80, 60.77, 50.02, 38.88 และ 26.64% ตามลำดับ

2. การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ต้นปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้รับน้ำเพิ่มเติมให้ผลผลิตน้อยกว่าทุกวิธีการที่ศึกษา ส่วนการให้น้ำทั่วทรงพุ่ม 120%E มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าทุกวิธีการที่ศึกษา การให้น้ำโดยใช้เทคนิค PRD 140%E ให้การเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้น้ำทั่วทรงพุ่ม 120%E โดยสามารถประหยัดน้ำชลประทานได้ 38.88% แต่ให้ผลผลิตลดลง 15.68%

## บรรณานุกรม

- [1] Dry, P.R., Loveys, B.R., Stoll, M., Stewart, D. & McCarthy, M.G. (2000). Partial root zone drying an update, Australian Grape grower and winemaker. 438 a: 35-39.
- [2] Hartung, W., Sauter, A. & Hose, E. (2002). Abscisic acid in the xylem: where does it come from, where does it go to. J. Exp. Bot., 53 (366): 27-32.
- [3] Hutton, R. (2000). Farmers Newsletter: Improving the water use efficiency of citrus at Yanco Farmers Newsletter, Agricultural Institute. Horticulture. 184: 47-49.
- [4] Kang, S.Z., Liang, Z.S., Pan, Y.H., Shi, P.Z. & Zhang, J.H. (2000). Alternate furrow irrigation for maize production in an arid area. Agri. Water Management, 45: 267-274.
- [5] Mingo, D. & Davies, W.J. (2001). New irrigation methods to increase water and nutrient use efficiency. Proceedings of the International Fertilizer Society. New York, United kingdom No.468.
- [6] Mingo, D.M., Theobald, J., Bacon, M.A., Davies, W.J. & Dodd, I.C. (2004). Biomass allocation in tomato (*Lycopersicon esculentum*) plants grown under partial root zone drying: enhancement of root growth. Functional Plant Biology, 31: 971-978.
- [7] O'Connell, M.G. & Goodwin, I. (2007). Water stress and reduced fruit size in micro-irrigated pear trees under deficit partial root zone drying. Aust J Agric Res, 58: 670-679.

- [8] Sadras, V.O. (2009). Does partial root-zone drying improve irrigation water productivity in the field: A meta-analysis. Springer-Verlag IrrigSci, (2009) 27: 183-190.
- [9] Saeed, H., Grove, I.G., Kettlewell, P.S. & Hall, N.W. (2008). Potential of partial root zone drying as an alternative irrigation technique for potatoes (*Solanum tuberosum*). Annals of Applied Botany, 152: 71-80.
- [10] Sepaskhah, A.R. & Ahmadi, S.H. (2010). A review on partial root-zone drying irrigation. International Journal of Plant Production 4 (4), October 2010 ISSN: 1735-6814.
- [11] Wang, H., Liu, F., Andersen, M.N. & Jensen, C.R. (2009). Comparative effects of partial root-zone drying and deficit irrigation on nitrogen uptake in potatoes (*Solanum tuberosum* L.). Irrigation Science, 27: 443-447.
- [12] Umama C.H. & Chinchilla, C. (1991). Symptomatology associated with water deficit in oil palm. In ASD Oil palm Paper. 3: 1-4.
- [13] ดิเรก ทองอร่าม, วิทยา ตั้งก่อสกุล, นาวิ จิระชีวี และอิทธิสุนทร นันทกิจ. (2543). การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช. กรุงเทพฯ เจริญรัฐการพิมพ์. 428 หน้า.
- [14] ทอร์สเทน มีลเลอร์, โพล์เคอร์ เรอมเฮลด์, โยอาคิม มีลเลอร์, สมชาย องค์กรประเสริฐ พาวิน มะโนชัย, โวลฟรัม สแปร์, ซิลเก วิล, วินัย วิริยะอลงกรณ์ และชนิษฐา เสถียรพิระกุล. (2552). กลยุทธ์การประหยัดน้ำและการให้ธาตุอาหารอย่างเหมาะสมในสวนไม้ผลเขตร้อนโดยการให้น้ำและให้ปุ๋ยผสมกับน้ำบนฐานการตอบสนองต่อสภาวะเครียด. เอกสารโครงการวิจัยเพื่อการใช้ที่ดินและการพัฒนาชนบทบนพื้นที่สูงอย่างยั่งยืนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในส่วนประเทศไทยระยะที่สาม. 1 กรกฎาคม 2549 -30 มิถุนายน 2552: 18-19.
- [15] วิษุณี ออมทรัพย์สิน, สุรกิตติ ศรีกุล, เกริกชัย ธนรักษ์, สุจิตรา พรหมเชื้อ, เพ็ญศิริ จำรัสฉาย และชาย โฆรวิช. 2550. การประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตร. เอกสารผลงานฉบับเต็มขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตร 6ว. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร. สุราษฎร์ธานี. 43 หน้า.
- [16] สมชาย องค์กรประเสริฐ. (12 มีนาคม 2553). ภาชนะน้ำวิกฤต. ไทยนิวส์, หน้า 3.

การศึกษาอาคารสลายพลังงาน อ่างเก็บน้ำประแสร์ โดยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ  
The Study of Energy Dissipator at Prasae Reservoir by Computational Fluid  
Dynamics

สุพัชรพล มงคลนาม<sup>1\*</sup> ยุทธนา ตาละลักขมณ<sup>2</sup> และ วรางค์รัตน์ จันทสาโร<sup>3</sup>

Supatcharapon Mongkolnam<sup>1\*</sup> Yutthana Talaluxmana<sup>2</sup> and Varangrat Juntasaro<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.กรุงเทพฯ

<sup>3</sup> ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.กรุงเทพฯ

E-mail address: <sup>1\*</sup>[suparcharapon.mo@ku.ac.th](mailto:suparcharapon.mo@ku.ac.th), <sup>2</sup>[fengynt@ku.ac.th](mailto:fengynt@ku.ac.th), <sup>3</sup>[fengvrj@ku.ac.th](mailto:fengvrj@ku.ac.th)

### บทคัดย่อ

อาคารสลายพลังงานของอาคารระบายน้ำล้นเป็นอาคารที่มีความสำคัญอย่างมากในการสลายพลังงานของน้ำที่ล้นผ่านอาคารระบายน้ำล้นก่อนที่จะระบายออกสู่ทางน้ำธรรมชาติ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดจากการกัดเซาะในช่องทางน้ำท้ายอ่างเก็บน้ำ หากอาคารสลายพลังงานไม่สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม น้ำที่ระบายผ่านอาคารระบายน้ำล้นจะยังมีพลังงานสูง ก่อให้เกิดการกัดเซาะท้ายอาคารระบายน้ำ เกิดความเสียหายต่อตัวอาคารและอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของเขื่อนด้วย ในงานศึกษานี้ ได้ใช้แบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณในการจำลองการไหลของน้ำผ่านอาคารระบายน้ำล้นของอ่างเก็บน้ำประแสร์ก่อนมีการปรับปรุง เพื่อศึกษาลักษณะการสลายพลังงานของอ่างสลายพลังงานแบบน้ำนิ่ง โดยทำการศึกษา 2 กรณี ที่ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำเท่ากับ +36.570 ม.รทก. และ +35.785 ม.รทก. โดยมีอัตราการระบายน้ำที่ 100% และ 32.5% ของอัตราการไหลที่ระดับน้ำสูงสุดตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า เกิด Hydraulic jump ในอ่างสลายพลังงานแบบ Submerged jump ทั้งสองกรณี ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ตามทฤษฎี พลังงานของน้ำถูกสลายไปมีค่าเท่ากับ 72.96% และ 83.30% ตามลำดับ ผลการศึกษานี้จะถูกนำไปปรับเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการสลายพลังงานของอาคารสลายพลังงานของอ่างเก็บน้ำประแสร์ เมื่อมีการปรับปรุงอาคารระบายน้ำล้นในโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บกักน้ำประแสร์ ซึ่งมีการเพิ่มระดับสันอาคารระบายน้ำล้นขึ้น 1.00 เมตร ด้วยบานระบายน้ำแบบพับได้ และเพิ่มระดับพื้นของอาคารท้ายฝายขึ้นอีก 0.75 เมตร ต่อไป

**คำสำคัญ:** อาคารสลายพลังงาน, พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ, อาคารระบายน้ำล้น

### Abstract

Energy dissipator of spillway is an importance structure. To prevent downstream scouring, the energy of water that flow through spillway was dissipated before release to the natural channel. If the energy dissipator does not work suitably, the water with high energy damages the downstream channel of spillway. This may effect to the dam safety too. In this study, computational fluid dynamics model was applied to model the water flow through the spillway of Prasae reservoir and examine energy dissipation before the project was improved. The energy dissipator of Prasae spillway is the stilling basin. The study was conducted in 2 cases. There were 100% and 32.5% of maximum

discharge at maximum water level, the reservoir water level were at +36.570 m. msl and +35.785 m. msl., respectively. The result showed that the hydraulic jump occurred in the stilling basin. The jump type were submergence in both cases, compatible with theoretical analysis. The percent of dissipated energy were 72.96% and 83.30% respectively. This study will be used for energy dissipation efficiency evaluation of Prasae stilling basin after the project improvement. The Prasae spillway was improved by increase 1 meter spillway crest level with flapped gates for storage efficiency. The downstream apron is was raised up 0.75 meters.

**Keywords:** Energy Dissipator, Computational Fluid Dynamics, Spillway

## 1. บทนำ

อาคารสลายพลังงาน เป็นอาคารชลศาสตร์ที่ได้รับการออกแบบขึ้นเพื่อสลายพลังงานจลน์ (Kinetic Energy) จากการไหลของน้ำด้วยความเร็วสูง ให้ความเร็วของการไหลนั้นช้าลงหรือให้พลังงานเนื่องจากความเร็วลดลง ในอาคารทางระบายน้ำล้นซึ่งเป็นอาคารชลศาสตร์ที่มีหน้าที่ในการระบายน้ำในอ่างเก็บน้ำเมื่อระดับน้ำเริ่มสูงกว่าระดับเก็บกักในฤดูน้ำหลาก น้ำส่วนเกินจะถูกระบายทิ้งลงลำน้ำเดิมด้านท้ายเขื่อน เพื่อป้องกันอันตรายจากสาเหตุน้ำไหลข้ามสันเขื่อน อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เขื่อนพังทลาย น้ำส่วนเกินที่ระบายนี้มีพลังงานการไหลสูง ถ้าไม่ได้มีการออกแบบอาคารสลายพลังงานที่เหมาะสม จะส่งผลให้เกิดการกัดเซาะด้านท้ายน้ำ[3]

อ่างน้ำนิ่ง (Stilling Basin) เป็นอาคารสลายพลังงานที่อาศัยการไหลแบบปั่นป่วนของน้ำที่เรียกว่า Hydraulic Jump เป็นตัวสลายพลังงานส่วนเกิน โดยกำหนดให้ hydraulic jump เกิดขึ้นภายในอาคารที่มีโครงสร้างแข็งแรง เรียก อ่างน้ำนิ่ง พลังงานจะถูกสลายไปจากการไหลอลวน หรือความปั่นป่วนของกระแสในบริเวณอ่าง ความเร็วของน้ำจะลดลงจากการไหลแบบเหนือวิกฤตเป็นการไหลแบบใต้วิกฤตและถูกปล่อยออกสู่ลำน้ำทางด้านท้ายของอ่าง[4]

พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) คือเทคนิคที่นำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมของการไหล การถ่ายเทความร้อน และปรากฏการณ์อื่นๆ ของของไหล โดยผลลัพธ์มีความใกล้เคียงกับธรรมชาติ โดยใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับการไหล จะใช้แบบจำลองความปั่นป่วน (Turbulence model) มาช่วยในการคำนวณ โดยรูปแบบที่ได้รับความนิยมกันมากก็คือแบบจำลองของ Launder and Spalding [9] ที่เรียกว่า Standard k -  $\epsilon$  model ในปี 2001 Bruce และคณะ[6], ในปี 2003 David และคณะ[7] และในปี 2005 Kim และคณะ [8] ได้นำโปรแกรมจำลองการไหล 3 มิติ (3D) ด้วยแบบจำลองความปั่นป่วนชนิด standard k -  $\epsilon$  วิเคราะห์การไหลของน้ำผ่านอาคารระบายน้ำล้นชนิด ogee โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองทางกายภาพกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ มีความใกล้เคียงกันอย่างมาก ต่อมา ในปี 2014 Abolfazl และคณะ[5] ได้ทำการตรวจสอบ Hydraulic jump บริเวณอ่างน้ำนิ่ง พบว่า วิธี CFD โดยใช้แบบจำลองความปั่นป่วน Standard k -  $\epsilon$  สามารถใช้วิเคราะห์อาคารสลายพลังงานได้

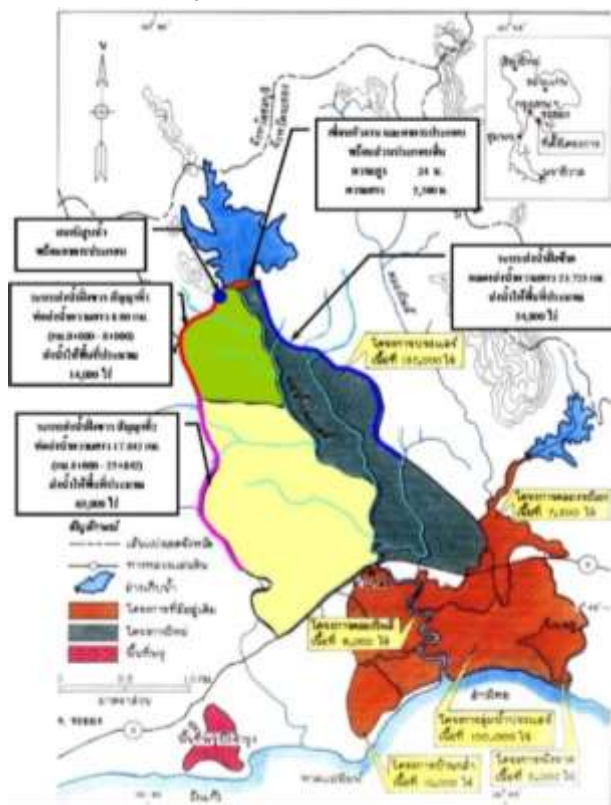
ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) โดยใช้แบบจำลองความปั่นป่วน Standard k -  $\epsilon$  ในการจำลองการไหลของน้ำผ่านอาคารระบายน้ำล้นของโครงการอ่างเก็บน้ำประแสร์ จังหวัดระยอง เพื่อศึกษาพฤติกรรมของการไหลและประสิทธิภาพการสลายพลังงานของอาคารสลายพลังงาน ก่อนที่

จะมีการปรับปรุงโครงการตามโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บกักน้ำประแสร์ ซึ่งผลการศึกษาจะถูกนำไปประยุกต์ใช้หลังมีการปรับปรุงโครงการต่อไป

## 2. พื้นที่ศึกษา

### 2.1 ข้อมูลทั่วไปและที่ตั้งโครงการ

โครงการอ่างเก็บน้ำประแสร์ ตั้งอยู่ในตำบลชุมแสง อำเภอวังจันทร์ จ.ระยอง เป็นโครงการประเภทเขื่อนกักเก็บน้ำพร้อมระบบส่งน้ำ ตัวเขื่อนเป็นเขื่อนดิน ความจุอ่างเก็บน้ำ 248 ล้านลูกบาศก์เมตร ระดับสันเขื่อน +39.00 เมตร (ร.ท.ก.) โครงการส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำฝั่งซ้ายไปยังพื้นที่เพาะปลูกโดยอาศัยระบบแรงโน้มถ่วง (Gravity) มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 54,000 ไร่ ความยาวคลองส่งน้ำทั้งสิ้น 23.723 กิโลเมตร และส่งน้ำด้วยระบบท่อส่งน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.40-1.60 เมตรไปยังพื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำประแสร์ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 83,000 ไร่ ความยาวท่อส่งน้ำทั้งสิ้น 25.824 กิโลเมตร รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งโครงการ 137,000 ไร่ แผนที่โครงการแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ที่ตั้งโครงการอ่างเก็บน้ำประแสร์ จังหวัดระยอง

### 2.2 อาคารระบายน้ำล้น

อาคารระบายน้ำล้นของโครงการอ่างเก็บน้ำประแสร์ ตั้งอยู่บริเวณ Abutment ฝั่งขวาของเขื่อนหลัก มีลักษณะเป็นฝายสันโค้งแบบ Side Channel ไม่มีประตูบังคับน้ำ (Uncontrolled Overflow Ogee Weir) ออกแบบในรอบปีการเกิดซ้ำ ที่ 500 ปี ระดับน้ำสูงสุดที่ +36.57 เมตร (ร.ท.ก.) สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 296 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มี



ความยาวสันฝาย 72.35 เมตร ซึ่งตัวอาคารระบายน้ำล้นมีความยาวไปจนถึงแม่น้ำประแสร์ประมาณ 1 กิโลเมตร [2] อาคารระบายน้ำล้นของโครงการอ่างเก็บน้ำประแสร์ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ที่ตั้งอาคารระบายน้ำล้น อ่างเก็บน้ำประแสร์ จังหวัดระยอง

### 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ และ เทคนิคเชิงตัวเลข (Numerical Techniques) ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการไหล (Fluid) การใช้ CFD วิเคราะห์ปัญหาของของไหลทำให้สามารถเข้าใจพฤติกรรมของการไหลได้เป็นอย่างดี เทคนิคเชิงตัวเลขที่ถูกนำมาใช้ใน CFD ประกอบด้วย วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method) วิธีผลต่างสลับเนื่อง (Finite Difference Method) หรือ วิธีปริมาตรจำกัด (Finite Volume Method)

สมการการไหลของของไหลที่ถูกนำมาใช้ในพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ประกอบด้วย สมการอนุรักษ์มวล (Mass Conservation Equation) สมการโมเมนตัม (Momentum Equation) และสมการพลังงาน (Energy Equation) สมการทั้งหมดจะอยู่ในรูปแบบของสมการอนุรักษ์ของการไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flows) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flows) สมการแต่ละสมการจะถูกตัดแปลงให้เป็นรูปแบบสมการอินทิเกรต เพื่อนำไปสร้างเป็นสมการไม่ต่อเนื่อง (Discretized Equation) และนำไปทำการหาผลเฉลยของปัญหาการไหลต่อไป [1]

#### 3.1 สมการควบคุมพื้นฐานสำหรับการไหล (Governing Equation of Fluid Dynamic)

##### 3.1.1 สมการอนุรักษ์มวลหรือสมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation) ดังสมการที่ 1

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0 \quad (1)$$

3.1.2 สมการโมเมนตัม (Momentum Equation) ดังสมการที่ 2

$$\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right] \quad (2)$$

โดย  $\rho$  คือความหนาแน่น,  $\mathbf{u}$  คือความเร็วของของไหล,  $p$  คือค่าความดัน และ  $\mu$  คือค่าความหนืดสัมบูรณ์

### 3.2 แบบจำลองความปั่นป่วน(Turbulence model)

แบบจำลองความปั่นป่วน (Turbulence model) เป็นแบบจำลองที่ช่วยในการคำนวณสมการความต่อเนื่องและสมการ Reynolds-averaged Navier-Stokes equation (RANS) ในการไหลแบบปั่นป่วน โดยจะใช้ในการหาค่า Reynolds stress ซึ่งในการคำนวณนั้นไม่จำเป็นต้องหาค่า Fluctuation แต่จะสนใจเพียงค่าเฉลี่ยของการไหลเท่านั้น โดยแบบจำลองความปั่นป่วนที่ได้นั้นต้องสามารถคำนวณพฤติกรรมการไหลในลักษณะต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ แบบจำลองความปั่นป่วนที่ใช้กันอยู่ในการจำลองการไหลแบบปั่นป่วนมีอยู่หลายแบบด้วยกัน แต่รูปแบบที่ได้รับความนิยมกันมากที่สุดคือแบบจำลองของ Launder and Spalding [9] ที่เรียกว่า Standard k -  $\epsilon$  model ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้แบบจำลองความปั่นป่วนชนิด Standard k -  $\epsilon$  เนื่องจากเป็นแบบจำลองความปั่นป่วนที่ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงโดยสมการแบบจำลองความปั่นป่วนชนิด Standard k -  $\epsilon$  ดังสมการที่ 3

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k - \rho \epsilon \quad (3)$$

โดยที่ค่า  $k$  คือ พลังงานจลน์ของความปั่นป่วน,  $\epsilon$  คือ อัตราการลดลงของพลังงานจลน์ของความปั่นป่วน  $G_k$  คือ ค่าพจน์การผลิตของพลังงานจลน์ของความปั่นป่วน

สมการอัตราการแพร่ของพลังงานจลน์ของความปั่นป่วน (dissipation rate equation) Standard k -  $\epsilon$  model ดังสมการที่ 4

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \epsilon) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i \epsilon) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right) + c_{\epsilon 1} \frac{\epsilon}{k} G_k - c_{\epsilon 2} \rho \frac{\epsilon^2}{k} \quad (4)$$

ค่าคงที่ต่างๆ ภายในสมการมีดังนี้  $c_\mu = 0.09, c_{\epsilon 1} = 1.44, c_{\epsilon 2} = 1.92, \sigma_k = 1.0$  และ  $\sigma_\epsilon = 1.3$

### 3.3 แบบจำลองอัตราส่วนปริมาตร

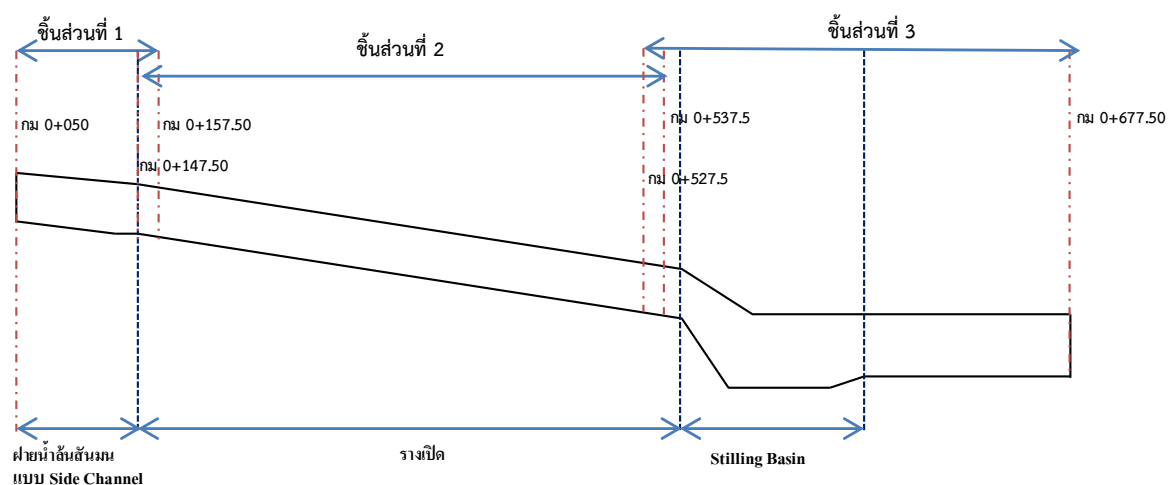
แบบจำลองอัตราส่วนปริมาตร (Volume of Fluid ,VOF) สามารถจำลองการไหลของของไหลสองชนิดหรือมากกว่า โดยการแก้ปัญหาเซตเดียวของสมการโมเมนตัม และแบ่งสัดส่วนปริมาตรของไหลแต่ละชนิดผ่านโดเมนการคำนวณ รูปแบบของแบบจำลอง VOF จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ที่ว่า ของไหลสองชนิดหรือมากกว่านั้นจะแยกกันอย่างชัดเจน ในแต่ละปริมาตรควบคุม สัดส่วนปริมาตรของทุกสถานะ (Phases) จะรวมกันเป็นหนึ่งเดียว สำหรับทุกตัวแปรและคุณสมบัติจะถูกแยกโดยสถานะและค่าเฉลี่ยโดยปริมาตร (Volume-Average) ดังนั้น ตัวแปรและคุณสมบัติในแต่ละเซลล์จะบ่งบอกถึงความบริสุทธิ์ของหนึ่งเฟส หรือบ่งบอกว่ามีการผสมกันระหว่างเฟส ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าสัดส่วนปริมาตรโดยมีตัวแปรดังนี้ ถ้า  $q^h$  สัดส่วนปริมาตรของไหลในเซลล์ถูกกำหนดเป็น  $\alpha_q$  แล้วจะสามารถเป็นไปได้สามสถานะคือ  $\alpha_q = 0$  : เซลล์ว่างเปล่า ,  $\alpha_q = 1$  : เซลล์เต็ม และ  $0 < \alpha_q < 1$  : เซลล์จะมีของไหลอยู่ร่วมกัน

#### 4. วิธีการคำนวณ

ในการศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ที่ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ 2 ระดับเพื่อตรวจสอบการสลับงานที่อัตราการระบายน้ำต่างๆ ได้แก่ระดับน้ำสูงสุด +36.57 เมตร (ร.ท.ก.) และระดับน้ำ +35.785 เมตร (ม.ท.ก.) และทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบจากการคำนวณด้วยวิธีเดียวกับการออกอาคารระบายน้ำล้น เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ โดยตรวจสอบจากระดับน้ำในอาคารสลายพลังงาน และทฤษฎีการสลายพลังงานโดยการเกิด Hydraulic jump เนื่องจากโครงการอ่างเก็บน้ำประแสร์ ไม่ได้มีการวัดบันที่ระดับน้ำในอาคารระบายน้ำล้นขณะเกิดการล้นผ่านอาคาร และไม่มีโค้งอัตราการไหล (Rating curve) ในแม่น้ำประแสร์ทำอาคารระบายน้ำล้น แต่ทั้งนี้ ในแบบอาคารระบายน้ำล้นได้กำหนดระดับน้ำสูงสุดในทางระบายน้ำลงลำน้ำเดิมทำอย่างน้ำนิ่ง (Discharge channel) -ซึ่งเป็นความลึกน้ำที่ได้จากอัตราการระบายน้ำสูงสุด ดังนั้นในงานศึกษานี้จึงสมมติให้ระดับน้ำในแม่น้ำประแสร์เท่ากับระดับน้ำใน discharge channel อัตราการระบายน้ำของอาคารระบายน้ำล้น เนื่องจากทางระบายน้ำลงลำน้ำเดิมทำอย่างน้ำนิ่งก่อสร้างโดยใช้หินทั้งหมด 1.00 เมตร ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning ( $n$ ) = 0.030 ซึ่งในงานวิจัยนี้มีขั้นตอนต่างๆดังนี้

##### 4.1 การสร้างแบบอาคารระบายน้ำล้น

แบบอาคารระบายน้ำล้นถูกสร้างขึ้นด้วยใช้โปรแกรม Solidworks 2016 ตั้งแต่ กม 0+000 ถึงกม 0+677.50 และได้แบ่งชิ้นงานสำหรับวิเคราะห์เป็น 3 ชิ้นดังรูปที่ 3 โดยส่วนที่ 1 กม. 0+050 ถึง กม. 0+157.50 ส่วนที่ 2 กม. 0+147.50 ถึง กม. 0+537.50 และส่วนที่ 3 กม 0+527.50 ถึง กม. 0+677.50 สำหรับการซ้อนเกยของแต่ละส่วนจะเป็นตัวเชื่อมผลลัพธ์ที่ได้ใช้ในชิ้นส่วนต่อไป และมีความผิดพลาดน้อยลงเนื่องจากการกำหนด Boundary ซึ่งการแบ่งชิ้นงานสำหรับวิเคราะห์ทั้ง 3 ชิ้นส่วนนี้ เพื่อสะดวกต่อการสร้าง Mesh และการวิเคราะห์แบบจำลอง CFD รวมถึงการผลลัพธ์และลักษณะการไหลของน้ำที่ขึ้น

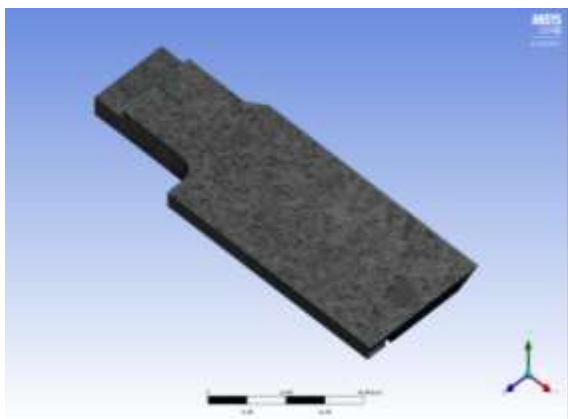


รูปที่ 3 รูปตัดตามยาวอาคารระบายน้ำล้น

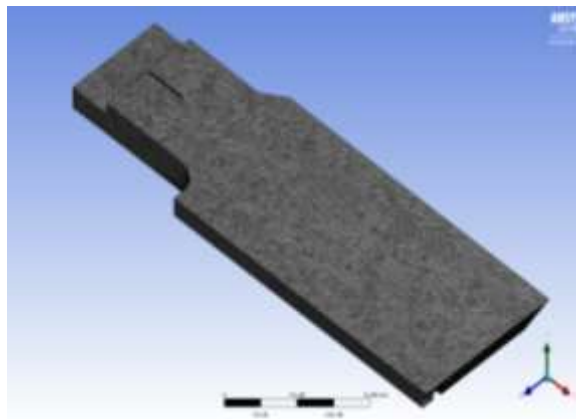
#### 4.2 การแบ่ง Mesh

Mesh คือการแบ่งชิ้นงานออกเป็นชิ้นส่วนเรขาคณิตเล็กๆ เพื่อให้สามารถใช้สูตรคำนวณต่างๆได้ และมีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ CFD เนื่องจากถ้าแบ่ง Mesh ไม่เหมาะสม จะทำให้โปรแกรมมองเห็นรูปร่างชิ้นงานที่วิเคราะห์ผิดพลาดไปก็จะทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดไปด้วย

การแบ่ง Mesh แบบอาคารระบายน้ำล้น ใช้โปรแกรม Ansys Fluent 2019 R2 สร้าง Mesh อาคารระบายน้ำล้นทั้ง 3 แบบ โดยข้อกำหนดในการสร้าง Mesh จะสร้าง Mesh ให้ จำนวนelements อยู่ในช่วงระหว่าง 400,000 ถึง 521,000 โดยผลของการสร้าง Mesh ดังรูปที่ 4 ถึง รูปที่ 7



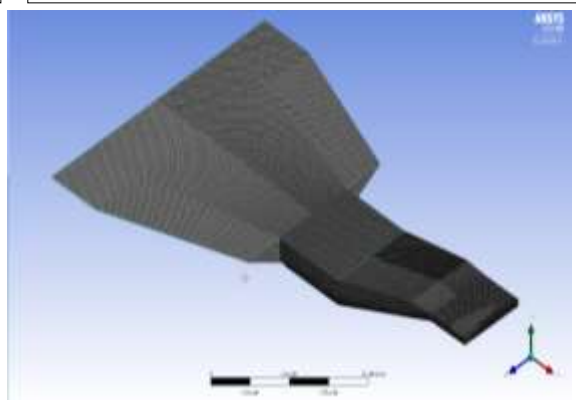
รูปที่ 4 Mesh ชั้นส่วนที่ 1 อาคารระบายน้ำล้น กม.0+050 ถึง กม.0+157.50 กรณีระดับน้ำ+36.57 เมตร(ร.ท.ก.)



รูปที่ 5 Mesh ชั้นส่วนที่ 1 อาคารระบายน้ำล้น กม.0+050 ถึง กม.0+157.50 กรณีระดับน้ำ+35.785 เมตร(ร.ท.ก.)



รูปที่ 6 Mesh ชั้นส่วนที่ 2 อาคารระบายน้ำล้น กม.0+147.5 ถึง กม.0+537.5 ใช้กับทุกกรณี



รูปที่ 7 Mesh ชั้นส่วนที่ 3 อาคารระบายน้ำล้น กม.0+527.5 ถึง กม.0+677.5 ใช้กับทุกกรณี

#### 4.3 การวิเคราะห์โดยใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD)

ในการวิเคราะห์การไหลของน้ำโดยใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) ชั้นส่วนที่ 1 โดยการกำหนดให้ระดับน้ำเริ่มต้นเท่ากับ +36.57 เมตร (ร.ท.ก.) และ +35.785 (ร.ท.ก.) เมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์โดยใช้ โปรแกรม Ansys Fluent 2019 R2 แล้วจะทราบอัตราการไหลของน้ำ และระดับน้ำในแต่ละหน้าตัด โดยการวิเคราะห์จะต้อง

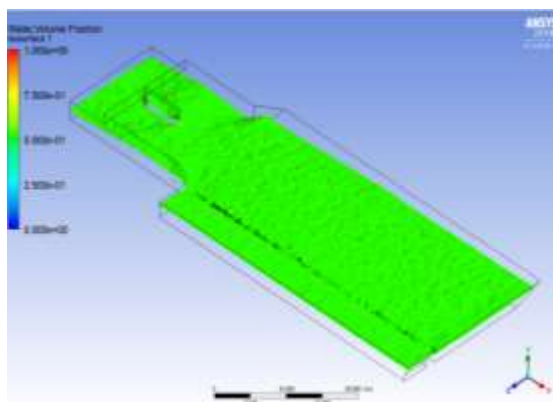
ตรวจสอบค่าอัตราการไหลเข้า กับอัตราการไหลออกต้องมีใกล้เคียงกัน จากนั้น นำค่าอัตราการไหล และระดับน้ำเฉลี่ยในหน้าตัด กม 0 + 147.50 ในชั้นส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการวิเคราะห์ในชั้นส่วนที่ 2 หน้าตัด กม.0+147.50 เช่นกัน ในทำนองเดียวกัน ผลระดับน้ำเฉลี่ยและอัตราการไหลของหน้าตัด กม 0+527.50 ในชั้นส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลเริ่มต้นในชั้นส่วนที่ 3 ที่หน้าตัดเริ่มต้น กม 0+527.5 โดยจะกำหนดให้ระดับน้ำที่ กม 0+677.5 มีค่าเท่ากับระดับน้ำใน Discharge channel ที่อัตราการระบายน้ำของอาคารระบายน้ำล้น โดยค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning ( $n$ ) = 0.030 แล้ววิเคราะห์ลักษณะการเกิด Hydraulic jump ที่เกิดขึ้นบริเวณอ่างน้ำนิ่ง

## 5. ผลการศึกษา

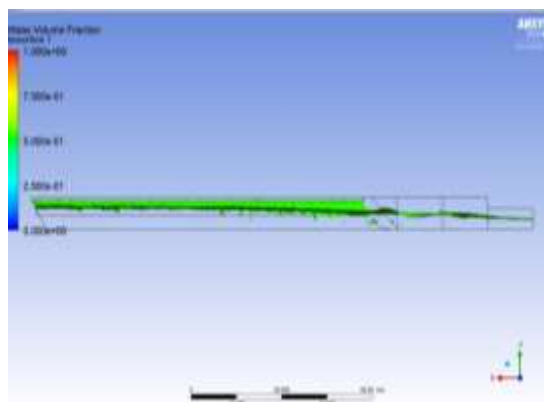
### 5.1 การสอบเทียบแบบจำลอง

#### 5.1.1 การสอบเทียบอัตราการไหลและความลึกน้ำ

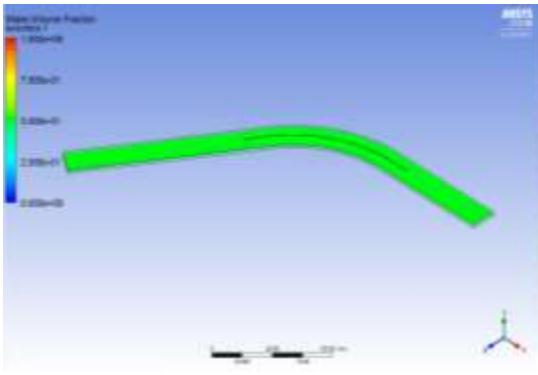
ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณตามข้อมูลการออกแบบ เมื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) โดยวิเคราะห์ที่ระดับน้ำล้นสูงสุด +36.57 เมตร (ร.ท.ก.) ผลการศึกษาพบว่า อัตราการระบายน้ำล้นโดยวิธีพลศาสตร์เชิงคำนวณมีค่าเท่ากับ 298.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งอัตราการระบายน้ำล้นของอ่างเก็บน้ำประแสร์ที่ถูกออกแบบไว้สูงสุด คือ 296 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งมีผลใกล้เคียงกันมาก และจากการตรวจวัดระดับน้ำเฉลี่ยในวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ซึ่งกำหนดให้ Water Volume Fraction หรือสัดส่วนปริมาตรน้ำ คือค่าที่แบ่งเฟสของสถานะน้ำต่ออากาศในแบบจำลอง มีค่า = 0.5 เพื่อให้ทราบระดับผิวน้ำจากแบบจำลอง นำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณขั้นตอนเดียวกับการออกแบบ โดยในการวิเคราะห์ด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณได้ผลดังรูปที่ 8 ถึง รูปที่ 11 เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับการคำนวณที่ได้ใช้วิธีเดียวกับการออกแบบได้ผลดังรูปที่ 12



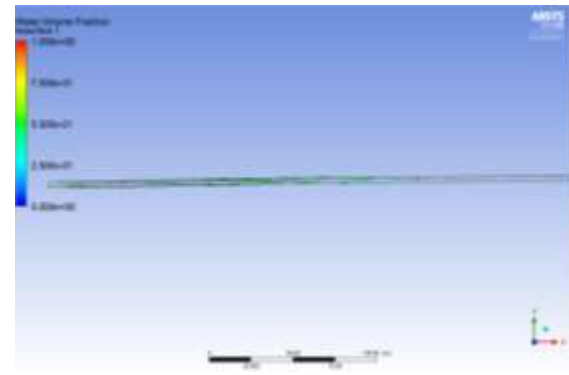
รูปที่ 8 ระดับน้ำ อาคารระบายน้ำล้น กม.0+050 ถึง กม.0+157.50



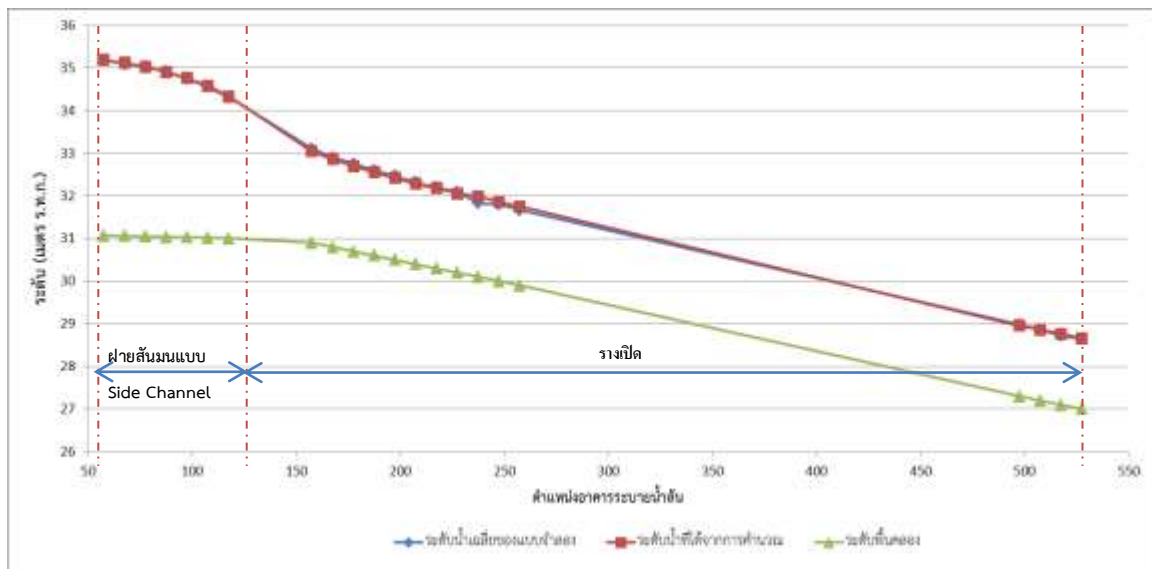
รูปที่ 9 ระดับน้ำ อาคารระบายน้ำล้น กม.0+050 ถึง กม.0+157.50



รูปที่ 10 ระดับน้ำ อาคารระบายน้ำล้น กม. 0+147.5  
ถึง กม.0+537.5



รูปที่ 11 ระดับน้ำ อาคารระบายน้ำล้น กม. 0+147.5  
ถึง กม.0+537.5

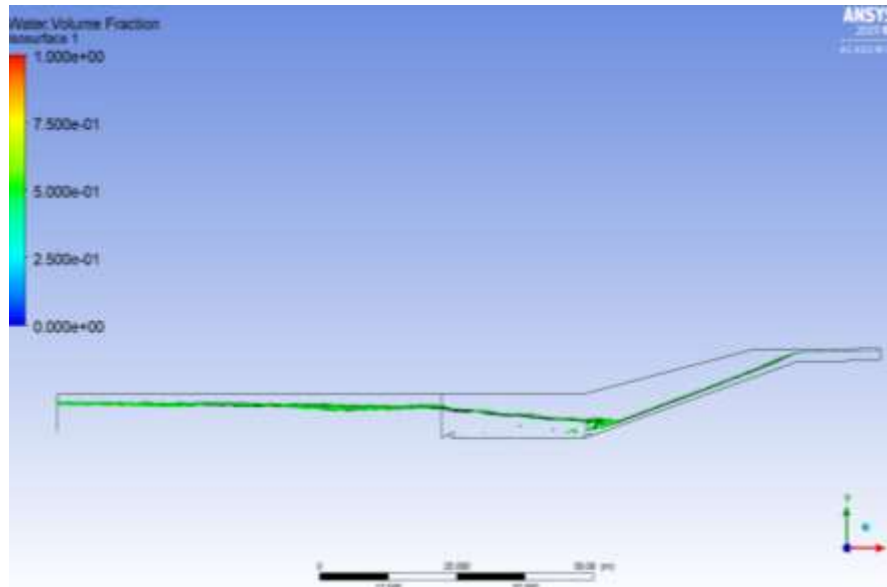


รูปที่ 12 การเปรียบเทียบระดับน้ำเฉลี่ยของแบบจำลองกับระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณ

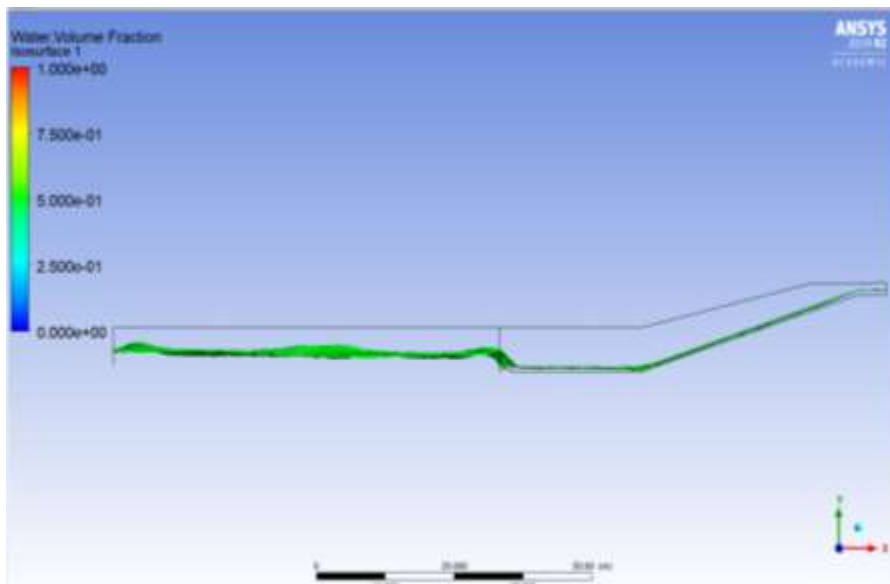
### 5.2.2 การสอบเทียบอาคารสลายพลังงาน (Stilling Basin)

จากการคำนวณในขั้นตอนการออกแบบ เมื่ออัตราการระบายน้ำเท่ากับ 298.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้ความลึกน้ำใน discharge channel เท่ากับ 5.09 เมตรที่หน้าตัด กม. 0+677.5 และ ความลึกของน้ำที่ไหลลงทางลาดที่หน้าตัด กม. 0+581.50 ประมาณ 0.63 เมตร และเมื่อผ่านอาคารสลายพลังงาน ความลึกหลังการเกิด hydraulic jump เท่ากับ 5.35 เมตร และระดับพื้นของ stilling basin อยู่ต่ำกว่าระดับท้องน้ำของ discharge channel 1.00 เมตร แสดงว่า ความลึกด้านท้ายน้ำมีค่ามากกว่าความลึกหลังการเกิด hydraulic jump ดังนั้นพลังงานของน้ำถูกสลายไป มีค่าเท่ากับ 72.96% และลักษณะของ hydraulic jump เป็นแบบ Submerged Jump ซึ่งสอดคล้องกับผลลัพธ์ของแบบจำลองวิธีพลศาสตร์เชิงของไหล ดังรูปที่ 13 ทั้งนี้ ได้ทำการทดสอบการเกิด hydraulic jump โดยกำหนดให้ความลึกท้ายน้ำ (สมมติให้เป็นระดับน้ำในแม่น้ำประแสร์) มีค่าเท่ากับ 2.5 เมตร ซึ่งน้อยกว่าความลึกหลังการเกิด hydraulic

jump ที่อัตราการไหลสูงสุด พบว่า Hydraulic jump เกิดขึ้นทำนองน้ำนิ่ง สอดคล้องกับทฤษฎีการเกิด hydraulic jump ดังรูปที่ 14



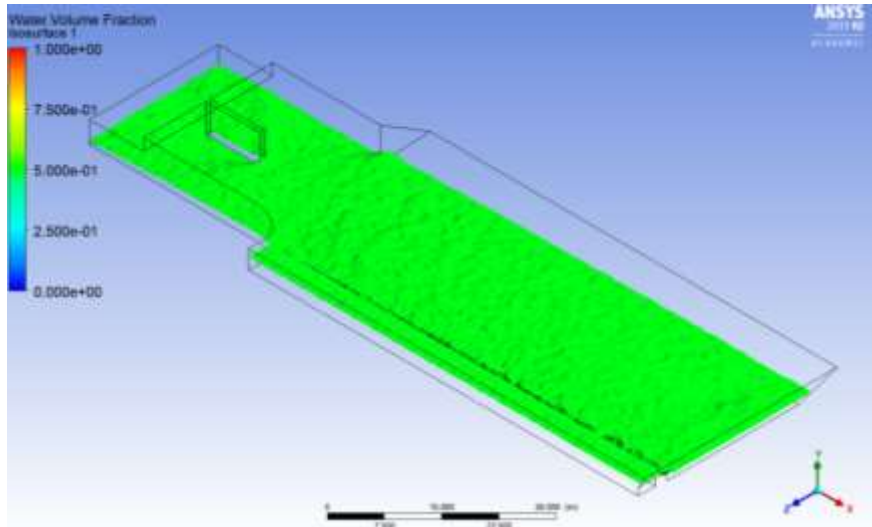
รูปที่ 13 ระดับน้ำอาคารสลายพลังงาน กม.0+527.5 ถึง กม.0+677.5



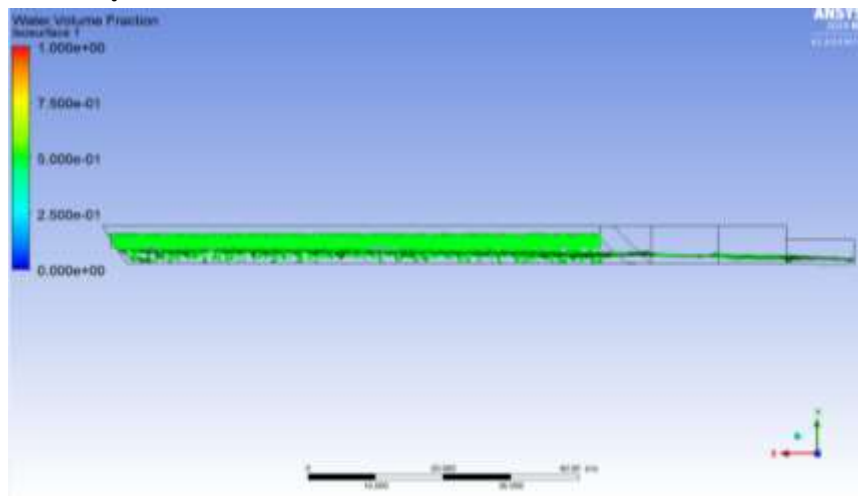
รูปที่ 14 ระดับน้ำอาคารสลายพลังงาน กม.0+527.5 ถึง กม.0+677.5

## 5.2 ผลการศึกษาแบบจำลอง

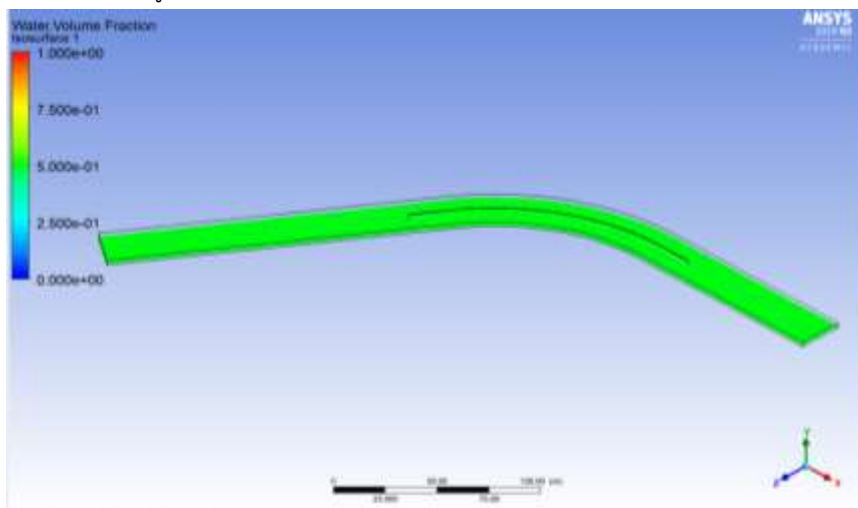
จากการวิเคราะห์แบบจำลอง ในชิ้นงานส่วนที่ 1 และ ส่วนที่ 2 โดยกำหนดให้ระดับน้ำล้น อยู่ที่ระดับ +35.785 เมตร (ร.ท.ก.) ได้อัตราการระบาย เท่ากับ 97 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ลักษณะการไหลแสดงดังรูปที่ 15 ถึงรูปที่ 18



รูปที่ 15 ระดับน้ำ อาคารระบายน้ำล้น กม.0+050 ถึง กม.0+157.50

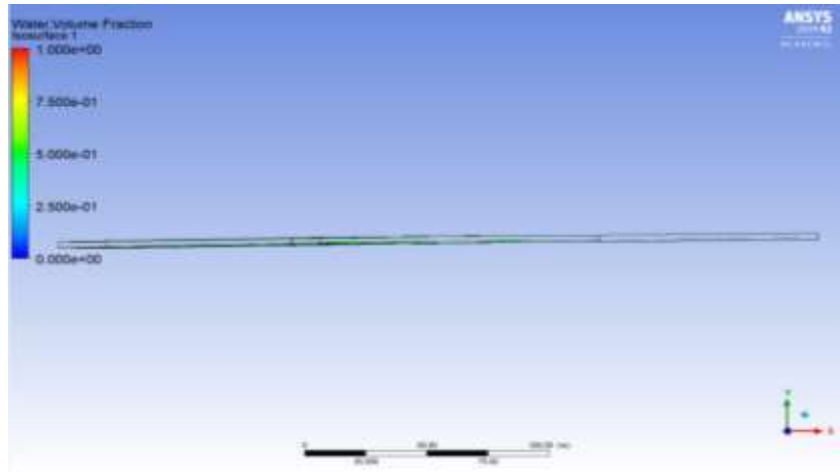


รูปที่ 16 ระดับน้ำ อาคารระบายน้ำล้น กม.0+050 ถึง กม.0+157.50



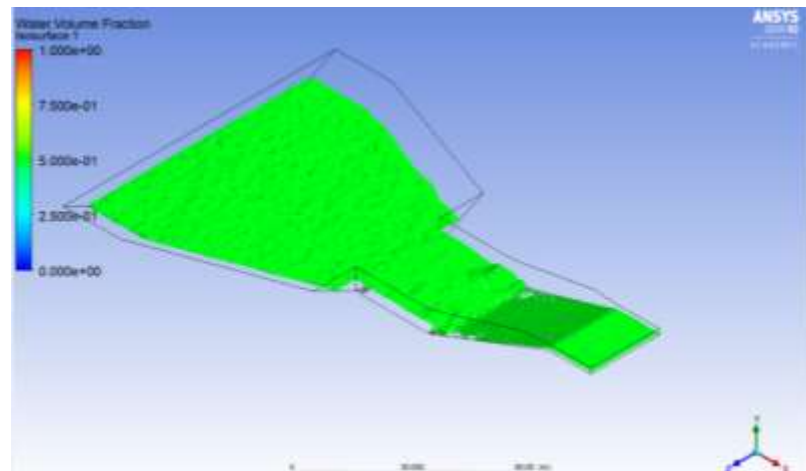
รูปที่ 17 ระดับน้ำ อาคารระบายน้ำล้น 0+147.5 ถึง กม.0+537.5



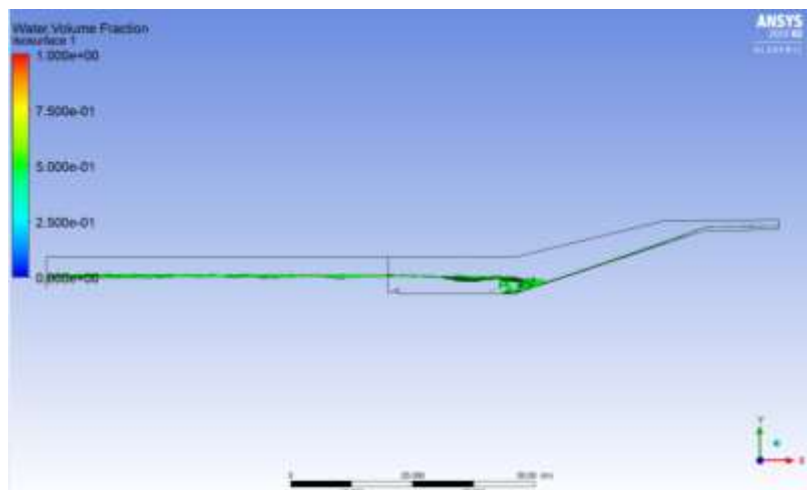


รูปที่ 18 ระดับน้ำ อาคารระบายน้ำล้น 0+147.5 ถึง กม.0+537.5

เมื่อวิเคราะห์แบบจำลองในชิ้นงานส่วนที่ 3 โดยกำหนดให้ระดับน้ำท้ายน้ำ(สมมติให้เป็นระดับน้ำในแม่น้ำประแสร์)มีค่า 2.63 เมตร พลังงานของน้ำถูกสลายไป 83.30 % ได้ลักษณะการเกิดHydraulic Jump เป็นแบบ Submerged ดังแสดงในรูปที่ 19 และรูปที่ 20



รูปที่ 19 ระดับน้ำอาคารสลายพลังงาน กม.0+527.5 ถึง กม.0+677.5



รูปที่ 20 ระดับน้ำอาคารสลายพลังงาน กม.0+527.5 ถึง กม.0+677.5

## 6. สรุปผลการศึกษา

การนำวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) โดยใช้แบบจำลองความปั่นป่วนชนิด Standard  $k - \epsilon$  มาจำลองพฤติกรรมการไหลของน้ำผ่านอาคารระบายน้ำล้น ด้วยโปรแกรม Ansys Fluent 2019 R2 สามารถจำลองพฤติกรรมการไหลของน้ำผ่านอาคารระบายน้ำล้น และการเกิด Hydraulic jump ได้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ทางทฤษฎี ช่วยให้สามารถประเมินประสิทธิภาพการระบายน้ำ และการสลายพลังงานของอาคารระบายน้ำล้น ซึ่งในทางปฏิบัติการตรวจวัดค่าระดับน้ำและอัตราการระบายน้ำในขณะที่มีการระบายน้ำผ่านอาคารระบายน้ำล้นทำได้ยาก ดังนั้น การจำลองการไหลโดยใช้ CFD จะช่วยให้สามารถประเมินทั้งค่าระดับน้ำ และอัตราการไหลของน้ำที่ระบายผ่านอาคารระบายน้ำล้นได้ แต่อย่างไรก็ตาม การนำพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) มาจำลองพฤติกรรมการไหล ควรต้องระมัดระวังในเรื่องของการเขียนแบบอาคารระบายน้ำล้น ควรเขียนให้ถูกต้องตรงแบบ รวมถึงการแบ่ง Mesh และขนาดของ Mesh หากจำนวน Mesh และขนาดของ Mesh ไม่เหมาะสม จะส่งผลให้ผลลัพธ์ไม่คู่เข้าสู่ใกล้ความเป็นจริง และในส่วนรูปร่างของ Mesh หากไม่เหมาะสมกับชิ้นงาน จะส่งผลให้โปรแกรมวิเคราะห์ที่ชิ้นงานผิดเพี้ยนไปจากเดิม และทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนไปจากความจริง ในส่วนข้อจำกัดของการวิเคราะห์พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณคือ ควรใช้คอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่ กรมชลประทาน และ ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ และคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาตลอดการศึกษาในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ชาคิริต สุวรรณจำรัส. (2561). พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณด้วยวิธีปริมาตรจำกัด.มหาวิทยาลัยมหิดล: นครปฐม.
- [2] นายปกครอง สุดใจนาค, นายธรรมนุญ อินทร์นุช (2558). การเพิ่มระดับการเก็บกักน้ำอ่างเก็บน้ำประแสร์ด้วยบานระบายน้ำแบบพับได้. Retrieved from สำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดใหญ่ที่ 6 สำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ กรมชลประทาน: กรุงเทพฯ.
- [3] ยุทธนา ตาละลักษมณ์ (2560). เอกสารประกอบการสอนวิชา 01209423 วิศวกรรมชลศาสตร์. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- [4] สันติ ทองพำนัก (2552). ประมวลหลักปฏิบัติวิชาชีพในการออกแบบฝายและประมวลหลัก ปฏิบัติวิชาชีพในการออกแบบอาคารสลายพลังงาน. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน: นครปฐม.
- [5] Abolfazl, S., Hamidreza, B., & Hamidreza, V. (2014). Computational Modeling of the Hydraulic Jump in the Stilling Basin with Convergence Walls Using CFD Codes. *ARABIAN JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING*.
- [6] Bruce, M. and Savage and Michael and Johnson, C. Members and Asce., (2001), "Flow Over Ogee Spillway: Physical and Numerical Model Case Study," *J. Hydr. Eng. Asce*, 127(8), pp 640-649.
- [7] David. and Boyes, Karen. and Donohoo, Shane. and Cooper, Brian., (2003), "Numerical Flow Analysis for Spillways," 43rd Aicold Conference, Hobart, Tasmania, pp 24-29.
- [8] Kim, Dae Geun. and Park, Jae Hyun., (2005), "Analysis of Flow Structure Over Ogee-Spillway in Consideration of Scale and Roughness Effects by Using CFD Model," *Ksce Journal of Civil Engineering*, Vol. 9, No.2, pp 161-169.
- [9] Launder, B. E. and Spalding, D. B., 1974. *The Numerical Computation of Turbulent Flows*. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, pp. 269-289.

การพัฒนาโมเดลเพื่อเป็นเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ไขปัญหาน้ำเค็ม  
ของการประปานครหลวง [กรณีศึกษาลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา]

## **MWA. Model Development toward more Efficient Salt Water Management [The Case Study of Chao Phraya River Basin]**

สมศักดิ์ ปัสนานนท์<sup>1</sup> พลเดช ทองขุนดำ<sup>2</sup> นิพนธ์ ลีลาธุจิ<sup>3</sup> ภาณุวัตร กลิ่นบุบผา<sup>3</sup> อภิโชค เลิศล้ำ<sup>4</sup> อรภา ปรีชาวาท<sup>4</sup>

**Somsak Passananon<sup>1</sup> Phondej Thongkhundam<sup>2</sup> Nipon Leelaruji<sup>3</sup>  
Panuwat Klinbubpha<sup>3</sup> Apichoke Lertlum<sup>4</sup> Orapa Prechawat<sup>4</sup>**

ฝ่ายทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อม การประปานครหลวง (กปน.)

**Water Resource and Environment Department, Metropolitan  
Waterworks Authority (MWA.)**

Email : [somsak\\_pas@yahoo.com](mailto:somsak_pas@yahoo.com)

ผู้อำนวยการฝ่ายทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อม<sup>1</sup> ผู้อำนวยการกองทรัพยากรน้ำ<sup>2</sup> หัวหน้าส่วน<sup>3</sup> วิศวกร<sup>4</sup>

### **บทคัดย่อ**

ปัจจุบันปัญหาภัยแล้งในประเทศไทยทวีความรุนแรงมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้น้ำกักเก็บในเขื่อนหลักมีปริมาณน้อยลง โดยเฉพาะเขื่อนฝิ่งลุ่มน้ำเจ้าพระยา ทำให้บางครั้งไม่สามารถระบายน้ำให้เพียงพอต่อการผลักดันน้ำเค็ม ส่งผลให้น้ำเค็มรุกสูงถึงสถานีสูบน้ำดิบสำแล ของการประปานครหลวง (กปน.) ก่อให้เกิดปัญหาน้ำดิบที่ใช้สำหรับผลิตน้ำประปามีความเค็มสูงขึ้น ดังนั้น กปน. ในฐานะหน่วยงานจัดหาและให้บริการน้ำประปาที่ได้มาตรฐานเพื่อการอุปโภคบริโภค จำเป็นต้องแก้ไขปัญหาอย่างบูรณาการร่วมกับหน่วยงานบริหารจัดการน้ำของประเทศ แต่เนื่องจากปัญหาภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้ อีกทั้ง กปน. มีข้อจำกัดด้านแหล่งน้ำดิบที่มีเพียง 2 แหล่ง ซึ่งปัจจุบันไม่เชื่อมโยงถึงกันและมีความต้องการใช้น้ำดิบจากฝิ่งลุ่มน้ำเจ้าพระยามากถึง 4.6 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน ส่งผลให้ไม่สามารถหาแหล่งน้ำดิบใหม่ทดแทนได้ นอกจากนี้ระบบผลิตน้ำประปาของ กปน. ได้รับการออกแบบตามมาตรฐานสำหรับรองรับน้ำดิบผิวดินที่เป็นน้ำจืด จึงไม่สามารถกำจัดค่าความเค็มได้ ทำให้การแก้ไขปัญหาที่ผ่านมายังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ส่งผลกระทบให้ในบางช่วงเวลาคุณภาพน้ำประปาไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้น้ำจำนวนมาก และสร้างความเสียหายต่อภาคอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ

ดังนั้น กปน. จึงได้พัฒนาเครื่องมือและวิธีการเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำเค็มกรณีศึกษาลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น สามารถลดผลกระทบลงได้มากกว่าที่ผ่านมา ซึ่งการพัฒนาเครื่องมือจำเป็นต้องบูรณาการข้อมูลหลายด้านทั้งข้อมูลย้อนหลังและข้อมูลปัจจุบันจากทั้งภายในและภายนอกองค์กร เช่น ข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดปริมาณและคุณภาพน้ำที่ติดตั้งในแหล่งน้ำดิบ เพื่อจัดทำเป็นแบบจำลองคาดการณ์ค่าความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาแบบอัตโนมัติล่วงหน้า 1-3 วัน โดยใช้เครื่องมือ LSTM (Long short-term memory) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจสูงประมาณ 0.94 เพื่อเป็นเครื่องมือใช้ในการวางแผนบริหารจัดการสูบน้ำดิบที่มีค่าความเค็มเหมาะสมเข้าสู่คลองประปา (กปน. กำหนดเกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน 0.25 กรัมต่อลิตร) ซึ่งสามารถลดจำนวนชั่วโมงที่น้ำดิบมีค่าความเค็มเกินเกณฑ์มาตรฐานในช่วง

เดือนมีนาคม พ.ศ.2563 จาก 172 ชั่วโมง เหลือเพียง 72 ชั่วโมง หรือคิดเป็นลดลงร้อยละ 58 และโรงงานผลิตน้ำ จะต้องปรับอัตราการผลิตน้ำประปาให้เหมาะสมกับอัตราการสูบน้ำดิบของสถานีสูบน้ำดิบสำแลโดยไม่ส่งผลกระทบต่อ ผู้ใช้น้ำ นอกจากนี้เครื่องมือดังกล่าวยังสามารถใช้กำหนดเวลาและวางแผนผลักดันน้ำเค็มให้ห่างจากสถานีสูบน้ำดิบ สำแลได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือเรียกว่าปฏิบัติการ Water Hammer Flow Operation in Chao Praya River ซึ่ง ดำเนินการร่วมกับกรมชลประทาน โดยใช้มวลน้ำก้อนใหญ่ปะทะลิ้มความเค็มที่รุกสูงขึ้นมา โดยเพิ่มการระบายน้ำ/ผัน น้ำและเปิดประตูระบายน้ำคลองลัดโพธิ์ในช่วงเวลาน้ำลง (ปิดช่วงน้ำขึ้น) พร้อมกับ กปน.หยุดสูบน้ำดิบเข้าในคลอง ประปา และปรับเพิ่ม/ลดกำลังการผลิตน้ำประปาให้เหมาะสม ซึ่งเครื่องมือและวิธีการดังกล่าวทำให้การแก้ไขปัญหา น้ำเค็มมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและลดผลกระทบลงได้อย่างเป็นรูปธรรม

**คำสำคัญ:** กปน., การแก้ไขปัญหาน้ำเค็ม, แบบจำลองคาดการณ์ความเค็มแบบอัตโนมัติ LSTM, ปฏิบัติการ Water Hammer

## ABSTRACT

Currently, drought and estuary saltwater in river basins cause more crisis in Thailand, resulting in more discharge from upstream reservoirs to manage such problems. Sometimes drainage water from the dams of Chao Phraya River basin are not enough to push seawater causing saltwater intrusion to Sam Lae raw water pumping station. Thus, the seawater contamination in raw water leads to increasing salinity of water supply. The Metropolitan Waterworks Authority (MWA) is responsible for the supply and service of standard tap water for consumption, and therefore MWA has to solve this problem together with water managing organizations. However, the drought crisis is a natural disaster which cannot be controlled. Furthermore, MWA possesses only 2 raw water sources which are disconnected. Also, the water use demand from Chao Phraya River basin is highly up to 4.6 million cubic meters per day and MWA cannot find new raw water source. Besides, the water treatment plants of MWA were designed as conventional water treatment processes for surface water that is freshwater. Therefore, the water treatment plants cannot remove salinity from raw water; so, this solution was not effective enough. As a result, in certain times, the tap water quality is not up to the specified standards. Which may have an effect on the health of many water users and causing

damage to the industrial sector and the overall economy of the country.

As a result, MWA develops a tool and methods to solve the saltwater problem (the case study of Chao Phraya River Basin) that is more efficient and can reduce the impact more than before. The development of tools requires integration of various data, both past and present, from both inside and outside the organization, such as data from numerous water quality and quantity analysis equipment installed in raw water sources, in order to create an automatic salinity prediction model in the Chao Phraya River 1-3 day in advance using LSTM (Long Short-Term Memory) tool. This could predict approximately 0.94 of R-squared and be a tool for planning and pumping raw water at an appropriate salinity level into raw water canal (MWA. standard not more than 0.25 grams per liter), which can reduce the number of raw water hours that are over-standard salinity in March 2020 from 172 hours to 72 hours or representing a decrease of approximately 58 percent and adjust the water production rate to suit the raw water pumping rate at the raw water pumping station that will not have impact for customer. The aforementioned tool can be used to schedule and plan to effectively push the seawater away from the raw water pumping station by coordinating with the Royal Irrigation Department (RID). This is called the “Water Hammer Flow Operation in the Chao Praya River”, letting large masses of water repel the high salinity wedge. Which proceeded together; RID increases water drainage/water diversion and opens the Khlong Lat Pho floodgate during low tide (closed during high tide) while MWA stops pumping raw water into raw water canal and adjust the water production rate to suit the raw water pumping rate. The mentioned tool and method can solve saltwater intrusion problem more effectively and concretely.

**KEY WORDS:** MWA., salt water solution, LSTM automatic salinity prediction model, Water Hammer Flow Operation

## บทนำ

ปัจจุบันปัญหาภัยแล้งในประเทศไทยทวีความรุนแรงมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงต้นปี พ.ศ.2563 ที่ผ่านมา กรมอุตุนิยมวิทยาประกาศเตือนภัยพื้นที่ที่มีฝนตกน้อยและมีโอกาสสูงที่จะเกิดภัยแล้ง ซึ่งพื้นที่เหล่านี้ครอบคลุมพื้นที่ต้นน้ำ 4 เขื่อนหลักที่ กปน. ใช้เป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา ซึ่งประกอบด้วย เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก เขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน จังหวัดพิษณุโลก และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี เพื่อส่ง/จ่ายให้กับผู้ใช้น้ำฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี และจังหวัดสมุทรปราการ โดยปัจจุบัน กปน. ต้องการใช้น้ำดิบจากฝั่งลุ่มน้ำเจ้าพระยามากถึงประมาณ 4.6 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน ส่งผลให้ปริมาณน้ำในเขื่อนหลักไม่เพียงพอผลักดันน้ำเค็มในช่วงที่น้ำทะเลหนุนเข้าสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ทำให้ค่าความเค็มของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแลสูงเกินเกณฑ์เฝ้าระวัง 0.25 กรัมต่อลิตร ซึ่งหาก กปน. สูบน้ำดิบที่มีค่าความเค็มเกินเกณฑ์ที่กำหนดเข้าสู่คลองประปาจะส่งผลให้คุณภาพน้ำประปามีค่าความเค็มสูงเกินเกณฑ์ที่กำหนดตามไปด้วย เนื่องจากระบบผลิตน้ำประปาของ กปน. ได้รับการออกแบบตามมาตรฐานสำหรับรองรับน้ำดิบผิวดินที่เป็นน้ำจืด ดังนั้นจึงไม่สามารถกำจัดค่าความเค็มออกจากน้ำดิบได้ น้ำประปาที่มีค่าความเค็มเกินเกณฑ์ดังกล่าวจะถูกส่ง/จ่ายให้กับผู้ใช้น้ำ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้น้ำจำนวนมาก และสร้างความเสียหายต่อภาคอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศได้ ดังนั้น กปน. จึงได้พัฒนาเครื่องมือและวิธีการสำหรับกำหนดแนวทางการสูบน้ำดิบบริเวณสถานีสูบน้ำดิบสำแล เพื่อหลีกเลี่ยงการการสูบน้ำดิบที่มีค่าความเค็มสูงเกินเกณฑ์เฝ้าระวังเข้าสู่คลองประปา การใช้มวลน้ำก้อนใหญ่เพื่อผลักดันลิ้มความเค็มให้ลงห่างจากสถานีสูบน้ำดิบสำแล รวมถึงการควบคุมการเพิ่ม/ลดกำลังผลิตและจ่ายน้ำประปาให้สอดคล้องกับแผนบริหารจัดการการสูบน้ำดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้บริการน้ำประปาแก่ผู้ใช้น้ำ ทำให้สามารถลดผลกระทบจากปัญหาที่เกิดจากภัยแล้งและคุณภาพน้ำดิบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาเครื่องมือและวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำเค็มกรณีศึกษาลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น
2. เพื่อวางแผนบริหารจัดการสูบน้ำดิบที่มีค่าความเค็มเหมาะสมเข้าสู่คลองประปา
3. เพื่อวางแผนปรับอัตราการผลิตน้ำประปาให้เหมาะสมกับอัตราการสูบน้ำดิบที่สถานีสูบน้ำดิบสำแล
4. เพื่อวางแผนและกำหนดเวลาปฏิบัติการ Water Hammer Flow Operation ในแม่น้ำเจ้าพระยา

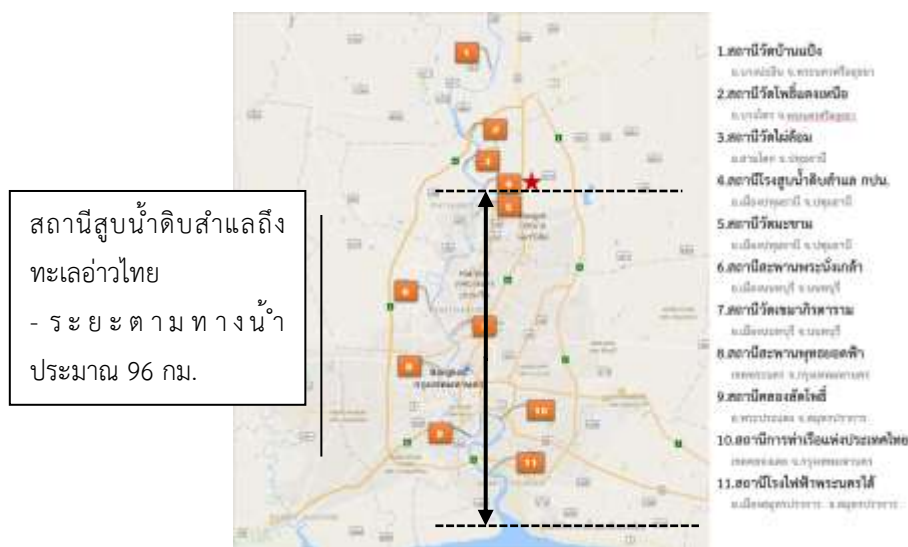
## ระเบียบวิธี

กปน. ในฐานะหน่วยงานจัดหาและให้บริการน้ำประปาที่ได้มาตรฐานเพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยปัจจุบัน กปน. มีแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา 2 แหล่ง คือ

1. แหล่งน้ำดิบจากลุ่มน้ำเจ้าพระยา (ฝั่งตะวันออก) ซึ่งรับน้ำจากเขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน และเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ โดย กปน. มีจุดรับน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่คลองประปาฝั่งตะวันออก บริเวณสถานีสูบน้ำดิบสำแล อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งมีระยะทางห่างจากอ่าวไทยประมาณ 96 กิโลเมตร จากข้อมูลพบว่าแหล่งน้ำดิบจากลุ่มน้ำเจ้าพระยา ประสบปัญหาน้ำเค็มรุกสูงถึงสถานีสูบน้ำดิบ สำแลในช่วงที่เกิดวิกฤติภัยแล้ง เนื่องจากปริมาณน้ำใช้การในเขื่อนฝั่งลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณน้อย ทำให้บางครั้งไม่สามารถระบายน้ำให้เพียงพอเพื่อผลักดันน้ำเค็มจากอ่าวไทย

- แหล่งน้ำดิบจากลุ่มน้ำแม่กลอง (ฝั่งตะวันตก) ซึ่งรับน้ำจากเขื่อนวชิราลงกรณ์และเขื่อนศรีนครินทร์ โดย กปน. มีจุดรับน้ำดิบที่บริเวณเขื่อนแม่กลอง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี เข้าสู่คลองประปาฝั่งตะวันตก ซึ่งมีระยะทางห่างจากอ่าวไทยประมาณ 120 กิโลเมตร จากข้อมูลพบว่าแหล่งน้ำดิบฝั่งตะวันตกไม่ประสบปัญหาน้ำเค็ม เนื่องจากจุดรับน้ำดิบอยู่เหนือเขื่อนแม่กลอง และส่วนใหญ่ปริมาณน้ำใช้การเพียงพอต่อการใช้งานทุกกิจกรรม

ปัจจุบันแหล่งน้ำดิบทั้งสองแหล่งไม่เชื่อมโยงถึงกัน ส่งผลให้ยังไม่สามารถผันน้ำจากลุ่มน้ำแม่กลอง เพื่อช่วยแก้ปัญหาวิกฤติน้ำเค็มของแหล่งน้ำดิบจากลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้ กปน. จึงติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำดิบ สถานีตรวจวัดระดับน้ำ และสถานีตรวจวัดอัตราการไหลในแม่น้ำเจ้าพระยาจำนวน 11 สถานี ตั้งแต่บริเวณอำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยาไปจนถึงอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ (แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งสถานีตรวจวัดดังรูปที่ 1) เพื่อติดตามสถานการณ์น้ำและการเคลื่อนตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาแบบ Real Time ในช่วงฤดูแล้งที่น้ำเค็มรุกไล่ถึงสถานีสูบน้ำดิบสำแล ซึ่งปัจจุบัน กปน. ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดดังกล่าวในการบริหารจัดการการสูบน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่คลองประปาฝั่งตะวันออก เพื่อหลีกเลี่ยงน้ำดิบที่มีค่าความเค็มสูงเข้าสู่คลองประปาฝั่งตะวันออก อันจะส่งผลให้คุณภาพน้ำประปาเป็นไปตามมาตรฐานและมีปริมาณเพียงพอสำหรับผลิตน้ำประปาตามความต้องการใช้น้ำ



รูปที่ 1 จุดติดตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำดิบ ระดับน้ำ และอัตราการไหลในแม่น้ำเจ้าพระยา

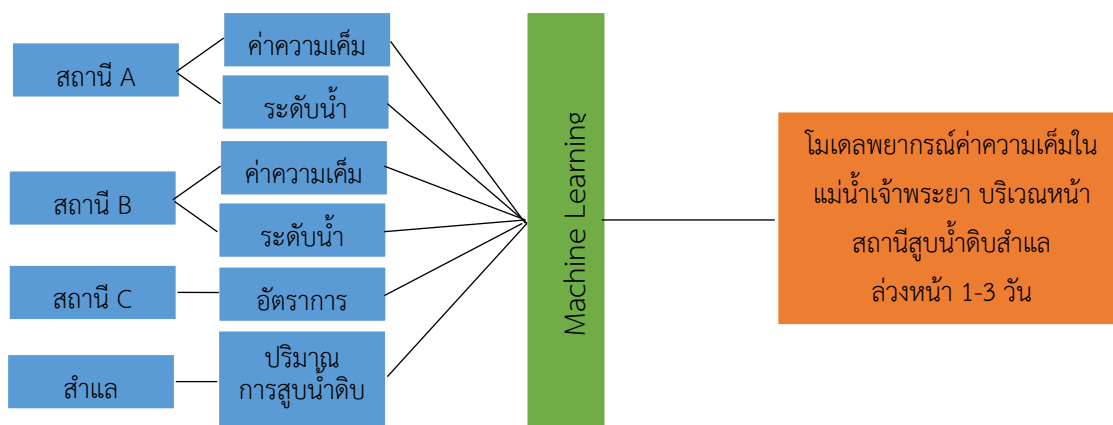
กปน. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์น้ำแบบ Real Time จากสถานีตรวจวัดคุณภาพ ระดับ และอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา พร้อมทั้งสอบถามกระบวนการตัดสินใจและวิธีการปฏิบัติงานในปัจจุบันจากผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังรวบรวมองค์ความรู้จากหน่วยงานภายนอก เช่น

1. การบริหารจัดการน้ำจากกรมชลประทาน
2. ระดับน้ำทำนายนบริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแลจากกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ
3. พยากรณ์ค่าความเค็มล่วงหน้า “ระบบรักษาน้ำ” จาก NECTEC [1] ที่ กปน. สนับสนุนข้อมูลจากสถานีตรวจวัดต่างๆ [2] ในแม่น้ำเจ้าพระยา

จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อค่าความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยา คือ ระดับการขึ้นลงของน้ำตามช่วงเวลาต่างๆ การบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทาน ปริมาณการสูบน้ำออกจากแม่น้ำเจ้าพระยา และ

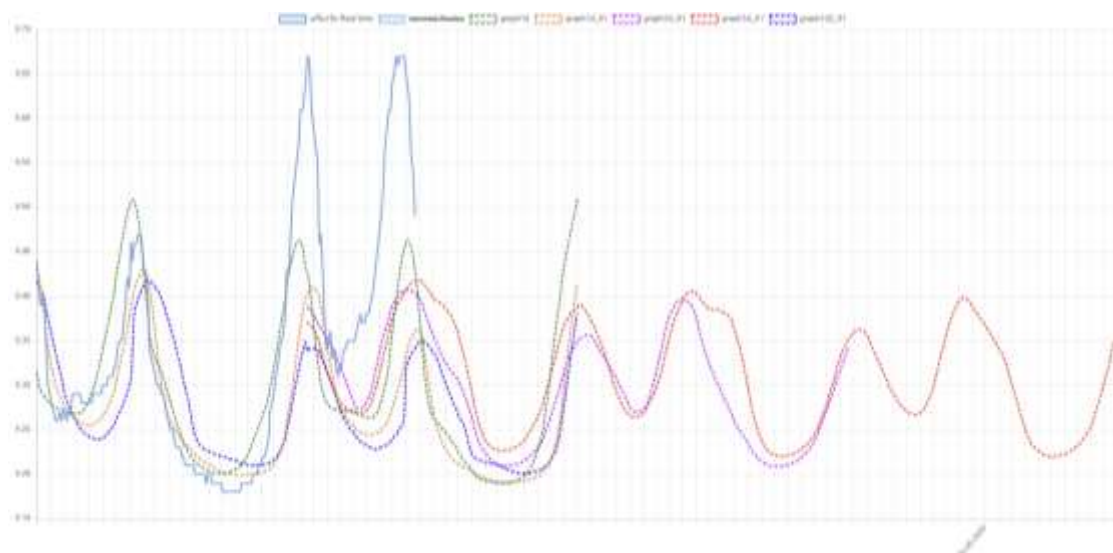


ระดับน้ำทะเลหนุนสูงจากปรากฏการณ์น้ำทะเลยกตัว (Surge) ซึ่งหากในช่วงเวลาที่ระดับน้ำทะเลหนุนสูงเข้าสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ในขณะที่การระบายน้ำจืดจากเขื่อนไม่เพียงพอที่จะผลักดันน้ำเค็มจะส่งผลให้ค่าความเค็มรุกเข้าสู่แม่น้ำเจ้าพระยาสูงถึงบริเวณสถานีสูบน้ำดิบสำแล และถูกสูบเข้าสู่คลองประปาฝั่งตะวันออกเพื่อลำเลียงไปยังโรงงานผลิตน้ำบางเขน โรงงานผลิตน้ำธนบุรี และโรงงานผลิตน้ำสามเสน ตามลำดับ ซึ่งหากน้ำดิบที่สูบเข้าสู่คลองประปามีความเค็มเกินเกณฑ์มาตรฐานจะส่งผลให้น้ำประปามีค่าความเค็มเกินเกณฑ์ตามไปด้วย เนื่องจากระบบผลิตน้ำประปาของ กปน. ได้รับการออกแบบตามมาตรฐานสำหรับรองรับน้ำดิบผิวดินที่เป็นน้ำจืด จึงไม่สามารถกำจัดค่าความเค็มได้ กปน. พัฒนาเครื่องมือที่ช่วยกำหนดช่วงเวลาบริหารจัดการการสูบน้ำดิบ ซึ่งใช้หลักการคาดการณ์ช่วงเวลาที่น้ำเค็มจะมาถึงหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแล และกำหนดช่วงเวลาบริหารจัดการการสูบน้ำดิบ โดยนำข้อมูลด้านคุณภาพน้ำ ระดับน้ำ และอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาจากสถานีตรวจวัดต่างๆของ กปน. และข้อมูลการบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทาน เพื่อดำเนินการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับค่าความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแล ด้วยวิธีการ Machine Learning เพื่อพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ค่าความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแล ล่วงหน้า 1 – 3 วัน แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วิธีการ Machine Learning เพื่อพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ค่าความเค็ม

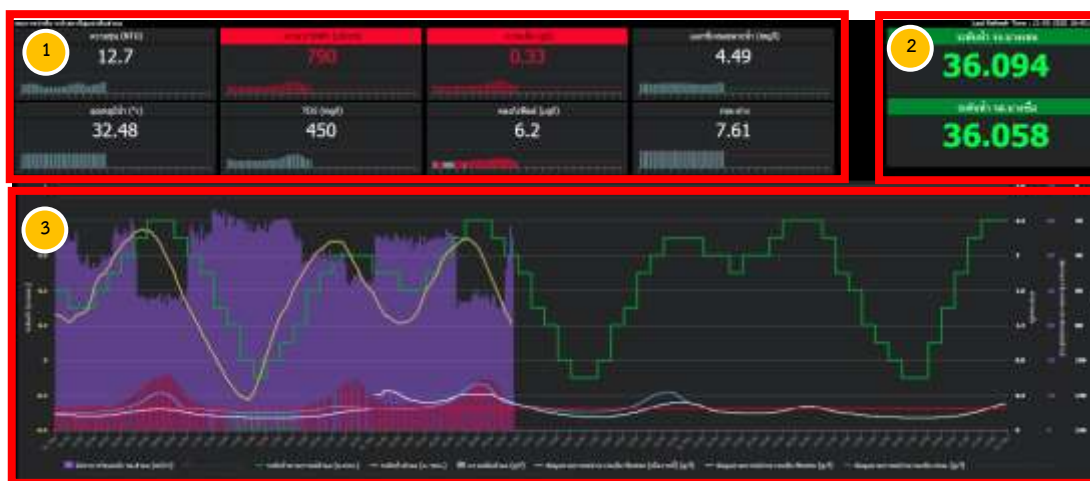
กปน. ดำเนินการจัดทำแบบจำลองหลายรูปแบบเพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุด คือ แบบจำลองเส้นกราฟสี่เหลี่ยม ซึ่งมีค่า R-Squared = 0.94 แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แบบจำลองพยากรณ์ค่าความเค็มล่วงหน้า 1-3 วัน

### ผลลัพธ์

กปน. ได้จัดทำโมเดลคาดการณ์ค่าความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบลำแล เพื่อใช้เป็นแนวทางการบริหารจัดการสูบน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยแสดงผลในรูปแบบเว็บไซต์ที่แสดงข้อมูลคาดการณ์ค่าความเค็ม และข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดคุณภาพ ระดับน้ำ และอัตราการสูบน้ำในรูปแบบตัวเลขและกราฟ (ดังรูปที่ 4) ซึ่งเว็บไซต์ดังกล่าว [3] สามารถแสดงข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องและผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย นอกจากนี้ทีมพัฒนาเว็บไซต์ออกแบบให้แสดงผลคล้ายกับระบบ SCADA ที่ผู้ปฏิบัติงานใช้งานอยู่เป็นประจำเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยและสะดวก พร้อมทั้งเลือกใช้โทนสีเข้มเพื่อให้ผู้ใช้งานสบายตาและช่วยรักษาประสิทธิภาพการทำงานของจอภาพ เนื่องจากอาจมีความจำเป็นต้องใช้เว็บไซต์นี้บ่อยครั้ง นอกจากนี้ผู้บริหารยังสามารถใช้งานเว็บไซต์เพื่อติดตามสถานการณ์น้ำดิบได้อีกด้วย



รูปที่ 4 ตัวอย่างเว็บไซต์ “กราฟเพื่อสนับสนุนการสูบน้ำดิบสถานีสูบน้ำดิบสำแล”

### อภิปรายผล

เว็บไซต์กราฟเพื่อสนับสนุนการสูบน้ำดิบสถานีสูบน้ำดิบสำแลสามารถแบ่งรายละเอียดของเว็บไซต์ ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

**ส่วนที่ 1** ข้อมูลคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแล ประกอบด้วย ค่าความขุ่น ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเค็ม ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าอุณหภูมิ ค่า Total Dissolved Solids (TDS) ค่าคลอโรฟิลล์ และค่าความเป็นกรดและด่าง แสดงดังรูปที่ 5



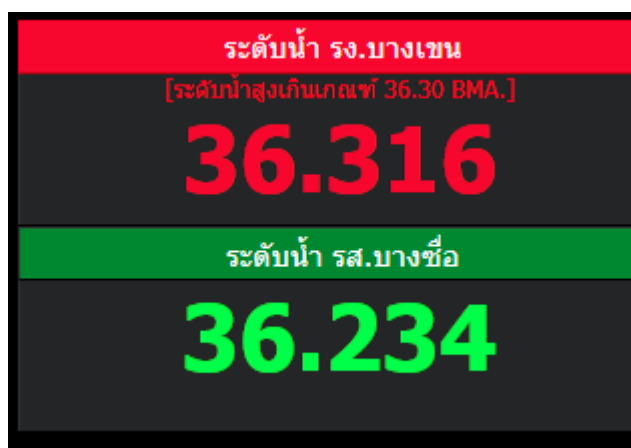
รูปที่ 5 คุณภาพน้ำดิบในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแล

ส่วนที่ 1 แสดงข้อมูลคุณภาพน้ำดิบที่อยู่หน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแลแบบ Real Time ซึ่งค่าคุณภาพน้ำที่แสดงในส่วนที่ 1 แต่ละค่ามีเกณฑ์ควบคุมที่แตกต่างกัน หากค่าคุณภาพน้ำต่างๆช่วงใดไม่เกินเกณฑ์ควบคุมจะแสดงเป็นกราฟแท่งสีฟ้า และหากช่วงใดเกินเกณฑ์ควบคุมจะแสดงเป็นกราฟแท่งสีแดงเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานที่สถานีสูบน้ำดิบสำแลและโรงงานผลิตน้ำสามารถติดตามคุณภาพน้ำที่กำลังสูบน้ำเข้าสู่คลองประปา และโรงงานผลิตน้ำสามารถเตรียมสารเคมีหรือปรับกระบวนการผลิต เพื่อแก้ไขสถานการณ์คุณภาพน้ำที่ต่ำกว่าเกณฑ์ควบคุมได้ทัน โดยระยะเวลาที่น้ำเดินทางจากสถานีสูบน้ำดิบ สำแลถึงโรงงานผลิตน้ำแห่งแรกคือโรงงานผลิตน้ำบางเขน ประมาณ 13 - 15 ชั่วโมง

**ส่วนที่ 2** ข้อมูลระดับน้ำในคลองประปาบริเวณโรงงานผลิตน้ำบางเขนและสถานีสูบน้ำดิบบางซื่อ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 6

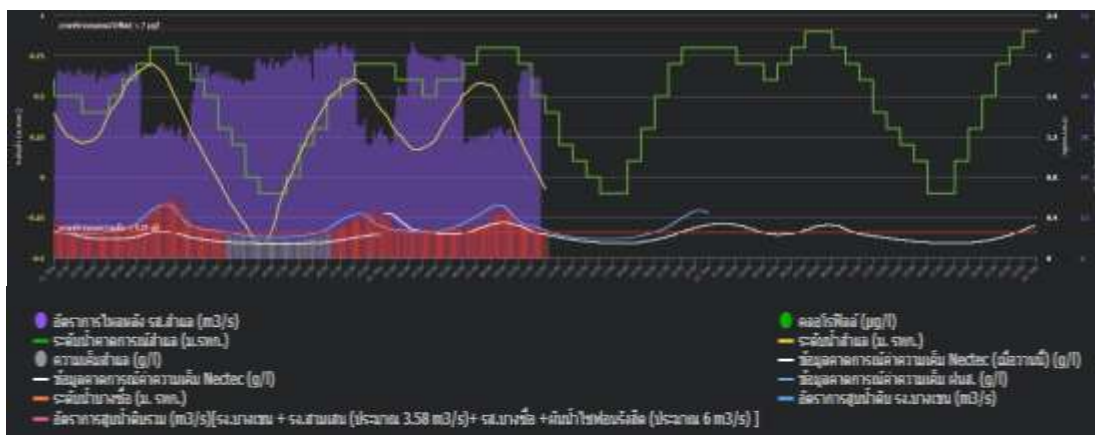
ส่วนที่ 2 แสดงข้อมูลระดับน้ำในจุดเฝ้าระวังของคลองประปา เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานของสถานีสูบน้ำดิบสำแลสามารถบริหารจัดการระดับน้ำในคลองประปาได้อย่างเหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นการตัดสินใจเพิ่มหรือลดการสูบน้ำดิบโดยไม่ทำให้คลองประปาและพื้นที่โดยรอบได้รับผลกระทบจากระดับน้ำในจุดเฝ้าระวัง ซึ่งหากระดับน้ำสูงเกินเกณฑ์น้ำอาจล้นออกจากคลองประปาเข้าท่วมที่พักอาศัยและถนนที่อยู่ริมคลองประปา และหากระดับน้ำต่ำเกินไปอาจทำให้ตลิ่งริมคลอง

พังทลายได้ เนื่องจากคลองประปาบางช่วงยังเป็นคลองดินที่มีอายุการใช้งานยาวนาน โดยการแสดงค่าระดับน้ำที่อยู่ในช่วงเกณฑ์ควบคุมเป็นตัวเลขสีเขียว และแสดงค่าระดับน้ำที่ไม่อยู่ในช่วงเกณฑ์ควบคุมเป็นตัวเลขสีแดง พร้อมระบุว่าระดับน้ำสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติงานว่าควรเพิ่มหรือลดน้ำในคลองประปา หรือหากกรณีฉุกเฉินระดับน้ำสูงเกินเกณฑ์ปริมาณมากควรเร่งประสานงานระบายน้ำออกจากคลองอย่างรวดเร็ว



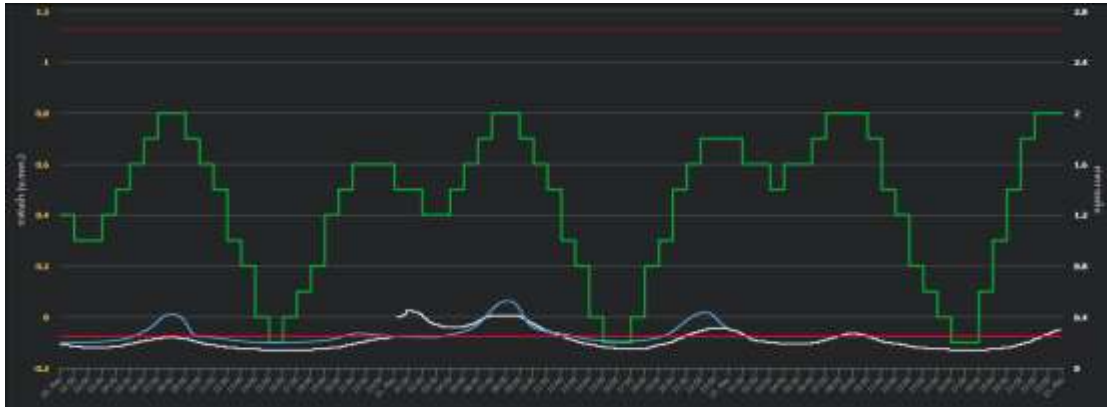
รูปที่ 6 ระดับน้ำ ณ จุดเฝ้าระวังระดับน้ำในคลองประปา

ส่วนที่ 3 ข้อมูลพยากรณ์ค่าความเค็มและระดับน้ำเทียบกับข้อมูล Real Time แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 พยากรณ์ค่าความเค็มและระดับน้ำ เทียบกับข้อมูล Real Time

ส่วนที่ 3 แสดงข้อมูลพยากรณ์ค่าความเค็มและระดับน้ำ เทียบกับข้อมูล Real Time โดยกราฟดังกล่าวแสดงข้อมูลในระยะเวลา 3 วัน ซึ่งจะแสดงข้อมูลวันที่ผ่านมา(เมื่อวาน) วันนี้ และวันพรุ่งนี้ เพื่อให้ง่ายต่อการติดตามผล ตัดสินใจ และวางแผนการบริหารจัดการน้ำดิบในคลองประปา แต่หากต้องการทราบข้อมูลย้อนหลังจะสามารถกดเลือกวันที่ที่ต้องการทราบข้อมูลเพิ่มเติมได้ ซึ่งสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลคาดการณ์ล่วงหน้าแสดงดังรูปที่ 8 และข้อมูล Real time แสดงดังรูปที่ 9



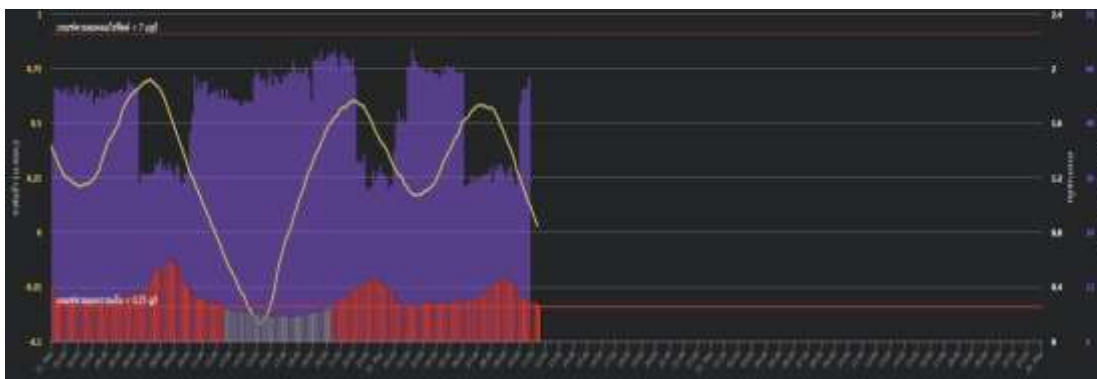
รูปที่ 8 คาดการณ์ค่าความเค็มและระดับน้ำ

กราฟเส้นสีเขียว แสดงผลการคาดการณ์ระดับน้ำ จากกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ

กราฟเส้นสีขา แสดงผลการคาดการณ์ค่าความเค็ม จากแบบจำลองของ NECTEC

กราฟเส้นสีฟ้า แสดงผลการคาดการณ์ค่าความเค็ม จากแบบจำลองของ กปน.

