รายงานฉบับสมบูรณ์

การอบรมการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ

โดย ดร. เปี่ยมจันทร์ ดวงมณี และคณะ

ตุลาคม 2563

รายงานฉบับสมบูรณ์

การอบรมการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ

โดย ดร. เปี่ยมจันทร์ ดวงมณี และคณะ

ตุลาคม 2563

สัญญาเลขที่ SIP6230029

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การอบรมการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ดร.เปี่ยมจันทร์ ดวงมณี	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
2. คุณศักย์ สกุลไทย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. คุณต้า เกียรติไกรวัลศิริ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. คุณมนัสวี บัวศรี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และ

แผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย ด้านสังคม แผนงานการบริหารจัดการน้ำปีที่ 1

คำนำ

รายงานฉบับสมบูรณ์ ของโครงการการอบรมการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ โดย ดร.เปี่ยมจันทร์ ดวงมณี ได้สรุปผลการศึกษาของโครงการในปีที่ 1 รวมระยะเวลาประมาณ 1 ปี (25 ก.ย. 62– 30 ต.ค. 63) ซึ่งประกอบด้วยการดำเนินการนำความรู้จากการวิจัยและพัฒนาการอบรม ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการพยากรณ์ฝนแก่หน่วยงาน และผู้สนใจเพื่อพัฒนาประโยชน์ในการพยากรณ์ฝนและการบริหารจัดการน้ำของประเทศ

ทางทีมวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ จะมีเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานทั้งภาคราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รวมถึงประชาชนในการนำองค์ความรู้ด้านการพยากรณ์ฝนไปประยุกต์ใช้เพื่อการบริหารจัดการน้ำได้อย่างเหมาะสม

หัวหน้าโครงการวิจัย

ตุลาคม 2563

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาโครงการ “การอบรมการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ” สามารถดำเนินการมาได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่ายทั้งในด้านบุคลากร และการสนับสนุนข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอันประกอบด้วย กรมอุตุนิยมวิทยา กรมฝนหลวง และการบินเกษตร และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

การศึกษาครั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนเป็นอย่างดีตั้งแต่เริ่มโครงการฯ จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และแผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมายด้านสังคม แผนงานการบริหารจัดการน้ำปีที่ 1 คณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

ตุลาคม 2563

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

1. บทนำ

ในการศึกษา “แผนงานที่ 4 การบริหารจัดการน้ำ” มุ่งเน้นที่การบริหารจัดการน้ำในภาพที่นำงานศึกษาวิจัยไปส่งเสริมการทำงานของหน่วยงานราชการ และผู้เกี่ยวข้อง เนื่องจากทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาประเทศ มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในกระทรวง กรม กองเดียวกัน และนอกหน่วยงาน มีความจำเป็นต้องเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างกัน รวมถึงศึกษาและพัฒนากลไกและกระบวนการผ่านงานวิจัย ซึ่งในโครงการมีส่วนงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) งานศึกษากลไกการจัดการการใช้น้ำ การจัดสรรน้ำ ความต้องการน้ำใช้ การจัดการความขัดแย้งจากการใช้น้ำระหว่างภาคส่วนและระหว่างพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ รวมถึงระหว่างชุมชนกับชุมชน ในพื้นที่ Eastern Economic Corridor (EEC) ที่เป็นยุทธศาสตร์หลักในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศ 2) ผลกระทบจากการประหยัดเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของหน่วยงานรัฐในการจัดหาน้ำและลดงบประมาณการบริหารจัดการน้ำต้นทุน ที่งานบริหารจัดการในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาในรายละเอียดนี้ 3) โครงการพัฒนาด้านน้ำของรัฐบาลที่ลดการขัดขวางและไม่ได้รับการยอมรับจากภาคประชาชน เนื่องจากโครงการประเภทนี้ ต้องการพื้นที่พัฒนาและทรัพยากรในการพัฒนาที่เปลี่ยนแปลงการใช้น้ำในพื้นที่ที่มีผลกระทบกับผู้เกี่ยวข้อง และ 4) การลงทุนในธุรกิจ (Startup) จากเทคโนโลยีใหม่ด้านการประหยัดน้ำและธุรกิจบริการการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำที่สนับสนุนการทำงานของภาครัฐ

ส่วนงานเหล่านี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลพื้นฐานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และพัฒนาข้อมูลทั้งจากการสำรวจและการวิเคราะห์จำนวนมาก ดังนั้นเพื่อช่วยลดความซ้ำซ้อนในการดำเนินการด้านข้อมูล จึงจำเป็นต้องพัฒนา “โครงการศูนย์ข้อมูลแผนงานการบริหารจัดการน้ำ” เพื่อทำหน้าที่รวบรวมจัดเก็บและวางโครงสร้างของข้อมูล รวมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างส่วนงานที่เกี่ยวข้อง ผ่านระบบสารสนเทศที่ได้จัดเตรียมไว้ ซึ่งรูปแบบที่ได้สามารถนำไปวางโครงสร้างการทำงานด้านสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการน้ำ ทั้งด้าน Hardware, Software และ Database รวมถึง Application และการนำเสนอสามารถถ่ายทอดการใช้ประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการเชื่อมโยงกับหน่วยงาน และการใช้ประโยชน์จากข้อมูลสารสนเทศจากดาวเทียมเพื่อพัฒนาเป็น “การตรวจจับระยะไกล” (Remote Sensing) ใช้สนับสนุนข้อมูล เช่น การตรวจจับการเพาะปลูก การตรวจจับความชื้นในดิน การตรวจจับและพยากรณ์ฝน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ในส่วนงานของโครงการวิจัย

นอกจากนี้ องค์ความรู้ซึ่งเป็นผลที่รวบรวมจากส่วนงานต่างๆ สามารถนำไปต่อยอด เพื่อพัฒนา “องค์ความรู้เพื่อการบริหารจัดการน้ำในระดับภาคและระดับประเทศ” ซึ่งเป็นเป้าหมายของแผนงานที่ 4 ผ่านตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ผลิตภาพการใช้น้ำต่อหน่วยผลิต (ภาคธุรกิจ ภาคเกษตร และภาคบริโภคอุปโภค) เพิ่มขึ้นในพื้นที่ EEC โดยเปรียบเทียบได้จากปีฐานที่กำหนด 2) ร้อยละของปริมาณการใช้น้ำลดลงในอุตสาหกรรมเป้าหมาย ได้แก่ อุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ EEC อุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำสูงและตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีแนวโน้มขาดแคลนน้ำในระยะ 5 ปีข้างหน้า ลดลงอย่างน้อยร้อยละ 15 โดยเปรียบเทียบได้จากปีฐานที่กำหนด 3) มีกลไกสนับสนุนการจูงใจภาคธุรกิจ เช่น กลไกระบบ water footprint ในผลิตภัณฑ์และองค์กร กลไกสนับสนุนรูปแบบการลงทุนใหม่ อาทิเช่น ธุรกิจใหม่ด้านเทคโนโลยีและการบริการที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดน้ำ และ 4) ร้อยละของน้ำต้นทุนที่สูญเสียในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ และการกระจายน้ำในระบบลดลง โดยเปรียบเทียบได้จากปีฐานที่กำหนด ทำให้ฐานข้อมูลที่ถูกพัฒนาครอบคลุมถึงแนวทางที่นอกเหนือจากทรัพยากรน้ำ แต่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อกิจกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับทรัพยากรน้ำ เพื่อช่วยให้สารสนเทศมีประโยชน์ต่อระดับนโยบายในการลงทุนที่จะเกิดขึ้น และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

1) พัฒนาหลักสูตรจากงานของบริษัท Envision Digital International Pte Ltd ด้านการเตรียมข้อมูลการ Downscaling การใช้ Machine Learning เพื่อการพยากรณ์ฝน
2) จัดอบรมให้กับทีมวิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความชำนาญการในการใช้ข้อมูลพยากรณ์ฝนด้วยวิธี Downscaling และ Machine Leaning ครอบคลุมทั้งประเทศไทย จำนวน 3 ครั้ง

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการทำงานของโครงการสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนเนื้อหาหลักสูตรจากงานของบริษัท Envision Digital International Pte Ltd ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากโมเดลภูมิอากาศระดับโลกมา Downscaling เป็นประเทศไทยโดยกรรมวิธีทางสถิติและด้วยระบบ Machine Learning ที่บริษัทพัฒนาขึ้น

2. ส่วนการอบรมของทีมวิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความชำนาญการในการใช้ข้อมูลพยากรณ์ฝนด้วยวิธี Downscaling และ Machine Learning ครอบคลุมทั้งประเทศไทย เพื่อให้เหมาะสมในกรณีของประเทศไทย

4. สรุปผลการศึกษา

โครงการวิจัย การอบรมการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรจากงานของบริษัท Envision Digital International Pte Ltd ด้านการเตรียมข้อมูลการ Downscaling การใช้ Machine Learning เพื่อการพยากรณ์ฝน และเพื่อจัดอบรมให้กับทีมวิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความชำนาญการในการใช้ข้อมูลพยากรณ์ฝนด้วยวิธี Downscaling และ Machine Leaning ครอบคลุมทั้งประเทศไทย จำนวน 3 ครั้ง ได้แก่

การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 หัวข้อการพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล จัดอบรมเมื่อวันที่ 26-27 มีนาคม พ.ศ. 2563 ณ Co-Working Space ของบริษัทอินฟราพลัส จำกัด มีผู้เข้าร่วมจำนวน 60 คน ใช้รูปแบบการอบรมแบบ Online เนื้อหาการอบรมประกอบด้วย 1) การศึกษาการพยากรณ์อากาศด้วยระบบเทคโนโลยี และ2) การวิเคราะห์และพัฒนาระบบการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ สำหรับผลสำเร็จของการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 มีคะแนนการประเมินโดยรวมเฉลี่ยร้อยละ 90

การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 2 หัวข้อการประยุกต์ใช้ฝนล่วงหน้า 14 วัน ผ่านกิจกรรมการทำงานร่วมกัน (CO-Run) จัดอบรมในช่วงเดือน ก.ค.-ก.ย. พ.ศ. 2563 จำนวน 8 ครั้ง โดยไปจัดที่มหาวิทยาลัยมหิดล กรมชลประทาน ในรูปแบบการอบรมแบบบรรยายและปฏิบัติงานในห้อง จำนวน 4 ครั้ง และการจัดอบรมแบบ online ผ่านระบบ Zoom จำนวน 4 ครั้ง มีผู้เข้าร่วมประมาณ 10 คน (นักวิจัย และผู้แทนหน่วยงาน) เนื้อหาการอบรม ประกอบด้วย (1) การอธิบายการทำงานของขั้นตอนการทำนายฝนระยะ 14 วัน (เตรียมข้อมูล การจัดข้อมูล การทำ Bias Correction การทดสอบกับบางเหตุการณ์) (2) การอธิบายของการทำงานขั้นตอนการบริหารเขื่อน (การทำนายน้ำท่าเข้าเขื่อนภูมิพลเทียบกับข้อมูลวัดจริง (ฝนและน้ำท่า) (3) การรับข้อมูลเกณฑ์การปล่อยน้ำจากกรมชลประทาน (ความต้องการปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ จากทีมความต้องการและทีมน้ำท่า) (4) การวิเคราะห์การปล่อยน้ำจากรูปแบบที่วิเคราะห์ไว้ก่อน (เพื่อเสนอแนะถึงความเหมาะสมของปริมาณการปล่อยน้ำจากเขื่อน) (5) การอธิบายการประมาณความต้องการน้ำของพืช (วิเคราะห์ภาพดาวเทียมเพื่อหาพื้นที่เพาะปลูก นำข้อมูลฝนล่วงหน้า

มาประมาณความต้องการน้ำของพืชเพื่อประมาณความต้องการน้ำจากเขื่อนจากปัจจัยในอดีตตามปีน้ำและพื้นที่) (6) การอธิบายการประมาณน้ำท่าในพื้นที่ (วิเคราะห์โครงข่ายผังน้ำในพื้นที่ ใช้ข้อมูลฝนทำนายในอนาคต ประมาณน้ำท่าตรวจสอบกับข้อมูลวัดจริง หาปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ (ที่ใช้การได้) ส่งกลับไปที่ทีมเขื่อนประกอบการปล่อยน้ำจากเขื่อน สำหรับผลการประเมิน จากการประเมินผลของกิจกรรม CO-Run จำนวน 8 ครั้ง ในด้าน 3 ด้าน มีผลดังนี้ (1) ด้านนักวิจัย มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 93.13 (2) ด้านหน่วยงาน มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 85.00 และ (3) ด้านความสำเร็จ มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 91.25

การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 หัวข้อการอบรมเกี่ยวกับ Machine Learning จัดในวันที่ 26 ตุลาคม พ.ศ.2563 ณ ห้องประชุมหน่วยปฏิบัติการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีผู้เข้าร่วมอบรมจำนวน 5 คน (ผู้แทนหน่วยงาน) ใช้รูปแบบการอบรมแบบบรรยาย และปฏิบัติงานในห้อง สำหรับเนื้อหาการอบรม ประกอบด้วย (1) การอบรมการใช้งานการเรียนรู้เชิงลึกบนข้อมูลพยากรณ์อากาศ (2) การใช้งาน Google Colab, Jupyter notebook (3) การสร้าง Model Deep Learning ด้วย pytorch (3) การใช้งาน Transfer Learning (4) การอ่านไฟล์ NC ด้วย Python และ (5) การสร้าง Model และการใช้งานบนข้อมูลพยากรณ์อากาศ สำหรับผลสำเร็จของการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 มีดังนี้ (1) ผลรวมการประเมินด้านวิทยากร คิดเป็น ร้อยละ 90.00 (2)ผลการประเมินด้านความรู้ความเข้าใจ คิดเป็น ร้อยละ 80.00 และ (3) ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ คิดเป็น ร้อยละ 66.00

5. ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการหารือแลกเปลี่ยนความรู้ด้านการพยากรณ์ฝน เพื่อปรับปรุงแนวทางการพยากรณ์อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการนำเทคนิคสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการพยากรณ์ฝน
2) ควรมีการหารือร่วมกับหน่วยงานที่ใช้ประโยชน์จากข้อมูลการพยากรณ์ฝน เพื่อให้ทางกรมอุตุนิยมวิทยา สามารถพัฒนาข้อมูลการพยากรณ์เพื่อตอบสนองการใช้งานและสามารถเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมได้
3) ควรมีการจัดทำหนังสือบันทึกข้อตกลงระหว่างองค์กร (Memorandum of Understanding, MOU) ในการทำงานในอนาคตข้างหน้า สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ รวมถึงในต่างประเทศ

Executive Summary

1. Introduction

In the study of “Water Management Plan” focusing on water management as a whole, the research was carried out to promote the work of government agencies and related parties. This is because water is an important resource for national development. There are relevant departments and divisions in the Ministry and outside agencies. It is necessary to link information with each other, including studying and developing mechanisms and processes through research. The project is involved in 1) the study of water use management mechanism, water allocation, water demand, conflict management of water use between sectors and between upstream, midstream and downstream areas including between communities and communities in the Eastern Special Development Zone (Eastern Economic Corridor or EEC), which is the main strategy in the eastern region of the country. 2) The impact of saving to support the government's water supply operation and reduce the water management budget, the cost of the management work at present has not been studied in this detail. 3) Government water development program that reduces obstruction and is not accepted by the public sector. This is because projects of this type require development areas and development resources that change the use of water in areas that affect the stakeholders; and 4) investment in startups from new water-saving technologies and water efficiency assessment services that support government operations.

These segments use basic information from relevant agencies and develop data from a large number of surveys and analysis. Therefore, to help reduce redundancy in data operations, it is necessary to develop “Water Management Information Center Project” to collect, store and structure data, as well as link information between related segments through the information system provided. Software and databases, as well as applications and presentations, can convey the exploitation of relevant government agencies, including links to agencies, and the utilization of satellite information to

develop a “remote sensing” to support information such as cultivation detection, soil moisture detection, rain detection and forecasting, which is used in the work segment of the research project. 1) Production of water consumption per production unit (business sector) increase in the EEC area by comparison from the base year 2) Percentage of water consumption decreased in targeted industries, namely, industries located in high-water EEC areas and located in areas with water scarcity prospects over the next five years, decreasing by at least 15% by comparison from the base year. 3) There are mechanisms to support business incentives such as water footprint mechanisms in products and organizations, mechanisms to support new investment models such as businesses, new technologies and services related to saving water. 4) The percentage of water, the cost of loss in reservoir management and water distribution in the system decreased by comparison from a given base year. As a result, the developed database covers guidelines beyond water resources but directly or indirectly related to activities related to water resources to help provide information useful to the policy level of the upcoming investment and the impact of future policy changes.

2. Objective

1) Develop a curriculum based on the work of a team of Singapore researchers in data preparation, downscaling, using machine learning for rain forecasting.
2) Provide training to research teams and related officers. To develop expertise in using downscaling and machine leaning rain forecast data throughout Thailand for three sessions.

3. Operating procedure

The work of the project can be divided into 2 parts:

1) The course material from the Singapore researcher team, which collects data from global climate models, is based in Thailand by statistical and machine learning system developed by the team of researchers.

2) The training of the research team and the relevant authorities to develop the expertise of rain forecasting data through downscaling and machine leaning means covering Thailand to suit the case of Thailand.

4. Summary of study results

In training on complex forecasting operations, big data is used, as well as the use of highly potent processing equipment. However, due to the covid-19 situation, the journey between Thailand and Singapore cannot be carried out. Despite efforts to resolve the issue by holding an online meeting, however, with the limitations of the contract between Thailand and Singapore, the research team discussed the second training session, which will be held as early as October.

In addition, the project has been discussed with the Bureau of Meteorology to find a way to study and train together. When the study was completed, the research team will conduct training to convey the guidelines and results with the Bureau of Meteorology.

5. Recommendations

1) **Training, especially international training, should have guidelines for adjusting plans or canceling certain objectives** due to unexpected circumstances.

2) **Objective modification**, due to the outbreak of the new corona virus 2019 (COVID-19) prevents planned activities and may affect the original activity.

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : SIP6230029

ชื่อโครงการ : การอบรมการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ

ชื่อนักวิจัย :

1. ดร.เปี่ยมจันทร์ ดวงมณี	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
2. คุณศักย์ สกุลไทย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. คุณต้า เกียรติไกรวัลศิริ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. คุณมนัสวี บัวศรี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะเวลาโครงการ : 25 กันยายน 2562 - 30 ตุลาคม 2563

คำสำคัญ : ระบบประมวลและการวิเคราะห์ข้อมูลฝน การบริหารจัดการน้ำ ระบบสารสนเทศ

ในการศึกษา “แผนงานที่ 4 การบริหารจัดการน้ำ” มุ่งเน้นที่การบริหารจัดการน้ำในภาพที่นำงานศึกษาวิจัยไปส่งเสริมการทำงานของหน่วยงานราชการ และผู้เกี่ยวข้อง เนื่องจากทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาประเทศ มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในกระทรวง กรม กองเดียวกัน และนอกหน่วยงาน มีความจำเป็นต้องเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างกัน รวมถึงศึกษาและพัฒนากลไก และกระบวนการผ่านงานวิจัย ซึ่งในโครงการมีส่วนงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) งานศึกษากลไกการจัดการการใช้น้ำ การจัดสรรน้ำ ความต้องการน้ำใช้ การจัดการความขัดแย้งจากการใช้น้ำระหว่างภาคส่วนและระหว่างพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ รวมถึงระหว่างชุมชนกับชุมชน ในพื้นที่ Eastern Economic Corridor (EEC) ที่เป็นยุทธศาสตร์หลักในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศ 2) ผลกระทบจากการประหยัด เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของหน่วยงานรัฐในการจัดหาน้ำ และลดงบประมาณการบริหารจัดการน้ำต้นทุน ที่งานบริหารจัดการในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาในรายละเอียดนี้ 3) โครงการพัฒนาด้านน้ำของรัฐบาลที่ลดการขัดขวางและไม่ได้รับการยอมรับจากภาคประชาชน เนื่องจากโครงการประเภทนี้ ต้องการพื้นที่พัฒนาและทรัพยากรในการพัฒนาที่เปลี่ยนแปลงการใช้น้ำในพื้นที่ที่มีผลกระทบ

กับผู้เกี่ยวข้อง และ 4) การลงทุนในธุรกิจ (Startup) จากเทคโนโลยีใหม่ด้านการประหยัดน้ำ และธุรกิจบริการการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำที่สนับสนุนการทำงานของภาครัฐ

ในการทำงานของโครงการฯ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนเนื้อหาหลักสูตรจากงานของบริษัท Envision Digital International Pte Ltd ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากโมเดลภูมิอากาศระดับโลกมา Downscaling เป็นประเทศไทยโดยกรรมวิธีทางสถิติและด้วยระบบ Machine Learning ที่บริษัทพัฒนาขึ้น

2. ส่วนการอบรมของทีมวิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความชำนาญการในการใช้ข้อมูลพยากรณ์ฝนด้วยวิธี Downscaling และ machine leaning ครอบคลุมทั้งประเทศไทย เพื่อให้เหมาะสมในกรณีของประเทศไทย

โครงการได้ให้ความสำคัญกับการนำความรู้จากการร่วมมือกับทางบริษัท Envision เผยแพร่ให้นักวิจัยในโครงการเครือข่ายและหน่วยงานที่เกี่ยว เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ เพื่อพัฒนาและต่อยอดการใช้ประโยชน์ จากองค์ความรู้และข้อมูลที่ได้ ผ่านการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ 3 ครั้ง ทั้งนี้ผลการดำเนินงาน สรุปได้ดังนี้

การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 หัวข้อการพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล จัดอบรมเมื่อวันที่ 26-27 มีนาคม พ.ศ. 2563 ณ Co-Working Space ของบริษัทอินฟราพลัส จำกัด มีผู้เข้าร่วมจำนวน 60 คน ใช้รูปแบบการอบรมแบบ Online ผ่านระบบ Zoom สำหรับผลสำเร็จของการอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 1 มีคะแนนการประเมินโดยรวมเฉลี่ย ร้อยละ 90

การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 2 หัวข้อการประยุกต์ใช้ฝนล่วงหน้า 14 วัน ผ่านกิจกรรมการทำงานร่วมกัน (CO-Run) จัดอบรมในช่วงเดือน ก.ค.-ก.ย. พ.ศ. 2563 จำนวน 8 ครั้ง ใช้รูปแบบการอบรมทั้งแบบบรรยายและปฏิบัติงานในห้อง และ การจัดอบรมแบบ online ผ่านระบบ Zoom มีผู้เข้าร่วมประมาณ 10 คน สำหรับผลการประเมินของกิจกรรม CO-Run จำนวน 8 ครั้ง ในด้าน 3 ด้าน มีผลดังนี้ (1) ด้านนักวิจัย มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 93.13 (2) ด้านหน่วยงาน มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 85.00 และ (3) ด้านความสำเร็จ มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 91.25

การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 หัวข้อการอบรมเกี่ยวกับ Machine Learning จัดในวันที่ 26 ตุลาคม พ.ศ.2563 ณ ห้องประชุมหน่วยปฏิบัติการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีผู้เข้าร่วมอบรมจำนวน 5 คน ใช้รูปแบบการอบรมแบบบรรยาย และปฏิบัติงานในห้อง สำหรับผลสำเร็จของการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 มีดังนี้ (1) ผลรวมการประเมินด้านวิทยากร คิดเป็น

ร้อยละ 90.00 (2) ผลการประเมินด้านความรู้ความเข้าใจ คิดเป็น ร้อยละ 80.00 และ (3) ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ คิดเป็น ร้อยละ 66.00

สำหรับข้อเสนอแนะของทางโครงการฯ ได้แก่ (1) ควรมีการหารือแลกเปลี่ยนความรู้ด้านการพยากรณ์ฝน เพื่อปรับปรุงการพยากรณ์อย่างต่อเนื่อง (2) ควรมีการหารือร่วมกับหน่วยงานที่ใช้ประโยชน์จากข้อมูลการพยากรณ์ฝน เพื่อให้สอดค้องกับการใช้งาน และ (3) ควรมีการจัดทำหนังสือบันทึกข้อตกลงระหว่างองค์กร (MOU) กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและต่างประเทศ สำหรับการทำงานในอนาคตข้างหน้า

Abstract

Project code : SIP6230029

Project Title : Big Rain Data Analysis Training for Water Management Planning

Researcher Team :

Dr. Piamchan Doungmanee	Faculty of Industrial Technology, Suan Sunandha Rajabhat University
Sak Sakulthai	Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
Ta Kiatkaiwansiri	Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
Manasawee Bousri	Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

Project Duration : 25th September, 2019 – 30th October, 2020

Keywords : Rainfall Data Processing, Analytic System, Water Management, Information System

In the study of “Water Management Plan” focusing on water management as a whole, the research was carried out to promote the work of government agencies and related parties. This is because water is an important resource for national development. There are relevant departments and divisions in the Ministry and outside agencies. It is necessary to link information with each other, including studying and developing mechanisms and processes through research. The project is involved in 1) the study of water use management mechanism, water allocation, water demand, conflict management of water use between sectors and between upstream, midstream and downstream areas including between communities and communities in the Eastern Special Development Zone (The Eastern Economic Corridor or EEC), which is the main

strategy in the eastern region of the country. 2) The impact of saving to support the government's water supply operation and reduce the water management budget, the cost of the management work at present has not been studied in this detail. 3) Government water development program that reduces obstruction and is not accepted by the public sector. This is because projects of this type require development areas and development resources that change the use of water in areas that affect the stakeholders; and4) investment in startups from new water-saving technologies and water efficiency assessment services that support government operations.

The work of the project can be divided into 2 parts: 1) The course material from the Singapore researcher team, which collects data from global climate models, is based in Thailand by statistical and machine learning system developed by the team of researchers. 2) The training of the research team and the relevant authorities to develop the expertise of rain forecasting data through downscaling and machine leaning means covering Thailand to suit the case of Thailand. The project has focused on the implementation of knowledge by team of researchers from Singapore to provide researchers with network projects and related agencies such as the Department of Meteorology, Irrigation Department, Department of Water Resources, Electricity Generating Authority of Thailand and the Institute of Water Informatics Resources to develop and enhance the utilization of knowledge and information through three workshops.

The research team from Singapore welcomes and sends speakers to train both in Thailand and in Singapore. The data was extracted from a team of researchers from Singapore. It may directly violate the terms of service of the research team. But the research team can use the information that has been disseminated for research and education.

The operating results can be summarized as follows: In training on complex forecasting operations, big data is used, as well as the use of highly potent processing equipment. However, due to the covid-19 situation, the journey between Thailand and

Singapore cannot be carried out. Despite efforts to resolve the issue by holding an online meeting, however, with the limitations of the contract between Thailand and Singapore, the research team discussed the second training session, which will be held as early as October. In addition, the project has been discussed with the Bureau of Meteorology to find a way to study and train together. When the study was completed, the research team will conduct training to convey the guidelines and results with the Bureau of Meteorology.

The project working group has made the following recommendations: 1) Training, especially international training, should have guidelines for adjusting plans or canceling certain objectives due to unexpected circumstances, and 2) Objective modification, due to the outbreak of the new corona virus 2019 (COVID-19) prevents planned activities and may affect the original activity.

สารบัญ

หน้า

รายชื่อคณะวิจัย และผู้เกี่ยวข้อง

คำนำ

กิตติกรรมประกาศ

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

Executive Summary

บทคัดย่อไทย

บทคัดย่ออังกฤษ

สารบัญ

สารบัญรูป

สารบัญตาราง

บทที่ 1	**บทนำ**	**1-1**
1.1	หลักการและเหตุผล	1-1
1.2	วัตถุประสงค์	1-3
1.3	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1-3
บทที่ 2	**ผลการดำเนินงาน**	**2-1**
2.1	การศึกษาทบทวนเอกสารเชิงสังเคราะห์	2-1
2.2	กิจกรรมดำเนินงาน	2-2
2.3	การจัดประชุมโครงการ	2-3
2.4	การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 หัวข้อการพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล	2-5
2.5	การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 2 หัวข้อการประยุกต์ใช้ฝนล่วงหน้า 14 วัน ผ่านกิจกรรมการทำงานร่วมกัน (CO-Run)	2-13
2.6	การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3	2-20

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 บทสรุป และข้อเสนอแนะ **3-1**

3.1 บทสรุป 3-1

3.2 ข้อเสนอแนะ 3-4

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

ก เอกสารนำเสนอการประชุมเชิงปฏิบัติการในการศึกษาการพยากรณ์อากาศด้วยระบบเทคโนโลยี

ข เอกสารการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านการวิเคราะห์และพัฒนาระบบการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่

ค สรุปการประชุม เริ่มโครงการ “การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่” และการศึกษาเทคโนโลยี AIoT เพื่อการพยากรณ์สภาพอากาศในประเทศไทย

ง เอกสารประกอบกิจกรรม CO-Run

จ การเพิ่มความแม่นยำของการพยากรณ์ฝนด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.3-1	ภาพการประชุมเริ่มโครงการ วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563	2-5
2.4-1	ภาพตัวอย่างการพยากรณ์อากาศ	2-8
2.4-2	ตัวอย่างผลผลิตการพยากรณ์	2-8
2.4-3	การใช้ทรัพยากรระบบในแต่ละขั้นตอน	2-8
2.4-4	การเปรียบเทียบขั้นตอน Numerical Weather Prediction กับ Machine Learning	2-9
2.4-5	การจำลองฤดูฝนจากปริมาณฝนสะสม 2 สัปดาห์	2-10
2.4-6	การจำลองฤดูแล้งจากปริมาณฝนสะสม 2 สัปดาห์	2-10
2.4-7	ภาพการประชุม Online ผ่านโปรแกรม Zoom	2-11
2.5-1	กิจกรรมที่ดำเนินการของ CO-Run 1	2-17
2.5-2	กิจกรรมที่ดำเนินการของ CO-Run 2	2-18
2.6-1	ภาพบรรยากาศการอบรมวันที่ 26 ตุลาคม 2563	2-22

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.3-1	ข้อมูลที่ต้องการ	2-4
2.4-1	ข้อมูลที่ต้องการ	2-6
2.4-2	การอบรมเชิงปฏิบัติการในวันที่ 26-27 มีนาคม พ.ศ. 2563	2-6
2.4-3	สรุปประเมินผลสำเร็จของการอบรม	2-12
2.5-1	แสดงกิจกรรมที่ดำเนินการของ CO-Run	2-16
2.5-2	ประเมินผลของกิจกรรม CO-Run	2-20
2.6-1	ข้อมูลที่ต้องการ	2-21
2.6-2	สรุปแบบประเมินการประชุมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3	2-23
2.6-3	การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3	2-25

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ในการศึกษา “แผนงานที่ 4 การบริหารจัดการน้ำ” มุ่งเน้นที่การบริหารจัดการน้ำในภาพที่นำงานศึกษาวิจัยไปส่งเสริมการทำงานของหน่วยงานราชการ และผู้เกี่ยวข้อง เนื่องจากทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาประเทศ มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งใน กระทรวง กรม กองเดียวกัน และนอกหน่วยงาน มีความจำเป็นต้องเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างกัน รวมถึงศึกษาและพัฒนากลไกและกระบวนการผ่านงานวิจัย ซึ่งในโครงการมีส่วนงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) งานศึกษากลไกการจัดการการใช้น้ำ การจัดสรรน้ำ ความต้องการน้ำใช้ การจัดการความขัดแย้งจากการใช้น้ำระหว่างภาคส่วน และระหว่างพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ รวมถึงระหว่างชุมชนกับชุมชน ในพื้นที่ Eastern Economic Corridor (EEC) ที่เป็นยุทธศาสตร์หลักในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศ 2) ผลกระทบจากการประหยัดเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของหน่วยงานรัฐในการจัดหาน้ำและลดงบประมาณการบริหารจัดการน้ำต้นทุน ที่งานบริหารจัดการในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาในรายละเอียดนี้ 3) โครงการพัฒนาด้านน้ำของรัฐบาลที่ลดการขัดขวาง และไม่ได้รับการยอมรับจากภาคประชาชน เนื่องจากโครงการประเภทนี้ ต้องการพื้นที่พัฒนาและทรัพยากรในการพัฒนาที่เปลี่ยนแปลงการใช้น้ำในพื้นที่ที่มีผลกระทบกับผู้เกี่ยวข้อง และ 4) การลงทุนในธุรกิจ (Startup) จากเทคโนโลยีใหม่ด้านการประหยัดน้ำและธุรกิจบริการการประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำ ที่สนับสนุนการทำงานของภาครัฐ

ส่วนงานเหล่านี้ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลพื้นฐานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และพัฒนาข้อมูลทั้งจากการสำรวจและการวิเคราะห์จำนวนมาก ดังนั้นเพื่อช่วยลดความซ้ำซ้อนในการดำเนินการด้านข้อมูล จึงจำเป็นต้องพัฒนา “โครงการศูนย์ข้อมูลแผนงานการบริหารจัดการน้ำ” เพื่อทำหน้าที่รวบรวมจัดเก็บและวางโครงสร้างของข้อมูล รวมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างส่วนงานที่เกี่ยวข้อง ผ่านระบบสารสนเทศที่ได้จัดเตรียมไว้ ซึ่งรูปแบบที่ได้สามารถนำไปวางโครงสร้างการทำงานด้านสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการน้ำ ทั้งด้าน Hardware, Software และ Database รวมถึง Application และการนำเสนอสามารถถ่ายทอดการใช้ประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการเชื่อมโยงกับหน่วยงาน และการใช้ประโยชน์จากข้อมูลสารสนเทศจากดาวเทียมเพื่อพัฒนาเป็น “การตรวจจับระยะไกล” (Remote

Sensing) ใช้สนับสนุนข้อมูล เช่น การตรวจจับการเพาะปลูก การตรวจจับความชื้นในดิน การตรวจจับและพยากรณ์ฝน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ในส่วนงานของโครงการวิจัย

นอกจากนี้ องค์ความรู้ซึ่งเป็นผลที่รวบรวมจากส่วนงานต่างๆ สามารถนำไปต่อยอด เพื่อพัฒนา “องค์ความรู้เพื่อการบริหารจัดการน้ำในระดับภาคและระดับประเทศ” ซึ่งเป็นเป้าหมายของแผนงานที่ 4 ผ่านตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ผลิตภาพการใช้น้ำต่อหน่วยผลิต (ภาคธุรกิจ ภาคเกษตร และภาคบริโภคอุปโภค) เพิ่มขึ้นในพื้นที่ EEC โดยเปรียบเทียบได้จากปีฐานที่กำหนด 2) ร้อยละของปริมาณการใช้น้ำลดลงในอุตสาหกรรมเป้าหมาย ได้แก่ อุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ EEC อุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำสูงและตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีแนวโน้มขาดแคลนน้ำในระยะ 5 ปีข้างหน้า ลดลงอย่างน้อยร้อยละ 15 โดยเปรียบเทียบได้จากปีฐานที่กำหนด 3) มีกลไกสนับสนุนการจูงใจภาคธุรกิจ เช่น กลไกระบบ water footprint ในผลิตภัณฑ์และองค์กร กลไกสนับสนุนรูปแบบการลงทุนใหม่ อาทิเช่น ธุรกิจใหม่ด้านเทคโนโลยีและการบริการที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดน้ำ และ 4) ร้อยละของน้ำต้นทุนที่สูญเสียในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ และการกระจายน้ำในระบบลดลงโดยเปรียบเทียบได้จากปีฐานที่กำหนด ทำให้ฐานข้อมูลที่ถูกพัฒนาครอบคลุมถึงแนวทางที่นอกเหนือจากทรัพยากรน้ำ แต่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อกิจกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับทรัพยากรน้ำ เพื่อช่วยให้สารสนเทศมีประโยชน์ต่อระดับนโยบายในการลงทุนที่จะเกิดขึ้นและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายในอนาคต

การพยากรณ์ฝนมีความจำเป็นต่อระบบการจัดการทรัพยากรน้ำ เพราะเป็นตัวแปรตั้งต้นของการประเมินศักยภาพน้ำ ทั้งด้านปริมาณและความสามารถในการจัดสรร รวมไปถึงการบริหารจัดการในภาวะน้ำท่วมและภัยแล้ง ที่มีความจำเป็นที่ต้องได้ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่ถูกต้องและรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การจัดการเขื่อนและอ่างเก็บน้ำที่มีความอ่อนไหวจากปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างระยะเวลาไหลเข้าช่วงเวลาฝนทิ้งช่วง ซึ่งกระทบโดยตรงต่อความสามารถในการจัดสรรน้ำของเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ และความปลอดภัยของสิ่งก่อสร้างทั้งสองด้วย ดังนั้นนอกจากวิธีการสร้างข้อมูลด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้ว การนำเอาเทคโนโลยี Artificial Intelligent (AI) มาใช้สนับสนุนการพยากรณ์ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดเวลา และเพิ่มประสิทธิภาพจากการประมวลผลแบบจำลองในแบบเดิมผ่านเครื่องมือ Machine Learning (ML) ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยลำดับ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำเอาเทคนิคแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับเทคนิค Machine Learning เพื่อเสริมการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพ พร้อมกันนี้ยังได้ทดลองนำข้อมูลที่ได้ไปเชื่อมโยงกับโครงการวิจัยอื่นเพื่อสร้างการใช้ประโยชน์จากงานวิจัยให้มากที่สุด

ในการทำงานของโครงการสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนเนื้อหาหลักสูตรจากงานของบริษัท Envision Digital International Pte Ltd ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากโมเดลภูมิอากาศระดับโลกมา Downscaling เป็นประเทศไทยโดยกรรมวิธีทางสถิติและด้วยระบบ Machine Learning ที่บริษัทพัฒนาขึ้น

2. ส่วนการอบรมของทีมวิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความชำนาญในการใช้ข้อมูลพยากรณ์ฝนด้วยวิธี Downscaling และ Machine Learning ครอบคลุมทั้งประเทศไทย เพื่อให้เหมาะสมในกรณีของประเทศไทย

ทางโครงการได้ให้ความสำคัญกับการนำความรู้จากการร่วมมือกับทางบริษัท Envision เผยแพร่ให้นักวิจัยในโครงการเครือข่ายและหน่วยงานที่เกี่ยว เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ เพื่อพัฒนาและต่อยอดการใช้ประโยชน์จากองค์ความรู้ และข้อมูลที่ได้ผ่านการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ 3 ครั้ง โดยวิทยากรของบริษัท Envision ทั้งนี้ การนำข้อมูลจากบริษัท Envision มาใช้โดยตรงอาจทำให้ผิดเงื่อนไขการให้บริการของบริษัท แต่ทางบริษัทสามารถให้ทีมวิจัยนำข้อมูลที่ได้ไปเผยแพร่เพื่อใช้ในงานวิจัยและการศึกษาได้

1.2 วัตถุประสงค์

1) พัฒนาหลักสูตรจากงานของบริษัท Envision Digital International Pte Ltd ด้านการเตรียมข้อมูล การ Downscaling การใช้ Machine Learning เพื่อการพยากรณ์ฝน
2) จัดอบรมให้กับทีมวิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความชำนาญการในการใช้ข้อมูลพยากรณ์ฝนด้วยวิธี Downscaling และ Machine Learning ครอบคลุมทั้งประเทศไทย จำนวน 3 ครั้ง

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) Output
   - หลักสูตรอบรมด้านการเตรียมข้อมูลการ Downscaling การใช้ Machine Learning เพื่อการพยากรณ์ฝน

- การอบรมด้านการเตรียมข้อมูล การ Downscaling การใช้ Machine Learning เพื่อการพยากรณ์ฝน

2) Outcome

- รูปแบบการพัฒนาหลักสูตร และการอบรมด้านการเตรียมข้อมูลการ Downscaling การใช้ Machine Learning เพื่อการพยากรณ์ฝน
- เพิ่มศักยภาพบุคลากรในการพัฒนากระบวนการพยากรณ์ฝน เพื่อการวางแผนบริหารจัดการน้ำ

3) Impact

- เกิดการให้ข้อมูลการพยากรณ์ฝนที่มีความถูกต้อง และมีบุคลากรรองรับรูปแบบการทำงานดังกล่าว

บทที่ 2
ผลการดำเนินงาน

2.1 การศึกษาทบทวนเอกสารเชิงสังเคราะห์

ระบบการวิเคราะห์ข้อมูลฝน

ระบบการวิเคราะห์ข้อมูลฝนเพื่อการวางแผนงานการบริหารจัดการน้ำ เป็นการประมวลข้อมูลระดับโลก (Big Data) ที่มีตัวแปร และรูปแบบโมเดลที่เกี่ยวข้องจำนวนมากในระดับที่คอมพิวเตอร์แบบบุคคลหรือเครื่องแม่ข่ายธรรมดาไม่สามารถทำได้ ต้องใช้คอมพิวเตอร์ระดับ High Performance Computing (HPC) โดยต้องแยกข้อมูลและประมวลผลออกมาเป็นข้อมูลระดับพื้นที่ และในระดับประเทศตามลำดับ ทั้งหมดนี้จำเป็นต้องออกแบบ “การเชื่อมโยงการทำงานระหว่างกัน” เพราะมีต้นทุนเป็นกำลังในการประมวลเวลาในการประมวล และปริมาณการรับ-ส่งข้อมูล ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานการคาดการณ์ฝนระยะสั้นโดยตรง

นอกจากนี้ “รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลฝน” เพื่อสร้างแนวทางการเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงทั้งข้อมูลดาวเทียม และข้อมูลสถานีฝน เพื่อปรับปรุงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลฝน ซึ่งโดยปกติการคาดการณ์ปริมาณฝนระยะสั้น ต้องเข้ากระบวนการปกติ (กระบวนการปกติ เป็นกระบวนการที่หน่วยงานต่างๆ นิยมใช้) ที่มีขั้นตอนและใช้ระยะเวลาในการทำงาน โดยรูปแบบที่ทางโครงการพัฒนาเป็นการนำเอาแนวคิด Artificial Intelligent (AI) โดยใช้เครื่องมือ Machine Learning (ML) ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์เมื่อเทียบกับกระบวนการปกติ และองค์ความรู้ที่ได้จะนำมาเผยแพร่การใช้ประโยชน์ผ่านการประชุม/อบรมเชิงปฏิบัติการต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจ

การเรียน การสอนและการอบรมในเรื่องการบริหารจัดการน้ำ

เกมส์นั้นเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ดีที่สุดในการสอนเกี่ยวกับการแบ่งปันทรัพยากรน้ำ ที่ทำให้เข้าใจเหตุการณ์จริงที่กำลังเผชิญ ทั้งนักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรน้ำได้จากการเล่นเกมส์ ในระหว่างขั้นตอนที่ช่วยให้เข้าใจทั้งเกี่ยวกับความซับซ้อนของการแบ่งปันทรัพยากรระหว่างกลุ่มต่างๆ และการตัดสินใจเกี่ยวกับผลที่ได้รับ ประเด็นนี้เป็นจุดยืนของเกมส์ที่ใช้เพื่อสอนเกี่ยวกับการแบ่งปันทรัพยากรน้ำ ทั้งการเล่นและการพัฒนาเกมส์ ความเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการพัฒนาเป็นเกมส์ในระดับสากล มีเกมส์เกี่ยวกับการแบ่งปันทรัพยากรน้ำชื่อ “Irrigania” เป็น web-based ที่ติดตั้งในชั้นเรียน ที่รองรับความคิดเห็นจากนักศึกษาที่ใช้ Irrigania เพื่อสอนเกี่ยวกับความยั่งยืนในการใช้

ทรัพยากรน้ำ และการทำการตัดสินใจในระดับมหาวิทยาลัย และโรงเรียนมัธยม พบว่า Irrigania เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและง่ายที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในสภาพแวดล้อมรวม การพัฒนาเกมส์น้ำทั้งสองในชั้นเรียนของนักศึกษาปริญญาโทด้านภูมิศาสตร์นั้นแสดงให้เห็นว่าแนวทางสอนและการสื่อสารเกี่ยวกับการแบ่งปันทรัพยากรน้ำ ในระหว่างการพัฒนาเกมส์ นักเรียนเรียนรู้ทักษะอย่างง่าย รวมไปถึงการคิดที่ซับซ้อน การแก้ไขปัญหา การทำงานเป็นกลุ่ม และการบริหารจัดการเวลา และกระบวนการโดยรวมนั้นจะพบว่าแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการเรียนเกี่ยวกับผลลัพธ์การตัดสินในด้านทรัพยากรน้ำสรุปด้วยการอภิปรายของการเรียนรู้ผลลัพธ์จากการเล่นและการพัฒนาเกมส์น้ำ

การจัดการน้ำของลอสแองเจลิส

เมืองลอสแองเจลิสตั้งอยู่ในพื้นที่แห้งที่มีบรรยากาศอบอุ่นมีฝนตกน้อย และมีแหล่งน้ำธรรมชาติเพียงสองสามแห่ง อยู่ได้โดยการนำเข้าน้ำเป็นหลัก แหล่งน้ำใต้ดินมีเพียง 9% ของน้ำใช้ทั้งหมด ในขณะที่เมืองได้รับน้ำฝนเพียง 381 มิลิเมตรต่อปี ระยะเวลาของฝนที่ตกมีเพียง 2-3 เดือน หรือบางครั้งเพียงไม่กี่วัน ผลทำให้ในช่วงพายุฝนตกหนัก น้ำจะไหลผ่านลงสู่มหาสมุทรแทนที่จะซึมลงเป็นน้ำใต้ดิน เมื่อถึงช่วงมีการจัดการน้ำและพายุฝนนั้นต้องการและจัดให้มีอนาคตที่ยั่งยืน เมืองลอสแองเจลิสลงทุนในรูปแบบที่ได้ผลประโยชน์ที่หลากหลาย และรวบรวมโครงการการจัดการน้ำท่าที่ได้จากพายุฝนมาใช้ เมืองได้ขยายการใช้น้ำในกระบวนใช้น้ำซ้ำอย่างถาวร

มาตรฐานจัดการน้ำตามแนวทาง LEED

ELC ออกแบบโดย U.S. Green Building Council (Washington, D.C.) หรือ LEED (Leadership, in Energy and Environmental Design) Gold facility, สาธิตการจัดการน้ำที่ยั่งยืนผ่านการออกแบบ และการดำเนินการ และการจัดหาพื้นที่เพื่อสอนการจัดการน้ำที่ยั่งยืนกับการจัดแสดงเรียนรู้ที่ตอบสนองได้

2.2 กิจกรรมดำเนินงาน

เดือนที่ 1	กิจกรรม (activities)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (outputs)
3 เดือนที่ 1	1. พัฒนาหลักสูตร การอบรมครั้งที่ 1 เรื่องการพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล	1. หลักสูตรเรื่องการพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล
3 เดือนที่ 2	1. จัดอบรมครั้งที่ 1 เรื่องการพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล 2. พัฒนาหลักสูตร การอบรมครั้งที่ 2	1. การอบรมเรื่องการพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล 2. หลักสูตรเรื่องเทคนิค Downscaling

เดือนที่ 1	กิจกรรม (activities)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (outputs)
	เรื่องเทคนิค Downscaling ข้อมูลฝน	ข้อมูลฝน
3 เดือนที่ 3	1. จัดอบรมครั้งที่ 2 เรื่องเทคนิค Downscaling 2. พัฒนาหลักสูตร การอบรมครั้งที่ 3 เรื่องการใช้ Machine Learning ในการพยากรณ์ฝน	1. การอบรมเรื่องเทคนิค Downscaling 2. หลักสูตรเรื่องการใช้ Machine Learning ในการพยากรณ์ฝน
3 เดือนที่ 4	1. จัดอบรมครั้งที่ 3 เรื่องการใช้ MachineLearning ในการพยากรณ์ฝน	1. เชื่อมโยงกับโครงการการปล่อยน้ำเขื่อน 2. ถ่ายทอดความรู้สู่ผู้ที่เกี่ยวข้อง

2.3 การจัดประชุมโครงการ

โครงการฯ ได้จัดประชุม ดังนี้

1) การประชุมเริ่มโครงการ ในวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2) การจัดอบรมหัวข้อ “การพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล” วันที่ 26-27 มีนาคม พ.ศ. 2563 ณ Co-Working Space ของบริษัท อินฟราพลัส จำกัด

การประชุมเริ่มโครงการวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

เป้าหมาย

1. เพื่อทำความเข้าใจแนวทางในการทำงานกับทีมงานทั้งในและต่างประเทศ กับคณะที่ปรึกษาของโครงการ
2. กำหนดขอบเขตการทำงานระหว่างกับเพื่อให้งานวิจัย สามารถดำเนินงานได้ตามวัตถุประสงค์
3. กำหนดเป้าหมายผลลัพธ์ของแต่ละกิจกรรมของโครงการ

แนวคิดที่ใช้ในการพยากรณ์

เนื่องจากประเทศไทยมีภูมิอากาศใกล้เส้นศูนย์สูตร และมีลักษณะทางกายภาพแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ แบบภาคพื้นทวี และแบบคาบสมุทร ทางทีมวิจับจึงสมมุติฐานในการกำหนดกรอบของการศึกษารูปแบบโมเดลที่เหมาะสมในสองลักษณะ คือ 1) ศึกษาในกรอบทั้งประเทศ และ 2) ศึกษาในกรอบแบ่งเป็นส่วนเหนือและส่วนใต้ ทั้งนี้ในกรศึกษาถึงสภาพการตกของปริมาณฝนจะทำการแบ่ง

ออกเป็นสามลักษณะ คือ หน้าแล้ง, หน้าฝน และภาพรวมทั้งปี เพื่อหาช่วงเวลาและลักษณะที่ให้ผลลัพธ์ของการศึกษาที่ดีที่สุด

ข้อมูลที่ต้องใช้ในแบบจำลอง

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

ตารางที่ 2.3-1 ข้อมูลที่ต้องการ

ข้อมูล สภาพอากาศ	เป้าหมาย การศึกษา	ช่วงเวลา	ความถี่	คุณสมบัติ
ปริมาณฝน	สถานี	อย่างน้อย 1 ปี	รายชั่วโมง/ ราย 3 ชั่วโมง	พื้นที่ปกคลุมขนาดเล็ก, มีความแม่นยำ
	ภาพถ่ายเรดาร์	อย่างน้อย 6 เดือน, L3/L2/ประเภทภาพ	5 นาที/15 นาที	พื้นที่ปกคลุมขนาดใหญ่, ทั้งภูมิภาพ, ความแม่นยำน้อย
	GPM			ปรับแก้ไขด้วยตัวเอง, ความแม่นยำน้อยกว่าเรดาร์
อุณหภูมิ	สถานี	อย่างน้อง 1 ปี	รายชั่วโมง	
ความชื้น				
ลม				

เนื่องจากโครงการ การอบรมการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำเป็นโครงการที่เกี่ยวเนื่องโดยตรงกับโครงการการพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ จากขั้นตอนของการทำสัญญาจ้างกับบริษัท Envision Digital International Pte Ltd. ทำให้การประชุมเริ่มโครงการจัดขึ้น ในวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 โดยมีการหารือกับทางบริษัท และทางหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องได้ให้ความเห็นว่าควรจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการทำ Machine Learning ในการพยากรณ์ฝนมากกว่าการอบรมด้าน Downscaling ซึ่งในการประชุมได้กำหนดจัดอบรมในวันที่ 9-10 มีนาคม พ.ศ. 2563 ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ แต่เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการในวันและเวลาดังกล่าว ทางทีมวิจัยจึงกำหนดจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 ในวันที่ 26-27 มีนาคม

พ.ศ. 2563 ณ Co-Working Space ของบริษัท อินฟราพลัส จำกัดโดยเปลี่ยนรูปแบบการจัดประชุมโดยนำเทคโนโลยี Tele Conference และการอบรมเชิงปฏิบัติการทางไกล ด้วยการใช้ online ผ่านระบบ Zoom

รูปที่ 2.3-1 ภาพการประชุมเริ่มโครงการ วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

ผลที่ได้รับจากกิจกรรม

1. แนวทางการทำงานของทีมงานทั้งในและต่างประเทศ
2. ขอบเขตการทำงานตามวัตถุประสงค์
3. เป้าหมายและผลลัพธ์ของแต่ละกิจกรรม

2.4 การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 1 หัวข้อการพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล

เป้าหมาย

1. นำเสนอแนวทางการทำงานของทีมงานวิจัยต่างประเทศในเรื่อง การ Downscaleing และ Machine Learning ในงานด้านการพยากรณ์ฝน
2. อบรมกระบวนการการทำงานของทีมงานผ่านการทดลองทำโจทย์ตัวอย่าง และข้อมูลจำลองโดยอาศัยเครื่องมือที่มี

แนวคิดที่ใช้ในการพยากรณ์

เป็นการพัฒนา Numerical Weather Prediction Models ที่เหมาะสมกับประเทศไทย แล้วนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาต่อด้วยเทคนิค Machine Learning Model โดยอาศัยข้อมูลตั้งต้นในการพัฒนาจาก Global Model ของ ECMWF ที่ปรับความละเอียดให้สูงขึ้นด้วยโมเดล และทำการปรับแต่งโมเดลเพิ่มเติม

ข้อมูลที่ต้องใช้ในแบบจำลอง

ตารางที่ 2.4-1 ข้อมูลที่ต้องการ

ข้อมูลสภาพอากาศ	เป้าหมายการศึกษา	ช่วงเวลา	ความถี่	คุณสมบัติ
ปริมาณฝน	สถานี	อย่างน้อย 1 ปี	รายชั่วโมง/ราย 3 ชั่วโมง	พื้นที่ปกคลุมขนาดเล็ก, มีความแม่นยำ
อุณหภูมิ	สถานี	อย่างน้อง 1 ปี	รายชั่วโมง	
ความชื้น				
ลม				

สำหรับการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 ในวันที่ 26-27 มีนาคม พ.ศ. 2563 มีกำหนดการดังนี้

