

การพัฒนาแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติทางธรรมชาติในประเทศไทย Development of natural disaster risk map in Thailand

แพรวา วิจิตรธนสาร^{1,*} และ อนุเม่า ออบแพทย์²

^{1,2} สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

*Corresponding author; E-mail address: parewa.vi@ku.th

บทคัดย่อ

ภัยพิบัติทางธรรมชาติในประเทศไทยส่งผลกระทบต่อและทำให้เกิดความสูญเสียในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการจัดการภัยพิบัติในแต่ละรูปแบบ โดยงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นไปยังขั้นตอนการเตรียมตัว (Preparedness) โดยการใช้ความรู้และข้อมูลทางด้านวิศวกรรมสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ รวมไปถึงการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process, AHP) เพื่อนำมาสร้างเป็นแผนที่ความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติขึ้น วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยในครั้งนี้คือการพัฒนาแผนที่ความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติของประเทศไทย ได้แก่ อุทกภัย ดินโคลนถล่ม ไฟป่า และพายุหมุน เพื่อเป็นต้นแบบในการสร้างระบบแจ้งเตือนภัยธรรมชาติผ่านแผนที่ความเสี่ยงในระดับภูมิภาค โดยได้ทำการวิเคราะห์และสร้างแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติจากการศึกษาองค์ประกอบของภัยพิบัติที่เกิดขึ้น แล้วจึงทำการคัดเลือกปัจจัยที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติและให้ค่าน้ำหนักของข้อมูลตามหลักการวิเคราะห์ความเสี่ยงภัยพิบัติแต่ละประเภท ในการจัดเตรียมข้อมูลจะใช้การจำแนกใหม่ (Reclassify) จัดการข้อมูลประเภทต่อเนื่อง (Continuous Data) ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Data) เพื่อให้สามารถนำข้อมูลหลายประเภทมาวิเคราะห์ด้วยกันได้ แล้ววิเคราะห์หาความเสี่ยงของภัยพิบัติด้วยวิธี AHP แล้วจึงนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบโอเวอร์เลย์ (overlay) กับข้อมูลประวัติการเกิดภัยพิบัติในปี 2563 โดยทำการตรวจสอบบริเวณพื้นที่ที่แสดงค่าความเสี่ยงระดับอันตรายขึ้นไป หลังจากการตรวจสอบแล้วพบว่าการเกิดภัยพิบัติอุทกภัยมีความถูกต้องอยู่ที่ประมาณ 44.31% ภัยพิบัติดินโคลนถล่ม 68.00% ภัยพิบัติไฟป่า 54.73% และภัยพิบัติพายุหมุน 75.60%

คำสำคัญ: ความเสี่ยงภัยพิบัติทางธรรมชาติ, การพัฒนา, แผนที่ความเสี่ยง

Abstract

Natural disasters in Thailand affect and cause losses in each area. Therefore, there is a need for different forms of disaster management. This research focuses on preparedness using knowledge and data in geographic information engineering, including applying the Analytical Hierarchy Process (AHP) to

create a natural disaster risk map. The main objective of this research is to develop a risk map for natural disasters in Thailand, namely floods, landslides, wildfires, and windstorms, as a model for building a simple warning system through a risk map at a regional scale. By analyzing and creating a disaster risk map, we study the different elements of the disaster. Then, we selected various disaster-causing factors and weighted the data according to the principles of disaster risk analysis for each type. In data preparation, reclassification is used to convert continuous data into discrete data to bring various types of data for analysis together. Then, the Analytical Hierarchy Process (AHP) method was applied to analyze the risks of multiple disasters. The results were then validated by overlaying the data on the disaster history data in 2020, and we performed the inspection in an area showing a hazard level or higher. After verification, the accuracy of flood disasters was approximately 44.31%, 68.00% for landslides, 54.73% for wildfires, and 75.60% for windstorms.

Keywords: Risk of Natural Disasters, Development, Risk Map

1. คำนำ

ภัยพิบัติทางธรรมชาติ เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะส่งผลให้เกิดการหยุดชะงักของการทำงานของชุมชน รวมไปถึงทำให้เกิดความสูญเสียต่อมนุษย์ ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อมเป็นวงกว้าง [1] จากงานวิจัย [2] ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการภัยพิบัติในระยะต่าง ๆ โดยทางผู้วิจัยได้มุ่งเน้นไปยังระยะของการเตรียมตัว (Preparedness) ซึ่งจะเป็นการวางแผนเพื่อการรับมือ โดยดูจากความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติต่าง ๆ เพื่อที่จะหาทางรับมือต่อภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นและเพื่อลดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน ถึงแม้ว่ามนุษย์จะไม่สามารถหลีกเลี่ยงภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นได้ แต่มนุษย์ยังสามารถคาดการณ์ความเสี่ยงที่จะเกิดภัยพิบัติได้ ความเสี่ยงเป็นฟังก์ชันของความน่าจะเป็นในการที่จะเกิดภัยพิบัติหรือความรุนแรงของภัยธรรมชาติ ประกอบกับความ

ล่อแหลมหรือคุณลักษณะที่ตั้ง จำนวนของมูลค่าที่มีความสำคัญในพื้นที่และความเปราะบาง ซึ่งเป็นระดับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับทรัพย์สินที่จะเพิ่มขึ้นตามความรุนแรงของการเกิดภัย [3] ในปัจจุบันการแจ้งเตือนภัยพิบัติในประเทศไทยมีหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็น การแจ้งเตือนโดยผ่านสถานีโทรทัศน์ สถานีวิทยุ โทรศัพท์มือถือ โซเชียลมีเดียแบบมือถือ หรือการแจ้งเตือนผ่านหน่วยงานต่าง ๆ รวมไปถึงแผนที่ความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติก็เป็นอีกหนึ่งรูปแบบการแจ้งเตือนให้ประชาชนได้เฝ้าระวังและติดตามความเสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติในพื้นที่ที่ตนเองอาศัยอยู่ เพื่อให้รู้เท่าทันภัยพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้น นำมาซึ่งการหาวิธีที่เหมาะสมในการรับมือ

ภัยพิบัติในประเทศไทยนั้นมีหลายรูปแบบ ซึ่งเกิดขึ้นในหลายพื้นที่ของประเทศไทยและยังสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก ตัวอย่างเช่น ข้อมูลพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินโคลนถล่มในประเทศไทยปี พ.ศ. 2563 จากกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยเกิดเหตุการณ์ดินโคลนถล่มในภาคเหนือของประเทศไทยเป็นจำนวนหลายครั้งต่อปี ซึ่งในแต่ละครั้งสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก ในการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงและการประเมินความเสี่ยงของการเกิดภัยพิบัติต้องคำนึงถึงปัจจัยที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติขึ้น เพราะกระบวนการนี้ต้องอาศัยข้อมูลจำนวนมาก ทั้งในด้านของประเภทรูปแบบของข้อมูล ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผ่านการรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง เช่น รายงาน ผลการศึกษา รวมไปถึงจากหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือ จึงทำให้มีความท้าทายในด้านการรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ [3] ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ได้ใช้วิธีการ Analytical Hierarchy Process (AHP) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งข้อมูลให้กลายเป็นปัจจัยย่อยที่ก่อให้เกิดปัญหาใหญ่ที่ต้องการจะศึกษา [4] ตัวอย่างเช่น การเกิดดินถล่มมีปัจจัยมาจาก ความชันของพื้นที่ ความสูงของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน และอื่น ๆ ซึ่งปัจจัยย่อยเหล่านี้ต้องนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาความสำคัญของปัจจัยนั้น ว่าปัจจัยใดมีผลต่อการเกิดดินถล่มมากที่สุดและให้คะแนนเกณฑ์ความสำคัญเป็นน้ำหนักเพื่อที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ต่อไป

ทางผู้วิจัยได้ตัดสินใจจัดทำแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติในพื้นที่ประเทศไทยทั้งหมด ประกอบด้วย แผนที่ความเสี่ยงการเกิดอุทกภัย ดินโคลนถล่ม พายุหมุน และไฟฟ้า ซึ่งอาศัยข้อมูลปัจจัยในหลายรูปแบบมาวิเคราะห์ด้วยกันโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบวิธี Analytical Hierarchy Process (AHP) โดยการใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ และซอฟต์แวร์ QGIS ที่มีประสิทธิภาพในการจัดการกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Free and Open Source Software: FOSS) [5] ร่วมกับการใช้ข้อมูลหลากหลายรูปแบบในการวิเคราะห์หาความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติ ซึ่งข้อมูลในแต่ละชนิดจะมีการจัดการข้อมูลที่ไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับรูปแบบของข้อมูลที่นำมา จึงต้องอาศัยความรู้และความชำนาญในการใช้เครื่องมือในการเตรียมข้อมูลให้พร้อมกับการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้เป็นแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติที่สมบูรณ์ที่สุด

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนากระบวนการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติด้วยการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ในระดับภูมิภาค (regional)

1.1.2 ประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค Analytical Hierarchy Process (AHP) ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติในประเทศไทย ประกอบด้วย ภัยพิบัติดินโคลนถล่ม อุทกภัย ไฟป่า และพายุหมุน

1.1.3 เพื่อจัดทำแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติและพัฒนาสัญลักษณ์และสีในการแจ้งเตือนภัยพิบัติให้เป็นสากล

