



## การศึกษาปัจจัยเพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย กรณีศึกษาลุ่มน้ำมูลตอนล่าง

### A Study of Factors for the Analysis of Flood Risk Areas:

### A Case Study of Lower Mun River Basin

พชรพรศักดิ์ พรหมเหล่า\* และ พิพัฒน์ สอนวงษ์

Pacharapan Promlao\* and Piphat Sornwong

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ประเทศไทย

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

\*Corresponding author, E-mail: lucifer.frank@gmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบในการเกิดอุทกภัยและวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยในลุ่มน้ำมูลตอนล่าง มีขนาดพื้นที่ 29,620.57 km<sup>2</sup> นำมาทำการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นในการจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ใช้ปัจจัยสำหรับศึกษา 9 ปัจจัย เรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้ ปริมาณฝน ความหนาแน่นสิ่งกีดขวางเส้นทางน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะห่างจากลำน้ำ ความหนาแน่นของลำน้ำ ความลาดชัน ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย การระบายน้ำของดิน และระดับความสูงของพื้นที่ จากผลการวิจัยสามารถแบ่งระดับความเสี่ยงพื้นที่อุทกภัยได้ 5 ระดับ พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงมากร้อยละ 5.24 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงร้อยละ 11.77 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลางร้อยละ 13.54 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำร้อยละ 9.16 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำมากร้อยละ 3.43 คิดเป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยรวมทั้งสิ้น 12,777.96 km<sup>2</sup> ผลงานวิจัยนี้มีการพัฒนาผลให้มีแนวโน้มของพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยใกล้เคียงกับการเกิดอุทกภัยจริง จึงได้ทำการรวบรวมข้อมูล และเพิ่มปัจจัยในการศึกษาจากงานวิจัยอื่นที่ผ่านมา

**คำสำคัญ:** ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ดัชนีเสี่ยงอุทกภัย พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

#### Abstract

This study was aimed at investigating factors influencing the flooding and analyzing the flood risks in the Lower Mun River Basin. In order to make a prototype of the flood risk areas, an area of 29,620.57 square kilometers having high risk of flooding was analyzed using a geographical information system in combination with the analytic



hierarchy process. Nine factors were used in the study, and these factors were prioritized from greater to lesser based on the weights of the factors as follows: amount of raid, density of waterway obstructions, land utilization, distance from waterways, density of waterways, sloping/steepness, water sub-basin size, soil drainage and area height. From the analysis, flood risks could be categorized into five levels including very high flood-risk areas (5.24%), high flood-risk areas (11.77%), moderate flood-risk areas (13.54%), low flood-risk areas (9.16%), and very low flood-risk areas (3.43%). The total flood-risk area is 12,777.96 square kilometers. In this study, the data and related factors from other previous studies had been used in the analysis so that the results would be able to reflect the actual occurrence of flooding.

**Keywords:** Geographic Information System, Analytic Hierarchy Process, Flood Hazard Index, Flood Risk Area

## 1. บทนำ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ซึ่งได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเกิดอุทกภัย และทำการรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) ซึ่งงานวิจัยนี้ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเกิดอุทกภัยเพิ่มจากงานวิจัยที่ได้ศึกษามา โดยการเพิ่มปัจจัยความหนาแน่นของลำน้ำ ความหนาแน่นสิ่งกีดขวางทางน้ำ(ถนนสายหลัก) และระยะห่างจากลำน้ำ เป็นผลให้งานวิจัยมีความชัดเจนใกล้เคียงกับสภาพการเกิดอุทกภัยจริงจากข้อมูลสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISDA) มากขึ้น โดยสภาพพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจากการวิจัยจะกระจายตัวอยู่ใกล้ลำน้ำ

ผู้ศึกษาได้สนใจการศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง เนื่องจากสถานการณ์ความเสียหายจากอุทกภัยเกิดขึ้นเป็นประจำ ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ชัยภูมิ สงขลา สงขลา ผลกระทบต่อพื้นที่เศรษฐกิจและพื้นที่อยู่อาศัย ซึ่งสภาพปัญหาด้านอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนล่างมีลักษณะอุทกภัยที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับสภาพทางภูมิศาสตร์ และที่ตั้งของจังหวัดนั้น ๆ

การเตรียมความพร้อมรับมือกับเหตุการณ์อุทกภัยจึงเป็นการลดความเสี่ยง และเป็นการปรับตัว ให้ใช้ชีวิตอยู่กับธรรมชาติได้อย่างเหมาะสม ซึ่งต้องมีการคาดการณ์การวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงวิชาการ สถิติที่เกิดขึ้น เพื่อความถูกต้องแม่นยำ และใกล้เคียงกับสภาพเหตุการณ์ที่เกิดอุทกภัยขึ้นจริงได้ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ ป้องกัน และบรรเทาอุทกภัยเพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม

## 2. วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง



2) เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจากผลการใช้กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)

