การประเมินความแม่นยำของแบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ (AP-Model) ในการคาดการณ์พื้นที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มล่วงหน้า

Accuracy assessment of Antecedent Precipitation Model (AP-Model) for landslide early warning system

สลิลยา เศษเพ็ง[1] เทพไท ไชยทอง[2] และ สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์[3]

[1,2,3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
**Corresponding author; E-mail address: salinya.se@ku.th*

บทคัดย่อ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พัฒนาเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ จากการรวบรวมตำแหน่งและข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกจริงในช่วงเวลาเกิดเหตุการณ์ดินถล่มในอดีตมาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วันก่อนหน้าและปริมาณน้ำฝนรายวันที่นำไปใช้ในแบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ (Antecedent Precipitation Model, AP-Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้คาดการณ์พื้นที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มล่วงหน้า โดยแบบจำลอง AP-Model นั้นวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนคาดการณ์จากแบบจำลอง WRF (Weather Research and Forecasting Model) ของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) เข้าสู่กระบวนการคำนวณปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วันก่อนหน้าและปริมาณน้ำฝนรายวันเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ จากการวิเคราะห์ของแบบจำลองในข้างต้นแสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดในการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน เนื่องจากแบบจำลอง AP-Model ใช้ปริมาณน้ำฝนของแบบจำลอง WRF ซึ่งมีความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 69 ในการคำนวณปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วันก่อนหน้า ด้วยข้อจำกัดนี้อาจจะส่งผลให้แบบจำลอง AP-Model มีความแม่นยำในการคาดการณ์พื้นที่ระดับความความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มลดลง ดังนั้น บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแม่นยำในการคาดการณ์พื้นที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มล่วงหน้าด้วยวิธี ROC โดยเปรียบเทียบข้อมูลพื้นที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มจากการแบบจำลอง AP-Model และข้อมูลสถิติของเหตุการณ์เกิดดินถล่มในพ.ศ. 2557 ถึงพ.ศ. 2562 จากการประเมินความถูกต้อง พบว่า Area Under Curve (AUC) สำหรับการเตือนภัยดินถล่มในพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มในช่วงร้อยละ 20-50 (ระดับเตรียมพร้อมรับมือ พื้นที่สีเหลือง) เท่ากับ 0.736 อยู่ในระดับ ดี และ AUC สำหรับการเตือนภัยดินถล่มในพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มมากกว่าร้อยละ 50 (ระดับอพยพ พื้นที่สีแดง) เท่ากับ 0.639 อยู่ในระดับ ปานกลาง

คำสำคัญ: ความแม่นยำ, เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนวิกฤติ, แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ AP-Model

Abstract

Geotechnical Engineering Research and Development Center (GERD), Faculty of Civil Engineering, Kasetsart University has developed a Critical Rainfall Threshold by studying various landslide location and collecting rainfall data from events to create the relationship between rainfall accumulated in 3 days and rainfall on the day of landslide incident. The threshold uses Antecedent Precipitation Model (AP-Model) to analyze landslide susceptibility areas. The AP-Model creates a map for landslide early warning system. The model is analyzed by the use of predictive rainfall dataset of the Weather Research and Forecasting Model (WRF) by Hydro Informatics Institute to calculate a cumulative rainfall of 3 days and compare it with the Critical Rainfall Threshold. The limitation of the rainfall dataset usage affects the model because the predictive rainfall dataset of WRF model is only 69 percent accurate. This limitation may reduce accuracy of AP-model for landslide early warning system. Therefore, the purpose of this research is to evaluate the accuracy of the AP-Model for landslide early warning system by ROC method and comparing statistical data of landslide with simulate landslide susceptibility areas of the AP-model during 2014 to 2019. This result shows that area under curve (AUC) of landslide probability 20-50% and more than 50% is 0.736 and 0.639 that means good and medium respectively.

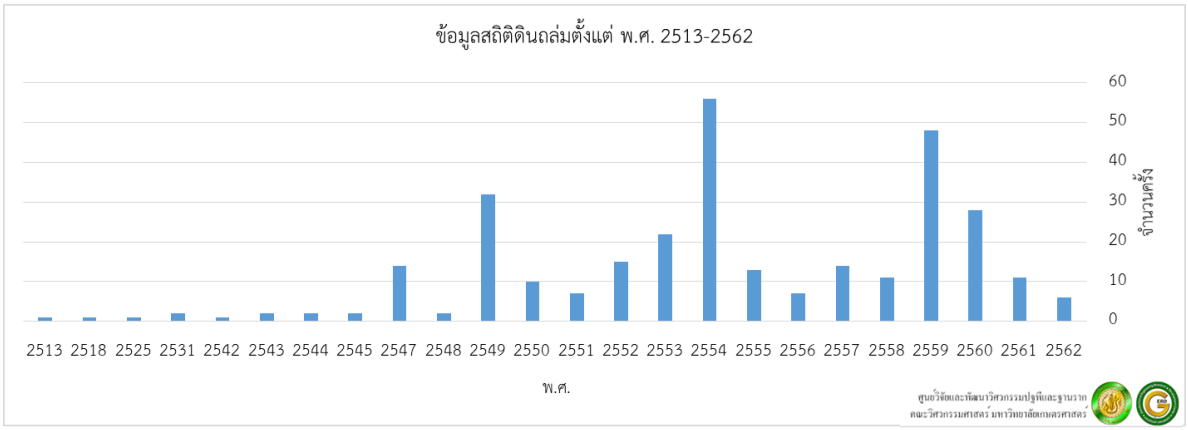
Keywords: Accuracy, Critical Rainfall Envelope, Antecedent Precipitation Model (AP-Model)

