



กทปส

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการขอรับการส่งเสริมและสนับสนุนจากเงินกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง
กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ
Smart Flood Monitoring Platform

นาย พันศักดิ์ เทียนวิบูลย์ และคณะ

สิงหาคม 2566

กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ
(สำนักงาน กสทช.)

รายงานฉบับสมบูรณ์

ทุนส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา
สัญญารับทุนเลขที่ A64-1-(2)-003

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ
Smart Flood Monitoring Platform

คณะนักวิจัย

- | | |
|--|------------------------|
| 1. ผศ.ดร.พันศักดิ์ เทียนวิบูลย์ | นักวิจัยหัวหน้าโครงการ |
| 2. ศ.เกียรติคุณ ดร.ธรรมศักดิ์ พงศ์พิชญามาตย์ | ที่ปรึกษาโครงการ |
| 3. ผศ.ดร.ปิยะ กิตติภาดากุล | ผู้ร่วมวิจัย |
| 4. ผศ.ดร.ปาริชาติ พรหมโชติ | ผู้ร่วมวิจัย |
| 5. รศ.ดร.วิชฌุ อรรถวานิช | ผู้ร่วมวิจัย |
| 6. นายอุดมศักดิ์ เหลืองขวัญ | ผู้ร่วมวิจัย |
| 7. นายวสันชัย วงศ์สันติวนิช | ผู้ร่วมวิจัย |

ได้รับทุนอุดหนุนจาก
กองทุนวิจัยและพัฒนาโครงการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ
(สำนักงาน กสทช.)

สิงหาคม 2566

บทสรุปผู้บริหาร

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

สิงหาคม 2566

น้ำท่วมเป็นภัยพิบัติที่นำความสูญเสียมหาศาลทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ปัญหาน้ำท่วมเป็นสิ่งที่ยากที่จะป้องกันในทางปฏิบัติได้ทั้งหมด ดังนั้นการที่ประชาชนมีเครื่องมือที่สามารถใช้ติดตามสถานการณ์น้ำท่วมจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อหาทางออกในภัยพิบัตินี้ คณะผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญที่จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่สามารถช่วยให้ประชาชนได้รับรู้สถานการณ์และนำข้อมูลนั้นมาช่วยในการตัดสินใจ จึงได้ออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบเพื่อใช้ในการติดตามสถานการณ์การเกิดน้ำท่วมแบบครบวงจร ตั้งแต่ก่อนเกิดน้ำท่วม ระหว่างเกิดน้ำท่วม และหลังเกิดน้ำท่วม ในพื้นที่ต้นแบบ 2 พื้นที่บริเวณลุ่มน้ำตรัง ได้แก่ เทศบาลเมืองทุ่งสง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และ เทศบาลนครตรัง อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง

คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) กรมฝนหลวงและการบินเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมที่ดิน ศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป หน่วยงานให้บริการสภาพอากาศแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ฯลฯ โดยการพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการจัดเตรียมข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ได้แก่

- การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ระดับอำเภอ ได้แก่ อำเภอทุ่งสง และ อำเภอเมืองตรัง ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นแบบ และ อำเภอเมืองชุมพร ซึ่งเป็นพื้นที่ทดสอบขยายผล
- การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองเพื่อประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในพื้นที่ เทศบาลเมืองทุ่งสง และ เทศบาลนครตรัง ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นแบบ และ เทศบาลเมืองชุมพร ซึ่งเป็นพื้นที่ทดสอบขยายผล
- การออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ที่สามารถแสดงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์น้ำท่วมในรูปแบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information) ที่เข้าใจได้ง่ายและง่ายต่อการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้อินโฟกราฟิกเหล่านี้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับเหตุการณ์น้ำท่วมได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการใช้ข้อมูลในเว็บไซต์นี้ร่วมกับองค์ความรู้ที่มีอยู่ในพื้นที่และภูมิปัญญาชาวบ้าน

- การออกแบบและพัฒนาระบบ Crowdsourcing เพื่อใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วมแบบ Real-Time ทั้งการแจ้งเหตุ การขอความช่วยเหลือ และการให้ความช่วยเหลือ และเพื่อตอบสนองความต้องการของเจ้าหน้าที่เทศบาลนครตรัง การส่งคำร้องในระบบ Crowdsourcing ของแพลตฟอร์มนี้ ยังสามารถใช้กับเหตุการณ์ไฟไหม้ ดินถล่ม/หลุมยุบ และแผ่นดินไหว โดยผู้ใช้สื่อสารผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ LINE Official Account (LINE OA)

นอกจากนี้ โครงการยังได้จัดทำคู่มือการใช้งานแพลตฟอร์มในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์และคลิปวิดีโอที่เผยแพร่ในสื่อออนไลน์ เพื่อนำเสนอโครงการ แนะนำการใช้งานแพลตฟอร์ม และเผยแพร่ความรู้ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจให้แก่ผู้ใช้โดยเฉพาะประชาชนทั่วไป ซึ่งเน้นเนื้อหาที่ประชาชนทั่วไปเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน โดยมีทั้งหมด 10 ตอน

ในระหว่างการดำเนินโครงการ คณะผู้วิจัยได้มีการติดต่อประสานงานกับผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานเทศบาลทั้งสองเพื่อจัดกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับประชาชนและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบ โดยมีการจัดอบรมและสาธิตแพลตฟอร์มผ่านการประชุมระหว่างคณะผู้วิจัยกับเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยในครั้งที่ 1 ได้มีการแนะนำแพลตฟอร์ม รวบรวมความต้องการ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับประชาชนในพื้นที่ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบแพลตฟอร์ม ในครั้งที่ 2 ได้มีการนำเสนอความคิดเห็นในการพัฒนาแพลตฟอร์ม แนะนำการใช้งานแพลตฟอร์มในเบื้องต้น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับประชาชนในพื้นที่ และสุดท้ายในครั้งที่ 3 ได้มีการนำเสนอและสาธิตแพลตฟอร์ม การอบรมการใช้แพลตฟอร์ม และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับประชาชนในพื้นที่ โดยการประชุมทุกครั้งนั้นได้รับการตอบรับและความร่วมมือที่ดีจากเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่

นอกจากนี้ เพื่อให้มั่นใจว่าประชาชนและเจ้าหน้าที่จะสามารถได้ประโยชน์จากโครงการนี้ หลังสิ้นสุดโครงการ คณะผู้วิจัยได้ร่วมกับเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่ทำการทดสอบและประเมินความพึงพอใจการใช้งานแพลตฟอร์ม สำหรับประชาชนทั่วไปการทดสอบจะเน้นไปที่การใช้งานผ่าน LINE OA โดยเฉพาะในส่วนของการใช้งานระบบ Crowdsourcing เพื่อแจ้งเหตุ ขอความช่วยเหลือ และให้ความช่วยเหลือ ในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีประชาชนร่วมทดสอบทั้งสองพื้นที่รวมทั้งสิ้น 119 คน ในส่วนของเจ้าหน้าที่ได้มีเจ้าหน้าที่รวมทั้งสิ้น 14 คน มาร่วมทดสอบแพลตฟอร์ม 2 ครั้ง และได้รับการประเมินความพึงพอใจจากประชาชนและเจ้าหน้าที่รวมทั้งสิ้น 85 คน ซึ่งคณะผู้วิจัยก็ได้นำผลการทดสอบเหล่านี้มาปรับปรุงระบบให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยเจ้าหน้าที่ที่ร่วมทดสอบจะเป็นผู้จัดการระบบ (Administrator) ในเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเมื่อนำแพลตฟอร์มมาใช้งานจริง ซึ่งคณะผู้วิจัยจะประสานงานและสนับสนุนการใช้งานแพลตฟอร์มของทางเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่เพื่อให้สามารถนำแพลตฟอร์มนี้ไปใช้ประโยชน์ได้จริงและเพื่อก่อประโยชน์กับประชาชนในลุ่มน้ำตรังในที่สุด

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

ผศ.ดร.พันศักดิ์ เทียนวิบูลย์

สิงหาคม 2566

บทคัดย่อ

โครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะได้ออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบเพื่อใช้ในการติดตามสถานการณ์การเกิดน้ำท่วมแบบครบวงจร ตั้งแต่ก่อนเกิดน้ำท่วม ระหว่างเกิดน้ำท่วม และหลังเกิดน้ำท่วม ในพื้นที่ต้นแบบ 2 พื้นที่บริเวณลุ่มน้ำตรัง ได้แก่ 1) เทศบาลเมืองทุ่งสง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และ 2) เทศบาลนครตรัง อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง โดยประยุกต์ใช้ข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) กรมฝนหลวงและการบินเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมที่ดิน ศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป หน่วยงานให้บริการสภาพอากาศแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ฯลฯ การดำเนินงานของโครงการประกอบด้วย การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมและประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์ในพื้นที่ต้นแบบและพื้นที่ทดสอบขยายผล 1 พื้นที่ การออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ที่สามารถแสดงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์น้ำท่วมในรูปแบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information) ที่เข้าใจได้ง่ายและง่ายต่อการใช้งาน การออกแบบและพัฒนาระบบ Crowdsourcing เพื่อใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วมแบบ Real-Time ในการแจ้งเหตุ การขอความช่วยเหลือ และการให้ความช่วยเหลือ เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะมีคู่มือการใช้งานแพลตฟอร์มในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์และคลิปวิดีโอที่เผยแพร่ในสื่อออนไลน์ นอกจากนี้ เพื่อให้มั่นใจว่าประชาชนและเจ้าหน้าที่จะสามารถได้ประโยชน์จากโครงการนี้หลังสิ้นสุดโครงการ คณะผู้วิจัยร่วมกับเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่ได้ทดสอบและประเมินความพึงพอใจการใช้งานแพลตฟอร์ม สำหรับประชาชนทั่วไปการทดสอบจะเน้นไปที่การใช้งานผ่าน LINE OA โดยเฉพาะในส่วนของการใช้งานระบบ Crowdsourcing เพื่อแจ้งเหตุ ขอความช่วยเหลือ และให้ความช่วยเหลือ ในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีประชาชนร่วมทดสอบทั้งสองพื้นที่รวมทั้งสิ้น 119 คน ในส่วนของเจ้าหน้าที่ได้มีเจ้าหน้าที่รวมทั้งสิ้น 14 คน มาร่วมทดสอบแพลตฟอร์ม 2 ครั้ง และได้รับการประเมินความพึงพอใจจากประชาชนและเจ้าหน้าที่รวมทั้งสิ้น 85 คน หลังเสร็จสิ้นโครงการ คณะผู้วิจัยมีแผนที่จะการประสานงานและสนับสนุนการใช้งานแพลตฟอร์มของทางเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่เพื่อให้สามารถนำแพลตฟอร์มนี้ไปใช้ประโยชน์ได้จริงและเพื่อปกป้องประโยชน์กับประชาชนในลุ่มน้ำตรังในที่สุด

Smart Flood Monitoring Platform
Asst. Prof. Phunsak Thienviboon, Ph.D.

August 2023

Abstract

The Smart Flood Monitoring Platform Project has been conducted to design and develop a prototype digital platform for comprehensive flood monitoring: before, during, and after flooding events. This platform focused on 2 areas in the Trang River basin: 1) Thung Song Municipality, Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Province and 2) Trang City Municipality, Mueang Trang District, Trang Province. The platform used data from domestical and international agencies, such as Thai Meteorological Department, Hydro-Informatics Institute, Department of Royal Rainmaking and Agricultural Aviation, Land Development Department, Department of Lands, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, and U.S. National Weather Service. The workflow of this project includes designing and developing of 1) flood prediction models and economic damage assessment models in target and testing areas, 2) a user-friendly website to present various information using Geographic Information presentation, and 3) crowdsourcing system for real-time flood monitoring for incident reporting, help request, and help providing. The developed tool came with the platform's instruction manual in electronic version and online video clips. In addition, the researchers together with officials and local residents had tested and assessed the satisfaction of using the platform to ensure the public and staff will be able to benefit from this project. For the general public, the test will focus on the LINE OA, especially in terms of using crowdsourcing system to report incidents, ask for helps, and provide assistances in various ways. There were 119 people participated and tested platform. From the officers' side, there were 14 officials participated in 2 platform tests. There were 85 people submitted platform evaluation for assessing satisfaction. After the completion of the project, the research team also plans to coordinate and support the use of the platform by officials and people in the area to ensure the platform can be applied and eventually be useful for people in the Trang River Basin.

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อ	ค
Abstract.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ฐ
บทที่ 1	1
1.1 หลักการและเหตุผลความจำเป็น.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตและกิจกรรมของโครงการ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2	7
2.1 การเก็บและจัดเตรียมข้อมูลที่สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต	7
2.2 การเก็บและจัดเตรียมข้อมูลภาคสนามและจากภาคประชาชน.....	25
บทที่ 3	36
3.1 แนวความคิด.....	36
3.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37
3.3 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการออกแบบและสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม : ระยะที่ 1 (งวดที่ 2).....	41
3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล	41
3.3.2 การจัดเตรียมข้อมูล	51
3.3.3 ข้อจำกัดของข้อมูลแต่ละฐานข้อมูล	54
3.4 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการออกแบบและสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม : ระยะที่ 2 (งวดที่ 3).....	58
3.4.1 ปรับปรุงข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต	59
3.4.2 ข้อมูลระดับน้ำ.....	60
3.5 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการออกแบบและสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม : ระยะที่ 3 (งวดที่ 4).....	62
3.5.1 ปรับปรุงข้อมูลน้ำท่วมในอดีต	62

3.5.2	เพิ่มชุดข้อมูลขาเข้าสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม.....	63
3.6	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล : ระยะเวลาที่ 1 (งวดที่ 2)...	64
3.6.1	แบบจำลองที่ 1	65
3.6.2	แบบจำลองที่ 2	66
3.6.3	การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม	67
3.6.4	ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ 1	67
3.6.5	ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ 2.....	69
3.6.6	วิธีการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม	72
3.7	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล : ระยะเวลาที่ 2 (งวดที่ 3)...	85
3.7.1	แบบจำลองระดับน้ำ CNN.....	86
3.7.2	การเตรียมข้อมูล.....	87
3.7.3	การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลองระดับน้ำ CNN	88
3.7.4	การฝึกสอนแบบจำลองระดับน้ำ CNN (Training).....	89
3.7.5	การนำแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ถูกพัฒนาในระยะเวลาที่ 1 มาใช้ร่วมกับแบบจำลองระดับน้ำ CNN.....	90
3.7.6	การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม	91
3.7.7	การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองระดับน้ำ CNN โดยใช้วิธี K-Fold Cross Validation	92
3.7.8	วิธีการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม	95
3.8	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล : ระยะเวลาที่ 3 (งวดที่ 4) .	101
3.8.1	แบบจำลองที่ 3 โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network).....	101
3.8.2	ปรับปรุงวิธีการประเมินแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม.....	104
3.8.3	การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม	108
3.8.4	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองพยากรณ์ที่มีความเชื่อมั่นแตกต่างกัน	123

3.9 แนวทางการประมวลข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าสำหรับประเทศไทย : ผลการวิเคราะห์เบื้องต้น	126
3.10 สรุปผลการวิจัย	129
บทที่ 4	134
4.1 ทฤษฎี และแนวความคิด	134
4.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	136
4.3 วิธีการ/ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา	141
4.4 ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล	147
4.4.1 การแปลงราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างเป็นราคาตลาด.....	147
4.4.2 การแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลต้นแบบ	155
4.4.3 ประมาณการมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมจำแนกตามความสูงของระดับน้ำทะเล.....	161
4.5 สรุปผลการวิจัย.....	166
4.6 ข้อเสนอแนะ	167
บทที่ 5	168
5.1 การออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วม.....	168
5.2 การออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มในส่วนสถาปัตยกรรมระบบ	173
5.3 การออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มในส่วน User Experience (UX) และ User Interface (UI) เพื่อใช้ในการสื่อสารผ่านทางเว็บไซต์	177
5.4 การสร้างช่องทางเพื่อใช้ในการสื่อสารผ่านทางแอปพลิเคชัน LINE OA	201
5.5 การออกแบบและพัฒนาระบบติดตามการเกิดน้ำท่วม.....	207
5.6 การออกแบบและพัฒนาระบบประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม	212
5.7 การเชื่อมต่อและทดสอบระบบต่าง ๆ ในแพลตฟอร์ม	221
5.8 การทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์ม	224
5.9 คู่มือการใช้งานแพลตฟอร์ม	224
5.10 สรุปผลการสร้างแพลตฟอร์ม	225
บทที่ 6	226
6.1 สรุปผลการติดต่อเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่ต้นแบบ	226
6.2 สรุปผลการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์ม.....	228
6.2.1 สรุปผลการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 1 (การประชุมครั้งที่ 1).....	229

6.2.2 สรุปผลการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 2 (การประชุมครั้งที่ 2)	230
6.2.3 สรุปผลการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 2 (การประชุมครั้งที่ 3)	231
6.3 สรุปผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้.....	231
บทที่ 7	235
7.1 ผลการดำเนินโครงการในภาพรวม	235
7.2 ผลผลิตที่สำคัญที่ได้จากการดำเนินโครงการ	239
7.3 ข้อเสนอแนะ	242
บรรณานุกรม.....	244
ภาคผนวก ก.....	247
ภาคผนวก ข.....	257
ภาคผนวก ค.....	263
ภาคผนวก ง	282
ภาคผนวก จ ประวัตินักวิจัย.....	306

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลโดยสรุปของงานวิจัยที่ได้สืบค้น	39
ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนวันที่เกิดน้ำท่วมและจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมในแต่ละอำเภอในระย ะที่ 1.....	41
ตารางที่ 3.3 แสดงจำนวนวันที่เกิดน้ำท่วมและจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมในแต่ละอำเภอในระย ะที่ 2.....	59
ตารางที่ 3.4 แสดงจำนวนวันที่เกิดน้ำท่วมและจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมในแต่ละอำเภอในระย ะที่ 3.....	62
ตารางที่ 3.5 ค่าพารามิเตอร์ w_i และ T_i ของตำแหน่งทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณปริมาณฝน	68
ตารางที่ 3.6 ระดับ (Threshold) สำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมของแบบจำลองที่ 1	69
ตารางที่ 3.7 ค่าพารามิเตอร์ β_i และ w_i ของพื้นที่ทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณปริมาณฝนสะสม ...	71
ตารางที่ 3.8 ระดับ (Threshold) สำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมของแบบจำลองที่ 2	71
ตารางที่ 3.9 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564.....	78
ตารางที่ 3.10 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 2 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564.....	80
ตารางที่ 3.11 จำนวนตำบลในอำเภอเมืองตรัง ที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำท่วม	81
ตารางที่ 3.12 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 เมื่อพยากรณ์เฉพาะ เหตุการณ์ที่อำเภอเมืองตรังที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล กรณีที่ 1	81
ตารางที่ 3.13 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 2 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 เมื่อพยากรณ์เฉพาะ เหตุการณ์ที่อำเภอเมืองตรังที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบจำนวนมากกว่า 1 ตำบล กรณีที่ 1 ...	82
ตารางที่ 3.14 ระดับ (Threshold) ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ที่อำเภอเมืองตรัง เฉพาะเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล (3 เหตุการณ์) ของแบบจำลองที่ 1	82
ตารางที่ 3.15 ค่าพารามิเตอร์ β_i และ w_i ของพื้นที่ทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณปริมาณฝนสะสมที่ เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรังเฉพาะเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล (3 เหตุการณ์) ของแบบจำลองที่ 2	83
ตารางที่ 3.16 ระดับ (Threshold) ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ที่อำเภอเมืองตรัง เฉพาะเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล (3 เหตุการณ์) ของแบบจำลองที่ 2	83
ตารางที่ 3.17 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 เมื่อพยากรณ์เฉพาะ เหตุการณ์ที่อำเภอเมืองตรังที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล กรณีที่ 2	84

ตารางที่ 3.18 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 2 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 เมื่อพยากรณ์เฉพาะเหตุการณ์ที่อำเภอเมืองตรังที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล กรณีที่ 2	84
ตารางที่ 3.19 ช่วงปีของชุดข้อมูลที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม	92
ตารางที่ 3.20 พารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ได้ทำการปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่มากขึ้น	94
ตารางที่ 3.21 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองต่างๆ สำหรับพื้นที่ต้นแบบ โดยพิจารณาการพยากรณ์เหตุการณ์น้ำท่วมได้ถูกต้องจากการซ้อนทับกัน ระหว่างเหตุการณ์พยากรณ์และเหตุการณ์จริงเท่านั้น	97
ตารางที่ 3.22 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองต่างๆ สำหรับพื้นที่พยากรณ์ โดยพิจารณาการพยากรณ์เหตุการณ์น้ำท่วมได้ถูกต้องจากการซ้อนทับกัน ระหว่างเหตุการณ์พยากรณ์และเหตุการณ์จริง + จุดเริ่มต้นของเหตุการณ์พยากรณ์ต้องแสดงถึงความสามารถในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมล่วงหน้าได้อย่างน้อย 1 วัน (สมมติว่าพยากรณ์ฝน 5 วันล่วงหน้า และกำหนดให้พยากรณ์ด้วยระดับน้ำ 5 วันล่วงหน้า [D=5])	99
ตารางที่ 3.23 รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2	110
ตารางที่ 3.24 รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 3 ในระยะที่ 3	110
ตารางที่ 3.25 ระยะเวลาสำหรับการเกิดน้ำท่วม (L) และระดับ (Threshold) ของแบบจำลองที่ 1111	
ตารางที่ 3.26 ระยะเวลาสำหรับการเกิดน้ำท่วม (L) และระดับ (Threshold) ของแบบจำลองที่ 2112	
ตารางที่ 3.27 ระยะเวลาสำหรับการเกิดน้ำท่วม (L) และระดับ (Threshold) ของแบบจำลองที่ 3113	
ตารางที่ 3.28 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองระดับน้ำ CNN เฉพาะเหตุการณ์ที่ซ้อนทับกันเท่านั้น	114
ตารางที่ 3.29 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองระดับน้ำ CNN สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน	114
ตารางที่ 3.30 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 1 เฉพาะเหตุการณ์ที่ซ้อนทับกันเท่านั้น	115
ตารางที่ 3.31 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 1 สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน	115
ตารางที่ 3.32 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 2 เฉพาะเหตุการณ์ที่ซ้อนทับกันเท่านั้น	117
ตารางที่ 3.33 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 2 สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน	117
ตารางที่ 3.34 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 3 พื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองตรัง	119
ตารางที่ 3.35 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 3 พื้นที่พยากรณ์ อ.ทุ่งสง	121
ตารางที่ 3.36 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 3 พื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองชุมพร	122
ตารางที่ 3.37 ผลประสิทธิภาพโดยรวมแบบจำลองที่ 3 พื้นที่พยากรณ์ โดยใช้ข้อมูล Archive ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ สำหรับพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน	132
ตารางที่ 4.1 อัตราความเสียหายของอาคารตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วม	137
ตารางที่ 4.2 อัตราความเสียหายเฉลี่ยตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมในทวีปเอเชีย	139

ตารางที่ 4.3 อัตราความเสียหายของสิ่งปลูกสร้างตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้.....	144
ตารางที่ 4.4 อัตราความเสียหายเฉลี่ยตามความลึก.....	145
ตารางที่ 4.5 สิ่งปลูกสร้างจำแนกตามภาคเศรษฐกิจ.....	146
ตารางที่ 4.6 ราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างตามพระราชบัญญัติการประเมินราคาทรัพย์สินเพื่อประโยชน์ของรัฐ พ.ศ. 2562 รอบบัญชี (พ.ศ. 2566-2569).....	148
ตารางที่ 4.7 ราคาตลาดของบ้านเดี่ยวประเภทตึกในเขตเทศบาลของจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง และชุมพร จากแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2564.....	151
ตารางที่ 4.8 ความแตกต่างระหว่างราคาประเมินและราคาตลาดของสิ่งปลูกสร้างในเขตเทศบาลของจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง และชุมพร.....	151
ตารางที่ 4.9 ราคาตลาดที่ประมาณขึ้นของสิ่งปลูกสร้างของเทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลนครตรัง และเทศบาลเมืองชุมพร.....	152
ตารางที่ 4.10 สถิติเชิงพรรณนาของตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช.....	156
ตารางที่ 4.11 สถิติเชิงพรรณนาของตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง.....	158
ตารางที่ 4.12 สถิติเชิงพรรณนาของตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร.....	160
ตารางที่ 4.13 มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมที่ประมาณได้จำแนกตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมและความสูงจากระดับน้ำทะเลในเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช.....	163
ตารางที่ 4.14 มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมที่ประมาณได้จำแนกตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมและความสูงจากระดับน้ำทะเลในเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง.....	164
ตารางที่ 4.15 มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมที่ประมาณได้จำแนกตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมและความสูงจากระดับน้ำทะเลในเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร.....	165
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงข้อมูลและรูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูลสำหรับการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วม (smartflood-db).....	172
ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงสิทธิการใช้งานของผู้ใช้ประเภทต่าง ๆ.....	179
ตารางที่ 5.3 เกณฑ์มาตรฐานโดยทั่วไปของค่าความรุนแรงที่ได้จากการสะท้อนของเป้าของการตรวจอากาศด้วย Doppler Radar.....	184
ตารางที่ 5.4 ตารางสำหรับการคำนวณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมในพื้นที่.....	213
ตารางที่ 5.5 ตารางผลลัพธ์ค่าประมาณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมในพื้นที่.....	216
ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงผลการเชื่อมต่อและทดสอบระบบต่าง ๆ ในแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ.....	221

ตารางที่ 6.1 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ.....	234
ตารางที่ 7.1 ผลการดำเนินโครงการในภาพรวมของรายกิจกรรมที่สำคัญ.....	235
ตารางที่ 7.2 ผลผลิตที่สำคัญที่ได้จากการดำเนินโครงการ.....	239
ตารางที่ ข.1 ข้อมูลจำเป็นสำหรับการเพิ่มบัญชีผู้ใช้ใหม่.....	262
ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงผลการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะระยะที่ 2.	264

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 แนวคิดการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบ	3
รูปที่ 1.2 แนวทางการนำแพลตฟอร์มต้นแบบไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น ๆ	6
รูปที่ 2.1 บันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมจากอิทธิพลของพายุโซนร้อน "ปาบึก" (PABUK)	8
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนที่แสดงข้อมูลอัตราการตกของฝน (mm/hr).....	9
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างข้อมูลอัตราการตกของฝน (mm/hr) และปริมาณน้ำฝนสะสม (mm) รายชั่วโมง ระหว่างวันที่ 2 มกราคม 2562 ถึงวันที่ 6 มกราคม 2562.....	9
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียม band VV จากดาวเทียม Sentinel-1 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และบริเวณใกล้เคียง ในวันที่ 5 มกราคม 2562 (วันที่เกิดน้ำท่วม).....	10
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียม band VV จากดาวเทียม Sentinel-1 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และบริเวณใกล้เคียง ในวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562 (วันที่ไม่เกิดน้ำท่วม).....	10
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างภาพแสดงพื้นที่น้ำท่วม (สีแดงในภาพ) ที่เกิดจากการประมวลภาพถ่ายดาวเทียม band VV จากดาวเทียม Sentinel-1 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราชและบริเวณใกล้เคียง ในวันที่ 5 มกราคม 2562 (วันที่เกิดน้ำท่วม) และวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562 (วันที่ไม่เกิดน้ำท่วม).....	11
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างข้อมูลวันที่ 31 มีนาคม 2565 เวลา 01:00 (UTC)	11
รูปที่ 2.8 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มแม่น้ำตรัง (เป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก [2]).....	26
รูปที่ 2.9 ทิศทางมรสุมในประเทศไทย.....	27
รูปที่ 2.10 ขอบเขตพื้นที่การสำรวจภาคพื้นด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR บริเวณอำเภอ เมืองและอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง	28
รูปที่ 2.11 แผนที่โดยรวมของเส้นทางการเก็บข้อมูลด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR.....	30
รูปที่ 2.12 ภาพตัวอย่างระดับความสูงของภูมิประเทศในอำเภอเมืองตรังที่สำรวจด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR	30
รูปที่ 2.13 ตัวอย่างข้อมูลแบบบัญชีรายการที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง เทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง.....	31
รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการรวมข้อมูลรายการสิ่งปลูกสร้างและข้อมูลขอบเขตที่ดิน (*.shp) ในอ.ทุ่งสง โดยแสดงผลในรูปแบบข้อมูลขอบเขตที่ดิน (*.shp) ที่มีรายละเอียดข้อมูลรายการสิ่งปลูกสร้างใน หัวข้อ b_type และ b_feature ใน Attribute Table	32
รูปที่ 2.15 ข้อมูลความสูงภูมิประเทศที่ได้จากการสำรวจด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR ใน บริเวณอำเภอเมืองตรัง	33
รูปที่ 2.16 ข้อมูลความสูงภูมิประเทศที่ได้จากการสำรวจด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR ใน บริเวณ อ.เมือง จ.ตรัง พร้อมคำอธิบายสัญลักษณ์ (Legend)	34

รูปที่ 3.1 จำนวนวันและจำนวนอำเภอที่เกิดน้ำท่วม ในช่วงเวลาต่างๆ ปี 2562.....	42
รูปที่ 3.2 จำนวนวันและจำนวนอำเภอที่เกิดน้ำท่วม ในช่วงเวลาต่างๆ ปี 2563.....	43
รูปที่ 3.3 จำนวนวันและจำนวนอำเภอที่เกิดน้ำท่วม ในช่วงเวลาต่างๆ ปี 2564.....	43
รูปที่ 3.4 ขอบเขตของตำแหน่งของการเก็บข้อมูลปริมาณฝนรายชั่วโมง (เส้นสีแดง) จากฐานข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land ในระยะที่ 1 ตั้งแต่วันที่ 1 เดือนมกราคม ปี 2562 ถึง วันที่ 31 เดือน ธันวาคม ปี 2564	44
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูล ERA5.....	45
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูล ERA5-Land	46
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูล GSMaP	47
รูปที่ 3.8 ตำแหน่งของสถานีต่างๆ ของข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง จากกรมอุตุนิยมวิทยา.....	48
รูปที่ 3.9 ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีนครศรีธรรมราช.....	48
รูปที่ 3.10 ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีขอนแก่น.....	49
รูปที่ 3.11 ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีนครศรีธรรมราช สกษ.....	49
รูปที่ 3.12 ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีฉวาง	50
รูปที่ 3.13 ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีตรัง.....	50
รูปที่ 3.14 กระบวนการจัดเตรียมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ.....	52
รูปที่ 3.15 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วม.....	52
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วม.....	53
รูปที่ 3.17 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วม.....	53
รูปที่ 3.18 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วม.....	54
รูปที่ 3.19 ตัวอย่างของปริมาณฝนจากข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land ของตำแหน่ง อำเภอเมืองตรัง	55
รูปที่ 3.20 ตัวอย่างของปริมาณฝนจากข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land ของตำแหน่ง อำเภอห้วยยอด	56
รูปที่ 3.21 ข้อมูลของกลุ่มเมฆฝนจากภาพถ่ายดาวเทียมของกรมอุตุนิยมวิทยา.....	57
รูปที่ 3.22 ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP.....	57
รูปที่ 3.23 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่วันที่ ตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2564.....	58
รูปที่ 3.24 ภาพรวมของการเกิดน้ำท่วมในช่วงเวลาต่างๆ	60
รูปที่ 3.25 ตำแหน่งสถานีวัดระดับน้ำ ทั้งหมด 11 สถานี.....	61
รูปที่ 3.26 ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงจากสถานีวัดที่อยู่ในอำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง	61

รูปที่ 3.27 ภาพรวมของการเกิดน้ำท่วมในช่วงเวลาต่างๆ	63
รูปที่ 3.28 ตำแหน่งทั้งหมด 7 ตำแหน่งที่ถูกคัดเลือกเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณฝน สำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรัง และอำเภอทุ่งสง ของแบบจำลองที่ 1	68
รูปที่ 3.29 การเลือกพื้นที่สำหรับการคำนวณปริมาณฝนสะสม โดยการแบ่ง Grid ขนาด 3x3	70
รูปที่ 3.30 ตัวอย่างการคำนวณ True Hit, Detect Hit, True Miss และ Detect Miss	74
รูปที่ 3.31 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล ERA 5	75
รูปที่ 3.32 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล ERA 5-Land	76
รูปที่ 3.33 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล GSMaP	76
รูปที่ 3.34 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล ERA 5 + TMD (ตรัง)	77
รูปที่ 3.35 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล ERA 5-Land + TMD (ตรัง)	77
รูปที่ 3.36 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล GSMaP + TMD (ตรัง)	78
รูปที่ 3.37 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 2 โดยใช้ ชุดข้อมูล ERA 5	79
รูปที่ 3.38 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 2 โดยใช้ ชุดข้อมูล GSMaP	80
รูปที่ 3.39 ฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็น (Probability Mass Function) ของระดับน้ำ	86
รูปที่ 3.40 ตัวอย่างเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ	87
รูปที่ 3.41 ตัวอย่างข้อมูลระดับน้ำที่ถูกหน่วงเวลา D และค่าเป้าหมาย (Target)	88
รูปที่ 3.42 โครงสร้างของแบบจำลองระดับน้ำ CNN	88
รูปที่ 3.43 ตัวอย่างการแบ่งข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธี	93
รูปที่ 3.44 ตัวอย่างการทำ Post processing	96
รูปที่ 3.45 แสดงโครงสร้างของแบบจำลองคอนโวลูชัน (CNN)	101
รูปที่ 3.46 ตัวอย่างการดำเนินการกับผลลัพธ์การพยากรณ์ (Predicted)	105
รูปที่ 3.47 กรณีที่ 1 ของเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าท่วมและเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงแบบ Event	106
รูปที่ 3.48 กรณีที่ 2 ของเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าท่วมและเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงแบบ Event	106
รูปที่ 3.49 กรณีที่ 3 ของเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าท่วมและเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงแบบ Event	107
รูปที่ 3.50 กรณีที่ 4 ของเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าท่วมและเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงแบบ Event	107
รูปที่ 3.51 ตัวอย่างเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ	124
รูปที่ 3.52 ตัวอย่างเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ สำหรับ อ.เมืองชุมพร	125

รูปที่ 3.53 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร) เชิงพื้นที่ ในปี พ.ศ. 2562 จาก (a) ชุดข้อมูล GPM ซึ่งเป็นค่าสังเกต (b) ชุดข้อมูล ERA-5 ความละเอียด 0.25 องศา และ (c) ชุดข้อมูล WRF-GFS ความละเอียด 0.04 องศา.....	127
รูปที่ 3.54 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร) ในปี พ.ศ. 2562 จากชุดข้อมูล GPM ซึ่งเป็นค่าสังเกต (OBS(GPM)) ชุดข้อมูล ERA-5 ความละเอียด 0.25 องศา (ERA5) และชุดข้อมูล WRF-GFS ความละเอียด 0.04 องศา (WRF_GFS).....	128
รูปที่ 3.55 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน (มิลลิเมตร) ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จากสถานีตรวจวัดอากาศที่จังหวัดนครศรีธรรมราช (เฉลี่ย 3 สถานี) ซึ่งเป็นค่าสังเกต (OBS_STATION) และ ข้อมูล WRF-GFS ความละเอียด 0.04 องศา (WRF-GFS) ที่เฉลี่ยจากพื้นที่ละติจูด 8.5 °N – 9.0 °N และ ลองจิจูด 99.5 °E – 100.0 °E (กรอบสี่เหลี่ยมสีแดง).....	128
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของความลึกของน้ำภายในทรัพย์สินกับความเสียหายต่ออาคาร เฟอร์นิเจอร์ และของตกแต่งบ้านและสินค้าคงคลังสำหรับการใช้ในทรัพย์สินทางอุตสาหกรรมและการค้าทั่วไป	140
รูปที่ 4.2 อีโคโนแกรมแสดงการแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช	157
รูปที่ 4.3 อีโคโนแกรมแสดงการแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง	159
รูปที่ 4.4 อีโคโนแกรมแสดงการแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร.....	161
รูปที่ 5.1 หน้าแรกของระบบ Next Cloud สำหรับจัดเก็บข้อมูลสำหรับการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วมในลุ่มน้ำตรัง	168
รูปที่ 5.2 หน้าแสดงรายชื่อผู้ใช้งานทั้งหมดระบบ Next Cloud.....	169
รูปที่ 5.3 หน้าแสดงตัวเลือกที่ผู้ใช้งานสามารถจัดการกับไฟล์ข้อมูล Example.md บนระบบ Next Cloud.....	170
รูปที่ 5.4 หน้าแสดงการจัดการข้อมูล 3 กลุ่มบนระบบคลาวด์กลางของภาครัฐ หรือ ระบบ GDCC171	
รูปที่ 5.5 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝน 24 ชั่วโมง จ.ตรัง ที่เก็บในฐานข้อมูลประเภท MongoDB.....	171
รูปที่ 5.6 สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) สำหรับแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ	173
รูปที่ 5.7 ภาพเรดาร์ต้นฉบับ (ซ้าย) ภาพเรดาร์ที่ผ่านการลบพื้นหลัง (กลาง).....	174
รูปที่ 5.8 ภาพรวม UX/UI ของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ.....	181
รูปที่ 5.9 UI ของแพลตฟอร์มหน้าแสดงข้อมูลพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม.....	181
รูปที่ 5.10 UI ของแพลตฟอร์มหน้าแสดงข้อมูลสภาพอากาศ.....	182

รูปที่ 5.11 UI ของแพลตฟอร์มหน้าแสดงข้อมูลติดตามสถานการณ์น้ำท่วม	182
รูปที่ 5.12 UI ของแพลตฟอร์มหน้าแสดงข้อมูลการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม	183
รูปที่ 5.13 ข้อมูลเรดาร์ฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา	184
รูปที่ 5.14 ตัวอย่างชั้นข้อมูลน้ำท่วมจากดาวเทียม Sentinel 1, Sentinel 2 และ Landsat 8 ในบริเวณจังหวัดตรัง ณ วันที่ 22 มีนาคม 2566.....	186
รูปที่ 5.15 ชั้นข้อมูลลุ่มน้ำย่อย จังหวัดตรัง จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.).....	186
รูปที่ 5.16 ชั้นข้อมูลน้ำท่วมซ้ำซาก จังหวัดตรัง	187
รูปที่ 5.17 ชั้นข้อมูลปริมาณฝนสะสมวันนี้และชั้นข้อมูลปริมาณฝนสะสม 24 ชั่วโมง จังหวัดตรัง จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.).....	187
รูปที่ 5.18 ชั้นข้อมูลระดับน้ำจากสถานีวัดระดับน้ำ จังหวัดตรัง จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.).....	188
รูปที่ 5.19 ชั้นข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง GFS.....	188
รูปที่ 5.20 ชั้นข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง ECMWF	189
รูปที่ 5.21 ชั้นข้อมูลพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม จากแบบจำลองของโครงการ ฯ ในบริเวณอำเภอเมืองตรังและอำเภอทุ่งสง โดยอำเภอเมืองตรังมีโอกาสเกิดน้ำท่วมปานกลาง และอำเภอทุ่งสงมีโอกาสเกิดน้ำท่วมต่ำ.....	190
รูปที่ 5.22 สัญลักษณ์หมวดที่แสดงในหน้าแผนที่คำร้อง	191
รูปที่ 5.23 ตัวอย่างสถานะคำร้องประเภทแจ้งเหตุ (น้ำท่วม)	191
รูปที่ 5.24 รายละเอียดคำร้องประเภทขอความช่วยเหลือ (ขอลออกจากพื้นที่) ที่แสดงสำหรับผู้ใช้งานบทบาทประชาชนทั่วไป.....	192
รูปที่ 5.25 รายละเอียดคำร้องประเภทขอความช่วยเหลือ (ขอลออกจากพื้นที่) ที่แสดงสำหรับผู้ใช้งานบทบาทเจ้าหน้าที่รัฐ/ผู้ดูแลระบบ (แอดมิน)	193
รูปที่ 5.26 Site Map ของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ	193
รูปที่ 5.27 หน้าเข้าสู่ระบบสำหรับเจ้าหน้าที่.....	194
รูปที่ 5.28 หน้าภาพรวมสถานการณ์	195
รูปที่ 5.29 หน้าแผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ในส่วนแสดงผลสภาพอากาศ	198
รูปที่ 5.30 หน้าแผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ในส่วนแสดงผลชั้นข้อมูล	198
รูปที่ 5.31 หน้าแผนที่แสดงคำร้องต่าง ๆ.....	199
รูปที่ 5.32 หน้าเบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน.....	199
รูปที่ 5.33 หน้าเกี่ยวกับเรา	200

รูปที่ 5.34 หน้าประเมินความเสี่ยงหาย	200
รูปที่ 5.35 หน้าการใช้งานแพลตฟอร์ม ฯ	201
รูปที่ 5.36 ตัวอย่าง LINE Official Account ของระบบแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ประกอบไปด้วยลักษณะเฉพาะ คือ Rich menus	202
รูปที่ 5.37 ตัวอย่างข้อความทักทายเพื่อนใหม่ (Greeting Message) ใน LINE OA.....	203
รูปที่ 5.38 (a) Rich Menu ของ LINE OA ติดตามน้ำท่วมนครตรัง (b) Broadcast Message ของ LINE OA ติดตามน้ำท่วมนครตรัง ติดตามน้ำท่วมนครตรัง.....	204
รูปที่ 5.39 หน้าจอแชทของ LINE OA ติดตามน้ำท่วมทุ่งสง โดยปรากฏข้อความทักทายเพื่อนใหม่ (กรอบเส้นประสีเหลือง) และ Rich Menus (กรอบเส้นประสีแดง)	206
รูปที่ 5.40 ข้อความอัตโนมัติ จะปรากฏเมื่อผู้ใช้งานส่งข้อความไปยังเจ้าหน้าที่ผ่าน LINE OA ในเวลานอกทำการ.....	206
รูปที่ 5.41 ผังงาน (Flow Chart) แสดงวิธีการสร้างแผนที่น้ำท่วมจากข้อมูล Crowdsourcing	208
รูปที่ 5.42 ตัวอย่างรูปแสดงการสร้างแผนที่น้ำท่วมจากข้อมูล Crowdsourcing (วงกลมสีส้มแสดงตำแหน่งการแจ้งเหตุว่าเกิดน้ำท่วมและพื้นที่สีฟ้าแสดงแผนที่น้ำท่วม)	208
รูปที่ 5.43 Flow Chart แสดงวิธีคิดสำหรับการสร้างแผนที่น้ำท่วมจากคำร้องจากภาคประชาชน หรือ Crowdsourcing.....	209
รูปที่ 5.44 ข้อกำหนดในการหยุดหาพื้นที่น้ำท่วม.....	211
รูปที่ 5.45 ตัวอย่างบริเวณที่เกิดน้ำท่วม (บริเวณสีแดง) ในพื้นที่ต้นแบบจากการสร้างแผนที่ติดตามน้ำท่วมจากข้อมูล Crowdsourcing.....	212
รูปที่ 5.46 ผังงาน (Flow Chart) แสดงขั้นตอนการคำนวณค่าประมาณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม.....	216
รูปที่ 5.47 แนวคิดที่ใช้ในการสร้างสมมติฐานเพื่อใช้พัฒนาวิธีการประมาณความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงแบบอัตโนมัติ.....	218
รูปที่ 5.48 ความสูงของพื้นที่ได้จากความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ในแต่ละแปลง (H_f) ของทุกแปลงในพื้นที่ต้นแบบ (เทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง) โดยใช้ตำแหน่ง Latitude/Longitude ของตำแหน่ง Centroid ของแปลงเป็นตำแหน่งของความสูง H_f [สีน้ำเงิน]และแสดงค่าประมาณความสูงแนวพื้น ($H_{\bar{f}}$) ในพื้นที่ต้นแบบโดยใช้ระนาบ 2 มิติ [สีแดง].....	218
รูปที่ 5.49 ความสูงแบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการประมาณความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงแบบอัตโนมัติ	220
รูปที่ ก.1 ตัวอย่างข้อมูล 3D LiDAR Point Cloud แสดงระดับความสูงของโรงไฟฟ้าในเมือง Huntly ประเทศนิวซีแลนด์	248

รูปที่ ก.2 การสำรวจด้วยเทคโนโลยี Light Detection and Ranging (LiDAR) ประเภทต่าง ๆ	249
รูปที่ ก.3 GNSS Galaxy G1 ณ ตำแหน่งอ้างอิง.....	251
รูปที่ ก.4 ชุดอุปกรณ์ Ground-based LiDAR	251
รูปที่ ก.5 กระบวนการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อน.....	252
รูปที่ ก.6 ลายสแกนที่ 1	253
รูปที่ ก.7 ลายสแกนที่ 2	253
รูปที่ ก.8 ลายสแกนที่ 3	254
รูปที่ ก.9 ลายสแกนที่ 4	254
รูปที่ ก.10 ลายสแกนที่ 5	255
รูปที่ ก.11 ลายสแกนที่ 6	255
รูปที่ ก.12 ตัวอย่างข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข	256
รูปที่ ค.1 ส่วนแสดงข้อมูลสภาพอากาศ อ้างอิงจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน	264
รูปที่ ค.2 ส่วนแสดงข้อมูลพายุที่เข้าใกล้ประเทศไทย	264
รูปที่ ค.3 ส่วนแสดงข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำและข้อมูลปริมาณฝนสะสม	265
รูปที่ ค.4 ส่วนแสดงชั้นข้อมูลน้ำท่วมซ้ำซากของจังหวัดตรัง (บน) และจังหวัดนครศรีธรรมราช (ล่าง)	267
รูปที่ ค.5 ส่วนแสดงชั้นข้อมูลปริมาณฝน จากเรดาร์ของกรมอุตุนิยมวิทยา (บน) แบบจำลอง GFS (กลาง) และแบบจำลอง ECMWF (ล่าง)	269
รูปที่ ค.6 ส่วนแสดงภาพรวมของแผนที่สำหรับแสดงคำร้องประเภทต่าง ๆ.....	269
รูปที่ ค.7 ส่วนแสดงรายละเอียดคำร้องในส่วนที่ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าถึงได้.....	270
รูปที่ ค.8 ส่วนแสดงรายละเอียดคำร้องในส่วนที่ผู้ใช้งานที่มีบทบาทเจ้าหน้าที่รัฐ/ผู้ดูแลระบบสามารถ เข้าถึงได้	271
รูปที่ ค.9 หน้าส่งคำร้องของผู้ใช้งาน	273
รูปที่ ค.10 หน้าแก้ไขคำร้องของผู้ใช้งาน.....	274
รูปที่ ค.11 หน้าแสดงสถานะคำร้องที่ถูกยกเลิก	275
รูปที่ ค.12 หน้าลงชื่อเข้าใช้งานแพลตฟอร์มผ่านช่องทาง LINE OA	277
รูปที่ ค.13 หน้าแสดงข้อความคำร้องต่าง ๆ ใน LINE OA.....	278
รูปที่ ค.14 หน้าแสดงช่องทางเข้าสู่หน้าส่งคำร้องผ่าน LINE OA.....	280
รูปที่ ง.1 คณะผู้วิจัยเข้าพบคณะผู้บริหารเทศบาลนครตรัง	283
รูปที่ ง.2 การประชุมกับผู้นำชุมชนหรือตัวแทนชุมชนและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง	284
รูปที่ ง.3 ผู้เข้าร่วมประชุมโครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ณ เทศบาลนครตรัง	285

รูปที่ ง.4 การประชุมกลุ่มย่อยกับเจ้าหน้าที่ท้องถิ่น.....	286
รูปที่ ง.5 คณะผู้วิจัยเข้าพบนายกเทศมนตรีเมืองทุ่งสง.....	287
รูปที่ ง.6 การให้ข้อมูลจากผู้แทนชุมชนของเทศบาลเมืองทุ่งสง.....	287
รูปที่ ง.7 ผู้เข้าร่วมประชุมโครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง	288
รูปที่ ง.8 คณะผู้วิจัยได้เข้าพบและหารือกับผู้อำนวยการกองคลังและหัวหน้าฝ่ายแผนที่ภาษีและ ทะเบียนทรัพย์สินของเทศบาลนครตรัง	289
รูปที่ ง.9 คณะผู้วิจัยเข้าพบคณะผู้บริหารเทศบาลนครตรัง	290
รูปที่ ง.10 การประชุมครั้งที่ 2 กับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง..	291
รูปที่ ง.11 การประชุมครั้งที่ 2 กับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง	294
รูปที่ ง.12 ผู้เข้าร่วมประชุมทดลองใช้งานแพลตฟอร์ม ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง	295
รูปที่ ง.13 การอภิปรายแลกเปลี่ยนสาระณะกับผู้เข้าร่วมประชุม ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง.....	297
รูปที่ ง.14 ผู้เข้าร่วมประชุมโครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะครั้งที่ 2 ณ เทศบาลเมืองทุ่ง สง.....	297
รูปที่ ง.15 การประชุมครั้งที่ 3 กับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง..	298
รูปที่ ง.16 การทดสอบระบบ Crowdsourcing ของแพลตฟอร์มด้วยการส่งคำขอผ่าน LINE OA ณ เทศบาลนครตรัง.....	300
รูปที่ ง.17 ผู้เข้าร่วมประชุมและทดสอบโครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ณ เทศบาลนคร ตรัง.....	301
รูปที่ ง.18 คณะผู้วิจัยเข้าพบนายกเทศมนตรีนครตรัง.....	301
รูปที่ ง.19 การประชุมครั้งที่ 3 กับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง	302
รูปที่ ง.20 การทดสอบระบบ Crowdsourcing ของแพลตฟอร์มด้วยการส่งคำขอผ่าน LINE OA ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง	303
รูปที่ ง.21 การอภิปรายแลกเปลี่ยนสาระณะกับผู้เข้าร่วมประชุม ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง.....	305

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผลความจำเป็น

น้ำท่วมเป็นภัยพิบัติที่นำมาซึ่งความสูญเสียอย่างมหาศาลทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม สำหรับกรณีที่เกิดกับลุ่มน้ำตรัง ราษฎรในพื้นที่จังหวัดตรังประสบปัญหาน้ำท่วมซ้ำซากเป็นประจำทุกปี คิดเป็นพื้นที่ 10,525 ไร่ จากสถิติข้อมูลฝนตกหนักในรอบ 25 ปี ศักยภาพแม่น้ำตรังสามารถรับน้ำได้ประมาณ 720 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แต่ในช่วงฤดูน้ำหลาก มีปริมาณน้ำไหลหลากสูงถึง 1,467 ลบ.ม./วินาที ทำให้เกิดปัญหาอุทกภัยเป็นประจำ เช่น การเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ในปี พ.ศ. 2531, พ.ศ. 2548, พ.ศ. 2553, พ.ศ. 2554, พ.ศ. 2559, พ.ศ. 2560 และ พ.ศ. 2563 ทั้งนี้เนื่องจากมวลน้ำจาก อ.ทุ่งสง จ. นครศรีธรรมราชไหลลงมาสมทบกับน้ำป่าจากเทือกเขาบรรทัด ทำให้พื้นที่ตอนล่างซึ่งอยู่ติดกับแม่น้ำตรังมีน้ำท่วมสูงขึ้น แม้ว่าช่วงเวลาที่มวลน้ำมากจะมีเพียงไม่กี่วันแต่เนื่องจากระยะทางจากต้นน้ำซึ่งเป็นสันปันน้ำถึงบริเวณชุมชนมีเพียงประมาณ 175 กิโลเมตร จึงทำให้เกิดน้ำท่วมภายในเวลารวดเร็วหลังจากเกิดมวลน้ำหลาก ส่งผลให้ประชาชนที่อยู่บริเวณริมแม่น้ำตรังประสบความเดือดร้อนอย่างหนัก โดยเฉพาะในบริเวณชุมชนสำคัญ เช่น ชุมชนในอำเภอทุ่งสง ชุมชนในอำเภอเมืองตรัง และพื้นที่เกษตรกรรม ก่อให้เกิดความเสียหายในตลาดชุมชนของทั้งสองเมืองนี้เนื่องจากไม่สามารถรับมือกับน้ำท่วมได้ทัน่วงที

ดังนั้น จึงได้มีโครงการต่าง ๆ มากมายถูกดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่น โครงการระบบระบายน้ำแม่น้ำตรัง จังหวัดตรัง ของกรมชลประทานโดยทำการสร้างคลองผันน้ำเพื่อช่วยบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดตรัง กรณีที่ฝนตกหนักและเกิดน้ำป่าไหลหลาก โดยมีลักษณะโครงการเป็นการก่อสร้างคลองผันน้ำพร้อมอาคารประกอบสามารถแบ่งน้ำที่จะไหลเข้าเขตเมืองได้สูงสุด 750 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อจะสามารถระบายน้ำบางส่วนจากแม่น้ำตรังเข้าสู่คลองผันน้ำและยังสามารถเก็บกักน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้งเพื่อการเกษตรและการอุปโภค-บริโภค ปัจจุบัน งานก่อสร้างคลองผันน้ำพร้อมอาคารประกอบ โครงการระบบระบายน้ำแม่น้ำตรัง จังหวัดตรัง ได้ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จ

อย่างไรก็ตาม ปัญหาอุทกภัยเป็นสิ่งที่ยากยิ่งที่จะป้องกันในทางปฏิบัติได้ 100% การที่ประชาชนมีเครื่องมือที่สามารถใช้ติดตามสถานการณ์น้ำท่วมจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและเป็นที่จำเป็นเพื่อหาทางออกในสถานการณ์น้ำท่วมได้อย่างเหมาะสมและทัน่วงที หากแต่ในปัจจุบัน เครื่องมือที่ประชาชนทั่วไปสามารถใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วมยังมีค่อนข้างจำกัด ทำให้ประชาชนทั่วไปขาดการเข้าถึงข้อมูลที่ทันต่อเหตุการณ์ ซึ่งนำไปสู่การขาดการรับรู้สถานการณ์และขาดข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทำให้ต้องพึ่งความช่วยเหลือจากหน่วยงานรัฐเป็นหลักและอาจจะนำไปสู่การ

แก้ไขปัญหาที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ทันท่วงที แต่หากประชาชนมีข้อมูลเหล่านี้จะทำให้ประชาชนรวมถึงชุมชนสามารถหาทางออกในสถานการณ์น้ำท่วมได้อย่างเหมาะสมและทันท่วงที เช่น การเคลื่อนย้ายออกจากสถานที่เสี่ยง การค้นหาพื้นที่ปลอดภัย การป้องกันและการประเมินความเสียหาย การช่วยเหลือผู้ประสบภัย ฯลฯ นอกจากนี้ หน่วยงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานภาครัฐหรือภาคเอกชนสามารถนำข้อมูลที่ได้จากโครงการนี้มาใช้ในการตัดสินใจและการดำเนินการในสถานการณ์น้ำท่วมซึ่งอาจสามารถหลีกเลี่ยง บรรเทา และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากสถานการณ์น้ำท่วมได้

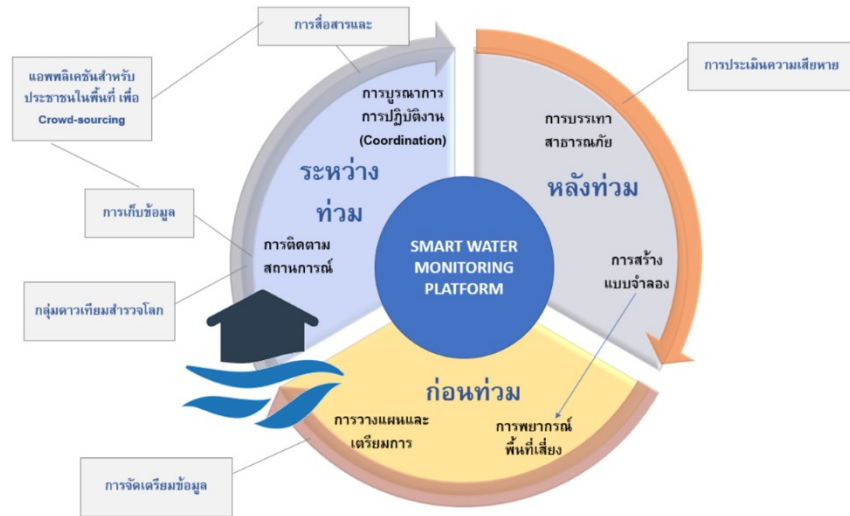
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) ออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบเพื่อใช้ในการติดตามสถานการณ์การเกิดน้ำท่วมแบบครบวงจร ได้แก่ ก่อนการเกิดน้ำท่วม ระหว่างการเกิดน้ำท่วม หลังการเกิดน้ำท่วม ตลอดจนประยุกต์ใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ มาบูรณาการร่วมกัน เพื่อสร้างเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการตัดสินใจให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ โดยนำมาทดสอบการใช้งานกับพื้นที่ต้นแบบบริเวณลุ่มน้ำตรังและมีแนวทางในการนำแพลตฟอร์มไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น
- 2) พัฒนาอัลกอริทึมในการวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อใช้ในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม การติดตามการเกิดน้ำท่วม และการประเมินความเสียหาย
- 3) นำเครื่องมือที่ได้ทำการพัฒนาไปใช้เพื่อ เก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และทดสอบการทำงาน โดยการปฏิบัติการในพื้นที่จริง เพื่อให้มั่นใจได้ว่าผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่สามารถนำแพลตฟอร์มที่พัฒนาไปใช้ประโยชน์ได้
- 4) สร้างช่องทางเพื่อใช้ในการสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ประชาชนทั่วไป ชุมชน หน่วยงาน ทั้งทางภาครัฐและภาคเอกชนสามารถนำแพลตฟอร์มนี้ไปใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด
- 5) สร้างเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างผู้วางแผนการดำเนินการเพื่อรับมือและแก้ไขปัญหาสถานการณ์น้ำท่วมในระดับประเทศ ไปสู่ผู้เกี่ยวข้องในพื้นที่ โดยการใช้แพลตฟอร์มกลางในการเก็บข้อมูลและทำงานร่วมกันในทุกภาคส่วน

1.3 ขอบเขตและกิจกรรมของโครงการ

ออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบเพื่อใช้ในการติดตามสถานการณ์การเกิดน้ำท่วมแบบครบวงจรซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาก่อนการเกิดน้ำท่วม ช่วงเวลาระหว่างการ

เกิดน้ำท่วม ช่วงเวลาหลังการเกิดน้ำท่วม ดังแสดงในรูปที่ 1.1 เพื่อนำมาใช้ติดตามสถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบบริเวณลุ่มน้ำตริง ได้แก่ เทศบาลเมืองทุ่งสง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และเทศบาลนครตรัง อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง โดยมีกิจกรรมสำคัญดังนี้



รูปที่ 1.1 แนวคิดการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบ

- 1) การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) ที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งข้อมูลที่สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต ข้อมูลภาคสนาม และข้อมูลจากภาคประชาชน ดังรายละเอียดในบทที่ 2
- 2) การสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ (อำเภอทุ่งสงและอำเภอเมืองตรัง) และพื้นที่ทดสอบขยายผล 1 พื้นที่ (อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร) โดยการนำข้อมูลที่ได้ถูกจัดเตรียมมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองฯ และมีการวัดระดับความแม่นยำของแบบจำลองฯ ที่เหมาะสม ดังรายละเอียดในบทที่ 3
- 3) การสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ (เทศบาลเมืองทุ่งสงและเทศบาลนครตรัง) พื้นที่ทดสอบขยายผล 1 พื้นที่ (เทศบาลเมืองชุมพร อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร) โดยการนำข้อมูลที่ได้ทบทวนจากการตรวจเอกสารจากงานวิจัยในอดีต มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลจริงของพื้นที่ทั้งสามแห่ง เพื่อประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมดังรายละเอียดในบทที่ 4

- 4) การติดตามสถานการณ์การเกิดน้ำท่วมโดยนำเสนอข้อมูลแบบบูรณาการและประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ โดยเฉพาะข้อมูลจากระบบ Crowdsourcing ที่สามารถนำมาสร้างแผนที่น้ำท่วม เพื่อให้สามารถติดตามสถานการณ์น้ำท่วมให้ทันต่อเหตุการณ์ (Real Time) ดังรายละเอียดในบทที่ 5
- 5) การสร้างช่องทางเพื่อใช้ในการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วย 2 ช่องทาง ได้แก่ การสื่อสารผ่านทางเว็บไซต์ <https://smartflood.in.th> และการสื่อสารผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ LINE OA ซึ่งสามารถใช้งานได้กับคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เคลื่อนที่ในรูปแบบต่าง ๆ โดยการสื่อสารผ่านทางเว็บไซต์นั้นมีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information) หรือการนำเสนอเชิงพื้นที่โดยมีการสร้างมโนภาพข้อมูล (Data Visualization) เพื่อให้เจ้าหน้าที่เทศบาลในพื้นที่ต้นแบบรวมถึงประชาชนทั่วไปสามารถรับรู้สถานการณ์และนำข้อมูลไปใช้ได้ง่าย ส่วนการสื่อสารผ่านทาง LINE OA นั้นสามารถนำมาใช้ในการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ในเว็บไซต์และนำมาใช้ในการส่งข้อมูลจากผู้ใช้ในระบบ Crowdsourcing ซึ่งหน่วยงานภาครัฐ กลุ่มชุมชน หน่วยงานภาคเอกชน และประชาชนทั่วไป ในพื้นที่ต้นแบบสามารถนำระบบ Crowdsourcing มาใช้ในการประสานงานและจัดการสถานการณ์น้ำท่วมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนและสนับสนุนการทำงานของหน่วยงานต่าง ๆ ดังรายละเอียดในบทที่ 5

นอกจากนี้ โครงการฯ ได้มีการติดต่อประสานงานกับผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานเทศบาลในพื้นที่ต้นแบบ เพื่อขอความร่วมมือโดยมีการจัดกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

- 1) จัดประชุมเพื่ออบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มจำนวน 3 ครั้งต่อพื้นที่
- 2) ทดสอบการทำงานของแพลตฟอร์มผ่านทางเว็บไซต์และ LINE OA โดยเจ้าหน้าที่เทศบาลและประชาชนในพื้นที่ต้นแบบ
- 3) ประสานงานกับเจ้าหน้าที่เทศบาลในพื้นที่ต้นแบบเพื่อมาเป็นผู้จัดการระบบ (Administrator) ในเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มและเริ่มนำแพลตฟอร์มมาทดลองใช้งานจริงในพื้นที่ต้นแบบตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม 2566

ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 6 โดยแนวทางการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มต้นแบบที่ได้จากการดำเนินโครงการนี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ได้ หากมีการประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม ซึ่งโครงการฯ ได้ทำการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์การ

เกิดน้ำท่วมและแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม ในพื้นที่ ทดสอบขยายผล 1 พื้นที่ ได้แก่ เทศบาลเมืองชุมพร อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้แพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบเพื่อนำมาใช้ติดตามสถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบบริเวณ ลุ่มน้ำตรัง ได้แก่ เทศบาลเมืองทุ่งสง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และ เทศบาลนครตรัง อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง ซึ่งประกอบด้วย ระบบการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ระบบการติดตาม การเกิดน้ำท่วม ระบบประเมินความเสียหายจากน้ำท่วม (เฉพาะเจ้าหน้าที่เทศบาลในพื้นที่ต้นแบบ และบุคลากรในโครงการที่มีบัญชีผู้ใช้งานเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงข้อมูลนี้ได้) และระบบแสดงผลที่ถูก นำเสนอผ่านทางเว็บไซต์ในรูปแบบที่ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย ซึ่งจะสามารถช่วยให้ผู้ใช้ (ประชาชนทั่วไป ชุมชน หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน) สามารถประเมินสถานการณ์และลดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินที่จะเกิดขึ้นจากอุทกภัยสำหรับทั้งภาคประชาชน ภาคเกษตร และ ภาคอุตสาหกรรมในพื้นที่ได้ ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลที่ได้จากระบบไปใช้ในการ สนับสนุนการตัดสินใจเพื่อวางแผนในการแก้ปัญหาและบรรเทาสาธารณภัยในอนาคต นอกจากนั้น การได้รับข้อมูลเหล่านี้จะช่วยทำให้เศรษฐกิจและรายได้ของประชาชนในพื้นที่เติบโต อย่างต่อเนื่องโดยไม่หยุดชะงักจากภัยพิบัติน้ำท่วม ในปัจจุบัน ผู้ใช้สามารถใช้งานแพลตฟอร์ม ต้นแบบนี้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตาม การดำเนินการผ่าน LINE OA อาจมีค่าใช้จ่ายในอนาคต ซึ่งทางโครงการฯ เสนอให้เทศบาลในพื้นที่ต้นแบบเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในส่วนนี้

แนวทางการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มต้นแบบที่ได้จากการดำเนินโครงการนี้จะ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ได้ หากมีการประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่าง เหมาะสม โครงการฯ ได้แสดงตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ทดสอบขยายผล 1 พื้นที่ ได้แก่ เทศบาลเมืองชุมพร อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร โดยได้ทำการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการ พยากรณ์การเกิดน้ำท่วมและแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์ จากน้ำท่วมสำหรับพื้นที่ทดสอบขยายผลนี้

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 1.2 แนวทางการนำแพลตฟอร์มต้นแบบไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น ๆ

บทที่ 2

การเก็บและจัดเตรียมข้อมูล

โครงการได้ดำเนินการเก็บและจัดเตรียมข้อมูลเพื่อวัตถุประสงค์ 3 ประการ ได้แก่ (1) เพื่อใช้พัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์พื้นที่การเกิดน้ำท่วมและแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ (2 พื้นที่) และพื้นที่ทดสอบขยายผล (1 พื้นที่), (2) เพื่อใช้ในการติดตามสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์น้ำท่วมโดยการแสดงผลในหน้าเว็บไซต์ของแพลตฟอร์ม, และ (3) เพื่อใช้ในการติดตามสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์น้ำท่วมโดยเป็นข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณผลลัพธ์ที่จะถูกแสดงผลในหน้าเว็บไซต์ของแพลตฟอร์ม (แต่ข้อมูลไม่ได้ถูกแสดงผลในหน้าเว็บไซต์)

ข้อมูลในโครงการสามารถแบ่งประเภทข้อมูลโดยวิธีการเก็บข้อมูลได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลที่สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, (2) ข้อมูลภาคสนามและจากภาคประชาชน

2.1 การเก็บและจัดเตรียมข้อมูลที่สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต

ภาพรวมของกระบวนการเก็บและจัดเตรียมข้อมูลที่สืบค้นจากอินเทอร์เน็ตสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

- 1) ค้นหาแหล่งข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตซึ่งหาได้จากเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์น้ำท่วมทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยมีการศึกษาและดาวน์โหลดข้อมูลจากเว็บไซต์เหล่านี้
- 2) ศึกษาวิธีการเข้าถึงข้อมูลจากเว็บไซต์เหล่านี้ สำหรับข้อมูลที่ต้องมีการติดต่อผ่านเว็บไซต์หรือติดต่อกับหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง โครงการได้ดำเนินการทางเอกสารเพื่อติดต่อและขอข้อมูลจากหน่วยงานที่รับผิดชอบและดูแลข้อมูลเหล่านี้ สำหรับข้อมูลที่สามารถดาวน์โหลดจากอินเทอร์เน็ตหรือดึงข้อมูลจากเว็บไซต์ได้โดยตรง (ซึ่งอาจจะต้องมีการลงทะเบียนผ่านเว็บไซต์) โครงการได้มีการศึกษาลักษณะของข้อมูลและวิธีการดาวน์โหลดหรือดึงข้อมูลจากจากเว็บไซต์เหล่านี้
- 3) เมื่อได้รับข้อมูลจากหน่วยงานที่รับผิดชอบหรือดาวน์โหลดข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแล้ว (ซึ่งมีการจ่ายเงินเพื่อซื้อข้อมูลในบางกรณี) โครงการได้ดำเนินการศึกษา ตรวจสอบ และจัดเตรียมข้อมูลเหล่านี้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการต่อไป

ผลการเก็บและจัดเตรียมข้อมูลที่สืบค้นจากอินเทอร์เน็ตสามารถสรุปผลการดำเนินการโดยแบ่งกลุ่มการพิจารณาตามประเภทของข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา (ระยะเบื้องต้นและระยะที่ 1-3) ดังนี้

ระยะเบื้องต้น (งวดที่ 1)

โครงการได้ดำเนินการค้นหาแหล่งข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ศึกษาวิธีการเข้าถึงแหล่งข้อมูล และเริ่มดำเนินการทดลองดาวน์โหลดข้อมูลในเบื้องต้น (แต่ยังไม่มีมีการจ่ายเงินเพื่อซื้อข้อมูล) เพื่อทดสอบการโหลดข้อมูลและศึกษาลักษณะของข้อมูลที่ถูกดาวน์โหลด รวมถึงการเริ่มพิจารณาวิธีการเก็บและประยุกต์ใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการพัฒนาแบบจำลองและแพลตฟอร์มต้นแบบ ตัวอย่างข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่

- 1) ข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตจาก “บันทึกเหตุการณ์น้ำ” ในเว็บไซต์คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ (<https://www.thaiwater.net/report#flood>) ที่ดูแลโดยสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) หรือ สสน. ซึ่งมีบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตตั้งแต่ปี 2532 ถึงปัจจุบันและมีรายงานสถานการณ์น้ำประจำวัน รายสัปดาห์ รายเดือน และรายปี ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2.1



บันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมจากอิทธิพลของพายุโซนร้อน "ปาบึก" (PABUK)

พายุโซนร้อน "ปาบึก" (PABUK) ก่อตัวขึ้นจากหย่อมความกดอากาศต่ำบริเวณทะเลจีนใต้ตอนล่าง เมื่อวันที่ 31 ธันวาคม 2561 และมีทิศทางเคลื่อนตัวมาจากทิศตะวันตกมุ่งเข้าสู่อ่าวไทยตอนล่าง โดยอิทธิพลของพายุเริ่มส่งผลกระทบต่อฝนตกเพิ่มขึ้นบริเวณภาคใต้ตอนล่างตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม 2562 และได้เคลื่อนขึ้นฝั่งบริเวณ อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช ในขณะที่ความแรงของพายุอยู่ในระดับพายุโซนร้อน ในช่วงเที่ยงของวันที่ 4 มกราคม 2562 และต่อมาได้เคลื่อนตัวเข้าปกคลุมบริเวณจังหวัดพังงาพร้อมกันลดกำลังลงเป็นพายุดีเปรสชันในช่วงเช้าของวันที่ 5 มกราคม 2562 ก่อนที่จะเคลื่อนตัวลงทะเลอันดามันไปในวันเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบเส้นทางและความรุนแรงของพายุโซนร้อน "ปาบึก" (PABUK) กับพายุลูกอื่นที่เคยสร้างความเสียหายให้กับภาคใต้ของไทยอดีต ไม่ว่าจะเป็นพายุโซนร้อน "แฮเรียต" (HARRIET) ในปี 2505 พายุไต้ฝุ่น "เกย์" (GAY) ปี 2532 พายุไต้ฝุ่น "ลินดา" (LINDA) ปี 2540 และพายุไต้ฝุ่น "กูเรียน" (DURIAN)

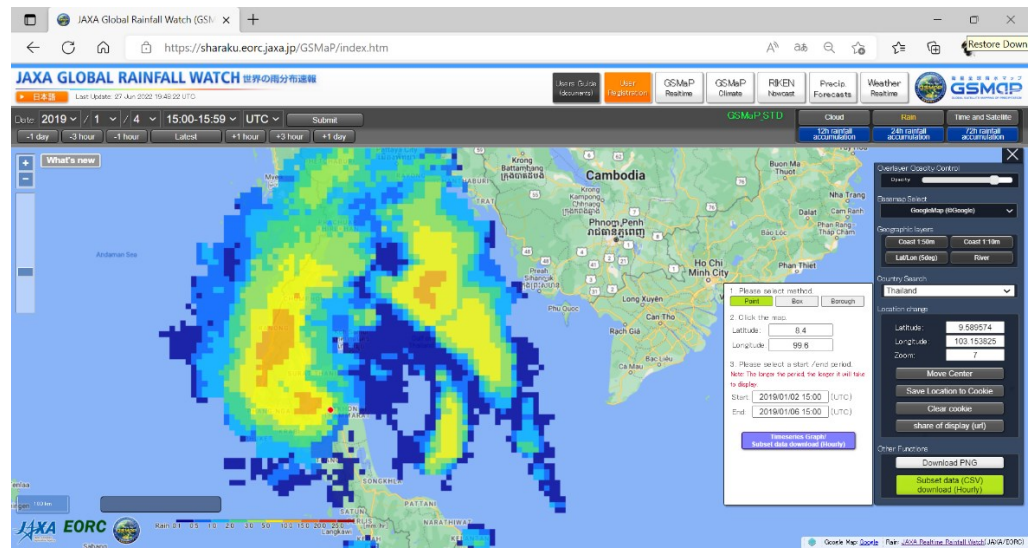


รูปที่ 2.1 บันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมจากอิทธิพลของพายุโซนร้อน "ปาบึก" (PABUK)

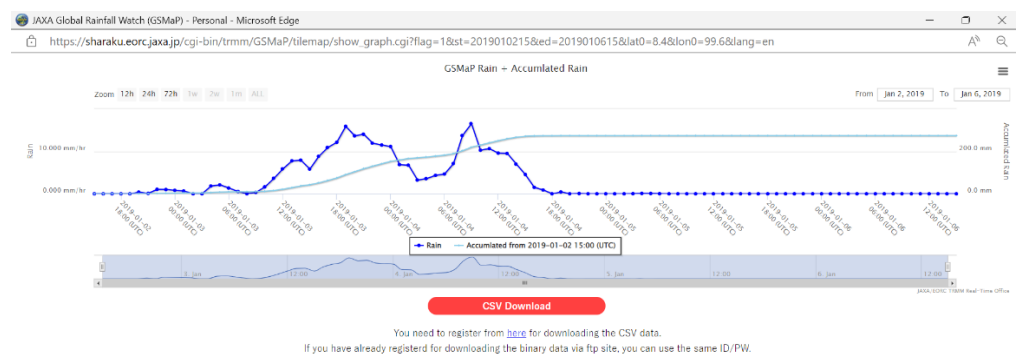
- 2) ข้อมูลแสดงปริมาณฝนเชิงแผนที่ ประกอบด้วย
 - a. ข้อมูลฝนรายชั่วโมงจาก GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation) (<https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm>) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกพัฒนาโดยใช้

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

ดาวเทียมหลายดวง (Multi-Satellite) ของระบบ JAXA Global Rainfall Watch เพื่อการศึกษาทางด้านอุตุนิยมวิทยาและภูมิอากาศ โดยองค์การสำรวจอวกาศญี่ปุ่น (Japan Aerospace Exploration Agency หรือ JAXA) ซึ่งมีข้อมูลอัตราการตกของฝน (mm/hr) และปริมาณน้ำฝนสะสม (mm) รายชั่วโมงตั้งแต่ปี 2543 ถึงปัจจุบัน (2565) ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2. 2 และ 2. 3

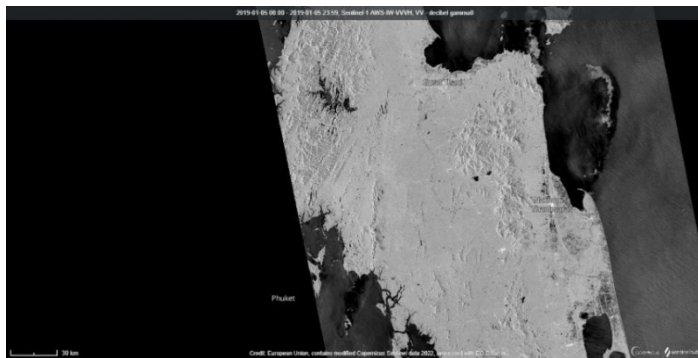


รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนที่แสดงข้อมูลอัตราการตกของฝน (mm/hr) ในวันที่ 4 มกราคม 2562 เวลา 15.00-15.59 (UTC)

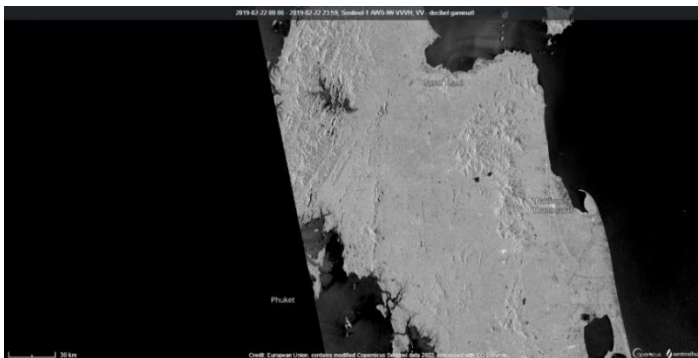


รูปที่ 2.3 ตัวอย่างข้อมูลอัตราการตกของฝน (mm/hr) และปริมาณน้ำฝนสะสม (mm) รายชั่วโมง ระหว่างวันที่ 2 มกราคม 2562 ถึงวันที่ 6 มกราคม 2562

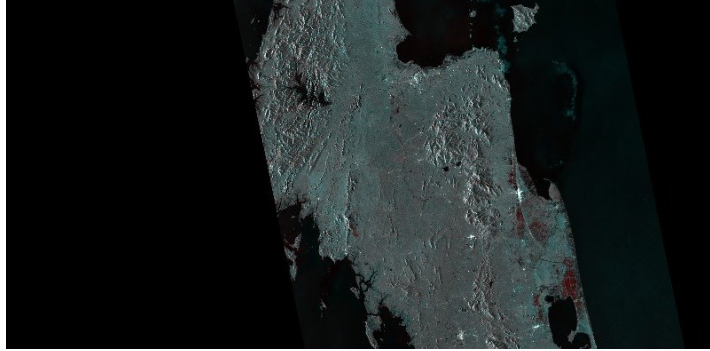
- 3) ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกล โครงการได้พิจารณาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกลจากดาวเทียม Sentinel-1 โดยโครงการ Copernicus ภายใต้โครงการอวกาศยุโรป (European Space Agency หรือ ESA) ซึ่งเป็นดาวเทียมแบบ SAR (Synthetic Aperture Radar) และมีข้อมูลตั้งแต่ปี 2557 ถึงปัจจุบัน (2565) ข้อมูลประเภทนี้เกิดจากการส่งสัญญาณ Radar จากดาวเทียมลงไปที่พื้นโลกและรับสัญญาณที่สะท้อนขึ้นมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการหาบริเวณที่เกิดน้ำท่วมได้ โครงการได้พิจารณาแนวทางต่าง ๆ เพื่อนำภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกลมาใช้พยากรณ์หรือหาพื้นที่น้ำ เพื่อนำมาแสดงผลในแพลตฟอร์มและใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2.4 2.5 และ 2.6



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียม band VV จากดาวเทียม Sentinel-1 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราชและบริเวณใกล้เคียง ในวันที่ 5 มกราคม 2562 (วันที่เกิดน้ำท่วม)

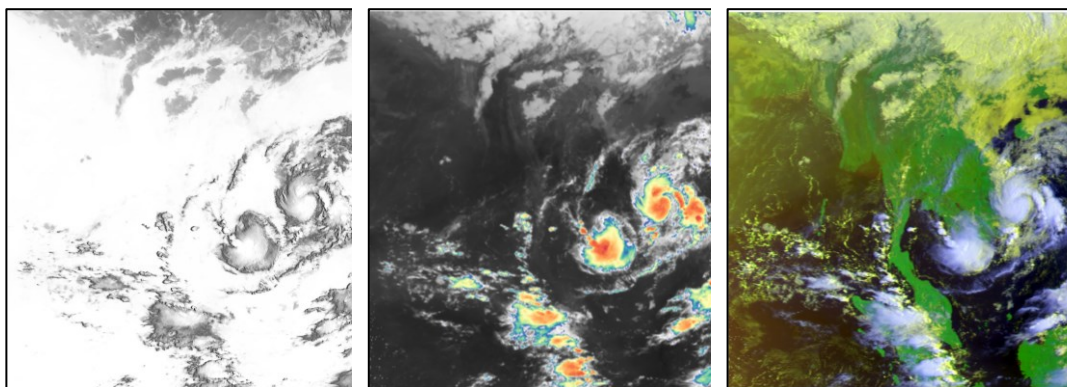


รูปที่ 2.5 ตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียม band VV จากดาวเทียม Sentinel-1 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราชและบริเวณใกล้เคียง ในวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562 (วันที่ไม่เกิดน้ำท่วม)



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างภาพแสดงพื้นที่น้ำท่วม (สีแดงในภาพ) ที่เกิดจากการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม band VV จากดาวเทียม Sentinel-1 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราชและบริเวณใกล้เคียง ในวันที่ 5 มกราคม 2562 (วันที่เกิดน้ำท่วม) และวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562 (วันที่ไม่เกิดน้ำท่วม)

- 4) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาจากสถานีรับสัญญาณดาวเทียม Himawari 8/9 จากหน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์แก่โครงการโดยเชื่อมต่อข้อมูลผ่าน API (Application Programming Interface) ของหน่วยปฏิบัติการฯ ประกอบด้วย ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Overview satellite image) ข้อมูลความสูงของชั้นเมฆ (Colorized ir clouds) และ ข้อมูลภาพถ่าย Infrared (IR cloud day) ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2.7 ซึ่งโครงการได้ทำการเชื่อมต่อแล้วเสร็จและเริ่มบันทึกข้อมูลในอดีตตั้งแต่วันที่ 23 มีนาคม 2565 เวลา 03:50 (UTC) ไว้ใน Cloud server ของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



IR cloud day

Colorized ir clouds

Overview satellite image

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างข้อมูลวันที่ 31 มีนาคม 2565 เวลา 01:00 (UTC)

ระยะที่ 1 (งวดที่ 2)

โครงการได้ดำเนินการค้นหาแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต ดำเนินการศึกษาวิธีการเข้าถึงแหล่งข้อมูลเหล่านี้ รวมถึงการดำเนินการจัดหาและดาวน์โหลดข้อมูลในเบื้องต้น (แต่ยังไม่มีมีการจ่ายเงินเพื่อซื้อข้อมูล) ได้แก่

- 1) ข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตในช่วงปี 2562-2564 จาก “บันทึกเหตุการณ์น้ำ” ในเว็บไซต์คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ (<https://www.thaiwater.net/report#flood>) โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ร่วมกับ
 - a. ข้อมูลการประกาศเขตพื้นที่ประสบสาธารณภัย (อุทกภัย) จังหวัดตรัง ในช่วงปี 2562-2564 จากกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดตรัง
 - b. ข้อมูลน้ำท่วมในอำเภอทุ่งสง ในช่วงปี 2560 ถึง 2564 จากศูนย์บริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำตรัง เทศบาลเมืองทุ่งสง
 - c. ข้อมูลการเกิดน้ำท่วมที่ได้จากข่าวในอินเทอร์เน็ต

โดยนำข้อมูลเหล่านี้มาสร้างคำตอบ (Label) ของผลลัพธ์ (ข้อมูลออก) ของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบระยะที่ 1 ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3

- 2) ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าจากการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (Numerical Weather Prediction หรือ NWP) จาก
 - a. ศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts หรือ ECMWF) ซึ่งเป็นองค์กรอิสระระหว่างรัฐบาลโดยได้รับการสนับสนุนจากประเทศ (States) ต่าง ๆ 35 ประเทศ และทำหน้าที่วิจัย พัฒนา และให้บริการการพยากรณ์อากาศโดยการคำนวณแก่ประเทศสมาชิกและผู้ใช้ทั่วโลก (มีทั้งแบบฟรีและแบบมีค่าใช้จ่าย) โดยได้มีการใช้ข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่
 - i. ข้อมูล ERA5 (<https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>) ซึ่งเป็นข้อมูลพยากรณ์แบบ Real-Time ในอดีตที่มีการปรับปรุง (Reanalyze/Reanalyse) โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมมาจากทั่วโลก (Data assimilation systems) โครงการได้ดำเนินการเก็บข้อมูล ERA5 Hourly Single Level Data และ ERA5-Land Hourly Data ในช่วงปี 2562-2564 เพื่อใช้ในการออกแบบ สร้าง และทดสอบแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบระยะที่ 1 ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3-3.4

- ii. ข้อมูล Real-Time (<https://products.ecmwf.int/shopping-cart/>) โดยโครงการได้ศึกษาและพิจารณาวิธีการจัดหาข้อมูลเหล่านี้
 - b. แบบจำลอง GFS (Global Forecast System) โดยหน่วยงานให้บริการสภาพอากาศแห่งชาติ (National Weather Service) ของสหรัฐอเมริกา จากแหล่งข้อมูล Research Data Archive (<https://rda.ucar.edu/datasets/ds084.1/>) โดยโครงการได้ศึกษาและพิจารณาวิธีการจัดหาข้อมูลเหล่านี้
 - c. กรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลพยากรณ์อากาศด้วยระบบคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง (<https://data.tmd.go.th/nwpapi/doc/>) ซึ่งกรมอุตุนิยมวิทยาได้จัดสร้างระบบคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง (High Performance Computing Cluster) เพื่อใช้ในการคำนวณแบบจำลองสภาพอากาศซึ่งมีความซับซ้อนและความละเอียดสูง โดยโครงการได้ศึกษาและพิจารณาวิธีการจัดหาข้อมูลเหล่านี้
- 3) ข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำจากสถานีวัด ประกอบด้วย
 - a. ข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำจากสถานีวัดจากเว็บไซต์คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ (สสน.) โดยโครงการได้ศึกษาและพิจารณาวิธีการจัดหาข้อมูลเหล่านี้
 - b. ข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผ่าน API ของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยโครงการได้ศึกษาและได้ดำเนินการทดลองเก็บข้อมูลเหล่านี้
 - c. ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมงจากสถานีวัดในจังหวัดตรังและจังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงปี 2543-2565 จากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยการติดต่อที่กรมอุตุนิยมวิทยาโดยตรง (<https://www.tmd.go.th/service/tmdData>) ซึ่งได้นำข้อมูลนี้มาจัดเตรียมเพื่อใช้เป็นข้อมูลเข้าของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบระยะที่ 1 และนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองที่ได้จากการใช้ข้อมูลจาก ECMWF เป็นข้อมูลเข้าของแบบจำลองระยะที่ 1 ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3-3.4
- 4) ข้อมูลแสดงปริมาณฝนเชิงแผนที่ ประกอบด้วย
 - a. ข้อมูลจากเรดาร์ตรวจอากาศ (หรือ เรดาร์ฝน) จากกรมอุตุนิยมวิทยา (<https://weather.tmd.go.th/>) โดยโครงการได้ศึกษาและพิจารณาวิธีการจัดหาข้อมูลเหล่านี้
 - b. ข้อมูลฝนรายชั่วโมงจาก GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation) (<https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm>) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกพัฒนาโดยใช้ดาวเทียมหลายดวง (Multi-Satellite) ของระบบ JAXA Global Rainfall Watch เพื่อ

การศึกษาทางด้านอุตุนิยมวิทยาและภูมิอากาศ โดยองค์การสำรวจอวกาศญี่ปุ่น (Japan Aerospace Exploration Agency หรือ JAXA) โครงการได้เก็บและจัดเตรียมข้อมูลปริมาณฝนรายชั่วโมงในช่วงปี 2562-2564 เพื่อใช้สร้างข้อมูลเข้าของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบระยะที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูล ERA5-Land Hourly Data จาก ECMWF รายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3-3.4

- 5) ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกล โดยโครงการได้พิจารณาแนวทางต่าง ๆ เพื่อนำภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกลมาใช้พยากรณ์หรือหาพื้นที่น้ำท่วม เพื่อนำมาแสดงผลในแพลตฟอร์มและใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ซึ่งไม่ว่าแนวทางใด หนึ่งในข้อมูลหลักจะมาจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกลจากดาวเทียม Sentinel-1 โดยโครงการได้ศึกษาและพิจารณาแนวทางเหล่านี้ พบว่า ไม่สามารถใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแบบ SAR มาเป็นข้อมูลหลักในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม เนื่องจากความถี่ในการได้ภาพถ่ายดาวเทียมในทางปฏิบัตินั้นน้อยเกินไป (เช่น ดาวเทียม Sentinel 1 มี revisit time เท่ากับ 12 วัน ซึ่งเป็นเวลานานเมื่อเทียบกับช่วงเวลาของเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ) ทำให้โครงการเห็นว่าข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมนี้เหมาะสมที่จะเป็นข้อมูลเสริมเพื่อติดตามหรือยืนยันสถานการณ์น้ำท่วมโดยเฉพาะในกรณีที่เกิดสถานการณ์น้ำท่วมเป็นระยะเวลานาน จึงไม่มีความเร่งด่วนในการจัดหาข้อมูลมาใช้ในแพลตฟอร์ม โดยโครงการได้อยู่ในระหว่างการศึกษาและพิจารณาวิธีการจัดหาข้อมูลเหล่านี้ด้วยวิธีการที่เหมาะสม
- 6) ข้อมูลจากเว็บไซต์อื่น ๆ ของหน่วยงานรัฐ
 - a. ข้อมูลจากเว็บไซต์ของศูนย์บริหารจัดการน้ำ ลุ่มน้ำตรัง (<http://trang-basin.thaiwater.net/>) ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบและอ้างอิงเพื่อพัฒนาแพลตฟอร์ม
- 7) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาจากสถานีรับสัญญาณดาวเทียม Himawari 8/9 หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยโครงการได้พิจารณาการนำข้อมูลเหล่านี้มาแสดงผลในแพลตฟอร์มต้นแบบเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม

ระยะที่ 2 (งวดที่ 3)

โครงการได้ดำเนินการค้นหาแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตโดยมีการติดต่อประสานงานกับหน่วยงานทั้งในและต่างประเทศ ดำเนินการศึกษาวិธีการเข้าถึงแหล่งข้อมูลเหล่านี้ รวมถึงการดำเนินการจัดหาและดาวน์โหลดข้อมูลที่เป็นต่อการดำเนินการของโครงการ (แต่ยังไม่มีเงินเพื่อซื้อข้อมูล) ได้แก่

- 1) ข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตในช่วงปี 2552-2564 (เพิ่มปี 2552-2561 จากระยะที่ 1) จาก “บันทึกเหตุการณ์น้ำ” ในเว็บไซต์คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ

(<https://www.thaiwater.net/report#flood>) โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ร่วมกับ

- a. ข้อมูลการประกาศเขตพื้นที่ประสบสาธารณภัย (อุทกภัย) จังหวัดตรัง ในช่วงปี 2562-2564 จากกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดตรัง
- b. ข้อมูลน้ำท่วมในอำเภอทุ่งสง ในช่วงปี 2560 ถึง 2564 จากศูนย์บริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำตรัง เทศบาลเมืองทุ่งสง
- c. ข้อมูลการเกิดน้ำท่วมที่ได้จากข่าวในอินเทอร์เน็ต

โดยนำข้อมูลเหล่านี้มาสร้างคำตอบ (Label) ของผลลัพธ์ (ข้อมูลออก) ของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบระยะที่ 2 ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3

- 2) ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าจากการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (Numerical Weather Prediction หรือ NWP) จาก

- a. ศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts หรือ ECMWF) ซึ่งเป็นองค์กรอิสระระหว่างรัฐบาลโดยได้รับการสนับสนุนจากประเทศ (States) ต่าง ๆ 35 ประเทศ และทำหน้าที่วิจัย พัฒนา และให้บริการการพยากรณ์อากาศโดยการคำนวณแก่ประเทศสมาชิกและผู้ใช้ทั่วโลก (มีทั้งแบบฟรีและแบบมีค่าใช้จ่าย) โดยได้มีการใช้ข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่

- i. ข้อมูล ERA5 (<https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>) ซึ่งโครงการได้ดำเนินการเก็บข้อมูล ERA5 Hourly Single Level Data ในช่วงปี 2552-2564 (เพิ่มปี 2552-2561 จากระยะที่ 1) เพื่อใช้ในการออกแบบ สร้าง และทดสอบแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบระยะที่ 2 ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3-3.4

- ii. ข้อมูล ECMWF จาก TIGGE dataset โดยเลือกใช้ข้อมูลแบบ Forecast / Surface / Total Precipitation จาก TIGGE Data Retrieval (<https://apps.ecmwf.int/datasets/data/tigge/levtype=sfc/type=cf/>) ซึ่งเป็นข้อมูลพยากรณ์ในอดีต (มีการปรับปรุงจากข้อมูลพยากรณ์แบบ Real-Time ในอดีต) ที่มีข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2549 ถึงปัจจุบัน เพื่อใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2
 - iii. ข้อมูล Real-Time (<https://products.ecmwf.int/shopping-cart/>) โดยโครงการได้ศึกษาและพิจารณาวิธีการจัดหาข้อมูลเหล่านี้
- b. แบบจำลอง GFS (Global Forecast System) โดยหน่วยงานให้บริการสภาพอากาศแห่งชาติ (National Weather Service) ของสหรัฐอเมริกา จากแหล่งข้อมูล Research Data Archive (<https://rda.ucar.edu/datasets/ds084.1/>) ที่มีข้อมูลตั้งแต่วันที่ 15 มกราคม 2558 ถึงปัจจุบัน เพื่อใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2
 - c. กรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลพยากรณ์อากาศด้วยระบบคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง (<https://data.tmd.go.th/nwpapi/doc/>) ซึ่งกรมอุตุนิยมวิทยาได้จัดสร้างระบบคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง (High Performance Computing Cluster) เพื่อใช้ในการคำนวณแบบจำลองสภาพอากาศซึ่งมีความซับซ้อนและความละเอียดสูง ข้อมูลนี้จะถูกดึงข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแบบ Real-Time และนำมาใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2
- 3) ข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำจากสถานีวัด ประกอบด้วย
- a. ข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำจากสถานีวัดจากเว็บไซต์คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ (สสน.) โดยโครงการได้ประสานงานอย่างเป็นทางการเพื่อขอข้อมูลจาก สสน. โดยทาง สสน. ได้ส่งข้อมูล API สำหรับโครงการนี้ โดยข้อมูลที่ได้จากการใช้ API เป็นข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำที่ได้จากสถานีโทรมาตรของ สสน. เท่านั้น (ข้อมูลในเว็บไซต์คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ (<https://www.thaiwater.net/>) เป็นข้อมูลที่เชื่อมโยงมาจาก 52 หน่วยงานในประเทศไทย) เพื่อใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2 และใช้ในการออกแบบ

- สร้าง และทดสอบแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมระยะที่ 2 โดยการนำข้อมูลระดับน้ำมาใช้เป็นหนึ่งในข้อมูลเข้าของบางแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3-3.4
- b. ข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผ่าน API “WaterToday” ของกรมอุตุนิยมวิทยา (<https://data.tmd.go.th/api/index1.php>) เพื่อนำมาใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2
 - c. ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมงจากสถานีวัดในจังหวัดตรังและจังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงปี 2543-2565 จากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยการติดต่อที่กรมอุตุนิยมวิทยาโดยตรง (<https://www.tmd.go.th/service/tmdData>) โครงการไม่ได้นำข้อมูลนี้มาใช้กับแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมตั้งแต่ระยะที่ 2 เป็นต้นไป เนื่องจากใช้แบบจำลองเหล่านี้จะใช้ข้อมูลปริมาณฝนที่ถูกสร้างจากข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าแต่เพียงอย่างเดียว
 - d. ข้อมูลปริมาณฝนสะสมต่อวัน (หน่วยมิลลิเมตร) ของสถานีบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ต้นแบบจากกรมอุตุนิยมวิทยา รวมถึงเว็บไซต์ที่สามารถเข้าไปดูข้อมูลเหล่านี้ ซึ่งได้จากการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของกรมอุตุนิยมวิทยาโดยตรง โดยอยู่ระหว่างการพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้อ้างอิงในการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม รวมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการนำข้อมูลเหล่านี้มาแสดงผลบนแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม
- 4) ข้อมูลแสดงปริมาณฝนเชิงแผนที่ ประกอบด้วย
- a. ข้อมูลจากเรดาร์ตรวจอากาศ (หรือ เรดาร์ฝน) จากกรมอุตุนิยมวิทยา (<https://weather.tmd.go.th/>) โดยได้นำข้อมูลเหล่านี้มาแสดงผลบนแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2
 - b. ข้อมูลจากเรดาร์ตรวจอากาศ (หรือ เรดาร์ฝน) จากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ซึ่งโครงการได้ติดต่ออย่างเป็นทางการกับกรมฝนหลวงและการบินเกษตร และอยู่ในระหว่างการพิจารณาแนวทางการนำข้อมูลเรดาร์คอมโพสิตเชิงพื้นที่และข้อมูลการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศของกรมฝนหลวงและการบินเกษตร มาแสดงผลบนแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วมและศึกษา

ความเป็นไปได้ในการใช้ปรับปรุงคุณภาพข้อมูลฝนที่ได้จากแบบจำลองพยากรณ์สภาพอากาศเพื่อประโยชน์ในการพยากรณ์และติดตามสถานการณ์น้ำท่วม

- c. ข้อมูลฝนรายชั่วโมงจาก GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation) (<https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm>) โครงการไม่ได้นำข้อมูลนี้มาใช้กับแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมตั้งแต่ระยะที่ 2 เป็นต้นไป เนื่องจากใช้แบบจำลองเหล่านี้จะใช้ข้อมูลปริมาณฝนที่ถูกสร้างจากข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าแต่เพียงอย่างเดียว

- 5) ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกล โดยโครงการได้พิจารณาแนวทางต่าง ๆ เพื่อนำภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกลมาใช้พยากรณ์หรือหาพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งโครงการได้ค้นพบและมีความสนใจที่จะนำชั้นข้อมูลน้ำท่วมจากแหล่งข้อมูล HYDrologic Remote Sensing Analysis for Floods หรือ HYDRAFloods (<https://hydrafloods-servir.adpc.net/map/>) มาแสดงผลในเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มและเป็นหนึ่งในข้อมูลที่ใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม โดยข้อมูลน้ำท่วมจากแหล่งข้อมูลนี้มาจากภาพถ่ายดาวเทียม 2 ระบบ ได้แก่ ดาวเทียมระบบ Synthetic Aperture Radar (SAR) และดาวเทียมระบบ optical ซึ่งคือ ดาวเทียม Sentinel 1 และ ดาวเทียม Sentinel 2 และดาวเทียม Landsat 8 ตามลำดับ ซึ่งดาวเทียม Sentinel 1 และ ดาวเทียม Sentinel 2 และดาวเทียม Landsat 8 ตามลำดับ ซึ่งดาวเทียม Sentinel 1 และ Sentinel 2 มี revisit time เท่ากับ 12 และ 10 ตามลำดับ ส่วนดาวเทียม Landsat 8 มี revisit time อยู่ที่ 16 วัน โครงการได้พิจารณาถึงศักยภาพในการใช้ข้อมูลนี้ร่วมในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 3 นี้มี revisit time ที่นาน เมื่อเทียบกับช่วงเวลาของเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ ทำให้โครงการเห็นว่าข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมเหล่านี้เหมาะสมที่จะเป็นข้อมูลเสริมเพื่อติดตามหรือยืนยันสถานการณ์น้ำท่วม โดยเฉพาะในกรณีที่เกิดสถานการณ์น้ำท่วมเป็นระยะเวลาสั้น

- 6) ข้อมูลจากเว็บไซต์อื่น ๆ ของหน่วยงานรัฐ
 - a. ข้อมูลจากเว็บไซต์ของศูนย์บริหารจัดการน้ำ ลุ่มน้ำตรัง (<http://trang-basin.thaiwater.net/>) ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบและอ้างอิงเพื่อพัฒนาแพลตฟอร์ม
 - b. แผนที่น้ำท่วมซ้ำซากจากเว็บไซต์ของกรมพัฒนาที่ดิน (<http://irw101.idd.go.th/index.php/2017-05-23-02-00-40/2017-05-23-02-00-40>) เป็นแผนที่ที่แสดงการท่วมซ้ำของน้ำที่ยาวนานและเป็นประจำในบริเวณพื้นที่เดิมในรอบ 10 ปี โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ (ไม่เกิน 3 ครั้ง, 4-7 ครั้ง และ 8-10 ครั้ง) เพื่อใช้

แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในติดตามสถานการณ์น้ำท่วมและประเมินความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2

- c. ข้อมูลราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างประเภทต่างๆ ตามพระราชบัญญัติการประเมินราคาทรัพย์สินเพื่อประโยชน์ของรัฐ พ.ศ. 2562 จากกรมธนารักษ์ (<https://assessprice.treasury.go.th/>)
- d. ข้อมูลมูลค่าบ้านเดี่ยว ห้องแถว/ตึกแถว/อาคารพาณิชย์ และทาวน์เฮ้าส์ จำแนกตามลักษณะ ได้แก่ ตึก ไม้ ครึ่งตึกครึ่งไม้ ในเขตเทศบาลของจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง และชุมพร จากข้อมูลแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจสังคมของครัวเรือนในปีล่าสุด 2564 ซึ่งจัดเก็บโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ (www.nso.go.th) ข้อมูลมูลค่าสิ่งปลูกสร้างนี้สะท้อนราคาตลาดของสิ่งปลูกสร้างซึ่งมักจะสูงกว่าราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างจากกรมธนารักษ์
- e. ข้อมูลแบบบัญชีรายการที่ดินและสิ่งปลูกสร้างจากเว็บไซต์ของเทศบาลเมืองทุ่งสง (https://www.tungsong.com/tsg_muni/65/total65.htm) และเทศบาลนครตรัง (<https://www.trangcity.go.th/trangcity/index.php/population/news/2021-07-12-03-28-29/10398-3-2566>) โดยโครงการได้ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสงและเทศบาลนครตรังในการขอข้อมูล นอกจากนี้ โครงการยังได้รับไฟล์ข้อมูลรูปแปลงในพื้นที่เทศบาลเมืองทุ่งสงที่จัดเตรียมโดยเจ้าหน้าที่เทศบาลเมืองทุ่งสง ส่วนเจ้าหน้าที่เทศบาลนครตรังได้แนะนำให้โครงการขอข้อมูลไฟล์รูปแปลงจากกรมที่ดิน ซึ่งโครงการค้นพบว่าสามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้ทางเว็บไซต์ของกรมที่ดิน (<https://landmaps.dol.go.th/>) โดยนำข้อมูลเหล่านี้มาออกแบบและจัดรูปข้อมูลใหม่ และวิเคราะห์ควบคู่กับค่าความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 4 หัวข้อ 4.4.2-4.4.3 และเพื่อใช้แสดงผลและเป็นข้อมูลในการคำนวณของแบบจำลองประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมบนแพลตฟอร์มในขณะที่ใช้งานจริง ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.6

- 7) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาจากสถานีรับสัญญาณดาวเทียม Himawari 8/9 หน่วยปฏิบัติการวิจัยระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยโครงการตัดสินใจไม่นำข้อมูลนี้มาใช้พัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ การเกิดน้ำท่วมและแสดงผลในแพลตฟอร์มต้นแบบ เนื่องจากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ใช้กับ แบบจำลองเหล่านี้และแสดงผลในแพลตฟอร์มจะใช้ข้อมูลปริมาณฝนเป็นหลัก เนื่องจากสามารถ นำมาพัฒนาแบบจำลองได้ง่ายกว่าและเชื่อว่าแสดงผลให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่ายกว่า

ระยะที่ 3 (งวดที่ 4)

โครงการได้ดำเนินการค้นหาแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตโดยมีการติดต่อประสานงานกับ หน่วยงานทั้งในและต่างประเทศ ดำเนินการศึกษาวិธีการเข้าถึงแหล่งข้อมูลเหล่านี้ รวมถึงการดำเนินการ จัดหาและดาวน์โหลดข้อมูลที่เป็นต่อการดำเนินการของโครงการ (โดยมีการซื้อข้อมูลจาก ECMWF ใน ส่วนของข้อมูล Operational Archive และข้อมูล Real-Time) ได้แก่

- 1) ข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตในช่วงปี 2552-2565 (เพิ่มปี 2565 จากระยะที่ 2) จาก “บันทึก เหตุการณ์น้ำ” ในเว็บไซต์คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ (<https://www.thaiwater.net/report#flood>) โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ร่วมกับ
 - a. ข้อมูลการประกาศเขตพื้นที่ประสบสาธารณภัย (อุทกภัย) จังหวัดตรัง ในช่วงปี 2562-2564 จากกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดตรัง
 - b. ข้อมูลน้ำท่วมในอำเภอทุ่งสง ในช่วงปี 2560 ถึง 2564 จากศูนย์บริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำ ตรัง เทศบาลเมืองทุ่งสง
 - c. ข้อมูลการเกิดน้ำท่วมที่ได้จากข่าวในอินเทอร์เน็ตโดยนำข้อมูลเหล่านี้มาสร้างคำตอบ (Label) ของผลลัพธ์ (ข้อมูลออก) ของแบบจำลองพยากรณ์ การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบและพื้นที่ทดสอบขยายผลระยะที่ 3 ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3
- 2) ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าจากการพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (Numerical Weather Prediction หรือ NWP) จาก
 - a. ศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts หรือ ECMWF) ซึ่งเป็นองค์กรอิสระระหว่างรัฐบาลโดย ได้รับการสนับสนุนจากประเทศ (States) ต่าง ๆ 35 ประเทศ และทำหน้าที่วิจัย พัฒนา

และให้บริการพยากรณ์อากาศโดยการคำนวณแก่ประเทศสมาชิกและผู้ใช้ทั่วโลก (มีทั้งแบบฟรีและแบบมีค่าใช้จ่าย) โดยได้มีการใช้ข้อมูล 3 ประเภท ได้แก่

- i. ข้อมูล ERA5 (<https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>) ซึ่งโครงการไม่ได้นำข้อมูลนี้มาใช้กับแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมระยะที่ 3 เนื่องจากใช้แบบจำลองระยะที่ 3 จะใช้ข้อมูลปริมาณฝนที่ใกล้เคียงกับข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าแบบ Real-Time ให้มากที่สุด (นั่นคือไม่ใช่ข้อมูลแบบ Reanalysis)
- ii. ข้อมูล ECMWF จาก TIGGE dataset โดยเลือกใช้ข้อมูลแบบ Forecast / Surface / Total Precipitation จาก TIGGE Data Retrieval (<https://apps.ecmwf.int/datasets/data/tigge/levtype=sfc/type=cf/>) หรือจากการใช้บริการ Web API ของ ECMWF ผ่านทางระบบ MARS (<https://confluence.ecmwf.int/display/WEBAPI/Access+MARS>) ซึ่งเป็นข้อมูลพยากรณ์ในอดีต (มีการปรับปรุงจากข้อมูลพยากรณ์แบบ Real-Time ในอดีต) ที่มีข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2549 ถึงปัจจุบัน เพื่อใช้ในการออกแบบ สร้าง และทดสอบแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 3 ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3-3.4
- iii. ข้อมูล Operational Archive (<https://apps.ecmwf.int/archive-catalogue/>) โดยเลือกใช้ข้อมูลแบบ Atmospheric Model / Forecast / Surface / Total Precipitation ซึ่งเป็นข้อมูลพยากรณ์แบบ Real-Time ในอดีตเพื่อใช้ในการออกแบบ สร้าง และทดสอบแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 3 ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3-3.4
- iv. ข้อมูล Real-Time (<https://products.ecmwf.int/shopping-cart/>) โดยเลือกใช้ข้อมูลแบบ Atmospheric Model high resolution 10-day forecast (HRES) – Single level / Total Precipitation ที่กริดความละเอียด 0.1° และ 0.25° ซึ่งเป็นข้อมูลพยากรณ์แบบ Real-Time (เป็นข้อมูลปัจจุบันและส่งมาที่แพลตฟอร์มทุกวัน) เพื่อใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มและใช้เป็นข้อมูลเข้าของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมบนแพลตฟอร์มในขณะที่ใช้งานจริงเพื่อประโยชน์ในการพยากรณ์และติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2

- b. แบบจำลอง GFS (Global Forecast System) โดยหน่วยงานให้บริการสภาพอากาศแห่งชาติ (National Weather Service) ของสหรัฐอเมริกา จากแหล่งข้อมูล Research Data Archive (<https://rda.ucar.edu/datasets/ds084.1/>) ที่มีข้อมูลตั้งแต่วันที่ 15 มกราคม 2558 ถึงปัจจุบัน เพื่อใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2 และเพื่อใช้ในการออกแบบ สร้าง และทดสอบแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 3 ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3-3.4
 - c. กรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลพยากรณ์อากาศด้วยระบบคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง (<https://data.tmd.go.th/nwpapi/doc/>) และข้อมูลที่ได้จากการบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผ่าน API “WeatherForecast7Days” ข้อมูลเหล่านี้จะถูกดึงข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแบบ Real-Time และนำมาใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2
- 3) ข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำจากสถานีวัด ประกอบด้วย
- a. ข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำจากสถานีวัดจากเว็บไซต์คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ (สสน.) ผ่านทาง API ที่ได้จากการประสานงานอย่างเป็นทางการเพื่อขอข้อมูลจาก สสน. โดยข้อมูลที่ได้จากการใช้ API เป็นข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำที่ได้จากสถานีโทรมาตรของ สสน. เท่านั้น เพื่อใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2 โดยไม่มีการนำไปใช้ในออกแบบ สร้าง และทดสอบแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมระยะที่ 3
 - b. ข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้จากการบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผ่าน API “Water3Hours” และ “WaterToday” ของกรมอุตุนิยมวิทยา (<https://data.tmd.go.th/api/index1.php>) เพื่อนำมาใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2
 - c. ข้อมูลปริมาณฝนสะสมต่อวัน (หน่วยมิลลิเมตร) ของสถานีบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ต้นแบบจากกรมอุตุนิยมวิทยา รวมถึงเว็บไซต์ที่สามารถเข้าไปดูข้อมูลเหล่านี้ ซึ่งได้จากการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของกรมอุตุนิยมวิทยาโดยตรง โดยโครงการไม่นำข้อมูลนี้มาใช้งานเนื่องจากไม่มีความจำเป็นต้องอ้างอิงข้อมูลเหล่านี้ในการพัฒนาแบบจำลอง มีความไม่สะดวกและไม่จำเป็นต้องดึงข้อมูลเหล่านี้มาแสดงผลในเว็บไซต์

- 4) ข้อมูลแสดงปริมาณฝนเชิงแผนที่ ประกอบด้วย
 - a. ข้อมูลจากเรดาร์ตรวจอากาศ (หรือ เรดาร์ฝน) จากกรมอุตุนิยมวิทยา (<https://weather.tmd.go.th/>) โดยได้นำข้อมูลเหล่านี้มาแสดงผลบนแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2
 - b. ข้อมูลจากเรดาร์ตรวจอากาศ (หรือ เรดาร์ฝน) จากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ซึ่งโครงการได้ติดต่ออย่างเป็นทางการกับกรมฝนหลวงและการบินเกษตร โดยได้นำข้อมูลข้อมูลการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศมาแสดงผลบนแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2 อย่างไรก็ตาม ปัจจุบัน เจ้าหน้าที่ของกรมฝนหลวงฯ แจ้งให้โครงการทราบว่า Server ของกรมฝนหลวงฯ มีปัญหาซึ่งอาจต้องใช้เวลาหลายเดือนในการแก้ไข จึงทำให้ไม่มีข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศของกรมฝนหลวงฯ แสดงผลอยู่บนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์ม

- 5) ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกล โดยโครงการได้พิจารณาความเป็นไปได้ของแนวทางต่าง ๆ ที่จะนำภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกลมาใช้พยากรณ์หรือหาพื้นที่น้ำท่วมและนำมาแสดงผลในเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มโดยเป็นหนึ่งในข้อมูลที่ใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ซึ่งโครงการได้ตัดสินใจเลือกใช้แนวทางที่ถูกแนะนำโดย United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response หรือ UN-SPIDER ผ่านทางเว็บไซต์ (<https://www.un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-google-earth-engine-flood-mapping/step-by-step>) ซึ่งเป็นการใช้ Google Earth Engine ในการประมวลภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกลจากดาวเทียม Sentinel-1 เพื่อให้ได้ซึ่งแผนที่น้ำท่วม แล้วจึงนำมาแสดงผลในแพลตฟอร์มเพื่อใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม เนื่องจากดาวเทียม Sentinel 1 มี revisit time เท่ากับ 12 วัน เมื่อเทียบกับช่วงเวลาของเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ ทำให้โครงการเห็นว่าข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมเหล่านี้เหมาะสมที่จะเป็นข้อมูลเสริมเพื่อติดตามหรือยืนยันสถานการณ์น้ำท่วมโดยเฉพาะในกรณีที่เกิดสถานการณ์น้ำท่วมเป็นระยะเวลาสั้น

- 6) ข้อมูลจากเว็บไซต์อื่น ๆ ของหน่วยงานรัฐ
- ข้อมูลจากเว็บไซต์ของศูนย์บริหารจัดการน้ำ ลุ่มน้ำตรัง (<http://trang-basin.thaiwater.net/>) ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบและอ้างอิงเพื่อพัฒนาแพลตฟอร์ม
 - แผนที่น้ำท่วมซ้ำซากจากเว็บไซต์ของกรมพัฒนาที่ดิน (<http://irw101.ldd.go.th/index.php/2017-05-23-02-00-40/2017-05-23-02-00-40>) เป็นแผนที่ที่แสดงการท่วมขังของน้ำที่ยาวนานและเป็นประจำในบริเวณพื้นที่เดิมในรอบ 10 ปี โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ (ไม่เกิน 3 ครั้ง, 4-7 ครั้ง และ 8-10 ครั้ง) เพื่อใช้แสดงผลบนเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มเพื่อประโยชน์ในติดตามสถานการณ์น้ำท่วมและประเมินความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.3.2
 - ข้อมูลราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างประเภทต่างๆ ตามพระราชบัญญัติการประเมินราคาทรัพย์สินเพื่อประโยชน์ของรัฐ พ.ศ. 2562 จากกรมธนารักษ์ (<https://assessprice.treasury.go.th/>)
 - ข้อมูลมูลค่าบ้านเดี่ยว ห้องแถว/ตึกแถว/อาคารพาณิชย์ และทาวน์เฮ้าส์ จำแนกตามลักษณะ ได้แก่ ตึก ไม้ ครึ่งตึกครึ่งไม้ ในเขตเทศบาลของจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง และชุมพร จากข้อมูลแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจสังคมของครัวเรือนในปีล่าสุด 2564 ซึ่งจัดเก็บโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ (www.nso.go.th) ข้อมูลมูลค่าสิ่งปลูกสร้างนี้สะท้อนราคาตลาดของสิ่งปลูกสร้างซึ่งมักจะสูงกว่าราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างจากกรมธนารักษ์
 - ข้อมูลรูปแปลงของแปลงประเภทโฉนดจากเว็บไซต์ของกรมที่ดิน (<https://landmaps.dol.go.th/>) โดยโครงการได้ประสานงานอย่างเป็นทางการเพื่อขอข้อมูลจากกรมที่ดิน โดยทางกรมที่ดินได้ส่งข้อมูลไฟล์ข้อมูลรูปแปลง (Shape file) ในพื้นที่เทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลนครตรัง และเทศบาลเมืองชุมพร รวมถึง API สำหรับโครงการนี้ โดยข้อมูลที่ได้จากการใช้ API เป็นข้อมูลแปลงและรูปแปลงของแปลงที่มีเลขโฉนด โดยนำข้อมูลเหล่านี้มาออกแบบและสร้างแบบจำลองประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบและพื้นที่ทดสอบขยายผล ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 4 หัวข้อ 4.4 และเพื่อใช้แสดงผลและเป็นข้อมูลในการคำนวณของแบบจำลองประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมบนแพลตฟอร์มในขณะที่ใช้งานจริง ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.6
 - ข้อมูลแบบบัญชีรายการที่ดินและสิ่งปลูกสร้างจากเว็บไซต์ของเทศบาลเมืองทุ่งสง (https://www.tungsong.com/tsg_muni/65/total65.htm) เทศบาลนครตรัง

(<https://www.trangcity.go.th/trangcity/index.php/population/news/2021-07-12-03-28-29/10398-3-2566>) และเทศบาลเมืองชุมพร

(https://www.chumphontown.go.th/datacenter/detail.php?news_id=1108)

โดยโครงการได้ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลนครตรัง และเทศบาลเมืองชุมพร ในการขอข้อมูล นอกจากนี้ โครงการยังได้รับไฟล์ข้อมูลรูปแปลงในพื้นที่เทศบาลเมืองทุ่งสงที่จัดเตรียมโดยเจ้าหน้าที่เทศบาลเมืองทุ่งสง และโครงการได้ขอข้อมูลไฟล์รูปแปลงจากกรมที่ดินทั้งสามเทศบาล โดยนำข้อมูลเหล่านี้มาออกแบบและจัดรูปข้อมูลใหม่ และวิเคราะห์ควบคู่กับค่าความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 4 หัวข้อ 4.4 และเพื่อใช้แสดงผลและเป็นข้อมูลในการคำนวณของแบบจำลองประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมบนแพลตฟอร์มในขณะที่ใช้งานจริง ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 5 หัวข้อ 5.6

2.2 การเก็บและจัดเตรียมข้อมูลภาคสนามและจากภาคประชาชน

ระยะเบื้องต้น (งวดที่ 1)

ไม่มีการดำเนินการในส่วนนี้

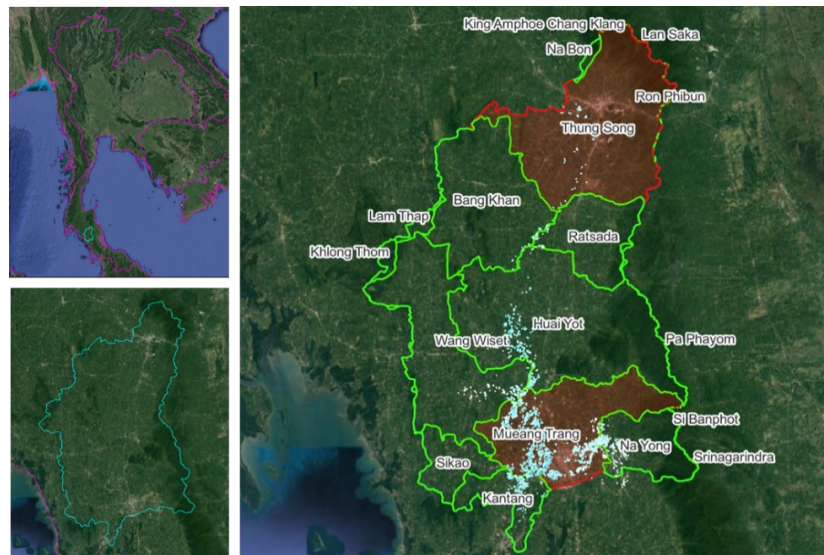
ระยะที่ 1 (งวดที่ 2)

โครงการได้ดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR และดำเนินการในเบื้องต้นเพื่อเตรียมความพร้อมในการเก็บและจัดเตรียมข้อมูลภาคสนามและจากภาคประชาชนในส่วนของการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม ดังต่อไปนี้