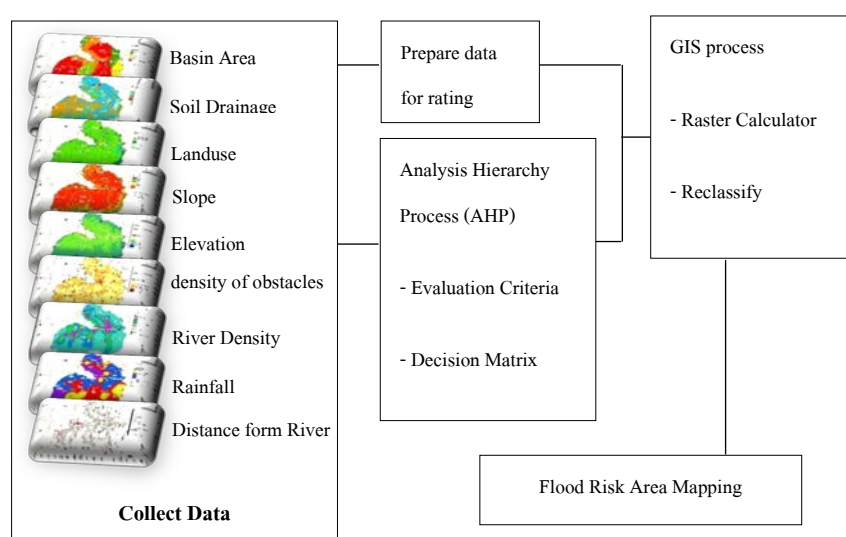
### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจและประยุกต์ (Survey and Apply Research) โดยศึกษาถึงสาเหตุและปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุทกภัยบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง เพื่อกำหนด และจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของลุ่มน้ำมูลตอนล่าง ซึ่งผู้ศึกษาได้กำหนดวิธีดำเนินการศึกษาตามหัวข้อต่อไปนี้

#### 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

##### 3.1.1 การรวบรวม และเตรียมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์

การศึกษานี้ใช้วิธีการตัดสินใจที่พิจารณาหลายเกณฑ์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) มาจัดทำเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ และวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อผ่านกระบวนการข้างต้นแล้วจะเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ผลทางภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.6 ขั้นตอนการศึกษาดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำแผนที่เสี่ยงอุทกภัย

##### 3.1.2 การเตรียมข้อมูลคะแนนระดับของปัจจัย

จุดมุ่งหมายในการสร้างแผนที่แสดงระดับพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยในลุ่มน้ำมูลตอนล่าง โดยอาศัยวิธีการให้ค่าคะแนนระดับของปัจจัย (Rating) ซึ่งใช้ข้อมูลปัจจัย 9 ปัจจัย ได้แก่ 1) ขนาดลุ่มน้ำย่อย 2) การระบายน้ำของดิน 3) การใช้ประโยชน์ที่ดิน 4) ความลาดชัน 5) ระดับความสูง 6) ความหนาแน่นสิ่งกีดขวาง 7) ความหนาแน่นของลำน้ำ 8) ปริมาณน้ำฝน 9) ระยะห่างจากลำน้ำ ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลจะประกอบด้วยการให้น้ำหนัก และการให้



คะแนนของปัจจัยย่อยที่มาจากการเฉลี่ยค่าคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ 11 ท่าน โดยมีการกำหนดการให้ค่าน้ำหนักคะแนนปัจจัย ตั้งแต่ระดับ 1-10 โดย 10 คะแนน หมายความว่า มีความสำคัญมากที่สุด และ 1 คะแนน หมายความว่า มีความสำคัญน้อยที่สุด ผลของค่าคะแนนที่ได้จะถูกนำไปคำนวณร่วมกับค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้มาจากกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) ที่จะนำเสนอในลำดับถัดไป

### 3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลค่าถ่วงน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น

เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับหาค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ มีหลักการสำคัญ 3 ส่วน ดังนี้ (Saaty, 1990)

1) การจำแนกออกเป็นลำดับชั้น เป็นขั้นตอนที่อาศัยผลการจำแนก และการเรียงลำดับชั้น ที่จัดทำไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ โครงสร้างของการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นมี 4 ส่วน ได้แก่ เป้าหมาย เกณฑ์ เกณฑ์ย่อย และทางเลือก

2) เปรียบเทียบองค์ประกอบการตัดสินใจที่ละคู่ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนย่อย คือ การสร้างเมทริกซ์เปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison Matrix) การคำนวณผลรวมค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบแต่ละคู่ทุกคู่และคำนวณหาค่า Eigenventor ของเมทริกซ์ในแต่ละแถว (Normalized Matrix) และสุดท้ายเป็นการตรวจสอบผลการคำนวณโดยใช้ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio ; CR) ซึ่งต้องมีค่าน้อยกว่า 0.1 จึงจะถือว่าสมเหตุสมผล คำนวณจากสมการที่ (1)

$$CR = \frac{CI_{calculation}}{RI_{random}} \quad (1)$$

เมื่อ RI (Random Inconsistency Indices) คือค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม ผู้ศึกษานำค่า RI คือ 1.45 มาใช้ เนื่องจากมีปัจจัยทั้งหมด 9 ปัจจัย ทำให้เมทริกซ์มีขนาด 9x9 ในส่วนของค่า CI เป็นค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณจากสมการที่ (2)

$$CI_{calculation} = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (2)$$

ผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแถวตั้งแต่ละแถวมาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวอนแต่ละแถวแล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์จะเท่ากับจำนวนหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ ผลรวมนี้รวมนี้เรียกว่า Eigen Values ( $\lambda_{max}$ ) ซึ่งจากการคำนวณมีค่า 9.76 และค่า n คือขนาดของสแควร์เมทริกซ์ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 9 เมื่อนำค่าแต่ละค่าแทนในสมการที่ 2 ทำให้หาค่า CI ได้เท่ากับ 0.09 ผลที่ได้จากการคำนวณอัตราความสอดคล้อง พบว่า CR ของพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยเท่ากับ 0.07 มีค่าน้อยกว่า 0.10 แสดงว่ามีความสมเหตุสมผลตามค่าอัตราความสอดคล้องของข้อมูล

