หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่บนพื้นที่ราบลุ่มสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ในแถบฝนตกชุกและอยู่ในเขตอิทธิพลของการขึ้นลงของระดับน้ำทะเล ในปัจจุบันได้มีการถมที่ซึ่งเดิมเป็นที่ทำนา คลอง บึง บ่อ เพื่อทำถนน ที่อยู่อาศัยและอาคารพาณิชย์ ทำให้แหล่งเก็บกักหน่วงเหนี่ยวน้ำลดลง เมื่อฝนตกหนักจึงมีน้ำฝนส่วนเกินจากที่สามารถเก็บกักได้ที่เคยมีอยู่ในท้องนา คลอง บึง บ่อ ที่เหลืออยู่จึงเกิดการท่วมขังในที่ต่ำอื่นๆ ประกอบกับแผ่นดินทรุดใกล้กับระดับน้ำทะเลปานกลาง เมื่อน้ำทะเลหนุนสูงกว่าระดับน้ำภายในพื้นที่ จึงไม่สามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ตามวิธีธรรมชาติโดยแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ในปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีระดับพื้นดิน 0.0-2.0 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลางซึ่งพื้นดินบางแห่งต่ำกว่าระดับน้ำภายนอกได้มีการใช้ระบบควบคุมน้ำท่วมและระบบระบายน้ำแบบพื้นที่ปิดล้อมโดยมีแนวคันกั้นน้ำ ประตูระบายน้ำ สถานีสูบน้ำเป็นต้น

ระบบการระบายน้ำโดยทั่วไปจะมีการไหลโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกให้มากที่สุดโดยขึ้นอยู่กับระดับน้ำที่อยู่รอบนอกพื้นที่ ในช่วงเวลาที่ระดับน้ำในแม่น้ำสูงทำให้ระดับน้ำนอกพื้นที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำภายในเมื่อมีฝนตกหนักภายในพื้นที่ทำให้การระบายน้ำไม่สามารถระบายโดยใช้แรงโน้มถ่วงโลกได้และพื้นที่มีสภาพแบนราบจึงส่งผลกระทบให้เกิดน้ำท่วม ซึ่งเป็นปัญหาสร้างความเดือดร้อนและความเสียหายต่อสังคมอย่างมากทั้งทางด้านทรัพย์สินและจิตใจ จะมีความรุนแรงมากขึ้นพร้อมกับการขยายเขตและพัฒนาของเมือง อัตราความเสียหายจะเป็นปฏิภาคกับลักษณะผังเมืองและการใช้ที่ดิน หากน้ำท่วมเกิดขึ้นในพื้นที่ชุมชนหนาแน่นย่อมมีความรุนแรงและเสียหายมาก และลดหลั่นลงมาจนอาจถือได้ว่าไม่มีความเสียหายหากภาวะน้ำท่วมนั้นเกิดขึ้นในพื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่มิได้ใช้ประโยชน์

การควบคุมน้ำท่วมได้กลายเป็นปัญหาหลักในการวางแผนและจัดการกับลุ่มน้ำ นักวางแผนจึงต้องการเครื่องมือช่วยที่มีผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสภาพการระบายน้ำของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะนั้นอย่างทันท่วงทีโดยมีรูปแบบที่ง่ายประกอบในการตัดสินใจเกี่ยวกับการเตรียมการและการจัดการระบบระบายน้ำ ซึ่งผลการจำลองสภาพระบบระบายน้ำที่ได้จากแบบจำลองชลศาสตร์ที่มีอยู่ทั่วไปมีข้อจำกัดคือแสดงเฉพาะระดับน้ำท่วมที่จุดต่างๆ ที่ต่อเชื่อมกันเป็นโครงข่ายของแบบจำลอง และเข้าใจเฉพาะผู้ใช้โปรแกรมเท่านั้น ดังนั้นหากมีการปรับปรุงแบบจำลองให้สามารถแสดงผลการจำลองสภาพระดับน้ำท่วมและขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมซ้อนทับบนแผนที่ภูมิประเทศของพื้นที่จริงซึ่งแสดงโครงข่ายของถนน แม่น้ำ คลอง ทางระบายน้ำต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จะช่วยทำให้เข้าใจสภาพการระบายน้ำได้ง่ายขึ้นทำให้มีการตัดสินใจในการเตรียมการและการจัดการระบบระบายน้ำที่เหมาะสมต่อไป อย่างไรก็ตามการปรับปรุงแบบจำลองชลศาสตร์ให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นคือ เก็บข้อมูลและแสดงแผนที่

