การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการอพยพ และที่ตั้งศูนย์อพยพจากเขตน้ำท่วม กรณีศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

The Application of Geographic Information System to Determine Suitable Areas for Evacuation and Evacuation Site from Inundation Zone: a Case Study in Hat Yai District, Songkhla Province

ธิดาภัทร อนุชาญ*

Thidapath Anucharn*

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหาดใหญ่

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

Received : 3 July 2016

Accepted : 29 August 2016

Published online : 7 September 2016

บทคัดย่อ

น้ำท่วมเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งและทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและความเสียหายต่อทรัพย์สินมากมาย ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการอพยพ และการหาที่ตั้งศูนย์อพยพจากเขตน้ำท่วม ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 6 ปัจจัย ได้แก่ 1) พื้นที่น้ำท่วม 2) การใช้ประโยชน์ที่ดิน 3) เส้นทางถนน 4) ความลาดชัน 5) ระยะห่างจากแหล่งน้ำและทางน้ำ และ 6) การระบายน้ำของพื้นผิวดิน จากนั้นนำปัจจัยดังกล่าวมาวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลากหลายกฎเกณฑ์ (MCDA) โดยใช้เทคนิคการให้น้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) เพื่อจำแนกพื้นที่ที่เหมาะสมในการอพยพเป็น 5 ระดับ ผลการวิเคราะห์พบพื้นที่ เหมาะสมมากที่สุด 59.14 ตร.กม. เหมาะสมมาก 74.27 ตร.กม. เหมาะสมปานกลาง 292.91 ตร.กม. เหมาะสมน้อย 283.02 ตร.กม. และเหมาะสมน้อยที่สุด 75.54 ตร.กม. สุดท้ายทำการวิเคราะห์หาที่ตั้งศูนย์อพยพในแต่ละตำบลของอำเภอหาดใหญ่ โดยใช้พื้นที่เหมาะสมที่ระดับปานกลางขึ้นไป ร่วมกับการพิจารณาพื้นที่ที่ไม่เคยมีน้ำท่วมมาก่อน ผลการศึกษาพบว่า มีที่ตั้งศูนย์อพยพที่เหมาะสมจำนวน 14 แห่ง ที่มีประโยชน์สำหรับการเตรียมความพร้อมในการวางแผนเพื่อป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วมในพื้นที่โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ

คำสำคัญ : ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ น้ำท่วม กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น ที่ตั้งศูนย์อพยพ พื้นที่ที่เหมาะสม

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

Abstract

Inundation, a natural disaster, is becoming more frequent and/or severe. It can cause loss of life and heavy property damages. In this study, the geographic information system was applied to determine the optimal safe areas for evacuation and building the evacuation sites under the threat of flooding in Hat Yai District, Songkhla Province. Six factors including 1) inundation zone, 2) land use, 3) road network, 4) slope, 5) distance from water body and stream line and 6) soil drainage were analyzed by Multiple-Criteria Decision Analysis (MCDA) using the Analytic Hierarchy Process (AHP) in order to classify the optimal safe areas into five categories according to the suitability comprising very high (59.14 km^2), high (74.27 km^2), moderate (292.91 km^2), low (283.02 km^2) and very low (75.54 km^2). The categorized areas with modulate to very high suitability associated with the areas that have never been flooded were considered as the optimal safe areas for building the evacuation sites in each sub-district of Hat Yai district. It was found that fourteen evacuation sites are useful for planning to reduce or prevent the detrimental effect of floods.

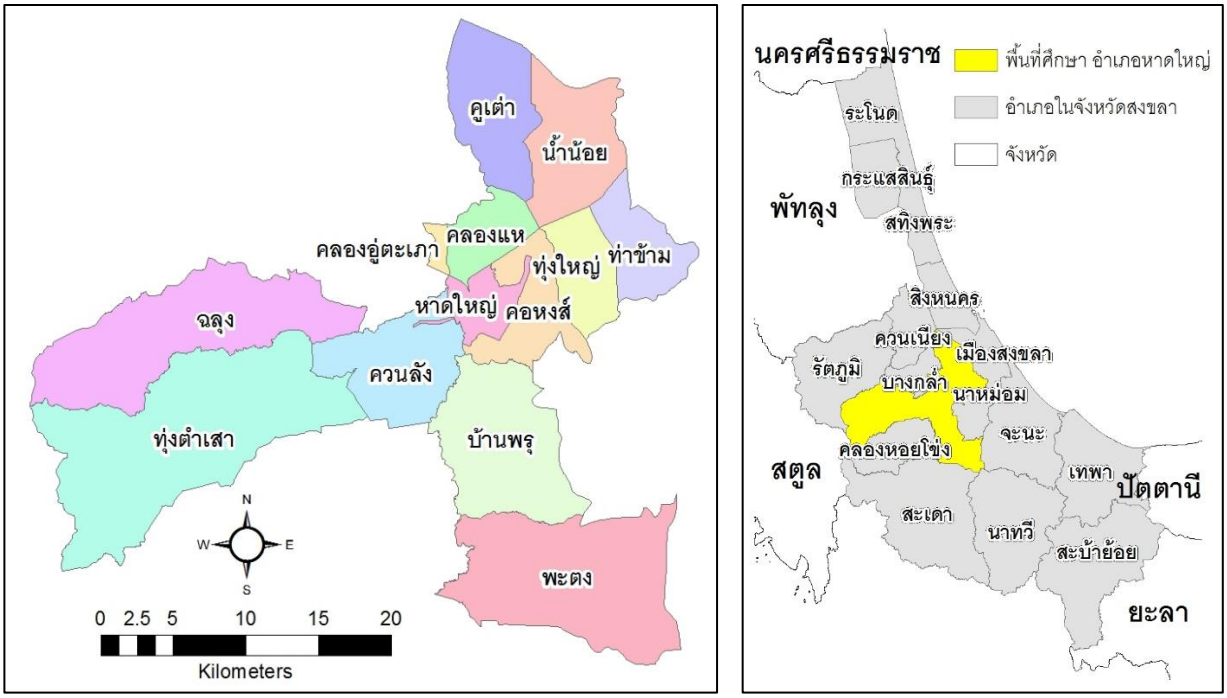
Keywords: Geographic Information System, inundation, Analytic Hierarchy Process, evacuation site, safe areas

