ICID•CIID

Thai Translation

คู่มือการบริหารจัดการน้ำท่วมด้วยแนวทางไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง

Manual on Non-Structural Approaches to Flood Management

จัดทำโดย
คณะทำงานด้านวิชาการ
ของคณะกรรมการด้านการชลประทาน
และการระบายน้ำแห่งประเทศไทย-THAICID

คู่มือการบริหารจัดการน้ำท่วมด้วยแนวทางไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง
Manual on Non–Structural Approaches to Flood Management

คู่มือการบริหารจัดการน้ำท่วมด้วยแนวทางไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง
Manual on Non–Structural Approaches to Flood Management

พิมพ์ครั้งที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2562

จัดทำโดย คณะทำงานด้านวิชาการของคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย (THAICID–Thai National Committee on Irrigation and Drainage)
ได้รับอนุญาตให้แปลจาก “Manual on Non–Structural Approaches to Flood Management” ของ International Commission on Irrigation and Drainage (ICID)
แปลและเรียบเรียงโดย น.ส. สกุนตลา สุขพานิช นาย ชัยวัฒน์ ปรีชาวิทย์ และ ผศ.ดร. อารียา ฤทธิมา
ตรวจทานและแก้ไขโดย คณะทำงานด้านวิชาการของคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย
กรมชลประทาน (สามเสน) 811 ถนนสามเสน แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
โทรศัพท์ : 02–241–2687 แฟ็กซ์ : 02–243–6964

ISBN : 978–616–358–409–0

@ 2562 สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย การนำรูปภาพและข้อความทั้งหมดในหนังสือไปตีพิมพ์ อ้างอิง และเผยแพร่ซ้ำไม่ว่าจะบางส่วนหรือทั้งหมดต้องได้รับการยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจาก ICID และ THAICID

ขอขอบคุณภาพปกรองจาก https://en.wikipedia.org/wiki/flood

โรงพิมพ์ บริษัท มิตรภาพการพิมพ์และสติวดิโอ จำกัด
1 ถนนพระรามเก้า ซอยพระรามเก้า 59 (อิสสระชัย) เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
โทรศัพท์ : 02–187–2223–5
แฟ็กซ์ : 02–187–2226
อีเมลล์ : mittrapap2004@yahoo.com

สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน ผู้สนับสนุนในการจัดตีพิมพ์

สารจากประธานคณะกรรมการ THAICID (Message from the President of THAICID)

ประเทศไทย ในฐานะประเทศที่เข้าร่วมก่อตั้ง International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) ซึ่งเป็นองค์กรระดับนานาชาติที่มุ่งเน้นการพัฒนาองค์ความรู้ด้านชลประทานและการระบายน้ำได้ทำหน้าที่ขับเคลื่อนและขยายผลองค์ความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ในนามของ “คณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย (Thai National Committee on Irrigation and Drainage) หรือ THAICID” โดยความร่วมมือกับเครือข่ายทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษาภายในประเทศและต่างประเทศ

คณะทำงานด้านวิชาการ THAICID ได้จัดทำคู่มือเรื่อง “คู่มือการบริหารจัดการน้ำท่วมด้วยแนวทางไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง” ฉบับภาษาไทย ซึ่งได้รับอนุญาตจาก ICID ให้แปลจากต้นฉบับเรื่อง “Manual on Non–Structural Approaches to Flood Management” ซึ่งถือเป็นอีกหนึ่งความตั้งใจในการเผยแพร่ความรู้แก่ผู้บริหาร ข้าราชการ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนนิสิตนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป

คู่มือฉบับนี้ได้รับความร่วมมือจากหลายภาคส่วน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คณะที่ปรึกษาและคณะทำงานด้านวิชาการ THAICID ดำเนินการแปล เรียบเรียง และตรวจสอบความถูกต้องตามหลักวิชาการ นอกจากนี้สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยคณะอนุกรรมการด้านวิชาการและสถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน ได้ให้การสนับสนุนจนทำให้คู่มือฉบับนี้ดำเนินการแล้วเสร็จตามวัตถุประสงค์

ในนามของคณะกรรมการ THAICID ขอแสดงความขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้ให้การสนับสนุนทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ในการให้ความรู้ ความเข้าใจ และนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

(นายทองเปลว กองจันทร์)
อธิบดีกรมชลประทาน
ประธานคณะกรรมการ THAICID

คำนำ (Preface)

หนังสือเล่มนี้เป็นความตั้งใจของคณะทำงานด้านวิชาการของคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทยที่จะถ่ายทอดประสบการณ์ของนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญด้านทรัพยากรน้ำจากทั่วโลกในเรื่อง “การบริหารจัดการน้ำท่วมด้วยแนวทางไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง” ที่รวบรวมทฤษฎีและกรณีศึกษาที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนบทเรียนที่ได้เรียนรู้ (Lesson Learned) ไว้ในหนังสือคู่มือเรื่อง “Manual on Non–Structural Approaches to Flood Management” ซึ่งจัดทำโดย International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) คณะทำงานด้านวิชาการฯ หวังเป็นอย่างยิ่งหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์กับหน่วยงานภาครัฐในการนำแนวคิดและหลักการของการบริหารจัดการน้ำท่วมและข้อพึงระวังไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการน้ำของประเทศ

ชัยวัฒน์ ปรีชาวิทย์
กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิในคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย
(THAICID–Thai National Committee on Irrigation and Drainage) และ
ICID Vice President Honoraire

สารบัญ (Contents)

สารจากประธาน THAICID

คำนำ

สารบัญ

ส่วนที่ 1-ขอบเขต (Scope)

1.1 บทนำ

1.2 การบริหารจัดการน้ำท่วมและการควบคุมน้ำท่วม

1.3 วัตถุประสงค์และการใช้คู่มือ

1.4 การเรียบเรียงเนื้อหาในคู่มือ

1.5 ข้อจำกัด

1.6 กิตติกรรมประกาศ

ส่วนที่ 2-มาตรการวางแผน (Planning Measures)

2-1 การวิเคราะห์ทางอุทกวิทยา

1.1 วัตถุประสงค์

1.2 เกณฑ์น้ำท่วม

1.3 การวิเคราะห์ความถี่ทางสถิติ

1.4 การจำลองการไหลของน้ำท่าจากข้อมูลฝนและข้อมูลหิมะละลาย

1.5 เอกสารอ้างอิง

2-2 การพยากรณ์น้ำท่วม

2.1 หลักการและวัตถุประสงค์

2.2 ข้อมูลพื้นฐานที่ต้องการ

2.3 วิธีการพยากรณ์น้ำท่วม

2.3 การประมวลผล การส่งข้อมูลและอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล

2.4 ตัวอย่างของระบบพยากรณ์

2.5 เอกสารอ้างอิง

2-3 น้ำท่วมจากทะเล

3.1 น้ำท่วมจากทะเล

3.2 กลไกการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง

3.3 คลื่นพายุซัดฝั่งและภัยพิบัติ

3.4 ประเด็นเฉพาะด้านของมาตรการที่ไม่ใช่สิ่งก่อสร้างในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลื่นพายุซัดฝั่งในทะเล

2-4 การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

4.1 หลักการและวัตถุประสงค์

4.2 ข้อมูลที่ต้องการ

4.3 เทคนิค

4.4 การประยุกต์ใช้และข้อจำกัด

4.5 ตัวอย่าง : กรณีศึกษาประเทศแคนาดา

4.6 เอกสารอ้างอิง

2-5 การประกันภัยน้ำท่วม

5.1 หลักการและวัตถุประสงค์

5.2 การประกันภัยให้ความคุ้มครองทรัพย์สินที่มีอยู่เดิม

5.3 การประกันภัยให้ความคุ้มครองการพัฒนาใหม่

5.4 ทุนประกันภัย

5.5 การประยุกต์ใช้และข้อจำกัด

5.6 ตัวอย่าง

5.7 เอกสารอ้างอิง

2-6 การกันน้ำท่วม

6.1 หลักการและวัตถุประสงค์

6.2 มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐาน

6.3 ลักษณะการกันน้ำของอาคาร

6.4 สถานการณ์ฉุกเฉิน

6.5 การกันน้ำในภาคการเกษตรกรรม

6.6 การควบคุมดูแลและความรับผิดชอบ

6.7 การประยุกต์ใช้และข้อจำกัด

6.8 ตัวอย่างของการกันน้ำ

6.9 เอกสารอ้างอิง

2-7 การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ

7.1 หลักการและวัตถุประสงค์

7.2 การตั้งถิ่นฐาน

7.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ

2-8 การตัดสินใจ

8.1 หลักการและวัตถุประสงค์

8.2 การจัดทำทางเลือก

8.3 การประเมินผลกระทบและการประเมินคุณค่าทางเลือก

8.4 การทำการตัดสินใจโดยพิจารณาประสิทธิภาพด้านเศรษฐกิจ-การหาค่าต่ำที่สุดของความสูญเสียจากน้ำท่วมและต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยงที่เป็นไปได้

8.5 การมีส่วนร่วมของสาธารณชน

8.6 เอกสารอ้างอิง

ส่วนที่ 3-มาตรการเผชิญเหตุ (Response Measures)

3-1 การวางแผนเผชิญเหตุน้ำท่วมฉุกเฉิน

1.1 บทนำ
1.2 การวางแผนเผชิญเหตุน้ำท่วมในระบบการบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินแบบบูรณาการ
1.3 การปฏิบัติการเผชิญเหตุกับภาวะฉุกเฉินซึ่งเกิดจากน้ำท่วม
1.4 ข้อสรุป
1.5 เอกสารอ้างอิง
1.6 ภาคผนวก 1
1.7 ภาคผนวก 2

3-2 การสู้ภัยน้ำท่วม

2.1 แนวคิดพื้นฐาน
2.2 ความหลากหลายของงานสู้ภัยน้ำท่วมและวิธีการ
2.3 หลักการทั่วไปของการสู้ภัยน้ำท่วม
3.4 การใช้งาน
2.5 การสู้ภัยน้ำท่วมเชิงรุก
2.6 ระยะหลังน้ำท่วม

3-3 การเตือนภัยน้ำท่วม

3.1 หลักการและวัตถุประสงค์
3.2 หลักการเบื้องต้นของการเตือนภัยน้ำท่วม
3.3 ระบบด้านองค์กร
3.4 การใช้งาน

3-4 การอพยพ

4.1 บทนำ
4.2 หน้าที่รับผิดชอบ
4.3 การวางแผนอพยพ
4.4 การเตรียมพร้อมสำหรับการอพยพ
4.5 การเตือนภัยและคำสั่งอพยพ
4.6 ประเด็นทางด้านการเงิน
4.7 การบันทึกข้อมูลและการจัดทำเป็นเอกสาร
4.8 การปรับปรุงและการจัดทำแผนใหม่เป็นระยะ

3-5 การช่วยเหลือและบรรเทาทุกข์ในสถานการณ์ฉุกเฉิน

5.1 หลักการและวัตถุประสงค์
5.2 การจัดเตรียมการเพื่อควบคุมสถานการณ์ฉุกเฉิน
5.3 องค์กรและทรัพยากร
5.4 ระดับและกำหนดเวลาในการรับมือ
5.5 มาตรการบรรเทาทุกข์น้ำท่วม
5.6 เอกสารอ้างอิง

ส่วนที่ 4-ภาคผนวก (Appendices)

ภาคผนวก A สรุปรายงานประเทศ

A.1 บทนำ
A.2 ภาพรวมของรายงานที่ได้รับ
A.3 รายชื่อหัวข้อที่กล่าวถึงในเอกสารรายงานประเทศ
A.4 เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก B อภิธานศัพท์

B.1 คำทั่วไป
B.2 อุทกวิทยาของน้ำท่วม
B.3 มาตรการบริหารจัดการน้ำท่วม
B.4 คำทั่วไป
B.5 เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก C บรรณานุกรม

ภาคผนวก D องค์กรที่เกี่ยวข้อง

ภาคผนวก E สมาชิกภาพ

ดัชนี

คณะทำงานด้านวิชาการ-รายชื่อคณะทำงานด้านวิชาการของคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2562

I ขอบเขต (Scope)

1.1 บทนำ (Introduction)

แนวทางที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วมประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่วางแผนไว้เพื่อป้องกันบรรเทาผลกระทบอันรุนแรงของน้ำท่วม โดยไม่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคารที่ปรับเปลี่ยนสภาพการไหล แต่อาจนำแนวทางการใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วม เช่น เขื่อน คันกั้นน้ำ อาคารผันน้ำ ทางน้ำหลาก ฯลฯ ซึ่งสามารถควบคุมน้ำท่วมด้วยการกักเก็บ จำกัดพื้นที่ หรือเปลี่ยนแปลงการไหล หรือทดน้ำ มาใช้ควบคู่กับแนวทางที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างด้วยหรือไม่ก็ได้ อย่างไรก็ตาม มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างนี้ควรได้รับการพิจารณาควบคู่ไปกับการวางแผนและการใช้มาตรการที่เป็นสิ่งก่อสร้างเสมอ เนื่องจากมีศักยภาพสามารถเสริมสร้างประสิทธิภาพของมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างได้มาก ยิ่งไปกว่านั้นภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดของลุ่มน้ำบางแห่ง การนำเอาวิธีการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างมาใช้เพียงอย่างเดียวเพื่อลด ความเสียหายจากน้ำท่วม อาจคุ้มค่าการลงทุนมากกว่าทางเลือกที่ใช้วิธีใช้สิ่งก่อสร้าง

แนวทางที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วมที่มีอยู่ในคู่มือเล่มนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ

(1) มาตรการวางแผน (Planning Measures)

- การพยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting)
- น้ำท่วมจากทะเล (Sea Flooding)
- การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Control of Floodplain Development)
- การประกันภัยน้ำท่วม (Flood Insurance)
- การกันน้ำท่วม (Flood Proofing)
- การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (Catchment Management)
- การตัดสินใจ (Decision Making)

(2) มาตรการเผชิญเหตุ (Response Measures)

- การวางแผนเผชิญเหตุสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉิน (Flood Emergency Response Planning)
- การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting)
- การเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning)
- การอพยพ (Evacuation)

- การช่วยเหลือในสถานการณ์ฉุกเฉินและการบรรเทาทุกข์ (Emergency Assistance and Relief)

ด้วยเหตุที่แต่ละลุ่มน้ำมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากทั้งในด้านภูมิอากาศ การพัฒนา และภูมิประเทศ จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะกำหนดแนวทางมาตรฐานใด ๆ เพื่อการประยุกต์ใช้มาตรการเหล่านั้น อย่างไรก็ตาม เชื่อว่าคู่มือเล่มนี้ได้นำเสนอแนวความคิดและทางเลือกที่สามารถช่วยนักวางแผนและวิศวกรได้ อย่างมากในการกำหนดและประเมินทางเลือกตามความเป็นจริง และการคิดหาทางแก้ไขที่เหมาะกับสถานการณ์เฉพาะ

1.2 การบริหารจัดการน้ำท่วมและการควบคุมน้ำท่วม (Flood Management and Flood Control)

ในบริบทของคู่มือฉบับนี้ ได้มีการแยกความแตกต่างระหว่างคำว่า “การบริหารจัดการน้ำท่วม (Flood Management)” และ “การควบคุมน้ำท่วม (Flood Control)” ที่ใช้กันอย่างสับสน

โดยทั่วไป การบริหารจัดการน้ำท่วม (Flood Management) หมายถึง กระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการลดขนาดของการเกิดน้ำท่วมและการบรรเทาความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม

การควบคุมน้ำท่วม (Flood Control) หมายถึง กระบวนการสร้างและใช้งานสิ่งปลูกสร้างที่ออกแบบมาเฉพาะเพื่อจำกัดหรือลดผลกระทบของน้ำท่วมให้ลดน้อยลงที่สุด ด้วยหลักการหน่วงน้ำ ควบคุมน้ำ หรือผันน้ำในอัตราที่เพิ่มขึ้น โดยคำนึงถึงหลักการออกแบบบนพื้นฐานเชิงเศรษฐศาสตร์

ในการกำหนดนโยบายการบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Management) ที่สามารถทำได้และตอบสนองต่อปัญหา ในทุกกรณีจะต้องกำหนดแนวทางแก้ไขที่มีความสอดคล้องกันทั้งลุ่มน้ำ และขณะเดียวกันต้องสะท้อนให้เห็นมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ในปัจจุบัน นโยบายดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างผสมผสานไปกับมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ และเมื่อนำมาดำเนินการจะต้องให้ความเชื่อมั่นถึงระดับประสิทธิผลสูงสุดที่คาดการณ์ได้จากการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบในขณะเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ขึ้น เพื่อให้การปฏิบัติการในสถานการณ์ฉุกเฉินมีประสิทธิภาพสูงสุด ที่ผ่านมาเราได้ทุ่มเทการศึกษาเพื่อหามาตรการเฉพาะสำหรับปัญหาในแต่ละพื้นที่มากเกินไป และไม่ได้ให้เวลาในการพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาแบบองค์รวม (Comprehensive Approaches) เพียงพอ

แผนงานการบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Management Plan) สำหรับแต่ละลุ่มน้ำควรตั้งอยู่บนหลักการพื้นฐานหลายข้อดังนี้ ข้อแรก จะต้องจัดให้มีระดับของการป้องกันขั้นสูงและลดความเสี่ยงคงเหลือ (Residual Risk) ให้น้อยที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเตรียมการป้องกันที่คำนึงถึง

อันตรายต่อชีวิตมนุษย์ในพื้นที่เมืองสำคัญ ๆ ถึงแม้ว่าควรจะมีการกำหนดมาตรฐานการป้องกันที่เป็นรูปแบบเดียวกันทั้งพื้นที่ด้วยก็ตาม ทั้งนี้ต้องพิจารณาด้านเศรษฐกิจร่วมด้วย ข้อที่สอง โลกในปัจจุบันต้องการให้มูลค่าทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Values) รวมเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ไขปัญหาด้วย ซึ่งประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อมหลายประเด็นอาจอยู่ในแผนงานรวมของพื้นที่ชุ่มน้ำและแหล่งที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ แต่นี่ไม่ใช่ตัวแทนของมาตรการลดน้ำท่วมโดยตรง เพราะการฟื้นฟูแหล่งที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการลดระดับความสูงของน้ำท่วมในขณะเกิดน้ำท่วมใหญ่แต่อย่างใด ข้อที่สาม มาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการป้องกันพื้นที่เกษตรกรรมจะต้องได้รับการประเมินเป็นกรณีเฉพาะของแต่ละช่วงลำน้ำ (River Reach Basis) เพื่อกำหนดระดับของการป้องกันที่เหมาะสม (Levels of Protection) และความต้องการของระยะการถอยร่น (Setback Requirement) และในขณะเดียวกันต้องให้ความสำคัญอย่างเต็มที่ต่อการพิจารณาว่ามาตรการนั้น ๆ จะตอบสนองและมีผลต่อส่วนต่าง ๆ ในระบบและระบบทั้งหมดในภาพรวมด้วย ข้อสุดท้าย ต้องนำข้อต่าง ๆ ข้างต้นไปพิจารณาร่วมกับแผนการประกันภัยน้ำท่วม (Flood Insurance Program) ที่ยุติธรรม สอดคล้องกับหลักสากลและน่าเชื่อถือ ซึ่งเรียกร้องให้เจ้าของทรัพย์สินได้รับการประกันภัยจากความเสี่ยงคงเหลือ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีแผนบริหารจัดการพื้นที่น้ำท่วมถึงทั้งในระดับประเทศและระดับท้องถิ่นที่ชัดเจน และกำหนดค่าชดเชยให้ตามความเหมาะสมด้วย

เพื่อให้แน่ใจว่าจะสามารถควบคุมสถานการณ์ได้ทั้งลุ่มน้ำในขณะเกิดน้ำท่วมใหญ่ ดังนั้นจะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ทางวิศวกรรมอย่างเคร่งครัด ในการออกแบบ ก่อสร้าง และการบำรุงรักษาอาคารต่าง ๆ ของระบบ นอกจากนี้จะต้องมั่นใจว่าสามารถบริหารจัดการควบคุมน้ำของอ่างเก็บน้ำทุกอ่างในลุ่มน้ำ และต้องประสานการใช้คันกั้นน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วมในทุก ๆ จุด เนื่องจากจะมีผลกระทบต่อ การป้องกันน้ำท่วมของทั้งระบบ

การควบคุมน้ำท่วม (Flood Control) นั้นจะรวมถึงการบริหารจัดการน้ำท่วมโดยใช้มาตรการด้านสิ่งก่อสร้างและการใช้งานสิ่งก่อสร้างเหล่านั้น และมาตรการที่เหลือทั้งหมดที่มีอยู่เพื่อลดผลกระทบของน้ำท่วมก็คือ “มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง” ซึ่งเป็นเนื้อหาของคู่มือฉบับนี้ แต่ควรจะรู้ว่าแม้ในมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง บางครั้งก็มีสิ่งก่อสร้างอยู่บ้าง เช่น การกันน้ำให้กับอาคารบ้านเรือน อย่างไรก็ตาม สิ่งก่อสร้างในส่วนนี้เป็นเพียงการปรับปรุงอาคารที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมให้สามารถรับมือกับน้ำท่วมได้ หรือเพื่อลดหรือบรรเทาความเสียหายต่ออาคารระหว่างเกิดน้ำท่วม ซึ่งแตกต่างจากงานก่อสร้างอาคารเพื่อปรับเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำ หรือเพื่อการผันน้ำ

ในพื้นที่ซึ่งมีมาตรการด้านสิ่งก่อสร้างอยู่แล้ว หรือกำลังจะสร้างขึ้นใหม่ การประสานรวมกันระหว่างการควบคุมน้ำท่วมเข้ากับการวางแผนและการดำเนินงานตามแนวทางแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเป็นเรื่องสำคัญที่จะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับมาตรการด้านสิ่งก่อสร้างเอง

อีกด้วย ตัวอย่างเช่น ในการนำมาตรการสร้างคันกั้นน้ำ (Levee) มาใช้เพื่อป้องกันพื้นที่ในบางช่วงของลำน้ำ ไม่เพียงแต่จะส่งผลให้ระดับน้ำด้านเหนือน้ำสูงขึ้นอันเป็นผลมาจากการเท้อ (Backwater) เท่านั้น แต่ผลที่เกิดตามมาก็คือความจุเก็บกักน้ำของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Storage) จะหายไป และการที่ความเร็วการไหลหลากของน้ำเพิ่มขึ้นยังส่งผลกระทบต่อรูปแบบของน้ำท่วมทางด้านท้ายน้ำอีกด้วย ซึ่งผลกระทบทั้งสองอย่างนี้จะเปลี่ยนสภาพและเงื่อนไขในการใช้มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง ดังนั้นผู้วางแผนจัดทำอาคารควบคุมน้ำท่วม และผู้ใช้งานอาคาร จะต้องสามารถเข้าถึงขั้นตอนวิธี (Algorithm) และโค้งกฎการควบคุมน้ำ (Rule Curves) ซึ่งได้รวมเอาผลของการลดความเสียหายของมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างที่ได้ปรับให้บรรเทาความเสียหายได้ดีที่สุดในสภาพน้ำท่วมแต่ละระดับมาพิจารณาด้วย การตอบโต้ที่อาจเป็นไปได้นี้ อาจรวมถึงการพังคันกั้นน้ำอย่างจงใจในบางช่วงลำน้ำเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดพังทลายโดยไม่ตั้งใจทางด้านท้ายน้ำ ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายจากน้ำท่วมที่มากกว่าหรือไม่สามารถยอมรับได้ กฎการควบคุมน้ำจะต้องกำหนดให้มีความยืดหยุ่นเคลื่อนไหว สามารถบังคับใช้ในเวลาที่เหมาะสม และสอดคล้องตามกระบวนการรับมือน้ำท่วมที่ได้วางแผนไว้ เช่น การเตือนภัยน้ำท่วม การอพยพ และการบรรเทาทุกข์ ฯลฯ จะเห็นได้ชัดว่าการประสานงานอย่างใกล้ชิดระหว่างบรรดาผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาและองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมและการบริหารจัดการน้ำท่วมเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

1.3 วัตถุประสงค์และการใช้คู่มือ (Purpose and Use of the Manual)

ความหลายหลากของแนวคิด หลักการ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วมนั้น ทำให้ไม่มีเอกสารใดที่สามารถรวบรวมแนวคิดอันซับซ้อนเหล่านี้ไว้ในเล่มเดียวได้ครบถ้วน ดังนั้นคู่มือฉบับนี้จึงถูกออกแบบและพัฒนาเนื้อหาขึ้นมาเพื่อเป็นแหล่งรวบรวมแนวคิดและแหล่งอ้างอิงที่สำคัญ นอกจากนี้ยังได้จัดทำแนวทางปฏิบัติและตารางตรวจเช็ค พร้อมคำอธิบายและตัวอย่าง เพื่อให้ผู้ใช้งานประเมินความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้มาตรการต่าง ๆ ในสถานการณ์นั้นได้โดยเร็ว และบอกแนวทางที่จะดำเนินการต่อไป

เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่ชายฝั่งที่มีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมแต่ละแห่งมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกัน ผู้อ่านคู่มือฉบับนี้จะต้องประเมินทางเลือกเพื่อการประยุกต์ใช้งานกับสถานการณ์ที่กำลังเผชิญอย่างถี่ถ้วน ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงข้อมูลหรือแนวคิดจากเอกสารอ้างอิงที่ระบุ การเลือกใช้และกำหนดแนวทาง และองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะนำไปปฏิบัติจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์

คู่มือฉบับนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับตัวอย่างการประยุกต์ใช้ในหลาย ๆ บท ตัวอย่างต่าง ๆ ถูกเลือกมาเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจอย่างลึกซึ้งในมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างที่สอดคล้อง และการนำไปใช้อย่างได้ผล โดย

ตั้งใจว่าตัวอย่างเหล่านี้ช่วยก่อแนวความคิดได้ อย่างไรก็ตามขอเน้นย้ำว่าไม่ควรถือเอาตัวอย่างเหล่านี้เป็นข้อจำกัด หรือเป็นทางแก้ไขที่ดีที่สุด วิธีการใหม่ ๆ และดุลยพินิจจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นสิ่งที่ต้องนำมาร่วมในกระบวนการตัดสินใจถึงความถูกต้องและเอามาใช้งานได้ของทางเลือกตามตัวอย่างกับสถานการณ์ใหม่

ในเนื้อหาได้นำคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับน้ำท่วมมาใช้ และเพื่อช่วยให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจคำศัพท์เหล่านี้ได้ จึงได้จัดทำอภิธานศัพท์ไว้ในภาคผนวก B คำศัพท์เหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีคำอธิบายสั้น ๆ ไว้ เพื่อช่วยให้ความกระจ่างในเรื่องการใช้และความหมายของคำ และเพื่อช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจแนวคิดที่เกี่ยวข้องในภาพกว้าง

1.4 การเรียบเรียงเนื้อหาในคู่มือ (Organization of the Manual)

แนวทางที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วมสามารถจัดแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

- มาตรการที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (Anticipatory Measures) ซึ่งสามารถประเมิน กำหนดรายละเอียด และดำเนินการได้ในพื้นที่น้ำท่วม เพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นกับทรัพย์สิน
- มาตรการเผชิญเหตุในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Response Measures) ซึ่งสามารถนำไปดำเนินการ เมื่อคาดการณ์ว่าจะมีน้ำท่วม หรือเมื่อใกล้จะเกิดขึ้นจริง หรือกำลังก่อตัวแล้วเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

ด้วยเหตุนี้ จึงได้นำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับมาตรการทั้งสองประเภทนี้ไว้ในคู่มือฉบับนี้ในส่วนที่ 2 มาตรการการวางแผน (Planning Measures) และส่วนที่ 3 มาตรการเผชิญเหตุ (Response Measures) สำหรับส่วนที่ 1 จึงเป็นแค่บทเกริ่นนำและข้อมูลโดยทั่วไปเท่านั้น

ส่วนข้อย่อยที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับองค์ประกอบของมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างได้มีการรวบรวมไว้เพื่อแสดงเนื้อหาดังนี้

- หลักการและวัตถุประสงค์ของมาตรการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้
- บทวิจารณ์เกี่ยวกับข้อกำหนดด้านข้อมูล วิธีการวิเคราะห์ และข้อแนะนำ และเงื่อนไข
- บทวิจารณ์เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้และข้อจำกัด
- ตัวอย่างการใช้งาน และสถานที่ที่สามารถนำไปใช้ได้
- ข้ออ้างอิงเฉพาะสำหรับรายละเอียดและข้อมูลที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

ภาคผนวกจำนวน 5 ภาค เพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติมประกอบด้วย

ภาคผนวก A : บทสรุปชุดบทความ “รายงานประเทศ (Country Papers)” เกี่ยวกับประเด็น

ด้านการบริหารจัดการน้ำท่วมที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างจากประเทศต่าง ๆ รายงานเหล่านี้ให้ข้อมูลที่สำคัญต่อคณะผู้จัดทำคู่มือฉบับนี้

ภาคผนวก B : อภิธานศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในคู่มือฉบับนี้ อภิธานศัพท์นี้สอดคล้องกับพจนานุกรมศัพท์เทคนิคนานาภาษาของ ICID (ICID Multi–lingual Technical Dictionary) ฉบับปรับปรุง ปี ค.ศ. 1966

ภาคผนวก C : บรรณานุกรมเกี่ยวกับเนื้อหาอ้างอิงที่ปรากฏงานวรรณกรรม บรรณานุกรมเป็นการให้ข้อมูลเพิ่ม หรือย้ำ ซึ่งการอ้างอิงในส่วนที่คัดเลือกมาโดยเฉพาะ และปรากฏอยู่ในด้านท้ายของบางบท

ภาคผนวก D : การอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อการให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์กรในระดับชาติและนานาชาติที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมตามหัวข้อต่าง ๆ ในคู่มือฉบับนี้

ภาคผนวก E : ภาพรวมของสมาชิกภาพของคณะทำงานด้านการบริหารจัดการน้ำท่วมแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง ณ วันที่คู่มือฉบับร่างดำเนินการแล้วเสร็จ (สิงหาคม ค.ศ. 1996)

1.5 ข้อจำกัด (Limitations)

คู่มือฉบับนี้นำเสนอแนวทาง แนวคิด และบทวิจารณ์ ซึ่งไม่ได้มีวัตถุประสงค์เขียนเป็นตำราเรียนในหัวข้อดังกล่าว ดังนั้นผู้นำไปใช้จะต้องพิจารณาเกี่ยวกับข้อจำกัดในการนำเนื้อหาไปประยุกต์ใช้ด้วยตนเอง เพื่อให้ไม่เป็นการจำกัดความคิดของตนเอง

- แม่น้ำและลุ่มน้ำทุกแห่งมีน้ำท่วมและลักษณะการเกิดน้ำท่วมเฉพาะที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้น คู่มือฉบับนี้ จึงมีลักษณะเนื้อหาปลายเปิด และเปิดกว้างรอบด้าน และอาจได้รับการเพิ่มเติมหรือแม้แต่แทนที่ด้วยสถานการณ์ และนวัตกรรมในท้องถิ่น
- เงื่อนไขในระดับชาติและระดับท้องถิ่นมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการใช้ได้จริง หรือไม่สามารถใช้ได้ของทางเลือกต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสังคม–การปกครอง (เช่น การจัดเขตพื้นที่น้ำท่วม การแผ้วถางพื้นที่น้ำท่วม และการบังคับด้านการพัฒนาหรือใช้ประโยชน์ที่ดิน องค์กร และการวางแผนงานอพยพ และการประกันภัยน้ำท่วม) ดังนั้น จะต้องประเมินเนื้อหาในคู่มือฉบับนี้ ควบคู่ไปกับบริบททางด้านสังคม–การปกครองในสถานการณ์นั้น ๆ วิธีการแก้ไขที่ใช้ได้ในบางประเทศ หรือบางภูมิภาค อาจยอมรับไม่ได้ทั้งหมด หรือไม่สามารถดำเนินการได้ทั้งหมดในพื้นที่อื่น
- สามารถนำการวิเคราะห์ที่มีพื้นฐานจากความเสี่ยงในเชิงสถิติอย่างซับซ้อนมาใช้การตัดสินใจเกี่ยวกับมาตรการทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าที่สุด หรือเกี่ยวกับขอบเขตที่จะนำมาตรการหนึ่งมาใช้ จะต้องนำแนวคิดและงานวิจัยครั้งล่าสุดมาใช้เพื่อลดความซับซ้อนและความไม่แน่นอน นำไปสู่ระดับการบริหารงานที่ดำเนินการได้จริงในการตัดสินใจ คู่มือฉบับนี้รวมบทวิจารณ์เกี่ยวกับประเด็นสำคัญนี้ อย่างไรก็ตาม ผู้นำไปใช้จะต้องตระหนักว่า จำเป็น

จะต้องมีการวิเคราะห์ให้รอบคอบ ทั้งในเรื่องวิธีการและเงื่อนไขสำหรับแบบจำลองใด ๆ ก่อนที่จะสรุปว่า สามารถนำไปใช้ได้จริงในสถานการณ์ของผู้นำไปใช้งานนั้น ๆ คู่มือนี้ไม่ได้ครอบคลุมรายละเอียดเกี่ยวกับข้อจำกัดทั้งหมดของแบบจำลองแต่ละแบบ

1.6 กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

แนวคิดในการจัดทำคู่มือฉบับนี้ริเริ่มโดยศาสตราจารย์ A. Volker ประเทศเนเธอร์แลนด์ ก่อนการจัดประชุม ICID Congress ที่เมือง Casablanca ในปี ค.ศ. 1987 โดยมีเนื้อหาที่รวบรวมมาจากสมาชิกคณะทำงานด้านการบริหารจัดการน้ำท่วมโดยไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 1–1 รายละเอียดเนื้อหาและผู้เขียน

ลำดับ	เนื้อหา	ผู้เขียน	ประเทศ
ส่วนที่ 1	ขอบเขต (Scope)	P.J.L. Gear	USA
ส่วนที่ 2	มาตรการวางแผน (Planning Measures)		
2–1	การวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยา (Hydrologic Analysis)	Prof. W.E. Watt & Dr. R.B. MacLock	Canada
2–2	การพยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting)	J. Astier	France
2–3	น้ำท่วมจากทะเล (Sea Forecasting)	Prof. A. Volker	Netherland
2–4	การควบคุมการพัฒนาพื้นที่น้ำท่วม (Control of Floodplain Management)	Dr. R.B. MacLock	Canada
2–5	การประกันภัยน้ำท่วม (Flood Insurance)	C. Ballard	Australia
2–6	การกันน้ำท่วม (Flood Proofing)	J. van Duivenjijk	Netherland
2–7	การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (Catchment Management)	J. Astier	France
2–8	การตัดสินใจ (Decision Making)	Prof. I. Ijjas	Hungary
ส่วนที่ 3	มาตรการเผชิญเหตุ (Response Measures)		
3–1	การวางแผนเผชิญเหตุสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉิน (Flood Emergency Response Planning)	Dr. R.B. MacLock	Canada
3–2	การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting)	Dr. S. Bruk	UNESCO
3–3	การเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning)	J. Astier	France
3–4	การอพยพ (Evacuation)	Dr. S. Bruk	UNESCO

ลำดับ	เนื้อหา	ผู้เขียน	ประเทศ
3–5	การช่วยเหลือในสถานการณ์ฉุกเฉินและการบรรเทาทุกข์ (Emergency Assistance and Relief)	Prof. I. Ijjas	Hungary
ส่วนที่ 4	ภาคผนวก (Appendices)		
ภาคผนวก A – รายงานสรุปของแต่ละประเทศ		J. van Duivenjijk	Netherland
ภาคผนวก B – อภิธานศัพท์		Prof. I. Ijjas & J. van Dulvendijk จากร่างเริ่มต้นของ Dr. N.W. Arnell	Hungary/ Netherland/ UK
ภาคผนวก C – บรรณานุกรม			
ภาคผนวก D – องค์กรที่เกี่ยวข้อง			
ภาคผนวก E – สมาชิกภาพ			

การแก้ไขและการรวบรวมในภาพรวมดำเนินการโดยประธานคณะทำงาน P.J.L. Gear และการแก้ไขขั้นสุดท้ายดำเนินการโดย J. van Dulvendijk, ผู้ดำรงตำแหน่งประธานคณะทำงาน (เมื่อกันยายน ค.ศ. 1996) สืบต่อจาก P.J.L. Gear โดยมี J. Astier รองประธานคณะทำงานและ Dr. R.B. MacLock เลขานุการคณะทำงานและ J. van Dulvendijk และ Dr. S. Bruk ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี และได้รับความร่วมมือและข้อแนะนำจาก A.H. Khan (บังคลาเทศ) และ R. Chandra (อินเดีย) และจากคณะกรรมาธิการ WMO เพื่อคณะทำงานด้านอุทกวิทยา ตลอดจน E. Eiker หัวหน้าส่วนชลศาสตร์และอุทกวิทยาของหน่วย US Army Corps of Engineers ที่ช่วยตรวจสอบร่างสุดท้ายอย่างพิถีพิถันและให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงคู่มือฉบับนี้

ขอแจ้งให้ทราบว่า เนื้อหาคู่มือฉบับนี้นำเสนอประสบการณ์และเรื่องราวในแต่ละท้องถิ่นของผู้เขียนแต่ละท่าน เราจึงคาดหวังว่าหากผู้อ่านสามารถเข้ามาให้ข้อมูลเพิ่มเติมในอนาคตจะทำให้คู่มือฉบับนี้ในเวอร์ชั่นต่อ ๆ ไป มีเนื้อหาครอบคลุมประสบการณ์จากภูมิภาคอื่นมากยิ่งขึ้น

สมาชิกของคณะทำงาน ในขณะจัดทำคู่มือฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ในปี ค.ศ. 1996 มีรายชื่อดังแสดงในภาคผนวก E

II–I การวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยา (Hydrologic Analysis)

เขียนโดย W.E. Watt

1.1 วัตถุประสงค์ (Objectives)

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยาภายใต้บริบทของการบริหารจัดการน้ำท่วมมีดังต่อไปนี้

- เพื่อหาขนาดของน้ำท่วมสำหรับประยุกต์ใช้ในการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม การประกันภัยน้ำท่วม การกันน้ำท่วม อาคารควบคุมน้ำท่วม การสู้ภัยน้ำท่วม และการประเมินทางเลือก
- เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำและระดับของน้ำในเวลาจริง โดยถือเป็นส่วนหนึ่งของระบบการพยากรณ์น้ำท่วมและการเตือนภัยในเวลาจริง

หัวข้อเรื่องการพยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting) อธิบายไว้ในบทถัดไป ดังนั้นในบทนี้จะพูดถึงแต่วัตถุประสงค์ข้อแรก คือการหาขนาดของน้ำท่วม ซึ่งแนวคิดพื้นฐานที่ใช้ในการหาขนาดของน้ำท่วมสำหรับการออกแบบมี 2 วิธี คือ (1) การวิเคราะห์ความถี่ทางสถิติ (Statistical Frequency Analysis) และ (2) การจำลองการไหลของน้ำท่า (Streamflow Simulation) โดยอาศัยข้อมูลน้ำฝนและหิมะละลายเป็นข้อมูลนำเข้า การเลือกวิธีที่เหมาะสมไปใช้ขึ้นอยู่กับปัญหาที่เกิดขึ้น และหลักเกณฑ์ที่กำหนดโดยหน่วยงานรัฐเป็นส่วนใหญ่ ยกตัวอย่างเช่น หลักเกณฑ์ทั่วไปในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในประเทศแคนาดาและสหรัฐอเมริกานั้นเป็นค่าระดับน้ำท่วมในรอบ 100 ปี ซึ่งในกรณีนี้วิธีที่เหมาะสมคือการวิเคราะห์ความถี่ทางสถิติ อย่างไรก็ดี ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นก็คือการประเมินยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการน้ำด้วยทางเลือกอื่น ๆ สำหรับเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งทั้งที่เคยเกิดขึ้นในอดีตและตั้งสมมติฐานขึ้นมา ในกรณีนี้วิธีที่เหมาะสมก็คือคือการจำลองการไหลของน้ำท่าโดยพิจารณาจากข้อมูลน้ำฝนและหิมะละลาย

1.2 เกณฑ์น้ำท่วม (Flood Criteria)

1.2.1 ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (Economic Efficiency)

เกณฑ์ด้านประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจเป็นเกณฑ์พื้นฐานที่สามารถประยุกต์ใช้กับงานควบคุมน้ำท่วมที่สร้างขึ้นเพื่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อเศรษฐกิจหรือชุมชนโดยการลดค่าความเสียหายจากน้ำท่วมหรือสามารถพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงให้เกิดประโยชน์ได้ รายละเอียดเกี่ยวกับการนำข้อพิจารณาทางด้านเศรษฐกิจมาใช้ในการออกแบบระบบทรัพยากรน้ำถูกนำเสนอโดย Kulper [7; 8] และ Maas และคณะ [9] การใช้เกณฑ์ด้านประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจโดยหลักการแล้วเป็นเรื่องค่อนข้างง่าย โดยจะต้อง

กำหนดค่าความเสียหายรายปีเฉลี่ยและค่าใช้จ่ายของทางเลือกแต่ละทางเพื่อนำมาพิจารณา เนื่องจากขนาดของน้ำท่วมมีลักษณะเป็นตัวแปรสุ่ม (Random Variable) จึงจำเป็นต้องอาศัยหลักการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อนำมาใช้ประเมินค่าความเสียหายจากน้ำท่วมรายปีคาดการณ์ ทางเลือกที่มีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจสูงสุดคือทางเลือกที่ให้ผลประโยชน์สุทธิ (Net Benefit) สูงสุดและมีค่าใช้จ่ายสุทธิ (Net Cost) ต่ำสุด

ในการดำเนินงานจริง การประยุกต์ใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ ได้ก่อให้เกิดปัญหาหลายประการ ได้แก่ ความไม่แน่นอนในเรื่องผลประโยชน์ การกำหนดปริมาณของสิ่งที่เป็นนามธรรม ความเข้าใจว่าการควบคุมน้ำท่วมเป็นการประกันภัยประเภทหนึ่งที่ผู้จ่ายภาษีของแต่ละประเทศได้ชำระไว้ การเลือกอัตราดอกเบี้ยที่เหมาะสม เงินสนับสนุนในช่วงภาวะเงินเฟ้อ และปฏิสัมพันธ์ของโครงการที่มีองค์ประกอบหลากหลาย เนื่องจากปัญหาเหล่านี้ และแนวทางการวิเคราะห์ต่าง ๆ ที่ต้องทำ ทำให้มีการใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพด้านเศรษฐกิจนี้ถูกนำไปใช้เฉพาะในโครงการขนาดใหญ่เท่านั้น

1.2.2 เกณฑ์ทางสถิติที่กำหนด (Specified Statistical Criteria)

เกณฑ์ทางสถิติที่นิยมใช้มากที่สุดในบริบทของการบริหารจัดการน้ำท่วมคือ รอบการเกิดซ้ำ (Return Period, T) ดังที่กล่าวข้างต้น ระดับน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำ 100 ปี เป็นเกณฑ์ทั่วไปในการกำหนดขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในประเทศแคนาดาและสหรัฐอเมริกา รอบการเกิดซ้ำที่ใช้อาจแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ยกตัวอย่างเช่น ในประเทศบังคลาเทศเลือกใช้ T ในช่วง 10–25 ปี ประเทศเนเธอร์แลนด์เลือกใช้ T ในช่วง 250–1,250 ปี ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยหลักการวิเคราะห์ความถี่ครอบคลุมระดับภูมิภาค หรือระดับสถานี หรือทั้ง 2 แบบร่วมกันมาใช้หาขนาดปริมาณน้ำและระดับน้ำที่รอบ T ปี

รอบปีการเกิดซ้ำที่กำหนดควรเป็นข้อมูลจริงที่สอดคล้องกับฐานข้อมูลที่เกิดขึ้นในภูมิภาค ยกตัวอย่างเช่น เราไม่สามารถคำนวณค่าปริมาณน้ำท่วมในรอบ 100 ปี ด้วยความมั่นใจได้ หากข้อมูลตรวจวัดน้ำมีอยู่เพียงแค่ 10 ปี ซึ่งปัญหานี้ไม่ใช่ปัญหาของประเทศแคนาดาหรือสหรัฐอเมริกา แต่อาจเป็นปัญหาในประเทศอื่น ๆ

1.2.3 เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนและหิมะละลาย (Specified Rainfall and Snowmelt Criteria)

โดยทั่วไปเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนและหิมะละลายมักนำมาใช้สำหรับอาคาร 2 ประเภทคือ (1) ระบบระบายน้ำทิ้งในเมือง (Urban Drainage System) และ (2) เขื่อนใหญ่ (Major Dam) ซึ่งโครงสร้างทั้ง 2 ประเภทนี้ ไม่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมหรือกิจกรรมการบริหารจัดการน้ำท่วมโดยตรง อย่างไรก็ตาม เกณฑ์ดังกล่าวอาจนำมาใช้เป็นครั้งคราวสำหรับการกำหนดขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัย

น้ำท่วม และใช้สำหรับการประเมินทางเลือกยุทธศาสตร์ของการบริหารจัดการน้ำท่วม จากสภาวะน้ำท่วมที่ได้จากข้อมูลตรวจวัดในอดีตหรือจากข้อสมมติฐาน ในกรณีนี้มักจัดทำแบบจำลองเพื่อหาขนาดของน้ำท่วมจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนและหิมะละลาย โดยอาศัยแบบจำลองเหตุการณ์ทางอุทกวิทยาแบบดีเทอร์มินิสติก (Deterministic Hydrologic Event Model)

ข้อพึงระวัง อย่านำข้อมูลน้ำฝนในลุ่มน้ำนั้นมาใช้ หากสาเหตุของน้ำท่วมวิกฤตในพื้นที่ดังกล่าวเป็นผลจากน้ำที่ละลายจากหิมะ

1.2.4 เหตุการณ์น้ำท่วมที่กำหนด (Specified Flood Event)

บ่อยครั้งที่การเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ ๆ มักนำไปสู่การปรับปรุงโครงการป้องกันและควบคุมน้ำท่วมที่มีอยู่ เหตุการณ์น้ำท่วมสูงสุดจะถูกบันทึกไว้เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ ยกตัวอย่างข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมสูงสุดที่ได้รับการบันทึกว่าเป็นครั้งที่ใหญ่ที่สุดที่เคยเกิดขึ้นในประเทศแคนาดา ถูกนำมาใช้ในการออกแบบอาคารควบคุมน้ำท่วม และใช้ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมได้แก่ (1) เหตุการณ์น้ำท่วมในปี ค.ศ. 1894 และ ค.ศ. 1948 ในแม่น้ำเฟรเซอร์ (Fraser River) รัฐบริติชโคลัมเบีย (British Columbia) (2) เหตุการณ์น้ำท่วมปี ค.ศ. 1950 ในแม่น้ำแดง (Red River) เมืองมานิโตบา (Manitoba) และ (3) เหตุการณ์น้ำท่วมเนื่องจากพายุเฮอริเคนในแม่น้ำหลายสายในเมืองโตรอนโต (Toronto) รัฐออนตาริโอ (Ontario)

ข้อพึงระวัง อย่านำเกณฑ์น้ำท่วมในอดีตมาพิจารณา หากพบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินหรืออาคารเก็บกักน้ำที่ส่งผลต่อลักษณะของลุ่มน้ำ

1.3 การวิเคราะห์ความถี่ทางสถิติ (Statistical Frequency Analysis)

1.3.1 หลักการและเหตุผล (Rationale)

ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 1.1 ข้างต้น การวิเคราะห์ความถี่ทางสถิติ (Statistical Frequency Analysis) เป็น 1 ใน 2 วิธีพื้นฐานที่นำมาใช้ เพื่อการหาขนาดของน้ำท่วม เพราะสามารถตอบ 2 คำถามนี้ได้คือ

- ขนาดของน้ำท่วม (ปริมาณน้ำหรือระดับน้ำ) ในรอบ T ปี ที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับเท่าไร
- รอบการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำท่วมหรือระดับน้ำท่วมที่จุดตรวจวัดหรือตามที่ตั้งสมมุติฐานไว้ ที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับเท่าไร

ในหนังสือที่จัดทำให้กับองค์กรอุทกวิทยาด้านน้ำท่วมในประเทศแคนาดา (Hydrology of Flood in Canada) [16] ได้ระบุไว้ว่า

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ความถี่ทางอุทกวิทยาก็เพื่อการตีความเหตุการณ์ทางอุทกวิทยาที่ได้บันทึกไว้ในอดีต เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ซ้ำในอนาคต ขั้นตอนการวิเคราะห์เริ่มจากการเลือกข้อมูลตัวอย่าง และจัดให้อยู่ในรูปของอนุกรมเวลาของข้อมูลที่มีอยู่ จากนั้นทำการทดสอบการฟิตของข้อมูลตัวอย่างกับฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นเพื่อทำการอ้างอิงไปยังข้อมูลประชากรตามสมมติฐานที่กำหนด

เพื่อให้แน่ใจในความถูกต้องของการวิเคราะห์ทางสถิติ ข้อมูลที่ใช้ต้องมีคุณลักษณะเป็นไปตามหลักเกณฑ์ทางสถิติโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ลักษณะสุ่ม (Randomness) ลักษณะความเป็นอิสระ (Independence) ลักษณะความกลมกลืน (Homogeneity) และลักษณะความคงที่ (Stationarity)

1.3.2 แหล่งข้อมูล (Information Sources)

การวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลอุทกวิทยาเป็นขั้นตอนที่ไม่ง่ายนักและมีความซับซ้อนอยู่พอสมควร และเป็นการดีที่สุดหากดำเนินการโดยนักอุทกวิทยาที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในสาขานี้โดยเฉพาะ วิธีที่ดีที่สุดได้กล่าวถึงอย่างละเอียดในหลักสูตรอบรมระยะสั้น และเป็นเรื่องที่อยู่นอกเหนือขอบเขตของเนื้อหาในคู่มือฉบับนี้ สิ่งที่คู่มือนี้ทำได้คือ การให้รายชื่อหนังสือที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับหัวข้อนี้ และอาจมีประโยชน์สำหรับผู้สนใจในเรื่องการวิเคราะห์ความถี่ทางสถิติให้ดียิ่งขึ้น

เนื้อหาในบทที่ 8 ของหนังสือเรื่อง “คู่มืออุทกวิทยาประยุกต์ (Handbook of Applied Hydrology)” ที่เขียนโดย Chow [1] ได้สรุปไว้ถึงความก้าวหน้าของศาสตร์ทางด้านนี้ในยุคต้นของทศวรรษ 1960 และได้รวบรวมรายการหนังสืออ้างอิงไว้จำนวนมาก

รายงานเรื่อง “การศึกษาน้ำท่วมของประเทศสหราชอาณาจักร (UK Flood Studies)” ชุดที่ 1 [11] ประกอบด้วยการทบทวนเนื้อหาอย่างละเอียดในเรื่อง การแจกแจงโอกาสความน่าจะเป็นและเทคนิคการทดสอบการฟิต โดยเฉพาะรายละเอียดฟังก์ชันการแจกแจงแบบ General Extreme Value (GEV) และยังรวมถึงการวิจารณ์ผลของการทดสอบความเป็นอิสระ และความเหมาะสมของการฟิด และแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ของแม่น้ำในประเทศสหราชอาณาจักร

เอกสารของยูเนสโก (UNESCO Monograph) [14] ได้ทบทวนวิธีทางสถิติที่ใช้คำนวณหาปริมาณน้ำท่วมที่นำมาใช้ในหลายประเทศ

หนังสือเรื่อง “วิธีทางสถิติสำหรับอุทกวิทยา (Statistical Methods in Hydrology)” [5] ได้รวบรวมรายละเอียดของแนวคิดของหลักความน่าจะเป็นพื้นฐาน ลักษณะของตัวแปรสุ่ม และการแจกแจงความน่าจะเป็นทั้งแบบไม่ต่อเนื่องและแบบต่อเนื่อง วิธีการวิเคราะห์ความถี่ได้แก่ แบบจำลองการถดถอย

(Regression Model) แบบจำลองหลายตัวแปร (Multivariate Model) แบบจำลองอนุกรมเวลา (Time Series Model) และแบบจำลองทางสโตคาสติก (Stochastic Model)

หนังสือเรื่อง “อุทกวิทยาน้ำท่วมในประเทศแคนาดา (Hydrology of Floods in Canada)” [16] บรรยายเกี่ยวกับขั้นตอนการวิเคราะห์ความถี่น้ำท่วมและตัวอย่างการวิเคราะห์ทั้งในระดับภูมิภาคและระดับสถานีในประเทศแคนาดา

1.3.3 ตัวเลือกสำหรับผู้ใช้งาน (Options for the Users)

ข้อแนะนำต่อไปนี้อาจจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้งานในการประมาณการน้ำท่วมโดยใช้หลักการวิเคราะห์ความถี่ทางสถิติรวมถึงนักวิเคราะห์

- พึงระวังการประมาณค่าต่อออกไป (Extrapolation) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อข้อมูลตัวอย่างมีขนาดสั้น ตามที่กล่าวมาข้างต้น ช่วงข้อมูลตรวจวัดของสถานีใด ๆ เพียงแค่ 10 ปี ถือว่าเป็นฐานข้อมูลที่ไม่ดีนักที่จะนำมาใช้ประมาณการขนาดน้ำท่วมในรอบ 100 ปี
- พึงระวังเรื่องหน่วยงานที่อยู่กระจายตัวกัน กล่าวคือ หน่วยงานที่รับผิดชอบในการสังเคราะห์ข้อมูลน้ำท่วมอาจไม่ทราบว่ารัฐบาลของประเทศมีการสั่งการให้ใช้ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์เป็นการเฉพาะ
- พึงระวังการ Overfitting โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มักเกิดกับข้อมูลตัวอย่างที่มีขนาดสั้น ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ 2 พารามิเตอร์ เช่น ฟังก์ชันล๊อกนอร์มอล (Log Normal) หรือฟังก์ชันกัมเบล (Gumbel) อาจเหมาะสมในการฟิตกับข้อมูลประชากรที่มีขนาดยาวมากกว่าฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ 3 พารามิเตอร์ เช่น ฟังก์ชันล๊อกเพียร์ซันประเภทที่ 3 (Log Pearson Type 3) ถึงแม้ว่าฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ 3 พารามิเตอร์ให้ผลการทดสอบการฟิตดีว่ากับข้อมูลตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก
- ส่งเสริมให้มีการใช้ค่าประมาณการน้ำท่วมในภูมิภาคนั้นเอง หากมีข้อมูลอยู่

1.4 การจำลองการไหลของน้ำท่าจากข้อมูลน้ำฝนและหิมะละลาย (Streamflow Simulation from Rainfall and Snowmelt)

1.4.1 หลักการและเหตุผล (Rationale)

การจำลองการไหลของน้ำท่า (Streamflow Simulation) ซึ่งอาศัยข้อมูลน้ำฝนและหิมะละลายนับเป็นวิธีพื้นฐานวิธีที่ 2 ที่นำมาใช้ในการหาขนาดของน้ำท่วม เพราะสามารถตอบคำถามต่อไปนี้ได้คือ

- ขนาดของน้ำท่วม (ปริมาณน้ำหรือระดับของน้ำ) ที่ตำแหน่งใด ๆ มีค่าเท่ากับเท่าไหร่ เมื่อใส่ค่าข้อมูลนำเข้าได้แก่ น้ำฝน หรือหิมะละลาย และคุณลักษณะของลุ่มน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความชุ่มน้ำ (Wetness of Basin)
- ขนาดของข้อมูลนำเข้าได้แก่ น้ำฝน หรือหิมะละลาย มีค่าเท่าไหร่ที่ทำให้เกิดน้ำท่วมขนาดที่กำหนดที่ตำแหน่งใด ๆ และเมื่อกำหนดคุณลักษณะของลุ่มน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเปียกชื้น

ถึงแม้ว่าวิธีการจำลองการไหลของน้ำท่านี้จัดทำขึ้นโดยอาศัยแบบจำลองคณิตศาสตร์และประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ แต่ก็ยังเกี่ยวข้องกับขั้นตอนที่คำนวณมือ ไม่ว่าจะใช้วิธีใดก็ตาม พื้นที่ระบายน้ำของลุ่มน้ำจะมีลักษณะที่ประกอบด้วยองค์ประกอบของแหล่งเก็บกักน้ำ 3 ประเภท ได้แก่ (1) พื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed) (2) ทางน้ำ (Channel) และ (3) ทะเลสาบหรืออ่างเก็บน้ำ (Lake or Reservoir) ที่เชื่อมโยงกันทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน หรือแบบผสมผสานกัน อัลกอริทึมที่นำมาใช้เพื่อแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ส่วนใหญ่อธิบายไว้ในหนังสืออุทกวิทยาและไม่ได้นำมาอธิบายไว้ในคู่มือฉบับนี้ อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาก็คือ แต่ละอัลกอริทึมอาจมีเพียงแค่หนึ่งพารามิเตอร์หรือหลายพารามิเตอร์ เช่น ระยะเวลาน้ำไหลรวมในลุ่มน้ำ (Time of Concentration, Tc) นับเป็นพารามิเตอร์หลักในการจำลองกระบวนการเคลื่อนตัวของน้ำ เป็นต้น ซึ่งมีค่าผันแปรแตกต่างกันไปในแต่ละลุ่มน้ำ และสามารถประเมินค่าที่ถูกต้องได้โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลตรวจวัดจริง และทำการปรับค่าพารามิเตอร์จนกระทั่งปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลองและจากการตรวจวัดมีค่าใกล้เคียงกัน กระบวนการนี้เรียกว่า การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) ซึ่งมีความจำเป็นหากต้องการให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเป็นที่ยอมรับ

หากการจำลองการไหลของน้ำท่าโดยอาศัยข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ความถี่ที่กำหนดถูกนำมาใช้เพื่อการประมาณค่าโค้งอัตราการไหล–ความถี่ (Discharge–Frequency Curve) ต่อออกไป (Extrapolation) จำเป็นต้องอาศัยความระมัดระวังและดุลยพินิจเป็นอย่างยิ่ง เช่น ปริมาณน้ำฝนที่รอบ 100 ปี อาจไม่ได้ทำให้เกิดน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำ 100 ปี ก็ได้ เนื่องจากสภาพของลุ่มน้ำ เช่น ค่าความชื้นในดินก่อนเกิดน้ำท่วมที่สมมติขึ้นในการวิเคราะห์

1.4.2 แหล่งข้อมูล (Information Sources)

การจัดทำแบบจำลองทางอุทกวิทยาเป็นหน้าที่ของผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจากมีขั้นตอนที่ไม่ง่ายนักและมีความซับซ้อนอยู่พอสมควร และเป็นการดีที่สุดหากพัฒนาโดยนักอุทกวิทยาที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในสาขานี้โดยเฉพาะ อย่างไรก็ดี หัวข้อนี้ถูกรวบรวมเนื้อหาไว้อย่างละเอียดในหลักสูตรอบรมระยะสั้น และอยู่

นอกเหนือขอบเขตของเนื้อหาในคู่มือฉบับนี้ สิ่งที่คู่มือนี้ทำได้คือ การให้รายชื่อหนังสือที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับหัวข้อนี้ และอาจมีประโยชน์สำหรับผู้สนใจในเรื่องการจัดทำแบบจำลองทางอุทกวิทยา

หนังสือเรื่อง “เทคนิคในการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ในงานอุทกวิทยา (Computer Simulation Techniques in Hydrology)” [4] ได้สรุปถึงศาสตร์ในด้านนี้ในยุคกลางทศวรรษ 1970 และได้รวบรวมเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการข้อมูล กระบวนการทางอุทกวิทยา โครงสร้างของแบบจำลองที่คัดเลือก การปรับเทียบ และการประยุกต์ใช้แบบจำลองดีเทอร์มินิสติก

หนังสือเรื่อง “ระบบทางอุทกวิทยา : การสร้างแบบจำลองฝน–น้ำท่า (Hydrologic Systems : Rainfall–Runoff Modelling)” ชุดที่ 1 [12] และ “การสร้างแบบจำลองลุ่มน้ำ (Watershed Modelling)” ชุดที่ 2 [13] ให้ข้อมูลรายละเอียดของเทคนิคของแบบจำลองไว้ค่อนข้างมาก

หนังสือเรื่อง “คู่มืออุทกวิทยาน้ำท่วม (Flood Hydrology Manual)” [1] เป็นตัวอย่างคู่มือที่จัดทำโดยหน่วยงานของรัฐ : US Bureau of Reclamation ซึ่งมีข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลอง และการวิเคราะห์ความถี่ทางสถิติ

นอกจากนี้หัวข้อเรื่องของการจำลองระบบ (Simulation) มีการแนะนำไว้หรือกล่าวถึงอย่างละเอียดในหนังสืออุทกวิทยาเกือบทุกเล่ม

1.4.3 วิธีการ (Approach)

ข้อพึงระวังดังต่อไปนี้อาจจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้ค่าน้ำท่วมประมาณการซึ่งเป็นผลที่ได้จากแบบจำลอง

- พึงระวังค่าประมาณการน้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลองที่ยังไม่ได้ปรับเทียบ
- พึงระวังแบบจำลองที่มีความซับซ้อนเกินควร

1.5 เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Chow, V.T. (1964). *Handbook of applied hydrology*. New York: McGraw–Hill Book Company.

[2] Cudworth, A.G. (1989). *Flood hydrology manual*. Denver: Bureau of Reclamation, Department of the Interior.

[3] Fattorelli, S., et al. (1995). *Integrating radar and remote sensing techniques of rainfall estimation in hydrological applications for flood hazard mitigation–The*

European contribution: perspectives and prospects. ERU n. 16494 Brussels: European Commission, Directorate for Science, Research and Development.

[4] Fleming, G. (1975). *Computer simulation techniques in hydrology*. New York: Elsevier.

[5] Haan, C.T. (1977). *Statistical methods in hydrology*. Iowa: Iowa State University Press, Ames.

[6] Kraijenhoff, D.A., & Moll, J.R. (1986). *River flow modeling and forecasting*. Dortrecht: D. Reidel Publishing Company.

[7] Kuiper, E. (1965). *Water resources development*. London: Butterworths.

[8] Kuiper, E. (1971). *Water resources project economics*. London: Butterworths.

[9] Maass, A., et al. (1962). *Design of water resources systems*. Massachusetts: Harvard University Press, Cambridge.

[10] Nemec, J. (1986). *Hydrological forecasting–design and operation of hydrological forecasting systems*. Dortrecht: D. Reidel Publishing Company.

[11] NERC. (1975). *Flood studies report: volume I, hydrological studies*. London: Natural Environment Research Council.

[12] Singh, V.R. (1988). *Hydrological systems–rainfall runoff modelling, volume I*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.

[13] Singh, V.R. (1988). *Hydrological systems–watershed modelling, volume II*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.

[14] Sokolov, A.A., Rantz, S.E., & Roche, M. (1976). *Floodflow computation: methods compiled from world experience* (Studies and Reports in Hydrology, No. 22). Paris: UNESCO Press.

[15] US Army Corps of Engineers. (1994). *Engineer manual 1110–2–1994 flood–runoff analysis*.

[16] Watt, W.E., Lathem, K.M., Neill, C.R., Richards, T.L., & Rouselle, J. (1989). *Hydrology of Flood in Canada: a guide to planning and design*. Ottawa: National Research Council of Canada.

[17] World Meteorological Organization. (1994). *Guide to hydrological prentices–fifth edition. WMO–No. 168, data acquisition and processing, analysis, forecasting and other applications*. Geneva, Switzerland.

II–II การพยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting)

เขียนโดย J. Astier

2.1 หลักการและวัตถุประสงค์ (Principles and Objectives)

หลายภูมิภาคในโลกไม่ว่าจะเป็นประเทศอุตสาหกรรมหรือประเทศกำลังพัฒนากำลังประสบกับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม และถึงแม้ว่าได้มีความพยายามอย่างมากมายในอดีตตั้งแต่ยุคประวัติศาสตร์ ไม่ว่าจะโดยกลุ่มอารยะธรรมใด หรือโดยรัฐต่าง ๆ เพื่อปกป้องตนเอง แต่ยังไม่มีประเทศใดเลย ไม่ว่าจะร่ำรวยหรือมีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีขนาดไหนที่จะประสบความสำเร็จในการสร้างที่กำบังให้รอดจากภัยน้ำท่วมได้ทั้งหมดและอย่างเด็ดขาด ที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะเหตุผลที่เข้าใจได้ง่ายดังต่อไปนี้

- ในโลกนี้ แม่น้ำเป็นแหล่งของชีวิตและระบบที่สร้างความอุดมสมบูรณ์ เช่น เป็นแหล่งน้ำดื่ม การชลประทาน พลังงาน การจราจรทางน้ำ การประมง ฯลฯ ดังนั้นมนุษย์จึงต้องพึ่งพิง สร้างชีวิต และที่อยู่อาศัย ตามริมฝั่งแม่น้ำ
- หุบเขาตะกอนน้ำพาจัดเป็นพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรมที่อุดมสมบูรณ์ที่สุดและเข้าถึงได้ง่ายที่สุด เป็นแหล่งรองรับชีวิตขั้นพื้นฐาน และแหล่งทรัพยากรเพื่อการพัฒนาสำหรับทุกประเทศ
- การกำจัดความเสี่ยงภัยน้ำท่วมให้ออกไปจากพื้นที่เหล่านี้อย่างเด็ดขาด จำเป็นจะต้องสร้างอาคารขนาดมหึมาซึ่งย่อมเกินความสามารถทางเศรษฐกิจ แม้แต่กับประเทศที่มั่งคั่งที่สุดก็ตาม ยิ่งไปกว่านั้น งานดังกล่าวจำเป็นต้องโยกย้ายหรือเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ของโครงสร้างที่สร้างไว้แต่ดั้งเดิม ตั้งแต่เมือง การสื่อสาร และโครงข่ายการเกษตรและเศรษฐกิจทั้งหมดที่ตั้งอยู่สองฝั่งแม่น้ำ และในที่ราบตะกอนน้ำพาของประเทศนั้น ๆ

ดังนั้นระดับของการป้องกันน้ำท่วมจึงถูกจำกัดอย่างหลีกเลี่ยงมิได้ และส่วนใหญ่เลือกป้องกันที่ระดับรอบการเกิดซ้ำอยู่ที่เพียงระหว่าง 10 ปี และ 100 ปี ในบางกรณีการพยากรณ์น้ำท่วมและการเตือนภัยน้ำท่วมที่ควบคู่กันไปอาจเป็นหนทางที่แท้จริงที่ช่วยให้หน่วยงานและบุคคลสามารถลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับคนและทรัพย์สินในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อภัยน้ำท่วมได้

ไม่ว่าช่วงเวลาเตือนภัยก่อนน้ำท่วมจะนานหรือสั้นซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่ระบายน้ำและตัวแปรทางด้านอุทก–อุตุนิยมวิทยา การพยากรณ์น้ำท่วมทำให้สามารถคาดการณ์ความคืบหน้าของน้ำ ทำให้หน่วยงานที่รับผิดชอบและประชาชนที่เกี่ยวข้องสามารถทำการตัดสินใจทั้งในเรื่องตัวคน วัสดุ และองค์กร เพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วมที่คุกคามใกล้ตัว

การตัดสินใจเหล่านี้มีตั้งแต่การตอบสนองที่ทำเป็นประจำ เช่น การเปลี่ยนคำสั่งการปฏิบัติการของเขื่อน การเปิดหรือปิดบานประตู การพร่องน้ำล่วงหน้าเพื่อเพิ่มความจุรับน้ำ ฯลฯ ไปจนถึงคำสั่งเชิงป้องกัน เช่น ห้ามการสัญจรทางน้ำในช่องทางสำคัญ ๆ ไปจนถึงมาตรการฉุกเฉิน เช่น การประกาศเตือนภัยสาธารณะชน การอพยพและให้ความช่วยเหลือประชาชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงสูง หรือการสั่งให้มีการทำลายคันกั้นน้ำท่วมบางแห่งที่วางแผนไว้

หลักการพื้นฐานของการพยากรณ์น้ำท่วมคือ การวิเคราะห์และตีความข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาจากเหตุการณ์ก่อนหน้าหรือเหตุการณ์ที่กำลังเริ่มต้น (ตัวแปรเข้า) ซึ่งก่อให้เกิดหรือมีส่วนเกี่ยวข้องกับการก่อตัวของน้ำท่วมในพื้นที่อื่น ๆ ทางด้านท้ายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำ ณ เวลาใด ๆ ในอนาคต (ตัวแปรออก) ระยะเวลาที่ห่างกันระหว่างการได้มาซึ่งข้อมูลกับการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ที่คาดการณ์ไว้จริงอาจจะมีตั้งแต่หนึ่งชั่วโมง หรือน้อยกว่านั้นในพื้นที่ลุ่มน้ำเล็ก ๆ ไปจนถึงหลายวันในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดหลายร้อยหลายพันตารางกิโลเมตร ที่ใดที่ลุ่มน้ำมีขนาดครอบคลุมหลายประเทศซึ่งเป็นสถานการณ์ที่พบเห็นได้ทั่วไป จำเป็นที่จะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลอุทกวิทยากันอย่างเปิดเผย ประเทศที่อยู่ท้ายน้ำต้องสามารถเข้าถึงข้อมูลของประเทศต้นน้ำได้ในเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถเตรียมการสำหรับน้ำท่วมที่ใกล้จะมาถึง

ข้อมูลหลักที่นำมาใช้เป็นตัวแปรนำเข้าในการพยากรณ์น้ำท่วม ได้แก่

- ข้อมูลฝนที่เกิดขึ้นก่อนหน้า (Antecedent Precipitation) ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
- ระดับความอิ่มตัวของน้ำในดิน (Soil Saturation Level) ที่จุดต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
- ปริมาณน้ำท่า (Streamflow) ของสถานีตรวจวัดต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำด้านเหนือจุดที่พิจารณา
- กองหิมะและอุณหภูมิ (Snow Pack and Temperature) ของลุ่มน้ำซึ่งเคยเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมจากหิมะที่ละลาย
- ปริมาณน้ำเก็บกักและระดับน้ำเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ (Water Storage Capacity and Levels in Reservoirs) ใด ๆ ในลุ่มน้ำ

นอกจากนี้ อาจนำเอาข้อมูลการพยากรณ์ทางด้านอุตุนิยมวิทยาในเรื่องของความเสี่ยง ตำแหน่งและปริมาณน้ำฝนที่พยากรณ์ได้มาใช้ในการพิจารณา ถ้าเหมาะสมกับขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำและกรอบเวลาการทำการพยากรณ์น้ำท่วม

โดยปกติแล้ว การพยากรณ์น้ำท่วมแสดงอยู่ในรูปของการคาดการณ์ “ระดับน้ำ (Water Stage/Water Level) หรืออัตราการไหลของน้ำ (Discharge)” ที่เวลาใด ๆ ในอนาคต ณ จุดท้ายน้ำใด ๆ ที่กำหนด นอกจากนี้ ถ้าเหมาะสม การพยากรณ์น้ำท่วมอาจให้ข้อมูลเกี่ยวกับระดับน้ำที่สูงที่สุดและเวลาที่จะเกิดขึ้นได้ มันเป็นสิ่งที่ชัดเจนว่ายิ่งพยากรณ์ล่วงหน้าไว้นานเท่าไรความถูกต้องแม่นยำก็ยิ่งลดลง ดังนั้น

จึงต้องจำกัดเวลาที่เกี่ยวข้องเพื่อหลีกเลี่ยงการส่งข้อมูลเตือนภัยที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจมีผลต่อความน่าเชื่อถือของผลการพยากรณ์ในหมู่ประชาชนที่เสี่ยงภัย

2.2 ข้อมูลพื้นฐานที่ต้องการ (Basic Data Required)

คุณภาพของระบบพยากรณ์น้ำท่วมขึ้นอยู่กับคุณภาพและปริมาณของข้อมูลอุทกวิทยาและข้อมูลทางด้านชลศาสตร์ของลุ่มน้ำที่เกี่ยวข้องที่รวบรวมได้ การทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล ถ่ายโอน หรือประมวลผลข้อมูล (ที่จะได้กล่าวถึงต่อไป) ก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน

ข้อมูลที่ต้องการถูกนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- เพื่อให้เกิดการพัฒนาความเข้าใจถึงลักษณะทางภายภาพพื้นฐานซึ่งควบคุมการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำ (อิทธิผลจากฝน ก้อนหิมะ ลักษณะของการเก็บความชื้นในดิน อาคารควบคุมน้ำที่มีอยู่ ระยะเวลาน้ำไหลรวม (Time of Concentration) ปริมาณน้ำจากลำน้ำสาขา พฤติกรรมด้านชลศาสตร์ของทางน้ำสายหลักและสายอื่นด้านข้าง หรือทางเบี่ยงน้ำ อิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล ลักษณะอันเป็นข้อจำกัดอื่น ๆ)
- เพื่อให้เกิดการศึกษาด้านสถิติทางอุทกวิทยาสำหรับกำหนดความเสี่ยงที่เกิดจากความถี่น้ำท่วมต่าง ๆ (ระดับน้ำ ความเร็วกระแสน้ำ ระยะเวลาการท่วม ฯลฯ) และจะเป็นการดีหากรวมอิทธิพลความผันแปรตามฤดูกาลเข้าไปด้วย
- เพื่อให้มีการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ทางด้านพฤติกรรมชลศาสตร์ของลำน้ำและพื้นที่น้ำท่วมที่ได้รับการปรับเทียบค่า สำหรับวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อน้ำท่วมและกระแสน้ำ จากอาคารที่มีอยู่เดิมหรือที่สร้างใหม่ในเขตน้ำท่วม (เช่น การเปลี่ยนแปลงของ Lag Time การเปลี่ยนแปลงของยอดน้ำท่วม ปริมาณน้ำล้น ระยะเวลาของการท่วม ฯลฯ)
- เพื่อให้สามารถคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ให้ผลดีที่สุด
- เพื่อคัดเลือกพารามิเตอร์ที่สำคัญต่อขั้นตอนการพยากรณ์และการวิเคราะห์มากที่สุดและนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด
- เพื่อปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในวิธีพยากรณ์ที่เลือกใช้
- เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
- เพื่อป้อนข้อมูลเข้าสู่แบบจำลองการพยากรณ์น้ำท่วมได้ทันเวลาในขณะที่น้ำท่วมก่อตัว

ถึงแม้ว่าจะยังไม่มีการกำหนดช่วงความยาวของข้อมูลที่ใช้ให้ชัดเจน แต่พบว่ามีความจำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลการตรวจวัดอุทก-อุตุวิทยาอย่างน้อยที่สุดเป็นระยะ 10 ปี เพื่อพัฒนาระบบพยากรณ์น้ำท่วมที่เชื่อถือได้ ระบบที่พัฒนาขึ้นจะได้รับการปรับปรุงจากฐานข้อมูลที่เพิ่มขึ้นทุกปี อย่างไรก็ตาม ด้วยข้อจำกัดของช่วงความยาวของข้อมูลที่ค่อนข้างสั้น ดังนั้นในการเก็บข้อมูลดังกล่าวจึงมีความสำคัญที่

จะต้องรวบรวมข้อมูลของน้ำท่วมขนาดต่าง ๆ ให้มากพอ และครอบคลุมพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศต่าง ๆ กัน (เช่น ต้นกำเนิดของลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำย่อยที่แตกต่างกัน เหตุการณ์ฝนตกที่ต่างกัน ความรุนแรงและระยะเวลาที่ตก ฤดูกาลที่ต่างกัน หรือสภาพเริ่มต้นที่ต่างกัน)

จำนวนตัวแปรนำเข้า (Input Parameters) ที่จำเป็นต้องมีการตรวจวัดขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ ธรรมชาติของระบบอุทกวิทยา (หิมะ ฝน) และการแปรเปลี่ยนของข้อมูลที่แตกต่างกันไปในลุ่มน้ำ (ฝน หิมะ อุณหภูมิ อัตราการซึม) ช่วงเวลาและระยะเวลาของการตรวจวัด (เช่น การวัดปริมาณฝนทุกช่วงเวลา 10 นาที หรือ 1 ชั่วโมง หรือ 6 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง หรือหลายวัน) ขึ้นอยู่กับขนาดและพฤติกรรมทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ

ข้อมูลฝนนับเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการพยากรณ์น้ำท่วมเนื่องจาก

- เป็นตัวแปรที่ตรวจวัดได้ง่าย
- เป็นส่วนประกอบหลักของสาเหตุการก่อตัวของน้ำท่วม
- เป็นตัวแปรที่ใช้คาดการณ์การก่อตัวของน้ำหลากล่วงหน้า
- เป็นตัวแปรที่ได้ทุ่มเทความพยายามอย่างมากกับตัวแปรนี้เพื่อการปรับปรุงการพยากรณ์น้ำท่วม (แบบจำลองอุตุนิยมวิทยา)

คุณภาพของการตรวจวัดเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งต่อคุณภาพของการพยากรณ์โดย 2 พารามิเตอร์หลักซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของการพยากรณ์ที่ไม่แน่นอน ได้แก่

- การตรวจวัดปริมาณการไหลของน้ำจำเป็นจะต้องมีสถานีตรวจวัดที่เชื่อถือได้ มีเสถียรภาพและสามารถใช้วัดได้ในขณะที่มีปริมาณน้ำหลากสูง โดยมีโค้งอัตราการไหล-ระดับ (Rating Curve) ที่คงที่ทุกสภาพการไหลของน้ำ
- การตรวจวัดระดับการซึมน้ำและอัตราการอิ่มน้ำในดิน ข้อมูลเหล่านี้มักไม่ค่อยมีการตรวจวัดและต้องใช้อุปกรณ์ตรวจวัดที่หายากและเป็นเครื่องมือหนัก เช่น เครื่องหยั่งวัดแบบนิวตรอน แต่มีความสำคัญอย่างมากสำหรับการพยากรณ์น้ำท่วม เพราะช่วยหาค่าพฤติกรรมการดูดซับน้ำในดินและเป็นข้อมูลที่สำคัญในการพยากรณ์ที่ทำการแปลงปริมาณน้ำฝนเป็นปริมาณน้ำท่า

อาจนำเอาค่าข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดในลำน้ำมาใช้แทนค่าข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำที่ทำการตรวจวัดได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแม่น้ำขนาดใหญ่และลุ่มน้ำขนาดใหญ่ โดยการพยากรณ์น้ำท่วมอยู่ในรูปของระดับน้ำ ณ ตำแหน่งใด ๆ ในลำน้ำทางด้านท้ายน้ำ ในกรณีนี้ ไม่สามารถนำเอาแบบจำลองที่มีพื้นฐานบนพฤติกรรมทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำมาประยุกต์ใช้ได้ คงใช้ได้เพียงแบบจำลองที่อาศัยความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างข้อมูลนำเข้ากับข้อมูลนำออกเท่านั้น

2.3 วิธีการพยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting Methods)

การพยากรณ์น้ำท่วมสามารถนำมาใช้ได้กับพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดไม่กี่ตารางกิโลเมตร (เช่น พื้นที่ชุมชนเมืองที่สร้างขึ้นในพื้นที่ลาดชันซึ่งได้รับผลจากปริมาณฝนตกหนักในเวลาอันสั้น และทำให้เกิดน้ำหลากปริมาณมากในบริเวณพื้นที่เมือง) ไปจนถึงพื้นที่ตะกอนน้ำพา (Alluvial Basin) ขนาดใหญ่ซึ่งครอบคลุมพื้นที่หลายแสนตารางกิโลเมตร วิธีการพยากรณ์น้ำท่วมที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นสำคัญ

2.3.1 วิธีการแปลงน้ำฝนเป็นน้ำท่า (Method of Transformation of Rainfall into Flow)

สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กตั้งแต่ 10–100 ตารางกิโลเมตร การเคลื่อนตัวของน้ำท่วมใช้เวลาสั้น และการตรวจวัดปริมาณน้ำหรือระดับน้ำที่จุดใดจุดหนึ่งในพื้นที่ลุ่มน้ำก็สามารถให้ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำหรือระดับน้ำที่จุดใดจุดหนึ่งด้านท้ายน้ำเพื่อการเตือนภัยก่อนหน้าได้ไม่นานนัก (เช่น ½–2 ชั่วโมง) ในกรณีเช่นนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้แบบจำลองการแปลงรูป (น้ำฝนเป็นน้ำท่า) ในการพยากรณ์น้ำท่วมซึ่งทำให้สามารถคาดการณ์การก่อตัวของปริมาณน้ำหลากได้

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มักใช้ในงานอุทกวิทยาสามารถนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อการนี้ได้ ซึ่งจะประกอบด้วย

(1) กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph)

กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าได้มาจากแบบจำลองการแปลงรูป (Transfer Function Model) ซึ่งสามารถแปลงค่าฝนใช้การไปเป็นกราฟน้ำท่าได้ แบบจำลองนี้พัฒนาในช่วงทศวรรษที่ 1930 โดยนักวิชาการจากประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่ Sherman และต่อมาคือ McCarthy, Linsley, Kohler, Paulus, Williams, Mitchell ฯลฯ และหน่วยงาน US Soil Conversation Service นำมาใช้งานในรูปแบบที่ง่ายขึ้น และนักวิชาการจากประเทศฝรั่งเศสโดย CEMAGREF ได้นำมาประยุกต์ใช้ในชื่อวิธี SOCOSE

(2) กราฟน้ำท่าสังเคราะห์ (Synthetic Hydrograph)

วิธีนี้ถูกพัฒนาในประเทศฝรั่งเศสโดย Larrieu วิธีนี้มีความก้าวหน้ากว่าวิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าเพราะได้นำเอาแนวคิด Isochronism ซึ่งเป็นการนำเข้าข้อมูลที่จุดต่าง ๆ ของลุ่มน้ำมาใช้

(3) แบบจำลองแบบมีอ่างเก็บน้ำ (Models with Reservoirs)

แบบจำลองนี้พัฒนาในช่วงทศวรรษที่ 1930 เช่นกัน แบบจำลองอ่างเก็บน้ำแบบเชิงเส้น (Linear Regression Model) ยอมให้มีการหาการเคลื่อนตัวของน้ำ (Routing) จากส่วนต่าง ๆ ของลุ่มน้ำรวมทั้งอ่างเก็บน้ำด้วย และรวมปริมาณการไหลของน้ำที่จุดออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำเข้ากับปริมาณการระบายน้ำจากระบบอ่างเก็บน้ำ (โปรดอ่านงานของ Zoch, Nash, Dodge, Linsley และ Crawford สำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลอง STANFORD และงานของ Dawday, O'Donnel, Litchy, Kulandaiswamy, Sugawata และ Mruyama, Schenieveld,Girard, Fontin และ Charbonneau, Cormary, Lacriox ฯลฯ)

(4) แบบจำลองการแปลงรูปอื่น ๆ (Other Transformation Models)

นอกจากแบบจำลองพื้นฐานต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีแบบจำลองอื่น ๆ ที่ได้รวมเอาแนวคิดเรื่องการแปลงรูป (Transformation) การกักเก็บ (Storage) และการเคลื่อนตัวของน้ำ (Routing) ซึ่งได้รับการพัฒนาในหลาย ๆ ประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบจำลองที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานอุทกวิทยาเขตเมือง เช่น แบบจำลอง McPherson แบบจำลอง Desbordes แบบจำลอง Ribstein แบบจำลอง Sauiter แบบจำลอง Deleur แบบจำลอง RERAM และแบบจำลอง STORM

2.3.2 แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม (Flood Routing Models)

ในอีกด้านหนึ่ง เป็นกรณีของพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ เช่น ใหญ่กว่า 100,000 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีระยะเวลาการเคลื่อนตัวของน้ำท่วมจากจุดหนึ่งของพื้นที่ลุ่มน้ำไปยังอีกจุดหนึ่งนานกว่าที่ที่ใช้ในแบบจำลองการแปลงรูป ในกรณีนี้การพยากรณ์น้ำท่วมที่จุดท้ายน้ำสามารถทำได้จากการนำข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้มาจากการแปลงน้ำฝนเป็นน้ำท่า และใช้อัตราการไหลหรือส่วนหนึ่งของกราฟน้ำท่าที่จุดหนึ่งด้านเหนือน้ำเป็นตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variables) ซึ่งสำหรับแนวทางนี้ผู้ใช้งานจะต้องประเมินกราฟน้ำท่าด้านเหนือน้ำซึ่งอาจเพิ่มเติมด้วยกราฟน้ำท่าจากลำน้ำสาขาซึ่งจะเปลี่ยนรูปและเคลื่อนตัวไปยังจุดด้านท้ายน้ำในบริเวณพื้นที่ที่ต้องมีการพยากรณ์น้ำท่วม

วิธีการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำนี้เป็นการนำเอาสมการ Saint–Venant ในวิชากลศาสตร์ของไหลมาประยุกต์ใช้แบบง่าย โดยการใช้หลักการการอนุรักษ์มวลสาร (Preservation of Matter) (สมการการไหลต่อเนื่อง (Continuation Equation)) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation) (สมการพลวัต (Dynamic Equation)) วิธีนี้สามารถประยุกต์ใช้กับการไหลทิศทางเดียวในทางน้ำ (ทางน้ำหลักหรือทางน้ำย่อย) หรือนำมาประยุกต์ใช้กับการไหลหลายทิศทางทั่วพื้นที่น้ำท่วมก็ได้

ฝรั่งเศสเป็นประเทศแรก ๆ ที่ทำการพยากรณ์น้ำท่วมโดยใช้วิธีเอมไพริกัลตัวอย่างเช่น การพยากรณ์น้ำท่วมในแม่น้ำเซน (Seine River) โดย Belgrand ในปี ค.ศ. 1854 และยังเป็นหนึ่งในประเทศแรก ๆ ที่พัฒนาวิธีที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นโดยใช้สมการอย่างง่ายสำหรับวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำท่วม เช่น

วิธีเบเช็ท (Bachet Method) ที่ใช้ในปี ค.ศ. 1934 ในลุ่มน้ำลัวร์ (Loire River Basin) วิธีหลังนี้ได้รวมการแปลงรูป 2 ขั้นตอนต่อเนื่องกันเข้ากับกราฟน้ำท่าด้านเหนือน้ำ (วิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำจากนั้นเป็นการลดยอดของกราฟน้ำท่า) ซึ่งถูกนำมาใช้โดยนำเอา “กฎเบเช็ท (Bachet Rule)” มาช่วย และเริ่มใช้การประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์นับจากนั้นเป็นต้นมา

ไม่นานนักหลังจาก Bachet ในประเทศฝรั่งเศส McCarthy ในประเทศสหรัฐอเมริกาก็ได้พัฒนาวิธีมัสกิงกัม (Muskingum Method) (เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาซึ่งได้ดำเนินการเพื่อป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่น้ำท่วมหุบเขามัสกิงกัม) ซึ่งพิจารณาถึงฟังชั่นปริมาตรเก็บกักของแม่น้ำ ในขณะที่พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำไหลเข้า (Inflow) กับน้ำไหลออก (Outflow) ในรูปสมการเชิงเส้นแทนสมการพลวัต Saint–Venant อีกวิธีหนึ่งที่แนะนำโดยชาวรัสเซียชื่อ Kalmin มาจากข้อเท็จจริงที่ว่ามีความสัมพันธ์ที่เป็นเอกลักษณ์ระหว่างอัตราการไหลที่ช่วงลำน้ำหนึ่งและระดับน้ำในช่วงลำน้ำถัดไปที่ช่วงเวลาเดียวกัน วิธีนี้ได้รับการพัฒนาต่อมาในประเทศญี่ปุ่นโดย Hayami ในปี ค.ศ. 1951 และได้มีวิธีเอมไพริกัลอีกหลายวิธีที่ได้รับการพัฒนาเพื่อเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำท่วมอย่างง่าย เช่น วิธี Working–Value วิธี Lag และแบบจำลองที่ใช้หลักการแพร่ของคลื่น (Models Considering Wave Diffusion)

การเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณน้ำท่วมและค่าของยอดน้ำสูงสุดที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีการพัฒนาบางส่วนได้รับการประมาณโดยการใช้แบบจำลองแบบพารามิเตอร์กระจายตัว (Distribution Model) เช่น แบบจำลองคลื่นจลน์ (Kinematic Wave Model) ของ Sueishi และแบบจำลองการกักเก็บแบบกระจายตัว (Distributed Storage Model) ของ Hata จากประเทศญี่ปุ่น

ถึงแม้ว่า คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ในปัจจุบันมีสมรรถนะมากพอทำให้สามารถพัฒนาแบบจำลองซึ่งใช้สมการ Saint–Venant ได้อย่างสมบูรณ์ ก็ยังใช้เวลาในการคำนวณเวลานานพอสมควร ด้วยเหตุนี้แบบจำลองเหล่านี้จึงมักใช้เพื่อการศึกษาทางชลศาสตร์ทั่วไป สำหรับระบบการเตือนภัยน้ำท่วมซึ่งจำเป็นต้องใช้แบบจำลองที่สามารถทำงานได้รวดเร็ว และตอบสนองต่อการจำลองผลของน้ำท่วมพยากรณ์ขนาดต่าง ๆ จำเป็นจะต้องใช้คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีสมรรถนะน้อยกว่า ดังนั้น แบบจำลองอย่างง่าย เช่น วิธีมัสกิงกัมจึงยังใช้งานกันอยู่

2.3.3 แบบจำลองการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Models)

วิธีนี้มีพื้นฐานมาจากอัลกอริธึมการถดถอยพหุคูณระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งถูกกำหนดค่าที่ช่วงเวลาในอนาคต (t+i) และตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variables) ที่วัดได้จากช่วงเวลาก่อนหน้านี้ (t–i) ตัวแปรนำเข้าที่จำเป็น ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำ ระดับน้ำหรือปริมาณน้ำที่ตรวจวัดได้ของสถานีด้านเหนือน้ำที่ระยะเวลา t–i และระดับน้ำหรือปริมาณน้ำของสถานีที่จะพยากรณ์ที่ระยะเวลา t หรือ t+i

อัลกอริธึมนี้ไม่คำนึงถึงการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ แต่นำเอาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างตัวแปรอธิบาย (ตัวแปรอิสระ) และตัวแปรที่คำนวณหา (ตัวแปรตาม)

การกำหนดตัวแปรนำเข้าจำนวนมากมาใช้ในแบบจำลองและยอมรับว่าต้องใช้เวลาในการปรับเทียบและคำนวณนานขึ้น อาจทำให้คิดไปว่าคุณภาพของการพยากรณ์น่าจะดีขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากตัวแปรนำเข้าส่วนใหญ่จะมีสหสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง ดังนั้น คุณภาพของการพยากรณ์มักไม่ดีมากขึ้นเท่าไร จากการนำตัวแปรมากกว่า 3–4 ตัวมาใช้ บางกรณีอาจนำเอาตัวแปรซ้ำซ้อน (Redundant Variables) จำนวนหนึ่งมาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนข้อมูลพื้นฐานที่ได้เลือกมาใช้แล้ว ตัวอย่างเช่น เพื่อการอุดช่องโหว่ของข้อมูลบันทึก หรือเมื่อคุณภาพของข้อมูลไม่ดีพอ

มีการนำเอาวิธีหลายวิธีที่มีขั้นตอนการวิเคราะห์แตกต่างกันมาใช้ เช่น

- สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)
- DPFT (เป็นภาษาฝรั่งเศสแปลว่า ผลต่างลำดับแรกของฟังก์ชันการเปลี่ยนรูป)
- วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Recursive Least Squares, RLS)
- วิธีการถดถอยแบบริดจ์ (Ridge Regression)
- การโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)
- แบบจำลองอนุกรมเวลา ARMAX (Autoregressive–Moving Average with Exogenous Input)
- แบบจำลองระบบเชิงเส้นแบบมีเงื่อนไข (Constrained Linear System, CLS)

แบบจำลองบางแบบสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเองนั่นคือ การปรับเทียบจะปรับเปลี่ยนค่าโดยอัตโนมัติระหว่างที่เหตุการณ์กำลังเกิดขึ้น โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ได้จากการพยากรณ์กับค่าที่ตรวจวัดระหว่างเกิดเหตุการณ์จริง

2.3.4 แบบจำลองแบบซับซ้อน (Complex Models)

แบบจำลองแบบซับซ้อนที่รวมเอาแบบจำลองหลายแบบเข้าไว้ด้วยกัน มักนำมาใช้ในกรณีที่ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความซับซ้อน ตัวอย่างเช่น บริเวณที่มีอาคารควบคุมน้ำไหล (อ่างเก็บน้ำ ฯลฯ) ซึ่งสามารถเปลี่ยนลักษณะการไหลของน้ำหลาก และการเคลื่อนตัวของน้ำท่วมได้อย่างมาก หรือเกิดการไหลบ่าบนผิวดินอย่างมากในบริเวณพื้นที่น้ำท่วม ในกรณีเช่นนี้ จะต้องนำเอาลักษณะทางกายภาพของการไหลของน้ำมาใช้ในแบบจำลอง เช่น การมีปริมาณน้ำไหลเข้าและปริมาณการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ หรือการไหลข้ามคันกั้นน้ำ หรือในทางผันน้ำ ที่จำเป็นต้องแสดงลักษณะการไหลในพื้นที่น้ำท่วมในแบบจำลองสองมิติ

แบบจำลองเหล่านี้มักจะนำมาใช้กับพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ที่มีระยะเวลาพยากรณ์หลายชั่วโมง หรือหลายวันล่วงหน้า หรือในพื้นที่ที่ไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาที่ใช้ในการคำนวณ

2.3.5 การพยากรณ์ทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Forecasting)

ในช่วงยี่สิบปีที่ผ่านมา การพยากรณ์ทางอุตุนิยมวิทยามีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากแหล่งรวบรวมข้อมูลทั่วโลกมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์การแลกเปลี่ยนและการหมุนเวียนในชั้นบรรยากาศดียิ่งขึ้น การพัฒนาแบบจำลองให้ทำงานได้ผลดียิ่งขึ้น การใช้ข้อมูลเรดาร์และข้อมูลดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นที่และประสบการณ์ในการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น และคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะสูงขึ้น

คอมพิวเตอร์ที่มีกำลังมากที่สุดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (ปี ค.ศ. 1999) ในการคำนวณทางอุตุนิยมวิทยามีกำลังการประมวลผล 500 ล้านบิตต่อวินาที และคุณภาพในการพยากรณ์ 5 วันล่วงหน้าดีเทียบเท่ากับที่ได้จากการพยากรณ์ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงในทศวรรษ 1950

ตัวอย่างเช่น หน่วยบริการทางด้านอุตุนิยมวิทยาแห่งชาติฝรั่งเศส (French National Meteorology Service) ใช้ระบบซึ่งรวมแบบจำลอง 2 แบบเชื่อมโยงกัน

- แบบจำลอง EMRAUDE ซึ่งเป็นแบบจำลองโลกครอบคลุม 2 ซีกโลกขนาดกริด 120 กิโลเมตร
- แบบจำลอง PERIDOT มีขนาดกริด 35 กิโลเมตร ครอบคลุมประเทศฝรั่งเศส และสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ นั้น

แบบจำลองโลกสามารถพยากรณ์ข้อมูลล่วงหน้าระยะยาว (1–4 วัน) ในขณะที่แบบจำลองที่มีตารางกริดสั้นกว่าใช้พยากรณ์ข้อมูลระยะสั้น (6–36 ชั่วโมง) แบบจำลองแบบหลังนำเอาข้อมูลอิทธิพลของการยกตัวของพื้นที่ที่ค่อนข้างละเอียด ตัวอย่างเช่น ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ลาดชันสูงใกล้ทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์สาเหตุของศูนย์กลางที่เกิดความเข้มฝนสูงได้ ผลที่ได้จากแบบจำลองจะได้รับการตีความโดยผู้เชี่ยวชาญด้านอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์และความรู้ในด้านภูมิอากาศและภูมิประเทศมาตรวจสอบผลที่ได้จากแบบจำลองโดยเทียบกับข้อมูลที่ได้จากสถานีเครือข่ายแผนที่อากาศและภาพดาวเทียมและเรดาร์

สำหรับการพยากรณ์ระยะใกล้และสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กกว่า การใช้เทคโนโลยีเรดาร์อุทกวิทยาเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการพยากรณ์อากาศ เรดาร์อุทกวิทยาได้ริเริ่มในช่วงทศวรรษ 1970 และพัฒนาอย่างมากนับจากปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศอังกฤษ สหรัฐอเมริกา และสวิสเซอร์แลนด์ เดนมาร์ค และฝรั่งเศส หลักการที่ใช้คือ ความสัมพันธ์กันระหว่างพารามิเตอร์ที่ตรวจพบได้ด้วยเรดาร์ (ค่าการสะท้อนกลับ–Z) กับพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพยากรณ์ (ค่าความเข้มฝน–R) จะต้อง

ปรับเทียบค่าความสัมพันธ์ Z–R โดยใช้การตรวจวัดน้ำฝนจริงที่ระดับพื้นดิน (เครื่องตรวจวัดน้ำฝนหรือเครื่องบันทึกค่าน้ำฝน) การปรับเทียบในแต่ละพื้นที่ดังกล่าวจะต้องรวมปรากฏการณ์ เช่น สัญญาณสะท้อนกลับที่พื้นดิน พื้นที่บอด การสะท้อนผิดปกติ ฯลฯ ปัจจุบันกำลังมีการทำวิจัยและการตรวจสอบเรดาร์อุทกวิทยาในประเทศฝรั่งเศส (เครือข่าย ARAMIS) เพื่อให้การพยากรณ์แบบระยะสั้นมากสามารถทำได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เมืองที่มีความเสี่ยงสูง เช่น ปารีส (Paris) บอร์โด (Bordeaux) เกรโนเบิล (Grenoble) ดอร์ดอญ (Dordogne) เซเวนเนส (Cevennes) นีมส์ (Nimes) และมาร์เซย (Marseille)

2.4 การประมวลผล การส่งข้อมูล และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Data Processing, Transmission and Acquisition Equation)

หัวข้อย่อยที่แล้วครอบคลุมเนื้อหาหลักการพยากรณ์ ในข้อย่อยนี้จะกล่าวถึงการนำมาใช้งานและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำงานของระบบพยากรณ์น้ำท่วม

ลำดับในการทำงานดังกล่าวมีหลายขั้นตอนดังนี้

- การข้อมูลการพยากรณ์พื้นฐานเพื่อป้อนข้อมูลเข้าแบบจำลองการพยากรณ์ เช่น น้ำฝน อัตราการไหลของน้ำ ระดับน้ำ การปกคลุมด้วยหิมะ อุณหภูมิ ความชื้นในดิน ฯลฯ
- การควบคุมคุณภาพของข้อมูล
- การส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยังสถานีกลาง (Central Station) เป็นประจำ
- การประมวลผลข้อมูล (การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม) และการเก็บไฟล์ข้อมูล
- การแปลความหมายข้อมูล การออกคำสั่ง และในที่สุดคือ การเตือนภัยน้ำท่วม ซึ่งจะได้กล่าวในภายหลัง

2.4.1 การจัดเก็บข้อมูลพื้นฐาน (Basic Data Acquisition)

เมื่อได้กำหนดวิธีการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำท่วมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น ๆ และได้หาค่าพารามิเตอร์สำหรับการพยากรณ์น้ำท่วมแล้ว จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ ณ สถานีตรวจวัดข้อมูลที่กำหนดในเครือข่ายที่มีอยู่เพื่อส่งข้อมูลในเวลาจริงไปยังสถานีกลาง

เครื่องตรวจวัดข้อมูลพื้นฐานเป็นอุปกรณ์ที่มักใช้ในด้านอุทก–ภูมิอากาศ (เครื่องตรวจวัดน้ำฝน เครื่องบันทึกข้อมูลน้ำฝนอัตโนมัติ เครื่องวัดหิมะ ไม้วัดระดับน้ำ เครื่องบันทึกระดับน้ำ เครื่องมือวัดความชื้น เครื่องมือตรวจนิวตรอน ฯลฯ) ผู้จำหน่ายเครื่องมือตรวจวัดและถ่ายโอนข้อมูลล่าสุดส่วนใหญ่มักจะมีอุปกรณ์เพื่อการส่งข้อมูลไว้ในระบบการตรวจวัดข้อมูลติดตั้งสำเร็จ

