

วารสาร วิชาฯ ปีที่ 37 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561



# วารสาร วิชาฯ

ปีที่ 37 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

Vol.37 No.2 July - December 2018

วารสารวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ISSN 0125-2380

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

## Wichcha Journal

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

[www.nstru.ac.th](http://www.nstru.ac.th)

การพัฒนาแบบจำลองทิศทางการไหลของน้ำบนพื้นผิวระดับสูงเชิงเลข  
สำหรับการพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วมจังหวัดนครศรีธรรมราช

Model Development in Direction of Water Flow on the  
Surface DEM for Flood Forecasting and Early Warning  
of Nakhon Si Thammarat Province

เอกวุฒิ เพชรทองดั่ง<sup>1\*</sup> วิภา เจริญภัณฑารักษ์<sup>1</sup> และ ปานจิต มุสิก<sup>2</sup>  
Ekkawoot Petthongduang<sup>1\*</sup> Vipa Jaroenpuntaruk<sup>1</sup> and Panjit Musik<sup>2</sup>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินแบบจำลองทิศทางการไหลของน้ำบนพื้นผิวระดับสูงเชิงเลขสำหรับการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม บริเวณลุ่มน้ำคลองกลายและคลองท่าหน ในเขตอำเภอหนองพิต้า อำเภอท่าศาลา และอำเภอสีชล จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยวิธีการนำค่าความสูงพื้นผิวภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับพัฒนาโปรแกรมจำลองทิศทางการไหลของน้ำบนพื้นผิวระดับสูงเชิงเลขโดยใช้วิธี D8 ด้วยโปรแกรม ArcGIS และประเมินผลเปรียบเทียบทิศทางการไหลของน้ำด้วยวิธีซ้อนทับกับแบบจำลองที่พัฒนา โดยใช้กฎเซลล์ลัวร์ ออโตเมต้า ด้วยโปรแกรม Mathematica และขอบเขตแหล่งน้ำจากฐานข้อมูลแผนที่ที่เกิดผลการวิจัยพบว่าทิศทางการไหลของน้ำบนพื้นผิวระดับสูงเชิงเลขบริเวณลุ่มน้ำคลองกลายและคลองท่าหน สอดคล้องกับความเป็นจริง ทิศทางการไหลของน้ำไปในแนวเดียวกัน สามารถกำหนดจุดระบายน้ำเมื่อเกิดการสะสมของปริมาณน้ำจำนวนมากของพื้นที่ที่ศึกษาได้

**คำสำคัญ :** แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ทิศทางการไหลของน้ำ การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

<sup>2</sup> สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

\* Corresponding author e-mail : ekkawoot@gmail.com

### Abstract

The objective of this study was to develop and assess the Digital Elevation Model (DEM) of water flow direction used for flood forecasting and warning in Nakhon Si Thammarat Province. The method is to apply the data of topographic contours from the Royal Thai Survey Department in the areas of Klong Glai and Klong Ta Ton, in the districts of Tha Sala, Nopphitam, and Sichon. By using the D8 method with ArcGIS software. Model evaluation compared the direction of water flow overlay on DEM Cellular Automata method in Mathematica software and watershed delineation from Google Map. The research showed that the DEM of Klong Glai Watershed and Klong Ta Ton conform to the real water flow. The direction of water flow is in the same way. Drain marking can be specified when there is enough accumulation in the areas that were studied.

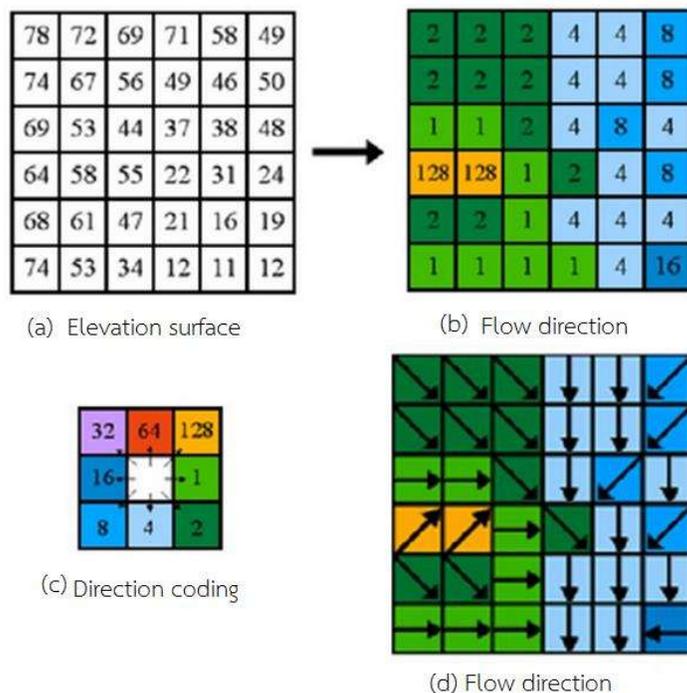
**Keywords:** Digital Elevation Model (DEM), Water flow direction, Flood forecasting and early warning

