ตารางที่ 2-5 จำนวนการติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝนในขนาดพื้นที่รับน้ำต่าง ๆ

จำนวนเครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	
	อเมริกา*	ประเทศไทย**
1	-	< 50
2	-	50 – 100
3	< 40	100 – 300
4	40 – 100	300 – 500
6	100 – 400	500 – 1,000
8	400 – 1,000	-

* อ้างอิงที่มาของประเทศสหรัฐอเมริกา

** วิเคราะห์จากกรณีศึกษาที่เคยเกิดการพิบัติในประเทศไทย โดยต้องพิจารณาระดับความเสี่ยงภัยและศักยภาพในการอ่านค่าของท้องถิ่นเป็นองค์ประกอบ

เมื่อเกิดฝนตกเจ้าหน้าที่ประจำสถานีจะคอยตรวจสอบปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา และระดับน้ำในลำน้ำว่าถึงจุดที่ควรจะเตือนภัยให้ประชาชนที่อยู่ด้านล่างทราบหรือยัง โดยดูจากกราฟหรือข้อมูลที่หน่วยงานทางราชการได้จัดเตรียมไว้ให้และจัดการเตือนภัยเป็นลำดับขั้นต่อไป

ข) ระบบเตือนภัยแบบอัตโนมัติ

ระบบเตือนภัยแบบอัตโนมัติจะมีตัวตรวจจับเงื่อนไขสภาพแวดล้อม แล้วรายงานสู่คอมพิวเตอร์ โดยที่ระบบอัตโนมัตินี้จะประกอบด้วยเครื่องมือตรวจวัดระดับน้ำในลำน้ำมีหน้าที่คอยตรวจวัดระดับน้ำ เครื่องมือตรวจวัดปริมาณน้ำฝน จะคอยตรวจสอบปริมาณฝนที่ตก เครื่องมือระบบสื่อสารและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ โดยปกติจะติดตั้งอยู่ในสถานีตรวจวัดบริเวณต้นน้ำ เมื่อถึงจุดวิกฤตจะส่งสัญญาณเตือนภัยออกมา ทำให้มีเวลาในการหนีภัย

สำหรับระบบเตือนภัยที่เหมาะสมกับประเทศไทยในขณะนี้ คือ ระบบเตือนภัยแบบธรรมดาซึ่งใช้คนเป็นผู้ดำเนินการทั้งหมด

2) ระดับการเตือนภัย

การเตือนภัยเพื่อหนีภัยจากน้ำหลากและแผ่นดินถล่มของประเทศไทยสามารถดำเนินการแบ่งระดับการเตือนภัยออกเป็น 3 ระดับ โดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบตั้งแต่หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการพยากรณ์ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา จนถึงระดับปฏิบัติงาน เช่นตำบล หรือหมู่บ้าน โดยมีระดับการเตือนภัยดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 ระดับการเตือนภัย

ระดับการดำเนินการ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	กิจกรรม
1. เฝ้าระวัง	- กรมอุตุนิยมวิทยา - จังหวัด	- ติดตามสภาพอากาศ ตรวจสอบปริมาณฝน และวิเคราะห์ผลว่ามีแนวโน้มเป็นอย่างไร ถ้ามีโอกาสที่จะเกิดฝนตกหนักให้แจ้งเตือน - ติดตามสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาอย่างใกล้ชิด และแจ้งเตือนให้หน่วยงานที่รับผิดชอบทราบ
2. แจ้งเตือน	- จังหวัด - อำเภอ - ตำบล , หมู่บ้าน	- แจ้งเตือนให้อำเภอทราบเพื่อเตรียมการ -แจ้งเตือนให้ตำบลและหมู่บ้านทราบเพื่อเตรียมการ - แจ้งเตือนให้ประชาชนในท้องถิ่นทราบเพื่อเตรียมการป้องกัน
3. อพยพ	องค์กรส่วนท้องถิ่น ประชาชนในท้องถิ่น	- อพยพเข้าสู่ที่ปลอดภัย โดยเป็นพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมเอาไว้ล่วงหน้า โดยอาจจะเป็นสถานที่ราชการ เช่น ที่ทำการ อบต สถานีอนามัย อาคารเรียน ริมถนนที่มีระดับสูงกว่าระดับน้ำท่วมถึง หรือ วัดหรือศาลาการเปรียญ โดยให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

การติดต่อสื่อสารในขณะที่แจ้งเตือนเพื่อให้ประชาชนในท้องที่ทราบอาจจะใช้สัญญาณแสง โดยการใช้พลุจุดสว่าง หรือสัญญาณเสียงโดยการส่งเสียง หรือใช้วิทยุติดต่อสื่อสารโดยจะทำการติดต่อกับส่วนอำนวยการในพื้นที่เพื่อแจ้งให้ประชาชนในพื้นที่ทราบเพื่อเตรียมการต่อไป สำหรับการจัดเตรียมพื้นที่ที่เตรียมไว้สำหรับการอพยพของประชาชนจะต้องมีการจัดเตรียมและซักซ้อมให้ประชาชนในท้องถิ่นทราบว่าจะต้องอพยพไปในทิศทางใด โดยอาจจะแบ่งพื้นที่รองรับการอพยพไว้หลายแห่งขึ้นอยู่กับความสะดวกและเวลาที่ใช้ในการอพยพของประชาชนในท้องที่ การเลือกชนิดของสัญญาณในการแจ้งเตือนและพื้นที่สำหรับการอพยพ อาจมีการเลือกใช้และเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

ในช่วงระยะเวลาที่ได้รับการแจ้งเตือนจนกระทั่งถึงช่วงอพยพสามารถแบ่งระดับการดำเนินการเพื่อเตรียมพร้อมรับภัย ออกเป็น 3 ระดับเช่นกันคือ

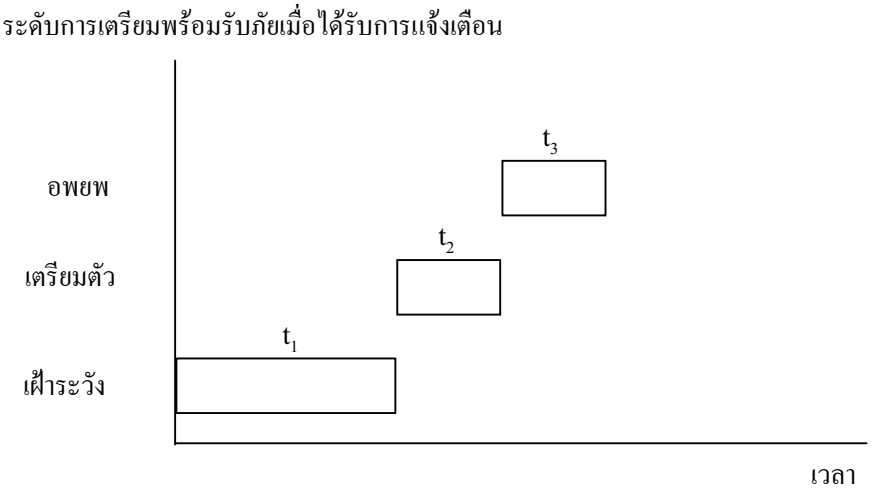
(1) ช่วงระยะเฝ้าระวัง เป็นช่วงระยะการติดตามสภาพภูมิอากาศว่าจะมีแนวโน้มเป็นอย่างไร โดยการรับฟังข่าวสารจากวิทยุหรือโทรทัศน์ หรือหอกระจายข่าวของท้องถิ่นอย่างใกล้ชิด อาจจะเตรียมเก็บสิ่งของภายในบ้านให้เป็นระเบียบเรียบร้อยเพื่อกันการกระจัดกระจายขณะเกิดภัยพิบัติได้

(2) ช่วงระยะการเตรียมตัว เป็นช่วงระยะการเตรียมตัวอพยพของประชาชน โดยให้จัดเตรียมสิ่งของและเอกสารสำคัญ ที่สามารถนำติดตัวไปได้และไม่เป็นอุปสรรคต่อการอพยพ

(3) ช่วงระยะการอพยพ ช่วงระยะนี้จะให้ประชาชนอพยพออกจากที่อยู่อาศัย เข้าสู่พื้นที่ที่ได้จัดเตรียมเอาไว้ล่วงหน้า โดยอาจจะเป็นสถานที่ราชการ เช่น ที่ทำการ อบต. สถานีอนามัย อาคารเรียน ริมถนนที่มีระดับสูงกว่าระดับน้ำท่วมถึง หรือ วัดหรือศาลาการเปรียญ

การติดต่อสื่อสารในขณะที่เฝ้าระวังเพื่อให้ประชาชนในท้องที่ทราบอาจจะใช้สัญญาณแสง เสียง วิทยุติดต่อสื่อสาร หรือการติดต่อสื่อสารอื่น ๆ เช่น การขับขี่ยานพาหนะมาแจ้งเตือน โดยทำการติดต่อแจ้งเตือนกับส่วนอำนวยการในพื้นที่หรือผู้บริหารส่วนท้องถิ่น เช่น กำนัน หรือผู้ใหญ่บ้านเพื่อให้แจ้งให้ประชาชนในพื้นที่ทราบ

ช่วงระยะเวลาในการเตรียมพร้อมรับภัยแต่ละระดับ (t_1 , t_2 , t_3) ในแต่ละพื้นที่จะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ ด้าน ดังรูปที่ 2-22 เช่น ภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ ความสมบูรณ์ของธรรมชาติในพื้นที่ ขนาดของพื้นที่รับน้ำในพื้นที่ ความลาดชันของภูเขา ที่ตั้งของชุมชนว่ามีระยะห่างจากสถานที่ที่จะเกิดแผ่นดินถล่มเท่าใด เป็นต้น โดยจะสามารถกำหนดระยะเวลาแต่ละช่วงได้จากการทดสอบปฏิบัติการหนีภัยจริง มีการจับเวลาเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับระดับการเตรียมการต่างๆโดยสามารถปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ได้



รูปที่ 2-22 ช่วงเวลาในการเตรียมการพร้อมรับภัย

ดังกรณีตัวอย่างการเตือนภัยของชาวบ้านที่อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ที่ไม่มีการสูญเสียชีวิตจากน้ำหลากและแผ่นดินถล่ม เนื่องจากสามารถหนีภัยได้ทัน โดยที่ อ.แม่แจ่ม มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบที่ล้อมรอบด้วยหุบเขา มีลำน้ำหลายสาขาที่มีต้นกำเนิดจากภูเขาที่ล้อมรอบอยู่ ไหลผ่านตัวอำเภอ การติดต่อสื่อสารระหว่างชาวบ้านที่อยู่ต่างหมู่บ้านสามารถไปมาหาสู่กันได้อย่างสะดวก โดยการใช้รถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ ในวันที่ 16 กันยายน 2545 ตั้งแต่เวลาประมาณ 18.30 น มีฝนตกหนักเป็นเวลานานบริเวณต้นน้ำแม่แรก เป็นเวลาประมาณ 5 ชั่วโมง ทำให้ดินบนภูเขาไม่สามารถที่จะรองรับน้ำได้อีกต่อไป

น้ำส่วนเกินนี้จึงเริ่มหลากเข้าหมู่บ้านยางหลวงซึ่งอยู่ปลายน้ำแม่แรก ขณะที่น้ำเริ่มหลากที่ต้นน้ำแม่แรก ชาวบ้านที่อาศัยอยู่บริเวณต้นน้ำแม่แรก 2 คน พบเห็นจึงได้ขี่รถจักรยานยนต์มาแจ้งข่าวกับกำนันที่อาศัยอยู่ในบ้านยางหลวง เพื่อประกาศเตือนภัยให้ชาวบ้านทราบเพื่อเตรียมการหนีภัย โดยได้มีการวางแผนเตรียมพร้อมสำหรับการหนีภัยของชาวบ้านเอาไว้ก่อนหน้านี้แล้วว่าถ้าเกิดน้ำหลากและแผ่นดินถล่มจะทำการอพยพไปบริเวณใด (เนื่องจากเคยเกิดเหตุการณ์เช่นนี้มาก่อนเมื่อวันที่ 12 สิงหาคม 2544 แต่เป็นการเกิดน้ำหลากในช่วงระยะเวลากลางวัน) น้ำหลากใช้เวลามาถึงบ้านยางหลวงประมาณ 30 นาที โดยที่ภัยธรรมชาติครั้งนี้ไม่มีการสูญเสียชีวิต

ดังนั้นพอที่จะสรุปช่วงระยะเวลาในการเตรียมการหนีภัยได้ดังนี้

- ช่วงระยะเวลาเฝ้าระวัง (t_1) ประมาณ 3 - 4 ชั่วโมง โดยพิจารณาถึงช่วงระยะเวลาที่ฝนตกหนักผ่านไประยะเวลาหนึ่งและยังไม่หยุดตกซึ่งผิดปกติจากที่เคยเป็น
- ช่วงระยะเวลาเตรียมการอพยพ (t_2) ประมาณ 5 – 10 นาที
- ช่วงระยะเวลาอพยพประมาณ (t_3) 15 – 20 นาที

จากการแบ่งช่วงระยะเวลาการหนีภัยจะเห็นได้ว่าช่วงระยะเวลาเฝ้าระวังจะมีช่วงระยะเวลาที่นานที่สุด ช่วงระยะเวลาเตรียมการอพยพและช่วงระยะเวลาอพยพจะมีเวลาน้อยแต่จะต้องทันกับเวลาที่น้ำหลากและแผ่นดินถล่มจะมาถึง เหตุที่ช่วงระยะเวลาของระดับการเตรียมการต่างๆเป็นดังนี้เนื่องจากปัจจัยหลายๆด้าน ดังนั้นการกำหนดการเตรียมพร้อมรับภัยแต่ละระดับ (t_1 , t_2 , t_3) ของแต่ละท้องถิ่นจึงต้องมีการคำนึงถึงองค์ประกอบหลายอย่างมาประกอบกันจึงจะสามารถกำหนดช่วงระยะเวลาในการเตรียมการได้อย่างเหมาะสม

3) การเตรียมตัวสำหรับการรับมือกับภัยพิบัติ

ภายหลังจากฝนตกหนักเป็นระยะเวลานานๆ มักจะเกิดน้ำหลากและแผ่นดินถล่มเกิดขึ้นตามมา เนื่องจากดินอิ่มตัวด้วยน้ำและมีผลให้ความแข็งแรงของมวลดินลดลง ดังนั้นการเตรียมตัวรับมือกับภัยพิบัติจากแผ่นดินถล่มจึงต้องมีการเตรียมพร้อมอยู่ตลอดเวลา โดยสามารถเตรียมความพร้อมได้ตามช่วงระยะตามนี้

ก) ช่วงก่อนมีสัญญาณเตือนภัย

- ศึกษาว่าบริเวณที่อาศัยอยู่นี้เคยเกิดแผ่นดินถล่มในอดีตมาก่อนหรือไม่โดยสอบถามจากหน่วยงานราชการหรือผู้ที่เคยอยู่อาศัยมาก่อน
- ศึกษารูปแบบการไหลของลำน้ำหรือทางน้ำบริเวณพื้นที่ที่อาศัยอยู่โดยเฉพาะช่วงที่ลำน้ำมาบรรจบกัน และสังเกตเนินดินรอบๆว่ามีการพิบัติของลาดดินหรือไม่ การเอียงของต้นไม้เป็นอย่างไร การสังเกตนี้จะช่วยเตือนภัยให้ระวังหากมีความผิดปกติเกิดขึ้น

ข) ช่วงระยะสัญญาณเฝ้าระวังและเตรียมตัวอพยพ

- ตื่นตัวอยู่เสมอ เนื่องจากการเกิดน้ำหลากและแผ่นดินถล่มมักจะเกิดตอนกลางคืนที่เป็นเวลาพักผ่อน ดังนั้นควรตระหนักว่าถ้าหากมีพายุฝนตกหนักเป็นระยะเวลานานอาจจะมีโอกาสเกิดน้ำหลากและแผ่นดินถล่มได้
- การขนย้ายทรัพย์สินเพื่อการอพยพ ควรจะมีเอกสารสำคัญทางราชการ เช่น บัตรประชาชน ทะเบียนบ้าน โฉนดที่ดิน ติดไปด้วย และควรขนย้ายเฉพาะทรัพย์สินที่ง่ายและสะดวกต่อการขนย้าย และอย่าลืมปิดประตูบ้านให้เรียบร้อย
- เตรียมพร้อมอยู่เสมอโดยคอยฟังเสียงผิดปกติที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของดินหรือก้อนหินที่เกิดจากการถล่มของแผ่นดิน เช่น เสียงที่เกิดจากการชนกันของก้อนหิน ถ้าหากได้ยินเสียงดังกล่าวให้อพยพทันที
- ถ้าอาศัยอยู่ใกล้ลำน้ำและพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำอย่างรวดเร็วและสีของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก ให้เตรียมการอพยพให้เร็วที่สุด
- แจ้งข่าวให้หน่วยงานทางราชการทราบโดยทันที
- ตะโกนบอกให้เพื่อนบ้านทราบถึงสัญญาณเตือนภัยและเตรียมการอพยพ

ค) ช่วงสัญญาณเตือนภัยให้อพยพ

หลีกให้พ้นแนวทางการหลากของกระแสน้ำและแนวการไหลของดินที่ถล่ม เพื่อลดอัตราการเสี่ยงอันตรายที่เกิดขึ้น โดยรีบอพยพไปยังสถานที่ที่ได้มีการนัดแนะไว้ก่อนแล้ว

ง) ช่วงหลังการเกิดน้ำหลากและแผ่นดินถล่ม

- หลีกให้พ้นจากพื้นที่ที่เกิดอุบัติภัย เนื่องจากอาจจะเกิดการถล่มเพิ่มเติม
- ตรวจสอบและช่วยเหลือผู้ที่ติดอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่เกิดการถล่ม โดยเฉพาะเด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ โดยที่ต้องไม่เข้าไปในพื้นที่ ที่อาจจะเกิดการถล่มต่อเนื่องเป็นอันขาด
- ฟังข่าวเพื่อตรวจสอบว่ามีการแจ้งเตือนให้ระวังภัยพิบัติเพิ่มเติมหรือไม่
- ตรวจสอบอาคารที่พักอาศัยว่ามีความเสียหายอย่างไร เช่น ฐานราก ผนัง และพื้นที่บริเวณโดยรอบ
- แก้ไขส่วนที่เกิดความเสียหายโดยเร็วโดยเฉพาะส่วนที่เป็นพื้นดินอาจจะปลูกหญ้าป้องกันการกัดเซาะเพิ่มเติม
- ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาทางป้องกันชีวิตและทรัพย์สินให้พ้นจากการพิบัติภัยการหลากของน้ำและแผ่นดินถล่ม

4) สถานภาพการพยากรณ์และเตือนภัยแผ่นดินถล่มในประเทศไทย

การพยากรณ์การพิบัติของลาดดินนั้นในงานก่อสร้างเขื่อนจะมีการติดตั้งเครื่องมือเพื่อคอยตรวจวัดการเคลื่อนตัวของลาดเขื่อนที่สามารถวัดได้ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง เครื่องมือตรวจวัดนี้สามารถเตือนให้ทราบถึงการเคลื่อนตัวของลาดเขื่อนก่อนเกิดการพิบัติเพื่อความปลอดภัยของประชาชนที่อาศัยอยู่ใต้เขื่อน แต่การพยากรณ์และเตือนภัยที่เกี่ยวกับแผ่นดินถล่มยังไม่มีการพยากรณ์และเตือนภัยโดยตรง เนื่องจากภัยที่เกิดจากแผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทยนั้นจะเกิดขึ้นเนื่องมาจากฝนตกหนักและเกิดขึ้นร่วมกับน้ำหลากเป็นส่วนใหญ่ น้ำหลากเกิดจากการที่ฝนตกลงสู่พื้นที่รับน้ำในปริมาณที่มากเกินกว่าที่พื้นที่รับน้ำจะสามารถรับได้ ทำให้ปริมาณน้ำส่วนเกินนี้ไหลหลากจากพื้นที่รับน้ำลงสู่พื้นที่ที่ต่ำกว่า ความเร็วในการไหลของกระแสน้ำจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ เช่น ความลาดชันของพื้นที่ ขนาดของลำน้ำ ถ้ากระแสน้ำมีความเร็วมากจะพัดพาทุกสิ่งที่ขวางทางน้ำให้ไหลไปตามกระแสน้ำ ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นมูลค่ามหาศาล นอกจากนี้น้ำหลากยังทำให้เกิดการเลื่อนไถลของแผ่นดิน เช่นทำให้เกิดโคลนถล่มตามมา

ลักษณะการพิบัติของลาดดินจะมีความซับซ้อนและขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ลักษณะทางธรณีวิทยา ดิน ความชัน สิ่งที่ปกคลุมพื้นดินอยู่ ลักษณะของพืชพันธุ์ที่ขึ้นปกคลุมอยู่ลักษณะทางภูมิภาคเช่นฝนตกมากหรือน้อย ดังนั้นการพยากรณ์และเตือนภัยเกี่ยวกับแผ่นดินถล่มจึงต้องอาศัยข้อมูลหลายอย่างมาประกอบกันและใช้เครื่องมือวัดหลายชนิดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอในการพยากรณ์ จึงเป็นผลให้การตรวจวัดการเกิดแผ่นดินถล่มมีราคาแพง แต่ในปัจจุบันได้มีหลายหน่วยงานที่พยายามจะทำการพยากรณ์การเกิดแผ่นดินถล่มโดยการจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัยและใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันมาประกอบการทำนายโดยพอที่จะแบ่งได้ดังนี้

ก) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์โดยการสนับสนุนของสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2540)ได้ทำการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในภาคใต้ โดยทำการทบทวนการศึกษาที่เคยมีในประเทศไทยและประเทศอื่นประกอบกับการสำรวจค่าวิกฤตในพื้นที่และตรวจสอบประวัติการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ภาคใต้ และได้กำหนดแนวทางการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยโดยวิธีการให้ค่าคะแนนน้ำหนักจากปัจจัยสำคัญ 5 ปัจจัยเรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยคือ

- ชนิดของหิน
- ความลาดชันของพื้นที่
- ปริมาณฝน
- สภาพการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุม
- ระดับความสูงของพื้นที่

ข) กรมพัฒนาที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดินเป็นหน่วยงานหนึ่งในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งมีหน้าที่ในการศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ และวิจัยดินและที่ดิน เพื่อกำหนดนโยบายและวางแผนการใช้ที่ดินและเพื่อการพัฒนาที่ดิน ให้บริการด้านการวิเคราะห์ ตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับดิน น้ำ พืช ปุ๋ย และอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการพัฒนาที่ดิน ถ่ายทอดผลการศึกษา ค้นคว้า วิจัย และให้บริการด้านการพัฒนาที่ดินแก่ส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง เมื่อเกิดภัยพิบัติที่เกี่ยวกับแผ่นดินถล่มขึ้น รัฐบาลจึงมีคำสั่งให้ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาเพื่อใช้ในการวางแผนและเตือนภัยที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อภัยพิบัติ กรมพัฒนาที่ดินจึงได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการประเมินและจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในภาคใต้ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และนำมาปรับปรุงอีกเล็กน้อยตามผลการประชุมร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากกรมทรัพยากรธรณี กรมอุตุนิยมวิทยา กรมป่าไม้และกรมชลประทาน สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม เมื่อเดือนกันยายน 2544 โดยกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยโดยเรียงลำดับตามความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้

- ชนิดของหิน
- ความลาดชันของพื้นที่
- สภาพการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุม
- ลักษณะและสมบัติบางประการของดิน
- ปริมาณฝน

โดยมีการให้คะแนนของปัจจัยต่างๆและคำนวนค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยต่างๆ นำค่าที่ได้มารวมกันเป็นค่าคะแนน ซึ่งค่าคะแนนรวมที่ได้ถือเป็นค่าคะแนนของระดับโอกาสต่อการเกิดดินถล่ม โดยแบ่งเป็น 5 ชั้น ดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 ค่าคะแนนระดับโอกาสต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม

ระดับโอกาสการเกิดแผ่นดินถล่ม	คะแนนระดับโอกาส
1. ต่ำมาก	40 – 72
2. ต่ำ	73 – 104
3. ปานกลาง	105 – 136
4. สูง	137 – 168
5. สูงมาก	169 – 200

ค) กรมอุตุนิยมวิทยา

กรมอุตุนิยมวิทยา เป็นหน่วยงานหนึ่งในกระทรวงมหาดไทย มีอำนาจและหน้าที่ในการตรวจสภาวะอากาศและปรากฏการณ์ธรรมชาติ การพยากรณ์อากาศ และการเตือนภัยที่เกิดจากธรรมชาติ โดย

สามารถพยากรณ์และเตือนภัยล่วงหน้าเมื่อมีสภาพอากาศร้ายต่อประชาชนได้ ในสภาวะปกติข่าวการพยากรณ์อากาศจะถูกส่งต่อให้สื่อต่างๆเพื่อแจ้งให้ประชาชนทราบแต่ในกรณีที่มีสภาพอากาศร้าย เช่น มีพายุเคลื่อนตัวเข้าใกล้หรือเข้าสู่ประเทศไทย หรือมีเหตุการณ์ฝนตกหนักติดต่อกันหลายวันจากสาเหตุต่างๆ จนอาจก่อให้เกิดสภาวะน้ำท่วม น้ำหลากและแผ่นดินถล่มได้ กรมอุตุนิยมวิทยาจะดำเนินการเตือนภัยดังกล่าว โดยจะเป็นคำเตือนส่งถึงผู้รับผิดชอบในพื้นที่นั้นๆโดยตรง พร้อมทั้งกระจายข่าวผ่านสื่อต่างๆให้ทราบโดยทั่วกัน

ง) ศูนย์วิจัยวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์วิจัยวิศวกรรมปฐพีและฐานราก เป็นหน่วยงานหนึ่งในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มบริเวณน้ำตกกระทิง บริเวณคลองทุ่งเพล บริเวณคลองตะเคียน เขตอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี ในโครงการบรรเทาอุทกภัยจังหวัดจันทบุรี โดยพิจารณาความเสี่ยงของการเกิดแผ่นดินถล่มโดยใช้วิธีการทางธรณีเทคนิค (Geotechnical Engineering Method) โดยศึกษาถึงพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของความมั่นคงความลาดชันของพื้นที่กับปริมาณความชื้นในมวลดินโดยทำการเปรียบเทียบค่าความปลอดภัย (Safety Factor) ของลาดกับปริมาณความชื้นในมวลดินที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเก็บตัวอย่างดินจากสนามแล้วทำการเปลี่ยนแปลงความชื้นและทดสอบกำลังการรับแรงเฉือนโดยตรงในห้องปฏิบัติการ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาอัตราส่วนความปลอดภัย จากการศึกษาสรุปได้ว่าบริเวณที่มีความลาดชันจะมีค่าความปลอดภัยลดลงเมื่อปริมาณความชื้นในมวลดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดการ infiltration ของน้ำฝนลงดิน ซึ่งสามารถพยากรณ์การเกิดแผ่นดินถล่มได้จากค่าอัตราส่วนความปลอดภัย

จ) ศูนย์วิจัยป่าไม้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อมทำการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มและอุทกภัย ของลุ่มน้ำตาปี โดยใช้ระบบสารสนเทศ (GIS) หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานที่มีผลให้เกิดแผ่นดินถล่ม ซึ่งได้แก่ แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่สภาพภูมิประเทศ แผนที่ภูมิอากาศ และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน กับการเกิดแผ่นดินถล่มในรูปของปัจจัยเสี่ยง (Landslide Risk Factor) ซึ่งสามารถนำมาจัดระดับชั้นความเสี่ยงภัยได้

ฉ) กรมทรัพยากรธรณี

กรมทรัพยากรธรณีเป็นหน่วยงานในกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ทำการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในประเทศไทย โดยใช้วิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighted Factor Index)โดยการศึกษาหาความเป็นไปได้ของพื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยต่อแผ่นดินถล่ม (Landslide probability) ระดับต่างๆ ของประเทศ ในมาตราส่วน 1 : 250,000 ทั้งนี้โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Landslide predictive model) ที่นำเสนอโดย Pantanahiran (1994) ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่

ระดับความสูง (Elevation), หน้ารับน้ำฝน (Adjusted aspect), ความลาดชัน (Slope), ทิศทางการไหลของน้ำ (Flow direction), การไหลรวมของน้ำ (Flow accumulation) พืชพันธุ์ (TM4), คุณลักษณะของดิน (Brightness) และความชื้นของพื้นที่ (Wetness) ดังแสดงในสมการ

Y = 1.8914 - 0.00281 (Elevation) + 1.4215(adjusted aspect) + 0.00698 (Slope) + 0.00073 (Flow accumulation) - 0.00165 (Flow direction) - 0.00505 (TM4) - 0.0042 (Brightness) - 0.00504 (Wetness)

และ P = 1/(1 + exp(-Y))

เมื่อ P หมายถึง ค่าคาดคะเนความเสี่ยงของแต่ละหน่วยพื้นที่

การแสดงระดับพิบัติภัย (Hazard Class) ในแผนที่ ได้จัดแบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับสูงมาก (Very high) เมื่อค่าความเสี่ยงมากกว่า 60 %, ระดับสูง (High) เมื่อค่าความเสี่ยงอยู่ระหว่าง 41 - 60%, ระดับปานกลาง (Medium) เมื่อค่าความเสี่ยงอยู่ระหว่าง 21 - 40 % และระดับต่ำ (Low) เมื่อค่าความเสี่ยงน้อยกว่า 21%

2.4 ภาพรวมการจัดการสารสนเทศของหน่วยงานภายในประเทศ

ข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวกับภัยธรรมชาติ น้ำท่วม น้ำแล้งและแผ่นดินถล่ม (ดังตารางที่ 2 – 8) มีการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลอยู่หลายหน่วยงาน ในรูปแบบต่างๆตามภารกิจของหน่วยงานนั้นๆ ตั้งแต่เอกสารประกอบการปฏิบัติงาน เอกสารทางวิชาการ ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบคอมพิวเตอร์เบื้องต้นจนกระทั่งเป็นระบบที่ค่อนข้างสมบูรณ์ แต่ทั้งนี้ ยังไม่มีการรวบรวมเป็นข้อมูลเฉพาะของเรื่องภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ : น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม ดังนั้นจึงทำให้ขาดความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล ซึ่งข้อมูลบางเรื่องได้มีการบันทึกและจัดเก็บไว้หลายหน่วยงาน จึงทำให้เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และในบางกรณี ข้อมูลก็ขัดแย้งกันบ้าง ทำให้การนำข้อมูลมาใช้งานในภาพรวมจึงเป็นไปด้วยความลำบาก ไม่คล่องตัว และอาจจะต้องใช้เวลามาก ทำให้ไม่ทันต่อเหตุการณ์ รวมทั้งข้อมูลบางรายการต้องใช้ร่วมกับข้อมูลจากหน่วยงาน แต่ก็ไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้ เช่น ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นต้น

ระบบการจัดเก็บข้อมูลมีทั้งการจัดเก็บด้วยกำลังคน การใช้เครื่องมือช่วยและการจัดเก็บด้วยระบบอัตโนมัติ เช่น ระบบ SCADA เป็นต้น ในการวิเคราะห์ประมวลผลระบบก็เช่นเดียวกัน มีทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยความชำนาญ ประสบการณ์ส่วนตัวของผู้ปฏิบัติหรือผู้เชี่ยวชาญนั้นๆมีการใช้รูปแบบการจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และมีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงานบ้างเป็นกรณีศึกษา สำหรับหน้าที่ด้านการจัดการสารสนเทศของหน่วยงานภายในประเทศ แสดงไว้ในตารางที่ 2 - 9

ตารางที่ 2-8 ภาพรวมการจัดการสารสนเทศของหน่วยงานภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับ น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม

	นโยบาย			ข้อมูล		ทรัพยากรธรรมชาติ								อุปทานน้ำ				อุปสงค์น้ำ			อื่นๆ	ภัยพิบัติ		
ชื่อหน่วยงาน	นโยบาย	การจัดการองค์กร	นโยบายสิ่งแวดล้อม	ข้อมูลอุทกวิทยา	ข้อมูลอุทกวิทยา	แม่น้ำ	ป่าไม้	สัตว์ป่า	น้ำผิวดิน	น้ำใต้ดิน	ทรัพยากรแร่	คุณภาพน้ำ	การประมง	พื้นที่ลุ่มน้ำ	โครงการขนาดใหญ่	โครงการขนาดกลาง	โครงการขนาดเล็ก	การจัดหาน้ำ	การเกษตร	การใช้ที่ดิน	อุตสาหกรรม	การขนส่งและการคมนาคม	น้ำท่วม	น้ำแล้ง	แผ่นดินถล่ม
คณะกรรมการพัฒนาลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันออก	/																								
คณะกรรมการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ	/																								
กรมชลประทาน				/	/										/	/	/	/					/	/	/
กรมป่าไม้							/	/						/											
กรมส่งเสริมการเกษตร																			/						
กรมพัฒนาที่ดิน									/								/		/	/					/
สำนักงานปฏิรูปที่ดินการเกษตร																	/		/						
กรมส่งเสริมสหกรณ์		/																							
กรมประมง													/												
กรมปศุสัตว์																			/						
กรมส่งเสริมและพัฒนาพลังงาน				/	/											/	/								
กรมควบคุมมลพิษ												/													
สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม			/																						
กรมอุตุนิยมวิทยา				/																			/	/	/
กรมทรัพยากรธรณี											/														
กรมโรงงานอุตสาหกรรม																					/				
สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท									/								/					/		/	
กรมโยธาธิการ																						/	/		
กรมเจ้าท่า						/																			
กรมทางหลวง																						/			
งานแหล่งน้ำจังหวัด													/					/						/	
สภาอุตสาหกรรม																					/				
บริษัทอีสวอร์เตอร์													/												

ตารางที่ 2-9 หน้าที่ด้านการจัดการสารสนเทศของหน่วยงานภายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับ น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดิน ถล่ม

หน่วยงาน	ภัยพิบัติ		
	น้ำท่วม	น้ำแล้ง	แผ่นดินถล่ม
กรมชลประทาน	1. ข้อมูลการรายงานสภาพน้ำในลำน้ำและการเฝ้าระวังรายงานสถานการณ์ 2. ข้อมูลน้ำฝนเฉพาะพื้นที่ที่มีสถานีตรวจวัด 3. การระบายน้ำ 4. การจัดทำแผนที่น้ำท่วมเพื่อใช้ในการจัดการระบายจากเขื่อนและการวางแนวทางแก้ไข	1. ข้อมูลการรายงานสภาพน้ำในลำน้ำและการเฝ้าระวังรายงานสถานการณ์ 2. ข้อมูลน้ำฝนเฉพาะพื้นที่ที่มีสถานีตรวจวัด 3. การส่งน้ำชลประทาน 4. การจัดสร้างโครงการชลประทานขนาดใหญ่ กลาง เล็ก 5. การสูบน้ำผันกลับ 6. การติดตามสถานการณ์ความแห้งแล้งเพื่อดำเนินการช่วยเหลือในเขตชลประทาน	1. ข้อมูลการรายงานสภาพน้ำในลำน้ำและการเฝ้าระวังรายงานสถานการณ์ 2. ข้อมูลน้ำฝนเฉพาะพื้นที่ที่มีสถานีตรวจวัด
กรมพัฒนาที่ดิน			1. สร้างแผนที่และข้อมูลแผ่นดินถล่ม
กรมส่งเสริมและพัฒนาพลังงาน		1. จัดสร้างโครงการชลประทานขนาดกลางและเล็ก 2. การสูบน้ำ	
สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท		1. จัดสร้างโครงการชลประทานขนาดเล็ก	
กรมโยธาธิการ	1. บูรณะและฟื้นฟูทางคมนาคม 2. สร้างคันกั้นน้ำ		1. บูรณะและฟื้นฟูทางคมนาคม
งานแหล่งน้ำจังหวัด		1. ประสานงานการจัดหาน้ำ	
กรมอุตุนิยมวิทยา	1. ข้อมูลน้ำฝน 2. การเฝ้าระวังการเกิดพายุ 3. การพยากรณ์	ข้อมูลน้ำฝน การพยากรณ์	1. ข้อมูลน้ำฝน 2. การเฝ้าระวังการเกิดพายุ 3. การพยากรณ์

2.5 ภาพรวมการบริหารจัดการสาธารณภัยภายในประเทศ

ก่อนการปฏิรูประบบราชการของประเทศที่เริ่มต้นเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2545 การบริหารจัดการสาธารณภัยในประเทศไทยค่อนข้างจะสลับซับซ้อน เนื่องจากเกี่ยวพันกับกฎหมายถึง 34 ฉบับ ภายใต้ความรับผิดชอบของส่วนราชการจำนวน 20 กรม ในจำนวน 9 กระทรวง ลักษณะของการปฏิบัติงานจะเป็นไปในรูปแบบของการประสานงานจากหลายหน่วยงานภายใต้การอำนวยการของสำนักเลขาธิการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน กรมการปกครอง และผู้ว่าราชการจังหวัด ทั้งหน่วยงานหลักและหน่วยงานที่เข้าร่วมปฏิบัติงานต่างมีภารกิจประจำของตน การเข้ามาปฏิบัติการด้านสาธารณภัยของหน่วยงานต่างๆจึงเป็นเสมือนภารกิจฉุกเฉินเฉพาะกิจ เป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเป็นครั้งคราวไปเท่านั้น สิ่งเหล่านี้นำไปสู่อุปสรรคในการดำเนินงานซึ่งพอสรุปได้ ดังนี้

- การไม่มีองค์กรเฉพาะที่รับผิดชอบด้านนี้โดยตรง โดยมีบุคลากร และทรัพยากรที่เพียงพอ ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน เนื่องจากต้องทำงานในลักษณะการประสานงานระหว่างหลายหน่วยงาน
- ปัจจุบันองค์กรที่ทำหน้าที่หลักขาดบุคลากรและทรัพยากรที่มีความรู้ มีประสบการณ์ในการจัดการภาวะฉุกเฉินโดยตรง
- การปฏิบัติงานที่ผ่านมาเน้นการตั้งรับซึ่งเป็น การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า แต่ยังไม่เน้นการวิเคราะห์ความเสี่ยงและวางแผนเพื่อป้องกันในระยะยาวอย่างเป็นระบบ ขาดการเตรียมความพร้อม การแจ้งเตือนภัยที่ทันเหตุการณ์
- หน้าที่ความรับผิดชอบระหว่างหน่วยงานต่างๆ ซ้ำซ้อนกันทำให้เกิดความล่าช้าในการเข้าปฏิบัติงาน เนื่องจากหลายครั้งต้องมีการตกลงทำความเข้าใจกันก่อนเข้าปฏิบัติงาน
- บ่อยครั้งที่พบว่าขาดความชัดเจนในการสั่งการและการประสานงานจากองค์กรอำนวยการ
- กฎหมาย และระเบียบปฏิบัติต่างๆ ล้าสมัย ไม่สอดคล้องเหมาะสมกับสภาพการณ์และสถานการณ์ปัจจุบัน
- ผู้เข้าปฏิบัติงานด้านนี้ยังยึดติดกับการทำตามหน้าที่เท่านั้น แต่ขาดจิตสำนึกของการเสียสละเพื่อส่วนรวมขาดการทุ่มเทอย่างจริงจัง
- ลักษณะของงานนี้เป็นงานที่มีความเสี่ยงสูงต่อชีวิต แต่ที่ผ่านมารัฐยังขาดการสร้างหลักประกันและความมั่นใจให้กับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน
- ขาดการศึกษา การติดตามและการประเมินผลอย่างต่อเนื่องจริงจัง เพื่อนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์วางแผนป้องกันบรรเทาสาธารณภัยและการฟื้นฟูบูรณะ

โดยความเป็นจริงภัยพิบัติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่สามารถป้องกันและบรรเทาความรุนแรง หรือลดความสูญเสียลงได้ หากมีการจัดการที่ดีตั้งแต่การป้องกัน การเตรียมความพร้อม *ก่อนเกิดภัย* การช่วยเหลือการบรรเทาภัยใน*ระหว่างเกิดภัย* การฟื้นฟูบูรณะ และการพัฒนา*ภายหลังเกิดภัย* โดยองค์กรมืออาชีพ

รวมทั้งการศึกษา การวิเคราะห์ การวิจัยและการพัฒนา เพื่อให้ได้องค์ความรู้ในการเผชิญกับสาธารณภัยในอนาคต

ดังนั้น ประเทศไทยจึงควรมีแผนยุทธศาสตร์ด้านการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (Disaster Management) เป็นยุทธศาสตร์สำคัญอันดับต้นของการพัฒนาประเทศและควรแยกเป็นบทเฉพาะในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ที่ผนวกการมีส่วนร่วมทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและประชาชน

การสูญเสียทรัพยากรของประเทศจากสาธารณภัย เป็นสาเหตุสำคัญของความล่าช้าในการพัฒนาทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะในภาวะที่ทรัพยากรด้านการพัฒนามีจำกัด การเตรียมพร้อมโดยเฉพาะการป้องกันสาธารณภัยจึงเป็นความสำคัญที่ต้องได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษ ในการจัดทำแผนเพื่อบูรณาการการพัฒนาประเทศให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ลดความยากจนและสร้างสมดุลของสิ่งแวดล้อม (Carter,1991) การให้ความสำคัญต่อการจัดการด้านบรรเทาสาธารณภัยในระดับรัฐบาล และในระดับสังคมโลกจะมีมากยิ่งขึ้น และโดยเฉพาะการพัฒนาที่มุ่งให้ประเทศไทยเป็นประเทศอุตสาหกรรมที่ทันสมัย รัฐบาลจำเป็นต้องมีแผนรองรับเพื่อหลีกเลี่ยงและลดผลกระทบทางลบที่จะเกิดต่อเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด เนื่องจากความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมแก้ไขได้ยาก

ปัจจุบันการพัฒนาการในด้านการจัดการด้านการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยมีความก้าวหน้าไปไม่มาก การระดมทรัพยากรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังขาดระบบที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งกฎหมายระเบียบที่เกี่ยวข้องยังไม่สามารถรองรับให้มีการแก้ไขปัญหาที่รุนแรงและเร่งด่วนได้ทันการณ์ ดังนั้นการเกิดสาธารณภัยขึ้นแต่ละครั้ง ประชาชนและประเทศจึงยังอาจได้รับความสูญเสียอย่างหนักต่อไปอีก

จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่า ความเสียหายส่วนหนึ่งลดลงได้มากหากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการป้องกันมีการเตรียมพร้อม มีการฝึกซ้อม มีการแจ้งเตือนอย่างจริงจัง ก่อนเกิดสาธารณภัยและเมื่อเกิดภัยขึ้นแล้ว มีระบบการระดมทรัพยากรให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัยมักทำได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึง ทำให้ลดการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินของผู้ประสบภัย และเจ้าหน้าที่ผู้ให้ความช่วยเหลือลงไปได้ การระดมทรัพยากรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังต้องการระบบการประสานที่ดี กฎหมาย ระเบียบ ที่เกี่ยวข้องกับการบรรเทาสาธารณภัยในปัจจุบันควรได้รับการปรับปรุงให้สอดคล้องกับการแก้ไขสถานการณ์ที่รุนแรงและเร่งด่วน แผนการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนแห่งชาติควรได้รับการปรับปรุงให้สามารถนำมาปฏิบัติงานได้อย่างเป็นรูปธรรม

2.6 สรุป

รายงานการศึกษาในบทที่ 2 นี้ เป็นการรวบรวมโครงการและแผนงานด้านการบริหารและจัดการน้ำท่วม น้ำแล้งและแผ่นดินถล่ม ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหา 4 ส่วนหลักๆคือ ภาพรวมการพัฒนาแหล่งน้ำของประเทศ ภาพรวมเทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัยภายในประเทศ ภาพรวมการจัดการสารสนเทศของหน่วยงานภายในประเทศ และภาพรวมการบริหารและจัดการสาธารณภัยภายในประเทศ

สำหรับภาพรวมการพัฒนาแหล่งน้ำของประเทศประกอบไปด้วยการพัฒนาน้ำผิวดินและการพัฒนาน้ำใต้ดินเพื่อการชลประทาน การอุปโภค-บริโภค การอุตสาหกรรม การประมง การผลิตกระแสไฟฟ้า การคมนาคม การป้องกันอุทกภัย การท่องเที่ยวและพักผ่อน การดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำดังกล่าวสามารถดำเนินการได้ 2 มาตรการคือ มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง (Structural Measures) ซึ่งได้แก่ การสร้างอาคารและแหล่งเก็บกักน้ำต่างๆ การสร้างระบบระบายน้ำและอาคารควบคุมน้ำต่างๆ การหาแหล่งน้ำใต้ดิน ตลอดจนการหาแหล่งน้ำจากฟ้า (การทำฝนเทียม) เป็นต้น และ มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non-structural Measures) ได้แก่ การบริหารจัดการแหล่งน้ำที่มีอยู่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำให้สูงขึ้น โดยการใช้ระบบโทรมาตรและการมีส่วนร่วมของประชาชน เป็นต้น

องค์กรที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาแหล่งน้ำในประเทศนั้นได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ระดับชาติซึ่งจะเป็นคณะกรรมการที่มีอำนาจหน้าที่เกี่ยวกับการวางและประสานนโยบายในด้านน้ำระหว่างหน่วยงานต่างๆ ในระดับลุ่มน้ำได้แก่คณะอนุกรรมการที่ได้จัดตั้งขึ้นเพื่อบริหารจัดการในลุ่มน้ำนั้นๆ ระดับกรมจะเป็นหน่วยงานภาครัฐที่ดำเนินการปฏิบัติในการพัฒนาแหล่งน้ำภายใต้นโยบายของคณะกรรมการระดับชาติ ซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยงานก่อนการปฏิรูประบบราชการไม่ต่ำกว่า 20 กรม ในจำนวน 9 กระทรวง และระดับภูมิภาค ได้แก่ องค์กรในระดับภูมิภาคและระดับท้องถิ่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำ

จากการศึกษาทบทวนนี้พบว่าในแต่ละลุ่มน้ำนั้นประกอบไปด้วยหลายหน่วยงานด้วยกันที่มีส่วนร่วมในการพัฒนาลุ่มน้ำ ถึงแม้ว่าได้มีการดำเนินการโครงการต่างๆไปแล้วเป็นจำนวนมาก ทั้งโครงการขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็กแต่ก็ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาน้ำท่วมหรือน้ำแล้งได้ในบางพื้นที่ เช่น พื้นที่ลุ่มน้ำยม จะเกิดปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝนและขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ อ.สวรรคโลก อ.ศรีสำโรง อ.เมือง และ อ.กงไกรลาศ จ.สุโขทัย เนื่องจากแหล่งน้ำที่มีอยู่ยังไม่ค่อยได้รับการพัฒนาและปรับปรุง ให้มีสมรรถภาพในการเก็บหรือการระบายน้ำ และปริมาณความต้องการในลุ่มน้ำมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปีซึ่งสูงกว่าศักยภาพของปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ นอกจากนี้ จากการสังเคราะห์เบื้องต้น พบว่า ในปัจจุบันลุ่มน้ำทั่วทุกภาคของประเทศไทยยังคงประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำ โดยเฉพาะในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำยม และลุ่มน้ำท่าจีน เป็นต้น ยกเว้นบางลุ่มน้ำ ที่แม้ว่าจะมีจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยในรอบปี < 100 วัน แต่มีอ่างเก็บน้ำขนาดกลางและขนาดใหญ่ช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำ กล่าวโดยรวมแม้ว่าจะมีการดำเนินงานตามแผนหลักการพัฒนาแหล่งน้ำที่ได้กำหนดไว้ ปัญหาการขาดแคลนน้ำก็ยังคงเกิดขึ้นกับลุ่มน้ำเกือบทั่วทุกภาค ดังนั้น การบริหารจัดการน้ำแบบมุ่งผลสัมฤทธิ์โดยเฉพาะในเรื่องของการปรับปรุงประสิทธิภาพของการใช้น้ำ การวางแผนการปลูกพืชในระยะสั้นและระยะยาวจึงเป็นประเด็นที่สำคัญที่ควรจะพิจารณา

ในส่วนของสภาพรวมเทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัยภายในประเทศของหน่วยงานต่างๆ ได้ถูกรวบรวมไว้ในรายงานนี้โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การพยากรณ์เตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง และ การพยากรณ์เตือนภัยแผ่นดินถล่ม **กรมอุตุนิยมวิทยา :** เป็นหน่วยงานหลักที่มีบทบาทต่อการพยากรณ์และ

เตือนภัยสภาวะอากาศ ภายใต้การดำเนินการ 4 ขั้นตอนหลักคือ รวบรวมข้อมูลผลการตรวจอากาศ จัดทำข้อมูลลงบนแผนที่อากาศ วิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำข่าวพยากรณ์ กรมอุตุนิยมวิทยามีโครงการหลักที่กำลังดำเนินการอยู่ 2 โครงการ คือ โครงการด้านพยากรณ์อากาศและเตือนภัยประกอบด้วย ระบบโทรคมนาคมอุตุวิทยา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบประมวลผลเพื่อการพยากรณ์อากาศ ระบบแสดงผลการพยากรณ์อากาศ และอาคารประมวลผลเพื่อการพยากรณ์อากาศ และ โครงการระบบโทรมาตร ซึ่งเป็นระบบการทำงานแบบ SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) ประกอบไปด้วย ระบบควบคุม ติดตาม ตรวจสอบ และรวบรวมข้อมูลส่งเข้าส่วนกลางแบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ และการเตือนภัยน้ำท่วมให้รวดเร็วทันเหตุการณ์ **กรมชลประทาน :** การคาดการณ์เตือนภัยน้ำท่วมของกรมชลประทานโดยทั่วไปนั้นยังเป็นการนำเอาสถิติข้อมูลอุทกวิทยาในอดีตมาศึกษาความสัมพันธ์ของระดับน้ำและปริมาณน้ำในช่วงต่างๆกับระยะเวลาการเดินทางของน้ำระหว่างสถานีต้นน้ำและสถานีท้ายน้ำ อย่างไรก็ตาม กรมชลประทานได้มีการติดตั้งระบบโทรมาตรและการเตือนภัยน้ำท่วมในลุ่มน้ำต่าง ๆ เช่น ระบบโทรมาตรและการบริหารจัดการน้ำลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่าง โครงการหาความสัมพันธ์ของระดับน้ำและปริมาณน้ำปากแม่น้ำเจ้าพระยาในโครงการระบายน้ำท่วมกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระบบโทรมาตรเพื่อการพยากรณ์น้ำและเตือนภัย ลุ่มน้ำท่าตะเภา จังหวัดชุมพร โครงการบริหารจัดการน้ำ ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา โครงการบรรเทาอุทกภัย จังหวัดจันทบุรี โครงการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบผสมผสานลุ่มน้ำบางปะกงจังหวัดฉะเชิงเทรา และโครงการศึกษาแนวทางการดำเนินการประตูระบายน้ำอุทกวิภาชประสิทธิจังหวัดนครศรีธรรมราช **กรุงเทพมหานคร :** การพยากรณ์และป้องกันน้ำท่วม ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของ กองสารสนเทศ สำนักงานระบายน้ำกรุงเทพมหานคร โดยทำหน้าที่ติดตามและคาดการณ์การเกิดฝนตกในพื้นที่ต่างๆของกรุงเทพมหานครโดยการใช้เรดาร์ตรวจอากาศระบบ X band ครอบคลุมรัศมี 120 กม. และรวบรวมข้อมูลทางด้านน้ำต่างๆ จากสถานีตรวจวัดและระบายน้ำจำนวน 50 สถานี ซึ่งจะทำการติดตั้งระบบ Telemetering เพื่อเสนอต่อผู้บริหารในการตัดสินใจในการระบายน้ำท่วมในพื้นที่เขตป้องกันของกรุงเทพมหานครลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาและคลองรับน้ำต่างๆ โดยการทำงานจะมีการประสานงานระหว่างกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทานและกรมอุทกศาสตร์ **คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง :** ได้ทำการพัฒนา ระบบ EIA expert เพื่อสนับสนุนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในโครงการพัฒนาแหล่งน้ำในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง โดยโปรแกรมนี้มีลักษณะกรใช้งานที่ Interface เต็มรูปแบบ รวมถึงฐานของ hypertext แบบ HTML format ด้วยโดยจะมีเมนูช่วยเหลือและคำแนะนำแบบ On-line เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ใช้ในระบบฐานข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ **กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม :** เป็นการจัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัดด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์(GIS) มาตราส่วน 1:50000 โดยใช้ซอฟแวร์ Arc/Info ในการจัดเก็บข้อมูล **การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย :** ดำเนินการติดตาม และทำนายปริมาณน้ำที่จะไหลเข้าอ่างเก็บน้ำที่อยู่ในความดูแล รวมทั้งเสนอแนะในการปล่อยน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำในกรณีไม่ปกติต่างๆ โดยใช้สถิติในอดีตที่ผ่านมาในการคาดการณ์ปริมาณน้ำที่ไหลสู่อ่างเก็บน้ำ ใช้การปรับแต่ง

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณดูน้ำจะมีมากเท่าไร โดยปัจจุบันใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบ Linear Model ในการคำนวณ และใช้ MIKE 11 ในการศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำในโครงการต่างๆและในอนาคตจะดำเนินการติดตั้งระบบโทรมาตรในบริเวณต่อเนื่องจากเหนือเขื่อนและบริเวณท้ายเขื่อนเพื่อการศึกษาและเก็บข้อมูลดูผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำของกฟผ. และนำ GIS มาใช้ในการช่วยสร้างแผนที่เสี่ยงการเกิดน้ำท่วม **สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ :** เป็นหน่วยงานรัฐที่ดำเนินการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ รวมทั้งการประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งเพื่อความมั่นคงของประเทศ ดาวเทียมที่ใช้ได้แก่ ดาวเทียม LANDSAT-7, ดาวเทียม IRS-1C&1D, ดาวเทียม RADARSAT-1 และดาวเทียม TERRA เป็นต้น

ในส่วนของการพยากรณ์และเตือนภัยจากแผ่นดินถล่ม การเกิดแผ่นดินถล่มในบริเวณที่ราบเชิงเขานั้นมีสาเหตุจากการกระทำของธรรมชาติ และจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งลักษณะการเกิดแผ่นดินถล่มเป็นการรวมเอาลักษณะการเคลื่อนตัวของมวลดินหลายแบบเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้น จึงยากที่จะทำนายชนิดของการเกิดแผ่นดินถล่มให้ชัดเจนลงไป เพราะว่าปริมาณ ขนาดของการเกิดแผ่นดินถล่มอาจเกิดจากการเคลื่อนตัวของก้อนหิน (Boulder) จนกระทั่งถึงการเคลื่อนตัวของมวลดินที่มีปริมาณมากถึงหลายลูกบาศก์กิโลเมตร หรืออาจเกิดจากการพิบัติที่มีความเร็วของการเคลื่อนตัวที่ช้ามากเป็น มิลลิเมตร/ปี จนกระทั่งถึงความเร็วของการเคลื่อนตัวที่เร็วมากเป็น เมตร/วินาที ดังนั้นระบบการเตือนภัยโดยอาศัยการพยากรณ์การเกิดแผ่นดินถล่มจึงพอที่จะจำแนกได้เป็น การพยากรณ์ระยะสั้น (Short Term Prediction) ซึ่งเป็นการพยากรณ์ก่อนหน้าที่จะเกิดแผ่นดินถล่มขึ้นจริงไม่นานนัก โดยมีการตรวจวัดลาดดินเป็นจุดๆโดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือตรวจวัดการเคลื่อนที่ของลาดดินที่พร้อมที่จะพังทลาย พร้อมทั้งมีการเตือนภัยโดยการใช้เครื่องมือสื่อสารที่สามารถส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็วตามเวลา (Real Time) โดยการใช้ดาวเทียมและมีการปรับปรุงอุปกรณ์การวัดที่เป็นระบบ Electronic ทำให้ระบบเตือนภัยแบบ Short Term Prediction เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง ระบบการเตือนภัยล่วงหน้าแบบนี้ จะใช้กับบริเวณพื้นที่ที่มีชุมชนอยู่อาศัย หรือพื้นที่ที่มีเส้นทางการจราจรผ่าน ซึ่งจะใช้ในการเตือนภัยสำหรับหินร่วง (Rock falls) หรือ Debris flows การพยากรณ์ระยะกลาง (Intermediate Term Prediction) เป็นการทำนายการเกิดแผ่นดินถล่มโดยการดูและสังเกตุลักษณะทั่วๆไปของสิ่งแวดล้อม และมีการตรวจวัดการเคลื่อนตัวของแผ่นดินถล่มโดยรวมหลาย ๆ วิธีเข้าไว้ด้วยกัน เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ปริมาณน้ำฝน สภาพพื้นที่ และสภาพธรณีวิทยาเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งต่อมามีการพัฒนารูปแบบการบันทึกข้อมูลและส่งถ่ายข้อมูล ทำให้ได้ระบบการตรวจวัดระยะไกล (Remote monitoring) มาใช้ในการทำนายการเคลื่อนตัวของแผ่นดินถล่ม และการพยากรณ์ระยะยาว (Long Term Prediction) เป็นการเตือนภัยถึงความเสี่ยงการเกิดแผ่นดินถล่มโดยการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยของพื้นที่ต่อแผ่นดินถล่มหรือแผนที่แสดงการกระจายของแผ่นดินถล่ม (Landslide distribution Map) โดยแผนที่จะแสดงถึง ความไม่มั่นคงของลาดดินและลักษณะการกระจายของแผ่นดินถล่ม เงื่อนไขที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในอนาคต เช่น วัสดุทางธรณีวิทยา (Geologic Material) ที่มีกำลังรับแรงเฉือนต่ำ

ความชันของลาดดิน ซึ่งสามารถตีความได้ในเทอมของการประเมินเสถียรภาพความลาดในแผนที่เสี่ยงภัย (Hazard Map)

สำหรับสถานภาพการพยากรณ์และเตือนภัยแผ่นดินถล่มในประเทศไทยสรุปมีหน่วยงานที่ปฏิบัติ เช่น **มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ :** โดยการสนับสนุนของสภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2540) ได้ทำการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในภาคใต้ โดยทำการทบทวนการศึกษาที่เคยมีในประเทศไทยและประเทศอื่นประกอบกับการสำรวจค่าวิกฤตในพื้นที่และตรวจสอบประวัติการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ภาคใต้ **กรมพัฒนาที่ดิน :** ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ใช้ในการการประเมินและจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในภาคใต้ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และนำมาปรับปรุงตามผลการประชุมร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากกรมทรัพยากรธรณี กรมอุตุนิยมวิทยา กรมป่าไม้และกรมชลประทาน สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม **กรมอุตุนิยมวิทยา :** ซึ่งทำหน้าที่ในการตรวจสภาวะอากาศและปรากฏการณ์ธรรมชาติ การพยากรณ์อากาศ และการเตือนภัยที่เกิดจากธรรมชาติ โดยพยากรณ์และเตือนภัยล่วงหน้าเมื่อมีสภาพอากาศร้ายต่อประชาชน **ศูนย์วิจัยวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ :** เป็นหน่วยงานหนึ่งในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดดินถล่มบริเวณน้ำตกกระทิง บริเวณคลองทุ่งเพล บริเวณคลองตะเคียน เขตอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี ในโครงการบรรเทาอุทกภัย จังหวัดจันทบุรี โดยพิจารณาความเสี่ยงของการเกิดแผ่นดินถล่มโดยใช้วิธีการทางธรณีเทคนิค (Geotechnical Engineering Method)โดยศึกษาถึงพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของความมั่นคงความลาดชันของพื้นที่กับปริมาณความชื้นในมวลดินโดยทำการเปรียบเทียบค่าความปลอดภัย (Safety Factor) ของลาดกับปริมาณความชื้นในมวลดินที่เปลี่ยนแปลง **ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม :** ทำการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มและอุทกภัยของลุ่มน้ำตาปี โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานที่มีผลให้เกิดแผ่นดินถล่ม

สำหรับภาพรวมการจัดการระบบสารสนเทศของหน่วยงานในประเทศ พบว่า หน่วยงานต่าง ๆ มีการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ตามภารกิจของหน่วยงาน แต่ยังไม่มีการรวบรวมเป็นข้อมูลเฉพาะของภัยธรรมชาติ บางข้อมูลมีการจดบันทึกหรือจัดเก็บซ้ำซ้อน บางข้อมูลมีความขัดแย้งกัน ดังนั้นการนำข้อมูลไปใช้งานจึงมีความยากลำบาก

สำหรับภาพรวมการบริหารจัดการสาธารณภัยภายในประเทศ พบว่าก่อนการปฏิรูประบบราชการของประเทศที่เริ่มต้นเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2545 การบริหารจัดการสาธารณภัยในประเทศไทยค่อนข้างจะสลับซับซ้อน เนื่องจากเกี่ยวพันกับกฎหมายถึง 34 ฉบับ ภายใต้ความรับผิดชอบของส่วนราชการจำนวน 20 กรม ในจำนวน 9 กระทรวง ลักษณะของการปฏิบัติงานจะเป็นไปในรูปแบบของการประสานงานจากหลายหน่วยงานภายใต้การอำนวยการของสำนักเลขาธิการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน กรมการปกครอง และผู้ว่าราชการจังหวัด ทั้งหน่วยงานหลักและหน่วยงานที่เข้าร่วมปฏิบัติงานต่างมีภารกิจประจำ

ของตน การเข้ามาปฏิบัติการด้านสาธารณภัยของหน่วยงานต่างๆจึงเป็นเสมือนภารกิจฉุกเฉินเฉพาะกิจ เป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าเป็นครั้งคราวไปเท่านั้น สิ่งเหล่านี้นำไปสู่อุปสรรคในการดำเนินงาน ดังนั้น ประเทศไทยจึงควรมีแผนยุทธศาสตร์ด้านการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (Disaster Management) เป็นยุทธศาสตร์สำคัญอันดับต้นของการพัฒนาประเทศและควรแยกเป็นบทเฉพาะในแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ที่ผนวกการมีส่วนร่วมทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและประชาชน

บทที่ 3
การศึกษาทบทวนงานวิจัยด้านการบริหารจัดการ น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับภัยพิบัติจากน้ำท่วม น้ำแล้งและแผ่นดินถล่มอย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และประชากร ทำให้มีการริเริ่มงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่มขึ้นอย่างจริงจัง ทั้งส่วนราชการและสถานศึกษาที่ดำเนินงานวิจัยเกี่ยวข้องเรื่องน้ำท่วม ภัยแล้ง และแผ่นดินถล่มมาเป็นเวลานานตั้งแต่ในอดีต โดยสถาบันการศึกษาต่างๆ มีขีดความสามารถ และแนวโน้มในการทำงานวิจัยที่เน้นหนักไปในเรื่องงานวิจัยเชิงทฤษฎี ในขณะที่ส่วนราชการ จะมีงานวิจัยเชิงปฏิบัติอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นรายงานฉบับนี้จึงแยกรายละเอียดของงานวิจัยเชิงปฏิบัติไว้ในบทที่ 2 และบทที่ 4 โดยในบทที่ 3 นี้ จะแยกกล่าวเฉพาะงานวิจัยเชิงทฤษฎีจากสถาบันการศึกษา และหน่วยงานต่างๆ เท่านั้น

ในการศึกษาทบทวนสถานภาพงานวิจัยด้านการบริหารจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับน้ำและการพยากรณ์เตือนภัยจากน้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่มเชิงทฤษฎีจากสถานศึกษา และหน่วยงานต่างๆ ในบทนี้ จะพิจารณากรณีศึกษาทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เพื่อเป็นการรวบรวมองค์ความรู้จากผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำสถานภาพงานวิจัยดังกล่าว มาใช้ในการประมวลผลในแต่ละด้าน รวมทั้งนำแผนงาน และโครงการของหน่วยงานต่างๆ ที่ได้ดำเนินการอยู่ หรืออยู่ในแผนที่จะดำเนินการมาทำการวิเคราะห์จุดแข็ง และจุดอ่อนของเนื้อหาที่ทำงานวิจัย อันจะเป็นแนวทางในการกำหนดทิศทางที่เหมาะสมในการศึกษาวิจัยในอนาคต นอกจากนี้ยังจะทำการรวบรวมผลงานวิจัย และจัดทำทำเนียบนักวิจัยและผู้ชำนาญการ (จะกล่าวต่อไปในบทที่ 9) ภายในประเทศเพื่อใช้ประโยชน์ได้ต่อไปในอนาคต

3.1 กรณีศึกษาจากต่างประเทศ

3.1.1 กรณีศึกษาด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งจากต่างประเทศ

ในต่างประเทศ น้ำท่วมและน้ำแล้งก่อให้เกิดความเสียหายในหลายประเทศ เช่น ความแห้งแล้ง ที่เกิดขึ้นในทวีปอัฟริกา ในประเทศบราซิล น้ำท่วมในประเทศจีน ญี่ปุ่น บังคลาเทศ ในทวีปอัฟริกา เช่น ที่ประเทศ Mozambique ในทวีปยุโรป เช่น ที่ลุ่มน้ำ Odra หรือ Oder และบางประเทศก็ประสบทั้งปัญหาน้ำท่วมและน้ำแล้ง เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น การวิจัยของกรณีศึกษาในประเทศที่ประสบภัย เหล่านี้ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุของภัยพิบัติ ความเสียหายที่เกิดขึ้น และแนวทางในการแก้ไขปัญหา ดังตารางที่ 3-1 เป็นตารางสรุปงานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษาด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งของต่างประเทศ

ตารางที่ 3-1 ตารางสรุปงานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษาด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งของต่างประเทศ

ชื่อโครงการ/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	น้ำท่วม	น้ำแล้ง
โครงการป้องกันน้ำท่วมในประเทศญี่ปุ่น	การจัดการปัญหาน้ำหลากในประเทศญี่ปุ่น เริ่มขึ้นอย่างจริงจังตั้งแต่ช่วงทศวรรษ 1970 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดความเสียหายกับคันกั้นน้ำหลายแห่งในประเทศ ชาวญี่ปุ่นตระหนักดีว่า ลำพังสิ่งก่อสร้างทางวิศวกรรมเพียงอย่างเดียว ไม่อาจแก้ไขปัญหาได้ทั้งหมด จึงได้ใช้มาตรการการจัดการผสมผสานควบคู่กันไปด้วย โดยการส่งเสริมให้จัดเตรียมพื้นที่รับน้ำ และพื้นที่ชะลอน้ำหลากในแต่ละลุ่มน้ำ	-
Magalhaes et.al., 1988	-	ศึกษาสภาวะความแห้งแล้ง สาเหตุ ความเสียหายจากสภาวะแห้งแล้ง และแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในประเทศบราซิล
Mainguet, 1994		เสนอแนวทางหลายด้านในการฟื้นฟูสภาวะแวดล้อมเพื่อการแก้ไขปัญหาความแห้งแล้งใน Sahel, Africa เช่น ให้ลดพื้นที่เพาะปลูกในเขตชลประทานลง ให้มีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้น เพื่อช่วยลดการตัดไม้ทำลายป่ามาเป็นเชื้อเพลิง และควบคุมการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การเพิ่มของจำนวนประชากรใน Sahel เป็นอุปสรรคสำคัญต่อมาตรการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาความแห้งแล้ง มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างทางวิศวกรรม (Structural Measures) จึงเป็นแนวทางเร่งด่วนที่ควรเร่งให้ความช่วยเหลือ

ตารางที่ 3-1 (ต่อ) ตารางสรุปงานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษาด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งของต่างประเทศ

ชื่อโครงการ/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	น้ำท่วม	น้ำแล้ง
Howell P.P. and Allan J.A., 1994	-	ศึกษาสภาวะแห้งแล้ง และสาเหตุของความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นใน Sahel, Africa
D'Ercole R. and Pigeon P., 1997	ศึกษาความเสียหายจากการเกิดน้ำท่วมในประเทศบังคลาเทศระหว่างปี ค.ศ. 1900 – 1971	-
Grunewald et.al., 1998	ศึกษาความเสียหายจากการเกิดน้ำท่วมจากแม่น้ำ Odra ในปี ค.ศ. 1997	-
Smith และ Ward, 1998	ศึกษาสภาวะการเกิดน้ำท่วม ในประเทศบังคลาเทศและการต่อสู้แก้ไขปัญหาของประชาชน ตลอดจนการแปลงวิกฤตจากการเกิดน้ำท่วมให้เป็นโอกาส	-
Malitz, 1999	ศึกษาสภาวะการเกิดน้ำท่วม และสาเหตุของการเกิดภัยน้ำหลากจากแม่น้ำ Odra ในปี ค.ศ. 1997 (แม่น้ำ Odra เป็นแม่น้ำนานาชาติที่ไหลมาจากประเทศ Czech ผ่านเข้าสู่ประเทศ Poland และประเทศ Germany)	-
Ahmed และ Mirza, 2000	ศึกษาสภาวะการเกิดน้ำท่วม และสาเหตุของการเกิดในประเทศบังคลาเทศ	-
Brobstert et.al., 2000	ศึกษาสภาวะการเกิดน้ำท่วม สาเหตุของการเกิดภัยน้ำหลากจากแม่น้ำ Odra และเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำท่วมภายในกลุ่มประเทศที่แม่น้ำสายนี้ไหลผ่าน	-
Islam, 2000	เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำท่วมภายในประเทศบังคลาเทศ	-

ตารางที่ 3-1 (ต่อ) ตารางสรุปงานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษาด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งของต่างประเทศ

ชื่อโครงการ/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	น้ำท่วม	น้ำแล้ง
Siddique และ Chowdhury, 2000	ศึกษาสภาวะการเกิดน้ำท่วม และสาเหตุของการเกิดในประเทศ บังคลาเทศ	-
The UN Millennium Declaration, 2000	ประกาศจุดยืน และแนวทางในการจัดการปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกับน้ำ	ประกาศจุดยืน และแนวทางในการจัดการปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกับน้ำ
US Geological Survey, 2000	ศึกษาปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงศตวรรษที่ 20 โดยศึกษาสาเหตุ พื้นที่ประสบภัย และความเสียหายที่เกิดขึ้น	-
โครงการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในประเทศ Mozambique, 2001	รัฐบาลแห่งประเทศ Mozambique ได้เสนอแผนการดำเนินการป้องกันน้ำท่วมในประเทศ โดยมองภาพรวมของพื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำตอนใต้ของทวีปอัฟริกา	-
โครงการแก้ไขปัญหาความแห้งแล้งในประเทศบราซิล (Kroel et.al, 2001)	-	เป็นโครงการวิจัยร่วมกันระหว่างประเทศบราซิล ประเทศ เยอรมนี โดยมีการพัฒนาแบบจำลองแบบผสมผสานขึ้น เพื่อใช้เป็นกลยุทธ์ในการจัดการน้ำในระดับภูมิภาคอย่างยั่งยืนขึ้นในประเทศบราซิล
Jiaqi Chen et.al., 2001	ศึกษาการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำ Yangtze โดยประเมินและวิเคราะห์จากข้อมูลอุตุอุทกวิทยา และข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอดีต นอกจากนี้ ยังได้ศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยคาดคะเนจากข้อมูลในอดีตที่ได้มีการเก็บรวบรวมไว้เป็นช่วงระยะเวลายาวนาน	ศึกษาการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำ Yangtze โดยประเมินและวิเคราะห์จากข้อมูลอุตุอุทกวิทยา และข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอดีต นอกจากนี้ ยังได้ศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยคาดคะเนจากข้อมูลในอดีตที่ได้มีการเก็บรวบรวมไว้เป็นช่วงระยะเวลายาวนาน

ตารางที่ 3-1 (ต่อ) ตารางสรุปงานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษาด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งของต่างประเทศ

ชื่อโครงการ/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	น้ำท่วม	น้ำแล้ง
Smithers et.al., 2001	ศึกษาสภาวะการเกิดน้ำท่วม และสาเหตุของการเกิดที่ประเทศ Mozambique ในปี ค.ศ. 2000	-

รายละเอียดของกรณีศึกษาด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3-1 กล่าวโดยรวมโดยแยกเป็นรายพื้นที่แต่ละประเทศมีดังต่อไปนี้

- น้ำแล้งที่ Sahel, Africa

Sahel ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ที่มีความแปรผันด้านปริมาณน้ำฝนสูงมาเป็นเวลานานหลายทศวรรษมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในศตวรรษที่แล้ว ได้เกิดความแห้งแล้งขึ้นในภูมิภาคส่วนนี้ขึ้นหลายครั้ง บางครั้ง เหตุการณ์น้ำแล้งที่เกิดขึ้น กินระยะเวลายาวนานมากกว่าที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วในอดีต ปริมาณน้ำฝนที่ตกน้อยมาก หรือสภาวะฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลายาวนาน ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าในลำน้ำหลายสายในอัฟริกามีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด ตัวอย่างเช่นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา น้ำท่าเฉลี่ยในแม่น้ำ Niger ซึ่งวัดที่ Koulikoro มีปริมาณลดลงเกือบครึ่งหนึ่งของปริมาณน้ำท่าที่วัดได้ในช่วงทศวรรษ 1960 และในปี ค.ศ. 1984 และ 1985 แม่น้ำสายนี้แทบจะแห้งเหือดในช่วงที่ไหลผ่านเมือง Niamey นอกจากนี้ ยังมีตัวอย่างของแม่น้ำ Senegal ช่วงที่ไหลผ่านเมือง Bakel ในปี ค.ศ. 1974, 1982, 1984 และ 1985 ก็แทบจะไม่มีน้ำท่าไหลในลำน้ำ สำหรับแม่น้ำ Nile พบว่าค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1900 – 1954 มีค่า 84,000 ล้านลูกบาศก์เมตรในขณะที่ค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1977 – 1987 มีปริมาณ 72,000 ล้านลูกบาศก์เมตรและค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1984 – 1987 มีปริมาณลดลงเหลือเพียง 52,000 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยค่าปริมาณน้ำท่ารายปีต่ำสุด เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1984 โดยมีค่าเพียง 42,000 ล้านลูกบาศก์เมตร(Howell P.P. and Allan J.A., 1994)

โดยทั่วไป สาเหตุของความแห้งแล้งเป็นปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน และมีความเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ สำหรับกรณีความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นที่ Sahel นอกจากปัจจัยด้านลมฟ้าอากาศแล้ว มนุษย์ก็ยังมีส่วนอย่างสำคัญที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ โดยเมื่อเกิดความแห้งแล้งขึ้นในพื้นที่ใด ประชาชนในพื้นที่นั้นก็จะโยกย้ายถิ่นฐาน เร่ร่อนไปแสวงหาที่อยู่ใหม่ที่มีความชุ่มชื้นมากกว่า รัฐบาลก็พยายามให้การช่วยเหลือ เพื่อหวังให้ประชาชนตั้งถิ่นฐานในที่ทำกินเดิม ไม่โยกย้ายเร่ร่อนไป โดยทำการส่งเสริมและพัฒนาการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ให้อย่างเต็มที่ แต่สิ่งนี้กลับส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรน้ำ มากจนเกินกว่าที่แหล่งน้ำธรรมชาติเหล่านั้นจะรับภาระไหว นอกจากนี้ ยังมีปัญหาดินเสื่อมโทรม ทั้งจากการปลูกพืชและจากการกัดเซาะหน้าดินอันเนื่องมาจากน้ำและกระแสลม

นอกจากปัญหาความแห้งแล้ง หลายประเทศในอัฟริกาประสบปัญหาความไม่สงบภายในประเทศมาเป็นช่วงระยะเวลายาวนาน เช่นที่ Ethiopia, Somalia และ Eritrea ซึ่งเป็นสาเหตุให้การพัฒนาด้านเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศเหล่านี้ชะงักงัน ผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ ประชากรในพื้นที่ที่เคยเป็นแหล่งเพาะปลูก และสร้างผลผลิตทางการเกษตร เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ ต้องกลายเป็นผู้คอยรับการบริจาคอาหารจากนานาประเทศผู้ให้ความช่วยเหลือ แม้แต่ประชาชนในศูนย์กลางของประเทศอย่าง Ethiopia หรือ Somalia ต้องอยู่อาศัยภายใต้สภาพแวดล้อมที่ขาดสุขลักษณะ ส่งผลให้เกิดปัญหาโรคภัยไข้เจ็บ และการเสียชีวิตของเด็กเพิ่มสูงขึ้นตามมา

ในปี ค.ศ. 1994 Mainguet ได้เสนอแนวทางหลายด้านในการฟื้นฟูสภาวะแวดล้อมใน Sahel เช่น ให้ลดพื้นที่เพาะปลูกในเขตชลประทานลง ให้มีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้น เพื่อช่วยลดการตัดไม้ทำลายป่ามาเป็นเชื้อเพลิง และควบคุมการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาล เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การเพิ่มของจำนวนประชากรใน Sahel เป็นอุปสรรคสำคัญต่อมาตรการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาความแห้งแล้ง มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างทางวิศวกรรม (Structural Measures) จึงเป็นแนวทางเร่งด่วนที่ควรเร่งให้ความช่วยเหลือ

- น้ำท่วมใน Bangladesh

Bangladesh เป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ราบต่ำ ริมชายฝั่งทะเล มีโครงข่ายแม่น้ำที่สำคัญหลายสายที่จัดได้ว่าเป็นแม่น้ำสายใหญ่ในลำดับต้นๆ ของแม่น้ำทั่วโลก เช่น แม่น้ำ Ganges และ แม่น้ำ Brahmaputra มีปริมาณน้ำท่าสูง และเกิดปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำทุกปี เนื่องจากราว 60% ของพื้นที่ประเทศเป็นพื้นที่น้ำท่วมถึง (Siddique and Chowdhury, 2000) ดังนั้นบริเวณพื้นที่สำคัญของประเทศจึงมักจะประสบปัญหาน้ำท่วมขังอยู่เสมอ ทำให้ประชากรของประเทศผ่านการเรียนรู้ที่จะต่อสู้ และอยู่ร่วมกับปัญหาน้ำท่วมที่พวกเขาต้องประสบแทบจะทุกปี โดยมีระดับความรุนแรงแตกต่างกันไป ซึ่งมีผลดีต่อการเพาะปลูก เนื่องจากน้ำที่หลากท่วมได้พัดพาดินตะกอนอันอุดมสมบูรณ์มาตกทับถมบริเวณปากแม่น้ำ (Smith and Ward, 1998)

โดยทั่วไป น้ำท่วมครั้งรุนแรงจะเกิดขึ้นใน Bangladesh ประมาณ 6 – 7 ปีต่อครั้ง ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงต่อชีวิต ทรัพย์สิน และพืชผลทางการเกษตร การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากร ทำให้มีความหนาแน่นของจำนวนผู้อยู่อาศัยในบางพื้นที่สูงกว่า 800 คนต่อ 1 ตารางกิโลเมตร ประกอบกับอัตราการเพิ่มของจำนวนประชากรในระดับ 20 – 25 % (D'Ercole and Pigeon, 1998) ทำให้ประชาชนใน Bangladesh ต้องเผชิญกับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม การทำเกษตรกรรมอย่างหนาแน่นในพื้นที่น้ำท่วมถึง กลายเป็นอุปสรรคกีดขวางโครงการป้องกันน้ำท่วมต่างๆ นอกจากนี้ ย่านคนยากจนกลายเป็นพื้นที่น้ำท่วมขัง (Ahmed and Mirza, 2000)

ตัวอย่างน้ำท่วมครั้งใหญ่ๆ ที่เกิดขึ้นใน Bangladesh ในช่วงระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา เช่น ในปี ค.ศ. 1991 เกิดน้ำท่วมแบบ Storm Surge ทำให้มีผู้เสียชีวิตราว 140,000 คน ในปี ค.ศ. 1998 เกิดน้ำหลากท่วมพื้นที่ประมาณ 2 ใน 3 ของพื้นที่ทั้งประเทศเป็นระยะเวลายาวนาน 2 – 3 เดือน ทำให้เกิดความเสียหายต่อสภาพเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเสียหายของสิ่งสาธารณูปโภค และพืชผลทางการเกษตร (Siddique and Chowdhury, 2000) D'Ercole R. and Pigeon P. ได้รายงานไว้ในปี ค.ศ. 1997 ว่าระหว่างปี ค.ศ. 1900 – 1971 ปัญหาน้ำท่วมของประเทศ ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตประมาณ 460,000 คน และประชากรอีก 43 ล้านคนได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติดังกล่าว จำนวนผู้เสียชีวิตเพิ่มขึ้น 200,000 คนในระหว่างปี ค.ศ. 1972 – 1996 และประชากร 290 ล้านคนได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมในช่วงเวลาดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าในศตวรรษที่ผ่านมา การเกิดน้ำท่วมในประเทศ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นสำคัญ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การพัฒนาแหล่งน้ำ หรือการระบายน้ำออกจากพื้นที่ชุมชน นอกจากนี้ ความปรวนแปรของสภาพภูมิอากาศก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบให้เกิดภัยพิบัติจากน้ำหลากได้ เช่น หิมะ และภูเขาน้ำแข็งที่ละลายลงมาจากภูเขาหิมาลัย เป็นต้น

ปัญหาการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากร การขาดแคลนที่ดินทำกิน และปัญหาเศรษฐกิจตกต่ำ ทำให้การแก้ไขปัญหา และป้องกันน้ำท่วมใน Bangladesh เป็นไปด้วยความยากลำบาก ในขณะนี้รัฐบาลกำลังวางแผนปฏิบัติการเพื่อรับมือกับปัญหาน้ำท่วม เรียกว่า "National Flood Action Plan" แต่อุปสรรคของโครงการดังกล่าวคือต้องใช้เงินลงทุนมหาศาลและต้องใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย แนวทางที่ดำเนินอยู่ในปัจจุบันจึงทำได้แต่เพียงใช้มาตรการที่เป็นนโยบายควบคุมการกระทำใด ๆ ของประชาชนที่จะก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังอันเป็นวิธีการดั้งเดิมที่ใช้กันมาในอดีต นอกจากนี้ Islam (2000) ได้เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำท่วมภายในประเทศโดยการเสนอให้ขุดลอกแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ต่างๆ เพื่อใช้เป็นแหล่งกักเก็บปริมาณน้ำที่ไหลบ่ามาในช่วงฤดูฝน เป็นการชะลอความรุนแรงของมวลน้ำหลาก ผลพลอยได้จากแนวทางนี้คือการทำประมงในแหล่งน้ำเหล่านั้น เป็นการเพิ่มแหล่งอาหารให้แก่ประชากรในประเทศ นอกจากนี้ สาเหตุที่สำคัญของการเกิดน้ำท่วมภายในประเทศ Bangladesh มาจากน้ำจากภายนอกประเทศที่ไหลหลากเข้ามา ดังนั้น การแก้ไขปัญหา และการป้องกันภัยจากน้ำท่วมควรมีลักษณะเป็นโครงการร่วมกันระหว่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับประเทศที่เป็นต้นน้ำของแม่น้ำที่ไหลลงมาสู่ประเทศ Bangladesh และควรมีการร่วมมือกันทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการทำวิจัย ค้นคว้าร่วมกัน

- น้ำท่วมจากแม่น้ำ Odra / Oder ในปี ค.ศ. 1997

น้ำท่วมครั้งใหญ่ที่เกิดขึ้นในทวีปยุโรปในช่วงฤดูร้อนในเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 1997 คือน้ำท่วมจากแม่น้ำ Odra (เขียนว่า Oder ในภาษาเยอรมัน) ซึ่งเป็นแม่น้ำนานาชาติที่ไหลมาจากประเทศ Czech ผ่านเข้าสู่ประเทศ Poland และประเทศ Germany น้ำท่วมในครั้งนั้น มีสาเหตุมาจากการเกิดฝนตกหนัก และตกเป็นระยะเวลายาวนาน จนระดับน้ำในแม่น้ำเอ่อล้นขึ้นท่วมพื้นที่ริมฝั่ง ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณน้ำฝนในอดีตของช่วงเวลาเดียวกันถึง 300% (Malizt,1999) ที่เมือง

Raciborz – Miedonia ใน Poland ระดับน้ำสูงสุดในแม่น้ำ Odra วัดได้สูงกว่าระดับน้ำท่วมสูงสุดในอดีตที่เคยเกิดขึ้นถึง 2 เมตร และปริมาณน้ำที่บ่าท่วมมา มีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นในอดีตถึง 2 เท่า น้ำท่วมครั้งนี้ กินระยะเวลายาวนานหลายสัปดาห์ และมียอดผู้เสียชีวิตจากน้ำท่วมครั้งนี้สูงถึง 114 คน (Grunewald et.al., 1998) ส่วนความเสียหายด้านเศรษฐกิจของประเทศ Czech ประมาณ 0.55 – 2.2 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ ประเทศ Poland ประมาณ 2.5 – 4.0 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ และประเทศ Germany ประมาณ 0.3 – 0.7 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ

เนื่องจากก่อนปี ค.ศ. 1997 ไม่เคยเกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ในประเทศ Poland มาก่อน จะมีก็เพียงแต่เกิดปัญหาน้ำท่วมที่ไม่รุนแรงเท่าใดนัก ดังนั้น จึงไม่มีการเตรียมการรับมืออย่างเพียงพอ (Kundzewicz et.al, 1999) โครงสร้างทางวิศวกรรมในการป้องกันน้ำท่วมที่มีอยู่ ไม่สามารถป้องกันน้ำท่วมที่รุนแรงอย่างที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1997 ได้ นอกจากนี้ เมื่อเกิดภัยพิบัติขึ้น ก็พบว่าการจัดการองค์กรที่เกี่ยวข้อง ขาดความคล่องตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ช่วงที่น้ำเริ่มหลากเข้าท่วม เช่น เกิดปัญหาการเบิกจ่ายเงินงบประมาณ และขาดความชัดเจนในหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน เป็นต้น เหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในครั้งนั้น ก่อให้เกิดความตื่นตัวในการเตรียมการรับมือกับปัญหาน้ำหลากจากแม่น้ำ Odra ตัวอย่างแผนการดำเนินการที่ประสบผลสำเร็จในประเทศ Poland ซึ่งเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ทางด้านท้ายน้ำ ส่งผลให้ความเสียหายอันเนื่องมาจากน้ำท่วมในประเทศลดลง อย่างไรก็ตาม ถ้ามีปริมาณ น้ำหลากสูงอย่างที่เคยเกิดในปี ค.ศ. 1997 ขึ้นอีก ก็จะต้องประเมินกันต่อไปว่า มาตรการต่างๆ ที่ประเทศ Poland ได้เตรียมการไว้ จะสามารถรับมือได้หรือไม่

Brobstert et.al. (2000) ได้กล่าวไว้ภายหลังสรุปผลการวิเคราะห์เหตุการณ์น้ำท่วม และความเสียหายที่เกิดขึ้นว่า มีความจำเป็นต้องมีโครงการป้องกันน้ำท่วม และต้องร่วมกันวางแผนการดำเนินการร่วมกันในกลุ่มประเทศที่แม่น้ำ Odra ไหลผ่านทั้งสามประเทศ โดยได้เสนอแนวความคิดให้จัดหาพื้นที่ชะลอน้ำหลากเพิ่มขึ้น ควรมีมาตรการในการลดปริมาณยอดน้ำหลากสูงสุด และหน่วงระยะเวลาที่เกิดยอดปริมาณหลากสูงสุดออกไป นอกจากนี้ ควรมีระบบการพยากรณ์น้ำท่วม มีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ทีมีผลต่อการเกิดน้ำหลากเพิ่มเติม เช่นผลจากการกระทำของมนุษย์ เป็นต้น

- น้ำท่วมใน Africa / Mozambique ในปี ค.ศ. 2000

ในเดือนกุมภาพันธ์ ปี ค.ศ. 2000 ได้เกิดฝนตกหนักในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงใต้ของ Africa ฝนที่ตกในครั้งนั้น มีรอบปีการเกิดซ้ำมากกว่า 200 ปี (Smithers et.al., 2001) ฝนที่ตกลงมาอย่างหนัก บวกกับความชื้นในดินช่วงต้นฤดูร้อนที่ยังคงมีค่าสูงอยู่ ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขึ้นอย่างรุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศ Mozambique เป็นประเทศที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมครั้งนี้มากที่สุด และนับได้ว่า เป็นน้ำท่วมครั้งรุนแรงที่สุดของประเทศนี้เท่าที่เคยประสบมา นอกจากนี้ ยังมีประเทศอื่นๆ ที่ประสบน้ำท่วมในปี ดังกล่าว ได้แก่ South Africa, Zambia, Zimbabwe, Botswana, Swaziland และ Madagascar

น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในประเทศ Mozambique รุนแรงมาก พื้นที่เพาะปลูกราวหนึ่งในสี่ได้รับความเสียหาย พืชผลทางการเกษตรเสียหายเป็นจำนวนมาก วัวควายล้มตายประมาณ 80% ของจำนวนทั้งหมด ประชาชนต้องอพยพขึ้นไปอยู่บนหลังคาบ้าน ถนนหลายสายถูกน้ำพัดพาเสียหาย ทำให้ไม่สามารถเดินทางสัญจรไปมาระหว่างเมืองได้ แม้แต่เมือง Maputo ซึ่งเป็นเมืองหลวงของประเทศก็ถูกตัดขาดการติดต่อกับเมืองอื่นๆ โดยสิ้นเชิง มีผู้เสียชีวิตจากน้ำท่วมครั้งนี้รวมทั้งสิ้น 700 คน และประชากรราว 500,000 คนไร้ที่อยู่อาศัย พื้นที่ทำกินไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้เป็นระยะเวลาถึง 3 ปีหลังจากเกิดน้ำท่วมใหญ่ ต่อมาในปี ค.ศ. 2001 ได้เกิดน้ำท่วมซ้ำซ้อนขึ้นอีกครั้งหนึ่งในประเทศ Mozambique มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 40 คน มีผู้ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำท่วมราว 400,000 คน ในขณะที่ประชาชน 77,000 คนไร้ที่อยู่อาศัย

ภายหลังการเกิดน้ำท่วมดังกล่าว ทำให้พบว่าอาหาร น้ำดื่ม และยารักษาโรค เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งยวดภายหลังน้ำลด เพราะผู้เสียชีวิตจากโรคระบาด อันมีสาเหตุมาจากการขาดแคลนน้ำสะอาด และอาหาร มีมากกว่าผู้เสียชีวิตจากเหตุการณ์น้ำท่วมโดยตรงเสียอีก ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ยอดผู้เสียชีวิต รวมมีจำนวนมาก ทำให้ได้ข้อสรุปว่า การให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากน้ำหลาก ควรเร่งรีบดำเนินการทันทีทันใด

จากการจัดการประชุมเชิงปฏิบัติการโดยรัฐบาลแห่งประเทศ Mozambique ได้ข้อสรุปว่าแผนการดำเนินการป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนใต้ของทวีปอัฟริกาควรประกอบด้วยการปรับปรุงโครงข่ายระบบการเฝ้าสังเกตสภาพอุทกวิทยา การจัดหามาตรการป้องกันแบบใช้โครงสร้างทางวิศวกรรม และแบบใช้นโยบายการจัดการ และการจัดการน้ำท่วมแบบผสมผสาน อันประกอบด้วยการมีส่วนร่วมของประชาชนในแต่ละท้องถิ่น และการจัดตั้งคณะกรรมการจัดการลุ่มน้ำในลำน้ำนานาชาติ เป็นต้น

- น้ำแล้งทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ Brazil

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ Brazil อยู่ในเขตภูมิอากาศค่อนข้างแห้งแล้ง ปริมาณน้ำฝนที่ตกในภูมิภาคส่วนนี้ มีความแปรผันสูง ทั้งด้านพื้นที่ และช่วงเวลา ส่งผลให้เกิดความขาดแคลนน้ำอันเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการทำการเกษตร การพัฒนาคุณภาพชีวิต และการพัฒนาในภูมิภาค

นับตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 17 เป็นต้นมา พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ Brazil จะประสบสภาวะแห้งแล้งราว 18 – 20 ครั้งต่อรอบศตวรรษ ก่อให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำกิน น้ำใช้ขาดแคลนอาหารและประชาชนว่างงาน จากการประเมินความเสียหายที่ตามมาจากเหตุการณ์น้ำแล้งที่เกิดขึ้นในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1877 – 1879 พบว่ามีผู้เสียชีวิตประมาณครึ่งหนึ่งของประชากรทั้งหมด (ประชากรรวมทั้งประเทศในช่วงเวลาดังกล่าวมีประมาณ 1.7 ล้านคน) (Magalhaes et.al., 1988) แต่จำนวนผู้เสียชีวิตจากน้ำแล้งในปัจจุบันลดน้อยลงกว่าในอดีต ทั้งนี้เป็นเพราะรัฐบาลได้ตระหนักถึงปัญหาและจัดเตรียมโครงการต่าง ๆ อันเป็นมาตรการในการให้ความช่วยเหลือไว้อย่างต่อเนื่อง ยกเว้นเหตุการณ์น้ำแล้งครั้งรุนแรงที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1983 ที่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงต่อสภาพเศรษฐกิจภาย ในประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อภาคการเกษตร น้ำแล้งครั้งนั้นส่งผลให้พืชผลการเกษตรเสียหายเกือบทั้งหมด