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางชนิดสามารถทำการประมวลผลข้อมูลขั้นต้นได้ในพื้นที่ (ตัวอย่างเช่น ค่าฝนสะสม การแปลงระดับน้ำไปเป็นอัตราการไหล) บางชนิดได้รับการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานได้ในระยะไกลหรือให้สามารถปรับค่าของเครื่องตรวจวัดได้ (เช่น กำหนดเวลาการจัดเก็บข้อมูล และความถี่ในการส่งข้อมูล การเริ่มวัดข้อมูลเมื่อถึงจุดเกณฑ์ที่กำหนด) อุปกรณ์เหล่านี้ยังสามารถใช้เพื่อการตรวจสอบหรือโต้ตอบกับตัวเซนเซอร์ตรวจวัดในกรณีทำงานผิดพลาด และการป้องกันข้อมูลที่คล้ายคลึงกัน

แหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกข้อมูล รวมทั้งการส่งข้อมูล ซึ่งแต่เดิมเป็นแหล่งพลังงานชนิดแบตเตอรี่และไฟฟ้าตามสาย ปัจจุบันสามารถใช้พลังงานจากแผงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อให้ประหยัดขึ้น และสามารถต่อเข้ากับแบตเตอรี่ให้เป็นบัฟเฟอร์ ซึ่งในทางทฤษฎีแล้วจะช่วยประกันว่าสามารถทำงานได้ด้วยตนเองตลอดไป

2.4.2 การควบคุมคุณภาพข้อมูล (Data Quality Control)

การควบคุมคุณภาพของข้อมูลสามารถทำได้โดยการตรวจสอบที่อุปกรณ์โดยตรง หรือตรวจสอบที่สถานีรับข้อมูลกลางโดยการตรวจดูอย่างเข้มข้นถึงความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่รับเข้ามาที่อยู่บนหน้าจอหรือผลที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลโดยแบบจำลองในครั้งแรก ข้อมูลใดที่ถูกระบุว่าคลาดเคลื่อนหรือน่าสงสัยจะถูกกำจัด หรือแทนด้วยค่าอื่นที่ประมาณการจากการตรวจวัดตรงจุดอื่นหรือข้อมูลจากสถานีอื่น (Degraded Model)

2.4.3 การส่งข้อมูล (Data Transmission)

วิธีการหลักที่ใช้ในการส่งข้อมูลในปัจจุบันมีดังนี้

- การส่งด้วยวิทยุ (Radio Transmissions)
- การส่งด้วยโทรศัพท์ (Telephonic Transmissions)
- การส่งด้วยดาวเทียม (Satellite Transmissions)

ขณะที่โครงข่ายโทรศัพท์ในประเทศอุตสาหกรรมส่วนมากและประเทศที่กำลังพัฒนาบางประเทศมีความน่าเชื่อถือสูง เนื่องจากได้มีการริเริ่มนำเอาโครงข่ายอัตโนมัติ สายโทรศัพท์ที่ติดตั้งเป็นพิเศษ และโครงข่ายทางทะเลข้ามทวีป ฯลฯ มาใช้ แต่ในหลายประเทศการทำงานของโครงข่ายโทรศัพท์ก็สามารถก่อให้เกิดปัญหาได้ ความไม่น่าเชื่อถือดังกล่าวเป็นสิ่งที่ไม่สามารถยอมรับได้ในระบบการส่งข้อมูลเพื่อการพยากรณ์น้ำท่วม ด้วยเหตุนี้ จึงจำเป็นจะต้องอาศัยวิธีการอื่น

สำหรับการส่งข้อมูลระยะทางสั้นพบว่า การส่งด้วยคลื่นวิทยุเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง ระยะการส่งอาจขยายเพิ่มขึ้นได้โดยการใช้เครื่องรีเลย์ทางพื้นดิน การรีเลย์โดยดาวเทียม หรือด้วยการสะท้อนโดยชั้นอิออนในชั้นบรรยากาศ คลื่นวิทยุอาจขัดข้องในสภาพบรรยากาศและภูมิอากาศบางอย่างซึ่งสามารถลดปัญหาได้ด้วยการเพิ่มกำลังเครื่องส่งและกำลังการรับ และด้วยการดัดแปลงให้เหมาะสมกับประเทศเขตร้อนและใช้เทคโนโลยีการเชื่อมต่อที่ดีขึ้น นอกจากนี้ เทคโนโลยีการส่งข้อมูลซึ่งใช้ข้อความที่เข้ารหัส และเป็นดิจิตอล และมีเครื่องตรวจสอบความผิดพลาดในการส่งข้อมูลด้วยตนเอง ได้ช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของการส่งข้อมูลเป็นอย่างมาก

การสื่อสารผ่านดาวเทียม เช่น การใช้สัญญาณ Argos Beacon หรือ Meteosat Beacon ได้กลายเป็นแนวทางที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งการย่อขนาดอุปกรณ์ให้เล็กลง การตัดลดค่าใช้จ่าย และความน่าเชื่อถือได้ ทำให้รูปแบบของการถ่ายโอนข้อมูลนี้มีความเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งกับพื้นที่ชนบทหรือพื้นที่ที่ยังไม่พัฒนา การเชื่อมโยงทางดาวเทียมเป็นประโยชน์สำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ และพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก หรือมีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นปัญหาต่อการเชื่อมโยงด้วยโทรศัพท์หรือวิทยุ

2.4.4 การบันทึกและประมวลผลข้อมูล (Data Recording and Processing)

ปัจจุบันแบบจำลองการพยากรณ์ส่วนใหญ่สามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ แบบจำลองขนาดใหญ่มาก (ยกตัวอย่างเช่น ใช้หลักการคำนวณทางชลศาสตร์สำหรับลักษณะการไหลผ่านของน้ำท่วมในพื้นที่ขนาดใหญ่ ซึ่งจำเป็นต้องอธิบายลักษณะการไหลใน 3 มิติ) จะต้องใช้คอมพิวเตอร์ หรือมินิคอมพิวเตอร์ซึ่งมีกำลังในการประมวลผลสูง แต่ก็มีแบบจำลองหลายแบบที่สามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กได้

ในขณะเดียวกัน ข้อมูลที่ได้รับการถ่ายโอนและส่งเข้าแบบจำลองพยากรณ์จะต้องได้รับการส่งเข้าฐานข้อมูลในท้องถิ่นพร้อม ๆ กันด้วย และเมื่อส่งเข้าฐานข้อมูลท้องถิ่นแล้วจึงส่งต่อไปยังฐานข้อมูลส่วนกลางต่อไป (เช่น ธนาคารข้อมูล PLUVO, HYDRO, METEO ในประเทศฝรั่งเศส)

ควรมีการบันทึกข้อมูลการพยากรณ์ ข้อมูลส่งออก และข้อมูลผลลัพธ์ เพื่อให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองได้ในภายหลัง โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ประมาณการกับค่าที่ตรวจวัดได้จริง การเปรียบเทียบดังกล่าวทำให้เห็นความจำเป็นที่จะต้องปรับแก้การจัดเก็บข้อมูล และตัวแปรต่าง ๆ สำหรับถ่ายโอน (เช่น การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความถี่ในการตรวจวัดพารามิเตอร์บางตัว)

ซอฟต์แวร์เชิงโต้ตอบทำให้ผู้ใช้แบบจำลองสามารถปรับเปลี่ยนและใช้ประโยชน์จากตัวแปรข้อมูลที่กำลังการเก็บรวบรวม ตัวแปรผลลัพธ์ รูปแบบของผลลัพธ์ และเมนูที่ใช้งานบ่อย ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาภาษาคอมพิวเตอร์ขึ้นมาโดยเฉพาะ

2.4.5 การแปลความหมายข้อมูล (Data Interpretation)

ในทำนองเดียวกันกับการพยากรณ์ทางอุตุนิยมวิทยา ผลลัพธ์ของแบบจำลองการพยากรณ์น้ำท่วมจะต้องได้รับการตีความและตรวจสอบอย่างถี่ถ้วนโดยนักพยากรณ์ที่มีความเชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์น้ำท่วม และในด้านการประมวลผลข้อมูล (ถ้าเป็นไปได้) หลังจากนั้นจึงจะสามารถนำไปผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้เพื่อแปลงเป็นคำสั่ง ซึ่งนำไปสู่การออกคำเตือนภัยน้ำท่วม

นักพยากรณ์จะเป็นผู้ที่สามารถชี้ชัดได้อย่างรวดเร็วถึงปัญหาใด ๆ เกี่ยวกับข้อมูล การส่งข้อมูลหรือผลพยากรณ์ที่ได้ และจะเป็นผู้ที่สามารถทำการทดสอบสถานการณ์สมมุติเกี่ยวกับการพัฒนาการก่อตัวของฝน และพัฒนาการตัดสินใจเกี่ยวกับความเป็นไปได้ที่จะเกิดความเสี่ยงรุนแรงในอนาคต เมื่อการตีความข้อมูลเสร็จสิ้นจะต้องส่งต่อผลที่ได้ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การเกิดน้ำท่วมให้กับองค์กรที่รับผิดชอบเพื่อออกประกาศและแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมต่อไป

2.5 ตัวอย่างของระบบพยากรณ์ (Examples of Forecasting Systems)

2.5.1 การพยากรณ์น้ำท่วมในแม่น้ำดานูปในประเทศฮังการี (Flood Forecasting of the Danube in Hungary)

ในฮังการีซึ่งเป็นประเทศที่มีพื้นที่ลุ่มน้ำตะกอนน้ำพาขนาดใหญ่ พื้นที่ขนาด 2.5 ล้านเฮคแตร์ได้รับการป้องกันจากภัยน้ำท่วม ดังนั้น การพยากรณ์น้ำท่วมจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญในการปกป้องประชาชนและทรัพย์สิน และรักษาอาคารป้องกันน้ำท่วมแบบต่าง ๆ เช่น คันดินกั้นน้ำ

แม่น้ำใหญ่ 2 สายหลักในประเทศฮังการี ได้แก่ แม่น้ำดานูป (Danube River) ยาว 430 กิโลเมตร และแม่น้ำทิสซา (Tisza River) ยาว 600 กิโลเมตร แม่น้ำทั้ง 2 สายมีความชันน้อยมาก (6 เซนติเมตรต่อกิโลเมตร สำหรับดานูป และ 2 เซนติเมตรต่อกิโลเมตร สำหรับทิสซา) การเคลื่อนตัวของน้ำท่วมใช้เวลานานมาก (4–6 วัน สำหรับแม่น้ำดานูปจากจุดที่แม่น้ำเข้าสู่ประเทศฮังการี และ 12–14 วัน สำหรับแม่น้ำทิสซา) สำหรับกรณีนี้ การประยุกต์ใช้แบบจำลองอนุกรมเวลา Auto–Regressive ของระดับน้ำให้ผลการพยากรณ์ที่มีคุณภาพสูง ในปี ค.ศ. 1886 ได้มีการจัดตั้งหน่วยงานเตือนภัยน้ำท่วมและระบบการพยากรณ์โดยกรมสำรวจแห่งประเทศฮังการี (Hungarian Survey Department) และนับจากนั้นมา วิธีที่ใช้ในการพยากรณ์จึงอาศัยหลักการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ทางสถิติของข้อมูลระดับน้ำ

ผลการพยากรณ์ที่ได้นับว่าดีมาก เนื่องจากค่าความผิดพลาดยกกำลังสองเฉลี่ย (Average Quadratic Error) จากแบบจำลอง (จากข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากน้ำท่วม 120 ครั้งระหว่างปี ค.ศ. 1893–1955) ของการพยากรณ์ที่ดำเนินการสำหรับกรุงบูดาเปสต์ (Budapest) ซึ่งยึดตามผลการสำรวจของ

สถานีวัดน้ำที่เมืองเองเกลฮาร์ทส์เซล (Engelhartszell) 550 กิโลเมตร ด้านเหนือน้ำและมีเวลาล่วงหน้า 5 วัน มีค่าเพียง ± 37 เซนติเมตร

วิธี Auto–Regressive ได้รับการปรับปรุงด้วยวิธีการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำที่พัฒนาโดย Szesztay ในปี ค.ศ. 1958 ที่ยึดหลักการประเมินความเปลี่ยนแปลงของการไหลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาทุก 24 ชั่วโมง ในแต่ละช่วงของแม่น้ำ ผลการพยากรณ์มีความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยสำหรับข้อมูลน้ำท่วมในฤดูร้อนของกรุงบูดาเปสต์ตั้งแต่วันที่ 1 พฤษภาคม ถึง 30 กันยายน

- ±2 เซนติเมตร สำหรับการพยากรณ์ 1 วัน ล่วงหน้า
- ±5 เซนติเมตร สำหรับการพยากรณ์ 2 วัน ล่วงหน้า
- ±10 เซนติเมตร สำหรับการพยากรณ์ 4 วัน ล่วงหน้า

สำหรับในฤดูที่มีฝนมาก วิธีการพยากรณ์ได้รับการปรับปรุงโดยนำเอาฝนมาร่วมพิจารณา ตัวแปรนำเข้าเพิ่มเติม ได้แก่ ค่าปริมาณฝนรายวันที่ตรวจวัดได้ระหว่างวันก่อนวันพยากรณ์ และค่าดัชนีที่แสดงถึงอัตราการดูดซึมน้ำในดินซึ่งเป็นผลจากสภาวะที่ฝนตกในช่วง 21 วันก่อนหน้า

ดังนั้นวิธี Auto–Regressive จึงได้นำตัวแปรจากสาเหตุภายนอกดังต่อไปนี้มารวมด้วย

- ระดับน้ำด้านเหนือน้ำ (Upstream Water Level)
- ฝนที่ตกเหนือพื้นที่ลุ่มน้ำ (Precipitation over the Basin)
- ดัชนีการซึมน้ำลงดิน (Infiltration Index)

ในฤดูฝนค่าความแตกต่างยกกำลังสองเฉลี่ยของการพยากรณ์ 5–7 วัน ล่วงหน้าในกรุงบูดาเปสต์อยู่ที่ ±40 เซนติเมตร

หน่วยงานเตือนภัยน้ำท่วมของฮังการี (Hungarian Flood Warning Department) ถูกเชื่อมโยงกับหน่วยงานเตือนภัยน้ำท่วมระหว่างประเทศของคณะกรรมาธิการดานูป (International Flood Warning Department of the Danube Commission) ซึ่งครอบคลุม 8 ประเทศในลุ่มน้ำดานูป

2.5.2 การพยากรณ์น้ำท่วมในประเทศฝรั่งเศส (Flood Forecasting in France)

ประเทศฝรั่งเศสประกอบด้วย 5 ลุ่มน้ำหลัก ได้แก่ ลุ่มน้ำการอน (Garonne Basin) ลุ่มน้ำลัวร์ (Loire Basin) ลุ่มน้ำโรน (Rhone Basin) ลุ่มน้ำแซน (Seine Basin) และลุ่มน้ำไรน์ (Rhine Basin) ซึ่งแม่น้ำไรน์เป็นแม่น้ำกั้นพรมแดน มีพื้นที่ลุ่มน้ำอยู่ระหว่าง 5,500–117,500 ตารางกิโลเมตร

พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมประมาณการอยู่ที่ 1.5 ล้านเฮคแตร์ และการป้องกันซึ่งประกอบด้วยงานคันกั้นน้ำเป็นส่วนใหญ่ถูกสร้างมานานแล้วในแม่น้ำสายใหญ่ แต่การสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำเพิ่งมาเริ่มดำเนินการในสมัยทศวรรษที่ 1940

แม่น้ำสายใหญ่แต่ละสายมีประชากรอาศัยอยู่สองฝั่งอย่างหนาแน่นและใช้แม่น้ำในการเดินทางหรือการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ จึงได้มีการพัฒนาระบบพยากรณ์น้ำท่วมตั้งแต่ครึ่งหลังของศตวรรษที่ 19 ระบบพยากรณ์น้ำท่วมนี้ได้นำมาใช้ไม่เพียงแต่ในแม่น้ำสายหลัก แต่ยังใช้ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยซึ่งมีการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำสำคัญ ๆ ตัวอย่างเช่น พื้นที่ลุ่มน้ำดอร์ดอญ พื้นที่ลุ่มน้ำการอนตอนเหนือ และพื้นที่ลุ่มน้ำดูแรนซ์

นับจากปี ค.ศ. 1985 ได้มีการลงทุนขนาดใหญ่เพื่อขยายระบบพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำย่อย ในปี ค.ศ. 1988 ได้มีการเปิดใช้ศูนย์พยากรณ์จำนวน 25 ศูนย์ และสถานีอัตโนมัติ 450 แห่ง ซึ่งต่อมาได้เพิ่มเป็น 45 ศูนย์ และมีแผนจะเพิ่มอีก 850 สถานี ในเวลาอันใกล้

ความหลากหลายของสถานการณ์ด้านภูมิอากาศและภูมิประเทศในฝรั่งเศสนำไปสู่สถานการณ์ที่หน่วยงานเตือนภัยน้ำท่วมหลายหน่วย และระบบพยากรณ์น้ำท่วมต่าง ๆ ต้องมีบทบาทในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาด 100,000 ตารางกิโลเมตร และในพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณเทือกเขาขนาดแค่ 1,000 ตารางกิโลเมตร เช่น ที่ลาดชันทางตอนใต้ของเทือกเขาเซ็นทรัลมาสสิฟ (Central Massif Mountain) หรือเทือกเขาพีเรนิส (Pyrenees Mountain) รวมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำในเขตชุมชนเมืองขนาดเล็ก 50 หรือ 100 ตารางกิโลเมตร ตามแนวชายฝั่งเมดิเตอร์เรเนียน เช่น นีซ หรือนีมส์ ซึ่งอาจจะต้องรับน้ำฝนมากกว่า 400 มิลลิเมตรในไม่กี่ชั่วโมง

ดังนั้น ระบบพยากรณ์ทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้ว (แบบจำลองการแปลงรูปน้ำฝนเป็นน้ำท่า แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม แบบจำลองการถดถอยพหูคูณ แบบจำลองการพยากรณ์อุตุนิยมวิทยา) ได้นำมาใช้ตามลำพัง หรือรวมกันหลายแบบในหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประกาศเตือนภัยน้ำท่วมในประเทศฝรั่งเศส

2.5.3 การพยากรณ์น้ำท่วมของแม่น้ำไปเจียงในประเทศจีน (Flood Forecasting of Beijiang in China)

แม่น้ำไปเจียง (Beijiang River) ตั้งอยู่ในมณฑลกวางตุ้ง (Guangdong Province) ทางตอนใต้ของประเทศจีน มีพื้นที่ลุ่มน้ำขนาด 46,700 ตารางกิโลเมตร เป็น 1 ใน 3 สาขาย่อยหลักของแม่น้ำเพิร์ล (Pearl River) หรือชื่อเดิมคือ แม่น้ำจูเจียง (Zhujiang River) ซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำขนาด 453,000 ตารางกิโลเมตร ทางท้ายน้ำจากมณฑลเสฉวน (Sanshui Province) ใกล้เมืองกวางโจว (Guangzhou) พื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำไปเจียงประกอบด้วยพื้นที่เทือกเขาหรือกึ่งเทือกเขาซึ่งรับฝนรายปีอยู่ที่ระหว่าง 1,500–

2,300 มิลลิเมตร ในช่วงฤดูฝน ความเข้มของฝนจะสูงเป็นพิเศษ เช่น 533 มิลลิเมตร ใน 6 ชั่วโมง ไปจนกระทั่ง 141 มิลลิเมตร ใน 1 ชั่วโมง ในเดือนเมษายน ปี ค.ศ. 1982 ที่เมืองกิงยวน (Qingyuan) ลักษณะรูปร่างและภูมิประเทศของลุ่มน้ำเอื้อต่อการรวมตัวของปริมาณน้ำไหลในส่วนต่าง ๆ ไปยังทางออกด้านท้ายน้ำซึ่งเคยประสบน้ำท่วมฉับพลันที่ 20,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และเกิดน้ำท่วมนานถึง 8–15 วัน

การป้องกันน้ำท่วมหลักทำโดยการสร้างคันดินกั้นน้ำและเขื่อนเก็บกักน้ำรวม 2,450 ล้านลูกบาศก์เมตร ทางตอนบนและตอนกลางของลุ่มน้ำ และในจำนวนนี้ปริมาตรเก็บกัก 430 ล้านลูกบาศก์เมตร ถูกกันไว้เพื่อบรรเทาน้ำท่วม และมีเขื่อนอีก 3 แห่งที่มีปริมาตรเก็บกักเพื่อการป้องกับน้ำท่วม 256 ล้านลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตาม อ่างเก็บน้ำเหล่านี้สามารถช่วยลดปริมาณน้ำได้เพียง 1% และ 5% (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำท่วม) ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำหลากไหลมารวมกันมากที่สุดที่เมือง Hengshi

พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมซึ่งบางส่วนได้รับการป้องกันด้วยคันกั้นน้ำมีประชากรอาศัยอยู่มากกว่า 6 ล้านคน ในกรณีที่น้ำท่วมมีขนาดเกินความจุของคันกั้นน้ำดังกล่าว คันด้านเหนือน้ำจะถูกทำลายเพื่อป้องกันพื้นที่ทางตอนล่างจากน้ำท่วม ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีระบบพยากรณ์น้ำท่วมที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้แน่ใจว่าการพังคันกั้นน้ำด้านเหนือน้ำได้ดำเนินการในเวลาเหมาะสม และเพื่อความปลอดภัยของพื้นที่ด้านท้ายน้ำที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น

แบบจำลองการพยากรณ์แบบเดิมได้นำมาใช้ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยบางแห่งและได้ทำการพยากรณ์สำหรับพื้นที่อื่นของแม่น้ำ โดยเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการเตือนภัยน้ำท่วมนำประสบการณ์และความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของแม่น้ำมาใช้ ปัจจุบันได้มีการติดตั้งแบบจำลองที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำไปเจียงทั้งหมด แบบจำลองนี้ประกอบด้วยแบบจำลองย่อยและตั้งระบบให้สามารถทำงานแยกเพื่อให้สามารถพยากรณ์ข้อมูลในแต่ละพื้นที่ หรือทำงานร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ เชิงพื้นที่และเวลาได้

ชนิดของแบบจำลองที่นำมาใช้แล้วประสบผลสำเร็จมีดังนี้

- แบบจำลองการแปลงรูปน้ำฝนเป็นน้ำท่า ซึ่งใช้ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตอนบนเพื่อเตือนภัยระดับน้ำสูงสุดล่วงหน้าที่ตำแหน่งทางด้านท้ายน้ำ ช่วงเวลาของการพยากรณ์อยู่ระหว่าง 1–24 ชั่วโมงล่วงหน้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของลุ่มน้ำย่อยที่คำนวณได้ แบบจำลองถูกนำมาใช้โดยยึดถือตามวิธี DPFT (First Difference of the Transfer Function)
- แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่วมระดับกลาง ซึ่งสามารถวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกราฟน่าท่าที่เป็นผลมาจากแบบจำลองการแปลงรูปน้ำฝนเป็นน้ำท่า จากจุดบรรจบด้านเหนือน้ำไปยังจุดใด ๆ ด้านท้ายน้ำ แบบจำลองนี้ยึดตามหลักวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Recursive Least

Squares, RLS) ซึ่งรวมตัวแปรทั้งฝนและปริมาณการไหลของน้ำที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยตอนกลาง

- แบบจำลองทางชลศาสตร์ ซึ่งทำงานตามเวลาจริงทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาทางกายภาพในรูปแบบที่เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยเฉพาะปัญหาการไหลของน้ำในพื้นที่ที่น้ำท่าตามธรรมชาติสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างมาก เนื่องจากมีอาคารจากการบริหารจัดการน้ำท่วม หรือโดยการทำงานของอาคารดังกล่าวในช่วงน้ำท่วม เช่น การเปิดประตู การพังคันกั้นน้ำอย่างตั้งใจ ฯลฯ

2.5.4 การพยากรณ์น้ำท่วมของแม่น้ำนิลวาลาในประเทศศรีลังกา (Flood Forecasting of the Nilwala River in Sri Lanka)

แม่น้ำนิลวาลากังกา (Nilwala Ganga River) ตั้งอยู่ตอนใต้สุดของศรีลังกา มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 1,000 ตารางกิโลเมตร และแม่น้ำหลักยาว 70 กิโลเมตร ลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบเส้นศูนย์สูตรร้อนชื้น และมีความผันแปรของอุณหภูมิต่ำ น้ำฝนที่เกิดจากอิทธิพลของลมมรสุมมีปริมาณสูง 800–2,000 มิลลิเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ พื้นที่ลุ่มน้ำมีพืชพันธุ์ปกคลุมหนาแน่นในเขตที่ไม่มีการทำเกษตรกรรม (ป่าดงดิบ) ทำการเพาะปลูกชาตามพื้นที่ลาดเชิงเขา และทำการเพาะปลูกข้าวในพื้นที่ตอนล่าง ลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นแบบหินแกรนิตซึ่งผุพังและเกิดการทับถม เมื่อพิจารณาในด้านภูมิประเทศ พื้นที่ลุ่มน้ำแยกได้เป็น 2 ส่วน คือ ลุ่มน้ำตอนบนขนาด 400 ตารางกิโลเมตร จากต้นน้ำถึงสถานีโบพาโกดา (Bopagoda Station) และลุ่มน้ำตอนล่างระหว่างสถานีโบพาโกดาและเมืองมัทรา (Matara) ซึ่งตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำ

โบพาโกดาตั้งอยู่บริเวณกึ่งกลางตามแนวไหลผ่านของแม่น้ำนิลวาลา ภายในระยะเวลาประมาณหนึ่งวันที่เมืองโบพาโกดา น้ำท่วมเกิดขึ้นทั่วพื้นที่ตอนล่างและท่วมขังพื้นที่นาข้าวซึ่งอยู่ในที่ราบน้ำท่วมกว้าง 90 ตารางกิโลเมตร ยอดน้ำสูงสุดที่ตรวจวัดได้ที่เมืองมัทรามีปริมาณใกล้เคียงกับที่ตรวจวัดได้ที่โบพาโกดา แต่เกิดน้ำท่วมด้านท้ายน้ำนานถึง 5–6 วัน และมีปริมาณน้ำท่วมในรอบ 10 ปี ประมาณ 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

การพัฒนาโครงการกำแพงกั้นน้ำนิลวาลา (Nilwala Embankment Project) เริ่มต้นขึ้นในปี ค.ศ. 1984 เพื่อป้องกันพื้นที่นาข้าวจากน้ำท่วม พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมได้รับการปกป้องมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งแบ่งเป็นพื้นที่ทางฝั่งซ้ายและพื้นที่ทางฝั่งขวาอย่างละครึ่ง ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิผลทางด้านชลศาสตร์โดยใช้แบบจำลองไฟไนต์อิลิเมนต์ (Finite Element Model) ผลการวิเคราะห์การไหลผ่านของกราฟน้ำท่วมตามแนวพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างแสดงให้เห็นว่า

- ระยะเวลาที่คลื่นน้ำท่วมเคลื่อนที่จากโบพาโกดาถึงมัทราลดลงจาก 28 ชั่วโมง เป็น 20 ชั่วโมง

- ยอดน้ำสูงสุดเพิ่มขึ้น 25%
- ระดับน้ำเพิ่มขึ้น 45 เซนติเมตร

สถานีสูบน้ำถูกสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่สูบน้ำออกจากด้านในของพื้นที่ป้องกันและปล่อยน้ำลงสู่แม่น้ำนิลวาลาด้วยอัตราสูบน้ำ 92 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และได้มีการใช้งานระบบการเตือนภัยน้ำท่วมตั้งแต่ปี ค.ศ. 1985 เพื่อวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

- เพื่อเตือนภัยล่วงหน้าแก่ประชากรในเมืองมัทรา ซึ่งเป็นเมืองที่กำลังเติบโตและขยายตัวที่มีประชากรถึง 70,000 คน
- เพื่อบริหารจัดการสถานีสูบน้ำสำหรับกำหนดการระบายน้ำให้สัมพันธ์กับระดับของแม่น้ำที่ได้พยากรณ์ไว้

(1) แนวคิดเรื่องระบบการพยากรณ์ (Forecasting System Concept)

ระบบพยากรณ์ประกอบด้วยสถานีตรวจวัดน้ำฝนแบบถ้วยกระดก (Rocking Bucket Type) จำนวน 4 สถานี และสถานีตรวจวัดน้ำฝนแบบลมอัด (Pneumatic Gauging Station) จำนวน 3 สถานี ซึ่งเชื่อมโยงด้วยสายเดินบนดินไปยังสถานีกลางที่เมืองมัทรา มีสถานีรีเลย์แค่ 1 สถานี เนื่องจากอุปกรณ์ทั้งหมดใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ตัวรับสัญญาณต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์และแผงควบคุม และเครื่องพิมพ์พร้อมใช้งานสำหรับการพยากรณ์ด้วยมือติดตั้งอยู่ในสถานีกลาง ข้อมูลได้รับการตรวจวัดและบันทึกในพื้นที่ทุกครึ่งชั่วโมง พร้อมระบบจัดเก็บจำนวน 96 ค่า นี่เป็นระบบความปลอดภัยในกรณีที่ระบบล่มชั่วคราว ข้อมูลล่าสุดจะเข้าแทนที่ข้อมูลเดิม การตอบโต้ระหว่างสถานีกลางและสถานีท้องถิ่นทำในรูปแบบ “Master–Slave”

(2) วิธีการเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning Methodology)

การเตือนภัยน้ำท่วมได้รับการพัฒนาให้สัมพันธ์กับอุปกรณ์ที่ติดตั้งดังนี้

ระยะที่ 1 เมื่อไม่มีข้อมูลน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนจะกำหนดความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยใช้วิธีวิเคราะห์อนุกรมเวลา ARMA ระหว่างข้อมูลอัตราการไหลที่จุดออกสู่พื้นที่ตอนล่าง (ตัวแปรที่จะต้องพยากรณ์) และข้อมูลน้ำฝนในช่วง 24 และ 48 ชั่วโมงก่อนหน้า สำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่าง การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำหลากจากโบพาโกดาลงไปถึงเมืองมัทราอาศัยแบบจำลองไฟไนต์อิลิเมนต์ โดยนำเอาอาคารทั้งหมดที่มีอยู่มาร่วมพิจารณา รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นได้นำมาใช้ในการกำหนดสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลระดับน้ำทางด้านท้ายน้ำ ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าด้านเหนือน้ำ และปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกล่างที่ช่วงเวลา t และ t–1 ทุกช่วงเวลา 12 ชั่วโมง แบบจำลองนี้ได้รับการสอบเทียบจากข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วม 5 ครั้ง และตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้เหตุการณ์น้ำท่วมครั้งที่ 6 โดยมีค่าความแตกต่างสูงสุด +21 ถึง –10 เซนติเมตร ในเมืองมัทราระหว่างค่าที่คำนวณได้กับระดับน้ำที่ตรวจวัด

ระยะที่ 2 ข้อมูลที่ได้จากระบบทุกช่วงเวลาครึ่งชั่วโมงของเหตุการณ์น้ำท่วม 4 ครั้ง ที่ประเมินได้จากระยะที่ 1 ทำให้เกิดการพัฒนาแบบจำลองที่เที่ยงตรงมากขึ้นสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน แต่โชคไม่ดีที่น้ำท่วมเหล่านั้นมีขนาดเล็ก อย่างไรก็ดี การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยทำให้สามารถปรับปรุงผลการปรับเทียบแบบจำลองหลังเกิดน้ำท่วมแต่ละครั้ง

(3) ประสิทธิผลของระบบ (System Performance)

การทดสอบทางวิทยุในเบื้องต้นได้ประเมินค่าการลดทอนสัญญาณซึ่งเกิดจากฝนตกหนักต่ำเกินไป ซึ่งจำเป็นที่จะต้องเพิ่มกำลังของเครื่องรับและเครื่องส่ง และเพิ่มความสูงของเสาอากาศ อย่างไรก็ตาม พบว่าเกิดความล้มเหลวจำนวนหลายต่อหลายครั้งจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยาที่เลวร้าย และจากอุปกรณ์ติดต่อและเชื่อมโยงสายเคเบิ้ลที่ไม่ได้ปรับให้เข้ากับสภาพอากาศร้อน ซึ่งหลังจากปรับให้มีความเหมาะสมแล้ว ระบบก็สามารถทำงานได้อย่างน่าพอใจ

2.5.5 การพยากรณ์น้ำท่วมในประเทศบังคลาเทศ (Flood Forecasting in Bangladesh)

สถาบันทางชลศาสตร์ของเดนมาร์ก (Danish Hydraulic Institute, DHI) ภายใต้สัญญาช่วงขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization, WMO) ได้จัดทำแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์น้ำท่วม สำหรับปรับปรุงระบบเตือนภัยและระบบพยากรณ์น้ำท่วมในประเทศบังคลาเทศ แบบจำลองที่ DHI ใช้ (แบบจำลอง MIKE 11–FF) ประกอบด้วยแบบจำลองน้ำฝน–น้ำท่า แบบจำลองไฮโดรไดนามิคส์ และแบบจำลองการพยากรณ์น้ำท่วมตามเวลาจริง สำหรับแบบจำลองไฮโดรไดนามิคส์อาศัยหลักการแก้สมการ Saint–Venant ซึ่งอธิบายลักษณะการไหลแบบมิติเดียวและใช้รูปตัดขวางของแม่น้ำเป็นข้อมูลนำเข้า แม่น้ำซึ่งมีลักษณะเป็นลูปและแยกเป็นสาขาก็สามารถใช้แบบจำลองนี้ได้เช่นเดียวกับทางเลือกอื่น ๆ เช่น การไหลของน้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และการเก็บกักแบบออฟไลน์ ค่าที่ได้จากแบบจำลองประกอบด้วยค่าอนุกรมเวลาของระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำ

แบบจำลองการพยากรณ์ตามเวลาจริงได้นำมาใช้ในช่วงวันที่ 1 กรกฎาคม–30 กันยายน ข้อมูลระดับน้ำและน้ำฝนถูกรวบรวมขึ้นก่อนเวลา 10.00–10.30 นาฬิกาของทุกวัน และทำการพยากรณ์ข้อมูลฝนเชิงปริมาณที่ช่วงเวลา 72 ชั่วโมงล่วงหน้า ค่าประมาณการของข้อมูลระดับน้ำตรงบริเวณตำแหน่งขอบเขตพื้นที่ถูกจัดเตรียมจากข้อมูลน้ำฝนที่ได้จากการพยากรณ์ก่อนเริ่มต้นประมวลผลในแบบจำลอง ตำแหน่งขอบเขตพื้นที่จำนวน 10 จุดจากทั้งหมด 13 จุด ที่ป้อนเข้าแบบจำลองขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำไหลเข้าจากประเทศอินเดีย รวมทั้งดูบรี (Dhubri) ในแม่น้ำพรหมาปุตรา (Brahmaputra River) ฟารัคคา (Farakka) ในแม่น้ำคงคา (Ganges River) โดโมฮานี (Domohani) ในแม่น้ำเทสตา (Teesta River) ข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อการพยากรณ์และเป็นผลมาจากการพยากรณ์ตรงตำแหน่งขอบเขตของแบบจำลอง

(1) การประมาณค่าน้ำฝน (Rainfall Estimates)

การประมาณค่าน้ำฝนใช้ข้อมูลเหล่านี้ซึ่งขึ้นอยู่กับการมีอยู่ของข้อมูล

- ภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งแสดงเมฆปกคลุมและค่าอุณหภูมิ (Satellite Pictures with Cloud Cover and Temperature)
- แผนภูมิพื้นผิวโลกพร้อมเส้นความกดอากาศ (Surface Charts with Isolines for Pressure)
- ภาพเรดาร์ (Radar Picture)
- ข้อมูลในอดีต (Historical Data)

(2) การประมาณค่าระดับน้ำ (Water Level Estimates)

การประมาณค่าระดับน้ำยึดถือตาม

- วิธีกราฟน้ำท่า (Hydrograph Methods) ซึ่งมีค่าที่ได้รับการประมาณค่านอกช่วงยึดถือตามข้อมูลของวันก่อนหน้า
- ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของแม่น้ำ
- ภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งอาจใช้ประเมินผลของฝนที่ตกลงในขอบเขตพื้นที่
- ข้อมูลค่าน้ำฝนนำเข้าในวันก่อนหน้า
- ข้อมูลจากอินเดีย

(3) ประสิทธิผลของระบบ (System Performance)

แบบจำลองนี้ใช้งานในช่วงมรสุมและได้ทำการพยากรณ์ในพื้นที่ 16 แห่ง ผลการพยากรณ์ที่ช่วงเวลา 24 และ 48 ชั่วโมงล่วงหน้าของ 10 สถานี ได้รับการตีพิมพ์อย่างเป็นทางการในแถลงการณ์การพยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting Bulletin) โดยมีค่าเบี่ยงเบนของการพยากรณ์เฉลี่ยอยู่ที่ 4.7, 9.4 และ 14.1 เซนติเมตร สำหรับระยะเวลาพยากรณ์ล่วงหน้า 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ และ 69% ของการพยากรณ์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ในช่วง 0–5 เซนติเมตร และ 91% ของการพยากรณ์ที่ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ในช่วง 0–10 เซนติเมตร ทั้งนี้การพยากรณ์ 48 ชั่วโมงนั้นไม่ทราบค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าอยู่ในช่วง 0–5 เซนติเมตร และ 68% อยู่ในช่วง 0–10 เซนติเมตร ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงการส่งข้อมูลจากประเทศอินเดีย และการเชื่อมโยงระหว่างกรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศบังคลาเทศ และศูนย์เตือนภัยและพยากรณ์น้ำท่วมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของแบบจำลองให้ดีขึ้น

2.6 เอกสารอ้างอิง (References)

อ้างอิงเอกสารในส่วนที่ 2 บทที่ 1

II–III น้ำท่วมจากทะเล (Sea Flooding)

เขียนโดย Professor A. Volker

3.1 น้ำท่วมจากทะเล (Sea Flood)

เนื้อหาส่วนใหญ่ของหนังสือเล่มนี้จะพิจารณาถึงน้ำท่วมจากแม่น้ำ (River Flood) ซึ่งเกิดขึ้นจากฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำ และทำให้ระดับน้ำสูงผิดปกติ ในบทนี้จะกล่าวถึงน้ำท่วมจากทะเลซึ่งสามารถให้คำจำกัดความคำว่า "น้ำท่วมจากทะเล (Sea Flood)" คือ ระดับน้ำทะเลที่สูงผิดปกติ ซึ่งในบางครั้งได้ยกตัวสูงขึ้นไม่กี่เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปกติที่เกิดจากปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ซึ่งอาจทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ราบลุ่มชายฝั่ง เช่น ที่ราบสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ พื้นที่ตามแนวแม่น้ำที่ได้รับผลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล พื้นที่ลากูน และหนองบึงริมชายฝั่งทะเล

น้ำท่วมจากทะเลส่วนใหญ่เกิดจากลมพายุที่พัดเหนือผิวน้ำในทิศทางพัดเข้าสู่ฝั่ง และเกิดจากความแตกต่างของความกดอากาศ (อิทธิพลทางด้านอุตุนิยมวิทยา) น้ำท่วมจากทะเลในแบบนี้มักเรียกว่า "คลื่นพายุซัดฝั่ง (Storm Surge)" ระดับน้ำขึ้นสูงผิดปกติบางครั้งอาจเกิดจากคลื่นสึนามิ ส่วนคลื่นขนาดใหญ่อื่น ๆ อาจเกิดจากการเคลื่อนตัวของแผ่นดินใต้ท้องน้ำ แผ่นดินไหว หรือภูเขาไฟระเบิด คลื่นสึนามิเองไม่ถือว่าเป็นคลื่นพายุซัดฝั่ง ในทำนองเดียวกันกับคลื่นกระฉอก หรือการแกว่งตัวเป็นเวลานานของน้ำในคุ้งทะเล ทะเล หรือบางส่วนของทะเล ตัวมันเองไม่ถือว่าเป็นคลื่นพายุซัดฝั่ง แต่ปรากฏการณ์เหล่านี้ส่วนใหญ่มักเกี่ยวข้องกับคลื่นพายุซัดฝั่งและทำให้ระดับน้ำทะเลยิ่งสูงขึ้น

พื้นที่ชายฝั่งส่วนใหญ่ได้รับการพัฒนาทางเศรษฐกิจสูง และมีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น ดังนั้น น้ำท่วมจากทะเลจึงอาจก่อให้เกิดความเสียหายอย่างร้ายแรง ดังนั้น มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วมจึงมีความสำคัญยิ่งในพื้นที่ชายฝั่งทะเล เช่นเดียวกับที่มีต่อพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงริมแม่น้ำและหุบเขา ดังนั้นเนื้อหาหลักในคู่มือฉบับนี้จึงใช้ได้กับกรณีคลื่นพายุซัดฝั่งและสึนามิเช่นกัน อย่างไรก็ดี ยังมีความแตกต่างของลักษณะทางธรรมชาติเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของน้ำท่วมทางทะเลดังนี้

- สำหรับน้ำท่วมจากแม่น้ำ ช่วงเวลาในการพยากรณ์ล่วงหน้าอาจหลายวันหรือหนึ่งอาทิตย์ ซึ่งถือเป็นเรื่องปกติ แต่ในการพยากรณ์คลื่นพายุซัดฝั่งส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาในการพยากรณ์เพียงแค่ไม่กี่ชั่วโมงหรืออย่างนานก็แค่หนึ่งวัน
- คลื่นพายุซัดฝั่งมักมาพร้อมกับลมที่มีความแรงสูง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายมากขึ้นนอกเหนือจากความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม
- คลื่นพายุซัดฝั่งจะยกตัวสูงขึ้นเหนือระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้นผิดปกติ ซึ่งสามารถทำลายกำแพงกันกั้นน้ำ และพืชพันธุ์ได้

- เนื่องจากคลื่นพายุซัดฝั่งเกิดขึ้นในพื้นที่ตอนล่างของแม่น้ำ ดังนั้นระดับน้ำในแม่น้ำอาจสูงขึ้นอย่างมาก หากเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งพร้อมกันกับการเกิดน้ำท่วมในตัวแม่น้ำเอง
- และท้ายที่สุด ถ้าคลื่นพายุซัดฝั่งนี้เป็นผลมาจากการเกิดพายุเฮอริเคนดังเช่นที่เคยเกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา มักเกิดฝนตกหนักซึ่งยิ่งเพิ่มปัญหาน้ำท่วมให้มากยิ่งขึ้น

3.2 กลไกการเกิดคลื่นพายุซัดฝั่ง (Mechanism of Storm Surges)

เมื่อลมพัดผ่านผิวน้ำทะเลและเกิดคลื่นขึ้น แรงเสียดทานตรงจุดเชื่อมต่อกับพื้นดินจะทำให้เกิดแรงเฉือนไปบนมวลน้ำ (แรงลากของลม) ด้วยแรงนี้น้ำจะยกตัวและเคลื่อนที่จากต้นลมเข้าหาชายฝั่ง ผิวน้ำจะเกิดความลาดชันซึ่งจะปรับสมดุลกับแรงเฉือน และในที่สุดจะเกิดภาวะสมดุลของความลาดชันของผิวน้ำทะเล

สูตรการคำนวณความลาดชันของผิวน้ำทะเลมีดังนี้

$$dz/dx = k.V_n^2/d \qquad \text{----------(3–1)}$$

โดยยึดตามสมมุติฐานที่ว่าแรงเฉือนเป็นสัดส่วนกับความเร็วลมยกกำลังสองเมื่อ

Z = อิทธิพลจากลม (เมตร)

K = สัมประสิทธิ์ความเครียดของลม (Wind Stress Coefficient)

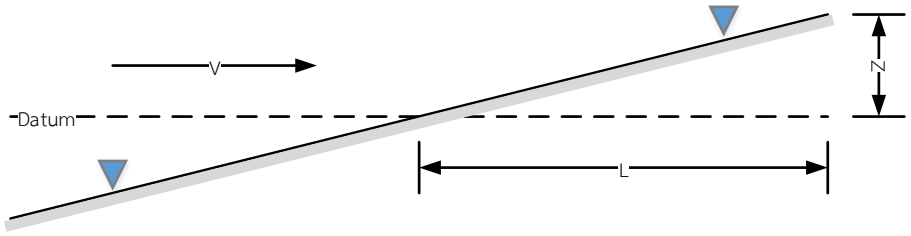
V_n = ความเร็วลมที่ความสูง n เมตร เหนือผิวน้ำ (เมตรต่อวินาที)

d = ความลึกของน้ำ (เมตร)

ถ้า n = 6 เมตร สัมประสิทธิ์ความเครียดของลม k อาจถือว่าเท่ากับ 3.6×10^{-7} วินาทีต่อเมตร ในกรณีของทะเลสาบหรือทะเลดังรูปที่ 3–1 ผลของลมจะเป็นดังสูตรต่อไปนี้

$$Z = 3.6x10^{-7}v^2.L \text{ เมื่อ } L>>d \qquad \text{----------(3–2)}$$

อิทธิพลจากลมอาจสูงมาก ตัวอย่างเช่น ถ้า L = 20,000 เมตร d = 6 เมตร และ V = 25 เมตรต่อวินาที ค่า z ที่เกิดขึ้นเท่ากับ 0.75 เมตร การเกิดการเคลื่อนตัวของน้ำทะเลเนื่องจากคลื่นพายุซัดฝั่งมักเกิดขึ้นในพื้นที่ชายฝั่งที่ติดกับทะเลตื้น ตัวอย่างเช่น พายุทางตะวันตกเฉียงเหนือของทะเลเหนือระหว่างประเทศอังกฤษกับเนเธอร์แลนด์ซึ่งทำให้เกิดคลื่นในทะเลทางตอนใต้ (ด้านปลายลม) สูงถึง 3–4 เมตร (ใช้สูตร : V = 25 เมตรต่อวินาที L = 1,000 กิโลเมตร d = 60 เมตร และด้วยเหตุนี้ z = 3.75 เมตร)



รูปที่ 3–1 อิทธิพลจากลม

สูตรข้างต้นอ้างถึงสถานะคงที่เมื่อถึงจุดสมดุลระหว่างแรงเครียดของลม (Wind Stress) กับความลาดชันของผิวน้ำทะเล (Water Surface Slope) ซึ่งหมายถึงปริมาตรน้ำส่วนหนึ่งจะเคลื่อนตัวไปยังอีกที่ซึ่งใช้เวลาขณะหนึ่งเพื่อให้ถึงจุดสมดุลดังกล่าว ความเร็วลมและทิศทางลมต้องคงที่เป็นระยะเวลานานพอ ซึ่งกรณีดังกล่าวต้องใช้เวลาประมาณ 6–12 ชั่วโมง

คลื่นพายุซัดฝั่งเกิดขึ้นตามแนวชายฝั่งของทะเลหลายแห่ง (รวมทั้งทะเลและทะเลสาบภายในแผ่นดิน) แต่มีขนาดแตกต่างกันไป ลมซึ่งมีความสำคัญต่อการก่อตัวของคลื่นพายุซัดฝั่ง (รวมทั้งของคลื่นสั้น) เป็นลมที่เกิดบริเวณรอบศูนย์กลางความกดอากาศต่ำหรือพายุหมุนไซโคลน ความแตกต่างที่เกิดขึ้นโดยทั่วไประหว่างพายุหมุนนอกเขตร้อน (Extra Tropical Cyclone) กับพายุหมุนในเขตร้อน (Tropical Cyclone) เป็นเรื่องสำคัญที่พายุหมุนทั้ง 2 ชนิดนี้ส่งผลกระทบต่อระดับน้ำทะเล

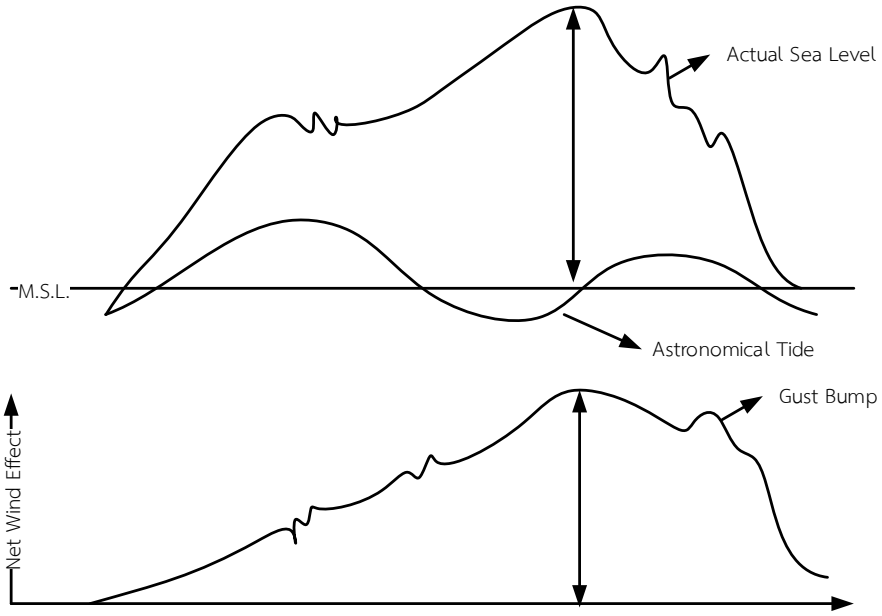
พายุหมุนนอกเขตร้อนเป็นลักษณะเฉพาะในเขตอบอุ่น พายุชนิดนี้เกิดขึ้นระหว่างเส้นรุ้งที่ 30–60 องศา และครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ (เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3,000 กิโลเมตร) เส้นลาดชันของความกดอากาศค่อนข้างต่ำและความเร็วลมส่วนใหญ่ไม่เกิน 25–30 เมตรต่อวินาที พายุคลื่นซัดฝั่งที่เกิดจากพายุหมุนชนิดนี้มักมีระยะเวลานาน 1–3 วัน ตรงกันข้าม พายุหมุนในเขตร้อนที่เกิดระหว่างเส้นรุ้งที่ 0–30 องศา มักเกิดในพื้นที่ขนาดเล็กกว่า (เส้นผ่าศูนย์กลาง 750–2,000 กิโลเมตร) เส้นลาดชันของความกดอากาศค่อนข้างสูงและความเร็วลมใกล้จุดศูนย์กลางพายุอยู่ที่ 25–50 เมตรต่อวินาที ช่วงเวลาการเกิดพายุคลื่นซัดฝั่งจากพายุหมุนในเขตร้อนนี้มักจะสั้น โดยทั่วไปไม่เกินหนึ่งวัน ลักษณะทั้งสองนี้ (ลมเปลี่ยนสภาพเป็นลมพัดรุนแรงมากในทันที และระยะเวลาของพายุสั้น) ได้ก่อให้เกิดผลกระทบที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างไปจากผลที่เกิดจากดีเปรสชั่นนอกเขตร้อน พายุหมุนในเขตร้อนนี้มีชื่อแตกต่างกันไปตามทะเลที่เกิด เช่น พายุไซโคลนในอ่าวเบงกอล พายุไต้ฝุ่นในมหาสมุทรแปซิฟิคตอนใต้ และพายุเฮอริเคนในมหาสมุทรแอตแลนติคและอ่าวเม็กซิโก

สภาวะคงที่ (สมดุล) ระหว่างลมและระดับน้ำที่ยกตัวขึ้นมักเกิดขึ้นได้บ่อยหากเป็นพายุหมุนนอกเขตร้อน สำหรับพายุหมุนในเขตร้อน สภาวะสมดุลอาจไม่ได้เกิดขึ้นในขณะที่มีความเร็วลมสูงสุด

หนึ่งในปัญหาใหญ่ของการวิเคราะห์และการพยากรณ์คลื่นพายุซัดฝั่งคือ การขาดข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้เกี่ยวกับระดับน้ำทะเลที่เกิดขึ้นจริง การวัดข้อมูลระดับน้ำทะเลด้วยเครื่องบันทึกระดับน้ำ (Tidal Gauge) ซึ่งแสดงระดับน้ำทะเลซึ่งหักค่าคลื่นสั้นออกแล้วในช่วงเวลา 10–12 วินาที ยังไม่มีหรือไม่ก็เสียหายไปเนื่องจากพายุ

เครื่องบันทึกระดับน้ำทะเลที่ทำงานได้ดี (โดยการบันทึกแบบอนาล็อคบนแท่งหมุน บนแผ่นปรุ หรือบนเทปแม่เหล็ก) จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ (ดูรูปที่ 3–2)

- ระดับน้ำทะเล (ระดับน้ำขึ้นลงตามดาราศาสตร์และอิทธิพลของลม)
- การกวัดแกว่งขึ้นลงของน้ำทะเลเนื่องจากพายุในช่วงเวลา 2–3 นาทีจนถึงมากกว่า 30 นาที และมีขนาดคลื่น 2–3 เดซิเมตร การขึ้นลงดังกล่าวเกิดขึ้นในทะเลและเกิดจากความปั่นป่วนในบรรยากาศอย่างรุนแรง
- ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นอีกจากลมกรรโชกเป็นระยะเวลา 30–60 นาที (การเพิ่มขึ้นนี้อาจถึง 0.5–0.6 เมตร) การกระแทกของลมกรรโชกนี้เกิดตามแนวปะทะอากาศ หรือพายุฟ้าผ่าในท้องถิ่นและขยายไปตามแนวชายฝั่ง



รูปที่ 3–2 ระดับน้ำขึ้นลงตามดาราศาสตร์และอิทธิพลของลม

โดยประเด็นที่ 2 และ 3 อาจถูกคัดกรองออกไปเมื่อหาค่าอิทธิพลของลม แต่เมื่อใดที่มีการกำหนดความสูงของกำแพงกั้นน้ำทะเลจะต้องกำหนดระยะเผื่อไว้สำหรับการเกิดการกระแทกจากคลื่นเนื่องจากลมกรรโชก (Gust Bump) โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้ลักษณะการเกิดดีเปรสชั่นในเขตร้อน

3.3 คลื่นพายุซัดฝั่งและภัยพิบัติ (Storm Surges and Disasters)

คลื่นพายุซัดฝั่งเกิดขึ้นตามแนวชายฝั่งทั้งหมดที่มีลมพัดเข้าหาฝั่ง แต่คลื่นดังกล่าวอาจมีขนาดเล็กจนไม่สามารถแยกออกจากคลื่นน้ำขึ้นตามดาราศาสตร์ได้ พื้นที่ชายฝั่งที่มีคลื่นพายุซัดฝั่งสำคัญ ๆ ได้แก่

- ยุโรป : พื้นที่ชายฝั่งของประเทศอังกฤษ เนเธอร์แลนด์ และภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศเยอรมันตามแนวชายฝั่งทะเลเหนือ
- เอเชีย พื้นที่ชายฝั่งทะเลอาหรับของประเทศอินเดียและบังคลาเทศ และอ่าวเบงกอล
- พื้นที่ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกของประเทศญี่ปุ่น เกาหลี จีน และภาคเหนือของประเทศเวียดนาม
- อเมริกา : พื้นที่ชายฝั่งของรัฐเท็กซัส หลุยส์เซียน่า และมิสซิสซิปปี ตามแนวอ่าวเม็กซิโกและพื้นที่ชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา และอเมริกาใต้

ตารางที่ 3–1 ให้ข้อมูลบางประการเกี่ยวกับคลื่นพายุซัดฝั่งและจำนวนผู้เสียชีวิตที่ได้รับการบันทึกไว้จริงในช่วงเร็ว ๆ นี้ ข้อมูลที่อ้างอิงถึงประเทศบังคลาเทศไม่ค่อยแน่นอน คลื่นที่เกิดขึ้นในเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 1969 ที่อ่าวเม็กซิโกอาจเป็นสถิติสูงสุดที่เคยบันทึกได้ มีสถานการณ์แวดล้อมที่ระบุว่า คลื่นพายุซัดฝั่งที่เคยเกิดขึ้นในอ่าวเบงกอลสูงถึง 6–9 เมตร แต่ขาดหลักฐานพิสูจน์ที่ชัดเจน อย่างไรก็ดี จากลักษณะทางกายภาพแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่คลื่นดังกล่าวอาจเกิดขึ้นได้

ตารางที่ 3–1 เหตุการณ์คลื่นพายุซัดฝั่ง

สถานที่เกิดน้ำท่วมจากทะเล/ประเทศ	เดือน/ปี	ผลกระทบทางอุตุนิยมวิทยาสูงสุด (เมตร)	จำนวนผู้เสียชีวิต (คน)
นาโกยา/ญี่ปุ่น	กันยายน/1959	3.55	5,000
ภาคตะวันตกเฉียงใต้/เนเธอร์แลนด์	กุมภาพันธ์/1953	3.25	1,900
มิสซิสซิปปี/สหรัฐอเมริกา	สิงหาคม/1969	7.40	300
ภาคตะวันตกเฉียงใต้/บังคลาเทศ	พฤศจิกายน/1970	5.50	300,000
ภาคตะวันออก/บังคลาเทศ	เมษายน/1991	7.00 (?)	130,000

คลื่นพายุซัดฝั่งครั้งใหญ่ ๆ เป็นภัยพิบัติอย่างร้ายแรงต่อพื้นที่ชายฝั่งทะเล ก่อให้เกิดความสูญเสียชีวิตและความเสียหายมหาศาล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ชายฝั่ง ในกรณีของประเทศบังคลาเทศ เนเธอร์แลนด์ และญี่ปุ่น พื้นที่ชายฝั่งทะเลประกอบด้วยพื้นที่ที่ได้คืนมาจากทะเล (Reclaimed Land) มีลักษณะเป็นที่ราบกว้างใหญ่เข้ามาในแผ่นดิน ระดับของพื้นที่เท่ากับระดับน้ำทะเลปานกลาง

(Mean Sea Level, MSL) หรือแม้กระทั่งต่ำกว่า เช่น ในประเทศเนเธอร์แลนด์ พื้นที่ได้รับการปกป้องด้วยคันกั้นน้ำ เมื่อใดที่คันแตกน้ำทะเลจะไหลเข้ามาในพื้นที่ แผ่ขยายเข้าในแผ่นดิน และเข้าท่วมพื้นที่กว้างใหญ่

นอกจากปัจจัยเรื่องสภาพภูมิประเทศแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อธิบายถึงจำนวนของผู้เสียชีวิตในกรณีเหตุการณ์คลื่นพายุซัดฝั่งทั้งสามนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชายฝั่งทะเลทางตอนเหนือของอ่าวเม็กซิโก ข้อแรกก็คือ พื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ และบังคลาเทศมีประชากรอยู่อย่างหนาแน่น และพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศบังคลาเทศซึ่งเกิดภัยพิบัติขึ้นในปี ค.ศ. 1970 เป็นช่วงฤดูเก็บเกี่ยวที่มีแรงงานตามฤดูกาลจากประเทศอื่นเข้ามาเป็นจำนวนมาก

รูปที่ 3–3 น้ำท่วมบริเวณศูนย์กลางเมือง

เป็นเรื่องสำคัญที่ที่จะต้องระลึกไว้ว่า ในกรณีเหตุการณ์คลื่นพายุซัดฝั่งนี้และที่เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1953 ในประเทศเนเธอร์แลนด์ จำนวนของผู้เสียชีวิตจะลดน้อยลงมาก หากมีระบบการเตือนภัยและการพยากรณ์ที่ดี และประชากรสามารถอพยพไปยังที่ปลอดภัยกว่านับตั้งแต่เริ่มการแจ้งเตือนภัยครั้งแรกได้

อย่างไรก็ตาม ในประเทศสหรัฐอเมริกา พื้นที่ชายฝั่งทะเลทั้งหมดได้รับการจัดเตรียมแผนอพยพและเตือนภัย โดยปฏิบัติตามผลการพยากรณ์และแจ้งเตือนภัยของหน่วยบริการข้อมูลภูมิอากาศแห่งชาติ (National Weather Service) และหน่วยงานการบริหารจัดการในสถานการณ์ฉุกเฉินของรัฐบาลกลางสหรัฐอเมริกา (Federal Emergency Management Agency, FEMA) และแผนอพยพของรัฐบาลท้องถิ่น นอกจากนี้ การเคลื่อนที่ได้โดยเร็วของประชากรในสหรัฐอเมริกาและมีวิธีขนส่งจำนวนมากที่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมผู้เสียชีวิตในอ่าวเม็กซิโกจึงมีจำนวนน้อย

3.4 ประเด็นเฉพาะด้านของมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลื่นพายุซัดฝั่งในทะเล (Specific Aspects of Non–Structural Measures in Relation to Storm Surges at Sea)

3.4.1 การพยากรณ์และการเตือนภัย (Forecasting and Warning)

การพยากรณ์ระดับคลื่นพายุซัดฝั่งในเวลาจริงมีความยากกว่าการพยากรณ์น้ำท่วมในแม่น้ำมาก เพราะในกรณีหลัง เวลาก่อนการเกิด (ความแตกต่างระหว่างเวลาที่สามารถพยากรณ์อย่างแม่นยำกับเวลาการเกิดเหตุการณ์จริง) เป็นระยะเวลาหลายวัน เช่น ในแม่น้ำไรน์ หรือกระทั่งหลายสัปดาห์ เช่น แม่น้ำริโอปารานา (Rio Parana River) ถือเป็นเรื่องปกติ ทำให้สามารถดำเนินมาตรการป้องกันล่วงหน้าได้ แต่ในกรณีของคลื่นพายุซัดฝั่งระยะเวลาก่อนเกิดมักมีระยะตั้งแต่หลายชั่วโมงไปจนถึงหนึ่งวันเท่านั้น

ทุกวันนี้การคำนวณตัวเลขระดับน้ำด้วยคอมพิวเตอร์สามารถดำเนินการอย่างสัมฤทธิ์ผล หากมีข้อมูลคาดการณ์ความกดอากาศจากสถานีตรวจวัดอากาศจำนวนมากพอ

ข้อมูลความเร็วลมที่ต้องนำมาใช้ในแบบจำลองนำมาจากข้อมูลเส้นลาดชันของความกดอากาศ และจากการสำรวจความเร็วลมโดยตรงที่สถานีตรวจวัดตามแนวชายฝั่ง และจากเรือตรวจอากาศ แท่นขุดน้ำมัน และเรือที่แล่นอยู่ในทะเล

การปรับปรุงสามารถทำได้อีกหลายประการ เช่น กำหนดให้มีเส้นตาราง (Grid) ที่ละเอียดมากขึ้น เพื่อปรับแต่งการหยั่งลึกก้นทะเลได้ดีขึ้น การนำเอาแบบจำลองแบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear Models) มาใช้ การทำให้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างเส้นลาดชันความกดอากาศกับลม และระหว่างลมกับแรงเฉือนแม่นยำขึ้น อย่างไรก็ตาม ความแม่นยำของการพยากรณ์อิทธิพลทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่มีต่อระดับน้ำทะเลขึ้นอยู่กับความเที่ยงตรงของการพยากรณ์ความกดอากาศในพื้นที่ในช่วง 12 ชั่วโมง หรืออย่างมาก 24 ชั่วโมงล่วงหน้า การพยากรณ์ด้านอุตุนิยมวิทยาได้เข้ามามีส่วนสำคัญมากยิ่งขึ้นในการพยากรณ์คลื่นพายุซัดฝั่งมากกว่าในการใช้เพื่อการพยากรณ์ทางด้านชลศาสตร์

การพยากรณ์ระดับน้ำไม่ใช่วัตถุประสงค์สุดท้ายในตัวของมันเอง วัตถุประสงค์ที่แท้จริงก็คือ การออกประกาศเตือนภัยแก่ประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อให้พวกเขาเหล่านั้นสามารถดำเนินมาตรการที่เหมาะสม ตั้งแต่การซ่อมแซมอาคารแบบฉุกเฉินไปจนถึงการอพยพ ในการนี้ จำเป็นจะต้องมีโครงสร้างองค์กรจัดการน้ำท่วมที่รวมเอาหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีหน้าที่รับผิดชอบต่าง ๆ กันเข้าด้วยกัน ไม่มีรูปแบบขององค์กรแบบใดที่สามารถนำมาใช้ได้ครอบจักรวาล ทุกอย่างขึ้นอยู่กับระบบการบริหารในประเทศนั้น ๆ ลักษณะทางกายภาพของโครงสร้างพื้นฐาน ขนบธรรมเนียม และขีดความสามารถที่ผ่านมา

โดยทั่วไปมีรูปแบบขององค์กร 2 รูปแบบ ซึ่งแตกต่างกันในด้านการแจ้งเตือนภัยและความรับผิดชอบ

- สถาบันอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Institute, MI) ทำหน้าที่พยากรณ์เบื้องต้น การพยากรณ์ดังกล่าวจะได้รับการปรับปรุงเป็นระยะตามข้อมูลที่ส่งเข้ามา และตามลักษณะการก่อตัวของความกดอากาศ ความเร็วลม และระดับน้ำ ในบางประเทศ สถานีวัดระดับน้ำขึ้นลงและอื่น ๆ ดำเนินงานโดย MI แต่ส่วนใหญ่ สถานีดังกล่าวดำเนินงานโดยกรมโยธาสาธารณะ (Public Works Department, PWD) หรือหน่วยงานอื่นที่มีหน้าที่คล้ายคลึงกัน

  การออกประกาศเตือนภัยทำโดย MI ไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ในกรณีนี้ M.I. มีหน้าที่ทั้งในเรื่องการพยากรณ์ด้านอุตุนิยมวิทยา การพยากรณ์คลื่นพายุซัดฝั่ง และการออกประกาศเตือนภัยซึ่งขึ้นอยู่กับระดับน้ำที่คาดการณ์

- MI จะร่างคำพยากรณ์ระดับน้ำเบื้องต้นเพื่อสื่อสารไปยังส่วนงานที่เกี่ยวข้องของ PWD ซึ่งรับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดโดยตรง จากนั้น PWD จะดำเนินการปรับปรุงและเผยแพร่ผลการพยากรณ์คลื่นพายุซัดฝั่งด้วยการประกาศเตือนภัย และจัดเตรียมมาตรการฉุกเฉินต่าง ๆ ในขอบเขตความสามารถของตน และเสนอแนะแนวทางไปยังสำนักงานภูมิภาคและสาขาในท้องถิ่น ลักษณะเช่นนี้ MI รับผิดชอบในการพยากรณ์ภูมิอากาศทั่วไป และ PWD รับผิดชอบในการพยากรณ์ระดับน้ำทะเลและการเตือนภัย

3.4.2 ระบบเตือนภัยในเนเธอร์แลนด์ (Warning Systems in the Netherlands)

จนถึงปี ค.ศ. 1891 ถึงได้มีการตระหนักว่า การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของลมที่มีต่อระดับน้ำทะเลให้ผลที่น่าพอใจก็ต่อเมื่อระดับน้ำทะเลได้หักลบด้วยค่าน้ำทะเลที่ขึ้นลงตามดาราศาสตร์ออกไป ในปี ค.ศ. 1987 พบว่าอิทธิพลด้านอุตุนิยมวิทยาและด้านดาราศาสตร์สามารถเพิ่มการซ้อนทับกันของระดับน้ำทะเลให้สูงขึ้น ได้มีการจัดทำสูตรเอมไพริกัล (Empirical Formula) ของปัจจัยอิทธิพลด้านอุตุนิยมวิทยากับแรงและทิศทางลม และอิทธิพลด้านอุตุนิยมวิทยากับความกดอากาศ

ในทำนองเดียวกันกับประเทศอื่น ๆ ประเทศเนเธอร์แลนด์ไม่เห็นความจำเป็นที่จะต้องขยายเพิ่มและปรับเปลี่ยนวิธีการเตือนภัย เพราะไม่ได้เกิดภัยพิบัติครั้งใหญ่ ๆ มาหลายทศวรรษแล้ว อย่างไรก็ตาม หลังภัยพิบัติในปี ค.ศ.1916 ได้มีการพิจารณาและจัดตั้งหน่วยเตือนภัยพายุ (Storm Warning Service, SSWS) ขึ้นใน PWD การพยากรณ์อาศัยข้อมูลเพียงสถานีเดียวที่แหลมชายฝั่งฮอลแลนด์ (Hook of Holland) และพิจารณาเปรียบเทียบกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเดิม ระบบทำงานได้ไม่ดีนัก ดังเช่นที่ปรากฏ

ระหว่างเหตุการณ์คลื่นพายุซัดฝั่งในปี ค.ศ.1953 ซึ่งลบสถิติทั้งหมดที่เคยมีมา ดังนั้น จึงได้มีการปรับปรุงระบบอีกครั้ง

ระบบการพยากรณ์ การเตือนภัย และระดมกำลังปัจจุบันในประเทศเนเธอร์แลนด์มีรูปแบบขององค์กรตามข้อ 2 หัวข้อ 3.4.1 ด้วยเหตุผลที่ว่า PWD ในประเทศนี้เป็นหน่วยงานที่เข้มแข้งและมีความพร้อมด้านอุปกรณ์ และระบบป้องกันภัยจากทะเลที่ประกอบด้วยคันกั้นน้ำสูงซึ่ง PWD รับผิดชอบ ขณะที่ MI และ PWD อยู่ภายใต้กระทรวงเดียวกัน

หน่วย SSWS ของ PWD ดำเนินงานเตือนภัยใน 2 ระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งสำหรับสภาพชายฝั่งที่แตกต่างกันตลอดความยาว 300 กิโลเมตร ได้มีการติดตั้งสถานีอ้างอิงจำนวน 5 สถานี

ระดับการเตือนภัยขั้นแรกเป็นการเฝ้าระวังคันกั้นน้ำ (Dike Watch) ที่แหลมชายฝั่งฮอลแลนด์จะเริ่มปฏิบัติงานเมื่อคาดว่าจะเกิดระดับน้ำทะเลที่ M.S.L. +2.2 เมตร รอบการเกิดซ้ำของระดับนี้ประมาณ 1 ปี และระดับน้ำทะเลที่เกินกว่านี้จะถือว่าเป็นคลื่นพายุซัดฝั่ง ระดับการเตือนภัยขั้นที่สองเป็นการเฝ้าระวังคันกั้นน้ำท่วมแบบเต็มรูปแบบ (Extensive Dike Watch) ซึ่งจะเริ่มปฏิบัติงานเมื่อคาดว่าระดับน้ำทะเลที่ M.S.L. +2.8 เมตร จะเกิดขึ้น หรือมีรอบการเกิดซ้ำในช่วง 5–10 ปี

ในขั้นตอนปฏิบัติงานเริ่มจากหน่วย MI จะแจ้งเตือน SSWS เมื่อถึงระดับน้ำที่เรียกว่า “ระดับแจ้งข่าว (Information Level)” ซึ่งเป็นระดับที่อยู่ต่ำกว่าระดับเฝ้าระวังคันกั้นน้ำประมาณ 40–50 เซนติเมตร หากทำได้การแจ้งเตือนจะทำอย่างน้อยที่สุด 10 ชั่วโมง ก่อนเวลาน้ำทะเลขึ้นสูงสุดจริงตามหลักดาราศาสตร์ (High Tide, H.T.) เมื่อใดที่คาดการณ์ว่าระดับของน้ำทะเลที่ H.T. จะเกินกว่าระดับแจ้งข่าว เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในหน่วย SSWS จะตัดสินใจว่าจำเป็นต้องระดมกำลังเจ้าหน้าที่ของตนหรือไม่ ถ้าสภาพภูมิอากาศแย่ลง และหลังทำการหารือกับหน่วย MI ผ่านสายโทรศัพท์สายด่วน หากเจ้าหน้าที่เห็นว่าระดับน้ำคาดว่าจะสูงเกินระดับเฝ้าระวังคันกั้นน้ำแบบจำกัด จากนั้นจะออกโทรเลขแจ้งเตือนภัยไปยังหน่วยงานต่าง ๆ โดยปกติข้อมูลดังกล่าวจะได้รับก่อนเวลา H.T. ประมาณ 6 ชั่วโมง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่ กองทัพบก กองทัพเรือ และหน่วยงานป้องกันฝ่ายพลเรือน

หลังส่งโทรเลขจะมีการประกาศข่าวหลังจากมีการพยากรณ์อากาศเป็นรายชั่วโมง ข่าวสำคัญ ๆ อาจออกประกาศดังนี้

“ระดับน้ำขึ้นคาดการณ์สูงสุดที่ H.T. สำหรับช่วงบ่ายนี้ (หรือช่วงเช้านี้) ที่แหลมชายฝั่งฮอลแลนด์ (Hook of Holland) เท่ากับ.....เมตร ที่เดนเฮลเดอร์ (Den Helder) เท่ากับ.....เมตร และจากข้อมูลพยากรณ์ PWD ขอแนะนำให้มีการเฝ้าระวังคันกั้นน้ำแบบจำกัด (หรือแบบเต็มรูปแบบ) ที่คันกั้นน้ำดังนี้ .....”

การระบุว่าเป็นการเฝ้าระวังแบบจำกัด (Limited Dike Watch) หมายความว่า คาดการณ์ว่ายังไม่มีภัยอันตรายเกิดขึ้นในทันที แต่ให้ดำเนินมาตรการเตรียมความพร้อมบางประการเพื่อการป้องกัน แต่ถ้าระบุว่าเป็นการเฝ้าระวังคันกั้นน้ำแบบเต็มรูปแบบ (Extensive Dike Watch) จะมีการจัดส่งโทรเลขไปยังหน่วยงานต่าง ๆ ที่ระบุไว้ข้างต้น เพื่อดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ตามลักษณะและความสามารถของหน่วยงานในพื้นที่อย่างจริงจัง ตัวอย่างของกิจกรรมเหล่านี้ ได้แก่

- หน่วย PWD และคณะกรรมการด้านน้ำในพื้นที่จะต้องระดมกำลังเจ้าหน้าที่ของตน และเรียกกำลังสำรองจากผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ และเตรียมวัสดุที่ใช้สร้างอาคารในสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น กระสอบทราย แผ่นกั้นน้ำ ท่อนไม้ ฯลฯ และนำขึ้นรถบรรทุก มีการลาดตระเวนเพื่อป้องกันภัยจากทะเลโดยกลุ่มคนที่มีวิทยุสื่อสารวอคกี้–ทอคกี้ (Walkie–Talkie)
- หน่วยงานป้องกันฝ่ายพลเรือนจัดระดมเจ้าหน้าที่ โทรศัพท์ วิทยุ และสื่อทางไกลอื่น ๆ และต้องเตรียมอุปกรณ์ฉุกเฉินให้พร้อมเพื่อออกปฏิบัติงานได้ในทันที เช่น หน่วยพยาบาล ครัวเคลื่อนที่ โรงพยาบาลสนาม ฯลฯ
- ผู้บังคับบัญชากองกำลังทหารบก ทหารเรือ และทหารอากาศ อาจได้รับคำสั่งให้ระดมบุคคลเข้าค่ายทหาร และจัดให้มีเฮลิคอปเตอร์ รถบรรทุก และเรือ พร้อมอุปกรณ์ฉุกเฉินพิเศษ
- ถนนและทางรถไฟที่ตัดผ่านคันกั้นน้ำจะถูกปิด

นอกจากนี้ ผู้ว่าราชการจังหวัด ตำรวจ และเจ้าหน้าที่ดับเพลิงในพื้นที่รับภัยต้องได้รับการแจ้งข่าว พวกเขาจะได้รับคำสั่งล่วงหน้าแล้วว่าจะใช้ถนนเส้นไหนได้ในขณะที่เกิดน้ำท่วม และบริเวณใดที่จะต้องรักษาไว้เพื่อให้การจราจรเคลื่อนที่ไปได้

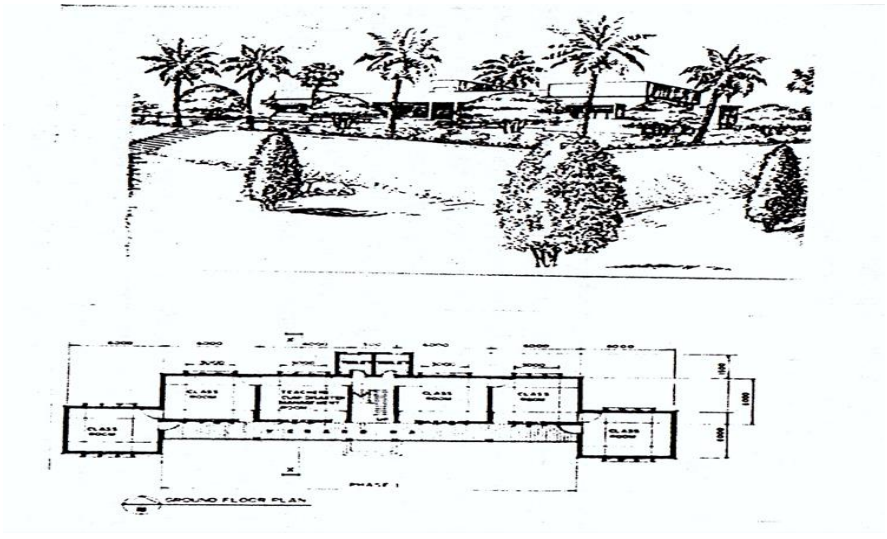
การเฝ้าระวังคันกั้นน้ำแบบเต็มรูปแบบจะได้รับการประกาศทุกชั่วโมงทางวิทยุ ระบบนี้มีข้อดีคือต้องมีการดำเนินการบางอย่างกันทุกปี และมีความต่อเนื่องของการปฏิบัติตามมาตรการที่กล่าวข้างต้นโดยอัตโนมัติ

รูปที่ 3–4 หมู่บ้านที่อยู่บนเนินดินในประเทศเนเธอร์แลนด์

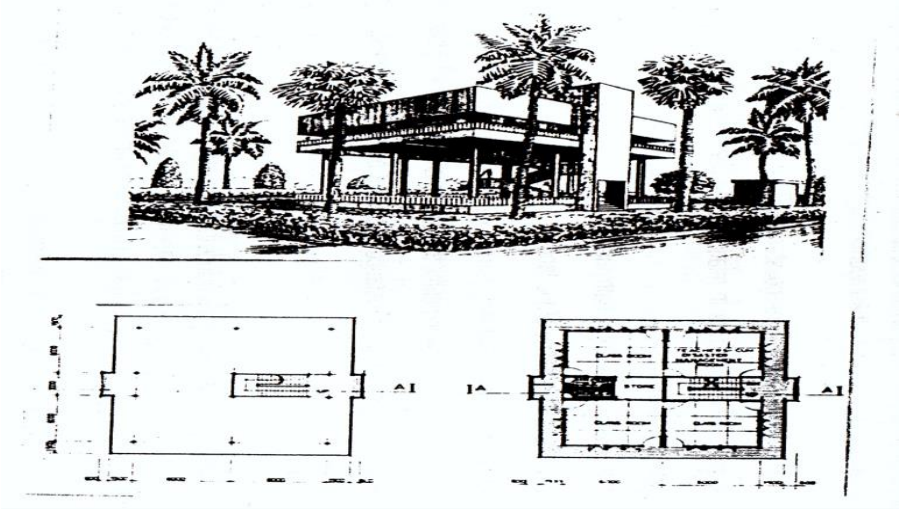
3.4.3 น้ำท่วมจากทะเลและการพยากรณ์ในประเทศบังคลาเทศ (Sea Floods and Forecasting in Bangladesh)

ประเทศบังคลาเทศมีพื้นที่ชายฝั่ง 700 กิโลเมตรในอ่าวเบงกอล และมีความเสี่ยงจากพายุไซโคลนและน้ำท่วมจากคลื่นพายุซัดฝั่งสูง ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและทำลายพืชพันธุ์และโครงสร้างพื้นฐาน จำเป็นที่จะต้องสร้างความตระหนักรู้และอบรมประชาชนให้สามารถรับมือกับปรากฏการณ์ดังกล่าว และสามารถรักษาชีวิตและทรัพย์สินในแถบชายฝั่งทะเลได้ (ดูรูปที่ 3–5 และ 3–6) พื้นที่ที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมที่เกิดจากคลื่นพายุซัดฝั่งเรียกว่า พื้นที่เสี่ยงภัย (Risk Zone) น้ำท่วมจากคลื่นพายุซัดฝั่งมีลักษณะแตกต่างกันไปตามพื้นที่ชายฝั่งทะเล และขึ้นอยู่กับปัจจัยในส่วนภูมิภาคและท้องถิ่นหลายประการที่เกี่ยวกับอุทกวิทยา ภูมิศาสตร์ และสมุทรศาสตร์ ปัจจัยสำคัญ ๆ มีดังต่อไปนี้

- ความสูงของคลื่นพายุซัดฝั่งที่ชายทะเล
- มุมของเส้นทางพายุที่สัมพันธ์กับแนวชายฝั่ง
- สภาพน้ำทะเลขึ้นลง
- ความลึกของพื้นทะเลที่ใกล้ชายฝั่งและนอกชายฝั่ง
- ความลาดชันและภูมิประเทศของพื้นที่
- ความโค้งของแนวชายฝั่ง
- ความกว้างและความลึกของปากแม่น้ำซึ่งคลื่นจะพัดเข้ามา
- การใช้ที่ดินและความต้านทานของผิวหน้า รวมทั้งป่าไม้ที่มีอยู่



รูปที่ 3–5 รูปเพอร์สเปกทีฟและรูปแปลนของการสร้างที่หลบภัยไซโคลนบนเนินดินที่บังคลาเทศนำเสนอ



รูปที่ 3–6 รูปเพอร์สเปกทีฟและรูปแปลนของการสร้างที่หลบภัยบนเสาไม้สูงที่บังคลาเทศนำเสนอ

(1) การวิเคราะห์ (Analyses)

การวิเคราะห์ทางด้านอุทก–อุตุนิยมวิทยารวมกิจกรรมดังต่อไปนี้ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์น้ำฝน การวิเคราะห์ความถี่ของความเร็วลม การวิเคราะห์ทางสถิติความลึกของระดับน้ำใต้ดิน และการวิเคราะห์ความถี่ของระดับน้ำสูงสุดบนผิวดิน

การวิเคราะห์คลื่นพายุซัดฝั่งรวมกิจกรรมดังต่อไปนี้ ได้แก่ การประเมินทางสถิติของความสูงสูงสุดของคลื่นตลอดแนวชายฝั่ง พายุไซโคลนในเขตร้อนและคลื่นพายุซัดฝั่งที่เคยเกิดขึ้น แบบจำลองพื้นที่ลม (Wind Field Model) แบบจำลองการคาดการณ์ความสูงสูงสุดของคลื่นพายุซัดฝั่ง การสำรวจพายุ การสำรวจพื้นที่น้ำท่วมขัง ผลกระทบของความลาดชันของพื้นที่ ผลกระทบของความต้านทานของผิวหน้า ผลกระทบของการสร้างคันกั้นน้ำ

(2) การเตือนภัย (Warnings)

กรมอุตุนิยมวิทยาของบังคลาเทศ (Bangladesh Meteorological Department, BMD) รับผิดชอบการพยากรณ์ลมพายุ และออกประกาศแจ้งเตือนภัยจากศูนย์เตือนภัยพายุต่าง ๆ ในกรุงธากา (Dhaka) BMD รับรายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีต่าง ๆ ในภูมิภาคผ่านโครงการเฝ้าระวังสภาพภูมิอากาศโลกและพายุไซโคลนในเขตร้อนขององค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO's World Weather Watch and Tropical Cyclone Project) BMD มีสถานีเรดาร์ภูมิอากาศที่เมืองค๊อกซ์ บาซาร์ (Cox' Bazaar) และเมืองกัลลาปารา (Kalapara) และองค์การวิจัยด้านอวกาศและการตรวจวัดระยะไกล (Space Research and Remote Sensing Organization, SPARRSO) เป็นผู้ให้ข้อมูลจากดาวเทียม UNOAA

เป็นประจำ จากข้อมูลเหล่านี้ BMD จะคาดการณ์แนวเส้นทางพายุ และออกประกาศแจ้งเตือนภัยตามวิธีที่อธิบายในคำสั่งเตรียมพร้อม (Standing Orders)

นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1993 การเผยแพร่คำประกาศเตือนภัยของ BMD ทางวิทยุและโทรทัศน์ และผ่านช่องทางราชการได้รับการปรับปรุงยิ่งขึ้นโดยรัฐบาลบังคลาเทศ ประชาคมพระจันทร์เสี้ยวแดงของบังคลาเทศ (Bangladesh Red Crescent Society, BDRCS) และแผนงานการเตรียมความพร้อมรับมือพายุไซโคลน (Cyclone Preparedness Program, CPP) สำนักงานใหญ่ของ CPP ตั้งอยู่ในกรุงธากา มีช่องทางวิทยุติดต่อโดยตรงกับ BMD พร้อมด้วยบุคลากรในระดับโซนและอัพพาซิลา และในสหภาพบางแห่งในปัจจุบัน CPP มีอาสาสมัครประมาณ 21,000 คน จาก 10 หน่วยงาน

CPP จัดตั้งขึ้นในหน่วยพื้นที่ที่เรียกว่าทานาส (Thanas) จำนวน 24 ทานาส ตามชายฝั่งทะเล และกำลังจะมีการขยายเพิ่มขึ้นอีก 6 แห่ง รวมทั้งมีการเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์ส่วนใหญ่และคงจำนวนเจ้าหน้าที่ไว้ อย่างไรก็ตาม สัดส่วนของประชากรที่แจ้งว่าได้รับการเตือนจาก CPP เมื่อเกิดพายุไซโคลนในปี ค.ศ. 1991 ต่ำมากอย่างน่าผิดหวัง

(3) ประสบการณ์ (Experience)

ระบบการเตือนภัยพายุไซโคลนและลมพายุที่มีอยู่มักถูกวิจารณ์ว่าไม่เหมาะสมกับผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ เนื่องจากระบบดังกล่าวได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อนักเดินเรือและเจ้าหน้าที่ประจำท่าเรือ อย่างไรก็ตามการศึกษาในพื้นที่อย่างละเอียดมากที่สุดเปิดเผยว่า หลังเกิดพายุไซโคลนในปี ค.ศ. 1991 ประชาชนประมาณ 91% ที่สำรวจอ้างว่ารับทราบการประกาศแจ้งเตือนภัย

ถึงแม้ว่าประชาชนเกือบทั้งหมดรับทราบการประกาศแจ้งเตือนภัย แต่น้อยกว่า 50% และมีปฏิกริยาตอบสนองโดยมีเหตุผลดังสรุปต่อไปนี้

- ไม่เข้าใจอย่างชัดแจ้งว่าควรไปที่ไหนและไปอย่างไร
- ไม่เชื่อในประกาศเตือนภัย
- ไม่ต้องการที่จะทิ้งสมบัติและที่ดินของตน
- ขณะที่สามีไม่อยู่ สมาชิกครอบครัวที่เหลือไม่สามารถตัดสินใจว่าจะต้องทำอะไร

(4) ข้อสังเกต (Observations)

ระบบการเตือนภัยในปัจจุบันถือว่าไม่เป็นที่น่าพอใจ เพราะไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพายุไซโคลนระดับอ่อน ซึ่งมีความเร็วลมสูงสุดที่ 118 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายมากนัก) และพายุระดับอื่นซึ่งมีความเร็วลมสูงกว่า เมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่จริง ระดับของยอดคลื่นพายุ

ซัดฝั่งสูงสุดที่ความเร็วลมต่าง ๆ กันซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นพายุเพชรฆาตในบังคลาเทศ เช่น พายุที่มีความเร็วลมเกิน 170 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความสูงของคลื่นซัดฝั่งสูงกว่า 2.5 เมตร จะต้องพัฒนาประกาศเตือนภัยที่ทำให้ประชาชนแถบชายฝั่งทะเลเรียนรู้และตระหนักว่าพายุไซโคลนขนาดใหญ่กำลังจะเข้าโจมตี

อีกด้านหนึ่งของระบบการเตือนภัยลมพายุในปัจจุบันซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีการตรวจสอบท่าเรือในแม่น้ำ ระบบสัญญาณที่เป็นตัวเลขได้ถูกนำมาใช้สำหรับท่าเรือชายฝั่งทะเล แต่สัญญาณที่มีตัวเลขเดียวกันซึ่งอาจหมายถึงสิ่งที่แตกต่างกันในท่าเรืออื่น ๆ Saffir Simpson Scale เป็นมาตราที่ใช้ในหลายประเทศที่มีพายุไซโคลน ซึ่งกำลังพิจารณาจะนำมาใช้ในประเทศบังคลาเทศปัจจุบัน รวมทั้ง International Hurricane Scale อื่น ๆ

ได้มีการจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมของทานาส เจ้าหน้าที่ และตัวแทนระดับสหภาพ รวมทั้งครูและอิหม่าม ในขั้นตอนของ CPP ในเขตอาติยา (Hatiya) และชาร์ บาตา (Char Bata) เจ้าหน้าที่ CPP และอาสาสมัครได้ริเริ่มนำเอากิจกรรม CPP ไปผสมผสานกับแนวคิดเพื่อการพัฒนาในระดับที่กว้างขึ้น

จำนวนของรายงานที่ได้รับการจัดทำนับตั้งแต่เหตุการณ์พายุไซโคลนปี ค.ศ. 1991 รวมทั้งการประเมินที่ดำเนินการโดย BDRCS ซึ่งเรียกร้องให้มีการเตือนภัยที่มีลักษณะง่ายขึ้นและจูงใจประชาชนทั่วไปที่อาศัยอยู่ชายฝั่งทะเลได้มากขึ้น

เทคโนโลยีการพยากรณ์ลมพายุกำลังได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และ BMD ควรจะจัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมมากที่สุด ถึงแม้ว่าสามารถยกระดับสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันให้ดีขึ้นได้ ผลการดำเนินงานของ BMD ในการพยากรณ์เส้นทางของพายุไซโคลนโดยพิจารณาจากบันทึกต่าง ๆ ในช่วงเร็ว ๆ นี้ก็ถือว่าน่าพอใจ อย่างไรก็ตาม ควรมุ่งเน้นไปที่การเผยแพร่ข้อมูลพยากรณ์ให้เร็วขึ้นหลังจากพยากรณ์ได้แล้ว

II–IV การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Control of Floodplain Development)

เขียนโดย R. Bruce MacLock

4.1 หลักการและวัตถุประสงค์ (Principles and Objectives)

การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Control of Flood Development) นี้อยู่บนพื้นฐานของความตั้งใจของหน่วยงานรัฐบาลและประชาชนทั่วไปที่จะควบคุมการพัฒนา เช่น การใช้ที่ดิน สิ่งก่อสร้าง โครงสร้างพื้นฐาน ฯลฯ ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่กำหนด เทคนิคที่เกี่ยวกับมาตรการนี้มีแนวโน้มที่จะใช้เงินลงทุนต่ำแต่ต้องได้รับความร่วมมือจากประชาชนสูง (ต้นทุนทางสังคม) ด้วยเหตุนี้ การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงให้ประสบผลสำเร็จจำเป็นจะต้องมีข้อตกลงร่วมกันของสังคมที่จะปฏิบัติตามวัตถุประสงค์ของมาตรการควบคุมดังกล่าว ได้แก่

- ลดการสูญเสียเนื่องจากน้ำท่วมและการสูญเสียชีวิตในอนาคต
- กำหนดและอธิบายลักษณะการใช้ที่ดินให้เป็นที่ยอมรับหรือเข้ากันได้ภายในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่กำหนด และ (ที่เป็นกุญแจสำคัญ) :
- เพิ่มความตระหนักของสาธารณชนและองค์กรถึงความเสี่ยงของภัยน้ำท่วม

การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอาจจะไม่เกิดประสิทธิผลสูงสุดในระดับประเทศ หากลุ่มน้ำนั้นแผ่ขยายครอบคลุมมากกว่าหนึ่งประเทศ เนื่องจากการพัฒนาด้านเหนือน้ำส่งผลต่อการบริหารจัดการน้ำท่วมหรือควบคุมงานพัฒนาในพื้นที่ของประเทศทางด้านท้ายน้ำ สำหรับแม่น้ำนานาชาติจำเป็นจะต้องสร้างความร่วมมือเชิงรุกที่มีประสิทธิภาพระหว่างประเทศสองริมฝั่งแม่น้ำเพื่อให้เกิดศักยภาพสูงสุดในการบรรเทาความเสียหายในลุ่มน้ำ

4.2 ข้อมูลที่ต้องการ (Data Requirement)

การดำเนินงานควบคุมจำเป็นจะต้องมีการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลที่ต้องการได้แสดงรายละเอียดและจัดเรียงตามลำดับความสำคัญในหัวข้อย่อยต่อไปนี้ และยังแสดงถึงแนวทางการดำเนินการเป็นระยะ ๆ ตามมาด้วยระดับของข้อมูล เพื่อให้สามารถทำการประเมินได้ในรายละเอียดมากขึ้น และส่งผลให้เกิดกลยุทธ์หรือแผนการจัดการที่รอบคอบมากขึ้น

4.2.1 การจัดทำแผนที่ความเสี่ยงน้ำท่วม (Flood Risk Mapping)

- แผนที่ภูมิประเทศที่มีระยะห่างของเส้นชั้นระดับสูงสุด 1 เมตร และมีระยะห่างของเส้นชั้นระดับ 0.25 เมตร ในพื้นที่ราบ แผนที่ควรมีมาตราส่วน 1:10,000 หรือ 1:20,000
- การกำหนดและจัดทำแผนที่น้ำท่วมที่รอบความถี่ต่าง ๆ เช่น 1:10, 1:25, 1:50, 1:1,000 ปี ฯลฯ
- การกำหนดแนวเขตเส้นทางน้ำท่วมและพื้นที่ชายเขตน้ำท่วมของน้ำท่วมออกแบบ (ปกติใช้ที่รอบ 1:100 ปี)

4.2.2 การจัดทำบัญชีรายการในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Inventory)

- การระบุขอบเขตของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใช้อยู่จริงและที่วางแผนในปัจจุบัน เช่น ที่อยู่อาศัย พื้นที่การพาณิชย์ พื้นที่อุตสาหกรรม หน่วยงาน/สถาบัน พื้นที่การเกษตรกรรม พื้นที่เปิด/สันทนาการ และพื้นที่ว่าง ฯลฯ
- การทำบัญชีรายการและการแยกประเภทอาคาร สิ่งก่อสร้าง โครงสร้างพื้นฐาน ที่มีความเป็นไปได้ว่าจะได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมออกแบบ

4.2.3 การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis)

การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสูญเสียชีวิตที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างน้ำท่วม การวิเคราะห์ความเสี่ยงช่วยให้สามารถกำหนดแผนงานมาตรการฉุกเฉินซึ่งจะต้องได้รับการกำหนดขึ้นเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานรวมเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วมแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้างในพื้นที่ที่มีเสี่ยงสูงในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง การวิเคราะห์ความเสี่ยงยังเป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อการกำหนดการดำเนินงานในพื้นที่ที่มีความสำคัญสูงสุด เช่น พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงสุดในด้านความปลอดภัยและการสูญเสียชีวิต

ปัจจัยความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียชีวิตที่อาจเกิดขึ้น ได้แก่

- กราฟน้ำท่วม (Flood Hydrograph) หรือความเร็วของการยกตัวขึ้นของยอดน้ำสูงสุด ลักษณะหนึ่งของน้ำท่วมซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการสูญเสียชีวิตคือ ช่วงระยะเวลาที่น้ำขึ้นจนถึงระดับสูงสุด ยิ่งเวลาสั้นเท่าไร โอกาสการสูญเสียชีวิตยิ่งมากขึ้นเท่านั้น
- ความลึกของน้ำท่วม สำหรับน้ำท่วม 1:100 ปี ยิ่งน้ำท่วมมีความลึกมากเท่าไร ความเสี่ยงของผู้อยู่อาศัยและทีมกู้ภัยยิ่งมากขึ้นเท่านั้น
- ความเร็วของกระแสน้ำท่วม ยิ่งความเร็วของน้ำมากเท่าไร ความเสี่ยงของผู้อยู่อาศัยและทีมกู้ภัยยิ่งมากขึ้นเท่านั้น

- ความเสี่ยงของผู้อยู่อาศัย การวิเคราะห์นี้โดยปกติจะเกี่ยวข้องกับการจัดลำดับความสำคัญของประชาชนของแต่ละชุมชนที่อาศัยอยู่ในเขตทางระบายน้ำท่วม พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และพื้นที่ใกล้เคียงกับเขตอันตรายจากน้ำท่วม
- ความเสี่ยงของผู้ไม่ได้อยู่อาศัย เป็นที่ทราบกันดีว่า น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่กำหนดมีผลกระทบต่อผู้ที่เข้ามาในพื้นที่ชั่วคราวด้วยเช่นกัน เช่น คนที่มาทำงานในพื้นที่เสี่ยงภัย
- การเดินทางเข้าออก น้ำท่วมอาจทำให้การเดินทางหยุดชะงัก และชุมชนถูกแยกออกไปเมื่อเส้นทางถูกตัดขาด เห็นได้ชัดว่า พื้นที่ลักษณะเช่นนี้จะมีความสี่ยงของการสูญเสียชีวิตสูงกว่าถ้าไม่สามารถอพยพให้เสร็จก่อนพื้นที่ข้างเคียงจะถูกท่วมขัง
- การใช้บริการจากหน่วยงานในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม เช่น โรงพยาบาล โรงเรียน ศูนย์เลี้ยงเด็ก บ้านพักคนชรา ฯลฯ ในประเด็นนี้พบว่า ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกในภาวะวิกฤติอยู่นอกเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในรอบ 500 ปี ไม่ว่าจะเป็น โรงพยาบาล โรงประปา ฯลฯ
- มาตรการเตือนภัยน้ำท่วมและอพยพ ลักษณะและชนิดของแผนงานในพื้นที่นั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับทางออกสู่ภายนอก

4.2.4 การประเมินความเสียหาย (Damage Assessment)

การประเมินความเสียหาย (Damage Assessment) ที่เกิดขึ้นจากน้ำท่วมจะใช้ประเมินประสิทธิผลด้านราคา (การวิเคราะห์ผลประโยชน์/เงินลงทุน) ของโครงการที่สร้างขึ้นเพื่อบรรเทาผลกระทบของน้ำท่วม การวิเคราะห์แบบนี้ยังช่วยทำให้การจัดสรรทรัพยากรเพื่อการบรรเทาหรือสู้ภัยน้ำท่วมทำได้เหมาะสมยิ่งขึ้น การประเมินความเสียหายเกี่ยวกับการกำหนดทางอุทกวิทยาของระดับน้ำท่วมสำหรับน้ำท่วมในรอบการเกิดซ้ำหนึ่ง ๆ และสามารถประเมินความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในรอบการเกิดนั้น ๆ การวิเคราะห์นี้จะให้เส้นโค้งค่าความเสียหายสังเคราะห์–ความถี่ (Synthetic Damage–Frequency Curve) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประมาณการความเสียหายเฉลี่ยรายปีสำหรับพื้นที่ศึกษาได้

ความเสียหายจากน้ำท่วมอาจแยกได้เป็น

- ความเสียหายด้านที่อยู่อาศัย (Residential Damages) : รายละเอียด โครงสร้าง และการทำความสะอาด
- ความเสียหายเชิงพาณิชย์ (Commercial Damages) : ความเสียหายต่อสินค้า อุปกรณ์ และอาคาร และค่าใช้จ่ายทำความสะอาด
- ความเสียหายด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure Damages) : ครอบคลุมถึงทางด่วน สะพาน สาธารณูปโภค

- ความเสียหายด้านการเกษตร (Agriculture Damages) : ความเสียหายต่อพืชผล เครื่องจักรกลการเกษตร และสถานที่จัดเก็บ ฯลฯ
- ความเสียหายทางอ้อม (Indirect Damage) : รวมสิ่งอื่น ๆ เช่น ค่าใช้จ่ายในการอพยพ การหาที่อยู่อาศัยอื่นระหว่างน้ำท่วม การสูญเสียค่าจ้างและรายได้จากธุรกิจเนื่องมาจากการหยุดชะงักของธุรกิจและเส้นทางขนส่ง ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ ค่าใช้จ่ายในการสู้กับภัยน้ำท่วม และความไม่สะดวกโดยทั่วไป รวมทั้งค่าทำความสะอาด ความเสียหายทางอ้อมโดยปกติจะคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของความเสียหายโดยตรง และอยู่ระหว่าง 10%–45% ขึ้นอยู่กับประเภทของการใช้ที่ดิน