การแสดงผลการคาดการณ์ค่าความเค็มจาก 2 แบบจำลอง ประกอบด้วย ผลการคาดการณ์ค่าความเค็มจากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) (กราฟเส้นสีขา) และผลการคาดการณ์ค่าความเค็มจาก กปน. (กราฟเส้นสีฟ้า) ซึ่งผลการคาดการณ์จากทั้ง 2 แบบจำลองมีขั้นตอนการคาดการณ์และค่า Input ที่แตกต่างกัน จึงส่งผลทำให้ค่าความเค็มที่พยากรณ์ได้ไม่เท่ากัน แต่มีแนวโน้มการขึ้นและลงของค่าความเค็มไปในทิศทางเดียวกัน และช่วงเวลาที่ค่าความเค็มขึ้นสูงใกล้เคียงกัน โดยกราฟเส้นสีขาจะสามารถคาดการณ์ค่าความเค็มล่วงหน้าได้ 3 วัน ซึ่งนานกว่ากราฟเส้นสีฟ้าที่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าจำนวน 1 วัน แต่จะมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสูงประมาณ 0.94 ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้กราฟเส้นสีฟ้าควบคู่ไปกับกราฟเส้นสีเขียว ซึ่งแสดงระดับน้ำทำนายมาประกอบการพิจารณาช่วงเวลาที่ค่าความเค็มขึ้นสูงสุดภายหลังระดับน้ำขึ้นสูงสุดประมาณ 2 ชั่วโมง โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถกำหนดการลดอัตราการสูบน้ำดิบช่วงเวลาก่อนและหลังจุดที่น้ำเค็มขึ้นสูงสุด ช่วงละ 2 ชั่วโมง รวมเป็น 4 ชั่วโมง



รูปที่ 9 ข้อมูล Real Time ต่างๆ

กราฟพื้นที่สีม่วง แสดงอัตราการไหลน้ำดิบในคลองประปาบริเวณหลังสถานีสูบน้ำดิบสำแล (ตัวแทนอัตราการสูบน้ำดิบเข้าสู่คลองประปา)

กราฟเส้นสีเหลือง แสดงระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแล

กราฟแท่ง แสดงค่าความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแล

กรณี ค่าความเค็มที่ตรวจวัดได้ต่ำกว่าเกณฑ์เฝ้าระวัง 0.25 กรัมต่อลิตร กราฟแท่งจะแสดงเป็นสีเทา

กรณี ค่าความเค็มที่ตรวจวัดได้สูงกว่าเกณฑ์เฝ้าระวัง 0.25 กรัมต่อลิตร กราฟแท่งจะแสดงเป็นสีแดง

การแสดงผลข้อมูล Real Time ที่ใช้ติดตามผลการบริหารจัดการการสูบน้ำดิบของสถานีสูบน้ำดิบสำแล เพื่อประเมินและวางแผนการกำหนดช่วงเวลาเพิ่มหรือลดอัตราการสูบน้ำดิบ อีกทั้งยังเป็นข้อมูลให้โรงงานผลิตน้ำปรับอัตราการใช้น้ำดิบสำหรับการผลิตน้ำประปาให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำในคลองประปา เช่น เมื่อสถานีสูบน้ำดิบสำแลลดการสูบน้ำดิบเข้าสู่คลองประปาเพื่อหลบเลี่ยงน้ำเค็ม (กราฟพื้นที่สีม่วงจะปรับลงอย่างชัดเจน) โรงงานผลิตน้ำจะเริ่มปรับลดอัตราการสูบน้ำเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำประปาบางส่วน เพื่อช่วยรักษาระดับน้ำในคลองประปาให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และควบคุมปริมาณน้ำดิบสำรองในคลองประปาให้เพียงพอสำหรับการผลิตน้ำประปา ซึ่งจะช่วยยืดระยะเวลาการลดอัตราการสูบน้ำดิบให้นานขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์และติดตามสถานการณ์น้ำเค็มเข้าสู่คลองประปา เพื่อแจ้งเตือนผู้ใช้น้ำล่วงหน้าได้

## บทสรุป

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแนะนำการบริหารจัดการระบบสูบน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณสถานีสูบน้ำดิบสำแลเข้าสู่คลองประปาฝั่งตะวันออก ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 10 ดังนี้



รูปที่ 10 การบริหารจัดการน้ำดิบในคลองประปาฝั่งตะวันออก

ขั้นตอนที่ 1 การเพิ่มอัตราการสูบน้ำดิบ เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำกักเก็บสำรองในคลองประปาไว้ล่วงหน้าก่อนที่ค่าความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแลจะขึ้นสูงสุด เนื่องจากในช่วงที่ลดการสูบน้ำดิบกระบวนการผลิตน้ำประปาจะยังคงดำเนินต่อไปเพื่อให้มีน้ำประปาเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำตลอดเวลา

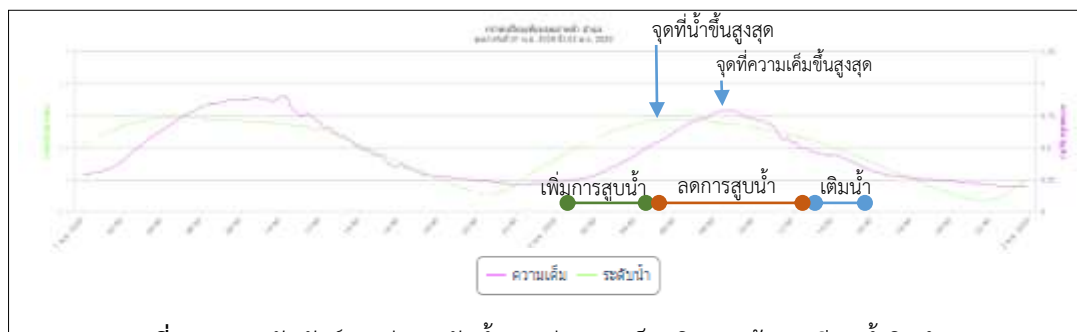
ขั้นตอนที่ 2 การลดอัตราการสูบน้ำดิบช่วงที่ค่าความเค็มสูงสุด ซึ่งสามารถลดอัตราการสูบน้ำดิบได้สูงสุด 4 ชั่วโมง เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องปริมาณน้ำดิบที่สามารถกักเก็บล่วงหน้าเพื่อสำรองไว้ใช้ และระดับน้ำในคลองประปาที่ยังไม่สามารถใช้งานได้สูงหรือต่ำมากเกินไปเกินเกณฑ์ที่กำหนดในเวลานี้ได้

ขั้นตอนที่ 3 การเพิ่ม (เต็ม) อัตราการสูบน้ำดิบเมื่อค่าความเค็มของน้ำในคลองประปาผ่านจุดสูงสุดและมีแนวโน้มลดลง เพื่อชดเชยปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปในช่วงที่ลดอัตราการสูบน้ำดิบ

ขั้นตอนที่ 4 การเลี่ยงอัตราการสูบน้ำดิบให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิตรวมของโรงงานผลิตน้ำ

จากการศึกษาข้อมูลค่าความเค็มและระดับน้ำย้อนหลังภายในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแล พบว่าเมื่อเวลาที่ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาขึ้นสูงสุด อีกประมาณ 2 ชั่วโมงต่อมา ค่าความเค็มบริเวณดังกล่าวจะขึ้นสูงสุดตามไปด้วย ซึ่งสามารถบริหารจัดการการสูบน้ำดิบเข้าคลองประปาได้ดังรูปที่ 11 ดังนี้

- ช่วงเวลาที่เหมาะสมการเพิ่มการสูบน้ำดิบ คือ ก่อนระดับน้ำจะขึ้นสูงสุด
- ช่วงเวลาที่เหมาะสมการลดการสูบน้ำดิบ คือ ช่วงที่น้ำขึ้นสูงสุด



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและค่าความเค็มบริเวณหน้าสถานีสูบน้ำดิบสำแล

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลผลการใช้งานเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ไขปัญหาน้ำเค็มของ กปน. พบว่าในเดือน มีนาคม พ.ศ.2563 มีช่วงเวลาที่ค่าความเค็มของน้ำดิบในแม่น้ำเจ้าพระยาสูงเกิน 0.25 กรัมต่อลิตร จำนวน 172 ชั่วโมง แต่ช่วงเวลาที่ค่าความเค็มของน้ำดิบในคลองประปาสูงเกิน 0.25 กรัมต่อลิตร จำนวน 72 ชั่วโมง นั้นหมายถึงการปฏิบัติการดังกล่าวสามารถลดจำนวนชั่วโมงที่น้ำดิบมีค่าความเค็มสูงเกินเกณฑ์ 100 ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 58 ส่งผลให้น้ำประปามีค่าความเค็มเกินเกณฑ์ลดลงตามไปด้วย

ผู้ที่ได้รับประโยชน์ คือ กลุ่มผู้ใช้น้ำฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งรับน้ำประปาจากโรงงานผลิตน้ำที่ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาจำนวนรวมทั้งสิ้น 1.59 ล้านราย (จำนวนมิเตอร์น้ำ) คิดเป็นจำนวนคนประมาณ 7-8 ล้านคน โดยประเภทผู้ใช้น้ำที่ได้รับผลกระทบมาก ได้แก่

- ประเภทที่อยู่อาศัย จำนวน 1.29 ล้านราย
- ประเภทอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องหนัง จำนวน 262 ราย
- ประเภทโรงงานผลิตน้ำแข็ง อาหารและเครื่องดื่ม และน้ำดื่มบรรจุขวด จำนวน 201 ราย
- ประเภทโรงแรม จำนวน 782 ราย

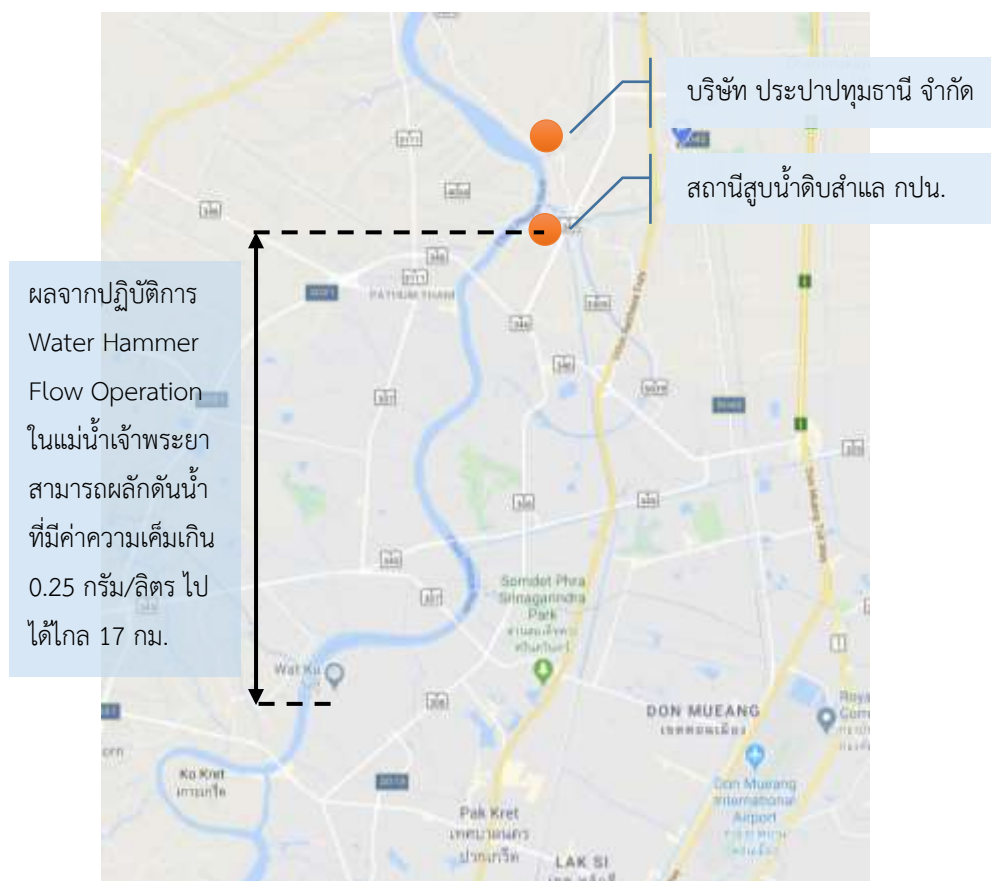
หากผู้ใช้น้ำประเภทที่อยู่อาศัยต้องการแก้ไขปัญหาที่มีค่าเค็มสูงเกินเกณฑ์สามารถติดตั้งเครื่องกรองน้ำแบบ Reverse Osmosis (RO) ที่ราคาเริ่มต้นประมาณ 3,000 บาท (ราคาขึ้นอยู่กับขนาด รุ่น และยี่ห้อ) สำหรับผู้ใช้น้ำประเภทที่ต้องใช้น้ำปริมาณมาก เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องหนัง โรงงานผลิตน้ำแข็ง อาหารและเครื่องดื่ม น้ำดื่มบรรจุขวด และโรงแรม เป็นต้น สามารถติดตั้งระบบกรองน้ำแบบ RO ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนและการดำเนินการที่เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

นอกจากนี้จากเครื่องมือดังกล่าวนี้ทำให้สามารถกำหนดวิธีการใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาความเค็มสูงและกระทบต่อคุณภาพน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาของ กปน. โดยการผลักดันลิ้มความเค็มให้ห่างจากสถานีสูบน้ำดิบสำแลได้มากขึ้น เรียกว่าปฏิบัติการ **Water Hammer Flow Operation** ในแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งเป็นการดำเนินงานร่วมกันกับกรมชลประทาน เริ่มปฏิบัติการดังกล่าวตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2562 จนถึงปัจจุบัน จำนวน 11 ครั้ง โดยใช้มวลน้ำก้อนใหญ่ปะทะลิ้มความเค็มที่รุกสูงขึ้นมาให้ถอยลงสู่อ่าวไทย ซึ่งกรมชลประทานจะเพิ่มการระบายน้ำจากเขื่อนต่างๆทางตอนบนของแม่น้ำเจ้าพระยาและเปิดประตูระบายน้ำคลองลัดโพธิ์ตอนล่างของแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงเวลาน้ำลงเพื่อเร่งการลงของน้ำให้เร็วขึ้นและทำการปิดประตูดังกล่าวในช่วงเวลาน้ำขึ้นเพื่อชลอเวลาให้น้ำขึ้นช้าลงโดย กปน. จะหยุดสูบน้ำดิบเข้าสู่คลองประปา เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้เหลื่อมวลน้ำก้อนใหญ่สามารถผลักดันลิ้มความเค็มให้ห่างจากสถานีสูบน้ำดิบสำแล ซึ่งจากผลการปฏิบัติการสามารถผลักดันน้ำที่มีค่าความเค็มเกินเกณฑ์ 0.25 กรัมต่อลิตร ได้ไกลจากสถานีสูบน้ำดิบสำแลสูงสุดประมาณ 17 กิโลเมตร แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 12 ซึ่งการปฏิบัติการดังกล่าวยังส่งผลดีให้กับโรงงานผลิตน้ำประปาของบริษัท ประปาปทุมธานี จำกัด ซึ่งผลิตน้ำประปา



ให้กับการประปาส่วนภูมิภาค สาขารังสิต สาขาปทุมธานี และสาขาลองหลวง ที่มีจำนวนผู้ใช้น้ำรวมมากกว่า 280,000 ราย ได้รับผลประโยชน์จากการปฏิบัติการผลักดันน้ำเค็มนี้ด้วย โดยน้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำประปามีค่าความเค็มลดลง รวมถึงชุมชนริมแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองแขนงต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยาในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี และนนทบุรีบางส่วนยังสามารถใช้น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาสำหรับทำกิจกรรมต่างๆ ได้มากขึ้น และทำให้สัตว์น้ำจืดต่างๆ สามารถกลับมาอยู่ในถิ่นอาศัยเดิมได้ ส่งผลดีกับระบบนิเวศน์และการทำประมงพื้นบ้าน

ในอนาคต กปน. มีโครงการที่จะปรับวิธีการสูบน้ำดิบให้เป็นระบบอัตโนมัติ โดยใช้ AI ในการตัดสินใจ แต่เนื่องจากเครื่องสูบน้ำ ณ สถานีสูบน้ำดิบสำแลเป็นเครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ และมีความสำคัญกับความมั่นคงด้านการผลิตน้ำประปาที่ให้บริการกับผู้ใช้น้ำในจังหวัดกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องวางแผนการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างรอบคอบ ซึ่งในปัจจุบันอยู่ระหว่างการศึกษความเป็นไปได้ในการวางแผนทางการปรับปรุงสถานีสูบน้ำดิบสำแลให้สามารถควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ก่อนที่จะนำองค์ความรู้ที่ได้จากการจัดทำเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ไขปัญหาน้ำเค็มของ กปน. มาเป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินใจของระบบ AI ต่อไป



รูปที่ 12 ผลการปฏิบัติการ Water Hammer Flow Operation ในแม่น้ำเจ้าพระยา

#### บรรณานุกรม

- [1] Siriwat, K., Sirod. S., Lagrangian Analysis of The Chao Phraya River Estuarine Circulation, ASEAN Academic Network

- [2] รายงานการติดตามสถานการณ์น้ำรายสัปดาห์, การประปานครหลวง
- [3] เว็บไซต์กราฟเพื่อสนับสนุนการสูบน้ำดิบ รส.สำแล, กองทรัพยากรน้ำ, ฝ่ายทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อม, การประปานครหลวง

บทเรียนจากอดีตถึงปัจจุบันและศักยภาพในการเก็บกักน้ำในอนาคตของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์  
Lesson Learnt from Past to Present and Water Storage Potential in Future for  
Bhumibol and Sirikit Dams

สุจริต คุณธนกุลวงศ์<sup>1</sup>, วราวุธ วุฒิวณิชย์<sup>2</sup>, อารีญา ฤทธิมา<sup>3\*</sup>, ยุทธนา พันธุ์กุลศิลป์<sup>4</sup>,  
อรรณีย์ ศรีรัตนทา ทาบุกานอน<sup>5</sup>, วุฒิชชาติ แสงวงผล<sup>6</sup>, จิตาภา ไกรสังข์<sup>6</sup>, ยุทธนา ตาละลักขมณ<sup>7</sup>

- <sup>1</sup> ประธานแผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย โครงการวิจัยเข้มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์  
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม
- <sup>2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- <sup>3</sup> ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- <sup>4</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและการจัดการภัยพิบัติ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี
- <sup>5</sup> คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- <sup>6</sup> คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยมหิดล
- <sup>7</sup> ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- อีเมล : areeya.rit@mahidol.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของผลการวิจัยภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย โครงการวิจัยเข้มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม เพื่อนำเสนอผลการวิเคราะห์สถานะของปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์จากบทเรียนการบริหารจัดการน้ำในอดีตถึงปัจจุบัน และศักยภาพในการเพิ่มการเก็บกักน้ำในอนาคต โดยได้เสนอโอกาสในการเพิ่มการเก็บกักน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำ 3 แนวทางหลัก ได้แก่ (1) การควบคุมพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ให้เหมาะสมตามสถานะน้ำต้นทุน (2) การปรับลดปริมาณน้ำระบายส่วนเกิน (Excessive Water) ทางด้านท้ายน้ำ และ (3) การพิจารณา Sideflow ทางด้านท้ายเขื่อนในการกำหนดการระบายน้ำ ทั้งนี้เพื่อเผยแพร่ผลการวิจัยที่เป็นประโยชน์ให้แก่หน่วยงานภาครัฐจากบทเรียนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำต้นทุนในอดีตไปสู่กระบวนการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านการวางแผนปฏิบัติการและหามาตรการรับมือในปัจจุบัน ตลอดจนกำหนดทิศทางและเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำต้นทุนให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนในอนาคต

**คำสำคัญ :** ปริมาณน้ำเก็บกัก, การวางแผนและปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ, เขื่อนภูมิพล, เขื่อนสิริกิติ์

### Abstract

This article presents partial results of the research project under Spearhead Research and Innovation Program, Thailand Science Research and Innovation (TSRI) to exhibit the status of reservoir water storage for Bhumibol and Sirikit Dams from the lesson learnt on water resources management from past to present. Water storage potential in future of these two dams was also analyzed by proposing 3 key strategies; (1) to control proper size of cultivated area in the Greater Chao Phraya Irrigation Project corresponding to the water supply status (2) to reduce excessive water downstream

of the main dams and (3) to consider sideflow as the important element for the determination of dam release. The results could help benefit the related government agencies to learn from valuable experiences in the past. This could lead to the improvement in both reservoir planning and operation and response measures at the present time. Moreover, the government agencies could specify the precise direction in water resource management and apply an effective tool to secure sustainable water supply status in future.

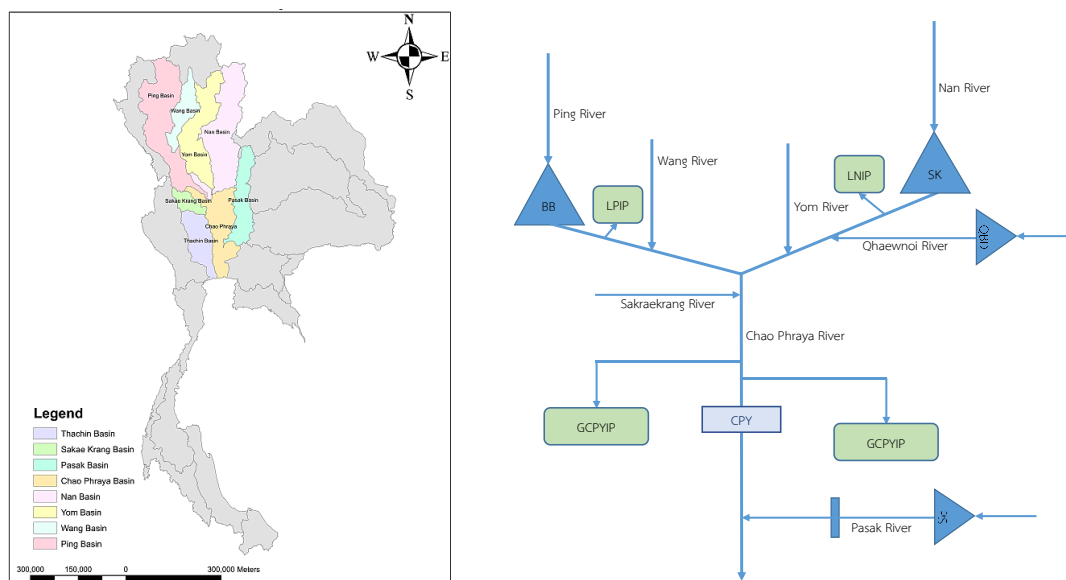
**Key words :** Water Storage, Reservoir Planning and Operation, Bhumibol Dam, Sirikit Dam

## 1. บทนำ

ความท้าทายของวิกฤตภัยแล้งในปี พ.ศ. 2563 และเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ที่เคยเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 ที่ได้สร้างความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจของประเทศเป็นมูลค่ามหาศาล นับเป็นตัวอย่างที่สะท้อนภาพของการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในประเทศไทยที่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องตระหนักถึง และถอดบทเรียนจากอดีตเพื่อนำไปสู่กระบวนการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านการวางแผนปฏิบัติการและมาตรการรับมือในปัจจุบัน ตลอดจนกำหนดทิศทางและเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำต้นทุนให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ที่ถือได้ว่าเป็นศูนย์กลางของการพัฒนาทั้งในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมหลักของประเทศ ซึ่งความซับซ้อนของระบบทรัพยากรน้ำในพื้นที่ และความยุ่งยากในการบริหารจัดการน้ำร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาคปฏิบัติในการตอบสนองความต้องการน้ำแบบอเนกประสงค์ ตลอดจนความผันแปรของปัจจัยน้ำต้นทุนและความต้องการน้ำที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ หรือแม้กระทั่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ทำให้การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่นี้ต้องได้รับการทบทวนเพื่อนำไปสู่กลยุทธ์การปรับเปลี่ยนแนวทางการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำสำหรับพัฒนาการบริหารจัดการน้ำต้นทุนในระยะยาวให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ประกอบด้วยเขื่อนหลักที่สำคัญได้แก่ เขื่อนภูมิพล (Bhumibol Dam, BB) เขื่อนสิริกิติ์ (Sirikit Dam, SK) เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน (Qhaewnoi Bumrungdaen Dam, QBD) เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ (Pasakcholasit Dam, PS) และเขื่อนทดน้ำเจ้าพระยา (Chao Phraya Dam, CPY) โดยน้ำต้นทุนจากเขื่อนเก็บกักหลักได้แก่ ได้แก่ เขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ ซึ่งอยู่ในความดูแลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยถูกจัดสรรไปใช้ร่วมกันร่วมกับเขื่อนแควน้อยบำรุงแดนเพื่อตอบสนองกิจกรรมความต้องการน้ำทางด้านทำนน้ำทางตอนล่าง ได้แก่ ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค การอุตสาหกรรม การรักษาระบบนิเวศและการผลักดันน้ำเค็ม การผลิตพลังงานไฟฟ้า และการชลประทานในเขตโครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ (The Greater Chao Phraya Irrigation Project, GCPYIP) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกทั้งฤดูฝนและฤดูแล้งกว่า 10 ล้านไร่ ประกอบด้วย โครงการชลประทานในเขตลุ่มน้ำปิงตอนล่าง (Lower Ping Irrigation Projects, LPIP) โครงการชลประทานในเขตลุ่มน้ำน่านตอนล่าง (Lower Nan Irrigation Projects, LNIP) และโครงการชลประทานในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยาฝั่งซ้ายและฝั่งขวา ภายใต้ความดูแลของกรมชลประทาน

โดยปริมาณน้ำที่ระบายจากเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์จะถูกจัดสรรไปใช้เพื่อการชลประทานผ่านระบบคลองส่งน้ำทางฝั่งขวาและฝั่งซ้ายของแม่น้ำเจ้าพระยา โดยมีเขื่อนทดน้ำเจ้าพระยาทำหน้าที่ผันน้ำเข้าระบบคลองส่งน้ำ รวมทั้งระบายน้ำท้ายเขื่อนส่วนหนึ่งเพื่อรักษาระบบนิเวศและช่วยผลักดันน้ำเค็มที่รุกล้ำเข้ามาบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ดังแสดงแผนผังระบบอ่างเก็บน้ำในรูปที่ 1



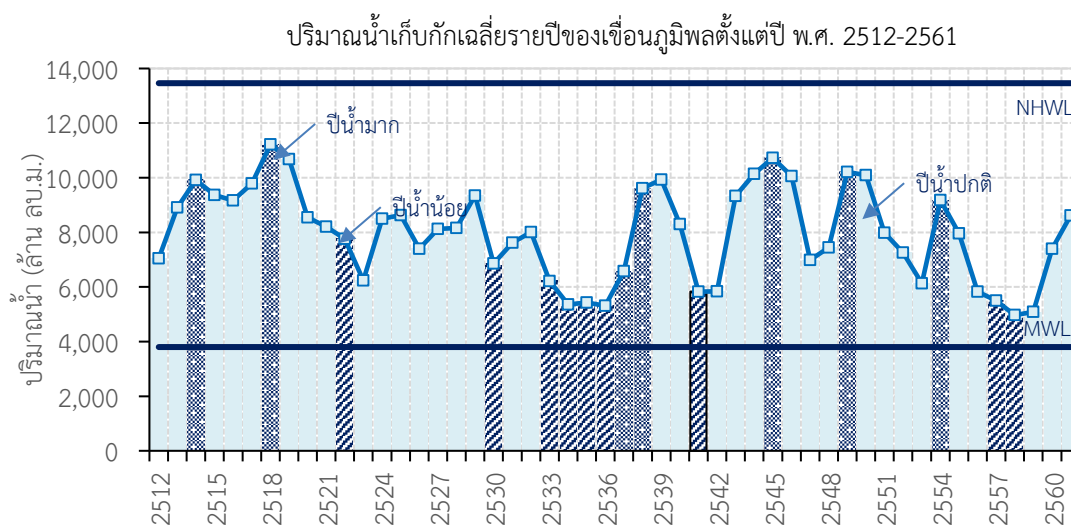
รูปที่ 1 กลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่

ด้วยเหตุนี้ บทความฉบับนี้จึงมุ่งเน้นที่จะนำเสนอสถานะของปริมาณน้ำเก็บกักจากผลของการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ในอดีตถึงปัจจุบัน และโอกาสในการเพิ่มปริมาณเก็บกักของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ให้สูงขึ้นก่อนถึงช่วงฤดูแล้งเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้นและขับเคลื่อนเศรษฐกิจในภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมหลักของประเทศในอนาคต

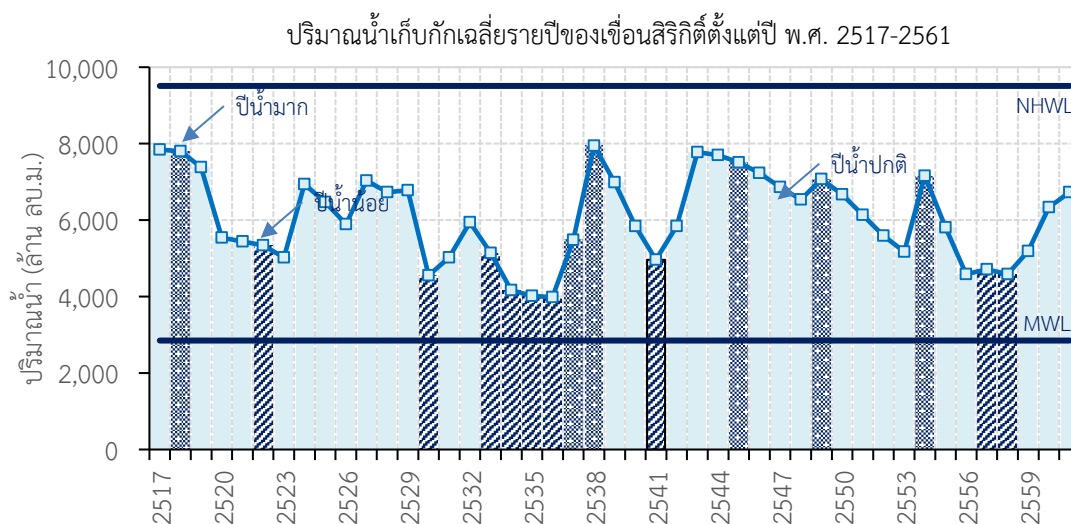
## 2. สถานะของปริมาณน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์จากอดีตถึงปัจจุบัน

ผลจากการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่ที่ต้องเผชิญกับความยากลำบากทั้งจากภัยน้ำท่วมและภัยแล้งในอดีตที่ผ่านมา อันเนื่องมาจากความผันแปรของน้ำต้นทุนจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกหรือการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะกายภาพของพื้นที่ที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ หรือแม้กระทั่งความซับซ้อนของกิจกรรมการใช้น้ำในพื้นที่ส่งผลให้สถานะของปริมาณน้ำเก็บกักของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ผันแปรแตกต่างกันตามผลของการปฏิบัติการระบบอ่างเก็บน้ำที่ต้องกำหนดปริมาณการระบายน้ำแตกต่างกันออกไปตามสถานการณ์น้ำ และความเสี่ยงของการเกิดภัยน้ำท่วมและภัยแล้ง ตลอดจนแผนการจัดสรรน้ำในช่วงฤดูแล้ง อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์สถานะของปริมาณน้ำเก็บกักเฉลี่ยรายปีระหว่างปี พ.ศ. 2512–2561 พบว่า ยังพอมีสหสัมพันธ์อยู่บ้างตามประเภณีน้ำดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2 โดยปริมาณน้ำเก็บกักเฉลี่ยรายปีระยะยาวของเขื่อนภูมิพลอยู่ที่ 43.42% ของปริมาณการเก็บกักใช้การ และเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยสำหรับเขื่อนสิริกิติ์โดยมีค่าปริมาณน้ำเก็บกักเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 48.45% ของปริมาณการเก็บกัก

ใช้การ อันเนื่องมาจากปัจจัยปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่สูงกว่าของเขื่อนภูมิพลอยู่เล็กน้อย ดังแสดงผลในตารางที่ 1



รูปที่ 1 สถานะของปริมาณน้ำเก็บกักของเขื่อนภูมิพลระหว่างปี พ.ศ. 2512–2561



รูปที่ 2 สถานะของปริมาณน้ำเก็บกักของเขื่อนสิริกิติ์ระหว่างปี พ.ศ. 2517–2561

สำหรับผลการวิเคราะห์สถานะของปริมาณน้ำเก็บกักเฉลี่ยรายฤดูกาลระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561 พบว่า ปริมาณน้ำเก็บกักที่มีอยู่ในช่วงต้นฤดูแล้ง (วันที่ 1 พฤศจิกายน) ของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์เท่ากับ 69.64% และ 79.22% ของปริมาณเก็บกักใช้การ ตามลำดับ และปริมาณน้ำเก็บกักที่มีอยู่ในช่วงต้นฤดูฝน (วันที่ 1 พฤษภาคม) ของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์เท่ากับ 40.75% และ 38.71% ของปริมาณเก็บกักใช้การ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าในช่วงต้นฤดูแล้งจากสาเหตุของการจัดสรรน้ำไปใช้ในกิจกรรมการใช้น้ำตลอดช่วงฤดูแล้ง และความจำเป็นในการพร่องน้ำเพื่อสำรองปริมาณว่างของอ่างเก็บน้ำล่วงหน้าเพื่อรองรับปริมาณน้ำที่จะไหลเข้ามามากในช่วงฤดูฝนตามหลักการของการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำเก็บกักในช่วงต้นฤดูแล้งและต้นฤดูฝนจะ

ผันแปรแตกต่างกันไปตามประเภทปีน้ำ โดยโอกาสความน่าจะเป็นของการเกิดปีน้ำมาก ปีน้ำปกติ และปีน้ำน้อยอยู่ที่ 10.53%, 78.95% และ 10.53% ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ซึ่งจากการพิจารณาโอกาสของการบริหารจัดการน้ำในปีน้ำปกติซึ่งมีค่าโอกาสความน่าจะเป็นสูงสุด หรืออีกนัยหนึ่งคือการบริหารจัดการน้ำในปีน้ำปกติที่มีโอกาสความน่าจะเป็นสูงถึง 78.95% ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักเฉลี่ยในช่วงต้นฤดูแล้งและต้นฤดูฝนในอดีตที่ผ่านมาโดยเฉพาะอย่างยิ่งเขื่อนภูมิพลที่มีค่าปริมาณน้ำเก็บกักเฉลี่ยเท่ากับ 68.37% และ 39.33% ของปริมาตรเก็บกักใช้การนั้น ยังมองเห็นถึงศักยภาพในการเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำในสูงขึ้นได้ในอนาคตนั่นเอง

**ตารางที่ 1** เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักเฉลี่ยรายปีของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ระหว่างปี พ.ศ. 2543–2562

ลักษณะการปฏิบัติการ	ปริมาณน้ำเก็บกักที่มีอยู่ (%ปริมาตรเก็บกักใช้การ)	
	เขื่อนภูมิพล	เขื่อนสิริกิติ์
ระยะยาว	43.42	48.45
ระยะสั้น		
-ปีน้ำมาก	60.41	26.37
-ปีน้ำปกติ	45.33	51.82
-ปีน้ำน้อย	21.91	64.73

**ตารางที่ 2** เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักเฉลี่ยแยกรายฤดูกาลของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561

ลักษณะการปฏิบัติการ	โอกาสความน่าจะเป็น (%)	ปริมาณน้ำเก็บกักที่มีอยู่ (%ปริมาตรเก็บกักใช้การ)	
		ต้นฤดูฝน (1 พ.ค.)	ต้นฤดูแล้ง (1 พ.ย.)
ระยะยาว		40.75	69.64
ระยะสั้น			
-ปีน้ำมาก	10.53	53.57	99.16
-ปีน้ำปกติ	78.95	39.33	68.37
-ปีน้ำน้อย	10.53	23.69	26.63

**ตารางที่ 3** เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักเฉลี่ยแยกรายฤดูกาลของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561

ลักษณะการปฏิบัติการ	โอกาสความน่าจะเป็น (%)	ปริมาณน้ำเก็บกักที่มีอยู่ (%ปริมาตรเก็บกักใช้การ)	
		ต้นฤดูฝน (1 พ.ค.)	ต้นฤดูแล้ง (1 พ.ย.)
ระยะยาว		38.71	79.22
ระยะสั้น			
-ปีน้ำมาก	10.53	44.89	98.25
-ปีน้ำปกติ	78.95	38.46	79.86
-ปีน้ำน้อย	10.53	31.03	46.50

### 3. แนวทางในการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ในอนาคต

#### 3.1 แนวทางที่ 1 : การควบคุมพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ให้เหมาะสมตามสถานะน้ำต้นทุน

จากการประมาณการปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานในพื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ด้วยการติดตามพื้นที่เพาะปลูกโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยเครื่องมือ Cloud Based IrrisAT Application (Hornbuckle et al., 2016) และนำผลมาใช้ในการมาเปรียบเทียบปรับลด (กรมชลประทาน, 2554) พบว่า พื้นที่เพาะปลูกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมพื้นที่เพาะปลูกให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำต้นทุน ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงได้เสนอแนะพื้นที่เพาะปลูกที่แนะนำให้ปลูกจากการพิจารณาปัจจัยน้ำต้นทุนของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์เพื่อควบคุมพื้นที่เพาะปลูกให้มีความเหมาะสมโดยเฉพาะหลังเหตุการณ์น้ำท่วมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555–2561 ซึ่งผลจากการปรับลดพื้นที่เพาะปลูกแยกตามประเภทปีน้ำแสดงในตารางที่ 4 ส่งผลให้สามารถลดปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานได้ถึงเฉลี่ยปีละ 1,700 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งหมายถึงความสามารถในการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักไว้ในอ่างเก็บน้ำของทั้งสองเขื่อนนั่นเอง

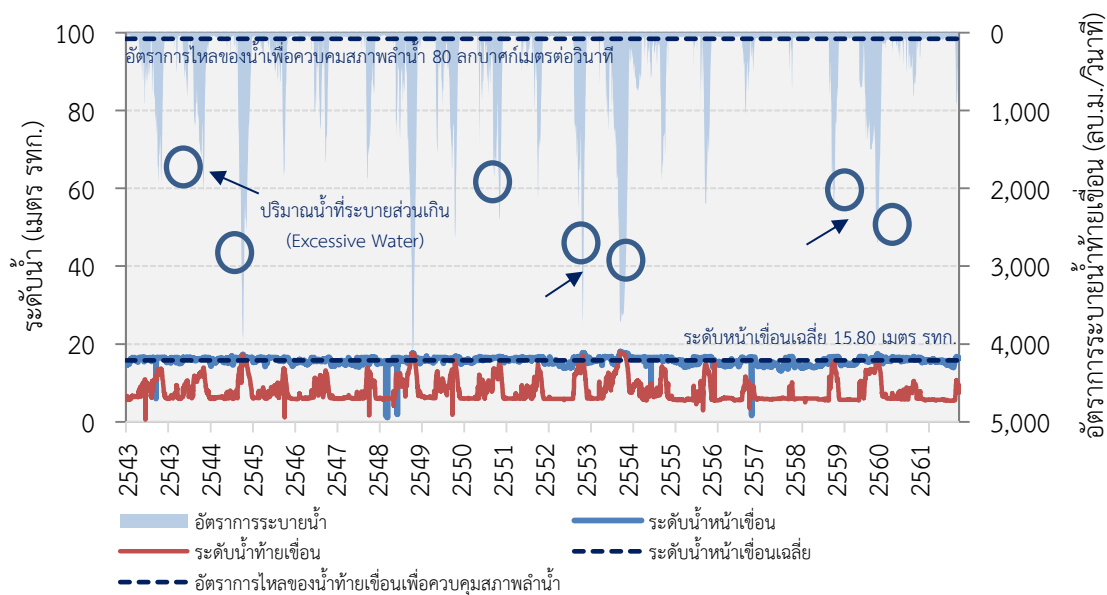
#### ตารางที่ 4 พื้นที่เพาะปลูกที่แนะนำจากการพิจารณาปัจจัยน้ำต้นทุน

พื้นที่เพาะปลูกที่แนะนำ	ปีน้ำมาก	ปีน้ำปกติ	ปีน้ำน้อย
ฤดูฝน (ล้านไร่)	7	6	5
ฤดูแล้ง (ล้านไร่)	5	4	2

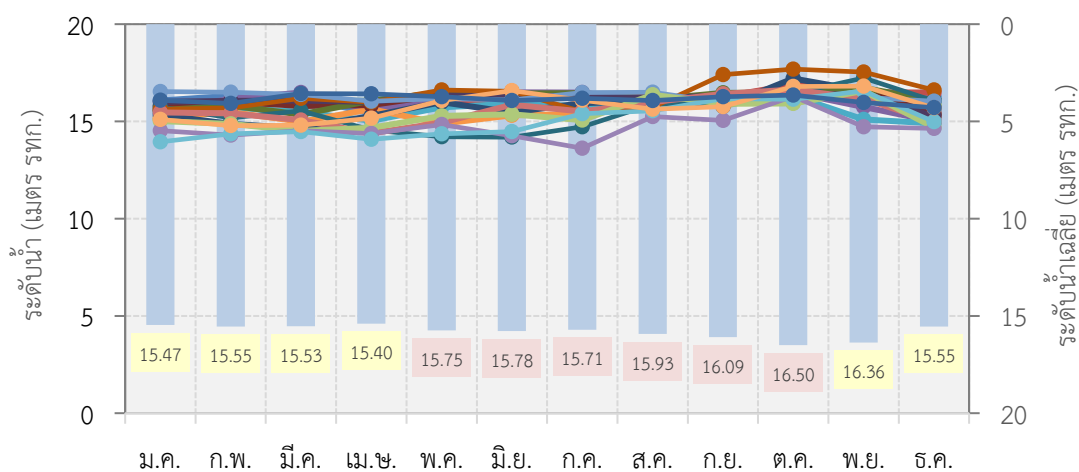
#### 3.2 แนวทางที่ 2 : การปรับลดปริมาณน้ำระบายส่วนเกิน (Excessive Water) ทางด้านท้ายน้ำ

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์แนวทางการจัดสรรน้ำที่เขื่อนเจ้าพระยารายวันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543–2562 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำระบายส่วนเกิน (Excessive Water) ที่เกินปริมาณความต้องการน้ำเพื่อควบคุมสภาพลำนน้ำทางด้านท้ายเขื่อน (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2555) สำหรับใช้เป็นแนวทางในการปรับลดการระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่มีปริมาณถึง 3,000 ล้านลูกบาศก์เมตร (กรมชลประทาน, 2561) ซึ่งผลการศึกษาได้แสดงในรูปที่ 3–5

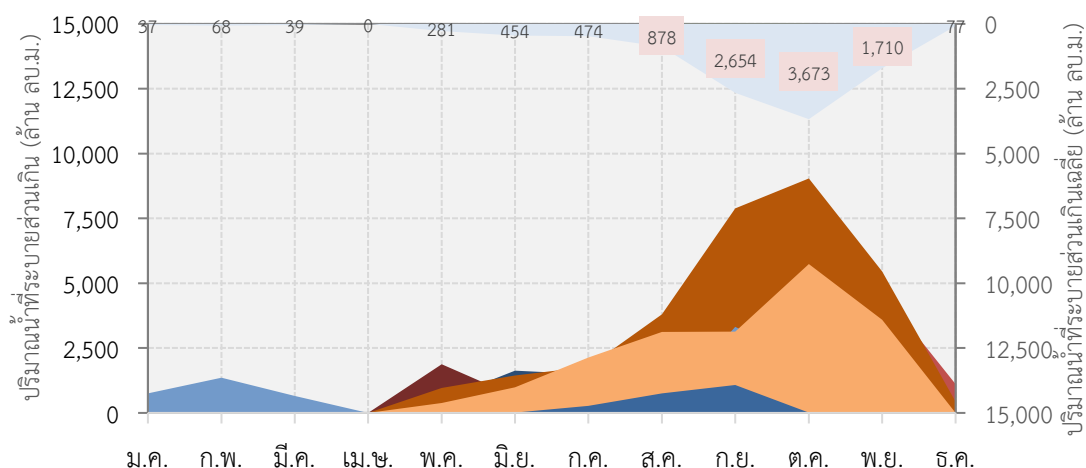




รูปที่ 3 แนวทางการจัดสรรน้ำของเขื่อนเจ้าพระยาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2562



รูปที่ 4 การควบคุมระดับน้ำหน้าเขื่อนเจ้าพระยาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2562



รูปที่ 5 ปริมาณการระบายน้ำส่วนเกินเฉลี่ยของเขื่อนเจ้าพระยาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543–2562

ประเด็นสำคัญที่ได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เขื่อนเจ้าพระยาถูกออกแบบให้ควบคุมระดับน้ำหน้าเขื่อนที่ +16.50 เมตร รทก. เพื่อให้สามารถทอนน้ำเข้าคลองได้เต็มศักยภาพทุกกิจกรรมการใช้น้ำ อย่างไรก็ตาม แนวทางการจัดสรรน้ำที่เขื่อนเจ้าพระยาในอดีตถึงปัจจุบันควบคุมระดับน้ำหน้าเขื่อนเฉลี่ยคงที่อยู่ที่ +15.80 เมตร รทก. และการควบคุมระดับน้ำหน้าเขื่อนในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งแทบจะไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณน้ำที่ระบายส่วนเกินเฉลี่ยรายเดือนในช่วงฤดูฝนค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนกันยายนและตุลาคมมีปริมาณรวมกันสูงกว่า 5,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งหากสามารถควบคุมระดับน้ำไว้หน้าเขื่อนได้จะสามารถลดปริมาณน้ำระบายส่วนเกินนี้ลง ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอให้มีการปรับเปลี่ยนการจัดสรรน้ำที่เขื่อนเจ้าพระยาโดยการเพิ่มระดับเก็บกักในช่วงฤดูฝนเพื่อปรับลดปริมาณการระบายน้ำส่วนเกิน (Excessive Water) สำหรับเอาไว้ใช้ในฤดูแล้งดังแสดงในตารางที่ 5 และยังเป็น การลดปริมาณการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำทั้งเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ลงจากเดิม

ตารางที่ 5 ระดับน้ำเก็บกักที่แนะนำสำหรับลดปริมาณน้ำที่ระบายส่วนเกิน

ระดับน้ำเก็บกักที่แนะนำ	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
ระดับน้ำเก็บกักหน้าเขื่อน (เมตร รทก.)	15.80	16.25–16.50 (+0.50 ถึง +0.70)

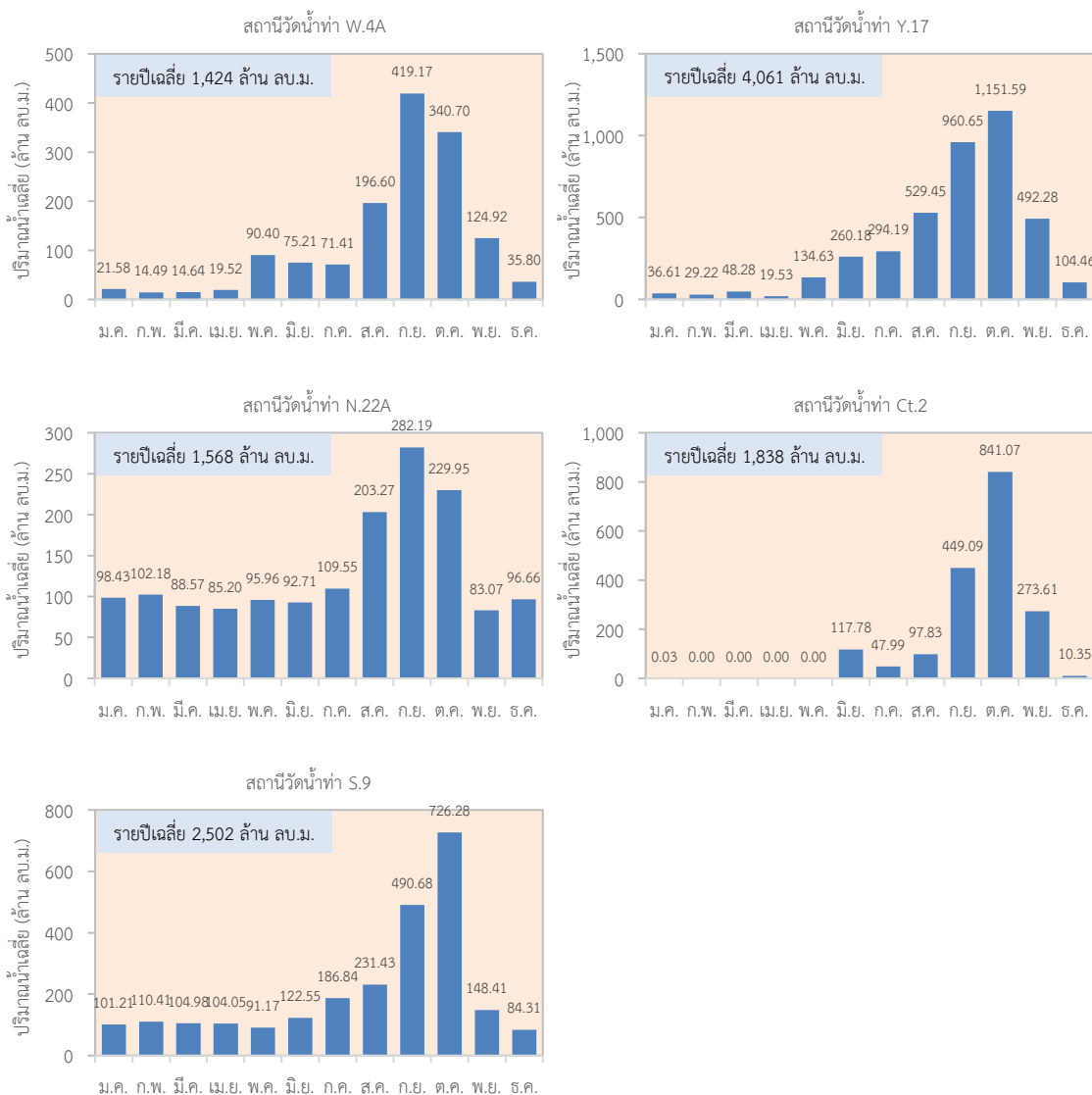
### 3.3 การพิจารณา Sidelow ในการกำหนดการระบายน้ำ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณ Sidelow รายวันในระบบลุ่มน้ำของ 5 สถานีวัดน้ำท่าโดยครอบคลุมแม่น้ำสายหลักที่สำคัญได้แก่ (1) สถานี W.4A แม่น้ำวัง (2) สถานี Y.17 แม่น้ำยม (3) สถานี N.22A แม่น้ำน่าน (4) สถานี Ct.2 แม่น้ำสะแกกรัง และ (5) สถานี S.9 แม่น้ำป่าสัก ดังแสดงรายละเอียดของข้อมูลในตารางที่ 6 โดยมีปริมาณ Sidelow รายปีเฉลี่ยสูงถึง 8,765 ล้านลูกบาศก์เมตร ลักษณะการกระจายตัวของปริมาณ Sidelow รายเดือนเฉลี่ยของแต่ละสถานีแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งพบว่า 78.29% ของปริมาณ Sidelow ทั้งหมดเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการระบายน้ำส่วนเกินท้ายเขื่อนเจ้าพระยาในช่วงฤดูฝนที่

ค่อนข้างสูง ด้วยเหตุนี้ หากมีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ของเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์ด้วยการพิจารณาปริมาณ Sideflow ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งมาประกอบการตัดสินใจปล่อยน้ำที่เหมาะสม จะเป็นการช่วยประหยัดในน้ำเขื่อนและเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของเขื่อนทั้งสองได้ในอนาคต

ตารางที่ 6 ระดับน้ำเก็บกักที่แนะนำสำหรับลดปริมาณน้ำที่ระบายส่วนเกิน

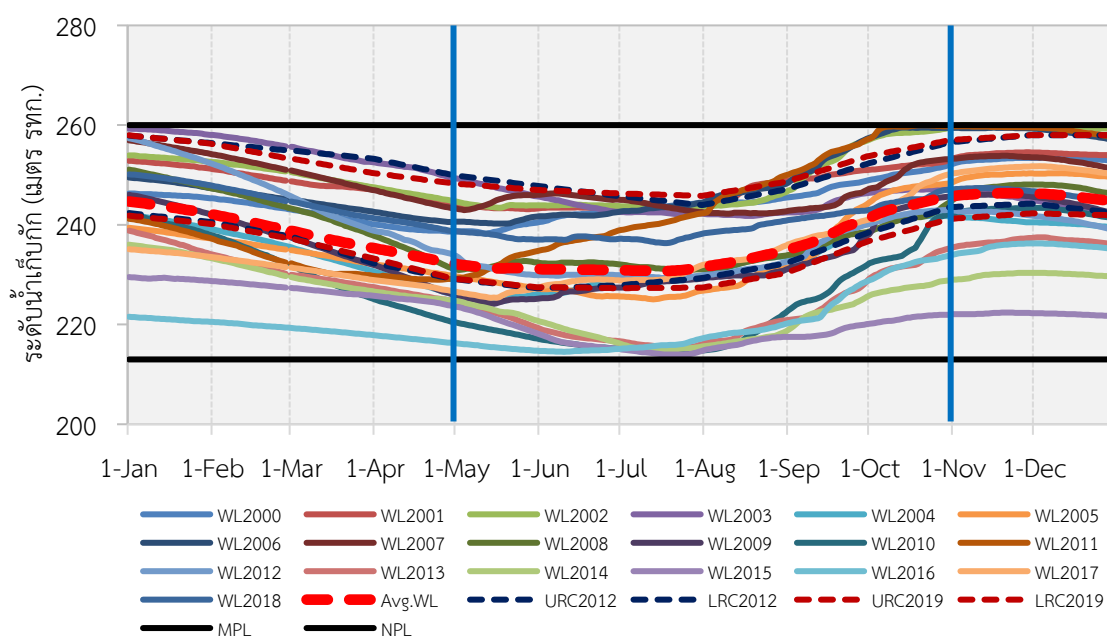
รหัสสถานี	ตำแหน่ง	แม่น้ำ	ช่วงข้อมูล	ปริมาณ Sideflow รายปีเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)
W.4A	บ้านวังหมัน อ.สามเงา จ.ตาก	วัง	2543-2561	1,424.45
Y.17	อ.สามง่าม จ.พิจิตร	ยม	2543-2561	4,061.08
N.22A	อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก	แควน้อย	2550-2561	1,567.75
Ct.2	อ.เมือง จ.อุทัยธานี	สะแกกรัง	2548-2555	1,837.75
S.9	อ.แก่งคอย จ.สระบุรี	ป่าสัก	2543-2561	2,502.32



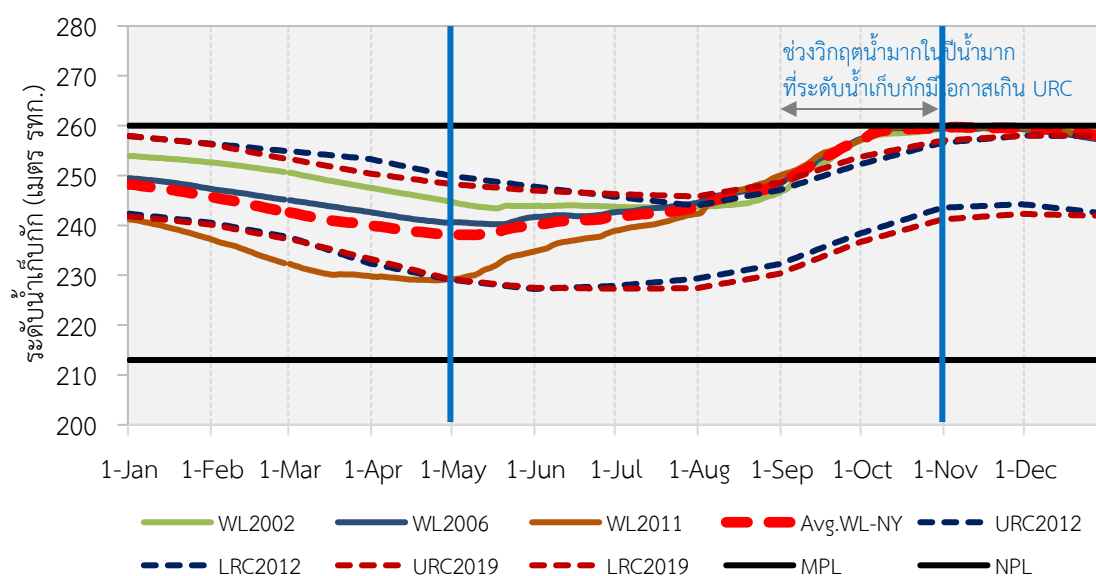
รูปที่ 6 การกระจายตัวของปริมาณ Sideflow เฉลี่ยรายเดือน

#### 4. ศักยภาพในการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ในอนาคต

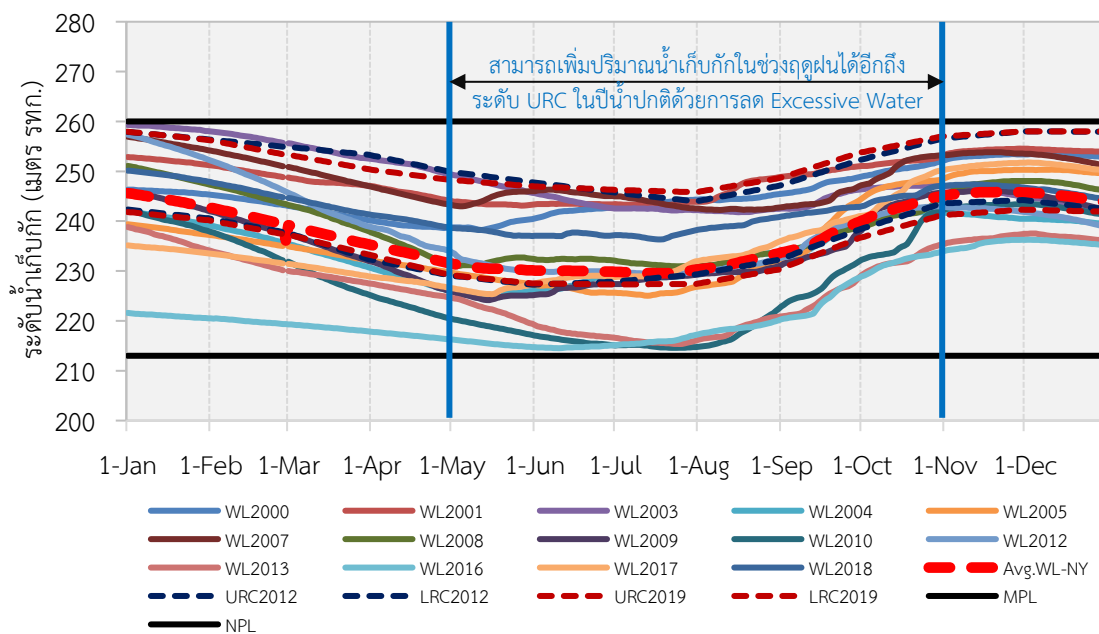
จากการวิเคราะห์ศักยภาพของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์ในการเพิ่มการเก็บกักน้ำ หากมีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ในอนาคตโดยนำฐานข้อมูลระดับน้ำเก็บกักตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543–2561 มาเปรียบเทียบกับโค้งเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2562 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2555) โดยทำการวิเคราะห์ใน 2 ลักษณะคือ การปฏิบัติการระยะยาว (Long Term Operation) และการปฏิบัติการระยะสั้น (Short Term Operation) แยกตามปีน้ำ ได้แก่ ปีน้ำมาก (Wet Year) ปีน้ำปกติ (Normal Year) และปีน้ำน้อย (Dry Year) ให้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 7–10 สำหรับเขื่อนภูมิพล และแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปที่ 11–14 สำหรับเขื่อนสิริกิติ์



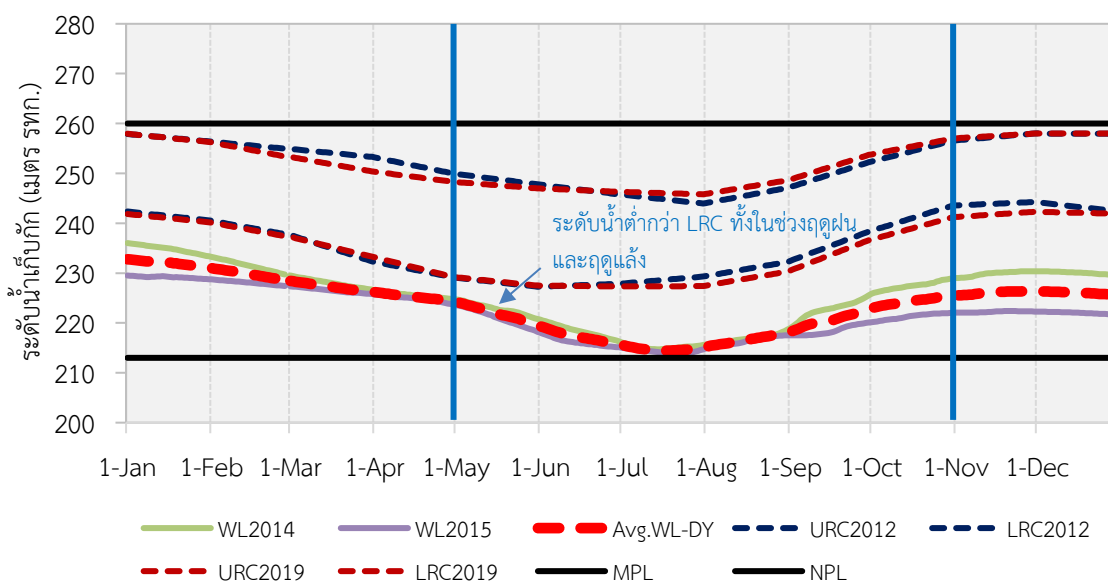
รูปที่ 7 ระดับน้ำเก็บกักรายวันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561



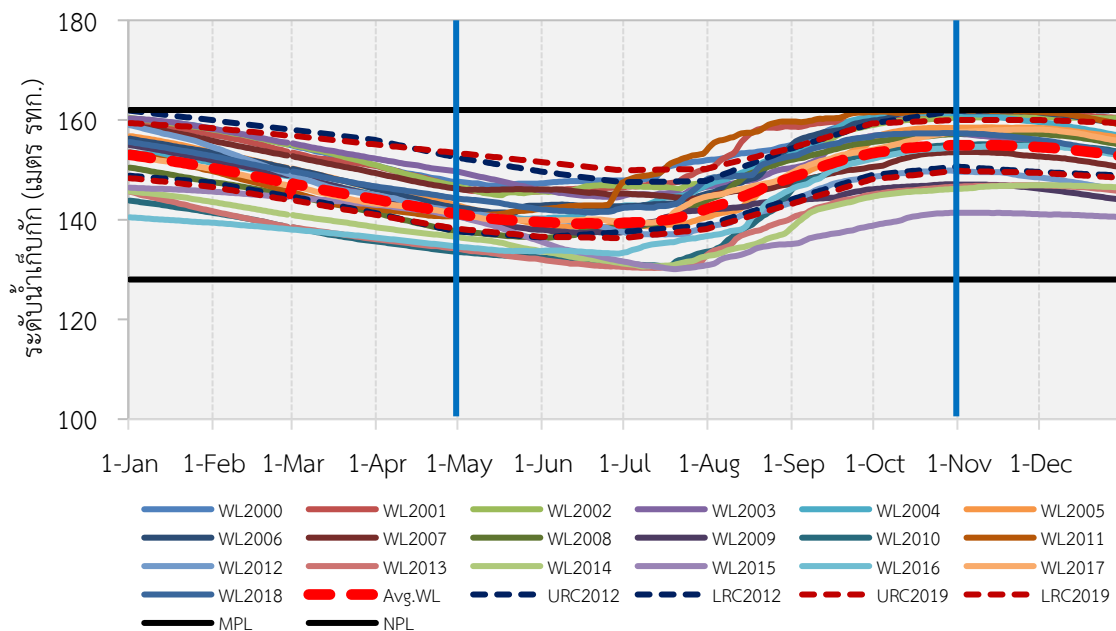
รูปที่ 8 ระดับน้ำเก็บกักรายวันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลในปีน้ำมาก



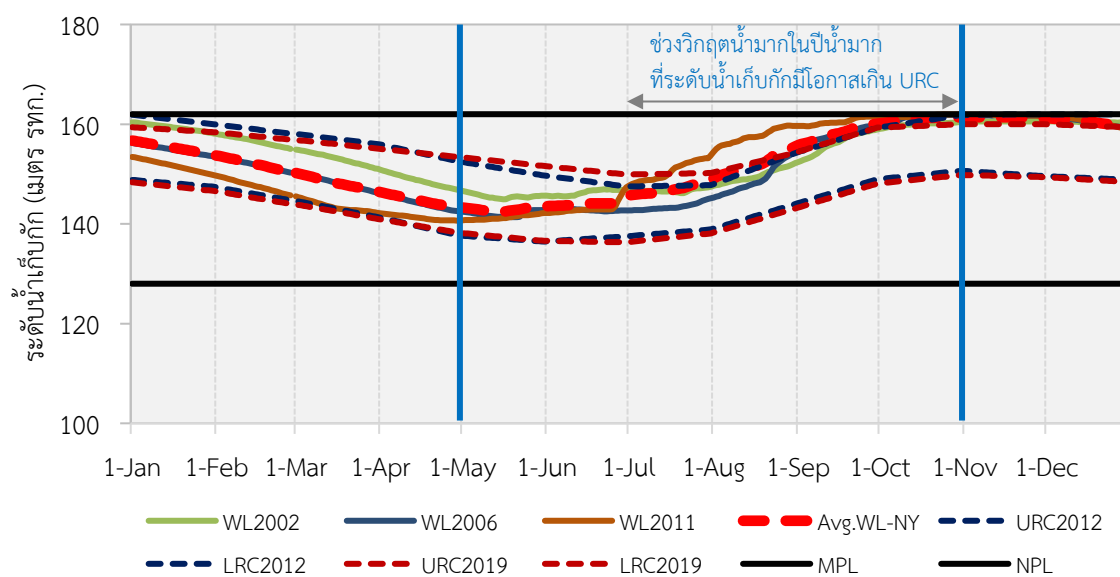
รูปที่ 9 ระดับน้ำเก็บกักรายวันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลในปีน้ำปกติ



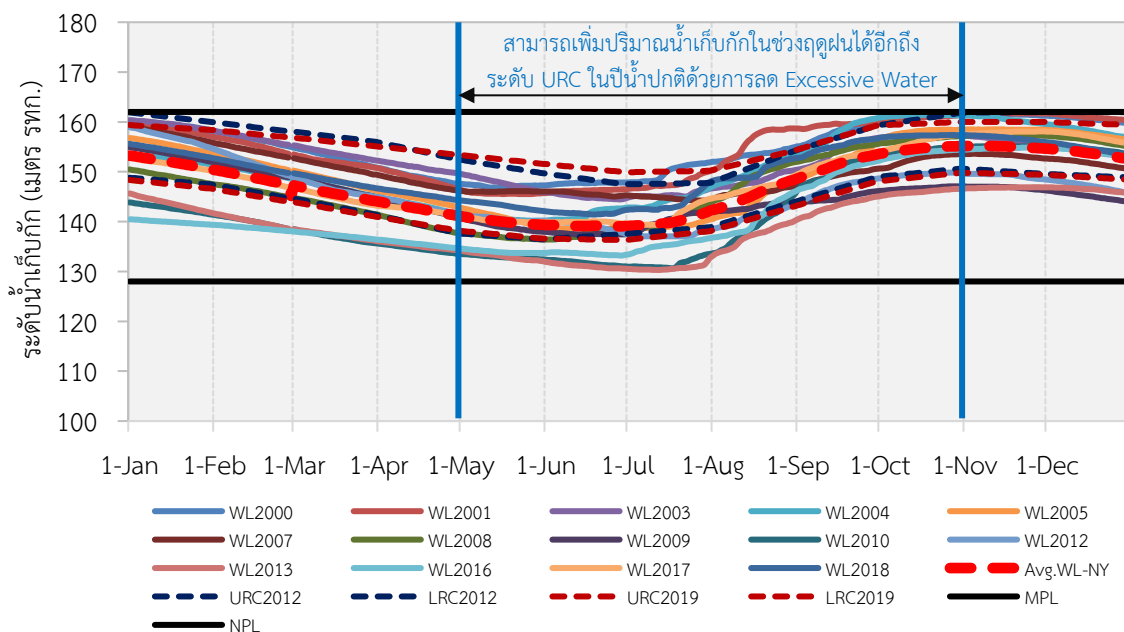
รูปที่ 10 ระดับน้ำเก็บกักรายวันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลในปีน้ำน้อย



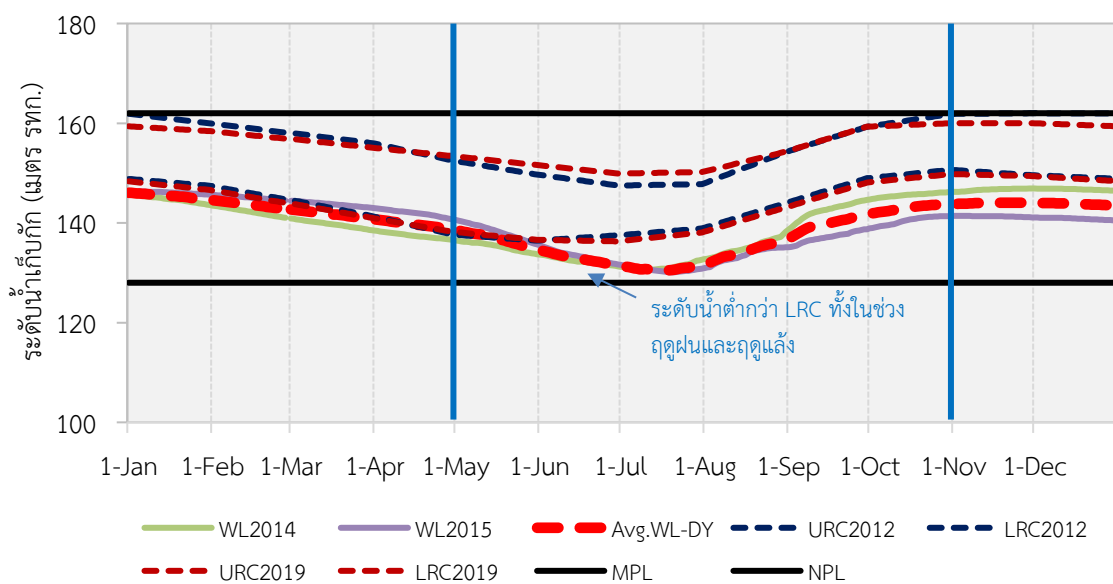
รูปที่ 11 ระดับน้ำเก็บกักรายวันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2561



รูปที่ 12 ระดับน้ำเก็บกักรายวันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ในปีน้ำมาก



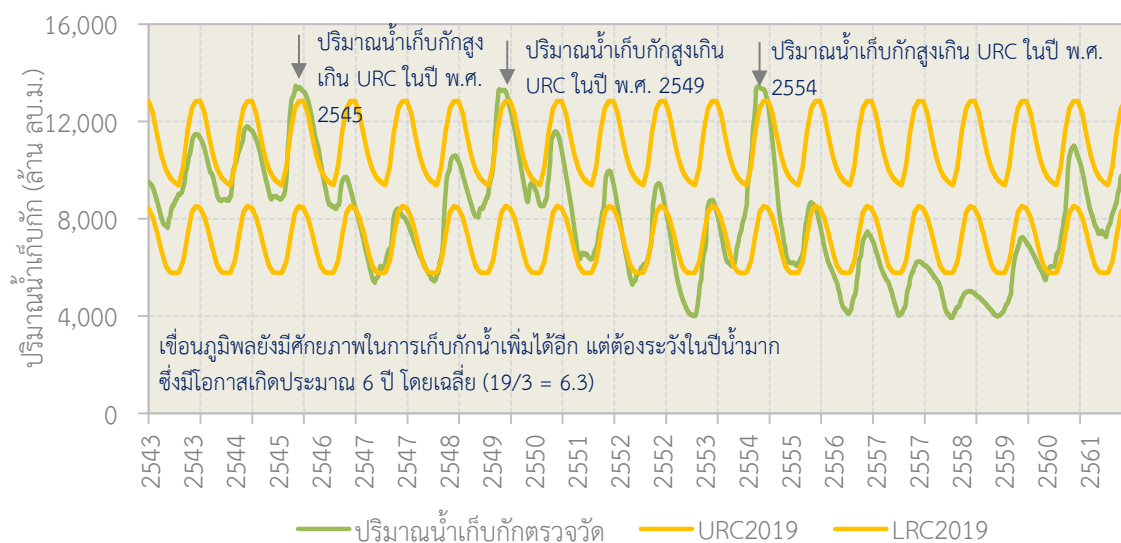
รูปที่ 13 ระดับน้ำเก็บกักรายวันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ในปีน้ำปกติ



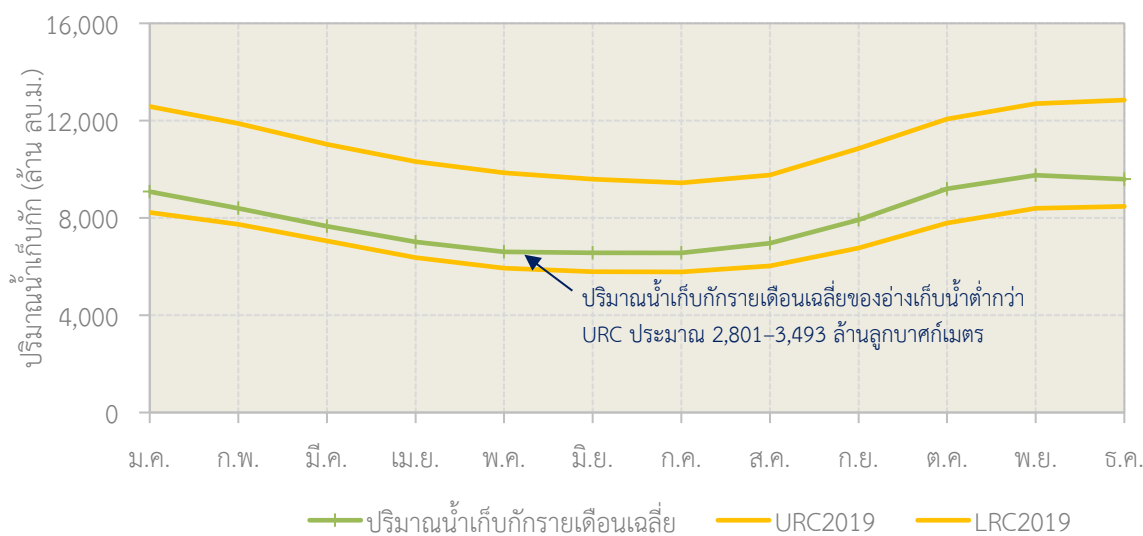
รูปที่ 14 ระดับน้ำเก็บกักรายวันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ในปีน้ำน้อย

จากข้อมูลที่แสดงข้างต้นแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของอ่างเก็บน้ำทั้งสองเขื่อนในการเพิ่มการเก็บกักน้ำเพิ่มโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนของปีน้ำปกติที่ระดับเก็บกักเฉลี่ยยังไม่เกินระดับ URC ทั้งเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์ ในขณะที่ในปีน้ำมากจะต้องมีการควบคุมระดับน้ำไม่ให้เกินระดับ URC โดยเฉพาะในเดือนกันยายนและเดือนตุลาคมที่ระดับน้ำมีโอกาสที่จะเกินระดับ URC สำหรับเขื่อนภูมิพล และตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมสำหรับเขื่อนสิริกิติ์ ยิ่งไปกว่านั้น ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำเก็บ

ก็รายวัน รายเดือนเฉลี่ย และรายวันเฉลี่ยพบว่า อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลยังสามารถเก็บกักน้ำได้ตั้งแต่ในช่วง 2,709–4,153 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในรูปที่ 15–17

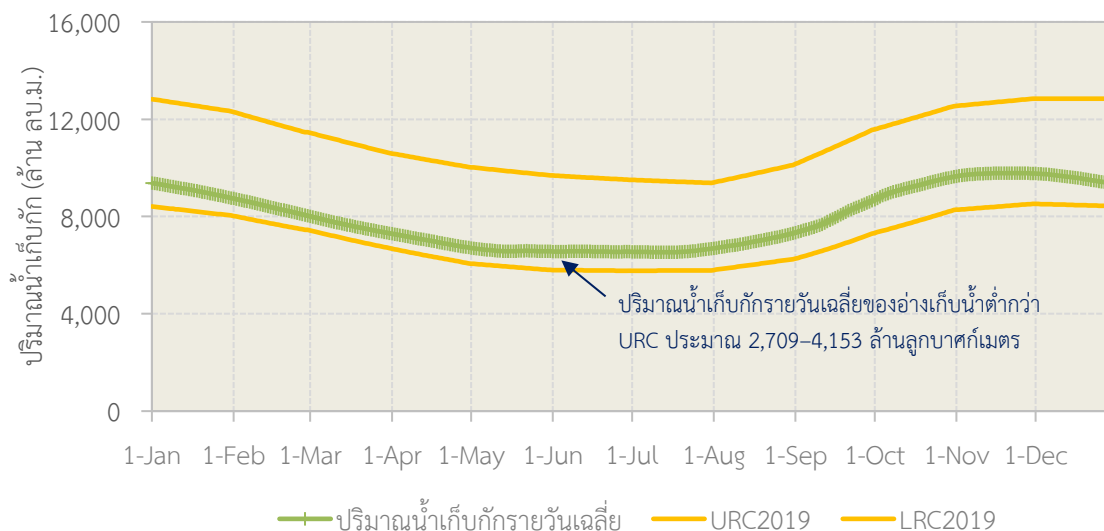


รูปที่ 15 ปริมาณน้ำเก็บกักรายวันของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561



รูปที่ 16 ปริมาณน้ำเก็บกักรายเดือนเฉลี่ยของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561





รูปที่ 17 ปริมาณน้ำเก็บกักรายวันเฉลี่ยของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลระหว่างปี พ.ศ. 2543-2561

## 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวคิดในการเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและสิริกิติ์ให้สูงขึ้นก่อนต้นฤดูแล้งเพื่อจัดหาน้ำให้เพียงพอและเหมาะสมตามกิจกรรมการใช้น้ำ และยังเป็น การลดปัญหาการขาดแคลนน้ำซึ่งนับเป็นปัญหารื้อรังที่เกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีกในการบริหารจัดการ ทรัพยากรน้ำของประเทศ โดยได้นำเสนอ 3 แนวทางหลัก ได้แก่ (1) การควบคุมพื้นที่เพาะปลูกใน พื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่ให้เหมาะสมตามสถานะน้ำต้นทุน (2) การปรับลดปริมาณน้ำ ระบายส่วนเกิน (Excessive Water) ทางด้านท้ายน้ำ และ (3) การพิจารณา Sideflow ทางด้านท้าย เขื่อนในการกำหนดการระบายน้ำ อย่างไรก็ตาม การมีระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) ที่ดี และเทคโนโลยีที่ช่วยในการตรวจวัด ติดตาม และประเมินข้อมูลน้ำ ทางด้านท้ายเขื่อนที่น่าเชื่อถือยังเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อขับเคลื่อนกลยุทธ์ข้างต้นไปสู่การปฏิบัติให้เกิดผล สัมฤทธิ์ในอนาคต

## 6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้เขียนขอขอบคุณแผนวิจัยและนวัตกรรมเข้มแข็ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำ เชิงยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ที่ให้การสนับสนุนทุน วิจัย

## 7. เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. (2554). คู่มือการปฏิบัติงาน เล่มที่ 6/16 คำนวณฝนใช้การ (Effective Rainfall).

กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.

กรมชลประทาน. (2561). แผนการบริหารจัดการน้ำและการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งในเขตชลประทานปี 2561/2562. กรุงเทพฯ: สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2555). คู่มือการบริหารการระบายน้ำลุ่มน้ำเจ้าพระยา.

กรุงเทพฯ: กองวางแผนปฏิบัติการผลิตไฟฟ้า ฝ่ายควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). (2555). การดำเนินการด้านการ

รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และ

แบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง: ลุ่มน้ำแม่กลอง. กรุงเทพฯ: สสนก.

Hornbuckle, J., Vleeshouwer, J., Ballester, C., Montgomery, J., Hoogers, R., & Bridgart, R. (2016). IrriSAT technical reference.

## สมการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) จากข้อมูลดาวเทียม

### Crop Coefficient (Kc) Equation from Satellite Data

นนทนันท์ ทองคำ<sup>1</sup> สรวิต สุภเวษย์<sup>2</sup>

Nonthanan Thongkam<sup>1</sup> Soravis Supavetch<sup>2</sup>

วิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

Email : nonthanan.th@ku.th<sup>1</sup> fengsvsu@ku.ac.th<sup>2</sup>

#### บทคัดย่อ

ข้อมูลจากดาวเทียม Sentinel-2 เป็นข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูง 10 x 10 ตารางเมตร และมีความถี่ในการรับภาพพื้นที่เดิมทุกสัปดาห์ เหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้บริหารจัดการแปลงเกษตรในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา ขนาดแปลงเกษตรเฉลี่ย 18.91 ไร่ โดยเฉพาะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการบริหารจัดการน้ำสำหรับโครงการชลประทานต่าง ๆ บทความนี้ได้ทำการศึกษาพัฒนาอัลกอริทึมที่สำคัญที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ชลประทาน โดยเฉพาะในการตรวจแปลงที่ปลูกข้าว ตรวจจับวันที่ปลูกข้าว (ตามช่วงเวลาที่กำหนด) รวมไปถึงได้ทำการพัฒนาแบบจำลองการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว (Kc) จากค่าดัชนีพืชพรรณจากการประมวลผลข้อมูลจากดาวเทียม Sentinel-2 แบบกรองเมฆออก ผลจากงานวิจัยพบวิธีการประยุกต์ใช้ที่สำคัญ 3 ประเด็น คือ (1) การประมวลผลเพื่อตรวจหาแปลงปลูกข้าวในช่วงเวลาที่กำหนด (2) การประมวลผลหาวันที่ปลูกข้าว (3) แบบจำลองสำหรับคำนวณสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว ที่สามารถนำไปใช้คำนวณความต้องการน้ำของข้าวในแปลงปลูกทั้งหมดพื้นที่ชลประทาน ผลจากการศึกษาวิจัยสมการค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจากดัชนีพืชพรรณของดาวเทียม Sentinel-2 มีค่าเท่ากับ  $Kc = 2.1239 \times NDVI + 0.0255$  รวมทั้งได้แสดงข้อแนะนำในการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ในภารกิจการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรของโครงการชลประทานไว้ในส่วนสรุปผลและข้อเสนอแนะ

คำสำคัญ : สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช, Kc, ข้อมูลดาวเทียม

#### Abstract

Sentinel-2's data is high resolution 10x10 square meters and frequent of Orbit in same area every week, it is suitable for paddy field operation in Thailand that almost size is around 2-10 rai, especially water management in irrigation level. this article research and develop algorithm to detect panted paddy fields and beginning date of planting in our period determination together with development in crop coefficient calculated model from normalize difference vegetation (NDVI)'s excluding cloud. 3 results are available detection in more than 100,000 rai in time range, beginning date of

planting calculation in estimated and the last result is crop coefficient model that we can take it to calculate evapotranspiration in all of irrigation area. Finally, crop coefficient equation from sentinel-2 data is  $Kc = 2.1239 \times NDVI + 0.0255$ , including a suggestion to apply in irrigation project's missions in the conclusion and suggestion.

