

คำนำ

รายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัยภายใต้โครงการวิจัยแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (no. 135/35) ประจำปีงบประมาณ 2555 ฉบับนี้ ให้รายละเอียดพื้นฐานเกี่ยวกับการเกิดอุทกภัยในอดีตของพื้นที่ลุ่มน้ำยมและความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อครัวเรือนในปีที่เกิดเหตุการณ์อุทกภัยครั้งสำคัญ (พ.ศ. 2538, 2539, 2541, 2542, 2545, 2549 และ พ.ศ. 2554) รวมถึงผลกระทบต่อจังหวัดอื่นๆ ในเขตลุ่มน้ำยมด้วย นอกจากนี้ยังได้มีการทบทวนการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมขององค์กร ICHARM จากประเทศญี่ปุ่น

ลุ่มน้ำยมเป็นพื้นที่ซึ่งทางโครงการวิจัยรูปแบบการปรับตัวในการบริหารน้ำในอนาคต โดยเฉพาะน้ำท่วมนั้นเลือกเป็นพื้นที่ศึกษา ด้วยสาเหตุหลักคือลุ่มน้ำนี้ยังไม่มีการพัฒนาอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ เช่น อ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลของลุ่มน้ำปิง และอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ของลุ่มน้ำน่าน เป็นต้น ทำให้ปริมาณน้ำในฤดูฝนไหลเข้าท่วมทั้งในเขตเมืองสุโขทัย และจังหวัดด้านล่าง แม้ว่าในปัจจุบันทางกรมชลประทานได้มีการศึกษาและดำเนินการก่อสร้างฝายชะลอน้ำ และพักน้ำ ในเขตเมืองสุโขทัยแล้วก็ตาม เนื่องด้วยผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อปริมาณฝนในอนาคตต่อพื้นที่ลุ่มน้ำแห่งนี้ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องหารูปแบบของการปรับตัวของสภาพน้ำท่วมในเขตเมืองสุโขทัยต่อไป ซึ่งในรายงานฉบับนี้จะมุ่งเน้นไปที่การจัดทำแผนที่ความเสี่ยงน้ำท่วม การวิเคราะห์ระดับน้ำท่วมสูงสุดที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าความเสียหายน้ำท่วมกับตัวแปรอื่นๆ เช่น พื้นที่น้ำท่วม คาบการเกิดซ้ำ อัตราการไหลสูงสุด เป็นต้น

หวังว่ารายงานฉบับสมบูรณ์นี้จะให้ประโยชน์ได้ผู้อ่านพอสมควร หากมีข้อผิดพลาดประการทางคณะผู้วิจัยก็ขออภัยไว้

คณะผู้วิจัย

ดร. สุจิต คุณธนกุลวงศ์

ดร. อนุรักษ์ ศรีอริยวัฒน์

นายขวัญชัย แพโคกสูง

กันยายน ๒๕๕๖

โครงการรูปแบบการปรับตัวด้วยการบริหารน้ำในอนาคตโดยเฉพาะน้ำท่วม (ปีที่ 1)

1. บทนำ

ประเทศไทยซึ่งอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ก็มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเช่นกัน เช่น การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การยกตัวของโซนภูมิอากาศ (Shifts of Climatic Zones) ช่วงของแบบจำลองความแปรผันของสภาพภูมิอากาศได้มีการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยรายปีของ อุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่า ในปี ค.ศ. 2100 สำหรับในภูมิภาคนี้ พบว่ามีความแปรปรวนอยู่ที่ 1.0 ถึง 4.5 องศาเซลเซียส -20 ถึง +20% และ -10 ถึง +30% ตามลำดับ (IPCC, 2001) ซึ่งจากสภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกนี้ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยโดยตรง โดยเฉพาะทำให้เกิดสภาพน้ำท่วมในหลายจังหวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน เช่น จังหวัดสุโขทัย พิษณุตร และกำแพงเพชร เป็นต้น ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของประชาชน ทำให้มีปัญหามากขึ้นเกี่ยวกับภัยพิบัติ ขาดแหล่งที่อยู่อาศัย และขาดรายได้ในการเลี้ยงชีพ เป็นต้น แม้ว่าปัจจุบันหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องได้มีแผนการ และแนวทางปฏิบัติสำหรับการแก้ไขหรือจัดการปัญหาน้ำท่วมแล้วก็ตาม เช่น แผนบรรเทา น้ำท่วม แผนในการระบายน้ำ และเก็บกักน้ำจากอ่างเก็บน้ำ และการกระจายน้ำเข้าทุ่ง แต่ก็ยังไม่สามารถจัดการกับปัญหาน้ำท่วมที่เกิดจากปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าที่มีมากกว่าในอดีตที่ผ่านมาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสภาพน้ำฝนในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ย่อมส่งผลทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมรุนแรงมากขึ้น การใช้เกณฑ์หรือแนวทางการจัดการในรูปแบบเดิมอาจไม่รับมือกับสภาพปัญหาดังกล่าวได้ ดังนั้นในการบรรเทา และลดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต จึงควรมีการศึกษาหารูปแบบในการปรับตัวการบริหารน้ำให้สอดคล้องการสภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในอนาคต เพื่อใช้เป็นแนวทางการบริหารน้ำท่วมสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไปได้

Formatted: Expanded by 0.35 pt

Formatted: Expanded by 1.85 pt

Formatted: Expanded by 0.5 pt

Formatted: Expanded by 0.1 pt

Formatted: Expanded by 0.25 pt

Formatted: Condensed by 0.2 pt

Formatted: Expanded by 0.25 pt

Formatted: Condensed by 1.35 pt

Formatted: Expanded by 0.35 pt

Formatted: Expanded by 1.7 pt

Formatted

2. วัตถุประสงค์และขอบเขต

1. เพื่อศึกษา และคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ อุตุณิยมวิทยาและ อุทกวิทยาของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนในอนาคตจากข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก
2. เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปัญหาน้ำท่วม และการบริหารจัดการน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน
3. เพื่อศึกษา และเสนอแนะรูปแบบ และแนวทางการบริหารน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนภายใต้สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อใช้ในการประยุกต์ในภูมิภาคอื่นๆ ของประเทศไทย

Formatted

3. แนวทางการวิจัย

1. รวบรวม และทบทวนรายงาน เอกสาร และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่
 - ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และข้อมูลปริมาณน้ำท่า
 - ข้อมูลการจัดการน้ำผิวดิน ได้แก่ ข้อมูลโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ ข้อมูลปริมาณน้ำและการปล่อยน้ำของอ่างเก็บน้ำ ข้อมูลประชากร ข้อมูลด้านเกษตรกรรม ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ
2. รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก
3. เพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก ลงสู่พื้นที่ศึกษา
4. สรุปผลกระทบสภาพภูมิอากาศโลกที่มีต่ออุทกวิทยา (น้ำฝน-น้ำท่า) ในพื้นที่ศึกษา
5. วิเคราะห์ผลกระทบสภาพภูมิอากาศโลกที่มีต่อปัญหาน้ำท่วมและการบริหารจัดการน้ำท่วม
6. รวบรวมข้อมูล และทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา ได้แก่
 - แผนที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียม
 - ข้อมูลน้ำท่วมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมโยธาธิการ และกรมป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัย
 - ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ จากกรมแผนที่ทหาร
 - ข้อมูลการใช้ที่ดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน
 - ข้อมูลหน้าตัดลำน้ำของลำน้ำจากกรมชลประทาน
 - โครงการบรรเทาอุทกภัยของลุ่มน้ำจากกรมชลประทาน
7. รวบรวมข้อมูลระบบโทรมาตรวัดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา
8. คัดเลือกพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (เป็นตัวแทนพื้นที่เขตเมือง เช่น สุโขทัย)
9. สำรวจภาคสนามในพื้นที่น้ำท่วมถึงผลกระทบและการปรับตัว รวมถึงการทำแบบสอบถามของการปรับตัวระดับต่างๆ ทั้งชุมชนเมือง และเกษตรกร
10. ประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพน้ำฝน-น้ำท่า ในพื้นที่ศึกษา
11. ประยุกต์ใช้แบบจำลองสภาพน้ำท่วม ในพื้นที่ศึกษา
12. เปรียบเทียบแบบจำลองสภาพน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต
13. จำลองสภาพน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต

14. จำลองสภาพน้ำฝน-น้ำท่าในอนาคตภายใต้สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
15. จำลองสภาพน้ำท่วมในอนาคตภายใต้สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
16. วิเคราะห์แนวทางการบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในอนาคต
17. สรุปสภาพน้ำท่วม และแนวทางการบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาในอนาคต
18. เสนอแนะรูปแบบ และแนวทางการบริหารน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน ภายใต้สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ)ในพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง

4. แนวคิดเกี่ยวกับการลดผลกระทบและ แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

อุทกภัยเป็นปัญหาที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดสาธารณภัย ที่ส่งผลกระทบต่อ การดำเนินชีวิตของประชาชนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน เช่น จังหวัด สุโขทัย พิจิตร และกำแพงเพชร เป็นต้น แม้ว่าปัจจุบันหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องได้มีแผนการ และแนวทางปฏิบัติสำหรับการแก้ไขหรือจัดการปัญหาน้ำท่วมแล้วก็ตาม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มาตรการมาตรการเชิงโครงสร้าง (Structural measures) เช่น การสร้างคันกันน้ำ การสร้างฝาย การขุดลอกแม่น้ำ เป็นต้น แต่ก็ยังไม่สามารถจัดการกับปัญหาน้ำท่วมได้ ดังนั้นการใช้เกณฑ์หรือ แนวทางการจัดการเฉพาะมาตรการเชิงโครงสร้างอย่างเดียวอาจไม่สามารถรับมือกับสภาพ ปัญหาได้ มาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง (Non-structural measures) เช่นวิธีการสื่อสารรายละเอียด ข้อมูลเกี่ยวกับภัยอันตรายจากน้ำท่วม รวมถึงมีแผนการเคลื่อนย้ายประชาชนอย่างเป็นระบบหาก เกิดภัยธรรมชาติขึ้น การสร้างความตระหนักรู้ของประชาชน ก็เป็นสิ่งเครื่องมือสำคัญในการลด ผลกระทบของปัญหาน้ำท่วมได้อีกทางหนึ่ง

จากรายงาน “Future Vision of River Development” ของคณะกรรมการแม่น้ำแห่ง ประเทศญี่ปุ่น ได้ พยายามกล่าวถึงและต้องการให้ส่งเสริมมาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง เพื่อลด ผลกระทบจากภัยพิบัติทาง ธรรมชาติให้มากขึ้น เช่นความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นในเรื่องของความเสี่ยง จากน้ำท่วม, คลื่นสึนามิ, ภูเขาไฟ ระเบิด โคลนถล่ม เป็นต้น สำหรับมาตรการลดผลกระทบ ปัญหาน้ำท่วมแบบไม่ใช่โครงสร้างนั้น วิธีที่ทางรายงานได้แนะนำ คือการจัดทำ “แผนที่เสี่ยงภัย น้ำท่วม” (Flood hazard maps) ซึ่งเป็นแนวทางการสื่อสารสู่ประชาชนให้เกิดทั้ง ความเข้าใจและ ตระหนักรู้ถึงความสำคัญของการเตรียมตัวให้พร้อมสำหรับเหตุการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ที่ อาจเกิดขึ้น

4.1 วัตถุประสงค์ของการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมมีจุดประสงค์ที่สำคัญคือ เป็นเครื่องมือสำหรับแจ้ง ให้ประชาชน ทราบถึงขั้นตอนในการอพยพจากพื้นที่เนื่องจากการไหลบ่าเข้าท่วมพื้นที่อยู่อาศัย

ซึ่งอาจจะมีสาเหตุ จากการพังทลายของคันกั้นน้ำหรืออย่างอื่น รวมถึงช่วยลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากความสูญเสียของชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนได้อีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งในคู่มือของญี่ปุ่น (Flood Hazard Mapping Manual in Japan) จะกล่าวถึงการออกแบบวิธีการที่ไม่ใช้โครงสร้างให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดในแต่ละพื้นที่

4.2 นิยาม “แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม”

นิยามของคำว่า “แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม” หมายถึง แผนที่ชนิดหนึ่งซึ่งถูกจัดเตรียมขึ้นโดยจุดประสงค์ให้ประชาชนผู้อาศัยในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ได้ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการไหลท่วมพื้นที่ว่ามีความเสี่ยงมากหรือน้อยที่จุดใด เช่น ข้อมูลการเกิดน้ำท่วม การพังทลายของคันกั้นน้ำ และแนวทางการอพยพออกจากพื้นที่เสี่ยงในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้ง่าย เป้าหมายสุดท้ายก็คือ เป็นเครื่องมือที่จะช่วยลดความเสียหายจากอุทกภัยได้ ซึ่งแผนที่ประเภทนี้ จะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบสามประการที่สำคัญ คือ

- 1) ระบุเจาะจงถึงพื้นที่เสี่ยงเกิดน้ำไหลเข้าท่วม
- 2) ข้อมูลเกี่ยวกับการอพยพ
- 3) จัดเตรียมภายใต้องค์ประกอบสองส่วนท้องถิ่น

นอกจากนิยามของทางญี่ปุ่นแล้ว ในสหรัฐอเมริกา หน่วยงานของรัฐบาลกลางที่มีชื่อว่า Federal Emergency Management Agency (FEMA) ซึ่งทำหน้าที่ในการจัดการกับเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นในประเทศ ซึ่งมีความรุนแรงมากเกินกว่าที่รัฐบาลท้องถิ่นและมลรัฐจะสามารถจัดการด้วยตนเองได้ โดยทาง FEMA ก็ได้ให้นิยามของแผนที่เสี่ยงภัย (Risk MAP) ซึ่งคำว่า MAP จะย่อมาจาก Mapping, Assessment, and Planning ซึ่งมีเป้าหมายสำคัญคือการให้ข้อมูลแก่ประชาชนเพื่อสร้างความตระหนักรู้และนำไปสู่มาตรการที่ปฏิบัติได้จริงในการลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติต่อชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งส่วนหนึ่ง ก็คือการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมที่ต้องอาศัยข้อมูลจากภาคสนาม และแบบจำลองมาประกอบกัน ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 วิสัยทัศน์ของ Risk MAP (FEMA, 2011)

4.3 ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

สามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภท คือ ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลเฉพาะพื้นที่

ข้อมูลทั่วไป (General information)

- พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำไหลบ่าเข้าท่วม
- จุดหมายของการอพยพ
- จุดอันตรายในเส้นทางการอพยพ
- ข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น การพยากรณ์อากาศ พยากรณ์น้ำท่วม เป็นต้น

ข้อมูลเฉพาะพื้นที่ (Area-specific information)

- การแนะนำการอพยพออกจากพื้นที่เสี่ยงภัย
- ลักษณะของน้ำท่วม
- พื้นที่สำหรับบุคคลทุกพลภาพ
- กระบวนการเกิดน้ำท่วมจากลักษณะของพื้นที่ และชนิดของน้ำท่วม
- ความเสียหายที่เคยเกิดขึ้นในอดีต ลักษณะของความเสียหาย และการไหลท่วมในอดีต
- การให้ความพร้อมทางด้านจิตใจสำหรับความเสี่ยงจากน้ำท่วมที่เกิดขึ้น

ข้อควรระวังของสถานที่ตั้งของที่พักรั่วคราว สถานที่ตั้งของที่พักรั่วคราวจะต้องอยู่ในจุดที่ปลอดภัยจากการไหลเข้าท่วมของน้ำ ดินถล่ม หรือจากภัยธรรมชาติอื่นๆ

แผนการอพยพสำหรับพื้นที่ทั้งหมด (Wide-area evacuation plan) ในกรณีที่เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ขนาดใหญ่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจำเป็นต้องจัดทำแผนการ อพยพประชากรของทั้งชุมชนออกจากพื้นที่ รวมถึงจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมสำหรับใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของการอพยพ ซึ่งจะต้องให้มีความคิดเห็นและคำแนะนำของชาวบ้านให้มากที่สุด และควรจัดให้เป็นส่วนหนึ่งของแผนการเตรียมตัวรับมือภัยธรรมชาติ

4.4 รายละเอียดของแผนที่

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการไหลท่วมของน้ำนั้น ส่วนสำคัญที่สุดซึ่งต้องระบุลงในแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมคือ ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมและความลึกของระดับน้ำ ซึ่งอาจจะใช้สัญลักษณ์สีแทนระดับของความลึกต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานโดยทั่วไปสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และจะต้องสอดคล้องกับสีที่ใช้อธิบายพื้นที่เสี่ยงภัยจากข้อมูลของหน่วยงานราชการด้วย

หากคันกันน้ำเกิดความเสียหายอย่างหนักจนพังทลายลงมา น้ำซึ่งไหลบ่าด้วยพลังงานมหาศาลจะทำลายบ้านเรือนของประชาชน ดังนั้นสิ่งสำคัญที่สุดคือ ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงกับคันกันน้ำจะต้องอพยพออกมาให้เสร็จสิ้นก่อนที่คันกันน้ำจะพัง เช่นเดียวกับสถานที่อื่นๆ ซึ่งรายละเอียดเหล่านี้จะต้องใส่ลงไปในแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม เพื่อเป็นการเตือนและเน้นย้ำถึงจุดเสี่ยงภัยที่ต้องจดจำในเวลาที่ต้องทำการอพยพหลบภัยน้ำท่วม หลักการสำคัญที่สุดคือ “อพยพออกมาให้รวดเร็วที่สุด” จะทำให้รักษาชีวิตของผู้คนได้มาก

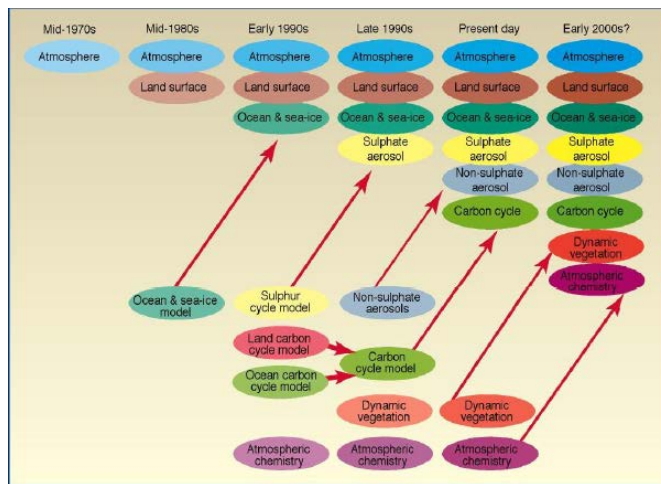
จุดอันตรายที่อยู่ในเส้นทางของการอพยพหนีน้ำท่วมนั้น คือจุดที่มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์สืบเนื่องจากเหตุการณ์น้ำท่วม ซึ่งจะต้องระบุลงไปอย่างชัดเจนในแผนที่เสี่ยงภัย ตัวอย่างเช่น จุดเสี่ยงเกิดดินถล่ม ถนนที่ถูกน้ำท่วม หรือบริเวณ Underpass ซึ่งคาดว่าจะมีน้ำท่วมขังอยู่ให้หลีกเลี่ยงบริเวณเหล่านี้ในขณะที่ทำการหลบภัยน้ำท่วม

5. แนวคิดเกี่ยวกับ GCM และการย่อส่วน

5.1 แบบจำลองภูมิอากาศโลก (Global Climate Model)

แบบจำลองภูมิอากาศโลก (Global Climate Model: GCM) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามมิติที่ใช้อธิบายการไหลเวียน (Circulation) ของภูมิอากาศโลก ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการทางกายภาพและความสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยภายในภูมิอากาศโลก ได้แก่ ชั้นบรรยากาศ (Atmosphere) มหาสมุทร(Ocean) พื้นน้ำแข็งทั้งหมด (Cryosphere) และผิวดิน (Land surface) โดยใช้สมการของ Navier-Stokes ในระบบพิกัดทรงกลมและพจน์ต่างๆในอุณหพลศาสตร์บางส่วน เช่น การแผ่รังสี ความร้อนแฝง ฯลฯ เป็นพื้นฐานสำคัญในการอธิบายสภาพภูมิอากาศ โดยองค์ประกอบภายในของลักษณะของสมการประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) พลวัตของภูมิอากาศ 2) หลักฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ เช่น หลักการอนุรักษ์พลังงาน และ 3) ปัจจัยอื่นๆ เช่น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างทะเลกับอากาศ (air-sea interaction) ความสูงชันของผิวดิน (Topography) หรือ ตัวแปรที่เกี่ยวกับพืช (Vegetation parameters) เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้ GCM กันอย่างแพร่หลายสำหรับการทำนายสภาพอากาศ ทำความเข้าใจและคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตของโลก

ปัจจุบันหลายประเทศได้สร้างแบบจำลอง GCM ของตัวเองขึ้นมา ตัวอย่างเช่น HadCM3 ของประเทศสหราชอาณาจักร CGCM 3.1 ของประเทศแคนาดา CSIRO-MK3 ของประเทศออสเตรเลีย ECHAM5 ของประเทศเยอรมัน CCSM3 ของประเทศสหรัฐอเมริกา และ MRI GCM ของประเทศญี่ปุ่น



ที่มา: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

รูปที่ 5.1 พัฒนาการของแบบจำลอง GCM จากอดีตสู่ปัจจุบัน

5.2 โครงสร้างของแบบจำลอง GCM

แบบจำลอง GCM ซึ่งเป็นแบบจำลองสภาพภูมิอากาศของโลกแบบสามมิติ มีองค์ประกอบสำคัญดังต่อไปนี้

1) แบบจำลอง GCM อย่างง่าย (Simple General Circulation Model: SGCM) ประกอบด้วยส่วนแกนที่เป็น dynamic ที่เชื่อมโยงความเกี่ยวข้องระหว่างคุณสมบัติของสสาร เช่น อุณหภูมิ ให้เข้ากับตัวแปรทางฟิสิกส์พลศาสตร์ ได้แก่ ความดัน และ ความเร็ว ไว้สำหรับแก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อยแบบไม่เป็นเส้นตรงของสภาพภูมิอากาศ (Primitive equations) โดยที่สมการนี้สามารถจำแนกองค์ประกอบย่อยๆออกได้อีกเป็นสามกลุ่มสมการย่อย ได้แก่ สมการอนุรักษ์โมเมนตัม (Conservation of momentum) สมการพลังงานความร้อน (Thermal energy equation) และสมการความต่อเนื่องของการไหล (Continuity equation)