### บทนำ

จากเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ในปี 2554 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2554) ให้เกิดความจำเป็นต้องเพิ่มขึ้นในการใช้ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) ข้อมูล DEM เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ใช้ศึกษาสภาพอุทกวิทยาและการวิเคราะห์การไหลของน้ำตามสภาพพื้นผิวภูมิประเทศ (สุพัตรา, 2558; พรชัย และสุเพชร, 2557) เช่น การวิเคราะห์เส้นทางไหลของน้ำตำบลวังบาลและตำบลบ้านเนิน อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าข้อมูล DEM รายละเอียด 5 เมตร ให้ความถูกต้องเชิงพื้นที่สูงกว่า DEM ขนาด 30 และ 90 เมตร (ชญา, 2558) การวิเคราะห์ลักษณะลุ่มน้ำและการระบายน้ำจากข้อมูล DEM ขนาด 90 เมตร ของพื้นที่ที่ราบตอนล่างของลุ่มน้ำแม่กลองในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ใช้วิธี D8 ในซอฟต์แวร์ GIS ร่วมกับเทคนิค stream burning เพื่อปรับค่าระดับข้อมูล DEM ตามแนวคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำ ผลลัพธ์ทิศทางการไหลและขอบเขตลุ่มน้ำสอดคล้องความเป็นจริงมากที่สุด (อิศเรศ และเอกสิทธิ์, 2555) ทำให้ในปัจจุบันมีการประยุกต์ระบบภูมิสารสนเทศศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพสูงมาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่และจัดทำแผนที่คาดการณ์พื้นที่เกิดอุทกภัยเหตุการณ์ล่วงหน้าเพื่อวางแผนและเตรียมความพร้อมช่วยเหลือประชาชนในพื้นที่ประสบภัยได้อย่างเหมาะสม (ชัยวัฒน์, 2555; เพ็ญประไพ และคณะ, 2555)

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองทิศทางการไหลของน้ำบนพื้นผิวระดับสูงเชิงเลข เพื่อสร้างฐานข้อมูลสำหรับการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม ในเขตอำเภอนบพิตำ อำเภอท่าศาลา และอำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษานครศรีธรรมราช, 2554) มีลุ่มน้ำหลัก 2 สาขา คือลุ่มน้ำสาขาคลองกลาย มีพื้นที่รับน้ำประมาณ

668 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ต้นน้ำ คือ ตำบลกรูชิง อำเภอหนองปีตา พื้นที่กลางน้ำและพื้นที่ปลายน้ำ ได้แก่ ตำบลหนองปีตา ตำบลนาแหร และตำบลกะหรอ ในเขตอำเภอหนองปีตา ตำบลดิ่งชัน ตำบลกลาย ตำบลสระแก้ว และตำบลท่าศาลา ในเขตอำเภอท่าศาลา และลุ่มน้ำสาขาลองท่าหน ตั้งอยู่ในเขตอำเภอสิชลมีพื้นที่ต้นน้ำคือ ตำบลเทพราช ตำบลฉลอง และตำบลเปลี่ยน พื้นที่กลางน้ำและปลายน้ำคือ ตำบลเปลี่ยน ตำบลเสาเภา ตำบลทุ่งปรัง และตำบลสิชล พื้นที่ทั้ง 3 อำเภอดังกล่าวเป็นพื้นที่เสี่ยงของการเกิดอุทกภัยและแผ่นดินถล่ม จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพื่อนำองค์ความรู้ ข้อมูล และเครื่องมือต่างๆ มาช่วยพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมให้กับประชาชนในพื้นที่ เพื่อลดการสูญเสียที่ร้ายแรงซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ การวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำบนพื้นผิวดระดับสูงเชิงเลขในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธี D8 ด้วยโปรแกรม ArcGIS เพียงอย่างเดียว ข้อมูลพื้นผิวดระดับสูงเชิงเลขของกรมแผนที่ทหาร มีความละเอียดจุดภาพ 30x30 เมตร เปรียบเทียบด้วยวิธีซ้อนทับ (overlay) ทิศทางการไหลของน้ำกับแบบจำลองที่พัฒนาโดยใช้กฎเซลลูลาร์ ออโตเมตา ด้วยโปรแกรม Mathematica (ปานจิต, 2557) และขอบเขตแหล่งน้ำจากฐานข้อมูลแผนที่กูเกิ้ล ซึ่งแบบจำลองประเภทที่ใช้เทคนิคปัญญาประดิษฐ์หรือการวิเคราะห์ทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์นิยมใช้ทิศทางการไหลเป็นปัจจัยนำเข้าปัจจัยหนึ่งประกอบการวิเคราะห์หรือพยากรณ์การเกิดอุทกภัย นอกจากนี้ทิศทางการไหลที่ได้ยังมีผลต่อความถูกต้องของปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ การไหลสะสม และการวิเคราะห์ดัชนีภูมิประเทศอีกด้วย