4.3 เทคนิค (Technique)

มีเทคนิคต่าง ๆ มากมายซึ่งสามารถนำมาใช้ได้เพื่อจัดระเบียบหรือควบคุมการพัฒนาและการใช้พื้นที่ในเขตที่ราบน้ำท่วมถึง เทคนิคเหล่านี้บางเทคนิค รวมไปถึงการออกระเบียบควบคุมเกี่ยวกับพื้นที่น้ำท่วม การจัดเขตพื้นที่และการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยกฎหมาย ระเบียบ ประมวลข้อบังคับอาคาร นโยบายการพัฒนา และการปรับอัตราภาษี

4.3.1 ระเบียบเกี่ยวกับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Regulations)

ระเบียบควบคุมพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Regulations) ก็คือ แนวทางในการอนุมัติการใช้ที่ดินในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ระเบียบควบคุมพื้นที่น้ำท่วมมักจะทำโดยการออกกฎหมาย ซึ่งอาจมาในรูปของประมวลข้อบังคับ หรือการออกกฎหมายซึ่งเป็นประกาศ คำสั่ง หรือห้ามบางสิ่ง ระเบียบนี้อาจออกได้ทั้งในระดับชาติ/รัฐ จังหวัด หรือภูมิภาค

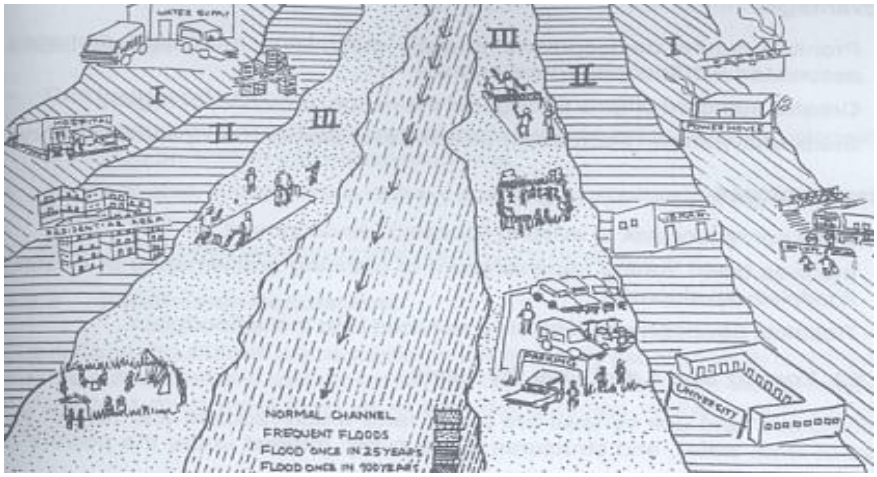
การควบคุมที่เกี่ยวข้องกับน้ำท่วมมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะที่ทำให้ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นและระดับน้ำสูงขึ้นอันเป็นผลจากการกระทำหรือละเว้นการกระทำใด ๆ ระเบียบนี้ไม่อาจลดความเสี่ยงของการพัฒนาในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมที่มีอยู่แล้ว อย่างไรก็ตาม มันจะช่วยให้การใช้ที่ดินที่ไม่ถูกต้องค่อย ๆ เปลี่ยนไปเป็นการใช้ที่ดินที่ถูกต้องได้เมื่อเวลาผ่านไปในระหว่างที่มีการแบ่งแยกหรือมีการพัฒนาที่ดินขึ้นใหม่

ความเป็นไปได้ของการควบคุมจะขึ้นอยู่กับการใช้กฎหมายอย่างเข้มแข็งโดยรัฐ/จังหวัด จากประสบการณ์ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้แสดงให้เห็นว่า ศาลมักจะไม่เห็นด้วยกับการออกกฎหมายระดับท้องถิ่นในเรื่องการควบคุมพื้นที่น้ำท่วม แต่มักจะสนับสนุนการออกกฎหมายในระดับรัฐ

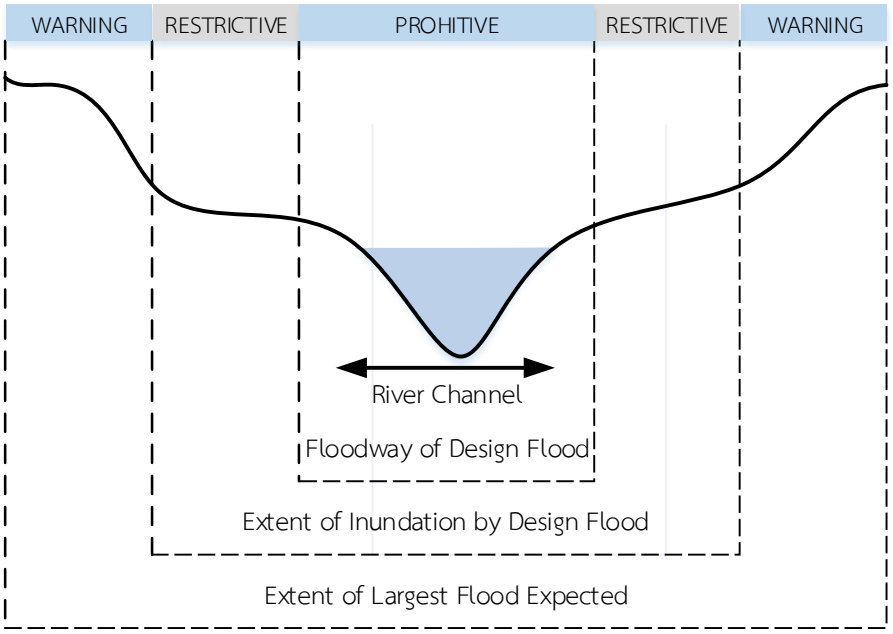
สิ่งจำเป็นที่จะต้องมีเพิ่มเติมเพื่อให้แน่ใจว่าจะได้แผนการควบคุมที่ทำงานได้จริง ได้แก่

- กระบวนการทบทวนหรือการอ้างอิง
- กระบวนการอุทธรณ์
- การกำหนดขนาดน้ำท่วมที่ใช้ออกแบบที่สามารถนำมาใช้ได้
- แผนงานในการจัดทำแผนที่น้ำท่วมที่แม่นยำเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการออกระเบียบควบคุมพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

เพื่อให้ระเบียบควบคุมดังกล่าวประสบผลสำเร็จ ระเบียบจะต้องมีลักษณะเป็นข้อแนะนำ มีเหตุมีผล และไม่เลือกปฏิบัติ มากกว่าที่จะเป็นแต่ข้อห้ามทั้งหมด ในระดับท้องถิ่น ระเบียบสำหรับควบคุมพื้นที่น้ำท่วมมักจะรวมอยู่ในกฎหมายท้องถิ่นการควบคุมการจัดเขต การควบคุมการจัดแบ่งพื้นที่ย่อย และ/หรือ กฎหมายควบคุมอาคาร



รูปที่ 4–1 การจัดเขตในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง



รูปที่ 4–2 รูปตัดขวางของพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งมีการจัดเขตพื้นที่ตามที่ระบุ

ข้อดี

- ห้ามการพัฒนาในอนาคต ด้วยเหตุนี้จึงสามารถลดความเสียหายที่อาจเพิ่มขึ้นจากการพัฒนาในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงให้เหลือน้อยที่สุด
- สร้างเกณฑ์มาตรฐานให้ครอบคลุมทั้งประเทศ จังหวัด หรือภูมิภาค
- จากการศึกษาพบว่า การดำเนินการจัดระเบียบควบคุมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเกิดประสิทธิผลคุ้มค่า

ข้อเสีย

- ไม่สามารถลดความเสี่ยงของการพัฒนาที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงได้
- มีการลดชั้นเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่พัฒนาอยู่แล้วลง (ลดการให้สิทธิ์ในการวางแผน)
- จำกัดการพัฒนาที่ดินที่ใช้งานอยู่แล้วในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

4.3.2 การจัดเขตและการใช้พื้นที่โดยกฎหมาย (Zoning and Land Use by Laws)

การจัดเขตและการใช้พื้นที่โดยกฎหมาย (Zoning and Land Use by Laws) หมายถึงกฎหมายสาธารณะซึ่งควบคุมและจำกัดการใช้ประโยชน์จากที่ดิน น้ำ และสิ่งก่อสร้างที่เป็นประโยชน์สาธารณะภายใต้อำนาจการดูแลของรัฐบาลท้องถิ่น

โซนการใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน เช่น ที่อยู่อาศัย การพาณิชย์ ที่ตั้งหน่วยงาน อุตสาหกรรม สันทนาการ ฯลฯ จะต้องกำหนดขอบเขตให้ชัดเจน และในแต่ละโซนสามารถออกระเบียบควบคุมที่เหมาะสม กฎข้อบังคับนี้สามารถใช้ควบคุมการอนุมัติให้ใช้ที่ดิน ชนิดของอาคารที่ยอมให้ก่อสร้างหรือแม้แต่รูปแบบการเพาะปลูก และการใช้พื้นที่ในการทำเกษตรกรรมในเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงได้

โซนที่ยอมให้มีการใช้ประโยชน์โดยส่วนใหญ่อยู่ด้วยกันได้กับภัยน้ำท่วม ได้แก่ การเกษตรกรรม การอนุรักษ์และสัตว์ป่า พื้นทีเปิดโล่ง การใช้เพื่อสันทนาการ และรูปแบบการขนส่งแบบทุติยภูมิ

แนวคิดเรื่องการจัดเขตพื้นที่เป็น 2 โซน ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงกำลังได้รับความนิยมมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปอเมริกาเหนือที่แบ่งพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงออกเป็น 2 โซน คือ โซนทางระบายน้ำท่วม (Floodway Zone) และโซนชายเขตน้ำท่วม (Floodway Fringe Zone) โซนทางระบายน้ำท่วมคือพื้นที่ที่มีน้ำไหลลึกและไหลออกเร็วที่สุดซึ่งอยู่ติดกับทางน้ำ ส่วนโซนชายเขตน้ำท่วมคือ พื้นที่ระหว่างขอบของทางระบายน้ำท่วมกับเขตที่จะถูกน้ำท่วมโดยน้ำท่วมที่ออกแบบ และเป็นพื้นที่ที่มักเกิดน้ำท่วมระดับตื้นโดยทั่วไป (ลึกน้อยกว่า 3 ฟุต) การพัฒนาด้านต่าง ๆ มักถูกจำกัดในพื้นที่โซนทางระบายน้ำท่วม และอนุญาตให้ทำได้ในโซนชายเขตน้ำท่วมภายใต้เงื่อนไขตามที่กำหนดในกฎหมาย เช่น ห้ามมีห้องพักอาศัยใด

อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำท่วมออกแบบ ที่อยู่อาศัยหรือสิ่งก่อสร้างจะต้องเป็นชนิดป้องกันน้ำท่วมได้ ไม่ว่าจะโดยการสร้างบนที่ยกสูงขึ้นบนวัสดุถม หรือโดยวิธีอื่น ๆ ที่ยอมรับได้

ข้อดี

- สามารถป้องกันไม่ให้เกิดการพัฒนาในอนาคตในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมซึ่งเป็นพื้นที่ชุมชนหรือเทศบาล ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับการพัฒนาในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในเหลือน้อยที่สุดได้
- การศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าการจัดเขตพื้นที่เป็นมาตรการที่คุ้มค่าในการดำเนินการ

ข้อเสีย

- สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้
- ในระดับท้องถิ่น ความขัดแย้งด้านผลประโยชน์ระหว่างการพัฒนาและการป้องกันน้ำท่วมอาจก่อให้เกิดปัญหาได้
- มีแนวโน้มที่จะไม่มีประสิทธิภาพ หากไม่มีการให้อำนาจจากกฎหมายที่มีระดับสูงกว่า
- ไม่ได้จัดให้มีระบบการป้องกันน้ำท่วมให้แก่พื้นที่ที่พัฒนาอยู่ก่อนแล้ว

4.3.3 การออกระเบียบการจัดแบ่งพื้นที่ย่อย (Subdivision Regulations)

ระเบียบการจัดแบ่งพื้นที่ย่อย (Subdivision Regulations) เป็นการกำหนดวิธีสำหรับการจัดแบ่งพื้นที่ และกำหนดมาตรฐานและเงื่อนไขการออกแบบต่าง ๆ ที่ผู้พัฒนาที่ดินจะต้องดำเนินการเพื่อให้ได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานเทศบาลท้องถิ่น

ระเบียบอาจถูกกำหนดเพื่อห้ามการแบ่งพื้นที่ย่อยในเขตพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม หรือห้ามการเปลี่ยนแปลงในเขตพื้นที่ระบายน้ำท่วมธรรมชาติ หรือเพื่อกำหนดให้มีมาตรการป้องกันน้ำท่วมสำหรับอาคารต่าง ๆ ที่จะสร้างใหม่ นอกจากนี้ ระเบียบนี้ยังอาจห้ามการแบ่งพื้นที่ย่อยซึ่งอาจไม่เหมาะสมสำหรับใช้พัฒนาตามที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดในระเบียบดังกล่าว นักพัฒนาที่ดินอาจถูกห้ามไม่ให้แบ่งย่อยที่ดินในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม หรือเพื่อเป็นทางเลือก เขาอาจถูกกำหนดให้รวมมาตรการป้องกันไว้ในแผนงานด้วย จากประสบการณ์ประเทศสหรัฐอเมริกาได้แสดงว่า เมื่อเปรียบเทียบกับระเบียบการจัดเขตพื้นที่ (Zoning Regulations) แล้ว ระเบียบการจัดแบ่งพื้นที่ย่อย (Subdivision Regulations) ไม่ได้ง่ายและไม่เป็นรูปแบบเดียวกัน และพบว่าไม่ประสบความสำเร็จในการลดความเสียหายจากน้ำท่วม

ทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ไขปัญหาความขัดแย้งระหว่างหน่วยงานที่ออกระเบียบการจัดแบ่งพื้นที่ย่อยในพื้นที่หุบเขาหรือแม่น้ำก็คือ การส่งต่อการตัดสินใจไปให้สู่หน่วยงานจัดการทรัพยากรน้ำของพื้นที่นั้น ๆ เช่น หน่วยงานด้านอนุรักษ์ของออนตาริโอ แคนาดา

ข้อดี

- สามารถปรับเปลี่ยนการพัฒนาได้เพื่อลดภัยพิบัติเนื่องจากน้ำท่วม
- นำเสนอรูปแบบการควบคุมที่ยืดหยุ่นได้

ข้อเสีย

- วัตถุประสงค์ของหน่วยงานที่พิจารณาอาจไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการลดความเสียหายจากน้ำท่วม
- อำนาจที่ได้รับมอบหมายของหน่วยงานที่ทบทวนการจัดแบ่งพื้นที่ย่อยอาจขัดแย้งกัน
- การขอความร่วมมือเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก
- ในแง่ของการบังคับใช้ในระดับท้องถิ่น หรือภูมิภาค อาจมีความไม่เสมอภาค

4.3.4 ประมวลข้อบังคับอาคาร (Building Codes)

ประมวลข้อบังคับอาคาร (Building Codes) ประกอบด้วยมาตรฐานสำหรับอาคารที่ต้องมีอย่างน้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้แน่ใจว่าอาคารที่อยู่ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงมีความปลอดภัย ด้วยเหตุนี้จึงสามารถลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้

ประมวลข้อบังคับอาคารถูกนำมาใช้ในระดับท้องถิ่นและสามารถนำมาใช้กับพื้นที่ราบชายเขตน้ำท่วมถึงได้ทันที ประมวลข้อบังคับอาคารเหล่านี้สามารถพัฒนาให้สอดคล้องกับศักยภาพของการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ใดโดยเฉพาะได้และกำหนดให้การออกแบบและก่อสร้างอาคารต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันความเสียหาย อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีและเทคนิคในการก่อสร้างมักเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอจึงจำเป็นต้องทบทวนประมวลข้อบังคับอาคารเป็นระยะ ๆ

ประมวลข้อบังคับอาคารแห่งชาติของแคนาดา (National Building Code of Canada) มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการกันน้ำท่วมให้อาคาร นอกจากนี้ยังมีหน่วยงาน เช่น Saskatchewan Environment ได้เสนอมาตรฐานการกันน้ำท่วมโดยละเอียดของอาคารทั้งที่เป็นที่อยู่อาศัยและอาคารที่ใช้ประโยชน์อย่างอื่น

ข้อดี

- ทำให้แน่ใจว่าอาคารใหม่ในชายเขตน้ำท่วมจะสามารถกันน้ำท่วมได้
- ทำให้แน่ใจว่ามีการกันน้ำท่วมในพื้นที่ที่พัฒนาอีกครั้ง
- ลดการเพิ่มขึ้นของความเสียหายน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นได้ให้น้อยที่สุด

ข้อเสีย

- การนำประมวลข้อบังคับอาคารมาใช้อย่างเสมอภาคกันทำได้ยาก
- ในระดับภูมิภาค มีความเป็นไปได้สูงที่ประมวลข้อบังคับอาคารจะมีความแตกต่างในเขตเทศบาลต่าง ๆ เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับการบริหาร
- ไม่มีการป้องกันสำหรับการพัฒนาที่มีอยู่แล้ว

4.3.5 นโยบายด้านการพัฒนา (Development Policies)

จำเป็นอย่างยิ่งที่หน่วยงานเทศบาลหรือหน่วยงานที่ให้ความเห็นชอบในการพัฒนาที่ดินจะต้องนำนโยบายมาใช้บังคับ เพื่อไม่ให้มีการขยายตัวของสาธารณูปโภค ถนน และบริการอื่นเข้าไปในพื้นที่ที่กำหนดและพื้นที่ที่ถูกออกแบบให้เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

การปรับปรุงถนน ที่ตั้งของโรงเรียน สิ่งอำนวยความสะดวก และบริการสาธารณะอื่น ๆ ภายนอกพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงสามารถควบคุมการจูงใจในแง่ลบในการใช้ประโยชน์พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่ไม่เหมาะสม และเกิดแรงจูงใจในแง่บวกต่อพื้นที่ที่ปลอดภัยกว่าและตั้งอยู่บนพื้นที่สูงกว่า นโยบายนี้ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีอยู่ อย่างไรก็ตาม มันเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาใหม่ ๆ ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม ด้วยเหตุนี้จึงช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นให้น้อยลงที่สุด ในประเทศแคนาดา ภายใต้แผนงานลดความเสียหายน้ำท่วมในระดับรัฐ/จังหวัด ทันทีที่หน่วยงานระดับเทศบาลได้นำน้ำท่วมออกแบบมาใช้และพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงได้ถูกกำหนด รัฐ/จังหวัดจะไม่ให้การสนับสนุนการพัฒนาในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงนั้น ๆ และหากยังคงมีการพัฒนาต่อไปก็จะไม่ให้ความช่วยเหลือในกรณีที่เกิดความเสียหายขึ้น

ข้อดี

- ช่วยยับยั้งการพัฒนาในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในอนาคต
- เป็นการสนันสนุนกฎหมายท้องถิ่นเกี่ยวกับน้ำท่วม ระเบียบการแบ่งพื้นที่ย่อย และการควบคุมอื่น ๆ

ข้อเสีย

- ไม่ได้ลดความเสี่ยงของการพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีอยู่เดิม
- จำกัดการพัฒนาในพื้นที่ให้บริการที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

4.3.6 การปรับอัตราภาษี (Tax Adjustments)

การปรับอัตราภาษี (Tax Adjustment) เกี่ยวข้องกับข้อตกลงของเจ้าของที่ดินในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเพื่อคืนสิทธิ์บางประการในการใช้ที่ดินแลกกับการปรับลดอัตราภาษีในช่วงระยะเวลาหนึ่งตามที่กำหนด

การปรับอัตราภาษีสามารถกระตุ้นให้เจ้าของทรัพย์สินยอมให้คืนสิทธิ์การใช้ที่ดินบางประการ ถ้าประสงค์จะยังใช้ที่ดินต่อไปในลักษณะที่สอดคล้องกับแผนการจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่กำหนด อาจรวมไปถึงการประเมินการใช้พื้นที่จริงในปัจจุบันมากกว่าการใช้ที่ดินตามศักยภาพ

การปรับอัตราภาษีที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความเสียหายจากน้ำท่วม และสำหรับที่ดินที่ใช้เพื่อการสันทนาการ การเกษตรกรรม อ่างเก็บน้ำ งานอนุรักษ์ และพื้นที่เปิดอื่น ๆ อาจใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการรักษาพื้นที่ระบายน้ำท่วมตามแนวลำน้ำ ตัวเลือกด้านการปรับภาษีนี้ไม่ค่อยนำมาใช้ในการลดความเสียหายจากน้ำท่วม การขาดความเข้าใจและการสนับสนุน ความซับซ้อนของการประยุกต์ใช้และทัศนคติของสาธารณชนเป็นปัจจัยที่ขัดขวาง นอกจากนี้ เป็นการยากที่จะนำแผนภาษีที่สามารถใช้งานได้ในรูปแบบต่าง ๆ ไปดำเนินการให้ประสบความสำเร็จ

ข้อดี

- กระตุ้นให้เกิดการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง
- สามารถลดศักยภาพการเกิดความเสียหายจากน้ำท่วมในอนาคต

ข้อเสีย

- ความซับซ้อนในทางเลือกนี้ทำให้ยากที่จะดำเนินการ
- ไม่สามารถลดความเสี่ยงในการพัฒนาที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง
- ไม่สามารถเป็นทางเลือกแบบใช้งานเดี่ยว ๆ ได้

4.4 การประยุกต์ใช้และข้อจำกัด (Applications and Limitations)

มาตรการดังที่ให้โครงร่างไว้มีผลอย่างยิ่งต่อการจำกัดการเพิ่มขึ้นของความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมในอนาคต มาตรการเหล่านี้อำนวยความสะดวกต่อการพัฒนาที่เป็นระบบและเหมาะสมในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่กำลังจะเป็นชุมชนเมือง มาตรการเหล่านี้ไม่ได้ลดความเสี่ยงที่มีต่อการพัฒนาที่มีอยู่แล้วในพื้นที่น้ำท่วม ตลอดจนจำเป็นจะต้องมีขั้นตอนการออกระเบียบอย่างเป็นทางการเพื่อการพัฒนา นอกเหนือไปจากการทำให้ระดับจังหวัดหรือรัฐออกระเบียบเองได้

4.5 ตัวอย่าง : กรณีศึกษาประเทศแคนาดา (Examples: Canadian Case Studies)

4.5.1 บริบททางด้านกฎหมาย (Jurisdictional Context)

การบริหารจัดการแหล่งน้ำจืด (Freshwater Resource Management) เป็นความรับผิดชอบที่กำหนดโดยกฎหมายรัฐธรรมนูญ (หรือชื่อเดิมคือ British North American Act ปี 1867) รัฐบาลของทุกรัฐได้รับมอบอำนาจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำภายในเขตรัฐของตน ขณะที่รัฐบาลกลางมีอำนาจการบริหารจัดการเฉพาะกรณีที่เป็นแหล่งน้ำที่มีขอบเขตข้ามรัฐ นอกจากนี้ รัฐบาลกลางแห่งแคนาดาเป็นเจ้าของน้ำจืดทั้งหมดที่อยู่เหนือละติจูดที่ 60 องศา ในรัฐยูคอน (Yukon) และอาณาเขตทางตะวันตกเฉียงเหนือ (Northwest Territories) น้ำในทะเลทั้งหมดและน้ำที่เป็นเส้นกั้นเขตแดนระหว่างประเทศก็ถือเป็นหน้าที่รับผิดชอบของรัฐบาลแคนาดา

การจัดการความเสี่ยงภัยน้ำท่วมในรัฐทั้งสิบ ซึ่งมีพื้นที่รวมกันกว่าครึ่งประเทศทางตอนใต้ ถือเป็นหน้าที่ตามกฎหมายระหว่างรัฐบาลระดับรัฐและรัฐบาลระดับท้องถิ่น/เทศบาล

ขณะที่การจัดการน้ำและการครอบครองน้ำจืดทั้งหมด รวมทั้งน้ำที่ไหลในแม่น้ำที่ท่วมล้นอาจถือเป็นหน้าที่ของรัฐบาลระดับรัฐ แต่หน้าที่ในการจัดการและกำหนดพื้นที่การถือครองที่ดิน แม้กระทั่งในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงกลับตกเป็นหน้าที่ของรัฐบาลระดับท้องถิ่น

ดังนั้น ความเป็นหุ้นส่วนระหว่างรัฐบาลระดับรัฐและรัฐบาลระดับท้องถิ่นจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้มีการใช้มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างได้อย่างเต็มที่ เพื่อการควบคุมความเสียหายจากน้ำท่วมในประเทศแคนาดา ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1976 ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีน้ำของรัฐบาลแคนาดาได้จัดตั้งทีมงานซึ่งมีบุคคลที่สามที่จำเป็นต่อการเป็นหุ้นส่วนนี้

กรณีศึกษาด้านการบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ใช้แนวทาง 2 แนวทางที่แตกต่างกัน กรณีแรกคือ รัฐออนตาริโอ และกรณีที่สองคือ รัฐอัลเบอร์ตา

4.5.2 หน่วยงานด้านอนุรักษ์ของออนตาริโอ (Ontario's Conservation Authorities)

(1) พื้นที่ลุ่มน้ำเป็นเสมือนหน่วยบริหารจัดการ (Watershed as the Management Unit)

ผู้แทนชาวแคนาดาท่านหนึ่งได้ไปเยี่ยมองค์กรแห่งหุบเขาเทนเนสซี (Tenessee Valley Authority, TVA) ในประเทศสหรัฐอเมริกาในช่วงฤดูร้อนปี ค.ศ. 1944 และสรุปว่า ถึงแม้ว่า TVA จะมีลักษณะการบริหารแตกต่างไป แต่ปรัชญาในการทำงานเพื่อการบริหารจัดการน้ำถือว่าเป็นแบบอย่างที่ดีเยี่ยมในด้านการพัฒนากลยุทธ์รูปแบบใหม่เพื่อการพัฒนาในพื้นที่หุบเขาแม่น้ำ หัวใจสำคัญประการหนึ่ง

ของกลยุทธ์ใหม่นี้คือ การจงใจหลีกเลี่ยงไม่ให้หน่วยงานในระดับจังหวัดหรือรัฐที่มีลักษณะรวมศูนย์เข้ามากำหนดเป้าหมาย ในทางตรงกันข้าม ได้มีการจัดตั้งบริษัทหุ้นส่วนตามกฎหมายระหว่างประเทศชื่อว่า “องค์กรเพื่อการอนุรักษ์ (Conservation Authorities)” ขึ้นระหว่างรัฐออนตาริโอและกลุ่มของเทศบาลต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนในการบริหารงานวางแผนน้ำและที่ดินในระดับลุ่มน้ำ มาตรา 10 ของกฎหมายว่าด้วยองค์กรเพื่อการอนุรักษ์ของออนตาริโอระบุวัตถุประสงค์ขององค์กรเพื่อการอนุรักษ์ไว้ดังนี้

“วัตถุประสงค์ขององค์กรหนึ่ง ๆ คือ การจัดตั้งและดำเนินการในพื้นที่ซึ่งองค์กรดังกล่าวมีอำนาจตามกฎหมาย ซึ่งแผนงานถูกออกแบบมาเพื่อการอนุรักษ์ การเก็บกัก การพัฒนา และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ นอกเหนือไปจากก๊าซ น้ำมัน ถ่านหิน และแร่ธาตุ”

อำนาจที่บังคับใช้ได้เพียงอย่างเดียวที่พบในกฎหมายดังกล่าว ได้แก่

- อำนาจที่จะอนุมัติให้หรือปฏิเสธการก่อสร้าง หรือถมภายในพื้นที่ที่ระบุว่ามีระดับต่ำกว่าแนวเส้นน้ำท่วมตามข้อกำหนด
- อำนาจที่จะอนุมัติให้หรือปฏิเสธซึ่งการก่อสร้าง หรือถมในหรือบนบ่อ หรือบึงแห่งหนึ่ง หรือพื้นที่ใด ๆ ที่กำหนดไว้เพื่อการควบคุมน้ำท่วม หรือมลภาวะ หรือเพื่อการอนุรักษ์ที่ดิน
- อำนาจที่จะสั่งให้มีการเก็บภาษีเพื่อบริหารหรือลงทุนในโครงการที่เทศบาลที่เข้าร่วมด้วยสำหรับโครงการหรือแผนงานที่รับความเห็นชอบจากกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ

ความรับผิดชอบอื่น ๆ ทั้งหมดเป็นผลมาจากสิทธิ์ความเป็นเจ้าของที่ดิน อาคาร และสิ่งก่อสร้าง ซึ่งทรัพย์สินเหล่านี้จะต้องได้รับการบริหารจัดการโดยคำนึงถึงประโยชน์ด้านการบริหารจัดการทรัพยากรแบบผสมผสานและผลประโยชน์ของส่วนรวม สมาชิกขององค์กร ได้แก่ หน่วยงานเทศบาล โดยมีผู้แทนที่ได้รับการแต่งตั้งจากเทศบาลต่าง ๆ ตามกฎเกณฑ์ของกฎหมาย (รัฐอาจแต่งตั้งสมาชิกของตนได้ถึง 3 คนในแต่ละองค์กร) องค์กรเพื่อการอนุรักษ์ 36 องค์การ ได้ทำแผนการประสานการทำงานระดับลุ่มน้ำระหว่างเทศบาลและรัฐออนตาริโอ ขณะที่องค์กรอนุรักษ์ได้รับเงินและการสนับสนุนด้านเทคนิค (และการควบคุมดูแล) จากกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ หลายองค์กรในช่วงปีหลัง ๆ นี้ดำเนินโครงการโดยร่วมมือกับและด้วยความสนับสนุนทางการเงินจากกระทรวงต่าง ๆ เงินที่ได้รับสนับสนุนจากกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติคิดเป็น 50% ของการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการบริหารที่ได้รับอนุมัติแล้ว ในบางกรณีการสนับสนุนจากรัฐอาจมีสูงถึง 80% แต่ในช่วงสองสามปีนี้ การจัดสรรงบประมาณให้แก่องค์กรเหล่านี้ลดระดับลงมาก หลายองค์กรจึงได้จัดตั้งมูลนิธิการกุศลเพื่อขอระดมเงินหลายล้านเหรียญสำหรับสนับสนุนโครงการทรัพยากรธรรมชาติ/พัฒนา

(2) การบริหารจัดการในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในบริบทพื้นที่ลุ่มน้ำ (Floodplain Management in a Watershed Context)

การบริหารจัดการน้ำโดยเน้นเฉพาะพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงได้รับความสนใจมากขึ้นเมื่อ 47 ปีก่อน ตั้งแต่มีการจัดตั้งองค์กรอนุรักษ์องค์กรแรก และถือเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาชุมชนเมืองในประเทศแคนาดา นับตั้งแต่ครั้งสงครามโลกครั้งที่ 2 แรงกดดันในเรื่องนี้มีมากที่สุดในแถบตอนใต้ของรัฐออนตาริโอ

การบริหารจัดการดังกล่าวได้ดำเนินไปควบคู่กับการพัฒนาจิตสำนึกที่ว่า ลุ่มน้ำเป็นบริบทที่ถูกต้องในการบริหารการดำเนินกิจกรรมของผู้คนทั้งหมดในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง การจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมและการควบคุมการใช้ที่ดินที่เกี่ยวข้องเป็นวิธีปกติที่ใช้ในการบริหารจัดการการพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในพื้นที่ลุ่มน้ำของรัฐออนตาริโอ มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างถูกนำมาใช้แทนการพึ่งพึงมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้างซึ่งมีราคาค่าลงทุนสูง และการวางแผนการใช้งานแบบผสมผสานระหว่างมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้างและไม่ใช้สิ่งก่อสร้างกำลังนำมาประยุกต์ใช้ในบริบทของการจัดทำแผนน้ำ (Water Plan) ภายใต้ระบบนิเวศที่สมัยใหม่มากขึ้นเพื่อลดการเกิดความเสียหายจากน้ำท่วม

บทเรียนสำคัญที่ได้จากประสบการณ์ของออนตาริโอเพื่อการบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงระดับโลกที่กำลังดำเนินการอยู่มีประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

- พื้นที่ลุ่มน้ำถือเป็นหนึ่งหน่วยบริหารจัดการ (Watershed as the Management Unit) : ไม่เพียงแต่นักอุทกวิทยาระดับมืออาชีพเท่านั้นที่ต้องวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงจากฐานข้อมูลอุทกวิทยา ในบริบทของพื้นที่ลุ่มน้ำหนึ่ง ๆ แต่รัฐบาลท้องถิ่น (และนักการเมืองของรัฐบาลดังกล่าว) จะต้องดำเนินการด้านกฎหมายเพื่อตอบสนองต่อบริบทพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น ๆ ด้วยเช่นกัน องค์กรเพื่อการอนุรักษ์แห่งออนตาริโอเป็นกลไกที่มีอำนาจและจัดตั้งขึ้นตามกฎหมายในระดับลุ่มน้ำ
- การคิดริเริ่มโดยท้องถิ่น (Local Initiative) : องค์กรเพื่อการอนุรักษ์เป็นก้าวย่างแห่งความสำเร็จของแนวคิดโดยประชาชนและเพื่อประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำหลัก ขนาดทางภูมิศาสตร์ขององค์กรเพื่อการอนุรักษ์นี้ขึ้นอยู่กับการพัฒนาและสามารถคงไว้ซึ่ง “สปิริตแห่งชุมชน (Community Spirit)” ภายในลุ่มน้ำหนึ่ง ๆ แนวทางที่คิดริเริ่มโดยท้องถิ่นนี้มีความหมายโดยนัยทางบวกถึงการควบคุมการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำ นี่เกิดจากรัฐบาลระดับเทศบาลที่มีความเข้าใจอย่างชัดเจนและทุ่มเทตนเองกับกลยุทธ์การบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงโดยมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างที่มีรากฐานจากพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดมากกว่าการแบ่งแยกเป็นส่วน ๆ
- การเป็นหุ้นส่วน (Partnership) : องค์กรเพื่อการอนุรักษ์ได้รับการปรับปรุงในช่วงทศวรรษ 1970 และ 1980 และในช่วงทศวรรษ 1990 ได้มีการนำหลักการเป็นหุ้นส่วนเข้ามาใช้ในการ

บริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง การจัดทำแผนที่น้ำท่วมระดับรัฐและสหพันธรัฐ และความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคอุทกวิทยา ผนวกกับความรับผิดชอบด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาลท้องถิ่นในระดับลุ่มน้ำได้กลายเป็นหุ้นส่วนด้านการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอย่างแข็งขันและเป็นเอกลักษณ์เฉพาะสำหรับแคนาดา

4.5.3 อัลเบอร์ตา (Alberta)

แนวทางจากบนลงล่าง (A Top–Down Approach)

ในบริบทอำนาจการปกครองของแคนาดา รัฐอัลเบอร์ตาเป็นเจ้าของและมีหน้าที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของตนเช่นเดียวกับรัฐออนตาริโอ ความรับผิดชอบในพื้นที่น้ำท่วมตกอยู่กับรัฐบาลท้องถิ่น และรัฐบาลระดับสหพันธรัฐและระดับรัฐ

จากการลงนามในข้อตกลงเพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วมอย่างเป็นทางการระหว่างรัฐบาลแคนาดาและรัฐอัลเบอร์ตาในเดือนเมษายน ปี ค.ศ. 1989 รัฐอัลเบอร์ตาได้เปลี่ยนจากแนวทางที่ใช้สิ่งก่อสร้างไปยังแนวทางที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง เพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในเขตเมือง ก่อนปี ค.ศ. 1989 รัฐที่ร่ำรวยเนื่องจากก๊าซและน้ำมันสามารถพึ่งพาสิ่งก่อสร้างราคาแพง เช่น เขื่อน หรือคันกั้นน้ำได้ ในช่วงปี ค.ศ. 1980–1982 ได้มีการก่อสร้างเขื่อนดิกสัน (Dickson Dam) ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนของแม่น้ำเรดเดียร์ (Red Deer River) ส่วนหนึ่งถูกใช้เพื่อการควบคุมน้ำท่วมสำหรับเมืองดรัมเฮลเลอร์ (Drumheller) และเมืองเรดเดียร์ (Red Deer)

แนวทางใหม่ของรัฐอัลเบอร์ตานี้คือ การเป็นหุ้นส่วนกันทางด้านทักษะทางอุทกวิทยาและการให้ความรู้กับสาธารณชนที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานบริหารจัดการน้ำในระดับรัฐและสหพันธรัฐ วัตถุประสงค์ก็เพื่อลดความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตโดยเน้นพื้นที่เมือง หัวใจหลักของวิธีการนี้คือการใช้พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมเพื่อกำหนดขนาดปัญหาน้ำท่วมของชุมชนหนึ่ง ๆ การกำหนดพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมระดับรัฐและสหพันธรัฐอย่างเป็นทางการ และความเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับนโยบายของรัฐและสหพันธรัฐในการประกันที่อยู่อาศัยของประชาชน และความช่วยเหลือในภาวะอุทกภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงหลัก 3 ประการ ที่มีต่อนโยบายของรัฐและสหพันธรัฐในการกำหนดพื้นที่ดังกล่าว ดังนี้

- รัฐบาลระดับสหพันธรัฐ ระดับรัฐ และตัวแทนสาธารณชน และบริษัทต่าง ๆ จะไม่ลงทุนในด้านสิ่งก่อสร้างในพื้นที่น้ำท่วมที่กำหนดอีกต่อไป
- ในพื้นที่รับน้ำท่วมที่กำหนดไว้จะไม่มีการผ่อนชำระและการประกันการผ่อนชำระที่อยู่อาศัยภายใต้หน่วยงานผ่อนชำระของแคนาดา โครงการบ้านจัดสรร บริษัทผู้ให้กู้ที่เกี่ยวข้อง และผู้ค้ำประกันสำหรับการลงทุน

- รัฐบาลทั้งในระดับรัฐและสหพันธรัฐจะไม่ให้ความช่วยเหลือเจ้าของบ้านเรือนและธุรกิจร้านค้าซึ่งตัดสินใจเองที่จะสร้างอาคารอยู่ในพื้นที่รับน้ำท่วมอย่างจงใจ

การเปลี่ยนแปลงด้านนโยบายได้รับการออกแบบในเบื้องต้นทั้งในลักษณะที่มีแรงจูงใจและไม่มีแรงจูงใจ เพื่อห้ามปรามเทศบาลในท้องถิ่นไม่ให้อนุญาตให้มีการพัฒนาในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม และเมื่อมองในมุมของรัฐบาลส่วนท้องถิ่น ถึงแม้ว่าระหว่างการศึกษาเพื่อจัดทำแผนที่ทางอุทกวิทยาและแผนที่ทางภูมิศาสตร์ก่อนที่จะกำหนดเป็นพื้นที่รับน้ำท่วมจะได้ทำการปรึกษาอย่างเข้มข้นกับรัฐบาลท้องถิ่นเหล่านี้ การจัดทำแผนที่ดังกล่าวและการดำเนินการกำหนดพื้นที่ถือเป็นการริเริ่มของรัฐบาลในระดับที่ใหญ่กว่าท้องถิ่นและมีลักษณะการดำเนินงานจากบนลงล่างอย่างเห็นได้ชัด

4.5.4 การควบคุมด้วยการออกระเบียบในพื้นที่น้ำท่วมของเมืองคัลการี (City of Calgary Floodplain Regulatory Controls)

ในเดือนกันยายน ค.ศ. 1985 เมืองคัลการี (Calgary) ได้ใช้แนวทางการออกระเบียบพิเศษเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน โดยกำหนดให้มีการจำกัดการใช้และการพัฒนาที่ดินภายในพื้นที่รับน้ำท่วมและพื้นที่น้ำท่วมของเมือง ประเด็นหลัก ๆ ของระเบียบดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

- อาคารที่สร้างใหม่จะต้องมีระยะห่างจากแม่น้ำโบว์ (Bow River) ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลัก 60 เมตร และจากแม่น้ำสายรอง ได้แก่ แม่น้ำเอลโบว์ (Elbow River) แม่น้ำนอสครีก (Nose Creek River) และแม่น้ำนอสครีกตะวันตก (West Nose Creek River) 30 เมตร
- จะต้องออกแบบอาคารให้มีโครงสร้างที่สามารถป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมได้
- ชั้นล่างของอาคารทั้งหมดจะต้องก่อสร้างที่ระดับน้ำท่วมออกแบบหรือสูงกว่า (น้ำท่วมขนาด 1:1,000 ปี)
- อุปกรณ์ไฟฟ้าและจักรกลทั้งหมดภายในอาคารจะต้องติดตั้งที่ระดับน้ำท่วมออกแบบหรือสูงกว่า
- ไม่อนุญาตให้มีการจัดเก็บสารเคมี ของเหลวติดไฟ สารพิษ และขยะ ไว้ภายในและภายนอกอาคาร ซึ่งไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ในทันทีในเหตุน้ำท่วม

ระเบียบนี้มีผลบังคับใช้อย่างเคร่งครัดนับจากปี ค.ศ. 1985 การพัฒนาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตใจกลางเมืองคัลการีจะต้องตรงตามระเบียบพิเศษนี้ และด้วยเหตุนี้จึงสามารถลดความเสียหายจากน้ำท่วมที่เกิดจากพัฒนาใหม่ภายในพื้นที่น้ำท่วม 1 : 100

4.6 เอกสารอ้างอิง (References)

[1] The Natural Hazards Research and Applications Information Center. (1992). *Floodplain management in the United States*, (An Assessment Report). The Federal Interagency Floodplain Management Task Force, University of Colorado at Boulder, Federal Emergency Management Agency, FIA–17.

II–V การประกันภัยน้ำท่วม (Flood Insurance)

เขียนโดย C. Ballard

5.1 หลักการและวัตถุประสงค์ (Principles and Objectives)

วัตถุประสงค์หลักของการประกันภัยน้ำท่วม (Flood Insurance) คือ การกระจายค่าเสียหายจากน้ำท่วมออกไปให้สังคมที่เกี่ยวข้องสามารถจัดการกับค่าใช้จ่ายดังกล่าว การดำเนินงานดังกล่าวรวมถึงการกระจายทั้งในด้านระยะเวลาและประชากร รวมทั้งการจัดตั้งระบบที่ยุติธรรมที่มีค่าใช้จ่ายต่อภายนอกน้อยที่สุด และมีผลกระทบที่ซึ่งเป็นอันตรายและไม่พึงประสงค์น้อยหรือไม่มีเลย

การประกันภัยน้ำท่วมแตกต่างจากเครื่องมือเพื่อบริหารจัดการความเสียหายจากน้ำท่วมอื่น ๆ ขณะที่เครื่องมืออื่นใช้เพื่อลดค่าเสียหายจากน้ำท่วมแต่ละครั้ง การประกันภัยจะกระจายความเสียหายออกไปตามระยะเวลาและพื้นที่ มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันอย่างชัดเจนระหว่างการประกันภัยกับการบรรเทาภัยพิบัติ ถ้าประเทศหนึ่งประเทศใดตั้งเป้าที่จะจัดตั้งหรือส่งเสริมกลไกการประกันภัยน้ำท่วม ก็จำเป็นที่จะต้องแก้ไขปัญหาตั้งแต่เรื่องมีธุรกิจประกันภัยอยู่แล้วหรือไม่ ในราคาที่พอจ่ายได้หรือไม่ หรือการแทรกซึมของตลาดล่าง ประสิทธิภาพของการนำแนวทางการประกันภัยมาใช้เกี่ยวข้องกับความคาดหวังของสาธารณชนในเรื่องการบรรเทาภัยพิบัติ และการคาดการณ์เกี่ยวกับขั้นตอนทางการเมืองในความสมัครใจในการให้การบรรเทาภัย หรือในทางกลับกันสามารถที่จะละทิ้งไม่บรรเทาความเสียหายของผู้ที่สามารถทำประกันได้แต่ไม่ทำ

ถึงแม้ว่าการประกันภัยไม่สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการเสียหายน้ำท่วมได้ในระยะยาว แต่ก็ต้องถือว่าเป็นแค่ส่วนเสริมของกลยุทธ์บริหารจัดการพื้นที่น้ำท่วมซึ่งลดความเสียหายน้ำท่วมได้จริง เช่น งานบรรเทาน้ำท่วม การพยากรณ์ การกันน้ำท่วม หรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินไปสู่การใช้ประโยชน์ชนิดทนทานกับน้ำท่วม ดังนั้น การประกันภัยจึงต้องมีส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทั้งในส่วนที่ 2 มาตรการวางแผน และในส่วนที่ 3 มาตรการรับมือของคู่มือฉบับนี้

การประกันภัยน้ำท่วมมีเนื้อหาเกี่ยวกับการปรับปรุงผลที่ตามมาของเหตุการณ์ภัยพิบัติหนึ่ง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรุนแรง และเนื่องจากน้ำท่วมมักไม่ค่อยคุกคามถึงชีวิต การประกันภัยน้ำท่วมจึงพิจารณาว่าเป็นความพยายามที่จะปรับปรุงผลที่ตามมาในด้านเศรษฐกิจ ตลอดจนผลที่ตามมาในด้านกายภาพเสียมากกว่า

ค่าความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมอาจแบ่งได้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้ในการหาแหล่งเงินเพื่อสนับสนุนการประกันภัยน้ำท่วมดังนี้

(1) รับภาระทั้งหมดโดยผู้ประสบภัย แต่กระจายค่าใช้จ่ายออกไปเท่า ๆ กันในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

(2) บางส่วนรับภาระโดยผู้ประสบภัย และบางส่วนรับภาระโดยผู้ที่ไม่ได้ประสบภัยโดยตรง

ในกรณีหลัง ผู้ที่อยู่ภายนอกพื้นที่ที่ต้องรับน้ำท่วมช่วยจ่ายเงินอุดหนุนให้แก่ผู้ที่ต้องรับความเสี่ยง ดังนั้น จึงเป็นการกระจายหรือแบ่งปันความเสี่ยงออกไปทั้งมิติของพื้นที่และเวลา อย่างไรก็ตาม ตามเหตุผลที่จะได้บรรยายต่อไปนี้มักจะไม่แนะนำให้จ่ายเงินช่วยเหลือให้กับการครอบครองพื้นที่ที่มีแนวโน้มถูกน้ำท่วม เนื่องจากการให้ความช่วยเหลือในลักษณะดังกล่าวจะบิดเบือนการตัดสินใจใช้ประโยชน์ที่ดินและทำให้เกิดการลงทุนที่ไม่เหมาะสม

การประกันภัยน้ำท่วมดำเนินการอยู่ในปัจจุบันในหลาย ๆ ประเทศที่มีตลาดการประกันภัยที่พัฒนาแล้ว และมีความหลากหลายในลักษณะของประกันภัยน้ำท่วม ตลอดจนวิธีที่ใช้ในการกำหนดเบี้ยประกัน ในเรื่องนี้ยังไม่มีต้นแบบการประกันภัยลักษณะใดที่จะถือว่าได้ว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับประเทศหนึ่งประเทศใด

ความซับซ้อนยิ่งมากขึ้น ถ้าลุ่มน้ำใดมีพื้นที่ครอบคลุมหลายประเทศหรือหลายรัฐ และบริเวณใดที่กิจกรรมการควบคุมน้ำท่วมของประเทศต้นน้ำส่งผลกระทบหรือทำให้สถานการณ์ของประเทศปลายน้ำเลวลง หรือคาดว่าจะมีผลกระทบต่อสภาพน้ำท่วมและเพิ่มความเสียงต่อประเทศปลายน้ำ ความซับซ้อนดังกล่าวอาจเกิดขึ้นได้กับแม่น้ำที่ใช้เป็นเขตพรมแดน ซึ่งการกระทำบนฝั่งหนึ่งฝั่งใดอาจเปลี่ยนสภาพพื้นที่ของอีกฝ่ายได้ ปัญหาที่ยุ่งยากดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยเวทีการเมือง และที่ดีที่สุดคือ ข้อตกลงอย่างเป็นทางการระหว่างรัฐหรือประเทศ ตัวอย่างหนึ่งที่มีมานานแล้วคือ “ข้อตกลงคันกั้นน้ำระหว่างรัฐ (Interstate Levees Agreement)” ในแม่น้ำเมอร์เรย์ (Murray River) ของประเทศออสเตรเลีย ข้อตกลงดังกล่าวจำกัดการกันพื้นที่ออกไปจากพื้นที่น้ำท่วมด้วยการสร้างคันกันน้ำของแต่ละรัฐที่อยู่ริมแม่น้ำ ซึ่งในลักษณะนี้จะช่วยลดผลกระทบที่มีต่อปลายน้ำ

แผนประกันภัยน้ำท่วม (Flood Insurance Program) สามารถออกแบบให้เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละประเทศโดยเฉพาะ ถึงแม้ว่าในบางประเทศจะมีการประกันภัยทรัพย์สินค่อนข้างน้อย แต่นั่นก็ไม่ได้เป็นข้อจำกัดไม่ให้มีการพัฒนาแผนประกันภัยน้ำท่วมที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม ในขั้นต้นผู้ที่จะเป็นลูกค้าอาจมีความเข้าใจเกี่ยวกับการประกันภัยเพียงเล็กน้อย ดังนั้น การริเริ่มนำแผนประกันภัยน้ำท่วมมาใช้ในประเทศที่ไม่มีแผนการศึกษา (ด้านประกันภัย) ที่เหมาะสม จะต้องให้ความสำคัญในด้านการตลาดอย่างยิ่งยวด

การประกันภัยให้คุ้มครองทรัพย์สินที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอาจเป็นเรื่องที่มีค่าใช้จ่ายสูงมาก ถ้าอาคารเหล่านั้นได้สร้างขึ้นโดยไม่คำนึงถึงความเสี่ยงจากภัยน้ำท่วมที่มีอยู่ และนี่จะหมายถึงชนิด

ของความคุ้มครองซึ่งสามารถออกให้ได้ และต่อการสร้างแรงจูงใจในระบบเพื่อสนับสนุนให้มีการฟื้นฟูหรือบรรเทาน้ำท่วม และต่อการเลือกที่ไม่พึงประสงค์และอันตรายทางศีลธรรมในกระบวนการประเมิน

ในเศรษฐกิจการตลาดมีบริษัทประกันภัยอยู่มาก และภัยที่ครอบคลุมและเบี้ยประกันสำหรับความเสี่ยงภัยมักแตกต่างกันไป ดังนั้น ผู้ต้องการทำประกันจึงต้องแข่งขันกันเองเพื่อแสวงหาแนวทางที่ก่อให้เกิดผลกระโยชน์มากที่สุดต่อธุรกิจและความเสี่ยงของตน ถึงแม้ว่าการพัฒนาด้านการประกันภัยจะทำได้ดีที่สุดในตลาดซึ่งส่งเสริมการแข่งขันกันแบบนี้ แต่การประกันภัยก็เป็นที่นิยมและมีบทบาทสำคัญในสังคมเศรษฐกิจแบบสังคมนิยมที่มีการควบคุม หรือเศรษฐกิจในช่วงเปลี่ยนผ่าน

ไม่ว่าจะเป็นการประกันภัยแบบใด ล้วนแต่เป็นเรื่องของการสำรองเงินเพื่อรับกับการสูญเสียครั้งใหญ่ที่ไม่คาดคิด การลงทุนเพื่อสำรองเงินดังกล่าวก็เพื่อให้มีเงินกองทุนเพียงพอสำหรับใช้งานได้ทันทีในกรณีจำเป็น และเมื่อการสำรองเงินมีลักษณะมั่นคง ก็อาจนำไปสู่การกู้ยืมโดยใช้เงินสำรองดังกล่าวเป็นประกัน (มากกว่าที่จะนำเงินสำรองมาใช้โดยตรง) เมื่อจำเป็นจะต้องใช้กรณีที่มีการเรียกร้องเงินประกันมากกว่าปกติ อย่างไรก็ตาม การสะสมเงินสำรองดังกล่าวอาจเป็นเรื่องยากหากมีข้อพิจารณาด้านภาษี ซึ่งทำให้ภาคเอกชนไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ถ้ามีระบบประกันภัยแล้ว มันจะเป็นการไม่ยุติธรรมถ้าผู้ไม่ทำประกัน (หรือประกันน้อยเกินไป) ได้รับเงินชดเชยในการบรรเทาทุกข์ ในประเทศอังกฤษ มีรายงานว่ารัฐมีนโยบายปฏิเสธการจ่ายเงินชดเชยสำหรับความเสียหาย ยกเว้นได้ทำข้อตกลงไว้ก่อนหน้า เช่น ในกรณีของผู้ที่ไม่มีความสามารถจ่ายประกันได้ อย่างไรก็ดี ในเรื่องนี้จะต้องพิจารณาในประเด็นทางด้านสังคมและการเมืองให้เหมาะสม

5.2 การประกันภัยให้ความคุ้มครองทรัพย์สินที่มีอยู่เดิม (Coverage for Existing Property)

แผนงานประกันภัยน้ำท่วมสามารถกำหนดความคุ้มครองให้ครอบคลุมความเสียหายจากน้ำท่วม ไม่ว่าจะเป็นทรัพย์สิน หรืออสังหาริมทรัพย์ในหมวดหมู่ที่เลือกทำประกันภัย ประเภทของทรัพย์สินที่ควรพิจารณาทำประกัน ได้แก่

- ที่อยู่อาศัย ได้แก่ อาคาร และ/หรือ ข้าวของเครื่องใช้
- บริษัทการค้าหรืออุตสาหกรรม
- สิ่งก่อสร้างในฟาร์ม เช่น อาคาร เครื่องใช้ รั้ว ฯลฯ
- ยานพาหนะ เครื่องจักรกล
- พืชผล
- สัตว์เลี้ยงในฟาร์ม
- มูลค่าที่ดิน ได้แก่ การลดลงของมูลค่าที่ดินเนื่องจากที่ดินถูกกัดเซาะ ดินเค็ม หรือเนื่องจากผลอื่น ๆ ที่ตามมาจากเหตุการณ์น้ำท่วม

- ทรัพย์สินสาธารณะ เช่น ถนน สะพาน อาคาร คัน ท่อส่งน้ำ การสื่อสาร ฯลฯ

โดยปกติแล้วรัฐบาลมักจะไม่ประกันสิ่งก่อสร้างพื้นฐาน ทั้งนี้เนื่องจากการอนุมานว่า การกระจายตัวของสิ่งก่อสร้างเหล่านี้ไปตามภูมิศาสตร์จะช่วยให้รัฐบาลสามารถแบกรับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม อาจมีสถานการณ์เฉพาะบางอย่างในบางประเทศที่แนะนำให้รวมสิ่งก่อสร้างพื้นฐานของรัฐเหล่านี้เอาไว้ในแผนการประกันน้ำท่วมด้วย

แผนประกันภัยน้ำท่วมหลายแผนมักจำกัดเฉพาะอาคารบ้านเรือน เพราะเจ้าของบ้านมีความสามารถด้านการเงินจำกัดในการซ่อมแซม หรือสร้างบ้านใหม่หลังน้ำท่วม และในการเปลี่ยนทดแทนสิ่งของภายใน การประกันภัยความเสียหายน้ำท่วมที่มีต่อพืชผล หรือประกันภัยการสูญเสียสัตว์เลี้ยงในฟาร์มมักจะมีราคาสูง แต่สามารถดำเนินการได้ในประเทศที่เศรษฐกิจส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับการเกษตรกรรม การกำหนดรูปแบบการจ่ายประกันที่ครอบคลุมในด้านต่าง ๆ ให้มีความสมดุลจะต้องใช้การวิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน

5.3 การประกันภัยให้ความคุ้มครองการพัฒนาใหม่ (Coverage for New Developments)

ในอุดมคติ การพัฒนาใหม่ ๆ ที่ไม่มีการป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมจะต้องไม่อนุญาตให้สร้างในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม การอนุญาตให้มีการพัฒนาเหล่านี้อาจก่อให้เกิดความเสียหายอย่างไม่ยุติธรรมต่อทั้งเจ้าของที่ไม่ได้คาดการณ์มาก่อน หรือต่อผู้ที่เข้ามาซื้อ หรือต่อภาคสังคมที่จะต้องรับผิดชอบต่อความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมนั้น

อย่างไรก็ตาม ความเสี่ยงโดยทั่วไปมีขนาดที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ สังคมหนึ่งอาจยอมรับให้มีการพัฒนาเหล่านี้ได้ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ถ้าความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมรายปีอยู่ที่ระดับน้อยกว่า 1% แต่จำกัดการพัฒนาในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงมากกว่าระดับนี้ และเมื่อสังคมดังกล่าวได้กำหนดกฎเกณฑ์ดังกล่าวขึ้นแล้ว การนำเอาระบบการประกันภัยมาใช้ก็มีความเหมาะสม

อย่างไรก็ตาม ที่ใดที่มีระบบการประกันภัยน้ำท่วม หลักเกณฑ์ด้านความเสี่ยงที่นำมาใช้กับพื้นที่และหลักเกณฑ์การป้องกันการพัฒนาใหม่ ๆ จะต้องสมดุลกับหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้ในระบบการประกันภัย บุคคลที่ประสงค์จะอยู่นอกหลักเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจะต้องรับความเสี่ยงด้วยตนเอง โดยไม่ส่งต่อให้สังคมส่วนรวมรับผิดชอบ หรือส่งต่อบุคคลอื่นที่ไม่ได้คาดการณ์มาก่อน อิทธิพลของตลาดการทำประกันภัย (ถ้ามีข้อมูลประกันภัยในปริมาณที่มากพอ) และการควบคุมการวางแผนสามารถช่วยให้เกิดความสมดุลดังกล่าว

5.4 ทุนประกันภัย (Funding)

แผนประกันภัย (Flood Insurance Schemes) หลาย ๆ แผนกำหนดให้ผู้ทำประกันแบกรับความเสียหายเองบางส่วน โดยอาจแสดงเป็นปริมาณที่หักออกจากปริมาณที่จ่ายได้ หรืออาจกำหนดเป็นสัดส่วนของความเสียหายคงที่ เช่น 10% ฯลฯ

มีทางเลือกหลายทางเกี่ยวกับทุนในแผนประกันภัย

ระบบที่ง่ายที่สุดก็คือ ผู้เอาประกันจ่ายเบี้ยประกันในอัตราเดียวกัน ไม่ว่าความถี่ของการสูญเสียที่คาดการณ์หรือค่าความเสี่ยงจะแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ลักษณะดังกล่าวเปิดโอกาสให้ผู้เอาประกันบางรายได้ประโยชน์จากการเกิดน้ำท่วม เบี้ยประกันภัยแบบเท่าเทียมกันยังกระตุ้นให้เกิดการใช้ที่ดินไม่เหมาะสมในพื้นที่น้ำท่วม

ค่าเบี้ยประกันแบบเท่าเทียมกันอาจทำให้คนที่มีเสี่ยงน้อยเข้ามามีส่วนร่วมในแผนงานแบบสมัครใจเองน้อย ดังนั้น จึงต้องเพิ่มค่าเบี้ยประกันให้สูงขึ้นเพื่อให้พอคุ้มครองความเสี่ยงที่สูงขึ้นในส่วนของผู้ที่ขอประกันภัย อย่างไรก็ตาม นี่ก็อาจนำไปสู่การล้มละลายของกองทุนในท้ายที่สุด

ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการประเมินและแบ่งประเภทของเบี้ยประกันภัยตามชนิดของความเสี่ยงต่าง ๆ กัน เป็นไปได้ว่าการประกันภัยน้ำท่วมสามารถจัดแผนประกันมาตรฐานไม่กี่แผน เนื่องจากผู้ทำประกันอาจมีค่าใช้จ่ายและมีความเสียหายคล้ายกันในพื้นที่ที่มีระดับน้ำท่วมตามที่กำหนด ดังนั้นจึงไม่จำเป็นจะต้องมีการประเมินมูลค่าของทรัพย์สินแต่ละรายที่ทำประกัน

การเก็บค่าเบี้ยประกันในจำนวนอัตราไม่มากนักได้พิสูจน์แล้วว่าใช้ได้ดีในบางกรณี เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการเก็บค่าประกันซึ่งเป็นสัดส่วนกับความเสี่ยงนี้ก็เพื่อสกัดกั้นการพัฒนาที่ไม่เหมาะสมในพื้นที่น้ำท่วม ค่าเบี้ยประกันดังกล่าวไม่จำเป็นจะต้องได้รับการคำนวณให้มีความแม่นยำมากนัก อันที่จริงแล้ว เมื่อพิจารณาจากความไม่แน่นอนทางด้านอุทกวิทยา ความแม่นยำก็เป็นเรื่องไม่จำเป็น

จำเป็นที่จะต้องเก็บค่าเบี้ยประกันให้เพียงพอที่จะรักษากองทุนประกัน เพื่อสามารถตอบสนองกับการเรียกร้องค่าประกันที่คาดการณ์ไว้ได้ อาจจำเป็นจะต้องเพิ่มค่าเบี้ยประกันหากมีการเรียกเงินประกันติดต่อกันหลายปีในกรณีของน้ำท่วมติดต่อกัน แต่อาจลดหากเกิดน้ำท่วมเพียงเล็กน้อยในช่วงหลายปี เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อการสูญเสียอย่างหนักจากน้ำท่วม (หรือในปีที่น้ำท่วมรุนแรง) บริษัทประกันจะต้องทำอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้

- มีความสามารถที่จะกู้ยืมเพื่อให้ครอบคลุมเงินทุนที่ยังขาด การกู้ยืมอาจต้องให้รัฐบาลค้ำประกัน

- การทำประกันซ้ำอย่างเพียงพอ มีตลาดของการรับทำประกันซ้ำที่กว้างขวางและแข่งขันกันในระดับนานาประเทศ เพื่อทำให้สามารถกระจายความเสี่ยงออกไปตามพื้นที่ภูมิศาสตร์อย่างที่ต้องการ

5.5 การประยุกต์ใช้และข้อจำกัด (Applications and Limitations)

การประกันภัยน้ำท่วมมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ขึ้นอยู่กับรูปแบบของการประกัน เช่น แบบสมัครใจหรือบังคับ แบบอัตราเดียวกันทั้งหมด หรือแบ่งตามความเสี่ยง แบบได้รับเงินช่วยเหลือบางส่วน หรือต้องจ่ายเองทั้งหมด รายละเอียดที่จะกล่าวต่อไปนี้จะเกี่ยวกับแผนประกันภัยในลักษณะสมัครใจ ค่าเบี้ยประกันคิดตามระดับความเสี่ยงแบบคร่าว ๆ (เพื่อให้คนที่มีความเสี่ยงต่ำจากน้ำท่วมจ่ายแค่เพียงเบี้ยประกันขั้นต่ำ)

5.5.1 ข้อดี (Advantages)

(1) การประกันภัยน้ำท่วมสามารถให้ความช่วยเหลือด้านการเงินแก่ผู้ประสบภัยที่ทำประกันได้ทันที การประกันภัยสามารถจ่ายตามค่าเรียกร้องเงินประกันได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ผู้ประสบภัยน้ำท่วมสามารถจัดการกับปัญหาด้านการเงินได้โดยเร็ว ความมีอิสระปราศจากข้อกังวลด้านการเงินหลังการเกิดภัยพิบัติดังกล่าวจะช่วยลดความเสียหายทางด้านจิตใจที่พบว่าเกิดขึ้นในหมู่ผู้ประสบภัยในระยะยาว การจ่ายค่าบรรเทาทุกข์และการบริจาค โดยปกติมักจะช่วยได้แค่เศษเสี้ยวของความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมโดยตรงที่เกิดขึ้นกับเจ้าของบ้าน สำหรับพื้นที่ที่ประสบน้ำท่วมขนาดเล็กบ่อยครั้ง และมีประชาชนจำนวนมากได้รับผลกระทบ เงินจากแหล่งดังกล่าวไม่ได้ช่วยบรรเทาทุกข์แม้แต่น้อย การมีระบบประกันภัยน้ำท่วมจะช่วยให้เกิดข้อตกลงเพื่อการชดเชยทางการเงินในอัตราส่วนที่มากกว่า

(2) ช่วยกระตุ้นให้ผู้ถือครองทรัพย์สินออมเงินไว้สำหรับการสูญเสียจากน้ำท่วมในอนาคต การประกันภัยน้ำท่วมโดยทั่วไปก็คือ การแบ่งแยกการสูญเสียจากน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในอนาคตอย่างแน่นอนสำหรับบุคคลที่อาศัยในพื้นที่น้ำท่วมออกไปตามระยะเวลา การแบ่งปันความเสียหายจากน้ำท่วมไปตามพื้นที่ เช่น แบ่งปันกับผู้เอาประกันรายอื่น อาจดูเหมือนมีความสำคัญน้อย แต่ที่จริงสำคัญยิ่งเนื่องจากเป็นการสะสมกองทุนที่จำเป็นสำหรับน้ำท่วม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อให้ครอบคลุมการจ่ายค่าเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ที่นำเฉพาะส่วนเบี้ยประกันจากผู้ถือกรมธรรม์มาจ่าย

(3) ช่วยลดความต้องการช่วยเหลือจากหน่วยงานบรรเทาทุกข์ หากมีการประกันภัยน้ำท่วมอยู่แล้ว หลังเหตุการณ์น้ำท่วม หน่วยงานบรรเทาทุกข์จะได้ตั้งเป้าไปที่กลุ่มคนที่ไม่สามารถซื้อประกันได้เท่านั้น ซึ่งจะช่วยลดการให้ความช่วยเหลือจากภาครัฐแก่ผู้อยู่อาศัยในพื้นที่น้ำท่วม และยังช่วยให้หน่วยงานของรัฐสามารถให้ความช่วยเหลือแก่บุคคลยากไร้ที่ประสบการสูญเสียอย่างยิ่งในเหตุการณ์น้ำ

ท่วมที่มีผลกระทบต่อคนจำนวนน้อย (การให้ความช่วยเหลือมักจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อเหตุการณ์ภัยพิบัติเกินขีดที่กำหนดเท่านั้น ผู้ที่โชคร้ายที่ได้รับความเสียหายอย่างมากจากเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ขนาดเล็ก ๆ อาจไม่ได้รับความช่วยเหลือจากหน่วยบรรเทาภัยพิบัติ แต่เขาสามารถเรียกค่าเสียหายจากบริษัทประกันภัยได้)

(4) ช่วยผลักดันให้เกิดการใช้เครื่องมือด้านนโยบายอื่น ๆ เพื่อการบริหารจัดการพื้นที่ที่อาจเกิดน้ำท่วม หากสามารถจัดการได้เหมาะสม การมีระบบประกันภัยจะช่วยสนับสนุนนโยบายการบริหารจัดการพื้นที่น้ำท่วมแบบอื่น ๆระบบประกันภัยจะทำให้เกิด

- สกัดกั้นการพัฒนาที่ไม่เหมาะสมในพื้นที่น้ำท่วม รวมทั้งส่งเสริมกิจกรรมป้องกันน้ำท่วม เช่น การยกระดับพื้น และถ้าเป็นไปได้ การใช้วัสดุที่ไม่เสียหายจากน้ำท่วม
- ส่งเสริมให้องค์กรส่วนท้องถิ่นสามารถยืนยันการตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้ที่ดินที่เหมาะสมในพื้นที่น้ำท่วม เช่น การอนุมัติการถอนประกันภัย และการที่ประชาชนมีความรู้เกี่ยวกับระดับของเบี้ยประกันภัยจะช่วยกระตุ้นให้มีกิจกรรมประกันภัยเกิดขึ้น
- กำหนดขอบเขตของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่การปรับปรุงระบบการเตือนภัยและงานบรรเทาน้ำท่วมแบบใช้โครงสร้างเพิ่มเติมจะมีความเหมาะสมและคุ้มค่า
- กระตุ้นให้ผู้อยู่อาศัยและผู้ที่กำลังจะเข้ามาอยู่อาศัยทราบถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นหากอยู่ในพื้นที่น้ำท่วม

(5) ช่วยกระตุ้นการลงทุนในเทคโนโลยีใหม่และการเพิ่มความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับผู้อยู่อาศัยที่ไม่ชอบความเสี่ยง เกษตรกร และนักลงทุน การมีระบบประกันภัยจะช่วยลดความกังวลของเจ้าของที่ดินเกี่ยวกับเวลาที่จะเกิดความเสียหายจากน้ำท่วมในครั้งหน้า ดังนั้น ยังมีโอกาสที่จะได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินไว้อย่างเข้มข้น หากขาดระบบประกันภัยที่เตรียมการไว้อย่างดี เกษตรกรรายย่อย เจ้าของบ้าน และธุรกิจรายย่อย จะถูกกักไว้ในวงจรของการสูญเสียซึ่งดูดเอาเงินลงทุนไปแทนที่จะนำมาใช้ในกิจกรรมการผลิต

5.5.2 ข้อเสีย (Disadvantages)

(1) การประกันภัยน้ำท่วมไม่ได้ช่วยลดการสูญเสียจากน้ำท่วมทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นเพียงแค่การกระจายมูลค่าการสูญเสียไปตามระยะเวลา

(2) การประกันภัยมีค่าดำเนินงาน (Transaction Cost) การจัดให้มีการประกันภัยต้องมีค่าใช้จ่ายในด้านการตลาด การแบ่งประเภทความเสี่ยง ค่าใช้จ่ายด้านกรมธรรม์ และการประเมินเพื่อการเรียกร้องเงินประกัน ดังนั้น เจ้าของบ้านที่ทำประกันจะต้องจ่ายมากกว่า 10 เหรียญสหรัฐ เพื่อให้ได้มาซึ่ง

ผลประโยชน์จำนวน 10 เหรียญสหรัฐ ในระยะยาว อย่างไรก็ตาม ผู้ถือกรมธรรม์ที่ไม่ชอบความเสี่ยง อาจยินยอมจ่ายเงินค่าดำเนินการเหล่านี้เพื่อตัดความกังวลเรื่องการสูญเสีย

(3) อาจทำให้ยังมีคนที่สัดส่วนที่สำคัญไม่ได้ประกันภัยหรือประกันไว้ต่ำมาก เจ้าของทรัพย์สินในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมหลายรายอาจไม่ทำประกัน หรือทำประกันไม่เพียงพอ บางคนอาจคิดว่าตนเองไม่สามารถจ่ายค่าเบี้ยประกันภัยที่คำนวณจากการประเมินความเสี่ยงภัยน้ำท่วม หรือเบี้ยประกันสูงเกินไป

ประสบการณ์ในประเทศสหรัฐอเมริกายังทำให้ทราบว่า ถ้าแผนงานประกันภัยเป็นแบบสมัครใจ คนมีแนวโน้มที่จะรู้สึกว่าความเสี่ยงยังต่ำ จึงไม่ซื้อประกัน ดังนั้น แผนงานประกันภัยแบบสมัครใจจึงไม่สามารถช่วยกระตุ้นให้เกิดการเก็บออมเพื่อการสูญเสียในวันข้างหน้า ดังนั้น การที่แผนจะประสบความสำเร็จหรือไม่นั้น จึงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของการบังคับ หรือความพยายามอย่างหนักที่จะให้การศึกษาในเรื่องนี้อย่างต่อเนื่อง

(4) การประกันภัยน้ำท่วม (ซึ่งเป็นเพียงแค่ช่วยกระจายค่าใช้จ่ายด้านน้ำท่วมออกไปให้สังคมส่วนใหญ่) อาจช่วยกระตุ้นองค์กรส่วนท้องถิ่นให้พัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง เพราะสามารถเรียกคืนค่าเสียหายได้จากประกัน การวางแผนจัดการน้ำท่วมที่ดีจึงเป็นสิ่งสำคัญมากกว่า

(5) การพัฒนาข้อมูลความเสี่ยงเพื่อคำนวณหาเบี้ยประกันเป็นขั้นตอนที่มีค่าใช้จ่ายสูง และสัมพันธ์กับระดับของความซับซ้อนในการจัดอัตราเบี้ยประกัน และสัมพันธ์กับกลไกที่ใช้ในการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินและหลักปฏิบัติด้านอาคาร ข้อมูลความเสี่ยงที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ยอมให้ได้จะต้องมีรายละเอียดมากพอสมควรเพื่อให้ผ่านการทดสอบตามกฎหมาย

5.5.3 ควรนำแผนงานประกันภัยน้ำท่วมมาใช้หรือไม่ (Should a Flood Insurance Scheme be introduced)

เพื่อพิจารณาว่าแผนงานประกันภัยน้ำท่วมจะเป็นประโยชน์ต่อพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งหรือไม่ เช่น เขตบริหารหรือรัฐที่มีพื้นที่กว้างขวางที่ยังไม่มีระบบประกันภัยดังกล่าว จำเป็นจะต้องมีการศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ซึ่งการศึกษานี้จะช่วย

- ประเมินทัศนคติทางด้านสังคม/การเมือง/ชุมชนเกี่ยวกับแนวคิดด้านการประกันภัย
  ตัวอย่างเช่น
  - สาธารณชนคาดหวังเกี่ยวกับการบรรเทาสาธารณภัยไว้อย่างไร
  - สาธารณชนยินดีที่จะมีส่วนร่วมในการจัดการประกันภัยหรือไม่
  - รัฐประสงค์ที่จะให้การบรรเทาภัยที่จำเป็นด้วยการใช้เงินงบประมาณของรัฐหรือไม่

– ในอีกด้านหนึ่ง รัฐมีความประสงค์ที่จะจัดทำแผนการประกันภัย และจะเพิกเฉยต่อผู้ที่สามารถทำประกันแต่เลือกที่จะไม่ทำหรือไม่

- ระบุพื้นที่หรือระดับของทรัพย์สินที่อาจเหมาะสมสำหรับรวบรวมไว้ในแผนงานประกันภัยน้ำท่วม
- กำหนดว่าควรใช้แผนงานใดระหว่างการประกันภัยแบบสมัครใจกับการประกันภัยแบบบังคับ
- จัดตั้งระดับของการเข้ามีส่วนร่วมในแผนงานประกันภัยแบบสมัครใจ
- ตรวจสอบกรอบการทำงานด้านกฎหมายและองค์กร เพื่อการทำตลาดการประกันภัย การเก็บค่าเบี้ยประกัน การรับรองค่าการสูญเสียที่สามารถเรียกค่าชดเชยได้จากประกันภัย การจ่ายเงินค่าเรียกร้องเงินประกัน และการระงับข้อพิพาทระหว่างผู้ประกันกับผู้เอาประกัน
- รายงานเกี่ยวกับความต้องการเข้ามามีส่วนรวมของหน่วยงานภายนอกในการจัดตั้งแผนงานประกันภัยน้ำท่วม การกำหนดค่าเบี้ยประกัน และการจัดการทุนประกันภัยน้ำท่วม
- กำหนดว่าแผนงานประกันภัยที่ดำเนินการโดยเอกชน หรือภาครัฐ มีความเหมาะสมมากกว่ากัน
  - ในเรื่องนี้ขอให้ระลึกว่า มีรูปแบบของการผสมผสานระหว่างธุรกิจประกันภัยกับกิจกรรมของภาครัฐ เช่น การวางแผนมาตรการ แผนงานซื้อกลับคืน ฯลฯ อาจมีข้อพิจารณาเกี่ยวกับภาษี ซึ่งจำกัดผู้ทำประกันภาคเอกชนทำให้ไม่สามารถสร้างกองทุนประกันภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การจัดตั้งหลักเกณฑ์พื้นฐานในการกำหนดเบี้ยประกันสำหรับทรัพย์สินในแต่ละระดับเพื่อให้แผนประกันภัยครอบคลุม
- กำหนดว่าจะผสมผสานการประกันภัยน้ำท่วมเข้ากับยุทธศาสตร์อื่น ๆ เพื่อการจัดการการสูญเสียจากน้ำท่วมได้ดีที่สุดได้อย่างไร

หลังจัดทำรายงานความเหมาะสมเสร็จสิ้น อาจต้องจัดทำแผนงานนำร่องที่ครอบคลุมพื้นที่จำกัดและกำหนดชนิดของทรัพย์สินเพื่อหาหนทางที่ดีสุดในการปรับปรุงการประกันภัยน้ำท่วมให้เหมาะสมกับความต้องการมากที่สุด

การศึกษาเรื่องแนวคิดด้านความเสี่ยงในประเทศสหรัฐอเมริการะบุว่า หากระบบประกันภัยไม่มีองค์ประกอบด้านการบังคับ ประชาชนมีแนวโน้มที่จะเข้าใจไปว่ามีความเสี่ยงต่ำที่จะเกิดน้ำท่วม และด้วยเหตุนี้จึงไม่ซื้อประกัน แผนงานประกันภัยแบบสมัครใจยังอาจไม่สามารถกระตุ้นการเก็บออมเงินเพื่อประกันการสูญเสียในอนาคตได้อย่างมากพอ ระดับของการประกันภัยที่จะเลือกใช้เพื่อรับมือกับความเสี่ยงของการสูญเสียจากน้ำท่วมขึ้นอยู่กับข้อกำหนดในการบังคับใช้หรือความพยายามให้การศึกษาอย่างมากในเรื่องนี้

การพัฒนาข้อมูลด้านความเสี่ยงเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันอาจมีค่าใช้จ่ายสูงมาก เนื่องจากสัมพันธ์กับระดับของความซับซ้อนของระบบอัตราเบี้ยประกัน กลไกที่ใช้ในการกระตุ้นให้เกิดข้อกำหนดด้านอาคารที่ดีขึ้น และการใช้ประโยชน์จากที่ดินที่ดีขึ้นเพื่อการพัฒนาในอนาคต เพื่อให้ผ่านข้อกำหนดทางด้านกฎหมาย จะต้องจัดทำข้อมูลความเสี่ยงที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างลงรายละเอียดมากขึ้น และไม่อนุญาตให้ระบบประกันเพิกเฉยต่อรายละเอียดเหล่านั้น

1/ ทรัพย์สินที่ทำประกันภัยได้รับความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วม

2/ เจ้าของทรัพย์สินเดินทางไปยังสำนักงานประกันภัย

3/ เจ้าหน้าที่ประกันภัยออกใบเรียกร้องเงินประกัน

4/ การซ่อมแซมทรัพย์สินที่ได้รับความเสียหายจากเงินประกันภัยที่ได้รับ

รูปที่ 5–1 การประกันภัยน้ำท่วม

5.6 ตัวอย่าง (Examples)

5.6.1 ประเทศสหรัฐอเมริกา (USA)

แผนงานประกันภัยน้ำท่วมได้มีการจัดตั้งขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกามาเกือบ 30 ปีแล้ว โดยเริ่มจากการนำแผนงานนี้มาใช้เพื่อบังคับให้เทศบาลในท้องถิ่นต่าง ๆ วางแผนเพื่อควบคุมปัญหา ความเสียหายในอนาคตโดยกำหนดไว้ว่า เฉพาะชุมชนที่มีการวางแผนและกำหนดเขตพื้นที่อย่างเหมาะสมเท่านั้นถึงจะมีสิทธิ์ที่จะทำประกันภัยน้ำท่วม

ความพยายามจัดตั้งระบบประกันภัยเพื่อให้ครอบคลุมความเสี่ยงน้ำท่วมมีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1951 และ ค.ศ. 1956 แต่เพิ่งประสบความสำเร็จและสามารถจัดตั้งได้ในที่สุดในอีก 11 ปีให้หลัง แผนงาน

ประกันภัยน้ำท่วมแห่งชาติ (National Flood Insurance Program, NFIP) ได้รับการออกแบบให้ลดอัตรา หรือถ้าเป็นไปได้ให้หยุดการรุกล้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และเพื่อถ่ายโอนการสูญเสียจากน้ำท่วมบางประการไปยังบุคคลที่ใช้ประโยชน์ในพื้นที่น้ำท่วมนั้น ๆ

แผนงานดังกล่าวได้รวมเอาการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินระดับชาติเข้ากับการบรรเทาภัยพิบัติและการประกันภัยน้ำท่วม ภายใต้แผนงาน NFIP ชุมชนที่มีความเสี่ยงที่เข้าร่วมอย่างสมัครใจจะได้รับการประกันภัยพื้นที่น้ำท่วมแบบรัฐช่วยออกสำหรับสิ่งก่อสร้างอาจสัมผัสถึงอันตรายที่มีอยู่ และได้รับการประเมินความเสี่ยง และการสนับสนุนทางด้านเทคนิค พร้อมทั้งการบรรเทาภัยพิบัติเป็นการตอบแทนสำหรับการยอมให้บังคับใช้แผนงานการใช้ที่ดินในพื้นที่น้ำท่วม และการนำเอาข้อบังคับด้านอาคารมาใช้กับสิ่งก่อสร้างใหม่ ๆ เช่น ที่สร้างขึ้นภายหลังการจัดทำข้อมูลการประเมินความเสี่ยงในชุมชนที่เข้าร่วมโครงการ และมีลักษณะตรงตามข้อกำหนดด้านระดับ การกันน้ำท่วม และด้านอื่น ๆ จะถือว่าเข้าข่ายประกันได้ แต่อยู่ในข่ายคิดเบี้ยประกันตามหลักอัตราการประกันภัยและไม่ได้รับการสนับสนุนทางการเงินจากรัฐ แผนงานนี้รวมถึงการซื้อคืน การบังคับซื้อ แผนสำหรับพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมติดต่อกันเป็นเวลานาน จะกำหนดมาตรฐานการดำเนินงาน และส่งเสริมมาตรการแบบผสมผสานภายใต้การควบคุมของหน่วยงานบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินของรัฐบาลกลาง (Federal Emergency Management Agency, FEMA)

ในปี ค.ศ. 1993 มีชุมชนเข้าร่วมด้วย 80% และมียอดกรมธรรม์กว่า 2.7 ล้านฉบับ ในวงเงินประมาณ 245 พันล้านเหรียญสหรัฐ แต่นั่นก็ยังครอบคลุมเพียง 25% ของทรัพย์สินที่เกี่ยวข้องที่อยู่ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ในตอนเริ่มต้นกรมธรรม์เกือบทั้งหมดได้รับเงินสนับสนุนจากรัฐ ต่อมาในปี ค.ศ. 1993 พบว่า 41% ได้รับเงินสนับสนุน (บางส่วน) จากรัฐ และ 59% จ่ายเองเต็มตามอัตราประกันภัย ในขณะที่การเกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ในรัฐมิสซิสซิปปีในปี ค.ศ. 1993 เป็นตัวกระตุ้นแผนงานอย่างมีนัยสำคัญ และช่วยปรับปรุงการแทรกแซงทางการตลาด ดังนั้นจึงเกิดการกระจายความเสี่ยงออกไป

การดำเนินงานระหว่างปี ค.ศ. 1972 ถึง ค.ศ. 1992 NFIP ได้เข้าสู่สภาวะการขาดทุนสะสมจากการให้เงินสนับสนุนการประกันภัยสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ราว 670 ล้านเหรียญสหรัฐ เนื่องจากไม่มีเงินต้นทุนในช่วงเริ่มก่อตั้ง เงินเบี้ยประกันส่วนที่หายไปนี้ถือเป็นความรับผิดที่ไม่มีกองทุนรองรับ อย่างไรก็ตามในช่วงเดียวกัน NFIP กลับสามารถสร้างกำไรได้ 250 ล้านเหรียญสหรัฐ จากการรับประกันสิ่งก่อสร้างใหม่ ๆ ยิ่งไปกว่านั้น เงินที่ NFIP ออกให้นั้น ส่วนใหญ่ก็เป็นเงินที่ใช้ในมาตรการบรรเทาภัยพิบัติและการตัดบัญชีหนี้ศูนย์ทางด้านภาษีของผู้ได้รับความเสียหาย นอกจากนี้ผลของการนำข้อกำหนดการบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมมาใช้ก็มีความคุ้มค่าเกินกว่าระดับการออกเงินช่วยประกัน FFMA ประมาณการว่า ข้อกำหนดการบรรเทาทุกข์ของ NFIP ในปัจจุบันส่งผลให้สามารถลดการสูญเสียจากน้ำท่วมได้ถึงปีละ 569 ล้านเหรียญสหรัฐ

แผนงานของประเทศสหรัฐอเมริกาได้รับการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนเพราะมีการใช้การประกันภัย ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิค และการบรรเทาภัยพิบัติรวมเข้าด้วยกันเพื่อกระตุ้นและกำหนดมาตรฐาน ในการบรรเทาภัยพิบัติให้รัฐบาลในท้องถิ่น ในขณะที่ การที่ NFIP ให้เงินสนับสนุน อาจมองได้ว่าเป็นการสะสมเงินไว้ล่วงหน้าเพื่อรับมือกับภัยพิบัติมากกว่าการประกันภัย แต่ส่วนที่คิดเบี้ยประกันจริงตามอัตราการประกันภัยถือว่าเป็นแผนงานประกันภัยจริง ความเข้มแข็งของแผนงานขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงที่ว่าแผนงานนี้เป็นทั้งมาตรการการวางแผนและแผนงานประกันภัย โดยมีแง่มุมของการสร้างสมดุลกันระหว่างประเด็นทางสังคมและเศรษฐกิจ เมื่อดำเนินมาสักระยะแผนงานนี้จึงพัฒนาจนกระทั่งเจาะตลาดได้ถึงระดับที่ระบบทำงานได้ โดยส่วนที่ใช้เงินสนับสนุนจากรัฐก็จะค่อย ๆ ลดลง และยังคงถือเป็นความท้าทายที่จะลดลงต่อไปให้ได้อีก

5.6.2 ประเทศออสเตรเลีย (Australia)

ในประเทศออสเตรเลีย ในปัจจุบันมีเพียง 2 รัฐ คือ รัฐเวสเทิร์นออสเตรเลีย (Western Australia) และรัฐนอร์ทเทิร์นแทริเทอรี (Northern Territories) เท่านั้นที่มีการประกันภัยน้ำท่วมซึ่งครอบคลุมการเกิดน้ำท่วมในแม่น้ำสายหลักและการเกิดน้ำท่วมจากพายุ

ในรัฐเวสเทิร์นออสเตรเลีย ราชยานยนต์สมาคม (Royal Automobile Club) ได้ผนวกการประกันภัยน้ำท่วมเข้าไว้ในชุดการประกันภัยมาตรฐานประจำบ้าน แต่ผู้เอาประกันจะต้องจ่ายค่าความเสียหายส่วนแรก 200 เหรียญสหรัฐ ก่อนเรียกเงินประกัน สำนักงานประกันภัยของรัฐ (State Government Insurance Office, SGIO) ของรัฐเวสเทิร์นออสเตรเลียก็ให้บริการประกันภัยน้ำท่วม แต่ค่าเบี้ยประกันขึ้นอยู่กับความเสี่ยงที่ประเมิน SGIO อาจปฏิเสธไม่รับทำประกันหากความเสี่ยงสูงเกินไป

ในรัฐนอร์ทเทิร์นแทริเทอรี การประกันภัยต่อความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมและคลื่นพายุซัดฝั่งที่เกิดต่อบ้านเรือนสามารถหาได้ในราคาปานกลาง ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมค่าเบี้ยประกันอยู่ที่ 0.125% ของยอดเอาประกัน เช่น 25 เหรียญสหรัฐต่อปี สำหรับเงินประกัน 20,000 เหรียญ สำหรับในพื้นที่อื่น ๆ ทั้งหมด เบี้ยประกันอยู่ที่ 20 เหรียญสหรัฐต่อปี

ในรัฐอื่น ๆ ทั้งหมดไม่มีการประกันภัยน้ำท่วมสำหรับที่อยู่อาศัย ในกรณีน้ำท่วมจากแม่น้ำ หรือหากมีก็อยู่ในระบบของความเสี่ยงตามที่ประเมินได้ เบี้ยประกันจากการประเมินโดยปกติจะสูงเกินกว่าที่เจ้าของบ้านจะสามารถจ่ายได้ ในเรื่องนี้มีประเด็นที่น่าสนใจคือ ลักษณะการเกิดน้ำท่วมในรัฐต่างๆ

ในส่วนของรัฐเวสเทิร์นออสเตรเลีย รัฐนอร์ทเทิร์นแทริเทอรี และรัฐเซาท์เทิร์นออสเตรเลีย (Southern Australia) รัฐเหล่านี้ไม่เคยประสบลักษณะน้ำท่วมครั้งใหญ่ อย่างเช่นที่เกิดในรัฐนิวเซาท์เวลส์ (New South Wales) และควีนส์แลนด์ (Queensland) ในรัฐเซาท์เทิร์นออสเตรเลียและนอร์ทเทิร์นแทริ

เทอรี จำนวนของทรัพย์สินที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ในแต่ละครั้งอยู่ระหว่าง 10–200 แห่ง ในรัฐนิวเซาท์เวลส์และควีนส์แลนด์ จำนวนของทรัพย์สินที่ได้รับผลกระทบในเหตุการณ์น้ำท่วมสำคัญ ๆ แต่ละครั้งอยู่ระหว่างหลายร้อยถึงหลายพันแห่ง อย่างไรก็ตาม น้ำท่วมครั้งใหญ่เกิดเป็นประจำในรัฐทั้งสองนี้ สถานการณ์ในรัฐวิคตอเรีย (Victoria) อยู่กึ่งกลางระหว่างรัฐทั้งสองที่มีน้ำท่วมรุนแรง ดังนั้น ลักษณะของความเสียหายจากน้ำท่วมที่ค่อนข้างจำกัดในรัฐเวสเทิร์นออสเตรเลียและรัฐนอร์ทเทิร์นแทริเทอรีดูเหมือนจะเป็นตัวกำหนดความเป็นไปได้ของการประกันภัยที่อยู่อาศัยในรัฐทั้งสอง

ตัวอย่างหนึ่งเกี่ยวกับการกระจายการจ่ายเงินเพื่อค่าเสียหายจากน้ำท่วม ได้แก่ ประสบการณ์ของเมือง NSW ของมณฑลนีนกัน (Nyngan) (เหตุการณ์น้ำท่วมเดือนเมษายนในปี ค.ศ. 1990) พบว่า 20% ของความเสียหายทั้งหมดจำนวน 50 ล้านเหรียญ แบกรับโดยประชาชนที่โดนน้ำท่วม อีก 10% จ่ายโดยประกันภัย และที่เหลือ 70% โดยรัฐผ่านระบบภาษี และค่าธรรมเนียมต่าง ๆ ค่าใช้จ่ายในการจ่ายเงินประกันส่วนใหญ่ (ส่วนใหญ่สำหรับยานพาหนะ) ตกเป็นภาระของสาธารณะ ดังนั้น โดยรวม 80% ของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในนีนกัน ตกเป็นภาระของประชาชนที่ไม่ได้รับผลกระทบ และอีก 20% เป็นภาระของประชาชนที่ถูกน้ำท่วม สำหรับพื้นที่อื่นในออสเตรเลียยังไม่มีตัวเลขเบรกดาวน์ให้เห็นในลักษณะเช่นเดียวกัน

5.7 เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Irish, J.L. (1992). *Flood insurance as a disaster management strategy*. International Workshop on Flood Mitigation, Preparedness and Flood Disaster Management, Hanoi, Vietnam.

[2] Australian Water Resources Council. (1992). *Water management report*, (Series No.21, Floodplain Management in Australia). (Consultant: Dr. Chris Joy, Water Studies, Brisbane, Australia).

[3] Leikin, H. (1993). *Financial and insurance aspects of the mid–west flood of'93*. Proceedings of ICID Conference, Haque.