**Keywords :** Crop Coefficient, Kc, Satellite Data

## คำนำ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา มีพื้นที่ชลประทาน 148,531 ไร่ พื้นที่โครงการ 185,664 ไร่ มีอ่างเก็บน้ำทับเสลา เป็นแหล่งกักเก็บน้ำต้นทุน และ ฝ่ายทับเสลา เป็นอาคารหัวงานหลัก แบ่งการบริหารจัดการน้ำออกเป็น 2 ฝ่าย คือฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 และ 2 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา มีภารกิจในการส่งน้ำเพื่อการชลประทาน ดูแลรักษาหัวงาน อาคารชลประทาน ซ่อมแซม ปรับปรุงอาคารชลประทานและทางลำเลียง ให้มีสภาพสมบูรณ์แข็งแรงพร้อมใช้งานเต็มประสิทธิภาพ ภารกิจหลักคือการบริหารจัดการน้ำชลประทานให้พื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร โดยการบริหารจัดการน้ำชลประทานมีสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่แปรผันตรงตามการใช้น้ำของพืช แต่เนื่องด้วยสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในแต่ละพื้นที่ จะมีค่าขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ สภาพทางธรณีวิทยาและภูมิประเทศ ซึ่งเทคโนโลยีสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจากภาพถ่ายดาวเทียมได้ โดยใช้ดาวเทียม Sentinel-2 ในการเก็บภาพถ่ายดาวเทียม ใช้โปรแกรม QGIS ประมวลผลทางภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อหาค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index ) นำมาพล็อตกราฟหาสมการค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช โดยกระบวนการดังกล่าวเป็นแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชแบบเฉพาะเจาะจงพื้นที่ โดยได้ค่าที่แม่นยำในพื้นที่นั้นๆ ยิ่งขึ้น

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและพัฒนาสมการแปลงค่าระหว่างค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI) กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของแปลงนาข้าว

### ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยนี้ใช้พื้นที่ศึกษา คือพื้นที่ชลประทานในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา จ. อุทัยธานี สำนักงานชลประทานที่ 12 กรมชลประทาน พื้นที่ชลประทาน 148,531 ไร่ มีพื้นที่แปลงนา

7,977 แพลงนา ขนาดแปลงนาเฉลี่ย 18.91 ไร่ ใช้เทคโนโลยีสำรวจทางไกลโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Sentinel-2 ซึ่งมีขนาดภาพ 10x10 เมตร

### ตรวจเอกสาร

#### 1.โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา

สำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ กรมชลประทาน (2560) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา มีเขื่อนทับเสลาในความรับผิดชอบ เป็นหัวงาน เพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการชลประทาน โดยส่งน้ำให้ฝ่ายทับเสลา ซึ่งอยู่ทางใต้ลงไปตามลำน้ำ 42 กิโลเมตร เพื่อช่วยการทำนาในฤดูฝน 10,000 ไร่ และพืชฤดูแล้งอีก 24,000 ไร่ บรรเทาการขาดแคลนน้ำทั้งสองฝั่งของลำห้วยทับเสลา ตั้งแต่เขื่อนลงไป บรรเทาอุทกภัยที่เคยเกิดขึ้น ในเขตลุ่มน้ำสะแกกรังตอนล่าง เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลา ท่องเที่ยว และพักผ่อนหย่อนใจ ตัวเขื่อนถูกออกแบบมาเพื่อให้มีปริมาณน้ำเพียงพอสำหรับใช้ในเขตโครงการ ตอนล่าง 110,000 ไร่ ทั้งนี้ นอกจาก เก็บน้ำในช่วงที่น้ำเกินความต้องการ เพื่อใช้ในฤดูแล้ง เขื่อนยัง บรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำอีกด้วย

#### 2.ดาวเทียม Sentinel-2

esa Earth Online(2020) Sentinel-2 เป็นดาวเทียมใช้ในการตรวจสอบพื้นที่ ให้ภาพเชิงแสงที่มีความละเอียดสูงและต่อเนื่องครอบคลุมพื้นที่ผิวโลก ทุกๆ 5 วันด้วยดาวเทียม 2 ดวง และทุกๆ 10 วันด้วยดาวเทียม 1 ดวง โดยมีวัตถุประสงค์ของดาวเทียมคือ การสังเกตการณ์ที่ดิน พืชพรรณ น้ำ สิ่งปกคลุมทางทะเล พื้นที่ชายฝั่งทะเล ช่วยเหลือบรรเทาภัยพิบัติ และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ในปี 2560 กรีน ก็มยัค ได้กล่าวถึงการขึ้นสู่วงโคจรของดาวเทียม Sentinel 2A เมื่อวันที่อังคารที่ 23 มิถุนายน 2558 และหลังจากนั้นเพียง 4 วัน ดาวเทียม Sentinel 2A ก็ได้ส่งภาพถ่ายภาพแรกกลับมา ในวันพฤหัสบดีที่ 16 กรกฎาคม 2558 องค์การอวกาศยุโรป ได้เผยแพร่ข้อมูลภาพ โดยผู้ประสงค์ต้องการใช้ข้อมูล สามารถเข้าไปดาวน์โหลดได้ที่เว็บไซต์ <https://scihub.esa.int/>

ในการวิจัยนี้เลือกใช้ดาวเทียม Sentinel-2 เนื่องจากภาพใช้มีความละเอียดที่เหมาะสมกว่าดาวเทียมดวงอื่น ในระดับดาวเทียมที่ให้ข้อมูลฟรีไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ

#### 3.สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

ในปี 2560 กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน ได้กล่าวถึงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ไว้ว่า ถูกนำไปใช้เพื่อคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืช โดยในแต่ละในละห้องที่มีภูมิอากาศ สภาพทางธรณีวิทยา อุณหภูมิพื้นผิว และภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ทำให้ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชต่างตามไปด้วย ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่สำคัญได้จาก 7 สูตร คือ Modified Penman , Blaney-Criddle ,

Pan method , Thornthwaite , Hargreaves , Radiation และ Penman Monteith ซึ่งวิธี Penman Monteith และ Modified Penman จะเป็นวิธีที่นิยมของกรมชลประทาน

### ทบทวนวรรณกรรม

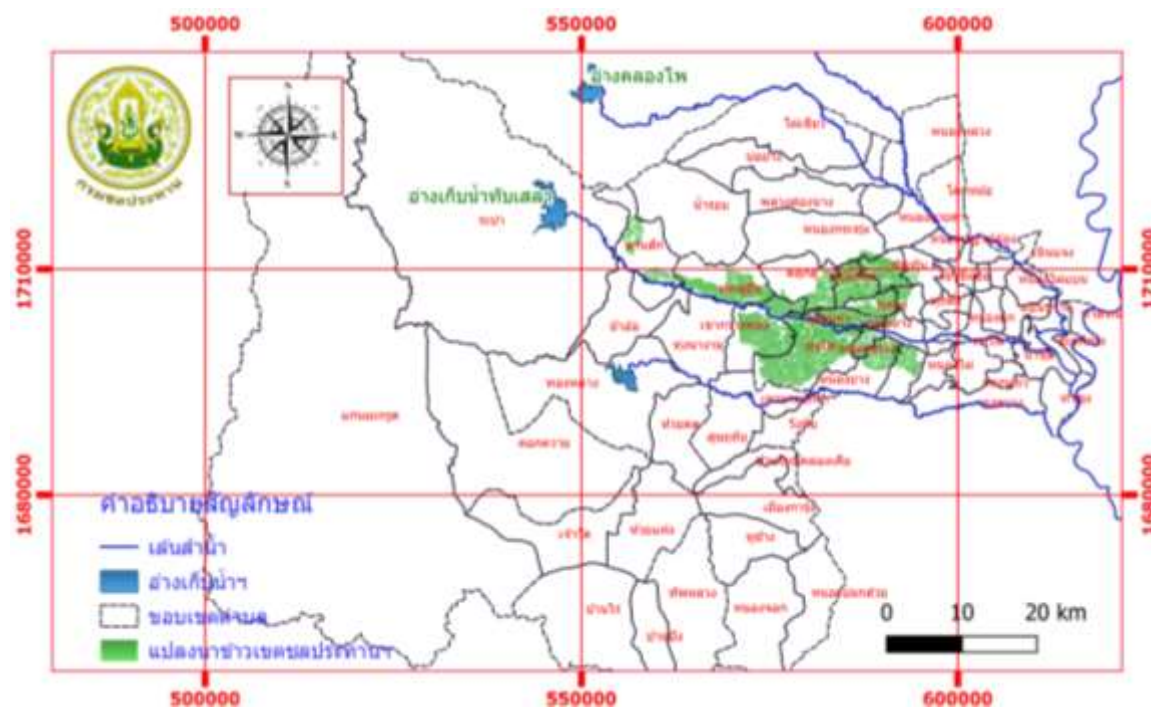
ณัฐธยาน์ นามอินทร์, เกศวรา สิริโชค และชอุพันธ์ ชมภูจันทร์, (2562) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณแบบผลต่างนอร์มอลไลซ์ กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (ข้าวนาหว่านน้ำตาม) โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชมีความแตกต่างกันอยู่กับชนิดของพืช ความแข็งแรงของพืช ช่วงการเติบโตของพืช อุณหภูมิ และชนิดของพืช ทางคณะผู้วิจัยได้เลือกดาวเทียม MODIS (MOD09Q1) ภาพผลรวม 8 วัน เลือกพื้นที่ลุ่มต่ำเจ้าเจ็ดในฤดูแล้ง ปี 2561 ถึง 2562 ได้ผลคือ สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช จากค่าดัชนีพืชพรรณ ทั้งนี้สำหรับการปลูกข้าวแบบนาดำ ควรใช้สมการของ Rossi et al.(2010) ส่วนแปลงนาข้าวชนิดการปลูกแบบนาตม สามารถเลือกใช้ได้จากสมการงานวิจัยนี้ หรือจาก ระบบ Irrisa

พลัษฎ์ ปาจิตร(2562) ได้ศึกษาวิเคราะห์การส่งน้ำให้เกษตรกรในพื้นที่ชลประทาน ของเขื่อนวังร่มเกล้า เพื่อหาความต้องการการใช้น้ำที่แท้จริงของพื้นที่ โดยประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม MODIS (MOD11 A1) ขนาดจุดภาพ 250x250 เมตรเพื่อแปลงอุณหภูมิพื้นผิว เป็นอุณหภูมิอากาศประมาณอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดเชิงพื้นที่ เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง และได้ศึกษาการแบ่งช่วงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 โดยกำหนดให้ระยะเริ่มปลูกค่าดัชนีพืชพรรณ อยู่ระหว่าง 0.3-0.3966 ระยะใกล้เจริญพันธ์ ค่าดัชนีพืชพรรณ อยู่ระหว่าง 0.3967-0.4933 ระยะใกล้เก็บเกี่ยว ค่าดัชนีพืชพรรณ อยู่ระหว่าง 0.4934-0.5706 โดยการแบ่งช่วงของความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณกับสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชดังกล่าวมีข้อสังเกตคือ ควรมีการปรับปรุงให้ถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยทำยุทธศาสตร์การที่ผ่านมาได้ผลสรุปของปริมาณการใช้น้ำของพืชในเขตเขื่อนวังร่มเกล้าว่าสมเหตุสมผลในการปล่อยน้ำจากเขื่อนเมื่อเทียบกับความต้องการใช้น้ำของพืช

### พื้นที่ศึกษา

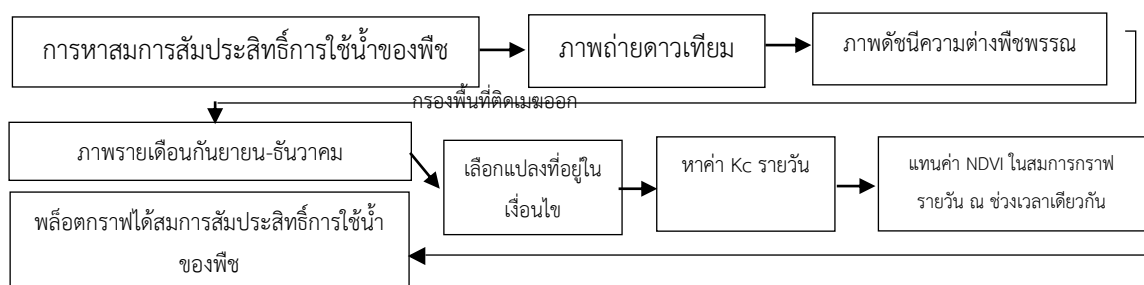
พื้นที่ศึกษา คือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา จังหวัดอุทัยธานี สังกัดสำนักงานชลประทานที่ 12 กรมชลประทาน การศึกษานี้เป็นการศึกษาหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความต่างพืชพรรณและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช โดยเริ่มจากนำภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม Sentinel-2 มาใช้ซึ่งมีขนาด 10\*10 เมตร มาประมวลผลภาพเป็นภาพแสดงค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ โดยใช้โปรแกรม QGIS นำค่าดัชนีความต่างพืชพรรณมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรายเดือนโดยกำหนด

ช่วงเวลาการเพาะปลูกที่ 120 วัน และสร้างเงื่อนไขการเลือกแปลงนา นำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชหาสมการตามช่วงอายุข้าวรายวัน นำแปลงนาที่ผ่านเกณฑ์มาแทนค่าในสมการข้างต้น โดยเทียบที่ช่วงเวลาอายุข้าวเดียวกัน จะได้สมการระหว่างสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชและดัชนีความต่างพืชพรรณ



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาห้วยเสือ ในจังหวัดอุทัยธานี

## วิธีการวิจัย



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวิจัย

### 1. การแปลงภาพถ่ายดาวเทียมเป็นภาพดัชนีความต่างพืชพรรณ

เลือกภาพถ่ายดาวเทียมช่วงเดือนกันยายน ถึงธันวาคม 2561 เนื่องจากเมื่อพิจารณาถึงแผนการจำลองสถานการณ์น้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยเสือแล้ว พบว่าปี 2562 ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยเสือต่ำกว่า 40 ล้าน ลบ.ม. หรือต่ำกว่า 25% ของความจุระดับเก็บกัก ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อรักษาเสถียรภาพ

เขื่อนหรือน้ำอนนิ่ง (Dead Storage) จึงไม่มีปริมาณการปล่อยน้ำเพื่อการชลประทาน ดังนั้นการปลูกข้าวในปีนี้ไม่เหมาะกับการวิเคราะห์ในงานวิจัย จึงเลือกวิเคราะห์ปี 2561 แทน ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณการปล่อยน้ำเพื่อการชลประทานจากอ่างเก็บทับเสลา ตามปกติ

วิเคราะห์ดัชนีความต่างพืชพรรณ จากข้อมูลดาวเทียม โดยใช้สมการดังนี้

$$NDVI = \frac{Band8 - Band4}{Band8 + Band4}$$

โดย NDVI เป็นค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ\_BAND4 คือช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้และ BAND8 คือช่วงคลื่นแสงสีแดง

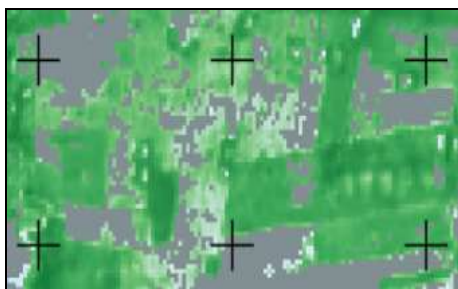
## 2. นำพื้นที่มีเมฆออก

ภาพที่ได้จากการแปลงเป็นภาพดัชนีความต่างพืชพรรณ นำพื้นที่มีเมฆออก จากการอ่านค่าของ Band 2 ช่วงคลื่นของสีฟ้าเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียมสีผสมจริง (True Color Image) พบว่า พื้นที่มีเมฆบังจะมีค่ามากกว่า 1,100 จึงสร้างเงื่อนไขพื้นที่มีเมฆออกโดยค่าที่ต่ำกว่า 1,100 จะยังคงอยู่ แต่ค่าที่มากกว่า 1,100 ให้แทนที่ด้วย -9,999 เพื่อง่ายต่อการนำไปใช้งานต่อไป โดยจากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นเมฆที่บังพื้นที่แปลงนา และเมื่อผ่านกระบวนการกรองเมฆออกแล้วจะเป็นดังภาพที่ 3 ซึ่งพื้นที่มีเมฆถูกแทนด้วยค่า -9,999 แสดงออกเป็นสีเทา



ภาพที่ 3 แสดงค่าจาก Band 2 เทียบกับภาพเสมือนจริง บริเวณพื้นที่มีเมฆ





ภาพที่ 4 แสดงค่าดัชนีความต่างพืชพรรณในพื้นที่แปลงนาที่นำส่วนที่เมฆบังออก

### 3.การคัดกรองแปลงนาที่อยู่ในช่วงเวลาและค่าที่กำหนด

เนื่องจากภาพแต่ละช่วงเวลาอาจมีการบดบังจากเมฆทำให้การคำนวณค่าจาก Pixel ที่ไม่มีการบดบังจะต้องเป็นตัวแทนของทั้งแปลง ดังนั้น จึงต้องกรองแปลงนาด้วยการตรวจนับจำนวนค่าความต่างดัชนีพืชพรรณ หรือนับจำนวน Pixel ที่ไม่ติดเมฆบดบัง ต้องมีจำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่งของแปลงจึงจะนำค่าความต่างดัชนีพืชพรรณของแปลงนั้นมาเฉลี่ยเพื่อเป็นค่าตัวแทน ดังภาพที่ 4

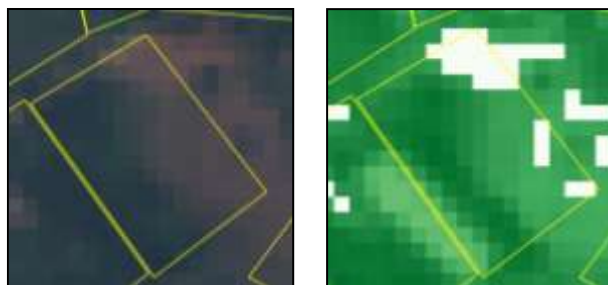
นำค่าดัชนีความต่างพืชพรรณแต่ละแปลงนามาวิเคราะห์ โดยสร้างเงื่อนไข ใน 1 แปลงนา แต่ละ Pixel ที่มีค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ จะต้องมีส่วนมากกว่า 50% ของจำนวน Pixel ทั้งหมด ซึ่งหากไม่มีเป็นไปตามเงื่อนไขจะไม่นำค่าในแปลงนานั้นๆมาใช้ และหากผ่านเกณฑ์ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของแปลงนานั้นๆ

(A)	(B)	(C)
0.30	0.30	0.30
0.32	0.32	0.32
0.31	0.31	No Data
0.32	No Data	No Data
0.36	No Data	0.30
0.30	0.34	No Data
0.34	0.30	No Data
0.31	0.31	No Data

ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างความสมบูรณ์ของข้อมูลในแต่ละ Pixel

จากภาพเบื้องต้นยกตัวอย่างค่าดัชนีความต่างพืชพรรณในแปลงนา ให้แปลงนาคือเส้นรอบรูปสีแดง ให้แต่ละช่องคือ 1 Pixel โดย 1 แปลงนามี 9 Pixel แปลงนา A มีค่าในแต่ละ Pixel ครบ 9 ช่อง ผ่านเงื่อนไขที่กำหนดคือ มีค่าใน Pixel มากกว่า 50% ค่าเฉลี่ยที่ถูกนำไปใช้มีค่าเท่ากับ 0.3177 แปลงนา B มีค่าใน Pixel 7 ช่องผ่านเกณฑ์ มีค่าใน Pixel มากกว่า 50% ค่าเฉลี่ยที่ถูกนำไปใช้มีค่าเท่ากับ 0.3114 แปลงนา C มีค่าใน Pixel 4 ช่องไม่ผ่านเกณฑ์ เพราะมีค่าใน Pixel ต่ำกว่า 50% ไม่ถูกนำไปคำนวณและวิเคราะห์ต่อ

หาเงื่อนไขในการเลือกแปลงนา ค่าดัชนีความต่างพืชพรรณที่ได้บางแปลงนามีค่าผิดปกติ โดยทางผู้วิจัยจะสังเกตแปลงที่มีค่าปกติกับภาพถ่ายสีผสมจริง(TCI)

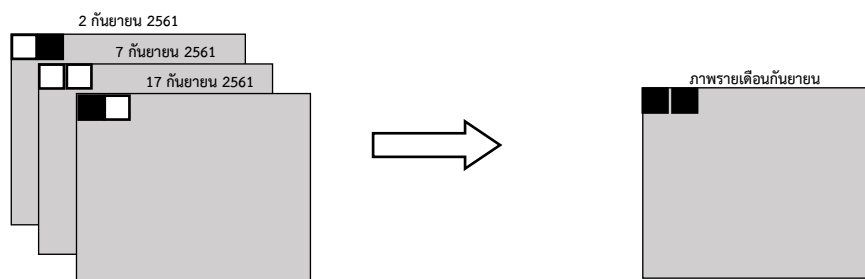


ภาพที่ 6 แปลงนาที่ผิดสังเกต



ภาพที่ 7 แปลงนาที่ผิดสังเกต (ต่อ)

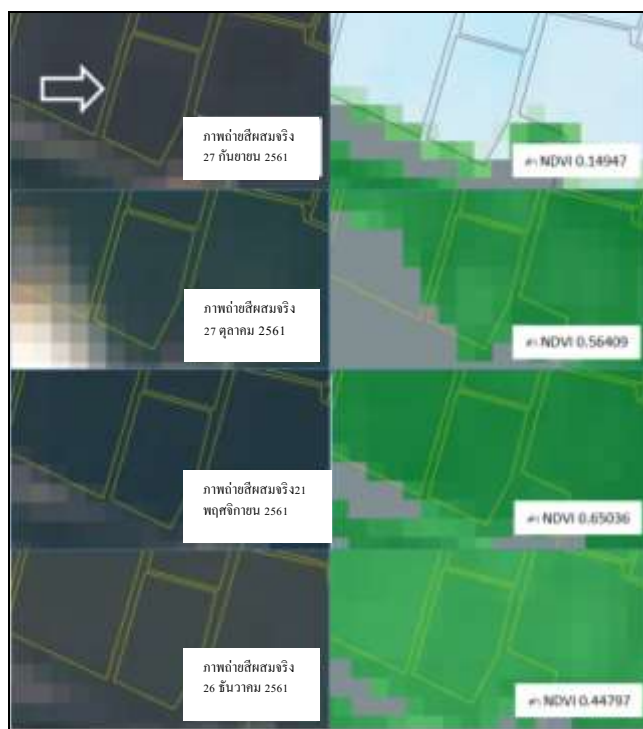
ค่าที่ผิดปกติมีข้อสังเกตคือ เกิดจากแปลงนาย่อยในแปลงเดียวกันดังภาพที่ 6 การปลูกไม่พร้อมกัน บางแปลงนาเขียวตลอดทั้ง 4 เดือนคาดว่าน่าจะปลูกพืชชนิดอื่นที่ไม่ใช่ข้าวถึงแม้จะเป็นแปลงนาข้าว บางแปลงนามีการปลูกไม้ยืนต้นเป็นกลุ่มในบางพื้นที่ของแปลงนาทำให้ค่าที่ได้มีค่าของพืชชนิดอื่นปนมาด้วย แม้กระทั่งบางแปลงนาขอบเขตไม่ตรงกับของจริงตามที่ปรากฏในภาพที่ 5 จึงต้องมีกระบวนการกำหนดเงื่อนไขการเลือกแปลงเกิดขึ้น



ภาพที่ 8 แสดงการนำภาพถ่ายดาวเทียมรายวันมาซ้อนทับเป็นรายเดือน

จากการตรวจสอบภาพถ่ายสีผสมจริงกับค่าดัชนีความต่างพืชพรรณในพื้นที่นำไปสู่การกำหนดเงื่อนไขการเลือกแปลงนาที่นำมาใช้ในงานวิจัย โดยการใช้การซ้อนกันของข้อมูล ตามภาพที่ 7 ช่องสีขาวยังไม่มีค่า ช่องสีดำคือมีค่า โดยเมื่อมีการซ้อนทับกันแล้วจะเติมค่าในแต่ละ Pixel ที่ค่าขาดหาย ค่าที่มีค่าซ้อนกันในช่องที่มีค่าอยู่แล้ว จะใช้ค่าเฉลี่ยแทน นำไปสู่เงื่อนไขการเลือกแปลงคือ เดือนที่ 1 ค่าเฉลี่ยราย

เดือนน้อยกว่า 0.3 เดือนที่ 2 ค่าเฉลี่ยรายเดือนมากกว่า 0.3 เดือนที่ 3 ค่าเฉลี่ยรายเดือนมากกว่า 0.5 เดือนที่ 4 ค่าเฉลี่ยรายเดือนน้อยกว่า 0.5



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างรายเดือน ภาพดัชนีความต่างพืชพรรณและภาพถ่ายสีผสมจริง (TCI)

### ข้อมูลที่ใช้

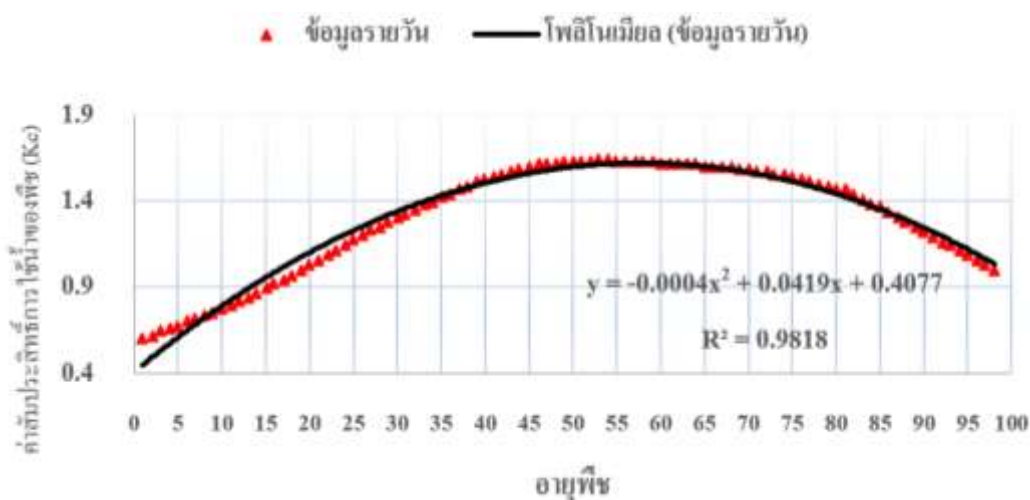
ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นภาพถ่ายดาวเทียมจาก ดาวเทียม Sentinel-2 ช่วงเวลา กันยายน 2561 ถึงธันวาคม 2561 และ ขอบเขตพื้นที่แปลงนา ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา

### ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาพบว่า แปลงนาในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา มีการปลูกข้าวเมื่อเทียบ ช่วงเวลาเดียวกันปลูกไม่พร้อมกันขึ้นกับโซนปลูกข้าวต่างๆ ในบางแปลงมีการปลูกพืชชนิดอื่น เมื่ออ่านค่าดัชนีความต่างพืชพรรณในระยะ 120 วันแล้วจะมีค่าผิดปกติ และงานวิจัยนี้ วิเคราะห์ข้อมูล ที่การปลูกข้าว 1 รอบ โดยเลือกใช้พื้นที่ชลประทาน ที่มีระบบการจ่ายน้ำให้เกษตรกร เพื่อให้ข้อมูลมีค่าที่ สม่าเสมอที่สุด หากเป็นพื้นที่แล้งมีน้ำเป็นบางช่วงอาจทำให้ค่าไม่ครบสมบูรณ์ หรือมีความผิดพลาดของ ข้อมูลมากขึ้น

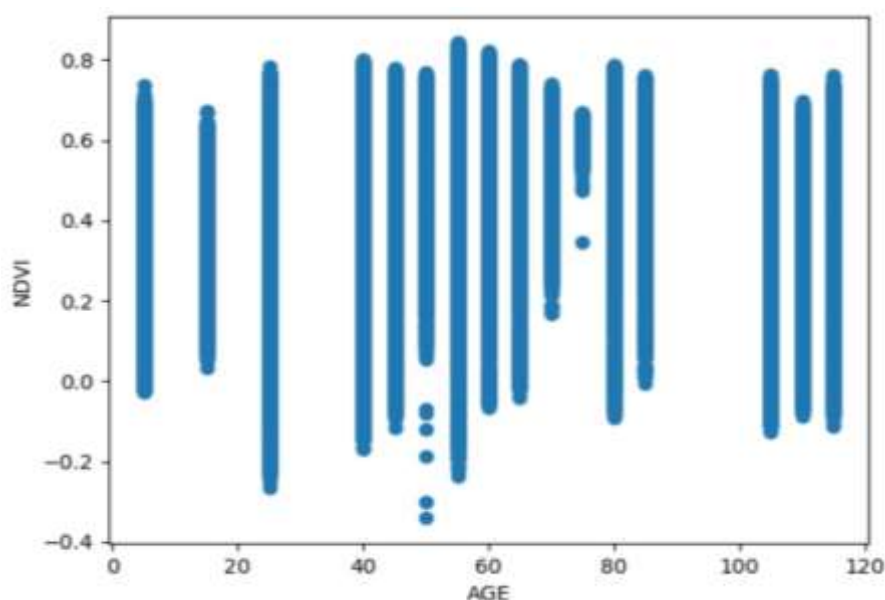
จากการอ้างอิงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจากส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนัก บริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน ปี 2555 เลือกข้าวขาวดอกมะลิ 105 นาदाที่ได้จาก สูตรของ Penman Monteith ซึ่งเป็นค่ารายสัปดาห์นั้นมาเปลี่ยนเป็นรายวันเพื่อใช้เทียบระหว่างค่า

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชและค่าดัชนีความต่างพืชพรรณโดยเทียบระดับรายวันต่อไปนั้น จะมีค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยได้สมการค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชรายวัน คือ  $Y = -0.0004X^2 + 0.0419X + 0.4077$  โดย  $R^2 = 0.9818$  ได้กราฟดังนี้



ภาพที่ 10 กราฟค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชรายวันตามช่วงอายุของข้าว

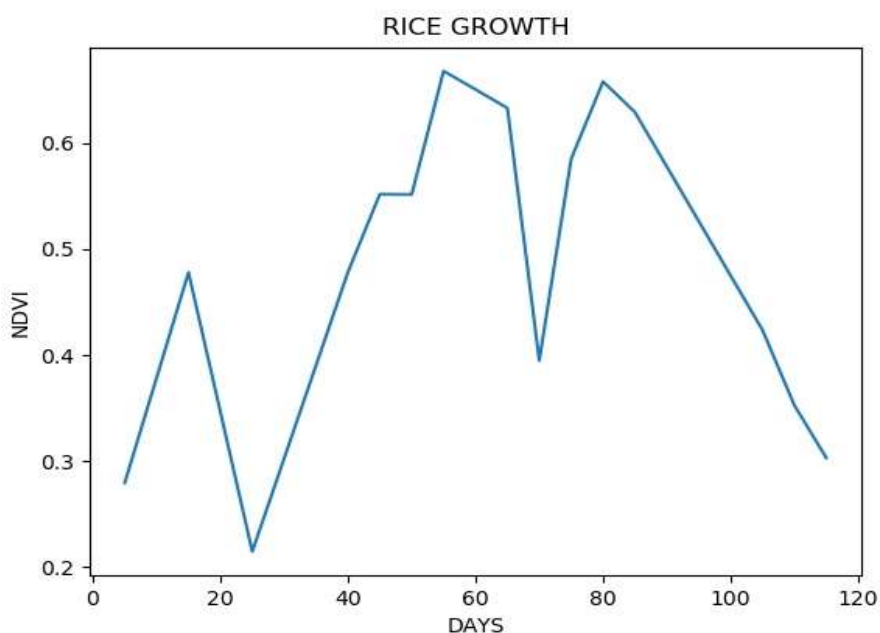
จากภาพที่ 10 ช่วงของอายุข้าว 120 วัน ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชเริ่มจาก 0.604 ในช่วงแรก ระยะกล้า และมีค่าสูงสุดที่ อายุข้าว 55 วัน คือ 1.634 ซึ่งอยู่ในระยะแตกกอไประยะตั้งท้อง และหลังจากนั้นค่าจะลดลงเรื่อยๆในระยะนํ้านมและข้าวสุก ซึ่งเป็นช่วงเก็บเกี่ยว



ภาพที่ 11 กราฟความถี่ของค่าความต่างดัชนีพืชพรรณตามช่วงอายุ

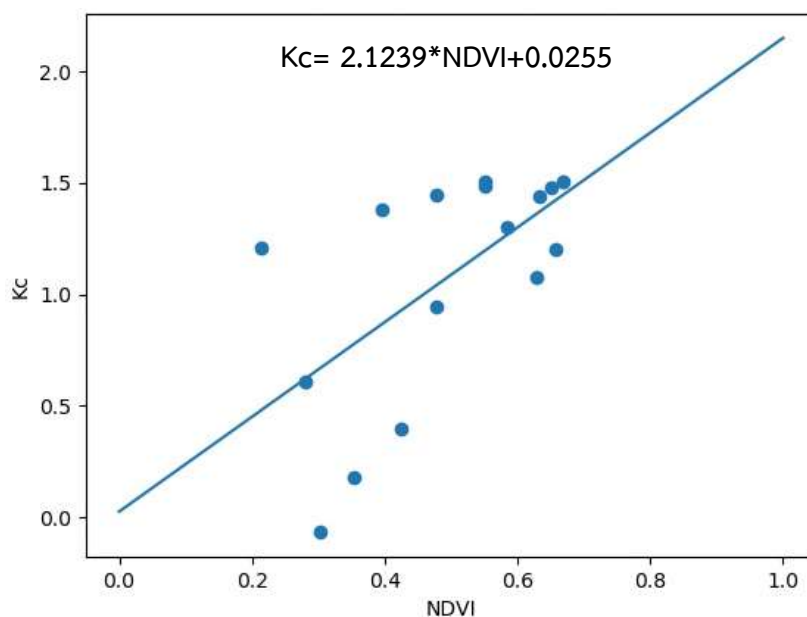
จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความต่างพืชพรรณในช่วง เดือนกันยายนปี 2561 ถึงเดือนธันวาคมปี 2561 ของภาพที่ 11 ต้องการทราบค่าความถี่ของค่าดัชนีความต่างพืชพรรณในแปลงนาตามช่วงอายุ

ข้าว เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดเงื่อนไขการเลือกแปลงนั้น สามารถพล็อตกราฟได้ดังภาพที่ 11 ซึ่งแสดงได้ว่าค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ อยู่ระหว่าง -0.4 ถึง 0.8 มีการแกว่งของข้อมูลที่ค่อนข้างกว้าง โดยเฉพาะที่ 25 วันและ 55 วัน ซึ่งอาจจะเกิดจากการปลูกข้าวที่ไม่พร้อมกัน ควรกำหนดเงื่อนไขการเลือกแปลงให้เหมาะสมเพื่อเพิ่มการเกาะกลุ่มของข้อมูลที่ดีขึ้น เช่นช่วงเดือนแรกเลือกแปลงนาที่มีค่าดัชนีความต่างพืชพรรณที่น้อยกว่า 0.3 ดังนั้นการแกว่งของข้อมูลจะลดลงในช่วง 30 วันแรกเหลือค่าเพียง 0.3 ถึง -0.3 เป็นต้น



ภาพที่ 12 กราฟดัชนีความต่างพืชพรรณตามช่วงอายุการเติบโต

จากการกำหนดเงื่อนไขการเลือกแปลงนาเพื่อพล็อตกราฟหาสมการระหว่างค่าดัชนีความต่างพืชพรรณและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช เลือกใช้ค่าเฉลี่ยรายเดือนระหว่างเดือนกันยายน ถึงเดือนธันวาคม นั้น ตั้งเงื่อนไขคือ แปลงนาที่มีค่าดัชนีความต่างพืชพรรณเฉลี่ยเดือนกันยายนน้อยกว่า 0.3 เดือนตุลาคม ค่าเฉลี่ยรายเดือนมากกว่า 0.3 เดือนพฤศจิกายนค่าเฉลี่ยรายเดือนมากกว่า 0.5 และเดือนธันวาคมค่าเฉลี่ยรายเดือนน้อยกว่า 0.5 แปลงนาที่ผ่านเงื่อนไขนำมาพล็อตกราฟเพื่อดูค่าดัชนีความต่างพืชพรรณตามช่วงอายุการเติบโต โดยจากภาพที่ 12 จะเห็นว่าที่ช่วงอายุ 20 และ 70 วัน ค่าของดัชนีความต่างพืชพรรณจะลดลงอย่างมากเนื่องด้วยเมื่อตรวจสอบกับภาพถ่ายสีผสมจริง(TCI) แล้วพบว่าช่วงเวลาดังกล่าว มีเมฆมาบดบัง ทำให้ค่าที่ได้อาจไม่เป็นไปตามแนวโน้ม หากต้องการกราฟที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ควรวิเคราะห์หลายรอบการปลูกข้าวของช่วงปีอื่นประกอบด้วย แต่นอกเหนือจากนั้นลักษณะกราฟคล้ายกับภาพที่ 10 ซึ่งมีลักษณะดัชนีความต่างพืชพรรณที่น้อยช่วงแรก และมีค่ามากที่สุดช่วงระยะแตกกอไประยะตั้งท้อง และค่าจะลดลงเนื่องจากสีของพืชพรรณข้าวเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง

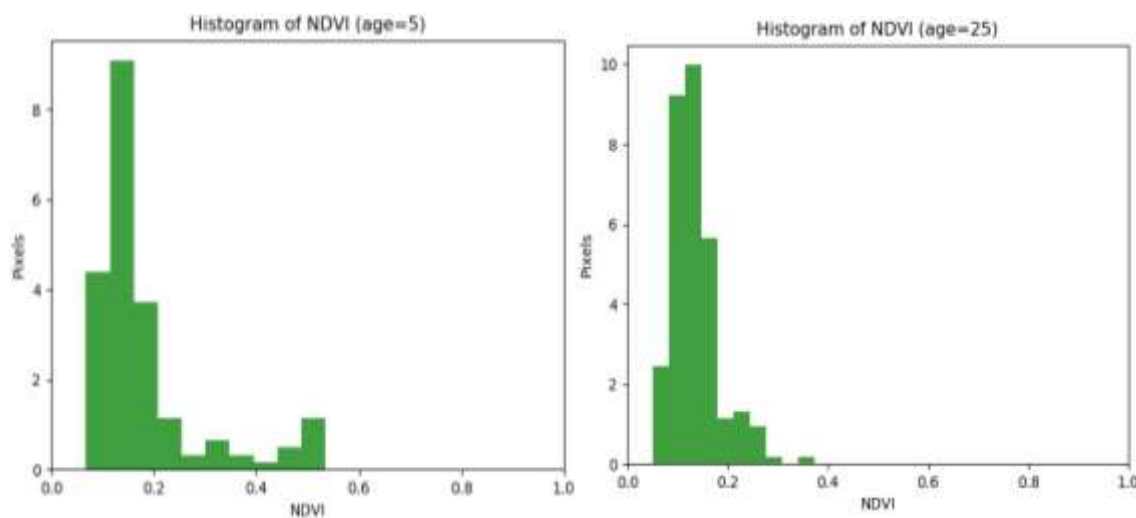


ภาพที่ 13 กราฟสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชและค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ

จากการเตรียมข้อมูลและผลของข้อมูลที่ผ่านมา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชและค่าดัชนีความต่างพืชพรรณตามการเติบโตของข้าวตามช่วงอายุ โดยวิเคราะห์เทียบรายวัน ซึ่งยี่ห้อที่ช่วงเวลาเดียวกันค่าจะเปลี่ยนแปลงไปตามความสัมพันธ์ของภาพที่ 13

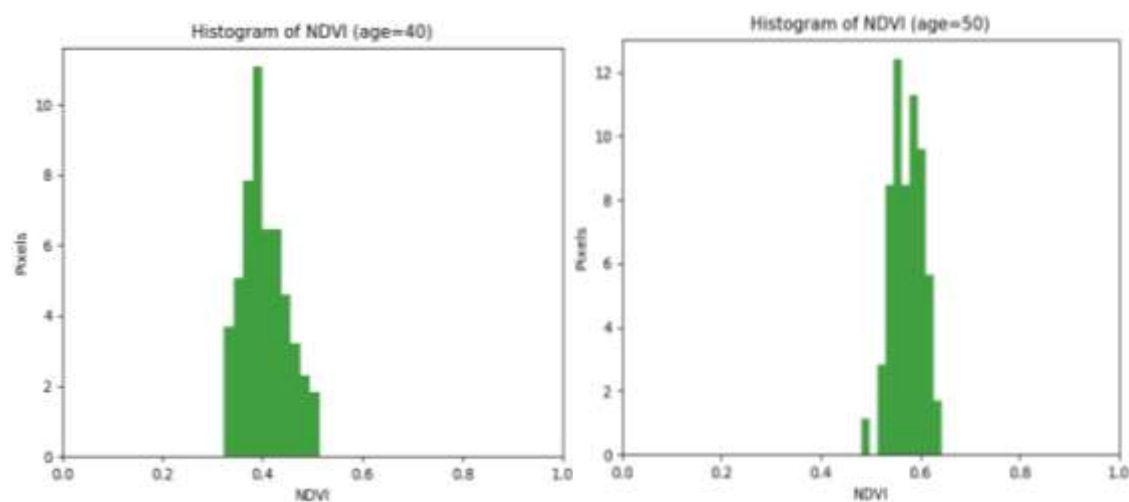
จากภาพที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจะแปรผันตรงกันช่วงอายุของข้าวแต่เมื่อถึงช่วงออกรวงข้าวมีสีเหลืองค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจะมีค่าลดลงแปรผกผันกับเวลาที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการรอกกลับของข้อมูลดังภาพข้างต้น ส่วนแกน X ค่าดัชนีความต่างพืชพรรณจะมีค่ามากขึ้น แต่เมื่อถึงช่วงออกรวงข้าว จะมีค่าย้อนกลับเชิงถดถอย ซึ่งตรงกับการเจริญเจริญเติบโตของข้าว เมื่อข้าวเริ่มเจริญเติบโตค่าดัชนีความต่างพืชพรรณและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจะมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย แต่เมื่อถึงช่วงออกรวงข้าว ค่าดัชนีความต่างพืชพรรณและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจะลดลง เนื่องด้วยต้นข้าวจะเริ่มเหลือง รวงข้าวก็จะสีเหลืองด้วย ทำให้ค่าดังกล่าวลดลงอย่างสอดคล้องตามความเป็นจริง จากกราฟข้อมูลจะเกาะกันช่วงปลายกราฟเยอะเนื่องจากเป็นช่วงที่มีค่าสูงสุดของค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชและค่าดัชนีความต่างพืชพรรณก่อนจะมีการรอกกลับของข้อมูล

เลือกใช้เส้นตรงเป็นตัวแทนของสมการเนื่องจาก ความสะดวกของการใช้ข้อมูลโดยสามารถแทนค่าได้จากค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งโดยผลการวิจัยได้สมการคือ  $Kc = 2.1239*NDVI + 0.0255$



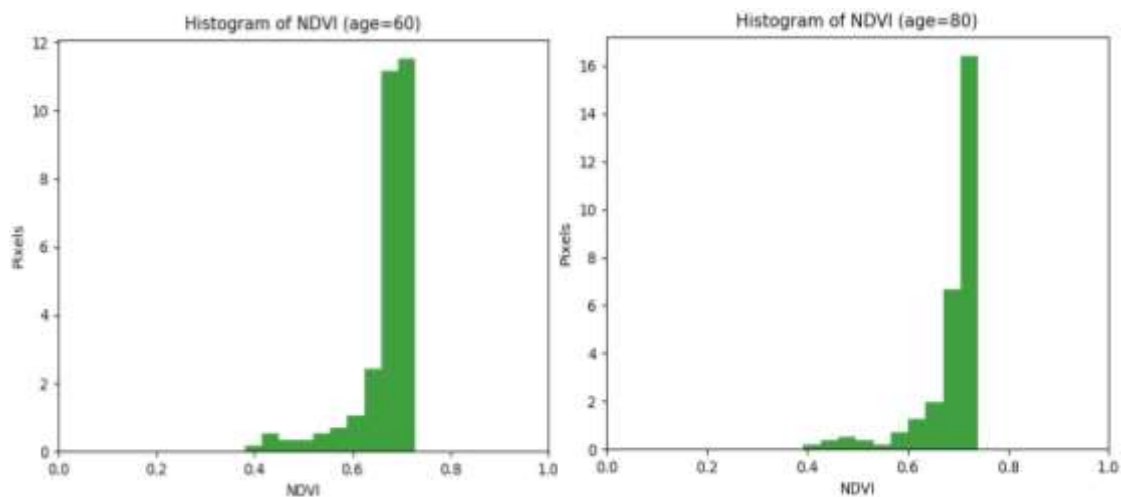
ภาพที่ 14 ความหนาแน่นของค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ ช่วงอายุข้าว 5 และ 25 วัน

ภาพที่ 14 แสดงให้เห็นถึงค่าดัชนีความต่างพืชพรรณระยะกล้า ช่วงเริ่มปลูกข้าวมีค่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วงต่ำกว่า 0.2 และค่าที่น้อยกว่านี้ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำ ซึ่งได้จากการตรวจสอบจากภาพถ่ายสีผสมจริง ซึ่งสอดคล้องกันขั้นตอนก่อนการปลูกข้าว ที่จะมีการปล่อยน้ำท่วมขังนาทั้งผืน เพื่อเป็นการบ่มดิน และกำจัดวัชพืชในคราวเดียวกัน



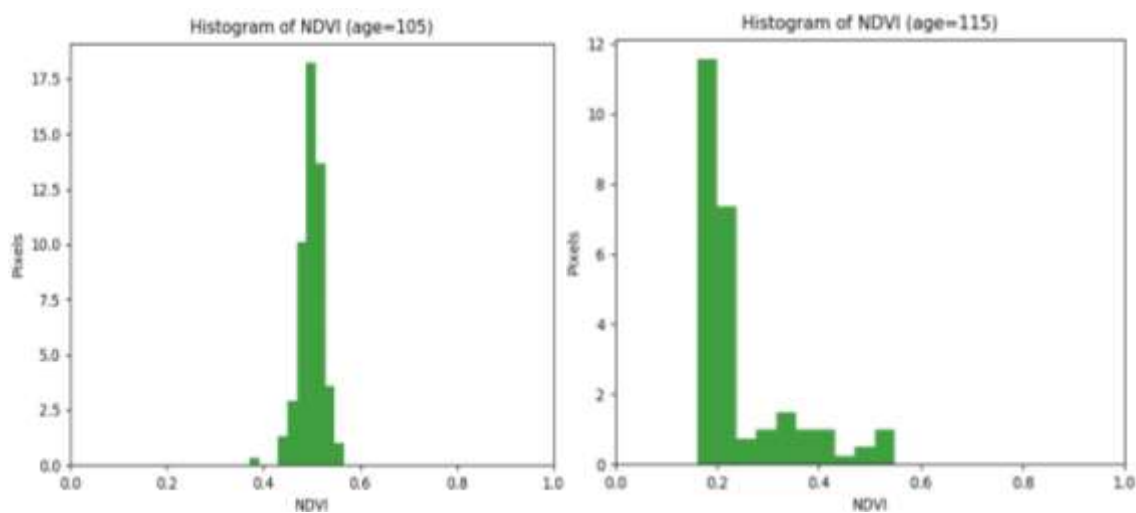
ภาพที่ 15 ความหนาแน่นของค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ ช่วงอายุข้าว 40 และ 50 วัน

จากภาพที่ 15 แสดงให้เห็นถึงค่าดัชนีความต่างพืชพรรณระยะแตกกอ มีค่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.4 ถึง 0.6 ซึ่งเป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตทางลำต้น ค่าดัชนีความต่างพืชพรรณจะไม่มาก มีทิศทางของค่าที่เพิ่มขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไป ไม่ก้าวกระโดด



ภาพที่ 16 ความหนาแน่นของค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ ช่วงอายุข้าว 60 และ 80 วัน

จากภาพที่ 16 ค่าดัชนีความต่างของพืชพรรณที่อายุ 60 ถึง 90 วัน เป็นระยะตั้งท้อง ช่วงที่ข้าวเริ่มออกรวงข้าว โดยค่าสูงสุดจะอยู่ในช่วงนี้ จากรูปภาพข้างต้น ค่าสูงสุดจะอยู่ราวๆ 0.7 ลักษณะต้นข้าวเขียวขจีมากที่สุด และหลังจากช่วงนี้ ค่าดัชนีความต่างพืชพรรณจะลดลงตามลักษณะต้นข้าวและรวงข้าวที่สีออกเหลือง ไม่เขียวดังเดิม



ภาพที่ 17 ความหนาแน่นของค่าดัชนีความต่างพืชพรรณ ช่วงอายุข้าว 105 และ 115 วัน

จากภาพที่ 17 แสดงถึงค่าดัชนีความต่างพืชพรรณที่มีทิศทางลดลง ซึ่งเป็นระยะน้ำนมและข้าวสุก ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวข้าว โดยระยะนี้ข้าวจะมีสีเหลือง ดัชนีความต่างพืชพรรณจะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับภาพที่ 17 และงานวิจัยนี้



### เปรียบเทียบสมการสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

Trout & Johnson (2007) ได้ค้นพบสมการเส้นตรง ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชและดัชนีความต่างพืชพรรณ  $Kc=1.37*NDVI-0.086$

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชโดยสมมติให้ค่า NDVI = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง คือ 9.05 โดยอ้างอิงจาก พลัญญ์ ปาจิตร (2562, น. 55) ได้หาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงเฉลี่ยของข้าว(ET<sub>o</sub>) ในเขตพื้นที่ชลประทานของเขื่อนวังร่มเกล้า ซึ่งเป็นหวัดเดียวกับงานวิจัยฉบับนี้คือ จังหวัดอุทัยธานี แทนสมการของงานวิจัยนี้ และสมการของ(Trout & Johnson, 2007) หลังจากนั้นแทนค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในสมการ  $ET_c=ET_o*Kc$  จะได้ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในพื้นที่ชลประทานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา 148,531 ไร่/วัน ดังนี้

NDVI	Trout&Johnson	My Thesis
0.1	109,687.17	511,636.89
0.2	404,337.03	968,430.20
0.3	698,986.89	1,425,223.51
0.4	993,636.74	1,882,016.81
0.5	1,288,286.60	2,338,810.12

ภาพที่ 18 ตาราง เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของพืช



ภาพที่ 19 กราฟเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของพืช

จากภาพที่ 19 แสดงถึงความชันของปริมาณการใช้น้ำของพืช จะเห็นได้ว่ายิ่งดัชนีความต่างพืชพรรณมีค่ามากขึ้น ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืช ของผู้วิจัยจะยิ่งห่างมากขึ้น โดยกราฟของผู้วิจัยเกิดจากสมการที่มาจากพืช ชนิดข้าว ของพื้นที่ชลประทานโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับสลา จ.อุทัยธานี ประเทศไทย ภูมิภาคแบบร้อนชื้น ส่วนของ Trout และ Johnson เป็นสมการที่มาจากพืชไร่ หลากหลายชนิด และพื้นที่ภูมิภาคกึ่งแห้งแล้งในประเทศแคลิฟอร์เนีย โดยตามทฤษฎีปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดข้าว จะมีความต้องการใช้น้ำมากที่สุดในกลุ่มพืช โดยสอดคล้องกับผลวิจัยดังกล่าวที่แสดงให้เห็นว่าสมการของผู้วิจัยมีความต้องการใช้น้ำของพืชที่สูงกว่าสมการของ Trout และ Johnson

สมมุติที่ค่าดัชนีความต่างพืชพรรณเฉลี่ยตลอดทั้งฤดูการเพาะปลูกข้าวอยู่ที่ 0.3 จะได้ความต้องการใช้น้ำของพืชทั้งโครงการที่ 1,425,223.51 ลบ.ม./วัน ทั้งฤดูการเพาะปลูกข้าวที่ 120 วัน ความต้องการใช้น้ำของข้าวคือ 171,026,821.20 ลบ.ม. โดยไม่นับประสิทธิภาพชลประทานและปริมาณฝนเข้ามาเกี่ยวข้อง

### สรุปและเสนอแนะ

ผลการศึกษาศมการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) จากข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2 ทำให้ทราบถึงวิธีการตรวจสอบแปลงนาที่อยู่ในช่วงเวลาที่ต้องการ โดยปกติแล้วเป็นปัญหาอย่างมากของหัวหน้าฝ่ายส่งน้ำและผู้รับผิดชอบดูแล รายงาน การปลูกข้าวของเกษตรกร ซึ่งปกติจะใช้เวลาเดินทางไปเพื่อตรวจสอบการปลูกข้าว และการเติบโตของข้าวในนา แต่งานวิจัยนี้ได้ลดปัญหาเรื่องนี้และสามารถตรวจสอบรายสัปดาห์ได้อย่างประหยัดเวลา ประหยัดค่าน้ำมัน และเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศศาสตร์ ส่วนการหาสมการระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชและค่าดัชนีความต่างพืชพรรณนั้นเป็นค่าแบบเฉพาะเจาะจงพื้นที่ชลประทาน ในเขตโครงการส่งน้ำและ

บำรุงรักษาทับเสลา โดยสามารถตรวจวัดจับได้ว่า ข้าวในแปลงนาปลูกอยู่ในระยะไหน และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชเท่าไร โดยแทนค่าดัชนีความต่างพืชพรรณของช่วงเวลาที่ต้องการ ทำให้ทราบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชแล้ว จะทราบถึงช่วงการเติบโตของข้าวด้วย และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชนำไปใช้หาปริมาณการใช้น้ำของพืชต่อไป สามารถวิเคราะห์ย้อนกลับ เพื่อตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการปล่อยน้ำเพื่อการชลประทานได้ต่อไป

การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่แปรผันตรงกับดัชนีความต่างพืชพรรณจนมีค่าวกกลับ ลดลงมาในระยะตั้งท้องซึ่งข้าวออกรวงเป็นสีเหลือง และความต้องการใช้น้ำของข้าวก็นลดลงตามไปด้วย หานำวิธีการในงานวิจัยนี้ไปวิเคราะห์ข้าวนอกฤดู หรือข้าวที่ปลูกโดยไม่ใช้น้ำชลประทานด้วยแล้ว จะก่อเกิดประโยชน์กับการบริหารจัดการน้ำเพื่อการชลประทานในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลายิ่งขึ้นด้วย เนื่องด้วยปริมาณน้ำต้นทุนของอ่างทับเสลาไม่เพียงพอ ควรมีอ่างเก็บน้ำในเขตโครงการเพิ่มขึ้นหรือไม่ สามารถวิเคราะห์ได้ต่อไป

### ข้อเสนอแนะ

ในส่วนของงานวิจัยนี้สามารถนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช ไปคำนวณเพื่อให้ได้ผล ค่าความต้องการใช้น้ำของพืชต่อไป โดยสามารถใช้ติดตามการเติบโตของพืชในระดับโครงการได้ อีกทั้งยังประยุกต์ใช้กับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น อาทิ อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด เป็นต้น ในพื้นที่ต่อไป โดยหากต้องการต่อยอดเพิ่มเติมควรพิจารณาถึงปริมาณน้ำต้นทุนของอ่างเก็บน้ำทับเสลา เทียบกับพื้นที่เพาะปลูกข้าวโดยใช้วิธีสำรวจดาวเทียมได้

ข้อเสนอแนะ การวิจัยผู้ศึกษาท่านอื่นสามารถเลือกเก็บสถิติในช่วงเวลาการปลูกข้าวหลายฤดู การปลูกข้าวได้ เพื่อสมการที่แม่นยำและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เลือกใช้ดาวเทียมดวงอื่นในการสำรวจ ส่วนการปลูกข้าวของเกษตรกรในเขตพื้นที่ชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลานั้น มีการปลูกข้าวตลอดทั้งปี ถึงแม้จะเป็นฤดูแล้ง เนื่องจากเกษตรกรใช้การปลูกข้าวนอกเหนือจากการใช้น้ำชลประทานปกติ กล่าวคือแบบรอน้ำฝน และการใช้น้ำจากบ่อบาดาลเพิ่มเติมด้วย ทำให้มีช่วงเวลาเริ่มปลูกไม่ตรงกัน และแปลงที่ได้ค่าดัชนีความต่างพืชพรรณไม่ต่อเนื่อง โดยอาจเป็นแปลงปลูกข้าวแบบรอน้ำฝน ทำให้ข้าวตายเป็นบางช่วง

ทั้งนี้ ในการพัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชและ ค่าดัชนีความต่างพืชพรรณควรเป็นพื้นที่ในเขตชลประทานซึ่งมีน้ำตลอดฤดูการเพาะปลูก พื้นที่เพาะปลูกไม่ควรมีพืชชนิดอื่นมาแทรก หรือมีการปลูกแบบผสมผสาน เพราะทำให้ภาพมีความแตกต่างด้านดัชนีความต่างพืชพรรณในแปลงเดียวกัน โดยค่าจะไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือมีลักษณะขาดช่วง

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา และสำนักงานชลประทานที่ 12 ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลขอบเขตพื้นที่แปลงนากรรมสิทธิ์

## เอกสารอ้างอิง

สำนักพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ กรมชลประทาน. (2560). ความหมายประเภทของโครงการชลประทาน. แหล่งที่มา : <http://lproject.rid.go.th/site/index.php/th/general-information/130-2015-06-22-02-00-53/209-2015-06-22-08-30-08>, 5 กุมภาพันธ์ 2563.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน).ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์ (Space Technology and Geo-Informatics),4 พฤศจิกายน 2562.

กวิน กิมยก.(2560).First Sentinel-2A Sample Product. แหล่งที่มา: <https://www.gistda.or.th/main/th/node/795>, 5 มีนาคม 2563.

กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน กรมชลประทาน. (2562). คำสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช. แหล่งที่มา : <http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/CWRdata/Kc/index.htm>, 15 กุมภาพันธ์ 2563.

ส่วนการใช้น้ำชลประทาน(2555).คำสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธี Penman-Monteith.สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน,5 ธันวาคม 2562

ณัฐชยานัน นามอินทร์, เกศวรา สิทธิโชค และชูพันธุ์ ชมภูจันทร์. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช(Kc) ของข้าวนาหว่านน้ำตาม โดยใช้ดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา.วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2562(ฉบับพิเศษ), 331-341, 20 มกราคม 2563.

พลัฎฐ์ ปาจิตร. (2562). ทหารหาปริมาณการใช้น้ำของพืชเกษตรในเขตพื้นที่ชลประทานฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1(เขื่อนวังร่มเกล้า) โครงการชลประทานอุทัยธานี โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิศวกรรมศาสตร์, วิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหาร, 20 ธันวาคม 2562.

Janelle Montgomery, John Hornbuckle, Iain Hume, Jamie Vleeshouwer. (2015). IrriSAT – weather based scheduling and benchmarking technology. Building Productive, Diverse and Sustainable Landscapes, 17. Retrieved from

[http://www.agronomyaustraliaproceedings.org/images/sampled/2015\\_Conference/pdf/agronomy2015final00449.pdf](http://www.agronomyaustraliaproceedings.org/images/sampled/2015_Conference/pdf/agronomy2015final00449.pdf)

The European Space Agency. **EO Browser**. Available Source: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/?lat=15.4323&lng=99.6982&zoom=12>, December 1, 2019.

การควบคุมกำจัดผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) ด้วยสารละลาย สวพ.62-RID No.1

Water hyacinth control by R.&D.62-RID No.1 solution

อำพร คล้ายแก้ว<sup>1</sup> ธัญลักษณ์ แต่บรรพกุล<sup>2</sup>

Amporn klaikaew<sup>1</sup>Thunyaluck thaebanpakul<sup>2</sup>

1,2 ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

Email : amnui.serm@yahoo.com<sup>1</sup> thunyathae123@gmail.com<sup>2</sup>

บทคัดย่อ

การแพร่ระบาดของผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) สร้างปัญหาในระบบชลประทาน ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น ไปกีดขวางการไหลของน้ำ ทำให้น้ำเปลี่ยนทิศทางไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย ลดอัตราการไหลของกระแส น้ำทำให้เกษตรกรได้รับน้ำไม่ทั่วถึง อ่างเก็บน้ำตื้นเขิน น้ำได้น้อยลง ทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็น มีสีผิดปรกติ เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์ร้าย สูญเสียทัศนียภาพ เป็นต้น ก่อให้เกิดปัญหาเหล่านี้จึงต้องมีการควบคุมหรือกำจัด เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาต่อพื้นที่แหล่งน้ำ วิธีที่ใช้ควบคุมกำจัดผักตบชวามีหลายวิธี ได้แก่ การใช้วิธีทางกายภาพ เป็นการทำให้แห้งแล้วเผาทิ้ง การใช้แรงคน เป็นวิธีที่ปลอดภัยแต่ต้องทำอย่างต่อเนื่องซึ่งจะเหมาะกับพื้นที่ที่มีปริมาณไม่มาก การเลือกใช้เครื่องจักรกลเป็นวิธีที่กำจัดได้รวดเร็วแต่ต้องใช้งบประมาณมาก การใช้สารเคมีเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง สะดวก รวดเร็ว และประหยัด แต่การใช้สารเคมียังมีข้อจำกัดในการใช้ ผู้ปฏิบัติต้องมีความรู้ความเข้าใจในการใช้ให้ถูกวิธี การใช้ชีววิธีเป็นวิธีที่ค่อนข้างช้าต้องใช้เวลาจนจะเหมาะสมกับบางสภาพพื้นที่เท่านั้น การนำไปใช้ประโยชน์ยังค่อนข้างที่จะนำไปใช้ยังไม่กว้างขวางเพียงพอเนื่องจากผักตบชวามีชีวมวลน้อย กล่าวคือน้ำเป็นองค์ประกอบกว่า 80% เป็นต้น ดังนั้น สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทานจึงได้ค้นคว้าหาวิธีการที่สะดวก รวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย และปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม ด้วยการใช้ น้ำมันยูคาลิปตัส พืชตระกูลยูคาลิปตัส (1,8-cineole) ผสมสารกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators) ชนิด 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) ในรูปของเกลือ และผสมสารกลีเซอรินลดแรงตึงผิวเพื่อให้เข้าสู่ใบของผักตบชวาได้เร็วขึ้น สารผสมนี้ เรียกว่า สวพ. 62-RID No.1 แบ่งการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. การทดสอบประสิทธิภาพของสารผสม 3 ชนิด คือ น้ำมันยูคาลิปตัส (ความเข้มข้น 10,000 ppm) + 2,4-D disodium salt (ความเข้มข้น 10,000 ppm) + กลีเซอริน (เข้มข้น) ทั้งหมด 5 อัตราๆ ละ 10 ลิตร ทุกอัตราใช้กลีเซอริน 5% ของสารละลายทั้งหมด น้ำมันยูคาลิปตัส และ 2,4-D เป็นตัวแปร ในอัตราส่วนโดยปริมาตร (v/v) น้ำมันยูคาลิปตัส : 2,4-D, 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ 0 : 100 วางแผนการทดลองแบบ CRD (Complete randomized design) มี 6 ตำรับ (Treatment) จำนวน 3 ซ้ำ (Replication) เตรียมสารผสมละลายให้เข้ากัน ทำการฉีดพ่นสารให้ทั่วบนใบผักตบชวาที่ปลูกในกระถางเคลือบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ประเมินผลประสิทธิภาพของสารผสมด้วยการให้คะแนนการตายตามตารางแบบ European System of Weed Injury Evaluation และการชั่งน้ำหนักของผักตบชวา ก่อนและหลังการฉีดพ่นสาร ที่ระยะเวลา 1, 3, 7, 14, 21 และ 30 วัน พบว่าสารผสม น้ำมันยูคาลิปตัส+สาร 2,4-D disodium salt ที่อัตรา (v/v) 50 : 50 และ กลีเซอริน 5% ของสารละลายทั้งหมด ให้ผลในการควบคุมกำจัดผักตบชวามีประสิทธิภาพดีที่สุด และรวดเร็วทำให้ผักตบชวาตายโดยสิ้นเชิง ให้ชื่อสารผสมนี้ว่า สารละลาย สวพ.62-RID No.1

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ.62 - RID No.1 ในสภาพเรือนทดลอง โดยคัดเลือกสารผสม 3 ชนิด จากการทดสอบได้อัตราที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด (ข้อ 1) ประกอบด้วย น้ำมันยูคาลิปตัส+สาร 2,4-D disodium salt ที่

อัตรา (v/v) 50 : 50 และ กลีเซอริน 5% ของสารละลายทั้งหมด จากการวิเคราะห์ผลพบว่าควรมีการลดปริมาณกลีเซอริน เป็น 2.5% ของสารละลายทั้งหมด ดังนั้นสารละลาย สวพ.62 - RID No.1 ประกอบด้วยน้ำมันยูคาลิปตัส (ความเข้มข้น 10,000 ppm) + สาร 2,4-D disodium salt (ความเข้มข้น 10,000 ppm) ที่อัตรา (v/v) 50 : 50 และ กลีเซอริน 2.5% ของสารละลายทั้งหมด ทำการทดลองในอ่างเคลือบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร สูงประมาณ 40 เซนติเมตร จำนวน 10 กระจกมีผักตบชวาเต็ม อ่าง ทำ 2 ตำรับ คือ ชุดควบคุมกับชุดสารละลาย สวพ.62-RID No.1 จำนวนชุดละ 5 ซ้ำ ประเมินผลประสิทธิภาพของสารด้วยการให้คะแนนการตายตามตารางแบบ European System of Weed Injury Evaluation และการชั่งน้ำหนักของผักตบชวาติดตามและประเมินผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมด้วยการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางเคมี (chemical) ในน้ำ ก่อนและหลังการควบคุม กำจัด ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21 และ 30 วัน พบว่าให้ผลการตายของผักตบชวาแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ผักตบชวาตายโดยสิ้นเชิง และคุณภาพน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลง ตามเกณฑ์คุณภาพน้ำชลประทาน ตามมาตรา 8

3. การทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ.62 - RID No.1 ในการควบคุมกำจัดผักตบชวา ในพื้นที่ชลประทาน บริเวณคลองหนองนาค โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพียว-เสาไห้ จังหวัดสระบุรี สำนักงานชลประทานที่ 10 จัดทำแปลงทดลอง ขนาดความยาวแปลง 20 เมตร ความกว้างประมาณ 20 เมตร ความลึก 1.30-1.50 เมตร ทั้งหมด 6 แปลงมีผักตบชวาเต็มแปลง ทำ 2 ตำรับ คือ ตำรับควบคุมกับตำรับสารละลาย สวพ.62 - RID No.1 จำนวนชุดละ 3 ซ้ำ ประเมินผลประสิทธิภาพด้วยการให้คะแนนการตายตามตารางแบบ European System of Weed Injury Evaluation และการชั่งน้ำหนักของผักตบชวา ติดตามประเมินผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมด้วยการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางเคมี และผลตกค้างของสาร ก่อนและหลังการควบคุมกำจัด ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน พบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมกำจัดผักตบชวาดีกว่าแปลงควบคุมให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผักตบชวาตายโดยสิ้นเชิง ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีไม่มีการเปลี่ยนแปลง และไม่มีผลตกค้างของสารละลาย สวพ. 62-RID No.1 ที่ระยะเวลา 14, 21 และ 28 วัน พบปริมาณสาร 2,4-D ในน้ำ น้อยมาก 0.00153, 0.00978 และ 0.00124 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำ เพื่อการคุ้มครองทรัพยากร สัตว์น้ำจืด สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ ฉบับที่ 2530 กรัมประมง (สาร 2,4-D ระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ยินยอมให้มีได้ค่า 45.0 มิลลิกรัม/ลิตร) ที่ระยะเวลา 60 วัน ไม่พบปริมาณสาร 2,4-D ในน้ำ ส่วนสาร 1,8-cineole และกลีเซอริน เป็นสารชีวภาพ จะมีการสลายตัวในธรรมชาติด้วยจุลินทรีย์

ดังนั้นการใช้ สารละลาย สวพ. 62-RID No.1 ในการควบคุมกำจัดผักตบชวาให้หมดไปจากพื้นที่ชลประทาน จึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สะดวก รวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย และปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม

**คำสำคัญ :** การควบคุมกำจัด, ผักตบชวา, สารชีวภาพ, สารละลาย สวพ.62 - RID NO.1

### Abstract

Spread of Water Hyacinth continues to be a significant problem in irrigation systems, such as blocking water flow in canals, shallow water source in reservoirs, water quality problem, effect on aquatic animal habitat and water scenery and reducing water supply to irrigation area. There are many methods of water hyacinth spread control mechanical, chemical, biological control, utilization and combination of applicable methods (mixed method). Mechanical control is a safe method but using a lot of labor and high expenditure compared with chemical control, which is more efficient and has a lower cost. However

there is a constraint on users' knowledge in right application of the chemicals. Biological control is effective in small area and takes a long time to reduce density of water hyacinth. Therefore, biological control is not widely used because water hyacinth has very high water content, about 80%. Bureau of Research and Development has been researching to control water hyacinth for protecting the environment, optimizing the cost, improving the safety and effectiveness by using extracted (1,8-Cineole) mixed with chemical agents controlling growth of Water Hyacinth 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) in salted form) and surfactant (glycerin) for absorption enhancement. The research consists of 3 parts.

1. Test of the efficacy of 3 types of mixtures: eucalyptus oil (concentration 10,000 ppm) + 2,4-D disodium salt (concentration 10,000 ppm) + 5 % glycerin (concentrated) at a rate of 10 liters each. Every rate uses 5% glycerin of total solutions. Eucalyptus oil and 2,4-D are variable in volume ratio (v / v) Eucalyptus oil: 2,4-D, 100: 0, 75: 25, 50: 50, 25: 75 and 0: 100 Plan a CRD (Complete randomized design) design with 6 treatments (Treatment Replication: Mix the dissolved ingredients together, spray all over the water hyacinth leaves grown in an 60 cm diameter pot. Evaluate the effectiveness of the mixture by grading the mortality according to The European System of Weed Injury Evaluation, and Weighing of Water hyacinths before and after spraying at 1, 3, 7, 14, 21 and 30 days, found that Eucalyptus oil compound - 2,4- D disodium salt at the rate of (v / v) 50 : 50 and 5% glycerin of total solutions gave the most effective and rapid control of water hyacinths, causing the death of water hyacinths altogether. Name this mixture as R&D. 62 RID No.1

2. Testing the efficacy of R&D. 62-RID No.1 in house conditions, selecting 3 types of mixtures from the most efficient rate test (item 1) consisting of eucalyptus oil + 2,4-D disodium according to the results analysis, glycerine should be reduced is 2.5% of total solution. Therefore, R&D. 62-RID No.1 contains eucalyptus oil (concentration 10,000 ppm) + substance 2,4-D disodium salt (concentration 10,000 ppm) at the rate (v /v) 50: 50 and glycerin. 2.5% of the total solution was experimented in a 10 cm diameter 60 cm. Basin with a water tank made of water hyacinths in 2 formulas. R&D. 62-RID No.1, 5 repetitions per batch. Evaluate the efficacy of the substance by grading mortality according to the European System of Weed Injury Evaluation and and Weighing of Water hyacinths. Follow and assess the environmental impact with water quality monitoring before and after the control at 3, 7, 14, 21 and 30 days showed that the water hyacinth mortality results significantly different from the control set, completely dead water hyacinth and water quality. There was no change in the irrigation water quality criteria under Article 8

3. R&D.62-RID No.1 solution application triplicate testing was conducted in 6 research plots of the irrigation area of Nong-Nak Canal, Khlong Priao Sao-Hai Operation and Maintenance Project, Saraburi Province, Regional



Irrigation Office 10, conducted an experimental plot of 20 meters length, width of 20 meters, depth 1.30-1.50 meters, in total of 6 plots with 2 water hyacinths, consisting of control formulas with R&D. 62-RID No.1, 3 repetitions per set. Evaluate the effectiveness by grading mortality according to the European System of Weed Injury Evaluation and Water Hyacinth Weighing. Then monitoring by taking samples for testing was conducted at day 0, 3, 7, 14, 21, 28 and 60. The result showed that the R&D.62-RID No.1 solution is significantly better than the other solution and has good potential to control water hyacinth with and few effects on minimal environmental impact. Follow up with the environmental impact assessment by chemical water quality monitoring and The residues of the substances before and after the control at 3, 7, 14, 21, 28 and 60 days were found to be more effective in controlling the water hyacinth than the control plot which gave significantly different results. Completely, the chemical water quality analysis did not change and there was no residual effect of R&D. 62-RID No.1. at 14, 21 and 28 days, the amount of 2,4-D in the water is very low, 0.00153, 0.00978 and 0.00124 ppm, respectively, in the water quality criteria for the protection of freshwater resources of the Institute. National Inland Fisheries Issue 1987, Department of Fisheries (2,4-D substance, the highest concentration allowed to be 45.0 mg / L). At 60 days, 2,4-D was not found in water. 1,8-cineole and glycerin are biologically active substances, which are decomposed in nature by microbes. 62-RID No.1 to control the eradication of water hyacinths from irrigated areas, which is an effective, convenient, fast, cost-effective, and safe environment.

**Keywords:** Control, Water hyacinth, Biological Substances, R&D. 62-RID NO.1 Solution

### ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ผักตบชวา เป็นวัชพืชลอยน้ำ จัดอยู่ในวงศ์ Pontederiaceae ชื่อวิทยาศาสตร์ *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms ชื่อสามัญ Water hyacinth, Java-weed, Water orchid, Beda weed, water lily, Nile lily ชื่อไทย ผักตบชวา บัวลอย ผักตบ ผักตบชวา ผักตบปอง ผักบ่ง ผักบอง ผักปอด ผักสวะ สวะ (สุชาติ, 2530) ลักษณะโดยทั่วไป มีลำต้น และรากสั้น ใบออกเป็นกลุ่มรอบลำต้น ดอก ออกเป็นช่อมีกลีบดอกสีม่วง ผล แบบผลแห้งแตก (capsule) เมล็ด มีลักษณะกลมการติดเมล็ดของผักตบชวาตามธรรมชาติมีเปอร์เซ็นต์ต่ำ การขยายพันธุ์ด้วยการแตกไหลแล้วเจริญเป็นต้นใหม่มากกว่าการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดการเพิ่มจำนวนต้นหรือมวลต่อพื้นที่ของผักตบชวา นั้น มีรายงานการศึกษาว่าในสภาพลอยน้ำผักตบชวา 1 ต้น สามารถมีการแตกไหลเป็นต้นใหม่เพิ่มจำนวนต้นได้เฉลี่ย 12 ต้น/ตารางเมตร ในเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ และผักตบชวาปริมาณ 1 ตารางเมตร จะขยายเต็มพื้นที่ 1 ไร่ได้ในเวลา 1½ - 2 เดือน ในพื้นที่น้ำที่มีผักตบชวาปกคลุม อัตราการระเหยน้ำจะมากกว่าที่ที่ไม่มีผักตบชวาตั้งแต่ 3 - 5 เท่า นอกจากนั้นการเน่าเปื่อยของส่วนรากและใบจะผูกพันกับตะกอนอย่างรวดเร็ว เนื่องจากรากของผักตบชวาเป็น ที่อยู่ของแมลงและจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินเร็วกว่าปกติ การทับถมของซากพืชจะมี

ค่าประมาณ 0.7 ต้นน้ำหนักแห้งต่อไร่ต่อปี เหตุที่ผักตบชวาสามารถแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากไม่มีศัตรูธรรมชาติเพราะเป็นพืชที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ (มานพ, 2540) จากลักษณะดังกล่าวจึงทำให้ผักตบชวา สร้างปัญหาในระบบชลประทาน เช่น ไปกีดขวางการไหลของน้ำ ทำให้น้ำเปลี่ยนทิศทาง ลดอัตราการไหลของกระแส น้ำทำให้เกษตรกรได้รับน้ำไม่ทั่วถึง อ่างเก็บน้ำตันเงินจุน้ำได้น้อยลง ทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็น มีสีผิดปกติ เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์ร้าย สูญเสียทัศนียภาพ เป็นต้น กรมชลประทานต้องเสียงบประมาณในการควบคุมกำจัดเป็นจำนวนมาก เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาต่อพื้นที่แหล่งน้ำ วิธีการที่ใช้ควบคุมกำจัดผักตบชวามีหลายวิธี ได้แก่ การใช้วิธีทางกายภาพเป็นการทำให้น้ำแห้งแล้วเผาทิ้ง การใช้แรงคนเป็นวิธีที่ปลอดภัยแต่ต้องทำอย่างต่อเนื่องซึ่งจะเหมาะกับพื้นที่ที่มีปริมาณไม่มาก การเลือกใช้เครื่องจักรกลเป็นวิธีที่กำจัดได้รวดเร็วแต่ต้องใช้งบประมาณมาก การใช้สารเคมีเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง สะดวก รวดเร็ว และประหยัด แต่การใช้สารเคมียังมีข้อจำกัดในการใช้ ผู้ปฏิบัติต้องมีความรู้ความเข้าใจ ในการใช้ให้ถูกวิธี การใช้ชีววิธีเป็นวิธีที่ค่อนข้างช้าต้องใช้เวลานานจะเหมาะสมกับบึงสภาพพื้นที่เท่านั้น การนำไปใช้ประโยชน์ยังค่อนข้างที่จะนำไปใช้ยังไม่กว้างขวางเพียงพอเนื่องจากผักตบชวา มีชีวมวลน้อยคือเป็นน้ำเกือบ 90% และการใช้วิธีแบบผสมผสาน เป็นต้น ดังนั้นสำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน ได้ทำการศึกษาวิจัยหาวิธีดำเนินการควบคุมกำจัดผักตบชวา โดยการใช้สารกำจัดวัชพืชชีวภาพ (bioherbicide) ซึ่งสารแต่ละชนิดจะเข้าทำลายเฉพาะเจาะจงต่อพืชเป้าหมาย (target plant) เท่านั้น ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและพืชปลูก รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (ปัทมา, 2551) จึงใช้น้ำมันสกัดจากพืชตระกูลยูคาลิปตัส (1,8-cineole) (ธีรศักดิ์และคณะฯ, 2557) ผสมกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators) ชนิด 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) ในรูปของเกลือและผสมสารกลีเซอรินลดแรงตึงผิวเพื่อให้เข้าสู่ใบของผักตบชวาได้เร็วขึ้น สารผสมนี้ เรียกว่า สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 ที่จะนำมาใช้ควบคุมการระบาดของผักตบชวาในพื้นที่ชลประทานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดค่าใช้จ่าย และปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม

### วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้สารละลายที่เหมาะสมในการควบคุมกำจัดผักตบชวา อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

### วิธีการวิจัย

การศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพของสารผสม 3 ชนิด เพื่อผลิตเป็นสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา ด้วยการนำสารสกัดจากพืชตระกูลยูคาลิปตัส (1,8-cineole) ด้วยการใช้น้ำมันสกัดจากพืชตระกูลยูคาลิปตัส (1,8-cineole) ผสมสารกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators) ชนิด 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) ในรูปของเกลือ และผสมสารกลีเซอรินลดแรงตึงผิวเพื่อให้เข้าสู่ใบของผักตบชวาได้เร็วขึ้น สารผสมนี้ เรียกว่า สวพ. 62-RID No.1 แบ่งการทดสอบ ดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพของสารผสม 3 ชนิด ในการกำจัดผักตบชวา ในสภาพเรือนทดลองเตรียมส่วนผสม สาร 3 ชนิด คือ น้ำมันยูคาลิปตัส สาร 2,4-D disodium salt และกลีเซอริน โดยเตรียม น้ำมันยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 10,000 ppm เตรียม สาร 2,4-D disodium salt ความเข้มข้น 10,000 ppm เป็น สารเริ่มต้น (stock) และกลีเซอรินเข้มข้น วางแผนการทดลองแบบ CRD (Complete randomized design) ทำการทดสอบ

ทั้งหมด 6 ตำรับ (Treatment) จำนวน 3 ซ้ำ (Replication) เตรียมสาร ทุกอัตราใช้กลีเซอริน 5% ของสารละลาย ทั้งหมด น้ำมันยูคาลิปตัส และ 2,4-D เป็นตัวแปร ในอัตราส่วนโดยปริมาตร (v/v) น้ำมันยูคาลิปตัส : 2,4-D, 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ 0 : 100 ทำการฉีดพ่นสารให้ทั่วบนใบผักตบชวาที่ปลูกในกระถาง เคลือบเคลือบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ประเมินผลการตายของผักตบชวา 2 วิธี คือ การ ประเมินผลเชิงคุณภาพ ด้วยการให้คะแนนการตาย 1-9 ตามตารางแบบ European System of Weed Injury Evaluation และการประเมินผลเชิงปริมาณ ด้วยการชั่งน้ำหนัก ที่ระยะเวลาก่อนและหลังการควบคุมกำจัด 1, 3, 7, 14, 21 และ 30 วัน รวบรวม และวิเคราะห์ผลทางสถิติ

2. ทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 ในสภาพเรือนทดลอง โดยคัดเลือก สารผสม 3 ชนิด จากการทดสอบได้อัตราที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด (ข้อ 1) ประกอบด้วย น้ำมันยูคาลิปตัส+สาร 2,4-D disodium salt ที่อัตราส่วนโดยปริมาตร (v/v) 50 : 50 และ กลีเซอริน 5% ของสารละลายทั้งหมด จากการวิเคราะห์ผลพบว่าควรมีการลดปริมาณกลีเซอริน เป็น 2.5% ของสารละลายทั้งหมด ดังนั้นสารละลาย สวพ.62 - RID No.1 ประกอบด้วยน้ำมันยูคาลิปตัส (ความเข้มข้น 10,000 ppm) +สาร 2,4-D disodium salt (ความเข้มข้น 10,000 ppm) ที่อัตราส่วนโดยปริมาตร (v/v) 50 : 50 และ กลีเซอริน 2.5% ของ สารละลายทั้งหมด ผสมให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำไปฉีดพ่นบนผักตบชวาที่เตรียมไว้ ทำการทดสอบ ทั้งหมด 2 ตำรับ (Treatment) จำนวน 5 ซ้ำ (Replication) คือ ตำรับที่ 1 ชุดควบคุม ไม่ฉีดพ่น ตำรับที่ 2 ชุด สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 ประเมินผลการตายของผักตบชวา 2 วิธี คือ การประเมินผลเชิงคุณภาพ ด้วยการ ให้คะแนนการตาย 1-9 ตามตารางแบบ European System of Weed Injury Evaluation และการประเมินผลเชิง ปริมาณ ด้วยการชั่งน้ำหนัก ติดตามและประเมินผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมด้วยการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางเคมี (chemical) ในน้ำ ก่อนและหลังการควบคุมกำจัด ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21 และ 30 รวบรวม และวิเคราะห์ผล ทางสถิติ

3. ทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ. 62 -RID No.1 ในบริเวณคลองระบายน้ำคลองหนอง นาค พื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพ็ญ-เสาไห้ จังหวัดสระบุรี จัดทำแปลงทดลอง ขนาดความยาว แปลง 20 เมตร ความกว้างประมาณ 20 เมตร ความลึก 1.30-1.50 เมตร ทั้งหมด 6 แปลงมีผักตบชวาเต็ม แปลง ทำการทดสอบทั้งหมด 2 ตำรับ จำนวน 3 ซ้ำ คือ ตำรับที่ 1 แปลงควบคุม ไม่ฉีดพ่น ตำรับที่ 2 แปลง สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 ประเมินผลด้วยการให้คะแนนการตายตามตารางแบบ European System of Weed Injury Evaluation และการชั่งน้ำหนักของผักตบชวา ติดตามวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีและปริมาณ สารตกค้างในน้ำ ก่อนและหลังการควบคุมกำจัด ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน

#### ผลการศึกษาวิจัย

1. ผลการทดสอบหาอัตราส่วนผสมของสาร 3 ชนิด ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดผักตบชวาดี ที่สุด พบว่าส่วนผสมน้ำมันยูคาลิปตัส (ความเข้มข้น 10,000 ppm) +สาร 2,4-D disodium salt (ความเข้มข้น 10,000 ppm) ที่อัตราส่วนโดยปริมาตร (v/v) 50 : 50 และ กลีเซอริน 2.5% ของสารละลายทั้งหมด มีประสิทธิภาพดีที่สุที่สุดเป็นสารผสม สวพ. 62 - RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 ในสภาพเรือนทดลอง

2.1 การประเมินผลการตายด้วยการให้คะแนนตามตารางแบบ European System of Weed Injury Evaluation พบว่าผลจากตารางที่ 1 หลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 3 วัน ชุดทดสอบสารผักตบชวาเริ่มตาย คะแนนเฉลี่ย 4.60 ค่า t 11.55 และค่า Sig. 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.01 ชุดควบคุมผักตบชวาปกติ คะแนน 8.60 แสดงว่าชุดทดสอบการฉีดพ่นสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ที่ระยะเวลา 7, 14, 21 30 วัน ผักตบชวาตายโดยสิ้นเชิงคะแนนเฉลี่ย 2.40, 1.60, 1.40 และ 1.00 ตามลำดับ ค่า t 17.90, 20.87, 21.50 และ 36.00 ตามลำดับ ค่า Sig. 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.01 ชุดควบคุมผักตบชวาปกติ คะแนน 8.60, 8.20, 8.20 และ 8.20 ตามลำดับ แสดงว่าชุดทดสอบการฉีดพ่นสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ. 62-RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21 และ 30 วัน ในสภาพเรือนทดลอง โดยการให้คะแนนการตายตาม ตารางแบบ European System of Weed Injury Evaluation

ชนิด	ระยะเวลา (วัน)				
	3	7	14	21	30
ชุดควบคุม	8.60	8.60	8.20	8.20	8.20
สวพ. 62 -RID No.1	4.60	2.40	1.60	1.40	1.00
t-test	11.55	17.90	20.87	21.50	36.00
Sig.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.2 การประเมินผลการตายด้วยการชั่งน้ำหนักสด (กรัม) และน้ำหนักแห้ง (กรัม) หลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 30 วัน พบว่าผลจากตารางที่ 2 โดยน้ำหนักสด ชุดทดสอบสารผักตบชวาน้ำหนักสดเฉลี่ย 7.07 กรัม เปรียบเทียบกับชุดควบคุมผักตบชวาปกติ น้ำหนักสดเฉลี่ย 3800 กรัม มีค่า t 34.25 และค่า Sig. 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.01 แสดงว่าชุดทดสอบการฉีดพ่นสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยน้ำหนักแห้ง ชุดทดสอบสารผักตบชวาน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.48 กรัม เปรียบเทียบกับชุดควบคุมผักตบชวาปกติ น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 890 กรัม มีค่า t 26.82 และค่า Sig. 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.01 แสดงว่าชุดทดสอบการฉีดพ่นสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ. 62-RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา ที่ระยะเวลา 30 วัน ในสภาพเรือนทดลอง โดยการชั่งน้ำหนักสด (g.) และน้ำหนักแห้ง(g.)

ชนิด	น้ำหนักสด (กรัม)(g.)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)(g.)
ชุดควบคุม	3800	890
สวพ. 62 -RID No.1	7.07	0.48
T-test	34.25	26.82
Sig.	0.00	0.00

2.3 ผลการติดตามและประเมินผลกระทบของสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 กับสิ่งแวดล้อม ด้วยการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางเคมี (chemical) ในน้ำ ก่อนและหลังการควบคุมกำจัดผักตบชวาที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21 และ 30 วัน ในสภาพเรือนทดลอง โดยการวัดอุณหภูมิ (T) ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) พบว่าการวัดอุณหภูมิ (T) และค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ที่ระยะเวลาดังกล่าวเป็นลักษณะคุณภาพน้ำตามเกณฑ์คุณภาพน้ำชลประทาน ตามมาตรา 8 คือ อุณหภูมิน้ำไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ไม่ต่ำกว่า 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) โดยเริ่มที่ระยะเวลา 3 วัน สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 27.67-28.51 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 3.78-4.27 ppm ที่ระยะเวลา 7 วัน สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 29.00-30.00 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 3.89-4.30 ppm ที่ระยะเวลา 14 วัน สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 28.02-29.09 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 3.81-5.00 ppm ที่ระยะเวลา 21 วัน สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 27.81-28.67 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 3.92-4.17 ppm ระยะเวลา 30 วัน สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 27.07-27.64 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 3.64-3.90 ppm การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) เป็นไปตามลักษณะคุณภาพน้ำตามเกณฑ์คุณภาพน้ำชลประทาน (ตามมาตรา 8) คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.5-8.5 และค่าการนำไฟฟ้า ไม่เกิน 2,000 ไมโครโมห์/เซนติเมตร พบว่า ที่ระยะเวลา 3 วัน สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 6.73-7.00 มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 855-890 ไมโครโมห์/เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 7 วัน สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 6.00-6.93 ไมโครโมห์/เซนติเมตร มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 890-924 ไมโครโมห์/เซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้า ที่ระยะเวลา 14 วัน สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 6.00-6.99 มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 893-1000 ไมโครโมห์/เซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้า ที่ระยะเวลา 21 วัน สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 6.00-6.99 มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 866-914 ไมโครโมห์/เซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้า ที่ระยะเวลา 30 วัน สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 6.00-6.55 มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 810-910 ไมโครโมห์/เซนติเมตร

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 ในการควบคุมกำจัดผักตบชวาในพื้นที่ชลประทาน บริเวณคลองระบาย คลองหนองนาโค โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว-เส้าไห้ จังหวัดสระบุรี สำนักงานชลประทานที่ 10 ผลจากตารางที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ.62-RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน ในพื้นที่ชลประทาน บริเวณคลองระบายน้ำหนองนาโค โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว-เส้าไห้ จังหวัดสระบุรี การประเมินผลโดยการให้คะแนน พบว่าหลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 3 วัน เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการตาย ชุดทดสอบสารผักตบชวาเริ่มตาย คะแนนเฉลี่ย 5.33 ชุดควบคุมผักตบชวาปกติ คะแนนเฉลี่ย 9.00 ค่า t 11.03 และค่า Sig. 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.01 แสดงว่าชุดทดสอบการฉีดพ่นสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ 0.01 หลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 7 และ 14 วัน ชุดทดสอบสารผักตบชวาเริ่มตายคะแนนเฉลี่ย 3.67 และ 2.67 ได้ค่า t 10.61 และ t 12.73 ค่า Sig. 0.00 แสดงว่าชุดทดสอบการฉีดพ่นสารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 หลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 21, 28 และ 60 วัน ชุดทดสอบทำลายผักตบชวาตายโดยสิ้นเชิง คะแนนเฉลี่ย 1.67, 1.00 และ 1.00 ตามลำดับ ชุดควบคุมผักตบชวาปกติ คะแนนเฉลี่ย 8.33 ได้ค่า t 22.00 และค่า Sig. 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.01 แสดงว่าชุดทดสอบการฉีดพ่นสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 และชุดควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ.62-RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน ในพื้นที่ชลประทาน บริเวณคลองระบายน้ำหนองนาโคตรโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว-เสาไห้ จังหวัดสระบุรี โดยให้คะแนนการตายตามตารางแบบ European System of Weed Injury Evaluation

ชนิด	ระยะเวลา (วัน)					
	3	7	14	21	28	60
ควบคุม	9.00	8.67	8.67	8.33	8.33	8.33
สวพ. 62 -RID No.1	5.33	3.67	2.67	1.67	1.00	1.00
t-test	11.03	10.61	12.73	14.14	22.00	22.00
Sig.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ.62-RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน ในพื้นที่ชลประทาน บริเวณคลองหนองนาโคตรโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว-เสาไห้ จังหวัดสระบุรี ประเมินผลการตายด้วยวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยการชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง (กรัม/ตารางเมตร) ตามตารางที่ 4 พบว่าหลังการฉีดพ่นสาร ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ผลการทำลายผักตบชวาชุดทดสอบมีความแตกต่างกันกับชุดควบคุม ได้ค่า Sig. น้อยกว่า 0.01 แสดงว่าชุดทดสอบการฉีดพ่นสารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

**ตารางที่ 4** เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ.62 - RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21, 28 และ 30 วัน ในพื้นที่ชลประทาน บริเวณคลองหนองนาโคตรโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว-เสาไห้ จ.สระบุรี โดยการชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง (กรัม/ตารางเมตร)

ชนิด	ระยะเวลา (วัน)											
	3		7		14		21		30		60	
	สด	แห้ง	สด	แห้ง	สด	แห้ง	สด	แห้ง	สด	แห้ง	สด	แห้ง
ชุดควบคุม	13167	1717	12500	1593	12767	1363	11333	1200	11833	1170	12833	1117
สวพ. 62 - RID No.1	10267	1167	10000	1023	9500	983	6100	323	4467	200	0.00	0.00
t-test	5.03	5.58	6.32	10.54	6.27	6.99	10.73	5.71	16.52	14.35	29.10	18.58
Significant t	0.007	0.005	0.003	0.00	0.003	0.002	0.00	0.005	0.00	0.00	0.00	0.00

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และการติดตามผลตกค้างในน้ำของสารละลาย สวพ.62 - RID No.1 ก่อนและหลังการควบคุมกำจัดผักตบชวา ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน ด้วยการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในแปลงทดสอบบริเวณพื้นที่ชลประทาน คลองระบายน้ำ คลองหนองนาค โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว-เสาไห้ จังหวัดสระบุรี ส่งตัวอย่างน้ำวิเคราะห์หาปริมาณสาร 2,4-D ในแปลงทดลอง โดยบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด และตรวจวัดคุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical analysis) ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบหัวรวม (Multiprobe) โดยการวัดอุณหภูมิ (T) ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) การวัดอุณหภูมิ (T) และค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) พบว่าเป็นลักษณะคุณภาพน้ำตามเกณฑ์คุณภาพน้ำชลประทาน ตามมาตรา 8 ที่ระยะเวลา 3 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 27.82-28.23 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 4.34-5.11 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลา 7 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 27.84-28.75 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 4.91-5.91 ppm. ที่ระยะเวลา 14 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 27.09-27.46 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 4.62-4.94 ppm. ที่ระยะเวลา 21 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 27.38-27.76 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 4.60-5.00 มิ ppm. ที่ระยะเวลา 28 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 28.80-29.79 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 4.79-5.10 ppm. ระยะเวลา 60 วัน สารละลาย สวพ.62 -RID No.1 และชุดควบคุมมีอุณหภูมิ ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 28.0-29.01 องศาเซลเซียส ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อยู่ในช่วง 4.89-5.01 ppm.

ผลจากการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) พบว่าที่ระยะเวลา 3 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 5.89-6.00 เป็นลักษณะคุณภาพน้ำค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย ยังจัดอยู่ในเกณฑ์อนุโลม คุณภาพน้ำชลประทาน ตามมาตรา 8 มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 1700-1797 ไมโครโมห์/เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 7 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 5.90-6.00 เป็นลักษณะคุณภาพน้ำค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย ยังจัดอยู่ในเกณฑ์อนุโลม มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 1700-1860 ไมโครโมห์/เซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้า ที่ระยะเวลา 14 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 5.88-6.00 เป็นลักษณะคุณภาพน้ำค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย ยังจัดอยู่ในเกณฑ์อนุโลม มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 1723-1823 ไมโครโมห์/เซนติเมตร ค่าการนำไฟฟ้า ที่ระยะเวลา 21 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 6.11-6.90 มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 1663-1723 ไมโครโมห์/เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 28 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 5.97-6.90 มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 1620-1790 ไมโครโมห์/เซนติเมตร ที่ระยะเวลา 60 วัน สารละลาย สวพ.62-RID No.1 และชุดควบคุม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 5.97-6.90 มีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 1620-1790 ไมโครโมห์/เซนติเมตร เป็นลักษณะคุณภาพน้ำตามเกณฑ์คุณภาพน้ำชลประทาน ตามมาตรา 8

ผลการวิเคราะห์ผลตกค้างของสารละลาย สวพ.62-RID No.1 ที่ประกอบด้วยน้ำมันยูคาลิปตัส (1,8 Cineole)+2,4-D+glycerine ในการกำจัดผักตบชวา ก่อนและหลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน โดยวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D ในน้ำ เนื่องจากสาร 1,8 Cineole เป็นสารที่อยู่ในน้ำมันยูคาลิปตัส เป็นสารชีวภาพ สามารถจะสลายตัวได้ง่าย ในธรรมชาติด้วยจุลินทรีย์ ชนิดย่อยสลายที่พบอยู่ทั่วไป การวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D ในน้ำ ผลตามตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D พบว่า ชุดควบคุมก่อน และหลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน ไม่พบ ปริมาณ 2,4-D ในน้ำ Not Detected ชุดแปลงทดสอบสารละลาย สวพ.62-RID No.1 ก่อนและหลังการทดสอบที่ระยะเวลา 7 วัน ไม่พบ 2,4-D ในน้ำ Not Detected ระยะเวลา 14 วัน พบ ปริมาณ 2,4-D ปริมาณ 0.00153 มิลลิกรัม/ลิตร ระยะเวลา 21 วัน พบ 2,4-D ปริมาณ 0.00978 มิลลิกรัม/ลิตร ระยะเวลา 28 วัน พบ 2,4-D ปริมาณ 0.00124 มิลลิกรัม/ลิตร และระยะเวลา 60 วัน ไม่พบ 2,4-D ในน้ำ Not Detected

**ตารางที่ 5** การวิเคราะห์หาปริมาณสารตกค้างของสาร สวพ.62-RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา ก่อนและหลังการฉีดพ่นที่ระยะเวลา 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน ในพื้นที่ชลประทาน บริเวณคลองหนองนาค โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพียว-เส้าไห้ จังหวัดสระบุรี โดยวิเคราะห์หาปริมาณ 2,4-D ในน้ำ

ที่ระยะเวลา (วัน)	ควบคุม (mg/L)	สวพ.62-RID No.1 (mg/L)	หมายเหตุ
ก่อน	Not Detected	Not Detected	
7	Not Detected	Not Detected	
14	Not Detected	0.00153	
21	Not Detected	0.00978	
28	Not Detected	0.00124	
60	Not Detected	Not Detected	

หมายเหตุ : มาตรฐานการอนุโลมปริมาณสาร 2,4-D ในน้ำต้องมีปริมาณไม่เกิน 45 mg/l

แหล่งที่มา : เอกสารวิชาการ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ ฉบับที่ 75/2530 เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด

**ตารางที่ 6** ตารางแสดงการให้คะแนนการตายของวัชพืชแบบ European System of Weed Injury Evaluation

คะแนน	ผลของสารกำจัดวัชพืช
1	วัชพืชตายโดยสิ้นเชิง
2	ได้ผลดีมาก
3	ได้ผลดี
4	พอใช้ได้
5	ได้ผลปานกลาง
6	เริ่มได้ผล
7	มีผลน้อย
8	มีผลน้อยมาก
9	ไม่มีผลเลย





รูปที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ.62-RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา ที่ระยะเวลา 1, 3, 7, 14, 21 และ 30 วัน ในสภาพเรือนทดลองบริเวณ ฝ่ายวิจัย สำนักงานวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน



รูปที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ.62 - RID No.1 ในการกำจัดผักตบชวา ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน ในพื้นที่ชลประทาน บริเวณคลองระบายน คลองหนองนาค โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลองเพรียว-เสาไห้ จังหวัดสระบุรี

### การอภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารละลาย สวพ.62 - RID No.1 ในการควบคุมกำจัด ผักตบชวาในพื้นที่ชลประทาน บริเวณคลองระบายน้ำ คลองหนองนาโค โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลอง เปรี้ยว-เสาไห้ จังหวัดสระบุรี สำนักงานชลประทานที่ 10 พบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมกำจัดผักตบชวา ได้ดีที่สุดใน รวดเร็ว ทำให้ผักตบชวาตายโดยสิ้นเชิง และไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ

2. ผลการติดตามและประเมินผลตกค้างในน้ำของสารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 ก่อน และหลังการควบคุมกำจัดผักตบชวา ที่ระยะเวลา 3, 7, 14, 21, 28 และ 60 วัน ด้วยการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำใน แปลงทดสอบบริเวณพื้นที่ชลประทาน คลองระบายน้ำ คลองหนองนาโค โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคลอง เปรี้ยว-เสาไห้ จังหวัดสระบุรี ส่งตัวอย่างน้ำวิเคราะห์โดยบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด และ ตรวจวัดคุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical analysis) ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบหัวรวม (Multiprobe) พบว่า หลังการฉีดพ่นสาร สวพ.62-RID No.1 ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์หา ปริมาณสาร 2,4-D หลังการทดสอบสาร สวพ.62-RID No.1 พบปริมาณ 2,4-D น้อยมาก ที่ระยะเวลาที่มีการ ตายของผักตบชวา แห่อยู่ในน้ำในแปลงทดลองอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำ เพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจัด สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ ฉบับที่ 2530 กรัมประมง สาร 2,4-D ระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ยินยอมให้มีได้ค่า 45.0 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลา 60 วัน ผักตบชวาตายจมลงใต้น้ำไม่พบปริมาณ 2,4-D ไม่พบตะกอนของ ผักตบชวาเหลือ ไม่มีการวิเคราะห์หา สาร 1,8-cineole และกลีเซอรีน เพราะเป็นสารชีวภาพจะมีการ สลายตัวในธรรมชาติด้วยจุลินทรีย์ต่างๆ ไป จึงไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์หาผลตกค้าง

ปัจจุบันมีการใช้สาร 2,4-D disodium salt ในการควบคุมกำจัดผักตบชวา เป็นวิธีการที่มี ประสิทธิภาพแต่เนื่องจากการใช้ต้องมีช่วงปลอดฝน 5-6 ชั่วโมง และมีกลิ่นค่อนข้างรุนแรง ส่วนการใช้สาร กำจัดวัชพืชชีวภาพที่ดี และมีประสิทธิภาพในการควบคุมกำจัดได้ผลดีเฉพาะวัชพืชบางชนิดเท่านั้น ถ้าจะให้ ได้ ประสิทธิภาพที่ดีก็ควรมีการผสมกับสารชนิดอื่น เช่น สารละลาย สวพ.62-RID NO.1 เป็นสารผสมจากน้ำมันยู คาลิปตัส ซึ่งมีสารสำคัญ คือ 1,8-cineole ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช สามารถสลายตัว ได้ง่ายในธรรมชาติด้วยจุลินทรีย์ต่างๆ ไป นำมาผสมกับกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators) ชนิด 2,4-D (2,4-dichlorophenoxy acetic acid) ในรูปของเกลือ (วราภรณ์, 2555) เมื่อใช้ใ นความเข้มข้นสูงมีผลทำให้พืชมีการแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติ และผสมสารกลีเซอรีน ช่วยให้น้ำมันยูคาลิปตัส และสาร 2,4-D ผสมละลายเป็นเนื้อเดียวกันและช่วยให้เข้าสู่ใบของผักตบชวาได้เร็วขึ้น การทำลายหรือการควบคุมกำจัด จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นสารละลาย สวพ.62-RID NO.1 เป็นสารละลายที่มีประสิทธิภาพสูง รวดเร็วเข้าสู่ ต้นผักตบชวาได้ทันที ไม่พบกากตะกอนของผักตบชวาหลงเหลือ ไม่มีกลิ่น และปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม

### ข้อเสนอแนะ

ผลจากการใช้สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 ในการควบคุมกำจัดผักตบชวาในพื้นที่ชลประทาน นั้นมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชชีวภาพ (Bioherbicide) และการใช้เชื้อรากลุ่มกำจัดผักตบชวาที่ ค่อนข้างจะได้ผลน้อย เพราะจะมีการเจริญเติบโตของผักตบชวาขึ้นมาใหม่ (Regrowth) ทำให้ยากต่อการ

ควบคุมกำจัดให้หมดไป แต่เนื่องจากสารกำจัดวัชพืชชีวภาพเป็นสารที่ปลอดภัยต่อแหล่งน้ำไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ต้องมีการฉีดพ่นซ้ำหลายๆ ครั้ง ทำให้ต้องเสียงบประมาณจำนวนมากในการควบคุมกำจัด ผักตบชวา ดังนั้นควรที่จะมีการสนับสนุนให้มีการใช้ สารละลาย สวพ. 62 - RID No.1 ในการควบคุมกำจัด ผักตบชวาในพื้นที่ชลประทานที่มีปัญหาการแพร่ระบาดของผักตบชวา ต่อไปในอนาคต

#### บรรณานุกรม

ธีรศักดิ์ ชนิตนอก และคณะ. 2557. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaladulsis* Dehnh) ต่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero). ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม.

ปัทมา พิทยจรุณี. 2551. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ...คุณค่าจากทรัพยากรชีวภาพของไทย. ศูนย์พันธุ์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

มานพ ศิริวรกุล . 2540. การควบคุมวัชพืชน้ำ. วิทยาสารของสมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.ฉบับที่พิเศษ (2537-2540). หน้า. 38-44.

วราภรณ์ ฉวยฉาย. 2555. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. ศูนย์วิทยบริการ. มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครสวรรค์. จังหวัดนครสวรรค์.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. พรรณไม้น้ำ. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 232 หน้า.

สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. 2530. เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. ฉบับที่ 75/2530.

## การศึกษาปัจจัยจัดลำดับโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กโดยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

### Factors Affecting Prioritization of Small Scale Water Resource Project Development by Analytical Hierarchy Process

นายภาณุวัฒน์ ศรีชัย<sup>1</sup> ผศ.ดร.ขนิศา รุ่งแจ้ง<sup>2</sup>

Mr. Panuwat SRICHAI<sup>1</sup> Assist. Prof. Kanisa RUNGJANG<sup>2</sup>

โครงการปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail : panuwatwm66@gmail.com<sup>1</sup> fengsr@ku.ac.th<sup>2</sup>

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก ในพื้นที่จังหวัดอุทัยธานี โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น(AHP) ในการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจและให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าน้ำหนักด้วยเทคนิคการเปรียบเทียบทีละคู่ และการประเมินความเหมาะสมของทางเลือกปัจจัยในการพิจารณาโครงการมีทั้งสิ้น 6 ปัจจัย ได้แก่ ค่าก่อสร้าง พื้นที่รับประโยชน์ มติประชาคมในพื้นที่โครงการ จำนวนครัวเรือนที่ได้รับผลประโยชน์ การศึกษาความเหมาะสมทางวิศวกรรม(ผลสำรวจและแบบก่อสร้าง) และปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่ โดยใช้แผนงานในปีงบประมาณ 2562 ของจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 8 โครงการเป็นทางเลือกของการศึกษา ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีน้ำหนักความสำคัญ สูงที่สุด 3 ลำดับแรกได้แก่ มติประชาคมในพื้นที่โครงการ จำนวนครัวเรือนที่ได้รับผลประโยชน์ และพื้นที่รับประโยชน์(พื้นที่ชลประทาน) ตามลำดับ ทางเลือกที่เหมาะสมจากการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจในงานด้านการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กพร้อมทั้งจัดลำดับความสำคัญเพื่อของงบประมาณในการดำเนินการก่อสร้างโครงการแหล่งน้ำขนาดเล็กได้

**คำสำคัญ :** โครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก, การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น, อุทัยธานี

#### Abstract

The objective of this research is to evaluate the factor affecting of a small water source development project in Uthai Thani Province area by using Analytical Hierarchy Process (AHP). The process includes modeling of criteria, considering weighted values using the pairwise comparison, and evaluating the suitability of alternatives. In small water source development, this research 6 focuses on construction cost, benefit area, community resolutions, number of benefit households, engineering feasibility, and the increasing amount of reserve water. By using the plan in the fiscal year 2019 of Uthai Thani province, a total of 8 projects

were studied. The results showed that the top three factors are community resolution, number of benefit households, and benefit areas (irrigated areas), respectively. This research shows that the analytical hierarchy process can be applied for budget prioritization of small water resources projects.