ภาพที่ 1 กฎการไหล 8 ทิศทาง (D8) (a คือ โครงสร้างของกริด b คือ การแทนค่าของกริดด้วยสี c คือ กฎทิศทางการไหล 8 ทิศทาง (D8) และ d คือ ทิศทางการไหลของน้ำ  
ที่มา : Jensen and Domingue, 1988

การวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำจากการไหล 8 ทิศทาง (D8) โดยพิจารณาจากข้อมูลแบบจำลอง DEM ที่มีโครงสร้างแบบกริดแสดงดังภาพที่ 1 (a) กริดมีขนาด 6x6 เซลล์ น้ำจะไหลจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งที่อยู่รอบๆ โดยใช้ค่าระดับความสูงที่อยู่ในเซลล์ เป็นตัวควบคุมทิศทางการไหล ซึ่งกำหนดทิศทางการไหลของน้ำเป็น 8 ทิศทาง มีค่ารหัสกำกับในแต่ละทิศทางแสดงดังภาพที่ 1 (c) โดยน้ำจะไหลจากเซลล์ที่พิจารณาสู่เซลล์ที่อยู่รอบตัวที่มีค่าระดับความสูงต่ำสุดผลที่ได้จะทราบว่า กริดนั้นมีการไหลของน้ำไปทิศทางใด แสดงดังภาพที่ (b และ c) ซึ่งนำไปใช้ในการหาทิศทางการไหลสะสมของน้ำต่อไป

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. พื้นที่ศึกษา

การวิจัยนี้เลือกพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และพื้นที่ราบที่น้ำท่วมถึง บริเวณลุ่มน้ำคลองกลาย คลองท่าหนและสาขาย่อย ในเขตอำเภอนบพิตำ อำเภอนบพิตำ และอำเภอลำดวน มีคลองหลัก 2 สายคือคลองกลาย ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขานครศรีธรรมราชในเขตอำเภอนบพิตำ ไหลสู่อ่าวไทยบริเวณอำเภอนบพิตำ และคลองท่าหน ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขานครศรีธรรมราชตอนบน ไหลสู่อ่าวไทยบริเวณอำเภอลำดวน

### 2. ข้อมูลและอุปกรณ์

2.1 ข้อมูลพื้นผิวระดับสูงเชิงเลข มาตรฐานส่วน 1 : 50,000 ความละเอียดจุดภาพ 30x30 เมตร จากกรมแผนที่ทหาร ณ วันที่ 31 มีนาคม 2560 จำนวน 6 ไร่ (ระวางที่ 49272 49273 49261 49262 49263 และ 49264)

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา เครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ArcGIS 10.2 (สุเพชร, 2555) และฐานข้อมูลแผนที่กูเกิ้ล

### 3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 การเตรียมข้อมูล ผู้วิจัยที่เลือกพื้นที่ในการวิจัยและเตรียมข้อมูลโดยการเติมเต็มพื้นที่ (fill) ในพื้นที่ที่เป็นหลุมหรือต่ำ (sink) กว่าบริเวณอื่นๆ จะทำการปรับพื้นผิว โดยการเติมเต็มพื้นที่ในขณะที่บริเวณใดมีพื้นที่สูง (peak) กว่าทั่วไป ก็จะทำให้การปรับให้มีความสูงใกล้เคียงกันพื้นที่ที่เป็นหลุมหรือสูงกว่าปกติเกิดจากความผิดพลาดของรายละเอียด ของข้อมูลหรือค่าความสูง

3.2 การวิเคราะห์ทิศทางการไหล (flow direction) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความลาดชันและทิศทางของความลาดชันของพื้นที่ที่มีผลต่อทิศทางการไหลของน้ำที่ไหลจากพื้นที่สูงลงสู่พื้นที่ต่ำและมีผลต่อการเกิดอุทกภัย เพราะเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ต้องใช้สำหรับกระบวนการคำนวณปริมาณการไหลสะสม สำหรับนำไปใช้ในการจำลองการเกิดอุทกภัย

3.3 การวิเคราะห์การไหลสะสม (flow accumulation) เป็นการวิเคราะห์ที่ต่อเนื่องมาจากขั้นตอนการวิเคราะห์ทิศทางการไหลโดยเซลล์ที่มีการไหลมาสะสมสูงจะถูกกำหนดให้เป็นช่องทางไหลของน้ำ โดยคิดที่การส่งต่อค่าหน่วยของน้ำไปยังจุดหรือเซลล์ถัดไป ซึ่งสามารถนับค่า