1. คำนำ

พิบัติภัยดินถล่มสร้างความเสียหายและสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก ประเทศไทยมีเหตุพิบัติภัยดินถล่มเกิดขึ้นในหลายพื้นที่และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง[1] ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดพิบัติดินถล่มได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่และการเปลี่ยนแปลงลาดดินโดยมนุษย์ รวมทั้งปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการเกิดดินถล่มคือปริมาณน้ำฝน เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในพื้นที่มรสุมเขตร้อน ส่งผลให้หลายพื้นที่มีโอกาสเกิดดินถล่มได้ง่ายเพราะประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีเฉลี่ย 1,572.5 มิลลิเมตร โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ที่มีบางพื้นที่มีปริมาณน้ำฝนรายปีสูงถึง 4,000 มิลลิเมตร[2] จากสถิติเหตุการณ์ดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทยในอดีตพบว่าส่วนใหญ่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เกิดฝนตกหนักติดต่อกันหลายวันโดยเกิดจากฝนที่ตกตามฤดูกาลรวมถึงฝนที่ตกนอกฤดูกาลที่ส่งผลให้เกิดฝนตกมากกว่าปกติ ดังเช่นในวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2554 เกิดดินถล่มบริเวณเทือกเขาพนมเบญจา พื้นที่บ้านต้นหาร และบ้านห้วยแก้ว ตำบลหน้าเขา อ.เขาพนม จ.กระบี่ ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนสะสมตั้งแต่วันที่ 26-29มีนาคม พ.ศ.2554 อยู่ที่ 410 มิลลิเมตรโดยประมาณ ส่งผลให้พื้นที่การเกษตรเสียหายจำนวนมาก รูปที่ 1 แสดงจำนวนเหตุการณ์ดินถล่มในอดีต

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พัฒนาแบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ (Antecedent Precipitation Model, AP-Model) ภายใต้ความร่วมมือกับกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนระยะสั้นจากแบบจำลอง Weather Research and Forecasting Model (WRF) ของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) โดยแบบจำลอง AP-Model จะทำการคาดการณ์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มล่วงหน้า 3 วันเพื่อใช้เตือนภัยแก่ประชาชนที่อยู่ในพื้นที่

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการประเมินความถูกต้องของการคาดการณ์พื้นที่ระดับอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มจากแบบจำลอง AP-Model โดยเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ดินถล่มที่เกิดขึ้นจริงด้วยวิธี Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพและความแม่นยำในการเตือนภัยดินถล่มมากขึ้น



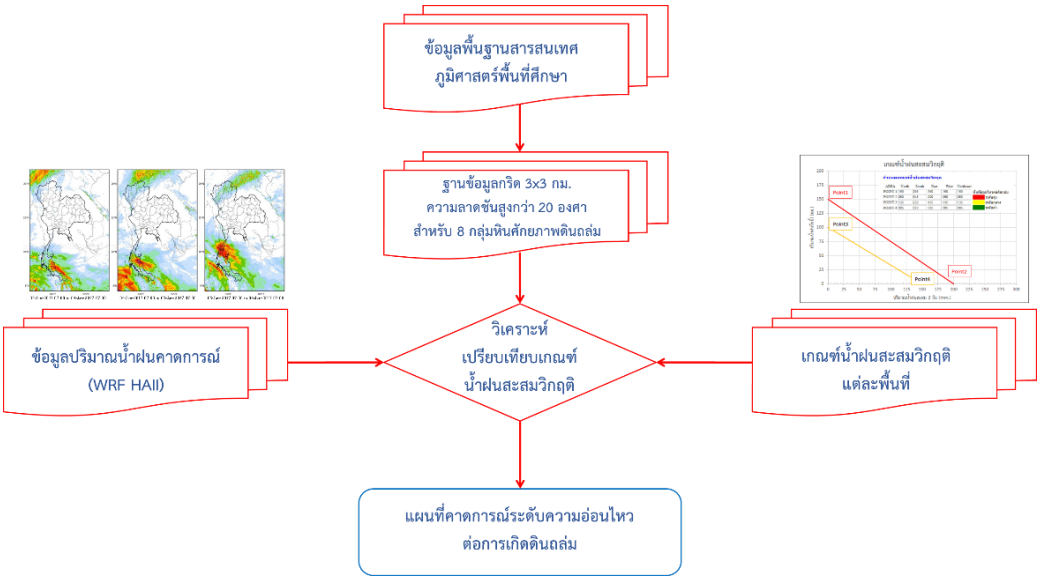
รูปที่ 1 ข้อมูลสถิติดินถล่มตั้งแต่พ.ศ. 2547-2562

2. แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ (Antecedent Precipitation Model, AP-Model)

แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ (Antecedent Precipitation Model, AP-Model) เป็นแบบจำลองที่ใช้เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติและปริมาณน้ำฝนคาดการณ์ในการเตือนภัยดินถล่มล่วงหน้า โดยแบบจำลองได้สร้างฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วยข้อมูลความลาดชัน (Slope angle) สำหรับ 8 กลุ่มชุดหินศักยภาพดินถล่มที่มีความละเอียดของกริดขนาด 3x3 กม. ร่วมกับข้อมูลน้ำฝนคาดการณ์ล่วงหน้า 3 วันจากระบบคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนระยะสั้นจากแบบจำลองWRF โดยสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ที่มีความละเอียดของกริดขนาด3x3 กม. เข้าสู่กระบวนการคำนวณปริมาณน้ำฝนสะสมเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ (Critical Rainfall Threshold) ของแต่ละภูมิภาค[3]