2) แบบจำลอง GCM ของชั้นบรรยากาศ (Atmospheric GCMs: AGCMs) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลอง GCM สำหรับชั้นบรรยากาศโลกรวมถึงผิวดิน ตัวแปรอุณหภูมิของทะเล (Sea Surface Temperatures: SST) และสภาพของเคมีบรรยากาศ (Atmospheric chemistry) เข้าด้วยกัน โดย AGCMs นั้น ประกอบด้วยส่วนแกนที่เป็น dynamic ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรหลักในสมการของของไหลเคลื่อนที่ ได้แก่ ความดันที่ผิวของไหล องค์ประกอบในแนวราบของความเร็วการไหลในแต่ละชั้น และอุณหภูมิของไหล และอีกส่วนหนึ่งคือการ parameterization ตัวแปรอื่นๆที่จำเป็นให้แสดงในแบบจำลอง ได้แก่ การพาความร้อน

Formatted

(Convection) กระบวนการเกี่ยวกับผิวดินและใต้ผิวดิน (Land surface and subsurface processes) ค่า albedo การปกคลุมของเมฆ (Cloud cover) เป็นต้น

3) แบบจำลอง GCM ของมหาสมุทร (Oceanic GCMs: OGCMs) จำลองสภาพของการไหลในมหาสมุทรรวมกับการใส่ข้อมูลนำเข้าจากชั้นบรรยากาศและอาจจะรวมถึงแบบจำลองของน้ำแข็งในทะเล (Sea ice model) ด้วย

4) แบบจำลอง GCM ที่ควรรวมชั้นบรรยากาศและมหาสมุทร (Coupled atmosphere-ocean GCMs: AOGCMs) แบบจำลอง GCM ประเภทนี้มีความซับซ้อนในการคำนวณสูง แต่ก็มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ทำนายสภาพภูมิอากาศของโลก

ผลการทำนายที่ได้จากแบบจำลอง GCM นี้มีความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูงสำหรับสภาพภูมิอากาศของโลกโดยรวมที่ความละเอียดต่ำเมื่อกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ความน่าเชื่อถือของแบบจำลองดังกล่าว สืบเนื่องพัฒนาการจากอดีตอย่างต่อเนื่องของแบบจำลองดังกล่าวโดยการใช้ความสัมพันธ์และสมการทางฟิสิกส์ที่ซับซ้อนในเรื่องของการถ่ายเทมวล พลังงาน และโมเมนตัม รวมทั้งใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่ได้กลั่นกรองความถูกต้องและมีความสมบูรณ์ (ที่ความละเอียดของแบบจำลองค่อนข้างหยาบ) นอกจากนี้แบบจำลองเหล่านี้ยังได้มีการปรับแก้และตรวจสอบข้อมูลพื้นฐานที่สมบูรณ์ รวมทั้งได้ผ่านการทดสอบจากการจำลองสภาพภูมิอากาศในศตวรรษปัจจุบันด้วยข้อมูลในอดีตเมื่อหลายหมื่นปีก่อนซึ่งได้จากการศึกษาคาร์บอนในแท่งน้ำแข็ง ดังนั้นหากสมมติฐานของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความถูกต้อง แบบจำลอง GCM นำที่จะให้ผลการพยากรณ์ในระดับโลกที่มีความน่าเชื่อถือด้วยเช่นกัน

อย่างไรก็ดีแม้ว่าผลการทำนายที่ได้จากแบบจำลอง GCM จะมีความน่าเชื่อถือ แต่ข้อมูลที่ได้อาจมีความละเอียดอยู่ในระดับต่ำ (Low grid resolution) กล่าวคือมีความละเอียดประมาณ 200×200 ตารางกิโลเมตรหรือหยาบกว่า ด้วยเหตุนี้เมื่อนำผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง GCM มาใช้กับการศึกษาระดับภูมิภาคจึงทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูง ข้อจำกัดของการพยากรณ์ที่ความละเอียดสูงโดยมากเกิดจากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น (1) ความสามารถของซูเปอร์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันที่แม้จะพัฒนาขึ้นกว่าในอดีตเป็นอย่างมากแตเมื่อนำมาใช้ในการประมวลผลแบบจำลองภูมิอากาศโลก ที่มีสมการสลับซับซ้อน และมีจำนวนตัวแปรมหาศาล จะใช้เวลาในการคำนวณมากนับปี (2) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่มีความละเอียดสูงต่อเนื่องและมีความถูกต้องในทุกภูมิภาคยังไม่สามารถหาได้เพียงพอเพื่อการปรับแก้และตรวจสอบข้อมูล และ (3) ข้อจำกัดจากความซับซ้อนของสภาพภูมิอากาศที่ความละเอียดสูงที่ยังไม่สามารถเข้าใจ

และจำลองได้อย่างถูกต้อง เช่น หลักฟิสิกส์ของเมฆและความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆในระดับย่อย เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้จึงควรให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ หากจะนำผลการทำนายจากแบบจำลอง GCM มาใช้เพื่อการศึกษาผลกระทบที่มีความละเอียดสูง เช่น ในระดับภูมิภาคประเทศ หรือระดับลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำย่อย เป็นต้น โดยในการศึกษาที่ความละเอียดดังกล่าว จำเป็นจะต้องเพิ่มความละเอียดของข้อมูล ด้วยการย่อส่วนข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Downscaling of climate data) ด้วยความระมัดระวัง ซึ่งแนวทางการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลโดยการย่อส่วนของข้อมูลสามารถทำได้ดังรายละเอียดเพิ่มเติมต่อไปนี้

5.3 การย่อส่วนข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Downscaling of climate data)

การย่อส่วนข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เป็นเทคนิคการเพิ่มความละเอียดของข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง GCM โดยสามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภทตามลักษณะของข้อมูลที่ต้องการเพิ่มความละเอียด ได้แก่ 1) การย่อส่วนข้อมูลภูมิอากาศโลกเชิงพื้นที่ (Spatial downscaling) และ 2) การย่อส่วนข้อมูลภูมิอากาศโลกเชิงเวลา (Temporal downscaling)

5.3.1 การย่อส่วนข้อมูลภูมิอากาศโลกเชิงพื้นที่ (Spatial downscaling)

เนื่องด้วยข้อมูลภูมิอากาศเชิงพื้นที่จากแบบจำลอง GCM นั้นยังค่อนข้างหยาบ โดยมีขนาดของ Grid cell ประมาณ $3^{\circ} - 4^{\circ}$ ละติจูด และ $4^{\circ} - 10^{\circ}$ ลองจิจูด โดยประมาณ ด้วยขนาดดังกล่าวนี้ไม่เพียงพอต่อการศึกษาสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาคหรือเล็กลงไปในระดับลุ่มน้ำ ให้ได้รายละเอียดที่เป็นที่น่าพอใจ เช่น ข้อมูลด้านการพาความร้อนและการก่อตัวของเมฆ เป็นต้น (Joubert and Hewitson, 1997)

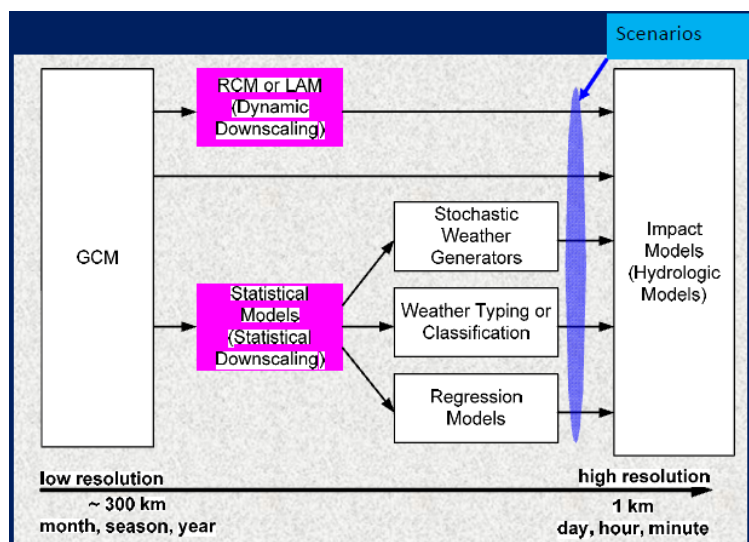
เทคนิคการทำ Spatial downscaling นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี โดยวิธีที่ง่ายที่สุดและได้รับความนิยมจากนักอุตุนิยมวิทยา คือ วิธีการประมาณค่า (Interpolation) ภายในผลของ GCM ให้ได้ขนาดของ grid cell ที่เล็กลง (Barrow *et al.*, 1996; Conway and Hulme, 1996; Smith and Pitts, 1997; Strzepek and Yates, 1997; Hulme and Jenkins, 1998) วิธีนี้ยังคงสภาพการกระจายตัวของข้อมูลเชิงพื้นที่ของภูมิอากาศไว้ดังเดิม อีกวิธีหนึ่งที่ซับซ้อนมากขึ้น เรียกว่าการย่อส่วนข้อมูลภูมิอากาศโลกเชิงสถิติ (Statistical downscaling) วิธีการนี้ใช้ความสัมพันธ์เชิงสถิติระหว่างตัวแปรของชั้นบรรยากาศโลกที่ได้จากแบบจำลอง GCM และตัวแปรที่วัดค่าได้จากสถานี เช่น ปริมาณน้ำฝน ดังนั้นความแม่นยำของการคำนวณตัวแปรจากการย่อส่วนจะขึ้นกับความยาวและคุณภาพของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ได้จากการตรวจวัด (Wilby and Wigley, 1997) และประสิทธิภาพจากแบบจำลองเชิงสถิติในการตรวจสอบความผันแปรของ

Formatted

Formatted

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดอีกด้วย (Barrow *et al.*, 1996) โดยทั่วไป Statistical downscaling จะประกอบด้วย วิธีการถดถอยหลายเชิง เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) และการวิเคราะห์ฟังก์ชันมุมฉากเชิงประสพการณ์ (Empirical Orthogonal Function analysis: EOF analysis) อีกวิธีการหนึ่งเรียกว่าการย่อส่วนข้อมูลภูมิอากาศโลกเชิงพลวัต (Dynamical downscaling) ซึ่งวิธีการนี้จะใช้ผลจากแบบจำลอง GCM ให้เป็นเงื่อนไขขอบเขตผ่านแบบจำลองที่เรียกว่า LAMs (limited-area models) ซึ่งต้องให้การคำนวณจำนวนมาก (Hewitson and Crane, 1996) นอกจากนี้ LAMs จะต้องอาศัยความถูกต้องของข้อมูลในแต่ละ grid point ของแบบจำลอง GCM เพื่อนำมาใช้ในการปรับค่าของตัวแปรต่างๆในเงื่อนไขขอบเขต จากการเปรียบเทียบระหว่าง statistical downscaling และ dynamical downscaling พบว่ารูปแบบของการกระจายตัวของสภาพภูมิอากาศด้วยวิธี dynamical downscaling จะให้ค่าที่มีความเป็นหนึ่งเดียวกันมากกว่าวิธีการเชิงสถิติ แต่อาจไม่ได้มีความถูกต้องมากกว่าเสมอไป (Cubash *et al.*, 1996; Mearns *et al.*, 1999)

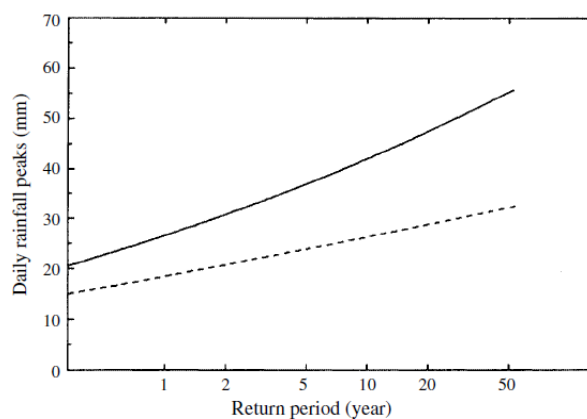
อย่างไรก็ดีแม้ว่าวิธีการย่อส่วนของข้อมูลสภาพภูมิอากาศจะมีความซับซ้อนมากเท่าใดก็ตาม ความถูกต้องของข้อมูลสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาคที่ได้จากการจำลองนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง GCM ด้วย กล่าวอย่างง่ายก็คือหากข้อมูลนำเข้าที่ได้จาก GCM ไม่ถูกต้องแม่นยำแล้วผลการย่อส่วนข้อมูลภูมิอากาศจะไม่สามารถนำไปใช้และวิเคราะห์ผลลัพธ์ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพนั่นเอง



รูปที่ 5.2 ประเภทของการ downscale ข้อมูลภูมิอากาศโลกจากแบบจำลอง GCM

5.3.2 การย่อส่วนข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกเชิงเวลา (Temporal downscaling)

ถึงแม้ว่าแบบจำลอง GCM สามารถจำลองข้อมูลสภาพภูมิอากาศโลกได้ในช่วงเวลา ระดับ 15 นาที แต่โดยทั่วไปการนำผลการทำนายไปใช้นั้นจะให้ความน่าเชื่อถือได้มากที่สุด สำหรับช่วงเวลาที่ยาวนานกว่า 1 เดือน โดยเฉพาะกับตัวแปรบางตัวเช่น ปริมาณน้ำฝน ตัวอย่างเช่น การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนจากการตรวจวัดของสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 3,500 สถานี และจากแบบจำลอง HadCM2 GCM แห่งศูนย์วิจัยการทำนายสภาพภูมิอากาศ Hadley ของหนึ่ง grid cell ในประเทศ Wales ในข้อมูลปี 1961 – 1990 จากผลการเปรียบเทียบพบว่า สำหรับทุกๆค่า return period ปริมาณฝนสูงสุด 1 วัน (1 day peak rainfall) ค่าทั้งหมดที่ได้จาก แบบจำลอง GCM ต่ำกว่าข้อมูลตรวจวัด และความแตกต่างจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตาม return period ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 กราฟระหว่างปริมาณฝนสูงสุด 1 วัน กับค่า Return period เปรียบเทียบระหว่างค่าตรวจวัดจากสถานีน้ำฝน 3,500 สถานี (เส้นทึบ) และค่าจากแบบจำลอง HadCM2 GCM (เส้นประ) ใน grid cell เดียวกัน

ในขณะที่โดยส่วนใหญ่การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลกที่มีต่อทรัพยากรน้ำ อาจจำเป็นต้องใช้ข้อมูลช่วงเวลาในระดับรายเดือนหรือรายปี อย่างไรก็ตามหากเป็นเรื่องผลกระทบเกี่ยวกับอุทกภัยแล้ว อย่างน้อยที่สุดข้อมูลที่ต้องมี ช่วงเวลาระดับรายวันหรือน้อยกว่าลงไป ดังนั้นสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลอง GCM จะต้องถูกย่อส่วนในเชิงเวลาให้อยู่ในระดับเดียวกัน และจากรูปที่ 5.3 ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่าค่าของปริมาณน้ำฝนรายวันที่จำลองจาก GCM นั้นยังให้ค่าที่ไม่น่าเชื่อถือนัก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องใช้

การย่อส่วนข้อมูลภูมิอากาศเชิงเวลาเพื่อให้สามารถแสดงผลจากแบบจำลองได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากขึ้น

Temporal downscaling มีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ประกอบด้วย Dynamic temporal downscaling ซึ่งเป็นวิธีการย่อส่วนที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาสภาพภูมิอากาศโลกนิยมใช้ ทำนายฝนรายวันจากผลลัพธ์ของแบบจำลอง GCM โดยสมมติฐานของวิธีนี้ระบุว่า รูปแบบการไหลเวียนของชั้นบรรยากาศโลกนั้นมีความเกี่ยวข้องกับรูปแบบของฝนที่ตกในเชิงสถิติ ซึ่งถ้าความสัมพันธ์ดังกล่าวมีอยู่จริง ย่อมสามารถประมาณค่าฝนรายวันได้จากกลุ่มตัวแปรของแบบจำลอง GCM รายวันได้ ผลที่ได้จะให้ค่าที่ถูกต้องมากกว่าการนำผลจากแบบจำลอง GCM มาใช้โดยตรง

Formatted

5.3.3 ลักษณะของ MRI GCM

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบจำลอง MRI GCM จากสถาบันวิจัยอุตุวิทยามิซึตา ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีความละเอียดค่อนข้างสูง กล่าวคือขนาดของตาราง grid จำนวนของสภาพการไหลเวียนของชั้นบรรยากาศที่ขนาด 20 กิโลเมตร ในการจำลองสภาพนั้นใช้ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ Earth Simulator กับ transform grid จำนวน 1920 x 960 grid cells เพื่อให้ได้ขนาดของ grid ที่ 20 กิโลเมตร ประกอบกันทั้งหมด 60 ชั้น (Layer) ในแนวดิ่ง ซึ่งมีความดันที่ชั้นบนสุดเท่ากับ 0.1 hPa ซึ่งรายละเอียดของแบบจำลองมีอยู่ในบทความวิจัยของ Mizuta et.al (2006)

ในการศึกษาจำลองสภาพของฝนรายชั่วโมงอนาคตจากแบบจำลอง MRI GCM ในปี 2008 – 2027 ค่าความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ได้แก่ CO_2 , CH_4 และ N_2O และ aerosol เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์อนาคตจะใช้รูปแบบในรายงาน IPCC Special Report on Emission Scenario (SRES) ชนิด A1B ที่คาดการณ์ว่าปริมาณก๊าซ CO_2 จะเพิ่มขึ้นสองเท่าในช่วงเวลาดังกล่าว ส่วนแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาค (Regional Climate Model: RCM) ก็ได้นำมาใช้เพื่อพิจารณาการกระจายตัวเชิงพื้นที่สำหรับปริมาณฝนในช่วงฤดูมรสุม พบว่าสถานการณ์อนาคตที่ใช้จะเป็นประเภท A2 กับ B2 ที่ให้แนวโน้มของฝนมรสุมที่เพิ่มขึ้นทั่วทั้งประเทศ อย่างไรก็ตามก็ดีข้อควรระวังในการนำเอาแบบจำลองระดับภูมิภาคมาใช้จะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขประเภท lateral boundary forcing ซึ่งจะเป็นขอบเขตที่จะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลอง RCM กับ GCM ให้ดี ซึ่งวิธีการแก้ไขคือการเลือกใช้แบบจำลอง GCM ที่ให้ความละเอียดสูง ซึ่งแบบจำลองของ MRI สามารถช่วยได้เป็นอย่างดี

6. แนวคิดเกี่ยวกับการปรับตัว

6.1 การปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลก

(Adaptation to climate change)

การศึกษาถึงแนวทางการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศ โดยพิจารณาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ในปี 2007 ทาง IPCC Working Group II ได้จัดทำรายงานเบื้องต้นมีเนื้อหาเกี่ยวกับการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งกล่าวถึงการประเมินถึงผลกระทบ ความเสี่ยง และความอ่อนไหวของแต่ละส่วนของระบบธรรมชาติ (Natural Systems) และระบบที่มนุษย์สร้างขึ้น (Human-made Systems) ตัวอย่างเช่น ระบบนิเวศวิทยา ทรัพยากรน้ำ แหล่งอาหาร ระบบชายฝั่ง อุตสาหกรรม สังคมและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมไปถึง สุขภาพของประชาชน และผลกระทบที่เกิดขึ้นกับทวีปต่างๆของโลก

นอกจากนี้ในรายงานฉบับดังกล่าวของ IPCC ยังได้กล่าวถึงการประเมินมาตรการปรับตัวที่เหมาะสม รวมถึงทางเลือก ข้อจำกัด และศักยภาพในการปรับตัว ซึ่งสามารถสรุปได้โดยสังเขปดังนี้ (IPCC Working Group II, 2007)

- 1) ปัจจุบันได้มีการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในประเทศพัฒนาแล้ว และประเทศกำลังพัฒนา หากแต่ยังอยู่ในระดับที่จำกัด
- 2) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแต่เพียงประการเดียวยังไม่ใช่สาเหตุหลักของการปรับตัว หากแต่มีองค์ประกอบอื่นๆ อาทิเช่น เหตุการณ์ทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความรุนแรงเป็นพิเศษ (Extreme event) เช่น การเกิดคลื่นความร้อน (Heat waves) หรือพายุไต้ฝุ่น เป็นต้น นอกจากนี้มาตรการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นโดยส่วนใหญ่จะไม่จัดทำเป็นมาตรการเดียวๆ หากแต่จะถูกผนวกรวมเข้ากับมาตรการขนาดใหญ่อื่นๆ เช่น การวางแผนพัฒนาทรัพยากรน้ำ การป้องกันชายฝั่ง การวางแผนการจัดการสาธารณสุข เป็นต้น
- 3) มาตรการปรับตัวหลายอย่างสามารถดำเนินการโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายมากนัก แต่ในขณะนี้พบว่ายังไม่มีการทำ Cost benefit analysis ของกระบวนการปรับตัว และผลประโยชน์ที่ได้กลับคืนมาอย่างละเอียดในเชิงภาพรวม
- 4) ศักยภาพในการปรับตัว (Adaptive capacity) ของแต่ละสังคมไม่เท่าเทียมกัน กล่าวคือยังมีกลุ่มบุคคลหรือประชาชนในสังคม ที่ยังขาดความพร้อมในการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะดังกล่าว ตัวอย่างเช่น ผู้หญิงในชุมชนเกษตรกรรมที่ห่างไกลในทวีปแอฟริกาจะต้องแบกรับผลกระทบและความเสี่ยงจากความแห้งแล้งมากกว่าประชาชนกลุ่มอื่นๆในสังคม