II–VI การกันน้ำท่วม (Flood Proofing)

เขียนโดย J. van Duivendijk

6.1 หลักการและวัตถุประสงค์ (Principles and Objectives)

6.1.1 คำจำกัดความ และการอภิปรายในหัวข้อที่เกี่ยวข้อง (Definitions and Discussion on Related Topics)

อภิธานศัพท์อธิบายคำว่า Flood Proofing หรือการกันน้ำท่วมไว้ว่า “การปรับปรุงอาคารและสิ่งก่อสร้าง และบริเวณรอบ ๆ เพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วม”

คำนิยามนี้ชัดเจนและไม่กำกวมในแง่ที่ว่าการกำหนดการกันน้ำท่วมให้เป็นมาตรการด้านกายภาพเพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดการสัมผัสกับน้ำท่วม เช่น การสร้างอาคารบนเนินดินที่มีระดับสูงกว่าน้ำท่วมปกติ และการใช้วัสดุที่ถอดชิ้นส่วนได้ง่าย สำหรับสร้างบ้านในพื้นที่น้ำท่วม ถือเป็นการกันน้ำท่วม

คำนิยามที่กว้างกว่านี้พิจารณาว่า การกันน้ำท่วม (Flood Proofing) คือ การกระทำทั้งหมดโดยบุคคลหรือกลุ่มบุคคลขนาดเล็กภายในพื้นที่น้ำท่วม เพื่อลดความเสียหายของทรัพย์สินของตนที่เกิดจากน้ำท่วม [5] คำนิยามที่กว้างกว่านี้ รวมหัวข้ออื่นที่ระบุไว้ในบทที่ 2, 4 และ 8 ของส่วนที่ 2 และบทที่ 1, 2 และ 3 ของส่วนที่ 3 ตลอดจนเนื้อหาในบทนี้เข้าไว้ด้วย

อย่างไรก็ตาม เราควรที่จะเน้นให้เห็นความแตกต่างระหว่างหัวข้อที่ใกล้เคียงกัน ได้แก่ การกันน้ำท่วม (Flood Proofing) การป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection) และการวางแผนเผชิญเหตุน้ำท่วม (Flood Response Planning) ดังนี้

- การกันน้ำท่วม (Flood Proofing) คือ การจัดให้มีมาตรการแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้างในระยะยาว หรือการจัดให้มีมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้างขนาดเล็กเพื่อผลผลกระทบจากของน้ำท่วม
- การป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection) คือ การจัดให้มีมาตรการระยะยาวที่ใช้สิ่งก่อสร้างหลักในการป้องกันทางกายภาพไม่ให้น้ำท่วมทั้งหมดหรือบางส่วนสามารถเข้าไปในพื้นที่หรือเมืองที่กำหนดไว้ได้
- การวางแผนเผชิญน้ำท่วม (Flood Response Planning) คือ การเตรียมชุมชนให้พร้อมสำหรับเหตุการณ์น้ำท่วมที่จะเกิดขึ้น และเมื่อเกิดขึ้นแล้ว จะมีการดำเนินมาตรการด้านองค์กรบางประการ (เช่น การอพยพ) ที่ทำให้แน่ใจว่า สามารถลดความชะงักงันหรือความเสียหายจากน้ำท่วมให้เหลือน้อยที่สุด

ได้มีการศึกษาเนื้อหาของแผนงานปฏิบัติการน้ำท่วมในประเทศบังคลาเทศ (Flood Action Plan in Bangladesh) [3] พบว่า การเผชิญเหตุน้ำท่วม รวมทั้งการกันน้ำท่วม ไม่เพียงแต่จะกำหนดด้วยลักษณะของสิ่งแวดล้อมในการเกิดน้ำท่วมเท่านั้น แต่ยังกำหนดด้วยความเอียนเองในแง่วิธีที่ชอบและทรัพยากรของทั้งส่วนบุคคล ครัวเรือน และชุมชน ที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมเฉพาะที่ด้วย

ถึงแม้ว่านี่อาจจะนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นจริงสำหรับประเทศบังคลาเทศเท่านั้น แต่ทุกคนควรจะได้ตระหนักถึงผลกระทบของประเด็นด้านองค์กร จิตวิทยา และสังคมวิทยาต่อการดำเนินการกันน้ำในสังคมหนึ่ง ๆ

6.1.2 ประเด็นด้านเทคนิคและองค์กรในการกันน้ำ (Technical and Institutional Aspects of Flood Proofing)

ขอให้ระลึกว่า มีกลยุทธ์สำคัญ 3 ประการในการลดความสูญเสียจากน้ำท่วม

- การปรับปรุงลักษณะน้ำท่วม เพื่อการกันน้ำให้ห่างจากพื้นที่พัฒนาและพื้นที่มีประชากร โดยการลดปริมาณน้ำท่า โดยการเพิ่มความสามารถให้น้ำไหลผ่านของทางน้ำ หรือโดยการกักน้ำท่วม การผันน้ำท่วม หรือเก็บกักน้ำท่วม
- ลดอันตรายและความอ่อนไหวต่อความเสียหายจากน้ำท่วม โดยการกันคนและการพัฒนาออกไปจากพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม หรือโดยการเสริมให้มีลักษณะต้านทานน้ำได้มากขึ้น
- ลดผลกระทบด้านการเงินและสังคมจากการเกิดน้ำท่วม โดยมาตรการต่าง ๆ เช่น การประกันภัยและการให้ความช่วยเหลือหลังน้ำท่วม

กลยุทธ์เหล่านี้ครอบคลุมทั้งมาตรการทั้งใช้สิ่งก่อสร้างและไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง

ในสถานการณ์ส่วนใหญ่ จะดำเนินการตามกลยุทธ์ทั้งสามทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน นั่นหมายถึงความเสียหายจากน้ำท่วมอาจลดลงตามเวลา เนื่องจากมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้างเหล่านี้ อย่างไรก็ตาม ในเวลาเดียวกัน ความอ่อนไหวที่จะเกิดความเสียหายจากน้ำท่วมจะเพิ่มขึ้นเนื่องจาก

- แรงกดดันเนื่องจากประชากรเพิ่มขึ้นในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง
- ประชากรในเมืองเพิ่มขึ้น
- สังคม โครงสร้างพื้นฐาน และกิจกรรมทางเศรษฐกิจ มีความซับซ้อนมากขึ้น
- การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่รอบนอก และด้านท้ายน้ำของโครงการควบคุมน้ำที่เสนอ ซึ่งอาจได้รับความเสียหายเนื่องจากทำให้แม่น้ำแคบลงหรือการเร่งระบายน้ำ
- การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรที่ตั้งหลักแหล่งอยู่หลังคันกันน้ำที่มีอยู่เดิมและที่กำลังจะสร้าง ซึ่งอาจได้รับผลจากมหันตภัยน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นได้ ถ้าคันกั้นน้ำแตก

ดังนั้น ก่อนที่จะส่งเสริมและดำเนินมาตรการกันน้ำท่วมใด ๆ ที่ระดับใด ๆ จะต้องทำการประเมินความเสี่ยงน้ำท่วมที่น่าเชื่อถือได้ (ได้แก่ ตำแหน่ง และความถี่ของการเกิดน้ำท่วมที่ระดับความรุนแรงต่าง ๆ กัน – ระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ ระยะเวลา) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นกับบุคคลและทรัพย์สิน

ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการกันน้ำท่วม (Flood Proofing) และการป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection) คือ ลักษณะของพื้นที่ที่ได้รับกระทบจากการใช้มาตรการดังกล่าว การกันน้ำท่วมมุ่งเน้นไปที่การใช้มาตรการในพื้นที่ที่ส่งผลต่อบ้านเรือนหลังเดียวหรือหลายหลัง หมู่บ้าน หรือสิ่งอำนวยความสะดวกที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานเฉพาะ ขณะที่การป้องกันน้ำท่วมเป็นการเตรียมการป้องกันต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมทั้งหมดและโครงสร้างพื้นฐานในพื้นที่ขนาดใหญ่ตั้งแต่ระดับอำเภอ หรือเมือง ไปจนถึงภูมิภาคทั้งหมด

เราควรตระหนักว่าการกันน้ำท่วมเป็นงานที่ขึ้นอยู่กับการมีส่วนร่วมเป็นส่วนใหญ่จากสาธารณชนและใช้เงินเพียงเล็กน้อยจากภาครัฐ หรือภาคเอกชน หรือทั้งสองฝ่าย ในทำนองเดียวกัน แม้งานป้องกันน้ำท่วมต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของสาธารณชนร่วมด้วย แต่มีแนวโน้มที่จะใช้เงินลงทุนจำนวนมากจากภาครัฐมาสนับสนุน

มาตรการเพื่อส่งเสริมการกันน้ำขึ้นอยู่กับขนาดของกิจกรรม ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

- มาตรการส่วนบุคคลและชุมชน (Individual and Community Measures)
- มาตรการส่วนท้องถิ่น (องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) (Local (Government) Measures)
- มาตรการระดับภูมิภาคและระดับชาติ (Regional and National Measures)

ปัญหาก็คือจะต้องหาสมดุลที่เหมาะสมระหว่างการมีส่วนร่วมของประชาชนกับการริเริ่มจากหน่วยงานภาครัฐเพื่อที่จะริเริ่มโครงการ และสร้างความสมดุลระหว่างการป้องกันน้ำท่วมและการกันน้ำท่วม และท้ายที่สุดความสมดุลระหว่างการริเริ่มโครงการเองโดยประชาชนและการชักนำจากภาครัฐที่คอยออกกฎระเบียบมาบังคับใช้

6.1.3 การวางแผนกิจกรรมการกันน้ำ (Planning of Flood Proofing Activities)

ในขณะที่มาตรการบรรเทาที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างจำเป็นจะต้องเสริมด้วยมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง การกันน้ำก็จำเป็นจะต้องดำเนินการผสมผสานกับการป้องกันน้ำท่วมเช่นเดียวกัน

แนวคิดที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดคือ

- แนวคิดจากบนลงล่าง (Top–Down Approach) คือ มีการวางแผนและดำเนินตามมาตรการควบคุมน้ำท่วมในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง และการดำเนินการป้องกันน้ำท่วม เสริมด้วยมาตรการกันน้ำท่วม
- แนวคิดจากล่างขึ้นบน (Bottom–Up Approach) คือ แต่ละบุคคล และ/หรือชุมชนขนาดเล็กเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกับน้ำท่วม และดำเนินมาตรการกันน้ำท่วมในขอบเขตจำกัด โดยพิจารณาจากน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในพื้นที่นั้น ๆ ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา เช่น 50 ปี ที่ผ่านมา

ในสังคมชนบทของประเทศที่กำลังพัฒนา ช่วงเวลา 50 ปี ดังกล่าวคือ ช่วงสามชั่วอายุคน ซึ่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือของเหตุการณ์น้ำท่วมสูงสุดในอดีต ผู้อาวุโสสูงสุดในหมู่บ้านอาจไม่สามารถจดจำได้ ด้วยเหตุนี้เหตุการณ์น้ำท่วมจึงมักถูกลืมหรือเพิกเฉย นี่คือความจริงที่หมายความว่า น้ำท่วมครั้งรุนแรงที่สุด (มีรอบการเกิดซ้ำ 100 ปี หรือมากกว่า) จะก่อให้เกิดความเสียหายและความทุกข์ยากแก่สังคมในชนบทตามมา

แต่ก็ยังมีอีกหลายกรณีที่มีการออกแบบงานป้องกันน้ำท่วมโดยใช้รอบการเกิดซ้ำ 100 ปี ในกรณีดังกล่าว ประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่ที่ได้รับป้องกันน้ำท่วมเมื่อเวลาผ่านไปหลายปีอาจจะสำคัญผิดเรื่องความปลอดภัยและละเลยมาตรการกันน้ำกับบ้านเรือน ซึ่งหากเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมสูงกว่าค่าที่ได้ออกแบบไว้ จะเกิดความเสียหายสูงกว่าในกรณีแรกที่เกิดในชนบทซึ่งพึ่งพามาตรการการควบคุมน้ำท่วมอย่างเดียว

ยังมีอีกเหตุหนึ่งที่จำเป็นจะต้องมีการกันน้ำเพิ่มจากการป้องกันน้ำท่วมกล่าวคือ ในบางโครงการงานป้องกันน้ำท่วมอาจประสบความล้มเหลวในขณะเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม สาเหตุของความล้มเหลวของหลายโครงการสาเหตุหนึ่งคือ ขาดทรัพยากรที่เพียงพอ และขาดการสนับสนุนด้านองค์กรในการดำเนินงานและการบำรุงรักษา ผลก็คือประชาชนที่อยู่ในเขตคันกันน้ำ กลับมีความเสี่ยงต่อความเสียหายน้ำท่วมยิ่งกว่าประชาชนที่อยู่นอกคัน เนื่องจากประชาชนที่อยู่ในเขตมักขาดการเตรียมการเมื่อเกิดน้ำท่วมขังและ และเมื่อระบบป้องกันเกิดความล้มเหลวระดับน้ำในพื้นที่จะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ประชาชนไม่มีเวลาในการดำเนินตามมาตรการการเผชิญเหตุอย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น การวางแผนการกันน้ำเป็นงานที่ต้องเริ่มจากบนลงล่างก่อน เพราะประชาชนไม่ทราบว่าตนมีความเสี่ยงที่จะได้รับความเสียหายจากน้ำท่วม

ประเด็นพื้นฐานที่น่าใจสำหรับการกันน้ำมีอยู่ 3 ประเด็น

- สาธารณูปโภค โครงสร้างพื้นฐาน และบริการอื่น ๆ
- ทรัพย์สินต้นทุนของภาคเอกชน เช่น อาคาร สินค้า และเครื่องมือในเขตอุตสาหกรรม และ
- ทรัพย์สินส่วนบุคคล เช่น บ้าน สิ่งของส่วนบุคคล สิ่งของที่เป็นมรดกตกทอด ฯลฯ

มาตรการกันน้ำท่วมที่เลือกใช้จะต้องคุ้มค่าต่อการดำเนินการ ค่าใช้จ่ายในกิจกรรมจะต้องไม่เกินผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม แนวทางด้านเศรษฐศาสตร์นี้ได้รับอิทธิพลจากข้อพิจารณาดังต่อไปนี้อีกด้วย

- ภาคสังคม บริษัท และบุคคล สามารถให้การสนับสนุนในการป้องกันน้ำท่วมในส่วนใดได้บ้าง
- หากบุคคลต้องการที่จะจ่ายเงินสนับสนุนเพื่อเพิ่มความปลอดภัยและสร้างความมั่นใจแก่ตนเองจะทำได้ในช่องทางใดบ้าง

ดังนั้น จึงสามารถพูดได้ว่า การเลือกกิจกรรมการกันน้ำและระดับของการป้องกัน ก็เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างเงื่อนไขทางอุทกวิทยา เศรษฐกิจ สังคม และสถานการณ์ด้านการเมืองของรัฐบาลและของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับทรัพย์สิน สิ่งอำนวยความสะดวก หรือความเป็นอยู่ที่ต้องได้รับการป้องกัน คำตอบโดยทั่วไปแล้วจะแตกต่างกันออกไปตามที่ตั้ง แต่ละบุคคล หรือแต่ละหน่วยงาน หรือแต่ละสังคม [2]

ส่วนหนึ่งของแนวคิดจากบนลงล่างในการวางแผนมาตรการกันน้ำท่วมในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมจำเป็นจะต้องมีแนวทางแนะนำ ซึ่งการวางแผนกันน้ำท่วมประกอบด้วย

- การระบุลักษณะน้ำท่วมที่เกิดในพื้นที่
- การศึกษาผลกระทบของน้ำท่วม และมาตรการที่เป็นไปได้เพื่อบรรเทาผลกระทบทางลบ
- การระบุมาตรการกันน้ำท่วมที่เหมาะสม ซึ่งรวมไปถึงการเตรียมการหาแหล่งเงินสำหรับการก่อสร้างและการบำรุงรักษา

กระบวนการวางแผนจะต้องกำหนดให้มาตรการต่าง ๆ จะต้องมีลักษณะดังนี้

- เข้ากันได้กับความต้องการและความประสงค์ที่ประชาชนในพื้นที่แสดงออก และนำประเด็นด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมมาร่วมพิจารณา
- สามารถปฏิบัติได้จริงทั้งในด้านองค์กรและการบริหาร
- สามารถดำเนินงานโดยไม่ก่อให้เกิดการชะงักงันทางสังคมครั้งใหญ่ หรือเกิดความเสียหายที่ไม่สามารถกลับคืนได้แก่สังคมบางกลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มผู้ที่เสียเปรียบอยู่แล้ว

6.1.4 ชนิดของการกันน้ำ (Types of Flood Proofing)

โดยทั่วไปประชาชนที่อยู่อาศัยในสิ่งแวดล้อมที่เกิดน้ำท่วมต้องการลดผลกระทบจากน้ำท่วมให้เหลือน้อยที่สุด ถึงแม้พวกเขาจะยอมรับกับสภาวะมรสุมที่เกิดตามปกติได้ แต่พวกเขายังต้องการที่จะลดผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรง แน่นอนที่สุดว่าความต้องการที่เกี่ยวข้องกับน้ำท่วม และความสนใจของชุมชนท้องถิ่นขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำท่วมที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในพื้นที่ และจำเป็นจะต้องมีการให้

คำปรึกษาในท้องถิ่นเพื่อให้ท้องถิ่นสามารถเข้ามาสนับสนุนในมาตรการบรรเทาความเสียหายจากน้ำท่วมเฉพาะแต่ละพื้นที่ได้

ตัวอย่างเช่นในประเทศบังคลาเทศพบว่า [4] ผู้อยู่อาศัยในสิ่งแวดล้อมที่มีน้ำท่วมต่าง ๆ กัน จะมีความต้องการที่จะทำการป้องกันน้ำท่วมแตกต่างกัน คนที่อยู่อาศัยในที่ราบทะเลทรายบริเวณปากแม่น้ำไม่ต้องการให้เกิดน้ำท่วมขึ้นเลย แต่เกษตรกรจะรู้สึกดีถ้าสามารถลดหรือชะลอน้ำท่วมไว้ได้ คนที่ถูกน้ำท่วมจากแม่น้ำหลักต้องการการปกป้องจากเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรง ในขณะที่คนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่แม่น้ำสาขาจะให้ความสำคัญกับการปรับเปลี่ยนหรือลดอัตราการเพิ่มระดับสูงขึ้นของน้ำท่วมแทนที่จะปกป้องจากน้ำท่วมทั้งหมด เช่นเดียวกับเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ลุ่มต่ำต้องการการป้องกันจากระดับน้ำท่วมที่ขึ้นสูงอย่างรวดเร็วมากกว่าการป้องกันจากน้ำท่วมทั้งหมด สำหรับเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่น้ำท่วมขังนิ่ง พวกเขาต้องการให้มีระบบระบายน้ำที่ดีเพื่อให้สามารถขยายฤดูการเพาะปลูกได้ และต้องการคันกั้นน้ำแบบท่วมจมได้มากกว่าการป้องกันที่ระดับน้ำท่วมใด ๆ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำท่วมฉับพลันยอมรับได้กับการเกิดน้ำนองปกติที่ล่าช้าออกไปเป็นเดือนมากกว่าเกิดน้ำท่วมอย่างฉับพลัน มีเพียงเฉพาะประชาชนที่บ้านถูกน้ำท่วมเท่านั้นที่ต้องการจะได้รับการป้องกันน้ำท่วมอย่างเต็มรูปแบบ นอกจากนี้ผู้อยู่อาศัยส่วนใหญ่มักแสดงเจตจำนงที่จะจ่ายค่าสิ่งอำนวยความสะดวกในการป้องกันน้ำท่วม หากสามารถรับประกันความเชื่อมั่นว่าจะช่วยป้องกันน้ำท่วมได้

โดยทั่วไปการกันน้ำท่วมสามารถจัดแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่

- การป้องกันโครงสร้างพื้นฐาน (Protection of Infrastructure) เช่น ถนนและทางรถไฟ ท่อส่งน้ำและท่อส่งก๊าซ อาคารใช้สอยและอุปกรณ์ ได้แก่ โรงไฟฟ้า สถานีสูบน้ำ โรงบำบัดน้ำเสีย
- การป้องกันสิ่งก่อสร้าง (Protection of Building) ได้แก่ สิ่งก่อสร้างสาธารณะ (ศูนย์สุขภาพ อาคารการสื่อสาร สำนักงานราชการ) โรงงานอุตสาหกรรม และบ้านพักอาศัย
- มาตรการที่ดำเนินการในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Measures Directed at Emergency Situation)
  - การสร้างพื้นที่อพยพสำหรับคนและสัตว์เลี้ยง พร้อมที่เก็บสิ่งของ
  - มาตรการรับประกันการเข้าได้ (Guarantee Access) (ถนน สะพาน) ถึงสิ่งก่อสร้างในสถานการณ์น้ำท่วม (หรือใกล้ท่วม)
  - น้ำต้นทุนที่มีอยู่ ระบบสุขาภิบาล และแหล่งจัดเก็บอาหารในพื้นที่อพยพ
- การกันน้ำทางการเกษตร (Flood Proofing in Agriculture) เช่น
  - การปลูกพืชที่เก็บเกี่ยวได้ก่อนฤดูน้ำหลากจะมาถึง
  - การปลูกพืชต้านทานน้ำท่วม เช่น ข้าวฟางลอย
  - สิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการจัดเก็บอาหารที่เตรียมไว้อย่างดีก่อนฤดูน้ำหลาก

รายละเอียดเกี่ยวกับการกันน้ำทั้ง 4 ประเภทมีอยู่ในหัวข้อ 6.2–6.5

6.1.5 หลักการที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานกันน้ำท่วม (Principles Related to Implementation of Flood Proofing)

เมื่อมาตรการกันน้ำท่วมรูปแบบต่าง ๆ ได้รับการพิจารณา สิ่งที่ต้องตระหนักถึงก็คืออุปสรรคที่คาดว่าจะเกิดขึ้นว่ามีอะไรบ้าง ประการแรกคือความยุ่งยากที่จะประเมินมูลค่าออกมาเป็นตัวเงินได้เช่น ความรู้สึกปลอดภัยที่เพิ่มขึ้นของประชาชนจากการมีมาตรการกันน้ำท่วม หรือได้รับการยอมรับจากหน่วยงานภาครัฐ

นอกจากนี้ ยังมีเรื่องของระดับการมีส่วนร่วมและการริเริ่มของชุมชนที่ได้รับการคาดหวังว่าจะเป็นกิจกรรมที่สำคัญของการกันน้ำท่วมที่ไม่สามารถประเมินมูลค่าได้เช่นเดียวกับการบำรุงรักษาสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ โดยชุมชน

ในเอกสารเรื่อง “การบรรเทาภัยพิบัติ (Disaster Mitigation)” [1] ระบุข้อแนะนำในการบรรเทาภัยพิบัติไว้ 10 ข้อ อย่างไรก็ตาม มิใช่ทุกข้อจะสามารถนำมาใช้ได้กับสถานการณ์น้ำท่วม หรือหากกล่าวให้ชัดเจนขึ้นคือ มิใช่ทุกข้อจะสามารถนำมาใช้ได้กับมาตรการการกันน้ำท่วม ดังนั้นขอหยิบยกเฉพาะข้อแนะนำที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ (พร้อมการปรับตัวบางประการ)

“5” มาตรการบรรเทาภัยพิบัติเชิงรุก (Active Mitigation Measures) เช่น การกันน้ำท่วม ซึ่งขึ้นอยู่กับแรงจูงใจมีประสิทธิภาพดีกว่า มาตรการบรรเทาภัยพิบัติเชิงรับ (Passive Mitigation Measures) บนพื้นฐานของกฎหมายบังคับและการควบคุม

“6” การบรรเทาภัยพิบัติ ซึ่งในที่นี้ ได้แก่ การกันน้ำ ไม่ควรแยกออกจากองค์ประกอบของการวางแผนรับภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ซึ่งในที่นี้ ได้แก่ การป้องกันน้ำท่วม การเตือนภัยน้ำท่วม การรับมือน้ำท่วม และการต่อสู้กับน้ำท่วม

“7” ในพื้นที่ที่มีทรัพยากรจำกัดจะต้องเรียงลำดับความสำคัญแก่กลุ่มทางสังคมหลัก บริการที่จำเป็น และภาคส่วนทางเศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งยวด

“8” การกันน้ำท่วมจำเป็นที่จะต้องได้รับการติดตามและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อรับมือกับรูปแบบของอุทกภัย ความเปราะบาง และทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงไป

“9” การกันน้ำท่วมจะต้องมีความยั่งยืนเพื่อหลีกเลี่ยงความเฉื่อยชาของภาครัฐ เมื่อระยะเวลาระหว่างแต่ละภัยพิบัติที่เกิดขึ้นห่างกันมาก

ขอเพิ่มข้อคิดเห็นในข้อแนะนำดังกล่าวดังต่อไปนี้

ข้อย่อย (5) : เมื่อมาตรการบรรเทาภัยพิบัติเชิงรับ หมายถึงกฎหมาย ระเบียบปฏิบัติที่ใช้บังคับ ซึ่งจากประสบการณ์ชี้แนะว่าในประเทศที่กำลังพัฒนา มาตรการบรรเทาภัยพิบัติเชิงรุกน่าจะประสบความสำเร็จมากกว่า เช่น อาจสามารถกำหนดสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ การให้เงินช่วยเหลือด้านวัสดุก่อสร้าง การฝึกอบรม ฯลฯ

ข้อย่อย (6) : ไม่ควรแยกดำเนินการด้วยแนวทางเดี่ยว (Isolated Approach) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีหลายกระทรวงหรือหลายองค์กรรับผิดชอบในแต่ละองค์ประกอบ ตามรายการที่ระบุ

ข้อย่อย (8) : การกันน้ำท่วมเป็นกระบวนการที่ปรับเปลี่ยนได้ตลอดเวลาในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไป การเปลี่ยนแปลงด้านภัยพิบัติ (ตัวอย่างเช่น การเกิดน้ำท่วมมากขึ้นเนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่าบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ) หรือเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงด้านความเปราะบางในช่วงเวลาที่ผ่านไปหลายปี (เนื่องจากการพัฒนาอุตสาหกรรม การพัฒนาเป็นชุมชนเมือง การเพิ่มขึ้นของประชากร) ดังนั้น มาตรการบรรเทาภัย (การป้องกันน้ำท่วม การกันน้ำ ฯลฯ) จะต้องได้รับการทบทวนเป็นระยะเพื่อให้เข้ากับบริบทที่เปลี่ยนไป

6.2 มาตรการด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructural Measures)

6.2.1 หลักการทั่วไป (General Principles)

เพื่อที่จะกันน้ำท่วมในด้านกายภาพทั้งหมด ควรมุ่งเน้นที่มาตรการซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อลดหรือหลีกเลี่ยงความเสียหายที่จะเกิดกับโครงสร้างพื้นฐานเนื่องจากน้ำท่วม เพื่อตอบสนองจุดประสงค์ 2 ประการ ได้แก่

- เพื่อให้โครงสร้างพื้นฐานยังคงทำงานได้ เช่น สถานีสูบน้ำ และ/หรือใช้งานได้ เช่น ถนนระหว่างเกิดน้ำท่วม
- เพื่อหลีกเลี่ยงหรืออย่างน้อยที่สุดสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมความเสียหายหลังน้ำท่วมให้เหลือน้อยที่สุด

โครงสร้างพื้นฐานมีหลากหลายประเภทตามมาตรการลดหรือหลีกเลี่ยงความเสียหายจากน้ำท่วมที่มีอยู่ แต่ทั้งนี้หลักการบางอย่างถูกนำมาใช้ดังนี้

(1) การดำเนินมาตรการกันโครงสร้างพื้นฐานจากน้ำท่วมจะต้องไม่ทำก่อให้เกิดความเสียหายต่อการกันน้ำท่วมในรูปแบบอื่น (ตามที่ระบุในหัวข้อ 6.3–6.5)

(2) การกันโครงสร้างพื้นฐานจากน้ำท่วมควรจะเป็นส่วนที่เริ่มต้นมาตั้งแต่การออกแบบและการก่อสร้าง มิใช่ดำเนินการเพิ่มเติมในภายหลัง ซึ่งหมายถึงเกณฑ์การออกแบบจะต้องยึดตามมาตรฐานการออกแบบและประมวลหลักการปฏิบัติ

(3) การบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นองค์ประกอบเพื่อการกันน้ำท่วมถือเป็นเรื่องสำคัญเพื่อให้การกันน้ำสามารถทำได้อย่างน่าพอใจ (ยกตัวอย่างเช่น ถนนที่มีสภาพผิวทางแย่แต่ยังคงสามารถใช้สัญจรได้ แต่หากการควบคุมการเปิดปิดประตูควบคุมน้ำของท่อลอดไม่สามารถปิดได้ในระหว่างเกิดน้ำท่วมต้องถือว่าอาคารนั้นล้มเหลว และจะสร้างความเสียหายตามมา)

(4) คุณภาพของการก่อสร้างอาคารกันน้ำท่วมทั้งหมดเป็นเรื่องสำคัญยิ่ง เพราะมิใช่เพียงแต่จะสามารถใช้งานในภาวะปกติ แต่ต้องคาดไว้ว่าจะสามารถใช้งานได้ในภาวะที่ถูก “โจมตี” โดยน้ำท่วม

จะต้องแยกความแตกต่างกันระหว่าง

- คันดิน ถนน และทางรถไฟ
- อาคารชลศาสตร์ ได้แก่ ประตูระบายน้ำ ประตูระบายทราย สถานีสูบน้ำ ฯลฯ
- การประปา การไฟฟ้า การสื่อสารทางไกล ฯลฯ
- การระบายน้ำในพื้นที่

6.2.2 คันดิน ถนน และทางรถไฟ (Embankment, Roads and Railways)

พื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกิดน้ำท่วมบ่อยครั้งจะสร้างถนนและทางรถไฟไว้บนคันดิน นอกจากคันดินแบบนี้แล้ว ยังมีคันแบบอื่น ๆ เช่น ทำนบข้างแม่น้ำ กำแพงกั้นน้ำทะเล หรือคันดินที่สร้างอยู่ก่อนแล้วเพื่อเป็นระบบป้องกันน้ำท่วมหรือโครงการพัฒนาพื้นที่ปิดล้อม

ระหว่างน้ำท่วมอาจเกิดเหตุการณ์ดังต่อไปนี้

- น้ำไหลข้ามคันดินทำให้เกิดการพังทลายตามมา
- คันดินเกิดความเสียหายอย่างมากเนื่องจากถูกคลื่นกระแทกทั้งด้านข้างและด้านบน
- คันดินพังทลายในกรณีระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นเพียงด้านเดียวทำให้น้ำซึมผ่านและเกิดการชะโพรง
- ฐานยันของสะพานหรือเสาของสะพานพังเนื่องจากน้ำกัดเซาะ
- ท่อลอดกร่อนเนื่องจากถูกกัดเซาะและเกิดการชะโพรง

ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นเหตุการณ์ปกติที่เกิดขึ้นได้กับคันดิน แต่อาจเกิดขึ้นมากกว่าหรือน้อยกว่าก็ได้กับถนนหรือทางรถไฟในชนบทที่ไม่ได้สร้างบนคัน แต่ถูกกระแสน้ำไหลข้ามด้านบน และในส่วนที่เป็นสะพานและท่อลอด

ในความเป็นจริงแล้ว การกันน้ำท่วมเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการพังทลาย ความเสียหาย และการกัดเซาะนั้นเป็นงานที่ไม่ได้ยุ่งยากมากนักตราบเท่าที่ได้ข้อมูลสถานการณ์น้ำท่วมถูกมาใช้ในการออกแบบ

อย่างไรก็ตาม สิ่งแรกจะต้องทราบสถานการณ์น้ำท่วม เช่น มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำอย่างไรในช่วงขณะที่น้ำท่วมเคลื่อนตัวผ่านพื้นที่ราบหรือจากฝนที่ตก และมีความหมายอย่างไรในแง่ของความเร็วของกระแสน้ำ ความลึกน้ำ อัตราการระบายน้ำ ถ้าข้อมูลดังกล่าวสามารถหาได้ (รวมทั้งข้อมูลสภาพภูมิประเทศที่น่าเชื่อถือ) อาจกำหนดทางเลือกออกแบบต่าง ๆ ไว้เพื่อเปรียบเทียบกัน ยกตัวอย่าง เช่น

- คันดินที่ออกแบบให้สูงขึ้นเพื่อไม่ให้น้ำไหลข้ามด้านบน ในกรณีนี้ สะพาน ท่อลอด จะต้องสามารถระบายน้ำท่วมผ่านได้โดยอาจมี
  - ประตูในท่อลอดสำหรับการควบคุมน้ำไหลผ่านในช่วงที่น้ำไม่ได้หลากสูงมาก
  - พื้นรับท่อลอดเพื่อป้องกันการกัดเซาะ
  - การป้องกันคันและฐานยันสะพานจากกระแสน้ำกัดเซาะ
- อาจเกิดการไหลของน้ำล้นข้ามคันได้ ถ้าเราสามารถรู้ว่า (1) จะไหลล้นข้ามตรงตำแหน่งใด (2) ระยะเวลาของการไหลล้นข้าม (3) ความสูงของการไหลล้นข้าม จะสามารถตัดสินใจได้ว่าตำแหน่งใดควรลดระดับสันคันให้ต่ำลงเพื่อให้น้ำไหลข้ามได้ และดำเนินมาตรการอื่นที่เหมาะสม มาตรการเหล่านี้ไม่จำเป็นจะต้องมีราคาสูง อาจใช้การบดอัดชั้นดินเหนียว การปลูกหญ้า การออกแบบให้ความลาดชันด้านท้ายน้ำลดลงทีละน้อย และกำหนดให้ระดับน้ำไหลข้ามมีความสูงปานกลางก็ใช้งานได้ดี ตำแหน่งที่ยอมให้น้ำไหลล้นข้ามได้ควรเป็นจุดที่เกิดความเสียหายกับที่อยู่อาศัยของประชาชน โครงสร้างพื้นฐาน และพืชพันธุ์น้อยที่สุด

ประเด็นสำคัญอื่น ๆ ได้แก่

- ให้ความสำคัญอย่างยิ่งกับการขุดลอกตะกอนในทางน้ำช่วงใต้สะพานและท่อลอด
- ให้ความสำคัญอย่างยิ่งกับการทดสอบดิน โดยพิจารณาถึงความหลากหลายและซับซ้อนของชนิดของวัสดุตะกอนน้ำพัดพา
- การปรับปรุงวิธีการออกแบบท่อลอดและสะพานให้เหมาะกับสภาพของน้ำไหล
- การบดอัดคันให้ดีขึ้น
- การออกแบบสิ่งก่อสร้างให้มีความแข็งแรงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของอาคารที่ทำด้วยอิฐ
- การป้องกันผิวลาดชันของคันจากการกัดเซาะของคลื่น และ/หรือกระแสน้ำไหล
- การพิจารณาใช้ท่อลอดและสะพานชนิดจมน้ำได้ (ที่เรียกกันว่า “Irish Causeways”) ทดแทนคันแบบจมน้ำได้ (Submersible Embankment)

การมีความเข้าใจในเชิงลึกที่ดีเกี่ยวกับปรากฏการณ์น้ำท่วม (สำหรับน้ำท่วมที่มีขนาดแตกต่างกัน) จะช่วยเปิดโอกาสให้สามารถ “ควบคุมน้ำท่วม” ได้ด้วยการใช้มาตรการด้านสิ่งก่อสร้างพื้นฐานหลาย ๆ

มาตรการร่วมกัน เช่น การปล่อยให้น้ำไหลล้นข้ามคันได้ในบางจุด การเปิดและปิดประตูของท่อลอดตามแผนเพื่อชะลอการเกิดน้ำท่วม ฯลฯ

6.2.3 อาคารชลศาสตร์ (Hydraulic Structure)

อาคารชลศาสตร์ (Hydraulic Structure) เช่น ประตูระบายน้ำ (Regulators) ท่อส่งน้ำ (Sluice) สถานีสูบน้ำ (Pumping Stations) สามารถออกแบบได้ง่ายโดยพิจารณาจากเหตุการณ์น้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีต โดยมีเพียงแค่แรงดันน้ำทางชลศาสตร์ (Hydraulic Load) ในระหว่างช่วงเวลาเกิดน้ำท่วมสั้น ๆ ที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าแรงดันน้ำปกติ ทั้งนี้การเลือกใช้มาตรการกันน้ำท่วมขึ้นอยู่กับชนิดของอาคารและสถานการณ์น้ำในพื้นที่ดังนี้

- มีพื้นท่อด้านหน้าทางรับน้ำ และด้านท้ายน้ำของทางน้ำออกเพื่อป้องกันการกัดเซาะ
- มีปลอกตรงจุดเชื่อมต่อประตูระบายน้ำหรือท่อส่งน้ำกับคันกั้นน้ำ เพื่อป้องกันน้ำซึมผ่านและเกิดการชะโพรงตามแนวของอาคาร
- การลงเสาเข็มที่ฐานรากของอาคารเพื่อเพิ่มความมั่นคงทั้งแนวตั้งและแนวนอน และเพื่อป้องกันการยกตัวเนื่องจากแรงยก (Uplift Pressure)
- การใช้เครื่องสูบน้ำซึ่งมีเครื่องยนต์ติดตั้งบนพื้นที่สูงซึ่งมีระดับสูงปลอดภัยจากน้ำท่วม
- การใช้เครื่องยนต์ดีเซลแทนการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า
- การให้ความสำคัญกับพื้นที่รอยต่อระหว่างอาคารกับสิ่งแวดล้อม
- ความสามารถในการเข้าถึงอาคารและส่วนควบคุมเช่น ประตู เครื่องสูบน้ำ ได้ระหว่างเกิดน้ำท่วม

นอกจากนี้ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นเกี่ยวกับคุณภาพของการก่อสร้างเช่น การบดอัดงานดิน งานคอนกรีต งานอิฐ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้

6.2.4 การบริการสาธารณูปโภค (Utility Services)

ในระหว่างเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมจำเป็นต้องจัดหาระบบต่าง ๆ ได้แก่ น้ำประปา การจ่ายก๊าซ การจัดการน้ำทิ้ง และการจัดหาแหล่งไฟฟ้า หรือการกำจัดของเสีย ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่

เหตุการณ์น้ำท่วมหลาย ๆ เหตุการณ์มักเกิดโรคระบาดตามมา และเกิดปัญหาสุขภาพเนื่องจากขาดแคลนน้ำที่สะอาด รวมทั้งยังอาจเกิดมลพิษในน้ำเนื่องจากการปล่อยของเสียของมนุษย์และสัตว์ อย่างไรก็ตาม เฉพาะประเด็นของการจัดหาน้ำดื่มและน้ำใช้ที่สะอาดเท่านั้นที่สามารถจัดการได้และมีโอกาสความเป็นไปได้ที่จะประสบความสำเร็จ

ในสังคมชนบทระบบสูบน้ำแบบมือโยกควรอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าระดับน้ำท่วม และติดตั้งหอถังสูงเพื่อใช้เก็บน้ำในจุดที่เป็นไปได้ นอกจากนี้สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าควรจะอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าระดับน้ำท่วม

สำหรับในพื้นที่ที่ให้ความสำคัญกับการจัดหาระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารทางไกล ควรติดตั้งสวิทช์ หม้อแปลง สายไฟและสายโทรศัพท์ไว้เหนือระดับน้ำท่วมเช่น ใช้เสาไฟฟ้าชนิดที่สามารถติดตั้งหม้อแปลง (Pole Mounted Transformer) นอกจากนี้สถานีไฟฟ้าหลักจะต้องไม่ถูกน้ำท่วมโดยอาจสร้างคันกั้นน้ำล้อมรอบหรือยกระดับฐานให้สูงขึ้น

6.2.5 การระบายน้ำในพื้นที่ (Local Drainage)

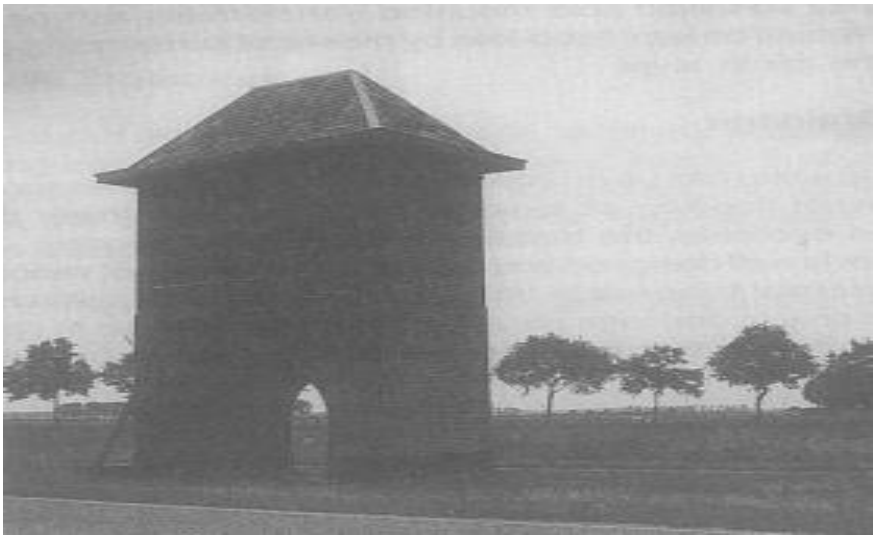
การระบายน้ำท่วมเป็นหนึ่งในมาตรการการกันน้ำท่วมที่สำคัญยิ่งในแง่ที่ว่าอาจสามารถป้องกันน้ำท่วมได้ทั้งหมด หรือทำให้ระดับน้ำท่วมต่ำกว่าระดับน้ำท่วมสูงสุด ลดระยะเวลาและขนาดของน้ำท่วมลงได้ หากโครงข่ายระบบระบายน้ำได้รับการออกแบบไว้เป็นอย่างดี และสามารถรับมือกับน้ำท่วมในปริมาณต่าง ๆ กัน สิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องทำก็คือการบำรุงรักษาและติดตามงานเท่านั้น ซึ่งจะต้องดำเนินการไม่ว่าจะเป็นคลองระบายน้ำหรือคูระบายน้ำ ตลอดจนอาคารที่สร้างตัดผ่านเช่น ท่อลอด สะพาน ทางข้ามแบบไอริส (Irish Causeway) และส่วนที่จมน้ำได้ของคันกั้นน้ำ

6.3 ลักษณะการกันน้ำของอาคาร (Flood Proofing of Buildings)

6.3.1 ชนิดของอาคาร (Types of Buildings)

จะเห็นได้ชัดว่าคำว่า “อาคาร (Building)” หมายถึงสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ มากมายตั้งแต่แบบง่าย ๆ ที่สร้างจากไม้ไผ่และหญ้าในพื้นที่ชนบทไปจนถึงอาคารสำนักงานรัฐบาลขนาดใหญ่ที่ออกแบบซับซ้อนในพื้นที่ศูนย์กลางเมือง

รูปที่ 6–1 สถานีสูบน้ำในประเทศเนเธอร์แลนด์



รูปที่ 6–2 อาคารติดตั้งเครื่องแปลงไฟฟ้า (Transformer House) ในประเทศเนเธอร์แลนด์

ในที่นี้จะแยกความแตกต่างกันแค่ระหว่าง (1) อาคารสาธารณะและโรงงานอุตสาหกรรม และ (2) บ้านเรือนประชาชน เท่านั้น

มาตรการการกันน้ำท่วมมีความแตกต่างกันออกไปตามระดับของการป้องกันจากระดับต่ำ (ข้อย่อย (1)) ไปถึงระดับสูง (ข้อย่อย (4)) ดังนี้

(1) ในขณะเกิดน้ำท่วม พื้นชั้นล่างจะถูกน้ำท่วม และผู้อยู่อาศัยแค่เพียงย้ายไปอยู่ชั้นบน

(2) ระดับของพื้นชั้นล่างของอาคารถูกยกระดับให้สูงกว่าระดับน้ำท่วมที่เคยทราบ น้ำท่วมอาคารจะเกิดขึ้นได้เฉพาะเหตุการณ์น้ำท่วมที่รุนแรงมากเท่านั้น

(3) อาคารถูกล้อมด้วยกำแพงเตี้ย ๆ ซึ่งอาจเพิ่มความสูงด้วยการวางกระสอบทรายในเวลาฉุกเฉิน

(4) อาคารสร้างบนเสาสูง ทำให้น้ำไม่ท่วมอาคาร

ในกรณีพิเศษเช่น การออกแบบอาคารสำหรับการกันน้ำท่วมเพื่อต้านพายุไซโคลน (ดังตัวอย่างในเอกสาร ADB 1991, หน้า 54–56) ต้องพิจารณาไม่เพียงแต่ข้อมูลน้ำท่วม ได้แก่ ระดับน้ำสูงสุด ความเร็วกระแสน้ำ แต่ยังจำเป็นต้องพิจารณาแรงลมและแรงคลื่นมาเป็นข้อกำหนดในการออกแบบร่วมด้วย

และท้ายที่สุดควรย้ำเน้นว่าการพัฒนาสมัยใหม่ไม่ว่าจะเป็น หมู่บ้าน อุตสาหกรรม และอาคารสำนักงานของรัฐ ควรตั้งอยู่ห่างจากพื้นที่ที่มีกระแสน้ำหรือมีคลื่นซัดรุนแรงในขณะเกิดน้ำท่วม

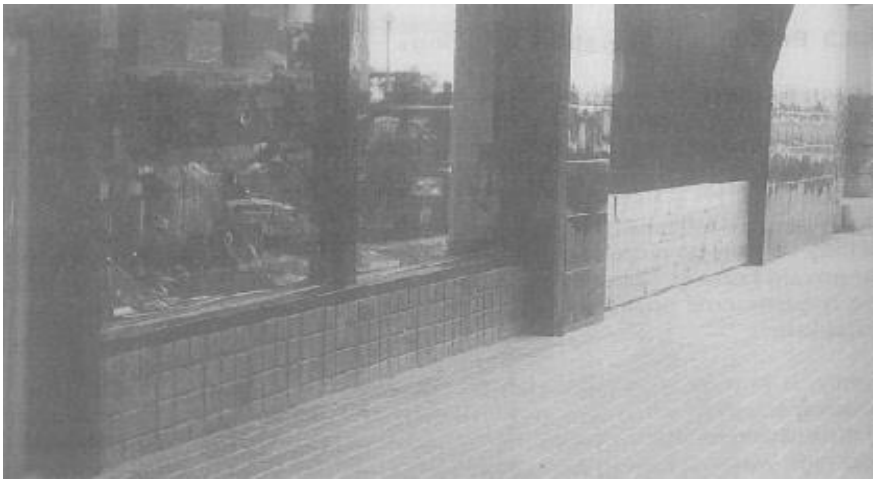
6.3.2 อาคารสาธารณะและอาคารอุตสาหกรรม (Public and Industrial Buildings)

โดยทั่วไป อาคารสาธารณะและอาคารประเภทอื่น ๆ ที่จำเป็นเพื่อใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรม มักสร้างด้วยวัสดุที่แข็งแรง และมีงบประมาณก่อสร้างมาก ทำให้แน่ใจได้ว่ามีความมั่นคงแข็งแรงมากกว่าบ้านเรือนส่วนใหญ่

ในทำนองเดียวกัน ถ้าประมวลข้อบังคับอาคารได้บรรจุมาตรการกันน้ำท่วมเข้าไว้ด้วย (ถ้ามี) ก็จะง่ายสำหรับอาคารอุตสาหกรรมและอาคารสาธารณะที่จะปฏิบัติตามมากกว่าบ้านเรือนประชาชน อย่างไรก็ตาม อาจบังคับใช้ได้กับอาคารที่สร้างไว้ก่อนหน้านี้หากมีความจำเป็น ราคาไม่สูงนัก และมีความเป็นไปได้ตามประมวลข้อบังคับอาคาร

ประการแรกจะต้องแน่ใจว่าฐานรากสามารถต้านทานสถานการณ์น้ำท่วมที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงได้ ประการที่สอง โครงสร้างส่วนบนของอาคารจะต้องสามารถต้านทานแรงของกระแสน้ำ แรงคลื่นซัด และระดับน้ำท่วมสูงได้ ในหลายประเทศ อาคารต่าง ๆ มักสร้างจากคอนกรีตหรือเหล็ก และสามารถต้านทานน้ำท่วมได้สูงหากตั้งอยู่บนเสาสูง พื้นชั้นล่างสามารถใช้เป็นลานจอดรถหรือห้องรับรองแขกจะได้ไม่เสียหายมากนักหากเกิดน้ำท่วม ที่สำคัญก็คือจะต้องไม่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าทางเศรษกิจสูงไว้ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

รูปที่ 6–3 บ้านชาวนาปลูกบนเนินดินในประเทศเนเธอร์แลนด์



รูปที่ 6–4 ร้านค้าในเมืองไซเกส ประเทศสเปน

ยังมีอีกประเด็นหนึ่งที่ควรพิจารณาคือ ความสามารถเข้าถึงได้ของอาคารต่าง ๆ ระหว่างการเกิดน้ำท่วม โดยเฉพาะอย่างยิ่งศูนย์สุขภาพ

6.3.3 บ้านเรือนประชาชน (Private Houses)

ตามที่กล่าวข้างต้น การใช้สิ่งจูงใจจะเกิดผลดีในการสร้างความรับรู้เรื่องการกันน้ำท่วมในกรณีของอาคารเอกชนมากกว่าการใช้ประมวลข้อบังคับอาคาร การที่รัฐบาลให้เงินอุดหนุนจะส่งผลดีในระยะยาวที่ช่วยหลีกเลี่ยงการจ่ายเงินที่สูงกว่าในการซ่อมแซมหรือสร้างใหม่หลังน้ำท่วม สิ่งจูงใจเหล่านี้จะได้ผลดีเป็นอย่างยิ่งหากนำมาใช้ทันทีภายหลังการเกิดน้ำท่วมที่ก่อให้เกิดความเสียหาย เพราะเป็นเวลาที่เจ้าของบ้านอยู่ในอารมณ์ที่ต้องการปรับปรุงบ้านเรือนพอดี ตัวอย่างเช่น มีการเปลี่ยนแปลงอย่างสำคัญทางด้านทัศนคติของเจ้าของบ้านที่ประสบเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่มิสซิสซิปปี (Mississippi Flood) ในปี ค.ศ. 1993

เมื่อคนส่วนใหญ่เลือกที่จะขายบ้านและย้ายไปอยู่ที่สูงภายใต้ความช่วยเหลือของรัฐบาล (แต่ก็มีจำนวนไม่น้อยที่ไม่ย้ายไป)

การกันน้ำท่วมไม่ใช่ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งของการสร้างบ้านเรือนที่สัมพันธ์กับขนาดของการเกิดน้ำท่วมเพียงอย่างเดียว มันยังเกี่ยวข้องเป็นอย่างมากกับมาตรฐานของการสร้างบ้านเรือนและวัสดุก่อสร้าง

ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงสองฝั่งแม่น้ำหรือชายฝั่งทะเลอาจมีการปัญหาที่ดินถูกชะล้างไปเนื่องจากถูกน้ำกัดเซาะ นั่นหมายความว่าครอบครัวที่อาศัยอยู่จะต้องย้ายบ้านและทรัพย์สินอยู่เรื่อย ๆ ด้วยเหตุนี้การสร้างบ้านจึงต้องสร้างจากวัสดุเบาที่สามารถรื้อถอนและเคลื่อนย้ายได้ และอาจมีการสร้างแท่นชั่วคราวไว้ภายในบ้านเพื่อให้สามารถอยู่ในบ้านได้ระหว่างที่น้ำท่วมขังภายในบ้าน ไม่ต้องสงสัยเลยว่านี่คือมาตรการกันน้ำท่วมราคาถูกและง่ายที่สุดที่คนสามารถนำมาใช้กับบ้านชนิดที่ถอดรื้อได้

แนวทางการกันน้ำท่วมที่ถาวรมากกว่า ได้แก่

- สร้างบ้านเรือนหรือหมู่บ้านทั้งหมดบนเนินดินเพื่อให้มั่นใจว่าพื้นชั้นล่างทั้งหมดจะสูงกว่าระดับน้ำท่วมสูงครั้งล่าสุด (อย่างน้อยที่สุด 0.3 เซนติเมตร)
- ใช้เสาคอนกรีตตรงมุมบ้านหรือท่อเหล็กเคลือบสังกะสี และผนังที่เสริมด้วยเส้นเหล็กเพื่อต้านทานการไหลของน้ำท่วมและลมแรง ใช้อิฐบล๊อคที่มีราคาไม่แพงนักสำหรับสร้างกำแพงบ้านที่มีความสูงต่ำกว่า 1 เมตร มีช่องเปิดให้น้อยที่สุดเฉพาะตรงประตูหน้าต่างซึ่งสามารถยาแนวหรือใช้กระสอบทรายอุดในระหว่างเกิดน้ำท่วม
- เสริมความแข็งแรงให้กับหลังคาของบ้านหรือจัดให้มีแท่น และยกพื้นเพื่อจัดเก็บสิ่งของทั้งของดิบและทำสำเร็จแล้ว และเพื่อใช้เป็นพื้นที่อพยพสำหรับครอบครัวเป็นระยะเวลาอย่างน้อยที่สุด 24 ชั่วโมงระหว่างน้ำขึ้นสูงสุด
- เสริมความแข็งแรงให้กับฐานรากของบ้านในกรณีที่คาดว่าระดับน้ำใต้ดินของบ้านจะสูงขึ้นเป็นระยะเวลานาน
- เพื่อจัดให้มีกำแพงเตี้ยที่ทำจากอิฐหรือคอนกรีตมีความสูงไม่เกิน 0.5 เมตร
- งานดินที่สูงไม่เกิน 1 เมตร ล้อมรอบบ้านเพื่อกันน้ำท่วมจากบ้านเรือน
- สร้างบ้านบนเสาสูงตามลักษณะที่ดำเนินการกันอยู่ในหลายพื้นที่ทั่วโลก
- ถ้าเป็นไปได้ให้ใช้วัสดุที่ต้านทานน้ำท่วมที่ดีกว่า เช่น บล็อกคอนกรีตแทนอิฐ อิฐแทนไม้ไผ่ ดินเหนียวแทนทราย ฯลฯ

6.4 สถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Situations)

เฉพาะหัวข้อการกันน้ำท่วมนี้ สถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Situations) หมายถึง สถานการณ์ที่ประชากรจำเป็นต้องทิ้งบ้านเรือนเพราะระดับน้ำท่วมสูง กรณีดังกล่าวประชาชนต้องย้ายไปยังพื้นที่สูง หรือย้ายไปยังที่พักพิงชั่วคราวที่สร้างขึ้นมาเฉพาะ

ประสบการณ์ของประเทศที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม เช่น ประเทศบังคลาเทศ ทำให้รู้ว่าคนมีแนวโน้มที่จะเลือกที่อยู่ใกล้กับทรัพย์สมบัติของตนเพราะขโมยมีชุกชุมในสถานการณ์เช่นนี้ นี่หมายความว่าจะต้องจัดให้มีพื้นที่อพยพใกล้กับบ้านเรือนเดิม พื้นที่อพยพดังกล่าวจะต้องจัดที่พักให้ทั้งคน รวมทั้งของใช้ที่จำเป็นและสัตว์เลี้ยง

นอกจากอยู่ใกล้แล้ว พื้นที่อพยพดังกล่าวจะต้องมีเส้นทางที่คนสามารถเข้าถึงได้ทั้งทางบกหรือทางน้ำ พื้นที่อพยพนี้จะต้องจัดให้มีโรงเรือน น้ำสะอาด เช่น บ่อบาดาล สิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อสุขอนามัย และเสบียงอาหาร

โดยหลักการแล้วสามารถแบ่งพื้นที่อพยพได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

- บนพื้นที่สูงซึ่งอยู่ติดกับพื้นดินหลักหรือที่สร้างขึ้นใหม่
- เป็นอาคารที่สร้างบนเนินดินหรือบนเสาสูง

เท่าที่พบ พื้นที่สูงมักถูกครอบครองโดยคนที่เข้าใช้พื้นที่โดยไม่มีสิทธิ์ เช่น บนทำนบกันน้ำท่วมหรือบนไหล่ทาง และคันทางรถไฟ ปัญหาก็คือเมื่อขยายขนาดคันหรือทำนบเหล่านี้เพื่อการกันน้ำท่วม พื้นที่ดังกล่าวก็จะถูกบุกรุกอย่างถาวรโดยคนที่เสียพื้นที่ไปเพราะน้ำท่วม (เช่น ที่ดินริมแม่น้ำที่ถูกกัดเซาะ) อย่างไรก็ตาม ควรทำความเข้าใจร่วมกันในชุมชนที่อยู่ใกล้กับคันหรือทำนบดังกล่าวว่า ในกรณีฉุกเฉินจะแบ่งพื้นที่ ส่วนขยายนั้นให้แก่คนในชุมชนเฉพาะเวลาเกิดน้ำท่วมที่ทำให้พวกเขาเหล่านั้นไม่สามารถกลับสู่บ้านเรือนของตนเองได้เท่านั้น

ถ้าพื้นที่ใกล้เคียงของหมู่บ้านที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมไม่มีพื้นที่สูงหรือคันสูงจะต้องสร้างอาคารเฉพาะ (เช่นที่เรียกว่า “ที่พักพิงชั่วคราวในช่วงไซโคลน (Cyclone Shelter)” ในประเทศบังคลาเทศ) หรือดัดแปลงอาคารที่มีอยู่ ซึ่งจะต้องออกแบบอาคารดังกล่าวให้ใช้ได้อเนกประสงค์เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อชุมชน ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นข้อแนะนำที่นำไปสู่การรวมอาคารหรือสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่แล้วในชุมชน เช่น ตลาด โรงเรียน อนามัย และมัสยิด ฯลฯ ให้ใช้งานเป็นที่พักพิงชั่วคราวในขณะเกิดน้ำท่วมได้ หรือเพื่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกใหม่ ที่สามารถใช้งานอเนกประสงค์ได้

ข้อดีประการหนึ่งของการรวมการใช้งานดังกล่าวคือ การกระจายความรับผิดชอบในการบำรุงรักษาไปยังกลุ่มคนหลากหลาย การออกแบบที่พักพิงชั่วคราวดังกล่าวต้องนำประเด็นความจุที่ต้องการ (รวมถึงพื้นที่สำหรับวัวควาย และสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ) ระยะเวลาการใช้งาน การจัดหาน้ำดื่ม และอุปกรณ์เพื่อสุขอนามัย การเข้าถึงซึ่งอาหารและเชื้อเพลิง ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของผู้อยู่อาศัย การจัดให้มีอุปกรณ์ทำครัว ที่เก็บสิ่งของมีค่ามาพิจารณาด้วย [4]

อีกแนวทางหนึ่งสำหรับสถานการณ์ฉุกเฉินที่แตกต่างไปอย่างสิ้นเชิงคือ การอาศัยอยู่ในบ้านเรือนเดิมและพยายามรักษาบ้านและสิ่งของให้พ้นน้ำท่วมด้วยการเพิ่มความสูงของคันกันน้ำท่วมที่มีอยู่เดิม หรือด้วยการสร้างคันดินป้องกันน้ำท่วม มาตรการดังกล่าวจะเหมาะหรือไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของงานที่จำเป็นต้องทำในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เช่น การเพิ่มความสูงของคันเดิมขึ้นอีก 0.5 เมตร เป็นระยะทางยาว 1 กิโลเมตรในเวลา 24 ชั่วโมง และทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น อุปกรณ์ กำลังคน วัสดุ กระสอบทราย ฯลฯ นอกเหนือจากประเด็นอื่น ๆ

สุดท้ายนี้ ขอย้ำเน้นว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีโครงข่ายเส้นทางที่ไม่โดนน้ำท่วม (Network of Flood-Free Escape Routes) ที่สามารถรองรับผู้อพยพได้เพียงพอจากพื้นที่เสี่ยงภัยไปยังพื้นที่อพยพ ในกรณีที่พื้นที่อพยพอยู่ไกลจากพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม หน่วยงานที่รับผิดชอบจะต้องวางแผนงานเกี่ยวกับโครงข่ายเส้นทางดังกล่าวโดยคำนึงถึง (1) ระดับน้ำที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อมีน้ำท่วม และความเร็วของกระแสน้ำ (2) ระยะเวลาของการเตือนภัยล่วงหน้าที่คาดการณ์ไว้ (3) ความรวดเร็วและขนาดของการอพยพ (รวมทั้งการขนย้ายสิ่งของส่วนตัวและสัตว์เลี้ยง) และ (4) ระยะทางที่ต้องเดินทางอพยพ

6.5 การกันน้ำในภาคการเกษตรกรรม (Flood Proofing in Agriculture)

เห็นได้ชัดว่า เกษตรกรในสังคมชนบททั่วโลกไม่ต้องการข้อแนะนำในเรื่องระบบการปลูกพืช เพราะพวกเขาต่างก็มีประสบการณ์มาชั่วหลายอายุคนเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนพืชพันธุ์ สายพันธุ์ แผนการปลูกพืช และวิธีการปลูก ให้เข้ากับลักษณะของการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ของตน ประสบการณ์เหล่านี้ทำให้พวกเขามีความเชี่ยวชาญในการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงซึ่งเป็นส่วนสำคัญของวัฒนธรรมในชนบท

ตัวอย่างที่เป็นต้นแบบหนึ่งของการปรับตัวเข้ากับน้ำท่วม ได้แก่ การประยุกต์ใช้พันธุ์ข้าวที่เรียกว่าข้าวฟางลอย (Floating Rice) ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่เหมาะกับการปลูกในน้ำลึกแต่ให้ผลผลิตไม่สูงนัก และใช้ปลูกล่วงหน้าก่อนมรสุมเข้า ระหว่างฤดูมรสุมลำต้นของข้าวจะสูงขึ้นตามระดับน้ำและจะไปเก็บเกี่ยวหลังฤดูมรสุม อย่างไรก็ตาม ข้าวพันธุ์นี้ก็อาจเสียหายได้ ถ้าระดับน้ำขึ้นสูงอย่างรวดเร็ว หรือระดับน้ำสูงขึ้นเร็วผิดปกติ

เมื่อเร็ว ๆ นี้ เทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ อาทิเช่น การใช้พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูงและการชลประทานขนาดเล็กได้ช่วยให้ชาวนาสามารถปรับเปลี่ยนระยะเวลาของการเพาะปลูกหลักจากเดิมที่เป็นฤดูมรสุมไปยังฤดูแล้งที่ปลอดภัยกว่า ในบางพื้นที่ภัยน้ำท่วมได้สร้างความเสียหายต่อชาวนาในพื้นที่ราบกว้างใหญ่น้อยลงกว่าในอดีตเป็นอย่างมาก ในพื้นที่อื่น ๆ เช่น ประเทศบังคลาเทศ พื้นที่ขนาดใหญ่มหาศาลยังคงเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมทุก ๆ ปี แม้ว่าจะมีกิจกรรมควบคุมน้ำท่วมมาหลายทศวรรษแล้วก็ตาม

อย่างไรก็ตาม ชาวนายังคงต้องการความช่วยเหลือที่จะช่วยให้พวกเขาเดือดร้อนจากน้ำท่วมน้อยลง แน่นอนว่าความช่วยเหลือดังกล่าวยอมแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ และแต่ละวัฒนธรรม ความช่วยเหลือดังกล่าวเกี่ยวข้องกับ

- คำแนะนำเกี่ยวกับพันธุ์ข้าวที่สามารถเลื่อนการปักดำให้ช้าออกไป และมีระยะเวลาการเพาะกล้านานขึ้น เพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วมที่ยาวนาน และการปรับปรุงพันธุ์ข้าวฟางลอยที่กล่าวข้างต้น
- การให้คำปรึกษาเกี่ยวกับแนวทางอเนกประสงค์เพื่อวางแผนการปลูกพืชในสถานการณ์ที่มาตรการการป้องกันน้ำท่วมที่นำมาใช้ไม่สามารถสร้างความปลอดภัยจากน้ำท่วมเหมือนที่ชาวนามีแนวโน้มเชื่อว่าเป็นอย่างนั้น
- การบริหารจัดการน้ำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันน้ำท่วมที่เกิดปลายฤดูในพื้นที่รับผิดชอบด้วยการป้องกันด้วยทำนบที่จมน้ำได้ และ/หรือการเปิดปิดประตูน้ำ เพื่อให้การเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้นก่อนที่จะเกิดน้ำท่วม
- คำแนะนำเกี่ยวกับที่จัดเก็บเสบียงอาหารที่ปลอดน้ำท่วมและกันสัตว์รบกวน ตลอดจนตู้คอนเทนเนอร์เพื่อการเก็บสำรองอาหารซึ่งสร้างด้วยเทคโนโลยีใหม่หรือวัสดุที่ไม่มีในท้องถิ่น
- ความช่วยเหลือเพื่อลดความเค็มในพื้นที่ที่ถูกน้ำเค็มท่วมโดยอาศัยวัสดุที่มีอยู่ เช่น ยิปซั่ม และการให้บริการงานส่งเสริมการเกษตรอย่างทั่วถึง

6.6 การควบคุมดูแลและความรับผิดชอบ (Liabilities and Control)

6.6.1 การควบคุมดูแล (Control)

เนื้อหาในส่วนที่ 2 บทที่ 4 กล่าวถึงการจัดเขตพื้นที่ (Zoning) เช่น การแบ่งพื้นที่น้ำท่วมออกเป็นเขตและอนุญาตให้ใช้ประโยชน์ที่ดินต่าง ๆ กัน (ดูอภิธานศัพท์) การนำระเบียบเกี่ยวกับการจัดเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงมาใช้เพื่อป้องกันไม่ให้ประชาชนเข้าไปอยู่อาศัยในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน และเป็นพื้นที่ที่การให้ความช่วยเหลือและบรรเทาทุกข์อาจทำได้ยาก

การจัดเขตพื้นที่ดังกล่าวสามารถดำเนินการได้ในบางประเทศ ยกตัวอย่างเช่น ในยุโรปและประแทศสหรัฐอเมริกา แต่ไม่สามารถนำมาใช้ได้เสมอไปในภูมิภาคที่มีประชากรหนาแน่นและยากจนในเอเชีย ยิ่งไปกว่านั้น พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงริมฝั่งแม่น้ำและพื้นที่ราบตะกอนปากแม่น้ำมักเป็นพื้นที่อุดมสมบูรณ์ จึงเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการตั้งถิ่นฐานและครอบครองพื้นที่ชั่วคราว นั่นทำให้ไม่สามารถป้องกันผู้คนจากการยึดครองและทำการเกษตรกรรมในพื้นที่ดังกล่าว ปัจจุบันการป้องกันน้ำท่วมไม่สามารถทำได้ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง เพราะเป็นพื้นที่ที่สงวนไว้สำหรับเก็บกักและระบายน้ำท่วมเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงมีเฉพาะมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง เช่น มาตรการกันน้ำท่วมที่สามารถใช้ได้

อย่างไรก็ตาม นี่ไม่ได้หมายความว่ามาตรการการพัฒนาอื่นใดที่อนุญาตให้ทำได้ในพื้นที่ปลอดน้ำท่วมจะดำเนินการได้ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเช่นกัน หน่วยงานจะต้องระมัดระวังไม่ให้มาตรการกันน้ำท่วมหรือแม้กระทั่งมาตรการป้องกันน้ำท่วมที่ริเริ่มโดยผู้ที่อยู่ในพื้นที่นั้นเป็นอุปสรรคต่อการใช้พื้นที่ดังกล่าว จึงจำเป็นจะต้องกำหนดมาตรฐานของการบริหารจัดการน้ำ (รวมทั้งการกันน้ำท่วม การวางแผนรับมือน้ำท่วม) มาตรฐานเหล่านี้จะต้องช่วยจำกัดและชี้แนะแนวทางการลงทุนของภาคเอกชนในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมเหล่านี้

หลักการโดยทั่วไปในที่นี้คือ ทางเลือกในการใช้ประโยชน์ที่ดินที่จะต้องเป็นเหตุเป็นผลกับระดับความเสี่ยงภัยของแต่ละพื้นที่ ในกรณีนี้ไม่สามารถออกกฎบังคับแบบทั่ว ๆ ไปได้ เพราะสิ่งที่เหมาะกับพื้นที่หนึ่งอาจไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับพื้นที่อื่น ปัจจัยเพื่อพิจารณา ได้แก่ ขนาดความรุนแรงของน้ำท่วม ความถี่ของปรากฏการณ์น้ำท่วม ขอบเขตของการกันน้ำที่เป็นไปได้ ระดับของแผนงานการรับมือน้ำท่วมที่ท้องถิ่นสามารถทำได้ การตอบสนองของประชาชนในพื้นที่ และสุดท้ายคือ พื้นที่ทางเลือกสำหรับใช้เป็นที่พักพิงชั่วคราวที่หาได้ ตัวอย่างของข้อจำกัดที่อาจนำมาใช้ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเพื่อให้คงคุณลักษณะในการทำหน้าที่รองรับน้ำท่วมได้นั้นมีดังต่อไปนี้

- การจำกัดความสูงของพืชพันธุ์ที่ปลูกอย่างหนาแน่นติดกันในช่วงฤดูมรสุม เช่น อ้อย และปอ ฯลฯ ซึ่งหน่วงน้ำและทำให้เกิดการตกตะกอน
- ต้องไม่สร้างสิ่งกีดขวางระดับเตี้ยขวางทางระบายน้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงระหว่างและหลังการเกิดมรสุมเพื่อจับปลา เพราะจะชะลอการไหลของน้ำและเกิดการตกตะกอนและลดความสามารถในการระบายน้ำลง

6.6.2 ความรับผิดชอบ (Liabilities)

ขอให้คำแนะนำเล็กน้อยเกี่ยวกับหน้าที่รับผิดชอบของหน่วยงานและประชาชนในเรื่องมาตรการกันน้ำท่วมดังนี้

- ผู้ได้รับผลประโยชน์จะต้องออกค่าใช้จ่ายในการป้องกันน้ำท่วม และมาตรการการกันน้ำท่วม ซึ่งรัฐบาลนำมาใช้เพื่อเสริมข้อตกลงของท้องถิ่นที่จะดูแลการใช้งานและบำรุงรักษาอาคารป้องกันน้ำท่วมต่าง ๆ
- ต้องส่งเสริมให้กลุ่มในท้องถิ่นทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการเตรียมความพร้อมและรับมือกับน้ำท่วม
- รัฐบาลกลางต้องเสริมสร้างความเข้มแข็งและสนับสนุนหน่วยงานท้องถิ่นในด้านเทคนิคและลอจิสติกเพื่อให้สามารถรับมือกับน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และต้องให้อำนาจหน่วยงานเหล่านี้ในการจัดเก็บรายได้เพื่อดำเนินมาตรการกันน้ำท่วม
- ต้องส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือและร่วมกันทำงานให้มากขึ้นระหว่างหน่วยงานที่ไม่ใช่รัฐบาลและกลุ่มอาสาสมัครในท้องถิ่น และระหว่างหน่วยงานท้องถิ่นกับรัฐบาลกลาง

แน่นอนว่า ข้อแนะนำเหล่านี้จะต้องสอดคล้องกับมาตรการรับมือน้ำท่วมที่กล่าวไว้ในส่วนที่ 3

6.7 การประยุกต์ใช้และข้อจำกัด (Applications and Limitations)

เมื่อนำมาตรการกันน้ำท่วมไปใช้จะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ดังนี้

(1) หลักเกณฑ์เดิมที่ใช้ในการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของการป้องกันน้ำท่วมและการกันน้ำท่วมสามารถนำไปใช้ในพื้นที่ชนบทที่มีประชากรหนาแน่นน้อยได้หรือไม่ มีทางเลือกอื่นที่สามารถกันน้ำท่วมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งประชาชนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นได้หรือไม่ มียุทธศาสตร์การพัฒนาทางเลือกอื่นที่ใช้งบลงทุนและงบดำเนินงานน้อยกว่าแต่มีประสิทธิภาพสูงในการสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจและกายภาพแก่ประชาชนในพื้นที่น้ำท่วมหรือไม่

(2) มาตรการกันน้ำท่วมเป็นการเข้าแทรกแซงด้วยสิ่งก่อสร้างเพียงเล็กน้อย (แต่ก็อาจมีเป็นจำนวนมากได้เมื่อเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานรวม) และการที่มาตรการกันน้ำท่วมมีขนาดเล็กย่อมส่งผลทางจิตใจต่อสิ่งแวดล้อมทางภายภาพและเกิดผลทางบวกต่อสิ่งแวดล้อมทางด้านสังคม

(3) ต้องออกแบบมาตรการกันน้ำท่วมให้ประชาชนทั่วไปและชุมชนท้องถิ่นสามารถเข้ามามีส่วนร่วมได้อย่างเต็มที่ เพื่อให้ทั้งสองฝ่ายให้การสนับสนุนในเรื่องค่าก่อสร้างและรับผิดชอบในการดำเนินงานและบำรุงรักษามาตรการกันน้ำท่วมที่สร้างเสร็จแล้ว แรงจูงใจจากรัฐบาลตามที่จะได้กล่าวถึงไว้ในหัวข้อ 6.1.5 เป็นสิ่งที่จำเป็นด้วยเช่นกัน

(4) มาตรการกันน้ำท่วมใดที่เสนอมาจะต้องได้รับการพิจารณาในด้านความต้องการของประชาชนชุมชนและความต้องการของประเทศในภาพรวม ทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเป็นที่ต้องการในมุมมองทาง

เทคนิคอาจไม่เป็นที่ยอมรับในด้านเศรษฐกิจและสังคมของท้องถิ่น และประชาชนในท้องถิ่นหนึ่งอาจตอบรับมาตรการบางมาตรการดีกว่าประชาชนในท้องถิ่นอื่นภายใต้สภาพน้ำท่วมที่คล้ายคลึงกัน (ขนาดของน้ำท่วม ภูมิประเทศ สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม) ทางแก้ปัญหาในพื้นที่หนึ่งอาจเป็นการวางแผนเพื่อรับมือน้ำท่วม ในอีกพื้นที่อาจเป็นการกันน้ำท่วม และอาจเป็นได้ทั้งสองอย่างผสมผสานกันในอีกพื้นที่หนึ่ง

(5) ถึงระดับหนึ่งต้องยอมรับว่ามาตรการกันน้ำท่วมเป็นทางแก้สำหรับคนยากเพราะมันเป็นการยอมรับสถานการณ์น้ำท่วมนั้น ๆ ในขณะที่ชุมชนที่รวยกว่ามักไม่ยอมรับ การประมาณการทางเศรษฐกิจพร้อมการดำเนินการแบบดั้งเดิม แสดงให้เห็นว่าการป้องกันน้ำท่วมเป็นสิ่งคุ้มค่าในพื้นที่เมืองหรืออุตสาหกรรม แต่ไม่คุ้มในพื้นที่ชนบท นอกเสียจากว่าจะมีการลงทุนขนาดใหญ่ในระบบชลประทาน และ/หรือมีลักษณะเป็นโครงการอเนกประสงค์

(6) หากมีการจัดทำระบบป้องกันน้ำท่วมแล้ว แต่น้ำท่วมที่รอบ 40–50 ปี ก็อาจเกิดขึ้นซ้ำได้ จึงไม่ควรทำให้ประชากรในท้องถิ่นลืมความตระหนักว่าน้ำท่วมยังเกิดขึ้นได้อีก ในกรณีนี้หากน้ำท่วมเกิดขึ้นหนึ่งครั้งต่อประชากรหนึ่งรุ่น เช่น เกิดที่รอบการเกิดซ้ำ 20–25 ปี ก็จะช่วยเพิ่มความตระหนักให้คงอยู่ และใช้เงินสะสมมาใช้ในงานป้องกันน้ำท่วม การวางแผนรับมือน้ำท่วม และการกันน้ำท่วม แทนที่จะใช้เพื่อการป้องกันน้ำท่วมครั้งใหญ่ในรอบ 50 ปี

6.8 ตัวอย่างของการกันน้ำ (Examples of Flood Proofing)

6.8.1 เมืองนิจเมเกน ประเทศเนเธอร์แลนด์ (Nijmegen, Netherland)

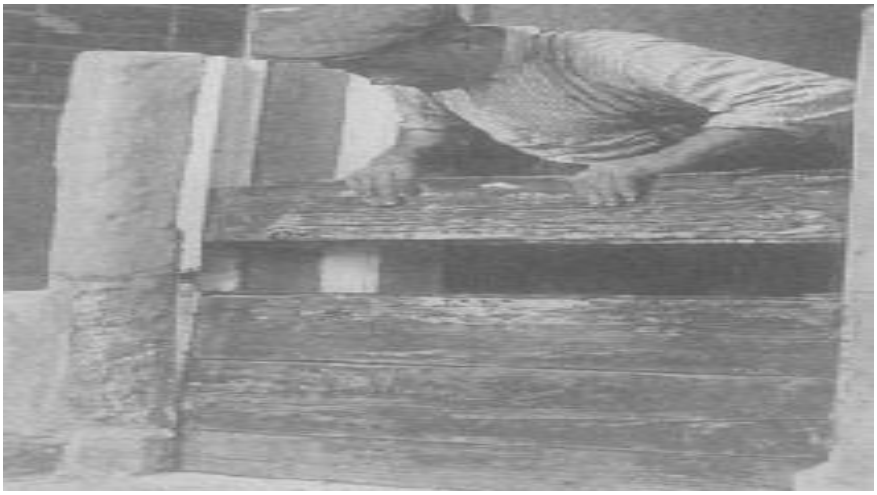
เมืองนิจเมเกน (Nijmegen) เป็นเมืองเก่าแก่บนฝั่งแม่น้ำวาวล์ (Waal River) (สาขาหลักของแม่น้ำไรน์ (Rhine River)) ถนนริมฝั่งแม่น้ำได้รับการป้องกันจากน้ำท่วมที่มักจะเกิดขึ้นทุก ๆ 5 ปี ด้วยการสร้างประตูทางเข้า (Entrance Gate) ในยามน้ำขึ้นสูงก็จะปิดด้วยแผงกั้นน้ำสองชั้น (Double Set of Stop Log) ซึ่งยาด้วยขี้ม้าระหว่างชั้นเพื่อกันน้ำ

รูปที่ 6–5 หลังคาที่มั่นคง–ประเทศเนเธอร์แลนด์

รูปที่ 6–6 แบริเออร์กันน้ำท่วม (ตัวอย่างจากเมืองนิจเมแกน ประเทศเนเธอร์แลนด์)

รูปที่ 6–7 แบริเออร์กันน้ำท่วม (ตัวอย่างจากเมืองนิจเมแกน ประเทศเนเธอร์แลนด์)

รูปที่ 6–8 แบริเออร์กันน้ำท่วม (ตัวอย่างจากเมืองนิจเมแกน ประเทศเนเธอร์แลนด์)



รูปที่ 6–9 การวางท่อนกั้นน้ำที่ประตูในประเทศเนเธอร์แลนด์

6.8.2 แม่น้ำยมุนา ประเทศบังคลาเทศ (Jamuna River, Bangladesh)

ตัวอย่างหนึ่งของการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพเห็นได้จากการทำงานของท้องถิ่นที่ได้รับแรงสนับสนุนจากคณะกรรมการกลางเมนโนไนท์ (Mennonite Central Committee, MCC) เพื่อยกระดับพื้นที่อพยพด้วยการถมดินทิ้งที่ได้จากการปรับปรุงพื้นที่เพาะเลี้ยงปลา ระดับพื้นดินของโรงเรียน มัสยิด หรือพื้นที่สาธารณะถูกยกระดับสูงขึ้นให้อยู่ในระดับที่กำหนดเพื่อใช้เป็นที่พักพิงชั่วคราวสำหรับคนในหมู่บ้าน และคนที่อาศัยอยู่บริเวณในระยะ 1–2 กิโลเมตร นอกจากจะใช้พื้นที่ยกระดับเป็นที่พักอย่างปลอดภัยระหว่างเกิดน้ำท่วมแล้ว ยังสามารถใช้เป็นสถานที่ประชุมและสันทนาการของชุมชนในชีวิตประจำวัน ในพื้นที่ยกระดับดังกล่าวยังจัดให้มีระบบประปาและสิ่งสุขอนามัย

โครงการบัวปูร์ (Bhuapur Project) ขององค์การโยธาระหว่างประเทศ (Service Civil International, SCI) ที่ได้รับเงินสนับสนุนจาก MCC เพื่อสร้างที่พักพิงชั่วคราวในพื้นที่ชาร์ (Char Area) บนฝั่งแม่น้ำยมุนา โดยได้รับดินและที่ดินจากชาวหมู่บ้านชาร์ และยกระดับพื้นที่ดินให้สูงขึ้นถึงระยะน้ำท่วมสูงสุดในปี ค.ศ. 1988 คันกั้นน้ำของพื้นที่ยกระดับดังกล่าวได้รับการป้องกันหน้าดินจากการกัดเซาะด้วยการปลูกหญ้าแคทกิน (Catkin Grass) และพันธุ์พืชพื้นเมืองอื่น ๆ โครงการยังสร้างห้องสุขาซึ่งมีผนึกกันน้ำ บ่อบาดาล คอกปศุสัตว์ ตู้เก็บเสบียงอาหาร มีห้องประชุมหลังคามุงจากจำนวน 1 หลัง ตั้งอยู่บนเนินดิน และในอนาคตจะใช้ห้องประชุมนี้เป็นโรงเรียนสำหรับเด็ก

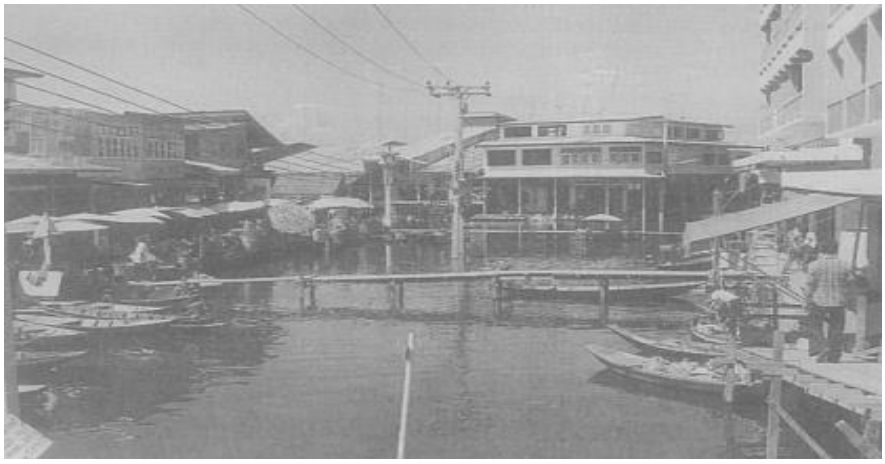
สำหรับแผนงานการขุดลอกบ่อน้ำได้มีการเลือกบ่อน้ำใกล้ ๆ และขอเช่าจากเจ้าของที่ดินเพื่อนำมาขุดลอกให้ลึกสำหรับการเลี้ยงปลาแบบปรับปรุงใหม่และนำดินที่ขุดลอกไปถมเพิ่มระดับ คันกั้นน้ำมีความกว้างของสันระหว่าง 4.9–5.5 เมตร และยกระดับที่ดินให้สูงเท่ากับน้ำท่วมในปี ค.ศ. 1988 และในปี ค.ศ. 1991 คนในท้องถิ่นต้องจ่ายค่าก่อสร้าง 10% ของต้นทุนในการก่อสร้างทั้งหมด ในปีถัดไปจะเพิ่มการจ่ายเงินเป็น 15% คนในชุมชนสามารถปลูกผักบนลาดของคันกั้นน้ำได้

มีการให้สินเชื่อสำหรับการก่อสร้างบ้านใหม่ภายใต้แผนงานการลดความเสี่ยงน้ำท่วมในชุมชน 50% ของราคาบ้านจะได้จากเงินให้เปล่าสำหรับบ้านใหม่ราคา 10,000 ตากา ส่วนที่เหลือสมาชิกในชุมชนจ่ายแบบผ่อนชำระเป็นระยะเวลาหลายปี บ้านที่สร้างต้องเป็นแบบป้องกันน้ำท่วมได้โดยเป็นแบบยกสูงบนเสาคอนกรีตเสริมเหล็กตรงมุมบ้าน

อีกหนึ่งโครงการที่ดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยงของชาวชาร์ในด้านการสูญเสียพื้นที่เพาะปลูกด้วยการปลูกหญ้าแคทกิน ซึ่งเป็นหญ้าพันธุ์พื้นเมืองที่สามารถยึดเกาะดินและดักดินทรายที่น้ำพัดพาได้ ด้วยเหตุนี้พื้นที่ชาร์ที่ได้รับการปกคลุมด้วยหญ้าแคทกิน จึงช่วยต้านทานการกัดเซาะเนื่องจากน้ำท่วมได้ดีกว่า

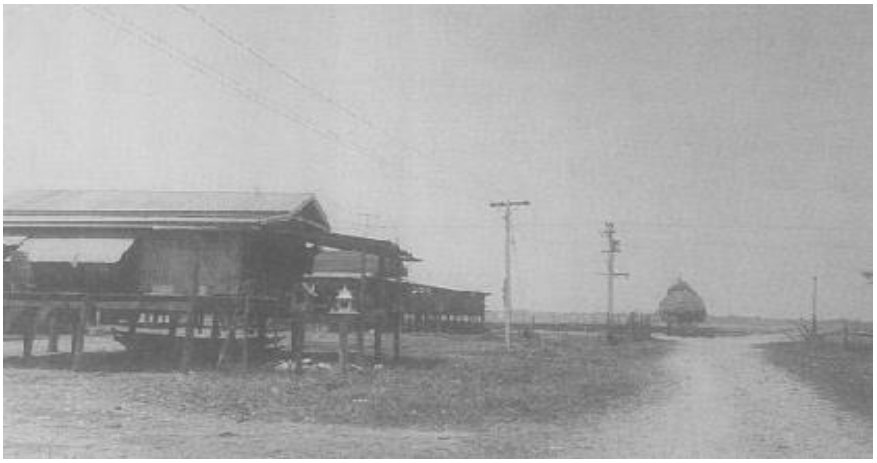
6.8.3 อำเภอสองพี่น้อง ประเทศไทย (Song Phi Nong, Thailand)

พื้นที่เมืองและพื้นที่โดยรอบของอำเภอสองพี่น้องในประเทศไทยถูกน้ำท่วมเป็นประจำทุกปี แผงขายของในตลาดจึงถูกสร้างให้มีลักษณะกันน้ำกล่าวคือ มีชั้นที่สองที่สามารถทำการค้าขายได้ตลอด หากชั้นล่างถูกน้ำท่วม โดยลูกค้ามาตลาดทางเรือ สำหรับพื้นที่นอกตัวเมือง บ้านและกองฟางถูกสร้างให้สามารถกันน้ำได้ด้วยการสร้างบนเสาสูง



รูปที่ 6–10 พื้นที่ตลาดสองพี่น้องในช่วงฤดูฝน ประเทศไทย

รูปที่ 6–11 แผงขายของในตลาดช่วงฤดูร้อน ประเทศไทย



รูปที่ 6–12 บ้านและกองฟางบนเสาสูงในอำเภอสองพี่น้อง ประเทศไทย

รูปที่ 6–13 กองฟาง–ประเทศไทย

6.8.4 เมืองซีเอร์ริคซี ประเทศเนเธอร์แลนด์ (Zierikzee, Netherlands)

ในช่วงน้ำขึ้นของฤดูใบไม้ผลิและช่วงลมแรงในอดีต ระดับน้ำอาจสูงถึงระดับธรณีของบ้านที่อยู่ในบริเวณด้านในของย่านท่าเรือเก่าแก่ในใจกลางเมือง จะมีการเอาแผ่นไม้มาปิดกั้นน้ำที่หน้าประตูบ้านหากน้ำยังคงขึ้นสูงเรื่อย ๆ ดังรูปที่ 3–3

6.9 เอกสารอ้างอิง (References)

[1] ADB. (1991). *Disaster mitigation in Asia and the Pacific*. Manila: ADB.

[2] ISPAN. (1991). *FAP 23, flood–proofing*, (Inception Report). Dhaka: Bangladesh Flood Action Plan.

[3] ISPAN. (1993a). *FAP 14*, (Main Report). Dhaka: Bangladesh Flood Action Plan.

[4] ISPAN. (1993b). *FAP 14/FAP 23, flood response and guidelines on planning flood proofing*. Dhaka: Bangladesh Flood Action Plan.

[5] Douglas, J.L., & Robert, R.L. (1971). *Economics of water resources planning*. New York: McGraw–Hill.

[6] US Army Corps of Engineers. (1992). *Flood proofing regulations*. EP 1165–2–314.

[7] US Army Corps of Engineers. (1984). *Flood proofing systems and techniques*. Corps of Engineers, Flanagan, Lower Mississippi Valley Division.

II–VII การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (Catchment Management)

เขียนโดย J. Astier

7.1 หลักการและวัตถุประสงค์ (Principles and Objectives)

การใช้แนวทางของการบริหารจัดการลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำใด ๆ เพื่อการควบคุมและบรรเทาการเกิดน้ำท่วมจะประกอบด้วยการเข้าไปดำเนินการที่แหล่งกำเนิดของน้ำท่วม โดยความพยายามที่จะปรับปรุงวิธีหรืออัตราที่น้ำฝนจะเปลี่ยนเป็นน้ำท่า ในเรื่องนี้แม้จะมีข้อจำกัดที่ขึ้นอยู่กับลักษณะของลุ่มน้ำแต่ละแห่ง ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิผลของการดำเนินการบริหารจัดการลุ่มน้ำต่อการเกิดน้ำท่วม แต่ต้องประเมินวิธีการประยุกต์ใช้ และวิธีการบำรุงรักษาและการปรับปรุงให้ดีขึ้นอย่างถี่ถ้วน และตามที่จะกล่าวถึงต่อไป วิธีการเหล่านี้ซึ่งสัมพันธ์กับวิธีปฏิบัติในด้านการควบคุมการกัดเซาะดินจะเป็นการเพิ่มผลประโยชน์อื่น ๆ ที่ตามมาได้

องค์ประกอบของวงจรอุทกวิทยาที่เกี่ยวข้องกับบริเวณลุ่มน้ำหนึ่ง ๆ ได้แก่

- หยาดน้ำฟ้าหรือฝน (Precipitation) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเกิดน้ำท่า
- การดักน้ำฝน (Interception) โดยใบไม้ ซึ่งช่วยชะลอน้ำฝนที่ตกลงสู่ดิน และดักน้ำฝนไว้บางส่วน ซึ่งจะระเหยออกไปในที่สุด
- การระเหย (Evaporation) และการคายระเหย (Evapotranspiration) (จากบ่อน้ำ ทะเลสาบ และผิวหน้าน้ำอิสระอื่น ๆ จากผิวหน้าดิน และจากการเจริญเติบโตของพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำ) ซึ่งอาจไม่สำคัญในช่วงขณะที่เกิดฝน แต่จะมีความสำคัญหลังจากนั้น
- การซึมจากผิวหน้าดิน (Surface Infiltration) ไปยังชั้นดินด้านบน ซึ่งสามารถเก็บกักฝนไว้ได้มากพอสมควร และค่อย ๆ ระบายออกในรูปของการคายระเหย หรือการไหลไปบนผิวหน้าดิน
- การซึมลึก (Deep Infiltration) ลงไปยังชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งน้ำสามารถไหลรวมไปยังทางน้ำ แต่การไหลค่อนข้างช้าและเป็นจุดที่อยู่ห่างออกไปไกล
- การไหลบ่าบนผิวดินโดยตรง (Direct Overland Flow) ซึ่งเป็นการไหลของน้ำบนผิวดินต่อเนื่องที่ช่วยเพิ่มปริมาณน้ำในลำน้ำสายใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว
- การไหลบ่าบนผิวดินแบบช้า (Delayed Overland Flow) ซึ่งรวมฝนที่ถูกดักไว้ การซึมบนผิวหน้าดิน และการซึมลึกบางส่วน

ดังนั้น การบริหารจัดการลุ่มน้ำจะประกอบด้วยการปรับเปลี่ยนสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านการกระจายตัวหรืออิทธิพลขององค์ประกอบอื่น ๆ โดยเฉพาะการเพิ่มปริมาณการดักน้ำ และการซึมจากผิวหน้าดินเพื่อลดปริมาณและอัตราของน้ำไหลบ่าบนผิวดินโดยตรง

อย่างไรก็ดี แนวทางดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการบรรเทาปัญหาของลุ่มน้ำที่สำคัญ เช่น การกัดเซาะดินในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ก่อนที่น้ำจะไหลไปถึงท้องน้ำ การไหลบ่าบนผิวดินในช่วงแรกจะไหลด้วยความเร็วสูงพอที่จะชะดินออก และพัดพาวัสดุตะกอนดินไป ซึ่งดินที่ถูกชะล้างมานอกจากจะกลายเป็นวัสดุดินที่เหมาะสมในการเพาะปลูกแล้ว ยังกลายเป็นตะกอนที่ตกสะสมตัวอยู่ในลำน้ำทั้งในรูปอนุภาคแขวนลอย (Suspended Particle) และตะกอนท้องน้ำ (Bed Load) และนำไปสู่ปัญหาการตกตะกอนด้านท้ายน้ำไม่ว่าจะเป็นตะกอนในอ่างน้ำหรือทางน้ำ

ดังนั้น การไหลบ่าบนผิวดินโดยตรงและการกัดเซาะดิน จึงเป็น 2 ประเด็นสำคัญที่การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำควรนำไปพิจารณาแก้ไข ซึ่งเราจะได้เห็นต่อไปถึงแนวทางการแก้ไขในประเด็นนี้และความเกี่ยวข้องกับทางน้ำและตลิ่ง ภายใต้วัตถุประสงค์และผลแบบเดียวกัน

7.2 การตั้งถิ่นฐาน (Setting)

แม้ว่าในช่วงก่อนที่มนุษย์จะเข้ามาอยู่อาศัยในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงของทางน้ำต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ราบตะกอนพัดพา จนกระทั่งมีจำนวนเท่าในปัจจุบันซึ่งทำให้การเกิดน้ำท่วมเป็นปัญหาใหญ่ที่สร้างความอ่อนไหวและความเปราะบางเป็นอย่างมาก เงื่อนไขและเทคนิคการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำก็มีอยู่แล้วตามธรรมชาติหรือเพื่อตอบคำถามของสังคม ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ปัจจุบันต้องประสบปัญหาน้ำท่วมรุนแรงนั้นก็เนื่องมาจากการทำลาย หรือความเสื่อมโทรมของป่าตามธรรมชาติ หรือพืชปกคลุมดินอื่น ๆ หรืออาจเกิดขึ้นเนื่องจากจากความต้องการของภาคอุตสาหกรรม หรือความต้องการเชื้อเพลิงของประชาชน เช่น การตัดไม้เพื่อทำถ่าน การหุงต้ม การให้ความร้อน วัสดุก่อสร้าง การสร้างบ้าน การสร้างเรือ ฯลฯ หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของลุ่มน้ำจากการดาดผิวถนนและทางเท้า การสร้างหลังคาเพื่อเป็นที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรม ตลอดจนวิธีการเพาะปลูกที่เปลี่ยนแปลงไปซึ่งส่งผลทางด้านลบต่อทิศทางการไหลหรือการรวมตัวของปริมาณน้ำท่าบนผิวดิน

เดิมทีป่าไม้ปรากฏอยู่ทั่วไปในเกือบทุกหนทุกแห่งของโลก และจะคงสภาพไว้ได้ตราบเท่าที่ป่ายังคงเป็นแหล่งความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ และเป็นแหล่งรายได้ของประชาชนซึ่งอยู่กระจัดกระจายในชนบท ชุมชนที่ตั้งถิ่นฐานในชนบทโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่บริเวณภูเขาจะเป็นกลุ่มแรกที่ถางป่าเพื่อทำการเกษตรกรรมหรือปลูกหญ้า อย่างไรก็ตาม การถางป่าทำได้จำกัดในบางพื้นที่ แม้ปัญหานี้ถูกชดเชยด้วยการก่อสร้างพื้นที่ขั้นบันไดเพื่อให้สามารถทำการเพาะปลูกได้แม้อยู่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง

การตัดไม้ทำลายป่าเกิดขึ้นอย่างมโหฬารภายหลังที่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรม หรือการเติบโตของประชากรอย่างรวดเร็วในชนบท นอกจากนี้อาจมีแรงกดดันเพิ่มเติมจากการสร้างแปลงทำการเกษตรขนาดใหญ่ การสร้างชุมชนที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ การจัดเขตที่ดินเพื่อการขนส่งและสร้างแนวสายไฟฟ้าและการสื่อสาร การอพยพของประชากรในชนบทจากพื้นที่แถบภูเขาเข้าสู่ตัวเมืองได้ส่งผลให้เกิดการหยุดชะงักใน

เรื่องการดูแลป่าไม้ การบำรุงรักษาดิน การบำรุงรักษาและซ่อมแซมพื้นที่ขั้นบันได และสภาวะน้ำท่าและการกัดเซาะดินที่เลวร้ายยิ่งขึ้น

แนวทางปฏิบัติในการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การฟื้นฟูพื้นที่ให้กลับสู่สภาพเดิม

7.2.1 การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (Watershed Management)

แนวทางปฏิบัติในการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำจะเริ่มต้นตั้งแต่จุดเริ่มต้นของน้ำท่า เพื่อลดอัตราการไหลและปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดการกัดเซาะหน้าดิน ในขณะที่วิธีปฏิบัติในทางน้ำซึ่งมุ่งเน้นไปที่การชะลอการไหลของน้ำท่วมและเพื่อลดยอดน้ำท่วม รวมถึงผลกระทบที่ตามมาต่อท้องน้ำและตลิ่งแม่น้ำจะอธิบายในภายหลัง

7.2.1.1 การปลูกป่า (Reforestation)

อิทธิพลของป่าไม้ที่มีต่อปริมาณและความเข้มของฝนยังเป็นเรื่องที่ถกเถียงกันอยู่ และยังไม่ได้รับการหยิบยกเพื่อพิสูจน์ในข้อเท็จจริง ถึงแม้ว่าเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า ในพื้นที่ขนาดเล็กปริมาณฝนไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนป่าไม้ที่มีอยู่ แต่เป็นไปได้ว่า ในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ที่มีป่าไม้ปกคลุมเป็นบริเวณกว้าง อิทธิพลของป่าไม้มีผลอย่างมากต่อปริมาณฝน ถึงแม้ว่าจะไม่มีข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงหรือข้อมูลสังเคราะห์ใหม่มายืนยัน แต่หลาย ๆ การศึกษาได้บ่งชี้ให้เห็นว่า ในภูมิภาคที่มีพื้นไม้ขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณฝนมากกว่าและตกกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นเรื่องยากที่จะพิจารณาและประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมใหญ่

บนพื้นฐานของข้อมูลฝนที่มีปริมาณเท่ากันพบว่า ป่าไม้มีอิทธิพลต่อน้ำท่ารายปีเฉลี่ย โดยขึ้นอยู่กับขนาดของลุ่มน้ำ สภาพอากาศและดิน และธรรมชาติของการปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้ หลาย ๆ การศึกษาที่ทำการทดลองในพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ของโลกนำมาซึ่งผลที่ขัดแย้งกัน แต่ในทางตรงข้ามนักวิจัยจำนวนมากส่วนใหญ่ลงความเห็นตรงกันถึงอิทธิพลของป่าไม้ที่มีต่อปริมาณน้ำท่าระหว่างเกิดน้ำท่วม

ป่าไม้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการการดักน้ำ (Interception) ซึ่งนับเป็นตัวแปรทางอุทกวิทยาที่สำคัญดังที่ได้กล่าวถึงไว้ก่อนหน้านี้ อิทธิพลของการดักน้ำส่งผลอย่างมากในช่วงฝนตกน้อยและลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงที่มีความเข้มฝนสูง อย่างไรก็ตาม ในกรณีดังกล่าวถึงแม้ว่าการดักน้ำจะเพียงแค่ทำให้การตกของฝนลงสู่พื้นดินเกิดขึ้นช้าลง แต่มันยังจะลดพลังงานของหยดน้ำฝนที่ตกลงมาอีกด้วย ซึ่งเป็นการช่วยลดผลกระทบของการอัดแน่นของดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งดินเหนียว และยังช่วยลดการสร้างชั้นทึบน้ำบนผิวดิน นอกจากนี้ยังเป็นผลดีต่อการปกคลุมดินในพื้นที่ป่าไม้จากใบไม้ พืชคลุมดิน และเศษซาก

พืชที่สามารถดูดซับปริมาณน้ำฝน และช่วยในการซึมลงดิน และทำให้น้ำท่าผิวดินซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ได้ซึมลงดินเกิดขึ้นช้าลงอีกด้วย

ยิ่งไปกว่านั้นป่าไม้ยังช่วยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปสัณฐานของดินและเกิดความอุดมสมบูรณ์จากการทับถมของสารอินทรีย์จากพืชและการพัฒนาของกระบวนการเกิดจุลินทรีย์ ชั้นดินลึกที่ผ่านการเปลี่ยนรูปในลักษณะนี้ สามารถดูดซึมน้ำและการกักเก็บน้ำได้สูง คุณสมบัติเหล่านี้ช่วยให้เกิดการซึมน้ำได้มาก และส่งผลให้สามารถชะลอน้ำท่าได้จนกว่าช่วงเวลาน้ำท่วมจะผ่านไปแล้ว และด้วยเหตุที่น้ำท่ามีปริมาณลดลง และผิวหน้าดินได้รับการปกป้องด้วยพืชปกคลุมดิน ทำให้ป่าไม้มีส่วนอย่างมากในการช่วยลดปัญหาการกัดเซาะดิน

นอกเหนือจากผลกระทบทางลบต่อพื้นดินโดยตรงของการกัดเซาะผิวหน้าดินแล้ว ยังพบว่าทำให้เกิดปัญหาการตกตะกอนในลำน้ำรุนแรงมากยิ่งขึ้น และมีผลต่อเนื่องที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำท่วม ดังนี้

- การตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำ (ท้ายเขื่อนทดน้ำ เขื่อนเก็บกักน้ำ และเขื่อนควบคุมน้ำท่วม
- การเกิดขึ้นเองของกรวยของตะกอนจากการชะล้างลาดผิวดิน เมื่อสะสมมากขึ้นจากพายุที่เกิดขึ้นหลายครั้งติดต่อกันทำให้กลายเป็นสิ่งกีดขวางท้องน้ำ และนำไปสู่การไหลล้นตลิ่งในช่วงที่เกิดน้ำท่วมตามมา
- ตะกอนดินจะตกสะสมตัวในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงทางด้านท้ายน้ำ และลดความสามารถของทางน้ำในการกักเก็บน้ำ การสะสมตัวของตะกอนจะมากขึ้นเรื่อย ๆ จนทำให้น้ำล้นเข้าไปยังพื้นที่ราบลุ่มตะกอนพัดพา และการเพิ่มขึ้นของตะกอนพัดพานี้จะทำให้เกิดการยกระดับขึ้นของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงและยกระดับท้องน้ำสูงขึ้นด้วย
- การเพิ่มขึ้นของแรงฉุดลาก (Tractive Force) และความขรุขระทางชลศาสตร์ในทางน้ำ ส่งผลให้ระดับน้ำในลำน้ำเพิ่มสูงขึ้น
- ทำให้เกิดแผ่นดินถล่มซึ่งอาจกลายเป็นเขื่อนชั่วคราวในทางน้ำธรรมชาติ ซึ่งการพังทลายของดินดังกล่าวอาจก่อให้เกิดคลื่นน้ำท่วมที่เป็นอันตรายต่อพื้นที่ด้านท้ายน้ำได้

การที่ป่าไม้ช่วยจำกัดการกัดเซาะดินและชะลอการไหลของน้ำผิวดิน ป่าไม้จึงมีส่วนสำคัญอย่างมากในการลดความเสียหายและความเสี่ยงน้ำท่วม ด้วยเหตุนี้การฟื้นฟูป่าไม้ให้กลับสู่สภาพเดิม การปลูกป่าทดแทนในพื้นที่ลุ่มน้ำจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการบริหารจัดการน้ำท่วม อย่างไรก็ตาม เราควรตระหนักว่า การประเมินผลที่ได้จากการปลูกป่า (ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนการบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่สมบูรณ์แบบ) นั้นเป็นสิ่งที่แม้จะทำได้แต่ก็ทำได้ยาก

7.2.1.2 ผลกระทบจากการทำเกษตรกรรม (Cultivation Effects)

การใช้ที่ดินเพื่อการทำเกษตรกรรม การใช้ที่ดินเพื่อปลูกหญ้าตามธรรมชาติหรือทุ่งหญ้าหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าการเพาะปลูกพืชล้มลุกบนพื้นที่ดินส่งผลต่อน้ำท่าและการกัดเซาะในลักษณะเดียวกันกับป่าไม้ อย่างไรก็ดี ประสิทธิผลของปัจจัยการทำเกษตรกรรมขึ้นอยู่กับความยั่งยืนและวิธีการปฏิบัติในการทำการเพาะปลูก

ผลอาจเกิดขึ้นในทางลบได้อีกหากการทำเกษตรกรรมเริ่มต้นจากการเข้าไปเปลี่ยนแปลงหน้าดินในพื้นที่ป่าไม้เดิม และยังสร้างปัญหาเพิ่มเข้ามาหากระบบระบายน้ำที่สร้างขึ้นใหม่นั้นส่งผลต่ออัตราการไหลของน้ำท่าที่ทำให้เกิดการกัดเซาะดินรุนแรงขึ้น หรือการจัดแปลงเพาะปลูกใหม่ได้ไปทำลายสิ่งที่เคยกีดขวางการไหลของน้ำตามธรรมชาติ เช่น คันดินตามแนวเส้นคอนทัวร์ นอกจากนี้ การไถพรวนในทิศทางตามแนวลาดซึ่งมักนิยมทำในแปลงเกษตรขนาดใหญ่ และการเพาะปลูกโดยใช้พลาสติกคลุม ทำให้ลักษณะการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเปลี่ยนแปลงไปในทางที่แย่ลงอย่างมาก

7.2.1.3 วิธีปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์ดินและที่ดิน (Land and Soil Conservation Practices)

วิธีการปฏิบัติที่มุ่งหมายที่จะทำให้การซึมของน้ำลงดินสูงขึ้น ลดการไหลบ่าบนผิวดิน และลดอัตราการไหลของน้ำในลุ่มน้ำลง ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการกัดเซาะดิน โดยอาศัยหลักการอนุรักษ์ดินและที่ดินสามารถดำเนินการได้ในหลายลักษณะดังนี้

- การปลูกป่า
- การปลูกพืชคลุมดินที่มีลักษณะยืนต้น และมีความทนทาน
- การทำพื้นที่ตะพักน้ำและขั้นบันได

วิธีการปลูกป่าและการปลูกไม้ยืนต้นทดแทนสามารถนำไปปฏิบัติและเกิดผลดีแม้กระทั่งในพื้นที่ลาดชันสูง อย่างไรก็ตาม เมื่อเริ่มการทำการเพาะปลูกจะต้องปรับระดับความลาดชันของพื้นที่ให้น้อยลงถึงระดับปานกลาง สำหรับในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง มักทำการปรับระดับพื้นที่ให้ความลาดชันค่อย ๆ น้อยลงโดยการสร้างตะพักหรือทำขั้นบันไดซึ่งช่วยควบคุมการกัดเซาะดินได้ ยกตัวอย่างเช่น ในพื้นที่ที่ปัจจัยแรงงานคนมีอยู่เพียงพอ สามารถสร้างตะพัก (Benches) โดยใช้แรงงานคนในลักษณะเป็นกำแพงหินปรับระดับ หรืออาจใช้เครื่องจักรกลที่มีอยู่เพื่อปรับระดับความลาดชันของพื้นที่ก็ได้

อย่างไรก็ดี เทคนิคที่ใช้เครื่องจักรกลในการขนส่งวัสดุทางด้านข้างทำให้เกิดแถบแคบ ๆ เป็นทางยาวของตะพักที่เกือบจะราบและแยกจากกันโดยชั้นดินที่บดอัดแน่น ผิวหน้าของตะพักควรปรับให้

มีการระบายน้ำที่เหมาะสมและสามารถควบคุมการระบายน้ำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะดิน พืชที่ปลูก และวิธีการเพาะปลูก

7.2.2 การบริหารจัดการทางน้ำ (Watercourse Management)

เนื้อหาของคู่มือฉบับนี้ไม่ได้ครอบคลุมถึงงานควบคุมน้ำท่วมขนาดใหญ่ เช่น เขื่อนหรือทำนบเพื่อควบคุมน้ำท่วม ฯลฯ ซึ่งเป็นมาตรการบริหารจัดการน้ำท่วมแบบใช้สิ่งก่อสร้าง เนื้อหาที่จะกล่าวต่อไปในที่นี้พูดถึงเฉพาะงานในพื้นที่ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการป้องกันทางน้ำ หรือตลิ่ง จากความเสียหายจากน้ำท่วม หรือช่วยลดอัตราการไหลของน้ำท่าและลดการพัดพาตะกอน ซึ่งอันที่จริงแล้วแม้งานเหล่านี้เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการก่อสร้าง แต่มักเป็นงานขนาดเล็ก และสามารถดำเนินการได้ด้วยแรงงานคน หรือไม่ต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ ด้วยเหตุนี้จึงได้บรรจุเนื้อหาเอาไว้ในบทนี้