ตารางที่ 2.4-2 การอบรมเชิงปฏิบัติการในวันที่ 26-27 มีนาคม พ.ศ. 2563

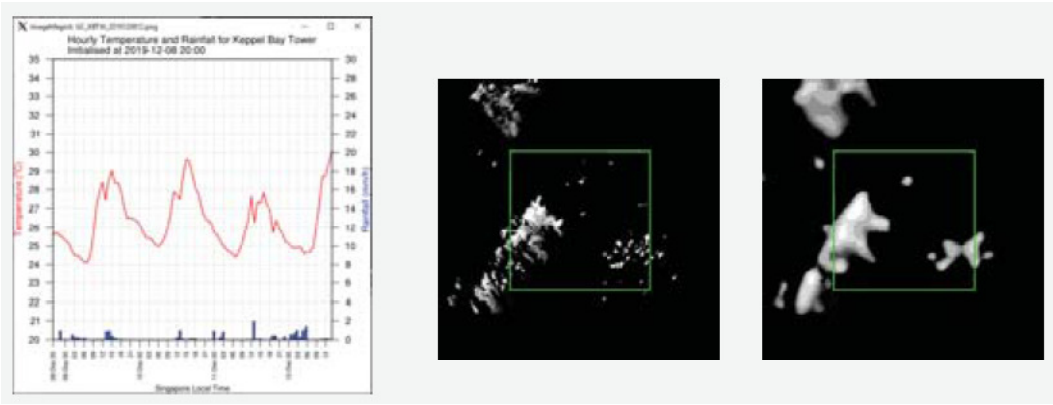
วันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2563		
เวลา	**หัวข้อ**	**ผู้นำเสนอ**
08.30 - 09.00 น.	ลงทะเบียน	
09.00 - 09.20 น.	กล่าวเปิดการประชุม	รศ.ดร. สุจริต คูณธนกุลวงศ์
09.20 - 09.40 น.	เปิดงานและกล่าวแนะนำ	Mr. Henry Tay
09.40 - 10.30 น.	- Numerical Weather Prediction model set up	Dr. Sun Xiangming
10.30 - 11.00 น.	พักรับประทานของว่าง	
11.00 - 12.00 น.	- Machine Learning Technique for Weather	Dr. Lin Miao
12.00 - 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
13.00 - 14.00 น.	อบรมเชิงปฏิบัติการ Machine Learning Technique for Weather (Part 1)	Dr.Lin Miao
14.00 - 14.30 น.	พักรับประทานของว่าง	
14.30 - 15.00 น.	หารือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	

วันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2563		
เวลา	**หัวข้อ**	**ผู้นำเสนอ**
08.30 - 09.00 น.	ลงทะเบียน	
09.00 - 10.30 น.	อบรมเชิงปฏิบัติการ Machine Learning Technique for Weather (Part 2)	Dr.Lin Miao
10.30 - 11.00 น.	พักรับประทานของว่าง	
11.00 - 12.00 น.	อบรมเชิงปฏิบัติการ Machine Learning Technique for Weather (Part 3)	Dr.Lin Miao
12.00 - 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
13.00 - 14.00 น.	อบรมเชิงปฏิบัติการ Machine Learning Technique for Weather (Part 3)	Dr. Lin Miao
14.00 - 14.30 น.	พักรับประทานของว่าง	
14.30 - 15.00 น.	หารือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	
15.00 - 15.30 น.	วางกำหนดการทำงานระยะต่อไป	

การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 หัวข้อการพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล ในวันที่ 26-27 มีนาคม พ.ศ. 2563 ที่ Co-Working Space ของบริษัท อินฟราพลัส จำกัดโดยมีรูปแบบการจัดอบรมแบบ Online ผ่านโปรแกรม Zoom เพื่อเผยแพร่เทคนิควิธีการในการพยากรณ์ฝนผ่านการอบรม โดยมีหัวข้อการอบรม ประกอบด้วย

1) “การศึกษาการพยากรณ์อากาศด้วยระบบเทคโนโลยี” (Study of AIoT Weather Forecast System Technology in Thailand)

ในส่วนต้นเป็นการนำเสนอแผนการทำงานร่วมกันระหว่างทีมวิจัย ไทย-สิงคโปร์ การนำเสนอการเตรียมโมเดล Numerical Weather Prediction (NWP) Modeling ในแง่การวางกลไกศึกษาในช่วงหน้าแล้งและหน้าฝน มีการนำเสนอเครื่องมือที่ทางทีมวิจัยสิงคโปร์ใช้ เช่น Mobile App, Reservoir and Grid, Flash Flood และ Hydro Energy เป็นต้น มีการนำเสนอแนวคิดในการพยากรณ์อากาศในปัจจุบัน การใช้เครื่องมือโดยทีมวิจัยของสิงคโปร์



รูปที่ 2.4-1 ภาพตัวอย่างการพยากรณ์อากาศ

Forecast Parameter	Vertical Height (m)	Horizontal resolution (km)	Update Interval (hr)	Temporal resolution (min)	Estimated Market Accuracy	EnWeather Accuracy in 2020
Wind Speed	80	1 km	6	15	2.5 m/s	1.93 m/s
Wind Direction	80	1 km	6	15	20°	10°
GHI	Surface	1 km	6	15	90 W/m²	70 W/m²
Rainfall	Surface	1 km	6	15	80%	89%
Lightning	Variable	1 km	6	15	65%	80%
Temperature	2	1 km	6	15	1.7C°	0.9C°
Humidity	2	1 km	6	15	20%	7%

รูปที่ 2.4-2 ตัวอย่างผลผลิตการพยากรณ์

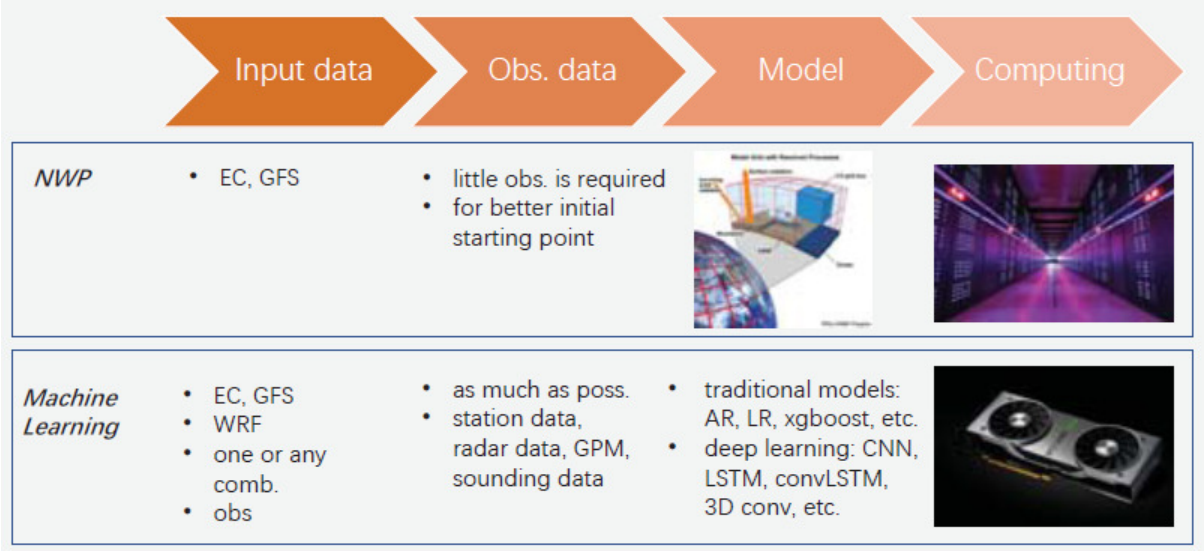
มีการนำเสนอผลผลิตที่มาจากแหล่งข้อมูลการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน และการใช้ทรัพยากรระบบในการพยากรณ์

Product Category	Cost Model	Service Level	Delivery Method
General Data Sets	One-time • 2-3 Data Sources • Man/Hr. • IT Infra.	Daily update	Public Cloud • Common Data Service (API, SFTP)
Solution Based	Case by Case • Data Sources • Computing Pool • Man/Hr.	By Demand • Spatial scale • Time interval • Weather attributes	Public Cloud • Common Data Service (API, SFTP) • Push

รูปที่ 2.4-3 การใช้ทรัพยากรระบบในแต่ละขั้นตอน

มีการนำเสนอกระบวนการทำงานในแต่ละขั้น ซึ่งรายละเอียดจะปรากฏอยู่ใน**ภาคผนวก ก** นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอทีมงานด้าน Machine Learning ในแต่ละด้าน เช่น Weather Forecast,

Open and Public Dataset และ Deep Learning เป็นต้น มีการเปรียบเทียบการทำงาน Numerical Weather Prediction กับ Machine Learning รายละเอียดอยู่ใน**ภาคผนวก ก**

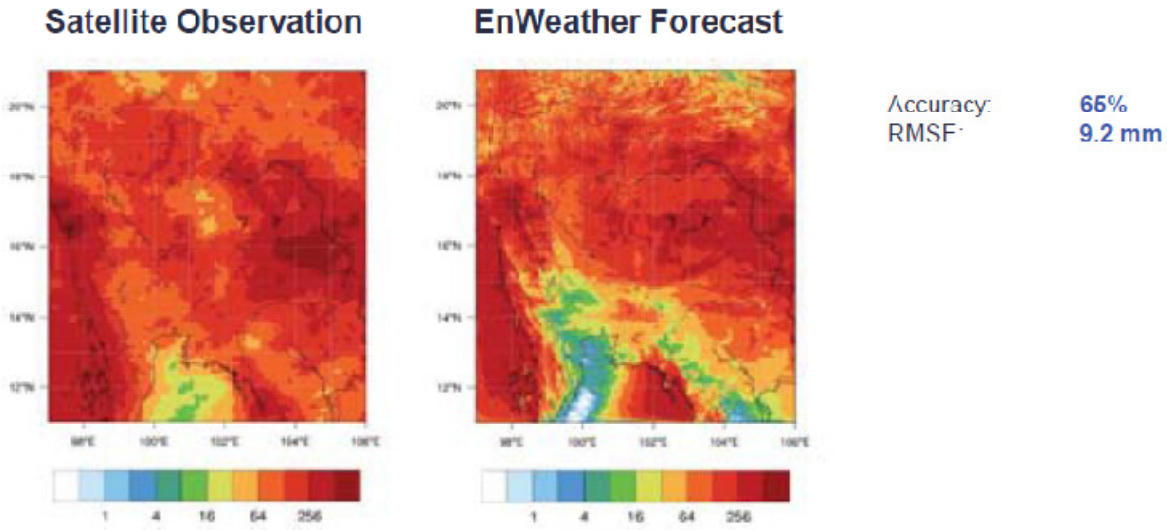


รูปที่ 2.4-4 การเปรียบเทียบขั้นตอน Numerical Weather Prediction กับ Machine Learning

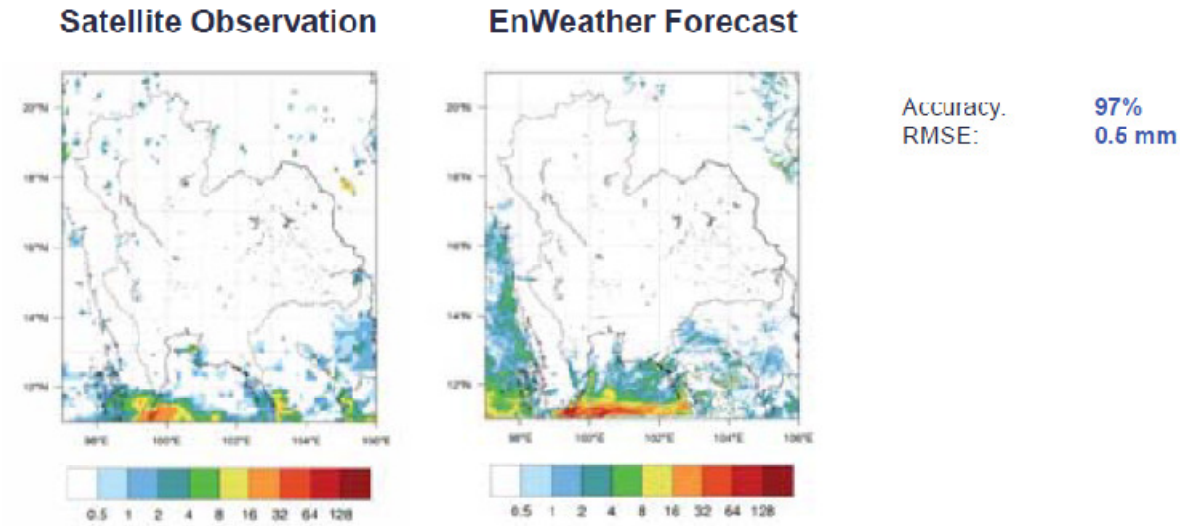
มีการแนะนำการทำงานและกระบวนการด้าน Machine Learning Algorithm ตั้งแต่การเตรียม Model การเตรียมข้อมูล กรรมวิธีที่ใช้ เช่น Xtream Gradient Boost (XGBoost) และ Deep Learning โดยรายละเอียดอยู่ใน**ภาคผนวก ก**

2) “การวิเคราะห์และพัฒนาระบบการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่” (Analysis and development of large rainfall data analysis system

เป็นการนำเสนอกรรมวิธีในการแปลงข้อมูลพยากรณ์ระดับโลก (Global) ที่มีรายละเอียดข้อมูลหยาบลงสู่ระดับภูมิภาค (Regional) ที่มีรายละเอียดเพิ่มขึ้น โดยใช้ข้อมูลระดับโลกเป็นข้อมูลจาก European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) มาทำการเพิ่มความละเอียดด้วย EnWeather Downscaling ของทีมวิจัยสิงคโปร์ และนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลดาวเทียมในพื้นที่ประเทศไทย รายละเอียดอยู่ใน**ภาคผนวก ข**



รูปที่ 2.4-5 การจำลองฤดูฝนจากปริมาณฝนสะสม 2 สัปดาห์



รูปที่ 2.4-6 การจำลองฤดูแล้งจากปริมาณฝนสะสม 2 สัปดาห์

นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอแนวคิดการใช้ Machine Learning ในการพยากรณ์ฝนเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เข้าอบรมเข้าใจการทำงานของ Machine Learning โดยปรากฏการทดลองใน**ภาคผนวก ค**

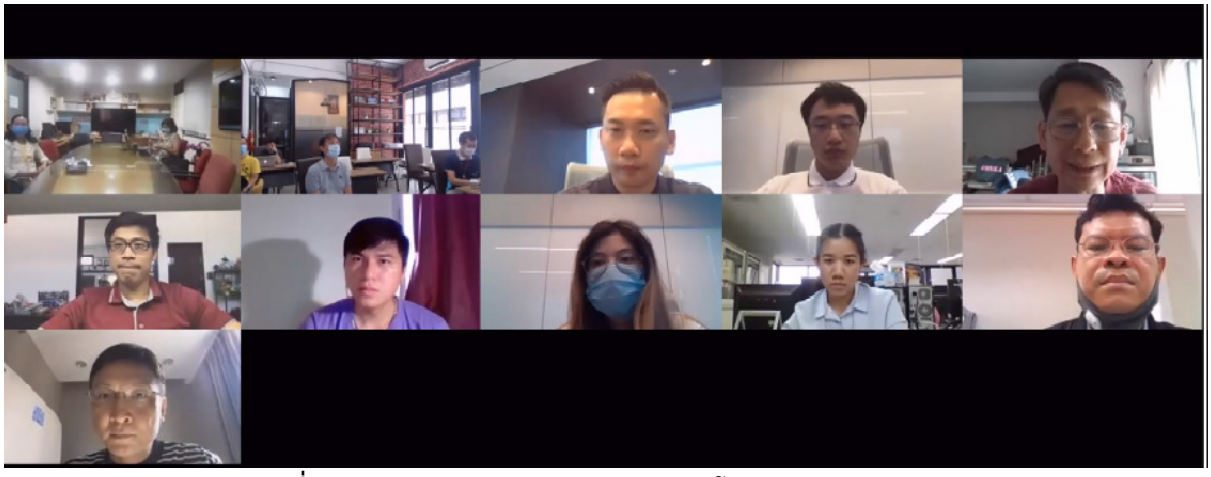
ในการอบรมมีตัวแทนหน่วยงานและผู้เข้าร่วมการอบรม ผ่านการอบรมด้วยระบบ Online Zoom ดังต่อไปนี้

1) คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2) กรมอุตุนิยมวิทยา
3) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
4) สำนักระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร

5) กรมชลประทาน

6) สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)

7) ทีมนักวิจัยจากประเทศสิงคโปร์



รูปที่ 2.4-7 ภาพการประชุม Online ผ่านโปรแกรม Zoom

เพื่อให้การอบรมมีประโยชน์ในวงกว้าง จึงมีการบันทึกวิดีโอการอบรม เพื่อเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ http://project-wre.eng.chula.ac.th/watercu_eng/?q=node/58 ประกอบด้วยเอกสารนำเสนอ เอกสารการอบรม ข้อมูลการอบรม และวิดีโอการอบรมทั้งหมด

ผลที่ได้รับจากกิจกรรม

1. ทราบถึงแนวทางการทำงานของทีมวิจัยต่างประเทศ ด้านการ Downscaleing และ Machine Learning ในงานด้านการพยากรณ์ฝน
2. ได้ทดลองกระบวนการการทำงานของทีมงานผ่านการทดลองทำโจทย์ตัวอย่าง และข้อมูลจำลอง โดยอาศัยเครื่องมือที่มี
3. แลกเปรียนความคิดเห็นและข้อจำกัดที่พบในงานวิจัย

ผลสำเร็จของการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1

จากผลการพัฒนาหลักสูตรการจัดเตรียมข้อมูลและการพยากรณ์ เทคนิค Downscaling ข้อมูลฝน การใช้ Machine Learning ในการพยากรณ์ฝน และนำมาใช้การอบรมในเดือนมีนาคม 2563 โดยใช้การอบรมแบบ Online มีผู้เข้าร่วมอบรมจำนวนประมาณ 60 คน และสามารถแบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมอบรมได้ดังนี้ 1) หน่วยงาน ประมาณ 20 คน 2) ทีมงานนักวิจัย ประมาณ 20 คน และ 3) นักศึกษา ประมาณ 20 คน ทั้งนี้ในการสอบถามความเข้าใจในการอบรมได้ใช้วิธีการสุ่มสัมภาษณ์ เพื่อเป็นตัวแทน

ของแต่ละกลุ่มโดยแบ่งประเด็นประเมินความเข้าใจออกเป็น 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ภาพรวมโครงการ 2) เนื้อหาการนำเสนอ Numerical Weather Prediction 3) เนื้อหาการนำเสนอ Machine Learning Technique และ 4) การอบรม Machine Learning Technique สำหรับ ผลสำเร็จของการอบรมสรุปได้ดังนี้

(1) ภาพรวมโครงการผลสำเร็จของการอบรมที่ประเมินได้เท่ากับ ร้อยละ 100

(2) เนื้อหาการนำเสนอ Numerical Weather Prediction ผลสำเร็จของการอบรมที่ประเมินได้เท่ากับ ร้อยละ 90

(3) เนื้อหาการนำเสนอ Machine Learning Technique ผลสำเร็จของการอบรมที่ประเมินได้เท่ากับ ร้อยละ 70 และ

(4) การอบรม Machine Learning Technique ผลสำเร็จของการอบรมที่ประเมินได้เท่ากับ ร้อยละ 60

กล่าวโดยรวมแล้วผลสำเร็จของการอบรมในภาพรวมเท่ากับ ร้อยละ 90 ทั้งนี้ ในการประเมินผลสำเร็จ ทางผู้อบรมพบว่า ผลการประเมินด้านเนื้อหาการอบรม (ข้อ 4 ของการประเมิน) มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 60 มีค่าต่ำกว่าประเด็นอื่น

ตารางที่ 2.4-3 สรุปประเมินผลสำเร็จของการอบรม

เนื้อหา	**หน่วยงาน**	**นักวิจัย**	**นักศึกษา**	**สรุปรวม**
	(หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)			
1) ภาพรวมโครงการ	100	100	100	**100**
2) เนื้อหาการนำเสนอ Numerical Weather Prediction	80	100	90	**90**
3) เนื้อหาการนำเสนอ Machine Learning Technique	60	80	70	**70**
4) การอบรม Machine Learning Technique	50	80	50	**60**
สรุปภาพรวม	**75**	**90**	**75**	**90**

ปัญหาและอุปสรรคในการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 จากการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 1 พบว่าการอบรมแบบ Online ผ่านระบบ ZOOM ผู้อบรมไม่สามารถควบคุมปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการอบมได้ทั้งหมด อาทิ การติดตั้งโปรแกรม การดาว์นโหลดข้อมูล การประมวลผลและการสรุปผล รวมถึงข้อจำกัดของอุปกรณ์/เครื่องมือที่ใช้ ความเร็วอินเทอร์เน็ต และปัญหาเฉพาะของอุปกรณ์ (bug ต่างๆ ของซอฟท์แวร์) รวมถึงตัวผู้อบรม เช่น ระดับความรู้ ความชำนาญของผู้เข้าอบรม

ดังนั้น การจัดอบรมเชิงปฏิบัติควรมีรูปแบบการจัดอบรมแบบบรรยายและปฏิบัติงานในห้องร่วมผู้อบรมจะทำให้ผู้เข้าอบรมได้รับประโยชน์สูงสุด

2.5 การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 2 หัวข้อการประยุกต์ใช้ฝนล่วงหน้า 14 วัน ผ่านกิจกรรมการทำงานร่วมกัน (CO-Run)

ความเป็นมา

ตามที่แผนงานวิจัยเข็มมุ่งได้พัฒนาชุดโครงการเพื่อการบริหารเขื่อน โดยใช้ข้อมูลฝนทำนาย 14 วันล่วงหน้าขนาดใหญ่

ชุดโปรแกรมหลัก

1) การประมาณฝนล่วงหน้า 14 วัน ของ ดร.กนกศรี ศรินนภากร
2) การประมาณความต้องการน้ำชลประทาน โดยข้อมูลดาวเทียมของ ดร.ชูพันธ์ ชมภูจันทร์
3) การประมาณน้ำท่าในพื้นที่ และการจำลองสภาพน้ำผิวดินของ ผศ.ดร.ไชยพงษ์ เทพประสิทธิ์
4) การปล่อยน้ำเขื่อนด้วยเทคนิค Optimization ของ ผศ.ดร.อารียา ฤทธิมา

ในระยะที่ผ่านมา มีการพัฒนาระบบมาระยะหนึ่งแล้วภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดเพื่อการทดสอบชุดโปรแกรมดังกล่าว ควรที่จะมีการดำเนินการทดสอบแบบจำลอง (Model) เทียบกับสภาพตามเวลาจริง และภายใต้เงื่อนไขการทำงานตามเวลาจริง เพื่อทดสอบชุดโครงการดังกล่าว และพัฒนาชุดโปรแกรมดังกล่าวให้สามารถดำเนินการแบบจำลองในสภาพตามเวลาได้ดีขึ้น รวมการพัฒนาระบบรับส่งข้อมูลในระยะต่อไป จึงเสนอการทดสอบ CO-Run กับหน่วยงานปฏิบัติ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และกรมชลประทาน) ในช่วงเดือนกรกฎาคม – กันยายน พ.ศ.2563 ร่วมกัน

วัตถุประสงค์

1) ทดสอบชุดโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น เทียบกับงานจริง
2) หาประเด็นความแตกต่าง เพื่อการปรับปรุงในระยะต่อไป
3) จัดเตรียมระบบการส่งรับข้อมูลเพื่อการรันระบบในอนาคต

เป้าหมาย

เพื่อช่วยการตัดสินใจปล่อยน้ำของเขื่อนภูมิพล และตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมการพยากรณ์ฝนที่พัฒนาขึ้น และนำไปพัฒนาระบบข้อมูล การนำเข้า การวิเคราะห์ การตรวจสอบ และการปรับปรุงประสิทธิภาพ ทั้งนี้ภายหลังจากการดำเนินงานมีผลคืบหน้าทางโครงการได้มีการหารือแลกเปลี่ยนเพื่อเชื่อมโยงการทำงานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบ ได้แก่ กรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ เพื่อให้เข้าใจกระบวนการจัดศึกษาและเปรียบเทียบข้อมูลที่วิจัยได้กับการบริหารจัดการจริง

กิจกรรมที่จะดำเนินการ

1) กำหนดข้อมูล Input ที่จะใช้ร่วมกัน (ฝน น้ำท่า พื้นที่เพาะปลูก ข้อมูลน้ำเขื่อน (เข้า ออก เก็บกัก)
2) ส่งข้อมูลดังกล่าวให้ทีมวิจัย พร้อมแผนล่วงหน้า 14 วัน
3) ทีมวิจัยรับข้อมูลจะทำการวิเคราะห์ฝน น้ำท่า ความต้องการ การปล่อยน้ำที่ควรเป็นล่วงหน้า 14 วัน
4) ส่งข้อมูลดังกล่าวให้หน่วยงานพิจารณา เปรียบเทียบ และให้ความเห็น
5) ดำเนินการข้อ 1 ถึง 4 ไปทุกอาทิตย์ ในช่วงเดือน ก.ค. และ ส.ค. 2563
6) สรุปความเห็นเพื่อการปรับปรุง และข้อเสนอการพัฒนาระบบ รับ ส่งข้อมูล เพื่องานวิจัยในระยะต่อไป
7) สรุปรายงาน

โดยผลที่ผู้จัดกิจกรรมคาดว่าจะได้รับมีดังต่อไปนี้

1) ถ่ายทอดข้อมูลการทำนายฝนโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น
2) ประเมินความสามารถของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และข้อจำกัด
3) สร้างระบบรับส่งข้อมูล และข้อมูลที่จำเป็นในการทำงาน
4) หาข้อจำกัดและสมมุติฐาน จากการทำงาน CO-Run
5) สร้างประเด็นและหัวข้อวิจัยในอนาคต

ในการประยุกต์ใช้ข้อมูลฝนทำนายล่วงหน้ากิจกรรมการทำงานร่วมกัน (CO-Run) ถูกนำมาทดลองใช้เพื่อทดสอบการส่งผ่านข้อมูลระหว่างนักวิจัยและหน่วยงาน โดยโครงการได้ให้ความสำคัญกับการใช้ประโยชน์ข้อมูลการพยากรณ์ฝน เพราะแต่เดิมแต่ละทีมงานวิจัยอาศัยข้อมูลฝนของสถานีกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นฐานหรือใช้ข้อมูลพยากรณ์ฝนแบบ Numerical Weather Prediction (NWP) ซึ่งมีความละเอียด 9x9 กม. เป็นฐานในงานวิจัยของแต่ละโครงการ โดยโครงการที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยโครงการ การพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์เพื่อการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา กลยุทธ์การปรับเปลี่ยนแนวทางปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำสำหรับพัฒนาการบริหารจัดการน้ำต้นทุนในระยะยาวของเขื่อนภูมิพล (ระยะที่ 1) ศึกษาและประเมินปริมาณน้ำต้นทุน (น้ำท่า น้ำผิวดิน และน้ำบาดาล) ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง และการประเมินประมาณความต้องการน้ำในพื้นที่ที่ราบภาคกลาง (ระยะที่ 1) ซึ่งแต่ละโครงการมีความต้องการใช้ข้อมูลปริมาณฝนเพื่อใช้ในการพัฒนางานวิจัยทั้งนี้ข้อมูลที่ใช้ส่งผ่านในกลุ่มนักวิจัยเป็นข้อมูลที่ถูกพัฒนาโดยโครงการการพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์เพื่อการบริหารจัดการน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ที่เป็นการพัฒนาการคาดการณ์ปริมาณฝนในระยะ 2 สัปดาห์ ที่พัฒนาจากข้อมูลพยากรณ์ฝนแบบ Numerical Weather Prediction (NWP) ที่พัฒนาความละเอียดและเพิ่มความถูกต้องให้มากยิ่งขึ้น

เนื้อหาการอบรมเชิงปฏิบัติการ

1) การอธิบายการทำงานของขั้นตอนการทำนายฝนระยะ 14 วัน (เตรียมข้อมูล การจัดข้อมูล การทำ Bias Correction การทดสอบกับบางเหตุการณ์)
2) การอธิบายของการทำงานขั้นตอนการบริหารเขื่อน (การทำนายน้ำท่าเข้าเขื่อนภูมิพล เทียบกับข้อมูลวัดจริง (ฝนและน้ำท่า)
3) การรับข้อมูลเกณฑ์การปล่อยน้ำจากกรมชลประทาน (ความต้องการ ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่จากทีมความต้องการและทีมน้ำท่า)
4) การวิเคราะห์การปล่อยน้ำจากรูปแบบที่วิเคราะห์ไว้ก่อน (เพื่อเสนอแนะถึงความเหมาะสมของปริมาณการปล่อยน้ำจากเขื่อน)
5) การอธิบายการประมาณความต้องการน้ำของพืช (วิเคราะห์ภาพดาวเทียมเพื่อหาพื้นที่เพาะปลูก นำข้อมูลฝนล่วงหน้ามาประมาณความต้องการน้ำของพืชเพื่อประมาณความต้องการน้ำจากเขื่อนจากปัจจัยในอดีตตามปีน้ำและพื้นที่)

6) การอธิบายการประมาณน้ำท่าในพื้นที่ (วิเคราะห์โครงข่ายผังน้ำในพื้นที่ ใช้ข้อมูลฝนทำนายในอนาคต ประมาณน้ำท่าตรวจสอบกับข้อมูลวัดจริง หาปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ (ที่ใช้การได้) ส่งกลับไปที่ทีมเขื่อนประกอบการปล่อยน้ำจากเขื่อน

ขั้นตอน

ในการดำเนินการเชื่อมโยงการทำงานระหว่างนักวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์จากข้อมูลการพยากรณ์ฝนกับหน่วยงาน (CO-Run) มีขั้นตอน ประกอบด้วย

1) การส่งข้อมูลจากหน่วยงาน (กรมอุตุนิยมวิทยา, สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ ฯลฯ)
2) การวิเคราะห์ข้อมูลของทีมวิจัย (ทีมพยากรณ์ฝนทีมบริหารจัดการเขื่อน และทีมวิจัยการจัดการน้ำ)
3) การส่งข้อมูลกลับให้หน่วยงาน (กรมชลประทาน, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ, สทนช. ฯลฯ)
4) การเทียบกับข้อมูลจริง (ข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา และการระบายน้ำของเขื่อน)
5) แลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น (ผลการจำลองฝน ผลการวัดสถานีและการบริหารจัดการเขื่อน) เพื่อนำมาปรับปรุงการพยากรณ์ฯ (ข้อจำกัด/สมมุติฐาน)
6) หารือความคืบหน้าผ่านระบบประชุมออนไลน์ (Zoom) และดำเนินการซ้ำขั้นตอน

การติดตามเพื่อสรุปผลรายสัปดาห์

เพื่อให้งานมีความคืบหน้าได้ในระยะสั้นทางโครงการฯ ได้จัดการทำงานการใช้ประโยชน์ข้อมูลพยากรณ์ฝนกับหน่วยงานร่วมกัน (CO-Run) จำนวน 8 ครั้ง ดังนี้

ตารางที่ 2.5-1 แสดงกิจกรรมที่ดำเนินการของ CO-Run

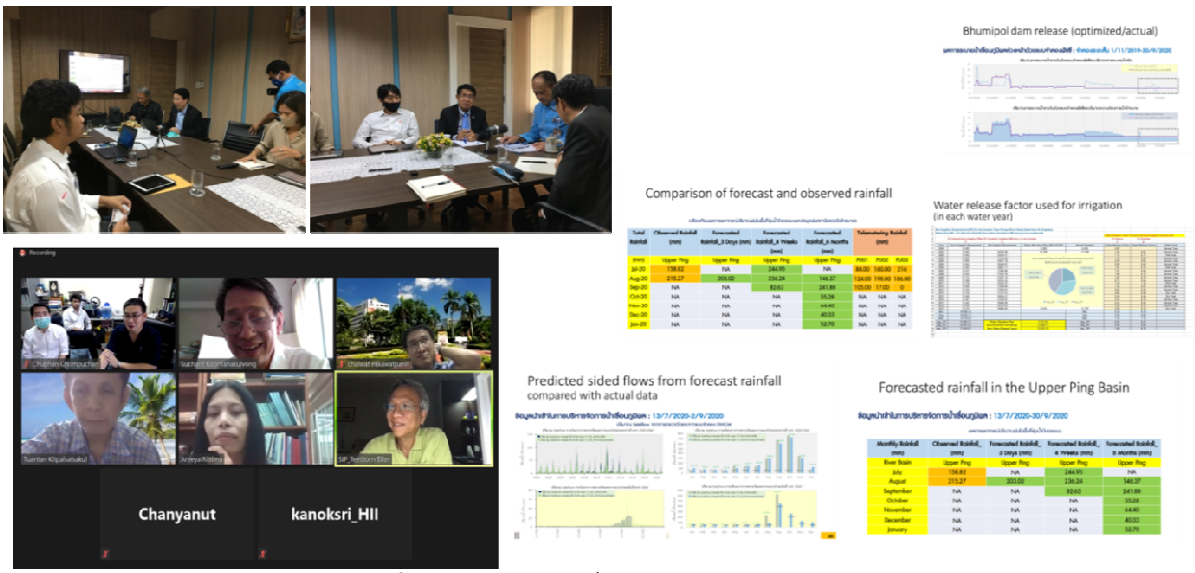
วันที่	กิจกรรม	รูปแบบ
3 ก.ค. 63	หารือภายในทีมงานวิจัย	ออนไลน์
16 ก.ค. 63	หารือในทีมวิจัยที่มหาวิทยาลัยมหิดล	ประชุม
23 ก.ค. 63	หารือในทีมวิจัยที่มหาวิทยาลัยมหิดล	ประชุม
30 ก.ค. 63	หารือในทีมวิจัยและตัวแทนหน่วยงาน	ประชุม
6 ส.ค. 63	หารือที่กรมชลประทาน	ประชุม
28 ส.ค. 63	หารือในทีมวิจัยเพื่อปรับปรุงตามข้อคิดเห็นของกรมชลประทาน	ออนไลน์

วันที่	กิจกรรม	รูปแบบ
3 ก.ย. 63	หารือความคืบหน้ากับทีมงานวิจัย	ออนไลน์
11 ก.ย. 63	หารือความคืบหน้ากับทีมงานวิจัย	ออนไลน์

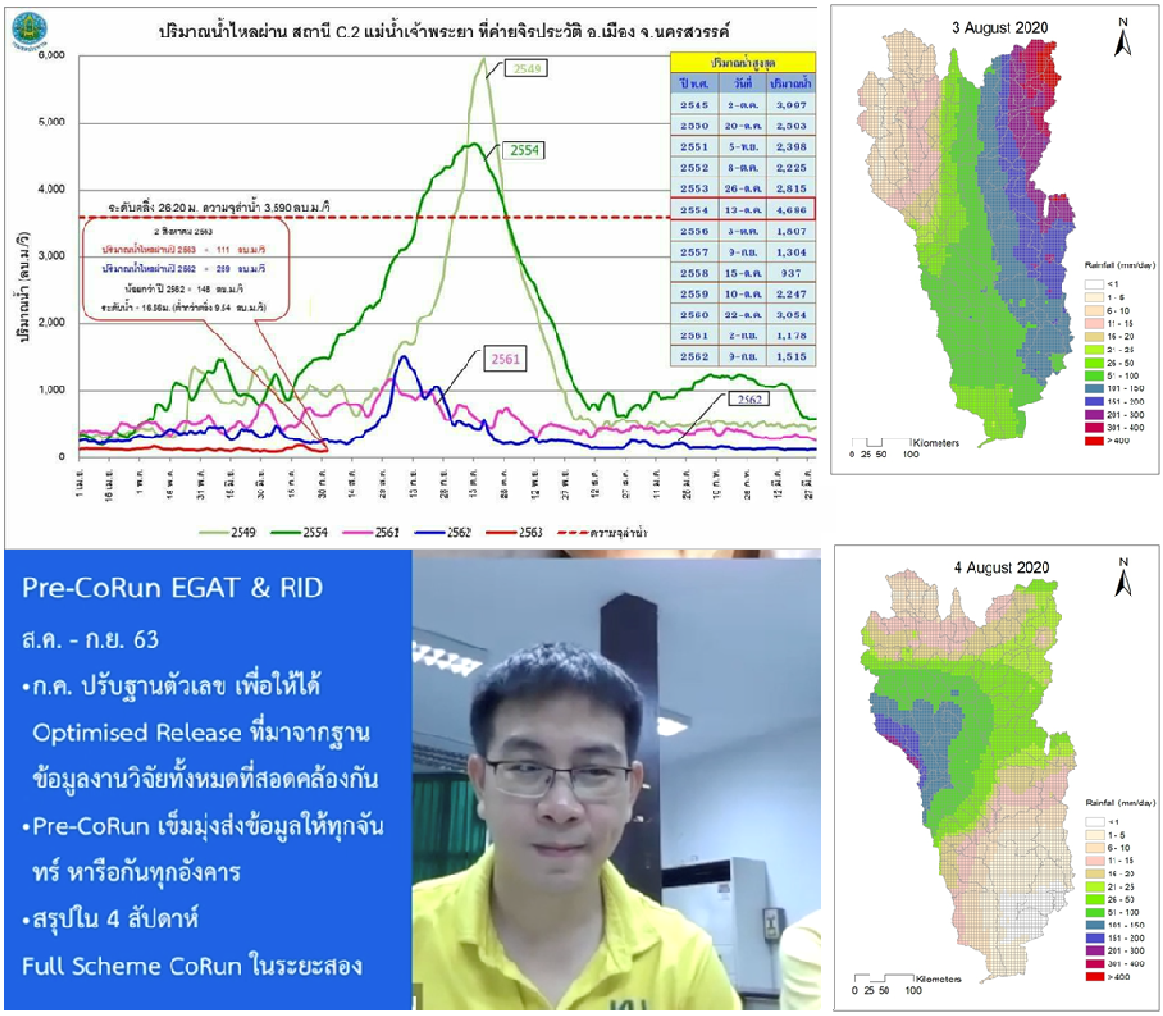
โดยมีรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมในกิจกรรม ดังนี้

1. รศ.ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ดร.กนกศรี ศรินนภากร สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ
3. ดร.ชูพันธ์ ชมภูจันทร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
4. ผศ.ดร.ไชยพงษ์ เทพประสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
5. ผศ.ดร.อารียา ฤทธิมา มหาวิทยาลัยมหิดล
6. ดร.โชคชัย สุทธิธรรมจิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. นายธีติธร จุลละพราหมณ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8. ตัวแทนจากกรมชลประทาน
9. ตัวแทนจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
10. ตัวแทนจากสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ

โดยรายละเอียดการนำเสนอได้รวบรวมไว้ใน**ภาคผนวก ง**



รูปที่ 2.5-1 กิจกรรมที่ดำเนินการของ CO-Run 1



รูปที่ 2.5-2 กิจกรรมที่ดำเนินการของ CO-Run 2

ประเด็นในการปรับปรุง

เนื่องจากรูปแบบการทำงานในครั้งนี้เป็นรูปแบบใหม่ ต้องอาศัยความเชื่อมโยงและการปรับปรุงวิธีการทำงานร่วมกัน โดยแต่ละทีมงานวิจัยได้ให้ความคิดเห็นในการพัฒนาความถูกต้องของการพยากรณ์ฝนและการนำไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

- การทำนายฝนล่วงหน้า จำเป็นต้องเพิ่มเติมการทำนายฝนระยะสั้น เพื่อเพิ่มความถูกต้อง
- การทำนายน้ำท่าเข้าอ่างฯ มีความใกล้เคียง แต่ยังขาดข้อมูล Side Flow ที่ไม่มีข้อมูลสถานีวัดประกอบ
- การทำนายน้ำท่า มีปัญหาใกล้เคียงกับน้ำท่าเข้าอ่างฯ
- การทำนายความต้องการใช้น้ำ กำลังปรับเทียบข้อมูลแผนจัดสรรกับข้อมูลจริง

- การประเมินการสูบน้ำนอกระบบ เป็นอีกปัจจัยที่ทำให้การประเมินการใช้น้ำคลาดเคลื่อน ทั้งนี้ มีแผนนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรายสัปดาห์มาช่วยในการพัฒนา เพื่อประเมินความต้องการสูบน้ำ (นอกระบบ) ในอนาคต

ผลที่ได้รับจากกิจกรรม CO-Run

จากการทำงานในกิจกรรมนี้ทำให้ได้รับผลและรูปแบบการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงานวิจัย เพื่อนำไปพัฒนางานวิจัยของแต่ละโครงการ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

- การจัดเตรียมข้อมูลการ Downscale การพยากรณ์ และการทดสอบการใช้ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อประกอบการบริหารจัดการน้ำ
- การจัดเตรียมข้อมูลฝน และการวิเคราะห์โดยเทคนิค ML
- การเชื่อมโยงและถ่ายทอดความรู้กับโครงการการปล่อยน้ำจากเขื่อน
- เริ่มการประมาณความต้องการใช้น้ำในภาคเกษตร
- ผลศึกษาการไหลของน้ำท่า ในพื้นที่ศึกษา
- ผลศึกษาการไหลของน้ำเข้าเขื่อนภูมิพล
- รูปแบบการตัดสินใจปล่อยน้ำของเขื่อน ด้วยมาตรการต่างๆ เพื่อการควบคุมพื้นที่เพาะปลูก การใช้น้ำท่าในพื้นที่ การเพิ่มประสิทธิภาพในการปล่อยน้ำเพื่อเพิ่มน้ำต้นทุนในฤดูแล้ง

ผลการประเมินความสำเร็จของกิจกรรม CO-Run

ทางโครงการได้จัดการทำงานการใช้ประโยชน์ข้อมูลพยากรณ์ฝนกับหน่วยงานร่วมกัน (CO-Run) จำนวน 8 ครั้ง โดยมีรูปแบบกิจกรรมทั้งโดยการจัดประชุมหารือกับทีมวิจัยเพื่อถ่ายทอดความรู้ ตลอดจนปรับปรุงตามข้อคิดเห็น และติดตามความคืบหน้า ในสถานที่ต่างๆ ได้แก่ มหาวิทยาลัยมหิดล และกรมชลประทาน และโดยมีรูปแบบจัดกิจกรรมทั้งโดยการจัดประชุมหารือ online ผ่านระบบ ZOOM ทั้งนี้ ทางทีมวิจัยได้ประเมินผลของกิจกรรม CO-Run โดยประเมินจาก 3 ด้าน ได้แก่นักวิจย หน่วยงาน และความสำเร็จ มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2.5-2 ประเมินผลของกิจกรรม CO-Run (หน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์)

วันที่	นักวิจัย (%)	หน่วยงาน(%)	ความสำเร็จ (%)
3 ก.ค. 63	70	-	70
16 ก.ค. 63	85	-	85
23 ก.ค. 63	90	-	90
30 ก.ค. 63	100	80	90
6 ส.ค. 63	100	90	95
28 ส.ค. 63	100	-	100
3 ก.ย. 63	100	-	100
11 ก.ย. 63	100	-	100
รวม	**93.13**	**85.00**	**91.25**

จากการประเมินผลของกิจกรรม CO-Run จำนวน 8 ครั้ง ในด้าน 3 ด้าน ได้แก่นักวิจัย หน่วยงาน และความสำเร็จ สามารถสรุปผลการประเมินดังนี้

ด้านนักวิจัย มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 93.13

ด้านหน่วยงาน มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 85.00

ด้านความสำเร็จ มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 91.25

2.6 การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการครั้งที่ 3

เป้าหมาย

1. เพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากกระบวนการศึกษาด้านการทำงาน Machine Learning ต่อหน่วยงานที่รับผิดชอบ
2. แลกเปลี่ยนแนวทางในการทำงานในระยะต่อไป พร้อมข้อเสนอในการพัฒนางานวิจัย

แนวคิดที่ใช้ในการพยากรณ์

ในการพัฒนาโมเดลการพยากรณ์ด้วย Machine Learning จำเป็นต้องเลือกพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของสถานีตรวจวัดที่เพียงพอ เพราะเกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของข้อมูล ดังนั้นพื้นที่ที่เหมาะสมจึงเป็นพื้นที่ภาคกลางซึ่งมีการกระจากตัวของสถานีวัดที่เหมาะสมรวมทั้งสถานีในพื้นที่ที่มีลักษณะทางภูมิศาสตร์ใกล้เคียงกัน เพื่อให้ได้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการสร้างเงื่อนไขในการเรียนรู้ของโมเดล ML โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) Training set เป็นช่วงที่ให้โมเดลเข้าใจถึงสภาพของข้อมูลเพื่อสร้างรูปแบบการพยากรณ์
   - วันที่ 15 ถึง 25
2) Validation set เป็นช่วงที่ให้ทดสอบรูปแบบการพยากรณ์ที่โมเดลใช้
   - วันที่ 8 ถึง 9
3) Test set เป็นช่วงที่โมเดลนำรูปแบบที่เลือกมาทดสอบความถูกต้องของการพยากรณ์
   - วันที่ 1 ถึง 2

ทั้งนี้ทางโครงการเลือกใช้ข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศที่ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ในการศึกษาเนื่องจากเป็นทีมวิจัยที่ร่วมในการพัฒนาโครงการและให้คำปรึกษา ทั้งนี้ในอนาคตสามารถใช้โมเดลที่ได้ไปใช้กับข้อมูลจากแหล่งอื่น เช่น ของกรมอุตุนิยมวิทยา และแหล่งที่เผยแพร่ข้อมูลอื่นๆ ภายนอกได้ในอนาคต

ข้อมูลที่ต้องใช้ในแบบจำลอง

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย

ตารางที่ 2.6-1 ข้อมูลที่ต้องการ

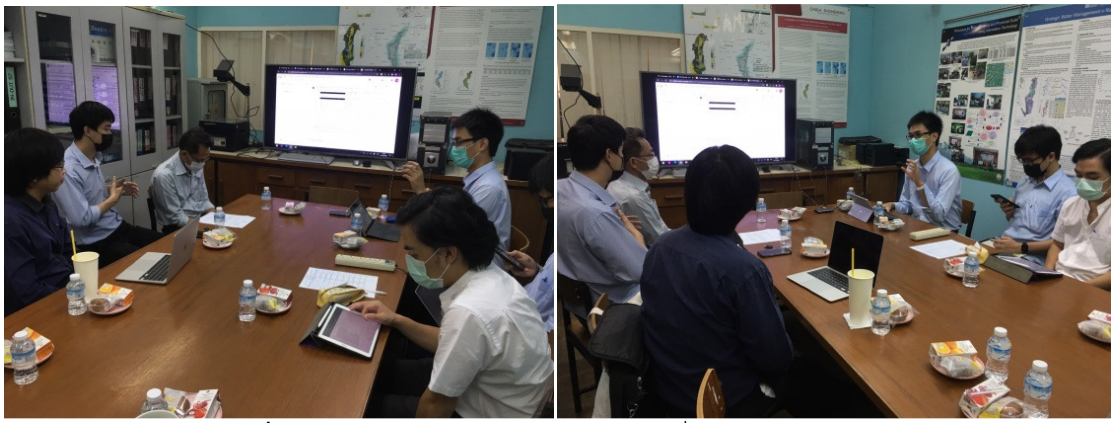
ข้อมูลสภาพอากาศ	เป้าหมายการศึกษา	ช่วงเวลา	ความถี่	คุณสมบัติ
ปริมาณฝน	สถานี	อย่างน้อย 1 ปี	ราย 3 ชั่วโมง	พื้นที่ปกคลุมขนาดเล็ก, มีความแม่นยำ
	ข้อมูลพยากรณ์อากาศ ของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ		ทุก 1 ชั่วโมง ล่วงหน้า 72 ชั่วโมง	ความละเอียด 3x3 กม.

การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 ในวันที่ 26 ตุลาคม พ.ศ.2563 ณ ห้องประชุมของหน่วยปฏิบัติการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีผู้เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 5 คน ทางทีมงานได้พัฒนางานวิจัยร่วมกับทางกรมอุตุนิยมวิทยา โดยอาศัยการศึกษาพื้นที่ภาคกลางที่มีจำนวนสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยาหนาแน่นและลักษณะภาคพื้นของของภาคกลางที่เป็นที่ราบทำให้

ตัวแปรที่สำคัญคือ ปริมาณฝนโดยทางทีมงานวิจัยได้จัดการอบรมเกี่ยวกับ Machine Learning ในวันที่ 26 ตุลาคม 2563 มีผู้เข้าร่วมจำนวน 5 ท่าน โดยมีเนื้อหาการอบรมดังนี้

- การอบรมการใช้งานการงานการเรียนรู้เชิงลึกบนข้อมูลพยากรณ์อากาศ
- การใช้งาน Google Colab, Jupyter notebook
- การสร้าง Model Deep Learning ด้วย pytorch
- การใช้งาน Transfer Learning
- การอ่านไฟล์ NC ด้วย Python
- การสร้าง Model และการใช้งานบนข้อมูลพยากรณ์อากาศ

ในการอบรมทางผู้อบรมได้นำเสนอแนวทางในการศึกษาโดยอาศัยคำแนะนำของทางกรมอุตุนิยมวิทยาในการเลือกพื้นที่ภายใต้ข้อจำกัดของข้อมูลในประเทศไทย โดยเลือกพื้นที่บริเวณภาคกลางที่มีความหนาแน่นของจุดสถานีของกรมอุตุนิยมวิทยาที่มากที่สุดบริเวณละติจูดที่ 13.56102 ถึง 16.990646 และลองติจูดที่ 99.3199 ถึง 102.77574 จำนวน 17 สถานี โดยพิจารณาเลือกเดือนที่มีปริมาณฝนตกสูงในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงกันยายนเป็นข้อมูลศึกษา และนำข้อมูลการพยากรณ์ฝนล่วงหน้า 3 ชั่วโมง WRF-ROMS Model ของสำนักงานสารสนเทศทรัพยากรน้ำมาเปรียบเทียบ โดยรายละเอียดการทำงานและเอกสารนำเสนออยู่ใน**ภาคผนวก ง**



รูปที่ 2.6-1 ภาพบรรยากาศการอบรมวันที่ 26 ตุลาคม 2563

ในการอบรมผู้เข้าอบรมให้ความสนใจนำเทคนิค Machine Learning ไปใช้ในการพยากรณ์อากาศเนื่องจากเป็นกระแสที่นักอุตุนิยมวิทยาในปัจจุบันให้ความสนใจ โดยปัจจุบันทางกรมอุตุนิยมวิทยาได้พัฒนาข้อมูลการพยากรณ์ฝนล่วงหน้า 3 ชั่วโมง และสนใจที่จะทดลองใช้ Model Machine Learning ที่ทางทีมวิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้เกิดความร่วมมือในระยะต่อไป

สำหรับผลการประเมินโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 ในวันที่ 26 ตุลาคม พ.ศ.2563 ณ ห้องประชุมของหน่วยปฏิบัติการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีผู้เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 5 คน และมีผลการประเมิน ดังตารางที่ **2.6-2**

ผลที่ได้รับจากกิจกรรม

1. ความเข้าใจในการทำงานด้าน Machine Learning ด้านการพยากรณ์ฝนและข้อจำกัดที่พบในงานวิจัย
2. ความร่วมมือในการแลกเปลี่ยนความรู้กับหน่วยงาน และข้อคิดเห็นในการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

ตารางที่ 2.6-2 สรุปแบบประเมินการประชุมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3

ประเด็นความคิดเห็น	ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำความรู้ไปใช้						
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
ด้านวิทยากร							
1. การเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยากร	3	2				4.60	92.00
2. การถ่ายทอดของวิทยากร	2	2	1			4.20	84.00
3. สามารถอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจนและตรงประเด็น	2	3				4.40	88.00
4. การตอบคำถามของวิทยากร	4	1				4.80	96.00
ผลรวมด้านวิทยากร	**11**	**8**	**1**	**-**	**-**	**4.50**	**90.00**
ด้านความรู้ความเข้าใจ							
5. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ก่อนการประชุม			2	1	2	2.00	40.00
6. ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้หลังการประชุม		3	2			3.60	72.00
7. สามารถบอกประโยชน์ได้	2	3				4.40	88.00

ประเด็นความคิดเห็น	ระดับความพึงพอใจ / ความรู้ความเข้าใจ / การนำความรู้ไปใช้						
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
ผลรวมด้านความรู้ความเข้าใจ (ไม่รวมคะแนนในหัวข้อที่ 5)	2	6	2	-	-	**4.00**	**80.00**
ด้านการนำความรู้ไปใช้							
8. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้		2	3			3.40	68.00
9. สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่ / ถ่ายทอดแก่ชุมชนได้		1	4			3.20	64.00
ผลรวมด้านการนำความรู้ไปใช้	**-**	**3**	**7**	**-**	**-**	**3.30**	**66.00**

ผลการประเมินผลสำเร็จของการประชุมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 สามารถสรุปผลการประเมินได้ ดังต่อไปนี้

1. ผลรวมการประเมินด้านวิทยากร ค่าเฉลี่ย 4.50 คิดเป็น ร้อยละ 90.00
2. ผลการประเมินด้านความรู้ความเข้าใจ ค่าเฉลี่ย 4.00 คิดเป็น ร้อยละ 80.00
3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ค่าเฉลี่ย 3.30 คิดเป็น ร้อยละ 66.00

(หมายเหตุ** แปลงค่าเฉลี่ยให้เป็นค่าร้อยละ โดยการนำผลรวมค่าเฉลี่ย x 20)

อย่างไรก็ตาม ในการประเมินผลสำเร็จของการประชุมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 ในหมวดที่ 2 ผลการประเมินด้านความรู้ความเข้าใจ ทางทีมวิจัยไม่นำคะแนนผลประเมินในหัวข้อที่ 5 ในประเด็นความรู้ ความเข้าใจในเรื่องนี้ก่อนการประชุมมาร่วมพิจารณา ทั้งนี้เพราะในการประเมินผลครั้งนี้เป็นการประเมินผลสำเร็จของการอบรมโดยประเมินความรู้ ความเข้าใจของผู้เข้าร่วมอบรมหลังจากที่มีการอบรมแล้ว

สำหรับการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 ในวันที่ 26 ตุลาคม พ.ศ. 2563 มีกำหนดการดังนี้

ตารางที่ 2.6-3 การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3

เวลา	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ
13.30 น.-14.15 น.	แสดงผลการประยุกต์ใช้งานการเรียนรู้เชิงลึกบนข้อมูลพยากรณ์อากาศ	
14.15 น.-14.30 น.	พักรับประทานของว่าง	รศ.ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์
14.30 น.-16.00 น.	- การอบรมการใช้งานการงานการเรียนรู้เชิงลึกบนข้อมูลพยากรณ์อากาศ - การใช้งาน Google Colab, Jupyter notebook - การสร้าง Model Deep Learning ด้วย pytorch - การใช้งาน Transfer Learning - การอ่านไฟล์ NC ด้วย Python - การสร้าง Model และการใช้งานบนข้อมูลพยากรณ์อากาศ	Mr.Henry Tay

หมายเหตุ : ต้องเตรียม Notebook และ Account Gmailและควรมีพื้นฐาน (python)

เอกสารการอบรม : http://bit.ly/cu-tmd-train

บทที่ 3

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัย การอบรมการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อการวางแผนการบริหารจัดการน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหลักสูตรจากงานของบริษัท Envision Digital International Pte Ltd ด้านการเตรียมข้อมูลการ Downscaling การใช้ Machine Learning เพื่อการพยากรณ์ฝน และเพื่อจัดอบรมให้กับทีมวิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความชำนาญการในการใช้ข้อมูลพยากรณ์ฝนด้วยวิธี Downscaling และ Machine Learning ครอบคลุมทั้งประเทศไทย จำนวน 3 ครั้ง โดยมีรูปแบบการอบรมทั้งแบบการบรรยายและปฏิบัติงานในห้อง และการจัดอบรมแบบระบบ online ผ่านระบบ Zoom (เนื่องจากปัญหาสถานการณ์โควิด-19)

3.1 บทสรุป

โครงการวิจัยฯ มีการอบรมเชิงปฏิบัติการ ทั้งหมดจำนวน 3 ครั้ง มีข้อมูลสรุป ดังนี้

3.1.1 การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1

1. หัวข้อการอบรม : การพยากรณ์และการจัดเตรียมข้อมูล
2. วันที่อบรม : 26-27 มีนาคม พ.ศ. 2563
3. สถานที่ : Co-Working Space ของบริษัทอินฟราพลัส จำกัด
4. จำนวนผู้เข้าร่วม : 60 คน (ผู้แทนหน่วยงาน นักวิจัย และนักศึกษา)
5. รูปแบบการอบรม: การอบรมแบบ Online ผ่านระบบ Zoom
6. เนื้อหาการอบรม
   1) “การศึกษาการพยากรณ์อากาศด้วยระบบเทคโนโลยี” (Study of AIoT Weather Forecast System Technology in Thailand)
   2)“การวิเคราะห์และพัฒนาระบบการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่” (Analysis and Development of large rainfall data analysis system
7. ผลสำเร็จของการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 1

   ผลสำเร็จของการอบรมเท่ากับ ร้อยละ 90 แบ่งเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่

   (1) ภาพรวมโครงการ มีคะแนนประเมินเท่ากับ ร้อยละ 100

(2) เนื้อหาการนำเสนอ Numerical Weather Prediction มีคะแนนประเมินเท่ากับร้อยละ 90

(3) เนื้อหาการนำเสนอ Machine Learning Technique มีคะแนนประเมินเท่ากับร้อยละ 70 และ

(4) การอบรม Machine Learning Technique มีคะแนนประเมินเท่ากับ ร้อยละ 60

3.1.2 การอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 2

1. หัวข้อการอบรม : การประยุกต์ใช้ฝนล่วงหน้า 14 วัน ผ่านกิจกรรมการทำงานร่วมกัน (CO-Run)
2. ระยะเวลา: เดือน ก.ค.-ก.ย. พ.ศ. 2563 จำนวน 8 ครั้ง
3. สถานที่ : มหาวิทยาลัยมหิดล กรมชลประทาน
4. จำนวนผู้เข้าร่วม : 10 คน (นักวิจัย และผู้แทนหน่วยงาน นักวิจัย)
5. รูปแบบการอบรม: การอบรมแบบบรรยายและปฏิบัติงานในห้อง และการอบรมแบบ Online ผ่านระบบ ZOOM
6. เนื้อหาการอบรม
   1) การอธิบายการทำงานของขั้นตอนการทำนายฝนระยะ 14 วัน (เตรียมข้อมูล การจัดข้อมูล การทำ Bias Correction การทดสอบกับบางเหตุการณ์)
   2) การอธิบายของการทำงานขั้นตอนการบริหารเขื่อน (การทำนายน้ำท่าเข้าเขื่อนภูมิพล เทียบกับข้อมูลวัดจริง (ฝนและน้ำท่า)
   3) การรับข้อมูลเกณฑ์การปล่อยน้ำจากกรมชลประทาน (ความต้องการ ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่จากทีมความต้องการและทีมน้ำท่า)
   4) การวิเคราะห์การปล่อยน้ำจากรูปแบบที่วิเคราะห์ไว้ก่อน (เพื่อเสนอแนะถึงความเหมาะสมของปริมาณการปล่อยน้ำจากเขื่อน)
   5) การอธิบายการประมาณความต้องการน้ำของพืช (วิเคราะห์ภาพดาวเทียมเพื่อหาพื้นที่เพาะปลูก นำข้อมูลฝนล่วงหน้ามาประมาณความต้องการน้ำของพืชเพื่อประมาณความต้องการน้ำจากเขื่อนจากปัจจัยในอดีตตามปีน้ำและพื้นที่)

6) การอธิบายการประมาณน้ำท่าในพื้นที่ (วิเคราะห์โครงข่ายผังน้ำในพื้นที่ ใช้ข้อมูลฝนทำนายในอนาคต ประมาณน้ำท่าตรวจสอบกับข้อมูลวัดจริง หาปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ (ที่ใช้การได้) ส่งกลับไปที่ทีมเขื่อนประกอบการปล่อยน้ำจากเขื่อน

7. ผลสำเร็จของการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 2

จากการประเมินผลของกิจกรรม CO-Run จำนวน 8 ครั้ง ในด้าน 3 ด้าน ได้แก่นักวิจัย หน่วยงาน และความสำเร็จ สามารถสรุปผลการประเมิน ดังนี้

ด้านนักวิจัย มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 93.13

ด้านหน่วยงาน มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 85.00

ด้านความสำเร็จ มีผลประเมินเท่ากับ ร้อยละ 91.25

3.1.3 การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3

1. หัวข้อการอบรม : การอบรมเกี่ยวกับ Machine Learning
2. วันที่อบรม : 26 ตุลาคม พ.ศ.2563
3. สถานที่ : ห้องประชุมหน่วยปฏิบัติการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. จำนวนผู้เข้าร่วม : 5 คน (ผู้แทนหน่วยงาน)
5. รูปแบบการอบรม: การอบรมแบบบรรยายและปฏิบัติงานในห้อง
6. เนื้อหาการอบรม
   - การอบรมการใช้งานการงานการเรียนรู้เชิงลึกบนข้อมูลพยากรณ์อากาศ
   - การใช้งาน Google Colab, Jupyter notebook
   - การสร้าง Model Deep Learning ด้วย pytorch
   - การใช้งาน Transfer Learning
   - การอ่านไฟล์ NC ด้วย Python
   - การสร้าง Model และการใช้งานบนข้อมูลพยากรณ์อากาศ
7. ผลสำเร็จของการอบรมเชิงปฏิบัติการ ครั้งที่ 3

ผลการประเมินสรุปได้ ดังนี้

1. ผลรวมการประเมินด้านวิทยากร ค่าเฉลี่ย 4.50 คิดเป็น ร้อยละ 90.00
2. ผลการประเมินด้านความรู้ความเข้าใจ ค่าเฉลี่ย 4.00 คิดเป็น ร้อยละ 80.00

3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ค่าเฉลี่ย 3.30 คิดเป็น ร้อยละ 66.00

3.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีการหารือแลกเปลี่ยนความรู้ด้านการพยากรณ์ฝน เพื่อปรับปรุงแนวทางการพยากรณ์อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการนำเทคนิคสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการพยากรณ์ฝน
2) ควรมีการหารือร่วมกับหน่วยงานที่ใช้ประโยชน์จากข้อมูลการพยากรณ์ฝน เพื่อให้ทางกรมอุตุนิยมวิทยา สามารถพัฒนาข้อมูลการพยากรณ์เพื่อตอบสนองการใช้งานและสามารถเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมได้
3) ควรมีการจัดทำหนังสือบันทึกข้อตกลงระหว่างองค์กร (Memorandum of Understanding, MOU) ในการทำงานในอนาคตข้างหน้า สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ รวมถึงในต่างประเทศ

เอกสารอ้างอิง

ภาษาอังกฤษ

C. Pezon (2003), Demand side water management in Los Angeles and San Diego :insearch of sustainable water supply, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, France.

J. Seibert and M. J. P. Vis (2012), Irrigania – a web-based game aboutsharing water resources, Hydrology and Earth System Sciences Discussions, available online at:www.hydrol-earth-syst-sci-discuss.net/9/1961/2012/.

Kossida M, Koutiva I, Makropoulos C, Monokrousou K, Mimikou M, Fons-Esteve J, Iglesias A. Water scarcity and drought: towards a European water scarcity and drought network (WSDN). European Environmental Agency 2009;107.

Ogallo LJ. Interannual variability of the East African Monsoon wind systems and their impact on East African climate. WMO/TD 1994;619:99–104.

Taymoor A. Awchi, Ansan I. Jasim (2017), Rainfall Data Analysis and Study of Meteorological Drought in Iraq for the Period 1970-2010,Tikrit Journal of Engineering Sciences, available online at: http://www.tj-es.com.

ภาคผนวก ก

เอกสารนำเสนอการประชุมเชิงปฏิบัติการในการศึกษาการพยากรณ์อากาศด้วยระบบเทคโนโลยี

Numerical Weather Prediction (NWP) Models for AIoT Weather Forecast System for Thailand

EnWeather
Dr Xiangming Sun

Copyright © 2019 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

Overview of the Solution

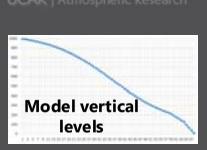
Numerical Weather Prediction Models → Machine Learning Models → Final output

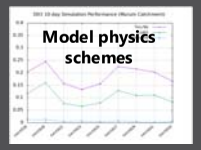
Global Models to start from

ECMWF, Met Office, NCAR | National Center for Atmospheric Research

Regional high-resolution model

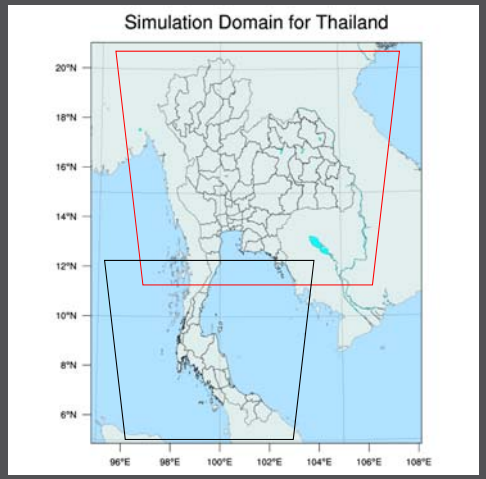
Model configurations





NWP model downscaling

1. Weather/climate difference
2. 1km x 1km output requested
3. Scalability of HPC



Data volume and transfer estimation

Data size estimation will be **36G/day** or **1.1T/month** *
1 time forecast data size = 9G = 289 x (1x1km/72h@15m/5 vars: r/t/rh/u/v + coordinates) = 289 x 31M
1 day forecast data size = 36G = 9G x 4 times/day

To pull each batch of 289 files from cloud server in China:
From Singapore Office pm: 10.6 hr
From Singapore Office am: 6.7 hr
From Singapore Home night: 2.4 hr

*Volume is after compression

Timeline for NWP model tasks

Tasks	Duration (days)	month											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-18
Baseline framework setup including config, data flow/storage/transfer and model optimization/evaluation	30													
Start sharing with the data and continue with model optimization/evaluation	330													
Freeze model configuration and deliver operational forecast for 6 months	180													

Thank You

Envision digital

ภาคผนวก ข

เอกสารการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านการวิเคราะห์และพัฒนาระบบการวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่

Training and Workshop
Analysis and Development of large rainfall data analysis systems

Numerical Weather Modelling

Dr Sun Xiangming
Staff Meteorologist

Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

Envision digital

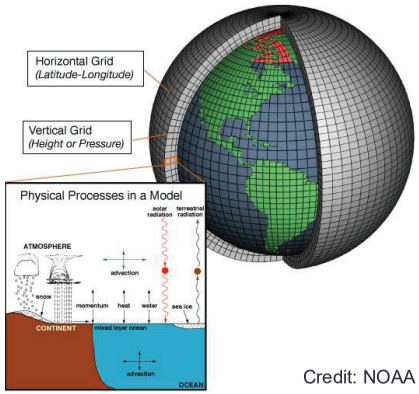
Outline

1. Thailand NWP weather modelling intro
2. Three zones' weather/climate study
   - Climatology
   - Heavy rain events simulation in Aug 2019
3. Meteorological data processing

Envision digital

Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

Numerical Weather Prediction (NWP) Model



To find solution of an **initial problem** described by the governing equations of the atmosphere numerically:

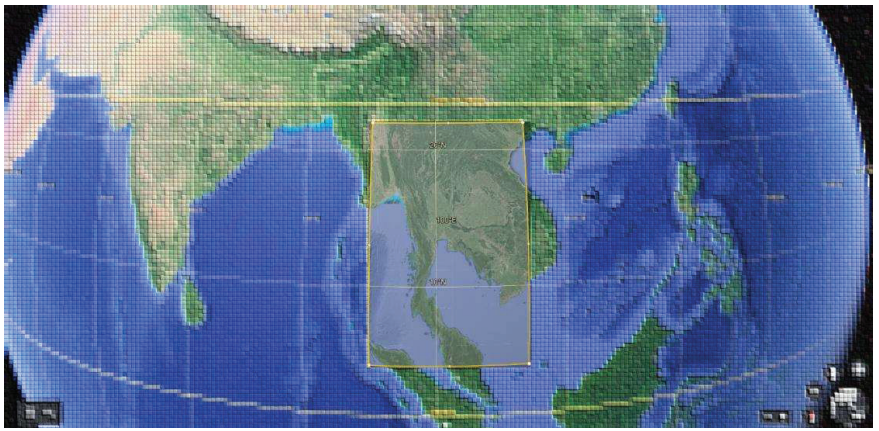
- **Momentum equations**
- **Continuity equation**
- **Thermodynamic equation**
- **State equation**

Credit: NOAA

Envision digital

Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

Global low-res → regional hi-res



Envision digital

Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

Steps of producing high-res regional forecast

ECMWF IFS Cy15r1 (TCo1279 ~ 9km)

- **Observation processing:** QC is important
- **Data assimilation:** Ensemble of 4D-Var
- **Integration of model:** Finally!

EnWeather Downscaling (convection permitting ~ 1km)

- **Driving data acquisition**
- **Pre-processing**
- **Integration of model**

Envision digital

Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

Variational Data Assimilation

$$J(\mathbf{x}) = \frac{1}{2}(\mathbf{x}-\mathbf{x_b})^{\mathrm{T}}\mathbf{B}^{-1}(\mathbf{x}-\mathbf{x_b}) + \frac{1}{2}(\mathbf{y}-H(\mathbf{x}))^{\mathrm{T}}\mathbf{R}^{-1}(\mathbf{y}-H(\mathbf{x}))$$

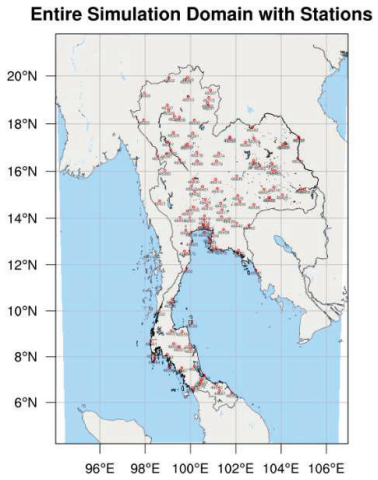
$\mathbf{x_b}$	Background (“first-guess”)
$\mathbf{B}$	Background error covariances
$\mathbf{y}$	Observations
$\mathbf{R}$	Observation error covariances
$\mathbf{H}$	Obervation operator

Envision digital

Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

EnWeather NWP model setup

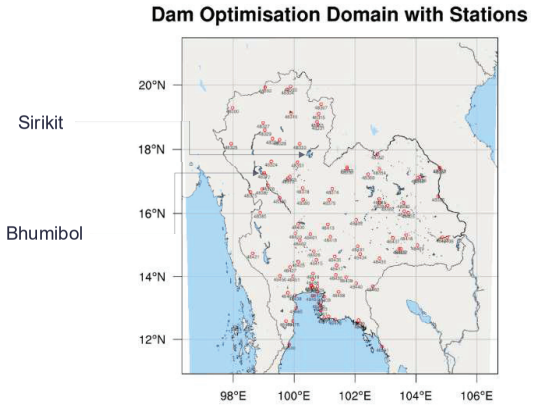
- **Robustness test**
- **Stability test**
- **Model setup**
  - 1350x1950x68
  - 1km resolution
  - 196 nodes = 4,704 cores



Envision digital

Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

EnWeather NWP model simulation domain

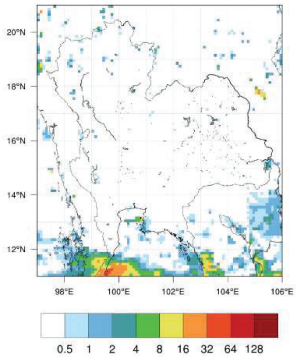


Envision digital

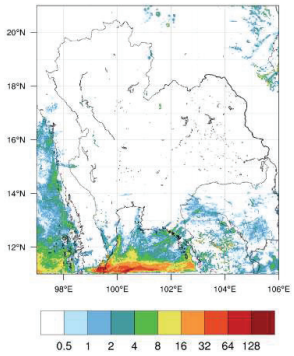
Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

Dry Season Simulations (2 weeks accumulation)

Satellite Observation



EnWeather Forecast



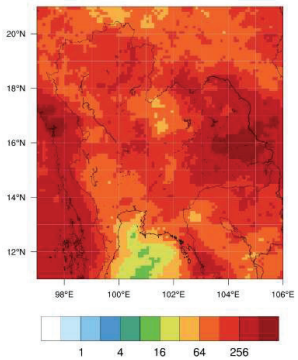
Accuracy: **97%**
RMSE: **0.5 mm**

Envision digital

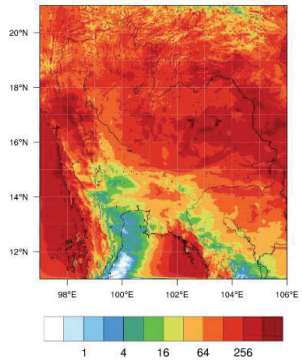
Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

Rain Season Simulations (2 weeks accumulation)

Satellite Observation



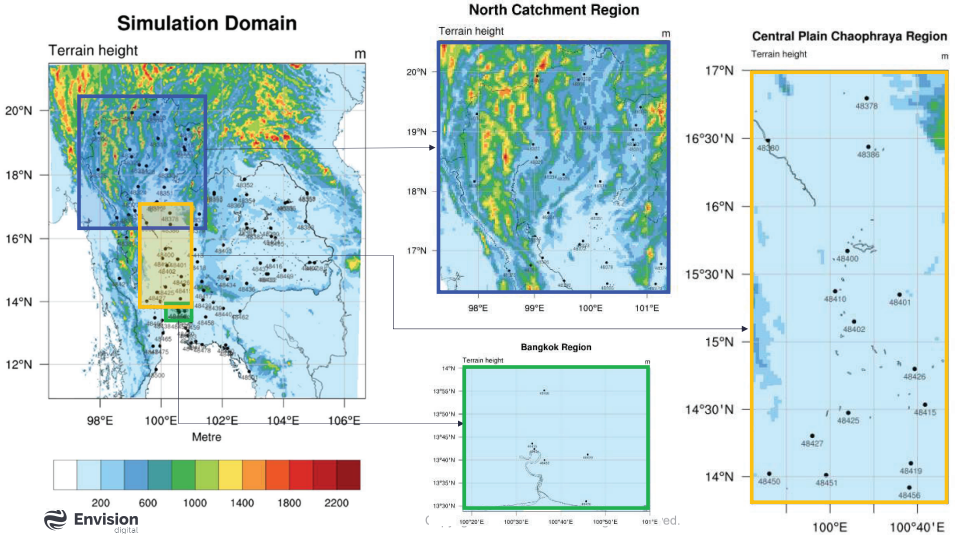
EnWeather Forecast



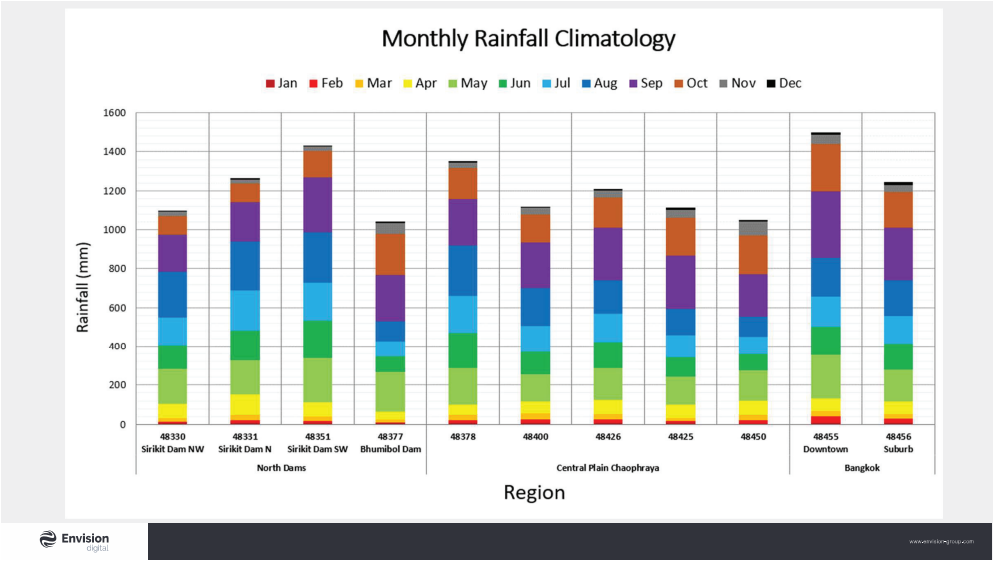
Accuracy: **65%**
RMSE: **9.2 mm**

Envision digital

Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

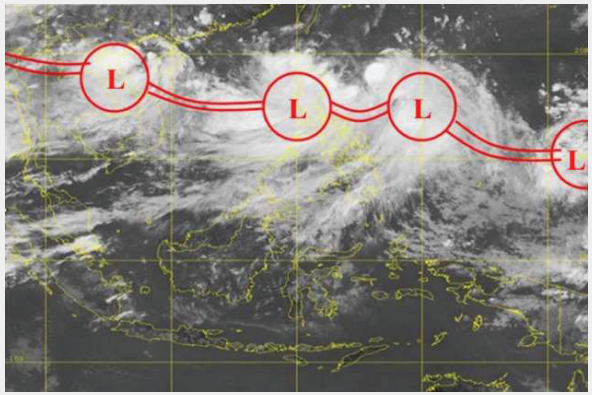


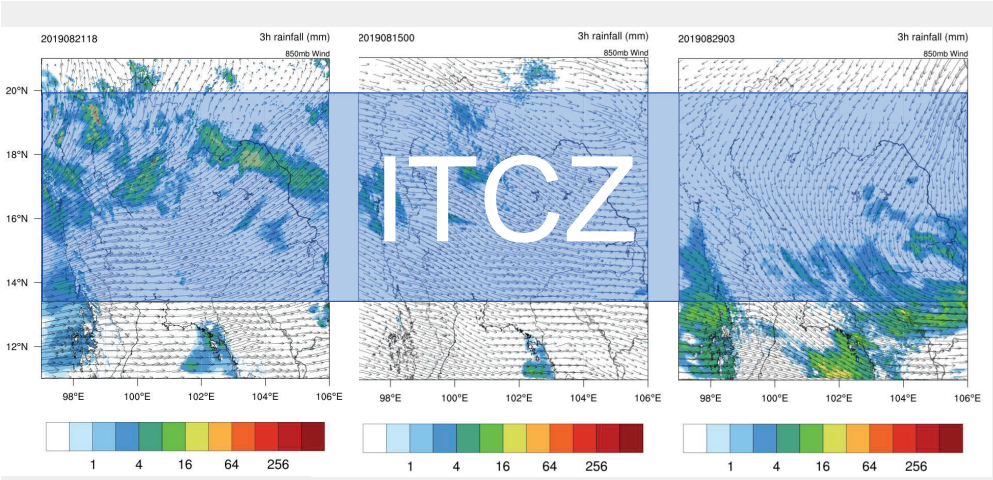
Envision digital



Envision digital

Why August & September (MTSAT snapshot in August)

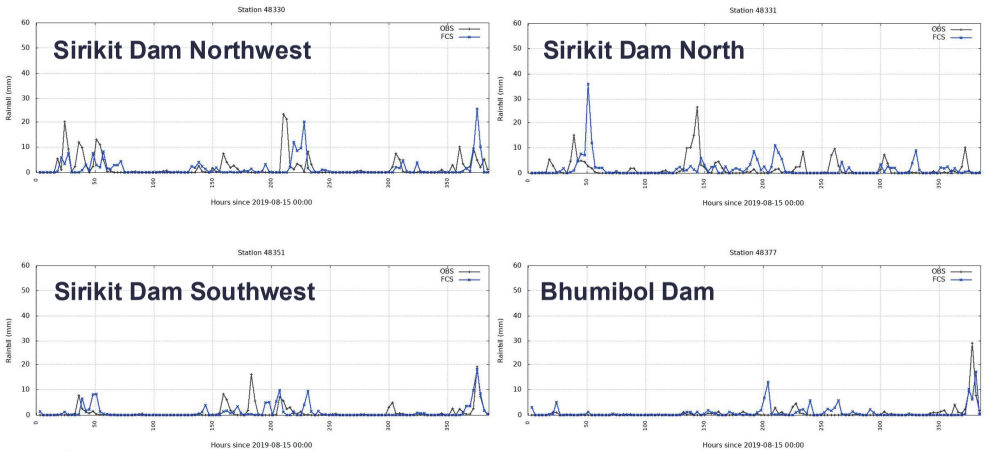




Southwesterly wind | Westerly wind | Tropical Storm "Podul"

North Catchment Region

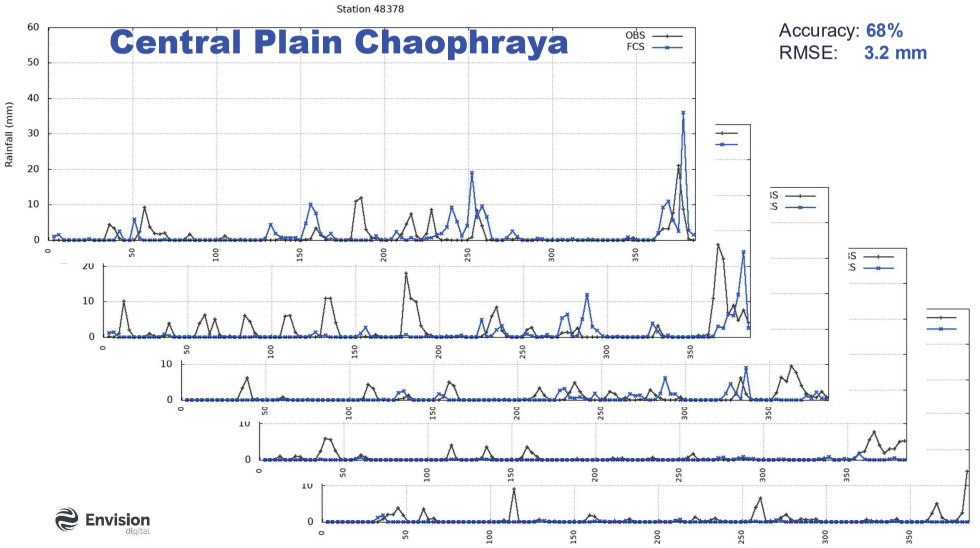
Accuracy: **64%**
RMSE: **4.1 mm**



Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

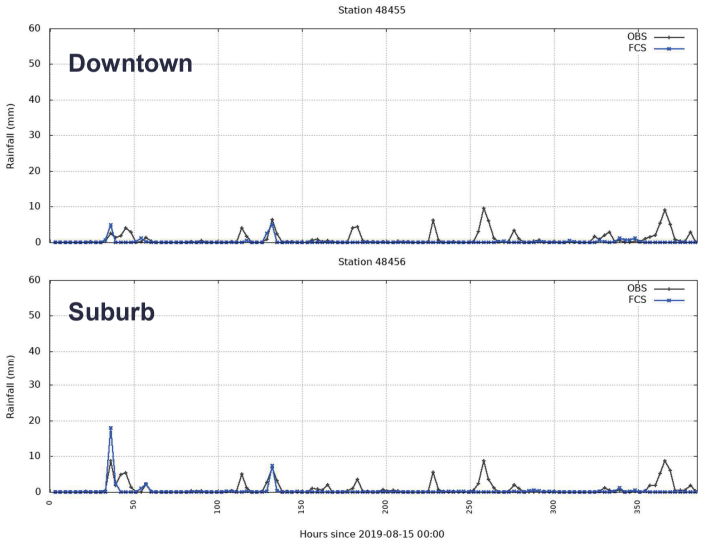
Central Plain Chaophraya

Accuracy: **68%**
RMSE: **3.2 mm**



Bangkok

Accuracy: **73%**
RMSE: **1.9 mm**



Envision digital

Meteorological data processing

Commonly used format formats for large meteorological data

- Grib (table driven)
- NetCDF (self-describing, machine-independent data formats)
- BUFR (table driven)
- HDF (self-describing, machine-independent data formats)

Commonly used tools/libs dealing with these formats

- Python (by importing corresponding modules)
- NCL (dedicated language for meteorological data plotting)
- GrADs (dedicated language for meteorological data visualising)
- GRIB-API (ECMWF grib format processing tools/libs)
- ecCodes (ECMWF tools/libs encoding/decoding BUFR, Grib format)
- Fortran
- C/C++

Envision digital

Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

Take home messages

- Data analysing capability is critical, be it modelling, data visualisation or analysis
- The state-of-art models and data sources have been used in the project
- EnWeather NWP model is in place and has demonstrated decent skills in both dry season or rain season
- We foresee a great success in this collaborative project

Envision digital

Copyright © 2018 Envision. All rights reserved. Confidential – Not for unauthorized distribution

Thank you

Envision digital

ภาคผนวก ค

สรุปการประชุม เริ่มโครงการ “การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่” และการศึกษาเทคโนโลยี AIoT เพื่อการพยากรณ์สภาพอากาศในประเทศไทย

ภาคผนวก ค
สรุปการประชุม

การประชุมเริ่มโครงการ

โครงการ “การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่”

และการศึกษาเทคโนโลยี AIoT เพื่อการพยากรณ์สภาพอากาศในประเทศไทย

โดย

บริษัท Envision

ณ ห้องประชุม 103 ตึกอรุณสรเทศน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2563

การประชุมเพื่อเริ่มโครงการงานวิจัย

โครงการ “การพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลฝนขนาดใหญ่ เพื่อการวางแผนงานการบริหารจัดการน้ำ”

ณ ห้องประชุม 103 ตึกอรุณสรเทศน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2563

ผู้เข้าร่วม

1.	รศ.ดร.สุจริต คูณธนกุลวงศ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2.	Dr.Tony Song	Envision Digital International Pte Ltd
3.	Mr.HenryTay	Envision Digital International Pte Ltd
4.	ผศ.ดร.สุกรี สินธุภิญโญ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5.	ผศ.ดร.ปิยธิดา เรืองรัศมี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6.	นายศักย์ สกุลไทย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7.	นายชานนท์ รัศมีประเสริฐ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8.	นายธรณินทร์ เป่าสง่า	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9.	นายต้า เกริยติไกรวัลศิริ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10.	น.ส.หทัยทิพย์ สิริพงศ์พันธ์	Envision Digital International Pte Ltd
11.	นายเลอบุญ อุดมทรัพย์	กรมชลประทาน
12.	นางเพชรินทร อรุณรัตน์	กฟผ. หัวหน้าแผนกบริหารจัดการน้ำ
13.	นางวันเพ็ญ แก้วแกมทอง	กฟผ. หัวหน้ากองจัดการทรัพยากรน้ำ
14.	นายธราธร วัฒนพิมล	กฟผ. นักคอมพิวเตอร์
15.	น.ส.กนกพร เลิศเดชาภัทร	กรมชลประทานวิศวกรระดับ 6
16.	นายสมควร ต้นจาน	กรมอุตุนิยมวิทยา ผู้อำนวยการส่วนพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข
17.	น.ส.ธิดารัตน์ คำคง	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
18.	ดร.พงษ์ศักดิ์ สุทธินนท์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
19.	นายสุชล ด้วงเงิน	กรมชลประทาน วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ
20.	น.ส.มนัสวี บัวศรี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กำหนดการ

เวลา	หัวข้อ	ผู้นำเสนอ
08.30 - 09.00 น.	ลงทะเบียน	รศ.ดร. สุจริต คูณธนกุลวงศ์
09.00 - 09.20 น.	กล่าวเปิดการประชุม	รศ.ดร. สุจริต คูณธนกุลวงศ์
09.20 - 09.40 น.	เปิดงานและกล่าวแนะนำ ภาพรวมโครงการ - ปฏิทินโครงการ - โครงสร้างองค์กร เป้าหมายในการจัดทำ	Mr. Henry Tay/ Dr. Tony Song
09.40 - 10.30 น.	Numerical Weather Prediction model set up	Dr. Sun Xiangming
10.30 - 11.00 น.	พักรับประทานของว่าง	
11.00 - 12.00 น.	หารือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	
12.00 - 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	
13.00 - 14.00 น.	Machine Learning Technique for Weather	Dr. Lin Miao
14.00 - 14.45 น.	หารือแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	
14.45 - 15.00 น.	วางกำหนดการทำงานระยะต่อไป	

สรุปการประชุม

1. ผลลัพธ์ของโครงการคือ ข้อมูลอากาศในระยะเวลา 1 ปี ทั้งประเทศไทย ขนาด 1 คูณ 1 กิโลมิเตอร์ สำหรับ 4 ข้อมูลหลัก
    1) อุณหภูมิ
    2) ลม
    3) ความชื้น
    4) ปริมาณฝน
2. การสร้างและแบ่งปันความรู้เป็นหัวข้อหลักอย่างหนึ่งของโครงการ การประชุมเชิงปฏิบัติการจะถูกจัดขึ้น 2 ครั้ง เพื่อหัวข้อนี้
3. การประชุมเชิงปฏิบัติการที่ กรุงเทพ ในเวลาหนึ่งวันครึ่ง จะถูกจัดขึ้นในเดือนมีนาคม 2563 ประกอบด้วย ผู้เข้าร่วม – สมาชิกทุกคน (กำหนดการอบรมฯ 9-10 มีนาคม พ.ศ. 2563)
4. กำหนดการอบรมเชิงปฏิบัติการคร่าวๆ ข้อแนะนำ 1 วันสำหรับหัวข้อ ML และครึ่งวัน สำหรับ หัวข้อ NWP หัวข้อ NWP, จะจัดเตรียม กรณีศึกษาเพื่อการวิเคราะห์ร่วมกันหัวข้อ ML, จะจัดเตรียม อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อการทดลองใช้ของผู้เข้าร่วม
5. การประชุมเชิงปฏิบัติการที่ สิงคโปร์ ในเวลาหนึ่งวันครึ่ง จะถูกจัดขึ้นในเดือนตุลาคม 2563
6. รายละเอียดจะครอบคลุมหัวข้อ เช่น การประชุมที่กรุงเทพ และเพิ่มเติมในส่วนของข้อมูลล่าสุดจากการประมวลผล

    สามช่วงหลักของโครงการ ประกอบไปด้วย (ภาพร่วมโครงการ 18 เดือน)

    1) Modeling & NWP (6 เดือน)
    2) ML (6 เดือน)
    3) นำส่งผลลัพธ์ของโครงการ (6 เดือน)

อภิปรายผล

- Envision ย่อมช่วยทำการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลจากสถานี AWS (1,036 สถานี)
- สามข้อมูลหลักของโลก ที่คงใช้ในโครงการนี้ 1. ECMWF 2. UK Met Office 3. US GFS
- วิธีส่งผลสองวิธีคือ 1. FTP 2. API, แนะนำให้ทำการทดสอบ API
- ต้องการ TMD เพื่อส่งข้อมูล สถานีอากาศอย่างน้อย 2 ปีและภาพเรดาร์ระดับข้อมูล 2/3

- ตัวชี้วัดสำหรับผลการวัด 1. ใช่ / ไม่ใช่ สำหรับในแง่ของความถูกต้อง 2. ความเข้มของน้ำฝนในแง่ของข้อผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)
- เลือกฤดูฝนสำหรับการตรวจสอบ

ข้อกำหนดการดำเนินการ

1. Envision จะออกแบบเพิ่มเติมสำหรับการประชุมเชิงปฏิบัติการ

2. ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของ Observation data (ตามไฟล์แนบ)

Observation Requirement

Weather attributes	Learning target	Periods	Frequency	Properties
Rainfall	Station	At least 1 year	Hourly / 3 hourly	Small coverage, accurate
	Radar image	At least 6 months, L3/L2/ Image format	5 minutes / 15 minutes	Large coverage, whole domain, less accurate
	GPM			Self-collected, less accurate than Radar
Temperature	Station	At least 1 year	Hourly	
Humidity				
Wind				

หทัยทิพย์ สิริพงศ์พันธ์ /Envision-digital	19 กุมภาพันธ์ 2563
บันทึกโดย	วันออกประกาศ

โทนี่ ซง /Envision Meteorology	
Director	19 กุมภาพันธ์ 2563
รับรองโดย	วันรับรอง

เอกสารอ้างอิง

1. Envision Digital - Water Management Project Kick
2. Envision Digital - Water Management Project Kick Off_2020Feb14_NWP
3. Envision Digital - Water Management Project Kick Off_2020Feb14_ML

ภาคผนวก ง

เอกสารประกอบกิจกรรม CO-Run

30 กรกฎาคม 2563

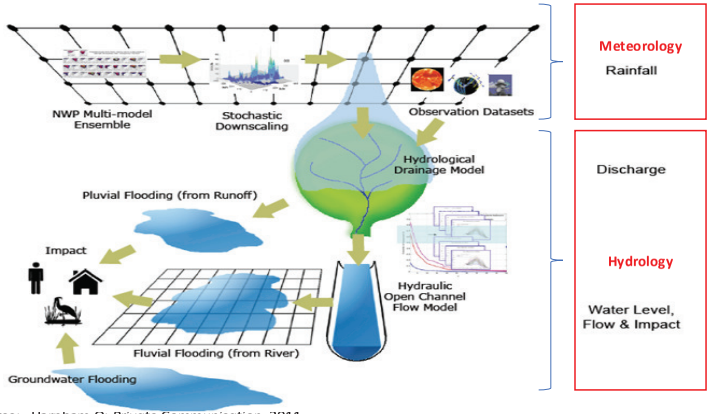
การพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝนรายสองสัปดาห์เพื่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

30 กรกฎาคม 2563

ดร. กนกศรี ศรินนภากร (หัวหน้าโครงการ)
ดร. ปิยธิดา เรืองรัศมี ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร. วินัย เชาว์วิวัฒน์, นาย กฤตนัย ต่อศรี, ดร. โนชา อาซาเรห์, นาย อธิป ปี่ทอง,
Mr. Le Ngoc Hieu , นาย รติ สว่างวัฒนไพบูลย์ และ นางสาวสุภลักษณ์ วิมาลา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

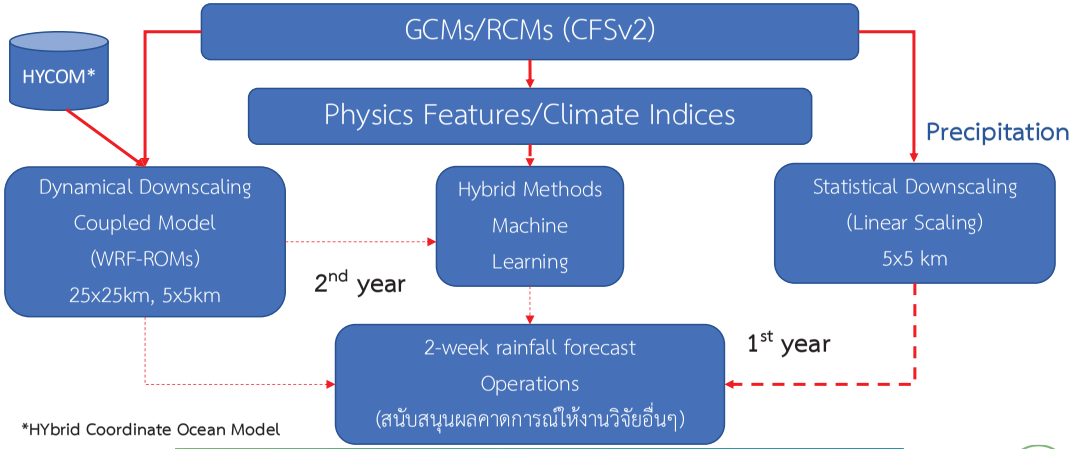
Professor Dr. Zhaohui Lin (ที่ปรึกษาโครงการ) (ICCES, CAS-TWAS Center of Excellence, IAP, China)
ดร. สุรเจตส์ บุญญาอรุณเนตร (ที่ปรึกษาโครงการ) , สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)

Hydro-Meteorological Models

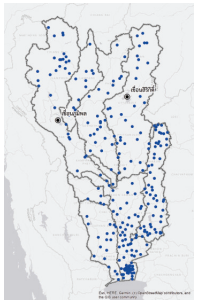


Source: Harpham Q: *Private Communication*. 2011.
Schiffers, M. and et al. Towards a Grid Infrastructure for Hydro-Meteorological Research, Computer Science , 12, 2011, p. 45-62

ผังการดำเนินงานการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์



Statistical Downscaling (Linear Scaling)



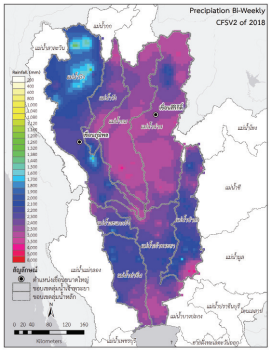
262 สถานี

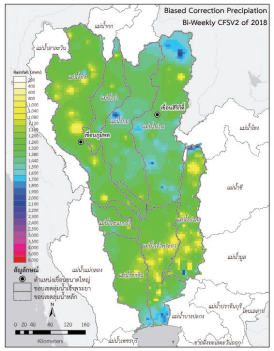
$$rain_bc_{i,j} = rain_cfs_{i,j} \times \frac{\mu_obs_{m,i}}{\mu_cfs_{m,i}}$$

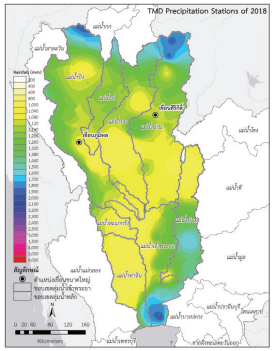
j *is day*
i *is station*, $i = 1, 2, 3, \ldots, n$
m *is month*, $m =$ 1,2,3 … 12
rain_bc = daily bias corrected rain
rain_cfs = daily cfsv2 rain

$\mu_cfs_{m,i}$ = *monthly mean rainfall of cfsv2 at station (i) 2012-2017 (2555-2560)*
$\mu_obs_{m,i}$ = *monthly mean rainfall of observations at station (i)(2012-2017)*

คาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัดสะสมปี 2561







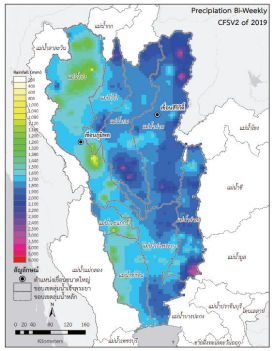
ประสิทธิภาพการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์

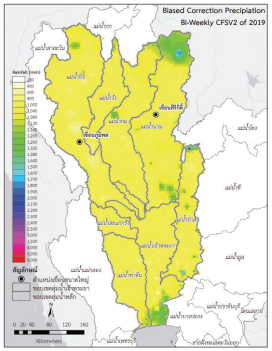
คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.84 (0.20 -0.95)	60 (19 - 253)
BC CFSV2	0.83 (0.10-0.93)	24 (15 - 280)

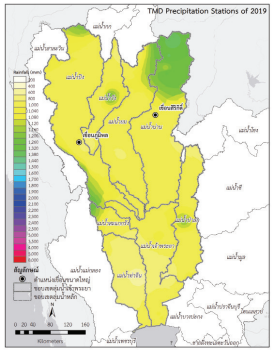
CFSV2			Bias Correction CFSV2			Observation (TMD Stations)		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
1,296	3,647	2,308	451	2,449	1,308	784	1,970	1,161

*หน่วย : มิลลิเมตร/ปี

คาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัดสะสมปี 2562







ประสิทธิภาพการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์

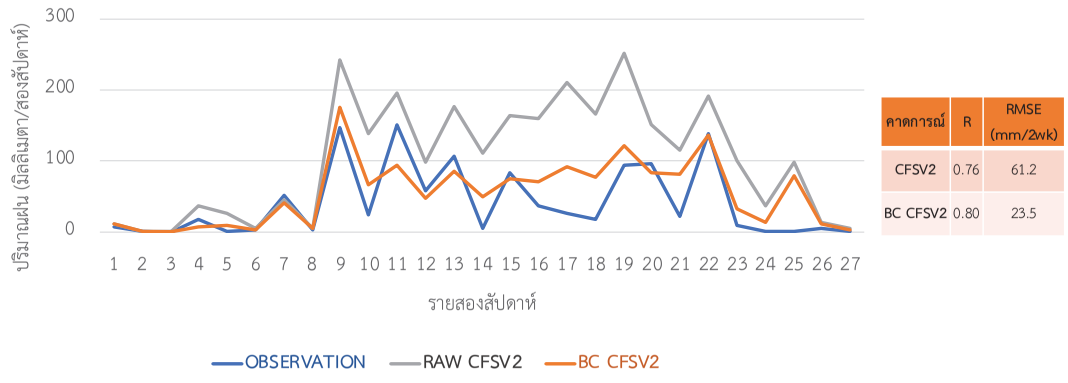
คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.87 (0.53 -0.93)	51 (16 - 123)
BC CFSV2	0.88 (0.59-0.96)	19 (12 - 60)

CFSV2			Bias Correction CFSV2			Observation (TMD Stations)		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
831	2,986	1,710	359	1,823	953	513	1,360	929

*หน่วย : มิลลิเมตร/ปี

เปรียบเทียบปริมาณฝนคาดการณ์รายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัด 2561

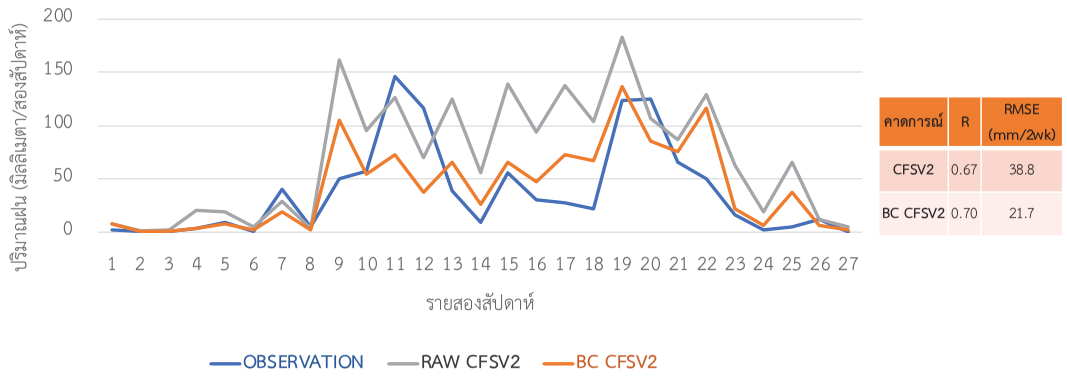
สถานีเถิน จังหวัดลำปาง (328202) เหนือเขื่อน



คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.76	61.2
BC CFSV2	0.80	23.5

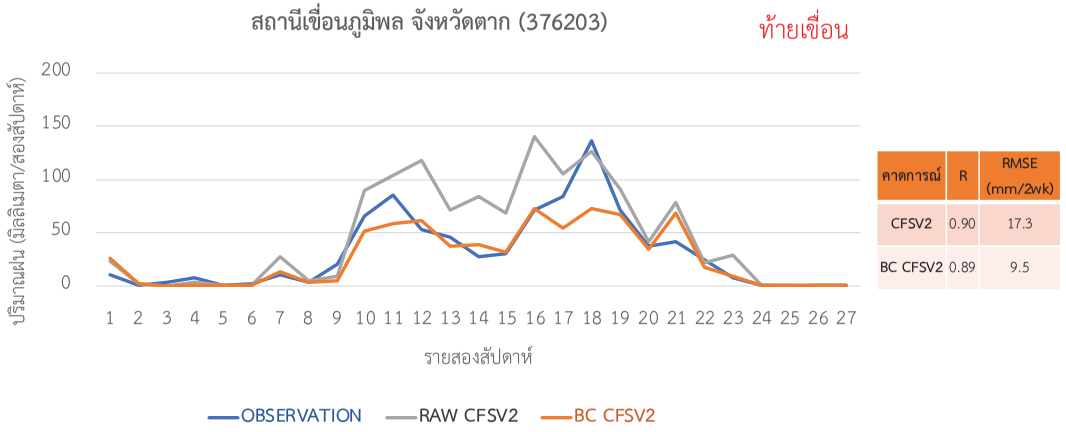
เปรียบเทียบปริมาณฝนคาดการณ์รายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัด 2561

สถานีเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก (376203) ท้ายเขื่อน



คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.67	38.8
BC CFSV2	0.70	21.7

เปรียบเทียบปริมาณฝนคาดการณ์รายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัด 2562



คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.90	17.3
BC CFSV2	0.89	9.5

Forecast Data Services

Operation : Bias correction cfsv2

http://tiservice.haii.or.th/forecast/bi-weekly

Thank You !