ภูมิศาสตร์ของพื้นที่จริงนอกเหนือจากการจำลองการระบายน้ำอาจจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้าช่วยอย่างมากและอาจทำให้แบบจำลองมีโครงสร้างขนาดใหญ่มากเกินไป แนวทางเลือกหนึ่งคือการนำผลการจำลองที่ได้จากแบบจำลองชลศาสตร์มาแสดงในแบบจำลองอีกชุดที่พัฒนาขึ้นมาโดยตรง เพื่อแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์หรือแผนที่อยู่แล้วได้แก่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system, GIS) ซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลพื้นฐานต่างๆทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับผังเมืองประกอบด้วย ระบบระบายน้ำ คูคลองและถนน

ในการศึกษานี้เป็นการพัฒนาการแสดงผลการจำลองสภาพการระบายน้ำอีกขั้นตอนหนึ่งคือ แสดงผลการระบายน้ำลงบนแผนที่ วิธีการที่ใช้คือการต่อเชื่อมกันระหว่างแบบจำลองชลศาสตร์กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเริ่มต้นจากแบบจำลองชลศาสตร์จะจำลองสถานะการณ์ที่เกิดฝนตกและสภาพการระบายน้ำ ซึ่งให้ผลการคำนวณในรูปของค่าระดับน้ำท่วมที่จุดต่างๆในพื้นที่ จากนั้นจะส่งผลมายังระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมคือ ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมและความลึกน้ำท่วมในบริเวณต่างๆ และนำผลไปแสดงซ้อนทับกับแผนที่ข้อมูลพื้นฐานต่างๆ เพื่อทำให้เห็นสภาพพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมในเหตุการณ์ที่จำลองนั้นเหมือนความเป็นจริง ซึ่งแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม ความลึกและช่วงเวลาของการเกิดน้ำท่วม

ผลของการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในการจำลองสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นจากเหตุการณ์ฝนตก โดยที่กำหนดข้อมูลของฝนและค่าระดับน้ำที่จุดต่างๆในพื้นที่ศึกษา จากนั้นทำการจำลองเพื่อดูว่าพื้นที่ไหนที่เกิดน้ำท่วมขัง รวมทั้งการจำลองเพื่อหามาตรการหรือแนวทางเกี่ยวกับการระบายน้ำที่เหมาะสมและทันท่วงทีในขณะนั้น (Real Time Operation) เช่น การเสนอให้มีการผันน้ำไปในแหล่งที่เหมาะสม หรือการสูบน้ำเพิ่มขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้ การต่อเชื่อมแบบจำลองทั้งสองยังใช้ประโยชน์ในการวางแผน (Planning) และปรับปรุงระบบระบายน้ำในอนาคต เช่น การเพิ่มขนาดท่อ การสร้างอุโมงค์ผันน้ำ การหาแหล่งเก็บกักน้ำเพิ่มเติม เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการต่อเชื่อมระหว่างแบบจำลองต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ในการศึกษานี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

1) ศึกษาเทคนิคและกระบวนการใช้แบบจำลองชลศาสตร์
2) ศึกษาเทคนิคและกระบวนการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
3) ศึกษาเทคนิคและกระบวนการต่อเชื่อมกันระหว่างแบบจำลองชลศาสตร์กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
4) จัดระบบการต่อเชื่อมกันระหว่างแบบจำลองชลศาสตร์กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมีรูปแบบการเชื่อมแบบหลวม (loose coupling)
5) ประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ต่อเชื่อมกันในการศึกษาการจำลองเหตุการณ์ของการระบายน้ำในเขตพื้นที่สุขุมวิท กรุงเทพมหานคร

6) ศึกษาปรับปรุงระบบระบายน้ำในพื้นที่ศึกษา

7) สรุปผลและเสนอแนะแนวทางการต่อเชื่อมที่เหมาะสมและปรับปรุงระบบระบายน้ำ

1.3 ขอบข่ายของการศึกษา

1) แบบจำลองชลศาสตร์ ที่ใช้ในการศึกษา คือ HYDROWORKS Version 3.3 ของ Wallingford Software (UK)

2) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่ใช้ในการศึกษา คือ ArcView GIS Version 3.0a และ ArcView Spatial Analyst 1.0 Software

3) ทำการต่อเชื่อมแบบจำลองชลศาสตร์กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยวิธีการส่งผ่านข้อมูลจาก Hydroworks เข้าสู่ ArcView ด้วยแฟ้มข้อมูล

4) พื้นที่กรณีศึกษาสำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ต่อเชื่อมกัน คือ พื้นที่ระบบระบายน้ำในพื้นที่สุขุมวิท กรุงเทพมหานคร ดังรูปที่ 3.1 และ 3.2 เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีสภาพปัญหาน้ำท่วมจากน้ำฝนค่อนข้างรุนแรงก่อให้เกิดการจราจรติดขัดและเกิดการเสียหายแก่ทรัพย์สินเป็นประจำ