การปรับปรุงทางน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งลำน้ำในบริเวณพื้นที่ภูเขา ในขั้นต้นประกอบด้วยการปรับปรุงความลาดชันของลำน้ำ เพื่อสร้างหน้าตัดข้างสมดุลของลำน้ำ (Profile of Equilibrium) ที่มีลักษณะการไหลที่ดีตามหลักการ ภายใต้ลักษณะทางน้ำดังกล่าวนี้ ดินที่ถูกกัดเซาะจากพื้นที่ลุ่มน้ำจะค่อย ๆ ไหลลงมาในลำน้ำ และถูกพัดพาต่อจากการไหลของน้ำท่า โดยไม่เกิดการตกตะกอน หรือเกิดการกัดเซาะพื้นท้องน้ำ ซึ่งงานดังกล่าวทำได้โดยการสร้างคันดักตะกอน (Groin) พนัง (Sill) หรือเขื่อนเตี้ย (Low Dam) กั้นเป็นระยะ ๆ ตามแนวยาวของท้องน้ำ และลดความลาดชันของท้องน้ำระหว่างคันดักตะกอนเพื่อลดความเร็วของกระแสน้ำ และลดการกัดเซาะตามแนวยาว การดำเนินการในลักษณะนี้อาจนำมาใช้เพื่อการปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น เช่น การสร้างที่อยู่อาศัยให้ปลา

ในทางตรงกันข้าม ควรทำการขุดลอกหรือกำจัดสิ่งกีดขวางท้องน้ำหรือตลิ่งออกไป เช่น ต้นไม้ พุ่มไม้ ฯลฯ ที่เป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำท่า หรืออาจถูกชะล้างระหว่างเกิดน้ำท่วมแล้วไปกีดขวางเส้นทางไหลของน้ำที่อาคารด้านท้ายน้ำ เช่น สะพาน ซึ่งลักษณะดังกล่าวอาจนำไปสู่การเกิดน้ำท่วมไหลล้นตลิ่งได้ ด้วยเหตุผลเดียวกัน ควรทำการขุดลอกหินขนาดใหญ่ออกจากทางน้ำ ซึ่งหินที่ขุดออกมาสามารถนำมาใช้ทำคันหินทิ้งดักตะกอน และพนังหินทิ้งตามแนวยาวของลำน้ำ หรือป้องกันการกัดเซาะตลิ่งได้

7.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (Advantages and Limits of Catchment Management)

อาจกล่าวได้ว่า การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (Catchment Management) เป็นวิธีการป้องกันน้ำท่วม “ที่จุดเริ่มต้น” นับตั้งแต่ฝนตกลงมาและซึมลงดิน และน้ำท่วมเริ่มก่อตัว การดำเนินการดังกล่าวจะได้ผลสูงสุดในพื้นที่ภูเขา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเข้มของฝนสูงสุด และมีความลาดชันสูงซึ่งทำให้อัตราการไหลของน้ำสูงสุดอีกด้วย หากแนวทางการบริหารจัดการพื้นที่ต้นน้ำได้รับการปฏิบัติอย่างเข้มข้นในพื้นที่

ดังกล่าวโดยนำเอาวิธีการที่กล่าวข้างต้นมาใช้ จะเป็นการจำกัดปริมาณน้ำท่วมตั้งแต่จุดเริ่มต้น ความเร็วในการเดินทางของน้ำท่วมจะลดลง (ช่วยเพิ่มระยะเวลาในการเตือนภัยในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมด้านท้ายน้ำ) ตลอดจนช่วยจำกัดการพัดพาตะกอน อย่างไรก็ตาม ควรตระหนักว่า ในพื้นที่ลุ่มน้ำบางแห่ง การไหลของน้ำในแม่น้ำสาขาที่ช้าลง อาจส่งผลทำให้น้ำไหลลงไปรวมกันกลายเป็นน้ำท่วมสูงสุดในแม่น้ำสายหลักได้ ดังนั้น ควรได้วิเคราะห์เรื่องนี้ก่อนที่จะนำไปดำเนินการในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยเพียงลุ่มใดลุ่มหนึ่ง

ควรระลึกไว้ว่า การลดการพัดพาตะกอนอย่างเกินควร อาจนำไปสู่การลดลงอย่างต่อเนื่องของตะกอนในลำน้ำด้านท้าย สำหรับท้องน้ำที่ยอมให้เกิดกัดเซาะได้ (Erodible Stream Bed) นั้น การขาดความสมดุลของตะกอนอาจทำให้ทางน้ำเกิดการเสื่อมสภาพ อาจต้องมีการเพิ่มการกัดเซาะเพื่อคืนความสมดุลให้แก่ลำน้ำดังกล่าว

การบำรุงรักษาพื้นที่ลุ่มน้ำจะมีลักษณะแตกต่างกันไปอย่างชัดเจนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแต่ละพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็น พื้นที่ภูเขา พื้นที่ซึ่งอาจนำวิธีการปลูกป่าหรืออนุรักษ์ดินมาใช้ หรือพื้นที่ชนบท หรือแม้กระทั่งพื้นที่เมืองซึ่งมีการทำเกษตรกรรมอย่างเข้มข้น หรือพื้นที่เมืองที่มีการครอบครองที่ดินอย่างหนาแน่น ในกรณีเหล่านี้ การดำเนินมาตรการป้องกันอาจจำเป็นต้องทำการทบทวนถึงวิธีปฏิบัติดั้งเดิมเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีปฏิบัติที่ใช้กันอยู่ปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้ในพื้นที่ราบชนบทอาจจะต้องรวมวิธีการปฏิบัติดังต่อไปนี้เข้าไปด้วย

- แบ่งแปลงพื้นที่สำหรับทำการเพาะปลูกด้วยคันดินและคันกั้นในแนวตั้งฉากกับทิศทางไหลของน้ำท่า
- การไถและปลูกพืชตามแนวเส้นคอนทัวร์ (ขวางลาดสโลป)
- จำกัดการใช้ทางระบายน้ำแบบลึก หรือทางระบายน้ำแบบเป็นเส้นตรงซึ่งทำให้อัตราการไหลและปริมาณน้ำท่ารุนแรงยิ่งขึ้น
- จำกัดวิธีการเพาะปลูกแบบใช้พลาสติคคลุม หรือจัดให้มีการระบายน้ำที่เหมาะสมและสร้างคันดินที่สามารถควบคุมการไหลได้

ในพื้นที่เมืองซึ่งส่วนใหญ่ถูกดาดผิวเพื่อใช้เป็นสถานที่ลานจอดรถ พื้นที่อุตสาหกรรม หรือพื้นที่การค้า ควรได้รับการวิเคราะห์เพื่อประเมินความต้องการที่ต้องทำพื้นที่สำหรับรองรับน้ำท่วมเป็นการชดเชย นอกจากนี้ พื้นที่กักเก็บน้ำตามธรรมชาติขนาดเล็กที่สามารถใช้ประโยชน์จากที่ดินร่วมกันกับการใช้เป็นอุทยาน และพื้นที่รักษาพันธุ์สัตว์ป่าขนาดเล็ก ก็เป็นเรื่องที่น่าสนใจ ถึงแม้ว่าอาจมีผลน้อยก็ตาม สำหรับผิวถนนอาจพัฒนาให้เป็นลักษณะแบบมีรูพรุนเพื่อให้สามารถดูดซับฝนบางส่วนได้

วิธีการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำมักมีประสิทธิภาพสูงเมื่อประยุกต์ใช้ในพื้นที่ภูเขาหรือพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก แต่อาจเป็นการยากที่จะนำไปใช้ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่มาก นอกจากนี้ควรต้องจัดให้มี

นโยบายและแผนปฏิบัติการที่สอดคล้องกันโดยครอบคลุมขนาดของพื้นที่ทั้งหมดเพื่อให้เกิดประสิทธิผลมากที่สุด ซึ่งอาจจำเป็นต้องดำเนินการ โดยที่บ่อยครั้งที่พื้นที่เปราะบางที่จะได้รับผลประโยชน์นั้นอยู่ห่างจากพื้นที่ที่ดำเนินการมาก

ถึงแม้ว่าเทคนิคของการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำจะมีประโยชน์อย่างมากในการต่อสู้กับการกัดเซาะ และการเกิดน้ำท่วมขนาดเล็ก แต่อาจด้อยประสิทธิภาพในการต่อสู้กับน้ำท่วมขนาดใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภูมิภาคซึ่งฝนมีขนาดระหว่าง 200–300 มิลลิเมตร ในช่วงเวลาหลายชั่วโมง การดำเนินมาตรการดังกล่าวนี้ในพื้นที่ลุ่มน้ำอาจส่งผลต่อการเพิ่มการดูดซึมน้ำได้หลายสิบมิลลิเมตรในช่วงที่เกิดน้ำท่วมทั้งขนาดเล็กหรือขนาดกลาง แต่มักด้อยความสำคัญลงในเหตุการณ์ฝนขนาดใหญ่ ซึ่งเรื่องนี้ถึงจะเป็นความจริงที่ต้องทราบ ก็ไม่ควรนำมาใช้เป็นเหตุในการเพิกเฉยต่อประโยชน์เป็นอย่างมากที่จะได้จากเทคนิคการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำที่พัฒนาอย่างเหมาะสม

II–VIII การตัดสินใจ (Decision Making)

เขียนโดย Prof. I. Ijjas

8.1 หลักการและวัตถุประสงค์ (Principles and Objectives)

วัตถุประสงค์ของบทนี้ก็เพื่อทบทวนเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อพัฒนาชุดของกระบวนการที่เป็นแบบบูรณาการและใช้ได้จริงให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการบริหารจัดการน้ำท่วม แต่ทั้งนี้เนื่องจากการตัดสินใจต่าง ๆ เกิดขึ้นในสถานะการณ์ที่แตกต่างกัน บางเทคนิคจึงเหมาะสมกับบางสถานการณ์มากกว่าเทคนิคอื่น ๆ และที่สำคัญจะต้องรู้ว่าผู้ที่ทำการตัดสินใจ (Decision Maker) เป็นบุคคลคนเดียว หรือกลุ่มบุคคล

บทนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

- เพื่อแสดงบทสรุปแบบบูรณาการของวิธีการตัดสินใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำมาเลือกมาตรการที่ใช้ในการบริหารจัดการน้ำท่วมให้ได้ผลดีที่สุด เหมาะกับสถานการณ์เฉพาะนั้น และ
- เพื่อใช้เป็นเอกสารอ้างอิงสำหรับบทความ รายงาน หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิง และงานวรรณกรรมอื่น ๆ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อวิศวกร หรือบุคลากรในสายอาชีพอื่น ๆ ที่ประสงค์จะได้ข้อมูลเพื่อการนำเอาวิธีใดวิธีหนึ่งมาใช้

8.1.1 กระบวนการในการตัดสินใจ (Decision Making Process)

นิยามกว้าง ๆ ของกระบวนการในการตัดสินใจ (Decision Process) คือ กระบวนการซึ่งบุคคลสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ นโยบาย และ/หรือยุทธศาสตร์ เพื่อการจัดการกับสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป กระบวนการดังกล่าว อาจมีความซับซ้อนและรวมปัจจัยความน่าจะเป็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความเสี่ยง และความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ และการตีค่าในเชิงรูปธรรมและนามธรรมของปัจจัยที่ไม่สามารถวัดค่าได้ ความซับซ้อนดังกล่าวขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจมากน้อยในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

เป็นความรับผิดชอบของผู้ทำการตัดสินใจที่ต้องระบุให้เจาะจงถึงปัญหาที่ต้องตัดสินใจและวัตถุประสงค์ที่ต้องการสำหรับปัญหานั้น ๆ และเป็นหน้าที่ของผู้ทำการตัดสินใจเช่นกันที่จะต้องกำหนดการประเมินค่าครั้งสุดท้าย ซึ่งจะนำมาใช้ในการจัดลำดับทางเลือกต่าง ๆ เพื่อให้สามารถกำหนดทางแก้ไขได้

ส่วนนักวิเคราะห์มีหน้าที่กำหนดแบบจำลองการตัดสินใจ (Decision Model) และดำเนินการในกระบวนการตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขหลากหลาย และเสนอผลที่ได้ให้แก่ผู้ทำการตัดสินใจ งานทั้งหมด

ดังกล่าว จำเป็นจะต้องรวมกิจกรรมหลากหลาย ที่ดำเนินงานโดยนักวิเคราะห์ ทั้งในเรื่องการกำหนดปัญหาที่เหมาะสม และการวิเคราะห์ปัญหาทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ

การทำงานโต้ตอบกันระหว่างนักวิเคราะห์และผู้ทำการตัดสินใจเป็นลักษณะตามปกติของกระบวนการตัดสินใจ และระดับของการโต้ตอบกันขึ้นอยู่กับระดับความรู้และความเต็มใจของผู้ทำการตัดสินใจที่จะเข้าร่วมในกระบวนการ และขึ้นอยู่กับชนิดของเทคนิคการแก้ปัญหาที่เลือกใช้ และขึ้นอยู่กับธรรมชาติของปัญหาที่กำลังพิจารณาร่วมกัน กุญแจที่สำคัญคือ การสื่อสาร (Communication) ซึ่งผู้ทำการตัดสินใจส่วนใหญ่มักไม่คุ้นเคยทางด้านเทคนิค ด้วยเหตุนี้ทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อการตัดสินใจสามารถจัดทำขึ้นโดยนักวิเคราะห์ และผู้ทำการตัดสินใจ หรือทั้งสองฝ่ายก็ได้

ผู้ทำการตัดสินใจบางท่านอาจต้องการให้นักวิเคราะห์คัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดมาให้ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน มีแนวโน้มว่านักวิเคราะห์จะทำแค่เสนอทางเลือกต่าง ๆ ให้ผู้ทำการตัดสินใจเลือกเอง ทางเลือกแต่ละทางอาจได้รับการนำเสนอในลักษณะที่ผู้ที่ทำการตัดสินใจสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนว่าทางเลือกนั้นจะได้ผลใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้แค่ไหน ประเด็นที่ควรให้ความสนใจอย่างยิ่งคือ จะลดการสูญเสียชีวิตและความเสี่ยงที่เหลืออยู่ให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อช่วยให้ผู้ทำการตัดสินใจทราบถึงรูปแบบและผลกระทบที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน เราอาจเลือกใช้เทคนิคการนำเสนอใน 2 รูปแบบ ดังนี้

- เทคนิคการนำเสนอแบบแมตทริกซ์ (Matrix Display Techniques)
- เทคนิคการนำเสนอแบบสกอร์การ์ด (Scorecard Display Techniques)

การนำเสนอจะต้องทำให้ผู้ทำการตัดสินใจสามารถประเมินทางเลือกแต่ละทางได้อย่างสมเหตุสมผลเมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เพื่อให้สามารถเลือกทางที่ดีที่สุด แต่คำว่า “ดีที่สุด” มีความหมายแตกต่างกันไปตามกลุ่มแต่ละกลุ่ม นักวางแผน (Planner) ควรที่จะตั้งเป้าไปที่การให้ได้มาซึ่งความคิดเห็นที่สังคมเห็นชอบร่วมกันเป็นเอกฉันท์ ผ่านแผนการมีส่วนรวมภาคประชาชนอย่างเป็นทางการและสื่อผลการวิเคราะห์ให้กลุ่มผู้ได้รับผลกระทบได้รับทราบอย่างชัดเจน

8.1.2 วัตถุประสงค์ของการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำท่วม (Decision Objectives in Flood Management)

มาตรการการบริหารจัดการน้ำท่วมก็คือ งานที่ได้สร้าง และมาตรการต่าง ๆ ที่ได้ดำเนินการ มาตรการการบริหารจัดการน้ำท่วมหลายมาตรการมีไว้เพื่อการแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการน้ำท่วมที่มีอยู่ และป้องกันการเกิดขึ้นของปัญหาใหม่ ๆ ความท้าทายในการบริหารจัดการน้ำท่วมคือ ต้องนำเอามาตรการแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้างและมาตรการสิ่งก่อสร้างมาใช้ร่วมกันให้ดีที่สุดและก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์ของการตัดสินใจเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วม จะต้องทำเพื่อประเด็นดังต่อไปนี้

- กำหนดรายละเอียดของทางเลือกที่มีความเป็นไปได้หรือเป็นที่ยอมรับได้
- กำหนดทางเลือกพื้นฐาน (ทั่วไป)
- จัดลำดับทางเลือกทั้งหมด หรือจัดลำดับเพียงบางส่วน
- กำหนดทางเลือกที่ต้องประสงค์เพียงทางเลือกเดียว
- กำหนดการผสมผสานกันระหว่างทางเลือกต่าง ๆ สำหรับส่วนประกอบต่าง ๆ ในโครงการ

ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา การตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำได้มุ่งสู่งทิศทางใหม่ จากเดิมที่เป็นแนวทางในด้านค่าลงทุน–ประโยชน์แบบดั้งเดิม (Traditional Cost–Benefit Approach) มาเป็นการเพิ่มเป้าหมายด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (Social and Environmental Goal) เข้าไว้ในกระบวนการด้วย อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า เป้าหมายด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนเป้าหมายอื่น เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และยากที่จะวัดเชิงปริมาณได้ แต่ยังเป็นสิ่งที่ถือเป็นเป้าหมายหลักในการทำการตัดสินใจ การวางแผนและจัดทำข้อเสนอโดยละเลยเป้าหมายดังกล่าวยากที่จะเป็นที่ยอมรับและดำเนินการได้ ประเด็นปัญหาใหม่ ๆ เหล่านี้ได้นำกระบวนการตัดสินใจไปสู่แนวทางที่บูรณาการมากขึ้น

การเลือกวิธีแก้ไขที่เหมาะสมสำหรับปัญหาน้ำท่วมแต่ละครั้งไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะทางเลือกดังกล่าวอาจขึ้นอยู่กับสภาพทางภูมิศาสตร์ พื้นที่ที่มี ค่าใช้จ่าย และข้อพิจารณาในการวางแผนอื่นๆ ไม่ว่าในกรณีใดทางเลือกที่พึงประสงค์อาจรวมวิธีการแก้ไขหลาย ๆ วิธีเข้าด้วยกัน

คุณค่าของการลดความเสียหายจากน้ำท่วมด้วยวิธีไม่ใช้สิ่งก่อสร้างยังได้รับการประเมินคุณค่าน้อยเกินไป โครงการบรรเทาอุทกภัยที่ใช้มาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้างและไม่ใช้สิ่งก่อสร้างควบคู่กันจะมีประสิทธิผลมาก และในที่ซึ่งพบว่ามาตรการใช้สิ่งก่อสร้างมีปัญหา และมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างได้ผลคุ้มค่ากว่า มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างควรได้รับการพิจารณา

ความขัดแย้งระหว่างผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมกับผลประโยชน์ของการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมที่เกิดจากโครงการบริหารจัดการน้ำท่วมและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง สามารถแก้ไขได้โดยใช้แนวทางบูรณาการใหม่ ๆ ซึ่งสามารถทำให้เกิดการประนีประนอมในด้านผลประโยชน์ที่แตกต่างกันได้ และผสมผสานผลประโยชน์ต่าง ๆ เข้าไปในการพัฒนาที่ยั่งยืนได้ แน่นอนว่าปัญหาซับซ้อนที่เกิดขึ้นจริงไม่สามารถแก้ได้โดยใช้หลักวิชาการใดหลักวิชาการเดียว จำเป็นจะต้องใช้แนวทางสหสาขาวิชาการรวมกัน

8.1.3 ขั้นตอนของโครงการบริหารจัดการน้ำท่วมแบบอเนกประสงค์ (The Steps in Multi–Purpose Flood Management Projects)

ขั้นตอนของโครงการบริหารจัดการน้ำแบบอเนกประสงค์ สามารถแยกเป็น 9 ขั้นตอน ดังนี้

- การคัดกรองแนวคิดโครงการขั้นต้น
- การคัดเลือกวิธีการที่จะนำมาใช้วิเคราะห์
- การกำหนดรายละเอียดเบื้องต้น การออกแบบ ประเมินผล และการคัดกรองทางเลือกโครงการ (การวิเคราะห์ความเหมาะสมเบื้องต้น (Pre–Feasibility Analysis))
- การตัดบางทางเลือกโครงการออกไประหว่างการทำการศึกษาระยะกลาง (การวิเคราะห์ความเหมาะสม (Feasibility Analysis))
- การคัดเลือกชุดทางเลือกขั้นสุดท้าย เพื่อนำเสนอต่อผู้มีอำนาจตัดสินใจ
- การออกแบบและประเมินผลขั้นสุดท้าย
- การกำหนดแผนงานการดำเนินโครงการและการดำเนินงานและก่อสร้าง
- การเปิดใช้งาน การส่งเสริม และการประเมินผลโครงการ
- การวิเคราะห์และผลตอบรับภายหลังโครงการ

การดำเนินงานตามมาตรการจะต้องทำทั้งในด้านเศรษฐกิจ การเงิน สิ่งแวดล้อม และสังคม

โครงการแบบบูรณาการจะต้องมีระดับของความน่าเชื่อถือที่สูง นั่นคืออาคารจะต้องทำงานได้ตามที่ออกแบบ และมาตรการที่ไม่ใช่สิ่งก่อสร้างจะต้องดำเนินการและบังคับใช้ได้จริง

8.1.4 สถานการณ์ของการตัดสินใจ (Decision Making Situations)

สถานการณ์ของการตัดสินใจ (Decision Making Situations) อาจมีลักษณะดังต่อไปนี้

- มีวัตถุประสงค์เดียวและทางเลือกเดียว (นอกจากทางเลือก “ที่จะไม่ทำอะไร”) เพื่อให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจพิจารณาว่าจะเลือกดำเนินการตามทางเลือกหรือไม่
- มีทางเลือกหลายทางและมีวัตถุประสงค์เดียว เพื่อให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ความขัดแย้งในการลงคะแนนอาจเกิดขึ้นได้ ถ้าผู้ตัดสินใจเป็นคณะบุคคล
- วัตถุประสงค์หลายอย่างซึ่งไม่สามารถวัดเป็นตัวเงินได้ (เช่น ในเชิงปริมาณ หรือวัตถุประสงค์ที่ไม่เป็นเกณฑ์เดียวกัน เทียบกันไม่ได้) และทางเลือกหลายทาง สถานการณ์แบบนี้จำเป็นจะต้องใช้การประเมินผลแบบหลายวัตถุประสงค์

8.2 การจัดทำทางเลือก (Formulation of Alternatives)

ทางเลือกในการวางแผนควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Planning) มีอยู่ 2 ประเภท คือ (1) มาตรการแบบใช้สิ่งก่อสร้าง (Structural Measures) และ (2) มาตรการแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non–Structural Measures) แผนการควบคุมน้ำท่วมอาจรวมมาตรการทั้งสองเข้าด้วยกัน และบริเวณใดที่สามารถใช้มากกว่าหนึ่งทางเลือก อาจต้องทำการออกแบบเบื้องต้นและประมาณค่าใช้จ่าย เพื่อให้ได้

ทางเลือกที่ลงตัวและดีที่สุด เมื่อได้ทำการคำนวณหาค่าความเสียหายน้ำท่วมรายปีเฉลี่ยแล้ว (บางครั้งเรียกว่า ความเสียหายน้ำท่วมรายปีที่คาดการณ์ไว้) ผู้วางแผนจะต้องจัดทำทางเลือกซึ่งจะช่วยลดความเสียหายจากน้ำท่วมรายปีเฉลี่ยนี้ เพื่อให้สามารถเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดหรือการผสมผสานระหว่างทางเลือกหลายทางได้

8.2.1 การคัดกรองทางเลือก (Screening Alternatives)

ถ้าในกระบวนการก่อให้เกิดทางเลือกมากทางเกินไป จะต้องใช้กลไกบางประการในการคัดกรองหรือคัดทิ้งเพื่อคัดเอาทางเลือกในระดับรองทิ้งไป ตามปกติหากจำนวนของทางเลือกมีมาก นักวิเคราะห์ควรเลือกกลุ่มทางเลือกที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดเพื่อทำการวิเคราะห์ในรายละเอียดต่อไป รูปแบบการคัดกรองดังกล่าวจะก่อให้เกิดโอกาสที่ดีที่ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจจะได้เข้ามามีส่วนรวมในกระบวนการวิเคราะห์ด้วย

ขอเน้นย้ำอย่างหนักแน่นในที่นี้ว่า ในการคัดกรองทางเลือกจะต้องมีการปรึกษาหารือกันอย่างละเอียดระหว่างนักวิเคราะห์และผู้มีอำนาจตัดสินใจ ถ้าการจัดทำแนวทางเลือกทำได้ไม่ดีและไม่ได้คัดกรองทางเลือกไว้ก่อนอย่างเหมาะสม นักวิเคราะห์ก็จะต้องทำงานประเมินผลที่ไม่จำเป็นมากเกินไป

8.2.2 กรณีศึกษา (Case Study)

ในรายงานของแผนงานหลักแห่งลิตเติลดรายครีก (Little Dry Creek Master Plan) [10] เนื่องจากลุ่มน้ำมีลักษณะพิเศษ จึงมีการรวบรวมทางเลือกดังต่อไปนี้เข้าไว้ในแผนงาน

- การปรับปรุงเขื่อนที่มีอยู่หรือการก่อสร้างเขื่อนใหม่
- ทางน้ำตามธรรมชาติพร้อมการปรับปรุงที่จำเป็น
- การปรับปรุงท่อระบายน้ำใหม่
- การก่อสร้างทางน้ำดาดคอนกรีตใหม่
- คันกั้นน้ำ
- การจัดเขตพื้นที่
- การรื้อย้ายอาคารออกจากพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง
- ระบบการเตือนภัย
- การกันน้ำท่วม

วัตถุประสงค์ของแผนพัฒนามีดังต่อไปนี้

- ลดความเสียหาย
- เพื่อให้เกิดการใช้งบประมาณของรัฐอย่างมีประโยชน์ที่สุด

- การปรับปรุงผลกระทบทางด้านที่มองเห็นได้ (Visual Impact)
- การสร้างเสริมกิจกรรมนันทนาการ

8.3 การประเมินผลกระทบและการประเมินคุณค่าทางเลือก (Impact Assessment and Evaluation of Alternatives)

8.3.1 การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment)

ในหลายประเทศ การคัดเลือกทางเลือกด้านวิศวกรรมเฉพาะนั้นจะพิจารณาตามข้อจำกัดด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง และที่กำลังเพิ่มมากขึ้นคือการพิจารณาในเรื่องผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact)

(1) วิธีที่ใช้ในการระบุผลที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Methods for Identifying Environmental Effects and Impacts)

วิธีหลัก ๆ ที่ใช้เพื่อระบุผลหรือผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมมีอยู่ 4 วิธี ดังนี้

- ทำรายการเพื่อระบุผลและผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมอย่างหลากหลายกว้างขวาง เพื่อกระตุ้นให้นักวิเคราะห์สามารถคิดในมุมกว้างถึงสิ่งที่อาจตามมาของการดำเนินการที่ต้องการ
- จัดทำรายการ (Matrices) เกี่ยวกับการดำเนินการในด้านมนุษย์เพิ่มเติมจากรายการตัวชี้วัดด้านผลกระทบโดยการเชื่อมโยงทั้งสองเรื่องเข้าด้วยในรูปความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผลกระทบ
- ใช้แผนผัง (Flow Diagram) เพื่อแสดงให้เห็นภาพความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการกับผลและผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม
- ให้กำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ช่วยสร้างเสริมสิ่งแวดล้อม เช่น การสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำ การปลูกป่า ฯลฯ เข้าไว้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานบูรณาการ และดำเนินการตามความเหมาะสม

(2) ความสำคัญของผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Relative Significance of Environmental Impacts)

อาจระบุความสำคัญของผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมแต่ละชนิด โดยแยกตามลักษณะดังต่อไปนี้

- ผลกระทบทางด้านยุทธศาสตร์ (Strategic Impact) ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญด้านลักษณะของสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่เดิมในพื้นที่หนึ่ง ๆ
- ผลกระทบต่อท้องถิ่น (Local Impact) หมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในท้องถิ่น

- ผลกระทบทางด้านลบและทางด้านบวก (Adverse and Beneficial Impacts) มีคำอธิบายในตัวมันเอง
- ผลกระทบระยะยาวและระยะสั้น (Long Term and Short Term Impacts) ไม่มีการกำหนดระยะเวลาแน่นอน เพราะระยะเวลาจะแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดของผลกระทบ
- ผลกระทบที่สามารถเอาคืนได้ (Reversible Impact) คือ สิ่งที่แก้ไขได้โดยการปรับปรุงรูปแบบของงานทางวิศวกรรม หรือโดยการปรับตัวทางธรรมชาติหลังจากการพัฒนาในตอนเริ่มต้น
- ผลกระทบที่ไม่สามารถเอาคืนได้ (Irreversible Impact) เป็นสิ่งที่ไม่สามารถแก้ไขได้
- นอกจากนี้ ยังมีผลกระทบทางตรงและทางอ้อม (Direct and Indirect Impacts) และอาจเป็นผลไม่ต่อเนื่องและ (Intermittent Impact) หรือมีผลต่อเนื่อง (Continuous Impact)

(3) แผนดำเนินงานเพื่อบริหารจัดการผลกระทบ (Action Plan for Management of Impacts)

เราไม่ต้องการแค่การศึกษาผลกระทบ แต่ต้องการแผนการดำเนินงานเพื่อบริหารจัดการทั้งผลกระทบระยะสั้นและระยะยาว

8.3.2 การประเมินคุณค่า (Evaluation)

ทันทีที่ขั้นตอนการคัดเลือกชุดทางเลือกได้รับการพิจารณาเสร็จสิ้นแล้ว จะต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างทางเลือกกับเกณฑ์ปัญหาแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยใช้ตัวชี้วัดบางตัว ข้อมูลที่รวบรวมมาได้ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ ทางเลือก และตัวชี้วัด จะนำมาใช้เพื่อการจัดทำแมตทริกซ์การประเมินหลักเกณฑ์เทียบกับทางเลือก ซึ่งเทคนิคการแก้ปัญหาแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criterion Solution) จะถูกใช้ในการเลือกแผนทางเลือกที่ดีที่สุดแผนเดียวหรือหลายแผน

การประเมินคุณค่า (Evaluation) คือ การพิจารณาหาข้อดีและข้อเสียของทางเลือกต่าง ๆ กัน เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน อันเป็นความพยายามที่จะหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Best “Fit”) “เกณฑ์ความเหมาะสม (Criterion of Fit)” ดังกล่าวบางครั้งเรียกว่า “ตัวชี้วัดประสิทธิผล (Measure of Effectiveness)” การกำหนดปริมาณของเกณฑ์นี้มักจะทำได้ยาก แต่ก็มิใช่ทำไม่ได้เลย นอกจากนี้ ในขั้นตอนการวางแผนมักจะมีการแก้ไขและปรับเปลี่ยนเป้าหมายและวัตถุประสงค์เดิมให้ดีขึ้น ดังนั้น ตัวชี้วัดประสิทธิผลจึงมักจะเปลี่ยนไปจากเดิมเช่นกัน

นอกจากนี้ วิธีที่นักวางแผนจะใช้ในการประเมินคุณค่า ยังขึ้นอยู่กับระยะของกระบวนการวางแผน เช่น ขณะที่กำลังเข้าสู่ระยะการออกแบบ การประเมินคุณค่าจะต้องพิถีพิถันมากขึ้น

(1) หลักการทั่วไปสำหรับการประเมินคุณค่า (General Principles of Evaluation)

จะเป็นประโยชน์กว่า ถ้าจะมองว่าการประเมินคุณค่าเป็นกระบวนการที่มี 2 ขั้นตอน ซึ่งนักวางแผนจะต้องกำหนดขอบเขตความเป็นไปได้ (Feasible Region) ด้วยการนำเอาข้อจำกัดทั้งหมดมาพิจารณา และหาทางเลือกที่ดีที่สุดที่เกิดขึ้นได้ใน Region นั้น ขอบเขตความเป็นไปได้ดังกล่าวจะต้องตอบสนองต่อข้อจำกัดในทุกด้าน และความเป็นไปได้ดังกล่าวอาจจะไม่สามารถจัดลำดับความสำคัญได้

โปรดระลึกไว้ว่ามีหลักการพื้นฐาน 4 ข้อ ในการประเมินคุณค่าซึ่งมักถูกมองข้ามไป

- เปรียบเทียบผลกระทบในอนาคตเมื่อมีทางเลือก กับผลกระทบในอนาคตเมื่อไม่มีทางเลือก (หลักการมีและไม่มี (With and Without Principle))
- พิจารณาผลกระทบภายนอกที่มีนัยสำคัญทั้งหมด นั่นคือ การแตกแยกย่อยทั้งหมดของทางเลือกภายนอกโครงการ ผลกระทบของการดำเนินโครงการต่อพื้นที่นอกโครงการเรียกว่าผลกระทบภายนอก (Externality)
- ประเมินคุณค่าของทางเลือกที่สามารถปรับให้มีความยืดหยุ่นในอนาคตได้ นี่เป็นหนึ่งในวิธีที่ดีที่สุดที่นักวางแผนสามารถนำมาใช้รับมือกับความเสี่ยงและความไม่แน่นอน
- ดำเนินการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

(2) การประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจ (Economic Evaluation)

เป้าหมายที่ยอมรับได้โดยทั่วไปของโครงการส่วนใหญ่ก็คือการสร้างความเป็นอยู่ที่ดีให้กับสังคมได้มากที่สุด เป้าหมายนี้ไม่เพียงแต่วัดปริมาณได้ยาก ยังระบุเจาะจงได้ยากเช่นกัน เราอาจกำหนดคร่าว ๆ ว่าเป็นการเพิ่มผลตอบแทนสุทธิให้เกิดมากที่สุด

วิธีการประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจสำหรับสถานการณ์ต่าง ๆ กันจะต้องมีพื้นฐานคือ

- คุณค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Worth) นั่นคือ นำผลตอบแทนและต้นทุนมาเปรียบเทียบกัน เป็นหน่วยทางการเงินที่ใช้ในปัจจุบัน
- การเปรียบเทียบต้นทุนประจำปี (Annual Cost Comparison) นั่นคือ นำผลตอบแทนและต้นทุนมาเปรียบเทียบกัน เป็นหน่วยทางการเงินประจำปี
- อัตราผลตอบแทน (Rate of Return) ดอกเบี้ยซึ่งเป็นผลประโยชน์ที่ได้จากต้นทุนในปัจจุบัน
- อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit–Cost Ratio)

วิธีการประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจมีดังนี้

- การประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจจากผลตอบแทนคงที่ (Fixed Benefit)
- การประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจจากต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)

- การประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจจากต้นทุน (Cost) และผลตอบแทนผันแปร (Variable Benefit)
- การประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจจากงบประมาณจำกัด (Limited Budget)

ความเสี่ยง (Risk) และความไม่แน่นอน (Uncertainty) จะต้องนำมาพิจารณาด้วย โดยความเสี่ยงเกี่ยวข้องกับอนาคตที่รู้ความน่าจะเป็น (Probabilities) ส่วนความไม่แน่นอนเกี่ยวข้องกับอนาคตที่ไม่รู้ความน่าจะเป็น

(3) การประเมินคุณค่าทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Evaluation)

ไม่เคยปรากฏก่อนหน้านี้เลยว่า ผู้คนจะให้ความสนใจกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมเท่ากับทุกวันนี้ ในหลายประเทศ ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมถูกจัดลำดับไว้เป็นประเด็นที่สำคัญต่ออนาคตมากที่สุด แต่ความซับซ้อนของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มพูนขึ้นทุกขณะ ทำให้ยากที่จะมองเห็นภาพรวมของปัญหาใดปัญหาหนึ่งได้ในทุกมิติ ทั้งทางด้านนิเวศวิทยา ด้านเทคนิค ด้านเศรษฐกิจ ด้านเศรษฐกิจสังคม และด้านการเมือง

จะต้องให้ความสำคัญกับมาตรการป้องกัน (Preventive Measure) มากกว่าการซ่อมแซมความเสียหายเมื่อเกิดขึ้นแล้ว

การประเมินคุณค่าทางสิ่งแวดล้อมที่ใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุน–ผลตอบแทน (Cost–Benefit Analysis) เป็นเรื่องที่ซับซ้อนมากเนื่องจากผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมมิใช่สินค้าโภคภัณฑ์ทางเศรษฐกิจแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ จะต้องนำผลกระทบทั้งในทางด้านบวกและทางด้านลบมาพิจารณาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมไม่ใช่จะเลวร้ายทั้งหมด

ผลของโครงการบางอย่างไม่อาจนำมาประเมินเป็นหน่วยทางการเงินที่ใช้ในระบบตลาดได้ ต้องนำหลักวิธีในการให้คุณค่าดังต่อไปนี้มาคิด

- วิธีการประเมินคาด้วยการสัมภาษณประชาชนโดยตรง (Contingent Valuation Method, CVM)
- การประเมินคาด้วยวิธีตนทุนการเดินทาง (Travel Cost Method, TCM)
- การประเมินค่าด้วยวิธีราคาเฮโดนิค (Hedonic Price Method, HPM)

แนวทางข้างต้นที่นิยมใช้ที่สุดคือ วิธีการประเมินค่าด้วยการสัมภาษณ์ประชาชนโดยตรง (CVM) คือการสอบถามประชาชนเป็นรายบุคคลโดยการสำรวจ (หรือในลักษณะของการทดลอง) เพื่อให้เห็นถึง

การประเมินส่วนบุคคลของการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็นที่กังขา (อาจใช้วิธีสัมภาษณ์เพื่อถามประชาชนโดยตรงเกี่ยวกับการประเมินผลทางการเงิน)

(4) การประเมินคุณค่าทางด้านนโยบาย–การประเมินผลทางด้านเทคโนโลยี (Policy Evaluation–Technology Assessment)

การประเมินคุณค่าทางด้านนโยบายเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรมมากกว่า เนื่องจากเป็นเรื่องของการกำหนดทิศทางโดยทั่วไป ยิ่งเราวางแผนไปในอนาคตมากเท่าไร ความไม่แน่นอนยิ่งมีมากขึ้นเท่านั้น วิธีที่ใช้ในการคาดการณ์ผลกระทบในอนาคตมี 2 วิธี ได้แก่

- วิธีเดลฟาย (Delphi Method)
- วิธีไมเตอร์ โอสท์ (MITRE OST Method)

ผลซึ่งพิจารณาแล้วเป็นไปไม่ได้หรือไม่เป็นที่พึงประสงค์ที่จะแสดงในหน่วยทางการเงิน ได้แก่

- การสูญเสียสถานที่ท่องเที่ยวหรือแหล่งประวัติศาสตร์
- การเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับความมั่นคงและเศรษฐกิจของชาติ

(5) นักวางแผนควรประเมินคุณค่าเมื่อใด (When does the planner evaluate?)

การประเมินคุณค่าไม่สามารถเริ่มได้จนกว่าจะจัดทำทางเลือกทั้งหมดเสร็จสิ้นแล้ว ซึ่งในระหว่างกระบวนการวางแผนนี่เองจะมีการประเมินคุณค่าอย่างไม่เป็นทางการเกิดขึ้น

(6) นักวางแผนจะประเมินคุณค่าอย่างไร (How does the planner evaluate?)

การประเมินจะใช้วิธีหาคุณค่าของแต่ละทางเลือกมาเปรียบเทียบกัน

8.4 การทำการตัดสินใจโดยพิจารณาจากประสิทธิภาพด้านเศรษฐกิจ (การหาค่าต่ำที่สุดของการสูญเสียจากน้ำท่วมและต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยงที่เป็นไปได้) (Decision Making by Economic Efficiency–Minimization of the Expected Value of Flood Losses and Cost of Risk Taking)

แนวทางทั่วไป 2 แนวทางที่ใช้ในการตัดสินใจเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วม ได้แก่

- แนวทางแบบวัตถุประสงค์เดียว (Single Objective) มักจะเป็นแนวทางด้านประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจซึ่งประกอบด้วยการตีความวัตถุประสงค์อื่น ๆ ให้เป็นมาตรการทางเศรษฐกิจ เพื่อให้สามารถประเมินคุณค่าทางด้านประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจทั้งหมดได้ และ

- แนวทางแบบอเนกประสงค์ (Multi–Objectives) ซึ่งช่วยให้สามารถตัดสินใจได้ แม้ในขณะที่วัตถุประสงค์ของการตัดสินใจไม่สามารถตรวจวัดได้ หรือแสดงเป็นหน่วยที่ตรวจวัดได้

โครงการเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วมส่วนใหญ่ได้รับการประเมินคุณค่า โดยใช้แนวทางวัตถุประสงค์เดียวคือทางด้านประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ โดยพื้นฐานแล้ว โครงการเหล่านี้ เป็นที่ยอมรับเมื่อมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ เงื่อนไขของโครงการดังกล่าวก็ง่ายมากคือจะต้องไม่มีผู้คัดค้านจากกลุ่มผลประโยชน์ที่หลากหลาย ซึ่งอนุมานว่าไม่สามารถตรวจวัดได้เป็นหน่วยทางเศรษฐกิจ

วัตถุประสงค์ทางด้านประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจซึ่งตรวจวัดด้วย เกณฑ์ผลตอบแทน/ต้นทุน (Benefit/Cost Criterion) หรือเกณฑ์ผลตอบแทนลบด้วยต้นทุน (Benefit–Cost Criterion) เป็นวัตถุประสงค์ที่ใช้กันมานานแล้ว

8.4.1 หลักการพื้นฐาน (Basic Principles)

(1) การสูญเสียจากน้ำท่วม (Flood Losses)

จุดประสงค์พื้นฐานที่ชุมชนในพื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่ยอมรับคือ ให้ลดความสูญเสียจากน้ำท่วมให้เหลือน้อยที่สุด การสูญเสียจากน้ำท่วมอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

- การสูญเสียรายได้โดยตรง (Direct Income Losses) อันเนื่องทรัพย์สินที่อยู่ในพื้นที่น้ำท่วมเสียหาย
- การสูญเสียรายได้ทางอ้อม (Indirect Income Losses) เช่น ธุรกิจชะงักงัน ค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น สินค้าหมดอายุ และบุคลากรตกงาน
- การสูญเสียที่ไม่สามารถวัดค่าได้ (Intangible Losses) เช่น พลัดพรากจากครอบครัว ต้องย้ายที่อยู่อาศัย

ไม่ว่าเวลาใด การสูญเสียดังกล่าวไม่สามารถคาดการณ์อย่างแน่นอนได้ ดังนั้น การสูญเสียจากน้ำท่วมจึงถูกอนุมานว่ามีลักษณะเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายตัว ค่าเฉลี่ยของการกระจายตัวนี้ ซึ่งเรียกว่ามูลค่าความเสียหายที่คาดการณ์ไว้ (Expected Value of Flood Loss) คือ การสูญเสียที่เกิดจากน้ำท่วมในระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้น การนำมาตรการบรรเทาอุทกภัยมาใช้จึงมีประโยชน์ เพราะช่วยลดมูลค่าความเสียหายที่คาดการณ์ได้ เราอาจเรียกพื้นที่ที่ไม่ถูกน้ำท่วมว่า พื้นที่ได้ประโยชน์ และเรียกพื้นที่น้ำท่วมว่า พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์ในทางลบ

(2) ต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยง (Cost of Risk Taking)

ผู้อยู่อาศัยในพื้นที่น้ำท่วมต้องแบกรับความเสี่ยงที่จะเกิดการสูญเสียอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดตามค่าเฉลี่ยการกระจาย การแบกรับความเสี่ยงถือเป็นต้นทุนที่ชัดเจน ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า ต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยง (Cost of Risk Taking) ถ้าการนำเอามาตรการบรรเทาอุทกภัยมาใช้ ทำให้ลักษณะการกระจายตัวของการสูญเสียเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้มูลค่าความเสียหายที่คาดการณ์ไว้ลดลง ต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยงก็ลดลงตามไปด้วย

มาตรการแบบใช้สิ่งก่อสร้างจะช่วยเปลี่ยนแปลงค่าการกระจายตัวที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียจากน้ำท่วม ซึ่งช่วยลดทั้งมูลค่าความเสียหายที่คาดการณ์ไว้ และลดต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยง อย่างไรก็ตาม มาตรการแบบใช้สิ่งก่อสร้างนี้ มิได้ช่วยคุ้มครองจากน้ำท่วมได้ทั้งหมด แค่ช่วยลดความสูญเสียที่คาดว่าจะเกิดขึ้นและลดต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยง มาตรการแบบใช้สิ่งก่อสร้างมักจะทำให้ผู้คนเข้าใจผิดในว่าตัวเองปลอดภัย ความเชื่อที่ว่ามาตรการเหล่านี้ได้ลดความเป็นไปได้ที่จะเกิดน้ำท่วม อาจนำไปสู่การพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอย่างหนาแน่น (Intensive Floodplain Development) ซึ่งส่งผลให้มูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมที่คาดการณ์ได้กลับสูงขึ้นอีกมาก

การวางแผนเพื่อใช้ประโยชน์ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงช่วยลดมูลค่าความเสียหายคาดการณ์ และต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยง แต่การประกันภัยน้ำท่วม ไม่ได้ช่วยลดมูลค่าความเสียหายคาดการณ์ การประกันภัยน้ำท่วมจะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อเบี้ยประกันภัยในส่วนที่เกินกว่ามูลค่าความเสียหายคาดการณ์ มีค่าน้อยกว่าต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยง มาตรการการกันน้ำท่วมช่วยลดมูลค่าความเสียหายที่คาดการณ์ไว้และต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยงได้ระดับหนึ่ง

การนำเอามาตรการบรรเทาอุทกภัยทั้งหมดมาใช้ ยกเว้นการประกันภัยน้ำท่วม มีผลดีทางเศรษฐกิจ เพราะช่วยลดการสูญเสียที่คาดการณ์ไว้และต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยง การนำการประกันภัยน้ำท่วมมาใช้มีผลดีทางเศรษฐกิจคือ ช่วยลดต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยง การทำให้ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจสูงสุดเป็นวัตถุประสงค์หลักที่อยู่เบื้องหลังยุทธศาสตร์ในการนำเอามาตรการบรรเทาอุทกภัยมาใช้ ยุทธศาสตร์เหล่านี้ได้มาจากกรอบการทำงานด้านการตัดสินใจต่าง ๆ

(3) นโยบายบรรเทาอุทกภัย (Flood Mitigation Policy)

การจัดทำนโยบายบรรเทาอุทกภัยจะเกี่ยวข้องกับการกำหนดปริมาณที่เหมาะสมที่สุดของมาตรการบรรเทาอุทกภัยดังต่อไปนี้

- ความจุเก็บกักที่เหมาะสมที่สุดของอ่างเก็บน้ำและทางน้ำ
- มาตรการระบบคันกั้นน้ำที่เหมาะสมที่สุด
- มาตรการการใช้ที่ดินที่เหมาะสมที่สุด
- อัตราเบี้ยประกันภัยน้ำท่วมที่เหมาะสมที่สุด

- การลงทุนด้านระบบเตือนภัยน้ำท่วมและการกันน้ำท่วมที่เหมาะสมที่สุด

(4) กรอบการทำงานในการตัดสินใจ (Decision Frameworks)

งานเขียนในสาขาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์การจัดการ ภูมิศาสตร์ การเกษตร และวิศวกรรม ได้แสดงให้เห็นถึงกรอบการตัดสินใจในลักษณะต่าง ๆ เพื่อให้ได้ยุทธศาสตร์การบรรเทาอุทกภัยพื้นฐานซึ่งขึ้นอยู่กับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ได้มาจากมาตรการบรรเทาอุทกภัยที่พิจารณา กรอบการทำงานเหล่านี้ซึ่งมีพื้นฐานเพื่อการลดมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมที่คาดการณ์ไว้ และ/หรือ ต้นทุนในการแบกรับความเสี่ยงให้เหลือน้อยที่สุด ได้รับการทบทวนในหนังสือของ Thampapillai และ Musgrave ที่เขียนขึ้นในปี ค.ศ. 1985 กรอบการทำงานในการตัดสินใจ ประเภทของปัญหาที่ได้รับการแก้ไข ประเภทของทางแก้ที่ให้ไว้ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับกรอบการทำงาน การประเมินคุณค่าเพื่อเปรียบเทียบกรอบการทำงานเหล่านี้ รวมทั้งความเพียงพอหรือไม่เพียงพอ ได้มีการวิเคราะห์ไว้ในหนังสือดังกล่าว

8.5 การมีส่วนร่วมของสาธารณชน (Public Involvement)

8.5.1 หลักการทั่วไป (General Principles)

ในช่วงทศวรรษ 1980 ผู้บริหารด้านน้ำได้รับคำติเตียนจากนักสิ่งแวดล้อมและบุคคลอื่นที่รู้สึกว่าตนอาจได้รับผลกระทบจากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ บุคคลที่ติเตียนดังกล่าวมักรู้สึกว่าผู้บริหารด้านน้ำไม่ได้เปิดโอกาสให้ตนเข้ามามีส่วนร่วมต่อผลการศึกษาเพื่อการวางแผน หรือนำเอาผลกระทบด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมของโครงการพัฒนาแหล่งน้ำที่เสนอไปพิจารณาอย่างเพียงพอ ปัจจุบันนี้ ประชาชนมิได้เงียบเฉยต่อไป แต่เรียกร้องสิทธิในการเข้าร่วมในการตัดสินใจ ด้วยเหตุนี้ ผู้จัดการโครงการที่เป็นมืออาชีพจะต้องเรียนรู้ที่จะปรับตัวและไกล่เกลี่ยผลประโยชน์และความคิดเห็นที่แตกต่างกัน

ในช่วงปลายทศวรรษที่ 1980 ประชากรและกลุ่มสิ่งแวดล้อมที่เข้าร่วมในกระบวนการวางแผนผ่านกระบวนการประชาพิจารณ์ (Public Hearing) อย่างไรก็ตาม การประชาพิจารณ์เหล่านี้มักมีอิทธิพลเพียงเล็กน้อยต่อทิศทางของการวางแผน และส่วนใหญ่มักจัดขึ้นในช่วงปลายของระยะการวางแผน ซึ่งไม่ได้นำเอาคำวิจารณ์มาร่วมพิจารณาอย่างจริงจังแต่อย่างใด ในช่วงไม่กี่ปีมานี้ ความคาดหวังของประชาชนเพื่อเข้ามามีส่วนร่วมในงานของรัฐมีเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำ การเรียกร้องของประชาชนเพื่อเข้ามามีส่วนรวมได้เพิ่มขึ้นอย่างเข้มข้นมากจนมีส่วนชะลอโครงการและแผนงานต่าง ๆ ให้ช้าลง ยับยั้งโครงการ หรือได้รับการเผยแพร่ข่าวสารในทางลบอย่างเข้มข้น

นักวางแผนควรตระหนักว่า โครงการต่าง ๆ จำเป็นจะต้องได้รับการสนับสนุนจากบุคคลหลายกลุ่มเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ การวางแผนและการตัดสินใจในการพัฒนาแหลงน้ำอาจไม่สามารถทำได้ ถ้าประชาชนไม่สามารถเข้ามามีส่วนร่วมได้อย่างเพียงพอ อันที่จริงแล้วหน่วยงานภาครัฐอาจสามารถสร้างความกลมเกลียวด้วยการส่งเสริมให้มีกระบวนการมีส่วนร่วมของสาธารณชนในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเต็มที่

การมีส่วนร่วมของสาธารณชนที่มีประสิทธิภาพเป็นแนวทางที่จะได้รับการยอมรับของประชาชนต่อโครงการที่เป็นประโยชน์ หรือได้รู้ล่วงหน้าว่าโครงการอาจจะไม่ได้รับการยอมรับ แนวทางหนึ่งในการลดข้อขัดแย้งคือ การให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของกระบวนการวางแผน วิธีการเข้ามามีส่วนร่วมที่เลือกมาใช้จะต้องตรงกับเป้าหมายของแผนงาน

8.5.2 วัตถุประสงค์ของการมีส่วนร่วมของสาธารณชน (Objectives of Public Involvement)

วัตถุประสงค์อาจเป็นเรื่องทั่วไปหรือเจาะจงก็ได้ วัตถุประสงค์ทั่วไป 3 ประการที่จะขอแนะนำมีดังต่อไปนี้

- การประชาสัมพันธ์ (Public Relations) (การให้หน่วยงานมีบทบาทอย่างถูกต้องตามกฎหมาย การพัฒนาความเชื่อถือและการวางใจ)
- ข้อมูลสารสนเทศ (Information) (การวิเคราะห์ปัญหาและความจำเป็น การพัฒนาแนวทาง ทางแก้ไขแบบทางเลือก การประเมินคุณค่าของผลที่ตามมาของทางเลือก)
- การแก้ไขความขัดแย้ง (Conflict Resolution) (การแสวงหาข้อคิดเห็นที่ตรงกัน การรวมผลประโยชน์ให้เข้ากันได้)

ในเบื้องต้น ในการจัดตั้งแผนงานเพื่อให้ประชาชนเข้ามามีส่วนรวมต้องสามารถตอบ 3 คำถามดังต่อไปนี้

- ใครคือภาคประชาชน
- จะเข้าถึงคนเหล่านั้นได้อย่างไร
- จะทราบความต้องการของคนเหล่านั้นได้อย่างไร

ในการจัดทำโปรแกรมสำหรับการมีส่วนร่วมของประชาชน ขั้นแรกจะต้องระบุผู้ที่ได้รับผลกระทบและผู้ที่สนใจทั้งหมดให้ได้เสียก่อน เพราะไม่ใช่ว่าทุกคนอยากจะมีส่วนร่วมในการวางแผน แม้ว่าเขาอาจได้รับผลกระทบจากแผนโครงการนั้นด้วย ดังนั้นจุดประสงค์ของการระบุกลุ่มสาธารณชนจึงมีอยู่ 2 อย่าง

- เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีกลุ่มใดถูกตัดออกไปจากการเข้าร่วม
- เพื่อให้แน่ใจว่าจะเลือกรูปแบบของการมีส่วนร่วมของประชาชนที่ดี (บางเทคนิคจะมีประสิทธิผลเมื่อใช้กับบางกลุ่มมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ)

8.5.3 การระบุกลุ่มสาธารณชน (Identifying the Public)

ทฤษฎีและข้อพิจารณาในทางปฏิบัติสำหรับการระบุกลุ่มต่าง ๆ ของสาธารณชนในการวางแผนทางทรัพยากรน้ำ ได้แก่

- ประชาชนโดยรวมนั้นไม่อาจนับรวมเป็นกลุ่ม ๆ เดียวได้
- กลุ่มต่าง ๆ ในสาธารณชนนั้นจะค่อนข้างกระจาย แต่ในเวลาเดียวกันก็จะแยกออกเป็นกลุ่มตามความสนใจ กลุ่มตามสภาพภูมิศาสตร์ และรายบุคคลด้วย
- จะมีเซทของกลุ่มต่าง ๆ ในสาธารณชนที่มีเป้าหมายเดียวกัน อุดมการณ์เดียวกัน และค่านิยมเหมือนกัน แต่ละกลุ่มก็จะมีกฎเกณฑ์ที่จะปฏิบัติทั้งแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ
- คน ๆ หนึ่งอาจอยู่ได้หลายกลุ่มตามอาชีพ สถานะทางสังคม และความคิดเห็นทางการเมือง องค์ประกอบที่ใช้ระบุส่วนต่าง ๆ ในสาธารณชน ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้ง ความสนใจ และลักษณะทางประชากรศาสตร์

ควรจะต้องจัดให้มีการติดต่อสื่อสารกับทุก ๆ องค์ประกอบและสนับสนุนให้มีการติดต่อสื่อสารกันในระหว่างองค์ประกอบด้วย แต่การที่ได้จัดทำระบบสื่อสารขึ้นก็ไม่ได้หมายความว่าสาธารณะจะเข้ามาร่วมด้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากประชาชนทั่ว ๆ ไป

แนวทางการระบุกลุ่มอาจแยกได้เป็น ให้ระบุตัวตนกันเอง (Self–Identification) (อาจมีเจ้าหน้าที่ช่วยด้วยหรือไม่ก็ได้) การระบุโดยเจ้าหน้าที่ (Staff Identification) และให้บุคคลที่สามมาเป็นผู้ระบุ (Third–Party Identification) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วก็อาจใช้วิธีการทั้งสามอย่างผสมกันไป การระบุตัวตนเองหมายถึงเจ้าตัวหรือกลุ่มเป็นผู้เสนอเองว่าจะเข้าร่วมในกระบวนการตัดสินใจ หรือโดยวิธีทางกฎหมาย โดยการประท้วง การเผยแพร่ข่าว หรือโดยการติดต่อเข้ามา ส่วนการที่เจ้าหน้าที่เป็นผู้ระบุก็อาจขึ้นอยู่กับสัญชาตญาณหรือข้อมูลจากการทดลอง การวิเคราะห์ทางด้านภูมิศาสตร์ การวิเคราะห์จากข้อมูลในอดีต หรือโดยการหารือกับหน่วยงานอื่น ๆ

8.5.4 ต้นแบบกระบวนการติดต่อสื่อสาร (Communication Process Models)

เทคนิคบางอย่างจะเหมาะสำหรับการติดต่อสื่อสารกับกลุ่มสาธารณชนที่แตกต่างกันกว่าอีกเทคนิค ซึ่งจะมีกระบวนการติดต่อสื่อสารอยู่ 4 กระบวนการ ที่อาจทำให้บรรลุวัตถุประสงค์เบื้องต้นของการมีส่วนร่วมของประชาชน คือ

- กระบวนการแพร่กระจาย (Diffusion Process)
- กระบวนการรวบรวม (Collection Process)
- กระบวนการปฏิสัมพันธ์ (Interaction Process)
- กระบวนการแพร่กระจาย–รวบรวม (Diffusion–Collection Process)

8.5.5 การวางแผนสำหรับการมีส่วนร่วมของสาธารณชน (Planning for Public Participation)

การวางแผนจัดทำการมีส่วนร่วมของประชาชนควรพิจารณาองค์ประกอบต่อไปนี้

- การร่างวัตถุประสงค์ของการมีส่วนร่วมของประชาชนในแต่ละขั้นตอน
- การระบุกลุ่มสาธารณชนที่คาดว่าจะเข้าร่วมในแต่ละขั้นตอน
- เลือกเทคนิคการมีส่วนร่วมที่เหมาะสมที่สุดที่จะบรรลุวัตถุประสงค์และสื่อสารกับสาธารณชนได้ อาจต้องกำหนดเทคนิคสำหรับการจัดการกับความขัดแย้งและการหาข้อยุติ
- การพัฒนาแผนปฏิบัติจริงสำหรับการนำแผนการมีส่วนร่วมของประชาชนมาใช้

ข้อมูลที่ต้องการสำหรับกรณีศึกษาเมื่อต้องการให้สาธารณชนมีส่วนร่วมมีดังนี้

- ลักษณะทั่วไปของชุมชน
- ค่านิยมและความกังวลเกี่ยวกับโครงการรวมถึงท่าทีเกี่ยวกับทรัพยากรที่กำลังพิจารณาและหน่วยงานและบริษัทที่กำลังวางแผน
- ประวัติเกี่ยวกับโครงการที่มีลักษณะคล้ายกัน
- ประวัติของชุมชนในเรื่องการมีส่วนร่วมและความสัมพันธ์ที่เหนียวแน่นในชุมชน
- เค้าโครงของการตัดสินใจในด้านการเมืองของชุมชน
- กลุ่มท้องถิ่นหรือบุคคลที่สนใจโครงการหรือได้รับผลกระทบจากโครงการ
- ลักษณะการปฏิสัมพันธ์กับสาธารณชนในระหว่างกระบวนการวางแผนหรือกระบวนการตัดสินใจ
- เรื่องต่าง ๆ ที่นำมาหารือกัน
- มุมมองของสาธารณชน ความเห็นที่สำคัญ ๆ และข้อเสนอแนะ
- การนำอินพุตจากสาธารณชนมาใช้ หรือถ้าไม่นำมาใช้ เพราะอะไร
- ใครที่จะเป็นคนกำหนดผลประโยชน์ของชุมชนและมีวิธีทำอย่างไร
- ปัจจัยอะไรที่ประกอบขึ้นเป็นความสนใจของสาธารณชนในสถานการณ์การตัดสินใจอันหนึ่ง ใครที่จะเป็นผู้กำหนดปัจจัยดังกล่าวและอย่างไร
- จะให้น้ำหนักในการเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ อย่างไร
- น้ำหนักของปัจจัยไหนที่สำคัญ
- การให้น้ำหนักแก่ทางเลือกต่างๆในการจัดลำดับความเหมาะสมหรือทางเลือกของนโยบาย
- การทำการวิเคราะห์ผลกระทบในส่วนที่เป็นของสาธารณชน

8.5.6 ข้อดีและข้อเสียของการมีส่วนร่วมของสาธารณชน (Advantages and Disadvantages of Public Participation)

ข้อดี

- ผู้ที่ได้รับผลกระทบมีโอกาสแสดงความคิดเห็น
- สมาชิกจากภาคประชาชนอาจมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ตัดสินใจโดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าบางค่าหรือปัจจัยบางตัวยากที่ประเมินเป็นตัวเลข
- การที่ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมทำให้ประชาชนมีความมั่นใจเพิ่มขึ้น เนื่องจากได้เห็นชัดเจนว่าเรื่องต่าง ๆ ได้ถูกนำมาพิจารณาทั้งหมด และด้วยความละเอียดรอบคอบ
- สำหรับหน่วยงานเอง การที่ได้ทำการบันทึกการตัดสินใจต่าง ๆ ไว้จะทำให้มีข้อมูลสำหรับการตรวจสอบจากทางด้านกฎหมายและจากภาคประชาชนถึงปัจจัยและการพิจารณาต่าง ๆ ในกระบวนการตัดสินใจ

ข้อเสีย

- มีโอกาสที่เรื่องที่พิจารณาจะเกิดความสับสนจากการนำประเด็นต่าง ๆ เข้ามามากเกินไป
- อาจได้รับข้อมูลที่ไม่ถูกต้องจากความไม่รู้ของผู้เข้ามีส่วนร่วม
- ความไม่แน่นอนของผลจากกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน ตลอดจนความล่าช้าของโครงการและค่าใช้จ่ายโครงการที่สูงขึ้น

ความท้าทายที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนก็คือ การสื่อสารในประเด็นข้อมูลทางเทคนิคหรือทางวิศวกรรมให้ผู้เข้าร่วมที่ไม่มีพื้นฐานทางเทคนิคเข้าใจ

8.6 เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Astrack, R.F., Baumann, N.A., & Reynolds, G.L. (1984). Managing a public involvement program. *Proceeding of ASCE, Water Resources Bulletin*, vol. 110. No.2, April.

[2] Brandon, T.W. (1987). *River engineering–part I, design principles*, (Water Practice Manuals 7). Lavenham: Lavenham Press Ltd.

[3] Center, L.W. (1977). *Environmental impact assessment*, (Chapter 11: Public Participation in Environmental Decision Making). New York: Mc.Graw Hill Book Company.

[4] Center, L.W., & Knox, R.C. (1985). *Ground water pollution control*, (Chapter 7: Public Participation in Aquifer Restoration Decision Making). New York: Lewis Publishers.

[5] Cohen, J.H., & Marks, D.H. (1975). *A review and evaluation of multiobjective*

programming techniques. Water Resource Research 11, April.

[6] Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. (1989). *Development and conservation of ground–water resources and water–related natural disasters and their mitigation in selected least development countries and developing island countries in the ESCAP region*, (Water Resources Series No.66). United Nations.

[7] Gardiner, J.L. (1991). *River projects and conservation*, (A Manual for Holistic Appraisal). New York: John Wiley & Sons.

[8] Goldsmith, E., & Hildyard, N. (1984). *The social and environmental effects of large dams, volume 1: overview*, (A Report to the European Ecological Action Group (ECOROPA)). Walde Bridge Ecological Centre.

[9] Goodman, A.S. (1984). *Principles of water resource planning*. New York: Prentice–Hall, Inc.

[10] Grigg, N.S. (1985). *Water resource planning*. New York: McGraw Hill.

[11] Helweg, O.J. (1985). *Water Resource Planning and management*. New York: John Wiley & Sons.

[12] Ijjas, I. (1991). *Public participation in water resource decision making*, (TEMPUS Intensive Short Course on Environmental Sound River Basin Development). TU Budapest, March 9.

[13] IPMP. (1990). *Citizen participation*, (Handbook for Public Officials and other Professionals Serving the Public). Institute for Participatory Management and Planning.

[14] Loucks, D.P. (1986). *Analytical method for multi-objective planning, social and environmental objectives in water resources planning and management*. American Society of Civil Engineers.

[15] Mostert, E. (1991). *Public participation in environmental impact assessment*, (Intensive Course on Environmentally Sound River Basin Development). Budapest, March 7–9.

[16] National Waterways Conference. (1987). *Implementing public law 99–662 (H.R.6),* (The Water Resource Development Act of 1986: Planning, Financing, Constructing And Maintaining Navigation, Flood Control and Other Water Resources Projects under New Ground Rules). A Seminar Sponsored by the National Waterways

Conference, Inc. January 20–22, 1987, Washington DC, the National Waterways Conference.

[17] Newson, M. (1992). *Land, water and development, river basin systems and their sustainable management*. Routledge Natural Environmental Problems and Management Series, Routledge.

[18] Roberts, J.A. (1991). *Just what Is EIR*. Global Environmental Management Services.

[19] OECD. (1985). *Management of Water projects*, (Decision–Making and Investment Appraisal). Organization for Economic Co–operation and Development.

[20] Parker, D.J., Green, C.H., & Thompson, P.M. (1987). *Urban flood protection benefits*, (A Project Appraisal Guide). Gower Technical Press.

[21] Pearce, D.W., & Turner, R.K. (1990). *Economic of natural resources and the environment*. Harvester Wheatsheaf.

[22] Penning–Rowsell, E.C. (1977). *The benefits of flood Alleviation*, (A Manual of Assessment Techniques). London: Saxon House Publisher.

[23] Rice, L., & White, M.D. (1987). *Engineering aspects of water law*. New York: A Wiley–Interscience Publication, John Wiley & Sons.

[24] Thanh, N.C., & Biswas, A.K. (1990). *Environmentally–sound water management*. US: Oxford University Press.

[25] Yevjevich, V., & Harmancioglu, N.B. (1987). *Decision making in selecting water resources projects.* International Symposium on Water for the Future, BALKEMA.

[26] Volker, A., & Henry, J.C. (1988). *Side effects of water resources management*, (IAHS Publication No. 172.). UK: IAHS Press.

[27] Walesh, S.G. (1989). *Urban surface water management*. New York: John Wiley & Sons.

[28] Wathern, P. (1992). *Environmental impact assessment*. Routledge.

[29] Whyte, A. (1986). *Guidelines for planning community participation activities in water supply and sanitation projects*. World Health Organization, Geneva.

[30] Willeke, G.E. (1976). *Identifying the public in water resource planning*. Journal of the Water Resources Planning and Management Division. Proceeding of ASCE, No.WR1, April.

III–I การวางแผนเผชิญเหตุน้ำท่วมฉุกเฉิน (Flood Emergency Response Planning)

เขียนโดย Dr. R.B. MacLock

1.1 บทนำ (Introduction)

วัตถุประสงค์โดยรวมของแนวทางแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้างก็เพื่อลดการสูญเสียชีวิตและความเสียหายต่อทรัพย์สินที่เกิดขึ้น การวางแผนเผชิญเหตุในสถานการณ์ฉุกเฉินกรณีน้ำท่วมก็มีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับมาตรการการวางแผนที่ระบุไว้ในส่วนที่ 2 ของคู่มือฉบับนี้ แนวคิด หลักการ กลยุทธ์และแผนงานในที่นี้เป็นแค่ส่วนขยายของการปฏิบัติงานตามยุทธศาสตร์ที่ระบุไว้ในมาตรการการวางแผน

แม้ว่าวัตถุประสงค์ของมาตรการวางแผนเพื่อเผชิญเหตุสถานการณ์ฉุกเฉินจะใกล้เคียงกันมาก (กับวัตถุประสงค์ของมาตรการในส่วนแรก) ก็ตาม แต่มาตรการต่าง ๆ ของงานในส่วนหลังนี้ เมื่อมองจากมุมมองในระดับชาติแล้วจะเหมาะที่จะดำเนินการโดยหน่วยงานที่เป็นหน่วยงานรวมสำหรับจัดการกับสถานการณ์ฉุกเฉิน ซึ่งสามารถรับมือกับภัยต่าง ๆ ได้หลายภัย พูดง่าย ๆ ก็คือ น้ำท่วมเป็นเพียงหนึ่งในหลาย ๆ ภัยที่ประเทศสมัยใหม่ต้องเตรียมการเผชิญเหตุฉุกเฉินให้พร้อม ระบบการเตรียมการรับมือให้พร้อมกับสถานการณ์ฉุกเฉินจากน้ำท่วม และการเผชิญเหตุนี้เมื่อผนวกรวมเข้าไว้ในระบบการเผชิญเหตุภัยฉุกเฉินที่ครอบคลุมทุก ๆ ภัย จะทำให้ใช้ประโยชน์ได้จากกลไกและโครงสร้างขององค์กร การได้ประโยชน์ที่ชัดเจนจากองค์กรขนาดใหญ่ซึ่งมีความประหยัดจากขนาด (Economy of Scale) และการลดค่าใช้จ่ายลงจากการรวมทรัพยากรและความเชี่ยวชาญต่าง ๆ ไว้ด้วยกัน สำหรับการจัดการกับภัยหลาย ๆ แบบ เช่น พายุเฮอร์ริเคน แผ่นดินไหว น้ำท่วม ฯลฯ

บทนี้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบหลักและกระบวนการที่จำเป็นเพื่อระบบบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินแบบบูรณาการ (Integrated Emergency Management System หรือ IEMS) และแสดงให้เห็นการรับมือสถานการณ์ฉุกเฉินกรณีน้ำท่วมจะดำเนินการอย่างไรภายในระบบแบบบูรณาการ อย่างไรก็ตาม ขอย้ำเน้นว่า การวางแผนเผชิญเหตุน้ำท่วมเป็นงานมืออาชีพระดับสูงที่ต้องอาศัยความรู้ความสามารถและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญในด้านการบริหารจัดการน้ำ และผู้เชี่ยวชาญด้านอุทกน้ำท่วม ทั้งในการวางแผนและในการปฏิบัติการ

1.1.1 หลักการและแนวคิดพื้นฐาน (Some Basic Concepts and Principles)

ในช่วงห้าปีที่ผ่านมานี้ นักเขียนคนสำคัญ ๆ ในระดับนานาชาติในสาขาการรับมือสถานการณ์ฉุกเฉินและภัยพิบัติจำนวนหนึ่งได้พัฒนาแนวคิดที่สำคัญสำหรับเป็นแนวทางการบริหารจัดการน้ำท่วมโดย

การใช้การจัดการกับสถานการณ์ฉุกเฉินแบบบูรณาการ John Handmer จากประเทศออสเตรเลีย ซึ่งถือว่าเป็นผู้แทนของนักเขียนเหล่านี้ได้เสนอแนวคิด 4 ประการ ดังต่อไปนี้ ซึ่งถือว่าสำคัญอย่างยิ่งสำหรับระบบบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินแบบบูรณาการ

(1) ใช้แนวทางการจัดการทุกภัยโดยองค์กรเดียว ภายใต้แนวทางนี้ แนะนำให้รัฐบาลจัดตั้งหน่วยงานขึ้น 1 หน่วยงาน เพื่อรับมือกับภัยพิบัติที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในประเทศ เช่น น้ำท่วม ไฟไหม้ แผ่นดินไหว และพายุไต้ฝุ่น ฯลฯ

(2) เป็นแนวทางที่ครอบคลุม สรุปได้ว่าแนวทางนี้จะครอบคลุมทุกส่วนประกอบของการจัดการภับพิบัติโดยทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะบริหารจัดการหรือประสานให้ดำเนินการไปร่วมกัน ได้แก่ (2.1) การป้องกัน/การบรรเทา (2.2) การเตรียมความพร้อม (2.3) การเผชิญเหตุ และ (2.4) การฟื้นฟู ซึ่งแนวทางการบริหารจัดการโดยรวมทั้ง 4 องค์ประกอบ จะอธิบายโดยละเอียดต่อไป

(3) เป็นแนวทางที่รวมทุกองค์กรหรือแบบบูรณาการ ซึ่งวิธีนี้ในการจัดการด้านบริหารจะต้องทำให้มีการเข้ามามีส่วนร่วมอย่างกระตือรือล้นจากทุก ๆ ระดับของรัฐบาล จากทุก ๆ หน่วยงาน จากองค์กรเอกชน และสำคัญที่สุดคือ จากท้องถิ่นต่าง ๆ

(4) ชุมชนที่เตรียมพร้อม ในรูปแบบของประเทศอังกฤษ สหรัฐอเมริกา แคนาดา และออสเตรเลียนั้น การวางแผนและการเผชิญเหตุกับภัยพิบัติในขั้นแรกมักขึ้นอยู่กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นหรือเทศบาล ซึ่งในคู่มือแผนเผชิญเหตุระดับชาติของทั้ง 4 ประเทศ ได้แนะนำอย่างละเอียดว่า ชุมชนท้องถิ่นที่เข้ามาร่วมอย่างใกล้ชิดจะเป็นชุมชนที่มีการเตรียมความพร้อมที่ดีดังเช่นที่ Handmer และนักเขียนชาวอเมริกันอื่น ๆ ได้บันทึกไว้ว่า การเผชิญเหตุฉุกเฉินที่เร็วที่สุดก็คือ การเผชิญเหตุในขั้นแรกจากชุมชนท้องถิ่นนั่นเอง ซึ่งสำหรับในกรณีของทั้ง 4 ประเทศนั้น มีสมมติฐานที่ว่าต้องมีความช่วยเหลือจากรัฐในระดับสูงด้วย

1.1.2 หลักการอื่น ๆ (Some Principles)

เมื่อผนวกกับแนวคิด 4 ประการข้างต้น Handmer ได้แนะนำไว้ว่า ควรปฏิบัติตามหลักการดังต่อไปนี้ด้วย

(1) องค์กรที่เหมาะสมหนึ่งองค์กร

(2) บทบาทและหน้าที่รับผิดชอบที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน (รวมทั้งอำนาจในการจัดแบ่งทรัพยากร)

(3) การบริหารจัดการข้อมูลในทุกขั้นตอนของการวางแผนและรับมือในสถานการณ์ฉุกเฉิน รวมทั้งการบริหารจัดการสื่อ

(4) บันทึกอย่างเป็นทางการของข้อตกลง และการเตรียมการระหว่างหน่วยงาน ซึ่งรวมถึงการทดสอบแผนงานและการปรับแก้แผนการเตรียมความพร้อมเป็นประจำ

จากบันทึกในหลายประเทศที่มีหน่วยงานปกครองแบบหลายระดับชั้น การกำหนดบทบาทและหน้าที่รับผิดชอบถือว่าเป็นสิ่งที่มีความยากลำบากมากที่สุด และต้องใช้ความพยายามสูงสุดในการสร้างขึ้นและรักษาสภาพให้เป็นที่น่าพอใจ

1.1.3 กลยุทธ์ (Strategies)

นักเขียนในงานด้านนี้ส่วนใหญ่เห็นพ้องต้องกันว่าการบริหารจัดการสภาวะฉุกเฉินแบบบูรณาการจำเป็นจะต้องใช้ชุดกลยุทธ์ที่เหมาะสมเพื่อดำเนินการตามแนวคิดและหลักการที่กล่าวไว้ข้างต้น ในการประชุมที่ประเทศออสเตรเลียครั้งหนึ่ง ซึ่งมีการตรวจสอบกลยุทธ์ที่ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ในการรับมือในสถานการณ์ฉุกเฉิน สรุปได้ว่า กลยุทธ์ที่ประเทศออสเตรเลียควรรับมาใช้จะต้องเป็นกลยุทธ์ที่ออกแบบไว้เพื่อสร้างความร่วมมือและความสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มและองค์กรได้อย่างแท้จริง และกลยุทธ์ที่เป็นพื้นฐานต่อกระบวนการวางแผนอย่างมีประสิทธิภาพ กลยุทธ์เหล่านี้ ได้แก่

- คณะกรรมการ
- การสร้างและคงไว้ซึ่งความสนับสนุนจากสื่อที่ดี
- การสร้างความร่วมมือกันเพื่อให้แน่ใจว่าจะได้รับการสนับสนุนจากฐานที่กว้างขวาง
- การสนับสนุนจากเขตเลือกตั้งต่าง ๆ เพื่อสร้างความสัมพันธ์กับกลุ่มต่าง ๆ ที่มีประสบการณ์อันเป็นประโยชน์
- การให้ชุมชนต่าง ๆ เข้ามามีส่วนรวมให้มากที่สุด และ
- มีความเชื่อมั่นในอาสาสมัคร

ข้อที่เป็นประโยชน์หลัก ๆ ของยุทธศาสตร์ในกลุ่มหลังนี้ ได้แก่ การลดค่าใช้จ่ายลง (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของอาสาสมัคร) ผลของมันก็คือ การริเริ่มและความรับผิดชอบจะมาจากข้างล่าง (Bottom –Up) มากกว่าที่จะเป็นการสั่งการจากข้างบน (Top–Down) และซึ่งทำให้การมีส่วนร่วมจากชุมชนในการเตรียมความพร้อมสูงขึ้นมากด้วย ข้อดีอีกอย่างก็คือ การเพิ่มขึ้นมากของการแก้ปัญหาไปตามสภาวะการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะที่เกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น ทั้งนี้ก็เพราะชุมชนนั้นเก่งในการทำตามสถานการณ์อยู่แล้ว นอกจากนี้ ชุมชนยังรู้สภาพภูมิประเทศในพื้นที่ของตนเองดีกว่าเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานซึ่งจ้างมาจากระดับประเทศ

ยุทธศาสตร์ข้อหนึ่งซึ่งเป็นส่วนที่ได้รับจากประเทศอังกฤษก็คือ การมอบอำนาจตามกฎหมายให้แก่องค์กรปกครองท้องถิ่นหรือเทศบาลมีอำนาจตามกฎหมายที่จะเตรียมแผนเผชิญเหตุฉุกเฉินของภัยต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงแผนเผชิญเหตุฉุกเฉินของภัยน้ำท่วมด้วย แม้ว่าจะยังมีการโต้แย้งกันในเรื่องของอำนาจตามกฎหมายที่จะมอบแก่ท้องถิ่นและยังไม่ตกลงกันจนถึงปลายปี ค.ศ.1992 แต่ประเทศอื่น ๆ ได้นำหลักการนี้ไปใช้กันแล้ว เช่น องค์กรปกครองท้องถิ่น 340 แห่งในจังหวัดอัลเบอร์ตา ประเทศคานาดาได้รับมอบอำนาจตามกฎหมายนี้โดย Province's Public Safety Services Act ปี ค.ศ. 1980 ประเทศสหราชอาณาจักรได้มอบอำนาจความรับผิดชอบในการเผชิญเหตุฉุกเฉินจากน้ำท่วมให้แก่คณะกรรมการแม่น้ำแห่งชาติและองค์กรแม่น้ำต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม นักเขียนรุ่นหลัง ๆ กังวลว่ารูปแบบนี้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ไม่มีประสิทธิภาพ เป็นบิวโรแครทมากไป และไม่ตอบสนองได้ทันการณ์

1.2 การวางแผนเผชิญเหตุน้ำท่วมในระบบการบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินแบบบูรณาการ (Flood Response Planning in an Integrated Emergency Management System)

ในส่วนแนะนำเบื้องต้นได้ทบทวนหัวข้อหลัก ๆ ที่ต้องพิจารณาในการจัดตั้งระบบการบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินแบบบูรณาการ (Integrated Emergency Management System, IEM) ไปแล้ว และในปัจจุบันยังมีระบบ IEM ที่จัดตั้งขึ้นในระดับชาติจำนวนมาก ระบบ IEM หลาย ๆ แห่งได้จัดลำดับความสำคัญของภัยที่ส่งผลกระทบบ่อยโดยการทำการวิเคราะห์อันตรายต่าง ๆ (Hazards Analysis) รวมทั้งน้ำท่วมด้วย

ในย่อหน้าต่อไปเป็นการทบทวนบทบาทของรัฐบาลในระดับต่าง ๆ ของระบบ IEMS เพื่อที่จะแสดงให้เห็นข้อดีของการจัดตั้งการเผชิญเหตุฉุกเฉินจากน้ำท่วมไว้ภายในกรอบใหญ่ของระบบ IEM โดยเน้นการมีส่วนร่วมจากท้องถิ่นหรือในระดับชุมชน

1.2.1 ระบบ IEM มีลักษณะอย่างไร (What is an IEM system?)

ในภาคผนวก 1 ซึ่งจัดเตรียมขึ้นโดยหน่วยบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินของรัฐบาลกลาง (US Federal Emergency Management Administration, FEMA) เป็นการทบทวนระบบ IEM ที่ดีมาก เป้าหมายสำคัญของระบบ IEM ก็คือ เพื่อพัฒนาให้เกิดขีดความสามารถที่ไว้ใจได้ในการจัดการกับภาวะฉุกเฉิน โดยการรวมกิจกรรมตามหน้าที่ของของหน่วยงานของรัฐในทุกระดับเข้าด้วยกันและสำหรับภัยทุกๆภัยเท่าที่จะเป็นไปได้

1.2.2 รูปแบบของการเผชิญเหตุกับภัยน้ำท่วมของชุมชนท้องถิ่น (The Local Community Flood Emergency Response Model)

ตามที่กล่าวมาแล้ว การรับมือฉุกเฉินในระยะแรกนั้นถือกันโดยทั่วไปว่าเป็นหน้าที่ขององค์กรปกครองท้องถิ่น เว้นแต่เมื่อภัยนั้นเกินกำลังที่ท้องถิ่นจะรับมือได้จึงจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือจากหน่วยงานรัฐในระดับสูงขึ้นมา

น้ำหลากจากแม่น้ำที่ไหลบ่าท่วมมาตามพื้นดินนั้นอาจครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดหรือบางส่วนของลุ่มน้ำและลุ่มน้ำย่อย ซึ่งพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมักจะใหญ่กว่าพื้นที่ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นแห่งหนึ่งแห่งใดมาก ดังนั้น จึงน่าจะเป็นการดีที่องค์กรนั้นๆจะได้มีการประสานกันอย่างเป็นทางการกับองค์กรในระดับสูงกว่าและกับองค์กรปกครองท้องถิ่นที่อยู่ใกล้เคียงทั้งทางด้านเหนือน้ำและทางท้ายน้ำ

และโดยวิธีการนี้ โครงการรับมือกัยภับฉุกเฉินจากน้ำท่วมที่มีประสิทธิภาพจึงอาจตั้งขึ้นได้ในท้องถิ่น แต่สามารถที่จะปฏิบัติการได้ทั้งในระดับพื้นที่รับน้ำของแม่น้ำหรือในพื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำ

1.2.3 บทบาทของรัฐบาลในระดับชาติในในโครงการในรูปแบบของท้องถิ่น (The National Government Role in the Local Model)

ตรงกันข้ามกับบทบาทขององค์กรระดับเทศบาลที่เน้นการเตรียมพร้อมและการเผชิญเหตุ บทบาทของรัฐบาลในระดับชาติจะเน้นที่ “การเตรียมความพร้อมและการฟื้นฟู (Preparedness and Recovery)”[1] การที่รัฐบาลมีทรัพยากรทางการเงินที่เหนือกว่าท้องถิ่นจะเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยองค์กรท้องถิ่นในการฟื้นฟูพื้นที่หลังเกิดภัย มักจะถือว่าเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะอธิบายรูปแบบท้องถิ่น (Local Model) ซึ่งรัฐบาลได้กำหนดให้ทำหน้าที่วางแผนเผชิญเหตุกับภัยหลาย ๆ อย่าง และซึ่งได้ทำให้มีการจัดทำแผนเตรียมพร้อมในระดับชาติสำหรับเหตุการณ์ฉุกเฉินและภัยที่สำคัญ ๆ และอาจสันนิษฐานต่อไปได้ว่าด้วยมาตรการทางกฎหมายรัฐบาลแห่งชาติจะได้บริหารจัดการทรัพยากรในอำนาจของตน จะได้วางแผนการประสานงานที่จำเป็นระหว่างองค์กรต่าง ๆ กรมที่เกี่ยวข้อง และเตรียมพร้อมที่จะเข้าให้การช่วยเหลือองค์กรท้องถิ่นในช่วงการเข้าเผชิญเหตุ

บทบาทสำคัญอีกข้อของรัฐบาลในระดับชาติก็คือ การร่วมมือและประสานงานในระดับสากลและข้ามเขตแดนประเทศ แม่น้ำไม่รู้จักเขตแดนต่าง ๆ ที่มนุษย์กำหนด อุทกภัยที่เกิดในลุ่มน้ำใหญ่ ๆ ของโลกมักจะเริ่มเกิดในพื้นที่ต้นน้ำซึ่งอยู่ในอีกประเทศหนึ่ง ดังนั้น รัฐบาลของแต่ละประเทศจึงต้องปฏิบัติงานร่วมกัน ส่วนใหญ่จะมีสัญญาระหว่างประเทศที่ลงนามร่วมกันเป็นทางการเพื่อที่จะจัดตั้งระบบเฝ้าระวังและเตือนภัย การร่วมมือในระดับชาติแบบนี้มีความสำคัญต่อความปลอดภัยของประชาชนในประเทศที่

[1] สำหรับการพิจารณาบทบาทของรัฐบาลในภาวะฉุกเฉิน ให้ดูตัวอย่างจากบทที่ 5 “Perspectives and Role of State and Federal Governments in Emergency Management: Principles and Practices for Local Government” Edited by T.e. Drabek and G.J. Hoetner. Published by International City Management Associates, 1991.

ตั้งอยู่ริมแม่น้ำนานาชาติแห่งนี้ แต่เป็นที่น่าประหลาดใจที่แม่น้ำนานาชาติหลายแห่งขาดสนธิสัญญาระหว่างประเทศที่จะจัดตั้งระบบการเฝ้าระวังน้ำท่วม ตัวอย่างเช่น ในแม่น้ำคงคา (Ganges River) ซึ่งไหลจากอินเดียไปบังคลาเทศ ในกรณีที่ขาดกลไกในระดับนานาชาติเช่นนี้ ประเทศที่อยู่ท้ายน้ำจะขาดข้อมูลเกี่ยวกับขนาดและระยะเวลาที่น้ำจะหลากมาถึง จึงขาดเครื่องมือที่จะทำหน้าที่การเตรียมความพร้อมที่จะรับมือกับน้ำท่วม จึงเห็นได้ชัดเจนว่าหน้าที่สำคัญของรัฐบาลในระดับชาติก็คือ การทำสัญญาข้อตกลงกับประเทศอื่น ๆ ในการร่วมมือกันรับมือกับภัยน้ำท่วม

1.2.4 บทบาทของรัฐและของรัฐบาลในระดับภูมิภาค (Role of State and Regional Governments in the Local Model)

Drabek และ Hoettner ได้เขียนไว้ในเอกสารอ้างอิงในเชิงอรรถถึงจุดสำคัญของบทบาทในการประสานงานของรัฐบาลของรัฐในสหรัฐอเมริกาซึ่งมีบทเรียนมากมายสำหรับให้ประเทศต่าง ๆ ที่มีลักษณะของเขตการปกครองในระดับกลาง ๆ เช่นนี้ ซึ่งผู้อ่านควรทบทวนในสิ่งที่เขาเขียนไว้เกี่ยวกับอำนาจของรัฐบาลกลางสำหรับการพิจารณาบทบาทของรัฐและรัฐบาลในระดับภูมิภาคในการวางแผนรับมือกับภาวะฉุกเฉินและในขั้นการปฏิบัติการ

1.3 การปฏิบัติการเผชิญเหตุกับภาวะฉุกเฉินซึ่งเกิดจากน้ำท่วม (Flood Emergency Response Actions)

การปฏิบัติการเผชิญเหตุฉุกเฉินที่เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปนั้นจะตามขั้นตอน 4 ขั้น ของการจัดการในภาวะฉุกเฉินแบบสมบูรณ์ (Comprehensive Emergency Management) ของ Coleman และ Granito ซึ่งบันทึกไว้โดย Drabek และ Hoettner (ภาคผนวก 2) เมื่อพิจารณาขั้นตอน “การเตรียมความพร้อม (Preparedness)” กับ “เผชิญเหตุ (Response)” สำหรับภัยจากน้ำท่วมแล้วจะเห็นว่ามีขอบเขตใกล้เคียงกัน

ต้องเน้นว่าประเทศแต่ละประเทศต่างมีเอกลักษณ์ของตนในด้านกฎหมาย รัฐธรรมนูญ/สถานการณ์ทางศาล ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเข้ามามีส่วนร่วมของท้องถิ่น/ภูมิภาคและรัฐบาลในระดับชาติในระบบบริหารจัดการภาวะฉุกเฉินแบบองค์รวม (IEM) และในทางกลับกัน แต่ละประเทศก็จะต้องการระบบ IEM ที่เป็นแบบของตนเองเพื่อจัดการกับภัยต่าง ๆ ที่ประเทศนั้น ๆ ต้องประสบ

และตามที่กล่าวไว้ข้างต้น หน่วยเผชิญเหตุฉุกเฉินจากน้ำท่วมในระดับชาติจะต้องตั้งขึ้นไว้ล่วงหน้ารายการตรวจสอบ (Checklist) ทั่วไปสำหรับขั้นตอน “การเตรียมความพร้อม (Preparedness)” ของ Coleman และ Granito (ภาคผนวก 2) อาจปรับปรุงให้ใช้กับภัยน้ำท่วมได้ ดังนี้

(1) ความต่อเนื่องของรัฐบาล (โดยเฉพาะอย่างยิ่งรัฐบาลท้องถิ่น)

(2) ระบบออกอากาศฉุกเฉิน (สันนิษฐานว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบออกอากาศของชาติ)

(3) จัดตั้งระบบสื่อสารฉุกเฉิน

- ในแนวนอนในทุกระดับของรัฐบาล
- ในระหว่างระดับต่าง ๆ ของรัฐบาล
- โดยมีระบบสำรองของป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนซึ่งอาจดำเนินการโดยทหารและ/หรือป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนเอง

(4) ศูนย์ปฏิบัติการภาวะฉุกเฉินน้ำท่วมเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในรายการ ซึ่งจะถูกออกแบบโดยความคิดร่วมกันของคนในองค์กรในทุกระดับชั้น และควรตั้งอยู่ตรงกลางลุ่มน้ำที่เป็นปัญหา และในทางกลับกันต้องประสานใกล้ชิดกับศูนย์ปฏิบัติการภัยฉุกเฉินในระดับชาติหรือระดับภูมิภาค

(5) แผนปฏิบัติการภัยน้ำท่วมฉุกเฉิน แน่นอนว่าความสำเร็จหรือความล้มเหลวของปฏิบัติการเผชิญเหตุขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความง่ายของแผนปฏิบัติการที่ได้วางไว้ในขั้นนี้ ตัวอย่างเช่น ปฏิบัติการต่อไปนี้เพื่อรับมือกับอุทกภัยที่กำลังมาถึงควรที่จะได้รับการตรวจสอบและบรรจุไว้เป็นส่วนหนึ่งของแผนเตรียมความพร้อม

- การเตรียมตัดคันกั้นน้ำให้ขาดในบริเวณที่ไม่ได้มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง
- การเตรียมให้มีการปล่อยน้ำล้นจากเขื่อนลงสู่ลำน้ำ
- การเตรียมให้มี (และการดูแลรักษา) ช่องทางระบายน้ำบายพาส
- การเตรียการสู้ภัยน้ำท่วมเช่น การเสริมคันกั้นน้ำ

งานที่ต้องเตรียมการไว้ในขั้นนี้อาจรวมถึงแผนอพยพประชาชน สัตว์เลี้ยง ซึ่งจะรวมถึงการหาเส้นทางอพยพที่ปลอดภัย จุดรวมพล และศูนย์อพยพฉุกเฉินและการจัดเตรียมพื้นที่ ซึ่งถ้าเจ้าหน้าที่ขององค์กรปกครองท้องถิ่นให้ความใส่ใจในการวางแผนในขั้นเตรียมความพร้อมมากเท่าใด โอกาสของความสำเร็จของปฏิบัติการก็สูงขึ้นเท่านั้น

การจะนำรายการเตรียมการที่ Coleman และ Granito จัดทำไว้ไปใช้แค่ไหนคงขึ้นอยู่กับสภาวะที่แต่ละประเทศต้องประสบ

ปฏิบัติการ “เผชิญเหตุ (Response)” ที่อยู่ในเช็คลิสต์ในภาคผนวก 2 เป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญของคู่มือฉบับนี้ นี่เป็นปฏิบัติการที่ทำทั้งในทันทีก่อน ในระหว่าง และในทันทีหลังจากที่ภัยมา เพื่อที่จะช่วยชีวิตของผู้คน ลดความเสียหายแก่ทรัพย์สิน และช่วยทำให้การฟื้นฟูมีประสิทธิภาพ

รายการตรวจสอบสำหรับการเผชิญเหตุฉุกเฉินจากภัยน้ำท่วมที่ปรับปรุงแล้วมีดังนี้

- การแจ้งเตือนให้ประชาชนรับทราบอย่างเป็นทางการ
- การเริ่มดำเนินการตามแผนเผชิญเหตุฉุกเฉินจากภัยน้ำท่วม
- ส่งเจ้าหน้าที่เข้าประจำศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉิน
- เริ่มการส่งข่าวในสถานการณ์ฉุกเฉินและการเตือนภัย
- ให้คำแนะนำการปฏิบัติตนในสถานการณ์ฉุกเฉินแก่ประชาชน
- เตรียมหน่วยแพทย์ฉุกเฉิน
- เปิดระบบรับดูแลผู้ประสบภัย
- เปิดที่พักชั่วคราวสำหรับผู้ประสบภัยและแผนการอพยพ
- เตรียมการค้นหาและกู้ภัย (Search and Rescue)
- เตรียมทรัพยากรทุกอย่างให้พร้อม

ขั้นตอนที่ 2 ของรายการข้างต้นเป็นหัวใจสำคัญของงานเผชิญเหตุฉุกเฉินจากภัยน้ำท่วม ที่ซึ่งความพยายามที่จะควบคุมน้ำท่วมจะเกิดขึ้นจริง เช่น การไปเปิดช่อง (ตัดคัน) ที่คันกั้นน้ำตรงบริเวณที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า การทำให้เกิดการล้นของอ่างเก็บน้ำ (Reservoir Spilling) ทางด้านเหนือน้ำ/หรือท้ายน้ำตามที่เหมาะสม การเสริมคันกั้นน้ำด้วยกระสอบทราย และด้วยแผนฉุกเฉินป้องกันน้ำท่วมเข้าภายในอาคาร ฯลฯ

1.4 ข้อสรุป (Summary and Conclusions)

ในบทนี้เป็นการอธิบายถึงแนวทางการวางแผนและปฏิบัติการฉุกเฉินเพื่อรับสถานการณ์น้ำท่วม โดยที่งานดังกล่าวนั้นเป็นเรื่องที่มีหน่วยงานในระดับชาติเป็นผู้นำทางแต่ศูนย์บริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินนี้อยู่ที่ชุมชน (IEM) ได้ทบทวนข้อดีต่างของระบบ IEM นี้ แต่โดยพื้นฐานแล้ว สิ่งที่เป็นประโยชน์มากก็คือ การลดความซ้ำซ้อนของงานและค่าใช้จ่าย และการที่ใช้องค์กรและระบบบริหารที่ใหญ่ขึ้นทำให้เกิดการประหยัด (Economy of Scale)

ปัจจุบันนี้รัฐบาลต่าง ๆ พบว่า เป็นการยากที่จะเพิ่มหน่วยงานหรือองค์กรขึ้นอีก ทรัพยากรสำหรับการบริหารจัดการมีอยู่จำกัดจึงจำเป็นต้องหาวิธีที่จะลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพ แนวทางของระบบ IEM จะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังกล่าว

ในบทนี้ได้ใช้แนวคิดของ Coleman และ Granito ที่แบ่งการเผชิญเหตุฉุกเฉินออกเป็นขั้นตอนหรือส่วนต่าง ๆ ทั้งนี้ก็เพื่อนำแนวคิดของผู้อ่านไปยังส่วนที่เป็นเรื่องเฉพาะเจาะจงมากกว่าของการรับมือกับภัยน้ำท่วม ลักษณะของการควบคุมปกครอง กฎหมาย และบริบทการบริหารของแต่ละประเทศจะเป็นตัวกำหนดรายละเอียดขององค์กรและกระบวนการวางแผนที่จะใช้เพื่อการวางแผนเผชิญเหตุและจะต้อง

รวมไว้ในแผนอย่างรอบคอบ เจตนาของบทนี้ก็คือ การแนะนำแนวคิดของมาตรการเผชิญเหตุและเสนอรายการของสิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเป็นพื้นฐานให้ดำเนินการต่อไปได้

1.5 เอกสารอ้างอิง (References)

ดูจากเอกสารอ้างอิงในบทอื่น ๆ โดยเฉพะอย่างยิ่งจากส่วนที่ 2 บทที่ 6 และส่วนที่ 2 บทที่ 8

ภาคผนวก 1
ระบบการบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินแบบบูรณาการ
(The Integrated Emergency Management System)

ระบบการบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินแบบบูรณาการ (The Integrated Emergency Management System, IEM)

จุดประสงค์ของระบบ IEM คือเพื่อพัฒนาและคงไว้ซึ่งขีดความสามารถในการบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินทั่วประเทศได้อย่างน่าเชื่อถือ โดยการผสมผสานกิจกรรมตามสายงานของรัฐบาลในทุกระดับและในขอบเขตที่สามารถทำได้กับภัยพิบัติทุกเรื่อง

รัฐบาลระดับรัฐและท้องถิ่นสามารถบรรลุจุดประสงค์ดังกล่าวได้ ด้วย (1) กำหนดภัยพิบัติและขนาดของความเสี่ยงในลักษณะที่คงเส้นคงวาและสมเหตุผล (2) ประเมินขีดความสามารถที่มีอยู่และที่จำเป็นสำหรับภัยพิบัติเหล่านั้น และ (3) จัดทำแผนงานที่ออกแบบให้เหมาะสมสำหรับรัฐและท้องถิ่น ซึ่งกำหนดกิจกรรมที่จำเป็นสำหรับการปิดช่องว่างระหว่างขีดความสามารถที่มีอยู่กับที่ต้องการ ความพยายามดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกันและต้องดำเนินการไปตามลำดับ การแยกแยะภัยพิบัติจะใช้เป็นพื้นฐานในการประเมินขีดความสามารถที่ยังขาดอยู่ตกบกพร่อง และขีดความสามารถที่ยังขาดอยู่นี้จะนำไปสู่การจัดเตรียมแผนพัฒนาขีดความสามารถซึ่งเป็นแผนหลายปี ขั้นตอนเริ่มต้นเหล่านี้เป็นจุดเริ่มต้นของการรวมกิจกรรมการบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินบนพื้นฐานของหน้าที่ในการรับมือภัยพิบัติหลากหลาย

ถึงแม้ IEMS เน้นย้ำการพัฒนาขีดความสามารถ แต่ในกระบวนการก็ยังตระหนักว่า การดำเนินการในปัจจุบันยังต้องทำตามแผนที่วางไว้ และด้วยทรัพยากรที่มีอยู่ และการดำเนินงานเหล่านี้มีผลสนับสนุนต่อการพัฒนาดังกล่าวได้ ดังนั้น ขั้นตอนนี้จึงมีเส้นทาง 2 สาย ทางที่หนึ่งคือ เน้นที่ขีดความสามารถและกิจกรรมที่อยู่ในปัจจุบัน (ขั้นตอนที่ 1–7) และอีกทางหนึ่งคือ เน้นที่การพัฒนาขีดความสามารถ (ขั้นตอนที่ 8–13)

ขั้นตอนที่ 1 : การวิเคราะห์ภัยพิบัติ (Hazard Analysis) รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นได้ ความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น และรู้ถึงขนาดของปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ ทั้งหมดนี้เป็นส่วนประกอบสำคัญในการวางแผนสถานการณ์ฉุกเฉิน จากนั้น ขั้นแรกนี้คือเขตปกครองนั้น ๆ จะต้องระบุภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้น และกำหนดผลกระทบของภัยแต่ชนิดที่อาจเกิดขึ้นต่อประชาชนและทรัพย์สิน งานนี้ไม่จำเป็นต้องละเอียดซับซ้อนจนเกินไป เพื่อให้ได้ผลที่เอามาใช้ประโยชน์ ที่สำคัญคือภัยพิบัติทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นและส่งผลกระทบต่อเขตการปกครองนั้น ๆ จะต้องได้รับการระบุและกำหนดไว้ในการวางแผนเผชิญเหตุสถานการณ์ฉุกเฉิน และความพยายามในการอพยพของเขตปกครอง

ขั้นตอนที่ 2 : การประเมินขีดความสามารถ (Capability Assessment) ขั้นตอนต่อไปสำหรับเขตการปกครองคือการประเมินขีดความสามารถที่มีอยู่ในปัจจุบันในการรับมือกับภัยพิบัติที่ระบุได้ตามขั้นตอนที่ 1 โดยประเมินตามมาตรฐานและเกณฑ์ของ FEMA กำหนดขึ้นเพื่อการทำงานบริหารจัดการภัยพิบัติพื้นฐาน เช่น การแจ้งเตือนและการเตือนภัย การอพยพ และการสื่อสารในสถานการณ์ฉุกเฉิน ข้อมูลที่ได้จะให้บทสรุปเกี่ยวกับขีดความสามารถที่มีอยู่ที่การวางแผนในปัจจุบันจะต้องยึดถือตาม (ขั้นตอนที่ 3) และนำไปสู่การระบุจุดอ่อนของเขตการปกครอง

ขั้นตอนที่ 3 : แผนปฏิบัติการสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Operation Plans) ควรพัฒนาแผนงานพร้อมรายละเอียดหน้าที่ที่สอดคล้องกับภัยพิบัติที่กำหนดในขั้นตอนที่ 1 กิจกรรมที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับภัยพิบัติแต่ละประเภทควรได้รับการอธิบายแยก

ออกไปโดยอาจใส่ไว้ในภาคผนวกของส่วนที่อธิบายหน้าที่ที่เหมาะสม แนวคิดนี้จะแตกต่างจากคำแนะนำเดิมที่เน้นการพัฒนาเฉพาะแต่ละภัยพิบัติ จะต้องทบทวนแผนที่มีอยู่และปรับปรุงในส่วนที่จำเป็นเพื่อให้แน่ใจว่าประยุกต์ใช้ได้กับภัยพิบัติทุก ๆ ภัยซึ่งอาจคุกคามต่อพื้นที่ รูปแบบที่แน่นอนของแผนสำคัญน้อยกว่าความมั่นใจว่ากระบวนการวางแผนดังกล่าวได้พิจารณาหน้าที่ในการทำงานต่าง ๆ ในมุมมองของการรับมือภัยพิบัติที่หลากหลายแล้ว

ขั้นตอนที่ 4 : การรักษาขีดความสามารถให้คงที่ (Capability Maintenance) เมื่อได้มีการพัฒนาแล้ว จะต้องรักษาขีดความสามารถที่จะใช้มาตรการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อภัยพิบัติใด ๆ ไว้ให้ได้ มิฉะนั้น มันจะถดถอยไปมากตามกาลเวลา จะต้องปรับแผนให้ทันสมัย จะต้องซ่อมบำรุงและทดสอบเครื่องมือเครื่องใช้ อบรมบุคลากร และทดสอบกระบวนการหรือระบบต่าง ๆ เป็นขั้นตอนสำคัญยิ่งสำหรับบางพื้นที่ปกครองซึ่งไม่มีประสบการณ์กับภัยพิบัติใหญ่ ๆ บ่อยครั้ง

ขั้นตอนที่ 5 : ความพยายามเพื่อบรรเทาภัย (Mitigation Efforts) จะต้องให้ความสำคัญต่อการบรรเทาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากภัยพิบัติ ทรัพยากรที่ใช้เพื่อจำกัดผลกระทบหรือลด หรือกำจัดภัยจะช่วยทำให้ความสูญเสียและความทุกข์ยากลดน้อยลงในอนาคต ตัวอย่างเช่น การบริหารจัดการการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม และการเข้มงวดของกฎหมายควบคุมอาคาร และกฎหมายด้านความปลอดภัยจะช่วยลดผลกระทบของภัยพิบัติในอนาคตลง การทุ่มเทความพยายามเพื่อบรรเทาผลกระทบจากภัยจะสามารถลดระดับที่ต้องมีเพื่อการดำเนินงานฟื้นฟู ด้วยเหตุนี้ จึงช่วยลดข้อบกพร่องของสมรรถภาพซึ่งอาจมีอยู่ ผลของความพยายามเหล่านี้จะแสดงให้เห็นเมื่อมีการวิเคราะห์ภัยพิบัติในอนาคต (ขั้นตอนที่ 1) และการประเมินขีดความสามารถ (ขั้นตอนที่ 2)

ขั้นตอนที่ 6 : การปฏิบัติการในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Operations) ความจำเป็นที่จะต้องปฏิบัติการในสถานการณ์ฉุกเฉินอาจเกิดขึ้นได้ทุกเมื่อ และจะต้องดำเนินการภายใต้แผนและทรัพยากรปัจจุบัน แม้ว่าจะมีแผนสำหรับปรับปรุงในอนาคต อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติการก็เป็นโอกาสให้ทดสอบขีดความสามารถที่มีอยู่ภายใต้สถานการณ์จริง

ขั้นตอนที่ 7 : การประเมินผล (Evaluation) ผลของการดำเนินงานในสถานการณ์ฉุกเฉิน (ขั้นตอนที่ 6) ควรได้รับการวิเคราะห์และประเมินในลักษณะเทียบขีดความสามารถที่มีอยู่และที่ต้องการ และพิจารณาเพื่อปรับปรุงขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 8 ซึ่งจะเป็นส่วนที่สำคัญเพื่อระบุความจำเป็นของการบรรเทาภัย (Mitigation) ในอนาคต และควรถือเป็นขั้นตอนสำคัญยิ่งของการประเมินแต่ละครั้ง ควรทำการทดสอบและฝึกซ้อมเพื่อการประเมินผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ภัยพิบัติมิได้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 : ข้อบกพร่องของขีดความสามารถ (Capability Shortfall) ความแตกต่างระหว่างขีดความสามารถที่มีอยู่จริงในปัจจุบันกับขีดความสามารถที่เหมาะที่แสดงอยู่ในมาตรฐานและเกณฑ์ของ FEMA เป็นสิ่งบ่งชี้ถึงความบกพร่องของขีดความสามารถ ในประเด็นที่ยังไม่มีเท่ากับมาตรฐานหรือเกณฑ์จะต้องได้รับการพิจารณาในลำดับแรก ระหว่างการจัดทำแผนพัฒนาระยะยาวหลายปีของพื้นที่ปกครอง (ขั้นตอนที่ 9)

ขั้นตอนที่ 9 : แผนพัฒนาระยะยาวหลายปี (Multiyear Development Plan) มีรากฐานมาจากข้อบกพร่องของขีดความสามารถที่ระบุในขั้นตอนที่ 8 พื้นที่ปกครองจะต้องจัดเตรียมแผนการพัฒนาระยะหลายปีที่ตรงตามสถานการณ์และความต้องการ แผนดังกล่าวควรกำหนดสิ่งที่ต้องทำเพื่อเพิ่มขีดความสามารถให้ถึงระดับที่กำหนด แผนนี้ควรครอบคลุมระยะเวลา 5 ปี เพื่อให้สามารถวางตารางและให้เงินสนับสนุนโครงการพัฒนาระยะยาวได้อย่างถูกต้อง แผนนี้ควรรวมโครงการและกิจกรรมบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อ

ดำเนินการโดยหน่วยที่รับผิดชอบตามกฎหมาย ไม่ว่าเงินสนับสนุนจะมาจากแหล่งใด เมื่อนำมาใช้รวมกับการวิเคราะห์ภัยพิบัติ และผลการ ประเมินขีดความสามารถ แผนงานเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการชี้แจงผู้บริหารให้เห็นความจำเป็นในการ พัฒนาและในการแสดงตารางกิจกรรมและโครงการตามหลักเหตุผล ซึ่งควรได้รับความสำคัญในระยะห้าปีข้างหน้า ในระดับรัฐ ข้อมูลนี้ควรนำมาใช้ในการพัฒนาแผนระยะยาวในระดับรัฐ เพื่อการให้ความช่วยเหลือแก่การทำงานในระดับท้องถิ่น และในการลำดับความสำคัญข้อกำหนดของรัฐเพื่อการให้ความช่วยเหลือทางด้านการเงินและเทคนิค ผ่านข้อตกลงในลักษณะความร่วมมือแบบบูรณาการ

ขั้นตอนที่ 10 : การเพิ่มการพัฒนารายปีให้มากขึ้น (Annual Development Increment) เมื่อมีแผนระยะยาวทำหน้าที่เป็นกรอบการทำงานเพื่อการพัฒนาขีดความสามารถในระยะเวลาหนึ่ง ขั้นตอนต่อไปคือ การกำหนดรายละเอียดสิ่งที่จะต้องดำเนินการในปีถัดไป สถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปี และอาจมีการดำเนินการมากหรือน้อยกว่าแผน ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้มีการปรับเปลี่ยนแผนการพัฒนาระยะยาวและในการกำหนดการเพิ่มขึ้นในปีถัดไป ด้วยกระบวนการนี้ ผู้จัดการสถานการณ์ฉุกเฉินสามาถแจ้งให้เจ้าหน้าที่ในท้องถิ่นของตนและหุ้นส่วนระดับรัฐทราบถึงรายละเอียดแผนงานที่จะดำเนินการในปีต่อไปและความช่วยเหลือด้านเทคนิคเพื่อสนับสนุนงานเหล่านี้ ระหว่างการดำเนินงาน IEMS ในตอนเริ่มต้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องกระบวนการรายงาน อย่างไรก็ตาม FEMA กำลังพิจารณาความเป็นไปได้ในการทำกระบวนการรายงานและตรวจสอบให้ง่ายขึ้นผ่านระบบอัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 11 : ทรัพยากรของรัฐ/ท้องถิ่น (State/Local Resources) รัฐบาลระดับรัฐหรือท้องถิ่นถูกคาดหวังให้เข้าร่วมในด้านการเงินและด้วยสิ่งอื่น ๆ เพื่อพัฒนาขีดความสามารถและดำเนินงานบำรุงรักษาดังเช่นที่เคยเป็นมาในอดีต กิจกรรมบางอย่างที่ระบุไว้ว่าเป็นการดำเนินงานเพิ่มขีดความสามารถประจำปี อาจทำได้โดยใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นตามลำพัง ขณะที่กิจกรรมอื่น ๆ อาจจำเป็นต้องได้รับความสนับสนุนจากหน่วยงานระดับรัฐหรือสหพันธรัฐ ไม่ว่าแหล่งการเงินและความสนับสนุนจะมาจากแหล่งกิจกรรมและโครงการ

ขั้นตอนที่ 12 : ทรัพยากรของรัฐบาลกลาง (Federal Sources) รัฐบาลกลางจะต้องจัดให้มีซึ่งนโยบายและคู่มือเกี่ยวกับขั้นตอน ความช่วยเหลือทางการเงิน ความช่วยเหลือด้านวิชาการ และทรัพยากรบุคคล เพื่อช่วยเหลือรัฐบาลระดับรัฐและรัฐบาลท้องถิ่นในการพัฒนาและคงไว้ซึ่งขีดความสามารถ ข้อตกลงความร่วมมือแบบบูรณาการของ FEMA กับรัฐต่าง ๆ จะยังคงทำเป็นทางไปสู่การให้เงินสนับสนุนแก่โครงการของ FEMA ที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว และสำหรับกิจกรรมที่ดำเนินงานตามรายปี

ขั้นตอนที่ 13 : การเพิ่มขึ้นของงานประจำปี (Annual Work Increment) เมื่อโครงการพัฒนาขีดความสามารถสิ้นสุดลงและกิจกรรมต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ความขาดความสามารถขององค์กรปกครองก็จะลดลง สิ่งที่ได้ปรับปรุงดีขึ้นนี้จะเห็นได้ในการประเมินขีดความสามารถและจุดอ่อน (ขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 8) ของกระบวนการทุกปี ซึ่งจะต้องปรับปรุงแผนปฏิบัติการฉุกเฉินให้สอดคล้องกับขีดความสามารถที่เพิ่มขึ้นด้วย และแผนพัฒนาระยะหลายปีก็ควรได้รับการปรับปรุงโดยนำความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวและประสบการณ์ที่ได้จากการฝึกซ้อมแผนและจากการปฏิบัติการฉุกเฉินจริงมาพิจารณา ซึ่งแต่ละรัฐควรเตรียมวิธีสำหรับการบันทึกและการรวบรวมงานในท้องถิ่นที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีด้วย

แหล่งที่มา : คัดลอกมาจากเอกสาร FEMA The Integrated Emergency Management System : Process Overview, CPG 1–100 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1983).

