การวิเคราะห์โครงข่ายของสายน้ำด้วยทฤษฎีกราฟบนหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง: กรณีศึกษาพื้นที่สุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายในจังหวัดจันทบุรี

An Analysis of Water Network Employed by Graph Theory-based Centrality: A Case Study of Flood Risk Areas in Chanthabur Province

ธนพล พุกเส็ง[1]
Thanaphon Phukseng[1]

Received: 19 October 2019 ; Revised: 20 January 2020 ; Accepted: 13 February 2020

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจข้อมูลสายน้ำ และวิเคราะห์พื้นที่สุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายในจังหวัดจันทบุรี ซึ่งจะเป็นข้อมูลช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องวางแผนรับมือกับปัญหาดังกล่าว โดยให้ความสำคัญกับจุดพื้นที่ที่เป็นจุดเริ่มต้นหรือปลายทางของสายน้ำ จุดที่สายน้ำเชื่อมโยงกัน และจุดที่สายน้ำตัดผ่านสิ่งกีดขวาง กำหนดเป็นจุดยอด (Node) และการเชื่อมโยงระหว่างจุดพื้นที่เป็นเส้นเชื่อม (Edge) ในรูปแบบกราฟเชิงเดียวไม่มีทิศทาง (Undirected Graph) และใช้โปรแกรม Gephi version 0.9.2 ประมวลผลด้วยทฤษฎีกราฟจากหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง (Centrality) 5 วิธี คือ Degree Centrality, Eccentricity Centrality, Closeness Centrality, Betweeness Centrality และ Eigenvector Centrality โดยพื้นที่ที่ได้คัดเลือกจะมีค่าผลลัพธ์จากหลักการความเป็นจุดศูนย์กลางวิธีต่างๆ ในระดับสูง สำหรับผลการวิจัยสามารถวิเคราะห์พื้นที่สุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายในจังหวัดจันทบุรี จำแนกตามอำเภอได้แก่ แก่งหางแมว 41 จุด ขลุง 85 จุด เขาคิชฌกูฏ 55 จุด ท่าใหม่ 59 จุด นายายอาม 28 จุด โป่งน้ำร้อน 12 จุด มะขาม 13 จุด เมืองจันทบุรี 123 จุด สอยดาว 1 จุด และแหลมสิงห์ 4 จุด รวมทั้งสิ้น 421 จุด

คำสำคัญ: น้ำท่วมรอการระบาย โครงข่ายสายน้ำ จันทบุรี ทฤษฎีกราฟ ค่าความเป็นจุดศูนย์กลาง

Abstract

The objectives of this research were to explore stream data and to analyze flood risk areas in Chanthaburi in order to gain useful information for local agencies in Chanthaburi to make plans to deal with such problems. This research focused on the sources or ends of streams, points where streams are linked, and points where streams cut through obstacles. Three areas were determined as nodes. The stream paths between points were called edges, which were represented utilizing undirected graphs. Data collected were then processed through Gephi version 0.9.2. Later, Graph Theory-based Centrality was considered for data analysis, consisting of five methods, namely: Degree Centrality, Eccentricity Centrality, Closeness Centrality, Betweeness Centrality, and Eigenvector Centrality. Selected areas must have obtained high values estimated from various methods of Graph Theory-based Centrality. The results of this research could lead to an analysis of flood risk areas in Chanthaburi. With the classification of districts, it was found that there were 41 points of flood risk areas in Kaeng Hang Maeo; 85 points in Khlung; 55 points in Khao Khitchakut, 59 points in Tha Mai, 28 points in Na Yai Am, 12 points in Pong Nam Ron, 13 points in Makham, 123 points in Mueang Chanthaburi, 1 point in Soi Dao, and 4 points in Laem Sing, totaling 421 points.

Keywords: Flood Risk Areas, Water Network, Chanthaburi Province, Graph Theory, Centrality

---

[1] อาจารย์ ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ถนนชลประทาน ต.โขมง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี 22170

[1] Lecture, Bachelor of Science Program in Information Technology, Faculty of Science and Arts, Burapha University Chanthaburi Campus, Ta-Mai District, Chanthaburi Province, Thailand, 22170

บทนำ

น้ำท่วมเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบเป็นอย่างมาก ทั้งภาคเศรษฐกิจและภาคสังคม ซึ่งจะเห็นได้จากในปี 2554 ที่ผ่านมาประเทศไทยประสบปัญหาอย่างมากทั้งความเสียหายที่เกิดต่อบุคคลและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก สำหรับลักษณะของน้ำท่วมนั้นสามารถจำแนกได้เป็น 4 ประเภทหลัก[1,2] คือ 1. น้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่า เป็นภาวะที่ฝนตกหนักในพื้นที่สูงมีความรุนแรงและเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2. น้ำล้นตลิ่ง เป็นภาวะที่ฝนตกหนักต่อเนื่องจนระบายไม่ทัน ทำให้น้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ใกล้เคียง 3. น้ำท่วมขัง เป็นภาวะที่การระบายน้ำไม่มีประสิทธิภาพ มักเกิดในพื้นที่ราบลุ่มและบริเวณชุมชนเมือง ซึ่งเป็นได้ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว และ 4. คลื่นซัดฝั่งเป็นภาวะที่พายุลมแรงซัดฝั่ง โดยที่สาเหตุของการเกิดปัญหาน้ำท่วมนั้นเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น ฝนตกหนัก ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ น้ำทะเลหนุน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวมีหลายหน่วยงานร่วมจัดการแก้ปัญหาน้ำท่วมมาโดยตลอด แต่ปัญหาน้ำท่วมในลักษณะต่าง ๆ ก็ยังเกิดขึ้นได้เป็นระยะ ๆ สำหรับการจัดการกับปัญหาน้ำท่วม[3] ได้แก่ การก่อสร้างคันกั้นน้ำเลียบลำน้ำ การก่อสร้างทางผันน้ำ การปรับปรุงสภาพลำน้ำ การก่อสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ การก่อสร้างคันกั้นน้ำโอบล้อมพื้นที่ และการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำลำธาร ซึ่งเป็นแนวทางหลักในการป้องกันปัญหาน้ำท่วมโดยทั่วไป