1.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีอันตรายจากการเกิดภัยพิบัติและมีความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติที่รุนแรงและเกินความคาดหมาย [6] ทางผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติทั้ง 4 ภัยพิบัติประกอบด้วย อุทกภัย ดินโคลนถล่ม พายุหมุน และไฟฟ้า ซึ่งในการจัดทำแผนที่นั้นได้ดำเนินการจัดทำในระดับประเทศ ซึ่งมีพื้นที่อยู่ที่ประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 320.70 ล้านไร่ [7] โดยมีลักษณะภูมิประเทศตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงลักษณะขอบเขตของประเทศไทยข้อมูล

1.3 ข้อมูล

ในขั้นตอนการเตรียมข้อมูลนั้น ได้ทำการศึกษาข้อมูลภัยพิบัติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นประจำในประเทศไทย รวมถึงปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ ซึ่งในกรณีของอุทกภัยนั้น มักจะเกิดจากการที่มีฝนตกหนักเป็นเวลายาวนานและไม่สามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ทัน และยังมีส่วนประกอบของปัจจัยทางด้านความสูงต่ำของพื้นที่เข้ามาเกี่ยวข้อง อย่างเช่น น้ำในลำน้ำที่ล้นตลิ่งที่เกิดจากการที่มีฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลานาน ไหลลงมาจากที่สูงลงมาทับถมในบริเวณที่ต่ำกว่า จึงเป็นเหตุทำให้ปริมาณน้ำฝนและความสูงต่ำของพื้นที่ เป็นปัจจัยสำคัญที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงการเกิดน้ำท่วมได้มากที่สุด ส่วนในกรณีของดินโคลนถล่มนั้น

มักจะเกิดการกระบวนกรที่เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของดินหรือหิน ตามบริเวณที่มีความลาดชันและมักจะเกิดขึ้นในช่วงที่มีฝนตกหนักจนทำให้ดินดูดซับน้ำจนอิ่มตัวทำให้มีมวลที่มากขึ้น รวมไปถึงหากดินหรือหินนั้นอยู่ในบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่มาก ประกอบด้วยอิทธิพลของแรงดึงดูดของโลกจะทำให้ดินและหินในบริเวณนั้น ๆ ถล่มลงมาในที่สุด จากที่กล่าวมาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดความเสียหายอย่างมากคือ ปริมาณของน้ำฝน และความลาดชันของพื้นที่ ถัดมาเป็นในกรณีของไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟที่เกิดขึ้นแล้วลุกลามไปอย่างรวดเร็วโดยไม่สามารถควบคุมได้ จะเกิดขึ้นได้จากทั้งธรรมชาติ หรือเกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ จึงทำให้มีการตรวจติดตามจุดที่คาดว่าจะเกิดไฟด้วยจุดความร้อน (Hotspot) จากดาวเทียม ทำให้สามารถใช้ข้อมูลจุดความร้อนที่ได้มานั้นมาทำการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ ประกอบขึ้นมาเป็นเป็นแผนที่ความเสี่ยงของการเกิดไฟป่าได้ และสุดท้ายในกรณีของพายุหมุน ซึ่งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดจากพายุลมแรง ซึ่งจะเกิดได้จากลมทะเล สามารถแบ่งลักษณะได้ตามความเร็วลม และสถานที่เกิด เช่น พายุฝนฟ้าคะนอง พายุโซนร้อน พายุไต้ฝุ่น เป็นต้น ซึ่งผลกระทบของการเกิดพายุหมุนนั้น มักจะเกิดอันตรายจากความเร็วของลมพายุไปพัดโดนสิ่งปลูกสร้างในบริเวณนั้นเสียหาย และผู้คนได้รับบาดเจ็บหรืออาจเสียชีวิตได้ จึงทำให้ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดพายุหมุนนั้นคือความเร็วของลมและรวมไปถึงการใช้ที่ดินว่าเป็นที่ดินในลักษณะใด มีสิ่งปลูกสร้างที่อาจจะพังถล่มมาจนก่อให้เกิดอันตรายหรือไม่ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ถูกจัดเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงหรือความล่าช้าเหล่านั้นเอง

1.3.1 แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM)

ในการพัฒนาแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติในครั้งนี้ได้ใช้แบบจำลองความสูงเชิงเลข SRTM DEM ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายทั่วโลก ซึ่งข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข SRTM DEM ที่ใช้ในครั้งนี้เป็นข้อมูลที่ความละเอียดของจุดภาพอยู่ที่ 30 เมตร ถูกพัฒนาด้วยวิธีเติมข้อมูลพื้นที่ว่างด้วยวิธีการประมาณค่าช่วง (Interpolation) [8] ข้อมูลแบบจำลองความสูงนั้นได้ใช้เป็นปัจจัยประกอบการวิเคราะห์ความเสี่ยงในภัยพิบัติ 3 ภัยคือ อุทกภัย ดินโคลนถล่ม และไฟฟ้า โดยการเกิดอุทกภัยนั้นน้ำจะไหลไปขังอยู่ในบริเวณที่ต่ำกว่าเสมอ ส่วนในการเกิดดินโคลนถล่มนั้นในบริเวณที่มีความสูงหรือความลาดชันมากนั้น จะส่งผลให้มีความเสี่ยงที่ดินและหินถล่มลงมาได้ง่ายกว่าในบริเวณพื้นที่ที่ราบกว่า และในการเกิดไฟฟ้า ระดับความสูงของพื้นที่จะมีผลต่ออุณหภูมิของพื้นที่ทำให้พื้นที่ที่ได้รับแสงอาทิตย์จะแห้งแล้งกว่าในพื้นที่อื่น เชื้อเพลิงจึงติดได้ง่ายและลุกลามได้เร็วกว่า

1.3.2 ข้อมูลความลาดชัน (Slope)

เป็นการนำแบบความสูงเชิงเลขเข้าสู่โปรแกรม QuantumGIS หรือ QGIS จากนั้นใช้เครื่องมือวิเคราะห์ความลาดชัน (Slope analysis) ในการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความสูงของพื้นที่ สร้างเป็นข้อมูลความลาดชันขึ้นมา โดยจะมีค่าความละเอียดของข้อมูลอยู่ที่ 30 เมตร เท่ากับข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลความลาดชัน ซึ่งข้อมูลความลาดชันที่ได้มานั้นเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลต่อความเสี่ยงของ

การเกิดภัยพิบัติ อุทกภัย และ ดินโคลนถล่ม เนื่องด้วยอุทกภัย เวลานั้นน้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำนั้น น้ำจะไหลไปตามความลาดชันของพื้นที่ลงมาเป็นทางน้ำ ซึ่งในส่วนนี้หากมีสิ่งกีดขวางทางน้ำอยู่จะส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขังขึ้นได้ ส่วนดินโคลนถล่มนั้นไม่จำเป็นต้องเกิดในบริเวณที่มีความลาดชันสูงเพียงอย่างเดียว ในบริเวณที่มีความลาดชันต่ำก็สามารถเกิดดินโคลนถล่มได้เช่นกัน โดยเฉพาะในบริเวณที่เป็นทางน้ำกัดเซาะเป็นร่องลึกทำให้มีการพังทลายของดินขึ้น จึงทำให้เกิดการถล่มของดินและหินขึ้นได้

1.3.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ใช้ข้อมูลจากการให้บริการข้อมูลสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา และแผนที่ดินไหว ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ติดตาม รายงานสภาวะสภาพอากาศ ปรากฏการณ์ธรรมชาติและ การเตือนภัยต่าง ๆ โดยข้อมูลที่ใช้นั้น ใช้เป็นข้อมูล API ผลการตรวจวัดและพยากรณ์อากาศ Thailand Monthly Rainfall เวอร์ชัน 1 เป็นค่าปริมาณฝนสะสมรายเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยาในประเทศไทยมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร โดยข้อมูลที่ได้นั้นจะอยู่ในรูปแบบของ Comma-Separated Value (CSV) หรือก็คือ Text File ที่เก็บข้อมูลแบบตาราง โดยมีการใช้จุลภาค (,) ในการแบ่งข้อมูลแต่ละหลัก (Column) จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อในโปรแกรมทางด้าน GIS โดยทำการจัดการไฟล์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์ (Vector) ซึ่งจะมีตารางข้อมูล (Attribute) ตามข้อมูลในตาราง CSV เพื่อที่จะวิเคราะห์ด้วยวิธีการประมาณค่าช่วง (Interpolation) เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบของราสเตอร์ (Raster) ประมาณค่าน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน

1.3.4 ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วม

ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) ผ่านระบบแผนที่ติดตามพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลดาวเทียม Radarsat-2 และ COSMO-SkyMed ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นจะเป็นข้อมูลที่รวบรวมการเกิดน้ำท่วมในทุกปี ให้มาอยู่ในรูปแบบของการเกิดน้ำท่วมซ้ำซาก ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จนถึง 2563 ซึ่งแสดงว่าพื้นที่ในบริเวณนั้นมีเหตุปัจจัยที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมซ้ำในทุกปีไม่ว่าจะเป็นปัญหาการระบายน้ำ หรือมีสิ่งกีดขวางทางน้ำ เป็นต้น และในการวิเคราะห์ความเสี่ยงนั้น หากในบริเวณใดเคยเกิดน้ำท่วมซ้ำในทุกปี ก็จะสามารถคาดเดาได้ว่าในครั้งถัดไปอาจจะเกิดน้ำท่วมซ้ำที่จุดเดิมอีกก็เป็นได้

1.3.5 ข้อมูลความเร็วลม

ใช้ข้อมูลจากศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา โดยข้อมูลที่ได้นั้นจะประกอบด้วย ระดับความรุนแรง ความเร็วลม มีหน่วยเป็นนอต และตำแหน่งละติจูด ลองจิจูด จากนั้น นำเข้าสู่โปรแกรม QGIS เพื่อทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของราสเตอร์แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

