บทที่ 7

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการต่อเชื่อมกันระหว่างแบบจำลอง พบว่าไม่มีการกล่าวถึงเกี่ยวกับขั้นตอนในการต่อเชื่อมและการทำงานที่สามารถเข้าใจได้ ดังนั้นในการศึกษานี้จะเป็นการศึกษาในแต่ละแบบจำลองให้ได้รูปแบบที่สามารถส่งข้อมูลในการต่อเชื่อมกัน เพื่อจะได้รูปแบบการต่อเชื่อมกันและการสร้างแผนที่น้ำท่วม ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการศึกษานี้ โดยมีการใช้ข้อมูลระหว่างแบบจำลอง

จากการศึกษาการต่อเชื่อมระหว่างแบบจำลองชลศาสตร์กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในบทนี้จะกล่าวสรุปผลการศึกษาจากการใช้แบบจำลองทั้งสองในการต่อเชื่อมกัน พร้อมทั้งเสนอแนะข้อคิดเห็นเพื่อการดำเนินการต่อไป

7.1. สรุปการใช้แบบจำลอง

1) แบบจำลองชลศาสตร์ Hydroworks เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถจำลองสภาพการไหลของน้ำที่เกิดจากฝนที่ตกในพื้นที่แล้วระบายออกสู่ระบบระบายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถใช้งานได้สะดวก ให้ผลการคำนวณในรูปของแฟ้มข้อมูลรูปแบบต่างๆ จากผลการจำลองทำให้สามารถวิเคราะห์สภาพการไหล ค่าระดับน้ำในจุดต่างๆ ของพื้นที่ศึกษาที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาได้
2) ข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองชลศาสตร์ แสดงโครงข่ายของจุดรับน้ำและทางน้ำ ไม่แสดงแผนที่ผังเมืองให้เห็น และชลภาพของค่าระดับน้ำเทียบกับเวลาที่จุดรับน้ำในทุกช่วงเวลาไม่แสดงค่าระดับพื้นดิน ทำให้ไม่สามารถรู้ความลึกน้ำท่วมได้ ซึ่งข้อมูลผลลัพธ์นี้เข้าใจได้เฉพาะผู้ใช้โปรแกรมเท่านั้นและต้องใช้เวลาและความพยายามในการแปลงค่าระดับน้ำให้เป็นขอบเขตของพื้นที่และความลึกน้ำท่วม
3) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลทางภูมิศาสตร์ และผลต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการจำลองสามารถซ้อนทับบนแผนที่ภูมิประเทศได้ โดยใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการแสดงผลที่ได้จากการจำลองระบบระบายน้ำที่มีรูปแบบที่เข้าใจง่าย

7.2. สรุปผลการต่อเชื่อมกันของแบบจำลอง

1) การต่อเชื่อมระหว่างแบบจำลองทั้งสองเป็นการต่อเชื่อมกันแบบหลวม ผู้ใช้โปรแกรมจะเป็นผู้ดำเนินการต่อเชื่อม โดยการเปลี่ยนประเภทของแฟ้มข้อมูลรูปภาพที่ได้จากแบบจำลองชลศาสตร์ Hydroworks ที่มีรูปแบบ *.hyd ให้เป็น *.txt สำหรับ ArcView GIS หลังจากนั้น ArcView GIS จะเรียกแฟ้มข้อมูลตัวหนังสือนี้เข้าสู่ ArcView GIS เพื่อสร้างแผนที่น้ำท่วม

2) ผู้ใช้ดำเนินการต่อเชื่อมหลายขั้นตอน และต้องดำเนินการในทุกขั้นตอนอย่างถูกต้อง ซึ่งใช้เวลามาก สำหรับการประยุกต์ที่ต้องการผลการจำลองสภาพการระบายน้ำในสถานการณ์นั้นอย่างทันท่วงที เพื่อการแก้ไขปัญหาขณะนั้น

3) การใช้แบบจำลองที่ได้จากการต่อเชื่อมกันนี้กับพื้นที่ศึกษาสุขุมวิท มีพื้นที่ประมาณ 24 ตารางกิโลเมตร โดยใช้ฝนจริงของเหตุการณ์วันที่ 15 กันยายน 2540 เป็นการปรับเทียบแบบจำลอง และใช้ฝนจริงของเหตุการณ์วันที่ 1 กันยายน 2541 เป็นการสอบเทียบแบบจำลอง