ผลรวมที่เซลล์ตนเองโดยบวกค่าสะสมที่นับมาจากจุดอื่นข้างเคียง และมีผลต่อการเกิดอุทกภัย เพราะเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ต้องใช้สำหรับกระบวนการคำนวณปริมาณน้ำทำสำหรับนำไปใช้ในการจำลองการเกิดอุทกภัย

3.4 การวิเคราะห์เส้นทางน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำ คือจุดที่น้ำจะไหลออกจากพื้นที่ และเป็นจุดที่ต่ำที่สุด และอยู่บริเวณขอบของพื้นที่รับน้ำ และต้องมีทิศทางไหลที่จะเป็นข้อมูลป้อน โดยการเชื่อมต่อเซลล์หลายๆ เซลล์ เป็นความละเอียดจุดภาพย่อยบนพื้นผิวดระดับสูงเชิงเลข เพื่อคำนวณทิศทางไหลของแต่ละความละเอียดจุดภาพย่อย แล้วประมวลผลรวมหน่วยการไหลจากพื้นที่สูงกว่าการลากแนวเส้นลำน้ำ โดยกำหนดจากผลรวมการไหลสะสมที่มากที่สุด

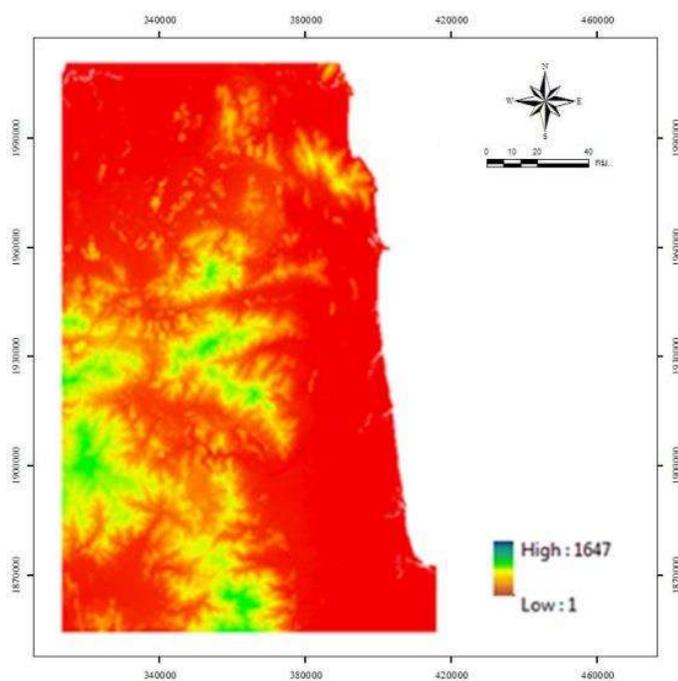
3.5 ประเมินผลแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากข้อมูลพื้นผิวดระดับสูงเชิงเลข ด้วยเครื่องมือของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม ArcGIS เปรียบเทียบกับแบบจำลองที่พัฒนาโดยใช้โปรแกรม Mathematica และเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลแผนที่ที่เก็ลแทนการออกสำรวจสภาพพื้นที่จริง

## ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาและประเมินแบบจำลองทิศทางไหลของน้ำบนพื้นผิวดระดับสูงเชิงเลข สำหรับการพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วมจังหวัดนครศรีธรรมราชมีรายละเอียดดังนี้

### 1. การวิเคราะห์ลักษณะความสูง-ต่ำของพื้นที่

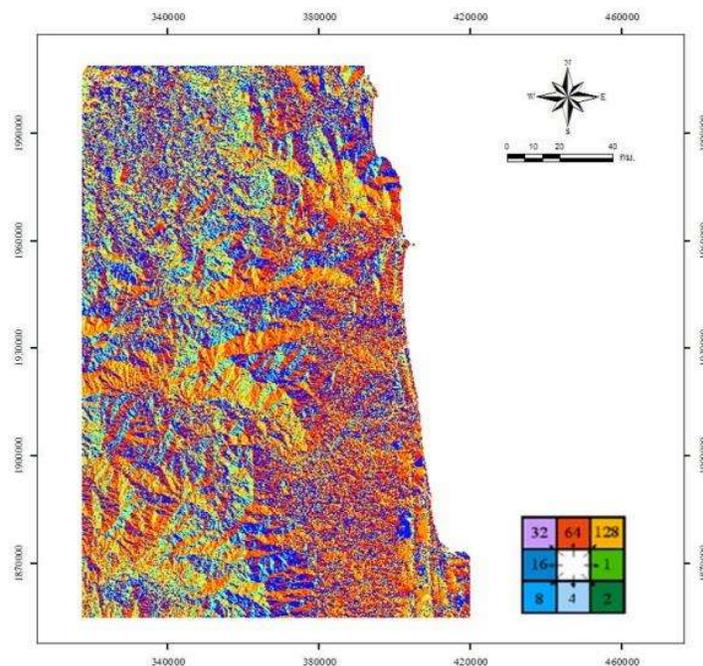
เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการระบายน้ำเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จากภาพที่ 2 บริเวณพื้นที่สีเขียวจะเป็นพื้นที่สูง บริเวณพื้นที่สีแดงจะเป็นพื้นที่ราบ



ภาพที่ 2 ข้อมูล DEM ในพื้นที่ศึกษา

## 2. การวิเคราะห์ทิศทางการไหล

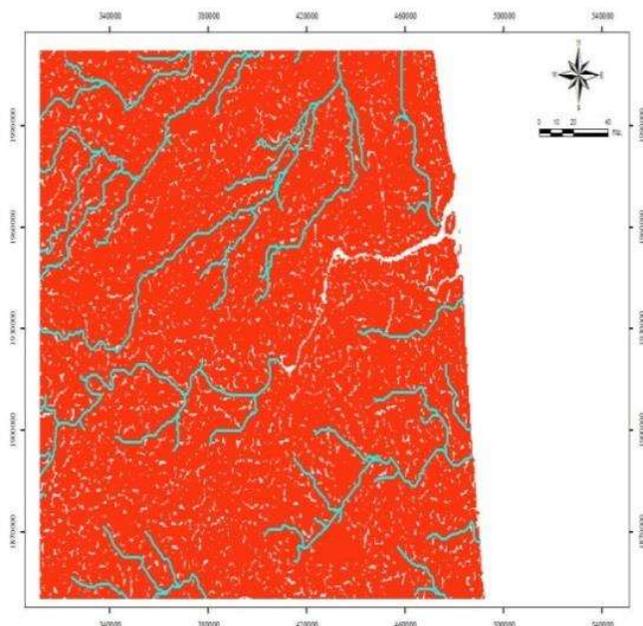
ดึงข้อมูลจากภาพที่ 3 จะเห็นว่าสีของข้อมูลมีลักษณะของสีที่แตกต่างกันบ่งบอกถึงทิศทางการไหลที่มีทั้งหมด 8 ทิศทาง ตามกฎของ D8 ตามค่าสีที่ระบุ คือ สีเขียวอ่อน มีค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 1 ไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ สีเขียว มีค่าพารามิเตอร์เท่ากับ 2 ไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ เป็นต้น ซึ่งบ่งบอกได้ว่าทิศทางของความลาดชันของพื้นที่มีผลต่อทิศทางการไหลของน้ำที่ไหลจากพื้นที่สูงลงสู่พื้นที่ต่ำ



ภาพที่ 3 แสดงทิศทางการไหลของน้ำ

## 3. การวิเคราะห์การไหลสะสม

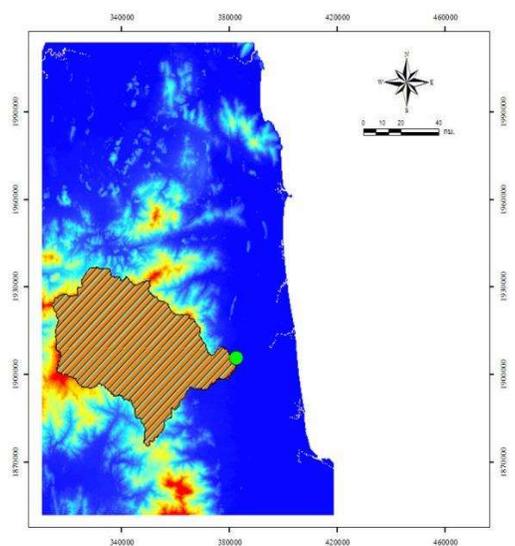
ข้อมูลจากภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่าการไหลสะสมของทิศทางการไหล ตามลักษณะการวิเคราะห์จะเกิดเป็นเส้นทางน้ำจากพื้นที่ทั้งหมด เส้นทางน้ำของการไหลของลำน้ำจืดรวมต่างๆ และลำน้ำสาขาต่างๆ ไหลมารวมกัน โดยใช้วิธีแปลงเส้นเป็นข้อมูลคุณลักษณะ (stream to features) จากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการประมวลผลข้อมูลโดยระบุค่าพารามิเตอร์ของแม่น้ำสายหลักที่มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 5 (grid code  $\geq 5$ ) มาแสดงผลข้อมูล