30 กรกฎาคม 2563

Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลลัพธ์โครงการวิจัยเดือน 6-9

กลยุทธ์การปรับเปลี่ยนแนวทางการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำสำหรับพัฒนาการบริหารจัดการน้ำต้นทุนในระยะยาวของเขื่อนภูมิพล

An Adaptation Strategy towards Reservoir Re-Operation for Long-Term Water Supply Management of Bhumibol Dam

รศ.ดร.อารียา ฤทธิมา และทีมวิจัย
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

โครงการวิจัยเข็มมุ่ง ประจำปีงบประมาณ 2562
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
30 กรกฎาคม 2563

created .ppt by MUQD

Mahidol University
Wisdom of the Land

ทีมวิจัยมหาวิทยาลัยมหิดล-เกษตรศาสตร์

รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์ (ที่ปรึกษา)
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail : fengvwv@ku.ac.th

รศ.ดร.อารียา ฤทธิมา (หัวหน้าโครงการวิจัย)
ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : areeya.rit@mahidol.ac.th

อ.ดร.วุฒิชาติ แสวงผล
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : wudhichart.saw@mahidol.edu

อ.ดร.ยุทธนา พันธุ์กมลศิลป์
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและการจัดการภัยพิบัติ
มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : yutthana.pha@mahidol.ac.th

อ.ดร.จิดาภา ไกรสังข์
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : jidapa.kra@mahidol.edu

อ.ดร.อรันย์ ศรีรัตนา ทานุกานอน
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : allansriratana.tab@mahidol.ac.th

อ.ดร.ยุทธนา ตาละลักษมณ์
ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail : fengynt@ku.ac.th

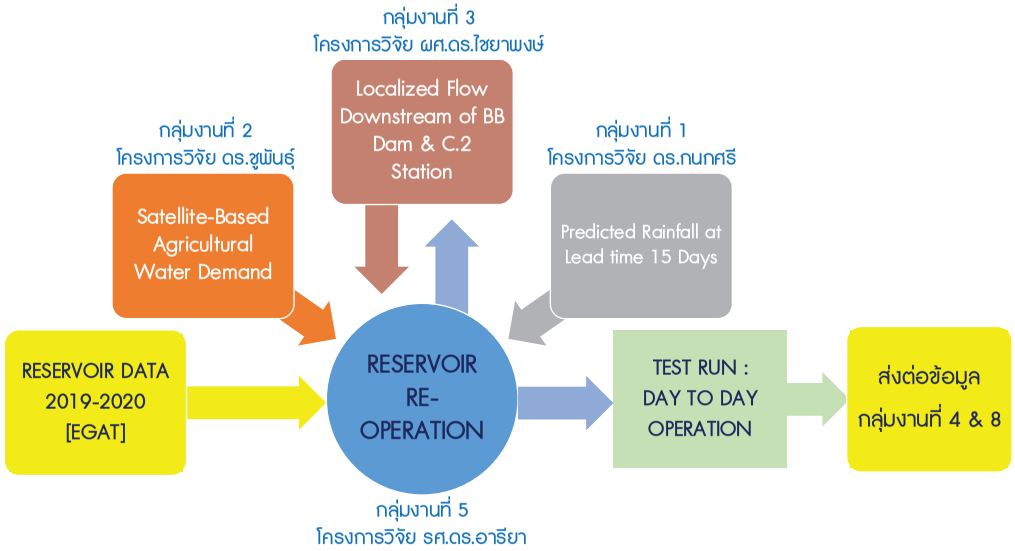
Mahidol University
Wisdom of the Land

แผนงานที่ 3

Mahidol University
Wisdom of the Land

แนวทางการดำเนินโครงการวิจัย 3 เดือนถัดไป

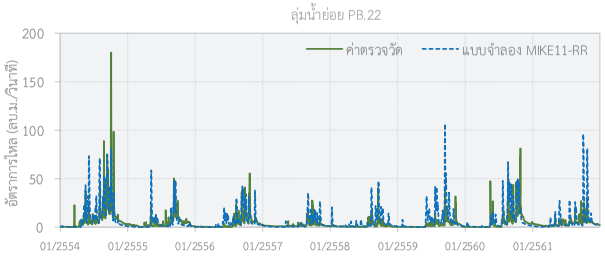
การเชื่อมโยงงานวิจัยในแผนงานวิจัยที่ 3

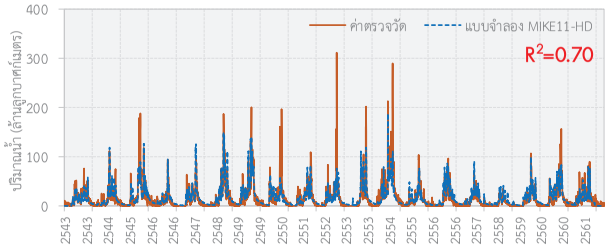


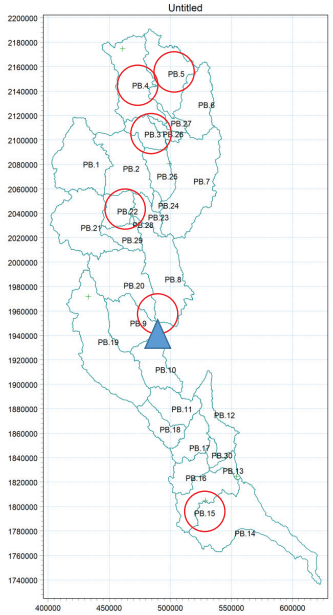
Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง MIKE11-RR & HD



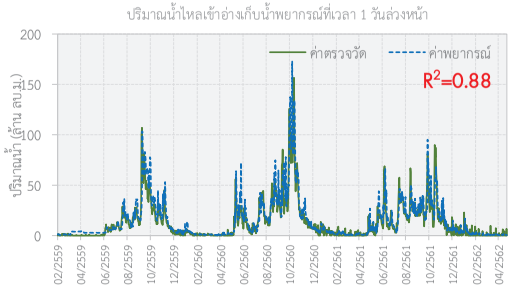


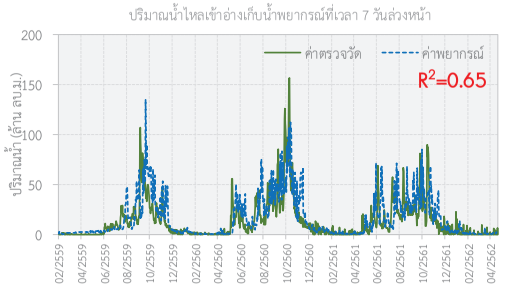


Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง





ประเด็นสรุป: ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่องให้ค่าประสิทธิผลดีกว่าแบบจำลอง MIKE-HD ดังนั้น งานวิจัยนี้ได้ใช้ผลพยากรณ์นำเข้าในแบบจำลองการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ

Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลการดำเนินงานวิจัย

ข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายของเขื่อนภูมิพล & เขื่อนสิริกิติ์

การจำลองระบบ (Simulation Run) :

(1) ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมาย (Target Water Demand) (ประมาณการจากแผนการจัดสรรน้ำ)

(2) ปริมาณความต้องการน้ำสังเคราะห์ใหม่ (Generated Water Demand) (ปรับลดพื้นที่เพาะปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555-2561)

การปรับลดพื้นที่เพาะปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555-2561

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

* จะมีการเชื่อมโยงผลลัพธ์จากกลุ่มงานที่ 2 โครงการวิจัย ดร.ชูพันธุ์ หลังจากนี้

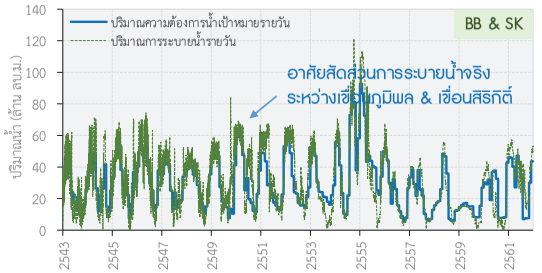
ตัวอย่างข้อมูลแผนการจัดสรรน้ำ

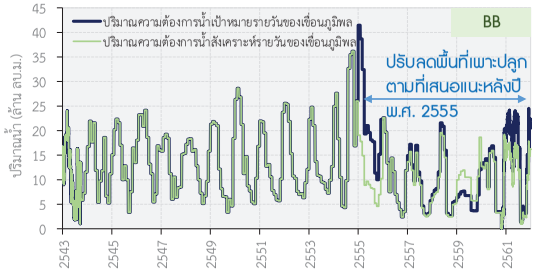
Month	2016		2017		2018	
	Plan	Actual	Plan	Actual	Plan	Actual
Jan	447	447	933	1,091	1,432	1,529
Feb	458	437	813	1,085	1,283	1,537
Mar	524	469	990	1,099	1,247	1,460
Apr	517	452	570	778	814	1,165
May	469	461	1,138	717	1,464	1,248
Jun	454	405	1,136	371	1,288	1,094
Jul	468	351	1,009	347	1,018	910
Aug	259	264	241	218	216	1,116
Sep	246	130	233	157	227	545
Oct	254	110	243	48	237	544
Nov	460	188	248	175	905	992
Dec	834	839	1,327	1,357	1,352	1,502
Total	5,390	4,554	8,881	7,441	11,482	13,640

Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลการดำเนินงานวิจัย

ข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายของเขื่อนภูมิพล & เขื่อนสิริกิติ์





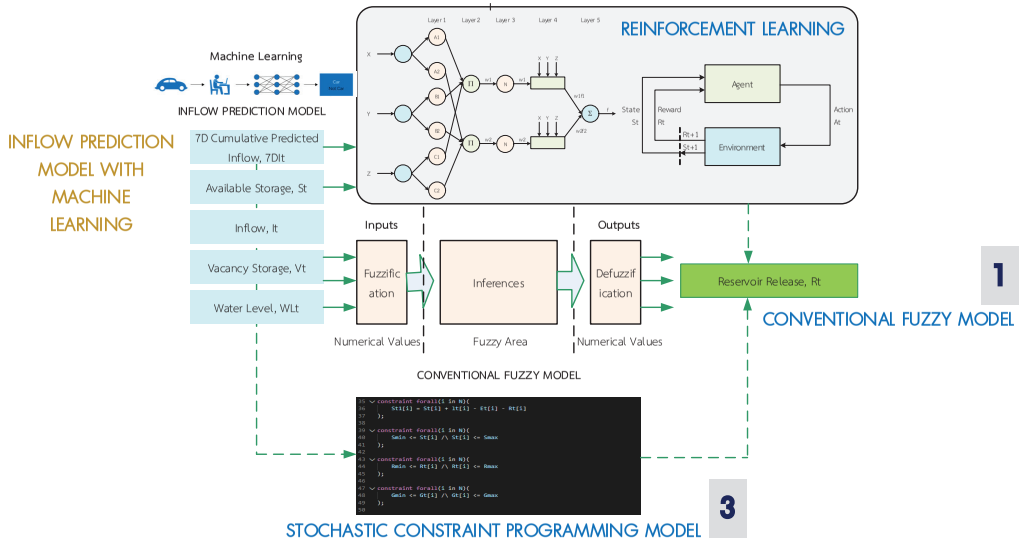
Year	Target Water Demand _BB (MCM)	Generated Water Demand_BB (MCM)
2543	3,699.68	3,699.68
2544	4,807.86	4,807.86
2545	5,155.68	5,155.68
2546	6,009.10	6,009.10
2547	4,667.22	4,667.22
2548	4,665.88	4,665.88
2549	4,596.75	4,596.75
2550	5,544.53	5,544.53
2551	4,849.28	4,849.28
2552	4,829.73	4,829.73
2553	4,850.24	4,850.24
2554	7,519.23	7,519.23
2555		3,730.60
2556		3,751.10
2557		3,117.37
2558		3,117.37
2559	2,397.51	3,722.18
2560	3,914.38	3,695.33
2561	5,409.96	3,942.42
Avg.2012-2018	4,350.32	3,582.34

สามารถปรับลดปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ยปีละประมาณ 1,700 ล้าน ลบ.ม.

RESERVOIR RE-OPERATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

2

ADAPTIVE NEURO FUZZY OPTIMIZATION MODEL



1

CONVENTIONAL FUZZY MODEL

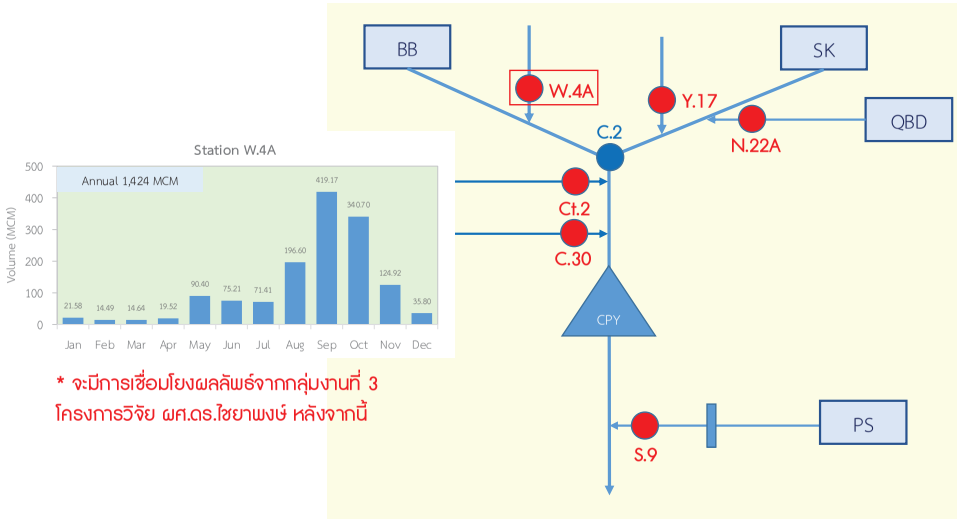
3

STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL

RESERVOIR RE-OPERATION : CONVENTIONAL FUZZY MODEL

ลักษณะสำคัญ	รูปแบบของแบบจำลองฟัซซี่			
	แบบจำลองฟัซซี่ 1	แบบจำลองฟัซซี่ 2	แบบจำลองฟัซซี่ 3	แบบจำลองฟัซซี่ 4
ตัวแปรนำเข้า (Input Variables)				
ปริมาณน้ำเก็บกักที่มีอยู่ (Available Storage, St)	√	√	√	√
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Inflow, It)	√	√	√	√
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสะสม (Cumulative Inflow, CIt)		√		
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำพยากรณ์ที่เวลา 7 วันล่วงหน้า (7D Predicted Inflow, 7DIt)			√	√
ปริมาตรว่างของอ่างเก็บน้ำ (Vacancy Storage, Vt)			√	√
ระดับน้ำ (Water Level, WLt)			√	√
ปริมาณ Sideflow สถานี W.4A (Sideflow, SFt)				√
ตัวแปรนำออก (Output Variables)	สัดส่วนการระบายน้ำ (Release Fraction) : 0–1.2 ของความต้องการน้ำ (Water Demand–DS) และ 0–1.2 ของปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (Inflow–WS)			
ฟังก์ชันสมาชิก (Membership Function)	Piece–Wise Linear Membership Function 0–1			
กฎฟัซซี่ (Fuzzy Rule)	20 Fuzzy Rule Base			

RESERVOIR RE-OPERATION : CONVENTIONAL FUZZY MODEL



* จะมีการเชื่อมโยงผลลัพธ์จากกลุ่มงานที่ 3 โครงการวิจัย ผศ.ดร.ไชยาพงษ์ หลังจากนี้

RESERVOIR RE-OPERATION : CONVENTIONAL FUZZY MODEL

กรณี	ผลการจำลองระบบ	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น/ลดลง[1/] (%Active Storage)			
		พฤศจิกายน	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	กรณีกำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)	+6.09	+18.37	+11.57	+14.70
2	กรณีปรับลดพื้นที่เพาะปลูกของโครงการเจ้าพระยาใหญ่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555–2561	+9.86 (Δ3.77)[2/]	+24.50 (Δ6.13)[2/]	+16.13 (Δ4.56)[2/]	+19.98 (Δ5.28)[2/]
3	กรณีพิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A ในการกำหนดการระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพล & กำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ.[3/]	+14.55 (Δ8.46)[2/]	+25.69 (Δ7.32)[2/]	+19.37 (Δ7.80)[2/]	+22.28 (Δ7.58)[2/]

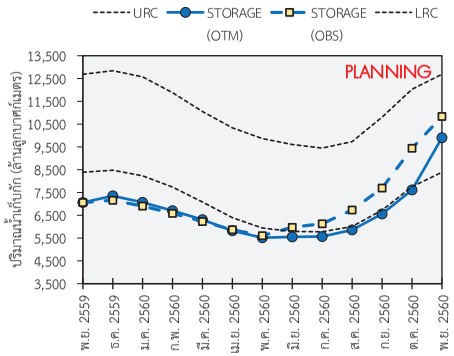
หมายเหตุ : [1/] เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเก็บกักจริงระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561
[2/] ผลต่างคำนวณจากการเปรียบเทียบกับกรณี 1
[3/] ยังเกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2554 และปริมาณ Sideflow ด้านท้ายสถานี C.2 จะนำมาพิจารณาในแบบจำลองหลังจากนี้

Mahidol University
Wisdom of the Land

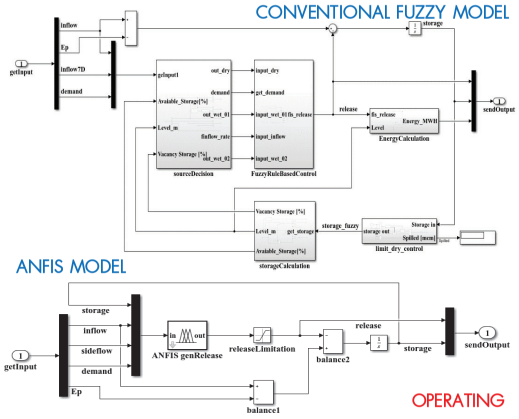
ผลการดำเนินงานวิจัย

RESERVOIR RE-OPERATION : ADAPTIVE NEURO FUZZY OPTIMIZATION MODEL (ANFIS) WITH REINFORCEMENT LEARNING

ส่วนที่ 1 การทดสอบหารูปแบบการระบายน้ำรายเดือนที่เหมาะสมด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Technique)



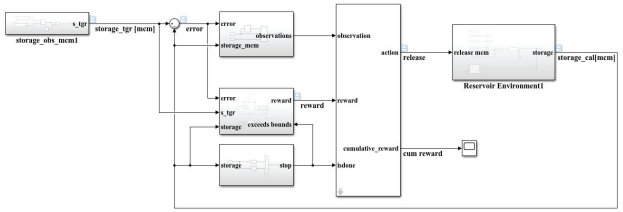
ส่วนที่ 2 การพัฒนาแบบจำลองการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลอง Rule-Based Fuzzy Inference System แบบจำลอง ANFIS และแบบจำลอง Reinforcement Learning



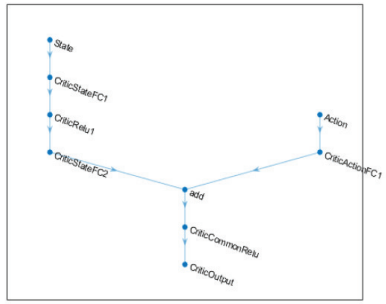
Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลการดำเนินงานวิจัย

RESERVOIR RE-OPERATION : ADAPTIVE NEURO FUZZY OPTIMIZATION MODEL (ANFIS) WITH REINFORCEMENT LEARNING



โมดูลย่อย Reinforcement Learning

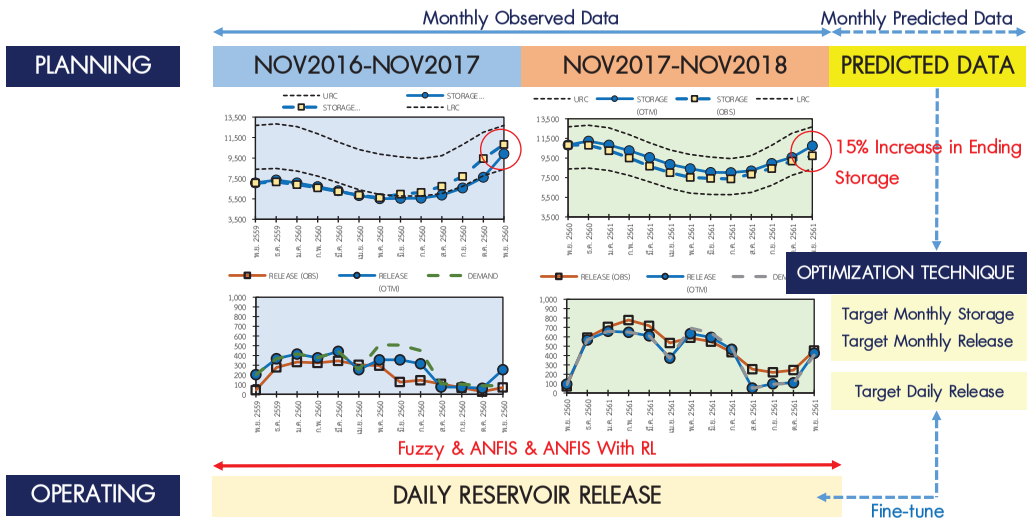


การกำหนดโครงสร้าง Deep Learning ใน Reinforcement Learning

Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลการดำเนินงานวิจัย

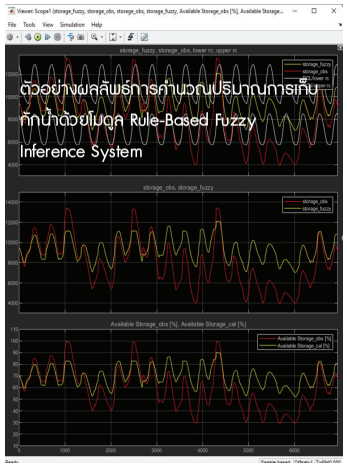
RESERVOIR RE-OPERATION : ADAPTIVE NEURO FUZZY OPTIMIZATION MODEL (ANFIS) WITH REINFORCEMENT LEARNING



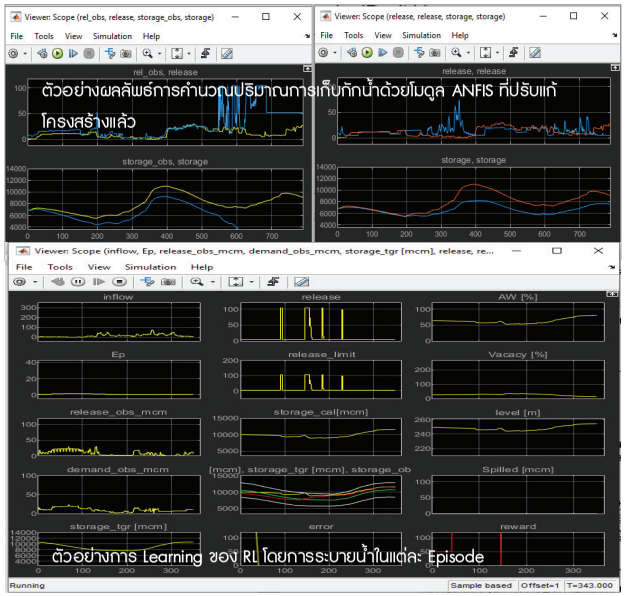
Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลการดำเนินงานวิจัย

RESERVOIR RE-OPERATION : FUZZY & ANFIS & ANFIS WITH RL

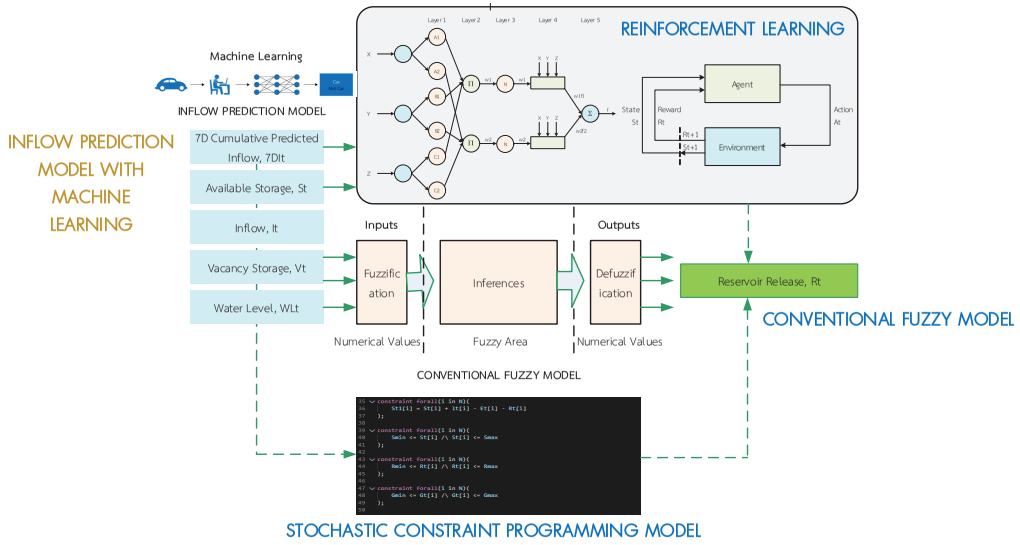


สรุปผลการจำลองจะนำเสนอในภายหลัง



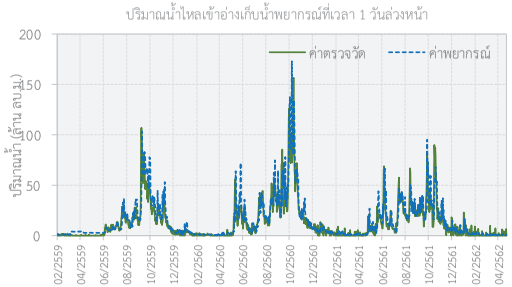
RESERVOIR RE-OPERATION : STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL (CP)

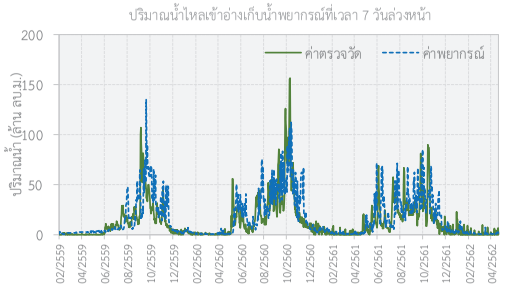
ADAPTIVE NEURO FUZZY OPTIMIZATION MODEL

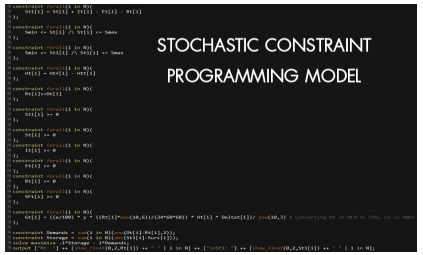


Mahidol University
Wisdom of the Land
ผลการดำเนินงานวิจัย

INFLOW PREDICTION MODEL WITH MACHINE LEARNING







กำหนดรูปแบบของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในลักษณะหลายวัตถุประสงค์ (Multiobjective Optimization)

(1) การตอบสนองความต้องการน้ำเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ทางด้านท้ายเขื่อน (Downstream Water Demand) ให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมหรือลดปัญหาการขาดแคลนน้ำมากที่สุด

(2) ความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Energy Production) ให้ได้สูงสุด

(3) หลักการเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำด้วยแนวคิดการลดการปล่อยน้ำส่วนเกินในช่วงน้ำหลากเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกักของเขื่อน (Water Storage) ให้อยู่ในระดับสูงที่สุด

Mahidol University
Wisdom of the Land
ผลการดำเนินงานวิจัย

RESERVOIR RE-OPERATION : STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL

ลักษณะสำคัญ		รูปแบบของแบบจำลอง CP	
		แบบจำลอง CP 1_รายปี	แบบจำลอง CP 2_รายฤดูกาล
ตัวแปรนำเข้า (Input Variables)			
	ปริมาณน้ำเก็บกักที่มีอยู่ (Available Storage, St)	√	√
	ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Inflow, It)	√	√
	ปริมาณการระเหยของน้ำ (Evaporation Loss, Et)	√	√
	ปริมาณความต้องการน้ำ (Water Demand, Dt)	√	√
	ปริมาณน้ำเก็บกักที่ระดับ URC (Water Storage at URC, Surc)	√	√
	ระดับเฮดน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Fore Water Head, Htf)	√	√
	ระดับเฮดน้ำท้ายเขื่อน (Tail Water Head, Htt)	√	√
	ปริมาณการระบายน้ำ (Observed Release, Rt)	√	√
	ปริมาณ Sideflow สถานี W.4A (Sideflow, SFt)	√	
ตัวแปรนำออก (Output Variables)		ปริมาณการระบายน้ำจากแบบจำลอง (Modelled Release)	

หมายเหตุ : อาศัยข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายที่สังเคราะห์จากแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ.

Mahidol University
Wisdom of the Land
ผลการดำเนินงานวิจัย

RESERVOIR RE-OPERATION : STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL

กรณี	ผลการจำลองระบบ	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น/ลดลง[1/] (%Active Storage)			
		พฤศจิกายน	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายปี & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)[3/]	+7.94	+14.00	+10.36	+12.03
2	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายฤดูกาล & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)[3/]	+7.10 (Δ-0.84)[2/]	+12.93 (Δ-1.07)[2/]	+9.41 (Δ-0.95)[2/]	+11.03 (Δ-1.00)[2/]
3	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายปี & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง) & พิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A[3/]	+10.49 (Δ2.55)[2/]	+17.67 (Δ3.67)[2/]	+13.12 (Δ2.76)[2/]	+15.21 (Δ3.18)[2/]

หมายเหตุ : [1/] เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเก็บกักจริงระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561

[2/] ผลต่างคำนวณจากการเปรียบเทียบกับกรณี 1

[3/] ยังเกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2554 และปริมาณ Sideflow ด้านท้ายสถานี C.2 จะนำมาพิจารณาในแบบจำลองหลังจากนี้

30 กรกฎาคม 2563

แผนงานวิจัยที่ 3 พัฒนาเทคโนโลยีและสนับสนุนด้านพฤติกรรมผู้ใช้น้ำ

โครงการศึกษาปริมาณน้ำต้นทุน (น้ำท่า น้ำผิวดิน และน้ำบาดาล) ในพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยาตอนล่าง

การประชุมคณะวิจัย (CO-RUN)
ห้องประชุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
วันพฤหัสบดีที่ 30 กรกฎาคม 2563

ผศ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. คณะทำงานวิจัย

ที่ปรึกษาโครงการ

Prof.Dr.Takao Masumoto	Faculty of Bioresource Sciences. Akita Prefectural University, Japan

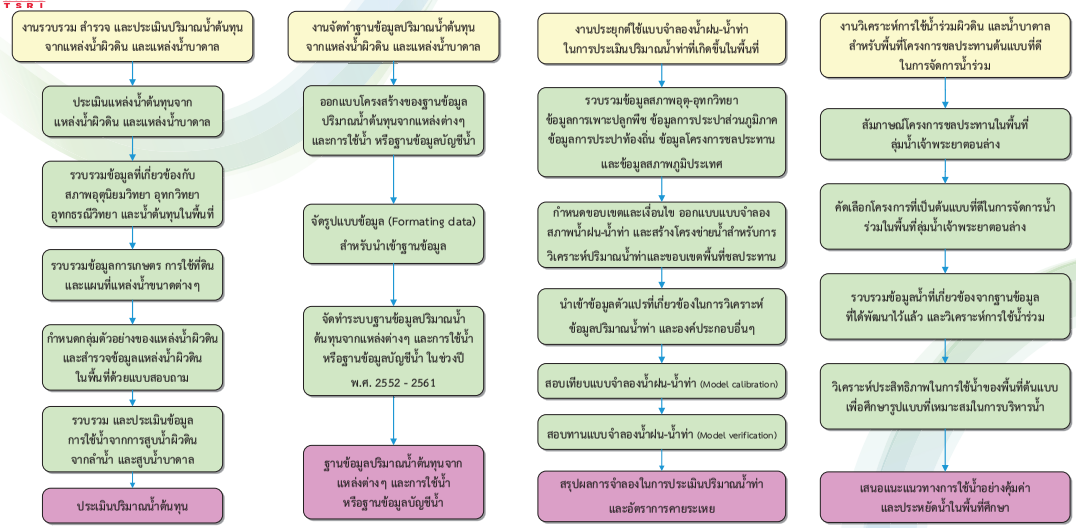
หัวหน้าโครงการ

ผศ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์	ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักวิจัย

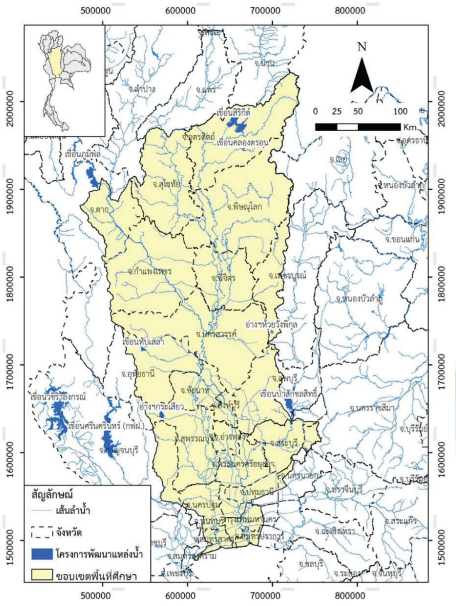
1) รศ.ดร.จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2) ดร.จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์	ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3) ดร.เกศวรา สิทธิโชค	ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4) ดร.ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย	ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5) ดร.จักกริช พฤษการ	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวทางดำเนินการโครงการ



พื้นที่ศึกษา

- พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง
- ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดที่เกี่ยวข้อง 28 จังหวัด
- ประกอบด้วย กรุงเทพมหานคร เพชรบูรณ์ เลย กาญจนบุรี กำแพงเพชร ชัยนาท ตาก นครนายก นครปฐม นครราชสีมา นครสวรรค์ นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา พิจิตร พิษณุโลก ราชบุรี ลพบุรี สมุทรปราการ สมุทรสงคราม สมุทรสาคร สระบุรี สิงห์บุรี สุโขทัย สุพรรณบุรี อ่างทอง อุตรดิตถ์ อุทัยธานี
- 85,342 ตร.กม. (53.34 ล้านไร่)



สรุปผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษา

1. ปริมาณต้นทุนของแหล่งน้ำผิวดิน

อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ปริมาณน้ำเก็บกักผันแปรตามปีน้ำน้อย น้ำปานกลาง น้ำมาก อยู่ระหว่าง 10,638 ล้าน ลบ.ม./ปี ถึง 16,974 ล้าน ลบ.ม./ปี

อ่างเก็บน้ำขนาดกลาง ปริมาณน้ำเก็บกักผันแปรตามปีน้ำน้อย น้ำปานกลาง น้ำมาก อยู่ระหว่าง 456 ล้าน ลบ.ม./ปี ถึง 480 ล้าน ลบ.ม./ปี

อ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำขนาดเล็ก ปริมาณน้ำเก็บกักผันแปรตามปีน้ำน้อย น้ำปานกลาง น้ำมาก อยู่ระหว่าง 4,077 ล้าน ลบ.ม./ปี ถึง 4,554 ล้าน ลบ.ม./ปี

2. ปริมาณต้นทุนของแหล่งน้ำบาดาล

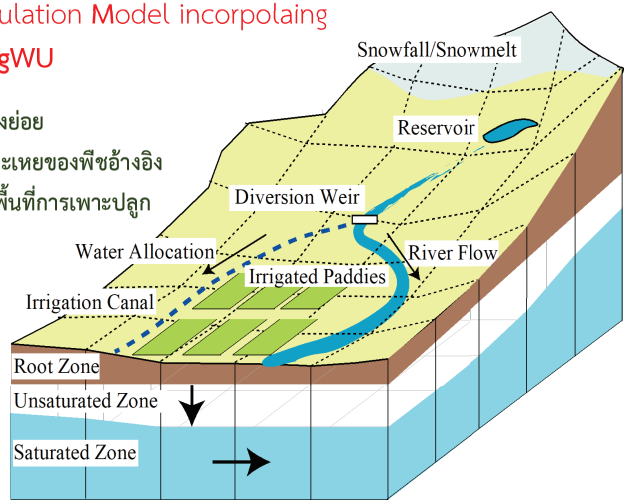
- ปริมาณน้ำบาดาลที่เก็บกักรวม 365,425 ล้าน ลบ.ม.
- ปริมาณน้ำบาดาลที่เพิ่มเติมในแต่ละปี 10,511 ล้าน ลบ.ม./ปี
- ปริมาณน้ำบาดาลที่สามารถนำมาใช้ได้ 7,145 ล้าน ลบ.ม./ปี

3.ปริมาณต้นทุนของน้ำท่า (Side flow)

แบบจำลอง Distributed Water Circulation Model incorpolaing Agricultural Water Use; DWCM-AgWU

แบบจำลองต้นแบบ ประกอบด้วย 4 แบบจำลองย่อย

1) แบบจำลองย่อยการประมาณการณ์การคายระเหยของพืชอ้างอิง
2) แบบจำลองย่อยการพยากรณ์ระยะเวลาและพื้นที่การเพาะปลูก
3) แบบจำลองย่อยการคำนวณใช้น้ำในนาข้าว
4) แบบจำลองย่อยน้ำท่า



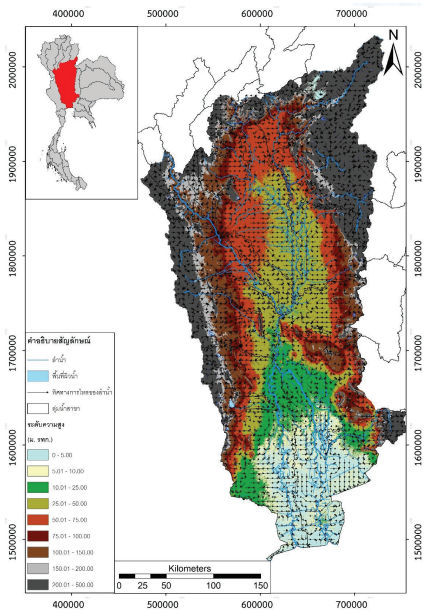
แบบจำลองด้านการบริหารจัดการน้ำ

1) แบบจำลองย่อยการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำ

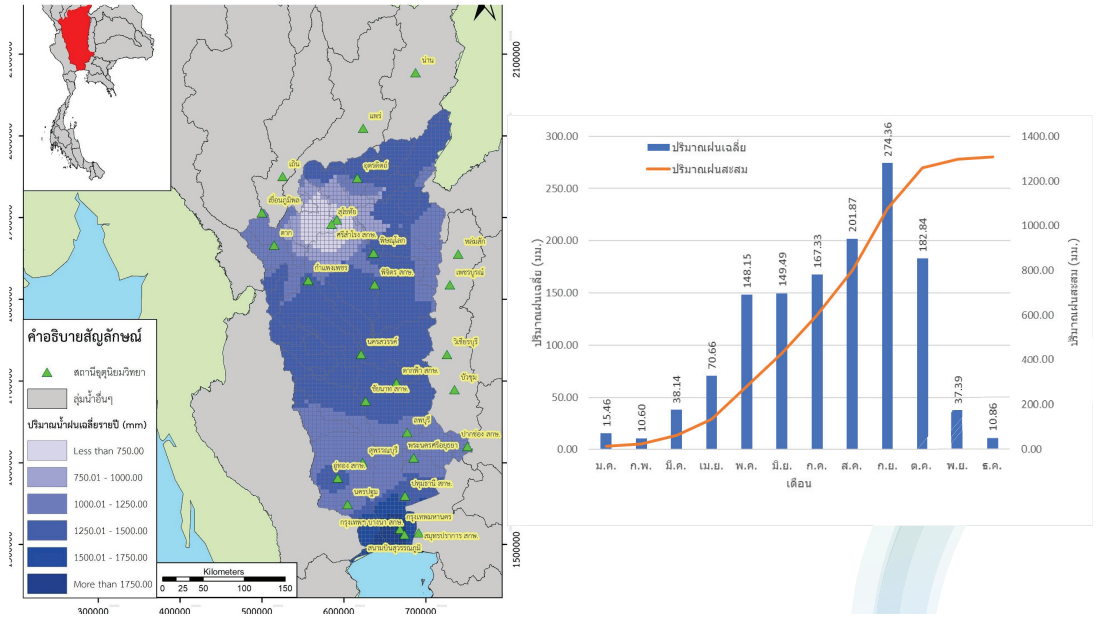
$$V_{res}(t) = V_{res}(t-1) + (Q_{resin}(t) - Q_{resout}(t))\Delta t$$

2) แบบจำลองการจัดสรรน้ำเพื่อพื้นที่ชลประทาน

$$Q_{div} = \min(Q_{riv}, Q_{cap}, Q_{dmnd})$$



1. Set up แบบจำลอง DWCM-AgWU
   - จำนวนเซลล์คำนวณ 4,554 เซลล์ (25 km^2) (28 ลุ่มน้ำสาขา)
   - จำนวนสถานีอุตุนิยมวิทยา 25 สถานี
   - จำนวนเขื่อนขนาดใหญ่ 6 แห่ง
   - จำนวนเขื่อนขนาดกลาง 17 แห่ง
   - จำนวนโครงการชลประทาน 24 แห่ง
2. เฉลี่ยข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่ วิธี Inverse Distance Weighting (IDW)
   - จำนวนข้อมูล (พ.ศ. 2551-พ.ศ. 2559) 2,923 วัน



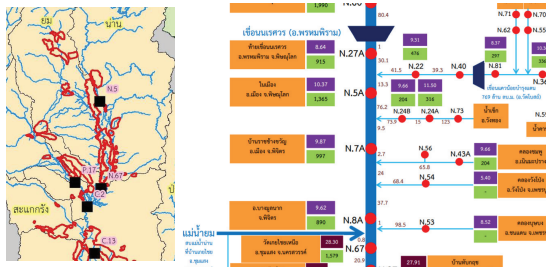
กรณีศึกษาในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

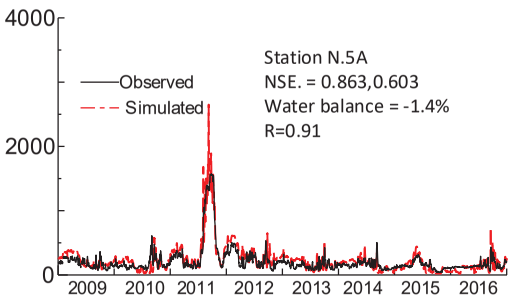
กรณีศึกษา 1: การสอบเทียบและทวนสอบ

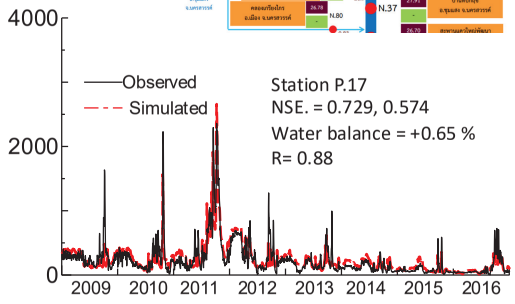
กรณีศึกษา 2: พิจารณา**เพียง Side flow** และ**ไม่**พิจารณา **ปริมาณน้ำที่ผัน**บริเวณหัวงาน

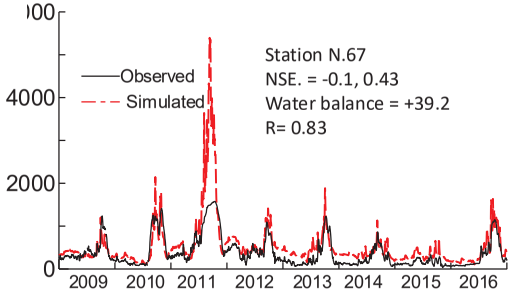
กรณีศึกษา 3: การใช้ข้อมูล Release จากกระบวนการ Re-operation

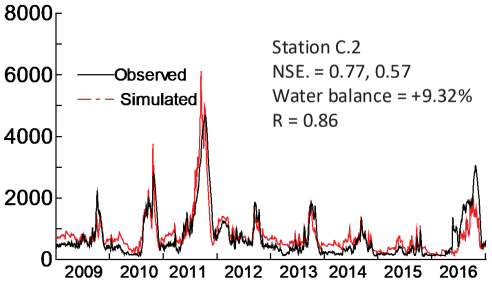
กรณีศึกษา 1

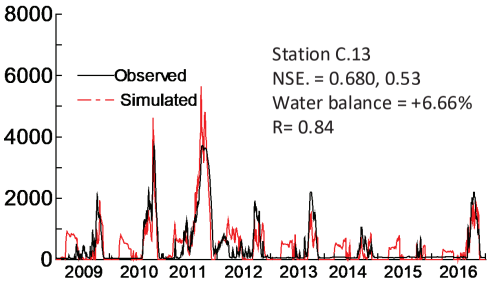


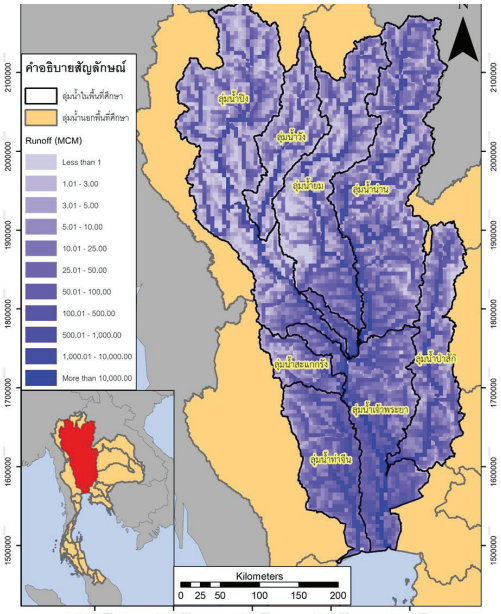




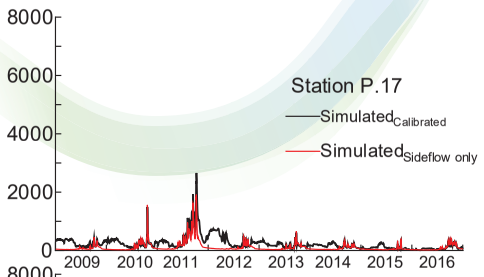


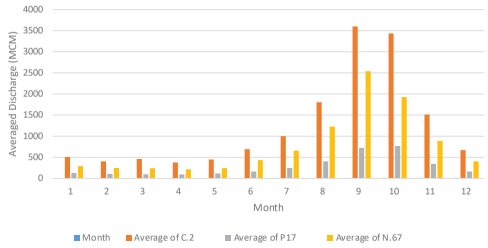


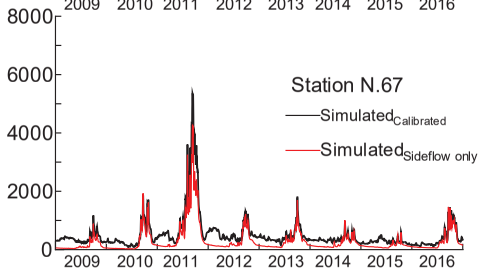


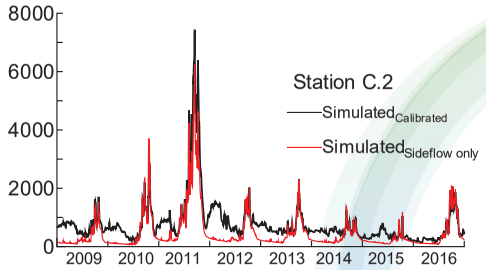


กรณีศึกษา 2: พิจารณาเพียง Side flow และไม่พิจารณาปริมาณน้ำที่ผันบริเวณหัวงาน









ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำต้นทุนที่เกิดจาก Side flow ของลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ปริมาณน้ำต้นทุนทั้งหมดที่จุดพิจารณา

Season	Discharge (MCM)		
	Station C.2	Station P.17	Station N.67
Dry (Nov-Apr)	10,043.4	3,725.1	5,749.2
Rainy (May-Oct)	14,616.0	3,612.5	10,018.1

ปริมาณน้ำต้นทุนที่เกิดจาก Side flow

Season	Discharge (MCM)		
	Station C.2	Station P.17	Station N.67
Dry (Nov-Apr)	3,928.5 (39.1%)	935.8 (25.1%)	2,279.8 (39.7%)
Rainy (May-Oct)	10,980.3 (75.1%)	2,426.0 (67.2%)	7,024.8 (70.1%)

ปริมาณน้ำระบายจาก 4 เขื่อนหลัก

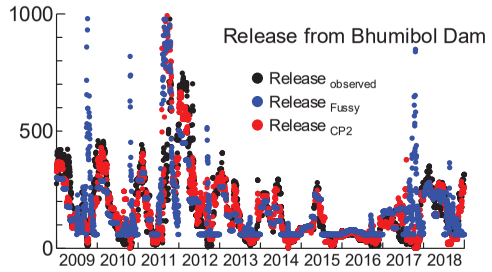
ปริมาณน้ำระบายจาก 4 เขื่อนหลัก

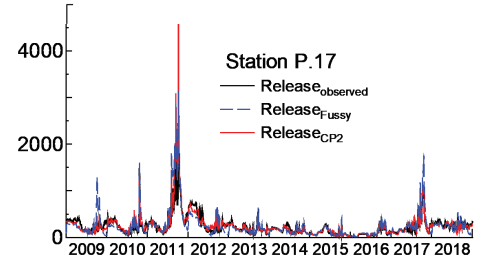
Season	Discharge (MCM)				
	อ่างฯ ภูมิพล	อ่างฯ สิริกิติ์	อ่างฯ แควน้อย	อ่างฯ ป่าสัก	รวม
Dry (Nov-Apr)	3,392.5	3,307.5	638.0	512.3	7,850.3
Rainy (May-Oct)	1,720.7	2,323.3	675.9	795.9	5,515.8

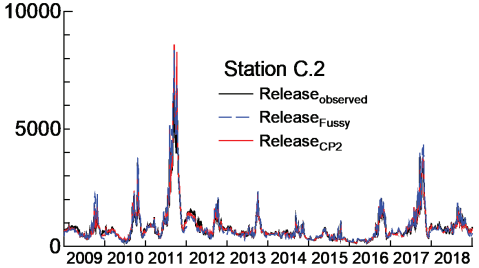
เปรียบเทียบปริมาณน้ำระบายจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

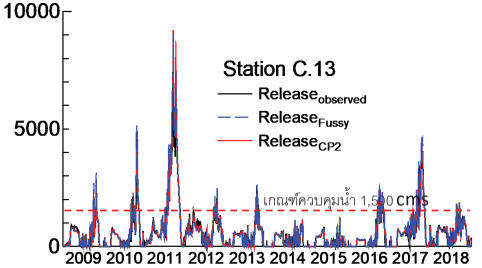
Season	ผลการปล่อยน้ำของเขื่อนภูมิพล			
	แบบจำลอง DWCW	Observed	Fuzzy Model	Constraint Programming Model
Dry (Nov-Apr)	3,392.50	3,136.30	2,380.09	2,935.60
Rainy (May-Oct)	1,720.70	1,745.91	2,601.21	2,360.19

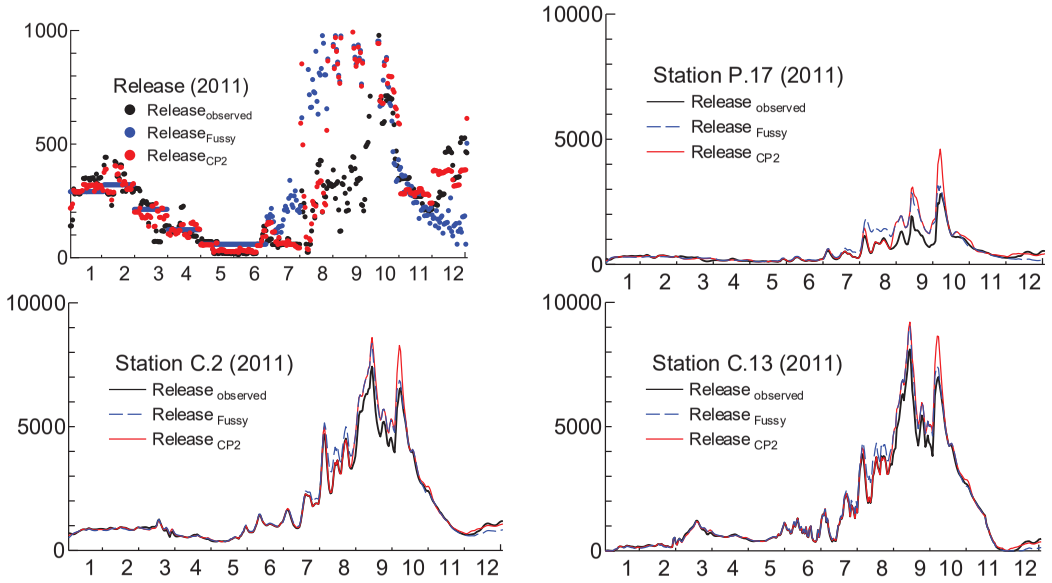
กรณีศึกษา 3: การใช้ข้อมูล Release จาก Re-operation เขื่อนภูมิพล





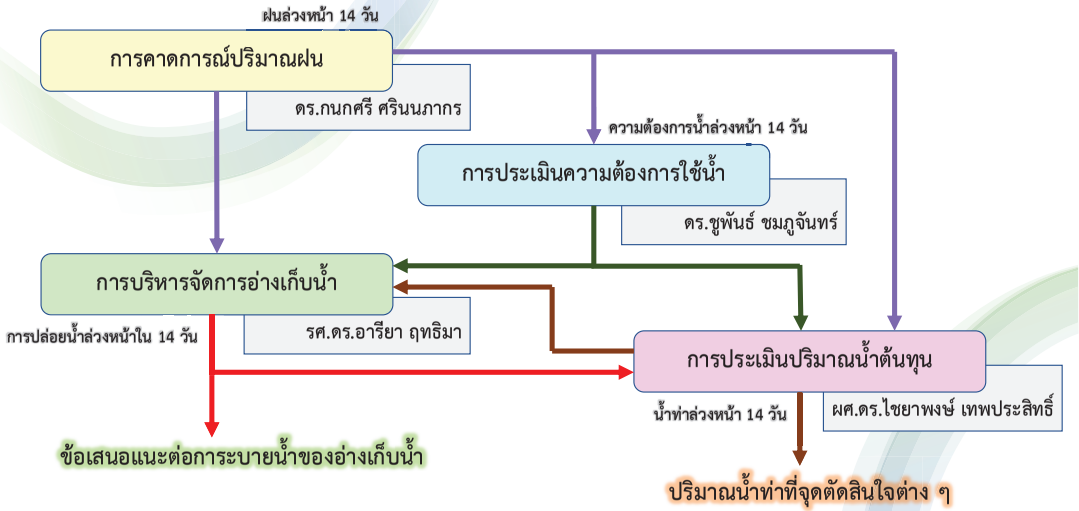






การดำเนินงาน CO-RUN

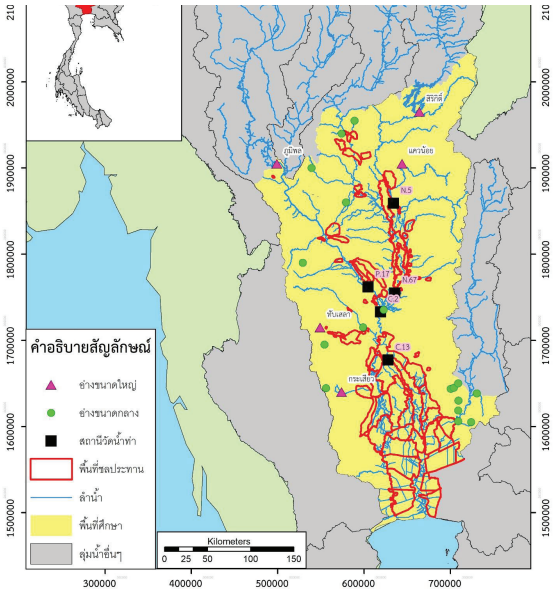
สรุปความเชื่อมโยงของงานวิจัย แผนงานวิจัยที่ 3