5) กรณีศึกษาใช้เหตุการณ์ฝนตก 2 กรณี คือ

- วันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2540 ใช้สำหรับในการปรับเทียบแบบจำลองชลศาสตร์ (model calibration)
- วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2541 ใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองชลศาสตร์ (model verification)

การเลือกใช้เหตุการณ์ฝนตกในการจำลองนั้น เลือกใช้เหตุการณ์ที่มีข้อมูลครบ เช่น ข้อมูลฝน ข้อมูลระดับน้ำที่จุดออกของพื้นที่ และข้อมูลสภาพน้ำท่วมและระบบระบายน้ำมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพปัจจุบัน

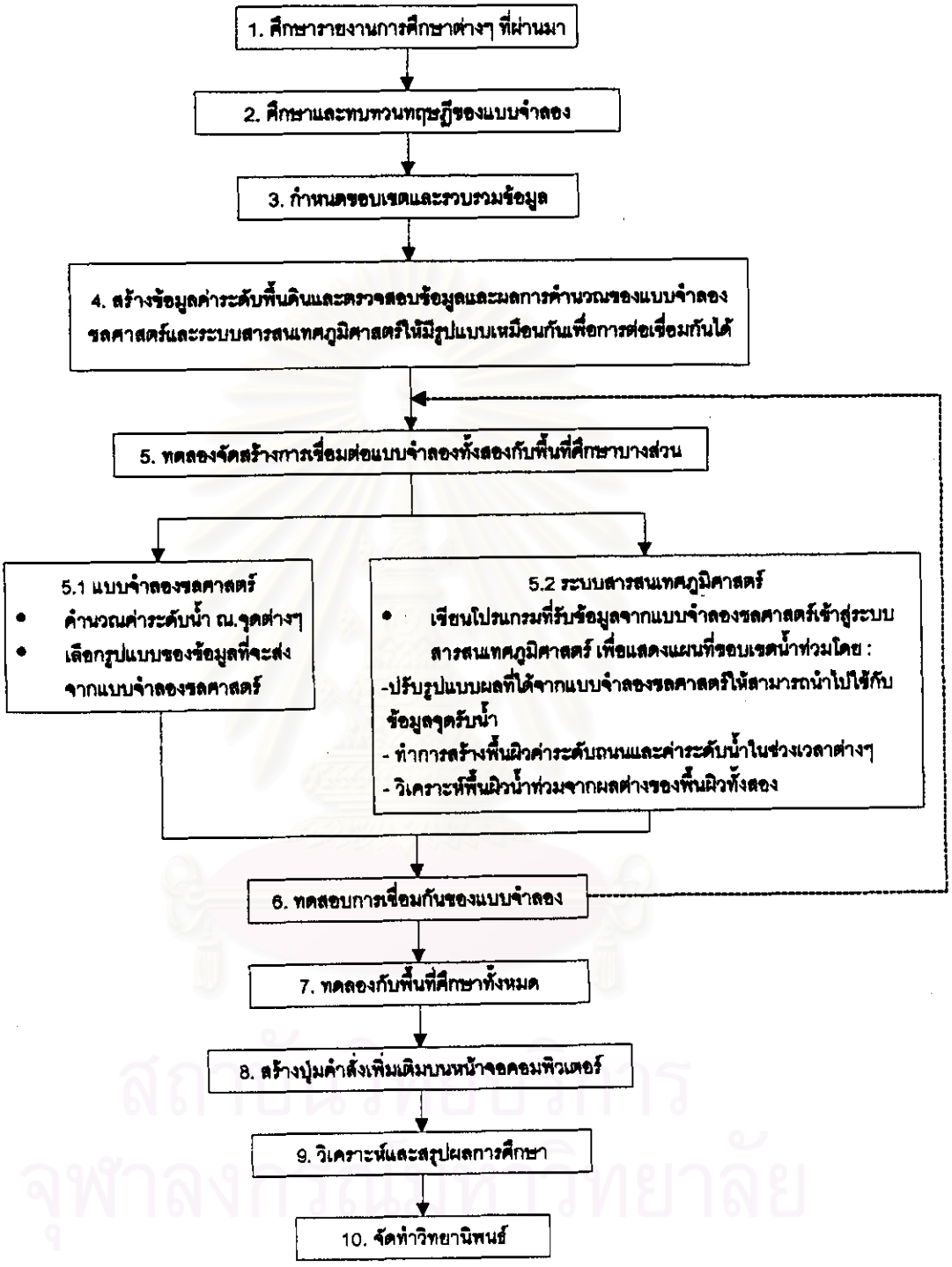
1.4 วิธีการและขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาเกี่ยวกับการเชื่อมกันระหว่างแบบจำลองชลศาสตร์กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อให้เป็นไปอย่างมีระบบและสะดวกต่อการดำเนินงาน จึงกำหนดเป็นขั้นตอนดังรูปที่ 1.1 ดังนี้