ภาพที่ 4 แสดงเส้นทางน้ำ

#### 4. การวิเคราะห์เส้นทางน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำหรือการสร้างพื้นที่รับน้ำ (watershed)

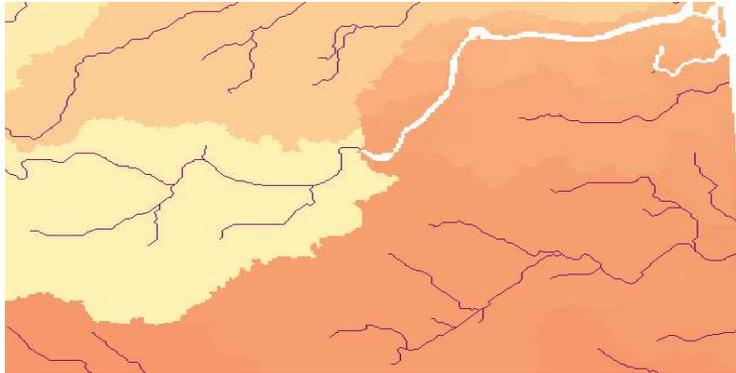
เมื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการระบายน้ำ วิเคราะห์ทิศทางการไหล วิเคราะห์การไหลสะสม เปรียบเทียบกับเส้นทางน้ำเดิมจากฐานข้อมูลแผนที่ที่เกิดของพื้นที่ที่ศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 5 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำ และสร้างพื้นที่ในการรับน้ำจากแบบจำลอง ได้แก่บริเวณที่แรงเสียดน้ำตาลและสามารถกำหนดจุดระบายน้ำของแบบจำลองได้เป็นบริเวณจุดสี่เหลี่ยม



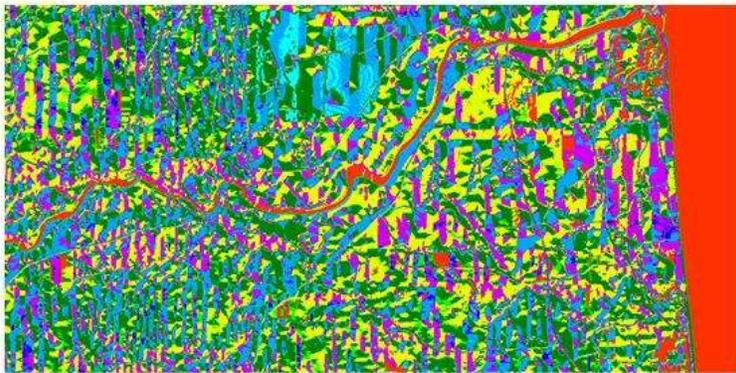
ภาพที่ 5 พื้นที่รับน้ำและจุดระบายน้ำ

### 5. การประเมินเส้นทางน้ำและพื้นที่ระบายน้ำ

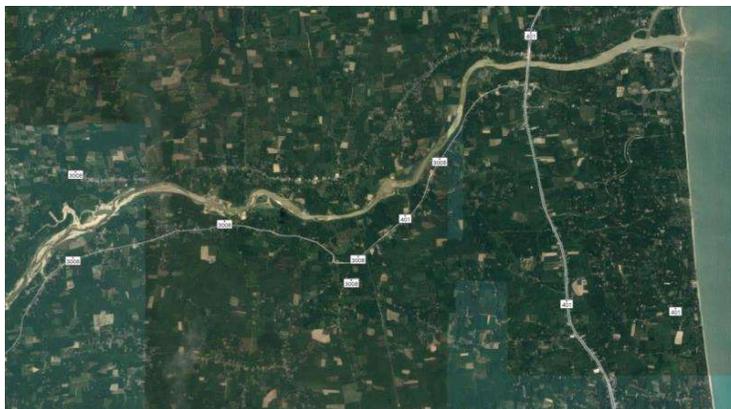
งานวิจัยนี้ได้นำแบบจำลองการวิเคราะห์ทิศทางไหลที่ได้ แสดงในภาพที่ 6 เปรียบเทียบกับแบบจำลองที่พัฒนาโดยใช้กฎเซลล์ลูลาร์ ออโตเมต้า ดังภาพที่ 7 และขอบเขตแหล่งน้ำจากฐานข้อมูลแผนที่ภูเกิ้ล ดังภาพที่ 8 แทนการออกสำรวจขอบเขตแหล่งน้ำในพื้นที่จริง ผลการประเมินสามารถพิสูจน์เบื้องต้นได้ว่าแบบจำลองทิศทางไหลของน้ำที่ได้จากการพัฒนามีความสอดคล้องกับทิศทางไหลบริเวณแหล่งน้ำในสภาพจริง โดยผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าข้อมูลแหล่งน้ำที่ได้จากการนำทิศทางไหลของน้ำที่ได้จากการพัฒนาไปหาขอบเขตแหล่งน้ำซึ่งแสดงด้วยเส้นสีฟ้ามีความสอดคล้องกับข้อมูลแหล่งน้ำที่ได้จากฐานข้อมูลแผนที่ภูเกิ้ล โดยข้อมูลจากทั้ง 3 ส่วนด้วยวิธีซ้อนทับ (overlay) มีลักษณะแนวเดียวกัน ไม่มีการเกิดการขาดหายของเส้นทางน้ำแต่อย่างใด ดังนั้นจึงเป็นการยืนยันได้ว่าทิศทางไหลที่ได้จากการพัฒนามีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง



ภาพที่ 6 เส้นทางน้ำและพื้นที่ระบายน้ำจากแบบจำลอง



ภาพที่ 7 ผลการจำลองทิศทางไหลบนพื้นผิว DEM กลุ่มน้ำคลองกลาย โดยใช้กฎเซลล์ลูลาร์ ออโตเมต้า  
ที่มา : ปานจิต (2557)



ภาพที่ 8 ขอบเขตแหล่งน้ำจากฐานข้อมูลแผนที่กูเกิ้ล

ที่มา : <https://www.google.co.th/maps/@8.7634262,99.8774363,8563m/data=!3m1!1e3>

### อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองทิศทางการไหลของน้ำบนพื้นผิวระดับสูงเชิงเลข โดยการนำข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขจากกรมแผนที่ทหาร มาพัฒนาแบบจำลองทิศทางการไหลของน้ำเริ่มจากการวิเคราะห์ทิศทางของน้ำ การวิเคราะห์ทิศทางการไหล การวิเคราะห์การไหลสะสม และขอบเขตลำน้ำ บริเวณพื้นที่ศึกษาคือ บริเวณลุ่มน้ำคลองกลาย คลองท่าหน และสาขาย่อย ในเขตพื้นที่อำเภอท่าศาลา อำเภอนบพิตำ และอำเภอลิขิต จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการเขียนโปรแกรมประยุกต์ระหว่างกฎการไหล 8 ทิศทาง (D8) ด้วยโปรแกรม ArcGis 10.2 กับการใช้กฎของวิธีเซลล์ลูลาร์ ออโตเมต้า ด้วยโปรแกรม Mathematica ซึ่งสอดคล้องกับอิติเรต และ เอกสิทธิ์ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่องการหาทิศทางการไหลและขอบเขตลุ่มน้ำในพื้นที่ราบลุ่มด้วยข้อมูล DEM ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้คือการวิเคราะห์ลักษณะลุ่มน้ำจากข้อมูล DEM ด้วยวิธีมาตรฐานมีข้อจำกัด จึงต้องอาศัยเทคนิคต่างๆ เพื่อกำหนดทิศทางการไหลของน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำในพื้นที่ราบตอนล่างของลุ่มน้ำแม่กลองในเขตโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ การวิเคราะห์ลักษณะการระบายน้ำเลือกใช้วิธี D8 ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในซอฟต์แวร์ GIS เป็นวิธีอ้างอิง ร่วมกับเทคนิค stream burning การเตรียมข้อมูลลักษณะการระบายน้ำที่สอดคล้องกับความเป็นจริงช่วยให้การจำลองสภาพทางอุทกวิทยาในพื้นที่ราบลุ่มมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยสร้อยพงศ์ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขสำหรับการแสดงผลบน NASA WORLD WIND พบว่าแบบจำลองความสูงเชิงเลขมีประโยชน์อย่างยิ่งในการวิเคราะห์สภาพภูมิประเทศ หรือใช้ในการประมวลผลเพื่อหาความลาดชัน สามารถพัฒนาการให้บริการข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขผ่านเครือข่ายได้

การประเมินผลแบบจำลองโดยการเปรียบเทียบกับขอบเขตแหล่งน้ำจากฐานข้อมูลแผนที่กูเกิ้ล แทนการออกสำรวจขอบเขตแหล่งน้ำในพื้นที่จริงนั้น ผลการประเมินพบว่าการเปรียบเทียบดังกล่าวสามารถพิสูจน์เบื้องต้นได้ว่า ทิศทางการไหลที่ได้บริเวณแหล่งน้ำที่ได้จากการพัฒนาแบบจำลองมีความสอดคล้องกับทิศทางการไหลบริเวณแหล่งน้ำในสภาพจริง โดยผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าข้อมูลแหล่งน้ำที่ได้จากการนำทิศทางการไหลของน้ำที่ได้จากการพัฒนาไปหาขอบเขต

แหล่งน้ำมีความสอดคล้องกับข้อมูลแหล่งน้ำที่ได้จากฐานข้อมูลแผนที่ภูเกิ้ล โดยข้อมูลจากทั้ง 3 ส่วน มีลักษณะทิศทางไหลไปในแนวเดียวกัน ไม่มีการเกิดการขาดหายของเส้นทางน้ำแต่อย่างใด เพราะมีทิศทางไหลไปหาขอบเขตแหล่งน้ำที่ถูกต้องตรงกับข้อมูลจากฐานข้อมูลแผนที่ภูเกิ้ล ดังนั้นจึงเป็นการยืนยันได้ว่าทิศทางไหลที่ได้จากการพัฒนาสามารถกำหนดพื้นที่รับน้ำที่มีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุพัตรา (2558) ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ทิศทางไหลของน้ำสำหรับการจำลองอุทกภัย และงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของทิศทางไหลเปรียบเทียบกับทิศทางไหลของวิธีสตรีมเบรินนิง และการจำลองการเกิดอุทกภัยโดยใช้แบบจำลองโอเพ่นไลเซ็ม (openLISEM) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอุทกภัยที่เกิดขึ้นจริงในจังหวัดปทุมธานี

### สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาแบบจำลองทิศทางไหลของน้ำบนพื้นผิวดระดับสูงเชิงเลข สำหรับการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยนำข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขจากการสำรวจระยะไกลของกรมแผนที่ทหาร มาพัฒนาแบบจำลองทิศทางไหลของน้ำ บริเวณลุ่มน้ำคลองกลาย คลองท่าหน และสาขาย่อย ในเขตพื้นที่อำเภอท่าศาลา อำเภอนบพิตำ และอำเภอสิชล จังหวัดนครศรีธรรมราช การเขียนโปรแกรมประยุกต์ระหว่างกฎการไหล 8 ทิศทาง (D8) ด้วยโปรแกรม ArcGis พบว่าแบบจำลองทิศทางไหลของน้ำบนพื้นผิวดระดับสูงเชิงเลข พื้นที่ลุ่มน้ำคลองท่าหนและพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกลายสอดคล้องกับความเป็นจริง ประเมินผลแบบจำลองทิศทางไหลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการซ้อนทับ (overlay) เปรียบเทียบกับการใช้กฎของวิธีเซลลูลาร์อัตโนมัติ ด้วยโปรแกรม Mathematica และขอบเขตแหล่งน้ำจากฐานข้อมูลแผนที่ภูเกิ้ลแทนการออกสำรวจขอบเขตแหล่งน้ำในพื้นที่จริง ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าข้อมูลแหล่งน้ำที่ได้จากการนำทิศทางไหลของน้ำจากการพัฒนาไปหาขอบเขตแหล่งน้ำมีความสอดคล้องกับข้อมูลแหล่งน้ำที่ได้จากฐานข้อมูลแผนที่ภูเกิ้ลโดยข้อมูลจากทั้ง 3 ส่วน มีลักษณะทิศทางไหลไปในแนวเดียวกัน ไม่มีการเกิดการขาดหายของเส้นทางน้ำแต่อย่างใด และมีทิศทางไหลไปหาขอบเขตแหล่งน้ำที่ถูกต้องตรงกับฐานข้อมูลแผนที่ภูเกิ้ล

### เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2554). *ความรู้ภัยธรรมชาติในประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2559, จาก: <http://www.tmd.go.th/info/risk.pdf>.
- โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษานครศรีธรรมราช. (2554). *โครงการระบบโทรมาตรเตือนภัยน้ำท่วม ชุมชนเมืองนครศรีธรรมราช*. สืบค้นเมื่อ 14 กันยายน 2560, จาก: <http://irrigation.rid.go.th/rid15/nsto/frameset.html>.
- ชญา ณรงค์ฤทธิ. (2558). *ผลของเทคนิคและรายละเอียดข้อมูล DEM ที่มีต่อการจัดทำข้อมูลเส้นทางไหลของน้ำ*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชัยวัฒน์ พรหมทอง. (2555). *การใช้โปรแกรมภูมิสารสนเทศในการสร้างแบบจำลองสามมิติของภูมิประเทศ*. กรุงเทพฯ: กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย.

- ปานจิต มุสิก. (2557). การบูรณาการข้อมูลสำรวจระยะไกลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองเซลล์ลูลาร์อัตโนมัติสำหรับการจำลองน้ำท่วมจังหวัดนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- พรชัย เอกศิริพงษ์ และสุเพชร จิรขจรกุล. (2557). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่. *Thai Journal of Science and Technology*. 3(3), 148-159.
- เพ็ญประไพ ภูทอง ปุณยนุช รุธิโรโก พัทรินทร์ เสริมการดี จิตนพา วุ่นบัว นัฐพงษ์ พวงแก้ว และเสาวนีย์ อนุชาญ. (2555). การคาดการณ์พื้นที่เกิดอุทกภัยในเขตเทศบาลเมืองสะเดา ตำบลสะเดา อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา. ใน *การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6*. (หน้า 981 - 993). สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- สร้อยพงศ์ มุสิแก้ว. (2552). การพัฒนาระบบให้บริการข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขสำหรับการแสดงผลบน NASA WORLD WIND. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สุพัตรา พุฒินาวรัตน์. (2558). การออกแบบและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำสำหรับการจำลองอุทกภัย. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- สุเพชร จิรขจรกุล. (2555). *เรียนรู้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.1 for Desktop*. ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.
- อิศเรศ กะการดี และเอกสิทธิ์ โพลิตสกุลชัย. (2555). การหาทิศทางการไหลและขอบเขตลุ่มน้ำในพื้นที่ราบลุ่มด้วยข้อมูล DEM. ใน *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17* (หน้า 90-98). อุตรธานี: คณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 17.
- Jenson, S.K. and Domingue, J.O. (1988). Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), 1593–1600.