จากนั้นแสดงผลการประเมินแผนที่ของระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม รูปที่2 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ของ AP-Model

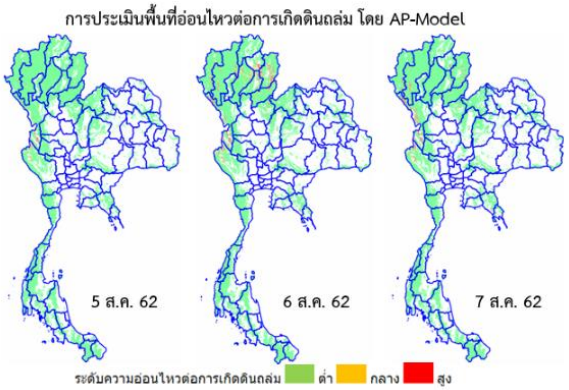
แบบจำลองคาดการณ์พื้นที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มออกมาในรูปแบบของแผนที่ โดยแผนที่แสดงระดับความอ่อนไหว ดังนี้ ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มต่ำ มีโอกาสเกิดดินถล่มต่ำกว่าร้อยละ 20 แสดงเป็นสีเขียว หมายถึง ปลอดภัย ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มปานกลาง มีโอกาสเกิดดินถล่มอยู่ในช่วงร้อยละ 20-50 แสดงเป็นสีเหลือง หมายถึง เตรียมพร้อมรับมือ และ ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มสูง มีโอกาสเกิดดินถล่มมากกว่าร้อยละ 50 แสดงเป็นสีแดง หมายถึง อพยพ ดังตารางที่1 และตัวอย่างแผนที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มแสดง ดังรูปที่3 สามารถติดตามข้อมูลได้ที่ http://gerdmodel.ku.ac.th/dmrweb/index.php และทางแอปพลิเคชั่น “LandslideWarning.Thai”



รูปที่ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ AP-Model[3]

ตารางที่ 1 ความหมายที่แสดงในแผนที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม

สีบนแผนที่	ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม	โอกาสเกิดดินถล่ม (%)	ความหมาย
	ต่ำ	ต่ำกว่า 20	ปลอดภัย : พื้นที่มีโอกาสเกิดดินถล่มน้อย
	ปานกลาง	20 - 50	เตรียมพร้อมรับมือ : โอกาสเกิดดินถล่มปานกลาง หากยังมีฝนตกหนักต่อเนื่องควรติดตามปริมาณน้ำฝน อาจเกิดดินไหลตามลาดดินตัดเช่น ไหล่ทาง
	สูง	มากกว่า 50	อพยพ : โอกาสเกิดดินถล่มสูง ต้องเฝ้าติดตามค่าปริมาณน้ำฝนอย่างใกล้ชิดหรือตัดสินใจอพยพเพื่อความปลอดภัย

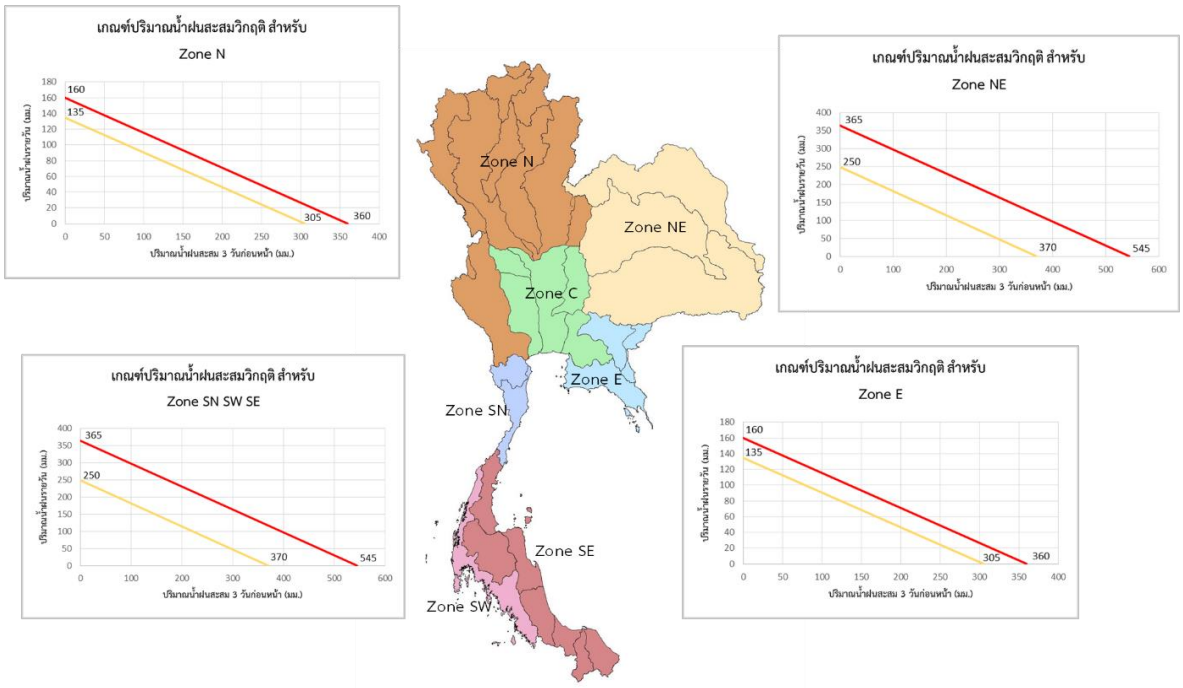


รูปที่ 3 ตัวอย่างแผนที่ระดับความอ่อนไหวต่อ การเกิดดินถล่ม[3]