1) ศึกษารายงานการศึกษาต่างๆ ที่ผ่านมาและปัญหาน้ำท่วมกรุงเทพมหานคร

2) ศึกษาและทบทวนทฤษฎี สมมติฐาน และเทคนิคการใช้แบบจำลองชลศาสตร์ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการต่อเชื่อมกันของแบบจำลองทั้งสองในการแสดงพื้นที่น้ำท่วมในเขตเมือง รวมทั้งรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ โปรแกรมเหล่านี้

3) กำหนดขอบเขต คัดเลือกพื้นที่ศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร และรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลทางด้านอุทกวิทยา ข้อมูลทางด้านชลศาสตร์ และข้อมูล



รูปที่ 1.1 แผนภาพขั้นตอนการศึกษา

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษาเป็นต้น จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและรายงานการศึกษาต่างๆ

4) ตรวจสอบข้อมูลและผลการคำนวณของแบบจำลองชลศาสตร์และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ให้มีรูปแบบและข้อมูลเหมือนกันเพื่อการต่อเชื่อมกันได้
5) สร้างข้อมูลค่าระดับพื้นดิน และทดลองจัดสร้างการต่อเชื่อมระหว่างแบบจำลองชลศาสตร์กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กับพื้นที่ศึกษาบางส่วนโดย

   5.1) แบบจำลองชลศาสตร์ คำนวณค่าระดับน้ำที่จุดรับน้ำต่างๆ และเลือกรูปแบบของข้อมูลที่จะส่งจากแบบจำลองชลศาสตร์

   5.2) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เขียนโปรแกรมรับข้อมูลจากแบบจำลองชลศาสตร์เข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงแผนที่ขอบเขตน้ำท่วมโดย การปรับรูปแบบผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลองชลศาสตร์ให้สามารถนำไปใช้กับข้อมูลจุดรับน้ำ แล้วสร้างพื้นผิวค่าระดับถนนและค่าระดับน้ำในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อวิเคราะห์พื้นผิวน้ำท่วม

6) ทดสอบการต่อเชื่อมระหว่างแบบจำลองทั้งสองกับพื้นที่ศึกษาบางส่วน
7) ทดลองใช้กับพื้นที่ศึกษาทั้งหมด โดยการจำลองสภาพระบบระบายน้ำและแสดงพื้นที่น้ำท่วม
8) สร้างปุ่มคำสั่งเพิ่มเติมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการแสดงแผนที่การเกิดน้ำท่วม
9) วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษาพร้อมทั้งข้อเสนอแนะ
10) รวบรวมและจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 คำจำกัดความ

แบบจำลอง คือ การอธิบายทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการ การระบายน้ำจากพายุฝนโดยกระบวนการอุทกวิทยาและชลศาสตร์ น้ำท่าจากพายุฝนเป็นจุดสำคัญขององค์ประกอบอุทกวิทยาเมืองและการประเมินผลหาประสิทธิภาพของระบบที่มนุษย์สร้างขึ้น เป็นจุดศูนย์กลางขององค์ประกอบชลศาสตร์ (ชูเกียรติ, 2529)

จุดรับน้ำ (node) คือ หน่วยเก็บสะสม (storage element) ของระบบ และในระบบระบายน้ำจริงจะถือว่าคือ บ่อพัก (manhole) หรือจุดเชื่อมของท่อ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system,GIS) หมายถึง เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ ที่ออกแบบเพื่อการเข้าข้อมูล การจัดการฐานข้อมูล การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ และแสดงผลข้อมูลในรูปแบบที่สนับสนุนการวางแผนและตัดสินใจเกี่ยวกับพื้นที่

การต่อเชื่อมแบบหลวม (loose coupling) หมายถึง การต่อเชื่อมแบบจำลองทั้งสองโดยที่ผู้ใช้โปรแกรมเป็นผู้ดำเนินการ (manual linking) หรือใช้การเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมนอกเหนือจากแบบจำลองทั้งสอง เพื่อช่วยในการปรับเปลี่ยนข้อมูล (Dee Roo, 1998) โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลของแบบจำลองชลศาสตร์ คือ ค่าระดับผิวน้ำในแต่ละจุดรับน้ำเปลี่ยนเป็นข้อมูลนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประมวลผลร่วมกับค่าระดับของสภาพภูมิประเทศและแสดงเป็นแผนที่พื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมที่มีขอบเขต ความลึกของน้ำท่วมในช่วงเวลาต่างๆ โดยแบบจำลองชลศาสตร์ไม่มีการแก้ไขในส่วนของโปรแกรม แต่โปรแกรมที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนมีรูปแบบเพิ่มเติมในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย