

บทที่ 6

บทสรุป

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ทฤษฎีแบบจำลองทางอุทกวิทยาร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการคาดการณ์น้ำท่วม ในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน ด้วยระดับวิกฤตลำน้ำ ได้แก่ค่าวิกฤตระดับน้ำและค่าวิกฤตปริมาณน้ำ โดยการศึกษาใช้ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมได้แก่ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ ภูมิอากาศ อุทกวิทยาและกิจกรรมมนุษย์ในการศึกษาวิจัย

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ระหว่างละติจูด $15^{\circ} 24' 00''$ ถึง $19^{\circ} 49' 00''$ เหนือ และลองจิจูด $98^{\circ} 05' 30''$ ถึง $100^{\circ} 09' 12''$ ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ใน 2 จังหวัด คือจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ประกอบด้วย 7 ลุ่มน้ำ คือแม่จัด แม่แตง แม่ริม แม่กวง แม่ขาน แม่กลางและแม่ลี ใช้ข้อมูลสถิติอุทกวิทยาจากสถานีสำรวจอุทกวิทยา 16 สถานี ได้แก่สถานีจากลำน้ำแม่ปิง P.20, P.75, P.67, P.1, P.73 สถานีจากลุ่มน้ำแม่จัด P.56A สถานีจากลุ่มน้ำแม่แตง P.65, P.4A สถานีจากลุ่มน้ำแม่ริม P.21 สถานีจากลุ่มน้ำแม่กวง P.79, P.80, P.77 สถานีจากลุ่มน้ำแม่ขาน P.71 สถานีจากลุ่มน้ำแม่กลาง P.24A และสถานีจากลุ่มน้ำแม่ลี P.42, P.76

แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ ได้แก่ 1) แนวคิดทางด้านอุทกวิทยา 2) แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองทางอุทกวิทยา 3) แนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในแบบจำลองทางอุทกวิทยา โดยพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่อการระบายน้ำของกลุ่มน้ำ ได้แก่รูปร่างลุ่มน้ำ รูปแบบโครงข่ายการระบายน้ำ ความสามารถในการระบายน้ำของดิน ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ลักษณะภูมิอากาศ ความสูง ความลาดชันและทิศด้านลาด แบบจำลองทางอุทกวิทยาที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่การเคลื่อนตัวของน้ำ สมการ Muskingum แนวคิดการวิเคราะห์รอบปีการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ด้วยทฤษฎีกัมเบล และการวิเคราะห์ศักยภาพการคายระเหยในพื้นที่ลุ่มน้ำ

กรอบแนวคิดในการศึกษา ได้เน้นการศึกษาที่ระดับน้ำเป็นข้อมูลหลักที่นำมาใช้ในแบบจำลอง เนื่องจากเป็นตัวแปรสรุปสุดท้ายที่เกิดจากอิทธิพลซึ่งมีผลต่อการระบายน้ำในลุ่มน้ำ ได้แก่ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ กิจกรรมมนุษย์และสิ่งปกคลุมดิน และลักษณะภูมิอากาศ สรุปผลการศึกษาดมวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการศึกษา

6.1.1 การศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ ภูมิอากาศ อุทกวิทยาต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ ลุ่มน้ำปิงตอนบน

ได้ศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ ภูมิอากาศ อุทกวิทยาต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ แล้วพบว่าสาเหตุของการเกิดน้ำท่วมมีดังนี้ เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยระดับตลิ่งต่ำ อยู่ในพื้นที่เกษตรกรรม แหล่งชุมชน มีสิ่งปกคลุมดินน้อย และเป็นช่วงลำน้ำที่มีลำน้ำสาขาหลายสาย โดยได้วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยเทคนิคสารสนเทศภูมิศาสตร์และการประเมินด้วยสายตาจากปัจจัยลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำและลักษณะภูมิอากาศ ได้แก่ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ คุณลักษณะการระบายน้ำของดิน ความสูง ความลาดชัน ตำแหน่งปากแม่น้ำ ทิศด้านลาด ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี จำนวนวันฝนตกต่อปี ทิศทางลมมรสุม พบว่าอิทธิพลลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำและลักษณะภูมิอากาศ เป็นผลให้มีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมขนาดใหญ่ในบริเวณที่ราบเชิงใหม่-ลำพูน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณลำน้ำปิงและลุ่มน้ำแม่ริม ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูงจากอิทธิพลลักษณะทางกายภาพลุ่มน้ำและภูมิอากาศ

6.1.2 การศึกษากิจกรรมของมนุษย์เชิงพื้นที่ที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ ลุ่มน้ำปิงตอนบน

จากการศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน พบว่าการดำเนินงานและกิจกรรมมนุษย์มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ 2 ลักษณะ คือ 1) ลดความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม กล่าวคือเป็นกิจกรรมมนุษย์ที่มีส่วนลดระดับวิกฤตให้กับลำน้ำ เช่นการขุดลอกร่องน้ำ การดูแลทราย และกิจกรรมของมนุษย์ที่มีส่วนในการควบคุมระดับน้ำในลำน้ำ เช่นการสร้างเขื่อนและฝาย 2) เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ในลักษณะของกิจกรรมมนุษย์ที่มีผลให้ความสามารถในการยอมให้น้ำซึมผ่านและการระบายน้ำของดินลดลง มาตรการป้องกันน้ำท่วมในตัวเมืองเชียงใหม่ โดยการระบายน้ำจากลำน้ำเข้าคลองชลประทาน เป็นผลให้พื้นที่รับน้ำชลประทานมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม วิธีการป้องกันการกัดเซาะดินริมตลิ่ง เป็นผลให้เกิดดินตะกอนทับถม ลำน้ำตื้นเขินและแคบ และการสร้างฝายน้ำล้นในลำน้ำแม่ปิง เพื่อใช้ในการกักเก็บน้ำและเพิ่มอัตราการไหลของน้ำ มีโอกาสเกิดน้ำท่วมขึ้นได้ เมื่อลำน้ำมีความตื้นเขิน

ทั้งนี้ได้วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมจากอิทธิพลกิจกรรมมนุษย์ ด้วยเทคนิคทางภูมิศาสตร์ พบว่ามีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูง เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่บริเวณที่ราบเชิงใหม่-ลำพูนบริเวณลำน้ำแม่ปิง ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลี้บริเวณที่ลำน้ำแม่ลี้ได้เปลี่ยนทิศทางการไหลขึ้นเหนือในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กวัง และบริเวณปากแม่น้ำลำน้ำแม่ริม แม่ขาน แม่กลางและแม่จัด

เมื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมจากอิทธิพลลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ ภูมิอากาศและกิจกรรมมนุษย์แล้ว พบว่ามีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูงอยู่ในบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ ปิง ลำน้ำแม่มิ และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมปานกลาง อยู่บริเวณริมฝั่งแม่น้ำในลำน้ำ แม่น้ำขาน แม่น้ำจืด และแม่น้ำลี่ ทั้งนี้เนื่องจากลำน้ำแม่ปิงในช่วงที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูง เป็นช่วงลำน้ำวัยเจริญเต็มที่ ซึ่งตามแนวคิดของ Davis ช่วงลำน้ำวัยดังกล่าว เป็นช่วงที่ลำน้ำเริ่มมีที่ราบน้ำท่วมถึง กล่าวคือในช่วงนี้แม่น้ำจะกัดเซาะด้านข้าง ทำให้เกิดโค้งคหวัด (Meanders) เกิดที่ราบน้ำท่วมถึงขนาดต่างๆ น้ำจึงท่วมพื้นที่ได้ง่าย

6.1.3 การศึกษาแบบจำลองทางอุทกวิทยาและพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองทางอุทกวิทยาในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่องานการศึกษาอุทกวิทยา ด้านการคาดการณ์น้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำลุ่มน้ำปิงตอนบน ด้วยจุดวิกฤตลำน้ำ

ในการสร้างแบบจำลองได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์การไหลของน้ำ แนวคิดการเคลื่อนตัวของน้ำ สมการ Muskingum มาใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำในลำน้ำ โดยโปรแกรมแบบจำลองทางอุทกวิทยาประกอบด้วย การคาดการณ์น้ำท่วมด้วยปริมาณน้ำและระดับน้ำ พร้อมทั้งแสดงผลการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมตามตำแหน่งสถานีสำรวจอุทกวิทยา

เวลาในการเตรียมการเตือนภัยน้ำท่วมหาได้จาก จุดเปลี่ยนโค้งกราฟน้ำท่า ซึ่งพบว่าเวลาในการเคลื่อนตัวของน้ำ สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือมีเวลาในการเคลื่อนตัวของน้ำคงที่และไม่คงที่ โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเวลาในการเคลื่อนตัวของน้ำ ได้แก่การถูกควบคุมโดยฝายชลประทาน ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นจากลำน้ำสาขา น้ำฝน ระยะห่างระหว่างสถานี ความลาดชันและลักษณะทางกายภาพของลำน้ำที่มีผลต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำในลำน้ำ

โดยทำนายโอกาสการเกิดน้ำท่วม จากการวิเคราะห์น้ำท่วมด้วยรอบปีการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ซึ่งคำนวณได้จากทฤษฎีแกมเบล พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน มีรอบปีการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำสูงสุดรายปีเฉลี่ย 2.33 ปี

6.2 ข้อค้นพบ

จากการศึกษา ที่คาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูงได้ว่า เป็นพื้นที่บริเวณริมฝั่งแม่น้ำปิงและแม่มิ โดยมีรอบปีการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำสูงสุดรายปีเฉลี่ย 2.33 ปี ซึ่งในความเป็นจริง พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมดังกล่าว อาจไม่เคยเกิดน้ำท่วมขึ้นเลย หรือบางพื้นที่ที่คาดการณ์ได้ว่าไม่ได้เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม แต่ประสบกับปัญหาน้ำท่วมทุกปี จึงค้นพบได้ว่า

1) ปัจจัยที่มีผลให้เกิดน้ำท่วม ได้มีความสำคัญและน้ำหนักให้พื้นที่ลุ่มน้ำมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมไม่เท่ากัน ซึ่งตัวแปรที่มีความสำคัญมาก คือปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิอากาศ ซึ่งจะ

เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญและเป็นผลให้พื้นที่เข้าสู่ภาวะวิกฤตได้ โดยลักษณะฝนที่เป็นผลให้เกิดน้ำท่วมได้ คือฝนที่มีความเข้มสูง ตกติดต่อกันหลายชั่วโมง ปริมาณน้ำฝน 24 ชั่วโมง ซึ่งกองอุตุนิยมวิทยาอุทก กรมอุตุนิยมวิทยาได้ศึกษาแล้วพบว่า พื้นที่ดิน ณ สถานีตรวจวัดน้ำฝน ที่มีค่าดัชนีมากกว่า 150 มิลลิเมตรขึ้นไปจะอิ่มตัวไปด้วยน้ำและเริ่มเจ็มนอง หากมีฝนตกลงมาอีก หรือจากเหตุการณ์ที่เคยประสบอุทกภัยในตัวเมืองเชียงใหม่ ที่วัดปริมาณน้ำฝนสองวันได้มากกว่า 107 มิลลิเมตร ก็มีผลให้พื้นที่เกิดภาวบน้ำท่วมได้เป็นต้น นอกจากนี้ตัวแปรทางด้านกิจกรรมมนุษย์ก็ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมได้มาก เช่นการก่อสร้างถนน ที่อยู่อาศัย ที่ทำให้น้ำฝนไม่สามารถซึมลงดินได้ และไหลรวมเป็นปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดิน เมื่อมีระบบการระบายน้ำจำกัด น้ำจึงท่วมพื้นที่ได้ รวมถึงการสร้างสิ่งกีดขวางทางน้ำ เช่นการสร้างถนนข้ามคลองชลประทานที่มีระดับสะพานไม่สูง อีกทั้งเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ ปริมาณน้ำจากคลองชลประทานจึงไหลท่วมพื้นที่ได้

2) ในระบบแบบจำลองเพื่อการคาดการณ์น้ำท่วมจะต้องคำนึงถึง ตัวแปรที่เราไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับปริมาณฝนที่จะตก อย่างแน่นอนและแม่นยำได้ เนื่องจากสภาพบรรยากาศ ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดฝนแล้ง ฝนตกไม่ต้องตามฤดูกาล รวมถึงการเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง จากสาเหตุร่องความกดอากาศต่ำ แนวสอบของกระแสลมเหนือ/ใต้ปะทะกัน เป็นต้น

3) ในการศึกษาลุ่มน้ำที่มีการสร้างเขื่อนปิดกั้นลำน้ำและฝายชลประทาน สิ่งที่ทำให้ไม่สามารถคาดการณ์น้ำท่วมได้ คือปริมาณน้ำที่จะไหลมาได้ รวมถึงการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงเขื่อนกักเก็บน้ำ ซึ่งการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ เป็นผลให้พื้นที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมลดลง แต่ในขณะเดียวกันก็ไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าเขื่อนจะสามารถรองรับน้ำได้อีกหรือไม่ ซึ่งในหลายพื้นที่บริเวณใกล้เขื่อนกักเก็บน้ำได้ประสบกับปัญหาเขื่อนพังทลายและน้ำไหลท่วมพื้นที่

4) ปัจจัยที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ เช่นลักษณะทางกายภาพของลำน้ำและลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำที่มีผลต่อความสามารถในการซึมและระบายน้ำของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ รวมถึงปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วไหลรวมเป็นปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวดินได้

ด้วยเหตุนี้จึงสรุปได้ว่า การสร้างระบบแบบจำลองทางอุทกวิทยาเพื่อการคาดการณ์น้ำท่วมที่จะให้ผลการคาดการณ์น้ำท่วมที่ถูกต้องแม่นยำขึ้นนั้น ต้องประกอบด้วยตัวแปรที่สำคัญดังต่อไปนี้ คือระดับน้ำในลำน้ำ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขา ทิศด้านลาดที่มีผลต่อทิศทางการไหลของน้ำ ระดับวิกฤตลำน้ำ ลักษณะทางกายภาพของลำน้ำที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำในลำน้ำ ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ รวมถึงสิ่งกีดขวางทางน้ำที่มีผลต่อระดับน้ำในลำน้ำ

6.3 อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์และข้อค้นพบใหม่ สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ว่าการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำปิงตอนบน ได้เกิดจากสาเหตุลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ อุทกวิทยา การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่เป็นผลให้พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมจากการระบายน้ำไม่ทัน เหล่านี้เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำตามธรรมชาติในภาพรวม ที่คาดการณ์ว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมได้ง่าย โดยวิเคราะห์ได้ว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงอยู่บริเวณลำน้ำแม่ปิงตอนกลางที่เริ่มมีที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Davis ที่กล่าวว่าลำน้ำในช่วงวัยเจริญเต็มที่จะมีการกัดเซาะด้านข้างทำให้เกิดที่ราบน้ำท่วมถึง จึงมีโอกาสเกิดน้ำท่วมได้ง่าย

และในการศึกษาที่ได้นำผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ไปใช้ร่วมกับการแสดงผลการคาดการณ์น้ำท่วมในแบบจำลองซึ่งได้พัฒนาขึ้นโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การไหลของน้ำ แนวคิดเรื่องการเคลื่อนตัวของน้ำ ทำให้การแสดงผลการคาดการณ์สามารถมองเห็นความเชื่อมโยงของข้อมูลแผนที่และข้อมูลสถิติอุทกวิทยาได้ ด้วยความสามารถนี้มีความสอดคล้องกับแนวคิดของ Goodchild *et al.* (1993) และ Maidment (1993) ที่ให้ความคิดว่าองค์ประกอบทั้งสอง คือมิติเชิงพื้นที่และเวลานั้นมีความสัมพันธ์กันโดยพื้นฐาน การศึกษาร่วมกันจึงส่งผลให้เกิดความถูกต้องของระบบยิ่งขึ้น โดยการนำประโยชน์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยเพิ่มความสามารถในเรื่องของการนิยามและการอธิบายเชิงพื้นที่เข้ากับแบบจำลองทางอุทกวิทยาให้มากขึ้น อีกทั้งการศึกษาของ Ammentop *et al.* (1998) ที่ได้พยายามพยากรณ์น้ำท่วมร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ด้วยโปรแกรมเฉพาะทางด้านภูมิศาสตร์ (Arc View) เช่นเดียวกัน

ซึ่งในการทดสอบความน่าเชื่อถือของระบบแบบจำลอง แล้วพบว่าสามารถนำไปคาดการณ์ได้กับสถานีสำรวจอุทกวิทยาในช่วงลำน้ำแม่ปิง สถานี P.20 ถึง P.75 และสถานี P.1 ถึง P.73 โดยจะมีความคลาดเคลื่อนจาก 5 ปีจ้ย คือช่วงห่างของการสำรวจปริมาณน้ำ ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นจากน้ำสาขา น้ำฝน ปีจ้ยจากการเปิด-ปิดฝายชลประทาน และปีจ้ยทางด้านลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำในลำน้ำ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จึงอภิปรายผลการศึกษาได้ว่าระบบแบบจำลองทางอุทกวิทยา เพื่อการคาดการณ์น้ำท่วมนี้ เป็นระบบพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้กับลุ่มน้ำที่มีข้อจำกัดด้านข้อมูลที่มีเพียงการเก็บบันทึกข้อมูลระดับน้ำสำรวจไว้เท่านั้นได้ แต่เพื่อให้เกิดความถูกต้องของการคาดการณ์น้ำท่วมยิ่งขึ้น ควรมีการเพิ่มปีจ้ยที่มีผลต่อการคาดการณ์น้ำท่วมเพิ่มเติมจากการใช้ตัวแปรระดับน้ำในลำน้ำและระดับวิกฤตลำน้ำ ซึ่งได้แก่ระดับน้ำในลำน้ำ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขา ปริมาณน้ำผ่านเขื่อนและฝายชลประทาน ทิศด้านลาดที่มีผลต่อทิศทางการไหลของน้ำ ระดับวิกฤตลำน้ำ ภาพตัดขวางและตามยาวลำน้ำ ลักษณะทางกายภาพ

ของลำน้ำที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำในลำน้ำ ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำที่มีผลต่อการซึมลงดิน และการระบายน้ำของกลุ่มน้ำเป็นต้น

6.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อ

จากข้ออภิปรายผลการศึกษาจึงมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไปในอนาคต โดยแนะนำให้มีการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูงเพิ่มเติม ดังเช่นในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ริมแม่ขาน และในบริเวณริมฝั่งแม่น้ำในลำน้ำแม่ปิงอย่างเฉพาะเจาะจง เพื่อให้การศึกษาพื้นที่ที่มีความละเอียดและเห็นภาพชัดเจนขึ้น รวมถึงการศึกษาในลักษณะเปรียบเทียบภาวะน้ำท่วมระหว่างกลุ่มน้ำที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันหรือมีการใช้ที่ดินหนาแน่นต่างกันเพื่อให้เห็นข้อเปรียบเทียบต่อการเกิดภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำ อีกทั้งการศึกษาให้มีการเพิ่มปัจจัยที่ใช้ในการคาดการณ์น้ำท่วมได้แก่ระดับน้ำในลำน้ำ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขา ปริมาณน้ำผ่านเขื่อนและฝายชลประทาน ทิศด้านลาดที่มีผลต่อทิศทางการไหลของน้ำ ระดับวิกฤตลำน้ำ ลักษณะทางกายภาพของลำน้ำที่มีผลต่อการกักเก็บน้ำในลำน้ำ ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำที่มีผลต่อการซึมลงดิน และการระบายน้ำของกลุ่มน้ำ เพื่อให้การศึกษสามารถสรุปผลหาแนวทางในการป้องกันบรรเทาน้ำท่วม และการคาดการณ์น้ำท่วมที่มีความถูกต้องแม่นยำและชัดเจนยิ่งขึ้น โดยในการศึกษาวิจัยต้องคำนึงถึงความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ความละเอียดของข้อมูล อีกทั้งต้องเป็นข้อมูลตัวแทนของพื้นที่ที่พิจารณาอย่างแท้จริง ทั้งนี้ยกตัวอย่างข้อมูลที่ไม่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ศึกษาเช่น ข้อมูลตรวจวัดน้ำฝนที่ตำแหน่งตรวจวัดน้ำฝนไม่ได้อยู่ในพื้นที่ที่ได้ประสบกับปัญหาน้ำท่วมหรือมีตำแหน่งของสถานีตรวจวัดน้ำฝนไม่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณซึ่งมีฝนตกจริง

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ปัจจัยอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมเชิงตรรกวิทยาที่ได้ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เขียนเป็นโปรแกรม เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมได้ หรือสามารถนำวิธีการไปประยุกต์ใช้ เพื่อการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมอื่นๆ ได้ เช่นการหาพื้นที่เหมาะสมในการปลูกพืชบางชนิด ที่สามารถขึ้นได้ดีในพื้นที่ที่เป็นดินเหนียว ต้องการน้ำมาก สามารถตั้งเงื่อนไขพื้นที่เหมาะสมในการปลูกพืชชนิดนี้ได้ โดยการหาพื้นที่ที่เหมาะสมเป็นดินเหนียว อยู่ใกล้แหล่งน้ำ และมีลักษณะภูมิอากาศเอื้ออำนวย คือมีฝนและจำนวนวันที่ฝนตกในพื้นที่มากเป็นต้น

ตลอดจนโปรแกรมแบบจำลองทางอุทกวิทยาเพื่อการคาดการณ์น้ำท่วมที่พัฒนาขึ้นนี้ ยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นการเตือนภัยตามช่วงเวลาจริงและระบบออนไลน์ได้ โดยแนะนำให้มีการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองบนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมโยงความสามารถด้าน

การคำนวณและการแสดงแผนที่ได้ เช่น โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ Visual Basic ร่วมกับโปรแกรมทางด้านภูมิศาสตร์ Map Object

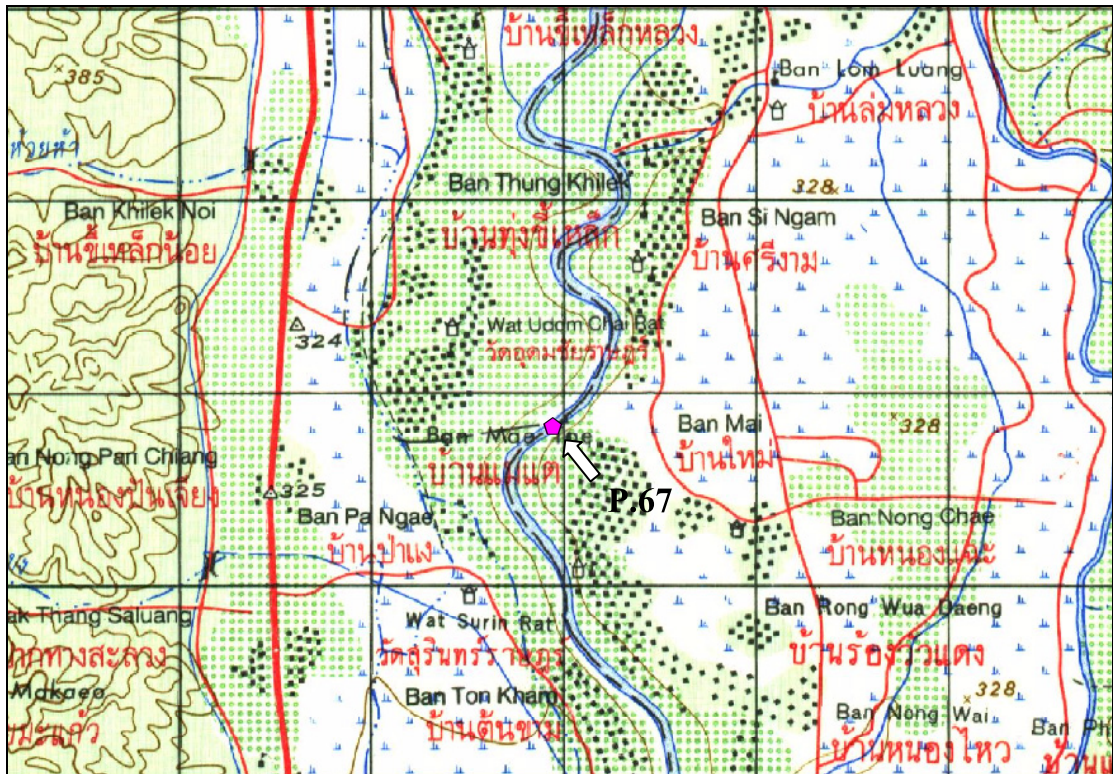
6.5 ข้อเสนอแนะแนวทางป้องกันบรรเทาอุทกภัย

ในพื้นที่บริเวณริมฝั่งลำน้ำและในลำน้ำแม่ปิงนั้น เพื่อเป็นการป้องกันบรรเทาอุทกภัยในปัจจุบันได้เกิดโครงการขุดลอกลำน้ำแม่ปิง โดยคำสั่งของนายกรัฐมนตรี พ.ต.ท.ทักษิณ ชินวัตร ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมโดยการขุดลอกแม่น้ำปิงให้ลึกและกว้างขึ้น ซึ่งช่วยในการรับน้ำที่ระบายมาจากแหล่งน้ำต่างๆ ในตัวเมืองและพื้นที่ใกล้เคียงได้ โดยมีเป้าหมาย เพื่อป้องกันการสะสมของตะกอน กักเก็บน้ำไว้ในช่วงหลังน้ำหลาก รักษาพื้นที่ริมตลิ่งไม่ให้ได้รับความเสียหายจากการกัดเซาะและรुक้า อีกทั้งให้เกิดสภาพภูมิทัศน์ที่สวยงาม รวมระยะทางในการขุดลอกทั้งสิ้น 31.600 กิโลเมตร ตั้งแต่องค์การบริหารส่วนตำบลดอนแก้ว อำเภอแม่ริม ถึงองค์การบริหารส่วนตำบลขัวมุง อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่ดินในร่องน้ำส่วนใหญ่เป็นดินปนทราย ทราย โคลนและดินดาน คิดเป็นจำนวนดินที่ทำการขุดลอก 1,082,754.70 ลูกบาศก์เมตร รูปแบบการขุดลอกเป็นภาพตัดขวางรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านกันร่อง กว้าง 20 เมตร ลึกจากระดับน้ำต่ำสุด 2.50 เมตร ความลาดเอียงของขอบร่อง 1:5 มีการขุดลอกได้สะพาน 16 แห่งและฝายน้ำล้น 4 แห่ง เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ.2545 ถึง 31 มีนาคม พ.ศ.2546 โดยในอนาคตจะดำเนินการขุดลอกในลำน้ำสาขาต่อไป (ไม่ระบุชื่อผู้เขียน, 2545a; 2545b; วันชัย ปัญญาโน, 2545; พงศ์ สุภาวสิทธิ์, 2546) นอกจากนี้ยังมีมาตรการป้องกันน้ำท่วมในตัวเมืองเชียงใหม่ โดยการประสานงานร่วมกับโครงการฝายชลประทานแม่แตงที่จะระบายน้ำบางส่วนจากลำน้ำแม่แตงสู่คลองชลประทาน เพื่อป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำช่วงลำน้ำแม่ปิง สถานีสำรวจอุทกวิทยา P.1-P.73

ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้เสนอแนวทางการป้องกันบรรเทาน้ำท่วมเพิ่มเติมดังนี้

- 1) การปรับปรุงระดับวิกฤตของสถานี โดยให้มีการขุดลอกลำน้ำเป็นประจำทุกปีหรือตามความเหมาะสม เพื่อป้องกันการสะสมของตะกอน
- 2) ในพื้นที่เกษตรกรรมแนะนำให้มีการขุดบ่อกักเก็บน้ำ เพื่อใช้เป็นกักเก็บน้ำ ในลักษณะโครงการแก้มลิง เพื่อบรรเทาการเกิดน้ำท่วม และยังสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งน้ำสำรองในฤดูแล้งได้ ในบริเวณพื้นที่รับน้ำคลองชลประทานแม่แตง และบริเวณพื้นที่รอบสถานีสำรวจอุทกวิทยา P.67 บ้านแม่แต อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นบริเวณลำน้ำก่อนถึงพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูงในลำน้ำแม่ปิง และมีความจุลำนน้ำจำกัด ทั้งนี้ในพื้นที่ใกล้เคียงสถานีสำรวจอุทกวิทยา P.67 เป็นพื้นที่เกษตรกรรม หากสามารถดำเนินการขุดบ่อพักน้ำได้จะช่วยลดการเกิดน้ำท่วมในเขต

เมืองได้ทางหนึ่ง หรือในอีกกรณีหนึ่ง คือการขุดลอกลำน้ำในช่วงสถานีสำรวจอุทกวิทยา P.67 ให้มีความลึกมากขึ้น เพื่อการไหลของน้ำเป็นไปโดยสะดวก หรือดำเนินการลดระดับวิกฤตลำน้ำโดยการยกระดับตลิ่งให้สูงขึ้น แต่วิธีการขุดลอกร่องน้ำจำเป็นต้องมีการขุดลอกลำน้ำตลอดสาย เพื่อป้องกันดินตะกอนทับถมในพื้นที่ลุ่มต่ำลงมาด้วย แสดงภาพแผนที่ภูมิประเทศบริเวณสถานี P.67 บ้านแม่แต อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ดังภาพ 6.1



ภาพ 6.1 แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 บริเวณสถานี P.67 บ้านแม่แต อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

3) การสร้างฝายกั้นลำน้ำหลายๆ ฝายในเขตต้นน้ำ ในลักษณะฝายน้ำล้น เพื่อชะลอการไหลของน้ำเป็นช่วงๆ โดยเฉพาะในลำน้ำสาขาที่ไหลลงสู่แม่น้ำปิงในช่วงสถานี P.1-P.73 ได้แกัดน้ำลำน้ำแม่ขานและแม่กลาง

4) สำหรับในพื้นที่ที่มีการเกิดน้ำท่วมบ่อยครั้งและทุกปี เช่นบริเวณแยกภูคำ แยกรินคำ ตำบลสุเทพ อำเภอมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ รวมถึงบริเวณแยกช่วงสิงห์ ซึ่งภาวะน้ำท่วมเกิดจากการระบายน้ำไม่ทัน โดยสาเหตุของปริมาณน้ำฝน น้ำจากคลองชลประทานซึ่งถนนได้ตัดข้ามและน้ำจากคอกสุเทพ-ปุย เพื่อเป็นการบรรเทาอุทกภัย เสนอให้มีการบำรุงรักษาระบบระบายน้ำให้สามารถใช้งานได้อยู่เสมอ รวมถึงการพัฒนาระบบระบายน้ำให้มีความจุน้ำมากขึ้น เพื่อรองรับน้ำที่

จะไหลท่วมพื้นที่ได้ และอีกวิธีหนึ่ง คือการพยายามระบายน้ำบางส่วนที่ไหลมาจากคอยสุเทพ-ปุย ลงอ่างเก็บน้ำ ซึ่งในพื้นที่มีอ่างเก็บน้ำ ได้แก่อ่างแก้วในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และอ่างกาแลเป็นต้น

6.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1) ให้ประโยชน์ด้านการเตรียมการเตือนภัยน้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ เมื่อระดับน้ำหรือปริมาณน้ำเข้าสู่ระดับวิกฤต

2) สามารถนำไปประยุกต์แก้ไขปรับปรุงเพื่อการเตือนภัยในลุ่มน้ำอื่นๆ ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ แม้มีเพียงการเก็บบันทึกข้อมูลระดับน้ำเท่านั้น

3) แบบจำลองทางอุทกวิทยานี้สามารถนำไปประกอบการพัฒนาเป็นระบบการเตือนภัยตามช่วงเวลาจริง (real time) ได้ ซึ่งในปัจจุบัน สถานีที่สามารถบันทึกระดับน้ำแบบอัตโนมัติ ได้แก่ สถานี P.1, P.4A, P.20, P.56A, P.65, P.67, P.73, P.79, P.80 และ P.75 ในอนาคตมีแนวโน้มของการพัฒนาที่สามารถนำข้อมูลจากเครื่องบันทึกข้อมูลระดับน้ำผ่านระบบสื่อสารทางไกลมาใช้ประโยชน์เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมได้

4) เป็นการพัฒนาองค์ความรู้ทางด้านอุทกวิทยาด้านการคาดการณ์น้ำท่วม โดยการนำเครื่องมือทางด้านภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การไหลของน้ำมาใช้ในการคาดการณ์น้ำท่วม บนพื้นฐานความละเอียดและจำนวนของข้อมูลที่บันทึกไว้ในปัจจุบัน จึงทำให้เกิดการพัฒนาที่สามารถดำเนินต่อไปได้ บนข้อจำกัดของข้อมูล

5) เป็นการพัฒนาองค์ความรู้ทางด้านภูมิศาสตร์ โดยการนำเสนอเครื่องมือด้านการเขียนโปรแกรมประกอบการศึกษางานด้านภูมิศาสตร์ ซึ่งไม่เพียงแต่ในงานด้านอุทกวิทยา แต่ยังนำไปสู่การศึกษาในงานแขนงอื่นๆ ทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ทางด้านการเกษตร ด้านการพัฒนาสาธารณสุขปกคต่างๆ เป็นต้น โดยการเขียนโปรแกรมกำหนดเงื่อนไขช่วยตอบของผู้ใช้ เช่นการหาพื้นที่เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ที่กำหนด การหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างสิ่งก่อสร้างหนึ่งๆ โดยอาศัยข้อมูลที่มีเป็นต้น