บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

ในอดีตที่ผ่านมา พบว่าพื้นที่ต่างๆทั่วโลกประสบกับปัญหาการเกิดอุทกภัยอย่างความรุนแรง ดังนั้น ในแต่ละประเทศจึงพยายามหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้กันอยู่ตลอดเวลา ซึ่งได้เกิดแนวคิดต่างๆในการแก้ไขปัญหาให้เหมาะสมกับพื้นที่เพื่อช่วยลดความรุนแรงของการเกิดอุทกภัยที่จะเกิดขึ้น

ประเทศไทยมีการเกิดอุทกภัยอย่างรุนแรง ซึ่งในแต่ละครั้งของการเกิดอุทกภัยทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงอย่างมาก ทั้งด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสภาพแวดล้อม รวมทั้งสภาพทางจิตใจของคนในชุมชน และยังส่งผลกระทบด้านอื่นๆอีกมากมาย และในขณะนี้ยังไม่สามารถที่จะคาดการณ์ได้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับความรุนแรงของการเกิดอุทกภัย รวมทั้งยังไม่สามารถทราบอย่างชัดเจนเกี่ยวกับความเสี่ยงของการเกิดอุทกภัยในบริเวณต่างๆในพื้นที่ ดังนั้น การสร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงการเกิดอุทกภัยได้ จึงเป็นสิ่งสำคัญในการคาดการณ์ถึงความรุนแรงของการเกิดอุทกภัย และเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวางแผนและป้องกันการเกิดอุทกภัยได้ อุทกภัยเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ และความรุนแรงของการเกิดอุทกภัยของพื้นที่ต่างๆ ขึ้นอยู่กับความเข้มของฝน ความเร็วของน้ำ เส้นทางการไหลของน้ำ และลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ ปัจจุบันได้มีการวิจัยต่างๆ เพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงการเกิดอุทกภัยขึ้น อย่างไรก็ตาม แบบจำลองที่สามารถแสดงการเกิดอุทกภัยได้อย่างแม่นยำในแต่ละพื้นที่ยังมีอยู่น้อยมาก เนื่องจากการคำนวณเส้นทางการไหลยังไม่สอดคล้องกับธรรมชาติมากนัก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการคำนวณเส้นทางการไหลที่สอดคล้องกับธรรมชาติมากขึ้น โดยการวิเคราะห์ข้อมูลความสูงของพื้นที่ด้วยระเบียบวิธีบาวดารี่อิลิเมนต์ (BOUNDARY ELEMENT METHOD) ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลความสูงในพื้นที่ที่พิจารณาได้ทุกๆจุด ดังนั้น จึงนำไปสู่การคำนวณเส้นทางการไหล พื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัย และความลึกของน้ำได้ ซึ่งผลลัพธ์เหล่านี้สามารถนำไปสู่การพยากรณ์ความเสี่ยงของการเกิดอุทกภัย และการวางแผนป้องกันการเกิดอุทกภัย

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 Simulation of Current Flow in Piecewise Constant Media [Seagar, A.D. and Grognard, R.J-M., 1991] บทความนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับ การจำลองกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ ซึ่งภายในพื้นที่สามารถแบ่งบริเวณตามคุณสมบัติ(piecewise constant media)และเส้นขอบเขตถูกอธิบายโดยใช้อนุกรมฟูเรียร์เพื่อวิเคราะห์ในโดเมนความถี่ ซึ่งเป็นการคำนวณโดยใช้ระเบียบวิธี BOUNDARY ELEMENT METHOD (BEM)ในพื้นที่ 2 มิติ การหาผลเฉลยของสมการที่ใช้กฎการอนุรักษ์ของกระแส ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของแรงดันที่จุดใดๆในพื้นที่และกระแสที่ขอบเขต ดังนั้นสามารถคำนวณค่าแรงดันและกระแสของทุกๆจุดในพื้นที่ได้

1.2.2 Two-Dimensional Modeling of Floods to Map Risk-Prone [Angelo Leopardi, Elisa Oliveri, and Massimo Greco., 2002] บทความนี้ได้แสดงถึง การเปรียบเทียบการประเมินความเสี่ยงของการเกิดอุทกภัยและการคำนวณเส้นทางการไหลของน้ำจากสามแบบจำลอง คือ FIVFLOOD (complete model) , PA-31(parabolic model) , MCEP (cell model) ซึ่งแบบจำลองทั้งสามเป็นแบบจำลองที่มีผลลัพธ์ไม่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงตามเวลา การเปรียบเทียบพิจารณาถึงความแม่นยำในการทำนายการเกิดอุทกภัย ประสิทธิภาพ และความซับซ้อนในการคำนวณ ผลจากการเปรียบเทียบพบว่า แบบจำลองทั้งสามแบบไม่มีแบบจำลองใดที่คำนวณได้อย่างสมบรูณ์ในทุกสภาวะ การเปรียบเทียบแบบจำลองในเชิงอันดับของสมการที่ใช้ในการคำนวณ พบว่า แบบจำลองที่มีอันดับสมการที่ต่ำกว่า คือ แบบจำลอง PA-31 สามารถให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงผลลัพธ์ของการคำนวณที่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงตามเวลามากว่าแบบจำลอง MCEP ยกเว้นพื้นที่อยู่นอกเมืองซึ่งเกิดอุทกภัย ส่วนจากการพิจารณาความคลาดเคลื่อน พบว่า ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่ใช้การคำนวณง่ายกว่านั้น มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าถึง 10% ของแบบจำลองที่ใช้การคำนวณอย่างซับซ้อน สังเกตได้ว่า แบบจำลองทั้งสามเป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นแบบอย่างง่ายเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาต่อไป