ภาคผนวก 2
ระยะดำเนินงาน 4 ระยะ ของการบริหารจัดการสถานการณ์ฉุกเฉินแบบบูรณาการ
(The Four Phases of Comprehensive Emergency Management)

ระยะที่ (Phases) :	มาตรการทั่วไป (General Measures) :
ระยะบรรเทาภัยที่จะเกิดขึ้น (Mitigation) : การดำเนินงานที่ทำเพื่อกำจัดหรือลดระดับของความเสี่ยงระยะยาวที่มีต่อชีวิตมนุษย์และทรัพย์สินจากภัยพิบัติ (การบรรเทาภัยนี้ อนุมานว่า ไม่ว่าจะเกิดความเสี่ยงกับสังคมหรือไม่ในกรณีที่เกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน)	พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (Building Codes) การประกันความเสียหายจากภัยพิบัติ (Disaster Insurance) ระบบสารสนเทศภัยพิบัติ (Hazard Information Systems) การบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Management) การวิเคราะห์ภัยพิบัติ (Hazard Analysis) การครอบครองที่ดิน (Land Acquisition) การตรวจตราและติดตามผล (Monitoring Inspection) การให้ความรู้แก่สาธารณะ (Public Education) การวิจัย (Research) การย้ายถิ่นฐาน (Relocation) การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัย (Risk Mapping) พระราชบัญญัติความปลอดภัย (Safety Codes) การออกกฎหมาย (Statutes/Ordinances) แรงจูงใจด้านภาษี (Tax Incentives/Disincentives)
ระยะเตรียมความพร้อม (Preparedness) : คือการดำเนินงานที่ทำก่อนหน้าการเกิดสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อพัฒนาความสามารถในการดำเนินงานและทำให้เกิดการรับมือได้อย่างมีประสิทธิภาพหากมีสถานการณ์ฉุกเฉินเกิดขึ้น	ความพร้อมภาครัฐ (Continuity of Government) ระบบการเผยแพร่ข่าวสารในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Broadcast System) ศูนย์ปฏิบัติการในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Operation Centers) แผนปฏิบัติการในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Operation Plans) สารสนเทศสาธารณะในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Public Information Materials) แผนฝึกซ้อม (Exercise of Plans/System) ข้อตกลงความช่วยเหลือร่วมกัน (Mutual Aid Agreements)

	การบริหารจัดการทรัพยากร (Resource Management) การฝึกอบรมบุคลากรเพื่อรับมือ (Training Response Personnel) ระบบเตือนภัย (Warning Systems)
ระยะเผชิญเหตุ (Response) : คือการดำเนินงานที่ทำในทันที ก่อน ระหว่าง และหลังการเกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน เพื่อรักษาชีวิต ลดความเสียหายที่มีต่อทรัพย์สิน และเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพในการฟื้นฟู	การผลักดันแผนฉุกเฉิน (Emergency Plan Activation) การผลักดันระบบการเผยแพร่ข่าวสารในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Broadcast System Activation) ข้อแนะนำต่อสาธารณะในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Instructions to Public) การช่วยเหลือทางการแพทย์ในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Assistance) การจัดตั้งคณะทำงานศูนย์ปฏิบัติการในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Staffing the Emergency Operation Centers) การเตือนภันแก่สาธารณะอย่างเป็นทางการ (Public Official Alerting) การตั้งรับและการดูแล (Reception and Care) การอพยพ (Shelter/Evacuation) การค้นหาและการช่วยเหลือ (Search and Rescue) การเคลื่อนย้ายทรัพยากร (Resource Mobilization) การผลักดันระบบเตือนภัย (Warning Systems Activation)
ระยะพื้นฟู (Recovery) : เป็นกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งระยะสั้นและระยะยาวที่ออกแบบขึ้นเพื่อสนับสนุนการดำรงชีวิตของผู้ประสบภัยให้กลับสู่สภาวะปกติ และยกระดับคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น	การให้คำปรึกษา (Crisis Counselling) การประเมินความเสียหาย (Damage Assessment) การกำจัดเศษซาก (Debris Clearance) การกำจัดการเปื้อนสาร (Decontamination) ศูนย์ช่วยเหลือภัยพิบัติ (Disaster Assistance Centers) การจ่ายค่าประกันความเสียหาย (Disaster Insurance Payments) ระบบการให้กู้เงินแก่ผู้ประสบภัย (Disaster Loans and Grants)

การช่วยเหลือการจ้างงานแก่ผู้ประสบภัย (Disaster Unemployment Assistance)
สารสนเทศสาธารณะ (Public Information)
การประเมินผลแผนฉุกเฉินใหม่ (Reassessment of Emergency Plans)
การก่อสร้างใหม่ (Reconstruction)
การสร้างบ้านชั่วคราว (Temporary Housing)

แหล่งข้อมูล : Emergency Management Principles and Practice for Local Government. Editors: Thomas E. Drabek and Gerald J. Hoetmer, Published by the International City Management Association, 1991.

III–II การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting)

เขียนโดย Dr. S. Bruk

2.1 แนวคิดพื้นฐาน (Basic Concepts)

การดำเนินงานที่ทำระหว่างเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมเพื่อป้องกันความเสียหายและการวิบัติที่มีต่ออาคารควบคุมน้ำท่วม ตลอดจนการผันน้ำท่วมออกจากพื้นที่อ่อนไหว โดยทั่วไปมักเรียกว่า การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting) การสู้ภัยน้ำท่วมนี้มักดำเนินงานไปพร้อมกับการอพยพ และการกันน้ำท่วม ซึ่งเป็นมาตรการในสถานการณ์ฉุกเฉินที่มีวัตถุประสงค์เพื่อบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วมที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออาคารป้องกันและควบคุมน้ำท่วม และมาตรการต่าง ๆ ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่มีประสิทธิภาพหรือประสบความล้มเหลว

มาตรการและวิธีการเพื่อการสู้ภัยน้ำท่วมมีหลากหลาย แต่ทั้งนี้จะต้องปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสภาพท้องถิ่น กิจกรรมพื้นฐานที่ต้องดำเนินการมีดังตัวอย่างต่อไปนี้

- การปฏิบัติงานในสถานการณ์ฉุกเฉินของระบบการควบคุมและป้องกันน้ำท่วมก่อนและระหว่างเกิดน้ำท่วม (ก็คือการปฏิบัติตามกระบวนการทำงานของอาคารเพื่อการบริหารจัดการและควบคุมน้ำท่วม)
- การป้องกันเชิงรุก การเสริมความแข็งแรง และการซ่อมแซมอาคารควบคุมและป้องกันน้ำท่วมระหว่างการเกิดน้ำท่วม
- การสร้างอาคารฉุกเฉิน (ตามแผนงานที่กำหนดไว้ก่อนและที่ปรับปรุงระหว่างเกิดน้ำท่วม)
- มาตรการฉุกเฉินเพื่อลดปริมาณน้ำท่วมด้วยการจัดหาแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่ที่ได้รับการป้องกันหรือไม่ได้ป้องกัน
- การเคลื่อนย้ายสิ่งกีดขวางที่เป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำ เช่น เศษตะกอน วัตถุที่ลอยมา ฯลฯ
- การทำให้เศษตะกอน หรือธารน้ำแข็ง หรือวัตถุที่ลอยมา สามารถไหลข้ามฝายหรือเขื่อน
- การผันน้ำท่วมออกจากพื้นที่อ่อนไหว แม้แต่จะต้องทำให้น้ำไปท่วมพื้นที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจน้อยกว่าก็ตาม

การสู้ภัยน้ำท่วมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของมาตรการแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อลดภัยพิบัติจากน้ำท่วม และจำเป็นจะต้องได้รับการพิจารณาว่าเป็นส่วนหนึ่งของแผนและโครงการป้องกันน้ำ

ท่วม ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการวางแผนอย่างรัดกุมและด้วยองค์ความรู้ระดับมืออาชีพ และได้แรงสนับสนุนจากกลุ่มสังคมที่ต้องรับความเสี่ยง รวมทั้งหน่วยงานทางกฎหมายและทางการบริหารในระดับสูง

สิ่งที่สำคัญที่สุดของมาตรการสู้ภัยน้ำท่วมคือ การเตรียมความพร้อมของบุคลากรที่เกี่ยวข้องทุก ๆ คน การมีเทคนิควิธีและทรัพยากรพร้อม และได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานที่มีอำนาจหน้าที่โดยเฉพาะ และความร่วมมือจากสาธารณชน

ความหลากหลายของสถานการณ์สู้ภัยน้ำท่วมบ่งบอกว่าแต่ละกรณีจะต้องได้รับการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบของตน คู่มือฉบับนี้แสดงเฉพาะหลักการทั่วไปซึ่งใช้ได้กับกรณีส่วนใหญ่ แต่เป็นหน้าที่ขององค์กรวิชาชีพที่เกี่ยวข้องที่จะต้องค้นหาวิธีการดำเนินงานที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกรณีไป

2.2 ความหลากหลายของงานสู้ภัยน้ำท่วมและวิธีการ (Diversity of Flood Fighting Tasks and Methods)

งานสู้ภัยน้ำท่วมและวิธีการขึ้นอยู่กับลักษณะของน้ำท่วม ธรรมชาติของพื้นที่ป้องกัน การตั้งถิ่นฐานและทรัพย์สิน ประเภทของอาคารป้องกันน้ำท่วม และปัจจัยตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นอื่น ๆ อีกมากมาย เนื้อหาต่อไปนี้เป็นการสรุปลักษณะที่สำคัญบางประการ

2.2.1 ลักษณะของน้ำท่วม (Flood Characteristics)

มาตรการสู้ภัยน้ำท่วมขึ้นอยู่กับธรรมชาติของน้ำท่วมที่กำลังเริ่มก่อตัว ซึ่งสามารถจัดกลุ่มตามสถานการณ์แบบใดแบบหนึ่ง หรือหลายแบบดังนี้

- มีระดับน้ำขึ้นสูงมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้เกิดน้ำล้นคันกั้นน้ำหรือทำนบกันน้ำท่วม หรือท่วมขังในพื้นที่ที่ไม่ได้ป้องกัน
- มีปริมาณน้ำไหลสูงจนเกินไป ซึ่งเกินความจุของแม่น้ำและทางระบายน้ำ
- มีระดับน้ำท่วมสูงเป็นเวลานาน ซึ่งอาจทำให้คันดินกั้นน้ำอ่อนตัวจนกระทั่งเกิดการพังทลาย
- ปริมาณน้ำท่วมสูงจนเกินไปจนไปเติมปริมาตรเก็บกักว่างของอ่างเก็บน้ำจนเต็ม
- กัดเซาะตลิ่งแม่น้ำ หรือทำลายอาคารป้องกัน เนื่องจากความสามารถในการพัดพาตะกอนเพิ่มสูงขึ้น
- มีเศษตะกอน หรือธารน้ำแข็ง ทำให้เกิดการอุดตันหรือเกิดความเสียหายจากผลกระทบทางกายภาพ หรือแรงกระทำต่อสะพาน และอาคารควบคุมน้ำท่วมที่มากจนเกินไป
- การตกตะกอนของกรวด ทราย หรือโคลนเลนในพื้นที่น้ำท่วม
- มลภาวะของน้ำและตะกอนซึ่งส่งผลเสียต่อสุขภาพ

2.2.2 พื้นที่ป้องกัน (Protected Area)

วิธีการสู้ภัยน้ำท่วมขึ้นอยู่กับประเภทของพื้นที่ป้องกันได้แก่

- เมืองและที่ตั้งถิ่นฐานซึ่งอาจเกิดความเสียหายขึ้นกับบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และสถานที่สาธารณะ เป็นต้น
- พื้นที่เกษตรกรรมซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความเสียหายขึ้นกับแปลงเพาะปลูกและโรงเก็บผลผลิต พืชพันธุ์ ปศุสัตว์ ป่าไม้ ประมง เป็นต้น
- โครงสร้างพื้นฐาน ที่ความเสียหายเกิดขึ้นกับทางรถไฟ ถนน สะพาน จุดตัดผ่านท่อสายโทรศัพท์ เป็นต้น
- โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์และพลังงานความร้อน โรงกลั่นเหมืองแร่ เป็นต้น
- อาคารบริหารจัดการน้ำ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ท่อรับน้ำ ระบบส่งน้ำ ระบบชลประทาน คลอง ท่อปิด รวมทั้งระบบควบคุมและป้องกันน้ำท่วมซึ่งเป็นการลงทุนที่สำคัญ

2.2.3 รูปแบบของการวิบัติ (Modes of Failure)

วิธีการสู้ภัยน้ำท่วมจะถูกดัดแปลงเพื่อรับมือกับรูปแบบต่าง ๆ ของการวิบัติของอาคารป้องกันน้ำท่วมที่ได้คาดการณ์ไว้ เช่น

- การวิบัติของระบบตามแนวตรง เช่น คันกั้นน้ำ กำแพงกันน้ำท่วม ทำนบ ซึ่งการวิบัติอย่างฉับพลันอาจก่อให้เกิดการไหลข้าม การชะโพรง การกัดเซาะ การชะล้าง การพังทลาย การกัดเซาะตลิ่ง และผลของเศษตะกอนที่ลอยมา
- ความสามารถในการรับน้ำที่ลดลงของทางน้ำ ทางระบายน้ำท่วม และทางเบี่ยงน้ำท่วม เป็นต้น เนื่องจากมีเศษซากตะกอนหรือน้ำแข็งมากีดขวางการไหลของน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตรงส่วนคอดของทางน้ำ เช่น สะพาน ฝาย ฯลฯ
- การวิบัติของเขื่อน ฝาย เขื่อนทดน้ำ จะส่งผลให้เกิดคลื่นน้ำท่วมที่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง
- ความล้มเหลวของระบบระบายน้ำในพื้นที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่เกษตรกรรม
- ความล้มเหลวของระบบระบายน้ำในชุมชนเมืองก่อให้เกิดน้ำท่วมภายในพื้นที่เมืองที่ป้องกันไว้แล้ว

2.3 หลักการทั่วไปของการสู้ภัยน้ำท่วม (General Principles of Flood Fighting)

ถึงแม้ว่าวิธีการสู้ภัยน้ำท่วมและการปฏิบัติจะมีความหลากหลาย แต่ก็ยังมีหลักการโดยทั่วไปที่ใช้ได้กับทุกสถานการณ์ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- น้ำท่วมสูงสุด (Extreme Flood) ตามคำนิยามแล้วคือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ยาก อาจเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวในรอบหลายทศวรรษหรือหลายศตวรรษ น้ำท่วมใหญ่ (Large Flood) อาจไม่เกิดเคยขึ้นมาหลายช่วงอายุคน แต่เมื่อเกิดน้ำท่วมสูงสุดขึ้นในพื้นที่ การเตรียมพร้อมเพื่อสู้ภัยน้ำท่วมจึงเป็นหลักการที่สำคัญ ประกอบด้วยแผนสู้ภัยน้ำท่วมเฉพาะ โนว์–ฮาว องค์ความรู้ ความพร้อมของวิธีการทางด้านเทคนิค (ยกตัวอย่างเช่น การจัดเก็บสำรองวัสดุ เช่น กระสอบทราย และเครื่องสูบน้ำที่มีอยู่ ฯลฯ) กำลังคน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสู้ภัยน้ำท่วม ผู้นำที่มีความรับผิดชอบ และความพร้อมทางด้านการเงิน
- เพื่อให้แผนงานสู้ภัยน้ำท่วมมีประสิทธิภาพควรจะต้องรวมการพยากรณ์น้ำท่วมที่มีความแม่นยำ และผลการปฏิบัติงานของระบบที่ช่วยลดปริมาณน้ำท่วมที่สามารถคาดการณ์ได้
- การสู้ภัยน้ำท่วมควรจะหลีกเลี่ยงการดำเนินการอย่างกระทันหัน (Improvisation) แต่ควรยึดถือตามแผนงานฉุกเฉินที่ได้เตรียมการไว้อย่างดี ซึ่งได้พัฒนาบนรากฐานของการประเมินผลและการศึกษาเพื่อหาสาเหตุที่เป็นไปได้ของความเสียหายจากน้ำท่วม
- แผนงานสู้ภัยน้ำท่วมควรเป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์การบริหารจัดการน้ำท่วมที่ออกแบบไว้เป็นอย่างดี ซึ่งในแผนงานดังกล่าวจะต้องระบุเขตที่มีความสำคัญสูงให้ชัดเจน และการเตรียมเสียสละพื้นที่ที่คาดการณ์ว่ามีความสำคัญน้อยกว่า ดังนั้น แผนสู้ภัยน้ำท่วมจะต้องเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับมาตรการสถานการณ์ฉุกเฉินอื่น ๆ เช่น การอพยพประชาชนและทรัพย์สินไปยังพื้นที่ปลอดภัย การกันน้ำท่วมให้กับอาคารต่าง ๆ
- การสู้ภัยน้ำท่วมมีแง่มุมด้านองค์กรและการบริหารงาน รวมทั้งการออกกฎหมายในระดับต่างๆ ได้แก่ ระดับภูมิภาค ระดับชาติ และระดับนานาชาติ
- ความพร้อมทางการเงินเพื่อการสู้ภัยน้ำท่วมเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้น องค์ประกอบที่สำคัญของแผนคือค่าใช้จ่ายและการจัดทำงบประมาณ ตลอดจนคำสั่งการที่ชัดเจนว่าจะต้องจัดให้มีวิธีทางการเงินอย่างไร
- ความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันในสังคมเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อสู้ภัยน้ำท่วม และสามารถแสดงออกได้ในหลายระดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของภัยน้ำท่วมทั้งในระดับภูมิภาค ระดับชาติ และระดับนานาชาติ
- แผนสู้ภัยน้ำท่วมไม่สามารถคงอยู่ได้หากไม่ปรับเปลี่ยนเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากองค์ประกอบทั้งหมดด้านความเสี่ยงน้ำท่วม ทรัพย์สินที่เกิดความเสียหายและวิธีการ

ดำเนินงานต่าง ๆ ปรับเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น งานวิจัยถือเป็นส่วนสำคัญในการสู้ภัยน้ำท่วม เพราะจะช่วยให้แผนงานมีลักษณะที่เหมาะสมและทันต่อการพัฒนา

- ความร่วมมือระหว่างประเทศเป็นสิ่งสำคัญในลุ่มน้ำที่มีลักษณะทางน้ำข้ามพรมแดนประเทศ และจะต้องกำหนดไว้เป็นข้อตกลงและแผนงานสู้ภัยน้ำท่วมร่วมกันของคู่สัญญาที่เกี่ยวข้อง

2.4 การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting)

การสู้ภัยน้ำท่วมจะสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับว่าสังคมนั้น ๆ ได้เตรียมการที่จะเผชิญกับอันตรายและสนองตอบอย่างเหมาะสมไว้มากน้อยแค่ไหน

2.4.1 ข้อพิจารณาทางด้านเทคนิค (Technical Aspects)

เนื่องจากสถานการณ์ในการสู้ภัยน้ำท่วมที่เป็นไปได้มีความแตกต่างหลากหลายกันออกไป จึงจำเป็นจะต้องมีการเตรียมพร้อมที่ดีและมีความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค และมาตรการที่พร้อมในการนำไปใช้เมื่อเกิดความจำเป็น ในกรณีสถานการณ์ฉุกเฉิน การดำเนินงานอย่างฉับพลันด้วยปฏิภาณโดยไม่มีแผนงานอาจไม่เหมาะสม ไม่มีประสิทธิภาพ หรือก่อให้เกิดอันตรายโดยตรงดังเช่นหลายกรณีตัวอย่างที่เคยเกิดขึ้นในอดีต

มาตรการสู้ภัยน้ำท่วมควรมีพื้นฐานจากแผนงานที่ชัดเจนและไม่กำกวม ซึ่งมีตัวอย่างสถานการณ์ของภัยน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ แผนงานเหล่านี้มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่

- การประเมินความเสี่ยงน้ำท่วม
- การจัดเขตพื้นที่ป้องกันหรือพื้นที่ไม่ป้องกันโดยอาศัยข้อมูลความเสี่ยงน้ำท่วม
- การจัดทำบัญชีแสดงรายการของระบบควบคุมหรือป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่
- การวิเคราะห์การวิบัติของอาคารป้องกันน้ำท่วมที่สามารถเกิดขึ้นได้ หรือแสดงความคืบหน้าของการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ไม่ได้ป้องกันที่มีความเสี่ยงน้ำท่วม
- การวิเคราะห์วิธีการทางเทคนิคเพื่อรับมือกับการวิบัติของอาคารป้องกันน้ำท่วมระหว่างการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม
- การศึกษาถึงสถานการณ์น้ำท่วมที่อาจเพิ่มระดับความรุนแรงได้ หากระบบป้องกันน้ำท่วมบางส่วนทำงานผิดพลาด
- การวางแผนจัดทำแนวป้องกันลำดับที่ 2, 3 และลำดับถัดไป หากระบบป้องกันตามแนวยาวเกิดการวิบัติอย่างต่อเนื่อง (คัน/ทำนบ)
- การวางแผนมาตรการสำหรับป้องกันน้ำท่วมในชุมชนเมืองโดยการปิดรอยรั่วของกำแพงกันน้ำท่วม การเสริมความแข็งแรงของตลิ่ง การปิดท่อระบายน้ำที่เปิดทิ้งค้าง เป็นต้น

- การศึกษาหลักการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำซึ่งอาจช่วยเก็บกักน้ำในช่วงปริมาตรน้ำท่วมสูงสุดไหลเข้าอ่าง และการสงวนพื้นที่กักเก็บน้ำไว้สำหรับการใช้งานในช่วงปกติหรือในกรณีพิเศษ เป็นต้น
- การวางแผนมาตรการถอยร่นตามลำดับ การยอมเสียพื้นที่ที่มีความสำคัญน้อยกว่า และการป้องกันพื้นที่ที่มีความสำคัญมากกว่า
- การกำหนดวิธีการทางเทคนิคที่จำเป็นและกำลังคนที่จะใช้ในการดำเนินงานสู้ภัยน้ำท่วมระยะต่าง ๆ
- การประมาณการค่าใช้จ่ายของการสู้ภัยน้ำท่วมในสถานการณ์ต่าง ๆ กัน

การลงตรวจสอบในพื้นที่ (Field Inspection) เป็นประเด็นที่สำคัญยิ่งในระยะการเตรียมการ โดยจะต้องรวมการตรวจสอบอาคารเพื่อการป้องกันน้ำท่วม เช่น ทำนบ อาคารป้องกันตลิ่ง กำแพงกันน้ำ คันกั้นน้ำ เขื่อน ฝาย ทางเบี่ยงน้ำ ทางระบายน้ำท่วมฉุกเฉิน ฯลฯ และอาคารที่อาจมีความสำคัญเพิ่มขึ้นมาระหว่างน้ำท่วม เช่น ท่อระบายน้ำทิ้ง ท่อระบายน้ำ ทางที่อาจใช้ระบายน้ำท่วมได้ ฯลฯ การลงตรวจสอบในพื้นที่ควรได้รับข้อมูลที่ช่วยสนับสนุนซึ่งเป็นบัญชีแสดงรายการอาคารที่มีการปรับปรุงให้ทันสมัยเป็นระยะ ๆ และมีการจัดเก็บเป็นอย่างดี พร้อมรายละเอียดที่จำเป็น ซึ่งรายการดังกล่าวจะต้องได้รับการตรวจสอบและบันทึกภายหลังจากการลงพื้นที่ตรวจสอบ องค์ประกอบบางประการจะต้องได้รับการควบคุมให้คงที่ด้วยการบันทึกอย่างต่อเนื่อง และบางอย่างจะต้องได้รับการตรวจสอบเป็นครั้งคราวตามช่วงระยะเวลาที่ได้วางแผนไว้

การตรวจสอบจะต้องดำเนินการตามแผนที่มีคำแนะนำไว้อย่างชัดเจนโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางและอาศัยวิธีการทางเทคนิคที่ทันสมัย ผลของการตรวจสอบจะต้องรายงานไปยังหน่วยบัญชาการ มีการบันทึกอย่างครบถ้วน และมีการตอบสนองตามที่จำเป็นด้วยการทำการปรับปรุง การซ่อมแซมส่วนที่เสียหาย การถมช่องขาด และการเคลื่อนย้ายสิ่งกีดขวางในช่องทางที่ใช้ระบายน้ำท่วมได้ เป็นต้น

แผนงานสู้ภัยน้ำท่วมควรต้องมีการประชาพิจารณ์ที่ได้รับการพิจารณาโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางและเป็นที่ยอมรับของสาธารณชน และถูกรวมไว้ในการออกกฎหมายที่ระดับที่เหมาะสม

2.4.2 ประเด็นทางด้านกฎหมาย การบริหารงาน และองค์กร (Legal, Administrative and Institutional Aspects)

การสู้ภัยน้ำท่วมสร้างความตึงเครียดให้กับสังคมที่ได้รับผลกระทบ ดังนั้น ควรจะรวมไว้ในการออกกฎหมายในระดับต่าง ๆ ได้แก่ ระดับท้องถิ่น ระดับเทศบาล ระดับภูมิภาค ระดับรัฐ ระดับชาติ และระดับนานาชาติ ตามที่จำเป็นสำหรับภัยพิบัติรูปแบบต่าง ๆ

การออกกฎหมายควรกำหนดหน้าที่รับผิดชอบให้ชัดเจนในทุกระยะ ตั้งแต่ระยะเตรียมการ ระยะที่เกิดเหตุการณ์ และระยะหลังเกิดเหตุการณ์ และจะต้องกำหนดหน่วยบัญชาการที่รับผิดชอบและมีอำนาจตามที่จำเป็นและจัดเตรียมวิธีการทางการเงิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางด้านกฎหมายและระบบการเมือง รวมทั้งองค์กรที่รับผิดชอบควรจะถูกกำหนดในทุกระยะ และหากจำเป็นอาจจะต้องระบุตัวบุคคลสำหรับในกรณีฉุกเฉิน

บัญชีแสดงรายการเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในความครอบครองของสาธารณะหรือรัฐวิสาหกิจ หรือของส่วนบุคคล ควรจัดเก็บให้ทันสมัย และจัดทำข้อกำหนดที่ชัดเจนเกี่ยวกับการระดมกำลังและนำไปใช้งานโดยหน่วยบัญชาการที่รับผิดชอบได้

ควรดำเนินการเช่นเดียวกันในเรื่องกำลังคนที่จำเป็นเพื่อการป้องกันน้ำท่วม รวมทั้งการระดมองค์กรวิชาชีพ ประชาชนที่ต้องเคลื่อนย้าย กองทัพ เป็นต้น

อีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญในเรื่องของการออกกฎหมายคือ การระบุแหล่งเงินที่จำเป็นเพื่อการดำเนินการด้านการเงินให้ครอบคลุมค่าใช้จ่ายในการสู้ภัยน้ำท่วมทั้งหมด รวมทั้งค่าใช้สอยในการใช้วัสดุ วิธีการทางเทคนิค และกำลังคน วิธีการในการเบิกจ่ายจากแหล่งเงินต่าง ๆ ที่มีความโปร่งใสและชอบธรรมเป็นสิ่งสำคัญยิ่งเพื่อป้องกันความล่าช้าและการหลบเลี่ยงความรับผิดชอบในด้านหนึ่ง และการดำเนินงานทางการเงินที่ไม่เหมาะสมในอีกด้านหนึ่ง

2.4.3 การมีส่วนร่วมของสาธารณชน (Public Participation)

ประชาชนที่ได้รับผลกระทบจะต้องรับทราบข่าวสารเป็นอย่างดีเกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้และมาตรการซึ่งประชาชนจะต้องเผชิญ วิธีการทั่วไปสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในการให้ข้อมูลสาธารณชนตามความจำเป็นและตามสถานการณ์ที่แตกต่างกันไปในแต่ละสังคม

เนื่องจากการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมโดยเฉพาะในพื้นที่ป้องกันมักไม่ค่อยเกิดขึ้น และอันตรายจากน้ำท่วมดูเหมือนจะเป็นเรื่องไกลตัว ด้วยเหตุนี้ ประชาชนมีแนวโน้มที่จะประเมินเหตุการณ์ต่ำไป หรือแม้กระทั่งมองข้ามความเสี่ยงเหล่านั้น ซึ่งทำให้ยากสำหรับหน่วยงานที่รับผิดชอบ และผู้ปฏิบัติงานวิชาชีพต่าง ๆ ที่จะรักษาความเตรียมพร้อมของประชาชนให้อยู่ในระดับที่สูงพอ

วิธีการสื่อสารที่มีอยู่ทั้งหมดจะต้องนำออกมาใช้โดยเฉพาะกลุ่มของสื่อสารมวลชน เช่น โทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ ฯลฯ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ประกาศที่ให้รายละเอียดสำคัญเกี่ยวกับอุทกภัย และมาตรการสู้ภัยน้ำท่วมที่คาดการณ์ไว้จะต้องปิดไว้ในสถานที่ที่สำคัญและมองเห็นได้ชัด เช่น การขนส่งสาธารณะ ห้องสมุด อาคารสำนักงาน โรงเรียน ฯลฯ และจะต้องเรียกความสนใจจากประชาชน

เป็นครั้งคราวด้วยมาตรการการฝึกอบรมโดยมีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางและประชาชนทั่วไปเข้าร่วม ซึ่งจะต้องประกาศข่าวสารเหล่านี้ไว้ในสื่อ และจัดให้มีการประชุมหรือประชาพิจารณ์เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในวงกว้าง

2.4.4 การฝึกอบรมและการเตรียมพร้อมด้านบุคลากร (Training and Preparedness of Personnel)

ในบางภูมิภาค คนหลายชั่วรุ่นอาจไม่เคยได้เผชิญกับเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ที่เกิดขึ้น ดังนั้น จึงไม่สามารถคาดหวังได้ว่าจะมีการส่งต่อประสบการณ์ตรงจากรุ่นหนึ่งไปอีกรุ่นหนึ่งถึงวิธีที่ต้องปฏิบัติและรับมือเมื่อเหตุการณ์น้ำท่วมในปริมาณที่ไม่คาดฝันเกิดขึ้น ดังนั้น จะต้องรักษาระดับของการเตรียมพร้อมด้วยการจัดฝึกอบรมเป็นระยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกองทัพ หรือองค์กรอื่น ๆ ที่ต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่เกิดได้ยากนี้ ประสบการณ์ที่สั่งสมกันมาควรจัดเก็บไว้อย่างดีในรูปแบบของเอกสารลายลักษณ์อักษร ภาพถ่าย ฟิล์ม เป็นต้น อีกแนวทางหนึ่งที่ดียิ่งคือการจัดเก็บประสบการณ์ไว้ในรูปของระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาไว้อย่างเหมาะสม (Suitably–Developed Expert System)

ในระยะของการเตรียมการซึ่งอาจใช้เวลานานหลายปีหรือหลายทศวรรษ ควรจัดให้มีการฝึกอบรมเป็นประจำ รวมทั้งการซักซ้อมสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อสู้ภัยน้ำท่วม โดยกำหนดสถานการณ์สมมติของเหตุการณ์น้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างละเอียดและเป็นมืออาชีพ และมอบหมายหน้าที่ในการรับมือให้แก่สาธารณชน กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง และบุคคลทั่วไป เพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าวนี้ อาจพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ง่ายต่อการใช้งาน จัดฝึกอบรมผู้เกี่ยวข้องกับการสู้ภัยน้ำท่วมทั้งหมด และดึงความสนใจจากภาคประชาชนให้เข้าร่วมในการซักซ้อมการสู้ภัยน้ำท่วมดังกล่าวได้

การทำงานในพื้นที่จะต้องจัดทำบัญชีแสดงรายการอาคารเพื่อการควบคุมน้ำท่วมทั้งหมดไว้อย่างเป็นระบบ และมีความทันสมัยอยู่เสมอ พร้อมทั้งจัดให้มีการติดตามผลปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดอย่างถาวรที่อิทธิพลต่อการทำงานของระบบป้องกัน ในทำนองเดียวกัน การจัดทำบัญชีแสดงรายการและการติดตามผลควรครอบคลุมทั้งวัตถุทั้งที่เป็นธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการก่อตัวเป็นน้ำท่วม และก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินทั้งในพื้นที่ป้องกันและพื้นที่ไม่ป้องกัน อาคารทั้งหมดจะต้องได้รับการสังเกตการณ์และตรวจสอบเป็นประจำ เช่น สภาพของคันกั้นน้ำ และพื้นที่ในส่วนที่จะสร้างคันกั้นน้ำ ความสามารถในการรับน้ำของแม่น้ำ คลองลัด และทางระบายน้ำท่วม

การดำเนินงานขององค์กรวิชาชีพที่รับผิดชอบด้านการป้องกันน้ำท่วมควรได้รับการสนับสนุนโดยมีเครื่องมือทางกฎหมายรองรับ เช่น กฎหมาย พระราชบัญญัติ ระเบียบ ฯลฯ และสิ่งเหล่านี้จะต้องมีความทันสมัยและสามารถปรับเปลี่ยนได้หากจำเป็น

สิ่งสำคัญที่สุดคือจะต้องมีความคิดที่ชัดเจนว่าน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นได้นั้นจะพัฒนาตัวอย่างไร จุดเปราะบางของระบบป้องกันน้ำท่วม เทคนิคต่าง ๆ และวิธีการทางเทคนิคที่มีอยู่เพื่อการซ่อมแซมระหว่างเหตุการณ์น้ำท่วม มาตรการในสถานการณ์ฉุกเฉินที่หน่วยบัญชาการบังคับใช้ เป็นต้น ควรตระหนักว่าในบางครั้งเมื่อเกิดความวุ่นวายสับสนอันเนื่องมาจากน้ำท่วม มาตรการบางอย่างอาจถูกละเลยไม่ได้นำมาใช้หรือเป็นการปฏิบัติการที่ผิดพลาดและเป็นอันตรายอาจได้เริ่มต้นขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ในเมืองใหญ่ควรปิดปากท่อระบายน้ำทิ้งในส่วนที่ติดแม่น้ำเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำท่วมจากแม่น้ำไหลเข้ามาในเมืองผ่านระบบท่อระบายน้ำทิ้ง หรือในเมืองทั่วไปที่ถูกน้ำท่วมแล้ว จะต้องป้องกันไม่ให้ตะกอนที่เคลื่อนตัวมากับน้ำท่วมไหลเข้าไปในระบบท่อระบายน้ำทิ้ง ประเด็นเล็กน้อยเหล่านี้อาจก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวง ซึ่งบ่อยครั้งมักถูกมองข้ามไปหากหน่วยงานที่รับผิดชอบไม่ได้สร้างความตระหนักถึงเรื่องดังกล่าวด้วยการฝึกอบรมและซักซ้อมเป็นระยะ

ที่สำคัญจะต้องไม่ลืมว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ของความเสี่ยงน้ำท่วมสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลาได้แก่ อุทกวิทยาของระบบน้ำ มูลค่าทางเศรษฐกิจของพื้นที่ป้องกัน (หรือพื้นที่ไม่ป้องกัน) การประเมินมูลค่าทางสังคม ผลกระทบ วิธีการทางเทคนิคของการควบคุมน้ำท่วม การจัดการด้านกฎหมายและการบริหารงาน เป็นต้น ดังนั้น จึงไม่มีแผนงานสู้ภัยน้ำท่วมใดที่พูดได้ว่าเป็นแผนฉบับสุดท้าย แผนงานควรจะต้องได้รับการปรับปรุงใหม่เป็นระยะ ๆ โดยยึดถือตามผลการศึกษาและวิจัยตามหลักวิชาการ

2.5 การสู้ภัยน้ำท่วมเชิงรุก (Active Flood Fighting)

ระยะที่รุนแรงของงานสู้ภัยน้ำท่วมจะกำหนดเมื่อระดับของน้ำท่วมเพิ่มถึงระดับที่กำหนด หรือเมื่อระบบป้องกันน้ำท่วมบางส่วนส่งสัญญาณว่ากำลังอ่อนแอ และอาจเกิดการพังทลายหรือการวิบัติ

2.5.1 การเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning)

การเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning) เป็นสิ่งสำคัญยิ่งในมาตรการแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วม เมื่อพิจารณาในด้านการสู้ภัยน้ำท่วม การเตือนภัยน้ำท่วมที่กำลังเคลื่อนตัวเข้ามาล่วงหน้าจึงเป็นลักษณะของการแจ้งเตือนองค์กรวิชาชีพที่กี่ยวข้องและกลุ่มบุคลากรที่รับผิดชอบในการปฏิบัติงาน หน่วยงานบัญชาการที่ทำหน้าที่ในการตัดสินใจ และประชาชนทั่วไปให้ตระหนักถึงอันตรายที่กำลังจะเกิดขึ้น การเตือนภัยล่วงหน้าจึงช่วยกระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอนที่วางไว้ในแผนการสู้ภัยน้ำท่วม หรือปฏิบัติการอย่างอื่นในกรณีที่ไม่มีแผน เพื่อช่วยให้เกิดการปฏิบัติงานตามการตัดสินใจของหน่วยบัญชาการที่เกี่ยวข้องที่ยึดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.5.2 การระดมทรัพยากร (Mobilization of Resource)

การระดมทรัพยากรเพื่อสู้ภัยน้ำท่วมเป็นขั้นตอนแรกซึ่งดำเนินการต่อจากการเตือนภัยน้ำท่วมไปยังองค์กรวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง หน่วยบัญชาการ (และกองทัพ) ที่รับผิดชอบ และการแจ้งเตือนประชาชนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ซึ่งทรัพยากรที่ต้องเตรียมให้พร้อมประกอบด้วย

- ทรัพยากรทางด้านเทคนิคซึ่งเป็นทรัพย์สินของรัฐ หรือเอกชน หรือบุคคล เช่น ยานพาหนะขนส่ง เครื่องจักรกลงานดิน ฯลฯ จะต้องเตรียมให้พร้อมหรือย้ายสถานที่เก็บเพื่อใช้งานในภายหลังตามต้องการ
- วัสดุที่จำเป็นเพื่อการสู้ภัยน้ำท่วม เช่น กระสอบทราย วัสดุไม้ แผ่นพลาสติก ชิ้นส่วนโลหะ ฯลฯ จำเป็นต้องระบุแหล่งจัดซื้อและปริมาณที่สามารถจัดหาได้เพื่อให้แน่ใจว่ามีให้ใช้งานตามที่จำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในจุดที่วิกฤต
- ประเด็นที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือการสร้างความมั่นใจว่ามีวิธีการทางการเงินที่จะใช้ในการปฏิบัติการสู้ภัยน้ำท่วม

2.5.3 กิจกรรมสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting Activities)

การปฏิบัติการสู้ภัยน้ำท่วมในระยะรุนแรงมีหลากหลาย โดยขึ้นอยู่กับระยะการพัฒนาตัวของน้ำท่วม พื้นที่ที่เสี่ยงภัย อาคารป้องกัน และวิธีการที่มีอยู่ ซึ่งมาตรการโดยทั่วไปมีดังนี้

- การปิดช่องโหว่ที่กำแพงกันน้ำหรือทำนบด้วยการใช้กระสอบทราย หรือด้วยวิธีการอื่นที่มีอยู่
- การป้องกันตลิ่งแม่น้ำด้วยการใช้กระสอบทราย หิน หรือด้วยวิธีการอื่น
- การลดผลกระทบของการชะโพรง (การชะล้างเอาอนุภาคทรายใต้ผิวของอาคารดินที่เกิดจากความแตกต่างด้านความดันสถิตของน้ำ) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการพังทลายของคันดินที่สร้างขึ้นบนดินตะกอนน้ำพา
- การป้องกันตอม่อของสะพาน ฝาย เขื่อนทดน้ำ และเขื่อน จากการกัดเซาะ ด้วยการถมหิน การใช้กระสอบทราย และวิธีอื่น ๆ
- การก่อสร้างคันชั่วคราวเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการขยายตัวของน้ำท่วมในพื้นที่ที่ไม่ได้ป้องกัน
- การเพิ่มความสูงของคัน เขื่อนดิน เป็นต้น
- การก่อสร้างแนวป้องกันชั้นที่ 2 และชั้นลำดับถัดไปตามแผนหรือที่คิดขึ้นกระทันหันระหว่างเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม
- การตัดคันเป็นช่องเพื่อให้น้ำเข้าท่วมในพื้นที่ที่มีความสำคัญน้อยกว่า และเพื่อปกป้องส่วนอื่นที่มีความสำคัญมากกว่าในระบบ
- เคลื่อนย้ายสิ่งกีดขวางออกจากทางระบายน้ำที่ใช้งานหรือที่เตรียมไว้ใช้งาน และทางบรรเทาน้ำท่วมและทางเบี่ยงน้ำ

- ป้องกันคันที่ถูกคลื่นลมแรงและน้ำแข็งที่ลอยมาซัดใส่

จากประสบการณ์พบว่า ในสถานการณ์ฉุกเฉินอาจมีการใช้ความพยายามอย่างเป็นพิเศษและการดำเนินงานก็ประสบผลสำเร็จดียิ่ง อย่างไรก็ตาม ควรตระหนักว่าในกรณีเช่นนั้นการตัดสินใจต่าง ๆ ต้องกระทำภายใต้ภาวะความกดดันสูง และหากไม่มีการเตรียมการไว้อย่างดีล่วงหน้าก็อาจตัดสินใจผิดพลาดได้ง่าย และต้องตระหนักอีกว่า ในสถานการณ์ฉุกเฉินความยากลำบากทุกรูปแบบอาจเกิดเพิ่มขึ้นในเวลาพร้อมกัน เช่น เส้นทางคมนาคมและระบบสื่อสารเสียหาย ไฟฟ้าดับ ไม่สามารถหาบุคลากรวิชาชีพที่มีความเชี่ยวชาญได้ เกิดความตื่นตกใจ และอากาศเลวร้าย เป็นต้น

ในสถานการณ์วิกฤต การตัดสินใจที่ยากที่สุดคือการสละพื้นที่บางส่วนเพื่อลดความกดดันที่เกิดขึ้นจากพื้นที่อื่น หรือยกเลิกการสู้ภัยน้ำท่วมและสั่งให้อพยพเครื่องมือและบุคลากรออกมา ซึ่งรายละเอียดของสถานการณ์ดังกล่าวไม่สามารถจะคาดการณ์ได้ล่วงหน้าไว้ในแผนสู้ภัยน้ำท่วมได้เสมอ แต่จะต้องเตรียมรับสถานการณ์ฉุกเฉินอย่างนี้ไว้ด้วย ดังนั้น หน่วยบัญชาการที่รับผิดชอบจะต้องมีข้อมูลคาดการณ์ล่วงหน้าที่ดีเพื่อนำมาใช้พิจารณา และต้องเตรียมการด้านกฎหมาย รวมทั้งการสนับสนุนด้านกำลังใจเพื่อการปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันเวลา ควรจัดทำแบบจำลองเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านเทคนิคภายใต้สถานการณ์สมมติที่เกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ เพื่อใช้กำหนดหลักเกณฑ์และปัจจัยการตัดสินใจทางเทคนิคที่เหมาะสมได้ระหว่างที่ต้องแบกรับความกดดันในสถานการณ์น้ำท่วมจริง

ประเด็นสำคัญในการสู้ภัยน้ำท่วมที่มักถูกมองข้ามไปก็คือ การตรวจสอบ การบันทึก และการจัดทำรายงานเหตุการณ์ที่น่าสนใจทั้งหมด งานนี้ไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยบุคลากรที่รับผิดชอบงานสู้ภัยน้ำท่วมกลุ่มเดิม เพราะตามธรรมชาติแล้ว พวกเขาจะมุ่งความสนใจไปกับงานหลักเพื่อปกป้องชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้น จึงต้องอาศัยหน่วยบริการวิชาชีพที่มีคุณภาพในการตรวจสอบและบันทึกปรากฏการณ์และเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นระหว่างน้ำท่วม เช่น หน่วยบริการทางอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา (Hydrological and Meteorological Services) สถาบันวิจัยด้านน้ำ (Water-related Research Institute) มหาวิทยาลัยเทคนิค (Technical University) ฯลฯ ที่สำคัญคือ หน่วยงานเหล่านี้จะต้องไม่ใช่หน่วยงานที่ดำเนินการหลักในระหว่างการสู้ภัยน้ำท่วม มิฉะนั้น พวกเขาจะไม่สามารถทำงานดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม

2.6 ระยะหลังน้ำท่วม (Post-Flood Stage)

หลังจากน้ำท่วมผ่านพ้นไปแล้ว การสู้ภัยน้ำท่วมจะเข้าสู่ระยะติดตามผล (Follow-up Stage) ขอย้ำเน้นว่า แม้ว่าน้ำท่วมได้ลดน้อยลงไปแล้ว แต่จะต้องไม่รื้อถอนระบบสู้ภัยน้ำท่วมออกไปจนกว่าจะได้บันทึกประสบการณ์อันมีค่าระหว่างเกิดน้ำท่วมเพื่อนำไปวิเคราะห์และประยุกต์ใช้สำหรับปรับปรุงกระบวนการรับมือ เทคนิค และวิธีการ ของเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งต่อไปให้ดีขึ้น

งานหลักที่ต้องทำประกอบด้วย

- การศึกษาสาเหตุและการก่อตัวของน้ำท่วม
- การวิเคราะห์พฤติกรรมของระบบป้องกันน้ำท่วม เพื่อระบุและบันทึกจุดอ่อน ความล้มเหลว และจุดเสี่ยงภัยที่ได้จากประสบการณ์ระหว่างน้ำท่วม รวมทั้งผลสำเร็จ
- การวิเคราะห์มาตรการสู้ภัยน้ำท่วมที่นำมาใช้ อุปสรรคที่พบ ประสบการณ์ทั้งด้านบวกและด้านลบ
- การวิเคราะห์ด้านการเงินในการสู้ภัยน้ำท่วม ค่าใช้จ่ายของมาตรการสู้ภัยน้ำท่วม และความสมเหตุสมผล
- การวิเคราะห์ประเด็นทางกฎหมายและการบริหารจัดการ รวมทั้งประสิทธิภาพของความร่วมมือระหว่างประเทศและระดับภูมิภาคที่เกี่ยวข้อง
- การวิเคราะห์การสนองตอบของประชาชนต่อกิจกรรมสู้ภัยน้ำท่วม ความร่วมมือระหว่างกลุ่มวิชาชีพ บริษัทเอกชน และบุคคล เป็นต้น

การศึกษาและวิเคราะห์เหล่านี้ควรนำไปสู่การจัดทำเป็นข้อเสนอเพื่อการปรับปรุงระบบป้องกันน้ำท่วม ทั้งที่เป็นมาตรการสิ่งก่อสร้าง และที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องปรับเปลี่ยนและทำให้แผนสู้ภัยน้ำท่วม รวมทั้งประเด็นทางกฎหมายมีความทันสมัย

III–III การเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning)

เขียนโดย J. Astier

3.1 หลักการและวัตถุประสงค์ (Principles and Objectives)

ตลอดยุคประวัติศาสตร์ที่ผ่านมา ความเจริญที่เกิดขึ้นในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงมักมีการพัฒนาระบบการเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning System) อยู่ด้วยเสมอ (ยกตัวอย่างเช่น ในหุบเขาลุ่มแม่น้ำไนล์ในยุคอียิปต์โบราณ) ถึงแม้ว่าจะยังขาดการพัฒนาที่จำเป็นเพื่อป้องกันน้ำท่วมสูงให้ประสบผลสำเร็จก็ตาม แต่การเตือนภัยน้ำท่วมให้แก่ประชาชนที่มีความเสี่ยงได้ถูกคิดขึ้นมาเพื่อจำกัดผลกระทบที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือสร้างความเสียหายจากน้ำท่วมที่กำลังจะเกิดขึ้นหรือน้ำท่วมในอนาคต การที่ประชาชนได้รับการเตือนภัยน้ำท่วม ถึงแม้ว่าอาจจะยังไม่มีสัญญาณว่าฝนจะตกในพื้นที่ชุมชนดังกล่าว แต่พวกเขาก็สามารถนำข้อควรระวังชั่วคราวบางประการมาใช้เพื่อป้องกันทรัพย์สินและสิ่งของ และที่สำคัญที่สุดคือป้องกันชีวิตของตนด้วยการอพยพออกจากพื้นที่เสี่ยงภัยไปยังที่ปลอดภัยกว่า

การเตือนภัยน้ำท่วมที่กำลังจะมาถึงมักเป็นหน้าที่รับผิดชอบของหน่วยบัญชาการที่สามารถดำเนินมาตรการต่าง ๆ โดยรวม ทำการวิเคราะห์และวางแผนล่วงหน้า เพื่อลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ยกตัวอย่างเช่น

- การตัดคันกั้นน้ำแบบตั้งใจเพื่อป้องกันพื้นที่ที่มีความสำคัญทางด้านท้ายน้ำได้ดีขึ้น (แน่นอนว่าย่อมต้องอาศัยการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำและประสิทธิภาพของระบบพยากรณ์ที่น่าเชื่อถือ)
- การปล่อยน้ำผ่านอาคารระบายน้ำออกของเขื่อนเพื่อเพิ่มปริมาตรเก็บกักน้ำท่วมของอ่างเก็บน้ำ
- การใช้กระสอบทรายป้องกันทรัพย์สินหรือสิ่งของ
- การอพยพตามแผนในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงสุด
- การดำเนินงานกู้ภัย

ข้อมูลหลักในการเตือนภัยน้ำท่วมขึ้นอยู่กับความรวดเร็ว และความแม่นยำของการพยากรณ์ที่ได้จากกระบวนการพยากรณ์น้ำท่วม (ดูรายละเอียดในบทที่ 2–2) องค์ประกอบหลักอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการเตือนภัยขึ้นอยู่กับ

- แผนปฏิบัติการฉุกเฉิน (Emergency Action Plan) ที่ผ่านการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ซึ่งรวมระบบการเตือนภัยน้ำท่วมพร้อมคำสั่งการที่ชัดเจน (ดูรายละเอียดในบทที่ 3–2)

- การให้ความรู้และฝึกอบรมประชาชนที่มีความเสี่ยง และหน่วยบัญชาการที่รับผิดชอบในพื้นที่ในการรับมือการเตือนภัยน้ำท่วม
- การดำเนินงานเตือนภัยอย่างเหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการเตือนภัยที่ผิดพลาด
- แผนอพยพ

3.2 หลักการเบื้องต้นของการเตือนภัยน้ำท่วม (The Basis of Flood Warning)

ระบบเตือนภัยน้ำท่วมยึดถือตามหลักการวิเคราะห์ในรายละเอียดอย่างน้อยที่สุดดังนี้

- พื้นที่น้ำท่วมซึ่งมีการแบ่งระดับความเสี่ยงที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ (รายการจำนวนประชากรและสินค้า และระดับความแตกต่างของการสัมผัสกับน้ำท่วม–วิธีการสื่อสารในสถานการณ์น้ำท่วมที่มีขนาดแตกต่างกัน) ระดับความเสี่ยงที่แตกต่างกันตามตำแหน่งที่ตั้งและวิธีการสื่อสารความเสี่ยงนี้
- โครงสร้างเพื่อป้องกันน้ำท่วม เช่น เขื่อน คันกั้นน้ำ ทางระบายน้ำท่วม ฯลฯ
- อุทกวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำ

ระบบพยากรณ์น้ำท่วมจะต้องได้รับการพิจารณาอย่างถี่ถ้วนล่วงหน้า มาตรการและการเตือนภัยน้ำท่วมจะต้องยึดถือตามข้อมูลเชิงปริมาณที่มีความแม่นยำสูง องค์ประกอบต่าง ๆ จะต้องรวบรวมเข้าไว้ด้วยกันเพื่อสร้างเป็นฐานข้อมูล ได้แก่

- ระบบการพยากรณ์น้ำท่วม ซึ่งจำเป็นจะต้องอาศัยวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบการส่งต่อข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ผู้พยากรณ์ที่มีประสบการณ์ และศูนย์สื่อสารการพยากรณ์น้ำท่วมที่มีบุคคลากรที่มีความรู้ความสามารถและมีความรับผิดชอบที่สามารถเตือนภัยได้เมื่อใดก็ตาม
- ระบบโลจิสติกส์ที่มีอยู่ในพื้นที่ จุดแข็งที่เป็นประโยชน์ และจุดอ่อนต่าง ๆ จะต้องจัดทำรายการแสดงไว้ประกอบด้วย การจราจรและการขนส่ง (ถนน ทางรถไฟ ท่าอากาศยาน พาหนะสะเทินน้ำสะเทินบก เรือ เครื่องบิน เฮลิคอปเตอร์) แหล่งพลังงาน (โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานไฟฟ้า) น้ำประปาที่ใช้ในครัวเรือนและที่ต้องการในภาคอุตสาหกรรม
- สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วมและคุณลักษณะจะต้องจัดทำรายการแสดงไว้ (อ่างเก็บน้ำ อาคารระบายน้ำล้นฉุกเฉิน ทางระบายน้ำท่วม เครื่องปิดกั้น หรือคันกั้นน้ำพร้อมประตูระบายน้ำท่วม) รายการแสดงเหล่านี้จะต้องรวมรายละเอียดของการใช้งานสิ่งก่อสร้าง และองค์กรและเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการดำเนินงานและบำรุงรักษา
- รายชื่อหน่วยบัญชาการที่รับผิดชอบด้านน้ำท่วมหรือการเตือนภัยฉุกเฉิน และหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการกู้ภัย

- รายการแสดงมาตรการความปลอดภัยและการป้องกันสำหรับโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญเพื่อให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจที่สำคัญดำเนินต่อไปได้

3.3 ระบบด้านองค์กร (Organizational Systems)

ในหลายประเทศ การเตือนภัยน้ำท่วมเป็นหน้าที่รับผิดชอบของหน่วยงานภาครัฐหรือกึ่งเอกชน เช่น กระทรวงชลศาสตร์ อุปกรณ์ โยธา ทรัพยากรน้ำ สิ่งแวดล้อม และกระทรวงอื่น ๆ ที่มีหน้าที่รับผิดชอบคล้ายคลึงกันเพื่อบริหารจัดการให้เกิดความปลอดภัย

การดำเนินงานพยากรณ์น้ำท่วมอาจจัดทำขึ้นที่ส่วนกลาง หรืออาจประกอบด้วยศูนย์ภูมิภาคของแต่ละจังหวัดหรือแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ สำหรับแม่น้ำระหว่างประเทศขนาดใหญ่ เช่น แม่น้ำดานูบซึ่งน้ำไหลผ่าน 8 ประเทศ การพยากรณ์น้ำท่วมอาจดำเนินงานโดยหน่วยงานระหว่างประเทศ (International Agency)

หน่วยงานเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning Agency) พร้อมบุคลากรและช่างเทคนิคที่มีความรู้ความสามารถมีหน้าที่พยากรณ์น้ำท่วมและบริหารจัดการโครงการแหล่งน้ำ โดยทั่วไปแล้ว หน่วยงานเหล่านี้สามารถแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม ออกคำสั่งอพยพ และจัดการกู้ภัยได้ด้วยตนเองอย่างเป็นอิสระ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อจำกัดที่เข้มงวดที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของฤดูกาลและความอ่อนไหวในพื้นที่ที่กำลังติดตาม หน่วยงานเหล่านี้อาจถูกร้องขอให้ดำเนินงานในช่วงเวลาใดก็ได้ทั้งกลางวัน กลางคืน และวันหยุด โดยทั่วไประดับการติดตามงานจะมีหลายระดับเพื่อช่วยให้เกิดการระดมกำลังเจ้าหน้าที่ทีละเล็กทีละน้อยตามสภาพอากาศ

หน้าที่รับผิดชอบของหน่วยงานเตือนภัยน้ำท่วมเหล่านี้ก็คือ การแปลความหมายข้อมูลที่ได้รับจากศูนย์พยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting Center) และสื่อสารข้อมูลไปยังองค์กรต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ในการตัดสินใจดำเนินงาน องค์กรเหล่านี้จะทำการตัดสินใจและแจ้งต่อสาธารณชน และบังคับใช้คำสั่งตามหน้าที่รับผิดชอบที่ได้รับมอบหมาย องค์กรดำเนินงาน (Operational Organization) ดังกล่าวได้แก่

- องค์กรที่รับผิดชอบการใช้งานอาคารชลศาสตร์
- องค์กรที่รับผิดชอบการดูแลรักษาระบบส่งน้ำหรือระบบส่งกำลังไฟฟ้า
- องค์กรที่รับผิดชอบด้านกฎหมายและระเบียบ
- องค์กรที่รับผิดชอบในสถานการณ์ฉุกเฉินหรือปฏิบัติการกู้ภัย

หากการสื่อสารข้อมูลระหว่างศูนย์พยากรณ์น้ำท่วมและองค์กรดำเนินงานไม่สามารถทำด้วยความรวดเร็ว (โดยคลื่นวิทยุ โทรศัพท์ หรือโทรสาร) อาจทำให้การสื่อสารข้อมูลหรือคำสั่งการเดียวกันไปยัง

สาธารณชนประสบปัญหาได้ การสื่อสารสามารถทำได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับน้ำท่วมก่อตัวเร็วมากน้อยเพียงใด ขนาดของพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วม และการพัฒนาทางเศรษฐกิจ–สังคมของประชากร

ขั้นตอนการเตือนภัยสถานการณ์ฉุกเฉินจะต้องกำหนดไว้อย่างละเอียดและได้รับการทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าระบบการสื่อสารไปสู่สาธารณชนทั้งหมดเชื่อถือได้ และการมอบหมายหน้าที่รับผิดชอบมีความชัดเจนและสมบูรณ์ การสื่อสารและการเตือนภัยน้ำท่วมสามารถทำให้บรรลุผลสำเร็จได้ด้วยวิธีต่อไปนี้

- การเขียนด้วยลายลักษณ์อักษร (ถ้ามีเวลาพอ)
- วิทยุหรือโทรทัศน์
- คนแจ้งข่าว
- ยานพาหนะหรืออากาศยานที่ติดตั้งเครื่องขยายเสียง
- สัญญาณภาพหรือเสียงที่ประชาชนรู้จักเป็นอย่างดี

ที่สำคัญจะต้องมีการซักซ้อมการแจ้งเตือนภัยเพื่อทดสอบการทำงานขององค์กรสื่อสารและกู้ภัยและการตอบสนองของประชาชน

รูปที่ 3–1 การเตือนภัยน้ำท่วม

3.4 การใช้งาน (Applications)

การนำการพยากรณ์น้ำท่วมและการเตือนภัยน้ำท่วมไปใช้งานในภูมิภาคหรือเมืองหนึ่ง ๆ บ่อยครั้งมักขึ้นอยู่กับลักษณะตามธรรมชาติของน้ำท่วมที่มีความเสี่ยงสูงต่อการสูญเสียทางเศรษฐกิจหรือชีวิตดังตัวอย่างต่อไปนี้

3.4.1 การตรวจสอบโครงสร้าง (Structure Monitoring)

งานป้องกันน้ำท่วมบางประเภทอาจเป็นอันตรายได้เมื่อน้ำท่วมเกินระดับที่ออกแบบไว้ (เช่น คันดินอาจพังทลาย) การตรวจสอบโครงสร้างที่มีความเสี่ยงดังกล่าวจะต้องรวมขั้นตอนวิธีสำหรับการเตือนภัยน้ำท่วมในบริเวณนั้น เมื่อตรวจพบจุดอ่อนไหวที่อาจพังทลาย หรือจำเป็นต้องตัดเจาะโครงสร้างโดยจงใจเพื่อผันน้ำบางส่วนออกไปเพื่อที่จะปกป้องประชาชนที่อาศัยอยู่ทางด้านท้ายน้ำ

3.4.2 น้ำท่วมจากน้ำทะเล (Sea Floods) (อ่านรายเอียดในบทที่ 2-3)

การเตือนภัยน้ำท่วมสามารถนำมาใช้กับพื้นที่แถบชายฝั่งที่ต้องรับน้ำทะเลขึ้นสูง (ตัวอย่างเช่นในประเทศเนเธอร์แลนด์) ในกรณีนี้ สถานีภูมิอากาศต้องทำหน้าที่กระจายข่าวการเตือนภัย อย่างไรก็ตามสถานการณ์ที่ซับซ้อนในบางครั้งอาจเกิดจากเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นพร้อมกันทั้งจากแม่น้ำและมหาสมุทรดังเช่นที่เคยเกิดขึ้นในประเทศบังคลาเทศ การประสานความร่วมมือกันจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะสร้างความเชื่อมั่นว่าข้อมูลที่ส่งออกไปไม่ขัดแย้งกันเองหรือสร้างความสับสน เมื่อหน่วยเตือนภัยเป็นคนละหน่วยกัน ยกตัวอย่างเช่น หน่วยบัญชาการด้านทะเลกับหน่วยบัญชาการด้านแม่น้ำ

3.4.3 การใช้งานอาคารชลศาสตร์ (Hydraulic Structure Operations)

การพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วมสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ลุ่มน้ำหรือลำน้ำที่มีการพัฒนาทางชลศาสตร์เพื่อการกักเก็บน้ำ การควบคุมการไหลของน้ำ ไฟฟ้าพลังน้ำ การอุตสาหกรรม การจัดหาน้ำเพื่อการเกษตรกรรมหรือการอุปโภคบริโภคในครัวเรือน และเพื่อการคมนาคมทางน้ำ ในกรณีเหล่านี้ วัตถุประสงค์ของการพยากรณ์น้ำท่วมก็เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและการใช้งานของอาคารให้ดีที่สุด ตลอดจนปกป้องอาคารและประชาชนที่อาศัยอยู่ทางด้านท้ายน้ำ

3.4.4 การเตือนการวิบัติของเขื่อน (Dam Break Warnings)

ถึงแม้ว่าเขื่อนจะได้รับการออกแบบเพื่อรับเหตุการณ์น้ำท่วมสูงสุด เช่น ในรอบปีการเกิดซ้ำระหว่าง 103–106 ปี (ตามแต่คู่มือความปลอดภัยที่นำมาใช้ และระเบียบระดับชาติหรือรัฐ) เขื่อนก็อาจเกิดการวิบัติได้หากออกแบบไม่ดี การก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน หรือการใช้งานและบำรุงรักษาไม่ถูกต้อง ทั่วโลกมีโครงสร้างขนาดใหญ่จำนวนมากที่วิบัติซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียชีวิตคนจำนวนมาก ประเทศส่วนใหญ่มักออกระเบียบให้เขื่อนขนาดใหญ่ที่มีอยู่แล้วหรือที่กำลังก่อสร้างจะต้องมีแผนการเตรียมพร้อมรับมือสถานการณ์ฉุกเฉินในพื้นที่ โดยยึดถือตามการศึกษาเรื่องน้ำท่วมพื้นที่นั้น ๆ และแผนที่แสดงเขตน้ำท่วมที่เกิดจากโครงสร้างวิบัติ

โดยทั่วไปแล้ว การศึกษาเหล่านี้ถูกพัฒนามาพร้อมกับแบบจำลองทางชลศาสตร์เฉพะด้าน (แบบจำลองทางคณิตศาสตร์) โดยพิจารณาเงื่อนไขหลายประการ หรือความล้มเหลวที่สมมติขึ้น การศึกษาวิเคราะห์การวิบัติของเขื่อนที่ได้ทำให้ทราบผลกระทบที่จะเกิดในพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำ เวลาที่คลื่นน้ำท่วมจะเคลื่อนตัวมาถึง น้ำท่วมสูงสุด ระดับและความเร็วสูงสุดของน้ำท่วม และพื้นที่ที่จะถูกน้ำท่วม

จากการวิเคราะห์และศึกษาเหล่านี้จะต้องจัดทำเป็นแผนงานสถานการณ์ฉุกเฉินในพื้นที่ซึ่งประกอบด้วยมาตรการด้านองค์กร ตลอดจนมาตรการเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพ (ยกตัวอย่างไซเรนที่ติดตั้งใกล้กับตัวเขื่อนหรือในพื้นที่เสี่ยงสูง)

III–IV การอพยพ (Evacuation)

เขียนโดย Dr. S. Bruk

4.1 บทนำ (Introduction)

การอพยพ (Evacuation) เป็นมาตรการขั้นสูงสุดของการรับมือน้ำท่วม มีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาชีวิตของคนและสัตว์ และลดการสูญเสียต่อทรัพย์สินและสิ่งของ การอพยพสามารถดำเนินการได้ก่อนเกิดเหตุการณ์ ระหว่างเหตุการณ์ และหลังเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์

การอพยพมักเชื่อมโยงอย่างแนบแน่นกับมาตรการรับมืออื่น ๆ ประเด็นหลักเพื่อการพิจารณาในเรื่องนี้จึงมีความคล้ายคลึงกับที่ได้กล่าวถึงไปแล้วในส่วนอื่น ๆ ของคู่มือฉบับนี้ ในหลักการแล้ว การอพยพจะดำเนินการเป็นส่วนหนึ่งของแผนป้องกันน้ำท่วม (Flood Defense Plan) ซึ่งแผนดังกล่าวจะต้องรวมประเด็นสำคัญ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอพยพประชาชน สัตว์ และเคลื่อนย้ายทรัพย์สิน ซึ่งจะขอสรุปไว้สั้น ๆ ดังต่อไปนี้

4.2 หน้าที่รับผิดชอบ (Responsibility)

จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดตั้งระบบองค์กรและบุคคลที่ชัดเจนเพื่อรับผิดชอบในการดำเนินงานด้านการอพยพ ในหลักการแล้วจะกำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของหน่วยบัญชาการป้องกันน้ำท่วม (Flood Defense Authority) ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับมาตรการรับมือน้ำท่วมในทุกด้าน เช่น การสู้ภัยน้ำท่วม ความช่วยเหลือในสถานการณ์ฉุกเฉิน ฯลฯ อย่างไรก็ตาม ควรตระหนักว่าการอพยพเป็นงานที่สร้างความทุกข์อันแสนสาหัสให้กับประชาชนที่ได้รับผลกระทบ พวกเขาอาจยอมรับอย่างไม่เต็มใจ และบ่อยครั้งที่ประชาชนเหล่านี้มักต่อต้านอย่างที่สุดจนถึงนาทีสุดท้าย ซึ่งนั่นก็อาจสายเกินกว่าที่จะปฏิบัติตามแผนอย่างเป็นระบบตามที่ได้วางไว้ ดังนั้น จึงควรมอบหมายงานให้แก่หน่วยงาน องค์กร หรือบุคคลของหน่วยบัญชาการที่มีอำนาจโดยปราศจากการต่อต้าน ในขณะเดียวกันเป็นผู้ที่สามารถนำข้อแนะนำจากนักวิชาการที่มีความรู้ความสามารถมาประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งอาจจะเป็นหน่วยงานรัฐบาลสูงสุดในระดับท้องถิ่นหรือภูมิภาค หรือหน่วยบัญชาการทหาร ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างของประเทศ และข้อตกลงในแผนป้องกันน้ำท่วม

ควรมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบในการอพยพไว้ล่วงหน้า โดยรวมถึงการมอบหมายอำนาจหน้าที่ให้แก่หน่วยงาน องค์กร หรือบุคคลที่รับผิดชอบ และที่สำคัญจะต้องดูแลข้อมูลให้ทันสมัย โดยปกติข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมที่สร้างความเสียหายมักเกิดขึ้นไม่บ่อยครั้งนัก และสถานการณ์ซึ่งต้องมีการอพยพก็ยิ่งเป็นเหตุการณ์พิเศษและเกิดขึ้นได้ยากยิ่ง ในช่วงเวลาที่ยาวนานระหว่างเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ใน

พื้นที่ใด ๆ อาจมีการเปลี่ยนแปลงหลายด้านทั้งทางด้านโครงสร้างการบริหาร สถานการณ์ทางเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้ บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งล่าสุด ก็อาจจะไม่ได้ทำงานอยู่ในการเกิดเหตุการณ์ครั้งต่อไป (แน่นอนอาจจะมีบางพื้นที่ที่เป็นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมซ้ำซาก ดังเช่นที่เคยเกิดขึ้นในประเทศบังคลาเทศซึ่งประชาชนมีความคุ้นเคยในการอยู่ร่วมกับน้ำท่วม และมีแนวโน้มที่จะสามารถรับมือกับความเสี่ยงที่ตนเองรู้ได้อย่างทันท่วงที โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ความช่วยเหลือจากภายนอกมีอยู่อย่างจำกัด)

4.3 การวางแผนอพยพ (Planning of Evacuation)

ควรมีการวางแผนในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการอพยพทั้งหมดไว้ล่วงหน้า เพื่อลด “การตัดสินใจนาทีสุดท้าย (Last Minute Decision)” ให้เหลือน้อยที่สุด และนำประเด็นดังต่อไปนี้เข้าประกอบการพิจารณา

4.3.1 หลักเกณฑ์และกำหนดเวลา (Criteria and Timing)

เป็นไปได้ว่าการตัดสินใจที่ยากที่สุดในการป้องกันน้ำท่วมคือ การตัดสินใจว่าเมื่อใดควรอพยพประชาชนออกจากพื้นที่ที่กำหนด การอพยพก่อนเวลาอันควรอาจนำไปสู่ความยากลำบากและความเสียหายอันไม่จำเป็น และการตัดสินใจที่สายเกินไปอาจก่อให้เกิดการสูญเสียชีวิตที่สามารถหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้นได้และสร้างความเสียหายต่อทรัพย์สินมากเกินควร ดังนั้น การตัดสินใจว่าเมื่อใดและพื้นที่ใดควรสั่งการให้อพยพ จำเป็นต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่ชัดเจนและไม่กำกวม ซึ่งเกี่ยวข้องกับอันตรายที่กำลังจะเกิดขึ้น โดยพิจารณาจากลักษณะการก่อตัวของน้ำท่วมที่คาดการณ์ไว้ และสมรรถนะของอาคารและมาตรการต่าง ๆ ในการควบคุมน้ำท่วม หลักเกณฑ์เหล่านี้จะต้องถูกต้องตามหลักวิชาการสูง และต้องได้รับการพัฒนาโดยองค์กรทางวิชาชีพเฉพาะทาง อย่างไรก็ตาม เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จก็จะต้องเป็นที่ยอมรับของประชาชนในอีกด้านหนึ่ง และเป็นที่ยอมรับของหน่วยบัญชาการในอีกด้านหนึ่ง

4.3.2 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและประชากร (Affected Area and Population)

การระบุพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบควรจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าโดยอาศัยหลักการแผ่กระจายตัวของพื้นที่น้ำท่วมที่เป็นไปได้ซึ่งสัมพันธ์กับขนาดและความรุนแรงของน้ำท่วม และประสิทธิภาพของการป้องกันน้ำท่วมภายใต้มาตราการและระบบป้องกันน้ำท่วม ควรจัดทำรายการทรัพย์สินและจำนวนประชากรให้ชัดเจนและทันสมัย และตระหนักถึงการย้ายถิ่นฐานของประชากร การพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม และผลที่จะมีตามมาในภายหลัง

4.3.3 ทิศทางของการอพยพ (Direction of Evacuation)

สิ่งสำคัญที่สุดคือจะต้องวางแผนไว้ล่วงหน้าเป็นอย่างดีว่าการอพยพประชากรและทรัพย์สินของพวกเขาเหล่านั้นจะไปในทิศทางใด และอพยพไปยังพื้นที่ใด ซึ่งในกรณีส่วนใหญ่บางส่วนของพื้นที่อยู่อาศัยหมู่บ้านใกล้เคียง หรือเมืองจะไม่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม นอกจากการกำหนดข้อควรพิจารณาทางด้านเทคนิคที่เกี่ยวข้องการอพยพอย่างปลอดภัย และสภาพพร้อมใช้งานของโครงสร้างพื้นฐาน ฯลฯ แล้ว สิ่งสำคัญที่สุดก็คือแผนอพยพดังกล่าวควรได้รับแรงสนับสนุนจากผลการศึกษาทางสังคมเชิงลึก เพื่อให้แน่ใจว่า ประชากรที่อพยพจะได้รับการต้อนรับจากผู้เป็นเจ้าบ้านชั่วคราวของพวกเขา

ในบางกรณีจะต้องมีการจัดเตรียมการเป็นพิเศษ หรือแม้กระทั่งจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยแก่ประชาชนที่อพยพ จัดหาแหล่งพักพิงชั่วคราว ที่หลบภัยของคนและสัตว์ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีของเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำเบงกอล (บังคลาเทศ) หนึ่งในมาตรการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุดคือการสร้างอาคารยกพื้นที่ระดับปลอดภัยเพื่อให้ประชาชนในพื้นที่อพยพขึ้นไปอยู่ได้ ระหว่างเหตุการณ์น้ำท่วมอาคารยกพื้นนี้จะทำหน้าที่ทางสังคม (เช่น ที่เก็บของโรงเรียน หน่วยงานอนามัย ฯลฯ) และในกรณีเฉพาะเช่นนั้น ตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 2–6 จำเป็นอย่างยิ่งที่แหล่งพักพิงชั่วคราวควรอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับแปลงเพาะปลูก มิฉะนั้นเกษตรกรจะไม่เต็มใจที่จะละทิ้งพื้นที่ดินของพวกเขา

4.3.4 เทคนิควิธี (Technical Means)

เทคนิควิธีการอพยพเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการอพยพประชาชนและสิ่งของออกจากพื้นที่ประสบภัย เมื่อภัยกำลังใกล้เข้ามา การหาข้อสรุปแบบกระทันหันอาจนำไปสู่การตัดสินใจที่ผิดพลาด เกิดความสับสนวุ่นวาย เกิดการสูญเสียและความล้มเหลวตามมา ดังนั้น เทคนิควิธีการอพยพที่จำเป็นจะต้องถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าโดยระบุวิธีการและสถานที่

4.3.5 ความโปร่งใสและการยอมรับ (Transparency and Acceptance)

เนื่องจากการอพยพมีผลกระทบอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตของประชาชน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่แผนงานต่าง ๆ จะต้องโปร่งใส เป็นที่ยอมรับของผู้ที่เกี่ยวข้องโดยทั่วไป โดยผ่านกระบวนการจัดทำการประชาพิจารณ์ และวิธีการปรึกษากับภาคประชาชนในรูปแบบอื่น ๆ

4.4 การเตรียมพร้อมสำหรับการอพยพ (Preparedness for Evacuation)

แผนงานที่ดีที่สุดจะไม่มีประสิทธิภาพเลย หากไม่มีการเตรียมตัวที่ดีของทุกคนที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นผู้ปฏิบัติตามแผนโดยตรงหรือโดยอ้อม ในมุมมองที่ว่าเหตุการณ์น้ำท่วมเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ยาก

จึงเป็นการยากที่จะรักษาความตระหนักรู้ของสาธารณชนถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ และยากยิ่งกว่าที่จะบอกให้ประชาชนละทิ้งบ้านเรือนและทรัพย์สินถ้าจำเป็น คงเป็นการยากที่ประชาชนทั่วไปจะเข้าใจว่าทำนบสูงอาจพังได้ หรือลำน้ำหรือแม่น้ำที่ไหลนิ่งอาจเปลี่ยนเป็นเชี่ยวกรากได้หนึ่งครั้งในรอบสิบปี ห้าสิบปี หรือร้อยปี และยิ่งไปกว่านั้นการที่จะสื่อสารให้พวกเขาเข้าใจว่า เหตุการณ์ดังกล่าวอาจเกิดขึ้นในปีใดก็ได้ ในขณะที่สื่อมวลชน เช่น โทรทัศน์ วิทยุ และสื่อหนังสือพิมพ์ ฯลฯ มีความสำคัญอย่างมากในการให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับภัยของน้ำท่วม โดยแสดงให้เห็นว่าภัยน้ำท่วมเกิดขึ้นได้ทั่วโลกในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งอยู่เกือบทุกวัน ก็ยังยากมากที่จะทำให้ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมเข้าใจว่าตนเองก็อาจประสบเหตุการณ์แบบเดียวกันนี้ได้

กิจกรรมเพื่อการประชาสัมพันธ์อย่างถาวรที่ออกแบบและดำเนินการอย่างมืออาชีพ และได้รับการสนับสนุนโดยหน่วยบัญชาการเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีเพื่อรักษาระดับความตระหนักรู้เกี่ยวกับภัยที่อาจเกิดขึ้นได้ วิธีการที่ดีที่สุดในการสื่อสารสามารถพบได้ในระดับท้องถิ่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีปฏิบัติดั้งเดิมและระดับทางสังคมและวัฒนธรรมของประชาชน ข่าวสารควรต้องมีลักษณะเฉพาะเจาะจงไปทั้งผู้ที่อาจจะต้องอพยพและผู้ที่จะต้องเป็นเจ้าบ้านรับผู้อพยพ เน้นย้ำอันตรายที่อาจเกิดขึ้น และเงื่อนไขว่าเมื่อใดการอพยพจะต้องดำเนินการ ผลของการยอมรับหรือปฏิเสธที่จะทำตามคำสั่ง

4.5 การเตือนภัยและคำสั่งอพยพ (Warning and Evacuation Order)

ควรให้ความสนใจเป็นพิเศษเพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแจ้งประกาศและสื่อสารด้านการเตือนภัยว่าการอพยพกำลังจะเกิดขึ้น และจะเกิดขึ้นเมื่อใด และการออกคำสั่งอพยพตามอำนาจหน้าที่และการสั่งการในลักษณะรูปแบบใด นี่ไม่ใช่เพียงการหาวิธีการสื่อสารที่ดีที่สุด เช่น สื่อมวลชน บริการผู้ส่งสารเฉพาะ ฯลฯ เท่านั้น แต่ยังเป็นการกำหนดรูปแบบการเตือนภัยและคำสั่งการที่ดีที่สุด จำเป็นที่ข่าวสารดังกล่าวควรเป็นการส่งข้อเท็จจริงที่จำเป็น แต่ในเวลาเดียวกันไม่ควรกำหนดรูปแบบข้อมูลเชิงเทคนิคหรือการบริหารงานมากจนประชาชนไม่อาจเข้าใจได้และไม่ให้ความสนใจ

ในหลายกรณีได้มีการบันทึกไว้ว่าสามารถเตือนภัยได้ทันเวลา แต่ประชาชนที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่มักไม่ตอบสนองเนื่องจากมีการใช้ภาษาทางการยากจนเกินไป นอกจากนี้ยังพบว่าช่องทางการสื่อสารธรรมดาถูกตัดขาดในระยะวิกฤตอันเนื่องมาจากไม่มีไฟฟ้า สายโทรศัพท์เกิดความเสียหาย และไม่สามารถส่งข่าวสารไปยังพื้นที่ที่ประสบภัยได้ด้วยช่องทางปกติ ดังนั้น จึงควรตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเตรียมทางเลือกอื่นในการสื่อสารไว้ให้พร้อมในกรณีฉุกเฉิน เช่นเดียวกับกรณีการป้องกันประเทศ หรือการป้องกันภัยพิบัติ

รูปที่ 4–1 การสู้ภัยน้ำท่วม–การอพยพประชาชนออกจากพื้นที่น้ำท่วม

4.6 ประเด็นทางด้านการเงิน (Financial Aspects)

การอพยพประชาชนและสิ่งของต้องการการสนับสนุนทางด้านการเงินค่อนข้างมาก ซึ่งแหล่งสนับสนุนด้านการเงินจะต้องมีการกำหนดและจัดทำให้ชัดเจนไว้ล่วงหน้า เพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนวุ่นวายเป็นภาระเกินกำลังให้แก่บางคน และเกิดประโยชน์โดยไม่ชอบธรรมให้แก่บางคน นอกจากนี้คำสั่งที่ชัดเจนในแผนงานป้องกันน้ำท่วมและการตัดสินใจด้านการเงินจะต้องดำเนินการจากฝ่ายบริหารในระดับที่จำเป็นและจากระดับสูงสุด ในบางสถานการณ์อาจจะต้องมีการมองหาความช่วยเหลือจากนานาชาติทั้งในระดับทวิภาคี ระดับภูมิภาค หรือระดับโลก

4.7 การบันทึกข้อมูลและการจัดทำเป็นเอกสาร (Recording and Documentation)

เหตุการณ์สำคัญต่าง ๆ ที่มีผลต่อการอพยพทั้งหมดควรบันทึกและจัดทำเป็นเอกสารไว้เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งานในภายหน้า ไม่มีสิ่งใดที่สามารถสอนได้ดีกว่าประสบการณ์จริงที่ผ่านมา หรือเป็นที่น่าเชื่อถือเท่าบทเรียนที่ได้ประสบจริงว่าเหตุใดการดำเนินงานบางอย่างจึงประสบความสำเร็จ เหตุใดข้อผิดพลาดจึงเกิดขึ้นและความล้มเหลวที่ต้องแบกรับ การบันทึกข้อมูลที่ดีที่สุดควรจัดทำโดยบุคลากรที่ได้รับการมอบหมายให้ทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม การถ่ายภาพ การบันทึกเป็นวีดิทัศน์ โดยหลักการแล้ว สิ่งเหล่านี้ควรจะเป็นหน้าที่หลักของบุคลากรเหล่านั้น ถึงแม้ว่าบางครั้งอาจทำได้ยากเพราะมันเป็นสภาวะทั่วไปของสถานการณ์ฉุกเฉิน และยังมีความสำคัญที่จะต้องนำบันทึกข้อมูลดังกล่าวไปให้หน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทำการวิเคราะห์ในภายหลัง และสื่อสารออกมาในรูปของรายงานที่มีข้อมูลรองรับ

4.8 การปรับปรุงและการจัดทำแผนใหม่เป็นระยะ (Adjustment and Periodical Renewal of Plans)

แผนการป้องกันน้ำท่วมซึ่งประกอบด้วยแผนการอพยพจะต้องได้รับการปรับปรุงเป็นระยะ ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่แต่ละครั้ง ในประเด็นที่มีความอ่อนไหว เช่น การอพยพประชาชนและทรัพย์สิน สถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วไปพร้อมกับการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม การเปลี่ยนแปลงของประชากร เทคโนโลยี และการพัฒนาชุมชนเมืองและชนบท ฯลฯ ดังนั้น การยังใช้งานได้ของแผนดังกล่าวจะถูกจำกัดด้วยระยะเวลาซึ่งมักไม่เกินห้าถึงสิบปี จึงควรระบุไว้ในกฎหมายให้มีการปรับปรุงแผนเป็นระยะ ๆ

III–V การช่วยเหลือและบรรเทาทุกข์ในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Assistance and Relief)

เขียนโดย Prof. I. Ijjas

5.1 หลักการและวัตถุประสงค์ (Principles and Objectives)

มาตรการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับชีวิตและมูลค่าทรัพย์สิน และงานทางด้านวิศวกรรมในช่วงสถานการณ์ฉุกเฉินจริงจะต้องดำเนินการตามข้อกำหนดในระเบียบที่เกี่ยวข้องกับแผนการดำเนินงานในสถานการณ์ฉุกเฉิน

การดำเนินงานในกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉินตรงจุดของอาคารควบคุมน้ำท่วมหลัก (คัน และตลิ่งสูงที่ติดกับพื้นที่น้ำท่วม) ควรเป็นหน้าที่ของหน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินระดับท้องถิ่น (District Flood Emergency Authority) ที่มีความรู้ความเข้าใจพื้นที่เป็นอย่างดี

หน้าที่ในการควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉิน ได้แก่

- การจัดเตรียมการเพื่อควบคุมสถานการณ์ฉุกเฉิน
- การดำเนินงานเพื่อควบคุมสถานการณ์ฉุกเฉิน
- มาตรการที่ตามมาภายหลังจากสถานการณ์ฉุกเฉินสิ้นสุด

5.2 การจัดเตรียมการเพื่อควบคุมสถานการณ์ฉุกเฉิน (Preparations for Emergency Control)

งานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมการเพื่อควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉิน ได้แก่

- งานบำรุงรักษาอาคาร อุปกรณ์ และอาคารประกอบ
- การจัดเตรียม การดำเนินงานและการบำรุงรักษาตามแผนงาน และการจัดทำเอกสารข้อมูลควบคุมน้ำท่วม
- การควบคุมดูแลตามปกติ และการตรวจสอบอาคาร อุปกรณ์ และวัสดุ
- การจัดตั้งหน่วยควบคุมการซักซ้อม
- การให้ข้อมูลทางด้านเทคนิคเพื่อการดำเนินงานด้านบริหารจัดการในการควบคุมสถานการณ์ฉุกเฉิน
- ข้อมูลเกี่ยวกับเจ้าหน้าที่ประสานงาน

5.2.1 การบำรุงรักษาอาคารควบคุม (Maintenance of Control Structures)

อาคารควบคุม อุปกรณ์หลัก และอุปกรณ์เสริมเพื่อการควบคุมดังกล่าวจะต้องได้รับการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องให้อยู่ในสภาพดี ตรงตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยในกรณีน้ำท่วมและน้ำนอง

5.2.2 แผนงานควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Flood Control Plans)

แผนงานควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉินควรประกอบด้วย

- การจัดทำเอกสารข้อมูลการควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉิน
- แผนงานจำกัดขอบเขต
- การมอบหมายงานไปยังองค์กรที่เกี่ยวข้องในการควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉิน (แผนระดมพล (Mobilization Plan))
- แผนความร่วมมือที่จัดทำขึ้นตามข้อตกลงสองฝ่ายกับรัฐข้างเคียง

ฐานข้อมูลการควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉินควรรวมทุกแผนงานและข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นเพื่อให้การดำเนินงานควบคุมสถานการณ์ฉุกเฉินประสบผลสำเร็จ โดยควรมีเนื้อหาดังนี้

- รายละเอียดทางด้านเทคนิค
- แผนผังทั่วไป
- แผนผังแสดงรายละเอียด
- ภาพตัดตามแนวยาว
- ภาพตัดขวางตามรูปแบบ
- ภาพตัดลักษณะคันกั้นน้ำ
- รายการอาคาร
- แบบรูปของอาคาร
- คู่มือการใช้งานอาคาร
- แผนที่ถนนและโครงข่ายน้ำ
- เอกสารทางด้านเทคนิคอื่น ๆ ที่จำเป็น

การจัดทำเอกสารข้อมูลการควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉินควรครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดภายใต้ความรับผิดชอบของหน่วยบัญชาการสถานการณ์ฉุกเฉินระดับท้องถิ่น ตลอดจนส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการสู้ภัยน้ำท่วมแต่ละส่วน

แผนงานจำกัดขอบเขตควรต้องรวม

- แบบรูปอาคารที่ช่วยชะลอหรือป้องกันการกระจายตัวของน้ำเข้าไปท่วมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง หากคันกั้นน้ำพัง
- ข้อมูลทางด้านเทคนิคเกี่ยวกับการกักเก็บและความเป็นไปได้ในการนำน้ำส่วนเกินกลับมาใช้ประโยชน์
- วัสดุ เครื่องจักรกล และแรงงานที่จำเป็นสำหรับปฏิบัติงานจำกัดขอบเขตน้ำท่วม
- ถนนที่ยังคงสามารถใช้งานได้