3) การเรียงลำดับทางเลือก ภายหลังการตรวจสอบความถูกต้องทั้งหมดด้วยค่า CR ลำดับถัดมาเข้ากระบวนการเรียงลำดับทางเลือก ผลที่ได้เป็นค่าน้ำหนักของปัจจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่พร้อมสำหรับนำไปวิเคราะห์ผลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



### 3.1.4 กระบวนการวิเคราะห์ผลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์

มีขั้นตอนจัดทำโดยการนำข้อมูลจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งได้เตรียมไว้ ทำการแปลงข้อมูลทุกปัจจัยเป็นข้อมูล Raster เพื่อความสะดวกในการคำนวณ และทำการ Reclassify ตามค่าระดับความเสี่ยงของแต่ละปัจจัย (Rating) โดยให้ค่าน้ำหนักตามแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ ทำการคำนวณหาค่าคะแนนของข้อมูลแล้วทำการซ้อนทับแผนที่ปัจจัยต่างๆ ซึ่งจะทำให้ได้พื้นที่ที่มีค่าคะแนนรวมต่างๆกัน หลังจากทำการซ้อนทับแผนที่ปัจจัยทั้งหมดแล้ว ซึ่งการหาค่าคะแนนรวมในการวิเคราะห์ข้อมูล และจัดระดับความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยด้วยวิธีการ Raster Calculator ดัชนีเสี่ยงน้ำท่วม (Flood Hazard Index; FHI) เป็นดังสมการ (Kazakis, Kougias, & Patsialis, 2015)

$$FHI = \sum_i^n Ri \times Wi \quad (3)$$

ค่า FHI คือ คะแนนรวมของปัจจัย ค่า  $W_i$  คือค่าน้ำหนักปัจจัยและค่า  $R_i$  คือค่าคะแนนปัจจัยย่อย ซึ่งการคำนวณ ใช้  $n$  เท่ากับ 9 ตามจำนวนปัจจัยศึกษา

ขั้นตอนต่อมาหลังจากได้ค่าคะแนนรวมของปัจจัยพื้นที่เสี่ยง คือ การแบ่งระดับความเหมาะสมของพื้นที่เป็นช่วงชั้นของคะแนน สามารถแบ่งพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยเป็น 5 ระดับ คือ 1) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงมาก 2) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง 3) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลาง 4) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำ 5) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำมาก

## 4. ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล

### 4.1 ผลการเตรียมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

ผลจากการให้ค่าคะแนนของปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 11 ท่าน นำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยคะแนนของปัจจัยหาค่าคะแนนโดยกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าคะแนน (Rating) และน้ำหนัก (Weighting) ปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญ

| ลำดับ | ปัจจัย               | ประเภทข้อมูล                      | คะแนน | น้ำหนัก |
|-------|----------------------|-----------------------------------|-------|---------|
| 1     | ปริมาณน้ำฝน          | ขั้นที่ 1 มากกว่า 200 มม.         | 9.00  | 0.31    |
|       |                      | ขั้นที่ 2 150.1-200.0 มม.         | 8.36  |         |
|       |                      | ขั้นที่ 3 120.1-150.0 มม.         | 7.18  |         |
|       |                      | ขั้นที่ 4 90.1-120.0 มม.          | 5.91  |         |
|       |                      | ขั้นที่ 5 น้อยกว่า 90 มม.         | 4.00  |         |
| 2     | สิ่งกีดขวางทางน้ำ    | ขั้นที่ 1 น้อยกว่า 0.1 กม./ตร.กม. | 2.82  | 0.15    |
|       |                      | ขั้นที่ 2 0.11 – 0.20 กม./ตร.กม.  | 4.45  |         |
|       |                      | ขั้นที่ 3 0.21 – 0.30 กม./ตร.กม.  | 5.73  |         |
|       |                      | ขั้นที่ 4 0.31 – 0.40 กม./ตร.กม.  | 7.09  |         |
|       |                      | ขั้นที่ 5 มากกว่า 0.40 กม./ตร.กม. | 8.36  |         |
| 3     | การใช้ประโยชน์ที่ดิน | ขั้นที่ 1 (U) ชุมชน/สิ่งปลูกสร้าง | 6.91  | 0.13    |