**Keyword:** Small-scale water resource project ,Analytic hierarchy process (AHP), Uthai Thani Province.

## บทนำ

การพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กเป็นกิจกรรมเพื่อให้ราษฎรในชนบทได้มีน้ำใช้เพียงพอต่อความต้องการในการยังชีพ การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกหรือการชลประทานนับว่าเป็นงานที่มีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศที่เป็นประเทศเกษตรกรรม เช่น ประเทศไทย ในการช่วยให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกได้อย่างสมบูรณ์ตลอดปี ในปัจจุบันพื้นที่การเพาะปลูกส่วนใหญ่ในทุกภาคของประเทศ เป็นพื้นที่เพาะปลูกนอกเขตชลประทาน ซึ่งการเพาะปลูกอาศัยเพียงน้ำฝนและน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นหลัก ทำให้พืชได้รับน้ำไม่สม่ำเสมอตามความต้องการการใช้น้ำของพืช เป็นผลให้ผลผลิตที่ได้รับไม่ดีเท่าที่ควร อีกทั้งความผันแปรเนื่องจากฝนตกไม่พอเหมาะกับความต้องการ เป็นเหตุให้การเพาะปลูกได้รับความเสียหายอยู่บ่อยๆ ส่วนใหญ่แล้วในเขตภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มักมีฝนตกน้อยประมาณเดือนกรกฎาคม ทำให้เกิดสภาวะฝนแล้ง ฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานานในระหว่างฤดูฝนเป็นประจำเกือบทุกปี เมื่อถึงเดือนสิงหาคมหรือกันยายน ในเขตพื้นที่ดังกล่าวก็มักจะมีฝนตกหนักมากเกินความต้องการจนบางปีก็เกิดอุทกภัยอย่างรุนแรง ทั้งสภาวะฝนแล้งและอุทกภัยล้วนเป็นเหตุทำให้พืชผลในพื้นที่เพาะปลูกได้รับความเสียหาย ปัญหานี้สามารถบรรเทาได้โดยการชลประทานหรือการพัฒนาแหล่งน้ำ

การพัฒนาแหล่งน้ำของประเทศได้ส่งผลให้ประเทศไทยมีน้ำต้นทุนเพื่อตอบสนองต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในประเทศ การพัฒนาด้านการเกษตร เศรษฐกิจและอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำต้นทุนดังกล่าว สามารถตอบสนองความต้องการน้ำได้เพียงครึ่งหนึ่งของความต้องการน้ำโดยรวมของประเทศ โดยคาดว่าในอนาคตข้างหน้า ความต้องการน้ำจะสูงมากขึ้น และปริมาณต้นทุนที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ นอกจากนี้ ในหลายพื้นที่ของประเทศยังประสบปัญหาพื้นที่ป่าต้นน้ำเสื่อมโทรม โดยโครงการชลประทานขนาดเล็ก ซึ่งหมายถึงโครงการก่อสร้างที่อยู่นอกเขตชลประทานและมีระยะเวลาก่อสร้างไม่เกิน 1 ปี

เนื่องจากการดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องน้ำให้กับประชาชนได้อย่างทั่วถึง โครงการขนาดเล็กจึงเป็นโครงการที่สามารถบรรเทาความเดือดร้อนและแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค รวมถึงใช้เพื่อการผลิตทางการเกษตรอีกทางหนึ่งและงานในแผนงานที่จะดำเนินการจำนวนมากที่รองรับปริมาณในการพัฒนาพื้นที่นอกเขตชลประทาน

## วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยในการคัดเลือกโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กโดยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

### ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรารุช วุฒินาณิษฐ์[1] กล่าวว่ากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นกระบวนการที่ใช้ในการ “วัดค่าระดับ” ของการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลการตัดสินใจที่ถูกต้องตรงกับ เป้าหมายของการตัดสินใจได้มากที่สุด โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนียกล่าวว่า กระบวนการที่ว่านี้ได้รับการคิดค้นเมื่อปลายทศวรรษที่ 1970

ตั้งแต่กระบวนการนี้ได้รับการคิดค้นขึ้นมา ก็มีการนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจต่างๆ มากมาย เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานทางธุรกิจ ได้แก่ การสั่งซื้อวัตถุดิบ การเลือกสถานที่ในการประกอบการ การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด ฯลฯ รวมถึงการ ประยุกต์ใช้ในเรื่องของการบริหารทรัพยากรบุคคลในองค์กร เช่น การจัดลำดับความสามารถของ พนักงาน การประเมินทางเลือกของสายอาชีพ การสำรวจทัศนคติของพนักงาน ฯลฯ ซึ่งจุดเด่นของ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มีดังนี้

1. ให้ผลการสำรวจน่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจก่อนที่จะลงมือตอบคำถาม
2. มีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับชั้น เลียนแบบกระบวนการความคิดของมนุษย์ ทำให้ง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ
3. ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลข ทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ และยังสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปเปรียบเทียบ (Benchmarking) กับหน่วยงานอื่นๆ ได้
4. สามารถจัดการตัดสินใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้
5. ใช้ได้ทั้งกับการตัดสินใจแบบคนเดียวและแบบที่เป็นกลุ่มหรือหมู่คณะ
6. ก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประสามติ
7. ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุม

สำหรับการศึกษาการใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) มีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ปิยนุช อู่รอด (2552) [2] การประยุกต์ใช้ AHP และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Expert Choice มาใช้ในกระบวนการคัดเลือกบริษัทขนส่งที่ดีที่สุดสำหรับธนาคารพาณิชย์ ซึ่งเป็นธนาคาร กรณีศึกษา พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การตัดสินใจคัดเลือกบริษัทขนส่งเงินของธนาคาร ประกอบ ด้วยเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจจำนวน

ทั้งสิ้น 5 เกณฑ์ ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้บริการ ข้อมูลอ้างอิง จากลูกค้าที่เคยใช้บริการและยังใช้บริการอยู่ คุณภาพทางการให้บริการ การรักษาความปลอดภัย และระบบรักษาความปลอดภัย แผนฉุกเฉิน โดยกำหนดบริษัทซึ่งเป็นทางเลือกจำนวน 4 บริษัท ได้แก่ G4S, SAMCO, BRINKS, กรุงเทพเซอร์เว็กซ์ ในการศึกษาทดลองพบว่าผู้ตัดสินใจให้ความสำคัญกับ เกณฑ์ SECURITY / CONTROL เป็นอันดับแรก ได้ค่าน้ำหนัก 43.8% เกณฑ์ SERVICE & SUPPORT เป็นอันดับสอง ได้ค่าน้ำหนัก 28.3% เกณฑ์ BCP (EMERGENCY PLAN) และ เกณฑ์ CUSTOMER REFERENCE เป็นอันดับสาม ได้ค่าน้ำหนัก 9.6% เกณฑ์ COMPANY PROFILE เป็นอันดับที่สี่ ได้ค่าน้ำหนัก 8.7% เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญที่ผู้ตัดสินใจให้แก่ทางเลือกแล้ว พบว่าบริษัท G4S เป็นบริษัทขนส่งเงินที่ดีที่สุด ได้ค่าน้ำหนัก 40% ซึ่งได้ค่า OVERALL INCONSISTENCY INDEX เท่ากับ 0.01 แสดงว่าผลการเปรียบเทียบมีความถูกต้องสูง ดังนั้น สรุปผลจากข้อมูลทั้งหมด บริษัท กรู๊ปโพร ซีเคียวริตี้ แคช เซอร์วิส (ประเทศไทย) จำกัด (G4S) เข้าเกณฑ์การทดลองได้ผลดีที่สุด

Ghodsypour and O'Brien (1998) [3] ใช้ AHP และการพัฒนาแบบจำลองการ โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ในการตัดสินใจเลือกซัพพลายเออร์ เพื่อหาซัพพลายเออร์ ที่ดีที่สุดและมูลค่าการสั่งซื้อที่เหมาะสมของแต่ละซัพพลายเออร์โดยขั้นตอนแรกจะใช้ AHP ในการเรียงลำดับของซัพพลายเออร์ โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ เกณฑ์ที่ได้ค่าน้ำหนัก ความสำคัญมากที่สุด คือ ต้นทุน รองลงมา คือ คุณภาพและบริการ จากนั้นจะเลือกซัพพลายเออร์โดย ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการคำนวณมูลค่ารวมของการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับซัพพลายเออร์แต่ละราย

Xia and Wu (2007) [4] คัดเลือกซัพพลายเออร์โดยคำนึงถึงการได้รับส่วนลดจากมูลค่า รวมของการสั่งซื้อ จึงเกิดคำถามขึ้น 2 ข้อ คือ จะเลือกซัพพลายเออร์รายใดและควรซื้อด้วยมูลค่ารวม เท่าใด การวิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกใช้ AHP เรียงลำดับซัพพลายเออร์โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์ที่ได้ค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ต้นทุน รองลงมา คือ การบริการและคุณภาพ ขั้นตอนที่สองจึงคัดเลือกซัพพลายเออร์จากการ ได้รับส่วนลด โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในการคำนวณมูลค่าการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับแต่ละซัพพลายเออร์

## วิธีการศึกษา

จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งมีพื้นที่ทั้งสิ้น 4,206,404 ไร่ ซึ่งต้องประสานงานกับจังหวัด, อำเภอ, องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น, ผู้นำชุมชน, หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง และเกษตรกรในพื้นที่ ในการพิจารณาแก้ไขปัญหาในส่วนที่เกี่ยวกับงานด้านส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูก ดำเนินการก่อสร้างงานตามแผนพัฒนาระบบส่งน้ำระบบระบายน้ำ ตลอดจนปฏิบัติงานอื่นๆ ตามที่ผู้บังคับบัญชามอบหมาย

แผนงานในปีงบประมาณ 2562 สำหรับโครงการก่อสร้างแหล่งน้ำขนาดเล็ก ในเขตจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 8 โครงการ อยู่ในเขตพื้นที่ อ.เมือง 1 โครงการ อ.ทัพทัน 4 โครงการ อ.บ้านไร่ 1 โครงการ อ.ลานสัก 5 โครงการ อ.สว่างอารมณ์ 2 โครงการ และ อ.หนองขาหย่าง 1 โครงการ ดังแสดงรูปที่ 1

ที่	ชื่อแผนงาน / โครงการ / รายการ	อำเภอ	จังหวัด	พ.ท.รับประโยชน์ (ไร่)	ความจุเพิ่มขึ้น (ล้าน ลบ.ม.)	จำนวนครัวเรือนที่ได้รับประโยชน์	ความพร้อม		ค่าก่อสร้าง (ล้านบาท)	ประเภทคดี
							สำรวจ	ออกแบบ		
1	ฝายหมู่ 7 คลองวังหลวง พร้อมระบบส่งน้ำ	สว่างอารมณ์	อุทัยธานี	1500	0.073	300	✓	✓	30.0000	ผ่าน
2	ฝายคดงขวาง	หนองขาหย่าง	อุทัยธานี	500	0.44	170	✓	✓	20.0000	ผ่าน
3	อาคารบังคับน้ำห้วยเป่า	บ้านไร่	อุทัยธานี	300	0.05	100	✓	✓	48.0000	ผ่าน
4	อาคารบังคับน้ำบ้านไม้เขียว 1 พร้อมอาคารประกอบ	สว่างอารมณ์	อุทัยธานี	1,000	0.12	300	✓	✓	50.0000	ผ่าน
5	อาคารบังคับน้ำ หมู่ 7 บ้านน้ำวัง พร้อมระบบส่งน้ำ	ลานสัก	อุทัยธานี	300		100	✓	✓	15.0000	ผ่าน
6	อาคารบังคับน้ำบ้านทุ่งเศรษฐี พร้อมระบบส่งน้ำ	ลานสัก	อุทัยธานี	2,500		300	✓	✓	30.0000	ผ่าน
7	อาคารบังคับน้ำบ้านกอดบ่วง พร้อมระบบส่งน้ำ	ลานสัก	อุทัยธานี	1,000		200	✓	✓	26.2000	ผ่าน
8	ฝายหนองปลาไหล	ลานสัก	อุทัยธานี	1,000	0.092	60	✓	✓	20.0000	ผ่าน

รูปที่ 1 แผนงานในปีงบประมาณ 2562

การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อศึกษาปัจจัยในการสนใจเลือกโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก ซึ่งจะดำเนินโครงการในพื้นที่จังหวัดอุทัยธานีเท่านั้น วิธีการศึกษา ได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนตามกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) การสร้างแบบจำลองปัญหาของกรณีศึกษา ดำเนินการกำหนดแผนภูมิการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นซึ่งประกอบด้วยจุดมุ่งหมายในการดำเนินการ ทางเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ในการดำเนินการในแต่ละทางเลือก โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลหตุยภูมิที่เกี่ยวข้อง การประเมินสภาพพื้นที่ที่จะดำเนินงานโครงการ และการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ให้ข้อมูลข่าวสารหลักเป็นผู้ดำเนินงานโครงการ

วิจูรย์, 2542[6] กล่าวว่า การให้ค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อระบุระดับความสำคัญ ของเกณฑ์หรือปัจจัย และทางเลือก โดยพิจารณาเป็นลำดับชั้นด้วยวิธีการเปรียบเทียบที่ละคู่ ตามวิธีการของ Saaty ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นการประเมินความสำคัญในเชิงเปรียบเทียบ เทียบของคู่เปรียบเทียบที่ละคู่จนครบทุกคู่ ซึ่งค่าในเชิง เปรียบเทียบระหว่างคู่มิค่าเป็นสัดส่วนระหว่าง 1/9 ถึง 9 ในการให้ค่าถ่วงน้ำหนัก เพื่อให้ได้ค่าน้ำหนักของคู่เปรียบเทียบ หลังจากให้ค่าน้ำหนักเสร็จแล้วทำการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักของเกณฑ์หรือปัจจัย และ น้ำหนักของทางเลือกภายใต้การพิจารณาแต่ละเกณฑ์หรือปัจจัยรวมทั้งค่าความสอดคล้องเพื่อตรวจสอบว่าการเปรียบเทียบให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของทุกหลักเกณฑ์หรือทุกทางเลือกมีความสมเหตุสมผลในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่

การประเมินความเหมาะสมของทางเลือก คำนวณค่าคะแนนความเหมาะสมรวมของแต่ละทางเลือก โดยหาได้จากผลคูณของน้ำหนักของปัจจัยกับน้ำหนักของทางเลือกภายใต้การพิจารณาแต่ละปัจจัย ซึ่งค่าคะแนนความเหมาะสมรวมของแต่ละทางเลือกปัจจัยในการคัดเลือกโครงการแหล่งน้ำขนาดเล็กแต่ละปัจจัย



สามารถเรียงลำดับทางเลือกตามค่าคะแนนความเหมาะสมรวมเพื่อหาปัจจัยที่ดีที่สุด ในการดำเนินการโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กต่อไป

โดยการเปรียบเทียบปัจจัยการคัดเลือกโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก โดยมีปัจจัย 6 ด้าน ได้แก่ 1.ราคาค่าก่อสร้าง 2.พื้นที่รับประโยชน์ 3.จำนวนครัวเรือนที่ได้รับผลประโยชน์ 4.ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่ 5.ความพร้อมในด้านวิศวกรรม 6.มติประชาคมในพื้นที่โครงการ โดยปัจจัยที่ 1 ถึง 4 ใช้ข้อมูลจากเล่มรายงานการศึกษาการวิเคราะห์ความเหมาะสมเบื้องต้นของโครงการ (reconnaissance report) ราคาค่าก่อสร้าง พื้นที่รับประโยชน์ จำนวนครัวเรือนที่ได้รับผลประโยชน์ สำหรับปัจจัยที่ 5 ความพร้อมในด้านวิศวกรรม จะพิจารณาจากผลสำรวจและความพร้อมของแบบก่อสร้างเป็นสำคัญ และปัจจัยที่ 6 มติประชาคมในพื้นที่โครงการ โดยมีการจัดประชุมประชาคมชาวบ้านผู้ได้รับผลประโยชน์และผลกระทบในพื้นที่โครงการเพื่อหารือร่วมกันในการดำเนินโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ ผลจากการทำประชาคมชาวบ้านมติเห็นชอบเกินครึ่งหนึ่ง ถือว่าโครงการสามารถดำเนินการก่อสร้างในพื้นที่ได้

โดยกำหนดให้

F1 คือ ปัจจัยด้านค่าก่อสร้าง โดยเกณฑ์การให้คะแนนค่าก่อสร้างที่น้อยที่สุด มีความสำคัญมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1 และ ค่าก่อสร้างที่มากที่สุด มีความสำคัญน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 9

F2 คือ ปัจจัยด้านพื้นที่รับประโยชน์ โดยเกณฑ์การให้คะแนนพื้นที่รับประโยชน์มากที่สุด มีความสำคัญมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1 และ พื้นที่รับประโยชน์น้อยที่สุด มีความสำคัญน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 9

F3 คือ ปัจจัยด้านจำนวนครัวเรือนที่ได้รับผลประโยชน์ โดยเกณฑ์การให้คะแนนจำนวนครัวเรือนที่รับประโยชน์มากที่สุด มีความสำคัญมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1 และ จำนวนครัวเรือนที่รับประโยชน์น้อยที่สุด มีความสำคัญน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 9

F4 คือ ปัจจัยด้านปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่ โดยเกณฑ์การให้คะแนนปริมาณน้ำที่เก็บกักได้มากที่สุด มีความสำคัญมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1 และ ปริมาณน้ำที่เก็บกักได้น้อยที่สุด มีความสำคัญน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 9

F5 คือ ปัจจัยด้านการศึกษาความเหมาะสมทางวิศวกรรม โดยเกณฑ์การให้คะแนนโครงการที่ผลสำรวจและแบบก่อสร้างมีความพร้อม มีความสำคัญมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1 โครงการที่ผลสำรวจและแบบก่อสร้างไม่มีความพร้อม มีความสำคัญน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 9

F6 คือ ปัจจัยด้านมติประชาคมในพื้นที่โครงการ โดยเกณฑ์การให้คะแนนโครงการที่มติประชาคมเห็นชอบให้ดำเนินการก่อสร้าง มีความสำคัญมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 1 และโครงการที่มติประชาคมไม่เห็นชอบให้ดำเนินการก่อสร้าง มีความสำคัญน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 9

การวิเคราะห์ผลที่ได้โดยทำการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล โดยการคำนวณดัชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency Index, CI) ถ้า CI มีค่ามากกว่า 0.1 แสดงว่าคะแนนความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ไม่สมเหตุสมผล Sahoo (1998) [5] จะต้องปรับคะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบของเป็นคู่ใหม่ก่อนที่จะวิเคราะห์ในลำดับขั้นถัดไป

$$CI = RI / CR \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ CI คือ ดรรชนีความสมเหตุสมผล (Consistency Index)

CR คือ สัดส่วนความสมเหตุสมผล (Consistency Ratio) และ

RI คือ ดรรชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล (Random Inconsistency Index) ขึ้นอยู่กับขนาดของสแควร์เมตริก A ดังตารางที่ 1

$$CR = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) RI \quad \dots\dots\dots (2)$$

เมื่อ n คือ ขนาดของสแควร์เมตริก

ตารางที่ 1 Random Inconsistency Index (RI)

N	RI	N	RI	N	RI
1	0	6	1.24	11	1.51
2	0	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.46	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

ที่มา Sahoo, 1998 [5]

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

การให้ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ในการคัดเลือกโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก โดยการเปรียบเทียบทีละคู่ ทั้ง 6 ปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักสูงสุดที่ 3 ลำดับแรกได้แก่ มติประชาคมในพื้นที่โครงการ จำนวนครัวเรือนที่ได้รับผลประโยชน์ และพื้นที่รับประโยชน์(พื้นที่ชลประทาน) โดยมีค่าน้ำหนัก ของเกณฑ์หรือปัจจัยเท่ากับ 0.380, 0.265 และ 0.166 หรือคิดเป็นร้อยละ 38.0, 26.5 และ 16.6 ตามลำดับ ในขณะที่เกณฑ์หรือปัจจัยในด้านผลผลิตที่ได้รับ และปัจจัยด้านปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่

นั้นมีค่าน้ำหนักของปัจจัยต่ำที่สุด ดังแสดงใน รูปที่ 1 เมื่อมาพิจารณาถึงค่าความสอดคล้อง (Consistency ratio: CR) ของการเปรียบเทียบเกณฑ์หรือ ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจในครั้งนี้ พบว่ามีค่า CR = 0.033 หรือ ร้อยละ 3.3 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งค่า CR ที่ยอมรับได้ไม่ควรเกินร้อยละ 10

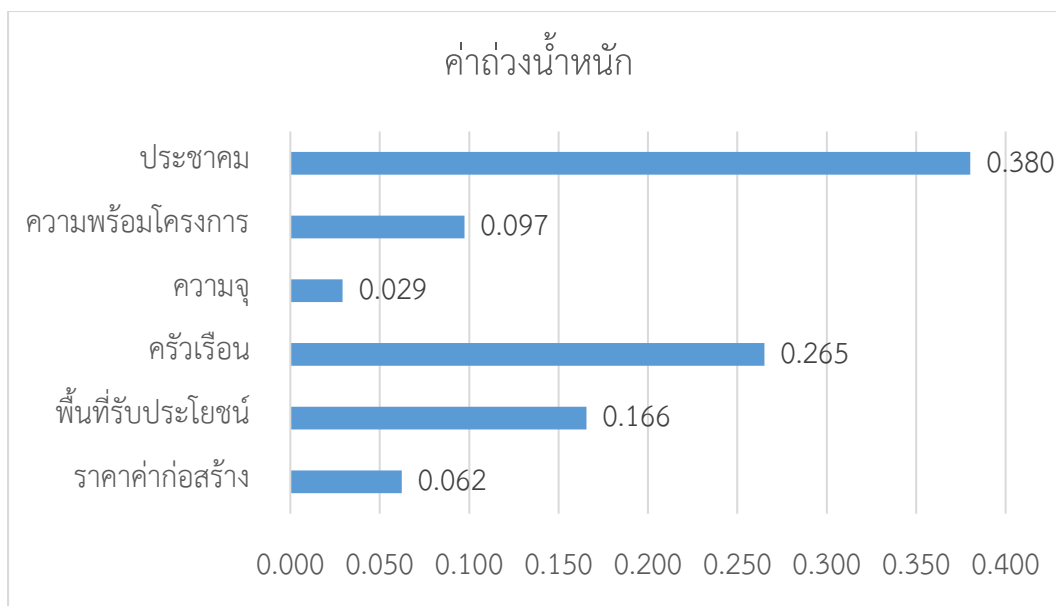
การจัดอันดับความสำคัญของโครงการโดยการเปรียบเทียบโครงการแต่ละโครงการภายใต้ปัจจัยเดียวกัน เพื่อให้ได้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละโครงการในปัจจัยนั้นๆ ดังตารางที่ 4 จากนั้นจัดลำดับความสำคัญรวมโดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักของโครงการคูณค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย จึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่าโครงการที่มีสำคัญมากที่สุดคือ โครงการอาคารบังคับน้ำบ้านไม้เขียว 1 พร้อมอาคารประกอบ อ.สว่างอารมณ์ จ.อุทัยธานี ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบปัจจัยทั้ง 6 ด้าน

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
F1	1.000	0.250	0.167	4.000	0.500	0.167
F2	4.000	1.000	0.500	6.000	2.000	0.333
F3	6.000	2.000	1.000	8.000	3.000	0.500
F4	0.250	0.167	0.125	1.000	0.250	0.125
F5	2.000	0.500	0.333	4.000	1.000	0.250
F6	6.000	3.000	2.000	8.000	4.000	1.000
รวม	19.250	6.917	4.125	31.000	10.750	2.375

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลค่าถ่วงน้ำหนัก

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	รวม	ค่าถ่วงน้ำหนัก
F1	0.052	0.036	0.040	0.129	0.047	0.070	0.374	0.062
F2	0.208	0.145	0.121	0.194	0.186	0.140	0.994	0.166
F3	0.312	0.289	0.242	0.258	0.279	0.211	1.591	0.265
F4	0.013	0.024	0.030	0.032	0.023	0.053	0.176	0.029
F5	0.104	0.072	0.081	0.129	0.093	0.105	0.584	0.097
F6	0.312	0.434	0.485	0.258	0.372	0.421	2.281	0.380
รวม	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	6.000	1



รูปที่ 2 รูปแสดงค่าถ่วงน้ำหนัก

ตารางที่ 4 ค่าถ่วงน้ำหนักของโครงการแต่ละปัจจัย

โครงการ	F1	F2	F3	F4	F5	F6
ฝายหมู่ 7 คลองวังหลวง พร้อมระบบส่งน้ำ	0.080	0.046	0.262	0.065	0.125	0.125
ฝายดงขวาง	0.159	0.232	0.052	0.518	0.125	0.125
อาคารบังคับน้ำห้วยเป่า	0.040	0.232	0.033	0.065	0.125	0.125
อาคารบังคับน้ำบ้านไผ่เขียว 1 พร้อมอาคารประกอบ	0.035	0.077	0.262	0.074	0.125	0.125
อาคารบังคับน้ำ หมู่ 7 บ้านน้ำวัง พร้อมระบบส่งน้ำ	0.319	0.232	0.033	0.058	0.125	0.125
อาคารบังคับน้ำบ้านทุ่งเศรษฐี พร้อมระบบส่งน้ำ	0.080	0.026	0.262	0.058	0.125	0.125
อาคารบังคับน้ำบ้านกาลอดบัวง พร้อมระบบส่งน้ำ	0.106	0.077	0.065	0.058	0.125	0.125
ฝายหนองปลาไหล	0.181	0.077	0.032	0.106	0.125	0.125

ตารางที่ 5 ลำดับความสำคัญของโครงการในแผนงานงบประมาณปี 2562

โครงการ	F1	F2	F3	F4	F5	F6	รวม	ลำดับความสำคัญ
ฝายหมู่ 7 คลองวังหลวง พร้อมระบบส่งน้ำ	0.005	0.008	0.069	0.002	0.012	0.048	0.144	2
ฝายดงขวาง	0.010	0.038	0.014	0.015	0.012	0.048	0.137	4
อาคารบังคับน้ำห้วยเป่า	0.002	0.038	0.009	0.002	0.012	0.048	0.111	6
อาคารบังคับน้ำบ้านไผ่เขียว 1 พร้อมอาคารประกอบ	0.002	0.013	0.069	0.002	0.012	0.048	0.146	1
อาคารบังคับน้ำ หมู่ 7 บ้านน้ำวัง พร้อมระบบส่งน้ำ	0.020	0.038	0.009	0.002	0.012	0.048	0.128	5
อาคารบังคับน้ำบ้านทุ่งเศรษฐี พร้อมระบบส่งน้ำ	0.005	0.004	0.069	0.002	0.012	0.048	0.140	3
อาคารบังคับน้ำบ้านกาลอดบัวง พร้อมระบบส่งน้ำ	0.007	0.013	0.017	0.002	0.012	0.048	0.098	7
ฝายหนองปลาไหล	0.011	0.013	0.008	0.003	0.012	0.048	0.095	8

## สรุป

ผลการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อศึกษาปัจจัยในการคัดเลือกโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กสามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้ ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจในการคัดเลือกโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก มีทั้งหมด 6 ปัจจัย ได้แก่ ราคาค่าก่อสร้าง พื้นที่รับประโยชน์ มติประชาคมในพื้นที่โครงการ จำนวนครัวเรือนที่ได้รับผลประโยชน์ การศึกษาความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม(ผลสำรวจและแบบก่อสร้าง) และปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่ โดยที่ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักสูงสุด ได้แก่ มติประชาคมในพื้นที่โครงการดังกล่าว ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยในรูปที่ 2

การวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละโครงการภายใต้ปัจจัยเดียวกันได้อีก โดยนำค่าถ่วงน้ำหนักของโครงการคูณกับค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย เพื่อจัดลำดับความสำคัญของโครงการโดยโครงการที่มีความสำคัญมากที่สุดของ จ.อุทัยธานี ในแผนปีงบประมาณ 2562 คือ โครงการอาคารบังคับน้ำบ้านไผ่เขียว 1 พร้อมอาคารประกอบ อ.สว่างอารมณ์ จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ความสำคัญของแต่ละปัจจัยสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์การให้ความสำคัญเพื่อจัดลำดับความสำคัญของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กได้ต่อไป

สำหรับการตัดสินใจเลือกจำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) อันเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความสำคัญของเกณฑ์แล้วทางเลือกที่ดีที่สุดจะยังเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดหรือไม่ ทั้งนี้จะวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ของการศึกษาปัจจัยจัดลำดับโครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กโดยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

- [1] วรารุช วุฒิวิณิชย์ . การตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น . ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [2] ปิยนุช อยู่รอด. (2552). การประยุกต์ใช้วิธีการ AHP ในการคัดเลือกบริษัทขนส่ง กรณีศึกษาธนาคารพาณิชย์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, คณะวิทยาศาสตร์
- [3] Ghodsypour, S.H., and O'Brien, 1998, 'A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming'. International Journal of Production Economics, Vol.56-57, pp. 199-212.
- [4] Xia, W., and Wu, Z. 2007, 'Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments', Omega The International Journal of Management Science, Vol.35, pp. 494-504
- [5] Sahoo G. B.. Multicriteria Irrigation Planning : Phitsanulok Irrigation Project ,Thailand [Master Thesis]. Bangkok: Asian Institute of Technology; 1998.
- [6] วิฑูรย์ ตันศิริมงคล. 2542. AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้ รับความนิยมมากที่สุดในโลก. กราฟฟิค แอนด์ ปริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ.

## การศึกษาศักยภาพอ่างเก็บน้ำลำตะคอง

### The potential study of Lam Takhong Reservoir

สุภัทสร เสพศิริสุข<sup>1</sup> จิระวัฒน์ กณะสุต<sup>1</sup> ดนัยปภพ มະณี<sup>1</sup>

**Supussorn Sapsirisuk<sup>1</sup> Jirawat Kanasut<sup>1</sup> Donpapob Manee<sup>1</sup>**

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร

E-mail: supussorn.sa@ku.th<sup>1</sup>

#### บทคัดย่อ

อ่างเก็บน้ำลำตะคอง มีพื้นที่ชลประทานทั้งหมด 154,195 ไร่ มักจะเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง และอุทกภัยในฤดูฝน ในการศึกษาครั้งนี้จึงทำได้การศึกษาศักยภาพของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง ด้วยแบบจำลอง MIKE Basin โดยการวิเคราะห์สมมูลน้ำ พบว่า ในสภาพปัจจุบัน หากการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำลำตะคองยังใช้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบเดิม จะทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำชลประทานทั้งหมด 14 ปี จาก 30 ปี และมีปริมาณน้ำล้นอ่างเก็บน้ำอีก 32 ล้าน ลบ.ม./ปี แต่หากมีการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ จะทำให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำชลประทานลดลงแม้ว่าในอนาคตจะมีความต้องการน้ำชลประทานเพื่อการอุปโภค-บริโภคเพิ่มขึ้น โดยสามารถลดการขาดแคลนน้ำเหลือเพียง 5 ปี และยังคงปริมาณน้ำล้นอ่างเก็บน้ำได้อีกด้วย

**คำสำคัญ:** อ่างเก็บน้ำลำตะคอง, เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ, แบบจำลอง MIKE Basin

#### Abstract

Lam Takhong Reservoir, is an embankment dam on the Lam Takhong River. The reservoir can save water into 154,195 Rai of irrigation areas, approximately. This area always face with drought in dry season and flood in rainy season. This study aims to investigate the potential of Lam Takhong Reservoir by using water balance model (MIKE Basin). The study found that the existing operation rule curve can cause drought, 14 over 30 years in this areas. Moreover 32 million cubic meters of water will be spilled over spillway, yearly. However, water deficit can be decreased to 5 years, even domestic and agricultural demand are increased, by using improved operation rule curve. Also, spilled water over spillway is reduced due to water management using reservoir operation rule curve.

**Key words:** Lam Takhong Reservoir, Reservoir Operation Rule Curve, MIKE Basin model

## บทนำ

ลุ่มน้ำลำตะคอง เป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำมูล มีแหล่งเก็บกักน้ำที่สำคัญ คือ อ่างเก็บน้ำลำตะคอง มีพื้นที่ชลประทานทั้งหมด 154,195 ไร่ ซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง โดยมักจะมีประสบปัญหาอุทกภัยและภัยแล้ง กรมชลประทานจึงได้ดำเนินการปรับปรุงระดับความจุเก็บกักของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง จากเดิมอยู่ที่ระดับ + 277.0 ม.รทก. เป็น +278.5 ม.รทก. ปัจจุบันได้ดำเนินการบริหารน้ำโดยใช้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve) ของระดับเก็บกักเดิม ยังไม่ได้มีการปรับปรุงตามระดับความจุเก็บกักที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งความต้องการใช้น้ำชลประทานในด้านต่างๆ ได้เปลี่ยนแปลงไปแล้ว เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง จึงเกิดโครงการศึกษานี้ขึ้นมา โดยเลือกใช้แบบจำลอง WUSMO สำหรับวิเคราะห์ความต้องการน้ำชลประทานเพื่อการเกษตร (วิฑิตา,2561) และแบบจำลอง MIKE Basin สำหรับวิเคราะห์สมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง (นฤพนธ์,2563) และปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ด้วยวิธีแบบปริมาตรเก็บกักกว้างต่ำสุด ( Minimum Vacancy Storage Requirement Rule Curve) (อารีญา,2563)

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาศักยภาพอ่างเก็บน้ำลำตะคองและปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำลำตะคองสำหรับการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำลำตะคองที่มีความเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด

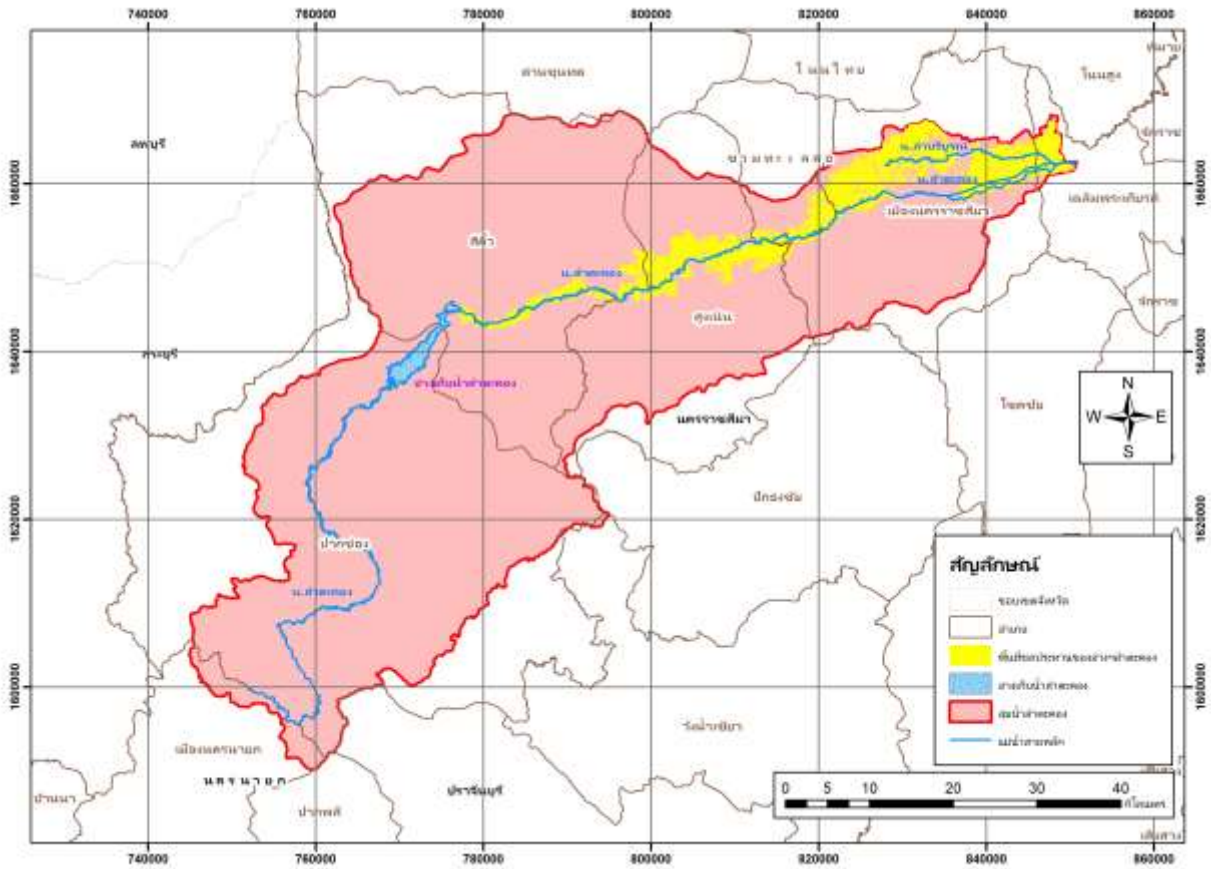
## พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำลำตะคอง เป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำมูล มีพื้นที่ทั้งหมด 1,315 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 821,875 ไร่ ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลจันทิก ตำบลปากช่อง ตำบลหนองสาหร่าย ตำบลหมูสี ตำบลขนงพระ ตำบลคลองม่วง และตำบลโปร่งตาลอง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองมีความลาดเอียงจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันออกเฉียงใต้ และมีแม่น้ำสายหลักทั้งหมด 2 สาย คือ แม่น้ำลำตะคอง และแม่น้ำลำบริบูรณ์ แหล่งเก็บกักน้ำหลัก คือ อ่างเก็บน้ำลำตะคอง อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง กรมชลประทาน โดยอ่างเก็บน้ำลำตะคองมีพื้นที่ชลประทานทั้งหมด 154,195 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ อำเภอสีคิ้ว อำเภอสูงเนิน อำเภอขามทะเลสอ อำเภอเมืองนครราชสีมา และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง ทั้งหมด 154,195 ไร่ แสดงดังรูปที่ 1 โดยในพื้นที่ชลประทานนี้ สามารถแบ่งเป็นพื้นที่ด้านการเกษตรในด้านต่างๆ ได้แก่ พื้นที่นาข้าว 139,028 ไร่ พื้นที่พืชผักพืชสวน 13,126 ไร่ และพื้นที่พืชไร่และไม้ผล 4,190 ไร่ ปริมาณน้ำอ่างเก็บ



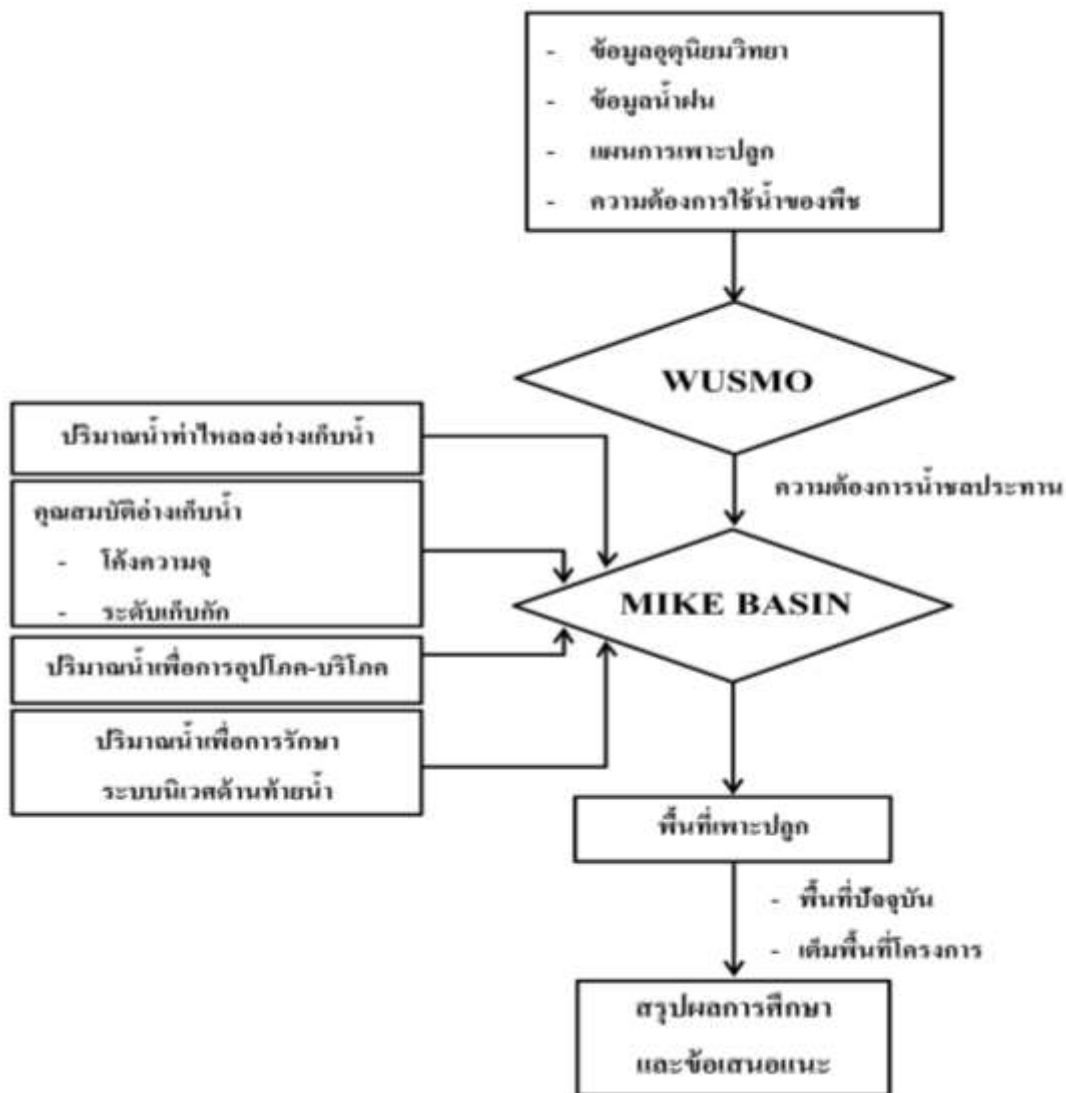
น้ำลำตะคองสามารถส่งเพื่อการเกษตรในฤดูฝนได้ทั้งหมด 154,195 ไร่ และในฤดูแล้งประมาณ 50,000 ไร่ มี  
 ปฏิทินการเพาะปลูกในพื้นที่ชลประทานดังกล่าวแสดงดังรูปภาพที่ 2



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำลำตะคอง

## วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ และมีขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการศึกษา

1) แบบจำลอง WUSMO (Water Use Study Model) ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณฝนใช้การที่สามารถนำมาใช้เพื่อการชลประทาน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ คือ ปริมาณฝนตกในแต่ละช่วงเวลา ปริมาณการใช้น้ำของพืช และความสูงของคันนา ข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในพื้นที่ศึกษาเป็นข้อมูลน้ำฝนรายวันย้อนหลัง 30 ปี โดยใช้สถานีวัดน้ำฝนที่มีข้อมูลครบและสมบูรณ์เป็นสถานีดัชนี

ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง WUSMO ที่สำคัญดังนี้

- ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่สถานีวัดน้ำฝนบริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 5 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำฝน 25541 25072 25062 25830 และ 25291 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 – พ.ศ. 2561

- ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET<sub>0</sub>) คำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศรายเดือนเฉลี่ยในรอบ 30 ปี (พ.ศ.2531 – พ.ศ.2560) ที่สถานีตรวจอากาศจังหวัดนครราชสีมา ด้วยวิธี Penman-Monteith

- ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ด้วยวิธี Penman-Monteith จากส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

- ฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกข้าว ได้กำหนดความลึกในแปลงเพาะปลูกในช่วงฝนตกดังนี้

- ระดับน้ำในแปลงสูงสุด (STMAX) 130 มม.
- ระดับน้ำในแปลงหลังการให้น้ำชลประทาน (STO) 70 มม.
- ระดับน้ำในแปลงต่ำสุดก่อนให้น้ำชลประทาน (STMIN) 50 มม.

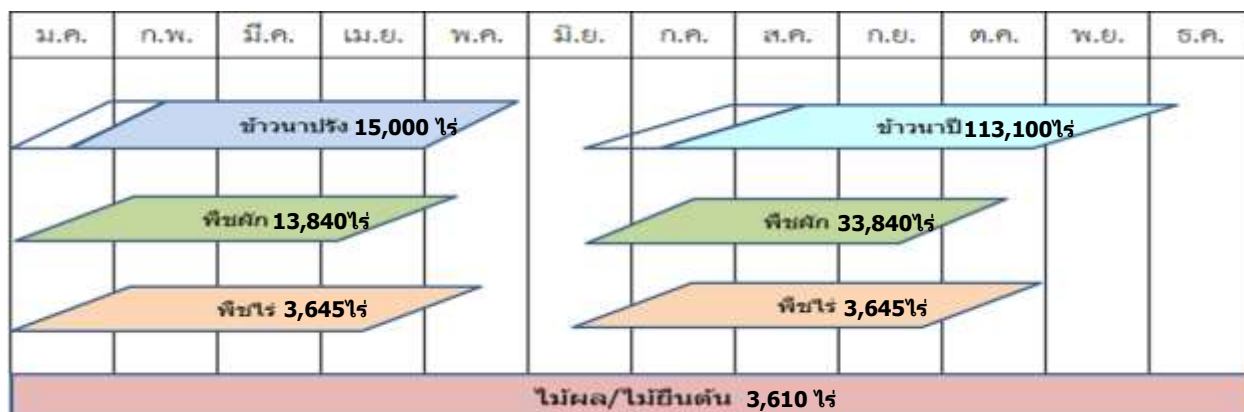
- ฝนใช้การสำหรับการเพาะปลูกพืชไร่ พืชผัก ได้กำหนดความลึกของน้ำในดินที่รากพืชดังนี้

- พืชไร่ 60 มม.
- พืชสวน 1,000 มม.

- การเพาะปลูกข้าวนาปีและนาปรัง กำหนดปริมาณน้ำเตรียมแปลง เท่ากับ 100 มม. ระยะเวลาเตรียมแปลง 2 สัปดาห์

- ปริมาณการรั่วซึมในแปลงเพาะปลูก (Percolation) ในพื้นที่เพาะปลูกข้าว เท่ากับ 1.5 มม./วัน

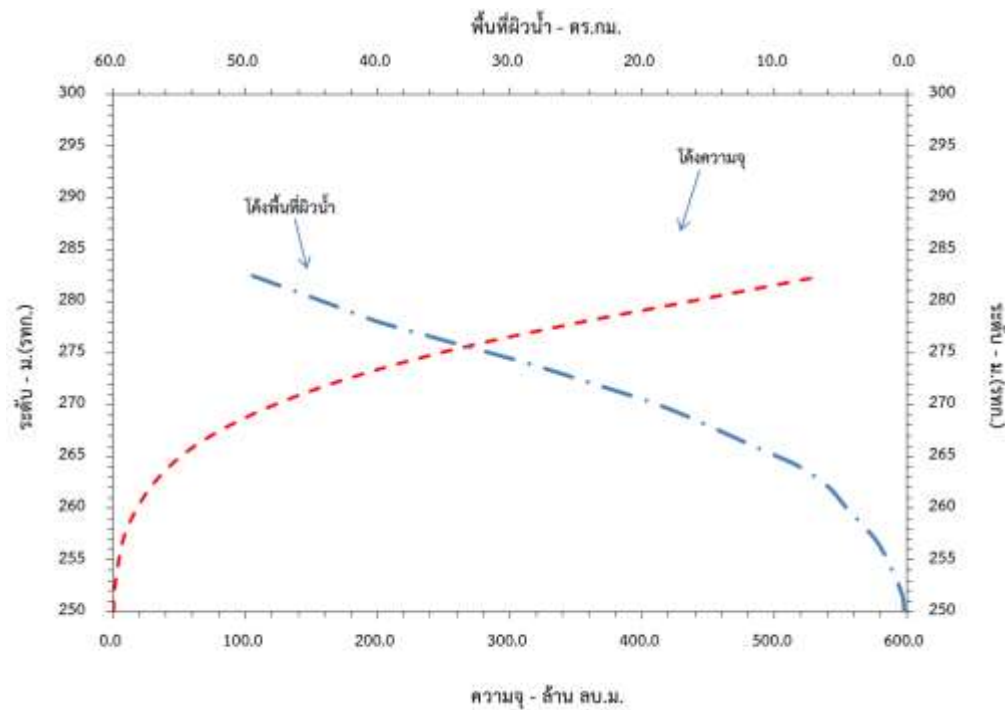
- รูปแบบการปลูกพืช ตามปฏิทินการเพาะปลูกของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง ดังรูปที่ 3



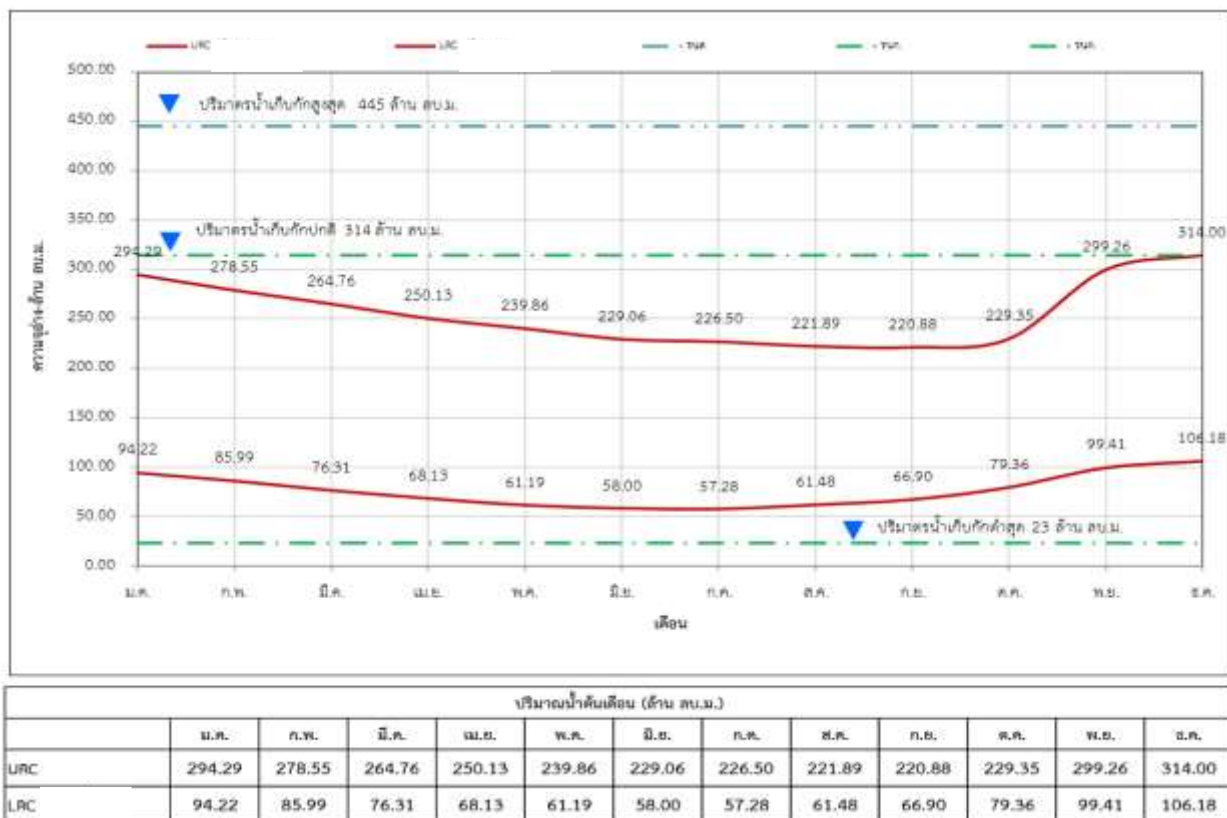
รูปที่ 3 ปฏิทินการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ศึกษา

2) แบบจำลอง MIKE Basin ใช้ในการศึกษาสมดุลของน้ำในลุ่มน้ำจากสภาพการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่างๆ ทำให้ทราบสภาพการใช้น้ำต้นทุนในพื้นที่ต่างๆ ในปัจจุบันและผลจากการพัฒนาโครงการชลประทานของลุ่มน้ำในอนาคต โดยข้อมูลนำเข้าแบบจำลองที่สำคัญมีรายละเอียดดังนี้

- คุณลักษณะของอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ โค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ ปริมาณน้ำ และพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำ ระดับสันเขื่อน ระดับเก็บกักปกติ ระดับเก็บกักต่ำสุด อัตราการระบายน้ำสูงสุดของอ่างฯ เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ(แบบเดิม ที่ความจุระดับเก็บกัก +277.0 ม.รทก.) แสดงดังรูปที่ 4 และ 5



รูปที่ 4 โค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ ปริมาณน้ำและพื้นที่ผิวน้ำอ่างเก็บน้ำลำตะคอง



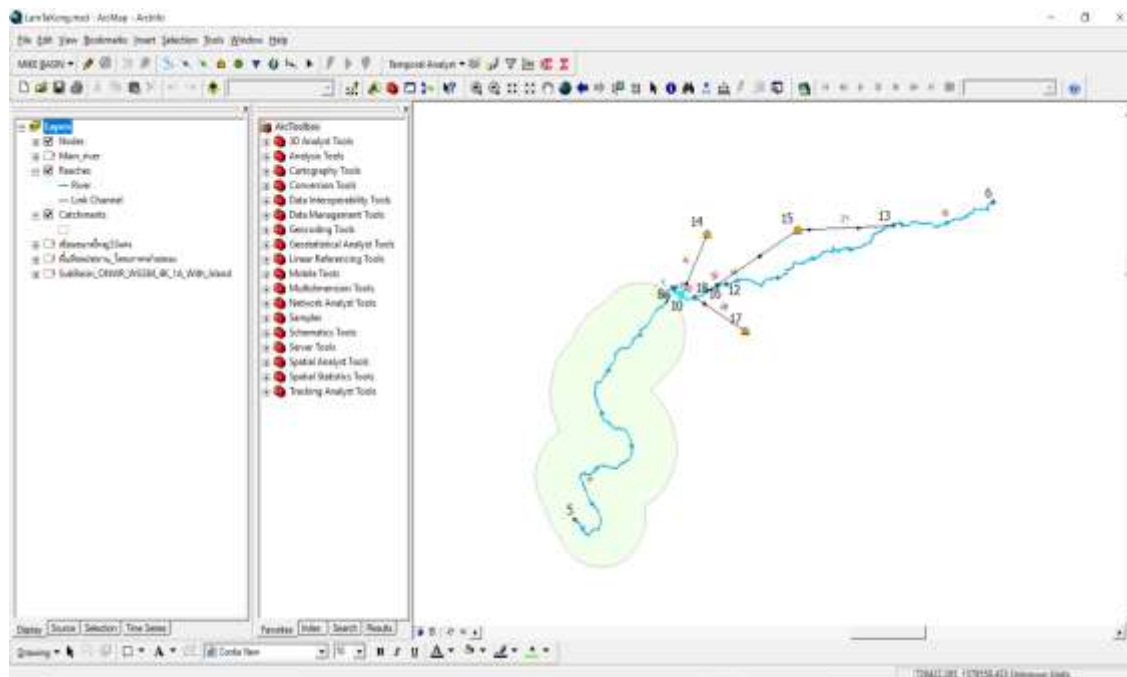
### รูปที่ 5 เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเดิมของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง

- ปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำรายวัน จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง
- การระเหยสูญหายในอ่างเก็บน้ำ เท่ากับ 0.7 ของการระเหยจากผิวดิน - 0.3 ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่สถานีตรวจอากาศจังหวัดนครราชสีมา
- ความต้องการน้ำชลประทานด้านการเกษตรในพื้นที่ศึกษารายสัปดาห์ตามผลการคำนวณด้วยแบบจำลอง WUSMO
- ความต้องการน้ำสำหรับรักษาระบบนิเวศ ใช้ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นร้อยละ 80 ของเวลา มีค่าเท่ากับ 0.91 ลบ.ม./วินาที
- ความต้องการน้ำใช้น้ำอุปโภค-บริโภค ใช้อัตราการใช้น้ำ 200 ลิตร/คน/วัน ซึ่งคำนวณจากการเพิ่มขึ้นของประชากร ตั้งแต่ปี พ.ศ.2551- พ.ศ.2561 โดยความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ที่ใช้ในการศึกษานี้ 2 กรณี คือ ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค พ.ศ.2561 และ พ.ศ.2581

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์สมดุลน้ำ โดยจำลองสภาพการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำลำตะคอง ดังรูปที่ 6 และแบ่งการศึกษาเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 คือ วิเคราะห์สมดุลน้ำโดยใช้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำใหม่ และศักยภาพของอ่างฯก่อนปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

กรณีที่ 2 คือ วิเคราะห์สมดุลน้ำโดยใช้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำใหม่ และสภาพการใช้น้ำในอนาคต 20 ปี (พ.ศ. 2581)



รูปที่ 6 การจำลองสภาพการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำลำตะคอง

3) เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ได้เลือกวิธีแบบปริมาตรเก็บกักกว้างต่ำสุด ( Minimum Vacancy Storage Requirement Rule Curve) โดยหลักทฤษฎีที่นำมาสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve) และเส้นระดับน้ำเก็บกักต่ำสุด (Lower Rule Curve) จะอาศัยแนวคิดที่ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำจะเต็มอ่างพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน และจะแห้งอ่างพอดีเมื่อสิ้นสุดฤดูแล้ง

- การสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve, URC) นี้ จะสมมติว่าในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างส่วนเกิน (Surplus Inflow) มีปริมาตรเท่ากับ  $V$  ดังนั้นก่อนถึงช่วงฤดูฝนจำเป็นต้องพร่องน้ำในอ่างให้มีปริมาตรว่าง (Vacancy) เท่ากับ  $V$  เพื่อสำรองปริมาตรอ่างไว้ใช้เก็บกักน้ำตลอดช่วงฤดูฝน ด้วยการระบายน้ำออกจากอ่าง (Release) ในอัตราที่สูงกว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (Inflow) จนกระทั่งเมื่อสิ้นสุดฤดูฝนปริมาณเก็บกักในอ่างจะเต็มอ่างเก็บน้ำพอดี หรือปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำเท่ากับศูนย์

- การสร้างเส้นระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve, LRC) จะสมมติว่าในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างส่วนเกิน (Surplus Outflow) มีปริมาตรเท่ากับ W ดังนั้นก่อนถึงช่วงฤดูแล้งจำเป็นต้องเก็บกักน้ำในอ่างไว้ให้มีปริมาตรเท่ากับ W เพื่อให้มีน้ำเพียงพอต่อความต้องการตลอดช่วงฤดูแล้ง ด้วยการระบายน้ำออก (Release) ในอัตราที่ต่ำกว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง (Inflow) จนกระทั่ง เมื่อสิ้นสุดฤดูแล้งปริมาณน้ำจะแห้งอ่างเก็บน้ำพอดี

## ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาความต้องการน้ำชลประทานเพื่อการเกษตรจากแบบจำลอง WUSMO ในพื้นที่ชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง ได้กำหนดให้มีการเพาะปลูกพืชทั้งหมด 5 ชนิด

โดยแต่ละชนิดมีค่าความต้องการน้ำชลประทานเพื่อการเกษตรรายปี คือ ข้าวนาปี 1,075.3 ลบ.ม./ไร่ ข้าวนาปรัง 1,887.7 ลบ.ม./ไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 2,060.4 ลบ.ม./ไร่ (ฤดูฝน 866.1 ลบ.ม./ไร่ ฤดูแล้ง 1,194.3 ลบ.ม./ไร่) หอมแดง 1,436.3 ลบ.ม./ไร่ (ฤดูฝน 618.6 ลบ.ม./ไร่ ฤดูแล้ง 817.7 ลบ.ม./ไร่) และมะม่วง 4,490.9 ลบ.ม./ไร่ แสดงดังตารางที่ 1

ความต้องการน้ำชลประทานเพื่อการเกษตรในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 205.92 ล้าน ลบ.ม./ปี ประกอบด้วย ข้าวนาปี 121.63 ล้าน ลบ.ม./ปี ข้าวนาปรัง 28.32 ล้าน ลบ.ม./ปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 7.51 ล้าน ลบ.ม./ปี หอมแดง 32.25 ล้าน ลบ.ม./ปี และมะม่วง 16.21 ล้าน ลบ.ม./ปี แสดงดังตารางที่ 2

ความต้องการน้ำชลประทานแต่ละด้านในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ประกอบด้วย ด้านการเกษตร 205.92 ล้าน ลบ.ม./ปี ด้านการอุปโภค-บริโภค (พ.ศ.2561) 3.99 ล้าน ลบ.ม./ปี ด้านการอุปโภค-บริโภค (พ.ศ.2581) 4.35 ล้าน ลบ.ม./ปี ด้านอุตสาหกรรมและอื่นๆ (พ.ศ.2561) 1.29 ล้าน ลบ.ม./ปี และด้านอุตสาหกรรมและอื่นๆ (พ.ศ.2581) 2.51 ล้าน ลบ.ม./ปี

## ตารางที่ 1 ความต้องการน้ำชลประทานเพื่อการเกษตรจากแบบจำลอง WUSMO

พืช	ความต้องการน้ำชลประทานรายเดือน (ลบ.ม./ไร่)												
	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	ธ.ค.	รายปี
ข้าวนาปี	0	0	4.3	163.4	318.6	193.6	292.8	101.5	1.2	0	0	0	1,075.3
ข้าวนาปรัง	385.6	48.6	0	0	0	0	0	0	1.6	316.6	550.2	585.1	1,887.7
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	0	0	218.3	345.3	262.2	40.3	0	0	55.8	331.9	484.0	322.6	2,060.4
หอมแดง	0	0	245.6	249.4	122.5	1.1	0	0	64.2	305.9	331.4	116.2	1,436.3
มะม่วง	227.6	165.2	569.0	465.7	418.9	367.1	441.1	481.4	404.0	345.1	329.0	276.8	4,490.9

## ตารางที่ 2 ความต้องการน้ำชลประทานเพื่อการเกษตรในพื้นที่ศึกษา

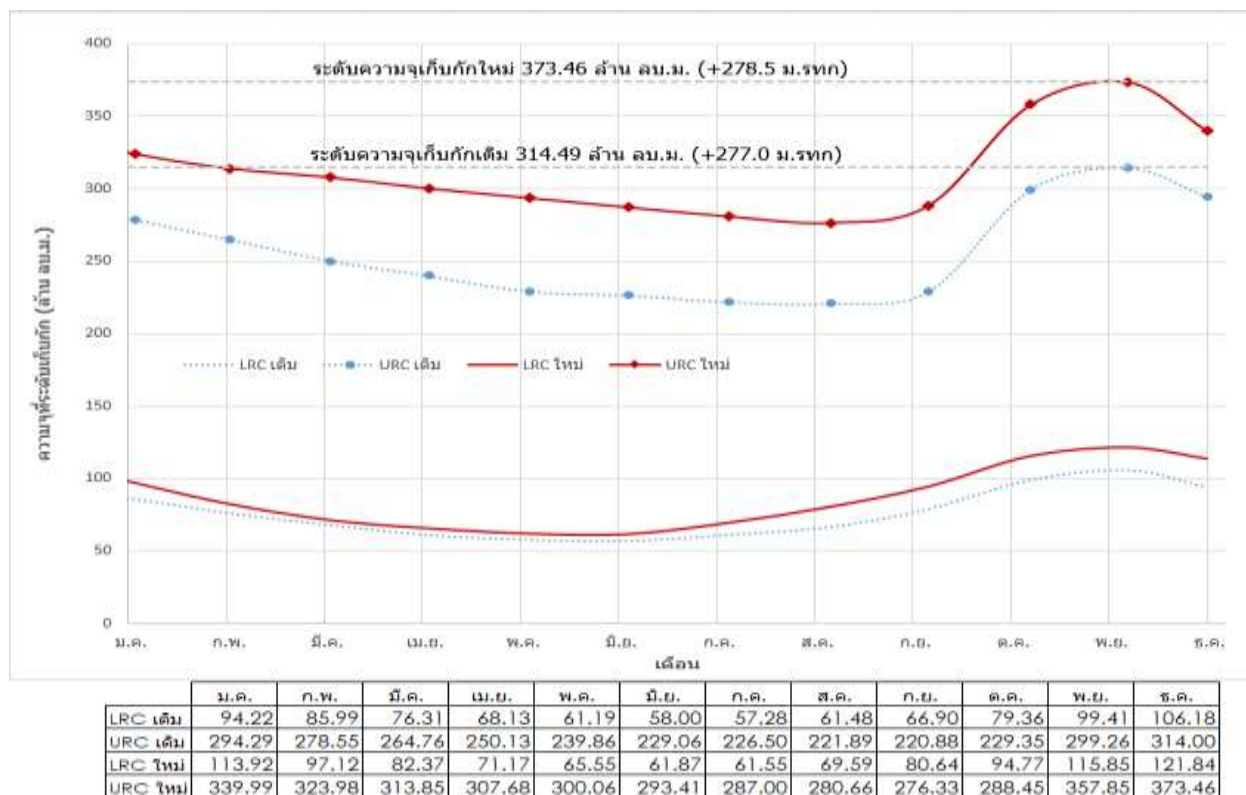
พืช	ความต้องการน้ำชลประทานรายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												
	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	ธ.ค.	รายปี
ข้าวนาปี	0.00	0.00	0.49	18.48	36.03	21.90	33.12	11.48	0.14	0.00	0.00	0.00	121.63
ข้าวนาปรัง	5.78	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	4.75	8.25	8.78	28.32
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	0.00	0.00	0.80	1.26	0.96	0.15	0.00	0.00	0.20	1.21	1.76	1.18	7.51
หอมแดง	0.00	0.00	8.31	8.44	4.15	0.04	0.00	0.00	0.89	4.23	4.59	1.61	32.25
มะม่วง	0.82	0.60	2.05	1.68	1.51	1.33	1.59	1.74	1.46	1.25	1.19	1.00	16.21
รวม	6.61	1.33	11.65	29.86	42.65	23.41	34.71	13.22	2.71	11.44	15.79	12.56	205.92

## ตารางที่ 3 ความต้องการน้ำในพื้นที่ศึกษา

รายการ	ความต้องการน้ำชลประทานรายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												
	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	ธ.ค.	รายปี
เกษตร	6.61	1.33	11.65	29.86	42.65	23.41	34.71	13.22	2.71	11.44	15.79	12.56	205.92
อุบโภค-บริโภค (พ.ศ. 2561)	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	3.99
อุบโภค-บริโภค (พ.ศ. 2581)	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	4.35
อุตสาหกรรมและ อื่นๆ(พ.ศ.2561)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	1.29
อุตสาหกรรมและ อื่นๆ(พ.ศ.2581)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	2.51

2. ผลการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำใหม่ ตามระดับความจุเก็บกักที่เพิ่มขึ้นของอ่างเก็บน้ำ ลำตะคองจากระดับ +277.00 ม.รทก. เป็น +278.50 ม.รทก. ทำให้ความจุอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นประมาณ 60 ล้าน ลบ.ม. จากเดิมที่สามารถเก็บกักน้ำที่ระดับเก็บกักได้ 314.49 ล้าน ลบ.ม. เป็น 373.46 ล้าน ลบ.ม. โดยแสดงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำใหม่ ดังรูปที่ 7





รูปที่ 7 เทรนด์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำใหม่ของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง

3. ผลการศึกษาสมมูลน้ำของพื้นที่ศึกษาในรอบ 30 ปี (ตั้งแต่ พ.ศ.2531 ถึง พ.ศ.2561) ด้วยแบบจำลอง MIKE Basin โดยนำเอาเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแบบใหม่มาใช้ในการวิเคราะห์สมมูลน้ำ ได้ผลดังนี้

กรณีที่ 1 ใช้เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำใหม่ และศักยภาพของอ่างฯก่อนปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ พบว่า ปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างฯทั้งสิ้น 248 ล้าน ลบ.ม./ปี ปริมาณน้ำในอ่างฯ 126.16 ล้าน ลบ.ม./ปี ปริมาณน้ำล้นอ่างฯ 11.13 ล้าน ลบ.ม./ปี ความต้องการน้ำทั้งหมด 212.10 ล้าน ลบ.ม./ปี ขาดแคลนน้ำทั้งหมด 9.02 ล้าน ลบ.ม./ปี จำนวนปีที่ขาดน้ำทั้งหมด 5 ปี แสดงดังตารางที่ 4

กรณีที่ 2 เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำใหม่ และสภาพการใช้น้ำในอนาคต 20 ปี (พ.ศ. 2581) พบว่า ปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างฯทั้งสิ้น 248 ล้าน ลบ.ม./ปี ปริมาณน้ำในอ่างฯ 126.16 ล้าน ลบ.ม./ปี ปริมาณน้ำล้นอ่างฯ 10.98 ล้าน ลบ.ม./ปี ความต้องการน้ำทั้งหมด 213.59 ล้าน ลบ.ม./ปี ขาดแคลนน้ำทั้งหมด 18.31 ล้าน ลบ.ม./ปี จำนวนปีที่ขาดน้ำทั้งหมด 5 ปี แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาสมมูลน้ำกรณที่ 1 เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำใหม่ และศักยภาพของอ่างฯ ก่อนปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

รายการ	ปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												รายปี
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ	7.62	16.95	15.19	16.94	25.94	54.73	66.10	17.04	7.73	7.47	5.88	7.26	248.84
ปริมาณน้ำในอ่างฯ	224.04	231.39	236.75	228.76	206.43	207.36	241.82	250.60	252.35	250.68	239.68	229.12	233.25
ระดับน้ำในอ่างฯ (ม. รทก)	272.73	273.03	273.36	273.13	272.25	272.43	273.82	274.04	274.11	273.99	273.45	272.92	273.27
ปริมาณน้ำล้นอ่างฯ	0.00	0.38	0.73	0.66	0.50	4.32	3.79	0.32	0.35	0.09	0.00	0.00	11.13
ปริมาณปล่อยท้ายน้ำ	7.51	6.31	13.73	30.62	41.69	30.08	38.93	14.42	6.61	12.68	16.24	12.64	231.47
ความต้องการน้ำอุปโภค-บริโภค													
ห้องเที่ยว ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม	0.44	0.46	0.44	0.46	0.46	0.44	0.46	0.44	0.46	0.46	0.41	0.46	5.36
ขาดแคลนน้ำอุปโภค-บริโภค													
ห้องเที่ยว ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.09
ความต้องการน้ำชลประทาน	6.55	1.31	11.80	30.76	42.48	23.82	34.80	12.68	2.75	11.61	15.75	12.44	206.75
ขาดแคลนน้ำชลประทาน	0.50	0.05	0.62	1.86	3.09	0.21	0.57	0.37	0.00	0.10	0.53	1.03	8.94

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาสมมูลน้ำกรณที่ 2 เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำใหม่และสภาพการใช้น้ำในอนาคต 20 ปี (พ.ศ. 2581)

รายการ	ปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												รายปี
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
ปริมาณน้ำไหลลงอ่างฯ	7.62	16.95	15.19	16.94	25.94	54.73	66.10	17.04	7.73	7.47	5.88	7.26	248.84
ปริมาณน้ำในอ่างฯ	221.58	229.00	234.43	226.44	204.04	204.92	239.50	248.39	250.11	248.36	237.27	226.66	230.89
ระดับน้ำในอ่างฯ (ม. รทก)	272.60	272.91	273.26	273.04	272.14	272.30	273.72	273.96	274.02	273.90	273.34	272.80	273.16
ปริมาณน้ำล้นอ่างฯ	0.00	0.36	0.72	0.65	0.50	4.32	3.59	0.31	0.35	0.08	0.00	0.00	10.89
ปริมาณปล่อยท้ายน้ำ	7.58	6.29	13.68	30.72	41.77	30.15	38.66	14.50	6.65	12.79	16.31	12.73	231.82
ความต้องการน้ำอุปโภค-บริโภค													
ห้องเที่ยว ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม	0.56	0.58	0.56	0.58	0.58	0.56	0.58	0.56	0.58	0.58	0.52	0.58	6.84
ขาดแคลนน้ำอุปโภค-บริโภค													
ห้องเที่ยว ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.11
ความต้องการน้ำชลประทาน	6.55	1.31	11.80	30.76	42.48	23.82	34.80	12.68	2.75	11.61	15.75	12.44	206.75
ขาดแคลนน้ำชลประทาน	0.50	0.05	0.76	1.87	3.11	0.21	0.78	0.37	0.00	0.10	0.56	1.05	9.37

ตารางที่ 6 สรุปผลการศึกษาสมมูลน้ำ ทั้ง 2 กรณี

กรณีศึกษา	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)		ความต้องการน้ำทั้งหมด (ล้าน ลบ.ม.)			ปริมาณขาดขาดแคลน (ล้าน ลบ.ม.)			จำนวนปีที่ขาดแคลนน้ำ
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี	
กรณีที่ 1	154,195	36,095	147.67	64.43	212.10	6.45	2.58	9.02	5
กรณีที่ 2	154,195	36,095	148.42	65.16	213.59	13.20	5.11	18.31	5

## สรุปผลการศึกษา

อ่างเก็บน้ำลำตะคองที่มีการปรับปรุงระดับความจุเก็บกักเป็น +278.5 ม.รทก. มีศักยภาพในการเพาะปลูก ฤดูฝนทั้งหมด 154,195 ไร่ ฤดูแล้งทั้งหมด 36,095 ไร่ ตามผลการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำด้วยวิธี ปริมาตรเก็บกักกว้างต่ำสุด ( Minimum Vacancy Storage Requirement Rule Curve) ในรอบ 30 ปีเกิดการ ขาดแคลนน้ำ 5 ครั้ง และเมื่อพิจารณาการใช้น้ำในอนาคต 20 ปีข้างหน้า (พ.ศ.2581) พบว่ามีปริมาณน้ำเพียงพอ เกิดการขาดแคลนน้ำ 5 ครั้ง

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาตลอดการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณกรมชลประทาน ที่ได้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ในการดำเนินการวิจัย

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมทรัพยากรน้ำกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553. คู่มือการใช้งานแบบจำลอง แหล่งน้ำโปรแกรม MIKE BASIN. ศูนย์ป้องกันวิกฤตน้ำ. กรุงเทพมหานคร.

มนัส กำเนิดมณี. 2538. คู่มือการใช้แบบจำลอง WUSMO (Water Uses Study Model) Version 4.6. กรมชลประทาน. กรุงเทพมหานคร.

อารียา ฤทธิมา. 2561. อ่างเก็บน้ำและการวางแผนปฏิบัติการ (Reservoir Systems and Operation Planning). มหาวิทยาลัยมหิดล. นครปฐม

วิจิตา สุมิพันธ์. 2561. การศึกษาการผันน้ำจากอ่างเก็บน้ำทรายทองสู่อ่างเก็บน้ำห้วยปรือและอ่างเก็บน้ำคลอง โปด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร

นฤพนธ์ สักพันธ์. 2563. การศึกษาสมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใสอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการฝายชะมวง  
Analysis of Irrigation Efficiency of Chamuang Weir Project

ฐิติกร แสงโสภ<sup>1</sup> , จิระวัฒน์ กณะสุต<sup>2</sup>

Thitikorn Saengsopa<sup>1</sup> Jirawat Kanasut<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.กรุงเทพมหานคร 10900

Email: <sup>1</sup>[thitikorn.s@ku.th](mailto:thitikorn.s@ku.th) , <sup>2</sup>[fengiwg@ku.ac.th](mailto:fengiwg@ku.ac.th)

### บทคัดย่อ

โครงการฝายชะมวง หัวงานตั้งอยู่ที่ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตนภูมิ จังหวัดสงขลา ปัจจุบันเป็นที่ตั้งของฝายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 โครงการชลประทานสงขลา กรมชลประทาน เป็นโครงการที่ดำเนินการจัดสรรน้ำชลประทานเป็นเวลานาน ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งเป็นประจำเกือบทุกปี การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโครงการฝายชะมวง ตามการเพาะปลูกพืชฤดูฝนและฤดูแล้ง ในปี พ.ศ.2560- 2561 โดยคำนวณหาความต้องการชลประทานด้วยแบบจำลอง WUSMO เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำที่ส่งของโครงการฯ ประเมินหาประสิทธิภาพชลประทานของโครงการฯในฤดูฝนและฤดูแล้ง สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการส่งน้ำ การบริหารจัดการน้ำ และปรับปรุงการส่งน้ำชลประทานของโครงการฯให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุดต่อไป

**คำสำคัญ :** ประสิทธิภาพชลประทาน , โครงการฝายชะมวง , แบบจำลอง WUSMO

### ABSTRACT

Chamuang Weir Project The headwork is located at Tha Chamuang Subdistrict, Rattaphum District, Songkhla Province. At present, it is the location of the Irrigation and Maintenance Division 3 , Songkhla Irrigation Department, Royal Irrigation Department. Since it is operated to allocate irrigation water for a long time. Situation of water shortage occur during the dry season almost every year. The objective of this study is to evaluate the rain and dry seasons irrigation efficiency of the Chamuang Weir Project according to cropping pattern in 2017-2018. Irrigation demand was calculated by using WUSMO model. Then, the comparison between calculated and delivered irrigation water was determined to evaluate the irrigation efficiency of the project during the rainy and dry season. It can be used as a guideline for the highest efficiency and effectiveness. water delivery, water management and irrigation improvement of the irrigation project.

**KEYWORD :** Irrigation Efficiency , Chamuang Weir Project , WUSMO

## 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทาน เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากในปัจจุบันประชากรได้มีปริมาณมากขึ้น ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรและการอุปโภค-บริโภคจึงมากขึ้นตาม แต่เนื่องจากปริมาณน้ำในธรรมชาติมีอย่างจำกัด และเมื่อมีการส่งน้ำชลประทาน สิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ก็คือการสูญเสียของน้ำชลประทาน เนื่องจากการระเหย และการรั่วซึม แต่สิ่งที่สามารถหลีกเลี่ยงได้จากการสูญเสียเช่น การขาดการดูแลเอาใจใส่ในการบำรุงรักษา การปล่อยให้น้ำไหลทิ้งโดยเปล่าประโยชน์

กรมชลประทานจึงได้ดำเนินก่อสร้าง โครงการชลประทานชะมวงขึ้น เป็นระยะที่ 1 ซึ่งได้ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2505 ต่อมาในปี พ.ศ. 2512 ได้มีการก่อสร้างโครงการชะมวงระยะที่ 2 เพื่อส่งน้ำให้แก่พื้นที่การเกษตรทางตอนล่างของทางรถไฟสายใต้จนจรดทะเลสาบสงขลา และได้ดำเนินการแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2517 ซึ่งโครงการฝายชะมวงได้ก่อสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาความเดือดร้อนของราษฎร ที่ขาดแคลนน้ำเพื่อทำการเกษตรกรรม การปลูกพืชในฤดูแล้ง ตลอดจนอุปโภค-บริโภคและเลี้ยงสัตว์ พร้อมทั้งเป็นการแก้ปัญหาในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในเขตพื้นที่อำเภอรัตภูมิ อำเภอกวนเนียง จังหวัดสงขลาและพื้นที่บางส่วนในเขตอำเภอป่าบอน อำเภอปากพะยูน จังหวัดพัทลุง

ในปัจจุบันระบบชลประทานของโครงการฝายชะมวงมีอายุการใช้งานค่อนข้างมาก ขาดการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ มีการสูญเสียน้ำมาก ทำให้ไม่สามารถส่งน้ำให้กับพื้นที่การเกษตรได้อย่างเต็มศักยภาพของพื้นที่การเกษตรในพื้นที่โครงการ ดังนั้นในการศึกษานี้ เป็นการคำนวณและวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพการชลประทานของโครงการฝายชะมวง โดยจะวิเคราะห์ประสิทธิภาพการชลประทานช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ในปี พ.ศ. 2560-2561 ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นแนวทางให้ผู้บริหารโครงการนำไปใช้ในการวางแผนการเพาะปลูกและบริหารจัดการน้ำได้ทั่วถึงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาความต้องการน้ำชลประทานของโครงการฝายชะมวง
- 2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพชลประทานของโครงการฝายชะมวง

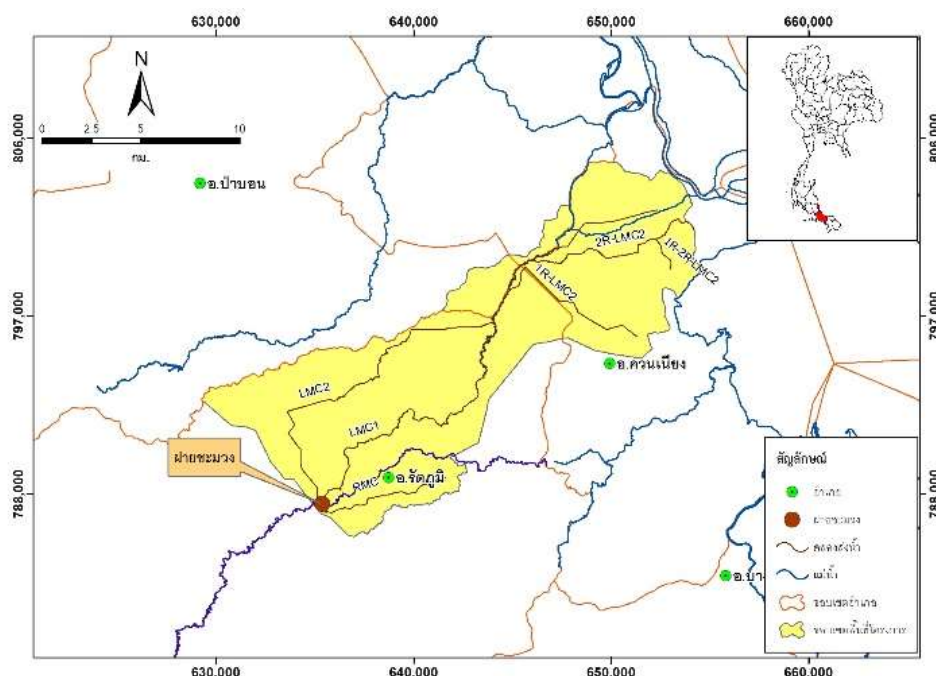
## 3. วิธีการวิจัย

- 3.1 รวบรวมข้อมูลในพื้นที่ศึกษา
  - 3.1.1 ที่ตั้งและขอบเขตพื้นที่ของโครงการ

โครงการฝายชะมวงตั้งอยู่ที่ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ปัจจุบันเป็นจุดที่ตั้งของฝายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 โครงการชลประทานสงขลา สำนักงานชลประทานที่ 16 กรมชลประทาน หวังงานตั้งอยู่ที่ ตำบลท่าชะมวง อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลาและมีพื้นที่บางส่วนอยู่ในเขต อำเภอป่าบอน อำเภอปากพะยูน จังหวัดพัทลุง มีระยะทางห่างจากจังหวัดสงขลา ประมาณ 62 กิโลเมตร อยู่ริมถนนทางหลวงแผ่นดินถนนยนตรการกำธร สายควนเนียง-สตูล กิโลเมตรที่ 18 มีทางแยกเข้าห้วงงานเป็นถนนลาดยาง ระยะทางประมาณ 0.50 กม.

### 3.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ บางส่วนทางทิศตะวันตกและทิศเหนือเป็นภูเขา มีแหล่งน้ำที่สำคัญคือ คลองรัตนภูมิ (คลองภูมิ) ยาวประมาณ 60 กิโลเมตร และไหลลงทะเลสาบสงขลาที่ตำบลรัตนภูมิ อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ที่ตั้งและขอบเขตพื้นที่โครงการฝายชะม่วง

3.1.3 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ซึ่งค่าเฉลี่ยในปี พ.ศ.2560 จากสถานีตรวจวัดอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ของกรมอุตุนิยมวิทยา ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวแปรอุณหภูมิของสถานีตรวจวัดอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ.2560

ตัวแปรภูมิอากาศ	หน่วย	ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ยรายปี
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	26.8-28.9	27.9
ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์	76-82	78
ความครึ้มเมฆ	1-10 ออกตา	5.0-7.4	6.4
ความเร็วลม	น็อต	2.4-4.8	3.3
ปริมาณการระเหย	มิลลิเมตร	102.5-174.4	1698.2
ปริมาณฝน	มิลลิเมตร	51.2-583.3	2,200.8
ช่วงเวลาแสงอาทิตย์	ชั่วโมง	140.1-269.3	203.2

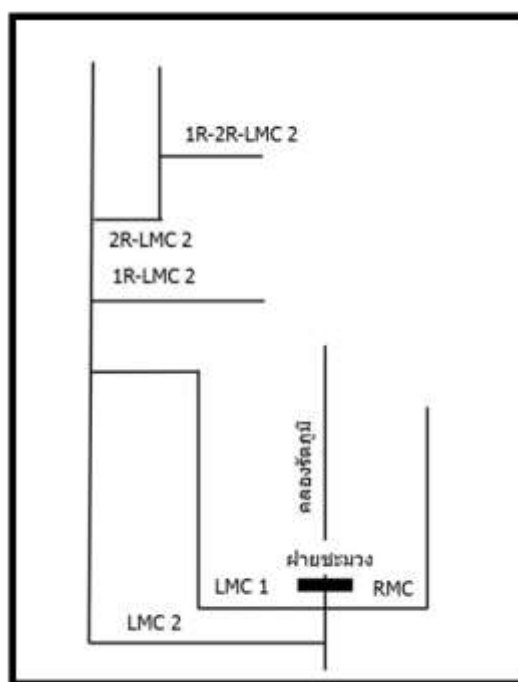
3.1.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีวัดน้ำฝน 580032 สถานีวัดน้ำฝน 580170 และสถานีวัดน้ำฝน 580312 ตั้งแต่ 2560 – 2561 รวม 2 ปี ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานี 580032 สถานี 580170 และสถานี 580312

สถานี	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย											
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
580032	147.9	150.5	156.9	80.9	118.8	190.3	203.4	615.5	285.3	136.7	23.8	8.8
580170	107.9	101.4	111.3	65.7	64.4	106.6	173.5	441.0	160.4	81.1	25.6	4.3
580312	118.6	103.1	119.1	79.0	48.5	84.8	107.3	528.3	193.8	70.6	36.5	2.5
เฉลี่ย	124.8	118.3	129.1	75.2	77.2	127.2	161.4	528.3	213.2	96.1	28.6	5.2

### 3.1.5 ระบบชลประทาน

ระบบชลประทานของโครงการฝายชะมวง ประกอบด้วย คลองส่งน้ำสายใหญ่ จำนวน 3 สาย ได้แก่ คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา (RMC) คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 1 (LMC1) และคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 2 (LMC2) คลองซอยจำนวน 2 สาย และคลองแยกซอยจำนวน 1 สาย ความยาวรวมประมาณ 75.40 กิโลเมตร ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงข่ายระบบชลประทานของโครงการฝายชะมวง

### 3.1.6 พื้นที่ชลประทาน

โครงการฝายชะมวง มีพื้นที่ชลประทาน 87,176 ไร่ โดยกิจกรรมการเกษตรส่วนใหญ่ในพื้นที่คือปลูกยางพารา ข้าว และปาล์มน้ำมัน นอกจากนั้นจะมีการปลูกพืชผัก ผลไม้ และบ่อปลา เพียงเล็กน้อย

โครงการฯจะแบ่งช่วงฤดูฝนคือ เดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม และช่วงฤดูแล้งคือ เดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน ช่วงเวลาการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ของปี 2560-2561 ดังแสดงในภาพที่ 3

กิจกรรม	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ข้าวนาปี												
ข้าวนาปรัง												
ปาล์มน้ำมัน												

ภาพที่ 3 ปฏิทินการเพาะปลูกพืชโครงการฝายชะมวง

3.1.7 ข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในการศึกษาครั้งนี้ได้นำพืชที่ใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทาน คือข้าวพันธุ์ กข. และปาล์มน้ำมัน โดยจะมีการปลูกข้าวนาปี 26,945 ไร่ ข้าวนาปรัง 1,360 ไร่ และปาล์มน้ำมัน 5,479 ไร่ ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลสัมประสิทธิ์ของพืชโดยใช้ค่าที่คำนวณจากสมการ Penman-Montieth ดังตารางที่

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient ;Kc) โดยวิธี Penman-Montieth

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient ;Kc) โดยวิธี Penman-Montieth			
ข้าว กข.		ปาล์มน้ำมัน	
ลำดับที่	Kc	เดือนที่	Kc
1	1.03	1	1.92
2	1.07	2	1.69
3	1.12	3	1.67
4	1.29	4	1.52
5	1.38	5	2.16
6	1.45	6	2.08
7	1.50	7	2.46
8	1.48	8	2.21
9	1.42	9	1.37
10	1.34	10	2.64
11	1.23	11	1.64
12	0.94	12	3.68
13	0.86		
เฉลี่ย	1.24		2.09



### 3.1.8 ข้อมูลการส่งน้ำจริงรายวัน ใช้จากข้อมูลที่ตรวจวัดของโครงการฝายชะมวง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลการส่งน้ำในปีพ.ศ.2560-2561 โครงการฝายชะมวง

ฤดูการเพาะปลูก	ปริมาณการส่งน้ำ			
	LMC1	LMC2	RMC	รวม
ฤดูฝน	43.59	29.51	4.29	77.39
ฤดูแล้ง	40.07	15.21	6.15	61.43

### 3.2 การตรวจสอบข้อมูลปริมาณฝนตรวจวัด

รวบรวมข้อมูลฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่โครงการ จำนวน 3 สถานี โดยทำการเตรียมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลน้ำฝนด้วยวิธีเส้นโค้งทับทวิ (Double Mass Curve)

### 3.3 สร้างแบบจำลองปริมาณฝนใช้การโดยแบบจำลอง WUSMO

นำข้อมูลน้ำเข้าที่สำคัญในการคำนวณของแบบจำลองฝนใช้การ เพื่อคำนวณปริมาณฝนใช้การ ข้อมูลที่ใช้ในการนำเข้าได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรายวันของแต่ละสถานี, สัดส่วนพื้นที่ปริมาณฝนโดยวิธีรูปเหลี่ยมเธิสเซิน (Thiessen Polygon), ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc), ปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิงและการกำหนดระดับน้ำในแปลงเพาะปลูกได้กำหนดไว้ 3 ระดับคือ ความจุสูงสุด (STMAX) 120 มม. ความจุปานกลาง (STMIN) 100 มม. และความจุต่ำสุด (STMIN) 50 มม. โดยการคำนวณแบบจำลองฝนใช้การสามารถแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้าวและปาล์มน้ำมัน

### 3.4 สร้างแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานโดยแบบจำลอง WUSMO

คำนวณความต้องการใช้น้ำชลประทาน (Irrigation Demand) เป็นรายสัปดาห์ ซึ่งการคำนวณในแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทาน จะใช้ข้อมูลที่สำคัญได้แก่ ปริมาณฝนใช้การที่ได้จากแบบจำลอง WUSMO ข้อมูลการเพาะปลูกพืช (Crop Pattern) ข้อมูลศักยภาพการคายระเหยของพืช และอัตราการรั่วซึมในแปลงนา 1.5 มม./วัน (ภาคใต้)

### 3.5 วิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทาน

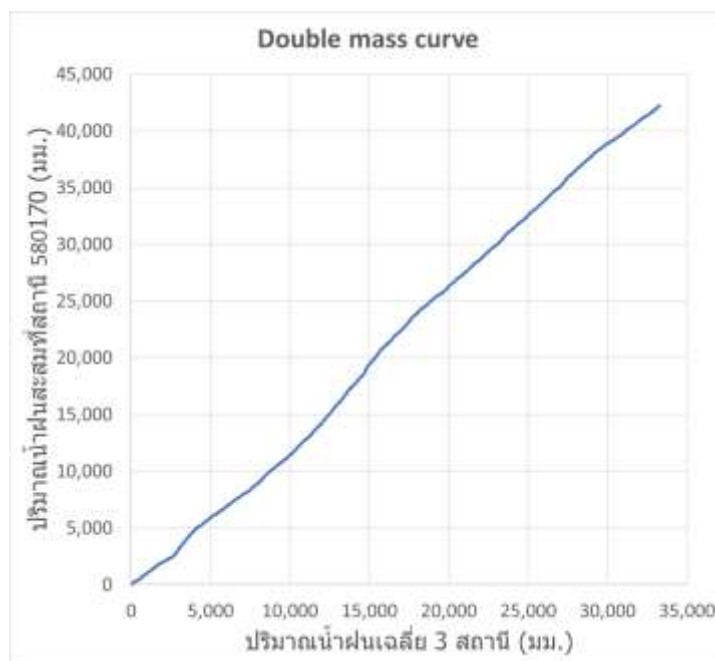
นำค่าความต้องการน้ำชลประทานที่ได้จากแบบจำลอง WUSMO มาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณการส่งน้ำจริงของโครงการฝายชะมวง เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชลประทานในฤดูฝนและฤดูแล้ง

$$\text{ประสิทธิภาพชลประทาน(\%)} = \frac{\text{ความต้องการน้ำชลประทาน} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}}$$

#### 4. ผลการศึกษาวิจัย

##### 4.1 ตรวจสอบปริมาณฝนตรวจวัด

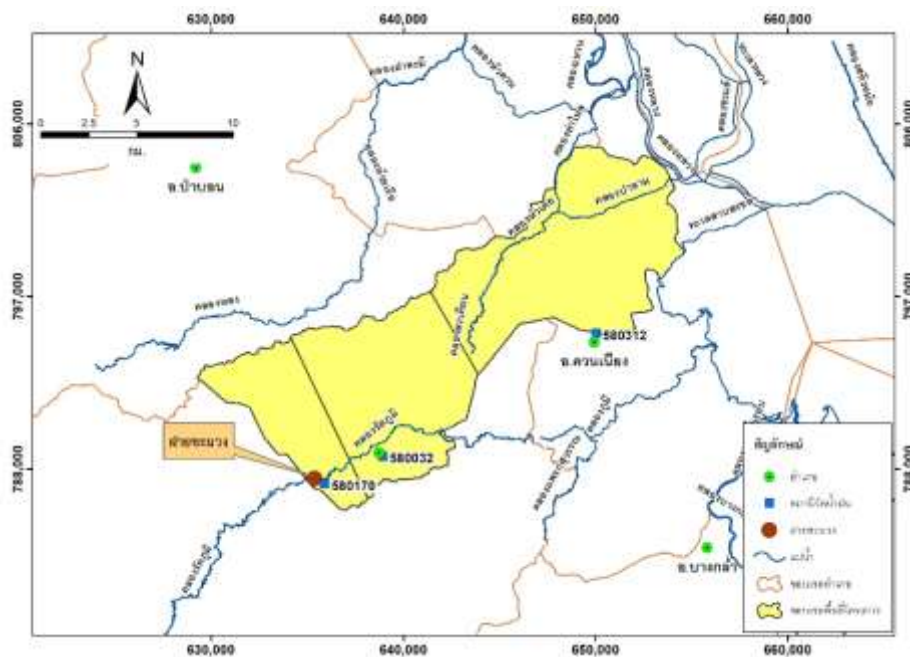
จากการตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจากสถานีในพื้นที่ศึกษา โครงการฝายชะมวง ด้วยวิธี Double mass curve จำนวน 3 สถานี พบว่า ข้อมูลฝนมีความน่าเชื่อถือ ดังแสดงในรูปที่ 3



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการตรวจสอบปริมาณฝนด้วยวิธี Double Mass Curve

##### 4.2 ผลการหาสัดส่วนพื้นที่รับน้ำของสถานีวัดน้ำฝน

ผลการหาสัดส่วนพื้นที่รับน้ำของสถานีวัดน้ำฝนโดยวิธีรูปเหลี่ยมธีเอสเซน (Thiessen Polygon) คือ สถานี 580032 สัดส่วน 0.34 สถานี 580170 สัดส่วน 0.18 และสถานี 580312 สัดส่วน 0.48 ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 5 การหาสัดส่วนพื้นที่รับน้ำของสถานีวัดน้ำฝนโดยวิธีรูปเหลี่ยมทียีสเซน (Thiessen Polygon)

#### 4.3 ผลการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

ใช้ข้อมูลภูมิอากาศต่างๆ ในปีพ.ศ.2560 เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ระยะเวลา แสงแดด ของสถานีตรวจวัดอากาศ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา คำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยใช้สูตร Penman-Monteith ออกมาเป็นรายเดือน (มิลลิเมตรต่อเดือน) ดังแสดงในตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** แสดงค่าการระเหยของพืช บริเวณพื้นที่ศึกษา

เดือน	ค่าการคายระเหยของพืช (ET <sub>c</sub> )	
	(มิลลิเมตรต่อวัน)	(มิลลิเมตรต่อเดือน)
มกราคม	4.31	133.76
กุมภาพันธ์	4.92	137.89
มีนาคม	5.09	157.52
เมษายน	5.11	153.20
พฤษภาคม	4.61	142.80
มิถุนายน	4.19	125.78
กรกฎาคม	4.39	136.21
สิงหาคม	4.63	143.46
กันยายน	4.35	130.51
ตุลาคม	3.86	119.69
พฤศจิกายน	3.41	102.15
ธันวาคม	3.50	108.49

## 4.4 ผลการคำนวณหาปริมาณฝนใช้การ

ผลการคำนวณหาปริมาณฝนใช้การจากแบบจำลองย่อยปริมาณฝนใช้การแบบจำลอง WUSMO โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ในปี พ.ศ.2560-2561 ได้ปริมาณฝนเทียบกับปริมาณฝนใช้การของกิจกรรมข้าวพันธุ์ กข. และ ปาล์มน้ำมัน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการคำนวณปริมาณฝนใช้การจากแบบจำลอง WUSMO ของข้าวพันธุ์ กข. และปาล์มน้ำมัน

วันที่	ข้าวพันธุ์ กข.		ปาล์มน้ำมัน	
	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณฝนใช้การ (มม.)	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณฝนใช้การ (มม.)
1 ต.ค. 60	16.92	16.92	16.92	16.92
8 ต.ค. 60	34.36	34.36	34.36	34.36
15 ต.ค. 60	0.00	0.00	0.00	0.00
22 ต.ค. 60	17.15	17.15	17.15	17.15
29 ต.ค. 60	140.25	36.34	140.25	39.72
5 พ.ย. 60	138.45	36.34	138.45	39.72
12 พ.ย. 60	60.58	36.34	60.58	39.72
19 พ.ย. 60	38.55	36.34	38.55	38.55
26 พ.ย. 60	639.72	36.34	639.72	39.72
3 ธ.ค. 60	56.62	56.62	56.62	56.62
10 ธ.ค. 60	6.00	6.00	6.00	6.00
17 ธ.ค. 60	57.48	57.48	57.48	57.48
24 ธ.ค. 60	77.93	77.54	77.93	77.93
31 ธ.ค. 60	3.42	3.42	3.42	3.42
7 ม.ค. 61	88.07	32.58	88.07	88.07
14 ม.ค. 61	39.44	32.58	39.44	39.44
21 ม.ค. 61	25.11	25.11	25.11	25.11
28 ม.ค. 61	1.41	1.41	1.41	1.41
4 ก.พ. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
11 ก.พ. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
18 ก.พ. 61	59.01	59.01	59.01	59.01
25 ก.พ. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
4 มี.ค. 61	9.91	9.91	9.91	9.91
11 มี.ค. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
18 มี.ค. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
25 มี.ค. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
1 เม.ย. 61	5.44	5.44	5.44	5.44
8 เม.ย. 61	21.94	21.94	21.94	21.94
15 เม.ย. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
22 เม.ย. 61	61.54	61.54	61.54	61.54
29 เม.ย. 61	18.05	18.05	18.05	18.05
6 พ.ค. 61	36.8	36.8	36.8	36.8