บทนำ

ปัญหาอุทกภัยนับวันจะเพิ่มระดับความรุนแรงและเกิดเป็นบริเวณกว้างขึ้น ทั้งยังใช้ระยะเวลายาวนานในการเกิดอุทกภัยในแต่ละครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ประสบอุทกภัยมีการกระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งได้สร้างความสูญเสียต่อชีวิตและความเสียหายต่อทรัพย์สิน ทั้งในเขตเมืองและชนบท ไม่ว่าจะเป็นอาคารบ้านเรือน สถานที่ราชการ โรงเรียน วัด และพื้นที่เกษตรกรรม อีกทั้งรัฐบาลต้องสูญเสียงบประมาณในการบรรเทาสาธารณภัยที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ภาพที่ 1) ตั้งอยู่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันออก ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านทะเลจีนใต้และอ่าวไทย ซึ่งรับเอาไอน้ำเข้ามา ทำให้มีฝนตกชุก และมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูงในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม หากเกิดฝนตกหนักติดต่อกันปริมาณน้ำฝนที่ตกตั้งแต่ 90.1 มิลลิเมตรขึ้นไป ภายใน 24 ชั่วโมง หรือปริมาณน้ำฝนที่ตกตั้งแต่ 50.1 มิลลิเมตร ขึ้นไปภายใน 1 ชั่วโมง (Thai Meteorological Department, 2016) มักเกิดน้ำป่าไหลหลากจากต้นน้ำลงมามาก ทำให้ลำน้ำสายหลักไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน ประกอบกับสภาพภูมิประเทศของอำเภอหาดใหญ่โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ มีแนวภูเขาทางด้านทิศตะวันตก ทิศใต้ และทิศตะวันออก พื้นที่ลาดจากทิศใต้และทิศตะวันตกไปสู่ทะเลสาบสงขลา มีพื้นที่ติดกับทิวเขาบรรทัดทางทิศเหนือ และติดกับทิวเขาสันกาลาคีรีทางทิศตะวันตกและทิศใต้ สภาพทางกายภาพไม่เอื้อต่อการระบายน้ำ มีสิ่งกีดขวางจากเส้นทางคมนาคมและอาคารบ้านเรือน ปริมาณน้ำจึงเอ่อล้นท่วมพื้นที่เกษตรกรรม เรือกสวนไร่นา และชุมชนที่อยู่อาศัย ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำของอำเภอหาดใหญ่ เมื่อถึงฤดูมรสุม ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วมบ่อยครั้ง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าควรมีการศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการอพยพประชากรออกจากพื้นที่เสี่ยงภัยภายใต้เงื่อนไขทางกายภาพที่กำหนด ในการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Weighting) อาศัยวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) พร้อมทั้งหาเส้นทางการอพยพที่ดีที่สุด ในการเตรียมความ

พร้อมรับมือกับสถานการณ์การเกิดอุทกภัยในอนาคต สำหรับวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการอพยพน้ำท่วม ของอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และ 2) เพื่อวิเคราะห์หาเส้นทางอพยพจากเขตน้ำท่วม ของอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงเขตการปกครองรายตำบลของอำเภอหาดใหญ่และอาณาเขตติดต่อ

วิธีดำเนินการวิจัย

แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการจัดสรรเพื่อการอพยพน้ำท่วม (Land allocation) และการวิเคราะห์หาที่ตั้งศูนย์อพยพจากเขตน้ำท่วม (Site selection) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการจัดสรรเพื่อการอพยพน้ำท่วม โดยการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการศึกษาขั้นตอนนี้ ได้แก่ 1) พื้นที่น้ำท่วม 2) การใช้ประโยชน์ที่ดิน 3) เส้นทางถนน 4) ความลาดชัน 5) ระยะห่างจากแหล่งน้ำและทางน้ำ และ 6) การระบายน้ำของพื้นผิวดิน และนำมาวิเคราะห์โดยการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Weighting) เพื่อลำดับความสำคัญของปัจจัย ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) และมีการกำหนดค่าคะแนนของประเภทชั้นข้อมูล (Rating) ในแต่ละปัจจัย แล้วนำผลรวมของค่าคะแนนมาจัดระดับความเหมาะสมต่อการอพยพ (Ranking) เพื่อทำการหาพื้นที่เหมาะสมในการอพยพ (ภาพที่ 2) โดยมีการจัดแบ่งโซนความเหมาะสมต่อการอพยพออกเป็น 5 ระดับ คือ พื้นที่เหมาะสมต่อการอพยพมากที่สุด, พื้นที่เหมาะสมต่อการอพยพมาก, พื้นที่เหมาะสมต่อการอพยพปานกลาง, พื้นที่เหมาะสมต่อการอพยพน้อย และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการอพยพ และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาที่ตั้งศูนย์อพยพในขั้นตอนต่อไป การวิเคราะห์ใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลากหลายกฎเกณฑ์ (Multi Criteria Decision Analysis: MCDA) ที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนหรือมีปัจจัยต่างๆ มาเกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก โดย Malczewski (2004) ได้นำ

MCDA มาใช้ในงานภูมิสารสนเทศเพื่อเป็นกระบวนการสำหรับแก้ปัญหาในการตัดสินใจ การออกแบบ การประเมิน และการให้ทางเลือกที่กำหนดจากลำดับความสำคัญที่ได้จากกระบวนการวิเคราะห์ โดยกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อนได้ การคำนวณหาลำดับความสำคัญในแต่ระดับชั้นให้พิจารณาเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ต่างๆในระดับชั้นเดียวกัน โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ หรือทางเลือกทีละคู่ (Pairwise Comparison) ตามตารางระดับความสำคัญหรือความชอบ (Standard Preference Table) ที่คิดค้นโดย Saaty (2008) แล้วคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ หรือลำดับความสำคัญของแต่ละชั้น ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้นมีสัดส่วนความสมเหตุสมผล (Consistency Ratio : CR) โดยมีค่า CR < 0.1 แสดงว่าการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกัน สามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้