| ลำดับ | ปัจจัย                 | ประเภทข้อมูล                       | คะแนน | น้ำหนัก |
|-------|------------------------|------------------------------------|-------|---------|
| 4     | ความห่างไกลจากลำน้ำ    | ชั้นที่ 2 (A) พื้นที่เกษตรกรรม     | 5.27  | 0.13    |
|       |                        | ชั้นที่ 3 (F) พื้นที่ป่าไม้        | 3.09  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 4 (W) พื้นที่น้ำ           | 6.00  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 5 (M) พื้นที่เบ็ดเตล็ด     | 1.45  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 1 น้อยกว่า 500 ม.          | 7.82  |         |
| 5     | ความหนาแน่นทางน้ำ      | ชั้นที่ 2 501 – 1,000 ม.           | 6.82  | 0.07    |
|       |                        | ชั้นที่ 3 1,001 – 2,000 ม.         | 5.73  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 4 2,001 ม. – 3,000 ม.      | 4.36  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 5 มากกว่า 3,000 ม.         | 3.09  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 1 น้อยกว่า 0.20 กม./ตร.กม. | 7.18  |         |
| 6     | ความลาดชัน             | ชั้นที่ 2 0.21 – 0.40 กม./ตร.กม.   | 6.00  | 0.06    |
|       |                        | ชั้นที่ 3 0.41 – 0.60 กม./ตร.กม.   | 4.09  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 4 0.61 – 0.80 กม./ตร.กม.   | 2.91  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 5 มากกว่า 0.80 กม./ตร.กม.  | 2.00  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 1 น้อยกว่า 1 %             | 7.45  |         |
| 7     | ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย | ชั้นที่ 2 1.1 – 5.0 %              | 6.45  | 0.06    |
|       |                        | ชั้นที่ 3 5.1 – 10.0 %             | 5.09  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 4 10.1 – 20.0 %            | 3.55  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 5 มากกว่า 20 %             | 2.55  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 1 มากกว่า 3500 ตร.กม.      | 5.36  |         |
| 8     | การระบายน้ำของดิน      | ชั้นที่ 2 2500 - 3500 ตร.กม.       | 4.36  | 0.05    |
|       |                        | ชั้นที่ 3 2000 - 2500 ตร.กม.       | 3.36  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 4 1000 - 2000 ตร.กม.       | 2.36  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 5 น้อยกว่า 1000 ตร.กม.     | 1.45  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 1 ระบายน้ำเร็วมาก          | 5.64  |         |
| 9     | ระดับความสูง           | ชั้นที่ 2 ระบายน้ำเร็ว             | 4.73  | 0.04    |
|       |                        | ชั้นที่ 3 ระบายน้ำปานกลาง          | 3.73  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 4 ระบายน้ำดี               | 2.64  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 5 ระบายน้ำดีมาก            | 1.64  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 1 น้อยกว่า 120 ม.          | 5.27  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 2 121 – 150 ม.             | 4.00  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 3 151 – 250 ม.             | 2.64  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 4 251 – 350 ม.             | 1.45  |         |
|       |                        | ชั้นที่ 5 มากกว่า 350 ม.           | 1.00  |         |



ทำการซ้อนทับแผนที่และการคำนวณหาค่าคะแนนของข้อมูลในแต่ละชั้นปัจจัยแล้วทำการซ้อนทับแผนที่ปัจจัยต่าง ๆ และทำการรวมค่าคะแนนของข้อมูลที่ได้รับการถ่วงน้ำหนักแล้วของแต่ละปัจจัย ซึ่งจะทำได้พื้นที่ที่มีค่าคะแนนรวมต่าง ๆ กัน หลังจากทำการซ้อนทับแผนที่ปัจจัยทั้งหมดแล้ว ซึ่งการหาค่าคะแนนรวมในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดระดับความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยด้วยวิธีการ Raster Calculator จากสูตร ดัชนีเสี่ยงน้ำท่วม (Flood Hazard Index; FHI) เป็นดังสมการ (Kazakis, et al., 2015)

$$FHI = \sum_i^n Ri \times Wi \quad (3)$$

$$\begin{aligned} FHI &= (R_1W_1)+(R_2W_2)+(R_3W_3)+(R_4W_4)+(R_5W_5)+(R_6W_6)+(R_7W_7) + (R_8W_8) + (R_9W_9) \\ FHI &= (\text{ปัจจัยปริมาณน้ำฝน} \times 0.31) + (\text{ปัจจัยสิ่งกีดขวาง} \times 0.15) + (\text{ปัจจัยการใช้ที่ดิน} \times 0.13) \\ &\quad + (\text{ปัจจัยระยะห่างลำน้ำ} \times 0.13) + (\text{ปัจจัยความหนาแน่นลำน้ำ} \times 0.07) + (\text{ปัจจัยความลาดชัน} \times 0.06) \\ &\quad + (\text{ปัจจัยขนาดลุ่มน้ำ} \times 0.06) + (\text{ปัจจัยการระบายน้ำของดิน} \times 0.05) + (\text{ปัจจัยระดับความสูง} \times 0.04) \end{aligned}$$

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

จากแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยโดยกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น ดังรูปที่ 2 พื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง มีพื้นที่ 29,620.57 km<sup>2</sup> เป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงมาก 1,551.55 km<sup>2</sup> ร้อยละ 5.24 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง 3,485.69 km<sup>2</sup> ร้อยละ 11.77 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลาง 4,011.72 km<sup>2</sup> ร้อยละ 13.54 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำ 2,712.04 km<sup>2</sup> ร้อยละ 9.16 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำมาก 1,016.97 km<sup>2</sup> ร้อยละ 3.43 วิเคราะห์พื้นที่ระดับจังหวัด 5 จังหวัด ได้ดังนี้

1) จังหวัดอุบลราชธานี มีพื้นที่ทั้งหมด 12,572.79 km<sup>2</sup> มีพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงมาก 604.16 km<sup>2</sup> ร้อยละ 4.81 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง 1,273.66 km<sup>2</sup> ร้อยละ 10.13 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลาง 1,471.62 km<sup>2</sup> ร้อยละ 11.70 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำ 1,072.19 km<sup>2</sup> ร้อยละ 8.53 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำมาก 436.11 km<sup>2</sup> ร้อยละ 3.47 อำเภอที่ได้รับผลกระทบสูง ได้แก่ เฉลิมสุข ตระการพืชผล เมืองอุบลราชธานี พิบูลมังสาหาร ม่วงสามสิบ วารินชำราบ

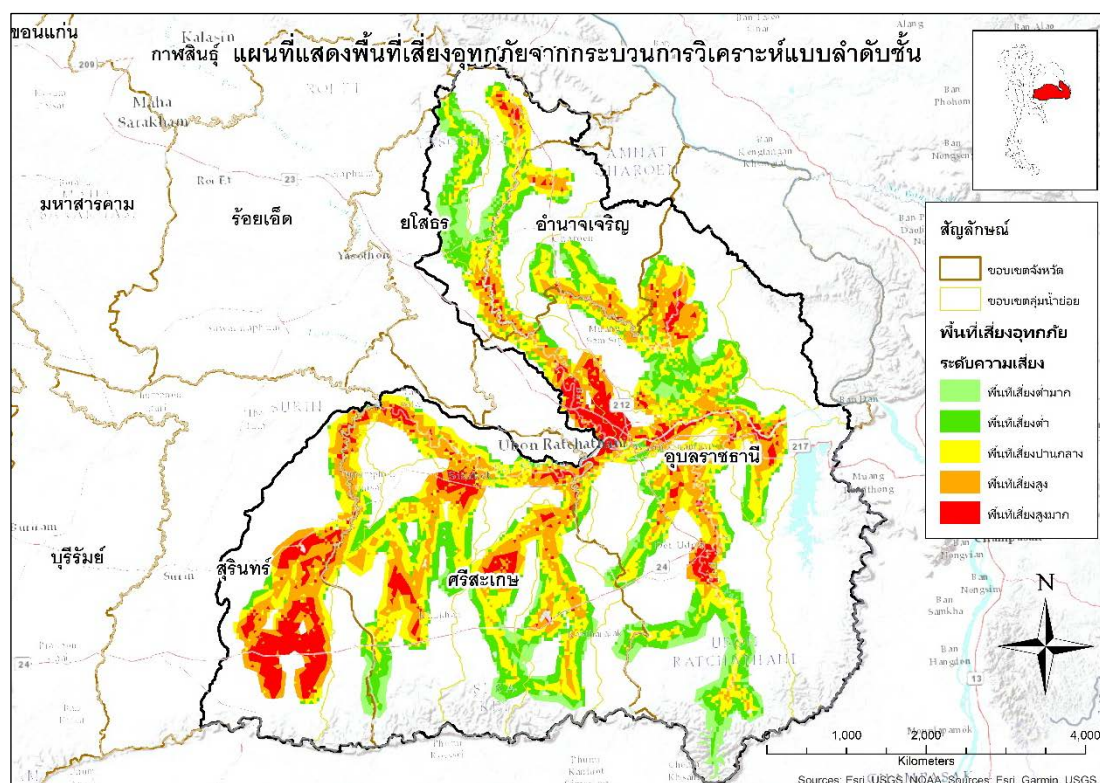
2) จังหวัดอำนาจเจริญ มีพื้นที่ทั้งหมด 2,457.10 km<sup>2</sup> มีพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงมาก 32.92 km<sup>2</sup> ร้อยละ 1.34 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง 223.33 km<sup>2</sup> ร้อยละ 9.09 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลาง 388.36 km<sup>2</sup> ร้อยละ 15.81 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำ 246.04 km<sup>2</sup> ร้อยละ 10.01 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำมาก 39.21 km<sup>2</sup> ร้อยละ 1.60 อำเภอที่ได้รับผลกระทบสูง ได้แก่ หัวตะพาน ลืออำนาจ เมืองอำนาจเจริญ

3) จังหวัดสุรินทร์ มีพื้นที่ทั้งหมด 3,942.02 km<sup>2</sup> มีพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงมาก 559.89 km<sup>2</sup> ร้อยละ 14.20 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง 611.90 km<sup>2</sup> ร้อยละ 15.52 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลาง 264.92 km<sup>2</sup> ร้อยละ 6.72 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำ 81.08 km<sup>2</sup> ร้อยละ 2.06 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำมาก 43.46 km<sup>2</sup> ร้อยละ 1.10 อำเภอที่ได้รับผลกระทบสูง ได้แก่ สังขะ ศรีณรงค์ สำโรงทาบ ลำดวน