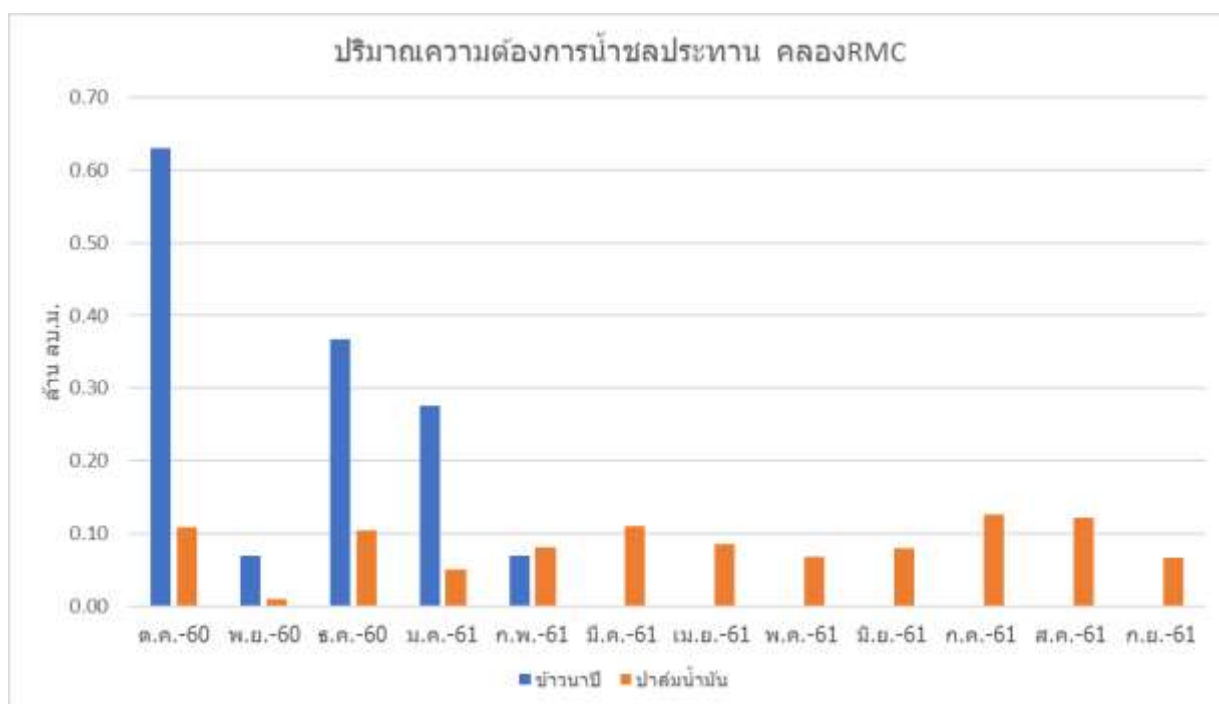
วันที่	ข้าวพันธุ์ กข.		ปาล์มน้ำมัน	
	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณฝนใช้การ (มม.)	ปริมาณฝน (มม.)	ปริมาณฝนใช้การ (มม.)
13 พ.ค. 61	17.59	17.59	17.59	17.59
20 พ.ค. 61	9.68	9.68	9.68	9.68
27 พ.ค. 61	90.1	90.1	90.1	90.1
3 มิ.ย. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
10 มิ.ย. 61	13.12	13.12	13.12	13.12
17 มิ.ย. 61	84.61	71.28	84.61	84.61
24 มิ.ย. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
1 ก.ค. 61	15.18	15.18	15.18	15.18
8 ก.ค. 61	15.43	15.43	15.43	15.43
15 ก.ค. 61	32.4	32.4	32.4	32.4
22 ก.ค. 61	7.53	7.53	7.53	7.53
29 ก.ค. 61	34.38	34.38	34.38	34.38
5 ส.ค. 61	9.73	9.73	9.73	9.73
12 ส.ค. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
19 ส.ค. 61	11.29	11.29	11.29	11.29
26 ส.ค. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
2 ก.ย. 61	0.00	0.00	0.00	0.00
9 ก.ย. 61	15.84	14.15	15.84	15.84
16 ก.ย. 61	22.11	14.15	22.11	22.11
23 ก.ย. 61	14.78	14.15	14.78	14.78

#### 4.5 ผลการคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทาน

นำข้อมูลการเพาะปลูกพืช ปี พ.ศ.2560-2561 ข้อมูลการใช้น้ำอ้างอิงของพืช สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช และผลปริมาณฝนใช้การที่ได้จากแบบจำลอง WUSMO มาหาค่าความต้องการน้ำชลประทานโดยใช้แบบจำลอง WUSMO ผลของค่าความต้องการน้ำชลประทานแบ่งตามคลองส่งน้ำสายใหญ่ ปีพ.ศ.2560-2561 ซึ่งแสดงค่าความต้องการน้ำของแปลงเพาะปลูก ของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา (RMC) ดังแสดงในตารางที่ 7 ความต้องการน้ำของแปลงเพาะปลูก ของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 1 (LMC1) ดังแสดงในตารางที่ 8 และความต้องการน้ำของแปลงเพาะปลูก ของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 1 (LMC1) ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 7 ผลการคำนวณความต้องการน้ำที่ชลประทาน (ล้าน ลบ.ม.) คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา (RMC)

รายการ	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (ล้าน ลบ.ม.)												รายปี
	ฤดูฝน						ฤดูแล้ง						
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
ข้าวนาปี	0.63	0.07	0.37	0.28	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41
ปาล์มน้ำมัน	0.11	0.01	0.10	0.05	0.08	0.11	0.09	0.07	0.08	0.13	0.12	0.07	1.01
รวม	0.74	0.08	0.47	0.33	0.15	0.11	0.09	0.07	0.08	0.13	0.12	0.07	2.42
รวมทั้งฤดู	1.88						0.55						

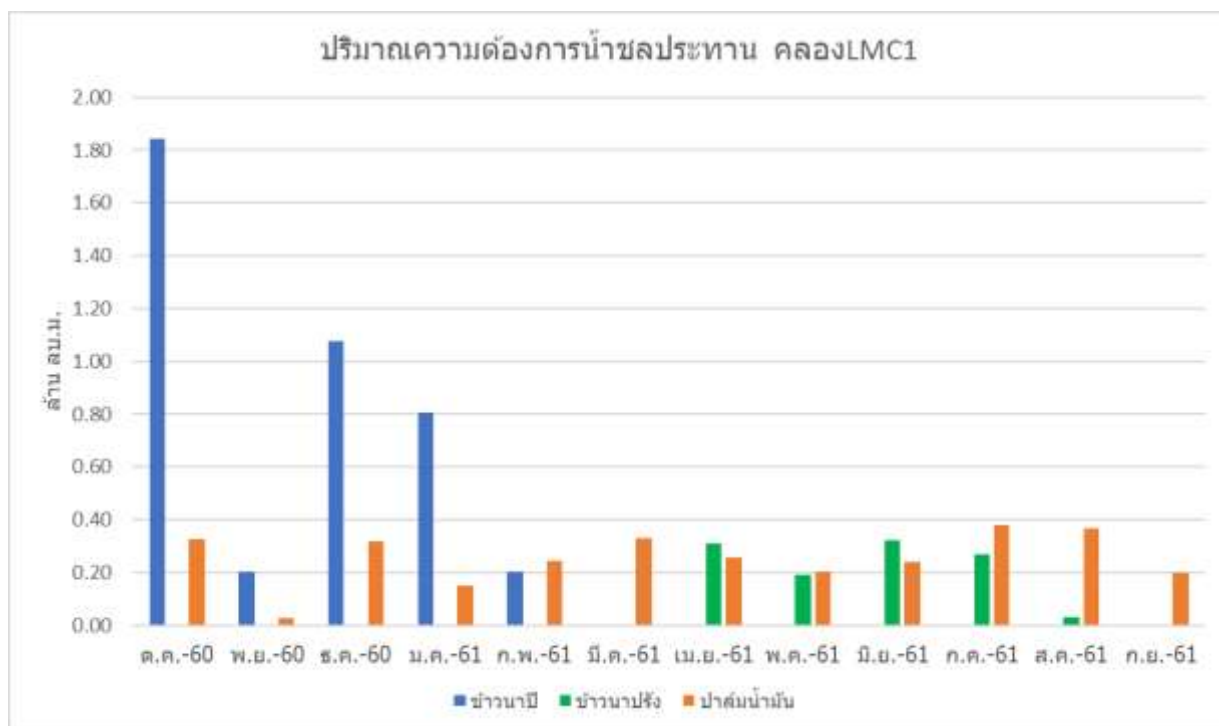


ภาพที่ 6 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา (RMC)

จากตารางที่ 7 และภาพที่ 6 แสดงถึงปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา (RMC) ซึ่งมีข้าวนาปีความต้องการน้ำ 1.41 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และปาล์มน้ำมันมีความต้องการน้ำ 1.01 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

ตารางที่ 8 ผลการคำนวณความต้องการน้ำที่ชลประทาน (ล้าน ลบ.ม.) คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 1 (LMC1)

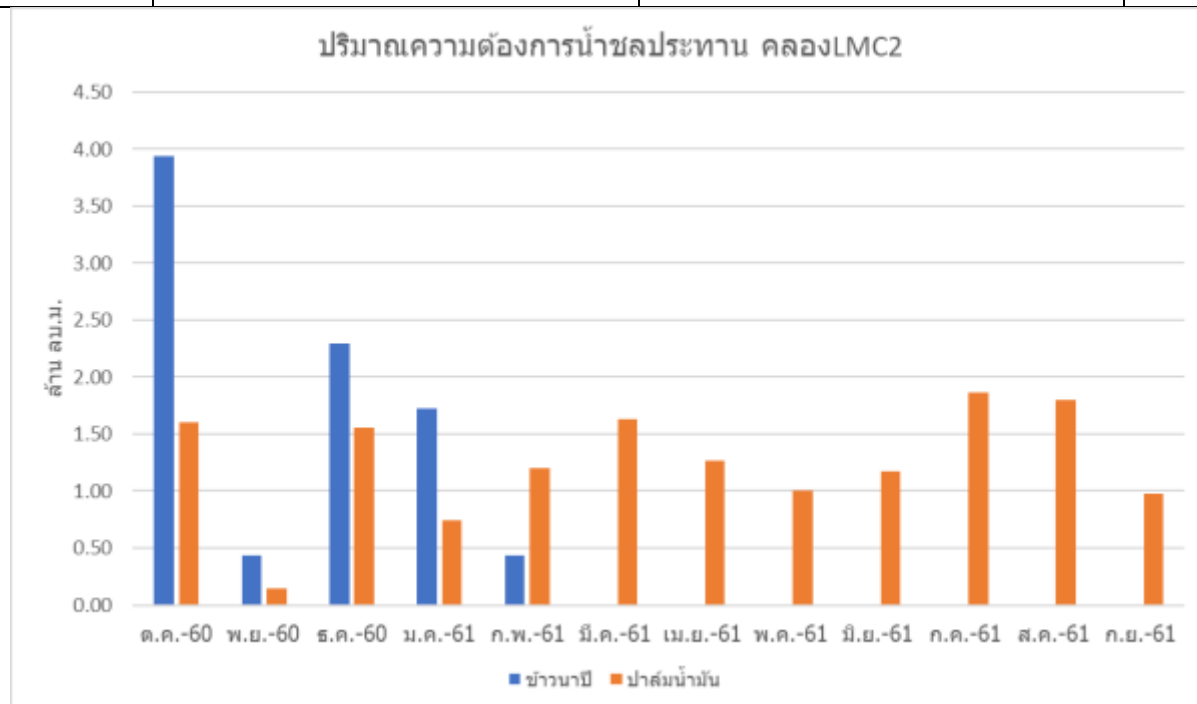
รายการ	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (ล้าน ลบ.ม.)												รายปี
	ฤดูฝน						ฤดูแล้ง						
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
ข้าวนาปี	1.84	0.20	1.07	0.80	0.20	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.13
ข้าวนาปรัง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.19	0.32	0.27	0.03	0.00	1.12
ปาล์มน้ำมัน	0.33	0.03	0.32	0.15	0.24	0.33	0.26	0.20	0.24	0.38	0.37	0.20	3.04
รวม	2.17	0.23	1.39	0.96	0.45	0.33	0.57	0.39	0.56	0.65	0.40	0.20	8.29
รวมทั้งฤดู	5.53						2.76						



ภาพที่ 7 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของคลองส่งสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 1 (LMC1) จากตารางที่ 8 และภาพที่ 7 แสดงถึงปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 1 (LMC1) ซึ่งมีข้าวนาปีความต้องการน้ำ 4.13 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ข้าวนาปรังมีความต้องการน้ำ 1.12 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และปาล์มน้ำมันมีความต้องการน้ำ 3.04 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

ตารางที่ 9 ผลการคำนวณความต้องการน้ำที่ชลประทาน (ล้าน ลบ.ม.) คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 2 (LMC2)

รายการ	ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (ล้าน ลบ.ม.)												รายปี
	ฤดูฝน						ฤดูแล้ง						
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	
ข้าวนาปี	3.94	0.44	2.30	1.72	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.83
ปาล์มน้ำมัน	1.60	0.14	1.55	0.75	1.20	1.63	1.26	1.00	1.18	1.87	1.80	0.98	14.96
รวม	5.54	0.58	3.85	2.47	1.64	1.63	1.26	1.00	1.18	1.87	1.80	0.98	23.79
รวมทั้งฤดู	15.70						8.09						



ภาพที่ 8 ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 2 (LMC2)

จากตารางที่ 9 และภาพที่ 8 แสดงถึงปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 2 (LMC2) ซึ่งมีข้าวนาปีความต้องการน้ำ 8.83 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และปาล์มน้ำมันมีความต้องการน้ำ 14.96 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี



#### 4.6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทาน

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานโดยนำปริมาณความต้องการน้ำทั้งหมดในฤดูฝนและฤดูแล้ง มาเทียบอัตราการส่งน้ำจริง โดยได้ประสิทธิภาพการชลประทานในฤดูฝนและฤดูแล้งของโครงการฝายชะมวง ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการชลประทานในฤดูฝนและฤดูแล้ง โครงการฝายชะมวง

คลอง	ความต้องการน้ำชลประทาน (ล้าน ลบ.ม.)		ปริมาณน้ำที่ส่ง (ล้าน ลบ.ม.)		ประสิทธิภาพชลประทาน (%)	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
RMC	1.88	0.55	4.29	6.15	43.82	8.94
LMC1	5.53	2.76	43.59	40.07	12.69	6.89
LMC2	15.70	8.09	29.51	15.21	53.20	53.19
รวม	23.11	11.40	77.39	61.43	29.86	18.56

## 5.สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความต้องการน้ำชลประทานและวิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการฝายชะมวง ด้วยแบบจำลอง WUSMO สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

### 5.1 ความต้องการน้ำชลประทานของโครงการฝายชะมวง ปีพ.ศ.2560-2561

คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา (RMC) มีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูฝนเท่ากับ 1.88 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูแล้งเท่ากับ 0.55 ล้านลูกบาศก์เมตร

คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 1 (LMC1) มีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูฝนเท่ากับ 5.53 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูแล้งเท่ากับ 2.76 ล้านลูกบาศก์เมตร

คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 2 (LMC2) มีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูฝนเท่ากับ 15.70 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูแล้งเท่ากับ 8.09 ล้านลูกบาศก์เมตร

### 5.2 ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการฝายชะมวง ปีพ.ศ.2560-2561

คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา (RMC) มีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูฝนเท่ากับ 1.88 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณการส่งน้ำ 4.29 ล้านลูกบาศก์เมตร วิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานในฤดูฝนได้ 43.82% และมีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูแล้งเท่ากับ 0.55 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณการส่งน้ำ 6.15 ล้านลูกบาศก์เมตร วิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานในฤดูแล้งได้ 8.94%

คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 1 (LMC1) มีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูฝนเท่ากับ 5.53 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณการส่งน้ำ 43.59 ล้านลูกบาศก์เมตร วิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานในฤดูฝนได้ 12.69% และมีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูแล้งเท่ากับ 2.76 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณการส่งน้ำ 40.07 ล้านลูกบาศก์เมตร วิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานในฤดูแล้งได้ 6.89%

คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายสายที่ 2 (LMC2) มีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูฝนเท่ากับ 15.70 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณการส่งน้ำ 29.51 ล้านลูกบาศก์เมตร วิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานในฤดูฝนได้ 53.20% และมีค่าความต้องการน้ำชลประทานในฤดูแล้งเท่ากับ 8.09 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณการส่งน้ำ 15.21 ล้านลูกบาศก์เมตร วิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานในฤดูแล้งได้ 53.19%

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 จากการศึกษาประสิทธิภาพชลประทานของโครงการฝายชะมวงพบว่า ค่าประสิทธิภาพมีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากในปัจจุบัน ระบบชลประทานของโครงการฝายชะมวง มีอายุการใช้งานค่อนข้างมาก มีความชำรุดทรุดโทรม จึงควรปรับปรุงระบบส่งน้ำทั้งระบบเพื่อให้การส่งน้ำเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด

5.3.2 ควรพัฒนาระบบบริหารจัดการน้ำของโครงการ ควบคุมการเปิด-ปิดของอาคาร และการตรวจวัดเก็บข้อมูลปริมาณน้ำที่ส่งภายในโครงการ

## 6.บรรณานุกรม

มนัส กำเนิดมณี. (2538). คู่มือการใช้แบบจำลอง WUSMO (Water Uses Study Model) Version 4.6. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร.

ฉลอง เกิดพิทักษ์. (2531). การจัดการน้ำในลุ่มน้ำของประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ลลิตา ยืนยง. (2562). “การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากระเสียว” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

จิรโรจน์ สมบัติใหม่. (2562). “การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าบัว” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ฐิติพงศ์ อารีมิตร. (2563). “การประเมินประสิทธิภาพการชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามโนรมย์” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

การวิเคราะห์ปัจจัยความยั่งยืนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย โดยใช้ AHP  
(Analysis of Sustainability Factors for Water Resource Infrastructure Development  
in Thailand Using AHP)

ผศ.ดร.ขนิศา รุ่งแจ้ง และ กลวัชร หย้าวิไล\*

Kanisa Rungjang and Konlawat Yomwilai\*

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900

\*Corresponding author Email: Konlawat.y@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

ความยั่งยืนเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่สำคัญของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน งานวิจัยนี้มุ่งเน้น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยความยั่งยืนที่มีต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุหลักเกณฑ์ ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP) การศึกษาทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจำนวน 24 ตัวอย่าง จาก 6 กลุ่ม ได้แก่ 1.ผู้ได้รับผลกระทบ 2.ผู้รับผิดชอบโครงการ 3.ผู้พิจารณาโครงการ 4.หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง 5.องค์กรเอกชน สถาบันการศึกษา นักวิชาการอิสระ และ 6.สื่อมวลชน พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความยั่งยืน ประกอบด้วย 7 ปัจจัย เรียงตามลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญ คือ การตระหนักถึงสิทธิส่วนรวม (ร้อยละ 16.7) การประเมินทางเลือกที่ครอบคลุม (ร้อยละ 16.0) การยอมรับจากสาธารณะ (ร้อยละ 14.8) การสร้างความมั่นใจ (ร้อยละ 14.2) การจัดการโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ (ร้อยละ 13.4) ความคุ้มค่าของโครงการ (ร้อยละ 13.0) และการอนุรักษ์แม่น้ำและการดำรงชีวิต (ร้อยละ 12.0) ส่วนทางเลือกในพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย ประกอบด้วย 5 ทางเลือก ได้แก่ การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ (ร้อยละ 26.8) การเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บกักน้ำของโครงการแหล่งน้ำเดิม (ร้อยละ 21.7) การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดกลางและเล็ก (ร้อยละ 18.5) การบริหารจัดการโดยไม่ใช้สิ่งปลูกสร้างเพิ่มเติม (ร้อยละ 18.4) และ การพัฒนาแหล่งน้ำทางเลือก (ร้อยละ 14.6) ตามลำดับ ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถปรับใช้กับกระบวนการตัดสินใจ ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทยให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

**คำสำคัญ:** โครงการพัฒนาแหล่งน้ำ, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์, การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุหลักเกณฑ์, การพัฒนาอย่างยั่งยืน

Sustainability is an important indicators of infrastructure development. This research focuses on relationship analysis of sustainability factors for water resources infrastructure development in Thailand based on Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) by Analytical Hierarchy Process (AHP). The data collected from 24 questionnaires in 6 stakeholders are 1.Affected people 2.Project owner 3.Project considered person 4.Government agencies 5. Independent entity and 6. Mass Media. This results show the 7 sustainability factors consisting of recognizing entitlements and sharing benefits (16.7 percent), comprehensive options assessment (16.0 percent), gaining public acceptance (14.8 percent), ensuring compliance (14.2 percent), addressing existing dams (13.4 percent), value of project (13.0 percent) and sustaining rivers and livelihood (12.0 percent) respectively, the priority of 5 alternatives of Water Resource Infrastructure Development in Thailand as follows, large project development (weighting 26.8), increasing of existing project efficiency (weighting 21.7), medium and small project development (weighting 18.5), non-structural approach (weighting 18.4) and alternative project (weighting 14.6). This research can be applied to the decision making process of the water resources infrastructure development in Thailand for sustainability in the further.

**Keywords:** Water Resource Development Project, Analytical Hierarchy Process, Multi-Criteria Decision Analysis, Sustainable Development

### ความสำคัญและที่มาของปัญหา

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ และเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิตทั้งภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม ดังนั้นเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์ จึงต้องมีแหล่งเก็บกักเพื่อช่วยในการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการบริหารจัดการน้ำจึงถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการบริหารจัดการ

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานย่อมเกิดขึ้นควบคู่ไปกับผลกระทบอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การข่งน้ำหนักระหว่าง การพัฒนาและผลกระทบจึงเป็นหนึ่งความท้าทายที่นานาชาติทั่วโลก ต่างหามาตราฐาน และตัวชี้วัดเพื่อมาใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ การพัฒนาโครงการด้านแหล่งน้ำ มีปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงและศึกษามากมาย ไม่ว่าจะเป็นด้านวิศวกรรม ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรือด้านสังคม ดังนั้นในการพิจารณาโครงการเพื่อให้ได้ซึ่งความคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูงสุดนั้น จำเป็นต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วนและดำเนินการให้คุ้มค่ากับสิ่งที่เสียไปมากที่สุด

ความยั่งยืนถือเป็นที่ยอมรับในปัจจุบันว่า เป็นหนึ่งในปัจจัยที่จำเป็นสำหรับโครงการโครงสร้างพื้นฐาน เนื่องจากเป็นการคำนึงถึงทั้งผลประโยชน์การพัฒนาและผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งทางด้าน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม และการตรวจวัดความยั่งยืนของโครงการทำได้ไม่่ง่ายนัก เนื่องจากต้องใช้ในการรวบรวมข้อมูลในหลายด้านรวมทั้งการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนและมีข้อมูลที่เป็นนามธรรมปะปนอยู่มาก การเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลจึงต้องพิจารณาให้ดี

องค์การสหประชาชาติ (1987) ให้คำจำกัดความแรก ของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ไว้ในรายงานอนาคตของเรา (Our Common Future) ประกอบการประชุมคณะกรรมการบริหารรันทแลนด์ (Brundtland Commission) ความว่า “การพัฒนาที่ยั่งยืน เป็นการพัฒนาที่สามารถสนองความต้องการที่จำเป็นของคนรุ่นปัจจุบัน โดยไม่กระทบต่อขีดความสามารถในการสนองความต้องการที่จำเป็นของคนในรุ่นต่อไป”

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการวินิจฉัยเพื่อช่วยในการตัดสินใจประเด็นปัญหาที่มีความซับซ้อนให้ดำเนินการง่ายขึ้น โดยทำการแบ่งองค์ประกอบของปัญหาทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมออกเป็นแต่ละส่วน สร้างรูปแบบโครงสร้างของปัญหาให้อยู่ในรูปของแผนภูมิลำดับชั้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของผู้ตัดสินใจมาใช้เป็นตัวกำหนดค่าวินิจฉัย เพื่อเปรียบเทียบหาลำดับความสำคัญของปัจจัยและวิเคราะห์ว่าปัจจัยทางเลือกใดที่จะมีลำดับความสำคัญสูงสุดเพื่อหาบทสรุป และทางเลือกที่เหมาะสมกับปัญหาดังกล่าว

งานวิจัยนี้จะดำเนินการสร้างรูปแบบโครงสร้างของปัญหาในรูปแบบของแผนภูมิลำดับชั้น โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาที่จะทำการตัดสินใจ และกำหนดเกณฑ์หรือปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ สร้างตารางเมทริกซ์ เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบแต่ละปัจจัย คำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย วิเคราะห์น้ำหนักของแต่ละทางเลือก ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยและทางเลือก รวมไปถึงสร้างสมการความสัมพันธ์ของปัจจัยความยั่งยืนที่มีผลต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำแต่ละทางเลือก ต่อไป

### วัตถุประสงค์

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ รวบรวม ศึกษา วิเคราะห์และพัฒนาสมการความสัมพันธ์ของปัจจัยความยั่งยืนที่มีต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทยแต่ละทางเลือก โดยรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญการบริหารจัดการและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโยธาและที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะด้านแหล่งน้ำ ในหน่วยงานราชการ รัฐวิสาหกิจ นักวิชาการ และหน่วยงานเอกชนที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์โดยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP)

## วิธีการ

ผู้วิจัยใช้วิธีการศึกษาค้นคว้า ทบทวนเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ความยั่งยืนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย ด้วยวิธีการตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ โดยใช้ทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP) ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการในงานวิจัย ดังนี้

### 1. การกำหนดปัจจัยและกรอบแนวคิด

#### 1.1 ปัจจัยความยั่งยืนในการพัฒนา โครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย

World Commission of Dam, WCD (2000) ได้ตีพิมพ์เอกสาร ที่นำเสนอข้อมูล การจัดลำดับความสำคัญเชิงกลยุทธ์และหลักการเชิงนโยบาย 7 ประการ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของโครงการเขื่อนขนาดใหญ่ โดยการวิเคราะห์จาก โครงการเขื่อนขนาดใหญ่ 125 โครงการ ใน 52 ประเทศ ด้วยวิธี Multi-Criteria Analysis (Board Trend Analysis) ประกอบไปด้วย

การยอมรับจากสาธารณะ	Gaining Public Acceptance.
การประเมินทางเลือกที่ครอบคลุม	Comprehensive Options Assessment.
การบริหารจัดการแหล่งน้ำที่มีอยู่เดิม	Addressing Existing Dams.
การอนุรักษ์แม่น้ำและการดำรงชีวิต	Sustaining Rivers and Livelihoods.
การตระหนักถึงสิทธิส่วนรวม	Recognizing entitlements and sharing benefits.
การสร้างความมั่นใจ	Ensuring Compliance
การมีส่วนร่วมที่เท่าเทียม	Sharing Rivers for Peace, Development and Security

ปัจจัย (Factors) ความยั่งยืนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย กำหนดไว้ 7 ปัจจัย โดยการรวบรวมวิเคราะห์จาก บทความ งานวิจัย และแนวคิดที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโยธาและที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

**ความคุ้มค่าของโครงการ (Value of Project)** เป็นการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของโครงการ ทั้งในด้านของตัวเลขดัชนีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการเงิน หมายถึงประโยชน์หรือผลเสียทางสังคมและสิ่งแวดล้อม หรือประโยชน์และผลเสีย ซึ่งไม่อาจคำนวณเป็นตัวเงินได้

**การได้รับการยอมรับจากสาธารณะ (Gaining Public Acceptance)** เป็นการวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากโครงการฯ เพื่อกำหนดกลุ่มที่เกี่ยวข้อง และกำหนดกลไกในการตรวจสอบความต้องการที่เกิดขึ้นตั้งแต่ ระดับท้องถิ่นไปจนถึงระดับประเทศ มีกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อแก้ไขปัญหาความไม่เท่าเทียมกันระหว่างผลประโยชน์ของโครงการกับการชดเชยความสูญเสียที่เกิดขึ้น การดำเนินการถูกต้องและครอบคลุมตามข้อกำหนดและความเหมาะสมในบริบทของแต่ละพื้นที่ โดยแสดงออกผ่านทางสาธารณะ

**การประเมินทางเลือกที่ครอบคลุม (Comprehensive Options Assessment)** เป็นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม สังคม สุขภาพ และ วัฒนธรรม ในแต่ละระดับ ทั้งยุทธศาสตร์

ระดับประเทศ ระดับลุ่มน้ำ และระดับโครงการ การวิเคราะห์เกณฑ์ที่หลากหลาย (Multi-Criteria Analysis) รวมทั้งการวิเคราะห์และประเมินผล เช่น การประเมิน Life Cycle การวิเคราะห์การกระจายของโครงการ การประเมินค่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและสังคม การประเมินความเสี่ยงทางเศรษฐกิจ เป็นต้น

**การจัดการโครงการแหล่งน้ำเดิมที่มีอยู่ (Addressing Existing Dams)** เป็นการพิจารณาความเพียงพอของโครงการแหล่งน้ำเดิมในการแก้ไขปัญหา การกำกับดูแลและให้ความสำคัญระเบียบข้อบังคับด้านสิ่งแวดล้อม สังคม ของการบริหารจัดการโครงการแหล่งน้ำที่มีอยู่เดิมในระบบลุ่มน้ำ รวมทั้งการนำเงื่อนไขการบริหารจัดการโครงการเดิมพิจารณาร่วมกับการพัฒนาโครงการใหม่

**การอนุรักษ์แม่น้ำและการดำรงชีวิต (Sustaining Rivers and Livelihood)** ประกอบด้วย การสำรวจและประเมินระบบนิเวศน์เดิม การประเมินห่วงโซ่ทางสิ่งแวดล้อม และการคงสภาพไว้ซึ่งการดำรงชีวิตและผลผลิตของการทำประมงให้คงอยู่ เมื่อมีการพัฒนาโครงการ

**การตระหนักถึงสิทธิประโยชน์ร่วมกัน (Recognizing Entitlements and Sharing Benefits)** เป็นการวิเคราะห์เงื่อนไขทางสังคมเดิมในพื้นที่ ความเสี่ยงของการพัฒนาที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดความยากจนของกลุ่มผู้ได้รับผลกระทบ รวมทั้งมีแผนการดำเนินการเรื่องการอพยพ การตั้งถิ่นฐานใหม่

**การสร้างความมั่นใจ (Ensuring Compliance)** เป็นการทำให้เกิดความมั่นใจต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้ง การปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้ รวมทั้งมีการติดตามและตรวจสอบโดยกรมการกลางที่มีความน่าเชื่อถือ แหล่งที่มาของเงินทุนมีความต่อเนื่อง น่าเชื่อถือ และมีการทำข้อตกลงที่ชัดเจนรอบด้าน ไม่มีวาระซ่อนเร้น

## 1.2 ทางเลือกในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย

ทางเลือก (Alternative) ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย กำหนดไว้ 5 ทางเลือก โดยการคำนึงถึงวิธีการและแนวคิดในการดำเนินการของหน่วยงานและภาคเอกชนประกอบกับแนวคิดที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโยธาและที่เกี่ยวข้อง โดยทางเลือกทั้ง 5 ทางเลือก ประกอบด้วย

**การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่** หมายถึง โครงการพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำที่สามารถเก็บกักน้ำได้มากกว่า 100 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือมีพื้นที่อ่างเก็บน้ำตั้งแต่ 15 ตารางกิโลเมตร หรือมีพื้นที่ชลประทานมากกว่า 80,000 ไร่ เช่น เขื่อนเจ้าพระยา จ.ชัยนาท เขื่อนขุนด่านปราการชล จ.นครนายก เป็นต้น โดยสามารถก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านการเกษตร การอุปโภคบริโภค การบรรเทาอุทกภัย การอุตสาหกรรม การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังน้ำ การคมนาคม แหล่งเพาะพันธุ์ประมงน้ำจืด แหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ ฯลฯ (กรมชลประทาน, 2010)

**การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดกลางและเล็ก** หมายถึง โครงการพัฒนาแหล่งน้ำที่มีขนาดเล็กกว่าโครงการพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ มีปริมาตรเก็บกักน้ำน้อยกว่า 100 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่เก็บกักน้ำน้อยกว่า 15 ตารางกิโลเมตร หรือมีพื้นที่ชลประทานน้อยกว่า 80,000 ไร่ (กรมชลประทาน, 2010)



**การพัฒนาแหล่งน้ำทางเลือก** ตัวอย่างเช่น **โครงการแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน** (กรมพัฒนาที่ดิน, 2001) เป็นแหล่งเก็บกักน้ำฝนหรือน้ำซับที่ไหลซึมออกจากดินนอกเขตพื้นที่ชลประทานและขาดแคลนระบบจัดส่งน้ำไปถึงได้ตลอดปี มีประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำโดยพิจารณาคุณสมบัติของดิน หรือ **โครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล** เป็นการพัฒนาโครงการเพื่อนำน้ำบาดาลมาใช้เพื่อการเกษตร เป็นต้น

**การเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บกักน้ำของโครงการแหล่งน้ำเดิม** หมายถึง การเพิ่มศักยภาพความจุของโครงการแหล่งเก็บกักน้ำเดิม โดยไม่เปลี่ยนแปลงขอบเขตพื้นที่ของโครงการ เช่น การขุดลอกแหล่งน้ำเดิม การเสริมสันฝายระบายน้ำล้นเพิ่มเพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำอ่างเก็บน้ำ หรืออาคารบังคับน้ำในลำน้ำ เป็นต้น

**การบริหารจัดการโดยไม่ใช้สิ่งปลูกสร้างเพิ่มเติม** หมายถึงการปรับปรุงการบริหารจัดการปรับปรุงซ่อมแซม หรือดูแลรักษาโครงสร้างที่มีอยู่เดิม ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นโดยไม่มีการปลูกสร้างโครงสร้างใหม่เพิ่มเติม เช่น การปรับปรุงโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ปราโมทย์ (2014) ได้เสนอทางออกการบริหารจัดการน้ำของไทย โดยการดำเนินการหนึ่งคือ การพัฒนาแหล่งน้ำโดยไม่ใช้สิ่งปลูกสร้าง ซึ่งเป็นการป้องกันและบรรเทาภัยด้วยการจัดการที่เหมาะสมแต่ละด้าน ให้สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติและรู้ทันธรรมชาติ

### 1.3 การกำหนดพื้นที่ศึกษาและกลุ่มเป้าหมาย

การศึกษาจะดำเนินการรวบรวมข้อมูลผ่านแบบสอบถามและการสัมภาษณ์จาก ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโยธาและที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะด้านพัฒนาแหล่งน้ำ ประกอบด้วย 6 กลุ่ม คือ 1.ผู้ได้รับผลกระทบ 2.ผู้ที่รับผิดชอบโครงการ 3.ผู้พิจารณาโครงการ 4.หน่วยงานราชการในแต่ละระดับ 5.องค์กรเอกชนด้านองค์กรพัฒนาเอกชน สถาบันการศึกษา และนักวิชาการอิสระ และ 6.สื่อมวลชน ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ รวม 24 ท่าน

## 2. การกำหนดโครงสร้างการตัดสินใจ ตามทฤษฎี AHP

ทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Thomas L. Saaty ในปี 1970 โดยมีหลักการ คือแบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นแต่ละชั้น ชั้นแรกคือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal) กำหนดเกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Sub-criteria) และทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ (Saaty, 1980) แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Trade off) เกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ (Pairwise) เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ ความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์ โดยการให้คะแนนตามความสำคัญ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ จึงพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้นสมเหตุสมผล (Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ (วรารุช วุฒินิชย, 2553) ปัจจุบัน AHP เป็นทฤษฎีทางด้าน MCDM ที่นิยมใช้แพร่่มากที่สุดในกระบวนการตัดสินใจประเมิน

โครงการ (Hamg-Mo, 1991) และเป็นทฤษฎีที่จัดได้ว่ามีความแม่นยำมากที่สุดในการให้น้ำหนักคะแนน ต่อเกณฑ์การตัดสินใจในการเปรียบเทียบทางเลือก (Hagquist, 1993) ซึ่ง AHP ได้รับความนิยมน เนื่องจากไม่ซับซ้อน มีความน่าเชื่อถือในหลักการ สามารถจัดความโน้มเอียงในการให้อัตราส่วนตัวเลข และสามารถวัดความไม่สอดคล้องของการลงความเห็นได้โดยตรง (Klungboonklong, 1995)

อิติรัถย์ (2553) ได้อธิบายว่า AHP ใช้หาเหตุผลช่วยตัดสินใจในประเด็นปัญหาที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น โดยแบ่งองค์ประกอบของปัญหาทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมออกเป็นแต่ละส่วน สร้างรูปแบบ โครงสร้างของปัญหาในรูปแบบภูมิลำดับชั้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจมา กำหนดเป็นค่าวิถิจนัยเพื่อเปรียบเทียบหาค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัย และวิเคราะห์คำนวณ ลำดับ ความสำคัญของปัจจัย เพื่อหาบทสรุปและเลือกทางเลือก

จากการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความยั่งยืน ของการวางแผนและการ บริหารจัดการโครงการสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย สามารถสรุปปัจจัยและทางเลือกที่ใช้ใน การศึกษา ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างการคัดเลือกการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำโดยใช้ AHP

### 3. การออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและนักวิชาการ

เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ เป็นแบบสอบถามที่ออกแบบเพื่อใช้ในการหาลำดับความสำคัญของปัจจัย ความยั่งยืนในการบริหารจัดการและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย โดยจะใช้การ เปรียบเทียบเป็นคู่ ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องเปรียบเทียบความสำคัญ โดยระดับของการให้ความสำคัญจะ ถูกวัดโดยการแสดงค่าตัวเลข ดังตารางมาตราส่วนเบื้องต้น แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 : เปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

ส่วนที่ 2 : เปรียบเทียบทางเลือกที่ในการบริหารจัดการและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย ภายใต้ปัจจัยแต่ละปัจจัย

**วิธีการตอบแบบสอบถาม** คำถามทุกข้อในแบบสอบถามจะถามเริ่มต้นด้วย

คำถาม : ท่านให้ความสำคัญปัจจัย “ความคุ้มค่าของโครงการ [F1]” มากกว่าปัจจัย “การจัดการโครงสร้างเดิมที่มีอยู่[F2]” เท่าไหร่

โดยในการเปรียบเทียบปัจจัย 1 กับ 2 ถ้าท่านเห็นว่า ปัจจัย 1 “มีความสำคัญมากกว่าอย่างมากที่สุด” มากกว่าปัจจัย 2 แล้ว คำตอบของท่านจะเป็น “7” (ปัจจัยที่หนึ่ง มีความสำคัญมากกว่าปัจจัยที่สอง 7 เท่า) ตัวอย่างเช่น

คำถาม : ท่านให้ความสำคัญกับ “ความคุ้มค่าของโครงการ [F1]” มากกว่าปัจจัย “การจัดการโครงสร้างเดิมที่มีอยู่[F2]” ?

ข้อ	ปัจจัย 1	ลำดับความสำคัญเปรียบเทียบปัจจัย 1 และ ปัจจัย 2														ปัจจัย 2						
1	ความคุ้มค่าของโครงการ [F1]	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ [F2]			
		←									●	→										
		ด้านนี้สำคัญมากกว่า										ด้านนี้สำคัญมากกว่า										

ในทางตรงกันข้ามสำหรับคำถามเดียวกัน ถ้าท่านมีความเห็นว่า ปัจจัย 2 “การจัดการโครงสร้างเดิมที่มีอยู่[F2]” มากกว่าปัจจัย 1 “ความคุ้มค่าของโครงการ [F1]” แล้วคำตอบของท่านจะเป็น “1/7” ตัวอย่างเช่น

คำถาม : ท่านให้ความสำคัญกับ “ความคุ้มค่าของโครงการ [F1]” มากกว่าปัจจัย “การจัดการโครงสร้างเดิมที่มีอยู่[F2]” ?

ข้อ	ปัจจัย 1	ลำดับความสำคัญเปรียบเทียบปัจจัย 1 และ ปัจจัย 2														ปัจจัย 2						
1	ความคุ้มค่าของโครงการ [F1]	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ [F2]			
		←									●	→										
		ด้านนี้สำคัญมากกว่า										ด้านนี้สำคัญมากกว่า										

#### 4. การสังเคราะห์ตัวเลขจากแบบสอบถาม

##### 4.1 สร้างตารางเมทริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจเป็นคู่

เป็นการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ ภายใต้หลักเกณฑ์ที่ว่าปัจจัยนั้นเปรียบเทียบกับปัจจัยอื่นมีผลกระทบต่อปัจจัยที่อยู่ในระดับสูงกว่ามากน้อยกว่ากันเท่าไร โดยอยู่ในรูปของเมทริกซ์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางเมทริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

เกณฑ์หรือปัจจัย	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ n
ปัจจัยที่ 1	1	$a_{12}$	$a_{1n}$
ปัจจัยที่ 2	$a_{21}$	1	$a_{2n}$
ปัจจัยที่ n	$a_{n1}$	$a_{n2}$	1

ที่มา: ดัดแปลงจาก Saaty (2012)

โดย  $a_{12}$  เป็นค่าลำดับความสำคัญของปัจจัย 1 เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัย 2 ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา และ  $1/a_{21}$  เป็นส่วนกลับ ซึ่งภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ ปัจจัย 1 จะถูกเปรียบเทียบกับปัจจัย 2 ถึงปัจจัย n ในแถวบนของปัจจัย 1 การเปรียบเทียบจะดำเนินการเช่นเดียวกับปัจจัย 2 ในแถวบนที่ 2

#### 4.2 เปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์เป็นคู่เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญ

การเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์เป็นคู่เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญ จะกำหนดตัวเลขแทนค่าเพื่อหาความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของแต่ละส่วนย่อย โดยมาตรฐานของระดับความสำคัญที่เป็นตัวเลข 1-9 จะเหมาะสมกับเหตุผลและสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์ได้ดี ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางมาตรฐานแสดงมาตราส่วนที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสำคัญ

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ปัจจัยทั้งสองที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบ มีความสำคัญ <b>เท่าเทียมกัน</b>
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยทั้งสองที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบ ปัจจัยตัวหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกตัวหนึ่ง <b>ปานกลาง</b>
5	สำคัญกว่าอย่างเด่นชัด	ปัจจัยทั้งสองที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบ ปัจจัยตัวหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกตัวหนึ่ง <b>มาก</b>
7	สำคัญกว่าอย่างเด่นชัดมาก	ปัจจัยทั้งสองที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบ ปัจจัยตัวหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกตัวหนึ่ง <b>มากที่สุด</b>
9	สำคัญกว่าอย่างเด่นชัด	ปัจจัยทั้งสองที่กำลังพิจารณาเปรียบเทียบ ปัจจัยตัวหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกตัวหนึ่ง <b>ระดับสูงสุด</b>
2, 4, 6, 8	ค่ากลางระหว่างระดับความเข้มข้นของอิทธิพลตามที่ กล่าวมาข้างต้น	ค่าความสำคัญของการเปรียบเทียบปัจจัยถูกพิจารณาว่าควรเป็นค่าระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น

ที่มา: Saaty. (1990)

#### 4.3 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักคะแนนของปัจจัย

การหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ เมื่อได้ค่าน้ำหนักที่ผู้เชี่ยวชาญได้วินิจฉัยแล้ว โดยออกมาในรูปแบบของตัวเลข จะนำตัวเลขที่ได้มาคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญ ในแต่ละชั้นแล้วทำการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นแต่ละระดับขึ้นจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้น วิธีการคำนวณมีขั้นตอน คือ ทำการ

เปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่ในรูปของตารางเมทริกซ์ โดยทำการเปรียบเทียบทุก ๆ เกณฑ์ ทั้งในแถวแนวนอนและแนวตั้ง จากนั้นหาค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (Geometric Mean) ซึ่งเป็นการนำเอาตัวเลขที่ต้องการหามาคูณกัน แล้วนำผลคูณนั้นมาถอดรากตามจำนวนตัวเลข แสดงได้ดังสมการที่ 1

$$V_i = \left( \prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n} \quad (1)$$

เมื่อ  $a_{ij}$  คือ ค่าตัวเลขในตารางเมทริกซ์

$V_i$  คือ ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต

$n$  คือ จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

เมื่อได้ค่าตัวเลขจากการเปรียบเทียบปัจจัยที่ละคู่ ดังแสดงในตารางที่ 3 จึงทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย โดยการหารค่าความสำคัญที่อยู่ในแต่ละแถวแนวตั้งด้วยผลรวมค่าความสำคัญในแถวแนวตั้งเดียวกัน เพื่อให้ได้เมทริกซ์ของค่าร้อยละ แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวในแนวนอนของเมทริกซ์ค่าร้อยละ จะได้เป็นน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในแถวนั้น ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ตารางเมทริกซ์แสดงผลรวมของแถวแนวตั้ง

เกณฑ์หรือปัจจัย	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ n
ปัจจัยที่ 1	1	$a_{12}$	$a_{1n}$
ปัจจัยที่ 2	$a_{21}$	1	$a_{2n}$
ปัจจัยที่ n	$a_{n1}$	$a_{n2}$	1
ผลรวมแนวตั้ง	X	Y	Z

น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์หรือทางเลือกในแต่ละชั้นหาได้จากการสังเคราะห์ข้อมูลจะคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ 2 และสมการที่ 3

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1.0 \quad (3)$$

เมื่อ  $W_i$  คือ น้ำหนักคะแนนของแต่ละหลักเกณฑ์

$V_i$  คือ ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต

$n$  คือ จำนวนตัวเลขที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 4 ตารางน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

เกณฑ์หรือปัจจัย	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ n	น้ำหนักของปัจจัย
ปัจจัยที่ 1	$1*W_1$	$a_{12}*W_2$	$a_{1n}*W_n$	$S_1$
ปัจจัยที่ 2	$a_{21}*W_1$	$1*W_2$	$a_{2n}*W_n$	$S_2$
ปัจจัยที่ n	$a_{n1}*W_1$	$a_{n2}*W_2$	$1*W_n$	$S_3$

#### 4.4 ทดสอบความสอดคล้อง วิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญ ค่า C.I., ค่า C.R.

การวิเคราะห์ความสอดคล้อง การคำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผลในการให้คะแนน โดยการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่กำหนดไว้ แล้วนำผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแนวตั้งแต่ละแนว มาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแนวนอนแต่ละแนว แล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์จะเท่ากับจำนวนหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกลำมาเปรียบเทียบ ผลรวมนี้ของค่าวินิจฉัยนี้เรียกว่า Eigenvalues ( $\lambda_{max}$ ) แสดงในสมการที่ 4 โดยถ้าการวินิจฉัยในเกณฑ์นั้นมีความสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์ จะทำให้ค่า  $\lambda_{max} = n$

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^n a_{ij} W_j \right] \quad (4)$$

สำหรับค่าดัชนีความสอดคล้อง (C.I.) สามารถคำนวณได้โดยนำค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย คุณกับค่าความสำคัญในแถวแนวตั้งเดียวกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยในแถวแนวนอนจะได้ตารางผลคูณเพื่อหาความสอดคล้องกันของเหตุผล ดังแสดงในสมการที่ 5 และอัตราส่วนความสอดคล้อง (C.R.) สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วน เปรียบเทียบระหว่างค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, C.I.) ที่คำนวณได้จากตารางเมทริกซ์ กับค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index, R.I.) ดังแสดงในสมการที่ 6

$$C.I. = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \quad (5)$$

เมื่อ  $n$  คือ จำนวนปัจจัย

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (6)$$

เมื่อ C.R. คือ อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

C.I. คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

R.I. คือ ค่าดัชนีเชิงสุ่ม (Random Ratio)

โดยที่ดัชนีเชิงสุ่มเป็นค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างเมทริกซ์ส่วนกลับที่ใช้เกณฑ์มาตรฐานของค่าความสำคัญอยู่ระหว่าง 1 ถึง 9 สำหรับค่าเฉลี่ยของดัชนีเชิงสุ่มที่ได้จากการทดลองในแต่ละมิติของเมทริกซ์  $n = 3$  ถึง 15 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่า R.I. จากการสุ่มตัวอย่าง

N	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.40	1.45	1.49	1.51	1.54	1.56	1.57	1.58

ที่มา: Golden and Wang

สำหรับค่าของ C.R. ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 ถือว่ายอมรับได้ ถ้ามากกว่า 0.10 ถือว่ายอมรับไม่ได้ ต้องทำการทบทวนการให้ค่าน้ำหนักคะแนนเปรียบเทียบในเกณฑ์นั้นกันใหม่ จนได้ค่า C.R. ที่สามารถยอมรับได้ ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (C.R.) กรณีพิจารณาปัจจัย มากกว่าหรือเท่ากับ 5 ปัจจัย ไม่ควรมีค่าเกิน 10% สำหรับ 4 ปัจจัย ไม่ควรเกิน 9% และ สำหรับ 3 ปัจจัย ไม่ควรเกิน 5% ถ้าค่า ดังกล่าวเกินกว่ามาตรฐานหมายความว่า การวินิจฉัยไม่มีความสอดคล้องกันของเหตุผล ดังนั้นผู้ พิจารณาต้องทบทวนการวินิจฉัยใหม่อีกครั้ง

## ผลการศึกษาวิจัย

1. ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง จากผู้ตอบแบบสอบถาม 24 ตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ ดังนี้

**จำแนกตามกลุ่มเป้าหมาย** ครอบคลุมกลุ่มเป้าหมายทั้ง 6 กลุ่ม ประกอบด้วย ผู้ได้รับผลกระทบ 2 ตัวอย่าง ผู้ที่รับผิดชอบโครงการ 2 ตัวอย่าง ผู้พิจารณาโครงการ 12 ตัวอย่าง หน่วยงานราชการในแต่ละระดับ 2 ตัวอย่าง องค์กรเอกชนด้านองค์กรพัฒนาเอกชน สถาบันการศึกษา และ นักวิชาการอิสระ 3 ตัวอย่าง และ สื่อมวลชน 3 ตัวอย่าง

**จำแนกตามความเชี่ยวชาญ** มีประสบการณ์การทำงานบริหารจัดการและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโยธา ซึ่งมีความเชี่ยวชาญในด้านพัฒนาแหล่งน้ำครอบคลุมทั้ง 3 ระดับ ประกอบด้วย ความเชี่ยวชาญระดับสูง 8 ตัวอย่าง ความเชี่ยวชาญระดับกลาง 9 ตัวอย่าง และความเชี่ยวชาญระดับต้น 7 ตัวอย่าง

**จำแนกตามภูมิภาค** ครอบคลุมทั้ง 5 ภูมิภาคทั่วประเทศ ประกอบด้วย ภาคเหนือ 3 ตัวอย่าง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 ตัวอย่าง ภาคกลาง 12 ตัวอย่าง ภาคตะวันออก 3 ตัวอย่าง และภาคใต้ 3 ตัวอย่าง

ตารางที่ 6 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม

ตัวอย่าง	อาชีพ	ประสบการณ์ (ปี)	สังกัด	กลุ่มเป้าหมาย						เชี่ยวชาญ			ภูมิภาค				
				1	2	3	4	5	6	สูง	กลาง	ต้น	เหนือ	ตอ.น.	กลาง	ตอ. ใต้	
1	ผชช.วิศวกรรม	34	ชป.	.						.			.				
2	รองอธิบดี	36	ชป.	.						.			.				
3	ผชช.เศรษฐศาสตร์	20	สทนช.			.				.					.		
4	นักสิ่งแวดล้อม	5	อิสระ	.								.		.			
5	นักสิ่งแวดล้อม	19	สทนช.			.						.			.		
6	อาจารย์	20	อิสระ					.				.			.		
7	อาจารย์	15	สผ.			.						.			.		
8	วิศวกรโยธา	15	สทนช.			.						.		.			
9	นักวิชาการเผยแพร่	5	อิสระ				.					.				.	
10	นักประชาสัมพันธ์	16	สทนช.						.			.					.
11	นักวิเคราะห์นโยบายฯ	20	สทนช.			.						.			.		
12	วิศวกรโยธา	26	สทนช.			.						.					.
13	ผชช. สิ่งแวดล้อม	35	สทนช.			.						.					.
14	วิศวกรชลประทาน	22	สทนช.			.						.				.	
15	วิศวกรโยธา	5	สทนช.			.						.				.	
16	นักวิเคราะห์นโยบายฯ	8	สทนช.			.						.				.	
17	นักธรณีวิทยา	15	ทบ.				.					.				.	
18	วิศวกรโยธา	5	อิสระ	.								.				.	
19	ผู้สื่อข่าว	20	อิสระ						.			.				.	
20	ผชช.วิศวกรรม	30	สทนช.			.						.		.			
21	ที่ปรึกษา	40	สทนช.					.				.					.
22	ที่ปรึกษา	39	สทนช.					.				.		.			
23	ผชช.วิศวกรรม	20	สทนช.			.						.					.
24	ผู้สื่อข่าว	7	อิสระ						.			.				.	
รวม			24	2	2	12	2	3	3	8	9	7	3	3	12	3	3

## 2. การเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความยั่งยืน

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อความยั่งยืนประกอบด้วย 7 ปัจจัยเรียงตามลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญได้แก่ ปัจจัยการตระหนักถึงสิทธิส่วนรวม (ร้อยละ 16.7) รองลงมา เป็นปัจจัยด้านการประเมินทางเลือกที่ครอบคลุม (ร้อยละ 16.0) ปัจจัยการยอมรับจากสาธารณะ (ร้อยละ 14.8) ปัจจัยด้านการสร้างความมั่นใจ (ร้อยละ 14.2) ปัจจัยด้านการจัดการโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ (ร้อยละ 13.4) ปัจจัยด้านความคุ้มค่าของโครงการ (ร้อยละ 13.0) และปัจจัยด้านการอนุรักษ์แม่น้ำและการดำรงชีวิต (ร้อยละ 12.0) ตามลำดับ ดังภาพที่ 12 จะเห็นได้ว่าความสอดคล้องกันของเหตุผลที่มีปัจจัย 7 ปัจจัย มีค่าเท่ากับร้อยละ 8.4 ซึ่งน้อยกว่า ร้อยละ 10 แสดงว่ามีความสอดคล้องกันของเหตุผลและสามารถนำไปอธิบายความหมายของความสำเร็จได้ ดังแสดงในภาพที่ 2

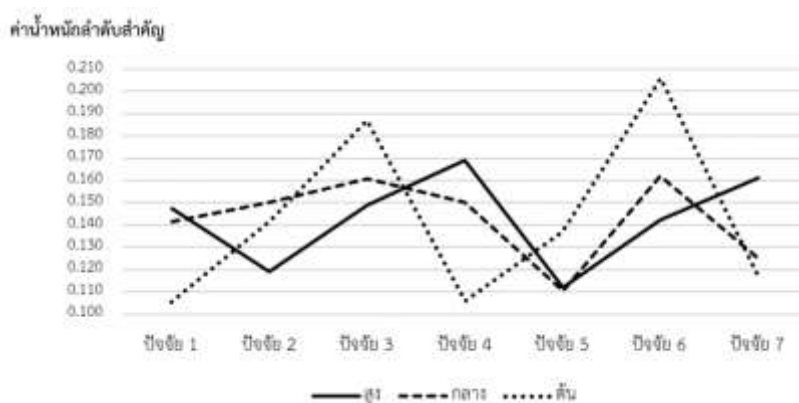
การพัฒนาโครงการพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านสังคมมาเป็นอันดับต้น ได้แก่ การตระหนักถึงสิทธิส่วนรวม (ร้อยละ 16.7) การยอมรับจากสาธารณะ (ร้อยละ 14.8) และ การสร้างความมั่นใจ (ร้อยละ 14.2) เนื่องจากเป็นปัจจัยที่มีความอ่อนไหวและความละเอียดอ่อนสูง รองลงมาเป็นปัจจัยด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ การประเมินทางเลือกที่ครอบคลุม (ร้อยละ 16.0) และ ความคุ้มค่าของโครงการ (ร้อยละ 13.0) เนื่องจากเป็นปัจจัยที่สามารถคำนวณและควบคุมได้ สำหรับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การอนุรักษ์แม่น้ำและการดำรงชีวิต (ร้อยละ 12.0) ให้ค่าความสำคัญน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับปัจจัยอื่น เนื่องมาจากปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมจะส่งผลกระทบในทางอ้อมต่อกลุ่มตัวอย่าง แตกต่างจาก ปัจจัยข้ออื่นที่จะส่งผลกระทบในทางตรงมากกว่า



ภาพที่ 2 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความยั่งยืน

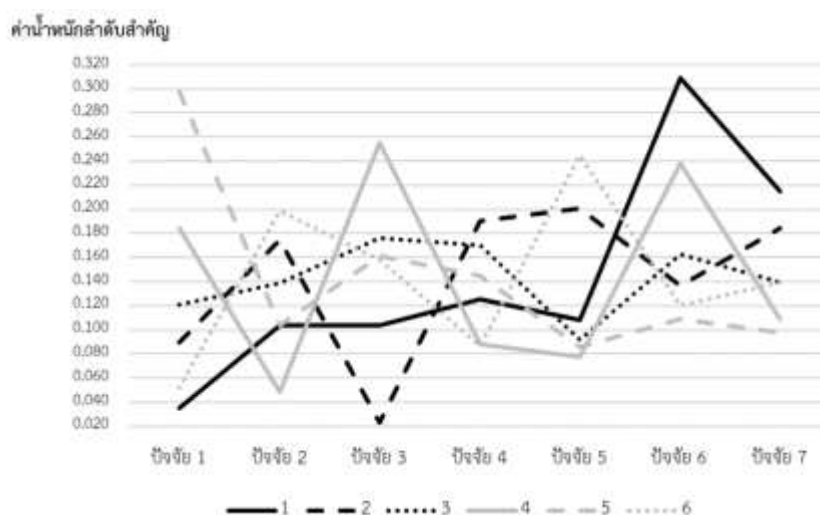
การจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามประสบการณ์ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า โดยส่วนมาก กลุ่มประสบการณ์ระดับสูง และระดับกลาง จะให้ค่าความสำคัญไปในทิศทางเดียวกัน ในขณะที่ กลุ่มประสบการณ์ระดับต้น ให้ค่าน้ำหนักความสำคัญปัจจัยที่ 6 การตระหนักถึงสิทธิประโยชน์ร่วมกัน สูงที่สุดอย่างชัดเจน และปัจจัยที่ 1 ความคุ้มค่าของโครงการ น้อยที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 3





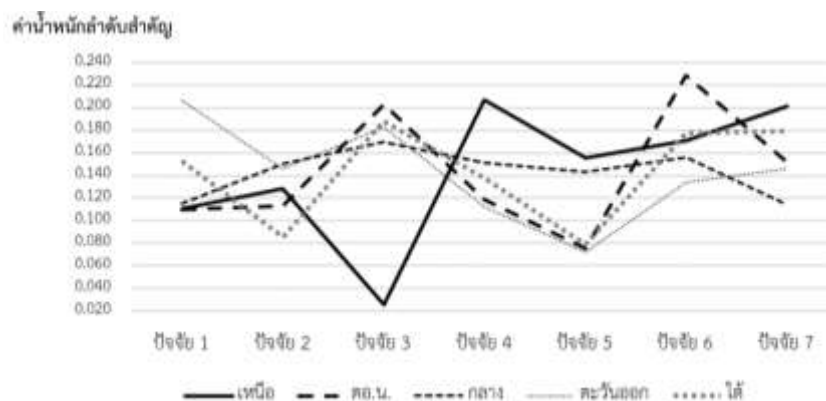
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างการจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามประสบการณ์กับปัจจัยความยั่งยืน

การจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามกลุ่มเป้าหมาย สามารถวิเคราะห์ได้ว่าแต่ละกลุ่มเป้าหมาย ได้ให้ค่าความสำคัญแก่ปัจจัยที่หลากหลายจึงสามารถสรุปได้ว่า ค่าความสำคัญปัจจัยจำแนกตามกลุ่มเป้าหมาย ไม่มีแนวโน้มในลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทการทำงาน และมุมมองความรับผิดชอบของแต่ละกรณีไป ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างการจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามกลุ่มเป้าหมายที่ 1-6 กับปัจจัยความยั่งยืน

การจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามภูมิภาคสามารถวิเคราะห์ได้ว่ากลุ่มเป้าหมายเกือบทุกภาค มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นภาคเหนือซึ่ง ให้ค่าน้ำหนักความสำคัญปัจจัยที่ 4 การยอมรับจากสาธารณะ สูงสุด รองลงมาคือ ปัจจัยด้านที่ 7 การสร้างความมั่นใจ และ ปัจจัยที่ 3 การประเมินทางเลือกที่ครอบคลุม น้อยที่สุด โดยสันนิษฐานว่า พื้นที่ภาคเหนือถือเป็นพื้นที่ต้นน้ำของประเทศไทย ส่วนใหญ่ การดำเนินการพัฒนาโครงการ จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านสังคมในระดับมหภาคเป็นสำคัญ ประกอบกับการศึกษาทางเลือกในการพัฒนาโครงการ ได้ถูกศึกษาไว้อย่างครอบคลุมและค่อนข้างมีแนวทางการดำเนินการที่ชัดเจนแล้ว ต่างจากภาคอื่น ที่แนวทางการดำเนินการอยู่ระหว่างการศึกษา หรือเพิ่งดำเนินการแล้วเสร็จ จึงทำให้ ปัจจัยด้านที่ 3 มีค่าความสำคัญน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างการจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามภูมิภาคกับปัจจัยความยั่งยืน

### 3.การเปรียบเทียบทางเลือกในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย

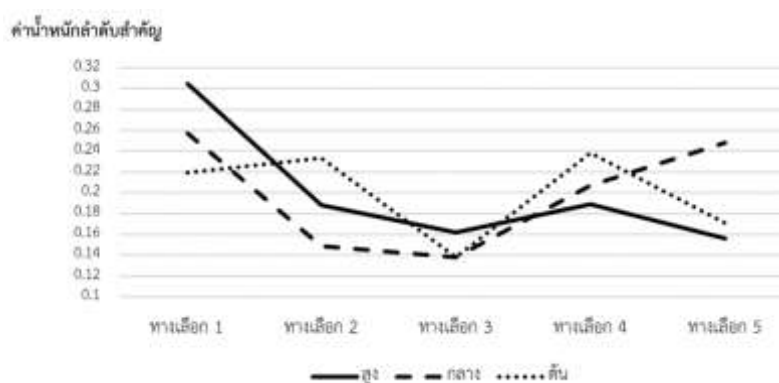
ลำดับการพัฒนาโครงการพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย ให้ความสำคัญกับการพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ เป็นอันดับแรก (ร้อยละ 16.7) รองลงมาเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บกักน้ำของโครงการแหล่งน้ำเดิม (ร้อยละ 16.0) การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดกลางและเล็ก (ร้อยละ 14.8) การบริหารจัดการโดยไม่ใช่สิ่งปลูกสร้างเพิ่มเติม (ร้อยละ 14.2) และการพัฒนาแหล่งน้ำทางเลือก (ร้อยละ 13.4) เป็นลำดับสุดท้าย

โดยมีข้อสังเกตว่า ค่าความสำคัญจะแปรผันตรงกับการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีนัยสำคัญของโครงการลักษณะนั้น ยกตัวอย่างเช่น การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ จะมีศักยภาพในการแก้ไขปัญหาอุทกภัยและภัยแล้ง ได้ดีกว่าโครงการลักษณะอื่น สำหรับศักยภาพของโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บกักน้ำของโครงการแหล่งน้ำเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับ การพัฒนาแหล่งกักเก็บน้ำขนาดกลางและเล็ก จะมีต้นทุนก่อสร้างโครงการที่น้อยกว่า และพบปัญหาด้านสังคมน้อยกว่า เนื่องจากการพัฒนาโครงการในพื้นที่เดิม ลดค่าใช้จ่ายและปัญหาด้านการเวนคืนที่ดินได้ ในขณะที่ การพัฒนาแหล่งน้ำแหล่งน้ำทางเลือก เช่น การพัฒนาบ่อบาดาล และการขุดสระน้ำไร่นา ส่วนใหญ่เป็นการดำเนินการด้วยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น หรือราษฎรดำเนินการกันเอง จึงทำให้มีต้นทุนโครงการที่สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับ การบริหารจัดการโดยไม่ใช่สิ่งปลูกสร้าง ดังแสดงในภาพที่ 6



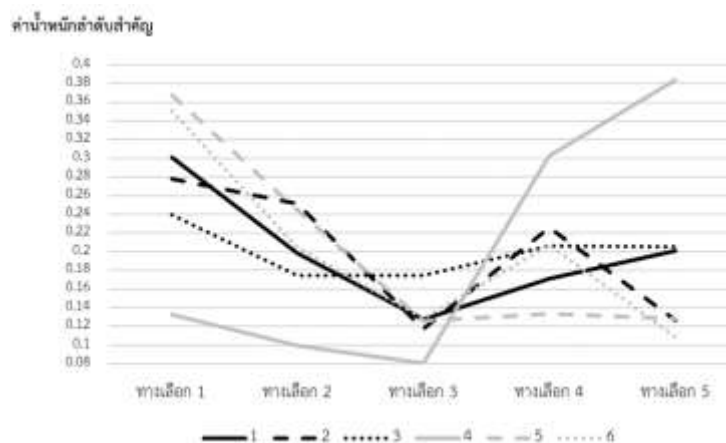
ภาพที่ 6 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความยั่งยืน

**จำแนกกลุ่มตัวอย่างตามประสบการณ์** วิเคราะห์ว่า ถึงแม้ทางเลือกการพัฒนาที่มีค่าความสำคัญสูงสุดจะไม่ใช้ประเภทเดียวกัน โดยทุกกลุ่มมีแนวโน้มการให้ค่าความสำคัญไปในทิศทางเดียวกัน ต่างกันที่ กลุ่มประสบการณ์ระดับต้น ได้ให้ค่าความสำคัญของ ทางเลือกที่ 4 การเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บกักน้ำของโครงการแหล่งน้ำเดิม สูงสุด รองลงมาคือ ทางเลือกที่ 2 การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดกลางและเล็ก ซึ่งต่างจาก กลุ่มประสบการณ์ระดับสูง และระดับกลาง ที่ให้ค่าความสำคัญ ทางเลือกที่ 1 การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ สูงสุด อาจเนื่องมาจาก กลุ่มประสบการณ์ระดับต้นน่าจะมองว่า ปัญหาการพัฒนาโครงการขนาดใหญ่ที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมมากกว่าขนาดกลางและเล็ก รวมทั้งมีข้อคัดค้านจากกลุ่มองค์กรอิสระมากกว่า จึงสะท้อนออกมาเป็นค่าความสำคัญดังรูป อีกประการที่มีลักษณะเหมือนกันคือ ทุกกลุ่มมองว่า ทางเลือก 3 เป็นทางเลือกที่ให้ค่าความสำคัญน้อยที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 7



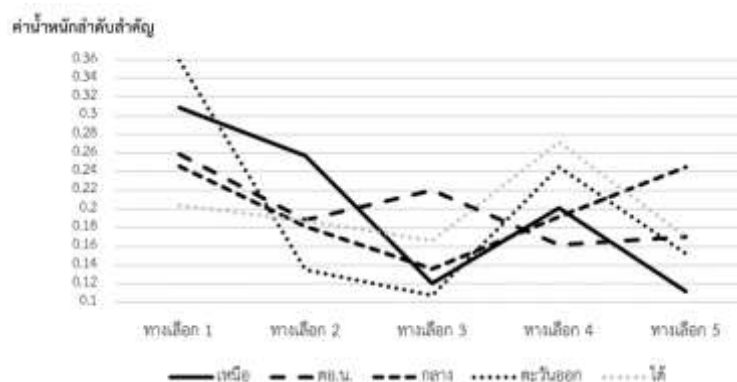
**ภาพที่ 7** ความสัมพันธ์ระหว่างการจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามประสบการณ์กับแนวทางพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำ

**การจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามกลุ่มเป้าหมาย** สามารถสรุปได้ว่า แนวโน้มของแต่ละกลุ่มเป้าหมายเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยให้ค่าน้ำหนักความสำคัญทางเลือกที่ 1 การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ สูงสุด และ ทางเลือกที่ 3 การพัฒนาแหล่งน้ำทางเลือก น้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม กลุ่มเป้าหมายที่ 4 หน่วยงานราชการในแต่ละระดับ มีผลการสำรวจที่แตกต่าง โดยให้ค่าน้ำหนักความสำคัญทางเลือกที่ 5 การบริหารจัดการโดยไม่ใช้สิ่งปลูกสร้างเพิ่มเติม สูงสุด ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างการจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามกลุ่มเป้าหมายที่ 1-6 กับแนวทางพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำ

การจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามภูมิภาค สามารถสรุปได้ว่าในภาพรวมทุกกลุ่มให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยให้ค่าน้ำหนักความสำคัญทางเลือกที่ 1 การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ เป็นทางเลือกที่สูงที่สุด อย่างไรก็ตาม กลุ่มภาคใต้ให้ค่าน้ำหนักความสำคัญทางเลือกที่ 4 การเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บกักน้ำของโครงการแหล่งน้ำเดิม สูงที่สุด สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ภูมิภาคในภาคใต้ มีลักษณะเป็น ลุ่มน้ำขนาดเล็ก เกือบทั้งหมดมีโครงการพัฒนาแหล่งน้ำก่อสร้างอยู่แล้ว การพัฒนาโครงการเพิ่มจึงสามารถดำเนินการได้ในลักษณะโครงการพัฒนาแหล่งน้ำที่เหลืออีก 4 ทางเลือกแทน ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างการจำแนกกลุ่มตัวอย่างตามภูมิภาคกับแนวทางพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำ

## สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอ การวิเคราะห์และการพัฒนาสมการความสัมพันธ์ ของปัจจัยความยั่งยืนที่มีต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทยบนแต่ละทางเลือก โดยใช้การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA) ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process, AHP) โดยกำหนดปัจจัยความยั่งยืนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย ประกอบด้วย 7 ปัจจัย ได้แก่ ความคุ้มค่าของโครงการ การได้รับการยอมรับจากสาธารณะ การประเมินทางเลือกที่ครอบคลุม การจัดการโครงการแหล่งน้ำเดิมที่มีอยู่ การอนุรักษ์แม่น้ำและการดำรงชีวิต การตระหนักถึงสิทธิประโยชน์ร่วมกัน และการสร้างความมั่นใจ และประกอบด้วยทางเลือกโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทยทั้งสิ้น 5 ทางเลือก คือ การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดกลางและขนาดเล็ก การพัฒนาแหล่งน้ำทางเลือก การเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บกักน้ำของโครงการแหล่งน้ำเดิม และการบริหารจัดการโดยไม่ใช้สิ่งปลูกสร้างเพิ่มเติม โดยรวบรวมข้อมูลผ่านแบบสอบถามและการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญ ด้านการบริหารจัดการและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานโยธาและที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะด้านพัฒนาแหล่งน้ำ ประกอบด้วย 6 กลุ่ม คือ 1.ผู้ได้รับผลกระทบ 2.ผู้ที่รับผิดชอบโครงการ 3.ผู้พิจารณาโครงการ 4.หน่วยงานราชการในแต่ละระดับ 5.องค์กรเอกชนด้านองค์กรพัฒนาเอกชน สถาบันการศึกษา และนักวิชาการอิสระ และ 6.สื่อมวลชน ครอบคลุมทั่วทุกภาค จำนวน 24 ตัวอย่าง

ผลงานวิจัยพบว่า ลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อความยั่งยืนประกอบด้วย 7 ปัจจัย เรียงตามลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญ คือ การตระหนักถึงสิทธิส่วนรวม (ร้อยละ 16.7) การประเมินทางเลือกที่ครอบคลุม (ร้อยละ 16.0) การยอมรับจากสาธารณะ(ร้อยละ 14.8) การสร้างความมั่นใจ (ร้อยละ 14.2) การจัดการโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ (ร้อยละ 13.4) ความคุ้มค่าของโครงการ (ร้อยละ 13.0) และการอนุรักษ์แม่น้ำและการดำรงชีวิต (ร้อยละ 12.0) ตามลำดับ และได้น้ำหนักของทางเลือก โดยสามารถจัดลำดับความสำคัญของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย ทั้ง 5 ทางเลือก คือ การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ (ร้อยละ 26.8) การเพิ่มประสิทธิภาพของการเก็บกักน้ำของโครงการแหล่งน้ำเดิม (ร้อยละ 21.7) การพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดกลางและเล็ก (ร้อยละ 18.5) การบริหารจัดการโดยไม่ใช้สิ่งปลูกสร้างเพิ่มเติม (ร้อยละ 18.4) และ การพัฒนาแหล่งน้ำทางเลือก (ร้อยละ 14.6) ตามลำดับ

## ข้อเสนอแนะ

1. **การทำความเข้าใจการพัฒนาอย่างยั่งยืน** ในงานวิจัยนี้ได้ทบทวนวรรณกรรม ความหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืนไว้ ผู้สำรวจข้อมูลจำเป็นต้องปรับความเข้าใจของผู้ทำแบบสอบถาม ให้เข้าใจถึงความหมายและวัตถุประสงค์ของ การพัฒนาอย่างยั่งยืนที่แท้จริง ก่อนทำการสำรวจข้อมูล
2. **การจำกัดขอบเขตกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม** ในงานวิจัยนี้ เป็นการจำกัดกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำ จำนวน 24 ตัวอย่าง โดยครอบคลุมพื้นที่ทั่วทั้งประเทศ ซึ่งถือเป็นขอบเขตการศึกษาที่กว้างและมีความหลากหลายของปัจจัยด้าน สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม อยู่มาก ผู้วิจัยที่จะนำแนวทางวิเคราะห์และรูปแบบไปดำเนินการ จึงควรจำกัดพื้นที่ศึกษา ให้มีความแตกต่างทางด้าน เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม น้อยที่สุด เพื่อให้สามารถนำทางเลือกมาเปรียบเทียบและได้ทางเลือกของโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำที่เหมาะสมกับพื้นที่ และพัฒนาได้อย่างยั่งยืนต่อไป
3. **การทบทวนปัจจัยและทางเลือกเพิ่มเติม** ในงานวิจัยนี้ ได้ตั้งข้อสมมติฐานปัจจัยที่มีผลต่อความยั่งยืน ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทยประกอบด้วย 7 ปัจจัย และกำหนดทางเลือกการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย ไว้ 5 ทางเลือก ซึ่งในอนาคตอาจมีปัจจัยที่ส่งผลความยั่งยืน รวมถึงทางเลือกในการพัฒนาโครงการเพิ่มเติมได้ ผู้วิจัยที่จะนำแนวทางวิเคราะห์และรูปแบบไปดำเนินการ จึงต้องมีการทบทวน ปัจจัย และทางเลือก ให้เป็นปัจจุบัน ข้อเสนอแนะ เช่น การกำหนดตัวชี้วัด ของ Sustainable Development Goals เป็นปัจจัยหรือตัวแปรในการตรวจวัดความยั่งยืนเพิ่มเติม หรือ การกำหนดประเด็นด้านกฎหมายและการบังคับใช้กฎหมาย แยกเป็นปัจจัยหนึ่งอย่างชัดเจน
4. **การเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์อื่น** ในงานวิจัยนี้ ใช้การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุหลักเกณฑ์ ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งถึงแม้จะเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ได้รับความนิยม อย่างไรก็ตามกระบวนการวิเคราะห์การตัดสินใจทุกกระบวนการล้วนมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ผู้วิจัยที่จะนำแนวทางวิเคราะห์และรูปแบบไปดำเนินการต่อยอด สามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุหลักเกณฑ์ในรูปแบบอื่น เช่น กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (Fuzzy Analytical Hierarchy Process , FAHP) หรือใช้กระบวนการวิเคราะห์ทางสังคมศาสตร์ เช่น โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model, SEM) เข้ามาเปรียบเทียบ โดยจำกัดตัวแปรทางด้านขอบเขตการศึกษาให้มีข้อแตกต่างให้เหมาะสมต่อไป
5. **การปรับใช้กับกระบวนการตัดสินใจของหน่วยงาน** ในงานวิจัยนี้ ได้พัฒนาสมการความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยความยั่งยืนและทางเลือกในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทยขึ้น ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถนำปรับใช้กับกระบวนการตัดสินใจ การพิจารณาปัจจัย และการคัดเลือกผู้ตัดสินใจ โดยสามารถอาศัยข้อมูลในอดีตประกอบ ทั้งบทเรียนจากโครงการที่ล้มเหลว (Lesson Learn Project) และแนวทางปฏิบัติของโครงการที่ประสบความสำเร็จ (Best Practice Project) เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- กรมชลประทาน. 2553. อภิธานศัพท์เทคนิค ด้านการชลประทานและการระบายน้ำ. กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สามเสน กทม.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. คู่มือการดำเนินการแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กทม.
- อิทธิรัช จิราธิพร 2553. การประเมินวิธีการประมาณค่าใช้จ่ายงานบำรุงทาง ด้วยวิธี AHP. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ปราโมทย์ ไม้กลัด. 2557. ทางออกการบริหารจัดการน้ำของไทย. สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ) <https://tdri.or.th/water/thaipublica20140309/> (เข้าถึงเมื่อ พ.ค.2563)
- วรารุช วุฒินิชย. 2553. การตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. <http://irre.ku.ac.th/PubArt/PubArt/53-AHP-paper.pdf> (เข้าถึงเมื่อ พ.ค.2563)
- 7th world water forum. 2015. Strategies and Planning for Sustainable Water Infrastructure Development. Republic of Korea, [http://eng.worldwaterforum7.org/outcome/file/Final\\_Report\\_7th\\_World\\_Water\\_Forum.Fin.pdf](http://eng.worldwaterforum7.org/outcome/file/Final_Report_7th_World_Water_Forum.Fin.pdf) (เข้าถึงเมื่อ พ.ค.2563)
- Brundtland Report. 1987. Our Common Future: Sustainable Development of Water Resource Infrastructure. [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987\\_our-common-future.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987_our-common-future.pdf) (เข้าถึงเมื่อ พ.ค.2563)
- Saaty, T.L. 2012. Model, Method, Concepts and Application of the Analytic Hierarchy Process, 2nd edn. Mc Grow-Hill, New York.
- Saaty, T.L. 1990. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. Rev. European Journal of Operational Research 48 (1990) 9-26
- Saaty, T.L. 2008. Decision making with the Analytic hierarchy process, Int. J. Services Sciences, Vol:1(1):83-98.
- Saaty, Thomas L. & Vargas Luis G 2001. Models, Methods, Concepts & Applications of the analytic Hierarchy Process. New York, USA.
- World Commission on Dams (WCD). Dams and Development: a new framework for decision-making, November 2000. London 405 pages

# การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในเขตพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา

## โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE BASIN

### Water Resources Management in Thap Salao Operation and Maintenance Project by Application of MIKE BASIN

วชิรวิทย์ มากทรัพย์<sup>1</sup> วรณดี ไทยสยาม<sup>2</sup> จิรวัดน์ กณะสุต<sup>3</sup>  
Wachiravit Maksup<sup>1</sup> Wandee Thaisiam<sup>2</sup> Jirawat Kanasut<sup>3</sup>

<sup>1</sup> นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>2,3</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Email : wachiravit04@outlook.co.th<sup>1</sup>, fengwtdt@ku.ac.th<sup>2</sup>, fengjw@ku.ac.th<sup>3</sup>

#### บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในเขตพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE BASIN เพื่อหาแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ให้มีความเหมาะสมต่อความต้องการใช้น้ำได้อย่างพอเพียงและเกิดประโยชน์สูงสุด การศึกษาประกอบด้วยวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ศึกษาและการศึกษาสมมูลน้ำของอ่างเก็บน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ มีค่าเฉลี่ย 120.27 ล้าน ลบ.ม./ปี ผลการวิเคราะห์สมมูลน้ำของอ่างเก็บน้ำ ใน 2 กรณี ดังนี้ กรณีที่ 1 ความต้องการใช้น้ำในสภาพปัจจุบัน มีพื้นที่ชลประทานฤดูฝน 88,353 ไร่ และพื้นที่ชลประทานฤดูแล้ง 28,310 ไร่ (CI = 1.32) ความต้องการใช้น้ำรวมทุกกิจกรรมทั้งสิ้น 202.60 ล้าน ลบ.ม./ปี เกิดการขาดแคลนน้ำด้านการอุปโภค – บริโภค 0.21 ล้าน ลบ.ม./ปี และเกิดการขาดแคลนน้ำด้านการชลประทาน 101.49 ล้าน ลบ.ม./ปี กรณีที่ 2 คาดการณ์สภาพพื้นที่ชลประทานในปัจจุบัน โดยการปรับเปลี่ยนชนิดของพืชที่เพาะปลูกในฤดูแล้ง ได้แก่ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แทนการปลูกข้าวนาปรังในพื้นที่ มีพื้นที่ชลประทานฤดูฝน 88,353 ไร่ และพื้นที่ชลประทานฤดูแล้ง 28,310 ไร่ (CI = 1.32) ความต้องการใช้น้ำรวมทุกกิจกรรมทั้งสิ้น 136.84 ล้าน ลบ.ม./ปี เกิดการขาดแคลนน้ำด้านการอุปโภค – บริโภค 0.01 ล้าน ลบ.ม./ปี และเกิดการขาดแคลนน้ำด้านการชลประทาน 70.40 ล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์สมมูลน้ำดังกล่าวจะสามารถนำมาปรับใช้มาเป็นแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

**คำสำคัญ :** แบบจำลอง Mike Basin, อ่างเก็บน้ำทับเสลา, ความต้องการใช้น้ำ, สมมูลน้ำ

#### Abstract

In this research investigated the study of water resources management in Thap Salao operation and maintenance project by application of MIKE BASIN. To find guidelines for water resource management to be suitable for the demand



sufficiently and the most benefit. To study the analysis of demand for water and the reservoir water balance in Thap Salao operation and maintenance project. The study showed that the amount of water flowing into reservoir. The annual average of 120.27 MCM/yr. In results the analysis of water balance is conducted in 2 cases. Case 1: water demand in present, the rain season is 88,353 rai and the dry season is 28,310 rai (CI = 1.32). The demand for water for all activities is 202.60 MCM/yr. The shortage of water for consumption is 0.21 MCM/yr and water shortage for irrigation is 101.49 MCM/yr. Case 2: to predict the present irrigation conditions by modifying crops cultivated during the dry season and harvesting maize with planting off-season rice the rain season is 88,353 rai and the dry season is 28,310 rai (CI = 1.32). The demand for water for all activities is 171.98 MCM/yr. The shortage of water for consumption is 0.01 MCM/yr and water shortage for irrigation is 70.40 MCM/yr. The results of the analysis of water balance can be used as a guideline for the efficient and sustainable management of water resources.

**Keywords :** Mike Basin, Thap Salao Reservoir, Water Demand, Water Balance

## 1. บทนำ

อ่างเก็บน้ำทับเสลา มีหน้าที่เก็บกักน้ำสำหรับการเกษตร อุบลโกค-บริโกค อยู่ในพื้นที่ความรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา ตั้งอยู่ในพื้นที่หมู่ 6 ตำบลระบำ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำสาขาห้วยทับเสลา ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของห้วยแม่वंก ที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรังทางตอนกลางของประเทศไทย เนื่องจากพื้นที่รับน้ำฝนในลุ่มน้ำห้วยทับเสลาไม่มากนักและไม่แน่นอนในแต่ละปี เมื่อเทียบกับพื้นที่ทุ่งราบ อีกทั้งปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำทับเสลา มีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดที่รับน้ำเพื่อการเกษตรจากอ่างเก็บน้ำทับเสลา ส่งผลให้การบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ประสบปัญหาไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปกติแล้วหลักในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ จะพยายามควบคุมให้ระดับน้ำให้อยู่ในกรอบของ “เกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ” (Reservoir Operation Rule Curve) อันได้แก่ เกณฑ์ควบคุมสูงสุด (Upper Rule Curve, URC) และเกณฑ์ควบคุมต่ำสุด (Lower Rule Curve, LRC) ซึ่งจะช่วยให้สามารถบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยจะเริ่มพร่องน้ำจากเดือนที่มีปริมาณน้ำในอ่างเฉลี่ยสูงที่สุดคือเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน โดยค่อยๆพร่องน้ำไปจนถึงช่วงเดือน พฤษภาคม – มิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงที่อ่างเก็บน้ำมีปริมาณน้ำน้อยที่สุดในรอบปีเพื่อเตรียมพร้อมรับปริมาณน้ำฝนที่จะตกใหม่ต่อไป แต่เนื่องจากปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำส่งผลให้ราษฎรประสบกับปัญหาความเดือดร้อนในการขาดแคลนน้ำเพื่อใช้สำหรับอุบลโกค-บริโกค และทำการเกษตรกรรมเป็นประจำเกือบทุกปี

การศึกษาความต้องการใช้น้ำด้านต่าง ๆ โดยวิธีวิเคราะห์สมดุลน้ำในสภาพปัจจุบัน และอนาคต เพื่อหาแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำให้มีความเหมาะสมต่อความต้องการใช้น้ำได้อย่างเพียงพอ (ปริญกร, 2550)

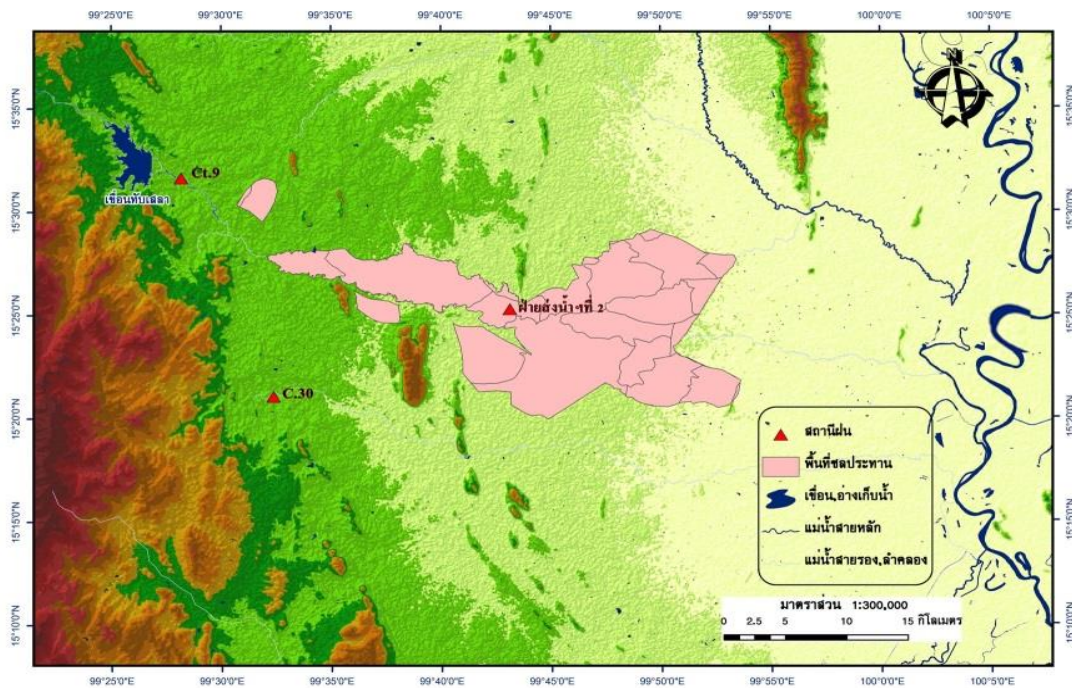
ได้ศึกษาสมมูลน้ำด้วยแบบจำลอง MIKE BASIN ของพื้นที่ในลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโขง ตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการศึกษาพบว่า ทำให้เข้าใจองค์ประกอบในการวิเคราะห์ปัญหาขึ้นน้ำ สามารถจำลองสภาพอุทกวิทยา และประเมินสถานการณ์น้ำของลุ่มน้ำ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินปัญหาขึ้นน้ำในพื้นที่อื่นๆ และเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ต่อมา (ทวิสิทธิ์, 2549) ได้ศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองใหญ่ จังหวัดระยอง โดยนำแบบจำลอง Mike basin มาใช้ในการวิเคราะห์สมมูลน้ำในลุ่มน้ำคลองใหญ่ ผลการศึกษาพบว่า การวิเคราะห์ระบบแหล่งน้ำด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์สามารถช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ ซึ่งกรณีศึกษาปัจจุบันเกิดอัตราการขาดแคลนน้ำโดยเฉลี่ยลดลงจากเดิม 4.772 ลบ.ม.ต่อวินาที เป็น 0.259 ลบ.ม.ต่อวินาที จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องศึกษาหาแนวทางในการตอบสนองความต้องการใช้น้ำด้านต่างๆ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (MIKE BASIN) ในการวิเคราะห์สมมูลน้ำ และวิเคราะห์ถึงความพอเพียงของปริมาณน้ำต้นทุนต่อปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการบริหารจัดการน้ำให้มีความเหมาะสมต่อความต้องการใช้น้ำได้อย่างเพียงพอและเกิดประโยชน์สูงสุด

## 2. พื้นที่ศึกษา

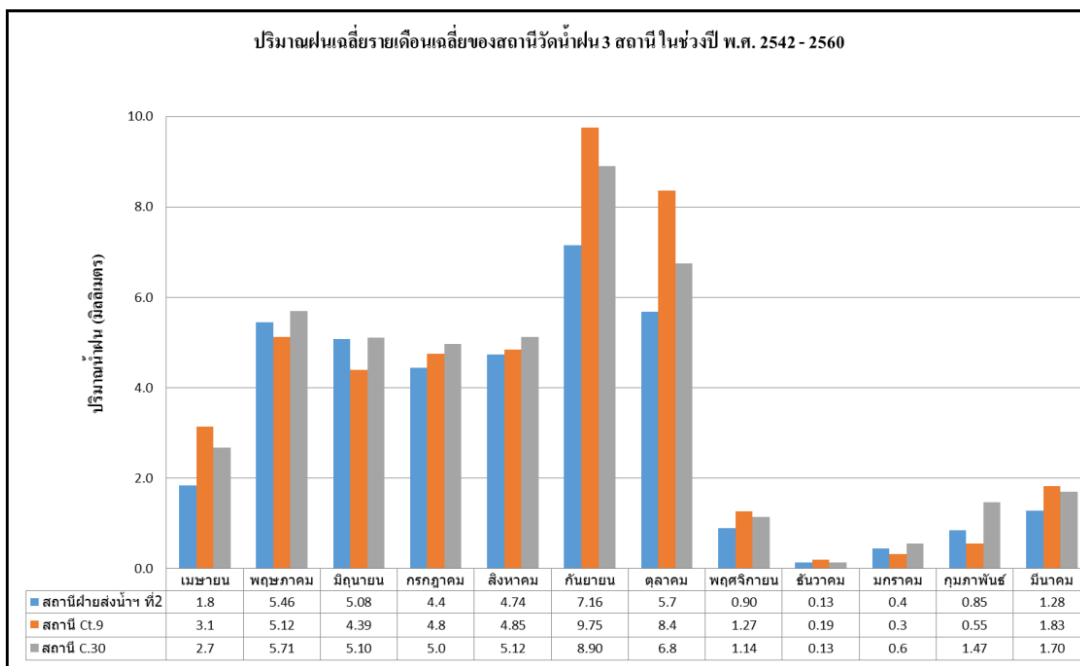
อ่างเก็บน้ำทับเสลา เป็นการก่อสร้างเขื่อนปิดกั้นห้วยทับเสลา บริเวณบ้านระบ๋า ตำบลระบ๋า อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ลักษณะตัวเขื่อนเป็นเขื่อนดินบดอัดแน่น สันเขื่อนยาว 3,375 เมตร ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกัก 160 ล้าน ลบ.ม. ที่ระดับ + 155.00 ม.รทก. มีพื้นที่รับน้ำฝนเหนือที่ตั้งอ่างเก็บน้ำขึ้นไปประมาณ 534 ตารางกิโลเมตร บริเวณอ่างเก็บน้ำมีพื้นที่ ประมาณ 13,000 ไร่

ลักษณะภูมิประเทศของห้วยทับเสลาเป็นลำห้วยสาขาหนึ่งของแม่น้ำสะแกกรัง เป็นลุ่มน้ำที่อยู่ระหว่างลุ่มน้ำคลองโพธิ์ และลุ่มน้ำห้วยขุนแก้ว ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือ และตอนใต้ตามลำดับ ส่วนทางทิศตะวันตกเป็นลุ่มน้ำห้วยขาแข้ง ซึ่งเป็นต้นน้ำของแม่น้ำแควใหญ่ ปริมาณน้ำในห้วยทับเสลาจะมีน้ำมากเฉพาะช่วงฤดูฝน ส่วนในฤดูแล้งมีปริมาณน้ำไหลเล็กน้อย นอกจากบางแห่งอาจมีน้ำขังเป็นตอนๆ สภาพของลำน้ำลำห้วยทับเสลา มีลักษณะเป็นรูปกระทะ พื้นทราย ความลาดชันของลำน้ำประมาณ 1:700 ฝนที่ตกในบริเวณลุ่มน้ำทับเสลามาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดพาเอาความชื้นมาจากมหาสมุทรอินเดียในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม ส่วนฝนอันเนื่องมาจากพายุดีเปรสชันเกิดขึ้นเป็นบางครั้งคราว ประมาณในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ในเขตชลประทาน 143,500 ไร่ ในท้องที่อำเภอลานสัก อำเภอหนองฉาง และอำเภอทัพทัน ในจังหวัดอุทัยธานี โดยพืชเศรษฐกิจในเขตพื้นที่ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ซึ่งมีความต้องการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและเพียงพอสำหรับการเพาะปลูก ในการศึกษาใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ จำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานี Ct.9 สถานี C.30 และสถานีวัดน้ำฝนฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 1 และภาพที่ 2 ในส่วนของข้อมูลปริมาณน้ำท่าจะใช้ข้อมูลจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาทับเสลา กรมชลประทาน ดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงที่ตั้งของอ่างเก็บน้ำ และสถานีวัดน้ำฝน



ภาพที่ 2 แสดงการกระจายตัวของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละสถานี

ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ รายเดือนเฉลี่ย ในช่วงปี พ.ศ.2542 - 2560

ช่วงข้อมูล	ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ รายเดือนเฉลี่ย (หน่วย : ล้าน ลบ.ม.)												รวม
	ปี พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	
2542 - 2560	0.27	0.26	0.49	1.17	7.83	7.36	3.59	4.98	27.29	58.17	8.34	0.53	120.27

### 3. ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

#### 3.1 การคำนวณความต้องการใช้น้ำ

##### 3.1.1 การคำนวณความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน

เป็นการประเมินความต้องการใช้น้ำของพืชในแปลงเพาะปลูกรวมกับการสูญเสียต่างๆ ในระหว่างการลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำต้นทุนจนถึงแปลงพื้นที่เพาะปลูกโดยหักออกด้วยปริมาณฝนใช้การ โดยปริมาณฝนใช้การของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของพืชที่ปลูก มีขั้นตอนและแนวคิด ดังนี้

##### 1) การคำนวณปริมาณฝนใช้การ (Effective rainfall)

ปริมาณฝนใช้การ หมายถึง ส่วนของฝนที่ตกลงบนพื้นที่ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือเป็นส่วนของน้ำฝนที่ทดแทนปริมาณน้ำชลประทานที่จะส่งให้แก่พืช ทั้งนี้ เพราะน้ำฝนที่ตกลงในแปลงเพาะปลูกนั้น บางคราวก็ไม่อาจเป็นประโยชน์แก่พืชได้ทั้งหมด ดังนั้นปริมาณฝนใช้การ คือ ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในแปลงนา แล้วไม่เกิดการไหลล้นออกหรือไหลซึมออกผ่านคันนาได้

##### 2) การคำนวณความต้องการน้ำชลประทาน (Irrigation demand)

การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration :  $ETo$  หรือ Potential Evapotranspiration :  $ETp$ ) ใช้หลักการในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกที่มีพืชปกคลุมอยู่อย่างทั่วถึง โดยที่ดินจะต้องมีความชื้นอยู่อย่างเพียงพอ กับความต้องการของพืชตลอดเวลา และพื้นที่เพาะปลูกนั้นจะต้องมีบริเวณกว้างใหญ่พอที่จะไม่ทำให้การระเหยและการคายน้ำของพืชต้องกระทบกระเทือนจากอิทธิพลภายนอกมากนัก การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง มีสมการให้เลือกใช้ในการคำนวณหลายสมการ ภายใต้การศึกษานี้ใช้สมการ Penman Monteith ซึ่งมีรูปสมการที่ 1

$$ET_p = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad (1)$$

เมื่อ $ETp$	=	การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)
$R_n$	=	รังสีสุทธิที่ต้นพืชได้รับ (MJ/ตร.ม./วัน)
$G$	=	ความหนาแน่นของสนามความร้อนจากดิน (MJ/ตร.ม./วัน)
$T$	=	อุณหภูมิของอากาศ ( $^{\circ}C$ )
$U_2$	=	ความเร็วลมที่ระดับสูงจากพื้นดิน 2 เมตร (เมตร/วินาที)
$C_s$	=	ความดันไอน้ำอิ่มตัว (K Pa)
$C_a$	=	ความดันไอน้ำ (K Pa)
$\Delta$	=	ความลาดของโค้งความดันไอ-อุณหภูมิ (KPa/ $^{\circ}C$ )
$\gamma$	=	Psychrometric Constant, (KPa/ $^{\circ}C$ )
900	=	factor ปรับแก้

จากนั้นคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืช ได้แบ่งวิธีคำนวณตามลักษณะการปลูกพืช และลักษณะการใช้น้ำของพืชที่แตกต่างกันเป็น 2 กรณี คือ ปริมาณการใช้น้ำของข้าว และปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดอื่นๆ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

	$ET$	$= K_c \times ET_p$	(2)
โดยที่	$ET$	$=$ ความต้องการน้ำของพืช (มม./วัน)	
	$K_c$	$=$ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient)	
	$ET_p$	$=$ การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration) (มม./วัน)	

การคำนวณความต้องการน้ำชลประทาน ดังแสดงในสมการที่ 3

$$WR_{IRR} = \frac{ET + P - ER}{IE} \quad (3)$$

โดยที่	$WR_{IRR}$	$=$ ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของโครงการ
	$ET$	$=$ ความต้องการน้ำของพืช (มม./วัน)
	$P$	$=$ ปริมาณน้ำรั่วซึมเลยเขตรากพืช
	$ER$	$=$ ปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall)
	$IE$	$=$ ประสิทธิภาพชลประทาน (Irrigation Efficiency)