ภาพที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการอพยพน้ำท่วม

2. การวิเคราะห์หาที่ตั้งศูนย์อพยพจากเขตน้ำท่วม รวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ตำแหน่งสถานศึกษา, เส้นทางถนน, ขอบเขตตำบล, ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม และโซนความเหมาะสมต่อการอพยพที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 โดยการตั้งศูนย์อพยพจากเขตน้ำท่วมทุกตำบลจะพิจารณาจากจุดศูนย์กลางของแต่ละตำบล (Centroid) ด้วยการวิเคราะห์แบบตะแกรง (Sieve analysis) ไปยังตำแหน่งสถานศึกษาที่ใกล้ที่สุด (ภาพที่ 2) ทั้งนี้ต้องอยู่ในโซนความเหมาะสมต่อการอพยพปานกลางขึ้นไปและไม่ตกอยู่ในขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม โดยแนวทางการเลือกสถานศึกษาจะมีลำดับศักดิ์ตามระดับการศึกษา จากมหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียนระดับมัธยม โรงเรียนระดับประถม และโรงเรียนโสตศึกษา ตามลำดับขนาดใหญ่มาหาเล็ก (โดยสถานศึกษาจะมีห้องเรียน พื้นที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกเหมาะสมกับการตั้งศูนย์อพยพ) และหากมีสถานศึกษาระดับเดียวกันที่อยู่ใกล้เคียงกันเป็นตัวเลือกจะเลือกสถานศึกษาที่มีพื้นที่ห่างจากพื้นที่น้ำท่วมเดิมก่อน

ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 6 ปัจจัยนั้น มีที่มาและการให้ค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยดังนี้

พื้นที่น้ำท่วม ได้รับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมรายปี จากระบบ Thailand Flood Monitoring System (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization), 2016) เป็นพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมตั้งแต่ปีพ.ศ.2550 - 2557 เป็นระยะเวลา 8 ปี แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันเพื่อใช้เป็นข้อมูลของพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมทั้งหมดของพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้เพื่อต้องการทราบเส้นทางและพื้นที่ในการอพยพที่ไม่เคยเกิดน้ำท่วม เพื่อตั้งเป็นศูนย์อพยพถาวร ในการจำแนกข้อมูลพื้นที่น้ำท่วม จะแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ พื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วม และพื้นที่ที่ไม่เคยเกิดน้ำท่วม

การใช้ประโยชน์ที่ดิน ใช้ข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2555 ที่ระดับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับ 1 (Level 1) ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง, พื้นที่เกษตรกรรม, พื้นที่เบ็ดเตล็ด, พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่น้ำ ทั้งนี้พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ให้ค่าคะแนนสูงสุด โดยมีเส้นทางและที่ตั้งในการอพยพอีกหลายแหล่งที่มีศักยภาพพร้อมในการใช้งานเมื่อเกิดเหตุการณ์ เช่น สถานที่ราชการต่าง ๆ (โรงเรียน เทศบาล โรงพยาบาล ค่ายทหาร), พื้นที่เบ็ดเตล็ด ให้ค่าคะแนนปานกลาง เนื่องจากเป็นพื้นที่ว่างเปล่า สามารถพัฒนาให้กลายเป็นศูนย์อพยพได้, ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรม ให้ค่าคะแนนน้อยสุด เนื่องจากต้องมีการปรับพื้นที่เกษตรกรรมให้พร้อมเพื่อสร้างศูนย์อพยพ อาจทำให้เสียรายได้จากกิจกรรมทางการเกษตรดังกล่าว ในประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหลือ คือ พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่น้ำ ไม่มีการให้คะแนน เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ เป็นระบบนิเวศน์ที่สำคัญ เป็นแหล่งต้นน้ำ ลำธาร ช่วยกักเก็บน้ำ ชะลอน้ำท่วม ในขณะเดียวกัน ป่าชายเลน เป็นแหล่งเพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์น้ำ ช่วยป้องกันคลื่นลม และบำบัดน้ำเสีย ในมุมมองของพื้นที่ที่ใช้เป็นเส้นทางและที่ตั้งศูนย์อพยพ ไม่ควรนำพื้นที่ป่ามาพิจารณา เนื่องจากมีความไวต่อความเปราะบางทางระบบนิเวศน์เป็นอย่างมาก ในขณะที่พื้นที่แหล่งน้ำให้ความหมายเช่นเดียวกับพื้นที่น้ำท่วม จึงไม่สามารถตั้งศูนย์อพยพได้

เส้นทางถนน ใช้ข้อมูลเส้นทางคมนาคมจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ชุด 7018 พิจารณาจากความหนาแน่นของถนนในพื้นที่ โดยใช้ฟังก์ชั่นการวิเคราะห์ความหนาแน่นแบบ Kernel (Silverman, 1986) เนื่องจากในเหตุการณ์น้ำท่วม พื้นที่ที่มีโครงข่ายถนนมากย่อมมีโอกาสที่มีเส้นทางคมนาคมสามารถใช้งานได้ จากนั้นดำเนินการหาค่าความหนาแน่นของถนนต่อพื้นที่ โดยแบ่งช่วงความหนาแน่นตามการแบ่งแบบเท่ากัน (Equal Interval) ออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ที่มีถนนหนาแน่นมากที่สุด พื้นที่ที่มีถนนหนาแน่นมาก พื้นที่ที่มีถนนหนาแน่นปานกลาง พื้นที่ที่มีถนนหนาแน่นน้อย และพื้นที่ที่มีถนนหนาแน่นน้อยที่สุด

ความลาดชัน สร้างจากแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) ที่ได้จากเส้นชั้นความสูงระยะห่าง (Contour interval) 20 เมตร จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ชุด 7018 สามารถจำแนกได้เป็น 5 ระดับ

โดยอ้างอิงตามการแบ่งความลาดชันตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (Chunkao, 1991) คือ พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 ความลาดชันสูง (มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 2 ไหล่เขาที่มีแนวลาดเทปานกลาง ความลาดชันอยู่ระหว่าง 35-50 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 มักมีลักษณะเป็นที่ลาดเขา ตีนเขา ที่ราบขั้นบันไดสลับเนินเขา และพื้นที่ริมร่องน้ำ มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 25-35 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 4 เป็นพื้นที่เชิงเขา เนินเขาเตี้ย ที่ราบขั้นบันได พื้นที่สองฝั่งลำน้ำ มีความลาดชันอยู่ระหว่าง 5-25 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 5 เป็นพื้นที่ราบลุ่ม หรือเนินลาดเอียงเล็กน้อย มีความลาดชันน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ โดยความลาดชันสูง ส่งผลให้การเดินทางอพยพมีความล่าช้า