1.3.6 ข้อมูลจุดความร้อน (Hotspots)

ใช้ข้อมูลจุดความร้อน จากดาวเทียม VIIRS S-NPP (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) ที่ส่งขึ้นไปบนดาวเทียม Suomi National Polar-orbiting Partnership (NPP) ข้อมูลที่ใช้คือข้อมูล Fire Radiative Power (FRP) หรือค่าพลังงานในการแผ่คลื่นความร้อน [9] ใช้ข้อมูลจาก Fire Information for Resource Management System (FIRMS)

1.3.7 ข้อมูลดัชนีภัยแล้ง (Drought Risk Index: DRI)

เป็นข้อมูลดัชนีภัยแล้งที่จัดทำจากข้อมูลดาวเทียม NPP ซึ่ง GISTDA เป็นหน่วยงานที่ประมวลผลข้อมูลนี้ขึ้นมา ดัชนีนี้จะถูกวิเคราะห์ขึ้นมาจากปัจจัยที่มีอิทธิพลที่ส่งผลให้เกิดความแห้งแล้ง เช่น ความรุนแรงของความแห้งแล้งหรือความแปรปรวนต่อความแห้งแล้งเป็นต้น [10] โดยการคำนวณหาดัชนีภัยแล้งขึ้นมานั้นใช้วิธีการให้น้ำหนักกับทั้ง 2 ปัจจัย คือ Drought Hazard Index (DHI) และ Drought Vulnerability (DVI) เพื่อเป็นการคำนวณหาพื้นที่ที่มีสถานะแห้งแล้ง [11] ซึ่งในประเทศไทยนั้นไฟป่ามักเกิดขึ้นในฤดูแล้ง เพราะจะมีวัสดุจากธรรมชาติที่เป็นตัวช่วยในการติดไฟเป็นอย่างดี เช่นกิ่งไม้เกิดการเสียดสีกันจนเกิดประกายไฟจะพบได้บ่อยในช่วงที่แห้งแล้ง ประกอบกับการที่บริเวณที่แห้งแล้งเป็นช่วงที่ไม่มีฝนตกทำให้ออกซิเจนในการเกิดไฟป่าและการแพร่กระจายของไฟจึงมีเพิ่มมากขึ้น

1.3.8 การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)

เป็นข้อมูลที่แสดงถึงการใช้ทรัพยากรที่ดิน เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ เช่น ที่อยู่อาศัย การทำการเกษตรกรรม เป็นต้น [12] ซึ่งใช้ข้อมูลจาก Copernicus Global Land Service (CGLS) โดยจะมีการจัดทำเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ ทั่วโลก โดยใช้ดาวเทียม PROBA-V ในการสำรวจ มีความละเอียดอยู่ที่ 100 เมตร [13] โดยในการวิเคราะห์จะมีแบ่งประเภทออกแยกย่อยตามความเหมาะสมของข้อมูล โดยหลังจากศึกษาปัจจัยความเสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติทั้ง 4 ภัยพิบัติแล้วนั้น ได้ทำการแยกย่อยประเภทการใช้ทรัพยากรที่ดินออกเป็น ข้อมูลสิ่งปลูกสร้าง ข้อมูลป่าไม้ ข้อมูลพื้นที่น้ำ และข้อมูลพื้นที่เกษตร ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวถึงนั้นเป็นล้วนเป็นข้อมูลที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงของภัยพิบัติ เช่นข้อมูลป่าไม้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงการเกิดไฟป่า โดยไฟป่าส่วนมากจะเกิดในพื้นที่ที่มีเชื้อเพลิงเป็นส่วนใหญ่ เมื่อใช้ร่วมกับข้อมูลดัชนีเสี่ยงภัยแล้ง จะทำให้สามารถระบุได้ว่า ป่าไม้ส่วนไหนมีความแห้งแล้งและก่อให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดไฟป่า เป็นต้น

1.3.9 ข้อมูลความหนาแน่นประชากร

เป็นข้อมูลที่ทำการสำรวจมาจากดาวเทียม Landsat มีความละเอียดที่ 30 เมตร และมีการสร้างแบบจำลองโดยใช้วิธีการ Random Forest ในการประมาณค่าของความหนาแน่นประชากร โดยวิธีการสำรวจจะละเอียดในการรวบรวมข้อมูล อาคาร ถนน สิ่งปกคลุมผิวดิน และข้อมูลอื่น ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ให้ได้ผลลัพธ์ของความหนาแน่นประชากร [14] ซึ่งจาก [15]

ได้ให้เห็นไว้ว่าการวิเคราะห์ความเสี่ยงนั้นควรพิจารณาถึงผลจากภัยธรรมชาติ และไม่ใช่จากธรรมชาติด้วย โดยเฉพาะปัจจัยทางสังคม ต้องมีความสำคัญเทียบเท่ากับผลจากภัยธรรมชาติ จึงทำให้ความหนาแน่นของประชากรนั้นได้แสดงถึงความแปรปรวนของพื้นที่ดังกล่าว เพราะเมื่อเกิดภัยพิบัติแล้วนั้นจะส่งผลกระทบต่อ ประชากร และทรัพย์สินโดยตรง ทำให้ข้อมูลความหนาแน่นของประชากรเป็นข้อมูลที่ไม่ควรละเลยในการนำมาเป็นปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยง [16]

จากข้อมูลของปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น เป็นการสรุปจากการศึกษาเกี่ยวกับภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในประเทศไทย รวมไปถึงศึกษาหลักเกณฑ์ในการแบ่งชั้นข้อมูลของปัจจัยต่าง ๆ ให้เป็นไปตามความเหมาะสม อ้างอิงจากงานวิจัยเหล่านี้ [17-26] โดยสรุปการแบ่งชั้นข้อมูลตามเกณฑ์ในตารางที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วย อุทกภัย ดินโคลนถล่ม พายุหมุน และ ไฟป่า ซึ่งในการพัฒนาแผนที่ความเสี่ยงนั้นจะใช้วิธีนำปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อภัยพิบัตินั้น โดยมีตารางแสดงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติต่าง ๆ ตามตารางที่ 1 มาวิเคราะห์ด้วยหลักการ Analytic Hierarchy Process: AHP ต่อไป

ตารางที่ 1 ตารางปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติต่าง ๆ

ปัจจัย	ภัยพิบัติ
แบบจำลองความสูงเชิงเลข	อุทกภัย, ดินโคลนถล่ม และ ไฟป่า
ข้อมูลความลาดชัน	อุทกภัย และ ดินโคลนถล่ม
ข้อมูลปริมาณน้ำฝน	อุทกภัย และ ดินโคลนถล่ม
ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วม	อุทกภัย
ข้อมูลความเร็วลม	พายุหมุน
ข้อมูลจุดความร้อน	ไฟป่า
ข้อมูลดัชนีภัยแล้ง	ไฟป่า
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	อุทกภัย ดินโคลนถล่ม พายุหมุน และ ไฟป่า
ความหนาแน่นประชากร	พายุหมุน และ ไฟป่า

ตารางที่ 2 ตารางการแสดงผลการแบ่งชั้นข้อมูลปัจจัยของภัยพิบัติ

ปัจจัย	ชั้นข้อมูล	Rating (R)
ดินโคลนถล่ม	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	<90 2
		90 – 120 5
		>120 10
	Slope (%)	<10 2
DEM (ม.)		10 – 20 4
		20 – 30 6
		30 – 40 8
		>40 10
		<200 1
		200 – 300 2
		400 – 400 3
		600 – 500 4
		500 – 600 5
		600 – 700 6
		>700 7

ปัจจัย	ชั้นข้อมูล	Rating (R)
Landuse	พื้นที่น้ำ	1
	พื้นที่ป่าไม้	2
อุทกภัย		
ปริมาณน้ำฝน (มม.)	≤ 90	2
	90 - 120	5
	≥ 120	10
Slope (%)	≤ 5	10
	5 - 10	8
	10 - 15	6
	15 - 20	4
DEM (ม.)	≥ 20	2
	≤ 200	10
	200 - 400	8
พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก	400 - 600	6
	600 - 800	4
	≥ 800	2
	0 - 2	2
พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก	2 - 4	4
	4 - 6	6
	6 - 8	8
	8 - 11	10
Landuse	พื้นที่น้ำ	10
	พืช	8
	สิ่งปลูกสร้าง	6
	ประชากร	4
	ป่าไม้	2
ไฟฟ้า		
ข้อมูลจุดความร้อน	0 - 40	2
	40 - 80	4
	80 - 120	6
	120 - 160	8
ข้อมูลดัชนีภัยแล้ง	160 - 200	10
	0 - 50	2
	50 - 100	4
ข้อมูล DEM	100 - 150	6
	150 - 200	8
	200 - 250	10
	0 - 900	2
ข้อมูล DEM	900 - 1300	4
	1300 - 1700	6
	1700 - 2400	8
	2400 - 2700	10
ข้อมูลสิ่งปลูกสร้าง	0 - 20	2
	20 - 40	4
	40 - 60	6
	60 - 80	8
ข้อมูลป่าไม้	80 - 100	10
	0 - 20	2
	20 - 40	4

ปัจจัย	ชั้นข้อมูล	Rating (R)	
	40 - 60	6	
	60 - 80	8	
	80 - 100	10	
	ข้อมูลความหนาแน่นประชากร	0 - 500	2
	500 - 1000	4	
	1000 - 5000	6	
	5000 - 10000	8	
	10000 - 32000	10	
พายุหมุน			
ข้อมูลความเร็วลม	0 - 6	2	
	6 - 12	4	
	12 - 18	6	
	18 - 27	8	
	27 - 35	10	
	ข้อมูลสิ่งปลูกสร้าง	0 - 20	2
		20 - 40	4
40 - 60		6	
60 - 80		8	
	80 - 100	10	
	ข้อมูลป่าไม้	0 - 20	2
		20 - 40	4
40 - 60		6	
60 - 80		8	
	80 - 100	10	
	ข้อมูลความหนาแน่นประชากร	0 - 500	2
		500 - 1000	4
1000 - 5000		6	
5000 - 10000		8	
	10000 - 32000	10	

