

การสร้างแผนที่ความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วมโดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย

Flood Susceptibility Map Based on Frequency Ratio Method at Songkhla Lake Basin in the Southern of Thailand

ธิดาภัทร อนุชาญ^{1*} และ นิติ เอี่ยมชื่น²

Thidapath Anucharn^{1*} and Niti Iamchuen²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหาดใหญ่

² สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

¹ Information Technology Department, Faculty of Science and Technology, Hatyai University

² Division of Geographic Information Science, School of Information and Communication Technology, University of Phayao

Received : 30 January 2017

Accepted : 3 May 2017

Published online : 15 September 2017

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำท่วม (ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง ความลาดชัน การระบายน้ำของพื้นผิวดิน ความหนาแน่นของทางน้ำ ความหนาแน่นของเส้นทางถนน และการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน) เพื่อทำแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยนำปัจจัยดังกล่าวมาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่น้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2557 และสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม โดยวิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio: FR) ผลจากการจำแนกพื้นที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม แบ่งออกเป็น 5 ระดับ พบว่า พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวมากที่สุดครอบคลุมพื้นที่ 1,907.96 ตร.กม. คิดเป็น 22.19% ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวมาก ครอบคลุมพื้นที่ 1,863.88 ตร.กม. คิดเป็น 21.67% ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวปานกลาง ครอบคลุมพื้นที่ 1,171.03 ตร.กม. คิดเป็น 13.62% ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวน้อย ครอบคลุมพื้นที่ 1,961.25 ตร.กม. คิดเป็น 22.81% ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวน้อยที่สุด ครอบคลุมพื้นที่ 1,695.51 ตร.กม. คิดเป็น 19.72% ของพื้นที่ทั้งหมด แผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีความถูกต้องของการพยากรณ์เท่ากับ 88.12% และการใช้อัตราส่วนความถี่สามารถพยากรณ์พื้นที่น้ำท่วมได้ 86.27%

คำสำคัญ : น้ำท่วม อัตราส่วนความถี่ แผนที่ความอ่อนไหว พื้นที่ได้เส้นโค้ง ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

*Corresponding author. E-mail : thidapath.a@gmail.com

Abstract

The purpose of this study, Geographic Information System (GIS) and factors that contribute to the flooding (altitude, slope, surface drainage, stream network density, and land use and land cover) were applied in order to create the flood susceptibility map at Songkhla lake basin. All factors were analyzed with flood areas between 2007-2014. Flood susceptibility mapping was illustrated by frequency ratio method and categorized into five classes namely; 1) the very high susceptibility area was 1,907.96 sq.km. (22.19% of the total area), 2) the high susceptibility area was 1,863.88 sq.km. (21.67% of the total area), 3) the moderate susceptibility area was 1,171.03 sq.km. (13.62% of the total area), 4) the low susceptibility area was 1,961.25 sq.km. (22.81% of the total area), and 5) the very low susceptibility area was 1,695.51 sq.km. (19.72% of the total area). The mapping validation effort was examined by using area under curve for flood area. It showed that the success rate curve was 88.12% and the prediction rate curve was 86.27%.

Keywords : flood, frequency ratio, susceptibility mapping, area under curve, Songkhla lake basin

บทนำ

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เป็นระบบนิเวศผสมผสาน ซึ่งประกอบด้วยป่าดิบชื้นซึ่งเป็นป่าต้นน้ำ ป่าชายเลน ป่าพรุ แหล่งน้ำจืดและทะเลสาบ โดยตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดพัทลุง จังหวัดสงขลา 12 อำเภอ และจังหวัดนครศรีธรรมราช 2 อำเภอ (ภาพที่ 1) ทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบที่มีลักษณะเฉพาะแห่งเดียวของประเทศไทย ที่มีน้ำจืดจากลำคลองหลายสาย และน้ำจากแผ่นดินไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา จึงทำหน้าที่เป็นแหล่งรับน้ำ น้ำจืดจากแผ่นดินก่อนที่จะไหลออกสู่อ่าวไทย และมีน้ำเค็มจากทะเลไหลเข้ามาผสมผสานทำให้มีลักษณะเป็นระบบทะเลสาบแบบลากูน (Lagoon) ขนาดใหญ่ (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2010) พื้นที่ป่าต้นน้ำที่สำคัญของทะเลสาบสงขลา ส่วนใหญ่อยู่ในแนวเทือกเขา 2 เทือกเขาที่สำคัญคือ แนวเทือกเขาบรรทัด กับแนวเทือกเขาสันกาลาคีรี ซึ่งเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าหรืออุทยานแห่งชาติ ถัดจากพื้นที่ป่าต้นน้ำเป็นบริเวณชายเขาและที่ราบลุ่มซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของ “คนลุ่มน้ำ” และทำการเกษตร และบริเวณโดยรอบทะเลสาบสงขลา มีแหล่งชุมชน (ชุมชนชนบทและชุมชนเมือง) พื้นที่การเกษตร พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่พรุ และพื้นที่ป่าชายเลน

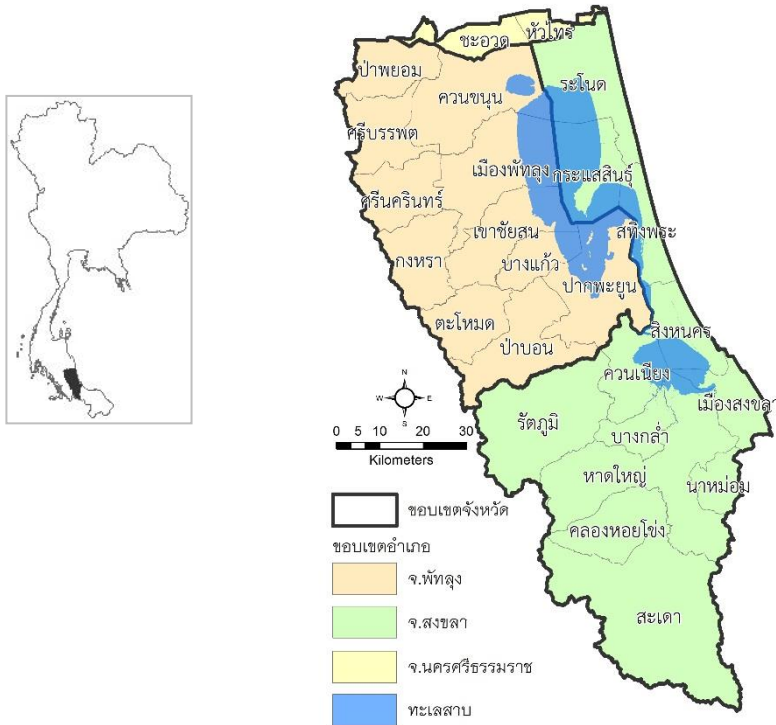
ประวัติการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เกิดตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 3 เมื่อ พ.ศ. 2376 มีบันทึกว่า พระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้พระราชทานข้าวสารจำนวน 1,000 เกวียนแก่ประชาชน และตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่ 2 (พ.ศ. 2485) เป็นต้นมา มีการเกิดน้ำท่วม 16 ครั้ง เป็นน้ำท่วมใหญ่ 3 ครั้ง คือ พ.ศ. 2531 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2553 น้ำท่วมใหญ่สุดเท่าที่เคยเกิดขึ้นมีพื้นที่ท่วมเกิน 3 เมตร ใกล้เคียงรถไฟ ถนนนิพัทธ์อุทิศ 1-3 อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในปีพ.ศ. 2553 น้ำท่วมประมาณ 2 เมตร มีพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วม 220 ตารางกิโลเมตร (Prince of Songkla University, 2016) จังหวัดพัทลุงได้รับผลกระทบจากการเกิดน้ำท่วมเป็นประจำทุกปี โดยมีสาเหตุจากฝนที่ตกหนักในช่วงฤดูฝนในพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำบริเวณเทือกเขาบรรทัด เกิดน้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมฉับพลัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 - 2548 พบว่า มีประชาชนได้รับความเดือดร้อนทั้งสิ้น 395,605 คน 118,328 ครัวเรือน และมีพื้นที่การเกษตรเสียหาย 245,618 ไร่ รวมมูลค่าความเสียหาย 55,595,306 บาท โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2548 ได้เกิดน้ำท่วมถึง 9 อำเภอ 1 กิ่งอำเภอ (Akasawan *et al.*, 2008)