1) การเก็บข้อมูลด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR

ในการดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนามในระยะที่ 1 ทางโครงการ ฯ ได้ดำเนินการกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่สนใจ โดยใช้ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมรายปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2560 – 2563 จาก <https://flood.gistda.or.th/> มาใช้ในการประมวลผลและจัดทำแผนที่น้ำท่วมซ้ำซากในบริเวณพื้นที่ลุ่มแม่น้ำตรัง โดยจากการจัดทำแผนที่น้ำท่วมพบว่า บริเวณอำเภอเมืองเป็นบริเวณที่มีน้ำท่วมซ้ำซากมากที่สุด ซึ่งจากการศึกษาลักษณะภูมิประเทศของอำเภอเมืองตรัง พบว่ามีสภาพเป็นเนินสูงต่ำสลับกับที่ราบ มีแม่น้ำสำคัญไหลผ่าน คือแม่น้ำตรัง เกิดจากต้นน้ำในเขตอำเภอทุ่งสง

จังหวัดนครศรีธรรมราช และลำคลองจากเทือกเขาบรรทัดไหลผ่านอำเภอห้วยยอด อำเภอดีงวิเศษ อำเภอดีงตรง ไปออกทะเลในพื้นที่อำเภอดีงกันตัง [1] (รูปที่ 2.8)



รูปที่ 2.8 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มแม่น้ำตรง (เป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก [2])

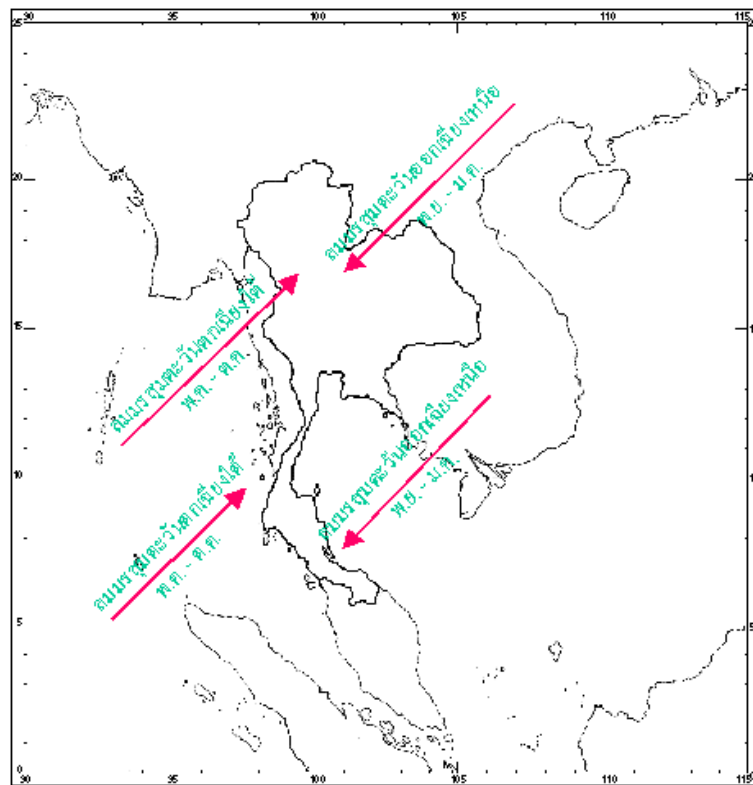
โครงการ ฯ ได้ตรวจสอบข้อมูลของสำนักงานจังหวัดตรงพบว่าข้อมูลเกี่ยวกับน้ำท่วมในอำเภอดีงมักเกิดขึ้นในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคมของทุกปี และพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมเป็นพื้นที่ลุ่ม พื้นที่ราบริมฝั่งแม่น้ำตรง แม่น้ำปะเหลียน และลำคลองต่าง ๆ โดยลักษณะการเกิดน้ำท่วมเป็นการท่วมแบบไหลหลากและเฉียบพลัน [3]

แม้อำเภอดีงจะมีลักษณะทางกายภาพที่เป็นควน เหมาะแก่การตั้งถิ่นฐาน มีแม่น้ำตรงและคลองสายต่าง ๆ ระบายน้ำลงสู่ทะเล แต่จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และการขยายตัวของเมืองและชุมชนทำให้เกิดการถมพื้นที่เพื่อสร้างที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการ การตัดถนน ขวางทางน้ำ และบริเวณที่เป็นพื้นที่รับน้ำ ทำให้น้ำท่วมขังนานกว่าปกติ ประกอบกับการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำสวนยางพารา และการขยายเมืองไปยังพื้นที่ทางการเกษตร ทำให้สูญเสียพื้นที่รับน้ำตามธรรมชาติ นอกจากนั้นที่ราบริมทะเลมีระดับความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลทำให้การระบายน้ำมีจำกัด [3]

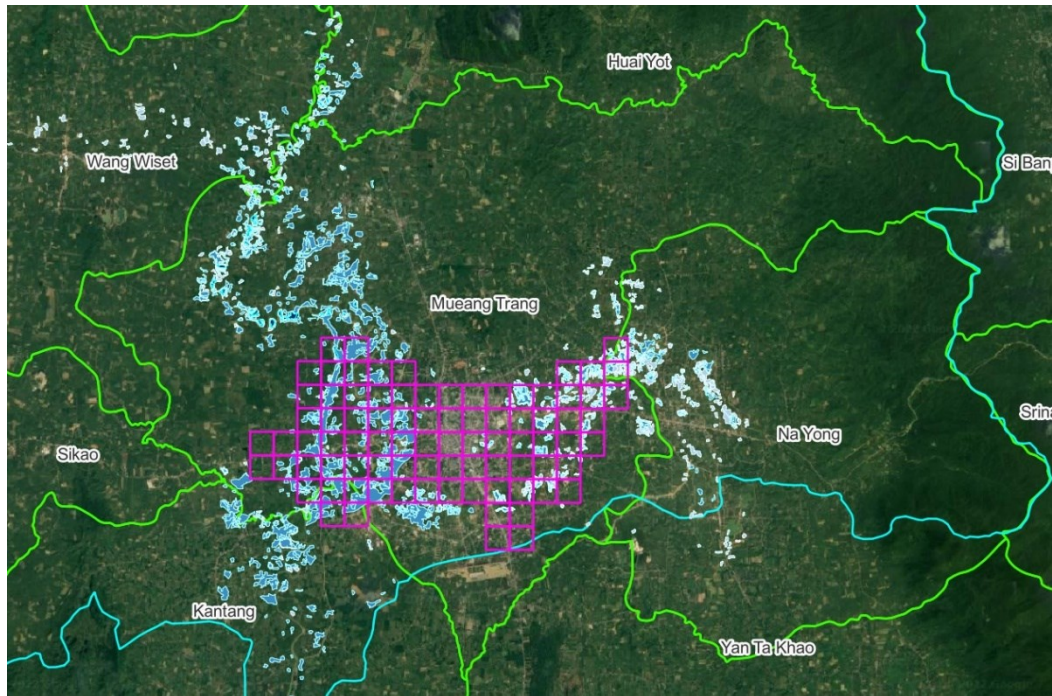
ลักษณะภูมิอากาศก็เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้เกิดน้ำท่วมในบริเวณอำเภอดีง เนื่องจากจังหวัดตรงอยู่ทางด้านฝั่งตะวันตกของภาคใต้ ปริมาณฝนที่ตกส่วนมากจะขึ้นอยู่กับร่องมรสุมที่พัดผ่านและมรสุมทั้งสองชนิดที่พัดปกคลุม (รูปที่ 2.9) ซึ่งในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จังหวัดตรงได้รับอิทธิพลจากมรสุมนี้อย่างเต็มที่ จึงมีฝนตกหนาแน่นตลอดฤดูฝน ส่วนในฤดูมรสุม

ตะวันออกเฉียงเหนือจะมีฝนตกมากในระยะแรก และจะเริ่มลดลงหลังจากเดือนธันวาคมเป็นต้นไป [4]

โครงการ ฯ จึงมีการกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่จะดำเนินการเก็บข้อมูล โดยได้ดำเนินการลงพื้นที่เพื่อสำรวจและจัดทำข้อมูล Ground Based LiDAR ตามขอบเขตดังแสดงในรูปที่ 2.10 เมื่อวันที่ 6 – 11 กันยายน 2565 ซึ่งได้ดำเนินการแล้วเสร็จและอยู่ระหว่างการประมวลข้อมูลเพื่อจัดทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ (DEM [5]) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในแพลตฟอร์มต่อไป



รูปที่ 2.9 ทิศทางมรสุมในประเทศไทย



รูปที่ 2.10 ขอบเขตพื้นที่การสำรวจภาคพื้นด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR บริเวณอำเภอเมือง และอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง

2) การเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่ในพื้นที่ต้นแบบ

เป็นการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อตรวจทานการใช้ประโยชน์และมูลค่าของที่ดินและสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ต้นแบบ ซึ่งโครงการได้ดำเนินการออกแบบ Template สำหรับการกรอกข้อมูลเรียบร้อย โดยข้อมูลภาคสนามที่จะทำการสำรวจครอบคลุมพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ ที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม ธุรกิจ สถานที่ราชการ วัด สวนสาธารณะ เกษตรกรรม และที่ดินว่างเปล่า และเพื่อสะท้อนมูลค่าของสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ที่แตกต่างกัน การศึกษารุ่นนี้ได้แบ่งที่อยู่อาศัยออกเป็น 5 ประเภทย่อย ได้แก่ 1) บ้านเดี่ยว 2) ห้องแถว/ตึกแถว 3) ทาวน์เฮ้าส์/บ้านแฝด 4) ห้องชุด (อพาร์ทเมนท์ แพลต หรือคอนโดมิเนียม) และ 5) เฟิงพักชั่วคราว สำหรับพื้นที่อุตสาหกรรม ได้แบ่งออกเป็น โรงงานอุตสาหกรรม และสถานบริการน้ำมัน และสำหรับพื้นที่ประกอบธุรกิจ ได้แบ่งออกเป็น 5 ประเภทย่อย ได้แก่ 1) อาคารสำนักงาน 2) ร้านค้า 3) ธนาคาร 4) ร้านอาหาร และ 5) ตลาด

3) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามสำหรับคนในพื้นที่ต้นแบบ

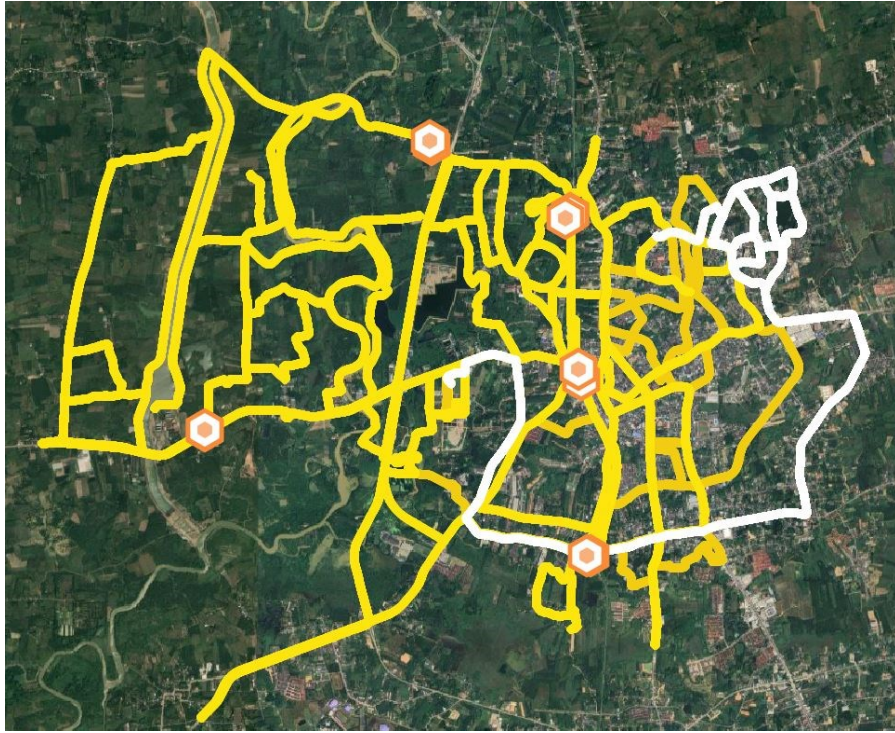
เป็นการเก็บข้อมูลภาคสนามจากภาคประชาชน โครงการได้ดำเนินการออกแบบแบบสอบถามไว้แล้วในเบื้องต้น โดยแบบสอบถามที่จะทำการสำรวจกับครัวเรือนในพื้นที่ต้นแบบเน้นไปที่การสอบถามถึงมูลค่าของที่ดินและสิ่งปลูกสร้างที่จำแนกตามการใช้ประโยชน์ของที่ดินและประเภท

ของสิ่งปลูกสร้าง คณะผู้วิจัยได้วางแผนการจัดเก็บข้อมูลจากครวเรือนตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) โดยจะทำการกำหนดพื้นที่ต้นแบบออกเป็นโซน และในแต่ละโซนจะทำการเก็บข้อมูลแบบสุ่มโดยกำหนดจำนวนครวเรือนในแต่ละโซนให้มีจำนวนเท่ากัน ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะถูกนำไปประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละพื้นที่ (มูลค่าของที่ดินและสิ่งปลูกสร้างต่อพื้นที่) และจะถูกนำไปใช้ร่วมกับแผนที่น้ำท่วมจากระบบติดตามการเกิดน้ำท่วมเพื่อทำการประมาณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม

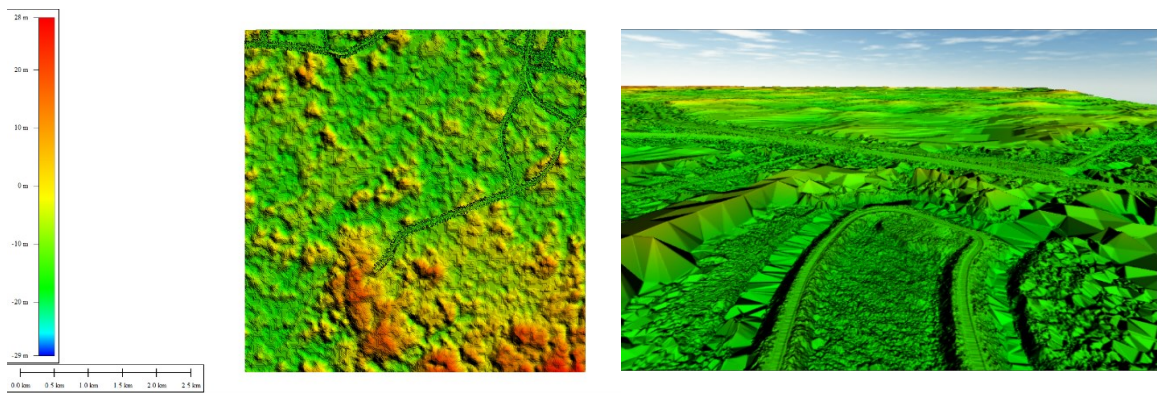
ระยะที่ 2 (งวดที่ 3)

โครงการได้ดำเนินการจัดเตรียมข้อมูลภาคสนามด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR และข้อมูลแบบจำลองความสูงดิจิทัล และดำเนินการเก็บและจัดเตรียมข้อมูลภาคสนามและจากภาคประชาชนใน ส่วนของการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม ดังต่อไปนี้

- 1) การจัดเตรียมข้อมูลด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR และข้อมูลแบบจำลองความสูงดิจิทัล หลังจากการกำหนดขอบเขตพื้นที่สำหรับดำเนินการลงพื้นที่เพื่อสำรวจและจัดทำข้อมูล Ground Based LiDAR บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดตรัง ตามเส้นทางการเก็บข้อมูลในรูปที่ 2.11 ทางโครงการ ฯ ได้ทำการประมวลผลข้อมูลดิบและได้ตัวอย่างข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงระดับความสูงของภูมิประเทศส่วนหนึ่งในบริเวณของอำเภอเมืองตรัง ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.11 แผนที่โดยรวมของเส้นทางการเก็บข้อมูลด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR



รูปที่ 2.12 ภาพตัวอย่างระดับความสูงของภูมิประเทศในอำเภอเมืองตรังที่สำรวจด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR

2) การเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่ในพื้นที่ต้นแบบ

โครงการได้ดำเนินการขอความอนุเคราะห์จากเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง และเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในการขอตัวอย่างข้อมูลแบบบัญชีรายการที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง (ภ.ต.ส. 3) ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลรายการที่ดินและรายการสิ่งปลูกสร้างของผู้ใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง (รูปที่ 2.13) รวมทั้งขอข้อมูลขอบเขตที่ดินที่อยู่ในรูปแบบ shapefile (*.shp) ในเขตเทศบาลของทั้งสองจังหวัด โดยโครงการได้นำข้อมูลรายการสิ่งปลูกสร้างและข้อมูลขอบเขตที่ดิน (*.shp) มารวมกันและแสดงผลในลักษณะของข้อมูลขอบเขตที่ดิน (*.shp) ที่มีรายละเอียดข้อมูลรายการสิ่งปลูกสร้างอยู่ใน Attribute Table ในหัวข้อ b_type และ b_feature (รูปที่ 2.14)

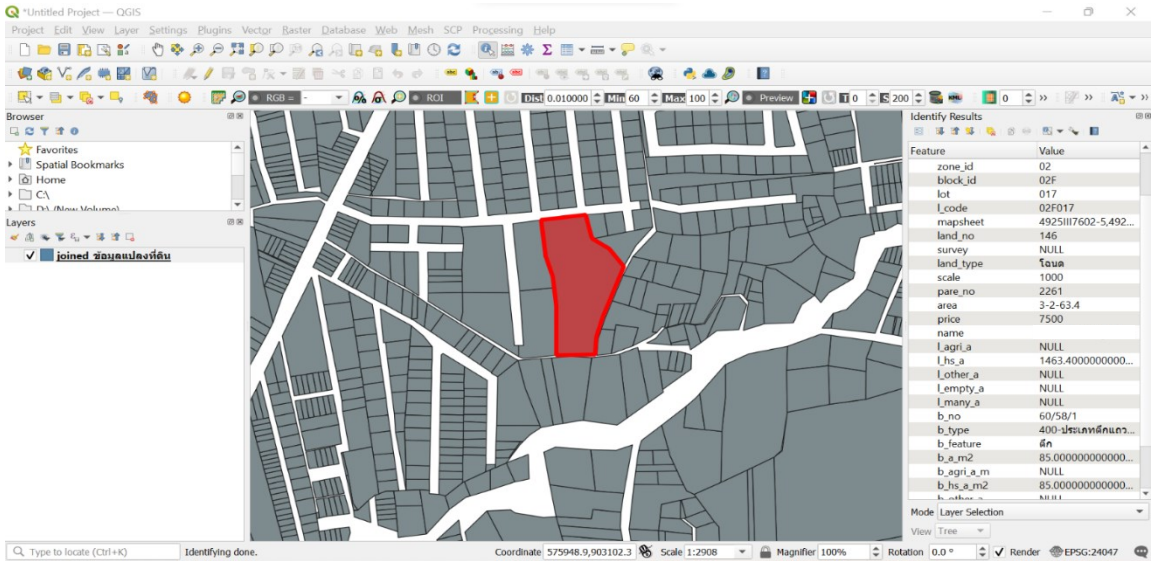
โดยข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างข้างต้นของทั้งสองเทศบาลอยู่ในรูปแบบเดียวกันซึ่งออกแบบโดยกรมที่ดิน กระทรวงมหาดไทย ข้อมูลมีรายละเอียดของ 1) ประเภทสิ่งปลูกสร้างตามบัญชีกรมธนารักษ์ เช่น บ้านเดี่ยว ตึกแถว บ้านแถว (ทาว์นเฮาส์) ภัตตาคาร คลังสินค้า เป็นต้น 2) ลักษณะสิ่งปลูกสร้าง (ตึก/ไม้/ครึ่งตึกครึ่งไม้) 3) ขนาดพื้นที่รวมของสิ่งปลูกสร้าง (ตร.ม.) 4) ลักษณะการทำประโยชน์ (ตร.ม.) ซึ่งจำแนกเป็นเกษตรกรรม อยู่อาศัย อื่นๆ และว่างเปล่า/ไม่ทำประโยชน์ 5) อายุโรงเรือนหรือสิ่งปลูกสร้าง 6) ประเภทที่ดิน 7) จำนวนเนื้อที่ดิน และ 8) ราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างต่อตารางเมตร (บาท/ตารางเมตร) ของกรมธนารักษ์ปัจจุบันอยู่ระหว่างการจัดการข้อมูลเพื่อให้พร้อมสำหรับประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐกิจในบริเวณที่เกิดน้ำท่วม

แบบบัญชีรายการที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง
เทศบาลนครตรัง อำเภอ เมืองตรัง จังหวัด ตรัง
ภ.ต.ส. ๓
หน้าที่ ๑ จาก ๒๒๒๓

ที่	ประเภทที่ดิน	เลขที่เอกสารสิทธิ์	ตำแหน่งที่ดิน	สถานที่ตั้ง(หมู่ที่/ชุมชนตำบล)	จำนวนเนื้อที่ดิน			ลักษณะการทำประโยชน์ (ตร.ว.)				ที่	บ้านเลขที่	ประเภทสิ่งปลูกสร้าง (ตามบัญชีกรมธนารักษ์)		ลักษณะสิ่งปลูกสร้าง (ตึก/ไม้/ครึ่งตึกครึ่งไม้)	ขนาดพื้นที่รวมของสิ่งปลูกสร้าง (ตร.ม.)	ลักษณะการทำประโยชน์			อายุโรงเรือนหรือสิ่งปลูกสร้าง (ปี)	หมายเหตุ	
					ไร่	งาน	ตร.ว.	เกษตรกรรม	อยู่อาศัย	อื่นๆ	ว่างเปล่า/ไม่ทำประโยชน์			ใช้ประโยชน์หลายประเภท	ประเภทการ			อยู่อาศัย	อื่นๆ	ว่างเปล่า/ไม่ทำประโยชน์			
1	น.ส.๓	023025	85	ค.พันตึก	0	2	39				239												
2	น.ส.3	082064901		ค.พันตึก	0	0	33		33			1	231	๓๐๐-๖๖๖๖๖-๖๖๖๖๖ ๖๖๖๖ ๖๖๖๖	ตึก	32		32				28	
												2	233	๓๐๐-๖๖๖๖๖-๖๖๖๖๖ ๖๖๖๖ ๖๖๖๖	ตึก	32		32				28	
												3	235	๓๐๐-๖๖๖๖๖-๖๖๖๖๖ ๖๖๖๖ ๖๖๖๖	ตึก	32		32				28	
												4	237	๓๐๐-๖๖๖๖๖-๖๖๖๖๖ ๖๖๖๖ ๖๖๖๖	ตึก	32		32				28	
												5	238	๓๐๐-๖๖๖๖๖-๖๖๖๖๖ ๖๖๖๖ ๖๖๖๖	ตึก	32		32				28	
3	น.ส.3	0112659060		ค.พันตึก	0	๐	46		46			6	-	๓๐๐-๖๖๖๖๖-๖๖๖๖๖ ๖๖๖๖ ๖๖๖๖	ตึก	66		66				5	
4	โฉนด	046128	87	ค.พันตึก	0	0	21.70		21.7			7	129	๓๐๐-๖๖๖๖๖-๖๖๖๖๖ ๖๖๖๖ ๖๖๖๖	ตึก	2009.15		2009.15				7	
5	โฉนด	046128901	564	ค.พันตึก	0	0	18.20		18.2														
6	น.ส.๓	013A002		ค.พันตึก	0	1	38		138			8	43.5	๓๐๐-๖๖๖๖๖-๖๖๖๖๖ ๖๖๖๖ ๖๖๖๖	ตึก	80		80				9	
												9	45	๓๐๐-๖๖๖๖๖-๖๖๖๖๖ ๖๖๖๖ ๖๖๖๖	ตึก	160		160				9	

รูปที่ 2.13 ตัวอย่างข้อมูลแบบบัญชีรายการที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง เทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง

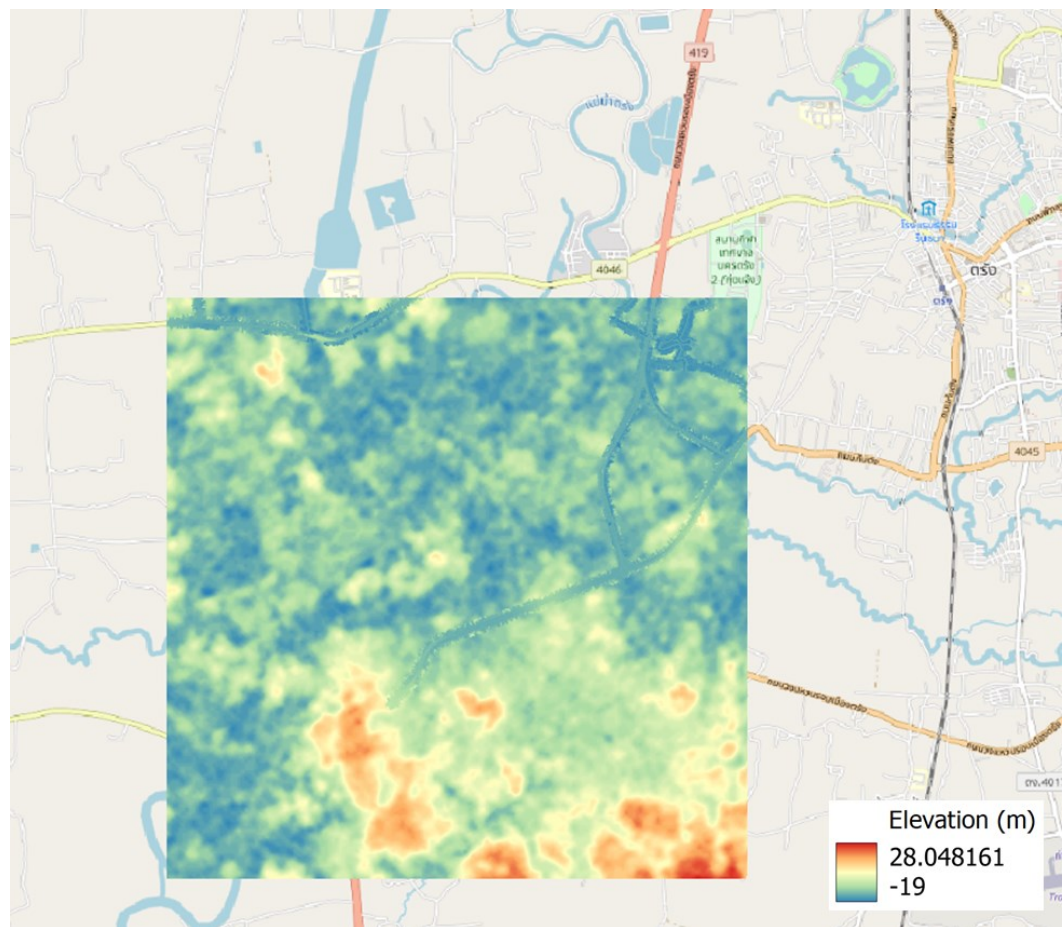
แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการรวมข้อมูลรายการสิ่งปลูกสร้างและข้อมูลขอบเขตที่ดิน (*.shp) ในอ.ทุ่งสง โดยแสดงผลในรูปแบบข้อมูลขอบเขตที่ดิน (*.shp) ที่มีรายละเอียดข้อมูลรายการสิ่งปลูกสร้างในหัวข้อ b_type และ b_feature ใน Attribute Table

- 3) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามสำหรับคนในพื้นที่ต้นแบบ การเก็บข้อมูลในส่วนนี้ได้ทำการปรับแผนการเก็บข้อมูลใหม่ซึ่งแตกต่างจากวิธีการเดิมที่เคยเสนอเนื่องจากคณะผู้วิจัยสามารถรวบรวมข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างระดับแปลงเกือบทุกครัวเรือนที่อาศัยในเขตเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง และ เทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ตามที่ได้กล่าวไว้โดยละเอียดในบทที่ 4 หัวข้อ 4.3-4.4 การใช้ข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างนับว่าดีกว่าวิธีการเดิมที่ใช้แบบสอบถามและทำการสุ่มตัวอย่างครัวเรือนเพียงไม่กี่รายเพื่อทำการประเมินมูลค่าทรัพย์สิน ขณะที่ข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างสามารถใช้ประเมินมูลค่าทรัพย์สินของเกือบทุกครัวเรือนทำให้มีความแม่นยำสูงขึ้น

จากข้อมูลความสูงภูมิประเทศบางส่วนในบริเวณอำเภอเมืองตรังที่ได้จากการสำรวจด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.16 แสดงให้เห็นว่า ในบริเวณที่มีความสูงของภูมิประเทศต่ำที่สุด (เทียบกับระดับน้ำทะเล) จะแสดงแทนด้วยพื้นที่สีฟ้า และไล่เรียงความสูงไปจนถึงบริเวณที่มีความสูงของภูมิประเทศสูงที่สุด (เทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง) ซึ่งแสดงแทนด้วยพื้นที่สีแดง ซึ่งเมื่อพิจารณาข้อมูลความสูงของภูมิประเทศในบริเวณ อ.เมือง จ.ตรัง (รูปที่ 2.15) พบว่า พื้นที่โดยส่วนมากถูกแสดงแทนด้วยพื้นที่สีฟ้าและสีเขียวอ่อน กล่าวคือ พื้นที่เหล่านั้นมีความสูงของภูมิประเทศต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง



รูปที่ 2.16 ข้อมูลความสูงภูมิประเทศที่ได้จากการสำรวจด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR ในบริเวณ อ.เมือง จ.ตรัง พร้อมคำอธิบายสัญลักษณ์ (Legend)

2) การเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่ในพื้นที่ต้นแบบ

การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามสำหรับคนในพื้นที่ต้นแบบถึงการใช้ประโยชน์พื้นที่ในพื้นที่ต้นแบบ ทำการปรับแผนการเก็บข้อมูลใหม่ซึ่งแตกต่างจากวิธีการเดิมที่เคยเสนอเนื่องจากคณะผู้วิจัยสามารถรวบรวมข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างระดับแปลงเกือบทุกครัวเรือนที่อาศัยในเขตเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง เทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร ตามที่ได้กล่าวไว้โดยละเอียดในบทที่ 4 หัวข้อ 4.3-4.4 การใช้ข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างนับว่าดีกว่าวิธีการเดิมที่ใช้แบบสอบถามและทำการสุ่มตัวอย่างครัวเรือนเพียงไม่กี่รายเพื่อทำการประเมินมูลค่าทรัพย์สิน ขณะที่ข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างสามารถใช้ประเมินมูลค่าทรัพย์สินของเกือบทุกครัวเรือนทำให้มีความแม่นยำสูงขึ้น จากนั้น ข้อมูลแบบบัญชีรายการที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง (ภ.ด.ส. 3) ของทั้ง 3 เทศบาล ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลรายการที่ดินและรายการสิ่งปลูกสร้างของผู้ใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง ถูกนำมาออกแบบและจัดรูปข้อมูลใหม่และทำการเพิ่มเติมข้อมูลค่าความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลเพื่อใช้ประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม

บทที่ 3

การออกแบบและสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์พื้นที่การเกิดน้ำท่วม

3.1 แนวความคิด

แนวความคิดการออกแบบและสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์พื้นที่การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบในโครงการนี้ ได้แก่ แนวความคิดที่ว่าน้ำท่วมในพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำตงนั้นมีพื้นฐานเป็นน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลากที่เกิดจากมวลน้ำที่เกิดจากฝนที่ตกในบริเวณลุ่มน้ำตง ทำให้แนวทางการพยากรณ์ที่ใช้ในโครงการนี้จึงอยู่บนพื้นฐานของการใช้ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้า นั่นคือหากปริมาณฝนในอนาคตมีค่าที่สูงมากพอก็จะมีโอกาสที่เกิดมวลน้ำที่ทำให้เกิดน้ำท่วมได้ง่าย โดยไม่อาศัยข้อมูลหรือแบบจำลองทางกายภาพของพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วม เนื่องจากเป็นข้อมูลที่น่าจะหาได้ยากและมีความละเอียด โดยจะเน้นการใช้ข้อมูลในเชิงสถิติจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต

ดังนั้น แบบจำลองที่ 1 จึงถูกออกแบบโดยอาศัยแนวความคิดว่าน้ำท่วมเกิดจากการรวมกันของปริมาณฝนในพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อมวลน้ำที่จะไหลผ่านพื้นที่ต้นแบบ จึงเกิดการกำหนดตำแหน่งที่สัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศโดยอาศัยองค์ความรู้ที่ได้จากคนในพื้นที่และจากการวิเคราะห์ลำดับการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำตง ในส่วนของแบบจำลองที่ 2 ได้มีการขยายแนวความคิดของแบบจำลองที่ 1 หากว่าการไหล (เข้าและออก) นั้นไม่ได้จำกัดอยู่ที่ลักษณะภูมิประเทศ แต่อาจแสดงการไหลที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝนหรือระบบภูมิอากาศ นอกจากนี้ อีกปัจจัยหนึ่งที่สัมพันธ์กับน้ำท่วมคือระดับน้ำในแม่น้ำลำคลอง ซึ่งเมื่อมีปริมาณมากอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการระบายน้ำที่ซึ่งออกจากพื้นที่และน้ำที่อาจล้นตลิ่งไปท่วมพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งเมื่อรวมกับข้อมูลปริมาณฝนล่วงหน้าในเงื่อนไขที่เหมาะสมก็อาจสามารถพยากรณ์น้ำท่วมล่วงหน้าได้ หากว่าข้อมูลระดับน้ำที่หาได้เป็นข้อมูลปัจจุบันและในอดีต และเป็นเรื่องที่ทำนายในการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้าในอนาคต เช่น การพยากรณ์ระดับน้ำในอีก 2 วันข้างหน้า

อย่างไรก็ตาม การรวมกันของปริมาณฝนนั้นมีความซับซ้อนทั้งในแง่ของตำแหน่งที่สัมพันธ์กับการเกิดน้ำท่วมทั้งทางภูมิประเทศและภูมิอากาศ รวมถึงความถูกต้องของการพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้า ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนทั้งในตำแหน่งที่เกิดและเวลาที่เกิด ดังนั้น จึงเกิดแนวความคิดที่จะใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องหรือปัญญาประดิษฐ์ในการคำนวณความเป็นไปได้ของการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมโดยการผสมผสานข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าเชิงพื้นที่ที่สามารถแสดงเป็นรูปภาพด้วยแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ที่ถูกพิสูจน์แล้วว่ามีความแม่นยำสูงในงานจำแนกรูปภาพ (Image Classification) นั่นคือ การใช้เครื่องแทนมนุษย์อาจสามารถทำให้ผสมผสานข้อมูลเหล่านี้ที่มีลักษณะธรรมชาติความถูกต้องเฉพาะตัวของข้อมูลได้ดีกว่าการออกแบบวิธีการผสมผสานข้อมูลเหล่านี้โดยมนุษย์

3.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสามารถจำแนกงานวิจัยออกเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองได้แก่ กลุ่มแรกคืองานวิจัยเกี่ยวกับข้อมูลทางอุตุนิยมิวิทยา เช่น ปริมาณฝน ความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ ความกดอากาศหรือองค์ประกอบต่างๆ และอีกกลุ่มคืองานวิจัยที่ใช้ข้อมูลทางอุทกวิทยาซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับน้ำเช่น การไหลของน้ำ ระดับน้ำ หรือข้อมูลอื่นๆ ร่วมกับข้อมูลทางอุตุนิยมิวิทยา ในงานวิจัยกลุ่มแรก งานวิจัย [6] เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์การเกิดฝนจากข้อมูลสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดฝนได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ความดัน ความเร็วลม และจุดน้ำค้าง จำนวนตั้งแต่ 1 ไปจนถึง 15 ปี (2542 ถึง 2555) และเป็นจำนวนทั้งสิ้น 365 ถึง 4,992 ตัวอย่าง ด้วยอัลกอริทึม SLIQ Decision Tree มีการใช้เกณฑ์ในการแบ่งโหนดจากการคำนวณค่าดัชนีจีนิ (Gini index values) และแบ่งแบบจำลองตามจำนวนข้อมูลที่ใช้ จากผลการทดลองพบว่าได้ค่า Testing Accuracy สูงสุดที่ 78.05% โดยใช้ข้อมูลทั้งหมด 5 ปีและมี Average Accuracy ที่ 72.3% ต่อมาในงานวิจัย [7] เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์ปริมาณฝนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจากข้อมูลปริมาณฝนที่ได้จากสถานีวัดทั้ง 4 แห่ง ตั้งแต่ปี 2532 - 2544 ในการสร้างแบบจำลองโดยในงานวิจัยมีการนำเสนอระบบที่ใช้กระบวนการทาง Fuzzy Logic หรือ Fuzzy Inference System (FIS) ในการสร้างแบบจำลองและนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองต่างๆ ซึ่งได้ข้อสรุปว่าแบบจำลองที่ใช้ FIS มีค่าความแม่นยำสูงสุดด้วยค่า Mean Absolute Error (MAE) ที่ 454 และค่า R ที่ 0.649 รองลงมาด้วยแบบจำลอง SARIMA, AR และ ANN ตามลำดับ ต่อมาในงานวิจัย [8] เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์ปริมาณฝนรายวันในพื้นที่ชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้ของประเทศไทยได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายวันจากสถานีวัดของกรมอุตุนิยมิวิทยาและกรมชลประทานในแต่ละจังหวัดตั้งแต่ปี 2538 ถึง 2549 ในการสร้างแบบจำลอง Artificial Neural Networks (ANNs) และใช้การทำ wavelet decomposition แบ่งอนุกรมเวลา (time series) ของปริมาณฝนออกเป็น 2 รูปแบบ โดยรูปแบบแรกแสดงถึงข้อมูลรายละเอียดของข้อมูลปริมาณฝน และอีกรูปแบบหนึ่งทำหน้าที่เป็นเหมือน smoothing filter จากนั้นจึงนำไปเป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลอง ANNs และรวมกันหลังจากออกจากแบบจำลอง ซึ่งได้แบบจำลองที่สามารถพยากรณ์ปริมาณฝนได้ล่วงหน้าสูงสุด 4 วันที่ค่า R-Squared 0.8819 และ RMSE ที่ 4.6912 และในงานวิจัย [9] เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับระบบการพยากรณ์น้ำท่วมตามเวลาจริง (real time) ในบึงรามคำแหง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนจากเรดาร์ตรวจวัดสภาพอากาศจากสำนักการระบายน้ำเขตหนองจอก กรุงเทพมหานครซึ่งเก็บข้อมูลทุก 5 นาทีไปใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลอง TITAN สำหรับใช้ในการพยากรณ์การเคลื่อนที่ของพายุและปริมาณฝนทุก 10 นาทีจากนั้นจึงนำข้อมูลทั้งหมดไปพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง PCSWMM (Personal Computer version of the Stormwater Management Model) ซึ่งสามารถ

พยากรณ์ล่วงหน้าได้ 20 นาทีและมี Accuracy ที่ 61.2% งานวิจัยอีกกลุ่มคืองานวิจัยที่ใช้ข้อมูลทางอุทกวิทยาร่วมกับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา งานวิจัย [10] เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราช ประเทศไทยจากการรวมกันของข้อมูลทั้ง 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ ข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาที่ได้จาก GLOFAS ข้อมูลจากการทำนายปริมาณฝนรายชั่วโมงจากแพลตฟอร์ม TMD Big Data และข้อมูลจากกลุ่มอาสาสมัคร (Crowdsourcing) ซึ่งมีจำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 16 features มาสร้างแบบจำลองที่พยากรณ์สถานะการเกิดน้ำท่วมออกเป็น 4 สถานะได้แก่ ไม่เกิดน้ำท่วม น้ำท่วมน้อย (ระดับน้ำต่ำกว่า 20 ซม.) น้ำท่วมปานกลาง (ระดับน้ำตั้งแต่ 20 ซม.แต่ไม่เกิน 50 ซม.) และน้ำท่วมหนัก (ระดับตั้งแต่ 50 ซม.เป็นต้นไป) ซึ่งจากงานวิจัยได้มีการจัดลำดับในแต่ละ feature ก่อนสร้างแบบจำลองต่างๆ จากผลการทดลองพบว่าการใช้แบบจำลอง multilayer perceptron (MLP) ได้ผลดีที่สุดที่ Accuracy 97.83%, Kappa coefficients 0.89, Mean Absolute Errors (MAE) 0.01 และ RMSE ที่ 0.1 ต่อมาในงานวิจัย [11] เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ระดับน้ำในแม่น้ำแม่บง อ.ตอยหลวง จ.เชียงราย ประเทศไทยซึ่งใช้ข้อมูลระดับน้ำจากสถานีโทรมาตรตั้งแต่เดือนพฤษภาคมปี 2559 มีสถานีโทรมาตร 3 สถานีได้แก่ STK10 STK11 และ STK12 ซึ่งในงานวิจัยใช้แค่สถานี STK10 เป็นขาเข้าของแบบจำลองเนื่องจากสถานี STH11 อยู่ในแม่น้ำขนาดเล็กและใช้ STK12 เป็นสถานีในการทดสอบกับแบบจำลอง Water Level Prediction using Artificial Neural Network with Particle Swarm Optimization (W-POpt) ซึ่งมี particle swarm เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการปรับค่าพารามิเตอร์ที่ของแบบจำลอง ANN ซึ่งวัดผลด้วยค่า Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ได้ที่ค่า train 1.88% และ test 7.82% และงานวิจัย [12] เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์น้ำท่วมจากการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้า 7 ชั่วโมงในแม่น้ำปิง จ.เชียงใหม่โดยใช้ข้อมูลจากเครื่องวัดระดับน้ำแบบ Bubble gauge ที่สถานีต้นน้ำและ floating gauge ที่สถานีปลายน้ำจากข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมทั้ง 7 ครั้งในปี 2548 และปี 2549 ทั้งหมด 940 ตัวอย่างด้วยแบบจำลอง MLP พร้อมกับอัลกอริทึม Cuckoo Search (CS) ได้ค่า MAE ที่ 8.971 สำหรับ validation และ 6.836 สำหรับ blind test นอกจากนี้ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศพบว่ามิงงานวิจัยที่มีลักษณะคล้ายกับงานวิจัยในข้างต้นเช่นในงานวิจัย [13] เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ระดับน้ำด้วยแบบจำลอง Neural Network Autoregressive with Exogenous Input (NNARX) โดยมีค่า Best fit ที่ 80.1068% และค่า RMSE ที่ 0.0901 และ [14] เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ระดับน้ำโดยการเปรียบเทียบผลจากแบบจำลอง Autoregressive with Exogenous input (ARX) และ Autoregressive Moving Average with Exogenous Input (ARMAX) โดยจากงานวิจัยสรุปได้ว่าแบบจำลอง ARMAX ให้ผลที่ดีกว่าที่ Best fit 63.06% และ RMSE 0.00947 ซึ่งงานวิจัยทั้งสองเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับใช้ข้อมูลระดับน้ำจากสถานีโทรมาตรจำนวน 4 สถานีเพื่อพยากรณ์ระดับน้ำในแม่น้ำปะหัง ประเทศมาเลเซีย จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า

สามารถใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบจำลองฯ สำหรับพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในโครงการฯ ได้ แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองในงานวิจัยกับแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในโครงการฯ ได้ งานวิจัยที่สามารถใช้เปรียบเทียบได้ควรมีแบบจำลองที่ให้ผลการพยากรณ์ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 2 วันและสามารถตัดสินใจว่าน้ำท่วมหรือไม่ท่วม โดยการสรุปข้อมูลของงานวิจัยและสาเหตุที่ไม่สามารถนำผลการประเมินประสิทธิภาพมาใช้ในการเปรียบเทียบได้ แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลโดยสรุปของงานวิจัยที่ได้สืบค้น

ลำดับ	ชื่องานวิจัย	ปี	สถานที่ / แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์	ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง	ระยะเวลาล่วงหน้าในการพยากรณ์ (ถ้ามี)	หมายเหตุ
1	An Approach to Prediction of Precipitation Using Gini Index in SLIQ Decision Tree	2556	ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา	- Testing Accuracy สูงสุดที่ 78.05% (ข้อมูล 5 ปี) - Average Accuracy ที่ 72.3% (ข้อมูล 14 ปี)	-	เป็นการพยากรณ์การเกิดฝน
2	Rainfall prediction in the northeast region of Thailand using Modular Fuzzy Inference System	2555	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 4 สถานี	- Mean Absolute Error (MAE) ที่ 454 mm. - ค่า R ที่ 0.649	- ล่วงหน้าได้ 1 เดือน	เป็นการพยากรณ์ปริมาณฝน
3	Wavelet-transform based artificial neural network for daily rainfall prediction in southern Thailand	2552	ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา	- ล่วงหน้า 1 วัน (R2 = 0.9950 และ RMSE = 0.8625 mm.) - ล่วงหน้า 2 วัน (R2 = 0.9739 และ RMSE = 2.0467 mm.) - ล่วงหน้า 3 วัน (R2 = 0.9680 และ RMSE = 2.2699 mm.) - ล่วงหน้า 4 วัน (R2 = 0.8819 และ RMSE = 4.6912 mm.)	- ล่วงหน้าได้ 1 2 3 และ 4 วัน	เป็นการพยากรณ์ปริมาณฝนรายวัน
4	Development and Application of a Real-Time Flood Forecasting	2565	ปทุมธานี กรุงเทพมหานคร	- Forecasted rainfall CSI 84.4 - Flood forecast accuracy 61.2% (71/116)		เป็นการพยากรณ์น้ำท่วมแบบ real time ซึ่ง

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

	System (RTFlood System) in a Tropical Urban Area: A Case Study of Ramkhamhaeng Polder, Bangkok, Thailand				- ล่วงหน้า ได้ 20 นาที	สามารถ พยากรณ์ ล่วงหน้าได้ 20 นาที
5	Flood Forecasting System Based on Integrated Big and Crowdsource Data by Using Machine Learning Techniques	2563	สุราษฎร์ธานีและ นครศรีธรรมราช	- precision 0.98 - recall 0.978 - kappa 0.89 - MAE 0.01 - RMSE 0.10	- ล่วงหน้า 24 ชั่วโมง	แหล่งที่มาของ ข้อมูลเช่น การ ทำ ground truth มีความ ไม่ชัดเจนไม่ สามารถ ตรวจสอบได้
6	Water level prediction using artificial neural network with particle swarm optimization model	2560	แม่น้ำแม่ปิง อ.ดอย หลวง จ.เชียงราย	- MAPE train 1.88% และ test 7.82%	- ล่วงหน้า ได้ 5 ชั่วโมง	เป็นการ พยากรณ์ ระดับน้ำโดย ไม่มีการบอก ว่าระดับน้ำ เท่าไรจึงถือว่า ท่วม
7	Multilayer perceptron with Cuckoo search in water level prediction for flood forecasting	2559	แม่น้ำปิง จ.เชียงใหม่	- MAE = 8.971 cm. สำหรับ validation - MAE = 6.836 cm. สำหรับ blind test	- ล่วงหน้า ได้ 7 ชั่วโมง	เป็นการ พยากรณ์ ระดับน้ำโดย ไม่มีการบอก ว่าระดับน้ำ เท่าไรจึงถือว่า ท่วม
8	Flood water level prediction modeling using NNARX structure for Sg Pahang basina	2558	แม่น้ำปะหัง ประเทศ มาเลเซีย	- Best fit ที่ 80.1068% - RMSE ที่ 0.0901 เมตร	- ล่วงหน้า ได้ 10 ชั่วโมง	เป็นการ พยากรณ์ ระดับน้ำ
9	Multiple Input Single Output (MISO) ARX and ARMAX model of flood prediction system: Case study Pahang	2560	แม่น้ำปะหัง ประเทศ มาเลเซีย	- Best fit 63.06% - RMSE 0.00947 เมตร	- ล่วงหน้า ได้ 10 ชั่วโมง	เป็นการ พยากรณ์ ระดับน้ำ

3.3 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการออกแบบและสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม : ระยะที่ 1 (งวดที่ 2)

3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวม จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลบันทึกน้ำท่วมในอดีต ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP และข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์พื้นที่การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อมูลบันทึกน้ำท่วมในอดีต

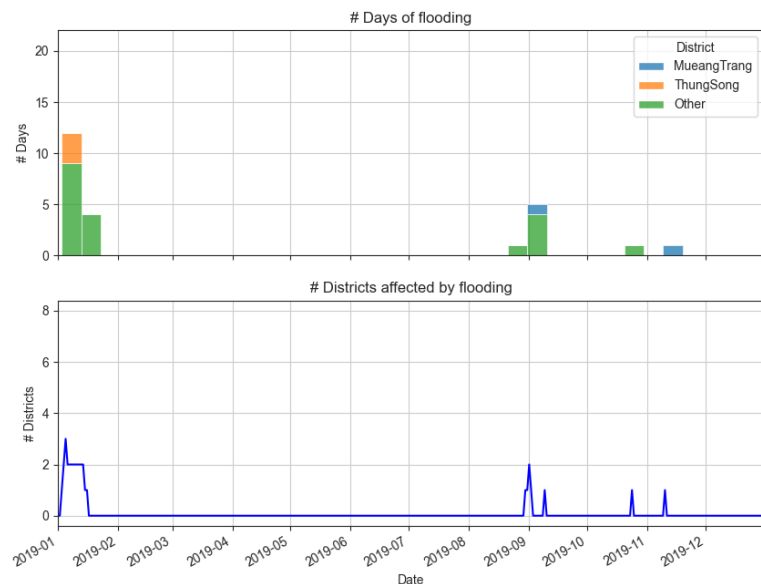
ข้อมูลบันทึกน้ำท่วมในอดีต ได้แก่ บันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต รายงานข้อมูลน้ำรายสัปดาห์ และรายงานสถานการณ์น้ำประจำวัน จากคลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) หรือ สสน. (<https://www.thaiwater.net/report#flood>) ได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับข้อมูลประกาศเขตพื้นที่ประสบสาธารณภัย (อุทกภัย) จังหวัดตรัง (ข้อมูลจากกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดตรัง ซึ่งเป็นข้อมูลในช่วงปี 2562 ถึง 2564) และข้อมูลน้ำท่วมในอำเภอทุ่งสง (ข้อมูลจากศูนย์บริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำตรัง เทศบาลเมืองทุ่งสง ซึ่งเป็นข้อมูลในช่วงปี 2560 ถึง 2564) รวมถึงข้อมูลข่าวการเกิดน้ำท่วมจากอินเทอร์เน็ต เพื่อสร้าง Label สำหรับผลลัพธ์ (ข้อมูลขาออก) ของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในอำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง และอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยในระยะที่ 1 ได้พิจารณาข้อมูลในช่วงปี 2562 ถึง 2564 พบว่ามีการเกิดน้ำท่วมที่จังหวัดตรัง (10 อำเภอ) และอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 170 วัน มีเหตุการณ์น้ำท่วมจำนวน 16 เหตุการณ์ และมีจำนวนวันและจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมในแต่ละอำเภอดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนวันที่เกิดน้ำท่วมและจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมในแต่ละอำเภอในระยะที่ 1

อำเภอ	จำนวนวันที่เกิดน้ำท่วม	จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วม	ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันต่อการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม
เมืองตรัง	97	7	13.86
รัชฎา	34	4	8.50
นาโยง	21	3	7.00
ห้วยยอด	103	9	11.44

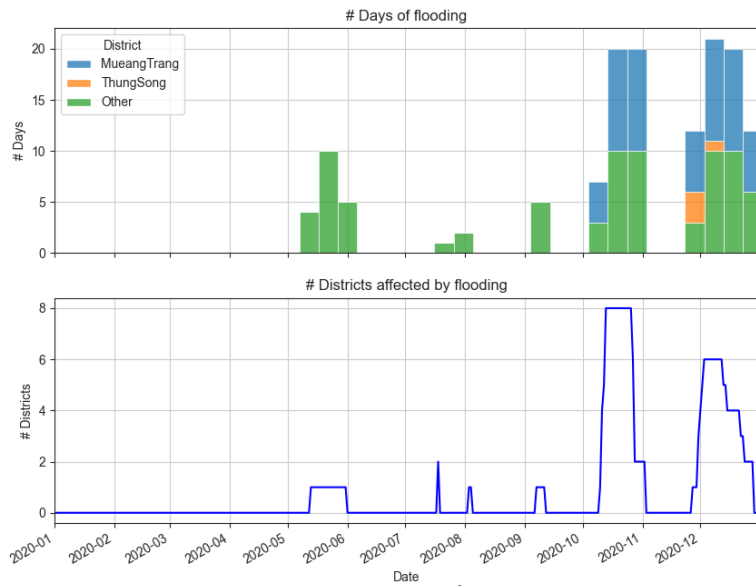
กันตัง	24	2	12.00
ย่านตาขาว	51	2	25.50
ปะเหลียน	25	5	5.00
สิเกา	15	1	15.00
วังวิเศษ	38	3	12.67
หาดสำราญ	17	1	17.00
ทุ่งสง	7	2	3.50

รูปที่ 3.1 ถึง 3.3 แสดงระยะเวลาการเกิดน้ำท่วม (จำนวนวัน) และจำนวนอำเภอที่เกิดน้ำท่วม ในช่วงเวลาต่างๆ ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 ตามลำดับ โดยกราฟด้านบน (# Days of flooding) แสดงถึงจำนวนวันที่เกิดน้ำท่วม ที่อำเภอเมืองตรัง (MueangTrang) อำเภอทุ่งสง (ThungSong) และอำเภออื่นๆ ในจังหวัดตรัง 9 อำเภอ (Other) กราฟด้านล่าง (# District affected by flooding) แสดงถึงจำนวนอำเภอที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วม จากการพิจารณารูปเหล่านี้ พบว่า ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 เหตุการณ์น้ำท่วมส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนธันวาคม สำหรับเดือนมกราคมปี 2562 เกิดเหตุการณ์พายุปาบึก ส่งผลให้อำเภอรัษฎา อำเภอห้วยยอด และอำเภอทุ่งสง ถูกน้ำท่วม สำหรับเหตุการณ์ที่มีการเกิดน้ำท่วมเป็นวงกว้างที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมปี 2563 ซึ่งมีอำเภอที่ถูกน้ำท่วมถึง 8 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอเมืองตรัง อำเภอห้วยยอด อำเภอกันตัง อำเภอปะเหลียน อำเภอย่านตาขาว อำเภอสิเกา อำเภอวังวิเศษ และอำเภอนาโยง

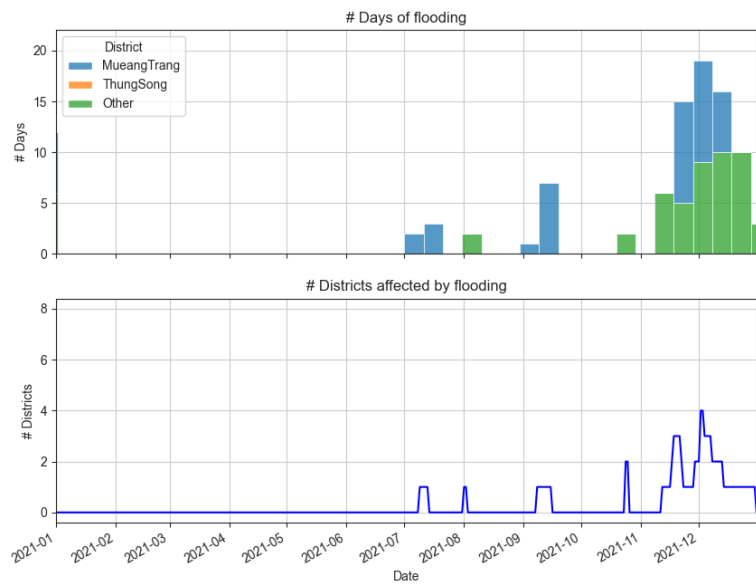


รูปที่ 3.1 จำนวนวันและจำนวนอำเภอที่เกิดน้ำท่วม ในช่วงเวลาต่างๆ ปี 2562

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 3.2 จำนวนวันและจำนวนอำเภอที่เกิดน้ำท่วม ในช่วงเวลาต่างๆ ปี 2563



รูปที่ 3.3 จำนวนวันและจำนวนอำเภอที่เกิดน้ำท่วม ในช่วงเวลาต่างๆ ปี 2564

2. ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF

ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) เป็นข้อมูลปริมาณฝนรายชั่วโมงจากศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป (ECMWF) ซึ่งเป็นองค์กรอิสระระหว่างรัฐบาลโดยได้รับการสนับสนุนจากประเทศ (States) ต่างๆ 35 ประเทศ และทำหน้าที่วิจัยและพัฒนา และให้บริการการพยากรณ์อากาศโดยการคำนวณแก่ประเทศสมาชิกและผู้ใช้ทั่ว

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

โลก (มีทั้งแบบฟรีและแบบมีค่าใช้จ่าย) โดยโครงการฯ ได้ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในอำเภอเมืองตรังและอำเภอทุ่งสง โดยแบ่งออกเป็นข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land ซึ่งในการเก็บข้อมูลระยะที่ 1 โครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 ในขอบเขตรอบคลุมภาคใต้ของประเทศไทยตั้งแต่ละติจูดที่ 0.2 ถึง 12.3 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 94.6 ถึง 107.2 องศาตะวันออก แสดงรูปที่ 3.4

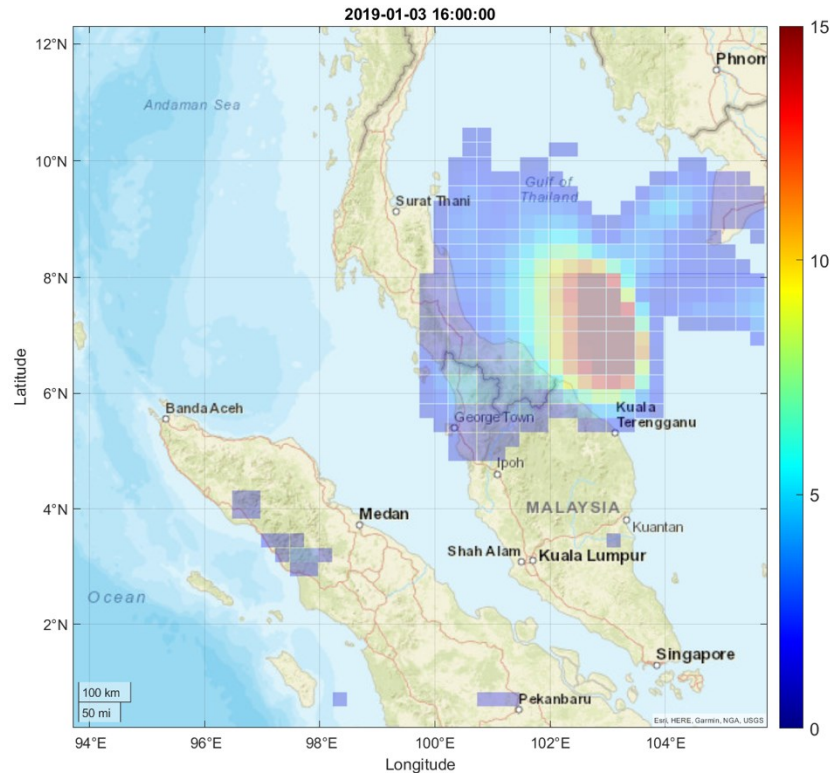


รูปที่ 3.4 ขอบเขตของตำแหน่งของการเก็บข้อมูลปริมาณฝนรายชั่วโมง (เส้นสีแดง) จากฐานข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land ในระยะที่ 1 ตั้งแต่วันที่ 1 เดือนมกราคม ปี 2562 ถึง วันที่ 31 เดือนธันวาคม ปี 2564

ข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land มีรายละเอียดดังนี้

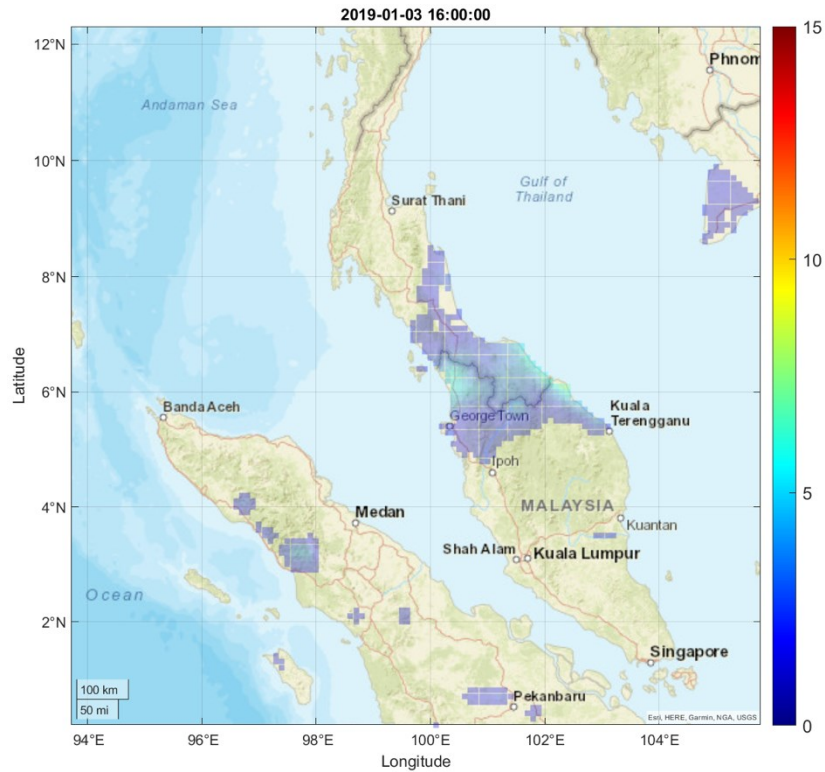
ERA5 (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels?tab=overview>) เป็นข้อมูลปริมาณฝน รายชั่วโมง โดยมีความละเอียดที่ 0.25x0.25 องศา ข้อมูลปริมาณฝนในฐานข้อมูล ERA5 จะเป็นข้อมูลปริมาณฝนต่อชั่วโมง ในหน่วย เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งจะถูกนำมาเปลี่ยนให้เป็นหน่วย มิลลิเมตรต่อชั่วโมง แสดงตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝน ดังรูปที่ 3.5

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูล ERA5
ในวันที่ 3 มกราคม 2562 เวลา 16.00 น. (เหตุการณ์พายุปากบึก)

ERA5-Land (<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-land?tab=overview>) เป็นข้อมูลรายชั่วโมง ซึ่งมีข้อมูลเฉพาะภาคพื้นดินเท่านั้น มีความละเอียดที่ 0.1x0.1 องศา สำหรับข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA5-Land จะเป็นข้อมูลผลรวมปริมาณฝนรายชั่วโมงตั้งแต่วันที่เที่ยงคืน (00:00) ของวันเดียวกัน ดังนั้นข้อมูล ERA5-Land จะถูกแปลงเป็นข้อมูลปริมาณฝนต่อชั่วโมง ในหน่วย มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ก่อนนำไปใช้งาน แสดงตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนต่อชั่วโมง รูปที่ 3.6

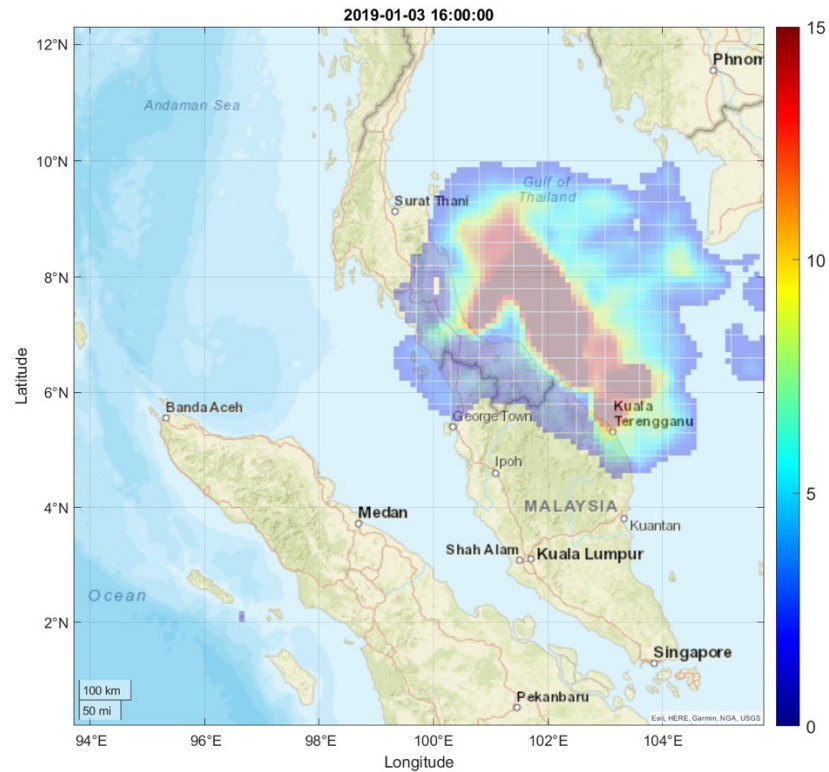


รูปที่ 3.6 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูล ERA5-Land ในวันที่ 3 มกราคม 2562 เวลา 16.00 น. (เหตุการณ์พายุปากีส)

3. ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation)

ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation) เป็นข้อมูลที่ถูกพัฒนาโดยใช้ดาวเทียมหลายดวง (Multi-Satellite) ของ JAXA Global Rainfall Watch เพื่อการศึกษาทางด้านอุตุนิยมวิทยาและภูมิอากาศ โดยองค์การสำรวจอวกาศญี่ปุ่น (Japan Aerospace Exploration Agency หรือ JAXA) ซึ่งในระยะที่ 1 โครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลรายชั่วโมง ในหน่วยมิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีความละเอียดอยู่ที่ 0.1×0.1 องศา โดยเก็บในช่วงปี 2562 ถึง 2564 ในขอบเขตที่ครอบคลุมภาคใต้ของประเทศไทย คือ ตั้งแต่ละติจูดที่ 0.2 ถึง 12.3 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 94.6 ถึง 107.2 องศาตะวันออก เช่นเดียวกับ ERA5 และ ERA5-Land (รูปที่ ค.1-4) แสดงตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนต่อชั่วโมงในรูปที่ 3.7

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

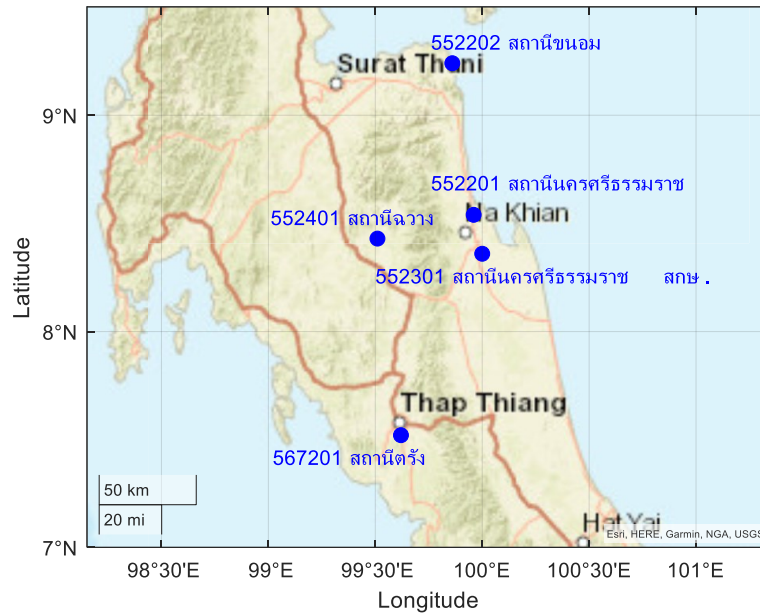


รูปที่ 3.7 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูล GSMaP
ในวันที่ 3 มกราคม 2562 เวลา 16.00 น. (เหตุการณ์พายุปากีส)

4. ข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD)

ข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ในหน่วย มิลลิเมตร โครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปี 2543 ถึง เดือนที่ 6 ของปี 2565 โดยเก็บรวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยาโดยการเดินทางไปติดต่อกรมอุตุนิยมวิทยาโดยตรง (<https://ww.tmd.go.th/services/services.php>) เพื่อใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในอำเภอเมืองตรังและอำเภอทุ่งสง ซึ่งเก็บรวบรวมมาจำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานีนครศรีธรรมราช, สถานีขนอม, สถานีนครศรีธรรมราช สกษ., สถานีฉวาง และสถานีตรัง โดยรูปที่ 3.8 แสดงตำแหน่งของแต่ละสถานี

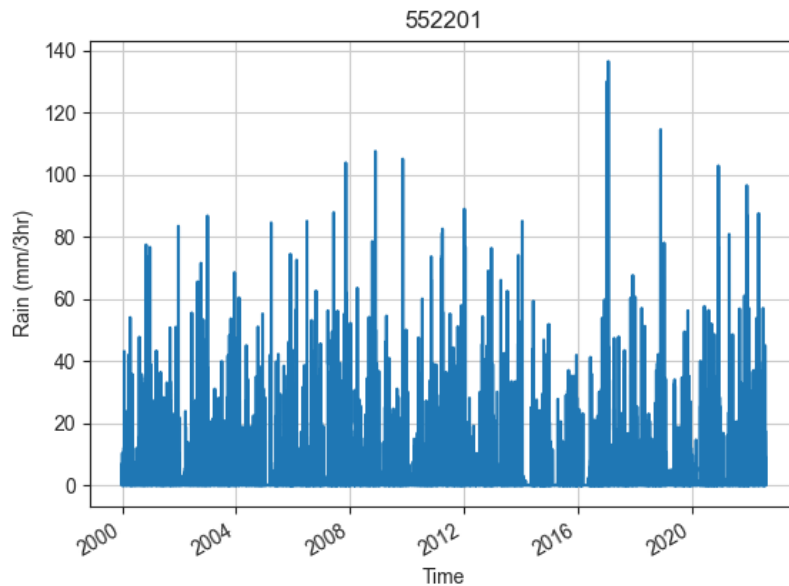
แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 3.8 ตำแหน่งของสถานีต่างๆ ของข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง จากกรมอุตุนิยมวิทยา

โดยรายละเอียดของข้อมูลแต่ละสถานีเป็นดังนี้

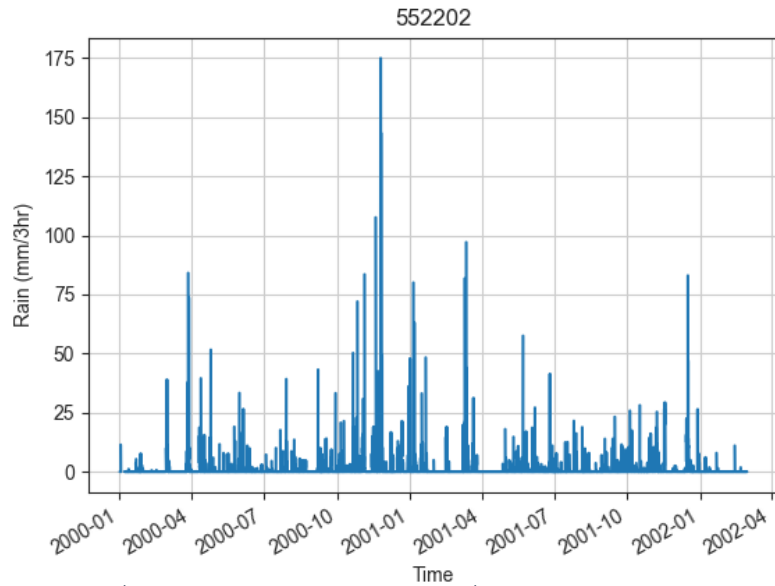
สถานีนครศรีธรรมราช รหัสสถานี 552201 ตำแหน่ง ละติจูดที่ 8.54 องศาเหนือ ลองจิจูดที่ 99.96 องศาตะวันออก จังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 3.9 ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีนครศรีธรรมราช

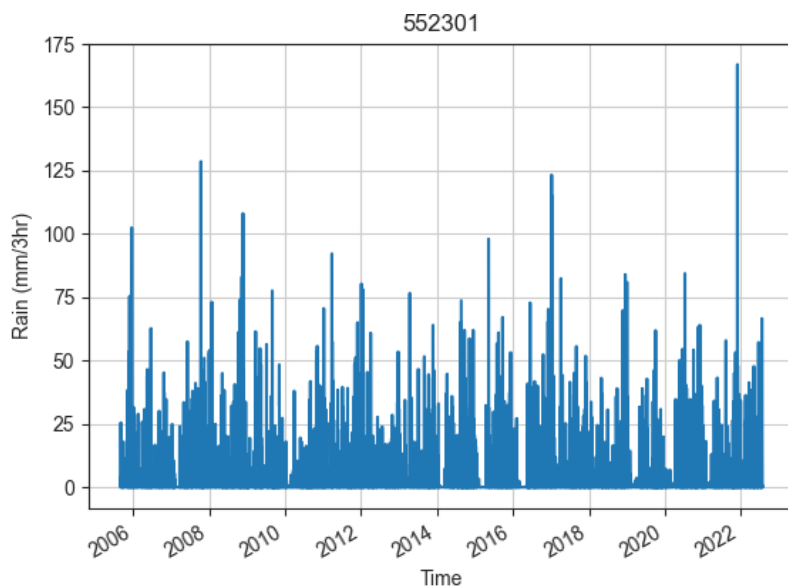
แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

สถานีขอนแก่น รหัสสถานี 552202 ตำแหน่ง ละติจูดที่ 9.24 องศาเหนือ ลองจิจูดที่ 99.86 องศาตะวันออก จังหวัดนครราชสีมา สำหรับสถานีขอนแก่นจะมีข้อมูลตั้งแต่ปี 2543 ถึง เดือน 2 ของปี 2545 เท่านั้น



รูปที่ 3.10 ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีขอนแก่น

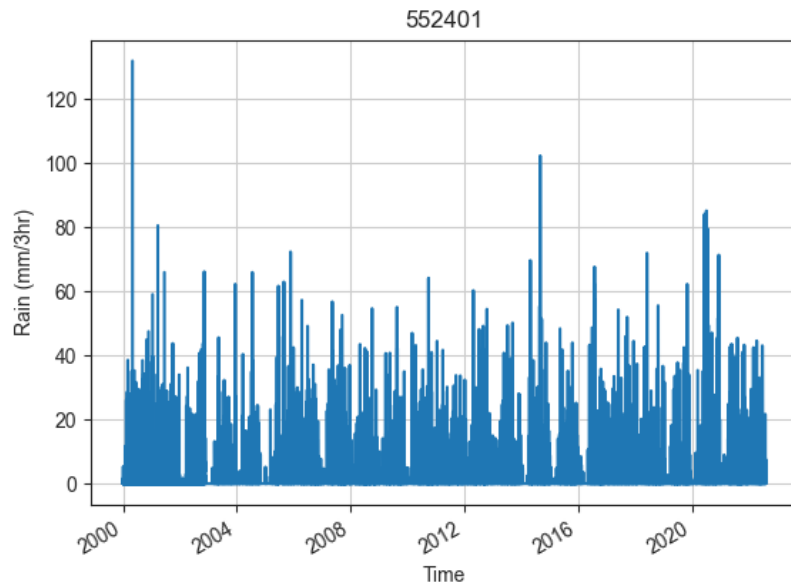
สถานีนครราชสีมา สกษ. รหัสสถานี 552301 ตำแหน่ง ละติจูดที่ 8.36 องศาเหนือ ลองจิจูดที่ 100.00 องศาตะวันออก จังหวัดนครราชสีมา สำหรับสถานีนครราชสีมา สกษ. มีข้อมูลตั้งแต่ปี เดือน 3 ของปี 2549 ถึง เดือนที่ 6 ของปี 2565 เท่านั้น



รูปที่ 3.11 ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีนครราชสีมา สกษ.

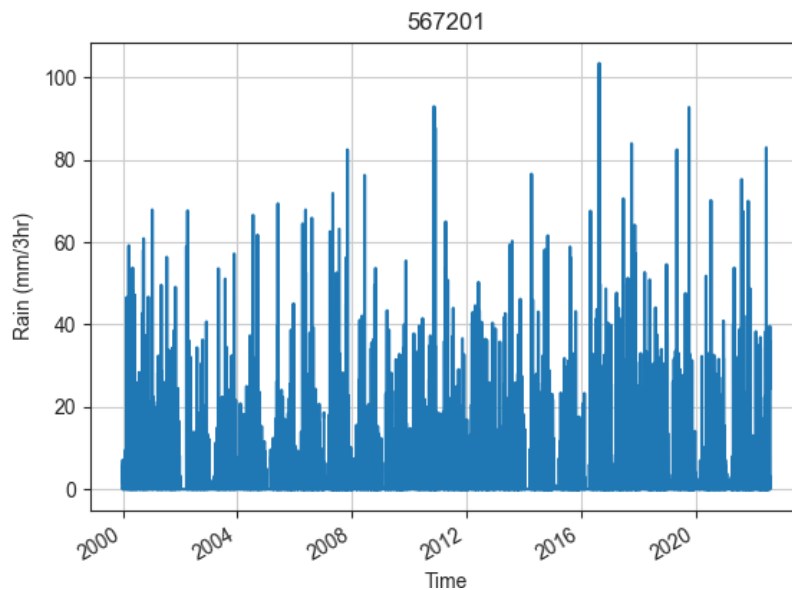
แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

สถานีฉวาง รหัสสถานี 552401 ตำแหน่ง ละติจูดที่ 8.43 องศาเหนือ ลองจิจูดที่ 99.51 องศาตะวันออก จังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 3.12 ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีฉวาง

สถานีตรัง รหัสสถานี 567201 ตำแหน่ง ละติจูดที่ 7.52 องศาเหนือ ลองจิจูดที่ 99.62 องศาตะวันออก จังหวัดตรัง

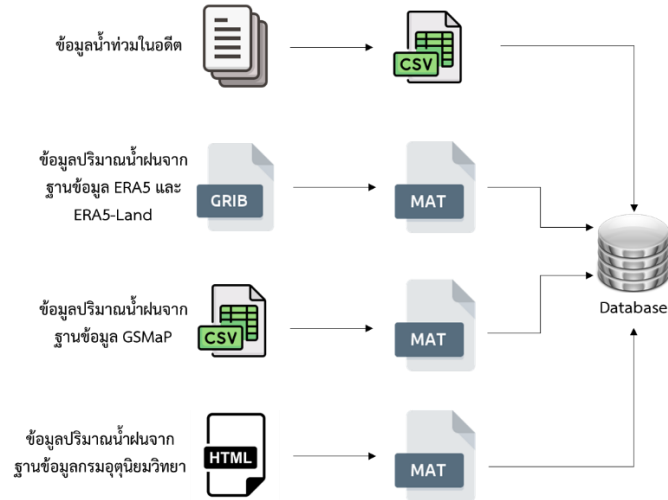


รูปที่ 3.13 ข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมง ของสถานีตรัง

3.3.2 การเตรียมข้อมูล

เนื่องจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตและข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มีรูปแบบ (Format) ที่แตกต่างกัน โครงการฯ จึงได้ทำการจัดรูปแบบข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม และง่ายต่อการนำไปใช้งาน โดยมีกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 3.14 โดยมีรายละเอียดดังนี้

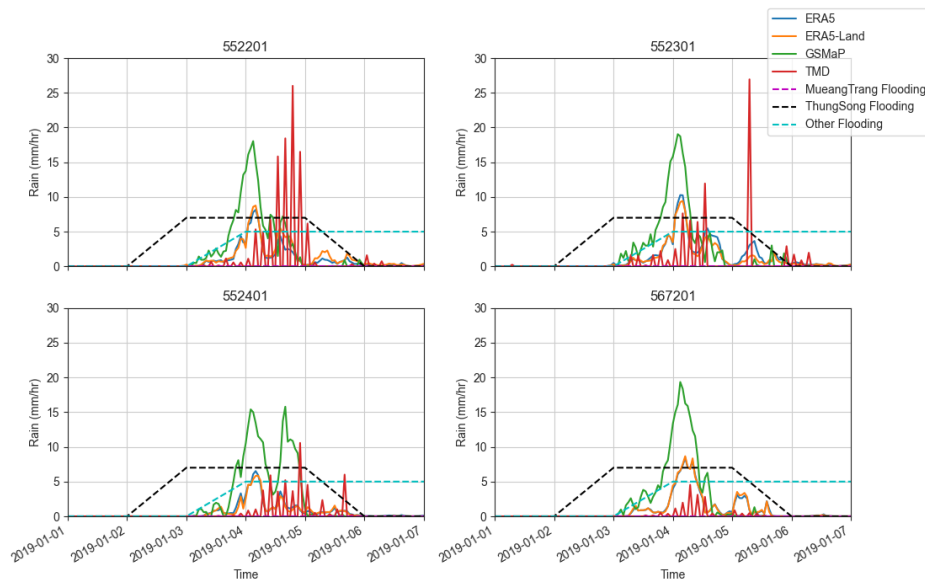
- ข้อมูลน้ำท่วมในอดีต ได้แก่ บันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต รายงานข้อมูลน้ำรายสัปดาห์ และรายงานสถานการณ์น้ำประจำวัน) มีรูปแบบเป็นเอกสารหรือข่าว จะถูกนำมาแปลงเป็นข้อมูลในรูปแบบ Comma-Separated Value (CSV) โดยข้อมูลนี้จะถูกใช้เป็น Label สำหรับผลลัพธ์ (ข้อมูลขาออก) ของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในลุ่มแม่น้ำตรัง
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF ซึ่งประกอบไปด้วย ERA5 และ ERA5-Land มีรูปแบบไฟล์เป็น GRIB จะถูกนำมาแปลงเป็นข้อมูลในรูปแบบ MAT-File (.mat) โดยชุดข้อมูลนี้จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า หรือ คุณลักษณะเฉพาะ (Feature) สำหรับแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในลุ่มแม่น้ำตรัง
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP มีรูปแบบไฟล์เป็น Comma-Separated Value (CSV) จะถูกนำมาแปลงเป็นข้อมูลในรูปแบบ MAT-File (.mat) โดยชุดข้อมูลนี้จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า หรือ คุณลักษณะเฉพาะ (Feature) สำหรับแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในลุ่มแม่น้ำตรัง
- ข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา มีรูปแบบไฟล์เป็น Hyper Text Markup Language (HTML) จะถูกนำมาแปลงเป็นข้อมูลในรูปแบบ MAT-File (.mat) โดยชุดข้อมูลนี้จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า หรือ คุณลักษณะเฉพาะ (Feature) สำหรับแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในลุ่มแม่น้ำตรัง



รูปที่ 3.14 กระบวนการจัดเตรียมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในลุ่มแม่น้ำตรัง

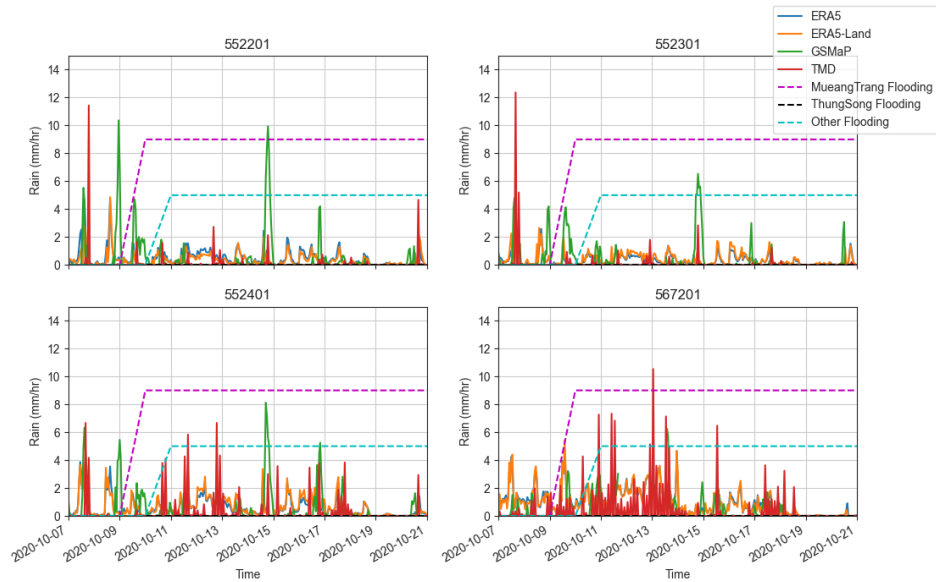
ตัวอย่างข้อมูลข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูลต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วม

รูปที่ 3.15 ถึง 3.18 แสดงตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วม 4 เหตุการณ์จาก ECMWF GSMaP และกรมอุตุนิยมวิทยา ที่สถานีนครศรีธรรมราช (552201), สถานีนครศรีธรรมราช สกษ. (552301), สถานีฉวาง (552401), และสถานีตรัง (567201) โดยแสดงการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง (MueangTrang Flooding), อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช (ThungSong Flooding) และอำเภออื่นๆ ในจังหวัดตรัง จำนวน 9 อำเภอ (Other Flooding)

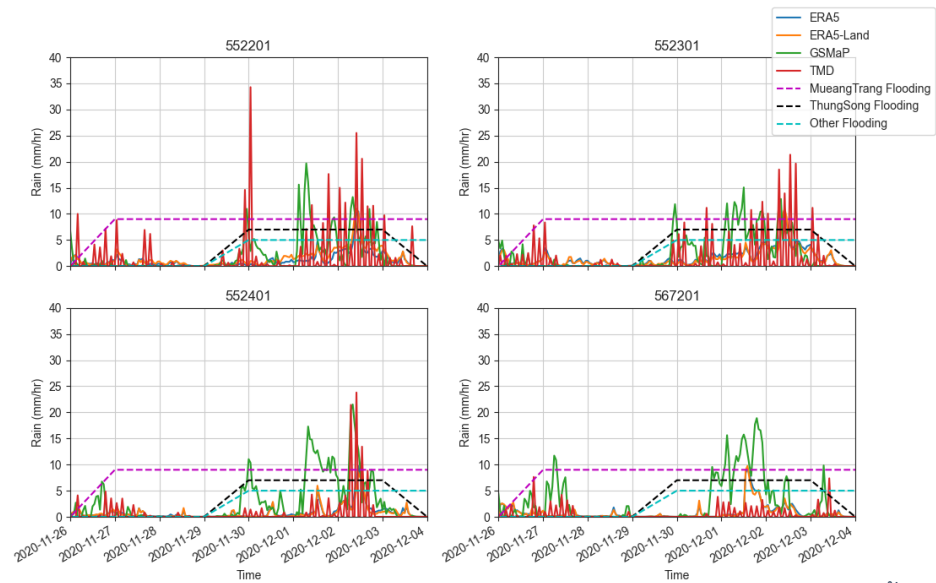


รูปที่ 3.15 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วม ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2562 ถึง 7 มกราคม 2562 (เหตุการณ์พายุปาบึก)

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

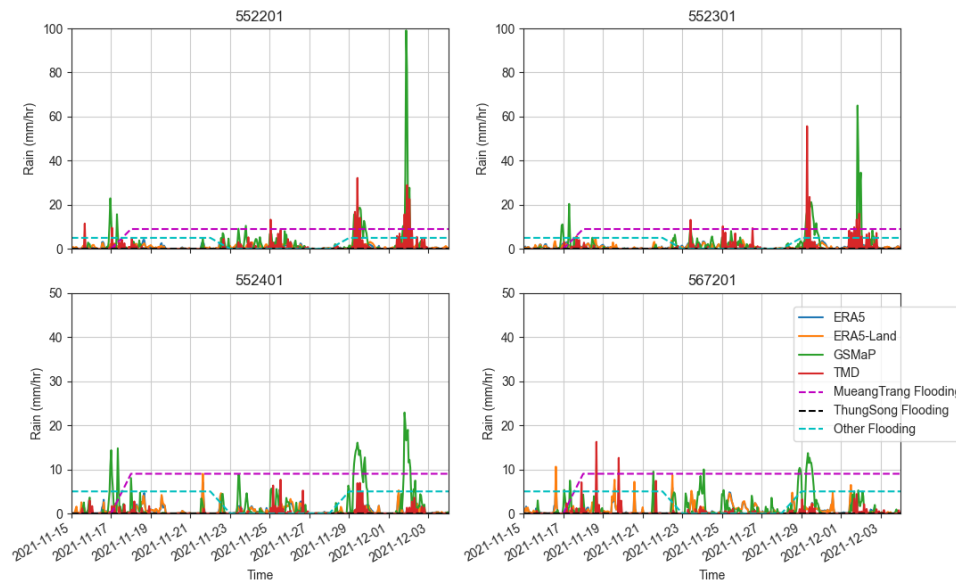


รูปที่ 3.16 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วม ตั้งแต่วันที่ 7 ตุลาคม 2563 ถึง 21 ตุลาคม 2563



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วม ตั้งแต่วันที่ 11 พฤศจิกายน 2563 ถึง 4 ธันวาคม 2563

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วม ตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2564 ถึง 4 ธันวาคม 2564

3.3.3 ข้อจำกัดของข้อมูลแต่ละฐานข้อมูล

โครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ในระยะที่ 1 และทำการตรวจสอบ และวิเคราะห์ถึงข้อจำกัดของข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

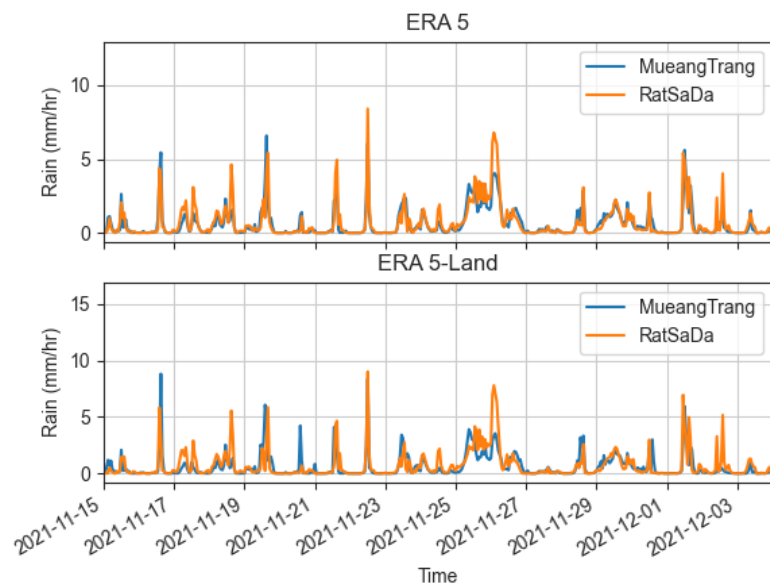
1. ข้อมูลบันทึกน้ำท่วมในอดีต

ข้อมูลบันทึกน้ำท่วมในอดีตระบุพื้นที่และช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วม แต่ไม่ได้ระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดน้ำท่วม เช่น เกิดน้ำท่วมจากฝนตกหนัก น้ำป่าไหลหลาก หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ฯลฯ การจากศึกษาข้อมูลพบว่าการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมบางเหตุการณ์ในพื้นที่ที่ได้ผลกระทบและพื้นที่ข้างเคียงที่เกี่ยวข้องมีปริมาณฝนน้อย (จากข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่ได้รวบรวมมา) ส่งผลให้เกิดการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ผิดพลาด ซึ่งอาจเป็นได้ว่าเหตุการณ์น้ำท่วมเหล่านี้เกิดจากปัจจัยอื่นๆ เช่น พื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมเป็นพื้นที่แก้มลิงที่เอาไว้รับน้ำในช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมขณะนั้นจึงทำให้เกิดน้ำท่วมได้ง่าย ฯลฯ

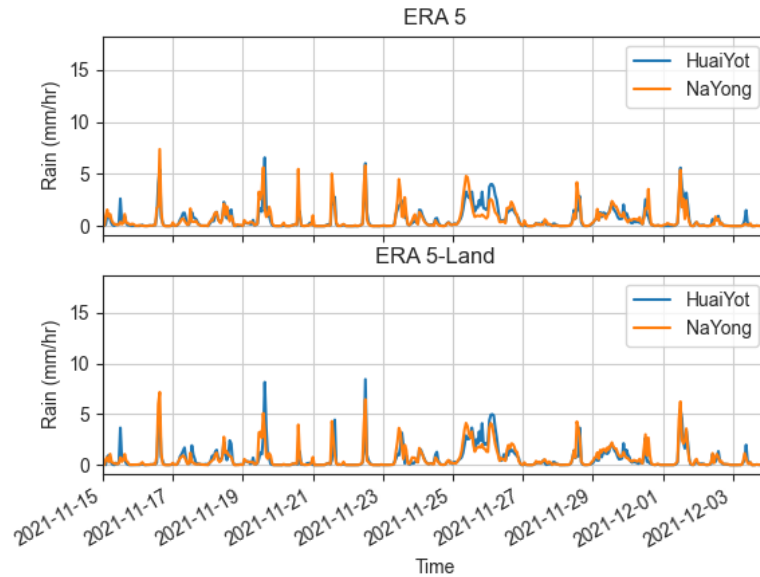
2. ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF

ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF แบ่งออกเป็นข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land สำหรับข้อมูล ERA5 จะมีความละเอียดอยู่ที่ 0.25x0.25 องศา โดยจะมีความละเอียดที่ต่ำกว่าข้อมูล ERA5-Land ซึ่งมีความละเอียดอยู่ที่ 0.1x0.1 องศา อย่างไรก็ตาม ERA5-Land จะมีข้อมูลเฉพาะภาคพื้นดินเท่านั้น ในขณะที่

ERA5 มีข้อมูลทั้งภาคพื้นดินและมหาสมุทร นอกจากนี้ เนื่องจากข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land เป็นข้อมูลแบบ Reanalysis ซึ่งเป็นข้อมูลพยากรณ์ที่ถูกนำมาปรับปรุงโดยใช้ข้อมูลที่วัดจากอุปกรณ์จริง (Observations) และข้อมูล Observations ในบริเวณประเทศไทย (หรือพื้นที่ใกล้เคียง) โดยเฉพาะบริเวณลุ่มน้ำตรัง มีจำนวนไม่มาก ซึ่งเป็นผลให้ค่าปริมาณฝนของข้อมูล ERA5 หรือ ERA5-Land ในพื้นที่ต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำตรังมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ดังแสดงในตัวอย่างของปริมาณฝนจากข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land ของตำแหน่ง อำเภอเมืองตรังเปรียบเทียบกับอำเภอรัษฎา ในรูปที่ 3.19 และ อำเภอห้วยยอด เปรียบเทียบกับอำเภอนาโยง จังหวัดตรัง ในรูปที่ 3.20



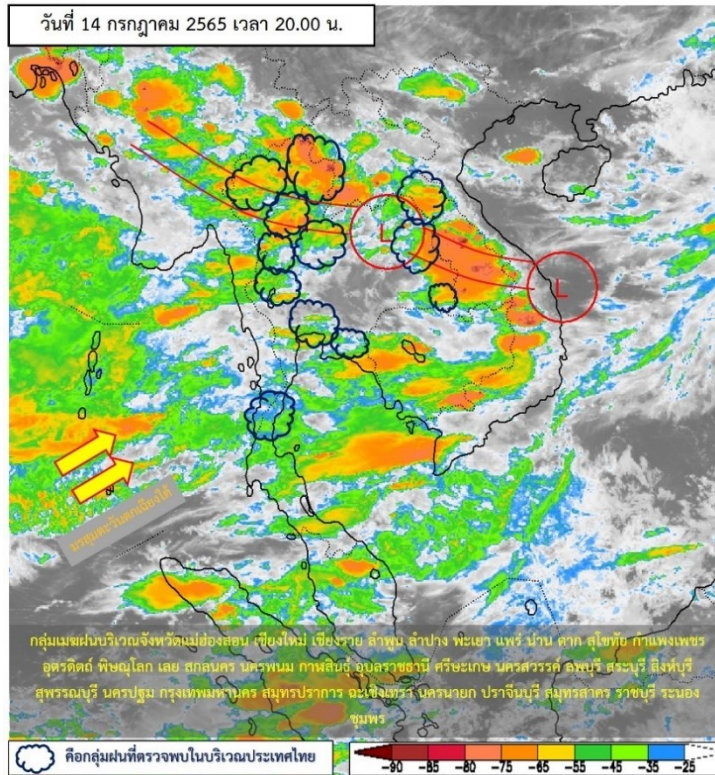
รูปที่ 3.19 ตัวอย่างของปริมาณฝนจากข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land ของตำแหน่ง อำเภอเมืองตรัง เปรียบเทียบกับ อำเภอรัษฎา ตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2564 ถึง 4 ธันวาคม 2564



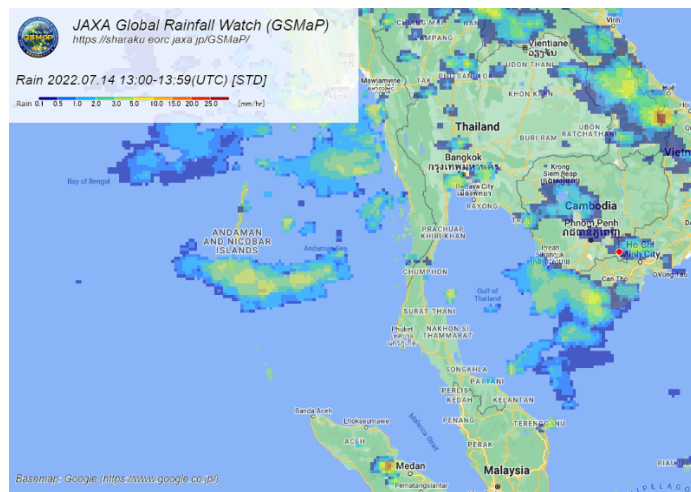
รูปที่ 3.20 ตัวอย่างของปริมาณฝนจากข้อมูล ERA5 และ ERA5-Land ของตำแหน่ง อำเภอห้วยยอด เปรียบเทียบกับ อำเภอนาโยง ตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2564 ถึง 4 ธันวาคม 2564

3. ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP

โครงการฯ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 พบว่า ข้อมูลจาก GSMaP ในบางพื้นที่อาจจะมีการขาดหายไปในช่วงเวลาหรือมีปริมาณฝนน้อยกว่าที่ควรจะเป็น โดยแสดงตัวอย่างในวันที่ 14 กรกฎาคม 2565 เวลา 20.00 ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าว ทั้งภาคเหนือ ตอนบนจนถึงภาคใต้ตอนบนจากข้อมูลกลุ่มเมฆฝนจากภาพถ่ายดาวเทียมของกรมอุตุนิยมวิทยาดังรูปที่ 3.21 มีกลุ่มของเมฆฝนปกคลุมค่อนข้างมาก ซึ่งไม่สอดคล้องกับข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูล GSMaP ดังรูปที่ 3.22 นั่นคือ ข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูล GSMaP มีปริมาณฝนน้อยกว่าที่ควรจะเป็น โดยเฉพาะภาคตะวันตกของประเทศไทย ดังนั้นจึงอนุมานได้ว่า ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP ในบางพื้นที่อาจจะมีการขาดหายไปในช่วงเวลาหรือมีปริมาณฝนน้อยกว่าที่ควรจะเป็น



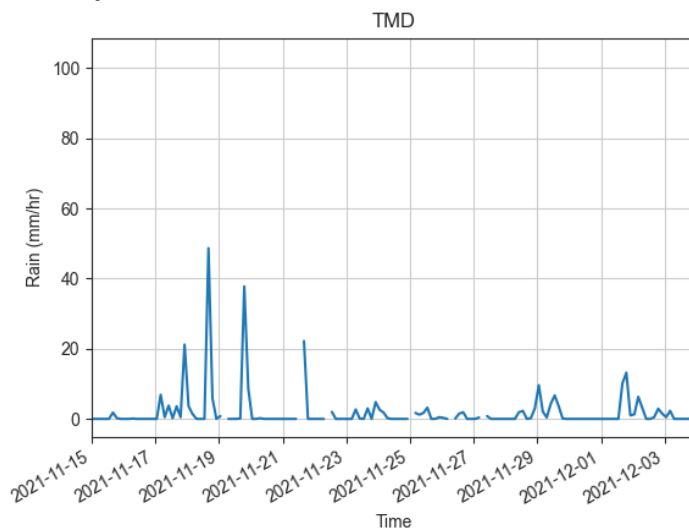
รูปที่ 3.21 ข้อมูลของกลุ่มเมฆฝนจากภาพถ่ายดาวเทียมของกรมอุตุนิยมวิทยา
วันที่ 14 กรกฎาคม 2565 เวลา 20.00



รูปที่ 3.22 ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP
วันที่ 14 กรกฎาคม 2565 เวลา 20.00 (UTC+07:00)

4. ข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD)

ข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นข้อมูลปริมาณฝนราย 3 ชั่วโมงที่ถูกวัดจากสถานีต่างๆ ของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งปัจจุบันโครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลบริเวณลุ่มน้ำตรังมาจำนวน 5 สถานี ประกอบด้วย สถานีนครศรีธรรมราช, สถานีขนอม, สถานีนครศรีธรรมราช สกษ., สถานีฉวาง และสถานีตรัง ดังนั้นแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ต้องใช้ข้อมูลปริมาณฝนที่ตำแหน่งอื่นๆ จะไม่สามารถใช้งานข้อมูลปริมาณฝนจากฐานข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาได้ นอกจากนี้ ยังพบว่าข้อมูลปริมาณฝนขาดหายในบางช่วงเวลา แสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่วันที่ 15 พฤศจิกายน 2564 ถึง 4 ธันวาคม 2564 (ช่วงเวลาที่เส้นที่ขาดหาย หมายถึง ไม่มีข้อมูลในช่วงเวลานั้นๆ)

3.4 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการออกแบบและสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม : ระยะที่ 2 (งวดที่ 3)

โครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลบันทึกน้ำท่วมในอดีตต่อเนื่องจากระยะที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ปรับปรุงข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต รายงานข้อมูลน้ำรายสัปดาห์ และรายงานสถานการณ์น้ำประจำวัน จากคลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) หรือ สสน.
- ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระดับน้ำซึ่งได้จาก คลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) หรือ สสน. ซึ่งจะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้าสำหรับแบบจำลองระดับน้ำ CNN เพื่อใช้ร่วมกับแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ถูกพัฒนาในระยะที่ 1

- ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณฝน ERA 5 เพิ่มเติมจากระยะที่ 1 โดยรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2552 จนถึง ปีพ.ศ. 2564 โดยใช้ความละเอียด 0.25x0.25 ในขอบเขตครอบคลุมภาคใต้ของประเทศไทย

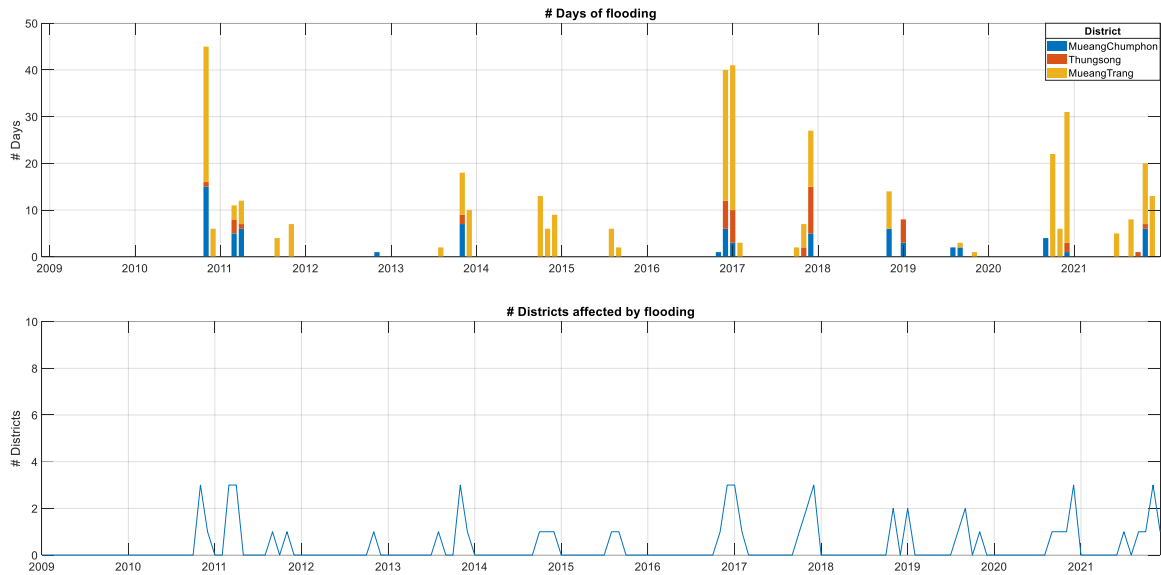
3.4.1 ปรับปรุงข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต

เพิ่มระยะเวลาสำหรับการพิจารณาตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2552 จนถึง ปีพ.ศ. 2564 โดยหลังจากเก็บข้อมูลบันทึกน้ำท่วมในอดีตเพิ่มแล้ว มีรายละเอียดดังนี้ มีการเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และอำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร จำนวน 411 วัน มีเหตุการณ์น้ำท่วมจำนวน 46 เหตุการณ์ และมีจำนวนวันและจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมในแต่ละอำเภอดังแสดงในตารางที่ 3.3 และภาพรวมของการเกิดน้ำท่วมในช่วงเวลาต่างๆ ในแต่ละอำเภอแสดงในรูปที่ 3.24

ตารางที่ 3.3 แสดงจำนวนวันที่เกิดน้ำท่วมและจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมในแต่ละอำเภอในระยะที่ 2

พื้นที่	จำนวนวันที่เกิดน้ำท่วม	จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วม	ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันต่อการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม
อ.เมืองตรัง (พื้นที่ต้นแบบ)	297	22	13.50
อ.ทุ่งสง (พื้นที่ต้นแบบ)	41	10	4.10
อ.เมืองชุมพร (พื้นที่ทดสอบขยายผล)	73	14	5.21

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 3.24 ภาพรวมของการเกิดน้ำท่วมในช่วงเวลาต่างๆ
ในแต่ละอำเภอแสดง ปีพ.ศ. 2552 ถึง ปีพ.ศ. 2564

3.4.2 ข้อมูลระดับน้ำ

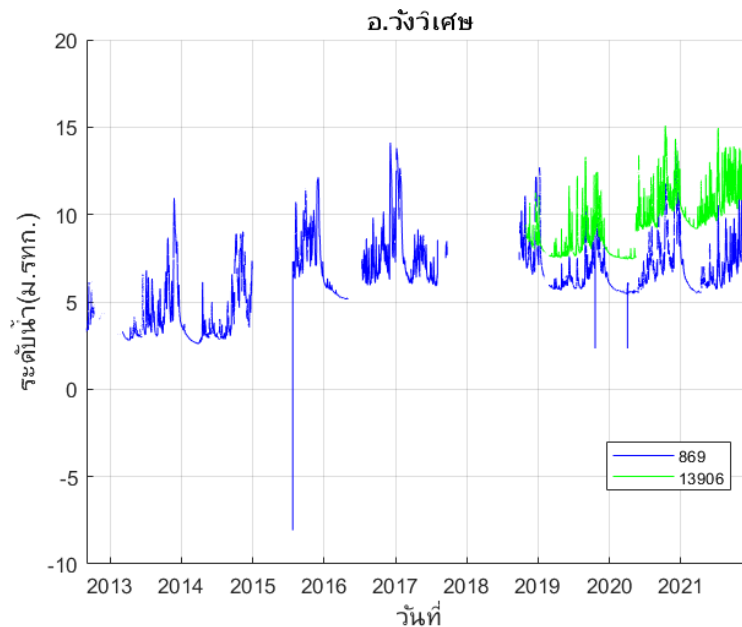
ข้อมูลระดับน้ำเป็นข้อมูลที่ได้จากคลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) หรือ สสน. (<https://www.thaiwater.net>) ซึ่งถูกวัดจากสถานีโทรมาตรที่ได้รับการพัฒนาระบบโทรมาตรอัตโนมัติ เพื่อตรวจวัดข้อมูลจากระยะไกลซึ่งทำการวัดระดับน้ำด้วยการวัดคลื่นสะท้อนจากเรดาร์และข้อมูลระดับน้ำอยู่ในหน่วย ม.รทก. คือเมตรเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) เป็นค่าการวัด ระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด (High Tide: HT) และลงต่ำสุด (Low Tide: LT) ของแต่ละวันในช่วงระยะเวลาที่กำหนด แล้วนำค่ามาเฉลี่ยเป็นระดับน้ำทะเลปานกลาง ในระยะที่ 2 โครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลรายชั่วโมง ตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2556 ถึงต้นปีพ.ศ. 2564 จำนวน 11 สถานี โดยแสดงตำแหน่งของแต่ละสถานีดังรูปที่ 3.25

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 3.25 ตำแหน่งสถานีวัดระดับน้ำ ทั้งหมด 11 สถานี

สำหรับข้อมูลระดับน้ำที่โครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมา เมื่อนำมาวิเคราะห์และตรวจสอบพบว่า มีความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล เช่น มีข้อมูลขาดหายในบางช่วงเวลา หรือมีปริมาณน้อย เนื่องจากข้อจำกัดของช่วงเวลาย้อนหลังในอดีต ซึ่งโครงการฯ ได้ทำการเลือกสถานีที่มีข้อมูลย้อนหลังในอดีตที่มีปริมาณมากที่สุดคือ สถานี 869 โดยสถานีอยู่ในอำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง ละติจูดที่ 7.73 องศาเหนือ ลองจิจูดที่ 99.55 องศาตะวันออก รูปที่ 3.26 แสดงตัวอย่างข้อมูลของสถานี 869 และสถานี 13906 ซึ่งอยู่ภายใน อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง



รูปที่ 3.26 ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงจากสถานีวัดที่อยู่ในอำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง

สำหรับการประมวลผลข้อมูลก่อน (Pre-processing) จะดำเนินการแทนที่ข้อมูลที่หายไป (Missing data) ด้วยค่ามัธยฐานเคลื่อนที่ (Moving median) โดยใช้ขนาดหน้าต่าง (Window size) เท่ากับ 168 ชั่วโมง หรือประมาณ 1 สัปดาห์ และหลังจากที่ทำการแทนที่ข้อมูลด้วยค่ามัธยฐานเคลื่อนที่แล้ว จะทำการแทนที่ข้อมูลที่หายไปด้วยค่า 0

3.5 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการออกแบบและสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม : ระยะที่ 3 (งวดที่ 4)

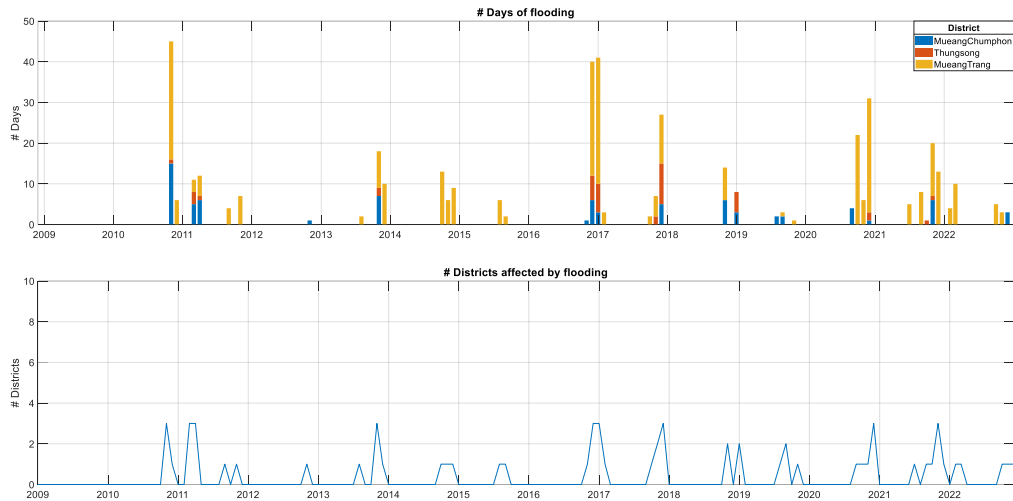
3.5.1 ปรับปรุงข้อมูลน้ำท่วมในอดีต

โครงการฯ ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลบันทึกน้ำท่วมในอดีตต่อเนื่องจากระยะที่ 1 และระยะที่ 2 โดยเก็บข้อมูลจาก บันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต รายงานข้อมูลน้ำรายสัปดาห์ และรายงานสถานการณ์น้ำประจำวัน จากคลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) หรือ สสน. โดยเพิ่มระยะเวลาสำหรับการพิจารณาตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2552 จนถึง ปีพ.ศ. 2565 และเพิ่ม อ. เมืองชุมพร เป็นพื้นที่สำหรับการเก็บข้อมูล โดยหลังจากการปรับปรุงข้อมูลแล้ว มีรายละเอียดดังนี้ มีการเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และอำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร จำนวน 436 วัน มีเหตุการณ์น้ำท่วมจำนวน 51 เหตุการณ์ และมีจำนวนวันและจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมในแต่ละอำเภอดังแสดงในตารางที่ 3.4 และภาพรวมของการเกิดน้ำท่วมในช่วงเวลาต่างๆ ในแต่ละอำเภอแสดงในรูปที่ 3.27

ตารางที่ 3.4 แสดงจำนวนวันที่เกิดน้ำท่วมและจำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมในแต่ละอำเภอในระยะที่ 3

พื้นที่	จำนวนวันที่เกิดน้ำท่วม	จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วม	ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันต่อการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม
อ.เมืองตรัง (พื้นที่ต้นแบบ)	319	26	12.27
อ.ทุ่งสง (พื้นที่ต้นแบบ)	41	10	4.10
อ.เมืองชุมพร (พื้นที่ทดสอบขยายผล)	76	15	5.07

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 3.27 ภาพรวมของการเกิดน้ำท่วมในช่วงเวลาต่างๆ
ในแต่ละอำเภอแสดง ปีพ.ศ. 2552 ถึง ปีพ.ศ. 2565

3.5.2 เพิ่มชุดข้อมูลขาเข้าสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

สำหรับชุดข้อมูลปริมาณฝน ซึ่งเป็นข้อมูลขาเข้าสำหรับการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ประกอบด้วย ERA 5, ERA 5-Land, GSMaP, ข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่เกิดจากการวัด (Measurement) และการวิเคราะห์ (Analysis) ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลพยากรณ์ สำหรับการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมล่วงหน้า โครงการฯ ได้เพิ่มข้อมูล ECMWF Tigge (Tigge), ECMWF Archive (Archive) และ GFS ซึ่งเป็นข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้ามาใช้ในการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 3 โดยมีรายละเอียดของข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF Archive

เป็นชุดข้อมูลพยากรณ์รายชั่วโมงที่ถูกเก็บรวบรวมและเก็บไว้โดย ECMWF ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ให้บริการพยากรณ์ระยะกลางและยาว ดัชนีนี้เก็บรวบรวมข้อมูลที่สร้างขึ้นในอดีต โดยใช้ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝน (Total precipitation) ความละเอียดที่ 0.25x0.25 องศา ในหน่วยเมตรต่อชั่วโมง (mm/hr) สำหรับข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจะแสดงค่าระยะเวลาของการพยากรณ์ล่วงหน้าหรือค่า Time step ซึ่งมีหน่วยเป็นชั่วโมงตั้งแต่ 3 ไปจนถึง 240 ชั่วโมง เช่น ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝน ณ วันที่ 1 ม.ค. เวลา 00.00 น. ที่มีค่า time step = 96h แสดงถึงข้อมูลพยากรณ์ล่วงหน้า 96 ชั่วโมง (4 วัน) กล่าวคือเป็นการพยากรณ์ข้อมูลปริมาณฝนประจำวันที 5 ม.ค. เวลา 00.00 น. เป็นต้น

2. ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF TIGGE (THORPEX Interactive Grand Global Ensemble)

เป็นชุดข้อมูลพยากรณ์รายชั่วโมงที่เน้นการพยากรณ์อากาศโดยใช้แนวคิดเอ็นเซมเบิล (Ensemble Forecasting) ซึ่งจะพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองหลายแบบจำลองพร้อมกัน ซึ่งจะช่วยปรับปรุงความแม่นยำในการพยากรณ์ในระยะยาว ชุดข้อมูล TIGGE เป็นการรวบรวมข้อมูลพยากรณ์จากหลายๆ แบบจำลองทางอากาศจากหลายๆ โดยใช้ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝน (Total precipitation) มีค่า time step ตั้งแต่ 3 ไปจนถึง 240 ชั่วโมงที่ความละเอียด 0.25×0.25 องศา ในหน่วยมิลลิเมตรต่อชั่วโมง (mm/hr)

3. ข้อมูลปริมาณฝนจาก GFS (Global Forecast System)

เป็นข้อมูลจากระบบพยากรณ์อากาศที่พัฒนาและดำเนินการโดยหน่วยงานสำหรับสภาพอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (National Centers for Environmental Prediction - NCEP) ภายใต้สำนักงานการทดลองและวิจัยทางอากาศ (Office of Oceanic and Atmospheric Research - OAR) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสำนักงานการป้องกันและแก้ไขภัยพิบัติแห่งชาติ (National Weather Service - NWS) ของสหรัฐอเมริกา โดยใช้ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนรายชั่วโมงมีค่า time step ตั้งแต่ 3 ไปจนถึง 240 ชั่วโมงที่ความละเอียด 0.25×0.25 องศา ในหน่วยมิลลิเมตรต่อชั่วโมง (mm/hr)

3.6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล : ระยะเวลาที่ 1 (งวดที่ 2)

โครงการฯ ได้ดำเนินการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 1 ซึ่งในการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมเพื่อให้สอดคล้องกับธรรมชาติของการเกิดน้ำท่วมที่ต้นแบบ ได้แก่ อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง และอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยจะทำการออกแบบพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระดับอำเภอ (เนื่องจากข้อมูลการเกิดน้ำท่วมส่วนใหญ่มีข้อมูลในพื้นที่ที่เล็กที่สุดอยู่ในระดับอำเภอ) และมีการเพิ่มสมมติฐานบางอย่าง เพื่อให้เกิดความสะดวกในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ท้ายที่สุด ข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองทั้งสองจะเป็นปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลองพยากรณ์ที่ได้จากหน่วยงานต่างๆ ที่มีความน่าเชื่อถือ เช่น ECMWF หรือ GFS ซึ่งสามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้ถึง 10 วัน ซึ่งโครงการสร้างแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 เกิดจากการออกแบบของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยของโครงการฯ ไม่ได้มีที่มาจากแหล่งอ้างอิงใดๆ นอกจากการประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และทางด้านการประมวลสัญญาณดิจิทัล (Digital Signal Processing หรือ DSP)

โดยนำมาผสมผสานให้สอดคล้องกับธรรมชาติของการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ โดยการเพิ่มสมมติฐานบางอย่างเพื่อให้เกิดความสะดวกในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของแต่ละแบบจำลองดังนี้

3.6.1 แบบจำลองที่ 1

มาจากแนวคิดที่น้ำท่วมเกิดจากปริมาณ (รวมของ) ฝนสะสมต่อวัน ในพื้นที่ที่สนใจมีค่ามากกว่าระดับ (Threshold) ค่าหนึ่ง โดยการคำนวณปริมาณ (รวมของ) ฝนสะสมต่อวันในพื้นที่ที่สนใจเกิดจากการรวมกันของปริมาณฝนสะสมต่อวันที่ตกในหลายตำแหน่งพื้นที่ ($N =$ จำนวนตำแหน่ง) ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (หนึ่งในตำแหน่งเหล่านี้คือตำแหน่งที่อยู่ในพื้นที่ที่สนใจ) และไหลลงมาสะสมในพื้นที่ที่สนใจ ค่าสัดส่วนและเวลาหน่วง (วัน) ของปริมาณฝนของแต่ละตำแหน่งที่ไหลมารวมกันจะถูกควบคุมโดยค่าพารามิเตอร์ w_i และ T_i ตามลำดับ

$$TR[t] = \sum_{i=0}^{N-1} w_i R_i[t - T_i]$$

$TR[t]$ คือ ปริมาณฝนสะสมต่อวันในพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่วันที่ t