4) ผลการจำลองสภาพการระบายน้ำที่ได้จากการต่อเชื่อมกันของแบบจำลองนี้ กับพื้นที่ศึกษาในสภาพปัจจุบัน พบว่าแผนที่น้ำท่วมที่ได้มีความถูกต้องกับข้อมูลที่ได้มีการตรวจสอบ ยกเว้นบริเวณหน้าตลาดย่องกง-ปีนัง สำหรับแบบจำลองที่ได้จากการต่อเชื่อมกันนี้สามารถประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ต่างๆ ในพื้นที่ศึกษานี้ได้ ในการจำลองฝนเหตุการณ์จริงพบปัญหาน้ำท่วมเกิดขึ้นหลายแห่ง เช่น ถนนสุขุมวิทจากแยกนานาเหนือถึงซอยสุขุมวิท34, บริเวณพื้นที่ระหว่างซอยสุขุมวิท63 และซอยสุขุมวิท 71 และหมู่บ้านต่างๆ ที่อยู่ใกล้คลองตัน เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นที่ลุ่มต่ำและระบบระบายน้ำมีขนาดและการต่อเชื่อมที่ไม่เพียงพอ

7.3. สรุปผลการประยุกต์ใช้การต่อเชื่อมกันของแบบจำลอง

การประยุกต์แบบจำลองที่ต่อเชื่อมกันในการศึกษาปรับปรุงระบบระบายน้ำ ด้วยฝนออกแบบที่คาบการเกิด 2 ปี โดยวิธี Pilgrim and Cordery ได้พิจารณาแนวทางในการปรับปรุงระบบระบายน้ำในแนวทางสำคัญๆ เช่น ขนาดท่อ, ความลาดชัน, การต่อเชื่อมท่อ, ขนาดของเครื่องสูบน้ำภายนอก และการขุดเจาะอุโมงค์ผันน้ำภายในพื้นที่ โดยศึกษาแนวทางเลือก 6 แบบ พบว่าสามารถลดขนาดน้ำท่วมได้ โดยพื้นที่, ความลึกและระยะเวลาน้ำท่วมลดลง โดยเหลือน้ำท่วมขังในบางพื้นที่เนื่องจากมีสภาพพื้นที่ลุ่มต่ำ พบว่าแผนที่ 5 ดีที่สุด สามารถลดขนาดน้ำท่วมโดยพื้นที่ลดลง 10.7% เมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุง

7.4. สรุปประโยชน์ของการต่อเชื่อมกันของแบบจำลอง

ประโยชน์ของการต่อเชื่อมกันระหว่างแบบจำลองทั้งสองนี้ เป็นความก้าวหน้าของการพัฒนาการจำลองและการแสดงผลสภาพการระบายน้ำ โดยซ้อนทับบนแผนที่ภูมิประเทศ ทำให้เข้าใจได้ง่าย สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ไข/ปรับปรุงระบบระบายน้ำของพื้นที่ศึกษาได้เป็นอย่างดี เพราะพื้นที่น้ำท่วมโดยทั่วไป ในแต่ละช่วงเวลาที่ฝนตกจะมีระดับความสูงของน้ำท่วมขังไม่เท่ากัน ณ จุดรับน้ำนั้นๆ แต่ผลการจำลองที่ได้จากการต่อเชื่อมกันนี้สามารถติดตามผลของน้ำท่วมในแต่ละจุดทุกๆ ช่วงเวลาที่ฝนตกได้ สำหรับในการแก้ปัญหาน้ำท่วมค่าระดับน้ำในแต่ละช่วงเวลาเป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาอย่างยิ่ง เช่น เวลาในการเปิด-ปิดเครื่องสูบน้ำและการติดตั้งเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ขณะเกิดน้ำท่วม และประโยชน์ของการประยุกต์ใช้การต่อ

เชื่อมกันนี้มี 2 เป้าหมาย คือ การจำลองสภาพการระบายน้ำในเวลาจริง (real time operation) และการศึกษาปรับปรุงระบบระบายน้ำ (drainage system improvement)

7.5. ข้อจำกัดของแบบจำลอง

7.5.1 แบบจำลองชลศาสตร์ Hydroworks

1) ขนาดของแบบจำลองเป็นแบบจำลองรุ่น SIM-1000 มีข้อจำกัดดังตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ข้อจำกัดการใช้แบบจำลองชลศาสตร์ Hydroworks

ข้อมูล	จำนวน
การใส่ข้อมูลจุดรับน้ำภายใน (internal nodes)	1,000
การใส่ข้อมูลท่อหรือทางน้ำ (conduits)	1,250
การใส่ข้อมูลอาคารชลศาสตร์ (control structures)	500
การใส่ข้อมูลจุดน้ำออก (outfalls)	125
การใส่ข้อมูลกราฟชลภาพอัตราการไหล (input discharge hydrographs)	1,000
การใส่ข้อมูลกราฟชลภาพระดับน้ำ (input level hydrographs)	125
การใส่ข้อมูลสถานีน้ำฝน (input rainfalls)	999
การแสดงผลของข้อมูลจุดรับน้ำที่เลือกไว้ (output gauge points)	300
รอบในการคำนวณจุดรับน้ำ (computational nodes)	30,000

แบบจำลองนี้มีความสามารถในการใส่ข้อมูลจุดรับน้ำได้เพียง 1,000 จุด ต่อการประมวลผลหนึ่งครั้งเท่านั้น เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีจำนวนจุดรับน้ำมากกว่า 2,000 จุด ดังนั้นจึงมีการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่ย่อย 3 ส่วน โดยในแต่ละพื้นที่ย่อยจะทำการประมวลผลในแต่ละพื้นที่ แล้วส่งผ่านข้อมูลค่าระดับน้ำและอัตราการไหลระหว่างพื้นที่ย่อยให้สอดคล้องกัน ซึ่งทำให้มีการประมวลผลหลายครั้งต่อหนึ่งเหตุการณ์

2) การแสดงผล ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่ถูกกำหนดโดยบริษัทผู้พัฒนาโปรแกรม ทำให้เกิดข้อจำกัดในการนำผลไปใช้ในการต่อเชื่อมกับโปรแกรมอื่นๆ โดยการแสดงผลมี 4 แบบ ซึ่งแฟ้มข้อมูลตัวหนังสือ (*.txt) จะแสดงเฉพาะค่าระดับน้ำสูงสุดเท่านั้น

3) การใส่ตำแหน่งพิกัดของจุดรับน้ำ จะใส่ค่าได้เพียง 5 ตำแหน่ง ซึ่งประเทศไทยนั้นมีตำแหน่งพิกัดเหนือ-ใต้ 7 ตำแหน่ง พิกัดตะวันออก-ตะวันตก 6 ตำแหน่ง ทำให้ไม่สามารถส่งเข้าสู่ ArcView GIS ได้โดยตรง

4) ในการจำลองสภาพการไหลระบบระบายน้ำในเมืองที่มีความซับซ้อน ต้องประกอบด้วยโครงข่ายจุดรับน้ำและทางน้ำเป็นจำนวนมาก จึงต้องมีการเก็บข้อมูลสภาพพื้นที่และระบบระบายน้ำอย่างละเอียด เพื่อให้การจำลองสภาพการระบายน้ำมีความถูกต้องเพียงพอ และการใส่ข้อมูล มีการนำเข้าของแฟ้มข้อมูลหลายชนิด
5) ข้อมูลค่าระดับน้ำรอบๆ พื้นที่ศึกษามีจุดที่มีการวัดระดับน้ำ แต่ในพื้นที่ศึกษาไม่มีจุดวัดระดับน้ำ

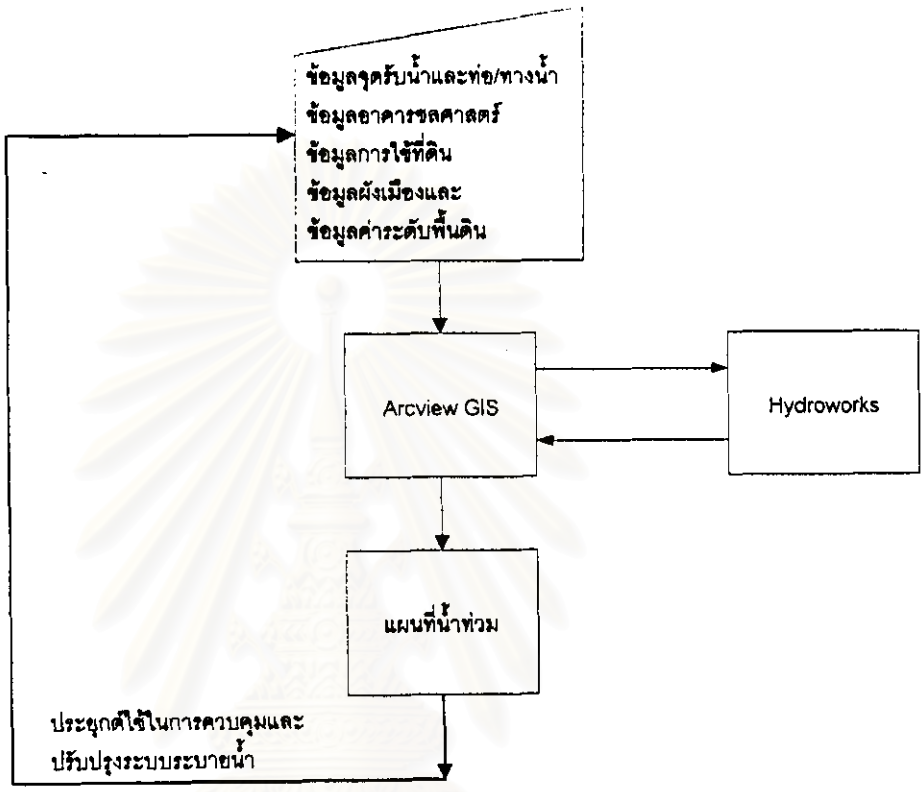
7.5.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView

1) ขนาดของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไม่มีข้อจำกัด
2) การนำเข้าของข้อมูลจะเป็นแฟ้มข้อมูลตัวหนังสือเท่านั้น ที่ใช้ในการคำนวณ
3) ข้อมูลค่าระดับพื้นดินที่ใช้ในการจำลองใช้ค่าระดับถนนตามจุดต่างๆ ที่มีการวัดเท่านั้น โดยสมมติว่าพื้นดินไม่มีแนวกำแพงกั้นระหว่างถนนกับอาคารบ้านเรือน และมีการกระจายตัวของค่าความสูงพื้นดินสม่ำเสมอ ทำให้แผนที่น้ำท่วมที่ได้มีความผิดพลาดเกิดขึ้น
4) ในการจำลองสภาพในเมืองที่มีความซับซ้อน ต้องประกอบด้วยแผนที่ผังเมืองและจุดค่าระดับพื้นดินเป็นจำนวนมาก จึงต้องมีการเก็บข้อมูลค่าระดับพื้นดินอย่างละเอียด เพื่อให้การสร้างแผนที่น้ำท่วมมีความถูกต้องเพียงพอ

7.6. ข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากแบบจำลองชลศาสตร์ Hydroworks เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ไม่สามารถเปลี่ยนรูปแบบของการแสดงผลลัพธ์ได้ ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองชลศาสตร์ Hydroworks ที่เป็นแฟ้มข้อมูลตัวหนังสือ จะแสดงเฉพาะค่าระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ แต่ไม่สามารถแสดงค่าระดับน้ำ ณ.เวลาต่างๆ ได้ ส่วนแฟ้มข้อมูลรูปภาพ ที่ถึงแม้จะแสดงค่าระดับน้ำในเวลาต่างๆ ได้ แต่ไม่สามารถส่งให้ ArcView GIS เพื่อใช้ในการประมวลผลต่อไปได้ ต้องทำการปรับแก้ประเภทของแฟ้มข้อมูลก่อน ข้อเสนอแนะคือ ควรเลือกใช้แบบจำลองชลศาสตร์ที่ให้ผลการคำนวณเป็นแฟ้มข้อมูลตัวหนังสือ ที่แสดงค่าระดับน้ำ ณ.เวลาต่างๆ โดยให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้ได้โดยตรง
2) ในการต่อเชื่อมกันนี้เป็นการต่อเชื่อมกันแบบหลวม ซึ่งการใส่ข้อมูลในแบบจำลองทั้งสองจะแยกกัน พบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในแบบจำลองใดแบบจำลองหนึ่ง จำเป็นต้องมีการปรับแก้ข้อมูลในอีกแบบจำลองต่างหาก โดยผู้ใช้ต้องปรับแก้เอง ซึ่งเป็นความยุ่งยากในการใช้งานและอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดที่มีข้อมูลไม่สอดคล้องกันได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและวิธีการควบคุมระบบระบายน้ำเช่น การเปลี่ยนแปลงท่อ คลอง สถานีสูบน้ำ หรือเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศ เช่น การเปลี่ยนแปลงถนนหรือการใช้ที่ดิน เป็นต้น ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาการต่อเชื่อมให้เป็นการต่อเชื่อมกันแบบถาวร (embedded coupling) โดยการนำแบบจำลองชลศาสตร์ใส่เข้าไปในระบบสารสนเทศ