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลความเสี่ยง

การวิเคราะห์ข้อมูลความเสี่ยง ประกอบด้วย การวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน คือ การระบุความเสี่ยง และการวิเคราะห์ความเสี่ยง โดยอ้างอิงขั้นตอนและแนวทางจากคู่มือการประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติ [27]

การระบุความเสี่ยง เป็นกระบวนการค้นหา วิเคราะห์องค์ประกอบของพื้นที่ที่ศึกษา เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าภัยใดสามารถเกิดขึ้นได้ในพื้นที่นั้นบ้าง มีระดับความรุนแรงเท่าใด ด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ตามประเภทของภัยในทุกด้าน ซึ่งจะแสดงถึงการกระจายตัวของความรุนแรงหรือความเข้มข้นของภัยในพื้นที่ที่จะศึกษา

การวิเคราะห์ความเสี่ยงนั้น เป็นการทำความเข้าใจกับผลกระทบหรือ เพื่อเป็นการประเมินระดับของความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น โดยจะเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องมาจากการระบุความเสี่ยง โดยการประเมินความเสี่ยงจากการประเมินข้อมูลภัย ความล่อแหลม และความเปราะบาง เพื่อเป็นการประเมินความเสี่ยงจากเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ซึ่งความเสี่ยงจากภัยพิบัติ

หมายถึงความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น โดยภัยที่เกิดขึ้นนั้นจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบ แต่ผลกระทบนั้นจะแตกต่างกันออกไปตามปัจจัยและเวลาเกิด ตัวอย่างเช่น การเกิดน้ำท่วมในระดับ 2 เมตร ย่อมสร้างความเสียหายมากกว่าการเกิดน้ำท่วมในระดับ 1 เมตร แต่ในการเกิดน้ำท่วม 2 เมตรนั้น หากไม่เกิดในย่านที่อยู่อาศัยหรือในย่านชุมชนที่มีบ้านเรือนอยู่หนาแน่นก็อาจจะมีความเสียหายน้อยกว่า ด้วยเหตุนี้ ในการเกิดภัยใด ๆ ไม่ได้มองเพียงเหตุปัจจัยเดียว แต่ต้องมองถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ที่รวมอยู่ด้วย จึงเป็นที่มาของฟังก์ชันความสัมพันธ์ของความเสี่ยงจากการเกิดภัยพิบัติว่าเป็นผลจากองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ ภัย (Hazard) ความล่อแหลม (Exposure) ความเปราะบาง (Vulnerability) และศักยภาพ (Capacity) ซึ่งมักจะนำมาเสนอในรูปแบบด้วยสมการที่ 1 โดยข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแผนที่ภัยพิบัติประเภทต่าง ๆ นั้น ได้แตกต่างกันไปตามความสำคัญของปัจจัยรวมไปถึงความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลของผู้วิจัย

$$\text{ความเสี่ยง} = f(\text{ภัย } X \text{ ความล่อแหลม } X \text{ ความเปราะบาง}) / \text{ศักยภาพ} \quad (1)$$

เมื่อ ภัย คือ ความเป็นไปได้ในการเกิด และความรุนแรงของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่อาจส่งผลร้ายแรง
ความล่อแหลม คือ ที่ตั้ง คุณลักษณะ และจำนวน มูลค่าของทรัพย์สินซึ่งมีความสำคัญในพื้นที่
ความเปราะบาง คือ ระดับของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับทรัพย์สินเมื่อมีความล่อแหลมต่อแรงกระทำจากภัย ซึ่งแตกต่างกันไปตามตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ศักยภาพ คือ สภาวะภูมิ ความชำนาญ หรือทรัพยากรต่าง ๆ ที่อยู่รอบความรอบคอบของชุมชน หรือสังคม ที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้น และสร้างการรับมือได้ดียิ่งขึ้น

2.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการ กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) เป็นการนำความคิด ความรู้ที่เป็นนามธรรมมาให้ค่าน้ำหนัก โดยการใช้ตัวเลขในการแทนค่า [28] เพื่อช่วยวัดค่าระดับการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นกระบวนการที่ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงปลายทศวรรษที่ 1970 [19-20] โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty โดยจะมีขั้นตอนในการเปรียบเทียบความสำคัญของสิ่งต่าง ๆ เพื่อหาหน้าหนักของแต่ละปัจจัยที่ใช้ จากนั้นนำทางเลือกที่มีทั้งหมดมาประเมินผ่านเกณฑ์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละสิ่งที่ได้ มาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งในปัจจุบันนั้นได้มีการนำวิธีการนี้ไปประยุกต์ใช้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยได้นำวิธีการนี้มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าระดับความเสี่ยงในการเกิดภัยพิบัติในประเทศไทย

ในการเปรียบเทียบความสำคัญนั้นทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงลักษณะของพิบัติ เพื่อทราบปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อพิบัติที่เกิดขึ้น แล้วจึงนำปัจจัยต่าง ๆ มากำหนดค่าน้ำหนักโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น เป็นการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยที่ละคู่ ทำได้โดยใช้ตารางที่ 3 ในการเปรียบเทียบกับทุกปัจจัย [31] ได้คิดค้นและคำนวณค่าที่เหมาะสมสำหรับการแทนค่าน้ำหนักในการเปรียบเทียบเกณฑ์ในแต่ละคู่ (Pairwise Comparison) จะเห็นว่าวิธีตัวเลข 1 - 9 นั้นที่เหมาะสมกับ

เหตุผลของระดับที่สามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์ได้อย่างดี ในการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ นั้น ได้ทำการคำนวณหาผลรวมของค่าแต่ละหลัก (Column) แล้วจึงนำค่าจากการเปรียบเทียบในแต่ละคู่มาหารด้วยค่าในแต่ละหลัก ค่าที่ได้นั้นจะเป็นค่าที่ได้รับการปรับค่าให้ค่าของแต่ละหลักมีค่าเท่ากับ 1 แล้วจึงนำผลรวมของค่าในแต่ละแถวมาหารด้วยจำนวนของปัจจัยทั้งหมด จึงจะได้ค่าเป็นค่าถ่วงน้ำหนัก และค่าน้ำหนักที่ได้นั้น ปัจจัยใดที่มีค่าน้ำหนักมากที่สุด แสดงว่าปัจจัยนั้นจะส่งผลให้เกิดความเสี่ยงมากที่สุดนั่นเอง

ตารางที่ 3 ตารางการให้คะแนนลำดับความสำคัญของปัจจัย [31]

คะแนน	ความหมาย
1	สำคัญเท่ากัน
3	สำคัญปานกลาง
5	สำคัญกว่าค่อนข้างมาก
7	สำคัญมากกว่า
9	สำคัญกว่ามากที่สุด
2,4,6,8	เป็นค่าก้ำกึ่งระหว่างกลาง

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าปัจจัยของข้อมูลทั้งหมดแล้ว จะต้องทำการคำนวณหาอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, RC) โดยใช้ค่าที่ได้จากการนำผลรวมของค่าความสำคัญในขั้นตอนการเปรียบเทียบค่าความสำคัญจากตารางที่ 3 มาคูณเข้ากับค่าน้ำหนักของปัจจัย ซึ่งค่าที่ได้นั้นควรมีค่าใกล้เคียงกับค่าของจำนวนปัจจัยทั้งหมด แล้วทำการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, CI) ซึ่งมีรูปแบบของสมการตามสมการที่ 2 [21] ซึ่งต้องมีการหาค่าสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index, RI) โดยค่า RI นั้นสามารถเปิดได้จากตารางดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index) จะเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับขนาดของเมตริกซ์ ดังที่แสดงในตารางที่ 4 และคำนวณหาอัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) สามารถหาได้ตามสมการที่ 3 [21] โดยผลลัพธ์ที่ได้นั้น ตามหลักการใน [20] ได้กล่าวไว้ว่าค่าที่ได้ไม่ควรมีอัตราส่วนของความสอดคล้องเกินร้อยละ 10 จึงจะแสดงถึงค่าความสอดคล้องที่ดี

โดยในขั้นตอนนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบอัตราส่วนของความสอดคล้องของข้อมูล ทั้งหมดแล้ว พบว่ามีความสอดคล้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยมีค่าเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของปัจจัย และค่า Eigenvector ตามในตารางที่ 5, 6, 7 และ 8 ทำให้ในส่วนต่อไปของการคำนวณจึงมีความสอดคล้องกันกับข้อมูลจากการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดภัยพิบัติ และคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยที่จะส่งผลต่อความเสี่ยงของภัยพิบัติต่าง ๆ ได้ผลลัพธ์ค่าน้ำหนักตามตารางที่ 10

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

เมื่อ n คือ ขนาดของสแควร์เมตริก

λ_{max} คือ ค่า Eigen Value สูงสุดของสัมประสิทธิ์เฉพาะ

ตารางที่ 4 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมตริกซ์ (Random Consistency Index, RI)

N	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

เมื่อ CI คือ ดัชนีความสอดคล้อง
RI คือ ค่าสอดคล้องเชิงสุ่ม

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักปัจจัย ในการเกิดภัยพิบัติดินโคลนถล่ม และ ค่า Eigenvector ของปัจจัยต่าง ๆ