$R_i[t - T_i]$ คือ ปริมาณฝนสะสมต่อวันที่ตำแหน่งที่ i ที่วันที่ $t - T_i$

w_i และ T_i คือค่าน้ำหนักและเวลาหน่วงสำหรับปริมาณฝนที่ตำแหน่งที่ i ตามลำดับ

การพยากรณ์ว่าจะเกิดน้ำท่วมหรือไม่ในพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์ จะพิจารณาจากค่า $TR[t]$ ว่ามีค่าสูงกว่าระดับ (Threshold) ที่กำหนดไว้สำหรับพื้นที่นั้นหรือไม่ โดยช่วงเวลาน้ำท่วมจากการพยากรณ์ (L) จะถูกกำหนดให้เหมาะสมโดยจะมีค่าสัมพันธ์กับเวลา t

สรุปขั้นตอนวิธีการคำนวณของแบบจำลองที่ 1 เป็นดังนี้

1. ปริมาณฝนที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะถูกแปลงให้เป็นปริมาณฝนต่อวันในหน่วยมิลลิเมตร
2. คำนวณปริมาณฝนสะสมในพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์ที่วันที่ t ($TR[t]$)
3. พยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์ โดยใช้เงื่อนไขดังนี้

$TR[t] \geq Threshold \rightarrow$ เกิดน้ำท่วมเป็นระยะเวลา L วันโดยเริ่มจากวันที่ t

$TR[t] < Threshold \rightarrow$ ไม่เกิดน้ำท่วม

3.6.2 แบบจำลองที่ 2

มาจากแนวคิดที่น้ำท่วมเกิดจากปริมาณ (รวมของ) ฝนสะสมต่อชั่วโมงในพื้นที่ที่สนใจมีค่ามากกว่า Threshold ค่าหนึ่ง โดยการคำนวณปริมาณ (รวมของ) ฝนสะสมต่อชั่วโมงในพื้นที่ที่สนใจเกิดจากการรวมกันของปริมาณฝนสะสมต่อชั่วโมงในหลายพื้นที่ ($N =$ จำนวนพื้นที่) ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (หนึ่งในพื้นที่เหล่านี้ครอบคลุมพื้นที่ที่สนใจ) และไหลมารวมกันที่พื้นที่ที่สนใจ โดยปริมาณฝนสะสมต่อชั่วโมงในแต่ละพื้นที่เกิดจากปริมาณฝนสะสมต่อชั่วโมงที่ตกในพื้นที่ ณ ปัจจุบันบวกกับปริมาณฝนสะสมต่อชั่วโมงในพื้นที่ ณ ชั่วโมงก่อนหน้าและลบด้วยปริมาณฝนที่ไหลออกจากพื้นที่ β_i (ไม่ไหลมายังพื้นที่ที่สนใจ) ของชั่วโมงที่ผ่านมา สัดส่วนของปริมาณฝนของแต่ละพื้นที่ที่ไหลมารวมกันจะถูกควบคุมโดยค่าพารามิเตอร์ w_i

$$TR[t] = \sum_{i=0}^{N-1} w_i AR_i[t]$$

$$AR_i[t] = \max(0, R_i[t] + AR_i[t-1] - \beta_i)$$

$TR[t]$ คือ ปริมาณฝนสะสมในพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ชั่วโมงที่ t

$AR_i[t]$ และ $R_i[t]$ เป็นปริมาณฝนสะสมและปริมาณฝนสะสมต่อชั่วโมงที่พื้นที่ i ที่ชั่วโมงที่ t ตามลำดับ

w_i และ β_i คือค่าน้ำหนักและปริมาณฝนที่ไหลออกต่อชั่วโมงที่พื้นที่ i ตามลำดับ

การพยากรณ์ว่าจะเกิดน้ำท่วมหรือไม่ในพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์ จะพิจารณาจากค่า $TR[t]$ ว่ามีค่าสูงกว่าระดับ (Threshold) ที่กำหนดไว้สำหรับพื้นที่นั้นหรือไม่ โดยช่วงเวลาน้ำท่วมจากการพยากรณ์ (L) จะถูกกำหนดให้เหมาะสมโดยจะมีค่าสัมพันธ์กับเวลา t

สรุปขั้นตอนวิธีการคำนวณของแบบจำลองที่ 2 เป็นดังนี้

1. ปริมาณฝนที่ตำแหน่งต่าง ๆ จะถูกแปลงให้เป็นปริมาณรายชั่วโมงในหน่วยมิลลิเมตร
2. คำนวณปริมาณฝนสะสมในพื้นที่ต่าง ๆ ที่ชั่วโมงที่ t ($AR_i[t]$)
3. คำนวณปริมาณฝนสะสมในพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์ที่ชั่วโมงที่ t ($TR[t]$)
4. พยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์ โดยใช้เงื่อนไขดังนี้

$TR[t] \geq Threshold \rightarrow$ เกิดน้ำท่วมเป็นระยะเวลา L วันโดยเริ่มจากชั่วโมงที่ t

$TR[t] < Threshold \rightarrow$ ไม่เกิดน้ำท่วม

3.6.3 การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

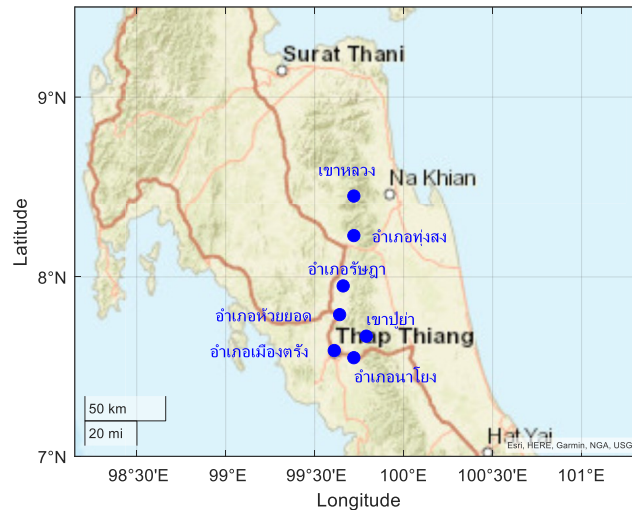
สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ในระยะที่ 1 พิจารณาการพยากรณ์ที่พื้นที่ต้นแบบ ได้แก่ อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง และอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ข้อมูลในช่วงปี 2562 ถึง 2564 โดยเหตุผลที่เลือกช่วงปี 2562 ถึง 2564 เนื่องจากการดำเนินการออกแบบและสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 1 (ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้น) จึงต้องการใช้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสูงที่ได้จากเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบโดยตรง (นั่นคือ ข้อมูลการประกาศเขตพื้นที่ประสบสาธารณภัย (อุทกภัย) จังหวัดตรัง ในช่วงปี 2562-2564 และข้อมูลน้ำท่วมในอำเภอทุ่งสง ในช่วงปี 2560-2564) โดยเพื่อให้ง่ายในการรวบรวมข้อมูล จึงได้เลือกช่วงเวลาเดียวกันของทั้งสองพื้นที่ โดยมีข้อมูลที่ใช้สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ประกอบด้วย

- ข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วม จะถูกใช้เป็น Label ของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม โดยใช้ข้อมูลอยู่ในช่วงปี 2562 ถึงปี 2564
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5 จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมทั้ง 2 แบบจำลอง
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5-Land จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 1 เท่านั้น เนื่องจากแบบจำลองที่ 2 ต้องใช้พื้นที่ที่ยื่นออกไปในทะเลด้วย
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมทั้ง 2 แบบจำลอง
- ข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 1 เท่านั้น เนื่องจากแบบจำลองที่ 2 ต้องใช้พื้นที่ที่ยื่นออกไปในทะเลด้วย

สำหรับค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด รวมถึงระดับ (Threshold) และระยะเวลาการเกิดน้ำท่วม (L) ของแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 ได้จากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) โดยวิธี Trail-and-Error และทำการคัดเลือกค่าเริ่มต้นโดยดูจากธรรมชาติของปัญหา ได้แก่

3.6.4 ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ 1

ปริมาณฝนที่ใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองที่ 1 เป็นปริมาณฝนในหน่วยมิลลิเมตรต่อวัน ตำแหน่งทั้งหมดที่ได้ถูกคัดเลือกเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณฝน ($N=7$) และค่าพารามิเตอร์ w_i และ T_i ของแบบจำลองที่ 1 ได้ถูกแสดงในรูปที่ 3.28 และตารางที่ 3.5 ตามลำดับ



รูปที่ 3.28 ตำแหน่งทั้งหมด 7 ตำแหน่งที่ถูกคัดเลือกเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณฝน สำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรัง และอำเภอทุ่งสง ของแบบจำลองที่ 1

ตารางที่ 3.5 ค่าพารามิเตอร์ w_i และ T_i ของตำแหน่งทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณปริมาณฝน เพื่อใช้ในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ของแบบจำลองที่ 1

ชื่อตำแหน่ง	พิกัด (Lat, Lon)	พื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์			
		อำเภอเมืองตรัง		อำเภอทุ่งสง	
		w_i	T_i	w_i	T_i
เขาหลวง	(8.45, 99.72)	0.8	3.0	1.0	0.0
เขาปู่ย่า	(7.67, 99.79)	1.0	0.0	0.0	0.0
อำเภอทุ่งสง	(8.23, 99.72)	0.8	3.0	1.0	0.0
อำเภอเมืองตรัง	(7.59, 99.61)	1.0	0.0	0.0	0.0
อำเภอรันษฎา	(7.95, 99.66)	0.8	2.0	0.0	0.0
อำเภอห้วยยอด	(7.79, 99.64)	1.0	1.0	0.0	0.0
อำเภอนาโยง	(7.55, 99.72)	1.0	0.0	0.0	0.0

ค่าเริ่มต้นของ w_i , T_i และตำแหน่งพื้นที่ (รวมถึงจำนวนตำแหน่ง) ถูกกำหนดจากลักษณะภูมิประเทศโดยอาศัยองค์ความรู้ที่ได้จากคนในพื้นที่และการวิเคราะห์ลำดับการเกิดน้ำท่วมในกลุ่มน้ำตรัง (น้ำท่วมที่อำเภอเมืองจังหวัดตรังส่วนใหญ่เกิดจากฝนในพื้นที่ หรือ น้ำหลากจากเขาหลวง (ผ่านอำเภอทุ่งสง อำเภอรันษฎา และอำเภอห้วยยอดตามลำดับ) หรือ น้ำหลากจากเขาปู่ย่า (โดยตรงหรือผ่านอำเภอนาโยง) ส่วนน้ำท่วมที่อำเภอทุ่งสงส่วนใหญ่เกิดจากฝนในพื้นที่ หรือ น้ำหลากจากเขาหลวง) และทำการปรับ

โดยวิธี Trail-and-Error จนกระทั่งได้ค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุด สำหรับข้อมูลปริมาณฝนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5, ERA 5-Land, GSMaP และกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) แต่เนื่องจากข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี 2562 ถึง 2564 มีสถานีเพียง 4 สถานีเท่านั้น ประกอบด้วย สถานีนครศรีธรรมราช, สถานีนครศรีธรรมราช สกข., สถานีฉวาง และสถานีตรัง ดังนั้นสำหรับการใช้ข้อมูลปริมาณฝนกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) จะใช้เพียงข้อมูลจากสถานีตรังเท่านั้น และจะใช้ร่วมกับข้อมูลปริมาณฝนจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ โดยข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) ที่สถานีตรัง จะถูกแทนลงไปเป็นข้อมูลปริมาณฝนที่ตำแหน่งอำเภอเมืองตรัง (เฉพาะตำแหน่งเวลาที่มีข้อมูลปริมาณฝนที่สถานีตรัง) ดังนั้นสำหรับชุดข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 1 จึงประกอบไปด้วย 6 ชุดดังนี้ ERA 5, ERA 5-Land, GSMaP, ERA 5 + TMD (ตรัง), ERA 5-Land + TMD (ตรัง) และ GSMaP + TMD (ตรัง) และได้ทำการกำหนดให้ระยะเวลาสำหรับการเกิดน้ำท่วม (L) ของแบบจำลองที่ 1 เท่ากับ 6 วัน และเนื่องจากข้อมูลปริมาณฝนแต่ละชุดข้อมูลและแต่ละพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์มีความแตกต่างกัน ดังนั้นระดับ (Threshold) ของแบบจำลองที่ 1 ที่ถูกเลือกมาใช้งานจึงแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.6

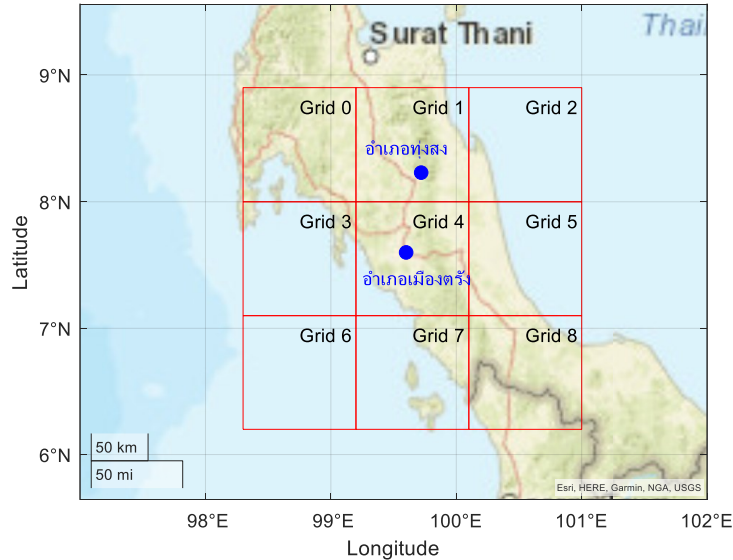
ตารางที่ 3.6 ระดับ (Threshold) สำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมของแบบจำลองที่ 1

ชุดข้อมูลขาเข้า	พื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์	
	อำเภอเมืองตรัง	อำเภอทุ่งสง
ERA 5	120	100
ERA 5-Land	100	100
GSMaP	150	250
ERA 5 + TMD (ตรัง)	130	100
ERA 5-Land + TMD (ตรัง)	130	100
GSMaP + TMD (ตรัง)	190	250

3.6.5 ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ 2

ปริมาณฝนที่ใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองที่ 2 เป็นปริมาณฝนในหน่วยมิลลิเมตรต่อชั่วโมง พื้นที่สำหรับคำนวณปริมาณฝนสะสม ($AR_i[t]$) ได้ถูกคัดเลือกโดยการแบ่งเป็นกริด (Grid) ขนาด 3x3 (N=9) โดยที่ขนาดของแต่ละกริด (Grid) คือ 0.9x0.9 องศา และกริด (Grid) ที่ 4 (ตรงกลาง) จะมีขอบเขตที่ครอบคลุมจังหวัดตรัง ดังแสดงในรูปที่ 3.29

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัคริยะ



รูปที่ 3.29 การเลือกพื้นที่สำหรับการคำนวณปริมาณฝนสะสม โดยการแบ่ง Grid ขนาด 3x3 โดยแต่ละ Grid มีขนาด 0.9x0.9 องศา

ปริมาณฝนซึ่งเป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 2 ได้แก่ ข้อมูลจาก ERA 5 และ GSMaP เนื่องจากมีบางกริดคลุมพื้นที่ที่อยู่ในมหาสมุทร จึงไม่สามารถใช้ข้อมูล ERA 5-Land และเนื่องจากปริมาณฝนถูกคำนวณในระดับพื้นที่ (Area) ไม่ใช่ตำแหน่ง จึงไม่สามารถใช้ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาได้ ในเบื้องต้นได้ทำการกำหนดให้ระยะเวลาสำหรับการเกิดน้ำท่วม (L) ของแบบจำลองที่ 2 เท่ากับ 6 วัน และเนื่องจากข้อมูลปริมาณฝนแต่ละชุดข้อมูลและแต่ละพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์มีความแตกต่างกัน ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ β_i , w_i และระดับ (Threshold) ของแบบจำลองที่ 2 ที่ถูกเลือกมาใช้งานจึงแตกต่างกัน ซึ่งหาได้จากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ดังแสดงในตารางที่ 3.7 และ 3.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.7 ค่าพารามิเตอร์ β_i และ w_i ของพื้นที่ทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณปริมาณฝนสะสม เพื่อใช้พยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ของแบบจำลองที่ 2

กริด (Grid)	พื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์							
	อำเภอเมืองตรัง				อำเภอทุ่งสง			
	ชุดข้อมูล ERA5		ชุดข้อมูล GSMaP		ชุดข้อมูล ERA5		ชุดข้อมูล GSMaP	
	β_i	w_i	β_i	w_i	β_i	w_i	β_i	w_i
Grid 0	15.0	0.00	60.0	0.25	15.0	0.25	60.0	0.5
Grid 1	15.0	0.00	60.0	0.00	15.0	0.00	60.0	0.0
Grid 2	15.0	0.00	60.0	0.00	15.0	0.00	60.0	0.0
Grid 3	15.0	0.33	60.0	0.25	15.0	0.00	60.0	0.0
Grid 4	15.0	0.33	60.0	0.25	15.0	0.25	60.0	0.0
Grid 5	15.0	0.00	60.0	0.00	15.0	0.25	60.0	0.0
Grid 6	15.0	0.00	60.0	0.00	15.0	0.00	60.0	0.0
Grid 7	15.0	0.33	60.0	0.25	15.0	0.00	60.0	0.0
Grid 8	15.0	0.00	60.0	0.00	15.0	0.25	60.0	0.5

ตารางที่ 3.8 ระดับ (Threshold) สำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมของแบบจำลองที่ 2

ชุดข้อมูลขาเข้า	พื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์	
	อำเภอเมืองตรัง	อำเภอทุ่งสง
ERA 5	280	1100
GSMaP	5000	17000

สำหรับแบบจำลองที่ 2 ได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์ (Correlate) กับการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบและขณะเดียวกันมีค่าปริมาณฝนที่มีความแตกต่างกันระดับหนึ่ง ผลที่ได้คือการแบ่งพื้นที่เป็นกริด (Grid) ซึ่งแต่ละกริดจะเป็นพื้นที่ที่สี่เหลี่ยมด้านเท่าและมีจำนวน 9 กริด (เรียงในรูปแบบ Matrix ขนาด 3x3) ในบริเวณรอบ ๆ ลุ่มน้ำตรัง (ครอบคลุมส่วนที่เป็นมหาสมุทร) โดยกริดกลาง (กริดที่ 4) จะมีขอบเขตครอบคลุมจังหวัดตรัง ในขั้นแรกได้ทำการปรับหาค่า β_i โดยวิธี Trail-and-Error เพื่อให้ได้ค่าปริมาณฝนสะสมในแต่ละพื้นที่ (กริด) ที่สัมพันธ์ (Correlate) กับการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบมากที่สุด หลังจากนั้นจึงนำค่าปริมาณฝนสะสมในแต่ละพื้นที่ (กริด) ทั้ง 9 พื้นที่ (กริด) มารวมกันและทำการปรับหาค่า w_i โดยวิธี Trail-and-Error จนกระทั่งได้ค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุด และสุดท้ายจึงปรับทั้งค่า w_i และ

β_i โดยวิธี Trail-and-Error จนกระทั่งได้ค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุด เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้มาหาค่าอธิบายพบว่า ผลที่ได้แสดงการ “ไหล” รวมกันของฝนจากพื้นที่ใกล้เคียงไปยังพื้นที่ต้นแบบที่สัมพันธ์กับลักษณะการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝนหรือระบบภูมิอากาศซึ่งมีความแตกต่างจากแบบจำลองที่ 1 ที่แสดงการไหลมารวมกันของฝนที่สัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ เนื่องจากการ “ไหล” ของภูมิอากาศนั้นเร็วกว่าการไหลของภูมิประเทศและความแม่นยำของพยากรณ์ปริมาณฝนในเชิงเวลาในหลักชั่วโมงอาจจะไม่สูงมาก การไม่กำหนดเวลาหน่วงในรูปแบบเดียวกับแบบจำลองที่ 1 จึงเป็นสิ่งที่ยอมรับได้และยังสามารถลดจำนวนพารามิเตอร์ที่แบบจำลองต้องการ

ค่าเริ่มต้นของค่า Threshold ของทั้งสองแบบจำลองจะถูกกำหนดโดยการพิจารณาค่าปริมาณ (รวมของ) ฝนสะสมในพื้นที่ที่สนใจที่ได้จากการคำนวณและทำการปรับจนกระทั่งโดยวิธี Trail-and-Error ได้ค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุด การปรับโดยวิธี Trail-and-Error จะทำการปรับตามทิศทางที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นในการปรับเพื่อให้ได้ค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุดจะพิจารณาจากค่าประสิทธิภาพ Pulse Recall (PR) และ Pulse Precision (PP) ควบคู่กัน เช่น ปรับเพื่อให้ได้ค่า PR มากที่สุดโดยที่ค่า PP ไม่ต่ำจนเกินไป สำหรับแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 เมื่อมีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วม จะกำหนดให้เกิดน้ำท่วมเป็นระยะเวลา L วันโดยเริ่มจากตำแหน่งเวลาที่มีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมของแต่ละแบบจำลอง โดย L จะถูกกำหนดให้เป็นค่าคงที่และเหตุการณ์พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมจากแบบจำลองจะเกิดจากการ รวมกัน (Union) ของผลพยากรณ์ของทุกตำแหน่งเวลาเข้าด้วยกัน เนื่องจากช่วงเวลาของการเกิดน้ำท่วมจริงในแต่ละครั้งอาจมีความแตกต่างกันอย่างมาก ซึ่งประกอบด้วยหลายเหตุปัจจัย เช่น ความสามารถในการระบายน้ำในแต่ละพื้นที่ ระดับในแม่น้ำ/มหาสมุทร ปริมาณฝนสะสม ฯลฯ ดังนั้นค่า L จึงถูกเลือกไม่ให้มีค่าต่ำหรือสูงเกินไป (เช่น ประมาณ 5-12 วัน โดยปัจจุบันได้กำหนดให้เป็น 6 วัน) เพราะถ้ามีค่าต่ำเกินไป เหตุการณ์พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมที่ตำแหน่งเวลาที่ใกล้กันอาจจะไม่รวมเป็นเหตุการณ์เดียวกันและอาจจะทำให้ผลการพยากรณ์ทำได้ไม่ดี แต่ถ้ามีค่าสูงเกินไปจะทำให้เหตุการณ์พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมมีความไม่สมจริง

3.6.6 วิธีการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมนั้นจะอ้างอิงเหตุการณ์น้ำท่วมจริงจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมเท่านั้น ซึ่งจะใช้ตัวชี้วัด 2 ตัว ได้แก่ Pulse Recall และ Pulse Precision โดยที่

- Pulse Recall (PR) คือ ความไวของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมโดยแสดงเปอร์เซ็นต์ (สัดส่วน) ของจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิด

น้ำท่วมจริงที่ได้มีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมในช่วงเวลานั้นต่อจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงทั้งหมด โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{Pulse Recall} = \frac{\text{True Hit}}{\text{True Hit} + \text{True Miss}}$$

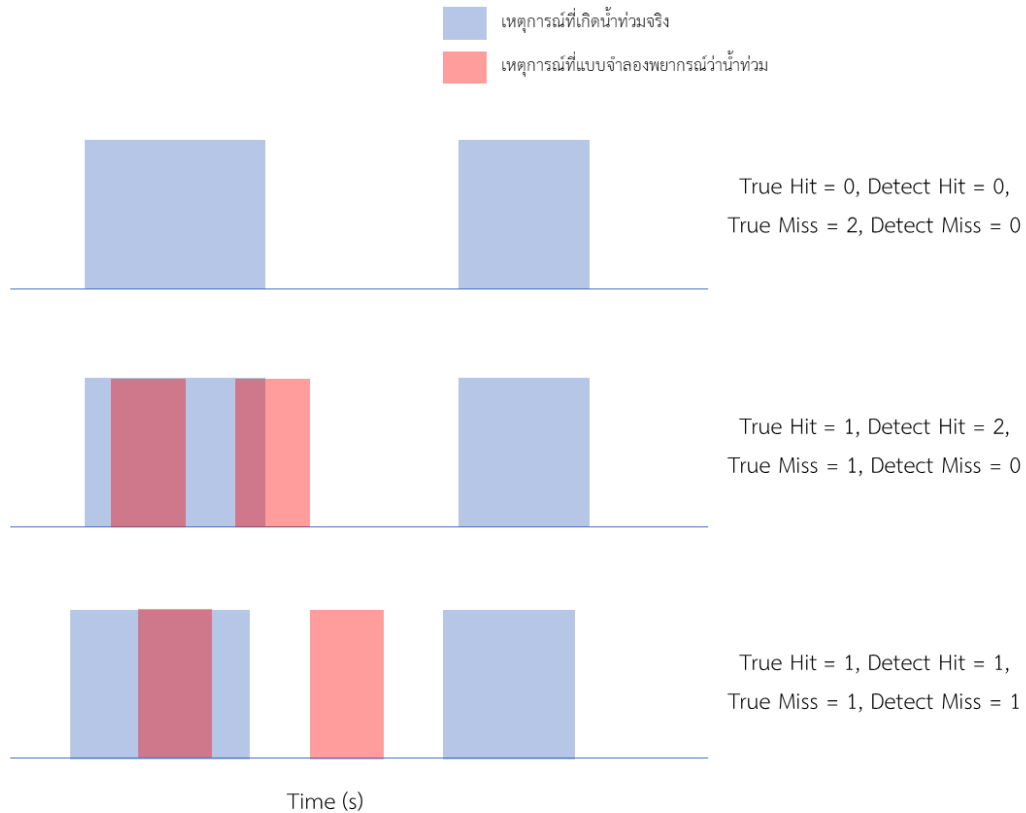
- Pulse Precision (PP) คือ ความแม่นยำของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม ซึ่งแสดงถึง ความสามารถในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมโดยแสดงเปอร์เซ็นต์ (สัดส่วน) ของจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงที่ได้มีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมในช่วงเวลานั้นต่อจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงทั้งหมด โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{Pulse Precision} = \frac{\text{Detect Hit}}{\text{Detect Hit} + \text{Detect Miss}}$$

โดยที่

- True Hit คือ จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง โดยมีช่วงเวลาซ้อนทับกับช่วงเวลาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้มีการพยากรณ์ว่าน้ำท่วม
- Detect Hit คือ จำนวนเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้มีการพยากรณ์ว่าน้ำท่วม โดยมีช่วงเวลาซ้อนทับกับช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมจริง
- True Miss คือ จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง โดยไม่มีช่วงเวลาซ้อนทับกับช่วงเวลาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้มีการพยากรณ์ว่าน้ำท่วม
- Detect Miss คือ จำนวนเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้มีการพยากรณ์ว่าน้ำท่วม โดยไม่มีช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมจริง

โดยตัวอย่างการคำนวณ True Hit, Detect Hit, True Miss และ Detect Miss ได้ถูกแสดงดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 ตัวอย่างการคำนวณ True Hit, Detect Hit, True Miss และ Detect Miss

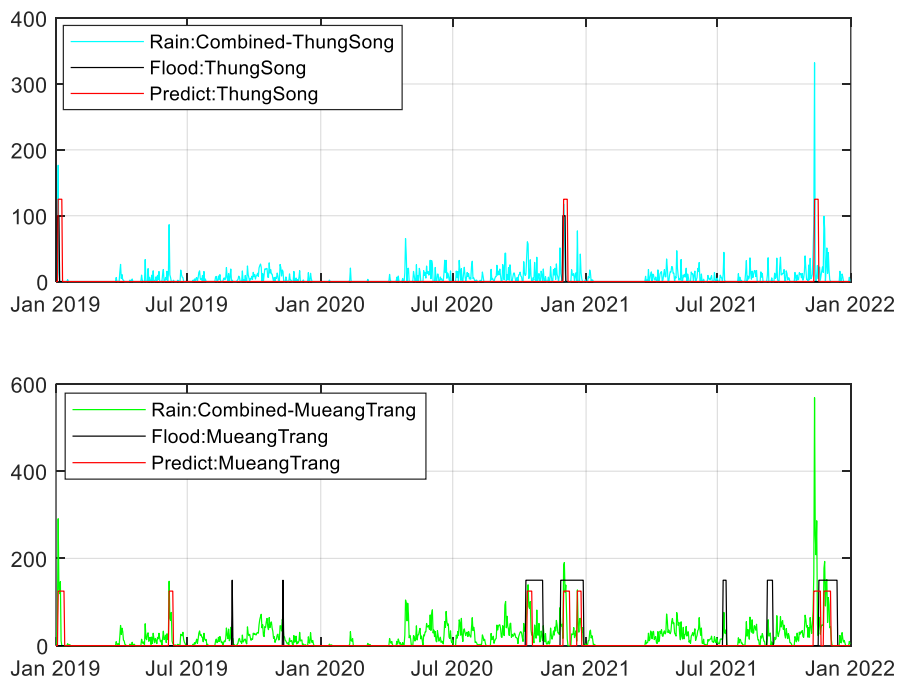
ที่มาของค่า PR และ PP นั้นมาจากค่า Recall และ Precision ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพที่เป็นที่นิยมใช้งานและเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในงานจำแนกหรือพยากรณ์ข้อมูลเป็นคลาส (Class) (เช่น <https://www.learn datasci.com/glossary/precision-and-recall/>) โดยโครงการฯ ได้ทำการปรับวิธีการคำนวณมาเป็นค่า PR และ PP เพื่อให้เหมาะสมกับการวัดประสิทธิภาพเชิงเหตุการณ์โดยดูจากการซ้อนทับของเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วม (จริง) และเหตุการณ์ที่ได้มีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วม ซึ่งเป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 1 เพื่อดูความสามารถของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในการตรวจจับเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วม เหตุผลที่ใช้คำว่า Pulse เนื่องจากเป็นการวัดประสิทธิภาพเชิงเหตุการณ์ โดยกำหนดให้ 0 = น้ำไม่ท่วม และ 1 = น้ำท่วม ดังนั้นใน 1 เหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วม ประกอบด้วย จุดเริ่มต้นของการเกิดน้ำท่วม (ค่า 0 เปลี่ยนเป็น 1) และท่วม (ค่า 1) ไปถึงจุดจบของเหตุการณ์ (ค่า 1 เปลี่ยนเป็น 0) จึงสามารถมองเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วม 1 เหตุการณ์เป็นสัญญาณ Pulse 1 ลูกได้

3.6.7 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

สำหรับผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

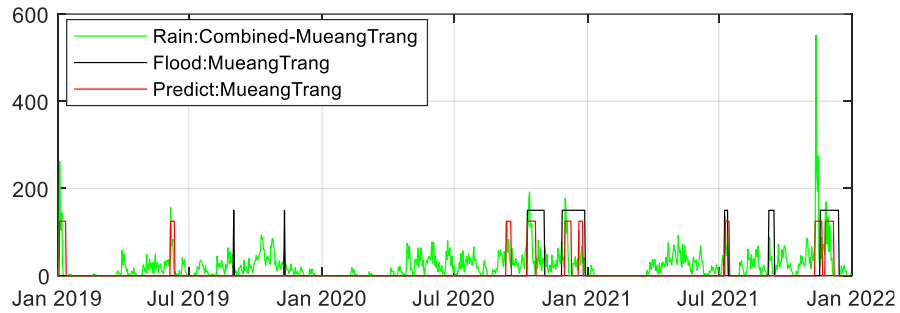
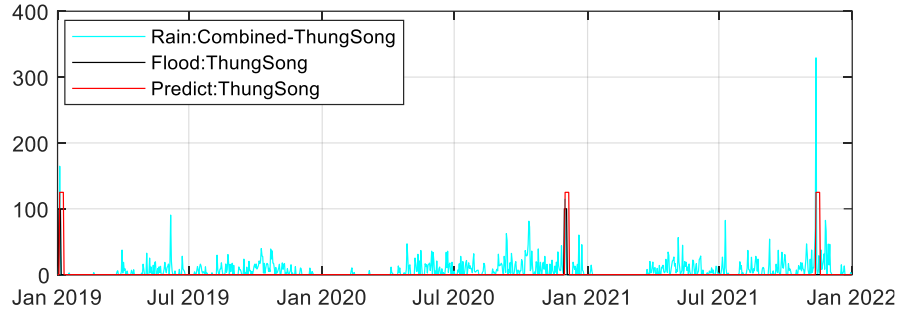
1. ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1

รูปที่ 3.31 ถึง 3.36 แสดงปริมาณฝนสะสมต่อวันในพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์ ($TR[t]$) ประกอบด้วย อำเภอทุ่งสงจังหวัดนครศรีธรรมราช (Rain: Combined-ThungSong) และอำเภอเมืองตรังจังหวัดตรัง (Rain: Combined-MueangTrang), เหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง (Flood) จากบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วม และ ผลลัพธ์จากการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม (Predict) ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนจากชุดข้อมูลขาเข้า ERA 5, ERA 5-Land, GSMaP, ERA 5 + TMD (ตรัง), ERA 5-Land + TMD (ตรัง) และ GSMaP + TMD (ตรัง) ตามลำดับ และตารางที่ 3.9 แสดงค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนจากชุดข้อมูลต่างๆ ในช่วงปี 2562 ถึง 2564

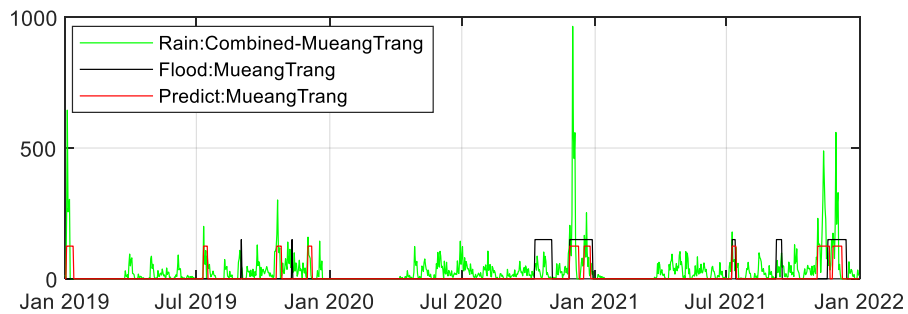
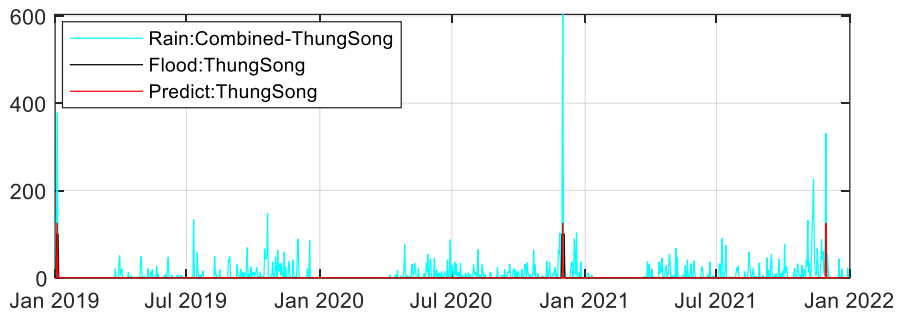


รูปที่ 3.31 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล ERA 5

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

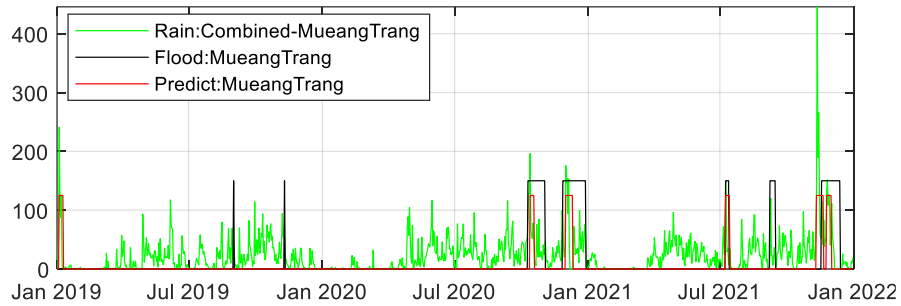
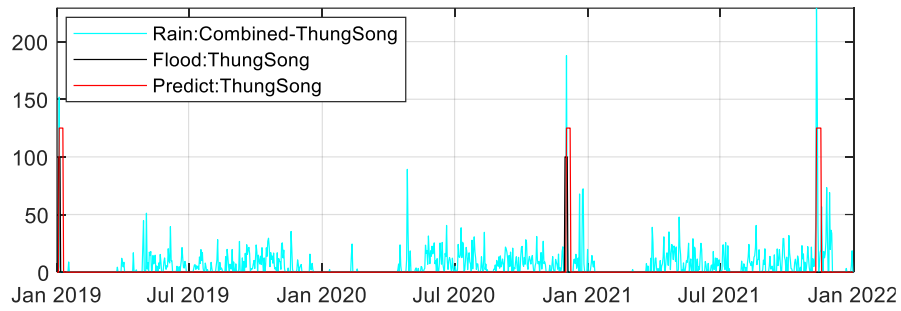


รูปที่ 3.32 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล ERA 5-Land

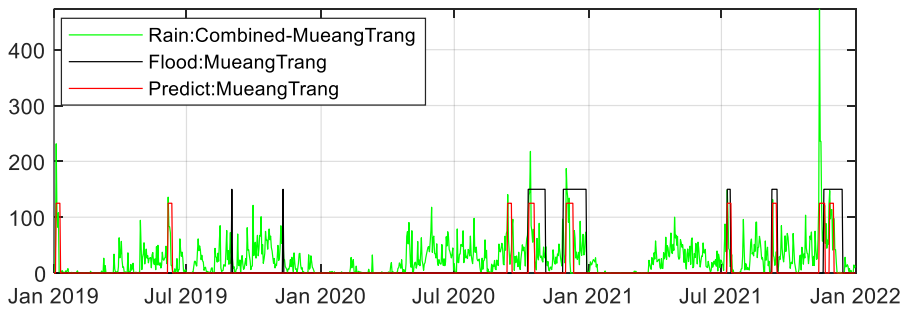
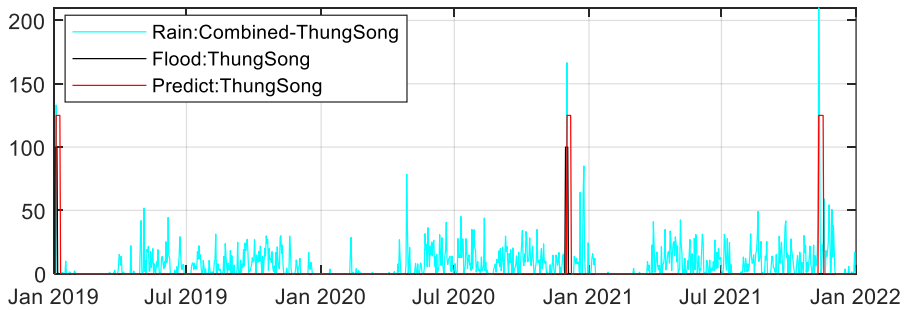


รูปที่ 3.33 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล GSMaP

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

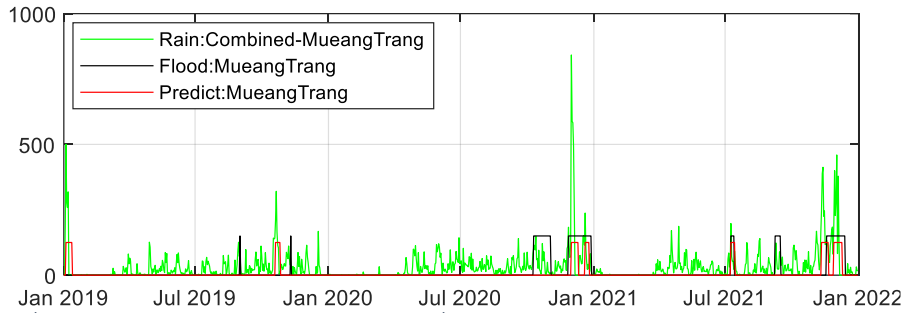
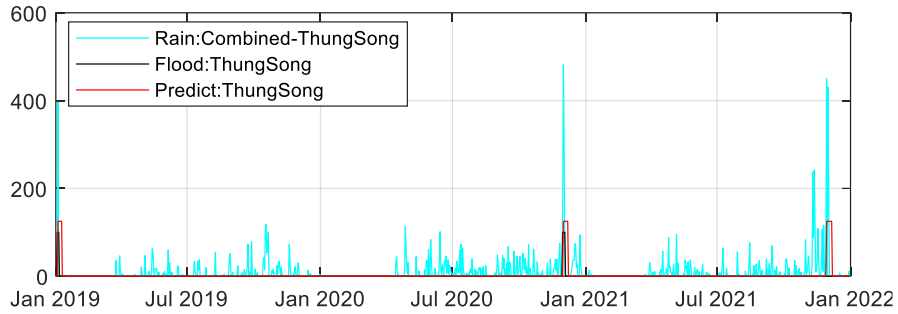


รูปที่ 3.34 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล ERA 5 + TMD (ตรัง)



รูปที่ 3.35 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล ERA 5-Land + TMD (ตรัง)

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 3.36 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ ชุดข้อมูล GSMaP + TMD (ตรง)

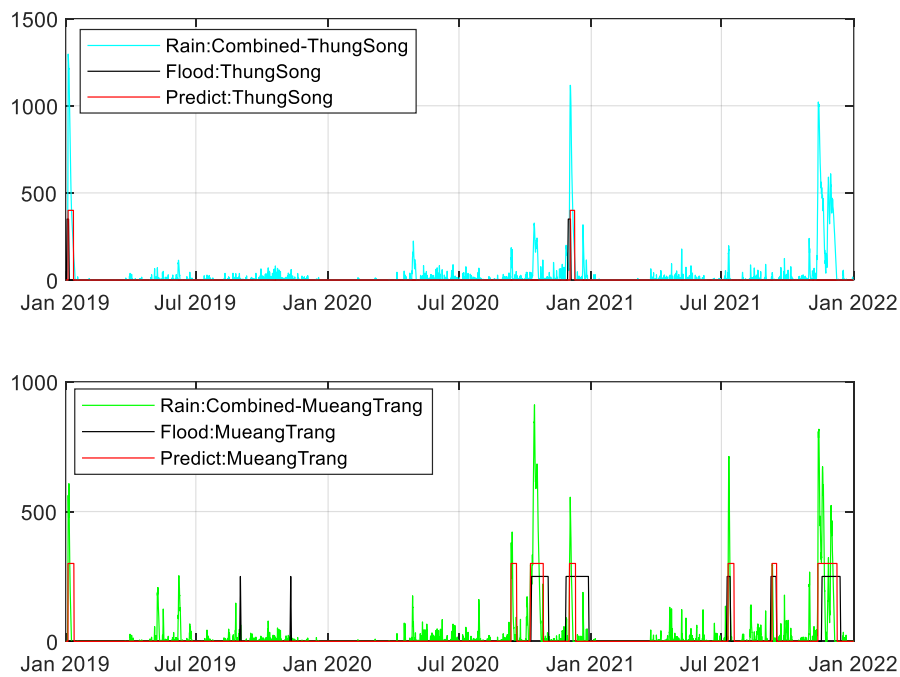
ตารางที่ 3.9 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564

พื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์	ชุดข้อมูลขาเข้า	TH	DH	TM	DM	PR (%)	PP (%)
อำเภอเมืองตรง	ERA 5	3	5	4	2	42.86	71.43
	ERA 5-Land	4	6	3	3	57.14	66.67
	GSMaP	3	5	4	4	42.86	55.56
	ERA 5 + TMD (ตรง)	4	5	3	1	57.14	83.33
	ERA 5-Land + TMD (ตรง)	5	6	2	3	71.43	66.67
	GSMaP + TMD (ตรง)	3	5	4	2	42.86	71.43
อำเภอทุ่งสง	ERA 5	2	2	0	1	100.00	66.67
	ERA 5-Land	2	2	0	1	100.00	66.67
	GSMaP	2	2	0	1	100.00	66.67
	ERA 5 + TMD (ตรง)	2	2	0	1	100.00	66.67
	ERA 5-Land + TMD (ตรง)	2	2	0	1	100.00	66.67
	GSMaP + TMD (ตรง)	2	2	0	1	100.00	66.67

หมายเหตุ: TH = True Hit, DH = Detect Hit, TM = True Miss, DM = Detect Miss, PR = Pulse Recall, PP = Pulse Precision

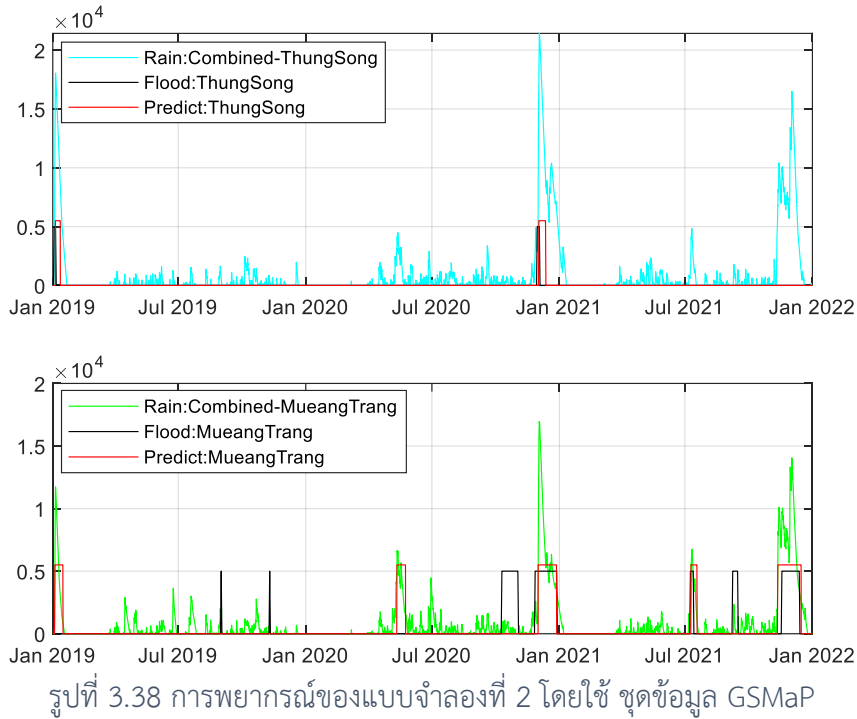
2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 2

รูปที่ 3.37 ถึง 3.38 แสดงปริมาณฝนสะสมในพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์ ($TR[t]$) ประกอบด้วย อำเภอทุ่งสงจังหวัดนครศรีธรรมราช (Rain: Combined-ThungSong) และอำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง (Rain: Combined-MueangTrang), เหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง (Flood) จากบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วม และผลลัพธ์จากการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม (Predict) ของแบบจำลองที่ 2 โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนจากชุดข้อมูลขาเข้า ERA 5 และ GSMaP ตามลำดับ และตารางที่ 3.10 แสดงค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 2 โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนจากชุดข้อมูลต่างๆ ในช่วงปี 2562 ถึง 2564



รูปที่ 3.37 การพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 2 โดยใช้ ชุดข้อมูล ERA 5

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



ตารางที่ 3.10 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 2 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564

พื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์	ชุดข้อมูลขาเข้า	TH	DH	TM	DM	PR (%)	PP (%)
อำเภอเมืองตรัง	ERA 5	5	5	2	2	71.43	71.43
	GSMaP	3	3	4	2	42.86	60.00
อำเภอทุ่งสง	ERA 5	2	2	0	0	100.00	100.00
	GSMaP	2	2	0	0	100.00	100.00

หมายเหตุ: TH = True Hit, DH = Detect Hit, TM = True Miss, DM = Detect Miss, PR = Pulse Recall, PP = Pulse Precision

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการเกิดน้ำท่วมในรายละเอียด พบว่ามีจำนวนเหตุการณ์น้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรังทั้งหมด 7 ครั้ง ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 และมีเหตุการณ์น้ำท่วมที่มีเพียง 1 ตำบลได้รับผลกระทบอยู่ 4 ครั้ง และอีก 3 ครั้งเป็นเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบอย่างน้อย 9 ตำบล และมีช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมนานกว่าเหตุการณ์น้ำท่วมที่มีเพียง 1 ตำบลที่ได้รับผลกระทบ ดังแสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 จำนวนตำบลในอำเภอเมืองตรัง ที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำท่วม
ในช่วงปี 2562 ถึง 2564

จำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบ	ช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วม	ระยะเวลา (วัน)
1 (หนองตรุด)	1 กันยายน 2562 ถึง 1 กันยายน 2562	1
1 (นาตาล่วง)	10 พฤศจิกายน 2562 ถึง 10 พฤศจิกายน 2562	1
16	10 ตุลาคม 2563 ถึง 2 พฤศจิกายน 2563	24
21	28 พฤศจิกายน 2563 ถึง 28 ธันวาคม 2563	31
1 (นาโต๊ะหมิง)	9 กรกฎาคม 2564 ถึง 13 กรกฎาคม 2564	5
1 (หนองตรุด)	8 กันยายน 2564 ถึง 15 กันยายน 2564	8
9	18 พฤศจิกายน 2564 ถึง 13 ธันวาคม 2564	15

หากพิจารณาการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรังเฉพาะเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล (เหตุการณ์น้ำท่วมที่มีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเป็นวงกว้าง) จะทำให้ได้ค่าประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรังของแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 ดีขึ้น โดยแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี ได้แก่

กรณีที่ 1 ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรังทั้งหมด (7 เหตุการณ์) โดยมีค่าประสิทธิภาพการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรังเฉพาะเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล (3 เหตุการณ์) ของแบบจำลองที่ 1 และ 2 ดังแสดงในตารางที่ 3.12 และ 3.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.12 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 เมื่อพยากรณ์เฉพาะเหตุการณ์ที่อำเภอเมืองตรังที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล กรณีที่ 1

พื้นที่ทำการพยากรณ์	ชุดข้อมูลขาเข้า	TH	DH	TM	DM	PR (%)	PP (%)
อำเภอเมืองตรัง	ERA 5	3	5	0	2	100.00	71.43
	ERA 5-Land	3	5	0	4	100.00	55.56
	GSMaP	2	4	1	5	66.67	44.44
	ERA 5 + TMD (ตรัง)	3	4	0	2	100.00	66.67
	ERA 5-Land + TMD (ตรัง)	3	4	0	5	100.00	44.44
	GSMaP + TMD (ตรัง)	2	4	1	3	66.67	57.14

หมายเหตุ: TH = True Hit, DH = Detect Hit, TM = True Miss, DM = Detect Miss, PR = Pulse Recall, PP = Pulse Precision

ตารางที่ 3.13 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 2 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 เมื่อพยากรณ์เฉพาะเหตุการณ์ที่อำเภอเมืองตรังที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบจำนวนมากกว่า 1 ตำบล กรณีที่ 1

พื้นที่ทำการพยากรณ์	ชุดข้อมูลขาเข้า	TH	DH	TM	DM	PR (%)	PP (%)
อำเภอเมืองตรัง	ERA 5	3	3	0	3	100.00	50.00
	GSMaP	2	2	1	3	66.67	40.00

หมายเหตุ: TH = True Hit, DH = Detect Hit, TM = True Miss, DM = Detect Miss, PR = Pulse Recall, PP = Pulse Precision

กรณีที่ 2 ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรังเฉพาะเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล (3 เหตุการณ์) แสดงดังตารางที่ 3.14 ถึง 3.16 สำหรับค่าพารามิเตอร์ w_i และ T_i ของแบบจำลองที่ 1 นั้นจะใช้ค่าเช่นเดียวกับในกรณีที่ 1 โดยมีค่าประสิทธิภาพการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรังเฉพาะเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล (3 เหตุการณ์) ของแบบจำลองที่ 1 และ 2 ดังแสดงในตารางที่ 3.17 และ 3.18 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.14 ระดับ (Threshold) ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ที่อำเภอเมืองตรังเฉพาะเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล (3 เหตุการณ์) ของแบบจำลองที่ 1

ชุดข้อมูลขาเข้า	พื้นที่ทำการพยากรณ์ อำเภอเมืองตรัง
ERA 5	120
ERA 5-Land	170
GSMaP	400
ERA 5 + TMD (ตรัง)	150
ERA 5-Land + TMD (ตรัง)	160
GSMaP + TMD (ตรัง)	250

ตารางที่ 3.15 ค่าพารามิเตอร์ β_i และ W_i ของพื้นที่ทั้งหมดที่ใช้ในการคำนวณปริมาณฝนสะสมที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองตรังเฉพาะเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล (3 เหตุการณ์) ของแบบจำลองที่ 2

กริด (Grid)	พื้นที่ที่ทำการพยากรณ์ อำเภอเมืองตรัง			
	ชุดข้อมูล ERA5		ชุดข้อมูล GSMaP	
	β_i	W_i	β_i	W_i
Grid 0	15.0	0.33	60.0	0.00
Grid 1	15.0	0.00	60.0	0.00
Grid 2	15.0	0.00	60.0	0.00
Grid 3	15.0	0.33	60.0	0.00
Grid 4	15.0	0.33	60.0	1.00
Grid 5	15.0	0.00	60.0	0.00
Grid 6	15.0	0.00	60.0	0.00
Grid 7	15.0	0.00	60.0	0.00
Grid 8	15.0	0.00	60.0	0.00

ตารางที่ 3.16 ระดับ (Threshold) ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ที่อำเภอเมืองตรังเฉพาะเหตุการณ์ที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล (3 เหตุการณ์) ของแบบจำลองที่ 2

ชุดข้อมูลขาเข้า	พื้นที่ที่ทำการพยากรณ์ อำเภอเมืองตรัง
ERA 5	600
GSMaP	20000

ตารางที่ 3.17 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 เมื่อพยากรณ์เฉพาะ เหตุการณ์ที่อำเภอเมืองตรังที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล กรณีที่ 2

พื้นที่ที่ทำการ พยากรณ์	ชุดข้อมูลขาเข้า	TH	DH	TM	DM	PR (%)	PP (%)
อำเภอเมืองตรัง	ERA 5	3	5	0	2	100.00	71.43
	ERA 5-Land	3	3	0	1	100.00	75.00
	GSMaP	2	2	1	2	66.67	50.00
	ERA 5 + TMD (ตรัง)	3	4	0	1	100.00	80.00
	ERA 5-Land + TMD (ตรัง)	3	3	0	1	100.00	75.00
	GSMaP + TMD (ตรัง)	2	3	1	2	66.67	60.00

หมายเหตุ: TH = True Hit, DH = Detect Hit, TM = True Miss, DM = Detect Miss, PR = Pulse Recall, PP = Pulse Precision

ตารางที่ 3.18 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 2 ในช่วงปี 2562 ถึง 2564 เมื่อพยากรณ์เฉพาะ เหตุการณ์ที่อำเภอเมืองตรังที่มีจำนวนตำบลที่ได้รับผลกระทบมากกว่า 1 ตำบล กรณีที่ 2

พื้นที่ที่ทำการ พยากรณ์	ชุดข้อมูลขาเข้า	TH	DH	TM	DM	PR (%)	PP (%)
อำเภอเมืองตรัง	ERA 5	3	3	0	0	100.00	100.00
	GSMaP	2	3	1	0	66.67	100.00

หมายเหตุ: TH = True Hit, DH = Detect Hit, TM = True Miss, DM = Detect Miss, PR = Pulse Recall, PP = Pulse Precision

เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ในตารางที่ 3.12, 3.13, 3.17 และ 3.18 พบว่าในภาพรวมค่า ประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้ข้อมูล ERA 5 (หรือ ERA 5-Land) เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองพยากรณ์ การเกิดน้ำท่วมได้ผลลัพธ์ที่ดี (โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้กับแบบจำลองที่ 2) และได้วันเริ่มต้นของช่วงเวลา การเกิดน้ำท่วมใกล้เคียงกับเวลาเริ่มต้นการเกิดน้ำท่วมของจริง (โดยจะมีการพิจารณาส่วนนี้ในระยะ ถัดไป) ทำให้เชื่อว่าหากได้ข้อมูลพยากรณ์ในระดับเดียวกับข้อมูล ERA 5 จะทำให้สามารถพยากรณ์การ เกิดน้ำท่วมล่วงหน้าก่อนการเกิดน้ำท่วมจริงแม้ว่าจะไม่กำหนดวันเริ่มต้นการเกิดน้ำท่วมได้อย่าง แน่นนอน แต่ก็อาจจะประมาณแบบคร่าว ๆ ได้ เช่น พยากรณ์ว่าภายใน 5 วันนับจากนี้จะมีน้ำท่วม ฯลฯ นอกจากนี้ แม้ว่าข้อมูล ERA 5 (หรือ ERA 5-Land) จะเป็นข้อมูล Reanalysis ซึ่งเป็นข้อมูลพยากรณ์และ นำมาปรับปรุงโดยใช้ข้อมูลที่วัดจากอุปกรณ์จริง (Observations) ซึ่งทำให้มีความใกล้เคียงกับข้อมูลแบบ Real-Time มากกว่าข้อมูลพยากรณ์ แต่ทางโครงการฯ มีความเชื่อว่าข้อมูลพยากรณ์จาก ECMWF กับ ข้อมูล ERA 5 (หรือ ERA 5-Land) อาจจะมีค่าไม่ต่างกันมากนัก โดยอาศัยสมมติฐานว่าข้อมูล Observations ในบริเวณประเทศไทย (หรือพื้นที่ใกล้เคียง) โดยเฉพาะบริเวณลุ่มน้ำตรัง มีจำนวนไม่มาก ซึ่งเป็นผลให้ค่าปริมาณฝนของข้อมูล ERA 5 (หรือ ERA 5-Land) ในพื้นที่ต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำตรังมีค่าไม่ แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ แม้ว่าข้อมูลในอดีตที่นำมาประเมินค่าประสิทธิภาพของแบบจำลอง

พยากรณ์การเกิดน้ำท่วมจะเป็นข้อมูล 3 ปี ในช่วงปี 2562-2564 แต่เนื่องจากแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมทั้งสองเป็นแบบจำลองที่ไม่ซับซ้อนและสามารถอธิบายความหมายของวิธีคำนวณผลลัพธ์ของแบบจำลองอย่างมีเหตุผล จึงทำให้ความต้องการด้านปริมาณข้อมูลในการประเมินแบบจำลองมีน้อยกว่าและเชื่อว่าสามารถนำไปปรับปรุงประยุกต์ใช้งานได้ดีกว่าแบบจำลองที่มีความซับซ้อน (หรือแบบจำลองที่ไม่สามารถอธิบายที่มาของวิธีการคำนวณได้) ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลปริมาณมากไปปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง และเนื่องจากการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ผ่านมาทำให้เกิดข้อจำกัดทางด้านข้อมูล นั่นคือการประเมินและทดสอบแบบจำลองของแต่ละแบบจำลองที่ใช้ค่าพารามิเตอร์เดียวกันโดยใช้ข้อมูลในอดีตที่มีลักษณะการเกิดน้ำท่วมในรูปแบบเดียวกันอาจจะไม่มีข้อมูลในอดีตที่มีปริมาณมากเพียงพอ ทำให้การประเมินค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองต้องทำด้วยความระมัดระวัง ดังนั้น โครงการฯ สามารถสรุปในระยะที่ 1 ได้ว่า

- แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ทางโครงการได้ออกแบบและพัฒนาในระยะที่ 1 มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งาน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนที่ทางโครงการฯ มีแผนจะนำมาใช้พยากรณ์การเกิดน้ำท่วมน่าจะมีค่าแตกต่างกันไม่มากนักในพื้นที่ต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำตรัง ทำให้น่าจะสามารถพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมสำหรับเหตุการณ์น้ำท่วมในวงกว้าง (เกิดน้ำท่วมในหลายตำบล) ได้ดีกว่าเหตุการณ์น้ำท่วมในวงแคบ (เกิดไม่กี่ตำบล) ดังนั้นถ้าสามารถกำหนดขอบเขตการพยากรณ์ของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้ว่าพยากรณ์เฉพาะการเกิดน้ำท่วมเป็นวงกว้างได้อาจจะสามารถทำการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่มีความแม่นยำสูงและกำหนดช่วงเวลาการเกิดน้ำท่วมล่วงหน้าได้แม่นยำระดับหนึ่ง
- เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำตรังมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการกระทำโดยมนุษย์และธรรมชาติ แบบจำลองที่มีความซับซ้อนไม่มากและสามารถอธิบายความหมายของวิธีคำนวณผลลัพธ์ของแบบจำลองได้จึงเป็นสิ่งที่ต้องการ
- การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมต้องมีความเหมาะสมกับปริมาณข้อมูลที่มีอยู่และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของกลุ่มน้ำตรัง (ไม่ว่าจากมนุษย์หรือธรรมชาติ)

3.7 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล : ระยะที่ 2 (งวดที่ 3)

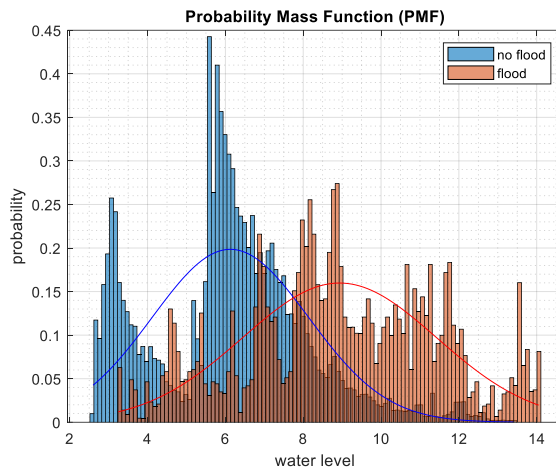
โครงการฯ ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม สำหรับพื้นที่ในอำเภอเมืองตรังและอำเภอทุ่งสงในระยะที่ 2 โดยเป็นการดำเนินการต่อเนื่องจากการออกแบบและสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 1 ซึ่งการออกแบบและสร้างแบบจำลองพยากรณ์การเกิด

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

น้ำท่วมในระยะที่ 2 นี้ โครงการได้นำแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมระยะที่ 1 (แบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2) มาใช้ร่วมกับข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากสถานีวัดของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) (สสน.) โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network หรือ CNN) (แบบจำลองระดับน้ำ CNN) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.7.1 แบบจำลองระดับน้ำ CNN

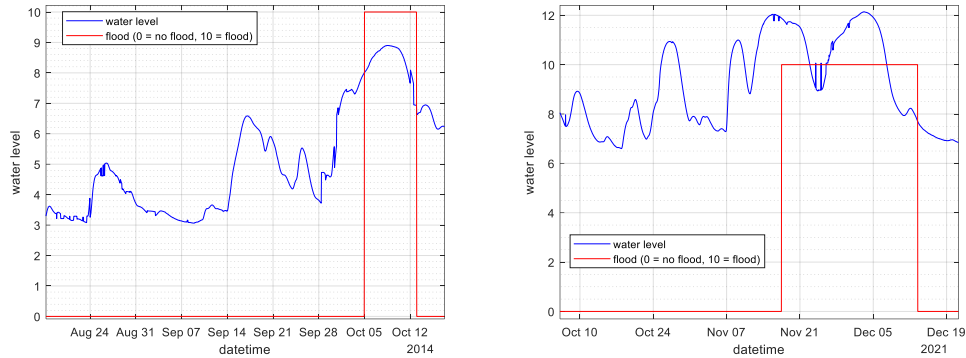
แนวคิดการใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (CNN) มาใช้ร่วมกับข้อมูลระดับน้ำ เนื่องจากปัจจัยในการเกิดน้ำท่วมนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณฝนเพียงอย่างเดียว ระดับน้ำถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่จะสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้ โดยรูปที่ 3.39 แสดงฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็น (Probability Mass Function) ของระดับน้ำสำหรับเหตุการณ์ที่ไม่เกิดน้ำท่วม (no flood) เทียบกับเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วม (flood)



รูปที่ 3.39 ฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็น (Probability Mass Function) ของระดับน้ำ

จากรูปที่ 3.39 จะเห็นว่าเมื่อมีระดับน้ำสูงขึ้นก็จะมีโอกาสเกิดน้ำท่วมมากขึ้นด้วย นอกจากนี้ก่อนเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม มักจะมีการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำอย่างกระทันหัน หรือระดับน้ำมักจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยแสดงตัวอย่างเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในรูปที่ 3.40

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



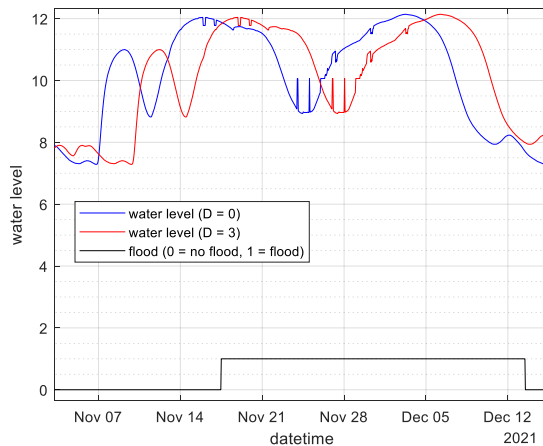
รูปที่ 3.40 ตัวอย่างเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ

วิธีการนำข้อมูลระดับน้ำมาใช้ในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมล่วงหน้านั้น อาจทำได้โดยการดึงคุณลักษณะเฉพาะ (Feature) ที่สำคัญของข้อมูลระดับน้ำก่อนเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม เช่น ค่าเฉลี่ย รูปแบบหรือลักษณะการขึ้นลงของระดับน้ำ เป็นต้น ซึ่งคุณลักษณะเฉพาะ (Feature) ที่ได้ จะถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในอนาคต อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network หรือ CNN) เป็นแบบจำลองที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายกับสัญญาณต่าง ๆ เช่น รูปภาพ (Image), เสียง (Voice) หรือ สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG) เป็นต้น เนื่องจากโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (CNN) มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ตัวกรอง (Filter) ที่จะช่วยดึงคุณลักษณะเฉพาะ (Feature) ที่สำคัญออกมาจากสัญญาณดิบ (Raw Signal) เพื่อปรับข้อมูลขาออก (Output) ของแบบจำลองให้มีค่าตรงกับเป้าหมาย (Target) ที่กำหนด ดังนั้นโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันที่ใช้ข้อมูลระดับน้ำ (แบบจำลองระดับน้ำ CNN) โดยมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

3.7.2 การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงจะถูกนำมาแปลงเป็นข้อมูลรายวัน โดยใช้ค่าสูงสุดของระดับน้ำในแต่ละวัน และเนื่องจากการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม เป็นการพยากรณ์ล่วงหน้า ดังนั้นข้อมูลระดับน้ำสำหรับใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) แบบจำลองระดับน้ำ CNN จะถูกห้วงเวลา D วัน (ข้อมูลแต่ละวันเป็นข้อมูลในอดีตของ D วันก่อนหน้านั้น) ค่าเป้าหมาย (Target) ของแต่ละวันจะถูกกำหนดด้วยค่า 0 และ 1 โดยที่ ค่า 0 หมายถึงไม่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในวันนั้น (no flood) และ ค่า 1 หมายถึงเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในวันนั้น (flood) ทั้งนี้ค่าเป้าหมายจะถูกกำหนดโดยอ้างอิงจากข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตและจะไม่ถูกห้วงเวลา ซึ่งเปรียบเสมือนกับการใช้ข้อมูลระดับน้ำ D วันย้อนหลัง พยากรณ์การเกิดน้ำท่วมล่วงหน้า โดยรูปที่ 3.41 แสดงตัวอย่างข้อมูลระดับน้ำที่ถูกห้วงเวลา D = 3 วัน เทียบกับข้อมูลที่ไม่ถูกห้วงเวลา D = 0 วัน และค่าเป้าหมาย (Target)

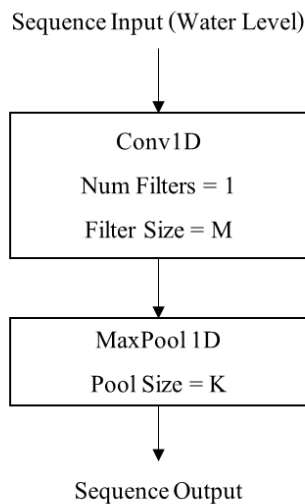
แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 3.41 ตัวอย่างข้อมูลระดับน้ำที่ถูกหน่วงเวลา D และค่าเป้าหมาย (Target)

3.7.3 การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลองระดับน้ำ CNN

เนื่องจากข้อมูลในงานนี้มีปริมาณไม่มาก ดังนั้นโครงสร้างของแบบจำลองระดับน้ำ CNN จะถูกออกแบบโดยให้ความซับซ้อนน้อยที่สุด โดยจะใช้ตัวกรอง (Conv1D) เพียง 1 ตัว เท่านั้น ซึ่งมีขนาด M (Filter Size = M) และ Max Pooling 1D โดยมีขนาด K (Pool Size = K) โดยแสดงดังรูปที่ รูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 โครงสร้างของแบบจำลองระดับน้ำ CNN

สัญญาณข้อมูลระดับน้ำ (Sequence Input (Water Level)) จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองระดับน้ำ CNN จากนั้นจะถูกกรองสัญญาณโดยใช้ตัวกรอง (Conv1D) โดยที่ ตัวกรองจะทำ

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

หน้าที่กรองสัญญาณข้อมูลระดับน้ำเพื่อดึงคุณลักษณะเฉพาะที่สัมพันธ์กับการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม โดยใช้การดำเนินการแบบคอนโวลูชัน 1 มิติ (Conv1D) ซึ่งแสดงดังสมการ

$$y[n] = \sum_{j=0}^{M-1} x[n-j]h[j]$$

$x[n-j]$ คือ ข้อมูลระดับน้ำที่ตำแหน่ง $n-j$ โดยที่ $x[n-j] = 0$ เมื่อ $n-j < 0$

$h[j]$ คือ ค่าน้ำหนักของตัวกรอง (Weight) ตำแหน่งที่ j

$y[n]$ คือ ข้อมูลขาออกของตัวกรอง ตำแหน่งที่ n

M คือ ขนาดของตัวกรอง

ข้อมูลขาออกของตัวกรอง ($y[n]$) จะถูกนำไปหาคุณลักษณะเฉพาะที่เด่นที่สุดในช่วงเวลา ย้อนหลังที่กำหนดโดยใช้ Max Pooling (MaxPool 1D) ซึ่งจะทำหน้าที่หาค่าที่มากที่สุดของข้อมูลขาออกของตัวกรอง ตั้งแต่ข้อมูลปัจจุบันย้อนหลังไป K (Pool Size = K) ดังสมการ

$$p[n] = \max_{i=0,1,\dots,K-1} (y[n-i])$$

$y[n-i]$ คือ ข้อมูลขาออกของตัวกรอง (Filter) ตำแหน่งที่ $n-i$

โดยที่ $y[n-i] = 0$ เมื่อ $n-i < 0$

$p[n]$ คือ ข้อมูลขาออกของแบบจำลองระดับน้ำ CNN ตำแหน่งที่ n

K คือ Pool Size

ข้อมูลขาออกของแบบจำลองระดับน้ำ CNN ($p[n]$) เป็นคุณลักษณะเฉพาะที่เด่นที่สุดในช่วงเวลา ย้อนหลัง K ซึ่งจะถูกรวบรวมให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายให้มากที่สุด นั่นคือ ในกรณีที่ $p[n]$ มีค่าน้อย หมายถึง มีโอกาสเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมน้อย และค่ามาก หมายถึง มีโอกาสเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมมาก ซึ่งการทำให้ค่า $p[n]$ ใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายนั้น ทำได้โดยการปรับค่าน้ำหนักของตัวกรอง (Weights) แบบอัตโนมัติ โดยใช้การฝึกสอนแบบจำลองระดับน้ำ CNN (Training)

3.7.4 การฝึกสอนแบบจำลองระดับน้ำ CNN (Training)

การฝึกสอนแบบจำลองระดับน้ำ CNN เป็นกระบวนการปรับปรุงค่าน้ำหนักของตัวกรอง (Weights) เพื่อให้ข้อมูลขาออกแบบจำลองระดับน้ำ CNN ($p[n]$) มีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมาย (Target) มากที่สุด โดยการทำให้ฟังก์ชันต้นทุน (Cost Function) มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งกำหนดฟังก์ชันต้นทุน (Cost function) ดังสมการ

$$J = \frac{1}{2} \sum_{n=0}^{N-1} (t[n] - p[n])^2$$

$t[n]$ คือ ค่าเป้าหมาย (Target) ตำแหน่งที่ n

$p[n]$ คือ ข้อมูลขาออกแบบจำลองระดับน้ำ CNN ตำแหน่งที่ n

N คือ จำนวนตัวอย่าง (Sample) ทั้งหมด

J คือ ฟังก์ชันต้นทุน (Cost Function)

3.7.5 การนำแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ถูกพัฒนาในระยะเวลาที่ 1 มาใช้ร่วมกับแบบจำลองระดับน้ำ CNN

โครงการฯ ได้นำแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ถูกพัฒนาในระยะเวลาที่ 1 (แบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2) ซึ่งถูกพัฒนาโดยใช้ความสัมพันธ์ของปริมาณฝนกับเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วม มาใช้พยากรณ์การเกิดน้ำท่วมร่วมกับแบบจำลองระดับน้ำ CNN (แบบจำลองที่ 1+CNN, แบบจำลองที่ 2 + CNN) ซึ่งถูกพัฒนาโดยใช้ความสัมพันธ์ของระดับน้ำกับเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วม โดยกำหนดเงื่อนไขดังนี้

$$d[n] = 1; p[n] \geq th_{wl} \text{ and } dm_k[n] = 1 \\ 0; \text{ otherwise}$$

$d[n]$ คือ การพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมตำแหน่งที่ n

$d[n] = 0$ หมายถึง มีพยากรณ์ว่าไม่เกิดน้ำท่วมที่ตำแหน่ง n

$d[n] = 1$ หมายถึง มีพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมที่ตำแหน่ง n

$dm_k[n]$ คือ การพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมจากแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ k ที่ได้มีการพัฒนาในระยะเวลาที่ 1 ($k=1,2$) ตำแหน่งที่ n

$dm_k[n] = 0$ หมายถึง แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ k ที่ได้มีการพัฒนาในระยะเวลาที่ 1 มีพยากรณ์ว่าไม่เกิดน้ำท่วมที่ตำแหน่ง n

$dm_k[n] = 1$ หมายถึง แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ k ที่ได้มีการพัฒนาในระยะเวลาที่ 1 มีพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมที่ตำแหน่ง n

th_{wl} คือ ระดับ (Threshold) สำหรับแบบจำลองระดับน้ำ CNN

3.7.6 การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

ข้อมูลที่ใช้สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 2 ประกอบด้วย

- ข้อมูลเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมในอดีตจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต จะถูกใช้เป็นค่าเป้าหมาย (Target) ของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง โดยจะพิจารณาข้อมูลในช่วงปี 2552 ถึงปี 2564
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5 จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมทั้ง 2 แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม โดยพิจารณาข้อมูลในช่วงปี 2552 ถึงปี 2564
- ข้อมูลระดับน้ำ จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองระดับน้ำ CNN เพื่อที่จะนำผลลัพธ์ หรือข้อมูลขาออก (Output) ไปตัดสินใจร่วมกับแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 โดยข้อมูลระดับน้ำจะเลือกใช้จากสถานี 869 เนื่องจากปริมาณมีปริมาณข้อมูลที่มากที่สุด คือ มีข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปี 2556 ถึงปี 2564

โดยข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมสามารถแบ่งจำนวนปีได้ทั้งหมด 3 ช่วงเวลา ดังแสดงในตารางที่ 3.19

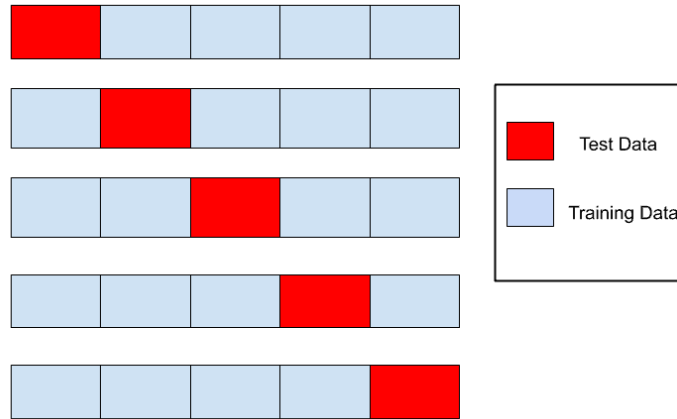
ตารางที่ 3.19 ช่วงปีของชุดข้อมูลที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

ช่วงปีของชุดข้อมูล	คำอธิบาย
2562-2564	เป็นช่วงเวลาเดียวกับช่วงเวลาของข้อมูลที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 และ 2 ในระยะที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลความน่าเชื่อถือสูงที่ได้จากเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบโดยตรง (ข้อมูลการประกาศเขตพื้นที่ประสบสาธารณภัย (อุทกภัย) จังหวัดตรัง ในช่วงปี 2562-2564 และข้อมูลน้ำท่วมในอำเภอทุ่งสง ในช่วงปี 2560 ถึง 2564) โดยได้เลือกช่วงเวลาเดียวกันของทั้งพื้นที่และสามารถนำมาวัดประสิทธิภาพได้ทุกแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมทั้งในระยะที่ 1 และ 2
2556-2564	เป็นช่วงเวลาที่ถูกจำกัดโดยจำนวนข้อมูลเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมในอดีตและจำนวนข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากสถานีโทรมาตรของ สสน. ซึ่งสามารถนำมาวัดประสิทธิภาพได้ทุกแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมทั้งในระยะที่ 1 และ 2
2552-2564	เป็นช่วงเวลาที่ถูกจำกัดโดยจำนวนข้อมูลเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมในอดีต ซึ่งสามารถนำมาวัดประสิทธิภาพได้เฉพาะแบบจำลองที่ 1 และ 2 เท่านั้น

3.7.7 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองระดับน้ำ CNN โดยใช้วิธี K-Fold Cross Validation

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน โดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็น ชุดข้อมูลฝึกสอน (Training Data) และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) ชุดข้อมูลฝึกสอนเป็นชุดข้อมูลที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนัก (Weights) ของตัวกรอง (Filter) เพื่อให้ข้อมูลขาออกของแบบจำลองระดับน้ำ CNN ใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายในชุดข้อมูลฝึกสอนมากที่สุด และชุดข้อมูลทดสอบเป็นชุดข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่แบบจำลองระดับน้ำ CNN ไม่เคยเห็นมาก่อน การแบ่งข้อมูลเป็นชุดข้อมูลฝึกสอนและชุดข้อมูลทดสอบมักจะแบ่งโดยวิธีสุ่ม โดยกำหนดจำนวนข้อมูลของชุดข้อมูลเป็นอัตราส่วนเช่น ชุดข้อมูลฝึกสอน 70% และชุดข้อมูลทดสอบ 30% ของจำนวนข้อมูลทั้งหมด แต่เนื่องจากข้อมูลระดับน้ำและข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตมีปริมาณไม่มาก ดังนั้นการแบ่งชุดข้อมูลฝึกสอนกับชุดข้อมูลทดสอบด้วยวิธีข้างต้น อาจจะทำให้ปริมาณข้อมูลทดสอบมีน้อยเกินไปได้ ดังนั้นสำหรับแบบจำลองระดับน้ำ CNN จะทำการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้วิธี K-Fold Cross Validation ซึ่งเป็นวิธีการแบ่งข้อมูลออกเป็น K ส่วน (Fold) จากนั้นจะทำการทดสอบ

ประสิทธิภาพแบบจำลองระดับน้ำ CNN กับข้อมูลในแต่ละ Fold โดยทำการฝึกสอนแบบจำลองระดับน้ำ CNN ด้วยข้อมูลฝึกสอนซึ่งไม่อยู่ใน Fold นั้น และจะทำแบบนี้ไปจนครบ K รอบ (K Folds) แล้วจึงนำผลประสิทธิภาพที่ได้จากทุก Fold มารวมกัน ดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 ตัวอย่างการแบ่งข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้วยวิธี K-Fold Cross Validation (k=5)

สำหรับการแบ่งข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองระดับน้ำ CNN ได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงเวลา ซึ่งประกอบด้วย ช่วงเวลาที่มีเหตุการณ์น้ำท่วม และ ช่วงเวลาที่ไม่มีเหตุการณ์น้ำท่วม จากนั้นนำช่วงเวลาที่ได้มาทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ส่วน (K=5) ทำการฝึกสอนและทดสอบแบบจำลองระดับน้ำ CNN โดยการพยากรณ์ข้อมูลทดสอบในแต่ละ Fold ตามวิธี K-Fold Cross Validation จากนั้นนำข้อมูลขาออกจากข้อมูลทดสอบทุก Fold มารวมกัน เพื่อนำไปใช้ร่วมกับแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ถูกพัฒนาในระยะที่ 1 (แบบจำลองที่ 1 และ 2) ต่อไป

แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ถูกพัฒนาในระยะที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย แบบจำลองที่ 1 และ 2 ได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองระดับน้ำ CNN ทำให้ได้แบบจำลองการพยากรณ์น้ำท่วม 4 รูปแบบ ได้แก่ แบบจำลองที่ 1, แบบจำลองที่ 2, แบบจำลองที่ 1 ซึ่งใช้งานร่วมกับแบบจำลองระดับน้ำ CNN (แบบจำลองที่ 1 + แบบจำลองระดับน้ำ CNN), แบบจำลองที่ 2 ซึ่งใช้งานร่วมกับแบบจำลอง CNN (แบบจำลองที่ 2 + แบบจำลองระดับน้ำ CNN) สำหรับโครงสร้างของแบบจำลองระดับน้ำ CNN ได้มีการเลือกใช้ค่า $M=13$ และ $K=5$ และสำหรับระยะเวลา $D=5$ วัน และ $th_wl=0.08$ ซึ่งค่าเหล่านี้ได้มาจากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) โดยวิธี Trail-and-Error และสำหรับพารามิเตอร์ของจำลองที่ 1 และ 2 ที่ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่มากขึ้นแสดงดังตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 พารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ได้ทำการปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่มากขึ้น

แบบจำลอง	พื้นที่พยากรณ์	Threshold	L
แบบจำลองที่ 1	อำเภอเมืองตรัง	120	10
แบบจำลองที่ 1	อำเภอทุ่งสง	100	6
แบบจำลองที่ 2	อำเภอเมืองตรัง	270	10
แบบจำลองที่ 2	อำเภอทุ่งสง	1100	10

หมายเหตุ: สำหรับพารามิเตอร์อื่นๆ ของแบบจำลองที่ 1 และ 2

ยังคงเป็นไปตามการพัฒนาแบบจำลองในระยะที่ 1

ค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดและค่า Threshold ของแบบจำลองที่ 1, แบบจำลองที่ 2 และแบบจำลองระดับน้ำ CNN ได้จากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) โดยวิธี Trail-and-Error ในเบื้องต้นได้คัดเลือกค่าโดยดูจากธรรมชาติของปัญหา เช่น ตำแหน่งพื้นที่ของแบบจำลองที่ 1 ถูกกำหนดจากพื้นที่ที่มีอิทธิพลกับการเกิดน้ำท่วมที่อำเภอเมืองจังหวัดตรังและอำเภอทุ่งสง (น้ำท่วมที่อำเภอเมืองจังหวัดตรังส่วนใหญ่เกิดจากฝนในพื้นที่ หรือ น้ำหลากจากเขาหลวง (ผ่านอำเภอทุ่งสง อำเภอรัชฎา และอำเภอห้วยยอดตามลำดับ) หรือ น้ำหลากจากเขาปู่ย่า (โดยตรงหรือผ่านอำเภอนาโยง) ส่วนน้ำท่วมที่อำเภอทุ่งสงส่วนใหญ่เกิดจากฝนในพื้นที่ หรือ น้ำหลากจากเขาหลวง), ค่า T_i ของแบบจำลองที่ 1 ถูกกำหนดจากลักษณะภูมิประเทศ, ค่า Filter Size ของแบบจำลองระดับน้ำ CNN ถูกกำหนดจากข้อจำกัดของปริมาณข้อมูลและธรรมชาติการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่สัมพันธ์กับน้ำท่วม ฯลฯ โดยจะทำการปรับค่าเหล่านี้ตามทิศทางที่ได้ประสิทธิภาพที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงที่สุด ซึ่งจะพิจารณาจากค่าประสิทธิภาพ Pulse Recall (PR) และ Pulse Precision (PP) ควบคู่กัน เช่น ปรับเพื่อให้ได้ค่า PR มากที่สุดโดยที่ค่า PP ไม่ต่ำจนเกินไป สำหรับค่า L ของแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 ค่า L ของแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 ในกรณีของแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 เมื่อมีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วม จะกำหนดให้เกิดน้ำท่วมเป็นระยะเวลา L วันโดยเริ่มจากตำแหน่งเวลาที่มีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมของแต่ละแบบจำลอง โดย L จะถูกกำหนดให้เป็นค่าคงที่และเหตุการณ์พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมจากแบบจำลองจะเกิดจากการรวมกัน (Union) ของผลพยากรณ์ของทุกตำแหน่งเวลาเข้าด้วยกัน เนื่องจากช่วงเวลาของการเกิดน้ำท่วมจริงในแต่ละครั้งอาจมีความแตกต่างกันอย่างมาก ซึ่งประกอบด้วยหลายเหตุปัจจัย เช่น ความสามารถในการระบายน้ำในแต่ละพื้นที่ ระดับในแม่น้ำ/มหาสมุทร ปริมาณฝนสะสม ฯลฯ) ดังนั้นค่า L จึงถูกเลือกไม่ให้มีค่าต่ำหรือสูงเกินไป (เช่น ประมาณ 5-12 วัน โดยในระยะที่ 1 กำหนดเป็น 6 วัน และในระยะที่ 2 ได้มีการกำหนดเป็น 6 หรือ 10 วัน) เพราะถ้ามีค่าต่ำเกินไปเหตุการณ์พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมที่ตำแหน่งเวลาที่ใกล้กันอาจจะไม่รวมเป็นเหตุการณ์เดียวกันและอาจจะทำให้ผลการพยากรณ์ทำได้ไม่ดี

แต่ถ้ามีค่าสูงเกินไปจะทำให้เหตุการณ์พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมมีความไม่สมจริง นอกจากนี้การหาค่า L ที่เหมาะสมในระยะที่ 2 ก็ถูกพิจารณาจากค่าประสิทธิภาพในลักษณะเดียวกับการหาค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ของแบบจำลองดังอธิบายไว้ข้างต้น

3.7.8 วิธีการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 2 นี้ จะใช้ตัวชี้วัดเช่นเดียวกับระยะที่ 1 คือ Pulse Recall (PR) และ Pulse Precision (PP) ดังนี้

- ค่า Pulse Recall (PR) แสดงถึง ความสามารถในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมโดยแสดงเปอร์เซ็นต์ (สัดส่วน) ของจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงที่ได้มีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมในช่วงเวลานั้นต่อจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงทั้งหมด
- ค่า Pulse Precision (PP) แสดงถึง ความสามารถในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมโดยแสดงเปอร์เซ็นต์ (สัดส่วน) ของจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมที่ได้เกิดน้ำท่วมจริงในช่วงเวลานั้นต่อจำนวนครั้งของเหตุการณ์พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมทั้งหมด

อย่างไรก็ตาม การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในครั้งนี้ (ระยะที่ 2) ได้มีการใช้การให้สมมติฐานว่าแพลตฟอร์มสามารถติดตามสถานการณ์น้ำท่วมสามารถทำได้อย่างถูกต้อง นั่นคือ เมื่อมีเหตุการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้น แพลตฟอร์มจะสามารถติดตามและรู้จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์น้ำท่วมได้อย่างแม่นยำ โครงการฯ จึงได้ปรับปรุงผลการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมจากแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมต่าง ๆ โดยมีการทำ Post Processing เพื่อให้สอดคล้องกับการนำไปใช้งานจริงมากขึ้น ดังนี้

1. สำหรับเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมที่มีช่วงเวลาซ้อนทับกับช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมจริงและมีจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ (พยากรณ์) หลังจากจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง จะทำการปรับให้เหตุการณ์พยากรณ์นี้มีจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ที่ตำแหน่งเวลาเดียวกับจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง และช่วงเวลาหลังจากจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงของเหตุการณ์พยากรณ์นี้จะถูกกำหนดให้เป็นเหตุการณ์พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมใหม่

เหตุผล: เนื่องจากใช้สมมติฐานว่ารู้จุดจบของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง ถ้ามีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมหลังเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมจริงสิ้นสุด จะถือเป็นการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมเหตุการณ์ใหม่

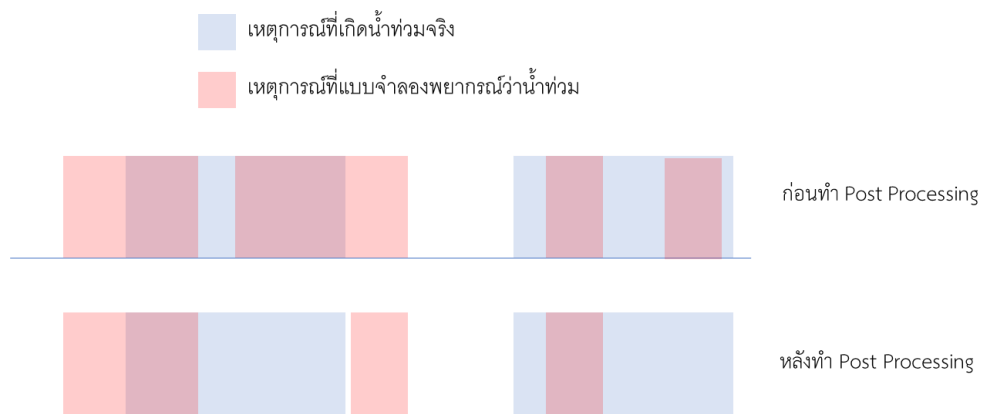
2. สำหรับเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง 1 เหตุการณ์ใดๆ จะต้องมีการพยากรณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมที่มีช่วงเวลาซ้อนทับกับช่วงเวลาของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงดังกล่าวได้ไม่เกิน 1 เหตุการณ์เท่านั้น ในกรณีที่เหตุการณ์พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมมีการซ้อนทับกับ

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

เหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงดังกล่าวมากกว่า 1 เหตุการณ์ จะคงเหลือไว้เพียงเหตุการณ์พยากรณ์แรกและทำการลบเหตุการณ์พยากรณ์อื่นๆ ออกไป

เหตุผล: เนื่องจากใช้สมมติฐานว่าจุดเริ่มต้นและจุดจบของแต่ละเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง ถ้ามีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมซ้อนทับกับเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงมากกว่า 1 เหตุการณ์ เหตุการณ์พยากรณ์ที่สำคัญคือเหตุการณ์แรก (เช่น พยากรณ์ได้ทันท่วงทีหรือไม่) ส่วนเหตุการณ์พยากรณ์หลังจากเหตุการณ์แรกนั้นไม่มีความหมาย

3. โดยอาศัย Post Processing ข้างต้น จะทำให้มีจำนวนเหตุการณ์ True Hit เท่ากับจำนวนเหตุการณ์ Detect Hit เสมอ ดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 ตัวอย่างการทำ Post processing

3.7.9 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

ตารางที่ 3.21 แสดงค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมทั้ง 4 รูปแบบ ประกอบด้วย แบบจำลองที่ 1, แบบจำลองที่ 2, แบบจำลองที่ 1 + แบบจำลองระดับน้ำ CNN และแบบจำลองที่ 2 + แบบจำลองระดับน้ำ CNN สำหรับพื้นที่ต้นแบบ อำเภอเมืองตรังและอำเภอทุ่งสง

ตารางที่ 3.21 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองต่างๆ สำหรับพื้นที่ต้นแบบ โดยพิจารณาการพยากรณ์เหตุการณ์น้ำท่วมได้ถูกต้องจากการซ้อนทับกัน ระหว่างเหตุการณ์พยากรณ์และเหตุการณ์จริงเท่านั้น

อำเภอเมืองตรัง						
แบบจำลอง	ช่วงเวลา (พค.)	TH/DH	TM	DM	PR (%)	PP (%)
แบบจำลองที่ 1	2562-2564	3	4	2	42.86	60.00
	2556-2564	11	12	10	47.83	52.38
	2552-2564	18	12	17	60.00	51.43
แบบจำลองที่ 1 + CNN	2562-2564	3	4	2	42.86	60.00
	2556-2564	11	12	9	47.83	55.00
แบบจำลองที่ 2	2562-2564	5	2	4	71.43	55.56
	2556-2564	19	4	19	82.61	50.00
	2552-2564	26	4	28	86.67	48.15
แบบจำลองที่ 2 + CNN	2562-2564	5	2	4	71.43	55.56
	2556-2564	19	4	15	82.61	55.88
อำเภอทุ่งสง						
แบบจำลอง	ช่วงเวลา (พค.)	TH/DH	TM	DM	PR (%)	PP (%)
แบบจำลองที่ 1	2562-2564	2	0	2	100.00	50.00
	2556-2564	6	0	3	100.00	66.67
	2552-2564	8	1	6	88.89	57.14
แบบจำลองที่ 2	2562-2564	2	0	2	100.00	50.00
	2556-2564	6	0	4	100.00	60.00
	2552-2564	8	1	7	88.89	53.33

หมายเหตุ: TH = True Hit, DH = Detect Hit, TM = True Miss, DM = Detect Miss, PR = Pulse Recall, PP = Pulse Precision

นอกจากนี้ ได้มีการเพิ่มเงื่อนไขเพิ่มเติมของการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้ถูกต้องเพื่อให้สอดคล้องกับการนำไปใช้งานจริงมากขึ้น นั่นคือ ความสามารถในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมล่วงหน้าได้ ตัวอย่างเช่น

- แบบจำลองที่ 1 และ 2 (ที่ไม่มีการใช้ระดับน้ำ) พยากรณ์ว่าเริ่มเกิดน้ำท่วมในวันที่ t โดยใช้ปริมาณฝนที่พยากรณ์ ณ วันที่ $t-10$ (พยากรณ์ฝน 10 วันล่วงหน้า) แต่เริ่มเกิดน้ำท่วมจริงในวันที่ $t-3$ แปลว่าสามารถพยากรณ์ได้ 7 วันล่วงหน้า
- แบบจำลองที่ 1+CNN พยากรณ์ว่าเริ่มเกิดน้ำท่วมในวันที่ t โดยใช้ปริมาณฝนที่พยากรณ์ ณ วันที่ $t-5$ (เช่น พยากรณ์ฝน 10 วันล่วงหน้า และพยากรณ์ด้วยระดับน้ำ 5 วันล่วงหน้า) แต่เริ่มเกิดน้ำท่วมจริงในวันที่ $t-3$ แปลว่าสามารถพยากรณ์ได้ 2 วันล่วงหน้า

ตารางที่ 3.22 แสดงค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมทั้ง 4 รูปแบบโดยเพิ่มเงื่อนไขว่าการพยากรณ์เหตุการณ์น้ำท่วมได้ถูกต้องจะมีจุดเริ่มต้นของเหตุการณ์ที่แสดงถึงความสามารถพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมล่วงหน้าได้น้อย 1 วัน โดยสมมติว่าข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝน 5 วันล่วงหน้าเทียบเท่ากับข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5 และกำหนดให้แบบจำลองระดับน้ำ CNN พยากรณ์ด้วยระดับน้ำล่วงหน้า 5 วันล่วงหน้า [D=5]

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

ตารางที่ 3.22 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองต่างๆ สำหรับพื้นที่พยากรณ์ โดยพิจารณาการพยากรณ์ เหตุการณ์น้ำท่วมได้ถูกต้องจากการซ้อนทับกัน ระหว่างเหตุการณ์พยากรณ์และเหตุการณ์จริง + จุดเริ่มต้นของเหตุการณ์พยากรณ์ต้องแสดงถึงความสามารถในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมล่วงหน้าได้ อย่างน้อย 1 วัน (สมมติว่าพยากรณ์ฝน 5 วันล่วงหน้า และกำหนดให้พยากรณ์ด้วยระดับน้ำ 5 วัน ล่วงหน้า [D=5])

อำเภอเมืองตรัง						
แบบจำลอง	ช่วงเวลา (พค.)	TH/DH	TM	DM	PR (%)	PP (%)
แบบจำลองที่ 1	2562-2564	3	4	2	42.86	60.00
	2556-2564	10	13	11	43.48	47.62
	2552-2564	17	13	18	56.67	48.57
แบบจำลองที่ 1 + CNN	2562-2564	2	5	3	28.57	40.00
	2556-2564	9	14	11	39.13	45.00
แบบจำลองที่ 2	2562-2564	5	2	4	71.43	55.56
	2556-2564	19	4	19	82.61	50.00
	2552-2564	25	5	29	83.33	46.30
แบบจำลองที่ 2 + CNN	2562-2564	4	3	5	57.14	44.44
	2556-2564	18	5	16	78.26	52.94
อำเภอทุ่งสง						
แบบจำลอง	ช่วงเวลา (พค.)	TH/DH	TM	DM	PR (%)	PP (%)
แบบจำลองที่ 1	2562-2564	1	1	3	50.00	25.00
	2556-2564	4	2	5	66.67	44.44
	2552-2564	6	3	8	66.67	42.86
แบบจำลองที่ 2	2562-2564	1	1	3	50.00	25.00
	2556-2564	5	1	5	83.33	50.00
	2552-2564	7	2	8	77.78	46.67

หมายเหตุ: TH = True Hit, DH = Detect Hit, TM = True Miss, DM = Detect Miss, PR = Pulse Recall, PP = Pulse Precision

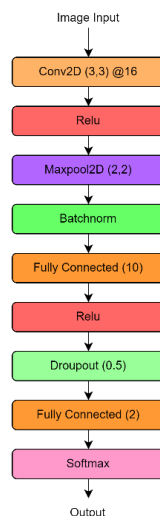
จากผลประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 2 สรุปได้ว่า

- แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่อำเภอทุ่งสงและอำเภอเมืองตรังที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสามารถพยากรณ์เหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงได้ค่อนข้างดี (PR ประมาณ 80%) และมีสัดส่วนความถูกต้องเมื่อมีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วม (PP) อยู่ประมาณ 50% (ประมาณว่าทุก ๆ 2 ครั้งของพยากรณ์ว่าจะเกิดน้ำท่วมแล้วเกิดน้ำท่วมจริง 1 ครั้ง)
- การใช้ข้อมูลระดับน้ำในการพยากรณ์ไม่ประสบความสำเร็จกับอำเภอทุ่งสง (แสดงในตาราง 3.30 ถึง 3.33) แต่ได้ผลดีระดับหนึ่งเมื่อใช้กับอำเภอเมืองตรัง
- เนื่องจากในการดำเนินงานในระยะที่ 2 นี้ มีการใช้การวัดประสิทธิภาพที่สมจริงมากกว่าในระยะที่ 1 ค่าประสิทธิภาพที่ได้จะมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น จากการสอบถามกับประชาชนและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ ค่าประสิทธิภาพ PR ประมาณ 70-80% และ PP ประมาณ 50% อยู่ในระดับที่ใช้งานได้ทางปฏิบัติ โดยที่การดำเนินงานในระยะที่ 2 นี้
 - ไม่ได้ทำการพยากรณ์เฉพาะขอบเขตน้ำท่วมที่เป็นวงกว้างเนื่องจากข้อมูลน้ำท่วมในพื้นที่ที่เล็กกว่าอำเภอมีเฉพาะข้อมูลในปี 2562-2564 ที่ได้จากเจ้าหน้าที่ในจังหวัดตรัง ทำให้ไม่สามารถประเมินเมื่อต้องขยายช่วงเวลาการประเมินออกไปได้
 - ไม่ได้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เนื่องจากการกระทำโดยมนุษย์และธรรมชาติในลุ่มน้ำตรัง เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ
- ยังไม่ได้ใช้ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจาก ECMWF เนื่องจากมีปัญหาทำให้ดึงข้อมูลได้ล่าช้า จึงใช้ข้อมูล Reanalysis (ERA-5) ไปก่อน จากการประเมินในเบื้องต้น พบว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์ (Correlate) กันระดับหนึ่งหากจำนวนวันที่พยากรณ์ล่วงหน้าไม่มากเกินไป การวิเคราะห์ในรายละเอียดรวมถึงการนำมาใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมจะถูกดำเนินการในระยะถัดไป

3.8 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล : ระยะที่ 3 (งวดที่ 4)

3.8.1 แบบจำลองที่ 3 โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network)

ในปัจจุบันการใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network, CNN) ได้ถูกนิยมในงานที่เกี่ยวกับการประมวลผลรูปภาพและการจำแนกรูปภาพ เนื่องจากแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ Convolutional Layer ซึ่งประมวลผลภาพโดยใช้ตัวกรอง (Filter) ที่ช่วยดึงคุณลักษณะเฉพาะ (Feature) ที่สำคัญออกมาจากรูปภาพ ส่วน Pooling Layer จะช่วยลดขนาดของข้อมูลโดยรักษาคุณลักษณะที่สำคัญ และ Fully Connected Layer ใช้สำหรับการจำแนกหรือทำนายผลลัพธ์ที่ต้องการ เมื่อภาพถูกนำเข้าแบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (CNN) ภาพจะผ่านกระบวนการสกัดคุณลักษณะผ่าน Convolutional Layer และ Pooling Layer จากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปจำแนกประเภทโดย Fully Connected Layer เนื่องจากข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าที่ได้จากแบบจำลองพยากรณ์ต่าง ๆ เช่น ECMWF GFS ฯลฯ เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งแสดงปริมาณฝนที่ถูกพยากรณ์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแผนที่ ณ เวลาหนึ่ง จึงสามารถนำมาแสดงข้อมูลปริมาณฝนล่วงหน้าในรูปแบบของภาพ (Image) ได้ โดยที่ค่าปริมาณที่แสดงในแต่ละพิกเซล (Pixel) จะบ่งบอกถึงปริมาณฝน ณ ตำแหน่งในพื้นที่ที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของพิกเซล ณ เวลานั้น ดังนั้นโครงการฯ จึงได้นำแบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (CNN) มาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม โดยมีโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 3.45



รูปที่ 3.45 แสดงโครงสร้างของแบบจำลองคอนโวลูชัน (CNN)

สำหรับการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม

จากรูปที่ 3.45 มีรายละเอียดของแต่ละ Layer ดังนี้

1. **Image Input:** ข้อมูลปริมาณฝนที่แสดงในรูปแบบของภาพ (Image) โดยแต่ละพิกเซลจะเป็นข้อมูลปริมาณฝนของพื้นที่ต่างๆ ณ เวลาหนึ่ง ซึ่งมีขนาด $W \times H$ ซึ่งจะถูกปรับค่า (Normalize) ให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 แล้ว

2. **Conv2D (k,k) @n:** Conv2D หรือ Convolution Layer คือการประมวลผลด้วยตัวกรอง (Filter) ขนาด $k \times k$ โดย

$$(I * F)[i, j] = \sum_{u=-\infty}^{\infty} \sum_{v=-\infty}^{\infty} I[u, v] \cdot F[i - u, j - v]$$

โดยที่ I คือภาพที่ถูกนำเข้ามาประมวลผล, F คือตัวกรองขนาด, n คือจำนวนของตัวกรองที่ใช้ใน Layer นี้ ดังนั้น Layer นี้จะมี Feature maps ทั้งหมด n ชุดเป็นผลลัพธ์

3. **Relu:** Activation Function ประเภทหนึ่งที่ชื่อว่า Rectified Linear unit ฟังก์ชันนี้จะคืนค่าเดิมของข้อมูลถ้าข้อมูลเป็นค่าบวก แต่ถ้าเป็นค่าลบจะคืนค่าเป็น 0

$$f(x) = \max(0, x)$$

4. **Maxpool2D (k,k):** การลดขนาดข้อมูลด้วยกระบวนการ pooling โดยการเลือกค่าสูงสุดใน window ขนาด $k \times k$

5. **Batchnorm:** Batch Normalization ช่วยปรับปรุงข้อมูลให้อยู่ในรูปของ Distribution ที่มี mean = 0 และ variance = 1

$$BN(x) = \gamma \frac{x - \mu}{\sqrt{\sigma^2 + \epsilon}} + \beta$$

โดยที่ μ คือ mean และ σ^2 คือ variance ของข้อมูล, γ และ β เป็นพารามิเตอร์ที่จะถูกเรียนรู้ในกระบวนการ training, และ ϵ เป็นค่าคงที่ขนาดเล็กเพื่อป้องกันการหารด้วย 0

6. **Fully Connected (n):** Fully Connected เป็น Layer ที่ทุกๆ neurons จะเชื่อมต่อกับทุก neurons ใน Layer ก่อนหน้านี้ โดยที่ n เป็นจำนวน neurons

7. **Dropout(p):** เป็นเทคนิคการป้องกันการเกิด overfitting โดยการปิดบาง neurons แบบสุ่มในกระบวนการ training ด้วยความน่าจะเป็น p

โครงสร้างของแบบจำลองโครงประสาทแบบคอนโวลูชัน CNN ที่ถูกนำมาประยุกต์ในโครงการวิจัยนี้ โดยเริ่มด้วยการรับข้อมูลภาพขนาด $W \times H$ ซึ่งจะผ่านการปรับค่าให้อยู่ในช่วงช่วง 0 ถึง 1 เพื่อความเหมาะสมในการประมวลผล ต่อมาข้อมูลจะผ่าน Convolution Layer ที่ประกอบด้วย Filter ขนาด 3×3 จำนวน 16 Filters และใช้ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) เป็น Rectified Linear

Unit (ReLU) หลังจากนั้นข้อมูลจะผ่าน Max Pooling Layer ด้วย Pool Size 2x2 เพื่อลดขนาดของข้อมูล จากนั้นจะนำข้อมูลผ่าน Batch Normalization Layer และถูกนำเข้า Fully Connected Layer ที่มีจำนวน 10 node โดยใช้ ReLU Activation และเพื่อป้องกันการเกิด Overfitting ข้อมูลจะผ่าน Dropout Layer ที่อัตรา 50% ในขั้นสุดท้ายข้อมูลจะถูกส่งผ่าน Fully Connected Layer 2 node ที่ใช้ Softmax เป็น Activation ซึ่งทำให้ผลลัพธ์เป็นความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม (p) สำหรับการตัดสินใจ (Decision) จะใช้ค่าความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมมาใช้ในการตัดสินใจโดยที่ p มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับระดับ (Threshold) จะตัดสินใจว่าเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม และถ้า p น้อยกว่าระดับ (Threshold) จะตัดสินใจว่าไม่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วม ในส่วนของการฝึกสอนแบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (CNN) สำหรับการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมจะเป็นกระบวนการปรับปรุงค่าน้ำหนักของตัวกรอง (Filter) และค่าน้ำหนักของ Fully Connected ในแบบจำลองเพื่อให้ผลลัพธ์จากข้อมูลขาออก (Output) ของแบบจำลองเข้าใกล้ค่าเป้าหมาย หรือ Target มากที่สุด โดยการทำให้ฟังก์ชันต้นทุน (Cost Function/Loss Function) มีค่าต่ำที่สุด โดยฟังก์ชันต้นทุน (Cost Function/Loss Function) เป็นส่วนสำคัญของการฝึกสอนแบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน โดยฟังก์ชันนี้เป็นวิธีการวัดความแตกต่างระหว่างค่าที่แบบจำลองทำนาย (Output) และค่าเป้าหมาย (Target) สำหรับการฝึกสอนแบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (CNN) สำหรับการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมจะใช้ ฟังก์ชันต้นทุน (Cost Function/Loss Function) เป็น Cross-Entropy Loss ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการดังนี้

$$J = -\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} t[n] \log(p[n]) + (1 - t[n]) \log(1 - p[n])$$

โดยที่

$t[n]$ คือ ค่าเป้าหมายหรือ Target สำหรับตัวอย่างที่ n

$p[n]$ คือ ข้อมูลขาออก หรือ Output สำหรับตัวอย่างที่ n

N คือ จำนวนข้อมูลหรือจำนวนตัวอย่างทั้งหมดในชุดข้อมูล

J คือ ค่าฟังก์ชันต้นทุน (Cost Function/Loss Function)

ข้อมูลที่ใช้สำหรับการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 3 นั้น จะถูกแบ่งออกเป็น ชุดข้อมูลฝึกสอน (Train) และชุดข้อมูลทดสอบ (Test) สำหรับชุดข้อมูลฝึกสอนเป็นชุดข้อมูลที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนัก (Weights) ของตัวกรอง เพื่อให้ข้อมูลขาออกของแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าเป้าหมาย (ข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมจริง) ในชุดข้อมูลฝึกสอน (Train) ให้มากที่สุด โดยการทำให้ฟังก์ชันต้นทุน (Cost Function/Loss Function) มีค่าต่ำที่สุด สำหรับชุดข้อมูลทดสอบเป็นชุดข้อมูลสำหรับการประเมิน

ประสิทธิภาพโดยจะเป็นชุดข้อมูลที่แบบจำลองไม่เคยเห็นมาก่อน ซึ่งการแบ่งชุดข้อมูลฝึกสอน (Train) และ ชุดข้อมูลทดสอบ (Test) จะถูกแบ่งรายปี ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.24 รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองฯ ในระยะที่ 3

เนื่องจากการพยากรณ์เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมมีความซับซ้อน เนื่องจากปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสภาวะของภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป สิ่งปลูกสร้างที่ถูกสร้างขึ้น หรือกระบวนการจัดการบริหารน้ำ ณ เวลาหนึ่ง ๆ ดังนั้นโครงการฯ จึงมีแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมที่มีระดับความเชื่อมั่น (หรือระดับความแม่นยำ) ในการให้ผลพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่แตกต่างกันไป เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้ที่มีความต้องการและความพร้อมในการรับความเสี่ยงที่แตกต่างกันไป โดยได้สร้างแบบจำลองที่ 3 ที่มีระดับความเชื่อมั่น 3 ระดับ ดังนี้

- แบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมความเชื่อมั่นต่ำ (ความแม่นยำ 20%-40%) มีการตั้งค่าให้มีความไวสูง (Sensitivity) เพื่อที่จะสามารถตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วมได้มาก ถึงแม้ว่าอาจจะมีการแจ้งเตือนที่มากเกินไป แต่จะเป็นการลดการพลาดการแจ้งเตือนในเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นจริง
- แบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมความเชื่อมั่นปานกลาง (ความแม่นยำ 40%-60%) เป็นการผสมผสานระหว่างความไว (Sensitivity) และความแม่นยำ (Precision) จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการความเหมาะสมสำหรับการแจ้งเตือนและการตัดสินใจ
- แบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมความเชื่อมั่นสูง (ความแม่นยำ 60%-90%) ถูกออกแบบมาเพื่อให้มีความแม่นยำสูง โดยมีความไวที่ลดลง การแจ้งเตือนจากแบบจำลองนี้จะมีความน่าเชื่อถือมาก แต่อาจจะพลาดการแจ้งเตือนในเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นจริง

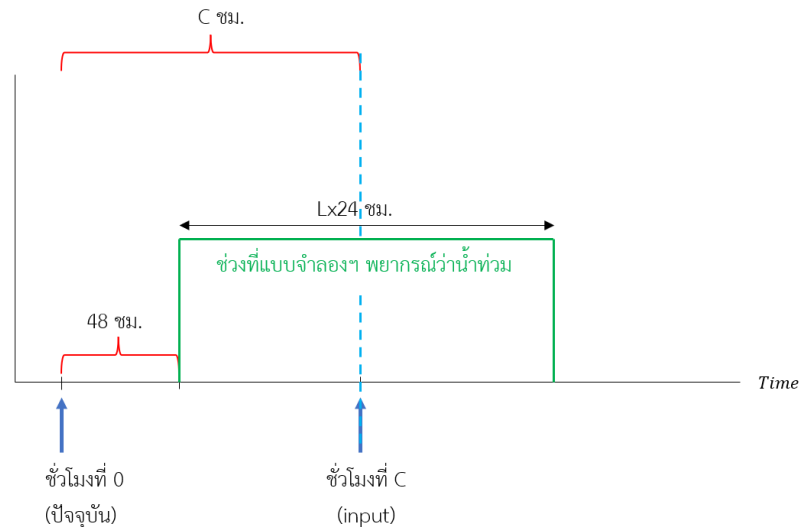
การมีแบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมที่หลากหลายระดับ จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้แบบจำลองที่ตรงกับความต้องการและความเสี่ยงที่พร้อมรับได้ เพื่อให้การตัดสินใจเกี่ยวกับการรับมือกับสภาวะน้ำท่วมเป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3.8.2 ปรับปรุงวิธีการประเมินแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ใช้ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าจะถูกกำหนดให้พยากรณ์ในทุกๆ วัน ที่เวลา 00:00 เท่านั้น สำหรับการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ใช้ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้า C ชั่วโมง (Step = C) ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนนี้ จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมเพื่อที่จะพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมล่วงหน้า C ชั่วโมง โดยที่ C จะต้องมีความมากกว่า 48 ชั่วโมง (2 วัน) เพื่อกำหนดให้แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมมีการพยากรณ์ล่วงหน้ามากกว่า 2 วัน ดังนั้นจึงได้ทำการดำเนินการกับผลลัพธ์การ

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

พยากรณ์ (Predicted) โดยมีรายละเอียดดังนี้ สำหรับผลลัพธ์การพยากรณ์ (Predicted) ที่เวลา C ในกรณีที่พยากรณ์ว่ามีการเกิดน้ำท่วม ผลลัพธ์จากการพยากรณ์จะถูกปรับให้มีการพยากรณ์ว่าเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมตั้งแต่ชั่วโมงที่ 48 จนถึงชั่วโมงที่ $(L \times 24) + 48$ โดยที่ L คือจำนวนวันในสำหรับการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมนับตั้งแต่ ชั่วโมงที่ 48 โดยแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.46



รูปที่ 3.46 ตัวอย่างการดำเนินการกับผลลัพธ์การพยากรณ์ (Predicted)

หลังจากดำเนินการกับผลลัพธ์การพยากรณ์ ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกประเมินประสิทธิภาพ โดยพิจารณาในระดับเหตุการณ์ (Event) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินประสิทธิภาพระดับเหตุการณ์ (Event)

การประเมินประสิทธิภาพระดับเหตุการณ์ (Event) เป็นวิธีการประเมินประสิทธิภาพซึ่งพิจารณาจากการซ้อนทับกันของเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมจริง และเหตุการณ์ที่มีการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมจากแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมจะใช้ตัวชี้วัด 2 ตัว ได้แก่ Pulse Recall และ Pulse Precision

Pulse Recall หมายถึง ร้อยละการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม

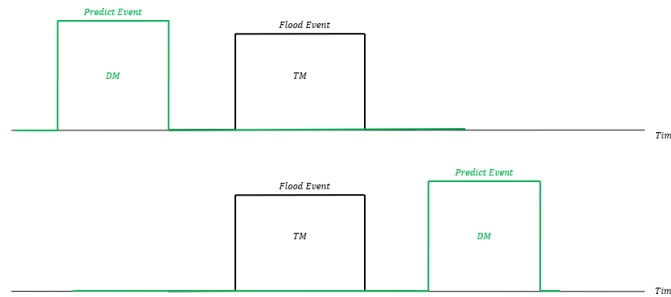
$$Pulse Recall = \frac{True Hit}{True Hit + True Miss}$$

Pulse Precision หมายถึง ร้อยละความถูกต้องในการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม

$$Pulse Precision = \frac{Detect Hit}{Detect Hit + Detect Miss}$$

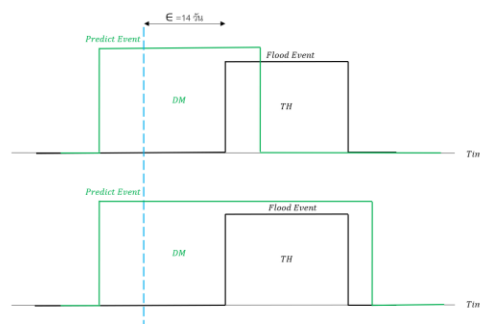
โดยวิธีการคำนวณค่า True Hit, Detect Hit, True Miss และ Detect Miss แบ่งออกเป็น 4 กรณีดังนี้

- กรณีที่ 1 เหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้มีการพยากรณ์ว่าน้ำท่วม (Predict Event) เกิดขึ้นและจบก่อนเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง (Flood Event) หรือเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้มีการพยากรณ์ว่าน้ำท่วม (Predict Event) เกิดขึ้นหลังจากเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง (Flood Event) จบไปแล้ว จะตัดสินได้ว่าเหตุการณ์ที่แบบจำลองฯ พยากรณ์เป็น Detect Miss และเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงเป็น True Miss โดยแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.47



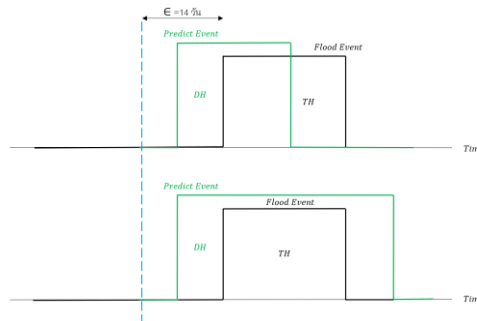
รูปที่ 3.47 กรณีที่ 1 ของเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าท่วมและเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงแบบ Event

- กรณีที่ 2 เหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้มีการพยากรณ์ว่าน้ำท่วม (Predict Event) เกิดขึ้นก่อนและยังดำเนินอยู่ไปจนถึงเกิดเหตุการณ์ที่น้ำท่วมจริง (Flood Event) โดยวันแรกที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าท่วมมาก่อนวันแรกที่เกิดน้ำท่วมจริงเกินค่า ϵ จะตัดสินได้ว่าเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์เป็น Detect Miss และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงนั้นเป็น True Hit โดยในที่นี้กำหนดให้ค่า $\epsilon = 14$ วัน โดยแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.48



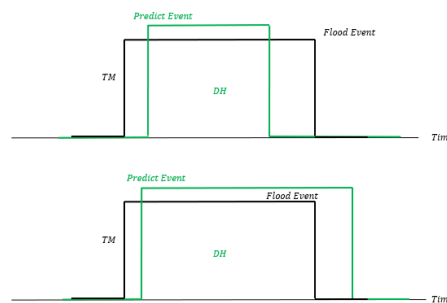
รูปที่ 3.48 กรณีที่ 2 ของเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าท่วมและเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงแบบ Event

- กรณีที่ 3 เหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้มีการพยากรณ์ว่าน้ำท่วม (Predict Event) เกิดขึ้นก่อนและดำเนินต่อไปจนเกิดเหตุการณ์ที่น้ำท่วมจริง (Flood Event) โดยวันแรกที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าท่วมมาก่อนวันแรกที่เกิดน้ำท่วมจริงไม่เกินค่า ϵ จะตัดสินได้ว่าเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์เป็น Detect Hit และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงนั้นเป็น True Hit โดยในที่นี้กำหนดให้ค่า $\epsilon = 14$ วัน แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 กรณีที่ 3 ของเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าท่วมและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงนั้นเป็น True Hit โดยในที่นี้กำหนดให้ค่า $\epsilon = 14$ วัน แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.49