2.1 เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ (Critical Rainfall Threshold)

เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ (Critical Rainfall Threshold)[4] พัฒนาขึ้นด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) โดยใช้ข้อมูลปริมาณรายวันและปริมาณน้ำฝนสะสมก่อนหน้า 3 วันของเหตุการณ์ดินถล่มในอดีตพัฒนาเป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วันก่อนหน้าและปริมาณน้ำฝนรายวันและสร้างเป็นเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนวิกฤติ พบว่าแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยจะมีเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนวิกฤติแตกต่างกัน เนื่องจากแต่ละภูมิภาคมีปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่แตกต่างกัน[4] รูปที่4 แสดงเส้นเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมของแต่ละภูมิภาค โดยที่การเตือนภัยในระดับต่างๆ มาจากปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วันก่อนหน้าในแนวแกน X ร่วมกับปริมาณน้ำฝนรายวันในแนวแกน Y โดยมีเส้นเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนวิกฤติแบ่งการเตือนภัยในระดับต่างๆ สำหรับ Zone N ประกอบด้วยจังหวัดในภาคเหนือและจังหวัดกาญจนบุรี Zone NE ประกอบด้วยจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ Zone E ประกอบด้วย

จังหวัดในภาคตะวันออก Zone SN SW และ SE ประกอบด้วยจังหวัดในภาคตะวันตกและภาคใต้ทั้งหมด



รูปที่ 4 เส้นเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติของแบบจำลอง[4]

2.2 ข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนระยะสั้นจากแบบจำลอง Weather Research and Forecasting Model (WRF)

ข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนระยะสั้นจากแบบจำลอง Weather Research and Forecasting Model (WRF) เป็นแบบจำลองเชิงตัวเลขซึ่งประกอบด้วยตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาหลายพารามิเตอร์ โดยแบบจำลอง WRF ถูกออกแบบมาเพื่อใช้คาดการณ์ปริมาณน้ำฝนสำหรับช่วงเวลา 2-3 วัน [5] โดยแบบจำลอง AP-Model เลือกใช้ข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนล่วงหน้า 3 วันที่มีความละเอียด 3x3 กม.

ความถูกต้องของการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนล่วงหน้า 3 วัน ขนาด 3x3 กม. กับข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจากการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาและสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) พิจารณาตามช่วงปริมาณน้ำฝนคาดการณ์ของปริมาณน้ำฝนในช่วงเวลาเดียวกันพบว่าการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนล่วงหน้า 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน มีความถูกต้อง (Accuracy) อยู่ที่ร้อยละ 69 66 และ 62 ตามลำดับและความถูกต้องเพิ่มขึ้นเมื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อวัน โดยพื้นที่ที่สอดคล้องมากที่สุด ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันออก[6]

แบบจำลอง AP-Model ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนคาดการณ์ล่วงหน้าจากแบบจำลอง WRF ทั้งหมดในการคาดการณ์ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม โดยแบบจำลอง AP-Model คำนวณปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วันก่อนหน้าจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนคาดการณ์จากแบบจำลอง WRF ที่เก็บไว้ก่อนหน้า ดังรูปที่ 5

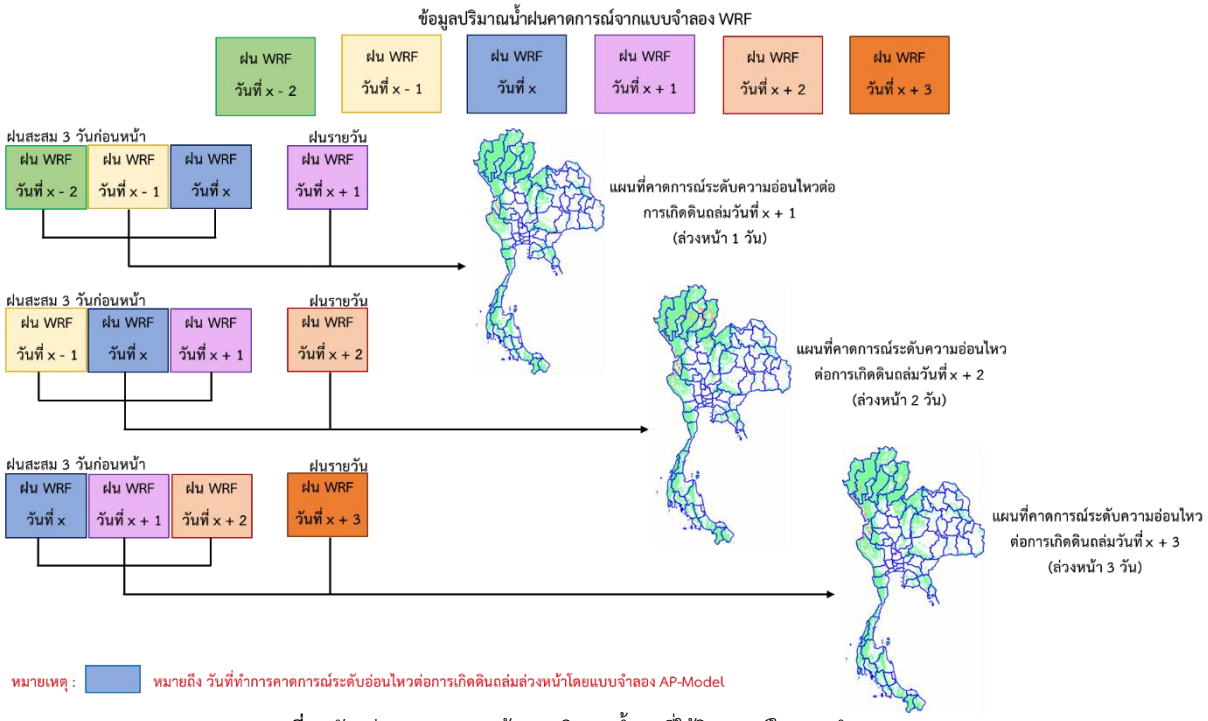
เมื่อทำการคาดการณ์ระดับพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มวันที่ X จะใช้ชุดข้อมูลปริมาณน้ำฝนคาดการณ์ล่วงหน้าจากแบบจำลอง WRF สำหรับวันที่ X ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝนล่วงหน้า 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน ซึ่งแบบจำลอง AP-Modelให้ผลการคาดการณ์สำหรับที่วันที่ X+1, X+2 และ X+3 เมื่อมีการคาดการณ์ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มในวันถัดไป ข้อมูลปริมาณน้ำฝนคาดการณ์ล่วงหน้าสำหรับที่วัน X จะเก็บไว้เพื่อใช้คำนวณปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วันก่อนหน้าต่อไป