ดินโคลนถล่ม	ปริมาณน้ำฝน	Slope	DEM	Landuse	Eigenvector
ปริมาณน้ำฝน	1	5	9	7	0.624
Slope	1/5	1	5	5	0.237
DEM	1/9	1/5	1	1/3	0.047
Landuse	1/7	1/5	3	1	0.093
Column_Sum					1

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักปัจจัย ในการเกิดภัยพิบัติอุทกภัย และ ค่า Eigenvector ของปัจจัยต่าง ๆ

อุทกภัย	ปริมาณน้ำฝน	Slope	DEM	พื้นที่น้ำท่วม	Land-use	Eigenvector
ปริมาณน้ำฝน	1	5	0	0	0	0.459
Slope	1/5	1	2	1/5	9	0.123
DEM	1/6	1/2	1	1/6	9	0.096
พื้นที่น้ำท่วม	1/3	5	6	1	9	0.296
Landuse	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	0.026
Column_Sum						1

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักปัจจัย ในการเกิดภัยพิบัติไฟป่า และ ค่า Eigenvector ของปัจจัยต่าง ๆ

ไฟป่า	Hot-spots	DRI	DEM	สิ่งปลูกสร้าง	ป่าไม้	ประชากร	Eigenvector
Hot-spots	1	2	3	9	3	9	0.356
DRI	1/2	1	2	9	3	9	0.254
DEM	1/3	1/2	1	7	7	7	0.222
สิ่งปลูกสร้าง	1/9	1/9	1/7	1	1/7	1	0.028
ป่าไม้	1/3	1/3	1/7	7	1	5	0.113
ประชากร	1/9	1/9	1/7	1	1/5	1	0.028
Column_Sum							1

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักปัจจัย ในการเกิดภัยพิบัติพายุหมุน และ ค่า Eigenvector ของปัจจัยต่าง ๆ

พายุหมุน	ความเร็วลม	สิ่งปลูกสร้าง	ป่าไม้	ประชากร	Eigenvector
ความเร็วลม	1	9	4	9	0.586
สิ่งปลูกสร้าง	1/9	1	1/9	1	0.049
ป่าไม้	1/4	9	1	9	0.315
ประชากร	1/9	1	1/9	1	0.049
Column_Sum					1

ในขั้นตอนการตรวจสอบอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio, CR) ผู้วิจัยแสดงตัวอย่างภัยพิบัติพายุหมุน เนื่องจากมีจำนวนปัจจัยน้อย จึงจะทำให้ตัวอย่างมีความไม่ซับซ้อน และสามารถเข้าใจวิธีการได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ แล้วนั้น จะนำไปคำนวณค่า Eigenvector เพื่อดูถึงความสมเหตุสมผล โดยการคำนวณหาค่า CR เริ่มจากการคำนวณหาค่า λ_{max} ด้วยการนำเมตริกซ์การเปรียบเทียบตามตารางที่ 8 มาคูณกับเมตริกซ์ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย (Eigenvector)

$$\begin{bmatrix} 1 & 9 & 4 & 9 \\ 1/9 & 1 & 1/9 & 1 \\ 1/4 & 9 & 1 & 9 \\ 1/9 & 1 & 1/9 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.586 \\ 0.049 \\ 0.315 \\ 0.049 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.733 \\ 0.199 \\ 1.347 \\ 0.199 \end{bmatrix}$$

จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ มาหารด้วยค่าน้ำหนักความสำคัญ แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์ ตามตัวอย่างด้านล่าง

$$\begin{aligned} &= \begin{bmatrix} 2.733 & 0.199 & 1.347 & 0.199 \\ 0.586 & 0.049 & 0.315 & 0.049 \end{bmatrix} \\ &= [4.661 \quad 4.037 \quad 4.273 \quad 4.037] \\ \lambda_{max} &= \left(\frac{4.661+4.037+4.273+4.037}{4} \right) \end{aligned}$$

$$\lambda_{max} = 4.25$$

จากสมการหาค่า CI ตามสมการที่ 2 แทนค่าได้ ดังนี้

$$CI = \frac{(4.25 - 4)}{(4 - 1)} = 0.08$$

$$CI = 0.08$$

จากค่า RI ตามตารางที่ 4 และสมการหาค่า CR ตามสมการที่ 3 จะแทนค่าได้ ดังนี้

$$CR = \frac{0.08}{0.90} = 0.08$$

จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ CR ที่คำนวณได้นั้น มีค่าอยู่ที่ 0.08 หรือ ร้อยละ 8 จึงสรุปได้ว่า การเปรียบเทียบความสอดคล้องกันนั้นอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ และในท้ายที่สุดอื่น ๆ นั้นได้ทำการหาค่า CR โดยการใช่วิธีเดียวกันในข้างต้นในการคำนวณค่าผลลัพธ์ โดยมีผลลัพธ์ตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่า Consistency Ratio ของทุกภัยพิบัติ

	ดินโคลนถล่ม	อุทกภัย	ไฟป่า	พายุหมุน
Consistency Ratio	0.1	0.1	0.09	0.08

ตารางที่ 10 ตารางค่าน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ

ภัยพิบัติ	อุทกภัย	ดินโคลนถล่ม	พายุหมุน	ไฟป่า
DEM	0.10	0.05	-	0.22
Slope	0.12	0.24	-	-
ปริมาณน้ำฝน	0.46	0.62	-	-
พื้นที่น้ำท่วม	0.30	-	-	-
ข้อมูลความเร็วลม	-	-	0.59	-
ข้อมูลจุดความร้อน	-	-	-	0.35
ข้อมูลดัชนีภัยแล้ง	-	-	-	0.25
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.03	0.09	-	-
ความหนาแน่นประชากร	-	-	0.05	0.03
ข้อมูลสิ่งปลูกสร้าง	-	-	0.05	0.03
ข้อมูลป่าไม้	-	-	0.32	0.11

การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติทั้ง 4 นั้น จะกำหนดผลรวมของค่าน้ำหนักคูณเข้ากับข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่ผ่านการแปลงข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่องกัน (Discrete) หรือคือข้อมูลที่มีสถานะตำแหน่ง ข้อมูล และเวลาไม่ต่อเนื่องกัน [22] ตัวอย่างเช่น ข้อมูลที่แปรผันไปตามระดับที่กำหนดไว้จากการจัดประเภทใหม่ (Reclassify) ตามลำดับความเสี่ยงโดยการจัดระดับของข้อมูลใหม่ให้เป็นค่า 1, 2 และ 3 ตามระดับความเสี่ยงที่เหมาะสม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลความเสี่ยง โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ปกติ เผ่าระวัง มีความเสี่ยง มีความเสี่ยงมาก และมีความเสี่ยงมากที่สุด แสดงดังสมการที่ 4 [19]

$$S = (W_1R_1) + (W_2R_2) + \dots + (W_nR_n) \quad (4)$$

โดย S คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
W คือ น้ำหนักของปัจจัยหลัก
R คือ คะแนนตามลำดับความสำคัญของรายละเอียดปัจจัย
n คือ จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.2 การประเมินผลความเสี่ยง

การประเมินผลความเสี่ยงเป็นกระบวนการที่เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงกับเกณฑ์ความเสี่ยง เพื่อหาว่าความเสี่ยงหรือขนาดของความเสี่ยงนั้นเป็นที่ยอมรับได้หรือไม่และควรจัดการอย่างไร มีประโยชน์มากในการจัดทำข้อเสนอแนะในการจัดการความเสี่ยง ช่วยให้พิจารณาได้ว่ามีความเสี่ยงใดที่จำเป็นต้องดำเนินการอย่างไรบ้าง และควรต้องมีการเรียงลำดับความสำคัญในการจัดการความเสี่ยงประการใดก่อนเป็นลำดับขั้นตอน จากสถิติและข้อมูลที่รวบรวมมา งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและออกแบบสัญลักษณ์ ความหมาย (Disaster Icon) เพื่อนำมาเป็นส่วนประกอบในแผนที่เสี่ยงภัยพิบัติที่จัดทำขึ้น แสดงในรูปที่ 2 ซึ่งได้ปรับปรุงมาจาก Relief Web ของสำนักงานสหประชาชาติเพื่อการประสานงานด้านมนุษยธรรม (OCHA)



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างสัญลักษณ์ความหมาย ปรับปรุงมาจาก: United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs

ในส่วนของการจัดระดับของระบบการเตือนภัยและสัญลักษณ์สีนั้น ได้ปรับปรุงตามมาตรฐานการป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ. 2558 ซึ่งให้ความหมายของสีในการเตือนภัยตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ตารางระดับของระบบการเตือนภัย ปรับปรุงตามมาตรฐานการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ. 2558

สี	ความหมาย
สีแดง	สถานการณ์อยู่ในภาวะอันตรายสูงสุด
สีส้ม	สถานการณ์อยู่ในภาวะเสี่ยงอันตรายสูง
สีเหลือง	สถานการณ์อยู่ในภาวะเสี่ยงอันตราย
สีน้ำเงิน	สถานการณ์อยู่ในภาวะเผ่าระวัง
สีเขียว	สถานการณ์อยู่ในสภาวะปกติ

ซึ่งเกณฑ์ในการแบ่งความระดับเสี่ยงในระดับต่าง ๆ นั้นเป็นการวิเคราะห์ความเสี่ยงแบบความน่าจะเป็น (Probabilistic Risk Analysis) โดยนำข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์ความเสี่ยง โดยนำเสนอในรูปแบบของการแจกแจงความน่าจะเป็นของแต่ละพื้นที่ ข้อมูลที่แสดงบนแผนที่นั้นจึงเป็นการบอกระดับความเสี่ยงในภาพรวมของพื้นที่ โดยยึดจากปัจจัยโดยรอบเป็นหลัก หากปัจจัยแสดงถึงค่าความเสี่ยงสูง เช่น มีปริมาณน้ำฝนที่มาก ผ่นทับกับเป็นพื้นที่ลาดชันสูง ทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดดินโคลนถล่มที่สูงตามมา การวิเคราะห์ในรูปแบบนี้เป็นการวิเคราะห์ที่เป็น