- กรณีที่ 4 เหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้มีการพยากรณ์ว่าน้ำท่วม (Predict Event) เกิดขึ้นหลังเหตุการณ์ ที่เกิดน้ำท่วมจริง (Flood Event) แต่เหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงยังดำเนินการอยู่ จะตัดสินได้ว่าเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์เป็น Detect Hit และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงนั้นเป็น True Miss แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.50



รูปที่ 3.50 กรณีที่ 4 ของเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าท่วมและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงนั้นเป็น True Miss โดยในที่นี้กำหนดให้ค่า $\epsilon = 14$ วัน แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3.50

อย่างไรก็ตาม การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมโดยอาศัยสมมติฐานว่า การติดตามสถานการณ์น้ำท่วมสามารถทำได้ถูกต้อง นั่นคือ เมื่อมีเหตุการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้น แพลตฟอร์มจะสามารถติดตามและรู้จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์น้ำท่วมได้อย่างแม่นยำ โครงการฯ ได้ปรับปรุงวิธีการทำ Post Processing จากระยะที่ 2 เพื่อให้สอดคล้องกับการนำไปใช้งานจริงมากขึ้น ดังนี้ จากวิธีการทำ Post Processing ในระยะที่ 2 ดังนี้

- **ก่อนปรับปรุง:** สำหรับเหตุการณ์ที่แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมที่มีช่วงเวลาซ้อนทับกับช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมจริงและมีจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ (พยากรณ์) หลังจากจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง จะทำการปรับให้เหตุการณ์พยากรณ์นี้มีจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ที่ตำแหน่งเวลาเดียวกับจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง และช่วงเวลาหลังจากจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริงของเหตุการณ์พยากรณ์นี้จะถูกกำหนดให้เป็นเหตุการณ์พยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมใหม่
- **หลังปรับปรุง:** ได้ทำการยกเลิกการปรับให้เหตุการณ์พยากรณ์นี้มีจุดสิ้นสุดของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง
- **เหตุผล:** เนื่องจากมีสมมติฐานว่ารู้จุดจบของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง จากการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม และผลการพยากรณ์ของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมมีระยะเวลาการพยากรณ์ต่อเนื่องไม่มาก (อยู่ในช่วงประมาณ 5-14 วัน) ซึ่งจะทำให้สอดคล้องกับการใช้งานจริงมากขึ้น

3.8.3 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

โครงการฯ ได้ดำเนินการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมโดยได้ดำเนินการประเมินประสิทธิภาพต่อเนื่องจากระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ซึ่งแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 จะถูกนำมาประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ชุดข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจาก ECMWF Archive สำหรับพื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองตรัง และ อ.ทุ่งสง ด้วย โดยรายละเอียดของชุดข้อมูลที่ใช้ทั้งหมด สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 3 เป็นดังนี้

1. ชุดข้อมูลสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 3

- ข้อมูลเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมในอดีตจากข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต จะถูกใช้เป็นค่าเป้าหมาย (Target) ของเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมจริง โดยใช้ข้อมูลอยู่ในช่วงปี 2552-2565 (14 ปี) สำหรับพื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองตรัง อ.ทุ่งสง และ อ.เมืองชุมพร

- ข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5 จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 โดยใช้ข้อมูลอยู่ในช่วงปี 2552-2564 (13 ปี)
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5-Land จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 โดยใช้ข้อมูลอยู่ในช่วงปี 2562-2564 (3 ปี)
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 โดยใช้ข้อมูลอยู่ในช่วงปี 2562-2564 (3 ปี)
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF Archive จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 1-3 โดยใช้ข้อมูลอยู่ในช่วงปี 2552-2665 (14 ปี)
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF Tigge จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 3 โดยใช้ข้อมูลอยู่ในช่วงปี 2552-2565 (13 ปี)
- ข้อมูลปริมาณฝนจาก GFS จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 3 โดยใช้ข้อมูลอยู่ในช่วงปี 2558-2564 (7 ปี)
- ข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 1 โดยใช้ข้อมูลอยู่ในช่วงปี 2552-2564 (13 ปี)
- ข้อมูลระดับน้ำ จะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองระดับน้ำ CNN เพื่อที่จะนำผลลัพธ์ หรือข้อมูลขาออก (Output) ไปตัดสินใจร่วมกับแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 โดยข้อมูลระดับน้ำจะเลือกใช้จากสถานี 869 เนื่องจากปริมาณมีปริมาณข้อมูลที่มากที่สุดคือมีข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปี 2556 จนถึงปี 2564

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมจะมีช่วงเวลาตั้งแต่ 2552-2565 โดยมีรายละเอียดช่วงเวลา และการแบ่งชุดข้อมูลสำหรับแบบจำลองที่ 3 แสดงดังตารางที่ 3.23 และ 3.24

ตารางที่ 3.23 รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 ในระยะที่ 3

ข้อมูลขาเข้า	ช่วงปี	จำนวนปี	พื้นที่ที่พยากรณ์
ERA5	2552-2564	13	อ.เมืองตรัง อ.ทุ่งสง
ERA5-Land	2562-2564	3	
GSMaP	2562-2564	3	
ERA5 + ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	9	
ERA5-Land + ข้อมูลระดับน้ำ	2562-2564	3	
GSMaP + ข้อมูลระดับน้ำ	2562-2564	3	
ECMWF Archive	2552-2565	14	อ.เมืองตรัง อ.ทุ่งสง
ECMWF Archive + ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	9	

ตารางที่ 3.24 รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 3 ในระยะที่ 3

ข้อมูลขาเข้า	การแบ่งชุดข้อมูล	ช่วงปี	จำนวนปี	พื้นที่ที่พยากรณ์
Tigge	Train	2552-2562	11	อ.เมืองตรัง อ.เมืองชุมพร
	Test	2563-2564	2	
	Train	2552-2560 และปี 2564	10	อ.ทุ่งสง
	Test	2561-2563	3	
GFS	Train	2556-25662	7	อ.เมืองชุมพร
	Test	2563-2564	2	
Archive	Train	2552-2562	11	อ.เมืองตรัง อ.เมืองชุมพร
	Test	2563-2565	3	
	Train	2552-2560 และปี 2564	10	อ.ทุ่งสง
	Test	2561-2563 และปี 2565	4	

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 3 จะมีการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ของแต่ละแบบจองฯ เพื่อให้สอดคล้องกับชุดข้อมูลที่มากขึ้น โดยมีรายละเอียดสำหรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แต่ละแบบจำลองดังนี้

2.1 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของแบบจำลองที่ 1

สำหรับข้อมูลปริมาณฝนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5, ERA 5-Land, GSMaP, ECMWF Archive โดยใช้ระยะเวลาการพยากรณ์ล่วงหน้า 120 ชั่วโมง (Time Step = 120 hr) และกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) โดยจะใช้เพียงข้อมูลจากสถานีตรงเท่านั้น โดยจะแทนลงไปข้อมูลปริมาณฝนที่ตำแหน่งอำเภอเมืองตรง (เฉพาะตำแหน่งเวลาที่มีข้อมูลปริมาณฝนที่สถานีตรง) อย่างไรก็ตามข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) จะถูกนำมาใช้ร่วมกับข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5 เท่านั้น นอกจากนี้แบบจำลองที่ 1 จะถูกนำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองระดับน้ำ CNN โดยที่โครงสร้างของแบบจำลองระดับน้ำ CNN ได้มีการเลือกใช้ค่า $M=13$ และ $K=5$ และสำหรับระยะเวลา $D=5$ วัน และ $th_wl=0.08$ ซึ่งค่าเหล่านี้ได้มาจากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) โดยมนุษย์สำหรับการกำหนดให้ระยะเวลาสำหรับการเกิดน้ำท่วม (L) และระดับ (Threshold) ของแบบจำลองที่ 1 หาได้จากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ดังแสดงในตารางที่ 3.25

ตารางที่ 3.25 ระยะเวลาสำหรับการเกิดน้ำท่วม (L) และระดับ (Threshold) ของแบบจำลองที่ 1

ชุดข้อมูลขาเข้า	พื้นที่พยากรณ์	Threshold	L
ECMWF Archive	อำเภอเมืองตรง	500	8
	อำเภอทุ่งสง	300	8
ECMWF Archive + ข้อมูลระดับน้ำ	อำเภอเมืองตรง	500	8
	อำเภอทุ่งสง	300	8

หมายเหตุ: สำหรับพารามิเตอร์อื่นๆ ยังคงเป็นไปตามการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมใน ระยะที่ 1 และ ระยะที่ 2 และสำหรับข้อมูลระดับน้ำจะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองระดับน้ำ CNN เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้นำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองที่ 1

2.2 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของแบบจำลองที่ 2

ปริมาณฝนซึ่งเป็นข้อมูลขาเข้า (Input) ของแบบจำลองที่ 2 ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5, ERA 5-Land, GSMaP, ECMWF Archive โดยใช้ระยะเวลาการพยากรณ์ล่วงหน้า 120 ชั่วโมง (Time Step = 120 hr) และเนื่องจากข้อมูลปริมาณฝนแต่ละชุดข้อมูลและแต่ละพื้นที่ที่ต้องการพยากรณ์มีความแตกต่างกัน ดังนั้นระดับ (Threshold) ระยะเวลาการพยากรณ์น้ำท่วม (L) ของแบบจำลองที่ 2 ที่ถูกเลือกมาใช้งานจึงแตกต่างกัน ซึ่งหาได้จากการหา

ค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ดังแสดงในตารางที่ 3.26 นอกจากนั้นแบบจำลองที่ 2 จะถูกนำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองระดับน้ำ CNN โดยที่โครงสร้างของแบบจำลองระดับน้ำ CNN ได้มีการเลือกใช้ค่า $M=13$ และ $K = 5$ และสำหรับระยะเวลา $D = 5$ วัน และ $th_wl = 0.08$ เหมือนกับแบบจำลองที่ 1 ซึ่งค่าเหล่านี้ได้มาจากการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) โดยมนุษย์

ตารางที่ 3.26 ระยะเวลาสำหรับการเกิดน้ำท่วม (L) และระดับ (Threshold) ของแบบจำลองที่ 2

ชุดข้อมูลขาเข้า	พื้นที่พยากรณ์	Threshold	L
ECMWF Archive	อำเภอเมืองตรัง	150	8
	อำเภอทุ่งสง	70	8
ECMWF Archive + ข้อมูลระดับน้ำ	อำเภอเมืองตรัง	150	8
	อำเภอทุ่งสง	70	8

หมายเหตุ: สำหรับพารามิเตอร์อื่นๆ ยังคงเป็นไปตามการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 1 และ ระยะที่ 2 และสำหรับข้อมูลระดับน้ำจะถูกใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองระดับน้ำ CNN เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้นำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองที่ 2

2.3 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของแบบจำลองที่ 3

สำหรับข้อมูลปริมาณฝนที่ถูกนำมาใช้ในแบบจำลองที่ 3 สำหรับพยากรณ์พื้นที่ อ.เมืองตรัง และ อ.ทุ่ง จะมีช่วงของพิกัดละติจูดที่ 5 ถึง 10 และลองจิจูดที่ 97 ถึง 103 โดยมีความละเอียดที่ 0.25×0.25 องศา นั่นคือขนาดภาพเป็น 21×25 และสำหรับพยากรณ์พื้นที่ อ.เมืองชุมพร จะมีช่วงของพิกัดละติจูดที่ 5 ถึง 13 และ ลองจิจูดที่ 97 ถึง 103 โดยมีความละเอียดที่ 0.25×0.25 นั่นคือขนาดภาพเป็น 41×25 สำหรับการกำหนดระยะเวลาพยากรณ์ล่วงหน้า (Time Step), Threshold และค่า L สำหรับแบบจำลองที่ 3 ได้ถูกกำหนดให้เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่ และแต่ละระดับความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) โดยมนุษย์ แสดงดังตารางที่ 3.27

ตารางที่ 3.27 ระยะเวลาสำหรับการเกิดน้ำท่วม (L) และระดับ (Threshold) ของแบบจำลองที่ 3

ชุดข้อมูลขาเข้า	ความเชื่อมั่น	พื้นที่พยากรณ์	Time Step (hr)	Threshold	L
Archive	ต่ำ	อ.เมืองตรัง	96	0.42	11
	ปานกลาง	อ.เมืองตรัง	96	0.53	12
		อ.เมืองชุมพร	96	0.40	8
	สูง	อ.เมืองตรัง	120	0.70	12
		อ.ทุ่งสง	144	0.85	12
		อ.เมืองชุมพร	96	0.80	8
Tigge	ต่ำ	อ.เมืองตรัง	96	0.10	8
	ปานกลาง	อ.เมืองตรัง	96	0.36	8
	สูง	อ.เมืองตรัง	120	0.70	8
		อ.ทุ่งสง	144	0.82	8
GFS	สูง	อ.เมืองชุมพร	96	0.80	8

แบบจำลองที่ 3 สำหรับพื้นที่พยากรณ์ อ.ทุ่งสง จะมีเพียง 1 แบบจำลอง สำหรับชุดข้อมูลขาเข้า Archive และ Tigge นั่นคือ แบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นสูงเท่านั้น เนื่องจากผลประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นสูง (ความแม่นยำในระดับเหตุการณ์ (Pulse Precision) อยู่ในช่วง 60%-90%) มีความไวในระดับเหตุการณ์ (Pulse Recall) สูง โดยมี Pulse Recall มากกว่า 80% ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง หรือระดับความเชื่อมั่นต่ำ (แต่สำหรับการใช้งานจริงผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นสูง จะถูกนำไปเป็นผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง และระดับความเชื่อมั่นต่ำ) และสำหรับพื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองชุมพร จะมีเพียง 2 แบบจำลอง คือแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง และระดับความเชื่อมั่นสูง สำหรับชุดข้อมูลขาเข้า Archive เนื่องจากแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลางให้ และแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูง ให้ผลประสิทธิภาพตามที่คาดหวัง และไม่จำเป็นต้องมีแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ ต่ำ (แต่สำหรับการใช้งานจริงผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง จะถูกนำไปเป็นผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ) แบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นสูง สำหรับชุดข้อมูลขาเข้า GFS ให้ผลประสิทธิภาพเช่นที่สูงจึงไม่จำเป็นต้องพัฒนาแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง และระดับความเชื่อมั่นต่ำ เนื่องจากเหตุผลเดียวกันกับ อ.ทุ่งสง

โดยตารางที่ 3.28 ถึง 3.36 แสดงผลประสิทธิภาพของแบบจำลองระดับน้ำ CNN และแบบจำลองที่ 1 แบบจำลองที่ 2 และแบบจำลองที่ 3 โดยใช้วิธีการประเมินประสิทธิภาพที่ถูกปรับปรุงในระยะที่ 3 โดยผลประสิทธิภาพที่ได้จะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การประเมินประสิทธิภาพเฉพาะเหตุการณ์ที่ซ้อนทับกันเท่านั้น ซึ่งจะไม่ใช่ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝน และการประเมินประสิทธิภาพสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน (ซึ่งจะใช้ข้อมูลปริมาณฝนที่ Time Step = C โดยที่ C มากกว่า 48 ชั่วโมง หรือ C มากกว่า 2 วัน) โดยมีผลประสิทธิภาพเป็นดังนี้

ตารางที่ 3.28 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองระดับน้ำ CNN เฉพาะเหตุการณ์ที่ซ้อนทับกันเท่านั้น

พื้นที่ พยากรณ์	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการทดสอบ (Test)	ช่วงปี	Event	
			Pulse Recall	Pulse Precision
อ.เมืองตรัง	ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	94.44	37.38
อ.ทุ่งสง	ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	100.00	21.05

ตารางที่ 3.29 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองระดับน้ำ CNN สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน

พื้นที่ พยากรณ์	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการทดสอบ (Test)	ช่วงปี	Event	
			Pulse Recall	Pulse Precision
อ.เมืองตรัง	ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	94.44	33.33
อ.ทุ่งสง	ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	100.00	18.60

จากตารางที่ 3.28 และตารางที่ 3.29 แบบจำลองระดับน้ำ CNN ใช้สำหรับการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมใน 2 พื้นที่พยากรณ์ นั่นคือ อ.เมืองตรัง และ อ.ทุ่งสง ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองนี้มีประสิทธิภาพสูงในการระบุเหตุการณ์น้ำท่วม (Pulse Recall) ที่อยู่ในช่วง 90-100% แต่ข้อจำกัดอยู่ที่ความแม่นยำในการระบุเหตุการณ์นั้น (Pulse Precision) มีค่าต่ำ ระหว่าง 18-40% โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาในการพยากรณ์ล่วงหน้า 2 วัน ความแม่นยำมีแนวโน้มลดลงเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาตามผลประสิทธิภาพ การใช้แบบจำลองระดับน้ำ CNN ในการระบุเหตุการณ์น้ำท่วมเพียงแบบจำลองเดียว อาจจะไม่เพียงพอในการให้ได้ความแม่นยำที่ต้องการ ดังนั้นโครงการฯ จึงได้นำแบบจำลองระดับน้ำ CNN มาประยุกต์ใช้ร่วมกับแบบจำลองที่ 1 และ 2 ในระยะที่ 2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการพยากรณ์น้ำท่วมในเขตพื้นที่ที่กำลังศึกษา

ตารางที่ 3.30 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 1 เฉพาะเหตุการณ์ที่ซ้อนทับกันเท่านั้น

พื้นที่ พยากรณ์	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการทดสอบ (Test)	ช่วงปี	Event	
			Pulse Recall	Pulse Precision
อ.เมืองตรัง	ERA 5	2552-2564	45.45	47.62
	ERA 5-Land	2562-2564	57.14	44.44
	GSMaP	2562-2564	42.86	33.33
	ERA 5 + ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	33.33	66.67
	ERA 5-Land + ข้อมูลระดับน้ำ	2562-2564	42.86	50.00
	GSMaP + ข้อมูลระดับน้ำ	2562-2564	28.57	33.33
อ.ทุ่งสง	ERA 5	2552-2564	80.00	47.06
	ERA 5-Land	2562-2564	50.00	40.00
	GSMaP	2562-2564	50.00	40.00
	ERA 5 + ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	75.00	50.00
	ERA 5-Land + ข้อมูลระดับน้ำ	2562-2564	50.00	40.00
	GSMaP + ข้อมูลระดับน้ำ	2562-2564	25.00	33.33

ตารางที่ 3.31 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 1 สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน

พื้นที่ พยากรณ์	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการทดสอบ (Test)	ช่วงปี	Event	
			Pulse Recall	Pulse Precision
อ.เมืองตรัง	Archive (Step = 96hr)	2552-2565	42.31	42.42
	Archive (Step = 96hr) + ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	22.22	41.18
อ.ทุ่งสง	Archive (Step = 96hr)	2552-2565	66.67	53.33
	Archive (Step = 96hr) + ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	50.00	44.44

จากตารางที่ 3.30 แสดงผลประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 โดยเมื่อพิจารณาเฉพาะเหตุการณ์ที่ซ้อนทับกัน โดยจากผลประสิทธิภาพพบว่า

- สำหรับ อ.เมืองตรัง การใช้ข้อมูล ERA 5-Land ในช่วงปี 2562-2564 ให้ผลดีที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลชุดอื่น โดยที่ Pulse Recall ที่ประมาณ 57% และ Pulse Precision ที่ประมาณ 44% อย่างไรก็ตาม การนำข้อมูลระดับน้ำไปใช้ร่วมกับข้อมูลปริมาณฝนอื่น พบว่าการนำข้อมูลไปใช้ร่วมกับข้อมูล ERA 5 ในช่วงปี 2556-2564 ให้ผลความแม่นยำสูงสุดที่ประมาณ 67% แต่ Pulse Recall จะลดลงเหลือประมาณ 33% ซึ่งจะเห็นว่า การนำข้อมูลระดับน้ำมาใช้ร่วมกับข้อมูลปริมาณฝนในพื้นที่ อ.เมืองตรัง จะทำให้ Pulse Precision เพิ่มขึ้น แต่ Pulse Recall จะลดลง
- สำหรับพื้นที่ อ.ทุ่งสง พบว่าการใช้ข้อมูล ERA 5 ในช่วงปี 2552-2564 จะให้ผลดีที่สุด เมื่อไม่ใช้ข้อมูลระดับน้ำ สำหรับ Pulse Recall ที่ 80% และ Pulse Precision มีค่าอยู่ที่ประมาณ 47% ข้อมูล ERA 5-Land และ GSMaP ในช่วงปี 2562-2564 จะให้ผลคล้าย ๆ กัน ทั้ง Pulse Recall และ Pulse Precision มีค่าประมาณ 40-50% เมื่อนำข้อมูลระดับน้ำมาใช้ร่วมกับข้อมูลปริมาณฝนจากทุกฐานข้อมูลพบว่า จะไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ หรือทำให้ประสิทธิภาพลดลง

จากตารางที่ 3.31 แสดงผลประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 2 วัน โดยใช้ข้อมูล Archive โดยจากผลประสิทธิภาพพบว่า

- ผลประสิทธิภาพที่พื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองตรัง เห็นว่าผลของ Pulse Recall และ Pulse Precision อยู่ที่ประมาณ 42% สำหรับอ.ทุ่งสง Pulse Recall และ Pulse Precision มีค่าอยู่ประมาณ 50-60%
- เมื่อนำข้อมูลระดับน้ำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองที่ 1 จะทำให้ผลประสิทธิภาพลดลงทั้งพื้นที่พยากรณ์ อ.ทุ่งสง และ อ.เมืองตรัง

ตารางที่ 3.32 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 2 เฉพาะเหตุการณ์ที่ซ้อนทับกันเท่านั้น

พื้นที่พยากรณ์	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการทดสอบ (Test)	ช่วงปี	Event	
			Pulse Recall	Pulse Precision
อ.เมืองตรัง	ERA 5	2552-2564	72.73	38.10
	GSMaP	2562-2564	42.86	50.00
	ERA 5 + ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	72.22	48.15
	GSMaP + ข้อมูลระดับน้ำ	2562-2564	42.86	60.00
อ.ทุ่งสง	ERA 5	2552-2564	70.00	46.67
	GSMaP	2562-2564	50.00	50.00
	ERA 5 + ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	62.50	45.45
	GSMaP + ข้อมูลระดับน้ำ	2562-2564	50.00	50.00

ตารางที่ 3.33 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 2 สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน

พื้นที่พยากรณ์	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการทดสอบ (Test)	ช่วงปี	Event	
			Pulse Recall	Pulse Precision
อ.เมืองตรัง	Archive (Step = 96hr)	2552-2565	19.23	69.23
	Archive (Step = 96hr) + ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	5.56	100.00
อ.ทุ่งสง	Archive (Step = 96hr)	2552-2565	33.33	40.00
	Archive (Step = 96hr) + ข้อมูลระดับน้ำ	2556-2564	12.50	38.46

จากตารางที่ 3.32 แสดงถึงผลประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 2 โดยเมื่อพิจารณาเฉพาะเหตุการณ์ที่ซ้อนทับกัน โดยจากผลประสิทธิภาพพบว่า

- สำหรับอ.เมืองตรัง การใช้ข้อมูล ERA 5 ในช่วงปี 2552-2564 ให้ผลที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลชุดอื่นๆ โดยมี Pulse Recall ที่ประมาณ 72% และ Pulse Precision ประมาณ 38% แต่เมื่อนำข้อมูลระดับน้ำไปใช้ร่วมกับ ERA 5 ในช่วงปี 2556-2564 พบว่า Pulse Precision เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 48% แต่ Pulse Recall ลดลงเล็กน้อยเหลือประมาณ 72%
- สำหรับอ.ทุ่งสง การใช้ข้อมูล ERA 5 ในช่วงปี 2552-2564 แสดงให้เห็นว่า Pulse Recall มีค่าประมาณ 70% และ Pulse Precision อยู่ที่ประมาณ 47% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ข้อมูล

ระดับน้ำร่วมกัน พบว่า Pulse Precision ลดลงเล็กน้อย และ Pulse Recall มีค่าลดลงเหลือประมาณ 62.50%

จากตารางที่ 3.31 แสดงผลประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 1 สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 2 วัน โดยใช้ข้อมูล Archive โดยจากผลประสิทธิภาพพบว่า

- สำหรับ อ.เมืองตรัง ได้ผล Pulse Recall ที่ประมาณ 19% และ Pulse Precision ที่ประมาณ 69% อย่างไรก็ตาม เมื่อนำข้อมูลระดับน้ำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองที่ 2 ทำให้ Pulse Recall ลดลงเหลือประมาณ 6% แต่ Pulse Precision มีค่าสูงถึง 100.00%
- สำหรับ อ.ทุ่งสง ให้ผล Pulse Recall ที่ประมาณ 33% และ Pulse Precision ที่ประมาณ 40% แต่เมื่อเพิ่มข้อมูลระดับน้ำเข้าไป Pulse Recall ลดลงเหลือเพียง 13% และ Pulse Precision ลดลงเล็กน้อย
- สรุปได้ว่า ในพื้นที่ อ.เมืองตรัง การเพิ่มข้อมูลระดับน้ำเข้าไปในแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมสามารถเพิ่ม Pulse Precision แต่อาจจะลด Pulse Recall ลงมาก และสำหรับ อ.ทุ่งสง การเพิ่มข้อมูลระดับน้ำ จะไม่ส่งผลให้มีประสิทธิภาพที่ดีทั้งในเชิง Pulse Recall และ Pulse Precision

ตารางที่ 3.34 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 3 พื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองต้ง
สำหรับพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน แต่ไม่เกิน 14 วัน

ระดับความ เชื่อมั่น	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการฝึกสอน (Train)	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการ ทดสอบ (Test)	ช่วงปี	Event	
				Pulse Recall	Pulse Precision
ต่ำ (20%-40%)	Tigge (Step = 96 hr)	Tigge (Step = 96 hr)	2552-2562 (Train)	100.00	45.95
			2563-2564 (Test)	80.00	57.14
			2552-2564 (All)	95.45	47.73
	Archive (Step = 96 hr)	Archive (Step = 96 hr)	2552-2562 (Train)	100.00	37.78
			2563-2565 (Test)	77.78	47.06
			2552-2565 (All)	92.31	40.32
ปานกลาง (40%-60%)	Tigge (Step = 96 hr)	Tigge (Step = 96 hr)	2552-2562 (Train)	100.00	60.71
			2563-2564 (Test)	60.00	75.00
			2552-2564 (All)	90.91	62.50
	Archive (Step = 96 hr)	Archive (Step = 96 hr)	2552-2562 (Train)	100.00	53.12
			2563-2565 (Test)	66.67	70.00
			2552-2565 (All)	88.46	57.14
สูง (60%-90%)	Tigge (Step = 96 hr)	Tigge (Step = 120 hr)	2552-2562 (Train)	82.35	93.33
			2563-2564 (Test)	40.00	100.00
			2552-2564 (All)	72.73	94.12
		Archive (Step = 120 hr)	2552-2562 (Train)	88.24	65.22
			2563-2565 (Test)	55.56	71.43
			2552-2565 (All)	76.92	66.67

จากตารางที่ 3.34 สำหรับผลประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ 3 ในพื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองตรัง

- ที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ
 - การใช้ข้อมูลจาก Tigge มีผลประสิทธิภาพโดยรวม Pulse Recall จะอยู่ที่ประมาณ 95% และ Pulse Precision อยู่ที่ประมาณ 47%
 - การใช้ข้อมูลจาก Archive จะให้ผลประสิทธิภาพลดลงจาก Tigge เล็กน้อย Pulse Recall จะอยู่ที่ประมาณ 92% และ Pulse Precision อยู่ที่ประมาณ 40%
- ที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง
 - การใช้ข้อมูลจาก Tigge มีผลประสิทธิภาพโดยรวมของข้อมูล Tigge จะให้ผลประสิทธิภาพโดยรวมประมาณ 91% สำหรับ Pulse Recall และประมาณ 62% สำหรับ Pulse Precision
 - การใช้ข้อมูลจาก Archive มีความประสิทธิภาพที่ลดลงเล็กน้อยจาก Tigge ด้วย Pulse Recall ประมาณ 88% และ Pulse Precision ประมาณ 57%
- ที่ระดับความเชื่อมั่นสูง
 - การใช้ข้อมูล Tigge ให้ผลประสิทธิภาพที่สูงกว่าการใช้ข้อมูลจาก Archive เช่นเดียวกันกับที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ และปานกลาง เมื่อพิจารณาผลโดยรวม Tigge ให้ผลประมาณ 73% สำหรับ Pulse Recall และประมาณ 94% สำหรับ Pulse Precision ส่วน Archive โดยรวมให้ผลประมาณ 77% สำหรับ Pulse Recall และประมาณ 67% สำหรับ Pulse Precision สำหรับที่ระดับความเชื่อมั่นสูงที่ใช้ในพื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองตรัง จะใช้แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ถูกฝึกสอนจากข้อมูล Tigge ที่ Time Step หรือการพยากรณ์ล่วงหน้า 96 ชั่วโมง เนื่องจากการไม่ประสบความสำเร็จในการฝึกสอนจากข้อมูล Archive

สำหรับผลประสิทธิภาพโดยรวมของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ ให้ผลความแม่นยำ (Pulse Precision) ที่สอดคล้องกันกับผลประสิทธิภาพที่คาดหวัง นั่นคือ ระดับความเชื่อมั่นต่ำ (20%-40%) ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง (40%-60%) และระดับความเชื่อมั่นสูง (60%-90%)

ตารางที่ 3.35 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 3 พื้นที่พยากรณ์ อ.ทุ่งสง
สำหรับพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน

ระดับความ เชื่อมั่น	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการ ฝึกสอน (Train)	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการ ทดสอบ (Test)	ช่วงปี	Event	
				Pulse Recall	Pulse Precision
สูง (60%-90%)	Tigge (Step = 144 hr)	Tigge (Step = 144 hr)	2552-2560, 2564 (Train)	100.00	100.00
			2561-2563 (Test)	100.00	100.00
			2552-2564 (All)	100.00	100.00
	Archive (Step = 144 hr)	Archive (Step = 144 hr)	2552-2560, 2564 (Train)	87.50	100.00
			2561-2563, 2565 (Test)	100.00	100.00
			2552-2565 (All)	91.67	100.00

จากตารางที่ 3.35 การพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ใช้สำหรับพื้นที่พยากรณ์ที่ อ. ทุ่งสง จะให้ผลประสิทธิภาพที่ดี โดยให้ Pulse Recall และ Pulse Precision ที่สูงทั้งคู่ โดยมีค่าอยู่ที่ ประมาณ 87%-100% ซึ่งอยู่ในระดับความเชื่อมั่นสูง ทั้งชุดข้อมูล Tigge และ Archive ซึ่งแบบจำลอง พยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้แสดงผลประสิทธิภาพที่ดีในทุกช่วงเวลา จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนา แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำหรือปานกลาง (แต่สำหรับการใช้งานจริง ผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นสูง จะถูกนำไปเป็นผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความ เชื่อมั่นปานกลาง และระดับความเชื่อมั่นต่ำ)

ตารางที่ 3.36 ผลประสิทธิภาพแบบจำลองที่ 3 พื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองชุมพร
สำหรับพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน

ระดับความ เชื่อมั่น	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการ ฝึกสอน (Train)	ข้อมูลขาเข้า สำหรับการ ทดสอบ (Test)	ช่วงปี	Event	
				Pulse Recall	Pulse Precision
ปานกลาง (40%-60%)	Archive (Step = 96 hr)	Archive (Step = 96 hr)	2552-2562 (Train)	100.00	73.33
			2563-2565 (Test)	66.67	50.00
			2552-2565 (All)	92.86	68.42
สูง (60%-90%)	GFS (Step = 96 hr)	GFS (Step = 96 hr)	2558-2562 (Train)	100.00	100.00
			2563-2564 (Test)	100.00	75.00
			2558-2565 (All)	100.00	90.91
	Archive (Step = 96 hr)	Archive (Step = 120 hr)	2552-2562 (Train)	72.73	100.00
			2563-2565 (Test)	33.33	100.00
			2552-2565 (All)	64.29	100.00

จากตารางที่ 3.36 แสดงผลประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในการพยากรณ์สำหรับพื้นที่ อ.เมืองชุมพร สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน โดยจำแนกตามระดับความเชื่อมั่นและช่วงปีที่ใช้ฝึกสอนและทดสอบ โดยให้ผลประสิทธิภาพที่ดีสำหรับการใช้ชุดข้อมูล Archive ซึ่งผ่านเกณฑ์ระดับความเชื่อมั่นของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง เนื่องจากแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลางให้ และแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูง ให้ผลประสิทธิภาพตามที่คาดหวัง และไม่จำเป็นต้องมีแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ (แต่สำหรับการใช้งานจริงผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง จะถูกนำไปเป็นผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ) และแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูง และดีมากสำหรับชุดข้อมูล GFS ซึ่งผ่านเกณฑ์ของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูง จึงไม่จำเป็นต้องพัฒนาแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง และระดับความเชื่อมั่นต่ำ

จากผลประสิทธิภาพของแบบจำลองพบว่าแบบจำลองที่ 3 มีผลประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 ซึ่งถึงแม้ว่าจะใช้ชุดข้อมูลปริมาณฝน ERA 5 (ข้อมูลปริมาณฝน ERA-5 เป็นข้อมูลปริมาณฝนที่ถูกคำนวณจากการวิเคราะห์ Analysis ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลพยากรณ์แบบ Archive ดังนั้น

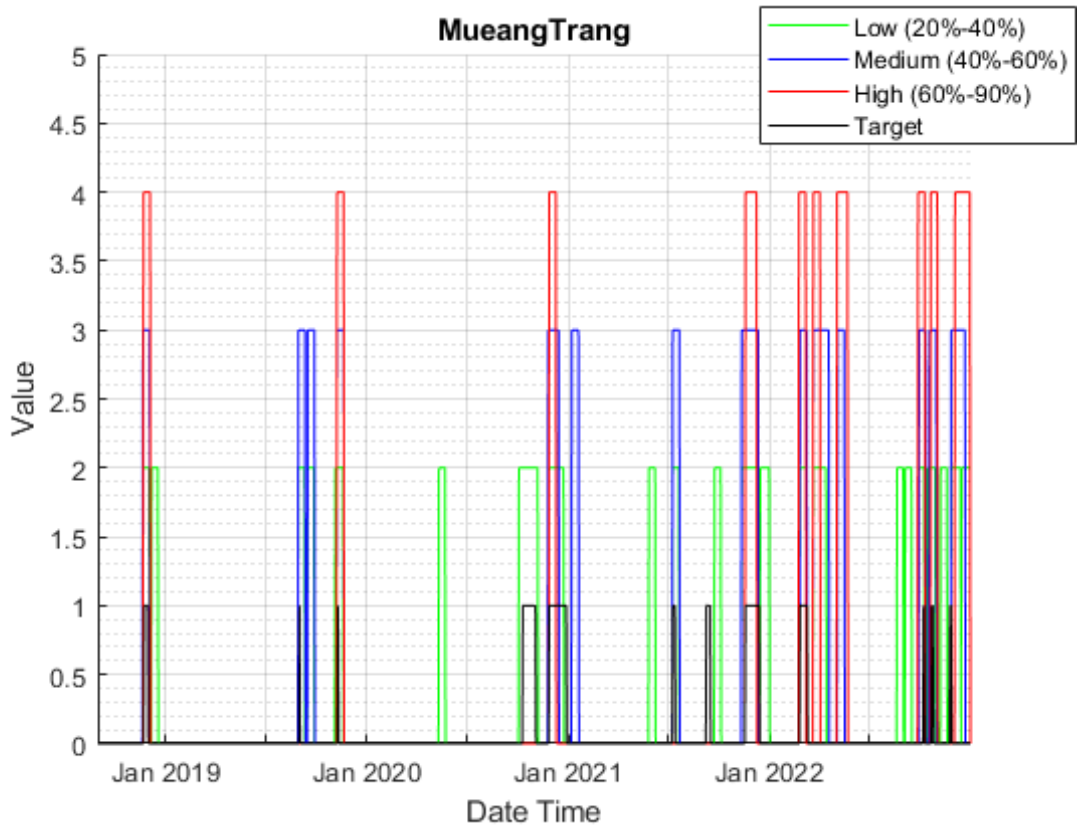
ความถูกต้องของข้อมูล ERA 5 ย่อมถูกต้องมากกว่า Archive) แบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 ให้ผลประสิทธิภาพที่แย่กว่าแบบจำลองที่ 3 ดังนั้นโครงการฯ จึงได้คัดเลือกแบบจำลองที่ 3 สำหรับการนำไปใช้ในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมล่วงหน้าในแพลตฟอร์มการติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะในพื้นที่พยากรณ์ อ. เมืองตรัง จ.ตรัง และ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช

3.8.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองพยากรณ์ที่มีความเชื่อมั่นแตกต่างกัน

สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบจำลองที่ 3 ที่มีระดับความเชื่อมั่นต่างๆ พบว่าแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูงกว่าจะให้เหตุการณ์พยากรณ์ (Predicted Event) ซ้อนทับกันกับเหตุการณ์พยากรณ์ (Predicted Event) ที่ได้จากแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำกว่าค่อนข้างมาก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สำหรับเหตุการณ์ ที่พื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองตรัง โดยใช้ข้อมูลขาเข้า Archive (2552-2565) พบว่า มีเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ (20%-40%) มีจำนวน 65 เหตุการณ์ เหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง (40%-60%) มีจำนวน 45 เหตุการณ์ เหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นสูง (60%-90%) มีจำนวน 32 เหตุการณ์ และสำหรับการซ้อนทับกันของเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ แสดงดังรูปที่ 3.50 โดยมีรายละเอียดเป็นดังนี้

- เหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง มีการซ้อนทับกับเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำมีจำนวน 40 เหตุการณ์ จาก 45 เหตุการณ์ ซึ่งคิดเป็น 88.89%
- เหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นสูง มีการซ้อนทับกับเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง 32 เหตุการณ์ จาก 32 เหตุการณ์ ซึ่งคิดเป็น 100%
- เหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นสูง มีการซ้อนทับกับเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ 31 เหตุการณ์ จาก 32 เหตุการณ์ ซึ่งคิดเป็น 96.88%



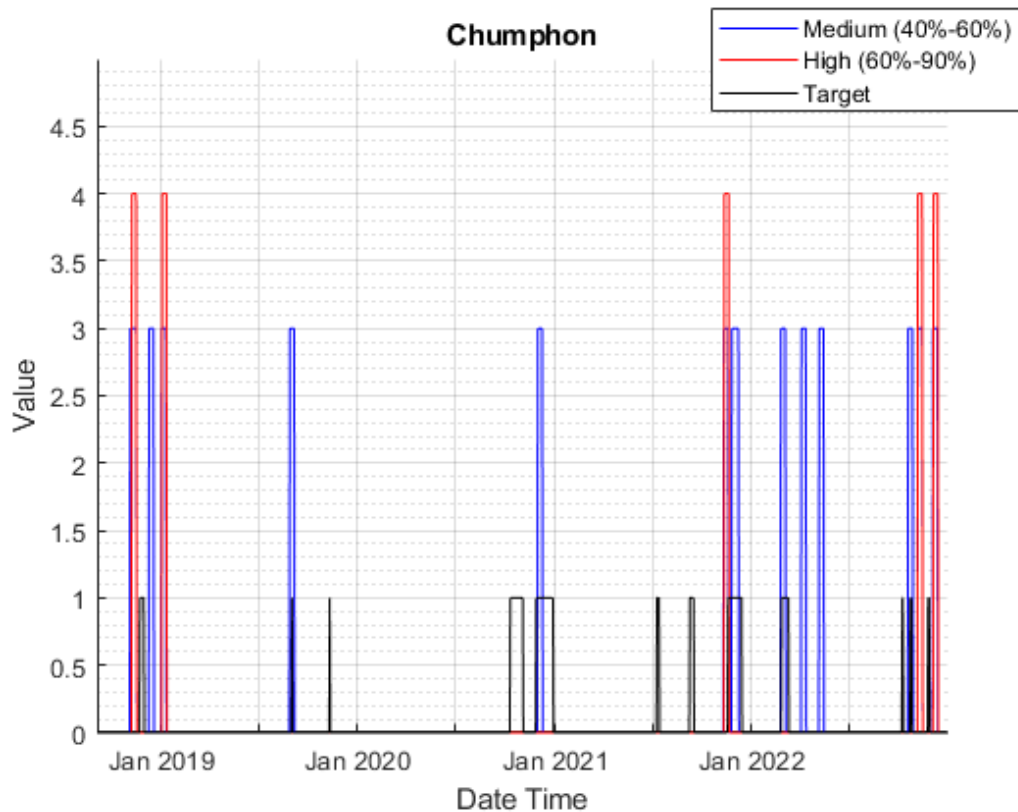
รูปที่ 3.51 ตัวอย่างเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ

จากรูปที่ 3.51 Low หมายถึงเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ (เส้นสีเขียว), Medium หมายถึงเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง (เส้นสีน้ำเงิน) High หมายถึงระดับเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นสูง (เส้นสีแดง) และ Target หมายถึงเหตุการณ์น้ำท่วมจริงที่ อ.เมืองตรง

2. สำหรับเหตุการณ์พยากรณ์ ที่พื้นที่พยากรณ์ อ.ทุ่งสง ให้ประสิทธิภาพทั้ง Pulse Recall และ Pulse Precision ที่สูงพร้อมกัน จึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำหรือปานกลาง (แต่สำหรับการใช้งานจริงผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นสูง จะถูกนำไปเป็นผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง และระดับความเชื่อมั่นต่ำ) จึงไม่ได้ถูกนำมาพิจารณาความสัมพันธ์ของผลลัพธ์การพยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ

3. สำหรับเหตุการณ์พยากรณ์ ที่พื้นที่พยากรณ์ อ.ชุมพร โดยใช้ข้อมูลเข้า Archive (2552-2565) พบว่า มี เหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง (40%-60%) มีจำนวน 24 เหตุการณ์ เหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นสูง (60%-90%) มีจำนวน 12 เหตุการณ์ และสำหรับการซ้อนทับกันของเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ โดยแสดงดังรูปที่ 3.51 โดยมีรายละเอียดดังนี้ เป็นดังนี้

- เหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นสูง มีการซ้อนทับกับเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง 12 เหตุการณ์ จาก 12 เหตุการณ์ ซึ่งคิดเป็น 100%



รูปที่ 3.52 ตัวอย่างเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ สำหรับ อ.เมืองชุมพร

จากรูปที่ 3.52 Medium หมายถึงเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง (เส้นสีน้ำเงิน), High หมายถึงระดับเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นสูง (เส้นสีแดง) และ Target หมายถึงเหตุการณ์น้ำท่วมจริงที่ อ.เมืองชุมพร

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ พบว่า การที่เหตุการณ์พยากรณ์ในระดับความเชื่อมั่นสูง มีการซ้อนทับกับระดับปานกลางและต่ำ แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกันของการพยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ นั่นคือ ถ้าแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูงทำนายว่ามีการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมอื่นๆ ก็มีโอกาสมทำนายออกมาใกล้เคียงหรือซ้อนทับกัน เนื่องจากแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูงจะมีความแม่นยำในการทำนาย และมีความไวที่ต่ำ ในขณะที่เดียวกันแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่มีระดับความเชื่อมั่นต่ำจะมีความไวที่สูง ซึ่งการผสมผสานผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นในต่าง ๆ จะทำให้ผู้ใช้มีทางเลือกสามารถตัดสินใจในการรับมือกับสถานการณ์น้ำท่วมที่เหมาะสมต่อความต้องการและความเสี่ยงที่สามารถรับได้ เช่น ผู้ใช้ที่อยู่ในพื้นที่ที่มี

น้ำท่วมซ้ำซากที่มีความถี่การเกิดน้ำท่วมสูง (เกิดน้ำท่วม 8-10 ครั้งในรอบ 10 ปี และมีผลกระทบจากน้ำท่วมสูง) แม้จะเห็นการพยากรณ์ด้วยระดับความเชื่อมั่นต่ำก็ควรระวัง และเตรียมรับมือต่อสถานการณ์น้ำท่วม เพราะถ้าไม่มีการป้องกันล่วงหน้า และมีการน้ำท่วมเกิดขึ้นอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายที่มากได้ในทางกลับกัน สำหรับผู้ใช้ที่อยู่ในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมซ้ำซากที่มีความถี่การเกิดน้ำท่วมต่ำ (ไม่เกิน 3 ครั้งในรอบ 10 ปี และมีผลกระทบจากน้ำท่วมต่ำ) การพยากรณ์ด้วยระดับความเชื่อมั่นต่ำอาจไม่จำเป็นต้องมีการป้องกันล่วงหน้า เนื่องจากผลกระทบจากน้ำท่วมที่คาดการณ์ไว้อาจไม่รุนแรงมาก ดังนั้นจะให้ความสำคัญกับการพยากรณ์ด้วยระดับความเชื่อมั่นที่สูงมากกว่า

3.9 แนวทางการประมวลผลข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าสำหรับประเทศไทย : ผลการวิเคราะห์เบื้องต้น

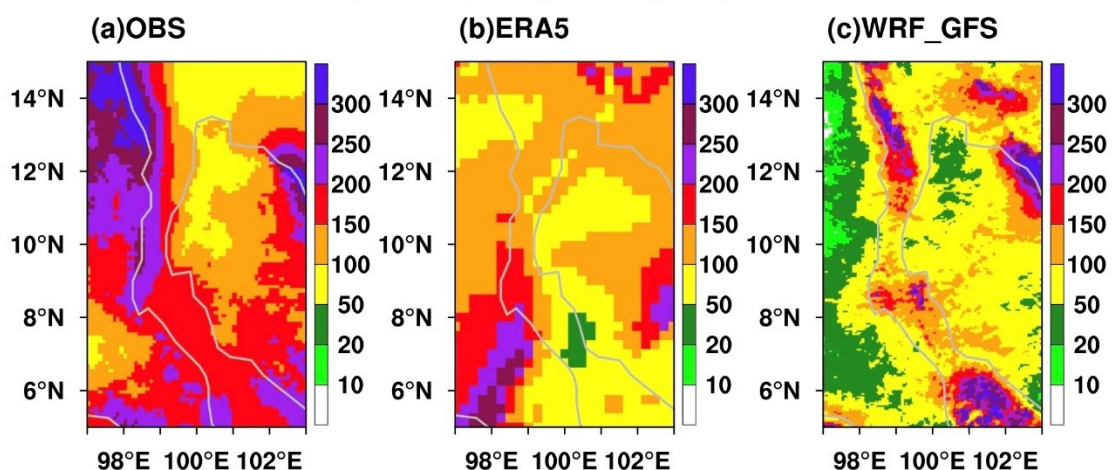
เนื่องด้วยการพยากรณ์น้ำท่วมที่ใช้ในแพลตฟอร์มของโครงการวิจัย ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก ECMWF เป็นหลัก ทั้งชุดข้อมูล Reanalysis (ERA-5, ERA-5 Land) และข้อมูลพยากรณ์ (ECMWF archive, ECMWF Tigge) ความละเอียด 0.25 x 0.25 องศา (~ 25 กิโลเมตร) ซึ่งข้อมูลพยากรณ์ของ ECMWF มีค่าใช้จ่ายรายปีค่อนข้างสูง ดังนั้น คณะวิจัยจึงได้ศึกษาเพิ่มเติมเบื้องต้นถึงแนวทางในการนำข้อมูลพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนจากแหล่งอื่น ที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ได้แก่ ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนของ GFS (หัวข้อ 3.5.2.3) เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้า (Input) สำหรับการพัฒนาหรือปรับปรุงโมเดลพยากรณ์น้ำท่วมสำหรับการวิจัยในอนาคตหรือระยะต่อไป อีกทั้งพัฒนาข้อมูลให้มีความละเอียดเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้น โดยใช้วิธีการลดขนาดทางพลวัต (Dynamic downscaling) ด้วย Weather Research and Forecasting Model หรือ WRF model จากความละเอียด 0.25 x 0.25 องศา เป็น 0.01 x 0.01 องศา (~ 1 กิโลเมตร) และ 0.04 x 0.04 องศา (~ 4 กิโลเมตร)

การศึกษาครั้งนี้ ใช้ชุดข้อมูล NCEP GFS 0.25 Degree Global Forecast Grids Historical Archive (<https://rda.ucar.edu/datasets/ds084.1/dataaccess/>) รายชั่วโมง ปี พ.ศ. 2558 – 2565 (ค.ศ. 2015 – 2022) มาลดขนาดทางพลวัต ด้วย WRF model ซึ่งปฏิบัติโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง โดยมีการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ให้ครอบคลุมลุ่มน้ำที่ศึกษา (5.0 °N – 15.0 °N, 97.0 °E – 103.0 °E) และใช้โมดูล (module) WPS (WRF Preprocessing System) ภายใน WRF model เพื่อสร้างข้อมูลเริ่มต้น (Initial data) ซึ่งเป็นการเตรียมปรับสภาพข้อมูลภูมิอากาศ อาทิ สภาพผิวพื้น อุณหภูมิ ความดัน ลม ความชื้น ลงบน grid cell ตามพื้นราบในพื้นที่ที่กำหนด และมีการประมาณค่าในช่วงของข้อมูล (Interpolate data) จากข้อมูลที่มีอยู่บน grid cell เพื่อนำลงไปในพื้นที่ grid cell ที่ไม่มีข้อมูล หลังจากนั้น WRF model จะจำลอง (Simulate) หรือคำนวณตัวแปรในบรรยากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน

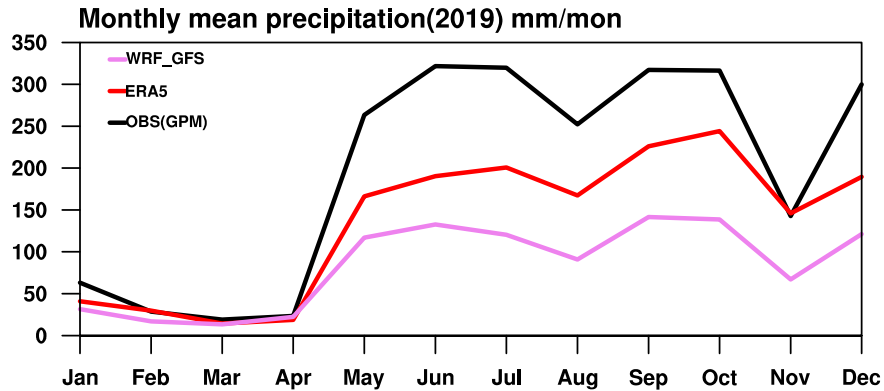
โดยอาศัยสมการพื้นฐานทางฟิสิกส์บรรยากาศที่อยู่ภายในโมเดล ให้มีความละเอียดสูงตามค่าที่กำหนดคือ 0.01 และ 0.04 องศา

จากการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนของ GFS ที่มีความละเอียดสูง 0.04 องศา ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำฝน Reanalysis ของ ERA-5 และข้อมูลสังเกตจากดาวเทียมของ GPM (Global Precipitation Measurement; <https://gpm.nasa.gov/data>) อาทิ ในปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) ปรากฏว่า ข้อมูล GFS จาก WRF Model (WRF-GFS) ประเมินค่าปริมาณน้ำฝนเหนือพื้นผิวน้ำมหาสมุทรต่ำกว่าค่าสังเกต แต่มีความสามารถในการประเมินปริมาณน้ำฝนเหนือแผ่นดิน ได้ดีกว่าข้อมูล ของ ERA-5 ที่มีความละเอียด 0.25 องศา และให้ผลการประเมินน้ำฝนได้สอดคล้องกับค่าสังเกตในเขตภาคกลางและตะวันออกเฉียงเหนือในแผนที่ (รูปที่ 3.53) อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยในขอบเขตที่ศึกษาของ WRF-GFS ประเมินได้ต่ำกว่าค่าสังเกตอย่างชัดเจนในช่วงฤดูฝน (รูปที่ 3.54) แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่เฉลี่ยจากข้อมูลที่บันทึกจากสถานีตรวจวัดอากาศ 3 สถานีในจังหวัดนครศรีธรรมราช (รหัส 552201-นครศรีธรรมราช, 552301-นครศรีธรรมราช สกษ., 552401-ฉวาง) อาทิ ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 แสดงให้เห็นความสอดคล้องของข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก WRF-GFS และข้อมูลสังเกตจากสถานีตรวจวัดอากาศ (รูปที่ 3.55) จากผลการศึกษาโดยรวม มีแนวโน้มสามารถนำข้อมูล WRF-GFS ไปทดลองพัฒนาโมเดลพยากรณ์น้ำท่วมได้ต่อไป แต่จะต้องมีการปรับค่าของชุดข้อมูล WRF-GFS เพิ่มเติมให้ใกล้เคียงกับค่าสังเกตมากยิ่งขึ้นก่อนนำไปใช้

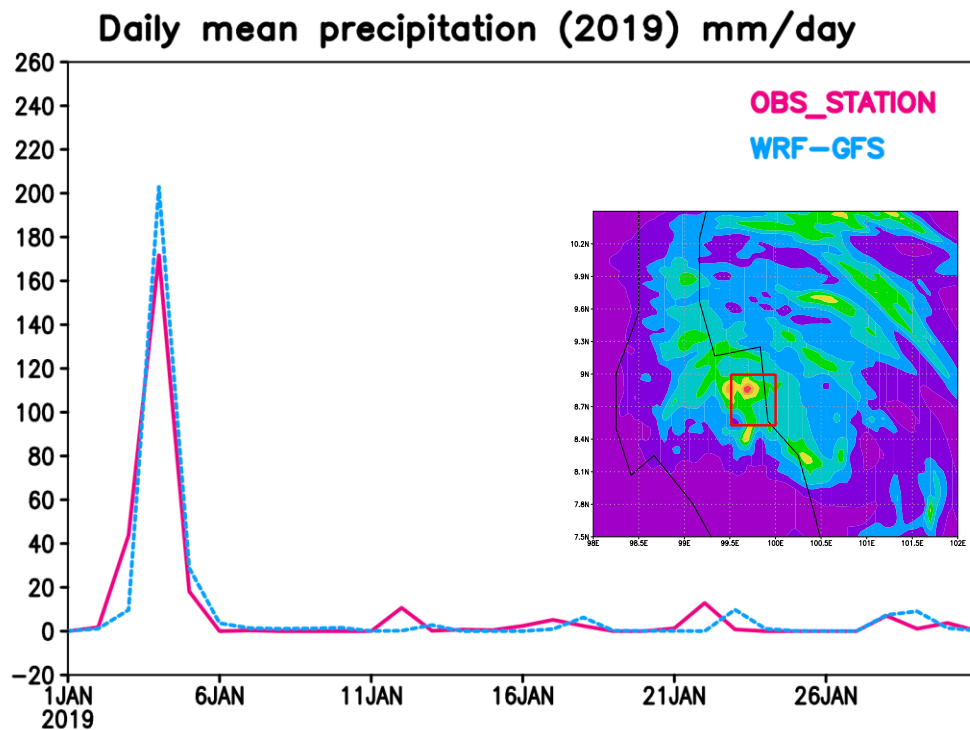
Monthly mean precipitation(2019) mm/mon



รูปที่ 3.53 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร) เชิงพื้นที่ ในปี พ.ศ. 2562 จาก (a) ชุดข้อมูล GPM ซึ่งเป็นค่าสังเกต (b) ชุดข้อมูล ERA-5 ความละเอียด 0.25 องศา และ (c) ชุดข้อมูล WRF-GFS ความละเอียด 0.04 องศา



รูปที่ 3.54 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร) ในปี พ.ศ. 2562 จากชุดข้อมูล GPM ซึ่งเป็นค่าสังเกต (OBS(GPM)) ชุดข้อมูล ERA-5 ความละเอียด 0.25 องศา (ERA5) และ ชุดข้อมูล WRF-GFS ความละเอียด 0.04 องศา (WRF_GFS)



รูปที่ 3.55 ข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน (มิลลิเมตร) ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จากสถานีตรวจวัดอากาศที่จังหวัดนครศรีธรรมราช (เฉลี่ย 3 สถานี) ซึ่งเป็นค่าสังเกต (OBS_STATION) และ ข้อมูล WRF-GFS ความละเอียด 0.04 องศา (WRF-GFS) ที่เฉลี่ยจากพื้นที่ ละติจูด 8.5 °N – 9.0 °N และ ลองจิจูด 99.5 °E – 100.0 °E (กรอบสี่เหลี่ยมสีแดง)

3.10 สรุปผลการวิจัย

จากปัญหาการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ อ.เมืองตรัง จ.ตรัง และ อ.ทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช โครงการฯ ทำการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม โดยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีหลายงานวิจัยที่พัฒนาระบบซึ่งเกี่ยวข้องกับการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม แต่งานวิจัยเหล่านี้จะให้ผลการพยากรณ์ที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของงานวิจัยของโครงการฯ เช่น เป็นการพยากรณ์ระดับน้ำ หรือพยากรณ์ล่วงหน้าในระดับหลักชั่วโมง ซึ่งจุดประสงค์ของโครงการฯ คือ ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 วัน ขึ้นไป สำหรับชุดข้อมูลที่นำมาพัฒนาและทดสอบระบบในระยะเริ่มต้น (ระยะที่ 1) ได้มีการนำเข้าสู่ชุดข้อมูลหลายภาคส่วน เช่น ข้อมูลปริมาณฝนจาก ECMWF ข้อมูลปริมาณฝนจาก GSMaP ข้อมูลปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) และข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำในอดีต ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงปี 2562-2564 โดยในระยะเริ่มต้นโครงการฯ ได้นำข้อมูลเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ และหาความเป็นไปได้ในหลายๆ รูปแบบเพื่อที่จะพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ซึ่งจากการหาความสัมพันธ์ของปริมาณฝน และบันทึกเหตุการณ์น้ำในอดีต พบว่ามีความสอดคล้องกันในเชิงกายภาพ และเชิงสถิติ ดังนั้นโครงการฯ ได้พัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมขึ้นมา 2 แบบจำลอง ประกอบด้วย แบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 โดยแบบจำลองที่ 1 มาจากแนวคิดที่ว่าน้ำท่วมเกิดจากปริมาณฝนรวมกันในพื้นที่ที่สนใจมีค่ามากกว่าระดับ (Threshold) ค่าหนึ่ง โดยการคำนวณปริมาณรวมของฝนในพื้นที่ที่สนใจเกิดจากการรวมกันของปริมาณฝนที่ตกในหลายตำแหน่งพื้นที่ ($N =$ จำนวนตำแหน่ง) และแบบจำลองที่ 2 มาจากแนวคิดที่ว่าน้ำท่วมเกิดจากปริมาณฝนรวมกันในพื้นที่ที่สนใจมีค่ามากกว่าระดับ (Threshold) ค่าหนึ่ง โดยการคำนวณปริมาณรวมของฝนในพื้นที่ที่สนใจเกิดจากการรวมกันของปริมาณฝนที่ตกในหลายตำแหน่งพื้นที่ ($N =$ จำนวนตำแหน่ง) และแต่ละพื้นที่ได้มีการคำนวณปริมาณน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่นั้นๆ ด้วย ในส่วนของการวัดประสิทธิภาพในระยะเบื้องต้น โครงการฯ ได้ทำการใช้องค์ความรู้ทางการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และ กระบวนการประมวลผลสัญญาณ (Digital Signal Processing) ในการคิดตัวชี้วัดขึ้นมา 2 ตัว ได้แก่ ความไวของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (Pulse Recall) และ ความแม่นยำของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (Pulse Precision) โดยพิจารณาจากการซ้อนทับกันของเหตุการณ์พยากรณ์ และเหตุการณ์จริงจากบันทึกเหตุการณ์น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการใช้งานจริง โดยในระยะเริ่มต้นนี้โครงการฯ ยังไม่ได้พิจารณาถึงความสามารถของการพยากรณ์ล่วงหน้า แต่จะพิจารณาเฉพาะความสัมพันธ์ของปริมาณฝนและข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำในอดีตเท่านั้น สำหรับผลประสิทธิภาพในระยะเริ่มต้นพบว่าผลประสิทธิภาพของการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ค่อนข้างดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแบบจำลองที่ 2 ใน อ.ทุ่งสง แต่เนื่องจากข้อมูลยังมีปริมาณไม่มากพอ (มีข้อมูล 3 ปี) ดังนั้นในระยะที่ 2 โครงการฯ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนจาก ERA 5 และข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำในอดีต โดยขยายระยะเวลาการเก็บข้อมูลเป็น

ตั้งแต่ปี 2552 ถึง ปี 2564 นอกจากนั้นโครงการฯ ได้ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลระดับน้ำ พบว่าจากข้อมูลสถิติระดับน้ำมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม ดังนั้นในระยะที่ 2 โครงการฯ ได้นำข้อมูลระดับน้ำจาก สสน. มาพัฒนาแบบจำลองระดับน้ำ โดยใช้โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (CNN) คือ แบบจำลองระดับน้ำ CNN โดยจุดประสงค์คือ การพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมล่วงหน้าจากข้อมูลระดับน้ำปัจจุบัน และนำผลลัพธ์ที่ได้มาใช้ร่วมกับแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 อย่างไรก็ตามโครงการฯ ได้ปรับปรุงวิธีการประเมินประสิทธิภาพเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานจริงมากยิ่งขึ้นโดยการนำ Post Processing ซึ่งจากผลประสิทธิภาพพบว่าแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ อ.ทุ่งสงและ อ.เมืองตรัง สามารถพยากรณ์เหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมได้ค่อนข้างดี โดยมี ความไวของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (Pulse Recall) ประมาณ 80% แล ความแม่นยำของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (Pulse Precision) อยู่ประมาณ 50% (ประมาณว่าทุก ๆ 2 ครั้งของพยากรณ์ว่าจะเกิดน้ำท่วมแล้วเกิดน้ำท่วมจริง 1 ครั้ง) แต่การใช้ข้อมูลระดับน้ำในการพยากรณ์ไม่ประสบความสำเร็จกับอำเภอทุ่งสง (แสดงในตาราง 3.30 ถึง 3.33) แต่ได้ผลดีระดับหนึ่งเมื่อใช้กับอำเภอเมืองตรัง เนื่องจากการเกิดน้ำท่วมในอำเภอทุ่งสงเป็นการเกิดน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลากอย่างรวดเร็วหลังจากที่เกิดฝนตกหนัก เจ้าหน้าที่ที่เทศบาลเมืองทุ่งสงเล่าว่า เจ้าหน้าที่ที่ใช้วิธีดูปริมาณฝนที่ตกที่สถานีวัดแห่งหนึ่งในการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม หากปริมาณฝนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดก็จะมีโอกาสน้ำท่วมสูง ซึ่งปกติก็จะเกิดน้ำท่วมไม่เกิน 1 วัน หลังจากปริมาณฝนเกินค่าที่กำหนด และเหตุการณ์น้ำท่วมที่อำเภอทุ่งสงก็ใช้เวลาไม่นานเพราะน้ำได้ถูกระบายออกจากพื้นที่จนหมดภายในเวลา 1-4 วัน นั้นหมายความว่าระดับที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำท่วมจะมีการเพิ่มความรวดเร็ว (ใช้เวลาไม่ถึง 1 วัน) และลดลงด้วยเวลาค่อนข้างรวดเร็วเช่นกัน ทำให้การพยากรณ์ระดับน้ำหลายวัน (เช่น 3 วัน) ล่วงหน้าทำได้ยาก ทำให้การใช้ระดับน้ำในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมล่วงหน้าที่อำเภอทุ่งสงทำได้ยาก สำหรับที่อำเภอเมืองตรัง เนื่องจากเหตุการณ์น้ำท่วมที่เป็นลักษณะน้ำหลากมักเกิดจากมวลน้ำจากเทือกเขาหลวงและเทือกเขาบรรทัด มวลน้ำจากเทือกเขาหลวงใช้เวลาเดินทางหลายวันก่อนจะถึงอำเภอเมืองตรัง ซึ่งอาจทำให้มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์น้ำท่วมเป็นเวลาหลายวันก่อนจะเกิดน้ำท่วมทำให้สามารถใช้ระดับน้ำในการพยากรณ์น้ำท่วมในกรณีนี้ได้ อย่างไรก็ตามการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 2 นี้ ใช้ชุดข้อมูลขาเข้าเป็น ERA 5 ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้า ดังนั้นสำหรับการพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในระยะที่ 3 โครงการฯ ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ข้อมูลปริมาณฝนล่วงหน้า โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนในอดีตจากฐานข้อมูลต่างๆ ประกอบด้วย Archive, Tigge และ GFS สำหรับข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝน Archive จะเป็นข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนที่เก็บรวบรวมจากข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนแบบ Real-Time ซึ่งจะถูกนำไปใช้งานจริงในแพลตฟอร์ม นอกจากนั้นโครงการฯ ทำการเก็บรวบรวมและปรับปรุงข้อมูลบันทึกเหตุการณ์น้ำในอดีตโดยเก็บรวบรวม

ตั้งแต่ปี 2552 จนถึง 2565 ซึ่งจากการวิเคราะห์แบบจำลองพบว่า แบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 มีประสิทธิภาพที่ลดลงอย่างมากเมื่อนำแบบจำลองทั้ง 2 แบบจำลองมาใช้กับข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝน Archive ดังนั้นโครงการฯ จึงได้ทำการพัฒนาแบบจำลองที่ 3 โดยใช้โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (CNN) โดยมีแนวความคิดว่า ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนที่ตำแหน่งต่างๆ สามารถมองในรูปแบบรูปภาพได้ โดยค่าพยากรณ์ปริมาณฝนจะถูกแทนเป็นค่าสีในแต่ละพิกเซล (Pixel) ดังนั้นโครงการฯ จึงได้นำองค์ความรู้ทางด้านกระบวนการประมวลผลรูปภาพ (Image Processing) และการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) มาใช้ในการออกแบบแบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมโดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (แบบจำลองที่ 3) นอกจากนี้โครงการฯ ได้นำเสนอแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่มีระดับความเชื่อมั่นที่แตกต่างกันไป เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้งานที่หลากหลาย โดยได้สร้างแบบจำลองที่ 3 ไว้ 3 ระดับ ประกอบด้วย

- แบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมความเชื่อมั่นต่ำ (ความแม่นยำ 20%-40%) ซึ่งจะมีการตั้งค่าให้มีความไวสูง (Sensitivity) เพื่อที่จะสามารถตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วมได้มาก ถึงแม้ว่าอาจจะมีการแจ้งเตือนที่มากเกินไป แต่จะเป็นการลดการพลาดการแจ้งเตือนในเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นจริง
- แบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมความเชื่อมั่นปานกลาง (ความแม่นยำ 40%-60%) เป็นการผสมผสานระหว่างความไว (Sensitivity) และความแม่นยำ (Precision) จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการความเหมาะสมสำหรับการแจ้งเตือนและการตัดสินใจ
- แบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมความเชื่อมั่นสูง (ความแม่นยำ 60%-90%) ถูกออกแบบมาเพื่อให้มีความแม่นยำสูง โดยมีความไวที่ลดลง การแจ้งเตือนจากแบบจำลองนี้จะมีความน่าเชื่อถือมาก แต่อาจจะพลาดการแจ้งเตือนในเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นจริง

การมีแบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมที่หลากหลายระดับ จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้แบบจำลองที่ตรงกับความต้องการและความเสี่ยงที่พร้อมรับได้ เพื่อให้การตัดสินใจเกี่ยวกับการรับมือกับสภาวะน้ำท่วมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด อย่างไรก็ตามโครงการฯ ได้ทำการปรับปรุงวิธีการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมเพื่อให้สอดคล้องกับการพยากรณ์ล่วงหน้ารวมถึงการติดตามสถานการณ์น้ำเมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมแล้ว โดยพิจารณาให้เหมาะสมและคล้ายกับการใช้งานจริงให้มากที่สุด นอกจากนี้โครงการฯ ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่ขยายผลเพิ่มเติม นั่นคือ อ.เมืองชุมพร จ.ชุมพร โดยจากผลประสิทธิภาพพบว่า แบบจำลองที่ 3 มีผลประสิทธิภาพที่ดีเมื่อนำไปใช้กับข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝน ทั้ง 3 แบบ โดยให้ผลประสิทธิภาพของการพยากรณ์อยู่ในระดับความเชื่อมั่นที่คาดหวัง ทั้งแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่น

ต่ำ (ความแม่นยำ 20%-40%) แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง (ความแม่นยำ 40%-60%) และแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูง (ความแม่นยำ 60%-90%) โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ อ.ทุ่งสง ให้ผลประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่สูงมาก อย่างไรก็ตามพบว่า - ข้อมูลขาเข้า Tigge มีความคล้ายคลึงกับข้อมูล Archive แต่จะให้ผลประสิทธิภาพที่แตกต่างกันเล็กน้อย โดยผลประสิทธิภาพจากการใช้ข้อมูล Tigge ให้ผลประสิทธิภาพที่ดีกว่าการใช้ข้อมูล Archive ทั้งพื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองตรัง และ อ.ทุ่งสง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ อ.เมืองตรัง ที่ระดับความเชื่อมั่นสูง ถึงแม้ว่าแบบจำลองจะถูกฝึกสอน (Train) จากข้อมูล Tigge แต่ยังสามารถใช้ทดสอบ (Test) กับชุดข้อมูล Archive ให้อยู่ในระดับความเชื่อมั่นที่คาดหวัง (แสดงในตารางที่ 3.34) สำหรับโครงการฯ ได้เลือกใช้ข้อมูล Archive สำหรับเป็นข้อมูลขาเข้าของแบบจำลองที่ 3 สำหรับการใช้งานในแพลตฟอร์ม เนื่องจากเป็นข้อมูลพยากรณ์ย้อนหลังสำหรับการใช้งานจริงแบบ Real-Time โดยผลประสิทธิภาพโดยรวมตั้งแต่ปี 2552 ถึงปี 2565 ของแบบจำลองที่ 3 แสดงในตารางที่ 3.37

ตารางที่ 3.37 ผลประสิทธิภาพโดยรวมแบบจำลองที่ 3 พื้นที่พยากรณ์ โดยใช้ข้อมูล Archive ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ สำหรับพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน

พื้นที่พยากรณ์	ระดับความเชื่อมั่น	ความไวของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม	ความแม่นยำของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม
อ.เมืองตรัง	ต่ำ (20%-40%)	92.31	40.32
	ปานกลาง (40%-60%)	88.46	57.14
	สูง (60%-90%)	76.92	66.67
อ.ทุ่งสง	สูง (60%-90%)	91.67	100.00
อ.เมืองชุมพร	ปานกลาง (40%-60%)	92.86	68.42
	สูง (60%-90%)	64.29	100.00

จากตารางที่ 3.37 สำหรับผลประสิทธิภาพจากการใช้ชุดข้อมูลแบบ Archive ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกใช้จริงในแพลตฟอร์ม พบว่าที่ อ.เมืองตรัง แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง และแบบจำลองพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูง ให้ผลประสิทธิภาพนี้เป็นผลประสิทธิภาพที่เป็นไปตามความคาดหวังของ และสำหรับการทดสอบแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมกับ อ.ทุ่งสง พบว่าให้ผลประสิทธิภาพโดยรวมที่ดีมาก พบว่าให้ประสิทธิภาพทั้งความไวของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (Pulse Recall) และความแม่นยำของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (Pulse Precision) ที่สูงพร้อมกัน จึงไม่มี

ความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำหรือปานกลาง (แต่สำหรับการใช้งานจริงผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นสูง จะถูกนำไปเป็นผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง และระดับความเชื่อมั่นต่ำ) และสำหรับผลประสิทธิภาพการพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมสำหรับพื้นที่ขยายผล อ.เมืองชุมพร พบว่าแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลางให้ และแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูงให้ผลประสิทธิภาพตามที่คาดหวัง และไม่จำเป็นต้องมีแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ (แต่สำหรับการใช้งานจริงผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นปานกลาง จะถูกนำไปเป็นผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำ)

จากผลประสิทธิภาพของแบบจำลองพบว่าแบบจำลองที่ 3 มีผลประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 ซึ่งถึงแม้ว่าจะใช้ชุดข้อมูลปริมาณฝน ERA 5 (ข้อมูลปริมาณฝน ERA-5 เป็นข้อมูลปริมาณฝนที่ถูกคำนวณจากการวิเคราะห์ Analysis ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลพยากรณ์แบบ Archive ดังนั้นความถูกต้องของข้อมูล ERA 5 ย่อมถูกต้องมากกว่า Archive) แบบจำลองที่ 1 และแบบจำลองที่ 2 ให้ผลประสิทธิภาพที่แย่กว่าแบบจำลองที่ 3 และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเหตุการณ์พยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ พบว่า มีความสอดคล้องกันของการพยากรณ์ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ นั่นคือ ถ้าแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูงทำนายว่ามีการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นที่ต่ำกว่า ก็มีโอกาสทำนายออกมาใกล้เคียงหรือซ้อนทับกัน เนื่องจากแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่ระดับความเชื่อมั่นสูงจะมีความแม่นยำในการทำนาย และมีความไวที่ต่ำ ในขณะที่เดียวกันแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมที่มีระดับความเชื่อมั่นต่ำจะมีความไวที่สูง ซึ่งการผสมผสานผลลัพธ์ของแบบจำลองที่ระดับความเชื่อมั่นในต่าง ๆ จะทำให้ผู้ใช้มีทางเลือกสามารถตัดสินใจในการรับมือกับสถานการณ์น้ำท่วมที่เหมาะสมต่อความต้องการและความเสี่ยงที่สามารถรับได้ ดังนั้นโครงการฯ จึงได้คัดเลือกแบบจำลองที่ 3 สำหรับการนำไปใช้ในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมล่วงหน้าในแพลตฟอร์มการติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะในพื้นที่พยากรณ์ อ.เมืองตรัง จ.ตรัง และ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช

บทที่ 4

การออกแบบและสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม

บทนี้แนะนำเสนอการออกแบบและสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม โดยนำเสนอแนวความคิดในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม จากนั้นได้นำเสนอผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม นำเสนอวิธีการ/ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา และการนำเสนอผลการวิจัยและวิจารณ์ผล ตามด้วยการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ โดยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

4.1 ทฤษฎี และแนวความคิด

การประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมโดยปกติจะมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดมูลค่าความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมในสถานการณ์ต่างๆ และสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำท่วม โดยทั่วไป การประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมสามารถประเมินได้ทั้งความเสียหายทางตรงและทางอ้อม ความเสียหายโดยตรง คือ ความเสียหายที่เกิดจากการถูกน้ำท่วมโดยตรง เช่น น้ำท่วมอสังหาริมทรัพย์ ถนนและสิ่งอำนวยความสะดวก สำหรับความเสียหายทางอ้อม ได้แก่ ความเสียหายทางด้านจิตใจ ผลกระทบทางสังคมและสุขภาพที่เกิดขึ้นระหว่างและ/หรือหลังเหตุการณ์น้ำท่วม น้ำท่วมสามารถส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม ระบบนิเวศน์ และสิ่งแวดล้อม ในหลายประเทศ ความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากน้ำท่วมมักประเมินจากการสูญเสียทรัพย์สิน วิธีการที่นิยมใช้ในการประเมินความเสียหายจากน้ำท่วม ได้แก่ การใช้แบบจำลองเชิงตัวเลข (Numerical Models) การหาเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย (Depth-Damage Curves) และเครื่องมือในการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision-Making Tools)

การศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมด้วยวิธีเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย (Depth-Damage Curves) ซึ่งเป็นวิธีการประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมที่นิยมใช้กันมากที่สุด วิธีเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย เป็นการหาความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันระหว่างความลึกของระดับน้ำที่ท่วมในพื้นที่กับอัตราความเสียหาย โดยทั่วไประดับน้ำท่วมที่สูงขึ้นจะทำให้อัตราความเสียหายเพิ่มขึ้น

$$\text{อัตราความเสียหายจากน้ำท่วม} = f(\text{ความลึกของระดับน้ำที่ท่วมในพื้นที่})$$

การประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมด้วยวิธีเส้นโค้งความลึก-ความเสียหายจำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลจำนวนมาก เช่น มูลค่าของสิ่งปลูกสร้าง ประเภทของสิ่งปลูกสร้าง จำนวนชั้นของสิ่งปลูกสร้าง ระดับความลึกของน้ำที่ท่วม เป็นต้น เพื่อประเมินมูลค่าความเสียหายของสิ่งปลูกสร้าง โดยทั่วไปแล้ว มูลค่าความเสียหายต่อที่ดินเชิงพาณิชย์ที่ถูกรน้ำท่วมจะมีมูลค่ามากกว่ามูลค่าความเสียหายต่อที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม หรือที่ดินเพื่ออยู่อาศัย โดยทั่วไปสามารถคำนวณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมได้ดังสมการต่อไปนี้

$$flood_damage = \sum_{i=1}^n affected_property_area_i * property_price_i * damage_factor_i(\%)$$

flood_damage คือ มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม (บาท)

affected_property_area_i คือ พื้นที่ของสิ่งปลูกสร้างชนิดที่ *i* ที่ได้รับความเสียหายจากน้ำท่วม (ตารางเมตร)

property_price_i คือ ราคาตลาดของสิ่งปลูกสร้างชนิดที่ *i* ที่ได้รับความเสียหายจากน้ำท่วม (บาท/ตารางเมตร)

damage_factor_i(%) คือ อัตราความเสียหายของสิ่งปลูกสร้างชนิดที่ *i* ตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วม ซึ่งสะท้อนอัตราส่วนของมูลค่าสิ่งปลูกสร้างที่เสียหายจากน้ำท่วมต่อมูลค่าทั้งหมดของสิ่งปลูกสร้างก่อนเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม

โดยอัตราความเสียหายของสิ่งปลูกสร้าง (*damage_factor_i(%)*) จะขึ้นอยู่กับประเภทของสิ่งปลูกสร้างจำนวนชั้นของสิ่งปลูกสร้าง และอัตราความเสียหายของสิ่งอำนวยความสะดวกในสิ่งปลูกสร้างของที่ดินแปลงที่ถูกรน้ำท่วม เช่น อัตราความเสียหายของสิ่งปลูกสร้างจะแปรผกผันกับจำนวนชั้นของสิ่งปลูกสร้าง เช่น สิ่งปลูกสร้างที่สูง 10 ชั้น จะมีอัตราความเสียหายของสิ่งปลูกสร้างน้อยกว่าสิ่งปลูกสร้างที่สูงเพียง 5 ชั้น เป็นต้น

เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลรวมถึงระยะเวลาและงบประมาณ การศึกษาครั้งนี้ทำการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์ทางตรงจากเหตุการณ์น้ำท่วม ซึ่งสะท้อนความเสียหายเชิงกายภาพของสิ่งปลูกสร้างที่เกิดจากการถูกรน้ำท่วม โดยใช้แนวคิด Replacement cost ซึ่งสะท้อนต้นทุนในการซ่อมแซมหรือก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างใหม่เพื่อทดแทนสิ่งปลูกสร้างเดิมที่เสียหายจากน้ำท่วม ณ ราคาตลาดปัจจุบันด้วยสิ่งปลูกสร้างที่คล้ายคลึงกัน

4.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานศึกษานี้ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมจากการงานวิจัยในอดีตทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมซึ่งมีการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ รวมถึงหนังสือและรายงานวิชาการจากหน่วยงานต่างๆ ที่เป็นที่ยอมรับซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

การประเมินความเสียหายจากน้ำท่วมโดยปกติจะมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดมูลค่าความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมในสถานการณ์ต่างๆ และสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการน้ำท่วม โดยทั่วไป การประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมสามารถประเมินได้ทั้งความเสียหายทางตรงและทางอ้อม ความเสียหายโดยตรง คือ ความเสียหายที่เกิดจากการถูกน้ำท่วมโดยตรง เช่น น้ำท่วมอสังหาริมทรัพย์ ถนน และสิ่งอำนวยความสะดวก สำหรับความเสียหายทางอ้อม ได้แก่ ความเสียหายทางด้านจิตใจ ผลกระทบทางสังคมและสุขภาพที่เกิดขึ้นระหว่างและ/หรือหลังเหตุการณ์น้ำท่วม น้ำท่วมสามารถส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม ระบบนิเวศน์ และสิ่งแวดล้อม ในหลายประเทศ ความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่เกิดจากน้ำท่วมมักประเมินจากการสูญเสียทรัพย์สิน วิธีการที่นิยมใช้ในการประเมินความเสียหายจากน้ำท่วม ได้แก่ การใช้แบบจำลองเชิงตัวเลข (Numerical Models) การหาเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย (Depth-Damage Curves) และเครื่องมือในการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision-Making Tools)

Komolafe et al. (2019) นับเป็นงานหนึ่งที่ใช้วิธีการหาเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย (Depth-Damage Curves) โดยทำการวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดน้ำท่วมและพัฒนาฟังก์ชันการสูญเสียเพื่อประมาณการความเสียหายทางเศรษฐกิจจากอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในจังหวัดปทุมธานีและพระนครศรีอยุธยา ในประเทศไทย งานศึกษาได้รวบรวมข้อมูลความเสียหายเชิงประจักษ์จาก 118 ตัวอย่าง ด้วยแบบสอบถาม และวิเคราะห์ถดถอยเชิงแบบพหุคูณเพื่อหาฟังก์ชันการสูญเสียสำหรับอาคารที่พักอาศัยโดยภาพรวมซึ่งคำนึงถึงหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาพบว่า ภายใต้สภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาความลึกของน้ำและอายุของอาคารเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดมูลค่าความเสียหาย

Kim et al. (2020) ก็เป็นอีกหนึ่งงานที่ใช้วิธีการหาเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย (Depth-Damage Curves) โดยงานศึกษานี้ได้ทำการคาดการณ์น้ำท่วมในกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ จากฝนตกหนักและการมีส่วนร่วมของระบบระบายน้ำในการบรรเทาปัญหาน้ำท่วม งานศึกษานี้ได้เลือกใช้แบบจำลองระดับความสูงดิจิทัล (Digital Elevation Model: DEM) ด้วยความละเอียด 1 × 1 เมตร จากอุปกรณ์ที่ใช้แสงเพื่อตรวจจับและคาดคะเนระยะทางของวัตถุ (Light Detection and Ranging: LiDAR) และแบบจำลองระดับความสูงดิจิทัลที่มีความละเอียด 10 × 10 เมตร บนแผนที่ดิจิทัลในอัตราส่วน

1:5,000 งานศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์ความเสียหายจากน้ำท่วมแบบหลายมิติเพื่อประเมินความเสียหายทางเศรษฐกิจและมูลค่าสินทรัพย์ของอาคารแต่ละประเภทโดยเชื่อมโยงกับต้นทุนการก่อสร้างอาคาร อัตราส่วนคร่าวเรือน และพื้นที่อาคาร โดยรวบรวมข้อมูลสถิติของเขตปกครอง การระบุและตรวจสอบข้อมูลสินทรัพย์ และคำนวณความเสียหายจากน้ำท่วมตามมูลค่าที่อยู่อาศัย การสำรวจพื้นที่ที่อยู่อาศัยได้ คำนึงถึงอาคารและทรัพย์สินในอาคาร การคำนวณทรัพย์สินในอาคารขึ้นอยู่กับมูลค่าของของใช้ในครัวเรือนที่อยู่อาศัยซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของอาคาร มูลค่าสินทรัพย์ในอาคารสามารถคำนวณได้จากจำนวนคร่าวเรือน ประเภทอาคาร และค่าเฉลี่ยของมูลค่าสินทรัพย์ในอาคารสำหรับประเภทอาคารนั้น มูลค่าความเสียหายต่ออาคารคำนวณโดยการคูณมูลค่าสินทรัพย์ของอาคารในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบด้วยอัตราส่วนน้ำท่วมซึ่งอ้างอิงจากประมาณการระดับน้ำท่วมและอัตราความเสียหายจากน้ำท่วม งานศึกษาของ Kim et al. (2020) ได้ใช้อัตราความเสียหายของอาคารจากความลึกของระดับน้ำที่ท่วมจำแนกตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากนั้นจึงคำนวณความเสียหายของอาคารในแต่ละระดับน้ำท่วม ตามร้อยละของความเสียหายของอาคาร ซึ่งพบว่ามูลค่าความเสียหายมีค่าเท่ากับ 119.6 และ 55.8 ล้านดอลลาร์สหรัฐจากแบบจำลองระดับความสูงดิจิทัล 1 และ 10 เมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 อัตราความเสียหายของอาคารตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วม

ประเภทโครงสร้าง	0.0-0.5 เมตร	0.5-1.0 เมตร	1.0-2.0 เมตร	2.0-3.0 เมตร	มากกว่า 3.0 เมตร
บ้านเดี่ยว	14.5%	32.6%	50.8%	92.8%	100%
อพาร์ทเมนต์	$14.5\% / n_1 + \alpha\%$	$32.6\% / n_1 + \alpha\%$	$50.8\% / n_1 + \alpha\%$	$92.8\% / n_1 + \alpha\%$	$100\% / n_1 + \alpha\%$
ห้องแถว	$14.5\% / n_2 + 100 * \beta\%$	$32.6\% / n_2 + 100 * \beta\%$	$50.8\% / n_2 + 100 * \beta\%$	$90.8\% / n_2 + 100 * \beta\%$	$100\% / n_1 + 100 * \beta\%$

ที่มา : MOLIT (2004)

หมายเหตุ : n_1 คือ จำนวนชั้นของอพาร์ทเมนต์ n_2 คือ จำนวนของชั้นห้องแถว α คือ อัตราความเสียหายของสิ่งอำนวยความสะดวกในอพาร์ทเมนต์และ β คือ อัตราส่วนที่อยู่อาศัยใต้ดินของห้องแถว

นอกจากนั้น แล้ว Romali and Yusop (2021) ได้พยายามที่จะสร้างกรอบแนวคิดในการประเมินความเสียหายและความเสี่ยงจากน้ำท่วมของเมืองเซกามัตในรัฐยะโฮร์ ประเทศมาเลเซีย โดยทำการวิเคราะห์ครอบคลุมหลายมิติของน้ำท่วม ได้แก่ อันตราย (Hazard) (ลักษณะของน้ำท่วม) การสัมผัส (Exposure) (มูลค่าขององค์ประกอบที่สัมผัส) และความเปราะบาง (Vulnerability) (เส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย) ใช้ในการประมาณค่าความเสียหายจากน้ำท่วม งานศึกษาได้พัฒนาแบบจำลองน้ำท่วมและการทำแผนที่โดยใช้ HEC-HMS/RAS และ Arc GIS ตามลำดับ เพื่อหาความลึกและขอบเขตของน้ำท่วม โดยมูลค่าความเสียหายคำนวณจากผลคูณของจำนวนหน่วยทรัพย์สินที่ได้รับความเสียหายกับมูลค่าต่อหน่วยของทรัพย์สินนั้นและร้อยละความเสียหาย ผลการศึกษาพบว่ามูลค่าความเสียหายต่อปีสำหรับพื้นที่พักอาศัย (50,112 ยูนิต) และพื้นที่เชิงพาณิชย์ (อาคาร 9,318 ยูนิต) เท่ากับ 12.59 ล้านริงกิตและ 2.96 ล้านริงกิตตามลำดับ

Huizinga et al. (2017) ก็เป็นอีกหนึ่งงานที่ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อหาเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย (Depth-Damage Curves) แต่แตกต่างจากงานวิจัยอื่นเนื่องทำการหาเส้นโค้งความลึก-ความเสียหายในระดับโลก ขณะที่งานวิจัยในอดีตหาเส้นโค้งความลึก-ความเสียหายในประเทศใดประเทศหนึ่งหรือพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง งานศึกษานี้นำเสนอฟังก์ชันความเสียหายเชิงลึกที่ครอบคลุมถึง 214 ประเทศ จำแนกเป็น 6 กลุ่มหลัก ได้แก่ อาคารที่พักอาศัย การค้า อุตสาหกรรม การขนส่ง โครงสร้างพื้นฐาน และเกษตรกรรม โดยมูลค่าความเสียหายอ้างอิงจากการสำรวจต้นทุนการก่อสร้างจากบริษัทก่อสร้างข้ามชาติ ซึ่งจัดทำชุดข้อมูลต้นทุนการก่อสร้างโดยละเอียดที่สอดคล้องกันในหลายสิบประเทศ ชุดค่าความเสียหายจากน้ำท่วมสูงสุดที่สอดคล้องกันสำหรับทุกประเทศได้รับการคำนวณโดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยด้วยตัวบ่งชี้การพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของโลก ตารางที่ 4.2 แสดงอัตราความเสียหายเฉลี่ยตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมในทวีปเอเชียจำแนกตามประเภทของอาคารและทรัพย์สินในภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ

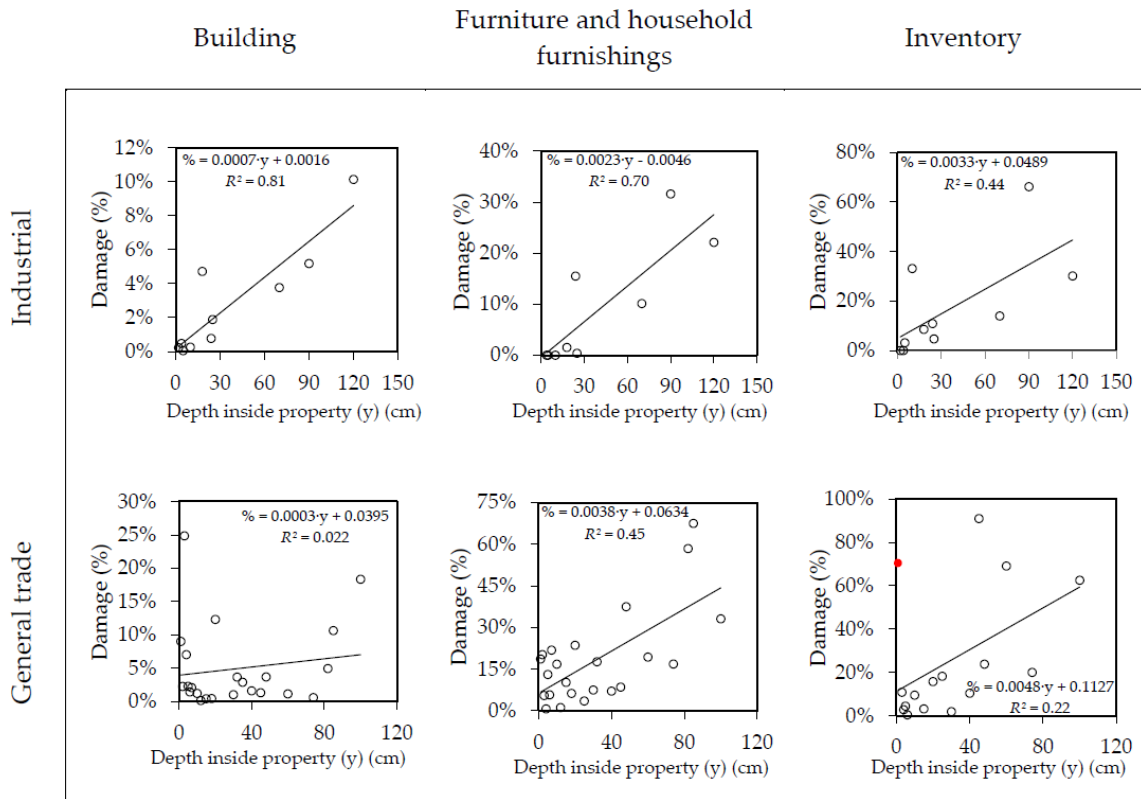
ตารางที่ 4.2 อัตราความเสียหายเฉลี่ยตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมในทวีปเอเชีย

จำแนกตามประเภทภาคเศรษฐกิจ

ความลึกของ ระดับน้ำที่ ท่วม (เมตร)	อัตราความเสียหาย					
	อาคารที่ อยู่อาศัย	การค้า	อุตสาหกรรม	การขนส่ง	โครงสร้าง พื้นฐาน	เกษตรกรรม
0.0	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0.5	33%	38%	28%	36%	25%	17%
1.0	49%	54%	48%	57%	42%	37%
1.5	62%	66%	63%	73%	55%	51%
2.0	72%	76%	72%	85%	65%	56%
3.0	87%	88%	86%	100%	80%	69%
4.0	93%	94%	91%	100%	90%	83%
5.0	98%	98%	96%	100%	100%	97%
6.0	100%	100%	100%	100%	100%	100%

ที่มา : Huizinga et al. (2017)

นอกจากนั้น Martinez-Gomariz et al. (2020) ได้พัฒนาเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย (Depth-Damage Curves) ของพื้นที่เมืองบาเซโลน่า ประเทศสเปน โดยวิเคราะห์ครอบคลุม 378 รายการทรัพย์สินที่ได้รับความเสียหายจากอุทกภัยในระดับประเทศซึ่งได้มีการบันทึกจากการประเมินความเสียหายจริงโดยนักสำรวจผู้เชี่ยวชาญด้านน้ำท่วม โดยได้รวมค่าชดเชยและความลึกของน้ำท่วมภายในทรัพย์สิน โดยรวบรวมข้อมูลจากเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในช่วงปี 2555 ถึง 2561 และเทศบาลต่างๆ ของสเปนที่มีระดับเศรษฐกิจแตกต่างกัน ซึ่งตั้งอยู่ที่ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และพื้นที่ Cantabrian (น้ำท่วมในลุ่มน้ำ) โดยความสัมพันธ์ของความลึกของน้ำภายในทรัพย์สินกับความเสียหายต่ออาคารเฟอร์นิเจอร์ และของตกแต่งบ้านและสินค้าคงคลังสำหรับการใช้ในทรัพย์สินทางอุตสาหกรรมและการค้าทั่วไป ได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของความลึกของน้ำภายในทรัพย์สินกับความเสียหายต่ออาคาร เฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งบ้านและสินค้าคงคลังสำหรับการใช้ในทรัพย์สินทางอุตสาหกรรมและการค้าทั่วไป

นอกเหนือจากการใช้วิธีการหาเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย (Depth–Damage Curves) ในการประเมินความเสียหายจากน้ำท่วมแล้ว งานศึกษาในอดีตยังได้ประยุกต์ใช้วิธีอื่น เช่น Chen et al. (2016) ทำการประเมินความเสียหายจากน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นและจัดทำดัชนีความเสี่ยงน้ำท่วมของเมืองไถจง ประเทศไต้หวัน โดยน้ำท่วมเป็นหนึ่งในภัยธรรมชาติที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตและความสูญเสียทางเศรษฐกิจหลายล้านดอลลาร์ทุกปี งานศึกษาได้ใช้แบบสอบถามเชิงกระบวนการเพื่อจัดลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่งรวมถึงปัจจัยของประเภทการใช้ที่ดินต่างๆ ได้รับการออกแบบและตอบแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ 33 คนจากภาครัฐ ภาคอุตสาหกรรม และสถาบันการศึกษาในไต้หวัน จากนั้นจัดทำดัชนีความเสี่ยงน้ำท่วมโดยรวมศักยภาพของน้ำท่วมและคะแนนความเสียหายจากน้ำท่วม ซึ่งผลการศึกษาพบว่าความเสี่ยงน้ำท่วมจะสูงขึ้นตามถนนสายหลักและช่องทางหลักของแม่น้ำ Fazih

ขณะที่ Prihantini (2020) ทำการประเมินความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากภัยพิบัติน้ำท่วมของประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตเมืองของลำปาง รีเจนซี จังหวัดชวาตะวันออก ประเทศอินโดนีเซีย โดยเลือกใช้วิธี Averting Behavior ซึ่งเป็นเครื่องมือในการประมาณผลกระทบ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ โดยข้อมูลปฐมภูมิได้จากการสัมภาษณ์โดยตรงในแบบสอบถามแก่ผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งครอบคลุม ข้อมูลความเสียหายทางกายภาพจากภัยพิบัติน้ำท่วม การดำเนินการของ

ชุมชนเมื่อเผชิญกับภัยพิบัติน้ำท่วม ส่วนข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่วิจัยและข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Snowball Random Sampling มูลค่าของการสูญเสียทางเศรษฐกิจเนื่องจากน้ำท่วมในหมู่บ้าน Dalpinang, Sampang Regency ที่คำนวณได้ในงานวิจัยนี้ครอบคลุมความสูญเสียทั้งทางตรงและทางอ้อม ความสูญเสียทางเศรษฐกิจโดยตรง ได้แก่ การสูญเสียเครื่องใช้ในบ้านและค่าซ่อมแซมบ้านและเครื่องใช้ในบ้าน ความสูญเสียทางเศรษฐกิจทางอ้อม ได้แก่ ค่ารักษาพยาบาล ประกอบด้วย ค่ารักษาพยาบาล การสูญเสียรายได้เนื่องจากการว่างงาน และความสูญเสียทางการศึกษา ผลการวิจัยพบว่ามูลค่าของความสูญเสียที่ผู้คนได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมอยู่ที่ 5,881,948,800 รูเปียห์ การสูญเสียนี้ประกอบด้วยความสูญเสียทางโครงสร้าง การสูญเสียทรัพย์สินในครัวเรือน ความเสียหายของยานพาหนะ การสูญเสียเงินเดือนหรือรายได้ การสูญเสียสุขภาพสำหรับการรักษาพยาบาล และการสูญเสียด้านการศึกษา

จากการทบทวนวรรณกรรม สิ่งที่จะนำมาใช้สำหรับการศึกษานี้มีดังนี้ 1) การศึกษานี้จะเน้นไปที่การประเมินมูลค่าความเสียหายทางตรงเชิงเศรษฐกิจ (Direct Economic Damage Assessment) จากเหตุการณ์น้ำท่วมเป็นหลักเนื่องจากข้อมูลจำกัดของข้อมูลที่ต้องใช้จำนวนมาก 2) การศึกษานี้จะทำการประยุกต์ใช้ค่าอัตราความเสียหาย (Damage Rate) จำแนกตามประเภทของสิ่งปลูกสร้างที่ได้จากงานวิจัยที่ทบทวนซึ่งประมาณได้มาจากวิธีการหาเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย (Depth-Damage Curves) ที่นำเสนอโดย Kim et al. (2020) และ Huizinga et al. (2017) เป็นหลัก และ 3) การทบทวนวรรณกรรมทำให้ทราบถึงข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในแบบจำลอง โดยสามารถใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่มีการจัดเก็บไว้ในหน่วยงานต่างๆ และงานศึกษาในอดีต อาทิ ราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างตามพระราชบัญญัติการประเมินราคาทรัพย์สินเพื่อประโยชน์ของรัฐ พ.ศ. 2562 ระเบียบ (พ.ศ. 2566-2569) ข้อมูลมูลค่าตลาดของที่ดินและสิ่งปลูกสร้างซึ่งจัดเก็บได้จากแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนไทยที่จัดเก็บโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ อัตราความเสียหายของสิ่งปลูกสร้างตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วม และข้อมูลปฐมภูมิซึ่งคำนวณค่าความสูงของพื้นที่ (เมตร) จากระดับน้ำทะเลด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR

4.3 วิธีการ/ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนา

การพัฒนาแบบจำลองและประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและพัฒนาดังต่อไปนี้

1. รวบรวมข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างของเทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลนครตรัง และเทศบาลเมืองชุมพร

2. สร้างตัวแปร “Use_for_damage_estimate” เพื่อระบุแถวที่จะทำการคำนวณมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม เนื่องจากข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างของเทศบาลทั้งสามแห่งมีบางแปลงที่ไม่ระบุมูลค่าของสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งอาจจะเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลหรือที่ดินแปลงนั้น ไม่มีสิ่งปลูกสร้าง โดยตัวแปร “Use_for_damage_estimate” มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อที่ดินแปลงนั้นสามารถนำไปคำนวณมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมได้ และเท่ากับ 0 เมื่อที่ดินแปลงนั้นไม่สามารถนำไปคำนวณมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมได้ โดยการศึกษาครั้งนี้สมมติว่ามูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมจะเท่ากับศูนย์ในระยะสั้นหากที่ดินแปลงนั้นไม่มีสร้างปลูกสร้างซึ่งสอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยในอดีต โดยที่ดินในแต่ละแปลงที่ไม่ได้นำมาประเมินมูลค่าความเสียหายมีรายละเอียดดังนี้
 - ก. เป็นแปลงที่ดินที่ “ทิ้งไว้ว่างเปล่าหรือไม่ได้ทำประโยชน์ตามควรแก่สภาพ”
 - ข. เป็นแปลงที่ดินที่ไม่ได้กรอกข้อมูลการใช้ประโยชน์ “Blank” หรือไม่ได้ระบุการใช้ประโยชน์ “-“ (ไม่ระบุข้อมูล)
 - ค. เป็นแปลงที่ดินที่ไม่ได้ระบุมูลค่าของสิ่งปลูกสร้าง
3. ใช้ตัวแปร B_price จากข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างของเทศบาลทั้ง 3 แห่งซึ่งแสดงมูลค่าของสิ่งปลูกสร้างทั้งหมดของที่ดินแต่ละแปลงที่ยังไม่หักค่าเสื่อม เพราะกรณีสิ่งปลูกสร้างเกิดเสียหายจากน้ำท่วม เจ้าของสิ่งปลูกสร้างจำเป็นที่จะต้องลงทุนซ่อมแซมสิ่งปลูกสร้างใหม่และมีค่าใช้จ่ายตามราคาตลาดของวัสดุที่ใช้ซ่อมแซมหรือก่อสร้างสร้างปลูกสร้างใหม่ตามแนวคิด Replacement cost
4. ปรับราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างตามพระราชบัญญัติการประเมินราคาทรัพย์สินเพื่อประโยชน์ของรัฐ พ.ศ. 2562 รอบบัญชี (พ.ศ. 2566-2569) ในข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างของเทศบาลทั้งสามแห่งให้เป็นราคาประเมินตามราคาตลาด โดยใช้ข้อมูลราคาตลาดของสิ่งปลูกสร้างจากแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2564 โดยคำนวณหาพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเฉลี่ยต่อตารางเมตร ซึ่งคำนวณจากพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเฉลี่ยต่อแปลงในแต่ละประเภทของสินทรัพย์จากข้อมูลสิ่งปลูกสร้างของเทศบาล และนำมาหารข้อมูลมูลค่าสิ่งปลูกสร้างจากแบบสำรวจสภาพเศรษฐกิจและสังคมซึ่งไม่มีข้อมูลพื้นที่ของสิ่งปลูกสร้าง
5. สร้างตัวแปร “จำนวนชั้นของสิ่งปลูกสร้าง” เพื่อใช้สำหรับคำนวณมูลค่าความเสียหาย ซึ่งมีความสูงตั้งแต่ 1 ชั้น 1.5 ชั้น 2 ชั้น 2.5 ชั้น 3 ชั้น 3.5 ชั้น 4 ชั้น 4.5 ชั้น 5 ชั้น 5.5 ชั้น 6 ชั้น และตั้งแต่ 7 ชั้น ขึ้นไป

6. สร้างตัวแปร “ประเภทภาคเศรษฐกิจ” เพื่อใช้สำหรับคำนวณสูตรประเมินมูลค่าความเสียหาย โดยจำแนกออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ อาคารที่อยู่อาศัย การค้า อุตสาหกรรม โครงสร้างพื้นฐาน และเกษตรกรรม
7. สร้างตัวแปร “ประเภทสิ่งปลูกสร้าง” เพื่อจำแนกสิ่งปลูกสร้างที่มีความสูงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั้น และสิ่งปลูกสร้างที่มีความสูงมากกว่า 2 ชั้น ขึ้นไป เพื่อใช้สำหรับคำนวณอัตราความเสียหายจากน้ำท่วม โดยจำแนกประเภทสิ่งปลูกสร้างออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ 1) บ้านเดี่ยวไม่เกิน 2 ชั้น 2) บ้านเดี่ยวและสิ่งปลูกสร้างเกิน 2 ชั้น ทาวน์เฮ้าส์ ตึกแถว และห้องแถว 3) อพาร์ทเมนต์ 4) การค้า 5) อุตสาหกรรม 6) โครงสร้างพื้นฐาน และ 7) เกษตรกรรม โดยอัตราความเสียหายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถคำนวณได้ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งได้ทำการปรับปรุงจาก Kim (2018) โดย n คือ จำนวนชั้นของสิ่งปลูกสร้าง α คือ อัตราความเสียหายของสิ่งอำนวยความสะดวกในสิ่งปลูกสร้างซึ่งการศึกษานี้สมมติให้มีค่าเท่ากับ 9.67% ของมูลค่าของสิ่งอำนวยความสะดวก นอกจากนั้นเพื่อให้อัตราความเสียหายที่ประเมินละเอียดขึ้นกว่างานของ Kim (2018) งานศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งชั้นของระดับความลึกของน้ำที่ท่วมของบ้านเดี่ยวไม่เกิน 2 ชั้น อพาร์ทเมนต์ และบ้านเดี่ยวและสิ่งปลูกสร้างเกิน 2 ชั้น ทาวน์เฮ้าส์ ตึกแถว และห้องแถว ออกเป็น 9 ระดับ ได้แก่ 0.00 เมตร 0.01-0.25 เมตร 0.26-0.50 เมตร 0.51-0.75 เมตร 0.76-1.00 เมตร 1.01-1.50 เมตร 1.51-2.00 เมตร 2.01-3.00 เมตร และ 3.01 เมตร เป็นต้นไป

ตารางที่ 4.3 อัตราความเสียหายของสิ่งปลูกสร้างตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ความลึกของระดับน้ำที่ท่วม (เมตร)	บ้านเดี่ยวไม่เกิน 2 ชั้น	อพาร์ทเมนต์	บ้านเดี่ยวและสิ่งปลูกสร้างเกิน 2 ชั้น ทาวน์เฮ้าส์ ตึกแถว และห้องแถว
0.00	0%	0%	0%
0.01-0.25	7.25%	$7.25\% / n + \alpha\%$	$7.25\% / n$
0.26-0.50	14.50%	$14.50\% / n + \alpha\%$	$14.50\% / n$
0.51-0.75	23.55%	$23.55\% / n + \alpha\%$	$23.55\% / n$
0.76-1.00	32.60%	$32.60\% / n + \alpha\%$	$32.60\% / n$
1.01-1.50	41.70%	$41.70\% / n + \alpha\%$	$41.70\% / n$
1.51-2.00	50.80%	$50.80\% / n + \alpha\%$	$50.80\% / n$
2.01-3.00	92.80%	$92.80\% / n + \alpha\%$	$92.80\% / n$
3.01 เป็นต้นไป	100.00%	$100.00\% / n + \alpha\%$	$100.00\% / n$

ที่มา : ปรับปรุงจาก Kim (2018)

หมายเหตุ : n คือ จำนวนชั้นของสิ่งปลูกสร้าง α คือ อัตราความเสียหายของสิ่งอำนวยความสะดวกในสิ่งปลูกสร้าง โดยการศึกษาครั้งนี้สมมติให้มีค่าเท่ากับ 9.67% ของมูลค่าของสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้อัตราความเสียหายในช่วงความลึกของระดับน้ำที่ท่วม 0.01-0.50 เมตร เท่ากับบ้านเดี่ยวไม่เกิน 2 ชั้น

สำหรับสิ่งปลูกสร้างที่นอกเหนือจากตารางที่ 4.3 การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้อัตราความเสียหายเฉลี่ยตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมในทวีปเอเชียจำแนกตามประเภทภาคเศรษฐกิจซึ่งได้ปรับปรุงเพิ่มจากการนำข้อมูลจาก Huizinga et al. (2018) ซึ่งแบ่งชั้นของระดับความลึกของน้ำที่ท่วมออกเป็น 12 ระดับ ได้แก่ 0.00 เมตร 0.01-0.25 เมตร 0.26-0.50 เมตร 0.51-0.75 เมตร 0.76-1.00 เมตร 1.01-1.50 เมตร 1.51-2.00 เมตร 2.01-3.00 เมตร 3.01-4.00 เมตร 4.01-5.00 เมตร และ 5.01 เมตร เป็นต้นไป โดยสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 อัตราความเสียหายเฉลี่ยตามความลึก
จำแนกตามประเภทภาคเศรษฐกิจที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ความลึกของระดับน้ำที่ท่วม (เมตร)	อัตราความเสียหาย			
	การค้า	อุตสาหกรรม	โครงสร้างพื้นฐาน	เกษตรกรรม
0.00	0%	0%	0%	0%
0.01-0.25	19%	14%	12.5%	8.5%
0.26-0.50	38%	28%	25%	17%
0.51-0.75	46%	38%	33.5%	27%
0.76-1.00	54%	48%	42%	37%
1.01-1.25	60%	55.5%	48.5%	44%
1.26-1.50	66%	63%	55%	51%
1.51-2.00	76%	72%	65%	56%
2.01-3.00	88%	86%	80%	69%
3.01-4.00	94%	91%	90%	83%
4.01-5.00	98%	96%	100%	97%
5.01 เป็นต้นไป	100%	100%	100%	100%

ที่มา : ปรับปรุงจาก Huizinga et al. (2018)

ตารางที่ 4.5 แสดงสิ่งปลูกสร้างต่างๆ จำแนกตามภาคเศรษฐกิจซึ่งประกอบด้วย 6 ประเภท ได้แก่ อาคารที่อยู่อาศัย อพาร์ทเมนต์ การค้า อุตสาหกรรม โครงสร้างพื้นฐาน และเกษตรกรรม โดย 1) อาคารที่อยู่อาศัย ประกอบด้วย บ้านเดี่ยว บ้านแถว (ทาวน์เฮาส์) ห้องแถว และตึกแถว 2) อพาร์ทเมนต์ ประกอบด้วย อาคารอยู่อาศัยรวมความสูงไม่เกิน 5 ชั้น และอาคารอยู่อาศัยรวมความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป 3) การค้า ประกอบด้วย โรงแรมความสูงไม่เกิน 5 ชั้น โรงแรมความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป โรงมหรสพ สถานพยาบาล สำนักงาน ความสูงไม่เกิน 5 ชั้น ภัตตาคาร ห้างสรรพสินค้า อาคารพาณิชย์ประเภทค้าปลีกค้าส่ง สถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ตลาดพื้นที่ไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร ตลาดพื้นที่เกินกว่า 1,000 ตารางเมตร อาคารพาณิชย์ประเภทโฮมออฟฟิศ อาคารพาณิชย์ประเภทโชว์รูม ลานกีฬา อเนกประสงค์ พื้นที่ตั้งป้ายโฆษณา และสระว่ายน้ำ 4) อุตสาหกรรม ประกอบด้วย คลังสินค้าพื้นที่ไม่เกิน 300 ตารางเมตร คลังสินค้าพื้นที่เกินกว่า 300 ตารางเมตร สถานศึกษา โรงงาน และ โรงงานซ่อมรถยนต์ 5) โครงสร้างพื้นฐาน ประกอบด้วย โรงจอดรถ อาคารจอดรถ ห้องน้ำรวม และลานคอนกรีต และ 6) เกษตรกรรม ประกอบด้วย โรงเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 4.5 สิ่งปลูกสร้างจำแนกตามภาคเศรษฐกิจ

ประเภทภาคเศรษฐกิจ	ประเภทของสิ่งปลูกสร้าง
อาคารที่อยู่อาศัย	100-บ้านเดี่ยว 200-ประเภทบ้านแถว (ทาวน์เฮาส์) 300-ประเภทห้องแถว 400-ประเภทตึกแถว
อพาร์ทเมนต์	520-1-อาคารอยู่อาศัยรวมความสูงไม่เกิน 5 ชั้น 520-2-อาคารอยู่อาศัยรวมความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป
การค้า	506-1-โรงแรมความสูงไม่เกิน 5 ชั้น 506-2-โรงแรมความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป 507-โรงแรมหรู 508-สถานพยาบาล 509-1-สำนักงาน ความสูงไม่เกิน 5 ชั้น 510-ภัตตาคาร 511-1-ห้างสรรพสินค้า 511-2-อาคารพาณิชย์กรรมประเภทค้าปลีกค้าส่ง 512-สถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง 514-ตลาดพื้นที่ไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร 515-ตลาดพื้นที่เกินกว่า 1,000 ตารางเมตร 516-อาคารพาณิชย์กรรมประเภทโฮมออฟฟิศ 522-อาคารพาณิชย์ประเภทโชว์รูม 525-ลานกีฬาอเนกประสงค์ 531-พื้นที่ตั้งป้ายโฆษณา 524-สระว่ายน้ำ
อุตสาหกรรม	501-คลังสินค้าพื้นที่ไม่เกิน 300 ตารางเมตร 502-คลังสินค้าพื้นที่เกินกว่า 300 ตารางเมตร 505-สถานศึกษา 513-โรงงาน 518-โรงงานซ่อมรถยนต์
โครงสร้างพื้นฐาน	504-โรงจอดรถ

ประเภทภาคเศรษฐกิจ	ประเภทของสิ่งปลูกสร้าง
	519-อาคารจอดรถ 523-ห้องน้ำรวม 526-ลานคอนกรีต
เกษตรกรรม	528-โรงเลี้ยงสัตว์

8. คำนวณมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์ทางตรงจากน้ำท่วมในแต่ละระดับความลึกของน้ำที่ท่วมในขั้นตอนที่ 7 โดยมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์ที่คำนวณขึ้นนี้จะถูกนำไปใช้ในแพลตฟอร์มเพื่อประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์ทางตรงทั้งหมดเมื่อมีการรายงานน้ำท่วมและระดับน้ำที่ท่วมจากพื้นที่ โดยใช้สมการที่กล่าวไว้ในส่วนที่ 4.1 ทฤษฎีและแนวคิด

4.4 ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล

ส่วนนี้อธิบายการแปลงราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างของภาครัฐเป็นราคาตลาดเพื่อให้สามารถสะท้อนมูลค่าความเสียหายที่แท้จริงจากน้ำท่วม คำนวณการแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลต้นแบบทั้งสามแห่ง และทดลองประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมจำแนกตามความสูงของระดับน้ำทะเลและความลึกของระดับน้ำที่ท่วม ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.4.1 การแปลงราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างเป็นราคาตลาด

เนื่องจากราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างของภาครัฐมักจะมีมูลค่าต่ำกว่าราคาตลาด ดังนั้น เพื่อให้สามารถสะท้อนมูลค่าความเสียหายที่แท้จริงจากน้ำท่วม งานศึกษาครั้งนี้ได้ทำการปรับราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างตามพระราชบัญญัติการประเมินราคาทรัพย์สินเพื่อประโยชน์ของรัฐ พ.ศ. 2562 รอบบัญชี (พ.ศ. 2566-2569) ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลนครตรัง และเทศบาลเมืองชุมพร ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างตามพระราชบัญญัติการประเมินราคาทรัพย์สินเพื่อประโยชน์ของรัฐ พ.ศ. 2562 รอบบัญชี (พ.ศ. 2566-2569)
ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลนครตรัง และเทศบาลเมืองชุมพร

รหัส	สิ่งปลูกสร้าง	เทศบาลเมืองทุ่งสง	เทศบาลนครตรัง	เทศบาลเมืองชุมพร
101	บ้านพักอาศัยไม้ชั้นเดียว	8,000	7,850	7,900
102	บ้านพักอาศัยไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูง	8,200	7,950	8,000
103	บ้านพักอาศัยตึกชั้นเดียว	8,150	8,850	8,100
104	บ้านพักอาศัยไม้ สอง ชั้น	7,700	7,650	7,600
105	บ้านพักอาศัยตึก สอง ชั้น	8,100	8,600	8,000
106	บ้านพักอาศัยครึ่งตึกครึ่งไม้ สอง ชั้น	8,050	7,950	7,850
107	บ้านพักอาศัยตึก 3 ชั้น	8,100	8,800	7,900
108	บ้านพักอาศัยแฝดตึก สอง ชั้น	7,700	8,400	7,750
109	บ้านพักอาศัยแฝดตึก 3 ชั้น	7,500	8,350	7,400
110	บ้านทรงไทยไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูง	8,800	8,750	8,600
111	บ้านทรงไทยครึ่งตึกครึ่งไม้ สอง ชั้น	8,600	8,600	8,550
112	บ้านพักอาศัยแฝดตึกชั้นเดียว	8,350	8,950	8,350
201	บ้านแถว (ทาว์นเฮาส์) ชั้นเดียว	7,400	7,700	7,600
202	บ้านแถว (ทาว์นเฮาส์) สอง ชั้น	7,350	7,600	7,350
203	บ้านแถว (ทาว์นเฮาส์) 3 ชั้น	7,300	7,850	7,350
204	บ้านแถว (ทาว์นเฮาส์) 4 ชั้น	7,100	7,550	7,400
301	ห้องแถวไม้ชั้นเดียว	7,100	7,400	7,100
302	ห้องแถวไม้ สอง ชั้น	7,650	7,500	7,450
303	ห้องแถวไม้ครึ่งตึกครึ่งไม้ สอง ชั้น	7,700	7,450	7,450
401	ตึกแถวชั้นเดียว	7,850	8,100	7,800
402	ตึกแถว สอง ชั้น	8,350	8,650	8,200
403	ตึกแถว สอง ชั้นครึ่ง	8,300	8,600	8,250
404	ตึกแถว 3 ชั้น	8,400	8,550	8,400
405	ตึกแถว 3 ชั้นครึ่ง	8,450	8,550	8,400
406	ตึกแถว 4 ชั้น	8,600	8,700	8,350

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

รหัส	สิ่งปลูกสร้าง	เทศบาล เมืองทุ่งสง	เทศบาล นครตรัง	เทศบาล เมืองชุมพร
407	ตึกแถว 4 ชั้นครึ่ง	8,600	8,700	8,350
408	ตึกแถว 5 ชั้น	8,450	8,550	8,350
409	ตึกแถว 6 ชั้น	8,550	8,550	8,400
501	คลังสินค้า พื้นที่ไม่เกิน 300 ตารางเมตร	5,950	5,950	5,750
502	คลังสินค้า พื้นที่เกินกว่า 300 ตารางเมตร	3,600	3,550	3,500
503	เรือนคนใช้/ครัว	6,250	6,300	6,150
504	โรงจอดรถ	2,550	2,700	2,650
505	สถานศึกษา	7,400	7,700	7,300
506-1	โรงแรม ความสูงไม่เกิน 5 ชั้น	9,850	9,950	9,850
506-2	โรงแรม ความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป	9,950	10,500	10,500
507	โรงมหรสพ	7,950	8,300	8,050
508	สถานพยาบาล	9,450	9,800	9,450
509-1	สำนักงาน ความสูงไม่เกิน 5 ชั้น	7,150	7,500	7,300
509-2	สำนักงาน ความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป	8,650	9,000	8,950
510	ภัตตาคาร	6,650	6,950	7,100
511-1	ห้างสรรพสินค้า	9,550	9,550	9,700
511-2	อาคารพาณิชย์กรรม ประเภทค้าปลีกค้าส่ง	7,850	8,200	8,300
512	สถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	5,250	5,500	5,650
513	โรงงาน	6,000	6,200	6,450
514	ตลาด พื้นที่ไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร	3,600	3,750	3,750
515	ตลาด พื้นที่เกินกว่า 1,000 ตารางเมตรขึ้นไป	3,900	3,850	3,800
516	อาคารพาณิชย์กรรม ประเภทโฮมออฟฟิศ	9,000	9,400	9,000
517	โรงเลี้ยงสัตว์	2,150	2,200	2,350
518	โรงงานซ่อมรถยนต์	6,050	5,950	5,900
519	อาคารจอดรถ	5,850	6,200	6,100
520-1	อาคารอยู่อาศัยรวม ความสูงไม่เกิน 5 ชั้น	7,950	8,350	7,900
520-2	อาคารอยู่อาศัยรวม ความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป	9,000	9,500	9,200
521	ป้อมยาม	6,000	6,100	6,150

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

รหัส	สิ่งปลูกสร้าง	เทศบาล เมืองทุ่งสง	เทศบาล นครตรัง	เทศบาล เมืองชุมพร
522	อาคารพาณิชย์ ประเภทโชว์รูมรถยนต์	5,250	5,750	5,400
523	ห้องน้ำรวม	6,050	6,600	6,750
601	รั้วคอนกรีต	1,900	2,150	2,100
602	รั้วลวดหนาม	400	400	400
603	รั้วสังกะสี	550	650	550
604	รั้วลวดถัก	950	1,000	1,100
605	รั้วไม้	1,350	1,500	1,450
606	รั้วเหล็กตัด	2,400	2,650	2,650
607	รั้วอัลลอยด์	5,900	6,100	6,550
608	สระว่ายน้ำ	7,750	8,350	8,050
609	ลานกีฬาอเนกประสงค์	800	800	750
610	ถนนคอนกรีต	500	900	850
611	ลานคอนกรีต	500	500	550
612	ถนนลาดยาง	550	600	600
613	ป้ายโฆษณา	8,250	8,500	8,400
614	ท่าเทียบเรือ	12,500	14,000	13,500

ที่มา : กรมธนารักษ์ (2566)

เพื่อแปลงราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างของภาครัฐให้เป็นราคาตลาดเพื่อให้สามารถสะท้อนมูลค่าความเสียหายทางตรงที่แท้จริงได้ การศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลจากแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2564 ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ มาคำนวณหาราคาตลาดของสิ่งปลูกสร้างของครัวเรือนซึ่งพบว่ามีกรายงานราคาตลาดของบ้านเดี่ยวประเภทตึกมากที่สุดทั้ง 3 จังหวัด โดยราคาตลาดของบ้านเดี่ยวประเภทตึกในเขตเทศบาลของจังหวัดนครศรีธรรมราชเท่ากับ 863,712 บาทต่อหลัง จังหวัดตรังเท่ากับ 1,339,572 บาทต่อหลัง และจังหวัดชุมพรเท่ากับ 1,246,741 บาทต่อหลัง ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และเมื่อนำราคาตลาดของบ้านเดี่ยวประเภทตึกมาหารกับพื้นที่เฉลี่ยของบ้านพักอาศัยชั้นเดียวของเทศบาลทั้ง 3 แห่ง ซึ่งพบว่า พื้นที่เฉลี่ยของบ้านพักอาศัยชั้นเดียวของเทศบาลเมืองทุ่งสงเท่ากับ 86.09 ตารางเมตร พื้นที่เฉลี่ยของบ้านพักอาศัยชั้นเดียวของเทศบาลนครตรังเท่ากับ 129.986 ตารางเมตร และพื้นที่เฉลี่ยของบ้านพักอาศัยชั้นเดียวของเทศบาลเมืองชุมพรเท่ากับ 126.28 ตารางเมตร ทำให้

ประมาณได้ว่าราคาตลาดของบ้านพักอาศัยชั้นเดียวสูงกว่าราคาประเมินประมาณ 23.28% ในเทศบาลเมืองทุ่งสง 18.11% ในเทศบาลนครตรัง และ 21.89% ในเทศบาลเมืองชุมพร (ตารางที่ 4.8) งานศึกษาครั้งนี้ได้ทำการปรับค่าของราคาประเมินไปสู่ราคาตลาดโดยใช้ร้อยละการเปลี่ยนแปลงข้างต้นกับทุกประเภทของสิ่งปลูกสร้าง ทำให้ได้ราคาตลาดที่ประมาณขึ้นของสิ่งปลูกสร้างของเทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลนครตรัง และเทศบาลเมืองชุมพร ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.7 ราคาตลาดของบ้านเดี่ยวประเภทตึกในเขตเทศบาลของจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง และชุมพร จากแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2564

จังหวัด	จำนวนครัวเรือน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
นครศรีธรรมราช	182	863,712	1,051,393
ตรัง	130	1,339,572	1,732,579
ชุมพร	179	1,246,741	1,935,897

ที่มา : คำนวณจากแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2564

ตารางที่ 4.8 ความแตกต่างระหว่างราคาประเมินและราคาตลาดของสิ่งปลูกสร้างในเขตเทศบาลของจังหวัดนครศรีธรรมราช ตรัง และชุมพร จากแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2564

รายการ	นครศรีธรรมราช	
	ที่มา	ราคา/ตร.ม.
ราคาประเมินบ้านพักอาศัย 1 ชั้น (บาท/ตร.ม.)	กรมธนารักษ์	8,138
พื้นที่เฉลี่ยของบ้านพักอาศัยชั้นเดียว (ตร.ม.)	เทศบาลเมืองทุ่งสง	86.09
ราคาตลาดบ้านพักอาศัย (บาท/ตร.ม.)	SES + เทศบาลเมืองทุ่งสง	10,032.66
%ราคาตลาดที่สูงกว่าราคาประเมิน		23.28
รายการ	ตรัง	
	ที่มา	ราคา/ตร.ม.
ราคาประเมินบ้านพักอาศัย 1 ชั้น (บาท/ตร.ม.)	กรมธนารักษ์	8,725
พื้นที่เฉลี่ยของบ้านพักอาศัย (ตร.ม.)	เทศบาลนครตรัง	129.986
ราคาตลาดบ้านพักอาศัย (บาท/ตร.ม.)	SES + เทศบาลนครตรัง	10,305.51
%ราคาตลาดที่สูงกว่าราคาประเมิน		18.11

รายการ	ชุมพร	
	ที่มา	ราคา/ตร.ม.
ราคาประเมินบ้านพักอาศัย 1 ชั้น (บาท/ตร.ม.)	กรมธนารักษ์	8,100
พื้นที่เฉลี่ยของบ้านพักอาศัย (ตร.ม.)	เทศบาลเมืองชุมพร	126.28
ราคาตลาดบ้านพักอาศัย (บาท/ตร.ม.)	SES + เทศบาลเมืองชุมพร	9,872.83
%ราคาตลาดที่สูงกว่าราคาประเมิน		21.89

ที่มา : จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากกรมธนารักษ์ เทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลนครตรัง เทศบาลเมืองชุมพร และแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2564

ตารางที่ 4.9 ราคาตลาดที่ประมาณขึ้นของสิ่งปลูกสร้างของเทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลนครตรัง และเทศบาลเมืองชุมพร

รหัส	สิ่งปลูกสร้าง	เทศบาลเมืองทุ่งสง	เทศบาลนครตรัง	เทศบาลเมืองชุมพร
101	บ้านพักอาศัยไม้ชั้นเดียว	9,862	9,272	9,629
102	บ้านพักอาศัยไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูง	10,109	9,390	9,751
103	บ้านพักอาศัยตึกชั้นเดียว	10,047	10,453	9,873
104	บ้านพักอาศัยไม้ สอง ชั้น	9,493	9,035	9,264
105	บ้านพักอาศัยตึก สอง ชั้น	9,986	10,157	9,751
106	บ้านพักอาศัยครึ่งตึกครึ่งไม้ สอง ชั้น	9,924	9,390	9,568
107	บ้านพักอาศัยตึก 3 ชั้น	9,986	10,394	9,629
108	บ้านพักอาศัยแฝดตึก สอง ชั้น	9,493	9,921	9,446
109	บ้านพักอาศัยแฝดตึก 3 ชั้น	9,246	9,862	9,020
110	บ้านทรงไทยไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูง	10,849	10,335	10,483
111	บ้านทรงไทยครึ่งตึกครึ่งไม้ สอง ชั้น	10,602	10,157	10,422
112	บ้านพักอาศัยแฝดตึกชั้นเดียว	10,294	10,571	10,178
201	บ้านแถว (ทาวน์เฮาส์) ชั้นเดียว	9,123	9,094	9,264
202	บ้านแถว (ทาวน์เฮาส์) สอง ชั้น	9,061	8,976	8,959
203	บ้านแถว (ทาวน์เฮาส์) 3 ชั้น	8,999	9,272	8,959
204	บ้านแถว (ทาวน์เฮาส์) 4 ชั้น	8,753	8,917	9,020
301	ห้องแถวไม้ชั้นเดียว	8,753	8,740	8,654

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

รหัส	สิ่งปลูกสร้าง	เทศบาล เมืองทุ่งสง	เทศบาล นครตรัง	เทศบาล เมืองชุมพร
302	ห้องแถวไม้ สอง ชั้น	9,431	8,858	9,081
303	ห้องแถวไม้ครึ่งตึกครึ่งไม้ สอง ชั้น	9493	8,799	9,081
401	ตึกแถวชั้นเดียว	9677	9,567	9,507
402	ตึกแถว สอง ชั้น	10,294	10,217	9,995
403	ตึกแถว สอง ชั้นครึ่ง	10,232	10,157	10,056
404	ตึกแถว 3 ชั้น	10,356	10,098	10,239
405	ตึกแถว 3 ชั้นครึ่ง	10,417	10,098	10,239
406	ตึกแถว 4 ชั้น	10,602	10,276	10,178
407	ตึกแถว 4 ชั้นครึ่ง	10,602	10,276	10,178
408	ตึกแถว 5 ชั้น	10,417	10,098	10,178
409	ตึกแถว 6 ชั้น	10,540	10,098	10,239
501	คลังสินค้า พื้นที่ไม่เกิน 300 ตารางเมตร	7,335	7,028	7,009
502	คลังสินค้า พื้นที่เกินกว่า 300 ตารางเมตร	4,438	4,193	4,266
503	เรือนคนใช้/ครัว	7,705	7,441	7,496
504	โรงจอดรถ	3,144	3,189	3,230
505	สถานศึกษา	9,123	9,094	8,898
506-1	โรงแรม ความสูงไม่เกิน 5 ชั้น	12,143	11,752	12,006
506-2	โรงแรม ความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป	12,266	12,402	12,798
507	โรงแรมทรสพ	9,801	9,803	9,812
508	สถานพยาบาล	11,650	11,575	11,519
509-1	สำนักงาน ความสูงไม่เกิน 5 ชั้น	8,815	8,858	8,898
509-2	สำนักงาน ความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป	10,664	10,630	10,909
510	ภัตตาคาร	8,198	8,209	8,654
511-1	ห้างสรรพสินค้า	11,773	11,280	11,823
511-2	อาคารพาณิชย์กรรม ประเภทค้าปลีกค้าส่ง	9,677	9,685	10,117
512	สถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	6,472	6,496	6,887
513	โรงงาน	7,397	7,323	7,862
514	ตลาด พื้นที่ไม่เกิน 1,000 ตารางเมตร	4,438	4,429	4,571

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

รหัส	สิ่งปลูกสร้าง	เทศบาล เมืองทุ่งสง	เทศบาล นครตรัง	เทศบาล เมืองชุมพร
515	ตลาด พื้นที่เกินกว่า 1,000 ตารางเมตรขึ้นไป	4,808	4,547	4,632
516	อาคารพาณิชย์กรรม ประเภทโฮมออฟฟิศ	11,095	11,102	10,970
517	โรงเลี้ยงสัตว์	2,651	2,598	2,864
518	โรงงานซ่อมรถยนต์	7,458	7,028	7,192
519	อาคารจอดรถ	7,212	7,323	7,435
520-1	อาคารอยู่อาศัยรวม ความสูงไม่เกิน 5 ชั้น	9,801	9,862	9,629
520-2	อาคารอยู่อาศัยรวม ความสูงเกินกว่า 5 ชั้นขึ้นไป	11,095	11,220	11,214
521	ปัอมยาม	7,397	7,205	7,496
522	อาคารพาณิชย์ ประเภทโชว์รูมรถยนต์	6,472	6,791	6,582
523	ห้องน้ำรวม	7,458	7,795	8,228
601	รั้วคอนกรีต	2,342	2,539	2,560
602	รั้วลวดหนาม	493	472	488
603	รั้วสังกะสี	678	768	670
604	รั้วลวดถัก	1,171	1,181	1,341
605	รั้วไม้	1,664	1,772	1,767
606	รั้วเหล็กตัด	2,959	3,130	3,230
607	รั้วอัลลอยด์	7,274	7,205	7,984
608	สระว่ายน้ำ	9,554	9,862	9,812
609	ลานกีฬาอเนกประสงค์	986	945	914
610	ถนนคอนกรีต	616	1,063	1,036
611	ลานคอนกรีต	616	591	670
612	ถนนลาดยาง	678	709	731
613	ป้ายโฆษณา	10,171	10,039	10,239
614	ท่าเทียบเรือ	15,410	16,535	16,455

ที่มา : จากการคำนวณของผู้วิจัย

4.4.2 การแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลต้นแบบ

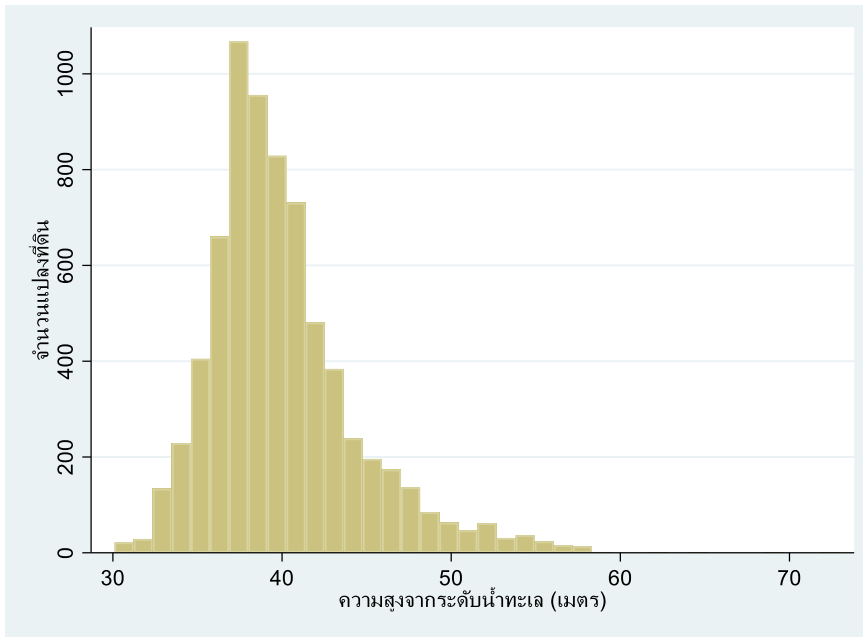
4.4.2.1 การแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ก่อนที่จะทำการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม เราจำเป็นต้องทราบพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมเป็นอันดับแรกซึ่งสามารถบ่งชี้ได้จากความสูงของที่ดินแปลงนั้นจากระดับน้ำทะเล ตารางที่ 4.10 แสดงสถิติเชิงพรรณนาของตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งพบว่าที่ดินแปลงที่สูงจากระดับน้ำทะเลน้อยที่สุด อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 30.10 เมตร ขณะที่ที่ดินแปลงที่สูงจากระดับน้ำทะเลมากที่สุด อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 73.00 เมตร โดยทั้งเทศบาลเมืองทุ่งสงที่ดินอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 40.03 เมตร ส่วนรูปที่ 4.2 แสดงฮิสโตแกรมแสดงการแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งพบว่าแปลงที่ดินส่วนมากกระจุกตัวอยู่ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 38-40 เมตร

ตารางที่ 4.10 สถิติเชิงพรรณนาของตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของ
เทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำสุด 4 อันดับแรก (เมตร)
1%	32.73	30.10
5%	34.27	30.11
10%	35.40	30.15
25%	37.10	30.19
50%	39.20	
		ความสูงจากระดับน้ำทะเลสูงสุด 4 อันดับแรก (เมตร)
75%	42.00	65.02
90%	45.85	68.75
95%	48.59	72.28
99%	54.54	73.00
ค่าเฉลี่ย	40.03	
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	4.40	
จำนวนแปลงที่ดิน	7,061	

ที่มา : จากการคำนวณของผู้วิจัย



รูปที่ 4.2 ฮิสโตแกรมแสดงการแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

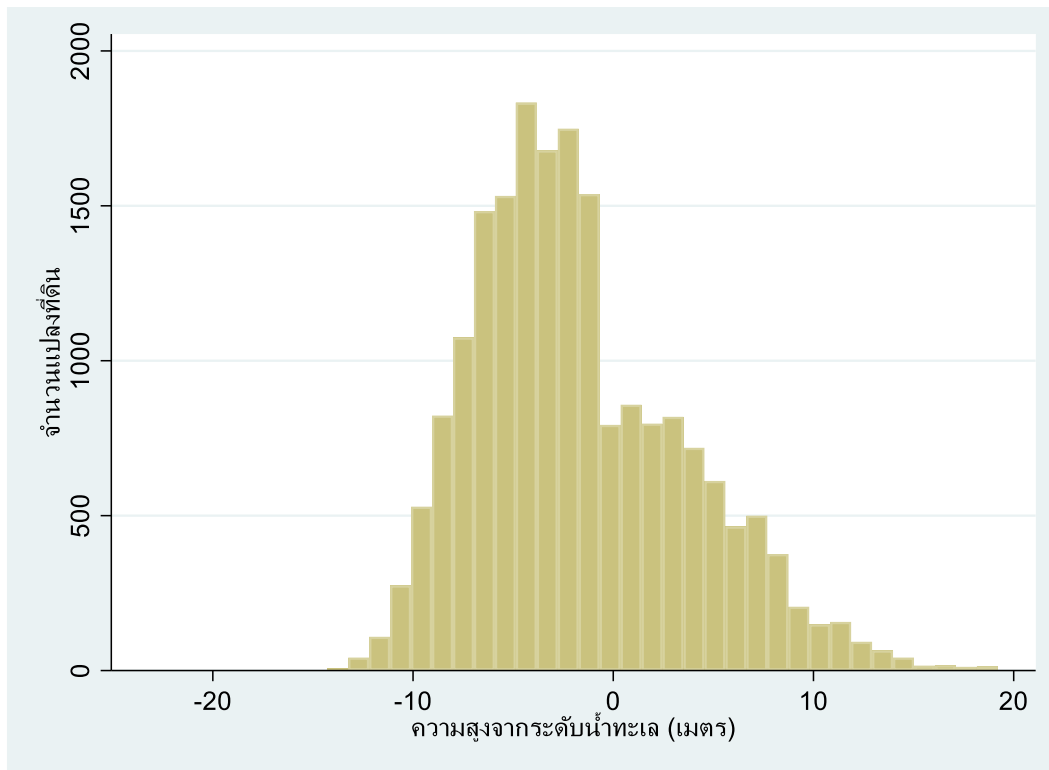
4.4.2.2 การแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง

ตารางที่ 4.11 แสดงสถิติเชิงพรรณนาของตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง ซึ่งพบว่าที่ดินอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเทศบาลเมืองทุ่งสง โดยที่ดินแปลงที่สูงจากระดับน้ำทะเลน้อยที่สุด อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลถึง 23.70 เมตร ขณะที่ที่ดินแปลงที่สูงจากระดับน้ำทะเลมากที่สุด อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 20.25 เมตร โดยทั้งเทศบาลนครตรังที่ดินอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 1.68 เมตร ซึ่งความเสี่ยงต่อน้ำท่วมสูงกว่าเทศบาลเมืองทุ่งสง ส่วนรูปที่ 4.3 แสดงฮิสโตแกรมแสดงการแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง ซึ่งพบว่าแปลงที่ดินส่วนมากกระจุกตัวอยู่ที่ระดับความสูงที่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 3-4 เมตร

ตารางที่ 4.11 สถิติเชิงพรรณนาของตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของ
เทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง

เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำสุด 4 อันดับแรก (เมตร)
1%	-11.05	-23.70
5%	-9.04	-21.91
10%	-7.89	-15.30
25%	-5.51	-13.86
50%	-2.59	
		ความสูงจากระดับน้ำทะเลสูงสุด 4 อันดับแรก (เมตร)
75%	1.72	18.99
90%	6.00	19.44
95%	8.16	19.47
99%	12.54	20.25
ค่าเฉลี่ย	-1.68	
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	5.32	
จำนวนแปลงที่ดิน	19,390	

ที่มา : จากการคำนวณของผู้วิจัย



รูปที่ 4.3 ฮิสโตแกรมแสดงการแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง

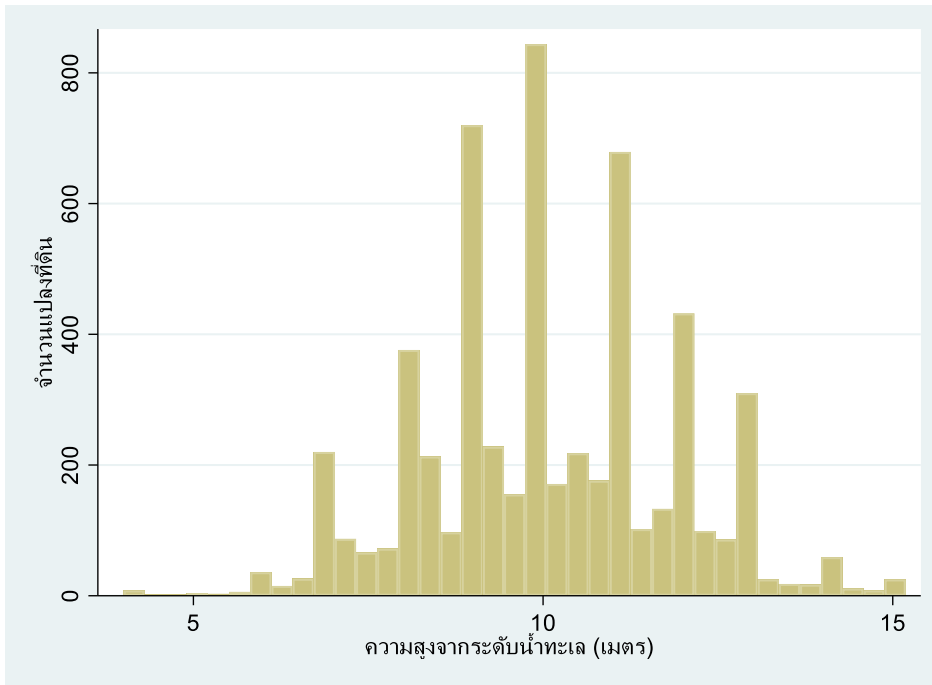
4.4.2.3 การแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร

ตารางที่ 4.12 แสดงสถิติเชิงพรรณนาของตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร ซึ่งพบว่าที่ดินแปลงที่สูงจากระดับน้ำทะเลน้อยที่สุด อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 4.00 เมตร ขณะที่ที่ดินแปลงที่สูงจากระดับน้ำทะเลมากที่สุด อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 15.19 เมตร โดยทั้งเทศบาลเมืองชุมพรที่ดินอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 10.07 เมตร ส่วนรูปที่ 4.4 แสดงฮิสโตแกรมแสดงการแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร ซึ่งพบว่าแปลงที่ดินส่วนมากกระจุกตัวอยู่ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 10.00 เมตร

ตารางที่ 4.12 สถิติเชิงพรรณนาของตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร

เปอร์เซ็นต์ไทล์	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	ความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำสุด 4 อันดับแรก (เมตร)
1%	6.00	4.00
5%	7.00	4.00
10%	8.00	4.00
25%	9.00	4.00
50%	10.00	
		ความสูงจากระดับน้ำทะเลสูงสุด 4 อันดับแรก (เมตร)
75%	11.06	15.00
90%	12.41	15.05
95%	13.00	15.10
99%	14.00	15.19
ค่าเฉลี่ย	10.07	
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	1.77	
จำนวนแปลงที่ดิน	5,749	

ที่มา : จากการคำนวณของผู้วิจัย



รูปที่ 4.4 ฮิสโตแกรมแสดงการแจกแจงตำแหน่งแปลงที่ดินจำแนกตามความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร

4.4.3 ประเมินการมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมจำแนกตามความสูงของระดับน้ำทะเล

ในส่วนนี้ทดลองทำการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมจำแนกตามความสูงของระดับน้ำทะเล ซึ่งสะท้อนมูลค่าความเสียหายสูงสุดของสิ่งปลูกสร้างจากเหตุการณ์น้ำท่วมในแต่ละระดับของความสูงจากระดับน้ำทะเล ซึ่งในความเป็นจริงอาจจะมีบางพื้นที่ที่น้ำไม่ท่วมแม้จะอยู่ในระดับความสูงจากน้ำทะเลเท่ากันเนื่องจากการก่อสร้างคั่นกันน้ำหรืออาจมีสิ่งปลูกสร้างที่อาจขวางทางน้ำหรือมีการก่อสร้างระบบระบายน้ำเป็นอย่างดี ขณะที่มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมที่ประเมินขึ้นจากแพลตฟอร์มจะมีความแม่นยำมากกว่าเนื่องจากการรายงานเหตุการณ์น้ำท่วมจริงที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้นๆ โดยสามารถแสดงมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมสูงสุดจำแนกตามความสูงของระดับน้ำทะเลได้ดังตารางที่ 4.12-4.14

4.4.3.1 มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัด นครศรีธรรมราช

เมื่อนำความลึกของระดับน้ำที่ท่วมมาพิจารณาร่วมกับความสูงจากระดับน้ำทะเลในพื้นที่ เทศบาลเมืองทุ่งสง โดยสมมติว่าเกิดน้ำท่วมที่ความลึกไม่เกิน 0.25 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำที่สุดของเทศบาลเมืองทุ่งสง (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 1) ที่ 32.97 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 5,173,512 บาท โดยมูลค่าความเสียหายจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความลึกของน้ำที่ท่วมเพิ่มขึ้น เช่น หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 0.50 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสงที่ 33.22 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 17,819,106 บาท หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 1.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสงที่ 33.72 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 57,829,375 บาท หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 2.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสง ที่ 34.72 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 229,999,155 บาท หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 3.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสงที่ 35.72 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 704,547,376 บาท และหากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 6.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองทุ่งสง ที่ 38.72 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 3,012,121,000 บาท มูลค่าความเสียหายข้างต้นครอบคลุมเฉพาะมูลค่าของสิ่งปลูกสร้างเท่านั้น ยังไม่รวมทรัพย์สินอื่นๆ ภายในสิ่งปลูกสร้าง เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ต้นไม้ เป็นต้น ไม่รวมโครงสร้างพื้นฐานสาธารณะ เช่น ถนน สะพาน เป็นต้น และยังไม่รวมความเสียหายทางอ้อม ได้แก่ ความเสียหายทางด้านจิตใจ ผลกระทบทางสังคมและสุขภาพที่เกิดขึ้นระหว่างและ/หรือหลังเหตุการณ์น้ำท่วม

ตารางที่ 4.13 มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมที่ประมาณได้จำแนกตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมและความสูงจากระดับน้ำทะเลในเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ความลึกของระดับน้ำที่ท่วม (เมตร)	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	มูลค่าความเสียหาย (บาท)	ค่าตลาดเคลื่อนมาตรฐาน (บาท)
0.25	32.97	5,173,512	306,188
0.50	33.22	17,819,106	943,854
0.75	33.47	33,945,745	1,670,823
1.00	33.72	57,829,375	3,241,513
1.25	33.97	83,576,565	4,036,104
1.50	34.22	119,672,720	5,275,369
2.00	34.72	229,999,155	43,658,661
3.00	35.72	704,547,376	55,511,545
4.00	36.72	1,372,605,000	87,102,329
5.00	37.72	2,145,797,000	97,016,370
6.00	38.72	3,012,121,000	105,153,800

ที่มา : จากการคำนวณของผู้วิจัย

4.4.3.2 มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง

เมื่อนำความลึกของระดับน้ำที่ท่วมมาพิจารณาร่วมกับความสูงจากระดับน้ำทะเลในพื้นที่เทศบาลนครตรัง โดยสมมติว่าเกิดน้ำท่วมที่ความลึกไม่เกิน 0.25 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำที่สุดของเทศบาลนครตรังที่ -10.81 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 17,498,611 บาท โดยมูลค่าความเสียหายจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความลึกของน้ำที่ท่วมเพิ่มขึ้น เช่น หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 0.50 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรังที่ -10.56 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 50,350,007 บาท หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 1.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรังที่ -10.06 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 164,678,289 บาท หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 2.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรัง ที่ -9.06 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 547,856,795 บาท หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 3.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรังที่ -8.06 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

1,825,763,000 บาท และหากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 6.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรัง ที่ -5.06 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 6,945,309,000 บาท ผลการประมาณมูลค่าความเสียหายพบว่าเทศบาลนครตรังมีโอกาสได้รับความเสียหายที่มากกว่าเทศบาลเมืองทุ่งสงและเทศบาลเมืองชุมพร เนื่องจากมีมูลค่าสิ่งปลูกสร้างมากกว่าเทศบาลทั้งสองแห่ง และพื้นที่ดินอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลมากกว่าเทศบาลเมืองทุ่งสงและเทศบาลเมืองชุมพร เช่นเดียวกับเทศบาลทุ่งสง มูลค่าความเสียหายข้างต้นครอบคลุมเฉพาะมูลค่าของสิ่งปลูกสร้างเท่านั้น ยังไม่รวมทรัพย์สินอื่นๆ ภายในสิ่งปลูกสร้าง ไม่รวมโครงสร้างพื้นฐานสาธารณะ เช่น ถนน สะพาน เป็นต้น และยังไม่รวมความเสียหายทางอ้อม ได้แก่ ความเสียหายทางด้านจิตใจ ผลกระทบทางสังคมและสุขภาพที่เกิดขึ้นระหว่างและ/หรือหลังเหตุการณ์น้ำท่วม

ตารางที่ 4.14 มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมที่ประมาณได้จำแนกตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมและความสูงจากระดับน้ำทะเลในเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง

ความลึกของระดับน้ำที่ท่วม (เมตร)	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	มูลค่าความเสียหาย (บาท)	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (บาท)
0.25	-10.81	17,498,611	1,149,464
0.50	-10.56	50,350,007	3,539,152
0.75	-10.31	95,526,692	5,382,214
1.00	-10.06	164,678,289	7,976,135
1.25	-9.81	273,597,851	11,191,024
1.50	-9.56	331,992,139	12,064,968
2.00	-9.06	547,856,795	15,531,078
3.00	-8.06	1,825,763,000	40,150,361
4.00	-7.06	3,082,175,000	59,983,593
5.00	-6.06	5,289,255,000	726,860,846
6.00	-5.06	6,945,309,000	728,348,000

ที่มา : จากการคำนวณของผู้วิจัย

4.4.3.3 มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร

เมื่อนำความลึกของระดับน้ำที่ท่วมมาพิจารณาพร้อมกับความสูงจากระดับน้ำทะเลในพื้นที่เทศบาลเมืองชุมพร โดยสมมติว่าเกิดน้ำท่วมที่ความลึกไม่เกิน 0.25 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำที่สุดของเทศบาลเมืองชุมพรที่ 6.24 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 3,830,036 บาท โดยมูลค่าความเสียหายจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความลึกของน้ำที่ท่วมเพิ่มขึ้น เช่น หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 0.50 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพรที่ 6.49 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 9,111,819 บาท หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 1.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลที่ 7.01 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 102,352,305 บาท หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 2.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลที่ 8.01 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 392,425,788 บาท หากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 3.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพรที่ 9.01 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 1,605,909,000 บาท และหากระดับความลึกเพิ่มขึ้นเป็น 6.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพรที่ 12.01 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 4,847,286,000 บาท เช่นเดียวกับเทศบาลทุ่งสงและเทศบาลนครตรัง มูลค่าความเสียหายข้างต้นครอบคลุมเฉพาะมูลค่าของสิ่งปลูกสร้างเท่านั้น ยังไม่รวมทรัพย์สินอื่นๆ ภายในสิ่งปลูกสร้าง ไม่รวมโครงสร้างพื้นฐานสาธารณะ เช่น ถนน สะพาน เป็นต้น และยังไม่รวมความเสียหายทางอ้อม ได้แก่ ความเสียหายทางด้านจิตใจ ผลกระทบทางสังคมและสุขภาพที่เกิดขึ้นระหว่างและ/หรือหลังเหตุการณ์น้ำท่วม

ตารางที่ 4.15 มูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมที่ประมาณได้จำแนกตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมและความสูงจากระดับน้ำทะเลในเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร

ความลึกของระดับน้ำที่ท่วม (เมตร)	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)	มูลค่าความเสียหาย (บาท)	ค่าตลาดเคลื่อนมาตรฐาน (บาท)
0.25	6.24	3,830,036	217,139
0.50	6.49	9,111,819	445,424
0.75	6.75	22,845,503	3,070,604
1.00	7.01	102,352,305	6,601,189
1.25	7.26	148,087,345	8,538,203
1.50	7.51	175,189,205	9,283,876
2.00	8.01	392,425,788	17,133,840

3.00	9.01	1,605,909,000	40,860,213
4.00	10.01	2,915,699,000	56,029,983
5.00	11.01	4,105,685,000	66,676,483
6.00	12.01	4,847,286,000	76,648,640

ที่มา : จากการคำนวณของผู้วิจัย

4.5 สรุปผลการวิจัย

งานศึกษาในบทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม โดยสังเคราะห์จากผลการศึกษาในอดีต และประยุกต์ใช้แนวคิดการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมด้วยวิธีเส้นโค้งความลึก-ความเสียหาย (Depth-Damage Curves) โดยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง โดยข้อมูลหลักที่ใช้คือข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างของเทศบาลเมืองทุ่งสง เทศบาลนครตรัง และเทศบาลเมืองชุมพร และทำการปรับราคาประเมินสิ่งปลูกสร้างตามพระราชบัญญัติการประเมินราคาทรัพย์สินเพื่อประโยชน์ของรัฐ พ.ศ. 2562 รอบบัญชี (พ.ศ. 2566-2569) ในข้อมูลที่ดินและสิ่งปลูกสร้างของเทศบาลทั้งสามแห่งให้เป็นราคาประเมินตามราคาตลาด โดยใช้ข้อมูลราคาตลาดของสิ่งปลูกสร้างจากแบบสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2564 การศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกอัตราความเสียหายของสิ่งปลูกสร้างประเภทต่างๆ ตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วม และทดลองประมาณประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมจำแนกตามความสูงของระดับน้ำทะเลและความลึกของระดับน้ำที่ท่วมซึ่งพบว่าเทศบาลนครตรัง จังหวัดตรัง มีความเสี่ยงที่สิ่งปลูกสร้างจะได้รับความเสียหายมากที่สุดเนื่องจากมีพื้นที่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล และสิ่งปลูกสร้างมีมูลค่าสูงกว่าเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช และเทศบาลเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร โดยหากระดับความลึกของน้ำที่ท่วมสูง 6.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลนครตรัง ที่ -5.06 เมตร มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 6,945,309,000 บาท หากระดับความลึกเท่ากับ 6.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลเมืองชุมพรที่ 12.01 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 4,847,286,000 บาท และสำหรับเทศบาลเมืองทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช หากระดับความลึกของน้ำที่ท่วมเพิ่มขึ้นเป็น 6.00 เมตร ในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของเทศบาลที่ 38.72 เมตร พบว่า มูลค่าความเสียหายจะเกิดขึ้นประมาณ 3,012,121,000 บาท มูลค่าความเสียหายข้างต้นครอบคลุมเฉพาะมูลค่าของสิ่งปลูกสร้างเท่านั้น ยังไม่รวมทรัพย์สินอื่นๆ ภายในสิ่งปลูกสร้าง ไม่รวมโครงสร้างพื้นฐานสาธารณะ เช่น ถนน สะพาน เป็นต้น และยังไม่รวมความเสียหายทางอ้อม ได้แก่ ความเสียหายทางด้านจิตใจ ผลกระทบทางสังคมและสุขภาพที่เกิดขึ้นระหว่างและ/หรือหลังเหตุการณ์น้ำท่วม

4.6 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาข้างต้น คณะผู้วิจัยขอให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายดังนี้

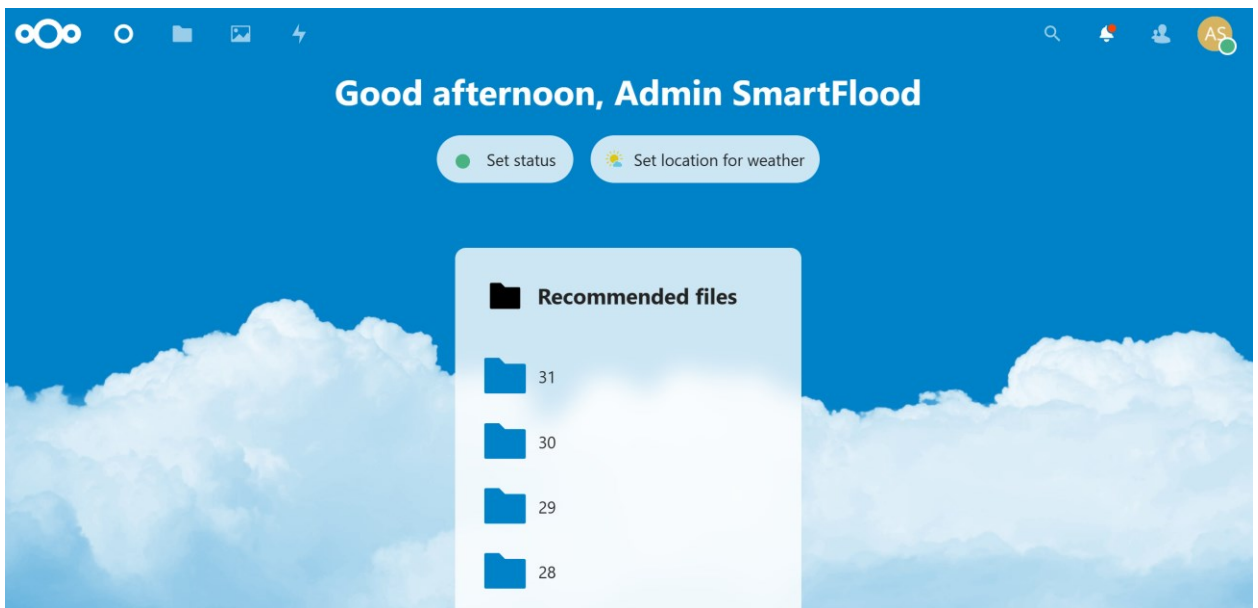
1. ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์ทางตรงจากน้ำท่วมในเทศบาลอื่นๆ ทั่วประเทศ รวมถึงพื้นที่นอกเขตเทศบาลทั่วประเทศที่มีมูลค่าสิ่งปลูกสร้างสูง เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม จัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหาพื้นที่ต่างๆ และนำมาใช้ในการประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินมาตรการเพื่อแก้ไขปัญหาพื้นที่
2. ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการจัดเก็บข้อมูลมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมและภัยพิบัติต่างๆ ในแต่ละพื้นที่อย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงและคาดการณ์มูลค่าความเสียหายได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น
3. ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์ทางอ้อมเพิ่มเติมจากทางตรงในพื้นที่ต่างๆ ที่มีความสำคัญทั่วประเทศ ทั้งในและนอกเขตเทศบาล เพื่อให้ครอบคลุมมูลค่าความเสียหายที่แท้จริงจากเหตุการณ์น้ำท่วม

บทที่ 5

การสร้างแพลตฟอร์มเพื่อการสื่อสารและการติดตามการเกิดน้ำท่วม

5.1 การออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วม

ในระยะที่ 1 โครงการ ฯ ได้ดำเนินการพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลสำหรับการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วมในกลุ่มน้ำต้ง โดยใช้ระบบ Cloud Storage ของโครงการ ฯ ที่มีชื่อว่า Next Cloud (รูปที่ 5.1) ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บบนเครื่อง Server ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีความจุอยู่ที่ 500 GB โดยสามารถเรียกดูและใช้งานข้อมูลบน Cloud ผ่านที่อยู่ของเว็บไซต์ (Uniform Resource Locator) หรือ URL ชื่อว่า <https://smartflood.eng.ku.ac.th/9+>

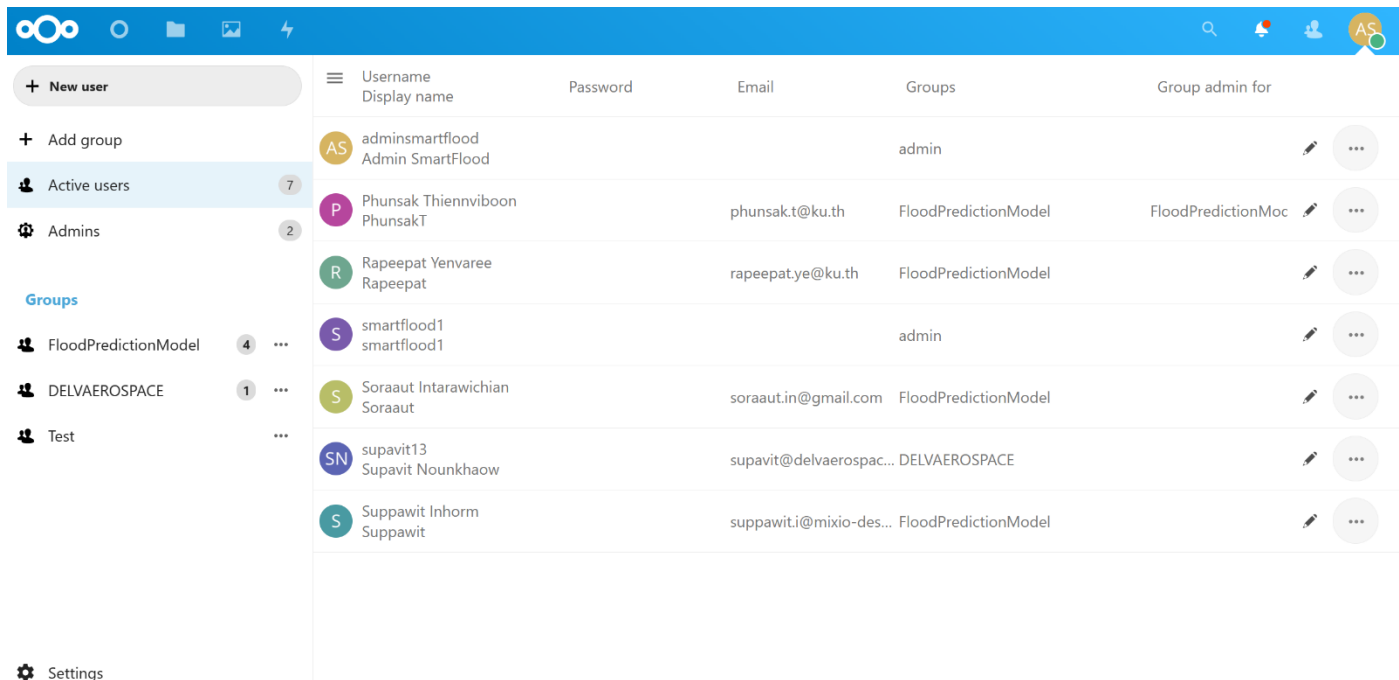


รูปที่ 5.1 หน้าแรกของระบบ Next Cloud สำหรับจัดเก็บข้อมูลสำหรับการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วมในกลุ่มน้ำต้ง

ในส่วนของการจัดการผู้ใช้งานบนระบบ Next Cloud สามารถทำได้โดยการสร้างบัญชีผู้ดูแลระบบหรือ admin เพื่อใช้เป็นบัญชีในการเพิ่มผู้ใช้งานระบบ (รูปที่ 5.2) ซึ่งผู้ใช้งานแต่ละบัญชีจะถูกกำหนดโควตาในการใช้พื้นที่ในระบบโดยที่พื้นที่การใช้งานของทุกบัญชีรวมกันแล้วจะต้องไม่เกิน 500 GB

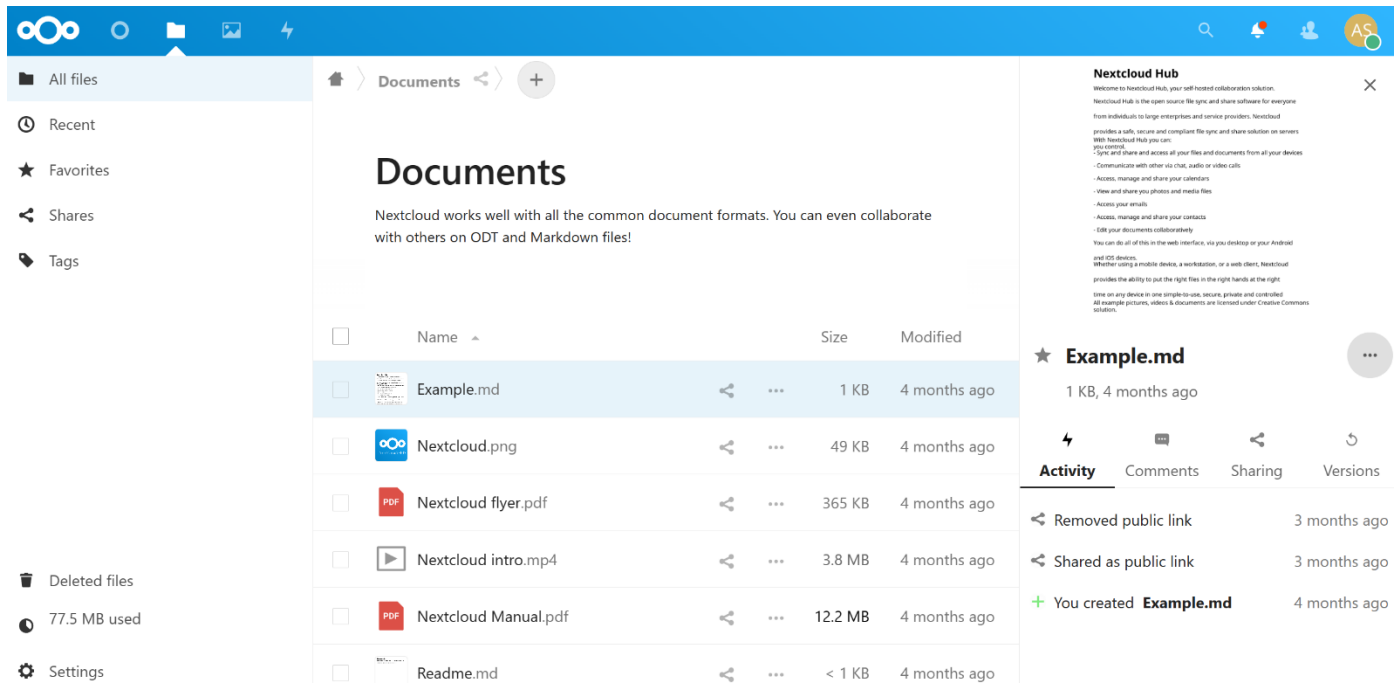
นอกจากนี้ ไฟล์ข้อมูลสามารถถูกแชร์ให้กับผู้ใช้งานอื่นผ่านลิงค์ (Share link) และผู้ใช้งานสามารถติดตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับโพสเตอร์หรือไฟล์ข้อมูลได้จากแถบ Activity รวมทั้งสามารถส่งข้อความหรือคอมเมนต์เกี่ยวกับไฟล์ข้อมูลถึงผู้ใช้งานอื่นได้ในแถบ Comments (รูปที่ 5.3) โดยระบบสามารถรองรับข้อมูลได้หลายประเภท เช่น ข้อมูลเอกสาร ข้อมูลภาพ ข้อมูลวิดีโอ เป็นต้น

เนื่องจากมีข้อจำกัดในการใช้ระบบ Next Cloud สำหรับเป็นระบบฐานข้อมูลของโครงการ ฯ เช่น ไม่รองรับฐานข้อมูลประเภทต่าง ๆ อาทิ MongoDB ได้ ดังนั้น ในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วมในลุ่มน้ำตรังในระยะที่ 2 โครงการ ฯ ได้เลือกใช้ระบบคลาวด์กลางของภาครัฐ หรือ Government Data Center and Cloud service (GDCC) เข้ามาเป็นระบบฐานข้อมูลหลัก ซึ่งระบบ GDCC เป็นบริการของกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม โดยสำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ดำเนินการร่วมกับบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ในการรวมศูนย์การให้บริการเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนสำหรับหน่วยงานภาครัฐที่ไม่ประสงค์จะดูแลศูนย์ข้อมูลเอง แต่มีความจำเป็นต้องใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยโครงการ ฯ ได้ออกแบบและพัฒนาให้มีระบบการจัดการข้อมูลให้อยู่ใน 3 กลุ่ม (รูปที่ 5.4) คือ



	Username	Display name	Password	Email	Groups	Group admin for
+ New user						
+ Add group						
Active users	AS	adminsartflood Admin SmartFlood			admin	
Admins	P	Phunsak Thiennviboon PhunsakT		phunsak.t@ku.th	FloodPredictionModel	FloodPredictionMoc
Groups	R	Rapeepat Yenvaree Rapeepat		rapeepat.ye@ku.th	FloodPredictionModel	
FloodPredictionModel	S	smartflood1 smartflood1			admin	
DELVAEROSPACE	S	Soraaut Intarawichian Soraaut		soraaut.in@gmail.com	FloodPredictionModel	
Test	SN	supavit13 Supavit Nounkhaow		supavit@delvaerospac...	DELVAEROSPACE	
Settings	S	Suppawit Inhorn Suppawit		suppawit.I@mixio-des...	FloodPredictionModel	

รูปที่ 5.2 หน้าแสดงรายชื่อผู้ใช้งานทั้งหมดระบบ Next Cloud

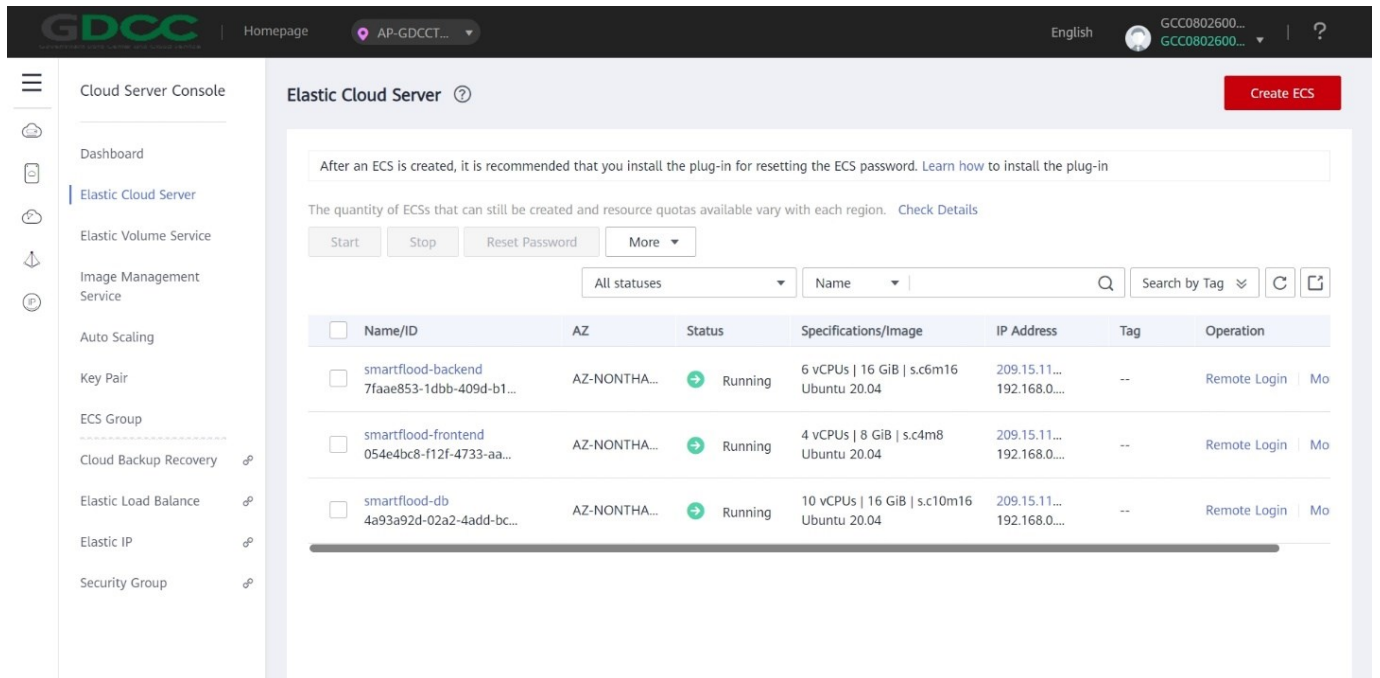


รูปที่ 5.3 หน้าแสดงตัวเลือกที่ผู้ใช้งานสามารถจัดการกับไฟล์ข้อมูล Example.md บนระบบ Next Cloud

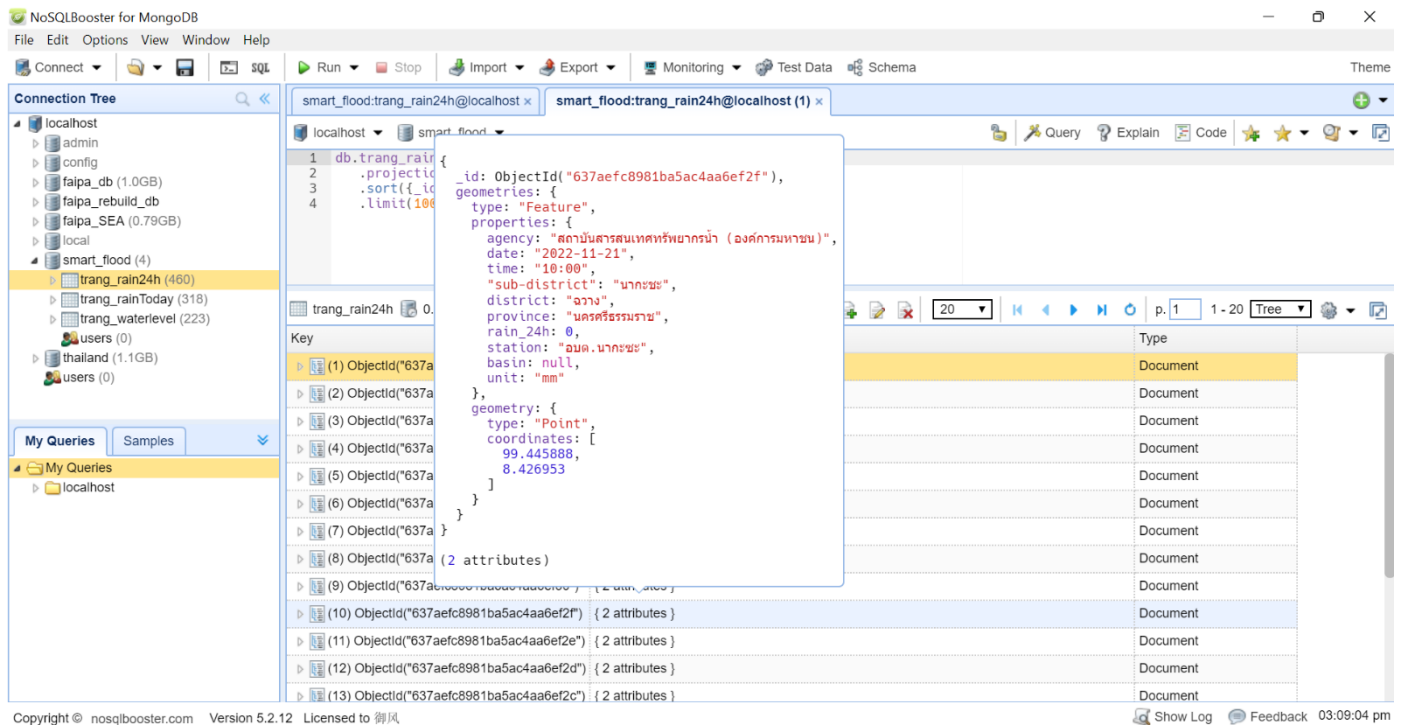
- 1) กลุ่มที่ใช้สำหรับจัดการระบบหน้าแพลตฟอร์ม (smartflood-frontend) คือ ใช้ในการจัดการการแสดงผลบนหน้าแพลตฟอร์ม
- 2) กลุ่มที่ใช้สำหรับจัดการระบบประมวลผลแพลตฟอร์ม (smartflood-backend) คือ ใช้ในการจัดการคำสั่งที่ส่งไปยังฐานข้อมูลเพื่อเรียกผลจากการประมวลส่งกลับไปแสดงบนหน้าแพลตฟอร์ม
- 3) กลุ่มที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลสำหรับการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วม (smartflood-db)

ข้อมูลที่โครงการ ฯ เลือกใช้ในการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วมในลุ่มน้ำตรัง จะถูกทำการจัดเก็บในรูปแบบต่าง ๆ ในระบบฐานข้อมูลสำหรับการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วม (smartflood-db) โดยมีตัวอย่างดังรูปที่ 5.5 และมีรายละเอียดดังตารางที่ 5.1

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 5.4 หน้าแสดงการจัดการข้อมูล 3 กลุ่มบนระบบคลาวด์กลางของภาครัฐ หรือ ระบบ GDCC

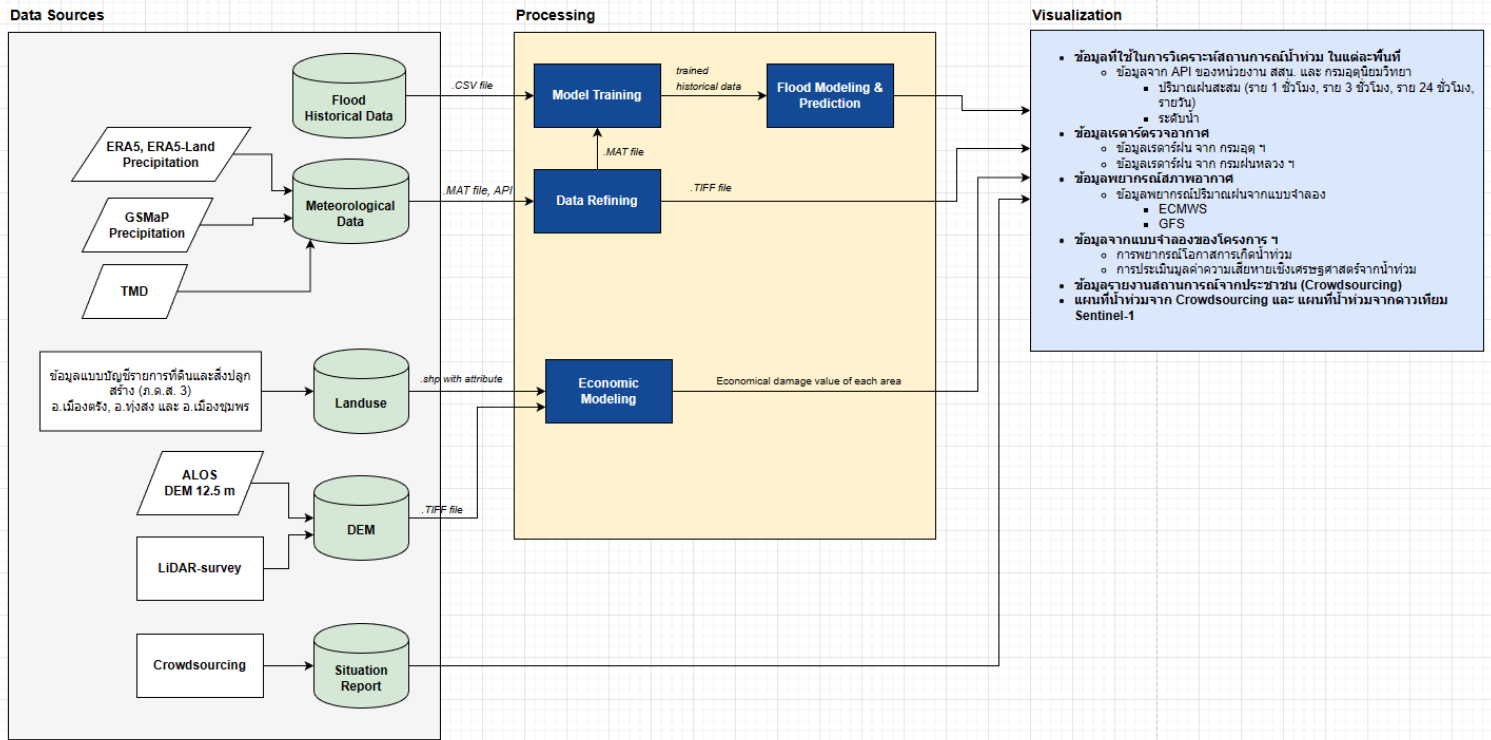


รูปที่ 5.5 ตัวอย่างข้อมูลปริมาณฝน 24 ชั่วโมง จ.ตรัง ที่เก็บในฐานข้อมูลประเภท MongoDB

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงข้อมูลและรูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูลสำหรับการติดตาม และตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วม (smartflood-db)

ลำดับที่	ข้อมูล	รูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บ
1	ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)	Netcdf, GRIB, TIFF file
2	ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง Global Forecast System (GFS)	Netcdf, GRIB, TIFF file
3	ข้อมูลปริมาณฝนสะสม 1 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จาก API ของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.)	JSON
4	ข้อมูลสถานีวัดระดับน้ำในแม่น้ำ จาก API ของสสน.	JSON
5	ข้อมูลปริมาณฝนสะสม 3 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง และสะสมรายวัน (ฝนวันนี้) จาก API ของกรมอุตุนิยมวิทยา	JSON
6	ข้อมูลภาพแสดงปริมาณฝนจาก RADAR จากกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมฝนหลวง ฯ	PNG
7	พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก จากกรมพัฒนาที่ดิน	Shapefile (.shp)
8	ข้อมูลพยากรณ์โอกาสการเกิดน้ำท่วมจากแบบจำลองของโครงการ ฯ	ผลการพยากรณ์ของแบบจำลอง

5.2 การออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มในส่วนสถาปัตยกรรมระบบ



รูปที่ 5.6 สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) สำหรับแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) ของแพลตฟอร์มมีการเปลี่ยนแปลงในส่วนข้อมูลขาเข้าและส่วนเก็บข้อมูล (Data Sources) ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Landuse) สำหรับใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม (รูปที่ 5.6) โดยมีรายละเอียดของกระบวนการและการเปลี่ยนแปลงในส่วนต่าง ๆ ของแพลตฟอร์มดังนี้

ส่วนข้อมูลขาเข้าและส่วนเก็บข้อมูล (Data Sources)

ในส่วนนี้แสดงข้อมูลที่ทางโครงการ ฯ จะนำมาใช้สร้างส่วนสำหรับช่วยในการวิเคราะห์การเกิดน้ำท่วมและความเสียหายที่เกิดขึ้น ประกอบไปด้วย

- 1) ส่วนแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์พื้นที่การเกิดน้ำท่วม (Flood Area Prediction Model) ใช้ข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองต่าง ๆ เช่น GFS, ECMWF เป็นต้น
- 2) ส่วนแบบจำลองการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม ใช้ข้อมูลแบบบัญชีรายการที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง (ภ.ด.ส. 3) ของ อ.เมืองตรัง และ อ.

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

ทุ่งสง มาวิเคราะห์ร่วมกันกับข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ (DEM) จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และจากการเก็บข้อมูลด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR

- 3) ส่วนแผนที่ติดตามน้ำท่วม ใช้ข้อมูลจากการรายงานจากภาคประชาชน (Crowdsourcing) ร่วมกับข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศ (DEM)
- 4) ส่วนข้อมูลด้านอุตุวิทยามหาวิทยาลัย เช่น ข้อมูลปริมาณฝน ข้อมูลระดับน้ำ เป็นต้น

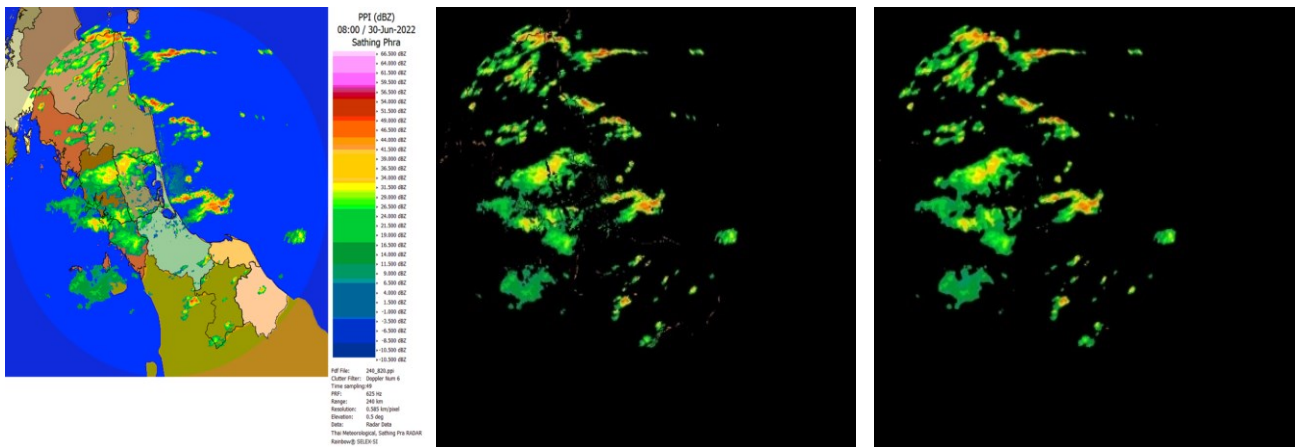
ส่วนการประมวลผล (Processing)

ในส่วนนี้แสดงการประมวลผลข้อมูลโดยผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลจะแสดงในส่วนแสดงผล ประกอบไปด้วย

- 1) การถอดพื้นหลังภาพเรดาร์ตรวจอากาศ

วัตถุประสงค์ เพื่อแยกภาพของกลุ่มเมฆฝนออกจากภาพแผนที่ที่เป็นพื้นหลัง (Background) แล้วมาทำเป็นชั้นข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ

ขั้นตอนการทำงาน นำเข้าภาพเรดาร์ตรวจอากาศ สร้างตารางสีของกลุ่มเมฆฝนจากภาพเรดาร์ ลบพื้นหลังโดยใช้ตารางสีเป็นเกณฑ์การตัดสินใจ (สีที่ไม่อยู่ในตารางที่กำหนดจะถูกลบออก) และปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยตัวกรอง Median ดังแสดงในรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 ภาพเรดาร์ต้นฉบับ (ซ้าย) ภาพเรดาร์ที่ผ่านการลบพื้นหลัง (กลาง) และภาพเรดาร์ที่ผ่านการปรับปรุงภาพ (ขวา)

2) การพยากรณ์พื้นที่การเกิดน้ำท่วม

วัตถุประสงค์ เพื่อพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในอำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง และอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม (รายละเอียดในบทที่ 5) ซึ่งมีผลลัพธ์ของการพยากรณ์ ได้แก่ ไม่มีการพยากรณ์ (-1) น้ำไม่ท่วม (0) น้ำท่วมด้วยระดับความเชื่อมั่นต่ำ (1) น้ำท่วมด้วยระดับความเชื่อมั่นปานกลาง (2) น้ำท่วมด้วยระดับความเชื่อมั่นสูง (3)

ขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การโหลดข้อมูล

โหลดข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าจาก ECMWF ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนสะสมตามตำแหน่งละติจูดและลองจิจูด ที่ระยะเวลาพยากรณ์ล่วงหน้า C ชั่วโมง (Time Step = C) โดยค่า C จะเป็นพารามิเตอร์ของแบบจำลองแต่ละระดับความเชื่อมั่นในพื้นที่ที่กำลังพิจารณา แล้วนำมาจัดเตรียมข้อมูลเพื่อนำเข้าแบบจำลอง โดยจัดรูปแบบให้อยู่ในรูปแบบภาพขนาด 21x25 พิกเซล

2. การประมวลผลโดยใช้แบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

ข้อมูลที่ได้รับการจัดเตรียมจะถูกนำเข้าสู่แบบจำลองทั้ง 3 แบบ ได้แก่ แบบจำลองระดับความเชื่อมั่นสูง แบบจำลองระดับความเชื่อมั่นปานกลาง และแบบจำลองระดับความเชื่อมั่นต่ำ ผลลัพธ์ของแต่ละแบบจำลองคือความน่าจะเป็นของการเกิดน้ำท่วม (p) ที่พื้นที่กำลังพิจารณา

3. การตัดสินใจ

การตัดสินใจสำหรับแต่ละแบบจำลองจะพิจารณาจากความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม p โดยถ้าค่า p มีค่ามากกว่าระดับ (Threshold) ของแบบจำลองนั้น แบบจำลองจะตัดสินใจให้ค่าเป็น 1 ถ้าไม่ใช่จะให้ค่าเป็น 0

4. การตัดสินใจร่วม

ผลลัพธ์จากการตัดสินใจของแต่ละแบบจำลองจะถูกนำมาตัดสินใจร่วมกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์สุดท้ายของการพยากรณ์ (Output) โดยใช้เงื่อนไขดังนี้

- ถ้าแบบจำลองระดับความเชื่อมั่นสูงให้ค่าเป็น 1 จะให้ผลลัพธ์มีค่าเป็น 3 [พยากรณ์น้ำท่วมโดยมีโอกาสเกิดสูง (60%-90%)]

- ถ้าแบบจำลองระดับความเชื่อมั่นปานกลางให้ค่าเป็น 1 และแบบจำลองระดับความเชื่อมั่นสูงให้ค่าเป็น 0 จะให้ผลลัพธ์มีค่าเป็น 2 [พยากรณ์น้ำท่วมโดยมีโอกาสเกิดปานกลาง (40%-60%)]
- ถ้าแบบจำลองระดับความเชื่อมั่นต่ำให้ค่าเป็น 1 และทั้งแบบจำลองระดับความเชื่อมั่นปานกลางและแบบจำลองระดับความเชื่อมั่นสูงให้ค่าเป็น 0 จะให้ผลลัพธ์มีค่าเป็น 1 [พยากรณ์น้ำท่วมโดยมีโอกาสเกิดต่ำถึงปานกลาง (20%-40%)]
- ถ้าทั้งสามแบบจำลองให้ค่าเป็น 0 จะให้ผลลัพธ์มีค่าเป็น 0 [พยากรณ์น้ำไม่ท่วม]
- ในกรณีเกิดข้อผิดพลาดหรือข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน จะให้ผลลัพธ์มีค่าเป็น -1 [ไม่มีการพยากรณ์]

5. ผลลัพธ์ (Output)

ผลลัพธ์จะถูกแสดงเป็นการพยากรณ์น้ำท่วมสำหรับ 11 วันล่วงหน้า ตั้งแต่วันปัจจุบัน ยกตัวอย่างเช่น ถ้าวันปัจจุบันเป็นวันที่ 2023-08-22 ผลลัพธ์ของการพยากรณ์จะแสดงตั้งแต่วันที่ 2023-08-22 จนถึงวันที่ 2023-09-01

- 3) การสร้างแผนที่น้ำท่วมจากข้อมูลรายงานสถานการณ์จากประชาชน
ตั้งแสดงรายละเอียดในหัวข้อ 5.5
- 4) การประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม
ตั้งแสดงรายละเอียดในหัวข้อ 5.6

ส่วนการแสดงผล (Visualization)

ในส่วนนี้จะแสดงผลจากการประมวลผลข้อมูลทั้งจากแบบจำลองและการทำ pre-processing กับข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผลเป็นแผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วมในแต่ละพื้นที่ประกอบด้วย
 - ข้อมูลจาก API (Application Programming Interface) ของหน่วยงาน สสน. และ กรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณฝนสะสม (ราย 1 ชั่วโมง, ราย 3 ชั่วโมง, ราย 24 ชั่วโมง, รายวัน) และ ระดับน้ำ
 - แผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก จาก กรมพัฒนาที่ดิน

- 2) ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ ประกอบด้วย
 - ข้อมูลเรดาร์ฝน จาก กรมอุตุนิยมวิทยา
 - ข้อมูลเรดาร์ฝน จาก กรมฝนหลวง ฯ
- 3) ข้อมูลพยากรณ์สภาพอากาศ ประกอบด้วย
 - ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง GFS
 - ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง ECMWF
- 4) ข้อมูลจากแบบจำลองของโครงการ ฯ ประกอบด้วย
 - การพยากรณ์โอกาสการเกิดน้ำท่วม
 - การประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม
- 5) ข้อมูลรายงานสถานการณ์จากประชาชน (Crowdsourcing)
- 6) แผนที่น้ำท่วมจากข้อมูลรายงานสถานการณ์จากประชาชน (Crowdsourcing) และแผนที่น้ำท่วมจากดาวเทียม Sentinel-1

5.3 การออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มในส่วน User Experience (UX) และ User Interface (UI) เพื่อใช้ในการสื่อสารผ่านทางเว็บไซต์

5.3.1. การออกแบบและพัฒนา User Experience (UX) ของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

การออกแบบ User Experience (UX) ของแพลตฟอร์มในระยะที่ 1 ถูกดำเนินการจากการออกแบบแถบเมนูของแพลตฟอร์ม ซึ่งจะประกอบด้วยเมนูการใช้งานต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ภาพรวมสถานการณ์
- 2) เบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน
- 3) เกี่ยวกับเรา
- 4) ติดต่อเรา
- 5) คำถามที่พบบ่อย
- 6) แบบสอบถามความพึงพอใจ
- 7) ประกาศแจ้งเตือนสถานการณ์/ข่าวสาร
- 8) สำรวจพื้นที่ใช้ประโยชน์
- 9) จัดการผู้ใช้งาน
- 10) บันทึกกิจกรรม

จากนั้นได้มีการเปลี่ยนแปลงแถบเมนูของแพลตฟอร์มเพื่อการใช้งานที่เหมาะสมมากขึ้นในระยะที่ 3 ประกอบด้วยเมนูการใช้งานต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ภาพรวมสถานการณ์
- 2) แผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม
- 3) แผนที่แสดงคำร้องต่าง ๆ
- 4) เบอร์โทศัพท์ฉุกเฉิน
- 5) เกี่ยวกับเรา
- 6) แบบสอบถามความพึงพอใจ
- 7) การประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม
- 8) การใช้งานแพลตฟอร์ม ฯ
- 9) เข้าสู่ระบบ

โดยมีการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันการใช้งานของเมนูต่าง ๆ ของแพลตฟอร์มในระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ให้มีความเหมาะสมในการใช้งานมากขึ้น ซึ่งฟังก์ชันการใช้งานของเมนูต่าง ๆ ในปัจจุบันของแพลตฟอร์มได้ถูกแสดงในภาคผนวก ข

นอกจากนั้น ประเภทผู้ใช้งานระบบของโครงการ ฯ ในระยะที่ 1 ได้ถูกแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ประชาชนทั่วไป เจ้าหน้าที่รัฐ บุคลากรภายในโครงการ (อาจารย์ นักศึกษา เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูล Survey และ Questionnaire) และ ผู้ดูแลระบบ ซึ่งการใช้งานและเข้าถึงระบบ ฯ ขึ้นอยู่กับสิทธิการใช้งาน และในระยะที่ 3 ก็ได้มีการเปลี่ยนแปลงประเภทของผู้ใช้งานระบบ โดยสามารถแบ่งผู้ใช้งานได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประชาชนทั่วไป เจ้าหน้าที่รัฐ และ ผู้ดูแลระบบ โดยรายละเอียดสิทธิการใช้งานได้แสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงสิทธิการใช้งานของผู้ใช้ประเภทต่าง ๆ

ลำดับ ที่	แถบเมนู	สิทธิของผู้ใช้งานระบบ		
		ประชาชนทั่วไป	เจ้าหน้าที่รัฐ	ผู้ดูแลระบบ
1	ภาพรวมสถานการณ์	ดู	ดู	ดู/เพิ่ม
2	แผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม	ดู	ดู	ดู
3	แผนที่แสดงคำร้องต่าง ๆ	ดู	ดู/แก้ไข	ดู/แก้ไข
4	เบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน	ดู	ดู	ดู
5	เกี่ยวกับเรา	ดู	ดู	ดู
6	แบบสอบถามความพึงพอใจ	ดู/เพิ่ม	ดู/เพิ่ม	ดู/เพิ่ม
7	ประเมินความเสียหาย	-	ดู	ดู
8	การใช้งานแพลตฟอร์ม ฯ	ดู	ดู	ดู
9	เข้าสู่ระบบ	-	เข้าสู่ระบบ	เข้าสู่ระบบ

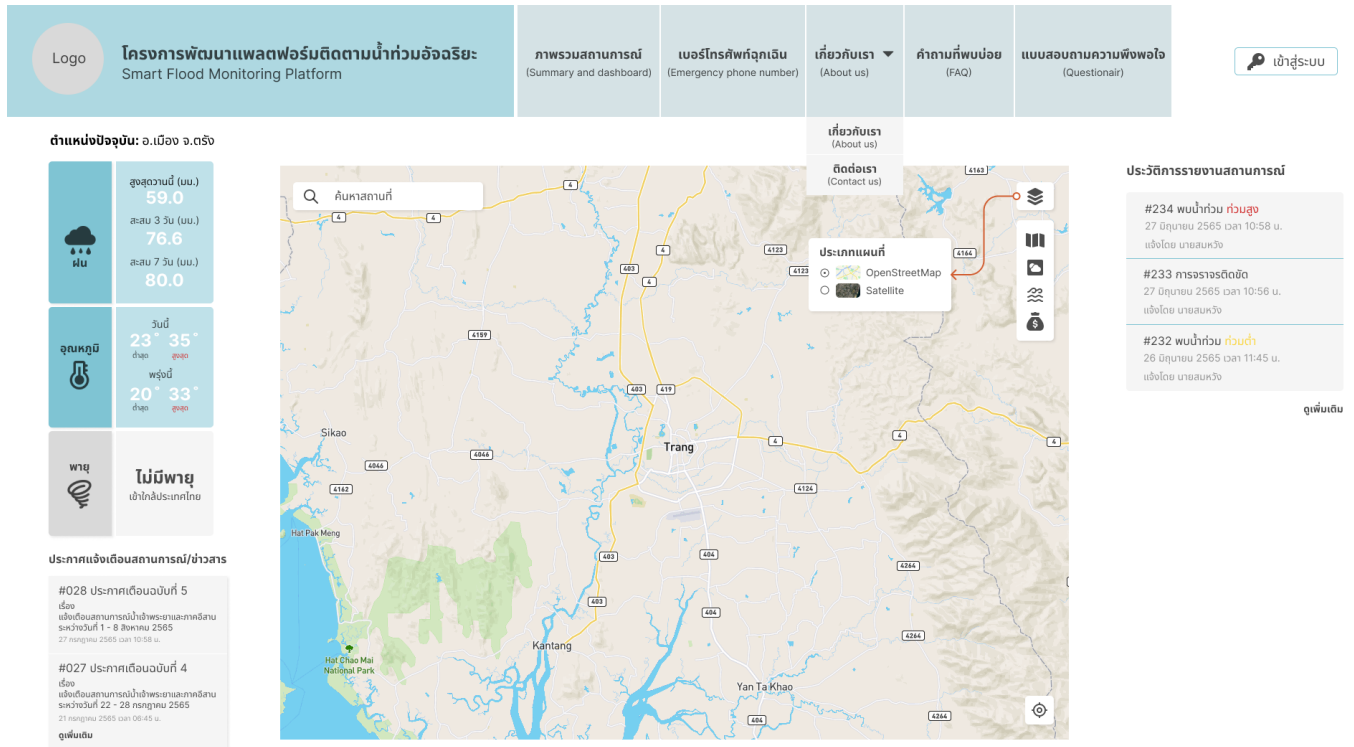
5.3.2 การออกแบบและพัฒนา User Interface (UI) ของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

โครงการ ฯ ได้ดำเนินการออกแบบ User Interface (UI) สำหรับแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ในระยะที่ 1 (รูปที่ 5.8) ซึ่งประกอบไปด้วยการแสดงผลข้อมูล 4 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม และข้อมูลการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

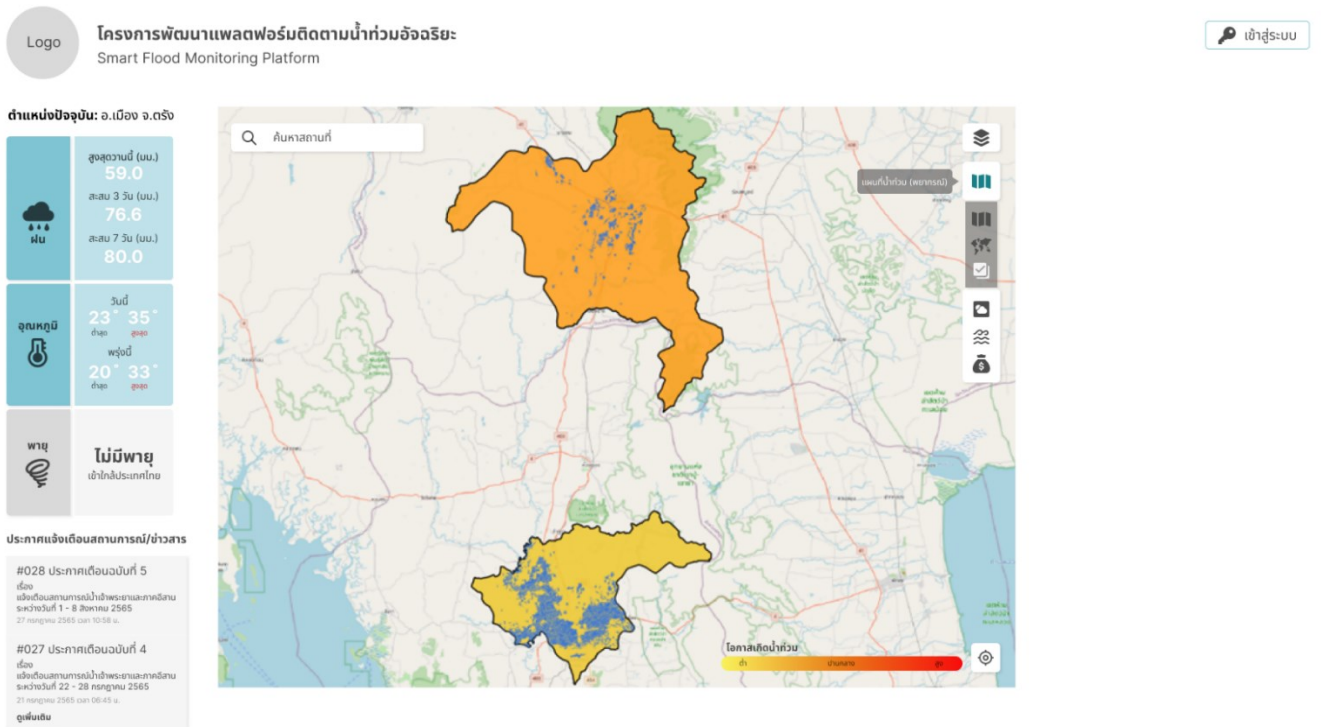
- 1) ข้อมูลการพยากรณ์ (รูปที่ 5.9) ประกอบด้วย แผนที่การพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบ (ได้แก่ อ.เมืองตรัง และอ.ทุ่งสง) และแผนที่น้ำท่วมซ้ำซากในพื้นที่ต้นแบบ โดยแผนที่การพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมจะถูกสร้างจากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองในบทที่ 3 ซึ่งจะแสดงผลโอกาสในการเกิดน้ำท่วมในระดับอำเภอด้วยสเกลสี เช่น โอกาสเกิดน้ำท่วมต่ำแสดงด้วยสีเหลือง โอกาสเกิดน้ำท่วมปานกลางแสดงด้วยสีส้ม และโอกาสเกิดน้ำท่วมสูงแสดงด้วยสีแดง ส่วนแผนที่น้ำท่วมซ้ำซากนั้นจะแสดงผลพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมในระดับที่เล็กกว่าอำเภอภายในพื้นที่ต้นแบบเพื่อใช้ประกอบกับผลการพยากรณ์ในระดับอำเภอ

- 2) ข้อมูลสภาพอากาศ (รูปที่ 5.10) ประกอบด้วย ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดปริมาณฝนสะสม 24 ชั่วโมง และแผนที่แสดงปริมาณฝนสะสมจากแบบจำลองสภาพอากาศ โดยที่ข้อมูลส่วนนี้เป็นข้อมูลแบบ Real-Time จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในอินเทอร์เน็ต ดังแสดงในข้อที่ 2.1
- 3) ข้อมูลการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม (รูปที่ 5.11) ประกอบด้วย ข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำ แผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก/แผนที่น้ำท่วมจากระบบติดตามการเกิดน้ำท่วมในข้อ 5.5 และข้อมูล Crowdsourcing ที่ได้จากการให้ข้อมูลโดยประชาชนในพื้นที่ โดยข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำเป็นข้อมูลแบบ Real-Time จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ในอินเทอร์เน็ต ดังแสดงในข้อ 2.1.1 และประเภทของข้อมูล Crowdsourcing จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลแจ้งเหตุ ข้อมูลการขอความช่วยเหลือ และข้อมูลจุดอพยพ
- 4) ข้อมูลการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม (รูปที่ 5.12) ประกอบด้วย ข้อมูลแผนที่น้ำท่วมจากระบบติดตามการเกิดน้ำท่วมในข้อ 5.5 และข้อมูลมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม โดยข้อมูลมูลค่าความเสียหาย ๆ จะถูกสร้างจากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองในบทที่ 4

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 5.8 ภาพรวม UX/UI ของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 5.9 UI ของแพลตฟอร์มหน้าแสดงข้อมูลพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



โครงการพัฒนาแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ
Smart Flood Monitoring Platform

[เข้าสู่ระบบ](#)

ตำแหน่งปัจจุบัน: อ.เมือง จ.ตรัง

 ฝน	สูงสุดวานนี้ (มม.) 59.0 ลม 3 วัน (มม.) 76.6 ลม 7 วัน (มม.) 80.0
 อุณหภูมิ	วันนี้ 23° 35° พรุ่งนี้ 20° 33°
 พายุ	ไม่มีพายุ เข้าใกล้ประเทศไทย

ประกาศแจ้งเตือนสถานการณ์/ข่าวสาร

#028 ประกาศเตือนฉบับที่ 5
เนื่องด้วยสถานการณ์น้ำเขตรอบนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยหลวงเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยหลวง 2565 27 กรกฎาคม 2565 เวลา 10:58 น.

#027 ประกาศเตือนฉบับที่ 4
เนื่องด้วยสถานการณ์น้ำเขตรอบนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยหลวงเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยหลวง 2565 31 กรกฎาคม 2565 เวลา 05:43 น.

ดูเพิ่มเติม



ข้อมูลสภาพอากาศ

สถานี: TRANG Weather Observing Station

ที่ตั้งสถานี: 7.512222, 99.620833

วันและเวลาของข้อมูล: 15/09/2565 08:18 น.

เวลาพระอาทิตย์ขึ้น: 06:11:17 น.
ตก: 18:37:48 น.

ทิศทางลม: 75 / สบ อองศา

ความเร็วลม: 0.1 กม./ชม.

อุณหภูมิ: 29.1 °C


ฝน: 0.0 มม.

ความดันอากาศ: 1009.7 hPa

ความชื้น: - %

ที่มาข้อมูล: Thai Meteorological Department Automatic Weather System




รูปที่ 5.10 UI ของแพลตฟอร์มหน้าแสดงข้อมูลสภาพอากาศ



โครงการพัฒนาแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ
Smart Flood Monitoring Platform

[เข้าสู่ระบบ](#)

ตำแหน่งปัจจุบัน: อ.เมือง จ.ตรัง

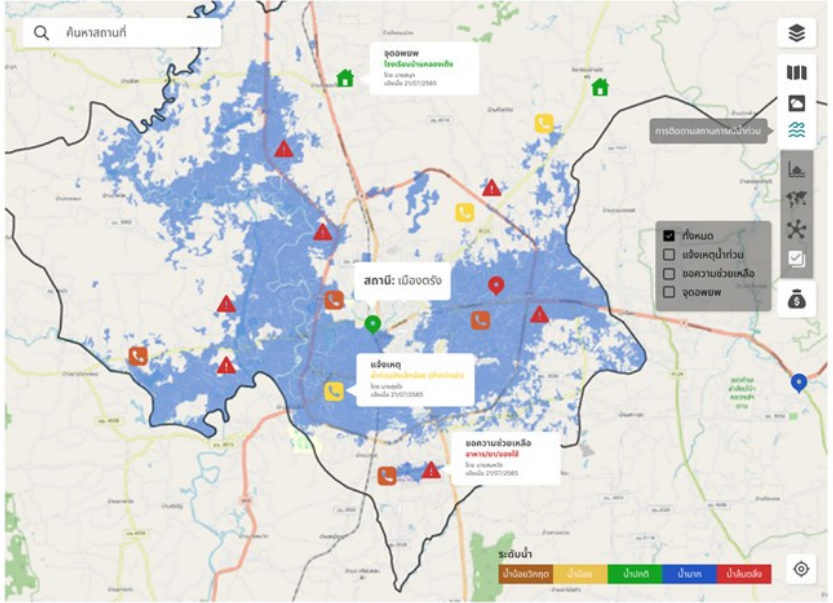
 ฝน	สูงสุดวานนี้ (มม.) 59.0 ลม 3 วัน (มม.) 76.6 ลม 7 วัน (มม.) 80.0
 อุณหภูมิ	วันนี้ 23° 35° พรุ่งนี้ 20° 33°
 พายุ	ไม่มีพายุ เข้าใกล้ประเทศไทย

ประกาศแจ้งเตือนสถานการณ์/ข่าวสาร

#028 ประกาศเตือนฉบับที่ 5
เนื่องด้วยสถานการณ์น้ำเขตรอบนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยหลวงเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยหลวง 2565 27 กรกฎาคม 2565 เวลา 10:58 น.

#027 ประกาศเตือนฉบับที่ 4
เนื่องด้วยสถานการณ์น้ำเขตรอบนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยหลวงเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยหลวง 2565 31 กรกฎาคม 2565 เวลา 05:43 น.

ดูเพิ่มเติม



ข้อมูลระดับน้ำ

สถานี: เมืองตรัง

ที่ตั้งสถานี: ต.บางรัก อ.เมือง จ.ตรัง

วันและเวลาของข้อมูล: 15/09/2565 08:18 น.

พิกัด: 7.555903, 99.578246

ที่มาของข้อมูล: สถานีบรรณาสภกกรมวิทยากรรณ (องค์การมหาชน)

ระดับน้ำ: 1.41 ม. รก.

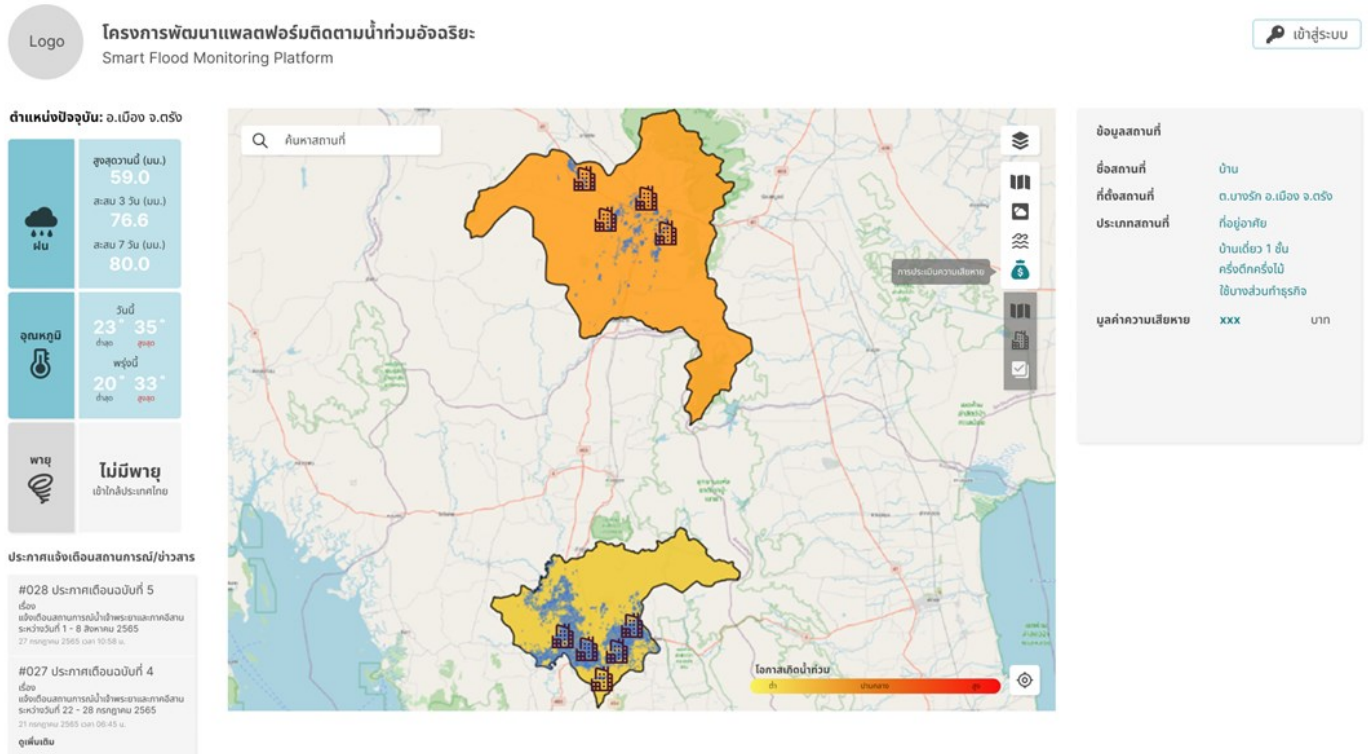
ระดับตลิ่ง: 4.05 ม. รก.

ระดับกึ่งน้ำ: -3.086 ม. รก.
หน่วย ม.รทก. = เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง

ปริมาณน้ำ: **51%** น้ำปกติ

รูปที่ 5.11 UI ของแพลตฟอร์มหน้าแสดงข้อมูลติดตามสถานการณ์น้ำท่วม

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 5.12 UI ของแพลตฟอร์มหน้าแสดงข้อมูลการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม

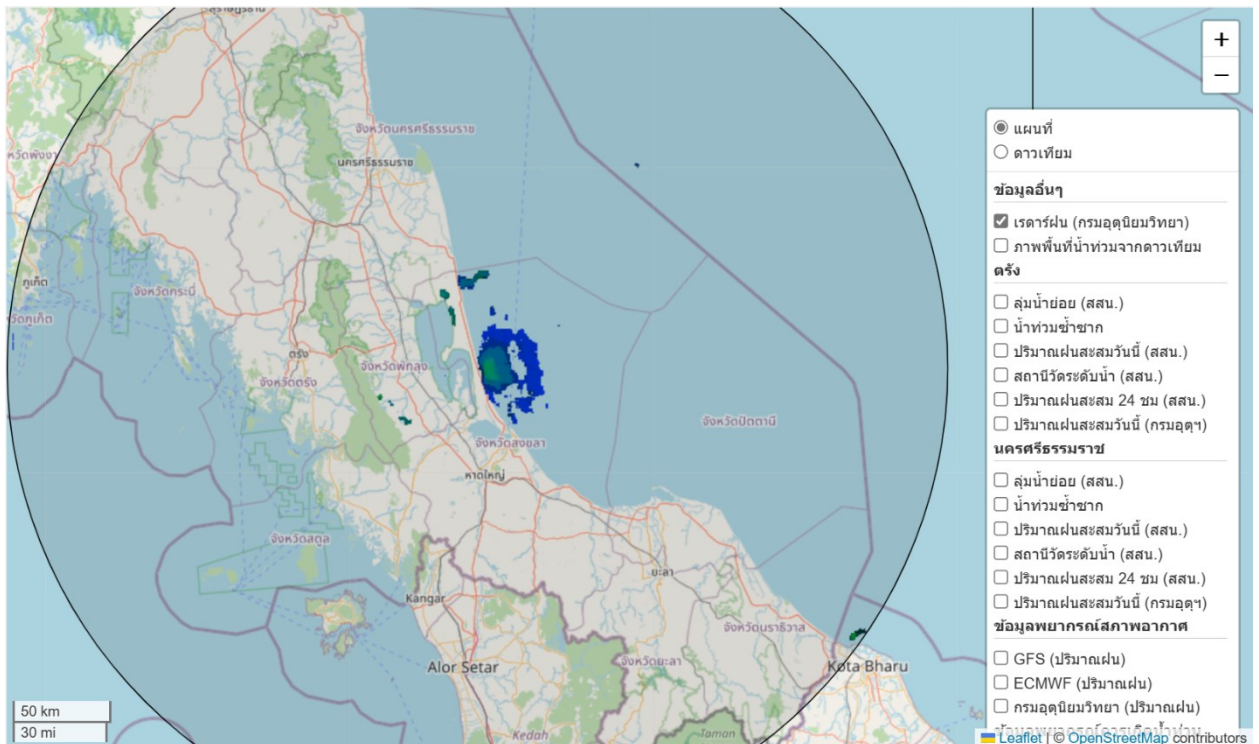
จากนั้น โครงการ ฯ ได้ดำเนินการนำ User Interface (UI) ที่ได้ออกแบบสำหรับแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะในระยะที่ 1 มาพัฒนาเป็นแพลตฟอร์มเพื่อการใช้งานเบื้องต้นในระยะที่ 2 โดยสามารถสรุปรายละเอียดของการพัฒนา ดังนี้

หน้าแสดงภาพรวมสถานการณ์ ประกอบไปด้วยชั้นข้อมูลที่สามารนำมาใช้ประกอบการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ซึ่งประกอบไปด้วย

- 1) ข้อมูลเรดาร์ฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา (รูปที่ 5.13) ซึ่งเป็นภาพที่แสดงถึงค่าความรุนแรงของการสะท้อนกลับของคลื่นเรดาร์ มีหน่วยเป็น Decibel (dBZ) โดยมีเกณฑ์การแสดงค่าตามตารางที่ 5.3
- 2) ภาพพื้นที่น้ำท่วมจากดาวเทียม (รูปที่ 5.14) เป็นชั้นข้อมูลน้ำท่วมที่ได้จากดาวเทียม Sentinel 1 ซึ่งเป็นดาวเทียมระบบ Synthetic Aperture Radar (SAR) และภาพเชิงแสงจากดาวเทียม Sentinel 2 และ Landsat 8 ซึ่งเป็นดาวเทียมระบบ Optical จากแหล่งข้อมูล HYDRAFloods

ตารางที่ 5.3 เกณฑ์มาตรฐานโดยทั่วไปของค่าความรุนแรงที่ได้จากการสะท้อนของเป้าของการตรวจอากาศด้วย Doppler Radar

dBZ	คำอธิบาย
-30	หมอกบางมาก (ขนาดของเม็ดน้ำเล็กมาก ไม่มีฝน เรดาร์ตรวจอากาศไม่สามารถตรวจค่าความสะท้อนต่ำกว่า -15 ถึง -20 dBZ)
20	ฝนกำลังอ่อนที่สุด (เกือบจะไม่สามารถตรวจพบฝนตก)
30	ฝนกำลังอ่อน (ความแรงของฝนประมาณ 3 ม.ม./ช.ม.)
40	ฝนกำลังปานกลาง (ความแรงของฝนประมาณ 12 ม.ม./ช.ม.)
50	ฝนกำลังแรง (ความแรงของฝนประมาณ 50 ม.ม./ช.ม.)
55	ฝนกำลังมาก (ความแรงของฝนประมาณ 100 ม.ม./ช.ม.)
>55	ลูกเห็บหรือน้ำแข็ง
75	ลูกเห็บหนักมากและมีจำนวนมากขนาดใหญ่



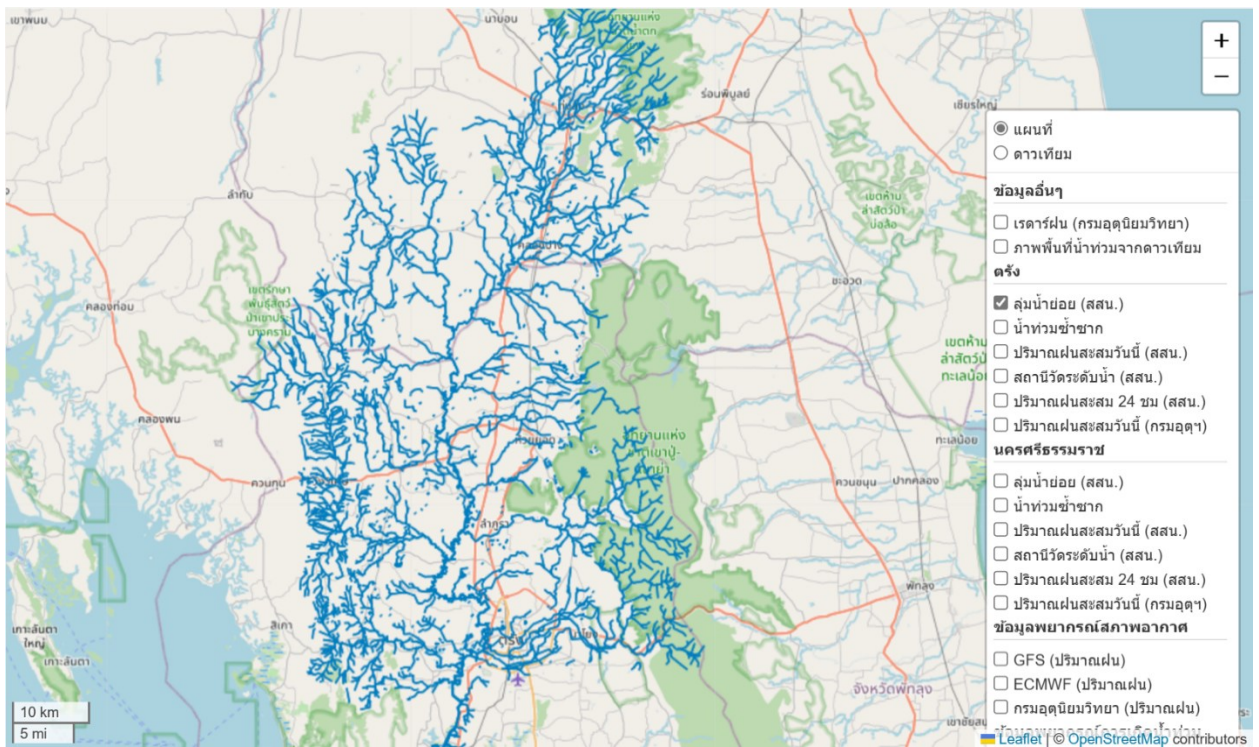
รูปที่ 5.13 ข้อมูลเรดาร์ฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา

- 3) ชั้นข้อมูลลุ่มน้ำย่อย จังหวัดตรัง จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) (รูปที่ 5.15)
- 4) ชั้นข้อมูลน้ำท่วมซ้ำซาก จากกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ shapefile (*.shp) ของข้อมูลน้ำท่วมซ้ำซากในจังหวัดตรังและจังหวัดนครศรีธรรมราช ในรอบ 10 ปี (รูปที่ 5.16)
- 5) ชั้นข้อมูลปริมาณฝนสะสมวันนี้ ชั้นข้อมูลปริมาณฝนสะสม 24 ชั่วโมง และชั้นข้อมูลระดับน้ำ เป็นข้อมูลที่ได้จากสถานีวัดปริมาณฝนและสถานีวัดระดับน้ำของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.) ในจังหวัดตรังและจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยชั้นข้อมูลปริมาณฝนสะสมจะแสดงอยู่ในรูปแบบของหมุดวงกลม (รูปที่ 5.17) และชั้นข้อมูลระดับน้ำจะแสดงอยู่ในรูปแบบของหมุดสี่เหลี่ยม (รูปที่ 5.18) ซึ่งสีของหมุดจะสื่อถึงปริมาณฝนและระดับน้ำตามลำดับ
- 6) ชั้นข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง GFS และแบบจำลอง ECMWF (รูปที่ 5.19 และรูปที่ 5.20)
- 7) ชั้นข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา
- 8) ชั้นข้อมูลพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม จากแบบจำลองของโครงการ ฯ เป็นการแสดงโอกาสเกิดน้ำท่วมในบริเวณอำเภอเมืองตรังและอำเภอทุ่งสง โดยแสดงขอบเขตอำเภอทั้งสองและสีที่เป็นตัวแทนโอกาสการเกิดน้ำท่วมในระดับต่าง ๆ ได้แก่ ไม่มีโอกาสเกิด โอกาสเกิดต่ำ โอกาสเกิดปานกลาง และโอกาสเกิดสูง (รูปที่ 5.21)

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

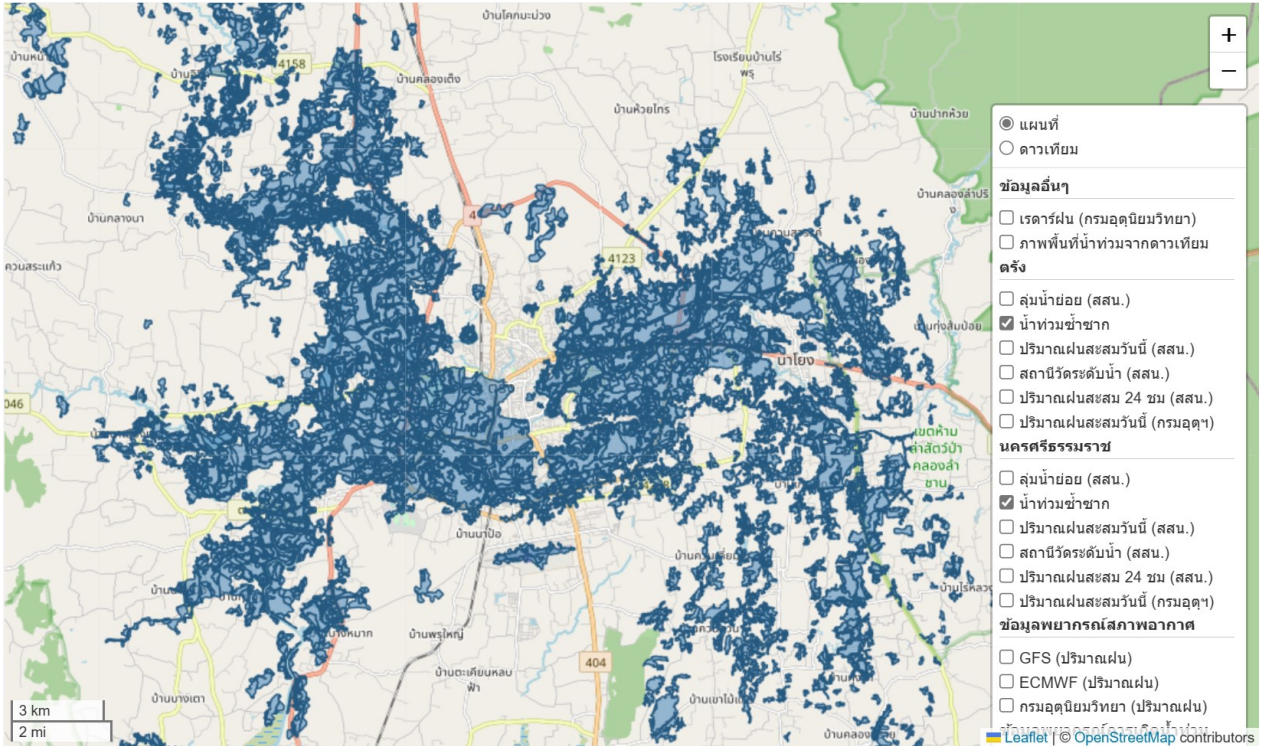


รูปที่ 5.14 ตัวอย่างชั้นข้อมูลน้ำท่วมจากดาวเทียม Sentinel 1, Sentinel 2 และ Landsat 8 ในบริเวณจังหวัดตรัง ณ วันที่ 22 มีนาคม 2566

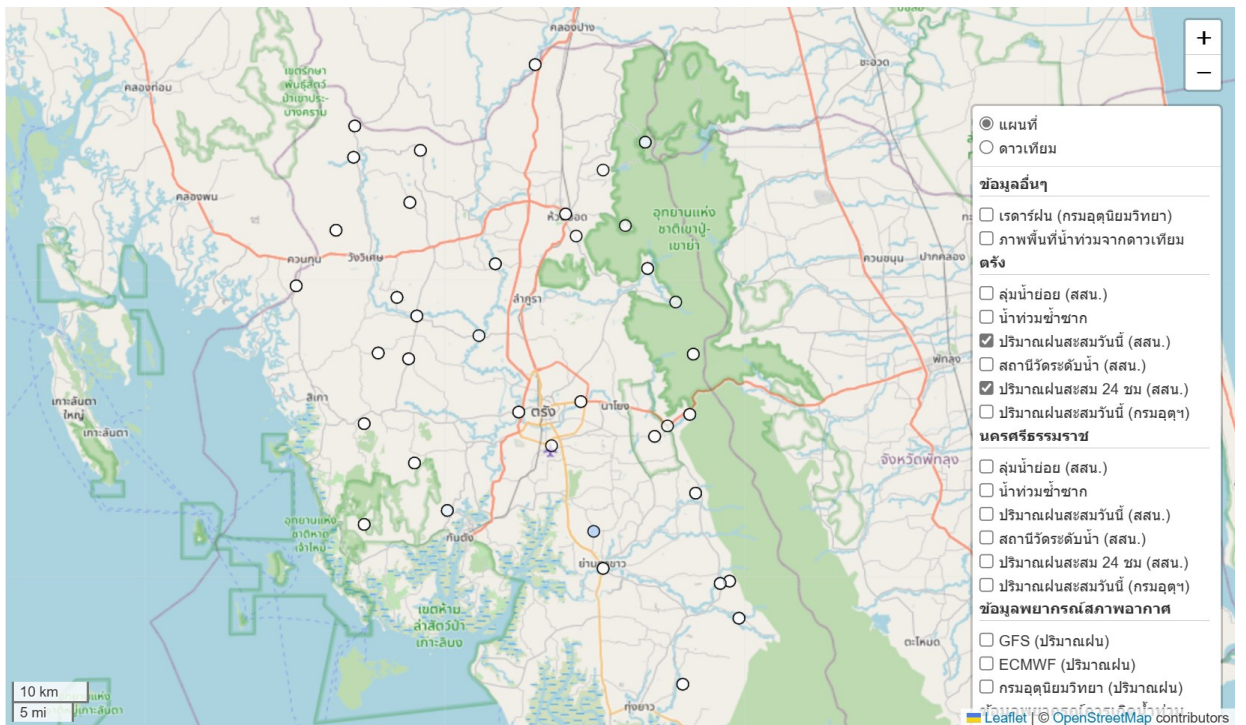


รูปที่ 5.15 ชั้นข้อมูลลุ่มน้ำย่อย จังหวัดตรัง จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.)

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

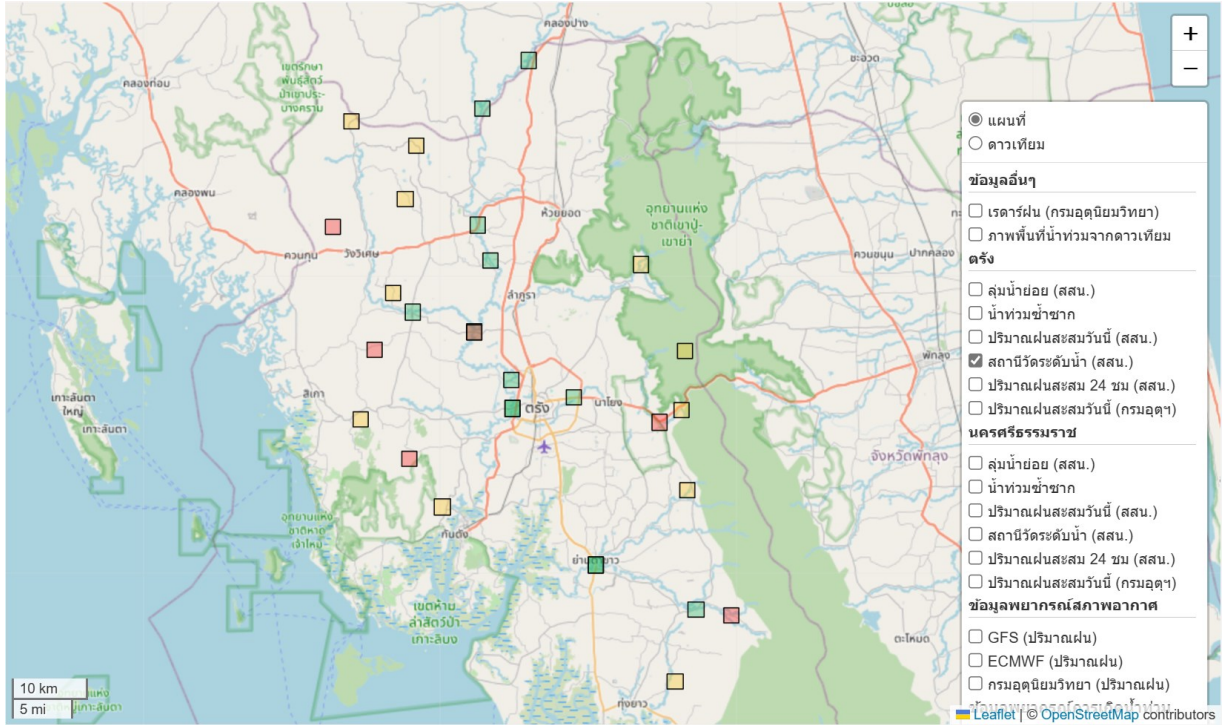


รูปที่ 5.16 ชั้นข้อมูลน้ำท่วมซ้ำซาก จังหวัดต๋อง

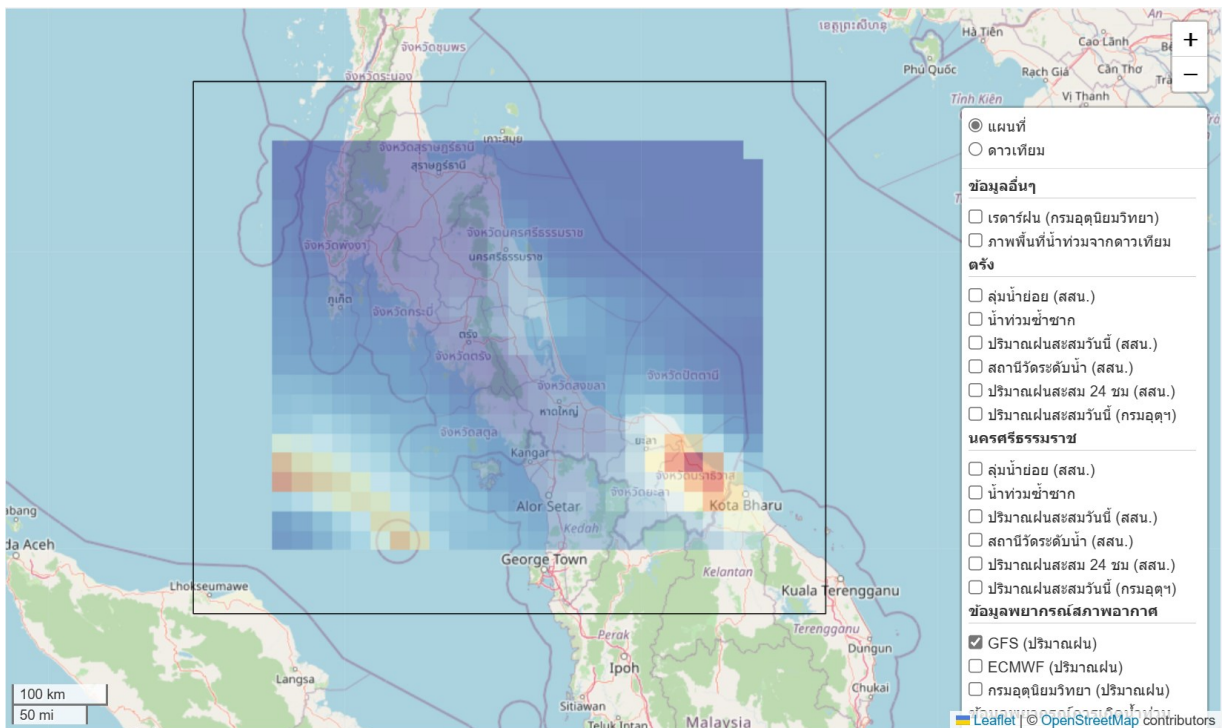


รูปที่ 5.17 ชั้นข้อมูลปริมาณฝนสะสมวันนี้และชั้นข้อมูลปริมาณฝนสะสม 24 ชั่วโมง จังหวัดต๋อง จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.)

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

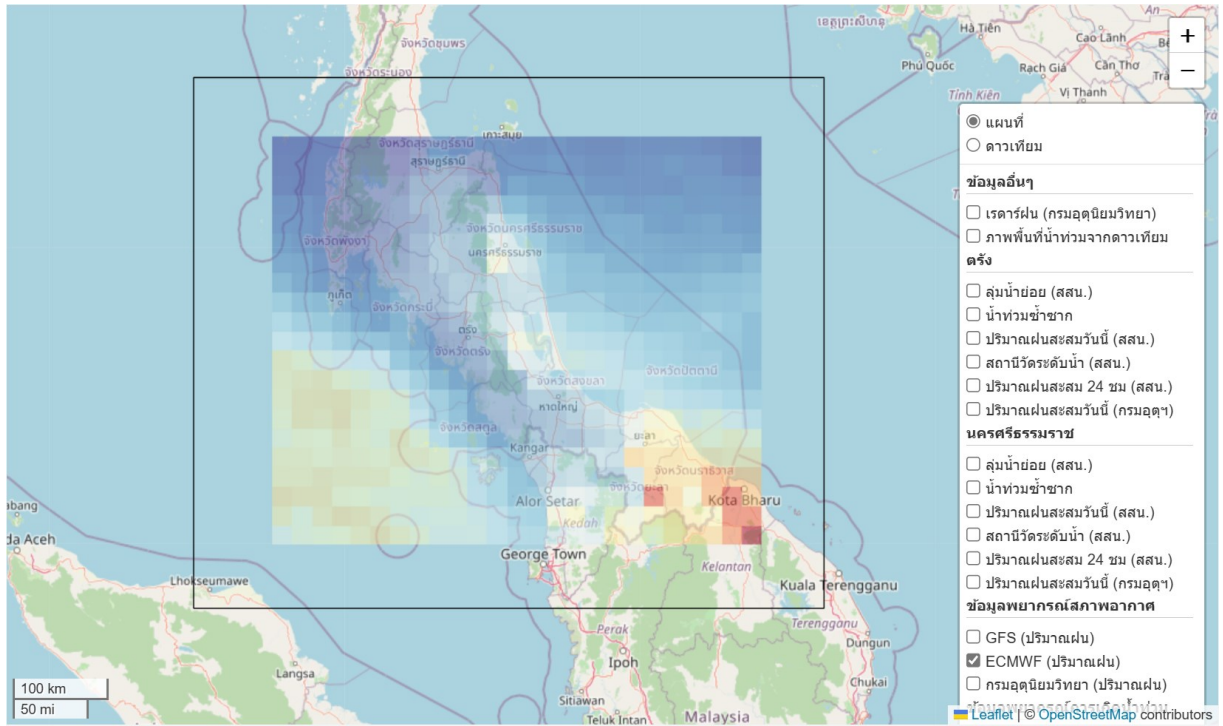


รูปที่ 5.18 ชั้นข้อมูลระดับน้ำจากสถานีวัดระดับน้ำ จังหวัดตรัง จากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (สสน.)