### 3.1.2 การประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค

เป็นการข้อมูลสถิติย้อนหลังในการหาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยจากนั้นนำไปคูณกับปีฐานเพื่อคาดการณ์การเติบโตแล้วคูณกับอัตราการใช้น้ำแต่ละประเภทที่กำหนดไว้ตามคู่มือการปฏิบัติงานด้านจัดสรรน้ำของกรมชลประทาน เล่มที่ 8/16 คู่มือการประเมินการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ

วิธีการหาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยทั่วไป จะอาศัยข้อมูลในอดีตย้อนหลังมาพิจารณาหาค่าอัตราการเติบโตเฉลี่ย ดังแสดงในสมการที่ 4

จากสมการ	$p_o + \frac{n(P_o - P_m)}{m}$	(4)
----------	--------------------------------	-----

โดยที่	$P_n$	$=$ ข้อมูลในปีที่ n
	n	$=$ ช่วงระยะจาก $P_o$ ถึง $P_n$
	$P_o$	$=$ ข้อมูลที่สำรวจได้ในครั้งหลัง
	$P_m$	$=$ ข้อมูลที่สำรวจได้ในครั้งแรก
	m	$=$ ช่วงระยะเวลาจาก $P_o$ ถึง $P_m$

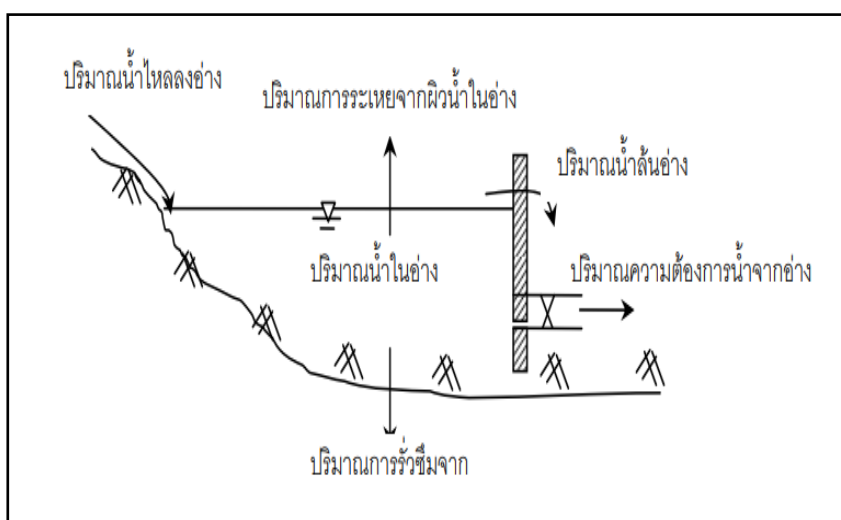
### 3.1.3 การประเมินความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศท้ายน้ำ

จะพิจารณาโดยความต้องการใช้น้ำกำหนดจากปริมาณน้ำต่ำสุดที่ไหลในฤดูแล้ง ซึ่งได้จากการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ นำมาสร้างกราฟอัตราการไหล-เวลา (Flow Duration Curve)

แล้วจึงใช้ค่าปริมาณน้ำที่ร้อยละ 90 ของการเกิดปริมาณน้ำท่าที่ไหลในฤดูแล้ง เป็นปริมาณน้ำเพื่อรักษาสมดุลระบบนิเวศท้ายน้ำ

### 3.2 หลักสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำทำหน้าที่กักเก็บน้ำในยามที่ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างมากกว่าความต้องการเพื่อให้มีน้ำเพียงพอสำหรับส่งให้กับความต้องการต่างๆ ในช่วงเวลาขาดแคลนน้ำการวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำประจำเดือนจะทำได้โดยการวิเคราะห์สมดุลของน้ำ (Water Balance) ในอ่างเก็บน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ

ที่มา: คู่มือการวางแผนการใช้น้ำจากอ่างเก็บน้ำ กรมชลประทาน (2560)

การวิเคราะห์สมดุลน้ำเพื่อวิเคราะห์ถึงความพอเพียงของปริมาณน้ำต้นทุนต่อปริมาณ ความต้องการใช้น้ำด้านต่างๆ ของพื้นที่ทั้งในสภาพปัจจุบันและอนาคต โดยการพิจารณาจากปริมาตรเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าแหล่งน้ำ ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากแหล่งน้ำ และปริมาณน้ำที่ปล่อยจากแหล่งน้ำตามวัตถุประสงค์ต่างๆ โดยซึ่งมีรูปสมการที่ 5

$$S_i = S_{i-1} + I_i - Q_i - E_i \quad (5)$$

- โดย  $S_i$  = ปริมาตรน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำที่ปลายคาบเวลาปัจจุบัน,  $i$   
 $S_{i-1}$  = ปริมาตรน้ำเก็บกักในอ่างเก็บน้ำที่ปลายคาบเวลาที่ผ่านมา,  $i-1$   
 $I_i$  = ปริมาตรน้ำท่าที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำระหว่างคาบเวลา  $i$   
 $Q_i$  = ปริมาตรน้ำท่าที่ปล่อยออกจากอ่างเก็บน้ำระหว่างคาบเวลา  $i$   
 $E_i$  = ปริมาตรน้ำที่สูญเสียเนื่องจากการระเหยสุกและรั่วซึมระหว่างคาบเวลา  $i$

## 4. วิธีการวิจัย

### 4.1 รวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษา

#### 4.1.1 ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน

วิธีการศึกษาทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของบริเวณใกล้เคียงพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาห้วยเสลา จำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานี Ct.9 สถานี C.30 และสถานีวัดน้ำฝนฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 ช่วงข้อมูลตั้งแต่ปีพ.ศ. 2542 – 2561

#### 4.1.2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและข้อมูลปริมาณน้ำระบาย

วิธีการศึกษาทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่า และข้อมูลปริมาณน้ำระบาย โดยใช้ข้อมูลจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาห้วยเสลา ใช้ข้อมูลรายวันตั้งแต่ปีพ.ศ. 2542 – 2560

#### 4.2 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลฝน

ข้อมูลฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาห้วยเสลา จำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานี Ct.9 สถานี C.30 และสถานีวัดน้ำฝนฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 โดยทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลน้ำฝนด้วยวิธีเส้นโค้งทับทวี (Double Mass Curve) ในการศึกษาเลือกใช้ข้อมูล ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2542 – 2561 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องข้อมูล

#### 4.3 การวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำ

##### 4.3.1 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค

ใช้ข้อมูลประชากรจากระบบสถิติทางการทะเบียน กรมการปกครอง ประกอบด้วย 3 อำเภอ 11 ตำบล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 - 2561 เพื่อประเมินหาค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย จากนั้นคาดการณ์การเจริญเติบโตของประชากรโดยใช้ข้อมูลปี 2561 เป็นปีฐาน และกำหนดให้อัตราการใช้น้ำในเขตเทศบาลตำบล เท่ากับ 120 ลิตร/คน/วัน

##### 4.3.2 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน

เป็นการประเมินความต้องการใช้น้ำของพืชในแปลงเพาะปลูกรวมกับการสูญเสียต่างๆในระหว่างการลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำต้นตุนจนถึงแปลงพื้นที่เพาะปลูกโดยหักออกด้วยปริมาณฝนใช้การ โดยปริมาณฝนใช้การของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของพืชที่ปลูกและวิธีการให้น้ำแก่พืช แนวทางและผลวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานจะใช้แบบจำลอง WUSMO (Water Uses Study Model) โดยข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณได้แก่ พื้นที่เพาะปลูก อัตราการคายระเหยและปริมาณฝนของแต่ละพื้นที่ปลูก สัมประสิทธิ์การคายระเหยของพืชชนิดต่างๆ ชนิดพืชที่ปลูกและปฏิทินการปลูกพืชชนิดต่างๆ

##### 4.3.3 ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสมดุลนิเวศท้ายน้ำ

กำหนดจากปริมาณน้ำต่ำสุดที่ไหลในฤดูแล้ง ซึ่งในการประเมินจะนำข้อมูลน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อสร้างเป็นกราฟอัตราการไหล-เวลา (Flow Duration Curve) แล้วใช้ค่าปริมาณน้ำที่ร้อยละ 90 ของการเกิดปริมาณน้ำท่าที่ไหล

#### 4.4 การวิเคราะห์สมดุลน้ำ

กรณีที่ 1 สภาพการใช้น้ำในปัจจุบัน (CI=1.32)

กรณีที่ 2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดของพืชแทนการปลูกข้าวนาปรัง (CI=1.32)

## 5. ผลการศึกษา

### 5.1 ผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำ

เป็นการสรุปผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำทุกกิจกรรม เพื่อใช้เป็นข้อมูล นำเข้าในการศึกษาสมดุลน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยกำหนดประสิทธิภาพการชลประทาน ในฤดูฝน 55 % และในฤดูแล้ง 65 % และมีลำดับความสำคัญของการส่งน้ำ ดังนี้

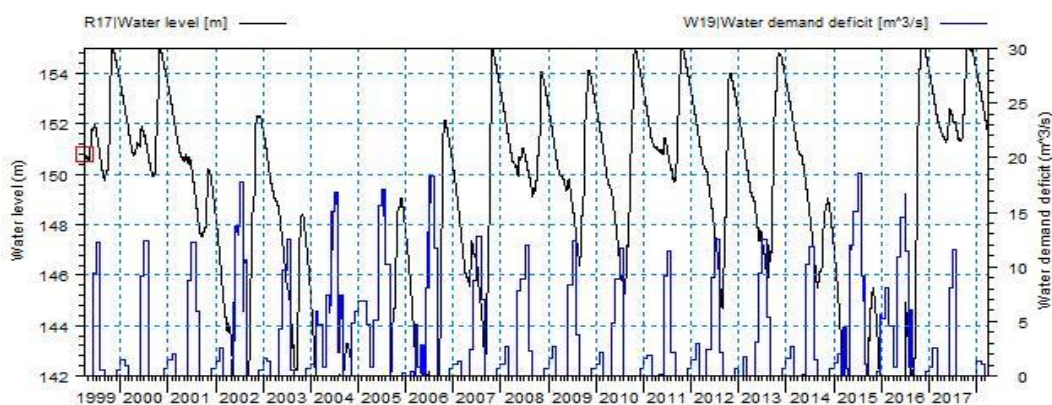
- 1) ด้านการอุปโภค - บริโภค
- 2) ด้านการรักษาระบบนิเวศ
- 3) ด้านการเกษตรกรรม

ตารางที่ 2 สรุปความต้องการใช้น้ำเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการศึกษาสมดุลน้ำ

กิจกรรมการใช้น้ำ	ความต้องการใช้น้ำ (ล้านลบ.ม./ปี)	
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2
ด้านการอุปโภค-บริโภค	1.41	1.45
ด้านการชลประทาน	201.19	135.39
<b>รวม</b>	<b>202.60</b>	<b>136.84</b>

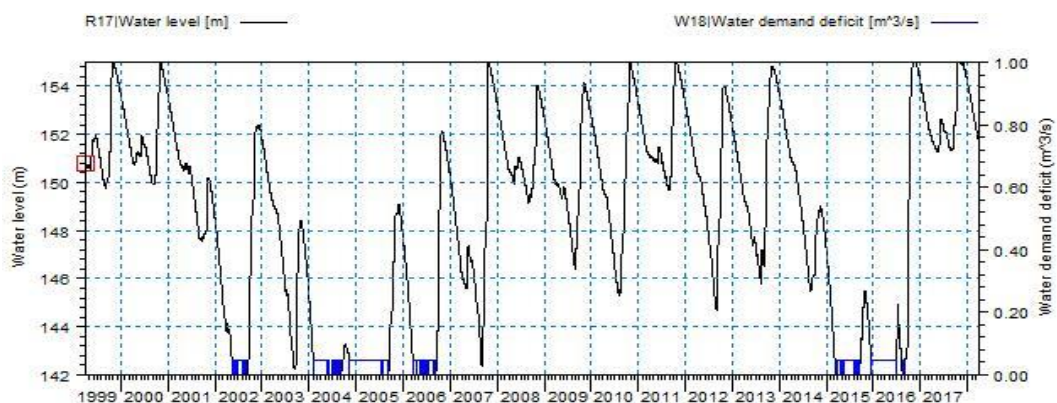
### 5.2 ผลการวิเคราะห์สมดุลน้ำของอ่างเก็บน้ำ ใน 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ความต้องการใช้น้ำในสภาพปัจจุบัน มีพื้นที่ชลประทานฤดูฝน 88,353 ไร่ และพื้นที่ชลประทานฤดูแล้ง 28,310 ไร่ (CI = 1.32) ความต้องการใช้น้ำรวมทุกกิจกรรมทั้งสิ้น 202.60 ล้าน ลบ.ม./ปี เกิดการขาดแคลนน้ำด้านการอุปโภค - บริโภค 0.21 ล้าน ลบ.ม./ปี และเกิดการขาดแคลนน้ำด้านการชลประทาน 101.49 ล้าน ลบ.ม./ปี



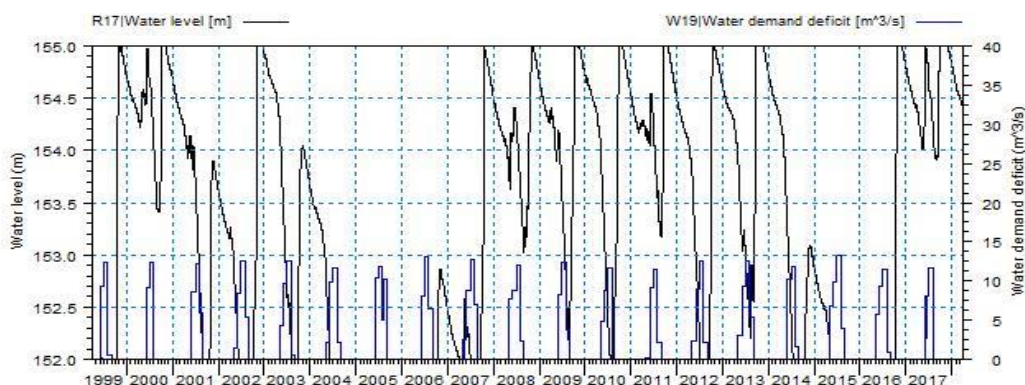
ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำกับปริมาณการขาดแคลนน้ำด้านชลประทาน ในกรณีที่ 1



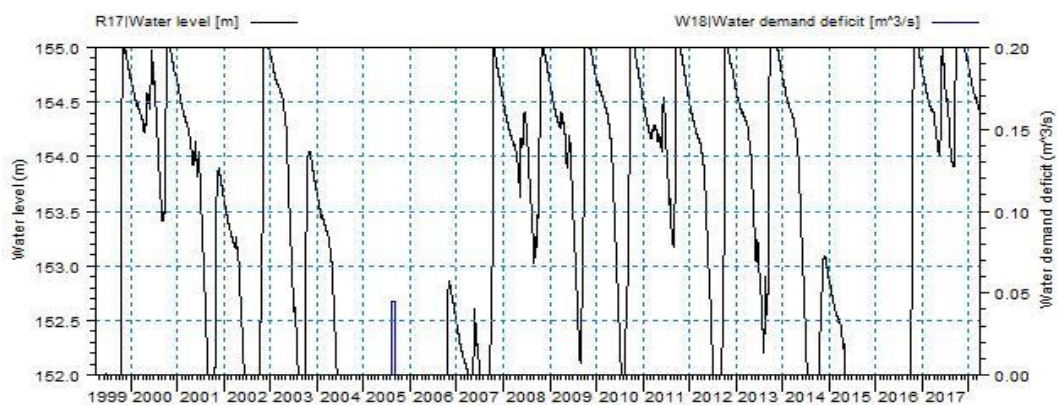


ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำกับปริมาณการขาดแคลนน้ำด้านอุปโภค-บริโภค ในกรณีที่ 1

กรณีที่ 2 คาดการณ์สภาพพื้นที่ชลประทานในปัจจุบัน โดยการปรับเปลี่ยนชนิดของพืชที่เพาะปลูกในฤดูแล้ง ได้แก่ การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แทนการปลูกข้าวนาปรังในพื้นที่ มีพื้นที่ชลประทานฤดูฝน 88,353 ไร่ และพื้นที่ชลประทานฤดูแล้ง 28,310 ไร่ (CI = 1.32) ความต้องการใช้น้ำรวมทุกกิจกรรมทั้งสิ้น 136.84 ล้าน ลบ.ม./ปี เกิดการขาดแคลนน้ำด้านการอุปโภค - บริโภค 0.01 ล้าน ลบ.ม./ปี และเกิดการขาดแคลนน้ำด้านชลประทาน 70.40 ล้าน ลบ.ม./ปี



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำกับปริมาณการขาดแคลนน้ำด้านชลประทาน ในกรณีที่ 2



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำกับปริมาณการขาดแคลนน้ำด้านอุปโภค-บริโภค ในกรณีที่ 2

## 6. สรุปผลการวิจัย

- 1) ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ ในช่วงปี พ.ศ.2542 - 2561 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 120.27 ล้าน ลบ.ม./ปี
- 2) ความต้องการใช้น้ำบริเวณพื้นที่ในเขตชลประทานของโครงการในสภาพปัจจุบันและอนาคต ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค - บริโภคในปัจจุบัน (ปี พ.ศ.2561) เท่ากับ 1.41 ล้าน ลบ.ม./ปี และในอนาคตอีก 19 ปีข้างหน้า (ปี พ.ศ.2580) เพิ่มขึ้นเป็น 1.45 ล้านลบ.ม./ปี
- 3) จากการศึกษาพบว่าสมมูลน้ำในกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 พบว่าเมื่อมีการปรับเปลี่ยนชนิดพืชในฤดูแล้ง แทนการปลูกข้าวนาปรัง โดยการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทดแทนในพื้นที่ พบว่าในพื้นที่ มีความต้องการใช้น้ำที่ลดลง ซึ่งทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ลดลงได้
- 4) ผลจากการศึกษาสมมูลน้ำ พบว่าเมื่อมีการปรับเปลี่ยนพืชที่เพาะปลูกในฤดูแล้ง เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แทนการปลูกข้าวนาปรัง ส่งผลให้ปริมาณความต้องการใช้น้ำมีปริมาณที่ลดลง ซึ่งเป็นการช่วยลดปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ลงได้ จึงเห็นควรเสนอให้โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาห้วยเสลา มีการให้คำแนะนำและส่งเสริม ให้เกษตรกรในพื้นที่ให้มีการปรับเปลี่ยนพืชที่เพาะปลูกในฤดูแล้ง แทนการปลูกข้าวนาปรังในพื้นที่

## 7. บรรณานุกรม

- [1] อรุณี อูสาหกิจ. (2554). การบริหารจัดการน้ำ เพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้งนอกเขตพื้นที่ชลประทาน กรณีศึกษา จ.สุพรรณบุรี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี: กรุงเทพฯ. สันติ ทองพำนัก (2552).
- [2] ปรียกร สาदारมณ. (2550). บัญชีน้ำและสมมูลน้ำ ในลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำโขง [ตะวันออกเฉียงเหนือ]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- [3] ทวีสิทธิ์ เลิศสินไทย. (2549) การศึกษาการจัดการน้ำ ของอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำคลองใหญ่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- [4] ธีรพร รัฐกิจวิจารณ์ ณ นคร. (2548) การประยุกต์ใช้หลักการจัดการน้ำแบบผสมผสานเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ไขข้อขัดแย้ง กรณีศึกษาลุ่มน้ำมูลตอนล่าง. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] สุภัลยา ตรีวิทยานุรักษ์. (2546) การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาความสมดุลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [6] Rubab Fatima Bangash. (2012) Sensitivity analysis of an ecosystem service valuation: Application in a sediment retention modeling of a Mediterranean watershed. Chemical Engineering, Rovirai Virgili University.

**การปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปราณบุรี**  
(IMPROVEMENT OF PRANBURI RESERVOIR OPERATION RULE CURVES)

นายกฤษณะ เจริญสวัสดิ์<sup>1</sup> ผศ.ดร.ณัฐ มาแจ้ง<sup>2</sup>

Mr.Kritsana Charoensawat ,Ph.D.Nut Marjang,

<sup>1</sup>สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน bankksn65@gmail.com,

<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ fengnmj@ku.ac.th.

### บทคัดย่อ

อ่างเก็บน้ำปราณบุรีเป็น 1 ใน 35 อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของประเทศไทย ลักษณะห้วงงานเป็นเขื่อนดิน ปิดกั้นลำน้ำปราณบุรี สูง 42 เมตร ยาว 1,500 เมตร เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำเพื่อชลประทาน อุปโภค บริโภค มีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต ประกอบกับการปรับเพิ่มความจุที่ระดับเก็บกักของเขื่อนปราณบุรีจากเดิม 347 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 391 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ.2557 เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน จึงเห็นควรให้ศึกษาสมมูล และทำการตรวจสอบเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE BASIN ซึ่งสามารถวิเคราะห์สมมูลน้ำในระบบลุ่มน้ำ เพื่อให้ทราบสภาวะการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ศึกษา โดยเกณฑ์พิจารณาการขาดแคลนน้ำกำหนดจากการศึกษาด้านชลประทานของกรมชลประทานจะยอมให้เกิดการขาดแคลนน้ำไม่เกินร้อยละ 20 ของช่วงเวลาการศึกษา หรือไม่เกิน 6 ปี จากการศึกษาสมมูลอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 30 ปี รวมทั้งลดปริมาณน้ำไหลล้นอาคารน้ำล้นโดยเปล่าประโยชน์ การศึกษาใช้ข้อมูลเฉพาะของอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยา ระหว่างปีน้ำท่า พ.ศ.2532 ถึง พ.ศ. 2561 โดยกำหนดได้ 4 กรณีศึกษา กรณีศึกษาที่ 1 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยไม่กำหนดเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ กรณีศึกษาที่ 2 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี 2558 กรณีศึกษาที่ 3 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี 2562 (ปัจจุบัน) และกรณีศึกษาที่ 4 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยการศึกษาใหม่ จากการศึกษาพบว่า บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำในปัจจุบันตามกรณีศึกษาที่ 3 พบว่าเกิดการขาดแคลนน้ำจำนวน 9 ปี ซึ่งการขาดแคลนน้ำเกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ไม่เกิน 6 ปี ) โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงเดือน เมษายน ถึง สิงหาคม คิดเป็นปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ยประมาณ 7.65 ล้านลบ.ม./ปี และปริมาณน้ำไหลล้นอาคารน้ำล้นโดยเฉลี่ย 30.32 ล้าน ลบ.ม./ปี การขาดแคลนน้ำเกิดขึ้นบ่อยครั้งเนื่องจากมุ่งเน้นการพร่องน้ำในอ่างเก็บน้ำเพื่อรองรับน้ำหลาก จึงเห็นควรปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยการศึกษาใหม่ตามกรณีศึกษาที่ 4 โดยเสนอให้เพิ่มเกณฑ์การเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve) ให้สูงขึ้นในเดือนมีนาคมที่ความจุ 365 ล้าน ลบ.ม. และในเดือนสิงหาคมที่ความจุ 372 ล้าน ลบ.ม. เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างให้เพียงพอกับความต้องการใช้น้ำในฤดูแล้ง และช่วงต้นฤดูฝน โดยสามารถพร่องน้ำจนต่ำสุดในเดือนมิถุนายนที่ความจุ 345 ล้าน ลบ.ม. และเพิ่มปริมาณเก็บกักเป็นปกติที่ 391 ล้าน ลบ.ม. ในเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม ประกอบกับปรับเพิ่มเกณฑ์การเก็บกักน้ำต่ำสุด (Lower Rule Curve) ให้สอดคล้องกับเกณฑ์การเก็บกักน้ำสูงสุด (Upper Rule Curve) เส้นใหม่ โดยมีความจุต่ำสุดในเดือนมิถุนายนที่ 75 ล้าน ลบ.ม. และสูงสุดในเดือนธันวาคมที่ความจุ 125 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งหลังปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแล้วพบว่าการขาดแคลนน้ำ 6 ปี ซึ่งการขาดแคลนน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ไม่เกิน 6 ปี) คิดเป็นปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ยประมาณ 4.82 ล้าน ลบ.ม./

ปี ปริมาณน้ำไหลล้นอาคารน้ำล้นโดยเฉลี่ย 59.59 ล้าน ลบ.ม./ปี โดยสามารถลดประมาณน้ำล้นอาคารน้ำล้นโดยเฉลี่ย 6.47 ล้าน ลบ.ม./ปี หรือประมาณร้อยละ 9.8 เทียบกับการกักเก็บน้ำโดยไม่มีการพร่องน้ำในกรณีศึกษาที่ 1

**คำสำคัญ:** เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ, แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE BASIN, อ่างเก็บน้ำปราณบุรี

## **Abstract**

Pranburi Reservoir is one of a large earth dam in Thailand with 42 meters height and 1,500 meters in length. Since agricultural water demand has been changed from the past and the increment normal storage capacity of the reservoir moved from 347 MCM to 391 MCM in 2014, To efficiently manage the reservoir, it is necessary to study the water balance based on the analysis of the current situation and check of reservoir operation rule curve, MIKE BASIN Mathematical Model which was used for simulating water balance in the basin to know the water deficit condition in the area by considering irrigation studies from the Royal Irrigation Department will be allowable water deficit not more than 20 percent of the study period or not more than six years from the study of water balance for 30 years including reduction of the overflowing volume that spillway without benefit. According to the hydrological data that was used as a time series between 1989 and 2018 in the model simulation, there are 4 cases study. The first case study: Management of water in reservoirs without reservoir operation rule curve the second case study: Management of water in reservoirs by using reservoir operation rule curve in 2015 the third case study: Management of water in the reservoir by using operation rule curve in 2019 (current) and the forth case study: Management of water in the reservoir by using the reservoir operation rule curve by this study. The result shows that Management of water in the reservoir using current reservoir operation rule curve according to the 3<sup>rd</sup> case study, it was found that water deficit 9 years, which could not pass the acceptable criteria (no more than 6 years) from April to August annual average of the water deficit 7.65 MCM and an annual average of overflowing volume at spillway 32.32 MCM. The water deficits occur frequently due to the focus on reducing water in reservoirs to support flooding. Therefore, it is recommended to improve the reservoir operation criteria by using the reservoir operation rule curve by this study according to 4<sup>th</sup> case study. The reservoir operation rule curve should be

improved by the upper rule curves to higher in March at the capacity of 365 MCM and in August at the capacity of 372 MCM to increase the amount of water in the reservoir to adequate the water demand water in the dry season and during the beginning of the rainy season. The amount of water in the reservoir can be reduced to a minimum of 345 MCM in June and the normal volume was increased to 391 MCM in November and December and adjusting the Lower Rule Curve to be in line with the new Upper Rule Curve, with the lowest capacity in June at 75 MCM and the highest capacity in December at 125 MCM. After updating the reservoir operation rule curve, it was found that the water deficit 6 years, which could pass the acceptable criteria (no more than 6 years) annual average of the water deficit 7.65 MCM and an annual average of overflowing volume at spillway 32.32 MCM, which can reduce an annual average of overflowing volume that spillway 6.47 MCM or approximately 9.8% Compared with Management of water in the reservoir without reduction water in reservoirs by the 1<sup>st</sup> case study.

**Keywords:** Reservoir Operation Rule Curve, MIKE BASIN Mathematical Model, Pranburi Reservoirs

## 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

อ่างเก็บน้ำปราณบุรีตั้งอยู่ที่ตำบลหนองตาแต้ม อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็น 1 ใน 35 อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของประเทศไทย ลักษณะห้วงงานเป็นเขื่อนดิน ปิดกั้นลำน้ำปราณบุรี สันเขื่อนกว้าง 8 เมตร ยาว 1,500 เมตร สูง 42 เมตร ปริมาณเก็บกักปกติ 391 ล้านลูกบาศก์เมตร ก่อสร้างโดยกรมชลประทานเพื่อกักเก็บน้ำ และบรรเทาอุทกภัย แล้วเสร็จในปี พ.ศ.2525 ส่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในอำเภอหัวหิน และการเกษตรในพื้นที่อำเภอปราณบุรี อำเภอกุยบุรี ไปจนถึง อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีพื้นที่ชลประทานฤดูฝน 172,500 ไร่ และฤดูแล้ง 162,500 ไร่

เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rules) เป็นเครื่องมือสำคัญในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำให้มีประสิทธิภาพ และเพิ่มความเชื่อมั่นในการตัดสินใจเก็บกักหรือปล่อยน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงวิกฤตของอ่างเก็บน้ำ ทั้งจากการปล่อยให้น้ำส่วนเกินไหลล้นอ่างส่งผลให้เกิดปัญหาอุทกภัย และการส่งน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในพื้นที่จนส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำตามมา

เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน อุปโภค บริโภค อาจจะเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต ประกอบกับการปรับเพิ่มความจุที่ระดับเก็บกักปกติของเขื่อนปราณบุรีจากเดิม 347 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็น 391 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ.2557 จึงควรมีการปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำให้มีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน

## 2. วัตถุประสงค์

- 2.1) เพื่อศึกษาสภาพน้ำท่า และการใช้น้ำของอ่างเก็บน้ำปราณบุรีในปัจจุบัน
- 2.2) เพื่อศึกษาการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำปราณบุรีในปัจจุบัน
- 2.3) เพื่อปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปราณบุรี (Reservoir Operation Rule Curves)

## 3. วิธีการศึกษา

- 3.1) รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี
- 3.2) รวบรวมข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย และอุทกวิทยา เช่น ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันของสถานีวัดน้ำบริเวณพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี
- 3.3) วิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำปราณบุรี
- 3.4) การประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี
- 3.5) ศึกษาการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE BASIN

## 4. ผลการศึกษา

- 4.1 รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี

เขื่อนปราณบุรี ตั้งอยู่เลขที่ 271 หมู่ที่ 8 ตำบลหนองตาแต้ม อำเภอปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่พิกัด

UTM 47P 1377838 N 586226 E

- |                                  |        |            |
|----------------------------------|--------|------------|
| - ระดับสันเขื่อน                 | +62.00 | ม.รทก.     |
| - ระดับน้ำเก็บกักสูงสุด          | +60.00 | ม.รทก.     |
| - ระดับน้ำเก็บกักปกติ            | +57.50 | ม.รทก.     |
| - ระดับน้ำเก็บกักต่ำสุด          | +37.00 | ม.รทก.     |
| - ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักต่ำสุด | 17.59  | ล้าน ลบ.ม. |

- ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักปกติ	391.00 ล้าน ลบ.ม.
- ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักสูงสุด	490.00 ล้าน ลบ.ม.
- สันเขื่อนสูง	42.00 ม.
- สันเขื่อนยาว	1,500 ม.
- สันเขื่อนกว้าง	8.00 ม.

อาคารระบายน้ำล้น เป็นอาคารชนิดรางเปิด (Ogee Crest Shape) ติดตั้งประตูเหล็กบานโค้ง (Gated Spillway) กว้าง 10 เมตร สูง 4.1 เมตร จำนวน 2 บาน สามารถระบายน้ำได้ 945 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

อาคารระบายน้ำล้นฉุกเฉิน เป็นฝายมีลักษณะเป็นคันดินมีแกนกลางเป็นคอนกรีต ความยาว 135 เมตร ระบายน้ำได้ 680 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

4.2 รวบรวมข้อมูลอุทกนิยามวิทยาและอุทกวิทยา เช่น ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน ของสถานีวัดน้ำบริเวณพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาปราณบุรี โดยได้ตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันด้วยวิธีเส้นโค้งทับทวี (Double Mass Curve) จำนวน 6 สถานี พบว่า ข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดมีความน่าเชื่อถือ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายชื่อและสถิติปริมาณน้ำฝนของสถานีวัดน้ำฝนบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลำดับ	รหัส	พิกัด		ช่วงปีสถิติ ข้อมูล	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มม.)		
		ลองติจูด	ละติจูด		เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
1	450192	12-32-00	99-33-00	1981 - 2001	1,035.2	1,414.2	515.2
2	450602	12-31-17	99-32-59	2007 - ปัจจุบัน	989.8	1,336.6	486.9
3	450121	12-28-06	99-48-28	1967 - 2009	965.4	1,423.0	582.5
4	450152	12-35-00	99-44-00	1974 - ปัจจุบัน	1,078.2	1,631.2	734.8
5	450052	12-22-41	99-55-52	1922 - ปัจจุบัน	904.8	1,455.4	530.8
6	450072	12-03-58	99-51-44	1966 - ปัจจุบัน	893.1	1,355.8	568.6

#### 4.3 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำปราณบุรี

ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำปราณบุรี ได้จัดทำแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า ด้วย NAM Model การสอบเทียบพารามิเตอร์ของแบบจำลองจากข้อมูลที่บันทึกปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างรายวันของกรมชลประทาน

การเปรียบเทียบอัตราการไหลในป็น้ำท่า พ.ศ. 2556 - 2557 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R<sup>2</sup>) เท่ากับ 0.65 ค่า Water Balance Error (%WBL) เท่ากับ 0.31 % แสดงในภาพที่ 1 และ 2

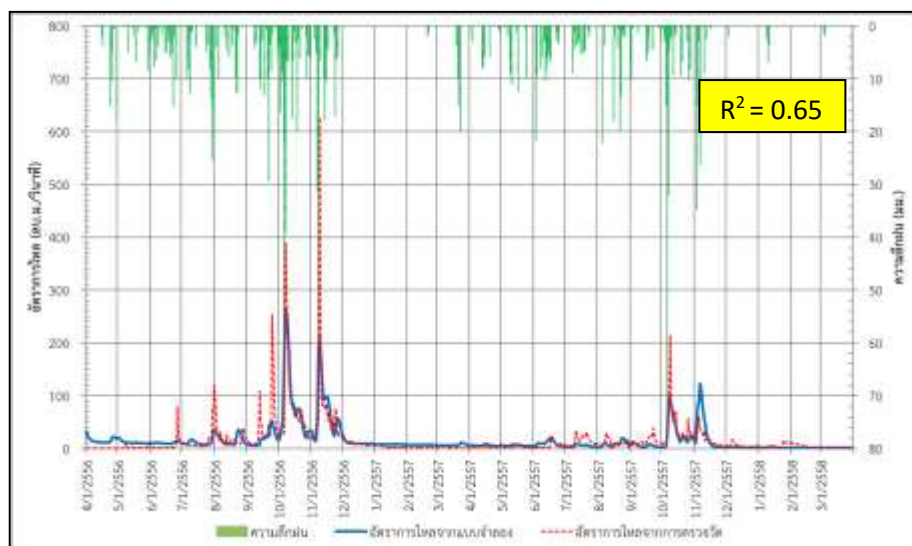
พารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า แสดงในตารางที่ 2 มาวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่าง ในช่วงปี พ.ศ.2532 - 2561 พบว่า ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำปราณบุรีเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 469.58 ล้าน ลบ.ม.

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ที่ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า

พารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM MODEL								
$U_{max}$ (มม.)	$L_{max}$ (มม.)	CQOF	CKIF (ชม.)	TOF	TIF	TG	CK1,2 (ชม.)	CKBF (ชม.)
10.00	113.63	0.31	100.00	0.24	0.1	0.90	42.80	4,995

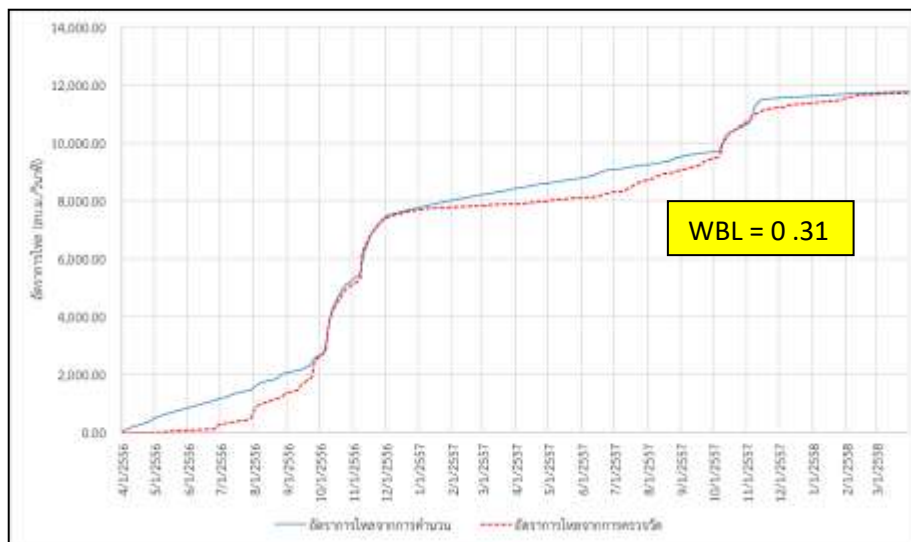
พารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM (นุชนารถ, 2556)

- $U_{max}$  ปริมาณการเก็บกักสูงสุดบนผิวดิน (maximum water content in surface storage) หน่วย มิลลิเมตร
- $L_{max}$  ปริมาณการเก็บกักสูงสุดของชั้นรากพืช (maximum water content in root Zone storage) หน่วยมิลลิเมตร
- CQOF สัมประสิทธิ์ของปริมาณการไหลบ่าบนผิวดิน (overland flow runoff coefficient)
- CKIF ค่าคงที่ของเวลาสำหรับการไหลในระหว่างชั้นผิวดินกับชั้นน้ำใต้ดิน (time constant for interflow)
- TOF ค่าเริ่มต้นของการเกิดการไหลบ่าบนผิวดิน
- TIF ค่าเริ่มต้นของการเกิดปริมาณการไหลในระหว่างผิวดินและชั้นน้ำใต้ดิน
- TG ค่าเริ่มต้นของการเกิดการไหลในชั้นน้ำใต้ดิน
- CK1,2 เวลาหน่วง (lag time) ของการเกิดน้ำท่า หน่วยชั่วโมง
- CKBF เวลาหน่วงของการเกิดการไหลในชั้นน้ำใต้ดิน หน่วยชั่วโมง



ภาพที่ 1 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอ่างเก็บน้ำปราณบุรี (Coefficient of Determination,  $R^2$ )





ภาพที่ 2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองอ่างเก็บน้ำปราณบุรี (Water Balance Error, %WBL)

#### 4.4 การประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี

4.4.1) ความต้องการใช้น้ำเพื่อชลประทาน ในการประเมินปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานของโครงการอ่างเก็บน้ำปราณบุรีนั้น ได้อ้างอิงรูปแบบการเพาะปลูก (Cropping Pattern) ดังแสดงในภาพที่ 3 และค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำที่เพาะปลูกคิดเป็นพื้นที่ชลประทานฤดูแล้งร้อยละ 94 ของพื้นที่ชลประทานฤดูฝน (CI = 1.94) จากการวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทานในสภาพปัจจุบัน ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 172,500 ไร่ สามารถประเมินความต้องการใช้น้ำชลประทานโดยเฉลี่ย 305.28 ล้าน ลบ.ม./ปี รายละเอียดดังแสดงใน ตารางที่ 3

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ข้าว												
พืชไร่												
ไม้ยืนต้น												

ภาพที่ 3 ปฏิทินการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 3 ความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน

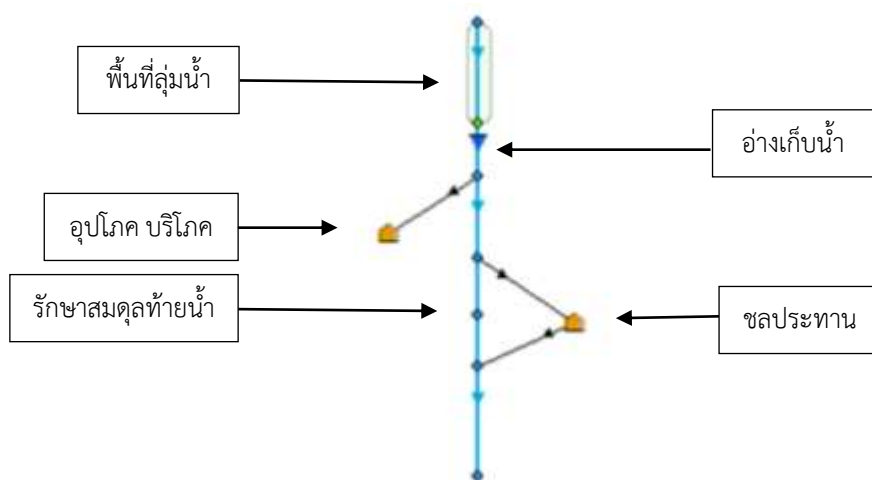
ลำดับ	ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)		ความต้องการใช้น้ำปัจจุบัน (ล้าน ลบ.ม./ปี)		
		ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	ข้าว	50,000	45,000	68.15	93.11	161.26
2	พืชไร่	68,500	53,500	28.10	25.47	53.57
3	ไม้ยืนต้น	54,000	54,000	43.44	47.00	90.44
รวม		172,500	162,500	139.69	163.40	305.28

4.4.2) ความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ส่งน้ำให้การประปาเทศบาลตำบลหัวหิน มีความต้องการน้ำประมาณ 35.42 ล้าน ลบ.ม./ปี

4.4.3) ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศท้ายน้ำ เพื่อรักษาสภาพการไหลของน้ำให้ใกล้เคียงกับการไหลในสภาพเดิมก่อนการก่อสร้างอ่างฯ หรือมีสภาพการไหลของน้ำที่ดีกว่าเดิม จึงต้องมีการกำหนดการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำให้สอดคล้องกับสภาพตามธรรมชาติเดิมซึ่งกำหนดค่าปริมาณน้ำท่าที่มีความเป็นไปได้ของการเกิดมากกว่าหรือเท่ากับ 85 เปอร์เซ็นต์ของการไหลในลำน้ำ โดยอ่างเก็บน้ำปราณบุรีมีปริมาณน้ำต่ำสุดที่ต้องรักษาระบบนิเวศน้ด้านท้ายน้ำประมาณ 1.00 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หรือประมาณ 31.54 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

#### 4.5 ศึกษาการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี

##### 4.5.1) การศึกษาสมดุลอ่างเก็บน้ำโดยแบบจำลอง MIKE BASIN แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โครงข่ายในแบบจำลอง MIKE BASIN (DHI, 2017) ของอ่างเก็บน้ำปราณบุรี

4.5.2) การศึกษาสมดุลน้ำใช้ข้อมูล 30 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2532 - 2561 ที่มีสภาพการในปัจจุบัน คือ ปริมาณน้ำท่าไหลลงอ่างเก็บน้ำปราณบุรีโดยเฉลี่ย 469.58 ล้าน ลบ.ม./ปี ปริมาณความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคโดยเฉลี่ยเท่ากับ 35.42 ล้าน ลบ.ม./ปี ปริมาณความต้องการน้ำรักษาสมดุลของระบบนิเวศท้ายน้ำโดยเฉลี่ย 31.54 ล้าน ลบ.ม./ปี ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานโดยเฉลี่ย 305.28 ล้าน ลบ.ม./ปี

4.5.3) เกณฑ์พิจารณาการขาดแคลนน้ำกำหนดจาก ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ปริมาณความต้องการใช้น้ำรักษาสมดุลของระบบนิเวศท้ายน้ำจะต้องไม่ขาดแคลนน้ำตลอดเวลาที่ศึกษา และปริมาณความต้องการน้ำชลประทานจะยอมให้เกิดการขาดแคลนน้ำได้ไม่เกินร้อยละ 20 ของช่วงเวลาการศึกษา หรือไม่เกิน 6 ปี จากการศึกษาสมดุลอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 30 ปี และไม่เกินร้อยละ 20 ของปริมาณความต้องการน้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ถ้าปริมาณน้ำขาดแคลนในแต่ละเดือน มีค่าไม่เกินร้อยละ 20 ของปริมาณความต้องการใช้น้ำในเดือนนั้น ให้ถือว่าเดือนนั้นไม่เกิดการขาดแคลนน้ำ

- ถ้ามีเดือนที่มีปริมาณน้ำขาดแคลนเกินกว่าร้อยละ 20 ของปริมาณความต้องการใช้น้ำในเดือนนั้นเพียง 1 เดือน ให้ถือว่าปีนั้นขาดแคลนน้ำ

- ถ้ามีจำนวนปีที่ขาดแคลนน้ำไม่เกินร้อยละ 20 ของจำนวนปีทั้งหมดที่ศึกษาให้ถือว่าพื้นที่ชลประทานไม่ขาดแคลนน้ำ

#### 4.5.4) กำหนดกรณีศึกษา 4 กรณีศึกษา คือ

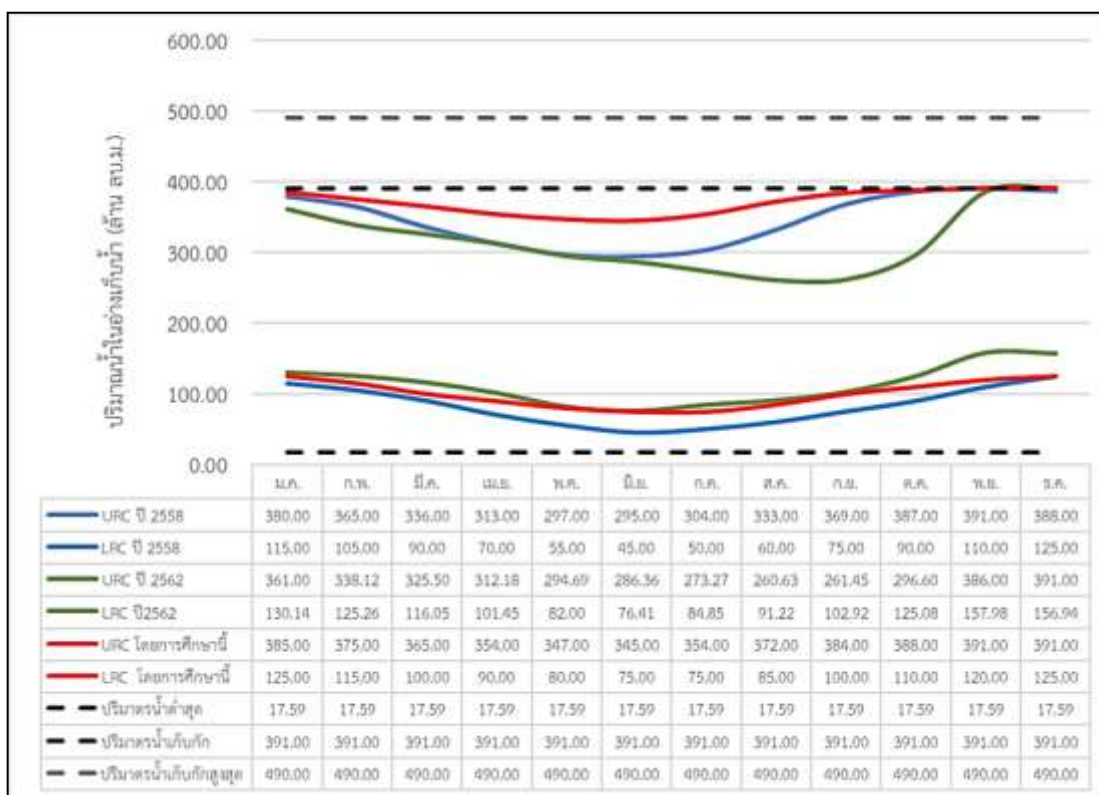
กรณีศึกษาที่ 1 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยไม่กำหนดเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

กรณีศึกษาที่ 2 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี 2558 (กรมชลประทาน, 2558)

กรณีศึกษาที่ 3 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี 2562 (กรมชลประทาน, 2562)

กรณีศึกษาที่ 4 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยการศึกษา

แสดงในภาพที่ 5 โดยมีหลักเกณฑ์ในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves) แสดงในตารางที่ 4

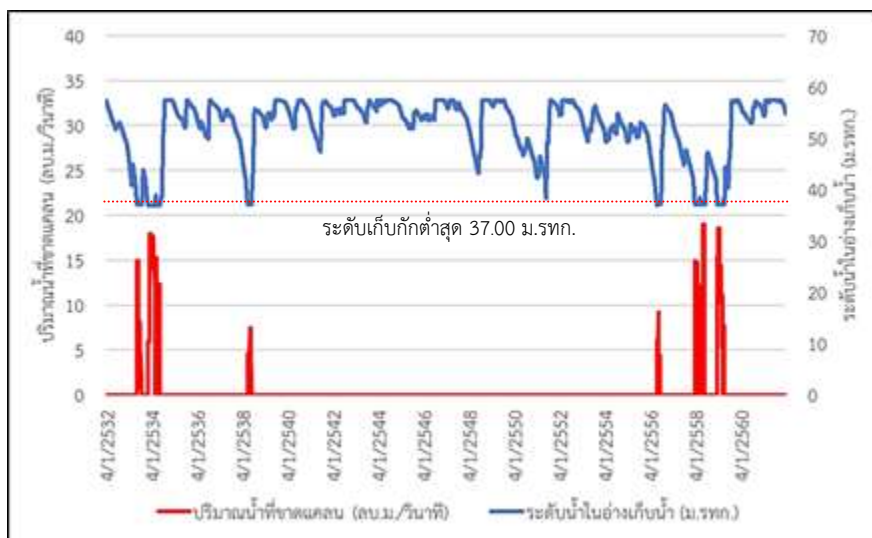


ภาพที่ 5 เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี 2558 2562 และโดยการศึกษา

ตารางที่ 4 หลักเกณฑ์ในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำด้วยเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Operation Rule Curves)

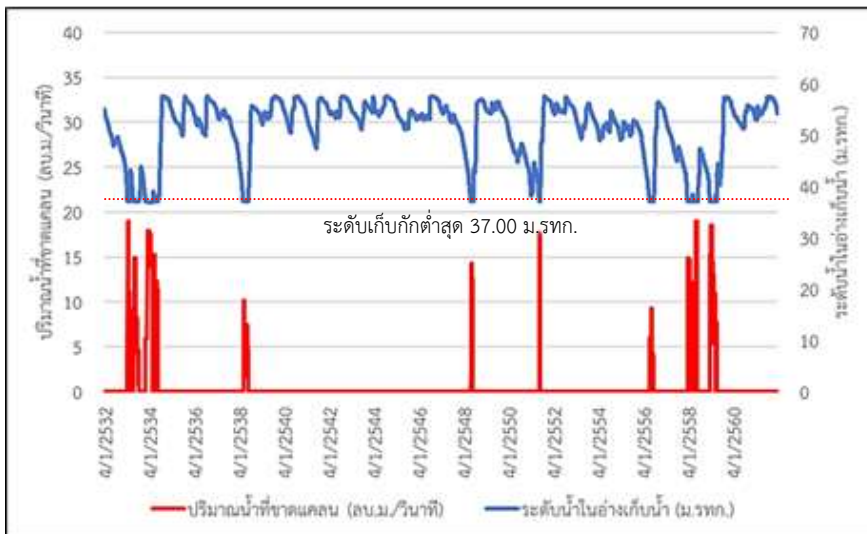
ลำดับที่	สถานการณ์อ่างเก็บน้ำ	เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ
1	ระดับน้ำเกินระดับเก็บกักปกติ	ปล่อยน้ำผ่านทางระบายน้ำล้น (Spillway) และทางท่อระบายน้ำ (Outlet Work)
2	ระดับน้ำสูงกว่า URC	ปล่อยน้ำให้กับความต้องการน้ำด้านต่าง ๆ และพร่องน้ำเพิ่มทางท่อระบายน้ำ (Outlet Work) เพื่อเตรียมรับปริมาณน้ำหลาก
3	ระดับน้ำอยู่ระหว่าง URC และ LRC	ปล่อยน้ำให้กับความต้องการใช้น้ำด้านต่าง ๆ ตามลำดับความสำคัญ
4	ระดับน้ำต่ำกว่าระดับ LRC	ปล่อยน้ำให้กับความต้องการน้ำอุปโภคบริโภค และรักษาสมดุลของระบบนิเวศท้ายน้ำเท่านั้น
5	ระดับน้ำต่ำลงถึงระดับเก็บกักต่ำสุด	ไม่มีการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

กรณีศึกษาที่ 1 ไม่กำหนดเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ พบว่าไม่เกิดการขาดแคลนน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภค และรักษาสมดุลของระบบนิเวศท้ายน้ำ แต่เกิดการขาดแคลนน้ำชลประทานจำนวน 6 ปี (ปีน้ำท่า พ.ศ. 2533 2534 2538 2556 2558 และ 2559) แสดงในภาพที่ 6 คิดเป็นปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ยประมาณ 4.51 ล้านลบ.ม./ปี และปริมาณน้ำไหลล้นอาคารน้ำล้นโดยเฉลี่ย 66.06 ล้าน ลบ.ม./ปี



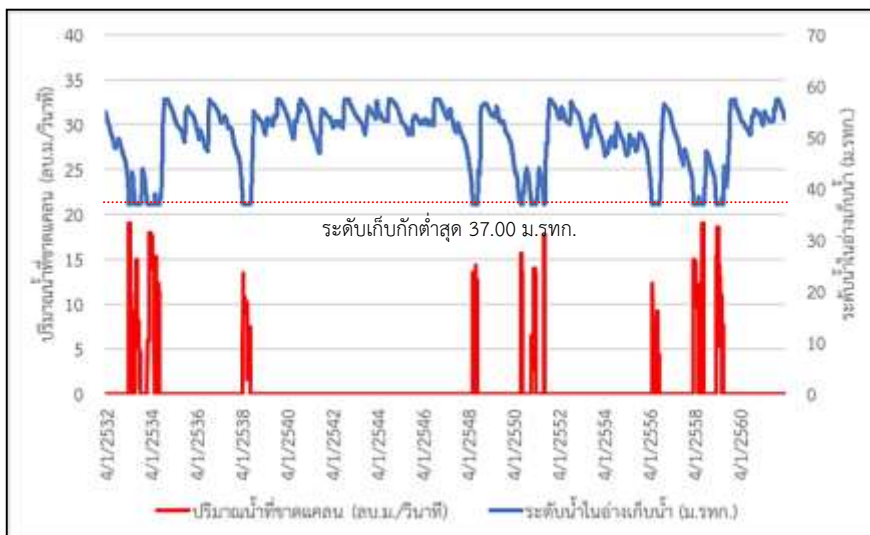
ภาพที่ 6 ผลการคำนวณระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ และปริมาณการขาดแคลนน้ำกรณีศึกษาที่ 1

กรณีศึกษาที่ 2 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี 2558 พบว่าไม่เกิดการขาดแคลนน้ำสำหรับการอุปโภค บริโภค และรักษาสมดุลของระบบนิเวศท้ายน้ำ แต่เกิดการขาดแคลนน้ำชลประทานจำนวน 8 ปี (ปีน้ำท่า พ.ศ. 2533 2534 2538 2548 2551 2556 2558 และ 2559) แสดงในภาพที่ 7 คิดเป็นปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ยประมาณ 5.57 ล้านลบ.ม./ปี และปริมาณน้ำไหลล้นอาคารน้ำล้นโดยเฉลี่ย 51.56 ล้าน ลบ.ม./ปี



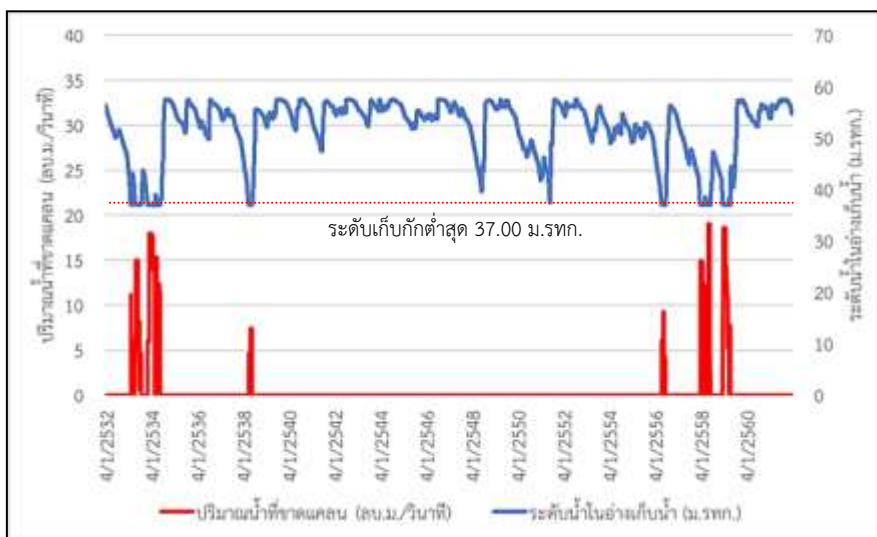
ภาพที่ 7 ผลการคำนวณระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ และปริมาณการขาดแคลนน้ำกรณีศึกษาที่ 2

กรณีศึกษาที่ 3 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี 2562 โดยการศึกษานี้ พบว่าไม่เกิดการขาดแคลนน้ำสำหรับการอุปโภค บริโภค และรักษาสมดุลของระบบนิเวศท้ายน้ำ แต่เกิดการขาดแคลนน้ำชลประทานจำนวน 9 ปี (ปีน้ำท่า พ.ศ. 2533 2534 2538 2548 2550 2551 2556 2558 และ 2559) แสดงในภาพที่ 8 คิดเป็นปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ยประมาณ 7.65 ล้านลบ.ม./ปี และปริมาณน้ำไหลล้นอาคารน้ำล้นโดยเฉลี่ย 30.32 ล้าน ลบ.ม./ปี



ภาพที่ 8 ผลการคำนวณระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ และปริมาณการขาดแคลนน้ำกรณีศึกษาที่ 3

กรณีศึกษาที่ 4 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยการศึกษาไม่เกิดการขาดแคลนน้ำสำหรับการอุปโภค บริโภค และรักษาสมดุลของระบบนิเวศท้ายน้ำ แต่เกิดการขาดแคลนน้ำชลประทานจำนวน 6 ปี (ปีน้ำท่า พ.ศ. 2533 2534 2538 2556 2558 และ 2559) แสดงในภาพที่ 9 คิดเป็นปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ยประมาณ 4.82 ล้านลบ.ม./ปี และปริมาณน้ำไหลล้นอาคารน้ำล้นโดยเฉลี่ย 59.59 ล้าน ลบ.ม./ปี



ภาพที่ 9 ผลการคำนวณระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ และปริมาณการขาดแคลนน้ำกรณีศึกษาที่ 4

## 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาสรุปได้ว่า กรณีศึกษาที่ 2 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี 2558 และกรณีศึกษาที่ 3 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำปี 2562 เกิดการขาดแคลนน้ำเกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ไม่เกิน 6 ปี) เนื่องจากมุ่งเน้นการพร่องน้ำในอ่างเก็บน้ำเพื่อรองรับน้ำหลาก และถึงแม้ว่ากรณีศึกษาที่ 1 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยไม่กำหนดเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ เกิดการขาดแคลนน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ไม่เกิน 6 ปี) โดยมีปริมาณการขาดแคลนน้อยที่สุดในทุกกรณีศึกษา แต่ปริมาณน้ำไหลล้นอาคารน้ำล้นโดยเฉลี่ยนั้นมีปริมาณมากถึง 66.06 ล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งเป็นปริมาณสูงที่สุดในทุกกรณีศึกษาเช่นเดียวกัน เนื่องจากไม่มีการพร่องน้ำในอ่างเก็บน้ำเพื่อรองรับน้ำหลาก มีเพียงกรณีศึกษาที่ 4 บริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยการศึกษาไม่เกิดการขาดแคลนน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ไม่เกิน 6 ปี) ถึงแม้ว่าการขาดแคลนน้ำชลประทานโดยเฉลี่ยจะมากกว่ากรณีศึกษาที่ 1 0.31 ล้าน ลบ.ม./ปี หรือประมาณร้อยละ 6.87 แต่สามารถลดปริมาณน้ำไหลล้นอาคารน้ำล้นโดยเฉลี่ยได้มากกว่ากรณีศึกษาที่ 1 ประมาณ 6.47 ล้าน ลบ.ม. หรือประมาณร้อยละ 9.8 แสดงรายละเอียดในตารางที่ 5 จึงเห็นควรปรับปรุงเกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยใช้เกณฑ์การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำโดยการศึกษา เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน

ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบผลการศึกษาของกรณีศึกษาที่ 1 2 3 และ 4

กรณีศึกษาที่	การขาดแคลนน้ำ ชลประทานโดยเฉลี่ย		เกณฑ์ยอมให้เกิดการขาด แคลนน้ำชลประทาน	ปริมาณน้ำไหลล้น อาคารน้ำล้นโดยเฉลี่ย
	ล้าน ลบ.ม./ปี	จำนวนปี	จำนวนปี	(ล้าน ลบ.ม./ปี)
1	4.51	6	6	66.06
2	5.57	8	6	51.56
3	7.65	9	6	30.32
4	4.82	6	6	59.59

## 6. บรรณานุกรม

- [1] รายงานการศึกษาปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ. (2558). กรมชลประทาน, กรุงเทพมหานคร.
- [2] รายงานการศึกษาปรับปรุงเกณฑ์ปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ. (2562). กรมชลประทาน, กรุงเทพมหานคร.
- [3] นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. (2556). อุทกวิทยาขั้นสูง Advance Hydrology. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
- [4] Danish Hydraulic Institute (DHI). (2017). MIKE HYDRO BASIN User Guide

ผลกระทบจากการระบายน้ำทำเทือกนาหว่านน้ำตาม  
ที่มีผลต่อคลองชลประทาน และการอนุรักษ์ดินและน้ำ

Effect of Drainage Water from Paddy Field  
to Irrigation Canal Soil and Water Conservation

อุดมเกียรติ เกิดสม<sup>1</sup> สมชาย ชุมโจม<sup>2</sup> เสกสม พัฒนพิชัย<sup>3</sup>

Udomkiat Kerdson<sup>1</sup> Somchai Chumjom<sup>2</sup> Seksom Patanapichai<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน กรุงเทพฯ

Email: kiat200911@hotmail.com<sup>1</sup> chumjom.s@gmail.com<sup>2</sup> p.seksom@hotmail.com<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

ผลกระทบจากการระบายน้ำทำเทือกนาหว่านน้ำตามที่มีผลต่อคลองชลประทาน และการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดำเนินการ ณ สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 8 (นครศรีธรรมราช) จังหวัดนครศรีธรรมราช ปริมาณน้ำชลประทานที่ ใช้ทำเทือกสุทธิ 188 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำระบาย 87 มิลลิเมตร วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) 4 ซ้ำ 4 วิธีการทดลอง ประกอบด้วย วิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที ระบายน้ำหลังจากทำเทือก 1, 2 และ 3 วัน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลกระทบจากการระบายน้ำทำเทือกนาหว่านน้ำตามที่มีผลต่อการตื้นเขินของ คลองชลประทาน ผลต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ และศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการระบายน้ำหลังจากทำเทือกนาหว่านน้ำ ตาม จากผลการทดลอง พบว่า วิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที มีน้ำหนักแห้งตะกอนแขวนลอยสูงสุดเท่ากับ 639.26 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือก 1, 2 และ 3 วัน มีน้ำหนักแห้งตะกอนแขวนลอย น้อยมากเพียง 3.05, 2.88 และ 3.24 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ตะกอนแขวนลอยที่ปะปนมากับน้ำระบายหลังทำเทือกจะ เกิดการทับถมกัน และส่งผลกระทบต่อ การตื้นเขินของคลองชลประทาน นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งใน ด้านการสูญเสียหน้าดินในรูปตะกอนแขวนลอยที่ระบายไปกับน้ำทำเทือก และคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทาน จากผล การทดลองสรุปได้ว่า การระบายน้ำหลังทำเทือก 1 วัน เป็นวิธีการระบายน้ำทำเทือกนาหว่านน้ำตามที่เหมาะสม และเป็นวิธีการที่ เกษตรกรปฏิบัติได้

**คำสำคัญ:** นาหว่านน้ำตาม, การอนุรักษ์ดินและน้ำ, ตะกอน, การระบายน้ำ

### Abstract

The experiment was conducted at Irrigation Water Management Experiment Station 8 (Nakhon Si Thammarat), Nakhon Si Thammarat province. Total water used of plot preparing was 188 mm. and drainage was 87 mm. The experiment design was Randomized Complete Block Design with 4 replications 4 treatment on immediately drainage after plot



preparing, drainage after plot preparing at 1, 2 and 3 day. The aims of this research were to evaluate optimum time of drainage water from paddy field after plot preparing and effect of drainage water from paddy field to soil and water conservation. The results showed that the immediately drainage after plot preparing gave the highest dry weight of sediment, having 639.26 kg/rai which was significantly ( $p < 0.01$ ) higher than that drainage after plot preparing at 1, 2 and 3 day (3.05, 2.88 and 3.24 kg/rai respectively). Moreover the immediately drainage after plot preparing having impact of shoal to irrigation canal, sediment loss, soil erosion, soil fertility losses and impact to quality of irrigation water. We concluded that in drainage after plot preparing at 1 day had optimum time to drainage water from paddy field and farmers can be implemented the practice.

**Key words :** Wet seeded Rice Production, Soil and Water Conservation, Sediment, Drainage

#### ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประเทศไทย เป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก นำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท ปัจจุบันมีพื้นที่ในการทำนา 69.03 ล้านไร่ แยกเป็นนาปี 60.54 ล้านไร่ และนาปรัง 8.49 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ส่วนใหญ่การทำนาปรังในเขตชลประทานเกษตรกรจะนิยมทำนาหว่านน้ำตม ซึ่งต้องมีการทำเทือก โดยเทือก หมายถึง ที่ดินที่ไถและคราดแล้วทำให้เป็นโคลนเป็นตมเพื่อหว่านข้าว (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2546 : 544) และในกระบวนการเตรียมแปลงนาหว่านน้ำตมจะมีการระบายน้ำหลังการทำเทือกลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง ลำห้วย รวมทั้งร่องน้ำตามธรรมชาติและคลองชลประทานที่สร้างขึ้น มีผลทำให้เกิดการทับถมของตะกอนที่ปะปนมากับน้ำระบาย ตลอดจนส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง เนื่องจากการสูญเสียหน้าดินในรูปตะกอนที่ติดออกไปกับการระบายน้ำหลังการทำเทือกนาหว่านน้ำตม ซึ่งนอกจากจะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงแล้ว ยังมีผลทำให้เกิดการตื้นเขินของคลองชลประทานและมีผลต่อคุณภาพน้ำในคลองชลประทานอันเนื่องมาจากตะกอนที่ติดออกไปกับการระบายน้ำหลังการทำเทือกนาหว่านน้ำตม การตื้นเขินของคลองชลประทาน ทำให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำลดลง เกิดน้ำท่วมในฤดูฝนและขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง ทำให้ต้องเสียเงินงบประมาณเป็นจำนวนมากในการขุดลอกคลองชลประทาน โดยกรมพัฒนาที่ดิน (2543 : 31) ได้ประเมินการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยจากการใช้สมการสูญเสียดินสากล (universal loss equation: USLE) และรายงานไว้ว่าพื้นที่ส่วนต่างๆ ของประเทศมีอัตราการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0 ถึง 50 ตันต่อไร่ต่อปี โดยแต่ละภาคจะมีอัตราการสูญเสียดินมากน้อยแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัย ลักษณะของดิน ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม และมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่า ภาคใต้มีการกร่อนของดินสูงกว่าภาคอื่นคือ พื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0 ถึง 50 ตันต่อไร่ต่อปี ขณะที่ภาคเหนือพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0 ถึง 38 ตันต่อไร่ต่อปี ภาคกลางพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0 ถึง 17 ตันต่อไร่ต่อปี ภาคตะวันออกพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0 ถึง 16 ตันต่อไร่ต่อปี ภาคตะวันตกพื้นที่ส่วนใหญ่มีการสูญเสียดินระหว่าง 0 ถึง 10 ตันต่อไร่ต่อปี และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการสูญเสียดินต่ำที่สุด ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 0 ถึง 4 ตันต่อไร่ต่อปี จากข้อมูลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ที่มี

ความลาดชันสูง ปราศจากการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายและตะกอนถูกพัดพาไปจากพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นปริมาณมาก พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยและตะกอนจม มีค่าเฉลี่ย 31.50 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ธาตุอาหารที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำคือ ธาตุไนโตรเจนเฉลี่ย 0.26 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เทียบเท่ากับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 1.23 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี คิดเป็นราคาปุ๋ยเท่ากับ 3.66 บาทต่อไร่ต่อปี ธาตุฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.04 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เทียบเท่ากับปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต 0.17 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี คิดเป็นราคาปุ๋ยเท่ากับ 1.46 บาทต่อไร่ต่อปี ธาตุโพแทสเซียม 0.87 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เทียบเท่ากับปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ 1.75 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี คิดเป็นราคาปุ๋ยเท่ากับ 8.16 บาทต่อไร่ต่อปี เป็นการสูญเสียธาตุอาหารหลักคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 13.28 บาทต่อไร่ต่อปี (ประภัสสร จินดาพล, 2541 : 2)

ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลกระทบจากการระบายน้ำทำเทือกนาหว่านน้ำตามที่มีผลต่อการฟื้นคืนของคลองชลประทาน เพื่อศึกษาผลกระทบจากการระบายน้ำทำเทือกนาหว่านน้ำตามที่มีผลต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการระบายน้ำหลังทำเทือกนาหว่านน้ำตาม สำหรับใช้เป็นแนวทางในการระบายน้ำหลังทำเทือกนาหว่านน้ำตาม เพื่อลดปัญหาการฟื้นคืนของคูคลองระบายน้ำ และส่งน้ำชลประทาน จากตะกอนที่ปะปนมากับน้ำระบายหลังทำเทือก ช่วยลดค่าใช้จ่ายงบประมาณแผ่นดินในการขุดลอกคูคลอง ลดปัญหาการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในพื้นที่ทำนา หรือแก้ไขปัญหาการใช้น้ำชลประทานกรณีที่มีอยู่จำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกได้รับปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หรือเป็นการนำไปสู่การเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกข้าวในเขตพื้นที่ชลประทาน และเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพื้นที่ปลูกข้าว ทำให้รอบเวรในการส่งน้ำน้อยลง ช่วยลดการสูญเสียของหน้าดิน ลดการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ทำนา โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีน้ำชลประทานจำกัด และเป็นแนวทางในการส่งเสริมแนะนำให้กับเกษตรกรต่อไป

## วิธีการวิจัย

1. วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design หรือเรียกย่อว่า RCBD) ประกอบด้วย 4 วิธีการทดลอง 4 ซ้ำ ได้แก่ วิธีการที่ 1 ระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที วิธีการที่ 2 ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 1 วัน วิธีการที่ 3 ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 2 วัน วิธีการที่ 4 ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 3 วัน

2. ดำเนินการทดลองที่สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 8 (นครศรีธรรมราช) อำเภอเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ที่เส้นรุ้ง (latitude)  $08^{\circ} 09' 13.4''$  เหนือ เส้นแวง (longitude)  $100^{\circ} 06' 28.4''$  ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเล + 2.53 เมตร ระหว่างวันที่ 19 มกราคม 2558 ถึง 5 มิถุนายน 2558 ขนาดพื้นที่แปลงทดลอง 2 ไร่ ดินในแปลงทดลองเป็นดินเหนียวชนิดเนื้อดินละเอียด คุณสมบัติของดินและคุณภาพน้ำชลประทานที่ใช้ในการทำเทือกดังในตารางที่ 1 โดยมีปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำเทือกเท่ากับ 188 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำระบายเท่ากับ 87 มิลลิเมตร

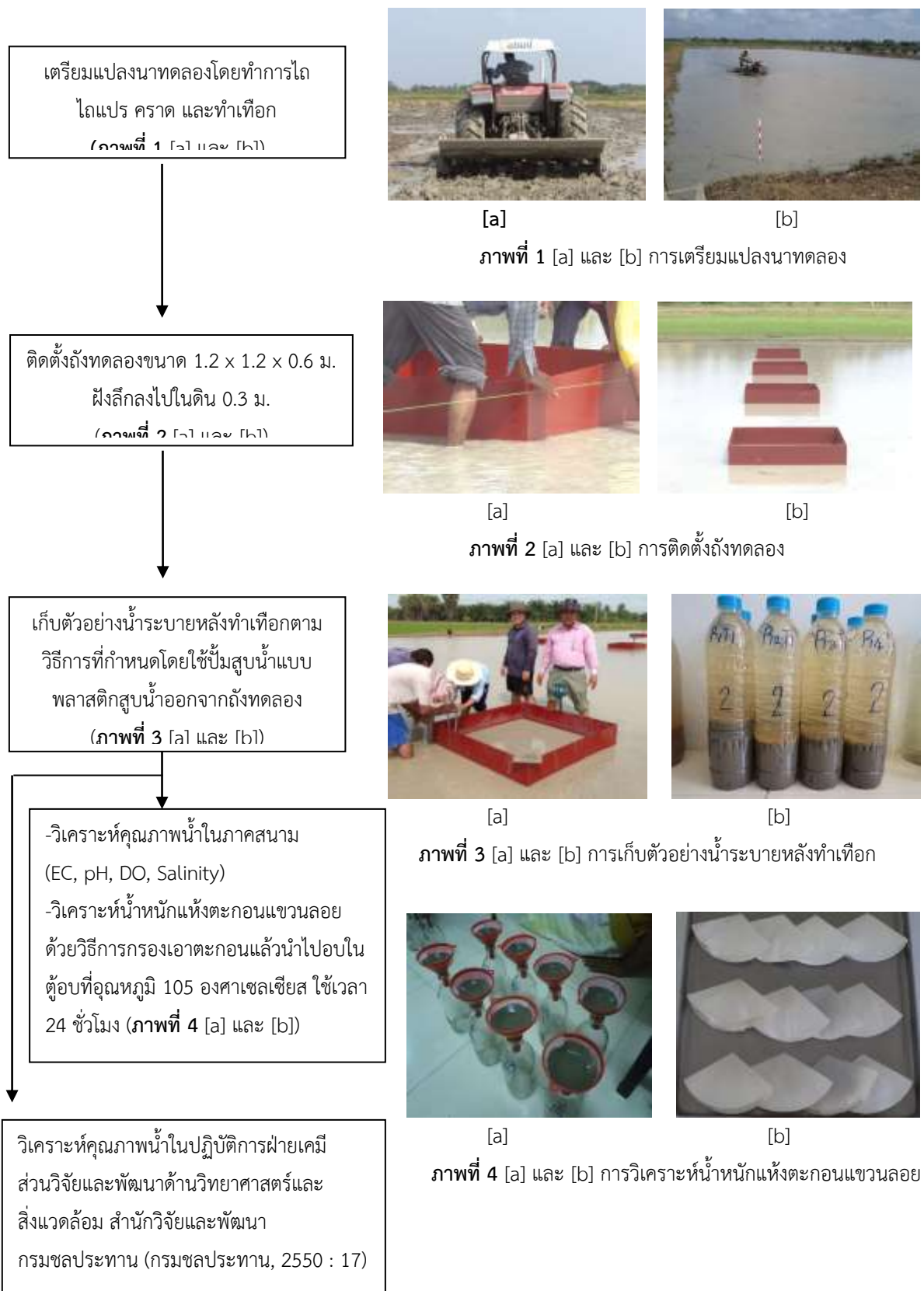
ตารางที่ 1 รายงานผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน

รายงานผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	รายงานผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง = 6.2	ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง = 5.03
ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน = 2.7%	ค่าความนำไฟฟ้า = 0.233 ไมโครซีเมนตต่อเซนติเมตร
ค่าความนำไฟฟ้า = 1.0 มิลลิเมตรต่อเซนติเมตร	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ = 0.152 ppm.
ความชื้นในดินที่จุดความชื้นสนาม = 38.9 %	ค่าความเค็ม = 0.11 กรัมต่อลิตร

ความชื้นในดินที่จุดเหี่ยวถาวร = 22.3 %

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ = 35.8 %

3. ขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้



4. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One – Way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละวิธีการทดลองด้วยวิธีการตรวจสอบค่าเฉลี่ยแบบต้นแคณ (Duncan's New Multiple Range Test ; DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (alpha = 0.05) โดยใช้โปรแกรม R (R-language and environment for statistical computing and graphics) version 3.1.2 (Venables *et al.* 2014; ชูศักดิ์ จอมพุก, 2555 : 70)

## ผลการศึกษาวิจัย

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำหนักแห้งตะกอนแขวนลอย และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

วิธีการทดลอง	น้ำหนักแห้งตะกอนแขวนลอย (กรัม/ลิตร)	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (%)
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที	4.5924 a	1.67 c
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 1 วัน	0.0219 b	94.15 a
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 2 วัน	0.0207 b	63.90 b
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 3 วัน	0.0233 b	65.25 b
F-test	**	**
CV (%)	9.36	8.66

\*\* : ค่าเฉลี่ยในสมคมเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

### 1. น้ำหนักแห้งตะกอนแขวนลอย

จากตารางที่ 2 พบว่า วิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที มีน้ำหนักแห้งตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยมากที่สุด 4.5924 กรัมต่อลิตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 1, 2 และ 3 วัน ซึ่งพบน้ำหนักแห้งตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยน้อยมากเพียง 0.0219, 0.0207 และ 0.0233 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ และจากข้อมูลการศึกษาความต้องการน้ำชลประทานที่ใช้ในการทำเทือก ที่สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 8 (นครศรีธรรมราช) พบว่ามีน้ำนอนแปลงปริมาณ 87 มิลลิเมตร แสดงว่า พื้นที่นาหว่านน้ำตาม 1 ไร่ มีน้ำทำเทือกระบายออกถึงคลองระบายน้ำชลประทานเท่ากับ 139,200 ลิตร (น้ำระบายออก 87 มิลลิเมตร) หรือ 139.2 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งจะมีตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 639.26 กิโลกรัมต่อไร่ โดยตะกอนแขวนลอยนี้จะทำให้คลองชลประทานเกิดการตื้นเขิน ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการระบายน้ำลดลง อาจเกิดน้ำท่วมในฤดูฝน และขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งเนื่องจากเก็บกักน้ำได้น้อยลง ทำให้ต้องเสียเงินงบประมาณเป็นจำนวนมากในการขุดลอกคลองชลประทาน ส่วนวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 1, 2 และ 3 วัน จะมีตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 3.05, 2.88 และ 3.24 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

### 2. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกในแต่ละวิธีการ (ตารางที่ 2) พบว่า วิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 1.67 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 1, 2 และ 3 วัน ซึ่งตรวจพบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยค่อนข้างสูง เท่ากับ 94.15, 63.90 และ 65.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**ตารางที่ 3** ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าความนำไฟฟ้า ค่าความเค็ม และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ

วิธีการทดลอง	ค่าความเป็น กรดเป็นด่าง	ค่าความนำไฟฟ้า (ไมโครโมห์/เซนติเมตร)	ค่าความเค็ม (กรัม/ลิตร)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด ที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที	6.73 c	629.25	0.278	314.75
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 1 วัน	7.05 b	560.25	0.268	280.25
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 2 วัน	7.10 b	595.50	0.283	297.75
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 3 วัน	7.25 a	644.50	0.305	322.50
F-test	**	ns	ns	ns
CV (%)	0.76	8.06	7.41	8.05

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

\*\* : ค่าเฉลี่ยในสมรภูมิต่างกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

### 3. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในวิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันทีที่ต่ำสุดเท่ากับ 6.73 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดกับวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 1, 2 และ 3 วัน ซึ่งมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย เท่ากับ 7.05, 7.10 และ 7.25 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในทุกวิธีการทดลองมีค่าตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางชลประทาน โดย เบญจณี เครือแก้ว (2556 : 14) ได้กล่าวว่า น้ำชลประทานที่เหมาะสมสำหรับใช้เพาะปลูกพืชมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.5 - 8.5

### 4. ค่าความนำไฟฟ้า (EC)

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าความนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำระบายหลังทำเทือกในทุกวิธีการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความนำไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 560.25 – 644.50 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร โดยมีค่าตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางชลประทาน ซึ่งกำหนดค่า EC ไม่เกิน 2,000 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตร (เบญจณี เครือแก้ว, 2556 : 14)

### 5. ความเค็ม (Salinity)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเค็มของวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกในแต่ละวิธีการ (ตารางที่ 3) พบว่า ทุกวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือก มีค่าความเค็มหรือปริมาณของเกลือแกลง (โซเดียมคลอไรด์) ที่ละลายอยู่ในน้ำเฉลี่ยระหว่าง 0.268 – 0.305 กรัมต่อลิตร โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีค่าตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางชลประทาน (มีค่าน้อยกว่า 1.0 กรัมต่อลิตร)

### 6. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TDS)

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TDS) ของน้ำระบายหลังทำเทือกในทุกวิธีการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 280.25 - 322.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางชลประทาน (ไม่มากกว่า 1,300 มิลลิกรัมต่อลิตร)

**ตารางที่ 4** ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และไบคาร์บอเนต

วิธีการทดลอง	แคลเซียม (มิลลิกรัม/ลิตร)	แมกนีเซียม (ppm)	โซเดียม (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)	ไบคาร์บอเนต (ppm)
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที	33.05	27.95 ab	60.00	3.50	277.43 a
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 1 วัน	28.93	22.35 c	56.58	4.20	205.90 ab
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 2 วัน	27.38	24.20 abc	61.65	4.10	227.28 bc
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 3 วัน	26.85	28.80 a	64.85	4.00	250.45 ab
F-test	ns	*	ns	ns	*
CV (%)	12.29	10.77	6.76	5.50	10.24

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

\* : ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

#### 7. ปริมาณแคลเซียม (Ca)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียม (Ca) ของวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกในแต่ละวิธีการ (ตารางที่ 4) พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมของน้ำระบายหลังทำเทือกในทุกวิธีการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 26.85 – 33.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าตามมาตรฐานน้ำชลประทานในด้านการเกษตร (ไม่มากกว่า 40 มิลลิกรัมต่อลิตร)

#### 8. ปริมาณแมกนีเซียม (Mg)

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแมกนีเซียม มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า วิธีการทดลองที่ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 3 วัน เฉลี่ยมากที่สุด 28.80 ppm. รองลงมาได้แก่ วิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้วทันที มีค่าปริมาณแมกนีเซียมเฉลี่ย เท่ากับ 27.95 ppm. ส่วนวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 2 วัน และ 1 วัน มีค่าเฉลี่ยปริมาณแมกนีเซียม เท่ากับ 24.20 และ 22.35 ppm. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแมกนีเซียมของน้ำระบายหลังทำเทือกในทุกวิธีการทดลอง มีค่าเกินมาตรฐานน้ำชลประทานในด้านการเกษตรซึ่งกำหนดค่าแมกนีเซียมไว้ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

#### 9. ปริมาณโซเดียม (Na)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโซเดียมเฉลี่ยของน้ำระบายหลังทำเทือกในแต่ละวิธีการ (ตารางที่ 4) พบว่า ปริมาณโซเดียมเฉลี่ยของน้ำระบายหลังทำเทือกในทุกวิธีการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 56.58 – 64.85 ppm. ซึ่งเกินมาตรฐานน้ำชลประทานในด้านการเกษตรที่กำหนดปริมาณโซเดียมไว้ไม่มากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร

#### 10. ปริมาณโพแทสเซียม (K)

จากตารางที่ 4 พบว่า ปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยของน้ำระบายหลังทำเทือกในทุกวิธีการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.00 ppm.

#### 11. ปริมาณไบคาร์บอเนต (HCO<sub>3</sub>)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไบคาร์บอเนตเฉลี่ยของน้ำระบายหลังทำเทือกในแต่ละวิธีการ (ตารางที่ 4) พบว่า ปริมาณไบคาร์บอเนตเฉลี่ย มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า วิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที

มีปริมาณไบคาร์บอเนตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 277.43 ppm. รองลงมาได้แก่ วิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 3 วัน มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 250.45 ppm. ส่วนวิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 2 และ 1 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 227.28 และ 205.90 ppm. ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ปริมาณไบคาร์บอเนตเฉลี่ยของน้ำระบายหลังทำเทือกในทุกวิธีการทดลองมีค่าตามมาตรฐานน้ำชลประทานในด้านการเกษตร ที่กำหนดค่าไว้ไม่มากกว่า 480 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 5 ปริมาณคลอไรด์ ซัลเฟต ค่า SAR และ SSP ของน้ำระบายหลังทำเทือกในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน

วิธีการทดลอง	คลอไรด์ (ppm)	ซัลเฟต (ppm)	SAR (มิลลิสมมูลย์/ลิตร)	SSP (%)
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที	58.43 b	2.40 d	1.825 b	39.25 b
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 1 วัน	60.70 b	13.20 c	1.925 ab	42.25 a
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 2 วัน	63.90 ab	16.68 b	2.025 a	42.50 a
ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 3 วัน	71.45 a	21.10 a	2.025 a	41.75 a
F-test	*	**	*	*
CV (%)	7.77	15.81	4.98	3.60

\*,\*\* : ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% โดยวิธี DMRT

## 12. ปริมาณคลอไรด์ (Cl)

จากตารางที่ 5 พบว่า ปริมาณคลอไรด์เฉลี่ย มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า วิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 3 วัน มีปริมาณคลอไรด์เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 71.45 ppm. รองลงมาได้แก่ วิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 2 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.90 ppm. ส่วนวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 1 วัน และระบายน้ำหลังทำเทือกแล้วทันทีที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.70 และ 58.43 ppm. ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ปริมาณคลอไรด์เฉลี่ยของน้ำระบายหลังทำเทือกในทุกวิธีการทดลองมีค่าตามมาตรฐานน้ำชลประทานในด้านการเกษตร ที่กำหนดค่าไว้ไม่มากกว่า 750 มิลลิกรัมต่อลิตร

## 13. ปริมาณซัลเฟต (SO<sub>4</sub>)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณซัลเฟตเฉลี่ยของน้ำระบายหลังทำเทือกในแต่ละวิธีการ (ตารางที่ 5) พบว่า ปริมาณซัลเฟตเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพบว่า วิธีการทดลองที่ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 3 วัน มีปริมาณซัลเฟตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 21.10 ppm. รองลงมาได้แก่ วิธีการทดลองที่ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 2 วัน มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 16.68 ppm. ส่วนวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 1 วัน และระบายน้ำหลังทำเทือกแล้วทันที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.20 และ 2.40 ppm. ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ปริมาณซัลเฟตเฉลี่ยของน้ำระบายหลังทำเทือกในทุกวิธีการทดลองมีค่าตามมาตรฐานน้ำชลประทานในด้านการเกษตร ที่กำหนดค่าไว้ไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

## 14. สัดส่วนของการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio ; SAR)

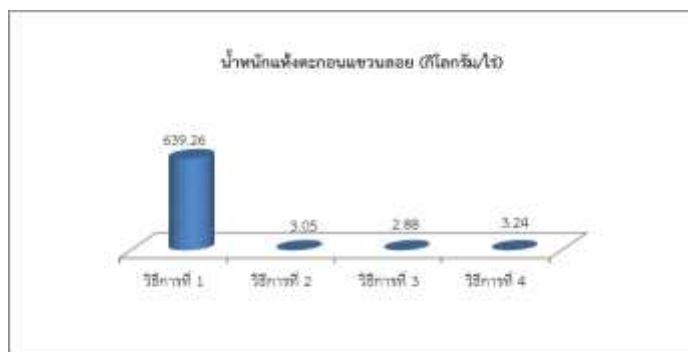
จากตารางที่ 5 พบว่า ค่า SAR มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า วิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 3 และ 2 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.025 และ 2.025 มิลลิสมมูลย์ต่อลิตร ส่วนวิธีการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 1 วัน และระบายน้ำหลังทำเทือกแล้วทันที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.925 และ 1.825 มิลลิสมมูลย์ต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าตามมาตรฐานน้ำชลประทานในด้านการเกษตร (ไม่มากกว่า 4 มิลลิสมมูลย์ต่อลิตร)

### 15. เปอร์เซ็นต์การละลายของโซเดียม (Soluble Sodium Percentage ; SSP)

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่า SSP มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า วิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 2 วัน และวิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 1 วัน มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันเท่ากับ 42.50 และ 42.25 % ตามลำดับ ส่วนวิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 3 วัน และวิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกทันที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.75 และ 39.25 % ตามลำดับ ซึ่งมีค่าตามมาตรฐานน้ำชลประทานในด้านการเกษตร (ไม่มากกว่า 60 %)

### สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเรื่อง ผลกระทบจากการระบายน้ำทำเทือกนาหว่านน้ำตามที่มีผลต่อคลองชลประทาน และการอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่า วิธีการทดลองที่ระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้วทันที มีน้ำหนักแห้งตะกอนแขวนลอยสูงสุดเท่ากับ 639.26 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับการระบายน้ำหลังทำเทือกแล้ว 1, 2 และ 3 วัน ซึ่งพบว่ามีน้ำหนักแห้งตะกอนแขวนลอยน้อยมากเพียง 3.05, 2.88 และ 3.24 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งตะกอนแขวนลอยที่ปะปนมากับน้ำระบายหลังทำเทือกอาจเกิดการทับถมกัน และส่งผลกระทบต่อ การตื้นเขินของคลองชลประทาน นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อ การอนุรักษ์ดินและน้ำ ทั้งในด้านการสูญเสียหน้าดินในรูปตะกอนแขวนลอยที่ระบายไปกับน้ำทำเทือก และคุณภาพน้ำของน้ำทำเทือกที่ระบายลงสู่คลองชลประทานที่ไม่ค่อยได้มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งในทางน้ำชลประทาน ดังนั้นวิธีการระบายน้ำหลังจากทำเทือกแล้ว 1 วัน เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการระบายน้ำหลังทำเทือกนาหว่านน้ำตาม และเป็นวิธีการที่เกษตรกรในพื้นที่ยอมรับได้



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบน้ำหนักแห้งตะกอนแขวนลอยของน้ำระบายหลังทำเทือกในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน

### บรรณานุกรม

- [1] กรมชลประทาน. (2550). คู่มือการปฏิบัติงานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน 129 หน้า
- [2] กรมพัฒนาที่ดิน. (2543). การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 39 หน้า
- [3] ชูศักดิ์ จอมพุก. (2555). สถิติการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยด้านพืชไร่ด้วย R. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 335 หน้า
- [4] เบญจณี เครือแก้ว. (2556). คู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำชลประทาน. สำนักบริหารจัดการน้ำชลประทาน กรมชลประทาน. 16 หน้า



- [5] ประภัสสรร์ จินดาพล. (2541). การศึกษาลักษณะอุทกวิทยาและการพัฒนาดินตะกอน ตลอดจนธาตุอาหารที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหมาง อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน. หน้า 2.
- [6] พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. (2546). กรุงเทพฯ : บริษัทนานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์ จำกัด. 1488 หน้า
- [7] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2559. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : [http://www.oae.go.th/download/document\\_tendency/journalofecon2559.pdf](http://www.oae.go.th/download/document_tendency/journalofecon2559.pdf). สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 25 2559
- [8] Venables, W.N., D.M. Smith and the R Development Core Team. 2014. An Introduction to R.[Online] Available : <http://cran.r-project.org/doc/manuals/R-into.pdf>. 2016, April 25.

การศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาที่มีต่อปริมาณน้ำฝน  
และผลผลิตของข้าวในลุ่มน้ำยม

The study of effect of El Nino and La Nina phenomenon on the variability of  
rainfall and rice production in the Yom River Basin

อดิศักดิ์ พาศิรายุทธิ์<sup>1</sup>, สิทธิรัตน์ เพิ่มพรรษา<sup>1</sup>, ธนพล พิมพ์อุบล<sup>1</sup> และ เปรม รังสิวานิชพงษ์<sup>2</sup>

Adisak Pasirayut<sup>1</sup> Sittirath Permhunsa<sup>1</sup> Thanapol Pimubol<sup>1</sup> Prem Rangsiwanichpong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>นิสิตปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

<sup>2</sup>อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

E-mail: prem.r@ku.th

### บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในลุ่มน้ำยมที่เกิดจากผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนรายปีเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2558 ของสถานีในลุ่มน้ำยมและใช้ข้อมูลผลผลิตของข้าวจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของผลกระทบปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าว จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในลุ่มน้ำยม มีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา กล่าวคือเมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญจะส่งผลทำให้ปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในลุ่มน้ำยมลดน้อยลง และเมื่อเกิดปรากฏการณ์ลานีญาจะส่งผลทำให้ปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในลุ่มน้ำยมเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลกระทบจากการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญานั้นมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในลุ่มน้ำยม

**คำสำคัญ:** ผลผลิตข้าว, ประเทศไทย, ปริมาณฝน, เอนโซ่

### Abstract

This research aims to analyze the effect of El Nino and La Nina phenomenon on the variability of rainfall and rice production in the Yom River Basin. The data used for analyzing the effect of ENSO phenomenon is divided into three parts (1) average annual rainfall, (2) historical data of El Nino and La Nina event, and (3) rice production data between 1995 and 2015 in the Yom River Basin. The results showed that the variability of rainfall in the Yom River Basin is consistent with the 30 years recorded data of El Nino and La Nina events. However, the average annual rainfall and rice production in the Yom River Basin increased during El Nino and decreased during La Nina events.