การระบายน้ำของพื้นผิวดิน พิจารณาคุณสมบัติของเนื้อดิน (Soil Texture) จากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน ตามลักษณะอนุภาคของดินในการอุ้มน้ำ และการระบายน้ำของดิน จากเนื้อดินประเภทต่างๆ โดยจำแนกตามเนื้อดินประเภทหลักๆ ดังนี้ ดินเหนียว (Clay) เป็นดินเนื้อละเอียดซึ่งจะจับตัวเป็นก้อนแข็งเมื่อแห้ง เหนียว สามารถปั้นเป็นรูปต่าง ๆ ได้ ทำให้การระบายน้ำเลว การอุ้มน้ำดี ส่วนดินร่วน (Loam) เป็นดินซึ่งมีส่วนประกอบของทราย ตะกอนทรายและอนุภาคดินเหนียวมากเกือบพอๆ กัน เปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียวต่ำกว่าทราย และตะกอนทรายเล็กน้อย มีการระบายน้ำและการอุ้มน้ำระดับปานกลาง และดินร่วนปนทราย (Sandy Loam) เป็นดินที่ประกอบด้วยทรายมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็มีตะกอนทรายและอนุภาคดินเหนียวมากพอที่จะประสานให้เกาะกันเป็นก้อนได้ ทรายแต่ละเมล็ดสามารถมองเห็นและสัมผัสได้ มีการระบายน้ำดี และการอุ้มน้ำเลว ระดับการระบายน้ำของพื้นดินสามารถแบ่งออกเป็น 7 ระดับ คือ มากเกินไป, ค่อนข้างมาก, ดี, ปานกลาง, ค่อนข้างเลว, เลว และเลวมาก

ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และทางน้ำ สร้างจากชั้นข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ชุด 7018 จากแม่น้ำที่ไหลตลอดทั้งปี จะพบว่าระบบลำน้ำเป็นแบบทางน้ำรูปขนนก (Dendritic Pattern) ที่ลำน้ำมีการรวมของสายน้ำและมีปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จากต้นน้ำสู่ปลายน้ำ รวมถึงแหล่งน้ำ (Water body) ทำให้มีโอกาสเกิดความเสี่ยงจากการกลายเป็นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมในพื้นที่ที่อยู่ในระยะใกล้ลำน้ำและแหล่งน้ำดังกล่าว จึงกำหนดเขตระยะกันชน (Buffer) ช่วงละ 50 เมตร ออกเป็น 5 ระดับ คือ ระยะ 0-50 เมตร, 50-100 เมตร, 100-150 เมตร, 150-200 เมตร และมากกว่า 200 เมตร ตามลำดับ

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการจัดสรรเพื่อการอพยพน้ำท่วมนั้น มีการกำหนดเกณฑ์การให้ค่าคะแนนของชั้นข้อมูลและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) ดังตารางที่ 1 และนำค่าคะแนนที่ได้ไปกำหนดค่าให้กับข้อมูลพื้นฐานที่ใช้การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการอพยพในแต่ละปัจจัย ดังแสดงในภาพที่ 3 ผลลัพธ์จากการนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย เพื่อหาระดับพื้นที่เหมาะสมต่อการอพยพ ดังแสดงในภาพที่ 4 และแสดงเป็นสัดส่วนของพื้นที่ในแต่ละระดับความเหมาะสม ดังแสดงในตารางที่ 2 จากการนำข้อมูลเชิงพื้นที่ในแต่ละปัจจัยข้างต้น พบว่า มีพื้นที่เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด คิดเป็น 59.14, 74.27, 292.91, 283.02 และ 75.54 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

ต่อจากนั้นนำตำแหน่งสถานศึกษาประกอบด้วย มหาวิทยาลัย วิทยาลัย และโรงเรียนในระดับต่างๆ รวม 78 แห่งมาซ้อนทับกับแผนที่ระดับความเหมาะสมต่อการอพยพทั้ง 5 ระดับ โดยสร้างเงื่อนไขการวิเคราะห์ว่าต้องอยู่ในระดับความเหมาะสมในการอพยพที่ระดับเหมาะสมปานกลางขึ้นไป (ปานกลาง มาก และมากที่สุด) และไม่อยู่ในเขตที่เคยเกิดน้ำท่วมมา

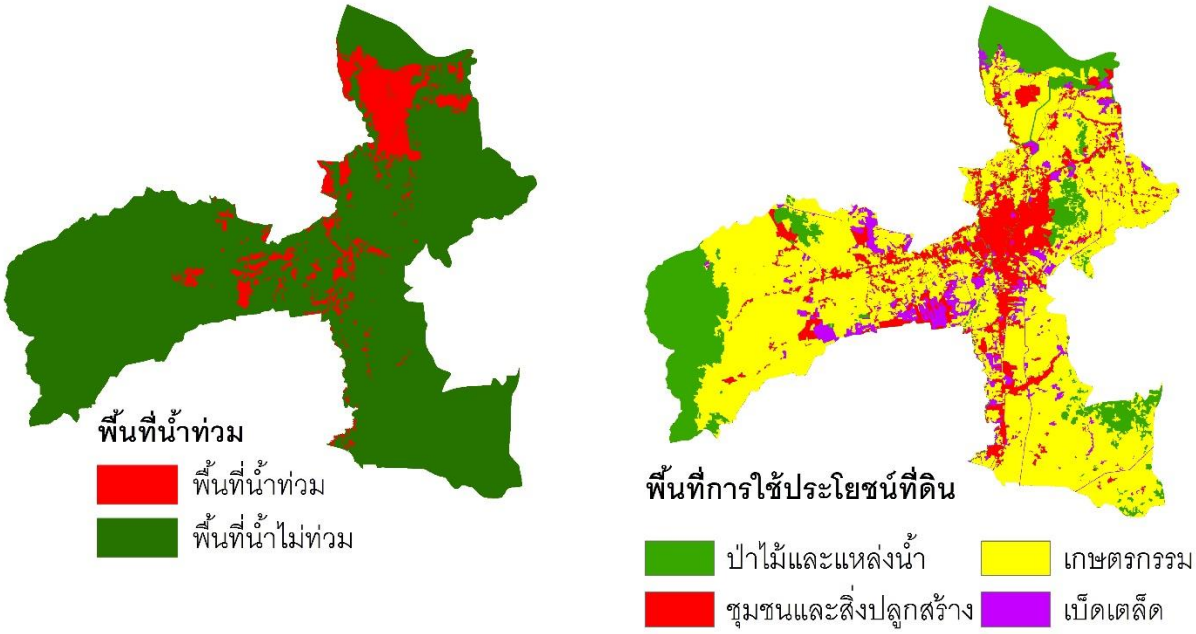
ก่อนจากข้อมูลย้อนหลัง 8 ปี (พ.ศ.2550-2557) ดังตารางที่ 3 ผลปรากฏว่าสถานศึกษาจำนวน 59 แห่ง ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมระดับปานกลางขึ้นไป และเมื่อพิจารณาพื้นที่ที่ไม่ตกอยู่ในเขตพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมจะเหลือจำนวน 57 แห่ง (อยู่ในเขตน้ำท่วม 2 แห่ง)

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้ค่าคะแนนของชั้นข้อมูลและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	ค่าคะแนนของชั้นข้อมูล	ค่าถ่วงน้ำหนัก
1) พื้นที่น้ำท่วม		0.46
1.1 น้ำท่วม	0	
1.2 น้ำไม่ท่วม	1	
2) พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน		0.27
2.1 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	5	
2.2 พื้นที่เบ็ดเตล็ด	3	
2.3 พื้นที่เกษตรกรรม	1	
2.4 พื้นที่ป่าไม้	0	
2.5 พื้นที่น้ำ	0	
3) เส้นทางถนน		0.14
3.1 พื้นที่ที่มีถนนหนาแน่นมากที่สุด	8	
3.2 พื้นที่ที่มีถนนหนาแน่นมาก	7	
3.3 พื้นที่ที่มีถนนหนาแน่นปานกลาง	5	
3.4 พื้นที่ที่มีถนนหนาแน่นน้อย	3	
3.5 พื้นที่ที่มีถนนหนาแน่นน้อยที่สุด	1	
4) ความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)		0.07
4.1 ไม่เกิน 5	9	
4.2 มากกว่า 5-25	7	
4.3 มากกว่า 25-35	5	
4.4 มากกว่า 35-50	3	
4.5 มากกว่า 50	1	
5) การระบายน้ำของพื้นผิวดิน		0.03
5.1 มากเกินไป	7	
5.2 ค่อนข้างมาก	6	
5.3 ดี	5	
5.4 ปานกลาง	4	
5.5 ค่อนข้างเลว	3	
5.6 เลว	2	
5.7 เลวมาก	1	

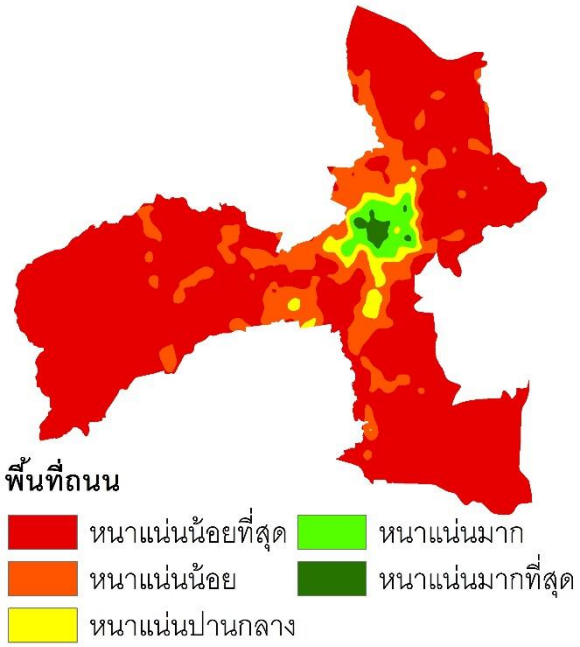
ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้ค่าคะแนนของชั้นข้อมูลและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (ต่อ)

ปัจจัย	ค่าคะแนนของชั้นข้อมูล	ค่าถ่วงน้ำหนัก
6) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และทางน้ำ (เมตร)		0.03
6.1 ไม่เกิน 50	1	
6.2 มากกว่า 50-100	3	
6.3 มากกว่า 100-150	5	
6.4 มากกว่า 150-200	7	
6.5 มากกว่า 200	9	

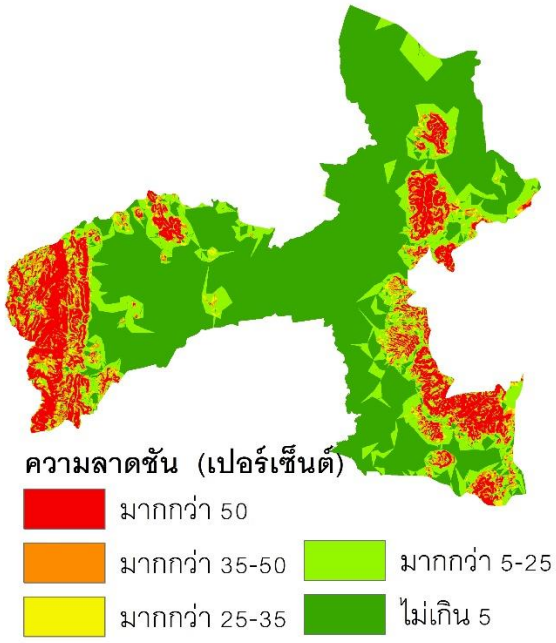


ก.พื้นที่น้ำท่วม ข.พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

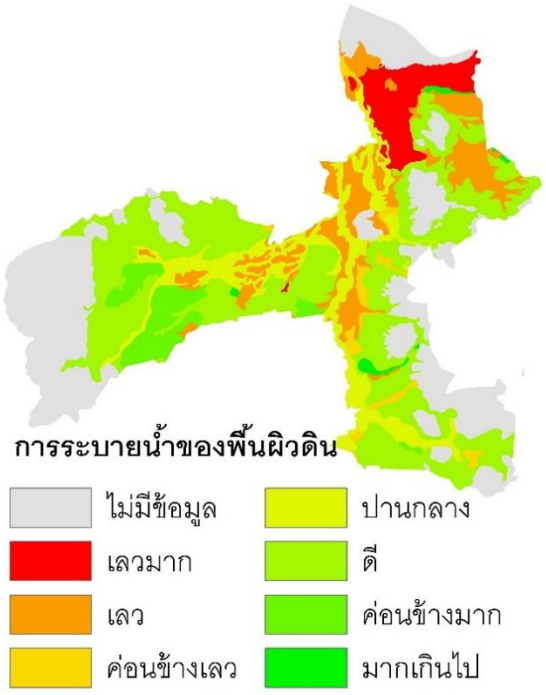
ภาพที่ 3 ข้อมูลพื้นฐานที่มีการให้ค่าคะแนน