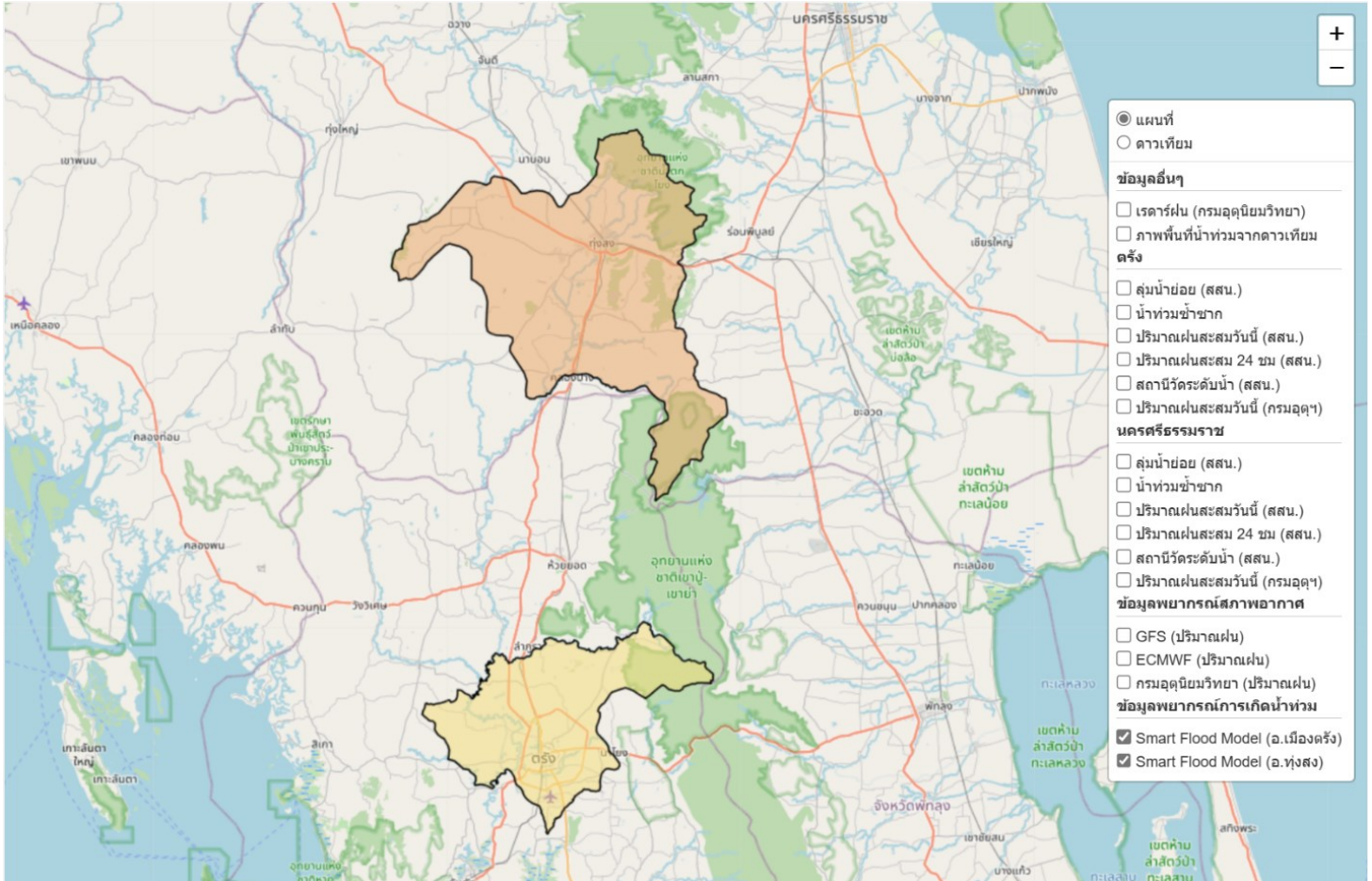


รูปที่ 5.19 ชั้นข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง GFS

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 5.20 ชั้นข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลอง ECMWF



รูปที่ 5.21 ชั้นข้อมูลพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม จากแบบจำลองของโครงการ ฯ ในบริเวณอำเภอเมืองตรังและอำเภอทุ่งสง โดยอำเภอเมืองตรังมีโอกาสเกิดน้ำท่วมปานกลาง และอำเภอทุ่งสงมีโอกาสเกิดน้ำท่วมต่ำ

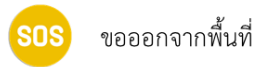
หน้าแสดงแผนที่คำร้อง (Crowdsourcing) แสดงแผนที่ที่รวบรวมคำร้องประเภทต่าง ๆ ประกอบด้วย

- 1) คำร้องประเภทขอความช่วยเหลือ สามารถแบ่งตามประเภทย่อย ได้แก่ ขออาหารและยา ขอออกจากพื้นที่ ขอเครื่องนุ่งห่ม และขออุปกรณ์อื่น ๆ
- 2) คำร้องประเภทแจ้งเหตุ สามารถแบ่งตามประเภทย่อย ได้แก่ น้ำท่วม ไฟไหม้ แผ่นดินไหว และดินถล่ม/หลุมยุบ
- 3) คำร้องประเภทให้ความช่วยเหลือ สามารถแบ่งตามประเภทย่อย ได้แก่ ศูนย์อพยพ จุดแจกอาหารและยา และอื่น ๆ

รูปที่ 5.22 และ 5.23 แสดงสัญลักษณ์หมวดหมู่ที่แสดงในหน้าจอแผนที่คำร้อง และสีของหมวดหมู่ที่แสดงถึงสถานะของคำร้อง ตามลำดับ

สัญลักษณ์หมวดหมู่

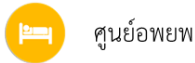
ขอความช่วยเหลือ



แจ้งเตือน



ให้ความช่วยเหลือ



รูปที่ 5.22 สัญลักษณ์หมวดหมู่ที่แสดงในหน้าจอแผนที่คำร้อง



รอการช่วยเหลือ



ยืนยันแล้ว



สิ้นสุดแล้ว



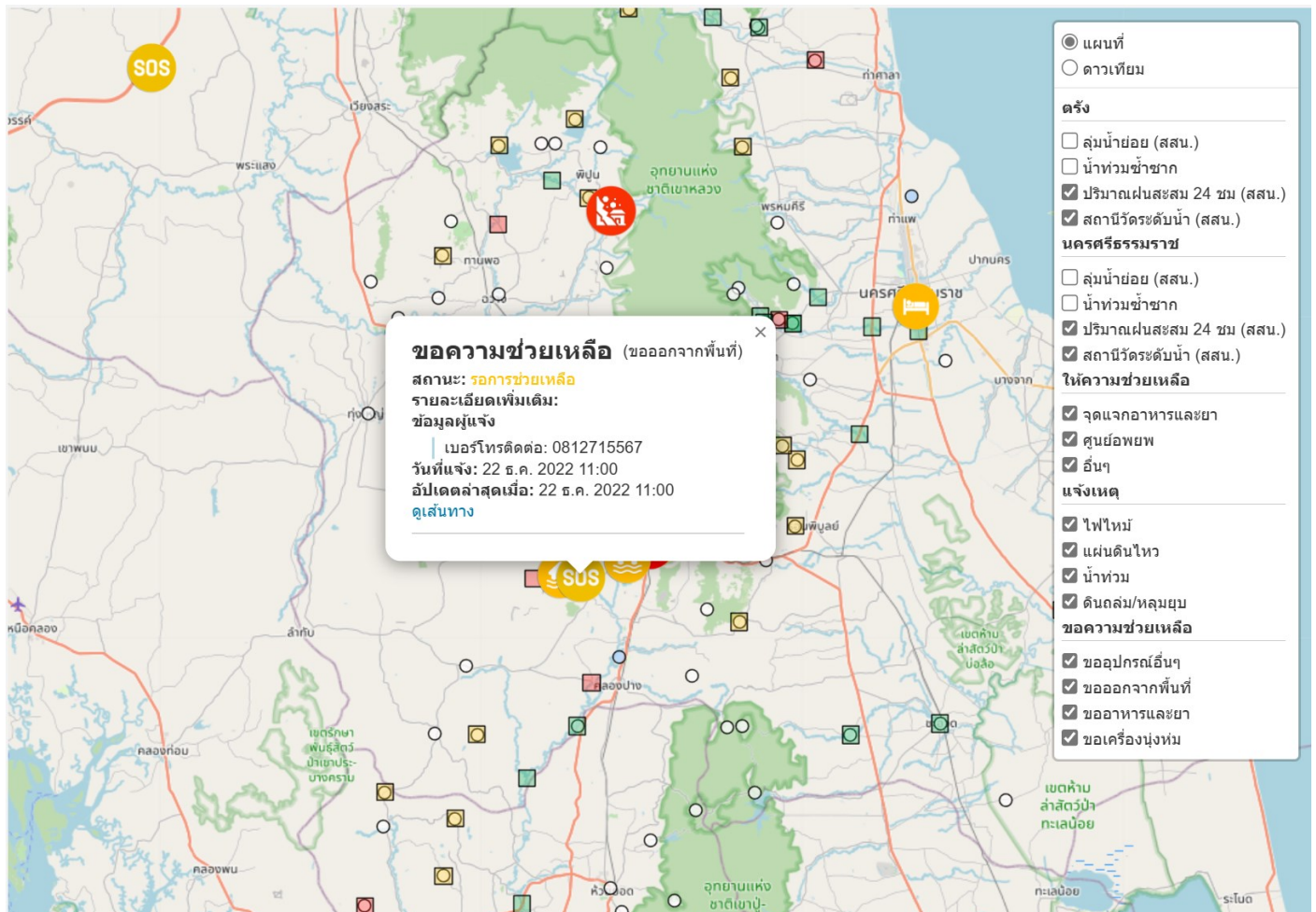
ยกเลิก

รูปที่ 5.23 ตัวอย่างสถานะคำร้องประเภทแจ้งเตือน (น้ำท่วม)

ในการแสดงผลของแผนที่คำร้อง จะแบ่งเป็นสองลักษณะ คือ การแสดงผลสำหรับผู้ใช้งานที่มีบทบาทประชาชนทั่วไป และการแสดงผลสำหรับผู้ใช้งานที่มีบทบาทเจ้าหน้าที่รัฐหรือผู้ดูแลระบบ (แอดมิน) โดยมีรายละเอียดดังนี้

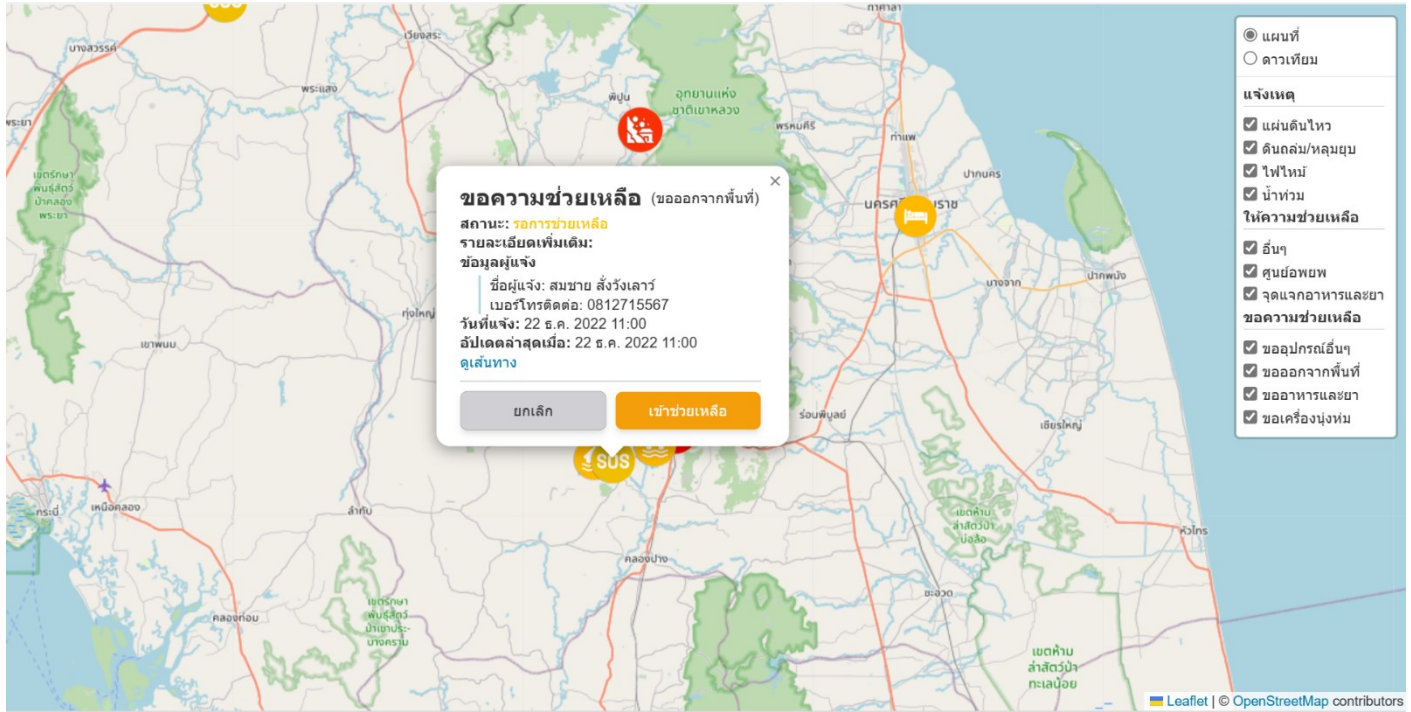
แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

- 1) สำหรับประชาชนทั่วไป จะเห็นรายละเอียดของคำร้องประเภทต่าง ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย สัญลักษณ์หมวดคำร้อง ประเภทคำร้อง สถานะของคำร้อง ข้อมูลผู้แจ้ง (เบอร์โทรศัพท์) วันที่ส่งคำร้อง วันที่คำร้องถูกแก้ไข และตำแหน่งของคำร้อง (รูปที่ 5.24)
- 2) สำหรับเจ้าหน้าที่รัฐหรือผู้ดูแลระบบ (แอดมิน) จะเห็นรายละเอียดของคำร้องประเภทต่าง ๆ ในลักษณะเดียวกันกับประชาชนทั่วไป เพิ่มเติมคือสามารถกดยืนยัน/ให้ความช่วยเหลือได้ (รูปที่ 5.25)



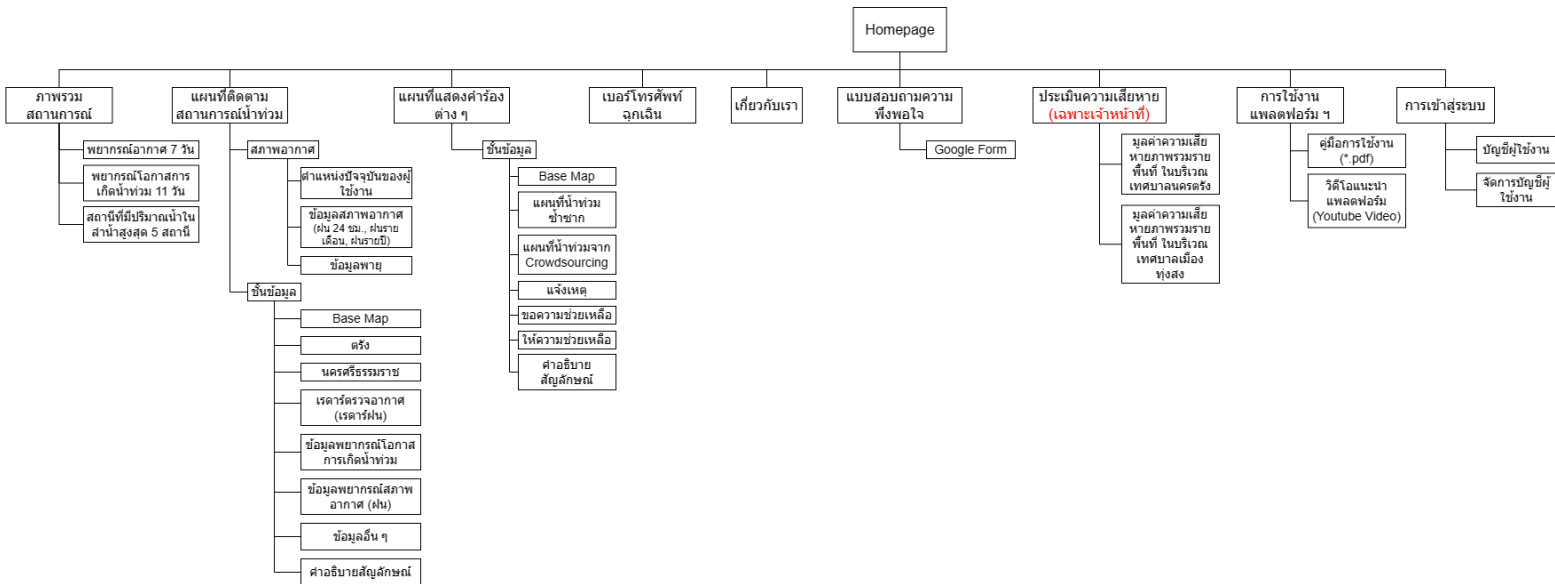
รูปที่ 5.24 รายละเอียดคำร้องประเภทขอความช่วยเหลือ (ขอลออกจากพื้นที่) ที่แสดงสำหรับผู้ใช้บทบาทประชาชนทั่วไป

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 5.25 รายละเอียดคำร้องประเภทขอความช่วยเหลือ (ขอลออกจากพื้นที่) ที่แสดงสำหรับผู้ใช้งานบท
เจ้าหน้าที่รัฐ/ผู้ดูแลระบบ (แอดมิน)

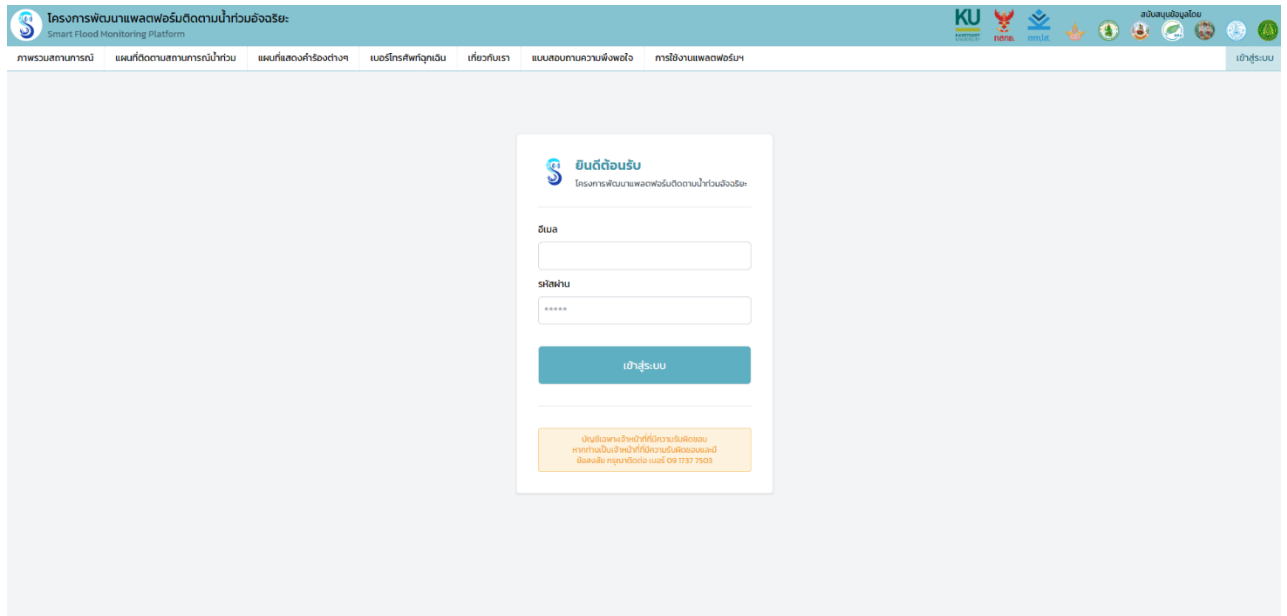
ส่วนในระยะเวลาที่ 3 นี้ โครงการ ฯ ได้ดำเนินการพัฒนาแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ
ต่อเนื่องจากการพัฒนาในระยะเวลาที่ 2 โดยสามารถสรุปภาพรวมของการพัฒนาตาม Site Map (รูป
ที่ 5.26) ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละหน้าของแพลตฟอร์ม ดังนี้



รูปที่ 5.26 Site Map ของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

หน้าเข้าสู่ระบบ เป็นหน้าสำหรับเจ้าหน้าที่กรอกบัญชีใช้งาน (อีเมลและรหัสผ่าน) เพื่อ
เข้าใช้งานภายในแพลตฟอร์ม (รูปที่ 5.27)

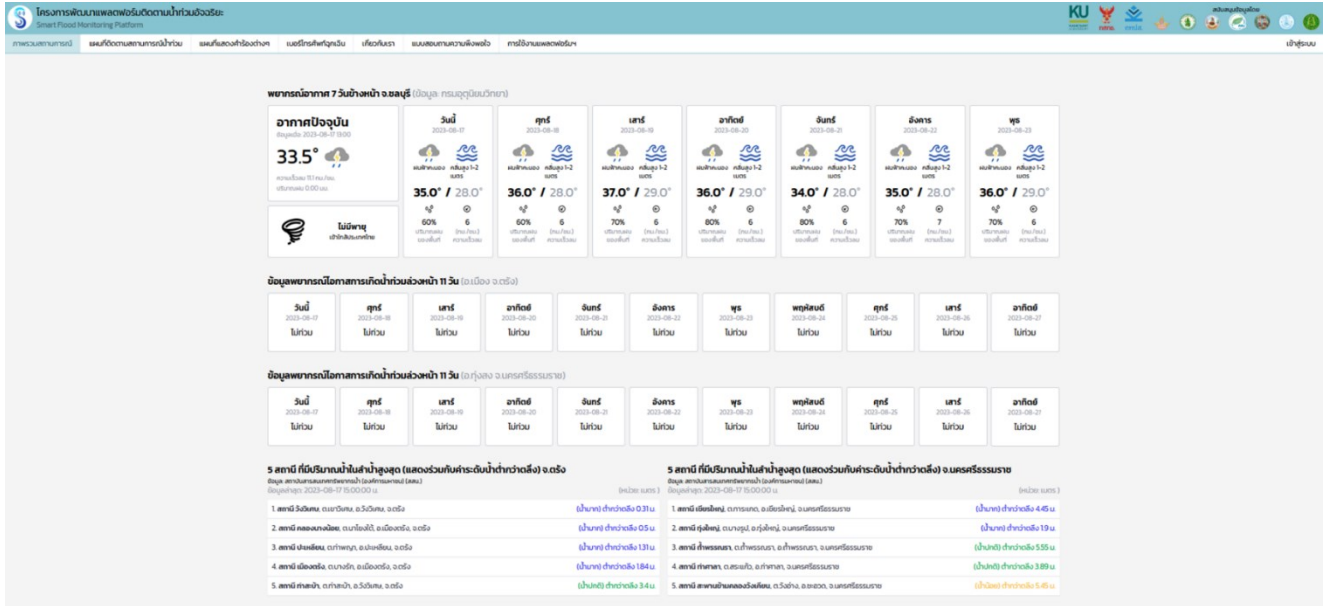


The screenshot shows the login interface for the Smart Flood Monitoring Platform. At the top, there is a navigation bar with the platform's name and several icons. Below this, a central white box contains the login form. The form has two input fields: one for 'อีเมล' (Email) and one for 'รหัสผ่าน' (Password). A blue button labeled 'เข้าสู่ระบบ' (Login) is positioned below the password field. At the bottom of the form, there is a small orange box with contact information: 'เป็นหน่วยงานราชการที่มีงานรับผิดชอบ หากท่านมีข้อสงสัย กรุณาติดต่อ โทร 09 1737 7503'.

รูปที่ 5.27 หน้าเข้าสู่ระบบสำหรับเจ้าหน้าที่

หน้าภาพรวมสถานการณ์ เป็นหน้าสรุปภาพรวมเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ
สถานการณ์น้ำท่วมในบริเวณ อ.เมืองตรัง และอ.ทุ่งสง (รูปที่ 5.28) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) ข้อมูลพยากรณ์อากาศ 7 วันข้างหน้า ในจังหวัดที่ผู้ใช้งานอาศัยอยู่ (อ้างอิงกับตำแหน่งของผู้ใช้งาน) ประกอบด้วย อุณหภูมิต่ำสุด/สูงสุด, ข้อมูลคลื่น (สำหรับจังหวัดที่อยู่ติดทะเล), ปริมาณฝนของพื้นที่ (%), ทิศทางและความเร็วลม (กม./ชม.), ข้อมูลพายุ
- 2) ข้อมูลพยากรณ์โอกาสการเกิดน้ำท่วมล่วงหน้า 11 วัน บริเวณ อ.เมือง จ.ตรัง และ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช
- 3) ข้อมูลสถานีที่มีปริมาณน้ำในลำน้ำสูงสุด จำนวน 5 สถานี พร้อมแสดงร่วมกับค่าระดับน้ำต่ำกว่าตลิ่ง ในบริเวณ จ.ตรัง และ จ.นครศรีธรรมราช



รูปที่ 5.28 หน้าภาพรวมสถานการณ์

หน้าที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม พัฒนามาจากหน้าภาพรวมสถานการณ์ในการพัฒนาในระยะที่ 2 ประกอบไปด้วยชั้นข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ประกอบการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ส่วนแสดงผลสภาพอากาศ (รูปที่ 5.29) ประกอบด้วย
 - 1.1) ชื่อสถานที่ (ตำแหน่ง) อ้างอิงจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน
 - 1.2) อุณหภูมิต่ำสุด, สูงสุดของวันนี้และวันพรุ่งนี้
 - 1.3) ข้อมูลฝนสะสม 24 ชั่วโมง, ฝนสะสมเดือนนี้ และฝนสะสมปีนี้ของจังหวัดของตำแหน่งผู้ใช้งาน
 - 1.4) ข้อมูลพายุที่เข้าใกล้ประเทศไทย โดยหากมีข้อมูลพายุปรากฏขึ้น จะมีลิงค์เพื่อนำไปสู่แหล่งข้อมูลของพายุนั้น
- 2) ส่วนแสดงผลชั้นข้อมูล (รูปที่ 5.30) ประกอบด้วย
 - 2.1) ชั้นข้อมูลแผนที่ฐาน (Base Map) ประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ดาวเทียม และแผนที่
 - 2.2) ชั้นข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ได้แก่
 - 2.2.1) ข้อมูลระดับน้ำจากสถานีตรวจวัด จาก สสน.
 - 2.2.2) ข้อมูลฝนสะสม 1 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จาก สสน.

- 2.2.3) ข้อมูลฝนสะสม 3 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จาก กรมอุตุนิยมวิทยา
- 2.2.4) ฝนสะสมวันนี้ จาก กรมอุตุนิยมวิทยา
- 2.2.5) แผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก จาก กรมพัฒนาที่ดิน
- 2.2.6) ชั้นข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ (เรดาร์ฝน)
 - เรดาร์ฝน จาก กรมอุตุนิยมวิทยา
 - เรดาร์ฝน จาก กรมฝนหลวง
- 2.2.7) ชั้นข้อมูลพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม
 - ในพื้นที่ อ.เมืองตรัง
 - ในพื้นที่ อ.ทุ่งสง
- 2.2.8) ชั้นข้อมูลพยากรณ์สภาพอากาศ (ปริมาณฝน)
 - แบบจำลอง ECMWF
 - แบบจำลอง GFS
 - แบบจำลองของกรมอุตุนิยมวิทยา
- 2.2.9) ข้อมูลอื่น ๆ
 - แผนที่น้ำท่วมจาก Crowdsourcing ใน อ.เมือง จ.ตรัง
 - แผนที่น้ำท่วมจาก Crowdsourcing ใน อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช
 - แผนที่น้ำท่วมจากดาวเทียม Sentinel-1
- 2.3) คำอธิบายสัญลักษณ์ จะปรากฏคำอธิบายของชั้นข้อมูลที่ผู้ใช้งานเลือกดู

หน้าแผนที่แสดงคำร้องต่าง ๆ เป็นหน้ารวบรวมคำร้องที่ส่งผ่าน LINE OA โดยแสดงผลอยู่บนแผนที่ร่วมกับข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการช่วยติดตามสถานการณ์น้ำท่วมจากคำร้อง (รูปที่ 5.31) ประกอบด้วย

- 1) ชั้นข้อมูลแผนที่ฐาน (Base Map) ประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ดาวเทียม และ แผนที่
- 2) ส่วนแสดงผลชั้นข้อมูล ประกอบด้วย
 - 2.1) แผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก
 - 2.1.1) ในพื้นที่ จ.ตรัง
 - 2.1.2) ในพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช

- 2.2) แผนที่น้ำท่วมจาก Crowdsourcing
 - 2.2.1) ในพื้นที่ อ.เมือง จ.ตรัง
 - 2.2.2) ในพื้นที่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช
- 2.3) คำร้องประเภทแจ้งเหตุ
 - 2.3.1) ดินถล่ม/หลุมยุบ
 - 2.3.2) น้ำท่วม
 - 2.3.3) แผ่นดินไหว
 - 2.3.4) ไฟไหม้
- 2.4) คำร้องประเภทขอความช่วยเหลือ
 - 2.4.1) ออกจากพื้นที่
 - 2.4.2) เครื่องนุ่งห่ม
 - 2.4.3) อาหารและยา
 - 2.4.4) อื่น ๆ
- 2.5) คำร้องประเภทให้ความช่วยเหลือ
 - 2.5.1) ศูนย์อพยพ
 - 2.5.2) อาหารและยา
 - 2.5.3) อื่น ๆ

3) คำอธิบายสัญลักษณ์ จะปรากฏคำอธิบายของชั้นข้อมูลแผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก

หน้าเบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน เป็นหน้าที่รวบรวมเบอร์โทรศัพท์ของหน่วยงานและบริการต่าง ๆ สำหรับติดต่อในสถานการณ์ฉุกเฉิน ในจ.ตรัง และ จ.นครศรีธรรมราช (รูปที่ 5.32)

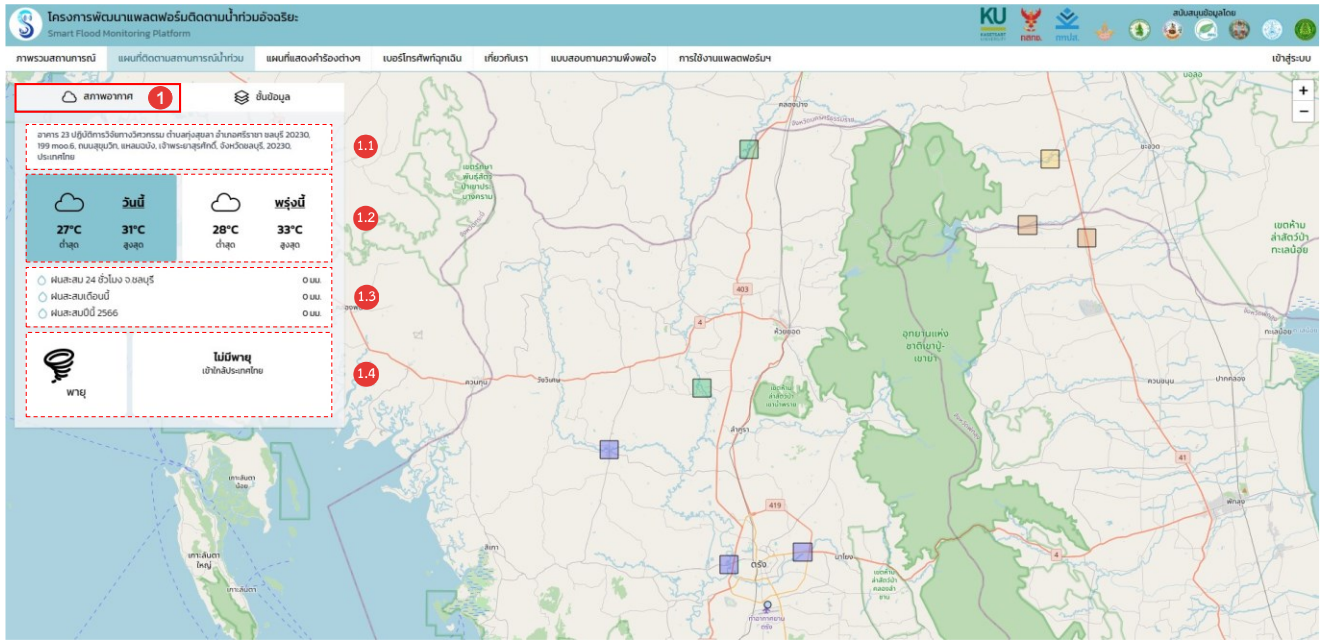
หน้าเกี่ยวกับเรา เป็นหน้าแสดงที่มาและข้อมูลโดยรวมของโครงการ (รูปที่ 5.33)

แบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้ใช้งานสามารถทำแบบประเมินเพื่อเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาและปรับปรุงแพลตฟอร์มให้มีความเหมาะสมในการใช้งานมากขึ้น

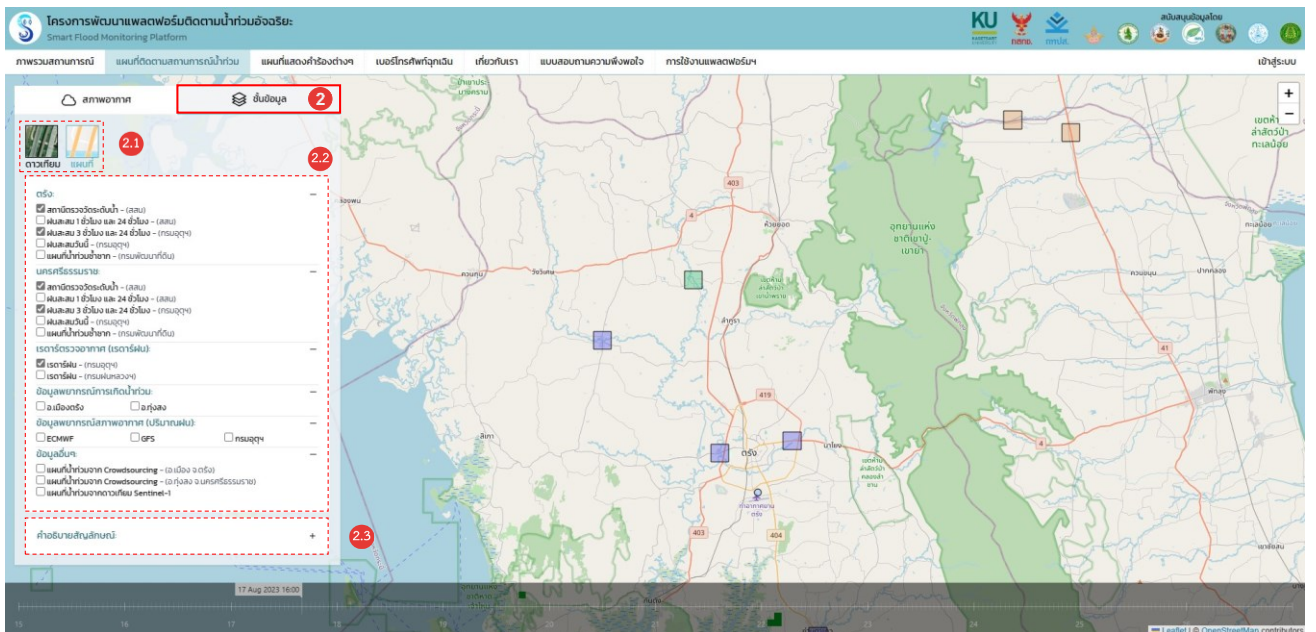
หน้าประเมินความเสียหาย เป็นหน้าแสดงผลการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมจากแบบจำลองของโครงการ ฯ ซึ่งจะสามารถเข้าถึงได้เฉพาะบทบาทเจ้าหน้าที่รัฐ (รูปที่ 5.34)

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

หน้าการใช้งานแพลตฟอร์ม ฯ เป็นหน้ารวบรวมคู่มือการใช้งานแพลตฟอร์มทั้งในรูปแบบวิดีโอและ *.pdf (รูปที่ 5.35)

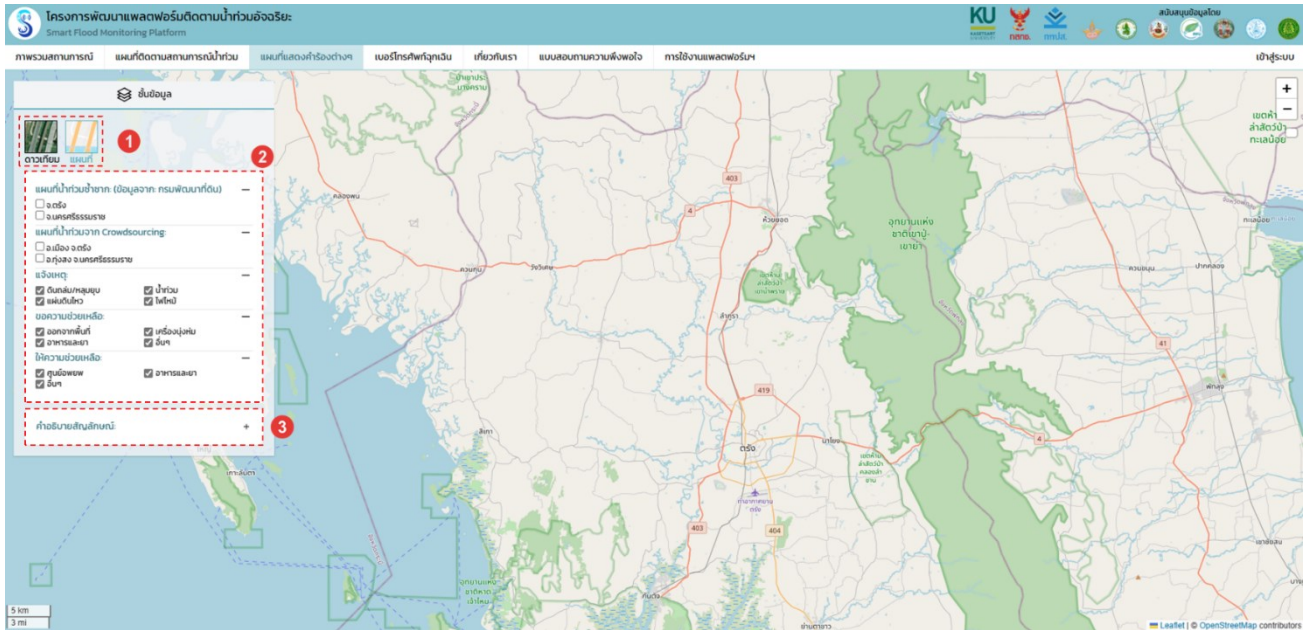


รูปที่ 5.29 หน้าแผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ในส่วนแสดงผลสภาพอากาศ

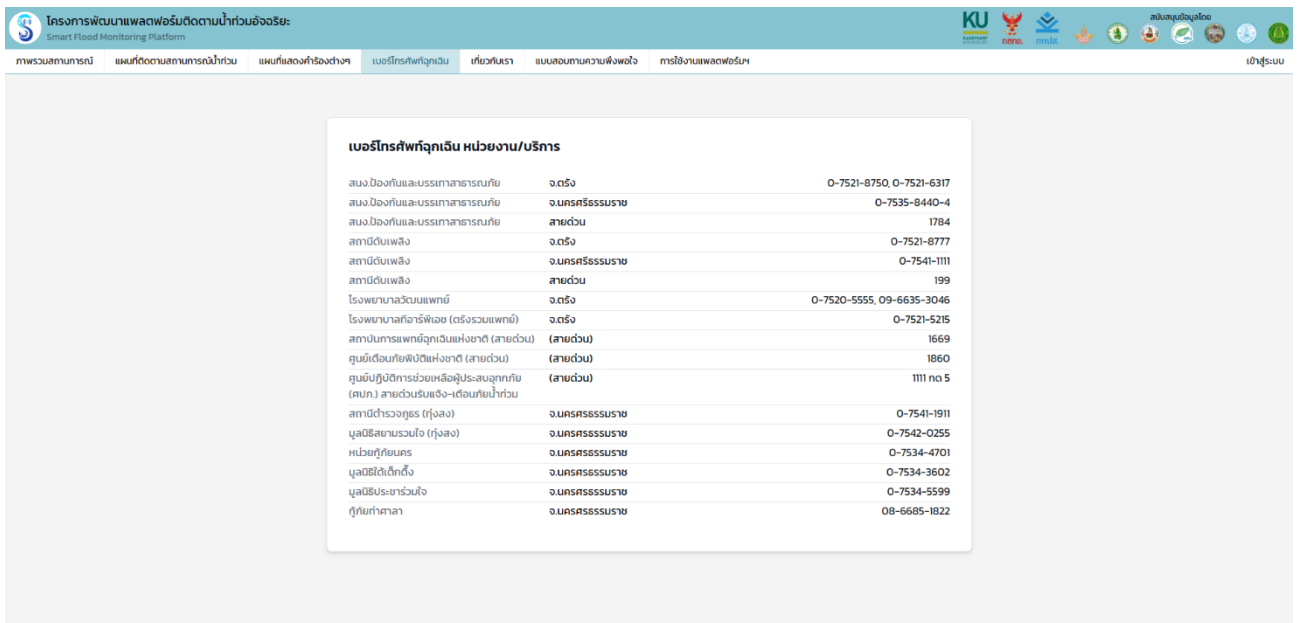


รูปที่ 5.30 หน้าแผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม ในส่วนแสดงผลชั้นข้อมูล

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 5.31 หน้าแผนที่แสดงเครื่องมือต่าง ๆ



รูปที่ 5.32 หน้าเบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

โครงการพัฒนาแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ:
Smart Flood Monitoring Platform

เหตุการณ์น้ำท่วมในเขตลุ่มน้ำสามารถนำมาถึงความสูญเสียอย่างมหาศาลทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม คณะผู้วิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีความเห็นว่าภารกิจสำคัญที่สุดและประชาชนทั่วไปไม่มีเครื่องมือที่สามารถใช้ติดตามสถานการณ์น้ำท่วมในเชิงข้อมูลและเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อหาทางออกในสถานการณ์น้ำท่วมได้อย่างเหมาะสมและรวดเร็ว

ดังนั้น คณะผู้วิจัยได้จัดทำเว็บไซต์ขึ้นเป็นส่วนหนึ่งของโครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ โดยมีการส่งข้อมูลและสนับสนุนจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการกระจายเสียง การโทรทัศน์ และการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ (ทสจ.) ประจำปี พ.ศ. 2564 ภายใต้สำนักงานคณะกรรมการกระจายเสียง การโทรทัศน์ และการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความเสียหายและเพิ่มประสิทธิภาพการติดตามสถานการณ์น้ำท่วมและภัยพิบัติอื่น ๆ เช่น real-time สำหรับเจ้าหน้าที่รัฐ และประชาชนในพื้นที่ต้นแบบบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้แก่ เทศบาลเมืองทุ่งสอง จ.นนทบุรี และเทศบาลนครนนทบุรี

ในโครงการนี้ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลบนคลาวด์เพื่อใช้ในการติดตามสถานการณ์ภัยพิบัติ ระหว่าง และหลังการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม โดยมีการบูรณาการข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ (โดยขึ้นอยู่กับความสามารถเชิงฟังก์ชันงาน) ขีดความสามารถในการประมวลผลข้อมูลการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม การประเมินมูลค่าความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจสำหรับเจ้าหน้าที่รัฐ รวมถึงการสร้างเครื่องมือติดตามสถานการณ์น้ำท่วมและภัยพิบัติอื่น ๆ แบบ real-time สำหรับเจ้าหน้าที่รัฐ และประชาชนในพื้นที่ต้นแบบบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยา ได้แก่ เทศบาลเมืองทุ่งสอง จ.นนทบุรี และเทศบาลนครนนทบุรี ขอบเขตพื้นที่ของโครงการราชการและภาคเอกชนสามารถนำแพลตฟอร์มนี้ไปปรับใช้ประโยชน์ในที่สุด

อย่างไรก็ตาม คณะผู้วิจัยมีความเชื่อว่า การที่จะแก้ปัญหาภัยพิบัติได้นั้น จำเป็นที่จะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่าย แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะและเว็บไซต์นี้เป็นเพียงเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยพัฒนาพื้นที่ที่จะสามารถนำมาแก้ปัญหา ซึ่งสิ่งอื่นอีกจำที่ต้องพิจารณาประกอบด้วย ดังนี้

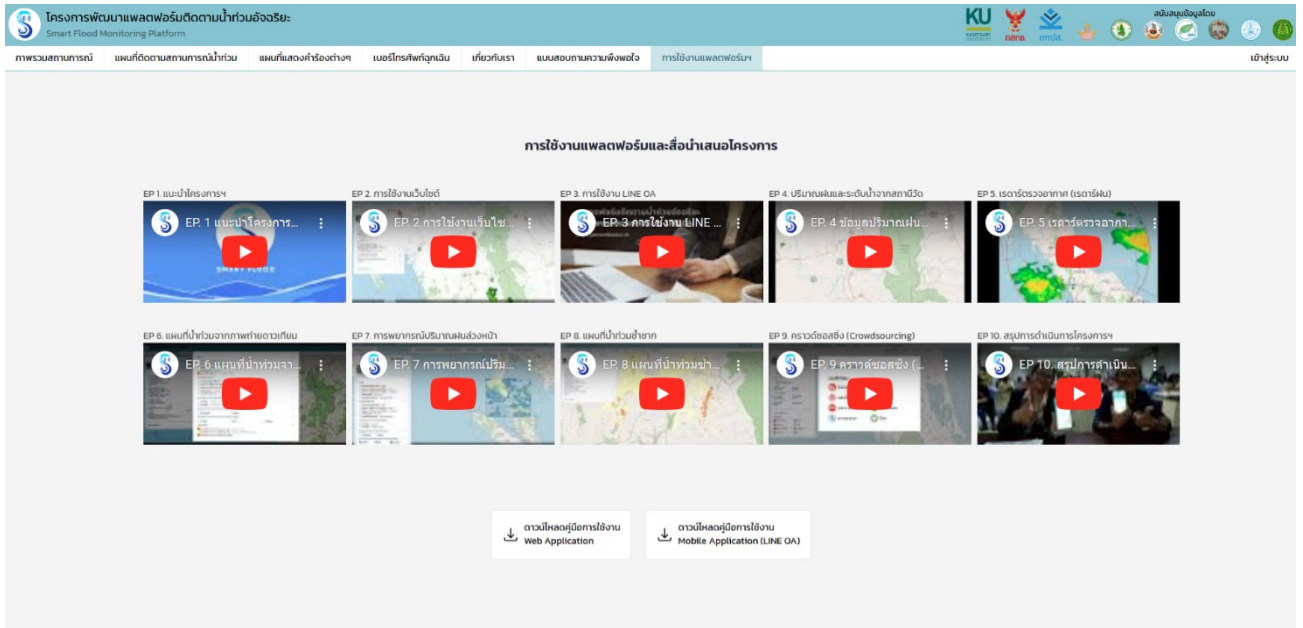
1. ต้องการแก้ปัญหาพื้นที่น้ำท่วมบริเวณที่ศึกษาข้อมูลอย่างรวดเร็วและแม่นยำ
2. ต้องการติดตามสถานการณ์น้ำท่วมและภัยพิบัติอื่น ๆ ได้แบบเรียลไทม์
3. ต้องการสนับสนุนและสนับสนุนเจ้าหน้าที่โครงการวิจัย
4. คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ กรมอุตุนิยมวิทยา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) (สสนท.) กรมชลประทานและกรมฝนหลวง กรมพัฒนาที่ดิน กรมที่ดิน เทศบาลเมืองทุ่งสอง และเทศบาลนครนนทบุรี ที่ให้การสนับสนุนทางด้านข้อมูลโครงการฯ

รูปที่ 5.33 หน้าเกี่ยวกับเรา

ประเภทพื้นที่	มูลค่าความเสียหายรายพื้นที่
พื้นที่น้ำท่วม	12345
พื้นที่น้ำท่วมตื้น	156 ตร.วา
น้ำท่วมตื้น	0 บาท
น้ำท่วมลึก	0 บาท
น้ำท่วมสูง	0 บาท
น้ำท่วมรุนแรง	0 บาท

(รวมมูลค่าความเสียหายจาก 2 รายการ)
ข้อมูลล่าสุด: 01/07/2566 10.53 น.

รูปที่ 5.34 หน้าประเมินความเสียหาย



รูปที่ 5.35 หน้าการใช้งานแพลตฟอร์ม ฯ

5.4 การสร้างช่องทางเพื่อใช้ในการสื่อสารผ่านทางแอปพลิเคชัน LINE OA

ในระยะที่ 1 ทางโครงการฯ ได้ดำเนินการออกแบบช่องทางเพื่อใช้ในการสื่อสาร โดยได้มีการพิจารณาใช้แอปพลิเคชัน LINE เป็นช่องทางหลักที่ใช้ในการสื่อสารกับประชาชน และกำลังพิจารณาแนวทางการใช้งานในรูปแบบบัญชีทางการ (Official Account) ในการสื่อสารและส่งข้อมูลกิจกรรมของโครงการฯ ไปยังประชาชน ซึ่งมี Feature การใช้งานดังต่อไปนี้

- 1) ข้อความทักทายเพื่อนใหม่ (Greeting Message) ส่งข้อความทักทายประชาชนได้ทันทีที่เป็นเพื่อน โดยสามารถออกแบบข้อความได้ และใส่ข้อความได้สูงสุดถึง 5 บอลลูน (1 บอลลูนสามารถใส่อักษรสูงสุดได้ 500 ตัวอักษร โดยนับรวมอีโมติคอนด้วย หรือใส่ 1 รูปภาพ)
- 2) Rich Menus ภาพขนาดใหญ่ด้านล่างหน้าจอแชท (รูปที่ 5.36) ที่แสดงขึ้นมาเวลามีคนคลิกเข้ามาที่บัญชี สามารถใส่ข้อมูลสำคัญต่างๆ ที่ประชาชนมักถามบ่อย ๆ และสามารถฝัง Links ได้หรือ Actions อื่น ๆ ได้สูงสุด 6 Actions
- 3) หน้าโปรไฟล์ (Profile Page) ให้ประชาชนหาข้อมูลเกี่ยวกับโครงการฯ ได้สะดวกสบายและครบถ้วนด้วยการสร้างมินิเว็บไซต์

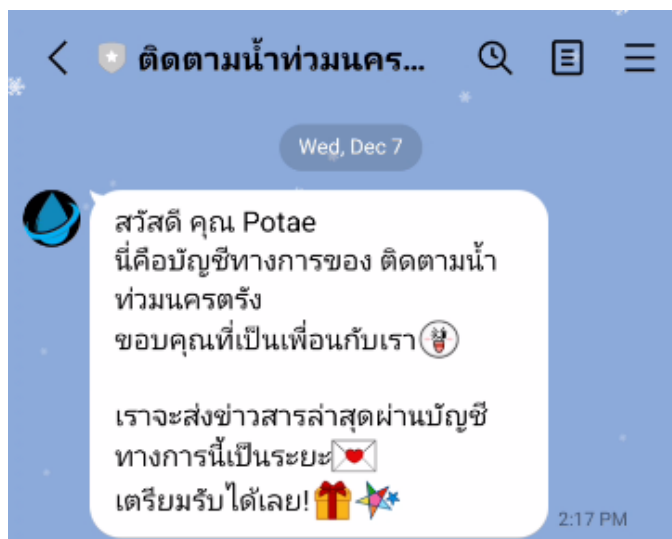
- 4) การโพสต์บน Timeline เข้าถึงกลุ่มประชากรใหม่ ๆ ได้มากขึ้น (More Exposure) และสร้างความประทับใจให้ประชากร แม้ประชากรยังไม่ได้เพิ่มมาเป็นเพื่อน หรือเพิ่งเพิ่มเพื่อนมาใหม่ด้วยการโพสต์ Timeline
- 5) 1:1 Chat เข้าถึงประชากรอย่างใกล้ชิดด้วยการสนทนาแบบ 1-1 ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถามการใช้งานแพลตฟอร์ม ซึ่งจะทำให้ประชาชนเข้าถึงแพลตฟอร์มได้โดยตรงและรวดเร็ว
- 6) Broadcast Message แจ้งเตือนสถานการณ์รายวัน เจ้าหน้าที่ผู้ร่วมโครงการ ฯ สามารถเลือกที่จะส่งข้อความนี้ไปหาประชาชนทุกคนหรือแค่บางส่วนได้ รวมทั้งสามารถเลือกวันที่และเวลาได้อย่างชัดเจนและเฉพาะเจาะจงว่าจะส่งวันและเวลาใดหรือถ้าเป็นประกาศแจ้งเตือนฉุกเฉินก็สามารถ broadcast ได้ทันที



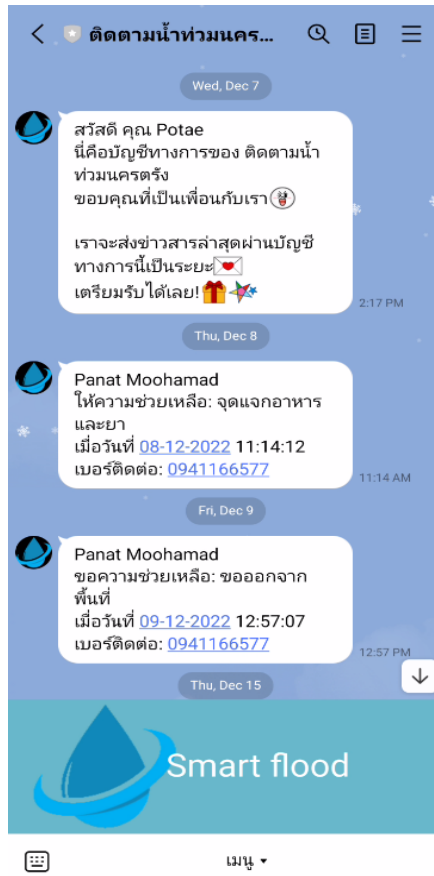
รูปที่ 5.36 ตัวอย่าง LINE Official Account ของระบบแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ประกอบไปด้วยลักษณะเฉพาะ คือ Rich menu

ต่อมาในระยะที่ 2 โครงการ ฯ ได้ดำเนินการพัฒนาช่องทางเพื่อใช้ในการสื่อสารจากการเลือกใช้แอปพลิเคชัน LINE ในรูปแบบบัญชีทางการ (Official Account) ในการสื่อสารและส่งข้อมูลกิจกรรมของโครงการ ฯ ไปยังประชาชน โดยใช้ชื่อว่า “ติดตามน้ำท่วมนครตรง” และ “ติดตามน้ำท่วมทุ่งสง” ซึ่งมี Feature การใช้งานเบื้องต้น ดังนี้

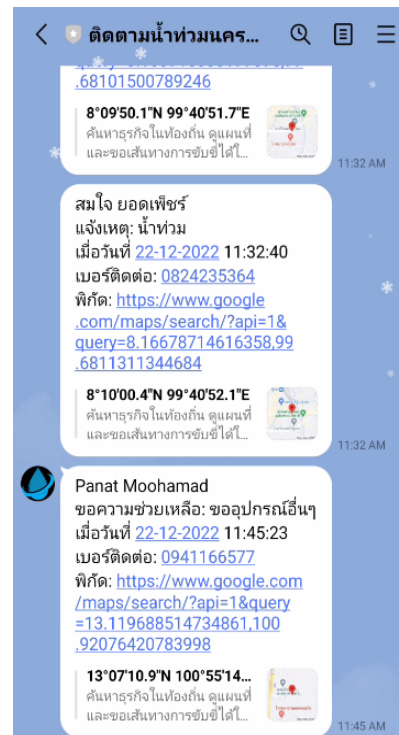
- 1) ข้อความทักทายเพื่อนใหม่ (Greeting Message) ส่งข้อความทักทายประชาชนได้ทันทีที่เป็นเพื่อน (รูปที่ 5.37)
- 2) Rich Menus ภาพขนาดใหญ่ด้านล่างหน้าจอแชทที่แสดงขึ้นมาเวลามีคนคลิกเข้ามาที่บัญชี โดยใส่เป็นช่องทางการส่งคำร้องของประชาชนผ่านช่องทาง LINE OA (รูปที่ 5.38a)
- 3) Broadcast Message แจ้งเตือนสถานการณ์รายวัน เจ้าหน้าที่ผู้ร่วมโครงการ ฯ สามารถเลือกที่จะส่งข้อความนี้ไปหาประชาชนทุกคนหรือแค่บางส่วนได้ รวมทั้งสามารถเลือกวันที่และเวลาได้อย่างชัดเจนและเฉพาะเจาะจงว่าจะส่งวันและเวลาใดหรือถ้าเป็นประกาศแจ้งเตือนฉุกเฉินก็สามารถ broadcast ได้ทันที (รูปที่ 5.38b)



รูปที่ 5.37 ตัวอย่างข้อความทักทายเพื่อนใหม่ (Greeting Message) ใน LINE OA



(a)

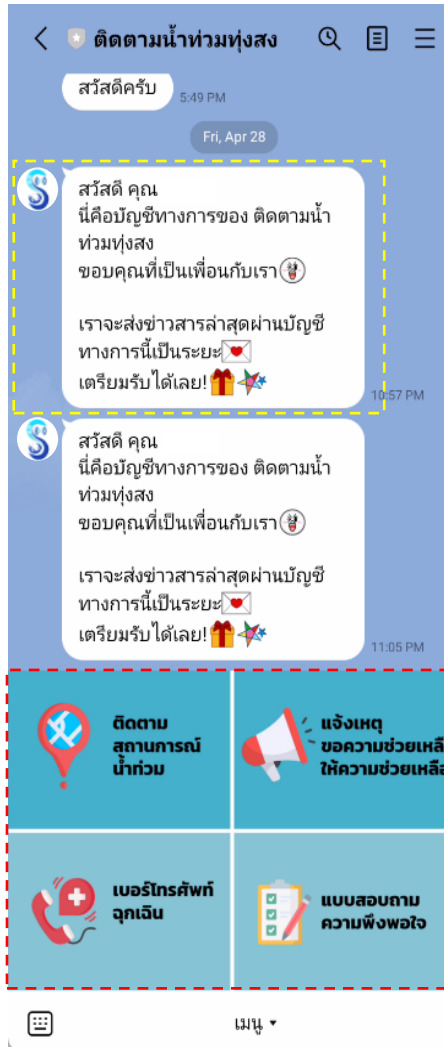


(b)

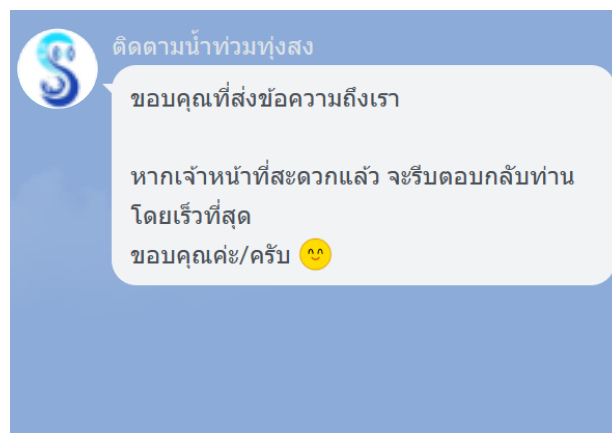
รูปที่ 5.38 (a) Rich Menu ของ LINE OA ติดตามน้ำท่วมนครต้ง (b) Broadcast Message ของ LINE OA ติดตามน้ำท่วมนครต้ง ติดตามน้ำท่วมนครต้ง

และในการพัฒนาในระยะที่ 3 นี้ ก็ได้มีการปรับปรุงและพัฒนาช่องทางเพื่อใช้ในการสื่อสาร หรือ LINE OA เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่ายและมีความครอบคลุมไปยังส่วนของแพลตฟอร์มมากขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อความทักทายเพื่อนใหม่ (Greeting Message) ส่งข้อความทักทายประชาชนได้ทันทีที่เป็นเพื่อน (รูปที่ 5.39 กรอบเส้นประสีเหลือง)
2. Rich Menus ภาพขนาดใหญ่ด้านหน้าจอเซทที่แสดงขึ้นมาเวลามีคนคลิกเข้ามาที่บัญชี โดยแบ่งออกเป็น 4 เมนู (รูปที่ 5.39 กรอบเส้นประสีแดง) ดังนี้
 - เมนู **ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม** เป็นเมนูที่จะนำผู้ใช้งานไปสู่หน้า “แผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม” ในแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ เพื่อดูข้อมูลต่าง ๆ สำหรับประกอบการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม
 - เมนู **แจ้งเหตุ ขอความช่วยเหลือ ให้ความช่วยเหลือ** เป็นเมนูที่ใช้ในการส่งคำร้องต่าง ๆ
 - เมนู **เบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน** เป็นเมนูที่นำไปสู่หน้าแสดงข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ของหน่วยงานและบริการต่าง ๆ สำหรับติดต่อในสถานการณ์ฉุกเฉิน ทั้งใน จ.ตรัง และ จ.นครศรีธรรมราช
 - เมนู **แบบสอบถามความพึงพอใจ** เป็นเมนูที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าไปตอบแบบสอบถามเพื่อแสดงถึงความพึงพอใจในการใช้งานแพลตฟอร์มได้
3. 1:1 Chat ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงเจ้าหน้าที่ได้โดยตรงด้วยการสนทนาแบบ 1-1 กับเจ้าหน้าที่ได้ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถามการใช้งานแพลตฟอร์ม รวมถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานและเจ้าหน้าที่เพื่อใช้ในการเข้าให้ความช่วยเหลือ โดยเมื่อผู้ใช้งานส่งข้อความไปยังเจ้าหน้าที่ผ่าน LINE OA และหากอยู่นอกเหนือเวลาทำการ จะปรากฏข้อความตอบกลับอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ 5.40 และเจ้าหน้าที่สามารถส่งข้อความตอบกลับผู้ใช้งานได้ผ่านช่องทางแชทบนแพลตฟอร์ม LINE Official Account Manager ได้



รูปที่ 5.39 หน้าจอแชทของ LINE OA ติดตามน้ำท่วมทุ่งสง โดยปรากฏข้อความทักทายเพื่อนใหม่ (กรอบเส้นประสีเหลือง) และ Rich Menu (กรอบเส้นประสีแดง)



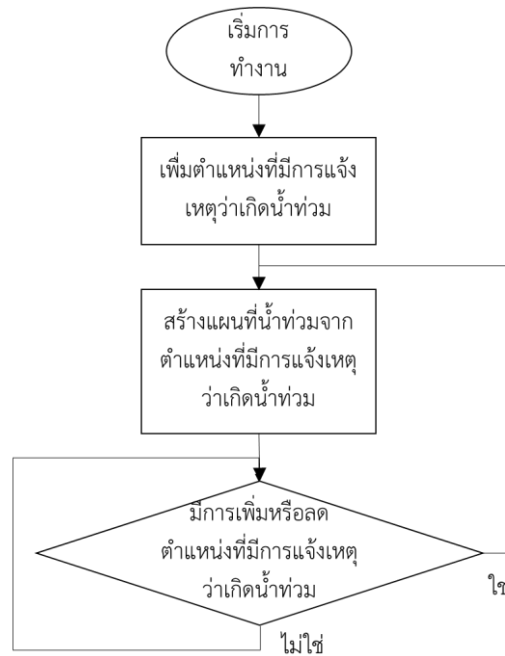
รูปที่ 5.40 ข้อความอัตโนมัติ จะปรากฏเมื่อผู้ใช้งานส่งข้อความไปยังเจ้าหน้าที่ผ่าน LINE OA ในเวลานอกทำการ

5.5 การออกแบบและพัฒนาระบบติดตามการเกิดน้ำท่วม

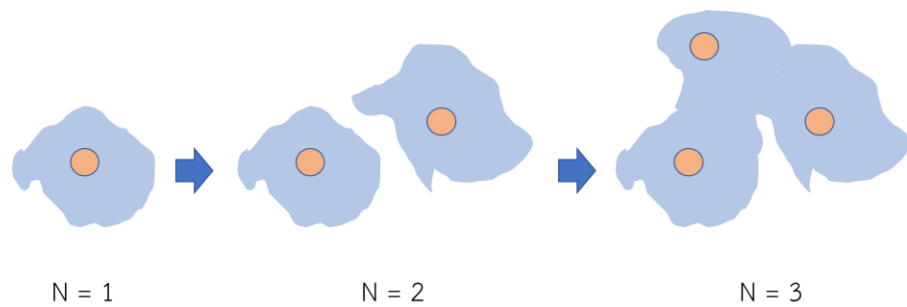
โครงการ ฯ ได้ดำเนินการออกแบบระบบติดตามการเกิดน้ำท่วม โดยเริ่มจากการออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่ใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วมให้แก่ผู้ใช้ ซึ่งมีข้อมูลและ UI ที่ออกแบบ ดังแสดงในข้อ 5.2.3 และเชื่อว่า หากผู้ใช้งานนำข้อมูลก่อนการเกิดน้ำท่วม (ได้แก่ ข้อมูลพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำ และข้อมูลการแจ้งเตือนเนื่องจากระดับน้ำที่สูงผิดปกติ) ข้อมูลระหว่างการเกิดน้ำท่วม (ได้แก่ ข้อมูล Crowdsourcing (ด้วยจำนวนผู้ใช้ที่เพียงพอ) และข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกล) และข้อมูลแผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก มาใช้อย่างเหมาะสม จะทำให้สามารถติดตามสถานการณ์น้ำท่วมแบบ Real-Time ได้อย่างมีประสิทธิภาพและทัน่วงที นอกจากนี้ โครงการ ฯ มีแนวทางที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาพิจารณาร่วมกับ DEM (Digital Elevation Model) ที่ได้จาก Ground Based LiDAR (หัวข้อ 2.2) และจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ (ปัจจุบันโครงการ ฯ มีข้อมูล DEM ในพื้นที่ต้นแบบที่มีความละเอียดในพื้นที่ 12.5 เมตร x 12.5 เมตร และมีความละเอียดทางความสูง 1 เมตร) เพื่อสร้างเป็นแผนที่น้ำท่วมสำหรับใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วมและการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม โดยวิธีการสร้างแผนที่น้ำท่วมจากข้อมูลดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

- 1) สมมติให้มีตำแหน่งในพื้นที่ต้นแบบที่มีการแจ้งเตือนว่าเกิดน้ำท่วมทั้งหมด N ตำแหน่ง
- 2) สำหรับแต่ละตำแหน่งที่มีการแจ้งเตือนว่าเกิดน้ำท่วม มีการกำหนดพื้นที่น้ำท่วมที่สัมพันธ์กับตำแหน่งนี้ โดยกำหนดให้มีขอบเขตบริเวณรอบ ๆ พื้นที่ตำแหน่งดังกล่าวที่มีความสูงของพื้น (ประมาณ) เท่ากับหรือต่ำกว่าความสูงของพื้นที่ตำแหน่งนี้
- 3) แผนที่น้ำท่วมเกิดจากการรวมพื้นที่น้ำท่วมที่สัมพันธ์กับตำแหน่งที่มีการแจ้งเตือนว่าเกิดน้ำท่วมทั้ง N ตำแหน่ง
- 4) การสร้างแผนที่น้ำท่วมจะทำทุก ๆ ครั้งที่มีการเพิ่มหรือลดตำแหน่งที่มีการแจ้งเตือนว่าเกิดน้ำท่วม โดยที่ตำแหน่งที่มีการแจ้งเตือนว่าเกิดน้ำท่วมจะถูกลบออกไปเมื่อเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบ (ที่ได้รับมอบหมาย) ทำการตรวจสอบว่าเหตุการณ์น้ำท่วมที่ตำแหน่งดังกล่าวได้จบไปแล้ว

โดยสามารถเขียนเป็นผังงาน (Flow Chart) ดังแสดงในรูปที่ 5.41 และแสดงรูปตัวอย่างการทำงานในรูปที่ 5.42

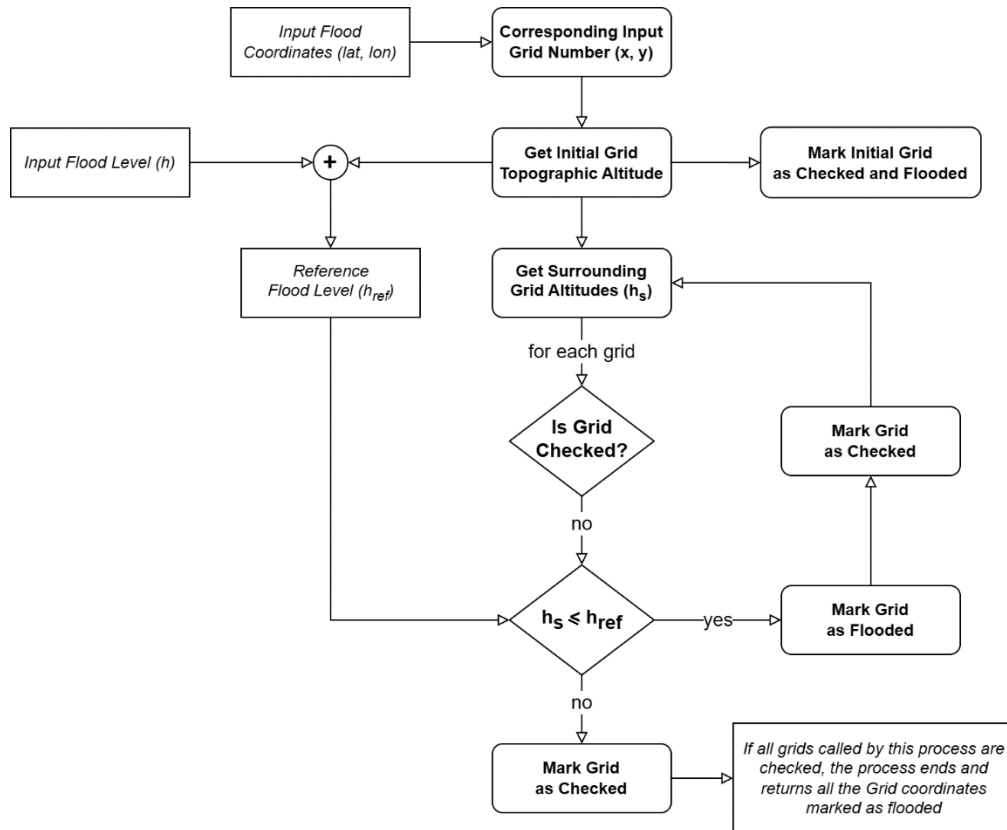


รูปที่ 5.41 ผังงาน (Flow Chart) แสดงวิธีการสร้างแผนที่น้ำท่วมจากข้อมูล Crowdsourcing



รูปที่ 5.42 ตัวอย่างรูปแสดงการสร้างแผนที่น้ำท่วมจากข้อมูล Crowdsourcing (วงกลมสีส้มแสดงตำแหน่งการแจ้งเตือนว่าเกิดน้ำท่วมและพื้นที่สีฟ้าแสดงแผนที่น้ำท่วม)

ในระยะที่ 3 นี้ โครงการ ฯ ได้ทำการพัฒนาแผนที่น้ำท่วมจากวิธีการที่ได้อธิบายไปในระยะที่ 2 โดยมี Flow Chart แสดงวิธีคิดสำหรับการสร้างแผนที่น้ำท่วมจากคำร้องจากภาคประชาชน หรือ Crowdsourcing (รูปที่ 5.43) และมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 5.43 Flow Chart แสดงวิธีคิดสำหรับการสร้างแผนที่น้ำท่วมจากคำร้องจากภาคประชาชน หรือ Crowdsourcing

ในตอนเริ่มต้น ได้ทำการสร้างกริดขนาด 100 เมตร × 100 เมตร บนข้อมูลความสูงภูมิประเทศที่ได้จากการสำรวจด้วย Ground Based LiDAR จากนั้น

- 1) ระบุพิกัดหมุดน้ำท่วมและความสูงน้ำ
 - แปลงพิกัดเป็นหมายเลขบนกริดข้อมูลความสูงพื้นที่ (Elevation Grid)
 - นำความสูงน้ำรวมกับความสูงพื้นที่ในตำแหน่งของกริดที่ระบุ จะได้เป็นระดับน้ำอ้างอิง (h_{ref})
 - ปรับค่าสถานการณ์น้ำท่วมของกริดเริ่มต้นเป็น “ท่วม”

2) สร้างรายการกริดที่ต้องพิจารณา

- เพิ่มกริดรอบข้างจากกริดเริ่มต้นในรายการพิจารณา (กำหนดให้เป็นกริดที่อยู่ติดกับกริดที่ถูกพิจารณา)

3) พิจารณากริดในรายการ โดยมีเงื่อนไขคือ

- หากกริดดังกล่าวได้ถูกพิจารณาแล้ว จะไม่พิจารณาซ้ำ
- หากความสูงของกริดดังกล่าวต่ำกว่าค่า h_{ref} จะทำการปรับค่าสถานการณ์น้ำท่วมของกริดดังกล่าวเป็น “ท่วม” จากนั้นทำการเพิ่มกริดรอบข้างในรายการพิจารณา
- หากความสูงของกริดรอบข้างสูงกว่าค่า h_{ref} ค่าสถานการณ์จะไม่ถูกปรับ และไม่ต้องหากริดรอบข้างต่อ
- หลังจากพิจารณาแล้วให้นำกริดทั้งหมดที่ถูกพิจารณาออกจากรายการ

4) ข้อกำหนดในการหยุดหาพื้นที่น้ำท่วม

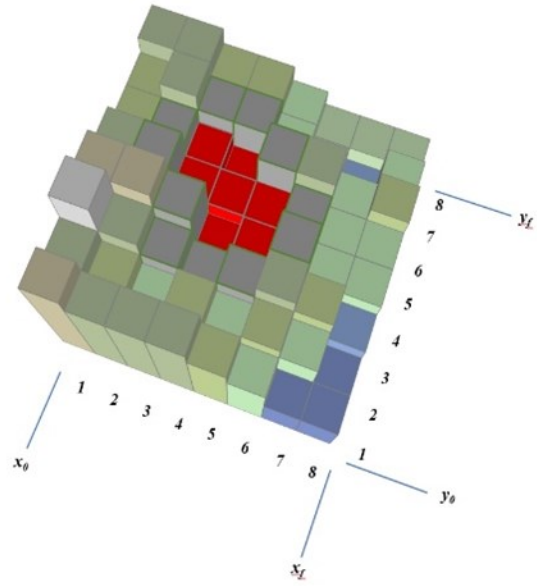
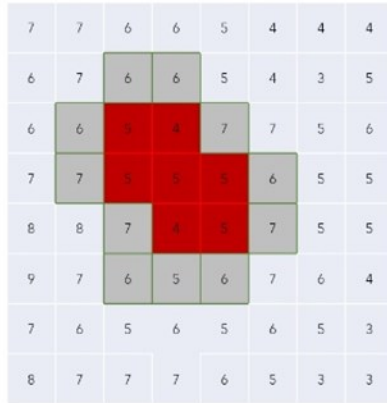
- หยุดหาพื้นที่น้ำท่วมเมื่อรายการกริดที่ต้องพิจารณาหมดลง (Exhaustive Break)
- จำกัดวงรัศมีบริเวณน้ำท่วม โดยหากกริดรอบข้างที่จะถูกเพิ่มในรายการอยู่ในระยะห่างจากจุดเริ่มต้นมากกว่าค่าที่กำหนด จะไม่นำกริดดังกล่าวเข้ามาในรายการพิจารณา (Limiting Radius Method) ดังแสดงในรูปที่ 5.44a
- จำกัดปริมาณน้ำ หากจำนวนกริดที่มีค่าสถานะ “ท่วม” จากการค้นหาครบตามค่าที่กำหนด การค้นหาจะหยุดลง (Limiting Fill Amount Method) ดังแสดงในรูปที่ 5.44b

เมื่อการค้นหาพื้นที่น้ำท่วมถูกดำเนินไปตามรายละเอียดด้านบนแล้ว จะทำให้เกิดเป็นบริเวณที่เกิดน้ำท่วม และเกิดเป็นแผนที่น้ำท่วม (รูปที่ 5.45) ซึ่งแผนที่น้ำท่วมจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากการเพิ่มหรือลดตำแหน่งที่มีการแจ้งเหตุว่าเกิดน้ำท่วม โดยที่ตำแหน่งที่มีการแจ้งเหตุว่าเกิดน้ำท่วมจะถูกลบออกไปเมื่อเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบ (ที่ได้รับมอบหมาย) ทำการตรวจสอบว่าเหตุการณ์น้ำท่วมที่ตำแหน่งดังกล่าวได้จบไปแล้ว

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

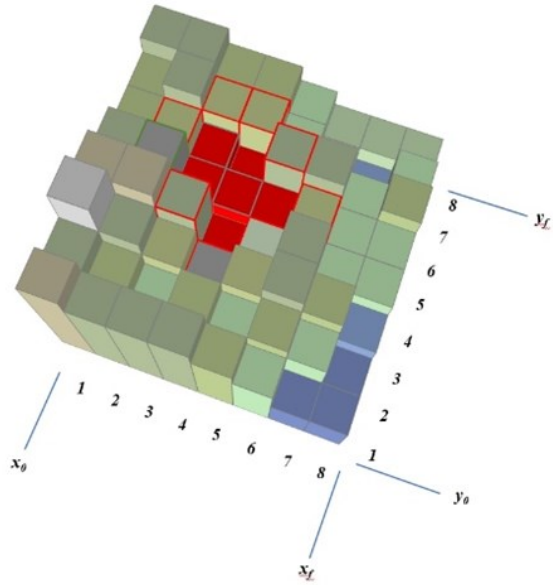
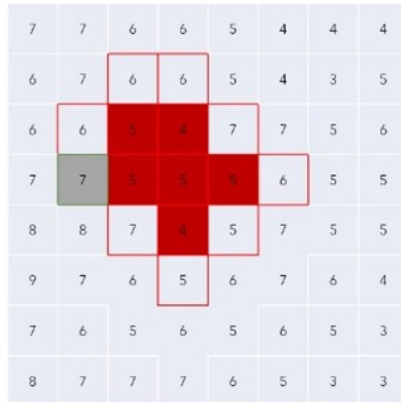
(a)

Example : Radius limit = 1



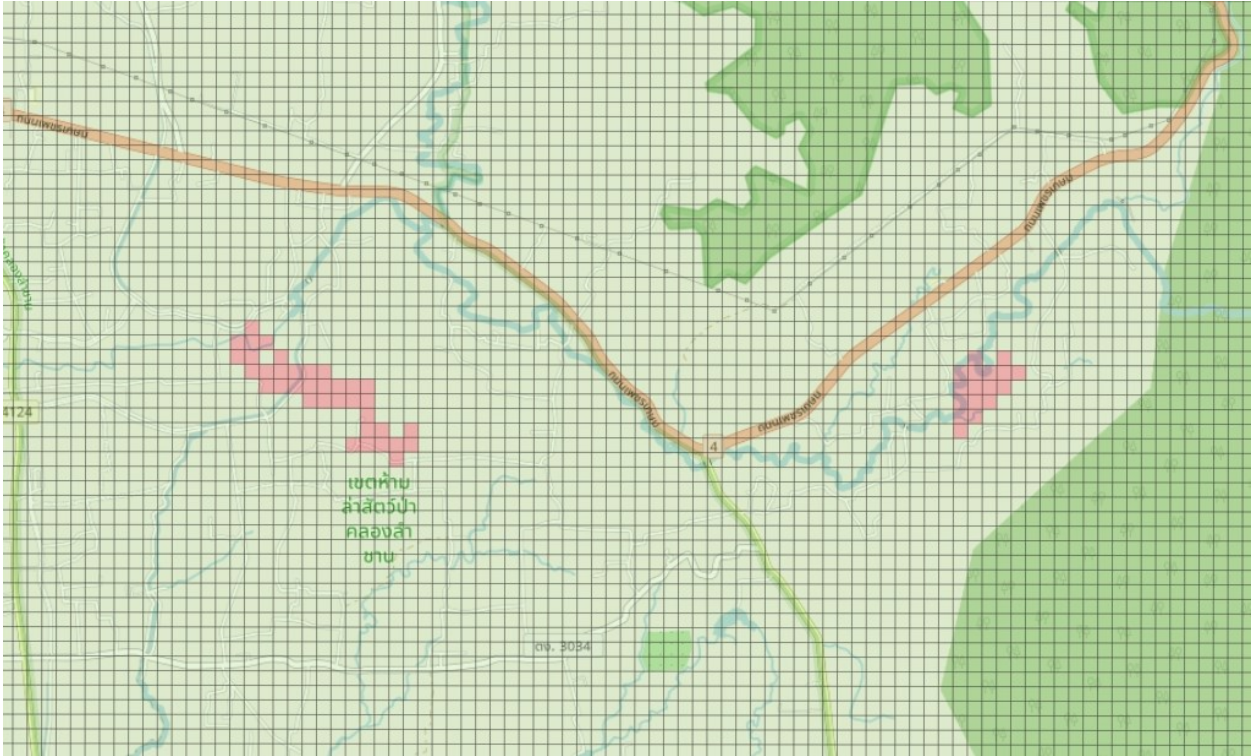
(b)

Example : Fill limit = 6



รูปที่ 5.44 ข้อกำหนดในการหยุดหาพื้นที่น้ำท่วม

- (a) การจำกัดวงรัศมีบริเวณน้ำท่วม (Limiting Radius Method) โดยในตัวอย่างได้จำกัดรัศมีไว้ที่ 1 เมตร,
- (b) การจำกัดปริมาณน้ำ (Limiting Amount Method) โดยในตัวอย่างได้กำหนดปริมาณน้ำหรือจำนวนกริดที่มีค่าสถานะ “ท่วม” ไว้ที่ 6 กริด



รูปที่ 5.45 ตัวอย่างบริเวณที่เกิดน้ำท่วม (บริเวณสีแดง) ในพื้นที่ต้นแบบจากการสร้างแผนที่ติดตามน้ำท่วมจากข้อมูล Crowdsourcing

5.6 การออกแบบและพัฒนาระบบประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม

โครงการได้ดำเนินการออกแบบระบบประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม โดยใช้วิธีการคำนวณมูลค่าความเสียหายที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 4 โดยได้มีการปรับให้ง่ายต่อการคำนวณ ดังนี้

กำหนดให้ $\underline{x}_j = \{x_{j,1}, x_{j,2}, \dots, x_{j,Q}\}$ เป็นเซตของค่าพารามิเตอร์ (มีจำนวน Q พารามิเตอร์) ของแปลงที่ j เพื่อใช้ในการคำนวณมูลค่าความเสียหายซึ่งได้จากข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่และสิ่งปลูกสร้างของแปลงที่ j สมมติว่าในพื้นที่ที่มีจำนวนแปลงทั้งหมด J แปลงที่สามารถคำนวณมูลค่าความเสียหายได้ กำหนดให้ $R_h = \{r_{h,1}, r_{h,2}, \dots, r_{h,I}\}$ เป็นเซตของช่วงความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงเพื่อใช้ในการคำนวณมูลค่าความเสียหายโดยมีทั้งหมด I ช่วง

กำหนดให้ h = ความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงที่ j โดย h มีค่าอยู่ในช่วงความสูง $r_{h,i}$
 $Damage(j, i)$ = มูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมในแปลงที่ j และความสูงของน้ำที่ท่วม
 ในแปลงอยู่ในช่วงความสูง $r_{h,i}$ โดยที่ \underline{x}_j = เซ็ตของค่าพารามิเตอร์ของแปลงที่ j สามารถ
 แสดงด้วยสมการดังนี้

$$Damage(j, i) = L(\underline{x}_j, r_{h,i})$$

นั่นคือ $Damage(j, i)$ เป็นฟังก์ชันของ \underline{x}_j และ $r_{h,i}$ เนื่องจากเซตของ
 ช่วงความสูง $R_h = \{r_{h,1}, r_{h,2}, \dots, r_{h,I}\}$ และค่าพารามิเตอร์ $\{\underline{x}_1, \underline{x}_2, \dots, \underline{x}_J\}$
 ของทุกแปลงในพื้นที่สามารถกำหนดไว้ล่วงหน้าได้ ดังนั้นค่า $Damage(j, i)$ จึงสามารถ
 กำหนดไว้ล่วงหน้าในรูปแบบของตารางดังแสดงในตารางที่ 5.4 และการคำนวณมูลค่าความ
 เสียหายจากน้ำท่วมเป็นการคำนวณในลักษณะของการดูจากตาราง (Look Up Table หรือ
 LUT)

ตารางที่ 5.4 ตารางสำหรับการคำนวณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมในพื้นที่

	ความสูงช่วงที่ 1	ความสูงช่วงที่ 2	...	ความสูงช่วงที่ I
แปลง ที่ 1	$Damage(1,1)$	$Damage(1,2)$...	$Damage(1,I)$
แปลง ที่ 2	$Damage(2,1)$	$Damage(2,2)$...	$Damage(2,I)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
แปลง ที่ J	$Damage(J, 1)$	$Damage(J, 2)$...	$Damage(J, I)$

ขั้นตอนการคำนวณค่าประมาณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม

การคำนวณค่าประมาณมูลค่าความเสียหายมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ดึงข้อมูลตำแหน่งคำร้องแจ้งเหตุน้ำท่วมแบบหลังท่วมที่มีการแจ้งความสูงของน้ำที่ท่วม ณ
 ตำแหน่งแจ้งเหตุ (“เหตุน้ำท่วม”) และข้อมูลแผนที่น้ำท่วมที่คำนวณจากระบบ
 Crowdsourcing (“แผนที่น้ำท่วม”) [ข้อสังเกต เหตุน้ำท่วมจะต้องอยู่ในแผนที่น้ำท่วมเสมอ
 และความสูงของน้ำที่ท่วม ณ ตำแหน่งแจ้งเหตุคือความสูงน้ำที่ท่วมเทียบกับระดับสูงของพื้น
 ณ ตำแหน่งแจ้งเหตุ]

- 2) คำนวณว่าแปลงใดอยู่ในแผนที่น้ำท่วมและแปลงใดไม่อยู่ในแผนที่น้ำท่วม หากแปลงที่ j อยู่ในแผนที่น้ำท่วม กำหนดให้ $flag_{flood}(j) = 1$ มิฉะนั้นกำหนดให้ $flag_{flood}(j) = 0$
- 3) คำนวณว่าหมุดน้ำท่วมใดอยู่ในแปลงใดในพื้นที่ หากหมุดน้ำท่วมที่มีความสูง h อยู่ในแปลงที่ j กำหนดให้ความสูงน้ำที่ท่วมเทียบกับความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ในแปลงที่ j เท่ากับ $H(j) = h$ หากแปลงใดไม่มีหมุดน้ำท่วมอยู่ในแปลงเลย กำหนดให้ $H(j) = N/A$ โดยที่ N/A หมายถึงไม่มีค่า และหากแปลงใดมีหมุดน้ำท่วมอยู่มากกว่า 1 หมุด กำหนดให้ $H(j) = h_{avg}$ โดยที่ h_{avg} หมายถึงค่าเฉลี่ยความสูงที่ได้จากหมุดทั้งหมดที่อยู่ในแปลงที่ j [ข้อสังเกต หมุดน้ำท่วมที่ไม่อยู่ในแปลงในพื้นที่ เช่น อยู่บนถนน จะไม่นำมาคำนวณในระบบนี้]
- 4) คำนวณค่าความสูงของน้ำที่ท่วมเทียบกับระดับความสูงของ “ระนาบ 2 มิติ” (ที่ประมาณความสูงแนวพื้นในพื้นที่) ในแปลงสำหรับทุกแปลงที่มีหมุดในแปลง นั่นคือ หากแปลงที่ j มีหมุดน้ำท่วมในแปลง ($H(j) \neq N/A$) คำนวณ

$$\bar{H}(j) = H_f(j) + H(j) - \bar{H}_f(j)$$

โดยที่ $H_f(j)$ = ความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ในแปลงที่ j และ $\bar{H}_f(j)$ = ความสูงของระนาบ 2 มิติในแปลงที่ j [ข้อสังเกต รายละเอียดดู “วิธีการประมาณความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงแบบอัตโนมัติ” ข้างล่าง]

- 5) คำนวณ $\bar{H}_{mean}, \bar{H}_{min}, \bar{H}_{max}$ = ค่าประมาณความสูง “เฉลี่ย/ต่ำสุด/สูงสุด” ของน้ำที่ท่วมเทียบกับความสูงของระนาบ 2 มิติของทุกแปลงที่อยู่ในแผนที่น้ำท่วม โดยที่

$$\bar{H}_{mean} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \bar{H}(k_m),$$

$$\bar{H}_{min} = \min(\bar{H}(k_1), \dots, \bar{H}(k_M)),$$

$$\bar{H}_{max} = \max(\bar{H}(k_1), \dots, \bar{H}(k_M))$$

โดยที่ $\{k_1, k_2, \dots, k_M\}$ = เซตของดัชนีของแปลง (แปลงที่) ที่มีหมุดน้ำท่วมในแปลง กำหนดให้มีแปลงที่มีหมุดน้ำท่วมในแปลงทั้งหมด M แปลง [ข้อสังเกต ใช้สมมติฐานว่าความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงของทุกแปลงในพื้นที่มีค่าคงที่เมื่อเทียบกับความสูงของระนาบ 2 มิติ รายละเอียดดู “วิธีการประมาณความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงแบบอัตโนมัติ” ข้างล่าง]

- 6) คำนวณ $\hat{H}_{mean}(j), \hat{H}_{min}(j), \hat{H}_{max}(j)$ = ค่าประมาณความสูง “เฉลี่ย/ต่ำสุด/สูงสุด” ของน้ำที่ท่วมเทียบกับระดับสูงเฉลี่ยของพื้นในแปลงที่ $j = 1, \dots, J$ เฉพาะแปลงที่ $flag_{flood}(j) = 1$ โดยที่

$$\hat{H}_{mean}(j) = \bar{H}_f(j) + \bar{H}_{mean} - H_f(j),$$

$$\hat{H}_{min}(j) = \bar{H}_f(j) + \bar{H}_{min} - H_f(j),$$

$$\hat{H}_{max}(j) = \bar{H}_f(j) + \bar{H}_{max} - H_f(j)$$

[ข้อสังเกต ถ้ามีหมุดน้ำท่วมเยอะและมีการกระจายตำแหน่งของหมุดน้ำท่วมระดับหนึ่ง ในกรณีนี้หากค่าต่ำสุดและสูงสุด (ซึ่งจะรวมถึงค่าเฉลี่ยโดยอัตโนมัติ) มีค่าใกล้เคียงกันแปลว่าค่าประมาณความสูงของน้ำที่ท่วมโดยวิธีนี้มีความเป็นไปได้สูงที่จะได้ค่าที่แม่นยำ]

- 7) คำนวณค่าประมาณมูลค่าความเสียหายของแปลงที่ $j = 1, \dots, J$ เฉพาะแปลงที่ $flag_{flood}(j) = 1$ ดังต่อไปนี้

$$Damage_{mean}(j) = Damage(j, i_{\hat{H}_{mean}(j)}),$$

$$Damage_{min}(j) = Damage(j, i_{\hat{H}_{min}(j)}),$$

$$Damage_{max}(j) = Damage(j, i_{\hat{H}_{max}(j)})$$

ซึ่งเป็นค่าประมาณมูลค่าความเสียหาย เฉลี่ย/ต่ำสุด/สูงสุด โดยที่ $i_{\hat{H}(j)}$ = ดัชนีของช่วงความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลง $r_{h, i_{\hat{H}(j)}}$ ซึ่งค่าประมาณความสูงของน้ำที่ท่วม $\hat{H}(j)$ อยู่ในช่วงความสูง $r_{h, i_{\hat{H}(j)}}$ และหากแปลงที่ j เป็นแปลงที่มีหมุดน้ำท่วมในแปลง (แปลว่ามีการแจ้งความสูงน้ำที่ท่วมในแปลงเพราะพิจารณาเฉพาะหมุดน้ำท่วมที่มีการแจ้งความสูงของน้ำที่ท่วม ณ ตำแหน่งแจ้งเหตุ) ให้คำนวณค่าประมาณมูลค่าความเสียหายที่ได้จากแจ้งความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงที่ได้จากระบบ Crowdsourcing ดังนี้

$$Damage_{report}(j) = Damage(j, i_{H(j)})$$

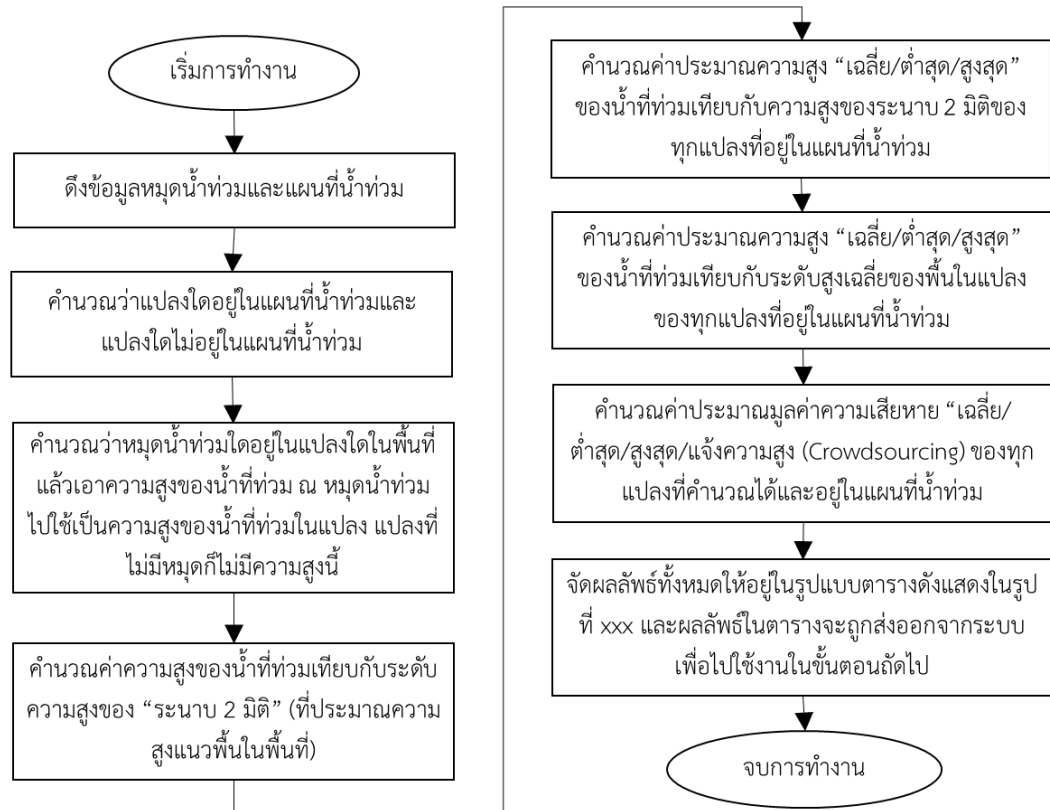
และหากแปลงที่ j เป็นแปลงที่ไม่มีหมุดน้ำท่วมในแปลง กำหนดให้

$$Damage_{report}(j) = N/A$$

- 8) จัดผลลัพธ์ทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบตารางดังแสดงในตารางที่ 5.5 และผลลัพธ์ในตารางจะถูกส่งออกจากระบบเพื่อไปใช้งานในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 5.5 ตารางผลลัพธ์ค่าประมาณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมในพื้นที่

	ค่าประมาณมูลค่าความเสียหายรายแปลง (เฉลี่ย)	ค่าประมาณมูลค่าความเสียหายรายแปลง (ต่ำสุด)	ค่าประมาณมูลค่าความเสียหายรายแปลง (สูงสุด)	ค่าประมาณมูลค่าความเสียหายรายแปลง (แจ้งความสูง/Crowdsourcing)
แปลงที่ 1	$Damage_{mean}(1)$	$Damage_{min}(1)$	$Damage_{max}(1)$	$Damage_{report}(1)$
แปลงที่ 2	$Damage_{mean}(2)$	$Damage_{min}(2)$	$Damage_{max}(2)$	$Damage_{report}(2)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
แปลงที่ J	$Damage_{mean}(J)$	$Damage_{min}(J)$	$Damage_{max}(J)$	$Damage_{report}(J)$



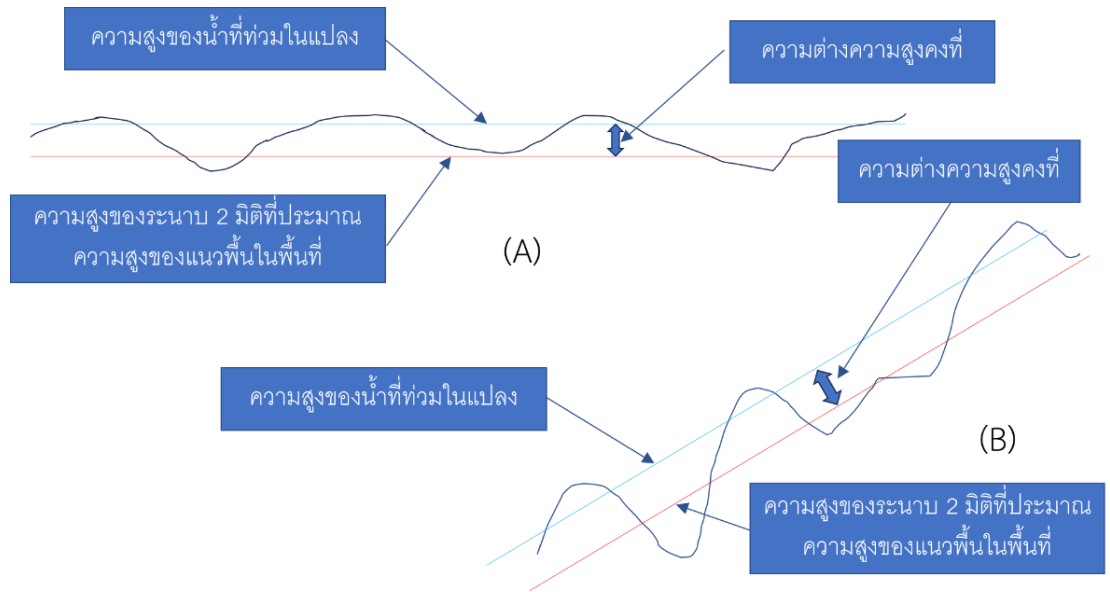
รูปที่ 5.46 ผังงาน (Flow Chart) แสดงขั้นตอนการคำนวณค่าประมาณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม

วิธีการประมาณความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงแบบอัตโนมัติ

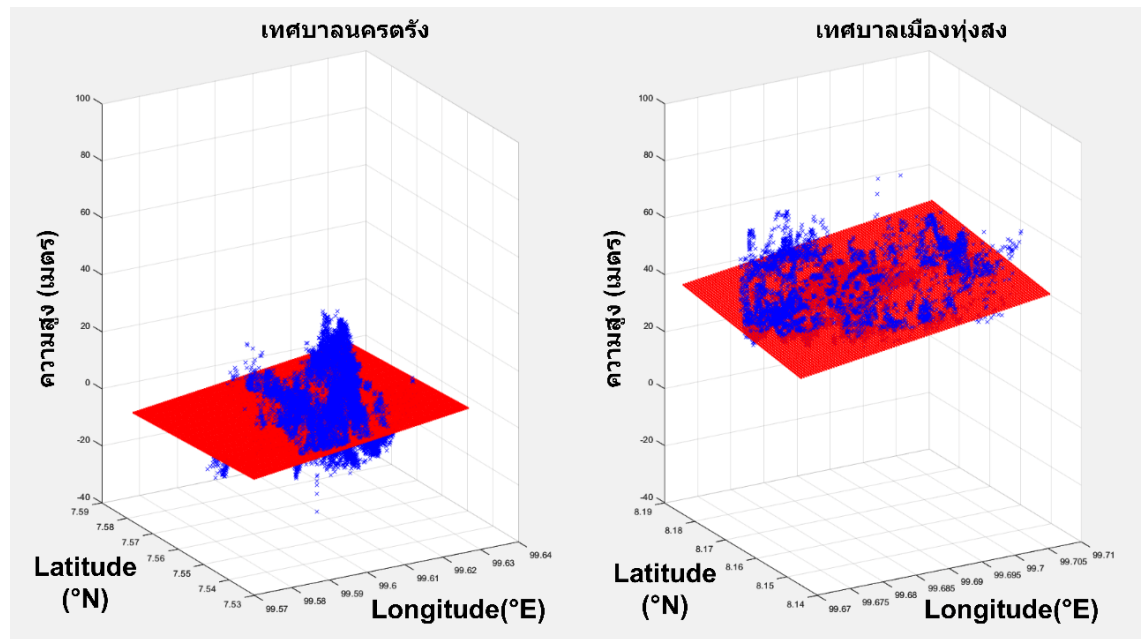
เนื่องจากการคำนวณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมในแต่ละแปลงต้องอาศัยข้อมูลความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงซึ่งได้จากการส่งคำร้องแจ้งเหตุผ่านระบบ Crowdsourcing ในกรณีที่มีการแจ้งความสูงของน้ำที่ท่วมในทุกแปลงในพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมหรือทุกแปลงในแผนที่น้ำท่วม การคำนวณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมก็จะสามารถทำได้โดยใช้ความสูง (หรือค่าเฉลี่ยความสูงหากมีการแจ้งมากกว่า 1 ครั้งในแต่ละแปลง) ของน้ำที่ท่วมในทุกแปลง อย่างไรก็ตามการแจ้งเหตุน้ำท่วมอาจจะไม่เกิดขึ้นในทุกพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมในพื้นที่หรือความสูงของน้ำที่ท่วมอาจจะไม่ถูกแจ้งพร้อมกับการแจ้งเหตุน้ำท่วมเนื่องจากการแจ้งความสูงของน้ำที่ท่วมไม่ได้ถูกบังคับในการแจ้งเหตุน้ำท่วมในระบบ Crowdsourcing ดังนั้นเพื่อให้สามารถคำนวณมูลค่าความเสียหายได้ในทุกแปลง (ที่สามารถคำนวณได้) จึงจำเป็นที่จะต้องมีการรวบรวมการที่สามารถประมาณความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงที่ไม่มีการแจ้งความสูงของน้ำที่ท่วมโดยใช้ข้อมูลความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงที่มีการแจ้งความสูงของน้ำที่ท่วม

วิธีการประมาณความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงแบบอัตโนมัติจึงได้ถูกพัฒนาโดยอาศัยสมมติฐานว่าความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงของทุกแปลงในพื้นที่ที่มีค่าคงที่เมื่อเทียบกับความสูงของระนาบ 2 มิติ (two-dimensional plane) ที่ประมาณความสูงแนวพื้นในพื้นที่เดียวกัน (“ระนาบ 2 มิติ” หรือ \bar{H}_f) โดยความสูงของพื้นที่ใช้คำนวณระนาบ 2 มิตินั้นได้จากความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ในแต่ละแปลง (H_f) ของทุกแปลงในพื้นที่ที่พิจารณา รูปที่ 5.47 แสดงแนวคิดของสมมติฐานดังกล่าวโดยที่เส้นสีฟ้าที่แสดงความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงนั้นเมื่อเทียบกับเส้นสีแดงที่แสดงความสูงของระนาบ 2 มิติในพื้นที่เดียวกันจะมีความสูงที่ต่างกันเป็นค่าคงที่ในบริเวณที่เกิดน้ำท่วม รูปที่ 5.48 แสดงความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ในแต่ละแปลง (H_f) [สีน้ำเงิน] เทียบกับความสูงของระนาบ 2 มิติ [สีแดง] ในพื้นที่ต้นแบบ (เทศบาลนครตรังและพื้นที่เทศบาลเมืองทุ่งสง)

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ 5.47 แนวคิดที่ใช้ในการสร้างสมมติฐานเพื่อใช้พัฒนาวิธีการประมาณความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 5.48 ความสูงของพื้นที่ได้จากความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ในแต่ละแปลง (H_f) ของทุกแปลงในพื้นที่ต้นแบบ (เทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง) โดยใช้ตำแหน่ง Latitude/Longitude ของตำแหน่ง Centroid ของแปลงเป็นตำแหน่งของความสูง H_f [สีน้ำเงิน] และแสดงค่าประมาณความสูงแนวกั้น (H_{-f}) ในพื้นที่ต้นแบบโดยใช้ระนาบ 2 มิติ [สีแดง]

การหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความสูงต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณที่ต้องการทำได้โดยการพิจารณารูปที่ 5.49 ซึ่งเมื่อพิจารณาแปลงที่ $j = 2$ พบว่า

- ความสูง 1 = $H_f(j)$ = ความสูงเฉลี่ยของพื้นในแปลงที่ j
- ความสูง 2 = $H(j)$ = ความสูงน้ำที่ท่วมในแปลงที่ j เทียบกับ $H_f(j)$
- ความสูง 3 = $\bar{H}_f(j)$ = ความสูงของระนาบ 2 มิติในแปลงที่ j
- ความสูง 4 = $\bar{H}(j)$ = ความสูงน้ำที่ท่วมในแปลงที่ j เทียบกับ $\bar{H}_f(j)$ โดยที่

$$\bar{H}_f(j) + \bar{H}(j) = H_f(j) + H(j)$$

ซึ่งเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ของความสูงทั้ง 4 แบบที่ใช้ในขั้นตอนการคำนวณค่าประมาณมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม โดยที่ค่าประมาณความสูง “เฉลี่ย” ของน้ำที่ท่วมเทียบกับความสูงของระนาบ 2 มิติของทุกแปลง ได้แก่

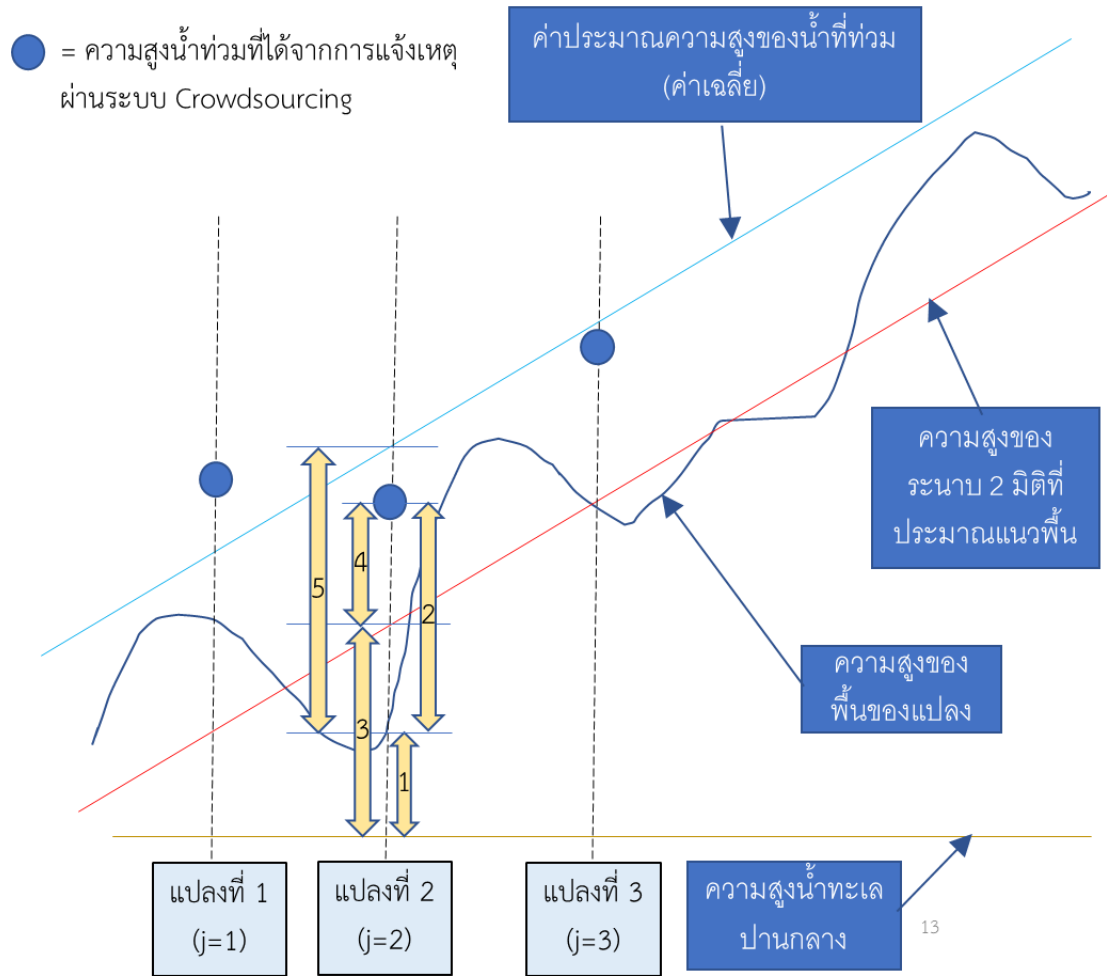
$$\bar{H}_{mean} = \frac{1}{3} \sum_{m=1}^3 \bar{H}(m)$$

โดยกำหนดให้แปลงที่มีหมุดน้ำท่วมในแปลง (มีการแจ้งความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลง) มีอยู่ 3 แปลง ได้แก่ แปลงที่ 1-3)

- ความสูง 5 = $\hat{H}_{mean}(j)$ = ค่าประมาณความสูง “เฉลี่ย” ของน้ำที่ท่วมในแปลงที่ j เทียบกับ $H_f(j)$ โดยที่

$$\hat{H}_{mean}(j) = \bar{H}_f(j) + \bar{H}_{mean} - H_f(j)$$

การหาประมาณ “ต่ำสุด” และ “สูงสุด” ก็สามารถทำได้ในรูปแบบเดียวกับการหาค่าประมาณ “ค่าเฉลี่ย”



รูปที่ 5.49 ความสูงแบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประมาณความสูงของน้ำที่ท่วมในแปลงแบบอัตโนมัติ

5.7 การเชื่อมต่อและทดสอบระบบต่าง ๆ ในแพลตฟอร์ม

ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงผลการเชื่อมต่อและทดสอบระบบต่าง ๆ ในแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

ประเภทการเชื่อมระบบ	รายละเอียดการเชื่อมระบบ	ผลการเชื่อมต่อและทดสอบระบบ
การเชื่อมระบบกับแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์โอกาสการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำตราง	<ul style="list-style-type: none"> - เชื่อมระบบเพื่อแสดงผลพยากรณ์โอกาสการเกิดน้ำท่วมล่วงหน้า 11 วัน ในหน้าภาพรวมสถานการณ์ - เชื่อมระบบเพื่อแสดงผลพยากรณ์โอกาสการเกิดน้ำท่วมในรูปแบบแผนที่ โดยแสดงขอบเขต จ.ตรางและ จ.นครศรีธรรมราช ร่วมกับสีของโอกาสการเกิดน้ำท่วมจากการพยากรณ์แต่ละระดับ ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> • ไม่มีข้อมูล = ไม่มีสี • น้ำไม่ท่วม = สีเทา • โอกาสท่วมต่ำ = สีเหลือง • โอกาสท่วมปานกลาง = สีส้ม • โอกาสท่วมสูง = สีแดง 	<ul style="list-style-type: none"> - ระบบสามารถแสดงผลพยากรณ์โอกาสการเกิดน้ำท่วมล่วงหน้า 11 วันได้ - ระบบสามารถแสดงผลพยากรณ์โอกาสการเกิดน้ำท่วมในรูปแบบแผนที่ โดยแสดงขอบเขต จ.ตรางและ จ.นครศรีธรรมราช ร่วมกับสีของโอกาสการเกิดน้ำท่วมจากการพยากรณ์ได้
การเชื่อมระบบกับแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำตราง	<ul style="list-style-type: none"> - เชื่อมระบบเพื่อแสดงผลการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำตรางในภาพรวมและรายพื้นที่ในรูปแบบของแผนที่ พร้อมแสดงข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อมีการเลือกดูข้อมูลจากการคลิกเลือกพื้นที่จากแผนที่ 	<ul style="list-style-type: none"> - ระบบสามารถแสดงผลการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำตรางในภาพรวมและรายพื้นที่ในรูปแบบของแผนที่ได้ พร้อมทั้งเมื่อมีการคลิกเลือกพื้นที่จากแผนที่ จะปรากฏข้อมูลเพิ่มเติมดังนี้

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ ประเภทที่ดิน ▪ เลขที่เอกสารสิทธิ์ ▪ ขนาดพื้นที่ (ตร.วา) ▪ ความเสียหายเฉลี่ย (บาท) ▪ ความเสียหายต่ำสุด (บาท) ▪ ความเสียหายสูงสุด (บาท) ▪ ความเสียหายจากการแจ้งความสูงจาก Crowdsourcing (บาท) ▪ วันที่และเวลาของข้อมูล
<p>การเชื่อมต่อระบบแพลตฟอร์มกับการส่งคำร้องบน LINE Official Account (LINE OA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - เชื่อมต่อระบบกับ LINE OA ในลักษณะที่สามารถเข้าสู่หน้าแพลตฟอร์มในส่วนของแผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วมจากเมนูหรือภาพขนาดใหญ่ที่เขียนว่า “ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม” ด้านล่างหน้าจอแชทของ LINE OA ได้ - เชื่อมต่อระบบกับ LINE OA ในลักษณะที่สามารถเข้าสู่หน้าแพลตฟอร์มในส่วนของเบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉินจากเมนูหรือภาพขนาดใหญ่ที่เขียนว่า “เบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน” ด้านล่างหน้าจอแชทของ LINE OA ได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถเข้าสู่หน้าแพลตฟอร์มในส่วนของแผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วมจากเมนูในหน้าแชทของ LINE OA ได้ - สามารถเข้าสู่หน้าแพลตฟอร์มในส่วนของเบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉินจากเมนูในหน้าแชทของ LINE OA ได้

	<ul style="list-style-type: none">- เชื่อมต่อระบบกับ LINE OA ในลักษณะที่สามารถเข้าสู่หน้าแพลตฟอร์มในส่วนของแบบสอบถามความพึงพอใจจากเมนูหรือภาพขนาดใหญ่ที่เขียนว่า “แบบสอบถามความพึงพอใจ” ด้านล่างหน้าจอแชทของ LINE OA ได้- เชื่อมต่อระบบกับ LINE OA ในลักษณะของการแสดงผลคำร้องจากการส่งคำร้องผ่าน LINE OA บนหน้าแพลตฟอร์มในส่วนของแผนที่แสดงคำร้องต่าง ๆ	<ul style="list-style-type: none">- สามารถเข้าสู่หน้าแพลตฟอร์มในส่วนของแบบสอบถามความพึงพอใจจากเมนูของ LINE OA ได้- สามารถแสดงผลคำร้องจากการส่งคำร้องผ่าน LINE OA บนหน้าแพลตฟอร์มในส่วนของแผนที่แสดงคำร้องต่าง ๆ ได้
--	--	--

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

5.8 การทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์ม

โครงการ ฯ ได้จัดให้มีการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มจากทั้งภาคประชาชนและเจ้าหน้าที่รัฐในพื้นที่เทศบาลนครตรัง อ.เมือง จ.ตรัง และเทศบาลเมืองทุ่งสง อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช ดังแสดงในภาคผนวก ค

5.9 คู่มือการใช้งานแพลตฟอร์ม

โครงการได้จัดทำคู่มือการใช้งานแพลตฟอร์มสำหรับ Web Application และ Mobile Application (LINE OA) ในรูปแบบไฟล์ pdf (*.pdf) โดยมีรายละเอียดดังแสดงในเอกสารแนบของรายงานฉบับสมบูรณ์นี้ นอกจากนี้ โครงการยังได้จัดทำคลิปวิดีโอทัศน์เผยแพร่ในสื่อออนไลน์ เพื่อนำเสนอโครงการ แนะนำการใช้งานแพลตฟอร์ม และเผยแพร่ความรู้ต่าง ๆ ที่เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจให้กับผู้ใช้งานแพลตฟอร์มโดยเฉพาะประชาชนทั่วไป โดยเน้นเนื้อหาที่ประชาชนทั่วไปเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน โดยมีทั้งหมด 10 ตอน (episode หรือ EP) ดังนี้

- EP 1. แนะนำโครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ
- EP 2. การใช้งานผ่านเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ
- EP 3. การใช้งานผ่าน LINE OA ของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ
- EP 4. ข้อมูลปริมาณฝนและระดับน้ำจากสถานีวัด โดยวิทยากรจากสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) (สสน.)
- EP 5. เรดาร์ตรวจอากาศ (เรดาร์ฝน) โดยวิทยากรจากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร
- EP 6. แผนที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจระยะไกล
- EP 7. ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (การพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข) โดยวิทยากรจากกรมอุตุนิยมวิทยา
- EP 8. แผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก โดยวิทยากรจากกรมพัฒนาที่ดิน
- EP 9. คราวด์ซอสซิ่ง (Crowdsourcing)
- EP 10. สรุปการดำเนินการโครงการพัฒนาแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

คู่มือการใช้งานแพลตฟอร์มสำหรับ Web Application และ Mobile Application (LINE OA) ในรูปแบบไฟล์ pdf และคลิปวิดีโอทัศน์ทั้ง 10 ตอนนี้สามารถดูได้ในหน้าการใช้งานแพลตฟอร์มฯ บนเว็บไซต์ของโครงการ (<https://smartflood.in.th/guide>)

5.10 สรุปผลการสร้างแพลตฟอร์ม

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะมีความสามารถในการแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ที่ช่วยในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วม โดยข้อมูลเหล่านั้นได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีความเชี่ยวชาญ รวมถึงแพลตฟอร์มยังมีช่องทางสื่อสารสำหรับประชาชนเพื่อใช้ในการขอความช่วยเหลือและสำหรับเจ้าหน้าที่สำหรับการเข้าให้ความช่วยเหลือ ซึ่งทางทีมงานมีความเชื่อมั่นว่าแพลตฟอร์มจะสามารถนำไปใช้และก่อให้เกิดประโยชน์กับผู้คนในพื้นที่ลุ่มน้ำตมได้

บทที่ 6

การจัดอบรม สาธิต และการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานแพลตฟอร์ม

6.1 สรุปผลการติดต่อเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่ในต้นแบบ

ระยะเบื้องต้น (งวดที่ 1)

ไม่มีการดำเนินการในส่วนนี้

ระยะที่ 1 (งวดที่ 2)

โครงการเริ่มประสานงานอย่างเป็นทางการกับหน่วยงานในพื้นที่โดยการส่งจดหมายอย่างเป็นทางการเพื่อขอความอนุเคราะห์การสนับสนุนกิจกรรมของโครงการไปยังเจ้าหน้าที่ในจังหวัดตรังและจังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงต้นเดือนกรกฎาคม 2565 โดยมีการแนะนำโครงการ การขอความอนุเคราะห์การสนับสนุนด้านข้อมูล การเข้าร่วมการประชุม การอบรม และการสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มจากเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่

ในช่วงกลางเดือนกรกฎาคม 2565 ถึงต้นเดือนสิงหาคม 2565 โครงการได้ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง และเจ้าหน้าที่ของกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดตรัง เพื่อแนะนำโครงการและขอข้อมูลจากอำเภอทุ่งสงและจังหวัดตรังในเบื้องต้น

ในช่วงปลายเดือนสิงหาคม 2565 ถึงต้นเดือนกันยายน 2565 โครงการได้ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง เพื่อวางแผนลงพื้นที่สำรวจเพื่อจัดทำข้อมูลภูมิประเทศด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR และการสำรวจภาคพื้น ฐ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ระหว่างวันที่ 6 – 11 กันยายน 2565 โดยผลสรุปการดำเนินการในส่วนนี้ได้ถูกแสดงไว้ในหัวข้อ 2.2