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โครงการเร่งด่วนต่างๆ ของรัฐบาลประสบผลสำเร็จในการบรรเทาปัญหาทุพภิกขภัย และลดการอพยพโยกย้ายถิ่นฐานของประชาชนไปสู่พื้นที่ทางตอนใต้ซึ่งมีความชุ่มชื้นมากกว่า (Magalhaes et.al., 1988) อย่างไรก็ตาม ในการแก้ไขปัญหาความแห้งแล้ง ควรเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืน แต่จำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ประกอบกับความผันแปรของปริมาณน้ำฝนอันเป็นผลมาจากความผันแปรของสภาพภูมิอากาศ ทำให้เกิดปัญหาความขาดแคลนน้ำอันเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาในภูมิภาค นอกจากนี้ ยังส่งผลให้มีความจำเป็นต้องใช้น้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีการจัดสรรน้ำ และดำเนินการจัดการใช้น้ำอย่างยั่งยืน มีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก เพื่อเป็นแหล่งน้ำตามท้องถิ่นชนบท และการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ควบคู่ไปกับการผันน้ำจากลุ่มน้ำใกล้เคียง เพื่อเป็นแหล่งน้ำตามชุมชนเมืองใหญ่

จากโครงการวิจัยร่วมกันระหว่างประเทศ Brazil และประเทศ Germany ที่แล้วเสร็จไปเมื่อเร็ว ๆ นี้ (Kroel et.al, 2001) ได้มีการพัฒนาแบบจำลองแบบผสมผสานขึ้น เพื่อใช้เป็นกลยุทธ์ในการจัดการน้ำในระดับภูมิภาคอย่างยั่งยืนขึ้นในประเทศ Brazil มีการประเมินผลของโครงการ ตลอดจนการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสังคมและสภาวะแวดล้อม ผลของการดำเนินการ ชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองแบบผสมผสานนี้เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ได้กับระบบที่มีความหลากหลายและสลับซับซ้อน อย่างไรก็ตาม การดำเนินการตามกลยุทธ์ดังกล่าว ไม่สามารถการันตีผลลัพธ์ให้มีความแม่นยำ และมีความแน่นอนเป็นไปตามความต้องการของรายละเอียดทุกแง่มุมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการจัดการในโครงการขนาดเล็ก

- โครงการป้องกันน้ำท่วมในประเทศญี่ปุ่น

การจัดการปัญหาน้ำหลากในประเทศญี่ปุ่น เริ่มขึ้นอย่างจริงจังตั้งแต่ช่วงทศวรรษที่ 1970 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดความเสียหายกับคันกั้นน้ำหลายแห่งในประเทศ ชาวญี่ปุ่นตระหนักดีว่า ลำพังสิ่งก่อสร้างทางวิศวกรรมเพียงอย่างเดียว ไม่อาจแก้ไขปัญหาได้ทั้งหมด จึงได้ใช้มาตรการการจัดการผสมผสานควบคู่กันไปด้วย โดยการส่งเสริมให้จัดเตรียมพื้นที่รับน้ำ และพื้นที่ชะลอน้ำหลากในแต่ละลุ่มน้ำ

มาตรการการจัดการที่ประเทศญี่ปุ่นนำมาใช้ เช่นกลยุทธ์ในการจัดการน้ำหลาก ที่เรียกว่ากฎการอนุรักษ์ปริมาณน้ำหลาก นั่นคือการพัฒนาพื้นที่ใดๆ ก็ตาม หลังจากดำเนินการแล้ว จะต้องไม่ส่งผลให้ปริมาณน้ำหลากจากพื้นที่นั้นๆ เพิ่มมากขึ้นกว่าครั้งที่ยังไม่ได้ทำการพัฒนา ดังนั้น เมื่อมีการพัฒนาพื้นที่ในบริเวณที่เคยเป็นแหล่งรองรับน้ำหลาก เช่น นาข้าว หรือป่าไม้ ทำให้ต้องมีการสร้างอ่างรองรับปริมาณน้ำเหล่านี้ควบคู่ไปด้วย นอกจากนี้ ยังมีการจัดแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Zoning) การจัดทำแผนที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม การเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนในการอพยพหนีภัย

ในประเทศญี่ปุ่น มีการก่อสร้างอ่างรองรับปริมาณน้ำหลากฝังไว้ใต้พื้นดิน (Underground Storage) อุโมงค์น้ำบางแห่งมีมูลค่ามากกว่า US$ 120,000 ต่อเมตร เช่น ที่เมือง Tokyo เป็นอุโมงค์ลึก 40 เมตร มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.5 เมตร ความยาวประมาณ 30 กิโลเมตร

กลยุทธ์ในการจัดการปัญหาน้ำท่วมในประเทศญี่ปุ่น จำแนกได้เป็นกลุ่มๆ ดังนี้คือ

(1) *กลยุทธ์สำหรับลุ่มน้ำขนาดใหญ่* : มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างเข้าช่วย เช่น การก่อสร้างเขื่อน คันกั้นน้ำ การผันน้ำหลาก การปรับปรุงลำน้ำ การควบคุมปริมาณตะกอนทางด้านต้นน้ำ และมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง เช่นการพยากรณ์น้ำหลาก การเตือนภัยน้ำหลาก การอพยพหนีภัย และการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัย

(2) *กลยุทธ์สำหรับเมืองขนาดใหญ่* : เมืองใหญ่ที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำจะมีทำนบขนาดใหญ่ป้องกันตลิ่งพัง คันกั้นน้ำบางแห่งมีความสูง 300 – 500 เมตร

(3) *กลยุทธ์สำหรับชุมชนในลุ่มน้ำขนาดเล็ก* : จัดหาแหล่งชะลอน้ำเตรียมไว้ เช่น สระน้ำ อ่างเก็บน้ำ หรืออาจจะใช้สถานที่อย่างสนามของโรงเรียน หรือสวนสาธารณะในกรณีต้องการชะลอน้ำหลากอย่างฉุกเฉินเร่งด่วน นอกจากนี้ยังมีการเตรียมการระบายน้ำใต้ผิวดินผ่านท่อระบายน้ำ การปรับปรุงระบบระบายน้ำเดิม การจัดหาเครื่องสูบ การก่อสร้างอาคารบ้านเรือนให้ สูงกว่าระดับน้ำท่วมถึง การจัดสร้างกำแพงกันน้ำท่วม และการป้องกันน้ำหลากเข้าสู่ระบบรถไฟใต้ดิน รวมทั้งการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำหลาก

- การแก้ไขปัญหาน้ำท่วมและน้ำแล้งในประเทศจีน (Jiaqi Chen et.al, 2001)

จีนเป็นประเทศหนึ่งที่ประสบปัญหาน้ำหลากและน้ำแล้งอยู่เสมอ ทำให้การพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเกิดการชะงักงัน ชาวจีนได้พยายามต่อสู้กับปัญหานี้ โดยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านอุตุอุทกวิทยาตั้งแต่ช่วงทศวรรษที่ 1920 เป็นต้นมา ช่วงทศวรรษที่ 1930 ได้เริ่มมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศจีน และมีการศึกษาอีกครั้งหนึ่งในช่วงทศวรรษที่ 1970 ต่อมาในปี ค.ศ. 1982 ได้มีการทำแผนที่น้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในระยะเวลา 500 ปี

สำหรับการศึกษาวิจัยของ Jiaqi Chen และคณะในปี ค.ศ. 2001 เป็นการศึกษาการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำ Yangtze โดยประเมิน และวิเคราะห์จากข้อมูลอุตุอุทกวิทยา และข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอดีต นอกจากนี้ ยังได้ศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยคาดคะเนจากข้อมูลในอดีตที่ได้มีการเก็บรวบรวมไว้เป็นช่วงระยะเวลายาวนาน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลในอดีตพบว่ามีความหลากหลายของรูปแบบ (Format) ในการจดบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำท่วม และความแห้งแล้งในพื้นที่ศึกษา ทำให้ต้องมีการตีความ และแปลงข้อมูลให้เป็นรูปแบบเดียวกันโดยจัดแปลงข้อมูลเหล่านี้ในรูปของรหัส นอกจากนี้ ยังพบว่าคุณภาพของข้อมูลที่รวบรวมไว้ มีความแตกต่างกันเนื่องมาจากสภาพพื้นที่ภูมิประเทศ การตีความ มาตรฐาน และกาลเวลาที่ผ่านมาเป็นร้อยๆ ปีก็ทำให้เอกสารการจดบันทึกข้อมูลเสียหายไปบ้าง โดยเฉพาะในช่วงที่มีการปฏิวัติทางวัฒนธรรมระหว่างปี ค.ศ. 1966 – 1976 ผลการศึกษาได้นำเสนอให้เห็นถึงเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วม และความแห้งแล้งในอดีตโดยจัดรูปแบบข้อมูลให้มีมาตรฐานเดียวกัน และจัดสร้างแผนที่น้ำท่วม และแผนที่เกิดน้ำแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำ Yangtze ตอนกลาง และตอนล่างเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนต่อไปในอนาคต

- ปัญหาน้ำท่วมในประเทศสหรัฐอเมริกา

จากรายงานของ US Geological Survey ในปี ค.ศ. 2000 กล่าวถึงปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงศตวรรษที่ 20 ว่าเป็นภัยพิบัติอันดับ 1 ที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สิน โดย 90% ของน้ำท่วมที่ก่อให้เกิดการสูญเสียชีวิตจะเกิดจากน้ำท่วมฉับพลัน (Flash Flood) ที่เกิดจากพายุเฮอริเคน

ตารางที่ 3-2 แสดงรายละเอียดของความเสียหายอันเนื่องมาจากการเกิดน้ำท่วมในรอบศตวรรษที่ผ่านมาของประเทศสหรัฐอเมริกา

ตารางที่ 3-2 การเกิดน้ำท่วมในประเทศสหรัฐอเมริกาในรอบทศวรรษที่ผ่านมา

Flood type	Date	Area of stream with flooding	Reported deaths	Approximated cost ($US) (un-inflated)	Cause
Regional flood	3-4/1913	Ohio State	467	143 M	ฝนตกหนัก
	4-5/1927	Mississippi River	NA	230 M	ฝนตกหนัก
	3/1936	New England	150+	300 M	ฝนตกหนัก
	7/1951	Kansas & Neosho river basin	15	800 M	ฝนตกหนัก
	12/1964	Pacific Northwest	47	430	ฝนตกหนัก
	6/1965		24	570 M	ฝนตกหนัก
	6/1972		17	32 B	พายุเฮอริเคนชื่อ Agnes
	6/1983	ชายฝั่ง Great Salt Lake	NA	621 M	ฝนตกหนัก
	5/1985	Mississippi River	1	500 M	ฝนตกหนัก
	11/1985	Virginia	69	1.25 B	ฝนตกหนัก
	4/1990	Trinity Arkansas and Red rivers	17	1 B	ฝนตกหนัก
	1/1993	Arizona	NA	400 M	ฝนตกหนัก
	5-9/1993	Mississippi River	48	20B	ฝนตกหนัก
	5/1995	ภาคใต้ ภาคกลางของประเทศ	32	5-6 B	ฝนตกหนัก
	1-5/1995	California	27	3B	ฝนตกหนัก
	2/1996	Pacific Northwest	9	1B	ฝนตกหนัก+หิมะละลาย
	1/1997	Pacific Northwest	36	2-3 B	ฝนตกหนัก+หิมะละลาย
	3/1997	Ohio river	50+	500 M	ฝนตกหนัก
	4-5/1997	Red river	8	2B	หิมะละลายอย่างรวดเร็ว
	9/1999	North Carolina	42	6B	พายุเฮอริเคนชื่อ Floyd
Flash flood	6/1903	Willow Creek, Oregon	225	NA	ฝนตกหนัก

ตารางที่ 3-2 (ต่อ) การเกิดน้ำท่วมในประเทศสหรัฐอเมริกาในรอบทศวรรษที่ผ่านมา

Flood type	Date	Area of stream with flooding	Reported deaths	Approximated cost ($US) (un-inflated)	Cause
	6/1972	South Dakota	237	160 M	ฝนตกหนัก
	7/1976	Poudre, Colorado	144	39M	ฝนตกหนัก
	7/1977	Conemangh river, Pennsylvania	78	300 M	ฝนตกหนัก
Storm surge flood	9/1900	Texas	6000+	-	พายุเฮอริเคน
	9/1938	N/E of USA.	494	306M	พายุเฮอริเคน
	8/1969	ชายฝั่ง Mississippi & Louisiana	259	1.4 B	พายุเฮอริเคน (Camille)

ที่มา : รายงานของ US Geological Survey ในปี ค.ศ. 2000

นอกจากการใช้มาตรการโครงสร้างทางวิศวกรรมในการป้องกันน้ำท่วมแล้ว ประเทศสหรัฐอเมริกายังใช้มาตรการการจัดการน้ำท่วมอื่นๆ ได้แก่การนำมาตรการการประกันภัยจากน้ำหลาก โดยผ่าน FEMA's National Flood Insurance Program (FEMA : Federal Emergency Management Agency) และยังใช้การพยากรณ์ และเตือนภัยน้ำท่วมอย่างได้ผลดีอีกด้วย

- แนวทางขององค์การสหประชาชาติ

องค์การสหประชาชาติ เป็นหน่วยงานหนึ่งที่เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาน้ำท่วม และน้ำแล้งที่เกิดขึ้นในโลก โดยได้นำเสนอเป็นประเด็นไว้ในหลายๆ โอกาส ดังตัวอย่างที่พอจะรวบรวมสรุปได้ดังต่อไปนี้

The UN Millennium Declaration : (2000) ….. UN ขอยืนยันความสนับสนุนต่อหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืนในสิ่งที่ประกาศไว้ในแผนปฏิบัติการเพื่อศตวรรษที่ 21 (Agenda 21) ….. จะต้องหยุดยั้งการนำทรัพยากรน้ำไปใช้อย่างไร้แบบแผนโดยทำการพัฒนากลยุทธ์การจัดการน้ำในระดับภูมิภาค ระดับประเทศ และระดับท้องถิ่น ให้เกิดความเท่าเทียม เสมอภาค และพอเพียงต่อความต้องการ …..

Agenda 21, Chapter 18 : กล่าวถึงภัยพิบัติ จากปริมาณน้ำที่มากเกินไป หรือน้อยเกินไป และแนวปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาไว้ดังนี้

…. น้ำจืดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของน้ำในโลก และระบบนิเวศ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลง และหมุนเวียนไปตามวัฏจักร แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไปก็จะเกิดน้ำท่วม มีปริมาณน้อยเกินไปก็จะเกิดน้ำแล้ง และอาจเกิดเหตุภัยพิบัติจากน้ำท่วมน้ำแล้งวนเวียนซ้ำซากในบางพื้นที่ …..

….. การจัดหาน้ำอุปโภค บริโภคให้อย่างพอเพียง และการจัดการด้านสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมเป็นแนวทางที่ช่วยรักษาสภาวะแวดล้อม และปรับปรุงสุขอนามัย ตลอดจนขจัดความยากจนของท้องถิ่นลงได้ ……

….. การประเมินศักยภาพของทรัพยากรน้ำจืด ประกอบด้วยการประเมินแหล่งน้ำ ปริมาณ และคุณภาพน้ำ ตลอดจนผลกระทบต่อแหล่งน้ำจากกิจกรรมการใช้น้ำของมนุษย์ ……

….. การจัดสร้างระบบฐานข้อมูลแห่งชาติ เป็นแนวทางหนึ่งที่เป็นประโยชน์เพื่อการนำข้อมูลไปใช้ในการประเมินทรัพยากรน้ำ และวางมาตรการในการจัดการน้ำท่วม และน้ำแล้ง …..

….. ความเชื่อมโยงเกี่ยวพันกันอย่างสลับซับซ้อนของระบบแหล่งน้ำ ทำให้จำเป็นต้องทำการวางแผนการจัดการโดยมองทั้งระบบลุ่มน้ำรวม ภายใต้พื้นฐานของการพิจารณาความต้องการใช้น้ำ และสภาวะแวดล้อมให้มีความสมดุลกัน…..

….. แนวทางการดำเนินการมีดังนี้

- การจัดการน้ำหลากน้ำแล้ง รวมทั้งการวิเคราะห์ความเสี่ยง และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม
- จัดตั้งและเสริมสร้างความเข้มแข็งขององค์กรการจัดการน้ำของแต่ละประเทศ รวมทั้งจัดระเบียบกฎเกณฑ์ต่างๆ

3.1.2 กรณีศึกษาด้านแผ่นดินถล่มจากต่างประเทศ

ในต่างประเทศ แผ่นดินถล่มก่อให้เกิดความเสียหายแก่หลายประเทศ อาทิเช่น ในประเทศแถบยุโรป จะมีเทือกเขา Alps ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ และบริเวณตอนเหนือของประเทศอิตาลี, บริเวณทางตะวันตกในรัฐแคลิฟอร์เนียของประเทศสหรัฐอเมริกา, ในประเทศแถบเอเชีย จะมีบริเวณเชิงเขาหิมาลัยในประเทศเนปาล เป็นต้น ตัวอย่างของการเกิดแผ่นดินถล่มที่ทำให้มีการสูญเสียชีวิต มีมากอีกที่ คือ อเมริกาใต้ อเมริกากลาง และจีน แสดงไว้ในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การเกิดพิบัติของลาดดินที่สำคัญของโลก (Pipkin and Trent, 1997)

Year	Location	Type	Deaths
1512	Biasca, Switzerland	Landslide dam broke	>600
1556	Hsian, China	Quake-triggered landslide	≈1,000,000
1806	Goldau, Switzerland	Rock slide	457
1843	Mt.Ida, Troy,N.Y.	Slump and Flow	15
1881	Alp, Switzerland	Rockfall	115
1903	Frank, Alberta, Canada	Rock slide	70
1920	Kansu Province, China	Quake-triggered landslides, caves collapse	≈200,000
1938	Kobe, Japan	Debris flow	600
1959	Hebgen Dam, Montana	Quake triggered landslide	≈26
1962	Mt.Huascaran, Peru	Ice avalanche, debris flow	≈4,000
1963	Vaiont Dam, Italy	Landslide into reservoir, flood	2,000
1964	Anchorage, Alaska	Quake-triggered quick-clay landslide	114
1966	Rio de Janeiro, Brazil	Landslides	279
1966	Aberfans, Wales	Mine-damp collapse, debris flow	144
1970	Mt. Huascaran, Peru	Avalanche, debris flow after quake	25,000
1982	San Francisco Bay area	Debris avalanches and flows	25
1985	Mameyes, Puerto Rico	Hurricane-triggered debris flows	129
1992	Mt. Pinatubo, Philippines	Typhoon-triggered lahar	≈350

การวิจัยและกรณีศึกษาเกี่ยวกับแผ่นดินถล่ม ได้มีการดำเนินการในหลายเรื่องด้วยกัน เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุและลักษณะของการเกิดแผ่นดินถล่ม ความเสียหายที่เกิดขึ้นและแนวทางในการจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัย แนวทางของการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ลาดมีความมั่นคงมากขึ้น รูปแบบของระบบพยากรณ์และการเตือนภัยเพื่อลดความเสียหายจากแผ่นดินถล่ม และรูปแบบของการบริหารและจัดการเพื่อบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติด้านแผ่นดินถล่ม นอกจากนี้ ยังมีองค์กรและสมาคมที่มีขึ้นเพื่อการจัดการด้านแผ่นดินถล่ม ซึ่งรวมถึงการเผยแพร่งานวิจัยในกรณีศึกษาของพื้นที่ที่มีแผ่นดินถล่ม อาทิเช่น การจัดสัมมนาทางวิชาการด้านแผ่นดินถล่มที่ประเทศนอร์เวย์ การเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการทาง Internet โดย FEMA (Federal Emergency Management Agency) ซึ่งเป็นองค์กรของรัฐบาลในประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น

ตัวอย่างของงานวิจัยและกรณีศึกษารวมถึงการบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม สรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 สรุปงานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษาด้านแผ่นดินถล่มของต่างประเทศ

ชื่อโครงการ/หน่วยงาน/ผู้วิจัย	สรุปรายละเอียดของงานวิจัย
Loren et.al., 1984	ศึกษาเรื่องการเกิดแผ่นดินถล่มและน้ำท่วมในรัฐ Utah เมื่อเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน พ.ศ. 2527
Jeffrey et.al.	ศึกษาเรื่องการเกิดแผ่นดินถล่มในโคโลราโด สหรัฐอเมริกา เมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2545
Bhandari และ Virajh, 1996	ศึกษาเรื่องผลกระทบจากปริมาณน้ำฝนที่มีอการเคลื่อนที่ของลาดบนพื้นที่ในประเทศศรีลังกา
Angeli et.al., 1996	ศึกษาเรื่องวิธีปรับปรุงแก้ไขลาดจากการเคลื่อนพังด้วย Steel Anchors และ Tubulor Drains บนพื้นที่ใน Ancona ประเทศอิตาลี
Schuster, 1978	รวบรวมความเสียหายจากแผ่นดินถล่มในประเทศสหรัฐอเมริกา
Arnould และ Frey, 1978	รวบรวมความเสียหายจากแผ่นดินถล่มในประเทศอิตาลี
Chowdhury et.al., 1999	ศึกษาเรื่องการนำระบบ GIS มาใช้ในการทำแผนที่แสดงระดับความเสี่ยงภัยของพื้นที่ เนื่องจากแผ่นดินถล่ม
Bertuccioli et.al., 1996	ศึกษาเรื่องการทำนายระดับความมั่นคงของลาดบนพื้นที่ที่มีการขุดทำเหมืองแร่ใน Santa Barbare ของประเทศอังกฤษ
Clark et.al., 1996	ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของลาดในกรณีศึกษาแผ่นดินถล่มในพื้นที่แถบชายฝั่งตอนใต้และตะวันออกของประเทศอังกฤษ
Tien, 1996	ศึกษาเรื่องการสร้างระบบ Neural Network เพื่อเตือนภัยสำหรับการเกิดแผ่นดินถล่มในกรณีศึกษาที่ Ngee Ann Polytechnic ของประเทศสิงคโปร์
www.ema.gov.ac	แนวทางในการจัดการเพื่อบรรเทาความเสียหายจากแผ่นดินถล่มในประเทศออสเตรเลีย
www.tnema.org	Tennessee Emergency Management Agency (2002) ให้แนวทางในการเตรียมความพร้อมแก่ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยจากแผ่นดินถล่มในรัฐเทนเนสซี่ ประเทศสหรัฐอเมริกา
www.tuat.ac.jp	รวบรวมหน่วยงานต่างๆในประเทศญี่ปุ่นที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม
www.grid.unep.ch	รวบรวมหน่วยงานต่างๆในประเทศสหรัฐอเมริกาที่เกี่ยวข้องแผ่นดินถล่ม
www.fema.gov	Federal Emergency Management Agency จัดทำข้อมูลและความรู้ต่างๆเกี่ยวกับแผ่นดินถล่ม รวมถึงการจัดแนวทางในการเตรียมการและป้องกันตนเองแก่ประชาชนในสหรัฐอเมริกา

รายละเอียดของงานวิจัยและกรณีศึกษารวมถึงการบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่มซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3 -4 สามารถแยกเป็นกลุ่มใหญ่ ได้แก่

- งานวิจัยเพื่อวิเคราะห์สภาพและสาเหตุของการเกิดแผ่นดินถล่ม

โดยทั่วไป งานวิจัยมักเป็นการวิจัยสำหรับกรณีศึกษาในบริเวณที่เกิดแผ่นดินถล่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขให้ลาดมีความมั่นคงมากขึ้น งานวิจัยบางเรื่อง มีการนำเครื่องมือในสนามสำหรับการทราบพฤติกรรมขององค์ประกอบทางธรณีวิทยาซึ่งเป็นปัจจัยของการทำให้เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม หรือเครื่องมือวัดในสนามสำหรับทราบปริมาณน้ำฝนซึ่งเป็นปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ดังกล่าว ก็ต้องเริ่มจากการสำรวจสภาพแผ่นดินถล่ม (Investigation of Landslides) ซึ่งประกอบด้วย การสำรวจสภาพการเคลื่อนพังของลาดในหลายปัจจัยด้วยกัน อาทิเช่น ลักษณะของพื้นที่นั้นทางธรณีวิทยา และวิศวกรรมธรณีเทคนิค ลักษณะหรือรูปแบบการเคลื่อนตัวของลาด สภาพพืชปกคลุม ประวัติของการใช้พื้นที่นั้น สภาพความชันของลาด เป็นต้น ตัวอย่างของกรณีศึกษาในงานวิจัยดังกล่าวสามารถนำมากล่าวโดยสังเขปดังต่อไปนี้

การศึกษาเรื่องการเกิดแผ่นดินถล่มและน้ำท่วม ที่รัฐ Utah ในระหว่างเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน 2527 เนื่องจากการละลายของหิมะอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลจากการมีอุณหภูมิสูง ทำให้เกิดความเสียหายคิดเป็นมูลค่าได้ประมาณ 250 ล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา (Loren และคณะ, 1984)

การศึกษาเรื่องการเกิดแผ่นดินถล่มที่มีลักษณะการเคลื่อนตัวขององค์ประกอบธรณีวิทยาที่เรียกว่า Debris flows ในโคโลราโด สหรัฐอเมริกา เมื่อเดือนกรกฎาคม 2545 ซึ่งมีสาเหตุจากการเกิดฝนตกหนักมาก (Jeffery และคณะ)

Bhandari และ Virajh (1996) ได้นำเสนอผลงานวิจัยเรื่องผลกระทบจากปริมาณน้ำฝนที่มีต่อการเกิดการเคลื่อนที่ของลาดที่พบในประเทศศรีลังกา โดยที่ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยกระตุ้นให้เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม (Indicators Landslide Mechanism) ประเภท Dynamics อย่างไรก็ตาม ยังมีสภาพความชันของลาดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม

- งานวิจัยเพื่อปรับปรุงแก้ไขลาดให้มีความมั่นคงมากขึ้น

ต่อเนื่องจากการวิเคราะห์หาสาเหตุและลักษณะของการเกิดแผ่นดินถล่ม จะเป็นการนำมาทำงานวิจัยเพื่อการพิจารณาวิธีหรือรูปแบบของการปรับปรุงแก้ไข ที่เหมาะสม ซึ่งจะนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้ของวิธีการปรับปรุงแก้ไขให้ลาดมีความมั่นคงมากขึ้น โดยมีหลายปัจจัยด้วยกันสำหรับการนำมาพิจารณาวิธีของการปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ ปัจจัยด้านวิศวกรรมธรณีเทคนิค ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่ที่รวมถึงสภาพการเข้าออกของพื้นที่นั้น ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมรอบพื้นที่นั้น ปัจจัยด้านความพร้อมของอุปกรณ์ที่ใช้ และปัจจัยด้านความสามารถและความพร้อมของบุคลากรในพื้นที่นั้น เป็นต้น ตัวอย่างของกรณีศึกษาในงานวิจัยดังกล่าวสามารถนำมากล่าวโดยสังเขปดังต่อไปนี้

Angeli และคณะ (1996) ได้นำเสนอผลงานวิจัยเรื่องวิธีปรับปรุงแก้ไขลาดด้วย Steel Anchors และ Tubulor Drains เพื่อป้องกันการเกิดการเคลื่อนพังของลาดเขาตามธรรมชาติในพื้นที่ของ Ancona ในประเทศอิตาลี ซึ่งมีสภาพทางธรณีวิทยา จัดว่าเป็น Limestone and Marls Sandstonesและ ยิบซั่ม เป็นต้น โดยที่เป็นผลการวิจัยจากการพิจารณาสภาพกลไกของการเคลื่อนที่ของลาดที่เคยเกิดขึ้นแล้ว เป็นต้น

Bruce และคณะ (1996) ได้นำเสนอผลงานวิจัย เรื่องการนำ Micropile Reinforcement สำหรับการปรับปรุงแก้ไขลาดให้มีความมั่นคงมากขึ้น โดยมีการทราบถึงพฤติกรรมทางวิศวกรรมของลาด วิธีการทดสอบในที่ วิธีการออกแบบหรือการคำนวณ เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลสำหรับการออกแบบ

- งานวิจัยเพื่อประเมินความเสียหายและจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัย

งานวิจัยในกลุ่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดจำแนกระดับความเสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะนำไปสู่การเตรียมการเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น และนับจากมีการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS, Geographical Information System) มาประยุกต์ใช้ในงานทางวิศวกรรมศาสตร์ GIS จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเป็นเครื่องมือสำหรับการจัดพื้นที่เสี่ยงภัย โดยจะต้องมีการประมวลปัจจัยหลายประการที่มีผลกระทบ หรือกระตุ้นให้เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม อาทิเช่น ความชันของลาดสภาพพื้นที่ทางธรณีวิทยาและวิศวกรรมธรณีเทคนิค ความเข้มของปริมาณน้ำฝน สภาพความสมบูรณ์ของป่าไม้ เป็นต้น และจะต้องมีข้อมูลแสดงความเสียหายที่เกิดขึ้น จากการรวบรวมข้อมูลจากเหตุการณ์แผ่นดินถล่มและการเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้อย่างเป็นระบบ ซึ่งจะทำให้ได้แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงภัยของพื้นที่นั้นที่มีความแตกต่างกัน ในการนี้ มีหลายประเทศในต่างประเทศที่มีการดำเนินการดังกล่าว อาทิเช่น ประเทศในแถบยุโรปและสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ตัวอย่างของกรณีศึกษาในงานวิจัยดังกล่าวสามารถนำมากล่าวโดยสังเขปดังต่อไปนี้

การเกิดแผ่นดินถล่ม เนื่องจากการเกิดน้ำท่วมที่ La Guaire ในประเทศเวเนซุเอล่า เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2542 ทำให้มีผู้เสียชีวิตประมาณ 30,000 คน และบ้านพังประมาณ 23,000 หลังการเกิดแผ่นดินถล่มในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีสาเหตุมาจากแผ่นดินไหวและน้ำท่วม ทำให้มีผู้เสียชีวิต 82 คน และจำนวนบ้านพัง 521 หลังในปีค.ศ. 1969, มีผู้เสียชีวิต 27 คน และจำนวนบ้านพัง 38 หลังในปีค.ศ. 1970, มีผู้เสียชีวิต 405 คน และจำนวนบ้านพัง 6,769 หลัง ในช่วงระหว่างปีค.ศ. 1971 และ 1972

การรวบรวมความเสียหายจากแผ่นดินถล่มมีทั้งความเสียหายทางตรงและทางอ้อม ในประเทศสหรัฐอเมริกา คิดเป็นเงินได้ประมาณปีละมากกว่า 1,000 ล้านเหรียญสหรัฐ (Schuster, 1978) ในประเทศอิตาลี คิดเป็นเงินได้ประมาณปีละ 1,147 ล้านเหรียญสหรัฐ (Arnould and Frey, 1978)

การนำระบบ GIS มาประยุกต์ใช้ในการจัดทำแผนที่แสดงระดับความเสี่ยงภัยของพื้นที่ตามระดับความเสียหายที่เกิดขึ้น และระดับความเสี่ยงภัยของการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม โดยที่จะต้องคำนึงถึงระดับความถูกต้องของแผนที่และฐานข้อมูลที่รวบรวมได้ (Chowdhry et. al, 1999)

- งานวิจัยเพื่อการพยากรณ์และเตือนภัย

เนื่องจากความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในต่างประเทศมีมูลค่ามาก จึงได้มีงานวิจัยในเรื่องนี้ โดยมีปัจจัยที่กระตุ้น หรือที่มีผลกระทบทำให้เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ อาทิเช่น การพิจารณาจากปริมาณน้ำฝน การพิจารณาจากสภาพการของการเกิดแผ่นดินไหว เป็นต้น ตัวอย่างแนวทางของการจัดทำระบบการพยากรณ์และระบบเตือนภัยในงานวิจัย มีการนำระบบ Neural Networks มาทำนายและเตือนภัย การติดตั้งเครื่องมือวัดในสนามเพื่อทราบถึงสภาพการเคลื่อนที่ของลาดและจะนำไปสู่การเตือนภัยล่วงหน้าก่อน เป็นต้น ตัวอย่างของกรณีศึกษาในงานวิจัยดังกล่าวสามารถนำมากล่าวโดยสังเขปดังต่อไปนี้

Bertuccioli และคณะ (1996) ได้นำเสนอผลงานวิจัยด้านการทำนายระดับความมั่นคงของลาดในพื้นที่ที่มีการขุดทำเหมืองแร่ในระดับลึก 100 เมตร Santa Barbare ประเทศอิตาลี โดยการติดตั้งเครื่องมือวัดพฤติกรรมของดินในสนาม คือ Inclinometer Instrument

Clark และคณะ (1996) ได้นำเสนอผลงานวิจัยที่มีการพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของลาด ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งของการทำให้เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม ทำให้สามารถสร้างระบบเตือนภัยล่วงหน้า และยังทำให้ทราบถึงพฤติกรรมขององค์ประกอบทางธรณีวิทยา อันเป็นกลไกหนึ่งของการเกิดแผ่นดินถล่ม โดยที่ได้กระทำในกรณีศึกษาของแผ่นดินถล่มในบริเวณชายฝั่งทางใต้และตะวันออกของประเทศอังกฤษ

Tien (1996) ได้มีงานวิจัยในการสร้างระบบ Neural Networks สำหรับการเป็นระบบเตือนภัยสำหรับการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม โดยได้กระทำในกรณีศึกษาของแผ่นดินถล่มที่ Ngee Ann Polytechnic ในประเทศสิงคโปร์

- งานวิจัยเพื่อหาแนวทางสำหรับการบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติจากแผ่นดินถล่ม

รูปแบบของการศึกษาในต่างประเทศ มีการจัดการที่เป็นขององค์กรและสมาคม ซึ่งอยู่ภายใต้การกำกับดูแลจากรัฐบาลหรือเอกชน ที่มีประสิทธิภาพ และการดำเนินงานที่ครอบคลุมทุกช่วงเวลาของการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม โดยเฉพาะในบางประเทศองค์กรดังกล่าว มีการจัดให้ข้อมูลเฉพาะของพื้นที่ที่องค์กรดูแล และบุคลากรที่มีความรู้เฉพาะสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีภาระหน้าที่ในการวางแผนสำหรับการพิจารณาปัญหาที่จะเกิดขึ้นและการพิจารณาหาแนวทางแก้ไข โดยมีการประสานงานผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขาวิชาเพื่อขอคำแนะนำ นอกจากนี้ ยังรวมถึงการประสานงานกับบริษัทประกันภัย หรือการให้ข้อมูลด้านการประกันภัยให้แก่ประชาชนในพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่ม จากการกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการบริหารจัดการที่พบในต่างประเทศประกอบด้วย การจัดทำรายละเอียดสำหรับระบบเตือนภัยล่วงหน้าให้เป็นข้อมูลแก่ประชาชน การจัดการตรวจสอบปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องสำหรับเป็นข้อมูลเพื่อการทำนายเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม และการจัดทำรายละเอียดสำหรับแนวทางปฏิบัติของประชาชนในพื้นที่ที่มีอยู่ด้วยกันหลายช่วงเวลานับตั้งแต่ก่อนเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม ระหว่างเกิด และหลังจากสิ้นสุดการเกิดเหตุการณ์

แผ่นดินถล่ม นอกจากนี้ ยังรวมถึงการประสานงานบริษัทประกันภัย หรือการให้ข้อมูลด้านการประกันภัยสำหรับประชาชนด้วย โดยที่ทุกองค์กร สมาคมต่างๆ และผู้ทำวิจัย มีวัตถุประสงค์ร่วมกันคือการบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติแผ่นดินถล่ม ตัวอย่างของกรณีศึกษาในงานวิจัยดังกล่าวสามารถนำมากล่าวโดยสังเขปดังต่อไปนี้

ตั้งแต่ปีค.ศ. 1842 แผ่นดินถล่มในประเทศออสเตรเลียก่อให้เกิดความสูญเสียชีวิตไม่น้อยกว่า 74 คน และจำนวนสิ่งก่อสร้างมากกว่า 200 หลัง จึงทำให้เกิดการสร้างแนวทางสำหรับประชาชนในการจัดการบรรเทาความเสียหายที่เกิดขึ้นให้น้อยลง ซึ่งประกอบด้วย 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงของการตรวจสอบสภาพพื้นที่ที่จะอาศัย ช่วงแรกของการเกิดแผ่นดินถล่ม และช่วงหลังของการเกิดแผ่นดินถล่ม (www.ema.gov.ac/3managementcomminfo/community/landslides.html)

Tennessee Emergency Management Agency (2002) ให้แนวทางในการเตรียมความพร้อมแก่ประชาชนในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม (www.tnema.org/Media/PSA/Back_Landslides.htm)

FEMA (Federal Emergency Management Agency) เป็นองค์กรของรัฐในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งดำเนินการรวบรวมข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแผ่นดินถล่ม และจัดแนวทางเป็นขั้นตอนในการเตรียมการและป้องกันตนเองแก่ประชาชนในพื้นที่ตามช่วงเวลาของการเกิดเหตุการณ์ นั่นคือ ก่อนเกิดภัย ระหว่างเกิดภัย และหลังเกิดภัยจากเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม โดยมีการเผยแพร่ข้อมูลและความรู้ดังกล่าวแก่สาธารณชนที่สามารถติดต่อได้ทางโทรศัพท์ที่เป็นการโทรศัพท์ที่ไม่คิดค่าโทรศัพท์ทางจดหมาย และติดต่อได้ด้วยตนเอง ตลอดจนรวมถึงการเผยแพร่ทาง Internet ที่ www.fema.gov/hazard/landslides นอกจากนี้ ยังเป็นองค์กรที่มีการประสานงานกับหน่วยงานของรัฐและเอกชน และบริษัทประกันภัย เพื่อการประสานงานในการให้ความช่วยเหลือในการบรรเทาสาธารณภัยที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม

นับถึงเวลานี้ มีหน่วยงานต่างๆในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ดำเนินการรวบรวมข้อมูล และประเมินข้อมูลที่เกี่ยวกับแผ่นดินถล่มหลายหน่วยงานด้วยกัน ดังแสดงในตารางที่ 3-5 (www.grd.unep.ch/activities/earlywarning/preview/net/htm/landslide.html)

ในประเทศญี่ปุ่น มีหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแผ่นดินถล่ม (www.tuat.ac.jp) คือ

- The Japan Association of Landslide control Techniques

เป็นสมาคมที่จัดทำวารสารเชิงเทคนิค ชื่อ Landslide Control Technique ซึ่งประกอบด้วยการพัฒนาในการป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่ม และการนำเครื่องจักร วัสดุ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม

- Japan Landslide Society

เป็นสมาคมที่จัดตั้งขึ้นเพื่อการวิจัยและการทำงานในกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์ และวิศวกร ของสาขาวิชาทางธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน ธรณีฟิสิกส์ วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมการเกษตร และสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม

ตารางที่ 3-5 หน่วยงานต่างๆในประเทศสหรัฐอเมริกาที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม (www.grid.unep.ch/activities)

หน่วยงาน	ผลของการดำเนินการ	วัตถุประสงค์	Address URL
International Assoc.of Engineering Geology (IAG)	ข้อมูล	ดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานภาพของแต่ละพื้นที่ เพื่อนำไปสู่การจัดการการป้องกันโบราณสถาน โดยพิจารณาทางด้านธรณีวิทยาเป็นหลัก	http://www.geocities.com/Athens/Forum/2960/
Technical Committee on Landslides (ISSMEF)	เอกสารทางวิชาการ	พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยเหลือในการให้ความรู้แก่วิศวกรสำหรับการวางแผน, การออกแบบและก่อสร้าง, และการปรับปรุงสภาพพื้นดินให้มีคุณภาพดีขึ้น	http://tc17.poly.edu/home.htm
U.S. Geological Survey (USGS)	แสดงฐานข้อมูล	รวบรวมข่าวสาร, จัดทำงานวิจัย, จัดทำแนวทางสำหรับการบรรเทาสาธารณภัย และการผลิตรายงานเชิงวิทยาศาสตร์ และผลงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง	http://landslides.usgs.gov/html_files/nlicsun.shtml

3.2 สถานภาพงานวิจัยด้านน้ำท่วม น้ำแล้ง แผ่นดินถล่ม และการบริหารและจัดการในประเทศ

3.2.1 สถานภาพงานวิจัยด้านน้ำท่วมและน้ำแล้ง

การรวบรวมและศึกษาทบทวนสถานภาพงานวิจัยด้านการบริหารและจัดการสาธารณภัยที่เกี่ยวเนื่องกับน้ำท่วม และน้ำแล้งที่ได้ดำเนินการโดยหน่วยงานราชการ และองค์กร รวมทั้งงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยต่างๆ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลการศึกษาทบทวนดังกล่าวมาประมวล และพิจารณาประกอบกับข้อมูลอื่นๆ ในการวางกรอบ และข้อกำหนดของแผนหลักการจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ คือ น้ำท่วม และน้ำแล้ง โดยครอบคลุมงานด้านต่างๆ ดังนี้คือ การเตรียมการป้องกันและลดผลกระทบ (Preparedness for Prevention and Mitigation) การเตรียมพร้อมรับภัย (Disaster Readiness) การจัดการภัยในภาวะฉุกเฉิน (Emergency Response) และ การฟื้นฟูเข้าสู่ภาพปกติ (Disaster Recovery and Rehabilitation)

ตารางสรุปงานวิจัยด้านการบริหารและจัดการน้ำท่วม และน้ำแล้งในประเทศที่ได้รวบรวมมาใช้ในการศึกษาแสดงไว้ในภาคผนวก ง และผลจากการตรวจเอกสาร และทบทวนงานวิจัยในประเทศด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งที่ผ่านมา สามารถสรุปเป็นประเด็นที่สำคัญได้ว่าสถานภาพของงานวิจัยส่วนใหญ่มีทิศทางการศึกษาดังต่อไปนี้

- การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้ง และการประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นโดยทั่วไป งานวิจัยประเภทนี้มักเป็นกรณีศึกษาในพื้นที่ประสบภัยเพื่อนำไปสู่การวางแผน แก้ไขปัญหาต่อไปในอนาคต
- ศึกษาแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำที่มีอยู่จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- ค้นคว้าหาองค์ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ๆทางด้านการพัฒนาแหล่งน้ำ เช่น การประยุกต์ใช้ฝายยาง เป็นต้น
- การศึกษาผลกระทบของการพัฒนาแหล่งน้ำต่อสิ่งแวดล้อม เช่นการทรุดตัวของแผ่นดิน เนื่องจากการสูบน้ำบาดาล เป็นต้น
- การศึกษาสภาพพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วม และน้ำแล้ง ศึกษาลักษณะโดยทั่วไปของภาวะน้ำท่วม น้ำแล้ง
- การวิเคราะห์ขนาดน้ำท่วม ระดับน้ำนองสูงสุด และขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม
- การศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลของมวลน้ำหลาก
- การศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดจำแนกระดับความเสี่ยงภัยต่อการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้งในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะนำไปสู่การเตรียมการเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น เช่นการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographical Information System, GIS) มาประยุกต์ใช้สำหรับการจัดพื้นที่เสี่ยงภัย โดยต้องประมวลปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบให้เกิดภัยพิบัติ เช่น สภาพภูมิประเทศ และสภาพทางอุตุอุทกวิทยา ต้องทำการรวบรวม

ข้อมูลดังกล่าว ตลอดจนข้อมูลความเสียหายที่เกิดขึ้นในอดีตไว้อย่างเป็นระบบ การประมวลผลข้อมูลเหล่านี้ จะทำให้ได้แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงของพื้นที่ต่อการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้ง ซึ่งจะมีระดับความเสี่ยงแตกต่างกัน ทำให้สามารถกำหนดมาตรการป้องกันได้อย่างเหมาะสม เช่น การกำหนดเกณฑ์ในการออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรม การกำหนดโซนการใช้ประโยชน์จากที่ดิน เป็นต้น

- การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม น้ำแล้ง การศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหา และอุปสรรคเหล่านั้น งานวิจัยในกลุ่มนี้ต่อเนื่องมาจากงานวิจัยเพื่อการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้ง และการประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้น

นอกจากนี้ ในรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำแล้งบางเล่ม มีการนำเสนอปัญหา และแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้น้ำให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นเรื่องที่ถูกต้องทางทฤษฎี แต่อาจจะมีปัญหาในทางปฏิบัติ เพราะในทางปฏิบัติพบว่า ยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ทางน้ำ หรือลำคลองธรรมชาติ เป็นเครื่องมือในการส่งน้ำอยู่ แม้ว่าจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำสูง เพราะในทางตรงกันข้าม หากจะลดการสูญเสียโดยการส่งน้ำโดยทางระบบท่อ หรือการดาดคลองธรรมชาติ ก็จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงเช่นกัน ดังนั้น ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้น้ำ จึงควรมุ่งเน้นไปที่การสร้างแผนปฏิบัติการเพิ่มประสิทธิภาพที่มีรายละเอียดที่สามารถปฏิบัติได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน

3.2.2 สถานภาพงานวิจัยด้านแผ่นดินถล่ม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่มที่พบในประเทศไทย มีอยู่หลายเรื่องด้วยกัน โดยที่ส่วนใหญ่มักจะเป็นการวิเคราะห์สภาพของพื้นที่ที่เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม และต่อเนื่องด้วยการบ่งบอกถึงแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขเพื่อเพิ่มความมั่นคง และการจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัย ตลอดจนการกล่าวถึงแนวทางการบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติที่เกิดจากแผ่นดินถล่มสำหรับสภาพพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงและมีความเสียหายที่เกิดขึ้นมาก ได้แก่ พื้นที่ในหลายจังหวัดของภาคใต้ พื้นที่ในจังหวัดสุโขทัย เป็นต้น ซึ่งสามารถกล่าวเป็นตัวอย่างของงานวิจัยในประเทศแยกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ได้ดังนี้

- งานวิจัยเพื่อวิเคราะห์สภาพและสาเหตุของการเกิดแผ่นดินถล่ม

งานวิจัยในกลุ่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสภาพ และหาสาเหตุของการเกิดแผ่นดินถล่ม ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางของการปรับปรุงให้ลาดมีความมั่นคงมากขึ้น และต่อเนื่องไปสู่การป้องกันให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุดจากเหตุการณ์ของการเกิดแผ่นดินถล่ม ตัวอย่างของกรณีศึกษาในงานวิจัยดังกล่าว ได้แก่

การวิเคราะห์หาสาเหตุและรูปแบบของเหตุการณ์ดินถล่มตามธรรมชาติของการพังทลายของลาดเขาในบ้านนาสาร บ้านพิปูน และบ้านคีรีวงศ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อเดือนพฤศจิกายน

1988 (Wieland, 1989) ในการนี้ ได้ข้อสรุปจากผลของการศึกษาว่ามีสาเหตุจากการเกิดฝนตกหนักมาก และรูปแบบของการเคลื่อนพังจัดได้ว่า Debris Flow

การสำรวจสภาพการพังทลายของลาดเขาตามแนวถนนบนดอยอินทานนท์ ซึ่งเกิดขึ้นระหว่าง 1976 และ 1977 (Tanomtin, 1978) ในการนี้ พบว่า สภาพทางธรณีวิทยาเป็น Gneiss และ Granite ที่มีสภาพความแข็งแรงที่ลดลงมากเมื่ออยู่ในช่วงที่มีฝนตกหนัก จึงมีโอกาสที่เกิดการพังทลายของลาดเขาได้บ่อยครั้ง

การศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยาและวิศวกรรมธรณีเทคนิคของดินที่เกิดจากหิน Granite ในภาคเหนือ เพื่อสำรวจถึงสภาพการพังทลายของลาดในภาคเหนือ โดยอ้างอิงถึงกรณีการเคลื่อนพังของลาดเขาตามทางหลวงสายตาก-แม่สอด ระหว่างกม.ที่ 18+000 ถึง กม.ที่ 20+200 (Deeswasmongkol) ในการนี้ พบว่าสภาพทางธรณีวิทยาเป็น Gneiss, Granite, และ Schists ที่มีการวางตัวของแนวหินที่มีความแข็งแรงน้อยในบางพื้นที่ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการเคลื่อนพังของลาดเขาที่มีหลายรูปแบบด้วยกัน ได้แก่ Rock, Slide Rock, Fall Debris Flows เป็นต้น

- งานวิจัยเพื่อปรับปรุงลาดให้มีความมั่นคงมากขึ้น

งานวิจัยในกลุ่มนี้ นำไปสู่แนวทางในการทำให้ลาดมีความมั่นคงมากขึ้น และลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ ตัวอย่างของกรณีศึกษาในงานวิจัยดังกล่าว ได้แก่

ดิถี (2541) ได้ทำการศึกษาการเสริมกำลังด้วยรากหญ้าแฝกกลุ่ม Vetiveria Zizanioides โดยศึกษากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยตรงในสนามของดินที่เสริมกำลังด้วยรากหญ้าแฝกและไม่ได้เสริมกำลังด้วยรากหญ้าแฝก จากการศึกษาพบว่า กำลังต้านทานแรงเฉือนของดินเพิ่มขึ้นที่ระดับความลึก 25 เซนติเมตรจากผิวดินมีค่ามากที่สุดและจะลดลงตามระดับความลึก โดยค่าของกำลังต้านทานแรงเฉือนของดินที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจะขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดของรากหญ้าแฝก

วราธร (2543) ได้ศึกษาสภาพความแข็งแรงของดินร่วนเหนียวเสริมรากหญ้าแฝกดอนกลุ่มพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และพบว่า ค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนของดินเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนพื้นที่หน้าตัดของรากต่อพื้นที่หน้าตัดของดินและอายุของการปลูก ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับการออกแบบระบบการป้องกันการพังทลายของลาดดินต่อไป

ชัชวาล (2545) ได้ศึกษาคุณสมบัติของดินทรายเสริมรากหญ้าแฝก กลุ่มพันธ์ราชบุรี โดยทำการเปรียบเทียบกำลังรับแรงเฉือนโดยตรงของดินที่เสริมกำลังด้วยรากหญ้าแฝกและไม่ได้เสริมกำลังด้วยรากหญ้าแฝก จากการศึกษาพบว่า ค่าการรับแรงเฉือนของดินที่เสริมด้วยรากหญ้าแฝกจะมีค่าสูงกว่าดินที่ไม่ได้เสริมด้วยรากหญ้าแฝก

รัฐธรรม (2545) ได้ศึกษาการจำลองการกระจายลักษณะของรากพืชเพื่อการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน โดยใช้ทรงกระบอกที่มีความหนาค่าหนึ่งวางเรียงซ้อนกัน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเสถียรภาพของลาดดิน จากการศึกษาพบว่า ค่าอัตราส่วนปลอดภัยของลาดดินที่เสริมรากพืชที่คำนวนได้มีค่ามากกว่า

ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของลาดดินเปล่า และสามารถประยุกต์ใช้วิธีการนี้ในการคำนวณหาเสถียรภาพของลาดดินที่เสริมรากพืชได้

- งานวิจัยเพื่อการจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัย

งานวิจัยในกลุ่มนี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะจัดจำแนกแบ่งระดับความเสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในแต่ละพื้นที่ที่พบจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละชุดงานวิจัยดังแสดงเป็นตัวอย่างของกรณีศึกษาในงานวิจัยดังกล่าว ได้แก่

การศึกษาสภาพการเกิดแผ่นดินถล่มในบริเวณพื้นที่ทางตะวันตกของอำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS, Geographical Information System) มาประยุกต์ใช้ (Aung, 1990) โดยการพิจารณาองค์ประกอบเหล่านี้ได้แก่ ประเภทของหิน ความชันของลาด สภาพการปกคลุมของพืช ความหนาของชั้นดิน และโครสร้างทางธรณีวิทยา ในการนี้ ทำให้ได้จัดแบ่งพื้นที่ในอำเภอพิปูนเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มที่แตกต่างกัน

การประเมินศักยภาพของการเกิดแผ่นดินถล่มบริเวณจังหวัดภูเก็ต (หทัยทิพย์, 2544) กล่าวถึงการพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะของดิน สภาพความชันของลาดและระดับในพื้นที่ การใช้พื้นที่และสิ่งปกคลุมอาทิเช่น ต้นไม้ เป็นต้น และปริมาณน้ำฝน ที่เป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต โดยที่นำองค์ประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวมาประเมินเพื่อจัดทำแผนที่แสดงระดับความเสี่ยงภัยที่จะเกิดแผ่นดินถล่ม

การจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในจังหวัดทั่วประเทศไทย โดยกรมพัฒนาที่ดิน แผนที่ดังกล่าวอยู่ในมาตราส่วน 1:50,000 สำหรับพื้นที่ระดับจังหวัด ด้วยการนำระบบ GIS มาประยุกต์ใช้ในการจัดทำ

การจัดการสาธารณภัยในภาคใต้ของประเทศไทย (ชาญชัย และคณะ, 2540) กล่าวถึงสภาพของภัยธรรมชาติที่มีในภาคใต้ ได้แก่น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม และการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งได้นำหลายองค์ประกอบของแต่ละเหตุการณ์มาประเมินเพื่อจัดพื้นที่เสี่ยงภัยที่มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดที่แตกต่างกัน องค์ประกอบเหล่านี้ ได้แก่ ความชันของลาด สภาพการปกคลุมของพืช เป็นต้น และยังมีการจัดทำข้อเสนอแนะของการบริหารจัดการสาธารณภัยดังกล่าวสำหรับภาคใต้

การผสมผสานเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยในเขตลุ่มน้ำลำพระเพลิง (พรทิพย์, 2542) กล่าวถึงการจัดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดินที่มีอยู่ 5 ระดับคือ ระดับน้อยมาก ระดับน้อย ระดับปานกลาง ระดับรุนแรงและระดับรุนแรงมาก โดยมีพื้นที่ตอนล่างของพื้นที่ศึกษาบริเวณอำเภอวังเขียว จัดอยู่ในระดับรุนแรง และพื้นที่ตอนล่างของพื้นที่ศึกษา

- งานวิจัยเพื่อหาแนวทางในการบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติจากแผ่นดินถล่ม

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สภาพของการเกิดแผ่นดินถล่ม และหาแนวทางในการเตรียมการป้องกัน เพื่อการบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาตินี้ อันจะทำให้เกิดความสูญเสียทรัพย์สินและชีวิตน้อยที่สุด ตัวอย่างของกรณีศึกษาในงานวิจัยดังกล่าว ได้แก่

การวิเคราะห์และวินิจฉัยข้อเท็จจริงของการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ เมื่อเดือนพฤษภาคม 2544 (คณะอนุกรรมการตรวจสอบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดแพร่,2545) กล่าวถึงผลของการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิด ที่มีสาเหตุมาจากการเกิดฝนตกหนักมาก และสภาพพื้นที่ทางธรณีวิทยาประกอบด้วยชั้นหินชั้นในชุดกลุ่มหินลำปางและหินอัคนี ที่ไม่สามารถดูดซับน้ำปริมาณมากได้ และกลุ่มหินดังกล่าวพบว่าเป็นหินดินดานและหินทรายแป้งที่มีรอยแตกและรอยเลื่อนมาก รวมถึงการเกิดจากการกระทำของมนุษย์ด้วย ได้แก่การทำลายป่า เป็นต้น จากสาเหตุที่พบนี้ ได้นำมาพิจารณาต่อเนื่องสำหรับแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข และการจัดทำแนวทางในการเตรียมการป้องกัน เพื่อบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติจากแผ่นดินถล่ม

การวิเคราะห์และวินิจฉัยข้อเท็จจริงของการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อวันที่ 10 – 11 สิงหาคม 2544 (คณะอนุกรรมการตรวจสอบข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์,2545) กล่าวถึงผลของการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิด ที่มีสาเหตุมาจากการเกิดฝนตกหนักมาก ในพื้นที่ที่มีสภาพของชั้นหินเป็นหินชั้นและหินแปรที่มีความผุพังได้ง่าย จากสาเหตุที่พบนี้ ได้นำมาพิจารณาต่อเนื่องสำหรับแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข และการจัดทำแนวทางในการเตรียมการป้องกันเพื่อบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติจากแผ่นดินถล่ม นอกจากนี้ ยังมีหน่วยงานของราชการที่ทำการศึกษาเพื่อจัดเป็นข้อมูลและความรู้สำหรับเผยแพร่แก่สาธารณชนต่อไป เช่น ความรู้ด้านอุตุนิยมวิทยากับความปลอดภัยของมนุษยชาติ (สุดาพร, 2534) กล่าวถึงการดำเนินงานบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติเป็นขั้นตอนของการเกิดแผ่นดินถล่ม สำหรับการปฏิบัติตนตั้งแต่ก่อนเกิดภัย ระหว่างเกิดภัย และหลังจากสิ้นสุดการเกิดแผ่นดินถล่ม คู่มือการฝึกอบรมให้ความรู้เร่งด่วนเพื่อการจัดการอุทกภัยและโคลนถล่ม (กรมการปกครอง, 2545) กล่าวถึงการเตรียมการป้องกันความสูญเสียร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้นกับทั้งชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยในช่วงฤดูฝน การสร้างความตระหนักถึงปัจจัยต่างๆที่เป็นสาเหตุของความเสี่ยงภัย การให้ความรู้เบื้องต้นในการป้องกันและเผชิญเหตุแผ่นดินถล่ม และการสร้างความแข็งแกร่งในการประสานงานเพื่อให้ความช่วยเหลือประชาชน

จากตัวอย่างของกรณีศึกษาในแต่ละกลุ่มของงานวิจัย สามารถสรุปจัดตามเนื้อหาของการวิจัยและศึกษาแสดงดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 การจัดตัวอย่างของกรณีศึกษาตามเนื้อหาของการวิจัย ในประเทศไทย

ตัวอย่างของกรณีศึกษาในงานวิจัย	กลุ่มของงานวิจัย			
	1	**2**	**3**	**4**
- Wieland, 1989 อ.พิปูน จว.นครศรีธรรมราช	**			
- Tanomtin, 1978 ลาดเขาดอยอินทนนท์	**			
- Deewasmongkol ทางหลวงสายตาก-แม่สอด	**			
- ดิถี, 2541 เสริมกำลังของดินด้วยรากหญ้าแฝกกลุ่ม Vetiver Zizanioides		**		
- วราธร, 2543 เสริมความแข็งแรงของดินด้วยหญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์		**		
- ชัชวาล, 2545 เสริมความแข็งแรงของดินด้วยหญ้าแฝกกลุ่มพันธุ์ราชบุรี		**		
- รัฐธรรม, 2545 เพิ่มเสถียรภาพของลาดดินที่เสริมด้วยรากพืช		**	**	
- Aung,1990 อ.พิปูน จ.นครศรีธรรมราช			**	
- หทัยทิพย์, 2544 จ.ภูเก็ต			**	
- วราภรณ์, 2545 แผ่นดินถล่มในประเทศไทย	**		**	**
- ชาญชัยและคณะ, 2540 การจัดการสาธารณภัยในภาคใต้			**	**
- พรทิพย์, 2542 ลุ่มน้ำลำพระเพลิง				
- กรมพัฒนาที่ดิน, 2545 แผ่นดินถล่มระดับจังหวัด			**	**
- คณะอนุกรรมการตรวจสอบข้อเท็จจริง, 2545 อ.วังชิ้น จ.แพร่	**			
- คณะอนุกรรมการตรวจสอบข้อเท็จจริง, 2545 อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	**			
- สุดาพร, 2534 อุตุนิยมวิทยากับความปลอดภัยของมนุษยชาติ				**
- กรมการปกครอง, คู่มือให้ความรู้เร่งด่วนเพื่อการจัดการอุทกภัยและโคลนถล่ม				**

หมายเหตุ: กลุ่ม 1 งานวิจัยเพื่อวิเคราะห์สภาพและสาเหตุของแผ่นดินถล่ม

กลุ่ม 2 งานวิจัยเพื่อปรับปรุงลาดให้มีความมั่นคงมากขึ้น

กลุ่ม 3 งานวิจัยเพื่อจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัย

กลุ่ม 4 งานวิจัยเพื่อหาแนวทางในการบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติ

3.2.3 สถานภาพงานวิจัยด้านการบริหารและจัดการสาธารณภัยในประเทศไทย

- รายงานการศึกษาบทบาทและหน้าที่ของศูนย์ปฏิบัติการในพื้นที่ของกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.) ในการบริหารจัดการสาธารณภัยในประเทศไทย (ADPC,AIT and THW (1998))

(1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา

(ก) เพื่อรวบรวมและสรุปบทบาทของกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.) ในการพัฒนาการบริหารจัดการสาธารณภัยในประเทศไทย

(ข) วิเคราะห์สถานภาพในปัจจุบัน ประสิทธิภาพและปัญหาของโครงสร้างการบริหารจัดการสาธารณภัยที่เป็นอยู่ในปัจจุบันในประเทศไทย

(ค) วิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งและศักยภาพของ กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.) ในบทบาทของการบริหารจัดการสาธารณภัย โดยการบ่งชี้อย่างชัดเจนและรูปแบบของบทบาท

(ง) จัดทำข้อแนะนำสำหรับการจัดรวมบทบาทของ รพช. อย่างเป็นรูปแบบในด้านโครงสร้างของการบริหารจัดการสาธารณภัยของประเทศไทยอย่างเป็นทางการ

(2) ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

(ก) ด้านการบริหารภายในองค์กร

ระยะสั้น

- รพช. ควรมีการปรับปรุงโครงสร้าง โดยการจัดให้มีหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการจัดการสาธารณภัย ณ สำนักงานใหญ่ โดยมีการพัฒนาแนวทางเฉพาะงบประมาณ การกำหนดแผนงานการใช้ทรัพยากร ฯลฯ

ระยะปานกลาง

- รพช. ควรการจัดทำ Risk Management, การบริหารจัดการความเสี่ยงโดยจัดให้เป็นงานประจำ ซึ่งรวมถึงการบ่งชี้อันตราย การวิเคราะห์จุดอ่อน การจัดลำดับความเสี่ยง การลดผลกระทบ รวมถึงการติดตามและประเมินผล
- รพช. ควรมีการทำแผนฉุกเฉินในแต่ละศูนย์ปฏิบัติการในพื้นที่
- รพช. ควรมีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในการพัฒนาระบบการติดต่อสื่อสาร
- รพช. ควรมีการพัฒนาระบบและคู่มือการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ
- รพช. ควรมีการจัดตั้งทีมงานฉุกเฉินที่เตรียมพร้อมตลอดเวลาสำหรับกรณีเกิดเหตุ
- รพช. สำนักงานใหญ่ควรพร้อมและจัดเตรียมหน่วยเคลื่อนที่ให้การสนับสนุนกับศูนย์ปฏิบัติการในพื้นที่ต่าง ๆ
- รพช. การจัดทำมาตรฐานของงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

- รพช. ควรจัดให้มีการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับเจ้าหน้าที่ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

(ข) ด้านการบริหารงานกับองค์กรที่เกี่ยวข้อง

ระยะสั้น

- ควรเสนอการปรับปรุงพระราชบัญญัติป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนปี พ.ศ. 2522 เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการและประสานงานของหน่วยงานต่าง ๆ
- ควรกำหนดบทบาทหน้าที่ของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตามพระราชบัญญัติป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนปี พ.ศ. 2522 ให้ชัดเจน รวมถึงระบบการจัดการในภาพรวมของประเทศในด้านนี้โดยเฉพาะ

ระยะปานกลาง

- ควรมีหน่วยงานจัดระบบฐานข้อมูลระหว่างประเทศและเป็นศูนย์กลางในการประสานงานที่มีประสิทธิภาพโดยเฉพาะ

(3) บทสรุป

บทบาทของ รพช. ในด้านบริหารจัดการฯ มักเป็นรูปแบบเฉพาะกิจหรือเฉพาะกาลโดยเน้นในด้านการปฏิบัติราชการภายหลังการเกิดภัย เนื่องจากข้อจำกัดของหน่วยงานนี้ที่มีอยู่ ข้อเสนอแนะดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการสาธารณภัยของประเทศในระยะยาวต่อไป

- ผลการวิจัยเพื่อการประเมินผลกระทบโครงการช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากโคลนถล่มที่จังหวัดเพชรบูรณ์ (GTZ, 2001 and 2002)[1]

(1) ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสาธารณภัยมีแนวโน้มที่จะทวีจำนวนความถี่และความรุนแรงเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นสาธารณภัยที่เกิดขึ้นจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นภัยที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ หรือสาธารณภัยที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ ขณะเดียวกันการที่ประเทศไทยมีการพัฒนา และเจริญก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรมได้ก่อให้เกิดภัยพิบัติที่เกิดขึ้นมีความหลากหลายและสลับซับซ้อน เมื่อภัยพิบัติเกิดขึ้นย่อมก่อให้เกิดความเสียหายและผลกระทบในด้านต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะในการพัฒนาประเทศ

ปัญหาเรื่องภัยฝ่ายพลเรือน โดยเฉพาะสาธารณภัยและอุบัติภัยได้ทวีความรุนแรงขึ้น และก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเพิ่มมากขึ้น เมื่อสาธารณภัยหรืออุบัติภัยเกิดขึ้นแล้วจำเป็นอย่างยิ่ง ที่รัฐจะต้องรีบให้ความช่วยเหลืออย่างทันท่วงที ทั้งนี้เพื่อลดความสูญเสียให้น้อยลง ตลอดจนสร้างขวัญและกำลังใจแก่ผู้ประสบภัยอีกด้วย ขณะเดียวกันประเทศไทยมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการ

---

[1] จัดทำและเรียบเรียงโดยกองวิจัยและประเมินผล กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท กระทรวงมหาดไทย โดยได้รับการสนับสนุนจาก GTZ ในช่วงระหว่าง เดือน ธันวาคม 2544 และช่วง มิถุนายน 2545

ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยหลายหน่วยงาน แต่ก็ไม่มีหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งที่มีความพร้อมและมีขีดความสามารถที่จะเผชิญกับสาธารณภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การดำเนินการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย อุบัติภัยในปัจจุบัน จึงจำเป็นจะต้องมีระบบปฏิบัติการ และการประสานงานที่มีประสิทธิภาพและมีเอกภาพ โดยจะต้องรวมพลังประสานความร่วมมือและระดมทรัพยากรจากทุกหน่วยงานมาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้ลุล่วง เพื่อให้มีการปฏิบัติการเข้าถึงสถานที่เกิดภัย และสามารถช่วยเหลือประชาชนได้ทันเหตุการณ์ พร้อมทั้งมีการแถลงข่าวสู่สาธารณชนทุกระยะอย่างต่อเนื่องในระหว่างเกิดภัยด้วย โดยรพช. มีการดำเนินการตามขั้นตอนในแผนผังกระบวนการประสานงานในการปฏิบัติการบรรเทาสาธารณภัย ระหว่างจังหวัดเกิดภัยกับจังหวัดข้างเคียง ศูนย์ปฏิบัติการ รพช. และส่วนกลาง ในการช่วยเหลือและฟื้นฟูผู้ประสบภัยจากโคลนถล่มที่ ตำบลน้ำก้อและตำบลน้ำชุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เนื่องจากพายุไต้ฝุ่น “อุซางิ” ในช่วง วันที่ 11 – 31 สิงหาคม 2544

(2) วัตถุประสงค์ของการศึกษา

(ก) เพื่อวัดผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท ได้ดำเนินโครงการช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากโคลนถล่มที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเกิดจากพายุไต้ฝุ่น “อุซางิ” ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจ และด้านสังคม

(ข) เพื่อวัดความพึงพอใจที่เกิดขึ้นกับประชาชนตำบลน้ำก้อ และตำบลน้ำชุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ได้รับความช่วยเหลือจากกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท ในด้านความรวดเร็วทันการณ์ ความเพียงพอและการได้รับข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการต้องการความช่วยเหลือเพิ่มเติมเร่งด่วน ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับภารกิจของกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท

(ค) เพื่อทราบปัญหาอุปสรรคตลอดจนข้อเสนอแนะในการดำเนินโครงการช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากโคลนถล่มที่จังหวัดเพชรบูรณ์จากพายุไต้ฝุ่น “อุซางิ” จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท

(3) ประโยชน์ที่ได้รับ

(ก) ผลการประเมินโครงการจะใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการป้องกันการเกิดภัยดังกล่าวที่อาจจะเกิดขึ้นซ้ำอีกในพื้นที่อื่นที่มีลักษณะภูมิประเทศที่คล้ายคลึงกัน

(ข) นำผลการดำเนินโครงการช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากโคลนถล่มที่จังหวัดเพชรบูรณ์ จากพายุไต้ฝุ่น “อุซางิ” ของกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท เพื่อรายงานผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะต่อกระทรวงมหาดไทย และเผยแพร่แก่สาธารณชนเพื่อให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีแก่กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบทต่อไป

(4) วิธีการศึกษา กลุ่มตัวอย่าง และตัวแปรที่ศึกษา

(ก) วิธีการศึกษาใช้ทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพเชิงปริมาณใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวม คือ แบบสอบถาม และรวบรวมจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และเชิงคุณภาพได้จากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก

(ข) ประชากรในการศึกษา คือ ประชาชนรวม 16 หมู่บ้าน ในพื้นที่ตำบลน้ำก้อ และตำบลน้ำชุน จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ประสบภัยจากโคลนถล่ม ซึ่งเกิดจากพายุไต้ฝุ่น “อุซางิ”

(ค) การสุ่มตัวอย่าง ได้เลือกสุ่มตัวอย่างแบบง่ายจากรายชื่อประชาชนผู้ประสบภัยในพื้นที่ตำบลน้ำก้อ และตำบลน้ำชุน จำนวนร้อยละ 20 ที่มารับความช่วยเหลือโดยให้กระจายทุกหมู่บ้าน รวม 144 ครัวเรือน

(ง) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

- ข้อมูลทุติยภูมิรวบรวมจากเอกสาร ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของ อบต.น้ำก้อ และ อบต.น้ำชุน ตลอดจนสำเนาหนังสือ คำสั่ง ประกาศ ระเบียบที่เกี่ยวข้อง และแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การมีส่วนร่วมในการพัฒนา ความพึงพอใจและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบโครงการในพื้นที่ตำบลน้ำก้อ และน้ำชุนของกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท เจ้าหน้าที่ของ อบต. เกี่ยวกับการดำเนินการให้ความช่วยเหลือประชาชนที่ประสบน้ำท่วม ตลอดจนปัญหาอุปสรรคในการดำเนินโครงการและใช้การสังเกตการณ์ในพื้นที่ และการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกกับผู้นำหมู่บ้าน ในตำบลน้ำก้อ และตำบลน้ำชุน อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ในด้านการต้องการความช่วยเหลือเพิ่มเติม ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับภารกิจของกรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท นอกจากนี้ยังใช้แบบสอบถามกับประชาชนที่ประสบภัย แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ข้อมูล อายุ สถานภาพผู้ตอบ ระดับการศึกษา อาชีพหลักของครัวเรือน รายได้จากการประกอบอาชีพหลัก และจำนวนสมาชิกในครัวเรือน ตอนที่ 2 ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับประชาชนที่ประสบภัยจากโคลนถล่ม ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และการได้รับความช่วยเหลือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตอนที่ 3 ความเห็นเกี่ยวกับปัญหา ข้อเสนอแนะและความต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติมจาก รพช.

(5) ข้อเสนอแนะของการศึกษา

(ก) แนวทางแก้ไขปัญหาเร่งด่วน

- ขุดลอกลำเหมืองไส้ไก่ และก่อสร้างท่อเหลี่ยม คสล.เพื่อระบายน้ำในหมู่บ้านลงสู่น้ำก้อให้ได้มากที่สุด

- เร่งดำเนินการเจาะบ่อน้ำบาดาลให้แก่ครัวเรือนที่อพยพไปอยู่ในที่สูง ซึ่งขาดแคลนน้ำ โดยศูนย์ปฏิบัติการ รพช. กำแพงเพชร ซึ่งมีเครื่องเจาะบ่อบาดาลมาช่วยตรวจสอบ ส่วนงบประมาณการขุดเจาะจังหวัดควรพิจารณาจัดหางบประมาณดำเนินการโดยเร่งด่วน
- หน่วยงานในท้องถิ่นขอรับการสนับสนุนวิศวกรผู้เชี่ยวชาญจากรพช.มาช่วยเป็นที่ปรึกษาในการออกแบบซ่อมแซมฝายน้ำล้นที่ถูกกระแสน้ำพัดพังทลาย

(ข) แนวทางแก้ไขและป้องกันน้ำท่วมและโคลนถล่มในระยะยาวมี 3 ทางคือ

ทางด้านกายภาพ

- สร้างเขื่อนป้องกันดินถล่ม ในกรณีตำบลน้ำก้อ ตำบลน้ำชุน ควรก่อสร้างฝายน้ำล้นกักน้ำไว้เป็นช่วงๆ โดยศึกษาความเหมาะสมของโครงการ เพื่อบรรเทา และป้องกันความเสียหายจากโคลนและเศษไม้ในกรณีที่อาจเกิดน้ำท่วมอีก เพื่อไม่ให้ไหลทะลุเข้ามาทำลายบ้านเรือนและพื้นที่การเกษตร
- สร้างคันดินป้องกันน้ำหลากริมตลิ่งตลอดลำน้ำก้อตามที่กลุ่มตัวอย่างซึ่งอาศัยอยู่ในเขตตำบลน้ำก้อได้เสนอแนะ
- ย้ายสิ่งก่อสร้างที่อยู่ในเส้นทางน้ำหลากโดยการสำรวจที่ตั้งบ้านเรือนที่สูญหายหรือถูกน้ำพัดพาไปแล้วย้ายไปสร้างที่อื่นนอกแนวทางน้ำหลากและอพยพประชากรไปอยู่ในพื้นที่ใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มั่นคงปลอดภัยต่อการเกิดน้ำท่วม

ทางด้านชีวภาพ

- จัดตั้งคณะกรรมการของชุมชนเพื่อหาอาสาสมัครช่วยดูแลและดำเนินการร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในด้านการป้องกันการบุกรุกทำลายป่า และปลูกต้นไม้ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำ

ทางด้านสังคม

- กำหนดพื้นที่เสี่ยงภัย
- สร้างระบบเตือนภัย แต่งตั้งเวรยาม เพื่อรับผิดชอบในการดูแลพื้นที่เสี่ยงภัยที่กำหนด โดยเน้นการป้องกัน การเฝ้าระวังและสร้างระบบเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพ โดยอาศัยความร่วมมือระหว่างชุมชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยราชการที่เกี่ยวข้องในลักษณะการสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับภาคเอกชน เพื่อป้องกันและรับทราบเหตุซึ่งอาจจะเกิดซ้ำขึ้นอีก
- ให้ความรู้ ความเข้าใจในการป้องกันภัยพิบัติจากน้ำท่วมและดินถล่ม โดยสร้างความสำนึกหรือความตระหนักให้เพิ่มมากขึ้นแก่ประชาชนในพื้นที่ให้มีความรู้ ความเข้าใจในภัยต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น พร้อมทั้งให้เข้าใจวิธีป้องกันและแก้ไขด้วยตนเอง เช่น จัดฝึกอบรมให้ความรู้และฝึกปฏิบัติป้องกันภัยโดยจำลองจากสถานการณ์จริงเพื่อให้เกิด

ความคุ้นเคยและมีประสบการณ์ก่อนนอกจากนี้ให้มีการแต่งตั้งอปพร.ตำบลหรือระดมอาสาสมัครจากประชาชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยทุกหมู่บ้านในตำบลน้ำก้อและตำบลน้ำชุน โดยประสานกับ อปพร. อำเภอหล่มสัก ทั้งนี้อาจให้พระสงฆ์ที่ชาวบ้านนับถือเป็นแกนกลางในการจัดตั้ง

3.3 สถานภาพงานวิจัยด้านการพยากรณ์และเตือนภัย

3.3.1 งานวิจัยจากสถาบันต่าง ๆ

ในส่วนของงานวิจัยด้านน้ำท่วม น้ำแล้ง ได้ทำการรวบรวมฐานข้อมูลด้านทรัพยากรน้ำมาจาก 3 ส่วนหลักด้วยกันคือ

(1) ฐานข้อมูลงานวิจัยเรื่องความต้องการทางเทคโนโลยีเพื่อพัฒนางานชลประทานในทศวรรษหน้า (บุญสม สุวชิรัตน์และคณะ, 2536) ซึ่งได้รวบรวมงานวิจัยด้านน้ำของประเทศไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2526-2534 สนับสนุนโดยคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

(2) ฐานข้อมูลจากสภาวิจัยแห่งชาติ (ส่วนที่นอกเหนือจาก 1)

(3) ฐานข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

นอกจากนี้ได้ค้นหาบทความวิชาการจากแหล่งอื่นๆเพิ่มอีก รวมทั้งสิ้น 159 ชิ้นงาน โดยคัดเฉพาะงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม-น้ำแล้ง จากนั้นได้นำมาจำแนก สถาบันที่ดำเนินการวิจัย วัตถุประสงค์ของการวิจัย เทคโนโลยีที่ประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์หรือเตือนภัยน้ำท่วม-น้ำแล้ง ผลการวิจัยโดยสรุปปัญหาและข้อเสนอแนะการใช้เทคโนโลยีนั้น

ข้อมูลที่รวบรวมได้แสดงสรุปไว้ในภาคผนวก จ และจะเป็นส่วนสำคัญที่จะใช้สังเคราะห์หาข้อสรุปแนวทางงานวิจัยด้านการพยากรณ์และเตือนภัยที่ดำเนินการมาแล้ว ตลอดจนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี แบบจำลองต่างๆ และใช้เพื่อการสรุปหาทิศทางที่ควรจะดำเนินการวิจัยต่อไปในอนาคต

3.3.2 สถานภาพงานวิจัยและเทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์เตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง

จากการทบทวนงานวิจัยเทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมและน้ำแล้งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 เทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัยในประเทศไทย

เทคโนโลยี	การนำไปใช้	วัตถุประสงค์	สถาบันการศึกษา / หน่วยงาน
1. GIS (i.e. Arc/Info, Arc View, SPANS, Map/Info, InterGraph , ILWIS, ORACLE)	1. การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านพื้นที่ (Terrain Analysis) 2. การทำแผนที่โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ (Desk Top Mapping) 3. ระบบวิเคราะห์แผนที่ (Map Analysis Function) 4. ระบบวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Surface Analysis) 5. ระบบกำหนดแนวป้องกัน (Buffer Generation) 6. การจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ (Polygon Operation)	1. เพื่อจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 2. เพื่อจัดทำแผนที่ความชื้นของดิน 3. เพื่อวางแผนการจัดการน้ำและลุ่มน้ำ 4. เพื่อการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5. เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ 6. เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดน้ำท่วมน้ำแล้ง 7. เพื่อป้องกัน และบรรเทาน้ำท่วม 8. เพื่อทำนายการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ต่าง ๆ 9. เพื่อจัดทำแผนที่น้ำท่วมและขอบเขตของน้ำท่วม 10. เพื่อการออกแบบการปลูกพืช 11. เพื่อการจำลองสภาพน้ำท่วม	1. มหาวิทยาลัยมหิดล 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 4. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 5. มหาวิทยาลัยรามคำแหง 6. AIT 7. มหาวิทยาลัยรังสิต
2. Remote Sensing	1. การคาดการณ์ปริมาณน้ำในระดับลุ่มน้ำ 2. การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดน้ำท่วมน้ำแล้ง	1. เพื่อป้องกันและบรรเทาปัญหาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้ง	1. มหาวิทยาลัยมหิดล 2. AIT 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3-7 (ต่อ) เทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัยในประเทศไทย

เทคโนโลยี	การนำไปใช้	วัตถุประสงค์	สถาบันการศึกษา / หน่วยงาน
2. Remote Sensing (ต่อ)			4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 5. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 6. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. Hydrological Models Related to Flood Forecasting and Warning	1. หาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝน–น้ำท่า 2. การจัดการลุ่มน้ำ 3. การพยากรณ์ระดับน้ำ 4. การวางแผนการจัดการลุ่มน้ำ 5. การพยากรณ์น้ำท่วมในระดับลุ่มน้ำ 6. การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน	1. เพื่อพยากรณ์สภาพน้ำท่วมในระดับลุ่มน้ำ 2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของขนาดพื้นที่ต้นน้ำลำธารและการทำลายป่า ที่มีผลต่อปริมาณน้ำไหลในลำธารของลุ่มน้ำ 3. เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ต่ออัตราการหลากสูงสุด และปริมาณการไหลในช่วงฤดูแล้ง 4. เป็นแนวทางในการพิจารณาการจัดการป่าบริเวณต้นน้ำลำธารให้ได้ผลผลิตของน้ำ และการใช้ประโยชน์ในที่ดินลุ่มน้ำอื่น ๆ ต่อไป 5. เพื่อป้องกันและเตือนภัยพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม	1. AIT 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3. มหาวิทยาลัยมหิดล 4. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 5. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 6. มหาวิทยาลัยขอนแก่น 7. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 8. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ตารางที่ 3-7 (ต่อ) เทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัยในประเทศไทย

เทคโนโลยี	การนำไปใช้	วัตถุประสงค์	สถาบันการศึกษา / หน่วยงาน
4. Hydrological Models Related to Water Scarcity	1. การวางแผนการใช้น้ำในอ่างเก็บน้ำ 2. การแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ 3. การพยากรณ์ปริมาณน้ำ	1. เพื่อคำนวณการจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน 2. เพื่อศึกษาการ simulate การใช้น้ำของข้าวและพืชต่างๆ 3. นำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาเหตุการณ์ฝนแล้ง	1. AIT 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3. มหาวิทยาลัยมหิดล 4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 5. มหาวิทยาลัยขอนแก่น 6. กรมพัฒนาที่ดิน
5. Artificial Neural Network	1. การพยากรณ์การเกิดน้ำท่วม 2. การศึกษาอุณหภูมิของดิน	1. เพื่อพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมแบบรายวัน 2. เพื่อป้องกันและเตือนภัยพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม 3. เพื่อพยากรณ์อุณหภูมิของดิน	1. มหาวิทยาลัยรังสิต 2. AIT 3. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 4. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 5. มหาวิทยาลัยมหิดล
6. Genetic Algorithms	1. การจัดการน้ำในภาวะแห้งแล้ง 2. ระบบเตือนภัยน้ำท่วม	1. ประยุกต์เข้ากับ simulated root zone soil moisture balance เพื่อวางแผนการส่งน้ำในระดับรากพืช 2. เพื่อจัดสรรน้ำในระบบส่งน้ำให้เท่าเทียมกัน (equitable manners)ในกรณีน้ำขาดแคลนใน complex system 3. เพื่อแก้ปัญหาจัดรอบเวรการส่งน้ำใน complex canal system 4. เพื่อป้องกันภัยที่เกิดจากน้ำท่วม	1. มหาวิทยาลัยมหิดล 2. มหาวิทยาลัยรังสิต

ตารางที่ 3-7 (ต่อ) เทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัยในประเทศไทย

เทคโนโลยี	การนำไปใช้	วัตถุประสงค์	สถาบันการศึกษา / หน่วยงาน
7. Neuro Genetic Optimizer	1. พยากรณ์การเกิดน้ำท่วม	1 พยากรณ์การเกิดน้ำท่วมรายวัน 2 เพื่อเตือนภัยพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดน้ำท่วม	1. มหาวิทยาลัยรังสิต
8. Expert System	1. พัฒนา software ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับช่วยทำนายน้ำท่วม	1. เตือนภัยล่วงหน้าเหตุการณ์น้ำท่วมเพื่อลดผลกระทบจากความเสียหาย	1 AIT 2 มหาวิทยาลัยรังสิต

3.3.3 สถานภาพงานวิจัยและเทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์เตือนภัยแผ่นดินถล่ม

โดยทั่วไป พบว่า เมื่อทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่ปรากฏการใช้เทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์และเตือนภัย นอกจากการจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม โดยหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและสถาบันการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 เทคโนโลยีในการพยากรณ์เตือนภัยแผ่นดินถล่มในประเทศไทย

เทคโนโลยี	การประยุกต์ใช้	วัตถุประสงค์	หน่วยงาน/ผู้วิจัย
GIS	การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม	เพื่อป้องกันและบรรเทาปัญหาพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม	1. กรณีศึกษาแผ่นดินถล่มในภาคใต้ โดย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2540 2. กรณีศึกษาแผ่นดินถล่ม โดย กรมพัฒนาที่ดิน 3. กรณีศึกษาแผ่นดินถล่ม โดย ศูนย์วิจัยป่าไม้ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 4. กรณีศึกษาแผ่นดินถล่มที่อำเภอพิปูน จ.นครศรีธรรมราช โดย Zang Aung, 1990 5. กรณีศึกษาแผ่นดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต โดย หทัยทิพย์, 2544 6. กรณีศึกษาแผ่นดินถล่มทั่วประเทศไทย โดย วราภรณ์, 2545 7. กรณีศึกษาแผ่นดินถล่มในภาคใต้ โดย ชาญชัยและคณะ, 2540 8. กรณีศึกษาแผ่นดินถล่มในเขตลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดย พรทิพย์, 2542

3.4 บทวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยภายในประเทศ

3.4.1 บทวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งภายในประเทศ

การวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งภายในประเทศ เป็นผลมาจากการศึกษาทบทวนสถานภาพงานวิจัยด้านการบริหาร และจัดการน้ำท่วม น้ำแล้งทั้งหมดที่ได้รวบรวมมาจากองค์ความรู้ที่ได้จากกรณีศึกษาในต่างประเทศ จากงานวิจัยด้านการบริหารและจัดการน้ำท่วม และน้ำแล้งในประเทศ ที่ได้ดำเนินการไว้แล้วในอดีต หรือกำลังดำเนินการอยู่ หรืออยู่ในแผนที่จะดำเนินการมาทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เพื่อประมวลผลสถานภาพของงานวิจัยเพื่อทำการประเมินจุดแข็งและจุดอ่อนของเนื้อหาที่ทำการวิจัยในแต่ละเทคนิควิธีการ

ในการวิเคราะห์จุดแข็ง และจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้งภายในประเทศ มุ่งเน้นหลักการวิจัยการบริหาร และจัดการโดยมองภาพรวมการจัดการลุ่มน้ำ เป็นระบบทั้งลุ่มน้ำรวม ผสมผสานไปกับทรัพยากรอื่นๆในพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าต่อการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ ผลการวิเคราะห์ได้สรุปไว้ในตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้งภายในประเทศ

รายละเอียด	จุดแข็ง	จุดอ่อน
ด้านบุคลากร	1. มีนักวิชาการให้ความสนใจศึกษา วิจัยงานที่เกี่ยวเนื่องกับน้ำท่วมและน้ำแล้งเป็นจำนวนมาก 2. มีการพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่อง เช่น การส่งเจ้าหน้าที่ของรัฐที่มีความเกี่ยวข้องกับงานด้านการบริหารจัดการน้ำท่วม และน้ำแล้งไปศึกษาต่อในระดับสูงขึ้น หรือไปศึกษาดูงาน หรือเข้ารับการฝึกอบรมระยะสั้นตลอดเวลา สิ่งเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา และวิจัยต่อไปในอนาคต	1. ยังขาดแคลนนักวิชาการที่มีความรู้ ความเข้าใจประเด็นที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ๆบางด้านมาทำการศึกษา วิจัยงานที่เกี่ยวเนื่องกับน้ำท่วมและน้ำแล้ง เช่น การเชื่อมโยงข้อมูลอุตุอุทกวิทยาที่มีอุปกรณ์ทันสมัยหลายอย่างในการตรวจวัด และจัดเก็บรวบรวมไว้เข้ากันเป็นคำตอบเกี่ยวกับช่วงเวลา ปริมาณ และระดับที่จะเกิดภัยพิบัติจากน้ำท่วมและน้ำแล้ง เป็นต้น 2. ไม่มีความต่อเนื่องในการดำเนินการศึกษา และวิจัย เนื่องจากไม่มีหน่วยงานจำเพาะที่บุคลากรใน

ตารางที่ 3-9 (ต่อ) จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้งภายในประเทศ

รายละเอียด	จุดแข็ง	จุดอ่อน
ด้านบุคลากร (ต่อ)		หน่วยงานมีหน้าที่ศึกษาวิจัยในประเด็นที่เกี่ยวเนื่องกับน้ำท่วมและน้ำแล้งโดยตรง บุคลากรที่มีความสนใจในงานวิจัยดังกล่าว มักจะอยู่ตามสถานศึกษา หรือหน่วยราชการที่มีขอบเขตหน้าที่รับผิดชอบ (Job Description) ของหน่วยงานตนอย่างชัดเจนอยู่แล้ว ทำให้ผลสัมฤทธิ์ของงานวิจัยเป็นไปอย่างเชื่องช้า ไม่ทันต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยีใหม่ๆ 3. ขาดแคลนบุคลากรผู้ใช้เทคนิควิธี และเทคโนโลยีนำเข้า ตัวอย่างเช่นการตรวจวัดข้อมูลอุตุอุทกวิทยาแบบ Real Time เพื่อการเฝ้าระวังน้ำท่วม อันจะนำไปสู่การบริหาร จัดการภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ บางครั้งจะประสบปัญหาขาดแคลนบุคลากรผู้ใช้เทคโนโลยีนำเข้าเหล่านั้น ทั้งนี้เป็นเพราะบริษัทผู้ผลิตจะทำการค้าแบบต่อเนื่อง เช่นมีการ Upgrade แบบจำลองตลอดเวลาและขายให้แก่หน่วยงาน พร้อมให้การอบรมการใช้งานอย่างผิวเผิน ทำให้บุคลากรขาดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ไม่สามารถปรับปรุง หรือแก้ไขปัญหาที่เกิดกับอุปกรณ์เหล่านั้นด้วยตนเอง ต้องพึ่งพาบริษัทผู้ผลิตตลอดไป ไม่เช่นนั้นก็จะไม่สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ตารางที่ 3-9 (ต่อ) จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้งภายในประเทศ

รายละเอียด	จุดแข็ง	จุดอ่อน
ด้านข้อมูล	1. มีการตรวจ วัด และจัดเก็บข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการศึกษา และวิจัยทางด้านน้ำท่วม และน้ำแล้ง โดยหน่วยงานต่างๆ เป็นจำนวนมาก	1. การเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็นสำหรับงานศึกษา วิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้ง เช่นข้อมูลอุตุอุทกวิทยา และข้อมูลภูมิประเทศ เป็นต้น มีความยุ่งยาก ซับซ้อน และใช้เวลานาน เพราะต้องผ่านกระบวนการร้องขอไปยังหน่วยงานที่ทำหน้าที่ตรวจ วัด และจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวตามลำดับขั้นตอน 2. รูปแบบของข้อมูลที่แต่ละหน่วยงานทำการตรวจ วัด และจดบันทึกไว้ มีความหลากหลาย เมื่อจะนำมาใช้งาน ต้องมีกระบวนการปรับรูปแบบของการบันทึกใหม่ทุกครั้ง เป็นความซ้ำซ้อนของงานในทุกๆ คณะผู้ทำงานวิจัย
ด้านเทคนิควิธีและเทคโนโลยี	1. มีการพัฒนาด้านเทคนิควิธี และเทคโนโลยีที่ทันสมัย และเหมาะสมอย่างต่อเนื่อง ทั้งเทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศ และ มีการประยุกต์ใช้เทคนิควิธีของต่างประเทศต่อพื้นที่กรณีศึกษาของเรา	1. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับน้ำท่วม และน้ำแล้ง จำเป็นต้องผสมผสานองค์ความรู้จากหลายๆ ด้าน เช่นการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตทางสถิติ การนำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ การแปลข้อมูลจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา และจากเรดาร์ตรวจวัดน้ำฝน การศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำ ในลำน้ำ การพยากรณ์ฝนและน้ำหลาก และการนำข้อมูลด้าน เศรษฐกิจสังคมมาร่วมวิเคราะห์ เป็นต้นแต่งานวิจัยที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันมีลักษณะต่างคนต่างทำ โดยเป็นการนำความรู้เฉพาะด้านที่ผู้วิจัยสนใจ

ตารางที่ 3-9 (ต่อ) จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้งภายในประเทศ

รายละเอียด	จุดแข็ง	จุดอ่อน
ด้านเทคนิควิธีและเทคโนโลยี (ต่อ)		มาเป็นองค์ประกอบหลัก ทำให้ขาดความสมบูรณ์ของการนำศักยภาพของข้อมูล และเทคโนโลยีทั้งหมดที่มีอยู่ มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด 2. เทคนิควิธี และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ เป็นเทคโนโลยีนำเข้า เช่นการตรวจวัดข้อมูลอุตุอุทกวิทยาแบบ Real Time เพื่อการเฝ้าระวังน้ำท่วม มักประสบปัญหาขัดข้องขณะที่มีความต้องการใช้งาน อีกทั้งยังไม่สามารถแก้ไข ซ่อมแซม และปรับปรุงอุปกรณ์เหล่านั้นได้เอง ต้องรอรับบริการจากบริษัทผู้ผลิต ซึ่งมีราคาแพง และใช้เวลานาน 3. การนำเทคนิควิธี และเทคโนโลยีต่างๆ มาประยุกต์ใช้โดยหน่วยงานต่างๆ ยังขาดความเป็นเอกภาพ มีลักษณะต่างหน่วยงานต่างทำ มีความซ้ำซ้อน และขาดการเชื่อมโยงกัน ทำให้ขาดความสมบูรณ์ในการการวางแผน และปฏิบัติในระยะยาว 4. ยังขาดเทคนิควิธีการที่ได้มาตรฐาน ง่ายต่อการแปลผลการวิเคราะห์ และสะดวกในการใช้งานของผู้ปฏิบัติ