เมื่อพิจารณาในแต่ละพื้นที่ ลักษณะของปัญหาน้ำท่วมที่พบจะมีความแตกต่างกัน ในจังหวัดจันทบุรีเกิดปัญหาน้ำท่วมอยู่เป็นระยะ โดยเฉพาะในเขตตัวเมืองจันทบุรีเคยเกิดปัญหาน้ำท่วมฉับพลันและน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน ซึ่งต่อมาเมื่อมีการขุดคลองภักดีรำไพ อันเป็นโครงการบรรเทาอุทกภัยตัวเมืองจันทบุรีตามพระราชดำริ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช รัชกาลที่ 9 [4] ทำให้ลดปัญหาน้ำท่วมในเขตตัวเมืองจันทบุรีได้ แต่ทั้งนี้ในปัจจุบันลักษณะของปัญหาน้ำท่วมในจังหวัดจันทบุรีที่พบได้บ่อยและหลายพื้นที่ คือ ลักษณะของน้ำท่วมขังในระยะสั้น หรือที่เรียกว่า น้ำท่วมรอการระบาย ที่เกิดจากภาวะฝนตกหนักแล้วน้ำมีการระบายออกได้ช้าจนทำให้น้ำเอ่อล้นแผ่กระจายออกไปในพื้นที่โดยรอบ สร้างความเสียหายต่อพื้นที่รอบข้างได้ ซึ่งโดยเฉพาะในพื้นที่ที่เป็นจุดรวมของน้ำจากหลายสาย หรือพื้นที่ที่มีการสร้างถนน สะพานหรือมีการวางท่อระบายน้ำ ทำให้แบ่งสายน้ำออกเป็นช่วง ซึ่งส่งผลให้เกิดน้ำท่วมรอการระบายได้หากไม่มีการจัดการในพื้นที่ เช่น การขุดลอกคลอง การกำจัดขยะ และการกำกับเปิดปิดประตูระบายน้ำให้ดี เป็นต้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งศึกษาโครงข่ายของสายน้ำในจังหวัดจันทบุรี โดยพิจารณาพื้นที่ที่เป็นจุดเชื่อมโยงของสายน้ำ และนำเสนอในรูปแบบของกราฟเพื่อวิเคราะห์การเชื่อมโยงสายน้ำ ด้วยทฤษฎีกราฟจากหลักการความเป็นจุดศูนย์กลางวิธีการต่าง ๆ ซึ่งพื้นที่ที่มีค่าความเป็นจุดศูนย์กลางสูงจะแสดงถึงความสำคัญในการเป็นจุดเชื่อมโยงของโครงข่ายสายน้ำ และมีโอกาสสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายได้ โดยที่ผลลัพธ์จากการวิจัยนี้จะได้ให้ข้อมูลกับหน่วยงานในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ที่สามารถใช้ประกอบการวางแผนเพื่อรับมือกับปัญหาน้ำท่วมรอการระบายได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. สำรวจข้อมูลการเชื่อมโยงสายน้ำในจันทบุรี

2. วิเคราะห์หาพื้นที่สุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายในจังหวัดจันทบุรี ด้วยทฤษฎีกราฟบนหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาทฤษฎีกราฟ และหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง ดังนี้

1. ทฤษฎีกราฟ (Graph Theory) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้สำหรับจำลองปัญหาบางอย่างด้วยแผนภาพ[5] ที่ประกอบด้วยจุดยอด (Node) ที่วาดแทนด้วย จุดทึบ และเส้นเชื่อม (Edge) ที่เชื่อมโยงบางจุดยอด ซึ่งได้มีการนิยามกราฟในรูปแบบต่อไปนี้[6]

กราฟ $G=(V, E)$

ประกอบด้วยเซตจำกัด 2 เซต ได้แก่

1) เซตของจุดยอด V ที่ไม่เป็นเซตว่างและเรียกสมาชิกใน V ว่าจุดยอด

2) เซตของเส้นเชื่อม E ที่อาจเป็นเซตว่างได้และเรียกสมาชิกใน E ว่า เส้นเชื่อม

โดยที่แต่ละเส้นเชื่อม e ใน E ถูกกำหนดด้วยคู่ไม่อันดับ (Unordered Pair) ของจุดยอด (u,v) ซึ่งเรียกว่า จุดยอดปลาย (End Vertex) ของ e ทั้งนี้ อาจแทนด้วย $V(G)$ และ $E(G)$ เพื่อเน้นว่าเป็นเซตของจุดยอดและเซตของเส้นเชื่อมของกราฟ G

โดยกราฟนั้นสามารถจำแนกได้หลายลักษณะ[7] เช่น

จำแนกตามทิศทาง แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1) กราฟแบบมีทิศทาง (Directed graph) หมายถึง กราฟที่มีการระบุทิศทางของเส้นเชื่อมระหว่างจุดยอด

2) กราฟแบบไม่มีทิศทาง (Undirected graph) หมายถึง กราฟที่มีเส้นเชื่อมระหว่างจุดยอดแบบไม่มีทิศทาง

และจำแนกตามการเชื่อมโยงของเส้นเชื่อม แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1) กราฟเชิงเดียว (Simple Graph) หมายถึง กราฟที่ไม่มีเส้นเชื่อมขนานกันระหว่างจุดยอดและไม่มีวงวนรอบจุดยอด

2) กราฟหลายเชิง (Multigraph) หมายถึง กราฟที่มีเส้นเชื่อมขนานกันระหว่างจุดยอด

ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยพื้นฐานในการสร้างการวิเคราะห์การเชื่อมโยงของกราฟต่อไป

2. การวิเคราะห์การเชื่อมโยงของกราฟด้วยหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง (Centrality) เป็นการวัดค่าความเป็นจุดศูนย์กลางของจุดยอดแต่ละจุด ซึ่งวิธีการที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้งาน ได้แก่ [8-11]

1) Degree Centrality หมายถึง ความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากดีกรี เป็นการคำนวณค่าการเป็นจุดศูนย์กลางของการเชื่อมโยง (Hub) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีอิทธิพลสูงสุดของการเชื่อมโยง โดยวัดได้จากจำนวนเส้นเชื่อมโยงทั้งหมดที่โยงมาจากจุดยอดอื่นๆ สำหรับพื้นที่ที่มีค่าความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากวิธีนี้สูง จะแสดงถึงการเป็นจุดร่วมของสายน้ำซึ่งมีโอกาสเกิดน้ำท่วมรอการระบายได้มากกว่า โดยนำเสนอได้ดังสมการที่ (1)

$$d(i)=\sum_j m_{ij} \quad (1)$$

เมื่อ $d(i)$ หมายถึง ค่าความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากดีกรีของการเชื่อมโยงที่จุดยอด i ใดๆ โดยที่ m_{ij} จะมีค่าเท่ากับ 1 ถ้าหากมีการเชื่อมโยงระหว่างจุดยอด และ จะมีค่าเท่ากับ 0 ถ้าหากไม่มีการเชื่อมโยงระหว่างกัน