1.2.3 Application of Boundary Element Method to Streamline Generation and Pressure Transient Testing [Jitendra Kikani., September 1989] บทความนี้ได้แสดงถึงการคำนวณหาเส้นทางการไหลของน้ำและการทดสอบค่าความดันขณะใดขณะหนึ่งในพื้นที่ที่มีรูรั่ว โดยพิจารณาในสภาวะจริงเปรียบเทียบกับสภาวะที่เป็นไปตามสมการของลาปลาซ์ ซึ่งผลการคำนวณโดยใช้ BEM สามารถลดจำนวนของปัญหาลงได้ และมีข้อดีมากว่าการคำนวณอื่นๆที่ผ่านมา เนื่องจากสามารถพิจารณาพื้นที่ซับซ้อนได้ด้วยการแบ่งย่อยเส้นขอบเขตของพื้นที่

1.2.4 Using SAR Imagery for Flood Modelling [H.M. Galy & R.A. Sanders., 2000] บทความนี้ได้แสดงถึงแบบจำลองที่พัฒนาการประเมินความเสี่ยงในพื้นที่สำหรับแม่น้ำ Thames ซึ่งตั้งอยู่ที่

ประเทศอังกฤษ โดยที่แบบจำลองได้ใช้ข้อมูลจากระบบ SAR ซึ่งเป็นข้อมูลจากการถ่ายภาพทางอากาศ สามารถวิเคราะห์พื้นที่ที่มีวัตถุวางตัวอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งนำไปสู่การพิจารณาเพื่อวางแผนป้องกันการเกิดอุทกภัยได้ แต่มีข้อจำกัด คือ สามารถวิเคราะห์ได้ในพื้นที่กำลังเกิดอุทกภัยเท่านั้น

1.2.5 The GIS based Flood Process Simulation Model [WAN Hongtao, ZHOU Chenghu, WAN Qing., 2000] บทความนี้ได้แสดงถึงแบบจำลองน้ำท่วมโดยใช้หลักของ GIS และการสร้างโครงข่ายทางภูมิศาสตร์และหลักการคำนวณหาพารามิเตอร์ของโครงข่ายบนพื้นที่ทางภูมิศาสตร์แบบอัตโนมัติเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองแสดงน้ำท่วม ซึ่งสามารถลดความยุ่งยากและราคาของการสร้างโครงข่ายแบบเดิมได้ ซึ่งเดิมทีนั้นการสร้างโครงข่ายใช้การคำนวณจากมนุษย์สามารถสร้างโครงข่ายได้เพียงเฉพาะภูมิศาสตร์ที่มีรูปแบบง่ายๆไม่ซับซ้อนและยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก อย่างไรก็ตาม การสร้างโครงข่ายบนพื้นที่ทางภูมิศาสตร์แบบอัติโนมัตินี้ยังมีข้อจำกัด คือ ความหนาแน่นของวัตถุที่ตั้งอยู่บนภูมิศาสตร์และขนาดของพื้นที่ที่พิจารณา เนื่องจากจำนวนของการกำหนดโครงข่ายของพื้นที่ที่พิจารณา

1.2.6 Least-Squares Finite-Element Evaluation of Flow Nets [Panos D. Kiousis, A.M. ASCE., 2000] บทความนี้ได้แสดงถึงการคำนวณฟังก์ชันของเส้นทางการไหลของน้ำโดยใช้ผลเฉลยของสมการลาปลาซด้วยวิธีการของ FINITE ELEMENT METHOD ซึ่งสามารถแก้ปัญหาการกำหนดค่าขอบเขตของฟังก์ชันการไหลของกระแสน้ำและสามารถคำนวณโดยไม่จำเป็นต้องทราบฟังก์ชันของเส้นทางการไหลบนเส้นขอบเจต อย่างไรก็ตามมีข้อจำกัด คือ จำนวนของการกำหนดโครงข่ายของพื้นที่ และการประมาณเส้นทางการไหลโดยการประมาณ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นในบริเวณที่มีการเปลี่ยนเส้นขอบเขตอย่างทันทีทันใด

1.3 วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อคำนวณเส้นทางการไหลของน้ำ ขนาดของพื้นที่รับน้ำ อัตราการไหลของน้ำ และระดับความลึกของน้ำในพื้นที่ที่พิจารณา ซึ่งงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 4 วัตถุประสงค์หลักดังนี้

1.3.1 เพื่อนำหลักการคำนวณในเชิงตัวเลขด้วยระเบียบวิธีบาวดารี่อิลิเมนต์ (BEM) มาใช้ประยุกต์ในการคำนวณเส้นทางการไหลของน้ำ