**Key words:** ENSO, Rainfall, Rice production, Thailand

## 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

“ข้าว” กับคนไทยนั้นผูกพันกันมานานนับแต่โบราณจนถึงวันนี้ ปัจจุบันการทำนาข้าวเปลี่ยน วัตถุประสงค์ไปจากเดิมจากการแลกเปลี่ยน เป็นการค้าขายมากขึ้น โดยมีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ต่างๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่เร็วที่สุดและมากที่สุด แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดมากกว่าเทคโนโลยีคือปริมาณน้ำที่ เพียงพอต่อความต้องการของข้าวและในประเทศไทยปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวส่วนใหญ่เป็น ปริมาณน้ำที่มาจากน้ำฝนตามธรรมชาติ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนจึงเป็นตัวแปรสำคัญที่จะ ส่งผลต่อผลผลิตของนาข้าว ซึ่งได้มีนักวิจัยมากมายได้ทำการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณ น้ำฝนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งหนึ่งในนั้นคือการศึกษาอิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาต่อปริมาณน้ำฝน จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาที่มีผลกระทบต่อประเทศไทย อาทิ Suwanwerakamtorn และคณะ (2555), Rangsiwanichpong และคณะ, (2560) และอดิศักดิ์และคณะ, (2562)

ในปี พ.ศ.2542 มันทนาและสุตาพร ได้ศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์ลานีญาที่มีต่อฝนและ อุณหภูมิของประเทศโดยใช้ข้อมูลช่วงปี พ.ศ.2494 - 2540 สรุปได้ว่าปรากฏการณ์ลานีญาที่มีอิทธิพล รุนแรงทำให้ประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนสูงกว่าปกติและอุณหภูมิต่ำกว่าปกติในเกือบทุกฤดูกาล นอกจากนี้ เปรมและคณะ, (2556) ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่เกิด จากการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา โดยใช้ข้อมูลดัชนีสมุทศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือตรวจวัด อิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา โดยผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำ เจ้าพระยามีการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา

ในขณะที่เดียวกันมีนักวิชาการบางท่านในประเทศไทยได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตทางการเกษตร เช่น เกริก ปั้นเหนงเพ็ชร, (2542) ได้ศึกษา ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิต ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด ของประเทศไทย พบว่า ผลกระทบในระยะยาวจากภาวะโลกร้อนส่งผลกระทบต่อรุนแรงต่อมันสำปะหลัง เมื่อทำการวิเคราะห์หา สาเหตุที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลง พบว่าเกิดจากการกระจายตัวของฝนและประกอบกับความอุดมสมบูรณ์ ของดินเป็นสาเหตุที่สำคัญ

เกรียงไกรและคณะ, (2558) ได้ศึกษาผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาต่อผลผลิต ทางการเกษตรของลุ่มน้ำจันทบุรี พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์ กับอัตราการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจในจังหวัดจันทบุรี

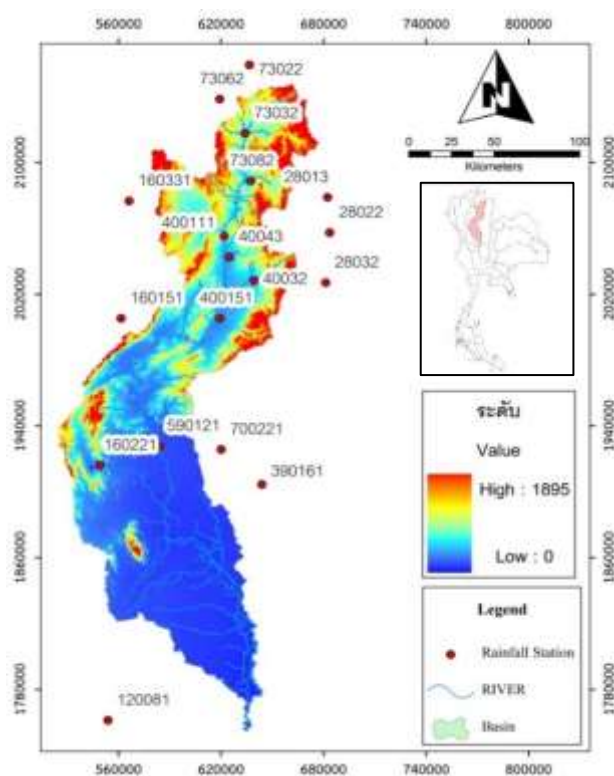
งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาที่มีต่อผลผลิตของข้าวในลุ่มน้ำยม ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาที่สำคัญของลุ่มน้ำเจ้าพระยา แต่ไม่ว่าจะจะเป็นปัญหาด้านภัยแล้งหรืออุทกภัย ลุ่มน้ำยม ก็จะเป็นลุ่มน้ำที่ถูกพุดถึงมากที่สุดเนื่องจากในพื้นที่นี้ไม่มีแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ไว้รองรับ ทำให้ช่วง หน้าแล้งก็จะประสบกับปัญหาขาดแคลนน้ำใช้อุปโภค บริโภค และในช่วงหน้าฝนก็จะประสบกับปัญหา

น้ำหลากน้ำท่วม ซึ่งล้วนส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวซึ่งเป็นหัวใจในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของกลุ่มน้ำยมทั้งสิ้น ดังนั้นคณะวิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการศึกษาถึงแนวโน้มของผลผลิตข้าวที่จะเกิดขึ้นภายใต้การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา โดยใช้ข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดของกรมชลประทาน ข้อมูลปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาจากหน่วยงาน National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) รวมถึงข้อมูลผลผลิตของข้าวจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

## 2. วัตถุประสงค์

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนในกลุ่มน้ำยมที่เกิดจากผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา โดยที่ใช้ข้อมูลน้ำฝนรายปีเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2558 จากสถานีตรวจวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำยม เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของผลกระทบปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในกลุ่มน้ำยม

## 3. พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 1 กลุ่มน้ำยม

กลุ่มน้ำยมเป็นหนึ่งใน 25 กลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทย โดยกลุ่มน้ำยมจะวางตัวอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทยมีพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด 24,046 ตร.กม. ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั้งสิ้น 11 จังหวัด ได้แก่ พะเยา,

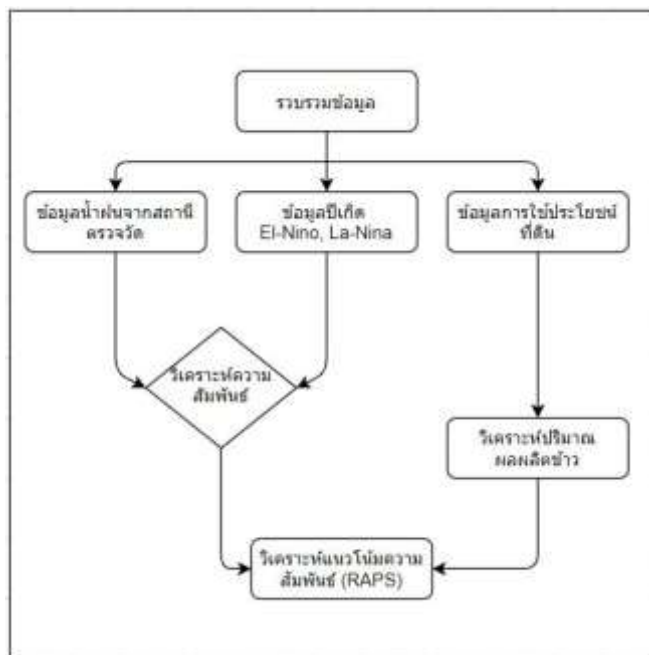
น่าน, ลำปาง, แพร่, ตาก, กำแพงเพชร, สุโขทัย, พิษณุโลก, อุตรดิตถ์, พิจิตร, และนครสวรรค์ โดยทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำโขง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำปิง ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำวังและปิง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำน่าน ตามลำดับ สำหรับสภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำยมมีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงตามลำน้ำทางตอนเหนือ ในตอนกลางของลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นที่ราบเชิงเขาและในตอนท้ายของลุ่มน้ำมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบ ดังแสดงในรูปที่ 1

#### 4. วิธีการศึกษา

การรวบรวมข้อมูลสถิติการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาในช่วงพ.ศ.2538 จนถึง พ.ศ.2558 ดังตารางที่ 1 และรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนของสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำยมและพื้นที่ข้างเคียงทั้งหมด 18 สถานี เพื่อศึกษาปริมาณน้ำฝนที่สูงหรือต่ำกว่าค่าเฉลี่ย รวมถึงระบุตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 18 สถานี ลงในโปรแกรม ArcMap เพื่อทำการวิเคราะห์การกระจายตัวของน้ำฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ตามหลักการของ Inverse Distance Weigh (IDW) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากค่าประมาณของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นจะไม่เกินกว่าข้อมูลตั้งต้นซึ่งเหมาะสมมากหากใช้ในงานวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการกระจายตัวของค่าข้อมูลที่ขึ้นกับระยะทาง นอกจากนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่การเพาะปลูกข้าวจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2553 ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับข้อมูลผลผลิตของข้าวรายปีต่อพื้นที่เพาะปลูกจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ต้น/ไร่/ปี) ตั้งแต่ พ.ศ. 2538 จนถึง พ.ศ.2558 เพื่อศึกษาหาแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตของข้าวในลุ่มน้ำยมและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร (รูปที่ 2)

ตารางที่ 1 ข้อมูลปีการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา

ปี พ.ศ.	เกิดปรากฏการณ์	ปี พ.ศ.	เกิดปรากฏการณ์
2538	ลานีญา(ปานกลาง)	2549	เอลนีโญ(อ่อน)
2539	-	2550	ลานีญา(รุนแรง)
2540	เอลนีโญ(รุนแรง)	2551	ลานีญา(อ่อน)
2541	ลานีญา(รุนแรง)	2552	เอลนีโญ(ปานกลาง)
2542	ลานีญา(รุนแรง)	2553	ลานีญา(รุนแรง)
2543	ลานีญา(อ่อน)	2554	ลานีญา(ปานกลาง)
2544	-	2555	-
2545	เอลนีโญ(ปานกลาง)	2556	-
2546	-	2557	เอลนีโญ(อ่อน)
2547	เอลนีโญ(อ่อน)	2558	เอลนีโญ(รุนแรง)
2548	ลานีญา(อ่อน)	*- หมายถึงไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าเป็นปรากฏการณ์รูปแบบใด	



รูปที่ 2 วิธีการศึกษา

#### 4.1 การศึกษาแนวโน้มของข้อมูลด้วยหลักการ Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS)

RAPS เป็นวิธีการวิเคราะห์แนวโน้มทางสถิติ โดยทำการเปรียบเทียบค่าของข้อมูลตั้งแต่สองค่าขึ้นไปที่มาจากข้อมูลคนละชุดว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร เนื่องจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลแต่ละชุดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมักจะไม่เท่ากัน การเปรียบเทียบที่ถูกต้องมากขึ้นจึงจำเป็นต้องแปลงค่าของข้อมูลให้เป็นค่ามาตรฐาน เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มในข้อมูลที่เป็นอนุกรมเวลา และหาจุดผันผวนของแนวโน้มในชุดข้อมูล

ในปี พ.ศ. 2560 Rangsiwanichpong และคณะ ได้ใช้หลักการของ Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสมุทรศาสตร์กับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี RAPS สามารถแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจน โดยสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ตามสมการที่ (1)

$$RAPS = \sum_{k=1}^i \frac{X_i - \bar{X}}{SD} \quad (1)$$

**RAPS** แทน ค่ามาตรฐานของข้อมูลตัวที่ **i**

**$X_i$**  แทน ค่าของข้อมูลตัวที่ **i**

**$\bar{X}$**  แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนั้น

**SD** แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดข้อมูลนั้น

## 5. ผลการศึกษา

### 5.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและปีการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา โดยใช้หลักการของ RAPS

จากการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำข้างเคียง มาทำการวิเคราะห์ปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Inverse Distance Weight (IDW) ในแต่ละปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2538 จนถึง พ.ศ.2558 ก็จะสามารถแสดงแผนที่การกระจายตัวของน้ำฝนเฉลี่ยของกลุ่มน้ำยมได้ดังรูปที่ 2 นอกจากนี้ในการวิเคราะห์หาแนวโน้มของข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละปีตั้งแต่ พ.ศ.2538 จนถึง พ.ศ.2558 ตามหลักการของ RAPS พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับข้อมูลปีการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาในช่วงเวลาดังกล่าว พบว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของกลุ่มน้ำยมนั้นมีการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา โดยเมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญส่งผลทำให้ปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มที่ลดลง และปริมาณน้ำฝน จะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อเกิดปรากฏการณ์ลานีญา ดังรูปที่ 4

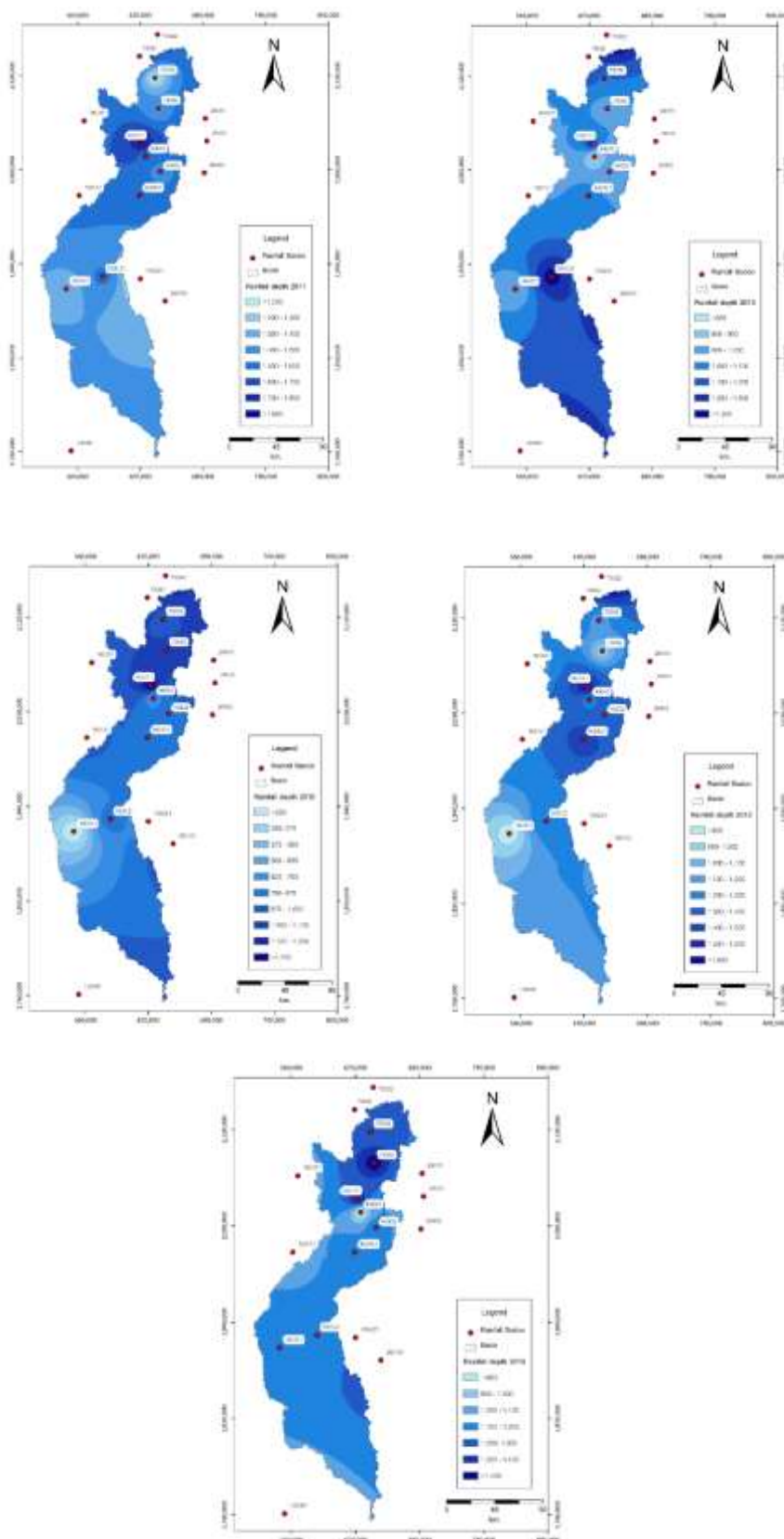
### 5.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาและผลผลิตของข้าวในกลุ่มน้ำยม

จากการรวบรวมข้อมูลผลผลิตของข้าวต่อไร่จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ.2552 จนถึง พ.ศ. 2558 แสดงดังตาราง 2 และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวในกลุ่มน้ำยมจากโปรแกรม ArcMap เพื่อประเมินหาผลผลิตข้าวในกลุ่มน้ำยมเฉลี่ยรายปีเชิงพื้นที่ (รูปที่ 3) โดยเมื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำฝน, ข้อมูลปีการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา รวมถึงข้อมูลผลผลิตข้าวในกลุ่มน้ำยมในช่วงเวลา พ.ศ.2552 จนถึง พ.ศ.2558 มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ พบว่าแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงของผลผลิตของข้าวมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนและการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา(รูปที่ 4) โดยเมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญจะส่งผลทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงร้อยละ 3 ถึง 6 จากค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวรายปีในกลุ่มน้ำยมในช่วงปี พ.ศ. 2552 - 2558 และเมื่อเกิดปรากฏการณ์ลานีญาจะส่งผลทำให้ผลผลิตเฉลี่ยรายปีของข้าวในกลุ่มน้ำยมเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 5 (ตารางที่ 3)

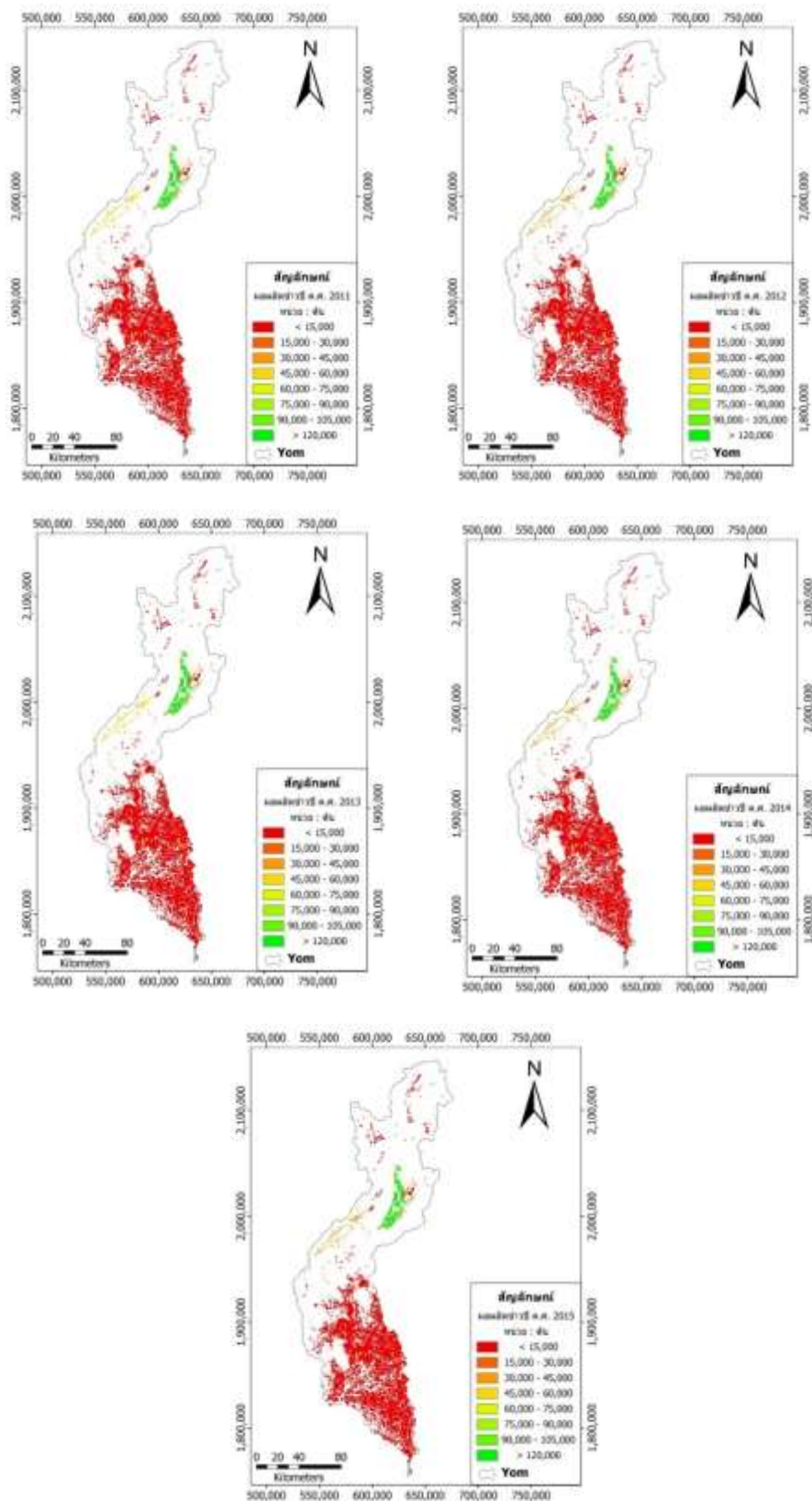
ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตของข้าวในกลุ่มน้ำยม

จังหวัด	พื้นที่เพาะปลูกข้าว ในลุ่มน้ำยม (ไร่)	ผลผลิต (กก/ไร่)									ผลผลิต (ตัน)								
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
น่าน	262.48	531	553	522	524	528	520	509	516	517	139	145	137	138	139	136	134	135	136
อุตรดิตถ์	53,428.39	617	588	651	631	636	617	566	600	600	32,965	31,416	34,782	33,713	33,980	32,965	30,240	32,057	32,057
ลำปาง	58,727.76	528	540	555	554	553	532	512	520	529	31,008	31,713	32,594	32,535	32,476	31,243	30,069	30,538	31,067
พิษณุโลก	754,530.57	565	567	607	617	619	582	572	596	589	426,310	427,819	458,000	465,545	467,054	439,137	431,591	449,700	444,419
สุโขทัย	1,388,763.11	500	518	596	585	585	570	535	561	557	694,382	719,379	827,703	812,426	812,426	791,595	742,988	779,096	773,541
ตาก	9,511.37	448	464	472	469	470	434	417	420	427	4,261	4,413	4,489	4,461	4,470	4,128	3,966	3,995	4,061
แพร่	380,479.24	598	582	629	616	620	554	544	557	561	227,527	221,439	239,321	234,375	235,897	210,785	206,981	211,927	213,449
พะเยา	50,115.28	523	537	558	581	580	547	479	467	512	26,210	26,912	27,964	29,117	29,067	27,413	24,005	23,404	25,659
นครสวรรค์	31,345.10	565	533	564	572	601	579	568	568	603	17,710	16,707	17,679	17,929	18,838	18,149	17,804	17,804	18,901
กำแพงเพชร	614,766.81	556	543	588	608	611	583	578	601	604	341,810	333,818	361,483	373,778	375,623	358,409	355,335	369,475	371,319
พิจิตร	847,003.08	549	535	609	616	620	591	588	602	603	465,005	453,147	515,825	521,754	525,142	500,579	498,038	509,896	510,743
										<b>รวม</b>	<b>2,267,327</b>	<b>2,266,908</b>	<b>2,519,977</b>	<b>2,525,772</b>	<b>2,535,114</b>	<b>2,414,540</b>	<b>2,341,152</b>	<b>2,428,028</b>	<b>2,425,352</b>





รูปที่ 2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของกลุ่มน้ำยมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2558



รูปที่ 3 ผลผลิตข้าวเฉลี่ยรายปีของลุ่มน้ำยมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 - 2558

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบข้อมูลผลผลิตข้าวและปริมาณน้ำฝนในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา

ปี	ผลผลิตข้าว(ล้านตัน)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปรากฏการณ์
2552	2.2673	805.58	El-Nino
2553	2.2660	1296.36	La-Nina
2554	2.2519	1462.18	La-Nina
2555	2.5257	1173.35	-
2556	2.5351	1114.85	-
2557	2.4145	1174.80	El-Nino
2558	2.3411	821.40	El-Nino
ค่าเฉลี่ย	2.37	1121.22	



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ต่อปริมาณฝนและผลผลิตข้าวเฉลี่ยรายปีของกลุ่มน้ำยม

## 6. สรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อนำข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนในปีการเกิดเอลนีโญและลานีญาในช่วงปี พ.ศ. 2538 จนถึง ปี ค.ศ. 2558 กับผลผลิตของข้าวในกลุ่มน้ำยม ในช่วงปี พ.ศ. 2538 จนถึง ปี พ.ศ. 2558 พบว่าปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในกลุ่มน้ำยม มีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา กล่าวคือเมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญจะส่งผลทำให้ปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในกลุ่มน้ำยมลดน้อยลง และเมื่อเกิดปรากฏการณ์ลานีญาจะส่งผลทำให้ปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในกลุ่มน้ำยมเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนและผลผลิตของข้าวในกลุ่มน้ำยมอย่างมีนัยสำคัญ โดยจากผลการศึกษานี้จะทำให้เราทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตข้าวที่จะเกิดขึ้นภายใต้การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา

ดังนั้นหากเราสามารถคาดการณ์ถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ก็จะทำให้หน่วยงานหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำสามารถประเมินแผนการจัดการทรัพยากรน้ำล่วงหน้าเพื่อรับมือและบรรเทาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับผลผลิตทางการเกษตรในกลุ่มน้ำยมในอนาคตได้ดียิ่งขึ้น

## 7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณกรมชลประทานและสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลปริมาณฝนและข้อมูลผลผลิตข้าวในกลุ่มน้ำยม เพื่อใช้ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

## 8. เอกสารอ้างอิง

Suwanwerakamtor, R., Thupkratoke, P. and Pimdee, P. (2012). Analyzing relationship between the interannual rainfall variability and the ocean indices as related to flooding in Northeast Thailand, In Proceeding of the 4<sup>th</sup> KKU International Engineering Conference 2012 (KKU-IENC 2012), Khon Kaen University, Khon Kaen, 530-535.

Rangsiwanichpong, P., Kazama, S. and Ekkawatpanit, C. (2017). Analysing the relationship between ocean indices and rainfall in the Chao Phraya River Basin. International Journal of Climatology, 37(Suppl.1), 230-238.

อดิศักดิ์ พาศิริยุทธ, สิทธิรัตน์ เพิ่มहरษา, ธนพล พิมพ์อุบล และ เปรม รังสิวนิชพงษ์. (2562). การศึกษาผลกระทบของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาที่มีต่อปริมาณน้ำฝนในกลุ่มน้ำยม. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 16 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 321-327

มันทนา พฤษะวัน และ สุดาพร นิมนา. (2542). ผลกระทบของลานีญาที่มีต่อฝนและอุณหภูมิของประเทศไทย. ฝ่ายวิชาการภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพมหานคร

เปรม รังสิวนิชพงษ์, อภิชัย เอื้อคณารักษ์ และ ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์. (2556). อิทธิพลของตัวแปรทางสมุทรศาสตร์ที่มีต่อปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. ประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 10 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 1-8.

เกริก ปั่นเหน่งเพ็ชร. (2542). ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิต ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,ขอนแก่น

เกรียงไกร ตรีฤทธิวิทยา, อลงกต ไชยอุปละ และกิตติรัตน์ รุ่งรัตนอุบล. (2558). ผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญา ต่อผลผลิตทางการเกษตรของกลุ่มน้ำจันทบุรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, จันทบุรี.

## การจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองด้วยแบบจำลองพลศาสตร์การไหลแบบ 2 มิติ

### A Simulation of Stream Flow in Mae Klong River using 2-Dimensional Hydrodynamic Model

ณัฐชนน บุญไชย<sup>1</sup> จิระวัฒน์ กณะสุต<sup>2</sup> วรณดี ไทยสยาม<sup>3</sup>

Natchanon Boonchai<sup>1</sup> Jirawat Kanasut<sup>2</sup> Wandee Thaisiam<sup>3</sup>

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร

E-mail: natchanon.boon@ku.th<sup>1</sup> fengjwg@ku.ac.th<sup>2</sup> fengwdt@ku.ac.th<sup>3</sup>

#### บทคัดย่อ

แม่น้ำแม่กลองเป็นแม่น้ำสายสำคัญสายหนึ่งของประเทศไทย โดยแม่น้ำแม่กลองในช่วงท้ายเขื่อนแม่กลองลงไปมีลักษณะคดเคี้ยวและมีเกาะกลางแม่น้ำจำนวนมาก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองในสภาพปัจจุบันและหลังการขุดลอกแม่น้ำแบบ 2 มิติ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 21 Hydrodynamic แบบ Flexible Mesh ที่พัฒนาโดยสถาบันชลศาสตร์ประเทศเดนมาร์ก (DHI) จำลองสภาพการไหลของแม่น้ำตั้งแต่สถานีวัดน้ำท่า K.11A อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งอยู่บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลองไปจนถึงสถานีวัดน้ำท่า K.56 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ด้วยข้อมูลความลึกท้องน้ำ ระดับน้ำ และปริมาณการไหลในพื้นที่ศึกษา และทำการเปรียบเทียบแบบจำลองที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A ผลการศึกษาแสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพการไหลหลังจากขุดลอกแม่น้ำ โดยระดับน้ำสูงสุดบริเวณพื้นที่ขุดลอกแม่น้ำลดลงและความเร็วของกระแสน้ำมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งส่งผลต่อการระบายน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในช่วงฤดูน้ำหลาก

**คำสำคัญ:** แม่น้ำแม่กลอง, อุทกพลศาสตร์, แบบจำลอง MIKE 21, การขุดลอก

#### Abstract

The Mae Klong River is an important river of Thailand. Due to, the Downstream of Mae Klong Dam is winding and has many islands in the middle of the river. Thus, this study aims to delineate the stream flow in downstream of Mae Klong River in the present and post dredging condition by using MIKE 21 which is a 2-dimensional hydrodynamics model and was obtained from Denmark Hydraulic Institute (DHI). In the streamflow procedure, MIKE 21 was applied to simulate the streamflow from K.11A (runoff station) downstream of Mae Klong Dam to K.56 (runoff station). The Bathymetry, water level and discharge were collected and used as input of MIKE 21 model. The model was calibrated at K.55A (runoff station). The results show the change in flow conditions after dredging the Mae Klong River. The water level in the dredging water level decrease while the current speed has changed. Which affects drainage efficiently during the flood season

**Key words:** Mae Klong River, MIKE 21 Model, Hydrodynamic, Dredging

## บทนำ

แม่น้ำแม่กลองเป็นแม่น้ำสายสำคัญและเป็นแม่น้ำสายหลักสายหนึ่งของประเทศไทย โดยแม่น้ำแม่กลองเกิดจากการรวมกันของแม่น้ำแควใหญ่และแม่น้ำแควน้อย ซึ่งมีเขื่อนขนาดใหญ่ 2 เขื่อนตั้งอยู่เหนือแม่น้ำ 2 แม่น้ำนี้ ได้แก่ เขื่อนวชิราลงกรณ์ และเขื่อนศรีนครินทร์ แม่น้ำแควใหญ่และแม่น้ำแควน้อยมาบรรจบกันบริเวณเหนือเขื่อนแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี แม่น้ำแม่กลองอยู่ในลุ่มน้ำแม่กลองตั้งอยู่ทางภาคตะวันตกของประเทศไทย มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 30,000 ตารางกิโลเมตร โดยลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำแม่กลองตอนบนเป็นที่สูง เทือกเขา และป่าสงวน ส่วนลุ่มน้ำแม่กลองตอนล่างบริเวณที่ราบแม่กลอง มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่มติดทะเล

ในอดีตและปัจจุบันมีนักวิจัยทำการศึกษาสภาพการไหลในแม่น้ำทั้งแบบ 1 มิติและ 2 มิติ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยในการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำและวิเคราะห์สภาพปัญหาทางอุทกวิทยา อาทิเช่น (กรกนก อติหฤทัยสุข, 2560) ได้ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์แบบ 1 มิติ MIKE 11 ในการจำลองสภาพอุทกพลศาสตร์ และวิเคราะห์การรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำท่าจีน ส่วน (วิษุวัตม์ แต่สมบัติ, 2561) ได้จำลองสภาพทางอุทกพลศาสตร์และการเคลื่อนตัวของตะกอนดิน ในแม่น้ำลำภาชีโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 21 HD/ST นอกจากนี้ (สุนทร เฉินประยูร, 2560) ได้ศึกษาสภาพทางอุทกพลศาสตร์และการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณปากร่องน้ำกรูด เพื่อวิเคราะห์หาอัตราการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำ โดยใช้แบบจำลอง MIKE 21 ช่วยในการวิเคราะห์

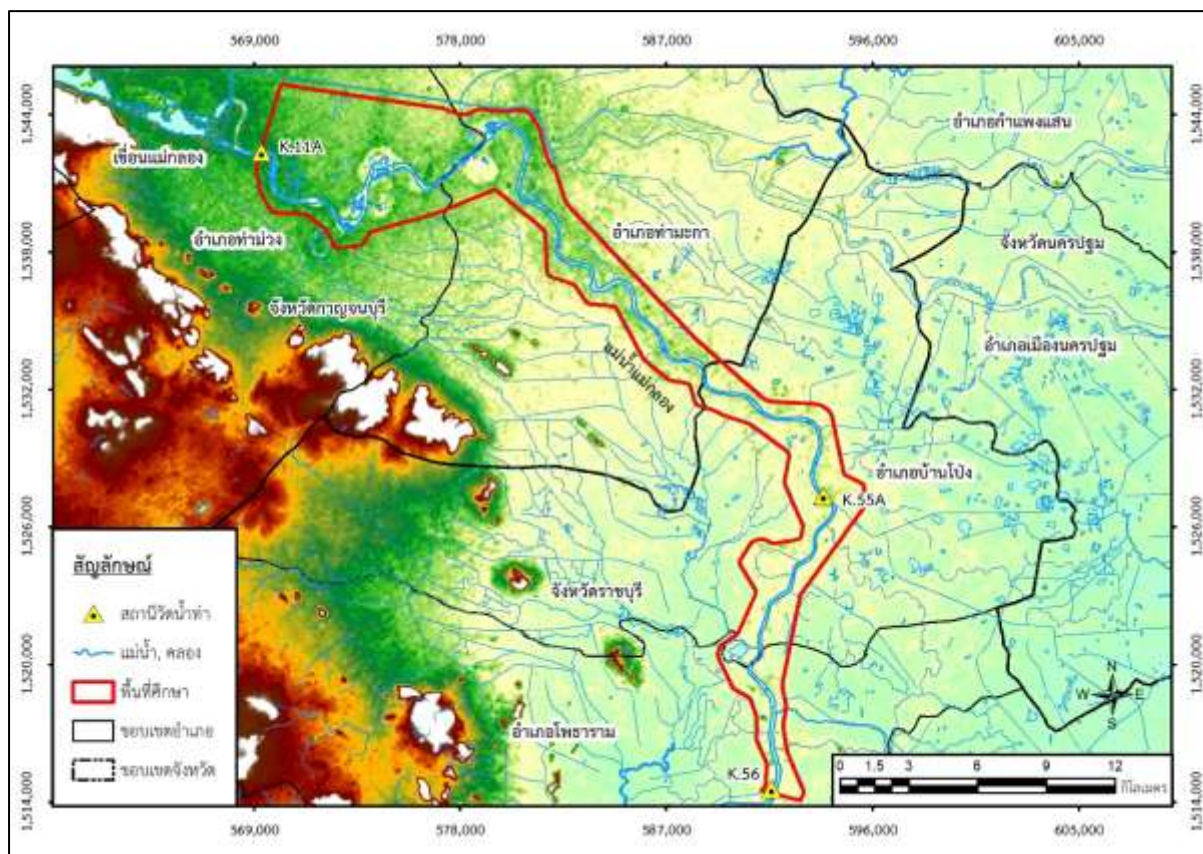
จากเหตุการณ์มหาอุทกภัยปี พ.ศ.2554 มีพื้นที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยเป็นวงกว้าง รวมไปถึงบริเวณพื้นที่แม่น้ำแม่กลอง หลายแห่งเกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรง ทำให้เกิดความเสียหายทั้งด้านทรัพย์สินและชีวิต ด้านเศรษฐกิจ และเกิดความเสียหายในอีกหลายภาคส่วน และในปี พ.ศ.2556 เกิดฝนตกหนักต่อเนื่อง น้ำป่าไหลหลาก เกิดความเสียหายในหลายพื้นที่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษาหาแนวทางในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย โดยการขุดลอกแม่น้ำเป็นหนึ่งในทางเลือก ที่ไม่ได้ใช้โครงสร้าง ช่วยให้อ่างน้ำที่มีความไม่เสมอกัน หรือขุดลอกบริเวณที่เกิดความตื้นเขิน ซึ่งจะส่งผลให้กระแสน้ำไหลได้ดีขึ้น เกิดการระบายน้ำที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองด้วยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ บริเวณที่ราบแม่กลอง ตั้งแต่สถานีวัดน้ำท่า K.11A อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งอยู่บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลอง ไปจนถึงสถานีวัดน้ำท่า K.56 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และศึกษาสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองหลังจากมีการขุดลอกตามแผนงานของกรมเจ้าท่าเพื่อช่วยในการระบายน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

## พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลอง อยู่ในราบลุ่มแม่กลอง ซึ่งเป็นลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำแม่กลอง ตั้งแต่สถานีวัดน้ำท่า K.11A อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ไปจนถึงสถานีวัดน้ำท่า K.56 อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี รวมระยะทางประมาณ 56 กิโลเมตร โดยแม่น้ำแม่กลองในพื้นที่ศึกษามีคลองชลประทานคู่ขนานทั้ง 2 ฝั่ง ทำให้พื้นที่รับน้ำฝนมีพื้นที่ประมาณ 128 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมจังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดราชบุรี ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

## ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษานี้เลือกใช้แบบจำลองพลศาสตร์การไหลแบบ 2 มิติ MIKE21 Hydrodynamic (HD) แบบ Flexible Mesh ที่พัฒนาโดยสถาบันชลศาสตร์ของประเทศเดนมาร์ก (DHI) สามารถจำลองลักษณะการไหลของกระแสน้ำ และเป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณระดับน้ำ และปริมาณน้ำ โดยคำนวณจากสมการการเปลี่ยนแปลงของมวลและโมเมนตัมในรูปของระดับน้ำและปริมาณการไหลในทิศทาง 2 มิติ (Two Dimensional Hydrodynamic Model) ด้วยสมการของ Navie-Stokes Equation โดยมีสมมติฐาน

กล่าวคือการไหลไม่มีการยุบอัดตัว (Incompressible Fluid) การแปรผันในแนวตั้งมีน้อย และไม่มีการแบ่งชั้นของน้ำ สมการที่ใช้แก้ปัญหา คือ สมการความต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม ทั้งแกน  $x$  และ  $y$  โดยใช้วิธี Implicit Finite Difference Scheme แสดงได้ดังสมการที่ (1) (2) และ (3) ตามลำดับ (DHI, 2016)

สมการความต่อเนื่อง

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \quad (1)$$

สมการโมเมนตัม ทิศทาง  $x$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2 h^2} \\ & - \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial(h\tau_{xx})}{\partial x} + \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial y} \right] - \Omega_q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial(p_a)}{\partial x} = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

สมการโมเมนตัม ทิศทาง  $y$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2 h^2} \\ & - \frac{1}{\rho_w} \left[ \frac{\partial(h\tau_{yy})}{\partial y} + \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial x} \right] - \Omega_q - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial(p_a)}{\partial xy} = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

โดยที่

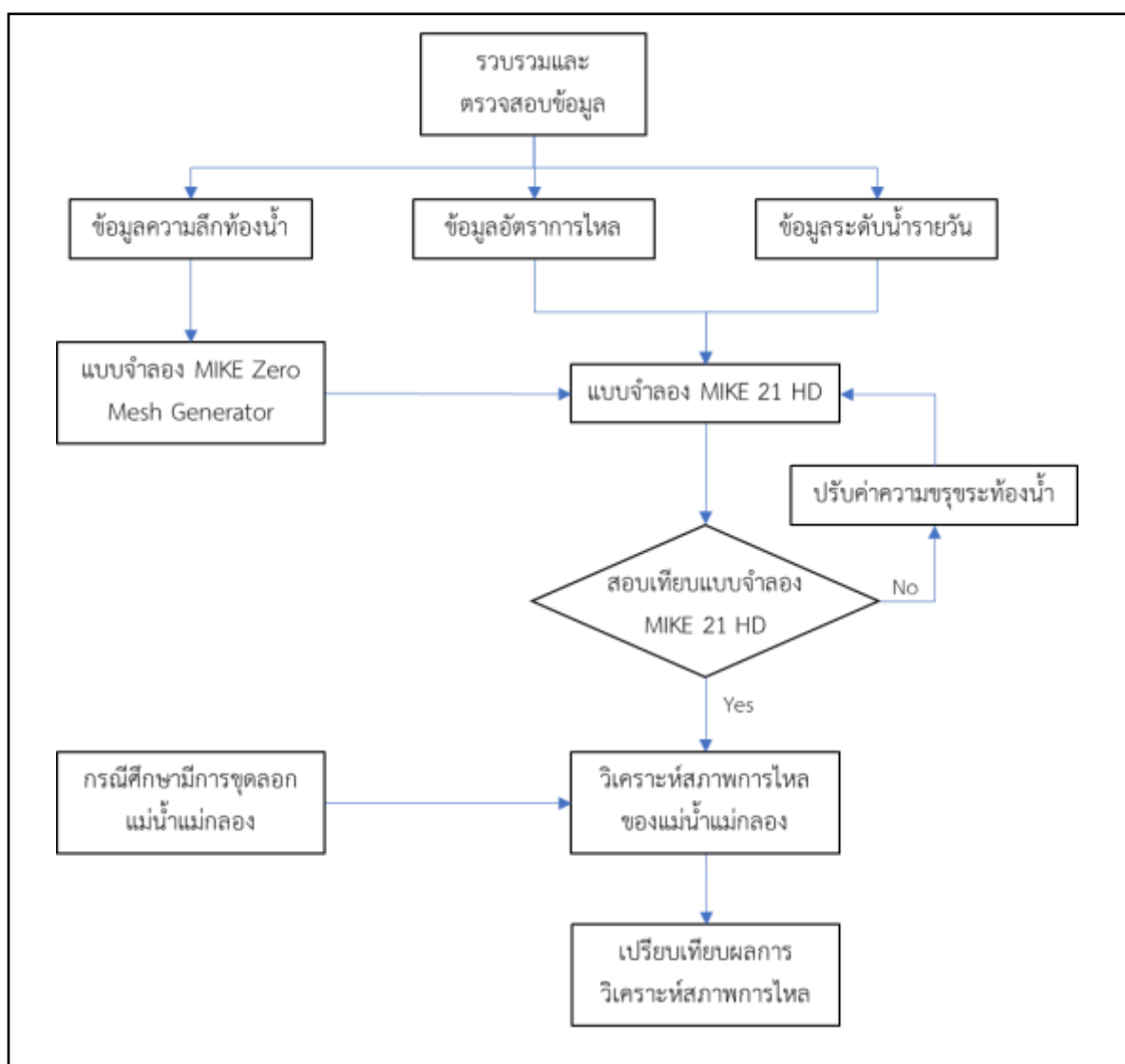
$h(x, y, t)$	คือ ความลึกน้ำ (ม.)
$d(x, y, t)$	คือ ความลึกน้ำที่แปรผันตามเวลา (ม.)
$\zeta(x, y, t)$	คือ ระดับผิวน้ำเหนือระดับอ้างอิง (ม.)
$p(x, y, t)$	คือ ความหนาแน่นของการไหลในทิศทางแกน $x$ (ลบ.ม./วินาที/ม.)
$q(x, y, t)$	คือ ความหนาแน่นของการไหลในทิศทางแกน $y$ (ลบ.ม./วินาที/ม.)
$C(x, y, t)$	คือ ความต้านทานของ Chezy (ม. <sup>1/2</sup> /วินาที)
$g$	คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (ม./วินาที <sup>2</sup> )
$f(V)$	คือ ความฝืดเนื่องจากลม
$V, V_x, V_y(x, y, t)$	คือ ความเร็วลมและความเร็วทิศทางแกน $x, y$ (เมตร/วินาที)
$\Omega(x, y, t)$	คือ สัมประสิทธิ์คอริออลิส (วินาที <sup>-1</sup> )
$p_a(x, y, t)$	คือ ความดันอากาศ (กิโลกรัม/ม./วินาที <sup>2</sup> )



$\rho\omega$	คือ ความหนาแน่นของน้ำ (กก./ลบ.ม.)
$x, y$	คือ ระยะพิกัด (ม.)
$t$	คือ เวลา (วินาที)
$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$	คือ แรงเฉือนประสิทธิผลในทิศทางแกน $x$ และ $y$ (นิวตัน/ตร.ม.)

## วิธีการศึกษา

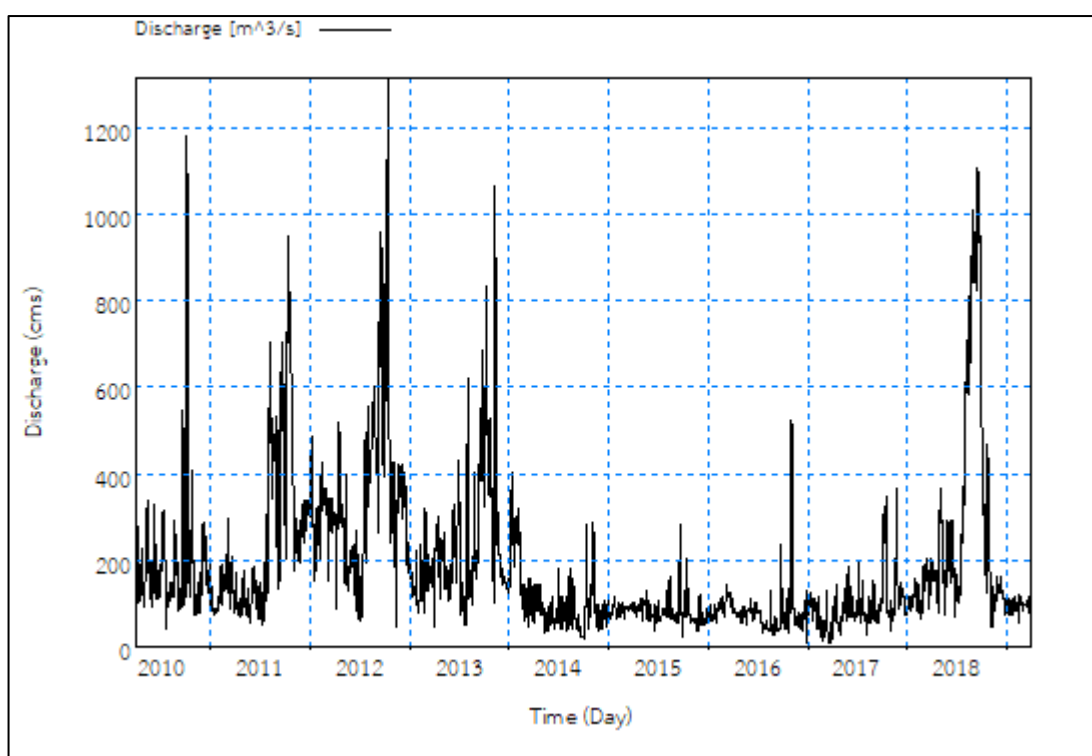
วิธีการศึกษา มีรายละเอียดแสดงดังในรูปที่ 2



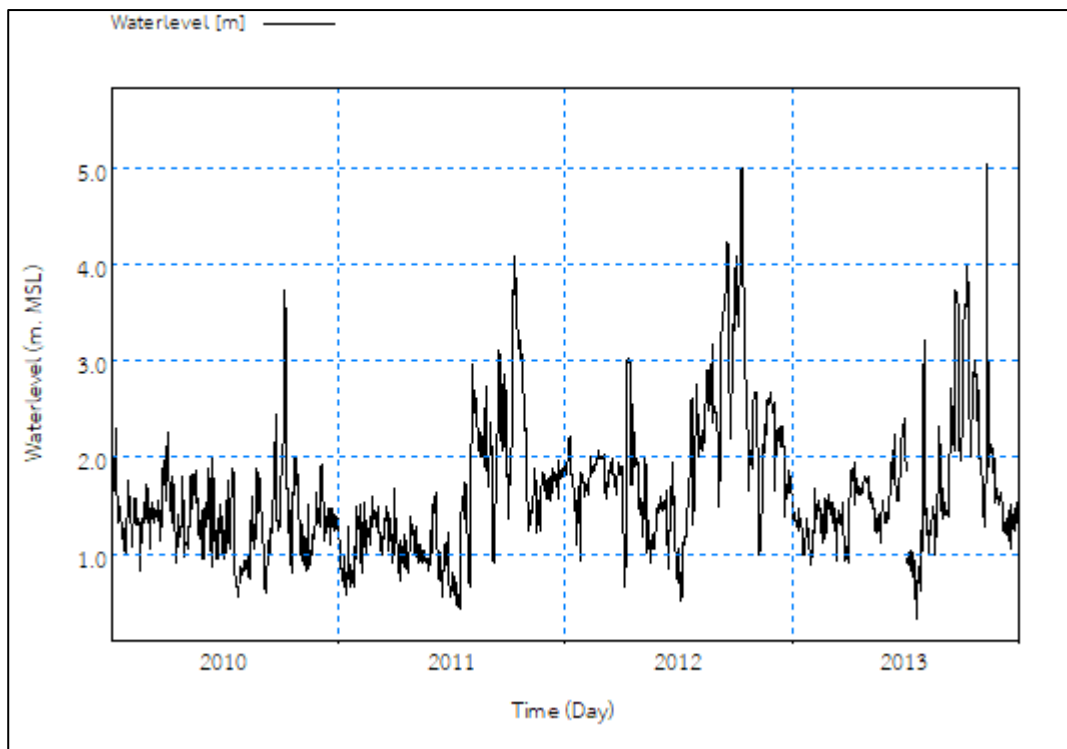
รูปที่ 2 แผนผังรายละเอียดวิธีการศึกษา

### 1) การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

- ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ข้อมูลขอบเขตของแม่น้ำแม่กลอง และข้อมูลความลึกที่ท้องน้ำของแม่น้ำแม่กลอง ใช้ข้อมูลการสำรวจความลึกที่ท้องน้ำของกรมเจ้าท่า โดยเริ่มตั้งแต่สถานีวัดน้ำท่า K.11A ซึ่งอยู่บริเวณท้ายเขื่อนแม่กลองไปจนถึงสถานีวัดน้ำท่า K.56
- ข้อมูลน้ำท่ารายวันของสถานีวัดน้ำท่า K.11A เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตด้านเหนือน้ำของแม่น้ำแม่กลอง และข้อมูลน้ำท่ารายวันของสถานีวัดน้ำท่า K.55A เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับสอบเทียบแบบจำลอง ดังแสดงในรูปที่ 3
- เนื่องจากบริเวณด้านท้ายน้ำมีผลกระทบจากระดับน้ำทะเล จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลระดับน้ำรายวันของสถานีวัดน้ำท่า K.56 นเป็นเงื่อนไขขอบเขตด้านท้ายน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 3 ข้อมูลอัตราการไหลของสถานีวัดน้ำท่า K.11A



รูปที่ 4 ข้อมูลระดับน้ำรายวันของสถานีวัดน้ำท่า K.56

## 2) การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

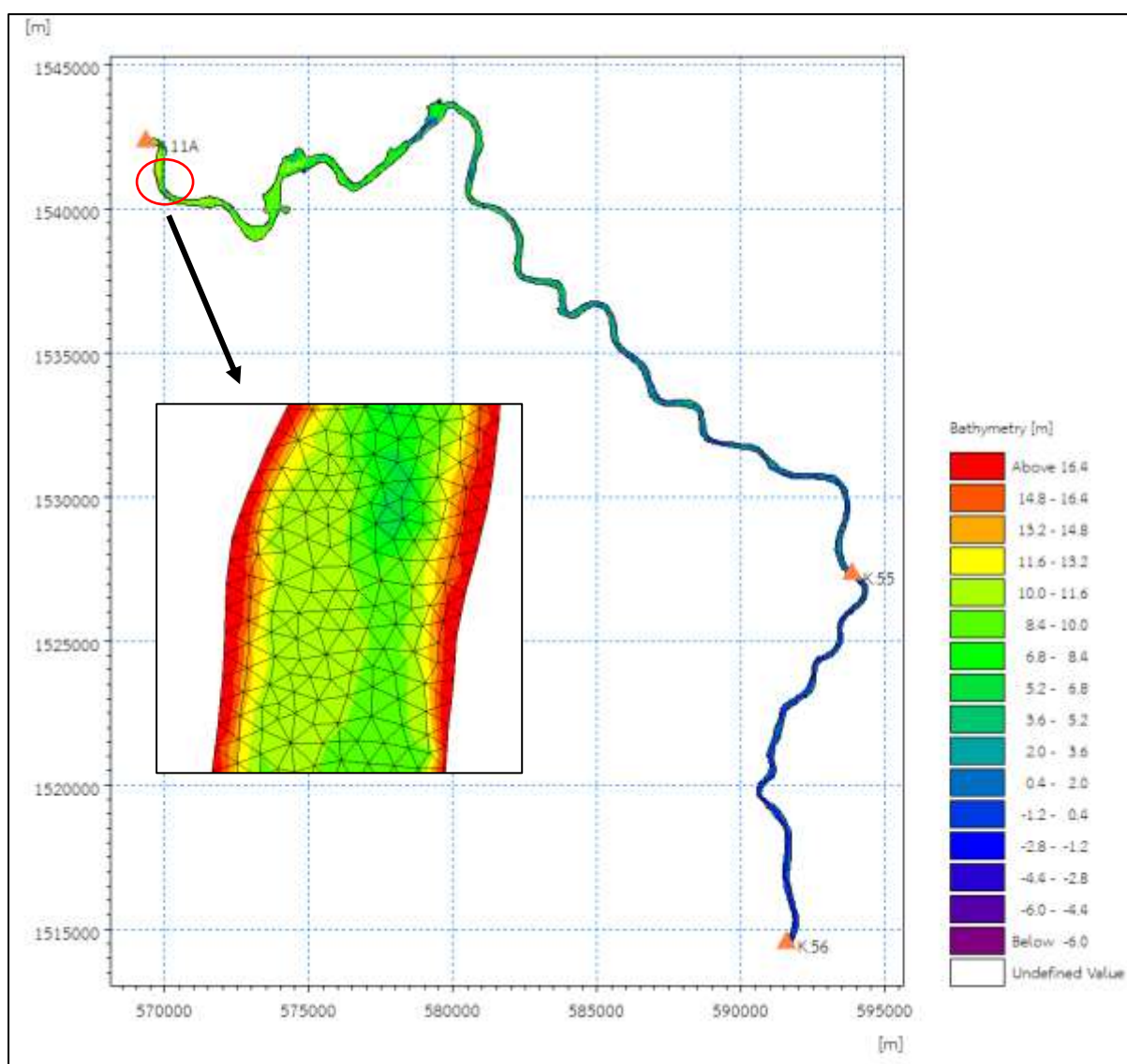
- การสร้างความลึกท้องน้ำของแม่น้ำแม่กลอง ใช้แบบจำลองย่อย MIKE Zero Mesh Generator ในการสร้างตาข่ายสามเหลี่ยม (Mesh) เพื่อใช้เป็นข้อมูลขอบเขตพื้นที่ศึกษาในการจำลองสภาพการไหลของแบบจำลอง MIKE21 HD โดยการนำเข้าข้อมูลขอบเขตเส้นลำน้ำ และข้อมูลความลึกท้องน้ำ จากนั้นกำหนดขอบเขตเงื่อนไขด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 5

- การสร้างแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ใช้แบบจำลอง MIKE21 Flexible Mesh (FM) นำเข้าข้อมูลความลึกท้องน้ำ กำหนดเงื่อนไขของแบบจำลองโดยเงื่อนไขขอบเขตด้านเหนือน้ำใช้ข้อมูลน้ำท่ารายวันจากสถานี K.11A เงื่อนไขขอบเขตด้านท้ายน้ำใช้ข้อมูลระดับน้ำรายวันจากสถานี K.56 โดยพารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง คือค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องน้ำ Manning' M (เป็นค่าส่วนกลับของค่า Manning' n)

- การสอบเทียบแบบจำลอง ทำการสอบเทียบค่าอัตราการไหลและค่าระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A ช่วงเวลาที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองคือตั้งแต่เดือน เมษายน พ.ศ.2561 จนถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2562 โดยใช้ค่าดัชนีทางสถิติที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองคือค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (Coefficient of determination,  $R^2$ ) ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่าEfficiency Index (EI)

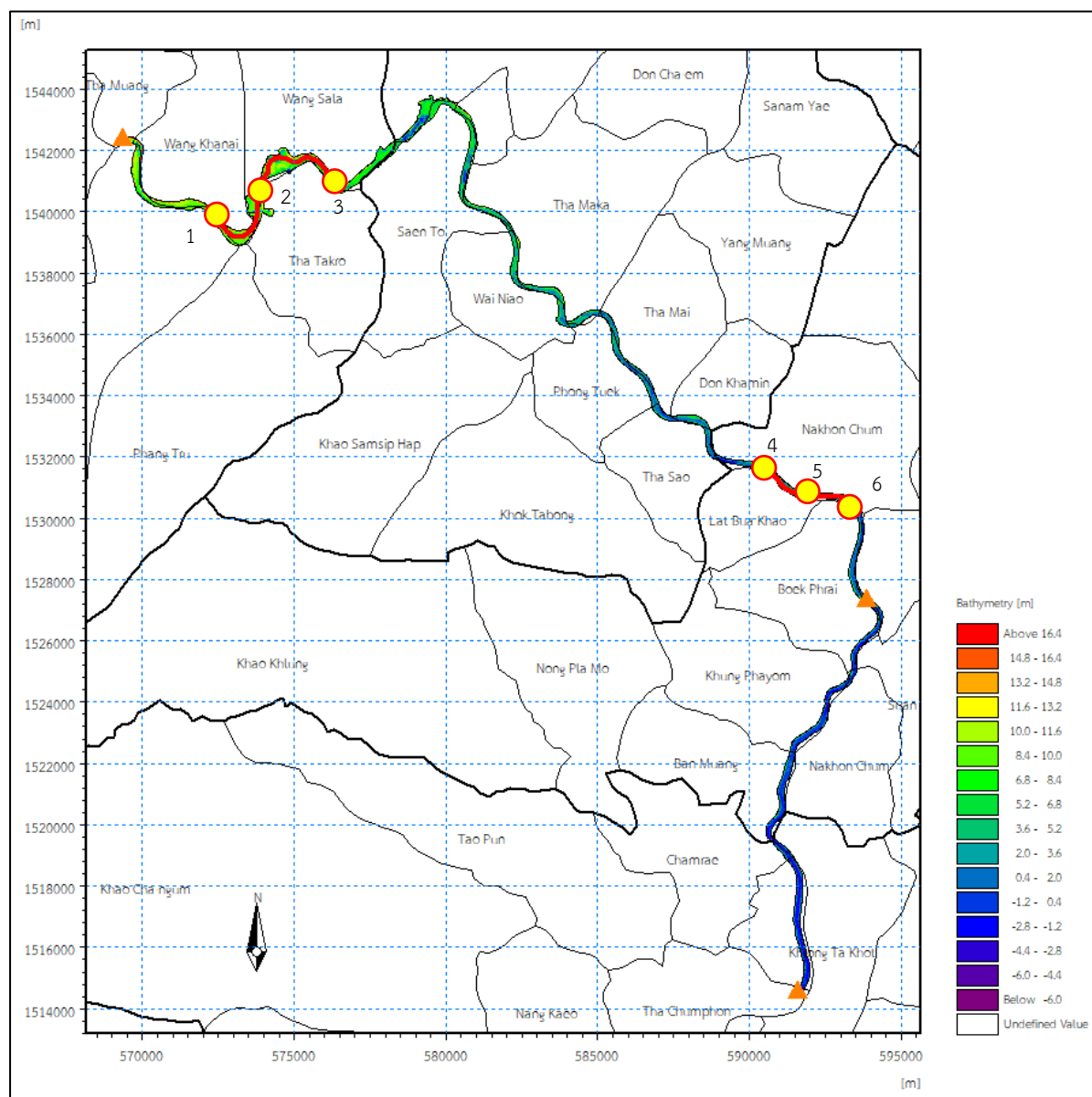
- กรณีศึกษาของการศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE21 HD ในช่วงเหตุการณ์มหาอุทกภัยปี พ.ศ. 2554 โดยจะทำการจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำแม่กลองตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ.2554 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ.2555 โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ สภาพปัจจุบัน (ไม่มีการขุดลอก) และกรณีหลังจากทำการขุดลอกช่วงตำบลท่าตะคร้อ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี และตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ตามแผนงานของกรมเจ้าท่า (กรมเจ้าท่า, 2562) ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ระดับน้ำ และความเร็วของกระแสน้ำ ในสภาพปัจจุบันและหลังจากขุดลอก ณ ตำแหน่งต่างๆในช่วงของการขุดลอกแสดงในรูปที่ 6 และตารางที่ 1



รูปที่ 5 การสร้างตาข่ายสามเหลี่ยมและความลึกท้องน้ำ

ตารางที่ 1 ข้อมูลตำแหน่งสำหรับการวิเคราะห์ระดับน้ำ และความเร็วของกระแสน้ำ

ตำแหน่ง	ชื่อตำแหน่ง	X	Y
1	จุดสิ้นสุดพื้นที่ขุดลอกตำบลท่าตะคร้อ	572075	1540152
2	บริเวณพื้นที่ขุดลอกตำบลท่าตะคร้อ	573921	1540912
3	จุดเริ่มต้นพื้นที่ขุดลอกตำบลท่าตะคร้อ	576287	1540996
4	จุดสิ้นสุดพื้นที่ขุดลอกตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว	590325	1531729
5	บริเวณพื้นที่ขุดลอกตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว	592114	1530720
6	จุดเริ่มต้นพื้นที่ขุดลอกตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว	593568	1530223



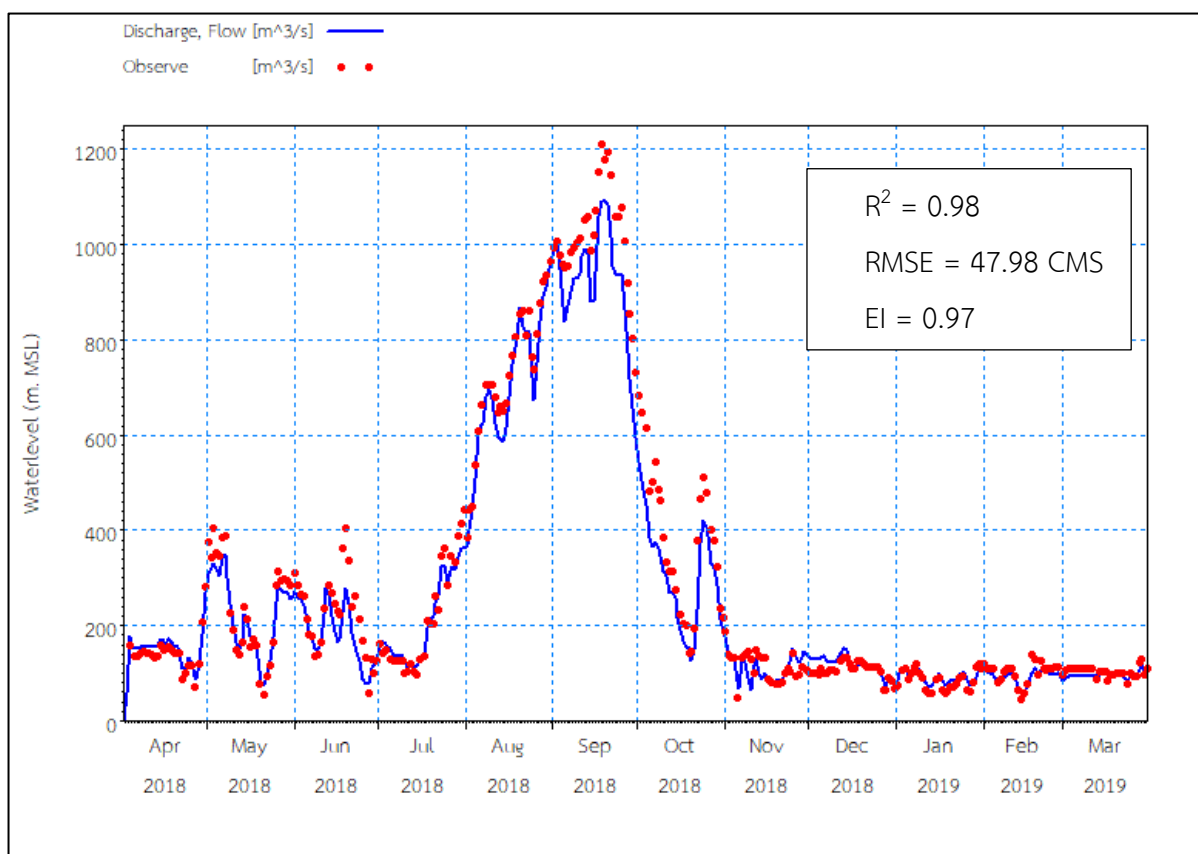
รูปที่ 6 ตำแหน่งการขุดลอกแม่น้ำแม่กลอง

## ผลการศึกษา

### 1) ผลการสอบเทียบแบบจำลอง

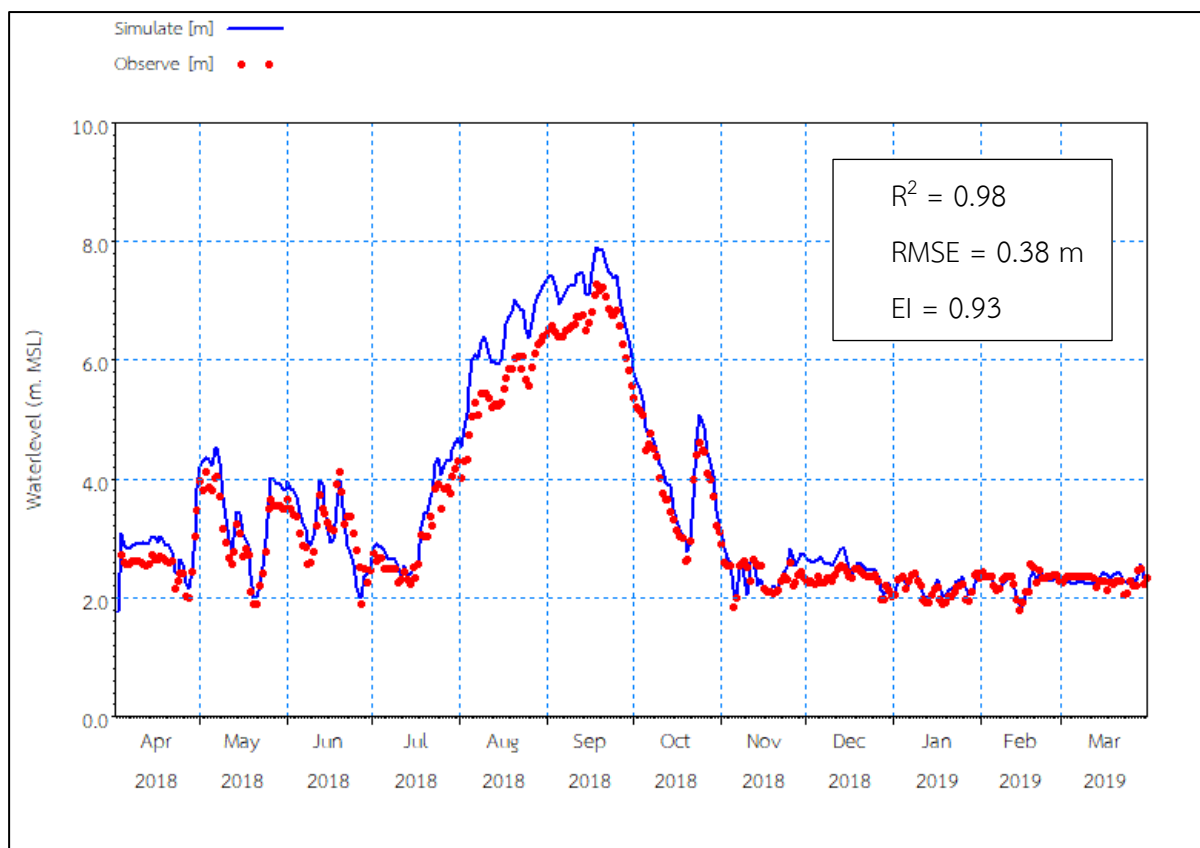
การสอบเทียบแบบจำลอง ใช้ค่าดัชนีทางสถิติที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองคือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง (Coefficient of determination,  $R^2$ ) ค่า Root Mean Square Error (RMSE) และค่า Efficiency Index (EI) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องน้ำ (Manning' M) เท่ากับ 28.75 ตลอดทั้งลำน้ำ

ในการสอบเทียบอัตราการไหลที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2561 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2562 ได้ค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.98 ค่า RMSE เท่ากับ 47.98 ลบ.ม.ต่อวินาที และค่า EI เท่ากับ 0.97 ดังแสดงผลการสอบเทียบอัตราการไหลในรูปที่ 7



รูปที่ 7 การสอบเทียบอัตราการไหลที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A

สำหรับการสอบเทียบระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2561 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2562 ได้ค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.98 ค่า RMSE เท่ากับ 0.38 เมตร และค่า EI เท่ากับ 0.93 ดังแสดงผลการสอบเทียบระดับน้ำในรูปที่ 8

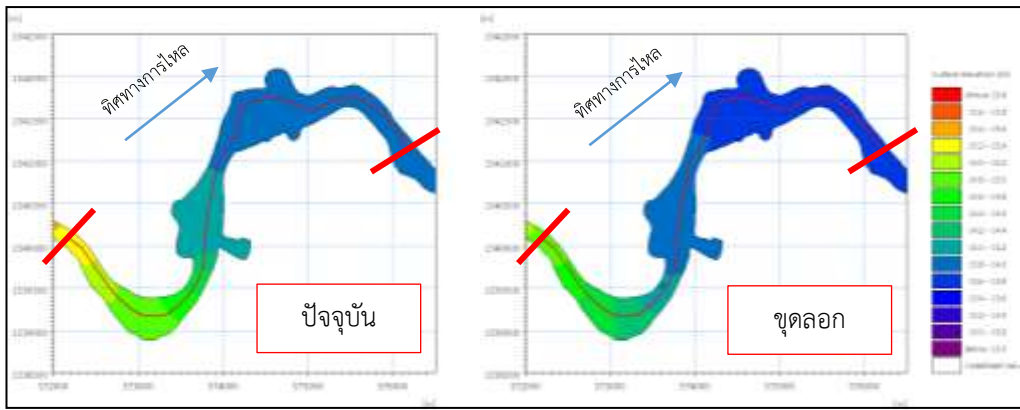


รูปที่ 8 การสอบเทียบระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A

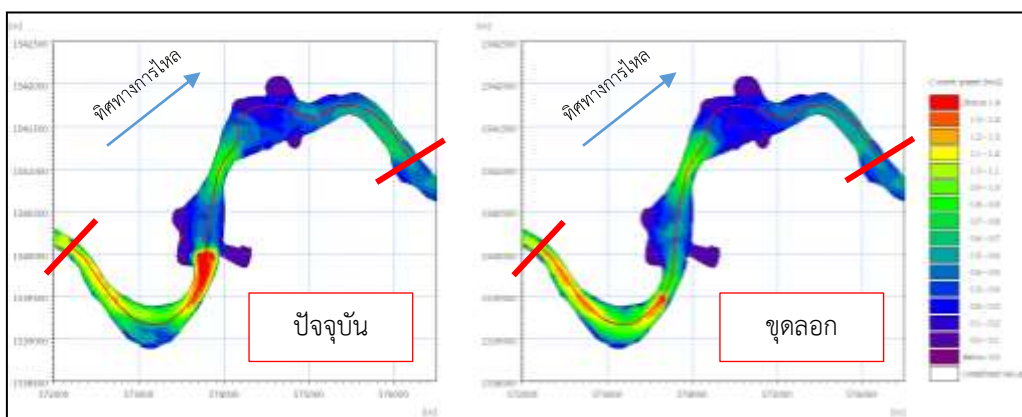
ผลการสอบเทียบอัตราการไหลและระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า K.55A ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง มากกว่า 0.80 และค่า Efficiency Index มากกว่า 0.70 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการสอบเทียบสำหรับแบบจำลอง MIKE 21 คือค่าความขรุขระท้องน้ำ รวมไปถึงค่าความลึกท้องน้ำที่ได้จากการสร้างตาดำสามเหลี่ยม

## 2) ผลการประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (MIKE21 HD)

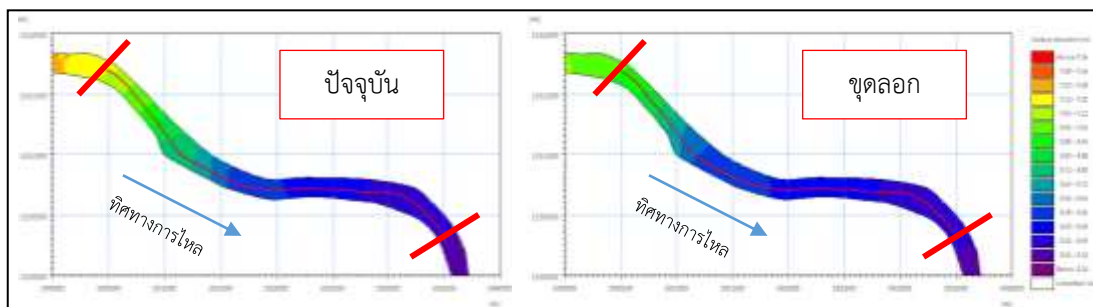
จากการจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำแม่กลองด้วยแบบจำลอง MIKE 21 HD ค่าระดับน้ำและความเร็วของกระแสน้ำสูงสุดในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ.2554 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2555 กรณีสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการขุดลอกแม่น้ำท่าบลท่าตะคร้อ แสดงในรูปที่ 9 และรูปที่ 10 และตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาวแสดงในรูปที่ 11 และรูปที่ 12 การเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำสูงสุด และค่าความเร็วของกระแสน้ำสูงสุด ณ ตำแหน่งพิจารณาแสดงในตารางที่ 2



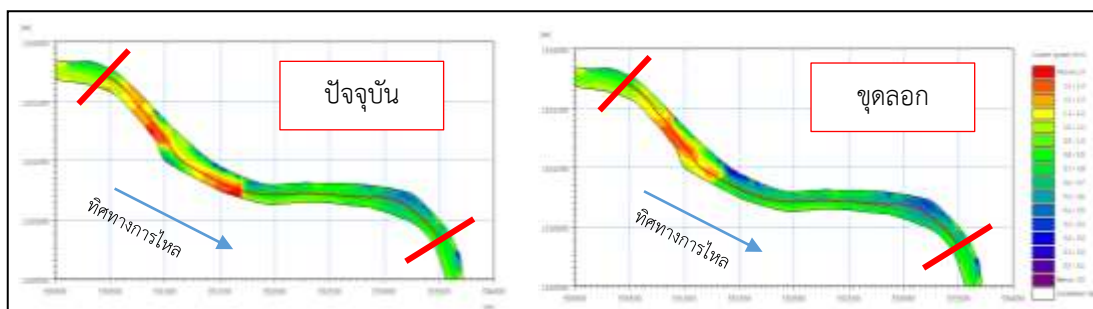
รูปที่ 9 ค่าระดับน้ำในสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการขุดลอกช่วงตำบลท่าตะคร้อ



รูปที่ 10 ค่าความเร็วกระแสน้ำในสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการขุดลอกช่วงตำบลท่าตะคร้อ



รูปที่ 11 ค่าระดับน้ำในสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการขุดลอกช่วงตำบลเป็กไพร-ลาดบัวขาว



รูปที่ 12 ค่าความเร็วกระแสน้ำในสภาพปัจจุบันและหลังจากมีการขุดลอกช่วงตำบลเป็กไพร-ลาดบัวขาว



ตารางที่ 2 ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพการไหลสูงสุดหลังจากขุดลอกลำน้ำ ณ ตำแหน่งพิจารณา

ตำแหน่ง	ชื่อตำแหน่ง	ระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง (ม.)	ความเร็วที่เปลี่ยนแปลง (ม./วินาที)
1	จุดสิ้นสุดพื้นที่ขุดลอกท่าตะคร้อ	-0.36	0.07
2	บริเวณพื้นที่ขุดลอกท่าตะคร้อ	-0.13	0.10
3	จุดเริ่มต้นพื้นที่ขุดลอกท่าตะคร้อ	-0.10	0.01
4	จุดสิ้นสุดพื้นที่ขุดลอกเบิกไพร-ลาดบัวขาว	-0.18	-0.07
5	บริเวณพื้นที่ขุดลอกเบิกไพร-ลาดบัวขาว	-0.04	-0.06
6	จุดเริ่มต้นพื้นที่ขุดลอกเบิกไพร-ลาดบัวขาว	0.00	-0.02

ผลการศึกษาพบว่าระดับน้ำสูงสุดหลังจากมีการขุดลอกแม่น้ำมีค่าลดลง ทั้งในช่วงตำบลท่าตะคร้อและตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว โดยระดับน้ำสูงสุดเกิดขึ้นในวันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ.2554 ซึ่งตรงกับวันที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าระดับน้ำคือค่าอัตราการไหล ค่าความขรุขระท้องน้ำ และความลึกท้องน้ำในแต่ละช่วงหน้าตัดการไหล

สำหรับค่าความเร็วของกระแสใน ช่วงตำบลท่าตะคร้อ ภาพรวมสูงขึ้นเล็กน้อย และการไหลของน้ำมีการกระจายตัวทั้งลำน้ำ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีผิวท้องน้ำลักษณะเป็นเนินไต้ น้ำ เมื่อทำการขุดลอกแล้ว ส่งผลให้กระแสไหลได้ดียิ่งขึ้น ส่วนในช่วงตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาวพบว่า เนื่องจากความลึกของท้องคลองเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความลึกน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ค่าความเร็วของกระแส ณ จุดพิจารณาจึงมีค่าลดลงเล็กน้อย ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าความเร็วของกระแสคือค่าระดับน้ำ และความลึกของน้ำ เมื่อความลึกท้องน้ำเปลี่ยนแปลงจะส่งผลให้ความเร็วของกระแสเปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยที่ระดับน้ำเดียวกัน หากความลึกท้องน้ำมีค่ามากจะทำให้ค่าความลึกของน้ำมีค่าลดลง ส่งผลให้ความเร็วของกระแสมีค่าเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากเป็นแบบจำลองสภาพการไหลแบบ 2 มิติ ค่าความลึกท้องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในทุกๆ Mesh ทำให้ค่าความลึกน้ำในแต่ละ Mesh มีค่าแตกต่างกัน ส่งผลต่อการไหลของน้ำจาก Mesh หนึ่งไปสู่อีก Mesh หนึ่ง และส่งผลให้ความเร็วของกระแสในแต่ละ Mesh มีค่าแตกต่างกัน หากแต่ความลึกท้องน้ำในบริเวณเดียวกันจะมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ทำให้ความเร็วของกระแสในบริเวณเดียวกันมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก นอกจากลักษณะท้องน้ำเป็นเนินไต้ น้ำ หรือหลุมน้ำ จะส่งผลต่อการไหลของน้ำค่อนข้างมาก

## สรุปผลการศึกษา

ผลการเปลี่ยนแปลงสภาพการไหลหลังจากทำการขุดลอกแม่น้ำ ซึ่งได้แก่ระดับน้ำและความเร็ว กระแสน้ำสูงสุด พบว่าหลังจากทำการขุดลอกแม่น้ำแม่กลองแล้วนั้น ระดับน้ำสูงสุดมีค่าลดลง ทั้งในช่วงตำบลท่าตะคร้อและตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว นั่นคือในช่วงที่เกิดอัตราการไหลและระดับน้ำสูงสุด ค่าระดับน้ำลดลงเล็กน้อย สามารถช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยได้ ส่วนความเร็วของกระแสน้ำทั้งในช่วงตำบลท่าตะคร้อและตำบลเบิกไพร-ลาดบัวขาว มีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยส่วนใหญ่กระแสน้ำไหลได้ดีขึ้นและกระจายตัวทั้งลำน้ำ ซึ่งทำให้การระบายน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพการไหลของน้ำ ค่าระดับน้ำ และค่าความเร็วของกระแสน้ำ คือปริมาณการไหลเข้าที่ขอบเขตด้านเหนือน้ำ ค่าความขรุขระท้องน้ำ และค่าความลึกท้องน้ำที่แตกต่างกัน

## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาตลอดการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณกรมชลประทาน และกรมเจ้าท่า ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการดำเนินงานวิจัย

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรกนก อติหฤทัยสุข และ จิระวัฒน์ กณะสุต (2560). การวิเคราะห์การรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำท่าจีน. *การประชุมวิชาการ THAICID National Symposium ครั้งที่ 10, นนทบุรี, 21 มิถุนายน 2560*, หน้า 137-154

วิษุวัฒน์ แต่สมบัติ และ ดวงนภา วานิชสรรพ (2561). การศึกษาการเคลื่อนตัวของตะกอนดินในแม่น้ำลำภาชี. *วารสารวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1, มกราคม-มิถุนายน 2561, หน้า 63-74

สุนทร เฉินประยูร และ จิระวัฒน์ กณะสุต (2560). การศึกษาการเคลื่อนตัวของตะกอนบริเวณปากร่องน้ำบ้านกรูด โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. *การประชุมวิชาการ THAICID National Symposium ครั้งที่ 10, นนทบุรี, 21 มิถุนายน 2560*, หน้า 119-125

DHI Water Environment and Health, 2016. MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM, Hydrodynamic and Transport Module, Scientific Documentation. Denmark.

กรมเจ้าท่า (2562). รายงานศึกษาออกแบบรายละเอียดในการขุดลอกแม่น้ำสายหลักที่ลุ่มน้ำภาคกลาง 7 ลุ่มน้ำ ที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง ป่าสัก ท่าจีน แม่กลอง เพชรบุรี ชายฝั่งทะเลประจวบคีรีขันธ์. *รายงานศึกษา*.

## การวิเคราะห์การบริหารจัดการน้ำในสภาวะภัยแล้ง ปี พ.ศ. 2563

### (An Analysis of Water Management in 2020 Drought Conditions)

ทวีศักดิ์ ธนเดโชพล<sup>1</sup> วิภพ ทีมสุวรรณ<sup>2</sup> เลอบุญ อุดมทรัพย์<sup>3</sup> วงศ์พันธ์ วงศ์สมุทร<sup>4</sup> อุทัยวุฒิ ชำนาญแก้ว<sup>5</sup>

Thaweesak Thana-dachophol, Vipob Teamsuwan, Lerboon Udomsap,

Wongphun Wongsamut, Uthaiwut Chamnankaew,

<sup>1</sup>รองอธิบดีฝ่ายบำรุงรักษา, รองประธานอนุกรรมการ INWEPF กรมชลประทาน tws1965@gmail.com,

<sup>2</sup> หัวหน้าฝ่ายยุทธศาสตร์การบริหารจัดการน้ำ ส่วนยุทธศาสตร์, อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ INWEPF สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน teamvipob@gmail.com,

<sup>3</sup> ผู้อำนวยการส่วนประมวลและวิเคราะห์สถานการณ์น้ำ สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน lerboon@yahoo.com,

<sup>4</sup> ผู้อำนวยการสำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดใหญ่ที่ 8 กรมชลประทาน wongphunw@gmail.com,

<sup>5</sup> ผู้อำนวยการส่วนแผนงาน กองแผนงาน กรมชลประทาน vut50@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

ภัยแล้งปี พ.ศ.2563 เป็นผลพวงมาจากฤดูฝนปี พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณฝนน้อยที่สุดในรอบ 30 ปี สาเหตุหลักมาจากปรากฏการณ์ “เอลนีโญ” ทำให้เกิดสภาวะที่ร้อน ทั้งแล้งในหลายพื้นที่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ก่อให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะน้ำในพื้นที่ทำเกษตรกรรม ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์การบริหารจัดการน้ำในฤดูแล้งในปี พ.ศ.2563 เพื่อหาสาเหตุปัญหาภัยแล้งและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาภัยแล้งในอนาคต ผลการศึกษาพบว่า 1) ปริมาณฝนสะสมในฤดูฝน 2562 (1 พฤษภาคม 2562-31 ตุลาคม 2562) มีค่าน้อยกว่าฝนสะสมค่าเฉลี่ย 30 ปี ร้อยละ 16 2) ผลของฝนสะสมปี 2562 น้อยส่งผลทำให้น้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางในฤดูแล้งปี 2563 (พฤศจิกายน 2562 – เมษายน 2563) มีปริมาณน้ำเก็บกักน้อยโดยเฉพาะลุ่มน้ำเจ้าพระยา 3) ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นพื้นที่วิกฤติน้ำแล้ง ภาครัฐไม่มีแผนปลูกข้าวนาปรังเนื่องจากน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำน้อย อย่างไรก็ตามเกษตรกรในลุ่มน้ำเจ้าพระยาปลูกข้าวนาปรังเกินแผน 1.98 ล้านไร่ (ข้อมูล ณ วันที่ 30 เมษายน 2563) 4) กรมชลประทานผันน้ำจากแม่น้ำแม่กลองมาช่วยผลักดันน้ำเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยา

แต่ปัญหาน้ำประปาเค็มยังจะเกิดขึ้นอีกเป็นระยะๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำเค็ม ภาครัฐควรเร่งดำเนินการแก้ไขน้ำเค็ม ดังนี้ 1.จัดทำแผนมาตรการและแผนปฏิบัติการรองรับสภาวะภัยแล้งในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งทั้งในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทาน 2.สร้างการรับรู้ความเข้าใจเรื่องสถานการณ์วิกฤติน้ำแล้ง ประชาสัมพันธ์ให้ผู้ใช้น้ำภาคการเกษตร และขอความร่วมมือเกษตรกรในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาไม่ปลูกข้าวเกินกว่าแผนควบคุม 3.การบูรณาการร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ เพื่อแก้ไขวิกฤติภัยแล้งให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วทันต่อพื้นที่

*คำสำคัญ:* การบริหารจัดการน้ำ, ภัยแล้ง, ฤดูแล้ง

### **Abstract**

The drought of 2020 is a consequence of the rainy season of 2019, which is the least rainfall in 30 years, mainly due to the phenomenon "El Niño" causing both hot conditions and drought in many areas in the north, northeastern, central and eastern regions, causing obvious water shortages especially water in agricultural areas. In this study, the objective is to study and analyze the water management in the dry season in 2020 to know the cause of the drought and to find ways to solve the drought problems in the future. The study found that 1) The amount of accumulated rainfall in the rainy season 2019 (1 May 2019 - 31 October 2019) is less than the average cumulative rainfall of 30 years about 16 percent. 2) The effect of accumulated rainfall in the year 2019 is less, causing water stock in large and medium-scale reservoirs during the dry season 2020 (November 2019 - April 2020) to have a small amount of water, especially the Chao Phraya River Basin. 3) In the Chao Phraya River Basin, which is a drought crisis area, the government does not have a plan to grow the second rice crop of the dry season, due to low water stock in the reservoir. However, farmers in the Chao Phraya River Basin grow more than 1.98 million rai of rice (As of April 30, 2020). 4) The Royal Irrigation Department diverts water from the Mae Klong River to help intrusion the saltwater in the Chao Phraya River, but the salty water supply problem will recur periodically. The ways to solve drought problems is that the government should speed up the process of solving drought as follows: 1. To establish a plan, measures, and action plan to support drought conditions in drought risk areas both in irrigation areas and non-irrigation zones. 2. To create awareness about the drought crisis

situation and publicize to agricultural water users and requesting cooperation from farmers in the Chao Phraya River Basin not planting rice beyond the control plan 3. To Integrate between agencies involved in water management in order to solve the drought crisis to be effective and promptly.