การสอบเทียบปริมาณน้ำท่า

แนวทางการกำหนดขอบเขตโมเดล

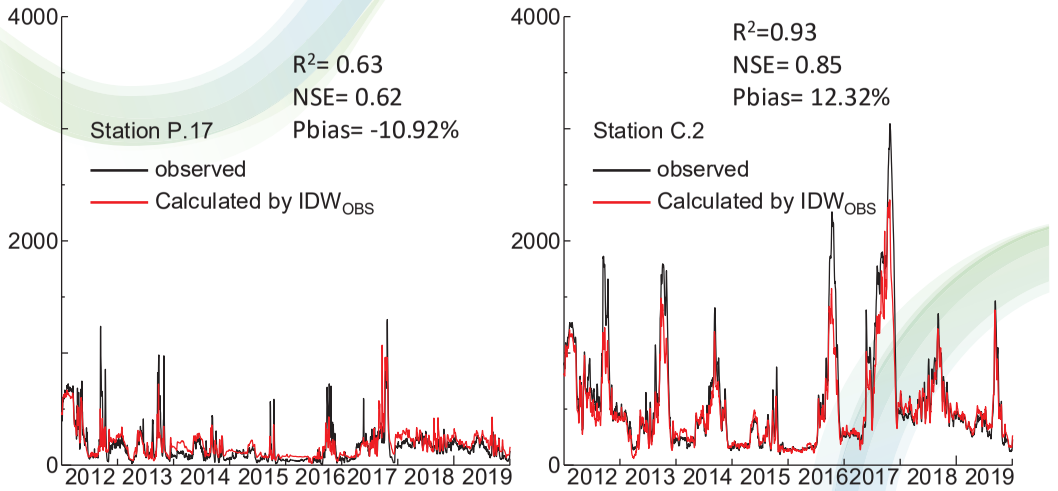
1. กำหนดค่าการระบายน้ำจากเขื่อนขนาดใหญ่ตามค่าตรวจวัด (ภูมิพล ทับเสลา กระเสียว ป่าสักฯ)
2. สำหรับลุ่มน้ำน่าน กำหนดให้ใช้ปริมาณน้ำท่าตรวจวัดที่ สถานี N.67
3. กำหนดให้ใช้ค่าตรวจวัดสำหรับปริมาณน้ำชลประทานที่ผันเข้าโครงการชลประทานกำแพงเพชร (ท่อทองแดง วังบัว วังยาง หนองขาว)



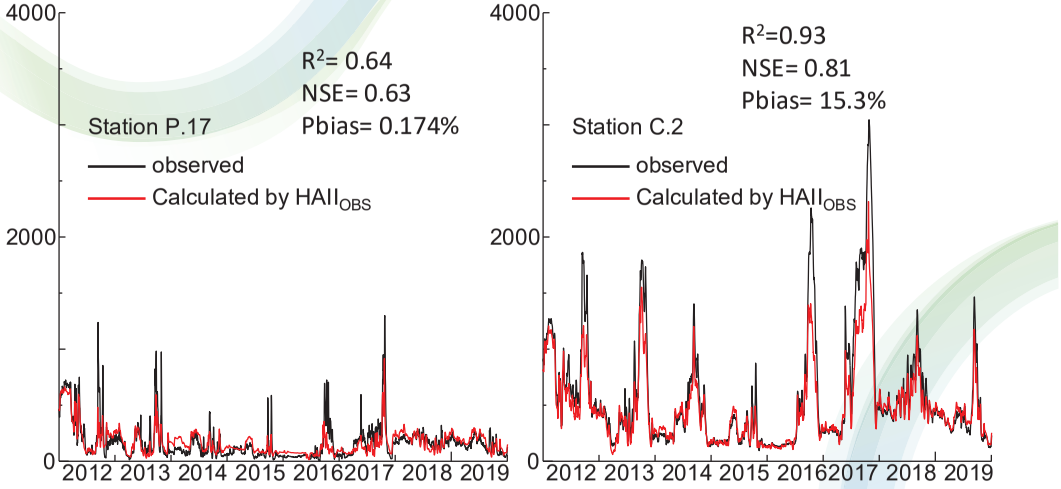
กรณีศึกษาที่ใช้ในการสอบเทียบ

- ฝนตรวจวัด ซึ่งเฉลี่ยเชิงพื้นที่ด้วยวิธี IDW
- ฝนตรวจวัดจาก HAII (โครงการ ดร.กนกศรี)
- ฝน Bias collection จาก HAII (โครงการ ดร.กนกศรี)

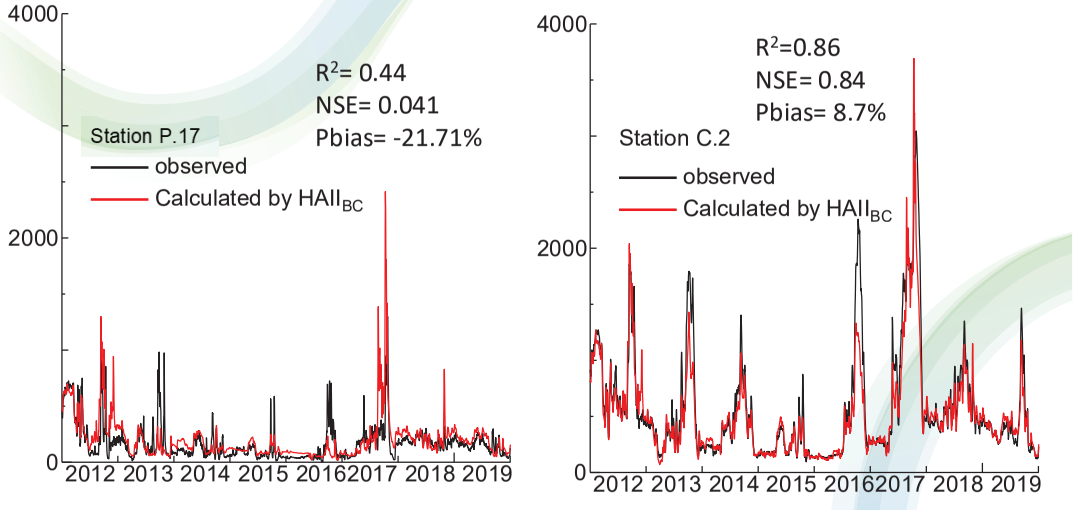
ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า (IDW)



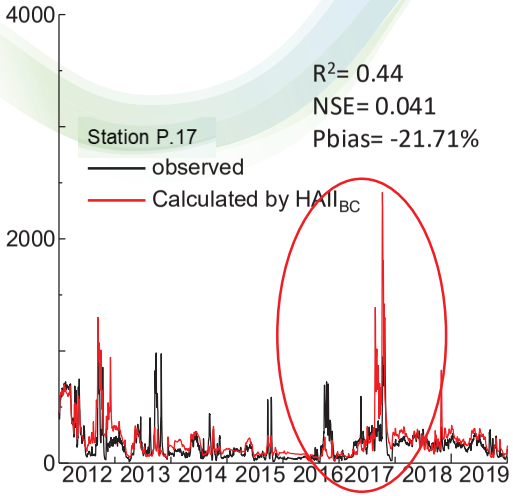
ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า (ฝน HAII_obs)

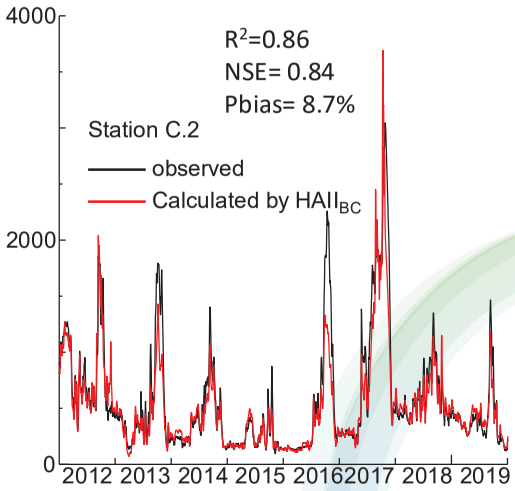


ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า (ฝน HAII_BC)



ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า (ฝน HAII_BC)

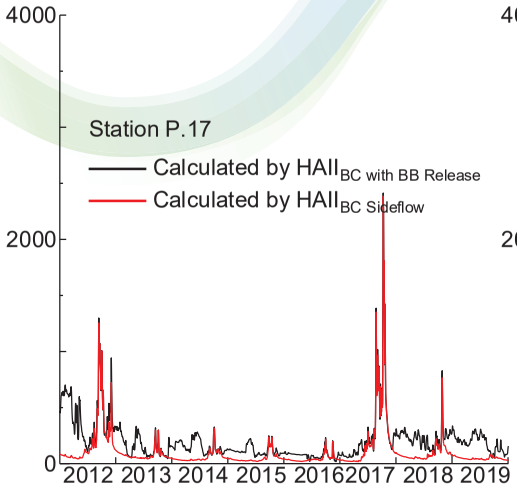


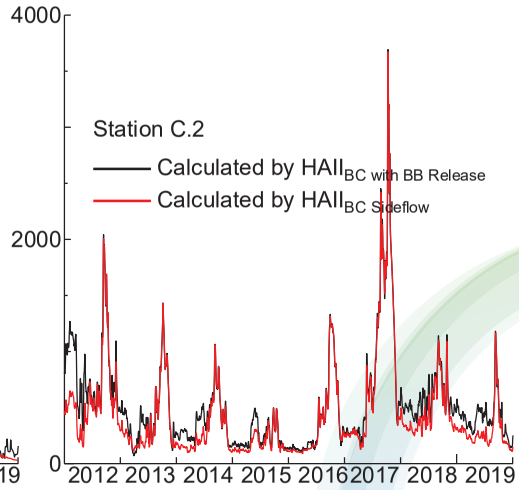


เกณฑ์การประเมิน Sideflow

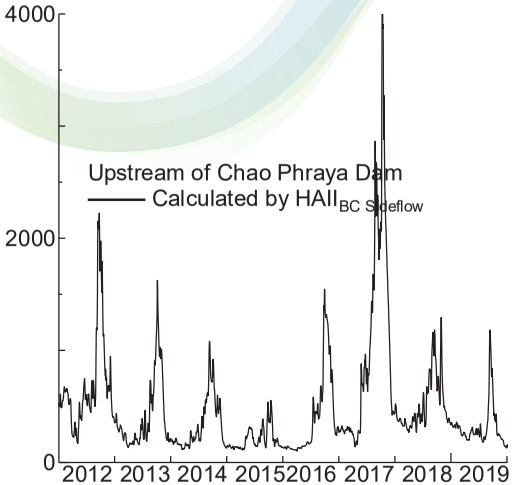
- ใช้ปริมาณฝน HAII รูปแบบ Bias colection
- ไม่พิจารณาปริมาณน้ำที่ผันเข้าโครงการ
  1. สชป 4 (ท่อทองแดง วังบัว วังยาง หนองขวัญ)
  2. พื้นที่บริเวณรอบบึงบอระเพ็ด
  3. สชป10 และ สชป 12
- กำหนดให้สถานี N.67 เป็นขอบเขตการจำลอง โดยใช้ข้อมูลตรวจวัด
- สำหรับพื้นที่ชลประทานในลุ่มน้ำสะแกกรังประเมินการใช้น้ำปกติ

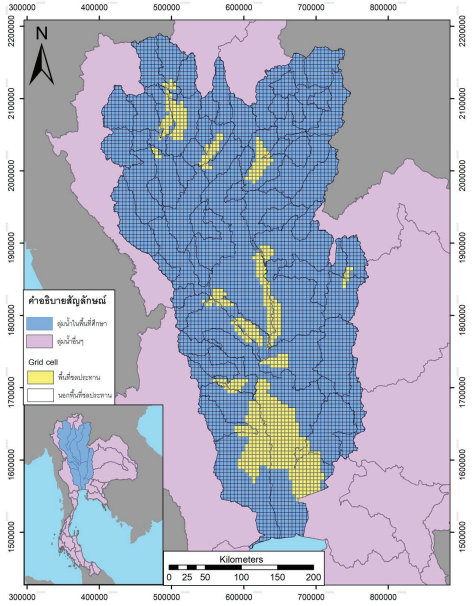
การเปรียบเทียบปริมาณน้ำ Side flow ณ สถานีตรวจวัด



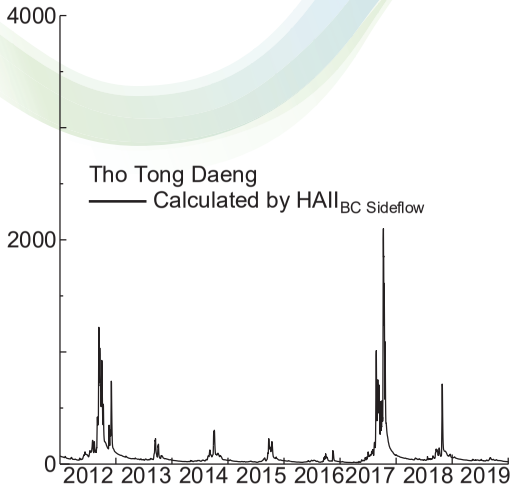


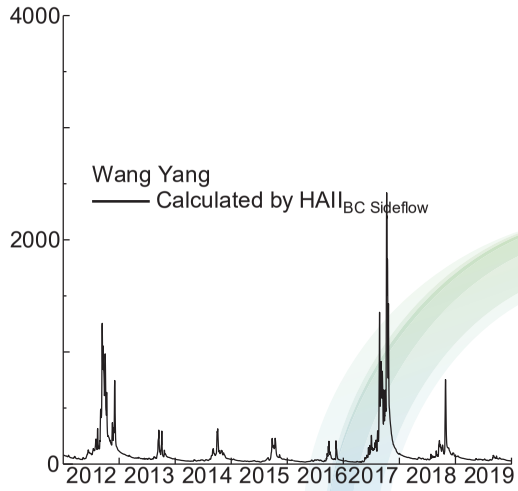
การประเมินปริมาณน้ำ Side flow บริเวณห้วงาน





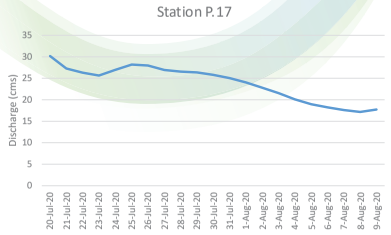
การประเมินปริมาณน้ำ Side flow บริเวณหัวงาน

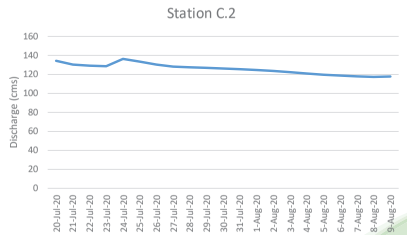


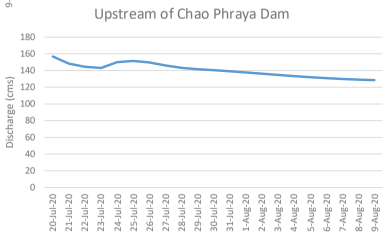


การพยากรณ์น้ำท่าจากข้อมูลฝนล่วงหน้า 14 วัน

(กำหนดให้ปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.67 เท่ากับ 100 cms)





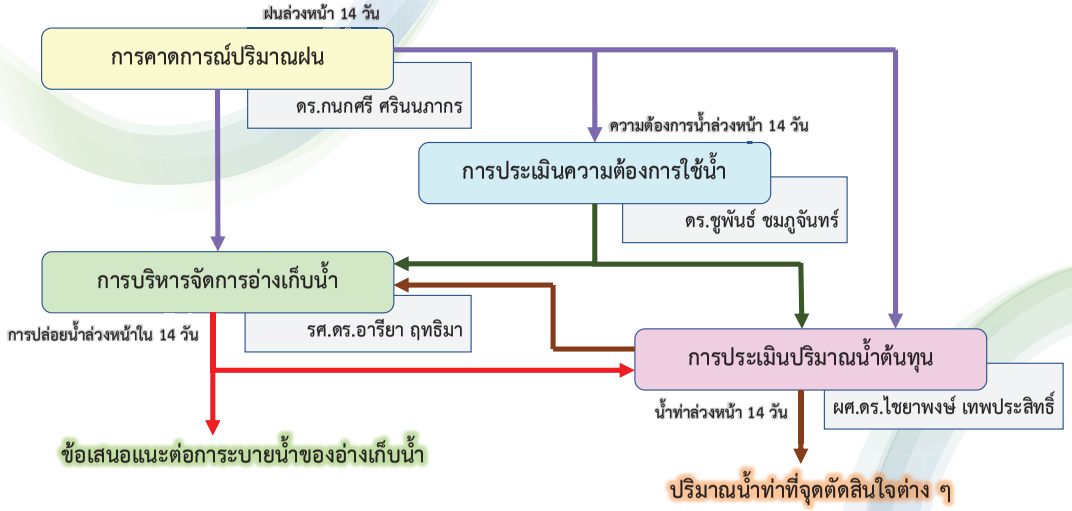


เกณฑ์การเฝ้าระวังของสถานีหลัก (Key Station)

เกณฑ์เฝ้าระวังระดับน้ำในลำน้ำ (สถานี Key Station)

ลำดับ	ชื่อลุ่มน้ำ	สถานีหลัก	หน่วยงาน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ค่าศูนย์เสาระดับ (รทก.)	ค่าระดับตลิ่ง (รสม.)	ระดับวิกฤต (รสม.)	เกณฑ์น้ำมาก (ของระดับตลิ่งต่ำ) (รสม.)			เกณฑ์น้ำน้อย (ของระดับตลิ่งต่ำ) (รสม.)			พิกัดสถานี	
										วิกฤตน้ำมาก	แจ้งเตือนน้ำมาก	ปกติ	วิกฤตน้ำน้อย	เฝ้าระวังสถานการณ์น้ำน้อย	ปกติ	Lat	Long
1	สาละวิน	SW.5A	RID	ผาบ่อง	เมืองแม่ฮ่องสอน	แม่ฮ่องสอน	175.76	5.00	5.00	> 5.00	> 4.00 - 5.00	1.50 - 4.00	< 1.00	1.00 - 1.50	1.50 - 4.00	19.269749	97.948970
3	โขงเหนือ	TG.8	RID	เวียง	ฝาง	เชียงใหม่	459.63	6.37	6.37	> 6.37	> 5.10 - 6.37	1.91 - 5.10	< 1.27	1.27 - 1.91	1.91 - 5.10	19.908478	99.220190
		TG.16	RID	ปงน้อย	ดอยหลวง	เชียงราย	366.23	8.75	8.75	> 8.75	> 7.00 - 8.75	2.63 - 7.00	< 1.75	1.75 - 2.63	2.63 - 7.00	20.125694	100.030278
4	ชี	E.16A	RID	คอนทับ	เมืองขอนแก่น	ขอนแก่น	142.70	9.60	9.60	> 9.60	> 8.50 - 9.60	2.88 - 8.50	< 1.92	1.92 - 2.88	2.88 - 8.50	16.211830	102.475630
		E.20A	RID	ฟ้าหยาด	มหาชนะชัย	ยโสธร	112.00	10.00	10.00	> 10.00	> 9.00 - 10.00	3.00 - 9.00	< 2.00	2.00 - 3.00	3.00 - 9.00	15.312980	104.145970
5	มูล	M.164	RID	ในเมือง	เมืองนครราชสีมา	นครราชสีมา	174.10	3.50	3.50	> 3.50	> 3.20 - 3.50	2.80 - 3.20	< 0.70	0.70 - 2.80	2.80 - 3.20	14.984451	102.092843
		M.6A	RID	สตึก	สตึก	บุรีรัมย์	123.00	6.00	6.00	> 6.00	> 5.50 - 6.00	1.80 - 5.50	< 1.20	1.20 - 1.80	1.80 - 5.50	15.300028	103.292284
		M.7	RID	ในเมือง	เมืองสุรินทร์	สุรินทร์	105.00	7.00	7.00	> 7.00	> 6.00 - 7.00	2.10 - 6.00	< 1.40	1.40 - 2.10	2.10 - 6.00	15.222628	104.859130
6	ปิง	TP.1	RID	วัดแกต	เมืองเชียงใหม่	เชียงใหม่	300.50	3.70	3.70	> 3.70	> 2.96 - 3.70	1.11 - 2.96	< 0.74	0.74 - 1.11	1.11 - 2.96	18.786925	99.004725
		P.17	RID	เขวิญผล	บรรพพิสัย	นครสวรรค์	0.00	39.80	39.80	> 39.80	> 37.97 - 39.80	33.38 - 37.97	< 32.46	32.46 - 33.38	33.38 - 37.97	15.935391	99.976088
7	วัง	TW.1C	RID	เวียงเหนือ	เมืองลำปาง	ลำปาง	229.30	5.20	5.20	> 5.20	> 4.50 - 5.20	1.69 - 4.50	< 1.12	1.12 - 1.69	1.69 - 4.50	18.299642	99.510791
8	ยม	Y.4	RID	ปากแคว	เมืองอุไทธ	อุไทธ	43.44	7.40	7.40	> 7.40	> 5.21 - 7.40	2.22 - 5.21	< 1.48	1.48 - 2.22	2.22 - 5.21	17.006364	99.822109
		TY.5B	RID	ท่าไม้	ชุมแสง	นครสวรรค์	15.64	9.90	9.90	> 9.90	> 7.92 - 9.90	2.97 - 7.92	< 1.98	1.98 - 2.97	2.97 - 7.92	15.915880	100.246410
9	น่าน	N.2B	RID	ท่าช้าง	เมืองอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	52.30	7.00	7.00	> 7.00	> 5.6 - 7.00	2.10 - 5.60	< 1.40	1.40 - 2.10	2.10 - 5.60	17.609870	100.099609
		N.5A	RID	วัดจันทร์	เมืองพิษณุโลก	พิษณุโลก	34.50	10.37	10.37	> 10.37	> 8.30 - 10.37	3.11 - 8.30	< 2.07	2.07 - 3.11	3.11 - 8.30	16.815144	100.260695
		N.67	RID	เกาะไชย	ชุมแสง	นครสวรรค์	0.00	28.30	28.30	> 28.30	> 26.25 - 28.30	17.49 - 26.25	< 15.94	15.94 - 17.49	17.49 - 26.25	15.868782	100.264391
10	เจ้าพระยา	C.2	RID	นครสวรรค์ออก	เมืองนครสวรรค์	นครสวรรค์	0.00	26.20	26.20	> 26.20	> 23.70 - 26.20	17.16 - 23.70	< 15.87	15.87 - 17.16	17.16 - 23.70	15.670587	100.109355
		C.13	RID	บางหลวง	สรรพยา	ชัยนาท	0.00	16.34	16.34	> 16.34	> 13.37 - 16.34	5.94 - 13.37	< 4.45	4.45 - 5.94	5.94 - 13.37	15.163843	100.187916
		C.29A	RID	โพแตง	บางไทร	พระนครศรีอยุธยา	0.00	3.40	3.40	> 3.40	> 2.72 - 3.40	1.02 - 2.72	< 0.68	0.68 - 1.02	1.02 - 2.72	14.152460	100.515630
11	สะแกกรัง	C1.19	RID	ในนครหลัก	เมืองอุทัยธานี	อุทัยธานี	0.00	24.35	24.35	> 24.35	> 19.48 - 24.35	7.31 - 19.48	< 4.87	4.87 - 7.31	7.31 - 19.48	15.452790	100.031930
12	ป่าสัก	S.26	RID	ท่าเข้าสนุก	ท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	0.00	8.00	8.00	> 8.00	> 6.40 - 8.00	2.40 - 6.40	< 1.60	1.60 - 2.40	2.40 - 6.40	14.560117	100.719943
13	ท่าจีน	T.10	RID	ท่าพี่เลี้ยง	เมืองสุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี	0.00	5.45	5.45	> 5.45	> 4.35-5.45	1.65 - 4.35	< 1.56	0.56 - 1.65	1.65 - 4.35	14.467108	100.115177
		T.1	RID	นครชัยศรี	นครชัยศรี	นครปฐม	0.00	1.30	1.30	> 1.30	> 1.05-1.30	0.40 - 1.05	< 0.14	0.14 - 0.40	0.40 - 1.05	13.801709	100.187882
14	แม่กลอง	K.10	RID	อุ่มสุ่ม	ไทรโยค	กาญจนบุรี	30.40	10.30	10.30	> 10.3	> 8.24 - 10.3	3.09 - 8.24	< 2.06	2.06 - 3.09	3.09 - 8.24	14.092003	99.178571

สรุปความเชื่อมโยงของงานวิจัย แผนงานวิจัยที่ 3



ขอบคุณครับ

3 สิงหาคม 2563

ผลการทดสอบ CO-RUN ในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล 13/7/2020-25/8/2020

โครงการวิจัยเข็มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

รศ.ดร.อารียา ฤทธิมา
ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
กรมชลประทาน สามเสน
E-mail: areeya.rit@mahidol.ac.th
3 สิงหาคม 2563

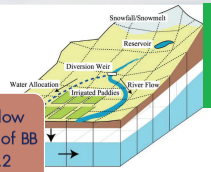
คณะนักวิจัย

โครงการวิจัยเข็มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

สุจริต คูณธนกุลวงศ์
ประธานแผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย โครงการวิจัยเข็มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สกสว.

คณะนักวิจัย

การเชื่อมโยงงานวิจัยในแผนงานวิจัยที่ 3

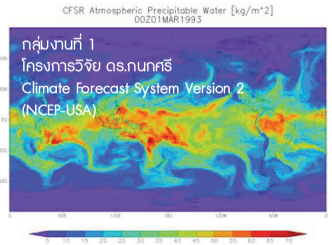


กลุ่มงานที่ 3
โครงการวิจัย ผศ.ดร.ไชยาพงษ์
Distributed Water Circulation Model Incorporating Agricultural Water Use (DWCM-AgWU)

Localized Flow Downstream of BB Dam & C.2 Station

Satellite-Based Agricultural Water Demand

Predicted Rainfall at Lead time 15 Days



กลุ่มงานที่ 1
โครงการวิจัย ดร.กนกศรี
Climate Forecast System Version 2 (NCEP-USA)

RESERVOIR DATA 2019-2020 [EGAT]

RESERVOIR RE-OPERATION

TEST RUN : DAY TO DAY OPERATION

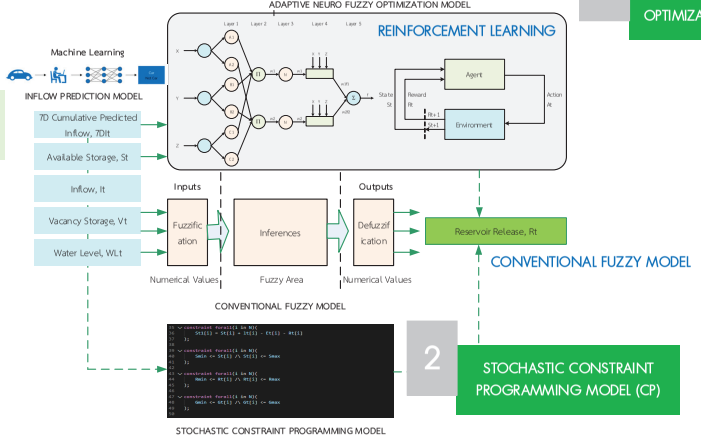
ส่งต่อข้อมูล กลุ่มงานที่ 4 & 8

การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ (Reservoir Re-Operation)

RESERVOIR RE-OPERATION TECHNIQUES

1 ADAPTIVE NEURO FUZZY OPTIMIZATION MODEL (ANFIS)

INFLOW PREDICTION MODEL WITH MACHINE LEARNING



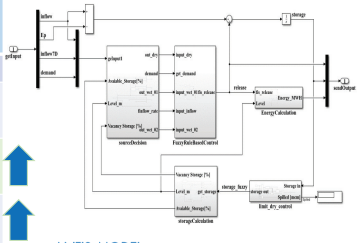
2 STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL (CP)

การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ 2000-2018

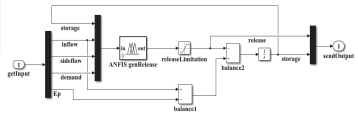
RESERVOIR RE-OPERATION TECHNIQUES : CONVENTIONAL FUZZY MODEL & ANFIS with RL

กรณี	ผลการจำลองระบบ	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น/ลดลง[1/] (%Active Storage)			
		พฤศจิกายน	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	กรณีกำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)	+6.09	+18.37	+11.57	+14.70
2	กรณีปรับลดพื้นที่เพาะปลูกของโครงการเจ้าพระยาใหญ่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555–2561	+9.86 (Δ3.77)[2/]	+24.50 (Δ6.13)[2/]	+16.13 (Δ4.56)[2/]	+19.98 (Δ5.28)[2/]
3	กรณีพิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A ในการกำหนดการระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพล & กำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ.[3/]	+14.55 (Δ8.46)[2/]	+25.69 (Δ7.32)[2/]	+19.37 (Δ7.80)[2/]	+22.28 (Δ7.58)[2/]

CONVENTIONAL FUZZY MODEL



ANFIS MODEL



หมายเหตุ : [1/] เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเก็บกักจริงระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561
[2/] ผลต่างคำนวณจากการเปรียบเทียบกับกรณี 1
[3/] ยังเกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2554

มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University

การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ 2000-2018

RESERVOIR RE-OPERATION TECHNIQUES : STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL

กรณี	ผลการจำลองระบบ	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น/ลดลง[1/] (%Active Storage)			
		พฤศจิกายน	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายปี & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)[3/]	+7.94	+14.00	+10.36	+12.03
2	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายฤดูกาล & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)[3/]	+7.10 (Δ-0.84)[2/]	+12.93 (Δ-1.07)[2/]	+9.41 (Δ-0.95)[2/]	+11.03 (Δ-1.00)[2/]
3	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายปี & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง) & พิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A[3/]	+10.49 (Δ2.55)[2/]	+17.67 (Δ3.67)[2/]	+13.12 (Δ2.76)[2/]	+15.21 (Δ3.18)[2/]

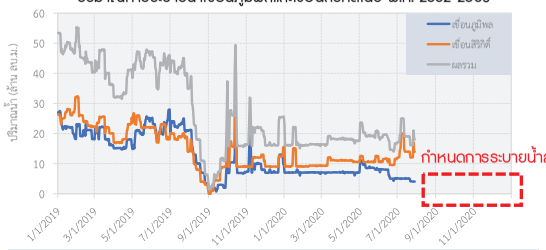
หมายเหตุ : [1/] เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเก็บกักจริงระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561
[2/] ผลต่างคำนวณจากการเปรียบเทียบกับกรณี 1
[3/] ยังเกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2554

มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University

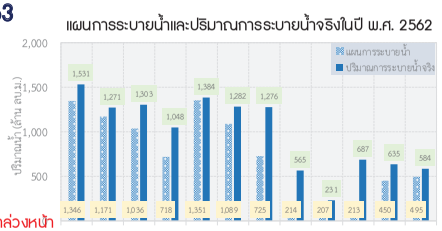
ผลการทดสอบ CO-RUN 13/7/2020-25/8/2020

แผนการจัดสรรน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ปี 2562 & 2563

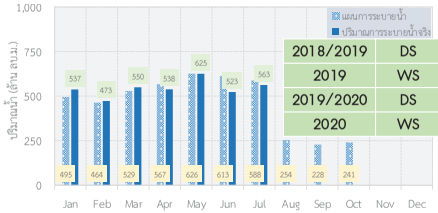
ปริมาณการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ในปี พ.ศ. 2562-2563



แผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำจริงในปี พ.ศ. 2562



แผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำจริงในปี พ.ศ. 2563



2018/2019	DS	6,500
2019	WS	3,800
2019/2020	DS	3,000
2020	WS	2,550

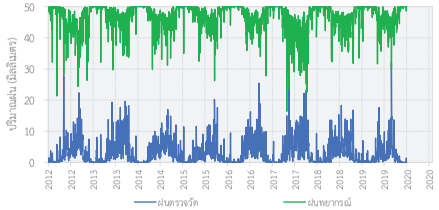
ประเด็นสำคัญ :
- ปริมาณการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลน้อยกว่าเขื่อนสิริกิติ์ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2563
- ปริมาณการระบายน้ำจริงต่ำกว่าแผนการจัดสรรน้ำ 74 ล้าน ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2563
- ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนภูมิพล 210 ล้าน ลบ.ม. และเขื่อนสิริกิติ์ 912 ล้าน ลบ.ม.

มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University

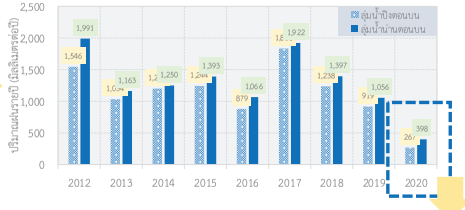
ผลการทดสอบ CO-RUN

ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-25/8/2020

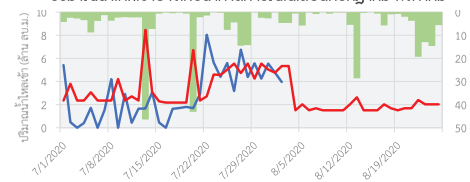
ข้อมูลฝนพยากรณ์จากแบบจำลอง NCEP-USA ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่



ข้อมูลฝนพยากรณ์จากแบบจำลอง NCEP-USA ในลุ่มน้ำปิงตอนบน



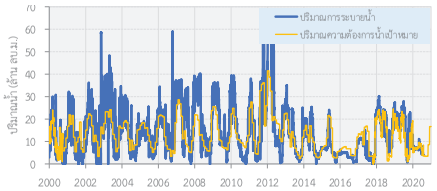
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำคาดการณ์ในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม



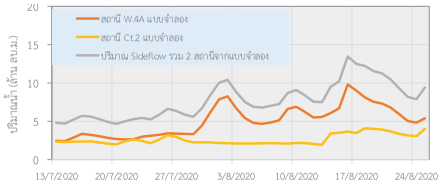
ประเด็นสำคัญ :
- ปริมาณฝนคาดการณ์สูง ส่งผลต่อปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนสูง
- พยากรณ์ได้แม่นยำในบางช่วงเนื่องจากเลือกจำลองระยะสั้น 1 เดือน แบบไม่ต่องเนื่องที่ส่งผลต่อคุณภาพของข้อมูลนำเข้าได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าที่เวลาในอดีต และปริมาณฝนพยากรณ์

ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเชื่อนภูมิพล : 13/7/2020-25/8/2020

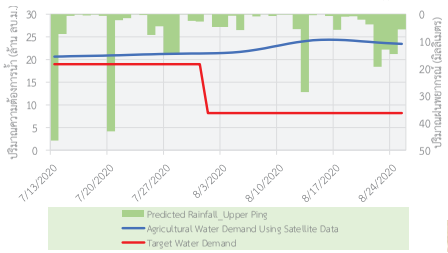
ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายสังเคราะห์จากแผนการระบายน้ำ



ปริมาณ Sideflow จากแบบจำลอง DWCM-AgWU



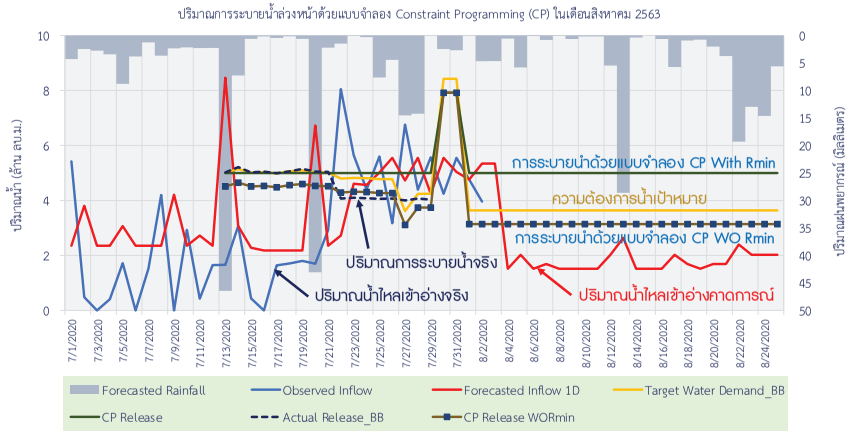
ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรคาดการณ์ในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม



ประเด็นสำคัญ :

- ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายมีค่าต่ำกว่าที่ได้จากการประมาณการจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MODIS (ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร) เนื่องจากมีการปรับลดแผนการระบายน้ำในเดือนสิงหาคมตามปัจจัยฝน
- ปริมาณ Sideflow มีแนวโน้มสูงขึ้นในเดือนสิงหาคมตามปัจจัยข้อมูลฝน

ผลการระบายน้ำเชื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลอง CP : 13/7/2020-25/8/2020



ผลการระบายน้ำเชื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลอง ANFIS : 13/7/2020-25/8/2020

รอผลจาก ดร.ยุทธนา

ขอขอบคุณ

3 สิงหาคม 2563

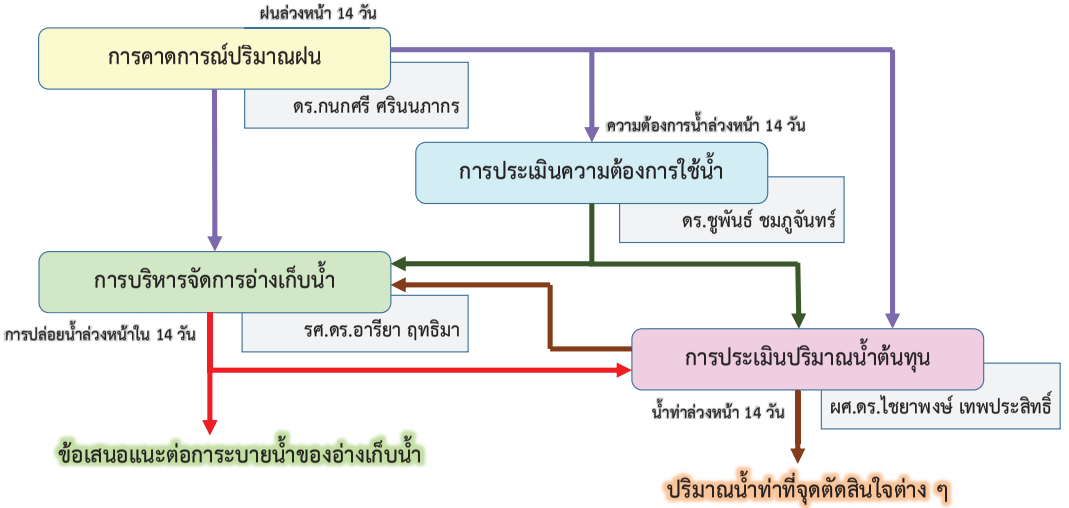
แผนงานวิจัยที่ 3
พัฒนาเทคโนโลยีและสนับสนุนด้านพฤติกรรมผู้ใช้น้ำ

การประสานงาน 4 โครงการวิจัย (CO-RUN)
ภายใต้แผนงานวิจัยที่ 3

ห้องประชุม กรมชลประทาน สามเสน วันจันทร์ที่ 3 สิงหาคม 2563

ผศ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประสานงาน 4 โครงการวิจัย (CO-RUN) ภายใต้แผนงานวิจัยที่ 3



โครงการวิจัย
การพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝน รายสองสัปดาห์เพื่อบริหารจัดการน้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

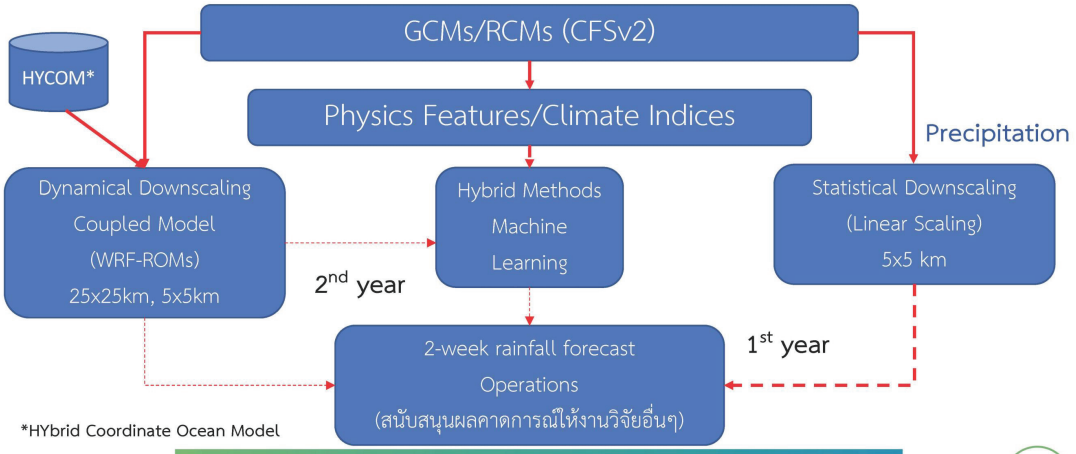
การพัฒนาระบบคาดการณ์ปริมาณฝน รายสองสัปดาห์เพื่อการบริหารจัดการน้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

30 กรกฎาคม 2563

ดร. กนกศรี ศรินนภากร (หัวหน้าโครงการ)
ดร. ปิยธิดา เรืองรัศมี ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร. วินัย เชาว์วิวัฒน์, นาย กฤตนัย ต่อศรี, ดร. โนชา อาชาเรห์, นาย อธิป ปี่ทอง,
Mr. Le Ngoc Hieu , นาย รติ สว่างวัฒนไพบูลย์ และ นางสาวสุกลักษณ์ วิมาลา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

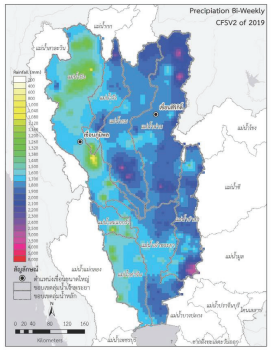
Professor Dr. Zhaohui Lin (ที่ปรึกษาโครงการ) (ICCES, CAS-TWAS Center of Excellence, IAP, China)
ดร. สุรเจตส์ บุญญาอรุณเนตร (ที่ปรึกษาโครงการ) , สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)

ผังการดำเนินงานการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์

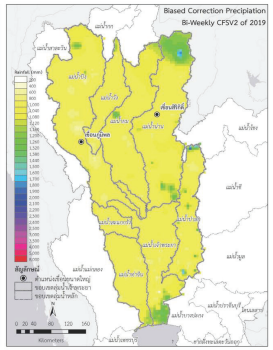


*HYbrid Coordinate Ocean Model

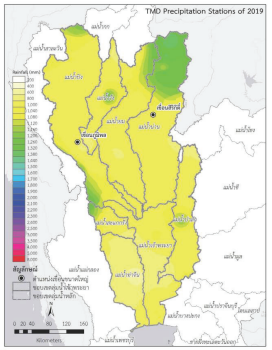
คาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์กับผลตรวจวัดสะสมปี 2562



CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
831	2,986	1,710



Bias Correction CFSV2		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
359	1,823	953



Observation (TMD Stations)		
ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
513	1,360	929

*หน่วย : มิลลิเมตร/ปี

ประสิทธิภาพการคาดการณ์ฝนรายสองสัปดาห์

คาดการณ์	R	RMSE (mm/2wk)
CFSV2	0.87 (0.53 -0.93)	51 (16 - 123)
BC CFSV2	0.88 (0.59-0.96)	19 (12 - 60)

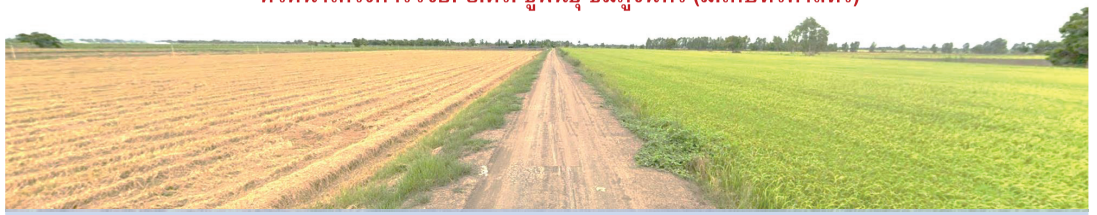
โครงการวิจัย
การประเมินปริมาณความต้องการน้ำ
ในพื้นที่ราบภาคกลาง

โครงการเข็มมุ่ง ด้านสังคม แผนงานการบริหารจัดการน้ำ
แผนงานวิจัยที่ 3 พัฒนาเทคโนโลยีและสนับสนุนด้านพฤติกรรมผู้ใช้น้ำ

การประเมินปริมาณความต้องการน้ำ ในพื้นที่ราบภาคกลาง (ระยะที่ 1)

Estimation of Water Demand in the Central Plain of Thailand (Phase 1)

หัวหน้าโครงการวิจัย: อ.ดร. ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์ (ม.เกษตรศาสตร์)

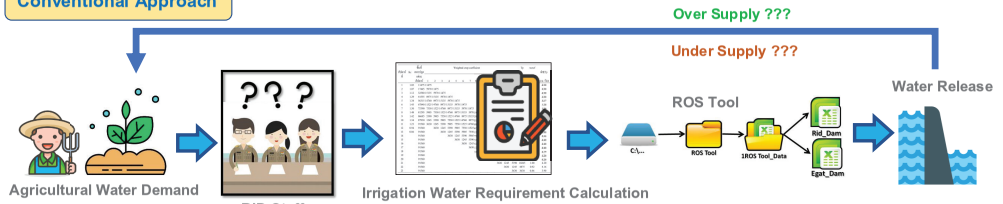


คณะวิจัย
รศ.ดร. ชัยศรี สุขสาโรจน์ (ม.เกษตรศาสตร์)
ผศ.ดร. นิธิรัชต์ สงวนเตือน (ม.เกษตรศาสตร์)
อ.ดร. เสกสรรค์ มธุลาภรังสรรค์ (ม.เกษตรศาสตร์)
รศ.ดร. ธันวดี สุขสาโรจน์ (ม.มหิดล)
Assoc. Prof. Dr. Takanori Nagano (Kobe University)
Dr. Akihiko Kotera (Vietnam Japan University)

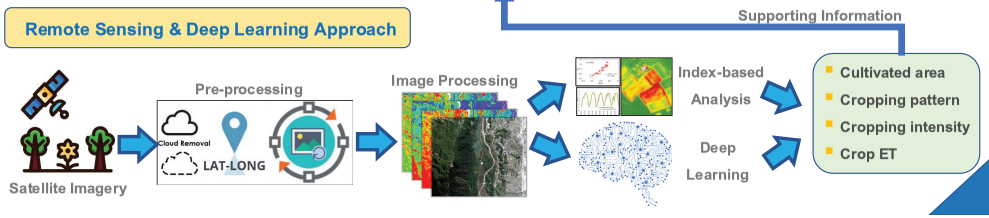
การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในภาคการเกษตร จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การประเมินความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร

Conventional Approach

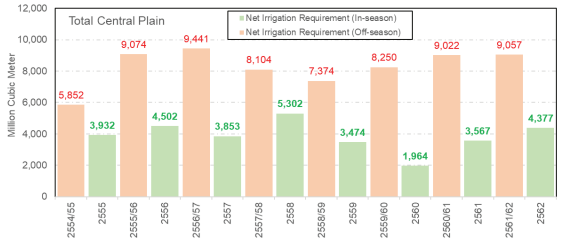


Remote Sensing & Deep Learning Approach

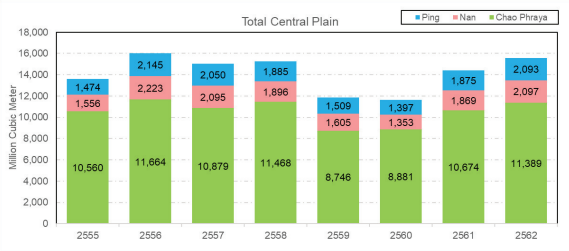


การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในภาคการเกษตร จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ผลการคำนวณ
ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ
(Net Irrigation Water Requirement)
รายฤดู (ช่วง พ.ศ. 2555 – 62)



ผลการคำนวณ
ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ
(Net Irrigation Water Requirement)
รายปี (ช่วง พ.ศ. 2555 – 62)



Back

โครงการวิจัย
การศึกษาปริมาณน้ำต้นทุน
(น้ำท่า น้ำผิวดิน และน้ำบาดาล)
ในพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยาตอนล่าง

แผนงานวิจัยที่ 3 พัฒนาเทคโนโลยีและสนับสนุนด้านพฤติกรรมผู้ใช้น้ำ

โครงการศึกษาปริมาณน้ำต้นทุน
(น้ำท่า น้ำผิวดิน และน้ำบาดาล)
ในพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยาตอนล่าง

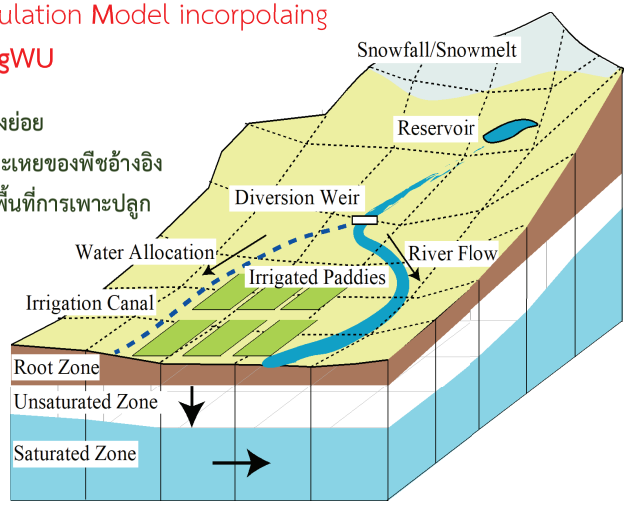
ผศ.ดร.ไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาปริมาณน้ำท่า (Side flow)

แบบจำลอง Distributed Water Circulation Model incorpolaing Agricultural Water Use; DWCM-AgWU

แบบจำลองต้นแบบ ประกอบด้วย 4 แบบจำลองย่อย

1) แบบจำลองย่อยการประมาณการณ์การคายระเหยของพืชอ้างอิง
2) แบบจำลองย่อยการพยากรณ์ระยะเวลาและพื้นที่การเพาะปลูก
3) แบบจำลองย่อยการคำนวณใช้น้ำในนาข้าว
4) แบบจำลองย่อยน้ำท่า



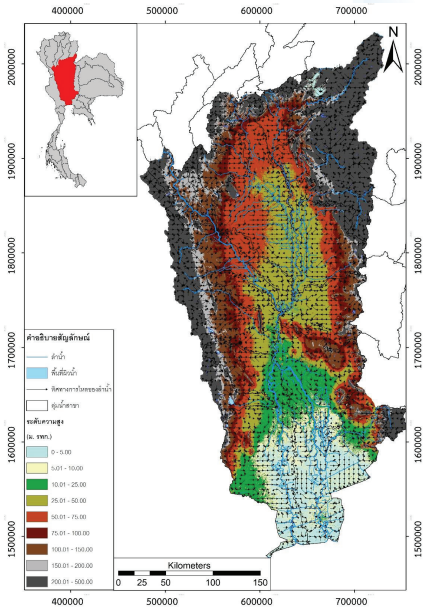
แบบจำลองด้านการบริหารจัดการน้ำ

1) แบบจำลองย่อยการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำ

$$V_{res}(t) = V_{res}(t-1) + (Q_{resin}(t) - Q_{resout}(t))\Delta t$$

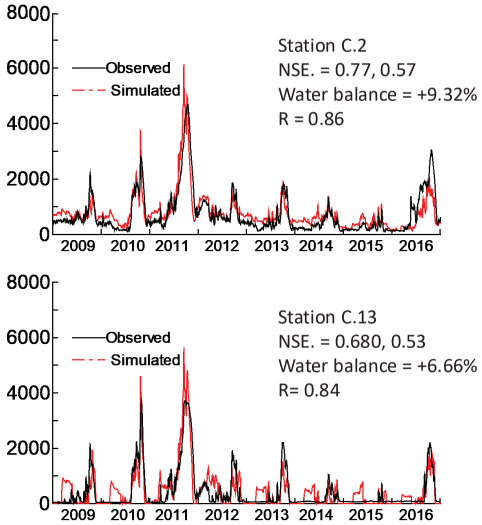
2) แบบจำลองการจัดสรรน้ำเพื่อพื้นที่ชลประทาน

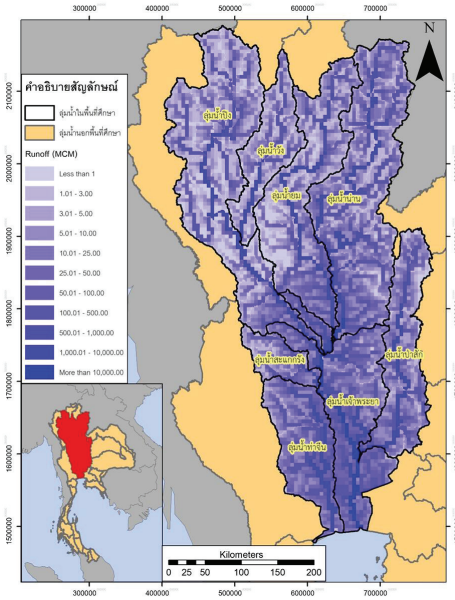
$$Q_{div} = \min(Q_{riv}, Q_{cap}, Q_{dmnd})$$



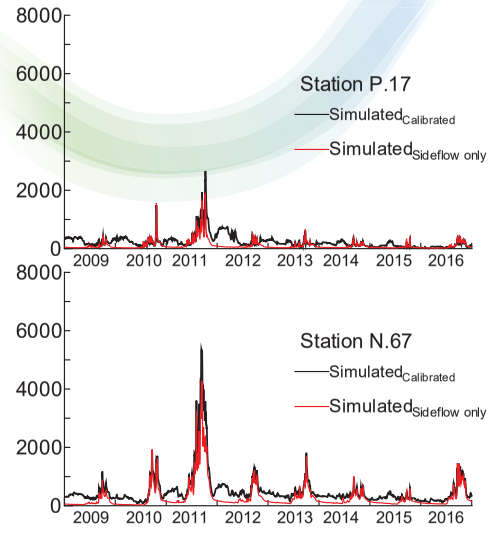
1. Set up แบบจำลอง DWCM-AgWU
   - จำนวนเซลล์คำนวณ 4,554 เซลล์ (25 km^2) (28 ลุ่มน้ำสาขา)
   - จำนวนสถานีอุตุนิยมวิทยา 25 สถานี
   - จำนวนเขื่อนขนาดใหญ่ 6 แห่ง
   - จำนวนเขื่อนขนาดกลาง 17 แห่ง
   - จำนวนโครงการชลประทาน 24 แห่ง
2. เฉลี่ยข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่ วิธี Inverse Distance Weighting (IDW)
   - จำนวนข้อมูล (พ.ศ. 2551-พ.ศ. 2559) 2,923 วัน