เอกสารแผนงานด้านการจำกัดขอบเขตน้ำท่วมจะต้องครอบคลุมถึง

- รายละเอียดทางด้านเทคนิค
- แผนผังทั่วไป
- แผนผังแสดงรายละเอียด
- ภาพตัดตามยาวและภาพตัดตามขวางของอาคารเพื่อจำกัดขอบเขตน้ำท่วม
- แผนที่แสดงบริเวณที่ตั้งถิ่นฐาน
- โครงสร้างองค์กร

การมอบหมายงานในการควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉิน (แผนระดมพล) ให้แก่องค์กรที่เกี่ยวข้องดูแลนั้น ควรระบุข้อมูลและตำแหน่งของบุคลากรที่สามารถเรียกตัวมาได้ตามข้อกำหนดสำหรับการควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉินที่เกี่ยวข้อง และควรจัดทำแผนระดมพลให้ครอบคลุมพื้นที่ในความรับผิดชอบขององค์กรควบคุมน้ำท่วมนั้น ตลอดจนมีรายละเอียดของเนื้อหาเฉพาะแยกตามหน่วยสู้ภัยน้ำท่วม

แผนงานความร่วมมือในงานที่เกี่ยวข้องกับทางน้ำที่มีเขตแดนประเทศเป็นแนว หรือทางน้ำที่ไหลผ่านพรมแดนระหว่างประเทศควรจัดทำขึ้นโดยหน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินระดับท้องถิ่นที่มีหน้าที่รับผิดชอบตามที่กำหนดไว้ในข้อตกลงด้านน้ำซึ่งลงนามโดยประเทศที่เกี่ยวข้อง

นอกจากนี้หน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินระดับท้องถิ่นควรจัดเตรียมข้อมูลอุทกวิทยา อุตุ–อุทกวิทยา และข้อมูลการควบคุมน้ำท่วมตามรายการที่ระบุไว้ในข้อกำหนดสถานการณ์ฉุกเฉินร่วมกัน (Joint Emergency Regulation) และส่งมอบให้กับหน่วยงานป้องกันน้ำท่วมฉุกเฉินของประเทศเพื่อนบ้าน แผนงานการควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉินควรได้รับการจัดทำขึ้นโดยพิจารณาจากข้อกำหนดของกรมกองต่าง ๆ ที่เป็นหน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินระดับชาติ (National Flood Emergency Authority) ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาเฉพาะทาง

5.3 องค์กรและทรัพยากร (Organization and Resources)

5.3.1 ความร่วมมือ (Coordination)

การปฏิบัติงานตามหน้าที่ในช่วงสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อควบคุมน้ำท่วมนั้น องค์กรควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉินทั้งในระดับชาติ ระดับภูมิภาค และระดับท้องถิ่น ควรร่วมมือกันตามข้อกำหนดทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

5.3.2 การตรวจสอบอาคารควบคุม เครื่องมือ และวัสดุ (Inspection of Control Structures, Equipment and Materials)

- ควรตรวจสอบอาคารควบคุม เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในวัตถุประสงค์เพื่อการควบคุมน้ำท่วมในช่วงสถานการณ์ฉุกเฉิน พื้นที่ที่สำรองไว้ และหน่วยงานปฏิบัติการในสถานการณ์ฉุกเฉินอย่างน้อยปีละครั้ง ซึ่งดำเนินการโดยคณะกรรมการที่ประกอบด้วยหัวหน้าหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีหน้าที่ควบคุมดูแลสถานการณ์ฉุกเฉิน ข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบของคณะกรรมการนี้จะต้องบรรจุอยู่ในข้อตกลงที่ใช้ในการสื่อสารร่วมกัน
- ควรจัดทำแผนปฏิบัติการ (Action Plan) เพื่อซ่อมแซม กำจัดข้อบกพร่องและข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่ตรวจพบในระหว่างการตรวจสอบข้างต้น และเพื่อเตรียมความพร้อมของวัสดุสำรอง ในแผนงานควรระบุวันให้ชัดเจนว่าคันกั้นน้ำและอาคารควบคุมต่าง ๆ จะต้องได้รับการซ่อมแซมและมาตรการอื่น ๆ ที่จำเป็นจะต้องดำเนินการ รวมทั้งการเก็บตุนวัสดุ และระบุตัวบุคคลที่ทำหน้าที่เหล่านี้ ตลอดจนการสิ้นสุดภารกิจที่ได้รับมอบหมายเมื่อการดำเนินงานประสบผลสำเร็จ
- จะต้องส่งมอบรายงานสรุปผลการตรวจสอบเกี่ยวกับมาตรการที่ได้ดำเนินการในพื้นที่ให้แก่หน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินระดับชาติ
- เมื่อใดก็ตามที่ผลการพยากรณ์บ่งบอกว่าจะต้องแจ้งประกาศเตือนภัยน้ำท่วมหรือระบายน้ำในสถานการณ์ฉุกเฉิน จะต้องดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ ซึ่งจัดเตรียมการสำรวจอาคารควบคุมต่าง ๆ โดยไม่ชักช้า และหากพบข้อบกพร่องให้รีบแก้ไขโดยทันที
- เมื่อได้รับอนุญาตจากหน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินระดับชาติ หัวหน้าหน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินระดับท้องถิ่นอาจสั่งการให้ดำเนินงานตามที่จำเป็น และคิดค่าใช้จ่ายจากกองทุนที่จัดสรรเพื่อการดำเนินงานในสถานการณ์ฉุกเฉิน
- เพื่อจัดเตรียมความพร้อมและอบรมเจ้าหน้าที่ที่ได้รับการคัดเลือกมาปฏิบัติงานควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉินจำเป็นต้องมีการซักซ้อมสถานการณ์ปีละครั้ง การซักซ้อมดังกล่าวอาจจะยกเลิกได้ในปีที่มีการแจ้งประกาศสถานการณ์น้ำท่วมจริงโดยหน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำ

ท่วมฉุกเฉินระดับท้องถิ่น ค่าใช้จ่ายในการซักซ้อมดังกล่าวเบิกจ่ายจากกองทุนที่จัดสรรมาเพื่อการนี้

- เพื่อจัดทำแผนงานระดมกำลังพล และแผนการอพยพ การกู้ภัย และการส่งคืนถิ่นฐานเดิม หน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินระดับท้องถิ่นควรให้ข้อมูลด้านเทคนิคที่จำเป็นแก่คณะกรรมการบริหารของท้องถิ่นที่ได้รับผลกระทบโดยผ่านทางหน่วยงานด้านวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานในท้องถิ่นดังกล่าว
- เพื่อจัดทำแผนการระดมพล จำเป็นที่จะต้องกำหนดจำนวนคนงานทั่วไปที่ต้องใช้ในงานที่ต้องอาศัยแรงคน และงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์และเครื่องสูบน้ำในหน่วยควบคุมน้ำท่วมแต่ละหน่วย
- แผนการอพยพ การกู้ภัย และการส่งคืนถิ่นฐานเดิมควรมีรายละเอียดทางด้านเทคนิค และมีแผนที่ที่ระบุพื้นที่ที่จะเกิดน้ำท่วม ถนน และทางรถไฟที่ใช้การได้ในการอพยพ รวมทั้งความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคในการดำเนินงานกู้ภัย

5.4 ระดับและกำหนดเวลาในการรับมือ (Response Timing and Levels)

5.4.1 สถานการณ์ฉุกเฉินและการประกาศที่ตามมา (Emergency Situation and the Declaration Thereof)

งานทางด้านวิศวกรรมสำหรับควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉินจะดำเนินการโดยหน่วยบัญชาการด้านน้ำระดับท้องถิ่นนั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะของสถานการณ์ฉุกเฉินที่สัมพันธ์กับความรุนแรงของสถานการณ์

ระยะของสถานการณ์ฉุกเฉินอาจระบุได้ดังนี้

- สถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 1–งานสังเกตการณ์ (Emergency Stage 1–Observation Duty)
- สถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 2–มาตรการควบคุม (Emergency Stage 2–Control Measures)
- สถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 3–มาตรการควบคุมแบบเข้มข้น (Intensive Control Measures)
- สถานการณ์ฉุกเฉินกรณีพิเศษ (Exceptional Emergency)

5.4.2 สถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉิน (Flood Emergency Situation)

ทันทีที่ระดับน้ำในแม่น้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงระดับวิกฤตที่กำหนดและคาดว่าจะสูงขึ้นไปอีก จำเป็นที่จะต้องแจ้งประกาศเตือนภัยถึงระยะของสถานการณ์ฉุกเฉินและมาตราการเกี่ยวข้องที่ได้ดำเนินการไปแล้ว ดังนั้นค่าระดับน้ำวิกฤตของสถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 1–3 ของแต่ละแม่น้ำ (ช่วงแม่น้ำ) ที่อ่านได้จากเกจวัดต้องแสดงไว้ในข้อกำหนดสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่นเดียวกับในกรณีน้ำท่วมจากทะเล (บทที่ 2–3)

ในกรณีของน้ำท่วมประเภทที่มีน้ำแข็งปิดกั้นลำน้ำ (Ice Jam Flood) หรือน้ำท่วมประเภทฉับพลัน (Flash Flood) ที่คาดการณ์ว่าจะท่วมบริเวณแม่น้ำหรือบางช่วงของแม่น้ำอย่างรวดเร็วกระทันหัน หรือตามที่สภาพของคันกั้นน้ำจะรับได้หรือไม่ จะต้องแจ้งประกาศอย่างเร่งด่วนถึงระยะของสถานการณ์ฉุกเฉินและมาตราการเกี่ยวข้องที่จำเป็นโดยไม่ต้องรอข้อมูลระดับน้ำวิกฤตจากเกจวัด และควรแจ้งประกาศการลดระดับของสถานการณ์ฉุกเฉิน เมื่อระดับน้ำจากเกจวัดในแม่น้ำลดลงต่ำกว่าระดับวิกฤตและคาดว่าจะไม่เพิ่มสูงขึ้นกว่านี้ หรืออาจแจ้งยกเลิกประกาศหากระดับน้ำยังคงสูงอยู่ อย่างไรก็ตามไม่สามารถยกเลิกประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินได้หากรอยแตกหรือช่องขาดของคันกั้นน้ำที่เกิดขึ้นในช่วงสถานการณ์ฉุกเฉินยังไม่ได้รับการซ่อมแซมหรือความเสียหายอื่น ๆ ที่มีผลต่อเสถียรภาพของอาคารควบคุมไม่ได้รับการซ่อมแซมให้กลับมาใช้งานได้

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการพังทลายอาคารป้องกันชั่วคราว การฟื้นฟู และการจัดเก็บสำรองวัสดุ สามารถเบิกจากกองทุนที่จัดสรรเพื่อการควบคุมสถานการณ์ฉุกเฉิน แม้ว่าจะยกเลิกประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินไปแล้ว

ย่อหน้าต่อไปนี้เป็นข้อมูลสรุปเกี่ยวกับการดำเนินการที่จำเป็นในสถานการณ์ฉุกเฉินระยะต่าง ๆ ได้แก่

(1) สถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 1 (Emergency Stage 1)

ทันทีที่ได้ประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 1 หัวหน้าหน่วยควบคุมสถานการณ์ฉุกเฉินจะต้อง

- ตอบรับว่าการได้รับแผนและเอกสารข้อมูลมาตรการสถานการณ์ฉุกเฉินในหน่วยควบคุม
- ตรวจสอบงานในความรับผิดชอบของหน่วยควบคุม
- ตรวจสอบสภาพคันกั้นน้ำ ประตูระบายน้ำ และอาคารอื่น ๆ

ระหว่างสถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 1 จะต้องเฝ้าระวังและสังเกตการณ์ในช่วงกลางวัน (ในประเทศเนเธอร์แลนด์เรียกงานนี้ว่า “การเฝ้าระวังคันกั้นน้ำแบบจำกัด (Limited Dike Watch)”) และจะต้องอ่านเกจวัดระดับน้ำตลอดช่วงความยาวของแม่น้ำอย่างน้อยที่สุดวันละสองครั้ง

(2) สถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 2 (Emergency Stage 2)

เมื่อคาดการณ์ว่าน้ำจะยังคงเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จะต้องประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 2 และหัวหน้าของหน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินระดับท้องถิ่นต้องระดมกำลัง เพื่อตั้งคณะทำงานหรือกลุ่มคณะทำงานตามที่วางแผนไว้ ในช่วงสถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 2 จะต้องเฝ้าระวังและสังเกตการณ์คันกั้นน้ำตลอดช่วงกลางวันและกลางคืน (ในประเทศเนเธอร์แลนด์เรียกงานนี้ว่า “การ

เฝ้าระวังคันกั้นน้ำแบบเข้มข้น (Extensive Dike Watch)") ถ้ายังไม่มีการสั่งการอื่นใดจะต้องอ่านเกจวัดระดับน้ำตลอดช่วงแม่น้ำอย่างน้อยที่สุดวันละสี่ครั้ง

(3) สถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 3 (Emergency Stage 3)

เมื่อน้ำในแม่น้ำยังคงเพิ่มระดับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องหรือการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำส่งผลต่อระดับน้ำท่วม จำเป็นต้องประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 3 และให้มีคนเฝ้าระวังเหตุการณ์ทั้งช่วงกลางวันและกลางคืนเพื่อตรวจหาการซึมผ่านของน้ำ การรั่วซึม การอิ่มตัวของน้ำตามแนวคันกั้นน้ำ ตรวจหาการซึมผ่านของน้ำใต้ฐานคันกั้นน้ำและทำให้เกิดการกัดเซาะผิวหน้า เพื่อป้องกันการเกิดโพรงดินและเพื่อเฝ้าระวังอาคารที่อาจเกิดความเสียหายขึ้นจะต้องอ่านเกจวัดระดับน้ำทุก 2 ชั่วโมง และทำเครื่องหมายแสดงและตรวจวัดระดับน้ำท่วมสูงสุด

ตำแหน่งที่เกิดความผิดปกติที่คนเฝ้าระวังตรวจพบ และตำแหน่งที่เป็นอันตรายต่อเสถียรภาพของคันกั้นน้ำจะต้องทำเครื่องหมายแสดงให้ชัดเจน ติดตามอย่างระมัดระวัง และบรรเทาความเสียหายที่เกิดขึ้น หลังการตรวจสอบโดยทีมตรวจสอบที่ได้รับมอบหมายแล้ว จะต้องระบุตำแหน่งที่ต้องเพิ่มการเฝ้าระวัง หรือต้องปฏิบัติการอย่างเร่งด่วน และรีบดำเนินการซ่อมแซมหรือดำเนินการด้านอื่น ๆ ในทันที

(4) สถานการณ์ฉุกเฉินระยะพิเศษ (Exceptional Emergency)

เมื่อใดที่ระดับน้ำในแม่น้ำหรือช่วงของแม่น้ำสูงเกินระดับน้ำวิกฤตที่กำหนดระยะที่ 3 และคาดการณ์ว่าจะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จะต้องประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินระยะพิเศษ หัวหน้าหน่วยบัญชาการสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉินระดับท้องถิ่นจะต้องรายงานข้อมูลจากเกจวัดเพื่อให้ข้อเสนอแนะในการแจ้งประกาศเตือนภัยในสถานการณ์ฉุกเฉินระยะพิเศษ อาจแจ้งประกาศลดระดับสถานการณ์ฉุกเฉินระยะพิเศษได้เมื่อระดับน้ำตรวจวัดลดระดับลงสู่สถานการณ์ฉุกเฉินระยะที่ 3 หรือในกรณีของคันกั้นน้ำที่สามารถจำกัดขอบเขตน้ำนอง หรือสามารถผันน้ำลงสู่ทางน้ำได้ประสบผลสำเร็จ

5.4.3 การจำกัดขอบเขต (Confinement)

เมื่อใดก็ตามที่กำลังจะเกิดรอยแตกของคันกั้นน้ำที่จุดใดจุดหนึ่ง หรือหลายจุดตามแนวแม่น้ำจะต้องดำเนินมาตรการป้องกันน้ำไม่ให้ไหลบ่าท่วมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง หรือผันน้ำลงสู่ทางน้ำเดิมทันทีตามแผนการจำกัดขอบเขตน้ำท่วม ซึ่งแผนงานดังกล่าวประกอบด้วย

- การป้องกันช่องขาดไม่ให้เพิ่มขึ้นทั้งตามแนวกว้างและแนวลึก
- เสริมความแข็งแรงตรงส่วนปลายของช่องขาด
- อุดปิดส่วนที่ขาด

- ก่อสร้างโครงสร้างที่ใช้จำกัดขอบเขตน้ำท่วม
- ความต่อเนื่องของการดำเนินงานควบคุมน้ำท่วมในสถานการณ์ฉุกเฉินโดยไม่หยุดชะงัก
- รักษาการสื่อสารให้มีความน่าเชื่อถือไว้
- ลดความเสียหายจากน้ำที่ไหลผ่านช่องขาดและการระบายน้ำออกจากพื้นที่น้ำท่วมให้เหลือน้อยที่สุด

5.5 มาตรการบรรเทาทุกข์น้ำท่วม (Flood Relief Measures)

มาตรการบรรเทาทุกข์น้ำท่วม (Flood Relief Measures) มีเป้าหมายเพื่อบรรเทาความทุกข์ยากของผู้ประสบภัยน้ำท่วมด้วยการประกาศความช่วยเหลือทางการเงินและให้ความสนับสนุนด้านอื่น ๆ ในระดับนานาชาติจะมีกองทุนของสำนักงานผู้ประสานงานการบรรเทาภัยพิบัติสหประชาชาติ (United Nations Disaster Relief Coordinator) ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม โดยทั่วไปแล้วผู้ประสบภัยน้ำท่วมจะได้รับความช่วยเหลือแบบเฉพาะกิจโดยรัฐบาล หรือโดยองค์กรจิตอาสาต่าง ๆ เช่น สภากาชาด (Cross Red) ฯลฯ

5.5.1 การบรรเทาทุกข์แบบทันที (Immediate Relief Measures)

การบรรเทาทุกข์ที่สามารถดำเนินการได้ในทันที ได้แก่

- การอพยพผู้ประสบภัยน้ำท่วม
- การลำเลียงอาหารทางเครื่องบิน
- การประสานงานอย่างใกล้ชิดกับหน่วยทหาร
- การทบทวนมาตรการบรรเทาทุกข์ประจำวัน
- การให้เงินช่วยเหลือฉุกเฉินแก่องค์กรในท้องถิ่นและแก่ผู้ประสบภัยโดยตรง
- การจัดหาอาหาร
- การจัดหาอาหารสัตว์
- การดูแลรักษาพยาบาลเบื้องต้นและการดำเนินงานด้านสาธารณสุข
- การจัดส่งสิ่งของที่จำเป็น เช่น น้ำมันก๊าด น้ำมันพืช น้ำมันเครื่องยนตร์ ฯลฯ
- ความช่วยเหลือของจิตอาสา เช่น สภากาชาด คนเฝ้าระวัง และคนในท้องถิ่น ฯลฯ
- การอุดรอยรั่ว

5.5.2 มาตรการหลังจากเหตุการณ์น้ำท่วมสิ้นสุด (Measures after Cessation of Floods)

มาตรการที่จะต้องดำเนินการทันทีหลังจากที่เหตุการณ์น้ำท่วมสิ้นสุดลงแล้ว ได้แก่

- การฟื้นฟูระบบการเชื่อมโยงทางถนนหรือทางรถไฟ

- การฟื้นฟูบ่อสูบน้ำใต้ดินและเครื่องจักรกลการเกษตรอื่น ๆ
- การสูบน้ำออกจากบ่อน้ำและพื้นที่ต่ำในตัวเมือง หมู่บ้าน รวมทั้งห้องใต้ดินและใต้ถุนอาคาร
- การกำจัดตะกอนทรายที่ตกทับถมในพื้นที่น้ำท่วม
- การแบ่งเขตแนวดินที่ปกคลุมด้วยชั้นทราย
- แจกเมล็ดพันธุ์พืชให้กับเกษตรกรสำหรับใช้หว่าน
- การฟื้นฟูสัตว์ปีก การประมง และการเลี้ยงสุกร ฯลฯ
- การฟื้นฟูอุตสาหกรรม อุปกรณ์โรงงาน ฯลฯ
- การฟื้นฟูพื้นที่คลังสินค้าและห้างสรรพสินค้า
- การฟื้นฟูทรัพย์สินสาธารณะ เช่น ถนน สะพาน ระบบชลประทานและอาคารประกอบ โรงไฟฟ้า อาคารสาธารณะ ระบบระบายน้ำ และระบบประปา ฯลฯ

5.6 เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Duivendijk, J.V. (1987). *Non–structural aspects of flood control in the Netherlands*, (A Short Review).

[2] Framji, K.K. (1983). *Manual of flood control method and practices*. New Delhi: ICID.

[3] Indian National Committee on irrigation and Drainage. (1993*). Status report on non–structural of flood management in India*. New Delhi: INCID.

[4] National water Authority of Hungary. (1971). *Flood and drainage control emergency regulations*, Water Service Bulletin. Hungary: National water Authority.

IV–I ภาคผนวก A สรุปรายงานประเทศ (Country Papers Summary)

เขียนโดย J. van Dulvendijk

A.1 บทนำ (Introduction)

ใน “วัตถุประสงค์และแผนงาน (Objective and Work Program)” ของคณะทำงานด้านการบริหารจัดการน้ำท่วมด้วยแนวทางไม่ใช้สิ่งก่อสร้างมีข้อความสั้น ๆ หนึ่งระบุว่า “รวบรวมบททบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างที่ใช้อยู่ในประเทศสมาชิก”

ด้วยเหตุนี้ คณะทำงานจึงร้องขอให้ประเทศสมาชิกจัดทำเอกสารที่มีรายละเอียดของประเทศตน (ซึ่งต่อไปในที่นี้จะเรียกว่า “รายงานประเทศ (Country Paper)” และมีเอกสารจัดส่งมาให้คณะทำงาน 15 ฉบับนับถึงเดือนมิถุนายน ปี ค.ศ. 1997

ขณะที่เนื้อหาในรายงานประเทศดังกล่าวให้ข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อคู่มือฉบับนี้ จึงได้มีการตัดสินใจที่จะทบทวนรายงานประเทศทั้งหมด โดยมิได้หยิบยกเฉพาะรายงานที่เด่น ๆ และเนื่องจากยังขาดรายงานที่ระบุพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมโดยเฉพาะ ดังนั้นคณะทำงานจึงได้ตัดสินใจที่จะรวบรวมและพิจารณาเนื้อหาอื่น ๆ เพิ่มเติม

เนื้อหาส่วนที่ 2 ของภาคผนวก A นี้ เป็นภาพรวมของรายงานประเทศที่ได้รับ และเนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนบทคัดย่อของรายงานแต่ละฉบับ

เนื้อหาส่วนที่ 3 ของภาคผนวก A เป็นการวิเคราะห์รายงานประเทศและเนื้อหาอื่น ๆ ที่รวบรวมได้โดยรวบรวมเป็นตารางมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างที่ได้มีการกล่าวถึงไว้ในส่วนที่ 2 และ 3 ของคู่มือฉบับนี้

และเนื้อหาส่วนสุดท้ายของภาคผนวก A เป็นชื่อเรื่องและผู้เขียน (ถ้าระบุไว้) ที่ถูกใช้อ้างอิงในรายงานประเทศดังกล่าว และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ ที่นำมาใช้

A.2 ภาพรวมของรายงานที่ได้รับ (Overview of Paper Received)

A.2.1 ทั่วไป (General)

รายงานการบริหารจัดการน้ำท่วมโดยไม่ใช้สิ่งก่อสร้างที่ได้รับจากประเทศต่าง ๆ ได้แก่ ออสเตรเลีย บังคลาเทศ แคนาดา ฝรั่งเศส เยอรมัน อินเดีย อิตาลี ญี่ปุ่น มอร็อคโค เนเธอร์แลนด์ ปากีสถาน โปรตุเกส สเปน สหราชอาณาจักร (อังกฤษและเวลล์) และสหรัฐอเมริกา

ถึงแม้จะได้รับรายงานจำนวนสิบห้าฉบับ แต่ก็นับได้ว่าเป็นเพียงแค่ 19% ของจำนวนประเทศสมาชิกทั้งหมด 81 ประเทศ (นับถึงสิ้นปี ค.ศ. 1995)

เพื่อชดเชยข้อมูลที่ขาดหายไป จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมในประเด็นดังต่อไปนี้

- ชุดเอกสารด้านการควบคุมน้ำท่วมของ UN–ESCAP
- การศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำท่วมในแม่น้ำปารานา (Parana River) และแม่น้ำปารากวัย (Paraquay River) (ในประเทศอาร์เจนตินาและประเทศปารากวัย)

ยิ่งไปกว่านั้น สำนักงานกลางได้แนะนำให้ทบทวนเอกสารที่จัดพิมพ์โดย ICID เรื่อง “การควบคุมน้ำท่วมในโลก (Flood Control in the World)” [21] ที่จัดพิมพ์ในปี ค.ศ. 1976 และเรื่อง “คู่มือวิธีการปฏิบัติเพื่อควบคุมน้ำท่วม (Manual of Flood Control Methods and Practices)” (ICID, 1983) [22] คณะทำงานได้อ่านเอกสารทั้งสองเพื่อการหาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง

คณะทำงานพบว่า ในเอกสารปี ค.ศ. 1976 ยังมิได้มีการแบ่งมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างออกมาให้ชัดเจน แต่มีการกล่าวถึงมาตรการ เช่น การจัดเขตการใช้พื้นที่ การพยากรณ์น้ำท่วม และการเตือนภัยน้ำท่วมอยู่บ่อยครั้ง

ในฉบับตีพิมพ์ปี ค.ศ. 1983 จากจำนวนหน้าทั้งหมด 360 หน้า มีเพียง 4 หน้าที่เขียนเกี่ยวกับมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง มาตรการเหล่านี้ ได้แก่ การจัดเขตการใช้พื้นที่ การกันน้ำท่วม การอพยพ และการประกันภัยน้ำท่วม ในรายงานมีหัวข้อต่าง ๆ ได้แก่ การดำเนินการทางด้านกฎหมาย

จากบทสรุปสั้น ๆ นี้ เราอาจสรุปได้ว่า แนวคิดเกี่ยวกับมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างนี้ได้เป็นที่ยอมรับอย่างรวดเร็ว และในทศวรรษทเก้าสิบนี้เองที่กลยุทธ์ของการผสมผสานทั้งมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้างและที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบรรเทาน้ำท่วมได้รับการยอมรับ

ต่อไปในที่นี้จะนำเสนอบทคัดย่อรายงานประเทศต่าง ๆ และข้อมูลเพิ่มเติมที่รวบรวมมาได้

A.2.2 ประเทศอาร์เจนตินา (Argentina)

คณะทำงานไม่ได้รับรายงานประเทศอาร์เจนตินา อย่างไรก็ตามได้มีการทำการศึกษาอย่างเข้มข้นเกี่ยวกับน้ำท่วมและการควบคุมน้ำท่วมในแม่น้ำปารานาและแม่น้ำปารากวัยระหว่างช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา [1], [2] ทำให้คณะทำงานสามารถที่จัดทำข้อสรุปบางประการ ได้แก่ นอกจากการพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วมแล้ว การบริหารจัดการน้ำท่วมโดยมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างจนถึงปัจจุบันยังไม่ได้รับความสนใจมากพอ ถึงแม้ว่าได้มีการจัดทำข้อเสนอแนะไว้แล้วก็ตาม [2]

A.2.3 ประเทศออสเตรเลีย (Australia)

ในรายงานประเทศที่จัดทำโดย D.R. Stringer [3] มีการระบุถึงมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างที่ใช้ในทุกรัฐของประเทศออสเตรเลีย จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า รายงานต่าง ๆ มักให้ความสนใจกับปัญหาน้ำท่วมที่เกิดจากแม่น้ำ (River Flood) มากกว่าน้ำท่วมที่เกิดจากการระบายน้ำออกจากตัวเมือง หรือจากสาเหตุเขื่อนวิบัติ หรือคลื่นพายุซัดฝั่งในแถบชายฝั่ง หัวข้อต่าง ๆ ยังครอบคลุมถึงตัวบทกฎหมาย การตั้งกองทุน การแบ่งเขต การจัดทำแผนที่น้ำท่วม ข่าวสาร/การให้การศึกษา การพยากรณ์/การเตือนภัย หน่วยบริการฉุกเฉิน การประกันภัย และการป้องกันตัวจากภัยน้ำท่วม

ในรายงานระบุว่า โดยทั่วไปนโยบายของประเทศออสเตรเลียเน้นการบริหารจัดการน้ำท่วมด้วยแนวทางไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง ดังแสดงในบรรณานุกรมมีรายชื่อเอกสารอ้างอิงจำนวน 11 รายการ

A.2.4 ประเทศบังคลาเทศ (Bangladesh)

น้ำท่วมเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นประจำในบังคลาเทศ ในรายงานประเทศ [4] ระบุไว้ว่าประมาณ 60% ของพื้นที่ประเทศเป็นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม ในขณะที่ 30% เป็นพื้นที่น้ำนองในช่วงฤดูมรสุม แม้กระทั่งในช่วงปีปกติ หลังจากน้ำท่วมครั้งใหญ่ในปี ค.ศ. 1987 และ ค.ศ. 1988 จึงมีการศึกษาเพื่อควบคุมน้ำท่วมอย่างจริงจังโดยเฉพาะ UNDP และประเทศผู้บริจาคหลายประเทศ มีการสรุปผลการศึกษาและแผนงาน และจัดลำดับไว้ในในรายงานการศึกษานโยบายน้ำท่วม (Flood Policy Study Report) ในเดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 1989

จากบทสรุปสำหรับผู้บริหาร [5] ระบุไว้ดังนี้ “....มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างสามารถช่วยประชาชนให้อยู่กับเหตุการณ์น้ำท่วมในช่วงขณะสั้น ๆ ได้ ก่อนที่คันกั้นน้ำจะถูกสร้างขึ้น สิ่งที่สำคัญที่สุดของมาตรการเหล่านี้การพยากรณ์น้ำท่วม การเตือนภัยล่วงหน้า และการจัดเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับน้ำท่วม”

ในรายงานประเทศ [4] มีรายละเอียดบางประการเกี่ยวกับการจัดตั้งโครงสร้างองค์กรและหน่วยงานด้านการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างนี้ โดยมีการนำมาตรการเหล่านี้บางส่วนมาใช้กันอยู่แล้ว (เช่น การพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วม) ในขณะที่มาตรการอื่น ๆ เช่น การจัดเขตพื้นที่น้ำท่วมยังอยู่ในระยะวางแผน อย่างไรก็ตามมีสิ่งที่น่าชื่นชมคือ การที่น้ำท่วมในประเทศนี้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี ทำให้ประชาชนในชนบท “สามารถอยู่ร่วมกับน้ำท่วมได้” โดยใช้วิธีการกันน้ำท่วม (Flood Proofing) น้ำท่วมที่เกิดจากน้ำเอ่อล้นตลิ่งและปริมาณน้ำฝนจึงไม่ได้เป็นภัยคุกคามต่อชีวิตของประชาชนเหมือนกับน้ำท่วมที่เกิดจากคลื่นพายุซัดฝั่ง (ไซโคลน) ซึ่งประเภทหลังนี้เองที่มีความจำเป็นมากที่จะต้องมีการสร้างอาคารกันน้ำท่วมเพื่อการอพยพและกิจกรรมบรรเทาทุกข์

A.2.5 ประเทศแคนาดา (Canada)

รายงานประเทศที่จัดทำโดยสมาชิกคณะทำงาน B. Maclock [6] ได้ประมวลรายละเอียดของทางเลือกต่าง ๆ ในการควบคุมน้ำท่วมแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเข้าด้วยกัน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นประสบการณ์ของประเทศแคนาดาได้ดี

โดยพบว่า การประยุกต์ใช้มาตรการควบคุมน้ำท่วมที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเป็นไปอย่างช้า ๆ ในแคนาดาและกระจายตัวไปทั่วประเทศ หลักปฏิบัติดั้งเดิมคือการใช้มาตรสิ่งก่อสร้างที่ต้องใช้ค่าลงทุนสูง อย่างไรก็ตามในเร็ว ๆ นี้ ได้มีการริเริ่มและมุ่งเน้นไปที่มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง และถือว่าเป็นมาตรการที่ใช้ได้ผลดีกับปัญหาน้ำท่วม

ในรายงานยังมีการเน้นย้ำถึงความแตกต่างของกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำวิธีการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างมาใช้ของรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่น

รัฐบาลกลางสามารถจำกัดการให้ความช่วยเหลือทางด้านการเงินแก่รัฐบาลท้องถิ่นต่าง ๆ ตามแผนงานความช่วยเหลือภัยพิบัติ (Disaster Assistance Program) ดังนั้นจึงได้มีการจัดทำแผนงานลดความเสียหายน้ำท่วม (Flood Damage Reduction Program, FDR) ขึ้นในปี ค.ศ. 1975 ซึ่งผลของการการจัดทำข้อตกลง FDR ระหว่างรัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นแต่ละรัฐได้ครอบคลุมถึงข้อตกลงในด้านมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างด้วย มาตรการเหล่านี้ส่วนใหญ่มุ่งเน้นที่การจัดเขตการใช้พื้นที่ และการพยากรณ์น้ำท่วมเป็นหลัก

บริษัท Canadian Mortgauge and Housing Corporation ได้พัฒนาข้อกำหนดสำหรับการกันน้ำท่วมของโครงสร้างอาคารต่าง ๆ

เอกสารดังกล่าวยังให้รายละเอียดการทบทวนสถานการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในรัฐต่าง ๆ

ในบางรัฐการใช้มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างมีความก้าวหน้าไปอย่างมาก อย่างไรก็ตามก็ยังคงมีข้อจำกัดบางประการซึ่งระบุไว้ดังนี้

- ความจำเป็นที่จะต้องจัดทำแผนที่เสี่ยงน้ำท่วมให้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่
- การเมืองไม่ยอมรับการจัดเขตการใช้พื้นที่
- ขาดตัวบทกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ในรายงานนี้ยังรวมข้อคิดเห็นเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์ของทางเลือกในการบริหารจัดการน้ำท่วม จึงไม่น่าแปลกใจที่ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างขึ้นอยู่กับระดับการพัฒนาในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และการผสมผสานระหว่างมาตรการสิ่งก่อสร้างและที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างอาจกลายเป็นทางแก้ที่ดีที่สุดทางด้านเศรษฐศาสตร์ในสถานการณ์นั้น ๆ ได้

A.2.6 ประเทศฝรั่งเศส (France)

ในรายงานของประเทศฝรั่งเศสมีการแยกประเภทน้ำท่วมไว้ 2 ประเภทอย่างชัดเจน คือ

- น้ำท่วมในพื้นที่ลุ่ม (Low Land Flood) ที่มีลักษณะของการพัฒนารูปแบบน้ำท่วมอย่างช้า ๆ
- น้ำท่วมเฉียบพลัน (Flash Flood) ที่เกิดจากฝนตกอย่างรุนแรงในพื้นที่ และเป็นน้ำท่วมที่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมาก

ในอดีตเหตุการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้นหลายครั้งในประเทศฝรั่งเศส และก่อให้เกิดความเสียหายต่อผู้อยู่อาศัยในเมือง ด้วยเหตุนี้จึงมีข้อห้ามมิให้สร้างคันกั้นน้ำตามแนวแม่น้ำมาหลายศตวรรษแล้ว และให้มีการคงสภาพของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงไว้

มีการคาดการณ์ว่าในปัจจุบันหนึ่งในสี่ของพื้นที่ตั้งถิ่นฐานอยู่อาศัยเสี่ยงต่อภัยน้ำท่วม นอกจากนี้ความหนาแน่นของประชากรที่เพิ่มขึ้น ความมั่งคั่งของทรัพย์สิน และการครอบครองพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมนำไปสู่ความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตและความเสียหายที่เพิ่มขึ้น จึงไม่น่าประหลาดใจที่พบว่าในช่วงทศวรรษหลังนี้ ความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมจึงสูงมาก

รายงานยังให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าทำไมปัญหาน้ำท่วมและความเสียหายที่ตามมาจึงเพิ่มสูงขึ้นในประเทศฝรั่งเศส นอกจากสาเหตุของการเติบโตของเมือง (Urbanization) การบุกรุกของคนในพื้นที่รับน้ำและการขาดการบำรุงรักษา (เนื่องจากการลดลงของประชากรในพื้นที่ชนบท) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของกระบวนการดังกล่าว ในรายงานยังมีการระบุถึงการป้องกันน้ำท่วมในบางพื้นที่ ซึ่งโดยทั่วไปก็คือพื้นที่ซึ่งเคยเป็นพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงหรือหนองน้ำ

หลังจากเหตุการณ์น้ำท่วมในปี ค.ศ. 1994 ได้มีการตัดสินใจนำเอาแผนงานระยะยาวมาใช้ โดยมุ่งหวังที่จะการป้องกันความเสี่ยงจากภัยพิบัติตามธรรมชาติอย่างเหตุการณ์น้ำท่วม

หน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินมาตรการที่ผ่านมาเป็นของชุมชนท้องถิ่น (Community) รัฐบาลมีหน้าที่เพียงส่งเสริมให้มีการดำเนินมาตรการเหล่านั้น แต่มักไม่ค่อยประสบความสำเร็จ ดังนั้น จึงได้มีการนำกฎหมายใหม่มาใช้ในปี ค.ศ. 1995 [7] โดยนำเอาหลักการจัดเขตมาใช้ในพื้นที่ขนาดใหญ่มากกว่าที่เคยทำอยู่เดิมโดยกำหนดจากแผนที่รับน้ำนอง (Inundation Map) นอกจากนี้ยังมีการนำเอามาตรการการเวนคืนที่ดินและจ่ายค่าชดเชยให้แก่เจ้าของพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมซึ่งหากจะสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมจะต้องจ่ายค่าลงทุนที่สูงมากเกินไปด้วย

รัฐบาลยังได้สนับสนุนเงินลงทุนจำนวนหนึ่งเพื่อปรับปรุงระบบการพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วมของแม่น้ำบางแห่งให้ทันสมัยขึ้น อย่างไรก็ดี ไม่มีการลงทุนในแม่น้ำที่พิจารณาแล้วว่าไม่สามารถเป็นไปได้ในทางเทคนิค

มาตรการการป้องกันน้ำท่วมในระดับท้องถิ่นได้ดำเนินการควบคู่ไปกับมาตรการฟื้นฟูและการบำรุงรักษาแม่น้ำและลำน้ำอื่น ๆ

รัฐบาลยังคงไม่ได้ทำข้อผูกมัดในเรื่องเหล่านี้ แต่ได้จัดหามาตรการจูงใจด้านการเงินด้วยการสนับสนุนเงินให้เปล่า ซึ่งนำไปสู่ความตระหนักถึงความเสี่ยงของประชาชนที่สูงขึ้น การแก้ปัญหาที่คำนึงถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อม และเพื่อให้การใช้งานและการบำรุงรักษาลำน้ำและอาคารทางชลศาสตร์ดีขึ้น

คาดว่าในระยะยาวจะต้องมีการสร้างความเข้าใจถึงความเสี่ยงจากภัยน้ำท่วมให้แก่ประชาชนในชุมชนเมืองเช่นเดียวกับในพื้นที่ชนบท

อย่างไรก็ตาม ในอนาคตจะต้องให้ความสนใจกับการบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (Catchment Management) ให้มากขึ้น

A.2.7 ประเทศเยอรมัน (Germany)

เหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงในแม่น้ำไรน์ (Rhine River) ในปี ค.ศ. 1993 และ ค.ศ. 1995 ได้ผลักดันให้หน่วยงาน Landerarbeitsgemeinschaft Wasser หรือ LAWA จัดพิมพ์หนังสือเรื่อง “คู่มือสำหรับการป้องกันน้ำท่วมในอนาคต (Guidelines for Forward–Looking Flood Protection)” [23] ในปี ค.ศ. 1995 หน่วยงาน LAWA ถูกจัดตั้งขึ้นในฐานะคณะทำงานหนึ่งของสหพันธรัฐเยอรมัน และมีหน้าที่รับผิดชอบในการบริหารจัดการน้ำในประเทศเยอรมัน

คู่มือเล่มนี้อธิบายถึงสถานการณ์ของการป้องกันน้ำท่วมในประเทศเยอรมันในปี ค.ศ.1995 และลักษณะรูปแบบของการเกิดน้ำท่วมโดยทั่วไป ตามด้วยกลยุทธ์และมาตรการเพื่อลดความเสี่ยงจากความเสียหายของการเกิดน้ำท่วมในอนาคต คู่มือนี้ยังช่วยเผยแพร่ข่าวสารให้เห็นถึงปัญหาความซับซ้อนของการป้องกันน้ำท่วม ซึ่งไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยแนวทางแก้ไขเดียวแต่จำเป็นจะต้องใช้ชุดมาตรการ ซึ่งปรับให้เข้ากับกลุ่มเป้าหมายเชิงสังคม เศรษฐกิจ และทางเทคนิค เพื่อช่วยลดอันตรายจากความเสียหายน้ำท่วมในอนาคตให้เหลือน้อยที่สุด

ในหนังสือคู่มือดังกล่าวระบุความต้องการพื้นฐาน 10 ประการ ดังนี้

(1) เพื่อชะลอน้ำด้านบน

(2) เพื่อระบายน้ำท่วมออกไป

(3) เพื่อบำรุงรักษาอาคารสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการปกป้องจากภัยน้ำท่วม

(4) เพื่อให้ตระหนักรู้ถึงข้อจำกัดต่าง ๆ

(5) เพื่อลดความเป็นไปได้ที่จะเกิดความเสียหาย

(6) เพื่อทำให้ประชาชนรู้ถึงความเสี่ยงน้ำท่วม

(7) เพื่อเตือนภัยการเกิดน้ำท่วม

(8) เพื่อส่งเสริมมาตรการป้องกันส่วนบุคคล

(9) เพื่อสร้างความเป็นเอกภาพ

(10) เพื่อดำเนินงานในลักษณะบูรณาการ

ความต้องการเหล่านี้ 8 ข้อ จากทั้งหมด 10 ข้อ เป็นสิ่งที่จะใช้มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างในการแก้ไข มาตรการสิ่งก่อสร้างใดซึ่งไม่ได้สร้างความตระหนักรับรู้ของประชาชนเกี่ยวกับความเสี่ยงน้ำท่วม ก็อาจสร้างความเสียหายให้กับทรัพย์สินมากกว่าช่วยป้องกัน ดังนั้นจำเป็นจะต้องนำมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างมาใช้ควบคู่กันเพื่อส่งเสริมงานสิ่งก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีมาตรการใดที่สามารถป้องกันไม่ให้เกิดน้ำท่วมได้เด็ดขาด การควบคุมกิจกรรมของมนุษย์ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมดูจะให้ประสิทธิผลดีกว่าการพยายามควบคุมขนาดน้ำท่วมรุนแรง นอกจากนี้การบริหารจัดการด้านการตั้งถิ่นที่อยู่อาศัยในพื้นที่น้ำท่วมจะประสบผลสำเร็จมากกว่าการพยายามควบคุมน้ำท่วมโดยตรง

คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นสำหรับประชาชนทั่วไปและผู้มีอำนาจตัดสินใจ แต่นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถนำไปใช้ได้เพื่อสร้างความเข้าใจให้มากขึ้น

A.2.8 ประเทศอินเดีย (India)

ในประเทศอินเดีย น้ำท่วมเป็นภัยพิบัติระดับชาติที่เกิดขึ้นเกือบทุกปี ในรายงานประเทศ [8] ได้ระบุว่า “.....ปัจจุบันนี้ เป็นที่ทราบกันแล้วว่า การป้องกันพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมทั้งหมดให้เด็ดขาดและถาวรด้วยการใช้มาตรการสิ่งก่อสร้างเพียงอย่างเดียวเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้เลย และไม่สามารถทำได้ในเชิงเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงได้มีการเปลี่ยนไปมุ่งเน้นที่มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างแทน.....”

ในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้ยึดหลัก “การอยู่ร่วมกันกับน้ำท่วม (Living with Floods)” ได้

นับตั้งแต่อินเดียนำแผนงานควบคุมน้ำท่วมระดับชาติ (National Policy on Flood Control) มาใช้ในปี ค.ศ. 1954 ประเทศนี้ได้ลงทุนจำนวนมากในการก่อสร้างมาตรการสิ่งก่อสร้าง อย่างไรก็ตาม ความเสียหายจากน้ำท่วมยังคงมีอยู่ และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและผลจากกิจกรรมการพัฒนาที่สูงขึ้นในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเฉลี่ย 80,000 ตารางกิโลเมตร/ปี และมีผู้เสียชีวิตจากเหตุการณ์น้ำท่วมปีละกว่า 1,500 ราย ปัจจุบันกลยุทธ์การบริหารจัดการน้ำท่วมมุ่งเน้นไปที่การผสมผสานที่เหมาะสมระหว่างมาตรการสิ่งก่อสร้างและไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง และให้ความสำคัญที่มาตรการหลัง

มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างซึ่งกำลังดำเนินการ และ/หรือได้รับการเสนอแนะคือ การจัดเขตการใช้พื้นที่ การกันน้ำท่วม การพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วม การสู้ภัยน้ำท่วม ความช่วยเหลือในสถานการณ์ฉุกเฉินและการบรรเทาทุกข์ และสุดท้ายการประกันภัยน้ำท่วม

จากมาตรการดังกล่าวข้างต้น การพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วม มีการดำเนินงานที่ก้าวหน้ามาก และครอบคลุมพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมส่วนใหญ่ของพื้นที่ลุ่มน้ำข้ามรัฐ (Inter-State River Basin) ในประเทศนี้

สำหรับมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่ระบุไว้นอกจากนี้อยู่ในระยะของการจัดเตรียมการหรือระยะการดำเนินงาน เช่น การจัดทำแผนที่เสี่ยงน้ำท่วมได้จัดทำไปบ้างแล้ว โดยเสร็จไป 50% ของพื้นที่ขนาด100,000 ตารางกิโลเมตร ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม แผนงานการกันน้ำท่วม (Flood Proofing Program) ยังถูกเสนอและผลักดันขึ้นมาสำหรับใช้กับรัฐต่าง ๆ ในลุ่มน้ำคงคา (Ganga Basin States) รวมถึงการจัดเตรียมแผนงานเพื่อเตรียมความพร้อมภัยพิบัติและการวางแผนรับมือ อย่างไรก็ตาม การดำเนินงานจัดเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงมีความคืบหน้าไม่มาก ในขณะเดียวกันการประกันภัยน้ำท่วมยังไม่ได้ถูกนำมาใช้มากนักในประเทศอินเดีย

รายงานประเทศนี้ มีข้อมูลการจัดทำบัญชีรายการมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างที่เป็นไปได้ทั้งหมดในด้านสถานภาพและการดำเนินงานในรัฐต่าง ๆ ของอินเดีย

ร่างต้นแบบสำหรับการจัดเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ตลอดจนแผนปฏิบัติการต้นแบบเพื่อการเตรียมพร้อมรับมือภัยพิบัติน้ำท่วมแนบมากับรายงานประเทศด้วย

A.2.9 ประเทศอิตาลี (Italy)

ในรายงานประเทศ [9] อธิบายถึงการที่กฎหมายและระเบียบปัจจุบันส่งเสริมให้หน่วยงานที่เกี่ยวกับแม่น้ำทั้งหลายสามารถดำเนินการควบคุมและบริหารจัดการลำน้ำอย่างมีเหตุมีผลได้ดีขึ้น ได้มีการกระตุ้นให้หน่วยงานเกี่ยวกับแม่น้ำจัดทำแผนที่เรียกว่า “แผนแม่น้ำ (River Plan)” ซึ่งคาดว่าจะกลายเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการในแบบพลวัต รวมทั้งทำการศึกษาด้านวิธีการและกฎเกณฑ์เพื่อใช้อธิบายในประเด็นการบริหารจัดการน้ำท่วมโดยไม่ใช่สิ่งก่อสร้างต่อไป

ในรายงานประเทศ มีการอธิบายถึงลักษณะเชิงระบบของเครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เพื่อการวิเคราะห์นโยบายของการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่กำลังพัฒนาอยู่ในปัจจุบัน

นอกจากนี้ ยังมีบัญชีรายการพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม คาดการณ์ความเสียหายที่จะเกิดจากน้ำท่วม การประกันภัยให้ครอบคลุมความเสี่ยงน้ำท่วม แผนงานฉุกเฉิน และการจัดลำดับความสำคัญเพื่อการดำเนินงานตามมาตรการควบคุมน้ำท่วม

ในปี ค.ศ. 1992 (ซึ่งเป็นปีที่จัดส่งรายงานประเทศ) พบว่าการดำเนินงานทั้งหมดที่กล่าวไว้อยู่ในขั้นเริ่มต้นเท่านั้น

A.2.10 ประเทศญี่ปุ่น (Japan)

ตามรายงานประเทศฉบับนี้ [10] มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างในญี่ปุ่นประกอบด้วย

(1) การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ

(2) การพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วม

(3) การบริหารจัดการน้ำ (อ่างเก็บน้ำเพื่อควบคุมน้ำท่วม) และการระบายน้ำท่วม

(4) การสู้ภัยน้ำท่วม

(5) การอพยพ

(6) ความช่วยเหลือและบรรเทาทุกข์ในสถานการณ์ฉุกเฉิน

(7) การฟื้นฟูและก่อสร้างใหม่

เป็นที่ยอมรับกันว่า การเติบโตของเมืองเป็นไปอย่างรวดเร็วตั้งแต่ทศวรรษที่ 70 เป็นต้นมาซึ่งได้เพิ่มความเสี่ยงและขอบเขตของความเสียหายจากน้ำท่วมเป็นอย่างมาก ดังนั้น แนวคิดแบบญี่ปุ่น (Japanese Approach) ในอีกด้านหนึ่ง คือการป้องกันมิให้เกิดภัยพิบัติ ด้วยการปฏิบัติตามมาตรการข้อ (1) ถึงข้อ (6) และอีกด้านหนึ่ง คือการชดเชยความเสียหายที่เกิดขึ้นด้วยมาตรการข้อ (7)

การออกกฎหมาย (กฎหมายสู้ภัยน้ำท่วมปี ค.ศ. 1949 (Flood Fighting Act 1949)) ได้รับการออกแบบไว้อย่างดี โดยมีการระบุถึงมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างข้อ (4), (5) และ (6) เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานในระดับท้องถิ่นโดย “สมาคมสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting Associations)”

ส่วนงานป้องกันมิให้เกิดภัยพิบัติได้รับการบริหารจัดการ ส่งเสริม และดำเนินการโดยหลายระดับตั้งแต่กระทรวงการเกษตรลงมาถึงสำนักงานระดับท้องถิ่น และสำนักงานเขตเพื่อการปรับปรุงที่ดิน

รายงานฉบับนี้ยังให้ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของการพยากรณ์น้ำท่วมบางส่วน การเตือนภัยน้ำท่วมซึ่งเกี่ยวกับระบบการสังเกตการณ์และการสื่อสาร (Observation and Communication Systems) ที่จำเป็น

A.2.11 ประเทศมอร็อคโค (Morocco)

รายงานประเทศนี้ [11] ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับปัญหาน้ำท่วมในลุ่มน้ำเซโบ (Sebou Basin) ซึ่งครอบคลุมประมาณ 50% ของแหล่งน้ำในประเทศ ในพื้นที่นี้ (ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชนบท) เหตุการณ์น้ำท่วมและปริมาณน้ำล้นตลิ่งจึงเกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้ง

รายงานยังให้รายละเอียดเกี่ยวกับการตั้งองค์กร ซึ่งในกรณีที่เกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน (อย่างเช่นน้ำท่วม) จะต้องรับผิดชอบดำเนินการเตือนภัยน้ำท่วม การอพยพ สุขอนามัย การขนส่ง การให้ที่พักพิงชั่วคราวกับผู้ประสบภัย

A.2.12 ประเทศเนเธอร์แลนด์ (Netherland)

รายงานประเทศนี้ [12] เริ่มต้นด้วยการชี้ให้เห็นว่าเนเธอร์แลนด์เป็นประเทศที่มีระดับพื้นที่ต่ำ ทำให้การควบคุมน้ำท่วมกลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน ประเด็นที่น่าสนใจคือ มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง ได้แก่ การจัดเขตการใช้พื้นที่ การพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วม ได้รับการจัดตั้งและดำเนินการแล้วเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งแตกต่างไปจากประเทศอื่น ๆ เอกสารตีพิมพ์บางเล่มระบุถึง การออกกฎหมายและการบริหารจัดการน้ำที่สอดคล้องกับมาตรการเหล่านี้

ประเด็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับการควบคุมน้ำท่วมในเนเธอร์แลนด์คือ มาตรการทั้งสิ่งก่อสร้างและไม่ใช้สิ่งก่อสร้างทั้งหมดถูกกำหนดขึ้นเพื่อความปลอดภัยเป็นหลัก มากกว่าวัตถุประสงค์ทางเศรษฐกิจ มาตรการเหล่านี้ทำให้ความถี่ของน้ำท่วมออกแบบ (จากแม่น้ำ) และระดับน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งลดลง ดังนั้นความจำเป็นที่จะต้องมีมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง เช่น การกันน้ำท่วม และการประกันภัย นับถึงปัจจุบันถูกมองว่าไม่ได้สำคัญมากนัก

อย่างไรก็ตามระหว่างปี ค.ศ. 1993, 1994 และ 1995 เหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงเกิดขึ้นในแม่น้ำไรน์ (Rhine) และแม่น้ำมิวส (Meuse River)

ถึงแม้ว่าระดับน้ำในแม่น้ำไรน์จะเพิ่มสูงขึ้น แต่ไม่ล้นตลิ่งแม่น้ำ หรือทำให้คันกั้นน้ำพัง แต่พื้นที่ลุ่มของแม่น้ำมิวสถูกน้ำท่วมทั้ง 2 ปี

นอกจากมาตรการสิ่งก่อสร้าง เช่น คันกั้นน้ำขนาดเล็ก และการปรับปรุงท้องน้ำ ยังมีการระบุถึงความจำเป็นที่จะใช้มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง เช่น การกันน้ำท่วมในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมตามแนวแม่น้ำมิวส นอกจากนี้แผนการอพยพและบรรเทาทุกข์ซึ่งจัดทำขึ้นหลังน้ำท่วมปี ค.ศ. 1993–1994 ยังได้รับการยอมรับว่ามีประโยชน์ยิ่ง เพราะได้นำมาใช้ในปี ค.ศ. 1995 ในพื้นที่ลุ่มตามแนวชายขอบของแม่น้ำไรน์

A.2.13 ประเทศปากีสถาน (Pakistan)

ในรายงานสรุปที่ส่งมา [13] ชี้ชัดว่า ในเบื้องต้น “เหมือนประเทศอื่น ๆ น้ำท่วมเปรียบเหมือนคำสาป แต่ถ้าได้รับการบริหารจัดการที่เหมาะสม ก็อาจกลายเป็นพรวิเศษได้”

เนื่องจากน้ำท่วมส่วนใหญ่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำทางตอนบนของแม่น้ำสายหลักซึ่งอยู่ในบริเวณพื้นที่ของประเทศอื่น ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำท่วมหากเป็นไปได้ก็เป็นเรื่องยาก

ในประเทศปากีสถาน การควบคุมและป้องกันน้ำท่วมเป็นหน้าที่รับผิดชอบของรัฐบาลกลางในแผนการป้องกันน้ำท่วมระดับชาติ (National Flood Protection Plan) ได้มีการแนะนำให้ใช้ทั้งมาตรการสิ่งก่อสร้างและไม่ใช้สิ่งก่อสร้างในโครงการป้องกันน้ำท่วมแต่ละโครงการ

มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างถูกจัดให้มีความสำคัญสูงเพราะว่ามาตรการสิ่งก่อสร้างส่วนมากมีราคาสูง ไม่สามารถนำไปดำเนินการได้

มาตรการที่ใช่สิ่งก่อสร้างที่ดำเนินการไปแล้ว ได้แก่

- การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม (ลุ่มน้ำสินธุ (Indus Basin))
- การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (สำหรับลำน้ำเล็ก ๆ เพื่อลดน้ำท่วมขนาดเล็ก)

- การบริหารจัดการน้ำท่วมด้วยการบริหารการกักเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำโดยยึดตามเส้นโค้งความเสี่ยง (Risk Curve)

A.2.14 ประเทศโปรตุเกส (Portugal)

รายงานประเทศ [14] นี้แสดงให้เห็นบัญชีรายการมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างทั้งหมดและการประยุกต์ใช้อย่างจำกัดในประเทศโปรตุเกส รายงานนี้เน้นสิ่งที่จะต้องทำเป็นลำดับแรก ได้แก่ การรวบรวมข้อมูล การออกกฎหมาย และการจัดตั้งองค์กร ก่อนที่จะพิจารณาและดำเนินงานมาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างใด ๆ และได้แนบรายการเอกสารตีพิมพ์ (ทั้งหมดเป็นภาษาโปรตุเกส) มาพร้อมกับรายงานด้วย

A.2.15 เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South–East Asia)

รายงานประเทศจากเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ขาดหายไปทั้งหมด เป็นที่น่าเสียดายว่า ประเทศในภูมิภาคนี้ (1) ทั้งหมดมีปัญหาน้ำท่วม (2) มีการใช้มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างมาหลายศตวรรษ และ (3) ต้องอาศัยมาตรการที่ไม่ใช้ก่อสร้างเป็นหลักเนื่องจากมาตรการสิ่งก่อสร้างมีราคาสูงเกินกว่าที่จะทำได้ (จนกระทั่งเร็ว ๆ นี้)

ข้อมูลดังต่อไปนี้มีพื้นฐานมาจากคำบอกเล่าที่ได้รับมาเมื่อไม่นานนี้ และจากเอกสารตีพิมพ์ในชุดทรัพยากรน้ำ (Water Resources Series) ของ UN–ESCAP [15], [16], [17] เนื้อหาบางส่วนของเอกสารชุดนี้มีอายุย้อนหลังไปประมาณ 40 ปีก่อน แต่ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมหลายแห่ง

ข้อมูลที่ได้จากเอกสารตีพิมพ์ UN–ESCAP ได้ถูกนำมาสรุปย่อไว้ในรายงาน 1, 2 และ 3 [15], [16], [17] การพัฒนามาตรการควบคุมน้ำท่วมในภูมิภาคนี้ สามารถสืบย้อนหลังได้ถึงยี่สิบศตวรรษ ในช่วงเวลาดังกล่าว บางประเทศในภูมิภาคนี้ในช่วงเวลาหนึ่งยังคงเป็นประเทศอาณานิคม มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วมหลายประการได้รับการพัฒนาขึ้น ดังที่จะได้สรุปต่อไปนี้

มีการนำเอาการพยากรณ์น้ำท่วมมาใช้

การควบคุมดูแลและการป้องกันคันกั้นน้ำขณะเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมเคยเป็นหลักปฏิบัติและใช้กันอยู่ถึงปัจจุบันในพื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำแดง (Red River) ทางตอนเหนือของประเทศเวียดนาม

การจัดเขตการใช้พื้นที่ยังเป็นสิ่งที่ใช้มาตั้งแต่ศตวรรษที่ 1 ในประเทศจีน และเป็นสิ่งที่ปฏิบัติกันทั่วไปในแถบเบงกอล (Bengal) (ปัจจุบันเป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งของประเทศบังคลาเทศและรัฐทางเบงกอลตะวันตกของประเทศอินเดีย)

การกันน้ำท่วมเป็นวิธีการที่ทำกันมาปกติหลายศตวรรษในภาคกลางของประเทศไทย และในพื้นที่ราบต่ำของลุ่มน้ำแม่โขงตอนล่าง

การกันน้ำท่วมเป็นผลโดยตรงจากการพัฒนาทางเศรษฐกิจเหมือนประเทศในภูมิภาคอื่น ๆ ในเรื่องนี้มีการระบุไว้ว่า “ไม่ใช่เพราะว่าขาดทักษะด้านเทคนิค แต่เป็นเพราะขาดความเป็นไปได้ทางการเงินและเศรษฐกิจที่ทำให้ไม่สามารถดำเนินมาตรการที่ก้าวหน้า หรือส่วนมากก็คือมาตรการที่ค่าใช้จ่ายสูงกว่าเดิมได้ ในพื้นที่ที่มีการทำเกษตรกรรมหนาแน่น และพื้นที่ที่มีการพัฒนาระบบสื่อสารเป็นอย่างดี และพื้นที่ที่มีการดำเนินงานทางด้านอุตสาหกรรม จึงมีความเป็นไปได้ที่ดำเนินมาตรการควบคุมน้ำท่วมที่ยั่งยืนและถาวร.....(รายงานเล่มที่ 2 [15])

การกันน้ำท่วมเคยและยังคงเป็นสิ่งที่ปฏิบัติกันในภาคเกษตรกรรม การก่อสร้างอาคาร และการจัดกิจกรรมฝึกอบรมเพื่ออธิบายให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจน ดังจะเห็นได้จากข้อความต่อไปนี้

“วิธีที่ใช้ในประเทศไทย ยกเว้นในพื้นที่ตะวันออกเฉียงเหนือในพื้นที่ลำน้ำสาขาของแม่น้ำโขง ก็คือการปรับเปลี่ยนชนิดพืชให้เหมาะสมกับสภาพน้ำท่วม” ตัวอย่างของวิธีการนี้ก็คือการปลูกข้าวในพื้นที่ราบขนาดใหญ่ทางตอนกลางของแม่น้ำเจ้าพระยา (Chao Phraya River) ซึ่งเป็น “อู่ข้าว (Rice Bowl)” ของประเทศไทย

พื้นที่ทั้งหมดในภาคกลางรวมทั้งสิ้น 3 ล้านเฮคแตร์ มีลำน้ำตัดสาขามากมายในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา (Chao Phraya River) แม่น้ำกลอง (Mae Klong River) และแม่น้ำบางปะกง (Bang Pakong River) พื้นที่ราบทางภาคกลางทั้งหมดถูกน้ำท่วมเป็นประจำเกือบทุกปี ปีละ 4 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงกันยายน ความสูงของระดับน้ำท่วมแตกต่างกันตั้งแต่ไม่กี่เซนติเมตรจนถึง 4 เมตร หรือมากกว่านั้น

ข้าวโดยทั่วไปมักปลูกในพื้นที่น้ำขังตื้น ๆ แต่ข้าวที่ลำต้นยาว หรือที่เรียกว่า ข้าวฟางลอยหรือข้าวขึ้นน้ำ (Floating Rice) มักปลูกกันในพื้นที่ต่ำที่มีน้ำท่วมลึก 3–4 เมตร

“ผู้อยู่อาศัยในพื้นที่เหล่านี้ได้ปรับตัวเข้ากับสภาพน้ำท่วม โดยการสร้างบ้านเรือนบนเสาสูง หรือบนแพลอยน้ำ มีตลาดน้ำเกิดขึ้นมากมายตลอดแนวลำน้ำ และการเดินทางในช่วงฤดูน้ำหลากทำโดยเรือทั้งหมด”

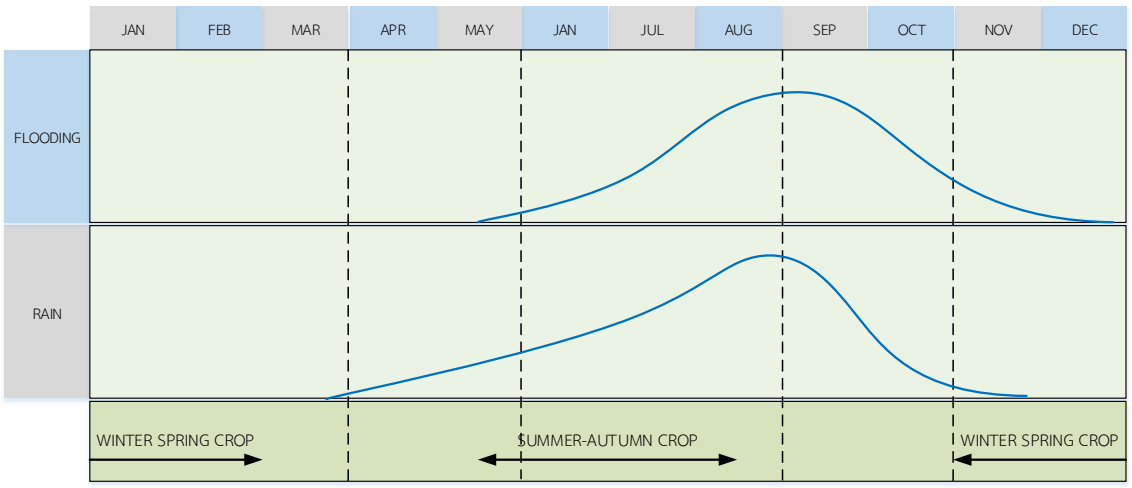
ระหว่างช่วง 2–3 ทศวรรษที่ผ่านมา สถานการณ์ดังกล่าวได้เปลี่ยนแปลงไปทีละเล็กทีละน้อย นับจากก่อสร้างเขื่อนใหญ่ 2 เขื่อนในพื้นที่ต้นน้ำ อ่างเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ดังกล่าวทำให้สามารถลดการเกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ และช่วยเพิ่มน้ำให้ฤดูแล้ง ทำให้ระบบดั้งเดิมที่อาศัยปริมาณน้ำท่วมมาช่วยเสริมน้ำ

ชลประทานในฤดูเพาะปลูกถูกแทนที่ด้วยระบบชลประทานที่สามารถควบคุมได้ และทำให้สามารถทำการเพาะปลูกครั้งที่ 2 ในฤดูแล้งได้ในพื้นที่ขนาดใหญ่

"สิ่งที่กล่าวข้างต้นเป็นจริงเช่นกันในที่ราบแม่น้ำโขงตอนล่าง ซึ่งพื้นที่ขนาดใหญ่ครอบคลุม 30,000–40,000 ตารางกิโลเมตร ถูกน้ำท่วมประจำทุกปีทั้งในประเทศกัมพูชาและเวียดนามตอนใต้"

ในประเทศกัมพูชา น้ำท่วมไหลตัดผ่านแนวสันเนินตามความยาวตลิ่งลำน้ำไปยังพื้นที่ขนาดใหญ่ที่อยู่ถัดมาและเข้าท่วมพื้นที่ ตั้งแต่ครั้งโบราณกาล ผู้คนในแถบนี้สามารถปรับตัวเข้ากับปรากฏการณ์ธรรมชาตินี้ได้ การทำเกษตรกรรมในพื้นที่น้ำท่วมก็ถูกปรับให้เข้ากับสภาพน้ำท่วมเช่นกัน ในพื้นที่น้ำท่วมเล็กน้อย ชาวนาจะเริ่มปลูกข้าวในช่วงเดือนมีนาคม–เมษายน และเก็บเกี่ยวก่อนน้ำท่วมสูง หรือไม่ก็จะหว่านเมล็ดข้าวหลังจากน้ำท่วมสูงสุดลดระดับลงในเดือนพฤศจิกายน–ธันวาคม และเก็บเกี่ยวในเดือนเมษายนของปีถัดไป พื้นที่ลุ่มต่ำที่เหลือถูกใช้เป็นที่เพาะพันธุ์ปลา และทางตอนใต้ของเวียดนาม ข้าวฟางลอยนิยมปลูกในพื้นที่ติดกับชายแดนกัมพูชา ซึ่งเกิดน้ำท่วมจากแม่น้ำโขงสูงถึง 3–4 เมตร (10–13 ฟุต) เป็นประจำทุกปี ในพื้นที่ราบลุ่มต่ำใกล้บริเวณชายฝั่ง การรุกของน้ำเค็มทำความเสียหายให้แก่พืชที่ปลูกเป็นระยะเวลาหลายเดือนต่อปีก่อนการเก็บเกี่ยว จึงมีการปลูกข้าวที่ลำต้นสามารถยืดยาวได้อย่างรวดเร็ว"

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาข้าวพันธุ์ใหม่ 2 ชนิด ได้รับการแนะนำ แต่ละชนิดมีระยะเวลาการเจริญเติบโตเพียง 3.5 เดือน คือ พันธุ์ฤดูหนาวและพันธุ์ฤดูร้อน ซึ่งช่วยทำให้สามารถปลูกข้าวทั้ง 2 ชนิดต่อปีได้ นอกเหนือจากการปลูกข้าวในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคมที่มีระดับน้ำท่วมสูงสุด และนอกเหนือจากช่วงเดือนเมษายนและพฤษภาคมโดยที่มีปริมาณน้ำไหลต่ำสุด โดยไม่จำเป็นต้องสร้างคันกั้นน้ำขนาดใหญ่ เพียงแค่มีคันกั้นน้ำเตี้ย ๆ ที่ยอมให้น้ำไหลข้ามได้เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำท่วมพืชที่ปลูกในช่วงฤดูร้อนถึงฤดูใบไม้ร่วงจากภัยน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเร็วในช่วงเดือนสิงหาคม (ดูรูปที่ A–1)



รูปที่ A–1 ปฏิทินการปลูกพืชที่จัดทำขึ้นล่าสุดสำหรับพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง

บนที่ราบปยูนดานซา (Pyuntaza Plain) ของแม่น้ำสะโตง (Sittang River) ในประเทศพม่า ได้มีการพัฒนาวิธีการแปรสภาพลำน้ำโดยไม่ต้องมีคันกั้นน้ำ (River Training without Embankment) อย่างได้ผล วิธีการนี้ประกอบด้วยการใช้รั้วไม้ไผ่ทางด้านข้างมีแนวขนานไปกับแนวการไหลของน้ำและมีรั้วในแนวขวางเมื่อใดก็ตามที่ต้องการ จุดประสงค์ของรั้วด้านข้างขนานคือการเบนกระแสน้ำและการควบคุมการไหลข้ามหรือการล้นตลิ่งในระยะหลัง ๆ

บริเวณหนองน้ำขนาดใหญ่บนที่ราบปยูนดานซาได้ถูกปรับเปลี่ยนให้กลายเป็นพื้นที่เกษตรกรรมแบบเร่งรัดโดยการแปรสภาพลำน้ำเล็ก ๆ

รูปแบบการเพาะปลูกพืชในจังหวัดเคนดัล (Kandal Province) ในประเทศกัมพูชานับเป็นตัวอย่างต้นแบบกล่าวคือ บ้านถูกสร้างขึ้นบนแถบที่สูงริมฝั่งแม่น้ำท่ามกลางสวนผลไม้ ด้านหลังในด้านที่เป็นพื้นดินเป็นแถบกว้าง 1 กิโลเมตร ซึ่งอยู่บนลาดของแนวสันเนินซึ่งไม่อยู่ภายใต้ภาวะน้ำท่วมตามปกติ และเป็นบริเวณที่มีการเพาะปลูกปกติ และถัดไปเป็นพื้นที่นาข้าวจำนวนมากที่ทำการเพาะปลูกหลังจากน้ำท่วม

A.2.16 ประเทศสเปน (Spain)

ในเอกสารรายงานประเทศ [18] ได้อธิบายก่อนว่าเหตุใดน้ำท่วมเกิดขึ้นในประเทศสเปนและเหตุใดน้ำท่วมจึงเป็นปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคมที่รุนแรง

เนื่องจากมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้างในบางกรณีอาจมีค่าลงทุนสูงหรือไม่สามารถรับมือกับน้ำท่วมขนาดใหญ่มาก ๆ ได้ ดังนั้น มาตรการที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้างจึงถูกนำมาใช้และได้รับความสนใจมากขึ้นในช่วงปีที่เพิ่งผ่านไป

หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการบริหารจัดการน้ำในประเทศสเปนเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบลุ่มน้ำต่าง ๆ มาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้างต่อไปนี้อาจได้ดำเนินการมาแล้วหรือกำลังดำเนินการ

(1) การเตรียมการจัดทำแผนที่ความเสี่ยงบนพื้นฐานของน้ำท่วมที่สำคัญในอดีต

(2) การศึกษาถึงปรากฏการณ์น้ำท่วม ชนิดและขอบเขตของความเสียหาย ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างและไม่ใช้สิ่งก่อสร้างที่เหมาะสม การจัดอันดับรายการความเสียหายประเภทต่าง ๆ สำหรับการวางแผนในระดับชาติ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลต่อแผนที่ความเสี่ยงที่กล่าวถึงข้างต้น

(3) การจัดเขตการใช้พื้นที่ได้รวมอยู่ในกฎหมายปี ค.ศ. 1879 (Law of 1879) แต่ได้รับการปรับปรุงเมื่อเร็ว ๆ นี้ในกฎหมายใหม่ปี ค.ศ. 1986 พื้นที่น้ำท่วมถูกกำหนดโดยกฎหมาย ซึ่งกำหนดให้เป็นพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมโดยระดับน้ำของน้ำท่วมในรอบ 500 ปี อย่างไรก็ดี ประสิทธิภาพของกฎระเบียบในการควบคุมการจัดเขตการใช้พื้นที่ถูกกล่าวถึงไว้สั้น ๆ เท่านั้น

(4) ระบบเตือนภัยและคาดการณ์น้ำท่วมกำลังมีการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1983 วัตถุประสงค์ของการจัดทำแผนที่เรียกว่า SAIH ไม่ใช่เฉพาะการพยากรณ์น้ำท่วมเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการจัดการทรัพยากรน้ำและการปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำเพื่อลดขนาดน้ำท่วมและการปรับปรุงข้อมูลทางอุทกวิทยา ในเอกสารได้อธิบายถึงรายละเอียดของระบบการรวบรวมข้อมูล การประมวลผลและติดตามผล ต้นทุนทั้งหมดของแผน SAIH อยู่ที่ประมาณ 600 ล้านเหรียญสหรัฐ ซึ่งตอนนี้เกือบเสร็จสมบูรณ์แล้ว

(5) กำลังมีการวางแผนพัฒนามาตรการสำหรับให้เจ้าหน้าที่ของรัฐดำเนินการในกรณีน้ำท่วม มาตรการดังกล่าวจะรวมถึง

- การเตือนภัยน้ำท่วม
- การกันน้ำท่วม
- ข้อบังคับเรื่องการจราจร การเคลื่อนย้ายเครื่องจักรเครื่องมือก่อสร้าง ฯลฯ
- การอพยพประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมตามแผนการอพยพ
- การระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อรองรับน้ำหลากสูงสุด (Flood Peaks)

(6) การประกันภัยความเสียหายจากน้ำท่วมเป็นเรื่องปกติในประเทศสเปนสำหรับอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำที่มีความเสี่ยง แต่เป็นเรื่องไม่ปกติในหมู่เจ้าของฟาร์ม หากเหตุการณ์น้ำท่วมได้รับการประกาศเป็นภัยพิบัติ บริษัทประกันภัยจะได้รับเงินชดเชยจากรัฐบาล

A.2.17 สหราชอาณาจักร–อังกฤษและเวลล์ (United Kingdom–England and Wales)

การสนับสนุนจากสหราชอาณาจักรถูกจำกัดอยู่ที่ภาพรวมของมาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้างในการบริหารจัดการน้ำท่วมในอังกฤษและเวลล์ [19]

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของประเทศอังกฤษที่ค่อนข้างราบและของเวลล์ซึ่งราบน้อยกว่าซึ่งหมายถึงความเร็วของน้ำหลากแทบจะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแต่อย่างใด ขณะที่การกัดเซาะก็ไม่ได้เป็นปัญหาที่สำคัญในช่วงขณะเกิดน้ำท่วม

ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำท่วม 10–100 ปี เรียกว่า ปัจจัยเสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flood Hazard Factor)

หลังจากอธิบายโครงสร้างองค์กร (หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการภัยน้ำท่วม) และแนวโน้มการเผชิญกับปัญหา ในรายงานยังได้อธิบายถึงกิจกรรมต่าง ๆ ในการบริหารจัดการกับน้ำท่วมโดยไม่ใช้โครงสร้าง

แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมมีอยู่แล้ว แต่มีความหลากหลายค่อนข้างมากทั้งรูปแบบและมาตรฐาน ซึ่งใช้เฉพาะข้อมูลความถี่ของระดับน้ำท่วมสูงสุดที่ได้บันทึกไว้เท่านั้น ในขณะที่ค่าสูงสุดของพารามิเตอร์น้ำท่วมอื่น ๆ เช่น เส้นทางการไหล ความเร็ว และระยะเวลา เป็นข้อมูลที่ไม่ทราบค่า

การประยุกต์ใช้แนวทางการจัดเขตการใช้ที่ดินบางครั้งก็มีปัญหามากกล่าวคือ มีการแยกความแตกต่างในหลาย ๆ กรณีระหว่าง “พื้นที่ราบที่ให้น้ำไหลผ่าน” (Flow Plain) (ที่ซึ่งการพัฒนาพื้นที่จะหมายถึงการมีสิ่งกีดขวางสำหรับให้น้ำไหลผ่าน) และพื้นที่ลุ่มริมแม่น้ำ (Wash Land) ซึ่งใช้เป็นที่พักน้ำในช่วงน้ำท่วม การพัฒนาในพื้นที่ลุ่มริมแม่น้ำอาจทำได้ ถ้าหากว่าแนวทางกันน้ำท่วมที่ได้เตรียมการไว้ถูกนำไปปฏิบัติ

เป็นเรื่องสำคัญที่สังเกตได้ว่าการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยระดับต่าง ๆ ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงบางแห่งถูกนำมาใช้สำหรับการควบคุมการพัฒนาเป็นหลัก แต่ไม่ได้ใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดิน

การกันน้ำท่วมจะนำเทคนิคทั้งแบบชั่วคราวและแบบถาวรมาใช้ อย่างไรก็ตามยังไม่มีคำแนะนำถึงวิธีการหรือมาตรฐานในระดับชาติ

มาตรการที่ไม่ใช้โครงสร้างอื่น ๆ ได้แก่ การพยากรณ์น้ำท่วม การเตือนภัยน้ำท่วม และการวางแผนเผชิญเหตุฉุกเฉิน ขอบเขตของมาตรการเหล่านี้ขึ้นอยู่กับขนาดของภัยพิบัติหรือความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกรณีที่เกิดน้ำท่วมของแต่ละพื้นที่

การคุ้มครองภัยน้ำท่วมถูกบรรจุไว้นโยบายภาคครัวเรือน (Household Policy) แต่ก็ใช่ว่าทุกครัวเรือนจะได้รับความคุ้มครองทุกรายการทรัพย์สิน หรือหลายกรณีจะทำประกันภัยน้อยกว่าทุน นอกจากนี้ยังไม่มีแผนงานที่ชัดเจนจากรัฐบาลเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัย

และท้ายที่สุด เป็นการเน้นว่าในกรณีของประเทศอังกฤษ ยังไม่มีนโยบายระดับชาติที่ชัดเจนในเรื่องการบริหารจัดการน้ำท่วม และการดำเนินการต่าง ๆ ของเจ้าหน้าที่ภูมิภาคและท้องถิ่นถูกกำหนดขึ้นเองในท้องถิ่น สำหรับรายการเอกสารอ้างอิงจำนวน 5 หน้า ได้แนบไว้ท้ายรายงานของประเทศอังกฤษ

A.2.18 ประเทศสหรัฐอเมริกา (USA)

ไม่มีรายงานประเทศเสนอมาเป็นการเฉพาะ ดังนั้นคณะทำงานจึงพิจารณาจากรายงานซึ่งจัดทำโดยคณะกรรมการพิจารณาทบทวนระหว่างหน่วยงาน (Interagency Review Committee) [20] หลังจากประเทศสหรัฐอเมริกาประสบเหตุการณ์น้ำท่วมเมื่อปี ค.ศ. 1993 สำหรับใช้เป็นแนวทาง

รายงานประมาณ 250 หน้านี้เป็นการทบทวนอย่างกว้าง ๆ ของเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ในปี ค.ศ. 1993 ที่สร้างความเสียหายกับพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนของแม่น้ำมิสซิสซิปปี (Mississippi River Basin) จุดมุ่งหมายของรายงานเป็นการสรุปผลและถอดบทเรียนจากภัยน้ำท่วมและบรรจุเนื้อหาในบริบทที่กว้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Management) ทั่วทั้งประเทศสหรัฐอเมริกา

รายงานฉบับนี้เน้นการให้ความสำคัญของการบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมที่มีประสิทธิผล และเพื่อให้การดำเนินการให้บรรลุผลสำเร็จนั้น แผนปฏิบัติการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Action Plan) จึงถูกจัดทำขึ้นโดยเน้นไปที่มาตรการด้านสถาบัน (Institutional Measure) (การดำเนินการด้านกฎหมายและการบริหาร การวางแผน การประสานงาน) และแนะนำให้เพิ่มบทบาทของรัฐในกิจกรรมของการบริหารจัดการลุ่มน้ำทั้งหมด (แต่ไม่จำกัดเฉพาะ) ประกอบด้วย การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting) การฟื้นฟู (Recovery) การบรรเทาภัยพิบัติ (Hazard Mitigation) การซื้อกิจการ (Buyout) การควบคุมพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Regulation) การอนุญาตให้สร้างคันกั้นน้ำ (Levee Permitting) การแบ่งเขตการใช้พื้นที่ (Zoning) การบังคับใช้และการวางแผน (Enforcement and Planning)

มีการเชื่อมโยงระหว่างการวางแผนพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงด้านหนึ่งและการประกันภัยน้ำท่วมในระดับชาติในอีกด้านหนึ่ง การประกันภัยน้ำท่วมของรัฐบาลสหรัฐอเมริกามีให้บริการในชุมชนต่าง ๆ ซึ่งนำมาและบังคับใช้กฎเกณฑ์สำหรับการบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง โดยรัฐบาลสนับสนุนเงินค่าเบี้ยประกันภัยสำหรับการทำประกันนี้ เบื้องหลังของแนวคิดนี้ก็คือการประกันภัยที่ผนวกเข้ากับการบริหารจัดการที่ดีในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในระยะยาวที่จะช่วยลดการจ่ายเงินชดเชยให้ประชาชนแต่ละรายที่ได้รับจากผลกระทบของภัยพิบัติน้ำท่วม

งานด้านอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โครงสร้างที่ครอบคลุมโดยรายงานนี้ ได้แก่ การวางแผนก่อนเกิดภัยพิบัติ (Pre-Disaster Planning) การจัดเตรียมแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม การให้การศึกษาและข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง การสู้ภัยน้ำท่วมและการกันน้ำท่วม สำหรับการกันน้ำท่วมมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดความเปราะบาง (Vulnerability) ของการพัฒนาที่มีอยู่ในปัจจุบัน และนอกเหนือจากมาตรการด้านโครงสร้างแล้ว สิ่งนี้จะมีนัยว่าเป็นการขยายตัวของมาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง

นี่เป็น "รายงานประเทศ" ฉบับเดียวที่มีการกล่าวถึงความต้องการด้านการวิจัย (Research Needs) ในรายละเอียดบางส่วน ซึ่งเนื้อหาที่กล่าวถึงไว้ ได้แก่

- ฐานข้อมูลทั่วไป (Common Database)
- รายการของอาคารเสี่ยงภัยน้ำท่วมระดับชาติ (National Inventory of Flood Prone Structures)
- การวิเคราะห์ด้านอุทกวิทยา ด้านชลศาสตร์ และด้านอุตุอุทกวิทยา (Hydrologic, Hydraulic and Hydrometeorologic Analysis)
- การประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วม (Flood Risk Assessment)
- มาตรฐานของรัฐบาลกลาง (Federal Standards) ในการกำหนดความเสี่ยงจากน้ำท่วม
- การพยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting)
- การจัดทำแผนที่ (Mapping)
- การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Research) เพื่อหาเทคนิคที่ทันสมัยและลงตัวหรือซอฟต์แวร์เพื่อประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมและด้านสังคม (Environmental and Social Impacts)
- การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างโซนที่อาจถูกกัดเซาะจากพลังงานน้ำที่สูง และโซนอื่น ๆ ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม และการพังทลายของคันกั้นน้ำ
- การประเมินผลกระทบของแหล่งเก็บกักน้ำธรรมชาติทางต้นน้ำ (Natural Upland Storage) และการเก็บกักน้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood Plain Storage) ในพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) และในพื้นที่ป่าชุ่มน้ำ (Forested Wetlands) ต่อลักษณะการท่วมในลำน้ำสายหลัก

A.3 รายชื่อหัวข้อที่กล่าวถึงในเอกสารรายงานประเทศ (Listing of Subjects Discussed in the Country Papers)

ตารางที่ A–1 แสดงหัวข้อต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ในรายงานประเทศ รายงานของประเทศต่าง ๆ ได้สรุปไว้ในหัวข้อ A.2 สำหรับรายละเอียดของหัวข้อต่าง ๆ ได้กล่าวไว้ในส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 ของคู่มือฉบับนี้ ซึ่งรายชื่อหัวข้อที่สรุปในตารางนี้มีไว้สำหรับการอ้างอิงอย่างรวดเร็วเท่านั้น

ตารางที่ A–1 หัวข้อที่กล่าวถึงในรายงานประเทศ

	PLANNING MEASURES								RESPONSE MEASURES							
COUNTRIES	HYDRAULIC ANALYSIS	FLOOD FORECASTING	CONTROL OF FLOOD PLAIN DEVELOPMENT	FLOOD INSURANCE	FLOOD PROOFING	CATCHMENT MANAGEMENT	FLOOD RESPONSE PLANNING	DECISION MAKING	FLOOD FIGHTING	WATER MANAGEMENT	FLOOD WARNING	EVACUATIONS	REHABILITATION AND RECONSTRUCTION	EMERGENCY ASSISTANCE AND RELIEF	FLOOD EVACUATIONS AND RECORDS	RESEARCH NEEDS
Argentina	++	+	+	0	+	0	+	+	0	0	+	0	0	0	+	+
Australia	0	+	++	+	+	0	+	0	0	+	+	0	+	0	0	0
Bangladesh	+	++	+	0	++	+	+	0	0	+	++	0	++	0	+	0
Canada	+	+	++	+	++	0	0	0	0	0	+	0	0	0	+	0
France	++	+	++	++	0	+	+	++	0	+	+	0	+	0	+	0
Germany	+	+	++	++	+	+	+	0	+	+	+	0	0	0	0	++
India	0	++	+	+	+	+	+	0	++	0	++	0	+	0	0	0
Italy	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Japan	+	++	0	0	0	+	+	+	++	+	++	+	+	+	0	0
Morocco	+	+	0	0	0	0	+	++	+	0	++	++	++	+	0	0
Netherlands	+	+	++	+	+	+	+	0	0	+	++	+	0	0	0	0
Pakistan	+	+	0	0	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0	0	0
Portugal	+	+	+	0	0	0	+	+	0	0	+	0	0	0	+	+
South East Asia	+	+	+	0	++	+	+	0	+	0	+	0	0	0	+	0
Spain	++	+	+	+	+	0	++	+	+	+	+	+	0	0	++	0
United Kingdom	+	+	++	++	+	0	0	+	0	0	+	0	+	+	0	0
USA	+	+	++	++	+	+	++	0	+	0	+	0	+	+	++	++

หมายเหตุ : 0 หัวข้อที่ไม่ได้ถูกอภิปรายหรือไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ (Subject not discussed or not applicable)

+ หัวข้อที่ถูกกล่าวถึงไว้ทั่วโลก (Subject mentioned only globally) ++ หัวข้อที่ถูกอภิปรายไว้บ้าง (Subject more or less thoroughly discussed

A.4 เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Motor Columbus & Asociados. (1979). *Estudio de las crecidas de los rios Parana & Paraguay*.

[2] Aisiks, E.G. (1984). *La gran crecida del rio Parana de 1983*. Organization Techint, Boletin Informativo, No. 232), Argentina.

[3] Stringer, D.R. (n.d.). *Non–structural aspects of flood control, the Australian experience*, (Review Summary). Water Management Rural Water Commission of Victoria, Australia.

[4] Working Group of the Bangladesh National Committee on Irrigation and Drainage. (1995). *Non–structural aspects of flood management in Bangladesh*. Dhaka: Bangladesh National Committee on Irrigation and Drainage.

[5] Bangladesh Ministry of Planning. (n.d.). *Flood policy study report*, (Study was executed by a Joint Government–UNDP Term).

[6] MacLock, B. (1987). *Summary of Canadian experience in non–structural flood control measure*. Environment Planning Division, Alberta, Canada.

[7] *La Politique Francaise en matiere de prevention des inundation*. Contribution francaise ‘au groupe de travail sur les aspects Non–structural de la maitrise des crues, 1995.

[8] Indian National Committee on Irrigation and Drainage. (1993). *Non–structural aspects of flood management in India*. Delhi: Indian National Committee on Irrigation and Drainage.

[9] Chimenti, E. (1992). *Preliminary report on the non–structural aspects of flood management in Italy*. Rome.

[10] Ogino, Y. (1992). *Non–structural aspects of flood management in Japan*. Japan: Japan National Committee on Irrigation and Drainage.

[11] *Measures non–structural de la lutte contre les inondations*. par Hamdi Mustapha, Ingenieur du Genie Rural a I’ORMVA du Maroc, 1989.

[12] Duivendijk, J.V., & Haskoning. (1987). *Non–structural aspects of flood control in the Netherlands*, (A Short Review). Royal Dutch Consulting Engineers and Architects, Netherlands.

[13] Saeed Shah, S.M. (1992). *Non–structural measures of flood management adopted in Pakistan*. Hydrology Division, Centre of Excellence in Water Resources Engineering, Lahore.

[14] Parmaria, de G.S. (1989). *Measures non–structural de defense contre ies crues au Portugal*. Portugal.

[15] UN–ESCAP. (1950a). *Flood damage and flood control activities in Asia and the Far East*, (Water Resources Series–Report No. 1).

[16] UN–ESCAP. (1950b). *Methods and problems of flood control in Asia and the Far East*, (Water Resources Series–Report No. 2).

[17] UN–ESCAP. (1950c). *Proceedings of the Regional Technical Conference on Flood Control in Asia and the Far East*, (Water Resources Series–Report No. 3).

[18] Montanes, J.L., (1992). *Non–structural Measures for flood prevention in Spain*. Spain: Spanish National Committee on Irrigation and Drainage.

[19] Arnell, N.W. (1987). *Non–structural flood management in England and Wales*. Institute of Hydrology, Wallingford, UK.

[20] Interagency Flood Plain Management Review Committee. (1984). *Sharing the challenge, flood plain management into the 21st century*. Report of the Interagency flood Plain Management Review Committee, Washington.

[21] Framji, K.K., & Garg, B.C. (1976). *Flood control in the world*, (A Comprehensive Review). Delhi: Indian National Committee on Irrigation and Drainage.

[22] Framji, K.K. (1983). *Manual of flood control method and practices*. Delhi: Indian National Committee on Irrigation and Drainage.

[23] LAWA. (1995). *Guidelines for forward–looking flood protection*. Landerarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Stuttgart.