จากสภาพปัญหาดังกล่าว จึงวิเคราะห์หาแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (Flood susceptibility mapping) ซึ่งระบุพื้นที่ที่มีแนวโน้มการเกิดน้ำท่วมบนพื้นฐานความรู้ของตำแหน่งที่เคยเกิดน้ำท่วมจากในอดีตกับปัจจัยทางกายภาพที่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดน้ำท่วมรวมกับการวิเคราะห์ด้วยอัตราส่วนความถี่ (Frequency ratio - FR) ซึ่งพิจารณาความน่าจะเป็นในการเกิดน้ำท่วม เพื่อจัดทำแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (ภาพที่ 2) เพื่อช่วยวางแผนบรรเทาปัญหาอุทกภัย การแจ้งเตือนภัย และการเตรียมรับสถานการณ์ช่วงฤดูฝนในบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

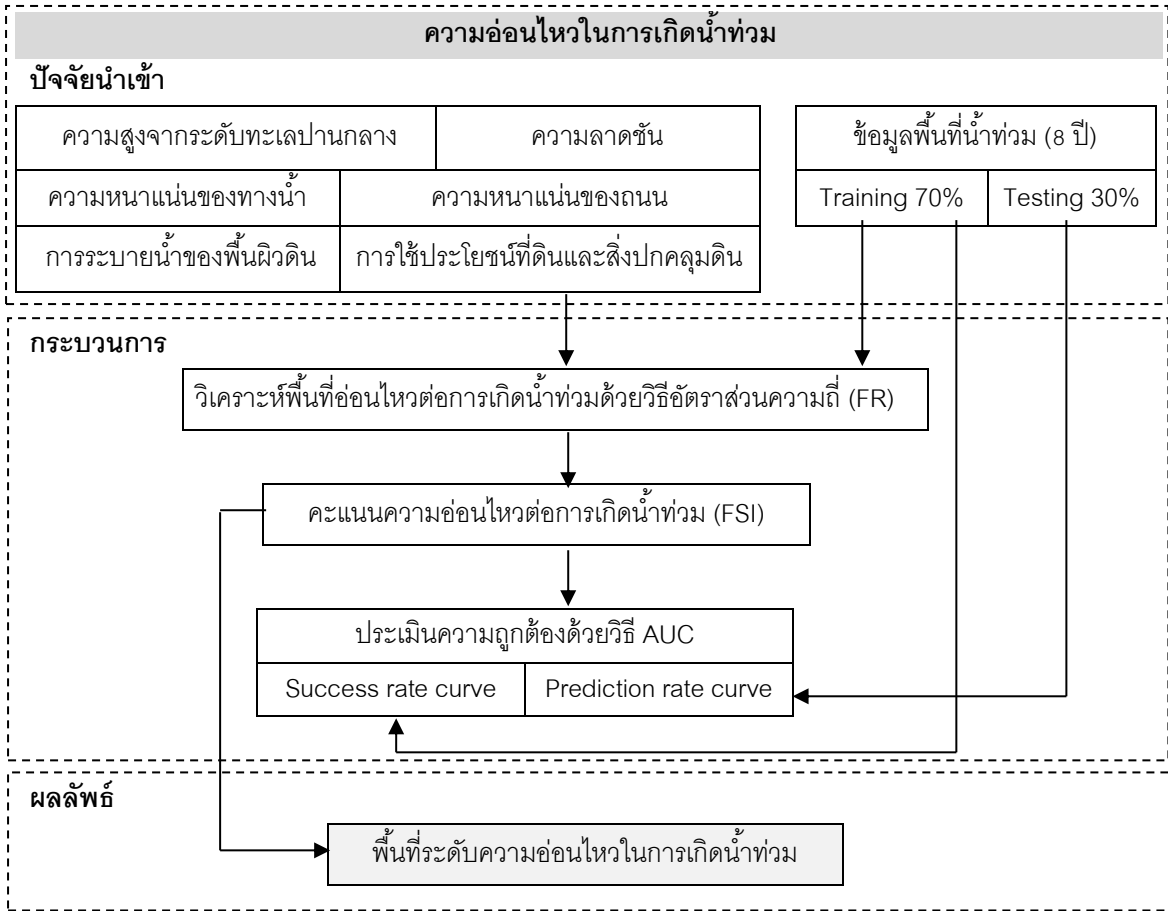
วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ 1) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2) ความลาดชัน 3) การระบายน้ำของพื้นผิวดิน 4) ความหนาแน่นของทางน้ำ 5) ความหนาแน่นของเส้นทางถนน และ 6) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงเขตการปกครองรายอำเภอและอาณาเขตติดต่อ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา



ภาพที่ 2 ขั้นตอนและลำดับการดำเนินงานการวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม

ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง (Mean sea level: MSL) โดยทั่วไปธรรมชาติของการไหลจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำกว่า ดังนั้นเมื่อเกิดฝนตกจะทำให้น้ำฝนไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ สำหรับภาคใต้ฝั่งตะวันออก ระยะเวลาฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะอยู่ในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ในช่วงดังกล่าวจะมีฝนตกชุกมาก เนื่องจากมรสุมนี้นำความชุ่มชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาปกคลุม (Climatological Center, Thai Meteorological Department, 2016) ซึ่งน้ำทะเลหนุนในช่วงนี้จะทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ที่เป็นที่ต่ำได้ ในพื้นที่ได้แบ่งระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางออกเป็น 8 ระดับ ได้แก่ ความสูงน้อยกว่า 50 เมตร, 50 – 100 เมตร, 100 – 150 เมตร, 150 – 200 เมตร, 200 – 250 เมตร, 250 – 300 เมตร, 300 – 350 เมตร และมากกว่า 350 เมตร (ภาพที่ 3)

ความลาดชันของพื้นที่ (Slope) หมายถึง ลักษณะของพื้นที่ที่เป็ียงเบนหรือเอียงไปจากแนวราบหรือแนวระนาบ หรือสัดส่วนของระยะในแนวตั้งกับแนวนอน ความลาดชันของพื้นที่จะมีอิทธิพลต่อลักษณะสมบัติของดิน การไหลบ่าของน้ำและตะกอน พื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำกว่า หรือเป็นที่ราบเมื่อเกิดฝนตกบนพื้นที่นั้นก็จะทำให้เกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่นั้นเป็นระยะเวลานาน แต่ในทางตรงกันข้ามหากพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง เมื่อเกิดฝนตกลงมาก็จะทำให้น้ำฝนไหลออกจากพื้นที่นั้นได้ภายในระยะเวลาที่ไม่นาน ดังนั้นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ ก็จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูงกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ซึ่งได้จัดระดับความลาดชันของพื้นที่ออกเป็น 8 ระดับ อ้างอิงตามการแบ่งความลาดชันของกรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department, 2004) ได้แก่ ระดับความลาดชัน 0 – 2 องศา (ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ), ระดับความลาดชัน 2 – 5 องศา (ลาดชันเล็กน้อยมาก), ระดับความลาดชัน 5 – 12 องศา (ลาดชันเล็กน้อย),

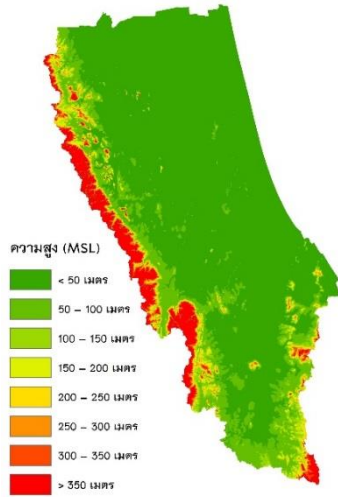
ระดับความลาดชัน 12 – 20 องศา (ลาดชันสูง), ระดับความลาดชัน 20 – 35 องศา (สูงชันปานกลาง), ระดับความลาดชัน 35 – 50 องศา (สูงชัน), ระดับความลาดชัน 50 – 75 องศา (สูงชันมาก) และระดับความลาดชันมากกว่า 75 องศา (สูงชันมากที่สุด) (ภาพที่ 4)

การระบายน้ำของพื้นผิวดิน (Surface drainage) เป็นดินที่มีผลต่อการเกิดอุทกภัย คือ ดินที่มีเนื้อละเอียด โดยเฉพาะดินที่มีค่าอนุภาคของดินเหนียวสูงจะมีการระบายน้ำไม่ดี ทำให้เกิดการแช่ขังของน้ำ ในทางกลับกันดินที่มีอนุภาคของดินเหนียวต่ำจะมีการระบายน้ำได้ดี ซึ่งจะช่วยให้การระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่ที่ประสบน้ำท่วมเป็นไปอย่างรวดเร็วทำให้ไม่เกิดการแช่ขังของน้ำ โดยได้จัดกลุ่มความสามารถในการระบายน้ำของดินตามศักยภาพในการระบายน้ำ อ้างอิงตามกรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department, 2004) ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ระดับ ได้แก่ การระบายน้ำเร็วมาก, การระบายน้ำเร็ว, การระบายน้ำค่อนข้างเร็ว, การระบายน้ำดี, การระบายน้ำดีปานกลาง, การระบายน้ำค่อนข้างมาก, การระบายน้ำมากเกินไป และพื้นที่ไม่มีการสำรวจ (ความลาดชันเชิงซ้อน (Slope complex) จัดอยู่ในกลุ่มชุดดิน 62) (ภาพที่ 5)

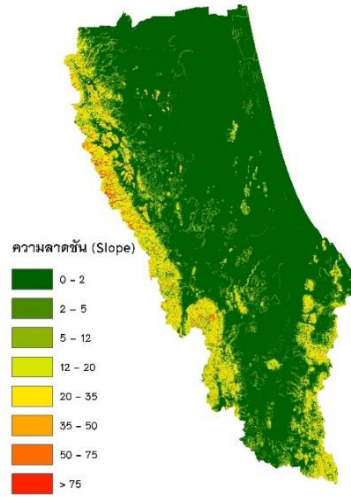
ความหนาแน่นของทางน้ำ (Stream network density) พื้นที่ลุ่มน้ำใดที่มีทางน้ำหนาแน่น การระบายน้ำของพื้นที่ก็จะดี โอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมก็จะน้อยตามไปด้วย การพิจารณาความหนาแน่นของทางน้ำ ได้จัดลำดับชั้นความหนาแน่นของทางน้ำ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ความหนาแน่นของทางน้ำน้อยกว่า 0.5 กม./ตร.กม., ความหนาแน่นของทางน้ำ 0.5 – 1 กม./ตร.กม., ความหนาแน่นของทางน้ำ 1 – 1.5 กม./ตร.กม., ความหนาแน่นของทางน้ำ 1.5 – 2 กม./ตร.กม. และความหนาแน่นของทางน้ำมากกว่า 2 กม./ตร.กม. (ภาพที่ 6)

ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคม (Road network density) ในบริเวณพื้นที่ที่มีเส้นทางคมนาคมมากก็จะเป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำ ส่งผลต่อการระบายน้ำออก เพราะมีสิ่งกีดขวาง ขวางเส้นทางการไหลของน้ำ และทำให้การระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่เป็นไปอย่างล่าช้า โอกาสเกิดอุทกภัยก็จะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย การจัดลำดับชั้นความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมจะพิจารณาแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความหนาแน่นน้อยกว่า 2 กม./ตร.กม., ความหนาแน่น 2 – 4 กม./ตร.กม., ความหนาแน่น 4 – 6 กม./ตร.กม., ความหนาแน่น 6 – 8 กม./ตร.กม., ความหนาแน่น 8 – 10 กม./ตร.กม. และความหนาแน่นมากกว่า 10 กม./ตร.กม. (ภาพที่ 7)

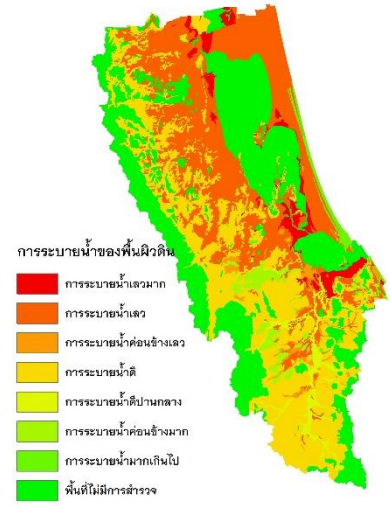
การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land use and land cover) ลักษณะของสิ่งปกคลุมดินหรือการใช้ที่ดินส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วม ในบริเวณพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมดิน เช่น พื้นที่ไผ่ป่าไม้ ไม้ยืนต้น พื้นที่นั้นจะมีโอกาสเกิดน้ำท่วมน้อย เนื่องจากพืชพรรณดังกล่าวสามารถช่วยดูดซับน้ำได้ดี ทำให้น้ำส่วนเกินมีปริมาณลดลงและยังช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วม จึงพิจารณาจากชนิดของสิ่งปกคลุมดินในระดับที่ 1 โดยจัดลำดับออกเป็น 5 ระดับ อ้างอิงตามกรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department, 2009) ได้แก่ พื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ (พื้นที่ลุ่ม, ไม้พุ่มหรือทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม, เหมืองแร่ เหมืองเก่า และบ่อขุด), พื้นที่อยู่อาศัย, แหล่งน้ำ, พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ (ภาพที่ 8)



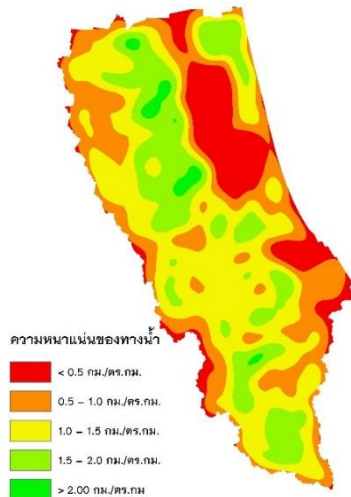
ภาพที่ 3 ความสูงจากระดับทะเลปานกลาง



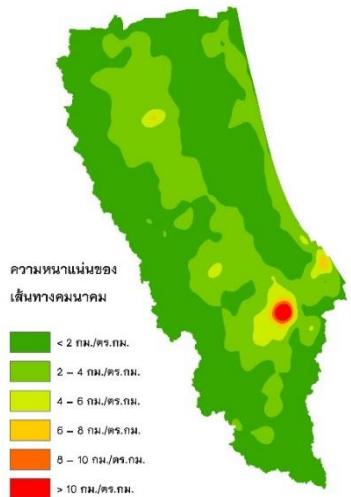
ภาพที่ 4 ความลาดชันของพื้นที่



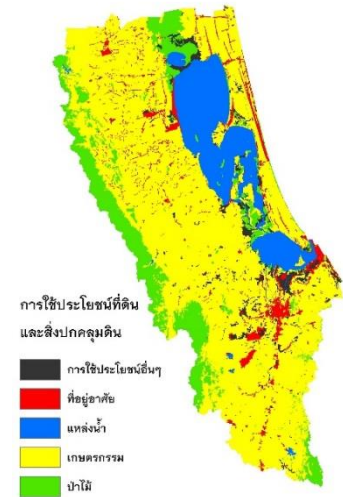
ภาพที่ 5 การระบายน้ำของพื้นผิวดิน



ภาพที่ 6 ความหนาแน่นของทางน้ำ



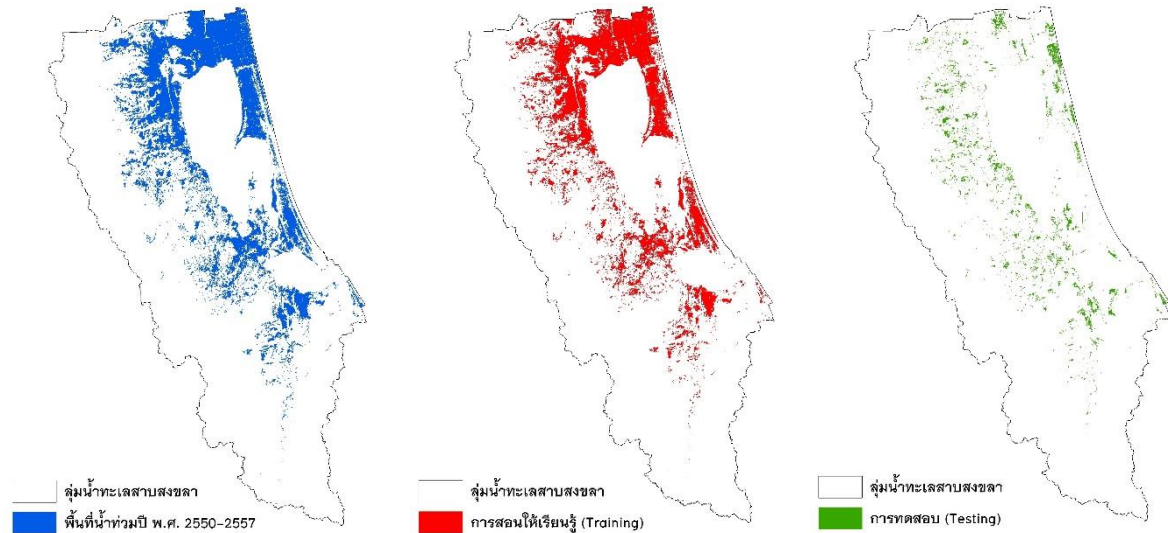
ภาพที่ 7 ความหนาแน่นเส้นทางคมนาคม



ภาพที่ 8 การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ที่มา : ดัดแปลงข้อมูลจาก Geo-Informatics Research Center for Natural Resources and Environment Southern Regional Center of Geo-Informatics and Space Technology, 2016

2. พื้นที่น้ำท่วมพิจารณาจากข้อมูลการเกิดน้ำท่วมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2557 เป็นระยะเวลา 8 ปี (ภาพที่ 9) จากระบบติดตามน้ำท่วมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization), 2016) และนำข้อมูลน้ำท่วมดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในอัตราส่วน 70:30 (Huberty, 1994) ด้วยวิธีการสุ่มค่าอัตโนมัติจากซอฟต์แวร์ที่ประมวลผล โดยร้อยละ 70 นำมาใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่าง (Training) เพื่อสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมร่วมกับปัจจัยทางกายภาพ (ภาพที่ 10) และร้อยละ 30 เป็นพื้นที่สำหรับทดสอบ (Testing) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ความอ่อนไหวต่อการน้ำท่วม (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 9 พื้นที่น้ำท่วม

พ.ศ. 2550 - 2557

ภาพที่ 10 พื้นที่ตัวอย่าง (Training)

ภาพที่ 11 พื้นที่ทดสอบ (Testing)

ที่มา : ดัดแปลงข้อมูลจาก Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization), 2016

3. นำข้อมูลปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัย และข้อมูลน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้น มาวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม โดยวิธีการทางสถิติ คือ วิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency ratio-FR) ซึ่งมีสมการการคำนวณ (สมการที่ 1) (Lee & Sambath, 2006; Vijith & Madhu, 2008; Oh *et al.*, 2009; Pradhan & Lee, 2010; Intarawichian & Dasananda, 2011; Park, Choi, Kim & Kim, 2013) ดังนี้

$$FR = \frac{(CLP/TLP)}{(CA/TA)} = \frac{(CLP/CA)}{(TLP/TA)} \tag{1}$$

โดยที่ CLP คือ จำนวนพิกเซลน้ำท่วมของชั้นข้อมูลในแต่ละปัจจัย TLP คือ จำนวนพิกเซลพื้นที่ศึกษาของชั้นข้อมูลในแต่ละปัจจัย CA คือ จำนวนพิกเซลพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด TA คือ จำนวนพิกเซลพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

ค่า FR แบ่งออกเป็น 3 กรณี ได้แก่ ค่า $FR > 1$ หมายถึง มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก ค่า $FR < 1$ หมายถึง มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมน้อยมาก และค่า $FR = 1$ หมายถึง โอกาสเกิดใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีผลต่อการศึกษา จากนั้นนำค่า FR ในแต่ละปัจจัยมาซ้อนทับกัน เพื่อหาค่าคะแนนความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (Flood Susceptibility Index- FSI) (สมการที่ 2) แล้วสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม โดยแบ่งระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยวิธีการ Natural break เป็น 5 ระดับ ได้แก่ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด

$$FSI = \sum_{i=1}^n FR_i \quad (2)$$

โดยที่ FR_i คือ ค่า FR ของแต่ละปัจจัย และ n คือ จำนวนของปัจจัยที่นำมาพิจารณา สุดท้ายนำค่า FSI ที่ได้ไปใช้ในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการน้ำท่วม โดยแบ่งระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยวิธีการ Natural break เป็น 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด

4. วิเคราะห์หาพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (Area Under Curve – AUC) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของค่าความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (FSI) โดยแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 ประเภท คือ ตรวจสอบเส้นโค้งอัตราผลสำเร็จ (Success rate curve) ที่เกิดจากการนำข้อมูลน้ำท่วมร้อยละ 70 ไปซ้อนทับกับค่า FSI ที่มีการแบ่งช่วงข้อมูลออกเป็น 100 ช่วง และเส้นโค้งอัตราผลการทำนาย (Prediction rate curve) ที่เกิดจากการนำข้อมูลน้ำท่วมร้อยละ 30 ไปซ้อนทับกับค่า FSI ที่มีการแบ่งช่วงข้อมูลออกเป็น 100 ช่วง

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ปัญหาน้ำท่วมบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาส่วนใหญ่เกิดในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและลำน้ำสาขาต่าง ๆ จากการที่มีฝนตกหนักในช่วงเวลาสั้นๆ และน้ำป่าไหลหลากจากต้นน้ำลงมาจนลำน้ำสายหลักไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน ประกอบกับมีสิ่งกีดขวางจากเส้นทางคมนาคมขวางทางน้ำ และมีอาคารระบายน้ำไม่เพียงพอ อีกกรณีคือเกิดในพื้นที่ราบลุ่มและแม่น้ำสายหลักต้นเขิน มีความสามารถในการระบายน้ำไม่เพียงพอ ทำให้ไม่สามารถระบายน้ำลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังเป็นผลจากการบุกรุกภูเขาทำสวนยางพารา ทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินลงมายังทะเลสาบสงขลา ทั้งในส่วนของจังหวัดพัทลุงฝั่งตะวันออก (อำเภอควนขนุน อำเภอเมืองพัทลุง อำเภอเขาชัยสน อำเภอบางแก้ว อำเภอปากพะยูน) และตอนเหนือและตอนกลางของจังหวัดสงขลา (อำเภอระโนด อำเภอกะแสสินธุ์ อำเภอสทิงพระ อำเภอสิงหนคร อำเภอควนเนียงและอำเภอเมืองสงขลา)

จากการนำข้อมูลปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัย มาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นที่พิภพขนาด 20 เมตร x 20 เมตร เพื่อทำการวิเคราะห์หาค่า FR (ตารางที่ 1) ซึ่งมีจำนวนพิภพพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 21,499,078 พิกเซล จำนวนพิภพพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด 4,387,991 พิกเซล และทำการแบ่งข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ร้อยละ 70 (จำนวนพิภพ 3,068,092 พิกเซล) สำหรับใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่างเพื่อสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการน้ำท่วม และร้อยละ 30 (จำนวนพิภพ 1,319,899 พิกเซล) สำหรับใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่างเพื่อสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการน้ำท่วม ผลการศึกษาพบว่า ความสูงจากระดับทะเลปานกลางน้อยกว่า 50 เมตร มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก ($FR = 1.412$) ในขณะที่ความสูงจากระดับทะเลปานกลางมากกว่า 50 เมตร มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมน้อยมาก ($FR < 1$) ความลาดชันน้อยกว่า 2 องศา มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก ($FR = 1.334$) ในขณะที่ความลาดชันที่ระดับมากกว่า 2 องศา มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมน้อยมาก ($FR < 1$) การระบายน้ำของพื้นผิวดินแบบการระบายน้ำเร็วมาก ($FR = 3.552$) และการระบายน้ำเร็ว ($FR = 2.750$) มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก ในขณะที่การระบายน้ำแบบอื่นๆ มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมน้อยมาก ($FR < 1$) ความหนาแน่นของทางน้ำมากกว่า 1.5 กม./ตร.กม. มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก ($FR > 1$) ในขณะที่ความหนาแน่นของทางน้ำน้อยกว่า 1.5 กม./ตร.กม. มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมน้อยมาก ($FR < 1$) ความหนาแน่นของเส้นทางถนนในช่วงความหนาแน่น 2 – 6 กม./ตร.กม. มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก ($FR > 1$) ในขณะที่ช่วงความหนาแน่นอื่นๆ มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมน้อยมาก ($FR < 1$) และการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ ($FR =$

3.416) และพื้นที่เกษตรกรรม ($FR = 1.127$) มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก ในขณะที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่น มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมน้อยมาก ($FR < 1$)

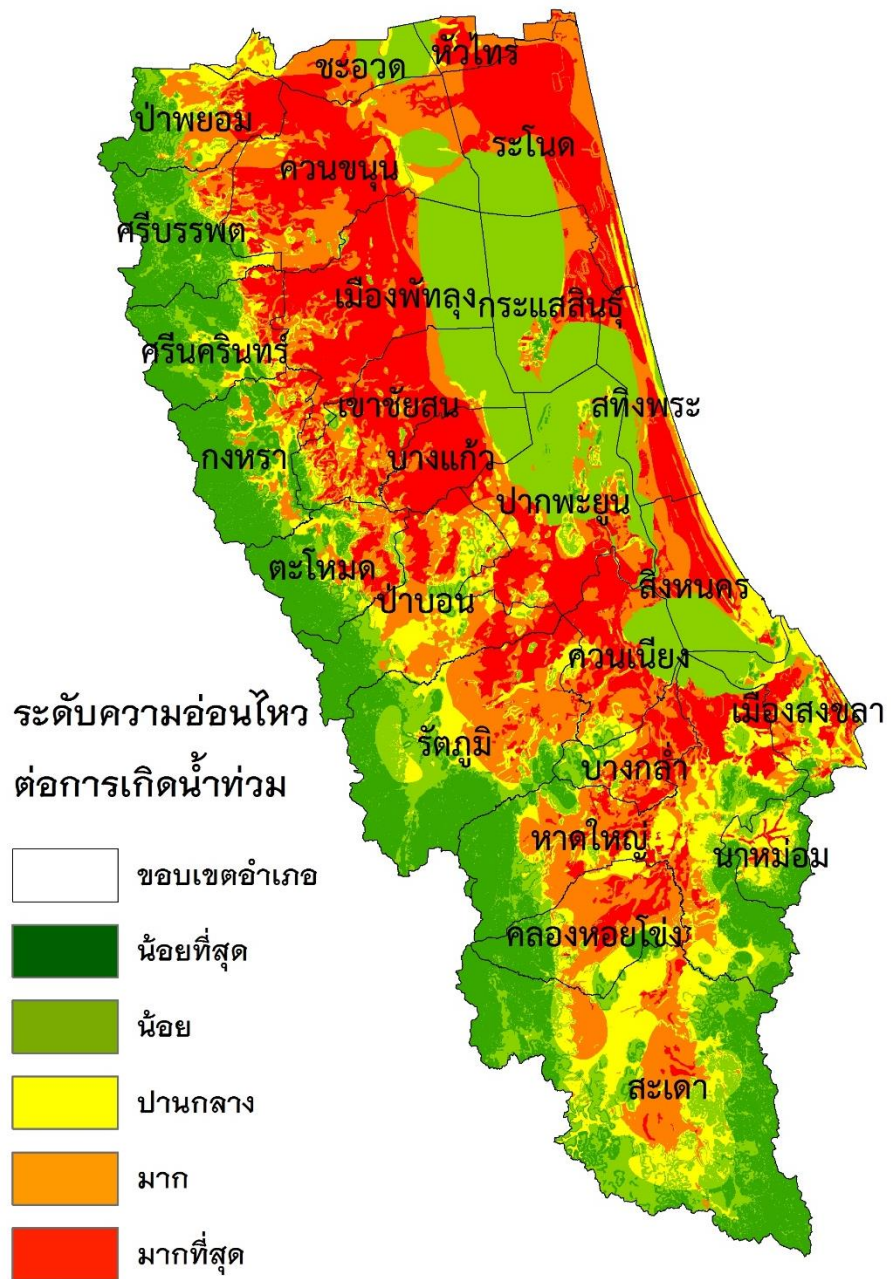
ค่า FSI (ผลรวมค่า FR ในแต่ละปัจจัยมาซ้อนทับกัน) ที่นำไปใช้ในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม สามารถแบ่งระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม ได้เป็น 5 ระดับ ได้แก่ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด (ภาพที่ 13 และตารางที่ 2) จากนั้นนำข้อมูลผลลัพธ์จากระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมทั้ง 5 ระดับ มาซ้อนทับ (Overlay Technique) กับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด (ตารางที่ 2) พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 27.92) และมากที่สุด (ร้อยละ 65.94) หรือคิดเป็นภาพรวมร้อยละ 94 ของพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด

ต่อจากนั้น พิจารณาระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินภาคเกษตรกรรมในระดับที่ 3 (รายพืช) อ้างอิงตามกรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department, 2009) เพื่อตรวจสอบประเภทกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้รับผลกระทบ โดยเน้นที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมมากและมากที่สุด (ตารางที่ 3) พบว่า พื้นที่นา (1,431.88 ตารางกิโลเมตร) และสวนยางพารา (1,312.23 ตารางกิโลเมตร) เป็นกิจกรรมทางการเกษตรที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายต่อมูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นหลักของพื้นที่ โดยคิดเป็นร้อยละ 37.98 และร้อยละ 34.81 ของพื้นที่ทั้งหมดของกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา หรือภาพรวมของสองกิจกรรมทางการเกษตรที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดน้ำท่วมถึงร้อยละ 72.79 ในขณะเดียวกันเมื่อนำขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ มาพิจารณาเพิ่มเติม เพื่อให้เห็นมุมมองการบริหารจัดการพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมมากขึ้น (ตารางที่ 4) พบว่า 3 ลำดับแรกในระดับอำเภอที่มีพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมระดับความเสี่ยงมากที่สุด ได้แก่ อำเภอเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง (พื้นที่ 253.67 ตร.กม.) อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา (พื้นที่ 246.89 ตร.กม.) และอำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง (พื้นที่ 222.67 ตร.กม.) 3 ลำดับแรกในระดับอำเภอที่มีพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมระดับความเสี่ยงมาก ได้แก่ อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง (พื้นที่ 205.13 ตร.กม.) อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (พื้นที่ 171.67 ตร.กม.) และอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา (พื้นที่ 160.48 ตร.กม.) และ 3 ลำดับแรกในระดับตำบลที่มีพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมระดับความเสี่ยงมากที่สุด ได้แก่ ตำบลบ้านขาว อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา (พื้นที่ 44.99 ตร.กม.) รองลงมาคือ ตำบลหวนโพธิ์ อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง (พื้นที่ 44.21 ตร.กม.) และตำบลนาปะขอ อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง (พื้นที่ 43 ตร.กม.) ขณะที่ 3 ลำดับแรกในระดับตำบลที่มีพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมระดับความเสี่ยงมาก ได้แก่ ตำบลกำแพงเพชร (พื้นที่ 63.35 ตร.กม.) และตำบลท่าชะมวง (พื้นที่ 56.51 ตร.กม.) อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา และตำบลทะเลน้อย อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง (พื้นที่ 63.87 ตร.กม.) ผลจากการศึกษาในครั้งนี้จึงช่วยในการวางแผนป้องกันและเป็นแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่ เมื่อมีเหตุการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้นได้ทันทั่วถึง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่นๆ ได้

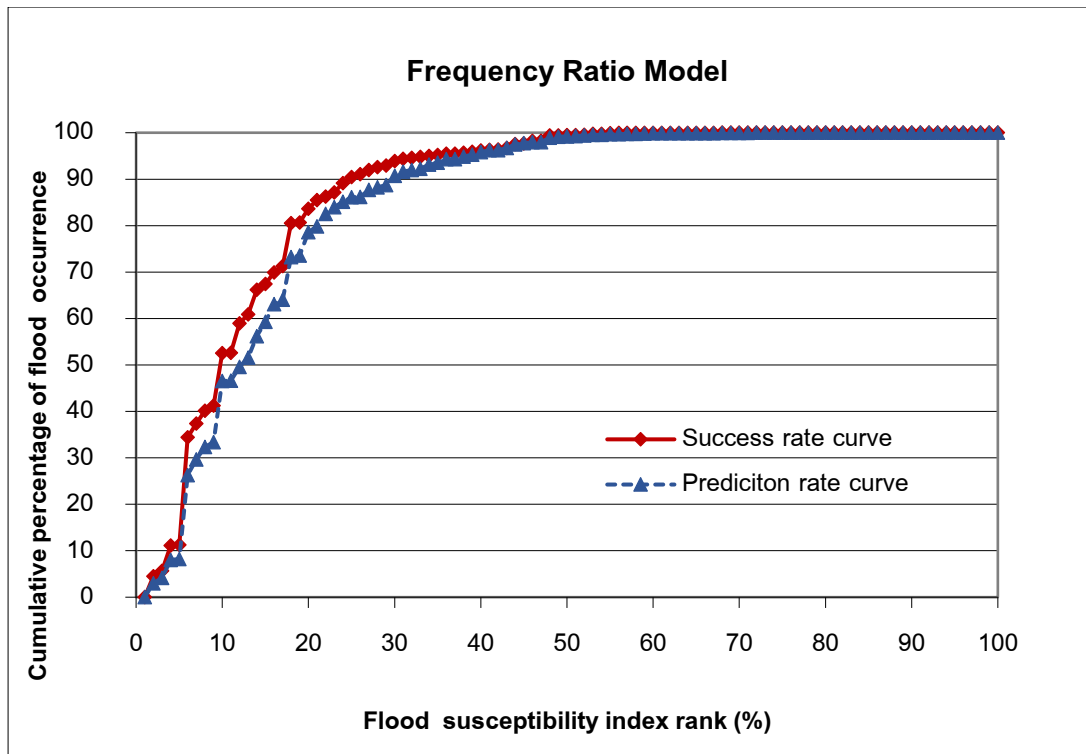
การศึกษานี้ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องของค่าความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม โดยการวิเคราะห์หาพื้นที่ได้เส้นโค้ง โดยนำข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมร้อยละ 70 มาตรวจสอบเส้นโค้งอัตราผลสำเร็จ (Success rate curve) ซึ่งได้ผลลัพธ์เท่ากับร้อยละ 88.12 และข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมร้อยละ 30 มาตรวจสอบเส้นโค้งอัตราผลการทำนาย (Prediction rate curve) ซึ่งได้ผลลัพธ์เท่ากับร้อยละ 86.27 (ภาพที่ 14) ทำให้มั่นใจว่าการแบ่งชั้นข้อมูลและการนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดน้ำท่วม มีความน่าเชื่อถือต่อการนำไปใช้งาน เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ความรู้ในการปฏิบัติตัวและการปรับตัวของเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงเพื่อการรับมือกับน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นอย่างทันทั่วถึง

ตารางที่ 1 การคำนวณค่าอัตราความถี่

ปัจจัย	ชั้นข้อมูล	พิภพพื้นที่ศึกษา		พิภพน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้น		อัตราส่วน ความถี่
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ความสูงจากระดับ	<50	15,098,355	70.228	3,042,262	99.158	1.412
ทะเลปานกลาง (เมตร)	50 – 100	2,951,872	13.730	14,668	0.478	0.035
	100 – 150	918,073	4.270	5,600	0.183	0.043
	150 – 200	528,803	2.460	2,704	0.088	0.036
	200 – 250	366,285	1.704	1,323	0.043	0.025
	250 – 300	260,866	1.213	915	0.030	0.025
	300 – 350	221,582	1.031	494	0.016	0.016
	> 350	1,153,242	5.364	126	0.004	0.001
ความลาดชัน (องศา)	0 – 2	15,326,015	71.287	2,917,020	95.076	1.334
	2 – 5	1,865,339	8.676	107,550	3.505	0.404
	5 – 12	1,443,778	6.716	20,488	0.668	0.099
	12 – 20	1,176,161	5.471	4,864	0.159	0.029
	20 – 35	1,339,488	6.230	8,133	0.265	0.043
	35 – 50	202,409	0.941	7,944	0.259	0.275
	50 – 75	98,668	0.459	2,093	0.068	0.149
	>75	47,220	0.220	0	0.000	0.000
การระบายน้ำของ พื้นผิวดิน	การระบายน้ำเร็วมาก	689,691	3.208	349,607	11.395	3.552
	การระบายน้ำเร็ว	5,939,422	27.626	2,330,925	75.973	2.750
	การระบายน้ำค่อนข้างเร็ว	336,696	1.566	34,082	1.111	0.709
	การระบายน้ำดี	6,270,541	29.167	113,037	3.684	0.126
	การระบายน้ำดีปานกลาง	518,144	2.410	23,639	0.770	0.320
	การระบายน้ำค่อนข้างมาก	470,868	2.190	31,296	1.020	0.466
	การระบายน้ำมากเกินไป	319,692	1.487	14,667	0.478	0.321
	พื้นที่ไม่มีการสำรวจ	6,954,024	32.346	170,839	5.568	0.172
ความหนาแน่นของ ทางน้ำ (ตารางกิโลเมตร)	<0.5	3,031,408	14.100	102,793	3.350	0.238
	0.5 – 1.0	5,472,323	25.454	500,677	16.319	0.641
	1.0 – 1.5	8,202,430	38.152	1,104,737	36.007	0.944
	1.5 – 2.0	4,437,260	20.639	1,233,621	40.208	1.948
	>2.0	355,657	1.654	126,264	4.115	2.488
ความหนาแน่นของ เส้นทางถนน (ตารางกิโลเมตร)	<2	13,460,502	62.610	1,189,915	38.784	0.619
	2 – 4	7,223,532	33.599	1,740,458	56.728	1.688
	4 – 6	597,782	2.781	119,854	3.906	1.405
	6 – 8	107,860	0.502	10,442	0.340	0.678
	8 – 10	44,837	0.209	5,123	0.167	0.801
การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน	>10	64,565	0.300	2,300	0.075	0.250
	พื้นที่การใช้ประโยชน์อื่นๆ	624,946	2.907	304,675	9.930	3.416
	พื้นที่อยู่อาศัย	1,088,613	5.064	120,971	3.943	0.779
	แหล่งน้ำ	2,678,997	12.461	63,709	2.077	0.167
	พื้นที่เกษตรกรรม	14,331,592	66.661	2,305,571	75.147	1.127
พื้นที่ป่าไม้	2,774,930	12.907	273,166	8.903	0.690	



ภาพที่ 13 ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม



ภาพที่ 14 พื้นที่ได้เส้นโค้งของค่า Success rate curve และ Prediction rate curve

ตารางที่ 2 ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมของพื้นที่ทั้งหมดและนำมาซ้อนทับกับพื้นที่น้ำท่วมจริง

ระดับความอ่อนไหว	พื้นที่ทั้งหมด		พื้นที่น้ำท่วมจริง	
	ตร.กม.	ร้อยละ	ตร.กม.	ร้อยละ
น้อยที่สุด	1,695.51	19.72	1.63	0.11
น้อย	1,961.25	22.81	41.60	2.84
ปานกลาง	1,171.03	13.62	46.83	3.19
มาก	1,863.88	21.67	409.38	27.92
มากที่สุด	1,907.96	22.19	967.07	65.94

ตารางที่ 3 ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมซ้ำซ้อนทับกับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 10 อันดับแรก ตามสัดส่วนพื้นที่

การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ
ที่นา	1,431.88	37.98
ยางพารา	1,312.23	34.81
พื้นที่ลุ่ม	181.22	4.81
ป่าเบญจ หรือป่าพรุ	151.00	4.01
ไม้ผลผสม-หมู่บ้าน	120.28	3.19
หมู่บ้าน	104.96	2.78
หมู่บ้าน-ไม้ผลผสม	93.29	2.47
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	89.30	2.37
ไม้ผลผสม	85.61	2.27
ไม้พุ่มหรือทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม	44.53	1.18

สำหรับปัจจัยที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีความเหมาะสมในระดับหนึ่ง พิจารณาจากผลการประเมินพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในระดับมากและมากที่สุด เมื่อเทียบกับพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมจริงเป็นส่วนใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 2 และจากการพยากรณ์ด้วยวิธีการหาพื้นที่ได้เส้นโค้ง (ภาพที่ 13) ที่มีความถูกต้องสูง ทั้งนี้ปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมมีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยของ Phutmongkhon *et al.* (2007); Akasuwan, Tepsongkroh & Natee (2008); Dhanarun & Amornsanguansin (2010); Noichaisin (2016) ที่นำปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ความหนาแน่นของทางน้ำ ความลาดชัน การระบายน้ำ (เนื้อดิน) และเส้นทางคมนาคม สำหรับปัจจัยที่ไม่ได้นำมาใช้และแตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆ คือ 1) ปริมาณน้ำฝน เนื่องจากมีข้อจำกัดของการจัดเก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝน กล่าวคือในประเทศไทยมีระยะห่างระหว่างแต่ละสถานีวัดน้ำฝนห่างไกลกัน และส่วนใหญ่สถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ในเขตพื้นที่เมือง ไม่ได้ครอบคลุมพื้นที่ที่เป็นภูมิประเทศลาดชันและภูเขา อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการนำมาใช้งานได้ แต่ในขณะเดียวกันการศึกษานี้มุ่งเน้นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อการเกิดน้ำท่วมโดยเฉพาะข้อมูลน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2557 มาใช้ในการวิเคราะห์ ทำให้สามารถเห็นสัดส่วนที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดน้ำท่วมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น 2) ปัจจัยด้านความลึกของดิน เนื่องจากการศึกษานี้วิเคราะห์พื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพแบบลุ่มน้ำ มีพื้นที่ที่อยู่ในเขตที่ไม่ได้ทำการสำรวจดิน (เขตภูเขา) เป็นจำนวนมาก จึงได้ทำการตัดปัจจัยดังกล่าวออก

ตารางที่ 4 ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมซ้ำซ้อนทับกับขอบเขตอำเภอ

จังหวัด	อำเภอ	ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (หน่วย: ตารางกิโลเมตร)					รวม
		น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	
นครศรีธรรมราช	ชะอวด	0.01	46.06	20.27	51.51	23.08	140.93
นครศรีธรรมราช	หัวไทร	-	8.61	6.59	29.13	30.97	75.30
พัทลุง	กงหรา	172.37	32.58	34.04	35.97	12.48	287.44
พัทลุง	เขาชัยสน	11.14	85.83	28.34	85.97	138.26	349.54
พัทลุง	ควนขนุน	3.43	67.68	39.83	205.13	222.27	538.34
พัทลุง	ตะโหมด	114.02	33.33	30.33	38.68	26.23	242.59
พัทลุง	บางแก้ว	-	31.81	3.30	19.92	105.03	160.06
พัทลุง	ปากพะยูน	6.12	212.10	51.82	104.61	119.11	493.76
พัทลุง	ป่าบอน	76.78	48.82	95.05	123.01	68.29	411.95
พัทลุง	ป่าพะยอม	70.85	31.90	45.28	58.66	43.72	250.41
พัทลุง	เมืองพัทลุง	0.32	131.94	11.94	74.49	253.67	472.36
พัทลุง	ศรีนครินทร์	130.26	39.03	38.67	18.97	27.29	254.22
พัทลุง	ศรีบรรพต	156.46	38.24	18.54	21.95	3.75	238.94
สงขลา	กระแสดินธุ์	4.39	220.37	7.38	42.06	36.88	311.08
สงขลา	คลองหอยโข่ง	79.23	21.69	48.36	106.84	39.42	295.54
สงขลา	ควนเนียง	1.30	58.37	25.02	68.69	95.13	248.51
สงขลา	นาหม่อม	52.93	27.52	36.57	7.52	5.64	130.18
สงขลา	บางกล่ำ	10.86	19.53	21.35	49.33	46.65	147.72
สงขลา	เมืองสงขลา	10.86	58.23	60.54	37.05	38.02	204.70
สงขลา	ระโนด	-	98.21	9.10	93.25	246.89	447.45
สงขลา	รัตภูมิ	237.20	113.08	82.78	152.83	64.13	650.02
สงขลา	สทิงพระ	0.01	64.25	17.56	45.84	69.65	197.31
สงขลา	สะเดา	355.54	278.98	227.66	160.48	13.08	1,035.74
สงขลา	สิงหนคร	1.83	73.96	39.77	60.32	60.46	236.34
สงขลา	หาดใหญ่	199.60	119.13	170.94	171.67	117.86	779.20
	รวม	1,695.51	1,961.25	1,171.03	1,863.88	1,907.96	8,599.63

สำหรับวิธีในการศึกษาความน่าจะเป็นของความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ นิยมใช้วิธีวิเคราะห์แบบให้ค่าน้ำหนักและคะแนน (Weighting and scoring) ที่มีความสะดวกในการกำหนดค่าต่างๆ และใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ขณะนี้ การศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีอัตราส่วนความถี่ หรือวิธี FR เนื่องจากต้องการเสนอทางเลือกอีกแนวทางหนึ่ง เพื่อแก้ไขข้อจำกัดบางประการของวิธีการให้ค่าน้ำหนักและคะแนน เช่น ผู้เชี่ยวชาญที่กำหนดค่าคะแนนอาจมีทัศนคติของบุคคลต่อพื้นที่ศึกษาหรือ ปัจจัยต่างๆ แตกต่างกัน ทำให้ค่าที่ได้ไม่มีที่มาที่ชัดเจน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละบุคคลเป็นสำคัญ แต่วิธี FR เป็นการนำปัจจัยแต่ละปัจจัยมาวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อหาสัดส่วนกับสิ่งที่ต้องการค้นหา (พื้นที่น้ำท่วม) ของแต่ละปัจจัย โดย

พิจารณาภาพรวมของทั้งพื้นที่ที่ขึ้นกับการแบ่งช่วงชั้นข้อมูลเป็นสำคัญ เช่น ในพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยจะมีสัดส่วนของพื้นที่น้ำท่วมสูงกว่าพื้นที่ความลาดชันมาก หรือในพื้นที่ที่ต่ำมีโอกาสเกิดน้ำท่วมมาก จะพิจารณาได้ว่ามีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนตรงไปตรงมา และนำผลของอัตราส่วนความถี่มาประมวลผลโดยตรง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 1) นำวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณแบบอื่นๆ ที่ใช้ค่าสถิติของข้อมูลมาทำการพยากรณ์แล้วนำมาเปรียบเทียบกับวิธี FR เช่น วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks : ANN) วิธีโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และวิธีตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy logic) เป็นต้น เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วม 2) ข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประเมินความเสี่ยงภัยต่อทรัพย์สินโดยเฉพาะในเขตพื้นที่เมือง ควรนำข้อมูลชั้นความสูงที่มีความถูกต้องสูงมาใช้งาน เช่น จากการสำรวจจริงวัดด้วยการเดินสำรวจภาคพื้นดิน (Ground Surveying) หรือใช้การสำรวจจริงวัดด้วยแสงเลเซอร์จากอากาศยาน (Light detection and ranging, LIDAR) จะทำให้การศึกษามีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม มี 5 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวมากที่สุด (1,907.96 ตารางกิโลเมตร) พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวมาก (1,863.88 ตารางกิโลเมตร) พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวปานกลาง (1,171.03 ตารางกิโลเมตร) พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวน้อย (1,961.25 ตารางกิโลเมตร) และพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวน้อยที่สุด (1,695.51 ตารางกิโลเมตร) แผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีความถูกต้องของการพยากรณ์เท่ากับ 88.12% และการใช้วิธีอัตราส่วนความถี่สามารถพยากรณ์พื้นที่น้ำท่วมได้ 86.27% ส่วนพื้นที่ที่มีระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่นา (1,431.88 ตารางกิโลเมตร) และสวนยางพารา (1,312.23 ตารางกิโลเมตร) ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการเตรียมความพร้อมในการวางแผนเพื่อป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วมในพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานวิจัยสารสนเทศภูมิศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคใต้) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ฐานข้อมูลชุดลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- Akasuwan, N., Tepsongkroh, P., & Natee, W. (2008). A Study of Determine Incidence of Flood Risk Area Factors using Geographical Information Systems and Prevention Guidelines around Western Sub-Basins Area of Songkhla Lake in Phatthalung Province. *Journal of Humanities and Social Sciences, Thaksin University*, 3(2), 176-199. (in Thai)
- Climatological Center, Thai Meteorological Department. (2016). *Thailand weather (in Thai)*. Retrieved August 27, 2016, from https://www.tmd.go.th/info/climate_of_thailand-2524-2553.pdf
- Dhanarun, S., & Amornsanguansin, J. (2010). Application of Geographic Information System for Flood Risk Area Assessment in Angthong Province. *Journal of environmental management*, 6(2), 19-34. (in Thai)

- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization). (2016). *Thailand Flood Monitoring System*. Retrieved January 16, 2016, from <http://flood.gistda.or.th/>
- Geo-Informatics Research Center for Natural Resources and Environment Southern Regional Center of Geo-Informatics and Space Technology. (2016). *GIS database*. Retrieved January 10, 2016 from <http://www.rsgis.psu.ac.th/index.php/gis-data>
- Huberty, C. J. (1994). *Applied Discriminant Analysis*. New York: Wiley Interscience.
- Intrarawichian, N. & Dasananda, S. (2010). Analytical hierarchy process for landslide susceptibility mapping in lower mae chaem watershed, northern thailand. *Suranaree journal of science and technology*, 17(3), 277-292.
- Noichaisin, L. (2016). Application of GIS on Flood Risk Area Assessment in Sa Kaeo Province. *Burapha Science Journal*, 21(1), 51-63. (in Thai)
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. *Status Report of Natural Resources and Environmental, Songkhla Lake Basin*. (2010). Bangkok: Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 102. (in Thai)
- Oh, H.J., Lee, S., Chotikasathien, W., Kim, C.H. & Kwon, J.H. (2009). Predictive landslide susceptibility mapping using spatial information in the Pechabun area of Thailand. *Environmental Geology*, 57(3), 641-651.
- Park, S., Choi, C., Kim, B. & Kim, J. (2013). Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, analytic hierarchy process, logistic regression, and artificial neural network methods at the Inje area, Korea. *Environmental Earth Sciences*, 68(5), 1443-1464.
- Phutmongkhon, P., Youngsatisak, T., Jungcharoenthom, N., Khampeera, A., Tongyoi, R., Bennui, A., & Yongchalermchai, C. (2007). Delineation of flood hazard areas in the Lower Eastern Area of Southern Thailand by Using Geo-informatics. *Journal of Remote Sensing and GIS Association of Thailand*, 8(3), 47-57. (in Thai)
- Pradhan, B. and Lee, S. (2010). Delineation of landslide hazard areas on Penang Island, Malaysia, by using frequency ratio, logistic regression, and artificial neural network models. *Environmental Earth Sciences*, 60(5), 1037-1054.
- Prince of Songkla University. *Flood risk at Songkhla Lake Basin (in Thai)*. Retrieved June, 11, 2016, from <http://www.psu.ac.th/th/node/4333>
- Land Development Department. (2004). *How to write a soil survey and mapping, Technical Paper No. 519*. Bangkok: Land Development Department. (in Thai)
- Land Development Department. (2009). *Land Use Classification*. Bangkok: Land Development Department. (in Thai)
- Lee, S. & Sambath, T. (2006). Landslide susceptibility mapping in the Damrei Romel area, Cambodia using frequency ratio and logistic regression models. *Environmental Geology*, 50(6), 847-855.

Vijith, H. & Madhu, G. (2008). Estimating potential landslide sites of an upland sub-watershed in Western Ghat's of Kerala (India) through frequency ratio and GIS. *Environmental Geology*, 55(7), 1397-1405.