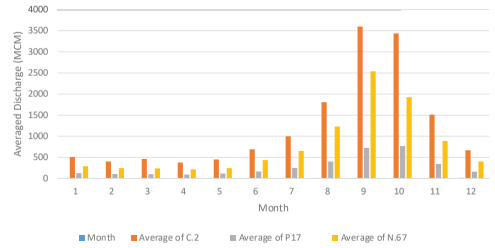
กรณีศึกษา การปรับเทียบแบบจำลอง

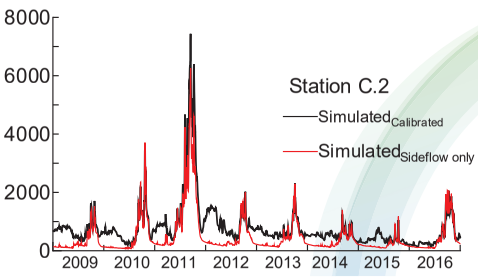




กรณีศึกษา Side flow และไม่พิจารณาปริมาณน้ำผันบริเวณหัวงาน







ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำต้นทุนที่เกิดจาก Side flow ของลุ่มน้ำเจ้าพระยา

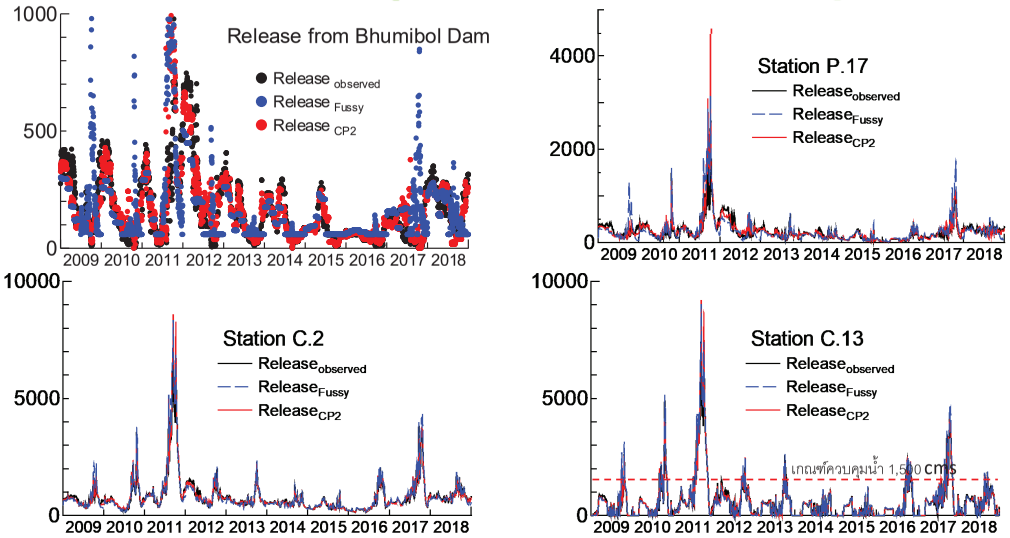
ปริมาณน้ำต้นทุนทั้งหมดที่จุดพิจารณา

Season	Discharge (MCM)		
	Station C.2	Station P.17	Station N.67
Dry (Nov-Apr)	10,043.4	3,725.1	5,749.2
Rainy (May-Oct)	14,616.0	3,612.5	10,018.1

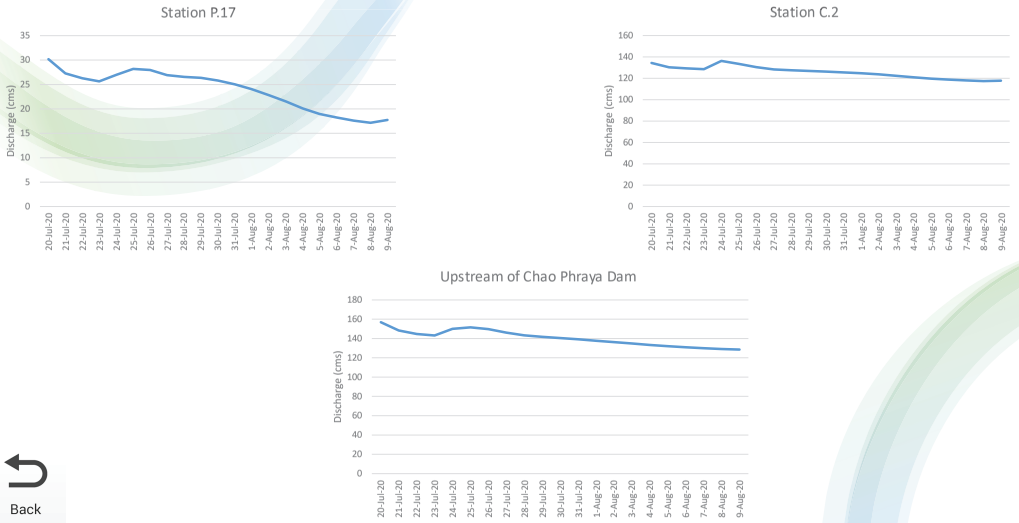
ปริมาณน้ำต้นทุนที่เกิดจาก Side flow

Season	Discharge (MCM)		
	Station C.2	Station P.17	Station N.67
Dry (Nov-Apr)	3,928.5 (39.1%)	935.8 (25.1%)	2,279.8 (39.7%)
Rainy (May-Oct)	10,980.3 (75.1%)	2,426.0 (67.2%)	7,024.8 (70.1%)

กรณีศึกษา การใช้ข้อมูล Release จาก Re-operation เขื่อนภูมิพล



กรณีศึกษา การใช้ข้อมูลฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน



Back

โครงการวิจัย
กลยุทธ์การปรับเปลี่ยนแนวทาง การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำสำหรับ พัฒนาการบริหารจัดการน้ำต้นทุน ในระยะยาวของเขื่อนภูมิพล

Mahidol University
Wisdom of the Land

กลยุทธ์การปรับเปลี่ยนแนวทางการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำสำหรับพัฒนาการบริหารจัดการน้ำต้นทุนในระยะยาวของเขื่อนภูมิพล

An Adaptation Strategy towards Reservoir Re-Operation for Long-Term Water Supply Management of Bhumibol Dam

รศ.ดร.อารียา ฤทธิมา และทีมวิจัย
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

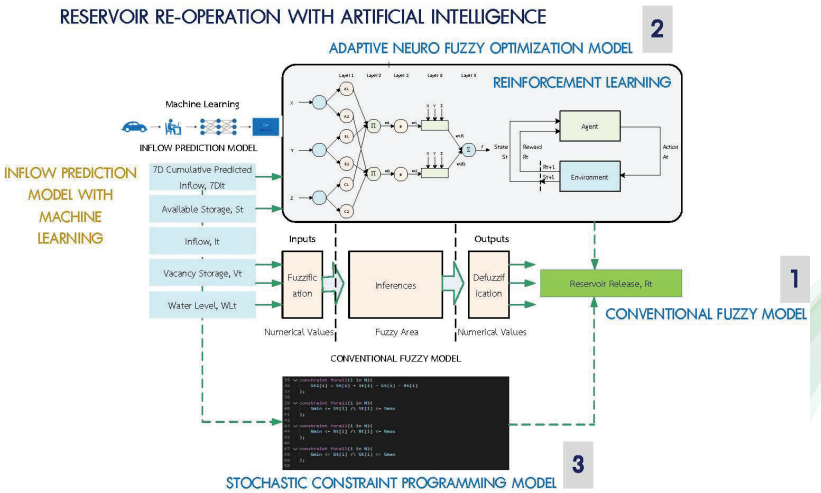
โครงการวิจัยเข็มมุ่ง ประจำปีงบประมาณ 2562
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
30 กรกฎาคม 2563

created .ppt by MUQD

Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลการดำเนินงานวิจัย

RESERVOIR RE-OPERATION WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE



Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลการดำเนินงานวิจัย

RESERVOIR RE-OPERATION : CONVENTIONAL FUZZY MODEL

กรณี	ผลการจำลองระบบ	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น/ลดลง[1/] (%Active Storage)			
		พฤศจิกายน	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	กรณีกำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สถาพรริง)	+6.09	+18.37	+11.57	+14.70
2	กรณีปรับลดพื้นที่เพาะปลูกของโครงการเจ้าพระยาใหญ่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555-2561	+9.86 (Δ3.77)[2/]	+24.50 (Δ6.13)[2/]	+16.13 (Δ4.56)[2/]	+19.98 (Δ5.28)[2/]
3	กรณีพิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A ในการกำหนดการระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพล & กำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ.[3/]	+14.55 (Δ8.46)[2/]	+25.69 (Δ7.32)[2/]	+19.37 (Δ7.80)[2/]	+22.28 (Δ7.58)[2/]

หมายเหตุ : [1/] เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเก็บกักจริงระหว่างปี พ.ศ. 2543-2561
[2/] ผลต่างค่านวณจากการเปรียบเทียบกับกรณี 1
[3/] ยังเกิดการไหลลัดอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2554 และปริมาณ Sideflow ด้านท้ายสถานี C.2 จะนำมาพิจารณาในแบบจำลองหลังจากนี้

Mahidol University
Wisdom of the Land

ผลการดำเนินงานวิจัย

RESERVOIR RE-OPERATION : STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL

กรณี	ผลการจำลองระบบ	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น/ลดลง[1/] (%Active Storage)			
		พฤศจิกายน	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายปี & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สถาพรริง)[3/]	+7.94	+14.00	+10.36	+12.03
2	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายฤดูกาล & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สถาพรริง)[3/]	+7.10 (Δ-0.84)[2/]	+12.93 (Δ-1.07)[2/]	+9.41 (Δ-0.95)[2/]	+11.03 (Δ-1.00)[2/]
3	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายปี & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สถาพรริง) & พิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A[3/]	+10.49 (Δ2.55)[2/]	+17.67 (Δ3.67)[2/]	+13.12 (Δ2.76)[2/]	+15.21 (Δ3.18)[2/]

หมายเหตุ : [1/] เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเก็บกักจริงระหว่างปี พ.ศ. 2543-2561
[2/] ผลต่างค่านวณจากการเปรียบเทียบกับกรณี 1
[3/] ยังเกิดการไหลลัดอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2554 และปริมาณ Sideflow ด้านท้ายสถานี C.2 จะนำมาพิจารณาในแบบจำลองหลังจากนี้

Back

ขอบคุณครับ

3 สิงหาคม 2563

ผลการทดสอบ CO-RUN ในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล 13/7/2020-25/8/2020

โครงการวิจัยเข็มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

รศ.ดร.อารียา ฤทธิมา
ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
กรมชลประทาน สามเสน
E-mail: areeya.rit@mahidol.ac.th
3 สิงหาคม 2563

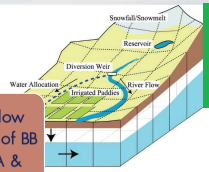
คณะนักวิจัย

โครงการวิจัยเข็มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์
สำนักงานคณะกรรมส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

สุจริต คูณธนกุลวงศ์
ประธานแผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย โครงการวิจัยเข็มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สกสว.

คณะนักวิจัย

การเชื่อมโยงงานวิจัยในแผนงานวิจัยที่ 3

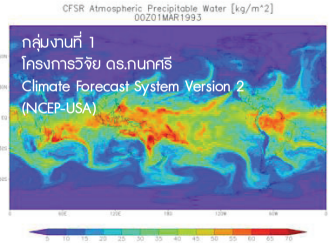


กลุ่มงานที่ 3
โครงการวิจัย ผศ.ดร.ไชยาพงษ์
Distributed Water Circulation Model Incorporating Agricultural Water Use (DWCM-AgWU)

Localized Flow Downstream of BB Dam (W.4A & Ct.2)

Satellite-Based Agricultural Water Demand

Predicted Rainfall at Lead time 14 Days



กลุ่มงานที่ 1
โครงการวิจัย ดร.กนกศรี
Climate Forecast System Version 2 (NCEP-USA)

RESERVOIR DATA 2019-2020 [EGAT]

RESERVOIR RE-OPERATION

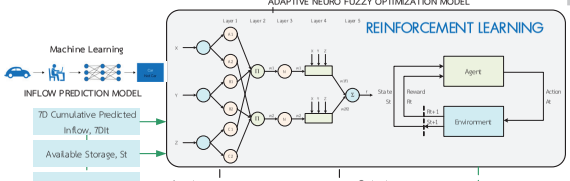
TEST RUN : DAY TO DAY OPERATION

ส่งต่อข้อมูล กลุ่มงานที่ 4 & 8

การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ (Reservoir Re-Operation)

Predicted Rainfall at Lead time 14 Days (Dr.Kanoksri)

INFLOW PREDICTION MODEL WITH MACHINE LEARNING

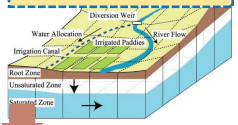


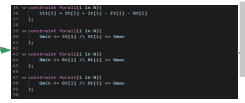
1

CONVENTIONAL FUZZY MODEL & REINFORCEMENT LEARNING & ADAPTIVE NEURO FUZZY OPTIMIZATION MODEL (ANFIS)

Satellite-Based Agricultural Water Demand (Dr.ChuPhan)

Localized Flow Downstream of BB Dam (W.4A & Ct.2) (Dr.Chaiyapong)





2

STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL (CP)

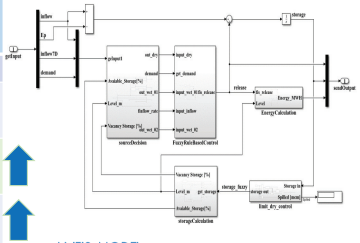
การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ 2000-2018

RESERVOIR RE-OPERATION TECHNIQUES : CONVENTIONAL FUZZY MODEL & ANFIS with RL

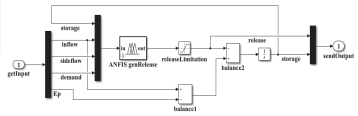
กรณี	ผลการจำลองระบบ	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น/ลดลง[1/] (%Active Storage)			
		พฤศจิกายน	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	กรณีกำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)	+6.09	+18.37	+11.57	+14.70
2	กรณีปรับลดพื้นที่เพาะปลูกของโครงการเจ้าพระยาใหญ่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555–2561	+9.86 (Δ3.77)[2/]	+24.50 (Δ6.13)[2/]	+16.13 (Δ4.56)[2/]	+19.98 (Δ5.28)[2/]
3	กรณีพิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A ในการกำหนดการระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพล & กำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ.[3/]	+14.55 (Δ8.46)[2/]	+25.69 (Δ7.32)[2/]	+19.37 (Δ7.80)[2/]	+22.28 (Δ7.58)[2/]

หมายเหตุ : [1/] เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเก็บกักจริงระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561
[2/] ผลต่างคำนวณจากการเปรียบเทียบกับกรณี 1
[3/] ยังเกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2554

CONVENTIONAL FUZZY MODEL



ANFIS MODEL



การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ 2000-2018

RESERVOIR RE-OPERATION TECHNIQUES : STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL

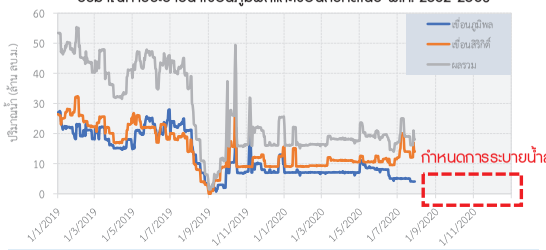
กรณี	ผลการจำลองระบบ	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น/ลดลง[1/] (%Active Storage)			
		พฤศจิกายน	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายปี & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)[3/]	+7.94	+14.00	+10.36	+12.03
2	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายฤดูกาล & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)[3/]	+7.10 (Δ-0.84)[2/]	+12.93 (Δ-1.07)[2/]	+9.41 (Δ-0.95)[2/]	+11.03 (Δ-1.00)[2/]
3	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายปี & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง) & พิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A[3/]	+10.49 (Δ2.55)[2/]	+17.67 (Δ3.67)[2/]	+13.12 (Δ2.76)[2/]	+15.21 (Δ3.18)[2/]

หมายเหตุ : [1/] เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเก็บกักจริงระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561
[2/] ผลต่างคำนวณจากการเปรียบเทียบกับกรณี 1
[3/] ยังเกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2554

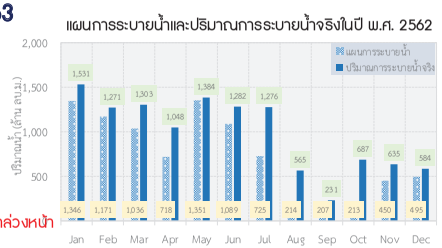
ผลการทดสอบ CO-RUN 13/7/2020-25/8/2020

แผนการจัดสรรน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ปี 2562 & 2563

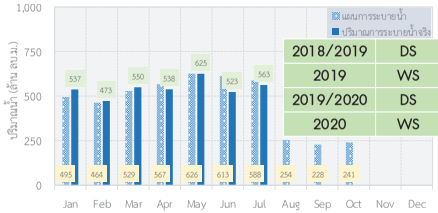
ปริมาณการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ในปี พ.ศ. 2562-2563



แผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำจริงในปี พ.ศ. 2562



แผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำจริงในปี พ.ศ. 2563



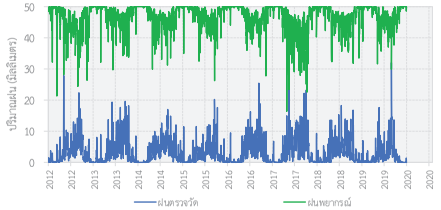
2018/2019	DS	6,500
2019	WS	3,800
2019/2020	DS	3,000
2020	WS	2,550

ประเด็นสำคัญ :
- ปริมาณการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลน้อยกว่าเขื่อนสิริกิติ์ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2563
- ปริมาณการระบายน้ำจริงต่ำกว่าแผนการจัดสรรน้ำ 74 ล้าน ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2563
- ปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนภูมิพล 210 ล้าน ลบ.ม. และเขื่อนสิริกิติ์ 912 ล้าน ลบ.ม.

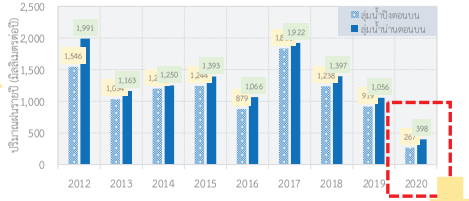
ผลการทดสอบ CO-RUN

ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-25/8/2020

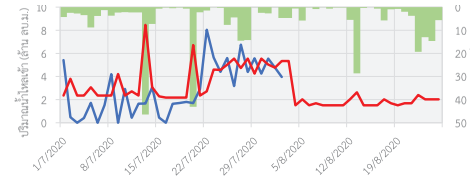
ข้อมูลฝนพยากรณ์จากแบบจำลอง NCEP-USA ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาใหญ่



ข้อมูลฝนพยากรณ์จากแบบจำลอง NCEP-USA ในลุ่มน้ำปิงตอนบน



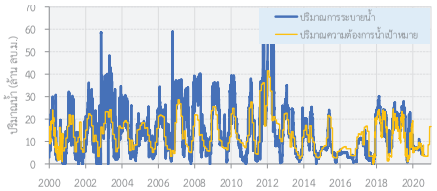
ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำคาดการณ์ในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม



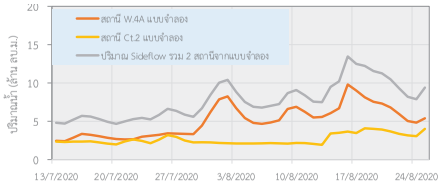
ประเด็นสำคัญ :
- ปริมาณฝนคาดการณ์สูง ส่งผลต่อปริมาณน้ำไหลเข้าเขื่อนสูง
- พยากรณ์ได้แม่นยำในบางช่วงเนื่องจากเลือกจำลองระยะสั้น 1 เดือน แบบไม่ต่องเนื่องที่ส่งผลต่อคุณภาพของข้อมูลนำเข้าได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าที่เวลาในอดีต และปริมาณฝนพยากรณ์

ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเชื่อนภูมิพล : 13/7/2020-25/8/2020

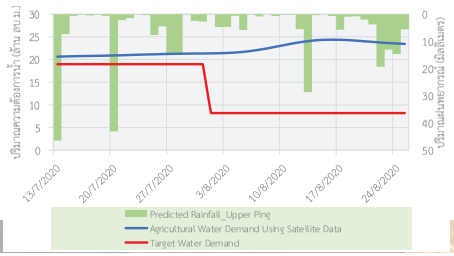
ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายสังเคราะห์จากแผนการระบายน้ำ



ปริมาณ Sideflow จากแบบจำลอง DWCM-AgWU



ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรคาดการณ์ในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม

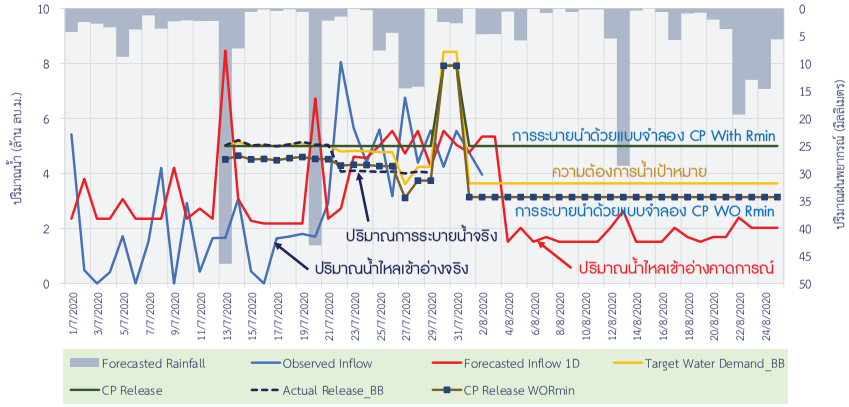


ประเด็นสำคัญ :

- ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายมีค่าต่ำกว่าที่ได้จากการประมาณการจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MODIS (ความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร) เนื่องจากมีการปรับลดแผนการระบายน้ำในเดือนสิงหาคมตามปัจจัยฝน
- ปริมาณ Sideflow มีแนวโน้มสูงขึ้นในเดือนสิงหาคมตามปัจจัยข้อมูลฝน

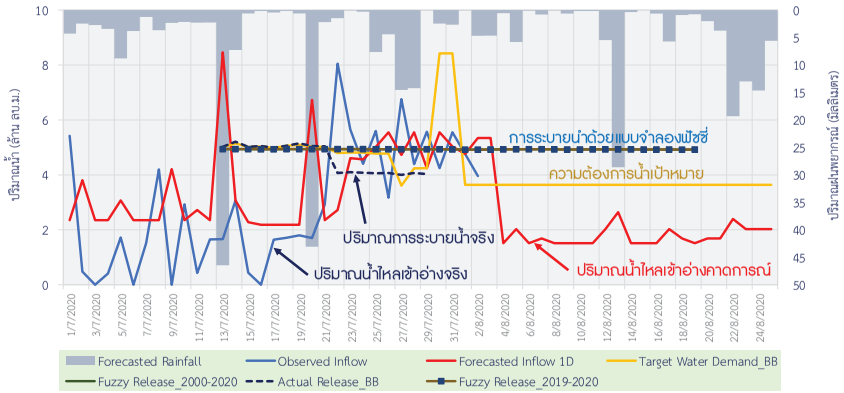
ผลการระบายน้ำเชื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลอง CP : 13/7/2020-25/8/2020

ปริมาณการระบายน้ำล่วงหน้าด้วยแบบจำลอง Constraint Programming ในเดือนสิงหาคม 2563



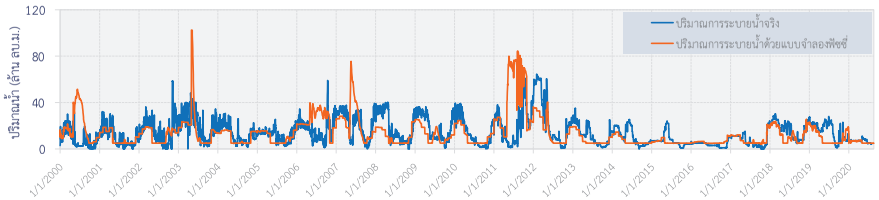
ผลการระบายน้ำเชื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลองฟัซซี่ : 13/7/2020-19/8/2020

ปริมาณการระบายน้ำล่วงหน้าด้วยแบบจำลองฟัซซี่ในเดือนสิงหาคม 2563

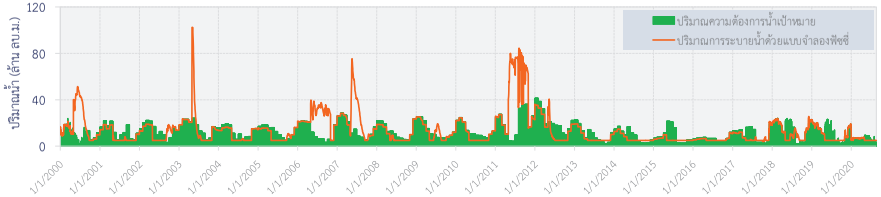


ผลการระบายน้ำเชื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลองฟัซซี่ : จำลองระยะยาว 1/1/2020-19/8/2020

ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลองฟัซซี่และปริมาณการระบายน้ำจริง

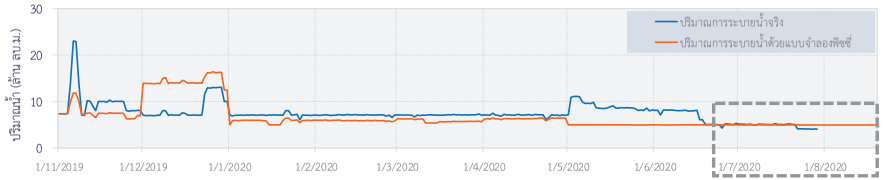


ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลองฟัซซี่และปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมาย

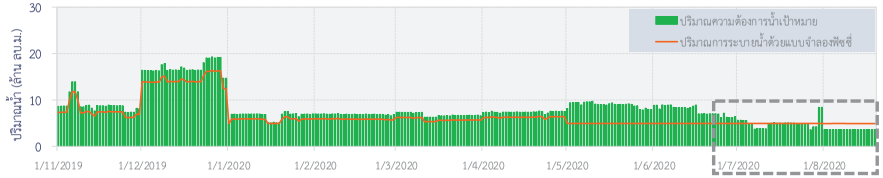


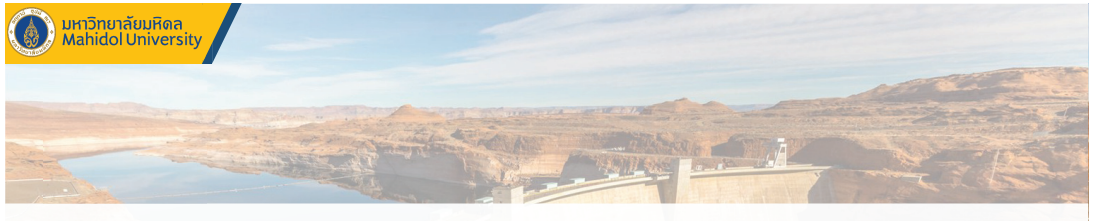
ผลการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลองฟัซซี่ : จำลองระยะสั้น 1/11/2019-19/8/2020

ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลองฟัซซี่และปริมาณการระบายน้ำจริง

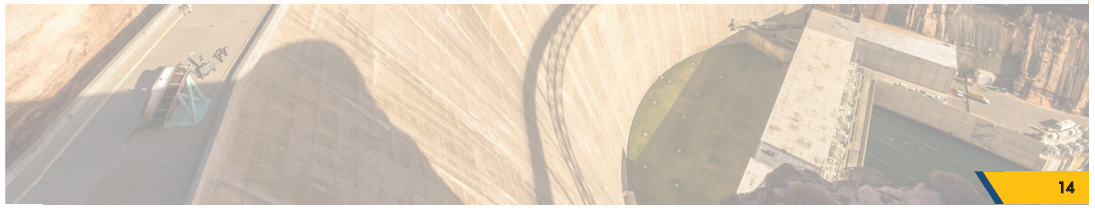


ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลองฟัซซี่และปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมาย

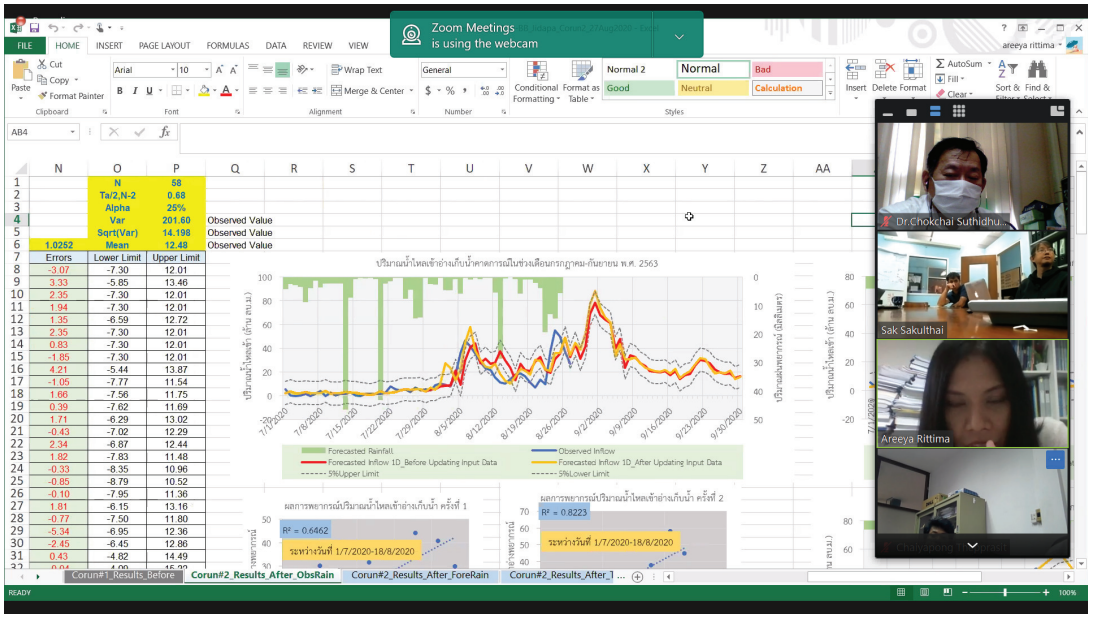


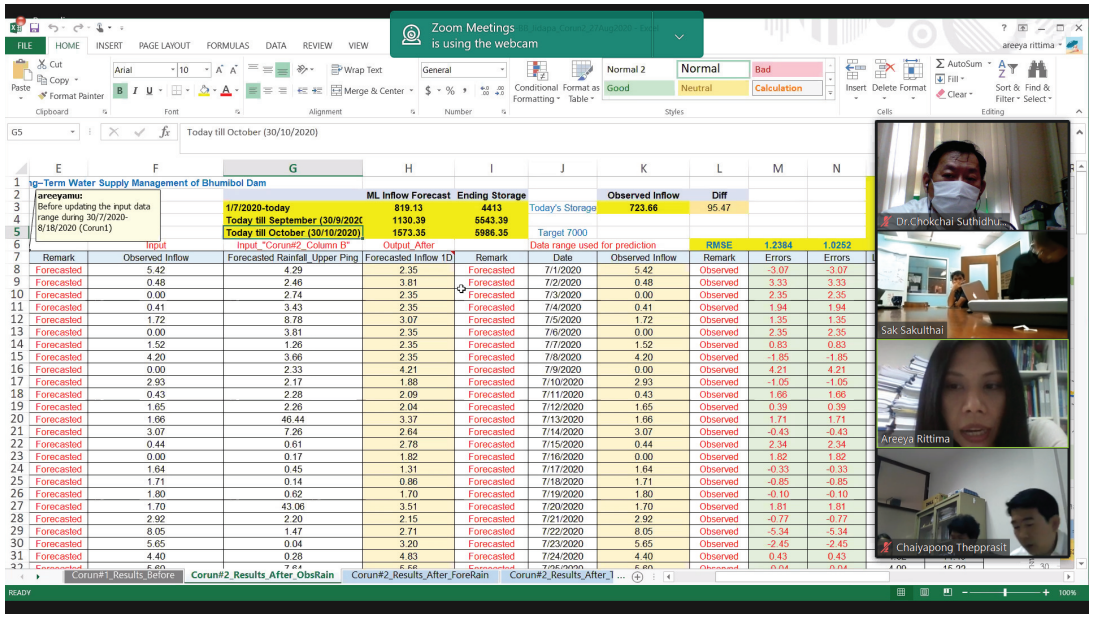


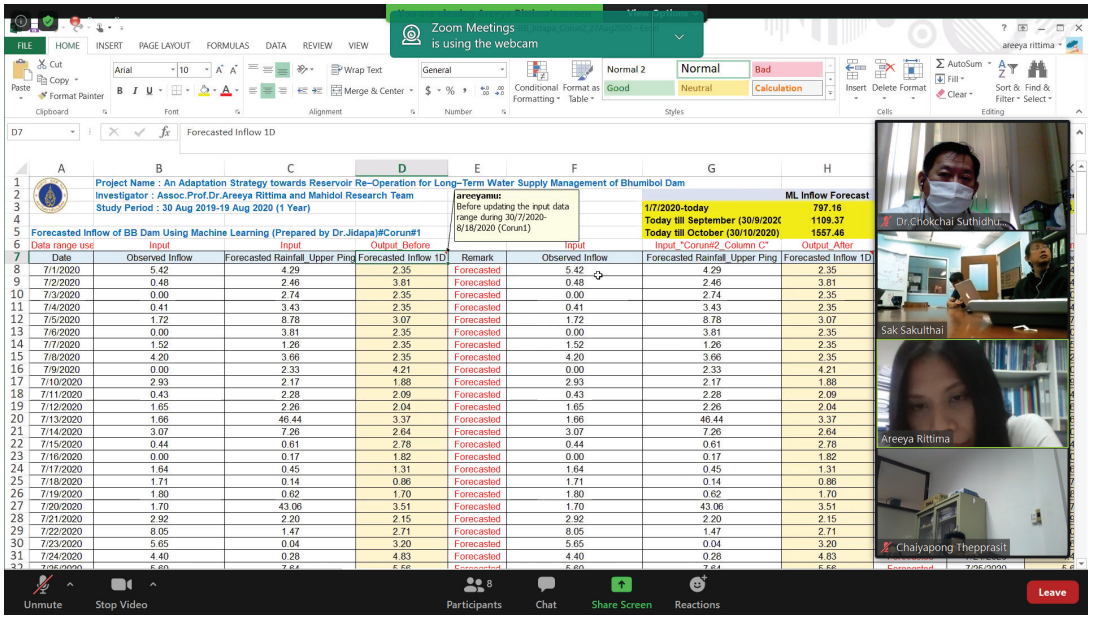
ขอขอบคุณ

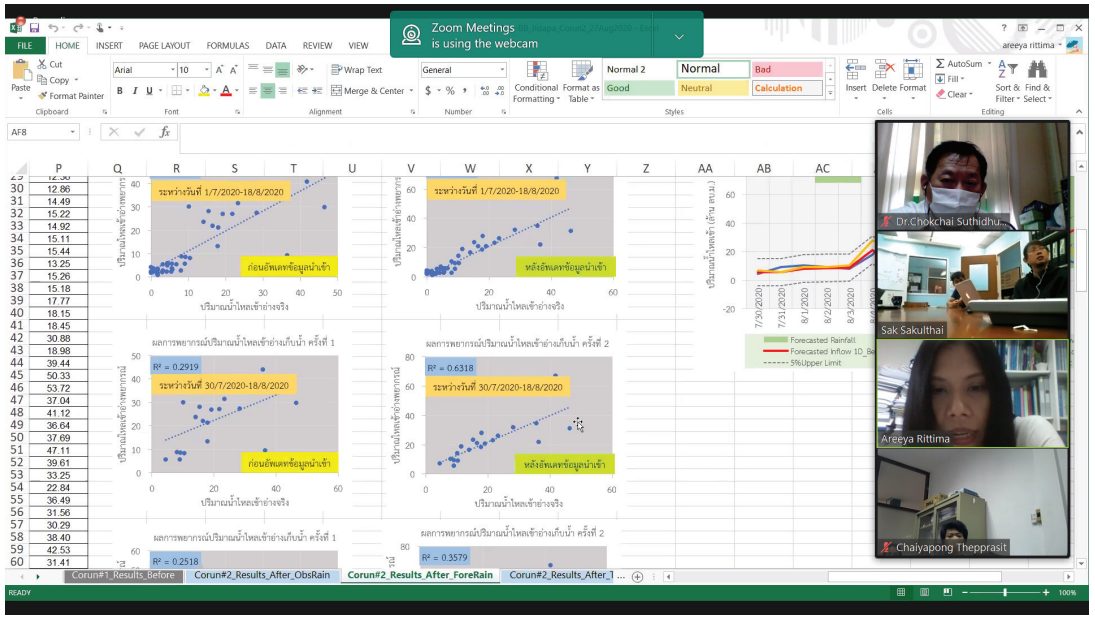


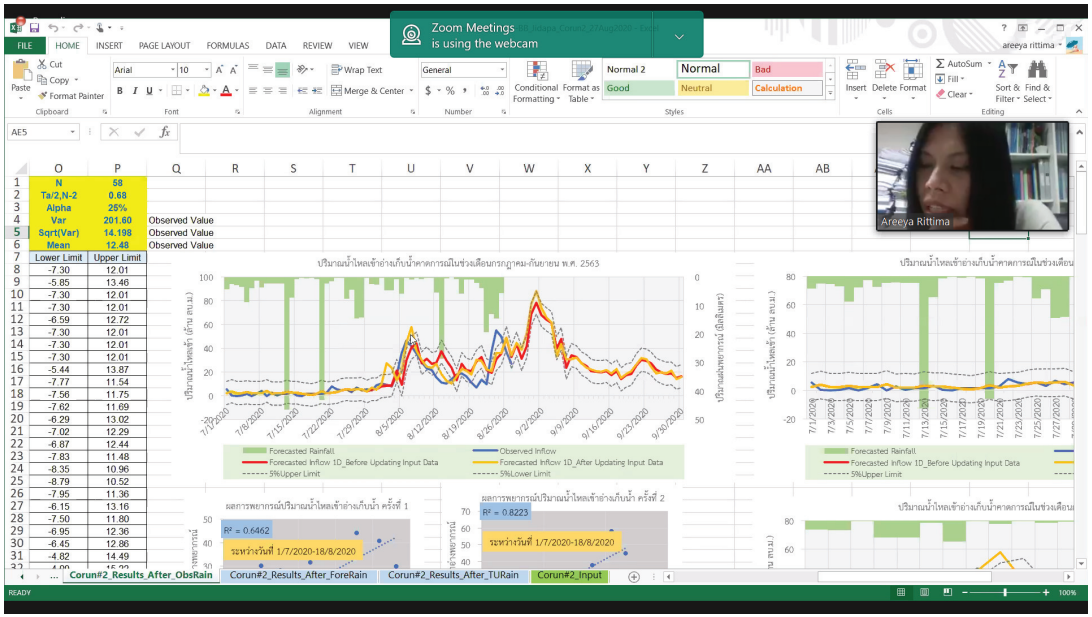
28 สิงหาคม 2563

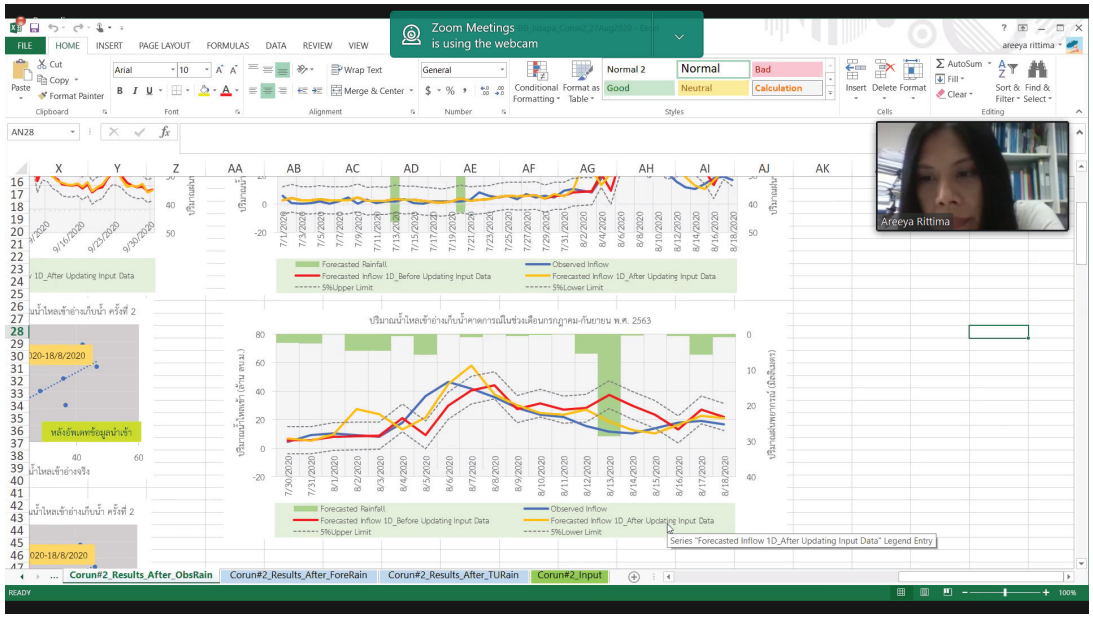

Zoom Meetings
is using the webcam
areeya rittima
Dr.Chokchai Suthidhu...
Sak Sakulthai
Areeya Rittima
Chaiyapong Theppasit
Corun#1_Results_Before
Corun#2_Results_After_ObsRain
Corun#2_Results_After_ForeRain
READY

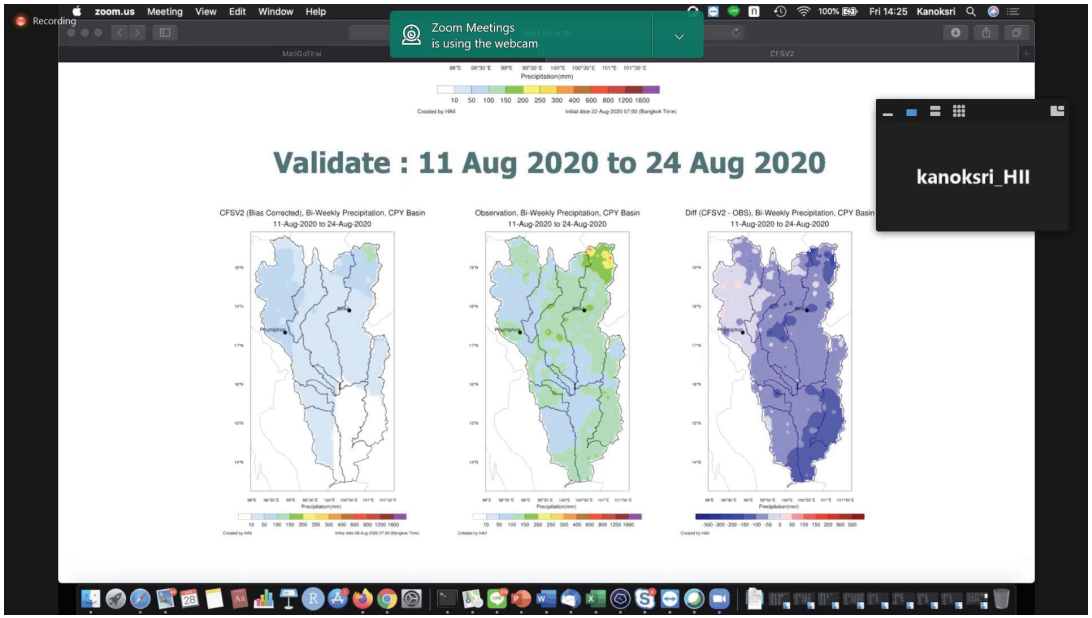

Zoom Meetings
is using the webcam
areeya rittima
Today till October (30/10/2020)
Dr.Chokchai Suthidhu...
Sak Sakulthai
Areeya Rittima
Chaiyapong Theppasit
Corun#1_Results_Before
Corun#2_Results_After_ObsRain
Corun#2_Results_After_ForeRain
READY

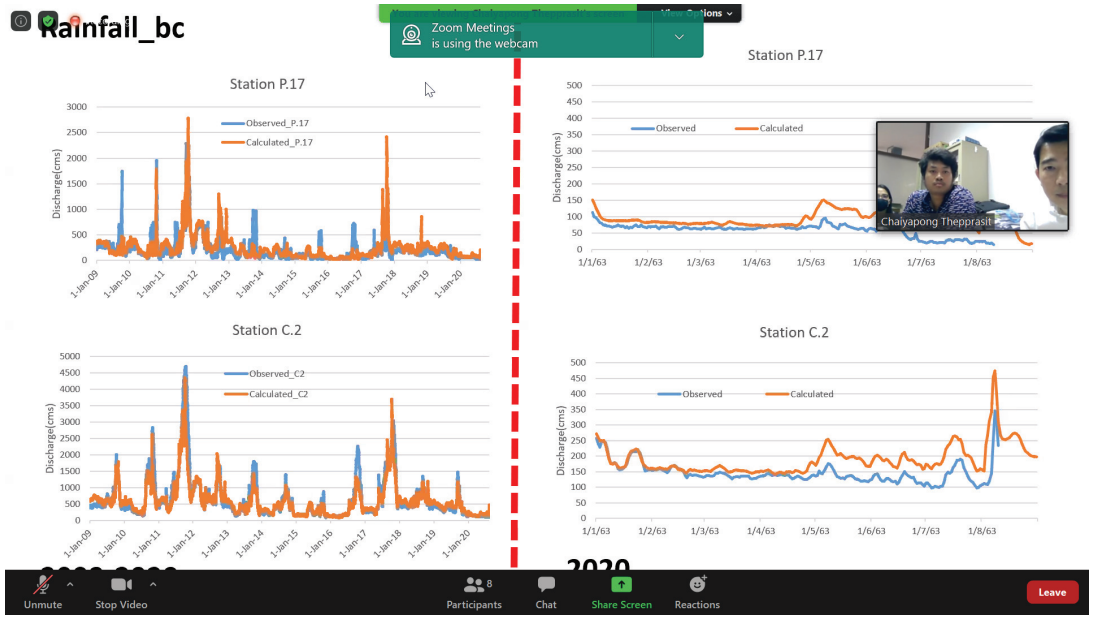

Zoom Meetings
is using the webcam
areeya rittima
Forecasted Inflow 1D
Project Name : An Adaptation Strategy towards Reservoir Re-Operation for Long-Term Water Supply Management of Bhumibol Dam
Investigator : Assoc.Prof.Dr.Areeya Rittima and Mahidol Research Team
Study Period : 30 Aug 2019-19 Aug 2020 (1 Year)
Forecasted Inflow of BB Dam Using Machine Learning (Prepared by Dr.Jidapa)#Corun#1
Dr.Chokchai Suthidhu...
Sak Sakulthai
Areeya Rittima
Chaiyapong Theppasit
Unmute
Stop Video
Participants
Chat
Share Screen
Reactions
Leave

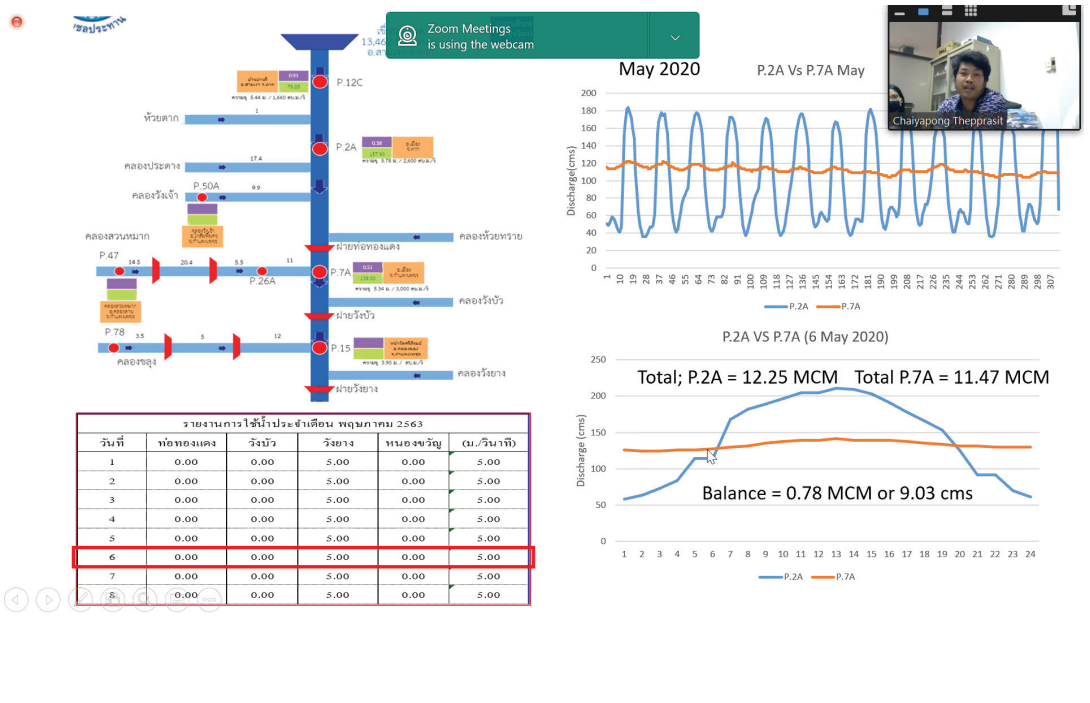

Zoom Meetings
is using the webcam
areeya rittima
Dr.Chokchai Suthidhu...
Sak Sakulthai
Areeya Rittima
Chaiyapong Theppasit
Corun#1_Results_Before
Corun#2_Results_After_ObsRain
Corun#2_Results_After_ForeRain
READY


Zoom Meetings
is using the webcam
Areeya Rittima
Corun#2_Results_After_ObsRain
Corun#2_Results_After_ForeRain
Corun#2_Results_After_TURain
Corun#2_Input

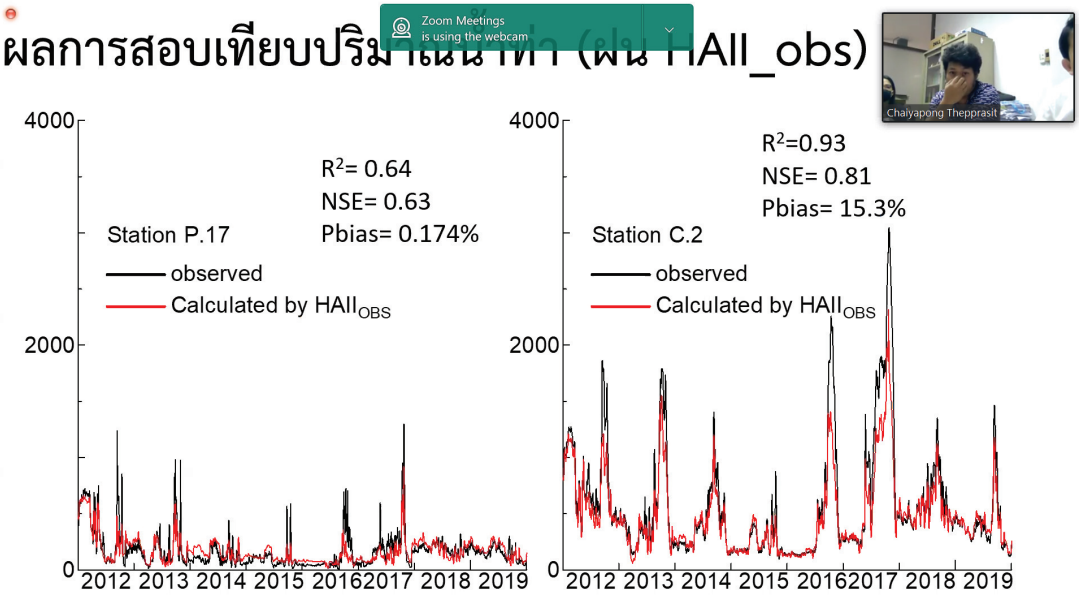

Zoom Meetings
is using the webcam
Areeya Rittima
Corun#2_Results_After_ObsRain
Corun#2_Results_After_ForeRain
Corun#2_Results_After_TURain
Corun#2_Input


Zoom Meetings
is using the webcam
Recording
Validate : 11 Aug 2020 to 24 Aug 2020
kanoksri_HII

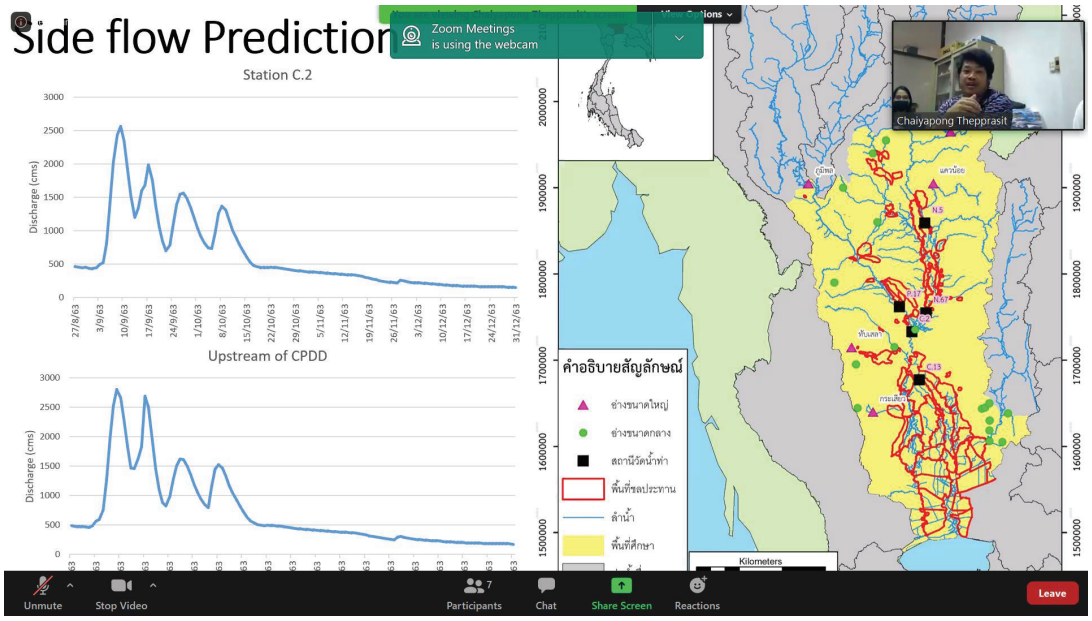

Rainfall_bc
Zoom Meetings
is using the webcam
Station P.17
Observed_P.17
Calculated_P.17
Station C.2
Observed_C2
Calculated_C2
Chaiyapong Thepprasit
Unmute
Stop Video
Participants
Chat
Share Screen
Reactions
Leave

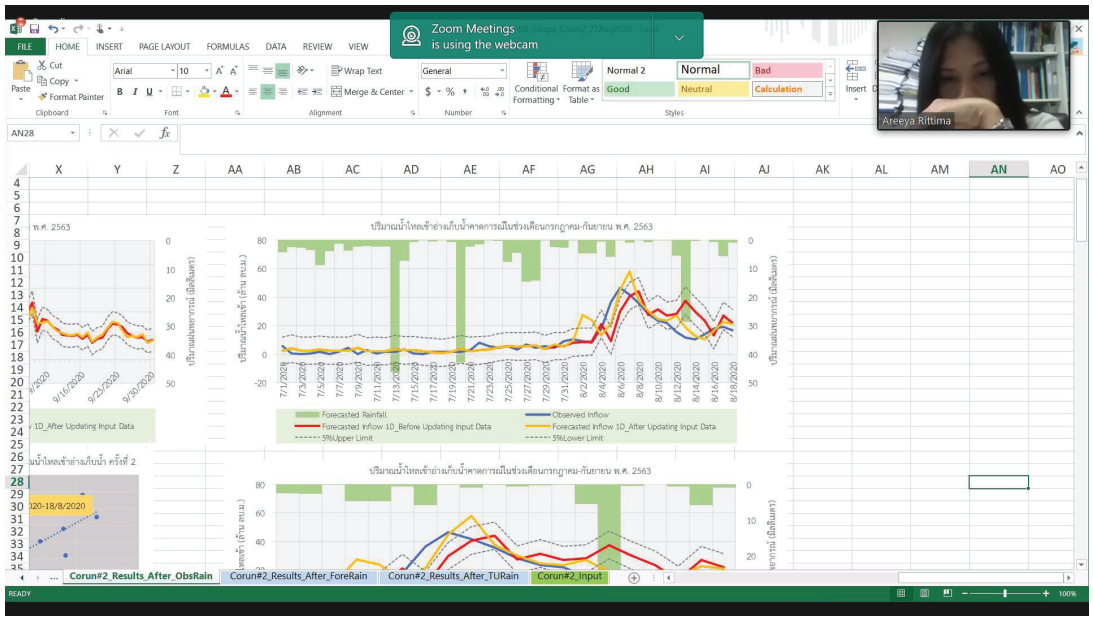


ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า (ฝน HAII_obs)



Side flow Prediction





Zoom Meetings is using the webcam

Areeya Rittima

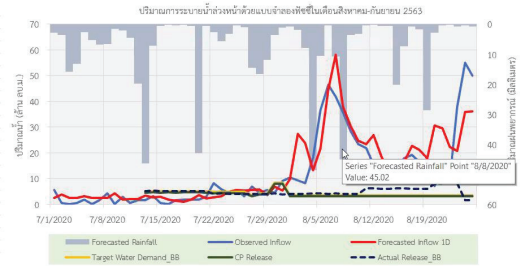
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
7535	7528	8/10/2020	3.64	4136.53	4.07	9120.89	4.94		
7536	7529	8/11/2020	3.64	4151.74	6.24	9138.18	4.93		
7537	7530	8/12/2020	3.64	4160.63	6.13	9151.47	4.93		
7538	7531	8/13/2020	3.64	4165.71	6.03	9159.60	4.93		
7539	7532	8/14/2020	3.64	4169.53	6.03	9165.15	4.93		
7540	7533	8/15/2020	3.64	4177.17	6.10	9172.01	4.93		
7541	7534	8/16/2020	3.64	4188.64	6.07	9182.71	4.92		
7542	7535	8/17/2020	3.64	4201.41	6.04	9195.95	4.92		
7543	7536	8/18/2020	3.64	4211.65	5.96	9208.50	4.93		
7544	7537	8/19/2020	3.64	4216.77	6.05	9217.24	4.93		
7545	7538	8/20/2020	3.64	4215.49	8.01	9221.24	4.93		
7546	7539	8/21/2020	3.64	4220.62	8.08	9226.26	4.92		
7547	7540	8/22/2020	3.64	4221.90	8.11	9232.61	4.92		
7548	7541	8/23/2020	3.64	4251.46	8.08	9242.40	4.92		
7549	7542	8/24/2020	3.64	4304.49	1.57	9262.43	4.93		
7550	7543	8/25/2020	3.64	4352.71	1.49	9286.57	4.93		
7551	7544	8/26/2020	3.64			9320.47	4.93	Today's Storage	Diff
7552	7545	8/27/2020	3.64			9355.91	4.93	4413	4942.91
7553	7546	8/28/2020	3.64			9388.40	4.93		
7554	7547	8/29/2020	3.64			9421.67	4.93		
7555	7548	8/30/2020	3.64			9452.11	4.92		
7556	7549	8/31/2020	3.64			9493.63	4.93		
7557	7550	9/1/2020	3.38			9557.18	4.93		
7558	7551	9/2/2020	3.38			9630.84	4.93		
7559	7552	9/3/2020	3.38			9696.56	4.94		
7560	7553	9/4/2020	3.38			9754.54	4.94		
7561	7554	9/5/2020	3.38			9799.46	4.93		
7562	7555	9/6/2020	3.38			9839.90	4.93		
7563	7556	9/7/2020	3.38			9872.77	4.93		
7564	7557	9/8/2020	3.38			9903.03	4.93		
7565	7558	9/9/2020	3.38			9937.03	4.93		
7566	7559	9/10/2020	3.38			9961.21	4.93		

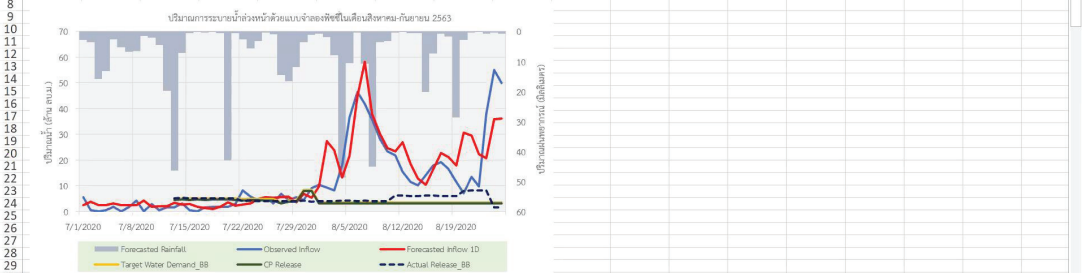
Corun2 | Fuzzy_1_1_2000_to_19_8_2020 | Fuzzy_1_11_2019_to_19_8_2020

READY

Unmute | Stop Video | Participants | Chat | Share Screen | Reactions | Leave

	H	I	J
6	Not received	Updated_Corun2	Updated_Corun2
7	Satellite Demand_BB & SK	CP Release_13/7/2020-30/9/2020	Actual Release_BB_26/8/2020
20	NA	4.51	5.02
21	NA	4.65	5.21
22	NA	4.51	5.02
23	NA	4.53	5.05
24	NA	4.48	4.99
25	NA	4.56	5.06
26	NA	4.60	5.15
27	NA	4.53	5.05
28	NA	4.52	5.04
29	NA	4.29	4.07
30	NA	4.32	4.10
31	NA	4.31	4.08
32	NA	4.27	4.06



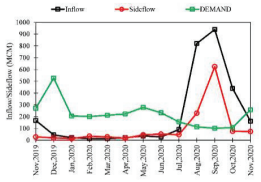


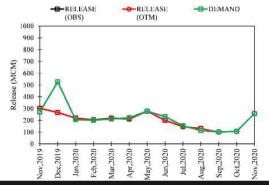
Corun2

READY

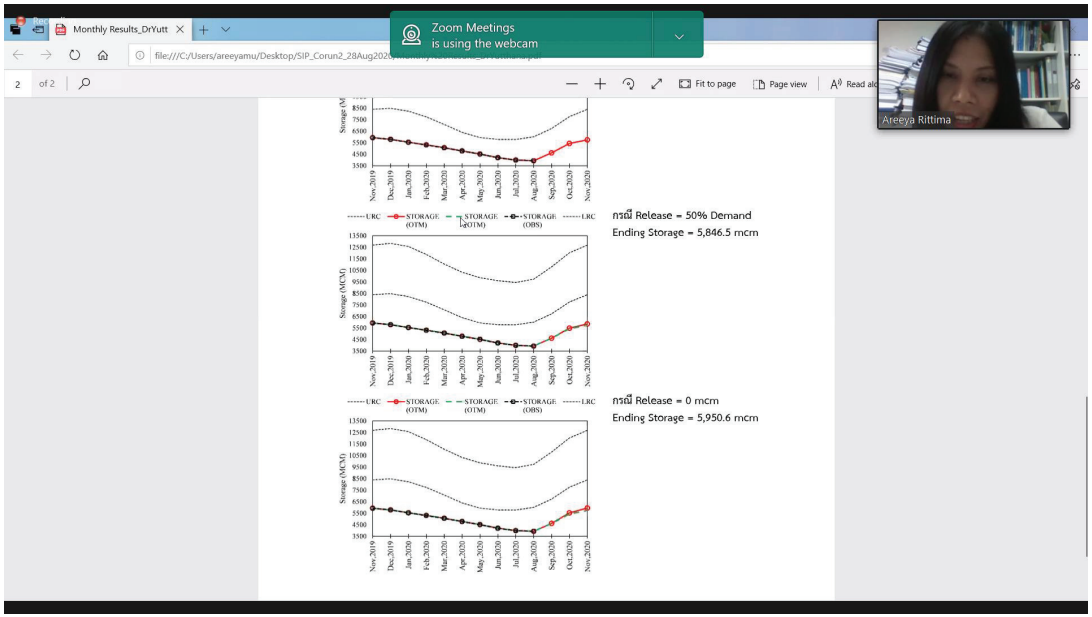
Monthly Results_DrYutt

file:///C:/Users/areeyamu/Desktop/SIP_Corun2_28Aug2020



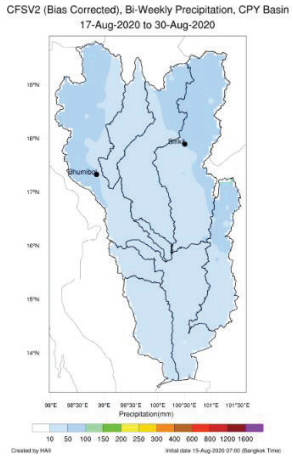


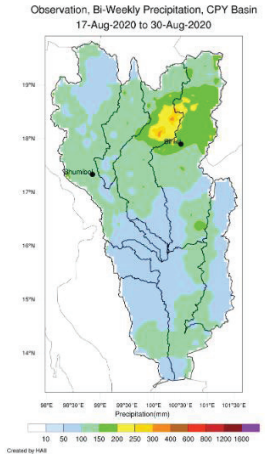
Unmute | Stop Video | Participants | Chat | Share Screen | Reactions | Leave

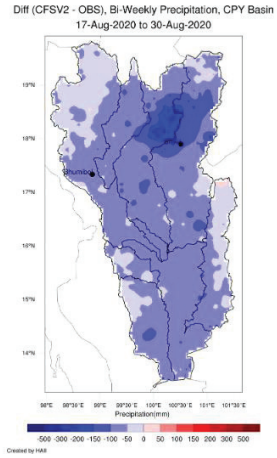

Monthly Results_DrYutt
Zoom Meetings
is using the webcam
Areeya Rittima
Fit to page
Page view
Storage (MCM)
URC
STORAGE (OTM)
STORAGE (OTM)
STORAGE (OBS)
LRC
กรณี Release = 50% Demand
Ending Storage = 5,846.5 mcm
กรณี Release = 0 mcm
Ending Storage = 5,950.6 mcm

3 กันยายน 2563

Validate : 17 Aug 2020 to 30 Aug 2020







มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University

CO-RUN

ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-3/9/2020

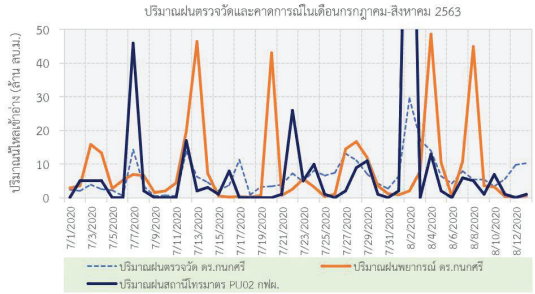
Total Rainfall	Observed Rainfall (mm)	Forecasted Rainfall_ 3 Days (mm)	Forecasted Rainfall_ 4 Weeks (mm)	Forecasted Rainfall_ 6 Months (mm)
(mm)	Upper Ping	Upper Ping	Upper Ping	Upper Ping
July	158.82	NA	244.95	NA
August	215.27	203.02	236.24	146.37
September	NA	NA	82.63	241.88
October	NA	NA	NA	55.28
November	NA	NA	NA	64.40
December	NA	NA	NA	40.33
January	NA	NA	NA	52.70

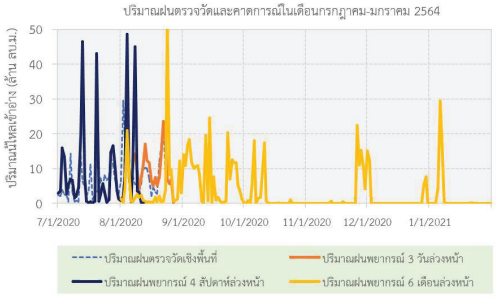
You are viewing Areeya Rittima's screen
View Options

มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University

CO-RUN

ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-3/9/2020

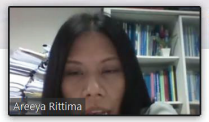




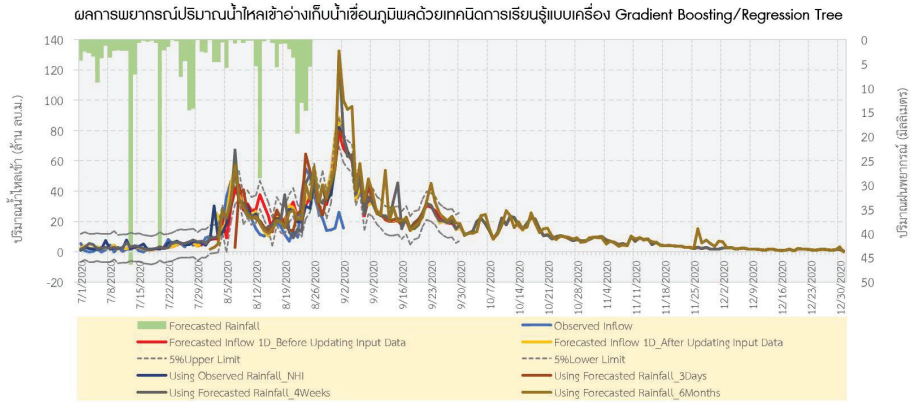
Mute
Start Video
Participants
Chat
Share Screen
Reactions
Leave

มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University

CO-RUN

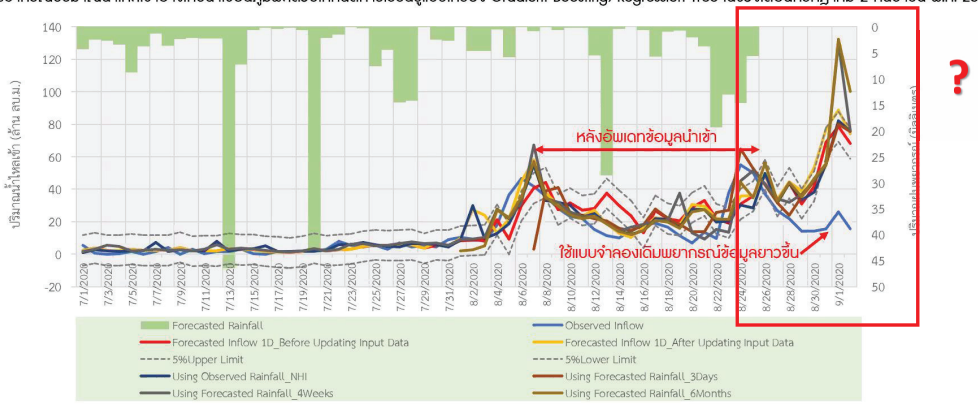


ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-2/9/2020

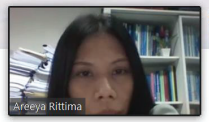


ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-2/9/2020

ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง Gradient Boosting/Regression Tree ในช่วงเดือนกรกฎาคม-2 กันยายน พ.ศ. 2563

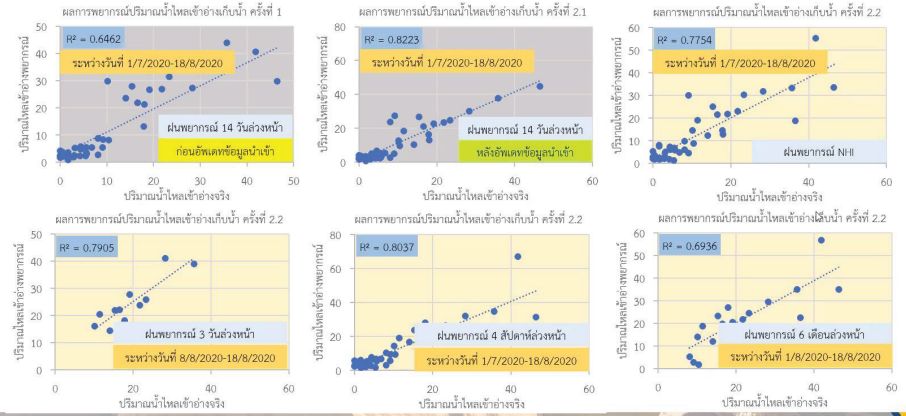


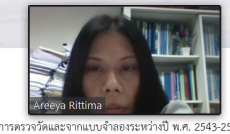
?



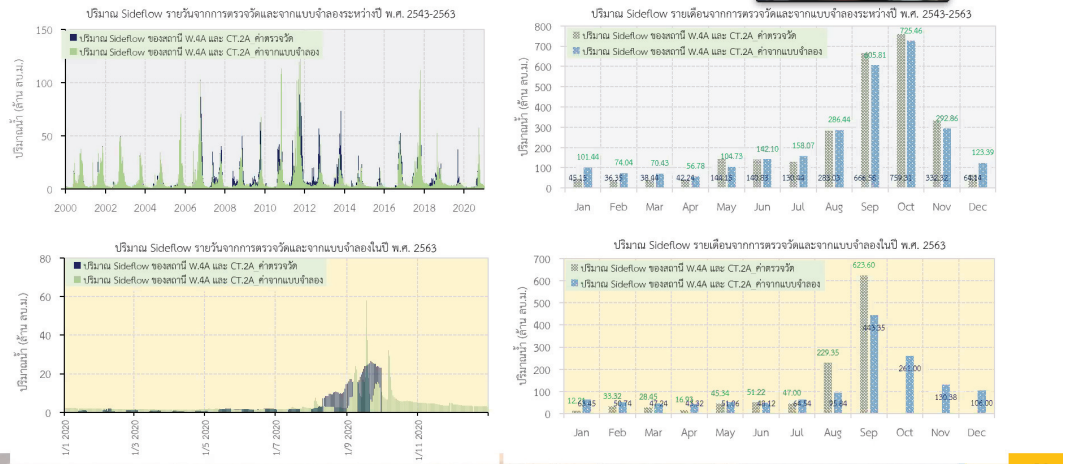
ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-2/9/2020

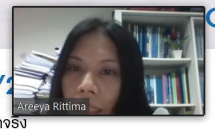
ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง Gradient Boosting/Regression Tree ในช่วงเดือนกรกฎาคม-2 กันยายน พ.ศ. 2563



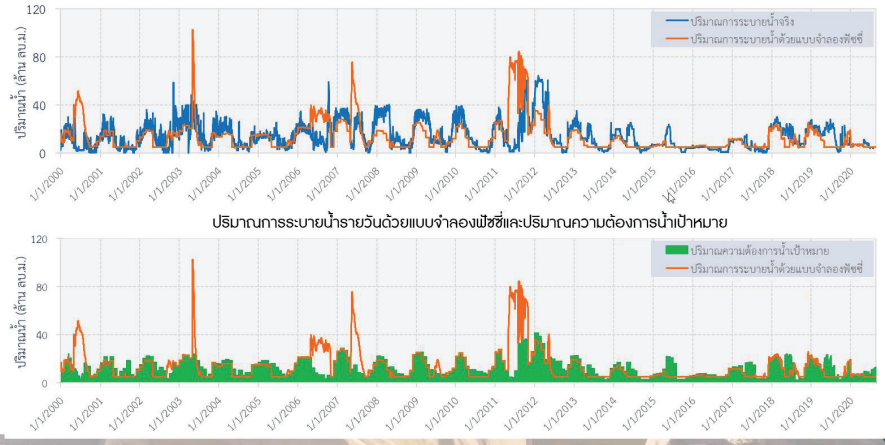


ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-2/9/2020





ผลการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลองฟัซซี่ : จำลองระยะยาว 1/1/2

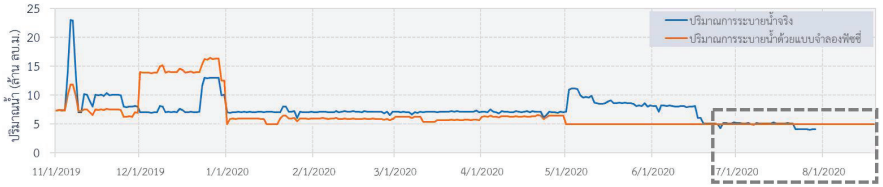


มหาวิทยาลัยมหิดล
Mahidol University

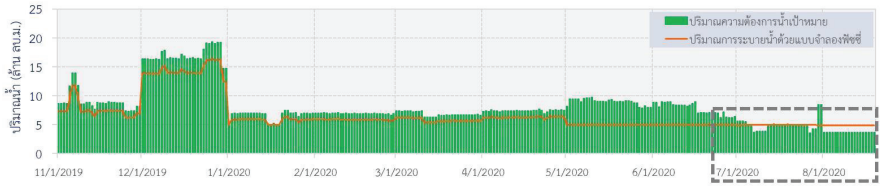
CO-RUN

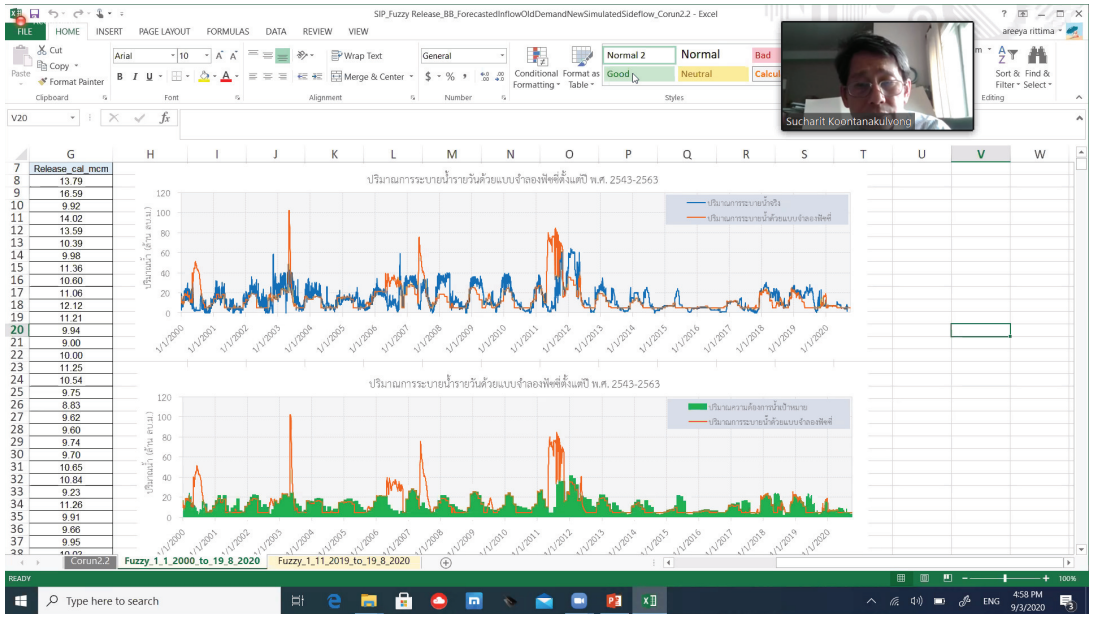
ผลการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลองฟัซซี่ : จำลองระยะสั้น 1/11/

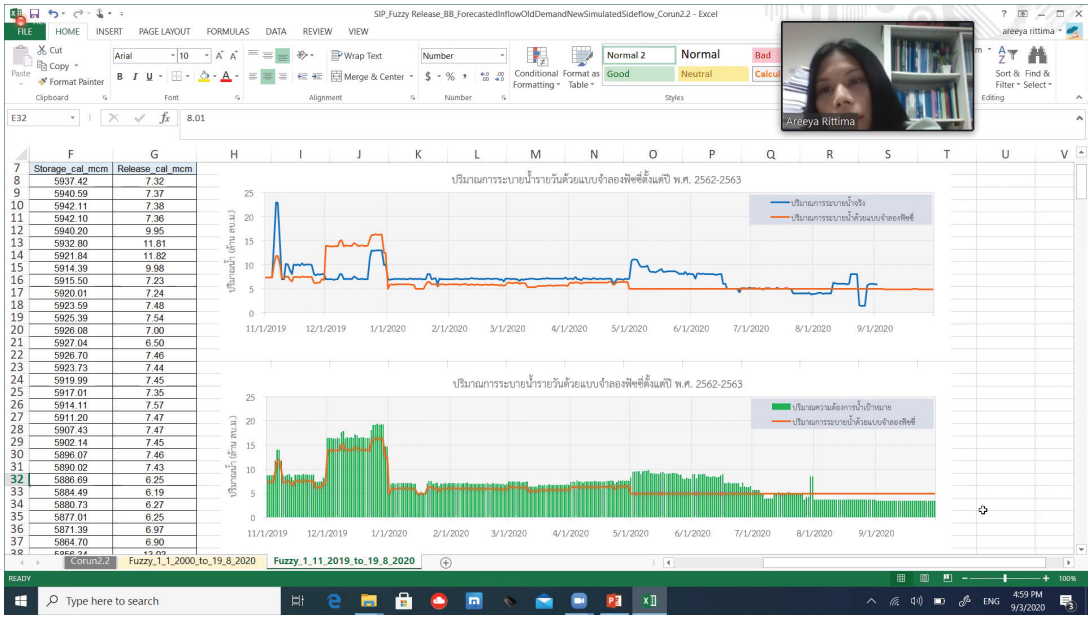
ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลองฟัซซี่และปริมาณการระบายน้ำจริง

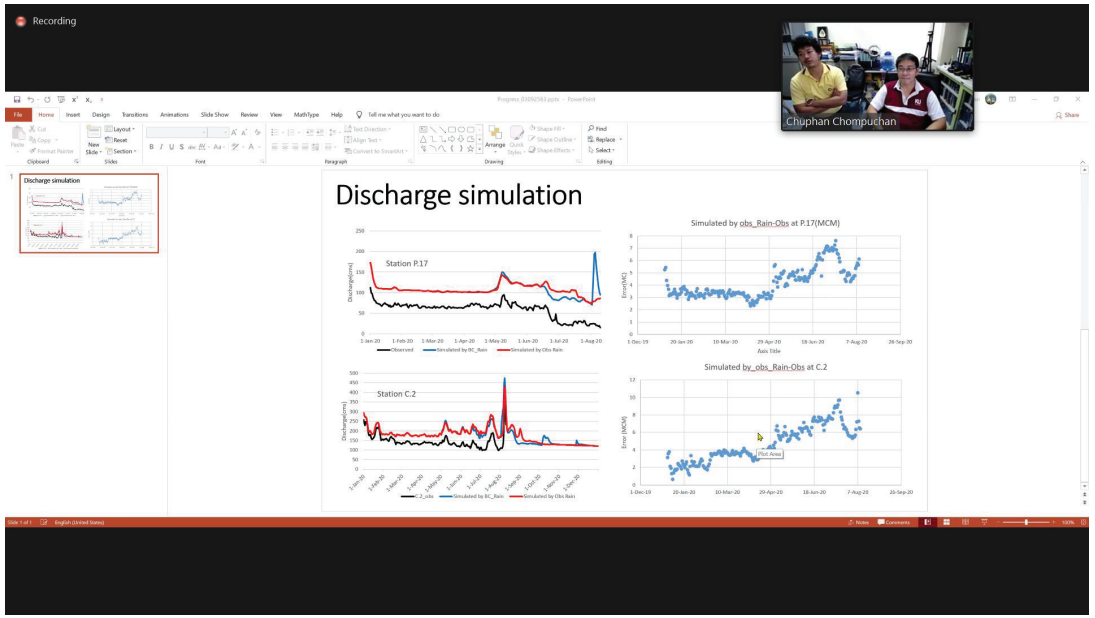


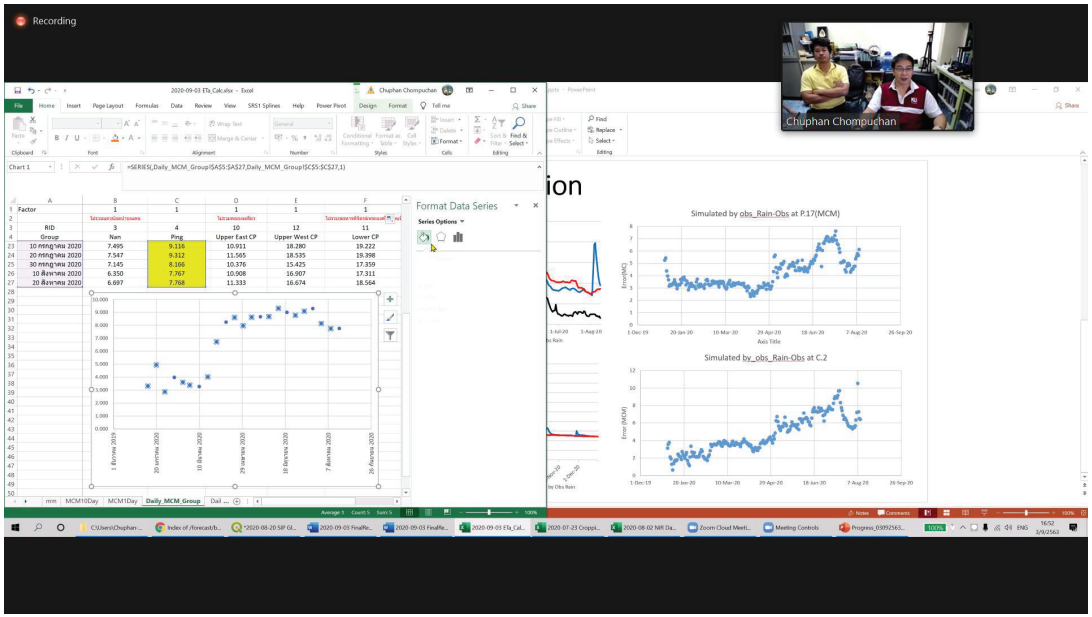
ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลองฟัซซี่และปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมาย



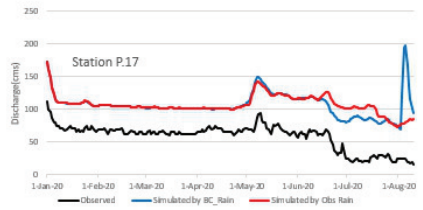


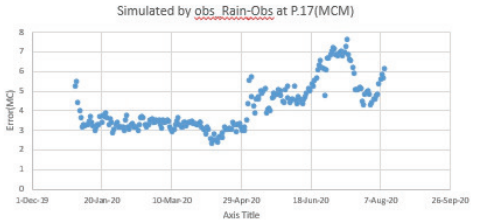


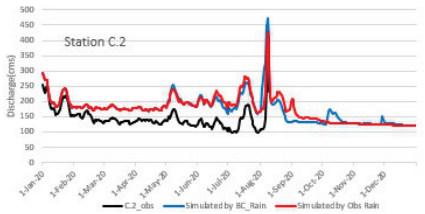


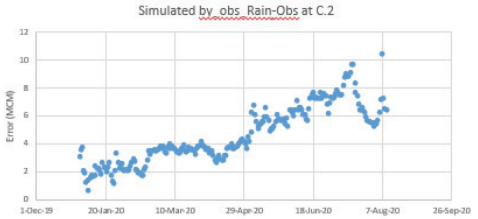


Discharge simulation









11 กันยายน 2563

ผลการทดสอบ CO-RUN ในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล 13/7/2020-30/9/2020

โครงการวิจัยเข็มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

รศ.ดร.อารียา ฤทธิมา
ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
กรมชลประทาน สามเสน
E-mail: areeya.rit@mahidol.ac.th
11 กันยายน 2563

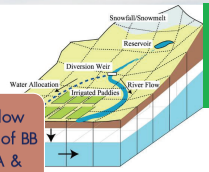
คณะนักวิจัย

โครงการวิจัยเข็มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม

สุจริต คูณธนกุลวงศ์
ประธานแผนงานยุทธศาสตร์เป้าหมาย โครงการวิจัยเข็มมุ่ง สำนักประสานงานวิจัยการจัดการน้ำเชิงยุทธศาสตร์ สกสว.

คณะนักวิจัย

การเชื่อมโยงงานวิจัยในแผนงานวิจัยที่ 3

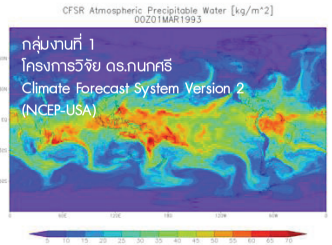


กลุ่มงานที่ 3
โครงการวิจัย ผศ.ดร.ไชยาพงษ์
Distributed Water Circulation Model Incorporating Agricultural Water Use (DWCM-AgWU)

Localized Flow Downstream of BB Dam (W.4A & Ct.2)

Satellite-Based Agricultural Water Demand

Predicted Rainfall at Lead time 14 Days



กลุ่มงานที่ 1
โครงการวิจัย ดร.กนกศรี
Climate Forecast System Version 2 (NCEP-USA)

RESERVOIR DATA 2019-2020 [EGAT]

RESERVOIR RE-OPERATION

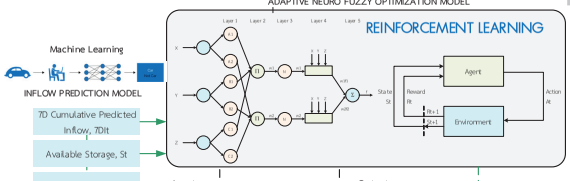
TEST RUN : DAY TO DAY OPERATION

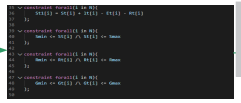
ส่งต่อข้อมูล กลุ่มงานที่ 4 & 8

การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำรูปแบบใหม่ (Reservoir Re-Operation)

Predicted Rainfall at Lead time 14 Days (Dr.Kanoksri)

INFLOW PREDICTION MODEL WITH MACHINE LEARNING



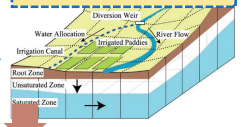


STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL

1 CONVENTIONAL FUZZY MODEL & REINFORCEMENT LEARNING & ADAPTIVE NEURO FUZZY OPTIMIZATION MODEL (ANFIS)

Satellite-Based Agricultural Water Demand (Dr.ChuPhan)

Localized Flow Downstream of BB Dam (W.4A & Ct.2) (Dr.Chaiyapong)



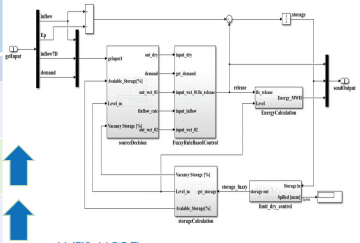
2 STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL (CP)

RESERVOIR RE-OPERATION TECHNIQUES : CONVENTIONAL FUZZY MODEL & ANFIS with RL

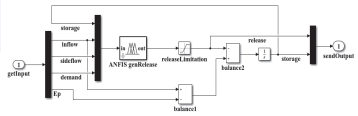
กรณี	ผลการจำลองระบบ	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น/ลดลง[1/] (%Active Storage)			
		พฤศจิกายน	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	กรณีกำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)	+6.09	+18.37	+11.57	+14.70
2	กรณีปรับลดพื้นที่เพาะปลูกของโครงการเจ้าพระยาใหญ่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555–2561	+9.86 (Δ3.77)[2/]	+24.50 (Δ6.13)[2/]	+16.13 (Δ4.56)[2/]	+19.98 (Δ5.28)[2/]
3	กรณีพิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A ในการกำหนดการระบายน้ำจากเขื่อนภูมิพล & กำหนดปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ.[3/]	+14.55 (Δ8.46)[2/]	+25.69 (Δ7.32)[2/]	+19.37 (Δ7.80)[2/]	+22.28 (Δ7.58)[2/]

หมายเหตุ : [1/] เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเก็บกักจริงระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561
[2/] ผลต่างคำนวณจากการเปรียบเทียบกับกรณี 1
[3/] ยังเกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2554

CONVENTIONAL FUZZY MODEL



ANFIS MODEL



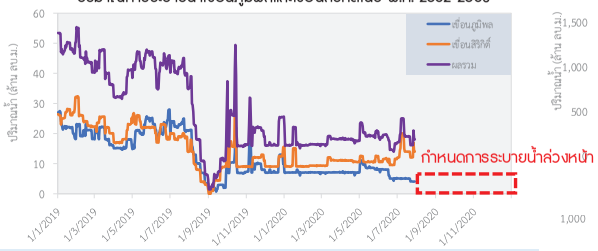
RESERVOIR RE-OPERATION TECHNIQUES : STOCHASTIC CONSTRAINT PROGRAMMING MODEL

กรณี	ผลการจำลองระบบ	เปอร์เซ็นต์ปริมาณน้ำเก็บกักที่เพิ่มขึ้น/ลดลง[1/] (%Active Storage)			
		พฤศจิกายน	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รายปี
1	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายปี & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)[3/]	+7.94	+14.00	+10.36	+12.03
2	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายฤดูกาล & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง)[3/]	+7.10 (Δ-0.84)[2/]	+12.93 (Δ-1.07)[2/]	+9.41 (Δ-0.95)[2/]	+11.03 (Δ-1.00)[2/]
3	กรณีกำหนดสมการข้อจำกัดรายปี & ปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมายตามแผนการจัดสรรน้ำของ กฟผ. (สภาพจริง) & พิจารณาปริมาณ Sideflow สถานี W.4A[3/]	+10.49 (Δ2.55)[2/]	+17.67 (Δ3.67)[2/]	+13.12 (Δ2.76)[2/]	+15.21 (Δ3.18)[2/]

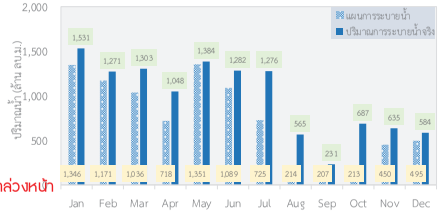
หมายเหตุ : [1/] เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเก็บกักจริงระหว่างปี พ.ศ. 2543–2561
[2/] ผลต่างคำนวณจากการเปรียบเทียบกับกรณี 1
[3/] ยังเกิดการไหลล้นอ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2554

แผนการจัดสรรน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ปี 2562 & 2563

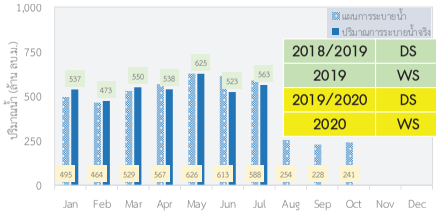
ปริมาณการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ในปี พ.ศ. 2562-2563



แผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำจริงในปี พ.ศ. 2562



แผนการระบายน้ำและปริมาณการระบายน้ำจริงในปี พ.ศ. 2563



2018/2019	DS	6,500
2019	WS	3,800
2019/2020	DS	3,000
2020	WS	2,550

ประเด็นสำคัญ :
- ปริมาณการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลน้อยกว่าเขื่อนสิริกิติ์ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2563
- ปริมาณการระบายน้ำจริงของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์สูงกว่าแผนการจัดสรรน้ำ +92.14 ล้าน ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2563 (มกราคม-กันยายน) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเดือนสิงหาคมมีการระบายน้ำจริงสูงกว่าแผนการจัดสรรน้ำ +166.16 ล้าน ลบ.ม.
- ปริมาณน้ำไหลเข้าสะสมเขื่อนภูมิพล 964.67 ล้าน ลบ.ม. และเขื่อนสิริกิติ์ 3,000.37 ล้าน ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2563 (มกราคม-กันยายน)

สถานการณ์น้ำเขื่อนภูมิพล : 1/1/2020-9/9/2020

Month	2020 Plan	2020 Actual	Difference Actual-Release
Jan	495	537	42.24
Feb	464	473	8.57
Mar	529	550	20.77
Apr	567	538	-29.20
May	626	625	-0.73
Jun	613	523	-90.33
Jul	588	563	-25.34
Aug	254	420	166.16
Sep	228		
Oct	241		
Nov			
Dec			
Total	4,605	4,228	
	Jan-Jul	Jan-Jul	
	3,882	3,808	-74.02
	Jan-Aug	Jan-29Aug	
	4,136	4,228	92.14

Water Allocation Plan Requested by RID		
2018/2019	DS	6,500
2019	WS	3,800
2019/2020	DS	3,000
2020	WS	2,550
Cumulative Inflow (MCM)_2 Sep 2020		
BB		964.67
SK		3,000.37
Water Storage (MCM)_2 Sep 2020		
BB		4,483.44
SK		4,975.34
Active Storage (%)_2 Sep 2020		
BB		7.07 (683.44 MCM)
SK		31.91 (2,125.34 MCM)
Today's Inflow & Release_9 Sep 2020		
BB	7.69	6.02
SK	64.55	10.99

ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-30/9/2020

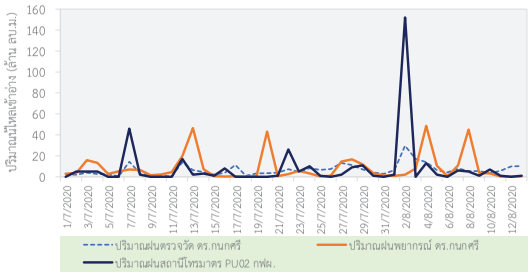
ผลการพยากรณ์ปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน

Monthly Rainfall (mm)	Observed Rainfall_ (mm)	Forecasted Rainfall_ 3 Days (mm)	Forecasted Rainfall_ 4 Weeks (mm)	Forecasted Rainfall_ 6 Months (mm)
River Basin	Upper Ping	Upper Ping	Upper Ping	Upper Ping
July	158.82	NA	244.95	NA
August	215.27	203.02	236.24	146.37
September	NA	NA	82.63	241.88
October	NA	NA	NA	55.28
November	NA	NA	NA	64.40
December	NA	NA	NA	40.33
January	NA	NA	NA	52.70

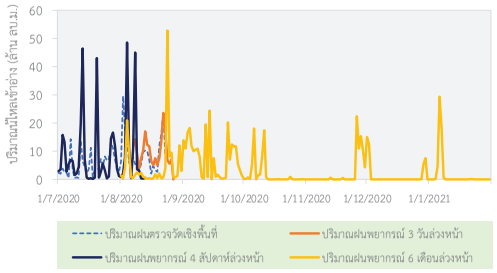
ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-30/9/2020

ผลการพยากรณ์ปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน

ปริมาณฝนตรวจวัดและคาดการณ์ในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม 2563

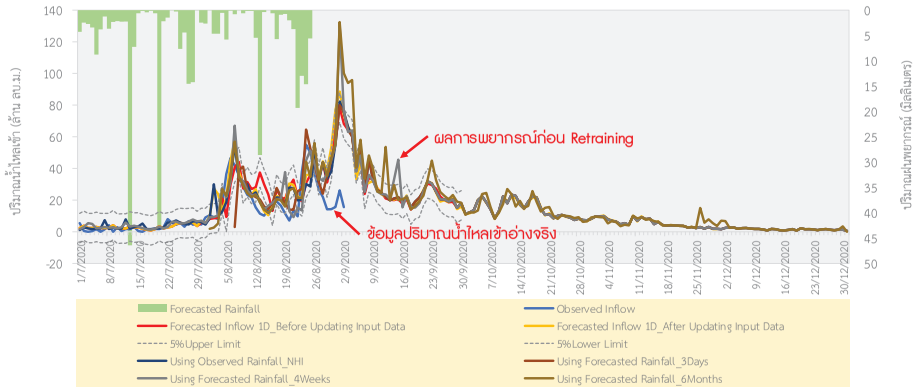


ปริมาณฝนตรวจวัดและคาดการณ์ในเดือนกรกฎาคม-มกราคม 2564



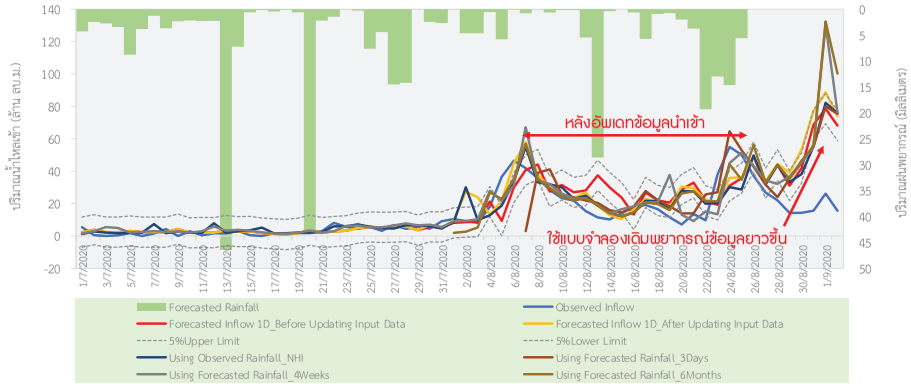
ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-30/9/2020

ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง Gradient Boosting/Regression Tree



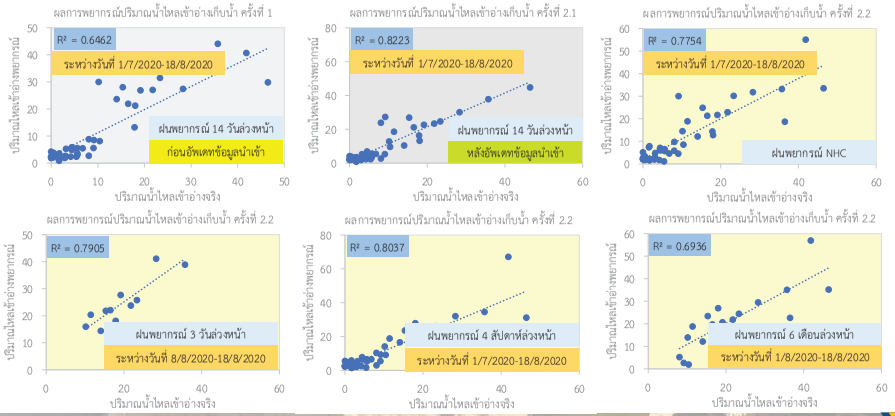
ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-2/9/2020

ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง Gradient Boosting/Regression Tree ในช่วงเดือนกรกฎาคม-2 กันยายน พ.ศ. 2563



ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเชื่อนภูมิพล : 13/7/2020-2/9/2020

ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง Gradient Boosting/Regression Tree ในช่วงเดือนกรกฎาคม-2 กันยายน พ.ศ. 2563

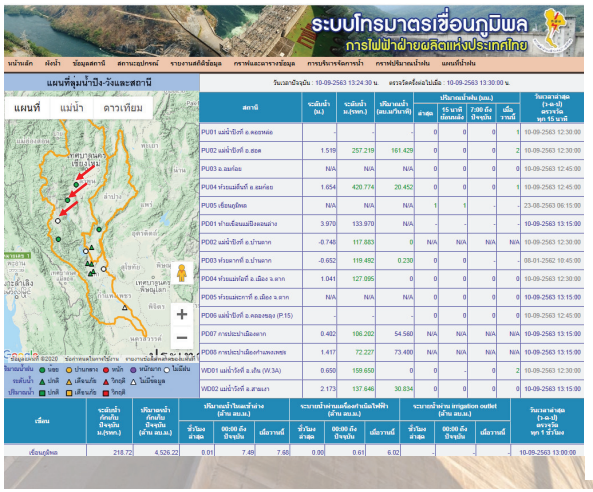


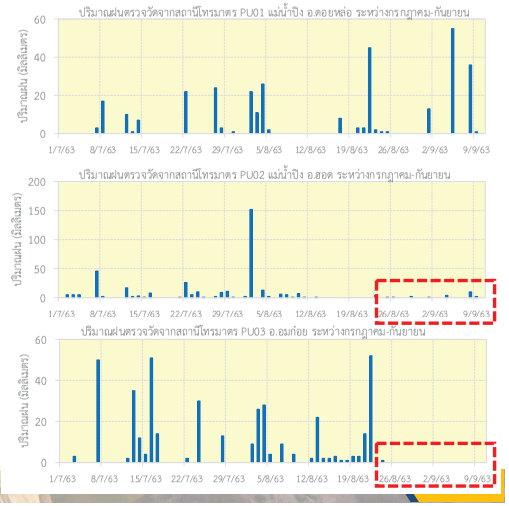
ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเชื่อนภูมิพล : 13/7/2020-30/9/2020

เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนและข้อมูลฝนสถานีตรวจวัดโทรมาตร

Total Rainfall	Observed Rainfall (mm)	Forecasted Rainfall_3 Days (mm)	Forecasted Rainfall_4 Weeks (mm)	Forecasted Rainfall_6 Months (mm)	Telemetering Rainfall (mm)		
(mm)	Upper Ping	Upper Ping	Upper Ping	Upper Ping	PU01	PU02	PU03
Jul-20	158.82	NA	244.95	NA	88.00	160.00	216
Aug-20	215.27	203.02	236.24	146.37	124.00	198.00	186.00
Sep-20	NA	NA	82.63	241.88	105.00	17.00	0
Oct-20	NA	NA	NA	55.28	NA	NA	NA
Nov-20	NA	NA	NA	64.40	NA	NA	NA
Dec-20	NA	NA	NA	40.33	NA	NA	NA
Jan-20	NA	NA	NA	52.70	NA	NA	NA

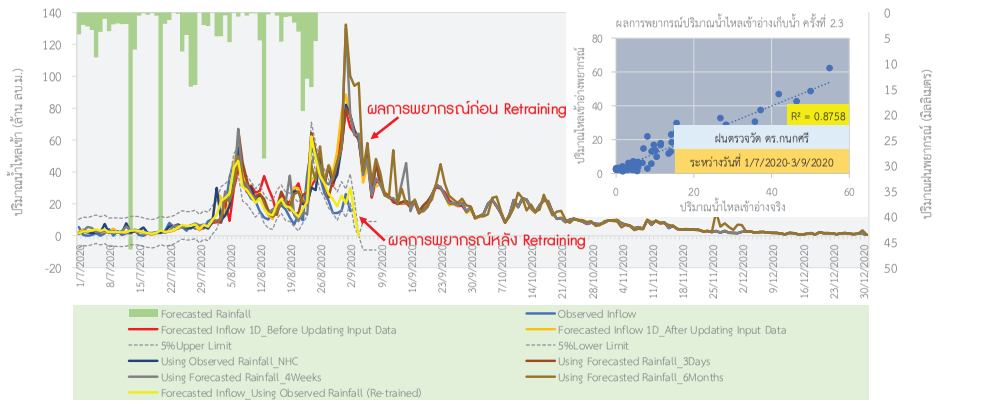
ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเชื่อนภูมิพล : 13/7/2020-3/9/2020





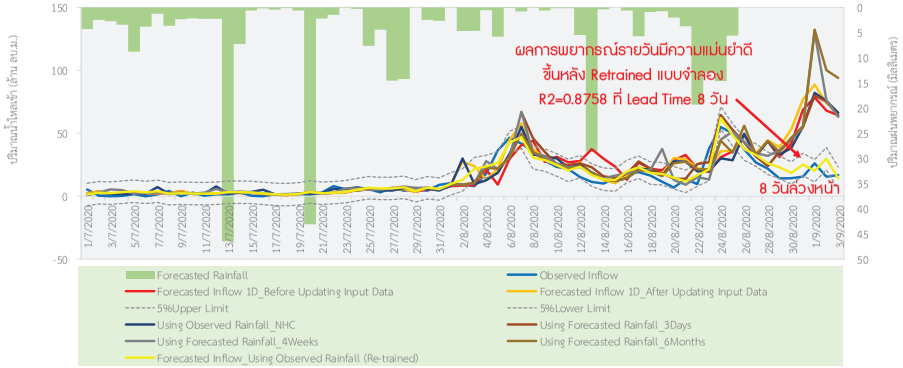
ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเชื่อนภูมิพล : 13/7/2020-3/9/2020-Retrained

ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง Gradient Boosting/Regression Tree ในช่วงเดือนกรกฎาคม-3 กันยายน พ.ศ. 2563



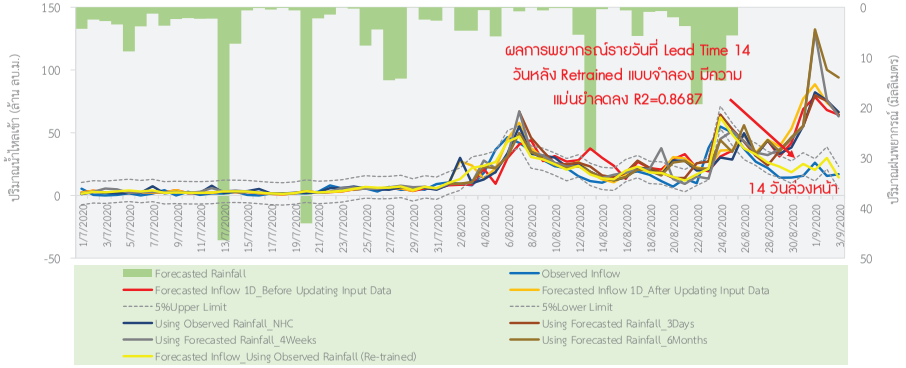
ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-3/9/2020-Retrained

ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง Gradient Boosting/Regression Tree ในช่วงเดือนกรกฎาคม-3 กันยายน พ.ศ. 2563



ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-9/9/2020-Retrained

ผลการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบเครื่อง Gradient Boosting/Regression Tree ในช่วงเดือนกรกฎาคม-9 กันยายน พ.ศ. 2563



เปรียบเทียบประสิทธิผลของการพยากรณ์ที่ Lead Time 1-14 วัน หลัง Retraining แบบจำลอง

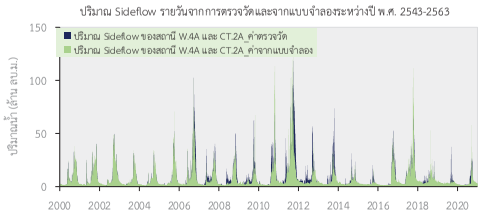
Lead Time (Days)	8	14	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
R-Squared	0.8758	0.8687	0.9023	0.9024	0.8979	0.8974	0.8925	0.8892	0.8772	0.8758	0.8749	0.8750	0.8733	0.8703	0.8702	0.8687
NSE	0.8585	0.8428	0.8943	0.8934	0.8867	0.8852	0.8774	0.8763	0.8589	0.8585	0.8563	0.8561	0.8526	0.8472	0.8462	0.8428
RMSE	0.6283	0.6064	0.6014	0.5956	0.6040	0.5981	0.6083	0.6058	0.6368	0.6283	0.6237	0.6149	0.6130	0.6151	0.6085	0.6064
Max. Error (MCM)	5.8325	5.8325	-5.9043	-4.2874	-4.2874	-4.1853	-4.1853	5.8325	5.8325	5.8325	5.8325	5.8325	5.8325	5.8325	5.8325	5.8325
Diff. of R-Squared				0.0001	-0.0043	-0.0049	-0.0097	-0.0130	-0.0251	-0.0264	-0.0274	-0.0273	-0.0290	-0.0319	-0.0321	-0.0335

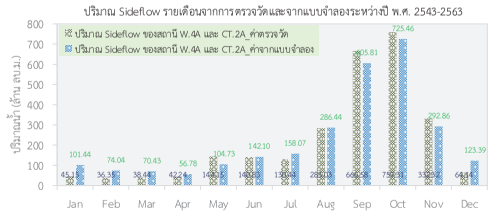
ประเด็นสรุปจากแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ :

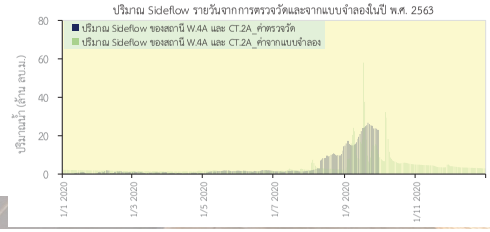
- การอัพเดทข้อมูลนำเข้าโดยใช้ข้อมูลนำเข้าตรวจวัดให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำขึ้น
- การ Retraining แบบจำลองทุก 7 วัน ให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำขึ้นทั้งรูปแบบของข้อมูลพยากรณ์และค่าขนาดของข้อมูลพยากรณ์
- ประสิทธิผลของการพยากรณ์ที่ Lead Time มากขึ้น ทำให้ผลการพยากรณ์มีความแม่นยำน้อยลงซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี โดยค่า Lead Time ที่แนะนำอยู่ในช่วง 1-7 วัน ซึ่งทำให้ค่า R-Squared ลดลงระหว่างถึง -0.0251
- การใช้ฝนพยากรณ์ล่วงหน้า 14 วัน ให้ค่าประสิทธิผลของการพยากรณ์ในรูป R-Squared ดีกว่าฝนพยากรณ์ในลักษณะอื่น ๆ (3 วัน/2 สัปดาห์/6 เดือน- ช่วงความยาวของข้อมูลต่างกันอาจส่งผลต่อค่าประสิทธิผลของการพยากรณ์)

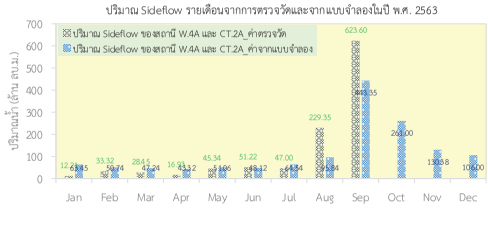
ข้อมูลนำเข้าในการบริหารจัดการน้ำเขื่อนภูมิพล : 13/7/2020-2/9/2020

ปริมาณ Sideflow จากการตรวจวัดและจากแบบจำลอง DWCM



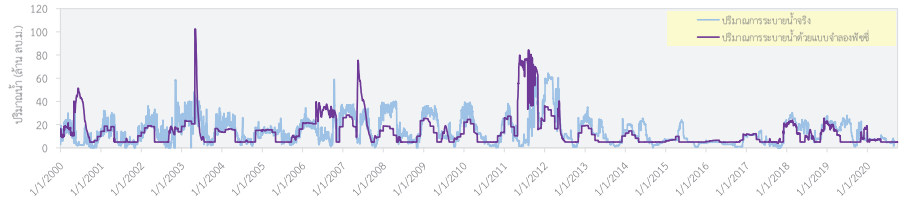




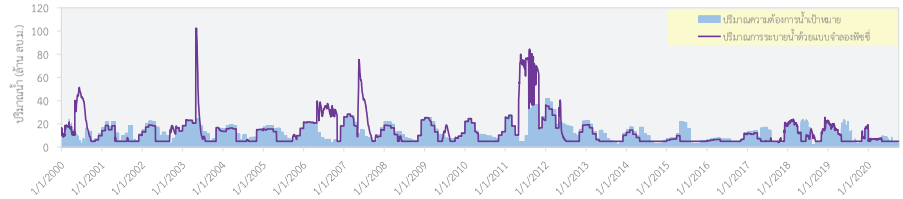


ผลการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลองฟัซซี่ : จำลองระยะยาว 1/1/2020-30/9/2020

ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลองฟัซซี่และปริมาณการระบายน้ำจริง

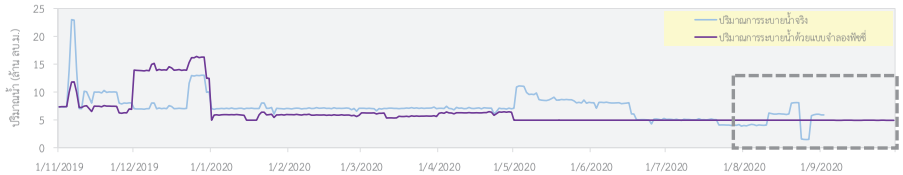


ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลองฟัซซี่และปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมาย

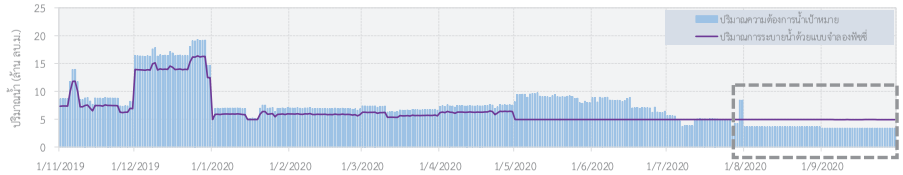


ผลการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลองฟัซซี่ : จำลองระยะสั้น 1/11/2019-30/9/2020

ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลองฟัซซี่และปริมาณการระบายน้ำจริง

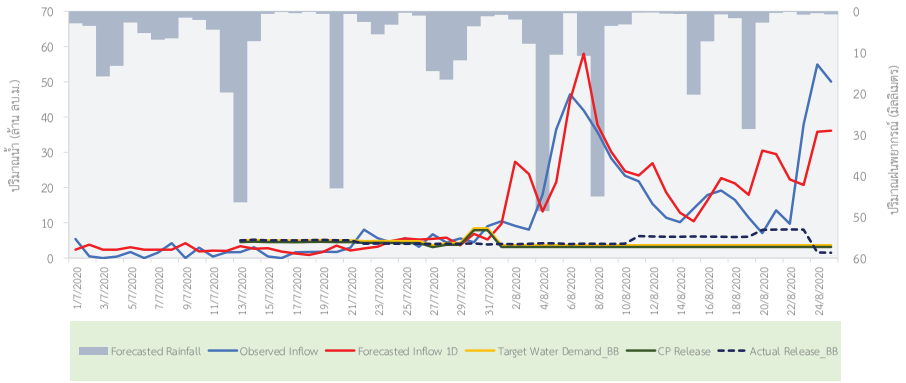


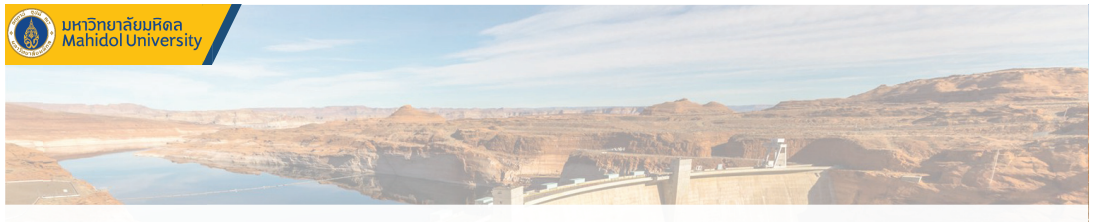
ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลองฟัซซี่และปริมาณความต้องการน้ำเป้าหมาย



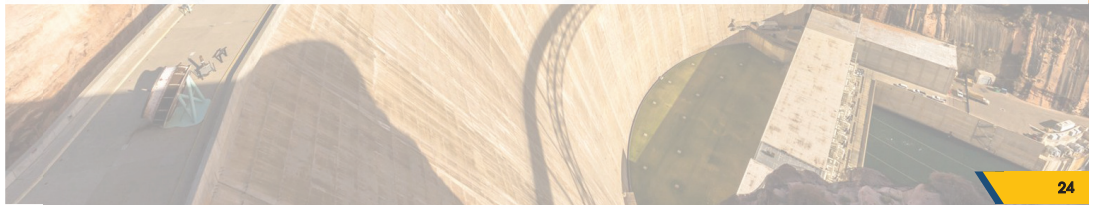
ผลการระบายน้ำเขื่อนภูมิพลล่วงหน้าด้วยแบบจำลอง CP : จำลองระยะสั้น 13/7/2019-30/9/2020

ปริมาณการระบายน้ำรายวันด้วยแบบจำลอง CP และปริมาณการระบายน้ำจริง





ขอขอบคุณ



11 กันยายน 2563

“การพัฒนาระบบการจัดการน้ำบาดาลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบการบริหารจัดการน้ำร่วมกับน้ำผิวดิน”

รศ.ดร.ทวนทัน กิจไพศาลสกุล (หัวหน้าโครงการ)
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะนักวิจัย

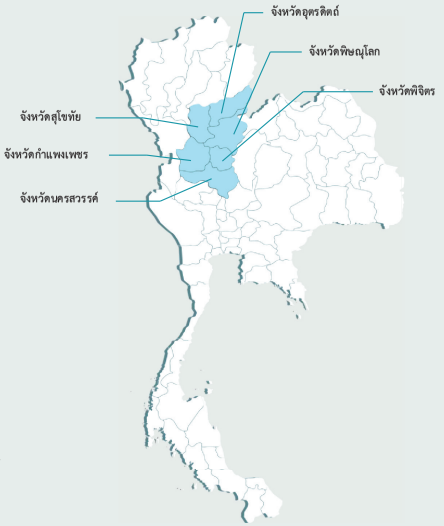
1. ผศ.ดร.ปิยธิดา เรืองรัศมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ดร.โชคชัย สุทธิธรรมจิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. รศ.ดร. พัชรศักดิ์ อาลัย ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
4. คุณวาสนา สาทถาพร สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
5. คุณพรอุษา อุดมศิลป์ สำนักสำรวจและประเมินศักยภาพน้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
6. คุณชัญญานุช นันทิพัฒน์วงศ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. คุณสาวิตรี หล้าเรือง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พื้นที่ศึกษา

ประกอบด้วยพื้นที่ 6 จังหวัด
ในบริเวณภาคกลางตอนบน ได้แก่

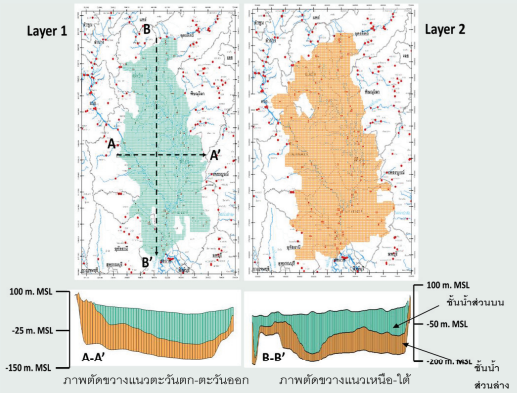
1. จังหวัดอุตรดิตถ์
2. จังหวัดสุโขทัย
3. จังหวัดพิษณุโลก
4. จังหวัดพิจิตร
5. จังหวัดกำแพงเพชร และ
6. จังหวัดนครสวรรค์

ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 47,986 ตารางกิโลเมตร

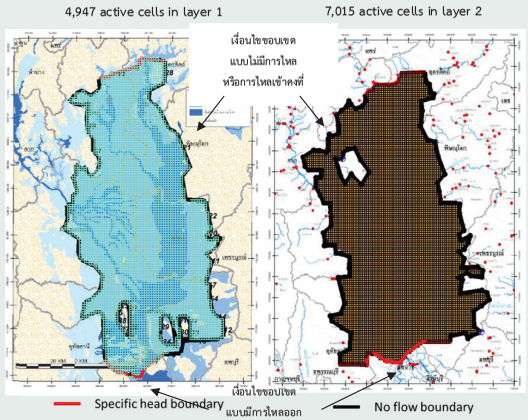


การพัฒนาแบบจำลองน้ำบาดาล

ระบบกริดและขอบเขตเงื่อนไขแบบจำลองน้ำบาดาล

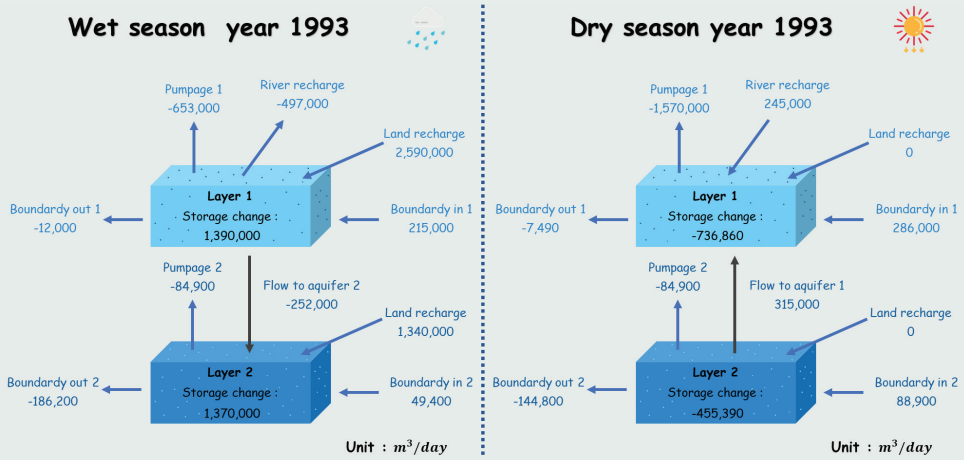


ภาพตัดขวางแบบจำลองน้ำบาดาลและแสดงระดับของชั้นน้ำส่วนบนและล่าง

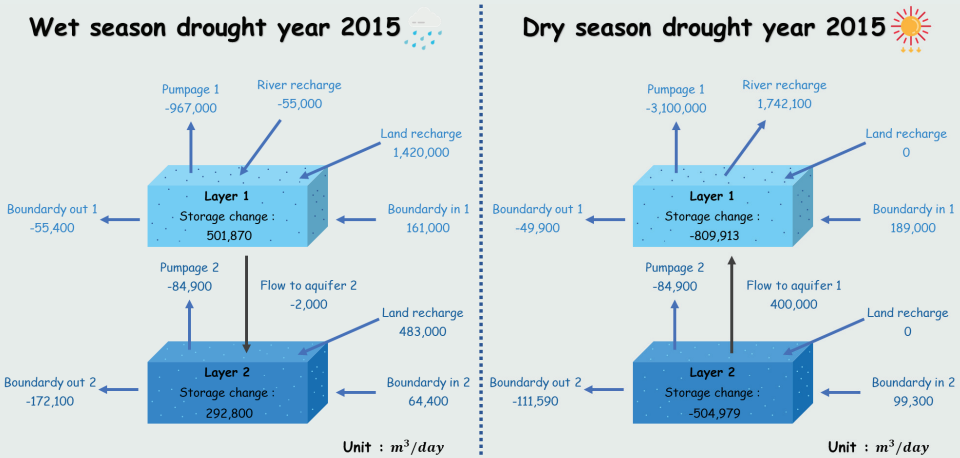


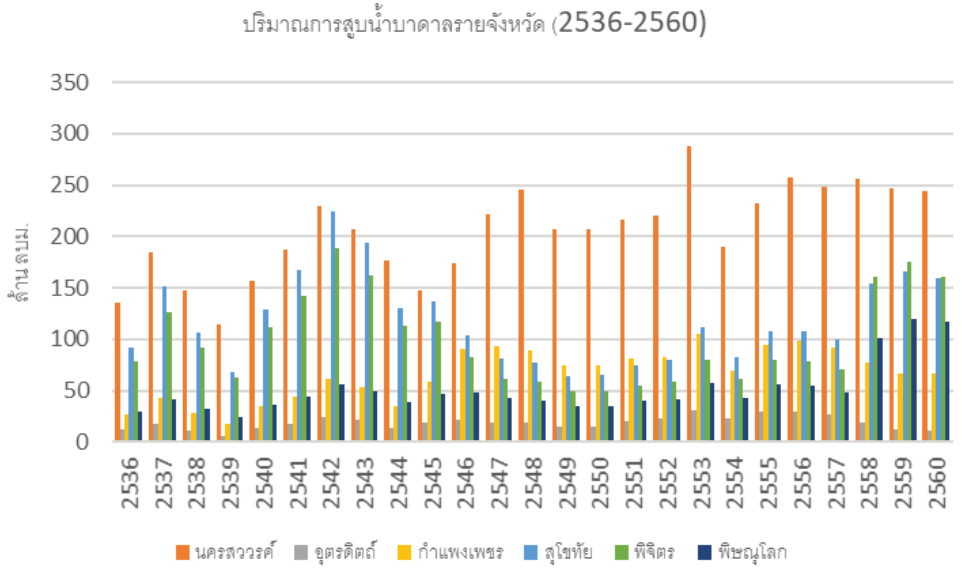
แบบจำลองของชั้นน้ำบาดาลส่วนบนและส่วนล่าง

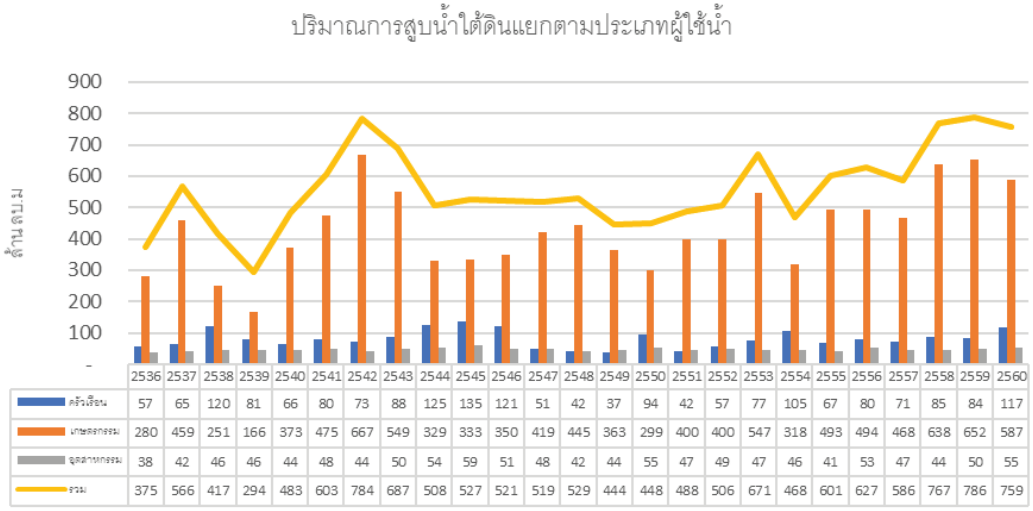
สมดุลแอ่งน้ำบาดาล ในพื้นที่ศึกษา



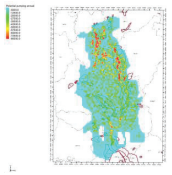
สมดุลแอ่งน้ำบาดาล ในพื้นที่ศึกษา

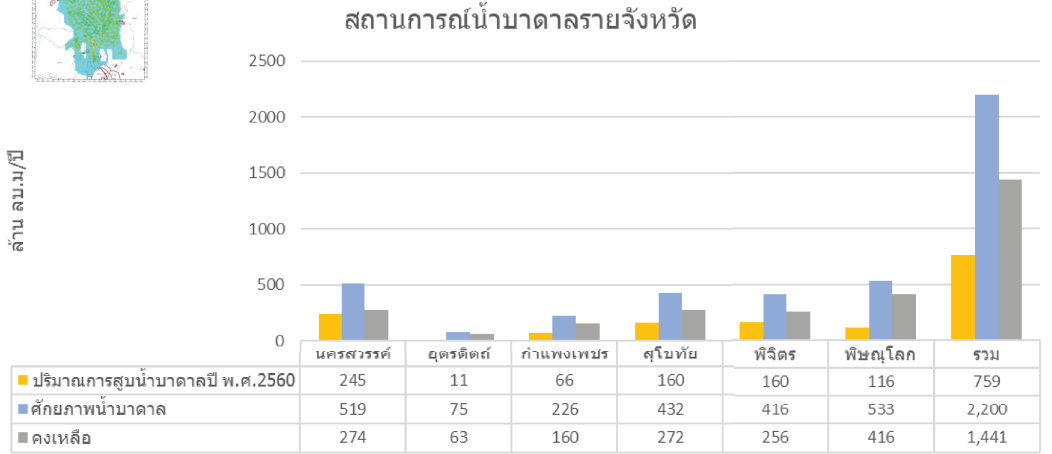




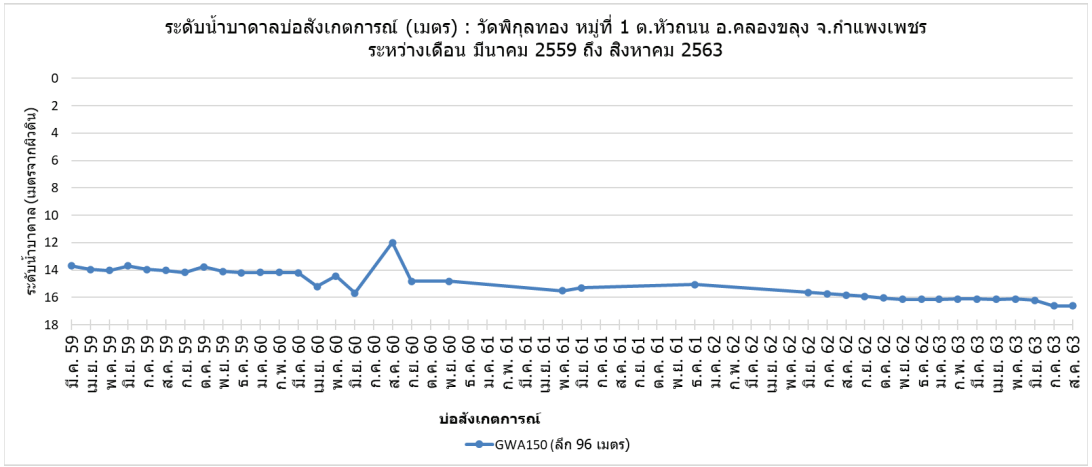


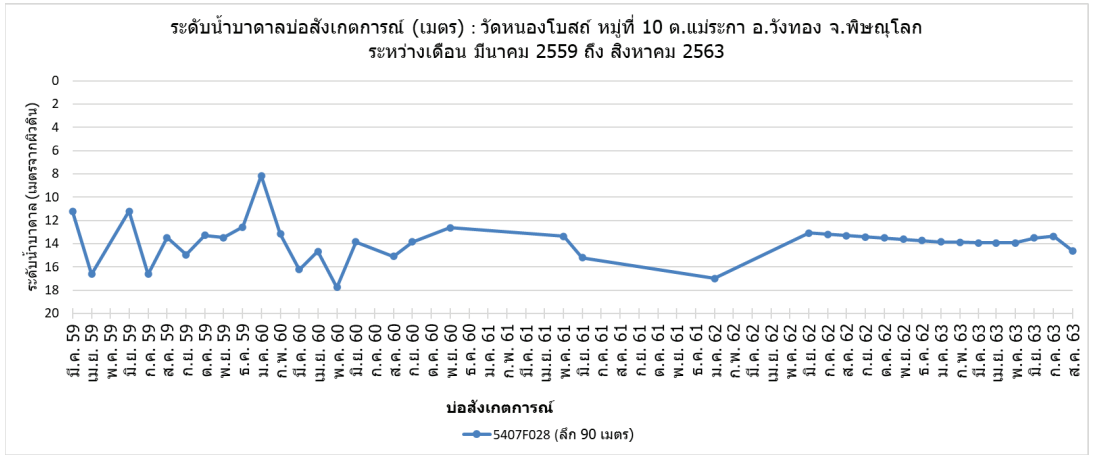
	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560
ครัวเรือน	57	65	120	81	66	80	73	88	125	135	121	51	42	37	94	42	57	77	105	67	80	71	85	84	117
เกษตรกรรม	280	459	251	166	373	475	667	549	329	333	350	419	445	363	299	400	400	547	318	493	494	468	638	652	587
อุตสาหกรรม	38	42	46	46	44	48	44	50	54	59	51	48	42	44	55	47	49	47	46	41	53	47	44	50	55
รวม	375	566	417	294	483	603	784	687	508	527	521	519	529	444	448	488	506	671	468	601	627	586	767	786	759

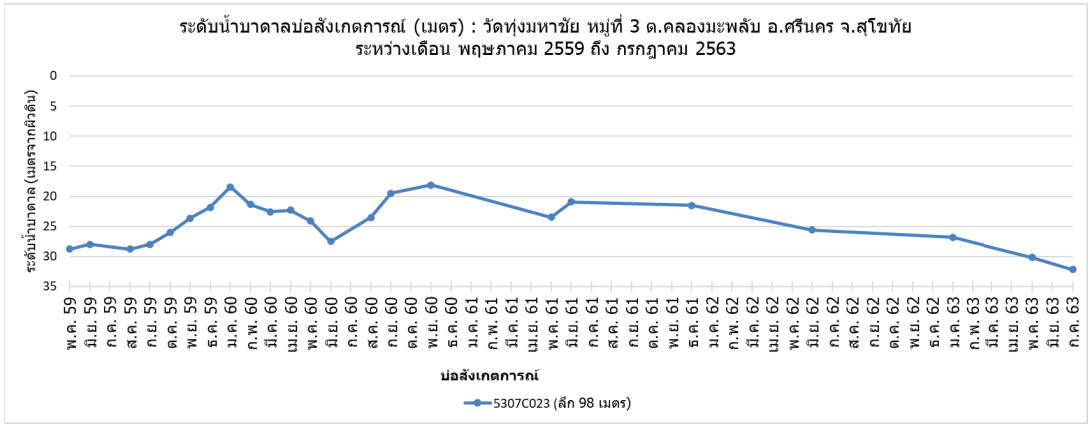


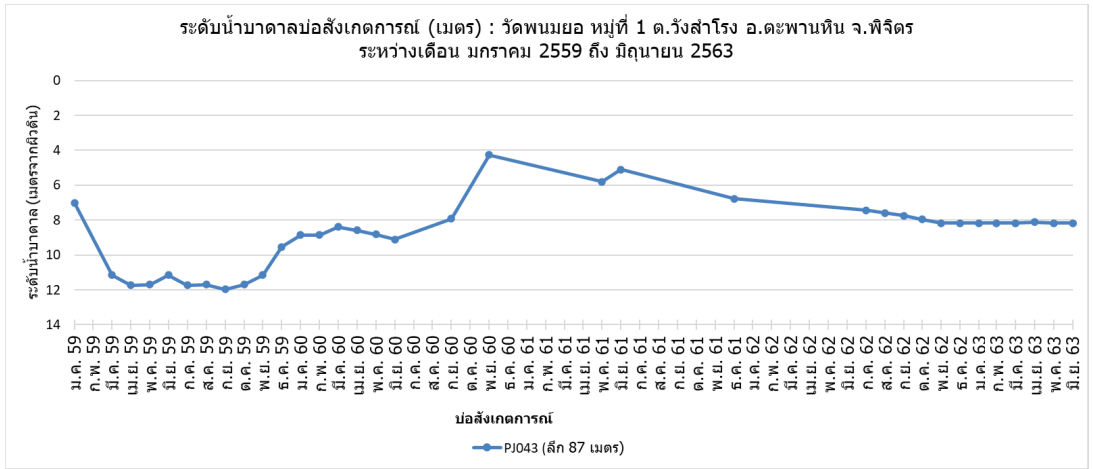


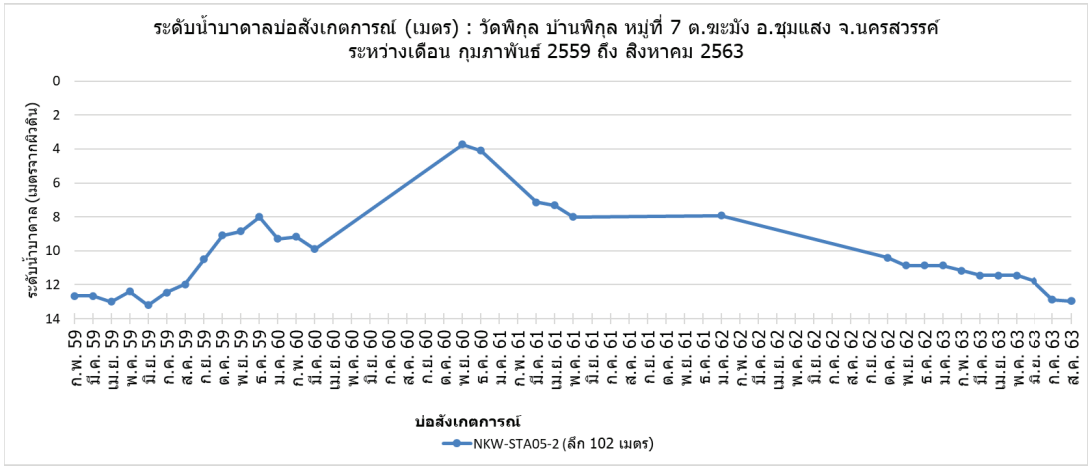
	นครสวรรค์	อุตรดิตถ์	กำแพงเพชร	สุโขทัย	พิจิตร	พิษณุโลก	รวม
ปริมาณการสูบน้ำบาดาลปี พ.ศ.2560	245	11	66	160	160	116	759
ศักยภาพน้ำบาดาล	519	75	226	432	416	533	2,200
คงเหลือ	274	63	160	272	256	416	1,441


ระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ (เมตร) : วัดพิกุลทอง หมู่ที่ 1 ด.หัวถนน อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร
ระหว่างเดือน มีนาคม 2559 ถึง สิงหาคม 2563
ระดับน้ำบาดาล (เมตรจากผิวดิน)
บ่อสังเกตการณ์
GWA150 (ลึก 96 เมตร)


ระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ (เมตร) : วัดหนองโบสถ์ หมู่ที่ 10 ด.แม่ระกา อ.วังทอง จ.พิษณุโลก
ระหว่างเดือน มีนาคม 2559 ถึง สิงหาคม 2563
ระดับน้ำบาดาล (เมตรจากผิวดิน)
บ่อสังเกตการณ์
5407F028 (ลึก 90 เมตร)


ระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ (เมตร) : วัดทุ่งมหาชัย หมู่ที่ 3 ด.คลองมะพลับ อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย
ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2559 ถึง กรกฎาคม 2563
ระดับน้ำบาดาล (เมตรจากผิวดิน)
บ่อสังเกตการณ์
5307C023 (ลึก 98 เมตร)


ระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ (เมตร) : วัดพนมยอ หมู่ที่ 1 ด.วังสำโรง อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร
ระหว่างเดือน มกราคม 2559 ถึง มิถุนายน 2563
ระดับน้ำบาดาล (เมตรจากผิวดิน)
บ่อสังเกตการณ์
PJ043 (ลึก 87 เมตร)



การวางระบบติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำบาดาลอัตโนมัติ

ได้ทำการติดตั้งระบบติดตามน้ำบาดาลแบบ real time ในพื้นที่ศึกษาไว้ 4 จุด ดังนี้

วัดหนองต้นไทร
หมู่ที่ 7 ต.โพธิ์ประทับช้าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร

วัดหนองหัวยาง (ม.7)
ต.ท่าทอง อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก

วัดหนองบัว
หมู่ที่ 4 ต.หนองบัว อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย

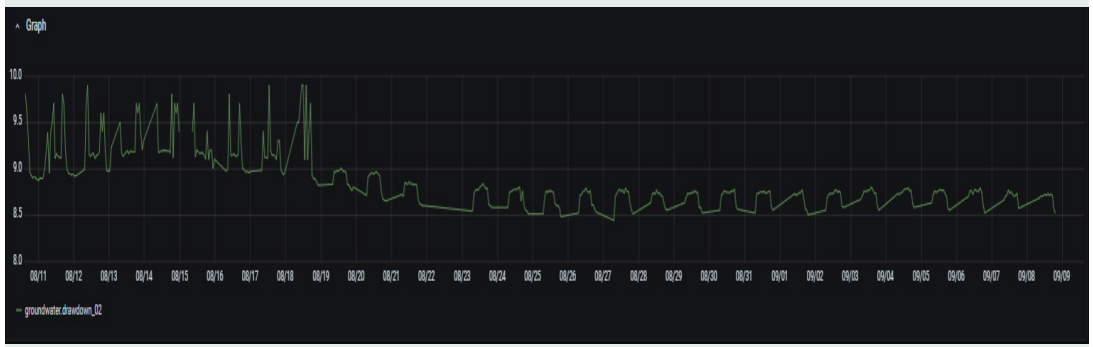
วัดแปดอ้อม
ต.นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร

ข้อมูลระดับน้ำบาดาลของสถานีวัดระดับน้ำบาดาลอัตโนมัติ ณ วัดหนองหัวยาง (ม.7) ต.ท่าทอง อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก ระหว่างวันที่ 10 สิงหาคม 2563 ถึง 9 กันยายน 2563

ระดับน้ำบาดาล (เมตรจากผิวดิน)

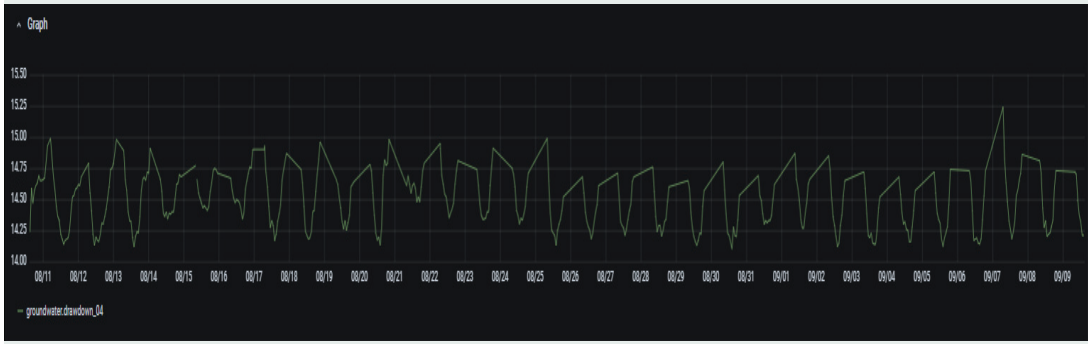
ข้อมูลระดับน้ำบาดาลของสถานีวัดระดับน้ำบาดาลอัตโนมัติ ณ วัดหนองต้นไทร หมู่ที่ 7 ต.โพธิ์ประทับช้าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร ระหว่างวันที่ 10 สิงหาคม 2563 ถึง 9 กันยายน 2563

ระดับน้ำบาดาล (เมตรจากผิวดิน)

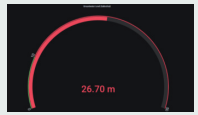


ข้อมูลระดับน้ำบาดาลของสถานีวัดระดับน้ำบาดาลอัตโนมัติ ณ วัดแปดอ้อม ต.นิคมทุ่งโพธิ์ทะเล อ.เมืองกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร ระหว่างวันที่ 10 สิงหาคม 2563 ถึง 9 กันยายน 2563

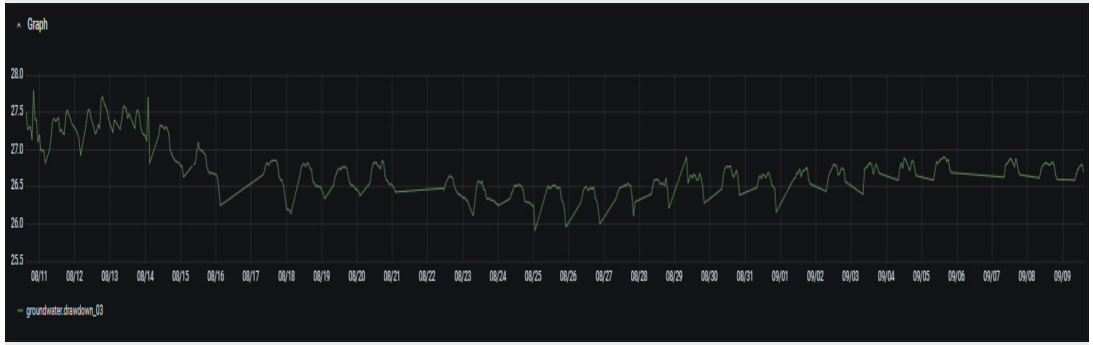
ระดับน้ำบาดาล (เมตรจากผิวดิน)



ข้อมูลระดับน้ำบาดาลของสถานีวัดระดับน้ำบาดาลอัตโนมัติ ณ วัดหนองบัว หมู่ที่ 4 ต.หนองบัว อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย ระหว่างวันที่ 10 สิงหาคม 2563 ถึง 9 กันยายน 2563



ระดับน้ำบาดาล (เมตรจากผิวดิน)



ขอขอบคุณ

ภาคผนวก จ

การเพิ่มความแม่นยำของการพยากรณ์ฝนด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

การเพิ่มความแม่นยำของการพยากรณ์ฝนด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมข้อมูล
2. การประมวณผลข้อมูล
3. การสอนโมเดล
4. การวัดผล

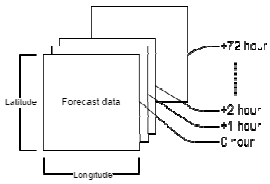
1. การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยจะประกอบด้วยข้อมูลจาก 2 ส่วน ได้แก่

1. ข้อมูลพยากรณ์อากาศ
2. ข้อมูลผลการตรวจวัดลักษณะอากาศราย 3 ชั่วโมงจากกรมอุตุนิยมวิทยา

1.1. ข้อมูลพยากรณ์อากาศ

ข้อมูลพยากรณ์อากาศจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ โดยข้อมูลพยากรณ์อากาศจะเป็นข้อมูลความละเอียด 3x3 กม. ทุก 1 ชั่วโมง ล่วงหน้า 72 ชั่วโมง



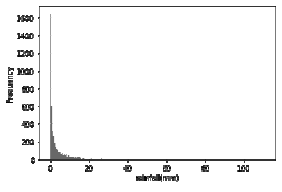
1.2. ข้อมูลผลการตรวจวัดลักษณะอากาศราย 3 ชั่วโมง

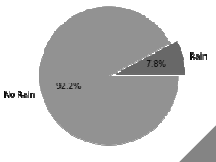
ข้อมูลผลการตรวจวัดลักษณะอากาศราย 3 ชั่วโมงจากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยจะทำการจัดให้อยู่ในรูปแบบตาราง เวลา/รหัสสถานี

	date	48374	48379	48380	48386	48401	48402	48403	48413	48418	48419	48425	48426	48430	48439	48440	48455	48462
0	2018-12-31 18:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2018-12-31 21:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2019-01-01 00:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2019-01-01 03:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	2019-01-01 06:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	2019-01-01 09:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2019-01-01 12:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2019-01-01 15:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2019-01-01 18:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	2019-01-01 21:00:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1.2. ข้อมูลผลการตรวจวัดลักษณะอากาศราย 3 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์พบว่า ในชุดข้อมูลมีข้อมูลที่ฝนไม่ตก หรือฝนตกน้อยอยู่เป็นจำนวนมาก จำเป็นจะต้องทำการประมวณผลข้อมูลก่อนนำไปใช้ ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในส่วนถัดไป





2. การประมวณผลข้อมูล

ขั้นตอนการประมวณผลข้อมูลเป็นการเตรียมข้อมูลเพื่อให้การสอนโมเดลทำได้สะดวก และสามารถสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยขั้นตอนการประมวณผลข้อมูลจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดขอบเขตพื้นที่วิจัย
2. เลือกช่วงเวลาของข้อมูล
3. Normalize ข้อมูล
4. จัดข้อมูลสำหรับสอน
5. แบ่งช่วงข้อมูลสำหรับสอน และทดสอบ

2.1. กำหนดขอบเขตพื้นที่วิจัย

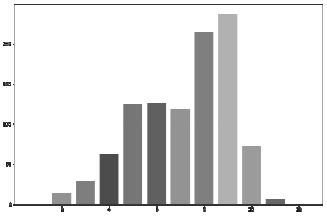
พื้นที่วิจัยที่เลือกจะเป็นพื้นที่ราบบริเวณภาคกลางและเป็นบริเวณที่มีจำนวนสถานีอุตุนิยมวิทยาอยู่หนาแน่น เพื่อให้มีข้อมูลมีจำนวนและความละเอียดเพียงพอต่อการสอนโมเดล โดยจะใช้พื้นที่

- Latitude
  - 13.56102
  - 16.990646
- Longitude
  - 99.2199
  - 102.77574

โดยภายในพื้นที่วิจัยจะครอบคลุมสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวน 17 สถานี

2.2. เลือกช่วงเวลาของข้อมูล

การเลือกช่วงวันที่ที่จะใช้ในการวิจัยจะเลือกจากปริมาณฝนที่ตกโดยรวมในแต่ละเดือน โดยจะเลือกเดือนที่มีฝนตกในปริมาณมาก ได้แก่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน



2.3. Normalize ข้อมูล

การ Normalize ข้อมูลเป็นขั้นตอนการปรับข้อมูลให้เป็นมาตรฐาน เพื่อให้โมเดลสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น โดยจะทำ 2 ขั้นตอนได้แก่

1. ปรับข้อมูลให้อยู่ในขนาดเดียวกัน (Rescaling)
2. ปรับจำนวนตัวอย่างที่ไม่สมมาตร (Imbalance dataset)

2.3.1 ปรับข้อมูลให้อยู่ในขนาดเดียวกัน (Rescaling)

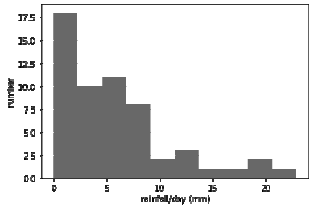
การทำ rescaling เป็นการทำให้คุณลักษณะของข้อมูล (feature) ทุกตัวอยู่ในช่วงเดียวกัน เพื่อป้องกันไม่ให้โมเดลเน้นเรียนรู้ไปยังคุณลักษณะใดคุณลักษณะเป็นพิเศษ โดยจะทำการ rescaling ข้อมูลพยากรณ์อากาศและข้อมูลผลการตรวจวัดลักษณะอากาศด้วยวิธีการ Standardization

$$x' = \frac{x - mean}{sd}$$

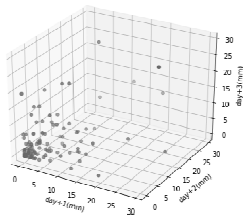
2.3.2 ปรับจำนวนตัวอย่างที่ไม่สมมาตร

ในชุดข้อมูลที่เป็น Imbalance dataset หากเราไม่ทำการแก้ไขใดๆและนำชุดข้อมูลนี้ไปทำการสอนโมเดลตรงๆ มีความเป็นไปได้ว่าโมเดลอาจเลือกตอบตามกลุ่มของข้อมูลที่มีจำนวนมาก แทนที่จะพยายามเรียนรู้รูปแปปของข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ จะใช้วิธีการเพิ่มข้อมูลในกลุ่มที่มีน้อยซ้ำเข้าไปเพื่อให้ปริมาณข้อมูลในกลุ่มนั้นมีเพิ่มขึ้น



2.3.2 ปรับจำนวนตัวอย่างที่ไม่สมมาตร(ต่อ)



	class	count
32	0-0-0	45
57	1-0-0	12
1	0-1-0	11
8	1 1 1	10
36	0-0-1	10
49	0-1-1	9
10	1-0-1	7
41	1-1-0	6
25	2-1-1	4
44	1-2-1	4

2.4. จัดข้อมูลสำหรับสอน

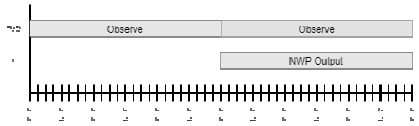
ข้อมูลที่ใช้สอนโมเดลจะประกอบด้วย

- ข้อมูลพยากรณ์อากาศ
- ข้อมูลผลการตรวจวัดลักษณะอากาศย้อนหลัง 72 ชั่วโมง

ข้อมูลที่จะให้โมเดลทำนายประกอบด้วย

- ปริมาณฝนที่จะตก(เฉลี่ยรายวัน)

2.4. จัดข้อมูลสำหรับสอน(ต่อ)



2.5. แบ่งช่วงข้อมูลสำหรับสอน และทดสอบ

ในขั้นตอนนี้จะทำการแบ่งข้อมูลในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนด้วยวันที่ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. Training set
   - วันที่ 15 ถึง 25
1. Validation set
   - วันที่ 8 ถึง 9
1. Test set
   - วันที่ 1 ถึง 2

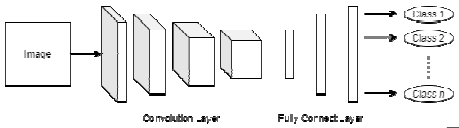
3. การสอนโมเดล

ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. สร้างโมเดล
2. ค้นหาโครงสร้างโมเดลที่เหมาะสม
3. เลือกโครงสร้างโมเดลที่เหมาะสม

3.1. สร้างโมเดล

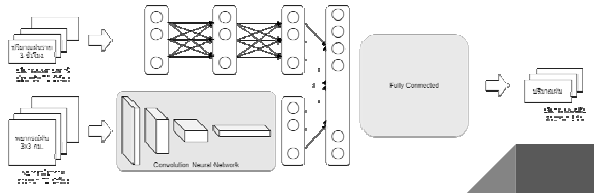
ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการทำ Image Processing มีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการใช้ Convolution Neural Network มาวิเคราห์ภาพถ่าย เช่น การตรวจจับวัตถุภายในภาพ การเพิ่มความละเอียดรูปภาพ การจำแนกประเภทภาพ เป็นต้น



รูปตัวอย่างการใช้ Convolution Neural Network เพื่อการจำแนกประเภทภาพ

3.1. สร้างโมเดล(ต่อ)

ในงานวิจัยนี้ได้นำ cnn มาเป็นส่วนหนึ่งของโมเดลด้วย เนื่องจาก cnn สามารถลดปริมาณการคำนวนลงได้อย่างมากโดยที่ยังคงความสามารถในการเรียนรู้รูปแบบข้อมูลไว้



3.2. ค้นหาโครงสร้างโมเดลที่เหมาะสม

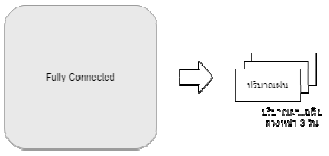
ในโมเดลสามารถมีโครงสร้างได้หลานรูปแบบ โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นการค้นหาโครงของโมเดลที่เหมาะสม โดยจะทำการปรับ 2 ส่วน ได้แก่

1. จำนวนชั้นของ Fully connected
2. โมเดลของ Convolution Neural Network

โดยจะนำโมเดลรูปแบบต่างๆไปสอนด้วย Training set และ วัดผลด้วย Validation set เพื่อหา Model ที่ดีที่สุดเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

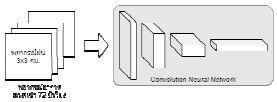
3.2.1. จำนวนชั้นของ Fully connected

ในขั้นตอนนี้จะทำการปรับจำนวนชั้น Fully Connected ตั้งแต่ 1 ถึง 5 ชั้น



3.2.2. โมเดลของ Convolution Neural Network

ในขั้นตอนนี้จะทำการค้นหาจากโมเดล CNN แบบต่างๆที่ทำงานได้ดีบนการประมวณผลรูปภาพ โดยโมเดลที่นำมาทดสอบจะมีดังนี้



Network	Top-1 error	Top-5 error
ResNet-18	30.24	10.92
ResNet-50	23.85	7.13
ResNet-152	21.69	5.94
ResNeXt-101-32x8d	20.69	5.47
VGG-11	30.98	11.37
VGG-19bn	25.76	8.15

3.3. เลือกโครงสร้างโมเดลที่เหมาะสม

จากตารางจะพบว่า Network VGG-11 ทำงานได้ดีที่สุด โดยจำนวนชั้น Fully Connected ที่ทำงานได้ดีจะอยู่ในช่วง 2 ถึง 4 ชั้น โดยในงานวิจัยนี้จะเลือกที่ 2 ชั้น

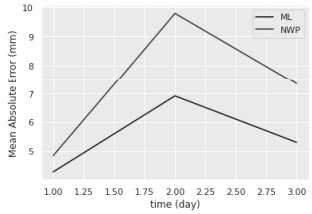
Network	1 layer	2 layer	3 layer	4 layer	5 layer	Average
ResNet-18	28.48866	14.43021	28.15271	12.81774	14.30661	19.63919
ResNet-50	24.63881	17.95799	14.18428	13.59174	22.07088	18.48874
ResNet-152	42.71761	13.24053	11.92981	33.21103	50.94227	30.40825
ResNeXt-101-32x8d	27.24077	15.24245	12.32707	15.11274	54.31651	24.84791
VGG-11	13.26101	11.53133	12.17073	14.05594	13.3356	12.87092
VGG-19bn	58.48582	48.45139	67.09495	44.86237	18.30004	47.43891
Average	32.47211	20.14232	24.30993	22.27526	28.87985	

4. การวัดผล

ในขั้นตอนการวัดผลจะนำโมเดลที่ได้จากการสอนในขั้นตอนก่อนหน้ามาทำนายข้อมูล Test set โดยตัววัดที่ใช้จะประกอบด้วย

1. Mean Absolute Error
2. ความแม่นยำ
3. ผลลัพธ์บนแผนที่

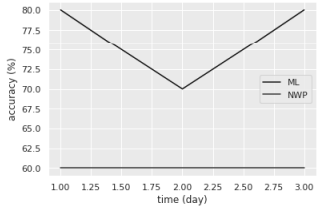
4.1. Mean Average Error



4.2. ความแม่นยำ

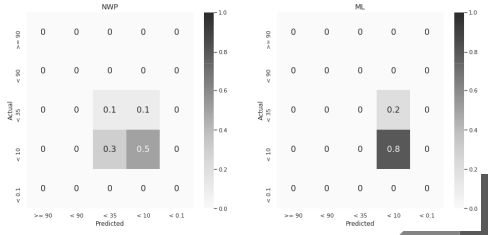
โดยการวัดความแม่นยำจะเริ่มจากการจัดกลุ่มข้อมูลตามปริมาณฝนออกเป็น 5 กลุ่มได้แก่

1. น้อยกว่า 0.1 มม.
2. น้อยกว่า 10 มม.
3. น้อยกว่า 35 มม.
4. น้อยกว่า 90 มม.
5. 90 มม. ขึ้นไป



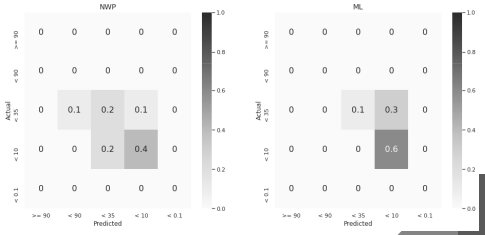
4.2. ความแม่นยำ(ต่อ)

ความแม่นยำของการทำนานล่วงหน้า 1 วัน



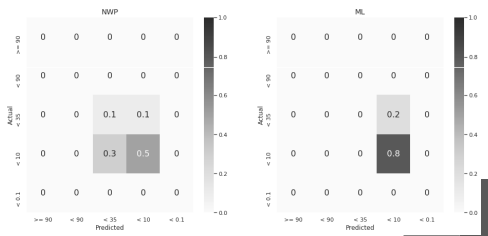
4.2. ความแม่นยำ(ต่อ)

ความแม่นยำของการทำนานล่วงหน้า 2 วัน



4.2. ความแม่นยำ(ต่อ)

ความแม่นยำของการทำนานล่วงหน้า 3 วัน



4.3. ผลลัพธ์บนแผนที่