**Keywords:** *Water Management, Drought, Dry season*

### 1.ความสำคัญและที่มาของปัญหา

น้ำ เป็นทรัพยากรพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งการอุปโภคบริโภค การรักษาระบบนิเวศ การทำการเกษตร การอุตสาหกรรม การคมนาคม การผลิตพลังงาน และการท่องเที่ยว (วิภพ ทิมสุวรรณ, 2558) โดยที่ผ่านมามาประเทศไทยเกิดภาวะขาดแคลนน้ำและน้ำท่วมอย่างรุนแรงในรอบหลายสิบปีที่ผ่านมา และยังมีทิศทางและแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งได้ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของประชาชนชาวไทยในภาพรวม ทั้งนี้เหตุปัจจัยที่สำคัญสืบเนื่องมาจากปรากฏการณ์เปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ทำให้ปริมาณฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล (วิภพ ทิมสุวรรณ, 2558) ดังนั้น ประเทศไทยควรมีการบริหารจัดการวิกฤตภัยพิบัติเพื่อลดภัยแล้งและภัยน้ำท่วม รวมทั้งสร้างความมั่นคงทางน้ำและอาหารเพื่อสามารถรองรับสถานการณ์วิกฤตได้ (ทวีศักดิ์ ธนเดโชพล, 2561 : 292-303) โดยประเทศไทยได้มีแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำแล้งและน้ำท่วมตามกรอบหลักการ แผนนโยบายภาครัฐ เช่น ยุทธศาสตร์ของชาติ 20 ปี แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ยุทธศาสตร์ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 20 ปี ยุทธศาสตร์บริหารจัดการทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2558 ยุทธศาสตร์กรมชลประทาน 20 ปี ยุทธศาสตร์ของกรมทรัพยากรน้ำ และมติคณะรัฐมนตรีและข้อสั่งการ (สัญญา แสงพุ่มพงษ์, 2561: 144-157)

ฤดูฝนปี พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณฝนน้อยในรอบ 30 ปี สาเหตุหลักมาจากปรากฏการณ์ “เอลนีโญ” ทำให้เกิดสภาวะที่ร้อน ทั้งแล้งในหลายพื้นที่ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ส่งผลถึงปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยต้องรับมือกับวิกฤตภัยแล้งที่คาดว่าจะมีความรุนแรงมากเป็นอันดับสองในรอบ 40 ปี ตั้งแต่ปี 2522 กรมอุตุนิยมวิทยา คาดการณ์ว่าประเทศไทยต้องเผชิญฝนแล้งยาวนานจนถึงเดือนมิถุนายน 2563 โดยคาดว่าปริมาณฝนจะต่ำกว่าค่าปกติ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่แล้งซ้ำซาก ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ตอนบน ปริมาณฝนน้อยใกล้เคียงกับปี 2522 แต่ปริมาณความต้องการการใช้น้ำปีนี้มากกว่าในอดีต เกิดภาวะฝนทิ้งช่วง ซึ่งก่อให้เกิดประสบปัญหาขาดแคลนน้ำ

อย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะน้ำในพื้นที่ทำเกษตรกรรม ปัญหาใหญ่ คือ ปัญหาความเค็มของแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่ง กระทบต่อการผลิตน้ำประปาของพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (BBC NEWS, 2020)

รัฐบาลมีการประกาศเขตการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติกรณีฉุกเฉิน (ภัยแล้ง) ตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยเงินอุดหนุนราชการเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติกรณีฉุกเฉิน พ.ศ. 2562 จำนวน 20 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงราย น่าน นครพนม มหาสารคาม บึงกาฬ หนองคาย บุรีรัมย์ กาฬสินธุ์ กาญจนบุรี ฉะเชิงเทรา เพชรบูรณ์ อุทัยธานี นครราชสีมา อุตรดิตถ์ ชัยนาท นครสวรรค์ สุโขทัย สุพรรณบุรี พะเยา และสกลนคร รวมทั้งสิ้น 109 อำเภอ 599 ตำบล 2 เทศบาล 5,125 หมู่บ้าน/ชุมชน (ข้อมูลจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ณ วันที่ 27 มกราคม 2563)

สถานการณ์น้ำในวันที่ 27 มกราคม 2563 พบว่าสภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางทั่วประเทศจำนวน 447 แห่ง มีปริมาณน้ำในอ่างฯ รวมกันทั้งสิ้น 44,793 ล้าน ลบ.ม. (59% ของความจุอ่างฯ) ปริมาณน้ำใช้การได้ 20,994 ล้าน ลบ.ม. (40% ของความจุอ่างฯ) โดยมีเขื่อนขนาดใหญ่ที่อยู่ในเกณฑ์น้ำน้อยวิกฤติ คือ ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 30% ของความจุอ่าง จำนวน 15 แห่ง คือ เขื่อนภูมิพล สิริกิติ์ แม่กวางอุดมธารา แม่มอก จุฬารัตน์ อุบลรัตน์ ลำพระเพลิง มูลบน ลำแชะ ลำนางรอง ป่าสักชลสิทธิ์ ทับเสลา กระเสียว คลองสิียด และหนองปลาไหล ปริมาณน้ำต้นทุนน้อยในเขื่อนขนาดใหญ่และขนาดกลางสะท้อนให้เห็นถึงความเสี่ยงการขาดแคลนน้ำของประเทศไทยในช่วงฤดูร้อนไปจนถึงต้นฤดูฝน ปี 2563 โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือและภาคกลาง ซึ่งสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ คาดการณ์มีพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง 43 จังหวัด รัฐบาลจึงได้ตั้งศูนย์อำนวยการเฉพาะกิจแก้ไขและบรรเทาวิกฤตภัยแล้ง ปี 2562/63 ขึ้น เพื่อเร่งรัดการดำเนินการแก้ปัญหาภัยแล้งและการขาดแคลนน้ำอุปโภคบริโภคอย่างทันที่

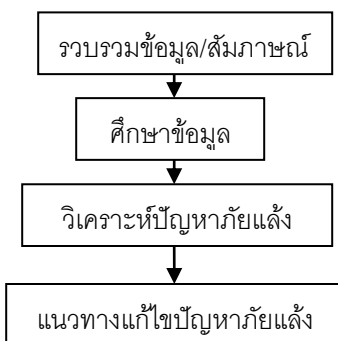
ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ผลการบริหารจัดการน้ำในบริบทของน้ำแล้งในฤดูฝนปี พ.ศ.2563 เพื่อค้นหาปัญหาภัยแล้งและหาแนวทางการรับมือแก้ไขปัญหาภัยแล้งในอนาคต และเพื่อนำแนวทางการรับมือแก้ไขปัญหาภัยแล้งที่ได้จากการศึกษาไปประยุกต์ใช้วางแผนการบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

## 2.วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวิเคราะห์การบริหารจัดการน้ำแล้งและค้นหาเหตุปัญหาน้ำแล้งปี 2563 พร้อมเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำแล้งในอนาคต

## 3.วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ข้อมูลหรือข้อค้นพบ ได้มาจากการศึกษาข้อมูลการบริหารจัดการน้ำในฤดูฝน พ.ศ.2562 และฤดูแล้งปี 2563 (ภาพที่ 1) รวมถึงมีการวิเคราะห์เอกสาร สัมภาษณ์ จดบันทึก สังเกต และรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาในเขตพื้นที่ชลประทานในภาพรวมทั้งประเทศ ได้แก่ การบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูฝนปี 2562 และฤดูแล้งปี 2563 กรณีในการจัดสรรน้ำและบริหารจัดการน้ำ การวิเคราะห์ผลการดำเนินการการบริหารจัดการน้ำในเขตพื้นที่ชลประทาน ซึ่งขอบเขตการศึกษาครั้งนี้อยู่ในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยา รวมถึงสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ในเขตสำนักงานชลประทานที่ 3,4,10 11 และ 12 โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อค้นหาปัญหาน้ำแล้งปี 2563 และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำแล้งในอนาคต



ภาพที่ 1 สรุปขั้นตอนการศึกษา

## 4.ทรัพยากรน้ำและการบริหารจัดการน้ำในประเทศไทย

พื้นที่ประเทศไทยประกอบด้วย 22 ลุ่มน้ำหลัก (จากเดิมมี 25 ลุ่มน้ำ) มีประชากรประมาณ 66 ล้านคน มีพื้นที่ประมาณ 514,008 ตารางกิโลเมตร หรือ 321.2 ล้านไร่ มีพื้นที่การเกษตร 149.2 ล้านไร่ ปี พ.ศ. 2560 มีการพัฒนาพื้นที่ชลประทานรวม 32.75 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 22 ของพื้นที่การเกษตร ที่เหลืออีก 117 ล้านไร่ หรือกว่าร้อยละ 78 เป็นพื้นที่ปลูกพืชโดยใช้น้ำฝนเป็นหลัก ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำมาจากความผันแปรของสภาพลม ฟ้า อากาศ ปรากฏการณ์โลกร้อน ซึ่งใน

บางพื้นที่ยังมีสภาพภูมิประเทศไม่เอื้ออำนวยต่อการลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำมาใช้ (สำนักทรัพยากรน้ำแห่งชาติ, 2562 : 18-19)

จากภาพที่ 2 ทรัพยากรน้ำและวัฏจักรอุทกวิทยาของประเทศไทย ประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด ได้แก่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีฝนตกหน้าฝน 6 เดือน (1 พฤษภาคม – 30 กันยายน) ร้อยละ 85% ฝนตกในหน้าแล้ง 6 เดือน (1 พฤศจิกายน – 30 เมษายน) ร้อยละ 15% มีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยทั่วประเทศประมาณ 1,455 มิลลิเมตร คิดเป็นปริมาณน้ำได้ 754,752 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติ (Natural Flow) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำบนผิวดินที่เกิดจากฝน ทักการซึมลงใต้ดิน และการระเหยแล้ว มีปริมาณน้ำท่ารวมทั้งประเทศ 285,227 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยปริมาณน้ำฝนเติมลงสู่น้ำบาดาล 72,987 ล้านลูกบาศก์เมตร ศักยภาพน้ำบาดาลที่นำมาใช้ได้ 45,385 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งน้ำบาดาลที่นำมาใช้ได้ 14,741 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณการกักเก็บในชั้นน้ำบาดาล รวมประมาณ 1.13 ล้านล้านลูกบาศก์เมตร โดยมีการพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำ รวมความจุ 81,373 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 28 ของปริมาณน้ำท่าธรรมชาติ มีปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่าง 42,620 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งปริมาณน้ำส่วนนี้ประมาณร้อยละ 90 มาจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 35 อ่างขนาดใหญ่



ภาพที่ 2 ทรัพยากรน้ำและวัฏจักรอุทกวิทยาของประเทศไทย

การบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทานจะแบ่งการบริหารจัดการน้ำเป็น 2 ฤดู คือ “ฤดูฝน” กับ “ฤดูแล้ง” ช่วงฤดูแล้ง เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนเมษายนของปีถัดมา ส่วนช่วงฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึง เดือนตุลาคม ซึ่ง ในช่วงฤดูฝนนั้นนอกจากจะเป็นช่วงเวลาของการ



เพาะปลูกนาปีแล้ว ยังเป็นช่วงของการกักเก็บน้ำในเขื่อนเอาไว้ใช้ในฤดูแล้งอีกด้วย (เพราะฝนตกในฤดูฝน ประมาณ 85% ตกในฤดูแล้ง 15%)

1) ฤดูแล้ง (1 พฤศจิกายน – 30 เมษายน) การบริหารจัดการน้ำในฤดูแล้งซึ่งจะเป็นไปตามสภาพปริมาณน้ำต้นทุนเมื่อสิ้นสุดฤดูฝน โดยพิจารณาตามลำดับความสำคัญของกิจกรรมการใช้น้ำ ดังนี้

ลำดับ 1 จัดสรรน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในช่วงฤดูแล้ง

ลำดับ 2 จัดสรรน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศในช่วงฤดูแล้ง

ลำดับ 3 สำรองน้ำไว้สำหรับการใช้น้ำในช่วงต้นฤดูฝน เพื่ออุปโภค-บริโภค รักษาระบบนิเวศ

ลำดับ 4 จัดสรรน้ำไว้สำหรับเกษตรกรรม

ลำดับ 5 จัดสรรน้ำเพื่ออุตสาหกรรม

2) ฤดูฝน (1 พฤษภาคม – 30 กันยายน) การบริหารจัดการน้ำในฤดูฝนจะเน้นให้มีการเก็บกักน้ำของแหล่งน้ำให้มากที่สุดปลายฤดูฝน โดยจะบริหารจัดการน้ำควบคู่กับการบรรเทาอุทกภัย

ประเทศไทย มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 35 แห่งมีความจุอ่างหรือปริมาตรน้ำเก็บกักรวม 70,926 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 87.2% ของความจุอ่างเก็บน้ำทั้งประเทศ อ่างเก็บน้ำขนาดกลาง 412 แห่ง มีความจุอ่างรวม 5,142 ล้านลูกบาศก์เมตร (6.3%) และอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก 942 แห่ง มีความจุอ่างรวม 573 ล้านลูกบาศก์เมตร (0.7%) แหล่งน้ำและลำน้ำธรรมชาติ มีปริมาตรน้ำประมาณ 4,732 ล้านลูกบาศก์เมตร (5.8%) โดยปริมาณน้ำที่ใช้งานได้ของอ่างเก็บน้ำแต่ละอ่างขึ้นอยู่กับปริมาณฝนที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ดังนั้น การบริหารจัดการน้ำจึงพิจารณาจากปริมาณน้ำเก็บกักจากอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 35 อ่างเป็นหลัก

5. การบริหารจัดการน้ำในฤดูแล้ง 2562/2563 (1 พ.ย. 62-30 เม.ย.63)

#### 5.1) แผนการจัดสรรน้ำ

##### - แผนจัดสรรน้ำในฤดูแล้งทั้งประเทศ

ปริมาณน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และกลางทั้งประเทศ ณ วันที่ 1 พ.ย. 62 = 50,595 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นน้ำใช้การได้ = 26,666 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งน้ำต้นทุน ช่วง 1 พ.ย. 62-30 เม.ย.63 มีเพียงพอสำหรับอุปโภค-บริโภค และรักษาระบบนิเวศ โดยกรมชลประทานวางแผนจัดสรรน้ำ ฤดูแล้งปี 2562/2563 = 30,126 ล้านลูกบาศก์เมตร แผนการจัดสรรน้ำทั้งประเทศ ฤดูแล้ง ปี 62/63 (1 พ.ย. 62-30 เม.ย.63) = 17,699 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 61% ของปริมาณน้ำต้นทุน) ได้แก่

- 1) อุปโภค-บริโภค = 2,300 ล้านลูกบาศก์เมตร (13%)
- 2) รักษาระบบนิเวศ = 7,006 ล้าน ลบ.ม. (40%)
- 3) เกษตรฤดูแล้ง = 7,874 ล้านลูกบาศก์เมตร (44%)
- 4) อุตสาหกรรม = 519 ล้านลูกบาศก์เมตร (3%)

และสำรองน้ำต้นฤดูฝน (พ.ค. 63- ก.ค. 63) = 11,340 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 42% ของปริมาณน้ำต้นฤดู)

#### - แผนจัดสรรน้ำในฤดูแล้งในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

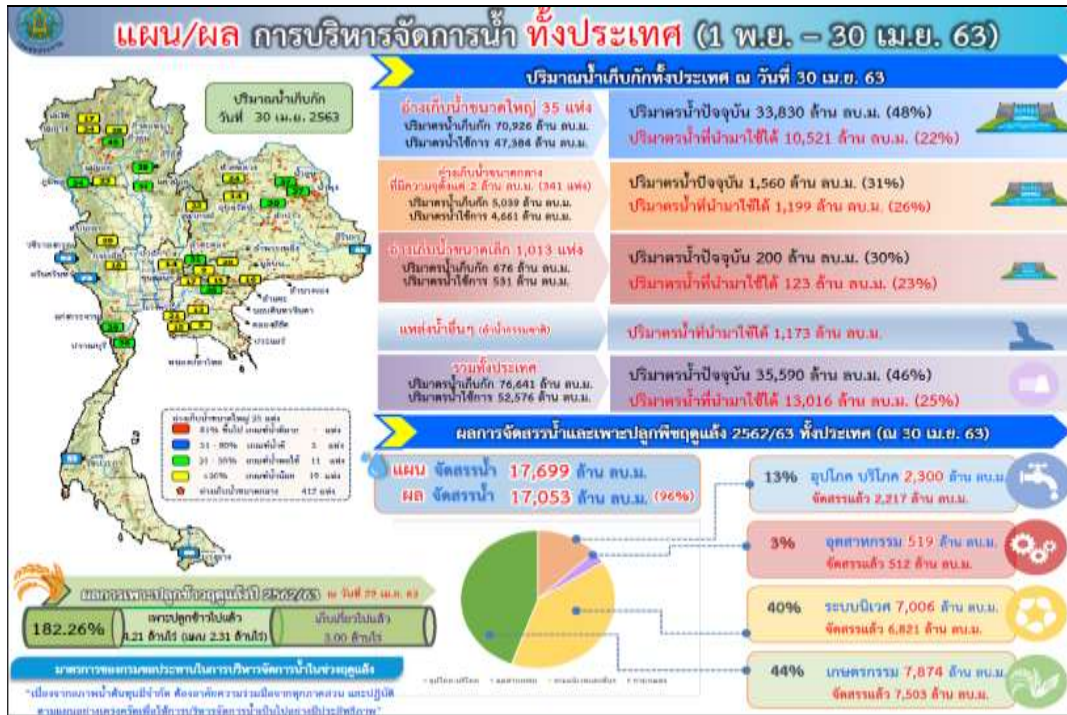
ปริมาณน้ำต้นทุนใน 4 เขื่อนหลัก (ภูมิพล สิริกิติ์ แควน้อยฯ ปาสักชลสิทธิ์) ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ณ วันที่ 1 พ.ย 62 = 12,075 ล้านลูกบาศก์เมตร มีน้ำใช้การได้ = 5,377 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยมีการผันน้ำจากลุ่มน้ำแม่กลองมาช่วยเจ้าพระยาในช่วงฤดูแล้ง 1 พ.ย 62- 30 เม.ย 63 = 1,000 ล้านลูกบาศก์เมตร และผันน้ำจากแม่กลองช่วงฤดูฝน (พ.ค. 63- ก.ค. 63) = 350 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยกรมชลประทานวางแผนจัดสรรน้ำในฤดูแล้งในลุ่มน้ำเจ้าพระยา = 4,500 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 65% ของปริมาณน้ำต้นทุน) ได้แก่ 1) อุปโภค-บริโภค = 1,150 ล้านลูกบาศก์เมตร (26%) 2) รักษาระบบนิเวศ = 2,700 ล้านลูกบาศก์เมตร (60%) 3) พืชต่อเนื่อง = 515 ล้านลูกบาศก์เมตร (11%) 4) อุตสาหกรรม = 135 ล้านลูกบาศก์เมตร (3%) และสำรองน้ำต้นฤดูฝน 2,227 ล้านลูกบาศก์เมตร (พ.ค. 63- ก.ค. 63) = 2,227 ล้านลูกบาศก์เมตร (คิดเป็น 35% ของปริมาณน้ำต้นทุน) แบ่งเป็นเพื่ออุปโภค-บริโภค รักษาระบบนิเวศ 1,841 ล้านลูกบาศก์เมตร และสำรองในกรณีฝนทิ้งช่วง 386 ล้านลูกบาศก์เมตร

แผนจัดสรรน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีเพียงพอสำหรับอุปโภค-บริโภค และรักษาบบนิเวศ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเกษตรสำหรับปลูกข้าวนาปรัง ภาครัฐจึงขอความร่วมมือเกษตรกรงดการปลูกข้าวนาปรังต่อเนื่องในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ในเขตสำนักงานชลประทานที่ 3,4,10,11 และ12

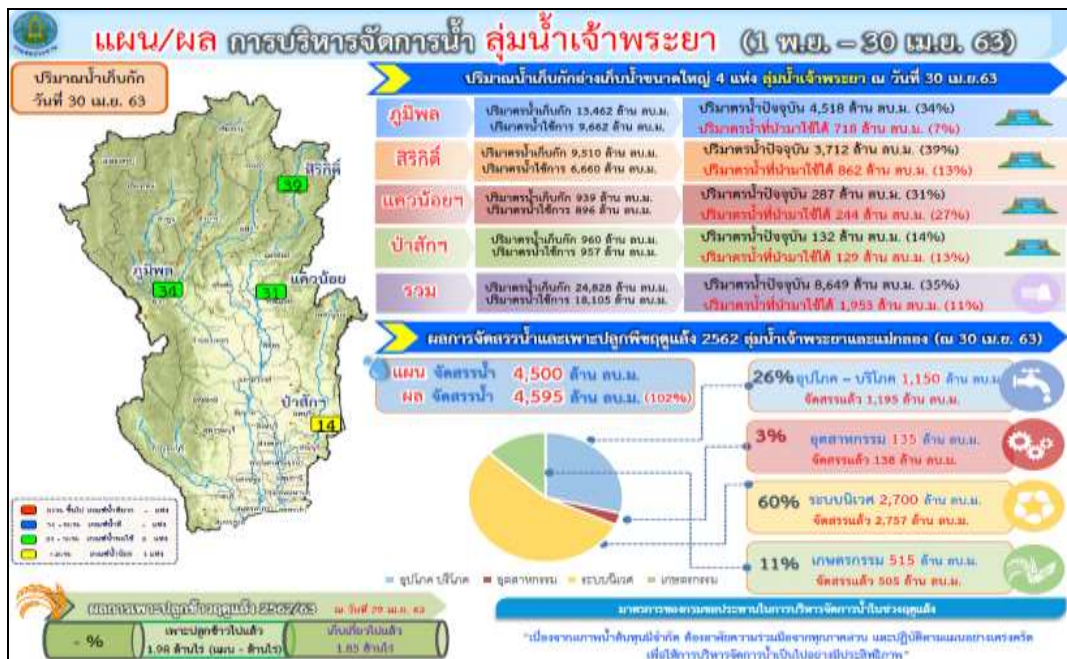
#### 5.2) ผลการจัดสรรน้ำ

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่าผลการบริหารจัดการน้ำในภาพรวมทั้งประเทศ ได้ผลสัมฤทธิ์ตามเป้าที่วางไว้ในการใช้น้ำในภาพรวมทั้งประเทศ กล่าวคือ ผลการจัดสรรน้ำทั้งประเทศฤดูแล้ง (1 พฤศจิกายน 2562 - 30 เมษายน 2563) ใช้น้ำต้นทุนทั้งสิ้น 17,053 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 96% (ข้อมูล ณ วันที่ 30 เมษายน 2563) ซึ่งใช้น้ำเป็นไปตามแผนทั้งด้านอุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม รักษาบบนิเวศและเกษตรกรรม

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผลการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้ผลสัมฤทธิ์ตามเป้าที่วางไว้ในการใช้น้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา กล่าวคือ ผลการจัดสรรน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาในฤดูแล้ง (1 พฤศจิกายน 2562 - 30 เมษายน 2563) ใช้น้ำต้นทุนทั้งสิ้น 4,595 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 102% (ข้อมูล ณ วันที่ 30 เมษายน 2563) ซึ่งมีการใช้น้ำเกินแผนไป 2% ทั้งในด้านอุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม รักษาบบนิเวศและเกษตรกรรม รวมใช้น้ำเกินแผน 595 ล้านลูกบาศก์เมตร



ที่มา: ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ SWOC, สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา, 2563  
ภาพที่ 3 แผน-ผลการจัดสรรน้ำในฤดูแล้ง ปี 2562/2563 ทั้งประเทศ



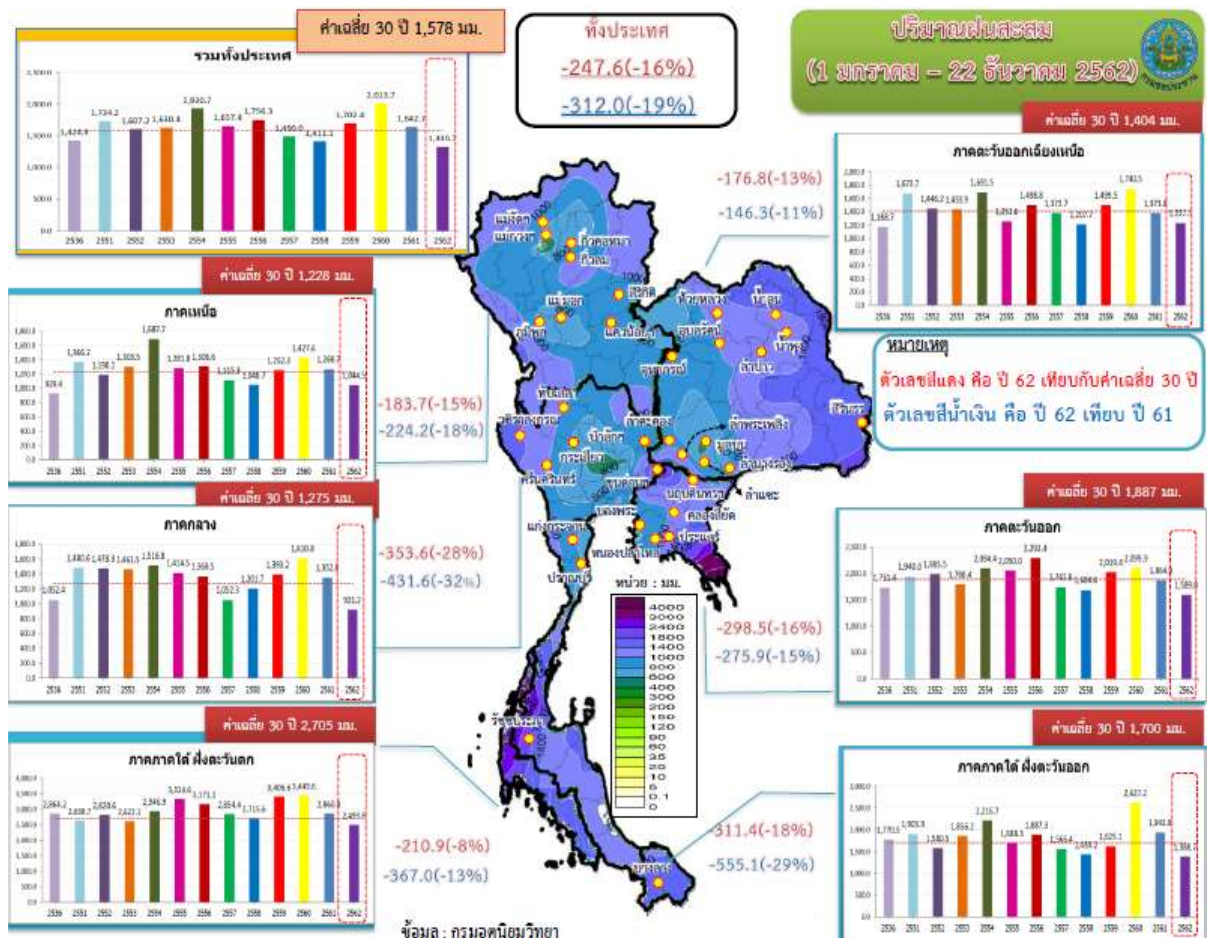
ที่มา: ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ SWOC, สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา, 2563  
ภาพที่ 4 แผน-ผลการจัดสรรน้ำในฤดูแล้ง ปี 2562/2563 ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

## 6. ผลการวิเคราะห์ภัยแล้งปี 2563

### 6.1 ฝนสะสมปี 62 มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ย

ปี พ.ศ. 2562 ที่ผ่านมา ไทยประสบภัยแล้งในฤดูฝนอย่างหนักจากปรากฏการณ์ฝนทิ้งช่วงอยู่นาน 2 เดือน (มิ.ย.-ก.ค. 2562) โดยช่วงฤดูฝน 2562 6 เดือน (1 พ.ค. 62 -31 ต.ค. 62) กรมชลประทานได้มีการบริหารจัดการน้ำในฤดูฝน โดยให้เกษตรกรใช้น้ำฝนเพาะปลูกข้าวและพืชไร่ในฤดูฝนเป็นหลัก ส่วนน้ำฝนที่ตกลงมาก็พยายามเก็บน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในฤดูแล้ง (1 พ.ย 62.- 30 เม.ย. 63) ให้มากที่สุด

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณฝนสะสมทั่วประเทศระหว่างวันที่ 1 มกราคม-22 ธันวาคม 2562 มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 30 ปี ถึง 247.6 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ย 30 ปี ถึงร้อยละ 16 และปริมาณฝนปี 2562 ยังมีค่าน้อยกว่าปี 2561 ถึง 312 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่าปี 61 ร้อยละ 19 โดยที่ปริมาณฝนน้อยกว่าค่าเฉลี่ยในทุกภาค ซึ่งปริมาณฝนสะสมปี 2562 ที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ย 30 ปี ส่งผลทำให้เกิดความแห้งแล้งในฤดูฝน



ที่มา: ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ SWOC, สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา, 2563

ภาพที่ 5 ปริมาณฝนสะสมทั่วประเทศระหว่างวันที่ 1 มกราคม -22 ธันวาคม 2562

## 6.2 ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ปี 2563 มีน้ำน้อยเนื่องจากฝนตกน้อย ในปี 2562

ภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ฤดูฝน 2562 (1 พฤษภาคม 2562 – 31 ตุลาคม 2562) มีปริมาณฝนตกน้อยมากส่งผลต่อปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 35 อ่างมีปริมาณน้อยตามไปด้วย โดยปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 35 อ่าง (จากวันที่ 1 พ.ค. 62 - 31 ต.ค. 2562 ) มีปริมาณ 25,223 ล้านลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่าง มีปริมาณน้ำระบาย 16,524 ล้านลูกบาศก์เมตร กล่าวคือ ในฤดูฝน ปี 2562 (6 เดือน) อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่มีฝนมาเติมน้ำเพียง 8,699 ล้านลูกบาศก์เมตร

เมื่อพิจารณา 4 เขื่อนหลักในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้แก่ ภูมิพล สิริกิต์ แควน้อยบำรุงแดนและป่าสักชลสิทธิ์ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ 4 อ่าง (จากวันที่ 1 พ.ค. 62 - 31 ต.ค. 2562) มีปริมาณ 6,674 ล้านลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่าง มีปริมาณน้ำระบาย 5,935 ล้านลูกบาศก์เมตร กล่าวคือ ในฤดูฝน ปี 2562 (6 เดือน) อ่างเก็บน้ำ 4 แห่ง มีฝนมาเติมน้ำเพียง 739 ล้านลูกบาศก์เมตร

เมื่อฤดูฝน 2562 มีฝนตกน้อยมาก พอถึงฤดูแล้ง (พ.ย. 2562 – เม.ย. 2563) น้ำไหลเข้าอ่างที่จะเป็นน้ำที่กักเก็บเอาไว้ในอ่างเก็บน้ำ หรือ “น้ำต้นทุน” จึงมีปริมาณต่ำกว่าความต้องการใช้จริง ข้อมูลวันที่ 1 พ.ย. 62 พบว่า 4 เขื่อนหลักในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้แก่ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิต์ เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ 4 แห่ง มีปริมาณน้ำในอ่าง= 12,075 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่เป็นปริมาณน้ำใช้การได้สะสมอยู่แค่ประมาณ 5,379 ล้านลูกบาศก์เมตร น้อยกว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำจริงๆ 2-3 เท่า ส่วนน้ำในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ทั่วประเทศ มีปริมาณน้ำน้อยกว่าปี 2561 อยู่ประมาณ 12% สัญญาณความขาดแคลนน้ำจึงปรากฏให้เห็นตั้งแต่ช่วงปลายปี พ.ศ.2562 ขณะที่น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติก็เริ่มแห้งขอด สถานการณ์น้ำแล้งในฤดูฝน น้ำใช้การได้ในเขื่อน 35 แห่ง มากกว่า 10 แห่ง มีปริมาณใช้การได้น้อยเข้าขั้นวิกฤต (ต่ำกว่า 30%) ณ วันที่ 1 พ.ย. 2562 ได้แก่ ภูมิพล (22%) แม่กวอดมธารา (23%) จุฬารักษ์ (11%) แม่มอก (24%) อุบลรัตน์ (0%) ลำพระเพลิง (20%) ลำนางรอง (19%) ทับเสลา (14%) กระเสียว (14%) คลองสีายัด (30%)

เมื่อแยกแยะตามภาคต่างๆ อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก ที่กระจายตัวอยู่ทั่วประเทศ โดยเฉพาะภาคเหนือ ฝนตกต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 30 ปีอยู่ 15% ส่งผลให้ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิต์ เขื่อนแม่กวอด เขื่อนแม่จืด ตลอดจนเขื่อนแควน้อยฯ มีน้ำน้อยกว่าปกติ โดยเฉพาะภาค

กลาง ฝนตกต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 28% ทำให้น้ำในเขื่อนหลักๆ เช่น เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ เขื่อนทับเสลา เขื่อนกระเสียว มีน้ำน้อยกว่า แต่ภาคอีสานจะมีฝนตกต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 13% เนื่องจากมีช่วงที่พายุโพดุลเข้ามา ทำให้ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น ส่วนภาคตะวันออกก็เช่นกัน ฝนตกต่ำกว่า 16% ภาคใต้ฝั่งอันดามัน ประมาณ 8% ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันออกหรือฝั่งอ่าวไทย ฝนตกต่ำกว่าค่าเฉลี่ยถึง 18% ในส่วนตรงนี้เองที่ส่งผลให้ปริมาณน้ำในเขื่อน ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน 2562 (เริ่มต้นฤดูแล้ง) และน้ำที่เก็บไว้ในฤดูแล้ง ทั้งประเทศมีน้ำใช้การ (สามารถนำมาใช้การได้) ในแต่ละเขื่อนต่างๆ มีเพียง 26,666 ล้าน ลบ.ม. และในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีน้ำใช้การเพียง 4,000 ล้าน ลบ.ม.



ที่มา: ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ SWOC, สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา, 2562

ภาพที่ 6 ปริมาณน้ำไหลเข้าและปริมาณน้ำระบายเขื่อนขนาดใหญ่ 35 แห่งและ 4 เขื่อนลุ่มน้ำเจ้าพระยา



ที่มา: ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ SWOC, สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา, 2563

ภาพที่ 7 ปริมาณน้ำต้นทุนและผลการระบายน้ำของเขื่อนขนาดใหญ่และ 4 เขื่อนหลักกลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ภาพที่ 7 แสดงปริมาณน้ำต้นทุนและผลการระบายน้ำเขื่อนขนาดใหญ่ 35 แห่งทั่วประเทศ ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน 2562 ในช่วงฤดูแล้ง 2557-2563 พบว่า ปริมาณน้ำต้นทุนและการระบายน้ำเขื่อนขนาดใหญ่ 35 แห่ง ทั่วประเทศ ในฤดูแล้งปี 2562/2563 มีปริมาณน้ำต้นทุน = 23,858 ล้านลูกบาศก์เมตร น้อยกว่า ฤดูแล้งปี 61/62, 60/61 และ 59/60 แต่ปริมาณน้ำยังมากกว่าฤดูแล้ง ปี 57/58 และ 58/59 ในขณะที่ ปริมาณน้ำต้นทุนและผลการระบายน้ำเขื่อน 4 เขื่อนหลักกลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีปริมาณน้ำต้นทุน = 5,377 ล้านลูกบาศก์เมตร พบว่า ในฤดูแล้งปี 62/63 มีปริมาณน้ำต้นทุน น้อยกว่า ฤดูแล้งปี 61/62, ปี 60/61, ปี 59/2560 และ ปี 2557/2558 แต่ยังมากกว่าฤดูแล้ง ปี 2558/2559

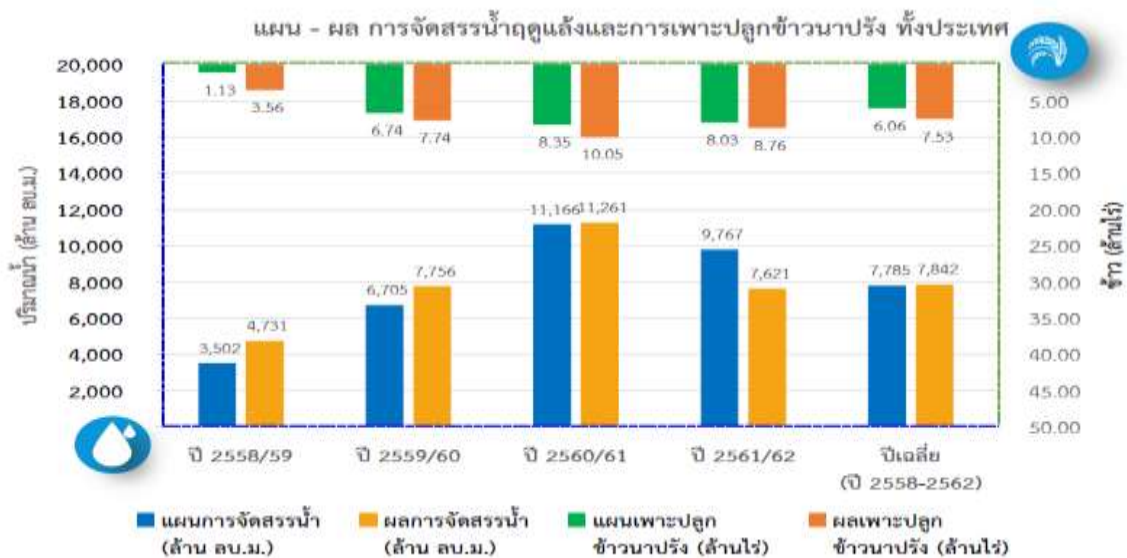
โดยสรุป ในฤดูแล้งปี 62/63 ภาพรวมปริมาณน้ำต้นทุนทั่วประเทศมีปริมาณน้ำน้อย เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออก แต่ปริมาณน้ำต้นทุนที่แล้งมาก คือ ปริมาณน้ำต้นทุนในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา ในภาคเหนือและภาคกลาง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำในเขื่อนทั้งหมด ระหว่างช่วง ม.ค. 62 กับ ม.ค. 63 พบว่า ปีนี้ 2563 พบว่ามีปริมาณน้ำในเขื่อนน้อยกว่าปีที่แล้วประมาณ 14% สถานการณ์ขาดแคลนน้ำในพื้นที่ต่างๆ จะค่อนข้างรุนแรงโดยเฉพาะกลุ่มน้ำเจ้าพระยา

### 6.3 การเพาะปลูกข้าวนาปรังเกินแผน

จากภาพที่ 8-9 แสดงให้เห็นว่า ผลการจัดสรรน้ำเพื่อการเพาะปลูกข้าวในฤดูแล้งมากกว่าแผนในแทบทุกปีโดยเฉพาะในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา ในขณะที่เดียวกัน การเพาะปลูกข้าวนาปรังก็จะเกินแผนทั้งประเทศและในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา ผลการจัดสรรน้ำเกินแผน สาเหตุเกิดมาจากการไม่สามารถควบคุมการเพาะปลูกข้าวนาปรังของเกษตรกรได้ เนื่องจากการปลูกข้าวเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรไทยมาแต่ช้านาน ซึ่งในปี 2562/2563 แผนการปลูกข้าวนาปรังทั้งประเทศ 2.31 ล้านไร่ ผลการปลูก 4.21 ล้านไร่ คิดเป็น 182.26 % ในขณะที่กลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่เป็นพื้นที่วิกฤติน้ำแล้ง ไม่มีแผนปลูกข้าวนาปรังเนื่องจากน้ำน้อยในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา แต่เกษตรกรในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาปลูกข้าวเกินแผน 1.98 ล้านไร่

ถึงแม้ว่ากรมชลประทานจะได้ประชาสัมพันธ์ขอความร่วมมือเกษตรกร (เกษตรกรเขตสำนักงานชลประทานที่ 3, 4, 10, 11, 12) งดทำนาปรังปี 2562/2563 ต่อเนื่องเพราะฤดูแล้งปี 62/63 (1 พ.ย.2562 -30 เม.ย. 2563) ปริมาณน้ำต้นทุนในกลุ่มน้ำเจ้าพระยามีน้อย แต่จากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าว พบว่า ร้อยละ 95% ของเกษตรกรที่ปลูกข้าวนาปรัง ยินดีที่จะเสี่ยงปลูกข้าวนาปรังเพื่อเลี้ยงปากเลี้ยงท้อง ถึงแม้ว่าจะทราบว่าน้ำต้นทุนในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาน้อยและรู้ว่าต้นข้าวที่ปลูกจะต้องตายเนื่องจากการขาดน้ำ ซึ่งการปลูกข้าวเป็นพืชที่ใช้น้ำมากจะส่งผลต่อการบริหารจัดการน้ำในภาพรวม โดยน้ำที่กรมชลประทานปล่อยมาเพื่อวัตถุประสงค์ทำน้ำอุปโภคและบริโภค เพื่อทำน้ำประปาและน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศจะถูกเกษตรกรบางรายใช้ก่อนน้ำจะเข้าแปลงนาเพื่อหล่อเลี้ยงต้นข้าวให้อยู่รอด และการไม่สามารถควบคุมการสูบน้ำจากสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า อันเนื่องมาจากน้ำชลประทานเป็นน้ำที่ส่งโดยระบบชลประทานแบบเปิด ไม่เหมือนท่อประปาที่เป็นระบบปิด จึงเป็นการยากต่อการควบคุมการใช้น้ำให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้





ที่มา: สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา, 2562

ภาพที่ 8 แผน-ผลการจัดการน้ำ และการเพาะปลูกข้าวนาปรังในฤดูแล้ง ปี 2558-62 ทั้งประเทศ



ที่มา: สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา, 2562

ภาพที่ 9 แผน-ผลการจัดการน้ำ และการเพาะปลูกข้าวนาปรังในฤดูแล้ง ปี 2558-62 ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

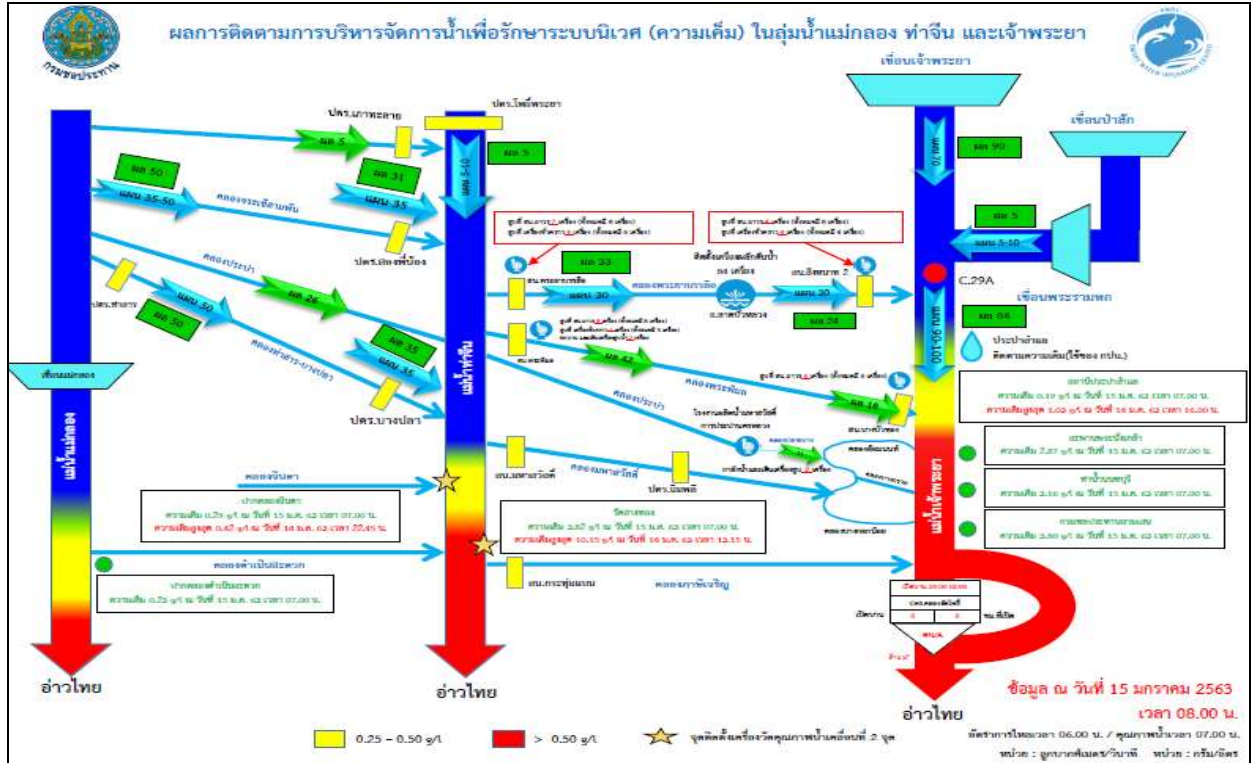
#### 6.4 น้ำทะเลหนุนสูงกระทบน้ำประปา

ในปีปกติ ปัญหาความเค็มรุกล้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา จะพบในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – กรกฎาคม แต่ในปี 2562/2563 นี้ พบปัญหาค่าความเค็มตั้งแต่กลางเดือนธันวาคม 2562 อันเนื่องมาจากสาเหตุ ปริมาณน้ำฝนมีน้อยในปี 2562 จึงมีปริมาณน้ำจืดสะสมในแม่น้ำเจ้าพระยาน้อย ส่งผลทำให้ค่าความเค็ม

รูก้าเข้ามาสะสมในแม่น้ำเจ้าพระยา ประกอบกับปริมาณน้ำที่ระบายจาก 4 เขื่อนหลักมีปริมาณน้ำน้อย จึงมีความจำเป็นต้องผันน้ำจากลุ่มน้ำแม่กลอง ผ่านทางคลองจรเข้สามพัน คลองท่าสาร-บางปลาระบาย น้ำลงแม่น้ำท่าจีน แล้วจึงระบายน้ำผ่านทางคลองพระยาบรรลือ คลองพระพิมลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาเพื่อ เพิ่มปริมาณน้ำจืดไปผลักดันน้ำเค็ม

**ภาพที่ 10** แสดงถึงแผน-ผลการรักษาค่าความเค็มในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งกรมชลประทาน มี แนวทางบริหารจัดการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศและเพื่อรักษาค่าความเค็มในลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดย

- 1) ระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพล สิริกิติ์ แควน้อยบำรุงแดน และป่าสักชลสิทธิ์ รวมประมาณ 20 ล้าน ลบ.ม.
- 2) ระบายน้ำท้ายเขื่อนเจ้าพระยา 70-100 ลบ.ม./วินาที และท้ายเขื่อนพระรามหก 10 ลบ.ม./วินาที เพื่อ ผลักดันค่าความเค็ม
- 3) ผันน้ำจากลุ่มน้ำแม่กลองผ่านแม่น้ำท่าจีน ลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ผ่านทางคลอง พระยาบรรลือ 30 ลบ.ม./วินาที และคลองพระพิมล 18 ลบ.ม./วินาที
- 4) ติดตั้งเครื่องสูบน้ำและเครื่อง ผลักดันน้ำในคลองพระยาบรรลือ 88 เครื่อง และคลองพระพิมล 18 เครื่อง รวม 104 เครื่อง เพื่อเร่งการ ระบายน้ำสู่แม่น้ำเจ้าพระยา
- 5) บริหารจัดการน้ำที่ ปตร.คลองลัดโพธิ์อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตาม จังหวะการขึ้นลงของน้ำทะเล
- 6) ระบายน้ำผ่านกาลักน้ำ และเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ท้ายคลองประปามหา สวัสดิ์ บริเวณคลองปลายบาง ประมาณ 5-10 ลบ.ม./วินาที ในช่วงน้ำลง เพื่อเสริมปริมาณน้ำลงสู่แม่น้ำ เจ้าพระยา
- 7) ประสานงานกับสำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร หยุดสูบน้ำลงแม่น้ำ เจ้าพระยา ในช่วงน้ำขึ้น เพื่อป้องกันน้ำคุณภาพต่ำไหลย้อนขึ้นแม่น้ำเจ้าพระยาช่วงตอนบน
- 8) ประสานงานกับ การประปานครหลวงปฏิบัติการทดลองกระแทกลิ้มความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาด้วย วิธี Water Hammer Operation ซึ่งผลจากการดำเนินการของกรมชลประทานดังกล่าว ทำให้ไม่มี เหตุการณ์การขาดแคลนน้ำอุปโภค-บริโภคในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล



ภาพที่ 10 แผน-ผลการรักษาค่าความเค็มในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

7. การให้ความช่วยเหลือภัยแล้ง

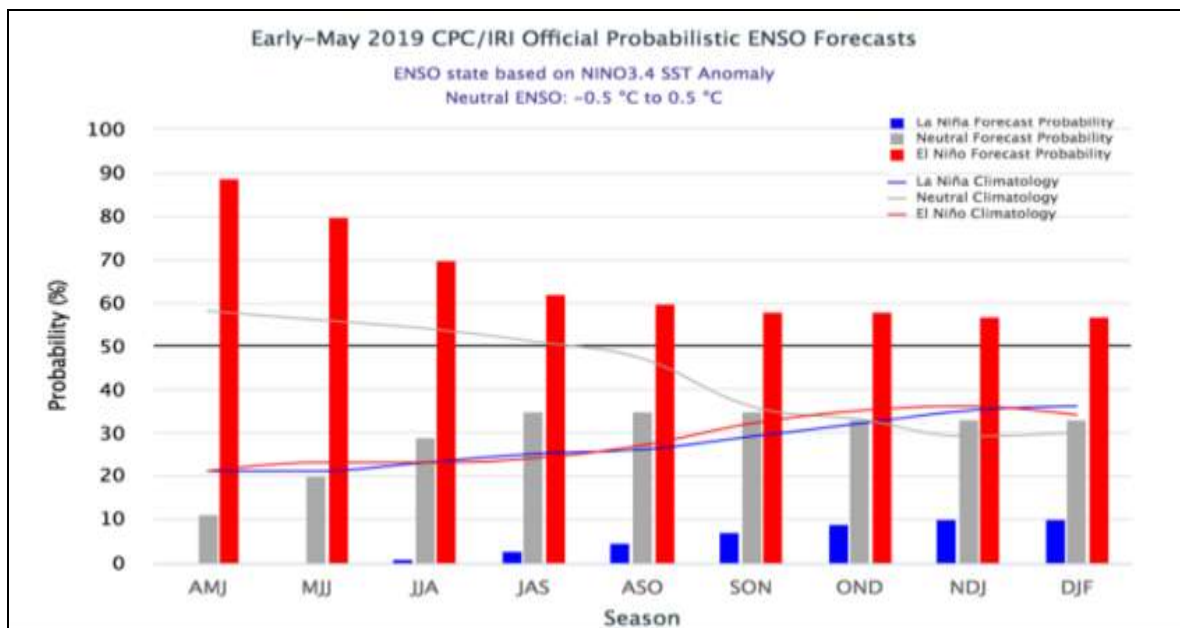
ในการรับมือกับภัยแล้ง 2563 นี้ กรมชลประทานได้จัดตั้ง “ศูนย์อำนวยการเฉพาะกิจแก้ไขและบรรเทาวิกฤตภัยแล้ง ปี 2562/63” เพื่อหาแนวทางการดำเนินงานแก้ไขวิกฤตภัยแล้ง และบูรณาการให้ความช่วยเหลือประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากวิกฤตภัยแล้ง ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังมีกองอำนวยการน้ำแห่งชาติ เป็นศูนย์บัญชาการ ประสานการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ฝ้าระวัง ติดตาม ประเมินวิเคราะห์แนวโน้มของสถานการณ์ รวมทั้งแจ้งเตือนภัยให้แก่ประชาชน เพื่อลดผลกระทบจากปัญหาวิกฤตภัยแล้ง รวมถึง กรมชลประทานมีการเตรียมศูนย์ปฏิบัติการเฉพาะกิจสำนักเครื่องจักรกล เพื่อเตรียมพร้อมด้านเครื่องจักร เครื่องมือ สำหรับการช่วยเหลือประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากวิกฤตภัยแล้งทั่วประเทศ โดยมีศูนย์ส่วนกลางอยู่ที่ จ.นนทบุรี และอีก 7 ศูนย์สาขาในทุกภูมิภาค ได้แก่ จ.เชียงใหม่ จ.พิษณุโลก จ.ขอนแก่น จ.นครราชสีมา จ.พระนครศรีอยุธยา จ.นนทบุรี และจ.สงขลา พร้อมทั้งมีการสั่งการให้เจ้าหน้าที่ในพื้นที่ให้เฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์น้ำอย่างใกล้ชิด

ในการนี้ กรมชลประทานได้ช่วยเหลือประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์ภัยแล้ง 2563 ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ จำนวน 61 จังหวัด 211 อำเภอ 336 ตำบล 703 หมู่บ้าน โดยแบ่งเป็น พื้นที่ขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค จำนวน 65 แห่ง พื้นที่ขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร จำนวน 64 แห่ง สนับสนุนรถบรรทุกน้ำ จำนวน 120 คัน รวม 3,773 เที่ยว เป็นปริมาณน้ำทั้งหมด 25,775,000 ลิตร

เครื่องสูบน้ำ จำนวน 787 เครื่อง คิดเป็นปริมาณน้ำ 1,291,339,056 ลบ.ม. เครื่องจักรกลอื่นๆ จำนวน 334 เครื่อง อีกทั้ง กรมชลประทานได้มีมาตรการจ้างแรงงานจำนวน 88,838 คน งบประมาณในการดำเนินงาน 4,498 ล้านบาท (ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2563) มีการจ้างแรงงานไปแล้ว จำนวน 33,754 คน

## 8.สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ภัยแล้งปี 2563 เป็นผลสืบเนื่องมาจาก ฤดูฝนปี พ.ศ. 2562 ซึ่งมีอิทธิพลของสภาวะโลกร้อน เอลนีโญ (ภาพที่ 11) ส่งผลทำให้มีปริมาณฝนตกน้อย โดยปรากฏการณ์เอลนีโญจะส่งผลให้ประเทศไทย มีอุณหภูมิสูงกว่าค่าปกติ และมีแนวโน้มสูงที่จะมีปริมาณฝนต่ำกว่าค่าปกติ โดยปริมาณฝนสะสมในฤดูฝน 2562 มีค่าน้อยกว่าฝนสะสมค่าเฉลี่ย 30 ปี ร้อยละ 16 หรือ -247 มิลลิเมตร ซึ่งผลของฝนสะสมปี 2562 น้อยส่งผลทำให้น้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลางในฤดูแล้งปี 2563 มีปริมาณน้ำเก็บกักน้อย ผลที่ตามมาในลำน้ำและน้ำในคลองส่งน้ำจึงน้อย ดังภาพที่ 12 ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาซึ่งเป็นพื้นที่วิกฤติน้ำแล้ง ภาครัฐไม่มีแผนปลูกข้าวนาปรังเนื่องจากน้ำต้นทุนในอ่างเก็บน้ำน้อย องค์กรเกษตรกรในลุ่มน้ำเจ้าพระยาปลูกข้าวเกินแผน 1.98 ล้านไร่ ซึ่งบางพื้นที่ไม่มีแหล่งเก็บกักน้ำของตนเองหรือมีไม่เพียงพอ ส่งผลทำให้ขาดแคลนน้ำโดยเฉพาะพื้นที่เกษตรกรรมที่ปลูกข้าวนาปรังต่อเนื่อง เพราะมีการสูบน้ำจากคลองส่งน้ำ และสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าไปหล่อเลี้ยงข้าว เมื่อน้ำในคลองส่งน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศถูกสูบน้ำไปใช้ และเกิดน้ำทะเลหนุนสูง ในสถานการณ์เช่นนี้ จึงสุ่มเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อการผลิตน้ำประปา เพื่อใช้อุปโภค-บริโภคในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล และอาจก่อให้เกิดการขาดแคลนน้ำและสภาวะภัยแล้งปี 2563



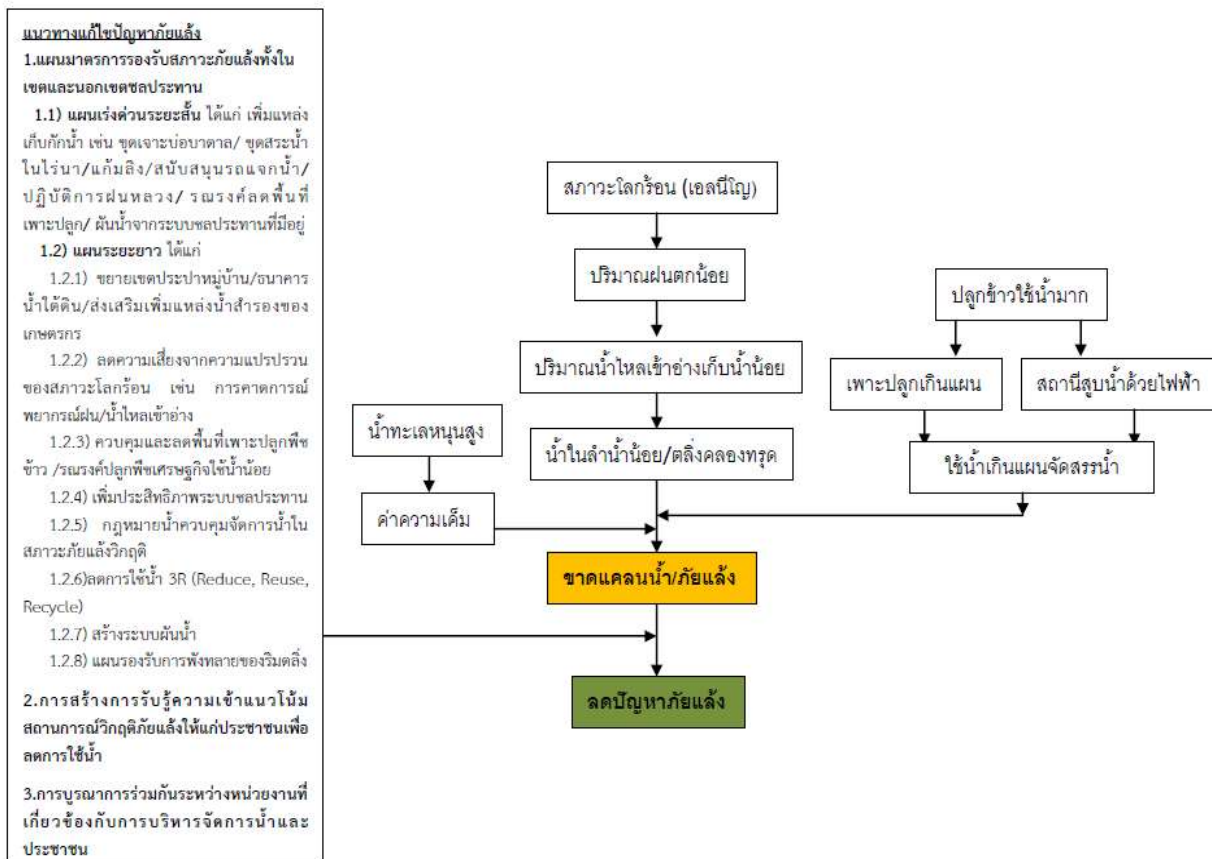
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2562

ภาพที่ 11 ผลการคาดการณ์ปรากฏการณ์ ENSO ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2562 – มกราคม 2563

ตารางที่ 1 ข้อมูลการบริหารจัดการน้ำ ฤดูแล้ง ปี 2562/63

ลำดับ	ภาค	ปริมาณฝนสะสม 1มค.-31ธค. (มม.)		ปริมาณน้ำใช้การ ณ 1 พ.ย.62 (%)		แผนผลการจัดสรรน้ำปี 62/63 ณ 30 เม.ย.63 (ล้าน ลบ.ม.)		พื้นที่เพาะปลูกนาปรัง 62/63 (30เม.ย.63) (ไร่)		
		ปี 2562	เทียบกับปีเฉลี่ย (30ปี)	ปี 2562	%	แผน	ผล	แผน	ผล	%
1	เหนือ	1,044.50	-183.7	5,825	31	17,699	17,053	0.25	0.38	156.21
2	ตะวันออกเฉียงเหนือ	1,227.50	-176.8	4,473	52			0.59	0.67	113.22
3	กลาง	921.20	-353.6	574	34			0.03	0.01	38.48
4	ตะวันออก	1,589.00	-298.5	1,476	63			0.20	0.23	114.24
5	ตะวันตก			10,133	75			0.98	0.92	93.43
6	ใต้ฝั่งตะวันตก	2,493.80	-210.9	4,186	59			0.26	0.02	7.02
7	ใต้ฝั่งตะวันออก	1,388.70	-311.4							
8	ลุ่มน้ำเจ้าพระยา			5,377	30	4,500	4,595	-	1.98	-
	<b>รวม</b>	<b>1,330.70</b>	<b>-247.6</b>	<b>32,044</b>		<b>22,199</b>	<b>21,648</b>	<b>2.31</b>	<b>4.21</b>	<b>182.26</b>

ที่มา: ศูนย์ปฏิบัติการน้ำอัจฉริยะ SWOC สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา, 2563



ภาพที่ 12 สรุปสาเหตุของภัยแล้งและแนวทางการแก้ไขปัญหาก็ยั้ง

อย่างไรก็ดี การบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทาน (ตารางที่ 1) สามารถดำเนินการได้ตามแผนจัดสรรน้ำที่วางไว้ มีการใช้น้ำเกินแผนในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาเพียงร้อยละ 2 และจากมาตรการควบคุมค่าความเค็มของกรมชลประทาน ทำให้ไม่มีสถานการณ์ขาดแคลนน้ำอุปโภค-บริโภคในพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล ในกรณีนี้ เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาก็ยั้งระยะยาว ภาครัฐควรดำเนินการ ดังนี้

**8.1.จัดทำแผนมาตรการและแผนปฏิบัติการรองรับสภาวะก็ยั้งในพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งทั้งในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทาน**

**8.1.1) แผนเร่งด่วนระยะสั้น** ได้แก่ เพิ่มแหล่งเก็บกักน้ำ เช่น ขุดเจาะบ่อบาดาล/ ขุดสระน้ำในไร่นา/แก้มลิง/สนับสนุนรถแจกน้ำ/ ปฏิบัติการฝนหลวง/ รณรงค์ลดพื้นที่เพาะปลูก/ ผันน้ำจากระบบชลประทานที่มีอยู่

**8.1.2) แผนระยะยาว** ได้แก่

8.1.2.1) ขยายเขตประปาหมู่บ้าน/ธนาคารน้ำใต้ดิน/ส่งเสริมเพิ่มแหล่งน้ำสำรองของเกษตรกร

8.1.2.2) ลดความเสี่ยงจากความแปรปรวนของสภาวะโลกร้อน เช่น การคาดการณ์พยากรณ์ฝน/น้ำไหลเข้าอ่าง

8.1.2.3) ควบคุมและลดพื้นที่เพาะปลูกพืชข้าว /รณรงค์ปลูกพืชเศรษฐกิจใช้น้ำน้อย

8.1.2.4) เพิ่มประสิทธิภาพระบบชลประทาน

8.1.2.5) กฎหมายน้ำควบคุมจัดการน้ำในสภาวะภัยแล้งวิกฤติ

8.1.2.6) ลดการใช้น้ำ 3R (Reduce, Reuse, Recycle)

8.1.2.7) สร้างระบบผันน้ำ

8.1.2.8) การรองรับการพังทลายของริมตลิ่ง

**8.2.สร้างการรับรู้ความเข้าใจแนวโน้มสถานการณ์วิกฤติน้ำแล้ง** ประชาสัมพันธ์ให้ผู้ใช้น้ำภาคการเกษตรได้รับทราบภัยแล้ง ส่งเสริมการใช้น้ำอย่างประหยัด การสำรองน้ำ ขอความร่วมมือไม่ปลูกข้าวรอบที่ 2 เกินกว่าแผนควบคุม ส่งเสริมการปลูกพืชไร่น้ำน้อยทดแทนการทำนาปรัง ส่งเสริมการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง ประชาสัมพันธ์ค่าความเค็ม การนำเสนอกรณีตัวอย่างเกษตรกรในพื้นที่ที่ประสบความสำเร็จในการรับมือกับภัยแล้ง ฯลฯ

**8.3. การบูรณาการร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ** เพื่อการแก้ไขวิกฤติภัยแล้งให้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วทันที่

## 9.บรรณานุกรม

ทวีศักดิ์ ธนเดโชพล, วิภาพ ทิมสุวรรณ, อุทัยวุฒิ ชำนาญแก้ว (2561). ปฏิรูปเกษตรในไทย 11<sup>th</sup> THAICID NATIONAL SYMPOSIUM. 11(1) 292-303.

สัญญา แสงพุ่มพงษ์ และ วิภาพ ทิมสุวรรณ. (2561) การบริหารจัดการน้ำพื้นที่ลุ่มต่ำ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา เพื่อรองรับปริมาณน้ำหลาก กรณีศึกษา : ทุ่งป่าโมก จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 11<sup>th</sup> THAICID NATIONAL SYMPOSIUM. 11(1) 144-157.

สำนักทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (2562). แผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (2561-2580) : 18-19.

วิภาพ ทิมสุวรรณ และคณะ. (2558). ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการน้ำแบบยั่งยืน ๒๕ ลุ่มน้ำ. (ภายใต้แผนการพัฒนาข้าราชการผู้มีผลสัมฤทธิ์สูง รุ่นที่ ๕). สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน.

วิภพ ทิมสุวรรณ และคณะ. (2558). การวิเคราะห์การบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. (ภายใต้แผนการพัฒนข้าราชการผู้มีผลสัมฤทธิ์สูง รุ่นที่ ๕). สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา. กรมชลประทาน.

BBC News Thai, Available: <https://www.bbc.com/thai/thailand-51004534>, 2020, January 20.



การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์ค่าความเค็มรายชั่วโมง  
ที่สถานีสูบน้ำดิบสำแล

The Application of Artificial Neural Network Model for Hourly Salinity Prediction

Sumlao Pumping Station

ชนสรณ์ ลาภนิมิตรชัย

Chanasorn Lapnimitchai

ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

E-mail : active\_save@hotmail.com

### บทคัดย่อ

แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างประสบปัญหาความเค็มรุกตัวเป็นประจำทุกปีในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา ดังนั้นหากมีการพยากรณ์ค่าความเค็มบริเวณหน้าโรงสูบน้ำดิบสำแลจะส่งผลให้การบริหารจัดการน้ำดิบในการผลิตน้ำประปามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ค่าความเค็มรายชั่วโมงที่สถานีสูบน้ำดิบสำแลโดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำด้านเหนือน้ำของสถานีสูบน้ำดิบสำแลได้แก่ระดับน้ำที่สถานี C.35 ในแม่น้ำเจ้าพระยา ระดับน้ำที่สถานี S.5 ในแม่น้ำป่าสัก และระดับน้ำด้านท้ายน้ำที่สถานี C.54 ในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อทำนายค่าความเค็มรายชั่วโมงที่สถานีสูบน้ำดิบสำแลด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมทำการ Train Network ด้วยวิธี Levenberg – Marquardt หาความสัมพันธ์ของข้อมูลดังกล่าวในช่วงปี 2556 - 2557 โดยทำการ lag time ข้อมูลย้อนหลังครั้งละ 1 ชั่วโมง ของทุกสถานี รวมกรณีศึกษาทั้งสิ้น 216 กรณี ซึ่งกรณีที่ดีที่สุดได้ให้ผลดังนี้ ระดับน้ำที่สถานี C.35 ที่เวลาย้อนหลัง 8 ชั่วโมง ระดับน้ำที่สถานี S. 5 ที่เวลาย้อนหลัง 9 ชั่วโมง และ ระดับน้ำที่สถานี C.54 ที่เวลาย้อนหลัง 12 ชั่วโมง จะสามารถพยากรณ์ค่าความเค็มรายชั่วโมงของน้ำดิบที่สถานีสูบน้ำดิบสำแลได้ใกล้เคียงที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของการเรียนรู้ การตรวจสอบ และการทดสอบของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเท่ากับ 0.87 , 0.86 และ 0.81 ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม, แม่น้ำเจ้าพระยา, พยากรณ์ค่าความเค็ม, สถานีสูบน้ำดิบสำแล

### Abstract

The lower Chao Phraya River experiences salinity problems every year during the dry season. Affecting the quality of raw water in tap water production. Therefore, if the salinity prediction in front of Sumlao Pumping Stations. Resulting in more efficient

management of raw water for tap water production. The objective of this study is to predict hourly salinity values at Sumlae Pumping Stations using artificial neural networks. The correlation between upstream water levels of Sumlae Pumping Station are water level at Station C.35 on the Chao Phraya River The water level at S.5 in Pasak River and the downstream water level at C.54 in various periods to predict hourly salinity values at Sumlae Pumping Stations using artificial neural networks model to Train Network with Levenberg-Marquardt correlation of such data during the years 2013-2014 Back to the lag time of 1 hour at a time at each station, including case studies, a total of 216 cases. The best case gave the following results the water level at the station C.35 at the previous 8 hours water level at the station S. 5 at the previous 9 hours and water level at Station C.54 at the previous 12 hours. Will be able to predict hourly salinity values at Sumlae Pumping Stations at the closest the correlation coefficient (R) of training, validation and test of the artificial neural network model were 0.87, 0.86 and 0.81 respectively.

**Keywords:** Artificial Neural Networks, Chao Phraya River, predict salinity, Sumlae Pumping Stations

## บทนำ

แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักของภาคกลาง ที่มีความสำคัญต่อการอุปโภค-บริโภค การรักษาระบบนิเวศน์ การเกษตร การอุตสาหกรรม และอื่นๆ ของประชาชนที่ใช้น้ำอยู่ตลอดสองฝั่งแม่น้ำ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งของทุกปี แม่น้ำเจ้าพระยาจะได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลหนุนจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้ามาได้ไกลถึงจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทำให้ค่าความเค็มในบางช่วงเวลาสูง เกิดผลกระทบต่อ การอุปโภค-บริโภค การประปา การเกษตร และการประมง ในปี 2557 แม่น้ำเจ้าพระยาเกิดสภาวะน้ำเค็มรุกล้ำเร็วกว่าปกติ และมีค่าความเค็มสูงกว่ามาตรฐานในระดับรุนแรง จากการตรวจวัดที่สถานีสูบน้ำสำแล จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นสถานีสูบน้ำดิบที่สำคัญของการประปานครหลวงโดยการรับน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่คลองประปาตะวันออกที่จะส่งน้ำดิบให้โรงผลิตน้ำบางเขน โรงผลิตน้ำสามเสน และโรงผลิตน้ำธนบุรี เพื่อผลิตน้ำประปาส่งต่อไปให้สถานีสูบน้ำจ่ายน้ำประปาฝั่งตะวันออก มีปริมาณการสูบน้ำดิบประมาณวันละ 4.5 ล้านลูกบาศก์เมตร พบว่ามีค่าความเค็มสูงสุดถึง 1.92 กรัมต่อลิตร เกินค่ามาตรฐานความเค็มน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปาที่ต้องต่ำกว่า 0.25 กรัมต่อลิตร ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบการบริหารจัดการน้ำดิบของการประปานครหลวง ดังนั้นหากมีการพยากรณ์ค่าความเค็มที่บริเวณหน้าโรงสูบน้ำดิบสำแลได้ล่วงหน้า จะส่งผลดีต่อการบริหารจัดการน้ำดิบของการประปานครหลวง

ณัฐวุฒิ อินบุตร และวิษุวัตน์ แต่สมบัติ (2557) ได้ศึกษาผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในอ่าวไทยตอนบนที่มีผลต่อการรุกไล่ความเค็มในแม่น้ำท่าจีน โดยใช้แบบจำลอง MIKE11-HD/AD โดยจะต้องใช้ข้อมูล อัตราการไหล ระดับน้ำ พื้นที่หน้าตัดการไหล และรัศมีชลศาสตร์ที่ได้จากค่า MIKE11-HD ในการพยากรณ์การรุกไล่ของความเค็มในแม่น้ำ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการพยากรณ์ค่าความเค็มในแม่น้ำ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีความยุ่งยากและต้องอาศัยข้อมูลสำรวจลักษณะรูปตัดลำน้ำที่เป็นปัจจุบัน ถึงจะให้ค่าความแม่นยำในการทำนาย ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้นำแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้และจดจำเหตุการณ์ในอดีตมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ค่าความเค็มที่สถานีสูบน้ำดิบสำแล เพื่อทำนายค่าความเค็มบริเวณสถานีสูบน้ำดิบสำแล เพื่อช่วยในการบริหารจัดการน้ำดิบสำหรับการผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวง

### วัตถุประสงค์

เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายค่าความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณสถานีสูบน้ำดิบสำแล เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำดิบของการประปานครหลวง

### วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) เป็นเครื่องมือในการหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่สถานีต่างๆกับค่าความเค็มที่สถานีสูบน้ำดิบสำแล ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีหลักการทำงานคล้ายสมองของมนุษย์มีเซลล์ประสาท (Neuron) จำนวนมากแต่ละเซลล์จะประกอบไปด้วยนิวเคลียสตัวเซลล์ประสาทดำเข้าและแกนประสาทนำออกโดยที่เซลล์ประสาทจะสามารถรับค่านำเข้าได้หลายค่าแต่จะมีค่าส่งออกเพียงค่าเดียวและสามารถทำงานร่วมกับสารสนเทศที่ไม่ชัดเจนได้มีการฝึกสอน (Training) ด้วยตัวประมวลผลที่เรียกว่า นิวรอน ซึ่งจะทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปยังนิวรอนตัวอื่นๆ ต่างเลเยอร์ (Layer) ผ่านจุดเชื่อมต่อที่เรียกว่า น้ำหนัก (Weight) ให้มีการเรียนรู้จดจำ และทดสอบ (Testing)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบ (Back Propagation) มีลักษณะโครงข่ายเป็นแบบ Multilayered Feed-Forward Networks ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย ชั้นรับข้อมูล (Input Layer) ชั้นแสดงผล (Output Layer) และชั้นแฝง (Hidden Layer) แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

#### 1. ชั้นรับข้อมูล (Input Layer)

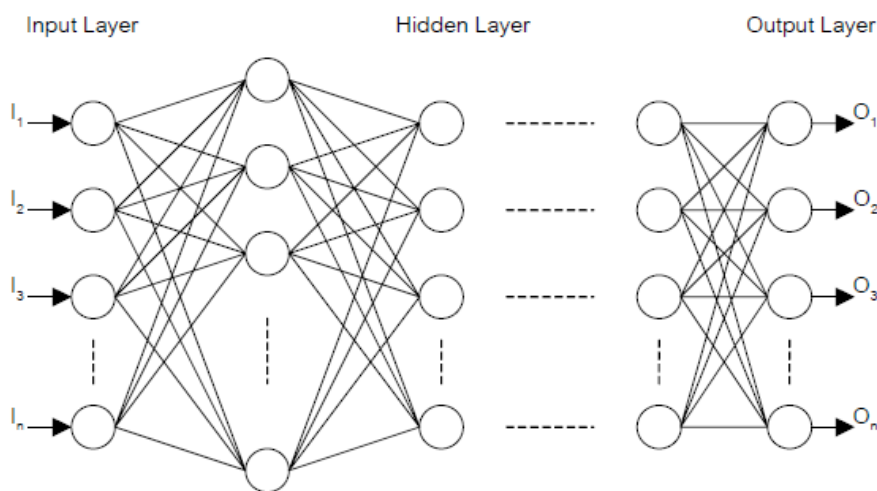
ชั้นรับข้อมูล (Input Layer) เป็นชั้นแรกในโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม ประกอบด้วยหน่วยรับข้อมูล (Input Nodes) ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม

## 2. ชั้นแสดงผล (Output Layer)

ชั้นแสดงผล (Output Layer) เป็นชั้นสุดท้ายในโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม ประกอบด้วยหน่วยแสดงผล (Output Nodes) ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์ (Output)

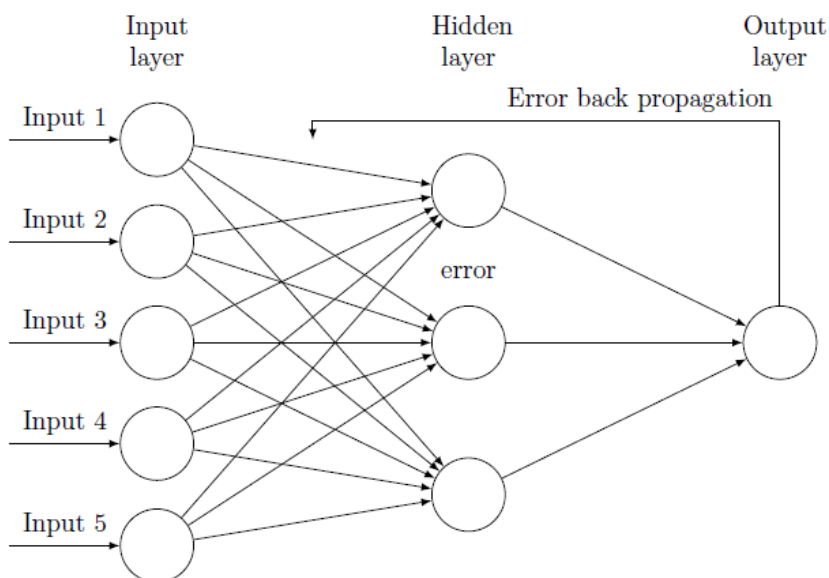
## 3. ชั้นแฝง (Hidden Layer)

ชั้นแฝง (Hidden Layer) อยู่ระหว่างชั้นรับข้อมูลและชั้นแสดงผลประกอบด้วยหน่วยแฝง (Hidden Nodes) ทำหน้าที่ในการรวม Input และ Weight เพื่อแปลงให้เป็นผลลัพธ์ (Output) และส่งผลลัพธ์ไปยังชั้นแสดงผล ซึ่งชั้นแฝงมีได้หลายชั้นตามความเหมาะสมของปัญหาที่นำมาวิเคราะห์



รูปที่ 1 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ (Back Propagation)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบ (Back Propagation) มีขั้นตอนกระบวนการทำงาน คือ เมื่อข้อมูลนำเข้า (Input Data) ถูกส่งผ่านไปข้างหน้า (Forward) ตามลำดับชั้น ภายในชั้นแฝง (Hidden Layer) จะทำหน้าที่รวมข้อมูล Input กับค่า Weight และส่งผ่านฟังก์ชันแปลงค่า (Transfer Function) เพื่อประมวลผล โดยแสดงผลลัพธ์ (Output) ไว้ในชั้นแสดงผล (Output Layer) โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จริง (Target Output) และทำการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่เกิดขึ้น (Total Error) หลังจากนั้นจึงดำเนินขั้นตอนการคำนวณย้อนกลับ (Backward) โดยเริ่มจากการปรับค่า Weight ระหว่างชั้นแสดงผลกับชั้นแฝงชั้นสุดท้ายและย้อนกลับไปจนถึงชั้นรับข้อมูล จากนั้นจะเริ่มขั้นตอนของการคำนวณไปข้างหน้าและการคำนวณย้อนกลับอีกครั้งจนกระทั่งค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดลู่เข้าหาค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดที่ยอมรับได้จึงหยุดการปรับค่า Weight ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ลักษณะการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ (Back Propagation)

ในการนี้เลือกใช้การทำงานโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation) ซึ่งเป็นการคำนวณเชิงประสาทมมีการเรียนรู้ที่กระทำโดยการเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าที่คำนวณได้กับค่าการนำไฟฟ้าที่ต้องการมาหาความสัมพันธ์ สมการที่ใช้ในการหาความผิดพลาดของข้อมูล คือ

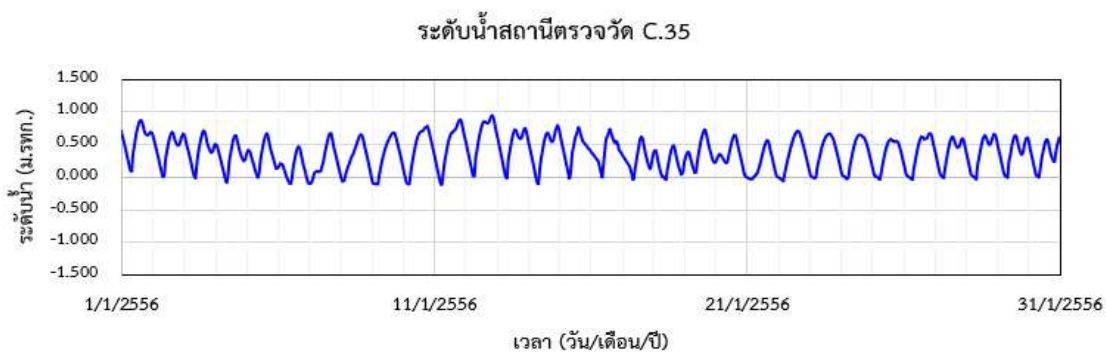
$$\% \text{ Error} = \left| \frac{X_{mea} - X_t}{X_t} \right| * 100$$

โดย  $X_t$  คือ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจริง (True Value)

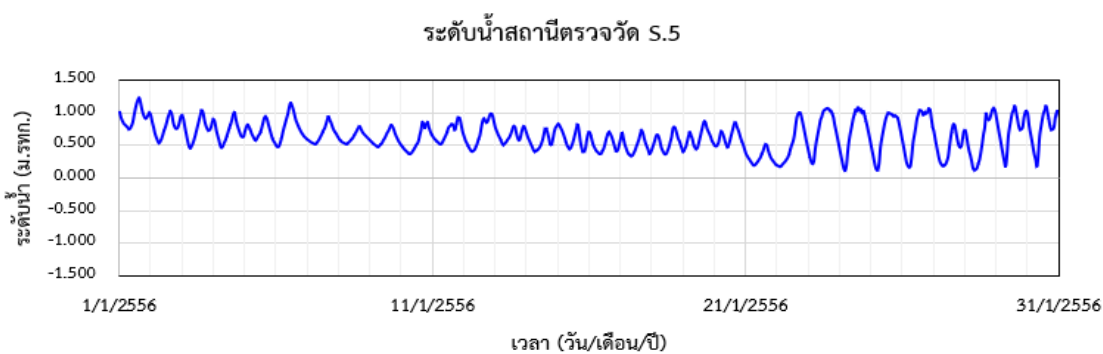
$X_{mea}$  คือ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบจำลอง (Measure value)

### ขั้นตอนการดำเนินการ

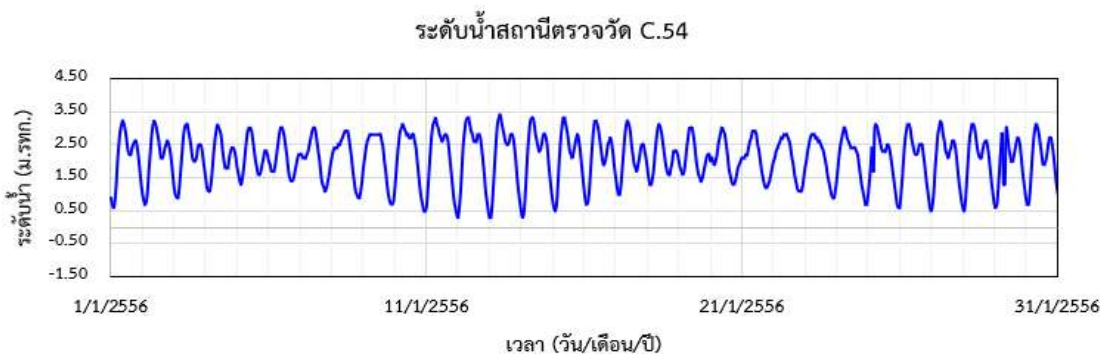
1. ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง ANN ได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานีตรวจวัด C.35 สถานี S.5 และสถานี C.54 ข้อมูลตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Conductivity) ที่สถานีสูบน้ำดิบสำแลสำหรับการฝึกฝนและทดสอบแบบจำลอง ทั้งนี้ในประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อพยากรณ์ค่าความเค็มบริเวณสถานีสูบน้ำดิบสำแลจะนำค่าการนำไฟฟ้ามาแปลเป็นค่าความเค็มอีกครั้งหนึ่ง สำหรับข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมง และค่าการนำไฟฟ้ายรายชั่วโมงที่นำเข้าแบบจำลองเป็นข้อมูลตรวจวัดในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากความเค็มในแม่น้ำเจ้าพระยาสามารถรุกตัวเข้ามาในพื้นที่ต้นน้ำมีความรุนแรง อันเป็นผลมาจากปริมาณน้ำท่าจากด้านเหนือน้ำมีปริมาณน้อย ได้แก่ ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ของปี พ.ศ. 2556 และ ปี พ.ศ. 2557 แสดงรายละเอียดตัวอย่างข้อมูลน้ำเข้าแบบจำลอง ANN ดังแสดงในรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 6



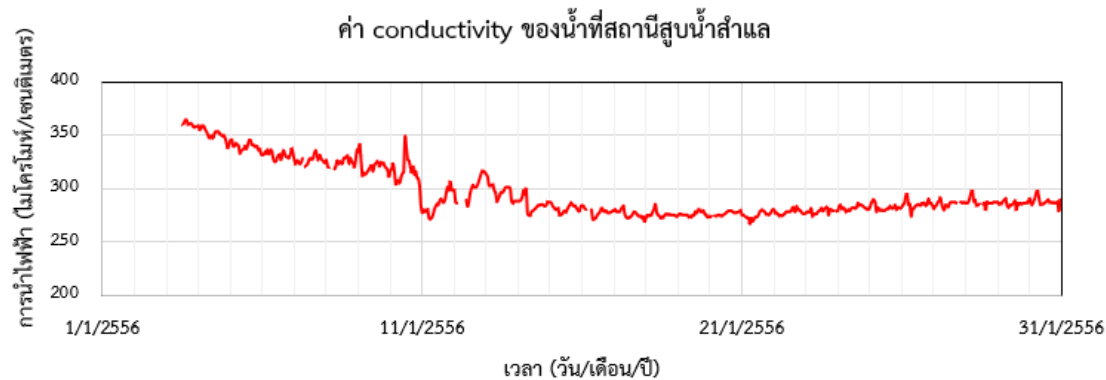
รูปที่ 3 ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานี C.35 ที่ใช้ในการศึกษา



รูปที่ 4 ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานี S.5 ที่ใช้ในการศึกษา

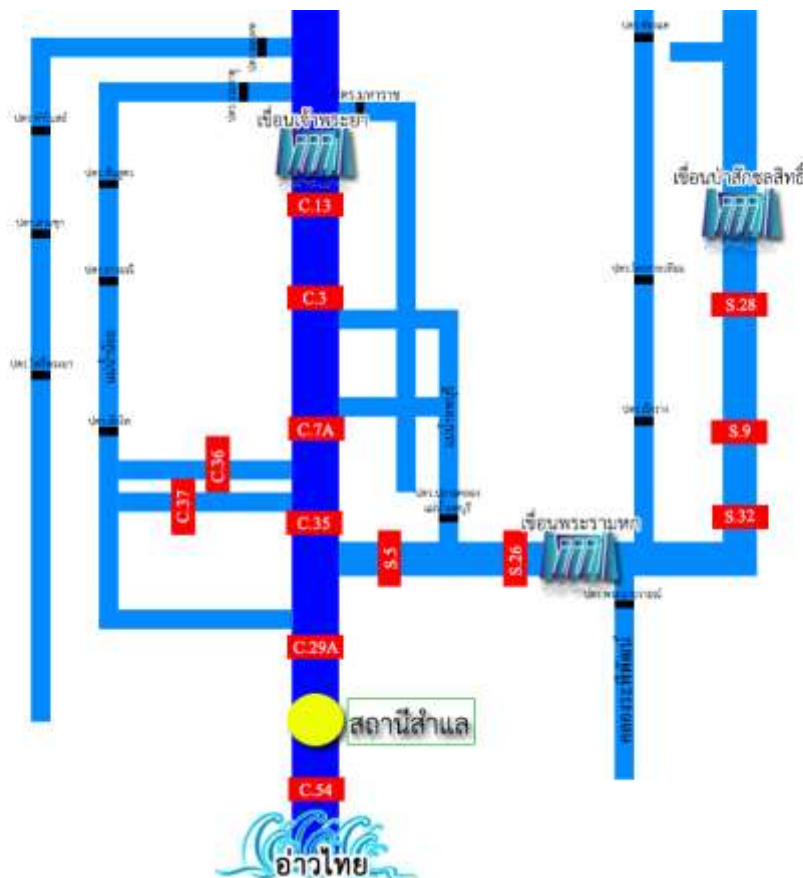


รูปที่ 5 ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงที่สถานี C.54 ที่ใช้ในการศึกษา



รูปที่ 6 ข้อมูลการนำไฟฟ้าของน้ำรายชั่วโมงที่สถานีสูบน้ำดิบสำแล ที่ใช้ในการศึกษา

2. กำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลระดับน้ำที่สถานีต่าง ๆ กับข้อมูลค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Conductivity) ของสถานีสูบน้ำดิบสำแล โดยใช้เกณฑ์ระยะเวลาการเคลื่อนตัวของน้ำเทียบกับระยะทางระหว่างสถานีสูบน้ำดิบสำแลกับสถานีต่าง ๆ ประกอบการเปลี่ยนแปลงของระยะเวลาการเคลื่อนตัวของน้ำจะสัมพันธ์กับระดับน้ำขึ้น-น้ำลงของน้ำทะเลเป็นปัจจัยร่วม โดยมีรายละเอียดการกำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลเบื้องต้น ดังนี้



รูปที่ 7 ผังแสดงเส้นทางน้ำของพื้นที่ศึกษา

- สถานี C.35 กับสถานีสูบน้ำดิบสำแล มีระยะห่าง 55 กิโลเมตร ระยะเวลาการเดินทางของน้ำอยู่ในช่วง 5 ชั่วโมง ถึง 10 ชั่วโมง
- สถานี S.5 กับสถานีสูบน้ำดิบสำแล มีระยะห่าง 49 กิโลเมตร ระยะเวลาการเดินทางของน้ำอยู่ในช่วง 8 ชั่วโมง ถึง 13 ชั่วโมง
- สถานี C.54 กับสถานีสูบน้ำดิบสำแล มีระยะห่าง 95 กิโลเมตร ระยะเวลาการเดินทางของน้ำอยู่ในช่วง 7 ชั่วโมง ถึง 12 ชั่วโมง

3. จัดเตรียมชุดข้อมูลเพื่อนำเข้าแบบจำลอง ANN โดยใช้ความน่าจะเป็นของความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวในข้างต้นนั้นมาเป็นกรณีศึกษา โดยจัดเรียงข้อมูลของแต่ละสถานีตามเวลาซึ่งจะได้กรณีศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 216 เหตุการณ์ เพื่อหาช่วงเวลาที่มีความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ดีที่สุด จากแบบจำลอง ANN โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองจะแบ่งเป็นสัดส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง 90% จะถูกใช้ในส่วนของการเรียนรู้ข้อมูล (Training) ของแบบจำลอง ANN

- ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง 5% จะถูกใช้ในส่วนของการตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) ของแบบจำลอง ANN ที่ได้จากการเรียนรู้

- ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง 5% จะถูกใช้ในส่วนของการทดสอบ (Test) ของแบบจำลอง ANN หลังจากการเรียนรู้และตรวจสอบแบบจำลอง

โดยค่าความสัมพันธ์ทางสถิติที่ได้จากการเรียนรู้ ตรวจสอบ และทดสอบของแบบจำลอง ANN จะอยู่ในรูปของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) โดยแบบจำลอง ANN จะแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของผลรวมจากการเรียนรู้ ตรวจสอบ และทดสอบแบบจำลองด้วย

4. ตรวจสอบเหตุการณ์ที่ได้ค่า R ที่ดีที่สุดในขั้นตอนที่ 3 โดยตรวจสอบจากค่าผิดพลาด (Error Histogram) ของแบบจำลอง ANN อีกครั้งหนึ่งเพื่อหาชุดข้อมูลที่ดีที่สุด

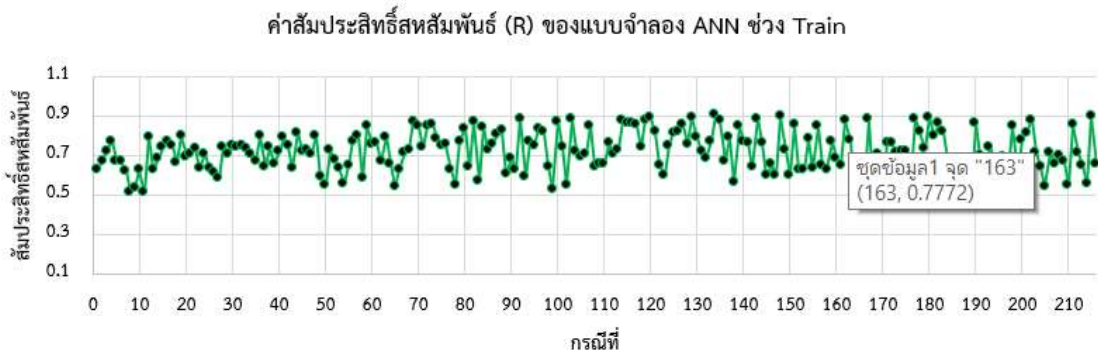
### ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาหาช่วงเวลาที่มีความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ดีที่สุดของระดับน้ำ ณ ช่วงเวลาย้อนหลังต่างๆ ที่สถานีตรวจวัด C.35 S.5 และ C.54 กับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ (Conductivity) ของสถานีสูบน้ำดิบสำแล ด้วยแบบจำลอง ANN จำนวน 216 เหตุการณ์ แสดงดังรูปที่ 8 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของแบบจำลอง ANN ในช่วงการเรียนรู้ข้อมูล (Training) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.47 – 0.90 โดยมีค่า R เฉลี่ยเท่ากับ 0.72 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของแบบจำลอง ANN ในช่วงการตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.38 – 0.88 โดยมีค่า R เฉลี่ยเท่ากับ 0.66 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของแบบจำลอง ANN ในช่วงการทดสอบ (Testing) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.87 โดยมีค่า R เฉลี่ยเท่ากับ 0.62 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) แบบรวมทุกช่วงการจำลองจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.47 – 0.89 โดยมีค่า R เฉลี่ยเท่ากับ 0.71 รายละเอียดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) จากแบบจำลอง ANN ในช่วงการเรียนรู้ข้อมูล (Training) ในช่วงการตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) ในช่วงการทดสอบ (Testing) และผลรวมในช่วงต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 9 ถึงรูปที่ 12

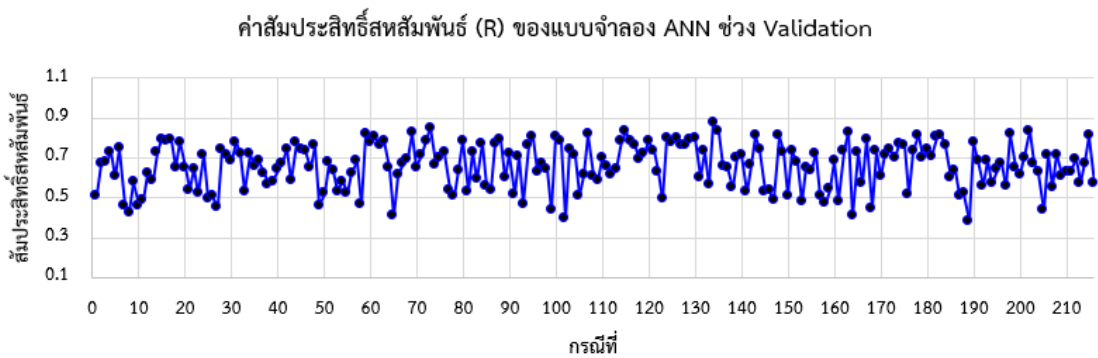


ลำดับที่	จำนวนชั่วโมงย้อนหลังที่นำเดินทาง			R			
	C.35	S.5	C.54	Train	Val	Test	All
1	5	8	7	0.63004	0.51273	0.66626	0.62654
2	5	8	8	0.67386	0.66954	0.51715	0.6671
3	5	8	9	0.72334	0.67765	0.49999	0.71133
4	5	8	10	0.77048	0.73201	0.72599	0.76638
5	5	8	11	0.67226	0.60799	0.73126	0.67212
6	5	8	12	0.67015	0.74976	0.66958	0.67479
7	5	9	7	0.62255	0.4619	0.47212	0.60955
8	5	9	8	0.5112	0.42755	0.50082	0.5055
9	5	9	9	0.53242	0.57748	0.44057	0.53044
10	5	9	10	0.62468	0.46067	0.32153	0.60105
11	5	9	11	0.51048	0.4861	0.45952	0.50553
12	5	9	12	0.7943	0.62059	0.55714	0.77811
13	5	10	7	0.63004	0.58482	0.4959	0.62236
14	5	10	8	0.68295	0.72602	0.48423	0.68174
15	5	10	9	0.74072	0.79291	0.61989	0.73729
16	5	10	10	0.76936	0.78257	0.38424	0.74721
17	5	10	11	0.74736	0.79052	0.69989	0.74794
18	5	10	12	0.66484	0.65199	0.74436	0.6689
19	5	11	7	0.79626	0.77863	0.68838	0.78903
20	5	11	8	0.69369	0.65241	0.62935	0.6875
21	5	11	9	0.70602	0.54138	0.58138	0.68948
22	5	11	10	0.73644	0.64487	0.68457	0.72753
23	5	11	11	0.63194	0.521	0.66905	0.62581
24	5	11	12	0.70741	0.7164	0.66166	0.70495
25	5	12	7	0.63298	0.49816	0.56331	0.62312
26	5	12	8	0.61609	0.50894	0.58549	0.6096
27	5	12	9	0.58223	0.45457	0.4899	0.57189
28	5	12	10	0.74498	0.74321	0.70363	0.74093
29	5	12	11	0.70557	0.71674	0.51905	0.69136
30	5	12	12	0.74604	0.68959	0.56527	0.7313
31	5	13	7	0.74118	0.77848	0.72044	0.74147
32	5	13	8	0.74816	0.71949	0.62381	0.74164
33	5	13	9	0.73635	0.53434	0.7115	0.72935
34	5	13	10	0.70458	0.72098	0.39607	0.6826

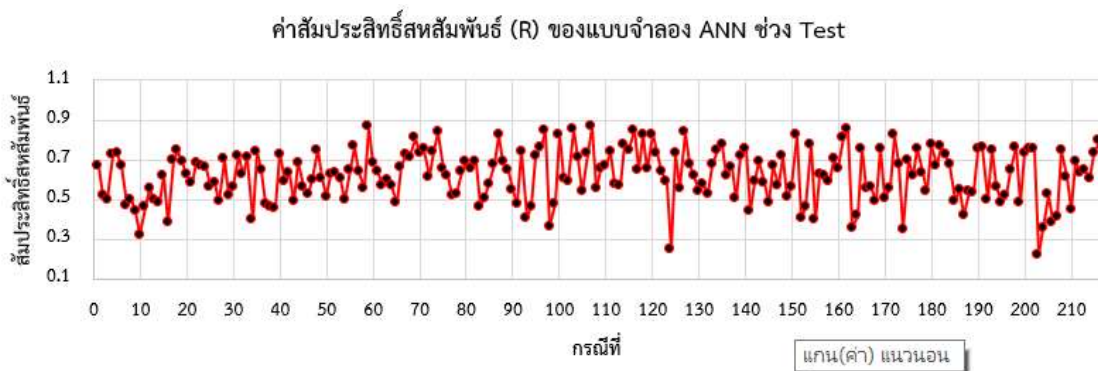
รูปที่ 8 ตารางแสดงผลการทดสอบแบบจำลอง ณ ช่วงเวลาย้อนหลังต่างๆ



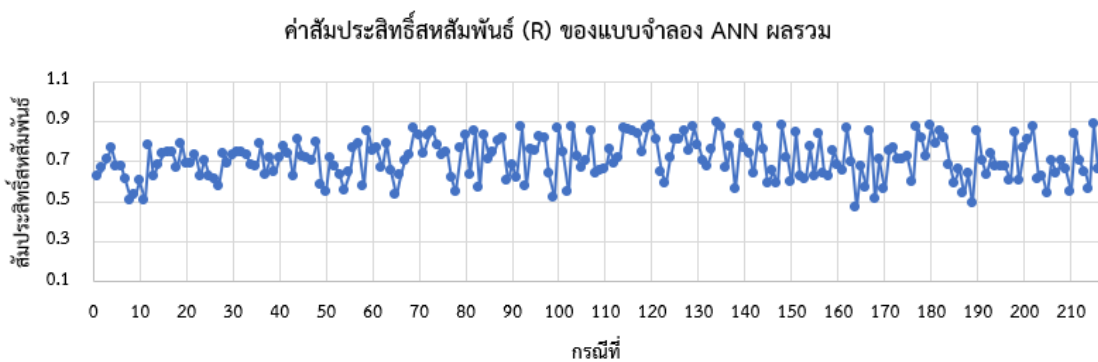
รูปที่ 9 กราฟค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ในช่วงการเรียนรู้ (Training)



รูปที่ 10 กราฟค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ในช่วงตรวจสอบความถูกต้อง (Validation)

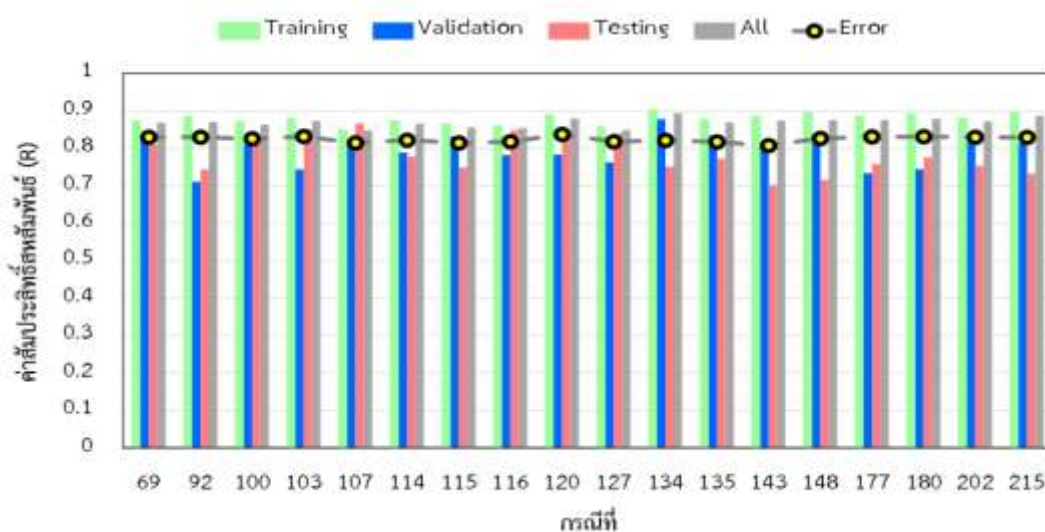


รูปที่ 11 กราฟค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ในช่วงทดสอบ (Testing)

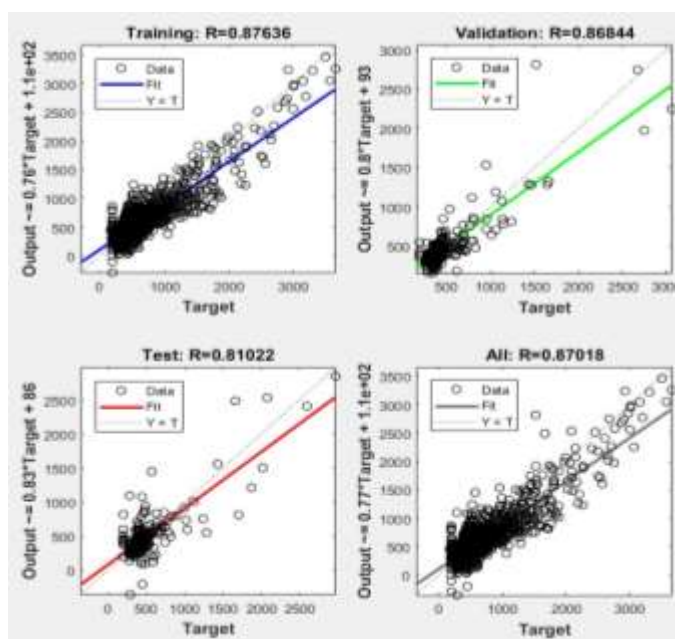


รูปที่ 12 กราฟค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ในช่วงผลรวม (All)

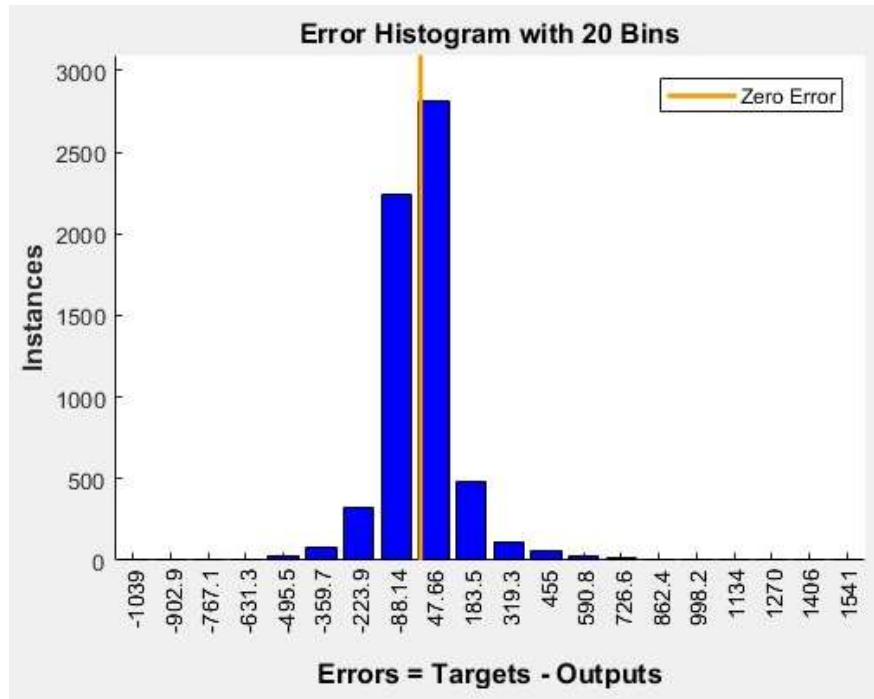
สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของทั้ง 4 ช่วงการจำลองที่ให้ค่ามากกว่า 0.70 จะถูกนำไปตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อหาค่าผิดพลาด (Error Histogram) โดยมีเหตุการณ์ที่ต้องตรวจสอบทั้งสิ้น 20 เหตุการณ์ แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 13 พบว่า ความสัมพันธ์ข้อมูลของสถานีสูบน้ำสำแลกับสถานี C.35 S.5 และ C.54 ที่ช่วงเวลา 8 ชั่วโมง 9 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ จะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ที่ดีที่สุดในช่วงการเรียนรู้ข้อมูล (Training) เท่ากับ 0.88 ในช่วงการตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) เท่ากับ 0.87 ในช่วงการทดสอบ (Testing) เท่ากับ 0.81 และได้ผลรวมเท่ากับ 0.87 โดยมีค่าผิดพลาด (Error Histogram) ที่ประมาณ 47.66 จำนวนประมาณ 2,800 ครั้งและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.84 แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 14 ถึง รูปที่ 16



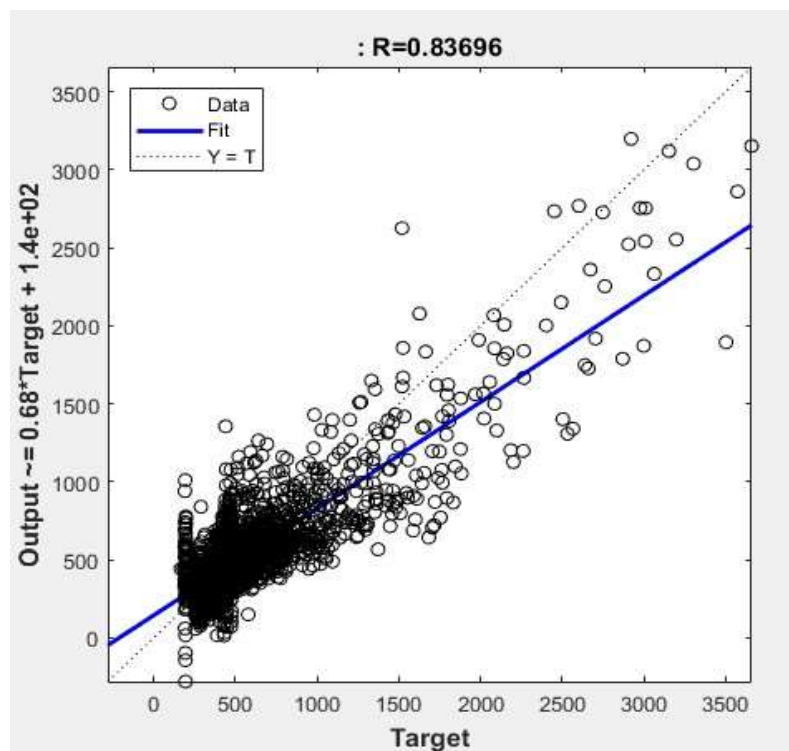
รูปที่ 13 กราฟค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกรณีที่ดีที่สุดที่นำมาตรวจสอบค่า Error



รูปที่ 14 กราฟค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ที่ดีที่สุด



รูปที่ 15 กราฟแสดงค่า Error Histogram



รูปที่ 16 กราฟแสดงค่ากราฟค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) จากการตรวจสอบค่า Error

## สรุปผลการศึกษา

ผลสรุปของงานวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมทำนายค่าความเค็มที่สถานีสูบน้ำดิบสำแล โดยใช้ความสัมพันธ์ของสถานี C.35 สถานี S.5 และสถานี C.54 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ที่ดีที่สุดในช่วงการเรียนรู้ (Training) ตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) ทดสอบ (Testing) และผลรวม (All) จากทั้ง 216 เหตุการณ์ คือระดับน้ำที่สถานี C.35 ที่เวลาย้อนหลัง 8 ชั่วโมง ระดับน้ำที่สถานี S. 5 ที่เวลาย้อนหลัง 9 ชั่วโมง และ ระดับน้ำที่สถานี C.54 ที่เวลาย้อนหลัง 12 ชั่วโมง จะสามารถพยากรณ์ค่าความเค็มรายชั่วโมงของน้ำดิบที่สถานีสูบน้ำดิบสำแลได้ใกล้เคียงที่สุด

## เอกสารอ้างอิง

ณัฐวุฒิ อินบุตร และวิษุวัฒน์ แต่สมบัติ. (2557). การรुक้าของความเค็ม และการแพร่กระจายความเค็มตามความยาวของลำน้ำในแม่น้ำท่าจีน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

ตรัง พรหมณะ. (2558). การพยากรณ์ฝนในลุ่มน้ำชี-มูล ด้วยการใช้ข้อมูลดาวเทียม FY-2C/E. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

ภูมิพัฒน์ รัตนภาค. 2559. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์การรุกตัวของน้ำเค็มในแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

วิไลลักษณ์ ดอกแย้ม. 2560. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์อัตราการไหลของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ได้รับอิทธิพลจากระดับน้ำทะเล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.



# THAICID