ประโยชน์ในการเฝ้าระวัง และจะส่งผลดีหากมีการหาวิธีการจัดการเฝ้าระวังขึ้น [27] เมื่อได้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วยการจัดประเภทใหม่ของข้อมูลปัจจัยตามค่าระดับความเสี่ยง (Rating) ได้แบ่งตามชั้นข้อมูลของแต่ละปัจจัย โดยมีการให้ค่าระดับ 2 – 10 ซึ่ง 10 คือค่าระดับที่เสี่ยงที่ส่งผลต่อการเกิดภัยพิบัติมากที่สุด และลดหลั่นลงมาตามลำดับของตัวเลข จะเห็นได้ว่าการใช้เทคนิค AHP ในการกำหนดน้ำหนักของแต่ละปัจจัย เป็นการแสดงถึงการเพิ่มน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเกิดภัยพิบัติที่แตกต่างกันออกไป จึงทำให้สามารถแบ่งเกณฑ์ในการกำหนดพื้นที่ความเสี่ยงตามลำดับความสำคัญของปัจจัยได้ โดยใช้การจัดลำดับตามค่าของชั้นข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้ ในการแบ่งระดับความเสี่ยงออกเป็น 5 ระดับโดยมีการให้คะแนนตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ตารางแสดงคะแนนลำดับการระบุความเสี่ยงของผลลัพธ์การวิเคราะห์

ระดับความเสี่ยง	การให้คะแนน			
	ดินโคลนถล่ม	อุทกภัย	ไฟป่า	พายุหมุน
เสี่ยงสูงสุด	2.56 – 3.11	6.85 – 7.63	3.00 – 3.19	2.90 – 3.59
เสี่ยงสูง	2.00 – 2.55	6.06 – 6.84	2.80 – 2.99	2.20 – 2.89
เสี่ยง	1.44 – 1.99	5.27 – 6.05	2.60 – 2.79	1.50 – 2.19
เฝ้าระวัง	0.87 – 1.43	4.48 – 5.26	2.40 – 2.59	1.81 – 1.49
ปกติ	1 – 0.86	1 – 4.47	1 – 2.39	1 – 0.80

ส่วนตารางที่ 13 จะแสดงความหมายของระดับความเสี่ยง โดยค่าของคะแนนในแต่ละภัยพิบัตินั้นมีค่าที่ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับน้ำหนัก และคะแนนความเสี่ยงของปัจจัยต่าง ๆ ที่นำมาพิจารณาคำนวณด้วย

ตารางที่ 13 ตารางแสดงค่าของระดับความเสี่ยง โดยยึดตามค่าน้ำหนัก และคะแนนของปัจจัยต่าง ๆ

ระดับความเสี่ยง	ความหมาย
เสี่ยงสูงสุด	เป็นค่าระดับความเสี่ยงที่ส่งผลมาจากการที่ปัจจัยต่าง ๆ มีการจัดค่าระดับความเสี่ยงอยู่ในช่วง 9 – 10 และมีค่าน้ำหนักจากการวิเคราะห์ AHP อยู่ในระดับที่สูง
เสี่ยงสูง	เป็นค่าระดับความเสี่ยงที่ส่งผลมาจากการที่ปัจจัยต่าง ๆ มีการจัดค่าระดับความเสี่ยงอยู่ในช่วง 7 – 8 และมีค่าน้ำหนักจากการวิเคราะห์ AHP อยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง
เสี่ยง	เป็นค่าระดับความเสี่ยงที่ส่งผลมาจากการที่ปัจจัยต่าง ๆ มีการจัดค่าระดับความเสี่ยงอยู่ในช่วง 5 – 6 และมีค่าน้ำหนักจากการวิเคราะห์ AHP อยู่ในระดับปานกลาง
เฝ้าระวัง	เป็นค่าระดับความเสี่ยงที่ส่งผลมาจากการที่ปัจจัยต่าง ๆ มีการจัดค่าระดับความเสี่ยงอยู่ในช่วง 3 – 5 และมีค่าน้ำหนักจากการวิเคราะห์ AHP อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ
ปกติ	เป็นค่าระดับความเสี่ยงที่ส่งผลมาจากการที่ปัจจัยต่าง ๆ มีการจัดค่าระดับความเสี่ยงอยู่ในช่วง 1 – 2 และมีค่าน้ำหนักจากการวิเคราะห์ AHP อยู่ในระดับต่ำ

2.3 การตรวจสอบความถูกต้อง

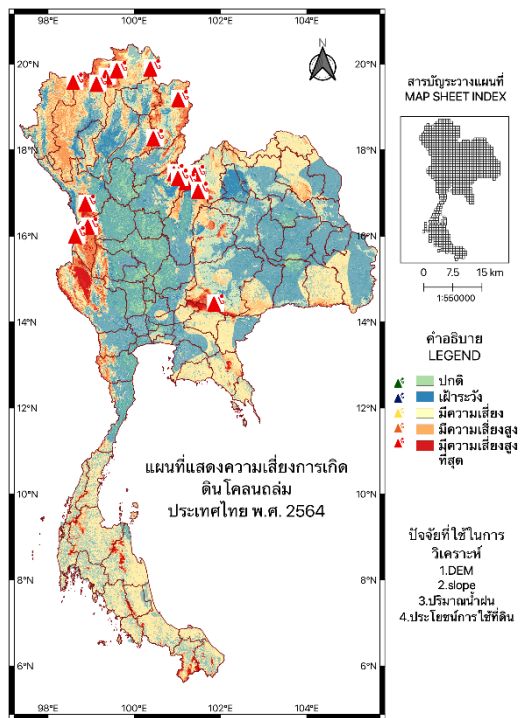
การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลนั้น ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบโอเวอร์เลย์ (Overlay analysis) ของข้อมูลราสเตอร์กับความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติที่ผ่านการนำปัจจัยที่กล่าวมาในข้างต้นทั้งหมด มาผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่พร้อมวิเคราะห์ หลังจากนั้นจึงทำการประยุกต์ใช้วิธี AHP ในการวิเคราะห์ข้อมูลให้เป็นราสเตอร์ที่แสดงค่าความเสี่ยงของภัยพิบัติต่าง ๆ โดยข้อมูลที่นำมาใช้ตรวจสอบนั้น ใช้ข้อมูลการเกิดภัยพิบัตีย้อนหลังไปในปี พ.ศ. 2563 โดยข้อมูลที่ได้มานั้นจะเป็นข้อมูลในรูปแบบของจุด (Point) ในตารางของข้อมูลนั้นจะทำการระบุรูปแบบและปีของภัยพิบัติที่เกิดขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีการคัดแยกข้อมูลออกให้เหลือแค่ข้อมูลตามภัยพิบัติที่ต้องการ แล้วจึงนำมาตรวจสอบเข้ากับข้อมูลของราสเตอร์ความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติที่วิเคราะห์ออกมา โดยราสเตอร์ความเสี่ยงในขั้นตอนนี้จะใช้ข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ในปี 2563 เพื่อให้ตรงกับข้อมูลของการเกิดภัยพิบัตีย้อนหลัง ซึ่งในการทำการตรวจสอบความถูกต้องที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น ได้ใช้โปรแกรม QGIS ในการคัดแยกข้อมูลของภัยพิบัติต่าง ๆ จนไปถึงการตรวจสอบการถูกต้องด้วยการซ้อนทับข้อมูล

2.4 การระบุจุดเสี่ยงลงบนแผนที่ความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ

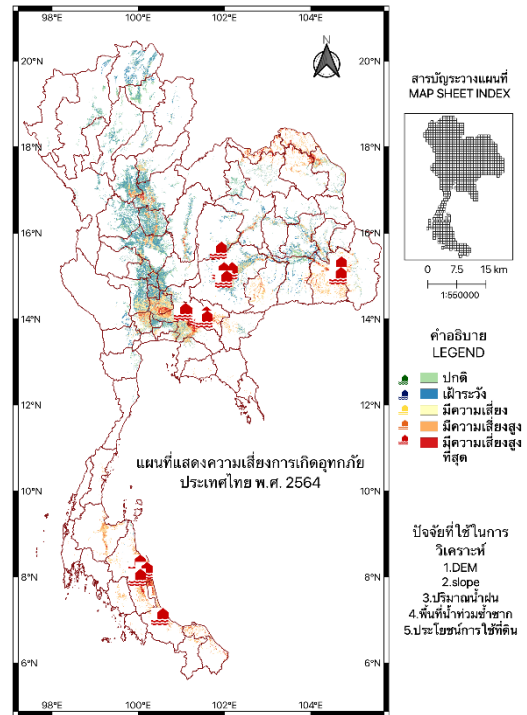
ในการเลือกจุดเสี่ยงบนแผนที่ความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัตินั้น เป็นการทดลองนำแผนที่แสดงความเสี่ยงภัยพิบัติที่จัดทำขึ้น มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับวิธีการต่าง ๆ เช่นการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ของเส้นถนนทางหลวงเพื่อดูจุดเสี่ยงในบริเวณโดยรอบที่มีการตัดผ่านของเส้นถนน โดยผู้ใช้งานสามารถทำการเลือกความเสี่ยงไปตามสิ่งที่ผู้ใช้งานต้องการ ยกตัวอย่างเช่นในการเลือกเลือกจุดเสี่ยงของภัยพิบัติทั้ง 4 โดยมีผู้ใช้งานคือ ผู้ใช้ถนนทางหลวงของประเทศไทย โดยหลักเกณฑ์ในการเลือกจุดเสี่ยงนั้นจะยึดจากจุดที่เป็นถนนทางหลวงของประเทศไทยเป็นหลัก ซึ่งจะดูจากปริมาณของรถยนต์บนเส้นถนนเหล่านั้นและเส้นทางที่เป็นเส้นทางหลักที่ต่อเข้าสู่จุดสำคัญของชุมชน หากถนนเส้นเหล่านั้นโดนตัดขาดจากการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ การเดินทางจะเกิดการติดขัด ทำให้เกิดปัญหา หรือความล่าช้าในการเดินทางหรือขนส่งได้ ข้อมูลที่ใช้นั้นจะเป็นปริมาณการจราจรเฉลี่ยรายวัน ตลอดปี (Average Annual Daily Traffic, AADT) โดยการเก็บข้อมูลการจราจรตลอด 24 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 1 ปี และนำมาหารด้วย 365 เพื่อที่จะได้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ข้อมูล AADT ของทางหลวงที่นำมาประกอบการเลือกจุดเสี่ยงนั้นได้จากข้อมูลระบบ TIMS (Traffic Information Management System) ซึ่งเป็นปริมาณข้อมูลการจราจรบนทางหลวงของประเทศไทยปี พ.ศ. 2561 โดยสร้างเป็นราสเตอร์ของเส้นทางโดยมีการแสดงปริมาณความหนาแน่นของรถ เพื่อสังเกตการใช้งาน และสามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกับแผนที่ความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติทั้ง 4 ภัยได้ ซึ่งในการระบุจุดเสี่ยงได้ใช้สัญลักษณ์และระดับสีการเตือนภัยที่ผ่านการพัฒนาและปรับปรุงตามรูปที่ 1 ในการระบุจุดเสี่ยงในเส้นทาง

3. ผลลัพธ์

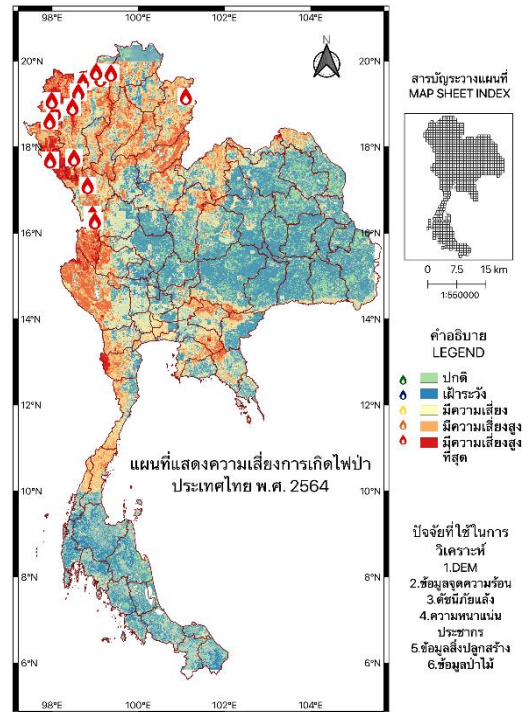
จากการได้วิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติทั้ง 4 ภัย ซึ่งประกอบด้วย ดินโคลนถล่ม อุทกภัย ไฟป่า และ พายุหมุน แล้วนำมา ระบุค่าความเสี่ยงระดับต่าง ๆ ด้วยสีระดับการเตือนภัยที่ได้ปรับปรุงตาม แผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2558 โดยลักษณะ ของสีเป็นไปตามรูปที่ 3 และได้ระบุสัญลักษณ์ความหมาย (Disaster Icon) ที่ปรับปรุงมาจาก Relief Web ตามรูปที่ 2 ทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้งหมดมา พัฒนาเป็นแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติทางธรรมชาติเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนถึง จุดเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต จากภาพผลลัพธ์ของแผนที่ความเสี่ยง ภัยพิบัติทั้ง 4 ภัย (รูปที่ 3, 4, 5 และ 6) ซึ่งการแบ่งระดับพื้นที่เสี่ยงภัยจะ แบ่งออกเป็น 5 ระดับคือ ปกติ ฝ้าระวัง เสี่ยงสูง เสี่ยงสูงมาก และ เสี่ยงสูง มากที่สุด



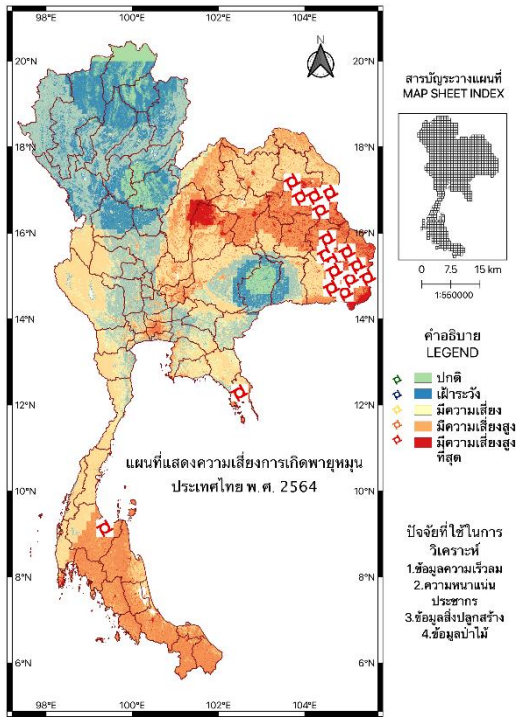
รูปที่ 3 แสดงภาพ แผนที่แสดงความเสี่ยงดินโคลนถล่ม



รูปที่ 4 แสดงภาพ แผนที่แสดงความเสี่ยงอุทกภัย



รูปที่ 5 แสดงภาพ แผนที่แสดงความเสี่ยงไฟป่า



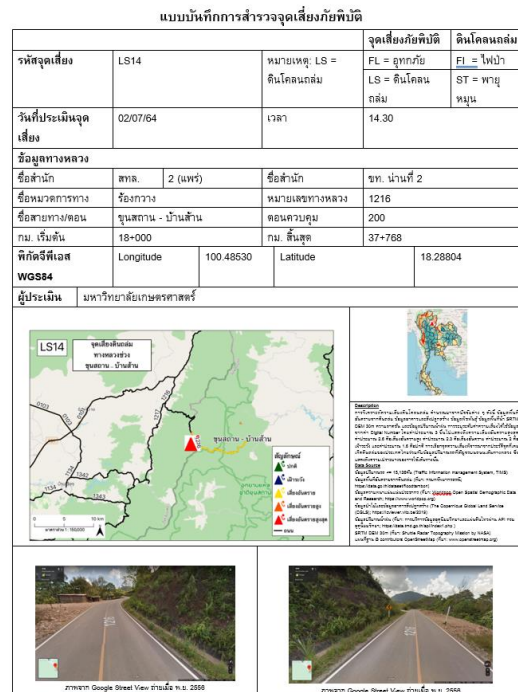
รูปที่ 6 แสดงภาพ แผนที่แสดงความเสี่ยงดินพายุหมุน

ซึ่งในการตรวจสอบความถูกต้องนั้นได้ใช้วิธีการซ้อนทับข้อมูลของภัยพิบัติที่เคยเกิดขึ้นจริงในปี พ.ศ. 2563 และ พื้นที่ความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติที่ผ่านการวิเคราะห์จากปัจจัยในปี พ.ศ. 2563 เช่นเดียวกัน พบว่าจากการเทียบผลลัพธ์ในบริเวณที่มีระดับความเสี่ยงอันตรายขึ้นไปพบว่า ภัยพิบัติอุทกภัย มีความตรงกันของการเกิดภัยพิบัติอยู่ที่ประมาณ 44.31% ภัยพิบัติดินโคลนถล่ม 68.00% ภัยพิบัติไฟฟ้า 54.73% และภัยพิบัติพายุหมุน 75.60% แต่เมื่อลองสังเกตในบริเวณที่มีความเสี่ยงต่ำลงไปจะเห็นว่า แม้ว่า จะเป็นพื้นที่ในระดับเฝ้าระวังก็ยังมีเกิดการเกิดภัยพิบัติเกิดขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะ ข้อมูลปัจจัยที่ได้มานั้นจะมีปัจจัยที่ต้องทำการจัดการข้อมูลโดยใช้วิธีการประมาณค่าช่วงเพื่อแปลงจากข้อมูลเวกเตอร์ไปเป็นข้อมูลราสเตอร์ ทำให้ ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลจะมีค่าความละเอียดลดลงไปตาม ค่าความละเอียดของราสเตอร์ที่มีค่าความละเอียดน้อยที่สุด ในจุดนี้จะทำให้มีผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องอยู่ในระดับภูมิภาค อย่างไรก็ตามหากข้อมูลปัจจัยที่ได้มานั้นมาจากแหล่งหรือหน่วยงานที่น่าเชื่อถือ และมีความละเอียดที่มากขึ้น ก็จะสามารถเพิ่มความถูกต้องของการวิเคราะห์และสามารถระบุจุดที่มีโอกาสเกิดภัยพิบัติขึ้นได้ โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านพื้นที่และเวลา

4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบกับการประยุกต์ใช้วิธีการ AHP ในการประเมินหาความเสี่ยงในการที่จะเกิดภัยพิบัติ และพัฒนาแผนที่ความเสี่ยงทั้ง 4 ภัยพิบัติของทั้งประเทศไทยขึ้นมา โดยประกอบด้วย แผนที่ความเสี่ยงการเกิดอุทกภัย ดินโคลนถล่ม พายุหมุน และไฟฟ้า รวมไปถึงการศึกษาและปรับปรุงการระบุสี