Formatted

ปัจจัยสำคัญที่มีต่อศักยภาพในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศนั้นขึ้นอยู่กับความแข็งแกร่งของ ทรัพยากรธรรมชาติและเศรษฐกิจ เครือข่ายทางสังคม สิทธิทางสังคม สถาบันทางสังคม ทรัพยากรมนุษย์ และเทคโนโลยี ของกลุ่ม สังคมต่างๆ ซึ่งแน่นอนว่าย่อมมีระดับของการพัฒนาที่แตกต่างกันออกไป ปัจจุบันยังพบว่ามี ข้อจำกัดและอุปสรรคต่อการปรับตัว ซึ่งพบข้อสรุปโดยคร่าวๆ ดังนี้

- ศักยภาพในการปรับตัวที่สูง อาจไม่ได้นำไปสู่การดำเนินการใดๆ อย่างเหมาะสมต่อการลดความเสี่ยงและความอ่อนไหวของระบบธรรมชาติและสังคมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

- ระบบธรรมชาติบางแห่งไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงขนาดและอัตราการเกิดของเหตุการณ์ที่มีความรุนแรงต่างๆ ได้

- ข้อจำกัดอื่นๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการปรับตัว เช่น ข้อจำกัดทางเทคโนโลยี ข้อจำกัดทางการเงิน ข้อจำกัดเชิงพฤติกรรมและการรับรู้ เป็นต้น

Formatted

6.2 การประเมินมาตรการในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน

นิยามของคำว่า “มาตรการในการปรับตัว” หมายถึงการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขแวดล้อมในการตัดสินใจ หรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงวิธีการที่จำเป็น โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการต้านทานและลดความอ่อนแอของระบบที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ มาตรการแก้ไขที่ได้ความนิยมมาตลอดคือการลงทุนเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานของระบบป้องกันชายฝั่งเพื่อป้องกันการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง (Storm surge) และจากระดับน้ำทะเลที่ ได้รับการคาดการณ์ว่าจะยกตัวสูงขึ้นในอนาคต หรือการปรับปรุงโครงสร้างทางชลศาสตร์ต่างๆ ของระบบการบรรเทาอุทกภัยทั้งหมดให้สามารถรับปริมาณน้ำได้มากขึ้น เป็นต้น

ในทางปฏิบัติแล้ว มาตรการในการปรับตัว อาจแบ่งออกได้ทั้งสิ้น 6 ประการ ซึ่งทั้งหมดล้วนประกอบด้วยมาตรการปรับตัวเชิงพื้นที่ (Spatial scale adaptation measures) ซึ่งเป็นการปรับตัวโดยพิจารณาจากขนาดของพื้นที่ เช่น ระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค และระดับประเทศ มาตรการปรับตัวเชิงภาคส่วน (Adaptation measures by sector) โดยจะคำนึงถึงการปรับตัวจากผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาคส่วนที่สำคัญของประเทศ ดังเช่น ทรัพยากรน้ำ เกษตรกรรม การท่องเที่ยว การสาธารณสุข เป็นต้น มาตรการปรับตัวแบ่งตามประเภทของผู้มีบทบาท (Adaptation measures by actor) ซึ่งจะแบ่งมาตรการที่ใช้ออกจากผู้เล่นสำคัญคือ

Formatted

ภาครัฐ ออกเป็นระดับรัฐบาลท้องถิ่น รัฐบาลภูมิภาค รัฐบาลกลาง ผู้ให้เงินกู้จากต่างประเทศ ภาคเอกชน องค์กรที่ไม่ใช่ภาครัฐ ชุมชนท้องถิ่น และระดับปัจเจกบุคคล เป็นต้น ต่อไปคือ มาตรการปรับตัวแบ่งตามลักษณะของวิธีการที่ใช้ (Adaptation measures by type of action) ได้แก่ วิธีการปรับตัวทางกายภาพ วิธีการปรับตัวโดยเพิ่มความสามารถทางเทคโนโลยี วิธีการปรับตัวโดยเพิ่มการลงทุนที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการปรับปรุงมาตรการปรับตัวที่มีอยู่ให้สามารถต้านทานและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศได้มากขึ้น การผ่อนคลายกฎระเบียบบางประการที่ยุ่ยากซับซ้อนของตลาดให้สามารถแข่งขันทางธุรกิจได้มากขึ้นก็เป็นอีกหนึ่งทางเลือกเช่นกัน ต่อไปคือมาตรการปรับตัวแบ่งตามเขตพื้นที่ภูมิอากาศประเภทต่างๆ (Adaptation measures by climatic zones) ซึ่งเป็นการแบ่งมาตรการปรับตัวตามลักษณะของภูมิอากาศ เช่น มาตรการปรับตัวในเขตพื้นที่แห้งแล้ง มาตรการปรับตัวในเขตที่ราบลุ่มน้ำท่วม มาตรการปรับตัวสำหรับพื้นที่ภูเขา มาตรการปรับตัวสำหรับพื้นที่ภูมิอากาศแบบขั้วโลก เป็นต้น และสุดท้ายคือมาตรการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศแบ่งตามระดับของรายได้และการพัฒนาสำหรับแต่ละพื้นที่ (Adaptation measures by baseline income/development level of the systems) ซึ่งแบ่งตามระดับการพัฒนาของประเทศ ได้แก่ มาตรการปรับตัวสำหรับประเทศด้อยพัฒนา มาตรการปรับตัวสำหรับประเทศกำลังพัฒนาหรือประเทศที่มีรายได้ระดับปานกลางบน/ล่าง และมาตรการปรับตัวสำหรับประเทศพัฒนาแล้ว ในทางปฏิบัตินั้นมาตรการทั้งหมดนั้นจะถูกนำไปปฏิบัติอย่างผสมผสานกันตามความเหมาะสม

Formatted

มาตรการปรับตัวอีกประเภทหนึ่งคือการพิจารณามิติทางด้านเวลา (Adaptation measures by temporal perspective) การปรับตัวให้รับสภาพกับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้น อาจแบ่งออกได้เป็นสามระดับ ประการที่หนึ่งคือมาตรการเชิงตอบสนองต่อการผันแปรของภูมิอากาศ (Response to climate variability) เช่น การเสริมสร้างความตระหนักรู้และทัศนคติที่เหมาะสมต่อการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศ และเรียนรู้จากประสบการณ์ปรับตัวต่อสภาวะภูมิอากาศในอดีต ประการที่สองคือการสังเกตแนวโน้มของสภาวะภูมิอากาศในระยะปานกลางและระยะยาว หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ ประการที่สาม นั่นคือ กระบวนการวางแผนเพื่อตอบสนองต่อสภาวะภูมิอากาศในอนาคตที่ได้แสดงจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นมีความจำเป็นในแง่มุมของการพัฒนาเศรษฐกิจเช่นกัน หากพิจารณาถึงผลลัพธ์อันไม่พึงประสงค์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากผลกระทบของภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงแล้ว การบังคับใช้มาตรการปรับตัวนั้นไม่เพียงแต่จะช่วยลดความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นต่อประเทศได้แล้ว ยังสามารถผนวกเอามาตรการดังกล่าวรวมกับแผนยุทธศาสตร์เศรษฐกิจของแต่ละประเทศได้เป็นอย่างอีกด้วย (Goklany, 1995; Smit et al., 2001; Agrawala and Cane, 2002; Ribot et al., 1996) อย่างไรก็ตาม

Formatted

ดีแม้ว่าการปรับตัวนั้นจะให้ผลประโยชน์สุทธิในเชิงเศรษฐกิจ แต่ก็อาจทำให้อุตสาหกรรมบางอย่างต้องเสียผลประโยชน์ไป เช่น อุตสาหกรรมฟาร์มกุ้ง เป็นต้น

การวางแผนเพื่อปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นนอกจากจะต้องอาศัยการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ผ่านมาจากสภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงและความเสียหายที่เกิดขึ้นในอดีตแล้ว อีกสิ่งหนึ่งที่มีความจำเป็นไม่ยิ่งหย่อนกว่ากันคือ การลงทุนเพื่ออนาคตอย่างมองการณ์ไกลและทรัพยากรบุคคลทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณอย่างเพียงพอ เพื่อไม่ให้เกิดการวางแผนนั้นเป็นแต่เพียงการตอบสนองต่อการผันแปรในระยะสั้นของภูมิอากาศเท่านั้น

ตัวอย่างหนึ่งที่น่าสนใจคือ ปรากฏการณ์การละลายตัวของชั้นน้ำแข็งบนเทือกเขา ซึ่งจะสร้างความเสียหายเป็นอย่างมากต่อระบบอุทกวิทยาในอนาคต เนื่องจากจะทำให้ปริมาณการไหลในลำน้ำนั้นลดลงไปในระยะยาว ถึงแม้ว่าในปัจจุบันผลกระทบดังกล่าวจะยังไม่สามารถเห็นได้อย่างชัดเจนนัก แต่ด้วยความรู้ของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นตามมานั้นก็เป็นการเพียงพอสำหรับการปรับปรุงและกำหนดมาตรการปรับตัวที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศในระยะยาวลงไปในแผนแม่บทได้ จากการศึกษาพบว่า การบังคับใช้มาตรการปรับตัวที่อย่างทันทั่วทั้งนั้นเป็นวิธีการที่ให้ความคุ้มค่าทางด้านต้นทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพที่มีอายุการใช้งานทางเศรษฐศาสตร์ยืนยาว (Shukla et al., 2004)

6.3 ตัวอย่างของมาตรการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

มาตรการปรับตัวที่ผ่านมาในอดีตนั้น ล้วนแต่มีแนวทางการปฏิบัติในเชิงของการ “รับมือ” กับสถานการณ์ต่างๆเกี่ยวกับความผันแปรของภูมิอากาศ เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino-Southern Oscillation) หรือการเปลี่ยนแปลงของอากาศและอุณหภูมิตามฤดูกาล เสียเป็นส่วนใหญ่ เช่น การจัดการในภาวะฉุกเฉิน (Emergency response) การฟื้นฟูจากสภาวะภัยพิบัติ (Disaster recovery) หรือการอพยพย้ายถิ่นฐาน (Migration) แต่ว่าส่วนหนึ่งก็มีแนวทางการปรับตัวโดยใช้วิธีการเชิงรุก (Proactive measures) ที่น่าสนใจ เช่น การปลูกพืชแบบหลากหลายชนิด (Crop diversification) การพยากรณ์ภูมิอากาศสำหรับแต่ละฤดูกาล (Seasonal climate forecasting) การลดความเสี่ยงจากสาธารณภัยในระดับชุมชน (Community-based disaster risk reduction) จัดให้มีระบบการแจ้งเตือนภาวะความอดอยากหิวโหย (Famine early warning system) การประกันภัย (Insurance) การกักเก็บน้ำ (Water storage) และระบบชลประทานเสริม (Supplementary irrigation system) เป็นต้น จากการศึกษาของ Smith (1997) และ Easterling et al., (2004) พบว่าวิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม คือการตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้น

แล้วนั้นให้ประสิทธิภาพต่ำกว่าวิธีการแก้ปัญหาเชิงรุก อีกทั้งอาจจะไม่สามารถหยุดยั้งความเสียหายที่มีต่อระบบธรรมชาติ เช่น การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต หรือความเสียหายต่อระบบนิเวศที่ไม่อาจฟื้นฟูอันมีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศของโลกได้

ตัวอย่างของแนวทางการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศนั้น จะแสดงในตารางที่ 6.1 ซึ่งแสดงแนวทางการปรับตัวหลากหลายรูปแบบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งได้ริเริ่มจากหลายระดับของผู้รับผิดชอบ ซึ่งประกอบด้วยแผนการปรับตัวในระดับบุคคล ระดับท้องถิ่น จนถึงระดับชาติ ซึ่งจะเป็นการแก้ไขและปรับปรุงเชิงนโยบาย พฤติกรรม การใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อนำมาออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน

ตารางที่ 6.1 สรุปตัวอย่างแนวทางการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศ
ที่ริเริ่มในแต่ละภูมิภาคของโลก

ภูมิภาค	ประเทศ	ประเภทของ Climate stress	มาตรการปรับตัว
แอฟริกา	อียิปต์	ระดับน้ำทะเลยกตัวสูงขึ้น	- National Climate Action Plan ซึ่งเป็นนโยบายระดับชาติกำหนดให้มีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยจัดให้มีโครงสร้างที่แข็งแรงในพื้นที่เสี่ยงถูกกัดเซาะชายฝั่ง
	ซูดาน	ความแห้งแล้ง	- ขยายการเกษตรแบบใช้น้ำฝนให้มากขึ้นและส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์น้ำ Shelter-belt และ Wind-breaks เพื่อลดความเร็วลม ไม่ให้หน้าดินถูกพัดพาออกไปได้ง่าย - จัดตั้งกองทุนฟื้นฟูสภาพพื้นที่
	บอสวานา	ความแห้งแล้ง	- การสร้างความสามารถในการปรับตัวของท้องถิ่น (Capacity Building) - โครงการขยายโอกาสการจ้างงานของรัฐบาลหลังจากภัยพิบัติความแห้งแล้ง
เอเชีย	บังกลาเทศ	ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น, การรุก ล้ำของน้ำเค็ม	- แผนเวลาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการน้ำแห่งชาติ - ก่อสร้างระบบบังคับน้ำบริเวณคันดินชายฝั่ง - ปลูกพืชทางเลือก และส่งเสริมให้ใช้ระบบกรองน้ำเบื้องต้นสำหรับครัวเรือน
	ฟิลิปปินส์	น้ำท่วม, ความแห้งแล้ง, ระดับน้ำทะเลยกสูง, คลื่น พายุพัดฝั่ง, การรุกล้ำของ น้ำเค็ม	- ปรับรูปแบบการปลูกพืชให้สอดคล้องกับรูปแบบของภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป และ/หรือปลูกพืชที่ต้านทานความแห้งแล้ง ระบบชลประทานแบบหมุนเวียน ประยุกต์ใช้เทคนิคปรับปรุงคุณภาพดินและอนุรักษ์น้ำ - การออกแบบระบบป้องกันชายฝั่ง, การประเมินความเสี่ยง, เงินทุนให้เปล่าสำหรับปรับปรุงโครงสร้างชายฝั่งทะเล โดยเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น การก่อสร้างบ้านที่ต้านทานพายุ - ใช้น้ำฝนในการเก็บเกี่ยวพืช ลดความสูญเสียจากการระเหยหรือรั่วซึม, การปลูกพืชไร่ดิน, เงินกู้เพื่อจัดซื้อระบบกักเก็บน้ำฝน

ตารางที่ 6.1 สรุปตัวอย่างแนวทางการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ริเริ่มในแต่ละภูมิภาคของโลก (ต่อ)

ภูมิภาค	ประเทศ	ประเภทของ Climate stress	มาตรการปรับตัว
อเมริกาเหนือ	แคนาดา	การละลายของ Permafrost, ชั้นน้ำแข็งที่บางลง, อุณหภูมิผิดปกติ (Extreme temperature)	- การเปลี่ยนรูปแบบการดำรงชีวิตของชนพื้นเมือง เช่น ชาวอินูอิต โดยการเปลี่ยนพื้นที่ล่าสัตว์ การล่าสัตว์ให้หลากหลาย การแบ่งปันอาหาร และใช้ระบบ GPS - แผนการเตือนภัยจากคลื่นความร้อนในเมืองโตรอนโต - การให้ข้อมูลสู่สาธารณะชน, การเปิดระบบทำความเย็นในอาคารสาธารณะกรณีฉุกเฉิน เป็นต้น
	สหรัฐฯ	ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น	- โครงการจัดซื้อที่ดินของรัฐบาลกลางและกำหนดให้เป็นเขตอนุรักษ์และท้องที่เพื่อการสันถนาการ - ก่อสร้างระบบป้องกันชายฝั่งและปรับปรุงพื้นที่ใกล้เคียงให้เพิ่มความสามารถในการปรับตัวได้
	เม็กซิโกและอาร์เจนตินา	ความแห้งแล้ง	- เปลี่ยนแปลงช่วงเวลาของการปลูกพืช - การสะสมทุนในตลาดโภคภัณฑ์เพื่อเป็นแหล่งสำรองทางเศรษฐกิจ - การปลูกพืชและไถพรวนดินให้เหมาะกับแต่ละสภาพพื้นที่ - จัดให้มีระบบประกันภัยของพืชพรรณ
ยุโรป	เนเธอร์แลนด์	ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น	- ออกกฎหมายป้องกันน้ำท่วม (Flood defence act) และบังคับใช้นโยบายป้องกันชายฝั่งให้เป็นมาตรการป้องกันเหตุเบื้องต้น และให้เกิดความเสี่ยงน้อยที่สุด - ก่อสร้างกำแพงกัน Storm surge และระบบป้องกันน้ำท่วมที่มีค่า return period > 10,000 ปี
	ออสเตรีย, ฝรั่งเศส และ สวิตเซอร์แลนด์	การละลายของธารน้ำแข็ง และช่วงเวลาการเกิดหิมะที่เปลี่ยนแปลง	- สร้างหิมะเทียม - เปลี่ยนพื้นที่เล่นสกีให้สูงขึ้นจากระดับน้ำทะเล - หาแหล่งรายได้จากการท่องเที่ยวให้หลากหลายมากขึ้น - มาตรการป้องกันการเกิดหิมะถล่ม
	สหราชอาณาจักร	น้ำท่วม, ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น	- การปรับปรุงแนวชายฝั่ง และปรับปรุงพื้นที่เพาะปลูกบางส่วนให้กลายเป็น Salt marsh และทุ่งหญ้า เพื่อให้สามารถรับน้ำได้ดี

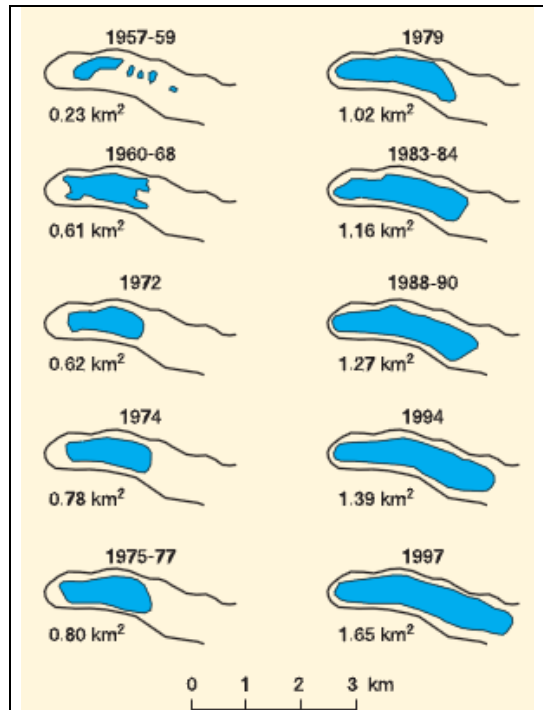
ที่มีความทนทานและตั้งรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้เป็นอย่างดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้จะช่วยลดความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงและลดความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้อย่างดี

6.3.1 กรณีศึกษาการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของ
ชุมชน: The Tsho Rolpa risk-reduction project ของประเทศเนปาล

ทะเลสาบ Tsho Rolpa เป็นทะเลสาบน้ำจืดที่มีต้นกำเนิดจากธารน้ำแข็งในระดับความสูง 4,580 เมตร ผลจากอากาศที่อุ่นขึ้นทำให้ธารน้ำแข็งละลายบางส่วนทำให้ทะเลสาบแห่งนี้ขยายตัวกว้างขวางขึ้นจากเดิมซึ่งมีพื้นที่ 0.23 ตารางกิโลเมตรในปี ค.ศ. 1958 กลายเป็น 1.65 ตารางกิโลเมตร ในปี ค.ศ. 1997 ทำให้ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นจากเดิมจนอยู่ที่ระดับประมาณ 90 – 100 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งทั้งหมดนี้ถูกกักเก็บด้วยอยู่ในแอ่งซึ่งมีตะกอนดินและหินเป็นขอบเขต (Moraines dam) ด้วยเหตุนี้หากสภาพดังกล่าวยังคงดำเนินต่อไป อาจทำให้เกิดอันตรายจากการไหลหลากเข้าท่วมจากน้ำในแอ่งทะเลสาบจากธารน้ำแข็ง (Glacier Lake Outburst Flood – GLOF) ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการจัดทำแผนปฏิบัติการแก้ไขปัญหาย่างเร่งด่วน

หากแอ่งเก็บน้ำของทะเลสาบ สิ่งที่เกิดขึ้นปริมาณน้ำมากกว่าหนึ่งในสามของทะเลสาบแห่งนี้จะไหลหลากเข้าท่วมพื้นที่ท้ายน้ำ ซึ่งพบว่าบริเวณท้ายน้ำนั้นมีโครงการก่อสร้างที่มีความสำคัญ กล่าวคือเป็นโรงไฟฟ้าพลังน้ำ Khimti ซึ่งกำลังก่อสร้าง ด้วยเหตุนี้ทางรัฐบาลเนปาลด้วยการสนับสนุนทางการเงินจากองค์กรนานาชาติ จึงได้ริเริ่มโครงการลดระดับน้ำในทะเลสาบแห่งนี้ลง ด้วยระบบระบายน้ำ ทางกลุ่มผู้เชี่ยวชาญของโครงการได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการลดความเสี่ยงของการเกิด GLOF ว่า ระดับน้ำของทะเลสาบควรต้องลดลงจากระดับปัจจุบันประมาณ 3 เมตร ซึ่งทำได้โดยการสร้างทางน้ำเปิดบริเวณขอบเขตของแอ่งที่เป็นหินและดินตะกอน ประกอบกับประตูระบายน้ำเพื่อที่น้ำจะถูกปล่อยให้ไหลออกจากทะเลสาบภายใต้การควบคุม นอกจากนี้จะต้องก่อสร้างระบบเตือนภัยล่วงหน้าในหมู่บ้านทั้งหมด 19 แห่งบริเวณท้ายน้ำ เพื่อให้ช่วยเตือนภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นจากเหตุการณ์ GLOF

โครงการลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมดังกล่าวนี้ ชาวบ้านและชุมชนท้องถิ่นที่พักอาศัยอยู่ใกล้ทะเลสาบ Tsho Rolpa นั้น ได้มีบทบาทและส่วนร่วมอย่างสำคัญในการออกแบบระบบลดความเสี่ยงและบรรเทาอุทกภัย และยังได้ร่วมตรวจสอบความคืบหน้าของโครงการเป็นระยะๆอีกด้วย โครงการก่อสร้างแห่งนี้เสร็จสมบูรณ์ในปี ค.ศ. 2002 ใช้เวลาดำเนินการทั้งสิ้น 4 ปี คิดเป็นจำนวนเงินลงทุนทั้งสิ้น 3.2 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งทำให้โครงการที่ต้องอาศัยเงินลงทุนและเวลานานเช่นนี้สำเร็จลงไปได้ โดยจะช่วยลดความเสี่ยงจาก GLOF ได้ และช่วยระบายน้ำส่วนหนึ่งออกจากทะเลสาบเพื่อลดระดับน้ำลงอีกด้วย



ที่มา: IPCC Working Group II, 2007

รูปที่ 6.1 การขยายตัวของทะเลสาบ Tsho Rolpa

6.3.2 กรณีศึกษาการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของภาคการเงิน

กลไกทางการเงินเป็นช่องทางหนึ่งที่สามารถช่วยให้การเตรียมปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะในส่วนของภาคการประกันภัย (Insurance sector) ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการกระจายความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยลดภาระทางการเงินของครัวเรือนหลังจากเหตุการณ์ภัยพิบัติ ตลาดการเงินสามารถส่งต่อข้อมูลความเสี่ยงจากภูมิอากาศ และสามารถสร้างแรงจูงใจ (Incentives) ให้เกิดการลงมือวางแผนปฏิบัติการปรับตัวและลดความเสี่ยงจากเหตุการณ์สุดขีดที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตสู่ระดับชุมชนและบุคคลทั่วไป ตลาดการเงินจะสามารถเป็นแหล่งระดมทุน ซึ่งจะสามารถลดข้อจำกัดทางการเงินสำหรับโครงการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ดี จากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน ทำให้เป็นที่คาดการณ์ว่า ความต้องการในธุรกิจประกันภัยจะเพิ่มสูงขึ้น และถือว่าเป็นความท้าทายที่สำคัญต่อตลาดการประกันภัย ว่าจะสามารถมีแหล่งเงินทุนสำหรับรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นได้อย่างไรและอาจส่งผลกระทบต่อแผนการประกันภัยโดยรวมได้ (ABI, 2004; Dlugolecki and Lafeld, 2005; Mills et al., 2005; Valverde and Andrews, 2006) จากที่ได้

กล่าวข้างต้นว่า สัญญาณจากตลาดการเงินจะเป็นตัวเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ท้องถิ่นและชุมชนสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้มากขึ้นก็ตาม หากการจ่ายการเงินประกันภัยไม่เพียงพอต่อความต้องการแล้ว จะทำให้เกิดความเสียหายต่อทั้งเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก เพื่อให้บริษัทประกันภัยมีความสามารถในการรับมือกับความผันแปรของสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น บริษัทประกันภัยหลายบริษัทได้จัดทำแผนจัดการความเสี่ยงแบบครอบคลุมและให้ข้อมูลที่จำเป็นและเข้าใจง่ายมากขึ้นแก่ลูกค้า เช่น วิธีการประเมินความเสี่ยง (Risk assessment tools) ในสาธารณรัฐเช็ก ฝรั่งเศส เยอรมัน และสหราชอาณาจักร ซึ่งในแนวทางการประเมินความเสี่ยงนั้นยังประกอบด้วยเครื่องมือที่ช่วยป้องกันความเสี่ยงโดย 1) ส่งเสริมให้มีการปรับปรุงมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร 2) จัดทำแผนการป้องกันความเสี่ยงและนำสิ่งที่ได้ไปปฏิบัติ 3) เพิ่มความตระหนักรับรู้ของสาธารณชนและผู้วางนโยบาย 4) บริษัทประกันต้องทบทวนนโยบายกำหนดอัตราค่าประกันภัยเพื่อให้สามารถรองรับความต้องการได้ในอนาคต (ABI, 2004; CEA, 2006; Loster, 2005; Mills and Lecomte, 2006)

6.4 การศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการประเมินความสามารถในการปรับตัว

ความสามารถในการปรับตัว (Adaptive capacity) หมายถึง ความสามารถหรือศักยภาพของระบบหนึ่งๆ ในการตอบสนองอย่างประสบความสำเร็จต่อสภาวะความผันแปรของภูมิอากาศหรือการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ ซึ่งการปรับตัวนี้จะอยู่ในรูปของการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ทรัพยากร และเทคโนโลยีที่มีอยู่ ความสามารถในการปรับตัวเป็นเงื่อนไขเบื้องต้นที่จำเป็นสำหรับการออกแบบและดำเนินตามขั้นตอนของมาตรการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือสามารถลดทั้งความเสี่ยงและความรุนแรงจากผลกระทบทั้งหลายที่เกิดขึ้นตามมา (Brooks and Adger, 2005) การปรับตัวนั้นยังสามารถให้คุณประโยชน์แก่ระบบที่ได้ทำการปรับตัวด้วย เช่น อุตสาหกรรมท่องเที่ยวของบางประเทศ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ อาจทำให้เกิดแหล่งท่องเที่ยวแห่งใหม่ได้อีกด้วย (IPCC Working Group II; Grothmann and Patt, 2005)

จุดอ่อน (Vulnerability assessments) ของความสามารถในการปรับตัว รวมถึงข้อจำกัด (Constraint) อันจะเป็นอุปสรรคซึ่งทำให้การปรับตัวทำได้อย่างไม่เต็มที่นัก อุปสรรคที่ว่านี้มีองค์ประกอบอยู่สามประการคือ

1) ข้อจำกัดเชิงสถาบัน (Institutional constraints) ซึ่งหมายถึงข้อจำกัดของศักยภาพของสถาบันต่างๆ ทางสังคมในการผลักดันนโยบายต่างๆ เกี่ยวกับการปรับตัวและนำไปใช้ได้จริง

2) ข้อจำกัดทางเทคนิค (Technical constraints) ซึ่งโดยหลักคือข้อจำกัดของความสามารถในการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ต่อกระบวนการวางแผนและพัฒนาวิธีการที่จะเสริมสร้างความสามารถใดๆที่จำเป็นต่อการปรับตัว

3) ข้อจำกัดทางการเงิน (Financial constraints) ที่จะเป็นตัวกำหนดเป้าหมายการทำงานทุกรูปแบบได้ว่าจะสามารถดำเนินการได้ในระดับไหน

เศรษฐกิจอย่างจำกัด ระดับการเข้าถึงเทคโนโลยีและข้อมูลข่าวสารต่ำ ขาดทักษะทางวิชาชีพ โครงสร้างพื้นฐานที่ไม่ได้มาตรฐาน เสถียรภาพและสถาบันทางสังคมที่อ่อนแอ การกระจายรายได้และอำนาจสู่ประชาชนอย่างไม่เป็นธรรม มักจะขาดความสามารถในการปรับตัว และมีความเสี่ยงเป็นอย่างมากต่อเหตุการณ์ที่มีความรุนแรงทางภูมิอากาศในอนาคต อาจกล่าวได้เช่นกันว่าความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศของแต่ละบุคคลนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเข้าถึงทรัพยากรของสังคม (Adger, 2003)

Formatted

7. แนวทางการปรับตัวให้เข้ากับสภาพน้ำท่วม

สำหรับหลักการปรับตัวให้เข้ากับน้ำท่วม United Nation Environment Program (UNEP) ได้กำหนดแนวทางการปรับตัวให้สอดคล้องกับหลักการจัดการที่ราบลุ่มน้ำท่วม (Floodplain management) ซึ่งมีนิยามคือ การจัดการกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ในเขตพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากอย่างเหมาะสมสามารถลดความเสียหายกับสาธารณูปโภคพื้นฐานที่มีอยู่ในปัจจุบัน และช่วยลดความเสียหายที่จะเพิ่มขึ้นได้ในอนาคต หลักอย่างหนึ่งคือ การออกมาตรการทางผังเมืองเพื่อห้ามไม่ให้มีการพัฒนาใดๆ ในเขตพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเพิ่มเติมและป้องกันความเสียหาย โครงสร้างที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ดังกล่าว (Flood proofing) หรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินในรูปแบบอื่นๆที่จะช่วยลดความเสียหายได้ มาตรการจัดการที่ราบลุ่มน้ำท่วมแบ่งออกได้เป็นสองประเภทหลัก คือ 1) มาตรการแบบใช้โครงสร้าง (Structural measures) และ 2) มาตรการแบบไม่ใช้โครงสร้าง (Non-structural measures)

1. มาตรการแบบใช้โครงสร้าง (Structural measures)

เป็นมาตรการที่ใช้การก่อสร้างโครงสร้างทางชลศาสตร์ ด้วยจุดประสงค์อย่างหนึ่งคือการบรรเทาอุทกภัย ในเชิงของการลดปริมาณน้ำที่จะไหลหลากผ่านพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วม และการช่วยลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นให้เบาบางลง ตัวอย่างของมาตรการดังกล่าวแสดงดังต่อไปนี้ (UN, 1998)

- การก่อสร้างเขื่อน, อ่างเก็บน้ำ, อาคารบังคับน้ำ, ช่องทางระบายน้ำจากพายุฝน และคันดินกั้นน้ำ เป็นต้น
- การบำรุงรักษา, ตรวจสอบ และซ่อมแซมโครงสร้างทางชลศาสตร์สำหรับการบรรเทาอุทกภัย
- ปรับปรุงอาคารใหม่และที่มีอยู่ในพื้นที่มาแต่เดิมให้ทนทานต่ออุทกภัยและลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นต่ออาคารดังกล่าว (Flood proofing)
- บังคับใช้มาตรฐานและเทศบัญญัติเกี่ยวกับอาคารอย่างเคร่งครัด

2. มาตรการแบบไม่ใช่โครงสร้าง (Non-structural measures)

มาตรการชนิดนี้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมซึ่งยังไม่มีการพัฒนาไปมากนัก และถือว่าเป็นมาตรการเสริมกับการใช้โครงสร้างในการจัดการอุทกภัยสำหรับพื้นที่ที่กำลังเริ่มพัฒนาอีกด้วย จุดเด่นของมาตรการประเภทนี้คือ การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในการจัดการอุทกภัย ลดความเสียหายอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตัวอย่างของมาตรการดังกล่าวคือ

- การวางแผนการใช้ที่ดิน (Land-use planning)
- การจัดสรรพื้นที่ในเขตนํ้าท่วมซ้ำซาก (Zoning of flood-prone lands)
- การพัฒนาพื้นที่นํ้าท่วมซ้ำซากใหม่ (Redevelopment of flood-prone areas)
- การชดเชยค่าเสียหายและมาตรการจูงใจอื่นๆ (Compensation and incentives)
- การประกันภัยน้ำท่วม (Flood insurance)

8. ลักษณะพื้นที่ศึกษา

จังหวัดสุโขทัยเป็นจังหวัดหนึ่งของประเทศไทย ตั้งอยู่บริเวณภาคกลางตอนบน มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดแพร่ อุตรดิตถ์ พิษณุโลก กำแพงเพชร ตาก และ จังหวัดลำปาง แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 9 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอเมืองสุโขทัย อำเภอบ้านด่านลานหอย อำเภอศรีมาศ อำเภองกงโรลาค อำเภอศรีสขนาลัย อำเภอศรีสำโรง อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีนคร อำเภอทุ่งเสลี่ยม รวมถึงอีก 86 ตำบล และ 782 หมู่บ้าน

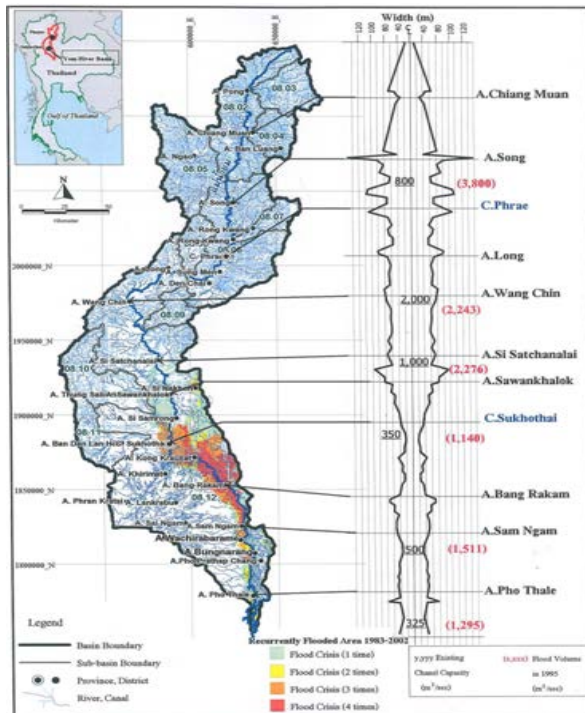
พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสุโขทัยจะเป็นที่ราบลุ่ม ทางตอนเหนือและตอนใต้ของจังหวัดมีลักษณะเป็นที่ราบสูง มีเขาหลวงเป็นภูเขาที่มีความสูงที่สุด วัดจากระดับน้ำทะเลมีความสูงประมาณ 1,200 เมตร โดยมีแนวภูเขาเป็นพืดทางด้านทิศตะวันตก ส่วนพื้นที่ตอนกลางของจังหวัดจะเป็นที่ราบ มีแม่น้ำไหลผ่านจากทิศเหนือจรดทิศใต้ และพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนลุ่มน้ำยม ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้

8.1 สภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำยม

กลุ่มน้ำยม ตั้งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $15^{\circ} 50'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $19^{\circ} 25'$ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ $99^{\circ} 16'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $100^{\circ} 40'$ ตะวันออก มีพื้นที่รับน้ำฝนทั้งหมดประมาณ 23,616 ตร.กม. ครอบคลุมพื้นที่ 11 จังหวัด ประกอบด้วย ลำปาง น่าน แพร่ พะเยา อุตรดิตถ์ ตาก กำแพงเพชร พิษณุโลก สุโขทัย พิจิตร และนครสวรรค์ ดังแสดงในรูปที่ 8.1 โดยมีอาณาเขตติดต่อกับลุ่มน้ำข้างเคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับลุ่มน้ำโขง
ทิศใต้	ติดกับลุ่มน้ำปิง
ทิศตะวันออก	ติดกับลุ่มน้ำน่าน
ทิศตะวันตก	ติดกับลุ่มน้ำวังและลุ่มน้ำปิง

แม่น้ำยมมีต้นกำเนิดอยู่ในดอยขุนยวมทิวเขาผีปันน้ำ ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอปง และอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา ไหลลงทิศตะวันตกเฉียงใต้ ผ่านหุบเขาที่ปกคลุมด้วยป่าและมีความลาดเทของภูมิประเทศมาก มีที่ราบแคบๆริมแม่น้ำเป็นบางตอน เมื่อเข้าเขตจังหวัดแพร่จะมีลำน้ำยาว ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาสำคัญไหลเข้ามาบรรจบ จากนั้นแม่น้ำยมจะไหลลงทิศใต้ และเริ่มออกสู่ที่ราบผืนใหญ่ในเขตจังหวัดแพร่ จากอำเภอสอง อำเภอเมือง อำเภอสูงเม่นไปจนถึงอำเภอเด่นชัย ต่อจากนั้นแม่น้ำยมจะไหลไปทางทิศตะวันตกเข้าสู่หุบเขา ก่อนจะถึงอำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย แม่น้ำยมจะเริ่มไหลทางใต้เข้าสู่บริเวณที่ราบซึ่งจะเริ่มตั้งแต่อำเภอศรีสัชนาลัย ติดต่อกันลงไป แม่น้ำยมในช่วงนี้จะเริ่มมีความลดเทน้อยลงจากอำเภอศรีสัชนาลัยและจะไหลในแนวขนานคู่กับแม่น้ำน่าน ผ่านอำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมืองสุโขทัย อำเภอกงไกรลาศ และอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เข้าสู่จังหวัดพิจิตรที่อำเภอสามงาม จากอำเภอสามงาม แม่น้ำยมจะไหลคู่ขนานกับแม่น้ำน่านอีกครั้ง ผ่านอำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอโพทะเล จนเข้าเขตจังหวัดนครสวรรค์ บรรจบกับแม่น้ำน่านที่บ้านเกยไชย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ รวมความยาวจากต้นน้ำถึงจุดที่ไหลลงแม่น้ำน่านยาวประมาณ 735 กม.



ที่มา: กรมชลประทาน

รูปที่ 8.1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำยม

ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่

- ลำน้ำาว บรรจบกับแม่น้ำยมในเขตจังหวัดแพร่
- น้ำแม่สอง บรรจบกับแม่น้ำยม ที่อำเภอสอง จังหวัดแพร่
- น้ำแม่ราพัน น้ำแม่มอก บรรจบกับแม่น้ำยมที่อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย
- แม่น้ำพิจิตร บรรจบกับแม่น้ำยมที่บ้านบางคณาน อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร

8.2 สภาพน้ำท่วมในอดีตและความเสียหายที่เกิดขึ้นของกลุ่มน้ำยม: กรณีศึกษาจังหวัดสุโขทัย

8.2.1 สภาพน้ำท่วม

สภาพการเกิดอุทกภัยในพื้นที่กลุ่มน้ำยม โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือจังหวัดที่อุยริมลำน้ำยมส่วนใหญ่จะเกิดจากปริมาณน้ำในแม่น้ำยมตอนบนและลำน้ำสาขาไหลหลากมาตามแม่น้ำยมและไหลล้นออกจากตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ในเขตเมืองต่างๆโดยตรง แต่การเกิดอุทกภัยในลักษณะนี้จะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาไม่นานนัก (ประมาณ 2 – 3 วัน) ระดับน้ำก็จะลดลงสู่สภาพปกติ ซึ่งการเกิดอุทกภัยในลักษณะนี้จะพบได้ในช่วงลุ่มน้ำตอนบนตั้งแต่เขตอำเภอเมืองแพร่ ถึงเขต

อำเภอเมืองสุโขทัย โดยเฉพาะในช่วงเขตอำเภอเมืองสุโขทัย ซึ่งสภาพลำน้ำมีลักษณะแคบและตื้นเขิน ทำให้ความสามารถในการไหลของลำน้ำต่ำกว่าบริเวณแม่น้ำยมตอนบนมาก ซึ่งทำให้ในขณะที่มีปริมาณน้ำไหลหลากมาเป็นจำนวนมาก โดยอาจจินตนาการได้ถึงลักษณะของ “คอขวด” จึงทำให้ระดับน้ำยกสูงขึ้นและไหลเข้าท่วมพื้นที่ต่ำอย่างรุนแรง

ส่วนพื้นที่สองฝั่งแม่น้ำยมตอนล่าง ช่วงตั้งแต่อำเภอเมืองสุโขทัยลงไป ซึ่งความสามารถในการไหลของแม่น้ำยมต่ำกว่าลำน้ำช่วงตอนบนมาก จึงเกิดน้ำไหลล้นตลิ่งและไหลป่าไปตามผิวดินเข้าท่วมพื้นที่การเกษตรในที่ลุ่มที่อยู่ 2 ฝั่งลำน้ำ และไหลขนานไปกับแม่น้ำยม (อาจมีการไหลเข้า-ออก ในช่วงที่ระดับน้ำฝั่งใดฝั่งหนึ่งต่ำกว่า) ซึ่งการเกิดอุทกภัยในลักษณะนี้ปริมาณน้ำจะมาไม่รวดเร็วนัก แต่จะท่วมขังอยู่เป็นเวลานาน (ระยะเวลาเป็นเดือน ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่) และจะค่อย ๆ ลดลง เมื่อสามารถระบายน้ำจากพื้นที่ตอนล่างออกไปได้ โดยพื้นที่ที่เกิดอุทกภัยในลักษณะนี้จะเริ่มตั้งแต่ท้ายเขตเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี ลงไปถึงอำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร

8.2.2 ความเสียหายจากอุทกภัย

การวิเคราะห์ความเสียหายจากอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำยม ใช้ข้อมูลความเสียหายจากอุทกภัยที่สำรวจโดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2532 – 2542 และปี พ.ศ. 2545 รวมทั้งสิ้น 6 ปี ทั้งนี้ข้อมูลปี พ.ศ. 2543 – 2544 ไม่มีการรวบรวมข้อมูลไว้ ซึ่งได้จำแนกความเสียหายจากอุทกภัยเป็นรายจังหวัด โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลน้ำหลากรายปีในอดีต ได้แก่ปริมาณน้ำหลากสูงสุด และระดับน้ำสูงสุด จากข้อมูลความเสียหายจากอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำยมนั้นพบว่า ลักษณะของความเสียหายส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นเป็นความเสียหายด้านสาธารณประโยชน์และเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่

ข้อมูลน้ำหลากรายปีที่เกิดขึ้นในอดีต ใช้ข้อมูลจากสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ในบริเวณใกล้กับพื้นที่ๆได้รับความเสียหายมากที่สุด สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 สถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ๆได้รับความเสียหายในลุ่มแม่น้ำยม

พื้นที่ประสบภัย (จังหวัด)	สถานีวัดน้ำท่าที่เลือกใช้			ช่วงข้อมูล
	รหัส	อำเภอ	จังหวัด	
แพร่	Y.1C	เมือง	แพร่	2538 – 2542, 2545
สุโขทัย	Y.3A	สวรรคโลก	สุโขทัย	2538 – 2542, 2545
พิจิตร	Y.17	สามง่าม	พิจิตร	2538 – 2542, 2545

การวิเคราะห์แยกเป็นรายจังหวัด โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายและอุทกภัยไว้สำหรับจังหวัดสุโขทัย เนื่องจากสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ในอำเภอเมืองสุโขทัย ได้แก่ สถานี Y.4 มีข้อมูลน้อยและไม่ครอบคลุมในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ จึงเลือกใช้ข้อมูลจากสถานีวัดน้ำท่า Y.3A อำเภอสวรรคโลก แทน ซึ่งมีข้อมูลมากกว่าและครอบคลุมในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาวิเคราะห์ อีกทั้งยังเป็นตัวแทนการวัดปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขาอีกด้วย แนวทางในการวิเคราะห์ความเสียหายจะทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุทกภัย ซึ่งใช้ข้อมูลความเสียหายรายปีที่เกิดขึ้นในจังหวัดสุโขทัยเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำหลาก ได้แก่ ระดับน้ำสูงสุดรายปี และปริมาณน้ำหลากรายปี ดังตารางที่ 8.2 ดังนี้

ตารางที่ 8.2 สรุปความเสียหายจากอุทกภัยของจังหวัดสุโขทัย

ปี	ความเสียหายด้านชีวิตและทรัพย์สินของราษฎรที่สำรวจ							มูลค่าความเสียหายที่สำรวจ (ล้านบาท)				
	ราษฎรที่ได้รับความเดือดร้อน			ราษฎรอพยพ		บ้านเสียหาย		ด้านการเกษตร	ด้านปศุสัตว์	ด้านการประมง	สิ่งสาธารณะประโยชน์	รวม
	ครอบครัว	คน	ตาย	ครอบครัว	คน	ทั้งหลัง	บางส่วน					
2538	43,803	160,679	8	69	506	0	0	29.41	1.58	0.00	363.33	394.32
2539	56,772	205,180	4	2	7	2	500	1,078.21	2.34	5.38	16.45	1,102.39
2540	13,366	52,318	-	-	-	-	-	21.53	0.00	1.73	26.45	49.71
2541	2,980	66,357	-	-	-	-	30	0.00	0.00	0.00	19.73	19.73
2542	67,738	293,685	5	-	-	1	2	39.13	0.03	6.05	129.52	174.73
2545	39,536	152,246	4	-	-	10	2,955	-	-	-	-	300.02

ที่มา: กรมชลประทาน, รายงานการศึกษาคูหาความเหมาะสมของโครงการบรรเทาอุทกภัยลำน้ำยม – ลำน้ำน่าน

หากจะพิจารณาความเสียหายจากอุทกภัยของจังหวัดสุโขทัยกับจังหวัดอื่นๆ ในลุ่มน้ำยม เช่น จังหวัดแพร่ และจังหวัดพิจิตร ดังตารางที่ 8.3 และ 8.4 ดังนี้

ตารางที่ 8.3 สรุปความเสียหายจากอุทกภัยของจังหวัดแพร่

ปี	ความเสียหายด้านชีวิตและทรัพย์สินของราษฎรที่สำรวจ							มูลค่าความเสียหายที่สำรวจ (ล้านบาท)				
	ราษฎรที่ได้รับความเดือดร้อน			ราษฎรอพยพ		บ้านเสียหาย		ด้านการเกษตร	ด้านปศุสัตว์	ด้านการประมง	สิ่งสาธารณะประโยชน์	รวม
	ครอบครัว	คน	ตาย	ครอบครัว	คน	ทั้งหลัง	บางส่วน					
2538	78,020	189,019	3	4	15	23	21	32.46	0.94	0.00	230.28	263.68
2539	56,772	205,180	4	2	7	2	500	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00
2540	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	16.74	16.74
2541	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	19.73	19.73
2542	6,623	24,137	-	4	12	-	-	2.90	0.47	0.18	21.69	25.25
2545	8,898	26,938	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.19

ที่มา: กรมชลประทาน, รายงานการศึกษาคูหาความเหมาะสมของโครงการบรรเทาอุทกภัยลำน้ำยม – ลำน้ำน่าน

ตารางที่ 8.4 สรุปความเสียหายจากอุทกภัยของจังหวัดพิจิตร

ปี	ความเสียหายด้านชีวิตและทรัพย์สินของราษฎรที่สำรวจ							มูลค่าความเสียหายที่สำรวจ (ล้านบาท)				
	ราษฎรที่ได้รับความเดือดร้อน			ราษฎรอพยพ		บ้านเสียหาย		ด้านการเกษตร	ด้านปศุสัตว์	ด้านการประมง	สิ่งสาธารณประโยชน์	รวม
	ครอบครัว	คน	ตาย	ครอบครัว	คน	ทั้งหลัง	บางส่วน					
2538	70,586	294,503	40	1,143	4,476	3	13	316.73	4.26	0.00	285.92	606.91
2539	42,272	210,355	12	153	615	-	6	334.37	0.00	8.09	10.31	352.76
2540	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	8.09	16.40	24.49
2541	-	-	-	-	-	-	-	0.84	0.00	0.00	7.57	8.42
2542	27,050	29,519	5	28	0	0	2	51.31	0.27	0.16	15.82	67.56
2545	88,387	320,244	18	5,867	620	-	4,100	-	-	-	-	353.17

ที่มา: กรมชลประทาน, รายงานการศึกษาค่าความเหมาะสมของโครงการบรรเทาอุทกภัยลำน้อยม - ลำน่าน

จากการเปรียบเทียบทั้งความเสียหายด้านชีวิตและทรัพย์สินของราษฎร รวมถึงมูลค่าความเสียหายที่สำรวจตั้งแต่ปี 2538 - 2545 นั้นจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ลุ่มน้ำยม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณจังหวัดสุโขทัยนั้นได้รับผลกระทบอย่างหนักจากปัญหาอุทกภัยอย่างซ้ำซากเป็นประจำแทบทุกปี ด้วยเหตุนี้กรมชลประทานจึงได้จัดทำมาตรการบรรเทาอุทกภัย (Flood mitigation measures) ซึ่งได้บรรจุแผนการนี้ไว้ในนามของ **แผนรวมการแก้ไขปัญหามลพิษลุ่มน้ำยม - ลุ่มน่าน** ซึ่งทั้งหมดเป็นมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วย 5 แนวทาง ได้แก่ 1) การก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ 2) การพัฒนาพื้นที่แก้มลิง 3) การขุดลอกลำน้ำและคลองผันน้ำ 4) การผันน้ำข้ามลุ่มน้ำ และ 5) การก่อสร้างและปรับปรุงประตูระบายน้ำ โดยมีโครงการระดับลุ่มน้ำที่อยู่ในแผนดำเนินงานของหน่วยงานและมีศักยภาพในการบรรเทาอุทกภัยลำน้อยมและลำน่าน รวมทั้งสิ้น 33 โครงการ ประกอบด้วยโครงการที่กำลังดำเนินการหรือดำเนินการก่อสร้างแล้ว 11 โครงการ และโครงการศักยภาพที่ยังไม่ได้ดำเนินการ 22 โครงการ

นอกจากนี้มาตรการบรรเทา และลดความเสียหายจากอุทกภัยโดยไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non-Structural measures) ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นเช่นกันและจะต้องทำควบคู่ไปกับมาตรการเชิงโครงสร้าง ซึ่งในที่นี้มาตรการดังกล่าวอาจสรุปได้เป็นสองแนวทาง กล่าวคือ

1) แนวทางการบรรเทาและลดความเสียหายจากน้ำท่วมโดยไม่ใช้สิ่งก่อสร้างจะเกี่ยวข้องกับด้านการบริหารจัดการ โดยได้เสนอแนวทางไว้ประกอบด้วย การกำหนดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อรองรับการวางแผนบรรเทาอุทกภัยที่เกิดขึ้นทั้งในบริเวณพื้นที่ชุมชนเมือง และในบริเวณพื้นที่การเกษตรและชนบท และการวางแผนการใช้ประโยชน์จากน้ำหลากทั้งการเก็บกักน้ำหลากเพื่อการเกษตรกรรม การเก็บกักน้ำหลากเพื่อการประมง และการปรับเปลี่ยน

พฤติกรรมของเกษตรกรเพื่อลดความเสี่ยงในกรณีช่วงน้ำหลาก อาทิเช่น การหยุดการปลูกพืชในช่วงเวลาน้ำหลากอยู่เป็นประจำ และหันมาปลูกพืชใหม่เมื่อหมดฤดูน้ำหลากแล้ว เป็นต้น

2) มาตรการในการบริหารจัดการน้ำหลากที่มีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล จำเป็นจะต้องมีระบบโทรมาตรเพื่อการพยากรณ์น้ำและเตือนภัยในกลุ่มน้ำยม-ลุ่มน้ำน่าน จึงเสนอให้เร่งดำเนินการวางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรลุ่มน้ำเจ้าพระยาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสำนักชลประทานที่ 3 ที่รับผิดชอบในพื้นที่ลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่าน โดยมีสถานีสนามจำนวนทั้งสิ้น 15 สถานี และสถานีหลักย่อยตั้งอยู่ที่สำนักชลประทานที่ 3 จังหวัดพิษณุโลก

9. ผลการศึกษาด้วยแบบจำลอง

9.1 ขอบเขตของแบบจำลอง

แบบจำลองการไหลในลำน้ำที่ศึกษาในครั้งนี้ มีขอบเขตทางด้านเหนือน้ำอยู่ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.20 อำเภอสอง จังหวัดแพร่ สิ้นสุดที่สถานี Y.16 อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยมีจุดประสงค์ที่จะแสดงสภาพการเกิดอุทกภัยในเขตจังหวัดสุโขทัยในสองกรณี ได้แก่

1) กรณีสภาพปัจจุบัน

- จำลองสภาพอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย ปี 2554 โดยใช้ข้อมูลน้ำท่ารายชั่วโมงจากสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน)26 มิถุนายน – 30 มิถุนายน 2554)
- จำลองสภาพอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย ปี 2549 โดยใช้ข้อมูลน้ำท่ารายวันจากสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน)1 สิงหาคม – 31 ตุลาคม 2549)
- จำลองสภาพอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย ปี 2545 โดยใช้ข้อมูลน้ำท่ารายวันจากสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน)1 สิงหาคม – 31 ตุลาคม 2545)
- จำลองสภาพอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย ปี 2538 โดยใช้ข้อมูลน้ำท่ารายวันจากสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทาน)1 สิงหาคม – 31 ตุลาคม 2538)

2) กรณีสภาพอนาคต

- จำลองสภาพอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย ปี 2562 โดยอาศัยการจำลองสภาพน้ำท่าจากข้อมูลฝนของ MRI
- จำลองสภาพอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย ปี 2565 โดยอาศัยการจำลองสภาพน้ำท่าจากข้อมูลฝนของ MRI

จากการเปรียบเทียบแบบจำลองการไหลในลำน้ำ HEC – RAS ver 4.1 ของ US Army Corps of Engineers ใช้ข้อมูลน้ำท่าของปี 2549 จากสถานีน้ำท่าสองแห่ง คือ สถานี Y.16 อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก และสถานี Y.6 อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย มาพิจารณาเป็นหลัก โดยวิธีการที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองคือ การปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระการไหลของแมนนิง)Manning 's n) ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมในเขตลำน้ำ ตลิ่งซ้ายและขวา ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอยู่ที่ระดับ 0.032 – 0.041 ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบของสถานีพบว่า ค่า RMSE ของสถานี Y.16 เท่ากับ 31.98 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีและสถานี Y.6 เท่ากับ 143.11 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และค่า Coefficient of determination (R^2) ของสถานี (Y.16 เท่ากับ 0.887 และ สถานี Y.6 เท่ากับ 0.85

ผลการจำลองสภาพอุทกภัยในกรณีสภาพปัจจุบัน)2538, 2545, 2549 และ 2554) พบว่าสถานี Y.14 ซึ่งเป็นสถานีที่กรมชลประทานใช้เป็นข้อมูลเตือนภัยสถานการณ์น้ำในเขต

เทศบาลเมืองสุโขทัย มีปริมาณน้ำท่าสูงสุดอยู่ที่ 1,187 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที คิดเป็นร้อยละ 59.35 ของความจุลำน้ำ แต่เนื่องจากก่อนปี 2549 ทางกรมชลประทานยังไม่ได้ก่อสร้างโครงการขนาดใหญ่ เช่น ประตูระบายน้ำบ้านหาดสะพานจันทร์ ประตูระบายน้ำบ้านยางซ้าย ฝ่ายยาง บ้านเกาะวงศ์เกียรติ และโครงการแก้มลิงทุ่งทะเลหลวง ทำให้ลักษณะของพื้นที่ในเขตลำน้ำยังเป็นสภาพธรรมชาติอยู่มาก ซึ่งผลจากแบบจำลองได้แสดงให้เห็นว่าได้เกิดสภาพอุทกภัยตั้งแต่บริเวณเขตเทศบาลนครสุโขทัยเรื่อยไปจนถึงอำเภอกงไกรลาศ โดยลักษณะการเกิดน้ำท่วมมาจากการปริมาณน้ำท่าที่มากกว่าความจุของลำน้ำตามธรรมชาติ ทำให้แม่น้ำยมเอ่อล้นตลิ่ง และเกิดเป็นสภาพอุทกภัยในที่สุด อีกประเด็นหนึ่งที่เป็นส่วนหนึ่งของสภาพอุทกภัยในพื้นที่แห่งนี้คือการไหลเข้าทางด้านข้าง (Lateral inflow) จากลุ่มน้ำย่อยแม่มอก และแม่รำพัน โดยมีต้นกำเนิดอยู่ในพื้นที่ป่าในจังหวัดลำปางและจังหวัดตาก ซึ่งน้ำท่าประเภทนี้ควบคุมได้ยากเนื่องจากเป็นลักษณะการไหลที่ป่าเข้าท่วมพื้นที่อย่างรวดเร็ว (Flash flood)

สำหรับตัวอย่างของการเกิดน้ำเอ่อล้นตลิ่งในแบบจำลอง HEC – RAS สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 9.1 จะเห็นได้ว่าในช่วงของแม่น้ำยมตั้งแต่ กม. ที่ 0 – 160 ซึ่งลักษณะของความชันของแม่น้ำจะลดลงจนมีลักษณะเป็นที่ราบน้ำท่วม (Floodplain) และพื้นที่ดังกล่าวอยู่ในเขตจังหวัดสุโขทัยเกือบทั้งหมด และทำให้บริเวณอำเภอที่อยู่ติดกับแม่น้ำยม เช่น อำเภอศรีสัชนาลัย ตั้งแต่บริเวณสถานี Y.14 บ้านดอนระเบียง ลงมา อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมืองสุโขทัย และอำเภอกงไกรลาศ อุทกภัยอย่างหนักประสบกับ (ตำบลกง และตำบลดงเดียว) เนื่องจากแม่น้ำยมล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่การเกษตรจนได้รับความเสียหาย ส่วนอำเภออื่นๆที่อยู่ไกลออกไปจากแม่น้ำ เช่น อำเภอทุ่งเสลี่ยม อำเภอศรีมาศ อำเภอบ้านด่านลานหอย และอำเภอศรีนคร จะได้รับผลกระทบบ้างแต่ไม่มากนัก

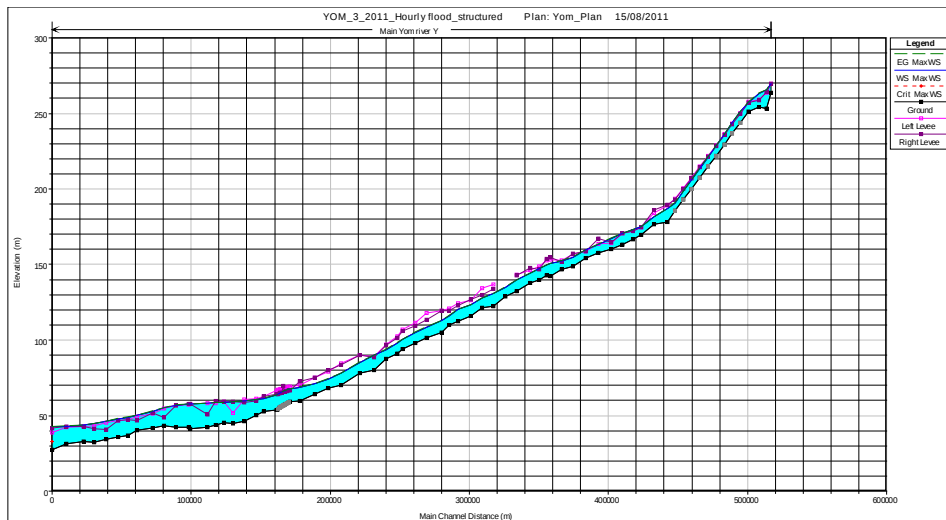
ในกรณีสภาพอนาคตซึ่งเป็นการจำลองสภาพอุทกภัยจากข้อมูลน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง HEC – HMS ที่อาศัยข้อมูลน้ำฝนจากแบบจำลอง MRI GCM แห่งประเทศญี่ปุ่น ซึ่งพบว่าในช่วงปีดังกล่าวจะมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจากปี 2549 เท่ากับ 17.28% และ 20.37% ตามลำดับ ซึ่งผลการจำลองการไหลในลำน้ำพบว่า ในช่วงปี 2562 และปี 2565 ปริมาตรของน้ำสูงสุดที่สถานี Y.14 และสถานี Y.33 จะเพิ่มขึ้น 23.10 % และ 15.59% ตามลำดับ ดังตารางที่ 9.1 และ 9.2 ซึ่งจะทำให้สภาพอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัยรุนแรงมากขึ้น อันจะส่งผลให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก หากไม่มีการดำเนินมาตรการปรับตัวอย่างเหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 9.1 สรุปปริมาณน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยในปี 2562 และ 2565

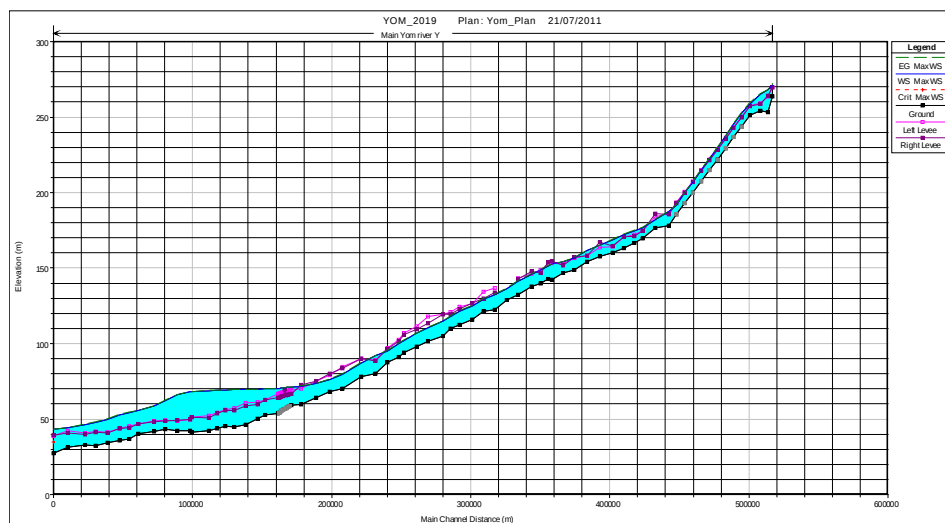
สถานีวัดน้ำท่า	ปริมาณน้ำท่าสูงสุด ปี 2549 (CMS)	ปริมาณน้ำท่าสูงสุด ของปี 2562 (CMS)	ความแตกต่าง (%)	ปริมาณน้ำท่าสูงสุด ของปี 2565 (CMS)	ความแตกต่าง (%)
Y.14	2,044	2,471	17.28	2,567	20.37
Y.6	2,171	2,592	16.24	2,648	18.01
Y.3A	1,568	1,908	17.82	1,974	20.62
Y.4	555	665	16.54	749	25.90

ตารางที่ 9.2 สรุปปริมาณน้ำท่าในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยในปี 2562 และ 2565

สถานีวัดน้ำท่า	ปริมาณน้ำท่าสูงสุด ปี 2549 (CMS)	ปริมาณน้ำท่าสูงสุด ของปี 2562 (CMS)	ความแตกต่าง (%)	ปริมาณน้ำท่าสูงสุด ของปี 2565 (CMS)	ความแตกต่าง (%)
Y.14	2,044	2,471	17.28	2,567	20.37
Y.6	2,171	2,592	16.24	2,648	18.01
Y.3A	1,568	1,908	17.82	1,974	20.62
Y.4	555	665	16.54	749	25.90



รูปที่ 9.1 รูปตัดตามยาวของแม่น้ำยมสายหลักจากแบบจำลอง ซึ่งแสดงสภาพของน้ำที่เอ่อล้นตลิ่ง (สภาพอุทกภัยปี 2549)



รูปที่ 9.2 รูปตัดตามยาวของแม่น้ำยมสายหลักจากแบบจำลอง ซึ่งแสดงสภาพของน้ำที่เอ่อล้นตลิ่ง (สภาพอุทกภัยปี 2562)

10. การศึกษาภาคสนาม

ทางโครงการวิจัยรูปแบบการปรับตัวในการบริหารน้ำในอนาคตโดยเฉพาะน้ำท่วมปี ที่หนึ่งได้ใช้การสัมภาษณ์กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในภาคสนามที่จังหวัดสุโขทัย ซึ่งประกอบด้วย เกษตรกร ชาวนา), ชาวสวนและเจ้าหน้าที่ (เทศบาลเมืองสุโขทัย) ชาวบ้านที่อาศัยในเขตเมือง (ข) ของภาครัฐ ำราชการกรมชลประทาน และข้าราชการของสำนักงานป้องกันและบรรเทาสา ธารณภัย จังหวัดสุโขทัย โดยชุดคำถามซึ่งมีจุดประสงค์ที่ต้องการทราบถึง (1) ความตระหนักรู้ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ 2) สภาพปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้น 3) ทางเลือกใน การปรับตัวกับอุทกภัยที่สามารถยอมรับได้ และ 4) ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหาและมาตรการ ปรับตัวต่อเจ้าหน้าที่ภาครัฐ เพื่อสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างทั้งสองฝ่าย อันจะนำไปสู่การ แก้ไขปัญหาต่อไป

10.1 ขั้นตอนการศึกษาภาคสนาม

- 1) ติดต่อกับหัวหน้าฝ่ายจัดสรรน้ำ ผอ.จ.น.) ของโครงการชลประทานสุโขทัย เพื่อปรึกษาหารือถึงลักษณะของแบบสอบถาม พื้นที่ศึกษา และการขอเข้าพื้นที่เพื่อทำการ สัมภาษณ์ชาวบ้าน
- 2) ติดต่อกับสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จังหวัดสุโขทัย เพื่อ ปรึกษาหารือถึงลักษณะของแบบสอบถาม พื้นที่ศึกษา และการขอเข้าพื้นที่เพื่อทำการสัมภาษณ์ ชาวบ้าน
- 3) ทำแบบสอบถามกับชาวบ้านในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 4 แห่ง ได้แก่ ตำบลคลอง กระเจง อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ตำบลปากพระ อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย ตำบลไกรโน อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย และ เทศบาลเมืองสุโขทัย
- 4) วิเคราะห์ผลของการสัมภาษณ์ชาวบ้าน
- 5) นำเสนอผลของการสัมภาษณ์แบบสอบถามชาวบ้านกับเจ้าหน้าที่ของกรม ชลประทาน

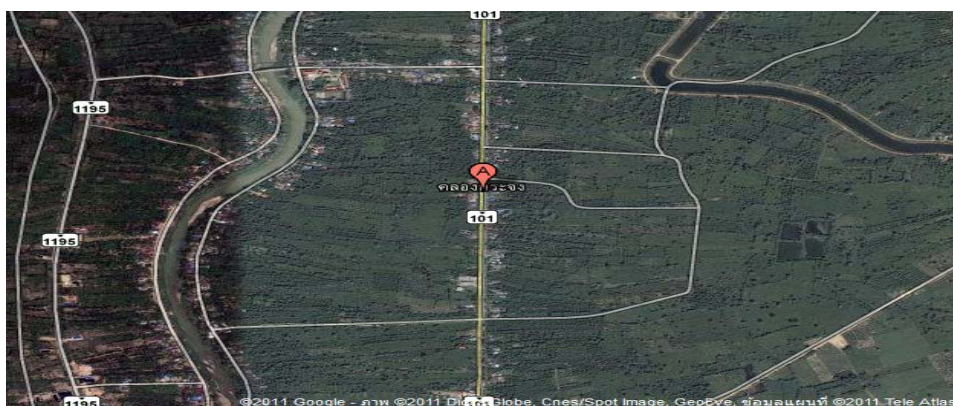
10.2 การสัมภาษณ์ชาวบ้าน

แบบสอบถามที่ใช้นั้นได้รับการทดสอบเบื้องต้นแล้วจากเจ้าหน้าที่กรมชลประทาน และสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดสุโขทัย เนื้อหาภายในแบบสอบถามได้ ครอบคลุมถึงประเด็นของการปรับตัวและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับชาวบ้านและชุมชน ความ ตระหนักรู้ของชาวบ้านที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และข้อเสนอแนะในการ ปรับตัวให้เข้ากับสภาพอุทกภัยในอนาคต ซึ่งกลุ่มตัวอย่างของชาวบ้านที่ใช้ในการศึกษา แบ่งออก ได้เป็นสองกลุ่ม คือ ชาวบ้านที่ประกอบอาชีพเกษตรกร และชาวบ้านที่ประกอบอาชีพค้าขายใน

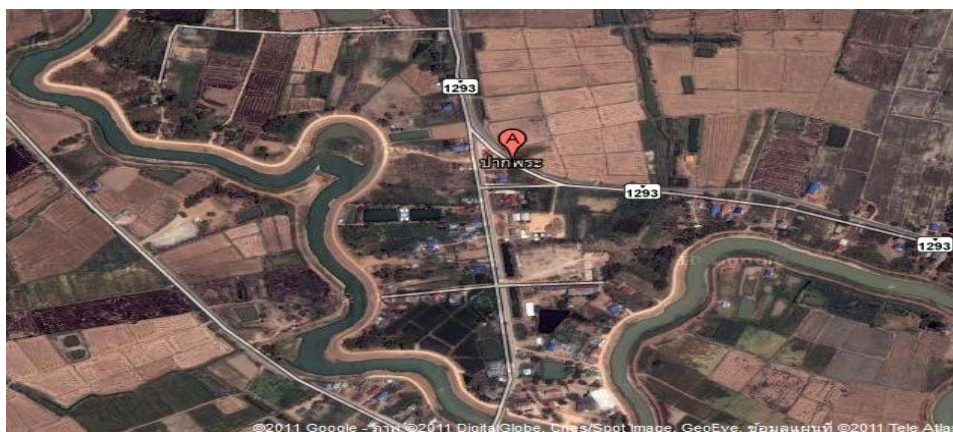
Formatted

เขตเทศบาลเมืองสุโขทัย สำหรับกลุ่มชาวบ้านที่ประกอบอาชีพเกษตรกร ในการศึกษาครั้งนี้
ทั้งหมดสามกลุ่มตัวอย่างจากสามพื้นที่ ได้แก่ เกษตรกรในตำบลคลองกระเจง อำเภอสวรรคโลก
จังหวัดสุโขทัย เกษตรกรในตำบลปากพระ อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย และเกษตรกรในตำบลไกร
ใน อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย

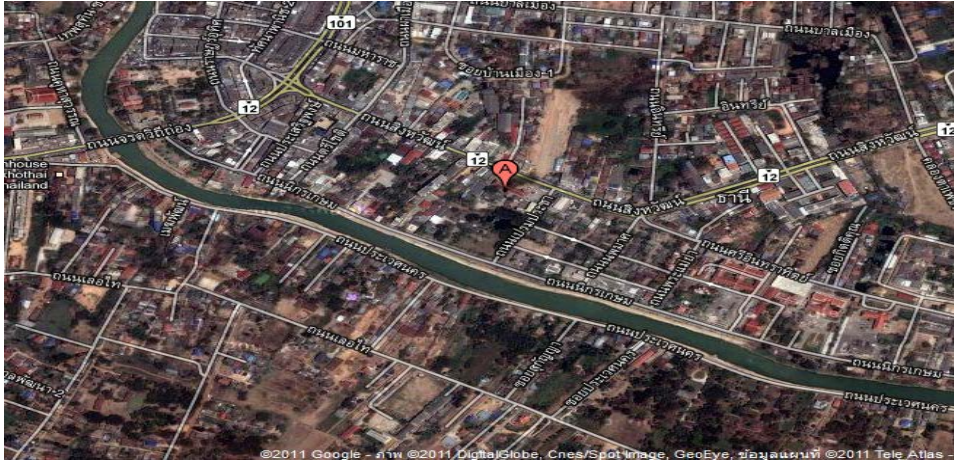
จากตารางที่ 10.1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนของแบบสอบถามทั้งหมดที่ทาง
โครงการต้องการใช้เป็นจำนวนต่ำที่สุดสำหรับกลุ่มตัวอย่างของชาวบ้านกับจำนวนแบบสอบถาม
ที่ชาวบ้านได้ให้ความร่วมมือตอบจริง ซึ่งพบว่าน้อยกว่าจำนวนที่ต้องการที่ตำบลคลองกระเจง
อันมีสาเหตุหลักจากเหตุการณ์อุทกภัยในพื้นที่ดังกล่าวในช่วงเวลาเดียวกับทางคณะผู้ศึกษาของ
โครงการฯได้เข้าไป ซึ่งทำให้ชาวบ้านประสบกับความยากลำบากในการเดินทางพอสมควร จน
ส่งผลให้ไม่สามารถแจกแบบสอบถามให้ชาวบ้านได้ตามจำนวนที่ต้องการ



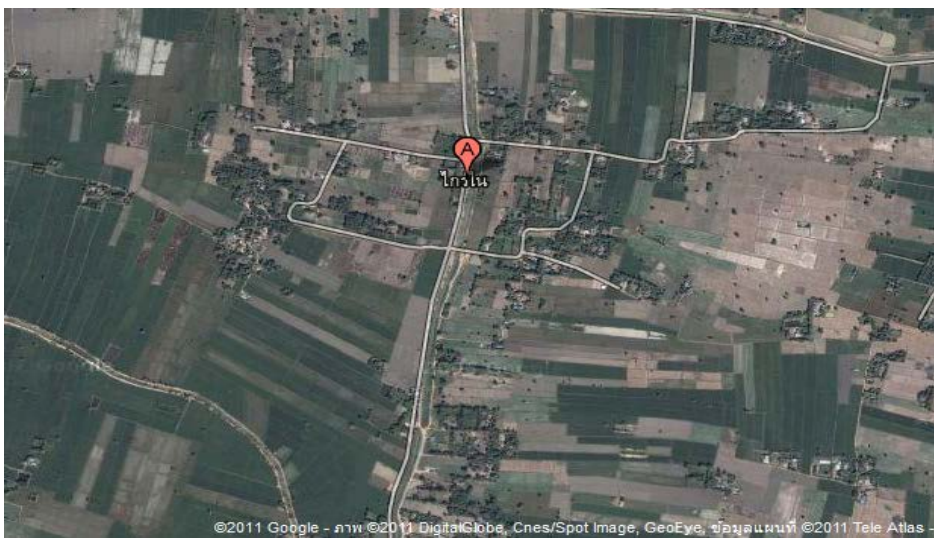
รูปที่ 10.1 พื้นที่ศึกษา - ตำบลคลองกระเจง อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย



รูปที่ 10.2 พื้นที่ศึกษา - ตำบลปากพระ อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย



รูปที่ 10.3 พื้นที่ศึกษา - เทศบาลเมืองสุโขทัย อำเภอเมืองสุโขทัย



รูปที่ 10.4 พื้นที่ศึกษา - ตำบลไกรโน อำเภอกงไกรลาศ

ตารางที่ 10.1 จำนวนของแบบสอบถามที่ได้รับการตอบกลับจริงในพื้นที่ศึกษา

ประเภทของผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวนแบบสอบถามทั้งหมด	จำนวนของแบบสอบถามที่ ชาวบ้านให้ความร่วมมือตอบ
เกษตรกร	ตำบลคลองกระเจง อำเภอ สวรรคโลก	30	18
	ตำบลปากพระ อำเภอเมืองสุโขทัย	30	30
	ตำบลไกรใน อำเภอกงไกรลาศ	30	31
ชาวบ้านในเมือง	เทศบาลเมืองสุโขทัย	30	30
เจ้าหน้าที่กรมชลประทาน		4*	-
เจ้าหน้าที่สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย		4*	-

*จะดำเนินการต่อไปหลังจากวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามชาวบ้านและเสนอมาตรการปรับตัวเสร็จสิ้นแล้ว

10.3 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถาม

การสำรวจสภาพปัญหา ความคิดเห็นและผลกระทบเฉพาะด้านสังคมจากภาคสนามโดยสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถามผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลด้านต่างๆ ได้ครบถ้วน

คณะวิจัยได้วางแนวทางการรวบรวมและสำรวจความคิดเห็นในพื้นที่ โดยใช้
แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ ซึ่งเนื้อหาในแบบสอบถามจะครอบคลุมปัญหาเชิงพื้นที่ (Space) เวลา (Time) และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholder) เพื่อให้สามารถสรุปสภาพปัญหาและผลกระทบในพื้นที่ ทางคณะวิจัยจึงได้แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาล และนอกเขตเทศบาลเมืองสุโขทัย โดยคณะวิจัยได้ออกภาคสนามสำรวจพื้นที่ และเก็บข้อมูลครบทั้งหมดแล้ว จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ซึ่งได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

10.3.1 ข้อมูลทั่วไป

1) อาชีพและรายได้

กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย

ผลสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรตัวอย่างประกอบอาชีพค้าขายเป็นส่วนใหญ่ ประชากรตัวอย่างส่วนมากมีรายได้ต่อเดือนระหว่าง 10,000 -5,000บาทต่อครัวเรือน

กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย

Formatted

ผลสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรตัวอย่างประกอบอาชีพทำนาหรือเกษตรกรรม เป็นส่วนใหญ่ เว้นแต่พื้นที่ตำบลคลองกระเจง อำเภอสุวรรณภูมิที่ประกอบอาชีพทำสวน อาทิเช่น เพาะปลูกกล้วยเพื่อขายใบตอง มะพร้าว ละมุด เป็นต้น ประชากรตัวอย่างที่ประกอบอาชีพทำนา ส่วนมากมีรายได้ต่อปี เริ่มต้นตั้งแต่ 300,000 บาทต่อครัวเรือน มากที่สุดมีรายได้ต่อปีถึง 10,000 บาท ส่วนประชากรตัวอย่างที่ประกอบอาชีพทำสวนมีรายได้ต่อปีอยู่ที่ บาทต่อ 100,000-20,000 บาทต่อ ครัวเรือน

2) ข้อมูลการเพาะปลูก

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า พื้นที่ถือครองประชากรตัวอย่างประกอบอาชีพ เกษตรกรรมมีพื้นที่ถือครองตั้งแต่ 10 - 60 ไร่ พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกคือ สุพรรณบุรี พิษณุโลก พิษณุโลก และ 115 ,110 ,105 ,90 ,60 ปทุมธานี และชัยนาท และเวลาที่ใช้เพาะปลูกมีตั้งแต่ 2 ถึงต่อไร่ ส่วนประชากรตัวอย่างที่ประกอบอาชีพทำสวนมี 90-50 เป็นต้น ผลผลิตที่ได้ตั้งแต่ 120 พื้นที่ถือครองตั้งแต่ 2 ไร่ขึ้นไป มากที่สุดถึง ไร่ 70

ระบบการปลูกพืชของประชากรตัวอย่างประกอบอาชีพทำนา เพาะปลูกปีละสอง ครั้งมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ ของพื้นที่ 10 และปลูกปีละสามครั้งน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 90 ตำบลไกรโนและตำบลปากพระ

แหล่งน้ำที่ประชากรตัวอย่างนอกเขตเมืองใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ คลองชลประทาน คิดเป็นร้อยละ 28 รองลงมาจากแหล่งน้ำอื่นๆ อาทิเช่น น้ำประปา และสูบน้ำจากแม่น้ำยม ร้อยละ 25 นอกจากนี้ประชากรตัวอย่างนอกเขตเมืองยังมีการใช้ประโยชน์จากบ่อน้ำบาดาลอีกด้วย คิดเป็นร้อยละ 23 และใช้น้ำจากคลองซอยต่างๆ คิดเป็นร้อยละ ที่เหลือไม่ 20 แสดงความคิดเห็น

10.3.2 ประสพการณ์น้ำท่วม/ความช่วยเหลือที่เคยได้รับ

1) ประสพการณ์น้ำท่วม

กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย

ผลการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่างมีประสพการณ์น้ำท่วมมากที่สุดร้อยละ 87 ในปี พ.ศ. 2549 และส่วนใหญ่จะประสพเหตุการณ์น้ำท่วมเพียงปีละหนึ่งครั้ง เหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่ระบบสาธารณูปโภค เช่น ไฟฟ้า โทรศัพท์ ประปา ถูกรบกวน ข้าวของเครื่องใช้ในบ้าน ตัวบ้าน หรือคนรอบข้างได้รับบาดเจ็บ หรือเสียชีวิตใดๆ ทั้งสิ้น จากการสัมภาษณ์ พบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่างได้มีการเตรียมการและป้องกัน

เหตุการณ์น้ำท่วมไว้วงหน้าจากประสบการณ์ที่ผ่านมา อาทิเช่น ยกพื้นบ้านให้สูงขึ้น และย้าย
ข้าวของขึ้นชั้นบน เป็นต้น

กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย

ผลการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่างนอกเขตเมืองมีประสบการณ์
น้ำท่วมมากที่สุดร้อยละ 70 ประสบการณ์น้ำท่วมของประชากรกลุ่มตัวอย่างมีตั้งแต่ในปี
พ.ศ.2549-2554 และส่วนใหญ่จะประสบเหตุการณ์น้ำท่วมเพียงปีละหนึ่งครั้งและมากกว่าปีละ
สามครั้ง คิดเป็นร้อยละ 44 และ 24 ตามลำดับ ปีละสองและปีละสามครั้งเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิด
นั้นทำให้เกิดความเสียหายแก่ระบบสาธารณูปโภค เช่น ไฟฟ้า โทรศัพท์ ประปา ถูกบกรวมมาก
ที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง และที่ไม่เกิดความเสียหายเลยก็คือ ตนเองและคนรอบข้างได้รับบาดเจ็บหรือ
เสียชีวิต

Formatted

2) ความรู้สึกที่มีต่อเหตุการณ์น้ำท่วม

กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย

ความรู้สึกที่ประชากรกลุ่มตัวอย่างในเขตเมืองมีขณะเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมนั้น รู้สึก
กังวลใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37 รองลงมาคือความรู้สึกสิ้นหวัง คิดเป็นร้อยละ 13 และที่เหลือ
แสดงความคิดเห็นว่า รู้สึกเคยชินและเฉยๆ ต่อเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้น

กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย

ความรู้สึกที่ประชากรกลุ่มตัวอย่างนอกเขตเมืองมีขณะเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมนั้น
รู้สึกสิ้นหวังและกังวลใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33 และ 26 ตามลำดับ รองลงมาคือรู้สึกกลัวคิดเป็น
ร้อยละ 21 มีความรู้สึกดีใจและตกใจร้อยละ 5 ที่เหลือไม่แสดงความคิดเห็น

3) ความช่วยเหลือหลังจากเหตุการณ์น้ำท่วม

กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย

ผลการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่างในเขตเมือง ส่วนมากได้รับ
การช่วยเหลือจากหน่วยงานราชการ คิดเป็นร้อยละ 60 และบางส่วนไม่ได้รับความช่วยเหลือ
เพราะช่วยเหลือตัวเองก่อน หน่วยงานที่เข้ามาช่วยเหลือในพื้นที่ก็คือ เทศบาลเมืองสุโขทัย สิ่งที่
ได้รับการช่วยเหลือก็คือ กระสอบทราย ถุงยังชีพ ยารักษาโรคและข้าวสาร อาหารแห้ง และปี
ล่าสุดที่ประชากรกลุ่มตัวอย่างในเขตเมืองได้รับการช่วยเหลือหลังจากเหตุการณ์น้ำท่วมคือ ปี
พ.ศ. 2554

Formatted

กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย

ผลการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรกลุ่มตัวอย่างนอกเขตเมือง ส่วนมากได้รับการช่วยเหลือจากหน่วยงานราชการ คิดเป็นร้อยละ 85 โดยหน่วยงานที่เข้ามาช่วยเหลือก็คือ อบต. ผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำชุมชน สหกรณ์เพื่อการเกษตร ธนาคารเกษตรและสหกรณ์ ป้องกันภัยประจำอำเภอ และหน่วยกาชาदनามอบของพระราชทาน และปีล่าสุดที่ประชากรกลุ่มตัวอย่างในเขตเมืองได้รับการช่วยเหลือหลังจากเหตุการณ์น้ำท่วมคือ ปีพ.ศ. 2549 และ 2554

10.3.3 สภาพปัญหาการปรับตัว/การรับรู้/ต่อสถานการณ์น้ำท่วม

1) ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดน้ำท่วม

กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดน้ำท่วมในเขตเมืองสุโขทัยมาจากน้ำไหลบ่าเข้าท่วมพื้นที่ ปริมาณน้ำฝนมาก และระดับน้ำแม่น้ำยมที่สูงขึ้น คิดเป็นร้อยละ 26 23 และ 23 ตามลำดับ และบางส่วนมีความคิดเห็นว่า เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ คิดเป็นร้อยละ 10 ที่เหลือเกิดจากอัตราการปล่อยน้ำจากเขื่อน สถานีระบายน้ำ พายุ/ลมมรสุมพัดผ่าน และการทรุดตัวของดิน

กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดน้ำท่วมนอกเขตเมืองสุโขทัยมาจากปริมาณน้ำฝนมาก น้ำไหลบ่าเข้าท่วมพื้นที่ และระดับน้ำแม่น้ำยมที่สูงขึ้น คิดเป็นร้อยละ 25 24 และ 17 ตามลำดับ และบางส่วนมีความคิดเห็นว่า เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ คิดเป็นร้อยละ 11 ที่เหลือเกิดจากอัตราการปล่อยน้ำจากเขื่อน สถานีระบายน้ำ สถานีระบายน้ำ พายุ/ลมมรสุมพัดผ่าน และการทรุดตัวของดิน

2) การรับรู้ก่อนเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม

กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย

จากการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรตัวอย่างในเขตเมืองส่วนใหญ่จะรับทราบหรือรับรู้ก่อนล่วงหน้าที่จะน้ำจะเข้าท่วมพื้นที่ของตน คิดเป็นร้อยละ 83 การรับทราบข่าวสารนั้น ประชากรตัวอย่างในเขตเมืองจะรับรู้ก่อนล่วงหน้าประมาณ 1-2 วัน หรือ 3-4 วัน จากประกาศของรถกระจายเสียงของเทศบาลแจ้งเตือนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52 นอกจากนั้นรับรู้จากวิทยุชุมชน ข่าวสารจากโทรทัศน์ และระบบเตือนภัยของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คิดเป็นร้อยละ 17 และ 14 ตามลำดับ

กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย

จากการสำรวจภาคสนามพบว่าประชากรตัวอย่างนอกเขตเมืองส่วนใหญ่จะรับทราบหรือรับรู้ก่อนล่วงหน้าทีมน้ำจะเข้าท่วมพื้นที่ของตน คิดเป็นร้อยละ 57 และจะรับรู้ก่อนล่วงหน้าประมาณ 12 ชั่วโมง หรือ 1-2 วัน หรือ 3-4 วัน และ วัน รับรู้จากข่าวสารจากโทรทัศน์ 7 มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47 และจากแหล่งอื่นๆ เช่น หอกระจายเสียงประกาศของผู้ใหญ่บ้าน และประกาศของอบต.ที่เหลืรับรู้จากวิทยุชุมชนและระบบเตือนภัย 33 ร้อยละ .

3) สภาพปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในปีตัวอย่าง พ.ศ.2549

กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย

จากการสำรวจภาคสนามพบว่าประชากรตัวอย่างในเขตเมืองที่ประสบปัญหาน้ำท่วมในปีพ.ศ. 2549 นั้น ระยะเวลาที่น้ำท่วมตั้งแต่ 1 วันขึ้นไปมากที่สุดนานถึง 7 วัน และระดับน้ำที่เข้าท่วมพื้นที่ตั้งแต่ 15, 30, 70, 120 และ 150 เซนติเมตร เป็นต้น และจากการสำรวจ พบว่า น้ำที่เข้าท่วมพื้นที่มาจากน้ำเหนือจากจังหวัดแพร่และแม่น้ำยม

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรในเขตเมืองส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2549 ทำให้ข้าวของเสียหายมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 29 รองลงมาส่งผลให้เกิดโรคน้ำกัดเท้า บ้านเรือนเสียหาย+0ย น้ำระบายออกช้า ทำให้น้ำท่วมขังเป็นเวลานาน คิดเป็นร้อยละ 23 13 และ 13ตามลำดับ และไม่ได้ให้คำตอบร้อยละ 22

การแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดสถานการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2549 ของประชากรในเขตเมือง พบว่า ได้มีการแก้ไขปัญหาโดยการกันกระสอบทราย และติดตั้งเครื่องสูบน้ำ คิดเป็นร้อยละ 28 และ19 ตามลำดับ ที่เหลือขอรับบริจาคข้าวของเครื่องใช้ที่จำเป็น ขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและอพยพออกจากพื้นที่อยู่อาศัยบางส่วนย้ายข้าวของขึ้นชั้นสอง ยกพื้นบ้านให้สูงขึ้น และบางส่วนก็ปล่อยให้เข้าท่วมบ้านหลังจากน้ำลดจึงค่อยทำความสะอาดบ้านที่หลัง

การเตรียมตัวก่อนเกิดสถานการณ์ในปี พ.ศ.2549 พบว่า ประชากรตัวอย่างในเขตเมืองมีการเตรียมรับมือด้วยการติดตามสถานการณ์ตลอดเวลาที่สุด คิดเป็นร้อยละ31 และช่วยเหลือตัวเองก่อนรอภาครัฐ คิดเป็นร้อยละ 16 บางส่วนกักตุนอาหารและข้าวของเครื่องใช้ที่จำเป็น คิดเป็นร้อยละ 11 ที่เหลือทำความคุ้นเคยกับระบบการเตือนภัยของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และขั้นตอนการอพยพและบันทึกหมายเลขโทรศัพท์สำหรับเหตุการณ์ฉุกเฉิน และเก็บไว้ตามที่จำง่าย และไม่ให้คำตอบร้อยละ 22

กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรนอกเขตเมืองส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์น้ำท่วมในปีพ.ศ.2549 ทำให้พื้นที่เกษตรเสียหายมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 32 รองลงมาส่งผลให้เกิดน้ำระบายออกช้า ทำให้น้ำท่วมขังเป็นเวลานาน คันกั้นน้ำขาดทำให้น้ำไหลเข้าพื้นที่ และราคาผลผลิตตกต่ำ คิดเป็นร้อยละ 24 21 และ 17 ตามลำดับ ที่เหลือเกิดความเสียหายกับปศุสัตว์ (สุกร /ไก่ /เป็ด /โค)

การแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดสถานการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ.2549 ของประชากรนอกเขตเมือง พบว่า ได้มีการแก้ไขปัญหาโดยปรับปรุงระบบระบายน้ำและบรรเทาอุทกภัย เช่น สร้างคันกั้นน้ำ กั้นกระสอบทราย ขุดลอกคลอง ฯลฯ และเสริมคันดินริมฝั่งคลอง และทางน้ำให้สูงขึ้น คิดเป็นร้อยละ 37 และ 35 ตามลำดับ บางส่วนช่วยตัวเองก่อน ด้วยการกู้เงินธนาคาร (เพื่อนำมาแก้ไขปัญหา) คิดเป็นร้อยละ 20 ที่เหลือก็เป็นการแก้ไขด้วยการติดตั้งสถานีสูบน้ำและอพยพออกจากพื้นที่อยู่อาศัย

การเตรียมตัวก่อนเกิดสถานการณ์ในปี พ.ศ.2549 พบว่า ประชากรตัวอย่างนอกเขตเมืองมีการเตรียมรับมือด้วยการติดตามสถานการณ์ตลอดเวลามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38 รองประกาศเตือนล่วงหน้าก่อนที่จะปล่อยน้ำ คิดเป็นร้อยละ 26 หันมาช่วยตัวเองก่อนรอกภาครัฐ อเช่น นำบ่อบสูบน้ำออกเอง, บันคันดิน เป็นต้น และลดพื้นที่เพาะปลูกให้เหมาะสม คิดเป็นร้อยละ (20 และ 12 บางส่วนหาพื้นที่อื่นเพื่อจัดทำแก้มลิงแหล่งกักเก็บน้ำชั่วคราวและผันน้ำไปพื้นที่อื่น ที่/ใกล้เคียง คิดเป็นร้อยละ 4

4) ความต้องการที่จะให้ทางภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเข้ามาช่วยเหลือ

ความต้องการ	พื้นที่ศึกษา	อันดับที่ 1	อันดับที่ 2	อันดับที่ 3
-------------	--------------	-------------	-------------	-------------

ด้านความ ช่วยเหลือ	กลุ่มพื้นที่ใน เขตเมือง สุโขทัย	ประกาศเตือนภัยล่วงหน้า	จัดทำแผนช่วยเหลือร่วมกับ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	สูบน้ำช่วยเหลือ
	กลุ่มพื้นที่ นอกเขตเมือง สุโขทัย	จัดทำแผนช่วยเหลือร่วมกับ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	จัดเจ้าหน้าที่ดูแลผู้ได้รับความ เดือดร้อนอย่างทั่วถึง	ประกาศเตือนภัยล่วงหน้า
ด้านก่อสร้าง	กลุ่มพื้นที่ใน เขตเมือง สุโขทัย	สร้างแนวป้องกันน้ำ	จัดหางบประมาณ สร้างประตูกันน้ำเพิ่มขึ้น	จัดหาที่ดินและงบประมาณ เพื่อสร้างแก้มลิง
	กลุ่มพื้นที่ นอกเขตเมือง สุโขทัย	สร้างแนวป้องกันน้ำ	จ่ายค่าชดเชย ช่วยเหลือเกษตรกร	จัดหาที่ดินและงบประมาณ เพื่อสร้างแก้มลิง
ด้าน เศรษฐศาสตร์	กลุ่มพื้นที่ใน เขตเมือง สุโขทัย	จ่ายค่าชดเชยความเสียหาย มากขึ้น	จัดสรรงบประมาณเข้ามา ช่วยเหลือมากขึ้น	ช่วยเหลือในเรื่องอาชีพ
	กลุ่มพื้นที่ นอกเขตเมือง สุโขทัย	จัดหาปุ๋ยราคาถูก	จัดสรรงบประมาณเข้ามา ช่วยเหลือมากขึ้น	สนับสนุนเรื่องค่าซื้อเพลิง (สูบน้ำ)

กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรในเขตเมืองถึงการวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ข้อมูลที่ต้องการทราบและรับรู้มากที่สุดคือ การวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถทำนายความรุนแรงของการเกิดอุทกภัยได้ สามารถทำนายพื้นที่ที่จะเกิดอุทกภัยได้ และสามารถทำนายระยะเวลาก่อนเกิดอุทกภัยได้ คิดเป็นร้อยละ ตามลำดับ ที่ 27 และ 30 32 เหลือสามารถทราบปัญหายานนอกที่จะทำให้เกิดอุทกภัยได้

กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย

ผลจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ประชากรนอกเขตเมืองถึงการวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ข้อมูลที่ต้องการทราบและรับรู้มากที่สุดคือ สามารถทำนายระยะเวลาก่อนเกิดอุทกภัยได้ สามารถทำนายพื้นที่ที่จะเกิดอุทกภัยได้ สามารถทำนายความรุนแรงของการเกิดอุทกภัยได้ และสามารถทราบปัญหายานนอกที่จะทำให้เกิดอุทกภัยได้ คิดเป็นร้อยละ ตามลำดับ 19 และ 19 24 29 ที่เหลือไม่แสดงความคิดเห็น

5) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีต่อภาครัฐหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	กลุ่มพื้นที่ในเขตเมืองสุโขทัย	กลุ่มพื้นที่นอกเขตเมืองสุโขทัย
เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์น้ำท่วม	1. ไม่ตัดไม้ทำลายป่า 2. ช่วยกันปลูกป่า 3. สร้างเขื่อนแก่งเสือเต้น 4. สร้าง dike ให้สูงขึ้นและหนาแน่นกว่าเดิม 5. สร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ ใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยว, ทำมาหากินได้ 6. เปิดประตูน้ำทุกคลอง, อย่าปิดประตูน้ำตาย 7. ขุดลอกคลอง	1. สร้างเขื่อนแก่งเสือเต้นและเขื่อนแม่สะเคียบ, ปรับปรุงระบบระบายน้ำ, เขื่อนเรียงหินให้ดี 2. แจกจ่ายพันธุ์ไม้ให้ประชาชนปลูกในไร่ เช่น สัก ประดู่ พยูง เพื่อช่วยลดภาวะโลกร้อนได้อีกด้วย 3. สร้างฝายกั้นน้ำ 4. สร้างเขื่อนสำหรับกักเก็บน้ำไว้ใช้หน้าแล้ง /และแนวป้องกันน้ำเวลาน้ำมาก 5. ขุดคลองระบายน้ำ 6. ส่งเสริมให้ปลูกป่า/อนุรักษ์ 7. ติดตามสถานการณ์ 8. ไม่ตัดไม้ทำลายป่า
ในการปรับตัวต่อเหตุการณ์น้ำท่วม	1. ขุดลอกแม่น้ำ, ป้องกันตลิ่งพังทลาย 2. สร้างแก้มลิงเพิ่มขึ้น 3. ขุดลอกแม่น้ำ/คลอง 4. วางแนวกระสอบทรายเสริมเพิ่มตามแนวคันกันแม่น้ำ 5. ภาครัฐช่วยเหลือมากกว่านี้	1. ปรับปรุงพันธุ์พืช /เปลี่ยนเวลาปลูกพืช 2. ระบบท่อระบายน้ำ 3. ขุดคู/คลอง กักน้ำส่วนเกินและเก็บไว้ใช้หน้าแล้ง 4. ขุดลอกคลอง และปลูกต้นไม้ที่ทนแวกันดินพัง

มาตรการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งประกอบด้วยข้อเสนอแนะที่มีต่อภาครัฐจากชาวบ้านและจากการศึกษาเพิ่มเติมในรายงานฉบับนี้ สามารถสรุปเพิ่มเติมด้วยตัวอย่างของรูปภาพดังต่อไปนี้



รูปที่ 10.5 ตัวอย่างของระบบเตือนภัยน้ำท่วม

ที่มา: Drainage Service Department, Hong Kong

ในรูปนี้แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวในรูปแบบหนึ่งที่ไม่ใช้โครงสร้าง ซึ่งคือการติดตั้งระบบเตือนภัยน้ำท่วมหรือหายนะภัยทางธรรมชาติอื่นๆ โดยมีจุดประสงค์ให้ชาวบ้านในพื้นที่เสี่ยงภัยสามารถรู้ข้อมูลล่วงหน้าได้ในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม และสามารถในข้อมูลที่ได้ไปตัดสินใจว่าควรดำเนินการต่อไปอย่างไร เช่น อพยพออกจากที่อยู่อาศัย เป็นต้น ข้อดีของวิธีการประเภทที่ไม่ใช้โครงสร้างนี้คือ การดำเนินการสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ไม่สิ้นเปลืองงบประมาณในระดับเดียวกับมาตรการก่อสร้าง แต่จำเป็นอย่างยิ่งที่ชาวบ้านจะต้องมีระดับของความตระหนักรู้ต่อสภาพปัญหาและมีความสามารถในการปรับตัวอยู่พอสมควร

สำหรับตัวอย่างของมาตรการเชิงโครงสร้าง ที่ชาวบ้านเสนอแนะมาเช่น การสร้างแนวป้องกันน้ำ หรือ การก่อสร้างอาคารทางชลศาสตร์อื่นๆ มีจุดประสงค์เพื่อชะลอปริมาณน้ำสูงสุดให้เข้าสู่พื้นที่เสี่ยงภัยให้ช้าที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ หรือป้องกันไม่ให้ปริมาณน้ำที่ไหลมาตามลำน้ำ สามารถถล่มถึงได้โดยง่าย อันจะสร้างความเสียหายกับชุมชนที่ใช้ชีวิตอยู่ใกล้แม่น้ำต่อไปเป็นอย่างมาก



รูปที่ 20.6 ตัวอย่างคันดินกั้นน้ำในรัฐ California

11. สรุป การปรับตัว

แนวทาง

จากการศึกษาในโครงการปรับตัวครั้งนี้ด้วยผลของการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ รวมถึงผลจากการจำลองสภาพน้ำท่วมจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และจากการทำแบบสอบถามกับชาวบ้าน สามารถสรุปมาตรการในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพน้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยได้ดังต่อไปนี้

11.1 มาตรการเชิงโครงสร้าง

มาตรการเชิงโครงสร้างของการปรับตัวในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ได้แก่

- 1) ก่อสร้างและดำเนินการพื้นที่แก้มลิงทุ่งทะเลหลวง 1 และทุ่งทะเลหลวง 2 และอาคารประกอบอื่นๆ เช่น คลองผันน้ำ ประตูระบายน้ำให้สมบูรณ์
- 2) ก่อสร้างระบบคลองระบายน้ำเพิ่มเติมเพื่อเร่งระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่เขตเทศบาลเมืองสุโขทัย
- 3) กันพื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำยมทั้งหมดให้เป็นพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วม (Floodplain) เพื่อให้พื้นที่ชะลอน้ำหลากเพิ่มเติม
- 4) ก่อสร้างและบำรุงรักษาคันดิน เขื่อนเรียงหิน และคันกันน้ำแบบคอนกรีต ซึ่งสร้างกันแม่น้ำยม ให้ได้มาตรฐานทางวิศวกรรม โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดความเสียหายแก่ชุมชนในกรณีที่เกิดน้ำท่วมหลากหรือพังทลายลง

11.2 มาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง

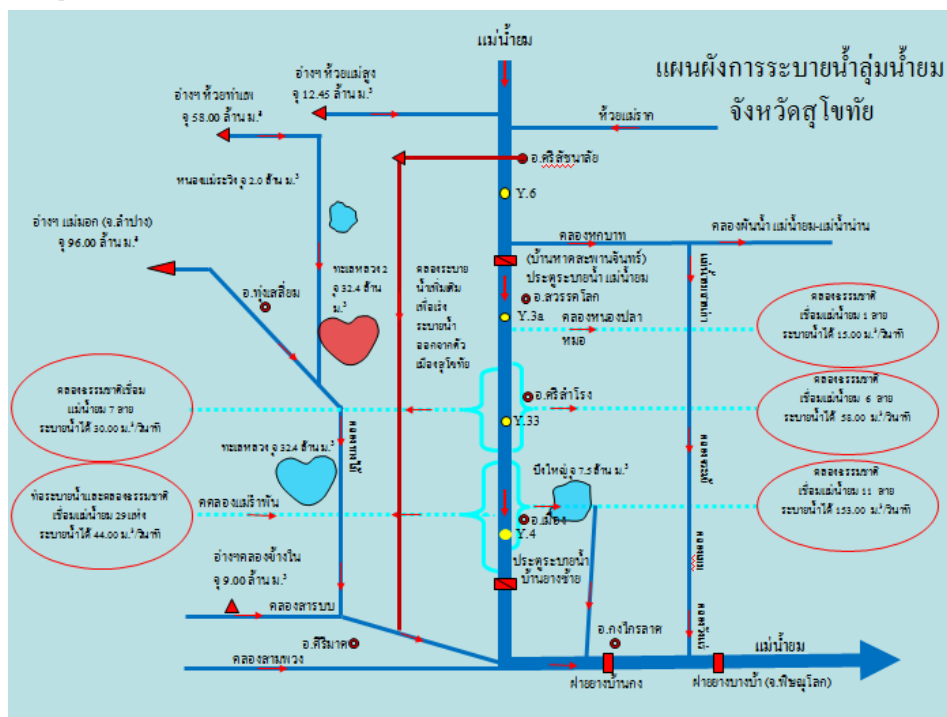
- 1) สร้างความตระหนักรู้ให้กับชาวบ้านกับทัศนคติกับการ “ใช้ชีวิตกับน้ำท่วม”
- 2) ออกแบบมาตรการลดความเสี่ยงภัยแก่พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากอย่างเหมาะสม โดยอาจอยู่ในรูปแบบของการประกันภัยน้ำท่วม หรือการชดเชยอื่นๆที่เป็นการบรรเทาความเสียหายจากเหตุการณ์อย่างเหมาะสม
- 3) องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น รวมถึงภาครัฐจากส่วนกลาง ควรมีงบประมาณสนับสนุนและช่วยเหลือชาวบ้านในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยที่สามารถทนต่อสภาพน้ำท่วมได้ดีไม่เสียหาย (Flood-proofing)
- 4) การวางผังเมืองและการบังคับใช้กฎหมายอย่างเคร่งครัดเพื่อลดการพัฒนาเมืองในพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วม รวมถึงจัดโซนเสี่ยงภัยการเกิดน้ำท่วม
- 5) วางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่ที่ยังไม่มีการพัฒนาอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรุกร้าของชุมชน อันจะเป็นการเพิ่มความเสียหายจากอุทกภัยได้
- 6) พัฒนาระบบทำนายนายและเตือนภัยจากน้ำท่วมให้สามารถแจ้งชาวบ้านให้สามารถเตรียมตัวได้อย่างทันท่วงทีมากขึ้น ทั้งนี้จะต้องมีการประสานงานกับหน่วยงานราชการ

และองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น เช่น อบต. อบจ. อย่างสอดคล้องเป็นหนึ่งเดียวด้วย จึงทำให้การเตือนภัยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

12. ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยได้แสดงว่าผลจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศได้ทำให้ปริมาณของน้ำท่าในแม่น้ำยมในเขตจังหวัดสุโขทัยเพิ่มขึ้นในอนาคต ดังนั้นจึงมีข้อเสนอแนะให้ดำเนินมาตรการปรับตัวทั้งในเชิงโครงสร้างและไม่ใช้โครงสร้างดังที่ได้กล่าวไว้แล้วอย่างมีประสิทธิภาพ มาตรการเตือนภัยน้ำท่วม การก่อสร้างโครงสร้างต่างๆที่จำเป็นจะต้องเร่งดำเนินการ รวมถึงมาตรการเกี่ยวกับการชดเชยค่าเสียหายที่มุ่งเป้าไปที่กลุ่มบุคคลซึ่งมีความพร้อมน้อยที่สุดและจะเกิดความเสียหายอย่างรุนแรงหากไม่ได้รับความช่วยเหลือ นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องมีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องของการจัดการความเสี่ยง(Risk management) และสร้างแบบจำลองความเสียหายจากอุทกภัย (Flood loss estimation model) ที่ควบรวมกับแบบจำลองน้ำท่าปกติ เพื่อให้สามารถประเมินความเสียหายในเชิงพื้นที่ได้ต่อไป

สำหรับมาตรการเชิงโครงสร้างที่ทางคณะผู้วิจัยได้เสนอไปในหัวข้อที่ 11.1 สามารถแสดงได้ในรูปภาพที่ 11.1 ดังนี้



รูปที่ 11.1 มาตรการบรรเทาอุทกภัยของจังหวัดสุโขทัยในปัจจุบันและมาตรการที่ผู้วิจัยเสนอเพิ่มเติม

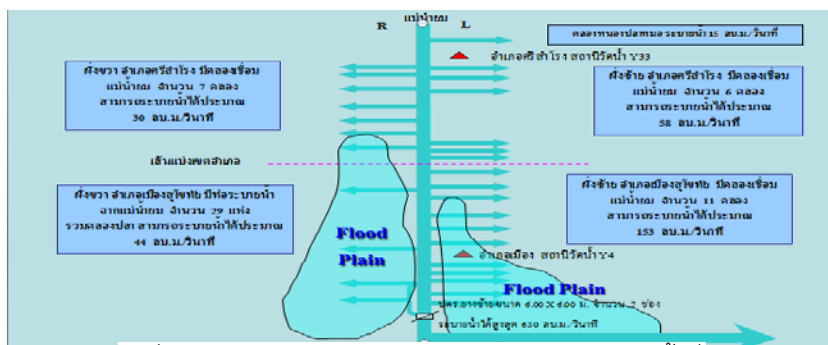
จากรูปที่ 11.1 จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันทางโครงการชลประทานสุโขทัย ซึ่งนอกจากมีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดสรรน้ำเพื่อการชลประทานแก่เกษตรกรในจังหวัดสุโขทัยแล้ว ยังได้ดำเนินการมาตรการเชิงโครงสร้างเพื่อช่วยบรรเทาสภาพอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย

สาระสำคัญของมาตรการที่ได้ดำเนินการไปโดยส่วนใหญ่ ประกอบด้วย

- 1) การดำเนินการพร่องน้ำทั้งในอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก ขนาดกลาง และพื้นที่แก้มลิง
- 2) การก่อสร้างประตูระบายน้ำแม่ข่าย (บ้านหาดสะพานจันทร์) ประตูระบายน้ำคลองหกบาท และประตูระบายน้ำบ้านยางซ้าย เพื่อให้สามารถควบคุมปริมาณการไหลในลำน้ำแม่ข่ายได้
- 3) การก่อสร้างคลองหกบาทให้เชื่อมกับแม่น้ำยมสายเก่า เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นคลองระบายน้ำหลัก (Floodway)
- 4) การก่อสร้างคันกั้นน้ำแบบคอนกรีตที่บริเวณเทศบาลเมืองสุโขทัยเพื่อป้องกันการไหลเอ่อล้นตลิ่งจนเข้าท่วมพื้นที่เศรษฐกิจของจังหวัดสุโขทัย

5) การก่อสร้างแก้มลิงบึงใหญ่ และแก้มลิงทุ่งทะเลหลวง เพื่อรับน้ำในช่วงวิกฤติไว้ส่วนหนึ่ง

จากมาตรการต่างๆ ทั้งหมดที่กล่าวมานั้น จะเห็นได้ว่าสามารถช่วยบรรเทาสถานการณ์ได้ประมาณหนึ่งแต่อย่างไรก็ดี เนื่องจากข้อจำกัดหลายประการทั้งจากสภาพภูมิประเทศและการที่ไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำขนาดใหญ่บริเวณต้นน้ำอย่างแท้จริง ประกอบกับสภาพลำน้ำที่มีความจุไม่มากนัก ทำให้จังหวัดสุโขทัยไม่สามารถหลีกเลี่ยงสภาวะอุทกภัยซ้ำซากได้ ด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้วิจัยจึงได้เสนอรูปแบบการปรับตัวเพิ่มเติม ประการแรกคือแบบใช้โครงสร้าง ซึ่งข้อเสนอก็คือให้มีการก่อสร้างคลองระบายขนาดใหญ่อีกเส้นหนึ่งที่จะผลักน้ำออกจากพื้นที่เหนือตัวเมืองสุโขทัย (บริเวณอำเภอศรีสัชนาลัย) และคลองนี้จะมีแรงระบายน้ำตามเส้นทางตัดตรงมายังบริเวณอำเภอกงไกรลาศเพื่อมาบรรจบกับคลองที่เชื่อมกับอ่างเก็บน้ำคลองช้างในและแรงดันน้ำออกสู่ฝ่าย่างบ้านงคตต่อไป นอกจากนี้พื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำยมที่มีขนาดใหญ่และเป็นทั้งพื้นที่เกษตรและพื้นที่ที่กว้างว่างเปล่าจะถูกจัดสรรให้เป็นพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) ต่อไป ดังรูปที่ 11.2 ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าวจะต้องมีมาตรการเยียวยาต่อไป



รูปที่ 11.2 ข้อเสนอรูปแบบการปรับตัวโดยการปล่อยให้พื้นที่
ฝั่งขวาของแม่น้ำยมมีสภาพเป็นพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมชลประทาน, โครงการบรรเทาอุทกภัยลำน้ำยม-ลำน้ำน่าน. รายงานการศึกษาความเหมาะสม , 2545

กรมชลประทาน, โครงการบรรเทาอุทกภัยลำน้ำยม-ลำน้ำน่าน. รายงานการศึกษาและวิเคราะห์ จัดทำแผนรวมการบรรเทาอุทกภัย, 2545.

