

โครงการวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 18/2562

เรื่อง การประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU เพื่อประเมินปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ  
นฤบดินทรจินดา

Application of The Distributed Water Circulation Model incorporating  
Agricultural Water Use to Assess the amount of water inflow into  
Naruebodindrachinta Reservoir

โดย

นายธีรศักดิ์ ชัยอ่อน

นางสาวรัตนวล จันทร์ตรี

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

(วิศวกรรมโยธา – ชลประทาน) พุทธศักราช 2562

## ใบรับรองโครงการวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง : การประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU เพื่อประเมินปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำนฤบดินทรจินดา

Title : Application of The Distributed Water Circulation Model incorporating Agricultural Water Use to Assess the amount of water inflow into Naruebodindrachinta Reservoir

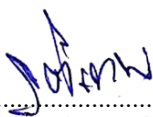
รายนามผู้ทำโครงการ

นายธีรศักดิ์ ชัยอ่อน

นางสาวรัตนวลี จันทร์ตรี

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

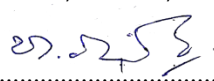
ประธานกรรมการ



(อ.ดร.จตุเทพ วงษ์เพชร)

...../...../.....

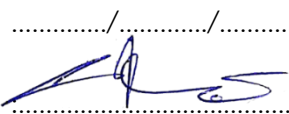
กรรมการ



(อ.ดร.เกษรรา สิริโชค)

...../...../.....

กรรมการ



(อ.ดร.ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย)

...../...../.....

หัวหน้าภาควิชา

.....

(ผศ.นิมิตร เติดฉันทพิพัฒน์)

...../...../.....

## บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU เพื่อประเมินปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำนฤปดินทรจินดา

โดย : นายธีรศักดิ์ ชัยอ่อน 5920503131  
นางสาวรัตนวลี จันทร์ตรี 5920503220

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ:.....

(อ.ดร.จตุเทพ วงษ์เพ็ชร)

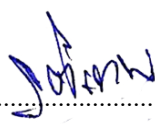
...../...../.....

งานวิจัยนี้จัดทำเพื่อประยุกต์แบบจำลองการไหลร่วมกับการใช้น้ำเพื่อการเกษตร (The Distributed Water Circulation Model incorporating Agricultural Water Use, DWCM-AgWU) กับอ่างเก็บน้ำนฤปดินทรจินดา เพื่อประเมินปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004-2018 ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในการประเมินความเหมาะสมของแบบจำลองเพื่อพัฒนาโค้งปฏิบัติการ (Rule Curve) โดยอาศัยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการจัดเตรียมข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง อาทิเช่น ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และแบบจำลองเส้นชั้นความสูง DEM กระบวนการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลองดำเนินการโดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าที่ได้จากสถานี Kgt.15A ซึ่งอยู่บริเวณด้านท้ายของอ่างเก็บน้ำกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง และจากการวิจัยพบว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูง โดยเห็นได้จากค่าดัชนีความแม่นยำทางสถิติที่ประกอบด้วย ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination,  $R^2$ ) ค่าความแม่นยำ (Nash-Sutcliffe efficiency, NSE) Percent Bias (PBIAS) และ RMSE-observations standard deviation ratio (RSR) ซึ่งมีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.75 NSE เท่ากับ 0.75 PBIAS เท่ากับ -0.79 RSR เท่ากับ 0.5 สำหรับช่วงการสอบเทียบและในช่วงการทวนสอบค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.82 NSE เท่ากับ 0.81 PBIAS เท่ากับ -12.82 RSR เท่ากับ 0.44 ดังนั้นแบบจำลอง DWCM-AgWU จึงมีความเหมาะสมในการจำลองสภาพการไหลของน้ำในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเพื่อประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโค้งปฏิบัติการ (Rule Curve) ของอ่างเก็บน้ำ

## Abstract

Title : Application of The Distributed Water Circulation Model incorporating Agricultural Water Use to Assess the amount of water inflow into Naruebodindrachinta Reservoir

By : Mr. Thirasak Sayon 5920503131  
 Miss. Rattनावalee Jantree 5920503220

Project Advisor :  .....  
 (Dr. Jutithep Vongphet)  
 ...../...../.....

The Distributed Water Circulation Model incorporating Agricultural Water Use (DWCM-AgWU) was Applied to evaluate inflow into the Naruebodindrachinta Reservoir during the year of 2004-2018 .....from ,as the first step to generating rule curve. Geographic information system (GIS) was used to arranged data including climate, land use, and Digital Elevation model (DEM). The Calibration and Validation Processes were conducted to asses the accuracy of the simulation by considering the value of Determination ( $R^2$ ), Nash-Sutcliffe efficiency (NSE), Percent Bias (PBIAS) and RMSE-observations standard deviation ratio (RSR), during the year at 2005-2010 and 2011-2016, respectively. As the results, on the calibration period, the value of  $R^2$ , NSE, PBIAS and RSR equal to 0.75, 0.75, -0.79 and 0.5, respectively, and on the validation period, the value of  $R^2$ , NSE, PBIAS and RSR equal to 0.82, 0.81, -12.82 and 0.44, respectively. Thus, the accuracy of the simulation was indicated to “very reliable. Therefore, the DWCM-AgWU model facilitates to simulate inflow into the Naruebodindrachinta Reservoir and could be used to develop operation rule curve.

## กิตติกรรมประกาศ

สำหรับความสำเร็จของโครงการวิจัยฉบับนี้ขอขอบพระคุณ อ.ดร.จตุเทพ วงษ์เพ็ชร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ผู้ที่ช่วยจุดประกายความคิด ให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดการดำเนินการวิจัย จนโครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณ อ.ดร.เกศวรา สิทธิโชค นาย ธเนศ สัมฤทธิ์นรพงศ์ และนาย พลเพชร สมานมิตร ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลประกอบการดำเนินงานวิจัย และให้คำแนะนำรวมถึงเทคนิคในการดำเนินงานให้งานวิจัยครั้งนี้สามารถดำเนินไปได้ด้วยดี

ในการสอบโครงการวิจัยวิศวกรรมชลประทาน ต้องขอขอบพระคุณเหล่าคณะกรรมการซึ่งประกอบด้วย อ.ดร.เกศวรา สิทธิโชคและ อ.ดร.ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย ที่ให้ความกรุณามาเป็นกรรมการคุมสอบในครั้งนี้ และให้คำแนะนำให้การจัดทำโครงการที่ถูกต้องรวมถึงแนวคิดดีๆ ที่ก่อประโยชน์ให้แก่ผู้วิจัย

คณะผู้วิจัย

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

พ.ศ.2562

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
<b>1.บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
<b>2.อุปกรณ์และวิธีการ</b>	
2.1 พื้นที่ศึกษา	3
2.2 ข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย	4
2.3 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า	6
2.4 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	6
2.5 แบบจำลอง DWCM-AgWU	7
2.6 การวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลอง	8

## สารบัญ (ต่อ)

<b>3.ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย</b>	
3.1 การเตรียมข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง	10
3.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง	11
<b>4.ผลการวิจัย</b>	12
4.1 พารามิเตอร์	13
4.2 ผลการเฉลี่ยข้อมูลสภาพอากาศเชิงพื้นที่	13
4.3 ผลการสอบเทียบและทวนสอบแบบจำลอง	14
4.4 การประเมินปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำนฤดินทรจินดา	15
<b>5.สรุปและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปและอภิปรายผลการศึกษา	19
5.2 ข้อเสนอแนะ	19
<b>6.เอกสารอ้างอิง</b>	20

## สารบัญตาราง

รายการ	หน้า
ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความครบถ้วนของข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยา	4
ตารางที่ 2 การแปลความหมายค่า NSE	9
ตารางที่ 3 พารามิเตอร์ในการสอบเทียบแบบจำลอง	13



## สารบัญญภาพ

รายการ	หน้า
รูปที่ 1 สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในพื้นที่ศึกษา	3
รูปที่ 2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและเส้นลำน้ำ	3
รูปที่ 3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน	3
รูปที่ 4 แบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (DEM)	3
รูปที่ 5 อุณหภูมิเฉลี่ยของสถานีอุตุนิยมวิทยา	5
รูปที่ 6 อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ของสถานีอุตุนิยมวิทยา	5
รูปที่ 7 ความเร็วที่ระดับ 2 เมตร ของสถานีอุตุนิยมวิทยา	5
รูปที่ 8 อุณหภูมิสูงสุดของสถานี อุตุนิยมวิทยา	5
รูปที่ 9 อุณหภูมิต่ำสุดของสถานีอุตุนิยมวิทยา	5
รูปที่ 10 ปริมาณน้ำฝนของสถานีอุตุนิยมวิทยา	5
รูปที่ 11 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยของสถานี Kgt.15A	6
รูปที่ 12 ส่วนประกอบการทำงานของแบบจำลอง	7
รูปที่ 13 ผังขั้นตอนการศึกษา	12
รูปที่ 14 ปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา	13
รูปที่ 15 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง	13
รูปที่ 16 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง	14
รูปที่ 17 ผลการทวนสอบแบบจำลอง	14
รูปที่ 18 ผลการประเมินปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำนฤปดินทรจินดา	15
รูปที่ 19 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย	15
รูปที่ 20 น้ำท่าเฉลี่ยของ มกราคม	16
รูปที่ 21 น้ำท่าเฉลี่ยของ กุมภาพันธ์	16
รูปที่ 22 น้ำท่าเฉลี่ยของ มีนาคม	16
รูปที่ 23 น้ำท่าเฉลี่ยของ เมษายน	16

สารบัญญภาพ (ต่อ)

รายการ	หน้า
รูปที่ 24 น้ำท่าเฉลี่ยของ พฤษภาคม	16
รูปที่ 25 น้ำท่าเฉลี่ยของ มิถุนายน	16
รูปที่ 26 น้ำท่าเฉลี่ยของ กรกฎาคม	17
รูปที่ 27 น้ำท่าเฉลี่ยของ สิงหาคม	17
รูปที่ 28 น้ำท่าเฉลี่ยของ กันยายน	17
รูปที่ 29 น้ำท่าเฉลี่ยของ ตุลาคม	17
รูปที่ 30 น้ำท่าเฉลี่ยของ พฤศจิกายน	17
รูปที่ 31 น้ำท่าเฉลี่ยของ ธันวาคม	17
รูปที่ 32 น้ำท่าเฉลี่ยรายปี	18

## 1. บทนำ

### 1.1 ความจำเป็นและความสำคัญของงานวิจัย

ในปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ที่เหมาะสมในการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำใหม่น้อยมากโดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่แต่ในขณะเดียวกันความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำยังคงมีมากขึ้นดังนั้นการบริหารจัดการน้ำที่ประสิทธิภาพนั้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อที่จะได้ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

หลักการทั่วไปในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำนั้น คือต้องลดปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำให้น้อยลงเพื่อรองรับปริมาณน้ำหลากในช่วงฤดูฝนเพื่อไม่ก่อให้เกิดการไหลล้นของน้ำผ่านตัวเขื่อนหรือหากมีการไหลล้นก็ให้มีปริมาณน้อยที่สุดเพื่อป้องกันการเกิดอุทกภัยในบริเวณด้านท้ายของอ่างเก็บน้ำและต้องรักษาระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำตลอดในช่วงฤดูแล้งเพื่อป้องกันการขาดแคลนน้ำซึ่งโดยหลักการแล้วการควบคุมปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำในแต่ละช่วงเวลานั้นจะต้องอ้างอิงจากโค้งปฏิบัติการของอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)

ธนชาติ (2547) แนวทางในการพัฒนาโค้งปฏิบัติการ (Rule Curve) นั้นสามารถหาได้จากการวางแผนการดำเนินงานอ่างเก็บน้ำด้วยแบบจำลองที่ใช้กระบวนการของแบบจำลอง (Simulation) และแบบจำลองที่ใช้กระบวนการหาค่าตอบที่ดีที่สุด (Optimization) โดยในแต่ละวิธีนั้นจะมีสมมติฐานและข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไปซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วเป็นการศึกษาความเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำที่เกิดขึ้นภายในอ่างเก็บน้ำจากปัจจัยต่างๆ และล้วนแต่ต้องอาศัยแบบจำลองเพื่อจำลองผลจากสมมติฐานเหล่านั้นในการประกอบการตัดสินใจ

ในปัจจุบันได้มีงานวิจัยหลายงานที่ได้นำเอาแบบจำลองหลายๆ รูปแบบมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ต่างๆ เพื่อประเมินสภาพการไหลของน้ำท่าและหนึ่งในนั้นคือแบบจำลอง DWCM-AgWU ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านได้ประยุกต์ใช้กับพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย และแบบจำลองดังกล่าวยังสามารถประเมินการไหลเวียนของน้ำรวมกับการใช้น้ำเพื่อการเกษตร อีกทั้งยังสามารถจำลองการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำและพื้นที่ชลประทานร่วมด้วย (Masumoto *et al*, 2009; Taniguchi *et al*, 2009; Kudo *et al*, 2013; Vongphet *et al*, 2014 & 2016; ฌัฐพัชญ์ และคณะ, 2561)

อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ของประเทศไทยหลายแห่งในปัจจุบันยังคงมีการบริหารจัดการที่ไม่เหมาะสมมากนักหรือมีการจัดการที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันและมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาแผนการจัดการอ่างเก็บน้ำที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ตัวอย่างเช่นอ่างเก็บน้ำนฤดินทรจินดาซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ที่ได้มีมติให้ก่อสร้างในปี พ.ศ. 2552 ใช้เป็นอ่างกักเก็บน้ำเพื่อกิจกรรมทางการเกษตร อุปโภค-บริโภค บรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีและบางปะกงตอนบน และช่วยแก้ไขปัญหาน้ำเค็มหนุนแม่น้ำปราจีนบุรีในช่วงหน้าแล้ง (กรมชลประทาน, 2550) โดยอ่างเก็บน้ำนฤดินทรจินดาเป็นหนึ่งในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่หลายอ่างของประเทศไทยที่ยังไม่มีแนวทางการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำที่ชัดเจนเนื่องจากมีการก่อสร้างแล้วเสร็จเพียงแค่ 2 ปี อีกทั้งยังขาดข้อมูลปริมาณน้ำท่าตรวจวัดบริเวณที่ตั้งอ่างเก็บน้ำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการประเมินปริมาณน้ำท่าที่บริเวณจุดที่ตั้งเขื่อนเพื่อเป็นตัวแทนของปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

สำหรับโครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU กับพื้นที่รับน้ำของอ่างเก็บน้ำนฤปดินทรจินดาเพื่อประเมินน้ำท่าบริเวณที่ตั้งอ่างเก็บน้ำ ซึ่งเป็นขั้นเริ่มต้นของการพัฒนาโค้งปฏิบัติการของอ่างเก็บน้ำ (Rule Curve)

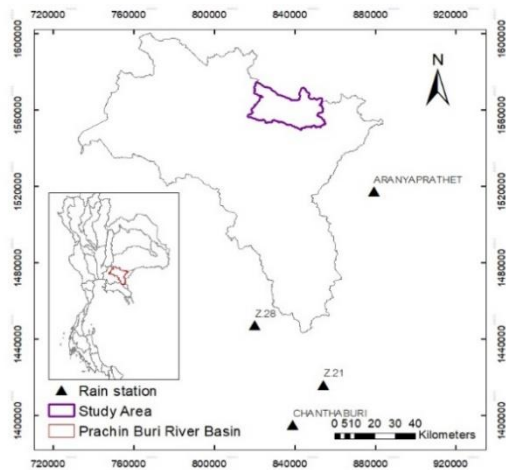
## 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

โครงการวิจัยนี้มีพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่รับน้ำของสถานีตรวจวัดน้ำท่า Kgt.15A ซึ่งตั้งอยู่ที่ คลองห้วยโสมง อ.นาดี จ.ปราจีนบุรี และได้รวบรวมข้อมูลอุทกนิยามวิทยาจากศูนย์ข้อมูลภูมิอากาศแห่งชาติ (National Climatic Data Center : NCDC) และกรมชลประทาน และใช้ข้อมูลน้ำท่า Kgt.15A จากกรมชลประทาน

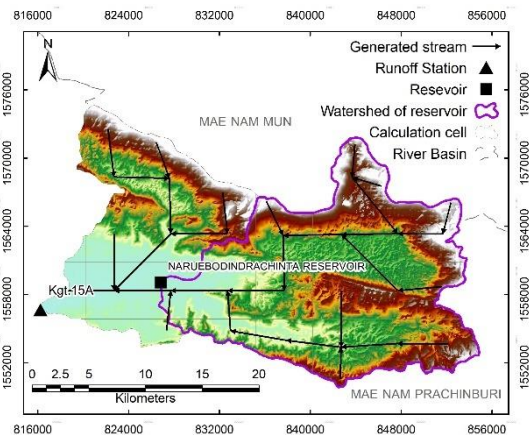
## 2.อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1) พื้นที่ศึกษา

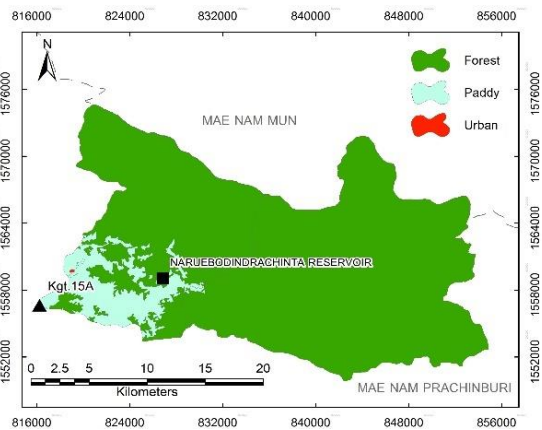
กรมชลประทาน (2550) โครงการอ่างเก็บน้ำนฤบดินทรจินดาหรือโครงการอ่างเก็บน้ำห้วยสโอมเป็นโครงการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ เริ่มก่อสร้างใน พ.ศ.2552 อ่างเก็บน้ำตั้งอยู่ในลุ่มน้ำหุมนานซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำปราจีนบุรี มีที่ตั้งห้วงงานอยู่ในเขตบ้านแกงยาว ตำบลแก่งดินสอ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี อ่างเก็บน้ำเป็นลักษณะเขื่อนดินแบบแบ่งโซน (Zone Type Dam) มีระดับความสูงประมาณ 33 เมตร ความยาวประมาณ 3,970 เมตร ตัวอ่างมีความจุ 295 ล้านลูกบาศก์เมตร สามารถส่งน้ำให้กับพื้นที่ชลประทาน 111,300 ไร่ พื้นที่อ่างส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตตำบลแก่งดินสอ มีพื้นที่รับน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำประมาณ 443 ตารางกิโลเมตร มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 265.41 ล้านลูกบาศก์เมตร ลักษณะพื้นที่เป็นสีเหลี่ยมผืนผ้า วางตัวในแนวตะวันตก-ตะวันออก พื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงชัน พื้นที่ที่มีความลาดเทจากทางด้านทิศตะวันออกไปทางด้านทิศตะวันตกแสดงดังรูปที่ 2 มีต้นกำเนิดแหล่งน้ำ จากพื้นที่อุทยานแห่งชาติปางสีดา และอุทยานแห่งชาติทับลาน ไหลผ่านลงสู่แม่น้ำบางปะกงความลาดชันระหว่าง 0%-53%



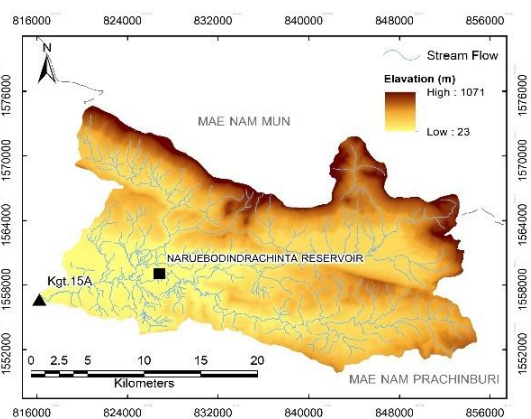
รูปที่ 1 สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและเส้นลำน้ำ



รูปที่ 3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน



รูปที่ 4 แบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (DEM)

## 2.2) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี ค.ศ. 2004-2018 ของสถานีตรวจวัด 4 สถานี จากสถานีทั้งหมดที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลมาจากศูนย์ข้อมูลภูมิอากาศแห่งชาติ (National Climatic Data Center : NCDC) 2 สถานี และกรมชลประทาน 2 สถานี แสดงดังรูปที่ 1 โดยข้อมูลประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิเฉลี่ย ความเร็วลมที่ระดับความสูง 2 เมตร และความชื้นสัมพัทธ์ตามข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration) ที่ได้จากการคำนวณโดยวิธี Penman Monteith

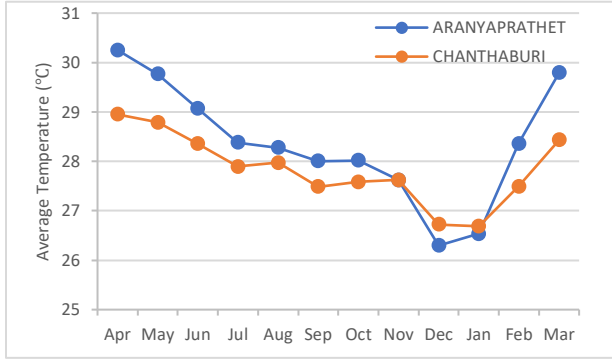
เกณฑ์ในการคัดเลือกสถานีที่จะนำมาใช้ พิจารณาจากความครบถ้วนของข้อมูลโดยเทียบสัดส่วนของข้อมูลที่มีอยู่ในแต่ละสถานีกับช่วงข้อมูลทั้งหมดที่ต้องใช้เป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 1 โดยจะเลือกเฉพาะสถานีที่มีข้อมูลขาดหายไปไม่เกิน 5% (ณัฐพัชญ์ และคณะ, 2561) และทำการคัดแยกสถานีต่อจากความกลมกลืนของข้อมูล (Gag Consistency) ด้วยวิธี double mass curve

เนื่องในความผิดพลาดของการเก็บรวมข้อมูล ทำให้เกิดการขาดหายของข้อมูลบางส่วน จึงมีความจำเป็นต้องเติมข้อมูลส่วนที่ขาดหายไปด้วยวิธีการเฉลี่ยข้อมูลจากข้อมูลในวันเดียวของปีอื่นๆ ที่มีข้อมูลครบถ้วนในสถานีเดียวกันเพื่อเป็นข้อมูลตัวแทนในส่วนที่ขาดหายไป (พลเพชร และอภิสิทธิ์, 2561)

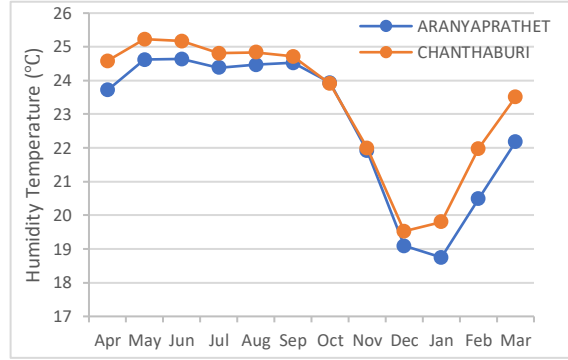
ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความครบถ้วนของข้อมูลของสถานีอุตุนิยมวิทยา

Station	Temp	DEWP	WDSP	Max	Min	PRCP
ARANYAPRATHET	99.11	99.11	99.11	99.11	99.11	98.58
CHANTHABURI	99.27	99.27	99.27	99.27	99.27	98.77
Z.28	-	-	-	-	-	97.63
Z.21	-	-	-	-	-	96.92

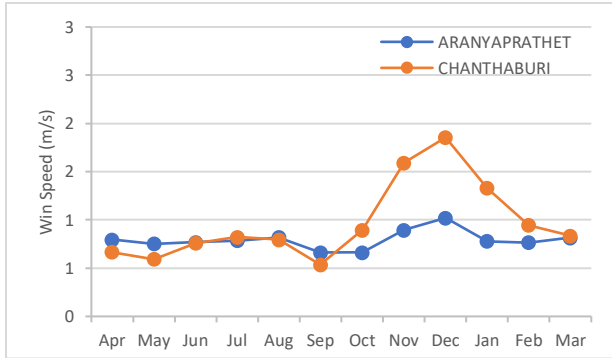
จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ได้ผ่านการคัดเลือกและต่อเติมข้อมูลอย่างเสร็จสมบูรณ์แล้วเมื่อนำมาพิจารณาเป็นข้อมูลรายเดือนเฉลี่ยของแต่ละสถานี แสดงดังรูปที่ 5-10 จะเห็นว่าข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาในทิศทางเดียวกันซึ่งแสดงให้ถึงข้อมูลที่มีความกลมกลืนกัน



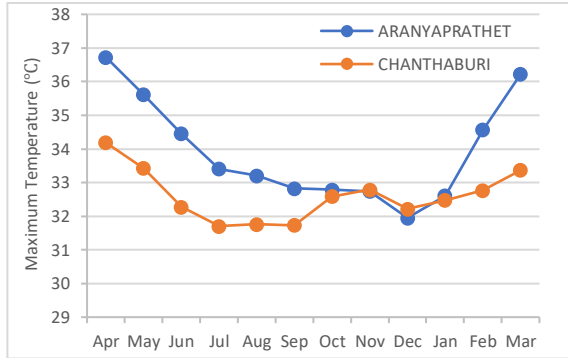
รูปที่ 5 อุณหภูมิเฉลี่ยของสถานีอุตุนิยมวิทยา



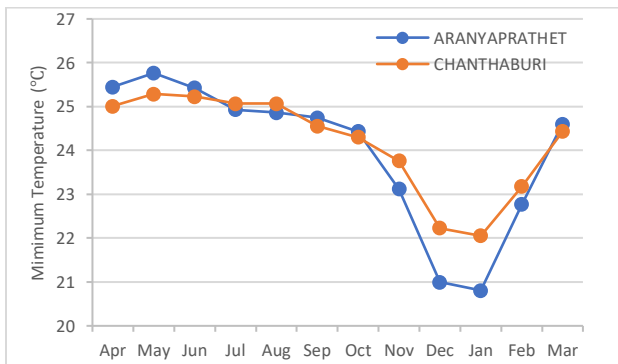
รูปที่ 6 อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ของสถานีอุตุนิยมวิทยา



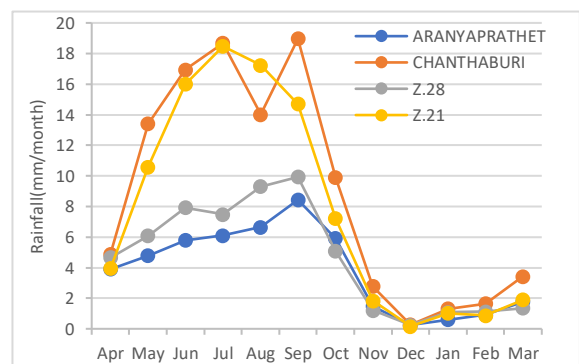
รูปที่ 7 ความเร็วลมที่ระดับ 2 เมตร ของสถานีอุตุนิยมวิทยา



รูปที่ 8 อุณหภูมิสูงสุดของสถานีอุตุนิยมวิทยา



รูปที่ 9 อุณหภูมิต่ำสุดของสถานีอุตุนิยมวิทยา

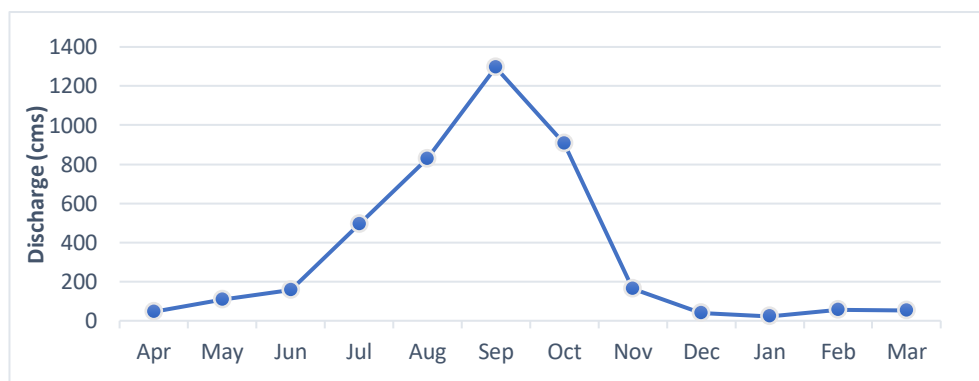


รูปที่ 10 ปริมาณน้ำฝนของสถานีอุตุนิยมวิทยา

### 2.3) ข้อมูลปริมาณน้ำท่า

ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานีห้วยสโม่ (Kgt.15A) อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี ซึ่งตั้งอยู่บริเวณด้านท้ายของอ่างเก็บน้ำแสดงดังรูปที่ 2 โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี 2005 ถึง 2016 ซึ่งดำเนินการสำรวจโดยกรมชลประทาน ข้อมูลดังกล่าวใช้สำหรับกระบวนการสอบเทียบแบบจำลองและทวนสอบแบบจำลอง

จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นเมื่อนำมาแสดงเป็นปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย แสดงดังรูปที่ 11 พบว่ากราฟมีลักษณะพุ่งสูงขึ้นในช่วงเดือน กรกฎาคม ถึง ตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงน้ำหลากของพื้นที่ และจะเข้าสู่ช่วงน้ำแล้งในเดือน พฤศจิกายน ถึง มิถุนายน



รูปที่ 11 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยของสถานี Kgt.15A

### 2.4) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ถูกรวบรวมจากกรมพัฒนาที่ดินที่ได้จากการสำรวจในปี 2553 โดยแบ่งประเภทการใช้ที่ดินเป็น 5 ประเภทหลัก คือ ป่าไม้ เกษตรกรรม แหล่งน้ำ ที่อยู่อาศัย และอื่นๆ แต่ในพื้นที่ศึกษามีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพียง 3 ประเภท ประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้ที่ปกคลุมพื้นที่ส่วนประมาณ 492.627 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 91.4% และพื้นที่การเกษตร ประมาณ 45.841 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 8.51% และพื้นที่ที่อยู่อาศัย ประมาณ 0.101 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 0.02% จะมีการกระจายตัวอยู่บริเวณตอนล่างของอ่างเก็บน้ำ แสดงดังรูปที่ 3



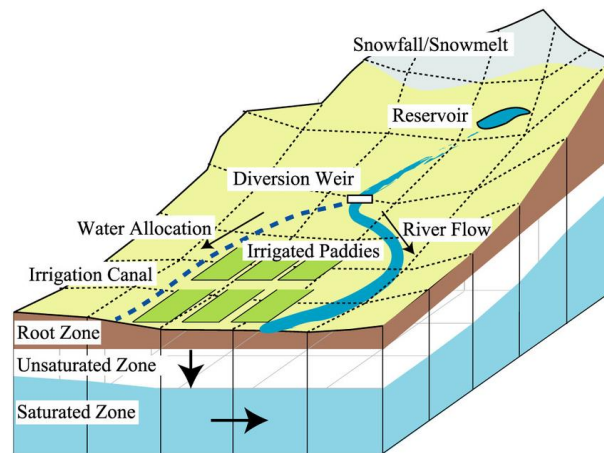
## 2.5) แบบจำลอง DWCM-AgWU

### 2.5.1) พื้นฐานแบบจำลอง

Masumoto *et al.* (2009); Taniguchi *et al.* (2009) ได้พัฒนาแบบจำลองสภาพการไหลร่วมกับการใช้น้ำเพื่อการเกษตร (The Distributed Water Circulation Model incorporating Agricultural Water Use, DWCM-AgWU) เพื่อใช้กับลุ่มแม่น้ำโขง โดยมีการแบ่งพื้นที่ย่อยเป็นลักษณะตารางข่าย (เซลล์) มีขนาด  $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$  หรือ  $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$  เพื่อศึกษาข้อมูลของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศต่อปริมาณน้ำท่า ซึ่งในการวิเคราะห์ทั้งหมดนี้จะต้องผ่านแบบจำลองย่อย 4 แบบจำลองย่อยได้แก่

- 1) แบบจำลองย่อยการประมาณการณ์การคายระเหยของพืชอ้างอิง
- 2) แบบจำลองย่อยการพยากรณ์ระยะเวลาและพื้นที่เพาะปลูก
- 3) แบบจำลองการใช้น้ำของนาข้าว
- 4) แบบจำลองย่อยน้ำท่าและการเปลี่ยนแปลงของน้ำในดิน

โดยหลักการทำงานของแบบจำลองจะพิจารณาสมดุลน้ำในแต่ละเซลล์และส่งต่อไปยังเซลล์ถัดๆ ไปจากพื้นที่ต้นน้ำไปจนถึงท้ายน้ำตามลำดับ องค์ประกอบการคำนวณของแบบจำลอง DWCM-AgWU แสดงดัง รูปที่ 12



รูปที่ 12 ส่วนประกอบการทำงาน of แบบจำลอง

ที่มา: Masumoto *et al.* (2009)

### 2.5.2) แบบจำลองย่อยการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำ

แบบจำลองการจัดการอ่างเก็บน้ำถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มศักยภาพของแบบจำลองโดยพิจารณาถึงปัจจัยการไหลเวียนที่ผ่านการจัดการโดยมนุษย์ โดยเฉพาะการจัดการในอ่างเก็บน้ำ ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวมีสมมุติฐานที่ว่าเขื่อนจะถูกสร้างปิดกั้นระหว่างเซลล์ โดยจะคำนวณปริมาณน้ำเก็บกัก จากปริมาณน้ำไหลเข้า

ปริมาณน้ำที่ระบายจากอ่างเก็บน้ำ และปริมาณน้ำที่เก็บกักในช่วงเวลาที่ผ่านมา ดังสมการที่ 1 (Vongphet *et al.*, 2014 & 2016)

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

2.5.3) แบบจำลองการจัดสรรน้ำเพื่อพื้นที่ชลประทาน

แบบจำลองการจัดสรรน้ำเพื่อพื้นที่ชลประทานถูกพัฒนาขึ้นเพื่อพิจารณาปริมาณน้ำที่จะผันเข้าสู่พื้นที่ชลประทานที่เป็นพื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานโดยพิจารณาจากปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดจาก ปริมาณความต้องการน้ำจากนาข้าว(Q) ความสามารถในการรับน้ำของอาคารชลประทาน (Q) และปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแม่น้ำ (Q) ดังสมการที่ 2

$$Q_{div} = \min(Q_{riv}, Q_{cap}, Q_{dmnd}) \quad \text{สมการที่ 2}$$

ปริมาณน้ำที่ถูกผันเข้าสู่พื้นที่ชลประทานจะถูกส่งไปยังเซลล์ต่างๆ ตามลำดับโดยคำนึงถึง ลำดับในการรับน้ำของแต่ละคลองซอย คลองแยกซอย ระยะห่างระหว่างจุดที่ตั้งพื้นที่นากับคลองส่งน้ำ และระดับพื้นที่ของนาข้าว (Kudo *et al.*, 2013)

## 2.6) การวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลอง

เกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อพิจารณาความถูกต้องและความสอดคล้องของข้อมูลระหว่างปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง DWCM-AgWU กับข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำท่าบริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำนฤปดินทรจินดา โดยใช้เกณฑ์การประเมินเชิงประสิทธิภาพ (Efficiency Criteria) ซึ่งเป็นดัชนีที่นิยมใช้ในชี้วัดความแม่นยำของแบบจำลองหรือประสิทธิภาพของแบบจำลอง ได้แก่

- 1) ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination,  $R^2$ ) (สมการที่ 3) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งใช้แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างข้อมูลสองชุด หากค่า  $R^2$  เข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันมาก แต่หากค่า  $R^2$  เข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันน้อย

$$R^2 = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n [(Q_{obs} - \bar{Q}_{obs})(Q_{sim} - \bar{Q}_{sim})]}{[\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - \bar{Q}_{obs})^2]^{0.5} [\sum_{i=1}^n (Q_{sim} - \bar{Q}_{sim})^2]^{0.5}} \right]^2 \quad \text{สมการที่ 3}$$

- 2) ค่าความแม่นยำ (Nash-Sutcliffe Efficiency, NSE) (สมการที่ 4) มีค่าอยู่ระหว่าง  $-\infty$  ถึง 1 ซึ่งใช้เป็นดัชนีบอกค่าความแม่นยำ หรือประสิทธิภาพของแบบจำลอง

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - \bar{Q}_{obs})^2} \quad \text{สมการที่ 4}$$

- 3) Percent Bias (PBIAS) (สมการที่ 5) เป็นดัชนีชี้วัดแนวโน้มค่าเฉลี่ยของค่าที่ได้จากแบบจำลองว่า มีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าการตรวจวัด โดยค่าที่ได้นั้นควรมีค่าใกล้ 0 โดยหากค่า

เป็นบวกบ่งบอกถึงการจำลองที่ให้ผลต่ำกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง และหากค่าเป็นลบบ่งบอกถึงการจำลองที่ให้ค่าสูงกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริง

$$PBIAS = 100 \times \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})}{\sum_{i=1}^n Q_{obs}} \right] \quad \text{สมการที่ 5}$$

- 4) RMSE-observations standard deviation ratio (RSR) (สมการที่ 6) เป็นดัชนีที่แสดงถึงประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง  $\infty$  โดยค่าที่ต่ำกว่าจะแสดงถึงประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ดีกว่า

$$RSR = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - \bar{Q}_{obs})^2}} \quad \text{สมการที่ 6}$$

โดยที่  $i$  คือ ลำดับข้อมูล,  $n$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด,  $Q_{obs}$  คือ ค่าที่ได้จากสถานีตรวจวัด,  $\bar{Q}_{obs}$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลตรวจวัดทั้งหมด  $Q_{sim}$  คือ ค่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง,  $\bar{Q}_{sim}$  คือ ค่าเฉลี่ยของค่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง ซึ่งเป็นการตรวจสอบความถูกต้องเช่นเดียวกัน

ค่าการแปลความหมายของ NSE, PBIAS และ RSR นั้นแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแปลความหมายค่า RSR NSE และ PBIAS

Performance Rating	RSR	NSE	PBIAS
Very good	$0.00 \leq RSR \leq 0.50$	$0.75 < NSE \leq 1.00$	$PBIAS < \pm 10$
Good	$0.50 < RSR \leq 0.60$	$0.65 < NSE \leq 0.75$	$\pm 10 \leq PBIAS < \pm 15$
Satisfactory	$0.60 < RSR \leq 0.70$	$0.50 < NSE \leq 0.65$	$\pm 15 \leq PBIAS$
Unsatisfactory	$RSR > 0.70$	$NSE \leq 0.50$	$PBIAS \geq \pm 25$

ที่มา : Julia (2019)

### 3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

#### 3.1) การเตรียมข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง

##### 3.1.1) แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่ย่อยๆ (เซลล์)

การแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยๆ (เซลล์) จะทำการแบ่งออกตามรูปแบบของแบบจำลองโดยแบ่งเป็นพื้นที่ขนาด 5 km x 5 km ด้วยฟังก์ชัน Create Fithnet ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

##### 3.1.2) การเตรียมข้อมูลอุตุนิยม

สำหรับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ต้องใช้นั้น ประกอบไปด้วยข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998) ในช่วงปี ค.ศ.2004-2018 โดยข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวมจากศูนย์ข้อมูลภูมิอากาศแห่งชาติ (National Climatic Data Center : NCDC) นั้นมีความจำเป็นต้องแปลงหน่วยให้ตรงกับพารามิเตอร์ในแบบจำลองดังนี้

- อุณหภูมิอากาศ (Air Temperature: Temp) เป็นอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน แปลงหน่วยจาก °F เป็น °C
- อุณหภูมิต่ำสุด (Minimum Temperature: Min) เป็นอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน แปลงหน่วยจาก °F เป็น °C
- อุณหภูมิสูงสุด (Maximum Temperature: Max) เป็นอุณหภูมิสูงสุดรายวัน แปลงหน่วยจาก °F เป็น °C
- อุณหภูมิที่จุดน้ำค้าง (Dew point Temperature: DEWP) เป็นอุณหภูมिरายวัน แปลงหน่วยจาก °F เป็น °C
- ปริมาณน้ำฝน (Rainfall: PRCP) เป็นความลึกฝนรายวัน แปลงหน่วยจาก inch เป็น mm
- ความเร็วลม (Mean wind Speed: WDSP) เป็นความเร็วลมเฉลี่ยรายวัน แปลงหน่วยจาก Knot เป็น m/s

หลังจากแปลงหน่วยของข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการตรวจสอบข้อมูลสถานีที่ขาดหายโดยใช้ฟังก์ชัน Index ร่วมกับ Match และเทียบสัดส่วนข้อมูลที่ขาดหายไปในแต่ละสถานีเพื่อทำการคัดสถานีที่มีข้อมูลขาดหายไปมากกว่า 5% ออก

เฉลี่ยข้อมูลรายเดือนของสถานีเพื่อเติมข้อมูลของสถานีนั้นๆ ที่ขาดหายไป จากนั้นทำการคัดเลือกสถานีอีกครั้งจากความกลมกลืนของข้อมูล (Gag Consistency) ด้วยวิธี double mass curve

##### 3.1.3) เฉลี่ยข้อมูลสภาพอากาศเชิงพื้นที่

เฉลี่ยข้อมูลสภาพอากาศเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Inverse Distance Weighted (IDW) เป็นการประมาณค่าเชิงพื้นที่โดยอาศัยการถ่วงน้ำหนักจากจุดไม่ทราบค่าไปยังตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจวัด โดยยึดหลักสมมติฐานที่ว่าจุดที่ไม่ทราบค่าควรได้รับอิทธิพลจากจุดที่อยู่ใกล้มากกว่าจุดที่อยู่ไกลซึ่งต้องอาศัยการหาตำแหน่งพิกัดของเซลล์จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อเทียบหาระยะห่างกับสถานีตรวจวัดที่ได้คัดเลือกไว้

3.1.4) การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถทำได้โดยใช้ฟังก์ชัน Identity โดยแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทาน พื้นที่เกษตรกรรมนอกเขตชลประทาน ที่อยู่อาศัย แหล่งน้ำ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากพื้นที่ทั้งหมด

3.1.4) การกำหนดทิศทางการไหลของน้ำ มีหลักการพิจารณาคือ ทิศทางการไหล (Flow direction) เป็นการหาทิศทางการไหลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยกำหนดให้มีทิศทางการไหลได้เพียง 1 ทิศทางจาก 8 ทิศทางรอบจุดที่พิจารณา ความชันของลำน้ำ (Stream slope) วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยข้อมูลระดับความสูงพื้นดิน (Digital Elevation Model, DEM) แสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งจะพิจารณาให้น้ำไหลไปในทิศทางที่มีอัตราส่วนระหว่างความสูงและระยะทางมากที่สุด การไหลสะสม (Flow accumulation) โดยกำหนดให้ช่องทางที่มีการไหลสะสมมากที่สุด เป็นช่องทางการไหลของลำน้ำ (อิศเรศ และเอกสิทธิ์, 2555)

### 3.2) การประยุกต์ใช้แบบจำลอง

การจำลองมีช่วงเวลาเริ่มต้นตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ.2004 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 2018 รวมเป็นเวลา 15 ปี โดยมีช่วงการคำนวณ (Time Step) เท่ากับ 1 วัน

ข้อมูลที่รวบรวมไว้จะถูกนำเข้าแบบจำลองเพื่อคำนวณการไหลเวียนของน้ำและปริมาณผ่านพื้นที่ย่อยตั้งแต่พื้นที่ต้นน้ำไปจนถึงท้ายน้ำโดยมีแนวทางการศึกษาดังนี้

#### 3.2.1) วิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า ประกอบด้วย

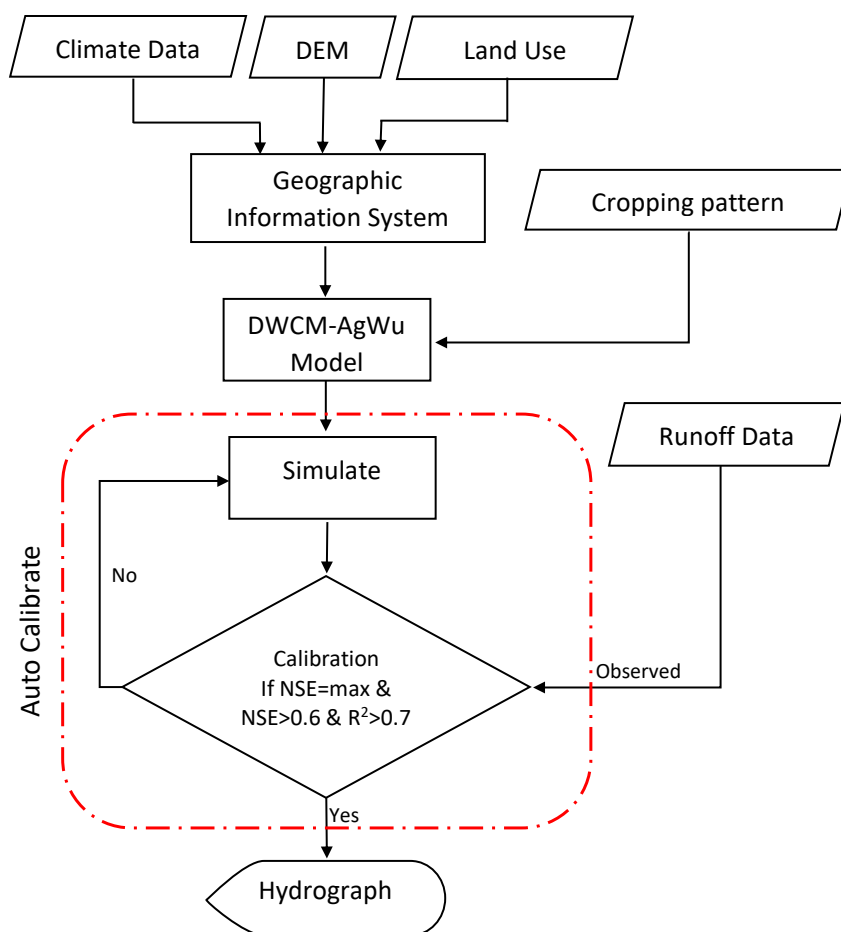
- ข้อมูลสภาพอากาศเชิงพื้นที่
- การจำแนกประเภทการใช้ที่ดิน
- ลำดับและทิศทางการไหลของลำน้ำ
- รอบเวรการเพาะปลูกพืช

3.2.2) ทำการสอบเทียบแบบจำลองเป็นการปรับแก้พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษาเพื่อ ในที่นี้จะเน้นไปที่การไหลพื้นฐานในชั้นดินอิมตัวและการไหลในแนวตั้งของน้ำในชั้นดินไม่อิมตัว รวมถึงการปรับพารามิเตอร์ในเรื่องของความยาวรากพืชเพื่อให้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดของสถานีตรวจวัดน้ำท่า Kgt.15A ซึ่งตั้งอยู่บริเวณด้านท้ายของอ่างเก็บน้ำนฤปดินทรจินดาในช่วงปี ค.ศ. 2005-2010 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการปรับแก้รูปแบบการทำงานของแบบจำลองโดยกำหนดช่วงพารามิเตอร์ แล้วให้แบบจำลองทำการคำนวณและเก็บข้อมูลน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากพารามิเตอร์ในแต่ละชุดภายใต้คำสั่งที่เขียนไว้ใน batch File ซึ่งดำเนินการโดยใช้ Command Prompt จากนั้น

ส่งข้อมูลเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลองด้วยระบบ Visual Basic for Applications โดยจะพิจารณาพารามิเตอร์ที่ทำให้เกิดค่าความแม่นยำสูงสุด (NSE) และมีค่าความแม่นยำ (NSE) มากกว่า 0.6 ซึ่งมีวิธีการทำงานแสดงดังรูปที่ 13

3.2.3 ) ทวนสอบแบบจำลองโดยนำพารามิเตอร์ที่ได้จากขั้นตอนการสอบเทียบแบบจำลองใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ที่สถานี Kgt.15A ในช่วงปี ค.ศ.2011-2016

3.2.4) แสดงผลของแบบจำลองในรูปแบบของกราฟน้ำท่าระหว่างปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณ (Calculated) และปริมาณน้ำท่าที่เกิดจากการตรวจวัด (Observed)



รูปที่ 13 ผังขั้นตอนการศึกษา

## 4. ผลการวิจัย

### 1) พารามิเตอร์

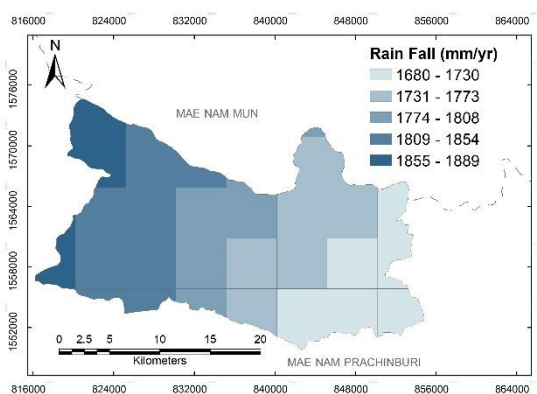
ชุดพารามิเตอร์ของแบบจำลอง DWCM-AgWU ซึ่งได้จากการสอบเทียบแบบจำลองตั้งแต่ปี 2005-2010 ที่ใช้เป็นพารามิเตอร์ตัวแทนของพื้นที่ศึกษา แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พารามิเตอร์ในการสอบเทียบแบบจำลอง

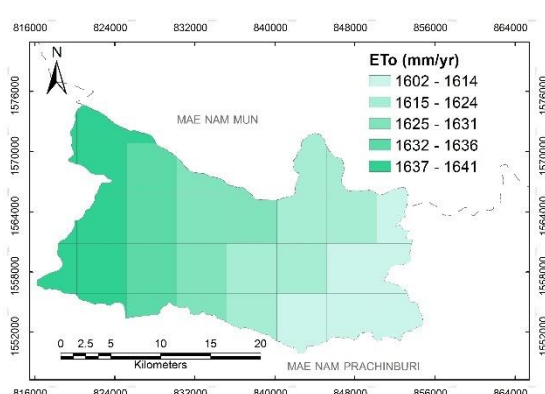
No	Type	Parameter	Value
1	Division of the target basin	Divided meshes (cells)	345
		Sub-basins	1504
2	Calculation	Time step	1 Day
		starting year	2004
		Stopping year	2018
		Total year	15 Year
		Spin-up year (initial)	1 Year
3	Runoff	Root zone thickness (Paddy fields)	10 mm
		(Forest)	1000 mm
		(Upland crops)	120 mm
		Runoff parameter (base flow in saturated zone, Qb0)	3 mm/day
		(base flow in saturated zone, Qc0)	3 mm/day
		(vertical flow in unsaturated zone, Qv0)	3 mm/day
		Moving average for paddy runoff (Slop)	5 day
		Manning Coefficient(n)	0.025

### 2) ผลการเฉลี่ยข้อมูลสภาพภูมิอากาศเชิงพื้นที่

ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีอยู่ในช่วง 1,680-1,889 มิลลิเมตรต่อปี โดยมีความลึกมากในพื้นที่บริเวณตอนล่างของพื้นที่ศึกษาและปริมาณฝนในพื้นที่ตอนบนไม่สูงมากนักแสดงดังรูปที่ 14 และเมื่อพิจารณาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงในพื้นที่ซึ่งมีข้อมูลอยู่ในช่วง 1,595-1,637 มิลลิเมตรต่อปี โดยมีค่ามากในบริเวณตอนล่างของพื้นที่แสดงดังรูปที่ 15 เช่นเดียวกับปริมาณฝนและสัมพันธ์กับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งมีพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่ในตอนล่างของพื้นที่



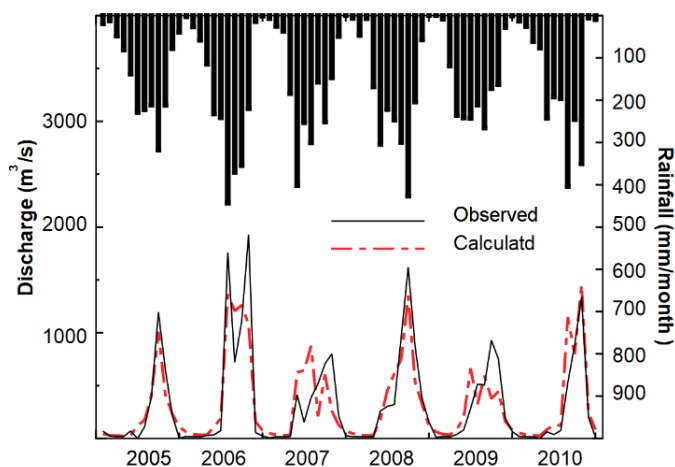
รูปที่ 14 ปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 15 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

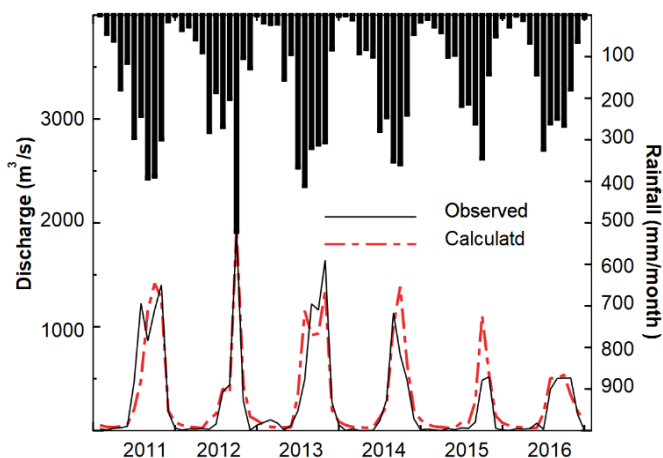
### 3) ผลการสอบเทียบและการทวนสอบแบบจำลอง

ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่ารายเดือนของสถานีตรวจวัด Kgt.15A ในช่วงปี ค.ศ. 2005-2010 ซึ่งใช้เป็นสถานีตัวแทนของพื้นที่รับน้ำของอ่างนฤปดินทรจินดา แสดงดังรูปที่ 16 ปริมาณน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณน้ำที่ได้จากสถานีตรวจวัด และมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนที่เกิดขึ้น แต่มีบางช่วงของข้อมูลโดยเฉพาะในช่วงน้ำหลากของปี 2007, 2009, 2014 และ 2015 ที่มีความคลาดเคลื่อนไปบ้าง ซึ่งได้ค่าจากการสอบเทียบ  $R^2 = 0.75$  และ  $NSE = 0.75$   $PBIAS = -0.79$  และ  $RSR = 0.5$  ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ Very good ดังตารางที่ 2



รูปที่ 16 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง

เมื่อทำการทวนสอบแบบจำลองในสถานีเดียวกันในช่วงปี ค.ศ. 2011-2016 ดังรูปที่ 17 ปรากฏว่าได้ค่า  $R^2 = 0.82$  และ  $NSE = 0.81$   $PBIAS = -12.82$  และ  $RSR = 0.44$  ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากสถานีตรวจวัด และมีค่าปริมาณน้ำท่าในช่วงปี 2015 ที่ค่อนข้างสูงกว่าน้ำท่าจากสถานีตรวจวัด

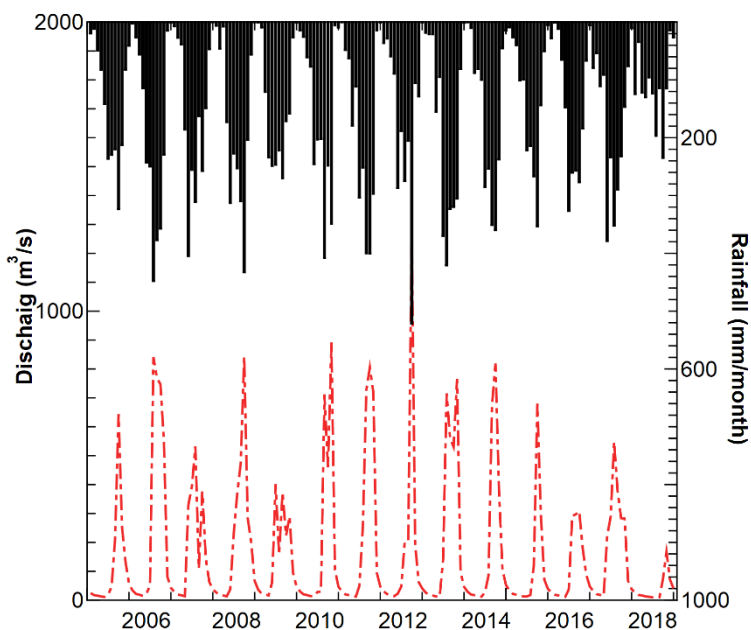


รูปที่ 17 ผลการทวนสอบแบบจำลอง

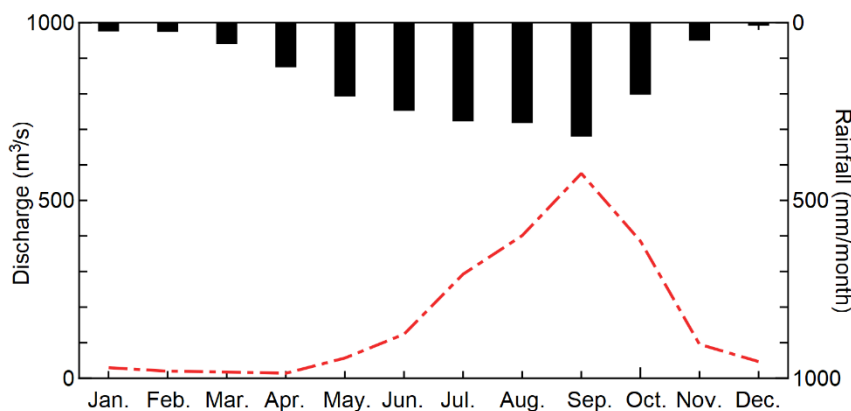


#### 4) การประเมินปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำนฤดินทรจินดา

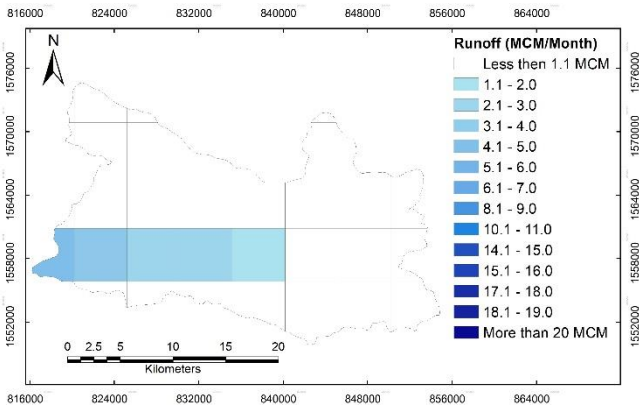
จากการประเมินปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำนฤดินทรจินดา พบว่าปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่สัมพันธ์กับปริมาณฝนที่ตกลงมาในแต่ละปี โดยปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยอยู่ที่ 177.858 ล้าน ลบ.ม./ปี มีปริมาณสูงสุด 275.768 ล้าน ลบ.ม./ปี เกิดขึ้นในปี ค.ศ.2006 และมีปริมาณต่ำสุด 40.415 ล้าน ลบ.ม./ปี เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 2018 ดังรูปที่ 18 โดยน้ำท่าส่วนใหญ่ทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง พฤษภาคมของปี โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นเส้นทางสายหลักของลำน้ำ และมีปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยอยู่ที่ 0.170 ถึง 316.184 ล้าน ลูกบาศก์เมตรต่อปี แสดงดังรูปที่ 19-32



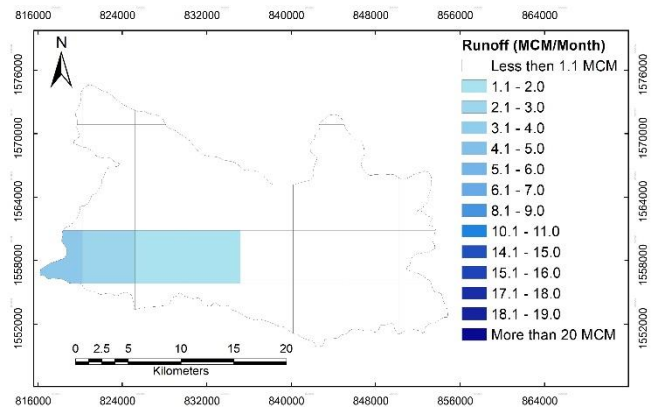
รูปที่ 18 ผลการประเมินปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำนฤดินทรจินดา



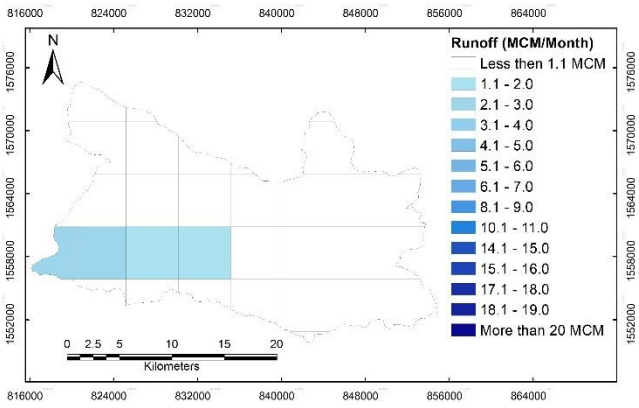
รูปที่ 19 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย



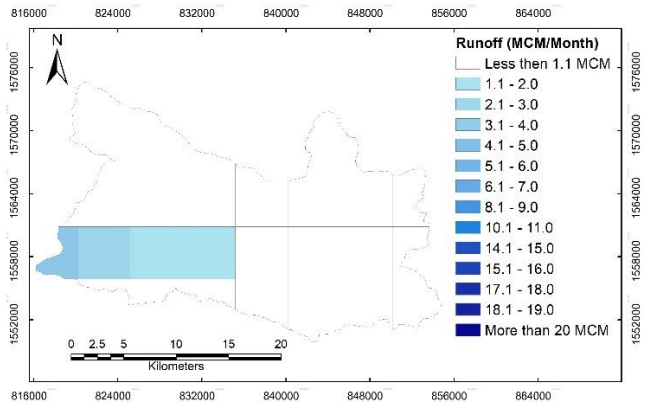
รูปที่ 20 น้ำท่าเฉลี่ยของ มกราคม



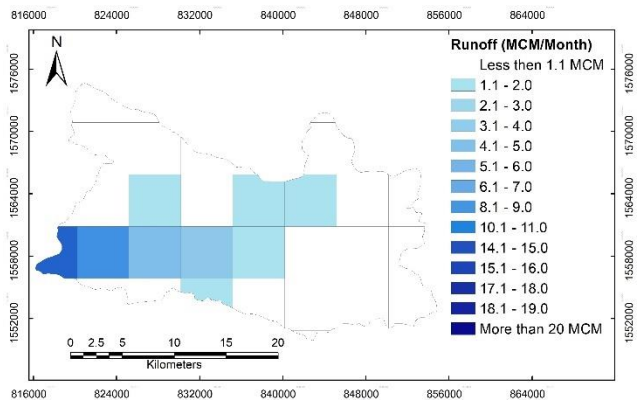
รูปที่ 21 น้ำท่าเฉลี่ยของ กุมภาพันธ์



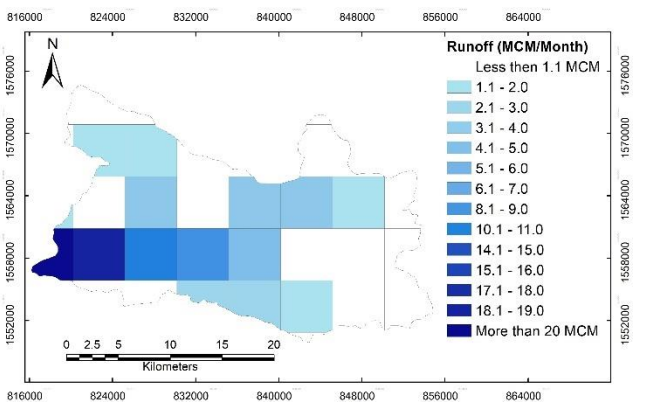
รูปที่ 22 น้ำท่าเฉลี่ยของ มีนาคม



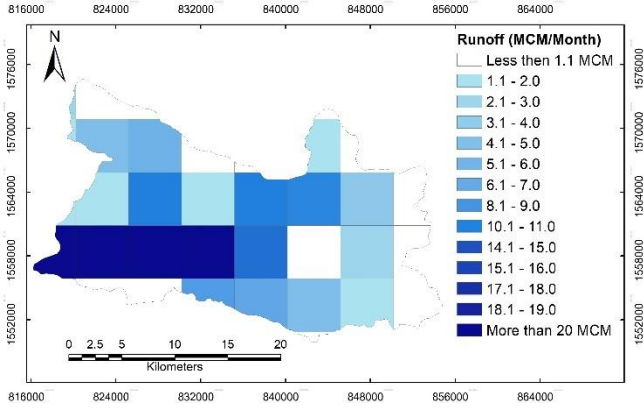
รูปที่ 23 น้ำท่าเฉลี่ยของ เมษายน



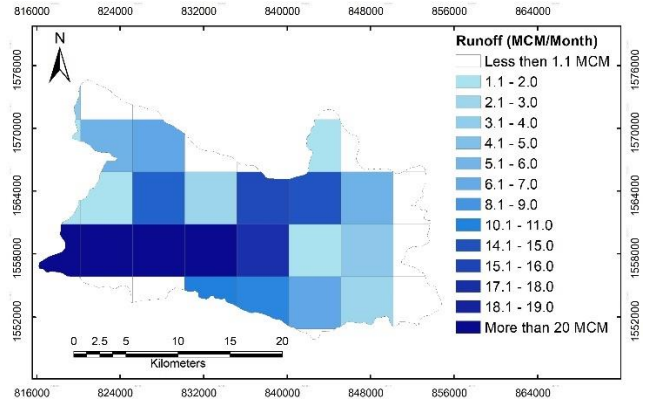
รูปที่ 24 น้ำท่าเฉลี่ยของ พฤษภาคม



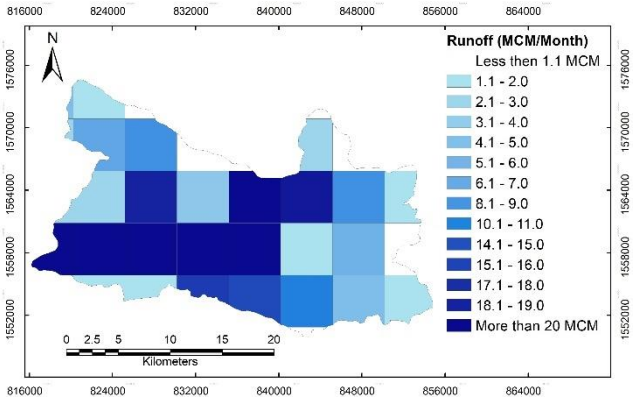
รูปที่ 25 น้ำท่าเฉลี่ยของ มิถุนายน



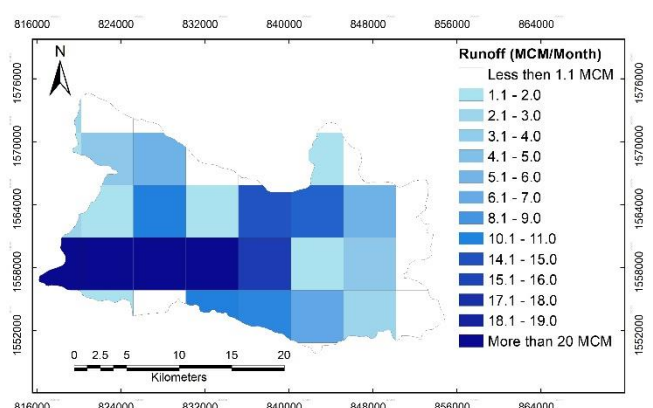
รูปที่ 26 น้ำท่าเฉลี่ยของ กรกฎาคม



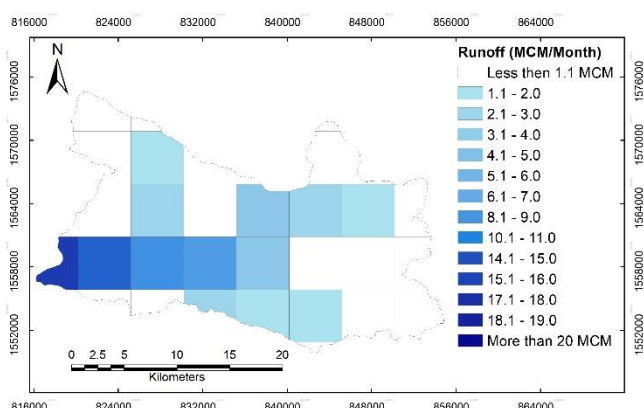
รูปที่ 27 น้ำท่าเฉลี่ยของ สิงหาคม



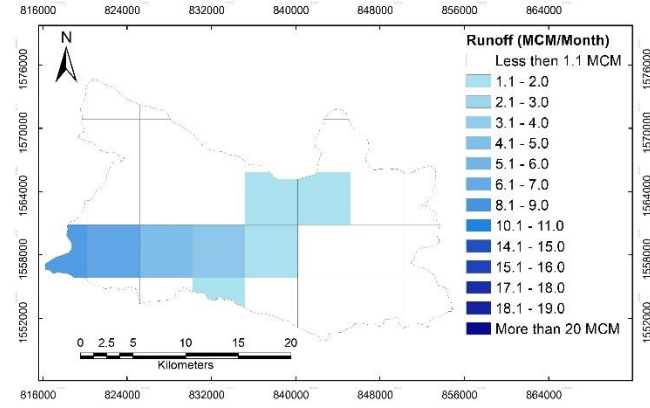
รูปที่ 28 น้ำท่าเฉลี่ยของ กันยายน



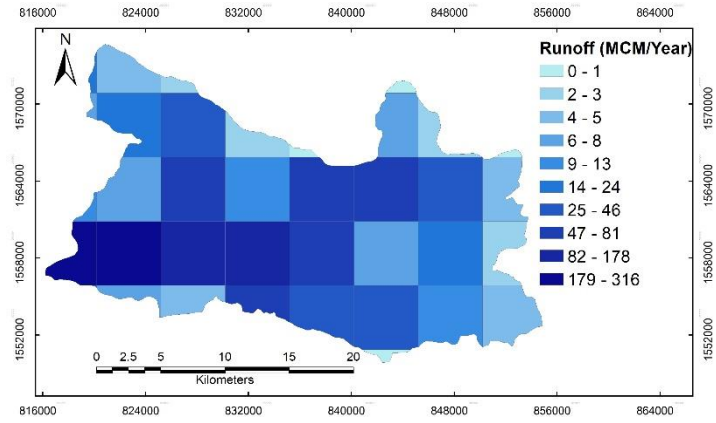
รูปที่ 29 น้ำท่าเฉลี่ยของ ตุลาคม



รูปที่ 30 น้ำท่าเฉลี่ยของ พฤษจิกายน



รูปที่ 31 น้ำท่าเฉลี่ยของ ธันวาคม



รูปที่ 32 น้ำท่าเฉลี่ยรายปี

## 5.สรุปและข้อเสนอแนะ

### 5.1) สรุปผลและอภิปรายผลการศึกษา

จากผลการวิจัยประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU กับพื้นที่บริเวณอ่างเก็บน้ำนฤบดินทรจินดา แสดงให้ประสิทธิภาพของแบบจำลองที่สามารถจำลองสภาพการไหลของน้ำท่าในพื้นที่บริเวณอ่างเก็บน้ำนฤบดินทรจินดาได้เป็นอย่างดีโดยเห็นได้จากผลการสอบเทียบแบบจำลองซึ่งมีค่าดัชนีชี้วัดที่ประกอบด้วย  $R^2$  NSE PBIAS และ RSR มีค่า 0.75 0.75 -0.79 และ 0.5 ตามลำดับและผลการทวนสอบได้ค่า 0.82 0.81 -12.82 และ 0.44 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจรวมถึงกราฟน้ำท่าที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญจึงสรุปได้ว่าแบบจำลอง DWCM-AgWU มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโค้งปฏิบัติการของอ่างเก็บน้ำนฤบดินทรจินดา

จากการประเมินน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำนฤบดินทรจินดาจะเห็นได้กราฟน้ำท่ามีการกระจายตัวที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนโดยมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยอยู่ที่ 177.9 ล้าน ลบ.ม./ปี ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการพัฒนาโค้งปฏิบัติการได้

### 5.2) ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาโค้งปฏิบัติการนั้นจะลองพิจารณาถึงปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ การบริหารจัดการน้ำภายในอ่างเก็บน้ำ และความต้องการน้ำบริเวณท้ายอ่างเก็บน้ำ ซึ่งในการต่อยอดแบบจำลองเพื่อพัฒนาโค้งปฏิบัติการนั้นควรที่จะเพิ่มในส่วนของแบบจำลองในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเข้าไปด้วย รวมถึงแบบจำลองการบริหารจัดการพื้นที่ชลทานเพื่อครอบคลุมปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้น

เนื่องจากแบบจำลองพิจารณาเฉพาะการใช้น้ำเพื่อการเกษตรดังนั้นหากมีการพิจารณาเพิ่มเติมการใช้น้ำในด้านอื่นที่มีความสำคัญ อาทิเช่น การใช้น้ำเพื่อการทำอุตสาหกรรม การใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค และการใช้น้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศ เข้าไปด้วยอาจส่งผลให้แบบจำลองมีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

## 6.เอกสารอ้างอิง

- ธนชาติ สุขอนันตวงศ์.2547. การประยุกต์เจเนติกอัลกอริทึมในการวางแผนการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ .ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมชลประทาน. (2550). การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการการอ่างเก็บน้ำห้วยสโอมง จังหวัดปราจีนบุรี. รายงานการศึกษา.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อิศเรศ กะการดี, เอกสิทธิ์ โสสิตสกุลชัย. 2555. การหาทิศทางการไหลและขอบเขตลุ่มน้ำในพื้นที่ราบลุ่มตัวข้อมูล DEM.รายงานการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,จังหวัดอุดรธานี.
- วิษุวัตม์ แต่สมบัติ. 2555. อุทกวิทยาทางวิศวกรรม.ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ณัฐพัชญ์ เจริญฉาย,จตุเทพ วงษ์เพ็ชร์ และทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย. (2561). การจำลองสภาพการไหลร่วมกับการใช้น้ำเพื่อการเกษตร ในลุ่มน้ำเพชรบุรี. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่9, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จังหวัดประจวบคีรีขันธ์.
- พลเพชร สมานมิตร และอภิสิทธิ์ มุคุระ.2561. การพัฒนาฐานข้อมูลค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและฝนในประเทศไทยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. โครงการงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Allen R., Pereira L., Raes D. and Smith M.1988. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements).FAO Irrigation and Drainage Paper. 56: 24-28
- Masumoto T., Taniguchi T., Horikawa N., Yoshida T. & Shimizu K. 2009. Development of a Distributed water circulation model for assessing human interaction in agricultural water use From Headwaters to the Ocean: Hydrological Changes and Watershed Management, Taniguchi M., Burntttt W.C., Fukushima Y., Haigh M.& Umezawa Y. eds. Taylor and Francis, 195–201.
- Kudo R, Masumoto T, Horikawa N, Yoshida T. 2013. Modeling of Paddy Water Management in Large-reservoir Irrigation Areas and its Integration into Distributed Water Circulation Model. *Applied Hydrology* **25**, 61–70.
- Vongphet J., Masumoto T., Horikawa N. & Kudo R. 2014. Application of DWCM-AgWU Model to the Chao Phraya River Basin with Large Irrigation Paddy Areas and Dams. *Applied Hydro*. 26, 11-22.
- Vongphet J. and Masumoto T. 2016. Application of DWCM-AgWU Model to The Mae Klong River Basin with large complex irrigation scheme. 2nd World Irrigation Forum (WIF2). 6-8 November

2016, Chiang Mai, Thailand.

Vongphet J. Modeling of Interaction between Flood and Agricultural Water Use in the Chao Phraya River Basin. PhD dissertation. Ibaraki, Japan: Department of Bioresource Engineering, University of Tsukuba.

Julia H. 2019. The influence of spatial discretization on HEC-HMS modelling: a case study. **Med-crace**. 3(5): 447-448