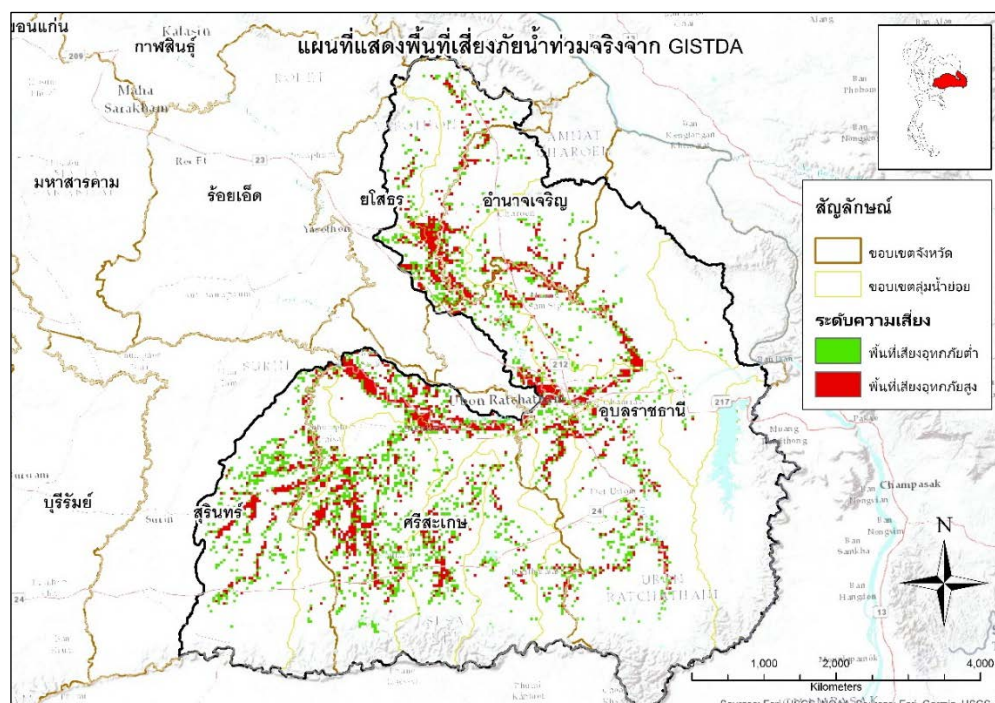


4) จังหวัดศรีสะเกษ มีพื้นที่ทั้งหมด 8,425.23 km<sup>2</sup> มีพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงมาก 324.50 km<sup>2</sup> ร้อยละ 3.85 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง 1,238.10 km<sup>2</sup> ร้อยละ 14.70 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลาง 1,539.15 km<sup>2</sup> ร้อยละ 18.27 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำ 947.51 km<sup>2</sup> ร้อยละ 11.25 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำมาก 275.84 km<sup>2</sup> ร้อยละ 3.27 อำเภอที่ได้รับผลกระทบสูง ได้แก่ ขุขันธ์ เมืองศรีสะเกษ กันทรลักษ์ กันทรามย์ ราษีไศล ประจักษ์บุรี น้ำเกลี้ยง

5) จังหวัดยโสธร มีพื้นที่ทั้งหมด 2,232.27 km<sup>2</sup> มีพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูงมาก 30.08 km<sup>2</sup> ร้อยละ 1.35 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง 138.70 km<sup>2</sup> ร้อยละ 6.21 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลาง 347.66 km<sup>2</sup> ร้อยละ 15.57 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำ 365.21 km<sup>2</sup> ร้อยละ 16.36 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยต่ำมาก 222.35 km<sup>2</sup> ร้อยละ 9.96 อำเภอที่ได้รับผลกระทบสูง ได้แก่ เลิงนกทา คำเขื่อนแก้ว ป่าดัว ไทยเจริญ กุดชุม



รูปที่ 2 พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจากกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP)



รูปที่ 3 น้ำท่วมจริงจาก GISTDA ปี พ.ศ.2553-2562

จากแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยโดยกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น ดังภาพที่ 2 พบว่ามีขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมครอบคลุมพื้นที่มากกว่าข้อมูลแผนที่น้ำท่วมซ้ำซากจากภาพถ่ายดาวเทียม GISTDA ปี พ.ศ.2553-2562 ดังภาพที่ 3 ซึ่งพบว่าแผนที่อุทกภัยทั้งสองมีแนวโน้มในการเกิดอุทกภัยกระจายตัวในพื้นที่ลักษณะใกล้เคียงกัน โดยจะเกิดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยใกล้ลำน้ำสายต่าง ๆ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยหาพื้นที่น้ำท่วมตรงกันจากเครื่องมือ Intersect ในโปรแกรม ArcGIS และนำมาคำนวณหาร้อยละของพื้นที่น้ำท่วมที่ตรงกันจากพื้นที่น้ำท่วมจริงจาก GISTDA ได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมตรงกัน (Intersect-By ArcGIS) เปรียบเทียบกับพื้นที่น้ำท่วมจริงจาก GISTDA

| ลำดับ | ขอบเขตพื้นที่      | หน่วย ตารางกิโลเมตร      |                           |                      |                         |                                             |
|-------|--------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------------------|
|       |                    | พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม AHP | พื้นที่น้ำท่วมจริง GISTDA | พื้นที่น้ำท่วมตรงกัน | พื้นที่น้ำท่วมไม่ตรงกัน | % พื้นที่น้ำท่วมตรงกันจากพื้นที่น้ำท่วมจริง |
| 1     | ลุ่มน้ำตอนล่าง     | 12,777.96                | 3,536.69                  | 2,559.60             | 977.09                  | 72.37                                       |
| 2     | จังหวัดอุบลราชธานี | 4,857.74                 | 931.91                    | 697.41               | 234.50                  | 74.84                                       |
| 3     | จังหวัดอำนาจเจริญ  | 929.87                   | 283.06                    | 197.29               | 85.77                   | 69.70                                       |
| 4     | จังหวัดสุรินทร์    | 1,561.25                 | 463.61                    | 256.30               | 207.31                  | 55.28                                       |
| 5     | จังหวัดศรีสะเกษ    | 4,325.10                 | 1,509.47                  | 1,146.32             | 363.14                  | 75.94                                       |
| 6     | จังหวัดยโสธร       | 1,104.01                 | 348.65                    | 262.28               | 86.37                   | 75.23                                       |