3. ขั้นตอนการศึกษาและประเมินความถูกต้อง

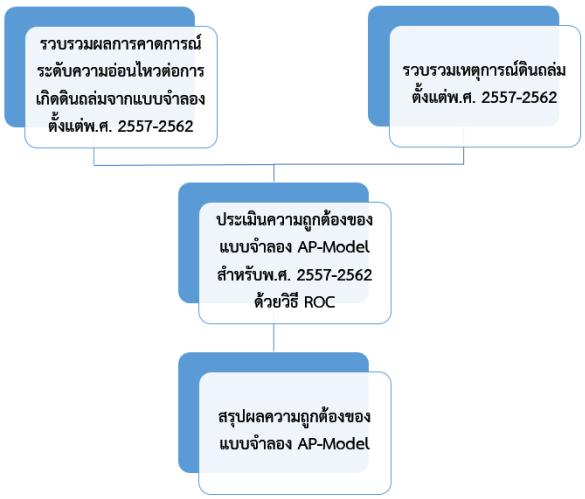
3.1 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาและประเมินความถูกต้องในการคาดการณ์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มจากแบบจำลอง AP-Model ดังรูปที่6 ประกอบด้วยการรวบรวมผลการคาดการณ์ระดับอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มและเหตุการณ์ดินถล่มตั้งแต่พ.ศ. 2557-2562 โดยมีข้อมูลผลการคาดการณ์ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มจำนวน 936 วันและเหตุการณ์ดินถล่มจำนวน 105 เหตุการณ์ จากนั้นเป็นการเตรียมข้อมูลสำหรับการประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง โดยจะประเมินความถูกต้องของการประเมินพื้นที่อ่อนไหวในระดับเตรียมพร้อมรับมือ (พื้นที่สีเหลือง) และระดับ

อพยพ (พื้นที่สีแดง) โอกาสเกิดดินถล่มอยู่ในช่วงร้อยละ 20-50 และมากกว่าร้อยละ 50 ตามลำดับ



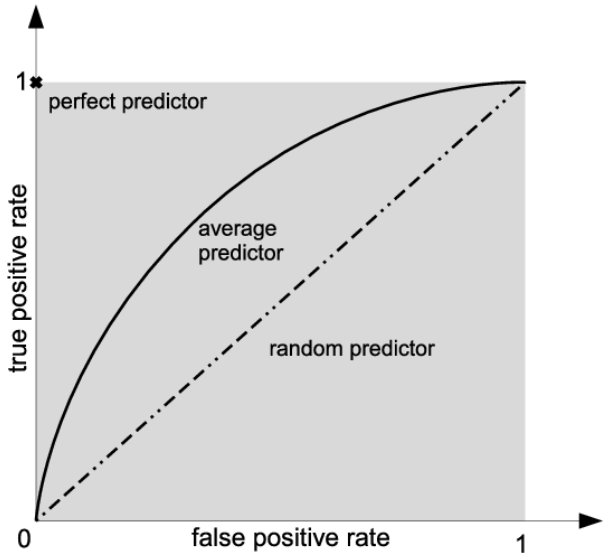
รูปที่ 5 ตัวอย่างการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้วิเคราะห์ในแบบจำลอง AP-Model



รูปที่ 6 ขั้นตอนการศึกษา

3.2 ขั้นตอนการประเมินความถูกต้อง

วิธีประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง AP-Model ด้วยวิธี Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการประเมินความถูกต้องสำหรับการทำนายผลของแบบจำลอง โดยตัวแปรที่ใช้บอกความถูกต้องของแบบจำลองได้แก่ ความถูกต้อง (Accuracy) และพื้นที่ใต้เส้นโค้ง ROC (Area under curve , AUC) เกิดจากจุดคู่อันดับระหว่าง True positive rate ในแกน Y และ False positive rate ในแกน x สร้างเป็นเส้นโค้งและคำนวณพื้นที่ใต้เส้นโค้งนั้น ดังที่แสดงในรูปที่ 7 ซึ่งแบบจำลองที่มีความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้ จุดคู่อันดับนี้ต้องอยู่ในตำแหน่งเหนือเส้น Random predictor หากต่ำกว่าเส้น Random predictor แบบจำลองนั้นนับว่าเป็นแบบจำลองที่ใช้งานไม่ได้ โดยค่า AUC บ่งบอกระดับความถูกต้องสำหรับการทำนายผลของแบบจำลอง ดังตารางที่ 2



รูปที่ 7 Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve[7]

ตารางที่ 2 ระดับความถูกต้องของแบบจำลองจากค่า AUC[8]

Area under curve (AUC)	
0.9 - 1	excellent
0.8 - 0.9	very good
0.7 - 0.8	good
0.6 - 0.7	medium
0.5 - 0.6	poor

ในการประเมินความถูกต้องของแบบจำลองด้วยวิธี ROC Curve จะต้องรวบรวมตัวชี้วัดโดยตัวชี้วัดสำหรับการศึกษานี้ มีนิยามดังนี้

True positive (TP) หมายถึง เมื่อแบบจำลองเตือนภัยดินถล่มและเกิดเหตุการณ์ดินถล่มจริง

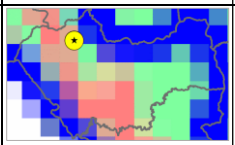
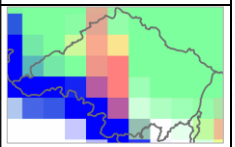
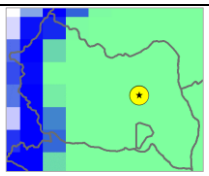
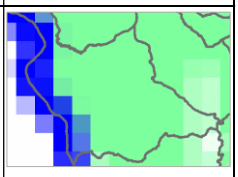
False positive (FP) หมายถึง เมื่อแบบจำลองเตือนภัยดินถล่มแต่ไม่เกิดเหตุการณ์ดินถล่ม, สำหรับบทความนี้จัดว่าเป็นความผิดพลาดชนิดที่ 1 หมายถึง ไม่เกิดเหตุการณ์ดินถล่มบนพื้นที่ที่แบบจำลองมีการเตือนภัยดินถล่ม

True negative (TN) หมายถึง เมื่อแบบจำลองไม่เตือนภัยดินถล่มและไม่เกิดเหตุการณ์ดินถล่ม

False negative (FN) หมายถึง เมื่อแบบจำลองไม่เตือนภัยดินถล่มแต่เกิดเหตุการณ์ดินถล่มจริง, สำหรับบทความนี้จัดว่าเป็นความผิดพลาดชนิดที่ 2 หมายถึง เกิดเหตุการณ์ดินถล่มจริงบนพื้นที่ที่แบบจำลองไม่มีการเตือนภัยดินถล่ม

การรวบรวมตัวชี้วัดทั้ง 4 ค่าที่กล่าวไปข้างต้น บทความนี้ทำการแบ่งประเภทการรวบรวมตัวชี้วัดดังตารางที่ 3

ตารางที่3 ตัวชี้วัดในการประเมินความถูกต้อง

		เหตุการณ์จริง	
★ ตำแหน่งเกิดดินถล่ม		เกิด	ไม่เกิด
การประเมินจากแบบจำลอง	เตือน	 5 ส.ค. 62 True positive	 7 ส.ค. 62 False positive
	ไม่เตือน	 27 ส.ค. 62 False negative	 7 ส.ค. 62 True negative

จากนั้นจึงทำการประเมินเพื่อพิจารณาความถูกต้องของการคาดการณ์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มของแบบจำลอง ดังนี้

3.2.1 True positive rate

True positive rate แสดงถึงประสิทธิภาพของแบบจำลองเมื่อมีการเตือนระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม โดยค่าที่ดีที่สุดคือ 1 ซึ่งหมายถึงหากแบบจำลองมีค่านี้เข้าใกล้ 1 นั่นคือแบบจำลองมีประสิทธิภาพในการคาดการณ์เมื่อแบบจำลองมีการเตือนภัยดินถล่ม สามารถแสดงดังสมการที่ (1)

$$\text{True positive rate} = TP/(TP+FN) \quad (1)$$

3.2.2 False positive rate

False positive rate แสดงถึงความผิดพลาดของแบบจำลองเมื่อไม่มีการเตือนระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม โดยค่าที่ดีที่สุดคือ 0 ซึ่งหมายถึงหากแบบจำลองมีค่านี้เข้าใกล้ 0 นั่นคือแบบจำลองมีประสิทธิภาพในการคาดการณ์เมื่อแบบจำลองไม่มีการเตือนภัยดินถล่ม สามารถแสดงดังสมการที่ (2)

$$\text{False positive rate} = FP/(FP+TN) \quad (2)$$

3.2.3 ความถูกต้อง (Accuracy)

ความถูกต้อง คือร้อยละความถูกต้องในการคาดการณ์ทุกระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม นั่นคือความถูกต้องของแบบจำลองเมื่อมีการเตือนภัยดินถล่มและไม่มีการเตือนภัยดินถล่ม โดยคำนวณจากสัดส่วนของจำนวนการทำนายถูกของของแบบจำลองต่อจำนวนการทำนายทั้งหมด สามารถแสดงดังสมการที่ (3)

$$\text{Accuracy} = (TP+TN)/N \quad (3)$$

โดยที่ $N = TP+TN+FP+FN$ คือจำนวนการทำนายทั้งหมดจากแบบจำลอง

จากนั้นการสร้าง Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve จากค่าของ True positive rate และ False positive rate และคำนวณตัวแปร AUC เพื่อประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง

4. ผลการประเมินความถูกต้อง

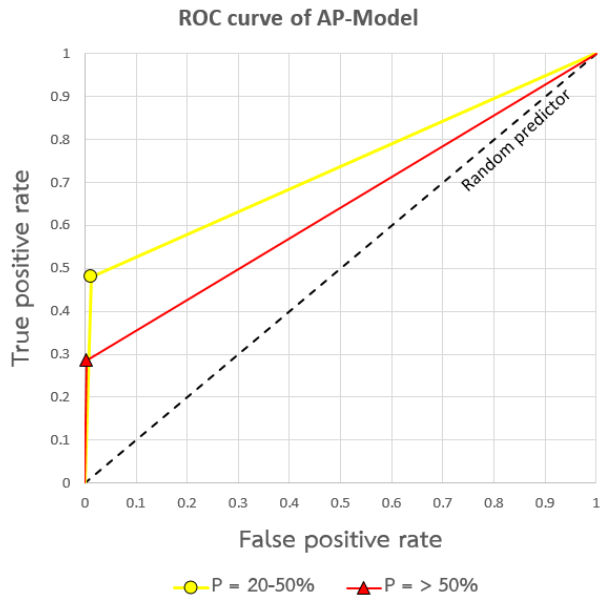
การประเมินความถูกต้องของ AP-Model ด้วยวิธี ROC สำหรับการเตือนภัยเมื่อมีโอกาสเกิดดินถล่มในระดับเตรียมพร้อมและระดับอพยพ ซึ่งมีโอกาสเกิดขึ้นอยู่ในช่วงร้อยละ 20-50 และมากกว่าร้อยละ 50 ตามลำดับ สามารถสรุปผลการประเมินความถูกต้องได้ดังนี้ การเตือนภัยพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มอยู่ในช่วงร้อยละ 20-50 มีค่าตัวชี้วัด True positive เท่ากับ 23, False positive เท่ากับ 37,012, True negative เท่ากับ 2,871,385 และ False negative เท่ากับ 25 การเตือนภัยพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มมากกว่าร้อยละ 50 มีค่าตัวชี้วัด True positive เท่ากับ 10, False positive เท่ากับ 5,419, True negative เท่ากับ 2,265,694 และ False negative

เท่ากับ 25 ซึ่งค่าของตัวชี้วัดข้างต้นนำมาประเมินความถูกต้องได้ดังตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าคู่อันดับของ True positive rate และ False positive rate อยู่เหนือเส้น Random line ทั้งจุดสีแดง(โอกาสเกิดอยู่ที่มากกว่าร้อยละ 50) และจุดสีเหลือง(โอกาสเกิดอยู่ในช่วงร้อยละ 20-50) ดังรูปที่ 8 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง AP-Model สำหรับการประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มทั้งสองระดับมีความถูกต้องที่สามารถใช้งานได้

ตารางที่ 4 สรุปผลการประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง

	Landslide Probability	
	20% - 50%	> 50%
True Positive rate	0.479	0.286
False positive rate	0.0127	0.0022
Area under curve (AUC)	0.736	0.639
Accuracy (%)	98.72	99.78

รูปที่ 8 ROC Curve ของการวิเคราะห์ความถูกต้องสำหรับโอกาสเกิดดินถล่มในช่วง 20-50% และมากกว่า 50%



จากการประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง พบว่า มีความถูกต้อง (Accuracy) สำหรับการเตือนภัยดินถล่มระดับเตรียมพร้อมและอพยพอยู่ที่ร้อยละ 98.72 , 99.78 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าความถูกต้องสูงมาก

แต่เมื่อพิจารณา ROC curve ถึงตำแหน่งจุดของคู่อันดับ True positive rate และ False positive rate สำหรับการเตือนทั้งสองระดับแล้ว จะเห็นได้ชัดว่าทั้งสองจุดมีแนวโน้มเหมือนกัน นั่นคือจุดอยู่ใกล้ 0 ที่แกน X ในขณะที่ แกน Y ไม่เข้าใกล้ 1 นั่นคือแบบจำลอง AP-Model มีค่าตัวชี้วัด True positive rate น้อยเกินไปซึ่งเกิดจากความผิดพลาดชนิดที่ 2 คือ เกิดเหตุการณ์ดินถล่มจริงบนพื้นที่ที่แบบจำลองไม่มีการเตือนภัยดินถล่ม แบบจำลอง AP-Model มีความถูกต้องสูงมากในการระบุพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มต่ำกว่าร้อยละ20 (พื้นที่สีเขียว) แต่มีความถูกต้องค่อนข้างน้อยเมื่อต้องระบุพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่ม โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีการเตือนในระดับอพยพ(พื้นที่สีแดง) ด้วยเหตุนี้ทำให้แบบจำลองมีความถูกต้อง (Accuracy) สูงมาก จึงต้องใช้ตัวชี้วัดอื่นควบคู่ในการบ่งบอกประสิทธิภาพของแบบจำลองในทางการเตือนภัยดินถล่ม เนื่องจากส่วนต่างของจำนวนพื้นที่ที่ไม่มีโอกาสเกิดดินถล่มและจำนวนพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มสูง ทำให้การคำนวณความถูกต้องนั้นแปรผันตามกับพื้นที่ที่ไม่มีโอกาสเกิดดินถล่มมากกว่าพื้นที่ที่เกิดดินถล่ม การศึกษานี้จึงใช้ค่า AUC ในการประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง จาก ROC Curve ของ AP-Model ได้ดังนี้ AUC ของการเตือนภัยดินถล่มเมื่อมีโอกาสเกิดในช่วงร้อยละ 20-50 ในระดับเตรียมพร้อมได้เท่ากับ 0.736 สำหรับการเตือนภัยดินถล่มเมื่อมีโอกาสเกิดที่มากกว่าร้อยละ 50 ในระดับอพยพได้เท่ากับ 0.639 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความถูกต้องอยู่ในระดับ ดี และมีความถูกต้อง ปานกลาง ตามลำดับ

จากความผิดพลาดในการระบุพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง AP-Model ซึ่งทำให้ตัวชี้วัด True positive rate และตัวแปร AUC ที่มีค่าน้อยและส่งผลต่อความถูกต้องของคาดการณ์ระดับพื้นที่อ่อนไหวลดลงอาจจะมีผลจากข้อจำกัดของการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในการคาดการณ์พื้นที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม

5. บทสรุป

การประเมินความถูกต้องของการคาดการณ์พื้นที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มของแบบจำลอง AP-Model โดยการเปรียบเทียบผลจากคาดการณ์ของแบบจำลองและข้อมูลการเกิดเหตุการณ์ดินถล่มในช่วงเวลาเดียวกัน โดยการประเมินได้พิจารณาตัวชี้วัด True positive rate ร่วมกับ False positive rate โดยใช้วิธี ROC เพื่อคำนวณตัวแปร AUC และผลการประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง สามารถสรุปได้ดังนี้ เมื่อแบบจำลองคาดการณ์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มอยู่ในช่วงร้อยละ 20-50 ตัวแปร AUC เท่ากับ 0.736 หมายถึงมีความถูกต้องในระดับ ดี เมื่อแบบจำลองคาดการณ์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดดินถล่มอยู่ที่มากกว่าร้อยละ 50 ตัวแปร AUC เท่ากับ 0.639 มีความถูกต้องอยู่ในระดับ ปานกลาง

แบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ (Antecedent Precipitation Model, AP-Model) มีประสิทธิภาพในการเตือนภัยดินถล่มในระดับเตรียมพร้อมรับมือ (พื้นที่สีเหลือง) ได้ดีมาก แต่สำหรับการเตือนภัยระดับอพยพ (พื้นที่สีแดง) ควรปรับปรุงแบบจำลองให้มีผิดพลาดชนิดที่ 2 น้อยลง ซึ่งความผิดพลาดของแบบจำลอง AP-Model อาจจะเกิดขึ้นข้อจากจำกัดของการใช้ข้อมูลปริมาณคาดการณ์ล่วงหน้าที่มีความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 69 แทนการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจริงในการคำนวณปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วันก่อนหน้า ดังนั้นจึงควรพิจารณาศึกษาการใช้ปริมาณข้อมูลน้ำฝนตรวจวัดสำหรับใช้คำนวณในส่วนของปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วันก่อนหน้าในแบบจำลอง AP-Model ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นเพื่อให้การเตือนภัยดินถล่มมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ฝ่ายสารสนเทศทรัพยากรน้ำ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ที่อนุเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนคาดการณ์จากแบบจำลอง WRF ในการคาดการณ์พื้นที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มเพื่อการเตือนภัยดินถล่มแก่ประชาชน

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ และคณะ (2562). ฐานข้อมูลดินถล่ม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2] กรมอุตุนิยมวิทยา (2563). ปริมาณฝน [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.tmd.go.th/info/info.php? FileID =55 (18 กุมภาพันธ์ 2563)

[3] ธีรไนย์ นุ้ยมาก, วรวัชร์ ตอวิวัฒน์ และ สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ (2560). ความถูกต้องของการเตือนภัยดินถล่มด้วยแบบจำลองปริมาณน้ำฝนสะสมวิกฤติ (AP-Model). วารสารวิชาการ GERD JOURNAL GEOTECHNICAL ENGINEERING, ปีที่ 4, ฉบับที่ 4, หน้า 37-44.

[4] ธีรไนย์ นุ้ยมาก (2561). เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนวิกฤติสำหรับเตือนภัยดินถล่มในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[5] อภิมุข มุขตารี, ทิชา โลลุพิมาน, วาทิน ธนาธารพร, สถิตย์จันทร์ทิพย์ และ ปิยมาลย์ ศรีสมพร (2562). การประยุกต์ใช้ข้อมูลฝนจากดาวเทียม PERSIANN-CCS ในการคาดการณ์น้ำท่วมฉับพลันพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24, อุดรธานี, 10-12 กรกฎาคม 2562.

[6] ทิพย์วรรณ ทอดแสน, ไอศวรรย์ ชั้นกาญจน์, ศุจิรา กิตติราษฎร์, กนกศรี ศรินนภาภร และ สุรเจตน์ บุญญาอรุณเนตร (2557). การวิเคราะห์ความแม่นยำในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนระยะสั้นสำหรับประเทศไทยจากแบบจำลองสภาพอากาศ WRF. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, ขอนแก่น, 14-16 พฤษภาคม 2557.

[7] A Survey of Online Failure Prediction Methods - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Sample-ROC-plots-A-perfect-failure-predictor-shows-a-true-positive-rate-of-one-and-a_fig4_220565792 [accessed 11 Mar, 2020]

[8] Rocío N. Ramos-Bernal, René Vázquez-Jiménez, Sulpicio Sánchez Tizapa and Roberto Arroyo Matus (October 24th 2019). Characterization of Susceptible Landslide Zones by an Accumulated Index [Online First], IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.89828. Available from: https://www.intechopen.com/online-first/characterization-of-susceptible-landslide-zones-by-an-accumulated-index