ภูมิศาสตร์ และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นโปรแกรมควบคุมข้อมูลและการทำงานของแบบจำลองทั้งสอง จะได้ไม่เกิดความผิดพลาดของข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกัน ถ้ามีการควบคุมการทำงานระหว่างกันทำให้การจำลองและการแสดงผลมีความรวดเร็วยิ่งขึ้นดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 การต่อเชื่อมกันแบบลาวร

3) ข้อมูลฝนที่อยู่ในพื้นที่ศึกษามีจำนวนสถานีวัดน้ำฝนน้อยเพียง 3 แห่ง ควรใช้สถานีที่อยู่นอกพื้นที่ศึกษาในการลากเส้นธีเอสเสนโพลีกอนประกอบด้วย และการใช้สถานีวัดน้ำฝนตัวแทนควรใช้เส้นชั้นความลึกฝน คิดคำนวณค่าค่าแฟคเตอร์ลดความลึกน้ำฝนตามขนาดพื้นที่ เพื่อจะได้ค่าน้ำฝนใกล้เคียงกับความเป็นจริง

4) จำนวนจุดรับน้ำในพื้นที่ศึกษามีมากกว่าค่าที่กำหนดโดยโปรแกรม วิธีในการศึกษานี้ได้ใช้การแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่ย่อย ในแต่ละพื้นที่ย่อยมีจำนวนจุดรับน้ำไม่เกินค่าที่กำหนด โดยการจำลองพื้นที่ย่อยที่หนึ่ง หลังจากนั้นกำหนดเงื่อนไขขอบเขตจากค่าระดับน้ำหรืออัตราการไหลในอีกพื้นที่ย่อยที่อยู่ข้างเคียง ด้วยการกำหนดค่าเริ่มต้นอัตราการไหลเท่ากับศูนย์ หลังจากนั้นจะมีการปรับค่าระดับน้ำและอัตราการไหลระหว่างขอบเขตรอยต่อของพื้นที่ย่อยจนกว่าจะได้ค่าที่เข้าใกล้ค่าคงที่ (solution convergence) ซึ่งพบว่าต้องใช้เวลาในการประมวลผลหลายรอบ ข้อเสนอแนะคือ ควรจัดสร้างแบบ

จำลองที่มีจำนวนจุดรับน้ำทั้งพื้นที่ไม่เกินค่าที่กำหนดโดยโปรแกรม เพื่อให้มีการประมวลผลครั้งเดียว แล้วทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับการส่งถ่ายข้อมูลเพื่อความเหมาะสมมากขึ้น

5) แบบจำลองที่ได้จากการต่อเชื่อมกันนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่นๆ ในการตรวจสอบระบบระบายน้ำ ซึ่งในการจำลองต้องมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่ใช้ในการจำลองทั้งหมด เพื่อจะได้หาจุดวิกฤตการเกิดน้ำท่วม เพราะที่ผ่านมาการชี้จุดปัญหาน้ำท่วมได้ใช้ประสบการณ์เท่านั้น และถ้ามีการต่อเชื่อมกันแบบถาวรจะทำให้มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายในการจำลอง

6) ประยุกต์ใช้แบบจำลองอื่นๆ กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น การต่อเชื่อมแบบจำลองชลศาสตร์สำหรับโครงข่ายลำน้ำ (hydraulic model for channel network) กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย