

โครงการวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 14/2559

เรื่อง การจำลองสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ราบลุ่มตอนบนของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา

โดยแบบจำลอง A Seamless-DIF Model

Flood Simulation in the Upper Chao Phraya Basin by using A Seamless-  
DIF Model

โดย

นายสันติ ศักดิ์ศิริโสภาค

นายสิริวิชญ์ บุญแถม

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา – ชลประทาน)

พุทธศักราช 2559

ใบรับรองโครงการวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อเรื่อง : การจำลองสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ราบลุ่มตอนบนของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาโดยแบบจำลอง  
A Seamless-DIF Model

Title : Flood Simulation in the Upper Chao Phraya Basin by using A Seamless-  
DIF Model

นามผู้จัดทำ

นายสันติ

ศักดิ์ศิริโสภาค

นายสิริวิชญ์

บุญแกม

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

.....

(อ.ดร.จตุเทพ วงษ์เพ็ชร)

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

กรรมการ

.....

(อ.ดร.เกศวรา สิทธิโชค)

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

หัวหน้าภาควิชา

.....

(ผศ.นิมิตร เจริญพันธ์)

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

# การจำลองสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ราบลุ่มตอนบนของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยแบบจำลอง A Seamless-DIF Model

## Flood Simulation in the Upper Chao Phraya Basin by using A Seamless-DIF Model

สันติ ศักดิ์ศิริโสภาค<sup>1</sup>, สิริวิชัย บุญแถม<sup>1</sup>, จุติเทพ วงษ์เพ็ชร<sup>2</sup>

<sup>1</sup> นิสิต, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

<sup>2</sup> อาจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140  
(Email : saksirisopak@gmail.com , topzz\_191@hotmail.com, fengjitv@ku.ac.th)

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลอง a Seamless DIF กับพื้นที่ราบลุ่มตอนบนของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา เพื่อศึกษาสภาพการไหลภายใต้สภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความถี่ในการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมบ่อยครั้ง อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสภาวะน้ำท่วมของพื้นที่เจ้าพระยาตอนล่างซึ่งเป็นพื้นที่ตั้งอยู่ของเขตเศรษฐกิจทางอยุธยาและกรุงเทพมหานครโดยเฉพาะ ในเหตุการณ์มหาอุทกภัย ปี พ.ศ.2554 โดยมีช่วงเวลาในการคำนวณตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2554 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2554 โดยพิจารณาถึงการบริหารจัดการน้ำผ่านอาคารชลประทานร่วมด้วย จากการเปรียบเทียบแบบจำลอง ระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณและระดับน้ำท่าจากการตรวจวัดที่สถานี P17 N8A และ C2 ถูกนำมาเปรียบเทียบและคำนวณความแม่นยำของแบบจำลอง โดยมีค่า Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ Coefficient of Determination ( $R^2$ ) ที่สถานี P17 มีค่า NSE เท่ากับ 0.43 และ  $R^2$  0.72 ที่สถานี N8A ค่า NSE เท่ากับ 0.79 และ  $R^2$  0.8 และที่สถานี C2 ค่า NSE เท่ากับ 0.77 และ  $R^2$  0.78 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าการประยุกต์ใช้แบบจำลองอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แบบจำลองดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือ ในการพัฒนาแผนการจัดการน้ำภายใต้สภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ราบลุ่มบริเวณตอนบนของน้ำเจ้าพระยา เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

**คำสำคัญ :** อุทกภัย, แบบจำลอง A Seamless-DIF , แบบจำลอง DWCM-AgWU

### Abstract

A Seamless-DIF Model was applied to the Upper Chao Phraya River Basin to study flow characteristic under flood situation which has more frequently affected by flood. Moreover, it's also affect to the lower area of the basin which is consisted of megacity such as Bangkok and neighboring Ayutthaya, especially, 2011 flood. The calculation period is on year from 1<sup>st</sup> January to 31<sup>st</sup> December 2011 by considering the water management from irrigation building. The comparison of calculated water level with measured one was used to estimate the accuracy of the model at the stations P17 N8A and C2 by considering the value Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) and coefficient of Determination ( $R^2$ ). The value of NSE. and  $R^2$  are 0.43 and 0.42 at P17, 0.79 and 0.8 at N8A and 0.77 and 0.78 at c.2, respectively. The application was evaluated as good result. The model can be used to develop a water management plan under flood condition the upper part of the Chao Phraya River.

**Keywords :** Flood , A Seamless-DIF Model , DWCM-AgWU Model

## คำนิยม

โครงการวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากหลายบุคคล ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อ.ดร.จตุเทพ วงษ์เพ็ชร์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิศวกรรมชลประทาน ที่ให้ความอนุเคราะห์และชี้แนะเป็นอย่างดี จนทำให้โครงการวิศวกรรมชลประทานเล่มนี้สำเร็จได้

ขอขอบพระคุณ อ.ดร.เกศวรา สิทธิโชค (กรรมการ) ที่ได้ให้เกียรติมาร่วมรับฟังการนำเสนอโครงการ และให้คำแนะนำ แนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของโครงการวิศวกรรมเล่มนี้มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้เขียนหวังว่าโครงการวิศวกรรมชลประทานเล่มนี้คงเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ต้องการศึกษาและสนใจเกี่ยวกับแบบจำลอง A Seamless-DIF Model เพื่อศึกษาการไหลภายใต้สภาวะน้ำท่วม หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ โอกาสนี้

นายสันติ            ศักดิ์ศิริโสภาค

นายสิริวิชัย        บุญแกม

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(1)
คำนิยม	(2)
สารบัญ	(3)
สารบัญตาราง	(4)
สารบัญภาพ	(5)
บทที่ 1    บทนำ	1
บทที่ 2    ระเบียบวิธีวิจัย	1
2.1    พื้นที่ศึกษา	1
2.1.1    สภาพพื้นที่	1
2.1.2    การใช้ประโยชน์ที่ดิน	2
2.2    อาคารบังคับน้ำและบริหารจัดการน้ำ	3
2.2.1    เขื่อนเก็บกักน้ำ	3
2.2.2    เขื่อนทดน้ำ	3
2.3    อุทกภัย ปี 2554	3
2.3.1    ระดับน้ำเก็บกักของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์	3
2.3.2    สาเหตุอุทกภัย	3
2.4    แบบจำลอง A Seamless-DIF Model	4
2.4.1    ขั้นตอนการคำนวณ A Seamless-DIF Model	4
2.4.2    สมการที่เกี่ยวข้อง	4
2.4.3    ระบบการระบายน้ำ	5
บทที่ 3    ขั้นตอนและวิธีการศึกษา	5
3.1    การรวบรวมข้อมูล	5
3.2    การประยุกต์ใช้แบบจำลอง A Seamless-DIF	6
3.3    การเปรียบเทียบแบบจำลอง	6
3.4    แสดงผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง	7
บทที่ 4    ผลการทดลอง	8
4.1    ค่าพารามิเตอร์	8
4.2    กราฟน้ำท่า	8
4.3    แผนที่น้ำท่วม	9
บทที่ 5    สรุปผลและข้อเสนอแนะ	10
5.1    สรุป	10
5.1    ข้อเสนอแนะ	10
เอกสารอ้างอิง	10
ภาคผนวก	12

## สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและพื้นที่การศึกษา	1
ภาพที่ 2	แผนผังน้ำท่า	2
ภาพที่ 3	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	2
ภาพที่ 4	เขื่อนภูมิพล	4
ภาพที่ 5	เขื่อนสิริกิติ์	4
ภาพที่ 6	แผนผังของการทำงานในโมเดล A Seamless-DIF Model	5
ภาพที่ 7	แผนผังของส่วนตัดขวางของการเชื่อมต่อเซลล์แม่น้ำและเซลล์แผ่นดิน	5
ภาพที่ 8	กราฟน้ำท่าที่สถานีตรวจวัด P17	9
ภาพที่ 9	กราฟน้ำท่าที่สถานีตรวจวัด N8A	9
ภาพที่ 10	กราฟน้ำท่าที่สถานีตรวจวัด C2	9
ภาพที่ 11	แผนที่แสดงน้ำท่วม	9
ภาพที่ 12	ระดับความสูงน้ำท่วมในวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ.2554	9
ภาพที่ 13	ระดับความสูงน้ำท่วมในวันที่ 15 กันยายน พ.ศ.2554	10
ภาพที่ 14	ระดับความสูงน้ำท่วมในวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ.2554	10
ภาพที่ 15	แสดงขั้นตอนการนำเข้าช่วงเวลาคำนวณและขอบเขต	13
ภาพที่ 16	แสดงการนำเข้าข้อมูลของเซลล์แม่น้ำ	14
ภาพที่ 17	แสดงทิศทางการไหลของลำน้ำ	15
ภาพที่ 18	แสดงการนำเข้าข้อมูลของเซลล์แผ่นดิน	16
ภาพที่ 19	แสดงหมายเลขเซลล์แผ่นดิน	16
ภาพที่ 20	แสดงการนำเข้าโดยระบุชื่อเซลล์แม่น้ำ(River cell)	17
ภาพที่ 21	แสดงการนำเข้าโดยระบุชื่อเซลล์แผ่นดิน (Land cell)	18
ภาพที่ 22	แสดงความกว้างกันคลองและความสูงคลอง	18
ภาพที่ 23	แสดงการนำเข้าพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ	19
ภาพที่ 24	แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของคลอง	20
ภาพที่ 25	แสดงการนำเข้าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ	20
ภาพที่ 26	แสดงตัวอย่างการจับคู่กัน	21
ภาพที่ 27	แสดงการนำเข้าการจับคู่รวมกันข้อลำน้ำ	21
ภาพที่ 28	แสดงการนำเข้าพื้นที่และระดับของพื้นที่	22
ภาพที่ 29	แสดงการกำหนดความละเอียดการคำนวณ	23
ภาพที่ 30	แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณ	23
ภาพที่ 31	แสดงค่าระดับน้ำในเซลล์แผ่นดินที่คำนวณ	24

## สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	สัดส่วนการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำ	2
ตารางที่ 2	การแปลความหมายค่า NSE	7
ตารางที่ 3	ค่าพารามิเตอร์ DWCM-AgWU	8
ตารางที่ 4	ค่าพารามิเตอร์ A Seamless-DIF	8
ตารางที่ 5	ตัวอย่างการนำเข้าช่วงเวลาคำนวณและขอบเขต	13
ตารางที่ 6	ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลของเซลล์แม่น้ำ	14
ตารางที่ 7	ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลของเซลล์แผ่นดิน	15
ตารางที่ 8	ตัวอย่างการนำเข้าโดยระบุชื่อเซลล์แม่น้ำ(River cell)	17
ตารางที่ 9	ตัวอย่างการนำเข้าโดยระบุชื่อเซลล์แผ่นดิน (Land cell)	18
ตารางที่ 10	ตัวอย่างการนำเข้าพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ	19
ตารางที่ 11	ตัวอย่างการนำเข้าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ	20
ตารางที่ 12	ตัวอย่างการนำเข้าการจับคู่มกันข้อลำน้ำ	21
ตารางที่ 13	ตัวอย่างการนำเข้าพื้นที่และระดับของพื้นที่	22
ตารางที่ 14	ตัวอย่างการกำหนดความละเอียดการคำนวณ	22

## 1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงด้านภูมิอากาศในปัจจุบันส่งผลให้ความถี่ในการเกิดเหตุการณ์สุดขีด หรือภัยพิบัติต่างๆ เช่น ปรากฏการณ์แล้งและน้ำท่วมเพิ่มขึ้นมากกว่าในอดีต (IPCC,2012) ก่อให้เกิดความเสียหายและส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในบริเวณนั้น รวมถึงสภาพเศรษฐกิจของประเทศ ดังตัวอย่างเหตุการณ์มหาอุทกภัย พ.ศ. 2554 ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชน การเกษตรและเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก (World Bank,2012)

พื้นที่ราบลุ่มตอนบนของแม่น้ำเจ้าพระยา (ภาพที่ 1) ประกอบด้วย ลุ่มแม่น้ำปิง วัง ยม และน่าน พื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่ราบลุ่มที่ถูกล้อมรอบด้วยภูเขาทำให้มีปริมาณน้ำหลากมีความเร็วการไหลที่ค่อนข้างเร็ว (Flashflood) อีกทั้งในบางกรณีที่เขื่อนขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยเขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ มีความจำเป็นที่จะต้องระบายน้ำจากเขื่อนพื้นที่ดังกล่าวได้รับผลกระทบจากการบริหารจัดการน้ำด้วย

ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ช่วยทำให้เข้าใจการไหลภายใต้สภาวะน้ำท่วม ในการอำนวยความสะดวกในการพัฒนาแผนการบริหารจัดการน้ำ รวมทั้งตรวจสอบผลกระทบที่เกิดขึ้น

Vongphet et al.,(2014) ประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาเพื่อจำลองสภาวะการไหลโดยพิจารณาการบริหารจัดการน้ำ (ภาพที่ 1) Vongphet et al.,(2015) ได้ทำการพัฒนาแบบจำลอง a Seamless DIF model โดยพัฒนาแบบจำลองเพื่อคำนวณการไหลภายใต้สภาวะน้ำท่วมกับ DWCM-AgWU และประยุกต์ใช้แบบจำลองดังกล่าวกับพื้นที่ราบลุ่มตอนล่างของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่ นครสวรรค์ จนถึงอ่าวไทย แต่ในพื้นที่ราบลุ่มตอนบนของลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่ได้รับผลกระทบอุทกภัยน้ำท่วมเช่นกัน ซึ่งไม่ได้ทำศึกษาไว้จึงนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่เจ้าพระยาตอนบน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลอง A Seamless-DIF Model เพื่อศึกษาสภาพการไหลภายใต้สภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความถี่ในการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมบ่อยครั้ง อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อสภาวะน้ำท่วมของพื้นที่เจ้าพระยาตอนล่าง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ตั้งอยู่ของเขตเศรษฐกิจทั้ง อยุธยา และ กรุงเทพมหานคร เพื่อช่วยให้สามารถเตรียมพร้อมและป้องกันกับเหตุการณ์อุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

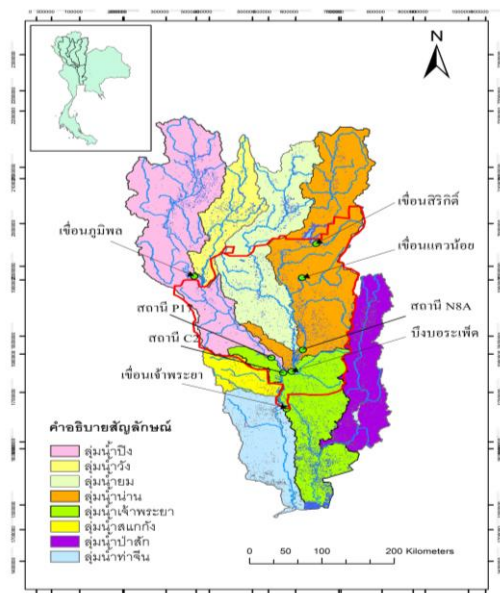
## 2. ระเบียบวิธีวิจัย

### 2.1 พื้นที่ศึกษา

#### 2.1.1 สภาพพื้นที่

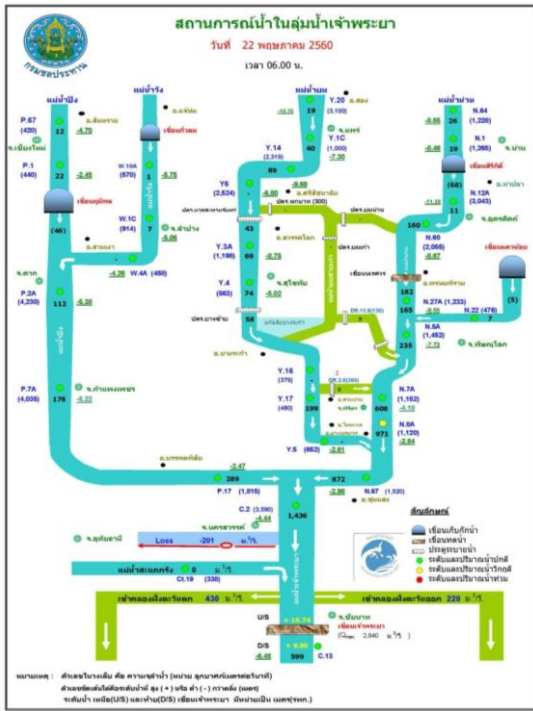
ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีขนาดพื้นที่ประมาณ 150,000 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน สะแกกึ่ง ป่าสัก และท่าจีน ครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือและภาคกลางของประเทศไทย ลุ่มน้ำตอนบนของเจ้าพระยามีลักษณะของพื้นที่ เป็นภูเขาซึ่งทอดตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ เป็นลักษณะภูเขาที่แคบแต่ยาวลาดชันมาก และครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ทางภาคเหนือลงมาถึงจังหวัดนครสวรรค์ ลุ่มน้ำตอนกลางของเจ้าพระยาหรือพื้นที่ราบลุ่มตอนบนของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่เขื่อนภูมิพล,สิริกิติ์ จนถึงจังหวัดนครสวรรค์ มีระดับระหว่าง120-30 เมตรที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง ลุ่มน้ำตอนล่างเป็นพื้นที่ราบลุ่มสามเหลี่ยมปากแม่น้ำมีระดับความสูงตั้งแต่30-0 เมตรที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (ภาพที่1)

ภาพที่ 2 แสดงแผนผังน้ำท่าของที่ราบลุ่มของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้เขื่อนเจ้าพระยา มีลุ่มน้ำ ป่าสัก และท่าจีน เข้ามารับรวมกับลุ่มเจ้าพระยา(สายหลัก) ส่วนพื้นที่ทำศึกษาสภาวะการไหลของน้ำภายใต้ น้ำท่วมคือพื้นที่ราบลุ่มตอนบนของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ประกอบด้วย ปิง ยม น่าน บึงบอระเพ็ด และเจ้าพระยาบางส่วน โดยพื้นที่ศึกษาจะถูกกำหนดตั้งแต่ลุ่มน้ำปิง บริเวณ ได้เขื่อนเจ้าภูมิพล ถึงจังหวัดนครสวรรค์ ลุ่มน้ำยม ตั้งแต่ Y.37 และ ลุ่มน้ำน่าน ตั้งแต่ ได้เขื่อนสิริกิติ์ผ่านเขื่อนทดน้ำนเรศวร ไหลมารวมกันที่ N.67 อ.ชุมแสง และไหลมารวมกับ ลุ่มน้ำปิงที่จังหวัดนครสวรรค์

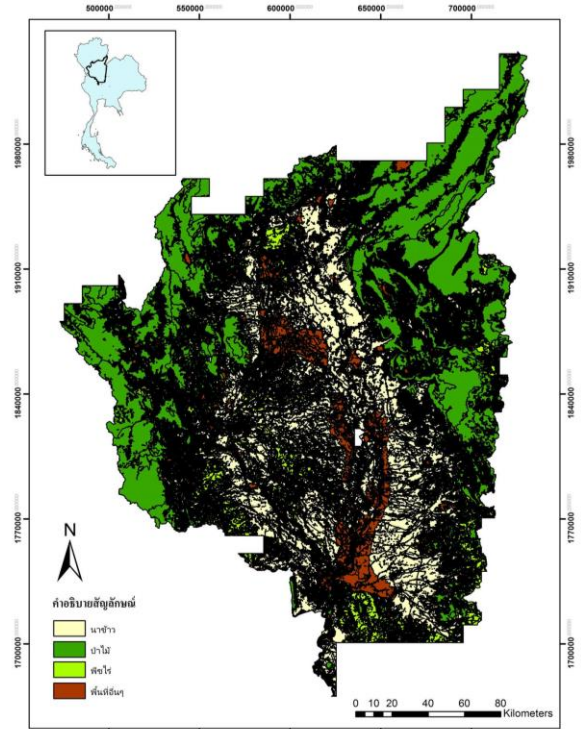


ภาพที่ 1 ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและพื้นที่การศึกษา





ภาพที่ 2 แผนผังน้ำทำ  
ที่มา : กรมชลประทาน, 2560



ภาพที่ 3 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

### 2.1.2 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการใช้ที่ดินเขตพื้นที่ราบลุ่มตอนบนของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน เป็นพื้นที่ป่าไม้ 34.74 ล้านไร่ หรือร้อยละ 54.16 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ รองลงมาเป็นพื้นที่เกษตรแบ่งเป็นข้าวกับพืชไร่ เป็นข้าว 7.489 ล้านไร่หรือร้อยละ 11.67 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นพืชไร่ 3.998 ล้านไร่หรือร้อยละ 6.23 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และ พื้นที่อยู่อาศัย 1.192 ล้านไร่หรือร้อยละ 1.86 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางที่ 1) ซึ่งพื้นที่การเกษตรและที่อยู่อาศัยเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำท่วมบ่อยครั้ง

ตารางที่ 1 สัดส่วนการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำ

หน่วย : ล้านไร่

ลุ่มน้ำ	พื้นที่ลุ่มน้ำ	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่ใช้ประโยชน์			
			เกษตรกรรม		แหล่งน้ำ	ที่อยู่อาศัย
			ข้าว	พืชไร่		
ปัง	21.186	13.991	0.936	1.038	0.25	0.536
วัง	6.744	4.403	0.148	0.01	0.041	0.19
ยม	14.761	6.698	2.836	1.218	0.012	0.238
น่าน	21.457	9.647	3.569	1.732	0.271	0.228
รวมลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน	64.148	34.739	7.489	3.998	0.584	1.192
% พื้นที่	100	54.16	11.67	6.23	0.89	1.86

## 2.2 อาคารบังคับน้ำและบริหารจัดการน้ำ

### 2.2.1 เขื่อนเก็บกักน้ำ

1) เขื่อนภูมิพล เป็นเขื่อนเก็บกักน้ำที่ใหญ่ที่สุด และเป็นเขื่อนแรกในประเทศไทยสร้างเสร็จเมื่อ พ.ศ. 2507 กั้นแม่น้ำปิงที่เขากว้ออำเภอสามเงา จังหวัดตาก เป็นเขื่อนคอนกรีตรูปโค้ง สูง 154 เมตร สันเขื่อนยาว 486 เมตร เก็บน้ำได้ 13,400 ล้านลูกบาศก์เมตร ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ 560,000 กิโลวัตต์ เป็นแหล่งน้ำต้นทุนให้กับพื้นที่การเกษตร โดยสนับสนุนการส่งน้ำฤดูฝนได้ 1,500,000 ไร่ ในฤดูแล้งได้อีก 500,000 ไร่ ส่วนพื้นที่ในโครงการเจ้าพระยาใหญ่ก็จะส่งน้ำมาช่วยเพาะปลูกในฤดูแล้งได้อีก 2,000,000 ไร่ ป้องกันน้ำเค็มในเขตกรุงเทพและปริมณฑล บรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำปิง และร่วมกับเขื่อนสิริกิติ์ บรรเทาอุทกภัยในทุ่งเจ้าพระยา

2) เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนสิริกิติ์ตั้งอยู่ที่จังหวัดอุตรดิตถ์ สร้างปิดกั้นลำน้ำน่านที่ตำบลผาเสียด อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นเขื่อนดิน แกนกลางเป็นดินเหนียว สูง 113.6 เมตร ยาว 810 เมตร กว้าง 12 เมตร สามารถเก็บกักน้ำได้ 9.50 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็นแหล่งน้ำต้นทุนโครงการชลประทาน ในลุ่มน้ำน่านและโครงการชลประทานเจ้าพระยา

3) เขื่อนแควน้อยบำรุงแดน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่อ่างเก็บน้ำที่ระดับกักเก็บ 61.39 ตารางกิโลเมตร ความจุอ่าง 769 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่งน้ำให้พื้นที่การเกษตร 155,166 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอวัดโบสถ์ อำเภอวังทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก และอำเภอบางกระทุ่มจังหวัดพิษณุโลก กั้นแม่น้ำแควน้อย อีกทั้งป้องกันอุทกภัยกับพื้นที่ ลุ่มน้ำบริเวณที่ราบลุ่มตอนบนของลุ่มน้ำเจ้าพระยา

### 2.2.2 เขื่อนทดน้ำ

1) เขื่อนเจ้าพระยาเป็นเขื่อนทดน้ำขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นเป็นแห่งแรกของประเทศไทย ตั้งอยู่ที่บริเวณคู้บางกระเปียน หมู่ที่ 4 ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท เขื่อนเจ้าพระยามีลักษณะเป็นเขื่อนคอนกรีตเสริมเหล็กยาว 237.50 เมตร สูง 16.5 เมตร ติดตั้งบานประตูเหล็กรูปโค้งสูง 7.50 เมตร มีช่องระบายให้น้ำไหลผ่านขนาดกว้าง 12.50 เมตร จำนวน 16 ช่อง และมีทางระบายน้ำล้นฉุกเฉินสร้างบนคันกั้นน้ำซ้ายมือเหนือเขื่อนเจ้าพระยา กว้าง 10 เมตร ยาว 1,000 เมตร เพื่อช่วยระบายน้ำเมื่อเกิดอุทกภัย อัตราการระบายน้ำผ่าน

เขื่อนสูงสุดประมาณ 3,300 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แต่การปล่อยน้ำจะควบคุมให้อยู่ในระดับไม่เกิน 2,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อมิให้กระทบต่อพื้นที่ลุ่มต่ำริมแม่น้ำเจ้าพระยา

2) โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเขื่อนนเรศวรเป็นส่วนหนึ่งของ โครงการพัฒนาเกษตรชลประทานพิษณุโลก ซึ่งเป็นเขื่อนทดน้ำในแม่น้ำน่าน ที่บ้านหาดใหญ่ อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก เพื่อใช้ประโยชน์จากน้ำที่ระบายมาจากเขื่อนสิริกิติ์ที่อยู่ทางด้านเหนือน้ำประมาณ 176.00 กิโลเมตร และสร้างระบบชลประทานเพื่อสนับสนุนพื้นที่เพาะปลูกสองฝั่งแม่น้ำน่านจำนวน 1,443,000 ไร่ บริเวณพื้นที่ในเขตจังหวัดพิษณุโลก พิษิตร์และนครสวรรค์ตอนบน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเขื่อนนเรศวรรับผิดชอบพื้นที่ฝั่งซ้ายของแม่น้ำน่าน รวม 94,700 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ในเขต อำเภอพรหมพิราม 83,500 ไร่ และ อำเภอวัดโบสถ์ 11,200 ไร่ จังหวัดพิษณุโลก

## 2.3 อุทกภัย ปี 2554

### 2.3.1 ระดับน้ำเก็บกักของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์

ในช่วงฤดูแล้งประมาณเดือนมกราคม-เมษายน ระดับอยู่ในช่วงต่ำกว่าระดับควบคุมล่าง เมื่อเวลาผ่านไปเดือนเมษายน-กรกฎาคม ระดับน้ำได้เริ่มเพิ่มขึ้นจนถึงระดับควบคุมที่เหมาะสมเนื่องจากได้รับลมมรสุมประจำปี ต่อมาในเดือนกรกฎาคม-กันยายน มีระดับน้ำเกินกว่าระดับควบคุม ในช่วงประมาณเดือนกันยายน-ตุลาคม ระดับน้ำเพิ่มขึ้นสูงสุดเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากพายุต่อเนื่องจนทำให้ระดับน้ำเพิ่มจนถึงความจุมากที่สุดที่เขื่อนจะรับได้ จึงต้องปล่อยน้ำออกทางระบายน้ำล้นฉุกเฉิน ทำให้ในช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายน -ธันวาคม ระดับน้ำได้ลดลงจนถึงระดับควบคุมดัง ภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5

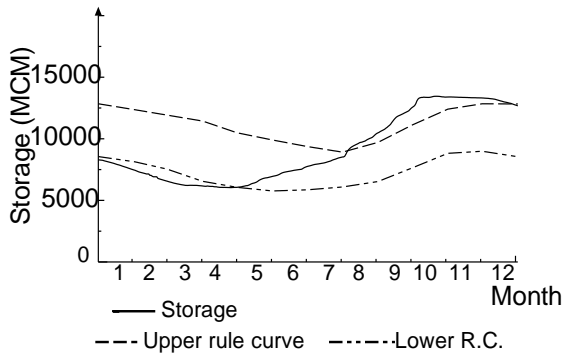
### 2.3.2 สาเหตุการณเกิดอุทกภัย

สาเหตุของการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ราบของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนประกอบด้วยสาเหตุดังนี้

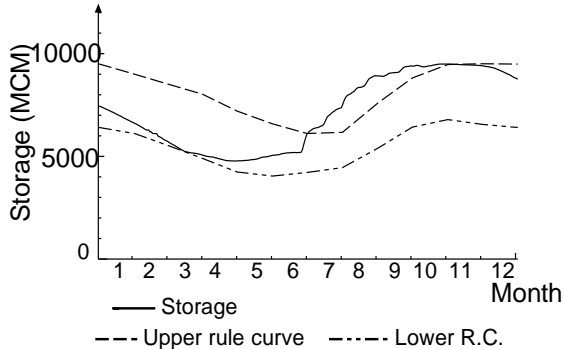
สาเหตุจากธรรมชาติ ได้แก่

1) ฝนตกหนักต่อเนื่อง ซึ่งมรสุมที่นำฝนมาตก (ลมประจำฤดูกลาง) ในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม

2) ในบริเวณที่ลุ่มน้ำสาขามาบรรจบกัน อัตราการไหลในแม่น้ำเจ้าพระยาจะอยู่ในเกณฑ์สูง



ภาพที่ 4 เขื่อนภูมิพล  
ที่มา: Vongphet et al., (2015)



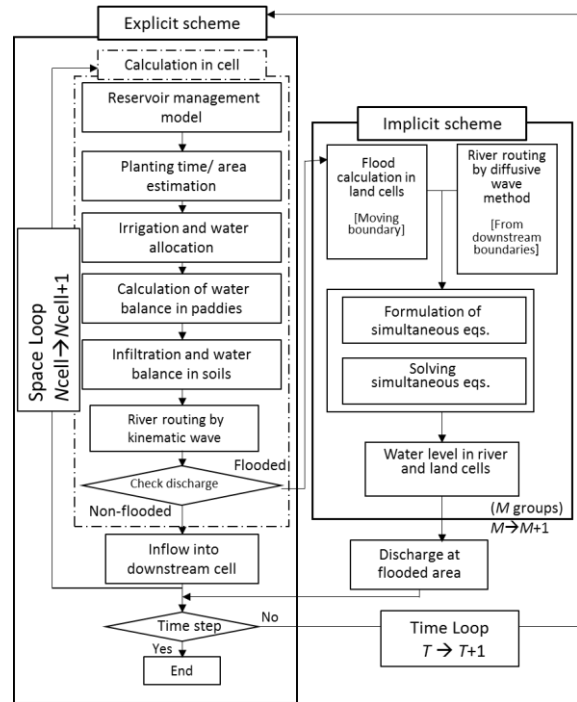
ภาพที่ 5 เขื่อนสิริกิติ์  
ที่มา: Vongphet et al., (2015)

3) พายุจรพัดผ่านทำให้ฝนตกหนักในบริเวณที่เกิดอุทกภัย พายุจรส่วนใหญ่จะพัดผ่านในช่วงเดือนมิถุนายนและกันยายน ซึ่งเป็นเวลาที่ฝนจากลมมรสุมอยู่ในเกณฑ์ชุกมากแล้วจึงทำให้ฝนในเดือนกันยายนมีปริมาณสูงสุดซึ่งจะเห็นได้จากอุทกภัยที่รุนแรงในอดีตส่วนใหญ่มักเกิดในช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน

## 2.4 แบบจำลอง A Seamless-DIF Model

### 2.4.1 ขั้นตอนการคำนวณ A Seamless-DIF Model

เป็นแบบจำลองน้ำท่วม ซึ่งหลักการทำงานจะคำนวณปริมาณน้ำท่าในลำน้ำเมื่อปริมาณน้ำท่าเกินระดับความสูงในลำน้ำจะเกิดการล้นออกมาเป็นน้ำท่วมในพื้นที่ จากนั้นก็จะมาคำนวณผลของน้ำท่วมโดยใช้ช่วงขั้นการคำนวณ (Time step) เท่ากับ 1 วัน โดยผลการวิเคราะห์การคำนวณจะพิจารณาจากใช้สมการที่เกี่ยวข้องหัวข้อที่ 2.4.1 และมีแผนผังการทำงานของแบบจำลอง (ภาพที่ 6) การคำนวณเริ่มจากการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำช่วงเวลาเพาะปลูก การจัดสรรน้ำชลประทาน น้ำในนาข้าว และการซึมของน้ำในดิน ถ้าตรวจสอบผลออกมาเป็นน้ำท่วมจะมากำหนดระดับน้ำท่วมในเซลล์ จากสมการดังกล่าว จะได้ระดับน้ำในแม่น้ำและเซลล์แผ่นดิน เพื่อมากำหนดการทำงานต่อไปในพื้นที่น้ำท่วม



ภาพที่ 6 แผนผังของการทำงานในโมเดล A Seamless-DIF Model

ที่มา : Vongphet et al., (2015)

### 2.4.2 สมการที่ใช้ในการคำนวณการไหลภายใต้สถานะน้ำท่วม

1) สมการความต่อเนื่อง

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (1)$$

q คือ อัตราการไหล

A คือ พื้นที่หน้าตัดการไหล

x คือ ความยาวของลำน้ำช่วงที่พิจารณา

t คือ ช่วงเวลาที่พิจารณา

Q คือ อัตราการไหลเข้าทางด้านข้าง

2) สมการโมเมนตัม

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\beta Q^2/A)}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial h}{\partial x} + S_f + S_e \right) - \beta q v_x + W_f, B = 0 \quad (2)$$

$\beta$  คือ สัมประสิทธิ์โมเมนตัม

g คือ อัตราการเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

S คือ ความลาดชันเสียดทาน

K คือ ดัชนีความจุของหน้าตัด ซึ่งคำนวณได้จากสมการของแมนนิ่ง

3) สมการคำนวณการไหลแบบไม่สม่ำเสมอในทางน้ำ

$$\frac{W^{n+1} + W^n}{2} \frac{H^{n+1} - H^n}{\Delta t} = \left( \frac{\sum Q_{in}^{n+1} + \sum Q_{in}^n}{2} \right) - \left( \frac{\sum Q_{out}^{n+1} + \sum Q_{out}^n}{2} \right) \quad (3)$$

W = ปริมาตร

H = เป็นระดับน้ำ

Q<sub>in</sub> = เป็นการไหลเข้า

Q<sub>out</sub> = เป็นการไหลออก

4) สมการโมเมนต์ของการไหล

$$Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}}}{N\sqrt{x}} \frac{H_T - H_C}{\sqrt{H_T - H_C}} \quad (4)$$

Q = เป็นแม่น้ำที่ไหลผ่านระหว่างเซลล์

A = พื้นที่หน้าตัด

R = รัศมี

N = สัมประสิทธิ์ความขรุขระ

X = ความยาวของแม่น้ำ

H = ระดับน้ำ

5) สมการคำนวณปริมาณน้ำภายในเซลล์แผ่นดินและการไหลท่วมระหว่างเซลล์

$$W \frac{H_i^{n+1} - H_r^n}{\Delta t} = W r + \left( \frac{\sum Q_{in}^{n+1} + \sum Q_{in}^n}{2} \right) - \left( \frac{\sum Q_{out}^{n+1} + \sum Q_{out}^n}{2} \right) \quad (5)$$

n = จำนวนวัน

W = ปริมาตร

H = เป็นระดับน้ำ

Q<sub>in</sub> = เป็นการไหลเข้า

Q<sub>out</sub> = เป็นการไหลออก

6) สมการข้ามสันฝาย

ก) เมื่อ  $h_2/h_1 \geq 2/3$

$$Q = C_2 B h_2 \sqrt{H_H - H_L} \quad (6)$$

ข) เมื่อ  $h_2/h_1 \leq 2/3$

$$Q = C_1 B h_1^{\frac{3}{2}} \quad (7)$$

Q = เป็นแม่น้ำที่ไหลผ่านระหว่างเซลล์

C = ค่าสัมประสิทธิ์การล้น

B = กว้างความฝาย

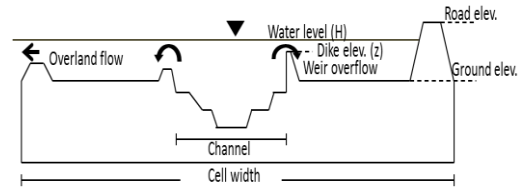
H<sub>H</sub> = ระดับน้ำด้านเหนือ

H<sub>L</sub> = ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ

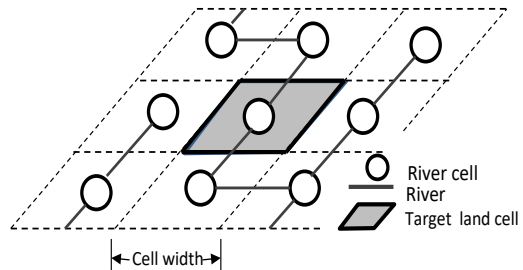
#### 2.4.3 การเชื่อมโยงการคำนวณระหว่างเซลล์

เซลล์การคำนวณจะแบ่งเป็นเซลล์แม่น้ำและเซลล์โดยแผ่นดินเซลล์แผ่นดินแต่ละเซลล์แยกออกจากกันและต่อกันด้วยเซลล์เซลล์รอบ ๆ 4 ทิศ (เหนือ ใต้ ออก ตก) เส้นทางน้ำท่วมระหว่างเซลล์แผ่นดินถูกจำลองจากการสมมติว่ามีฝายน้ำล้นระหว่างเซลล์ ตามสมการข้ามสันฝาย ความสูงที่ใช้ในการวัดค่าของคูขนานที่อยู่ติดกันของเซลล์แผ่นดินคือ ความสูงของคันนา รางรถไฟหรือถนนภายในเซลล์เหล่านั้น

ทิศทางการไหลระหว่างเซลล์ที่ดินถูกกำหนดโดยการจัดสรรจำนวนเซลล์ (เพิ่มขึ้นในทิศทางต้นน้ำ) และเซลล์แม่น้ำจะถูกกำหนดทิศทางการไหลดัง **ภาพที่ 7**



ก) ภาพตัดของเซลล์แม่น้ำ



ข) โครงข่ายลำน้ำและการเชื่อมระหว่างเซลล์แผ่นดิน

**ภาพที่ 7** แผนผังของส่วนตัดขวางของการเชื่อมต่อเซลล์แม่น้ำและเซลล์แผ่นดิน

ที่มา : Vongphet et al., (2015)

### 3 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

#### 3.1 การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้แบบจำลอง A seamless-DIF ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วน ประกอบด้วย

1) ข้อมูลที่จำเป็นในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU กับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาจาก (**ภาพที่ 1**) เพื่อคำนวณปริมาณน้ำท่าที่ขอบเขตการคำนวณของพื้นที่น้ำท่วมบริเวณที่ราบตอนบนของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งการคำนวณดังกล่าวได้พิจารณาถึงวัฏจักรของอุทกวิทยาภายใต้การจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดได้ถูกแสดงใน Vongphet et al.,(2014)

2) ข้อมูลที่จำเป็นต่อการคำนวณสภาพการไหลภายใต้สถานะน้ำท่วมในบริเวณที่ราบตอนบนของลุ่มน้ำเจ้าพระยาจาก (**ภาพที่ 1**) ซึ่งประกอบด้วย

- ข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ ในแม่น้ำสายหลัก ได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน บริเวณที่ราบตอนบนของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งข้อมูลดังกล่าวถูกสร้างขึ้นจากการสำรวจสภาพแม่น้ำจริง

- ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและข้อมูลระดับน้ำรายวันในปีที่ทำการศึกษจากสถานีตรวจวัดของกรมชลประทาน (กรมชลประทาน, 2014)

- ข้อมูลปริมาณน้ำที่ผันเข้าพื้นที่ชลประทานภายใต้การบริหารจัดการน้ำ ได้แก่ ปริมาณน้ำที่ผันเข้าสู่โครงการส่งน้ำพิบูลย์โลกบริเวณหน้าเขื่อนนครสวรรค์ผ่านคลองผันน้ำยม-น่าน บริเวณโครงการส่งน้ำกำแพงเพชรตั้งแต่หน้าฝายแม่ปิงผ่านคลองท่อทองแดง1 ท่อทองแดง2 และโครงการชลประทานเจ้าพระยาใหญ่บริเวณเหนือเขื่อนเจ้าพระยา

- ข้อมูลระดับน้ำที่บริเวณหน้าเขื่อนเจ้าพระยา

- แผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

### 3.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง A Seamless-DIF

แบบจำลองที่มีพื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่กล่าวไว้ (ภาพที่ 1) มีช่วงเวลาการจำลองตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2554 จนถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2554 รวมจำนวน 365 วัน โดยมีขั้นเวลาการคำนวณ (Time step) เท่ากับ 1 วัน ตามการประยุกต์จากแบบจำลอง DWCM-AgWU ซึ่งเป็นแบบจำลองย่อยของแบบจำลอง a Seamless-DIF ดังนั้นการประยุกต์ใช้แบบจำลอง a Seamless-DIF จะเชื่อมโยงข้อมูลและผลที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง DWCM-AgWU และนำเข้าข้อมูลอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการจำลองสภาพการไหลภายใต้สภาวะน้ำท่วม โดยมีขั้นตอนการนำเข้าดังนี้

1) เชื่อมโยงข้อมูลจากแบบจำลอง DWCM-AgWU

2) การเตรียมข้อมูลด้านเข้าแบบจำลอง a Seamless-DIF

เซลล์การคำนวณที่ถูกใช้ในแบบจำลอง DWCM-AgWU แบ่งเป็นเซลล์แม่น้ำและเซลล์แผ่นดิน

2.1) ข้อมูลด้านเข้าการเชื่อมโยงเซลล์ในการคำนวณ

- เซลล์แม่น้ำ จากแบบจำลอง DWCM-AgWU จะถูกกำหนดทิศทางการไหล โดยเซลล์ด้านเหนือน้ำจะมีหมายเลขเซลล์น้อยกว่าด้านท้ายน้ำ

- เซลล์แผ่นดิน จากแบบจำลอง DWCM-AgWU กำหนดให้แต่ละเซลล์ถูกเชื่อมกับเซลล์อยู่รอบๆ โดยมีเซลล์เชื่อม 4 ทิศ ได้แก่ เหนือ ใต้ ออก ตก ให้เซลล์ที่อยู่รอบ 4 ทิศ ด้านเหนือหมายเลขเซลล์มากกว่าด้านท้าย

- เซลล์แม่น้ำกับเซลล์แผ่นดิน การเชื่อมโยงคำนวณด้วยสมการข้ามสันฝาย

2.2) การนำเข้าข้อมูลหน้าตัดขวางลำน้ำ โดยใช้ข้อมูล

จากการสำรวจในพื้นที่จริง เลือกค่าโดยการสุ่มมาใช้ในแบบจำลองช่วงระยะที่ทำการสุ่มค่าจะต้องอยู่ในช่วงระยะเดียวกันกับแบบจำลอง

2.3) ปริมาณน้ำผิวดิน ซึ่งได้จากการประยุกต์ใช้จากการคำนวณที่กล่าวไว้ข้างต้น

2.4) ปริมาณน้ำที่ขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วม ใช้ค่าปริมาณน้ำที่ได้จากการตรวจวัดซึ่งประกอบด้วย ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกจากเขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ และปริมาณน้ำที่สถานีตรวจวัด W3A Y37 Ct2

2.5) ข้อมูลระดับน้ำเหนือเขื่อน เนื่องจากแบบจำลองที่ทำการศึกษานี้มีขอบเขตที่ถูกกำหนดโดยเขื่อนเจ้าพระยา ทำให้มีผลกระทบต่อการศึกษาจึงใช้ไว้เป็นข้อมูลด้านเข้าแบบจำลอง

2.6) ปริมาณน้ำที่ถูกออก เป็นข้อมูลซึ่งมีผลต่อปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำที่สถานีต่างๆ เพื่อให้การตรวจสอบง่ายและถูกต้องมากขึ้นจึงใช้ไว้เป็นข้อมูลด้านเข้าแบบจำลอง

### 3.3 การเปรียบเทียบแบบจำลอง

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DWCM-AgWU กับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา Vongphet,(2014) และค่าพารามิเตอร์ของการคำนวณการไหลภายใต้สภาวะน้ำท่วม ซึ่งค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวถูกปรับค่าที่เหมาะสมโดยใช้ วิธีสุ่มแทนค่า (Trial & Error) โดยมีช่วงขั้นการคำนวณ (Time step) เท่ากับ 1 วัน ซึ่งค่าต่างๆได้แสดงไว้ในหัวข้อ 4.1 โดยการเปรียบเทียบแบบจำลองจะทำการสุ่มเปรียบเทียบที่สถานีตรวจวัดน้ำตัวอย่าง ซึ่งค่าตรวจวัดที่นำมาสอบเทียบแบบจำลองนั้นประกอบด้วยค่าตรวจวัดจากสถานี P17 N8A และ C2 และค่าที่ใช้ในการตรวจสอบความแม่นยำเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 จนถึง 31 ธันวาคม พ.ศ.2554