สุจิต คูณธนกุลวงศ์ และคณะ. รายงานผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อสภาพ
ชลประทานและน้ำบาดาล (กรณีศึกษา โครงการชลประทานพลายชุมพล). หน่วย
ปฏิบัติการวิจัยและระบบจัดการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. กันยายน 2553

สุจิต คูณธนกุลวงศ์. สภาพการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทยกับผลกระทบทางด้านน้ำ, หน่วย
ปฏิบัติการวิจัยและระบบจัดการแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. ตุลาคม 2553

รัฐพันธ์ ธีระมนัส. ประสิทธิภาพการบรรเทาอุทกภัยของอ่างเก็บน้ำแก่งเสือเต้น. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารธุรกิจ วิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2547.

ภาษาอังกฤษ

ABI, 2004: *A Changing Climate for Insurance – A Summary Report for Chief Executives and Policymakers*. Association of British Insurers, London, 20pp.

Agrawala, S. and M.A. Cane, 2002: Sustainability: lessons from climate variability and climate change. *Columbia Journal of Environmental Law*, **27**, 309-321.

Barrow EM, Hulme M, Semenov M. 1996. Effect of using different methods in the construction of climate change scenarios: examples for Europe. *Climate Research* **7**: 195–211

CEA, 2006: *Climate Change and Natural Events – Insurers contribute to face the challenges*. Comité Européen des Assurances, Paris, 27 pp.

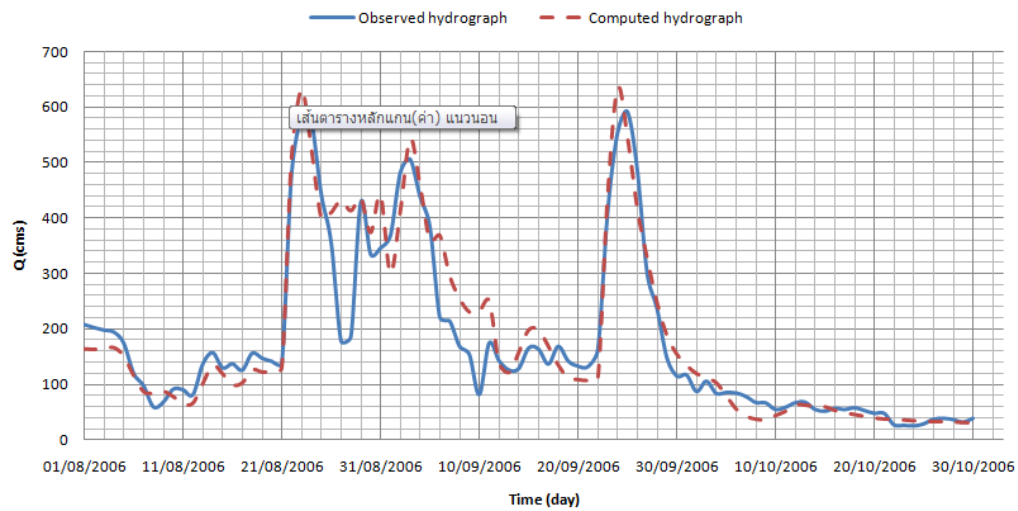
CU_WRSRU, The Impact of Climate Change towards Irrigation Systems and Adaptation Measures (Wang Bua Irrigation Project, Kamphaengphet Province:case study), March 2011

- Conway D, Hulme M. 1996. The impacts of climate variability and future climate change in the Nile Basin on water resources in Egypt. *Water Resources Development* 12(3): 277–296
- Cubash U, von Storch H, Waszkewitz J, Zorita E. 1996. Estimates of climate change in Southern Europe derived from dynamical climate model output. *Climate Research* 7: 129–149.
- Dlugolecki, A. and S. Lafeld, 2005: *Climate Change and the Financial Sector: An Agenda for Action*. Allianz and theWorldWildlife Fund, Munich, 57 pp.
- Easterling,W.E., B.H. Hurd and J.B. Smith, 2004: *Coping with Global Climate Change: The Role of Adaptation in the United States*. Pew Center on Global Climate Change, Arlington, Virginia, 40 pp.
- Goklany, I.M., 1995: Strategies to enhance adaptability: technological change, sustainable growth and free trade. *Climatic Change*, 30, 427-449.
- Hewitson BC, Crane RG. 1996. Climate downscaling: techniques and application. *Climate Research* 7: 85–95.
- Hulme M, Conway D, Jones PD, Jiang T, Barrow EM, Turney C. 1995. Construction of a 1961–1990 European climatology for climate change modelling and impact applications. *International Journal of Climatology* 15: 1333–1363.
- ICHARM, Flood Hazard Mapping Manual. June 2005
- IPCC, Climate models and Their Evaluation. 2007
- IPCC Working Group II, Assessment of Adaptation practices, options, constraints and capacity. 2007
- IPCC Working Group III, IPCC Special Report Emission Scenarios – Summary for Policymakers. 2000
- Loster, T., 2005: Strategic management of climate change: options for the insurance industry. *Weather catastrophes and climate change - Is there still hope for us?* Geo Risks Research, MunichRe, Munich, 236-243.
- Mills, E. and E. Lecomte, 2006: *From Risk to Opportunity: How Insurers Can Proactively and Profitably Manage Climate Change*. Ceres, Boston, Massachusetts, 42 pp.

- Ribot, J.C., A.R. Magalhaes and S.S. Panagides, Eds., 1996: *Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability in the Semi-Arid Tropics*. Cambridge University Press, Cambridge, 189 pp.
- Sharma, D. ; Gupta D.A. ; and Babel, M. S. Spatial disaggregation of bias-corrected GCM precipitation for improved hydrologic simulation: Ping River Basin, Thailand . *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 4 (2007): 35–74.
- Smit, B., O. Pilifosova, I. Burton, B. Challenger, S. Huq, R.J.T. Klein and G. Yohe, 2001: Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of the Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, J.J. McCarthy, O. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S. White, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 877-912.
- Smith JB, Pitts G. 1997. Regional climate change scenarios for vulnerability and adaptation assessments. *Climatic Change* **36**: 3–21.
- Smith, J.B., 1997: Setting priorities for adapting to climate change. *Global Environ. Chang.*, **7**, 251-264.
- Strzepek KM, Yates DN. 1997. Climate change impacts on the hydrologic resources of Europe: a simplified continental scale analysis. *Climatic Change* **36**: 79–92.
- Wilby RL, Wigley TML. 1997. Downscaling general circulation model output: a review of methods and limitations. *Progress in Physical Geography* **21**(4): 530–548.
- U.S. Army Corps of Engineers (USACE), “HEC-RAS River analysis system: Hydraulics reference manual version 4.1”, Retrieved from <http://www.hec.usace.army.mil>, Public distribution unlimited, 2001.
- Valverde, L.J. and M.W. Andrews, 2006: *Global Climate Change and Extreme Weather: An Exploration of Scientific Uncertainty and the Economics of Insurance*. Insurance Information Institute, New York, 51 pp.

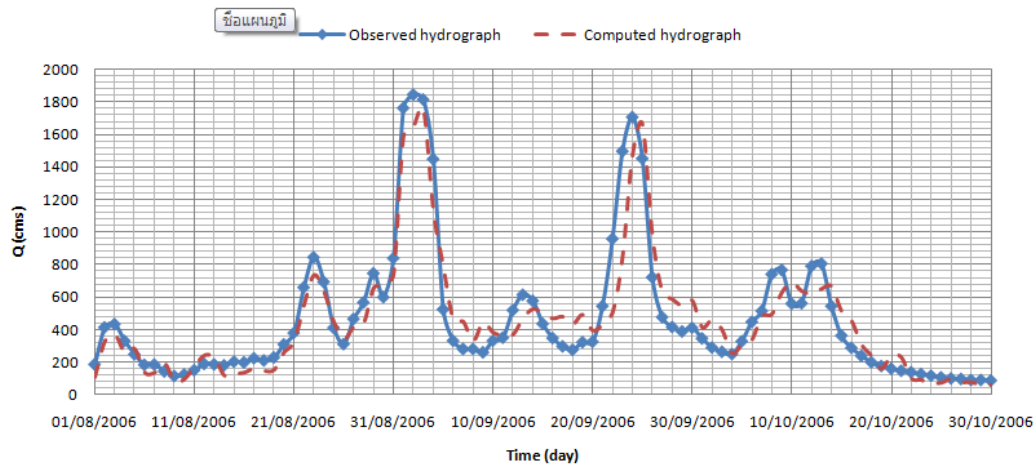
ภาคผนวก 1
ผลการเปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลอง
HEC – RAS ด้วยข้อมูลน้ำท่าปี 2545 และปี 2549

Observed VS Computed hydrograph at Y.16 station



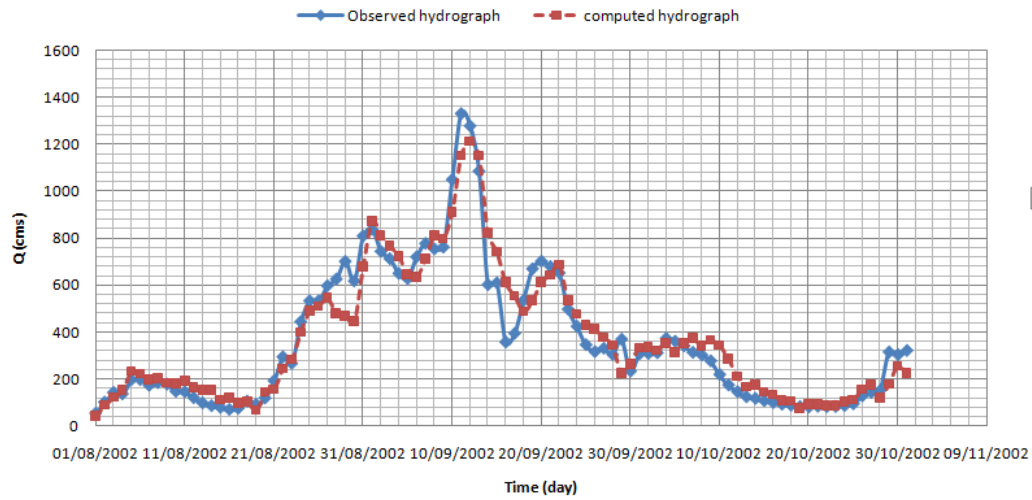
รูปที่ 1.1 การเปรียบเทียบข้อมูลน้ำท่าจากแบบจำลองและการวัดจริงในสถานี Y.16 ปี 2549

Observed VS computed Hydrograph of Y.6 Station (2006) - Calibration



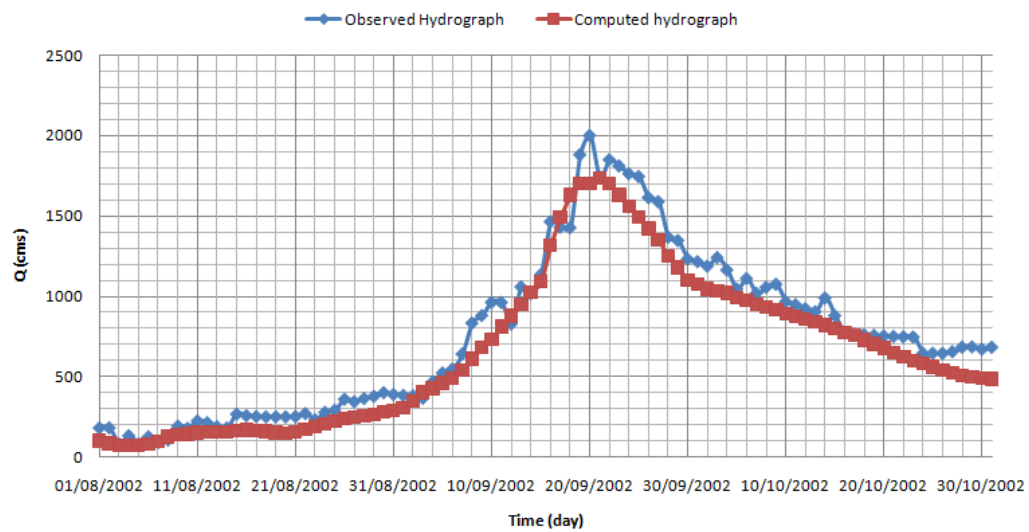
รูปที่ 1.2 การเปรียบเทียบข้อมูลน้ำท่าจากแบบจำลองและการวัดจริงในสถานี Y.6 ปี 2549

Observed hydrograph VS Computed hydrograph of Y.6 station (2002) - Verification



รูปที่ 1.3 การสอบทานแบบจำลองด้วยข้อมูลน้ำท่าปี 2545 สถานี Y.6

Observed vs Computed hydrograph at Y.16 station- Verification



รูปที่ 1.4 การสอบทานแบบจำลองด้วยข้อมูลน้ำท่าปี 2545 สถานี Y.16

ภาคผนวก 2
ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง
HEC-RAS กรณีสภาพปัจจุบัน (ปี 2538, 2545, 2549)

ตารางที่ 2.1 สรุปสภาพอุทกภัยในอดีตที่ผ่านมาในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย (ปี 2538, 2545) - ระดับน้ำ

Formatted

ตำแหน่ง พิจารณา	สถานีอ้างอิง	พื้นที่รับน้ำ (ตร. กม.)	ระดับตลิ่ง (ม). รทก.)	ระดับน้ำนองสูงสุด (ม). รทก.)			
				ปี 2538	วันที่เกิด	ปี 2545	วันที่เกิด
อ. ศรีสัชนาลัย	Y.14	12,131	+76.44	76.59	4 กย.	73.93	11 กย.
	Y.6	12,658	+69.10	68.62	5 กย.	66.92	11 กย.
อ. สวรรคโลก	Y.3A	13,583	+61.03	61.08	5 กย.	61.39	11 กย.
อ. เมือง	Y.4	17,731	+50.21	50.12	5 กย.	50.14	11 กย.

ตารางที่ 2.2 สรุปสภาพอุทกภัยในอดีตที่ผ่านมาในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย (ปี 2549) - ระดับน้ำ

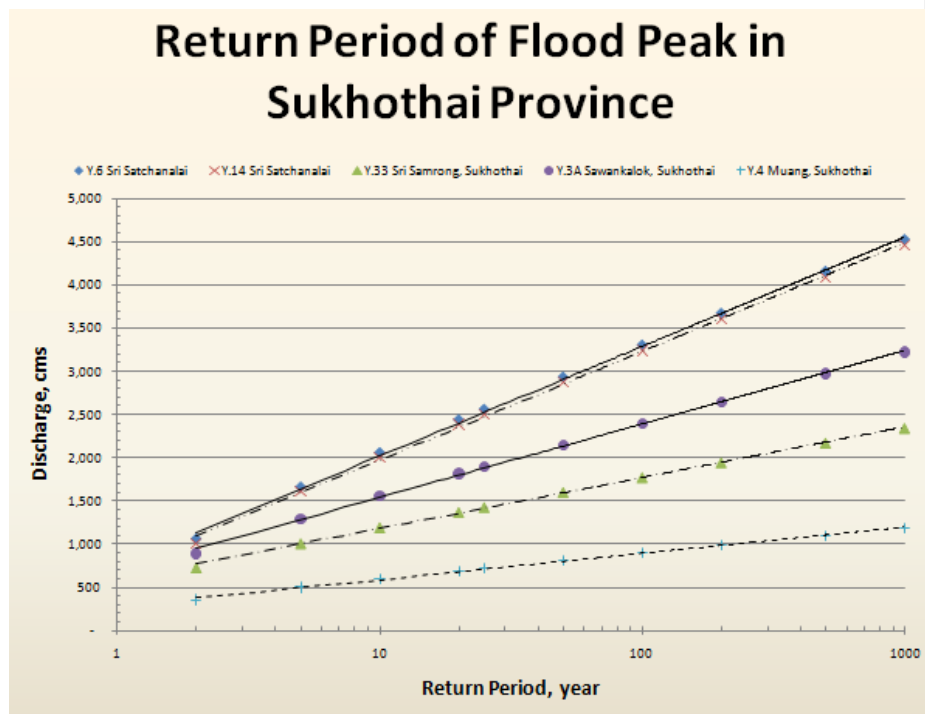
ตำแหน่งพิจารณา	สถานี อ้างอิง	พื้นที่รับน้ำ (ตร. กม.)	ระดับตลิ่ง (ม). รทก.)	ระดับน้ำนองสูงสุด (ม). รทก.)	
				ปี 2549	วันที่เกิด
อ. ศรีสัชนาลัย	Y.14	12,131	+76.44	77.80	3 กย.
	Y.6	12,658	+69.10	70.35	3 กย.
อ. สวรรคโลก	Y.3A	13,583	+61.03	62.45	14 กย.
อ. เมือง	Y.4	17,731	+50.21	51.02	11 กย.

ตารางที่ 2.3 สรุปสภาพอุทกภัยในอดีตที่ผ่านมาในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย
(ปี 2538, 2545)- ปริมาณน้ำท่าและค่า Return period

ตำแหน่ง พิจารณา	สถานี อ้างอิง	ระดับน้ำนองสูงสุด (ม). รทก.)				ปริมาณน้ำนองสูงสุด ลูกบาศก์เมตร/วินาที(			
		2538	ระดับน้ำ ท่วม (ม.)	2545	ระดับน้ำ ท่วม (ม.)	2538	T _r (ปี)	2545	T _r (ปี)
อ. ศรีสัชนาลัย	Y.14	77.69	1.25	77.93	1.49	2,341.50	10	1,219.45	2
	Y.6	69.62	0.52	69.92	0.82	2,275.90	10	1,358.80	2
อ. สวรรคโลก	Y.3A	62.83	1.80	62.23	1.20	1,139.40	5	1,346.65	5
อ. เมือง	Y.4	50.66	0.45	50.69	0.48	500	5	289.45	3.25

ตารางที่ 2.4 สรุปสภาพอุทกภัยในอดีตที่ผ่านมาในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย (ปี 2549) -ปริมาณน้ำท่า
และค่า Return period

ตำแหน่งพิจารณา	สถานีอ้างอิง	ระดับน้ำนองสูงสุด ม. รทก.)		ปริมาณน้ำนองสูงสุด ลูกบาศก์เมตร/ วินาที(	
		ปี 2549	ระยะเวลาน้ำท่วม (วัน)	2549	T_r (ปี)
อ. ศรีสัชนาลัย	Y.14	77.80	11	2,694.5	45
	Y.6	70.35	11	2,710	45
อ. สวรรคโลก	Y.3A	62.45	7	1,327.2	5
อ. เมือง	Y.4	50.77	7	430.25	4.25



รูปที่ 2.5 การวิเคราะห์ค่า return period ของปริมาณน้ำท่าสูงสุดในแต่ละสถานี
ของแม่น้ำยมในเขตจังหวัดสุโขทัยด้วยวิธี Extreme value distribution

ภาคผนวก 3
ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง
HEC-RAS กรณีสภาพอนาคต (ปี 2562, 2565)

ตารางที่ 3.1 สรุปปริมาณน้ำท่าในขนาดปี 2562, 2565 เทียบกับปี 2549 จากแบบจำลอง

HEC-RAS

สถานี	ปริมาณน้ำท่า สูงสุดปี 2549 (CMS)	ปริมาณน้ำท่า สูงสุดปี 2562 (CMS)	ร้อยละความ แตกต่าง (%)	ปริมาณน้ำท่า สูงสุดปี 2565 (CMS)	ร้อยละความ แตกต่าง (%)
Y.14	2,044	2,373	16.05	3,438	68.16
Y.6	2,171	2,141	-1.38	2,297	5.77
Y.3A	1,568	1,523	-2.90	1,590	1.37
Y.4	1,539	1,473	-4.33	1,466	-4.75

ภาคผนวก 4
ภาพการสำรวจภาคสนามที่จังหวัดสุโขทัย



รูปที่ 4.3 การสำรวจสภาพอุทกภัยในเขตเมืองสุโขทัย



รูปที่ 4.4 การสำรวจสภาพอุทกภัยและสัมภาษณ์ชาวบ้าน