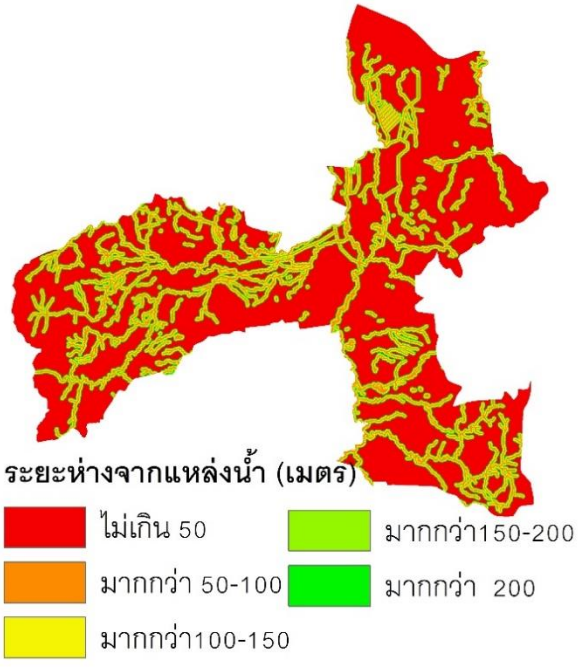
ค.เส้นทางถนน



ง.ความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)



จ.การระบายน้ำของพื้นผิวดิน

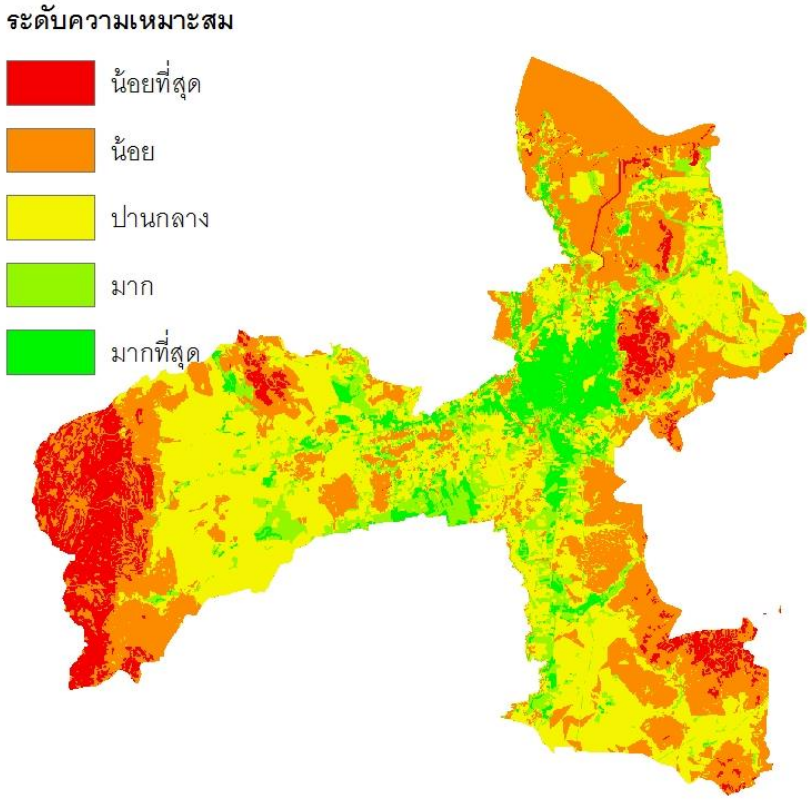


ฉ.ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (เมตร)

ภาพที่ 3 ข้อมูลพื้นฐานที่มีการให้ค่าคะแนน (ต่อ)

ตารางที่ 2 แสดงสัดส่วนพื้นที่ระดับความเหมาะสมต่อการอพยพ

พื้นที่อพยพ	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
เหมาะสมน้อยที่สุด	75.54	9.62
เหมาะสมน้อย	283.02	36.06
เหมาะสมปานกลาง	292.91	37.32
เหมาะสมมาก	74.27	9.46
เหมาะสมมากที่สุด	59.14	7.54
รวม	**784.87**	**100.00**



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงระดับความเหมาะสมต่อการอพยพ

หลังจากนั้นนำข้อมูลขอบเขตตำบลภายในอำเภอหาดใหญ่รวม 13 ตำบล มาทำการหาตำแหน่งศูนย์กลางของพื้นที่ เนื่องจากพิจารณาว่า หากเกิดเหตุน้ำท่วมในแต่ละตำบล ตำแหน่งที่จะใช้เป็นศูนย์อพยพน้ำท่วมจะอยู่ในพื้นที่ที่มีการเข้าถึงสะดวกในทุกหมู่บ้านที่อยู่ภายในตำบล ควรจะอยู่ใกล้ศูนย์กลางของตำบล (Centroid) ดังนั้นจึงนำจุดสถานศึกษาที่ผ่านเกณฑ์

เบื้องต้น (ความเหมาะสมในการตั้งศูนย์อพยพปานกลางขึ้นไปและไม่อยู่ในเขตน้ำท่วม) มาพิจารณาตำแหน่งที่อยู่ใกล้จุดศูนย์กลางของตำบลมากที่สุด โดยใช้การวิเคราะห์โครงข่าย (Network analysis) ในการหาระยะทางที่สั้นที่สุด (Shortest path) เพื่อคัดเลือกเป็นศูนย์อพยพ ในกรณีที่มีสถานศึกษาหลายแห่งใกล้ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง จะเลือกตามลำดับต่อไปคือ เลือกประเภทสถานศึกษาที่มีลำดับศักดิ์ใหญ่มาเล็กได้แก่ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียนระดับมัธยม โรงเรียนระดับประถม และโรงเรียนโสตศึกษา) เนื่องจากมีห้องเรียนและสิ่งอำนวยความสะดวกรองรับผู้อพยพได้มากกว่าตามลำดับ ในกรณีที่มีสถานศึกษาในลำดับศักดิ์เดียวกันใกล้กันมาก จะพิจารณาสถานศึกษาที่อยู่ห่างจากพื้นที่น้ำท่วมมากที่สุดในการเลือกสถานศึกษา

ตารางที่ 3 พื้นที่เขตน้ำท่วม/ไม่ท่วม สำหรับการอพยพตามระดับความเหมาะสมและลำดับสถานศึกษาที่อยู่ในพื้นที่

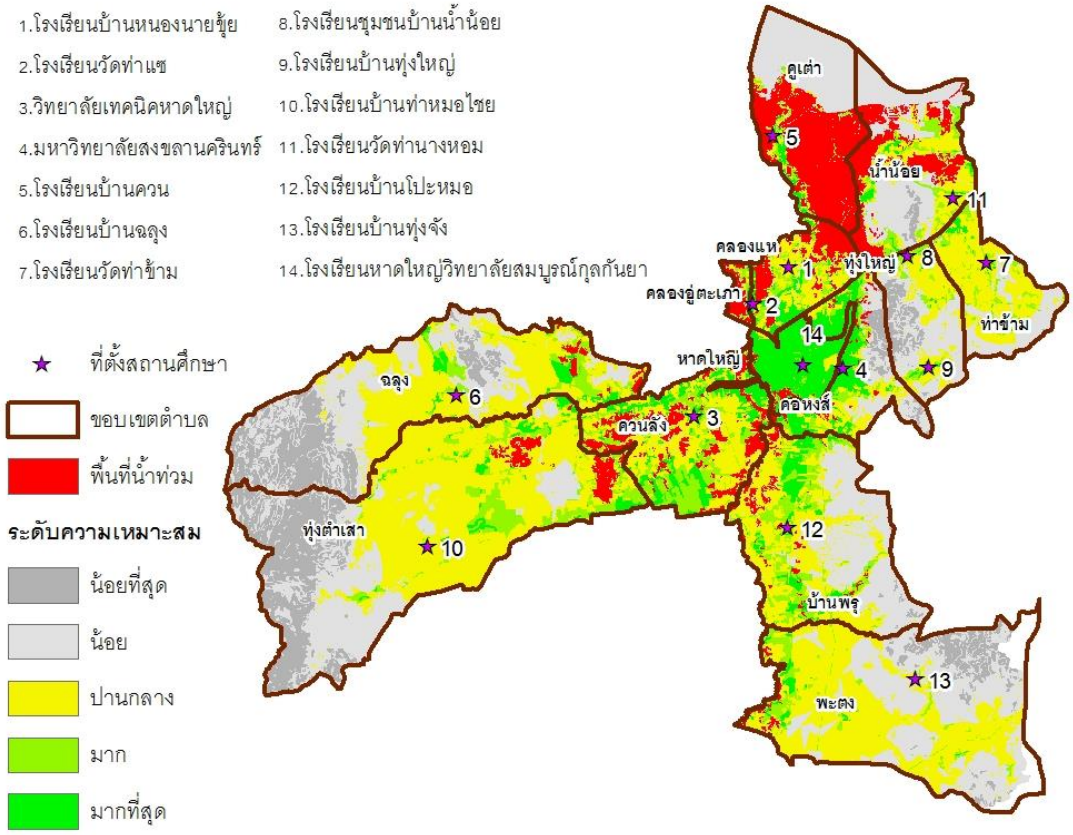
พื้นที่อพยพ/ระดับการศึกษา	โรงเรียนโสตศึกษา	โรงเรียนระดับประถม	โรงเรียนระดับมัธยม	วิทยาลัย	มหาวิทยาลัย	รวม
เหมาะสมน้อยที่สุด	1	2	-	-	-	3
- อยู่ในเขตน้ำท่วม	1	2	-	-	-	3
-อยู่นอกเขตน้ำท่วม	-	-	-	-	-	-
เหมาะสมน้อย	-	16	-	-	-	16
-อยู่ในเขตน้ำท่วม	-	16	-	-	-	16
-อยู่นอกเขตน้ำท่วม	-	-	-	-	-	-
เหมาะสมปานกลาง	-	30	3	-	-	33
-อยู่ในเขตน้ำท่วม	-	1	-	-	-	1
-อยู่นอกเขตน้ำท่วม	-	29	3	-	-	32
เหมาะสมมาก	1	5	1	2	1	10
-อยู่ในเขตน้ำท่วม	-	-	-	-	1	1
-อยู่นอกเขตน้ำท่วม	1	5	1	2	-	9
เหมาะสมมากที่สุด	1	11	3	-	1	16
-อยู่ในเขตน้ำท่วม	-	-	-	-	-	-
-อยู่นอกเขตน้ำท่วม	1	11	3	-	1	16
รวม	3	64	7	2	2	78

ผลจากการคัดเลือกสถานศึกษาในแต่ละตำบลเพื่อสร้างศูนย์อพยพ พบว่ามีสถานศึกษารวม 13 แห่ง (ตารางที่ 4 และภาพที่ 5) โดยมีตำบลละ 1 แห่ง ยกเว้นตำบลทุ่งใหญ่ มี 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนบ้านน้ำน้อย สำหรับการอพยพขึ้นไปในทิศเหนือของตำบล และทางทิศใต้ คือ โรงเรียนทุ่งใหญ่ เนื่องจากบริเวณจุดศูนย์กลางของพื้นที่ไม่มีโรงเรียนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (โรงเรียนวัดพรุเตาะ อยู่ในพื้นที่ตั้งศูนย์อพยพระดับความเหมาะสมน้อย) และระยะทางจากจุดศูนย์กลางพื้นที่มีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ตำบลอู่ตะเภาไม่มีสถานศึกษาที่ผ่านเกณฑ์ จึงเลือกสถานศึกษาที่อยู่ใกล้ที่สุดที่ผ่านเกณฑ์คือ โรงเรียนวัดท่าแซ ตำบลคลองแห มาแทนที่ ทั้งนี้ปัจจัยที่มีอิทธิพลหลักได้แก่ พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและเส้นทางถนนตามค่าน้ำหนักที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนด

ตารางที่ 4 ที่ตั้งศูนย์อพยพจากเขตน้ำท่วมในแต่ละตำบล

ตำบล	สถานศึกษา
คลองแห	1. โรงเรียนบ้านหนองนายขุ้ย (อนุบาล-ประถม)
คลองอู่ตะเภา	2. โรงเรียนวัดท่าแซ (อนุบาล-ประถม)
ควนลัง	3. วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
คอหงส์	4. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คูเต่า	5. โรงเรียนบ้านควน (อนุบาล-ประถม)
ฉลุง	6. โรงเรียนบ้านฉลุง (อนุบาล-ประถม)
ท่าข้าม	7. โรงเรียนวัดท่าข้าม (อนุบาล-ประถมศึกษา)
ทุ่งใหญ่	8. โรงเรียนชุมชนบ้านน้ำน้อย (อนุบาล-มัธยมศึกษาตอนต้น)
	9. โรงเรียนบ้านทุ่งใหญ่ (อนุบาล-ประถมศึกษา)
ทุ่งตำเสา	10. โรงเรียนบ้านท่าหมอไชย (อนุบาล-ประถม)
น้ำน้อย	11. โรงเรียนวัดท่านางหอม (ประถม)
บ้านพรุ	12. โรงเรียนบ้านโปะหมอ (อนุบาล-ประถม)
พะตง	13. โรงเรียนบ้านทุ่งจัง (อนุบาล-ประถม)
หาดใหญ่	14. โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกันยา (มัธยม)

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป เนื่องจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) มีผลต่อระดับความถูกต้องความแม่นยำของน้ำท่วมและเส้นทางการอพยพ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลเส้นชั้นความสูงระยะห่าง 20 เมตร จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ชุด 7018 จากกรมแผนที่ทหาร ในการสร้าง DEM ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดในระดับหนึ่ง ในกรณีการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมบริเวณอำเภอหาดใหญ่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีชุมชนหนาแน่น มีมูลค่าทางทรัพย์สิน สิ่งปลูกสร้างจำนวนมาก และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจในภาคใต้ของประเทศไทยเป็นอย่างมากเช่นกัน การวิจัยครั้งต่อไปควรใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูงมากยิ่งขึ้น เช่น ชั้นความสูงที่ได้จากการสำรวจรังวัด (Ground Survey) หรือ ข้อมูลไลดาร์ (Light Detection and Ranging: LIDAR) เป็นต้น เพื่อเพิ่มความถูกต้องและแม่นยำในการหาพื้นที่อพยพและที่ตั้งได้ดีมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5 แสดงระดับความเหมาะสมในการจัดสรรพื้นที่การอพยพน้ำท่วมและที่ตั้งศูนย์อพยพในแต่ละตำบล

สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับการจัดสรรเพื่อการอพยพน้ำท่วม จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 6 ปัจจัย ได้แก่ 1) พื้นที่น้ำท่วม 2) การใช้ประโยชน์ที่ดิน 3) เส้นทางถนน 4) ความลาดชัน 5) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และทางน้ำ และ 6) การระบายน้ำของพื้นผิวดิน พบว่ามีพื้นที่เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด ร้อยละ 7.54, 9.46, 37.32, 36.06 และ 9.62 ของพื้นที่ตามลำดับ โดยพื้นที่เหมาะสมปานกลางและเหมาะสมน้อยมีพื้นที่ใกล้เคียงกัน หรือหนึ่งในสามของพื้นที่ศึกษา และที่เหลือเป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก และเหมาะสมน้อยที่สุด ไม่ถึงร้อยละ 10 ของพื้นที่ ในส่วนของการวิเคราะห์หาที่ตั้งศูนย์อพยพจากเขตน้ำท่วม พบว่าจากเกณฑ์ที่กำหนดให้ที่ตั้งต้องอยู่ในเขตพื้นที่เหมาะสมสำหรับการจัดสรรเพื่อการอพยพน้ำท่วมตั้งแต่ระดับความเหมาะสมปานกลางเป็นต้นไป และไม่อยู่ในเขตพื้นที่น้ำท่วมในอดีต พบว่าสถานศึกษาในกลุ่มเป้าหมายที่นำมาวิเคราะห์จากทั้งหมด 78 แห่ง มีผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 57 แห่ง โดยจำแนกตามลำดับศักดิ์ของสถานศึกษาเป็นดังนี้ โรงเรียนโสตศึกษา 2 แห่ง โรงเรียนระดับประถมศึกษา 45 แห่ง โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา 7 แห่ง วิทยาลัย 2 แห่ง และมหาวิทยาลัย 1 แห่ง และเมื่อพิจารณาจากแต่ละตำบลเพื่อหาที่ตั้งศูนย์อพยพ พบว่ามี 14 แห่งที่เหมาะสมทั้งในด้านปัจจัยที่ไม่เป็นพื้นที่ที่เคยมีน้ำท่วมมาก่อน และอยู่ใกล้กับศูนย์กลางของตำบล ในส่วนของปัจจัยที่มีอิทธิพลหลักได้แก่ พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและเส้นทางถนน ที่มีค่าน้ำหนักมากกว่าปัจจัยอื่นๆ อีกทั้ง ประเภทการใช้ที่ดินในส่วนของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างจะมีโครงข่ายถนนหนาแน่นมาก ซึ่งมีความสอดคล้องกัน ทำให้พื้นที่บริเวณ

ดังกล่าวมีความเหมาะสมในการตั้งศูนย์อพยพ ผลการศึกษาครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการเตรียมความพร้อมในการวางแผนอพยพประชาชนเพื่อป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วมในพื้นที่ได้อย่างทันเหตุการณ์ต่อไป โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ

เอกสารอ้างอิง

Chunkao, K. (1991). *Watershed Management: Watershed Classification in Thailand*. Bangkok: Kasetsart University. n.p. (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/

Malczewski, J. (2004). GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. *Progress in Planning,62*(1), 3-65.

Saaty, T.L. (2008) Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, *1*(1), 83-98.

Silverman, B.W. (1982). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. New York: Chapman and Hall

Thai Meteorological Department. (2016). *Knowledge of meteorology (in Thai)*. Retrieved January 8, 2016, from http://www.metsakon.tmd.go.th/bunyay.htm