ในช่วงต้นเดือนกันยายน 2565 โครงการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรังและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อวางแผนการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 1 (หรือ “การประชุมครั้งที่ 1”) ร่วมกับประชาชนและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบ ณ เทศบาลนครตรัง และเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อแนะนำแพลตฟอร์ม รวบรวมความต้องการ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับประชาชนในพื้นที่ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบแพลตฟอร์ม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการจัดอบรมและสาธิตแพลตฟอร์มของโครงการ โดยกำหนดให้มีการประชุมครั้งที่ 1 ณ เทศบาลนครตรัง ในวันที่ 21 กันยายน 2565 โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 50 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) และ ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง ในวันที่ 22 กันยายน 2565 โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 70 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) โดยผลสรุปจากการประชุมครั้งที่ 1 ได้ถูกแสดงไว้ในหัวข้อ 6.2.1

ระยะที่ 2 (งวดที่ 3)

ในช่วงกลางเดือนตุลาคม 2565 ถึงปลายเดือนธันวาคม 2565 โครงการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรังและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์เกี่ยวกับที่ดินและสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ต้นแบบโดยผลสรุปการดำเนินการในส่วนนี้ได้ถูกแสดงไว้ในหัวข้อ 2.1-2.2

ในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนธันวาคม 2565 โครงการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรังและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อวางแผนการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 2 (หรือ “การประชุมครั้งที่ 2”) ร่วมกับประชาชนและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบ ณ เทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อนำเสนอความคืบหน้าในการพัฒนาแพลตฟอร์ม แนะนำการใช้งานแพลตฟอร์มในเบื้องต้น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับประชาชนในพื้นที่ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการจัดอบรมและสาธิตแพลตฟอร์มของโครงการ โดยกำหนดให้มีการประชุมครั้งที่ 2 ณ เทศบาลนครตรัง ในวันที่ 21 ธันวาคม 2565 โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 50 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) และ ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง ในวันที่ 22 ธันวาคม 2565 โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 55 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) โดยผลสรุปจากการประชุมครั้งที่ 2 ได้ถูกแสดงไว้ในหัวข้อ 6.2.2

ระยะที่ 3 (งวดที่ 4)

ในช่วงปลายเดือนมีนาคมถึงกลางเดือนเมษายน 2566 โครงการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรังและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อวางแผนการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 3 (หรือ “การประชุมครั้งที่ 3”) ร่วมกับประชาชนและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบ ณ เทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อเป็นการนำเสนอและสาธิตแพลตฟอร์ม การอบรมการใช้แพลตฟอร์ม และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับประชาชนในพื้นที่ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการจัดอบรมและสาธิตแพลตฟอร์มของโครงการ โดยกำหนดให้มีการประชุมครั้งที่ 3 ณ เทศบาลนครตรัง ในวันที่ 2 พฤษภาคม 2566 โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 64 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) และ ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง ในวันที่ 3 พฤษภาคม 2566 โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 103 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) โดยผลสรุปจากการประชุมครั้งที่ 3 ได้ถูกแสดงไว้ในหัวข้อ 6.2.3

ในช่วงกลางเดือนเมษายนถึงปลายเดือนเมษายน 2566 โครงการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรังและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อวางแผนการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มโดยประชาชนและเจ้าหน้าที่ประชาชนในพื้นที่ต้นแบบ โดยกำหนดให้มีการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มโดยประชาชนด้วยการส่งคำขอผ่านโปรแกรมประยุกต์ LINE OA ด้วยมือถือ (Mobile Application) เพื่อใช้ในการทดสอบระบบ Crowdsourcing ในช่วงปลายของการประชุมครั้งที่ 3 โดยมีประชาชนเข้าร่วมทดสอบทั้งหมด 53 คน ณ เทศบาลนครตรัง และ 66 คน ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง

โครงการได้ทำคู่มือและแบบประเมินสำหรับการทดสอบ ซึ่งประชาชนที่เข้าร่วมการทดสอบได้กรอกแบบประเมินหลังเสร็จสิ้นการทดสอบ โครงการทำการสรุปข้อมูลในแบบประเมินและนำไปปรับปรุงระบบ ส่วนการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มผ่านทางเว็บไซต์ทั้งระบบโดยเจ้าหน้าที่ ได้กำหนดให้ทำการทดสอบครั้งที่ 1 ในช่วงวันที่ 18-22 พฤษภาคม 2566 โดยมีเจ้าหน้าที่เข้าร่วมทดสอบทั้งหมด 7 คนจากเทศบาลนครตรัง และ 7 คนจากเทศบาลเมืองทุ่งสง โครงการได้ทำคู่มือและแบบประเมินสำหรับการทดสอบ ซึ่งเจ้าหน้าที่ที่เข้าร่วมการทดสอบได้กรอกแบบประเมินหลังเสร็จสิ้นการทดสอบ โครงการทำการสรุปข้อมูลในแบบประเมินและนำไปปรับปรุงระบบ

ในช่วงปลายเดือนมิถุนายนถึงต้นเดือนกรกฎาคม 2566 โครงการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรังและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อแลกเปลี่ยนความเห็นเกี่ยวกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งก่อสร้างในพื้นที่ต้นแบบ เพื่อใช้ในการปรับแก้ข้อมูลให้มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม

ในช่วงต้นเดือนสิงหาคมถึงกลางเดือนสิงหาคม 2566 โครงการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรังและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อกำหนดให้มีการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มผ่านทางเว็บไซต์ทั้งระบบโดยเจ้าหน้าที่ ครั้งที่ 2 ในช่วงวันที่ 17-20 สิงหาคม 2566 โดยมีเจ้าหน้าที่เข้าร่วมทดสอบทั้งหมด 7 คนจากเทศบาลนครตรัง และ 7 คนจากเทศบาลเมืองทุ่งสง โครงการได้ทำคู่มือและแบบประเมินสำหรับการทดสอบ ซึ่งเจ้าหน้าที่ที่เข้าร่วมการทดสอบได้กรอกแบบประเมินหลังเสร็จสิ้นการทดสอบ โครงการทำการสรุปข้อมูลในแบบประเมินและนำไปปรับปรุงระบบ นอกจากนี้ โครงการได้เสนอให้มีเจ้าหน้าที่เทศบาลในพื้นที่ต้นแบบมาเป็นผู้จัดการระบบ (Administrator) ในเว็บไซต์ของแพลตฟอร์มหลังการทดสอบ และเริ่มนำแพลตฟอร์มมาทดลองใช้งานจริงในพื้นที่ต้นแบบตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม 2566

ในช่วงต้นเดือนสิงหาคมถึงกลางเดือนสิงหาคม 2566 โครงการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรังและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อกำหนดให้มีประเมินความพึงพอใจการใช้งานแพลตฟอร์มโดยประชาชนและเจ้าหน้าที่ในช่วงวันที่ 16-23 สิงหาคม 2566 โดยมีประชาชนและเจ้าหน้าที่เข้าร่วมประเมินทั้งหมด 85 คน ประกอบด้วยผู้ตอบแบบสอบถาม 5 คน (ในรูปแบบออนไลน์) จากเทศบาลนครตรัง และ 80 คน (เจ้าหน้าที่นำแบบสอบถามไปให้กรอก) จากเทศบาลเมืองทุ่งสง โครงการทำการสรุปผลการประเมินดังแสดงในหัวข้อ 6.3

6.2 สรุปผลการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์ม

การจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มเป็นกิจกรรมที่จัดเพื่อแนะนำแพลตฟอร์มรวบรวมความต้องการของผู้ใช้ อบรมและสาธิตการใช้งาน รวมถึงการทดสอบระบบร่วมกับเจ้าหน้าที่

และประชาชนในพื้นที่ต้นแบบ ได้แก่ เทศบาลเมืองทุ่งสง และ เทศบาลนครตรัง เป็นการจัดกิจกรรมรณรงค์และสร้างความมีส่วนร่วมของคนในพื้นที่ เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่สามารถนำแพลตฟอร์มที่พัฒนาแล้วเสร็จไปใช้ประโยชน์ โดยใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการตัดสินใจให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ มีการให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้เกี่ยวข้องในพื้นที่ในการประสานงานกับผู้วางแผนการดำเนินการเพื่อรับมือและแก้ไขปัญหาสถานการณ์น้ำท่วมในระดับประเทศผ่านการใช้แพลตฟอร์ม รวมถึงการนำประสบการณ์ที่ได้กิจกรรมนี้มาสร้างแนวทางในการนำแพลตฟอร์มไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น

โดยสรุป การจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มได้ประสบความสำเร็จในการแสดงการทำงานของแพลตฟอร์ม โดยในการลงพื้นที่จริงได้พบปะกลุ่มชุมชนที่ได้รับความเดือดร้อนประสบภัยน้ำท่วม รวมถึงการได้พูดคุยกับเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วม ได้รับการตอบรับ และ ความร่วมมือที่ดีจากเจ้าหน้าที่และกลุ่มชุมชนในพื้นที่น้ำท่วม ทำให้ทางทีมงานมีความเชื่อและมั่นใจว่าแพลตฟอร์มนี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ได้จริง และก่อให้เกิดประโยชน์กับประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำตรัง

6.2.1 สรุปผลการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 1 (การประชุมครั้งที่ 1)

โครงการได้ลงพื้นที่ระหว่างวันที่ 21 - 22 กันยายน 2565 เพื่อประชุมกับผู้มีส่วนรับผิดชอบในการจัดการน้ำท่วมและประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากน้ำท่วมในเทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อแนะนำแพลตฟอร์ม นำเสนอภาพรวมและการดำเนินการของโครงการ รวบรวมความต้องการ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับประชาชนในพื้นที่ พร้อมทั้งรับฟังข้อเสนอแนะสำหรับนำมาใช้พิจารณาในการออกแบบพัฒนาแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมของโครงการ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการจัดอบรมและสาธิตแพลตฟอร์มของโครงการ รวมถึงจัดงานรณรงค์และสร้างความมีส่วนร่วมของคนในพื้นที่

จากการประชุม ณ เทศบาลนครตรัง พบว่า ปัญหาน้ำท่วมที่เกิดในเทศบาลนครตรังลดลงเนื่องจากได้ดำเนินการแนวทางป้องกันในหลายด้าน เช่น การปรับปรุงเส้นทางน้ำของแม่น้ำตรังให้ลดเคี้ยวน้อยลงและการขุดคลองหรือทางน้ำไหลให้กว้างขึ้นโดยภาครัฐ การประสานงานในภาคส่วนต่าง ๆ ทำให้เทศบาลนครตรังได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมน้อยลงกว่าที่เคยเป็น อย่างไรก็ตามเทศบาลนครตรังยังเห็นประโยชน์ของแพลตฟอร์ม โดยได้เสนอความคิดที่อาจมีการเพิ่มการเตือนภัยเรื่องเพลิงไหม้ที่เป็นภัยที่เกิดบ่อยกว่าในแพลตฟอร์มที่จะทำ

จากการประชุม ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง พบว่า เกิดภาวะน้ำท่วมที่บ่อยและรุนแรงกว่าที่เทศบาลนครตรัง เนื่องจากพื้นที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสงเป็นพื้นที่แอ่งกระทะ ทำให้น้ำป่าที่สะสมจากฝนหรือพายุฝนที่ตกในที่สูงจะไหลมาท่วมในพื้นที่เทศบาลโดยเฉพาะพื้นที่ลุ่มต่ำ ดังนั้นทำให้

ประชาชนที่เข้าร่วมประชุมในเทศบาลทุ่งสงมีความกระตือรือร้นที่จะแลกเปลี่ยนปัญหาต่าง ๆ ที่เคยประสบ และที่สำคัญทางเทศบาลทุ่งสงมี “ศูนย์บริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำตรัง” ซึ่งเป็นหน่วยงานในการจัดการน้ำท่วมในพื้นที่ โดยมีการวางแผนการป้องกันไม่ว่าจะเป็น การขุดขยายทางน้ำไหล การแจ้งเตือนในกลุ่มไลน์ของหัวหน้าชุมชน การอพยพ การจัดหาอาหารส่งให้ผู้ประสบภัย ทำให้สามารถบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากน้ำท่วมได้ดีขึ้น

โดยสรุป ทางชุมชนของทั้งสองพื้นที่เห็นว่า หากมีระบบแจ้งเตือนภัยล่วงหน้าและติดตามสถานการณ์น้ำท่วมเพื่อช่วยให้คนในชุมชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมบ่อยครั้งสามารถขนย้ายผู้สูงอายุและเก็บทรัพย์สินที่มีค่าของตนก่อนที่จะเกิดภัย จะเป็นประโยชน์และลดความสูญเสียได้มาก

สรุปการประชุมในแต่ละวันของการประชุมครั้งที่ 1 ได้ถูกแสดงไว้ในภาคผนวก ง

6.2.2 สรุปผลการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 2 (การประชุมครั้งที่ 2)

โครงการได้ลงพื้นที่ระหว่างวันที่ 21 - 22 ธันวาคม 2565 เพื่อประชุมกับผู้มีส่วนรับผิดชอบในการจัดการน้ำท่วมและประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากน้ำท่วมในเทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อนำเสนอความคืบหน้าในการพัฒนาแพลตฟอร์ม แนะนำการใช้งานแพลตฟอร์มในเบื้องต้น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับประชาชนในพื้นที่ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมของโครงการ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการจัดอบรมและสาธิตแพลตฟอร์มของโครงการ รวมถึงจัดงานรณรงค์และสร้างความมีส่วนร่วมของคนในพื้นที่

จากการประชุม ณ เทศบาลนครตรัง พบว่า ผู้เข้าร่วมประชุมโดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรังมีความสนใจต่อข้อมูลที่แสดงบนแพลตฟอร์ม และเห็นประโยชน์ในการนำแพลตฟอร์มมาใช้งานทั้งในส่วนของเว็บไซต์และระบบ Crowdsourcing โดยใช้ LINE OA ซึ่งทางเจ้าหน้าที่ได้เสนอให้มีการเพิ่มฟังก์ชันบางอย่างในแพลตฟอร์มทั้งใน เว็บไซต์และระบบ Crowdsourcing เพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นต่อการใช้งานในพื้นที่เทศบาลนครตรัง

จากการประชุม ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง พบว่า ผู้เข้าร่วมประชุมมีความสนใจและกระตือรือร้นในการทดลองใช้แพลตฟอร์มโดยเฉพาะการใช้ Line OA อย่างมาก ผู้เข้าร่วมประชุมมีความต้องการและเสนอให้มีการปรับปรุงการแสดงผลทั้งในส่วนของเว็บไซต์และ Line OA เพื่อให้ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่ายและสามารถปรับใช้กับระบบที่ทางเทศบาลเมืองทุ่งสงมีอยู่ในปัจจุบัน

โดยสรุป ผู้เข้าร่วมประชุมของทั้งสองพื้นที่เห็นว่า แนวทางการพัฒนาแพลตฟอร์มของโครงการเป็นสิ่งที่มีความประโยชน์ โดยผู้เข้าร่วมประชุมในแต่ละพื้นที่ได้เสนอแนวทางการปรับปรุงแพลตฟอร์มเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้งานในแต่ละพื้นที่สูงสุด

สรุปการประชุมในแต่ละวันของการประชุมครั้งที่ 2 ได้ถูกแสดงไว้ในภาคผนวก ง

6.2.3 สรุปผลการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 2 (การประชุมครั้งที่ 3)

โครงการได้ลงพื้นที่ระหว่างวันที่ 2 - 3 พฤษภาคม 2566 เพื่อประชุมกับผู้มีส่วนรับผิดชอบในการจัดการน้ำท่วมและประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากน้ำท่วมในเทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง เพื่อเป็นการนำเสนอและสาธิตแพลตฟอร์ม การอบรมการใช้แพลตฟอร์ม และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับประชาชนในพื้นที่ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการจัดอบรมและสาธิตแพลตฟอร์มของโครงการ รวมถึงจัดงานรณรงค์และสร้างความมีส่วนร่วมของคนในพื้นที่

จากการประชุมทั้ง 2 พื้นที่ พบว่า ผู้เข้าร่วมประชุมมีความสนใจในการใช้งานแพลตฟอร์มและการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มด้วยการส่งคำขอผ่านโปรแกรมประยุกต์ LINE OA เพื่อใช้ในการทดสอบระบบ Crowdsourcing ซึ่งได้รับความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างดี และได้ผลตอบรับอย่างดีจากผู้ร่วมการทดสอบ โดยประชาชนได้ทดลองส่งคำร้องแจ้งเหตุ ขอความช่วยเหลือ และให้ความช่วยเหลือ ในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงการให้ความคิดเห็นต่อการใช้งาน

โดยสรุป ผู้เข้าร่วมประชุมของทั้งสองพื้นที่เห็นว่า แพลตฟอร์มต้นแบบของโครงการเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น โดยผู้เข้าร่วมประชุมในแต่ละพื้นที่ได้มีคำถามและเสนอแนวทางการใช้งานแพลตฟอร์มในอนาคตเมื่อเจ้าหน้าที่เทศบาลได้นำแพลตฟอร์มนี้มาใช้งานจริงเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้งานในแต่ละพื้นที่สูงสุด

คณะผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่าแพลตฟอร์มต้นแบบนี้จะสามารถนำไปใช้และเกิดประโยชน์ต่อประชาชนในพื้นที่ต้นแบบได้จริง อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของการใช้แพลตฟอร์มจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างประชาชนและเจ้าหน้าที่เทศบาลในพื้นที่ เพื่อให้สามารถใช้งานแพลตฟอร์มเป็นเครื่องมือในการจัดการเหตุการณ์ภัยพิบัติได้อย่างรวดเร็วและทันท่วงที

สรุปการประชุมในแต่ละวันของการประชุมครั้งที่ 3 ได้ถูกแสดงไว้ในภาคผนวก ง

6.3 สรุปผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

โครงการได้ทำการประเมินความพึงพอใจการใช้งานแพลตฟอร์มโดยประชาชนและเจ้าหน้าที่ผ่านการกรอกแบบสอบถามความพึงพอใจการใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ในช่วงวันที่ 16-23 สิงหาคม 2566 โดยโครงการได้ขอความร่วมมือให้เจ้าหน้าที่เทศบาลเมืองทุ่งสงให้ช่วยประสานงานกับเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่เทศบาลเมืองทุ่งสงทำการกรอกแบบสอบถามและได้แจ้งทางไลน์กลุ่มเพื่อขอให้เจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่เทศบาลนครตรังทำการกรอกแบบสอบถามในรูปแบบออนไลน์ โดยมีประชาชนและเจ้าหน้าที่เข้าร่วมประเมินทั้งหมด 85 คน ประกอบด้วยผู้ตอบ

แบบสอบถาม 5 คน (ในรูปแบบออนไลน์) จากเทศบาลนครตรัง และ 80 คน (เจ้าหน้าที่นำแบบสอบถามไปให้กรอก) จากเทศบาลเมืองทุ่งสง สำหรับ “แบบสอบถามความพึงพอใจการใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ” สามารถเข้าถึงได้ที่

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdiYr_wDzG7_CW3_M2_8_FQk-j5ly0bT88OHJ_OmUeMYIUBH_vUig/viewform?embedded=true

จากผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งาน แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ในด้าน (1) รูปแบบ ความสวยงามของแพลตฟอร์ม และความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล (2) คุณภาพของเนื้อหา และ (3) ความพึงพอใจในภาพรวม โดยมีการแบ่งระดับคะแนนความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ 1 = น้อยที่สุด, 2 = น้อย, 3 = ปานกลาง, 4 = มาก และ 5 = มากที่สุด (ตารางที่ 6.1) สามารถสรุปผลการประเมิน ได้ดังนี้

1. ความพึงพอใจด้านรูปแบบ ความสวยงามของแพลตฟอร์ม และความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล

จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ จำนวน 85 คน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ต่อความสวยงาม ความทันสมัยและความน่าสนใจของแพลตฟอร์ม (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.5) การจัดรูปแบบ เมนูต่าง ๆ และตัวเลือกการแสดงผล ข้อมูลบนแผนที่ มีความง่ายต่อการอ่านและการใช้งาน (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.6) ความง่ายและสะดวกต่อการเข้าถึงข้อมูล (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.6) และ สีสันในการออกแบบแพลตฟอร์มมีความเหมาะสม (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.5) โดยรวมสามารถสรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านรูปแบบ ความสวยงามของแพลตฟอร์ม และความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.6)

2. ความพึงพอใจด้านคุณภาพของเนื้อหา

จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ จำนวน 85 คน พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ต่อความเหมาะสมของข้อมูลภายในแพลตฟอร์ม (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.5) ปริมาณเนื้อหาในแพลตฟอร์มเพียงพอกับการใช้งาน (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.5) การปรับปรุงข้อมูลให้มีความชัดเจน ถูกต้อง และน่าเชื่อถืออยู่เสมอ (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.5) และการจัดหมวดหมู่ของข้อมูล มีความสะดวกต่อการค้นหา (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.6) โดยรวมสามารถสรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจด้านคุณภาพของเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.5)

3. ความพึงพอใจต่อการใช้งานแพลตฟอร์มโดยภาพรวม

จากการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ จำนวน 85 คน พบว่า โดยภาพรวมแล้ว ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อการใช้งานแพลตฟอร์มในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.6) และเห็นว่า การใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะมีประโยชน์ต่อผู้ใช้ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.7) พร้อมทั้งเห็นว่า คู่มือ/วิดีโอแนะนำการใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ เข้าใจง่ายและเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งานในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.6) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อการใช้งานแพลตฟอร์มโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.6)

จากการรวบรวมในแบบสอบถาม ที่ให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้เสนอแนะเกี่ยวกับแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ปรากฏว่า มีเพียงข้อเสนอให้มีการเพิ่มวิดีโอการแนะนำโครงการ ซึ่งจากข้อเสนอแนะนี้ คณะวิจัยได้ดำเนินการเพิ่มเติมวิดีโอดังกล่าวแล้ว

ตารางที่ 6.1 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

รายการ	จำนวนผู้ประเมิน ระดับความพึงพอใจ (1-5)					ค่าเฉลี่ย คะแนน
	1	2	3	4	5	
1. ความพึงพอใจด้านรูปแบบ ความสวยงามของแพลตฟอร์ม และความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล						
1.1 ความสวยงาม ความทันสมัย น่าสนใจของแพลตฟอร์ม	0	0	0	39	46	4.5
1.2 การจัดรูปแบบ เมนูต่าง ๆ และตัวเลือกการแสดงผล ข้อมูลบนแผนที่ มีความง่ายต่อการอ่านและการใช้งาน	0	0	0	31	54	4.6
1.3 มีความง่ายและสะดวกต่อการเข้าถึงข้อมูล	0	0	3	28	54	4.6
1.4 สีสันในการออกแบบแพลตฟอร์มมีความเหมาะสม	0	0	3	34	48	4.5
เฉลี่ย						4.6
2. ความพึงพอใจด้านคุณภาพของเนื้อหา						
2.1 ความเหมาะสมของข้อมูลภายในแพลตฟอร์ม	0	0	2	37	46	4.5
2.2 ปริมาณเนื้อหาในแพลตฟอร์มเพียงพอกับการใช้งาน	0	0	4	37	44	4.5
2.3 มีการปรับปรุงข้อมูลให้มีความชัดเจน ถูกต้อง และ น่าเชื่อถืออยู่เสมอ	0	0	3	35	47	4.5
2.4 การจัดหมวดหมู่ของข้อมูล มีความสะดวกต่อการค้นหา	0	0	3	26	56	4.6
เฉลี่ย						4.5
3. ความพึงพอใจต่อการใช้งานแพลตฟอร์มโดยภาพรวม						
3.1 โดยภาพรวมแล้ว ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อการใช้งาน แพลตฟอร์มในระดับใด	0	0	3	30	52	4.6
3.2 โดยรวม การใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ มีประโยชน์ต่อท่านในระดับใด	0	0	4	21	60	4.7
3.3 คู่มือ/วิดีโอแนะนำการใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ เข้าใจง่ายและมีประโยชน์ในระดับใด	0	0	4	30	51	4.6
เฉลี่ย						4.6
เฉลี่ยความพึงพอใจทุกด้าน						4.6

บทที่ 7

สรุปผลการดำเนินโครงการ

7.1 ผลการดำเนินโครงการในภาพรวม

ผลการดำเนินโครงการในภาพรวมได้แสดงใน ตารางที่ 7.1 ที่แสดงรายละเอียดของแต่ละรายกิจกรรมที่สำคัญได้ดังนี้

ตารางที่ 7.1 ผลการดำเนินโครงการในภาพรวมของรายกิจกรรมที่สำคัญ

ที่	กิจกรรมที่สำคัญ	สถานะ	แผนดำเนินการในข้อเสนอโครงการ	ผลการดำเนินการในภาพรวม	รายละเอียด
1	การประชุมประจำเดือน	แล้วเสร็จ	ประชุมทุกเดือน	ประชุมอย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง สำหรับวางแผนและติดตามการดำเนินงานในแต่ละช่วงเวลาดำเนินโครงการ	
2	การเก็บข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตและจากหน่วยงานทั้งในและต่างประเทศ	แล้วเสร็จ	เก็บข้อมูลให้เพียงพอต่อการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองและการใช้งานในแพลตฟอร์ม	สามารถจัดหาข้อมูลได้เพียงพอต่อการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองและการใช้งานในแพลตฟอร์ม	บทที่ 2
3	การเก็บข้อมูลภาคสนามและจากภาคประชาชน	แล้วเสร็จ	เก็บข้อมูลให้เพียงพอต่อการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองและการใช้งานในแพลตฟอร์ม โดย <ul style="list-style-type: none"> ● เก็บข้อมูลภาคสนามโดยใช้เทคโนโลยี Ground Based LiDAR เพื่อจัดทำข้อมูลสารสนเทศในพื้นที่ต้นแบบ ● ลงพื้นที่เดินสำรวจและให้ประชาชนตอบแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ต้นแบบ และสำหรับพื้นที่ทดสอบ 	สามารถจัดหาข้อมูลได้เพียงพอต่อการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองและการใช้งานในแพลตฟอร์ม โดย <ul style="list-style-type: none"> ● ได้เก็บข้อมูลภาคสนามโดยใช้เทคโนโลยี Ground Based LiDAR เพื่อจัดทำแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ในพื้นที่ที่ครอบคลุมเทศบาลนครรังสิต (สำหรับเทศบาลเมืองทุ่งสงได้นำข้อมูล DEM จากแหล่งอื่นมาทดแทนเนื่องจากต้องการประหยัดงบดำเนินการและความจำเป็นที่ต้องมี 	บทที่ 2 และภาคผนวก ก

ที่	กิจกรรมที่สำคัญ	สถานะ	แผนดำเนินการใน ข้อเสนอโครงการ	ผลการดำเนินการใน ภาพรวม	รายละเอียด
			การขยายผลจะมีการ จำกัดปริมาณข้อมูล จากการลงพื้นที่	ข้อมูลความละเอียดสูงที่ เทศบาลเมืองทุ่งสงมีน้อย กว่า) <ul style="list-style-type: none"> ได้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ ที่ดินและสิ่งปลูกสร้างที่ ถูกรวบรวมโดยเจ้าหน้าที่ ในพื้นที่ต้นแบบและได้ ข้อมูลแบบเดียวกันจาก อินเทอร์เน็ตที่ถูกเผยแพร่ โดยหน่วยงานรัฐใน พื้นที่ทดสอบการขยาย ผล โดยนำมาตรวจสอบ และประมวลร่วมกับ ข้อมูลรูปแปลงที่ได้จาก กรมที่ดินและเจ้าหน้าที่ เทศบาลเมืองทุ่งสงเพื่อ จัดเตรียมข้อมูลการใช้ ประโยชน์ที่ดินและสิ่ง ปลูกสร้างในพื้นที่ ต้นแบบและพื้นที่ ทดสอบการขยายผล 	
4	การออกแบบ และพัฒนาระบบ ฐานข้อมูล	แล้ว เสร็จ	ออกแบบและพัฒนาระบบ ฐานข้อมูลที่เพียงพอต่อ การออกแบบและพัฒนา แบบจำลองและการใช้งาน ในแพลตฟอร์ม	สามารถออกแบบและพัฒนา ระบบฐานข้อมูลที่สามารถใช้ งานกับข้อมูลแบบต่าง ๆ เพื่อ ใช้สนับสนุนการออกแบบและ พัฒนาแบบจำลอง การ แสดงผลและการคำนวณต่าง ๆ ในแพลตฟอร์ม	บทที่ 5
5	การออกแบบ และพัฒนา แพลตฟอร์ม	แล้ว เสร็จ	ออกแบบและพัฒนา แพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบ เพื่อใช้ในการติดตาม สถานการณ์น้ำท่วมแบบ ครบวงจรในพื้นที่ต้นแบบ ในบริเวณลุ่มน้ำตรัง	สามารถออกแบบและพัฒนา แพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบ เพื่อใช้ในการติดตาม สถานการณ์น้ำท่วมแบบครบ วงจรในพื้นที่ต้นแบบใน บริเวณลุ่มน้ำตรัง	บทที่ 5 และ ภาคผนวก ข

ที่	กิจกรรมที่สำคัญ	สถานะ	แผนดำเนินการใน ข้อเสนอโครงการ	ผลการดำเนินการใน ภาพรวม	รายละเอียด
6	การออกแบบ และพัฒนา แบบจำลองเพื่อ ใช้ในการ พยากรณ์พื้นที่ การเกิดน้ำท่วม	แล้ว เสร็จ	ออกแบบและพัฒนา 2 แบบจำลอง (ในพื้นที่ ต้นแบบและพื้นที่ทดสอบ การขยายผล 1 พื้นที่)	ได้ ออกแบบและพัฒนา แบบจำลอง (อัลกอริทึม) 3 ชุดแบบจำลอง (ในพื้นที่ ต้นแบบ 2 พื้นที่ [อำเภอทุ่งสง และอำเภอเมืองตรัง] และ พื้นที่ทดสอบการขยายผล 1 พื้นที่ [อำเภอเมืองชุมพร])	บทที่ 3
7	การออกแบบ และพัฒนาระบบ ติดตามการเกิด น้ำท่วม	แล้ว เสร็จ	ออกแบบและพัฒนาระบบ ติดตามการเกิดน้ำท่วมโดย ประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลภาพถ่ายจาก ดาวเทียมสำรวจระยะไกล ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูล ภูมิประเทศ ฯลฯ เพื่อ นำมาหาพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วม แล้วนำมาแสดง สถานการณ์น้ำท่วมให้ทัน ต่อเหตุการณ์ (Real Time)	สามารถออกแบบและพัฒนา ระบบติดตามการเกิดน้ำท่วม โดยนำเสนอข้อมูลแบบบูรณา การและประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ เช่น ปริมาณฝน ระดับน้ำ เรดาร์ตรวจอากาศ แผนที่น้ำ ท่วมซ้ำซาก ฯลฯ โดยเฉพาะ ข้อมูลจากระบบ Crowdsourcing ที่สามารถ นำมาสร้างแผนที่ น้ำท่วม เพื่อให้สามารถติดตาม สถานการณ์น้ำท่วมให้ทันต่อ เหตุการณ์ (Real Time)	บทที่ 5
8	การออกแบบ และพัฒนา วิธีการประเมิน ความเสียหาย	แล้ว เสร็จ	ออกแบบและพัฒนา 2 แบบจำลอง (ในพื้นที่ ต้นแบบและพื้นที่ทดสอบ การขยายผล 1 พื้นที่)	ได้ ออกแบบและพัฒนา แบบจำลอง (อัลกอริทึม) ที่ใช้ คำนวณมูลค่าความเสียหาย 3 พื้นที่ (ในพื้นที่ต้นแบบ 2 พื้นที่ [เทศบาลเมืองทุ่งสงและ เทศบาลนครตรัง] และพื้นที่ ทดสอบการขยายผล 1 พื้นที่ [เทศบาลเมืองชุมพร])	บทที่ 4
9	การออกแบบ และพัฒนา ช่องทางเพื่อใช้ใ นการสื่อสาร	แล้ว เสร็จ	แพลตฟอร์มสามารถเข้าถึง ได้จากหลากหลายแหล่ง ช่องทางสื่อสาร เช่น web application, mobile application	ได้ ออกแบบและพัฒนา ช่องทางเพื่อใช้ในการสื่อสาร 2 ช่องทาง ได้แก่ การเข้าถึง ผ่านทางเว็บไซต์ ของ แพลตฟอร์ม	บทที่ 5 และ ภาคผนวก ข

ที่	กิจกรรมที่สำคัญ	สถานะ	แผนดำเนินการใน ข้อเสนอโครงการ	ผลการดำเนินการใน ภาพรวม	รายละเอียด
				(https://smartflood.in.th/) และ การเข้าถึงผ่านทาง โปรแกรมประยุกต์ LINE OA	
10	การเชื่อมต่อและ ทดสอบระบบ ต่าง ๆ ใน แพลตฟอร์ม	แล้ว เสร็จ	เชื่อมต่อและทดสอบระบบ ต่าง ๆ ในแพลตฟอร์มให้ เรียบร้อยก่อนปิดโครงการ	สามารถเชื่อมต่อระบบต่าง ๆ ในแพลตฟอร์มได้อย่างไม่มี ปัญหาและผ่านการทดสอบ ระบบ	บทที่ 5
11	การทดสอบการ ใช้งาน แพลตฟอร์ม	แล้ว เสร็จ	ทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มให้ เรียบร้อยก่อนปิด โครงการ	ได้ทดสอบแพลตฟอร์มโดยทีม พัฒนาแพลตฟอร์ม รวมถึง การทดสอบจากเจ้าหน้าที่ และประชาชนในพื้นที่ ต้นแบบ (เจ้าหน้าที่ 2 ครั้ง ๆ ละ 14 คนและประชาชน 1 ครั้ง จำนวน 119 คน) เพื่อ นำมาปรับปรุงแก้ไข แพลตฟอร์ม	บทที่ 5 และ ภาคผนวก ค
12	การจัดอบรมและ สาธิต แพลตฟอร์ม	แล้ว เสร็จ	จัดประชุมเพื่ออบรมและ สาธิตแพลตฟอร์มในพื้นที่ ต้นแบบจำนวน 3 ครั้ง โดย มีจำนวนผู้เข้าประชุม 30- 40 คนต่อครั้ง	ได้จัดประชุมเพื่ออบรมและ สาธิตแพลตฟอร์มในพื้นที่ ต้นแบบจำนวน 3 ครั้ง (ครั้ง ละ 1 วัน) ต่อพื้นที่ โดยแต่ละ ครั้งมีจำนวนผู้เข้าประชุม 50- 103 คน (อย่างน้อย 50 คน)	บทที่ 6 และ ภาคผนวก ง
13	การจัดทำ รายงาน	แล้ว เสร็จ	จัดทำรายงานฉบับเบื้องต้น (งวดที่ 1), รายงาน ความก้าวหน้าฉบับที่ 1 (งวดที่ 2), รายงาน ความก้าวหน้าฉบับที่ 2 (งวดที่ 3) และรายงาน ฉบับสมบูรณ์ (งวดที่ 4) จำนวน 7 ชุดต่อรายงาน	ได้จัดทำรายงานฉบับเบื้องต้น (งวดที่ 1), รายงาน ความก้าวหน้าฉบับที่ 1 (งวด ที่ 2), รายงานความก้าวหน้า ฉบับที่ 2 (งวดที่ 3) และ รายงานฉบับสมบูรณ์ (งวดที่ 4) จำนวน 7 ชุดต่อรายงาน	
14	การจัดทำคู่มือ การใช้งาน แพลตฟอร์ม	แล้ว เสร็จ	จัดทำคู่มือการใช้งาน แพลตฟอร์มจำนวน 1 ฉบับ และมีแผนจ้างเหมา ดำเนินการถ่ายทำ จัดทำเอกสารเผยแพร่และ	ได้จัดทำคู่มือการใช้งาน แพลตฟอร์ม 2 ฉบับ สำหรับ Web Application และ Mobile Application รวมถึง การถ่ายทำวิดีโอคลิปเพื่อ	บทที่ 5

ที่	กิจกรรมที่สำคัญ	สถานะ	แผนดำเนินการใน ข้อเสนอโครงการ	ผลการดำเนินการใน ภาพรวม	รายละเอียด
			วิดีโอการอบรมจำนวน 10 ชิ้น	นำเสนอโครงการ แนะนำการ ใช้งานแพลตฟอร์ม และ เผยแพร่ความรู้ความเข้าใจ ให้แก่ผู้ใช้ จำนวน 10 คลิป	

7.2 ผลผลิตที่สำคัญที่ได้จากการดำเนินโครงการ

ผลผลิตที่สำคัญที่ได้จากการดำเนินโครงการได้แสดงในตารางที่ 7.2 โดยแสดงรายละเอียด
ของแต่ละผลผลิต

ตารางที่ 7.2 ผลผลิตที่สำคัญที่ได้จากการดำเนินโครงการ

ลำดับ	ชื่อผลผลิต	หน่วยวัด	ตัวชี้วัด																									
1	แบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม	แบบจำลอง	<ul style="list-style-type: none"> ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ: 3 ชุดแบบจำลอง (ในพื้นที่ต้นแบบ 2 พื้นที่ [อำเภอทุ่งสงและอำเภอเมืองตรัง] และพื้นที่ทดสอบการขยายผล 1 พื้นที่ [อำเภอเมืองชุมพร]) ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ: ผลประสิทธิภาพโดยรวมของแบบจำลอง (แบบจำลองที่ 3) ที่ระดับความเชื่อมั่นต่างๆ สำหรับพยากรณ์ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 วัน ได้แก่ <table border="1"> <thead> <tr> <th>พื้นที่พยากรณ์</th> <th>ระดับความเชื่อมั่น</th> <th>ความไวของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (%)</th> <th>ความแม่นยำของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">อ.เมืองตรัง</td> <td>ต่ำ (20-40%)</td> <td>92.31</td> <td>40.32</td> </tr> <tr> <td>ปานกลาง (40-60%)</td> <td>88.46</td> <td>57.14</td> </tr> <tr> <td>สูง (60-90%)</td> <td>76.92</td> <td>66.67</td> </tr> <tr> <td>อ.ทุ่งสง</td> <td>สูง (60-90%)</td> <td>91.67</td> <td>100.00</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">อ.เมืองชุมพร</td> <td>ปานกลาง (40-60%)</td> <td>92.86</td> <td>68.42</td> </tr> <tr> <td>สูง (60-90%)</td> <td>64.29</td> <td>100.00</td> </tr> </tbody> </table> 	พื้นที่พยากรณ์	ระดับความเชื่อมั่น	ความไวของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (%)	ความแม่นยำของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (%)	อ.เมืองตรัง	ต่ำ (20-40%)	92.31	40.32	ปานกลาง (40-60%)	88.46	57.14	สูง (60-90%)	76.92	66.67	อ.ทุ่งสง	สูง (60-90%)	91.67	100.00	อ.เมืองชุมพร	ปานกลาง (40-60%)	92.86	68.42	สูง (60-90%)	64.29	100.00
พื้นที่พยากรณ์	ระดับความเชื่อมั่น	ความไวของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (%)	ความแม่นยำของการตรวจจับเหตุการณ์น้ำท่วม (%)																									
อ.เมืองตรัง	ต่ำ (20-40%)	92.31	40.32																									
	ปานกลาง (40-60%)	88.46	57.14																									
	สูง (60-90%)	76.92	66.67																									
อ.ทุ่งสง	สูง (60-90%)	91.67	100.00																									
อ.เมืองชุมพร	ปานกลาง (40-60%)	92.86	68.42																									
	สูง (60-90%)	64.29	100.00																									

ลำดับ	ชื่อผลผลิต	หน่วยวัด	ตัวชี้วัด
2	ฐานข้อมูลสำหรับการติดตามและตรวจสอบสถานการณ์น้ำท่วม	ฐานข้อมูล	<ul style="list-style-type: none"> ● ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ: 1 ฐานข้อมูล ● ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ: <ul style="list-style-type: none"> ○ ข้อมูลในฐานข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูลและหน่วยงานที่นำเชื่อถือทั้งในและต่างประเทศ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) กรมฝนหลวงและการบินเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมที่ดิน ศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป หน่วยงานให้บริการสภาพอากาศแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ฯลฯ ○ เจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบมีส่วนร่วมในการให้และใช้ข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง ข้อมูลรูปแปลงที่ดิน และข้อมูลการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต้นแบบในเบื้องต้น (3-5 ปี) ○ เจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่ต้นแบบจำนวน 119 คน มีส่วนร่วมในการส่งข้อมูลคำร้องเพื่อรายงานสถานการณ์น้ำท่วมผ่านทางระบบ Crowdsourcing โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ LINE OA รวมถึงการอธิบายธรรมชาติและวิธีการเฝ้าระวังการเกิดน้ำท่วมที่ใช้ในพื้นที่ต้นแบบซึ่งได้นำมาใช้ประกอบในการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองและแพลตฟอร์มในโครงการ
3	แบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม	แบบจำลอง	<ul style="list-style-type: none"> ● ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ: 3 แบบจำลอง (ในพื้นที่ต้นแบบ 2 พื้นที่ [เทศบาลเมืองทุ่งสงและเทศบาลนครตรัง] และพื้นที่ทดสอบการขยายผล 1 พื้นที่ [เทศบาลเมืองชุมพร]) ● ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ: ทราบมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมจำแนกตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมและความสูงจากระดับน้ำทะเลในพื้นที่ต้นแบบ 2 พื้นที่และพื้นที่ทดสอบการขยายผล 1 พื้นที่ และทราบค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่สะท้อนความแม่นยำของมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม
4	แพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบเพื่อใช้ในการ	แพลตฟอร์ม	<ul style="list-style-type: none"> ● ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ: 1 แพลตฟอร์ม ● ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ:

ลำดับ	ชื่อผลผลิต	หน่วยวัด	ตัวชี้วัด
	ติดตามสถานการณ์การเกิดน้ำท่วมแบบครบวงจรในพื้นที่ลุ่มน้ำตรัง		<ul style="list-style-type: none"> ○ ข้อมูลที่แสดงในแพลตฟอร์มมาจากแหล่งข้อมูลและหน่วยงานที่น่าเชื่อถือทั้งในและต่างประเทศ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) กรมฝนหลวงและการบินเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมที่ดิน ศูนย์พยากรณ์อากาศระยะปานกลางแห่งยุโรป หน่วยงานให้บริการสภาพอากาศแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา ฯลฯ ○ จากการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ จำนวน 85 คน พบว่า <ul style="list-style-type: none"> ○ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านรูปแบบ ความสวยงามของแพลตฟอร์ม และความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.6 จากคะแนนเต็ม 5) ○ ผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจด้านคุณภาพของเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.5 จากคะแนนเต็ม 5) ○ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อการใช้งานแพลตฟอร์มโดยภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.6 จากคะแนนเต็ม 5) ○ ผู้ใช้ในพื้นที่ต้นแบบมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลเพื่อพัฒนาแพลตฟอร์มผ่านการจัดประชุมในพื้นที่ต้นแบบ (3 ครั้งต่อพื้นที่) และการทดสอบแพลตฟอร์มโดยเจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่ต้นแบบ (เจ้าหน้าที่ 2 ครั้งๆ ละ 14 คนและประชาชน 1 ครั้งจำนวน 119 คน) ○ แพลตฟอร์มสามารถเข้าถึงได้จาก 2 ช่องทางสื่อสาร ได้แก่ การเข้าถึงผ่านทางเว็บไซต์ของแพลตฟอร์ม (เว็บไซต์ https://smartflood.in.th/) และ การเข้าถึงผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ LINE OA

ลำดับ	ชื่อผลผลิต	หน่วยวัด	ตัวชี้วัด
5	คู่มือการใช้งาน แพลตฟอร์ม	ฉบับ/คลิป	<ul style="list-style-type: none"> ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ: 2 ฉบับ (สำหรับ Web Application จำนวน 1 ฉบับ และสำหรับ Mobile Application จำนวน 1 ฉบับ) และ วิดีโอคลิปเพื่อนำเสนอโครงการ แนะนำการใช้งานแพลตฟอร์ม และเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจให้แก่ผู้ใช้ จำนวน 10 คลิป (https://smartflood.in.th/guide) ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ: จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ จำนวน 85 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อ คู่มือ/วิดีโอแนะนำการใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ เข้าใจง่ายและมีประโยชน์ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.6 จากคะแนนเต็ม 5)

7.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาข้างต้น คณะผู้วิจัยขอให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายดังนี้

- 1) เพื่อให้แพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้จริงและใช้ให้เป็นประโยชน์ในอนาคต ไม่เป็นแบบแพลตฟอร์มอื่น ๆ ที่ผ่านมาที่พัฒนามาแล้ว ไม่มีการใช้จริงต่อไปในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ฉะนั้นควรที่จะต้องมีการให้งบประมาณที่ต่อเนื่องเพื่อการพัฒนาแพลตฟอร์มให้ปิดจุดอ่อนที่ต้องต้องแก้ไขหลังการใช้จริงโดยภาคประชาชนอย่างต่อเนื่องให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างยั่งยืน และให้ทีมวิจัยเป็นที่เลี้ยงให้หน่วยงานในพื้นที่ที่จะใช้ระบบนี้จริงในการติดตามน้ำท่วม
- 2) ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมและภัยพิบัติต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่อย่างเป็นระบบ เช่น ข้อมูลพื้นที่และช่วงเวลาในการเกิดน้ำท่วม ข้อมูลมูลค่าความเสียหาย ฯลฯ ทั้งทางภาครัฐและภาคประชาชน เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการพยากรณ์เหตุการณ์ ติดตามเหตุการณ์ และคาดการณ์ผลกระทบของเหตุการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น เช่น การวิเคราะห์ความเสี่ยงและการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมในพื้นที่วิเคราะห์ความเสี่ยงและคาดการณ์มูลค่าความเสียหาย ฯลฯ
- 3) ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการประชาสัมพันธ์เครื่องมือต่าง ๆ ของหน่วยงานภาครัฐที่ประชาชนสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ครอบครัว และชุมชน ใน

สถานการณ์น้ำท่วมและภัยพิบัติต่าง ๆ รวมทั้งการเผยแพร่องค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้ประชาชนมีความเข้าใจในการใช้เครื่องมือเหล่านี้

- 4) ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์ทางตรงจากน้ำท่วมในเทศบาลอื่นๆ ทั่วประเทศ รวมถึงพื้นที่นอกเขตเทศบาลทั่วประเทศที่มีมูลค่าสิ่งปลูกสร้างสูง เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม จัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ต่าง ๆ และนำมาใช้ในการประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินมาตรการเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตาม ต้องอาศัยความร่วมมือของหลายหน่วยงานราชการของข้อมูลที่จะใช้ในการประเมินมูลค่าของทรัพย์สินในรูปแบบต่าง ๆ
- 5) ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์ทางอ้อมเพิ่มเติมจากทางตรงในพื้นที่ต่าง ๆ ที่มีความสำคัญทั่วประเทศ ทั้งในและนอกเขตเทศบาล เพื่อให้ครอบคลุมมูลค่าความเสียหายที่แท้จริงจากเหตุการณ์น้ำท่วม

บรรณานุกรม

- [1] สำนักงานคณะกรรมการข้อมูลข่าวสารของราชการ. สภาพทั่วไปของอำเภอเมืองตรัง. http://www.oic.go.th/INFOCENTER31/ifunc_redirect.asp?i=ZSPUTJI%2E3824
- [2] 22 ลุ่มน้ำในประเทศไทย และ พระราชกฤษฎีกา กำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. 2564. สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. <http://sonwr.onwr.go.th/wp-content/uploads/2021/07/22-basin-in-thailand.pdf>
- [3] เปรมกมล สมใจ. (2557). เมืองตรัง. มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. <http://www.tei.or.th/thaicityclimate/public/research-36.pdf>
- [4] ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. ภูมิอากาศจังหวัดตรัง. <http://climate.tmd.go.th/data/province/ใต้ฝั่งตะวันตก/ภูมิอากาศตรัง.pdf>
- [5] Muhadi, N. A., et al. "The Use of LiDAR-Derived DEM in Flood Applications: A Review." Remote Sens. 12, 2308 (2020): 1-20.
- [6] Prasad, N., P. Kumar, and N. Mm, An Approach to Prediction of Precipitation Using Gini Index in SLIQ Decision Tree, in 2013 4th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation. 2013. p. 56-60.
- [7] Jesada Kajornrit, Kok Wai Wong, and C.C. Fung, Rainfall prediction in the northeast region of Thailand using Modular Fuzzy Inference System, in 2012 IEEE International Conference on Fuzzy Systems, Brisbane, QLD, Australia. 2012. p. 1-6.
- [8] Wassamon Phusakulkajorn, Chidchanok Lursinsap, and J. Asavanant, Wavelet-transform based artificial neural network for daily rainfall prediction in southern Thailand, in 2009 9th International Symposium on Communications and Information Technology, Icheon, Korea (South). 2009. p. 432-437.
- [9] Chitwatkulsiri, D., et al., Development and Application of a Real-Time Flood Forecasting System (RTFlood System) in a Tropical Urban Area: A Case Study of Ramkhamhaeng Polder, Bangkok, Thailand. Water, 2022. 14(10).
- [10] Puttinaovarat, S. and P. Horkaew, Flood Forecasting System Based on Integrated Big and Crowdsource Data by Using Machine Learning Techniques. IEEE Access, 2020. 8: p. 5885-5905.
- [11] Pornnapa Panyadee, Paskorn Champrasert, and C. Aryupong, Water level prediction using artificial neural network with particle swarm optimization model,

- in 2017 5th International Conference on Information and Communication Technology (ICoIC7), Melaka, Malaysia. 2017. p. 1-6.
- [12] Suwannee Phitakwinai, Sansanee Auephanwiriyaikul, and N. Theera-Umpon, Multilayer perceptron with Cuckoo search in water level prediction for flood forecasting, in 2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). 2016. p. 519-524.
- [13] Fazlina Ahmat Ruslan, et al., Flood water level prediction modeling using NNARX structure for Sg Pahang basin, in 2015 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), Penang, Malaysia. 2015. p. 548-551.
- [14] Fazlina Ahmat Ruslan, et al., Multiple Input Single Output (MISO) ARX and ARMAX model of flood prediction system: Case study Pahang, in 2017 IEEE 13th International Colloquium on Signal Processing & its Applications (CSPA), Penang, Malaysia. 2017. p. 179-184.
- [15] Chen, Y. R., Yeh, C. H., & Yu, B. (2016). Flood damage assessment of an urban area in Taiwan. *Natural Hazards*, 83(2), 1045-1055.
- [16] Huizinga, J., Moel, H. de, Szewczyk, W. (2017). *Global flood depth-damage functions. Methodology and the database with guidelines*. EUR 28552 EN. doi: 10.2760/16510
- [17] Kim, Y. D., Tak, Y. H., Park, M. H., & Kang, B. (2020). Improvement of urban flood damage estimation using a high-resolution digital terrain. *Journal of Flood Risk Management*, 13, e12575.
- [18] Komolafe, A. A., Herath, S., & Avtar, R. (2019). Establishment of detailed loss functions for the urban flood risk assessment in Chao Phraya River basin, Thailand. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10(1), 633-650.
- [19] Martínez-Gomariz, E., Forero-Ortiz, E., Guerrero-Hidalga, M., Castán, S., & Gómez, M. (2020). Flood Depth—Damage Curves for Spanish Urban Areas. *Sustainability*, 12(7), 2666.
- [20] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT), (2004). A study on the economic analysis in flood control project
- [21] Prihantini, C. I. (2020, April). Estimating the Economic Losses Value Caused by Flood Disaster in Sampang Regency Using Tangible Damage Assessment. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 469, No. 1, p. 012091). IOP Publishing.

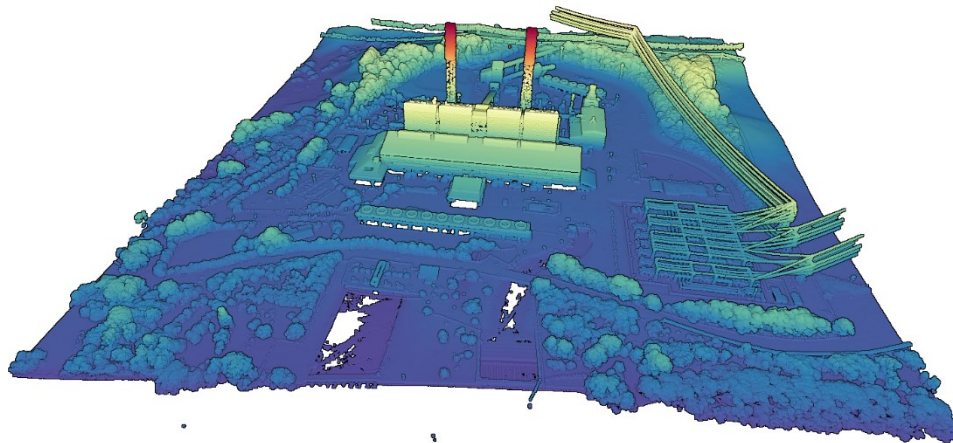
- [22] Romali, N. S., & Yusop, Z. (2021). Flood damage and risk assessment for urban area in Malaysia. *Hydrology Research*, 52(1), 142-159.

ภาคผนวก ก
การประยุกต์ใช้และการประมวลผลข้อมูล
ที่สำรวจด้วยเทคโนโลยี Ground Based LiDAR

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

เทคโนโลยีไลดาร์ (LiDAR) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ได้เข้ามามีบทบาทในการสำรวจมากขึ้นในปัจจุบัน โดย LiDAR หรือ Light Detection And Ranging มีวัตถุประสงค์หลักคือการใช้เพื่อวัดระยะหรือความสูงของพื้นผิว หลักการทำงานคือการส่งแสงเลเซอร์ไปกระทบวัตถุหรือพื้นผิวต่าง ๆ ซึ่งระหว่างทางระบบจะทำการคำนวณเวลาในการเดินทางของแสงตั้งแต่ถูกปล่อยออกจากอุปกรณ์จนสะท้อนกลับมาที่ตัวรับสัญญาณ ทำให้สามารถคำนวณระยะห่างของวัตถุผ่านระยะเวลาที่แสงใช้ในการเดินทางได้

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วย LiDAR จะอยู่ในรูปแบบจุด หรือที่เรียกว่า point cloud (รูปที่ ก.1) โดยในแต่ละจุดจะประกอบไปด้วยตำแหน่งทางราบและทางตั้ง (x, y, z) เก็บข้อมูลได้ตั้งแต่วัตถุขนาดเล็กไปจนถึงสิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่ หรือแม้กระทั่งพื้นที่ต่าง ๆ บนผิวโลก ด้วยการสำรวจทางอากาศสำหรับสร้างเป็นแบบจำลองเชิงเลข ทั้ง DEM (Digital Elevation Model) และ DSM (Digital Surface Model) ส่วนความแตกต่างก็คือ DEM เป็นแบบจำลองความสูงเชิงเลขแสดงถึงพื้นผิวหรือลักษณะภูมิประเทศของโลกเท่านั้น ส่วน DSM นั้นเป็นแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลขที่จะแสดงลักษณะพื้นผิวของสิ่งปกคลุมดินร่วมด้วย เช่น อาคารสิ่งปลูกสร้าง หรือแม้กระทั่งเรือนยอดของต้นไม้

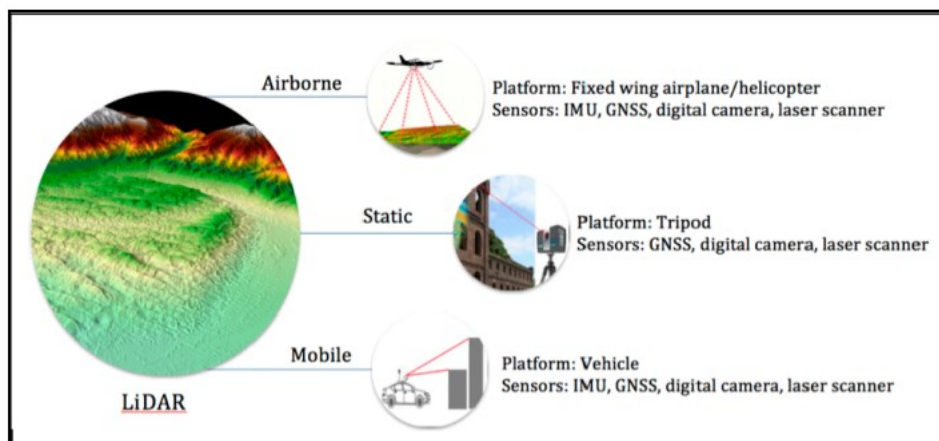


รูปที่ ก.1 ตัวอย่างข้อมูล 3D LiDAR Point Cloud แสดงระดับความสูงของโรงไฟฟ้าในเมือง Huntly ประเทศนิวซีแลนด์

LiDAR สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ Airborne LiDAR และ Terrestrial LiDAR (รูปที่ ก.2) โดยทั้งสองระบบจะมีความแตกต่างกันในแง่ของโหมดการรับข้อมูล กลไกการสแกน และความแม่นยำและความละเอียดของข้อมูล Airborne LiDAR เป็นระบบเซ็นเซอร์หลายตัวที่ประกอบด้วยส่วนประกอบหลายอย่าง ได้แก่ แพลตฟอร์ม เครื่องสแกนเลเซอร์ ฮาร์ดแวร์กำหนดตำแหน่ง อุปกรณ์ถ่ายภาพหรือบันทึกวิดีโอ คอมพิวเตอร์ และแหล่งจัดเก็บข้อมูล โดยแทนสำหรับติดตั้งเครื่องสแกนเลเซอร์ สำหรับ Airborne LiDAR อาจเป็นเครื่องบินปีกตรึง (fixed-wing aircraft) หรือเฮลิคอปเตอร์ ซึ่งใช้ในการบินเซ็นเซอร์เลเซอร์เหนือพื้นที่ที่สนใจ

การนำไปใช้ของ Airborne LiDAR ที่มีมากที่สุดคือการศึกษาและสำรวจลักษณะภูมิประเทศหรือพื้นผิวโลก อุปกรณ์ LiDAR ที่ติดตั้งบนเครื่องบินสามารถสแกนพื้นดินด้านล่างด้วยความแม่นยำและความละเอียดที่สูง โดยอาศัยความแม่นยำของจีพีเอส (Global Position System, GPS) และส่วนประกอบของเครื่องวัดอาศัยหลักความเฉื่อย (Inertial Measurement Unit, IMU) โดย IMU ใช้เพื่อวัดตำแหน่งที่ถูกต้อง วิถีและทิศทางของเครื่องบิน ในขณะที่เดียวกันจุดประสงค์ของ GPS คือการระบุตำแหน่ง x, y และ z

ส่วน Terrestrial LiDAR หรือเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน (Terrestrial Laser Scanner) เป็นเวอร์ชันภาคพื้นดินของ Airborne LiDAR ซึ่งมักใช้สำหรับการทำแผนที่ภูมิประเทศ โดยประกอบไปด้วย 2 หมวดหมู่ คือ Static Laser Scanner หรือเครื่องสแกนเลเซอร์แบบอยู่กับที่ เช่น เซ็นเซอร์จะติดตั้งอยู่บนขาตั้งกล้องสำหรับตำแหน่งที่คงที่ และ Mobile Laser Scanner หรือเครื่องสแกนเลเซอร์แบบเคลื่อนที่ เช่น เซ็นเซอร์จะติดตั้งบนแพลตฟอร์มเคลื่อนที่ภาคพื้นดิน เช่น รถยนต์หรือรถตู้ และเนื่องจากการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่องของเครื่องสแกนในหมวดหมู่นี้ ระบบกำหนดตำแหน่งที่ใช้เทคโนโลยี GPS และ IMU จึงมีความจำเป็นสำหรับการวัดตำแหน่งและทิศทางที่เกี่ยวข้องอย่างแม่นยำ โดยระบบสแกนจะทำงานในขณะที่ยานพาหนะเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ ในขณะที่ระบบกำหนดตำแหน่งจะติดตามวิถีและตำแหน่งของยานพาหนะ เพื่อสร้างข้อมูลแบบจุดหรือ point cloud 3 มิติจากช่วงข้อมูลที่ถูกรวบรวม



รูปที่ ก.2 การสำรวจด้วยเทคโนโลยี Light Detection and Ranging (LiDAR) ประเภทต่าง ๆ

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา เทคโนโลยี LiDAR ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิจัยอุทกภัย เนื่องจากมีศักยภาพสูงในการจัดทำแบบจำลองอุทกภัยพร้อมข้อมูลระดับความสูงโดยละเอียด จากการศึกษาเหล่านี้ พบว่าข้อมูล LiDAR สร้าง DEM ที่มีความละเอียดสูงสำหรับการสร้างแบบจำลอง ซึ่งสามารถเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดการน้ำท่วมที่ราบลุ่ม

สำหรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี LiDAR ในการจัดการความเสี่ยงจากอุทกภัยหรือน้ำท่วมทำได้โดยการให้ชุดข้อมูลภูมิประเทศที่มีความละเอียดและความแม่นยำสูงจาก LiDAR เพื่อใช้ในการคาดการณ์น้ำท่วม โดยการวัด LiDAR โดยละเอียดไม่เพียงแต่ให้ข้อมูลระดับความสูงที่มีความละเอียดสูงกว่าสำหรับการสร้างแบบจำลองที่ราบลุ่ม (น้ำท่วมถึง) เท่านั้น แต่ยังให้แหล่งที่มาของข้อมูลความขรุขระของพื้นผิวที่มีความละเอียดสูงอีกด้วย

หนึ่งในปัจจัยสำคัญในการสร้างแผนที่น้ำท่วมที่เชื่อถือได้คือข้อมูลภูมิประเทศที่มีความละเอียดและความแม่นยำสูง นั่นคือ DEM ที่มีความละเอียดและแม่นยำ เพื่อใช้แสดงสิ่งกีดขวางหรือนำพากระแสในในชีวิตจริง นอกจากนี้ นักวิจัยยังมักเลือกใช้ข้อมูลนำเข้าที่มีความละเอียดสูงสำหรับการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมในเขตเมืองและที่ราบลุ่ม เนื่องจากความละเอียดของข้อมูลภูมิประเทศในพื้นที่ขนาดเล็กมีผลกระทบต่อผลการจำลอง โดยเฉพาะในเขตเมือง

ข้อมูล LiDAR ที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองน้ำท่วมส่วนใหญ่มักได้มาจาก Airborne LiDAR ส่วน Terrestrial LiDAR มีการนำไปใช้ศึกษาการพัฒนาแบบจำลองไฮดรอลิกในเขตเมืองโดย Fewtrell และคณะ ผู้ทำการศึกษาสรุปว่าข้อมูล Terrestrial LiDAR สามารถใช้เพื่อให้ข้อมูลในการจัดการความเสี่ยงขนาดเล็ก และแนะนำให้รวม Airborne LiDAR และ Terrestrial LiDAR เพื่อให้ครอบคลุมคุณลักษณะภูมิประเทศที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ ต่อมา Sampson และคณะได้ตรวจสอบความสามารถของ Terrestrial LiDAR เพื่อให้มีความแม่นยำสูงของ DEM สำหรับการปรับปรุงแบบจำลองน้ำท่วมในเขตเมือง การศึกษาพบว่าคุณลักษณะเล็ก ๆ เช่น สันเขื่อนและเขื่อนกันน้ำ ซึ่งมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการขยายของน้ำท่วม สามารถแสดงได้จากข้อมูล Terrestrial LiDAR และสามารถสรุปว่า Terrestrial LiDAR ใช้ได้เมื่อจำเป็นต้องมีการแสดงลักษณะพื้นผิวที่แม่นยำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาน้ำท่วมในเขตเมือง

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี LiDAR ในการสำรวจ มีคุณสมบัติที่เป็นจุดเด่นของการใช้เทคโนโลยีนี้คือ การให้ข้อมูลที่มีความถูกต้องและแม่นยำเกี่ยวกับความสูงพื้นผิวภูมิประเทศ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้อยู่บางประการ เช่น ในแง่ของการประมวลผล การวิเคราะห์ และการตีความที่ซับซ้อนทางเทคนิค โดยการประมวลผลข้อมูล LiDAR จะใช้เวลานาน และเป็นเทคโนโลยีที่อาจต้องใช้ความเชี่ยวชาญด้าน GIS และการสำรวจระยะไกลเพื่อใช้และตีความอย่างเหมาะสม

จากที่โครงการฯ ได้ทำการสำรวจข้อมูลระดับความสูงภูมิประเทศเชิงเลขด้วยอุปกรณ์เลเซอร์สแกน (Ground Based LiDAR) เพื่อสนับสนุนการพัฒนาระบบการพยากรณ์บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตรังภายในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดตรัง โดยมีรายละเอียดการสำรวจ ดังนี้

1) ภารกิจ

- a. กำหนดตำแหน่งและจัดทำจุดอ้างอิงค่าพิกัด

- b. จัดทำข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข
- c. Data Fusion ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจด้วยอุปกรณ์ Ground Based LiDAR และข้อมูลความสูงของภูมิประเทศเชิงเลขจาก ASTER ความละเอียด 12.5 เมตร

2) อุปกรณ์

- a. GNSS Galaxy G1 Horizontal 8mm + 1 ppm Vertical 15 mm + ppm (รูปที่ ก.3)
- b. ชุด Ground Based LiDAR



รูปที่ ก.3 GNSS Galaxy G1 ณ ตำแหน่งอ้างอิง

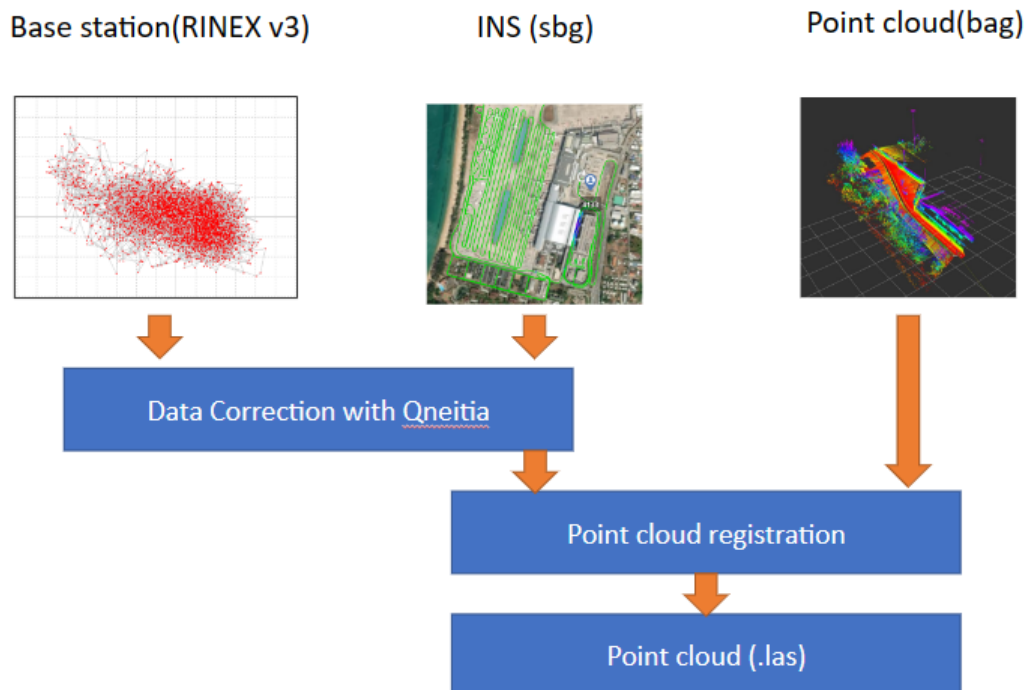


รูปที่ ก.4 ชุดอุปกรณ์ Ground-based LiDAR

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

3) การประมวลผลข้อมูลดิบ

หลังจากทำการสแกนข้อมูล ข้อมูลจะถูกนำมาทำการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อน โดยมีกระบวนการแสดงดังรูปที่ ก.5

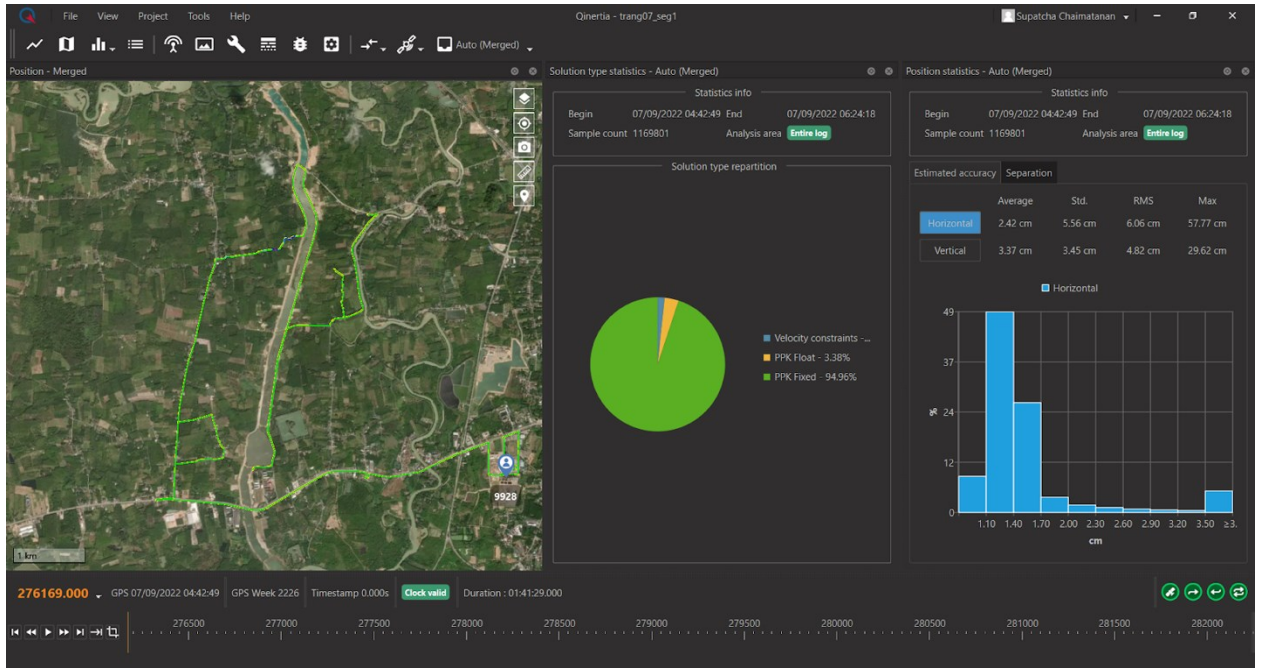


รูปที่ ก.5 กระบวนการปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อน

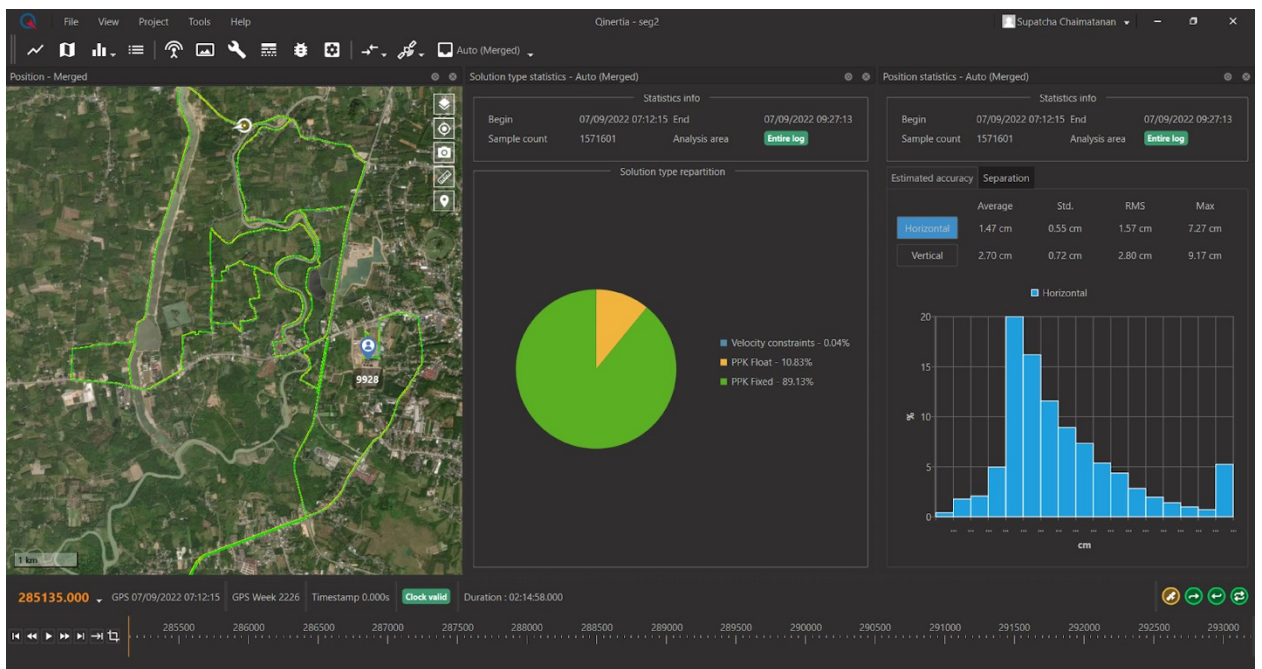
4) ผลการปรับแก้

ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลหลังการปรับแก้ ผลการปรับแก้จำนวนทั้งหมด 6 ไลยสแกน แสดงดังนี้

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

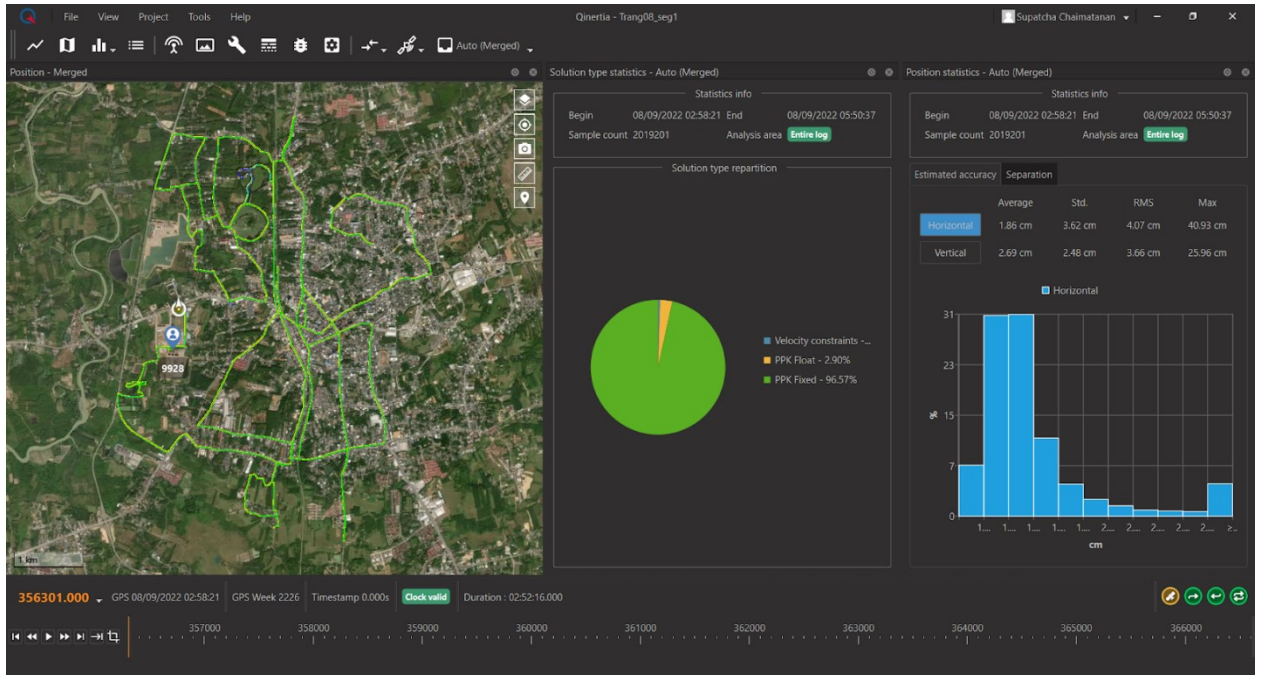


รูปที่ ก.6 ลายสแกนที่ 1

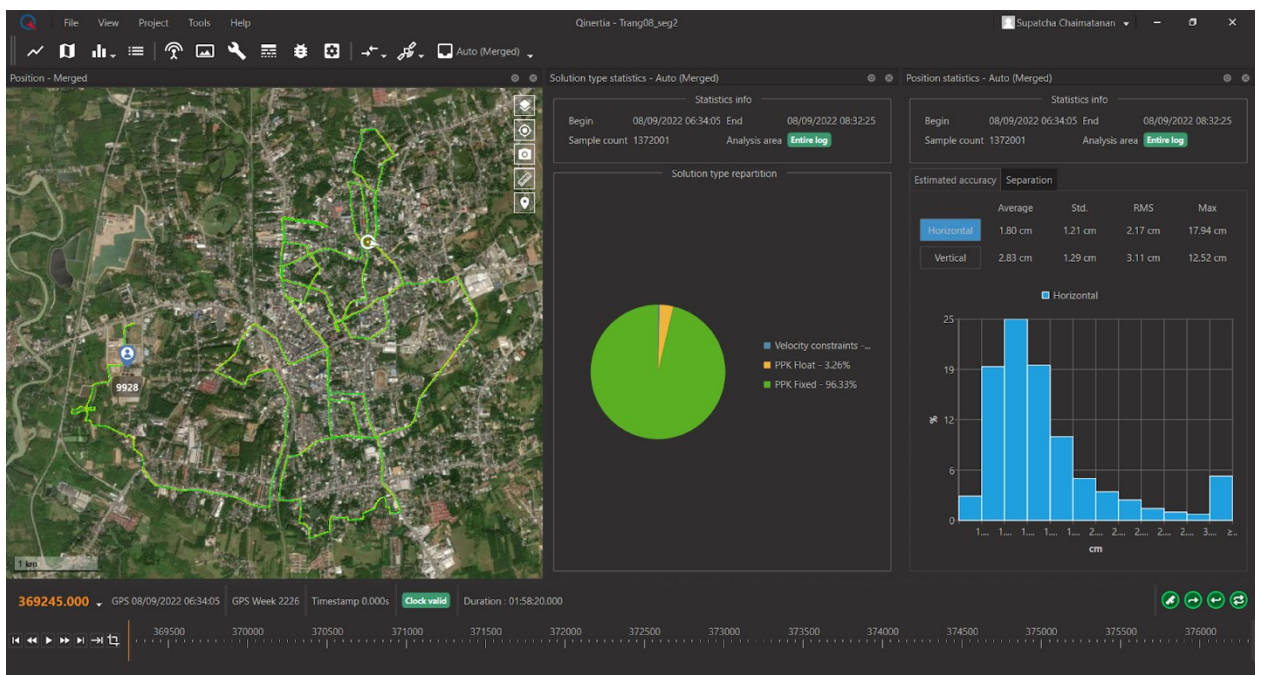


รูปที่ ก.7 ลายสแกนที่ 2

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

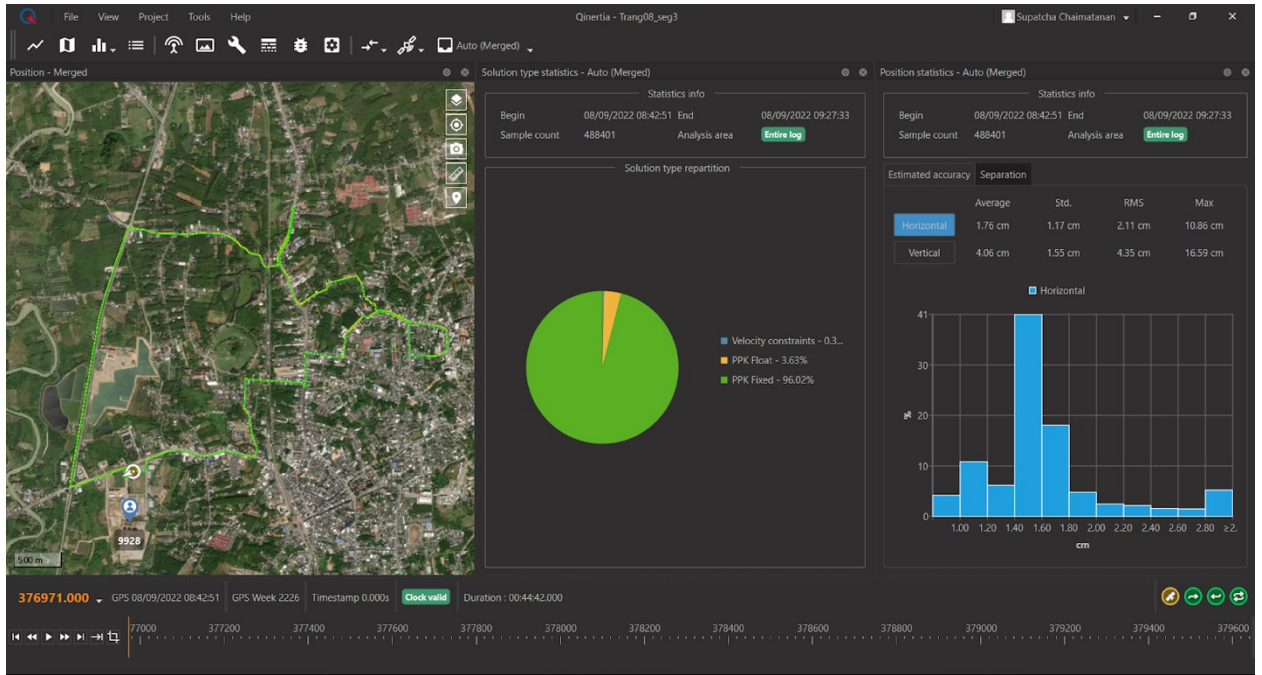


รูปที่ ก.8 ลายสแกนที่ 3

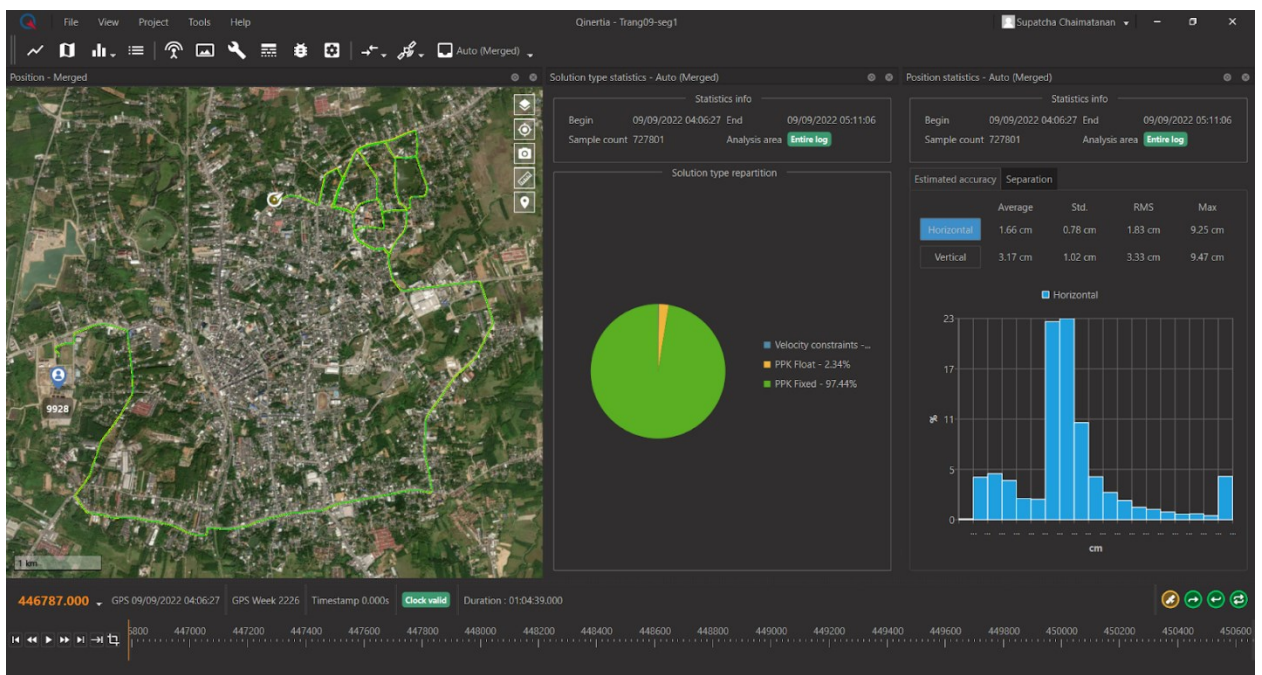


รูปที่ ก.9 ลายสแกนที่ 4

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



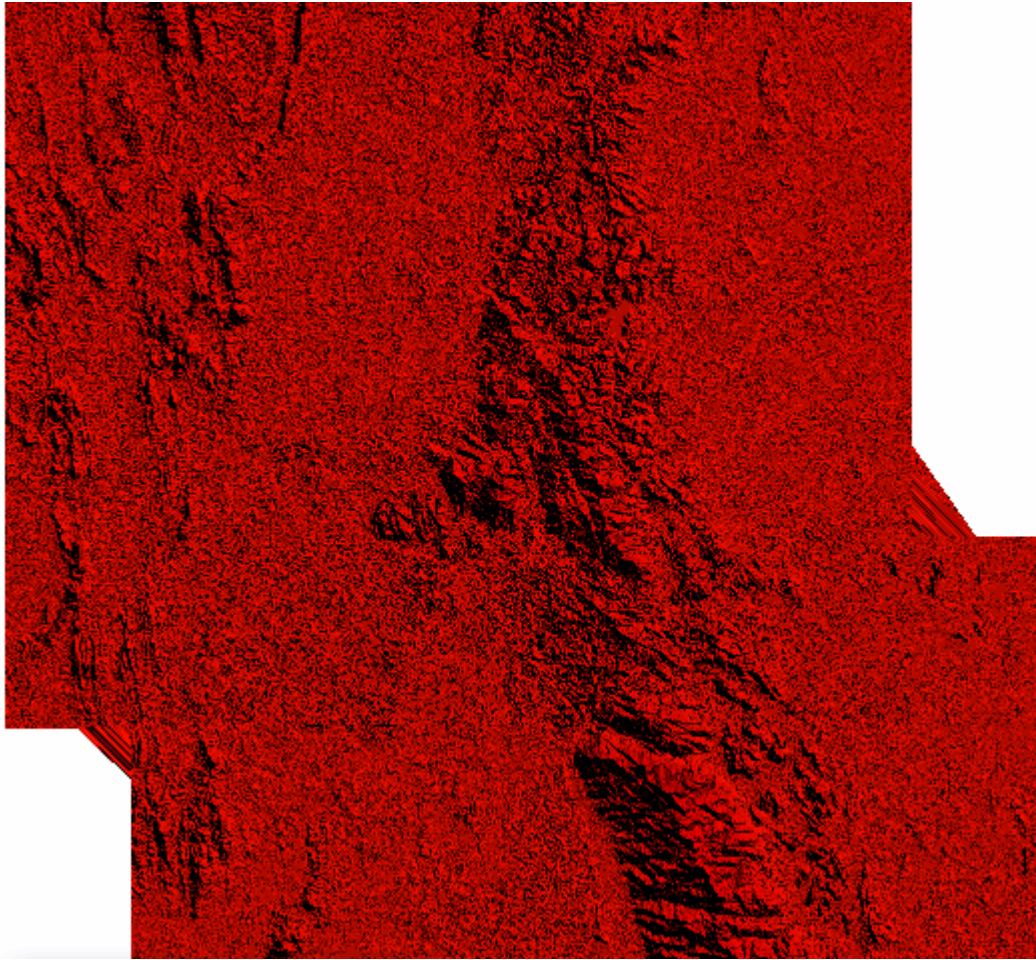
รูปที่ ก.10 ลายสแกนที่ 5



รูปที่ ก.11 ลายสแกนที่ 6

5) การรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและข้อมูลจาก ASTER

เพื่อเพิ่มเติมข้อมูลให้มีความสมบูรณ์ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความสูงน้อย ข้อมูลจาก ASTER จึงได้ถูกนำมาหลอมรวม และเนื่องจากข้อมูลนำควบคุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ดังนั้นข้อมูลจึงได้มีการทำการ Tiling โดยที่แต่ละ Tile นั้นจะครอบคลุมพื้นที่ขนาด 10x10 ตารางกิโลเมตร ตัวอย่างของข้อมูลแสดงดังรูปที่ ก.12



รูปที่ ก.12 ตัวอย่างข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

ภาคผนวก ข

ฟังก์ชันการใช้งานของเมนูต่าง ๆ ของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วม
อัจฉริยะ

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

ฟังก์ชันการใช้งานของเมนูต่าง ๆ ของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะในปัจจุบัน ประกอบด้วย

1. ภาพรวมสถานการณ์

- 1.1. พยากรณ์อากาศ 7 วันข้างหน้าในจังหวัดที่อาศัยอยู่ (อ้างอิงจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน)
 - 1.1.1. สภาพอากาศ
 - 1.1.2. คลื่น
 - 1.1.3. อุณหภูมิต่ำสุด/สูงสุด
 - 1.1.4. ปริมาณฝนของพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)
 - 1.1.5. ทิศทางและความเร็วลม (กม./ชม.)
 - 1.1.6. พายุ
- 1.2. ข้อมูลพยากรณ์โอกาสการเกิดน้ำท่วมล่วงหน้า 11 วัน ในพื้นที่ อ.เมือง จ.ตรัง และ อ.ทุ่งสง จ. นครศรีธรรมราช
- 1.3. สถานีน้ำที่มีปริมาณน้ำในลำน้ำสูงสุด 5 สถานี โดยแสดงร่วมกับค่าระดับน้ำต่ำกว่าตลิ่ง ในพื้นที่ จ.ตรัง และ จ.นครศรีธรรมราช

2. แผนที่ติดตามสถานการณ์น้ำท่วม

- 2.1. สภาพอากาศ
 - 2.1.1. ตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน (อ้างอิงจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน)
 - 2.1.2. อุณหภูมิต่ำสุด/สูงสุดของวันนี้และพรุ่งนี้
 - 2.1.3. ข้อมูลฝนสะสม 24 ชั่วโมง
 - 2.1.4. ข้อมูลฝนสะสมเดือนนี้
 - 2.1.5. ข้อมูลฝนสะสมปีปัจจุบัน
 - 2.1.6. ข้อมูลพายุ
- 2.2. ชั้นข้อมูล (Layers)
 - 2.2.1. ประเภทแผนที่
 - 2.2.1.1. แผนที่ (Open Street Map)
 - 2.2.1.2. ดาวเทียม (Satellite)
 - 2.2.2. ตัวเลือกแสดงข้อมูลใน จ.ตรัง
 - 2.2.2.1. สถานีตรวจวัดระดับน้ำ และกราฟข้อมูลระดับน้ำ จาก สสน.

- 2.2.2.2. ผนสะสม 1 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง และกราฟข้อมูลผน จาก สสน.
- 2.2.2.3. ผนสะสม 3 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จาก กรมอุตุนิยมวิทยา
- 2.2.2.4. ผนสะสมวันนี้ จาก กรมอุตุนิยมวิทยา
- 2.2.2.5. แผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก จาก กรมพัฒนาที่ดิน
- 2.2.3. ตัวเลือกแสดงข้อมูลใน จ.นครศรีธรรมราช
 - 2.2.3.1. สถานีตรวจวัดระดับน้ำ และกราฟข้อมูลระดับน้ำ จาก สสน.
 - 2.2.3.2. ผนสะสม 1 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง และกราฟข้อมูลผน จาก สสน.
 - 2.2.3.3. ผนสะสม 3 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง จาก กรมอุตุนิยมวิทยา
 - 2.2.3.4. ผนสะสมวันนี้ จาก กรมอุตุนิยมวิทยา
 - 2.2.3.5. แผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก จาก กรมพัฒนาที่ดิน
- 2.2.4. ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ (เรดาร์ผน)
 - 2.2.4.1. เรดาร์ผน จาก กรมอุตุนิยมวิทยา
 - 2.2.4.2. เรดาร์ผน จาก กรมฝนหลวง ฯ
- 2.2.5. ข้อมูลพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม
 - 2.2.5.1. ตัวเลือกแสดงข้อมูลในพื้นที่ อ.เมืองตรัง
 - 2.2.5.2. ตัวเลือกแสดงข้อมูลในพื้นที่ อ.ทุ่งสง
- 2.2.6. ข้อมูลพยากรณ์สภาพอากาศ (ปริมาณผน)
 - 2.2.6.1. (โมเดล) ECMWF
 - 2.2.6.2. (โมเดล) GFS
 - 2.2.6.3. กรมอุตุนิยมวิทยา
- 2.2.7. ข้อมูลอื่น ๆ
 - 2.2.7.1. แผนที่น้ำท่วมจาก Crowdsourcing ในพื้นที่ อ.เมือง จ.ตรัง
 - 2.2.7.2. แผนที่น้ำท่วมจาก Crowdsourcing ในพื้นที่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช
 - 2.2.7.3. แผนที่น้ำท่วมจากดาวเทียม Sentinel-1
- 2.2.8. คำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับอธิบายข้อมูลต่าง ๆ
- 3. แผนที่แสดงคำร้องต่าง ๆ
 - 3.1. ชั้นข้อมูล (Layers)
 - 3.1.1. แผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก
 - 3.1.1.1. ตัวเลือกแสดงข้อมูลในพื้นที่ จ.ตรัง

- 3.1.1.2. ตัวเลือกแสดงข้อมูลในพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช
 - 3.1.2. แผนที่น้ำท่วมจาก Crowdsourcing
 - 3.1.2.1. ตัวเลือกแสดงข้อมูลในพื้นที่ อ.เมือง จ.ตรัง
 - 3.1.2.2. ตัวเลือกแสดงข้อมูลในพื้นที่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช
 - 3.1.3. (ประเภทคำร้อง) แจ้งเหตุ
 - 3.1.3.1. ดินถล่ม/หลุมยุบ
 - 3.1.3.2. น้ำท่วม
 - 3.1.3.3. แผ่นดินไหว
 - 3.1.3.4. ไฟไหม้
 - 3.1.4. (ประเภทคำร้อง) ขอความช่วยเหลือ
 - 3.1.4.1. ออกจากพื้นที่
 - 3.1.4.2. เครื่องนุ่งห่ม
 - 3.1.4.3. อาหารและยา
 - 3.1.4.4. อื่น ๆ
 - 3.1.5. (ประเภทคำร้อง) ให้ความช่วยเหลือ
 - 3.1.5.1. ศูนย์อพยพ
 - 3.1.5.2. อาหารและยา
 - 3.1.5.3. อื่น ๆ
 - 3.1.6. คำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับอธิบายข้อมูลแผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก
4. เบอร์โทรศัพท์ลูกเงิน
- 4.1. แสดงข้อมูลเบอร์โทรศัพท์ลูกเงิน เช่น ชื่อหน่วยงาน, จังหวัดของหน่วยงาน, เบอร์โทรศัพท์ เป็นต้น
5. เกี่ยวกับเรา
- 5.1. ความเป็นมาของโครงการ
6. แบบสอบถามความพึงพอใจ
7. การประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม (เข้าถึงข้อมูลได้เฉพาะบทบาทเจ้าหน้าที่รัฐ)
- 7.1. ข้อมูลมูลค่าความเสียหายในภาพรวมบริเวณเทศบาลนครตรัง จ.ตรัง และเทศบาลเมืองทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช ประกอบด้วย



- 7.1.1. ค่าประมาณของความเสียหายเฉลี่ย, ความเสียหายต่ำสุด, ความเสียหายสูงสุด (บาท)
 - 7.1.2. ค่าประมาณของความเสียหายในพื้นที่ที่มีการแจ้งระดับน้ำท่วมจากการแจ้งเหตุจากภาคประชาชน (Crowdsourcing)
 - 7.2. ข้อมูลมูลค่าความเสียหายรายพื้นที่ ประกอบด้วย
 - 7.2.1. ประเภทที่ดิน
 - 7.2.2. เลขที่เอกสารสิทธิ์
 - 7.2.3. ขนาดพื้นที่ (ตร.วา)
 - 7.2.4. ค่าประมาณของความเสียหายเฉลี่ย, ความเสียหายต่ำสุด, ความเสียหายสูงสุด (บาท)
 - 7.2.5. ค่าประมาณของความเสียหายในพื้นที่ที่มีการแจ้งระดับน้ำท่วมจากการแจ้งเหตุจากภาคประชาชน (Crowdsourcing)
8. การใช้งานแพลตฟอร์ม ฯ
 - 8.1. คู่มือการใช้งานแพลตฟอร์ม ฯ ในรูปแบบไฟล์ pdf (*.pdf)
 - 8.2. Video ที่จัดทำเกี่ยวกับแพลตฟอร์ม ฯ ประกอบด้วย
 - 8.2.1. EP 1 แนะนำโครงการ
 - 8.2.2. EP 2 การใช้งานเว็บไซต์
 - 8.2.3. EP 3 การใช้งาน LINE OA
 - 8.2.4. EP 4 ปริมาณฝนและระดับน้ำจากสถานีวัด
 - 8.2.5. EP 5 เรดาร์ตรวจอากาศ (เรดาร์ฝน)
 - 8.2.6. EP 6 แผนที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียม
 - 8.2.7. EP 7 การพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้า
 - 8.2.8. EP 8 แผนที่น้ำท่วมซ้ำซาก
 - 8.2.9. EP 9 คราวด์ซอซซิง (Crowdsourcing)
 - 8.2.10. EP 10 สรุปการดำเนินการโครงการ
9. จัดการบัญชีผู้ใช้งาน
 - 9.1. รายชื่อบัญชีผู้ใช้งาน (เจ้าหน้าที่)
 - 9.1.1. เพิ่มบัญชีผู้ใหม่ (ตารางที่ ข.1)
 - 9.1.2. แก้ไขบัญชี
 - 9.1.3. ลบบัญชี

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลจำเป็นสำหรับการเพิ่มบัญชีผู้ใช้ใหม่

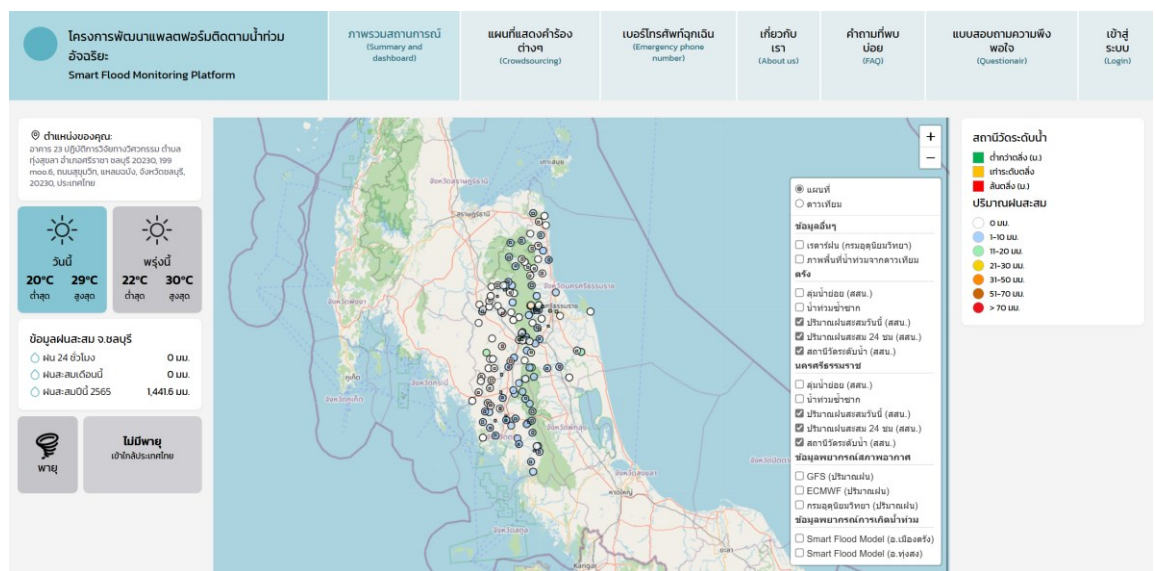
อีเมล (สำหรับเข้าสู่ระบบ)	รหัสผ่าน	รหัสผ่านอีกครั้ง
ชื่อจริง	นามสกุล	เบอร์โทรศัพท์
ชื่อหน่วยงาน/องค์กร	จังหวัด (V)	อำเภอ (V)

ภาคผนวก ค
ผลการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์ม

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงผลการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะระยะที่ 2

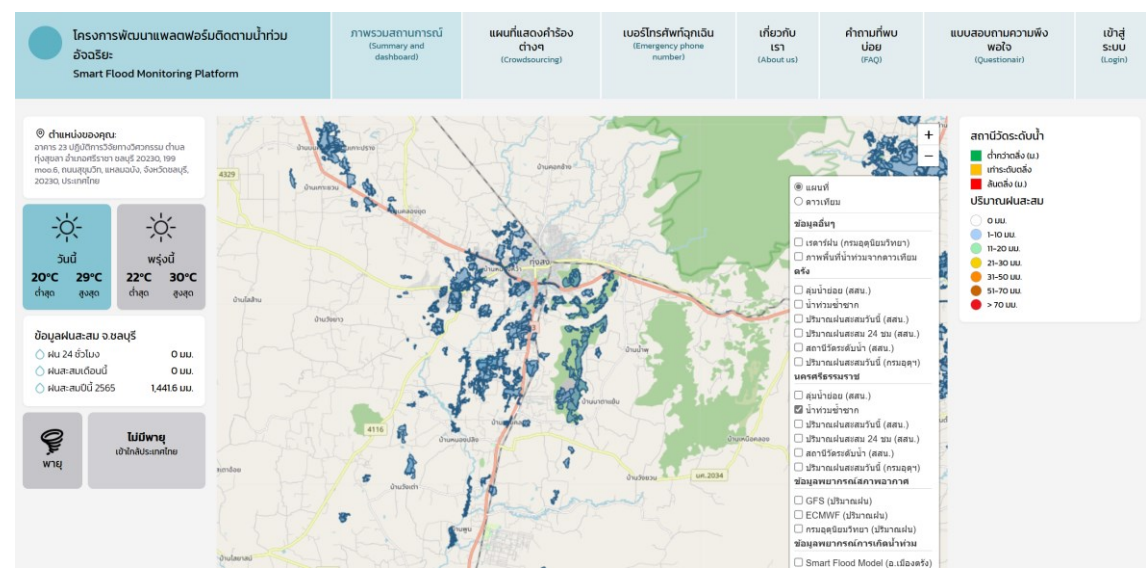
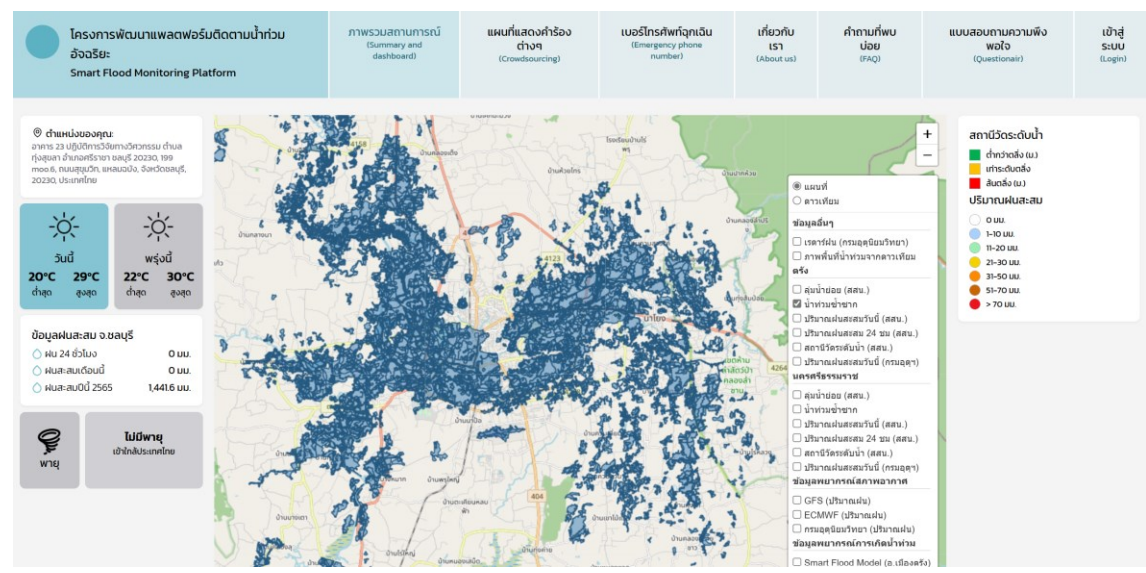
ผลการทดสอบการใช้งาน	ภาพประกอบผลการทดสอบ
<p>1) แพลตฟอร์มสามารถแสดงข้อมูลอุณหภูมิอากาศสำหรับวันนี้และพรุ่งนี้รวมทั้งข้อมูลฝน 24 ชั่วโมง ฝนสะสมรายเดือน และฝนสะสมรายปี โดยอ้างอิงจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน</p>	 <p>รูปที่ ค.1 ส่วนแสดงข้อมูลสภาพอากาศ อ้างอิงจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน</p>
<p>2) แพลตฟอร์มสามารถแสดงข้อมูลพายุที่เข้าใกล้ประเทศไทย</p>	 <p>รูปที่ ค.2 ส่วนแสดงข้อมูลพายุที่เข้าใกล้ประเทศไทย</p>
<p>หน้าแสดงภาพรวมสถานการณ์</p>	

3) แพลตฟอร์มสามารถแสดงข้อมูลระดับน้ำจากสถานีวัดระดับน้ำ และข้อมูลปริมาณฝนสะสม โดยแสดงบนแผนที่ที่สามารถเลือกประเภทได้ คือ Open Street Map และดาวเทียม ในลักษณะหมุดสีเหลี่ยมและหมุดวงกลมตามลำดับ พร้อมแถบแสดงคำอธิบายหมุดแต่ละประเภท



รูปที่ ค.3 ส่วนแสดงข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำและข้อมูลปริมาณฝนสะสม

4) แพลตฟอร์มสามารถแสดงชั้นข้อมูลน้ำท่วมซ้ำซากของจังหวัดตรังและจังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ ค.4 ส่วนแสดงชั้นข้อมูลน้ำท่วมซ้ำซากของจังหวัดตรัง (บน) และจังหวัดนครศรีธรรมราช (ล่าง)

5) แพลตฟอร์มสามารถแสดงชั้นข้อมูลปริมาณฝน จากเรดาร์ของกรมอุตุนิยมวิทยา แบบจำลอง GFS และแบบจำลอง ECMWF

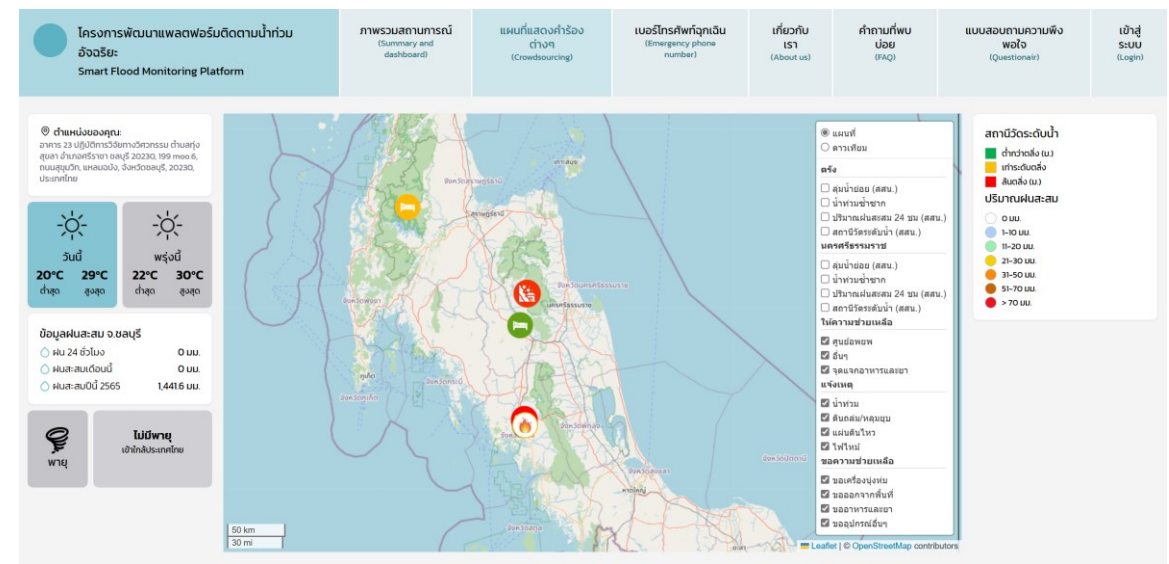
The image displays two identical screenshots of the 'Smart Flood Monitoring Platform' interface. The interface is organized into several sections:

- Navigation Bar:** Includes links for 'โครงการพัฒนาแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ: Smart Flood Monitoring Platform', 'ภาพรวมสถานการณ์ (Summary and dashboard)', 'แผนที่แสดงคำร้องต่างๆ (Crowdsourcing)', 'เบอร์โทรศัพท์ฉุกเฉิน (Emergency phone number)', 'เกี่ยวกับเรา (About us)', 'คำถามที่พบบ่อย (FAQ)', 'แบบสอบถามความพึงพอใจ (Questionnaire)', and 'เข้าสู่ระบบ (Login)'.
- Project Overview:** A section titled '© ส่วนแบ่งของทุน' providing details about the project's funding and timeline.
- Weather Data:** Displays current and forecasted temperatures (e.g., 20°C to 29°C today, 22°C to 30°C tomorrow) and precipitation levels.
- Map:** A central map of Peninsular Malaysia showing flood risk levels. A legend on the right, titled 'สถานีวัดระดับน้ำ', defines risk levels: 'ต่ำกว่าตลิ่ง (ม.)' (blue), 'ที่ระดับตลิ่ง' (yellow), and 'สูงกว่าตลิ่ง (ม.)' (red). A 'ปริมาณฝนสะสม' (Accumulated Rainfall) legend shows levels from 0 mm to >70 mm.
- Settings Panel:** A sidebar on the right allows users to filter data by 'แผนที่' (Map), 'ข้อมูลสถานี' (Station Data), and 'ข้อมูลพยากรณ์สภาพอากาศ' (Weather Forecast Data). It includes options for 'แหล่งที่มา' (Source), 'ข้อมูลสถานี' (Station Data), and 'ข้อมูลพยากรณ์สภาพอากาศ' (Weather Forecast Data).

รูปที่ ค.5 ส่วนแสดงชั้นข้อมูลปริมาณฝน จากเรดาร์ของกรมอุตุนิยมวิทยา (บน) แบบจำลอง GFS (กลาง) และแบบจำลอง ECMWF (ล่าง)

หน้าแผนที่แสดงคำร้องต่าง ๆ

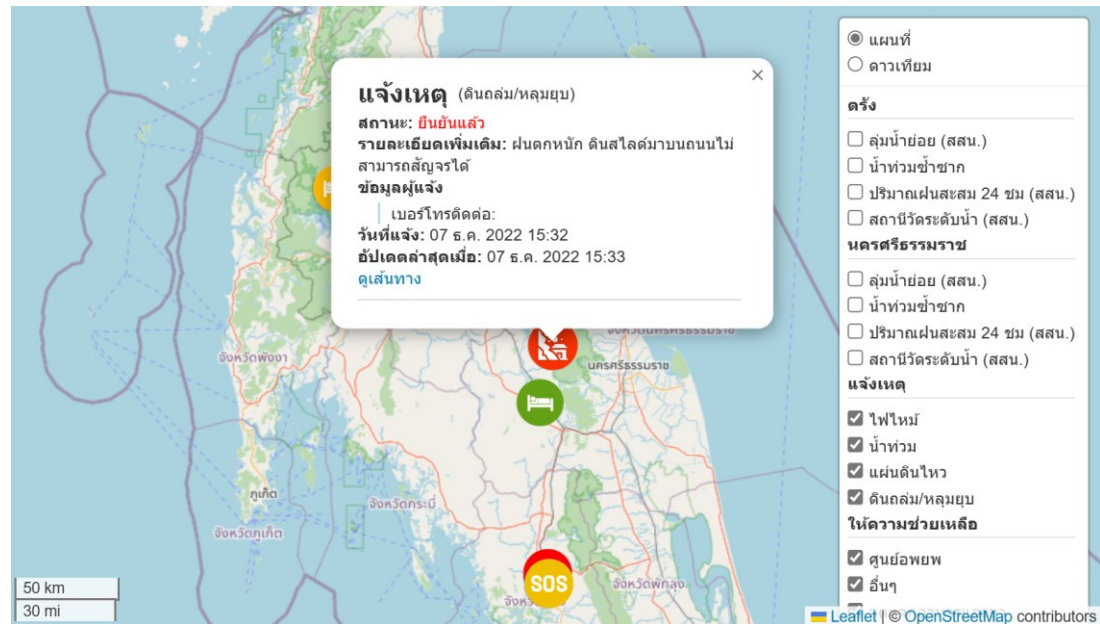
6) แพลตฟอร์มสามารถแสดงภาพรวมของแผนที่สำหรับแสดงคำร้องประเภทต่าง ๆ เช่น การขอความช่วยเหลือ การแจ้งเหตุ และการให้ความช่วยเหลือ พร้อมแถบแสดงสัญลักษณ์และคำอธิบายคำร้องแต่ละภาพ



รูปที่ ค.6 ส่วนแสดงภาพรวมของแผนที่สำหรับแสดงคำร้องประเภทต่าง ๆ

7) แพลตฟอร์มสามารถแสดงรายละเอียดของคำร้องประเภทต่าง ๆ บนแผนที่ได้ โดยแสดงเฉพาะในส่วนที่ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ ประกอบด้วย

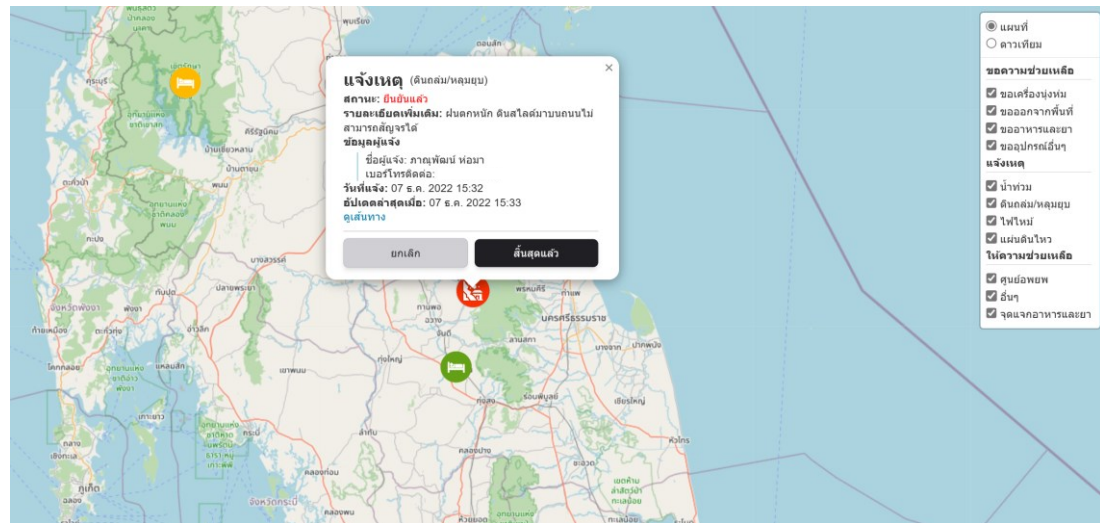
- ประเภทคำร้อง
- สถานะคำร้อง
- รายละเอียดคำร้อง
- ข้อมูลผู้ส่งคำร้อง (เบอร์โทรศัพท์)
- วันและเวลาที่ส่งคำร้อง
- วันและเวลาที่คำร้องถูกแก้ไข/ดำเนินการ
- ตำแหน่งของคำร้อง



รูปที่ ค.7 ส่วนแสดงรายละเอียดคำร้องในส่วนที่ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าถึงได้

8) แพลตฟอร์มสามารถแสดงรายละเอียดของคำร้องประเภทต่าง ๆ บนแผนที่ได้ โดยแสดงในส่วนที่ผู้ใช้งานที่มีบทบาทเจ้าหน้าที่รัฐ/ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึงได้ ประกอบด้วย

- ประเภทคำร้อง
- สถานะคำร้อง
- รายละเอียดคำร้อง
- ข้อมูลผู้ส่งคำร้อง (ชื่อ-สกุล, เบอร์โทรศัพท์)
- วันและเวลาที่ส่งคำร้อง
- วันและเวลาที่คำร้องถูกแก้ไข/ดำเนินการ
- ตำแหน่งของคำร้อง
- ปุ่มสำหรับเข้าช่วยเหลือ/ยกเลิกคำร้อง

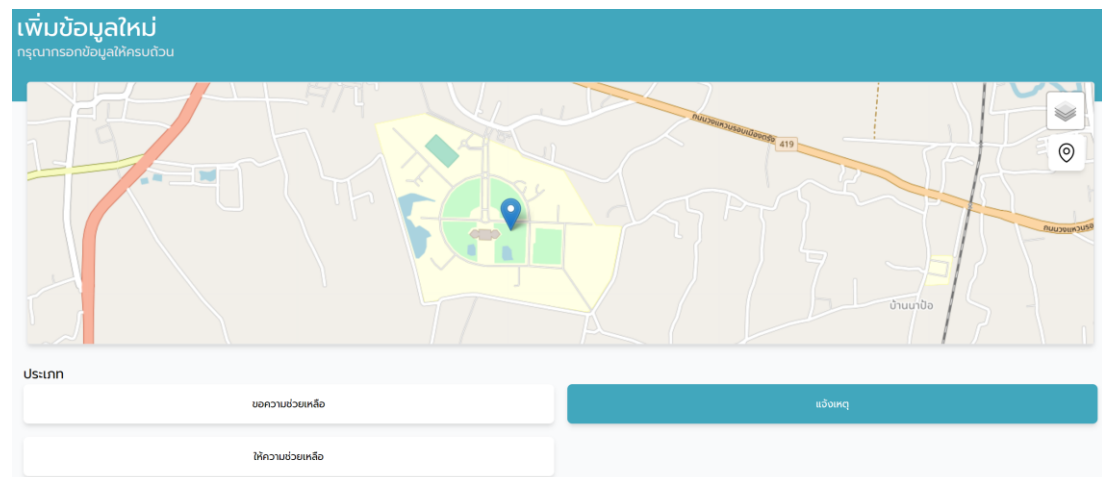
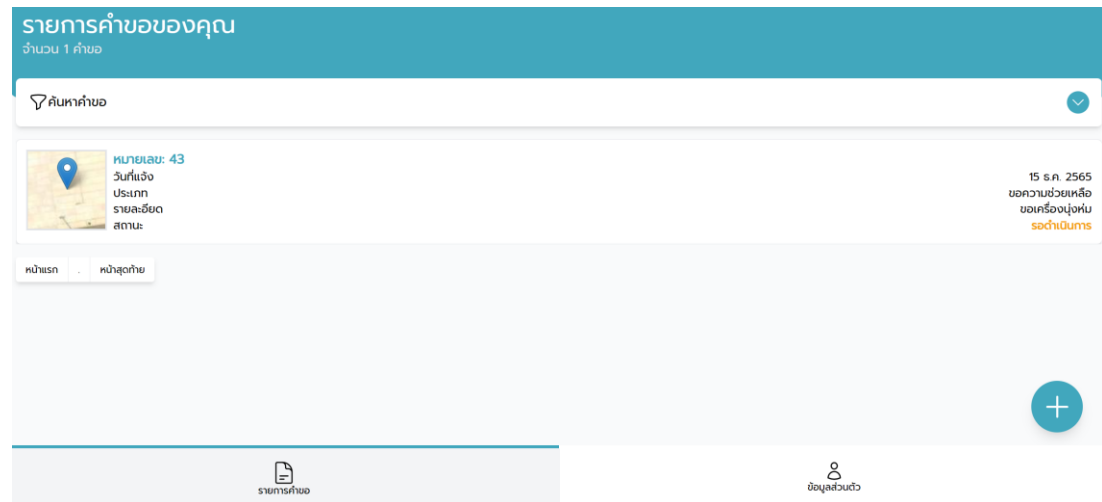


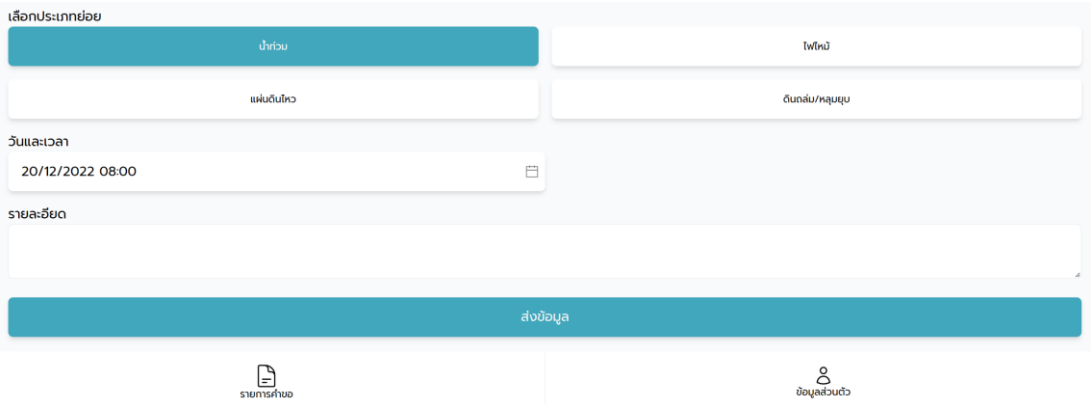
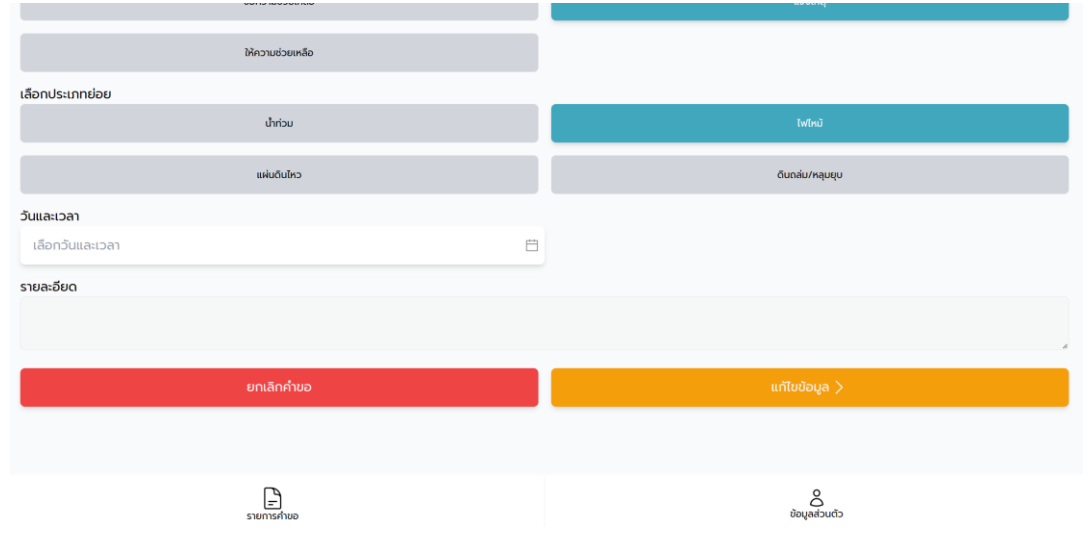
รูปที่ ค.8 ส่วนแสดงรายละเอียดคำร้องในส่วนที่ผู้ใช้งานที่มีบทบาทเจ้าหน้าที่รัฐ/ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึงได้

หน้าส่งคำร้องบนแพลตฟอร์ม

9) ผู้ใช้งานสามารถส่งคำร้องบนแพลตฟอร์ม โดยการกดเครื่องหมายบวก (+) ในหน้า “รายการคำขอ” พร้อมกรอกรายละเอียดคำขอ ประกอบด้วย

- ตำแหน่งคำร้อง (ปักหมุดบนแผนที่)
- ประเภทหลักของคำร้อง
- ประเภทย่อยของคำร้อง
- วันและเวลา (สำหรับคำร้องประเภทแจ้งเหตุ)
- รายละเอียดคำขอเพิ่มเติม

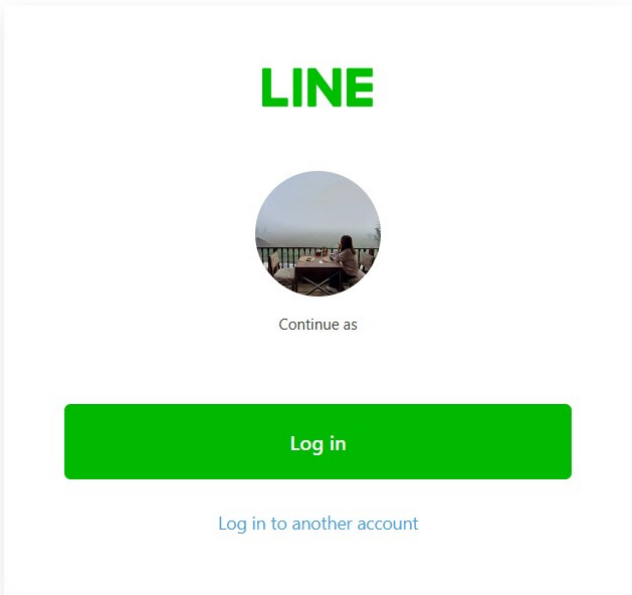


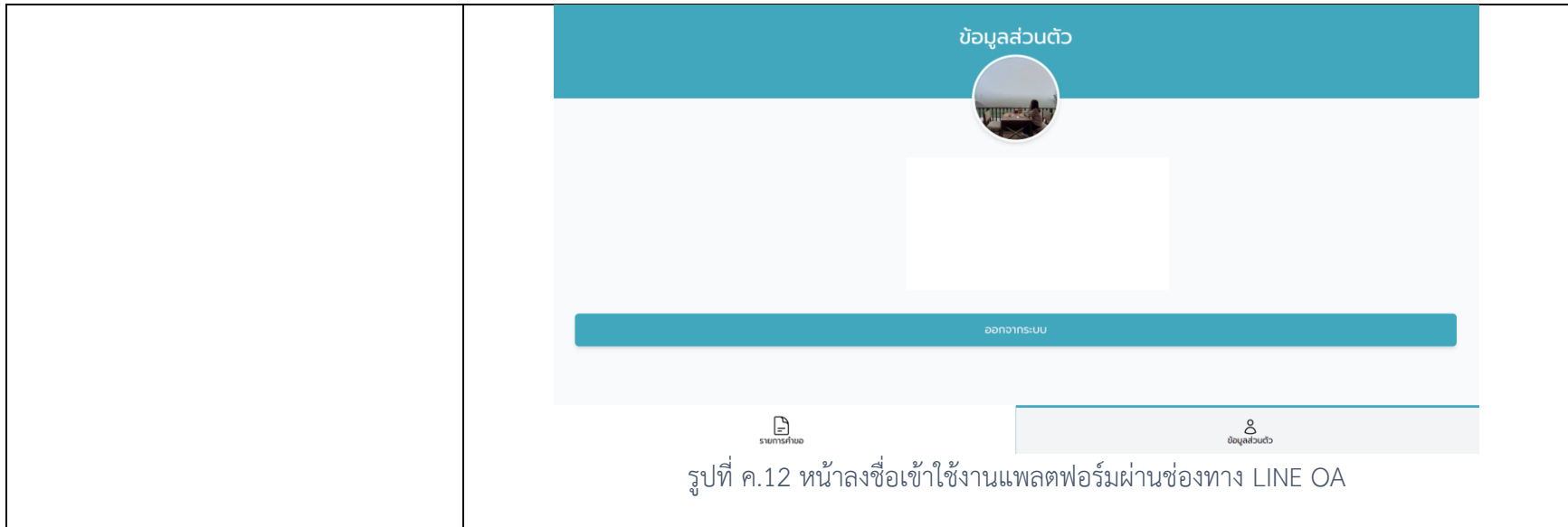
	 <p>รูปที่ ค.9 หน้าส่งคำร้องของผู้ใช้งาน</p>
<p>10) ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขข้อมูลคำร้องได้ที่ปุ่ม “แก้ไขข้อมูล” และทำการบันทึกเมื่อทำการแก้ไขคำร้องเรียบร้อยแล้ว</p>	

	<p>รูปที่ ค.10 หน้าแก้ไขคำร้องของผู้ใช้งาน</p>
<p>11) ผู้ใช้งานสามารถยกเลิกคำร้องได้ที่ปุ่ม “ยกเลิกคำขอ” โดยหากผู้ใช้งานกดยกเลิกคำร้องนั้นจะถูกยกเลิกและส่งผลให้สถานะคำร้องเปลี่ยนไปเป็น “ยกเลิกคำขอ”</p>	<p>รายการคำขอ</p> <p>ข้อมูลส่วนตัว</p>

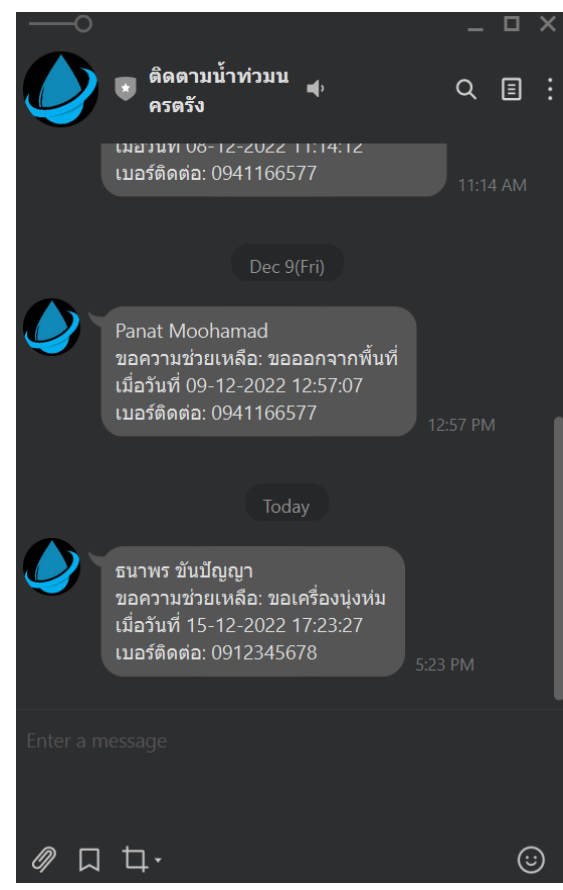
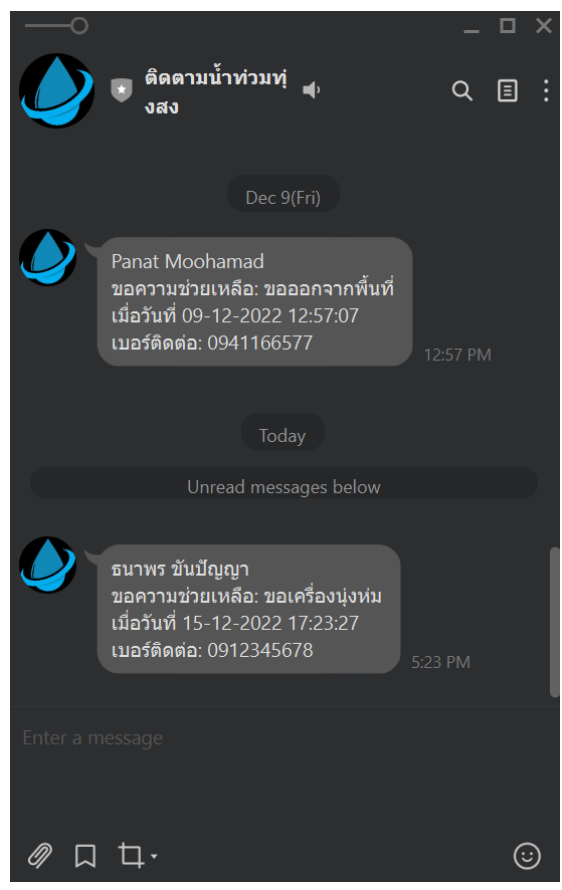
<p>LINE Official Account (LINE OA) แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ</p>	

รูปที่ ค.11 หน้าแสดงสถานะคำร้องที่ถูกยกเลิก

<p>12) ผู้ใช้งานแพลตฟอร์มสามารถลงชื่อเข้าใช้งานผ่านบัญชีการใช้งาน LINE เพื่อส่งคำร้องประเภทต่าง ๆ ได้</p>	
---	---

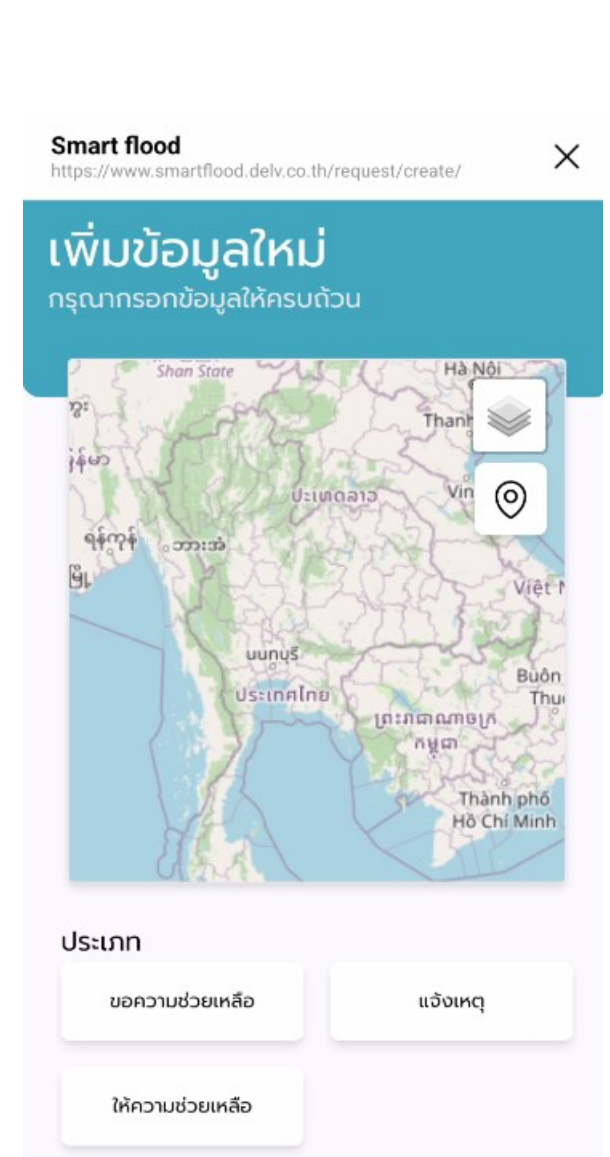
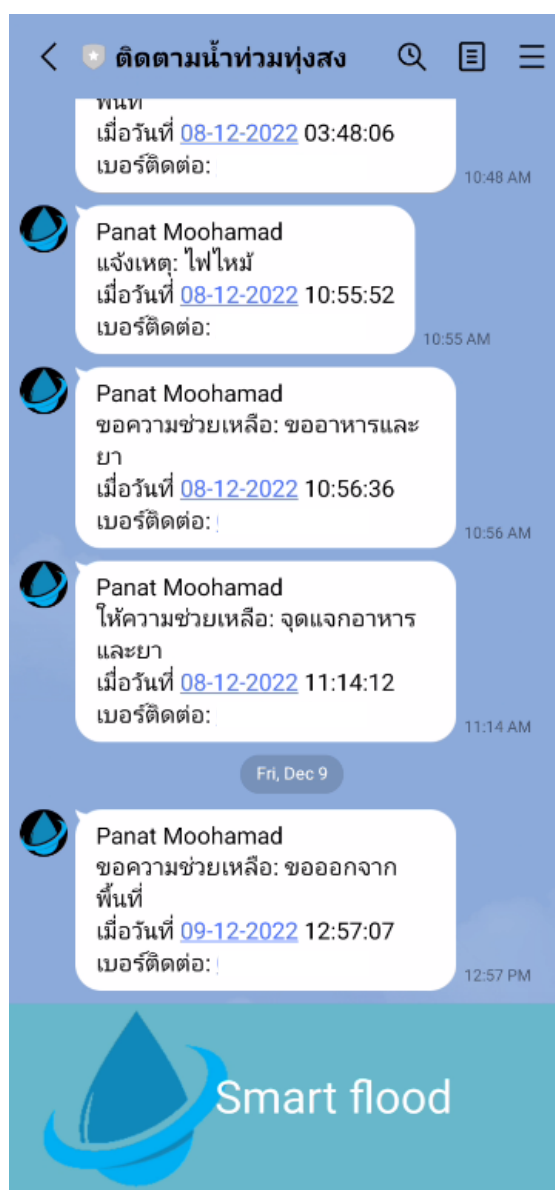


13) LINE OA สามารถแสดงข้อความจากการส่งคำร้องต่าง ๆ ของผู้ใช้งานได้



รูปที่ ค.13 หน้าแสดงข้อความคำร้องต่าง ๆ ใน LINE OA

14) ผู้ใช้งานสามารถส่งคำร้องผ่านช่องทาง LINE OA โดยเข้าผ่านแถบ “Smart flood” ที่ปรากฏในหน้า LINE OA โดยผู้ใช้งานจะถูกนำเข้าสู่ระบบโดยอัตโนมัติจากข้อมูลส่วนตัวที่เชื่อมกับบัญชีการใช้งาน LINE



		<p>เลือกประเภทย่อย</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; width: 45%;">ขออาหารและยา</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; width: 45%;">ขอออกจากพื้นที่</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; width: 45%;">ขอเครื่องนุ่งห่ม</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; width: 45%;">ขออุปกรณ์อื่นๆ</div> </div> <p>รายละเอียด</p> <div style="border: 1px solid #ccc; height: 40px; margin-top: 5px;"></div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <div style="background-color: #009682; color: white; padding: 10px 20px; border-radius: 5px; display: inline-block;">ส่งข้อมูล</div> </div>
	<p>รูปที่ ค.14 หน้าแสดงช่องทางเข้าสู่หน้าส่งคำร้องผ่าน LINE OA</p>	

ในการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มในระยะที่ 3 ได้รับความร่วมมือจากประชาชนและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่เทศบาลนครตรัง อ.เมืองตรัง จ.ตรัง และเทศบาลเมืองทุ่งสง อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช โดยมีการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มโดยประชาชนด้วยการส่งคำขอผ่านโปรแกรมประยุกต์ LINE OA ด้วยมือถือ (Mobile Application) เพื่อใช้ในการทดสอบระบบ Crowdsourcing ในช่วงบ่ายของวันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 ณ เทศบาลนครตรัง โดยมีประชาชนเข้าร่วมทดสอบทั้งหมด 53 คน และในช่วงบ่ายของวันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง โดยมีประชาชนเข้าร่วมทดสอบทั้งหมด 66 คน

นอกจากนี้ ยังมีการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มผ่านทางเว็บไซต์ทั้งระบบโดยเจ้าหน้าที่เทศบาลของทั้งสองพื้นที่จำนวน 2 ครั้ง โดยได้ทำการทดสอบครั้งที่ 1 ในช่วงวันที่ 18-22 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 และ ครั้งที่ 2 ในช่วงวันที่ 17-20 สิงหาคม พ.ศ. 2566 โดยมีเจ้าหน้าที่เข้าร่วมทดสอบทั้งหมด 7 คนจากเทศบาลนครตรัง และ 7 คนจากเทศบาลเมืองทุ่งสง

ผลการทดสอบจากประชาชนในทั้ง 2 พื้นที่โดยรวมพบว่าประชาชนสามารถเข้าใช้งานในส่วนต่าง ๆ ของแพลตฟอร์มได้ แต่อาจจะมีติดขัดในเรื่องการเข้าถึง Location ซึ่งเป็นข้อจำกัดในเรื่องของรุ่นของโทรศัพท์มือถือ ส่วนผลการทดสอบจากเจ้าหน้าที่ในทั้ง 2 พื้นที่ พบว่า เจ้าหน้าที่ที่สามารถเข้าใช้งานได้ แต่เจ้าหน้าที่บางท่านก็ได้ให้ข้อเสนอแนะในเรื่องของการทำงานของแพลตฟอร์มและความเหมาะสมของข้อมูลให้ เช่น มีบางข้อมูลที่ไม่สามารถแสดงผลได้ หรืออาจจะแสดงผลไม่ถูกต้อง รวมถึงข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อสำหรับขอเปิดบัญชีผู้ใช้งาน เป็นต้น ซึ่งโครงการ ฯ ได้นำข้อเสนอแนะทั้งหมดของประชาชนและเจ้าหน้าที่มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแพลตฟอร์มให้มีความเหมาะสมและมีการใช้งานที่ดีขึ้น นอกจากนี้ โครงการ ฯ ได้ประสานงานกับเจ้าหน้าที่เทศบาลทั้ง 2 พื้นที่เพื่อให้เริ่มนำแพลตฟอร์มมาทดลองใช้งานจริงในทั้ง 2 พื้นที่ตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2566

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

ภาคผนวก ง

สรุปการประชุมการจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์ม
ครั้งที่ 1-3 ในแต่ละวัน

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

สรุปการประชุมครั้งที่ 1 ร่วมกับประชาชนและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบ
ณ เทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง
(การจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 1)

วันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2565 เวลา 9:30-11:00 ณ สำนักงานเทศบาลเมืองตรัง

- คณะผู้วิจัยของโครงการฯ ได้เข้าพบคณะผู้บริหารเทศบาลนครตรัง ได้แก่ รองนายกเทศมนตรี 2 ท่าน ที่ปรึกษานายกเทศมนตรี และผู้อำนวยการสำนักช่าง โดยคณะผู้วิจัยได้แจ้งวัตถุประสงค์และที่มาของโครงการฯ
- นำเสนอภาพรวมและฟังก์ชันเบื้องต้นของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ เพื่อเป็นอีกเครื่องมือที่จะสามารถนำมาใช้ช่วยเหลือชุมชนในเทศบาลนครตรังในการรับมือกับสถานการณ์น้ำท่วมในอนาคต



รูปที่ ง.1 คณะผู้วิจัยเข้าพบคณะผู้บริหารเทศบาลนครตรัง

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

วันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2565 เวลา 13:30-16:00 ณ ห้องประชุมเทศบาลนครตรัง อำเภอเมือง
ตรัง จังหวัดตรัง

— ประชุมกับผู้นำชุมชนหรือตัวแทนชุมชนและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง โดยมี
ผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 50 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) การประชุมเริ่มต้นด้วยการนำเสนอวัตถุประสงค์
และที่มาของโครงการโดยหัวหน้าโครงการ อีกทั้งได้นำเสนอรูปแบบและการทำงานของแพลตฟอร์ม
ติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะที่โครงการฯ กำลังพัฒนา



รูปที่ ง.2 การประชุมกับผู้นำชุมชนหรือตัวแทนชุมชนและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง



รูปที่ 3.3 ผู้เข้าร่วมประชุมโครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ณ เทศบาลนครตั้ง

- การอภิปรายแลกเปลี่ยนสาระณะกับผู้นำหรือตัวแทนชุมชนและเจ้าหน้าที่หลังการนำเสนอโครงการฯ โดยมีความเห็นโดยสรุปดังนี้
 - ผู้แทนชุมชนทำจีนแสดงความขอบคุณสำหรับแพลตฟอร์มที่จะมีการเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า ซึ่งน้ำท่วมในชุมชนนี้จะเกิดขึ้นทุกปี โดยผู้นำชุมชนได้แบ่งปันประสบการณ์เกี่ยวกับน้ำท่วมเกิดจากสาเหตุ 1) น้ำจากอำเภอู่ทุ่งสง 2) ระดับน้ำทะเลในระยะน้ำขึ้นสูงที่ผลักดันน้ำกลับสู่ชุมชน ความรุนแรงของน้ำท่วมในปีที่ผ่านมา มีระดับความเสียหายลดลงเนื่องจากการดำเนินการของการขุดและสร้างทางน้ำเพื่อทางลัดมวลของน้ำไปยังมหาสมุทรได้เร็วขึ้น เช่น ปรับปรุงเส้นทางน้ำของแม่น้ำตรังเพื่อลดความคืดเคี้ยว รวมถึงการขุดสร้างคลองอ่างเก็บน้ำ (แก้มลิง) เพื่อป้องกันน้ำที่จะท่วมเข้าเมือง
 - ผู้แทนชุมชนควนขันแบ่งปันประสบการณ์เกี่ยวกับน้ำท่วมชุมชน ซึ่งได้รับน้ำล้นตลิ่งจากคลองนางน้อย อำเภอนาโยง แต่การดำเนินพัฒนาทางน้ำที่ผ่านมาได้ช่วยลดน้ำท่วมที่เกิดได้
 - เจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตั้งได้แบ่งปันข้อมูลว่า น้ำท่วมในเขตเทศบาลมาจาก 2 ทาง ได้แก่ น้ำจากอำเภอู่ทุ่งสงและน้ำจากอำเภอนาโยง ซึ่งการเกิดน้ำท่วมก็ขึ้นอยู่กับว่ามีฝนตกหนักในพื้นที่ด้วยหรือไม่ โดยที่ผ่านมาเจ้าหน้าที่ต้องเดินทางไปตรวจสอบระดับน้ำในคลองเพื่อพิจารณาว่าจะเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมได้หรือไม่ เพื่อแจ้งเตือนภัยให้ชุมชน

— หลังจากจบการประชุมใหญ่กับผู้นำชุมชนหรือตัวแทนชุมชนและเจ้าหน้าที่ ทางการฯ ได้มีการประชุมกลุ่มย่อยกับเจ้าหน้าที่ที่นำโดยหัวหน้าสำนักปลัดเทศบาลเพื่อแลกเปลี่ยน และขอข้อมูลในรายละเอียดจากหน่วยงานที่มีความรับผิดชอบโดยตรงในด้านภัยพิบัติที่เกิดในพื้นที่ เทศบาลนครตรัง

- ในภาพรวมเจ้าหน้าที่ชื่นชมและมีความพึงพอใจต่อแนวทางการพัฒนาแพลตฟอร์มฯ
- เนื่องจากมีการพัฒนาทางน้ำที่สามารถระบายน้ำได้รวดเร็ว การปรับปรุงและขยาย ทางน้ำ รวมถึงสร้างอ่างเก็บน้ำ (แก้มลิง) ฯลฯ เหตุการณ์น้ำท่วมและความรุนแรง จากน้ำท่วมในเทศบาลนครตรังจึงลดลงมากในระดับหนึ่ง เจ้าหน้าที่จึงเสนอแนวคิด แก่คณะผู้วิจัยให้พัฒนาแพลตฟอร์มฯ ในส่วน Crowdsourcing เพิ่มเติมจาก วัตถุประสงค์หลักของโครงการฯ ให้สามารถรองรับกับการเกิดอัคคีภัยเพื่อให้ ประชาชนและเจ้าหน้าที่สามารถติดตามสถานการณ์อัคคีภัย รวมถึงการแจ้งเตือน ประชาชนและการประสานงานหน่วยกู้ภัยต่าง ๆ (ซึ่งทางคณะผู้วิจัยได้มองว่าในส่วน ของ Crowdsourcing นั้นสามารถทำได้ เนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการส่งข้อมูล ประเภทต่าง ๆ)
- ในส่วนของการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อใช้ประเมินมูลค่าความ เสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วม เนื่องจากพื้นที่ที่จะทำการสำรวจมีขนาดใหญ่ ซึ่งอาจจะต้องใช้ระยะ เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก และข้อมูลการใช้ประโยชน์ พื้นที่ยังเป็นข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต คณะผู้วิจัยจึงตกลงที่จะมี การจัดประชุมระหว่างคณะผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมในอนาคตเพื่อ กำหนดวิธีการสำรวจที่เหมาะสม รวมถึงการประสานงานเพื่อทำการตรวจสอบและ ขอข้อมูลที่มีอยู่ในเทศบาลนครตรัง



รูปที่ ง.4 การประชุมกลุ่มย่อยกับเจ้าหน้าที่ท้องถิ่น

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2565 เวลา 9:00 - 11:00 น ณ ศูนย์บริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำตรัง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

— คณะผู้วิจัยของโครงการฯ ได้พบนายกเทศมนตรีเมืองทุ่งสง โดยคณะผู้วิจัยได้แจ้งวัตถุประสงค์และที่มาของโครงการฯ

— ประชุมกับผู้นำชุมชนหรือตัวแทนชุมชนและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง โดยมีผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 70 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) การประชุมเริ่มต้นด้วยการนำเสนอวัตถุประสงค์และที่มาของโครงการโดยหัวหน้าโครงการ อีกทั้งได้นำเสนอรูปแบบและการทำงานของแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะที่โครงการฯ กำลังพัฒนา



รูปที่ ง.5 คณะผู้วิจัยเข้าพบนายกเทศมนตรีเมืองทุ่งสง



รูปที่ ง.6 การให้ข้อมูลจากผู้แทนชุมชนของเทศบาลเมืองทุ่งสง

- การอภิปรายแลกเปลี่ยนสาระณะกับผู้นำหรือตัวแทนชุมชนและเจ้าหน้าที่หลังการนำเสนอโครงการฯ โดยมีความเห็นโดยสรุปดังนี้
 - เทศบาลเมืองทุ่งสงประสบปัญหาน้ำท่วมบ่อยและรุนแรงกว่าเทศบาลนครตรัง
 - พื้นที่เทศบาลเมืองทุ่งสงเป็นพื้นที่แอ่งกระทะ ทำให้ได้รับปัญหาหนักจากน้ำหลากจากภูเขาและที่สูง
 - การย้ายสิ่งของต่าง ๆ ภายในบ้านมีความลำบากอันเนื่องมาจากขาดแรงงานผู้ขายและมีผู้สูงอายุในบ้านพัก
 - การอพยพก็มีความยากลำบาก บางกรณีประชาชนไม่ย้ายไปในพื้นที่เตรียมไว้สำหรับอพยพ เพราะไม่ยอมห่างจากบ้านตนเองและเป็นห่วงในทรัพย์สินของตน
 - น้ำท่วมที่เข้ามาบางครั้งมีความแรงและระดับน้ำสูง ทำให้การเข้าช่วยเหลือเป็นไปด้วยความยากลำบาก ทำให้ต้องแบ่งปันอาหารที่มีอยู่จำกัดและมีอาหารขาดแคลนในพื้นที่ที่มีระดับน้ำสูง เช่น พื้นที่ชุมชนหลังโรงพยาบาลทุ่งสง
 - ปัญหาน้ำท่วมปัจจุบันจะท่วมไม่นาน เนื่องจากมีการระบายน้ำที่เร็วขึ้น เพราะทางเทศบาลและจังหวัดได้ดำเนินการก่อสร้างและพัฒนาระบบการระบายน้ำที่ดีขึ้น รวมทั้งมีการเตือนภัยที่เร็วขึ้น

แต่อย่างไรก็ตามทางชุมชนได้เล็งถึง ความมีประสิทธิภาพของการบริหารจัดการน้ำของเทศบาล ซึ่งสามารถแจ้งข้อมูลทางไลน์และเตือนภัยล่วงหน้าให้แก่ประชาชนได้ประมาณ 1 วัน การระบายน้ำต่าง ๆ ดีขึ้น ทำให้น้ำท่วมขังไม่เกิดขังนานเหมือนอย่างที่ผ่านมา หากทางชุมชนยังแสดงความคิดเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากแพลตฟอร์มฯ โดยเฉพาะในส่วนของ การเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้าและเห็นว่าหากแพลตฟอร์มฯ สามารถเตือนภัยล่วงหน้าได้มากกว่าหนึ่งวันจะช่วยให้ชุมชนสามารถเตรียมพร้อมในการป้องกันภัยจากน้ำท่วมได้ดีขึ้น หรือสามารถขนย้ายได้มากขึ้น



รูปที่ ๗.7 ผู้เข้าร่วมประชุมโครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง

สรุปการประชุมครั้งที่ 2 ร่วมกับประชาชนและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบ
ณ เทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง
(การจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 2)

วันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2565 เวลา 10:00-12:00 ณ สำนักงานเทศบาลเมืองตรัง อำเภอเมืองตรัง
จังหวัดตรัง

- คณะผู้วิจัยได้เข้าพบและหารือกับผู้อำนวยการกองคลังและหัวหน้าฝ่ายแผนที่ภาษีและทะเบียนทรัพย์สินเกี่ยวกับรายละเอียดการขอข้อมูลการใช้ประโยชน์เกี่ยวกับที่ดินและสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่เทศบาลนครตรังเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาวิธีการประเมินมูลค่าความเสียหายเชิงเศรษฐศาสตร์จากน้ำท่วมในเทศบาลนครตรังของโครงการฯ
- คณะผู้วิจัยของโครงการฯ ได้เข้าพบคณะผู้บริหารเทศบาลนครตรัง ได้แก่ นายกเทศมนตรี รองนายกเทศมนตรี และที่ปรึกษานายกเทศมนตรี โดยคณะผู้วิจัยได้แจ้งวัตถุประสงค์ของการประชุมครั้งนี้



รูปที่ ง.8 คณะผู้วิจัยได้เข้าพบและหารือกับผู้อำนวยการกองคลังและหัวหน้าฝ่ายแผนที่ภาษีและทะเบียนทรัพย์สินของเทศบาลนครตรัง



รูปที่ ง.9 คณะผู้วิจัยเข้าพบคณะผู้บริหารเทศบาลนครตรัง

วันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2565 เวลา 13:30-16:30 ณ ห้องประชุมเมขลา สำนักงานเทศบาลนคร
ตรัง อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง

- ประชุมกับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง โดยมีผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 50 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) การประชุมเริ่มต้นด้วยการนำเสนอวัตถุประสงค์และภาพรวมของโครงการ ความคืบหน้าในการพัฒนาแพลตฟอร์มของโครงการฯ แล้วนำมาสู่การแนะนำแพลตฟอร์มฯ ในเบื้องต้นโดยมีการสาธิตการใช้งานให้เห็นแบบ Real-Time และท้ายที่สุดได้มีการให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้ทดลองใช้งานแพลตฟอร์มผ่านทาง Web Browser และ Line OA



รูปที่ ง.10 การประชุมครั้งที่ 2 กับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง

- การอภิปรายแลกเปลี่ยนสาระณะกับผู้นำ ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่หลังการนำเสนอ
ๆ การสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์ม และการทดลองใช้งานแพลตฟอร์ม การโดยมี
ความเห็นโดยสรุปดังนี้
 - ผู้เข้าร่วมประชุมได้มีคำถามเกี่ยวกับลักษณะของข้อมูล ได้แก่ ความเป็น Real-Time ของข้อมูลที่แสดงผลบนแพลตฟอร์ม และความหมายของแถบสีของภาพเรดาร์ฝนว่าแสดงเป็นค่าประมาณฝนหรือไม่ โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่า ข้อมูลที่แสดงบนแพลตฟอร์มที่มาจากสถานีวัดต่าง ๆ และภาพเรดาร์ฝนเป็นข้อมูลปัจจุบันล่าสุดที่ได้จากแหล่งข้อมูล (ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา และ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) (สสน.)) ส่วนภาพเรดาร์ฝนเป็นข้อมูลเรดาร์สทิงพระ (Sathing Phra) ที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยาโดยแถบสีแสดงค่าความเข้มของคลื่นสัญญาณเรดาร์ที่สะท้อนกลับ (dBZ) ที่สามารถบ่งบอกปริมาณฝนว่ามากหรือน้อย ซึ่งในอนาคตโครงการฯ มีแผนจะใช้ภาพเรดาร์ฝนที่แสดงค่าปริมาณฝนโดยตรง (เช่น มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) ซึ่งอยู่ในระหว่างประสานงานกับกรมฝนหลวงและการบินเกษตร
 - ผู้เข้าร่วมประชุมมีความเห็นว่าแพลตฟอร์มควรที่จะครอบคลุมพื้นที่อย่างกว้างขวาง เช่น ครอบคลุมหลายจังหวัดในภาคใต้ เนื่องจากสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กัน โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่า โครงการนี้เป็นโครงการแรกในงานด้านนี้ของคณะผู้วิจัย ซึ่งหากได้ผลตอบรับที่ดี คณะผู้วิจัยจะพยายามขอทุนเพิ่มเพื่อนำมาต่อยอดโครงการในอนาคตให้เกิดประสิทธิ ภาพและมีความครอบคลุมยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม แบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมของโครงการฯ ที่กำลังพัฒนาอยู่ในปัจจุบันนั้น ได้มีการใช้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนจากแบบจำลองซึ่งครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก และได้้นำปริมาณฝนจากหลาย ๆ พื้นที่ที่เชื่อว่าเกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำท่วมของพื้นที่ต้นแบบมาใช้เป็นข้อมูลเข้าของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม
 - ผู้เข้าร่วมประชุมมีคำถามเกี่ยวกับความแม่นยำของแบบจำลองพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่า แบบจำลองจะมีความแม่นยำในระดับหนึ่งแต่จะไม่เป็นแบบอุดมคติ โดยจะพยายามพัฒนาให้สามารถพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้เกือบทุกครั้งหากเกิดน้ำท่วมจริง เช่น หากเกิดน้ำท่วมจริง 100 ครั้ง แบบจำลองจะพยากรณ์ได้อย่างน้อย 70-80 ครั้ง ซึ่งอาจทำให้ความแม่นยำ (Precision) ของแบบจำลองพยากรณ์เมื่อมีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วมอยู่ประมาณ 30-60 % นั่นคือ

ทุกครั้งที่มีการพยากรณ์ว่าเกิดน้ำท่วม จะมีโอกาสน้ำท่วมเกิดจริงประมาณ 1/3 ถึง 3/5

- ผู้เข้าร่วมประชุมได้ถามว่าระบบ Crowdsourcing โดยใช้ Line OA โดยมีการแจ้งเหตุ ขอความช่วยเหลือ ฯลฯ มีความคล้ายหรือแตกต่างกับระบบ Traffy Fondue อย่างไร โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่า แม้ว่าระบบ Crowdsourcing ของแพลตฟอร์มจะมีความคล้ายคลึงกับระบบ Traffy Fondue แต่ระบบของแพลตฟอร์มได้ถูกออกแบบมาสำหรับงานเฉพาะทางตามความต้องการของเทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง ขณะที่ Traffy Fondue จะถูกออกแบบมาใช้กับงานอย่างกว้างขวาง ดังนั้นระบบของแพลตฟอร์มจึงมีความไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการใช้งาน และสามารถออกแบบให้มีความเฉพาะเจาะจงกับปัญหาในพื้นที่ ซึ่งสามารถขยายให้ครอบคลุมภัยพิบัติอื่น ๆ นอกเหนือจากน้ำท่วมได้ ดังเช่น การที่ระบบของแพลตฟอร์มสามารถรองรับการเกิดอัคคีภัยตั้งที่ทางเจ้าหน้าที่เทศบาลนครตรังได้เสนอแนวคิดในการประชุมครั้งที่แล้ว โดยได้เน้นย้ำว่าเมื่อโครงการฯ ได้สิ้นสุดเทศบาลนครตรังจะมีเจ้าหน้าที่ที่เป็นผู้ดูแลระบบนี้
- ผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอว่าแพลตฟอร์มควรจะสามารถในการประกาศแจ้งเตือนได้ โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่า ทางโครงการฯ สามารถปรับให้แพลตฟอร์มสามารถประกาศแจ้งเตือนได้ทั้งทาง Web Browser และ Line OA ซึ่งสามารถทำได้โดยเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรังที่เป็นผู้ดูแลระบบ
- ผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอว่าระบบควรที่จะอนุญาตให้ผู้แจ้งเหตุสามารถส่งรูปภาพเพื่อใช้ในการยืนยันว่าเกิดเหตุขึ้นจริงโดยเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง ซึ่งในกรณีของน้ำท่วม อาจเป็นการแจ้งเหตุก่อนเกิดเหตุ น้ำท่วมหรือระหว่างที่เกิดเหตุ น้ำท่วมแล้ว (นั่นคือน้ำท่วมได้เกิดขึ้นแล้ว) โดยการแจ้งเหตุก่อนเกิดเหตุ น้ำท่วม เช่น การแจ้งเตือนว่าระดับน้ำในแม่น้ำมีความสูงถึงขั้นวิกฤต สามารถใช้ประกาศเตือนให้ประชาชนได้เตรียมความพร้อมในการรับมือ โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่า สามารถทำให้ผู้แจ้งเหตุสามารถส่งรูปภาพได้ ปัจจุบันก็มีช่องรายละเอียดที่สามารถกรอกรายละเอียดของการแจ้งเหตุ เช่น ใส่รายละเอียดของระดับน้ำในแม่น้ำว่ามีความสูงถึงขั้นวิกฤต โดยทางคณะผู้วิจัยได้เสนอให้เพื่อตัวเลือกเพื่อให้ผู้แจ้งเลือกสถานะของเหตุ เช่น กำลังจะท่วม (ก่อนเกิดเหตุ) หรือท่วมแล้ว (ระหว่างเกิดเหตุ) เป็นต้น
- โดยคณะผู้วิจัยได้กล่าวว่า ปัจจุบันทางโครงการฯ อยู่ในระหว่างการพัฒนาแพลตฟอร์มฯ และจะพยายามทำแพลตฟอร์มให้ตอบโจทย์ผู้ใช้งานในพื้นที่ให้ได้มาก

ที่สุด เจ้าหน้าที่เทศบาลนครตั้งมีความเห็นว่าข้อมูลที่แสดงบนแพลตฟอร์มเป็นข้อมูลที่ควรจัดเก็บเพื่อใช้ในการศึกษา วิจัย และพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาน้ำท่วมในอนาคต เช่น นำมาใช้เป็นฐานข้อมูลทางสถิติ และมีความเห็นว่าแพลตฟอร์มนี้เป็นเครื่องมือที่ดีและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริงในอนาคต

วันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2565 เวลา 9:00 - 12:00 น ณ ห้องประชุมศูนย์บริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำตราง อำเภอกงสูง จังหวัดนครศรีธรรมราช

- ประชุมกับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง โดยมีผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 60 คน (รวมคณะผู้วิจัยจำนวน 5 คน) การประชุมเริ่มต้นด้วยการนำเสนอวัตถุประสงค์และภาพรวมของโครงการ ความคืบหน้าในการพัฒนาแพลตฟอร์มของโครงการฯ แล้วนำมาสู่การแนะนำแพลตฟอร์มฯ ในเบื้องต้นโดยมีการสาธิตการใช้งานให้เห็นแบบ Real-Time และท้ายที่สุดได้มีการให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้ทดลองใช้งานแพลตฟอร์มผ่านทาง Web Browser และ Line OA



รูปที่ ง.11 การประชุมครั้งที่ 2 กับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง



รูปที่ ง.12 ผู้เข้าร่วมประชุมทดลองใช้งานแพลตฟอร์ม ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง

- การอภิปรายแลกเปลี่ยนสาระณะกับผู้นำ ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่หลังการนำเสนอ การสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์ม และการทดลองใช้งานแพลตฟอร์ม การโดยมีความเห็นโดยสรุปดังนี้
 - ผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอว่าการแสดงผลบนแพลตฟอร์มควรเข้าใจได้ง่าย เช่น ประชาชนทั่วไปสามารถดูสรุปสถานการณ์โดยรวมของพื้นที่ที่อยู่ได้ทันที เช่น ระดับน้ำที่สถานีวัดระดับน้ำ ปริมาณฝน ผลการพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม ในหน้าแรกของแพลตฟอร์มในรูปแบบ Web Browser โดยข้อมูลเชิงแผนที่ในรายละเอียดอาจจะเหมาะกับเจ้าหน้าที่มากกว่า โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่า สามารถทำได้โดยจะทำหน้าสรุปสถานการณ์ให้สำหรับพื้นที่ที่ผู้ใช้อยู่และจะขึ้นเป็นหน้าแรกของแพลตฟอร์มในรูปแบบ Web Browser
 - ผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอว่า ควรจะมีการแจ้งเตือนภัยจากผู้ดูแลระบบสู่ประชาชนใน Line OA รวมถึงการแจ้งเตือนภัยโดยใช้สีต่าง ๆ ในหน้าสรุปสถานการณ์ของแพลตฟอร์มในรูปแบบ Web Browser ที่มีความสัมพันธ์กับวิกฤตของระดับน้ำในสถานีวัดระดับน้ำ เพื่อให้ประชาชนในพื้นที่ได้เตรียมรับมือกับสถานการณ์น้ำท่วม โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่า สามารถทำได้และได้มีการนำเสนอทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ในการดำเนินการ
 - ผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอว่า ปัจจุบันเทศบาลเมืองทุ่งสงมีระบบแจ้งเตือนรวมถึงมีการใช้ Line OA ในการดำเนินการของตนเอง จึงอยากให้คณะผู้วิจัยปรับให้แพลตฟอร์มของโครงการฯ ใช้ Line OA เดียวกันกับของเทศบาลเมืองทุ่งสงเพื่อลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนและเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการแจ้งเตือน โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่า สามารถทำได้และได้เน้นย้ำว่าเมื่อโครงการฯ ได้สิ้นสุด เทศบาลเมืองทุ่งสงจะมีเจ้าหน้าที่ที่เป็นผู้ดูแลระบบนี้ ซึ่งคณะผู้วิจัยจะปรับแพลตฟอร์มของโครงการฯ ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานของเทศบาลเมืองทุ่งสงตามข้อเสนอแนะของเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสงที่รับผิดชอบในเรื่องนี้



รูปที่ ง.13 การอภิปรายแลกเปลี่ยนสาระณะกับผู้เข้าร่วมประชุม ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง



รูปที่ ง.14 ผู้เข้าร่วมประชุมโครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะครั้งที่ 2 ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง

สรุปการประชุมครั้งที่ 3 ร่วมกับประชาชนและเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ต้นแบบ
ณ เทศบาลนครตรังและเทศบาลเมืองทุ่งสง
(การจัดอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มครั้งที่ 3)

วันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 เวลา 9:30-16:00 ณ ห้องประชุมเทศบาลนครตรัง สำนักงาน
เทศบาลนครตรัง อำเภอเมืองตรัง จังหวัดตรัง

- ประชุมกับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง โดยมีผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 64 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) การประชุมเริ่มต้นด้วยการนำเสนอวัตถุประสงค์และภาพรวมของโครงการ การอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มแบบ Real-Time และท้ายที่สุดได้มีการให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้ทดลองใช้งานแพลตฟอร์มผ่านทางเว็บไซต์และ Line OA



รูปที่ ง.15 การประชุมครั้งที่ 3 กับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลนครตรัง

- การอภิปรายแลกเปลี่ยนสาระณะกับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่หลังการนำเสนองาน การอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์ม และการทดลองใช้งานแพลตฟอร์ม มีความเห็นโดยสรุปดังนี้
 - ผู้เข้าร่วมประชุมได้ถามว่าส่วนที่แสดงสถานการณ์น้ำล้นหน้าและส่วนที่ขอความช่วยเหลืออยู่ในแพลตฟอร์มเดียวกันใช่หรือไม่ โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่าแพลตฟอร์มที่โครงการพัฒนามีทั้งส่วนแสดงสถานการณ์น้ำล้นหน้าโดยการพยากรณ์ปริมาณฝนและน้ำท่วมล้นหน้า และส่วนที่ใช้ในการติดตามสถานการณ์น้ำท่วมโดยอาศัยการแจ้งข้อมูลคำขอจากประชาชน ซึ่งคณะผู้วิจัยได้มีการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมในส่วนนี้
 - ผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอว่าควรจะสามารถเข้าไปที่เว็บไซต์ของแพลตฟอร์มจาก LINE OA ได้ โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่าสามารถทำได้และจะทำการเพิ่มตัวเลือกนี้ใน Rich Menu ของ LINE OA
 - ผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอว่าควรจะมีการแจ้งเตือนเหตุการณ์น้ำท่วมล้นหน้าผ่าน LINE OA โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่าโครงการนี้คณะผู้วิจัยเป็นผู้สร้างเครื่องมือ พอจบโครงการเจ้าหน้าที่เทศบาลจะเข้ามาเป็นผู้จัดการระบบ (Administrator) ของแพลตฟอร์มในระบบ Crowdsourcing ซึ่งจะทำให้การแจ้งเตือนเหตุการณ์น้ำท่วมล้นหน้าทำได้ 2 รูปแบบ แบบแรกคือเจ้าหน้าที่เทศบาลเป็นผู้ดูแลข้อมูลพยากรณ์น้ำท่วมล้นหน้าและประเมินสถานการณ์จากข้อมูลต่าง ๆ แล้วจึงแจ้งเตือนผ่าน LINE OA (นั่นคือเจ้าหน้าที่เทศบาลเป็นผู้ตัดสินใจแจ้งเตือน) หรือ แบบที่สองคือมีการสร้างเงื่อนไขการแจ้งเตือนและให้โปรแกรมแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติ (นั่นคือโปรแกรมทำหน้าที่ตัดสินใจแจ้งเตือน) อย่างไรก็ตามเนื่องจากแบบจำลองพยากรณ์น้ำท่วมยังต้องการพัฒนาให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นต่อไปในอนาคต คณะผู้วิจัยจึงเสนอให้เจ้าหน้าที่เทศบาลเป็นผู้ดูแลการแจ้งเตือนผ่าน LINE OA
- คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มโดยประชาชนด้วยการส่งคำขอผ่านโปรแกรมประยุกต์ LINE OA ด้วยมือถือ (Mobile Application) เพื่อใช้ในการทดสอบระบบ Crowdsourcing โดยคณะผู้วิจัยได้กระจายเข้าช่วยเหลือผู้เข้าร่วมทดสอบ และหลังจากที่การทดสอบเสร็จสิ้น ได้มีการตอบคำถามผู้เข้าร่วมการทดสอบ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคำถามเกี่ยวกับการใช้งานการส่งคำขอผ่าน LINE OA เช่น การยกเลิกคำขอที่ส่งไปแล้ว ฯลฯ

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

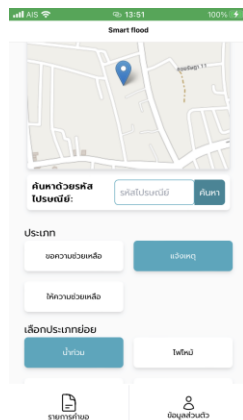
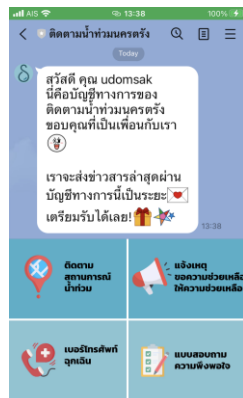


อธิบายการใช้งาน LINE OA

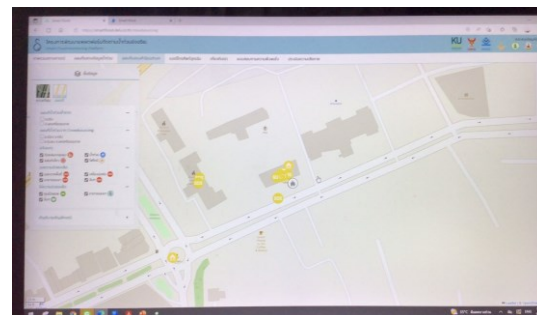


ผู้เข้าร่วมประชุมเพิ่มเพื่อน LINE OA

ลงทะเบียนและทดสอบระบบ



รูปแสดงข้อความต้อนรับและ Rich Menu ของ LINE OA บนมือถือ และ รูปแสดงหน้าเพิ่มข้อมูลใหม่บนมือถือเพื่อกรอกและส่งคำขอประเภทต่าง ๆ เพื่อส่งไปที่ระบบ Crowdsourcing ของแพลตฟอร์ม



รูปแสดงตำแหน่งที่มีการส่งคำขอประเภทต่าง

ๆ



รูปแสดงแผนที่น้ำท่วมจากระบบ Crowdsourcing ที่คำนวณจากตำแหน่งการแจ้งเหตุน้ำท่วม

รูปที่ ง.16 การทดสอบระบบ Crowdsourcing ของแพลตฟอร์มด้วยการส่งคำขอผ่าน LINE OA ณ เทศบาลนครตรัง

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ



รูปที่ ง.17 ผู้เข้าร่วมประชุมและทดสอบโครงการแพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ ณ
เทศบาลนครตรัง



รูปที่ ง.18 คณะผู้วิจัยเข้าพบนายกเทศมนตรีนครตรัง

วันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 เวลา 9:30-16:00 ณ ห้องประชุมศูนย์บริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำตราง
อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

- ประชุมกับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง โดยมีผู้เข้าร่วมทั้งหมดจำนวน 103 คน (ไม่รวมคณะผู้วิจัย) การประชุมเริ่มต้นด้วยการนำเสนอวัตถุประสงค์และภาพรวมของโครงการ การอบรมและสาธิตการใช้งานแพลตฟอร์มแบบ Real-Time และท้ายที่สุดได้มีการให้ผู้เข้าร่วมประชุมได้ทดลองใช้งานแพลตฟอร์มผ่านทางเว็บไซต์และ Line OA



รูปที่ ง.19 การประชุมครั้งที่ 3 กับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเมืองทุ่งสง

- ดำเนินการทดสอบการใช้งานแพลตฟอร์มโดยประชาชนด้วยการส่งคำขอผ่านโปรแกรมประยุกต์ LINE OA ด้วยมือถือ (Mobile Application) เพื่อใช้ในการทดสอบระบบ Crowdsourcing โดยคณะผู้วิจัยได้กระจายเข้าช่วยเหลือผู้เข้าร่วมทดสอบ



อธิบายการใช้งาน LINE OA



ผู้เข้าร่วมประชุมหลังทดสอบระบบเสร็จสิ้น

รูปที่ ง.20 การทดสอบระบบ Crowdsourcing ของแพลตฟอร์มด้วยการส่งคำขอผ่าน LINE OA ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง

- หลังจากทำการทดสอบเสร็จสิ้น ได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนสาระณะกับผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และเจ้าหน้าที่ มีความเห็นโดยสรุปดังนี้
 - ผู้เข้าร่วมประชุมได้ถามว่าแพลตฟอร์มนี้ประกอบไปด้วยอะไรบ้างและใช้ทำอะไรได้บ้าง โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบอธิบายรายละเอียดของแพลตฟอร์มให้ผู้เข้าร่วมประชุมให้เข้าใจ
 - ผู้เข้าร่วมประชุมได้ถามว่าไม่สามารถปักหมุดตำแหน่งสำหรับการส่งคำร้องจากระบบ iOS ที่ใช้งานได้เพราะระบบให้รอกการหาตำแหน่งไปเรื่อย ๆ ไม่สิ้นสุดและการใช้รหัสไปรษณีย์จะไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ไม่แม่นยำ โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่าการระบุตำแหน่งสำหรับการปักหมุดในบางเครื่องอาจจะต้องมีการปรับ Setting ของระบบเพื่อขออนุญาตการดึงข้อมูลตำแหน่งของเครื่องก่อน ส่วนการใช้รหัสไปรษณีย์นั้นเป็นการช่วยตีกรอบพื้นที่กว้าง ๆ ให้ผู้ใช้แล้วผู้ใช้จึงทำการเลื่อนแผนที่ไปยังตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนที่จะกดระบุตำแหน่ง
 - ผู้เข้าร่วมประชุมได้เสนอว่าระบบนี้น่าจะมีประโยชน์ในการใช้งานจริงมาก โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับการเกิดน้ำท่วมก่อนหน้านี้ที่มีการติดต่อทำได้อย่างยากลำบาก โดยคณะผู้วิจัยได้ให้ความเห็นว่า จุดอ่อนหนึ่งของระบบนี้คือการส่งสัญญาณผ่านโครงข่ายโทรศัพท์มือถือ ซึ่งโครงข่ายโทรศัพท์มือถืออาจจะล่มได้ในช่วง

เกิดเหตุ คณะผู้วิจัยจึงเสนอให้ทางเทศบาลพิจารณาหาช่องสัญญาณสำรองเพื่อใช้งานในขณะเกิดเหตุฉุกเฉิน

- ผู้เข้าร่วมประชุมได้ถามว่าหลังจากจบโครงการแล้วเทศบาลจะเป็นผู้ดูแลและอัปเดตข้อมูลใช่หรือไม่ แพลตฟอร์มมอบให้เทศบาลใช่หรือไม่ เพราะทางเทศบาลก็มีการใช้ LINE OA อยู่แล้วซึ่งสามารถใช้งานได้ง่ายกว่า (เช่น การใช้เสียงไม่ต้องพิมพ์) จะสามารถเชื่อม LINE OA เข้ากับ LINE OA ที่มีอยู่ได้หรือไม่ และถ้ามีเจ้าหน้าที่ในส่วนอื่น ๆ อยู่ฝ่ายอื่นหรือมูลนิธิที่เกี่ยวข้องอยู่ในแพลตฟอร์มเดียวกันก็จะดีมาก โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่าหลังจากจบโครงการเจ้าหน้าที่เทศบาลจะเข้ามาเป็นผู้จัดการระบบ (Administrator) ของแพลตฟอร์มในระบบ Crowdsourcing ซึ่งทำให้เจ้าหน้าที่เทศบาลสามารถนำระบบนี้ไปจัดการสถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ได้ แต่ในส่วน Software ต่าง ๆ ที่อยู่เบื้องหลังระบบนี้ที่อยู่ใน Cloud ของหน่วยงานรัฐ (ซึ่งไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้ระบบ Cloud นี้) ทางคณะผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลต่อ ในส่วนของ LINE OA นั้นในที่สุดเจ้าหน้าที่เทศบาลจะเป็นผู้ดูแลและเป็นผู้พิจารณาว่าจะไปผสมผสานกับ LINE OA ที่มีอยู่แล้วอย่างไรหรือมีการปรับเปลี่ยนให้การใช้งานง่ายขึ้นอย่างไร ซึ่งประชาชนกับเจ้าหน้าที่เทศบาลก็น่าจะสามารถหาทางออกร่วมกันได้
- ผู้เข้าร่วมประชุมได้ถามว่าตัวเลือกประหยัดย่อของการส่งคำขอขอความช่วยเหลือเพื่อให้ครอบคลุมมากขึ้น โดยคณะผู้วิจัยได้ตอบว่าการเพิ่มประหยัดย่อสามารถทำได้แต่การเพิ่มประหยัดย่อเกินไปก็อาจทำให้การใช้งานยากลำบาก คณะผู้วิจัยจึงเสนอให้เจ้าหน้าที่เทศบาลและประชาชนช่วยกันกำหนดประหยัดย่อที่เหมาะสมต่อการใช้งานและส่งให้คณะผู้วิจัยเพื่อมาปรับปรุง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีประหยัดย่อ “ขออุปกรณ์อื่น” และสามารถระบุรายละเอียดเป็นข้อความในการส่งคำขอได้ ดังนั้น หากการขอความช่วยเหลือที่ต้องการไม่ได้อยู่ในประหยัดย่อที่มีอยู่ ก็สามารถเลือกประหยัดย่อ “ขออุปกรณ์อื่น” และระบุรายละเอียดเป็นข้อความถึงสิ่งที่ต้องการแล้วส่งคำขอมาได้



รูปที่ ง.21 การอภิปรายแลกเปลี่ยนสาระณะกับผู้เข้าร่วมประชุม ณ เทศบาลเมืองทุ่งสง

แพลตฟอร์มติดตามน้ำท่วมอัจฉริยะ

ภาคผนวก จ ประวัตินักวิจัย



ชื่อ-นามสกุล : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันศักดิ์ เทียนวิบูลย์

ตำแหน่งงานปัจจุบัน : อาจารย์

ตำแหน่งในโครงการ : หัวหน้าโครงการ

ประวัติการศึกษา :

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	ชื่อปริญญา	สาขาวิชา (วิชาเอก)	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2545	เอก	Ph.D.	วิศวกรรมไฟฟ้า (ไฟฟ้าสื่อสาร)	University of Southern California	USA
2541	โท	M.S.	วิศวกรรมไฟฟ้า (ไฟฟ้าสื่อสาร)	University of Southern California	USA
2536	ตรี	วศ.บ. (เกียรตินิยม อันดับ 2)	วิศวกรรมไฟฟ้า (ไฟฟ้าสื่อสาร)	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ไทย

ประสบการณ์การทำงาน :

- 2555 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2554 อาจารย์พิเศษ California State University, Long Beach, California, USA
- 2544 – 2554 วิศวกรระบบ/นักวิเคราะห์ระบบ TrellisWare Technologies, Inc., San Diego, California, USA
- 2541 – 2543 ผู้ช่วยนักวิจัย University of Southern California, Los Angeles, California, USA
- 2536 – 2539 วิศวกรด้านการประสานงานความถี่ (2536-2539)/วิศวกรสื่อสาร (2537-2539) บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)
- 2536 วิศวกร (Engineer) บริษัท สยามเทลเทคคอมพิวเตอรส์ จำกัด

นักวิจัยด้าน : การสื่อสาร การประมวลสัญญาณ การเรียนรู้ของเครื่อง และวิทยาการข้อมูล

ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง :

- ทฤษฎีสื่อสารและระบบสื่อสาร
- การตรวจจับสัญญาณและการประมาณค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณ
- การประมวลและการวิเคราะห์สัญญาณดิจิทัล
- การวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาสัญญาณรบกวน
- การเรียนรู้ของเครื่องและการวิเคราะห์ข้อมูล (Machine Learning and Data Analytics)

ผลงานที่ผ่านมา :

- โครงการที่เคยทำในอดีต
 - ร่วมงานกับสถานีรับสัญญาณดาวเทียมจุฬารักษ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปี 2555 – 2557 โดยเป็นหนึ่งในคณะที่ปรึกษาและนักวิจัยในโครงการความร่วมมือภายใต้สัญญาว่าด้วยความร่วมมือด้านอวกาศแห่งเอเชียแปซิฟิก (APSCO) ภายใต้สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
 - เป็นหัวหน้าโครงการและนักวิจัยหลักของโครงการวิจัย Research on Atmospheric Effects on Ka-Band Rain Attenuation Modeling Project ภายใต้โครงการความร่วมมือด้านอวกาศแห่งเอเชียแปซิฟิก (APSCO) ในปี 2557 – 2561
 - เป็นหัวหน้าโครงการและนักวิจัยหลักของโครงการพัฒนาระบบการเรียนรู้ข้อมูลจากเครื่องตรวจการนอนหลับด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม (Machine Learning of Sleep Lab Data) ภายใต้คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี ในปี 2561 – 2562 (Phase 1) และ 2564-2565 (Phase 2)
 - เป็นหัวหน้าโครงการและนักวิจัยหลักของโครงการพัฒนาระบบการพยากรณ์ภาวะหยุดหายใจขณะหลับเนื่องจากการอุดกั้นโดยใช้เสียงกรนและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ภายใต้คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี ในปี 2563 – 2564
 - เป็นนักวิจัยร่วมในส่วนการพัฒนาแบบจำลองสำหรับติดตามความแข็งแรงของมันสำปะหลังจากภาพถ่ายดาวเทียมของโครงการวิจัยและพัฒนาาระบบสนับสนุนการปลูกอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง ภายใต้กองทุนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ในปี 2564-2565

- ตัวอย่างผลงานที่ TrellisWare Technologies, Inc., San Diego, California, USA
 - พัฒนาเทคโนโลยี Adaptive Iterative Detection (AID) สำหรับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายของบริษัทฯ
 - ออกแบบและพัฒนารหัส FlexiCode และวิธีการถอดรหัสความเร็วสูง (FlexiCode เป็น Turbo-like Channel Coding ที่มีประสิทธิภาพสูงและถูกเลือกให้เป็น FEC Specification สำหรับ Enhanced Bandwidth Efficient Modems (EBEM) Terminals สำหรับการสื่อสารดาวเทียมความเร็วสูงทางการทหารในสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้โครงสร้างของ FlexiCode ยังได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวแบบในการออกแบบ F-LDPC ซึ่งเป็นรหัส FEC หลักของบริษัทฯ ในปัจจุบัน)
 - ออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับแก้ไขสัญญาณรบกวน เช่น Single Antenna Interference Cancellation (SAIC) สำหรับระบบ GSM โดยได้ถูกนำไปทำ Simulation ทดสอบกับโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ Cellular ของบริษัท Cingular Wireless LLC (หรือ AT&T Mobility LLC ในปัจจุบัน) ในสหรัฐอเมริกา
 - ออกแบบและพัฒนาอัลกอริทึมในระดับเบื้องต้นสำหรับ Joint Analog and Digital (Co-Site) Interference Cancellation สำหรับสัญญาณ (known) Jamming ที่มีกำลังสัญญาณสูงมาก
 - ออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีการหาทิศทางของสัญญาณ (Direction Finding หรือ DF) ในช่องสัญญาณที่มีลักษณะแบบ Multi-Path โดยใช้ขนาดข้อมูลของสัญญาณที่จำกัด (Short Data Records) ซึ่งเป็นโครงการร่วมกับหน่วยงานทางทหารของประเทศสหรัฐอเมริกา รวมทั้งการเป็นหนึ่งในทีมพัฒนาชุดอุปกรณ์สาธิตเบื้องต้นในการทดสอบเทคโนโลยี DF
- สิทธิบัตร (Patent)
 - K. M. Chugg, P. K. Gray, G. D. Dimou, P. Thienviboon, "Method and apparatus for communications using turbo like codes," June 7, 2011, U.S. Patent No. 7,958,425.
 - P. A. Beerel, K. M. Chugg, G. D. Dimou, P. Thienviboon, "Reduced-latency soft-input/soft-output module," March 27, 2007, U.S. Patent No. 7,197,691.

- P. A. Beerel, K. M. Chugg, R. Ozdag, S. Tugsinavisut, S. K. Singh, P. Thiennviboon, "Sequential decoder for decoding of convolutional codes," February 10, 2004, U.S. Patent No. 6,690,752.
- บทความในวารสารทางวิชาการ
 - C. S. Lu, Z. W. Zhao, Z. S. Wu, L. K. Lin, P. Thiennviboon, X. Zhang and Z. F. Lv, "A New Rain Attenuation Prediction Model for the Earth-Space Links," IEEE Trans. on Antennas Propag., vol. 66, no. 10, pp. 5432-5442, October 2018.
- บทความในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ
 - W. Luangluewut and **P. Thiennviboon**, "Forex Price Trend Prediction using Convolutional Neural Network," in Proc. Int. Conf. on Elect. Eng./Electron., Comput., Telecommun. and Inform. Technol. (ECTI-CON), pp. 1-4, Nakhon Phanom, Thailand, May 2023.
 - **P. Thiennviboon** and S. Wisutimateekorn, "Rain attenuation prediction modeling for earth-space links using artificial neural networks," in Proc. Int. Conf. on Elect. Eng./Electron., Comput., Telecommun. and Inform. Technol. (ECTI-CON), pp. 29-32, Pattaya, Thailand, July 2019.
 - **P. Thiennviboon**, S. Inhorm, N. Puttanontavit and U. Luengkhwan, "Short-Term Prediction for Earth-Space Link Failure Due to Rain Using Weather Radar Maps," in Proc. IEEE Int. Conf. Commun. (ICC), Kansas City, MO, May 2018.
 - **P. Thiennviboon**, S. Intarawichian, Z. W. Zhao, L. K. Lin and C. S. Lu, "Novel integration-time conversion of rain-rate statistics for rain attenuation prediction models," in Proc. Int. Symp. on Antennas and Propag. (ISAP), Phuket, Thailand, 30 October – 2 November 2017.
 - **P. Thiennviboon**, S. Intarawichian, Z. W. Zhao, L. K. Lin, C. S. Lu, and D. P. Teng, "Rain attenuation prediction modeling for earth-space links based on physical consistency," in Proc. Int. Astronautical Congress (IAC), B2, 8-GTS.3,3,x39380, Adelaide, Australia, September 2017.
 - T. Kasetkasem, D. Worasawate, Y. Tipsuwan, **P. Thiennviboon** and P. Hoonsuwan, "A pinger localization algorithm using sparse

- representation for autonomous underwater vehicles,” in Proc. Int. Conf. on Elect. Eng./Electron., Comput., Telecommun. and Inform. Technol. (ECTI-CON), pp. 533-536, Phuket, Thailand, June 2017.
- **P. Thienviboon**, P. Lervatanakittavorn and K. Fukawa, “Simple prediction model for diurnal rain attenuation statistics on earth-space links,” in Proc. Int. Conf. on Elect. Eng./Electron., Comput., Telecommun. and Inform. Technol. (ECTI-CON), pp. 258-261, Phuket, Thailand, June 2017.
 - P. Lervatanakittavorn, **P. Thienviboon** and K. Fukawa, “Ku-band (12 GHz) Earth-Space Rain Attenuation Statistics in Nonthaburi, Thailand, in 2013-2014,” in Proc. Int. Conf. of Inform. and Commun. Technol. for Embedded Systems (IC-ICTES), pp. 149-152, Hua-Hin, Thailand, March 2015.
 - P. Panagiotou, A. Polydoros, and **P. Thienviboon**, "Multiple-path direction-of-arrival estimation for cognitive radio sensing," in Proc. IEEE Int. Symp. on Personal, Indoor and Mobile Radio Comm. (PIMRC), pp. 791-796, Istanbul, Turkey September 2010.
 - K. M. Chugg, **P. Thienviboon**, G. D. Dimou, P. Gray, and J. Melzer, "A New Class of Turbo-like Codes with Universally Good Performance and High-Speed Decoding," in Proc. IEEE Military Comm. Conf., Atlantic City, NJ, October 2005.
 - **P. Thienviboon**, A. Ortega, and K. M. Chugg, "Model-Based Digital Image Halftoning using Iterative Reduced-Complexity Grid Message-Passing Algorithm," in Color Imaging: Processing, Hardcopy and Applications VIII (Proc. SPIE/IS&T Volume 5008), pp. 419-430, Santa Clara, CA, January 2003.
 - **P. Thienviboon**, G. Ferrari, and K. Chugg, "Generalized trellis-based reduced-state soft-input/soft-output algorithms," in Proc. IEEE Int. Conf. Commun (ICC), pp. 1667-1671, New York, NY, May 2002.

- **P. Thienviboon**, G. Ferrari, and K. Chugg, "An Overstructured Graph for Reduced-State Forward-Backward Algorithms," in Proc. IEEE Int. Symp. on Information Theory (ISIT), p. 367, Lausanne, Switzerland, July 2002.
- **P. Thienviboon**, A. Ortega, and K. M. Chugg, "Simplified grid message-passing algorithm with application to digital image halftoning," in Proc. Int. Conf. Image Processing (ICIP), pp. 1061-1064, Thessaloniki, Greece, October 2001.
- **P. Thienviboon** and K. M. Chugg, "A Low-Latency SISO via Message Passing on a Binary Tree," in Proc. Allerton Conf. Commun., Control, Comp., pp. 959-960, October 2000.
- S. Singh, **P. Thienviboon**, R. Ozdag, S. Tugsinavisut, R. Chokkalingam, P. A. Beerel, and K. M. Chugg, "Algorithm and Circuit Co-Design for a Low-Power Sequential Decoder," in Proc. Asilomar Conf. Signals, Systems, Comp., pp. 389-394, October 1999.



ชื่อ-นามสกุล : ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.ธรรมศักดิ์ พงศ์พิชญามาตย์

ตำแหน่งงานปัจจุบัน : ผู้ทรงคุณวุฒิในสภามหาวิทยาลัย

ตำแหน่งในโครงการ : ที่ปรึกษาโครงการ

ประวัติการศึกษา : วปอ. (2540) PhD (2524) วท.ม. (2517) วท.บ. (2515)

และหลักสูตร IoD/DAP ตลาดหลักทรัพย์ฯ รุ่น 67

ประสบการณ์การทำงาน :

- ผู้ทรงคุณวุฒิในสภามหาวิทยาลัยและในสภาวิชาการ หลายสถาบันตั้งแต่ 2539
- สมาชิกสภาขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ (สปท.#69 2558-60) ได้มติ สปท. (2559) และ ม. 44 ตั้ง สว.นช. จนปัจจุบันคือ สอ.วช. และได้มติ สปท. (2560) ให้รวมอุดมศึกษากับวิทยาศาสตร์ วิจัยนวัตกรรม และปัจจุบัน คสช.ได้ ตั้งเป็น กระทรวง อว. เพื่อรองรับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ใน รธน.2560 และไทย 4.0
- คณบดีคณะบริหาร ม.เอเซีย (2556-58)
- ผู้ทรงคุณวุฒิ คณะกรรมการการอุดมศึกษา (กกอ.) (2551-56) (อนุ กกอ. มาตรฐานอุดมศึกษา และอนุ กกอ. ด้านนโยบายอุดมศึกษา)
- รก.อธิการบดี มร.ร่ำไพลพรรณี 2 ครั้ง (2554-56) / สร้างอาคารศูนย์เรียนรวม
- คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ม.วลัยลักษณ์ (2551-54)
- คณบดีคณะเกษตร ม.เกษตรศาสตร์ (2545-49) / สร้างอาคาร “วชิรานุสรณ์”
- รองอธิการบดี ม.แม่ฟ้าหลวง (2543-45)
- Cert. HEMP Univ. of Oxford and Univ. of Warwick, UK (2543)
- คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ม.เกษตรศาสตร์ (2539-43) / สร้างอาคารสาระสนเทศฯ
- Visiting Professor, Macquarie Uni. Sydney, NSW.Australia (2538)
- Visiting Professor, NC State Uni., NC, USA. (2529)

เครื่องราชอิสริยาภรณ์ : ม.ป.ช (2548) ม.ว.ก. (2545) จ.ด.ภ. (2561)

นักวิจัยด้าน : โรคพืชวิทยา

ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง : โรคพืชและการกำจัดโรคพืช การใช้พลาสมาอบผลิตผลพืช/ประมง, การสร้างระบบ Aquaponic, การใช้ระบบชีววิธี

ผลงานที่ผ่านมา :

- ช่วง 2524-2554 ได้รับทุนวิจัย RF/USAID., IDRC/CRSP., Battelle Europe, AUM pty. และ วช. มีผลงานด้านโรคพืชวิทยามากกว่า 100 เรื่องและตำรา/หนังสือ 10 เรื่อง (โรคกล้วย ลิสง โรคข้าวโพด/ข้าวฟ่าง การฉีดสารรักษาทุเรียนโคนเน่า การกำจัดโรคพืชด้วยเคมีดูดซึม (เทคนิคโรคพืช มก.) การใช้พลาสมาอบผลิตผลพืช/ประมง การผลิตกล้วยไม้สู่เขาหลวง การสร้างระบบ Aquaponic การใช้ระบบชีววิธี การจัดงานเกษตรแห่งชาติครั้งแรกที่ นครศรีธรรมราช มีนิสิตบัณฑิตระดับปริญญาเอก/โท มากกว่า 50 คน



ชื่อ-นามสกุล : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ กิตติภาดากุล

ตำแหน่งงานปัจจุบัน : อาจารย์

ตำแหน่งในโครงการ : ผู้ร่วมวิจัย

ประวัติการศึกษา :

ปีที่จบ	ปริญญา	ปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน การศึกษา	ประเทศ
2537	ตรี	วท.บ.(เกษตรศาสตร์)	พืชไร่	พืชไร่	ม.เกษตรศาสตร์	ไทย
2541	โท	วท.ม.(เกษตรศาสตร์)	พืชไร่	การปรับปรุงพันธุ์	ม.เกษตรศาสตร์	ไทย
2553	เอก	Ph.D. (Plant Breeding and Plant Genetics)	Plant Breeding and Plant Genetics	Plant Breeding and Plant Genetics	University of Wisconsin- Madison	U.S.A.

ประสบการณ์การทำงาน :

ชื่อโครงการ	ฐานะ	ระยะเวลา
• ระบบแพลตฟอร์มสนับสนุนการปลูกมันสำปะหลังแบบองค์รวมเพื่อ การเกษตรที่ยั่งยืน	หัวหน้าโครงการ	2565 - 2566
• การวิจัยและพัฒนาระบบสนับสนุนการปลูกอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่ม ศักยภาพการผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง	หัวหน้าโครงการ	2564 - 2565
• การศึกษาความเป็นไปได้ในการต่อยอดท่อนพันธุ์มันสำปะหลังด้วย <i>Manihot glaziovii</i> เพื่อลดความเสียหายเนื่องจากโรคใบด่างมันสำปะหลัง	หัวหน้าโครงการ	2564 - 2565
• การทดสอบพันธุ์และประเมินเสถียรภาพสายพันธุ์ KUC50-17-3 และ KUC51-13-99 เพื่อขอจดทะเบียนและออกพันธุ์ใหม่ พร้อมแนะนำพันธุ์ การค้าที่เหมาะสมกับพื้นที่ทดสอบ	หัวหน้าโครงการ	2562 - 2564
• การผสมพันธุ์และคัดเลือกสายพันธุ์มันสำปะหลังให้มีศักยภาพทนแล้งและ ทนน้ำท่วมขัง	หัวหน้าโครงการ	2560 - 2562
• การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังอย่างมียุทธศาสตร์ เพื่อเพิ่มผลิตภาพทาง ผลผลิตและปริมาณแป้งสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรม	หัวหน้าโครงการ	2560 - 2561
• โครงการการส่งผ่าน “เทคโนโลยี 52 สัปดาห์” สู่นักเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้อง เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตพืชเศรษฐกิจและเพิ่มรายได้เกษตรกร	หัวหน้าโครงการ	2559 - 2560
• การประเมินผลการวิจัยด้านมันสำปะหลัง	หัวหน้าโครงการ	2559 - 2560
• เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในเขตฝนทิ้งช่วงภาค ตะวันตกของประเทศไทย	หัวหน้าแผนงาน วิจัย	2556 - 2558
• การคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่เหมาะสมเพื่อผลิตในพื้นที่เขตฝนทิ้งช่วงใน ภาคตะวันตกของประเทศไทย	หัวหน้าโครงการ	2556 - 2558

ชื่อโครงการ	ฐานะ	ระยะเวลา
● การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อเพิ่มผลิตภาพทางผลผลิตและปริมาณแป้งสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรม	หัวหน้าโครงการ	2556 - 2557
● การปรับปรุงฐานพันธุกรรมมันสำปะหลัง เพื่อต้านทานเพลี้ยแป้งและผลผลิตสูง	หัวหน้าโครงการ	2555 - 2557
● การหาความสัมพันธ์ sink กับ source ในการต่อกิ่งมันสำปะหลังด้วย <i>Manihot glaziovii</i> เพื่อเพิ่มผลผลิตในการปลูกมันสำปะหลัง	หัวหน้าโครงการ	2555 - 2556
● โครงการการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง	หัวหน้าโครงการ	2544 - 2547
● โครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านพันธุ์อ้อยและการเกษตรกรรมที่เหมาะสมสู่เกษตรกร	หัวหน้าโครงการ	2544 - 2545
● โครงการปรับปรุงพันธุ์พืชหัวอาหารสัตว์ตระกูลหญ้า	หัวหน้าโครงการ	2543 - 2544

นักวิจัยด้าน : การเกษตรและระบบปลูกพืช ระบบแพลตฟอร์มการจัดการผลิตพืช

ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง :

- การปรับปรุงพันธุ์พืช (Plant breeding)
- การวางแผนและจัดการผลิตพืชเศรษฐกิจ
- พันธุศาสตร์ปริมาณ (Quantitative genetics)
- การประยุกต์ใช้ Molecular approaches ในการปรับปรุงพันธุ์พืช
- วิธีการทางสถิติในทางการเกษตร (Statistical method in agriculture)
- การวางแผนการทดลองและสถิติขั้นสูงในการวิจัย

ผลงานที่ผ่านมา :

- Yuanjit, P., Vuttipongchaikij, S., Wonnapijit, P., Ceballos, H., Kraichak, E., Jompuk, C., Kittipadukul, P. 2023. Evaluation of Yield Potential and Combining Ability in Thai Elite Cassava Varieties for Breeding Selection. *Agronomy* 13, 1546. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061546>
- Pongsakorn Sunvittayakul, Piya Kittipadukul, Passorn Wonnapijit, Pornchanan Chanchay, Pitchaporn Wannitikul, Sukhita Sathitnaitham, Phongnapha Phanthanong, Kanokphu Changwitchukarn, Anongpat Suttangkakul, Hernan Ceballos, and Supachai Vuttipongchaikij. 2022. Cassava root crown phenotyping using three-dimension (3D) multi-view stereo reconstruction. *Scientific Reports*. 12:10030, DOI: 10.1038/s41598-022-14325-4.
- Pakornsiri Bangthong, Supachai Vuttipongchaikij, Pasajee Kongsil, Hernan Ceballos and Piya Kittipadukul. 2022. Evaluation of *manihot glaziovii* scion-cassava understock grafting for

- cassava growth and root yield during rainy and dry seasons. *Journal of Crop Improvement* 36 (2): 193-206, DOI: 10.1080/15427528.2021.1931609
- Hernan Ceballos, Chareinsuk Rojanaridpiched, Chalernpol Phumichai, Luis A. Becerra, Piya Kittipadukul, Carlos Iglesias, and Vernon E. Gracen. 2020. Excellence in Cassava Breeding: Perspectives for the Future. *Crop Breed Genet Genom.* 2(2): e200008.
- Al Imran Malik, Pasajee Kongsil, Vũ Anh Nguyễn, Wenjun Ou, Sholihin, Pao Srean, MN Sheela, Luis Augusto Becerra López-Lavalle, Yoshinori Utsumi, Cheng Lu, Piya Kittipadukul, Hũu Hũ Nguyễn, Hernan Ceballos, Trọng Hiễn Nguyễn, Michael Selvaraj Gomez, Pornsak Aiemnaka, Ricardo Labarta, Songbi Chen, Suwaluk Amawan, Sophearith Sok, Laothao Youabee, Motoaki Seki, Hiroki Tokunaga, Wenquan Wang, Kaimian Li, Hai Anh Nguyễn, Văn Đông Nguyễn, Lê Huy Hàm, and Manabu Ishitani. 2020. Cassava breeding and agronomy in Asia: 50 years of history and future directions. *Breeding Science* 70: 145–166.
- ปิยะ กิตติภาดากุล อัญชญา ท่านเจริญ วันวิสา ศิริวรรณ และสมบุญ ภาณุวัฒน์สุข. 2562. ไทยอาจต้องเลิกปลูกมันสำปะหลัง หากไม่สามารถหยุดโรคใบด่างมันสำปะหลังได้ (ตอนที่ 1). *เคหการเกษตร* 43 (7): 171–174.
- ปิยะ กิตติภาดากุล อัญชญา ท่านเจริญ วันวิสา ศิริวรรณ และสมบุญ ภาณุวัฒน์สุข. 2562. ไทยอาจต้องเลิกปลูกมันสำปะหลัง หากไม่สามารถหยุดโรคใบด่างมันสำปะหลังได้ (ตอนที่ 2). *เคหการเกษตร* 43 (8): 174–176.
- ปิยะ กิตติภาดากุล. 2562. ไทยอาจต้องเลิกปลูกมันสำปะหลัง หากไม่สามารถหยุดโรคใบด่างมันสำปะหลังได้ (ตอนที่ 3): การระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง (CMD) กรณีศึกษาในประเทศไทย. *เคหการเกษตร* 43 (9): 175-179.
- ปิยะ กิตติภาดากุล และอัญชญา ท่านเจริญ. 2562. ไทยอาจต้องเลิกปลูกมันสำปะหลัง หากไม่สามารถหยุดโรคใบด่างมันสำปะหลังได้ (ตอนที่ 4): รู้จักแมลงหริ่งขยายสู่พบพาหะนำโรคใบด่างมันสำปะหลังให้มากขึ้น. *เคหการเกษตร* 43 (10): 176–179.
- ปิยะ กิตติภาดากุล และศุภชัย วุฒิพงศ์ชัยกิจ. 2562. ไทยอาจต้องเลิกปลูกมันสำปะหลัง หากไม่สามารถหยุดโรคใบด่างมันสำปะหลังได้ (ตอนที่ 5): ไวรัส CMV และมันสำปะหลังต้านทานโรคใบด่าง. *เคหการเกษตร* 43 (11): 171–174.
- ปิยะ กิตติภาดากุล และศุภชัย วุฒิพงศ์ชัยกิจ. 2562. ไทยอาจต้องเลิกปลูกมันสำปะหลัง หากไม่สามารถหยุดโรคใบด่างมันสำปะหลังได้ (ตอนจบ): การปรับปรุงพันธุ์และการสร้างพันธุ์มันสำปะหลังต้านทานโรคใบด่างมันสำปะหลัง. *เคหการเกษตร* 43 (12): 174–177.
- ดำรงวุฒิ อ่อนวิมล และ ปิยะ กิตติภาดากุล. 2562. การยกระดับความงอกของมันสำปะหลังด้วยการอบแห้งเมล็ดพันธุ์. การประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16. สมาคมเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย. 18 - 21 มิถุนายน 2562, เมือง ลพบุรี ประเทศไทย

- ณัฐกฤตา จีนประสม ปิยะ กิติภาดากุล ภัศจี คงศีล และ รักศักดิ์ เสริมศักดิ์. 2562. ดัชนีคัดเลือกเพื่อผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งในขั้นตอนการคัดเลือกโคลนมันสำปะหลัง, น. 101 - 107 ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 4 วันที่ 30 - 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2562 ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ชุมพร
- ภาณุวัฒน์ ศิลปศักดิ์ขจร และปิยะ กิติภาดากุล. 2561. เสถียรภาพผลผลิตหัวแห้งและแป้งของมันสำปะหลังสายพันธุ์ KUC50-17-3 ในฤดูปลูกปลายฝน, น. 1936 - 1943 ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 6-7 ธันวาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- ฉวีวรรณ หงษ์ทองนพคุณ, สุวิษรณ์ วิชกุล, นราภรณ์ เกาประเสริฐ และปิยะ กิติภาดากุล. 2561. การเปรียบเทียบระบบการรับซื้อมันสำปะหลังเพื่อเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่ปลูก. การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี พ.ศ. 2561 วันที่ 23-24 เมษายน 2561 ณ โรงแรมเดอะชาयน์ รีสอร์ท พัทยา ชลบุรี.
- Kittipadakul, P., P. Kongsil, C. Phumichai, and S.H. Jansky. 2017. Chapter 7 Breeding cassava for higher yield, pp. 139-170. *In* C. Hershey, C., eds. Achieving sustainable cultivation of cassava Volume 2: Genetics, breeding, pests and diseases. Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK (ISBN: 9781786760043).
- Kongsil P., Kittipadakul P., Phumichai C., Lertsuchatavanich U., Petchpoung K. 2016. Path Analysis of Agronomic Traits of Thai Cassava for High Root Yield and Low Cyanogenic Glycoside. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 39 (2): 197-218.
- ปรกรณ์ศิริ บั้งทอง, ภัศจี คงศีล และปิยะ กิติภาดากุล. 2559. ศักยภาพการให้ผลผลิตของการตอกิ่งโดยใช้มันสำปะหลังป่าเป็นส่วนยอด, น. 77-85 ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 13 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 8-9 ธันวาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- Kittipadakul, P., B. Jaipeng, A. Slater, W. Stevenson, and S. Jansky. 2015. Potato Production in Thailand. *American Journal of Potato Research* 93: 380-385. DOI 10.1007/s12230-016-9511-y.
- Jansky, S.H., Y.S. Chung, and P. Kittipadakul. 2014. M6: A Diploid Potato Inbred Line for Use in Breeding and Genetics Research. *Journal of Plant Registrations* 8:195-199. DOI 10.3198/jpr2013.05.0024crg.
- ปิยะ กิติภาดากุล วิจารย์ วิชชุกิจ และสมศักดิ์ ป้องปัญจมิตร. 2557. การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังกับการปลูกด้วยระบบน้ำหยด (ตอนที่ 1). *เคหการเกษตร* 38 (5): 229-232.
- ปิยะ กิติภาดากุล วิจารย์ วิชชุกิจ และสมศักดิ์ ป้องปัญจมิตร. 2557. การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังกับการปลูกด้วยระบบน้ำหยด (ตอนที่ 2). *เคหการเกษตร* 38 (6): 181-185.

- ปิยะ กิตติภาดากุล, วิจารณ์ วิชชุกิจ และสมศักดิ์ ป้องปัญญมิตร. 2557. การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังกับการปลูกด้วยระบบน้ำหยด (ตอนจบ). เกษตรศาสตร์ 38 (7): 229–233.
- Kittipadakul, P., P.C. Bethke, and S. Jansky. 2012. The Effect of Photoperiod on Tuberization in Cultivated × Wild Potato Species Hybrids. *Potato Research* 55: 27-40. DOI 10.1007/s11540-011-9204-3.
- Aiemnaka, P., A. Wongkaew, J. Chanthaworn, S.K. Nagashima, S. Boonma, J. Authapun, S. Jenweerawat, P. Kongsila, P. Kittipadakul, S. Nakasathien, T. Sreewongchai, W. Wannarat, V. Vichukit, L.A.B. Lopez-Lavalle, H. Ceballos, C. Rojanaridpiched, and C. Phumichai. 2012. Molecular Characterization of a Spontaneous Waxy Starch Mutation in Cassava. *Crop Sci.* 52: 2121-2130. doi: 10.2135/cropsci2012.01.0058.
- วิจารณ์ วิชชุกิจ, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, เอ็จ สโรบล, จำลอง เจียมจันรรจา, กล้าณรงค์ ศรีรอด, เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, วชิร เลิศมงคล, ปิยะ กิตติภาดากุล, จำนงค์ ชัญญาวาร และสุภาวดี บุญมา. 2554. หัวขบวน 80: มันสำปะหลังพันธุ์แรกของไทยที่ได้รับการจดทะเบียนพันธุ์พืชใหม่. *ว.วิทยาศาสตร์เกษตร* 42 (3): 349-358.
- ปิยะ กิตติภาดากุล, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, วิจารณ์ วิชชุกิจ, และจำนงค์ ชัญญาวาร. 2554. ศักยภาพการคัดเลือกสมรรถนะการรวมตัวของพ่อแม่พันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง” ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 กุมภาพันธ์ 2554 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- ปิยะ กิตติภาดากุล และ Shelley Jansky. 2554. การใช้ PROC MIXED ในการวิเคราะห์ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ในงานปรับปรุงพันธุ์มันฝรั่ง. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 กุมภาพันธ์ 2554 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- Kittipadakul, P. 2010. Genetics dissection of tuberization in response to photoperiod in potato . Ph.D. Dissertation. University of Wisconsin-Madison, Madison.
- Kittipadakul, P. 2009. Poster “*Tuberization response to photoperiod in potato haploid - wild species hybrids*” at 3rd Annual National Plant Breeding Workshop at Monona Terrace Convention Center, Madison, Wisconsin.
- Kittipadakul, P. 2009. “*Phenotyping and mapping of tuberization in potato*” at the NCCC84 Potato Genetics Technical Committee meeting, Chicago, IL
- Kittipadakul, P. 2009. “*Genetics of tuberization in response to photoperiods*” at the NCCC84 Potato Genetics Technical Committee meeting, Chicago, IL
- Kittipadakul, P. 2008. “*Studying a genetic model for tuberization in potato*” at the NCCC84 Potato Genetics Technical Committee meeting, Chicago, IL
- ปิยะ กิตติภาดากุล, เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, วิจารณ์ วิชชุกิจ, ประภาส ช่างเหล็ก, ชเนษฐ์ ม้าลำพอง, และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. 2547. เสถียรภาพของพันธุ์มันสำปะหลังไทย, น.191-201. ใน การประชุมทาง

วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2547 ณ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ปิยะ กิตติภาดากุล, วิจารย์ วิชชุกิจ, เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, มะลิ ยูระสิทธิ์ และนงลักษณ์ ลอพิริยะกุล. 2545.
การประเมินเชื้อพันธุกรรมพันธุ์มันสำปะหลังที่เป็นพันธุ์การค้าและพันธุ์ดั้งเดิมของประเทศไทย, น. 20.)1-
13 หน้า(ใน การประชุมวิชาการ เกษตรนเรศวร ครั้งที่ 1 วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2545 ณ มหาวิทยาลัย
นเรศวร จ.พิษณุโลก.

ปิยะ กิตติภาดากุล, ประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์, อดุลย์ พงษ์พั้ว และปทุมพร พุทธา. 2543. ศักยภาพของการคัดเลือก
ขั้นต้นที่มีต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของแผนงานปรับปรุงพันธุ์อ้อย, น. 271-280. ใน การประชุมวิชาการ
อ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ครั้งที่ 4 วันที่ 15-17 สิงหาคม 2543 ณ โรงแรมสีมาธานี จ.นครราชสีมา.
สมาคมนักวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งประเทศไทย.

ปิยะ กิตติภาดากุล และเรวัต เลิศฤทัยโยธิน. 2543. การจำแนกเชื้อพันธุกรรมอ้อยโดยใช้องค์ประกอบผลผลิต, น.
289-303. ใน การประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งชาติ ครั้งที่ 4 วันที่ 15-17 สิงหาคม 2543 ณ
โรงแรมสีมาธานี จ.นครราชสีมา. สมาคมนักวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งประเทศไทย.

ปิยะ กิตติภาดากุล. 2543. การควบคุมกำจัดวัชพืชในไร่อ้อยโดยการใช้สารกำจัดวัชพืชอย่างมีประสิทธิภาพ, น. 58-
67. วารสาร ส.ก.ว .ปีที่ 7 ฉบับที่ 3 ประจำเดือนธันวาคม 2543.

ผลงานที่ผ่านมา :

- Promchote, P., B. Pokharel, L. Deng, S.-Y.S. Wang, J.-H. Yoon, and P. Kittipadukul, 2023. Boosting Thailand's palm oil yield with advanced seasonal predictions. *Environmental Research Letters*. 18: 071004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ace06c>.
- Promchote, P., S.-Y.S. Wang, J.-H. Yoon, P.G. Johnson, E. Creech, Y. Shen, and M.-H. Yao. 2022. On the changing cool season affecting rice growth and yield in Taiwan. *Agronomy*, 12(11): 2625. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112625>.
- Jeammuangpuk, P., P. Promchote, J. Duangpatra, T. Chaisan, D. Onwimol, and C.K. Kvien. 2020. Enhancement of Tainan 9 peanut seed storability and germination under low temperature. *International Journal of Agronomy*. ID 8813285. <https://doi.org/10.1155/2020/8813285>.
- Promchote, P., S.-Y. S. Wang, B. Black, and P.G. Johnson. 2020. Subseasonal prediction for bloom dates of tart cherries in Utah and Michigan, USA: merging phenological models with CFSv2 forecast. *International Journal of Biometeorology* 64: 2141–2152. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02005-9>.
- Xu, C., B.M. Buckley, P. Promchote, S.-Y. S. Wang, N. Pujimonng, W. An, M. Sano, T. Nakatsuka, and Z. Guo. 2019. Increased variability of Thailand's Chao Phraya River peak season flow and its association with ENSO variability: Evidence from tree ring $\delta^{18}\text{O}$. *Geophysical Research Letters*. 46(9): 4863–4872. <https://doi.org/10.1029/2018GL081458>.
- Mukherjee, A., S.-Y. S. Wang, and P. Promchote. 2019. Examination of the climate factors that reduced wheat yield in northwest India during the 2000s. *Water*. 11(2): 343-1–343-13. <https://doi.org/10.3390/w11020343>.
- Promchote, P., S. Y. S. Wang, Y. Shen, P.G. Johnson, and M.-H. Yao. 2017. A seasonal prediction for the wet-cold spells leading to winter crop damage in northwestern Taiwan with a combined empirical-dynamical approach. *International Journal of Climatology* 38: 571–583. <https://doi.org/10.1002/joc.5194>.

Huang, W.-R., S.-H. Wang, M.-C. Yen, N.-H. Lin, and P. Promchote. 2016. Interannual variation of springtime biomass burning in Indochina: Regional differences, associated atmospheric dynamical changes, and downwind impacts. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 121: 10016–10028.

<https://doi.org/10.1002/2016JD025286>.

Promchote, P., S.-Y. Wang, and P. G. Johnson, 2016: The 2011 Great Flood in Thailand: Climate Diagnostics and Implications from Climate Change. *Journal of Climate*, 29, 367-379. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0310.1>.

Wang, S.-Y., P. Promchote, H. T. Luu, B. Buckley, R. Li, R. R. Gillies, T. Q. T. Nguyen, B. Guan, and T. T. Monh. 2015. Changes in the autumn precipitation and tropical cyclone activity over Central Vietnam and its East Sea. *Vietnam Journal of Earth Sciences* 36: 1–7.



ชื่อ-นามสกุล : รองศาสตราจารย์ ดร.วิชณ อรรณวานิช

ตำแหน่งงานปัจจุบัน : อาจารย์

ตำแหน่งในโครงการ : ผู้ร่วมวิจัย

ประวัติการศึกษา :

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	ชื่อปริญญา	สาขาวิชา (วิชาเอก)	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2554	เอก	Ph.D.	Agricultural Economics	Texas A&M University	USA
2547	โท	M.A.	Economics (English Program)	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	ไทย
2544	ตรี	วท.บ. (เกียรตินิยมอันดับ 1)	เศรษฐศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

ประสบการณ์การทำงาน :

- ม.ค. 2545 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ม.ค. 2565 – ปัจจุบัน รองผู้อำนวยการศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ธ.ค. 2562 – ปัจจุบัน ผู้ช่วยรองบรรณาธิการ วารสาร Climatic Change, Springer
- ธ.ค. 2562 – ปัจจุบัน คณะกรรมการอำนวยการ สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ (สอวช.)
- ก.พ. 2561 – ปัจจุบัน ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- 2566, 2562, 2560, 2559, 2557 Visiting Fellow, University of Oxford, UK.
- ต.ค. 2554 – พ.ย. 2555 Postdoctoral (Agricultural and Applied Economics), Rutgers, the State University of New Jersey, USA.
- ต.ค. 2559 – ก.ย. 2560 นักวิชาการอาคันตุกะ สถาบันวิจัยเศรษฐกิจป๋วย อึ๊งภากรณ์ ธนาคารแห่งประเทศไทย

นักวิจัยด้าน : เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์เกษตร

ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง : ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม; การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ; การประเมินโครงการและนโยบาย; การพัฒนาและวางแผน; การเกษตร; พลังงาน; การจัดการ

ผลงานที่ผ่านมา :

ก. ผลงานวิจัยตีพิมพ์ (ระดับชาติ และระดับนานาชาติ)

- 1) Chavanaves, S., Fantke, P., Limpaseni, W., Attavanich, W., Panyametheekul, S., Gheewala, S. H., & Prapasongsa, T. 2021. Health impacts and costs of fine particulate matter formation from road transport in Bangkok Metropolitan Region. *Atmospheric Pollution Research*, 12(10), 101191.
- 2) McCarl, B. A., Yu, C. H., & Attavanich, W. 2021. Climate Change Impacts and Strategies for Mitigation and Adaptation in Agriculture. *Atmosphere* 2021, 12(5), 545.
- 3) Pipitpukdee, S., Attavanich, W., and Bejranonda, S. 2020. Impact of Climate Change Land Use, Yield, and Production of Cassava in Thailand. *Agriculture* 2020, 10(9), 402
- 4) Pipitpukdee, S., Attavanich, W., and Bejranonda, S. 2020. Climate Change Impacts on Sugarcane Production in Thailand. *Atmosphere* 2020, 11, 408.
- 5) Pochanasomboon, A., Attavanich, W. and Kidsom, A., 2020. Impacts of Land Ownership on the Economic Performance and Viability of Rice Farming in Thailand. *Land*, 9(3), 71.
- 6) Attavanich, W. 2019. Cost of Thai Society from Air Pollution and Countermeasures. *aBRIDGEd* Issue 7/2019: 1-11. Puey Ungphakorn Institute for Economic Research, Bank of Thailand
- 7) Hein, Y., Vijitsrikamol, K., Attavanich, W., & Janekarnkij, P. 2019. Do Farmers Perceive the Trends of Local Climate Variability Accurately? An Analysis of Farmers' Perceptions and Meteorological Data in Myanmar. *Climate* 7(64): 1-21.

- 8) Hein, Y., Vijitsrikamol, K., Attavanich, W., & Janekarnkij, P. 2019. Economic Assessment of Climate Adaptation Options in Myanmar Rice-Based Farming System. *Journal of Agricultural Science* 11(5): 35-48.
- 9) Brown, M.E., R.C. Carr, K.L. Grace, K. Wiebe, C.C. Funk, W. Attavanich, P. Backlund, and L. Buja. 2017. Do Markets and Trade Help or Hurt the Global Food System Adapt to Climate Change? *Food Policy* 68: 154–159.
- 10) Attavanich, W. 2016. “Did the Thai Rice-Pledging Program Improve the Economic Performance and Viability of Rice Farming?” *Applied Economics* 48(24): 2253-2265.
- 11) Attavanich, W. and B.A. McCarl. 2014. “How is CO₂ Affecting Yields and Technological Progress? A Statistical Analysis.” *Climatic Change* 124(4): 747-762.
- 12) Attavanich, W., B.A. McCarl, Z. Ahmedov, S. Fuller, and D.V. Vedenov. 2013. “Effects of Climate Change on U.S. Grain Transport.” *Nature Climate Change* 3: 638–643.

ข. บทความในหนังสือ

- 1) Attavanich, W., B.S. Rashford, R.M. Adams, and B.A. McCarl. 2014. “Land Use, Climate Change, and Ecosystem Services.” In the Oxford Handbook of Land Economics., Eds. Duke, M. Joshua, and J.J. Wu. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-976374-0, pp 800.
- 2) McCarl, B.A., W. Attavanich, M. Musumba, J. Mu, and R. Aisabokhae. 2014. “Land Use and Climate Change.” In the Oxford Handbook of Land Economics., Eds. Duke, M. Joshua, and J.J. Wu. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-976374-0, pp 800.

ค. โครงการวิจัยที่ทำในอดีตและที่กำลังทำในปัจจุบัน

- 1) Attavanich, W. & S. Udomvitid. 2023. Review the Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand, Agricultural Strategic Plan for Climate Change (ASPCC) 2017-2022 and development of the ASPCC 2023-2027. Funded by

- FAO & UNDP under supervision of OAE. Project no. UNFA/GLO/616/UND (Role: Principal Investigator).
- 2) Attavanich, W. 2022. Economic Valuation of Ecosystem Services in Thailand: A Meta-Analysis. Funded by Department of Economics, Kasetsart University (Role: Principal Investigator)
 - 3) Attavanich, W. et al., 2021. Expert on Agriculture Digitalization Policy (Recommendation for Thailand in Support of COVID-19 Recovery). Funded by UN FAO Regional Office for Asia and the Pacific (FAORAP) (Role: Principal Investigator)
 - 4) Attavanich, W., Chantararat, S. 2021. Thailand Rural Income Diagnostic (RID). The World Bank. (Role: Principal Investigator)
 - 5) Attavanich, W. 2020. COVID-19 Country Assessment of Impacts and Response Options on Food Systems, Food Security and Nutrition, and Livelihoods (National Consultant). Funded by FAO Regional Office for Asia and the Pacific (FAORAP) with the support from Ministry of Agriculture and Cooperatives. (Role: Principal Investigator)
 - 6) Attavanich. 2019. The Effect of Climate Change on Natural Rubber Production. Funded by Department of Economics, Kasetsart University (Role: Principal Investigator)
 - 7) Attavanich. 2018. Drafting Report on the Performance of the United Nations Convention on the Prevention of Desertification Year 2018. Funded by Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives (Role: Principal Investigator)
 - 8) Attavanich, W. 2017. Effects of Climate Change on Thailand's Agriculture: New Results. Funded by Department of Economics, Kasetsart University (Role: Principal Investigator)

ง. รางวัลที่ได้รับรางวัล

ระดับนานาชาติ

- 1) รางวัล 2016 Abraham Lincoln Honor Award for Increasing Global Food Security จากการมีส่วนร่วมในผลงานวิจัยเรื่อง "Climate Change, Global Food Security, and the U.S. Food System" มอบโดย กระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา, 2559.

ระดับชาติ

- 1) รางวัล ป่วย อึ้งภากรณ์ สำหรับนักเศรษฐศาสตร์รุ่นใหม่ที่มีผลงานดีเด่น ประจำปี 2562 จากสถาบันป่วย อึ้งภากรณ์ มูลนิธิ 50 ปี ธนาคารแห่งประเทศไทย และสถาบันวิชาการด้านเศรษฐศาสตร์ทั้ง 7 สถาบัน (คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ สถาบันวิจัยนโยบายเศรษฐกิจ การคลัง ธนาคารแห่งประเทศไทย และมูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศไทย)
- 2) รางวัลนิสิตเก่าดีเด่นมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ประจำปี 2565 ประเภทนักวิชาการ



ชื่อ-นามสกุล : นายอุดมศักดิ์ เหลืองขวัญ

ตำแหน่งงานปัจจุบัน : ที่ปรึกษาอิสระ

ตำแหน่งในโครงการ : ผู้ร่วมวิจัย

ประวัติการศึกษา :

ปีที่จบ	ปริญญา	วุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	วิชาเอก	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
2535	ตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมไฟฟ้า	ไฟฟ้าสื่อสาร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	ไทย

ประสบการณ์การทำงาน :

ระยะเวลา	ชื่อบริษัท/องค์กร	ตำแหน่ง
2559-2563	บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)	ผู้จัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยีการวิจัย (Innovation Technology and Researcher Manager)
2551-2559	บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)	ผู้จัดการฝ่ายระบบสื่อสาร
2543-2551	บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)	ผู้อำนวยการด้าน Satellite Payload
2539 - 2543	PT Asia Cellular Satellite ประเทศอินโดนีเซีย	ผู้อำนวยการด้าน Satellite Payload
2535-2539	Acumen	วิศวกรระบบสื่อสาร

ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง :

ด้านการวิเคราะห์ จัดการแพลตฟอร์มนวัตกรรม โอกาสในการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางธุรกิจ แพลตฟอร์มนวัตกรรม ทั้งทางด้านคอนเซ็ปต์และด้านการนำมาใช้จริง ค้นคว้าและระบุโอกาสทางธุรกิจทางธุรกิจแพลตฟอร์มนวัตกรรม รวมถึงตลาดใหม่พื้นที่การเติบโตแนวโน้มลูกค้า ความร่วมมือผลิตภัณฑ์และบริการหรือวิธีการใหม่

ความรู้ความสามารถด้านเทคโนโลยีดาวเทียม ตรวจสอบ ติดตาม ทดสอบการผลิตดาวเทียม

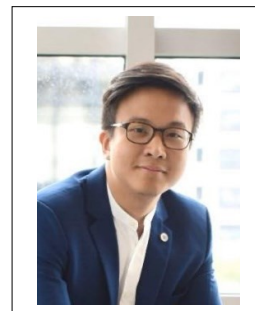
ผลงานที่ผ่านมา :

ตารางรายละเอียดประสบการณ์การทำงาน

ระยะเวลา	รายละเอียดประสบการณ์การทำงาน
2559-2563	<p>ชื่อบริษัท/องค์กร: บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)</p> <p>ตำแหน่ง: ผู้จัดการนวัตกรรมและเทคโนโลยีการวิจัย</p> <p>ความรับผิดชอบ: ดูแล ด้านการวิเคราะห์ จัดการแพลตฟอร์มนวัตกรรมและร่วมมือกับนักวิชาการที่สำคัญและองค์กรธุรกิจที่สำคัญ</p> <p>ศึกษาและระบุโอกาสในการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางธุรกิจแพลตฟอร์มนวัตกรรม ทั้งทางด้านคอนเซ็ปต์และด้านการนำมาใช้จริง ค้นคว้าและระบุโอกาสทางธุรกิจทางธุรกิจแพลตฟอร์มนวัตกรรม รวมถึงตลาดใหม่พื้นที่การเติบโตแนวโน้มลูกค้า ความร่วมมือผลิตภัณฑ์และบริการหรือวิธีการใหม่ ๆ ในการเข้าถึงตลาดที่มีอยู่ การวางแผนเชิงกลยุทธ์และการวางตำแหน่ง Business model, Feasibility Study Business model canvas</p> <p>ตัวอย่างผลงาน ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- ดำเนินการร่างบันทึกความเข้าใจ 2019 MOU-Thaicom-PTT on Sandbox Wanjan area 2- ดำเนินการจัดการบันทึกความเข้าใจ 2019 MOU-Thaicom-Gistda on GIS business opportunity 3- ดำเนินการจดทะเบียนสิทธิบัตร 2017 – Auto Diveristy Satellite Network 4- ดำเนินการจดทะเบียนสิทธิบัตร 2017 – Smart Remote TV 5- ดำเนินการจดทะเบียนสิทธิบัตร 2017 – 4G Satellite Network with Softbank-Japan 6- ดำเนินการจดทะเบียนสิทธิบัตร 2016 – AntiJam Satellite 7- ดำเนินการจัดการจัดการข้อตกลงการไม่เปิดเผยข้อมูล 2016 NDA- Getsat Thaicom- on Satellite technology Antenna business opportunity 8- ดำเนินการจัดการจัดการข้อตกลงการไม่เปิดเผยข้อมูล 2016 NDA- Thaicom-Satixfy on Satellite technology business opportunity

	<p>9- ดำเนินการจัดการจัดการข้อตกลงการไม่เปิดเผยข้อมูล 2015 NDA- Thaicom-Kymeta on Satellite technology Antenna business opportunity</p>
<p>2551-2559</p>	<p>ชื่อบริษัท/องค์กร: บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)</p> <p>ตำแหน่ง: ผู้จัดการฝ่ายระบบสื่อสาร</p> <p>ความรับผิดชอบ: ดูแล สนับสนุนระบบดาวเทียม การปฏิบัติการด้านดาวเทียม การคำนวณการใช้งานดาวเทียม ให้คำปรึกษา และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>ตัวอย่างผลงาน ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- CE fundamental and CE goal for next gen CE for next gen satellite operation 2- Design CE Online platform for Next Gen Paperless Automate system on Paperwork process 3- CE Troubleshooting and analysis 4- Next Gen satellite Next gen satellite - SD sat (Software Define Satellite) 5- Next Gen Flexible PL Resource Management 6- Design Flexible PL Resource Management Tool 7- Implement Flexible PL Tool Module Making Flexible payload Resource Management
<p>2543-2551</p>	<p>ชื่อบริษัท/องค์กร: บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน)</p> <p>ตำแหน่ง: ผู้ชำนาญการด้าน Satellite Payload</p> <p>ความรับผิดชอบ: ตรวจสอบ ติดตาม ทดสอบการผลิตดาวเทียมไทยคม 5, Thaicom4-iPSTAR ให้เป็นไปตาม spec และเวลาที่กำหนด โดยได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ตัดสินใจในการตรวจสอบ</p> <p>ตัวอย่างผลงาน ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2548 ประเทศฝรั่งเศส Space Alcatel - ร่วมโปรแกรม ดาวเทียมไทยคม ตรวจสอบ ติดตาม ทดสอบการผลิตดาวเทียมไทยคม 5 ให้เป็นไปตาม spec และเวลาที่กำหนด โดยได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ตัดสินใจในการตรวจสอบ

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2545-2547 ประเทศสหรัฐอเมริกา Space System Loral ร่วมโปรแกรมดาวเทียมไอพีสตาร์ (IPSTAR) ตรวจสอบ ติดตาม ทดสอบการผลิตดาวเทียมไทยคมไอพีสตาร์ ให้เป็นไปตาม specification และเวลาที่กำหนด โดยได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ตัดสินใจในการตรวจสอบ
<p>2539 - 2543</p>	<p>ชื่อบริษัท/องค์กร: PT Asia Cellular Satellite ประเทศอินโดนีเซีย</p> <p>ตำแหน่ง: ผู้ชำนาญการด้าน Satellite Payload</p> <p>ความรับผิดชอบ: ตรวจสอบ ติดตาม ทดสอบการผลิตดาวเทียม Garuda-1 (ACeS)</p> <p>ตัวอย่างผลงาน ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 2539-2542 ประเทศสหรัฐอเมริกา Lockheed-Martin - ตรวจสอบ ติดตาม และทดสอบการผลิตดาวเทียม Garuda-1(ACeS) ให้เป็นไปตาม specification และเวลาที่กำหนด โดยได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ตัดสินใจในการตรวจสอบต่างๆ
<p>2535-2539</p>	<p>ชื่อบริษัท/องค์กร: บริษัท Acumen จำกัด</p> <p>ตำแหน่ง: วิศวกร (Engineer)</p> <p>ความรับผิดชอบ: ปฏิบัติงานสนับสนุน ทดสอบ VSAT ในหลายๆ โครงการ ทั้งแท่นขุดเจาะน้ำมัน พื้นที่ห่างไกล รวมถึงต่างประเทศ</p>



ชื่อ-นามสกุล : นายวสันชัย วงศ์สันตวินิช

ตำแหน่งงานปัจจุบัน : CEO – Founder บริษัท เดลว์ แอโรสเปซ จำกัด

ตำแหน่งในโครงการ : ผู้ร่วมวิจัย

ประวัติการศึกษา :

2551 – 2553 ปริญญาโท Aerospace Mechanics and Avionics, l’Institut Supérieur de l’Aéronautique et de l’Espace (ISAE), Toulouse, France
Masters of Science in Aerospace Mechanics and Avionics (recipient of GIFAS scholarship)

2546 – 2550 ปริญญาตรี วิศวกรรมการบินและอวกาศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

ประสบการณ์การทำงาน :

2565 - ปัจจุบัน CEO – Founder
บริษัท เดลว์ แอโรสเปซ จำกัด

2556 – 2565 สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.)
- วิศวกรระบบดาวเทียม, สำนักปฏิบัติการดาวเทียม อุทยานรังสรรค์นวัตกรรมอวกาศ
- หัวหน้าศูนย์วิจัยเพื่อพัฒนาเชิงกลยุทธ์และปฏิบัติการด้านการบินและอวกาศ (Strategic and Operations Aerospace Research (SOAR))
- หัวหน้าโครงการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนถ่ายภาพด้วยดาวเทียม (OPTEMIS)
- หัวหน้าโครงการ Thailand Space Situational Awareness (Thai-SSA)
- หัวหน้าโครงการพัฒนาเครื่องมือเพื่อบริหารจัดการบั้งไฟ-คอมลอย (ระบบบำเพ็ญ)
- หัวหน้าโครงการพัฒนาแพลตฟอร์มบริหารจัดการอากาศยานไร้คนขับ (USOAR)
- หัวหน้าโครงการพัฒนาระบบบริหารจัดการการบัญชาการแก้ไขปัญหาไฟป่า – หมอกควัน (FAIPA)
- หัวหน้า โครงการพัฒนาระบบแจ้งเตือนล่วงหน้าและระบุตำแหน่งการเผาในที่โล่ง โดยใช้โครงข่ายสื่อสาร อุปกรณ์เซ็นเซอร์ และอากาศยานซึ่งไม่มีนักบิน (Drones)

- คณะทำงานนโยบายห้วงอากาศชาติ (CNS, Airspace), สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย
 - ที่ปรึกษาด้านข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อการคมนาคมทางอากาศ, สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย
 - Technical Steering Committee - Sentinel Asia
 - ผู้ช่วยเลขานุการ คณะอนุกรรมการจัดทำแผนและนโยบายการเฝ้าระวังและบริหารจัดการจราจรทางอวกาศ
 - ที่ปรึกษา สถาบันเทคโนโลยีอวกาศนานาชาติเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ (INSTED - สทอศ.)
 - รางวัล Emerging Space Leaders จากสมาพันธ์อวกาศนานาชาติ International Astronautical Federation ได้รับเมื่อเดือนตุลาคม 2561 ในงาน International Astronautical Congress ณ เมืองเบอร์เมน สาธารณรัฐเยอรมนี
 - รางวัลผลงานดีเด่น สำหรับโครงการ SafeSky จากมูลนิธิเจ้าฟ้าไอที สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ปี 2561
- 2557 – 2560 ผู้ประสานงานประจำประเทศไทย (National Point of Contact) ประจำ Space Generation Advisory Council (SGAC) ความร่วมมือภายใต้ United Nations Programme on Space Applications (UNOOSA)
- 2553 วิศวกร, Flight Physics Department AIRBUS - เมืองตุลูลุส, ประเทศฝรั่งเศส
- 2552 ISAE - Toulouse, Master's degree research thesis: Study on Impact Force Identification
- 2550 – 2551 วิศวกรอากาศยาน, บริษัท ไทยแอร์เอเชีย จำกัด, ประเทศไทย
- 2549 นักวิจัย, Institute of Aeronautics and Astronautics, National Cheng Kung University, Taiwan, Project: SWAN UAV longitudinal attitude sensor development and implementation

นักวิจัยด้าน :

ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง : Aerospace Automatic Control and Guidance

ผลงานที่ผ่านมา :

Vongsantivanich W., Horma P., Miyoshi T., Kawakita S., ‘Space Data Provider Nodes Management Platform for Disaster Response’, 70th International Astronautical Congress, WashingtonDC, USA

Horma P., Nounkhaow S., Chamnong N., Vongsantivanich W., ‘GIS Platform for Augementing Space Situational Awareness’, 40th Asian Conference on Remote Sensing, Daejeon, Korea, 2019

Vongsantivanich W., Ho L.X., Verspiren Q., ‘Using space for disaster management in emerging space states: A critical assessment’, 69th International Astronautical Congress, Bremen, Germany, 2018

Holvoet N., Chaimatanan S., Vongsantivanich W., Delahaye D., ‘Mission Planning for a Non-homogeneous Earth Observation Satellites Constellation for Disaster Response’, 15th International Conference on Space Operations, Marseille, France, 2018

Vongsantivanich W., Horma P., Chaimatanan S., ‘Integrated Mission Planning and Scheduling Tool to Foster EOS Co-constellation’, 68th International Astronautical Congress, Adelaide, Australia, 2017

Vongsantivanich W., ‘The First Year of SPACE INSPIRIUM, Lesson Learned from the First Space Museum in Emerging Space Country’, 68th International Astronautical Congress, Adelaide, Australia, 2017

Vongsantivanich W., Chaimatanan S., ‘The Development of Mission Planning Tool for Thailand’s Earth Observation Mission’, AIAA 14th International Conference on Space Operations, Daejeon, Korea, 2016

Chaimatanan S., Vongsantivanich W., ‘Mission Planning Tool for Thaichote Earth Observation Satellite’, The 36th Asian Conference on Remote Sensing, Manila, The Philippines, 2015

Waranon L., Nakamura S., Vongsantivanich W., 'Inter-Satellite Link Assessment for Thaichote EOS Satellite Communication Enhancement', 36th Asian Conference on Remote Sensing, Manila, Philippines, 2015

Vongsantivanich W., Sachasiri R., et al, 'The Evolution of GISTDA's Satellite Control Center', 35th Asian Conference on Remote Sensing, Nay Pyi Daw, Myanmar, 2014

Vongsantivanich W., Defay F., Berard C., 'Multi-level Fine Pointing Testbed for Space Applications', ESA 4S Symposium, Portoroz, Slovenia, 2012

Vongsantivanich W., Defay F., Berard C., 'Staging Control fine Pointing System for Space Applications', EDSYS Congres, Toulouse, France, 2011



กองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชน์สาธารณะ
(สำนักงาน กสทช.)