ปกติแล้วแบบจำลองจะต้องมีวิธีการประเมินความแม่นยำของแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินความสามารถในการลอกเลียนพฤติกรรมโดยเปรียบเทียบจากในอดีตและพฤติกรรมในอนาคต ประเมินเพื่อใช้ในการปรับปรุงแบบจำลองและใช้เปรียบเทียบการจำลองที่กำลังศึกษา พิจารณาจากค่าผลการจำลอง (Simulated Result) กับค่าสังเกตที่มีการจดบันทึกหรือค่าที่เกิดขึ้นจริง (Observations) มักจะทำโดยการสอบเทียบกราฟที่พล็อตและการคำนวณค่าความผิดพลาด (Error)

ตารางที่ 2 การแปลความหมายค่า NSE

ค่า NSE	การแปลความหมายของความแม่นยำในการคาดคะเน(Model Accuracy)
1	แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าโดยไม่มีผิดพลาด (Perfect Fit)
>0 ถึง <1	แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าโดยมีความแม่นยำมากกว่าการใช้ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)
0	แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าโดยมีความแม่นยำไม่ต่างจากการคาดคะเนโดยใช้ค่าเฉลี่ย
<0	แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าโดยมีความแม่นยำน้อยกว่าการคาดคะเนโดยใช้ค่าเฉลี่ย
≥0.75	Good Prediction (Lian et al.,2007)
0.36-0.75	Satisfactory Prediction (Lian et al.,2007)

ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินเชิงประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย ค่าดัชนีสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination,  $R^2$ ) และ Nash-Sutcliffe Efficiency

นิยามของ Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) (Nash and Sutcliffe,1970) คือดัชนีที่นิยมใช้ในการบอกค่าความแม่นยำของแบบจำลอง (Model Accuracy) หรือประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Model Performance) ในการคาดคะเนค่าที่ต้องการ (วรารุช,2553) สูตรการคำนวณหา NSE ดังนี้

$$NSE=1-\frac{\sum_{i=1}^n(Y_i-\hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n(Y_i-\bar{Y})^2} \quad (8)$$

เมื่อ  $Y_i$  = ค่าสังเกต (Observed Value) ที่  $i$  เมื่อ  $i$  มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง  $n$

$\hat{Y}_i$  =ค่าคาดคะเนจากแบบจำลองของ  $Y_i$

$\bar{Y}$  =ค่าเฉลี่ยของ  $Y_i$

NSE จะมีค่าอยู่ระหว่าง  $-\infty$  ถึง 1 ซึ่งสามารถแปลความหมายค่า NSE ได้ดัง ตารางที่ 2

ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination,  $R^2$ ) คือค่าความผันแปรของตัวแปรตอบสนองที่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้มีอยู่ในตัวแบบเชิงเส้น ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ถ้าค่า  $R^2$  เข้าใกล้ 1 แสดงว่าสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้มาก ถ้าค่า  $R^2$  เข้าใกล้ 0 แสดงว่าสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้น้อย สูตรการคำนวณหา  $R^2$

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (9)$$

เมื่อ  $SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$   
 $SST = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$

### 3.4 แสดงผลการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

ผลของการประยุกต์ใช้แบบจำลองจะถูกแสดงผลในรูปแบบของกราฟน้ำท่า และ แผนที่น้ำท่วม ในแบบจำลองกราฟน้ำท่า เป็นกราฟที่แสดงค่าเปรียบเทียบค่าระดับน้ำรายวันที่ได้จากค่าตรวจวัดที่มีการจดบันทึก (Observations) กับ ค่าคำนวณ ที่ได้ในแบบจำลอง (Calculated)

แผนที่น้ำท่วม แสดงระดับความสูงของน้ำในพื้นที่ราบลุ่มบริเวณตอนบนของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา เพื่อแสดงผลการคำนวณพื้นที่น้ำท่วมแบบ 2 มิติ เปรียบเทียบกับข้อมูลตรวจวัดซึ่งได้จากภาพถ่ายดาวเทียม โดยผลการคำนวณระดับน้ำท่วมในพื้นที่ถูกเชื่อมโยงและแสดงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเลือกแสดงผลการคำนวณความสูงของน้ำท่วมที่วันที่ 15/สิงหาคม/2554 15/กันยายน/2554 15/ตุลาคม/2554 และระดับความสูงของน้ำท่วมสูงสุด

### บทที่ 4 ผลการทดลอง

#### 4.1 ค่าพารามิเตอร์

ได้จากการปรับเทียบของแบบจำลองประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ค่าพารามิเตอร์ DWCM-AgWU แสดง (ตารางที่ 3) และ ค่าพารามิเตอร์ A Seamless-DIF ที่ประยุกต์ เพื่อแสดงผลของระดับน้ำภายใต้สภาวะน้ำท่วม (ตารางที่ 4)

ซึ่งมีจำนวนเซลล์ที่ใช้ในการคำนวณแบบจำลองทั้งหมด 641 เซลล์ ปริมาณน้ำที่ปล่อย 5 จุด ได้แก่ เขื่อนภูมิพล และเขื่อนสิริกิติ์ และปริมาณน้ำที่สถานีตรวจวัด W3A Y37 Ct2 (ตารางที่ 3) และ (ตารางที่ 4)

#### 4.2 กราฟน้ำท่า

สถานีตรวจวัด P17 กราฟจากการคำนวณช่วงแรกต่ำกว่าค่าตรวจวัดที่สถานี เป็นผลจากปริมาณน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนในช่วงแรก เดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 5 ลักษณะกราฟใกล้เคียงและสอดคล้องกันดี ส่วนช่วงเดือนที่ 6 ถึงเดือน

10 กราฟที่คำนวณมีระดับสูงกว่าที่สถานี แต่รูปร่างเส้นกราฟไปในทางเดียวและสอดคล้องกัน และช่วงเดือน 11 ถึงเดือน 12 ระดับต่ำกว่าเป็นผลจากการระบายน้ำท่วมในเซลล์แผ่นดินซึ่งมาจากการคำนวณของแบบจำลอง ค่าความแม่นยำแบบจำลอง Nash-Sutcliffe Efficiency(NSE) เท่ากับ 0.43 คือ Satisfactory Prediction (Lian et al., 2007) และค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination,  $R^2$ ) เท่ากับ 0.72 ดัง (ภาพที่ 8)

ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ DWCM-AgWU

No.	Type	Parameter	Value
1	Division of the target basin	Divided meshes (cells)	2063
		Sub-basins	8
2	Calculation	Time step	1 day
		Starting year	2007
		Stopping year	2011
		Total years	5 years
		Spin-up year (initial)	1 years
3	Water allocation, management	Number of reservoirs	72
		Number of large irrigated areas	18
4	Paddy fields	Water depth management	10 cm
		Percolation rate in paddies	3.35 mm/d
		Accumulated rainfall at cropping start (rainy season)	275 mm
		Root zone thickness (paddy fields)	150 mm
5	Runoff	(forest)	955 mm
		(upland crops)	450 mm
		Groundwater flow rate	(-)
		Base flow	(-)
		Infiltration parameter	(-)
6	Delay of runoff	Moving average for surface flow (slope)	5 days
		Moving average for paddy runoff (slope)	30 days
		Kinematic parameter (channel)	(-)

Note: (-) indicates that the parameter varies according to the area.

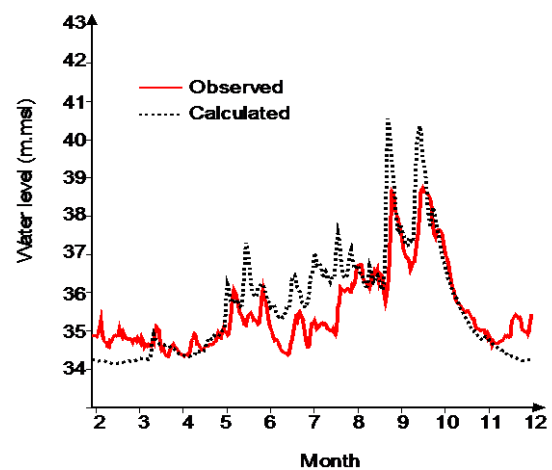
ที่มา : Vongphet et al., (2015)

ตารางที่ 4 ค่าพารามิเตอร์ A Seamless-DIF

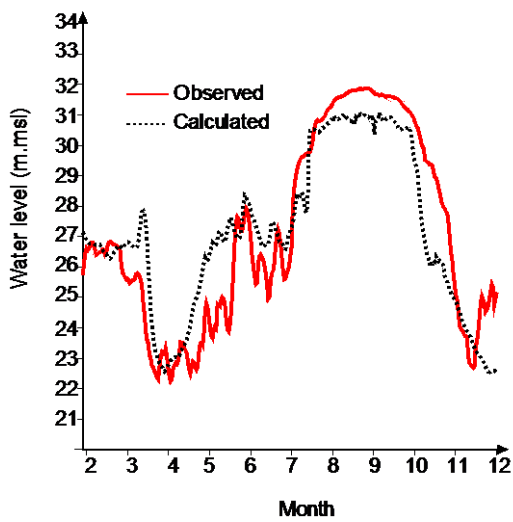
Maximum area for application of a Seamless-DIF modeling	
1. Number of land cells	641
2. Number of river cells	641
3. Time step of simulation	One day
4. Daily water level data (at upstream of Chao Phraya diversion dam)	1 points
5. Width of weirs (land cells)	1 m/ha
6. Height of weirs (land cells)	(0.1 m)
7. Discharge at boundaries	5 points

ที่สถานีตรวจวัด N8A กราฟช่วงแรกแสดงผลใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดของสถานี ส่วนตั้งแต่ช่วง เดือน 3 ถึงเดือน 7 เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำที่ผันออก กราฟช่วงนี้แนวโน้มของเส้นกราฟค่อนข้างต่างกันและช่วงที่มีระดับน้ำสูงสุด คือช่วงเดือนที่ 7 ถึงเดือนที่ 10 เส้นกราฟมีความสอดคล้องกันแต่ระดับน้ำสูงสุดของค่าจากการคำนวณน้อยกว่าค่าจากสถานีตรวจวัด เกิดจากระดับเซลล์แผ่นดินอยู่ต่ำไปกับระดับน้ำผิวดินมีระดับที่น้อยกว่าค่าตรวจวัด ซึ่งเป็นผลจากการคำนวณของแบบจำลอง ค่าความแม่นยำแบบจำลอง Nash-Sutcliffe Efficiency(NSE) เท่ากับ 0.79 คือ Good Prediction(Lian et al.,2007) และค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination,  $R^2$ ) เท่ากับ 0.8 (ภาพที่ 9)

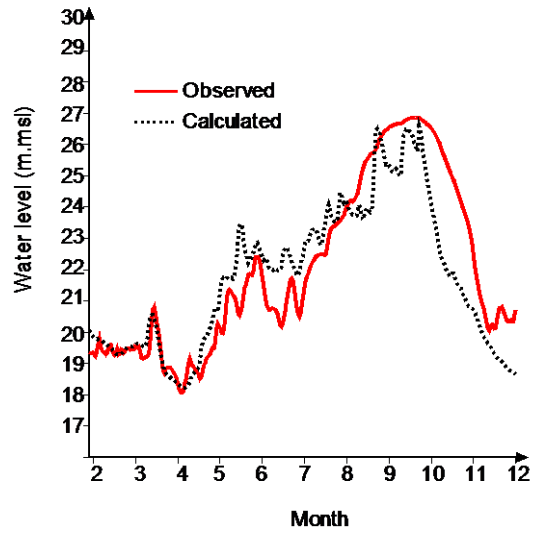
ที่สถานีตรวจวัด C2 กราฟช่วงแรก คือ เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 3 ผลใกล้เคียงกับค่าที่สถานีตรวจวัด เป็นช่วงส่งน้ำจากเขื่อนและช่วงปริมาณน้ำที่ผันออก ช่วงเดือน 4 ถึงเดือน 7 แนวโน้มของเส้นกราฟขึ้นรูปร่างที่คล้ายกันมีความสอดคล้องกัน ส่วนช่วงปริมาณน้ำสูงสุดของค่าการคำนวณในแบบจำลอง ช่วงเดือน 8 ถึงเดือน 10 เมื่อเทียบกับค่าตรวจวัดที่สถานี ระดับน้ำถึงช่วงสูงสุดแต่มีความแตกต่างของความต่อเนื่องกราฟ ในช่วงเดือน 11 ค่าจากการคำนวณน้อยกว่าค่าจากการตรวจวัดอาจเป็นผลของการคำนวณการระบายน้ำจากเซลล์แผ่นดิน ค่าความแม่นยำแบบจำลอง Nash-Sutcliffe Efficiency(NSE) เท่ากับ0.77 คือ Good Prediction (Lian et al.,2007) และค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficient of Determination, $R^2$ ) เท่ากับ 0.78 (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 8 กราฟน้ำท่าที่สถานีตรวจวัด P17



ภาพที่ 9 กราฟน้ำท่าที่สถานีตรวจวัด N8A

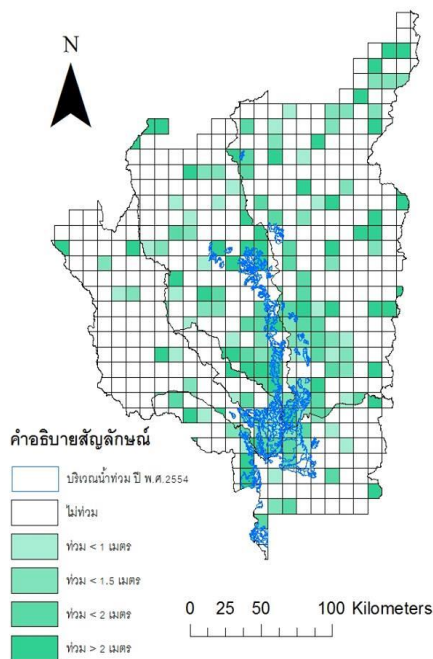


ภาพที่ 10 กราฟน้ำท่าที่สถานีตรวจวัด C2

#### 4.3 แผนที่น้ำท่วม

การคำนวณในแบบจำลองเป็นการแสดงความสูงพื้นที่น้ำท่วม โดยแสดงผลระดับความสูงของน้ำท่วมสูงสุดเข้ากับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ คือ ไม่ท่วม ท่วมน้อยกว่า 1 เมตร ท่วมน้อยกว่า 1.5 เมตร ท่วมน้อยกว่า 2 เมตร และท่วมมากกว่า 2 เมตร ตามลำดับดัง (ภาพที่ 11) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากการคำนวณและการตรวจวัดจากภาพถ่ายดาวเทียมในปี

พ.ศ.2554 แสดงให้เห็นว่าบริเวณที่เป็นลำน้ำหลักมีขอบเขตน้ำท่วมที่คล้ายกัน แต่มีความคลาดเคลื่อนบ้างในบริเวณลำน้ำสาขา ผลจากการคำนวณอยู่บริเวณครอบคลุมกับพื้นที่น้ำท่วม ปี พ.ศ.2554 และสุ่มเลือกระดับความสูงน้ำในวันที่ 15 สิงหาคม (ภาพที่ 12) วันที่ 15 กันยายน (ภาพที่ 13) และ 15 ตุลาคม พ.ศ.2554 (ภาพที่ 14) เพื่อแสดงปริมาณระดับของน้ำรายวัน



ภาพที่ 11 แผนที่แสดงน้ำท่วม

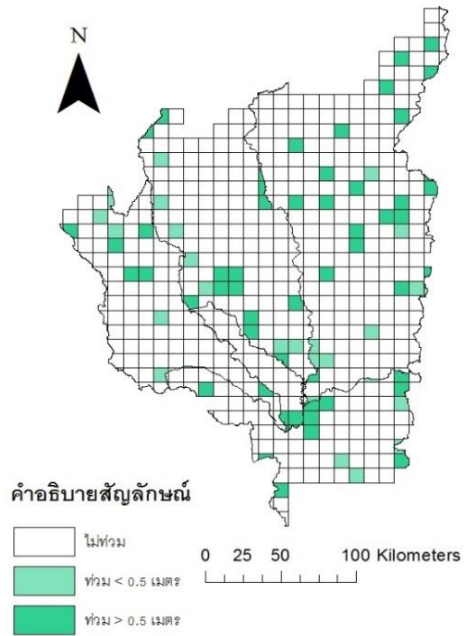


ภาพที่ 12 ระดับความสูงน้ำท่วมในวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ.2554





ภาพที่ 13 ระดับความสูงน้ำท่วมในวันที่ 15 กันยายน พ.ศ.2554



ภาพที่ 14 ระดับความสูงน้ำท่วมในวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ.2554

## บทที่ 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุป

ผลทดสอบแบบจำลอง A Seamless-DIF ได้ถูกประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาสภาพการไหลของน้ำภายใต้สภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ราบลุ่มบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยา แบบจำลองนี้มีความแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ดีซึ่งเทียบระหว่างผลการคำนวณระดับน้ำในลำน้ำของแบบจำลองกับปริมาณระดับน้ำท่าที่สถานีตรวจวัด และเห็นได้จากการนำระบบภาพถ่ายดาวเทียมเทียบกับแผนที่น้ำท่วมในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้กับการประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถทำให้เกิดความเข้าใจพื้นที่ได้อย่างชัดเจนทันต่อสถานการณ์ปัจจุบัน ในการบริหารจัดการน้ำท่วมที่เหมาะสมควรใช้ข้อมูลที่ละเอียดและมีความแม่นยำ ความถูกต้องอาจมีไม่มากแต่ต้องชัดเจนน่าเชื่อถือได้ ทำให้สามารถวางแผนการบริหารจัดการน้ำจากเขื่อนในการทำนายและบรรเทาผลกระทบผลกระทบจากสภาวะน้ำท่วมและภัยแล้ง ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการคำนวณในแบบจำลองมีข้อเสนอแนะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการปรับเทียบแบบจำลองดังนี้

1.แบบจำลองนี้จะมีความแม่นยำมากขึ้นถ้าบริเวณที่ทำการศึกษาเป็นพื้นที่ราบเรียบ ไม่ค่อยเหมาะกับพื้นที่ติดภูเขาในระดับสูงๆ

2.ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ มีผลกับการไหลในแบบจำลองถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระมาก จะทำให้มีปริมาณน้ำที่ไหลออกช้าและทำให้ระดับน้ำในเซลล์แผ่นดินสูงขึ้น

3.พื้นที่หน้าตัดขวางลำน้ำ กรณีพื้นแผ่นดินที่เอียงมาเป็นพื้นที่ไม่ราบเรียบ ค่าจากการสำรวจพื้นที่หน้าตัดขวางลำน้ำมีผลกับระดับน้ำท่าอย่างมากเกิดจากพื้นดินกับระดับน้ำเกินค่าความเป็นจริงเพราะระดับแผ่นดินที่ทำการเอียงมา ทำให้เป็นผลตอนปรับเทียบแบบจำลอง

### เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมชลประทาน . 2014, แหล่งที่มา : <http://www.Hydro-2.com>
- [2] กรมชลประทาน., 2538, การศึกษาทบทวนความเหมาะสมและศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการเขื่อนแควน้อย จังหวัดพิษณุโลก รายงานการศึกษาความเหมาะสม(รายงานหลัก)
- [3] กรมชลประทาน., 2542, การจัดทำแผนรวมเพื่อการบริหารเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยา
- [4] กรมชลประทาน., 2543, งานศึกษาโครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา รายงานหลัก
- [5] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย., 2542, รายงานการศึกษาเพื่อประเมินสภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์

- [6] วรารุช วุฒิวิชัย., 2553, การวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลองโดยใช้ Nash-Sutcliffe Efficiency และ  $R^2$
- [7] IPCC, 2012, Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation, A special report of working Groups I and II of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA
- [8] Vongphet, J., Masumoto, T., Minakawa, H., Kudo, R., 2014, Modification of DWCM-AgWU model Applied to a Paddy-Dominant Basin with Large Dams, 22<sup>nd</sup> International Congress on Irrigation and Drainage, Question 58.3, pp.1–13 (CD-ROM)
- [9] Vongphet, J., Masumoto, T., &Horikawa N., 2015, Development of a Seamless Model to Simultaneously simulat Agricultural Water Useand the Effects of Flooding. Applied Hydro. 27,29-37
- [10] World Bank., 2012, Thai flood 2011 Rapid Assessment for Resilient Recovery and Reconstruction Planning, Vol.1

# ภาคผนวก

## ภาคผนวก

### ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลและแก้ไขข้อมูล

1) ข้อมูลด้านเข้าช่วงเวลาคำนวณและขอบเขต

ตารางที่ 5 ตัวอย่างการนำเข้าช่วงเวลาคำนวณและขอบเขต

ชื่อโมเดล																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
20	21	22															

กำหนดให้แต่ละช่องในตาราง

1 =จำนวนเซลล์ทั้งหมด

2 =จำนวนวัน

3 =จำนวนเซลล์แม่น้ำทั้งหมด

4=จำนวนเซลล์แผ่นดินทั้งหมด

5 =ศูนย์

6=จำนวนวัน

7 =จำนวนวัน

8 =ศูนย์

9 =จำนวนวัน

10 =จำนวนท้ายน้ำ

11 =จำนวนน้ำเข้า

12 =ค่าเริ่มต้นระดับน้ำ

13 =จำนวนจุดรวมของน้ำ

14,15,16,17,18 =ค่าพารามิเตอร์ของโครงสร้างชลศาสตร์

20 =time step (86,400=1 วัน)

21 =out put time step (86,400=1 วัน)

22 =จำนวนวัน

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	chao																	
2	1282	365	641	641	0	365	365	0	365	1	5	641	170	0	0	0	0	0
3	86400	86400	365															
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		

ภาพที่ 15 แสดงขั้นตอนการนำเข้าช่วงเวลาคำนวณและขอบเขต

2) ข้อมูลด้านเข้าการเชื่อมโยงเซลล์ในการคำนวณ

ตารางที่ 6 ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลของเซลล์แม่น้ำ

Code	Order	Up river	Down river	Up land	Down land
1	2	3	4	5	6

กำหนดให้แต่ละช่องในตาราง

1 = ชื่อลำดับเซลล์

2 = ชื่อเซลล์

3 = จำนวนเซลล์แม่น้ำที่อยู่เหนือน้ำ

4 = จำนวนเซลล์แม่น้ำที่อยู่ท้ายน้ำ

5 = จำนวนเซลล์แผ่นดิน

6 = จำนวนเซลล์แผ่นดิน (กำหนดให้ใช้ค่าเท่ากับ 0)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
4	1	1	0	1	1	0												
5	2	2	0	1	1	0												
6	3	3	0	1	1	0												
7	4	4	0	1	1	0												
8	5	5	0	1	1	0												
9	6	6	2	1	1	0												
10	7	7	3	1	1	0												
11	8	8	1	1	1	0												
12	9	9	0	1	1	0												
13	10	10	1	1	1	0												
14	11	11	2	1	1	0												
15	12	12	0	1	1	0												
16	13	13	1	1	1	0												
17	14	14	1	1	1	0												
18	15	15	0	1	1	0												
19	16	16	1	1	1	0												
20	17	17	1	1	1	0												
21	18	18	0	1	1	0												
22	19	19	1	1	1	0												
23	20	20	1	1	1	0												
24	21	21	1	1	1	0												
25	22	22	1	1	1	0												
26	23	23	4	1	1	0												

ภาพที่ 16 แสดงการนำเข้าข้อมูลของเซลล์แม่น้ำ



ภาพที่ 17 แสดงทิศทางการไหลของลำน้ำ

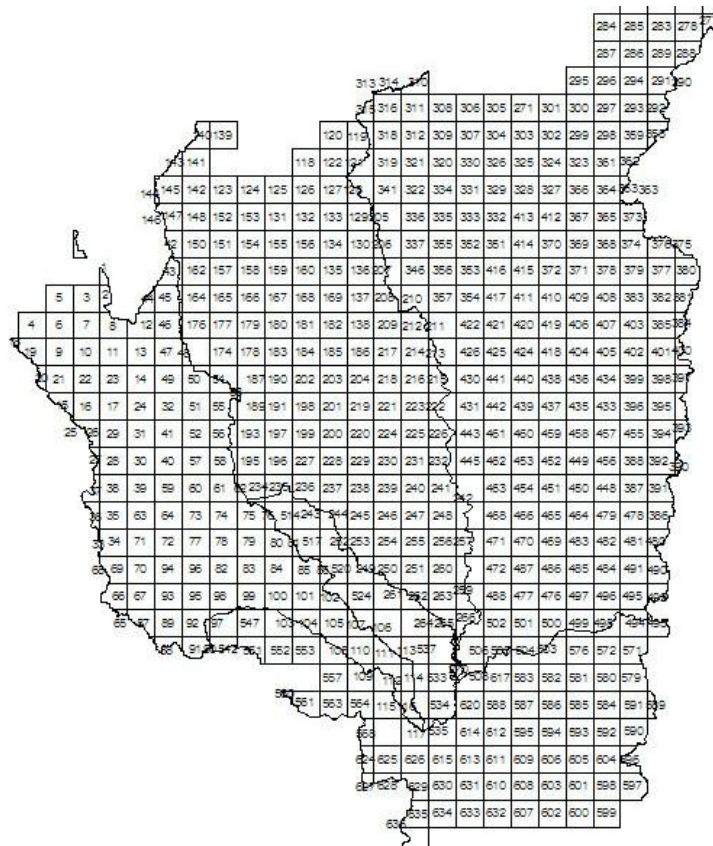
ตารางที่ 7 ตัวอย่างการนำเข้าข้อมูลของเซลล์แผ่นดิน

Code	Order	Up river	Down river	Up land	Down land
1	2	3	4	5	6

- 1 = ชื่อลำดับเซลล์แผ่นดิน (กำหนดให้เต็มเลข 10 ซ้ำหน้า เพื่อให้ไม่ซ้ำกัน )
- 2 = ชื่อเซลล์แผ่นดิน (กรณี Land cell จะใช้ลำดับต่อจากลำดับของเซลล์แม่น้ำ )
- 3 = จำนวนเซลล์แม่น้ำที่อยู่เหนือน้ำ (กรณีเซลล์แผ่นดินจะมีค่าเท่ากับ 0)
- 4 = จำนวนเซลล์แม่น้ำที่อยู่ท้ายน้ำ (ท้ายน้ำจะใช้ค่าเท่ากับ 1)
- 5 = จำนวนเซลล์แผ่นดิน ที่อยู่เหนือ
- 6 = จำนวนเซลล์แผ่นดิน ที่อยู่ต่ำ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
645	1001	642	0	1	0	1												
646	1002	643	0	1	1	2												
647	1003	644	0	1	1	2												
648	1004	645	0	1	0	2												
649	1005	646	0	1	1	1												
650	1006	647	0	1	2	2												
651	1007	648	0	1	2	2												
652	1008	649	0	1	2	2												
653	1009	650	0	1	1	3												
654	1010	651	0	1	2	2												
655	1011	652	0	1	2	2												
656	1012	653	0	1	1	3												
657	1013	654	0	1	2	2												
658	1014	655	0	1	1	3												
659	1015	656	0	1	0	3												
660	1016	657	0	1	1	3												
661	1017	658	0	1	1	3												
662	1018	659	0	1	0	1												
663	1019	660	0	1	3	1												
664	1020	661	0	1	1	1												
665	1021	662	0	1	3	1												
666	1022	663	0	1	3	1												
667	1023	664	0	1	4	0												

ภาพที่ 18 แสดงการนำเข้าข้อมูลของเซลล์แผ่นดิน



ภาพที่ 19 แสดงหมายเลขเซลล์แผ่นดิน

3)การจัดเรียงและระบุชื่อเซลล์ที่เชื่อมโยงกัน

ตารางที่ 8 ตัวอย่างการนำเข้าโดยระบุชื่อเซลล์แม่น้ำ(River cell)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

กำหนดให้แต่ละช่องในตาราง

1 =ชื่อเซลล์

2 =ระบุชื่อเซลล์แม่น้ำที่อยู่ด้านเหนือ

3 =ระบุชื่อเซลล์แม่น้ำที่อยู่ด้านท้าย

4 =ชื่อเซลล์แผ่นดิน (กรณีเซลล์แผ่นดิน ใช้ค่าลำดับต่อจากค่าลำดับของเซลล์แม่น้ำ )

5 =ชื่อเซลล์ที่พิจารณา

-เรียงข้อมูลตามแบบ ถ้ามีจำนวนของเซลล์ที่เราพิจารณามากกว่า 1 ตัว ใส่ค่าแทรกเข้าไปหรือถ้าเซลล์นั้นไม่มีก็ไม่ต้องใส่ค่าเข้าไป แต่ต้องเรียงตามตารางเพราะในโปรแกรมจะทำการคำนวณตามนี้

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1286	1	2	642	1														
1287	2	7	643	2														
1288	3	7	644	3														
1289	4	6	645	4														
1290	5	6	646	5														
1291	6	4	5	7	647	6												
1292	7	2	3	6	8	648	7											
1293	8	7	11	649	8													
1294	9	10	650	9														
1295	10	9	11	651	10													
1296	11	8	10	23	652	11												
1297	12	13	653	12														
1298	13	12	14	654	13													
1299	14	13	23	655	14													
1300	15	16	656	15														
1301	16	15	17	657	16													
1302	17	16	23	658	17													
1303	18	19	659	18														
1304	19	18	20	660	19													
1305	20	19	21	661	20													
1306	21	20	22	662	21													
1307	22	21	23	663	22													
1308	23	11	14	17	487	24	664	23										

ภาพที่ 20 แสดงการนำเข้าโดยระบุชื่อเซลล์แม่น้ำ(River cell)



ตารางที่ 9 ตัวอย่างการนำเข้าโดยระบุชื่อเซลล์แผ่นดิน (Land cell)

1	2	3	4
---	---	---	---

1 =ชื่อเซลล์แผ่นดิน

2 =ชื่อเซลล์

3 =ชื่อเซลล์แผ่นดินที่อยู่ด้านเหนือ

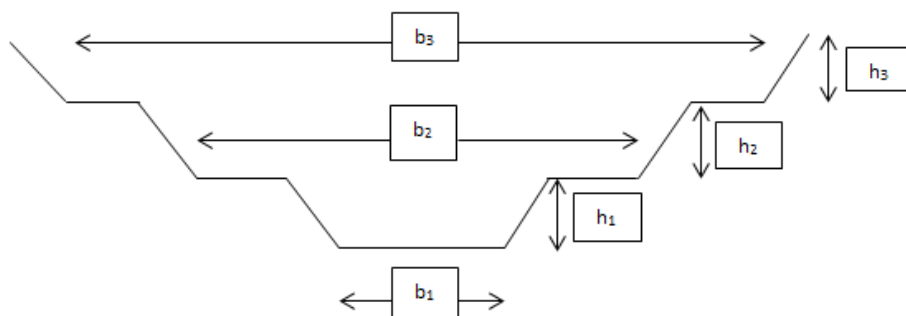
4 =ชื่อเซลล์แผ่นดินที่อยู่ด้านท้าย

-เรียงข้อมูลตามแบบ ถ้ามีจำนวนของเซลล์ที่เราพิจารณามากกว่า 1 ตัว ใส่ค่าแทรกเข้าไปหรือถ้าเซลล์นั้นไม่มีก็ไม่ต้องใส่ค่าเข้าไป แต่ต้องเรียงตามตารางเพราะในโปรแกรมจะทำการคำนวณตามนี้

ภาพที่ 21 แสดงการนำเข้าโดยระบุชื่อเซลล์แผ่นดิน (Land cell)

4)การกำหนดรายละเอียดของข้อมูลด้านเข้า

-การกำหนดค่าน้ำและทางน้ำธรรมชาติที่น้ำเข้า



ภาพที่ 22 แสดงความกว้างก้นคลองและความสูงคลอง

ตารางที่ 10 ตัวอย่างการนำเข้าพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

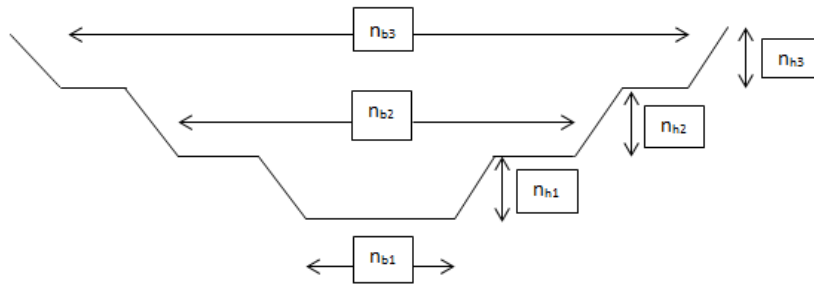
กำหนดให้แต่ละช่องในตาราง

- |   |   |
|---|---|
| 1 = ชื่อเซลล์                             | 2 = ระดับก้นคลอง                          |
| 3 = ความยาวลำน้ำ (L)                      | 4 = ความกว้างก้นคลอง $b_1$                |
| 5 = ความกว้างก้นคลอง $b_2$                | 6 = ความกว้างก้นคลอง $b_3$                |
| 7 = ความสูงของคลองวัดตั้งแต่ก้นคลอง $h_1$ | 8 = ความสูงของคลองวัดตั้งแต่ก้นคลอง $h_2$ |
| 9 = ความสูงของคลองวัดตั้งแต่ก้นคลอง $h_3$ | 10 = ความลาดเท $Z_1$                      |
| 11 = ความลาดเท $Z_2$                      | 12 = ความลาดเท $Z_3$                      |

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
2568	1	127	6300	450	700	0	6	0.3	0	13	1	0						
2569	2	124.7	4300	320	700	0	4	0.3	0	2.5	1.5	0						
2570	3	325.6	10000	5	0	0	8	0	0	0	0	0						
2571	4	833.9	10000	5	0	0	8	0	0	0	0	0						
2572	5	670.8	10000	5	0	0	8	0	0	0	0	0						
2573	6	525	10000	13.99	0	0	8	0	0	0	0	0						
2574	7	118.7	3700	480	600	0	3	0.7	0	10	1.5	0						
2575	8	112.7	5700	300	630	0	5.2	0.5	0	12	1.5	0						
2576	9	579.5	10000	5	0	0	8	0	0	0	0	0						
2577	10	236.7	10000	7.74	0	0	8	0	0	0	0	0						
2578	11	111	3800	480	590	0	3.2	0.6	0	11	1.5	0						
2579	12	187.7	10000	5	0	0	8	0	0	0	0	0						
2580	13	156.2	10000	7.03	0	0	8	0	0	0	0	0						
2581	14	141.7	10000	13.12	0	0	8	0	0	0	0	0						
2582	15	757.1	10000	5	0	0	8	0	0	0	0	0						
2583	16	436.1	10000	5	0	0	8	0	0	0	0	0						
2584	17	172	10000	10.48	0	0	8	0	0	0	0	0						
2585	18	708	10000	5	0	0	8	0	0	0	0	0						
2586	19	601.5	10000	5	0	0	8	0	0	0	0	0						
2587	20	765.6	10000	5	0	0	8	0	0	0	0	0						
2588	21	482	10000	8.05	0	0	8	0	0	0	0	0						
2589	22	331.5	10000	14.36	0	0	8	0	0	0	0	0						
2590	23	104.8	5400	410	600	0	4.8	0.6	0	6	1.5	0						

ภาพที่ 23 แสดงการนำเข้าพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ

-การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ ( n )



ภาพที่ 24 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของคลอง

ตารางที่ 11 ตัวอย่างการนำเข้าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

1 = ชื่อเซลล์

2 = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (  $n_{b1}$  )

3 = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (  $n_{b2}$  )

4 = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (  $n_{b3}$  )

5 = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (  $n_{h1}$  )

6 = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (  $n_{h2}$  )

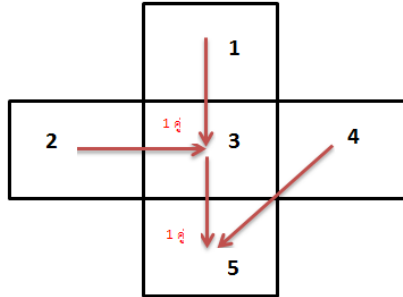
7 = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (  $n_{h3}$  )

	A	B	C	D	E	F	G
3209	1	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3210	2	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3211	3	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3212	4	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3213	5	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3214	6	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3215	7	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3216	8	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3217	9	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3218	10	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3219	11	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3220	12	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3221	13	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3222	14	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3223	15	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3224	16	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3225	17	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3226	18	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3227	19	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3228	20	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3229	21	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3230	22	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04
3231	23	0.035	0.035	0.035	0.04	0.04	0.04

ภาพที่ 25 แสดงการนำเข้าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ

5)การเชื่อมโยงข้อมูลที่จับคู่กัน

-การกำหนด conjugate (การจับคู่รวมกัน)



ภาพที่ 26 แสดงตัวอย่างการจับคู่กัน

ตารางที่ 12 ตัวอย่างการนำเข้าการจับคู่รวมกันข้อมูลน้ำ

1	2	3	4
---	---	---	---

1 = เบอร์แม่น้ำที่จับคู่กันตั้งแต่ 2 สายขึ้นไป

2,3,4,... = ระยะทางของแม่น้ำจากเซลล์ถึงเซลล์ ที่จับคู่กัน

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
3850	6	10000	10000															
3851	7	12300	10000	10000														
3852	11	10000	10000															
3853	23	10000	10000	10000	10000													
3854	29	8300	10000															
3855	31	10000	10000	10000														
3856	38	7500	10000															
3857	41	10000	10000	10000														
3858	45	9300	6800															
3859	50	9700	9600															
3860	56	8800	10000															
3861	58	10300	9100															
3862	61	10000	10000															
3863	70	10000	9400															
3864	73	10000	14100															
3865	75	8300	9800															
3866	80	9000	9600															
3867	85	8600	10000															
3868	89	9100	7000															
3869	92	9500	8700															
3870	95	10000	10000	14100														
3871	98	10000	14100	6100														
3872	102	10000	9100															

ภาพที่ 27 แสดงการนำเข้าการจับคู่รวมกันข้อมูลน้ำ

ตารางที่ 13 ตัวอย่างการนำเข้าพื้นที่และระดับของพื้นที่

1	2	3
---	---	---

1 =ชื่อเซลล์แผ่นดิน

2 =ค่าระดับ

3 =พื้นที่

	A	B	C
4020	642	138.13	1E+08
4021	643	132.14	1E+08
4022	644	334.12	1E+08
4023	645	842.37	1E+08
4024	646	679.32	1E+08
4025	647	533.53	1E+08
4026	648	159.85	1E+08
4027	649	182.52	1E+08
4028	650	587.99	1E+08
4029	651	245.17	1E+08
4030	652	144.4	1E+08
4031	653	196.22	1E+08
4032	654	164.65	1E+08
4033	655	150.24	1E+08
4034	656	765.59	4.6E+07
4035	657	444.57	1E+08
4036	658	180.46	1E+08
4037	659	716.5	5085900
4038	660	609.97	7.8E+07
4039	661	774.13	2.3E+07
4040	662	490.5	9.9E+07
4041	663	340	1E+08
4042	664	128.1	1E+08

ภาพที่ 28 แสดงการนำเข้าพื้นที่และระดับของพื้นที่

ตารางที่ 14 ตัวอย่างการกำหนดความละเอียดการคำนวณ

1	
2	
3	
4	5

1 =การตั้งค่าการความละเอียดในการคำนวณของแบบจำลอง

2 =จำนวนเซลล์ X ศูนย์

3 =จำนวนเซลล์ X ศูนย์

4 ,5 =กำหนดค่าเท่ากับศูนย์

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
4661	0.0001																	
4662	641*0.0																	
4663	641*0.0																	
4664	0	0																
4665																		
4666																		
4667																		
4668																		
4669																		
4670																		
4671																		
4672																		
4673																		
4674																		
4675																		
4676																		
4677																		
4678																		
4679																		
4680																		
4681																		
4682																		
4683																		

ภาพที่ 29 แสดงการกำหนดความละเอียดการคำนวณ

### ขั้นตอนการใช้โปรแกรมคำนวณ

- 1.) Start >> cmd กด Enter
- 2.) copy ที่อยู่ไฟล์ข้อมูล พิมพ์ cd แล้วเว้นวรรค ทำการคลิกขวา Paste และกด Enter
- 3.) พิมพ์ g95 Qin\_edit.f จากนั้นกด Enter
- 4.) พิมพ์ a แล้วกด Enter แบบจำลองเริ่มการคำนวณ

```

C:\Windows\system32\cmd.exe - a
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\User>cd C:\Users\User\Desktop\DTM_Qin
C:\Users\User\Desktop\DTM_Qin>g95 Qin_edit.f
C:\Users\User\Desktop\DTM_Qin>a

```

ภาพที่ 30 แสดงการใช้โปรแกรมคำนวณ

5.) เมื่อแบบจำลองคำนวณเสร็จ ดูค่าระดับน้ำที่ ไฟล์ PADDY\_DW

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	#WATER LEVEL																	
2	138.13266	132.15523	334.12027	842.37054	679.32050	533.53052	159.85562	182.52148	587.99036	245.17030	144.40419	196.22032	164.65103					
3	138.13527	132.15804	334.12051	842.37103	679.32098	533.53101	159.86115	182.52296	587.99036	245.17072	144.40834	196.22066	164.65207					
4	138.13786	132.16112	334.12076	842.37158	679.32147	533.53149	159.86664	182.52446	587.99036	245.17111	144.41249	196.22099	164.65309					
5	138.14043	132.17184	334.12103	842.37207	679.32196	533.53198	159.87209	182.52594	587.99036	245.17146	144.41661	196.22131	164.65407					
6	138.14297	132.17465	334.12128	842.37256	679.32245	533.53247	159.87746	182.52740	587.99036	245.17181	144.42070	196.22162	164.65506					
7	138.14549	132.17773	334.12152	842.37311	679.32294	533.53296	159.88280	182.52888	587.99036	245.17216	144.42479	196.22194	164.65605					
8	138.14801	132.18462	334.12180	842.37360	679.32343	533.53345	159.88808	182.53035	587.99036	245.17252	144.42886	196.22226	164.65703					
9	138.15048	132.18742	334.12204	842.37408	679.32391	533.53394	159.89333	182.53181	587.99036	245.17284	144.43291	196.22256	164.65802					
10	138.15294	132.19048	334.12231	842.37463	679.32440	533.53442	159.89851	182.53328	587.99036	245.17314	144.43694	196.22289	164.65900					
11	138.15547	132.19441	334.12256	842.37512	679.32489	533.53491	159.90379	182.53525	587.99036	245.17346	144.44157	196.22319	164.65997					
12	138.15788	132.19690	334.12280	842.37561	679.32538	533.53540	159.90854	182.53671	587.99036	245.17377	144.44557	196.22350	164.66095					
13	138.16028	132.19954	334.12308	842.37616	679.32587	533.53589	159.91295	182.53812	587.99036	245.17406	144.44954	196.22382	164.66188					
14	138.16266	132.20232	334.12332	842.37665	679.32635	533.53638	159.91705	182.53952	587.99036	245.17435	144.45334	196.22414	164.66281					
15	138.16502	132.22681	334.12357	842.37714	679.32684	533.53687	159.92078	182.54094	587.99036	245.17462	144.45699	196.22441	164.66376					
16	138.16737	132.22638	334.12381	842.37769	679.32733	533.53735	159.92409	182.54234	587.99036	245.17490	144.46039	196.22469	164.66469					
17	138.16969	132.22626	334.12405	842.37817	679.32782	533.53784	159.92703	182.54375	587.99036	245.17519	144.46358	196.22498	164.66563					
18	138.17201	132.22643	334.12430	842.37866	679.32831	533.53833	159.92966	182.54514	587.99036	245.17546	144.46655	196.22525	164.66656					
19	138.17432	132.24365	334.12454	842.37921	679.32880	533.53882	159.93193	182.54654	587.99036	245.17574	144.46921	196.22554	164.66751					
20	138.17661	132.24100	334.12479	842.37970	679.32928	533.53931	159.93387	182.54794	587.99036	245.17603	144.47160	196.22581	164.66844					
21	138.17886	132.23698	334.12503	842.38019	679.32977	533.53979	159.93588	182.54935	587.99036	245.17630	144.47375	196.22609	164.66937					
22	138.18105	132.23753	334.12527	842.38074	679.33026	533.54028	159.93701	182.55075	587.99036	245.17659	144.47566	196.22638	164.67032					
23	138.18318	132.24931	334.12552	842.38123	679.33075	533.54077	159.93826	182.55211	587.99036	245.17686	144.47739	196.22665	164.67125					
24	138.18521	132.24965	334.12576	842.38171	679.33124	533.54126	159.93932	182.55345	587.99036	245.17714	144.47891	196.22693	164.67220					
25	138.18715	132.24286	334.12601	842.38226	679.33173	533.54175	159.94020	182.55479	587.99036	245.17743	144.48024	196.22722	164.67305					
26	138.18900	132.24084	334.12625	842.38275	679.33221	533.54224	159.94095	182.55612	587.99036	245.17770	144.48140	196.22749	164.67390					
27	138.19066	132.24672	334.12650	842.38330	679.33270	533.54272	159.94159	182.55743	587.99036	245.17798	144.48241	196.22778	164.67476					

ภาพที่ 31 แสดงค่าระดับน้ำในเซลล์แผ่นดินที่คำนวณ