ตารางที่ 3-9 (ต่อ) จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้งภายในประเทศ

รายละเอียด	จุดแข็ง	จุดอ่อน
ด้านงบประมาณ และการสนับสนุนจากหน่วยงาน	1. รัฐให้ความสนับสนุนในการจัดซื้อแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมาประยุกต์ใช้ในการบริหาร จัดการน้ำท่วม น้ำแล้งในหลายหน่วยงาน	1. ขาดการส่งเสริม และสนับสนุนจากรัฐ ในการศึกษาและวิจัย จึงทำให้ไม่อาจบรรลุวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับความต้องการนำไปประยุกต์ใช้งาน 2. ขาดหน่วยงานหลักรับผิดชอบโดยตรง งานศึกษาและวิจัยมีลักษณะต่างคนต่างทำงานวิจัยศึกษาเฉพาะในประเด็นที่ตนสนใจ ไม่มีการรวมพลังสมองเข้าด้วยกันเพื่อวิจัยทั้งโครงการให้มีความครอบคลุมประเด็นทุกประเด็นที่ยังขาดองค์ความรู้
ด้านการนำไปประยุกต์ใช้	1. มีการนำแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพไปประยุกต์ใช้ในการบริหาร จัดการน้ำท่วม น้ำแล้งในหลายหน่วยงาน	1. ขาดการนำผลการศึกษา และวิจัยแต่ละส่วนที่มีความเกี่ยวเนื่องกันมาเชื่อมโยงแบบบูรณาการเข้าด้วยกัน เช่น งานวิจัยขาดความต่อเนื่องในการนำผลการศึกษาถึงสาเหตุของการเกิดภัยพิบัติจากน้ำท่วม และน้ำแล้ง มาประมวลแนวทางการดำเนินงานในขั้นตอนต่อไป ได้แก่การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดน้ำท่วม และน้ำแล้ง การจัดทำฐานข้อมูล และองค์ความรู้อย่างเป็นระบบ สำหรับแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย การจัดทำระบบพยากรณ์ และเตือนภัย เป็นต้น ทำให้การบริหาร และจัดการเพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วม และน้ำแล้งขาดความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน

ตารางที่ 3-9 (ต่อ) จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้งภายในประเทศ

รายละเอียด	จุดแข็ง	จุดอ่อน
ด้านการนำไปประยุกต์ใช้ (ต่อ)		2. ขาดแผนหลักที่ชัดเจนในการดำเนินการบริหารและจัดการภัยจากน้ำท่วม และน้ำแล้ง

3.4.2 บทวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านแผ่นดินถล่มภายในประเทศ

ผลการวิเคราะห์ได้แสดงสรุปไว้ในตารางที่ 3 – 10

ตารางที่ 3 – 10 จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านแผ่นดินถล่มภายในประเทศ

รายละเอียด	จุดแข็ง	จุดอ่อน
ด้านบุคลากร	1. มีนักวิชาการสายการศึกษาให้ความสนใจในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม	1. ขาดบุคลากรดำเนินการต่อเนื่องในการนำผลงานวิจัยจากการตรวจสอบและวินิจฉัยหาสาหตุของการเกิดแผ่นดินถล่มมาดำเนินการต่อไป อาทิเช่นการจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยเชิงวิศวกรรมศาสตร์ การจัดทำฐานข้อมูลและความรู้อย่างเป็นระบบ เป็นต้น เพื่อทำให้เกิดการบริหารและจัดการที่ลดความเสียหายจากแผ่นดินถล่ม 2. ขาดการรวมบุคลากรจากหลายสาขาวิชาเพื่อดำเนินการวิจัยในการวินิจฉัยและประเมินสภาพแผ่นดินถล่ม ที่สอดคล้องกับสภาพการณ์จริง 3. งานวิจัยส่วนใหญ่ที่มีอยู่ ยังขาดงานวิจัยด้านการตรวจวัดขนาดของการเคลื่อนพังของลาดในสนาม 4. ขาดการพัฒนาบุคลากรในการมีทักษะในการใช้เทคนิควิธีใหม่สำหรับใช้ในการ

ตารางที่ 3 – 10 (ต่อ) จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านแผ่นดินถล่มภายในประเทศ

รายละเอียด	จุดแข็ง	จุดอ่อน
ด้านบุคลากร (ต่อ)		บริหารและจัดการภัยธรรมชาติจากแผ่นดินถล่ม อาทิเช่น การใช้เครื่องมือสื่อสารในการส่งและรับข้อมูลของการเตือนภัย เป็นต้น
ด้านข้อมูล		1. ขาดข้อมูลเชิงวิศวกรรมศาสตร์สำหรับการศึกษาและวิจัย อาทิเช่น คุณสมบัติของดินและหินในช่วงฤดูน้ำหลาก เป็นต้น 2. การเก็บข้อมูลในสนามบนพื้นที่ควรอาศัยเทคโนโลยีทางด้านภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม สำหรับการประเมินสภาพการเคลื่อนพังเบื้องต้นก่อน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ยังขาดอยู่ 3. การจัดเก็บข้อมูลยังไม่เป็นระบบสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาและวิจัย เพื่อการบริหารและจัดการภัยธรรมชาติจากแผ่นดินถล่มต่อไป
ด้านเทคนิควิธีและเทคโนโลยี	1. มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มาใช้ในการจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัย	1. การศึกษาและวิจัยทางด้านแผ่นดินถล่มต้องอาศัยความรู้จากหลายสาขาวิชา เพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ที่สมบูรณ์และสามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิเช่น การจัดทำแผนที่แสดงระดับความเสี่ยงภัยจากแผ่นดินถล่มต้องอาศัยข้อมูลและความรู้จากหลายสาขาวิชา ได้แก่ ความรู้เชิงสถิติ ความรู้เชิงวิศวกรรมปฐพี ความรู้ทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และความรู้ทางชลศาสตร์ เป็นต้น 2. ขาดการนำเทคนิคแบบใหม่ อาทิเช่น การใช้ส่งรับข้อมูลโดยผ่านดาวเทียม เป็นต้น ในการวัดและติดตามพฤติกรรมของสภาพดินและหินในพื้นที่ที่มีการเคลื่อนพังของลาดในสนาม ของแต่ละ

ตารางที่ 3 – 10 (ต่อ) จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านแผ่นดินถล่มภายในประเทศ

รายละเอียด	จุดแข็ง	จุดอ่อน
ด้านเทคนิควิธีและเทคโนโลยี (ต่อ)		ช่วงฤดูกาลโดยเฉพาะช่วงฤดูฝน มาใช้เพื่อทำให้ทราบถึงพฤติกรรมจริงตามธรรมชาติ โดยเฉพาะบนพื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยสูง ซึ่งจะทำให้เป็นการสะดวกต่อการดำเนินงาน
ด้านงบประมาณและการสนับสนุนจากหน่วยงาน		1. ขาดการส่งเสริมและสนับสนุนจากรัฐในการศึกษาและวิจัย จึงทำให้เป้าหมายในการทำวิจัยไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการอย่างครบถ้วนและชัดเจน 2. ขาดหน่วยงานหลักในการรับผิดชอบโดยตรง โดยที่แต่ละหน่วยงานที่รับผิดชอบในแต่ละสาขาวิชา มักจะต่างคนต่างทำวิจัยในประเด็นที่สนใจเท่านั้น
ด้านการนำไปประยุกต์ใช้		1. ขาดการนำผลการศึกษาและวิจัยของแต่ละเรื่องไปประยุกต์ใช้อย่างต่อเนื่องกับสภาพงานจริง และการเชื่อมโยงกับงานด้านอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของงานวิจัยที่มีผลงานที่มีประสิทธิภาพต่อการนำไปใช้สำหรับการวางแผนการบริหารและจัดการภัยธรรมชาติจากแผ่นดินถล่ม 2. ขาดแผนหลักสำหรับการดำเนินงานเพื่อการจัดการภัยธรรมชาติจากแผ่นดินถล่ม

เนื่องจากงานวิจัยด้านแผ่นดินถล่มที่พบในประเทศไทย มีจุดอ่อนเป็นจำนวนมาก จึงต้องได้รับการแก้ไขดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น คือ รัฐบาลควรกำหนดเป้าหมายของความเสี่ยงสาธารณะต่อพิบัติแผ่นดินถล่ม ได้แก่ คาบย้อนกลับ (Return Period) ความเสียหายทั้งทรัพย์สินและชีวิตที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในรอบปี เป็นต้น ที่สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ และกำลังงบประมาณ และรัฐบาลต้องสนับสนุนทั้งนโยบายและงบประมาณให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและนักวิชาการได้ทำการศึกษา และทำงานวิจัย ดังที่ได้ดำเนินการในกรณีศึกษาของพิบัติของน้ำก้อ-น้ำชุนอย่างละเอียด เป็นต้น

3.4.3 บทวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของเทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วมและน้ำแล้ง

- GIS (Geographic Information System)

เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีศักยภาพในการจัดเก็บและจำแนกข้อมูลอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการประมวลผล การเรียกค้นข้อมูล การรวบรวมข้อมูล และการแสดงผลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษาลักษณะต่างๆของพื้นที่ลุ่มน้ำ เช่น การประมาณพื้นที่ระบายน้ำ การจัดแบ่งพื้นที่การใช้ที่ดิน เป็นต้น การเชื่อมโยงระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ จะเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยการใช้ในการสืบค้นหาสาเหตุการเกิดปรากฏการณ์ในเชิงพื้นที่

สำหรับในประเทศไทย หน่วยงานที่ได้มีการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ได้แก่ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ที่ได้มีการนำระบบสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการวิจัย

- Remote Sensing

เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียมที่ใช้ในการพยากรณ์เตือนภัยน้ำ มีรายละเอียดดังนี้ (สุรชัย รัตนเสริมพงศ์, 2544: 25-32)

(1) ดาวเทียม LANDSAT

ดาวเทียม LANDSAT – 1 ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อปี 2515 นับเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรดวงแรกของโลก พัฒนาโดยองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Aeronautics and Space Administration – NASA) ต่อมาโครงการนี้ได้โอนกิจการให้ EOSAT ซึ่งเป็นบริษัทเอกชนเพื่อดำเนินการเชิงพาณิชย์ ต่อมาได้มีการพัฒนา LANDSAT อย่างต่อเนื่อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

LANDSAT-5 ระบบ MSS (MultiSpectral Scanner)

- แบนด์ 4 และ 5 ให้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศทางน้ำ ถนน และชุมชน การใช้ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ ป่าไม้ พื้นที่เพาะปลูก
- แบนด์ 6 และ 7 ให้รายละเอียดเกี่ยวกับ ความแตกต่างระหว่างพื้นดินกับพื้นน้ำ พื้นที่น้ำท่วม ธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้าง
- ครอบคลุมพื้นที่ 185 x 80 ตารางกิโลเมตร มีรายละเอียดข้อมูล (Resolution) 80 x 80 เมตร

LANDSAT-5 ระบบ TM (Thematic Mapper) มีการบันทึกข้อมูลใน 7 ช่วงคลื่น

- ในช่วงคลื่นที่ 1–3 หรือแบนด์ 1-3 เหมาะสำหรับใช้ในการทำแผนที่บริเวณชายฝั่ง และจำแนกความแตกต่างระหว่างดินกับพืชพรรณ
- แบนด์ 4 ใช้กำหนดปริมาณของมวลชีวภาพ (Biomass) และจำแนกแหล่งน้ำ
- แบนด์ 5 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นของดิน ความแตกต่างระหว่างเมฆกับหิมะ
- แบนด์ 6 ใช้หาแหล่งความร้อน
- แบนด์ 7 ใช้จำแนกชนิดของหิน และการทำแผนที่แสดงบริเวณ Hydrothermal
- มีรายละเอียดข้อมูล 30 x 30 เมตร

LANDSAT-7 ระบบ ETM+ (Enhance Thematic Mapper Plus) ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนาจาก TM โดยในแบนด์ 6 ช่วงคลื่นความร้อนได้รับการพัฒนาให้มีรายละเอียดสูงถึง 60 เมตร และได้เพิ่มแบนด์ Panchromatic ที่แสดงรายละเอียด 15 เมตร เข้าไปอีก 1 แบนด์

(2) ดาวเทียม SPOT

ดาวเทียม SPOT (Le System Probatoire d' Observation de la Terre) อยู่ในความรับผิดชอบของสถาบันอวกาศแห่งชาติฝรั่งเศส ร่วมกับประเทศในกลุ่มยุโรป อุปกรณ์บันทึกข้อมูลของดาวเทียม SPOT ประกอบด้วย High Resolution Visible (HRV) จำนวน 2 กล้อง คือ ระบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral Mode) ดาวเทียม SPOT มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

- ระบบช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic Mode) ให้รายละเอียด 10 x 10 เมตร
- ระบบ 3 ช่วงคลื่น ให้รายละเอียด 20 x 20 เมตร
- สามารถถ่ายภาพแนวเฉียง และนำมาศึกษาในลักษณะ 3 มิติได้ ซึ่งให้รายละเอียดได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- สามารถนำไปใช้ศึกษาพื้นที่ป่า การทำแผนที่การใช้ที่ดิน ธรณีวิทยา อุทกวิทยา แหล่งน้ำ สมุทรศาสตร์ และชายฝั่ง การพังทลายและการตกตะกอน การติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม และมลภาวะการขยายตัวของเมืองและการตั้งถิ่นฐาน

ดาวเทียม SPOT – 1 และ 2 จะใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลซึ่งเป็น Charged Coupled Device (CCD) แทนที่ด้วยช่วงคลื่น 0.61-0.68 ไมครอน ซึ่งมีรายละเอียด 10 x 10 เมตร

ดาวเทียม SPOT – 3 และ 4 จะใช้อุปกรณ์บันทึกข้อมูลซึ่งเป็น Charged Coupled Device (CCD) และมีรายละเอียดเพิ่มเติม คือ

- จะมีอุปกรณ์ใหม่คือ Vegetationให้ข้อมูลเกี่ยวกับพืชพรรณ 1 x 1 กิโลเมตร ใน 4 ช่วงคลื่น เหมือน HRV เพื่อประโยชน์ในการติดตาม พืชเกษตร
- รายละเอียดของภาพ 20 x 20 เมตร มี 4 ช่วงคลื่น

(3) ดาวเทียม MOS-1 (MOS-1A และ MOS-1B)

ดาวเทียม MOS-1 (Marine Observation Satellite) อยู่ในความรับผิดชอบขององค์การพัฒนาอวกาศแห่งชาติญี่ปุ่น (National Space Development Agency – NASDA) มีอุปกรณ์บันทึกข้อมูล 3 ระบบ คือ

ดาวเทียม MOS-1 ระบบ Multispectral Electronic Self Scanning Radiometer (MESSR)

- มี 4 ช่วงคลื่น ให้รายละเอียด 50 x 50 เมตร
- ใช้สำรวจทรัพยากรเช่นเดียวกับข้อมูล MSS ของดาวเทียม LANDSAT ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ ป่าไม้ พื้นที่เพาะปลูก ความแตกต่างระหว่างพื้นดินกับพื้นน้ำ พื้นที่น้ำท่วม ธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้าง

ดาวเทียม MOS-1 ระบบ Visible and Thermal Infrared Radiometer (VTIR)

- ให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิต่าง ๆ ในทะเล อันเป็นประโยชน์ต่อการประมง
- ให้ข้อมูลการปกคลุมของเมฆและไอน้ำ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการพยากรณ์อากาศ

ดาวเทียม MOS-1 ระบบ Microwave Scanning Radiometer (MSR)

- ให้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณไอน้ำ ปริมาณน้ำลมทะเล การแผ่ปกคลุมของหิมะ และน้ำแข็งในทะเล

(4) ดาวเทียม ERS

ดาวเทียม ERS-1 (European Remote Sensing Satellite) พัฒนาโดยองค์การอวกาศแห่งยุโรป (European Space Agency – ESA)ได้ส่งขึ้นไปโคจรเป็นผลสำเร็จเมื่อ 17 กรกฎาคม 2534

ดาวเทียม ERS มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

- มีคุณสมบัติพิเศษในการบันทึกข้อมูลแบบ Active sensor คือ เรดาร์ สามารถถ่ายภาพทะลุเมฆ และวัตถุบางชนิดได้
- สามารถบันทึกข้อมูลในเวลากลางคืนได้และในทุกสภาพอากาศ บันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นไมโครเวฟ คือ 1 มิลลิเมตร ถึง 1 เมตร และมีความถี่ 300 ถึง 0.3 GHz ด้วยช่วงคลื่น C band
- มีรายละเอียดของภาพ 25 x 25 เมตร

(5) ดาวเทียม JERS-1

องค์การพัฒนาอวกาศแห่งชาติญี่ปุ่น (NASDA) ได้พัฒนาโครงการระบบดาวเทียมที่ถ่ายภาพทะลุเมฆได้โดยใช้เรดาร์ ชื่อว่า ดาวเทียม JERS-1 (Japanese Earth Resources Satellite) ส่งขึ้นไปสู่โคจรเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2535 นับเป็นดาวเทียมรุ่นใหม่ที่มีสมรรถนะสูง

ดาวเทียม JERS-1 มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

- มีอุปกรณ์ถ่ายภาพทะลุเมฆที่เรียกว่า Synthetic Aperture Radar (SAR) และ Optical Sensors (OPS) ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้ใช้ CCD ในการรับแสงสะท้อนจากผิวโลก แยกออกเป็น 7 ช่วงคลื่น ตั้งแต่ช่วงคลื่นที่ตามองเห็น จนถึงช่วงคลื่นอินฟาเรด
- มีรายละเอียดของภาพถึง 18 x 24 เมตร
- สามารถถ่ายภาพในระบบสามมิติตามแนวโคจรได้

(6) ดาวเทียม NOAA

ดาวเทียม NOAA เป็นดาวเทียมที่มีวงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ โคจรอยู่เหนือพื้นผิวโลก 830 กิโลเมตร

ดาวเทียม NOAA มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

- มีอุปกรณ์ถ่ายภาพระบบ AVHRR, HIRS/2, SSU และ MSU ระบบ AVHRR ถ่ายภาพในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น และช่วงคลื่นอินฟาเรดความร้อน
- ให้รายละเอียดข้อมูล 1 x 1 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 3,000 x 6,000 ตารางกิโลเมตร
- ใช้ในการสำรวจด้านอุตุนิยมวิทยา สมุทรศาสตร์ และอุทกศาสตร์

(7) ดาวเทียม IRS

ดาวเทียมชุด IRS (Indian Remote Sensing Satellite) เป็นดาวเทียมเพื่อการสำรวจทรัพยากรของประเทศอินเดีย โดยดาวเทียมดวงแรกในชุดนี้ได้แก่ IRS-1A ได้ส่งขึ้นสู่โคจร เมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2531 ต่อมา วันที่ 29 สิงหาคม 2534 ดาวเทียมดวงที่สอง คือ IRS-1B ก็ได้ส่งขึ้นสู่วงโคจร โดยมีคุณลักษณะเช่นเดียวกับดวงแรก หลังจากนั้นในวันที่ 15 ตุลาคม 2538 อินเดียก็ได้ส่งดาวเทียมดวงที่สามของชุดนี้ คือ IRS-P2 ขึ้นสู่วงโคจร และตามด้วยดาวเทียมดวงที่สี่ และห้า คือ IRS-1C เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2538 และ IRS-1D เมื่อ 29 กันยายน 2540 สำหรับข้อมูลดาวเทียมที่ นำมาใช้ในปัจจุบันได้แก่ ดาวเทียม IRS-1C,1D

ดาวเทียม IRS มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

- มีอุปกรณ์ที่สำคัญได้แก่ ระบบ LISS-III บันทึกช่วงคลื่นตามองเห็นและอินฟราเรด รวม 4 ช่วงคลื่น รายละเอียด 23.5 เมตร
- ระบบ Panchromatic รายละเอียด 5.8 เมตร

- ระบบ WiFS รายละเอียด188 เมตร โดยบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นตามองเห็นและอินฟราเรด
- ใช้สำรวจทรัพยากร

(8) ดาวเทียม RADARSAT

ดาวเทียม RADARSAT เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของประเทศแคนาดา โดยองค์กรอวกาศแคนาดา (Canadian Space Agency: CSA) ส่งขึ้นสู่วงโคจร เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2538

ดาวเทียม RADARSAT มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

- ติดตั้งเครื่องมือบันทึกข้อมูลในระบบเรดาร์ (SAR) ช่วงคลื่น C-band-HH
- สามารถบันทึกข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ 7 รูปแบบ โดยให้รายละเอียดข้อมูลแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่ 10 เมตร ถึง 100 เมตร ครอบคลุมพื้นที่เป็นแนวกว้าง ตั้งแต่ 45 ถึง 500 กิโลเมตร

- Hydrological Models Related to Flood Forecasting and Warning

จากการตรวจเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมาพบในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำ ดังนี้ MIKE-11 model, NAM model, Flood Forecasting model (FF), Hydrodynamic model (HD), Tank model, Auto Regression model (AR), Diffusion model, Flood Routing model, Gradual Dam Breach model, Stream flow Synthesis And Reservoir Regulation model (SSARR) model, Sacramento and Stanford model, One-dimensional numerical model, Two-dimensional numerical model, RUBICON Model, SCS Model, HEC model, Watershed Modeling System (WMS), ISIS model, Index flood method, River Network model, Non-linear Storage Function Model (NLSFM), Dambrk model, Auto Regression Moving Average model (ARMA), Hybrid Model ซึ่งพบว่ามีประเด็นต่างๆสามารถสรุปได้ ดังนี้

(1) แบบจำลองต่างๆเหล่านี้ใช้กันแพร่หลายสำหรับทำนายขนาดน้ำท่วม การ Simulation ระดับน้ำและอัตราการไหล โดยมี Input Data เป็นข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา เช่น น้ำท่า น้ำฝน การระเหย ฯลฯ โดยอาศัยการประยุกต์ใช้ความรู้ทาง Fundamental Hydraulic Equations ต่าง ๆ อันถือเป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และอุทกวิทยาประยุกต์ เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ

(2) งานวิจัยหลายเรื่องพบว่าต้องการ Input Data จากสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่าแบบต่อเนื่องครอบคลุมพื้นที่ศึกษาจะทำให้การพยากรณ์แม่นยำขึ้น

(3) แบบจำลอง MIKE11 ได้รับการพัฒนามาจาก สถาบัน Danish Hydraulic Institute (DHI) ใช้งานง่าย และสามารถแยกโปรแกรมย่อยได้ ถ่ายโอนข้อมูลหรือผลการคำนวณระหว่างโปรแกรมย่อยได้อัตโนมัติ คำนวณผลได้รวดเร็วโดยแบบจำลองนี้จะกระทำการจำลองการเคลื่อนที่ของน้ำ และการพัดพาของตะกอนในบริเวณปากแม่น้ำ แม่น้ำ คลอง ระบบชลประทาน และแหล่งน้ำอื่น ๆ โดยโปรแกรมนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เป็นโปรแกรมที่มีทิศทางเดียวสำหรับการออกแบบรายละเอียด การจัดการและการควบคุมรูปแบบแม่น้ำลำคลอง โดยสามารถพยากรณ์การเกิดน้ำท่วมได้ตลอดเวลา

แบบจำลอง MIKE 11 ส่วนที่เกี่ยวข้องกับน้ำท่วมจะประกอบไปด้วย 3 module คือ Rainfall–Runoff Model (NAM–Module), Hydrodynamic module (HD – module) และ Flood Forecasting module (FF module) ปัญหาที่เกิดขึ้นในการควบคุมแบบจำลองทางชลศาสตร์ คือ การจำลองอัตราการไหลหรือระดับน้ำทั่ว ๆ ไปจากการวัดเพียงครั้งเดียว ณ เวลาที่ทำการพยากรณ์เพื่อนำมาใช้ในการวัดระดับน้ำจริง / อัตราการไหลของน้ำจริงในการพยากรณ์ บางครั้งจำเป็นต้องมีกระบวนการปรับปรุงแบบจำลองทางชลศาสตร์ก่อนนำมาใช้ในการพยากรณ์ แนวทางในการปรับปรุงข้อมูลสามารถแยกเป็น 2 ประเภท ในรูปของค่าความผิดพลาดระหว่างข้อมูลที่วัดได้และข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง กล่าวคือ ค่าความผิดพลาดของแอมพลิจูด (Amplitude Error) และค่าความผิดพลาดของเฟส (Phase Error)

(4) งานวิจัยอีกหลายๆเรื่องเป็นการ combination ระหว่าง Hydrological models เหล่านี้เพื่อให้ได้ผลการทำนายที่แม่นยำขึ้นเช่น combination ระหว่าง NAM model กับ Flood Forecasting model เพื่อศึกษาปรากฏการณ์การเกิดน้ำท่วมและการทำแผนที่น้ำท่วม

(5) Combination ระหว่าง Tank model กับ AR model ในงานวิจัยบางเรื่องพบว่าให้ค่าการทำนายขนาดน้ำท่วมได้อย่างถูกต้องแม่นยำขึ้นกว่า deterministic model และ purely model อื่น

(6) Combination ระหว่าง NAM model กับ TANK model ซึ่งทั้ง 2 models มีความคล้ายคลึงกันด้าน concept แต่ NAM จะมี model parameters น้อยกว่า และ การ calibration ที่น้อยกว่า TANK model การใช้งานของทั้งสอง models ต้องขึ้นกับ input data มากๆ โดย output ของ TANK Model และ NAM Model จะมีความแม่นยำในการทำนายเวลาและขนาดน้ำท่วม

(7) สำหรับ Flood frequency model ใช้วิเคราะห์ Frequency distribution ของขนาดน้ำท่วมสูงสุดตาม Return periods ต่างๆ

(8) การทำนายน้ำท่วม โดย Computed dam breach model แสดงผลออกมาในรูปของระดับของ Flood peak, Arrival time ของ Flood wave front และ Flood peak ในแม่น้ำ

(9) SSARR model ย่อมาจาก Stream flow Synthesis And Reservoir Regulation model ใช้ทำนายขนาดน้ำท่วมในรูป Daily maximum water level ซึ่งวิเคราะห์จากความสัมพันธ์ของน้ำฝน-น้ำท่าสมการพื้นฐานในการ Routing และลักษณะเฉพาะของลุ่มน้ำ ทางน้ำ และที่ราบน้ำท่วม ความถูกต้อง แม่นยำขึ้นอยู่กับ Flow conditions ของทางน้ำ ณ วันนั้นๆ ข้อมูลฝนรายวัน ค่า Pan evaporation และประสบการณ์ของผู้ใช้ Model อีกด้วย SSARR model ประกอบไปด้วย 3 models หลักๆ คือ Watershed model, River System model และ Reservoir Regulation model

(10) แบบจำลอง Saint-Venant's one dimension และ Storage routing เคยใช้จำลองเหตุการณ์ที่จะเกิดน้ำท่วมเนื่องจากการพังทลายของเขื่อนอุบลรัตน์ ผลการศึกษาแสดงเป็นค่าระดับน้ำ อัตราการไหล ความเร็วของคลื่น เวลาที่น้ำบ่าเคลื่อนที่ถึง และช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมของพื้นที่ต่างๆท้ายเขื่อน

(11) แบบจำลอง RUBICON พัฒนาโดย HASKONING BV และ Delft Engineer Software เป็นแบบจำลองทางด้านอุทกพลศาสตร์ สามารถจำลองการไหลแบบไม่คงที่กับเวลา (Unsteady flow) ในทางน้ำเปิดและทางน้ำปิด รวมทั้งผลกระทบเนื่องจากการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลที่ปากแม่น้ำ สามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์เป็นแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมตามแนวการไหลของแม่น้ำ

(12) SCS flood prediction model สามารถทำนาย Storm runoff ในลุ่มน้ำขนาดเล็ก ใช้ศึกษาน้ำท่าจากลุ่มน้ำที่มีลักษณะแปรผันของการใช้ที่ดินและลักษณะภูมิประเทศ การคำนวณหาชลภาพน้ำท่าผ่านฝายได้

(13) HEC-RAS model ใช้ทำนายขนาดน้ำท่วมที่คาบการเกิดต่างๆ และนำไปเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

(14) WMS หรือ Watershed Modeling System พัฒนาโดย Engineering Computer Graphic Laboratory มหาวิทยาลัย Brig Ham Young สหรัฐอเมริกา ทำหน้าที่จัดการรวบรวมข้อมูลทั้งในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์และข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิประเทศ เคยนำมาใช้ร่วมกับดาวเทียม JERS-1 ในการจำแนกเขตน้ำท่วม สามารถสร้างเขตน้ำท่วมจากแบบจำลองภูมิประเทศชนิดโครงข่ายสามเหลี่ยม (Triangulated Irregular Network, TIN) ระบบยังสามารถสร้างแบบจำลองสภาพภูมิประเทศเชิงตัวเลข (DEM) สามารถคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆและการสร้างพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลดังกล่าว

(15) Hybrid Model เป็นการประยุกต์รวม Stochastic model และ Deterministic model เข้าด้วยกันเพื่อเสริมข้อได้เปรียบ และลดจุดอ่อนของแต่ละแบบจำลองเพื่อการใช้งาน พบว่า Hybrid model ใช้งานได้ดีและกำลังมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

- Hydrological Models Related to Water Scarcity

จากการตรวจเอกสารงานวิจัยพบว่าแบบจำลองต่างๆกำลังพัฒนาให้มีรายละเอียดการทำงาเพิ่มมากขึ้น แบบจำลองต่างๆนี้ได้แก่ WADPRO, THOMSON, WUSMO, DPL, LP, DP etc.

(1) WADPRO เป็น Water balance model ใช้ทำนายการจัดสรรน้ำในโครงการชลประทาน

(2) THOMPSON model ใช้ Simulate การใช้น้ำของข้าว

(3) WUSMO model พัฒนาขึ้นเพื่อการวางแผนการใช้น้ำในอ่างเก็บน้ำให้ทราบน้ำต้นทุนและสามารถวางแผนแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ

(4) WASAM model ใช้ในการจัดการน้ำในระบบชลประทาน

(5) DPL (Dendrochronology Program Library) ใช้ศึกษาเหตุการณ์ฝนแล้งกับวงปีไม้ ซึ่งพบว่าในปีที่แห้งแล้ง วงปีไม้จะแคบ

(6) Linear Programming เป็น Optimisation model อีกประเภทหนึ่งที่พัฒนาขึ้นมาเพื่องานการจัดสรรน้ำใช้ได้กับเฉพาะ Function ที่เป็นเส้นตรง

(7) Dynamic Programming เป็น Optimisation Model ประเภทหนึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อการจัดสรรน้ำเมื่อน้ำขาดแคลน ส่วนมาก model เหล่านี้จะใช้รวมกับ crop production function

(8) AI model ได้แก่ Adaptive system ทั้งหลาย ที่ใช้หลักการของ Artificial intelligence ในสหัสวรรษนี้มีการประยุกต์กันอย่างแพร่หลายในระดับสากล Neural Network, Genetic Algorithms, Neuro-genetic optimiser, Simulated Annealing

- แบบจำลองด้าน IT

ได้แก่ Flood forecasting expert system เป็น Software ที่เข้ามาช่วยเสริมการทำงานหลายด้าน เช่น ด้าน Flood forecasting package ที่ช่วยทำนายขนาดน้ำท่วม และเตือนภัยล่วงหน้าเหตุการณ์น้ำท่วม เพื่อลดผลกระทบจากความเสียหาย หรือเช่น ESIM (Expert System for Irrigation Management) พัฒนาเพื่อการจัดการน้ำในระบบชลประทาน Software เหล่านี้ ใช้ได้ผลดีและยังคงต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องต่อไป

- Telemetering System

เป็นการสื่อสารข้อมูลระยะไกลแบบอัตโนมัติเพื่อให้คาดการณ์น้ำท่วมได้ล่วงหน้ายาวนานขึ้น จากการรวบรวมโครงการแผนงานและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีด้านการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมน้ำแล้งนั้น สามารถวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อนของเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้ ดังตารางที่ 3 – 11

ตารางที่ 3 -11 จุดแข็ง จุดอ่อนของเทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วม น้ำแล้ง

เทคโนโลยีที่ใช้	**ภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง**	
	จุดแข็ง	**จุดอ่อน**
เทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา	1. มีสถานีตรวจวัดและโครงข่ายอุตุนิยมวิทยาครอบคลุมทั่วประเทศ 2. มีอุปกรณ์เครื่องมือหลากหลายที่ใช้ตรวจวัด 3. บุคลากรมีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านเป็นอย่างดี 4. มีระบบเครือข่ายและเครื่องมือสมัยใหม่ที่มีศักยภาพสูง 5. สามารถให้บริการด้านอุตุนิยมวิทยาและการเตือนภัยแก่ประชาชน หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนได้ตลอด 24 ชั่วโมง	1. แม้มีโครงข่ายสถานีตรวจวัดทั่วประเทศ แต่มีความห่างของสถานีและมิได้มีทุกจังหวัด 2. ไม่สามารถติดตั้งเครื่องมือตรวจ วัดอากาศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แท้จริงบริเวณเมืองเนื่องจากมีตึกสูงเป็นสิ่งกีดขวางและที่ดินมีราคาแพง 3. ปัญหาการติดตั้งเครื่องมือบริเวณพื้นที่ห่างไกลมีปัญหาเรื่องเครื่องมือสูญหาย นอกจากนี้เครื่องมือที่ต้องมีพลังงานหล่อเลี้ยงกระแสไฟฟ้าไม่สามารถเข้าถึง

ตารางที่ 3 –11 (ต่อ) จุดแข็ง จุดอ่อนของเทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วม น้ำแล้ง

เทคโนโลยีที่ใช้	ภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง	
	จุดแข็ง	จุดอ่อน
เทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา (ต่อ)	6. สามารถเผยแพร่ข่าวอุตุนิยมวิทยาและการเตือนภัยในทุกรูปแบบทั้งเอกสาร ภาพและเสียง ได้แก่ โทรทัศน์ วิทยุ สิ่งพิมพ์ โทรศัพท์ และ Internet 7. มีการประสานงานกับหน่วยงานทั้งภายในและต่างประเทศในด้านข้อมูลและวิธีการ	4. การได้มาซึ่งข้อมูลควรเป็นแบบ Real time สถานีที่ห่างไกลไม่มีสาธารณูปโภคที่เอื้ออำนวยให้กระทำได้ ระบบการเตือนภัยแบบ Real time ที่ใช้ได้ดีในปัจจุบัน คือ ระบบ SCADA ของกรุงเทพมหานคร และบริษัท EAST Water ที่ อ่างเก็บน้ำหนองปลาไหล 5. เครื่องมือที่มีเทคโนโลยีสูงที่สามารถเอื้ออำนวยต่อการได้ข้อมูลแบบ real time มีราคาสูงมาก และเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ งบประมาณที่ใช้ในการบำรุงรักษามีจำกัด 6. การพัฒนาบุคลากรไม่มีความต่อเนื่อง ผู้มีความรู้ในการใช้เทคโนโลยีชั้นสูงมีจำกัด การพัฒนาแบบจำลองในการพยากรณ์อากาศจะต้องมีความใกล้เคียงมากที่สุดกับบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก และมีรายละเอียดสูง ซึ่งทำได้ยาก รวมทั้งมีข้อจำกัดในความสามารถของเครื่องมือ
GIS	1.สามารถแสดงผลในรูปแผนที่ ช่วยให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น 2.สามารถประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็ว ช่วยในการวางแผนได้ดี สะดวกในการปรับปรุงแก้ไขแผนตามความต้องการได้	1.ส่วนใหญ่จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งหากได้รับข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง จะทำให้ได้ผลการศึกษาที่ผิดพลาด 2.ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล จะใช้ระยะเวลานาน ทำให้ข้อมูลที่นำมาใช้ไม่ทันสมัย
Remote Sensing	1.สามารถศึกษาพื้นที่ศึกษาที่ทุรกันดารยากแก่การเข้าไปสำรวจได้ 2.ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการศึกษาสภาพหรือลักษณะของพื้นที่ศึกษา	1.ผลการศึกษาจะเป็นการบรรยายเชิงข้อมูล ทำให้เข้าใจยาก 2.ในการแปลภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศต้องอาศัยความรู้ความชำนาญในพื้นที่และทักษะในการแปล จึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ

ตารางที่ 3 - 11 (ต่อ) จุดแข็ง จุดอ่อนของเทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วม น้ำแล้ง

เทคโนโลยีที่ใช้	ภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง	
	จุดแข็ง	**จุดอ่อน**
Model Related to Flood Forecasting	ทำงานได้หลากหลายประเภทและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องดังมีรายละเอียด ตามข้อ 3.4.3	1.แบบจำลองประเภทนี้ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง เนื่องจาก Input data ที่ศึกษามีจำกัดเนื่องจากจำนวนสถานีมีจำกัด จำเป็นต้องติดตั้งสถานีวัดข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยาเพิ่มขึ้นเช่น การเสนอให้มีการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝนเพิ่มขึ้น 2.การนำแบบจำลองมาใช้ร่วมกับดาวเทียมยังพบข้อจำกัดในการจำแนกเขตน้ำท่วม ทำให้การจำแนกยังไม่ถูกต้อง ซึ่งควรมีการสนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนาต่อไป 3.ข้อมูลที่ใช้ในบางแบบจำลองต้องคำนึงถึงสิ่งกีดขวางทางน้ำด้วยเช่นสิ่งปลูกสร้างที่รุกล้ำคลอง 4.Model ส่วนใหญ่จะทำนายได้แม่นยำต้องทราบข้อมูลสภาพภูมิประเทศอย่างละเอียดและแน่นอน 5.ในบาง model ความถูกต้องแม่นยำขึ้นอยู่กับ Forecasted rainfall input และประสบการณ์ของผู้ใช้ model อีกด้วย 6.การทำนายได้ผลดีในระยะเวลาสั้นๆเช่นน้อยกว่า 24 ชั่วโมงแต่อาจไม่แม่นยำถ้าต้องการทำนายระยะยาว
Model Related to Water Scarcity	ทำงานด้านการจัดสรรน้ำได้ผลดีและมีการพัฒนาอย่างตอเนื่องเช่นกันแต่ยังน้อยกว่าแบบจำลองเพื่อจัดการน้ำท่วมอยู่มาก	1.ข้อจำกัดของแบบจำลองเหล่านี้ขึ้นกับการนำไปใช้งานได้แตกต่างกัน เช่น Linear Programming ใช้ได้เฉพาะ Linear Function แต่ใช้ไม่ได้กับ Non-lenear form 2.มีความยุ่งยากในการ Setup มากกว่า model ทาง AI ใหม่ๆ 3.ต้องการ Input data มากกว่า model ที่เป็น Black Box

ตารางที่ 3 – 11 (ต่อ) จุดแข็ง จุดอ่อนของเทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วม น้ำแล้ง

เทคโนโลยีที่ใช้	ภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง	
	จุดแข็ง	**จุดอ่อน**
Model Related to Water Scarcity (ต่อ)		4.เกิด Butterfly Effect ได้มากกว่า model ที่เป็น Heuristic
Artificial Neural Network	1.ใช้ในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์อัจฉริยะอย่างได้ผล (Intelligent Computer System) 2.มีประสิทธิภาพในการประยุกต์ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณและจดจำ 3.มีลักษณะเป็น Universal approximator เนื่องจากสามารถกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของข้อมูล Input-Output ได้โดยเรียนรู้จากข้อมูลที่มีอยู่ 4.เคยประยุกต์ใช้กับการทำนายระดับน้ำ การจำลองกระบวนการเกิดฝนและน้ำท่า การทำนายความเค็มบริเวณปากแม่น้ำ 5.เป็น Black Box Model ไม่ใช่ Conventional Model ประหยัดเวลาและค่าลงทุนมากกว่า	1.หลักการกำหนดค่าเริ่มต้นของค่าถ่วงน้ำหนักและกระบวนการเรียนรู้เพื่อปรับค่าถ่วงน้ำหนักที่เชื่อมโยงทุกๆ หน่วยยังต้องได้รับการพัฒนา 2. ในโครงข่าย Back Propagation (BP)ไม่สามารถประกันได้ว่าจะให้ค่า Global optima และมีความเป็นไปได้สูงที่ความคลาดเคลื่อนจะตกอยู่ใน Local optima 3. ในโครงข่าย BP สำหรับการประยุกต์ใช้กับปัญหาหนึ่งๆ ควรจะกำหนดว่าจะมีจำนวนชั้นแอบแฝงและจำนวนหน่วยในชั้นนี้เท่าไร การแปลงข้อมูลหรือสัญญาณ Input ควรใช้ฟังก์ชั่นชนิดใด กระบวนการเรียนรู้วิธีใดมีประสิทธิภาพที่สุด รูปแบบของข้อมูลใดที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะมีวิธีการเลือกฟังก์ชั่นการกระตุ้นอย่างไร 4. พื้นฐานทางทฤษฎียังมีข้อจำกัดในแง่ของความเชื่องช้าในการลู่เข้าหาคำตอบสุดท้าย ซึ่งยังท้าทายต่อการวิจัยเพื่อพัฒนา 5. การเรียนรู้เกินความจำเป็น (Overtraining) อาจทำให้โครงข่ายมีคุณสมบัติพิเศษจนทำให้ไม่สามารถที่จะจำแนกรูปแบบของข้อมูลเป้าหมายในช่วงการทดสอบข้อมูลได้

ตารางที่ 3– 11 (ต่อ) จุดแข็ง จุดอ่อนของเทคโนโลยีที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วม น้ำแล้ง

เทคโนโลยีที่ใช้	ภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง	
	จุดแข็ง	**จุดอ่อน**
Genetic Algorithms	1.ใช้แก้ปัญหา Optimization problem กับ Objective function ที่เป็นได้ทั้ง Linear และ Non-linear 2.ใช้ Population search ซึ่งโอกาสที่จะเกิด Local optima น้อยกว่า 3.ใช้ Probabilistic rule 4.Set up ได้ง่ายกว่า และรวดเร็วมาก Robust ในงานที่เป็น Black Box Model ไม่ใช่ Conventional Model 5. มีลักษณะที่เป็น Heuristic Optimiser โอกาสที่จะเกิด Butterfly effect น้อย 6.ใช้กับงาน Real time operation ได้ 7.มีการพัฒนา Source code เพื่องานวิจัยด้านการจัดสรรน้ำในระบบชลประทานอย่างเท่าเทียมกันในยามน้ำขาด (Equitable manners in scarcity period) งานวิจัยด้าน Water scheduling problem งานวิจัยด้านจัดการน้ำใน Multiple reservoirs สัมฤทธิ์ผลแล้ว	1. การใส่ Decision variable มากๆ จะทำให้การทำงานไม่ดี ควรกำหนด Decision variable ให้มีกระทัดรัดที่สุด เพื่อควบคุม Chromosome length มิให้ยาวมากเกินไป 2. ถ้า Chromosome length มากเกินไปจะทำให้ Execution time สูง 3.การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก (Penalty Factor) ยังต้องมีการวิจัยเพื่อพัฒนาต่ออีก 4.ยังใหม่ต่อวงการเมืองไทยและมี Application ไม่มากนัก สมควรมีการพัฒนาเพื่อประยุกต์กับงานอย่างต่อเนื่อง
Neuro-Genetic Optimizer	1. เป็น combine technique ทาง AI 2. เคยประยุกต์ใช้กับงานเตือนภัยน้ำท่วม และให้ผลการคำนวณเป็นที่น่าพอใจสำหรับการพยากรณ์ระยะสั้น	ยังต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องให้สามารถ Input ข้อมูลได้มากขึ้น
Model ทางด้าน IT (Database, Expert System etc.)	สามารถนำมาเสริมเพื่อช่วยพัฒนาการพยากรณ์ เตือนภัยอย่างเป็นระบบมากขึ้น	ยังมีการพัฒนา งานด้าน Database เรื่องน้ำน้อยมาก จึงต้องพัฒนาหาทิศทางงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง
Telemetering System	1. ได้ข้อมูล real time operation 2. สื่อสารข้อมูลระยะไกล ลดค่าเดินทางในการติดตาม ทุ่นระยะเวลา ลดความเสียหายจาก flood เตือนภัยได้ทันเหตุการณ์	ขาดการพัฒนาบุคลากรในการ Operation และ maintenance ค่าลงทุนสูง

3.5 ทิศทางงานวิจัยภายในประเทศ

3.5.1 ทิศทางงานวิจัยด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งภายในประเทศ

สำหรับการจัดการภัยธรรมชาติที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ภัยพิบัติที่เกี่ยวเนื่องจากน้ำ มีหน่วยงานที่เข้ามาเกี่ยวข้องหลายหน่วยงาน ในจำนวนนี้มีหน่วยงานหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการป้องกันภัย อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีความชัดเจนทั้งในเรื่องของขั้นตอน และกรอบการทำงาน บางงานเกิดความทับซ้อนกันในระหว่างหน่วยงาน ขาดเอกภาพในการทำงานและการสั่งการ นอกจากนี้ ผู้บริหารในหน่วยงาน มีการโยกย้ายสับเปลี่ยนตำแหน่งบ่อย จึงทำให้ไม่สามารถบริหารงานได้อย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ บางหน่วยงานขาดแคลนบุคลากรทำงาน ทำให้ขาดทิศทางการวิจัย และพัฒนาที่ชัดเจน และต่อเนื่อง

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจะได้นำผลการศึกษาจากการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้งภายในประเทศ (Strength, Weakness, Opportunity & Threat, SWOT) ร่วมกับผลที่ได้จากการระดมความคิดเห็น (Brainstorm) จากผู้ชำนาญการด้านน้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม ที่คณะผู้ทำการวิจัยจัดให้มีขึ้นเมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2545 ที่สถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน อ.ปากเกร็ด จ. นนทบุรี จากการออกดูงานสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำยมเมื่อวันที่ 6-7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 รวมทั้งจากการประชุมระดมความคิดผู้บริหาร เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2546 ที่ โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ และจากการระดมความคิดเห็นเมื่อวันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2546 มาทำการประมวลเพื่อกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการศึกษาวิจัยในอนาคต เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหา และผลกระทบของน้ำท่วมและน้ำแล้งในด้านต่างๆ เช่นทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยแนวทางงานวิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้งที่เสนอแนะควรจะคำนึงถึงประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

- มีการวางเป้าหมาย กำหนดกรอบ และขอบเขตของการศึกษาโดยหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องในลักษณะการมองภาพลุ่มน้ำโดยองค์รวม ทั้งลุ่มน้ำที่ศึกษา และลุ่มน้ำใกล้เคียงที่มีความเกี่ยวพันกัน ตัวอย่างเช่น การศึกษา วิจัยด้านน้ำท่วม และน้ำแล้งในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ย่อมต้องมองภาพรวมไปถึงลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน ป่าสัก และสะแกกรังด้วย นอกจากนี้ ควรมีการจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการร่วมกับทรัพยากรอื่นๆ ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ มีการนำศาสตร์ต่างๆ เข้ามาร่วมกันในการศึกษาวิจัย โดยกำหนดขอบเขตของการวิจัยให้ตรงประเด็น
- นำแนวทางการป้องกันภัยโดยการเตรียมความพร้อมก่อนที่ภัยพิบัติจะเกิดมาใช้ควบคู่ไปกับแนวทางการตั้งรับ และให้ความช่วยเหลือหลังเกิดภัยที่ใช้กันมาในอดีต
- รัฐบาลต้องให้ความสนับสนุน โดยมีนโยบาย และงบประมาณที่ชัดเจน ไม่ใช่ดำเนินการเฉพาะพื้นที่เกิดภัยร้ายแรง และเป็นข่าวฮือฮา ต้องสร้างบุคลากรดำเนินงานวิจัยที่มีความรู้ในเรื่องเทคโนโลยีใหม่ๆ นอกจากนี้ ต้องมีการเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้ที่จะใช้ประโยชน์จากการประยุกต์ผลการวิจัยไปปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างกันอย่างเหมาะสม

งานวิจัยด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งที่เสนอแนะสามารถแยกออกเป็นกลุ่มได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 – 12

ตารางที่ 3 – 12 ทิศทางงานวิจัยด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งภายในประเทศ

รายละเอียด	การประเมิน		ทิศทางงานวิจัย
	SWOT	**Brainstorm**	
งานวิจัยเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดภัยจากน้ำท่วมน้ำแล้ง	X		1. ศึกษาวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป (Climate Change) ต่อการเกิดน้ำท่วมน้ำแล้ง โดยงานวิจัยนี้ต้องเริ่มการตรวจวัด จัดเก็บข้อมูลตั้งแต่บัดนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอต่อการนำไปวิเคราะห์ ผลที่ได้จากการศึกษาถ้าพบว่าการเกิดน้ำท่วมน้ำแล้งซ้ำแล้ว ซ้ำเล่า เป็นผลกระทบมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ก็จะเป็นมาตรการระยะยาวในการป้องกันภัยพิบัติจากน้ำ เช่นมนุษย์อาจจะต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดำรงชีวิตบางอย่าง เพื่อไม่ให้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในชั้นบรรยากาศ เป็นต้น
งานวิจัยเพื่อสรุปแนวทางการป้องกัน หรือลดผลกระทบจากภัยพิบัติ	X X	X	1. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาการไหลของลำน้ำสำคัญที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภัย ติดตั้งระบบตรวจวัด และจัดส่งข้อมูลอุตุอุทกวิทยาเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าแบบปัจจุบัน (Real Time Data) มีระบบพยากรณ์น้ำที่มีประสิทธิภาพ มีระบบช่วยการตัดสินใจ (Decision Support System) และมี Check List ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดภัยพิบัติที่จะช่วยให้ผู้ควบคุมน้ำสามารถปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ต้องคอยห่วงหน้าพะวงหลังว่าจะเกิดการผิดพลาดในการตัดสินใจ อันอาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการดำเนินการกับปัญหาเฉพาะหน้าได้ 2. ประเมินผลกระทบของการพัฒนาที่ดินต่อการเกิดภัยพิบัติจากน้ำท่วม น้ำแล้งในพื้นที่เสี่ยงภัยสูง เพื่อนำไปสู่การกำหนดกรอบการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 3 – 12 (ต่อ) ทิศทางงานวิจัยด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งภายในประเทศ

รายละเอียด	การประเมิน		ทิศทางงานวิจัย
	SWOT	Brainstorm	
งานวิจัยเพื่อสรุปแนวทางการป้องกัน หรือลดผลกระทบจากภัยพิบัติ (ต่อ)	X	X	3. งานวิจัยเพื่อกำหนดกรอบในการจัดตั้งองค์กรบริหารน้ำระดับลุ่มน้ำโดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของบุคคลในท้องถิ่น และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับการบริหารจัดการลุ่มน้ำ ในลักษณะพอเพียง และสามารถยืนอยู่บนขาของตนเองได้ โดยมีรัฐให้ความสนับสนุนด้านเทคโนโลยีและงบประมาณลงทุนในเบื้องต้น ควรมีพื้นที่นำร่อง เพื่อให้เห็นผลสำเร็จของโครงการ
	X		4. ศึกษาวิจัยเพื่อการปรับปรุง Rule Curves ของอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ทั่วประเทศ ให้มีความทันสมัยกับสภาพที่เปลี่ยนแปลงไป มีระบบช่วยการตัดสินใจ (Decision Support System, DSS) ในการจัดการน้ำในอ่างที่มีประสิทธิภาพ
	X		5. ศึกษาวิจัยการปรับเปลี่ยนปฏิทินการปลูกพืชให้เหมาะสมกับช่วงเวลาที่มีน้ำสำหรับทำการเพาะปลูก ตัวอย่างเช่นผลการศึกษาวางแผนหลักโครงการพัฒนาแหล่งน้ำทุ่งกุลาร้องไห้ โดยกรมชลประทาน (มิถุนายน, 2545) พบว่า ในการทำนาปี เกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษาปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวไวต่อช่วงแสง และไม่ว่าเกษตรกรจะปลูกข้าวในช่วงเวลาใด ต่างก็มีช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่แน่นอน คือประมาณ กลางเดือนพฤศจิกายน ถึงต้นเดือน ธันวาคม ช่วงเวลาในการปลูกข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มแรกจะปลูกระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือน พฤศจิกายน (หว่านข้าวแห้ง) กลุ่มที่ 2 จะปลูกระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือน พฤศจิกายน (หว่านข้าวงอก) จากผลการวิเคราะห์ในการศึกษาดังกล่าว พบว่า การปลูกข้าวในช่วงระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือน พฤศจิกายน มีความต้องการน้ำชลประทานน้อยกว่าการปลูกข้าวระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือน พฤศจิกายน อยู่ประมาณ 40%

ตารางที่ 3 – 12 (ต่อ) ทิศทางงานวิจัยด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งภายในประเทศ

รายละเอียด	การประเมิน		ทิศทางงานวิจัย
	SWOT	Brainstorm	
งานวิจัยเพื่อสรุปแนวทางการป้องกัน หรือลดผลกระทบจากภัยพิบัติ (ต่อ)	X		6. ศึกษาวิจัยการปลูกพืชใช้น้ำน้อยแทนการปลูกข้าว โดยผลการวิจัยจะต้องเสนอแนวทางที่ครอบคลุมตั้งแต่การปลูก การแปรรูป และการจัดการด้านการตลาด โดยกำหนดกรอบความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานแต่ละส่วนให้สามารถปฏิบัติได้อย่างแท้จริง โดยรัฐบาลจะต้องมีความแน่วแน่ในนโยบาย ไม่ใช่เพียงแต่เขียนขอบเขตหน้าที่รับผิดชอบของกรม กองต่างๆ ขึ้นเท่านั้น แต่จะต้องมีการประสานการทำงาน มีกระบวนการประเมิน และตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ของงานจากแต่ละหน่วยงานได้อย่างเป็นรูปธรรม
	X		7. งานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงกฎหมายน้ำให้มีความทันสมัยมากยิ่งขึ้น
	X	X	8. งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดตั้งกองทุนประกันน้ำท่วมและน้ำแล้ง
งานวิจัยเพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัย แผนที่แสดงระดับความรุนแรง และแผนที่แสดงระดับความเสียหาย	X		1. แผนที่เสี่ยงภัยที่จัดเตรียมควรมีการแยกระดับของความเสี่ยง เพื่อประโยชน์ในการกำหนดมาตรการในการเตรียมการป้องกันภัย และรับมือกับปัญหา เช่นการกำหนดเกณฑ์ในการออกแบบสิ่งปลูกสร้างที่คาบย้อนกลับ (Return Period) ที่เหมาะสม การกำหนดกรอบในการพัฒนาที่ดินเพื่อใช้ประโยชน์ เป็นต้น
	X	X	2. ศึกษาวิจัยเทคนิควิธีการจัดทำแผนที่ดังกล่าวโดยเสนอข้อดี ข้อด้อย และขีดจำกัดของแต่ละวิธีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเพื่อการเสนอวิธีการที่มีความเหมาะสมมากที่สุด
			3. ในการจัดทำแผนที่แสดงระดับความเสียหายควรมีการศึกษาและวิจัยเพื่อการพัฒนา “Loss Function” ของพื้นที่เสี่ยงภัยด้วย
			4. งานวิจัยด้านการกำหนดตัวบ่งชี้ หรือดัชนีชี้วัดที่เหมาะสมภายหลังของประเทศไทย
งานวิจัยเพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูล	X	X	1. จัดทำระบบฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับน้ำท่วมและน้ำแล้ง โดยทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เติม

ตารางที่ 3 – 12 (ต่อ) ทิศทางงานวิจัยด้านน้ำท่วมและน้ำแล้งภายในประเทศ

รายละเอียด	การประเมิน		ทิศทางงานวิจัย
	SWOT	Brainstorm	
งานวิจัยเพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูล (ต่อ)	X X		ข้อมูลที่ขาดหาย ปรับแก้ข้อมูลที่ผิดพลาด ไม่น่าเชื่อถือ ปรับรูปแบบ (Format) ของการจัดเก็บข้อมูลเพื่อผู้วิจัยทุกคณะสามารถเข้าถึงข้อมูลที่พร้อมนำไปใช้ในการวิเคราะห์ได้ทันที เป็นการลดความซ้ำซ้อนของงาน งานวิจัยนี้จำเป็นต้องเปิดช่องทางให้เติมข้อมูลใหม่เข้าไปได้ตลอดเวลา เพื่อประโยชน์ในการมีข้อมูลที่ทันสมัยไปใช้ในการวิเคราะห์ 2. ควรมีการศึกษาวิจัยในพื้นที่หลังเกิดภัย โดยการออกภาคสนามสำรวจในพื้นที่เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ในการบริหารจัดการน้ำท่วมน้ำแล้งได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ประสบภัย อันจะนำไปสู่วิธีการและแนวทางที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น 3. จัดทำระบบฐานข้อมูลปริมาณน้ำฝน อัตราการไหลและระดับน้ำในทุกลุ่มน้ำที่มีความเสี่ยงภัยสูง โดยแบ่งความวิกฤตเป็นระดับต่างๆ เช่นระดับที่ต้องขนย้ายข้าวของขึ้นบนชั้นสองของบ้าน หรือระดับต้องขนของขึ้นสู่ที่ดอน หรือระดับที่ต้องอพยพโยกย้ายออกจากพื้นที่เป็นต้น

3.5.2 ทิศทางงานวิจัยด้านแผ่นดินถล่มภายในประเทศ

ทิศทางงานวิจัยวิจัยด้านแผ่นดินถล่มในอนาคตที่เสนอแนะสามารถแยกออกเป็นกลุ่ม ซึ่งได้จากผลของการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านแผ่นดินถล่ม (SWOT : Strenght, Weakness, Opportunity, Threat) ร่วมกับผลที่ได้จากการระดมความคิดเห็น (Brainstorm) จากผู้ชำนาญการด้านอุทกภัย ภัยแล้งและแผ่นดินถล่ม ที่จัดให้มีขึ้นในวันที่ 25 พฤศจิกายน 2545 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3-13 และผลจากการศึกษาข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามในพื้นที่ที่เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม ได้แก่ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน และกรณีศึกษาลุ่มแม่น้ำยม ที่อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย และ อ.วังชิ้น จ.แพร่ และข้อมูลที่รวบรวมได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 3-13 ทิศทางงานวิจัยด้านแผ่นดินถล่มภายในประเทศ

รายละเอียด	การประเมิน		ทิศทางงานวิจัย
	SWOT	**Brainstorm**	
งานวิจัยเพื่อวิเคราะห์สภาพและสาเหตุของการเกิดแผ่นดินถล่ม	X X	 X	1. ศึกษาวิจัยสภาพการเคลื่อนพังของลาดเชิงรายละเอียดบนพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่มในหลายสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ด้านวิศวกรรมธรณีเทคนิค ด้านธรณีวิทยา ด้านชลศาสตร์และปริมาณน้ำฝน เป็นต้น 2. การจัดทำระบบฐานข้อมูลและฐานความรู้ ทางด้านแผ่นดินถล่มที่พบในประเทศไทย อย่างเป็นระบบ 3. มีการจัดเก็บข้อมูลในสนามเพื่อการตรวจสภาพการพังของลาดที่เกิดขึ้น รวมถึงข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องจากการตรวจสอบและวัด อาทิเช่น ปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำในลำน้ำ สภาพของดินและหิน เป็นต้น
งานวิจัยเพื่อปรับปรุงลาดให้มีความมั่นคงมากขึ้นและลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้	X		1. ศึกษาวิจัยแนวทางการเพิ่มความมั่นคงของลาด เพื่อให้เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มน้อยลงเชิงรายละเอียดบนพื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่ม ซึ่งรวมถึงการเสริมความมั่นคงของลาดด้วยพืช
งานวิจัยเพื่อการจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัย	X		1. การจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยบนพื้นฐานของหลายสาขาวิชา ได้แก่ ลักษณะทางธรณีวิทยา สภาพของชั้นดินและหินเชิงวิศวกรรมธรณีเทคนิค สภาพพืชปกคลุม สภาพความชัน และสภาพการใช้พื้นที่ เป็นต้น
งานวิจัยเพื่อหาแนวทางในการบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติจากแผ่นดินถล่ม	X X X X	X X X X	1. งานวิจัยด้านการบริหารและจัดการเรื่องแนวทางการประสานงานเพื่อบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม 2. การศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการเรื่องกองทุนในการประกันสาธารณภัยจากแผ่นดินถล่ม 3. การศึกษาด้านการจัดเก็บข้อมูลและความรู้ในแบบ On-line เพื่อใช้การแจ้งการเตือนภัยแบบ Real-time ได้ 4 . การศึกษาด้านการนำเทคโนโลยีการสื่อสารในการส่งและรับข้อมูลในการพยากรณ์และเตือนภัย

ลักษณะของงานวิจัยที่ควรจะมีในอนาคตได้แก่

(1) งานวิจัยเป็นกรณีศึกษาเชิงรายละเอียดของเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในอดีตและปัจจุบันในเรื่องของการวินิจฉัยและตรวจสอบหาสาเหตุและรูปแบบของการเคลื่อนพัง แนวทางของการปรับปรุงแก้ไขให้มีการเคลื่อนพังน้อยลง การประเมินความเสียหาย และการจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยที่มีการบ่งบอกสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้น

(2) การจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัย ควรพิจารณาจากหลายปัจจัยที่อยู่บนพื้นฐานของหลายสาขาวิชา ได้แก่ ลักษณะทางธรณีวิทยา สภาพของชั้นดินและหินเชิงวิศวกรรมธรณีเทคนิค สภาพพืชปกคลุม สภาพความชัน และสภาพการใช้พื้นที่ เป็นต้น

(3) การจัดทำระบบฐานข้อมูลและความรู้ของเหตุการณ์แผ่นดินถล่มที่พบในประเทศไทย เพื่อประโยชน์ต่อไปในการบริหารและจัดการเพื่อการบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม

(4) การทำงานวิจัยด้านการบริหารและจัดการเรื่องแนวทางการประสานงานเพื่อบรรเทาสาธารณภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม

(5) การจัดทำระบบพยากรณ์ และระบบเตือนภัย สำหรับการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในประเทศไทย

ลักษณะงานวิจัยดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังแสดงในภาคผนวก ฉ

3.5.3 บทบาท ภารกิจ และแนวปฏิบัติ ของหน่วยงานด้านการพยากรณ์และเตือนภัย น้ำท่วม น้ำแล้ง (การเตรียมการป้องกันและลดผลกระทบ การเตรียมพร้อมรับภัย การจัดการในภาวะฉุกเฉิน และการฟื้นฟูเข้าสู่สภาพปกติ)

การบริหารงานทรัพยากรน้ำในอดีตจนกระทั่งปัจจุบันของประเทศไทย พบว่า มีข้อจำกัดมากมายเมื่อเกิดภัยจากน้ำท่วมและน้ำแล้งตั้งแต่การขาดเอกภาพในการสั่งการขาดเทคโนโลยีชั้นนำ ขาดทิศทางการวิจัยและพัฒนาที่ชัดเจนและต่อเนื่อง ฯลฯ บทวิเคราะห์นี้ได้กำหนดผู้ทำการวิจัยออกมาจากบริบทของการเป็นหน่วยงานต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศ แล้วมองภาพความเป็นจริงที่ควรเกิดขึ้น เพื่อหาทางออกด้านการพยากรณ์และเตือนภัย

จากการตรวจเอกสาร งานวิจัย โครงการด้านการพยากรณ์และเตือนภัยจากหน่วยงานต่าง ๆ ภายในประเทศและจากประเทศที่มีระบบพยากรณ์และเตือนภัยชั้นนำ คณะผู้วิจัย ฯ จึงได้ทำการสังเคราะห์การพยากรณ์และเตือนภัย ภายใต้หลักการสำคัญ 2 ประการ ต่อไปนี้

- เน้นหลักการบริหารจัดการสาธารณภัยเชิงรุก (Proactive) โดยเน้นการป้องกันและการเตรียมความพร้อมทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน แทนการดำเนินการในเชิงรับ (Reactive Approach) เหมือนในอดีต
- หลักการมองภาพการจัดการน้ำเป็นระบบ อย่างเป็นองค์รวม (Holistic View) เน้นการบริหารงานในระดับลุ่มน้ำทั้งลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำสาขา โดยมองการจัดการน้ำผสมผสานไปกับทรัพยากรอื่นๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ(Integrated Catchment Management)

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัย ฯ มีข้อเสนอแนะในประเด็นต่าง ๆ เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์และเตือนภัย โดยเน้นการสังเคราะห์บทบาท ภารกิจของหน่วยงานการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ในส่วนของเทคนิควิธี เทคโนโลยี ด้านการพยากรณ์และเตือนภัย ดังนี้

(1) ก่อนเกิดภัย ประกอบด้วยเทคโนโลยีการพยากรณ์ การเตรียมความพร้อมในการรับภัย การป้องกัน การกระจายข่าวเมื่อเกิดภัย รวมถึงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการพยากรณ์

ในระยะก่อนเกิดภัยธรรมชาติ สาเหตุของการที่ประเทศไทยมีหน่วยงานด้านการบริหารจัดการน้ำอยู่มากมาย ภารกิจบางอย่างสอดประสาน แต่หลาย ๆ ภารกิจยังเป็นแบบต่างคนต่างทำ ซึ่งการดำเนินการยังไม่มีภาพองค์รวมทั้งลุ่มน้ำของทุกหน่วยงาน โดยข้อดีของการมีหน่วยงานเหล่านี้ พบว่า ได้ช่วยกันพัฒนาประเทศมาได้อย่างดีในช่วงเวลาหนึ่ง นับจากขณะประเทศเพิ่งเริ่มต้นการวางโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ (พ.ศ.2445-2500) จนถึงประมาณช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่4 (พ.ศ.2521-2525) แต่หลังจากเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่เมื่อปี พ.ศ. 2521 2523 2526 และปี พ.ศ. 2538 ทำให้ประเทศไทยต้องกลับมาทบทวนว่าเกิดอะไรขึ้นกับการจัดการทรัพยากรน้ำโดยรวม ซึ่งภาพการประสานการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีเอกภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นในทุกวันนี้ โดยรูปแบบการรวมศูนย์การสั่งการเมื่อเกิดภัยน้ำท่วม-น้ำแล้งน้ำจะเป็นอย่างไรก็ตามจะต้องกอปรไปด้วยเทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมน้ำแล้งดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3 – 14 สรุปการพยากรณ์และเตือนภัย *ก่อนเกิดภัย* กรอบบทบาท การบริหาร

กิจกรรม	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ
การพยากรณ์ภูมิอากาศ	1. ความชำนาญดั้งเดิม ควบคู่กับเทคโนโลยีขั้นสูง 2. Domestic Telecommunication System และระบบตรวจอากาศอัตโนมัติ (Automatic Observation System – AOS) 3. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งเชื่อมโยงระบบโทรคมนาคมระหว่างประเทศ ระบบสื่อสารข้อมูลข่าวอากาศภายในประเทศ ระบบบันทึกผลการตรวจอากาศด้วยดาวเทียม ระบบเครือข่ายเรดาร์ และระบบฐานข้อมูลภูมิอากาศ 4. ระบบประมวลผลเพื่อการพยากรณ์อากาศ	1. ติดตั้งระบบอัตโนมัติต่างๆตามโครงการให้เสร็จสิ้นโดยด่วนที่สุด 2. เพิ่มความชำนาญในการใช้ Numerical Weather Prediction Model 3. พัฒนารูปแบบ Model การพยากรณ์อากาศต่อเนื่อง 4. สอบเทียบเครื่องมือตรวจอากาศอย่างสม่ำเสมอ 5. วิจัยและพัฒนา Bangkok Model เพื่อให้ใช้กับข้อมูล input ของกรุงเทพมหานครได้จริง

ตารางที่ 3 – 14 (ต่อ) สรุปการพยากรณ์และเตือนภัย *ก่อนเกิดภัย* กรอบบทบาท การบริหาร

กิจกรรม	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ
การพยากรณ์ภูมิอากาศ (ต่อ)	5. Models พยากรณ์อากาศ (UK) 6. Southeast Asia Model รายละเอียด 48 กม. ได้ผลทุก 6 ชม.พยากรณ์ได้ 72 ชม.ล่วงหน้า 7. Thailand Model รายละเอียด 17 กม. ได้ผลทุก 3 ชม. พยากรณ์ได้ 36 ชม. ล่วงหน้า 8. ระบบแสดงผล Image & Graphics	
การพยากรณ์ขนาดน้ำท่วม	1. Hydrological Models, Flood Forecasting Models	1. ใช้แบบจำลองที่ครอบคลุม Factors ที่สำคัญอื่นๆในสมการการพยากรณ์ได้ครบถ้วน เช่นสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป (Land Use Change) ในทุกๆฤดูกาล 2. Update ข้อมูล existing land use ผ่าน GIS ในพื้นที่เสี่ยงภัยสูง 3. เชื่อมโยงข้อมูล existing land use จาก Remote Sensing Technology เข้าสู่ GIS โดยตรงอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง แล้วเชื่อมโยง input data สู่ flood forecasting model โดยตรง
การพยากรณ์สภาพต้นน้ำ (ทำได้ทั้งก่อนและหลังเกิดภัย)	1. องค์กรที่บริหารน้ำ กับองค์กรที่ดูแลป่าต้นน้ำ มีภารกิจที่ไม่สอดคล้องกัน 2. องค์กรท้องถิ่นและองค์กรสาธารณะและหน่วยงานราชการร่วมฟื้นฟูต้นน้ำ	1. สร้างแบบจำลอง Carrying Capacity Model ของทรัพยากรลุ่มน้ำที่สอดคล้องกับหลักการจัดการลุ่มน้ำอย่างบูรณาการ (Integrated Catchment Management) เช่น เพื่อการจัดการน้ำ การลดการกัดเซาะพังทลายของหน้าดิน เพื่อลดการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน และลดปริมาณตกจมในอ่างเก็บน้ำ และหน้าฝายทดน้ำ 2. จัดให้มีองค์กรบริหารน้ำระดับลุ่มน้ำหลักและสาขาด่วนที่สุด โดยให้มีสิทธิและหน้าที่ในการจัดการ ดูแล ประสานการทำงานทรัพยากรในลุ่มน้ำและระหว่างลุ่มน้ำ

ตารางที่ 3 – 14 (ต่อ) สรุปการพยากรณ์และเตือนภัย *ก่อนเกิดภัย* กรอบบทบาท การบริหาร

กิจกรรม	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ
การพยากรณ์สภาพต้นน้ำ (ทำได้ทั้งก่อนและหลังภัย) (ต่อ)		3. องค์กรบริหารลุ่มน้ำประสานงานกับองค์กรท้องถิ่น และ องค์กรรัฐและเอกชนร่วมฟื้นฟู 4. รวมองค์กรการบริหารทรัพยากรลุ่มน้ำไว้ในกระทรวงเดียวกันเช่นปัจจุบัน
การเตือนภัยน้ำแล้ง	1. วิทยุกระจายเสียง 2. ผู้นำหมู่บ้าน	1. ข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรและภูมิอากาศ ร่วมกับวิธีดั้งเดิม
การวิจัยและพัฒนาการพยากรณ์และเตือนภัย	1. Flood Forecasting Models 2. Hydrological Models 3. Simulation Techniques 4. Conventional Methods	1. ศึกษาการจัดการลุ่มน้ำอย่างเป็นระบบ โดยใช้ System Approach และ Cybernetics 2. สร้าง Real Time Model เพื่อทำนายผล ณ เวลาจริง 3. ใช้ AI techniques อื่นๆที่ มีความยืดหยุ่น และที่มีความคล่องตัวสูงใช้ได้ทั้ง linear และ non-linear system รวมทั้งภาวะ chaos system เช่น Neural Network, Genetic Algorithms, Simulated Annealing etc., ตลอดจน Combine Techniques อื่นๆ เพื่อการพัฒนาความแม่นยำในการทำนาย

(2) ขณะเกิดภัย การจัดการในภาวะฉุกเฉิน ประกอบด้วยการเตือนภัยอากาศ การพยากรณ์ระดับน้ำท่วม และพื้นที่น้ำท่วม การเตือนภัยน้ำท่วม(ทั้งก่อนและระหว่างน้ำท่วม) ดังตารางที่ 3-16

ตารางที่ 3 – 15 สรุปการพยากรณ์และเตือนภัย *ขณะเกิดภัย* กรอบบทบาท การบริหาร

กิจกรรม	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ
การเตือนภัยอากาศ	1. สื่อมวลชน 2. แผ่นประกาศ ข่าวผ่านหน่วยราชการ 3. วิทยุกระจายเสียง โทรสาร โทรศัพท์ 4. Internet	1. ขยายข่ายงานสื่อสารข้อมูลข่าวอากาศด้วยระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมให้เสร็จสิ้นโครงการโดยด่วนที่สุด ติดตั้งแล้วเพียง 40 สถานี จาก 100 สถานีในปัจจุบัน 2. จัดตั้งศูนย์รับข่าวและกระจายข่าวขององค์กรระดับลุ่มน้ำ 3. ในพื้นที่เสี่ยงภัยสูงให้ติดตั้งระบบ monitor แสดงภาพพายุฝนและน้ำท่วม เช่น ระบบ SCADA 4. พัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลจากการส่งคลื่นวิทยุเป็นแบบดิจิตอลและพัฒนาความเร็วในการรับส่งข่าวอากาศ
การพยากรณ์ระดับน้ำท่วมและพื้นที่น้ำท่วม	1. ความชำนาญ 2. flood forecasting system, hydrological models 3. Telemetering และ Flood forecasting system 7 โครงการทั่วประเทศ 4. ข้อมูลระดับน้ำ ปริมาณน้ำท่า และปริมาณน้ำฝนยังอยู่ในรูป manual database และกระจายอยู่ตามหน่วยงานต่างๆ 5. การตรวจสอบระดับน้ำในอ่างฯและสภาพความสมบูรณ์	1. ใช้ GIS Technology และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Remote Sensing ซึ่งมีรายละเอียดสูง 2. ติดตั้งระบบ Telemetering ในลุ่มน้ำที่มีระดับเสี่ยงภัยสูงอย่างเร่งด่วน โดยเพิ่มเติมจากที่มีอยู่ 3. สร้างศูนย์ข้อมูล digital database น้ำท่า น้ำฝนในระดับลุ่มน้ำรวมของทุกหน่วยงาน ที่พร้อมจะ update ข้อมูลได้ และพร้อมให้การค้นคว้าวิจัยย้อนหลัง 4. ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงขนาดและความจุของทางน้ำเปิดต่อเนื่อง บันทึกผลลงข้อมูล digital
การเตือนภัยน้ำท่วม	1. ระบบวิทยุสื่อสาร 2. สื่อมวลชน 3. การกระจายเสียง	1. ในลุ่มน้ำที่เสี่ยงภัยสูง ให้ติดตั้งระบบสื่อสารจาก operating room ของลุ่มน้ำใหญ่ ไปลุ่มน้ำย่อยเพื่อการกระจายข่าวที่ทันเหตุการณ์

(3) หลังการเกิดภัย ประกอบด้วย การจัดการหลังเกิดภัยเช่นการพยากรณ์การส่งน้ำเมื่อเกิดน้ำแล้ง การพยากรณ์เพื่อวางแผนการปลูกพืช

ตารางที่ 3 – 16 สรุปการพยากรณ์และเตือนภัย *หลังเกิดภัย* กรอบบทบาท การบริหาร

กิจกรรม	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ
การพยากรณ์การส่งน้ำเมื่อเกิดน้ำแล้ง	1. ขอความร่วมมือให้ลดการเพาะปลูกพืช 2. ส่งน้ำตามความสำคัญของภาคการใช้น้ำและปล่อยให้ขาดแคลนบางส่วน	1. ประยุกต์ใช้ Real Time Operation Model 2. ใช้ Model การจัดการน้ำให้ขาดแคลนอย่างเท่าเทียมกันในทุกๆ ส่วนรับน้ำ เช่น Genetic Algorithm Optimizer
การพยากรณ์เพื่อวางแผนการปลูกพืช	1. Manual operation ผ่านพนักงานส่งน้ำ	1. ปฏิบัติงานโดยใช้ Real Time Operation 2. ใช้ Remote Sensing Technology ควบคู่ไปกับ GIS ในการวางแผนการปลูกพืช 3. ประสานงานกับองค์กรในลุ่มน้ำเพื่อหารูปแบบการปลูกพืชที่เหมาะสมกับน้ำต้นทุน

ความสัมฤทธิ์ผลของการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำแบบบูรณาการนั้น มิได้หมายถึงเพียงการนำเอากรม กอง ต่าง ๆ มารวมไว้ด้วยกันเท่านั้น หากแต่มีความหมายถึง การมีอำนาจสั่งการโดยเอกภาพทั้งทรัพยากรลุ่มน้ำ โดยประสานการทำงาน การใช้ทรัพยากรทางเทคโนโลยีการพยากรณ์เตือนภัยที่มีอยู่ในปัจจุบัน และเทคโนโลยีขั้นนำที่ได้เสนอแนะไว้นี้ ประกอบกับการประสานงาน องค์กรบริหารระดับลุ่มน้ำที่สามารถสอดประสานกับองค์กรท้องถิ่นที่มีอยู่เดิมรวมถึงการระดมกำลังเพื่อกู้สถานการณ์ระหว่างเกิดภัย อันเป็นสภาวะที่มีอยู่จริงต่อไปในสังคมนี้อยู่อีกด้วย

จากการจัดประชาพิจารณ์เพื่อรับฟังความคิดเห็นจากทุกหน่วยงาน เกี่ยวกับเทคโนโลยีด้านการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้งเมื่อวันที่ 21 เมษายน 2546 ณ โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ คณะผู้วิจัยได้สรุปข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเทคนิควิธีการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง ทั้งก่อนเกิดภัย ระหว่างเกิดภัย และหลังเกิดภัย รวมทั้ง ทิศทางงานวิจัยด้านการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง โดยสรุปได้ ดังตารางที่ 3-17 และ 3-18

ตารางที่ 3-17 สรุปข้อเสนอแนะเทคนิควิธีการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง ทั้งก่อนเกิดภัย ระหว่างเกิดภัย และหลังเกิดภัย

การเตรียมพร้อมรับภัย / วิธีการ	ข้อเสนอแนะ
<u>*ก. ก่อนเกิดภัย*</u> การพยากรณ์ภูมิอากาศ	1. ควรพัฒนารูปแบบการพยากรณ์อากาศ ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นทั้งปริมาณน้ำฝนโดยตรง 2. ควรมีการ Online ข้อมูลที่สำคัญๆ และ Update ข้อมูลอยู่เสมอๆ 3. ควรเน้นด้าน Short-term forecast for flood warning 4. ควรนำเอาเทคโนโลยีอวกาศของ TRMM มาใช้ 5. ควรเพิ่มสถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศบริเวณยอดเขาและต้นน้ำ 6. ควรแจ้งผลแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 7. ควรนำเทคโนโลยีเรดาร์ ดาวเทียมที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ระยะสั้นให้ได้ผล 8. ควรจัดทำพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงภัยเฉพาะแห่ง 9. ควรแจ้งการเตือนภัยให้แก่ประชาชนทราบได้อย่างทันเหตุการณ์
การพยากรณ์ขนาดน้ำท่วม	1. ควรใช้ระบบโทรมาตรร่วมกันระหว่างกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน และขยายเครือข่ายระบบโทรมาตรให้ครบทุกลุ่มน้ำ 2. ควรพัฒนาโมเดลให้มีความถูกต้องมากที่สุด 3. การใช้ Remote Sensing ควรใช้ข้อมูลทั้ง Active และ Passive Sensor 4. ควรพัฒนาระบบการพยากรณ์ให้เป็นแบบ Locally Real Time Flood Warning System 5. ควรแจ้งการเตือนภัยให้แก่ประชาชนทราบได้อย่างทันเหตุการณ์ 6. ควรจัดทำ Database ในทุก Factors ที่เกี่ยวข้อง และนำมาปรับปรุงให้บ่อยมากขึ้น

ตารางที่ 3-17 (ต่อ) สรุปข้อเสนอแนะเทคนิควิธีการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง ทั้งก่อนเกิดภัย ระหว่างเกิดภัย และหลังเกิดภัย

การเตรียมพร้อมรับภัย / วิธีการ	ข้อเสนอแนะ
การพยากรณ์สภาพต้นน้ำ	1. ให้นำ Remote Sensing มาใช้สำรวจ และ สร้างแบบจำลอง 2. ควรมีข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา บริเวณต้นน้ำให้ครอบคลุม เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังและเตือนภัย 3. ควรให้ความสำคัญแก่ต้นน้ำเพื่อเป็น Data Base ให้กับพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นๆ 4. ควรมีการรวบรวมองค์กรที่มีการสำรวจข้อมูลในแบบเดียวกันให้เป็นเพียงองค์กรเดียว 5. ควรแจ้งการเตือนภัยให้แก่ประชาชนทราบได้อย่างทันเหตุการณ์
การเตือนภัยแล้ง	1. ควรนำผลที่ได้แจ้งให้ประชาชนและผู้เกี่ยวข้องทราบพร้อมทั้งมีแผนการมารองรับเพื่อแก้ไขผลกระทบได้ทันท่วงที 2. ควรนำเทคโนโลยี Remote Sensing, Math. Model และ GIS มาประยุกต์ใช้ 3. ควรจัดพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง และพื้นที่การปลูกพืชแบบ Online โดยการประยุกต์ใช้ Remote Sensing และ GIS 4. ควรดูค่าความชื้นของดิน ระดับความอุ้มน้ำของดินเพิ่มเติมร่วมกับระดับน้ำใต้ดินและมาตรการด้านการจัดการ
ข.ระหว่างเกิดภัย	
การเตือนภัยอากาศ	1. การเตือนภัยอากาศ *ยังไม่รวดเร็วพอ* ควรใช้เทคโนโลยีมาเผยแพร่ให้รวดเร็วยิ่งขึ้น 2. ควรปรับปรุงเครื่องมือสำรวจให้ใช้งานได้อยู่เสมอ 3. ควรนำเสนอให้ผู้เกี่ยวข้องและประชาชนเข้าใจได้ง่าย
การพยากรณ์ระดับน้ำท่วมและพื้นที่น้ำท่วม	1. ควรเพิ่ม Automatic Raingauge เพิ่มเติม 2. ควรมีความเตรียมพร้อมในการรับมือกับภาวะ ฉุกเฉินที่กำลังจะเกิดขึ้น 3. ควรเพิ่มเทคโนโลยี GPS เพื่อกำหนดพิกัดตำแหน่งบนพื้นที่ให้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น 4. การติดตามการไหลของน้ำยังน้อยและควรแสดงพื้นที่ให้เห็นชัดเจน

ตารางที่ 3-17 (ต่อ) สรุปข้อเสนอแนะเทคนิควิธีการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง ทั้งก่อนเกิดภัย ระหว่างเกิดภัย และหลังเกิดภัย

การเตรียมพร้อมรับภัย / วิธีการ	ข้อเสนอแนะ
การเตือนภัยน้ำท่วม	1. มีความล่าช้าในการเตือนภัย ไม่ทันต่อเหตุการณ์ 2. ให้มีการประสานงานระหว่างเจ้าหน้าที่และตัวแทนประชาชนในพื้นที่ เพื่อให้สามารถกระจายข่าวให้กับคนในพื้นที่ได้รับทราบอย่างรวดเร็ว 3. ควรมีการเชื่อมโยงข้อมูลกันในแต่ละหน่วยงาน
<u>ค.หลังเกิดภัย</u> การพยากรณ์ส่งน้ำเมื่อเกิดภัยแล้ง	1. ยังขาดความร่วมมือจากฝ่ายการเมืองในทางปฏิบัติ 2. ควรมีการประสานงานกันอย่างกลมกลืนระหว่างประชาชนกับกรมชลประทาน 3. ควรมีการประชาสัมพันธ์ให้ถูกต้องและชัดเจน 4. บังคับให้มีกฎหมายชุมชนที่จัดการองค์กรให้มีการจัดการน้ำของตัวเอง
การพยากรณ์เพื่อวางแผนการปลูกพืช	1. ควรมีกระบวนการ Participation จาก Stake holder มากขึ้น 2. ควรเน้นการใช้ประโยชน์ของที่ดินที่เป็นไปอย่างถูกต้องกับประเภทการใช้งาน 3. ควรให้ประชาชนได้มีส่วนร่วมในการวางแผนและการบังคับใช้

ตารางที่ 3-18 สรุปข้อเสนอแนะงานวิจัยด้านการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง

กลุ่มงานวิจัย	ข้อเสนอแนะ
1.กลุ่มงานวิจัยเพื่อการพยากรณ์สภาพอากาศ	1. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์ฝนระยะสั้น โดยใช้เรดาร์และดาวเทียม 2. การปรับปรุงข้อมูลเรดาร์เพื่อการทำนายระยะสั้น 2-3 ชั่วโมง
2.กลุ่มงานวิจัยเพื่อการพยากรณ์น้ำท่วม	1. ศึกษาเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลหรือการบูรณาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน ให้สามารถนำมาปฏิบัติได้จริง 2. พัฒนาแบบจำลองสำหรับประเทศไทยขึ้นมา
3.กลุ่มงานวิจัยเพื่อการพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงภัย	1. สร้างมาตรฐานหรือกรอบการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยเพียงอันเดียว เพื่อให้ใช้ได้ทั้งประเทศเป็นระบบเดียวกัน
4.กลุ่มงานวิจัยเพื่อหาแนวทางในการลดผลกระทบของน้ำท่วม น้ำแล้ง	1. เน้นการศึกษาด้าน demand management เพื่อลดการใช้ทรัพยากรน้ำลง 2. ศึกษาเวลาที่เกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำต่าง ๆ เพื่อกำหนดช่วงเวลาการปลูกพืชที่เหมาะสม 3. ศึกษาพื้นที่ที่สงวนไว้เป็นแก้มลิงในแต่ละลุ่มน้ำ

3.5.4 ทิศทาง แนวโน้ม ในการนำเทคนิคการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้งประยุกต์ใช้ในประเทศไทย (บทสัมภาษณ์ ศ.ดร.ธวัชชัย ติงสัญชลี[2])

ในอดีตที่ผ่านมา เทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วมจะใช้ความชำนาญ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ของผู้พยากรณ์ แต่สำหรับปัจจุบันได้เริ่มมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์น้ำท่วม โดยอาศัยหลักทางวิชาการต่างๆที่เกี่ยวข้องมากขึ้น ซึ่งทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์น้ำท่วมด้วยแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นในระดับหนึ่ง แต่ทั้งนี้เมื่อมีแบบจำลองที่สามารถทำนายปริมาณน้ำได้อย่างดีแล้ว บุคคลที่จะนำเข้าข้อมูลควรที่จะต้องมีความรู้ ความชำนาญ และความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้พอสมควร

[2]ในฐานะผู้ชำนาญการ ด้านเทคนิคการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม น้ำแล้ง

ปัจจุบันการพัฒนาในเรื่องของการพยากรณ์น้ำนั้นจะมีการวิจัยและพัฒนาแบบจำลองเกี่ยวกับการคำนวณปริมาณน้ำฝนให้เป็นปริมาณน้ำท่ามาก แต่การวิจัยและพัฒนาแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนนั้นยังคงมีน้อยอยู่ ดังนั้น จึงควรที่จะมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการศึกษาวิจัยทางด้านนี้เพิ่มขึ้น เนื่องจากส่วนประกอบที่สำคัญในการพยากรณ์น้ำนั้น คือ การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน โดยแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในประเทศไทยในปัจจุบัน มี Numerical Weather Prediction Model ซึ่งหน่วยงานของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นผู้ที่ใช้แบบจำลองนี้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน นอกจากนี้ยังมี Neural Network เข้ามาช่วยในการพยากรณ์ซึ่งให้ผลที่ดีขึ้น แต่การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนนั้นเป็นการพยากรณ์ที่ยากมากเนื่องจากลักษณะภูมิอากาศมีความแปรเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ต้องมีการเก็บบันทึกข้อมูลตลอดเวลา ควรที่จะมีการสร้างสถานีตรวจอากาศเพิ่มมากขึ้นสำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศในระดับพื้นดิน รวมทั้งมีการปล่อยบอลลูนเพื่อเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศเหนือภาคพื้นดินเนื่องจากลักษณะภูมิอากาศบนภาคพื้นดินแตกต่างจากลักษณะภูมิอากาศเหนือภาคพื้นดิน ทั้งนี้ เพื่อให้การเก็บข้อมูลในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนมีความน่าเชื่อถือ และถูกต้องมากที่สุด

- ปัญหาในการนำเทคนิคการพยากรณ์เข้ามาใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วม

(1) ด้านบุคลากร ยังไม่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองเพื่อการพยากรณ์เพียงพอ นอกจากนี้จำนวนผู้เชี่ยวชาญในด้านการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนโดยศึกษาจากลักษณะภูมิอากาศที่น้อยมาก

(2) ด้านแบบจำลอง ในการนำแบบจำลองมาใช้นั้น จะเป็นแบบจำลองที่สั่งซื้อจากบริษัทต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพง และจะเป็นลักษณะการค้าแบบต่อเนื่อง คือ การที่ให้ทางหน่วยงานสั่งซื้ออุปกรณ์เสริมเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองตลอดเวลา รวมทั้งการอบรมการใช้งานก็เป็นไปอย่างไม่ลึกซึ้ง ทำให้ไม่สามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

(3) ด้านการปฏิบัติหน้าที่ในแต่ละหน่วยงาน เกิดความซ้ำซ้อนและความล่าช้าในการปฏิบัติหน้าที่ เพื่อแก้ไขปัญหาอุบัติภัยต่าง ๆ ได้อย่างเร่งด่วน เนื่องจากไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลแต่ละหน่วยงาน และระบบเครือข่ายข้อมูลที่สมบูรณ์แบบได้

(4) ด้านระบบการเตือนภัย ยังไม่มีวิธีการที่ได้มาตรฐาน และยังขาดประสิทธิภาพและวิธีการที่เหมาะสมในการประกาศแจ้งให้ประชาชนทราบ

- **ข้อเสนอแนะ**

(1) ควรมีการศึกษา วิจัย เกี่ยวกับความรู้ในเรื่องการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนให้มากขึ้น เนื่องจากการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการพยากรณ์น้ำให้มีความแม่นยำ

(2) ควรที่จะมีการฝึกอบรมเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของบุคลากรที่มีอยู่ให้มากขึ้น

(3) ควรมีการติดตั้งระบบโทรมาตรตามลุ่มน้ำต่าง ๆ

(4) ควรมีระบบการเตือนภัยที่ดี โดยจะต้องมีหน่วยงานหลักเข้ามารับผิดชอบ

3.6 สรุป

การจัดการภัยธรรมชาติที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งภัยธรรมชาติที่เกิดจากน้ำมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอยู่หลายหน่วยงาน ในจำนวนนี้มีที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการป้องกันภัยหลายหน่วยงาน อย่างไรก็ตาม ยังขาดความชัดเจนทั้งในเรื่องของขั้นตอนและกรอบการทำงาน บางงานเกิดความทับซ้อนกันในระหว่างหน่วยงาน ขาดเอกภาพในการทำงานและการสั่งการ นอกจากนี้ ผู้บริหารในหน่วยงานมีการโยกย้ายสับเปลี่ยนตำแหน่งอยู่เป็นประจำ จึงทำให้ไม่สามารถบริหารงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ บางหน่วยงานขาดแคลนบุคลากรในการทำงาน ทำให้ขาดทิศทางการวิจัย และพัฒนาที่ ชัดเจนและขาดความต่อเนื่อง

ผลการศึกษาการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของงานวิจัยด้านน้ำท่วม น้ำแล้งและแผ่นดินถล่มภายในประเทศ (Strength, Weakness, Opportunity & Threat, SWOT Analysis) ร่วมกับผลที่ได้จากการระดมความคิดเห็น (Brainstorming) จากผู้ชำนาญการด้านน้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม ที่คณะผู้ทำการวิจัยจัดให้มีขึ้น เมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 จากการออกดูงานสนามในพื้นที่ลุ่มน้ำยมเมื่อวันที่ 6-7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 รวมทั้งจากการประชุมระดมความคิดเห็นของผู้บริหาร เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2546 และจากการระดมความคิดเห็นประชาพิจารณ์ เมื่อวันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2546 ได้ถูกนำมาประมวลเพื่อกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการศึกษาวิจัยในอนาคต เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาและลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติที่เกิดจากน้ำในด้านต่างๆ เช่น ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยแนวทางงานวิจัยวิจัยด้าน น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่มที่เสนอแนะนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานหลักการ (1) หลักการมองภาพการจัดการภัยแบบองค์รวม (Holistic View) ตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ทั้งลุ่มน้ำที่ศึกษาและลุ่มน้ำใกล้เคียงที่มีความเกี่ยวพันกัน นอกจากนี้ยังมองการจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการร่วมกับทรัพยากรและกิจกรรมอื่นๆภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ (Integrated Catchment Management) มีการนำหลักสหวิทยาการเข้ามาใช้ในการศึกษาและกำหนดลักษณะของหัวข้อวิจัย (2) หลักการการบริหารจัดการภัยพิบัติเชิงรุก (Proactive Approach) มาใช้ควบคู่ไปกับแนวทางการตั้งรับ (Reactive Approach) แล้วให้ความช่วยเหลือหลังเกิดภัยที่ใช้กันมาในอดีต (3) หลักขั้นตอนการบริหารจัดการสาธารณภัยภัยได้แก่ Preparedness for Prevention and Mitigation, Disaster Readiness, Emergency Response, และ Recovery and Rehabilitation และ (4) หลักความเป็นกลางทางวิชาการ (สำหรับหน่วยงานร่วมวิจัยที่ระบุไว้นี้เป็นเพียงหน่วยงานที่เคยทำการวิจัยหรือมีงานด้านนั้น ๆ อยู่และงบประมาณในตารางเป็นการคาดประมาณเบื้องต้นเท่านั้น)

รายงานสรุปทิศทางงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 กลุ่มงานวิจัยด้านการบริหารจัดการน้ำท่วมและน้ำแล้ง ส่วนที่ 2 กลุ่มงานวิจัยด้านแผ่นดินถล่ม และส่วนที่ 3 กลุ่มงานวิจัยด้านการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมและน้ำแล้ง ซึ่งรายละเอียดหัวข้องานวิจัย หน่วยงานร่วมวิจัย งบประมาณ

เบื้องต้น รวมทั้งผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับได้แสดงไว้ในภาคผนวก ช ตารางที่ ช-1, ช-2 และ ช-3 ตามลำดับ

กล่าวโดยสรุป คณะผู้วิจัย ฯ ได้ทำการรวบรวมผลงานวิจัย ทั้งกรณีศึกษาต่างประเทศและในประเทศซึ่งขอบเขตและเนื้อหางานวิจัยภายในประเทศส่วนใหญ่จะครอบคลุมการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดน้ำท่วม น้ำแล้ง ในพื้นที่ที่ประสบภัย การศึกษาแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำ การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม ต่อการพัฒนาแหล่งน้ำ การวิเคราะห์ขนาดน้ำท่วม รวมทั้ง การศึกษาโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีงานวิจัยภายในประเทศหลากหลายดังกล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ยังขาดการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในเรื่องของฐานข้อมูลที่หลากหลายของแต่ละหน่วยงาน ข้อจำกัดด้านบุคลากรที่เชี่ยวชาญเฉพาะด้านซึ่งมักจะอยู่ตามสถานศึกษา ทำให้ขาดการเชื่อมโยงถ่ายทอดองค์ความรู้ เกิดผลสัมฤทธิ์ งานวิจัยเชื่องช้าไม่ทันต่อสถานการณ์ การนำเอาเทคนิคและเทคโนโลยีของแต่ละหน่วยงานมาใช้ ขาดความเป็นเอกภาพและซ้ำซ้อน ต่างคนต่างทำ จึงขาดการเชื่อมโยงแบบบูรณาการ

สำหรับงานวิจัยด้านพยากรณ์เตือนภัย เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า การบริหารภัยธรรมชาติจากน้ำในอดีตจวบจนปัจจุบันของไทยพบข้อจำกัดมากมาย กล่าวคือ การขาดเจ้าภาพ หมายถึงขาดเอกภาพในการสั่งการและขาดระบบการสั่งการตลอดจนขาดผังระบบการทำงาน การขาดการบริหารเครื่องมือ หมายถึงความอ่อนแอในการบริหารเทคโนโลยีการพยากรณ์และเตือนภัย การเชื่อมโยงข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลระหว่างหน่วยงาน รวมทั้งขาดการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผู้รับผิดชอบเดิมสู่ผู้รับช่วง และการขาดบุคลากรเฉพาะทาง และการขาดทิศทางการวิจัยและพัฒนาที่ชัดเจนต่อเนื่อง งานวิจัยเชิงนโยบายของคณะผู้วิจัยฯนี้ได้จัดทำภายใต้ความเป็นกลางแห่งบริบทของหน่วยงานด้านน้ำที่มีอยู่หลากหลายในประเทศ แล้วมองภาพความเป็นจริงที่ควรเกิดขึ้น เพื่อหาทางออกด้านการพยากรณ์และเตือนภัย คณะผู้วิจัยฯได้ทำการสังเคราะห์การภายใต้หลักการสำคัญ 2 ประการ คือ เน้นหลักการเชิงรุก (Proactive) โดยเน้นการป้องกันและการเตรียมความพร้อม แทนการตั้งรับ (Reactive Approach) และเน้นหลักการมองภาพการจัดการน้ำเป็นระบบ อย่างเป็นองค์รวม (Holistic view) เป็นการบริหารงานในระดับลุ่มน้ำทั้งลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำสาขาโดยมองการจัดการน้ำผสมผสานไปกับทรัพยากรอื่น ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ (Integrated Catchment Management) อนึ่ง ความสัมฤทธิ์ผลของการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำแบบบูรณาการนั้นมิได้หมายถึงเพียงการนำเอากรม กอง ต่าง ๆ มารวมไว้ด้วยกันเท่านั้น แต่ยังหมายถึงการมีเอกภาพและอำนาจการสั่งการเป็นระบบลุ่มน้ำ การใช้ทรัพยากรทางเทคโนโลยีการพยากรณ์เตือนภัยที่มีอยู่ดั้งเดิมกับเทคโนโลยีชั้นนำที่ได้เสนอแนะไว้ประกอบกับการประสานงานการบริหารเทคโนโลยี การสร้างองค์กรบริหารระดับลุ่มน้ำให้เข้มแข็งที่สอดประสานกับองค์กรภาคท้องถิ่นแบบใหม่ ให้มีการเตรียมพร้อมรับภัยทั้งระยะสั้นและระยะยาว มีความสำคัญอย่างยิ่ง

บทที่ 4
แผนที่น้ำท่วม น้ำแล้งและแผ่นดินถล่ม

4.1 นิยามของแผนที่น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม

Hunt (1984) ได้เสนอหลักเกณฑ์ในการกำหนดความรุนแรงและความเสี่ยงภัยจากบริเวณพื้นที่ต่างๆ ใน Geotechnical Engineering Investigation Manual โดยมีหลักเกณฑ์การกำหนดความรุนแรงและสภาพเสี่ยงน้ำท่วมในพื้นที่ต่างๆ ประกอบด้วยระดับความรุนแรงของน้ำท่วม (Flood Hazard Degree) และระดับเสี่ยงน้ำท่วม (Flood Risk Degree) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- **โอกาสเกิดน้ำท่วม** (Probability) ซึ่งโอกาสเกิดน้ำท่วมนี้มีความสัมพันธ์กับคาบย้อนกลับ (Return period) จึงกำหนดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมออกเป็น 4 ระดับคือ
  - (1) น้ำท่วมไม่รุนแรง (No hazard flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมคล้ายกับสภาพปกติ แต่มีปริมาณน้ำมากกว่าปริมาณน้ำในสภาพปกติเพียงเล็กน้อย
  - (2) น้ำท่วมรุนแรงน้อย (Low hazard flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่าสภาพปกติ โดยมีปริมาณน้ำมากประมาณ 1.25 ถึง 1.5 เท่าของสภาพปกติ มีคาบย้อนกลับของโอกาสเกิดน้ำท่วมระหว่าง 2 ถึง 5 ปี
  - (3) น้ำท่วมรุนแรงปานกลาง (Moderate hazard flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่าสภาพปกติ โดยมีปริมาณน้ำมากประมาณ 1.5 ถึง 2.0 เท่าของสภาพปกติ มีคาบย้อนกลับของโอกาสเกิดน้ำท่วมระหว่าง 5 ถึง 25 ปี
  - (4) น้ำท่วมรุนแรงมาก (High hazard flooding) กำหนดให้เป็นสภาพน้ำท่วมมากกว่าสภาพปกติ โดยมีปริมาณน้ำมากกว่า 2.0 เท่าของสภาพปกติ มีคาบย้อนกลับของโอกาสเกิดน้ำท่วมมากกว่า 25 ปี
- **ระดับเสี่ยงน้ำท่วม** มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมและการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่อาจเกิดน้ำท่วม จึงกำหนดระดับเสี่ยงน้ำท่วมออกเป็น 4 ระดับ คือ
  - (1) ระดับไม่เสี่ยงน้ำท่วม (No risk flooding degree) กำหนดให้เป็นน้ำท่วมที่ไม่ทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน
  - (2) ระดับเสี่ยงน้ำท่วมน้อย (Low risk flooding degree) กำหนดให้เป็นน้ำท่วมที่ทำให้เกิดความรำคาญไม่สะดวกในการสัญจรไปมา และสูญเสียทรัพย์สินไม่มากนัก
  - (3) ระดับเสี่ยงน้ำท่วมปานกลาง (Moderate risk flooding degree) กำหนดให้เป็นน้ำท่วมที่ทำให้สูญเสียทรัพย์สินและสิ่งก่อสร้างมากขึ้น แต่ไม่มีการสูญเสียชีวิต
  - (4) ระดับเสี่ยงน้ำท่วมรุนแรง (High risk flooding degree) กำหนดให้เป็นน้ำท่วมที่ทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สินรวมทั้งสิ่งก่อสร้างมากขึ้นกว่าระดับเสี่ยงน้ำท่วมปานกลาง

โดยทั่วไปแผนที่น้ำท่วม (Flood map) มักจะจัดสร้างและเรียกชื่อต่างกัน ที่พบเห็นเป็นประจำประกอบไปด้วย

- แผนที่แสดงพื้นที่น้ำท่วม (Inundation map) เป็นแผนที่แสดงอาณาบริเวณที่ถูกน้ำท่วมถึงจากเหตุการณ์ในอดีต
- แผนที่แสดงระดับความรุนแรงน้ำท่วม (Flood hazard map) เป็นแผนที่แสดงระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นโดยขนาดของน้ำท่วม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับโอกาสที่เกิดขึ้นของน้ำท่วม
- แผนที่แสดงความเสียหายของน้ำท่วม (Flood damage map) เป็นแผนที่แสดงอาณาบริเวณที่ได้รับความเสียหายคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์
- แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flood risk map) เป็นแผนที่แสดงระดับความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินที่เกิดจากน้ำท่วม

อย่างไรก็ตามประสบการณ์สำหรับประเทศไทยในการจัดสร้างแผนที่น้ำท่วม ยังมีข้อจำกัดหลายประการโดยเฉพาะเรื่องของฐานข้อมูลด้านความเสียหาย ดังนั้นแผนที่ที่ปรากฏจึงต้องมีการปรับปรุงให้สอดคล้องกับสภาพทางกายภาพของพื้นที่ที่เปลี่ยนไปตลอดเวลา ดังจะได้กล่าวต่อไป

สำหรับแผนที่น้ำแล้ง ในหลายประเทศ มักจะแสดงในรูปของดัชนีน้ำแล้ง (Drought Indices) ซึ่งเป็นตัวเลขแสดงระดับความรุนแรงของสภาวะน้ำแล้ง ซึ่งพิจารณาจากปัจจัยหลายๆ ด้านตามนิยามของน้ำแล้ง ขบวนการตัดสินใจสุดท้ายควรพิจารณาข้อมูลดิบประกอบด้วยหรือใช้ตัวบ่งชี้น้ำแล้งหลายๆ ตัวเข้ามาพิจารณา โดยทั่วไป ดัชนีชี้น้ำแล้งที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะแตกต่างกันไปตามหน่วยงานที่ใช้ ตัวอย่างเช่น Percent of Normal, Percentile, Decile range, Standardized precipitation index (SPI), Palmer Drought Severity Index (PDSI) เป็นต้น

ในส่วนของแผนที่แผ่นดินถล่ม มักจะคำนึงถึงปัจจัยพื้นฐานหลายอย่างประกอบกัน เช่น สภาพความลาดชันของภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยาและปฐพีวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสภาพภูมิอากาศ ซึ่งความรุนแรงจะอยู่ในระดับสูง ถ้าทุกๆปัจจัยที่กล่าวมาแล้วเกิดขึ้นพร้อมกัน เช่น กรณีฝนตกหนักมาก บนภูเขาหินแกรนิตที่มีความลาดชันสูงและขาดพันธุ์ไม้ปกคลุม

4.2 ความจำเป็นของแผนที่น้ำท่วม น้ำแล้งและแผ่นดินถล่ม

ปัจจุบันกรอบงานของการป้องกันและลดผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำท่วม มักจะประกอบไปด้วยกิจกรรมหลัก 4 กิจกรรม กล่าวคือ

- การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมน้ำท่วม (Modifying flood behavior) เป็นการใช้มาตรการทางด้านโครงสร้าง (Structural measure) ซึ่งถูกออกแบบและก่อสร้าง เพื่อที่จะจำกัดขอบเขตและภัยอันตรายจากน้ำท่วม จากชุมชนและอาคารบ้านเรือนโดยทั่วไป มาตรการดังกล่าว

ประกอบด้วย การสร้างอ่างเก็บน้ำชะลอน้ำท่วม การสร้างที่พักน้ำหรือแก้มลิง การปรับปรุงลำน้ำ การสร้างคลองผันน้ำและการสร้างคันป้องกันน้ำท่วม

- การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการอยู่อาศัยจากอันตรายจากน้ำท่วม (Modifying susceptibility to flooding) เป็นกิจกรรมที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการลดผลกระทบจากน้ำท่วม โดยการควบคุมชุมชนและอาคารบ้านเรือนให้อยู่นอกเขตอันตราย ซึ่งเป็นการใช้มาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้าง
- การเปลี่ยนแปลงผลกระทบจากน้ำท่วม (Modifying impacts of flooding) เป็นการใช้มาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้างอย่างหนึ่งในการบริหารและจัดการพื้นที่น้ำท่วมถึง
- การอนุรักษ์พื้นที่น้ำท่วมถึง (Preserving floodplains) เป็นกิจกรรมที่ต้องการอนุรักษ์สภาพธรรมชาติบริเวณพื้นที่น้ำท่วมถึง

อนึ่งพฤติกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น มีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพต่อการบริหารและจัดการ นั่นก็คือ แผนที่เสี่ยงภัยและแผนที่แสดงอันตรายจากน้ำท่วม ซึ่งจะให้ข้อมูลด้านความเสี่ยงและความรุนแรงจากเหตุการณ์น้ำท่วมต่อชุมชน ข้อมูลด้านระบบป้องกันน้ำท่วม ข้อมูลด้านการเตือนภัยและการอพยพผู้คนจากเขตอันตราย ข้อมูลด้านการบริหารจัดการการใช้พื้นที่ทำกิน เป็นต้น โดยแผนที่ดังกล่าวจะถูกแจกจ่ายไปยังหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง เพื่อจะได้ศึกษาและทำความเข้าใจในการจัดการด้านการลดความรุนแรงและความเสียหายจากเหตุการณ์

สำหรับแผนที่น้ำแล้งก็เช่นเดียวกัน โดยที่ประเทศไทยจัดเข้าอยู่ในเขตภูมิอากาศชื้นและแห้ง หรือที่รู้จักกันในการจำแนกเขตภูมิอากาศของ Koppen ว่ามีลักษณะเป็น Am และ Aw ทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันตรงที่ Am มีช่วงที่แห้งแล้งระยะสั้น ความชื้นในดินมีเพียงพอให้พืชได้เจริญเติบโตไม่หยุดชะงัก ส่วน Aw มีช่วงที่แห้งแล้งระยะยาวความชื้นในดินหมดไปจนกระทั่งพืชบางชนิดต้องตายไปหรือต้องปรับตัวโดยวิธีการต่างๆ เพื่อให้ดำรงชีพได้ในช่วงที่แห้งแล้ง ด้วยเหตุดังกล่าวความแห้งแล้งตามลักษณะธรรมชาติจึงเป็นปรากฏการณ์ที่ต้องยอมรับ และหาทางปรับสภาพความเป็นอยู่และวิถีการดำรงชีวิตให้สามารถอยู่ได้ โดยที่แผนที่น้ำแล้งเป็นเครื่องมือที่จะสามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการสภาวะความแห้งแล้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนของแผนที่แผ่นดินถล่ม การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในประเทศไทยมีผู้ทำการศึกษาวิจัยไว้ค่อนข้างน้อย วิธีการและการคิดคำนวณส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยจากต่างประเทศซึ่งกำหนดการทดลองและการศึกษาภายในประเทศ สภาพพื้นที่และการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นดินถล่มหลาย ๆ ปัจจัยอาจแตกต่างไปจากประเทศไทย การที่จะนำวิธีการเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้จึงจำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบผลที่เกิดจากแต่ละวิธีกับพื้นที่ซึ่งเกิดแผ่นดินถล่ม ว่ามีวิธีการใดจะให้ผลถูกต้องใกล้เคียงความจริงที่สุด หากได้พิจารณาถึงสาเหตุของการเกิดแผ่นดินถล่มแล้ว จะเห็นว่าในกรณีที่มีสาเหตุมาจากปริมาณฝนตกหนักผิดปกติแล้ว ก็เป็นเรื่องของธรรมชาติที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ส่วนในกรณีที่เกิดจาก

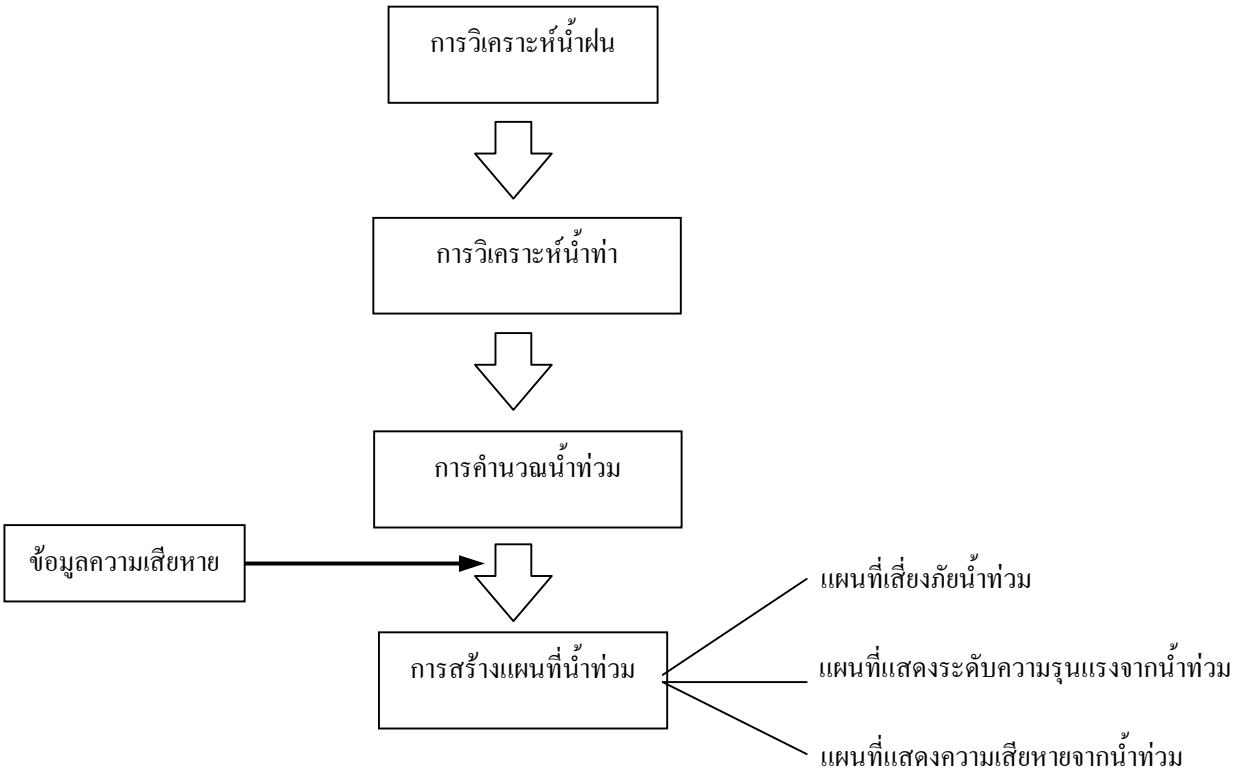
ลักษณะของดิน รอยแยก และความลาดเอียงแล้ว อาจป้องกันได้โดยวิธีการทางด้านทางธรณีวิศวกรรมซึ่งต้องใช้ทั้งเวลาและงบประมาณเป็นจำนวนมาก สำหรับสาเหตุในเรื่องสภาพการใช้ดิน สามารถปรับปรุงและแก้ไขได้โดยหยุดการบุกรุกทำลายป่า หรือใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับสมรรถนะของที่ดิน ดังนั้น การกำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในแผนที่จึงมีความจำเป็นเพื่อช่วยในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อการป้องกัน และลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สินของราษฎรในพื้นที่ต่อไปในอนาคต

กล่าวโดยรวม การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยนับเป็นกิจกรรมแรกๆในการเตือนภัยล่วงหน้าให้ชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ดังกล่าวได้มีการรับรู้ถึงโอกาสที่อาจจะได้รับผลกระทบจากภัยธรรมชาติในระดับต่างๆ ซึ่งถือเป็นการป้องกันภัยในระยะยาว

4.3 วิธีการสร้างแผนที่น้ำท่วม น้ำแล้งและแผ่นดินถล่ม

4.3.1 วิธีการสร้างแผนที่น้ำท่วมมี 3 วิธี ดังนี้

- วิธีการสร้างแผนที่น้ำท่วมโดยการใช้ข้อมูลธรณีสัณฐาน วิธีนี้เป็นการสร้างแผนที่เสี่ยงภัยโดยอาศัยข้อมูลชนิดของดิน คุณสมบัติต่างๆ ของดิน รวมทั้งดินที่ตกตะกอน ตามบริเวณต่างๆ ในอดีตที่เคยมีน้ำท่วมถึง การศึกษาข้อมูลดินประกอบกับข้อมูลด้านภูมิประเทศสามารถบ่งบอกถึงพฤติกรรมการเกิดน้ำท่วมในอดีตได้ ดังนั้น วิธีนี้จึงเหมาะสำหรับลุ่มน้ำที่ไม่มีข้อมูลทางอุทกวิทยา นอกจากนี้วิธีนี้ยังใช้ประมาณการขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมได้อย่างหยาบๆ อย่างไรก็ตาม ผลกระทบจากการก่อสร้างโครงการต่างๆ รวมทั้งการแผ่ขยายของเมืองต่อพฤติกรรมของน้ำท่วมไม่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยวิธีนี้
- วิธีการสร้างแผนที่น้ำท่วมจากข้อมูลน้ำท่วมในอดีต วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกในการสร้างแผนที่โดยอาศัยข้อมูลขอบเขตของน้ำท่วม ระดับน้ำท่วมขังและความถี่ของการเกิดเหตุการณ์นั้นในอดีต เช่นเดียวกันกับวิธีข้างต้น ซึ่งวิธีนี้ไม่สามารถใช้ในการศึกษาผลกระทบของโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมต่าง ๆ ได้ อย่างไรก็ตาม แผนที่เสี่ยงภัยที่ได้ ชาวบ้านจะเข้าใจได้ง่าย เนื่องจากชุมชนเคยผ่านเหตุการณ์น้ำท่วมมาในอดีต
- วิธีการสร้างแผนที่น้ำท่วม การวิเคราะห์ทางชลศาสตร์และอุทกวิทยา วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีอื่น ๆ ทั้งนี้ เนื่องจากจะต้องใช้ข้อมูลทางอุทกวิทยา (ฝน ระดับน้ำ/อัตราการไหล) ข้อมูลสภาพภูมิประเทศบริเวณที่น้ำท่วมถึง ข้อมูลโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมต่างๆ ในลุ่มน้ำ เพื่อนำมาทำการคำนวณโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองทางกายภาพ เพื่อหาพื้นที่ขอบเขตน้ำท่วม ความลึกของน้ำท่วมขัง ช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์สำหรับขนาดความรุนแรงของน้ำท่วมต่าง ๆ กันที่เคยเกิดขึ้นในอดีต วิธีนี้มีข้อได้เปรียบกว่าวิธีอื่นคือ สามารถศึกษาถึงผลกระทบจากโครงสร้างป้องกันน้ำท่วม แนวทางการบริหารจัดการด้านผังเมือง รวมทั้งผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินในอนาคต ขั้นตอนในการสร้างแผนที่เสี่ยงภัยโดยวิธีนี้แสดงไว้ในรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 วิธีการสร้างแผนที่น้ำท่วม

ปัจจุบันความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้วิวัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง ทำให้การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นที่นิยมสูงมาก ในการนี้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะประหยัดและรวดเร็วกว่าการใช้แบบจำลองทางกายภาพ การคำนวณน้ำท่วมสามารถดำเนินการได้ทั้งการคำนวณ 1 มิติ และ 2 มิติ โดยที่การคำนวณ 2 มิติ จะให้ผลการคำนวณละเอียดทุกๆ บริเวณที่น้ำท่วมถึง ผลการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เมื่อป้อนเข้าสู่ระบบการจัดการข้อมูลสารสนเทศ จะทำให้สามารถแสดงผลในรูปของแผนที่ ซึ่งสะดวกและมีประสิทธิภาพต่อการบริหารและจัดการของหน่วยงานที่รับผิดชอบ

สำหรับแผนที่น้ำแล้ง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหลายประเทศ มักจะแสดงในรูปของดัชนีน้ำแล้ง (Drought Indices) ซึ่งเท่าที่รวบรวมได้มีดังนี้

(1) Percent of Normal เป็นการเปรียบเทียบปริมาณฝนกับค่าปกติหรือค่าเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนนั้นๆ ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดและเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์บริเวณเดียวหรือช่วงฤดูกาลเดียว ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ข้อสมมุติที่ว่ากำหนดให้ฝนตกมีการกระจายแบบปกติ ผลการคำนวณที่เป็น บวก หรือค่าที่สูงกว่าค่าปกติ หมายถึง สภาวะฝนดีและค่าที่เป็น ลบ หรือต่ำกว่าปกติ หมายถึง สภาพฝนน้อย

(2) Percentile เป็นการนำปริมาณฝนของเดือนหรือรายปีของสถานีหนึ่งๆมาจัดอันดับแล้วคำนวณค่า Percentile Rank โดยที่ Percentile Rank ที่มีค่ามาก หมายถึง สภาวะฝนดี ถ้ามีค่าน้อย หมายถึง สภาวะฝนน้อยและสำหรับ Percentile Rank ที่ต่ำสุด หมายถึง ช่วงเวลาที่มีสภาวะฝนน้อยที่สุด

(3) Decile Range เป็นการแบ่งข้อมูลปริมาณฝนรายปีออกเป็น 10 ช่วง เท่าๆกัน ช่วงละ 10 % (Decile) ของการแจกแจง จากการคำนวณตั้งแต่ Decile ที่ 1 ถึง Decile ที่ 10 จะได้พิสัยของปริมาณฝนรายปีในแต่ละ Decile ทำให้ทราบว่าปริมาณฝนตกของแต่ละปีจะอยู่ใน Decile Rank ที่เท่าไร มีสภาวะฝนเป็นอย่างไร โดยที่ Decile ที่ 1 หมายถึง ปริมาณฝนที่ค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอย่างมากจนถือว่าปีนั้นมีสภาวะฝนน้อยผิดปกติและ Decile ที่ 10 หมายถึง ปริมาณฝนมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยมากจนถือว่าปีนั้นมีสภาวะฝนมากผิดปกติ สำหรับระดับความรุนแรงที่วัดโดย Decile แสดงไว้ในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ระดับความรุนแรงของภัยแล้งที่วัดโดย Decile

ค่า Decile	
1 – 2 (lowest 20%)	ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาก
3 – 4 (next lowest 20%)	ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย
5-6 (middle 20%)	ใกล้เคียงค่าเฉลี่ย
7-8 (next highest 20%)	สูงกว่าค่าเฉลี่ย
9-10 highest	สูงกว่าค่าเฉลี่ยมาก

(4) Standardized Precipitation Index (SPI) เป็นดัชนีชี้วัดน้ำแล้งโดยอาศัยการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการที่ไม่มีฝนตกตามช่วงเวลาต่างๆ ข้อมูลฝนจะถูกนำมาวิเคราะห์การกระจายของความเป็นไปได้ทางสถิติ แล้วถูกแปลงเป็นการกระจายแบบปกติ ดังนั้นค่าเฉลี่ยของ SPI จึงเป็น 0 กรณี SPI > 0 แสดงค่าที่มากกว่าค่าเฉลี่ย ส่วนกรณีที่ SPI < 0 แสดงค่า SPI ที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ย ทั้งนี้ Mckee.et.\al. (1993) กล่าวว่าเหตุการณ์น้ำแล้งสำหรับช่วงเวลาหนึ่ง จะเกิดขึ้น เมื่อค่า SPI ติดลบ ต่อเนื่องโดยมีค่า $\leq$ - 1 เหตุการณ์ดังกล่าว จะสิ้นสุดเมื่อ ค่า SPI เพิ่มขึ้นเป็นบวก ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ระดับความรุนแรงของภัยแล้งที่วัดโดย SPI

ค่า SPI	
$\geq$ 2.0	ชื้นรุนแรง
1.5 ถึง 1.99	ชื้นมาก
1.0 ถึง 1.49	ชื้นปานกลาง
- 0.99 ถึง 0.99	ปกติ
- 1.0 ถึง – 1.49	แล้งปานกลาง
- 1.5 ถึง 1.99	แล้งรุนแรง
$\leq$ - 2	แล้งรุนแรงมาก

(5) Palmer Drought Severity Index (PDSI) เป็นดัชนีชี้วัดน้ำแล้งจากการเปรียบเทียบข้อมูลความชื้นในดิน ซึ่งใช้กันแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา (Palmer, 1965) PDSI จะคำนวณจากข้อมูลฝน อุณหภูมิ และปริมาณน้ำในดินที่มีประโยชน์ (Available water content, AWC) ซึ่งจะถูกป้อนเข้าในสมการสมดุลของน้ำ ทำให้สามารถหาค่าตัวแปรต่างๆ ที่สำคัญทางอุทกวิทยา เช่น ค่าการระเหย ค่าน้ำท่า ค่าความชื้นในดิน เป็นต้น ตัวอย่างการจำแนกระดับน้ำแล้งโดย PDSI ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ระดับความรุนแรงของภัยแล้งที่วัดโดย PDSI

PDSI	
$\geq$ 4.0	ชื้นรุนแรง
3.0 ถึง – 3.99	ชื้นมาก
2.0 ถึง 2.99	ชื้นปานกลาง
1.0 ถึง 1.99	ชื้นเล็กน้อย
0.5 ถึง 0.99	เริ่มชื้น
0.49 ถึง – 0.49	ปกติ
- 0.5 ถึง – 0.99	เริ่มแล้ง
- 1.0 ถึง – 1.99	แล้งเล็กน้อย
- 2.0 ถึง – 2.99	แล้งปานกลาง
- 3.0 ถึง – 3.99	แล้งรุนแรง
$\leq$ - 4.0	แล้งรุนแรงมาก

(6) Crop Moisture Index (CMI) เป็นดัชนีชี้วัดความแห้งแล้งประเภทเดียวกันกับ PDSI จะแตกต่างกันตรงที่ CMI จะประยุกต์ใช้กับ การชี้วัดความชื้นในดินในช่วงเวลาเพาะปลูก (ระยะสั้น) เช่นรายสัปดาห์

(7) Surface Water Supply Index (SWSI) เป็นดัชนีชี้วัดเสริม PDSI ในมลรัฐโคโลราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ซึ่งปัจจัยด้านการละลายของหิมะ น้ำแข็ง เป็นมูลเหตุสำคัญของน้ำท่า ในขณะที่ดัชนี PDSI ไม่ได้คำนึงถึงการสะสมของหิมะ น้ำแข็ง ที่จะละลายกลายเป็นน้ำท่า

(8) Reclamation Drought Index (RDI) เป็นดัชนีชี้วัดน้ำแล้งที่ประยุกต์ใช้ในมลรัฐโอกาโฮมา ซึ่งจะครอบคลุมองค์ประกอบหรือปัจจัยที่สำคัญ เช่น อุณหภูมิ การระเหย ฝน หิมะ และระดับน้ำในลำน้ำ จึงเหมาะที่จะใช้ในทุกพื้นที่ เนื่องจากคำนึงถึงองค์ประกอบทางด้านสภาวะอากาศ และปริมาณการจ่ายน้ำ การจำแนกความรุนแรงโดย RDI แสดงไว้ในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 การจำแนกความรุนแรงโดย RDI

RDI	
> 4.0	ชื้นจัด
1.5 – 4.0	ชื้นปานกลาง
1.0 – 1.5	ชื้นปกติ
0.0 - (-1.5)	แล้งปกติ
(-1.5) - (- 4.0)	แล้งปานกลาง
< (-4.0)	แล้งจัด

สำหรับในประเทศไทย กรมอุตุนิยมวิทยา ได้มีการกำหนดวิธีการคิดปริมาณฝนรวมรายปี โดยการถือเอา ปริมาณฝน 1,200 มม. เป็นเกณฑ์ โดยที่บริเวณใดมีปริมาณฝนรวม < 1,200 มม. จะถือว่าบริเวณนั้นมีปริมาณฝนรวมรายปีน้อย ซึ่งได้แก่ บริเวณภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ตอนบน แต่เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ไม่มีแหล่งน้ำธรรมชาติมาช่วยเสริมเหมือนภาคอื่นๆ จึงทำให้มีความแห้งแล้งมีความรุนแรงกว่าภาคอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีการกำหนด GMI (Generalized Monsoon Index) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ปริมาณฝนรวมรายเดือนในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน ซึ่งถือเป็นช่วงฤดูเพาะปลูกพืชทั่วๆไป สำหรับเกณฑ์มาตรฐานได้กำหนดเป็นดัชนีในรูปของ เปอร์เซ็นต์ไทล์ของ GMI ดังตารางที่ 4-5 ดังนี้

ตารางที่ 4-5 GMI Percentile Rank

GMI	
91 ถึง 100	ความชื้นเกินความต้องการ
61 ถึง 90	ความชื้นสูงกว่าปกติ
41 ถึง 60	ปกติ
31 ถึง 40	ค่อนข้างแล้ง
21 ถึง 30	แล้ง
0 ถึง 20	แล้งจัด

นอกจากนี้ กรมอุตุนิยมวิทยายังได้กำหนดเกณฑ์จำนวนฝนตกในรอบปี กล่าวคือถ้าบริเวณใดมีจำนวนวันฝนตกต่อปีน้อยกว่า 100 วัน จะถือว่าบริเวณนั้นมีความแห้งแล้งเกิดขึ้น แม้ว่าปริมาณฝนรวมรายปีจะมีค่ามากก็ตามเพราะว่าบริเวณนั้นอาจเกิดน้ำท่วมและฝนแล้งในช่วงระหว่างปี สำหรับการเกิดฝนทิ้งช่วง (Dry Spell) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่มีฝนตกน้อยกว่าวันละ 1 มม. ติดต่อกันนานเกิน 15 วันในช่วงฤดูฝน จะส่งผลเสียหายต่อการเพาะปลูก โดยเฉพาะการปลูกข้าว ต้นกล้าจะเหี่ยวเฉาและแห้งตาย สร้างความเสียหายต่อเศรษฐกิจได้

4.3.2 วิธีการประเมินและทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม

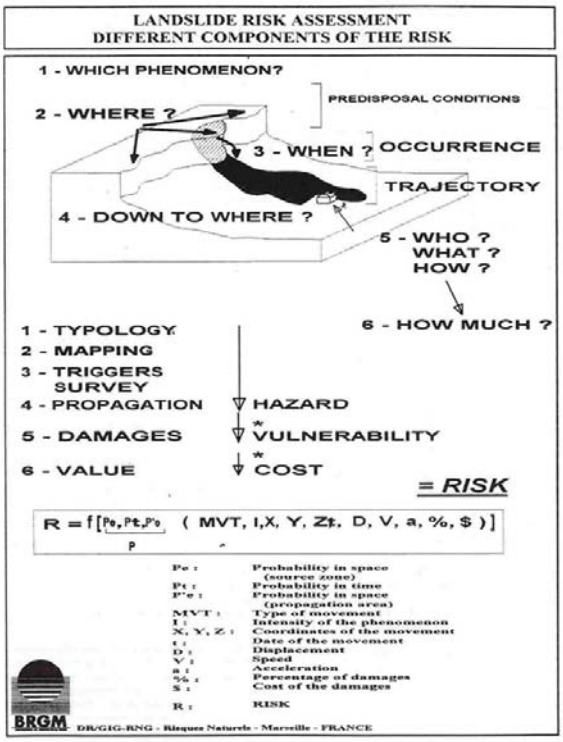
ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ศึกษาและจัดกลุ่มวิธีการประเมินความเสี่ยงจากแผ่นดินถล่ม โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาพิจารณาร่วมกัน อาจทำได้ 4 วิธี เรียงลำดับจากง่ายรวดเร็วแต่มีข้อผิดพลาดค่อนข้างสูงไปสู่วิธีที่ทำยากใช้เวลานาน แต่มีความถูกต้องและใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางคือ การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยจากดินถล่มจะเป็นกิจกรรมลำดับต้นที่จะต้องดำเนินการเพื่อการคัดเลือกพื้นที่เสี่ยงภัย

- วิธีทางธรณีสัณฐาน (Geomorphology Method) โดยการวิเคราะห์จากลักษณะภูมิประเทศ ร่องน้ำ และลาดเขา
- วิธีดัชนีปัจจัยร่วม (Weighted Factor Method) โดยการนำปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติและมนุษย์กระทำมาจัดจำแนกลำดับความรุนแรงและให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยแล้วคิดออกมาเป็นแต้มคะแนนรวมเพื่อจัดลำดับความรุนแรงในแต่ละพื้นที่ วิธีนี้ต้องปรับแก้ความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้น
- วิธีทางธรณีเทคนิค (Geotechnical Engineering Method) โดยการสำรวจและทดสอบคุณสมบัติทางธรณีวิทยาและวิศวกรรมปฐพีของชั้นดินและหิน ร่วมกับอิทธิพลของความชื้นที่เปลี่ยนไป แล้ววิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินและหินจากรูปแบบทางกลศาสตร์เพื่อหาระดับความมั่นคง

- วิธีการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis Method): โดยการดำเนินการต่อจากวิธีดัชนีปัจจัยร่วม หรือวิธีทางธรณีเทคนิค โดยการศึกษาทางสถิติของโอกาสที่จะเกิดการวิบัติและผลเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่จะเกิดขึ้นตามมา

Leroi (1996) ได้เสนอแนวคิดในการทำแผนที่ซึ่งเกี่ยวข้องกับเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มไว้ในรูปที่ 4-2 โดยแผนที่ดังกล่าวควรจะต้องแสดง ข้อมูลสำคัญดังต่อไปนี้คือ

1. ชนิดของแผ่นดินถล่ม (Which phenomenon ?)
2. เกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด (Where ?)
3. เกิดขึ้นเมื่อใด (When?)
4. เกิดแล้วเคลื่อนย้ายมวลดินไปที่ใด (Down to where?)
5. มีผลกระทบใคร ในลักษณะใด และมากน้อยเพียงใด (Effect to who, what, how ?)
6. คิดเป็นมูลค่าเท่าใด (How much?)



รูปที่ 4-2 ความต้องการและปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัย (Leroi, 1996)

ขณะเดียวกันขั้นตอนการทำและรายละเอียดข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือนำเข้าพิจารณาในการจัดทำแผนที่ก็จะทำให้ได้ลักษณะของแผนที่ที่ได้ออกมาในแต่ละขั้นตอนมีความแตกต่างกัน ซึ่งหมายถึงการนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่างกันออกไป ซึ่งอาจจัดแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะได้แก่

(1) แผนที่ บริเวณและความรุนแรง ที่เคยเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide Inventory Map)

เป็นการรวบรวมข้อมูลกรณีแผ่นดินถล่มที่เคยเกิดขึ้น ซึ่งอาจจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลโดยนำมาแสดงในรูปแบบของแผนที่ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการประมวลความเสียหายโดยรวมและวางแผนการบริหารจัดการในขั้นตอนต่อไป

(2) แผนที่โอกาสเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide Hazard Map)

เป็นแผนที่คาดการณ์บริเวณที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มโดยใช้วิธีการคำนวณจากแบบจำลองและข้อมูลต่างๆกันดังที่กล่าวมาแล้ว และควรมีการทดสอบปรับแก้ให้สอดคล้องกับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นจริง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการจำแนกพื้นที่เสี่ยง การเตือนภัยต่อสาธารณะ และการวางแผนบรรเทาภัยได้

(3) แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม (Landslide Risk Map)

เป็นแผนที่ประเมินความเสี่ยงจากมูลค่าความเสียหาย โดยการนำเอาแผนที่โอกาสเกิดแผ่นดินถล่มมาวิเคราะห์โอกาสเกิดภัยทางสถิติ พร้อมประเมินความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินที่อาจเกิดขึ้น โดยสามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการภัยและลงทุนในการแก้ไขปรับปรุงเสริมความปลอดภัย

ในประเทศไทยมีการทำแผนที่โอกาสเกิดแผ่นดินถล่ม (2) เป็นส่วนใหญ่แต่มักจะเรียกชื่อเป็นแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม โดยมีหลายหน่วยงานแยกกันดำเนินการด้วยวิธีการคำนวณที่ต่างกันจึงทำให้เกิดแผนที่ที่มีความแตกต่างกันไป ทำให้เกิดความสับสนต่อผู้ปฏิบัติและยังขาดการตรวจสอบยืนยันและเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน ส่วนแผนที่ในลักษณะที่ (1) และ (3) ยังไม่มีการดำเนินการ

4.3.3 ความละเอียดและมาตรส่วนของแผนที่ฐานในการจัดทำแผนที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม

การจัดทำแผนที่ที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่มทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวข้างต้นจำเป็นต้องดำเนินการโดยมีแผนที่ภูมิประเทศเป็นฐานแล้วจึงนำเอาปัจจัยหรือข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องเข้ามาวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยอาศัยวิธีการทางด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์(GIS) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลเชิงภาพต่างๆ ดังนั้นความละเอียดถูกต้องของแผนที่ฐานจึงมีส่วนสำคัญและควรมีมาตรฐานเดียวกัน ในปัจจุบันการได้มาซึ่งแผนที่ภูมิประเทศดังกล่าวมีการวิวัฒนาการไปมาก นอกจากการสำรวจทำแผนที่ทางภาคพื้นดินแล้วยังสามารถใช้ผลจากการสำรวจจากการถ่ายภาพทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงเข้าช่วย เช่น SPOT , IRS, IKONOS เป็นต้น มาตราส่วนที่เหมาะสมในการจัดทำแผนที่ดินถล่มอาจเป็นดังนี้

- แผนที่ระดับประเทศ ใช้มาตราส่วน 1:1,000,000 หรือ หยาบกว่า เพื่อแสดงบริเวณการเกิดแผ่นดินถล่มเป็นบริเวณกว้าง มักใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจระดับนโยบายและการประชาสัมพันธ์ต่อสาธารณะเท่านั้น

- แผนที่ระดับภาค ใช้มาตราส่วน 1:100,000 – 1:500,000 เพื่อใช้ในการวางแผนพัฒนาพื้นที่หากมีความเสี่ยงต่อแผ่นดินถล่ม การวางแผนการป้องกันแก้ไข การบริหารจัดการภัยระดับภาคและลุ่มน้ำหลัก

- แผนที่ระดับจังหวัดและอำเภอ ใช้มาตราส่วน 1:25,000 – 1:50,000 เพื่อใช้ในการสร้างแผนที่เสี่ยงภัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่เฉพาะบริเวณ หรือในลุ่มน้ำรองและย่อยที่มีพื้นที่รับน้ำตั้งแต่ 100 – 1000 ตร.กม. การวางตำแหน่งเครื่องมือวัดเพื่อการเตือนภัยล่วงหน้า โดยสามารถบรรจุข้อมูลทางด้านสิ่งก่อสร้างที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนพื้นที่หมู่บ้านลงในแผนที่ได้

- แผนที่ระดับหมู่บ้านหรือลุ่มน้ำขนาดเล็ก ใช้มาตราส่วน 1:5,000 – 1:15,000 เพื่อใช้ในการวางแผนการอพยพ การประเมินความเสียหายจากภัยแผ่นดินถล่มและน้ำหลาก การวางผังหมู่บ้าน รวมทั้งวางตำแหน่ง สิ่งก่อสร้างในการป้องกันภัย

- แผนที่ออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างป้องกันภัย ใช้มาตราส่วน 1:5,000 หรือละเอียดกว่า เพื่อใช้ในการสำรวจทางธรณีฐานราก ออกแบบ และก่อสร้างโครงสร้างที่ใช้ในการป้องกันภัยแผ่นดินถล่ม

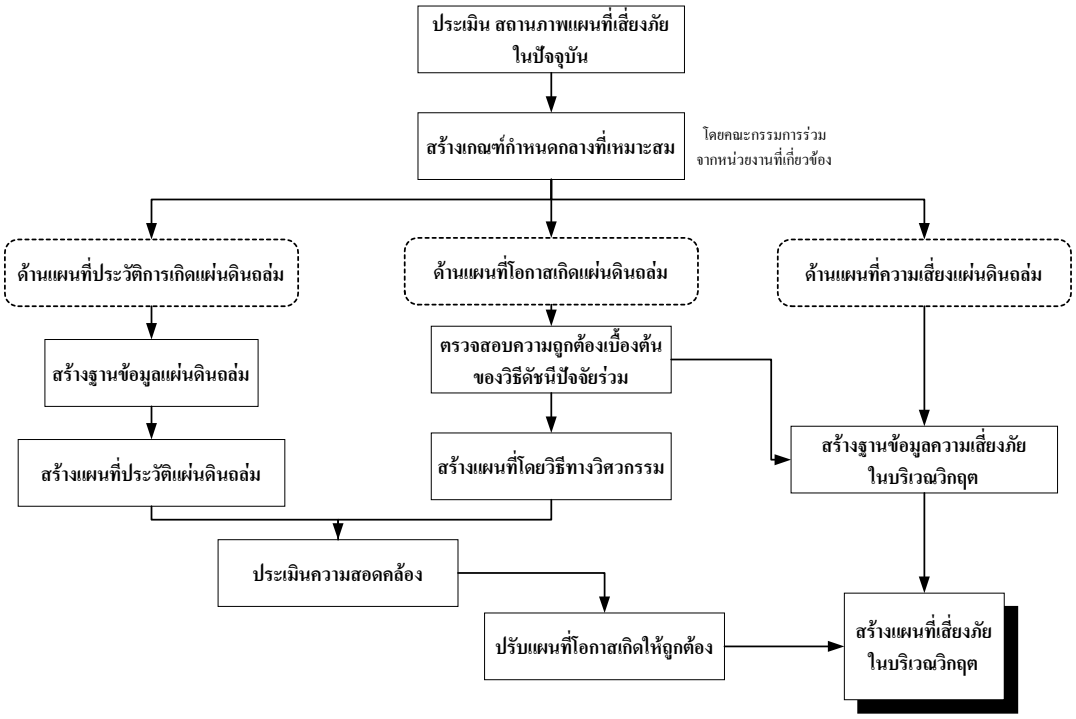
4.4 การเลือกวิธีการสร้างแผนที่น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม

การเลือกใช้วิธีใดในการสร้างแผนที่น้ำท่วม จะต้องพิจารณาถึง กลุ่มผู้ใช้หรือหน่วยงานผู้ใช้ ที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อน การเลือกใช้วิธีใด ยังขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของงาน ข้อมูลที่มีรวมทั้งความละเอียดถูกต้องของแผนที่ที่ต้องการ ดังนั้นบริเวณลุ่มน้ำใดที่ไม่เคยมีการเก็บข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาจึงควรใช้วิธีการสร้างแผนที่โดยวิธีทางธรณีสัณฐาน หรือวิธีดัชนีปัจจัยร่วม โดยที่วิธีปัจจัยร่วมจะทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า นอกจากนี้ ยังมีความถูกต้องมากกว่า อย่างไรก็ตาม วิธีทั้งสอง จะไม่สามารถคาดการณ์ความรุนแรง ขอบเขตของน้ำท่วม ความลึกของน้ำท่วม รวมทั้งช่วงเวลาของน้ำท่วมขังที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอันเนื่องมาจากการขยายตัวของเมือง การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ทำกิน การบุกรุกพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำ เป็นต้น ในทางกลับกันลุ่มน้ำใดที่มีข้อมูลทางอุทกวิทยาที่สมบูรณ์ การสร้างแผนที่โดยวิธีทางธรณีเทคนิค จึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและเป็นที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน

สำหรับแผนที่น้ำแล้ง ควรใช้วิธีการสร้างโดยวิธีดัชนีปัจจัยร่วมที่นำเอาปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อภัยแล้ง ทั้งปัจจัยสภาพทางกายภาพของพื้นที่ สภาพทางอุทกวิทยา สภาพทางอุตุนิยมวิทยา มากำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย จากนั้นจึงประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ทำการซ้อนทับแผนที่จากปัจจัยดังกล่าว

กรณีแผ่นดินถล่ม นั้นเบื้องต้นควรดำเนินการสร้างแผนที่โดยวิธีดัชนีปัจจัยร่วมโดยต้องมีการประเมิน น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ให้ สอดคล้องกับการเกิดในอดีต ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องเหมือนกันในแต่ละพื้นที่ เมื่อสามารถจำกัดพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงสูงได้แล้ว จะสามารถนำไปสู่การศึกษาในรายละเอียดโดยวิธีทางธรณีเทคนิค หรือวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อไป

สำหรับแนวทางในการดำเนินการพัฒนาด้านแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มนั้น ต้องประเมินสถานภาพของแผนที่เสี่ยงภัยในปัจจุบันว่ามรสถานภาพเป็นเช่นไร และรวมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มเพื่อปรึกษาหารือในการจัดทำข้อกำหนดมาตราฐานชองแผนที่เสี่ยงภัย โดยมีแนวทางในการดำเนินการพัฒนาแผนที่เสี่ยงภัย



รูปที่ 4-3 แนวทางในการดำเนินการพัฒนาแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม

4.5 กรณีศึกษาแผนที่น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่มจากต่างประเทศ

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมมีความสำคัญและจำเป็นต่อการลดผลกระทบของเหตุการณ์น้ำท่วม ซึ่งด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ของ GIS ทำให้การสร้างแผนที่สามารถกระทำได้สะดวกและรวดเร็วกว่าในอดีต การศึกษานี้จะขอยกตัวอย่าง กรณีศึกษาการสร้างแผนที่น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่มในต่างประเทศตั้งแต่ ค.ศ. 1990 ดังแสดงในตารางที่ 4-6 พอสังเขปดังนี้

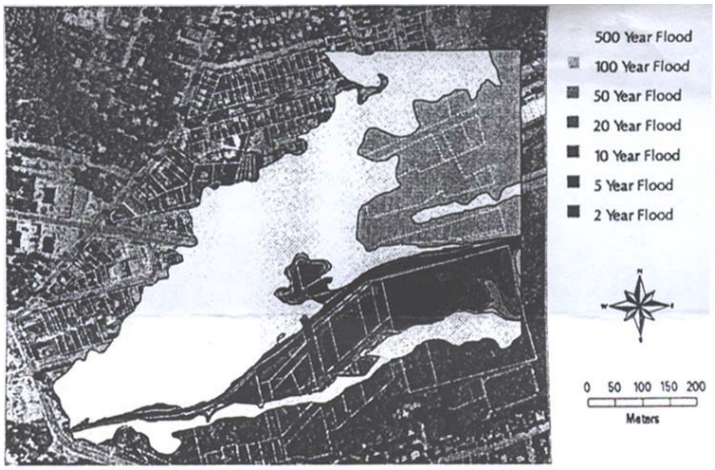
ตารางที่ 4-6 กรณีศึกษาการสร้างแผนที่น้ำท่วม ในต่างประเทศ

ลำดับที่	ชื่อ/สกุล	วิธีการ	รูปที่
1	Jacobson, 1993	ได้วิเคราะห์สาเหตุของการเกิดน้ำท่วมใหญ่ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเฉพาะเหตุการณ์น้ำท่วมระหว่างวันที่ 3 - 5 พฤศจิกายน 2528 ในลุ่มน้ำ Potomac และลุ่มน้ำ Cheat โดยสรุปว่า สาเหตุสำคัญที่นำมาซึ่งความสูญเสียถึงชีวิตและทรัพย์สินจำนวนมหาศาล เนื่องมาจากการขาดความรู้ ความเข้าใจ และขาดการเฝ้าระวังในอันตรายของน้ำท่วมฉับพลัน ดังนั้น ด้วยความจริงทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ จึงทำให้สามารถสร้างแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมที่มีความละเอียดแม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้ ถ้าได้มีการสร้างความเข้าใจและมีการเปรียบเทียบแผนที่ดังกล่าวอย่างสม่ำเสมอ ก็จะช่วยสร้างจิตสำนึกของชุมชนในการเฝ้าระวังภัยอันตรายบริเวณที่มีความเสี่ยงได้	-
2	Beffa, 1998	ได้ทำการสร้างแผนที่อันตรายจากน้ำท่วม (Full Hazard Map) โดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ชนิด 2 มิติ ซึ่งถูกใช้เป็นนโยบายน้ำท่วมของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ (Swiss Flood Hazard Policy) แผนที่ดังกล่าวจะแสดงความเข้มของน้ำท่วมด้วย	4-4
3	Michael, 1998	ได้ประยุกต์ใช้ GIS ในการสร้างแผนที่น้ำท่วม (Inundation map) จากผลการคำนวณโดยแบบจำลอง dynamic ware (FLDWAV) กับเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่แม่น้ำ Guadalupe มลรัฐเทกซัส เมื่อปี ค.ศ. 1998 แผนที่ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงขอบเขตของน้ำท่วมขัง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อชุมชนต่างๆ	-
4	Boyle et. al., 1998	ประยุกต์ใช้ GIS ในการสร้างแผนที่น้ำท่วมที่คาบย้อนกลับ 2 ปี - 500 ปี โดยขนาดของน้ำหลากที่คาบย้อนกลับดังกล่าวได้มาจากการวิเคราะห์ความถี่ของการไหลในสถานีวัดน้ำของลุ่มน้ำ Spencer ในประเทศแคนาดา นอกจากนี้ยังได้สร้างแผนที่แสดงความเสียหายจากน้ำท่วมขนาดต่างๆกัน ผลที่ได้ทำให้สามารถวางแผนและเลือกใช้ระบบป้องกันน้ำท่วมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดและมีผลกระทบน้อยที่สุด	4-5

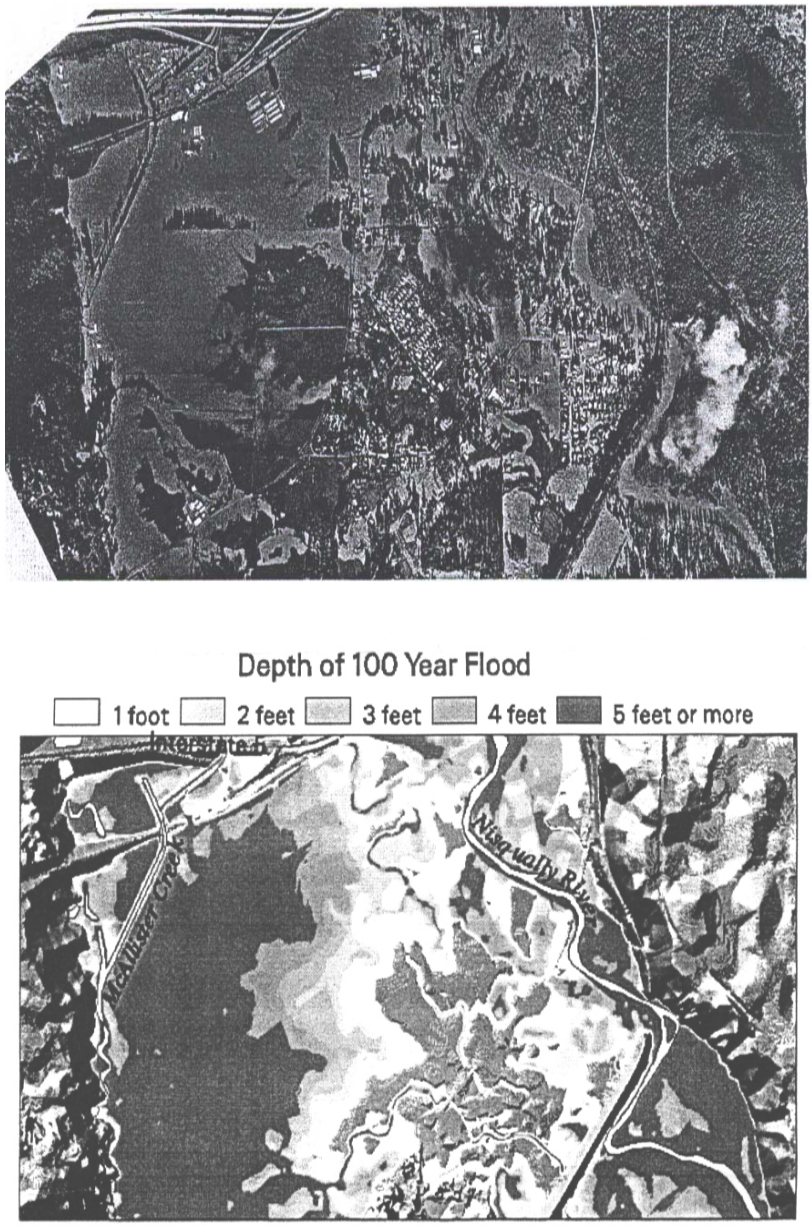
ตารางที่ 4-6 (ต่อ) กรณีศึกษาการสร้างแผนที่น้ำท่วม ในต่างประเทศ

ลำดับที่	ชื่อ/สกุล	วิธีการ	รูปที่
5	Jones et al , 1998	ให้ความเห็นว่า แผนที่น้ำท่วมที่สร้างขึ้นโดย U.S.G.S. (United State Geological Sumey) ก่อนปี ค.ศ 1980 ซึ่งใช้ทฤษฎีของความน่าจะเป็นในการประมาณการขนาดของน้ำท่วมที่คาบย้อนกลับต่างๆ แล้วนำมาวาดโดยมือ จะมีความคาดเคลื่อนและไม่ตรงกับข้อเท็จจริง ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ของลุ่มน้ำเป็นสำคัญ ดังนั้น เขาจึงแนะนำให้ใช้ผลการคำนวณจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ แล้วส่งข้อมูลไปยังระบบ GIS ดังนั้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา แผนที่น้ำท่วมที่สร้างขึ้นโดย FEMA (Federal Emergency Management Agency) ซึ่งเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในโครงการ NFIP (National Flood Insurance Program) จึงถูกสร้างโดยวิธีนี้	4-6
6	Dutta et.al., 2000	ประยุกต์ใช้ แบบจำลองคณิตศาสตร์ชนิด 1 มิติและ 2 มิติ เพื่อสร้างแผนที่น้ำท่วมในลุ่มน้ำ Ichinomiya ประเทศญี่ปุ่น โดยแบบจำลองชนิด 1 มิติ ใช้ด้านการไหลในลำน้ำ ส่วนแบบจำลอง 2 มิติ ใช้ในการคำนวณการไหลล้นฝั่งบนที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood plain flow) แผนที่ดังกล่าว ทำให้รู้ถึงขอบเขตและความรุนแรงของน้ำท่วมในระดับต่างๆ ได้	-
7	Morns, 2000	ได้สร้างแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมโดยวิธีการดัชนีปัจจัยร่วม เพื่อที่จะแสดงถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงของลุ่มน้ำ Cheat ในมลรัฐเวอร์จีเนีย โดยได้พิจารณาจากปัจจัยหลัก 4 ปัจจัย ดังนี้ การใช้ที่ดิน ระดับความสูงของพื้นที่ ความกว้างของพื้นที่น้ำท่วมถึง และธรณีวิทยาของดิน โดยได้จัดลำดับความสำคัญของปัจจัยดังกล่าว นอกจากนี้ ในแต่ละปัจจัยยังได้จัดลำดับความเสี่ยงขององค์ประกอบในปัจจัยเป็น 3 ระดับ คือ ความเสี่ยงสูง กลาง และ ต่ำ จากนั้นจึงใช้เทคนิคของการซ้อนทับข้อมูลซึ่งทำให้ได้แผนที่เสี่ยงภัย	4-7
8	Sarma, 2002	ประยุกต์ใช้ GIS ในการจัดพื้นที่ที่มีความเสี่ยงกับการเกิดน้ำท่วมในแม่น้ำ Dikrong ประเทศอินเดีย โดยที่ระดับน้ำสูงสุดที่คาบย้อนกลับตั้งแต่ 10-100 ปีได้มาจากการวิเคราะห์ความถี่ขนาดน้ำท่วมต่างๆกัน	-

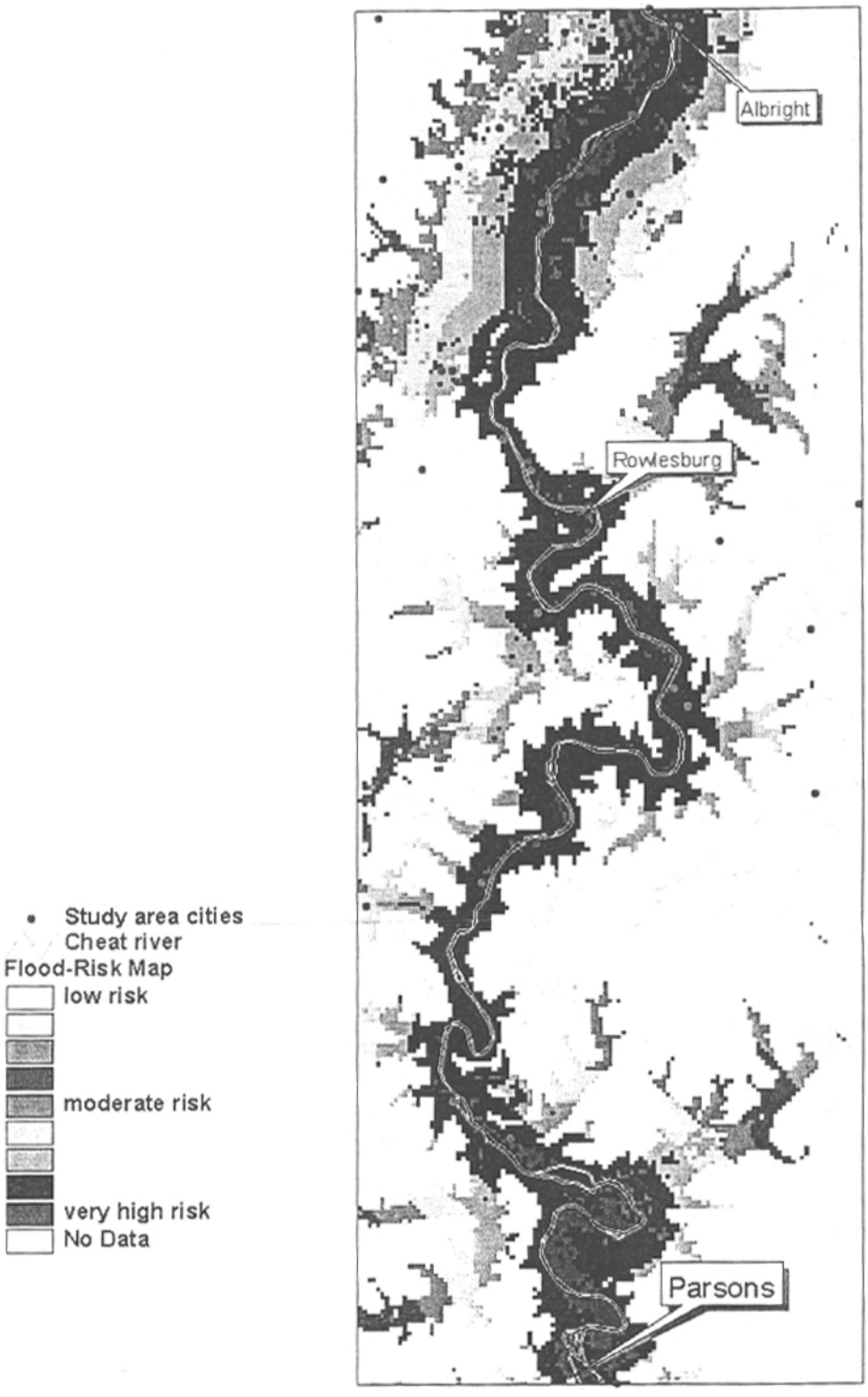
รูปที่ 4-4 แผนที่แสดงระดับความรุนแรงจากน้ำท่วม (Beffa, 1998)



รูปที่ 4-5 แผนที่น้ำท่วมจากการวิเคราะห์ความถี่ (Boyle et. al.,1998)



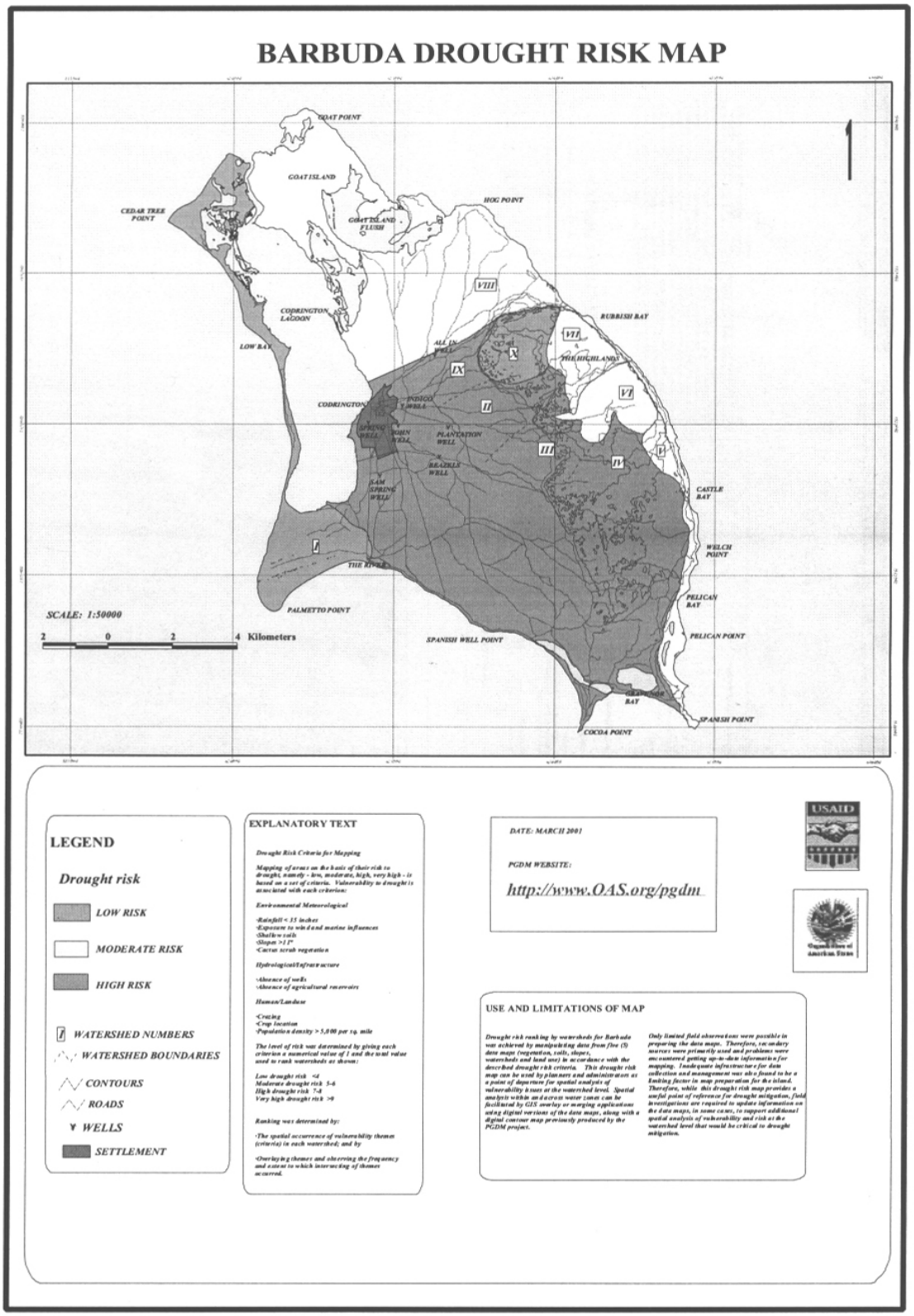
รูปที่ 4-6 แผนที่น้ำท่วมจากการการประยุกต์ใช้ GIS (Jones et al, 1998)



รูปที่ 4-7 แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมโดยวิธีการคิดดัชนีปัจจัยร่วม (Morns, 2000)

ตารางที่ 4-7 กรณีศึกษาการสร้างแผนที่น้ำแล้ง ในต่างประเทศ

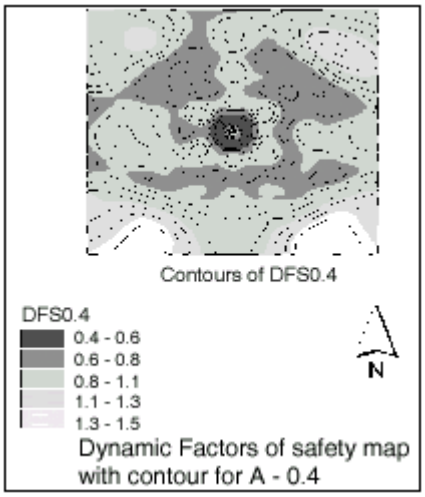
ลำดับที่	ชื่อ/สกุล	วิธีการ	รูปที่
1	Jackson , 2001	ทำการประเมินภัยแล้งโดยการสร้างแผนที่แสดงความเสี่ยงต่อภัยแล้งบริเวณหมู่เกาะ Antigua และ Barbuda โดยการประยุกต์ใช้ GIS ปัจจัยที่ใช้ในการจัดลำดับความรุนแรงของภัยแล้งประกอบไปด้วย ปัจจัยทางภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยทางอุทกวิทยาและสาธารณูปโภค และปัจจัยทางประชากรศาสตร์และการใช้พื้นที่ทำกิน	4-8
2	Huffman, 2001	ประยุกต์ใช้ แบบจำลอง 3 ประเภท (GIS ระบบผู้เชี่ยวชาญ และโครงข่ายใยประสาทเทียม) เพื่อการวางแผนในการป้องกันและลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้สามารถปรับปรุงแผนที่เดิมให้มีความละเอียดถูกต้องรวดเร็วและใช้ในการ เตรียมการป้องกันด้านการพยากรณ์และเตือนภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ	-

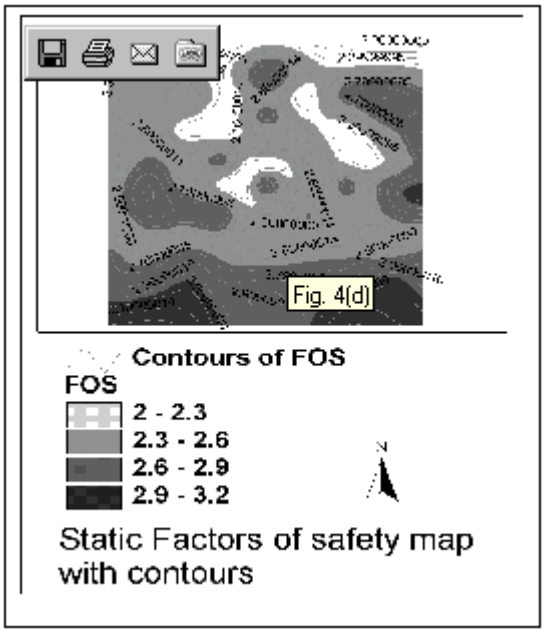


รูปที่ 4-8 แผนที่เสี่ยงภัยน้ำแล้งเมือง Barbuda (Jackson, 2001)

ตารางที่ 4-8 กรณีศึกษาการสร้างแผนที่แผ่นดินถล่มในต่างประเทศ

ลำดับที่	ชื่อ/สกุล	วิธีการ	รูปที่
1	Sivakumar and Mukesh, 2000	ประยุกต์ใช้แบบจำลอง GIS ทำการประเมินความเสี่ยงต่อเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในรัฐ Mangalore ประเทศอินเดียที่มีสาเหตุมาจากแผ่นดินไหวและฝนตกหนัก	4-9





รูปที่ 4-9 แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม (Sivakumar and Mukesh, 2000)

กรณีศึกษาในประเทศบังคลาเทศ เป็นกรณีศึกษาที่ดีกรณีหนึ่ง ด้านการจัดการน้ำท่วมโดยที่ประเทศนี้มีระดับผิวดินโดยเฉลี่ยประมาณ 1 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ประกอบกับได้รับอิทธิพลของลมมรสุมรวมทั้งการละลายของหิมะน้ำแข็งบนเทือกเขาหิมาลัย เป็นเหตุให้ต้องประสบกับน้ำท่วมแทบทุกปี ความสูญเสียจากเหตุการณ์ส่งผลกระทบรุนแรงต่อสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม โดยเหตุการณ์น้ำท่วมที่รุนแรงมาก ในปี ค.ศ. 1987-1988 ทำให้รัฐบาลของบังคลาเทศ ต้องหันกลับมาทบทวนนโยบายด้านการป้องกันน้ำท่วม โดยได้ร้องขอไปยังธนาคารโลกเป็นการกำหนดแผนการปฏิบัติ 5 ปี (1990-1995) เพื่อศึกษาระบบป้องกันน้ำท่วมในแม่น้ำสายสำคัญต่างๆ นอกจากนี้ โครงการนี้ยังครอบคลุมถึงมาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้าง เช่นในกรณีของการพยากรณ์และเตือนภัย เป็นต้น

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1968 เป็นต้นมา FEMA (Federal Emergency Management Agency) ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาโครงการประกันน้ำท่วมแห่งชาติ (National Flood Insurance Program) NFIP ซึ่งปัจจุบันมีชุมชนกว่า 20,000 ชุมชน ได้เข้าร่วมกับโครงการนี้ โดยมีการประมาณการว่า NFIP มีบทบาทอย่างมากในการบรรเทาทุกข์ด้านภัยน้ำท่วมรวมงบประมาณกว่า 1 ล้านล้านเหรียญสหรัฐต่อปี นอกจากนี้ 80 % ของอาคารที่สร้างตามมาตรฐาน NFIP ของผู้เอาประกันยังสามารถลดผลกระทบได้ อย่างไรก็ตาม การเข้าร่วมโครงการ NFIP เป็นไปตามความสมัครใจของชุมชน แต่โดยส่วนใหญ่ชุมชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยจะเข้าร่วมโครงการและใช้ NFIP เป็นมาตรการหนึ่งในการบริหารจัดการน้ำท่วม พื้นที่เสี่ยงภัยในความหมายของ NFIP คือ พื้นที่ที่อยู่ภายในขอบเขตของน้ำท่วมในคาบย้อนกลับ 100 ปี

4.6 การศึกษาทบทวนแผนที่น้ำท่วม น้ำแล้งและแผ่นดินถล่มภายในประเทศ

ก่อนปี พ.ศ. 2536 การจัดทำแผนที่น้ำท่วม โดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีการสร้างแผนที่จากข้อมูลน้ำท่วมในอดีตที่เคยกิดเหตุการณ์ซ้ำซาก หน่วยงานที่จัดทำ คือ กรมการปกครอง ในแต่ละปี เมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม ทางราชการฝ่ายปกครองซึ่งอยู่ในท้องถิ่นจะรายงานมายังกรมการปกครอง โดยกองป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเหล่านี้มาทำการประเมินอย่างคร่าวๆ ว่าบริเวณใด (อำเภอ) บ้างที่มีความเสี่ยงภัยน้ำท่วม โดยแบ่งแยกระดับความเสี่ยงเป็นระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ อย่างไรก็ตาม เกณฑ์การแบ่งระดับความเสี่ยงดังกล่าวยังไม่มีความชัดเจน ดังแสดงในภาคผนวก ซ ตารางที่ ซ-1 เป็นตารางสรุปบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมแยกตามรายภาคโดยกรมการปกครอง ต่อมากรมอุตุนิยมวิทยาได้จำแนกบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาโดยระบุพื้นที่ เป็นรายจังหวัดที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วม เป็นฤดูกาล ดังแสดงในภาคผนวก ซ ตารางที่ ซ-2

ต่อมาภายหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 ภาครัฐโดยสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (สผ.) กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้เล็งเห็นความสำคัญในการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยธรรมชาติในประเทศ ซึ่งนับเป็นกรอบการศึกษาในประเด็นดังกล่าว ในระดับชาติ ซึ่งรายละเอียดและวิธีการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 การศึกษาการกำหนดระดับความเสี่ยงภัยธรรมชาติลุ่มน้ำในประเทศ

ผู้ทำการศึกษา	วิธีการดำเนินงาน	น้ำท่วม	น้ำแล้ง	ดินถล่ม	ระดับความเสี่ยงน้ำท่วม	รูปที่
ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์ - ศึกษาลุ่มน้ำภาคใต้ - จำนวน 1 ลุ่มน้ำ - เริ่มโครงการ พ.ศ. 2536 สิ้นสุด 2537 (สนับสนุนโดย สผ.)	การกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ทำโดยการสำรวจลักษณสัณฐาน ธรณีวิทยาและขอบเขตของน้ำท่วมในอดีตเพื่อใช้เป็นแนวทางกำหนดขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความเสี่ยงต่าง ๆ ลงในแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ในส่วนของภัยที่เกิดจากแผ่นดินถล่มมีการใช้ปัจจัยทางกายภาพประกอบข้อมูลเหตุการณ์ในอดีต มาสร้างเกณฑ์กำหนดระดับความเสี่ยง	X		X	1. พื้นที่เสี่ยงจากโคลนไหลทับถม 2. พื้นที่เสี่ยงจากน้ำไหลหลาก 3. พื้นที่เสี่ยงจากน้ำท่วมขัง 4. พื้นที่เสี่ยงจากน้ำท่วมซ้ำซาก 5. พื้นที่ชุ่มน้ำ	-
บจก. พรี ดีเวลลอปเมนท์ คอนซัลแตนท์ - ศึกษาลุ่มน้ำภาคตะวันออก ตะวันตก และกลาง - จำนวน 3 ลุ่มน้ำ - เริ่มโครงการ พ.ศ. 2539 สิ้นสุด ธ.ค. 2539 (สนับสนุนโดย สผ.)	ใช้วิธีการวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลอุตุ-อุทกแล้วป้อนสู่แบบจำลอง MIKE 11 เพื่อคำนวณหาระดับและขอบเขตน้ำท่วม การจำแนกระดับความเสี่ยงใช้ปริมาณน้ำท่าเป็นตัวกำหนด ในส่วนของภัยแล้งและแผ่นดินถล่ม มีการคัดเลือกลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ มีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัย แล้วจึงกำหนดค่าน้ำหนักถ่วงเพื่อทำการซ้อนทับข้อมูลโดย GIS	X	X	X	1. เสี่ยงสูง 2. เสี่ยงต่ำ 3. ไม่เสี่ยง	4-10

ตารางที่ 4-9 (ต่อ) การศึกษาการกำหนดระดับความเสี่ยงภัยธรรมชาติลุ่มน้ำในประเทศ

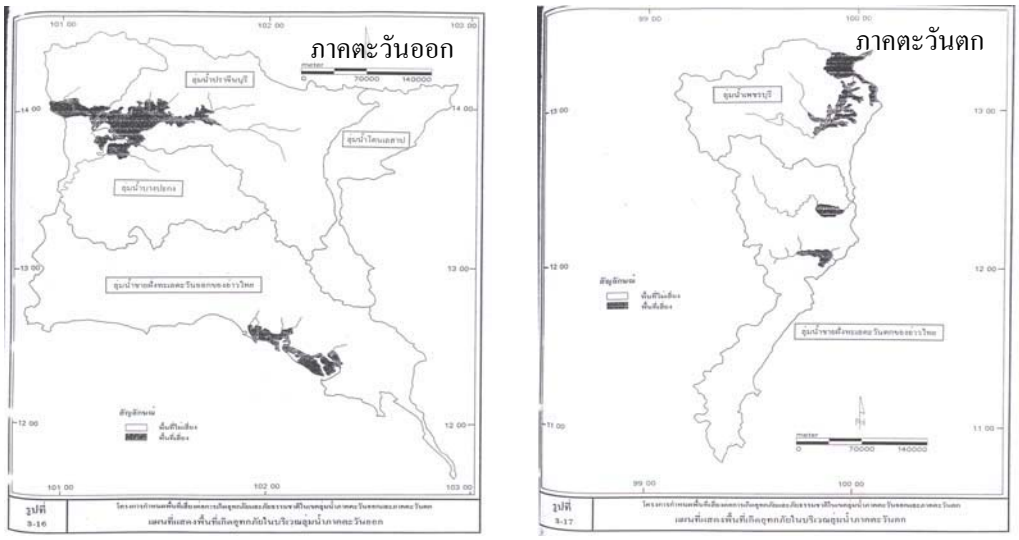
ผู้ทำการศึกษา	วิธีการดำเนินงาน	น้ำท่วม	น้ำแล้ง	ดินถล่ม	ระดับความเสี่ยงน้ำท่วม	รูปที่
ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์ - ศึกษาลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ - จำนวน 2 ลุ่มน้ำ - เริ่มโครงการ พ.ศ. 2539 สิ้นสุด ธ.ค. 2539 (สนับสนุนโดย สผ.)	การกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ทำโดยการสำรวจลักษณสัณฐาน ธรณีวิทยาและขอบเขตของน้ำท่วมในอดีตเพื่อใช้เป็นแนวทางกำหนดขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความเสี่ยงต่าง ๆ ลงในแผนที่ ในส่วนของภัยแล้ง มีการคัดเลือกลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ มีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัย แล้วจึงกำหนดค่าน้ำหนักถ่วงเพื่อทำการซ้อนทับข้อมูลโดย GIS	X	X	X	1. พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมระดับสูง 2. พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมระดับปานกลาง 3. พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมระดับต่ำ 4. พื้นที่ไม่เสี่ยงน้ำท่วม 5. พื้นที่ชุ่มน้ำ	4-11
บจก. ไอดับเบิ้ลยูบี สยามเท็ค - ศึกษาลุ่มน้ำภาคเหนือ - จำนวน 7 ลุ่มน้ำ - เริ่มโครงการ พ.ศ. 2539 สิ้นสุด มี.ค. 2541 (สนับสนุนโดย สผ.)	ทำการคัดเลือกลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ มีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัย แล้วจึงกำหนดค่าน้ำหนักถ่วงเพื่อทำการซ้อนทับข้อมูลโดย GIS	X	X	X	1. พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมระดับสูง (ระดับ 4) 2. พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมระดับปานกลาง (ระดับ 3) 3. พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมระดับต่ำ (ระดับ 2) 4. พื้นที่ไม่เสี่ยงน้ำท่วม (ระดับ 1)	4-12

ตารางที่ 4-9 (ต่อ) การศึกษาการกำหนดระดับความเสี่ยงภัยธรรมชาติลุ่มน้ำในประเทศ

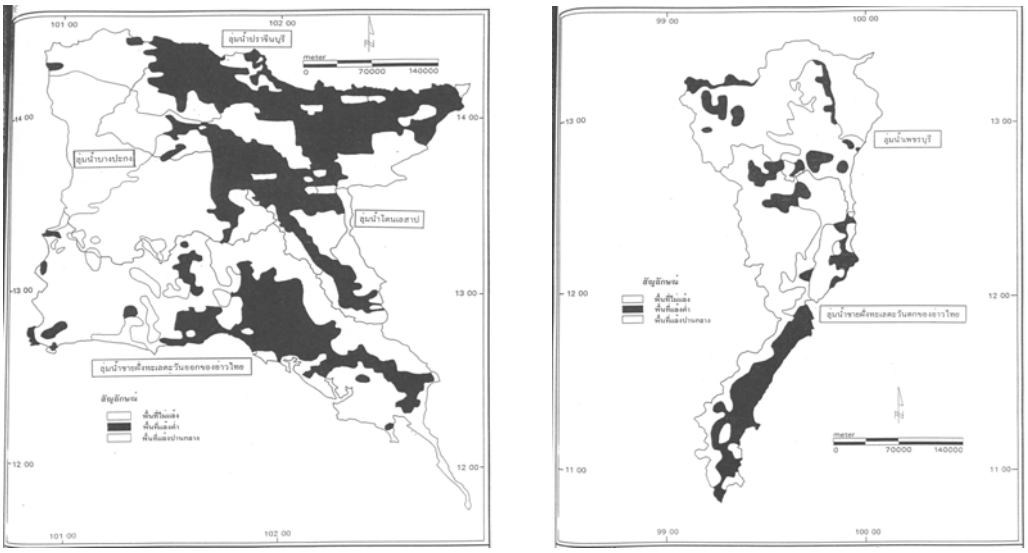
ผู้ทำการศึกษา	วิธีการดำเนินงาน	น้ำท่วม	น้ำแล้ง	ดินถล่ม	ระดับความเสี่ยงน้ำท่วม	รูปที่
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย - ศึกษาลุ่มน้ำภาคกลาง - จำนวน 5 ลุ่มน้ำ - เริ่มโครงการ พ.ศ. 2541 สิ้นสุด ส.ค.2542 (สนับสนุนโดย สผ.)	ทำการคัดเลือกลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ มีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างปัจจัย แล้วจึงกำหนดค่าน้ำหนักถ่วงเพื่อทำการซ้อนทับข้อมูลโดย GIS	X	X	X	1. พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมระดับสูง 2. พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมระดับปานกลาง 3. พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมระดับต่ำ 4. พื้นที่ไม่เสี่ยงน้ำท่วม	4-13
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ - ศึกษาลุ่มน้ำภาคใต้ - จำนวน 2 ลุ่มน้ำ - เม.ย. 2540 (สนับสนุนโดย สศช. และ UNDP)	ได้กำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมทั้งในระดับภาค (แผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000) และระดับจังหวัด (แผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000) ซึ่งในการศึกษาระดับจังหวัด คณะศึกษาได้พิจารณาเลือกจังหวัดสงขลาและจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นกรณีศึกษา การกำหนดเขตและจัดทำแผนที่แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ในขั้นตอนแรกจะจัดทำแผนที่แสดงศักยภาพของพื้นที่ที่จะเกิดน้ำท่วม (Flood Hazard Map)	X		X	1. เสี่ยงสูง 2. เสี่ยงต่ำ 3. ไม่เสี่ยง	4-14

ตารางที่ 4-9 (ต่อ) การศึกษาการกำหนดระดับความเสี่ยงภัยธรรมชาติลุ่มน้ำในประเทศ

ผู้ทำการศึกษา	วิธีการดำเนินงาน	น้ำท่วม	น้ำแล้ง	ดินถล่ม	ระดับความเสี่ยงน้ำท่วม	รูปที่
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ต่อ)	หรือ แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วม สำหรับขั้นตอนที่ 2 เป็นการจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม (Flood risk Map) โดยแผนที่ทั้ง 2 ชนิด ได้พิจารณาปัจจัยทางด้านกายภาพต่างๆ ของพื้นที่ มาเป็นตัวกำหนดค่าน้ำหนักต่างๆ จากนั้น จึงจัดระดับความรุนแรงของความเสี่ยงเป็น 3 ระดับ คือ สูง กลาง และต่ำ ตามลำดับ จากนั้น จึงทำการตรวจสอบและปรับแก้ค่าน้ำหนักถ่วงโดยการตรวจสอบกับข้อมูลน้ำท่วมในอดีต					
คณะวิทยาศาตร์ จุฬาลงกรณ์ ฯ (รศ. ดร. ธนวัฒน์ และคณะ) - ศึกษาลุ่มน้ำภาคกลาง - จำนวน 7 ลุ่มน้ำ (สนับสนุนโดย สกว.)	ได้จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมบริเวณที่ราบภาคกลางตอนล่าง โดยใช้ผลการคำนวณจากการวิเคราะห์ความถี่ในคาบย้อนกลับ 10-100 ปี และเปรียบเทียบกับการตรวจวัดระดับน้ำที่ปรากฏในภาคสนาม	X			1. เสี่ยงสูง 2. เสี่ยงปานกลาง 3. เสี่ยงต่ำ	-

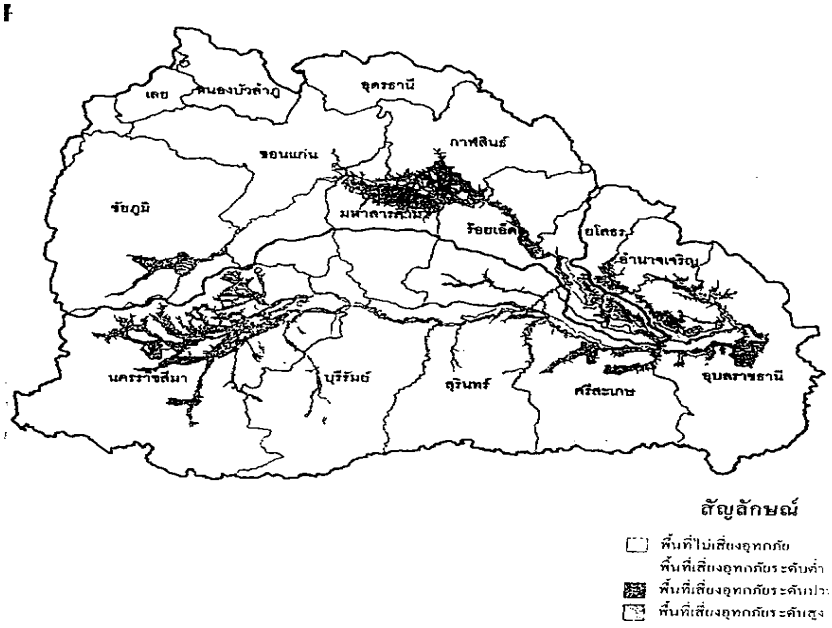


ก แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

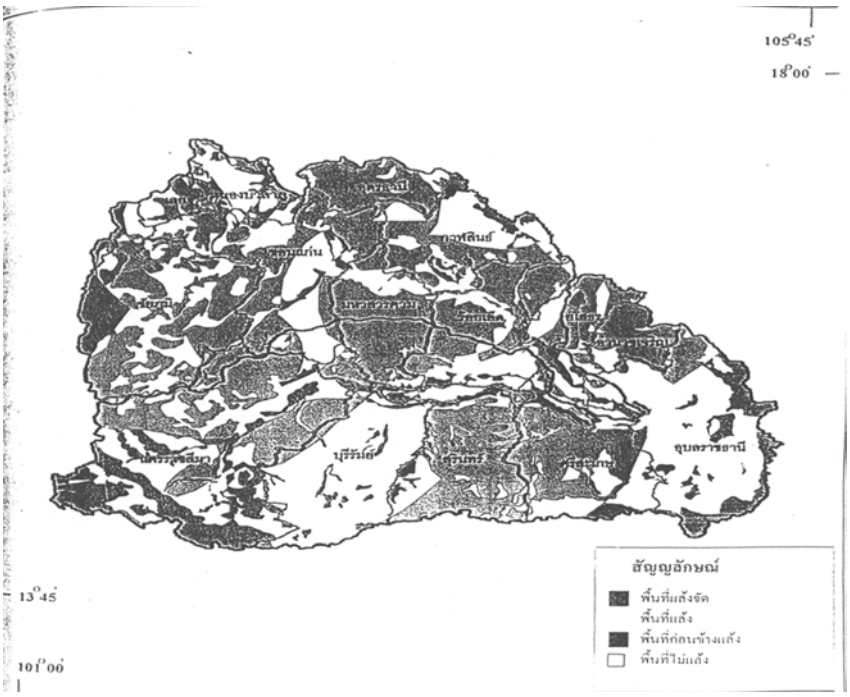


ข แผนที่เสี่ยงภัยน้ำแล้ง

รูปที่ 4-10 แผนที่เสี่ยงภัยลุ่มน้ำภาคตะวันออก และ ตะวันตก
โดย บจก. พรี ดีเวลลอปเมนท์ คอนซัลแตนท์



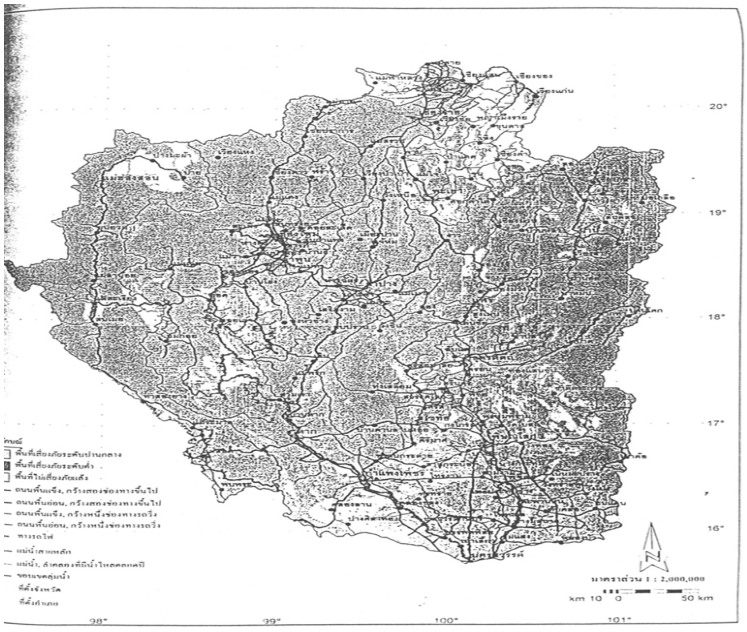
ก แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม



ข แผนที่เสี่ยงภัยน้ำแล้ง

รูปที่ 4-11 แผนที่เสี่ยงภัยลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
โดย ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม



ข แผนที่เสี่ยงภัยน้ำแล้ง

รูปที่ 4-12 แผนที่เสี่ยงภัยลุ่มน้ำภาคเหนือ
โดย บจก. ไอดับเบิ้ลยูบี สยามเท็ค