1.3.2 เพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถคำนวณระดับความสูงที่จุดใดๆภายในพื้นที่ที่พิจารณา โดยใช้ข้อมูลความสูงเป็นข้อมูลเริ่มต้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่นำมาจากแผนที่ของพื้นที่นั้นๆ

1.3.3 เพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถคำนวณเส้นทางการไหลของน้ำที่มีความสอดคล้องกับธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น

1.3.4 เพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถคำนวณขนาดของพื้นที่รับปริมาณน้ำฝน

1.3.5 เพื่อนำความรู้และเทคนิคการคำนวณที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า เช่น การคำนวณเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 สร้างแบบจำลองระดับความสูงเพื่อคำนวณค่าความสูงที่จุดพิกัดต่างๆภายในพื้นที่ที่มีเส้นระดับความสูงล้อมรอบ ซึ่งจุดพิกัดต่างๆเที่ต้องการคำนวณมีระยะห่างจากเส้นระดับความสูงอย่างน้อย 0.05% ของระยะห่างระหว่างจุดพิกัดของเส้นระดับความสูง

1.4.2 สร้างแบบจำลองเส้นทางการไหลของน้ำในพื้นที่ที่พิจารณา ซึ่งสามารถคำนวณเส้นทางการไหลได้ในทุกทิศทุกทาง

1.4.3 สร้างแบบจำลองพื้นที่รับน้ำเพื่อคำนวณขนาดของพื้นที่ที่รองรับน้ำฝนในพื้นที่ที่พิจารณาโดยคำนวณได้จากเส้นทางการไหลของน้ำ

1.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1.5.1 ศึกษาและออกแบบโครงสร้างของแบบจำลอง

1.5.2 ศึกษาผลเฉลยของสมการลาปลาซโดยการใช้ BEM (Boundary Element Method)

1.5.3 สร้างผลเฉลยของสมการลาปลาซแบบเชิงตัวเลข(Numerical)โดยการแปลงจากผลเฉลยของสมการลาปลาซแบบเชิงวิเคราะห์(Analytical) เพื่อคำนวณหาค่าความสูง ค่าอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง และค่าอนุพันธ์อับดับที่สองของความสูงที่จุดต่างๆ ภายในพื้นที่

1.5.4 เขียนโปรแกรมคำนวณค่าความสูง ค่าอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง และค่าอนุพันธ์อับดับที่สองของความสูงที่จุดต่างๆ ภายในพื้นที่

1.5.5 ทดสอบโดยการเปรียบเทียบความสูงที่คำนวณจากแบบจำลองกับข้อมูลความสูงที่สร้างขึ้นจากฟังก์ชันเกาส์เซียน และแสดงผลของค่าความสูง ค่าอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง และค่าอนุพันธ์อับดับที่สองของความสูงที่จุดต่างๆ ภายในพื้นที่

1.5.6 สร้างวิธีการคำนวณเส้นทางการไหลของน้ำและพื้นที่รับน้ำ

1.5.7 เขียนโปรแกรมคำนวณเส้นทางการไหลของน้ำและพื้นที่รับน้ำ

1.5.8 ทดสอบโดยการเปรียบเทียบกับเส้นทางการไหลของน้ำในพื้นที่ที่มีลักษณะต่างๆและแสดงผลของเส้นทางการไหลของน้ำ และขนาดของพื้นที่รับน้ำ

1.5.9 สร้างวิธีการคำนวณอัตราการไหลและความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านในพื้นที่ที่พิจารณา

1.5.10 เขียนโปรแกรมคำนวณความเร็วและอัตราการไหลของน้ำ

1.5.11 แสดงผลผลลัพธ์ของค่าความเร็วของน้ำและตวรจสอบความสอดคล้องของผลลัพธ์กับหลักการที่ใช้

1.5.12 สร้างแบบจำลองความลึก

1.5.13 สร้างพื้นที่จำลอง และเส้นระดับความสูงของพื้นที่

1.5.14 กำหนดข้อมูลของปริมาณน้ำฝน ข้อมูลพื้นผิวดินและข้อมูลพื้นผิวของป่าไม้

1.5.15 นำข้อมูลเริ่มต้นทั้งหมดที่สร้างขึ้นมาใช้ในการคำนวณในแบบจำลองน้ำท่วม

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถนำผลเฉลยของสมการลาปลาซโดยการใช้ระเบียบวิธี BOUNDARY ELEMENT METHOD (BEM) มาประยุกต์งานได้ และเป็นแนวทางต่อไปในการใช้ BEM กับสมการอื่นๆ

1.6.2 สามารถใช้แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ความเสี่ยงของการเกิดอุทกภัย เพื่อลดความรุนแรงของอุทกภัยที่จะเกิดขึ้นได้

1.6.3 สามารถนำแบบจำลองนี้ไปใช้ประเมินและวางแผนเพื่อลดการเกิดอุทกภัยในอนาคตได้

1.6.4 สามารถนำเทคนิคต่างๆของงานวิจัยนี้ไปพัฒนาเพื่องานวิจัยระดับสูงต่อไปได้