## 4.3 วิเคราะห์การพัฒนางานวิจัยแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง

จากการศึกษางานวิจัยในอดีต ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาปัจจัยเพื่อหาพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 งานวิจัยที่ผ่านมาในอดีต

| งานวิจัย/ปี                                                            | ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา และค่าน้ำหนัก                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| เสริมศิริ ปราบเสด็จ, ลลิตพัทธ์<br>สุขเรือน และสิทธิกร มังคลา<br>(2556) | 1. ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวัน (8) 2. พื้นที่น้ำท่วมในอดีต (7) 3. ความลาดชันของพื้นที่ (6)<br>4. ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5) 5. ความหนาแน่นทางน้ำ (4) 6. สังเกตขวาง (3) 7. ขนาดของพื้นที่<br>ลุ่มน้ำย่อย (2) 8. การใช้ประโยชน์ที่ดิน (1) |
| Ouma and Tateishi (2014)                                               | 1. Rainfall (mm.) (0.130) 2. Drainage Density (km/km2) (0.082) 3. Elevation (m.) (0.071)<br>4. Slope (degree) (0.180) 5. Soil Classes (0.277) 6. Urban Land-use (0.260)                                                             |
| Danumah, Odoi et al. (2016)                                            | 1. Drainage Density (0.15) 2. Soil Type (0.08) 3. Slope (0.26) 4. Isohyet (Rainfall) (0.51)                                                                                                                                         |
| Ogato, Bantider et al. (2020)                                          | 1. Land Cover (0.42) 2. Slope (0.23) 3. Soil Type (0.15) 4. Rainfall (0.10) 5. Drainage Density<br>(0.06) 6. Elevation (0.04)                                                                                                       |

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ในการสร้างแบบจำลองแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย พบว่าปัจจัยส่วนใหญ่ซึ่งถูกนำมาพิจารณาได้แก่ ปริมาณฝน ระดับความสูงพื้นที่ ความลาดชัน การระบายน้ำของดิน ทั้งในงานวิจัยภายในประเทศไทย และนานาชาติ ความแตกต่างเล็กน้อยมีเพียงการจัดระดับย่อยในแต่ละปัจจัยซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูล และพื้นที่ศึกษานั้น ๆ ปัจจัยด้านภูมิศาสตร์ ระดับความสูงพื้นที่ ความลาดชัน การระบายน้ำของดิน มีค่าน้ำหนักปัจจัยจากกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้นน้อยและส่งผลต่อแบบจำลองหาพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยน้อยเช่นกัน ในบางงานวิจัยที่มีค่าน้ำหนักปัจจัยด้านลักษณะทางภูมิศาสตร์มาก ๆ เป็นเพราะผู้วิจัยนั้น ไม่ได้นำปัจจัยปริมาณฝนมาวิเคราะห์ ปัจจัยปริมาณน้ำฝน ใช้ช่วงเวลาการวิเคราะห์ปริมาณฝนแตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ฝนรายวันสูงสุดจากสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ในแต่ละปีส่งอิทธิพลชัดเจนในการเกิดอุทกภัยเป็นอย่างมาก ปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินในบางงานวิจัยถูกนำมาพิจารณา ซึ่งผู้ศึกษาได้นำมาพิจารณาเช่นกัน พบว่าพื้นที่ที่มีการพัฒนาสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่เกษตรส่วนใหญ่มีผลเกี่ยวข้องกับอุทกภัย ส่วนพื้นที่ป่าจะมีพื้นที่อุทกภัยต่ำหรือไม่เกิดเลย

ผลงานวิจัยส่วนใหญ่ มีขอบเขตพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยเป็นบริเวณกว้าง และไม่ได้มีการนำมาเปรียบเทียบพื้นที่การเกิดอุทกภัยขึ้นจริง ผลวิจัยมีความคลาดเคลื่อนสูง จึงเป็นการพยากรณ์แนวโน้มการเกิดอุทกภัยอย่างกว้าง บางงานวิจัยนำแผนที่น้ำท่วมซ้ำซากมาเป็นปัจจัยในการศึกษา เมื่อมีน้ำหนักปัจจัยที่สูง หลังจากเข้าสู่กระบวนการทางระบบภูมิสารสนเทศเป็นผลให้แบบจำลองที่ได้มีผลเข้าใจถึงความจริงมากขึ้น ซึ่งผู้ศึกษาไม่นำปัจจัยนี้มาพิจารณาเนื่องจากเป็นชี้นำผลให้เป็นไปตามสภาพพื้นที่อุทกภัยจริง สาเหตุอุทกภัยนั้นเกิดจากการท่วมขังในพื้นที่ต่ำมีทางระบายน้ำน้อยหรือมีการระบายน้ำช้าเนื่องจากมีสิ่งกีดขวางการไหล จากการศึกษพบว่าความหนาแน่นของถนนสายหลักส่งผลให้เกิดอุทกภัยเนื่องจากสภาพเหมือนเขื่อนกั้นน้ำ ส่วนอีกสาเหตุหลักคือปริมาณน้ำมากเกินความจุของลำน้ำ จึงเอ่อล้นเข้าท่วมบริเวณใกล้เคียงกับลำน้ำ ผู้ศึกษาจึงได้สนใจศึกษาปัจจัยระยะทางจากลำน้ำ และความหนาแน่นลำน้ำ