และสัญลักษณ์ของการเตือนภัยการเกิดภัยพิบัติให้เป็นสากลมากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การเตือนภัย เฝ้าระวัง และการจัดการพื้นที่ได้อย่างเหมาะสมต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ยังได้ทดลองจัดทำแบบบันทึกจุดเสี่ยงตามในรูปที่ 7 เพื่อเป็นตัวอย่างให้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกตำแหน่งจากการสำรวจ หรือการกำหนดจุดเสี่ยงได้อย่างละเอียดเพื่อเป็นต้นแบบในการสร้างระบบแจ้งเตือนภัยธรรมชาติผ่านแผนที่ความเสี่ยง ทั้งนี้การดำเนินการทั้งหมดตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ให้บริการโดยไม่คิดมูลค่าและซอฟต์แวร์รหัสเปิด ทำให้สามารถลดต้นทุนและเวลาในการสำรวจ ซึ่งแปรผกผันกับระดับความถูกต้องที่ต้องการใช้งาน โดยในงานวิจัยนี้เหมาะสมกับการสำรวจในระดับภูมิภาค



รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างแบบการบันทึกข้อมูลจุดเสี่ยง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการศึกษาจาก โครงการส่งเสริมจากการศึกษาระดับปริญญาโท แผนการเรียนแบบ ก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ข้อมูลปัจจัยจัดหามาจากแหล่งข้อมูลที่ไม่คิดมูลค่า เช่น NASA, FIRMS, CGLS, Worldpop Open Data for Spatial Demography, GISTDA, กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมทรัพยากรธรณี งานวิจัยใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด QGIS และขอขอบคุณ "QGIS Development Team (2022). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.

6. รายการอ้างอิง

- [1] World Health Organization (2007). Risk reduction and emergency preparedness: WHO six year strategy for the health sector and community capacity development. The WHO Document Production Services, Geneva, Switzerland pp.7.
- [2] Rauchecker, G., and Schryen, G. (2019). An exact branch-and-price algorithm for scheduling rescue units during disaster response. *European Journal of Operational Research*, 272(1), pp. 352-363.
- [3] ทศนีย์ ปิ่นสวัสดิ์ และ ดวงทอง สิ้นชัย (2019). การจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติทางธรรมชาติของจังหวัดชัยนาท *Humanities, Social Sciences and Arts*, ฉบับที่ 12, หน้า 1966-1980.
- [4] Mihir Gokhala (2007). Use of analytical hierarchy process In university strategy planning, Master of science in engineering management, University of Missouri-Rolla.
- [5] รัตนา มั่นประสิทธิ์ (2017). การประยุกต์ใช้โปรแกรม QGIS เพื่อการบริหารจัดการประมงเชิงพื้นที่. *กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*
- [6] วีรพล พลเยี่ยม, พงศ์สวัสดิ์ ราชจันทร์ และ คณะ (2021). การจัดการภัยพิบัติทางธรรมชาติในพื้นที่ตำบลแวง อำเภอนาทอง จังหวัดร้อยเอ็ด. *วารสารการบริหารนิติบุคคล และนวัตกรรมท้องถิ่น*, ฉบับที่ 3, หน้า 151-165.
- [7] วิชญ์ จอมวิญญูณ์ (2017). ภูมิศาสตร์ประเทศไทย คณะมนุษยศาสตร์ และ สังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ประเทศไทย, หน้า 6-7.
- [8] Reuter H.I., A. Helson (2007). An evaluation of void filling interpolation methods for SRTM data. *Journal of Geographic Information Science*, pp.983-1008.
- [9] สรวิต สุกเวชัย (2020). การวิเคราะห์สถิติสำหรับจำแนกไฟฟ้า จากข้อมูลจุดความร้อน, หลักสูตรวิศวกรรมโครงสร้างพื้นฐาน และการบริหาร มหาวิทยาลัยเกษตร ประเทศไทย.
- [10] วีรภัทรา เจริญกิจสุพัฒน์ และ เอกสิทธิ์ พัชรวงศ์ศักดิ์ (2010). การพยากรณ์การเกิดภัยแล้งในประเทศไทยด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง, วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมข้อมูลขนาดใหญ่ วิทยาลัยวิศวกรรมด้านเทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, ประเทศไทย.
- [11] สรวิต สุกเวชัย (2019). การให้บริการข้อมูลจากเทคโนโลยีดาวเทียม สำหรับงานวิจัยระดับประเทศโดยสถาบันการศึกษา. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24*.
- [12] วทัญญูตา ไพโรจน์ (2015). การจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน กรณีศึกษาสี่แยกอินโดจีน อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก, วิทยานิพนธ์ด้านวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประเทศไทย.
- [13] Dr. Marcel Buchhorn (2020). Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m: Version 3 Globe 2015 – 2019: Algorithm Theoretical Document; Zonodo, Geneve. Switzerland.
- [14] Forrest R. Srevens (2015). Disaggregation Census Data for Population Mapping Using Random Forests with Remotely-Sensed and Ancillary Data, *Plos one journal*.
- [15] Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., and Davis (2004). *At risk: natural hazards, people's vulnerabilities, and disasters*. 2nd ed. UK: Routledge.
- [16] สุธี อนันต์สุขสมศรี และ นิจ ตันติศิริพันธ์ (2018). ความเปราะบางทางสังคม และการประเมินความเสี่ยงต่อภัยพิบัติของพื้นที่เมืองกรณีศึกษาเทศบาลนครอุดรธานี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, *Journal of Architectural/Planning Research and Studies* 15, หน้า 69-86.
- [17] สรวิต วิฑูณท์, Marquiza Cathalina Reyes และ Mr. Matthew Sarsycki (2016). คู่มือการประเมินความเสี่ยงจากภัยพิบัติ., สำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ สำนักงานประเทศไทย, หน้า 20 - 24 .
- [18] วรางคณา ประชาเกษม และ จุฑาทิพย์ ลีลาธนาพิพัฒน์ (2021). กระบวนการใช้ทฤษฎี AHP ในการเลือกใช้รูปแบบเฟอร์นิเจอร์กรณีศึกษา: ร้านสะดวกซื้อ, *Journal of Industrial Business Administration*, ฉบับที่ 3.
- [19] ภาณุวัฒน์ เขียวสลับ และ ดร.ปิยพงษ์ ทองดีนอก (2015). การประยุกต์ใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการเปรียบเทียบพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินโคลนถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่สรอย จ.แพร่ และลุ่มน้ำคลองท่าทอน จ.นครศรีธรรมราช, *วารสารวิจัย มช. (บช.)* 15(1), หน้า 63-79.
- [20] Saaty, T. (2001). *Decision Making with Dependence and Feed Back the Analytical Network Process*, 2nd ed, University of Pittsburgh, Pittsburgh.
- [21] วรพจน์ พันธุ์คง, ธรีณี มณีศรี และ ขวลิต มณีศรี (2017). การประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น สำหรับการประเมินทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล., *วิศวกรรมลาดกระบัง ปีที่ 34*, ฉบับที่ 2, หน้า 37-43.
- [22] Susanna Ambondo Abraham (2017). *Historical Spatial-temporal data current GIS Case Study: German-Herero war of resistance 1904*, International Master of Science in Cartography Technical University of Dresden Germany.
- [23] Urban El Fatih Bani Adam (2014). Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) to Flood Hazard Management for

- Makassar City, South Sulawesi Indonesia. Master of Arts, University of Hawaii, Manoa.
- [24] Danial Alidoosti Shahraki (2016). Flood Susceptibility Mapping Using a Coupled Fuzzy-AHP MCDM Approach, a Case Study of the Gadarchay River Basin. Master of Engineering, Azad University, Khomeinishahr.
- [25] Abbas Ali Ghezsofloo and Mahboobeh Hajibigloo (2020). Application of Flood Hazard Potential Zoning by Using AHP Algorithm. Civil Engineering Research Journal, 9, pp.150-159.
- [26] Daniel Chongo, Mst, Farida Perveen and Ryota Nagasawa (2007). Fire Monitoring in Savanna Ecosystems Using MODIS Data: A Case Study of Kruger National Park, South Africa. Landscape and Ecological Engineering, 3, pp.79-88.
- [27] ภูเวียง ประคัมรินทร์ (2000). ผลกระทบของปรากฏการณ์เอนโซ ต่อปริมาณฝน อุณหภูมิ และความถี่พายุหมุนเขตร้อน บริเวณพื้นที่ชายฝั่งประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ประเทศไทย.
- [28] S.P.Urbanski, J.M.Salmon, B.L.Nordgren and W.M.Hao (2009). A MODIS Direct Broadcast Algorithm for Mapping Wildfire Burned Area in The Western United States. Remote Sensing of Environment, 113, pp. 2511-2526.
- [29] วิภา อินเรือน และ ทวี ชัยพิมลลลิน (2015). การคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิศาสตร์สารสนเทศ ร่วมกับโดรนถ่ายภาพระยะใกล้. วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 18, หน้า 191-207.
- [30] ณัฐพงษ์ รักกะเปา, พงศ์พล ปลอดภัย, กานต์ธิดา บุญมา และ พรทิพย์ วิมลทรง (2020). การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษาอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่, 1, หน้า 74-82.
- [31] Akhtar Alam, Peter Sammonds and Bayes Ahmed (2019). Cyclone Risk Assessment of the Cox's Bazar district and Rohingya Refugee Camps in Southeast Bangladesh. Science of the Total Environment, 704, pp. 1-54.