2) Closeness Centrality หมายถึง ความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากความใกล้ชิด เป็นการคำนวณค่าความเป็นจุดศูนย์กลางของเครือข่ายจากความใกล้ชิดกับจุดยอดอื่นๆ และใช้ระยะทางที่สั้นที่สุดในการเข้าถึง (Geodesic Path Distance) โดยวัดได้จากจำนวนเส้นเชื่อมโยงทั้งหมดที่ใช้ในการเดินทางจากจุดยอดหนึ่งไปยังอีกจุดยอดหนึ่ง โดยการลากผ่านจุดยอดอื่นๆ ด้วยเส้นทางที่สั้นที่สุด สำหรับพื้นที่ที่มีค่าความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากวิธีนี้สูง จะแสดงถึงโอกาสที่น้ำจากจุดพื้นที่อื่นๆ จะไหลมารวมยังจุดพื้นที่ดังกล่าวได้ง่ายกว่า ซึ่งสามารถเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายได้มากกว่า โดยนำเสนอได้ดังสมการที่ (2)

$$c(i)=\sum_j n_{ij} \quad (2)$$

เมื่อ $c(i)$ หมายถึง ค่าความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากความใกล้ชิดของการเชื่อมโยงที่จุดยอด i ใดๆ โดยที่ n_{ij} คือ จำนวนเส้นการเชื่อมโยงในเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดยอดหนึ่งไปยังอีกจุดยอดหนึ่ง

3) Betweenness Centrality หมายถึง ความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากการคั่นกลาง เป็นการคำนวณค่าความเป็นจุดศูนย์กลางของเครือข่ายจากการเป็นจุดคั่นกลาง หรือตำแหน่งที่เป็นสะพานเชื่อมจุดยอดต่างๆ (Bridgers) เข้าหากันโดยพิจารณาจากสัดส่วนของระยะทางที่สั้นที่สุด (Geodesic Path) ในการเชื่อมโยงระหว่างจุดยอดแต่ละคู่ สำหรับพื้นที่ที่มีค่าความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากวิธีนี้สูง จะแสดงถึงความสำคัญของพื้นที่ดังกล่าวที่จะเป็นจุดผ่านที่เชื่อมโยงระหว่างจุดพื้นที่อื่นแต่ละคู่ ซึ่งจะมีโอกาสเกิดน้ำท่วมรอการระบายได้มากกว่า โดยนำเสนอได้ดังสมการที่ (3)

$$b(i) = \sum_{j,k} \frac{g_{jik}}{g_{jk}} \quad (3)$$

เมื่อ $b(i)$ หมายถึง ความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากการคั่นกลางของการเชื่อมโยงที่จุดยอด i ใดๆ โดยที่ g_{jk} คือ จำนวนเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดยอด j ไปยังจุดยอด $k(j,k\neq i)$ ส่วน g_{jik} คือ จำนวนเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดยอด j ไปยังจุดยอด k ที่ต้องผ่านจุดยอด i

4) Eccentricity Centrality หมายถึง ความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดความสัมพันธ์ที่แตกต่างของจุดยอด เป็นการวัดความสามารถในการเข้าใช้งานของจุดยอด โดยคำนวณจากระยะทางสูงสุดของจุดยอดหนึ่งไปยังจุดยอดหนึ่ง วิธีการนี้มักจะแสดงเป็นส่วนกลับของค่าสูงสุดเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีค่ามากแสดงถึงการเชื่อมโยงที่มีความหมายเชิงบวก สำหรับพื้นที่ที่มีค่าความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากวิธีนี้สูง จะแสดงถึงการเชื่อมโยงจากจุดพื้นที่อื่นมายังจุดพื้นที่นี้ได้สูง จึงมีโอกาสที่น้ำจากจุดพื้นที่อื่นจะไหลมารวมก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายได้มากกว่า โดยนำเสนอได้ดังสมการที่ (4)

$$ecc(i) = \frac{1}{Max\{dist(i,j)\}} \quad (4)$$

เมื่อ $ecc(i)$ หมายถึง ความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากความสัมพันธ์ที่แตกต่างของจุดยอด i ใดๆ โดยที่ $dist(i,j)$ คือ ระยะทางระหว่างจุดยอด i ไปยังจุดยอด j ซึ่งเป็นความยาวของระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่าง 2 จุดยอดนั้น โดยจะให้ความสำคัญกับระยะทางที่มีค่ามากที่สุด

5) Eigenvector Centrality หมายถึง ความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะเป็นการคำนวณค่าความเป็นจุดศูนย์กลางของเครือข่ายจากการวัดค่าอิทธิพลของจุดยอดในเครือข่าย โดยหากจุดยอดนั้นเชื่อมโยงกับจุดยอดอื่นที่มีค่าอิทธิพลสูงอยู่แล้ว ก็จะมีค่าเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะที่สูงกว่าจุดยอดที่เชื่อมโยงกับจุดยอดอื่นที่มีค่าอิทธิพลต่ำ สำหรับพื้นที่ที่มีค่าความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากวิธีนี้สูง จะแสดงว่าจุดพื้นที่ดังกล่าวที่ได้รับอิทธิพลจากจุดพื้นที่อื่น ซึ่งเมื่อจุดพื้นที่อื่นเกิดปัญหา จะส่งผลกระทบต่อจุดพื้นที่นี้ทำให้เกิดเกิดน้ำท่วมรอการระบายได้มากยิ่งขึ้น โดยนำเสนอได้ดังสมการที่ (5)

$$ev(i) = \frac{1}{\lambda}\left(\sum_{t \in V(i)} t\right) \quad (5)$$

เมื่อ $ev(i)$ หมายถึง ความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะของจุดยอด i ใดๆ โดยที่ t เป็นสมาชิกของ $V(i)$ ซึ่งหมายถึง ชุดของจุดยอดที่เชื่อมโยงไปยังจุดยอด i และ λ เป็นค่าคงที่

สำหรับในงานวิจัยนี้จะเป็นการนำเสนอกราฟของการเชื่อมโยงสายน้ำในจังหวัดจันทบุรี G ประกอบด้วย $G=(V,E)$ ซึ่ง V คือ เซตของจุดพื้นที่ที่สายน้ำเชื่อมโยงกันหรือจุดพื้นที่เริ่มต้นหรือปลายทางของสายน้ำ และ E คือ เส้นทางของสายน้ำที่เชื่อมโยงระหว่างจุดพื้นที่ดังกล่าว และวิเคราะห์การเชื่อมโยงของกราฟด้วยหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษางานวิจัยที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาน้ำท่วม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาน้ำท่วมโดยส่วนใหญ่จะเป็นการนำเสนอการใช้หลักการทางภูมิสารสนเทศ เช่น งานวิจัยการประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในจังหวัดสระแก้ว[12] ได้ศึกษาถึงปัจจัยทางกายภาพที่อาจส่งผลต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมและพิจารณาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยและประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการแสดงถึงพื้นที่ที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม สำหรับการวิจัยที่สองเป็นการนำเสนอการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่[13] เป็นการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมจากข้อมูลการเกิดน้ำท่วมในอดีต และใช้โปรแกรมภูมิสารสนเทศในการนำเสนอและร่วมวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ งานวิจัยต่อไปเป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทเพื่อการเฝ้าระวังภัยพิบัติ: กรณีตัวอย่างน้ำท่วมในนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ปี พ.ศ. 2554[14] โดยใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทในการนำเสนอข้อมูลเชิงพื้นที่ในช่วงเวลาก่อน ระหว่างและหลังเกิดภัยพิบัติร่วมกับโปรแกรมภูมิสารสนเทศ และงานวิจัยสุดท้ายที่นำเสนอคือ การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเชิงพื้นที่เพื่อสนับสนุนการเตือนภัยพิบัติน้ำท่วมเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา[15] เป็นการศึกษาพัฒนาโปรแกรมที่ช่วยเตือนภัยพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมโดยมีพื้นฐานจากโปรแกรมกูเกิลแมป

ซึ่งจากงานวิจัยที่นำเสนอนั้นจะเห็นได้ว่าการนำเทคโนโลยีที่มีความเกี่ยวข้องกับภูมิสารสนเทศมาเป็นส่วนประกอบ ทั้งที่เป็นปัจจัยในการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ หรือการแสดงผล ทำให้ได้เห็นภาพรวมของสภาพพื้นที่ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว นอกเหนือจากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลจริงซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง

งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟ

ในด้านการวิจัยที่มีการประยุกต์นำทฤษฎีกราฟมาใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การวิเคราะห์การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยทฤษฎีกราฟ กรณีศึกษาวิทยาลัยพณิชยการธนบุรี[16] ได้ใช้ทฤษฎีกราฟวิเคราะห์การเชื่อมต่อของเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อหาอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่มีความสำคัญในระบบเครือข่าย โดยหาความเป็นจุดศูนย์กลางจากวิธี Degree Centrality ร่วมกับ Betweenness Centrality สำหรับงานวิจัยที่สอง คือการวิเคราะห์เครือข่ายการท่องเที่ยวของกลุ่มจังหวัดภาคกลางในประเทศไทย[17] ได้ใช้ทฤษฎีกราฟในการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของสถานที่ท่องเที่ยว โดยในการหาค่าความเป็นจุดศูนย์กลางได้ใช้วิธี Degree Centrality Closeness Centrality และ Betweenness Centrality งานวิจัยต่อไปเป็นการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมโดยทฤษฎีกราฟ กรณีศึกษา คณาจารย์คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี[9] เป็นการใช้ทฤษฎีกราฟในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบุคลากรภายในองค์กร เพื่อหาผู้ที่มีความสำคัญต่อการกระจายข่าวสารไปยังบุคลากรต่างๆ ในองค์กร โดยได้ใช้วิธีการหาความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจาก Degree Centrality Closeness Centrality และ Betweenness Centrality และงานวิจัยสุดท้ายที่นำเสนอเป็นการวิเคราะห์โครงข่ายเส้นทางสถานที่ท่องเที่ยวด้วยทฤษฎีกราฟ: กรณีศึกษาการจัดตั้งจุดประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวในเขตจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด[18] ได้ใช้ทฤษฎีกราฟในการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของสถานที่ท่องเที่ยว และทางร่วมทางแยก ที่มีความเหมาะสมต่อการจัดตั้งจุดประชาสัมพันธ์ โดยใช้วิธีการหาความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจาก Degree Centrality และ Betweenness Centrality

จากงานวิจัยที่นำเสนอนั้นจะเห็นได้ว่าทฤษฎีกราฟได้มีการนำไปประยุกต์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง โดยที่ต้องมีลักษณะเชื่อมโยงของปัจจัยที่พิจารณาเป็นแบบเครือข่าย

งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาน้ำท่วมและประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟ

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อนี้จะได้นำเสนองานวิจัยที่มีการนำทฤษฎีกราฟมาใช้กับปัญหาน้ำท่วม ได้แก่ การวิจัยเพื่อการวิเคราะห์การระบายน้ำโดยใช้ทฤษฎีกราฟ กรณีศึกษาเขตพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา[19] ซึ่งได้นำเสนอแบบจำลองความสัมพันธ์ของการระบายน้ำ โดยใช้แนวทางความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจาก Degree Centrality และ Betweenness Centrality แต่เป็นการมุ่งเน้นที่ประตูระบายน้ำ และแหล่งน้ำใหญ่ในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นหลัก และงานวิจัยการวิเคราะห์โครงข่ายประตูระบายน้ำด้วยความเป็นศูนย์กลางระหว่างความสัมพันธ์ร่วมกับกระแสการไหลสูงสุด[20] ซึ่งได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟในส่วนของความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากการคั่นกลาง เพื่อนำเสนอวิธี “BC-Max” ที่กำหนดเส้นทางในการระบายน้ำจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยนำค่าความเป็นจุดศูนย์กลางโดยวัดจากการคั่นกลางมาคำนวณหาค่าการไหลสูงสุด (Maximum Flow) ที่สามารถระบายน้ำที่ประตูระบายน้ำได้

ซึ่งจากที่นำเสนองานวิจัยนั้น แสดงให้เห็นว่าการนำทฤษฎีกราฟมาใช้กับปัญหาน้ำท่วมนั้นมีความน่าสนใจ ทั้งนี้งานวิจัยทั้งสองจะเป็นการมุ่งเน้นในลักษณะของแหล่งน้ำใหญ่และที่ประตูระบายน้ำ โดยยังไม่ได้พิจารณาถึงพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นจุดเชื่อมต่อของสายน้ำซึ่งอาจเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายได้ รวมถึงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์หาค่าความเป็นจุดศูนย์กลาง หากใช้หลายวิธีผสานกัน สามารถส่งผลให้วิเคราะห์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ดังนั้นจากการทบทวนวรรณกรรมทำให้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นว่าในการเก็บรวมรวมข้อมูลของสายน้ำนั้นสามารถใช้วิธีการทางภูมิสารสนเทศเพื่ออำนวยความสะดวกได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงการนำทฤษฎีกราฟที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลการเชื่อมโยงต่าง ๆ ด้วยหลักการความเป็นจุดศูนย์กลางนั้นมีความเหมาะสมสามารถนำมาใช้วิเคราะห์นำเสนอทางออกของปัญหาที่วิจัยได้

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถแบ่งวิธีดำเนินการเป็น 4 กระบวนการ ดัง Figure 1 ต่อไปนี้

1. การเก็บรวมรวมข้อมูลสายน้ำและการเชื่อมโยงของสายน้ำในจังหวัดจันทบุรี ด้วยโปรแกรมกูเกิลแมป และสำรวจในพื้นที่จริง ซึ่งให้ความสำคัญกับจุดพื้นที่ 3 ลักษณะ คือ 1. จุดพื้นที่เริ่มต้นหรือปลายทางของสายน้ำ ซึ่งอาจเป็นน้ำตก หรือ พื้นที่เก็บน้ำ เช่น เขื่อน หรือ อ่างเก็บน้ำ 2. จุดพื้นที่ที่สายน้ำเชื่อมโยงกัน ซึ่งอาจเป็นทางร่วมทางแยกของสายน้ำ และ 3. จุดพื้นที่ที่สายน้ำตัดผ่านสิ่งกีดขวาง เช่น ถนน หรือ สะพาน เป็นต้น เนื่องจากจุดพื้นที่ในลักษณะที่ 2 และ 3 จะเป็นคอขวดที่ส่งผลต่อการระบายน้ำได้

2. การกำหนดสัญลักษณ์แทนข้อมูลในจุดพื้นที่ต่าง ๆ และทำพจนานุกรมข้อมูลเพื่ออธิบายกำกับความหมายในแต่ละจุด

3. การวิเคราะห์การเชื่อมโยงของกราฟ โดยจัดรูปแบบและโหลดข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม Gephi version 0.9.2 จากนั้นจึงกำหนดค่าปัจจัย สร้างแผนภูมิการเชื่อมโยงของสายน้ำและวิเคราะห์การเชื่อมโยงด้วยหลักการความเป็นจุดศูนย์กลางวิธีต่าง ๆ และบันทึกผลลัพธ์ที่ได้

4. การแปลผลและสรุปผล ในกระบวนการสุดท้ายจะนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยหลักการความเป็นจุดศูนย์กลางแต่ละวิธี มาการจัดเรียงลำดับจากมากไปน้อย จัดแบ่งเป็นช่วงตามแต่ละวิธี และเลือกคัดเลือกพื้นที่ที่มีค่าตัวเลขมากของหลักการความเป็นจุดศูนย์กลางแต่ละวิธี ซึ่งค่าผลลัพธ์ที่ได้มากหมายถึงในจุดพื้นที่นั้นมีโอกาสสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายมากกว่า จากนั้นจึงเปรียบเทียบเพื่อหาจุดพื้นที่สามารถพบได้โดยหลายวิธีหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง เพื่อสรุปเป็นพื้นที่มีความสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายมากที่สุด

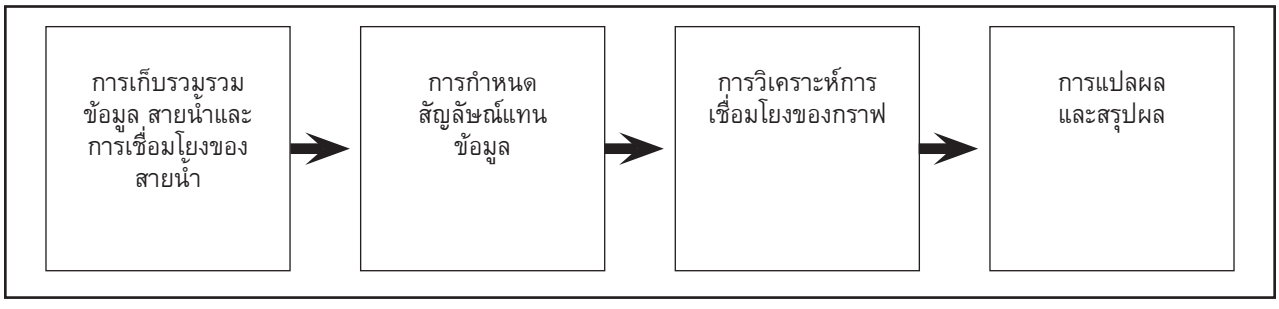

Figure 1 Research Processes

ผลการวิจัย

จากวิธีดำเนินการวิจัยจะได้นำเสนอผลการวิจัยเป็นลำดับดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลสายน้ำและการเชื่อมโยงของสายน้ำในจันทบุรี ได้จำนวนจุดพื้นที่ ดัง Table 1

Table 1 Numbers of Collecting Data Areas

Data areas	Numbers
The sources or ends of the rivers	296 Points
The point where rivers are linked	669 Points
The point river cut through obstacles	1,439 Points
Total	2,404 Points

2. กำหนดสัญลักษณ์แทนข้อมูล และทำพจนานุกรมข้อมูลดัง Table 2 Figure 2 และ Figure 3

Table 2 Defining Data as Symbols

Data areas	Symbols
The sources or ends of the rivers	REXXX
The point where rivers are linked	RRXXX
The point river cut through obstacles	LRXXX and RLXXX

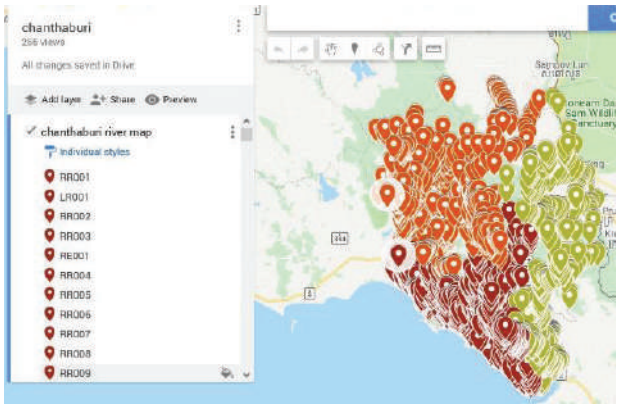

Figure 2 Defining Data as Symbols on Google Map

	A	B	C
1	Road&River		
2	Code	RoadandBride	River
3	LR001	ChaloemBuraphaChonlathitRd	
4	LR002	KhlongChak-yanSueMu4Rd	
5	LR003	KhlongChak-yanSueMu4Rd	
6	LR004		
7	LR005		
8	LR006	1011	
9	LR007		
10	LR008		
11	LR009	1011	Bangkluai
12	LR010		Bangkluai
13	LR011		Bangkluai

Figure 3 Example of a Data Dictionary for the Areas of the Point River Cut Through Obstacles

3. วิเคราะห์การเชื่อมโยงของกราฟ โดยกำหนดการเชื่อมโยงของจุดพื้นที่เป็นกราฟแบบไม่มีทิศทาง (undirected graph) ซึ่งมีจุดยอดเป็นจุดพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ จุดพื้นที่ที่เป็นจุดเริ่มต้นหรือปลายทางของสายน้ำ จุดที่สายน้ำเชื่อมโยงกัน และจุดที่สายน้ำตัดผ่านสิ่งกีดขวาง ดังตัวอย่างใน Figure 4 โดยที่ Source และ Destination เป็นการเชื่อมโยงของสายน้ำระหว่างจุดพื้นที่ ได้มาจากการเก็บข้อมูลการเชื่อมโยงกันระหว่างจุด โดยที่กำหนดไว้ 2,404 จุด และเส้นเชื่อมจากการเชื่อมโยงของสายน้ำระหว่างจุดพื้นที่มีทั้งหมด 2,386 คู่ จากนั้นจึงได้นำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม Gephi และสร้างแผนภูมิการเชื่อมโยงของสายน้ำ ดัง Figure 5 และ Figure 6 ต่อจากนั้นจึงได้ประมวลผลวิเคราะห์การเชื่อมโยงด้วยหลักการความเป็นจุดศูนย์กลางในแต่ละวิธีการ ดัง Figure 7 ประกอบด้วย Degree Centrality Eccentricity Centrality Closeness Centrality Betweeness Centrality และEigenvector Centrality และบันทึกผลลัพธ์

	A	B
1	Source	Destination
2	RR151	RR154
3	RR154	LR304
4	RR154	RR153
5	RR153	RR152
6	RR153	RR155
7	RR155	RR157
8	RR157	RR156
9	RR157	RR158
10	RR158	RR160
11	RR160	RR159
12	RR159	RR161

Figure 4 Example of Linking Areas

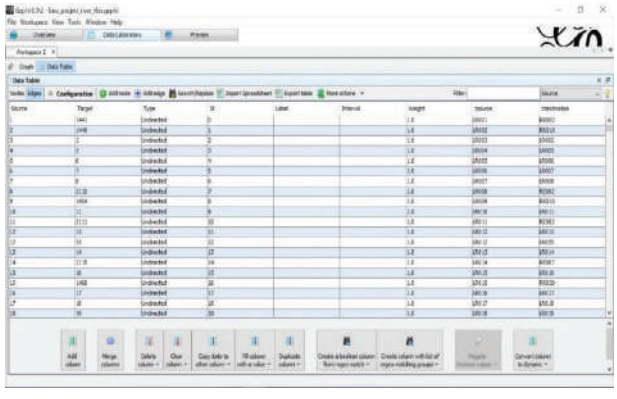

Figure 5 Results of Inputting Data to Gephi

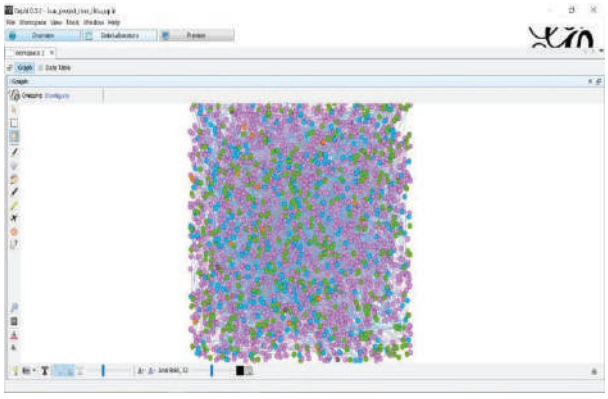

Figure 6 Chart Shown the Linking Points

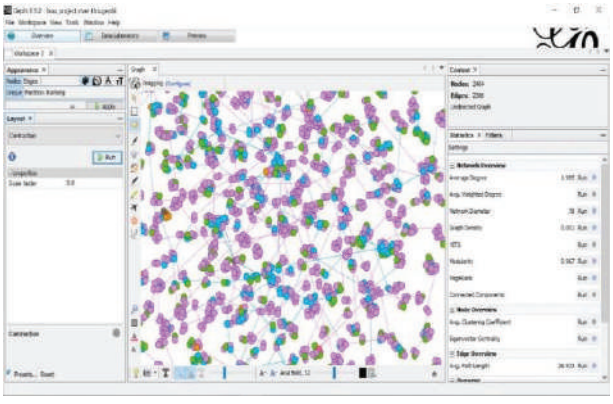

Figure 7 Examples of Centrality Analysis with Different Methods

4. แปลผลและสรุปผล โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละวิธีการวิเคราะห์ด้วยหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง มาจัดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย จัดแบ่งเป็นช่วง และเลือกข้อมูลจุดพื้นที่ที่มีค่าผลลัพธ์ในระดับสูงไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ในแต่ละวิธี เพื่อให้มีปริมาณข้อมูลเพียงพอต่อการแปรผล ต่อจากนั้นได้พิจารณาเพื่อหาว่าแต่ละจุดพื้นที่สามารถพบได้โดยใช้หลักการความเป็นจุดศูนย์กลางกี่วิธี ซึ่งจุดพื้นที่ใดที่พบด้วยหลักการความเป็นจุดศูนย์กลางมากกว่า แสดงถึงการเป็นจุดพื้นที่ที่มีความสำคัญเป็นพิเศษ มีความสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายมากกว่า ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกพิจารณาจุดพื้นที่ที่ได้จากจำนวนวิธีหลักการความเป็นจุดศูนย์กลางตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป ซึ่งรวมจำนวน 477 จุด สามารถแสดงผลลัพธ์สรุปได้ดัง Table 3 เมื่อได้ผลลัพธ์ดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ตรวจสอบจุดพื้นที่ในรายละเอียดอีกครั้งหนึ่ง โดยได้ตัดจุดพื้นที่ที่เป็นบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งจะมีโอกาสเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายได้ยากออก ทำให้เหลือจำนวนจุดพื้นที่ที่มีความสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบาย จำแนกตามอำเภอต่างๆ ในเขตจังหวัดจันทบุรี ดัง Table 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนจุดพื้นที่ที่มีความสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายในจันทบุรี คงเหลือ 421 จุด ดัง Figure 8 สำหรับตัวอย่างข้อมูลพื้นที่ที่สุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายในอำเภอโป่งน้ำร้อน จังหวัดจันทบุรี แสดงดัง Figure 9 Table 5 และ Table 6

Table 3 Summary of Number of Centrality Methods and Areas

A number of centrality methods	A number of the sources or ends of the rivers	A number of the points where rivers are linked	A number of the points where rivers cut through obstacles	Total
4 Methods	0 Point	35 Points	13 Points	48 Points
3 Methods	1 Point	225 Points	203 Points	429 Points
Total	**1 Point**	260 Points	216 Points	477 Points

Table 4 A Number of Flood Risk Areas of Each District in Chanthaburi Province

District in Chanthaburi Province	A number of the sources or ends of the rivers	A number of the points where rivers are linked	A number of the points where rivers cut through obstacles	Total
Kaeng Hang Maeo	0 Point	23 Points	18 Points	**41 Points**
Khlung	0 Point	55 Points	30 Points	**85 Points**
Khao Khitchakut	0 Point	21 Points	34 Points	**55 Points**
Tha Mai	0 Point	32 Points	27 Points	**59 Points**
Na Yai Am	0 Point	23 Points	5 Points	**28 Points**

Table 4 A Number of Flood Risk Areas of Each District in Chanthaburi Province (cont.)

District in Chanthaburi Province	A number of the sources or ends of the rivers	A number of the points where rivers are linked	A number of the points where rivers cut through obstacles	Total
Pong Nam Ron	0 Point	9 Points	3 Points	12 Points
Makham	0 Point	7 Points	6 Points	13 Points
Mueang Chanthaburi	0 Point	38 Points	85 Points	123 Points
Soi Dao	0 Point	1 Point	0 Point	1 Point
Laem Sing	0 Point	3 Points	1 Point	4 Points
Total	0 Point	212 Points	209 Points	421 Points

Table 5 The Points Where Rivers Are Linked of Flood Risk Areas in Pong Nam Ron District, Chanthaburi Province

No.	Code	River 1	River 2	River 3	GPS (Lat., Long.)
1	RR531	PhakKat	PongNamRon		12.9264, 102.46262
2	RR532	Kloi	PongNamRon		12.92158, 102.42603
3	RR533	KhruaWai	PongNamRon		12.9312, 102.41185
4	RR534	TaKhong	PongNamRon		12.91464, 102.37135
5	RR535	Kwang	TaKhong		12.8966, 102.30344
6	RR536	TaNi	TaKhong		12.88985, 102.29102
7	RR538	Phraphut	SaiKhao	Bon	13.04683, 102.42134
8	RR539	SaiKhao	Phraphut		13.03619, 102.37527
9	RR540	Phraphut			13.02472, 102.33853

Table 6 The Points Where Rivers Cut Through Obstacles of Flood Risk Areas in Pong Nam Ron District, Chanthaburi Province

No.	Code	Road or Bridge	River	GPS (Lat., Long.)
1	RL141		PongNamRon	12.92891, 102.43984
2	RL147	3193	PongNamRon	12.91479, 102.37203
3	RL169		TaKhong	12.89677, 102.29646

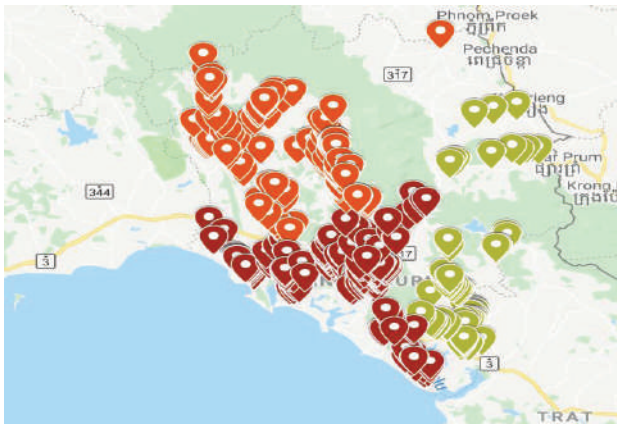

Figure 8 Flood Risk Areas in Chanthaburi Province

Figure 9 Flood Risk Area in Pong Nam Ron District, Chanthaburi Province

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ได้ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การพิจารณาพื้นที่ที่มีโอกาสสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบาย ในจังหวัดจันทบุรี ได้ศึกษาโครงข่ายการเชื่อมโยงสายน้ำในจังหวัดจันทบุรีและวิเคราะห์ด้วยหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง มีความสอดคล้องกับงานวิจัย[19-20] ซึ่งได้ศึกษาโครงข่ายของประตูระบายน้ำในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทำให้เห็นได้ว่าพื้นที่ที่สายน้ำมีการเชื่อมโยงกันจะส่งอิทธิพลต่อการระบายน้ำเป็นอย่างยิ่ง

2. ผลการทดลองจากมิติของอำเภอในจังหวัดจันทบุรี พบว่าอำเภอเมืองจันทบุรี มีจำนวนจุดพื้นที่ที่มีความสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายมากที่สุด ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสภาพพื้นที่จริงแล้วพบว่า อำเภอเมืองจันทบุรีเป็นเขตชุมชนเมืองซึ่งมีจุดตัดผ่านของสิ่งกีดขวางทางน้ำเป็นจำนวนมากทำให้มีจุดพื้นที่ที่มีความสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายได้มากกว่าอำเภออื่นๆ ในจังหวัดจันทบุรี

ส่วนอำเภอสอยดาวและอำเภอแหลมสิงห์ มีจำนวนจุดพื้นที่ที่มีความสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายน้อยที่สุด ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสภาพพื้นที่จริงแล้ว จะเห็นได้ว่าอำเภอสอยดาวเป็นพื้นที่สูงและเป็นแหล่งต้นน้ำ ซึ่งมีแหล่งชุมชนน้อยทำให้จุดตัดของสายน้ำมีจำนวนน้อย และสำหรับอำเภอแหลมสิงห์ พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ปากแม่น้ำและติดทะเลทำให้มีพื้นที่ที่จะเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายน้อย

สำหรับในปี พ.ศ. 2562 พบว่ามีพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำท่วมรอการระบายซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย เช่น ตำบลท่าช้าง อำเภอเมืองจันทบุรี ตำบลเกวียนหัก และ ตำบลพลิ้ว อำเภอแหลมสิงห์ และ ตำบลตะปอน อำเภอขลุง เป็นต้น[21-22]

3. ผลการทดลองจากมิติของประเภทจุดพื้นที่ที่มีความสุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบาย จะเห็นได้ว่าจุดพื้นที่จะคงเหลือเฉพาะจุดที่สายน้ำเชื่อมโยงกัน และจุดที่สายน้ำตัดผ่านสิ่งกีดขวาง ทั้งนี้เนื่องจากหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง ซึ่งให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงของสายน้ำ สำหรับกรณีของจุดเริ่มต้นของสายน้ำ เมื่อมีฝนตกก็จะระบายไปยังจุดอื่น ส่วนจุดปลายทางของสายน้ำ ส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณปากแม่น้ำ หรือทะเล ซึ่งจะไม่มีปัญหาน้ำท่วมรอการระบาย

สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยการวิเคราะห์โครงข่ายของสายน้ำด้วยทฤษฎีกราฟบนหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง กรณีศึกษาพื้นที่สุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบายในจังหวัดจันทบุรี ได้เก็บรวบรวมข้อมูลสายน้ำในจังหวัดจันทบุรีด้วยโปรแกรมกูเกิลแมป และการสำรวจในพื้นที่จริง แล้วประมวลผลด้วยโปรแกรม Gephi โดยได้จำนวนจุดยอดที่มาจากจุดพื้นที่เริ่มต้นหรือปลายทางของสายน้ำ จุดพื้นที่ที่สายน้ำเชื่อมโยงกัน และจุดพื้นที่ที่สายน้ำตัดผ่านสิ่งกีดขวาง รวม 2,404 จุด สามารถสร้างโครงข่ายการเชื่อมโยงของสายน้ำในลักษณะกราฟเชิงเดียวแบบไม่มีทิศทาง ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างจุดพื้นที่ 2,386 คู่ และเมื่อประมวลผลด้วยหลักการความเป็นจุดศูนย์กลาง ได้แก่ Degree Centrality, Eccentricity Centrality, Closeness Centrality, Betweeness Centrality และ Eigenvector Centrality ทำให้สามารถคัดเลือกพื้นที่สุ่มเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมรอการระบาย ได้ทั้งหมด 421 จุด จำแนกตามอำเภอ ได้แก่ แก่งหางแมว 41 จุด ขลุง 85 จุด เขาคิชฌกูฏ 55 จุด ท่าใหม่ 59 จุด นายายอาม 28 จุด โป่งน้ำร้อน 12 จุด มะขาม 13 จุด เมืองจันทบุรี 123 จุด สอยดาว 1 จุด และแหลมสิงห์ 4 จุด ซึ่งผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในจังหวัดจันทบุรี เพื่อประกอบการวางแผนรับมือกับปัญหาน้ำท่วมรอการระบายต่อไปได้ และเพื่อพัฒนางานวิจัยในอนาคต ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้ 1. การแก้ปัญหาน้ำท่วมรอการระบาย จำเป็นที่จะต้องพิจารณาประเด็นอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ความกว้างของสายน้ำ ความลึกของสายน้ำ ทิศทางการไหลของสายน้ำ ระดับของน้ำทะเลหนุน และความชันของพื้นที่ เป็นต้น ซึ่งจะเป็นปัจจัยร่วมที่ช่วยเสริมศักยภาพในการแก้ปัญหาน้ำท่วมรอการระบายได้หากมีสถานการณ์ฝนตกหนัก และ 2. ในการแก้ปัญหาน้ำท่วมรอการระบายนั้น อาจจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงการกักเก็บน้ำเพิ่มเติมเพื่อรองรับการเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำในอนาคตด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้โดยได้รับความอนุเคราะห์เงินทุนสนับสนุนงานวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี และการให้คำปรึกษาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันฑา สดสี คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ปรึกษาโครงการ

เอกสารอ้างอิง

1. ศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ. ปัญหาน้ำท่วม. 2550. สืบค้นจาก http://oknation.nationtv.tv/blog/non-gear/2007/09/21/entry-1, เข้าดูเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2560.
2. กรมอุตุนิยมวิทยา.อุทกภัย (Flood). สืบค้นจาก https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=70, เข้าดูเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2560.

3. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. การพัฒนาแหล่งน้ำ สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วม. เล่มที่ 12 เรื่องที่ 8. สืบค้นจาก http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=12&chap=8&page=t12-8-infodetail13.html, เข้าดูเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2560.
4. สำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดใหญ่ที่ 9. โครงการบรรเทาอุทกภัยเมืองจันทบุรี (แผนระยะที่2) จังหวัดจันทบุรี. 2559. สืบค้นจาก http://kromchol.rid.go.th/lproject/lsp09/2014/index.php/progress-report-2/55-flood-chan. เข้าดูเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2560.
5. ศิริเรือง พัฒน์ช่วย, ณัฐชุดา มงคลชาติ. การศึกษาการใช้ทฤษฎีกราฟจำลองเครือข่ายโครงการสหกิจศึกษา. ใน: เอกสารการประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยหาดใหญ่. สงขลา; 2557. หน้า 641-50.
6. นิฟาตมะห์ มะกาเจ, อาทิตย์ อินทรสิทธิ์. ทฤษฎีกราฟเบื้องต้นและการประยุกต์. วิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2558;25(3): 505-16.
7. ธนพล พุกเส็ง, สุนันฑา สดสี. การคำนวณค่าความไว้วางใจในเครือข่ายสังคมสำหรับระบบแนะนำ. ใน: เอกสารการประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (National Conference on Information Technology: NCIT) ครั้งที่ 7. ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ; 2558. หน้า 363-8.
8. รุจเรขา วิทยาวุฒิกุล, น้ำทิพย์ วิภาวิน. การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมกับงานวิจัยทางสารสนเทศศาสตร์. บรรณสาร มศว. 2555;5(2): 126-40.
9. ชนนิกานต์ รอดมรณ์, มธุรส ผ่านเมือง. การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมโดยทฤษฎีกราฟ กรณีศึกษาคณาจารย์คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี. ใน: เอกสารงานประชุมวิชาการ NCCIT2014. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ; 2557. หน้า 731-6.
10. Mohammed J. Zaki, Wagner Meira. Data Mining and Analysis: Fundamental Concepts and Algorithms. UK: Cambridge University Press; 2014.
11. Mrutyunjaya P., Satchidananda D., Gi-Nam W. Social Networking: Mining, Visualization, and Security. Switzerland: Springer International Publishing; 2014.
12. ลิขิต น้อยจ่ายสิน. การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในจังหวัดสระแก้ว. วิทยาศาสตร์บูรพา. 2559;21(1): 51-63.
13. พรชัย เอกศิริพงษ์, สุเพชร จิรขจรกุล. การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่. Thai Journal of Science and Technology. 2557;3(3): 148-59.
14. จุฑาศินี ธัญปราณีตกุล, รัชพล สัมพุทธานนท์, พรชัย ตระกูลวรานนท์. การประยุกต์ใช้โปรแกรมกูเกิลเอิร์ทเพื่อการเฝ้าระวังภัยพิบัติ: กรณีตัวอย่างน้ำท่วมในนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ปี พ.ศ. 2554. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558;23(3): 396-417.
15. นรเทพ ศักดิ์เพชร. การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเชิงพื้นที่เพื่อสนับสนุนการเตือนภัยพิบัติน้ำท่วมเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. วิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. 2559;11(2): 102-16.
16. สุภาพร เกิดกิจ, ลวัณกร สร้อยมาต, สุนันฑา สดสี., การวิเคราะห์การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยทฤษฎีกราฟ กรณีศึกษาวิทยาลัยพณิชยการธนบุรี. ใน; เอกสารงานประชุมวิชาการ NCCIT2014. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ; 2557, หน้า 725-30.
17. พรคิด อั้นขาว. รายงานการวิจัย การวิเคราะห์เครือข่ายการท่องเที่ยวของกลุ่มจังหวัดภาคกลางในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร; 2559.
18. ธนพล พุกเส็ง, สุนันฑา สีสด. การวิเคราะห์โครงข่ายเส้นทางสถานที่ท่องเที่ยวด้วยทฤษฎีกราฟ: กรณีศึกษาการจัดตั้งจุดประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวในเขตจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี. 2557; 53-64.
19. พฤฒิพงศ์ เพ็งศิริ, สุริยะ พินิจการ, สุนันฑา สดสี. การวิเคราะห์การระบายน้ำโดยใช้ทฤษฎีกราฟ กรณีศึกษาเขตพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. ใน: เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ; 2557. หน้า 310-4.
20. พฤฒิพงศ์ เพ็งศิริ, สุนันฑา สดสี, พยุง มีสัจ. การวิเคราะห์โครงข่ายประตูระบายน้ำด้วยความเป็นศูนย์กลางระหว่างความสัมพันธ์ร่วมกับกระแสการไหลสูงสุด. วารสารวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ. 2559 ; 6(1): 25-33.

21. จรัล บรรยงคเสนา. จ.จันทบุรี ลงพื้นที่สำรวจและขุดขยายช่องทางระบายน้ำ ในจุดน้ำท่วมซ้ำซาก. สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดจันทบุรี. 2562. สืบค้นจาก http:///thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG190920145006793, เข้าดูเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562.
22. สยามรัฐออนไลน์. จันทบุรีสถานการณ์น้ำป่าไหลหลากท่วมเส้นทาง และบ้านเรือนของชาวบ้านใน 3 ตำบล เริ่มคลี่คลาย หลังฝนหยุดตก. 2562. สืบค้นจาก https://siamrath.co.th/n/103225, เข้าดูเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2562.