ผลการวิจัยพบว่าทั้งสองปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้แบบจำลองมีแนวโน้มของพื้นที่อุทกภัยใกล้เคียงกับการเกิดอุทกภัยจริง (GISDA) เนื่องจากอุทกภัยมักจะเกิดในบริเวณสองฝั่งใกล้ลำน้ำ และเกิดในบริเวณที่มีความหนาแน่นของลำน้ำมาก

## 5. สรุปผลการศึกษา

พื้นที่ที่เสี่ยงระดับสูงส่วนใหญ่มักเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ความลาดชันต่ำ มีระดับความสูงของพื้นที่ต่ำ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง และเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินการเกษตรกรรม การระบายน้ำของดินนั้นมีผลไม่มากนัก ที่เป็นผลชัดเจนจะอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยทับทัน ห้วยสำราญ ห้วยทาและห้วยขยง ความหนาแน่นของกีดขวางทางน้ำส่งผลให้เกิดอุทกภัยอย่างชัดเจนในบริเวณที่มีความหนาแน่นมาก ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ส่งผลโดยตรงให้เกิดอุทกภัยอย่างมาก ทำให้การระบายน้ำเป็นไปได้ช้าและเกิดการท่วมขังแต่อย่างไรก็ตามบางพื้นที่อาจไม่เห็นผลชัดเจนเนื่องจากการตกของฝนที่ต้นน้ำนั้นส่งผลกระทบที่ท้ายน้ำ ความหนาแน่นของลำน้ำเมื่อมีความหนาแน่นมาก ยิ่งทำให้เกิดการสะสมของปริมาณน้ำมาก และเอ่อล้นท่วมพื้นที่ได้ง่ายในพื้นที่ลุ่มต่ำ เกิดเป็นพื้นที่รับน้ำอย่างเห็นได้ชัด ขัดแย้งต่อทฤษฎีซึ่งได้ศึกษามาว่า ยังมีทางระบายน้ำมาก โอกาสเกิดน้ำท่วมจะลดน้อยลง แนวทางการแก้ปัญหาอุทกภัยจึงควรสร้างอ่างเก็บน้ำในบริเวณต้นน้ำเพื่อเก็บกักน้ำ และควบคุมการไหลของน้ำในลำน้ำของลุ่มน้ำย่อยแต่ละลุ่ม ไม่ให้มีปริมาณมากเกินไปจนเกิดจำกัดความจุของลำน้ำ สร้างเขื่อนป้องกันตลิ่ง/พนังกั้นน้ำ การปรับปรุงสภาพลำน้ำ และการก่อสร้างสถานีสูบน้ำ การวางผังเมือง การควบคุมสิ่งปลูกสร้าง และสร้างมาตรการการพยากรณ์ และเตือนภัยน้ำท่วม เพื่อประสิทธิภาพในการป้องกัน และบรรเทาผลกระทบที่ดียิ่งขึ้น

ผลงานวิจัยตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันหลายงานวิจัยมีขอบเขตพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยกระจายเป็นวงกว้างทั้งพื้นที่ศึกษา มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง และไม่ได้นำมาเปรียบเทียบกับเกิดอุทกภัยขึ้นจริง ผู้ศึกษาจึงได้ทำการรวบรวมและศึกษาปัจจัยอื่นๆ รวม 9 ปัจจัย เมื่อวิเคราะห์ผลพบว่าแนวโน้มของพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยใกล้เคียงกับการเกิดอุทกภัยจริง (GISDA) มากขึ้น ซึ่งอุทกภัยมักจะเกิดในบริเวณสองฝั่งใกล้ลำน้ำ และเกิดในบริเวณที่มีความหนาแน่นของลำน้ำสูง รวมถึงบริเวณซึ่งมีความหนาแน่นของสิ่งกีดขวางทางน้ำสูง

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่ได้ให้การศึกษาและการสนับสนุนต่าง ๆ ครอบคลุมประทาน งบประมาณที่ดิน และกรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับข้อมูลในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการทำแบบสอบถามเพื่อให้คะแนนปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเกิดอุทกภัย

## 7. เอกสารอ้างอิง

เสริมสิริ ปราบเสด็จ, ลลิตพัทธ์ สุขเวรียน และสิทธิกร มังคลา. (2556). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจังหวัดสุพรรณบุรี (รายงานผลวิจัย). สุพรรณบุรี: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุพรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี.



- Danumah, J. H., Odai, S. N., Saley, B. M., Szarzynski, J., Thiel, M., Kwaku, A., ... & Akpa, L. Y. (2016). Flood risk assessment and mapping in Abidjan district using multi-criteria analysis (AHP) model and geoinformation techniques,(cote d'ivoire). *Geoenvironmental Disasters*, 3(1), 1-13.
- Kazakis, N., Kougias, I., & Patsialis, T. (2015). Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and Analytical Hierarchy Process: Application in Rhodope–Evros region, Greece. *Science of the Total Environment*, 538, 555-563.
- Ogato, G. S., Bantider, A., Abebe, K., & Geneletti, D. (2020). Geographic information system (GIS)-Based multicriteria analysis of flooding hazard and risk in Ambo Town and its watershed, West shoa zone, oromia regional State, Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 27, 100659.
- Ouma, Y. and Tateishi, R. (2014). Urban Flood Vulnerability and Risk Mapping Using Integrated Multi-Parametric AHP and GIS: Methodological Overview and Case Study Assessment. *Water*, 6(6), 1515-1545.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.