IV–I ภาคผนวก B อภิธานศัพท์ (Glossary)

คำศัพท์ต่อไปนี้ได้รับการรวบรวม ให้คำนิยาม และแก้ไขโดย ศาสตราจารย์ I. Ijjas และ J. van Dulvendijk สมาชิกของคณะทำงานด้านประเด็นที่ไม่ใช่สิ่งก่อสร้างในการบริหารจัดการน้ำท่วมของ ICID

B.1 คำทั่วไป (General Terms)

การบริหารจัดการลุ่มน้ำ (Catchment Management)

การบริหารจัดการลุ่มน้ำ (Catchment Management) คือ การบริหารจัดการพื้นที่รับน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพของน้ำท่า และการจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยด้านต้นน้ำเพื่อลดการเกิดน้ำท่วม เช่น การปลูกป่า และการสร้างบ่อเก็บน้ำขนาดเล็กด้านต้นน้ำ รวมถึงมาตรการป้องกันไฟป่า มาตรการดังกล่าวรวมถึงมาตรการความปลอดภัยที่มีต่อการเกิดเพลิงไหม้และความเสียหาย การป้องกันการกัดเซาะ และการดูแลรักษาพืชคลุมดิน

ทางระบายน้ำข้าม (Cross Drainage)

ทางระบายน้ำข้าม (Cross Drainage) คือ การใช้อาคารระบายน้ำต่าง ๆ เช่น ท่อลอด ท่อไซฟอน ทางระบายน้ำ ประตูระบายน้ำ ฯลฯ ตัดผ่านหรือลอดใต้ถนน หรือคันทางรถไฟ สำหรับระบายน้ำทิ้งจากปริมาณน้ำฝนส่วนเกิน จากน้ำใต้ดิน หรือจากน้ำท่วมที่เกิดจากการไหลล้นริมตลิ่งของแม่น้ำ หรือจากพายุซัดฝั่งทะเล ในบางประเทศทางระบายน้ำข้ามถูกนำมาใช้เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนระบบระบายน้ำตามธรรมชาติเดิม

น้ำท่วม (Flood)

น้ำท่วม (Flood) คือ (1) การที่ปริมาณน้ำหรือระดับน้ำของแม่น้ำเพิ่มสูงขึ้นเกินกว่าปกติ และหมายถึงการเกิดน้ำนองในพื้นที่ลุ่มซึ่งอาจเป็นผลจากสิ่งแรก น้ำในแหล่งรับน้ำยกระดับสูงขึ้น เอ่อล้นและเข้าท่วมพื้นที่ที่ไม่เคยท่วมมาก่อน (2) คลื่นน้ำท่วมซึ่งไหลลงมาตามระบบลำน้ำ รวมทั้งคลื่นพายุซัดฝั่ง (เช่น คลื่นน้ำทะลผสานกับแรงลมและการกระแทกของคลื่นอย่างรุนแรง)

สามารถจัดแบ่งประเภทของน้ำท่วมจากแหล่งกำเนิดน้ำส่วนเกินได้เป็น 5 ประเภท (1) น้ำท่วมที่เกิดจากหิมะละลายในแถบเทือกเขาส่งผลให้เกิดน้ำส่วนเกินในพื้นที่หุบทางด้านล่าง (2) น้ำท่วมที่เกิดจากการยกตัวของน้ำเนื่องจากพายุไซโคลนในมหาสมุทรและคลื่นทะเล (3) น้ำท่วมที่เกิดจากฝนตกอย่างรุนแรงเกิน

ความจุของแม่น้ำและทางระบายน้ำตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นจะรับได้ (4) น้ำท่วมที่เกิดจากการรวมตัวของน้ำแข็งและการแตกตัวของน้ำแข็งทางตอนบนของลำน้ำ ที่มักจะรู้จักกันในชื่อว่า น้ำท่วมในฤดูใบไม้ผลิ (Spring Flood) (5) น้ำท่วมที่เกิดจากการวิบัติของอาคารที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น เขื่อนเก็บกักน้ำ เขื่อนทดน้ำ คันกั้นน้ำ และอาคารควบคุมอื่น ๆ

การบรรเทาน้ำท่วม (Flood Alleviation)

การบรรเทาน้ำท่วม (Flood Alleviation) คือ มาตรการบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วม

การควบคุมน้ำท่วม (Flood Control)

การควบคุมน้ำท่วม (Flood Control) คือ การใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงลักษณะของน้ำท่วมตามธรรมชาติ เทคนิคเหล่านี้ ได้แก่ การสร้างอาคารต่าง ๆ เพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุมน้ำในแม่น้ำ การจัดการปริมาณน้ำไหลเข้า ตลอดจนปริมาณน้ำที่ระบายออกไปจากพื้นที่ ซึ่งหากเป็นไปได้ต้องพยายามลดรอบปีการเกิดซ้ำของเหตุการณ์น้ำท่วม หรือลดขนาดของน้ำท่วมให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด หรือให้เกิดขึ้นตามช่วงเวลาที่ได้วางแผนไว้

โครงการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Project) โครงการบรรเทาน้ำท่วม (Flood Mitigation Project) โครงการป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection Scheme)

โครงการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Project) โครงการบรรเทาน้ำท่วม (Flood Mitigation Project) โครงการป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection Scheme) คือ โครงการที่มีวัตถุประสงค์หลักประการเดียวเพื่อการควบคุมน้ำท่วม ถึงแม้โครงการหลังอาจมีวัตถุประสงค์อื่นเพิ่มเติมมาโดยไม่ตั้งใจ โครงการอาจใช้วิธีในการควบคุมน้ำท่วมวิธีเดียวหรือหลายวิธีก็ได้

งานควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Works) งานป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection Works)

งานควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Works) งานป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection Works) คือการสร้างอาคารทางวิศวกรรมต่าง ๆ เพื่อป้องกันที่ดินและทรัพย์สินไม่ให้เกิดความเสียหายจากน้ำท่วม เช่น งานคันกั้นน้ำ งานตลิ่งแม่น้ำ หรืองานอื่น ๆ ตามแนวยาวของลำน้ำที่ออกแบบมาเพื่อจำกัดแนวการไหลของน้ำให้อยู่ในทางน้ำที่สามารถควบคุมได้ หรือเพื่อลำเลียงน้ำไปยังทางระบายน้ำท่วมที่วางแผนไว้ และอ่างเก็บกักน้ำเพื่อควบคุมน้ำท่วม

พื้นที่ภัยพิบัติน้ำท่วม (Flood Hazard Zone)

พื้นที่ภัยพิบัติน้ำท่วม (Flood Hazard Zone) คือ (1) พื้นที่เสี่ยงที่อาจเกิดความเสียหายหรือการสูญเสียทรัพย์สิน และ/หรือชีวิตจากสาเหตุน้ำท่วม (2) พื้นที่ที่อาจเกิดน้ำท่วมตามโอกาสความน่าจะเป็นที่ระบุ

น้ำท่วม (Flood) น้ำนอง (Inundation)

น้ำท่วม (Flood) น้ำนอง (Inundation) คือ (1) การไหลล้นของน้ำเกินความจุปกติของแม่น้ำ ลำน้ำ ทะเลสาบ ทะเล หรือแหล่งน้ำอื่น ๆ หรือการสะสมของน้ำในพื้นที่ที่ขาดการระบายน้ำที่ดี และไหลเข้าไปท่วมพื้นที่ที่ไม่เคยเกิดน้ำท่วมมาก่อน คำว่าน้ำนองโดยปกติหมายถึงน้ำที่มีระดับลึกไม่กี่สิบเซนติเมตร และไม่จำเป็นจะต้องเกิดจากน้ำท่วม (2) การแผ่กระจายของน้ำที่ควบคุมเพื่อการชลประทาน ฯลฯ การบริหารจัดการน้ำท่วม : การกำหนดแนวทางรับมือกับปัญหาน้ำท่วม

โครงการบรรเทาน้ำท่วม (Flood Mitigation Project)

โครงการบรรเทาน้ำท่วม (Flood Mitigation Project) (อ่านคำอธิบายเพิ่มเติมจากโครงการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Project))

พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) พื้นที่น้ำท่วม (Flood Land)

พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain) พื้นที่น้ำท่วม (Flood Land) คือ (1) ส่วนของพื้นดินที่ถูกน้ำท่วม ขอบเขตของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงระบุตามความถี่ของการเกิดน้ำท่วมเฉพาะ เช่น พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงในรอบ 100 ปี เป็นพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมโดยมีค่าเฉลี่ยของรอบปีการเกิดซ้ำของเหตุการณ์น้ำท่วมเท่ากับ 100 ปี หรืออีกนัยหนึ่งมีโอกาสความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในแต่ละปีเท่ากับ 0.01 (2) พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมที่อยู่ติดกับแม่น้ำ ซึ่งน้ำมักไหลล้นตลิ่งแม่น้ำเป็นประจำ หรือเป็นครั้งคราว สำหรับในพื้นที่ราบพื้นที่น้ำท่วมถึงทำหน้าที่เสมือนกับอ่างเก็บน้ำเก็บกักน้ำท่าส่วนเกิน และช่วยลดขนาดของยอดน้ำหลากสูงสุด นอกจากนี้ พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงยังช่วยเพิ่มปริมาณระบายน้ำออก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยความลาดชัน ลักษณะรูปร่างของพื้นที่ และความลึกของน้ำนอง การกำหนดให้พื้นที่ใดเป็นพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงนั้นเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เนื่องจากต้องพิจารณาตามปริมาตรน้ำท่วม ระดับน้ำ และรอบการเกิดซ้ำที่เหมาะสม โดยทั่วไปมักจะใช้ระดับของน้ำท่วมที่รอบการเกิดซ้ำ 100 ปี เป็นตัวกำหนดขอบเขตของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง อ่านคำอธิบายเพิ่มเติมจากพื้นที่ราบน้ำไหล (Flow Plain) ชายเขตน้ำท่วม (Flood Fringe) และทางระบายน้ำท่วม (Floodway)

การบุกรุกพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Encroachment)

การบุกรุกพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Encroachment) คือ การพัฒนาสิ่งก่อสร้างแบบไม่มีแบบแผนในพื้นที่น้ำท่วมถึง เช่น อาคาร ถนน คันทางรถไฟ สะพาน หรือสิ่งกีดขวางอื่น ๆ ส่งผลให้ความสามารถในการระบายน้ำท่วมลดลง และทำให้สถานการณ์น้ำท่วมเลวร้ายยิ่งขึ้น

ชายเขตน้ำท่วม (Floodplain Fringe, Floodway Fringe)

ชายเขตน้ำท่วม (Floodplain Fringe, Floodway Fringe) คือ พื้นที่ระหว่างพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงกับทางระบายน้ำท่วม ซึ่งพื้นที่ที่อยู่ติดกับทางระบายน้ำท่วมมีโอกาสน้ำท่วมได้แต่ไม่บ่อยนัก ความเร็วของการระบายน้ำผ่านพื้นที่ไม่สูงนัก นอกจากนี้ความถี่และช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมจะสั้นกว่าทางระบายน้ำท่วม ในพื้นที่ชายเขตน้ำท่วมจะยินยอมให้มีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกือบทุกอย่าง แต่ต้องมีการป้องกันน้ำท่วมและต้องสอดคล้องตามข้อกำหนดของการจัดเขตการใช้พื้นที่ เช่น ที่อยู่อาศัย การพาณิชย์ และการอนุรักษ์

พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flood Prone Area)

พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flood Prone Area) คือ พื้นที่มีน้ำท่วมเป็นครั้งคราว และยังไม่มีการดำเนินมาตรการป้องกันน้ำท่วม

การป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection)

การป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection) คือ การป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายจากน้ำท่วม ซึ่งประกอบด้วยการควบคุมน้ำท่วมโดยตรง รวมถึงการป้องกันทรัพย์สินต่าง ๆ ดังนั้นจึงมีความหมายที่กว้างกว่าการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control)

ความเสี่ยงจากน้ำท่วม (Flood Risk)

ความเสี่ยงจากน้ำท่วม (Flood Risk) เป็นตัววัดเกี่ยวกับความรุนแรงของภัยพิบัติน้ำท่วม (1) โอกาสที่จะประสบกับเหตุการณ์น้ำท่วม ความเสี่ยงมักแสดงในรูปของค่ารอบการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำท่วมสูงสุด แต่บางครั้งค่าความเร็วน้ำ ปริมาณของตะกอน และความลึกน้ำ อาจนำมาใช้เป็นตัวกำหนดพื้นที่เสี่ยงได้ การประเมินความเสี่ยงอาจพิจารณาจากชีวิตที่สูญเสียไปหรือทรัพย์สินที่ถูกทำลาย (2) แนวคิดที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงคำนวณจากโอกาสความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์ใด ๆ คูณด้วยความเสียหายของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นตามมา ค่านี้เท่ากับค่าความเสียหายคาดการณ์

เขตน้ำท่วม (Flood Zones)

เขตน้ำท่วม (Flood Zones) คือ (1) พื้นที่ย่อยในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่มีความถี่ของการเกิดน้ำท่วมเท่ากัน (2) พื้นที่ริมขอบอ่างเก็บน้ำหรือริมแม่น้ำที่น้ำท่วมถึงอันเนื่องมาจากระดับน้ำเก็บกักสูงกว่าปกติ

การใช้ที่ดิน (Land Use)

การใช้ที่ดิน (Land Use) คือ (1) วิธีการทำการเกษตรที่เกี่ยวกับการใช้ผิวหน้าดิน ซึ่งส่งผลต่อสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจในวงกว้างของภูมิภาคหนึ่ง ๆ และยังส่งผลต่อปริมาณและลักษณะของน้ำท่าและการกัดเซาะ โดยทั่วไปแบ่งได้ 3 ประเภท คือ พื้นที่เพาะปลูก พื้นที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และพื้นที่ป่า (2) การใช้ที่ดินหรือจัดเขตการใช้ที่ดินเพื่อผลทางเศรษฐกิจที่มีอยู่ เช่น เขตที่อยู่อาศัย เขตอุตสาหกรรม พื้นที่เพาะปลูก เขตการพาณิชย์ (3) การใช้ประโยชน์ของที่ดินแปลงหนึ่ง ๆ (เพื่อเป็นที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม ถนน กิจการการเกษตรหรือปศุสัตว์)

การวางแผนการใช้ที่ดิน (Land Use Planning)

การวางแผนการใช้ที่ดิน (Land Use Planning) คือ การพัฒนาแผนงานการใช้ประโยชน์ที่ดินในระยะยาวเพื่อสร้างความเป็นอยู่ที่ดีของส่วนรวม รวมถึงการกำหนดแนวทางและวิธีการในการใช้ที่ดินให้บรรลุผลตามแผนนั้น

โครงการป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection Scheme)

โครงการป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection Scheme) (อ่านรายละเอียดที่โครงการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Project))

การวิเคราะห์ความเปราะบาง (Vulnerability Analysis)

การวิเคราะห์ความเปราะบาง (Vulnerability Analysis) คือ วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาระดับภาวะความเสี่ยงจากการใช้ที่ดินหรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในที่ดินซึ่งอาจถูกน้ำท่วมทำให้หยุดชะงักได้

ตะพักน้ำ (Washland)

ตะพักน้ำ (Washland) คือ พื้นที่ต่ำที่อยู่ริมแม่น้ำหรือปากแม่น้ำซึ่งได้กั้นคันไว้ และเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งยอมให้น้ำท่วมไหลผ่านเป็นระยะ ๆ เพื่อควบคุมระดับน้ำในแม่น้ำที่เพิ่มสูงขึ้น

พื้นที่เก็บกักน้ำท่วม (Washland Storage)

พื้นที่เก็บกักน้ำท่วม (Washland Storage) คือ การก่อสร้างพื้นที่ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเพื่อวัตถุประสงค์ในการเก็บกักน้ำท่วมเพื่อลดการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ท้ายน้ำ โครงการอาจมีทั้งลักษณะเชิงรับ เช่น ปล่อยให้ท่วมเมื่อระดับน้ำสูงเกินค่าที่กำหนดโดยไม่ต้องจัดการอะไร หรือลักษณะเชิงรุก เช่น มีการเปิดประตูควบคุมน้ำเพื่อเก็บกักน้ำหลากไว้ในพื้นที่รับน้ำท่วม

B.2 อุทกวิทยาของน้ำท่วม (Hydrology of Floods)

ระดับเต็มตลิ่ง (Bankful, Bankful Stage)

ระดับเต็มตลิ่ง (Bankful, Bankful Stage) คือ ระดับที่น้ำในแม่น้ำที่ช่วงความยาวลำน้ำที่แนวนอนใด ๆ เริ่มที่จะล้นตลิ่งข้ามคันกั้นน้ำตามธรรมชาติหรือที่สร้างขึ้น และน้ำเริ่มจะไหลเข้าท่วมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงหรือที่ลุ่มต่ำ

ปริมาณน้ำล้นตลิ่ง (Bank Overspill)

ปริมาณน้ำล้นตลิ่ง (Bank Overspill) คือ ปริมาตรของน้ำที่ล้นจากแม่น้ำเข้าไปท่วมในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงหรือที่ลุ่มต่ำในบริเวณใกล้เคียง

น้ำท่วมที่ระดับฐาน (Basic Stage Flood) น้ำท่วมเหนือระดับฐาน (Floods Above A Base)

น้ำท่วมที่ระดับฐาน (Basic Stage Flood) น้ำท่วมเหนือระดับฐาน (Floods Above A Base) คือ ค่าอัตราการไหลของน้ำในลำน้ำ ซึ่งเลือกมาใช้กำหนดเป็นขีดจำกัดต่ำสุดหรือค่าฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำท่วม บางครั้งอาจใช้ค่าปริมาณน้ำท่วมต่ำสุดรายปี

ความจุทางน้ำ/ความจุร่องน้ำ (Channel Capacity)

ความจุทางน้ำ/ความจุร่องน้ำ (Channel Capacity) คือ อัตราการไหลสูงสุดที่ระดับเต็มตลิ่งของทางน้ำใด ๆ ที่สามารถนำน้ำไหลไปได้โดยน้ำไม่ไหลล้นข้ามตลิ่ง

น้ำท่วมออกแบบ (Design Flood)

น้ำท่วมออกแบบ (Design Flood) คือ (1) น้ำท่วมสูงสุดที่สามารถไหลผ่านอาคารชลศาสตร์ใด ๆ ได้อย่างปลอดภัย (2) น้ำท่วมที่นำมาใช้ในการออกแบบอาคารชลศาสตร์ (3) น้ำท่วมที่พื้นที่หนึ่งสามารถรับมือในการป้องกันน้ำท่วมได้ โดยทั่วไปค่าอัตราการไหลของน้ำท่วม ปริมาณน้ำท่วม และพารามิเตอร์อื่น ๆ ของ

ข้อมูลน้ำท่วม สามารถนำมาใช้แสดงขนาดของน้ำท่วมออกแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของอาคารชลศาสตร์นั้น ๆ

กราฟน้ำหลากออกแบบ (Design Flood Hydrograph)

กราฟน้ำหลากออกแบบ (Design Flood Hydrograph) คือ กราฟน้ำหลากที่แสดงขอบเขตของปริมาตรน้ำท่าสำหรับใช้กำหนดความจุออกแบบของทางระบายน้ำล้นของเขื่อน หรืออาคารชลศาสตร์อื่น ๆ

น้ำท่วมจากแผ่นดินไหว (Earthquake Flood) สึนามิ (Tsunami)

น้ำท่วมจากแผ่นดินไหว (Earthquake Flood) สึนามิ (Tsunami) คือ น้ำท่วมที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล หรือพื้นที่ลุ่มต่ำ ซึ่งเกิดจากคลื่นทะเลหลังจากการเกิดแผ่นดินไหว หรือภูเขาไฟระเบิดใต้ทะเล

โอกาสความน่าจะเป็นแบบมากกว่า (Exceedance Probability)

โอกาสความน่าจะเป็นแบบมากกว่า (Exceedance Probability) คือ โอกาสความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในปีใด ๆ ที่มีขนาดสูงกว่าค่าที่กำหนด อ่านคำอธิบายเพิ่มเติมที่รอบการเกิดซ้ำ (Return Period)

พื้นที่น้ำท่วม (Flooded Area)

พื้นที่น้ำท่วม (Flood Area) คือ (1) พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเมื่ออัตราการไหลเกิดความจุปลอดภัยของทางน้ำหรือเป็นผลมาจากการสร้างเขื่อนขวางแม่น้ำ (2) พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมอันเนื่องมาจาก (2.1) คลื่นพายุซัดฝั่งและ/หรือเป็นผลจากคันกั้นน้ำพัง (2.2) มีสิ่งกีดขวางทางระบายน้ำฝน

ขนาดน้ำท่วม (Flood Magnitude, Flood Size)

ขนาดน้ำท่วม (Flood Magnitude, Flood Size) คือ ปริมาตรน้ำทั้งหมดของการเกิดน้ำท่วมหรืออัตราการไหลสูงสุดระหว่างเกิดน้ำท่วม

แผนที่น้ำท่วม (Flood Map) แผนที่เสี่ยงน้ำท่วม (Flood Risk Map) แผนที่พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Map)

แผนที่น้ำท่วม (Flood Map) แผนที่เสี่ยงน้ำท่วม (Flood Risk Map) แผนที่พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Map) คือ (1) แผนที่ซึ่งแสดงขอบเขตของน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นหรือของน้ำท่วมคาดการณ์ (2) การกำหนดและแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมไว้ในแผนที่ (3) แผนที่ทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

ของแม่น้ำซึ่งระบุค่าระดับน้ำคาดการณ์ที่สัมพันธ์กับค่าขนาดน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำใด ยกตัวอย่างเช่น 10, 20, 50 และ 100 ปี

ครานน้ำท่วม (Flood Mark) ครานน้ำท่วมสูง (High Watermark) ครานน้ำ (Rack Mark)

ครานน้ำท่วม (Flood Mark) ครานน้ำท่วมสูง (High Watermark) ครานน้ำ (Rack Mark) คือ (1) รอยหรือแนวที่หลงเหลือจากคราบตะกอนหรือสิ่งอื่นเมื่อระดับน้ำในช่วงระหว่างเกิดน้ำท่วมเพิ่มขึ้นสูงสุด (2) รอยตามธรรมชาติที่หลงเหลือบนอาคารชลศาสตร์หรือวัตถุใด ๆ ซึ่งแสดงถึงแนวเส้นระดับน้ำท่วมสูงสุดที่เคยเกิดขึ้น

พารามิเตอร์น้ำท่วม (Flood Parameter)

พารามิเตอร์น้ำท่วม (Flood Parameter) คือ ตัวแปรที่แสดงลักษณะของน้ำท่วมหนึ่ง ๆ เช่น ระยะเวลา (ในหน่วยเวลา) ขนาดของน้ำท่วม (ในหน่วยลูกบาศก์เมตร) ระดับน้ำสูงสุด (ในหน่วยเมตร) การไหลล้นตลิ่ง (ในหน่วยลูกบาศก์เมตร) หรืออัตราการไหลในแม่น้ำขณะเกิดน้ำท่วม (ในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

การจัดทำแผนที่พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Mapping)

การจัดทำแผนที่พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Mapping) คือ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการประมาณการหาขนาดของน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำใด ๆ และแสดงให้เห็นถึงขอบเขตพื้นที่ที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมที่ความถี่ต่าง ๆ แผนที่บางฉบับจัดทำขึ้นโดยอาศัยข้อมูลน้ำท่วมที่มีขนาดใหญ่สุดที่เคยบันทึกไว้ และหลายฉบับแสดงถึงความลึกและเส้นทางการไหลของน้ำท่วม ในบางพื้นที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งพื้นที่น้ำท่วมในอนาคตได้อย่างชัดเจน เช่น ในพื้นที่กึ่งแห้งแล้งซึ่งช่องทางน้ำเคลื่อนย้ายตำแหน่งได้ ดังนั้นการจัดทำแผนที่จะต้องแสดงให้เห็นข้อมูลความเสี่ยงในรูปแบบต่าง ๆ และจะต้องปรับให้ทันสมัยอย่างต่อเนื่องตามปัจจัยข้อมูลอุทกวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงปัจจัยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งทางด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่วม เช่น การก่อสร้างในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง การทำลายป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ

ปริมาณน้ำท่วมสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นได้ (Probable Maximum Flood, PMF) ปริมาณน้ำท่วมสูงสุดที่เป็นไปได้ (Maximum Possible Flood, MPF)

ปริมาณน้ำท่วมสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นได้ (Probable Maximum Flood, PMF) ปริมาณน้ำท่วมสูงสุดที่เป็นไปได้ (Maximum Possible Flood, MPF) คือ (1) ปริมาณน้ำท่วมสูงสุดที่คาดว่าจะเป็นไปได้ตามลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาและหิมะที่ปกคลุมในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นการคาดคะเนความเป็นไปได้ของการเกิดจากเหตุการณ์ธรรมชาติที่ทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นพร้อม ๆ กันทุกเหตุการณ์ (2) ปริมาณน้ำท่วมสูงสุดซึ่งสามารถ

คาดการณ์ตามหลักเหตุผลว่ามีโอกาสเกิดขึ้นได้ที่จุดใด ๆ ของแม่น้ำ หรือเป็นปริมาณน้ำท่วมสูงสุดที่สามารถคาดการณ์ที่รอบปีการเกิดซ้ำที่กำหนดหรือรอบปีการเกิดซ้ำใด ๆ ภายใต้สมมุติฐานที่ว่าการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมนั้นได้รวมปัจจัยต่าง ๆ ทั้งหมดที่ส่งผลทำให้เกิดฝนตกหนักรุนแรงที่สุดและเกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุดซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกัน (3) ปริมาณน้ำท่วมรุนแรงที่สุดที่พิจารณาตามหลักเหตุผลแล้วว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ตั้งใด ๆ อันเป็นผลมาจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยาและทางชลศาสตร์

รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period, Recurrence Interval)

รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period, Recurrence Interval) คือ ช่วงเวลาเฉลี่ยที่คาดว่าเหตุการณ์น้ำท่วมใด ๆ ที่มีขนาดหรือความรุนแรงเท่ากับหรือมากกว่าจะเกิดซ้ำอีกครั้ง ดังนั้น น้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำ 100 ปี จึงหมายถึงเหตุการณ์น้ำท่วมที่คาดว่าจะเกิดขึ้น 1 ครั้ง ทุก ๆ 100 ปี โดยเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยระยะยาวของช่วงเวลาที่เหตุการณ์หนึ่งจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าเกิดขึ้น เช่น ค่าอัตราการไหลสูงสุดหรือค่าพารามิเตอร์ทางอุทกวิทยาอื่น ๆ ที่เป็นลักษณะของน้ำท่วม

B.3 มาตรการบริหารจัดการน้ำท่วม (The Measures of Flood Management)

การป้องกันและการบริหารจัดการการสูญเสียจากน้ำท่วมแบบสมบูรณ์ (Comprehensive Flood Loss Prevention and Management)

การป้องกันและการบริหารจัดการการสูญเสียจากน้ำท่วมแบบสมบูรณ์ (Comprehensive Flood Loss Prevention and Management) เป็นกลยุทธ์การบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งหมายถึงแนวทางที่รวมมาตรการทั้งที่เป็นสิ่งก่อสร้างและที่ไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง เพื่อป้องกัน และ/หรือลดการสูญเสียจากน้ำท่วมให้เหลือน้อยที่สุด

มาตรการบริหารจัดการน้ำท่วมแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non–Structural Measures of Flood Management)

มาตรการบริหารจัดการน้ำท่วมแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non–Structural Measures of Flood Management) คือ มาตรการที่ปรับเปลี่ยนวิธีการเผชิญเหตุน้ำท่วมเพื่อลดหรือขจัดผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินที่จะเกิดความเสียหายขึ้น เช่น การวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม การกันน้ำท่วม และแนวทางความช่วยเหลือผู้ประสบภัย

B.3.1 มาตรการสิ่งก่อสร้าง (Structural Measures)

มาตรการแบบใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วม (Structural Measures of Flood Management)

มาตรการแบบใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วม (Structural Measures of Flood Management) คือมาตรการซึ่งปรับเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของน้ำท่วม เช่น การปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำด้านเหนือน้ำ การปรับปรุงทางน้ำ การสร้างคันกั้นน้ำ การใช้งานอาคารทางชลศาสตร์ต่าง ๆ ฯลฯ

ทางเบี่ยงน้ำท่วม (By–Pass Floodway) ทางผันน้ำท่วม (Flood Diversion Channel) ทางบรรเทาน้ำท่วม (Flood Relief Channel)

ทางเบี่ยงน้ำท่วม (By–Pass Floodway) ทางผันน้ำท่วม (Flood Diversion Channel) ทางบรรเทาน้ำท่วม (Flood Relief Channel) คือ (1) ทางน้ำธรรมชาติหรือที่สร้างขึ้นเพื่อระบายน้ำเมื่อเกิดน้ำท่วม โดยให้น้ำไหลผ่านไปตามทางนั้น (2) พื้นที่ริมตลิ่งของทางน้ำหลักที่ออกแบบไว้ให้เป็นทางระบายน้ำท่วม

มาตรฐานการออกแบบ (Design Standard)

มาตรฐานการออกแบบ (Design Standard) คือ ระดับของการป้องกันที่โครงการบริหารจัดการน้ำท่วมจัดทำขึ้น ซึ่งโครงการอาจป้องกันการเกิดน้ำท่วมได้ทั้งหมดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการออกแบบ เช่น ออกแบบโดยยอมให้เกิดน้ำท่วม 1 ครั้ง ในรอบ 100 ปี

เขื่อนปากแม่น้ำ (Estuary Dam)

เขื่อนปากแม่น้ำ (Estuary Dam) คือ เขื่อนที่สร้างปิดกั้นบริเวณปากแม่น้ำเพื่อกันน้ำทะเล เขื่อนปากแม่น้ำสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์เดียวหรือหลายวัตถุประสงค์ก็ได้ (1) สร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าจากระดับน้ำขึ้นลงของคลื่นน้ำทะเล (2) เก็บกักน้ำสำหรับใช้เพื่อการชลประทาน (3) ป้องกันการรุกล้ำของน้ำทะเล (4) เป็นแนวกันคลื่นน้ำทะเลชั้นแรกทดแทนการสร้างคันกั้นน้ำตามแนวชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำและตามแนวแม่น้ำตอนล่าง ส่วนใหญ่จะสร้างประตูควบคุมไว้ที่เขื่อนปากแม่น้ำนี้เพื่อควบคุมอัตราการระบายน้ำลงสู่ทะเล

กำแพงป้องกันน้ำท่วม (Flood Wall)

กำแพงป้องกันน้ำท่วม (Flood Wall) คือ กำแพงคอนกรีตหรือหินก่อที่สร้างขึ้นเพื่อป้องกันน้ำท่วม

ทางระบายน้ำท่วม (Floodway)

ทางระบายน้ำท่วม (Floodway) คือ ช่องทางน้ำหรือส่วนของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่อยู่ติดกับแม่น้ำที่ทำหน้าที่ลำเลียงและระบายน้ำท่วมออกจากแม่น้ำ ในงานวิศวกรรมแม่น้ำอาจแบ่งประเภททางระบายน้ำท่วมได้เป็น (1) ทางเบี่ยงน้ำท่วม (By–Pass Floodway) (2) ทางระบายน้ำท่วมแบบคู่ขนาน (Parallel Floodway) และ (3) ทางระบายน้ำท่วมระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำ (Inter–Basin Floodway/ Inter–Catchment Floodway) ทางระบายน้ำท่วม 1% (1% Floodway) หมายถึง สัดส่วนของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงขนาด 1% ที่จำเป็นต้องสามารถระบายน้ำท่วมขนาด 1% ออกไปจากพื้นที่อย่างปลอดภัย ทางระบายน้ำท่วมจะครอบคลุมถึงพื้นที่ช่องทางน้ำทั้งหมดรวมกับบางส่วนของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่ไม่เหมาะจะเป็นที่อยู่อาศัยของมนุษย์ เนื่องจากอันตรายที่จะเกิดต่อชีวิตและทรัพย์สิน ถึงแม้ว่าการกำหนดพื้นที่สำหรับใช้เป็นทางระบายน้ำท่วมอาศัยหลักการทางวิศวกรรมเป็นหลัก อย่างไรก็ดีปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องเชิงเทคนิคถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการสร้างแนวเขตทางระบายน้ำท่วม ด้วยเหตุนี้แนวทางระบายน้ำท่วมอาจถูกกำหนดในลักษณะแตกต่างกันได้ในแต่ละช่วงแม่น้ำ อาจยอมให้มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ในเขตทางระบายน้ำท่วมได้เช่น การเกษตรกรรม พื้นที่เปิดสาธารณะ พื้นที่จอดรถ (มีข้อจำกัด) และพื้นที่เก็บกักน้ำ

ประสิทธิภาพทางชลศาสตร์ของระบบควบคุมน้ำท่วม (Hydraulic Effectiveness of Flood Control Systems)

ประสิทธิภาพทางชลศาสตร์ของระบบควบคุมน้ำท่วม (Hydraulic Effectiveness of Flood Control Systems) คือ ค่าทางสถิติของตัวแปรที่แสดงคุณลักษณะของน้ำท่วมที่คัดเลือกมาวิเคราะห์สถานการณ์ทั้งที่มีและไม่มีการควบคุมน้ำท่วมหรือการป้องกันน้ำท่วม ซึ่งแสดงให้เห็นประสิทธิภาพของมาตรการควบคุมน้ำท่วมหรือป้องกันน้ำท่วมบางมาตรการในพื้นที่ที่กำหนด ประสิทธิภาพทางชลศาสตร์ของระบบควบคุมน้ำท่วมแสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์ของการป้องกันภัยน้ำท่วมในภาพรวมตามทฤษฎี

ทางระบายน้ำท่วมระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำ (Inter–Basin Floodway)

ทางระบายน้ำท่วมระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำ (Inter–Basin Floodway) คือ ทางลัดระบายน้ำท่วมที่ช่วยระบายน้ำบางส่วนจากแม่น้ำหนึ่งไปยังอีกแม่น้ำหนึ่ง ซึ่งนับเป็นแนวทางแก้ปัญหาน้ำท่วมที่เหมาะสมของแม่น้ำ 2 สาย ที่มีเวลาในการเดินทางของน้ำต่างกัน และระดับของพื้นที่ลุ่มน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำในแม่น้ำในช่วงขณะเกิดน้ำท่วม

ช่องขาดที่เกิดขึ้นโดยสาธารณชน (Public Cuts)

ช่องขาดที่เกิดขึ้นโดยสาธารณชน (Public Cuts) คือ การที่เกษตรกรหรือคนในท้องถิ่นตัดฟันคันกั้นน้ำให้ขาด การที่เกษตรกรสร้างทางระบายน้ำท่วมโดยไม่มีแบบแผนและไม่ได้รับอนุญาตตัดผ่านคันกั้นน้ำหรือข้ามพื้นที่ วิธีปฏิบัติดังกล่าวอาจลดประสิทธิภาพของระบบการบริหารจัดการน้ำท่วมและการระบายน้ำตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว หรือเป็นอุปสรรคต่อการระบายน้ำ

แนวกั้นคลื่นพายุซัดฝั่ง (Storm Surge Barrier)

แนวกั้นคลื่นพายุซัดฝั่ง (Storm Surge Barrier) คือ เขื่อนที่มีประตูควบคุมน้ำ หรือที่เรียกอีกอย่างว่าเขื่อนระบายน้ำ (Barrage) ที่สร้างขึ้นบริเวณปากแม่น้ำ หรือช่วงแม่น้ำทางตอนล่าง โดยปกติจะเปิดประตูควบคุมน้ำจากการขึ้นลงของน้ำทะเลและให้เรือผ่าน และปิดเป็นระยะเวลาสั้น ๆ เมื่อเกิดคลื่นพายุซัดฝั่งซึ่งมีแนวโน้มจะเกิดน้ำท่วมสูงในพื้นที่ได้

B.3.2 งานปรับปรุงสภาพลำน้ำและงานควบคุม (River Training and Control Works)

ด้านหลังของคันกั้นน้ำ (Back of Levee) ด้านว่างของคันกันน้ำ (Air Side of Levee) ด้านติดที่ดินของคันกั้นน้ำ (Land Side of Levee) ด้านส่งน้ำออกของคันกันน้ำ (Outflow Side of Levee) ด้านในของคันกันน้ำ (Inner Side of Levee) ด้านในโพลเดอร์ของคันกันน้ำ (Polder Side of Levee) ด้านท้ายของคันกันน้ำ (Downstream Side of Levee)

ด้านหลังของคันกั้นน้ำ (Back of Levee) ด้านว่างของคันกันน้ำ (Air Side of Levee) ด้านติดที่ดินของคันกั้นน้ำ (Land Side of Levee) ด้านส่งน้ำออกของคันกันน้ำ (Outflow Side of Levee) ด้านในของคันกันน้ำ (Inner Side of Levee) ด้านในโพลเดอร์ของคันกันน้ำ (Polder Side of Levee) ด้านท้ายของคันกันน้ำ (Downstream Side of Levee) คือ ด้านของคันกั้นน้ำที่อยู่ห่างจากแม่น้ำ และหันหน้าออกไปหาพื้นที่ป้องกัน (Protected Area)

การพังทลาย (Breach)

การพังทลาย (Breach) คือ (1) ลักษณะผิวดินที่ถูกตัดเป็นช่องเปิดลึกซึ่งมักเกิดจากการกัดเซาะหน้าดิน (2) เกิดรอยแตก โพรง หรือรูโหว่ บริเวณตลิ่งคลองหรือคันกันน้ำท่วม ซึ่งอาจเกิดจากสัตว์ขุดดินจนกลายเป็นโพรง การซึมของน้ำหรือการลื่นไหล หรือดินถูกชะล้างจากน้ำฝนหรือน้ำท่วม หรือการพังทลายดินโดยกลุ่มผู้ใช้น้ำชลประทานหรือผู้ฝ่าฝืนโดยไม่ได้รับอนุญาต (3) การกัดเซาะที่เป็นสาเหตุให้คันกั้นน้ำ หรือเขื่อนพังโดยปกติการกัดเซาะมักจะเกิดขึ้นในช่วงเกิดน้ำท่วม (4) อาจเกิดจากลักษณะของการไหลของน้ำใต้ดินที่มี

อยู่ภายใต้ความดัน และน้ำท่วมหรือคลื่นน้ำหลากไหลข้ามจนทำให้เกิดการพังทลาย (อ่านรายละเอียดที่ การทำลายโดยภาคประชาชน (Public Cut))

คันดิน (Bund)

คันดิน (Bund) คือ คันดินเตี้ย ๆ สูงไม่เกิน 1 เมตร ที่ใช้เพื่อควบคุมการไหลของน้ำในแม่น้ำหรือในพื้นที่ชลประทาน

คันกั้นน้ำ (Dike, Dyke)

คันกั้นน้ำ (Dike, Dyke) คือ (1) ทำนบดิน แนวดิน หรือคัน เพื่อจำกัดขอบเขตของน้ำให้ไหลตามแนวตลิ่งแม่น้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วมเข้าไปท่วมในที่ราบลุ่ม หากใช้กับแนวชายฝั่งทะเลจะเรียกว่าแนวกั้นน้ำทะเล (Sea Defence) (2) ช่องทางระบายน้ำขนาดใหญ่สำหรับการฟื้นฟูพื้นที่ดิน (3) การสอดแทรกของหินอัคนีในลักษณะเหมือนท่อเข้าไปในพื้นที่ที่มีโครงสร้างระนาบ (Planar Structures) ที่อยู่โดยรอบ (ให้ดูความหมายของคันกั้นน้ำท่วม (Flood Levee))

คันกั้นน้ำท่วม (Flood Levee) คัน (Levee) คันหลัก (Main Levee) ทำนบ (Embankment) ทำนบหยุด (Stop Bank) คัน (Dyke) คันฤดูร้อน (Summer Dike) คันกำหนดเขต (Confinement Dike) คันขอบ (Ring Dike) คันดิน (Bund)

คันกั้นน้ำท่วม (Flood Levee) คัน (Levee) คันหลัก (Main Levee) ทำนบ (Embankment) ทำนบหยุด (Stop Bank) คัน (Dyke) คันฤดูร้อน (Summer Dike) คันกำหนดเขต (Confinement Dike) คันขอบ (Ring Dike) คันดิน (Bund) คือ โครงสร้างของงานดินรูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่สร้างตามแนวแม่น้ำเพื่อป้องกันพื้นที่ใกล้เคียงหรือที่อยู่อาศัยของมนุษย์จากการถูกน้ำท่วม ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการป้องกันน้ำท่วมที่เก่าแก่และแพร่หลายที่สุด คันกันน้ำท่วมเป็นสิ่งก่อสร้างตามแนวยาวของแม่น้ำ หรือล้อมรอบสิ่งก่อสร้างที่มีมูลค่าสูง มีจุดประสงค์เพื่อการจำกัดขอบเขตน้ำที่ไหลล้นมาจากช่องทางน้ำไม่ให้กระจายตัวเข้าไปในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง คันกั้นน้ำมักถูกออกแบบขนานไปกับแม่น้ำหลัก การก่อสร้างคันกั้นน้ำท่วมเป็นการเพิ่มความสามารถในรับน้ำของทางน้ำและป้องกันพื้นที่ใกล้เคียงจากการเกิดน้ำท่วม คันกันน้ำท่วมประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ (1) ตัวคัน (Levee Body) และ (2) ดินฐานรากใต้ตัวคัน (Foundation Soils) (อ่านรายละเอียดที่ คัน (Dike))

ระยะพ้นน้ำ (Freeboard) ระยะพ้นน้ำสุทธิ (Net Freeboard) ระยะพ้นน้ำแห้ง (Dry Freeboard) ระยะพ้นน้ำท่วม (Flood Freeboard)

ระยะพ้นน้ำ (Freeboard) ระยะพ้นน้ำสุทธิ (Net Freeboard) ระยะพ้นน้ำแห้ง (Dry Freeboard) ระยะพ้นน้ำท่วม (Flood Freeboard) คือ (1) ระยะตามแนวตั้งระหว่างระดับที่กำหนดกับระดับสูงสุดของเขื่อน ดังนั้นระยะพ้นน้ำสุทธิ หรือระยะพ้นน้ำแห้ง หรือระยะพ้นน้ำท่วมจึงหมายถึงระยะตามแนวตั้งระหว่างระดับน้ำสูงสุดกับระดับสันเขื่อน สำหรับระยะพ้นน้ำรวม (Gross Freeboard) หรือระยะพ้นน้ำทั้งหมด (Total Freeboard) คือระยะตามแนวตั้งระหว่างระดับน้ำเก็บกับสูงสุดของเขื่อนกับระดับสันเขื่อน ส่วนหนึ่งของระยะพ้นน้ำรวมสามารถเตรียมพื้นที่อ่างเก็บน้ำไว้สำหรับรองรับปริมาณน้ำท่วมส่วนเกินที่ความลึกใด ๆ ได้ บางครั้งจึงเรียกว่า ระยะพ้นน้ำเปียก (Wet Freeboard) อย่างไรก็ดีมักไม่นิยมและแนะนำมาใช้ และมักพูดถึงระยะพ้นน้ำในลักษณะที่อ้างอิงกับระดับสันเขื่อนมากกว่า (2) ความสูงของสันของคันกันน้ำที่อยู่เหนือระดับน้ำสูงสุดออกแบบคือระยะพ้นน้ำ ระยะพ้นน้ำเป็นตัวกำหนดระดับความปลอดภัยและการป้องกันต่อปรากฏการณ์น้ำท่วมที่ไม่คาดคิด และไม่ได้ทำการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยามาก่อน (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แรงกระทำของคลื่นสูง น้ำท่วมที่เกิดจากน้ำแข็งรวมตัวกัน น้ำท่วมวิกฤต ฯลฯ) หน้าที่ที่สำคัญอีกประการหนึ่งของระยะพ้นน้ำคือการป้องกันมิให้เกิดผลกระทบทางกลต่อตัวคันกันน้ำหลักจากการขุดโพรงดินของสัตว์ และรากพืชชอนไช การจราจรบนคันกั้นน้ำ (3) ระยะพ้นน้ำยังใช้เพื่อ (3.1) เพื่อหลีกเลี่ยงความไม่น่าเชื่อถือของข้อมูลที่เป็นผลมาจากระดับน้ำสูงอย่างไม่เคยคาดคิดมาก่อน (3.2) เพื่อใช้เป็นที่ตั้งสำหรับอยู่อาศัยระยะยาวในช่วงเวลาหนึ่ง (3.3) เพื่อทำให้ระดับน้ำทรงตัวอันเนื่องมาจากลม เช่นระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำหรือชายฝั่งทะเล (3.4) เพื่อทำให้คลื่นยกตัว โดยทั่วไปความสูงของระยะพ้นน้ำเท่ากับ 1.0 เมตร บางกรณีมีค่าเท่ากับ 1.5 เมตร และความสูงของระยะพ้นน้ำต่ำสุดคือ 0.5 เมตร

คันฟิวส์พลัค (Fuseplug Levee)

คันฟิวส์พลัค (Fuseplug Levee) คือ ส่วนของคันที่อยู่ต่ำและอ่อนแอที่สุด ซึ่งเมื่อมีน้ำท่วมไหลข้ามคันจะขาดออกอย่างรวดเร็ว และทำให้น้ำไหลเข้าไปในทางระบายน้ำท่วมได้เต็มที่ เพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วม

คัน (Levee)

คัน (Levee) (อ่านเพิ่มเติมจาก คันกั้นน้ำท่วม (Flood Levee) คันกั้นน้ำ (Dike))

คันกันน้ำหลัก (Main Levee)

คันกันน้ำหลัก (Main Levee) คือ คันกั้นน้ำที่ป้องกันพื้นที่ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง เช่น พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่เกษตรกรรม ฯลฯ เพื่อการป้องกันน้ำท่วมที่ไหลลงมาตามแม่น้ำหรือลำน้ำที่ระดับความปลอดภัยที่ต้องการ (อ่านเพิ่มเติมจาก คันกันน้ำท่วม (Flood Levee))

การไหลล้น (Overflowing) การไหลข้ามเนื่องจากระดับน้ำสูง (Overtopping By High Water Level)

การไหลล้น (Overflowing) การไหลข้ามเนื่องจากระดับน้ำสูง (Overtopping By High Water Level) คือ ถ้าระดับน้ำที่คันสูงกว่าสันคัน (Dike Crest) น้ำจะไหลข้ามไปยังพื้นที่ป้องกัน และอาจจะเกิดน้ำท่วมนองในพื้นที่ตามมา ในทำนองเดียวกัน การไหลล้นหรือการไหลข้ามคันของคลื่นทะเล ก็จะค่อย ๆ เพิ่มน้ำท่วมนองเข้าไปในพื้นที่ป้องกัน

การชะโพรง (Piping)

การชะโพรง (Piping) คือ น้ำและอนุภาคดินที่ไหลใต้หรือไหลผ่านตัวคัน ซึ่งเป็นผลของการกัดเซาะของน้ำไหลผ่านดิน ก่อนเกิดปรากฏการณ์โพรงท่อจะเกิดน้ำผุดและมีทรายไหลปนมา น้ำผุดจะเกิดขึ้นให้เห็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงระดับน้ำในคันสูง และมักพบเห็นปรากฏการณ์นี้ได้ไม่เพียงแต่ที่คันตามแนวแม่น้ำแต่รวมถึงตามแนวคันกั้นน้ำทะเล (อ่านเพิ่มเติมที่ บ่อทราย (Sand–Carrying Well))

พื้นที่ปิดล้อม (Polder)

พื้นที่ปิดล้อม (Polder) คือ พื้นที่ที่มีระดับน้ำสูงมาแต่เดิมทั้งในลักษณะแบบถาวรและแบบตามฤดูกาลจากสาเหตุอันเนื่องมาจากน้ำใต้ดินหรือน้ำผิวดินที่ขึ้นสูง พื้นที่ดังกล่าวจะกลายเป็นพื้นที่ปิดล้อมเมื่อทำการปรับปรุงพื้นที่โดยสามารถควบคุมระดับน้ำให้มีความแตกต่างจากรูปแบบทางอุทกวิทยาของพื้นที่รอบข้างได้เพื่อลดการเกิดน้ำท่วม

พื้นที่ป้องกัน (Protected Area)

พื้นที่ป้องกัน (Protected Area) คือ ส่วนของพื้นที่น้ำท่วมถึงซึ่งมีการก่อสร้างคันกันน้ำไว้ในพื้นที่เพื่อกันน้ำท่วมออกไปจากพื้นที่ คำนี้เมื่อใช้ในบางพื้นที่ที่มีความสำคัญเชิงนิเวศวิทยาและต้องได้รับการปกป้องจะหมายความว่าไม่ยอมให้มีการป้องกันน้ำท่วมหรืออย่างน้อยก็เป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา

ทำนบชั้นที่ 2 (Retired Embankment)

ทำนบชั้นที่ 2 (Retired Embankment) คือ ทำนบที่สร้างขึ้นห่างจากริมแม่น้ำหลังจากสร้างทำนบชั้นแรกริมตลิ่งแม่น้ำ สำหรับใช้เป็นแนวป้องกันน้ำท่วมอีกชั้น หรือเพื่อแทนที่ทำนบริมตลิ่งแม่น้ำเดิม (ทำนบที่มีอยู่เดิมบางครั้งเรียกว่าแนวป้องกันชั้นแรก (Primary Defence))

คันปิดล้อม (Ring Dikes)

คันปิดล้อม (Ring Dikes) คือคันที่สร้างปิดล้อมพื้นที่เพื่อกันพื้นที่ไม่ให้เกิดน้ำท่วมเช่น ที่อยู่อาศัย บ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม ที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง หรือพื้นที่ระหว่างช่องทางน้ำ

บ่อทราย (Sand–Carrying Wells) ทรายผุด (Sand Boils)

บ่อทราย (Sand–Carrying Wells) ทรายผุด (Sand Boils) คือ การไหลออกของน้ำใต้ดินบริเวณที่ความเร็วของกระแสน้ำใต้ดินสูงจนพัดพาอนุภาคดินออกมา แม้กระทั่งในทิศทางย้อนขึ้น ปรากฏการณ์นี้สามารถเร่งให้เกิดกระบวนการกัดเซาะภายใน ซึ่งทำให้เกิดเป็นรูและโพรงในดินใต้คันกันน้ำ อันตรายของบ่อทรายนี้คือทรายจะถูกพัดพาออกมาจากคัน และนำไปสู่การเป็นโพรงข้างใต้ทีละเล็กทีละน้อย ในระยะยาวอาจส่งผลให้เกิดการทรุดตัวและการพังทลายของคันกันน้ำ (อ่านรายละเอียดเพิ่มเติมที่ การชะโพรง (Piping))

กำแพงกันน้ำทะเล (Seawalls)

กำแพงกันน้ำทะเล (Seawalls) มักเรียก กำแพงกันน้ำท่วม (Floodwall) ที่สร้างขึ้นในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลว่า กำแพงกันน้ำทะเล (Seawall) มากกว่า ซึ่งต้องสามารถต้านทานแรงคลื่นได้

กำแพงเข็มพืด (Sheet Pile Walls) กำแพงกันดิน (Retaining Walls)

กำแพงเข็มพืด (Sheet Pile Walls) กำแพงกันดิน (Retaining Walls) ในกรณีที่ไม่มีพื้นที่เพียงพอที่จะก่อสร้างหรือเสริมความแข็งแรงให้กับคันกันน้ำ และอาคารกันดิน สามารถใช้เข็มพืดหรือกำแพงรูปตัวแอลเพื่อจำกัดขอบเขตพื้นที่ที่ต้องการได้ ในอดีตใช้ผนังสะท้อนคลื่นซึ่งทำจากคอนกรีตหรือหินก่อมาวางไว้บนสันของกำแพงกันน้ำทะเลเพื่อลดพื้นที่และปริมาณที่จำเป็นสำหรับอาคารดิน

คันฤดูร้อน (Summer Dikes) คันดินข้างแม่น้ำ (River Side Bunds) คันที่สามารถจมน้ำได้ (Submersible Dikes)

คันฤดูร้อน (Summer Dikes) คันดินข้างแม่น้ำ (River Side Bunds) คันที่สามารถจมน้ำได้ (Submersible Dikes) คือ ทำนบเตี้ย ๆ ตามริมฝั่งแม่น้ำหรือชายฝั่งทะเล ที่สร้างขึ้นเพื่อการป้องกันน้ำท่วมที่มีระดับน้ำต่ำและเกิดขึ้นเป็นประจำ และ/หรือป้องกันน้ำท่วมในระยะเริ่มต้น (ส่งผลให้น้ำท่วมเกิดช้าลง) คันนี้สร้างในพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมซ้ำซากซึ่งจำเป็นต้องมีการป้องกันน้ำท่วมที่มีขนาดเล็กแต่มีความถี่ของการเกิดบ่อยครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นที่ทำการเกษตรกรรมในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก โดยทั่วไปคลื่นน้ำท่วมขนาดใหญ่จะมีโอกาสเกิดเหตุการณ์น้อยกว่า และจะไหลข้ามคันและท่วมพื้นที่เป็นระยะเวลานานหรือยาวนานกว่าฤดูน้ำท่วม

B.3.3 ความจุเก็บกัก (Storage)

อ่างเก็บน้ำเพื่อควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Reservoir)

อ่างเก็บน้ำเพื่อควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Reservoir) คือ อ่างเก็บน้ำที่ใช้เพื่อเก็บกักน้ำท่วมไว้ในอ่างชั่วคราวและปล่อยออกทันทีเมื่อสภาพของทางน้ำด้านล่างสามารถรับน้ำได้

ความจุพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Storage)

ความจุพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Storage) คือ (1) ปริมาตรน้ำท่วมส่วนที่กักเก็บไว้ได้ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง และยังเรียกอีกอย่างว่า ตะพักน้ำ (Washland) (2) ปริมาตรน้ำที่สามารถกักเก็บไว้ชั่วคราวในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

ความจุเก็บกักน้ำท่วม (Flood Surcharge)

ความจุเก็บกักน้ำท่วม (Flood Surcharge) (อ่านเพิ่มเติมที่คำว่า ส่วนเก็บกักเพิ่ม (Surcharge))

ทางระบายน้ำล้นแบบรางเทเสริมหญ้า (Reinforced Grass Spillway)

ทางระบายน้ำล้นแบบรางเทเสริมหญ้า (Reinforced Grass Spillway) คือ ทางระบายน้ำล้นซึ่งตัวรางเทปกคลุมด้วยหญ้าเพื่อเสริมความแข็งแรงให้ทนต่อการกัดเซาะ

ส่วนเก็บกักเพิ่ม (Surcharge) ระยะพ้นน้ำเปียก (Wet Freeboard)

ส่วนเก็บกักเพิ่ม (Surcharge) ระยะพ้นน้ำเปียก (Wet Freeboard) คือ ความจุเก็บกักส่วนเกินที่ใช้เพื่อการป้องกันอาคารทางชลศาสตร์จากคลื่นน้ำท่วมที่มีขนาดใหญ่กว่าความจุสูงสุดของอาคารระบายน้ำออกและทางระบายล้นจะสามารถระบายน้ำออกได้ สำหรับอาคารที่สร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในการชลประทานเป็นหลัก ความจุเก็บกักส่วนเกินนี้จะถูกนำมาใช้เสริมความจุเก็บกักใช้การที่มีอยู่ ในขณะที่อาคารที่สร้างขึ้นอเนกประสงค์ ความจุเก็บกักส่วนเกินนี้จะถูกนำมาเพิ่มให้ความจุป้องกันน้ำท่วม ปริมาตรเก็บกักส่วนเกินนี้จะใช้รองรับคลื่นน้ำหลากที่ควบคุมไม่ได้เป็นการชั่วคราว และไม่นับรวมเป็นความจุเก็บกักของอ่างเก็บน้ำ และวัดอยู่ในหน่วยความสูง (เมตร)

B.3.4 มาตรการแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non–Structural Measures)

ความช่วยเหลือ (Aid) การบรรเทาทุกข์ (Relief)

ความช่วยเหลือ (Aid) การบรรเทาทุกข์ (Relief) คือ การจัดหาสิ่งของหรือเงินช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัยพิบัติ ซึ่งมักเป็นการให้ความช่วยเหลือทั้งหน่วยชุมชนหลังเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม และอาจเป็นการให้ความช่วยเหลือตามที่ร้องขอ

ระดับน้ำเตือนภัย (Alarm Level) ระดับน้ำอันตราย (Danger Level) ระดับการเตือนภัย (Warning Stage)

ระดับน้ำเตือนภัย (Alarm Level) ระดับน้ำอันตราย (Danger Level) ระดับการเตือนภัย (Warning Stage) คือ ระดับของน้ำท่วมหรือน้ำที่กำลังจะมาถึง ซึ่งได้รับการพิจารณาแล้วว่าเป็นระดับอันตรายและจำเป็นต้องเริ่มการแจ้งเตือนภัย หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นค่าระดับน้ำที่สร้างความเสียหายหรือเกิดความไม่สะดวกขึ้นในบางพื้นที่หรือบริเวณใกล้สถานีวัดน้ำ ระดับน้ำเตือนภัยอาจเป็นค่าระดับที่อยู่เหนือหรือต่ำว่าระดับของขอบตลิ่งแม่น้ำ หรือที่ความจุเก็บกักน้ำในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

ประมวลข้อบังคับอาคาร (Building Codes)

ประมวลข้อบังคับอาคาร (Building Codes) คือ การควบคุมมาตรฐานและลักษณะของอาคารโดยถือเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานลดการสูญเสียจากน้ำท่วมให้เหลือน้อยที่สุด ยกตัวอย่างเช่น ประมวลข้อบังคับอาคารอาจระบุให้อาคาร/ทรัพย์สินที่เกิดขึ้นใหม่ทั้งหมดจะต้องสามารถกันน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำ 100 ปี ได้ ประมวลข้อบังคับอาคารอาจมีลักษณะเป็นงานที่พัฒนาขึ้นโดยองค์กรภาครัฐหรืองานที่จัดทำขึ้นเอง ประมวลข้อบังคับอาคารพิเศษอื่น ๆ ได้แก่ การกำหนดระดับต่ำสุดของฐานหรือพื้นอาคาร การกำหนด

ระดับต่ำสุดของฐานรากหรือกำแพง และอาจห้ามมิให้อาคารมีชั้นใต้ดิน หรือแม้กระทั่งห้ามก่อสร้างใด ๆ ในเขตหรือพื้นที่ที่กำหนด

ที่พักพิงชั่วคราวช่วงพายุไซโคลน (Cyclone Shelter)

ที่พักพิงชั่วคราวช่วงพายุไซโคลน (Cyclone Shelter) คือ อาคารที่ออกแบบมาสำหรับเป็นแหล่งพักพิงชั่วคราวของผู้ประสบภัยระหว่างเกิดน้ำท่วมทั้งที่เกิดจากคลื่นพายุซัดฝั่งหรือลมพายุรุนแรง ซึ่งอาจเป็นโครงสร้างที่สร้างขึ้นมาเป็นการเฉพาะ หรือเป็นอาคารสาธารณะที่มีการเสริมความแข็งแรงขึ้น เช่น โรงเรียน

การบรรเทาทุกข์ภัยพิบัติ (Disaster Relief)

การบรรเทาทุกข์ภัยพิบัติ (Disaster Relief) คือ องค์กรและการให้ความช่วยเหลือในสถานการณ์ฉุกเฉินระยะสั้นแก่ผู้ที่ประสบความเสียหายจากน้ำท่วม หรือการอพยพจากเหตุการณ์น้ำท่วม การเตรียมความพร้อมเป็นสิ่งที่ต้องทำเป็นลำดับแรกเพื่อให้การบรรเทาทุกข์มีประสิทธิภาพ และควรมีการวางแผนในรายละเอียดสำหรับภัยพิบัติที่คาดว่าจะเกิดขึ้น มีการประมาณการจำนวนแรงงาน ความรับผิดชอบและทรัพยากร และกำจัดความกดดันที่มีอยู่เมื่อภัยพิบัติเกิดขึ้นจริง

การกระจายข้อมูลข่าวสาร (Dissemination)

การกระจายข้อมูลข่าวสาร (Dissemination) คือ การแจ้งและกระจายข้อมูลข่าวสารด้านการเตือนภัยให้แก่ผู้ประสบภัย

การกันน้ำท่วมแบบแห้ง (Dry Flooding)

การกันน้ำท่วมแบบแห้ง (Dry Flooding) คือ การกันอาคารบ้านเรือนให้พ้นจากน้ำ

แผนปฏิบัติการฉุกเฉิน (Emergency Action Plan)

แผนปฏิบัติการฉุกเฉิน (Emergency Action Plan) คือ รายละเอียดของลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้ล่วงหน้าและการผสมผสานขั้นตอนต่าง ๆ ที่ดำเนินการโดยชุมชนหรือกลุ่มของชุมชนก่อนเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม หรือก่อนเกิดปัญหาน้ำผิวดินอื่น ๆ และเมื่อคาดว่าปัญหาจะเกิดขึ้น กำลังจะเกิดขึ้น กำลังเกิดขึ้น และหลังเกิดขึ้นแล้ว วัตถุประสงค์ของแผนปฏิบัติการฉุกเฉินคือเพื่อบรรเทาความเสียหาย ขัดขวาง และลดการคุกคามต่อชีวิตและสุขภาพของผู้อยู่อาศัยในพื้นที่นั้น ๆ แผนปฏิบัติการฉุกเฉินของชุมชนมักคล้ายคลึงกับชุดมาตรการกันน้ำท่วมที่บางครั้งต้องจัดทำขึ้นเป็นรายเฉพาะสำหรับโครงสร้างหรือสิ่งอำนวยความสะดวก

ที่เสี่ยงต่อน้ำท่วม แผนปฏิบัติการฉุกเฉินประกอบด้วย 4 ระยะ ดังนี้ (1) การเตรียมการก่อนน้ำท่วม (Pre-Flood Preparation) (2) การติดตามผลและเตือนภัย (Monitoring and Warning) (3) การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting) (4) การซ่อมแซมให้กลับสู่สภาพเดิมหลังน้ำท่วม (Postflood Cleanup)

การกันน้ำท่วมฉุกเฉิน (Emergency Flood Proofing)

การกันน้ำท่วมฉุกเฉิน (Emergency Flood Proofing) คือ การป้องกันทรัพย์สินเช่น การปิดล้อมอาคารด้วยกระสอบทรายหลังจากได้รับการแจ้งเตือนภัย ซึ่งอาจจะวางแผนหรือไม่ได้วางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าก็ได้

การวางแผนฉุกเฉิน (Emergency Planning)

การวางแผนฉุกเฉิน (Emergency Planning) คือ การเตรียมความพร้อมโดยหน่วยงานภาครัฐในการปฏิบัติตามแผนเมื่อได้รับแจ้งการเตือนภัย การวางแผนครอบคลุมถึงการกำหนดหน่วยงานที่รับผิดชอบ ระดับของการเตือนภัยน้ำท่วม การกระจายข้อมูลข่าวสารและกลุ่มเป้าหมาย การอพยพ หน่วยบรรเทาทุกข์และกู้ภัย การซ่อมแซมและบำรุงรักษาอุปกรณ์และวัสดุ กลไกควบคุมปริมาณน้ำในสถานการณ์ฉุกเฉิน และความจำเป็นที่ต้องทำการอบรม (อ่านเพิ่มเติมที่ ความช่วยเหลือภัยพิบัติ (Disaster Relief))

การเตรียมการฉุกเฉิน (Emergency Preparation)

การเตรียมการฉุกเฉิน (Emergency Preparation) คือ การจัดหาโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพและองค์กรเพื่อรับมือกับเหตุการณ์น้ำท่วม

การอพยพ (Evacuation)

การอพยพ (Evacuation) คือ การเคลื่อนย้ายผู้คนและทรัพย์สินที่เสี่ยงออกไปจากพื้นที่หลังจากเตือนภัย

การปรับตัวเข้ากับน้ำท่วม (Flood Adaptation)

การปรับตัวเข้ากับน้ำท่วม (Flood Adaptation) คือ การสร้างความเชื่อมั่นให้ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยเรียนรู้วิธีที่จะอยู่ร่วมกับน้ำท่วมได้ การปรับตัวเข้ากับน้ำท่วมหมายถึงการพัฒนาทัศนคติของประชาชนให้รับรู้ว่าน้ำท่วมเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตเมื่อน้ำท่วมเกิดขึ้นและเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกัน ด้วยการปฏิบัติตามมาตรการรายบุคคล และ/หรือมาตรการโดยรวม เพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วมในช่วงเวลาดังกล่าว การปรับตัวเข้ากับน้ำท่วมเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับประชาชนที่เลือกหรือจำเป็นต้องอยู่ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม และเมื่อไม่มีมาตการใดเลยที่มีประสิทธิภาพแ และ/หรือคุ้มค่าทางเศรษฐกิจทั้งมาตรการแบบใช้สิ่งก่อสร้างใดและมาตรการที่ไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง

ความช่วยเหลือน้ำท่วม (Flood Assistance)

ความช่วยเหลือน้ำท่วม (Flood Assistance) คือ การให้ความช่วยเหลือทางการเงินและทางปฏิบัติกับผู้ประสบภัยน้ำท่วม (อ่านเพิ่มเติมที่ ความช่วยเหลือ (Aid) เงินสนับสนุน (Grant) การลดภาษี (Tax Reductions) การประกันภัย (Insurance))

ระบบเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า (Flood Early Warning System)

ระบบเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า (Flood Early Warning System) คือ ระบบเตือนภัยตามเวลาจริง ประกอบด้วยสถานีตรวจวัดลูกข่ายทางไกลซึ่งส่งข้อมูลมายังสถานีแม่ข่าย ระบบโดยรวมนี้ใช้เพื่อการรวบรวม ส่งต่อ และวิเคราะห์ข้อมูล และพยากรณ์น้ำท่วมเพื่อให้สามารถแจ้งเตือนภัยแก่ผู้ที่อยู่อาศัยในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงมากที่สุด

การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting)

การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting) คือ การปฏิบัติการระหว่างเกิดน้ำท่วมเพื่อป้องกันการสูญเสียชีวิต ความเสียหาย และการวิบัติของอาคารควบคุมน้ำท่วม รวมทั้งการผันน้ำท่วมออกจากพื้นที่อ่อนไหว การสู้ภัยน้ำท่วมเป็นมาตรการฉุกเฉินซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อบรรเทาผลกระทบของน้ำท่วมที่มีต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมาตรการและโครงสร้างในการควบคุมและป้องกันน้ำท่วมได้รับการพิสูจน์แล้วว่าไม่มีประสิทธิภาพ หรือประสบความล้มเหลว การสู้ภัยน้ำท่วมอาจรวมการอพยพผู้อาศัยในพื้นที่ประสบภัย การปิดถนนตามที่วางแผนไว้ล่วงหน้า การจัดหาระบบการดูแลด้านการแพทย์ การป้องกันด้วยกำลังตำรวจ การใช้เครื่องสูบน้ำที่เคลื่อนย้ายได้เพื่อลดน้ำส่วนเกินในระบบท่อน้ำทิ้ง การสร้างคันกระสอบทราย การสร้างคันดินชั่วคราวเพื่อปิดล้อมอาคาร การดำเนินมาตรการกันน้ำท่วม และการตรวจสอบอาคารควบคุมน้ำท่วมอย่างต่อเนื่อง

การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Forecasting and Warning)

การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Forecasting and Warning) คือ การคาดการณ์น้ำท่วมที่ใกล้จะเกิดขึ้นและเตือนภัยผู้ที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยง

การเวนคืนพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Acquisition)

การเวนคืนพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Acquisition) คือ การซื้อและรื้อถอนทำลายทรัพย์สินที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยโดยองค์กรภาครัฐ

การวางแผนการใช้พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Land Use Planning)

การวางแผนการใช้พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Land Use Planning) คือ การศึกษาและวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอย่างเหมาะสม (อ่านเพิ่มเติมที่ การจัดเขต (Zoning) ระเบียบ (Regulations) การเวนคืน (Acquisition) การย้ายถิ่น (Relocation))

การบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Management)

การบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Management) คือ การควบคุมและดูแลด้วยองค์กรของรัฐในเรื่องการพัฒนาและก่อสร้างในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่กำหนด การบำรุงรักษาแหล่งเก็บกักน้ำ และรักษาความจุเก็บกักน้ำท่วมในพื้นที่ที่เป็นทางผ่านของน้ำหลาก หรือเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายจากน้ำท่วมสูงเกินกว่าที่จะยอมรับได้ในมุมมองของภาครัฐ ดังนั้นการบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงจึงมีจุดประสงค์เพื่อการป้องกันการก่อสร้างในพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ อาจไปกีดขวางการไหลของน้ำ เช่น อาคาร หรือคันถนน หรือการพัฒนาอื่นใดที่กีดขวางการไหล (เช่น มีต้นไม้หนาแน่น) ซึ่งส่งผลให้ระดับความสูงของน้ำท่วมสูงขึ้น หรือระยะเวลาของการเกิดน้ำท่วมยาวนานขึ้น หรือเกิดขึ้นทั้งสองอย่าง นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อจำกัดหรือป้องกันการพัฒนาด้านที่อยู่อาศัย การพัฒนาด้านอุตสาหกรรม หรือการพัฒนาอื่น ๆ ในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งสามารถคาดการณ์ได้ว่าหากเกิดน้ำท่วมจะส่งผลให้ต้องอาศัยมาตรการช่วยเหลือและฟื้นฟูพื้นที่ประสบภัยด้วยงบประมาณภาครัฐอย่างมหาศาล

ระเบียบพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Regulations) ระเบียบ (Regulations)

ระเบียบพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Regulations) ระเบียบ (Regulations) คือ กฎที่กำหนดให้มีการใช้ประโยชน์จากที่ดินในพื้นที่ที่กำหนดได้โดยวิธีการจัดเขตพื้นที่ (Zoning) การนำเครื่องมือทางกฎหมายมาบังคับใช้โดยชุมชน เพื่อควบคุมขอบเขตและชนิดของการพัฒนาในอนาคตซึ่งอนุญาตให้ทำได้ในพื้นที่ ระเบียบอาจรวมถึงข้อกำหนดสำหรับการกันน้ำท่วม ระดับพื้นอาคารต่ำสุดที่ยอมให้ ฯลฯ

การจัดเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Zoning) การจัดเขตพื้นที่น้ำท่วม (Flood Zoning) การจัดเขต (Zoning)

การจัดเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Zoning) การจัดเขตพื้นที่น้ำท่วม (Flood Zoning) การจัดเขต (Zoning) คือ (1) การกำหนดถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ภายในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงให้เกิดความชัดเจน ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการใช้พื้นที่ว่างเพื่อสันทนาการ การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรมแบบเปิด และการใช้ประโยชน์อื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เขตพื้นที่ต่าง ๆ มักจัดแบ่งตามความเสี่ยงของภัยน้ำท่วม และจะป้องกันไม่ให้อาคารสำคัญ ๆ ตั้งอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยสูง (2) การจัดแบ่งพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

ออกเป็นเขต ๆ ที่สามารถรองรับน้ำท่วมด้วยขนาดที่แตกต่างกัน เพื่อประโยชน์ในการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินและการพัฒนาที่ตามมา การจัดเขตพื้นที่น้ำท่วมนี้มีประโยชน์อย่างมาก เนื่องจากช่วยให้เกิดความรับรู้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องและตระหนักถึงความเสียหาย และใช้กำหนดเขตพื้นที่ในการทำประกันภัย ตลอดจนใช้จัดทำข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ในพื้นที่เสี่ยงภัย โดยทั่วไปการจัดเขตพื้นที่น้ำท่วมมักนำไปใช้ในพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ที่กำลังมีการก่อสร้างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และให้ยึดถือตามแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม และควรมีการบังคับใช้เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดในการจัดเขตพื้นที่

การกันน้ำท่วม (Flood Proofing)

การกันน้ำท่วม (Flood Proofing) คือ การปรับเปลี่ยนอาคารและสิ่งก่อสร้างและพื้นที่โดยรอบเพื่อลดความเสียหายจากน้ำท่วม (อ่านรายละเอียดเพิ่มเติมที่ การยกระดับบ้าน (House Raising) การกันน้ำท่วมฉุกเฉิน (Emergency Flood–Proofing) การกันน้ำท่วมแบบถาวร (Permanent Flood–Proofing) การกันน้ำท่วมแบบแห้ง (Dry Flood–Proofing) การกันน้ำท่วมแบบเปียก (Wet Flood–Proofing) การติดตั้งเพิ่มเติม (Retro–Fitting)

พืชต้านทานน้ำท่วม (Flood Resistance Crops)

พืชต้านทานน้ำท่วม (Flood Resistance Crops) คือ พืชที่ปลูกที่สามารถต้านทานน้ำท่วมได้ที่ระดับน้ำค่าหนึ่ง และ/หรือที่ระดับความลึกน้ำค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นทีละน้อย ซึ่งจัดอยู่ในประเภทของการกันน้ำท่วมทางด้านการเกษตร (Agricultural Flood Proofing)

การวางแผนเผชิญเหตุ (Flood Response Planning)

การวางแผนเผชิญเหตุ (Flood Response Planning) คือ การเตรียมความพร้อมชุมชนเพื่อรับมือเหตุการณ์น้ำท่วม ด้วยการดำเนินมาตรการทางด้านองค์กร เช่น การอพยพ เพื่อให้แน่ใจว่าความเสียหายหากเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมจะเหลือน้อยที่สุด

การเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning)

การเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning) คือ (1) การแจ้งผลการพยากรณ์ให้สาธารณชนหรือหน่วยงานภาครัฐรับทราบ การแจ้งเตือนภัยล่วงหน้าว่าน้ำท่วมอาจเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ที่สถานีวัดน้ำหรือลุ่มน้ำใด ๆ (2) การออกประกาศเตือนภัยของหน่วยงานภาครัฐตามที่เตรียมการไว้ในพื้นที่ที่เริ่มจะเกิดน้ำท่วมหรือพื้นที่ที่คาดการณ์ว่าจะเกิดน้ำท่วม โดยวิธีที่ได้กำหนดหน้าที่รับผิดชอบขององค์กรการปกครองในการวิเคราะห์สภาพทางอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ และวิเคราะห์หาขนาดและระดับน้ำท่วมที่ใกล้จะ

เกิดขึ้น รวมทั้งแจ้งเตือนภัยไปยังองค์กรส่วนท้องถิ่นและสาธารณชนถึงระดับความรุนแรงของน้ำท่วมคาดการณ์ นอกจากการแจ้งเตือนไปยังผู้เสี่ยงภัยแล้ว การกระจายข้อมูลข่าวสารการเตือนภัยน้ำท่วมยังจะต้องวางแผนให้รัดกุมเพื่อกระตุ้นการทำงานของผู้เกี่ยวข้องในหน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบด้านต่าง ๆ (เช่น งานสาธารณภัย ตำรวจ กู้ภัย โรงพยาบาล ความปลอดภัย การบรรเทาภัยพิบัติ ฯลฯ) เพื่อให้มีการระดมทรัพยากรและการรับมือในเวลาล่วงหน้าที่เหมาะสมเพื่อลดอันตรายและความเสียหายที่จะเกิดขึ้น โดยทั่วไประดับของการเตือนภัยน้ำท่วมจะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นตามระดับความสำคัญ เช่น ระดับแจ้งคำเตือน (Cautionary)–ระดับเตือนภัย (Alert)–ระดับอันตราย (Danger)–ระดับอันตรายสูง (Extreme Danger) การเตือนภัยน้ำท่วมอาจมีพื้นฐานจากการพยากรณ์น้ำท่วม หรือจากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในแม่น้ำและปริมาณน้ำฝน และเส้นทางน้ำหลาก ซึ่งเป็นตัวกำหนดระยะเวลาคาดการณ์และตำแหน่งของระดับแม่น้ำที่สูงเกินระดับน้ำท่วม ในพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นและอยู่ทางท้ายน้ำของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่มีการระบายน้ำในอัตราสูงจำเป็นต้องมีการเตือนภัยเป็นระยะ ๆ เพื่อแจ้งให้ทราบถึงปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างทันทีทันใดเมื่อเริ่มทำการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การแจ้งเตือนภัยดังกล่าวสามารถทำผ่านระบบการเตือนภัยสาธารณชนบนหอสูงที่ตั้งอยู่ตามแนวแม่น้ำที่ได้ทำการวิเคราะห์เส้นทางน้ำหลากแล้วพบว่าจำเป็นต้องมีแจ้งข่าวสารให้ทราบทั่วกัน

เงินสนับสนุน (Grant)

เงินสนับสนุน (Grant) คือ การให้เงินหรือสิ่งของ ซึ่งมักจะตั้งเป้าหมายไปที่บุคคลทั่วไปหรือองค์กรภาครัฐบางองค์กร (อ่านรายละเอียดใน ความช่วยเหลือ (Aid) การบรรเทาทุกข์ (Relief))

การยกบ้านและอาคารให้สูง (Houses and Structures Raising)

การยกบ้านและอาคารให้สูง (Houses and Structures Raising) คือ การยกระดับบ้านและอาคาร หรือส่วนประกอบของอาคารให้อยู่เหนือระดับน้ำท่วม

การประกันภัย (Insurance)

การประกันภัย (Insurance) คือ การซื้อความคุ้มครองทางการเงิน ด้วยการชำระเงินประกันภัยล่วงหน้าก่อนการเกิดน้ำท่วม โครงการประกันภัยอาจได้รับเงินสนับสนุนจากภาครัฐ

การบริหารจัดการที่ดิน (Land Management)

การบริหารจัดการที่ดิน (Land Management) คือ กิจกรรมทั้งหมดของมนุษย์ที่มีผลต่อที่ดิน เช่น สำหรับเทคนิคในการควบคุมน้ำท่วมนั้น การบริหารจัดการที่ดินจะครอบคลุมถึงการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ในพื้นที่เกษตกรรม การปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ ระเบียบ การใช้ประโยชน์จากป่าไม้ให้เกิดประโยชน์อย่างยั่งยืน

ช่วงระยะเวลาก่อนเกิดเหตุ (Lead Time) ช่วงระยะเวลาเตือนภัยล่วงหน้า (Warning Lead Time)

ช่วงระยะเวลาก่อนเกิดเหตุ (Lead Time) ช่วงระยะเวลาเตือนภัยล่วงหน้า (Warning Lead Time) คือ ระยะเวลาระหว่างการเตือนภัยน้ำท่วมกับการเกิดน้ำท่วมจริง

เงินกู้ (Loan)

เงินกู้ (Loan) คือ การจัดหาแหล่งเงินกู้ซึ่งจะต้องใช้คืนเงินในภายหลัง โดยคิดดอกเบี้ยในอัตราเงินอุดหนุน

การดำเนินงานด้านวิศวกรรมชลศาสตร์ (Operation Of Hydraulic Engineering Works)

การดำเนินงานด้านวิศวกรรมชลศาสตร์ (Operation Of Hydraulic Engineering Works) คือ การใช้งานอาคารทางชลศาสตร์ต่างๆ เช่น ฝาย หรือเขื่อน เพื่อบรรเทาน้ำท่วมด้านท้ายน้ำ

การกันน้ำท่วมแบบถาวร (Permanent Flood Proofing)

การกันน้ำท่วมแบบถาวร (Permanent Flood Proofing) คือ การปรับเปลี่ยนกายภาพของทรัพย์สินเพื่อให้สามารถกันน้ำได้ก่อนที่จะเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม

การให้ความรู้แก่สาธารณชน (Public Education)

การให้ความรู้แก่สาธารณชน (Public Education) คือ การให้ข้อมูลและคำแนะนำแก่ประชาชนเกี่ยวกับสิ่งที่ควรทำเมื่อได้รับการเตือนภัย (อ่านเพิ่มเติมที่ การปรับตัวเข้ากับน้ำท่วม (Flood Adaptation))

ระเบียบ (Regulations)

ระเบียบ (Regulations) (อ่านเพิ่มเติมที่ระเบียบสำหรับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Regulations))

การย้ายถิ่น (Relocation)

การย้ายถิ่น (Relocation) คือ การย้ายทรัพย์สินและประชาชนทั้งแบบสมัครใจหรือบังคับ จากพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมไปยังสถานที่ที่ปลอดภัยกว่า

การปรับตัวของเมือง (Retro–Fitting)

การปรับตัวของเมือง (Retro–Fitting) คือ การปรับเปลี่ยนอาคารที่สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถต้านทานน้ำท่วม

กระสอบทราย (Sandbag)

กระสอบทราย (Sandbag) คือ กระสอบที่บรรจุทราย ตะกอน หรือดิน เพื่อใช้ปิดช่องโหว่ หรือเพื่อสร้างเป็นเขื่อนชั่วคราว บางครั้งอาจบรรจุด้วยคอนกรีต และใช้เพื่อวัตถุประสงค์เดียวกันกับหินทิ้ง

คันกระสอบทราย (Sandbag Dike)

คันกระสอบทราย (Sandbag Dike) คือ การปิดล้อมอาคาร สิ่งก่อสร้าง หรือที่อยู่อาศัย ด้วยกระสอบทราย

การลดภาษี (Tax Reduction)

การลดภาษี (Tax Reduction) คือ การยอมให้ทรัพย์สินที่เสียหายได้รับการชดเชยทางภาษี

ช่วงระยะเวลาเตือนภัยล่วงหน้า (Warning–Lead Time)

ช่วงระยะเวลาเตือนภัยล่วงหน้า (Warning–Lead Time) (อ่านเพิ่มเติมที่ ระยะเวลาก่อนเกิดเหตุ (Lead Time))

กฎหมายทางน้ำ (Watercourse Law)

กฎหมายทางน้ำ (Watercourse Law) คือ กฎหมายที่ใช้ควบคุมผู้อยู่อาศัยริมน้ำเกี่ยวกับสิทธิของเจ้าของในการปกป้องทรัพย์สินของตนจากน้ำท่วมทางน้ำ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเจ้าของที่ดินริมน้ำรายอื่น

การกันน้ำท่วมแบบเปียก (Wet Flood Proofing)

การกันน้ำท่วมแบบเปียก (Wet Flood Proofing) คือ การยอมให้น้ำท่วมเข้าไปท่วมในทรัพย์สินได้บางส่วน เพื่อลดแรงกระทำต่อโครงสร้างให้เหลือน้อยที่สุด

B.4 ผลกำไร–ค่าใช้จ่าย (Benefit–Cost)

ความเสียหายรายปีเฉลี่ย (Average Annual Damage) ความเสียหายรายปีคาดการณ์ (Expected Annual Damage) การคาดการณ์โดยการคำนวณมูลค่าความเสียหาย (Mathematical Expectation Value of Damages)

ความเสียหายรายปีเฉลี่ย (Average Annual Damage) ความเสียหายรายปีคาดการณ์ (Expected Annual Damage) การคาดการณ์โดยการคำนวณมูลค่าความเสียหาย (Mathematical Expectation Value of Damages) คือ ความเสียหายทั้งหมดจากน้ำท่วมที่คำนวณจากค่าเฉลี่ยของเหตุการณ์น้ำท่วมทุกปีในระยะยาว ความเสียหายรายปีเฉลี่ยเป็นดัชนีที่นิยมนำมาใช้วัดความเป็นไปได้ของค่าความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วม และมักนำมาคำนวณค่าความน่าจะเป็นของมูลค่าความเสียหายต่าง ๆ ที่ผ่านมา (ในทางปฏิบัติจะประมาณการจากพื้นที่ใต้กราฟของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหาย–ความน่าจะเป็น (Damage–Probability Curve)) (อ่านเพิ่มเติมจาก ผลประโยชน์การควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Benefits))

การกระตุ้น (Bootstrapping)

การกระตุ้น (Bootstrapping) คือ เทคนิคในการประเมินการสูญเสียที่นับมูลค่าไม่ได้จากการสูญเสียทางตรง

ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาด (Clean Up Cost)

ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาด (Clean Up Cost) คือ ค่าใช้จ่ายในการกำจัดตะกอน เศษซาก และสิ่งสกปรกที่ตกค้างจากน้ำท่วม รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการทำให้แห้งของสิ่งของที่ถูกน้ำท่วม

ส่วนเกินผู้บริโภค (Consumer Surplus)

ส่วนเกินผู้บริโภค (Consumer Surplus) คือ การประเมินความยินยอมจ่ายของผู้บริโภคที่ออกแบบมาเพื่อวัดความเปลี่ยนแปลงอรรถประโยชน์ของผู้บริโภคอันเป็นผลมาจากโครงการ อย่างไรก็ตาม อรรถประโยชน์ไม่สามารถตรวจวัดได้โดยตรง ด้วยเหตุนี้สำหรับสินค้าที่วางตามท้องตลาดทั่วไป ส่วนเกินผู้บริโภคจะได้มา

จากกราฟอุปสงค์ (Demand Curve) ซึ่งเป็นพื้นที่ใต้เส้นอุปสงค์และอยู่เหนือเส้นยอดรวมราคาที่จ่ายจริง ส่วนเกินผู้บริโภคจะรวมปัจจัยผลกระทบของโครงการและผลกระทบด้านรายได้ที่เหลือจากการบริโภคเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้น ในทางทฤษฎีแล้ววิธีการวัดความยินยอมจ่ายที่แม่นยำได้มาจากกราฟอุปสงค์ชดเชยรายได้ (Income Compensated Demand Curve) ซึ่งช่วยรักษาระดับอรรถประโยชน์ส่วนบุคคลไว้ที่ระดับก่อนหน้ามีโครงการหรือหลังมีโครงการ มาตรการที่เกี่ยวข้องกับความยินยอมจ่ายมักรู้จักกันในชื่อว่า Compensating Variation (CV) และ Equivalent Variation (EV) ตามลำดับ ภายใต้สมมุติฐานที่แน่นอน ค่าเหล่านี้ประมาณการแล้วมีความใกล้เคียงกับส่วนเกินผู้บริโภคที่ตรวจวัดได้

ความเสียหายทางตรง (Direct Damage) การสูญเสียทางตรง (Direct Losses)

ความเสียหายทางตรง (Direct Damage) การสูญเสียทางตรง (Direct Losses) คือ ความสูญเสียทั้งหมดจากน้ำนอง หรือเป็นผลการกระทำจากเหตุการณ์น้ำท่วมโดยตรง (อ่านเพิ่มเติมที่ ผลประโยชน์ในการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Benefits))

ประสิทธิผลของระบบการบริหารจัดการน้ำท่วมทางเศรษฐกิจ (Economic Effectiveness of a Flood Management System)

ประสิทธิผลของระบบการบริหารจัดการน้ำท่วมทางเศรษฐกิจ (Economic Effectiveness of a Flood Management System) คือ ประสิทธิภาพของโครงการบริหารจัดการน้ำท่วมที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นการยากที่จะประมาณค่าที่ถูกต้องได้ เนื่องจากการกำหนดประเภทและปริมาณของผลประโยชน์ของการบริหารจัดการน้ำท่วมนั้นทำได้ยาก การวิเคราะห์เงินลงทุน–ผลประโยชน์ (Cost–Benefit Analysis) (หรือการวิเคราะห์ผลประโยชน์–เงินลงทุน (Benefit–Cost Analysis) มักนำมาใช้ในการเปรียบเทียบแผนเงินลงทุนของโครงการกับแผนผลประโยชน์ของโครงการ ผลประโยชน์ของโครงการมักจะอยู่ในรูปความเสียหายรายปีเฉลี่ยที่ได้รับการป้องกันไม่ให้เกิดจากการมีโครงการ และในบางการศึกษาได้รวมการสูญเสียทางอ้อมและการสูญเสียที่นับมูลค่าไม่ได้เอาไว้ด้วย

ผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Benefits)

ผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Benefits) คือ (1) มูลค่าของการป้องกันน้ำท่วมที่ประมาณการในรูปของความเสียหายที่สามารถกำจัดได้ หรือผลทางด้านบวกอื่น ๆ ของงานที่เสนอ (2) การคืนทุนจากโครงการบรรเทาน้ำท่วมทั้งในรูปแบบที่นับมูลค่าได้และนับมูลค่าไม่ได้ (3) ผลประโยชน์ทางตรง (Direct Benefit) จากการลดความเสียหายของน้ำท่วมในพื้นที่และทรัพย์สินอื่น ๆ ในรูปของเงินลงทุนที่ช่วยฟื้นฟูระบบให้กลับสู่สภาพก่อนเกิดน้ำท่วม หรือการลดลงของราคาพืชและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับพืช ในรูปของมูลค่าทางการตลาดที่ปรับเปลี่ยนตามความเป็นไปได้ในการปลูกซ้ำและค่าใช้จ่ายใน

กระบวนการผลิตที่ไม่ได้เกิดขึ้น และผลประโยชน์ทางอ้อม (Indirect Benefit) ที่พิจารณาจากระดับการเพิ่มขึ้นของการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ที่เคยถูกน้ำท่วมในรูปของรายได้ที่มากขึ้น และการลดการชะลอตัวทางธุรกิจ อุตสาหกรรมและพาณิชย์ การจราจร การสื่อสาร และกิจกรรมอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกพื้นที่น้ำท่วมในด้านของการสูญเสียรายได้สุทธิ หรือค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเพิ่มเติม และค่าใช้จ่ายในการอพยพ การสร้างอาชีพใหม่ ค่าที่พักชั่วคราว งานป้องกันน้ำท่วมฉุกเฉิน และการบรรเทาและการดูแลผู้ประสบภัยน้ำท่วม

ความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood Damage)

ความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood Damage) คือ มูลค่าของสินค้าและบริการหรือสุขภาพที่ถูกทำลายหรือได้รับความเสียหายไม่ว่าจะทั้งหมดหรือบางส่วน ซึ่งเป็นผลการกระทำจากเหตุการณ์น้ำท่วมและเกลือและเศษซากที่น้ำพัดพามา (อ่านเพิ่มเติมที่ ผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Benefits))

การสำรวจความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood Damage Survey)

การสำรวจความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood Damage Survey) คือ การลงสำรวจพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมที่ระดับน้ำท่วมต่าง ๆ กัน เพื่อประเมินขนาดและมูลค่าของความเสียหายจากน้ำท่วมที่เป็นไปได้ การประเมินควรพิจารณาตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น สิ่งที่ถูกทำลายหรือความเสียหายที่เกิดขึ้นกับที่ดินและอาคาร การสูญเสียหรือความเสียหายที่เกิดกับสินค้า อุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องตกแต่งบ้าน และความเสียหายกับผลผลิตทางการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นพืชผลเสียหายทั้งหมดหรือผลผลิตลดลง คำนี้ยังหมายถึงการสำรวจภายหลังจากความเสียหายได้เกิดขึ้นแล้ว

การส่งเสริมจากน้ำท่วม (Flood Enhancement)

การส่งเสริมจากน้ำท่วม (Flood Enhancement) คือมูลค่าของที่ดินที่เพิ่มขึ้นหลังจากได้ดำเนินการป้องกันจากน้ำท่วม

ความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood Damage) การสูญเสียจากน้ำท่วม (Flood Loss)

ความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood Damage) การสูญเสียจากน้ำท่วม (Flood Loss) คือ ความเสียหายและการสูญเสียที่เกิดจากน้ำท่วม โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ (1) ความเสียหายที่นับมูลค่าได้ (Tangible Damage) คือความเสียหายที่สามารถประเมินมูลค่าเป็นตัวเงินได้ และ (2) ความเสียหายที่นับมูลค่าไม่ได้ (Intangible Damage) คือความเสียหายที่ไม่สามารถประเมินมูลค่าเป็นตัวเงินได้โดยตรง ความเสียหายที่นับมูลค่าไม่ได้ เช่น ความเสียหายทางนิเวศวิทยาและสุขภาพที่แย่ลง ความพยายามต่าง ๆ

กำลังจัดทำขึ้นเพื่อเพิ่มวิธีการประเมินความเสียหายที่นับมูลค่าไม่ได้ สำหรับการสูญเสียจากน้ำท่วมจัดแบ่งได้เป็น (1) การสูญเสียทางตรง (Direct Loss) เป็นการสูญเสียทั้งหมดจากเหตุการณ์น้ำท่วมโดยตรง และ (2) การสูญเสียทางอ้อม (Indirect Loss) เป็นความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม แต่ไม่ได้เป็นผลการกระทำจากเหตุการณ์น้ำท่วมโดยตรง เช่น การผลิตทางอุตสาหกรรมที่เสียหายไปนับเป็นการสูญเสียทางอ้อม การสูญเสียจากน้ำท่วมถูกกำหนดตามระดับความลึกน้ำ ความเร็วน้ำ ระยะเวลาที่เกิด ช่วงเวลาที่เกิด เช่น ฤดูกาล หรือช่วงเวลาในรอบวัน รวมทั้งปริมาณตะกอน (อ่านเพิ่มเติมได้ที่ ผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Benefits))

ความเสียหายทางอ้อม (Indirect Damage) การสูญเสียทางอ้อม (Indirect Losses)

ความเสียหายทางอ้อม (Indirect Damage) การสูญเสียทางอ้อม (Indirect Losses) คือ ความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วม แต่ไม่ได้เป็นผลการกระทำจากเหตุการณ์น้ำท่วมโดยตรง ตัวอย่างเช่น การสูญเสียจากการผลิตสินค้าหรือบริการที่ต้องหยุดชะงักระหว่างเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม (อ่านเพิ่มเติมที่ ผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Benefits))

ผลประโยชน์ที่นับมูลค่าไม่ได้ในการควบคุมน้ำท่วม (Intangible Benefits of Flood Control)

ผลประโยชน์ที่นับมูลค่าไม่ได้ในการควบคุมน้ำท่วม (Intangible Benefits of Flood Control) คือ การป้องกันการสูญเสียชีวิต การบาดเจ็บและความเจ็บป่วย การฟื้นฟูขวัญกำลังใจของประชาชน

ความเสียหายจากน้ำท่วมที่นับมูลค่าไม่ได้ (Intangible Flood Damage)

ความเสียหายจากน้ำท่วมที่นับมูลค่าไม่ได้ (Intangible Flood Damage) คือ ความเสียหายจากน้ำท่วมซึ่งไม่สามารถประเมินได้ในรูปของตัวเงิน ตัวอย่างเช่น ความเสียหายคาดการณ์จากธุรกิจที่หยุดชะงัก ความเสียหายต่อสุขภาพ การสูญเสียชีวิต และปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่สามารถวัดมูลค่าได้

เขตคันกั้นน้ำ (Levee District) คณะกรรมการน้ำในพื้นที่ (District Water Board) คณะกรรมการน้ำในพื้นที่ปิดล้อม (Water Board of Polder) เขตบริหารจัดการทางน้ำ (Waterway Management District)

เขตคันกั้นน้ำ (Levee District) คณะกรรมการน้ำในพื้นที่ (District Water Board) คณะกรรมการน้ำในพื้นที่ปิดล้อม (Water Board of Polder) เขตบริหารจัดการทางน้ำ (Waterway Management District) คือ องค์กรที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายเพื่อการก่อสร้างและบำรุงรักษาคันกั้นน้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหาย–โอกาสความน่าจะเป็น (Loss–Probability Relationship)

ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหาย–โอกาสความน่าจะเป็น (Loss–Probability Relationship) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียจากเหตุการณ์น้ำท่วมกับค่าโอกาสความน่าจะเป็นของการเกิดน้ำท่วม

ความเสียหายจากน้ำท่วมที่เป็นไปได้ (Potential Flood Damage)

ความเสียหายจากน้ำท่วมที่เป็นไปได้ (Potential Flood Damage) คือ ความเสียหายจากน้ำท่วมที่มีความเป็นไปได้ในอนาคต

เขตน้ำท่วมปฐมภูมิ (Primary Flooding Zone)

เขตน้ำท่วมปฐมภูมิ (Primary Flooding Zone) คือ พื้นที่รวมโครงสร้างอาคารที่อาจเกิดความเสียหาย เนื่องจากถูกล้อมรอบด้วยน้ำท่วม หรืออยู่ติดกับพื้นที่ที่ประสบน้ำท่วม (อ่านเพิ่มเติมที่ เขตน้ำท่วมทุติยภูมิ (Secondary Flooding Zone))

มูลค่าซาก (Residual Value)

มูลค่าซาก (Residual Value) คือ มูลค่าของรายการสิ่งของ (หรือพืชผล) หลังเกิดน้ำท่วม ซึ่งผลต่างระหว่างมูลค่าคาดการณ์เฉลี่ยเริ่มต้นกับมูลค่าซากเท่ากับค่าความสูญเสียเนื่องจากเหตุการณ์น้ำท่วม

ความเสี่ยง (Risk)

ความเสี่ยง (Risk) คือ (1) เมื่อการตัดสินใจไม่สามารถกระทำได้จากปัจจัยความไม่แน่นอน ความเสี่ยงจึงเป็นค่าโอกาสความน่าจะเป็นที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ (2) โอกาสความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการกระทำแต่ละอย่าง

พวกหลีกเลี่ยงกับความเสี่ยง (Risk Averse)

พวกหลีกเลี่ยงกับความเสี่ยง (Risk Averse) คือ คนที่หลีกเลี่ยงความเสี่ยง พวกเขาพึงพอใจกับความเสี่ยงที่แน่นอนซึ่งคาดการณ์มูลค่าได้ เช่น พวกเขายอมจ่ายภาษีมากกว่าปีละ 5 ปอนด์ มากกว่าจ่ายภาษีที่มีความเสี่ยง 1 ใน 2 ว่าจะต้องจ่าย 10 ปอนด์หรือไม่

พวกเป็นกลางกับความเสี่ยง (Risk Neutral)

พวกเป็นกลางกับความเสี่ยง (Risk Neutral) คือ คนที่เป็นกลางกับความเสี่ยง พวกเขาพยายามที่จะเพิ่มมูลค่าคาดการณ์ของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นให้ได้มากที่สุด

พวกค้นหาความเสี่ยง (Risk Seeking)

พวกค้นหาความเสี่ยง (Risk Seeking) คือ พวกที่ค้นหาความเสี่ยง เช่น มีความชื่นชอบความเสี่ยงทางบวก หากพวกเขาสามารถจ่ายภาษีรายปีน้อยกว่า 5 ปอนด์ แทนที่จะรับทางเลือกที่มีความเสี่ยงอื่น ๆ ซึ่งแนวทางดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงการลดลงของอรรถประโยชน์ส่วนเพิ่มของรายได้

พื้นที่ที่ไม่รับผล (Sacroscant Land)

พื้นที่ที่ไม่รับผล (Sacroscant Land) คือ พื้นที่ที่ดูเหมือนว่าจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ที่นับมูลค่าได้จากการบรรเทาน้ำท่วมเลย เช่น พื้นที่ส่วนรวม พื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติ และพื้นที่สันทนาการ

เขตน้ำท่วมทุติยภูมิ (Secondary Flooding Zone)

เขตน้ำท่วมทุติยภูมิ (Secondary Flooding Zone) คือ พื้นที่ที่อยู่นอกเขตน้ำท่วมผิวดิน (เขตน้ำท่วมปฐมภูมิ) แต่ยังเกิดความเสียหายเนื่องจากความเชื่อมโยงทางชลศาสตร์ระหว่างเขตน้ำท่วมทุติยภูมิกับเขตปฐมภูมิ (ตัวอย่างของความเชื่อมโยงทางชลศาสตร์ เช่น ระบบระบายน้ำเสีย และระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน เชื่อมต่อกัน (อ่านเพิ่มเติมที่เขตน้ำท่วมปฐมภูมิ (Primary Flooding Zone))

เส้นโค้งระดับ–ความเสียหาย (Stage–Damage Curve)

เส้นโค้งระดับ–ความเสียหาย (Stage–Damage Curve) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความเสียหายที่ตอบสนองต่อระดับของน้ำท่วม

ข้อมูลความเสียหายสังเคราะห์ (Synthetic Depth/Damage Data)

ข้อมูลความเสียหายสังเคราะห์ (Synthetic Depth/Damage Data) คือ ข้อมูลที่ได้มาจากการสังเคราะห์ข้อมูลความเสียหายของเหตุการณ์น้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีต มากกว่าได้จากเหตุการณ์น้ำท่วมที่กำลังเกิดขึ้นจริง

การสูญเสียและผลประโยชน์ที่นับมูลค่าได้ (Tangible Losses And Benefits)

การสูญเสียและผลประโยชน์ที่นับมูลค่าได้ (Tangible Losses And Benefits) คือ ความเสียหายและผลประโยชน์จากน้ำท่วมซึ่งสามารถประเมินเป็นมูลค่าทางการเงินได้

B.5 เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Arnell, N. (1988). *ICID working group on nonstructural aspects of flood management* (Draft Definitions).

[2] Centre for Civil Engineering Research and Codes, Technical Advisory Committee on Water Defences. (1990). *Probabilistic design of flood defences*. Centre for Civil Engineering Research and Codes.

[3] Centre for Civil Engineering Research and Codes, Technical Advisory Committee on Water Defences. (1991). *Guide for the design of river dikes, volume 1, upper river area*. Delft: W.D. Meinema Ltd.

[4] Framji, K.K.. (1983). *Manual of flood control methods and practices*. International Commission on Irrigation and Drainage.

[5] ICID. (1967). *Multilingual technical dictionary on irrigation and drainage*. International Commission on Irrigation and Drainage.

[6] Lo, S.S. (1992). *Glossary of hydrology*. Shanghai: Sheng Te Printers Ltd.

[7] Parker, D.J., Green, C.H., & Thompson, P.M. (1987). *Urban flood protection benefits* (A Project Appraisal Guide). UK: Gower Technical Press.

[8] Penning–Rowsell, E.C., Chatterton, J.B. (1977). *The benefits of flood alleviation*. UK: Saxon House Publisher.

[9] Walesh, S.G. (1989). *Urban surface water management*. New York: John Wiley & Sons.

IV–III ภาคผนวก C บรรณานุกรม (Bibliography)

บรรณานุกรมนี้รวบรวมมาจากแหล่งบรรณานุกรมของ ICID ซึ่งมีแหล่งข้อมูลอ้างอิงจำนวนมหาศาลในลักษณะข้อมูลวรรณกรรม กุญแจสำคัญในการใช้งานคือการระบุรายการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้โดยการใช้คู่มือแนะแนวทางแบบมืออาชีพที่เหมาะสม อย่างไรก็ดีโปรดทราบว่าเนื้อหาส่วนใหญ่ในคู่มือฉบับนี้ระบุถึงแหล่งอ้างอิงที่เกี่ยวข้องที่สำคัญ ๆ เท่านั้น

[1] ADB. (1991). *Disaster mitigation in Asia and the Pacific*. Manila: ADB.

[2] Astrack, R.F., Baumann, N.A., & Reynolds, G.L. (1984). Managing a public involvement program. *Proceeding of ASCE*, Water Resources Bulletin, vol. 110. No. 2, April.

[3] CUR. (1996). *Hydrology and water management in deltaic areas*, (Section 3.2: Flood and Flooding, Report 93–5). Centre for Civil Engineering Research and Codes, Gouda, Netherlands.

[4] Cudworth, A.G. (1989). *Flood hydrology manual*. Denver: Bureau of Reclamation, Department of the interior.

[5] Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. (1989). *Development and conservation of ground–water resources and water–related natural disasters and their mitigation in selected least development countries and developing island countries in the ESCAP region*, (Water Resources Series No.66). United Nations.

[6] Fattorelli, S., et al. (1995). *Integrating radar and remote sensing techniques of rainfall estimation in hydrological applications for flood hazard mitigation–The European contribution: perspectives and prospects*. ERU n. 16494 Brussels: European Commission, Directorate for Science, Research and Development.

[7] Gardiner, J.L. (1991). *River projects and conservation*, (A Manual for Holistic Appraisal). New York: John Wiley & Sons.

[8] Helweg, O.J. (1985). *Water Resource Planning and management*. New York: John Wiley & Sons.

[9] Leikin, H. (1993). *Financial and insurance aspects of the mid–west flood of'93*. Proceedings of ICID Conference, Haque.

[10] The Natural Hazards and Applications Information Center. (1992). *Floodplain*

management in the United States, (An Assessment Report), prepared for the Federal Interagency Floodplain Management Agency, FIA–17.

[11] NERC. (1975). *Flood studies report: volume I, hydrological studies*. London: Natural Environment Research Council.

[12] Penning–Rowsell, E.C. (1977). *The benefits of flood Alleviation*, (A manual of assessment Techniques). London: Saxon House Publisher.

[13] US Army Corps of Engineers. (1984). *Flood proofing systems and techniques*. Corps of Engineers, Flanagan, Lower Mississippi Valley Division.

IV–IV ภาคผนวก D องค์กรที่เกี่ยวข้อง (Related Organization)

ต่อไปนี้เป็นรายชื่อองค์กรที่มีบทบาทสำคัญในประเด็นทั้งหมดหรือบางส่วนที่เกี่ยวกับแนวทางไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำท่วม ซึ่งมักจะเป็นมุมมองในด้านการบริหารจัดการภัยพิบัติ โดยสามารถติดต่อหน่วยงานเหล่านี้เพื่อขอข้อมูลเฉพาะด้านและแนวคิดต่าง ๆ เพิ่มเติมได้ อย่างไรก็ตาม อย่าถือว่ารายชื่อเหล่านี้เป็นรายชื่อเบ็ดเสร็จ ยังมีหน่วยงานภายนอกอีกมากมายที่เป็นแหล่งข้อมูลและสามารถนำมาใช้เพื่อการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนโครงการพัฒนาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นที่มีลักษณะรวมหลายมิติดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทนำของคู่มือฉบับนี้ ขอแนะนำให้ผู้อ่านค้นหาและเข้าถึงความช่วยเหลือสำหรับความต้องการเฉพาะด้านของตน จากผู้มีประสบการณ์และให้การสนับสนุนที่เหมือนแอ่งน้ำใหญ่รอให้ผู้มาตักกิน

ASIAN DEVELOPMENT BANK (ADB) P.O. BOX 789 1099 MANILA, PHILIPPINES	FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (FEMA) P.O. BOX 70274 WASHINGTON D.C., U.S.A.
FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION C/O SECRETARIAT VIALE DELLE TEME DI CARACALLA 00100 ROME, ITALY PHONE : (39–6) 579 74 702	ICID 48 NYAYA MARG CHANAKYAPURI NEW DELHI 110 021, INDIA PHONE : (91–11) 611 6837
UNDRO C/O SECRETARIAT, UNDRO PALAIS DES NATIONS CH–1211 GENEVE 10, SWITZERLAND PHONE : (412–2) 734 6011	UNESCO SCIENCE SECTOR 7, PLACE CE FONTONOY 75007 PARIS, FRANCE PHONE : (33–1) 4568 4119
U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS 20 MASSACHUSSETS AVENUE, N.W. WASHINGTON, D.C. 20314 1000 U.S.A.	WMO C/O SECRETARIAT 41 GUISEPPI–MOTTA BP 2300 CH–1211 GENEVA 2, SWITZERLAND PHONE : (41–22) 730 8111

WORLD BANK

1818 H STREET NW

WASHINGTON, D.C., U.S.A.,

PHONE : (1–202) 473 0342

IV–V ภาคผนวก E สมาชิกภาพ (Membership)

สมาชิกภาพ

คณะทำงานด้านการบริหารจัดการน้ำท่วมที่ไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (สิงหาคม ค.ศ. 1996)

MR. PETER J. L. GEAR (CHAIRMAN)
BECHTEL CIVIL INC
P.O. BOX 193965
SAN FRANCISCO, CALIFORNIA 94119, USA
PHONE : (1–415) 768 9546
FAX : (1–415) 768 5561

M. JACKY ASTIER (VICE CHAIRMAN)
COMPAGNIE NATIONAL D'AMENAGEMENT DE LA REGION DU BAS RHONE
ET DU LANGUEDOC ("BRL")
1105 AVENUE PIERRE MENDES FRANCE
BP 4001
30001 NIMES–CEDEX, FRANCE
PHONE : (33–66) 875 003
FAX : (33–66) 842 563

DR. R. BRUCE MACLOCK (SECRETARY)
NORTHERN RIVER BASIN STUDY, ALBERTA DEPARTMENT OF ENVIRONMENT
690, STANDARD LIFE CENTRE
10405 JASPER AVE.,
EDMONTON, ALBERTA TSJ 3N4, CANADA
PHONE : (1–403) 492 8161
FAX : (1–403) 492 8160

MR. V. CLARKE BALLARD
BALLARD CONSULTING
1063 BURKE RD.
HAWTHORN, VICTORIA 3143, AUSTRALIA
PHONE : (61–3) 9882 1588
FAX : (61–3) 9882 1588

DR. STEVAN BRUK–INFORMAL–MOVED TO INTERNATIONAL AGENCY
C/O UNESCO SC/OPS
7, PLACE DE FONTENOY
75007 PARIS, FRANCE
PHONE : (33–1) 4568 4119
FAX : (33–1) 4567 5143

MR. ETTORE CHIMENTI
AZIENDA COMMUNALE ENERGIA E AMBIENTE
PIAZZALE OSTIEUX N. 2
00154, ROME, ITALY
PHONE : (39–6) 5799 3231
FAX : (39–6) 5799 4146

MR. A. DEMMAK
ANRH–CLAIRBOIS
AVENUE MOHAMMEDI, BIR–MOURAD–RAIS
ALGIERS 1630, ALGERIA
PHONE : (213–2) 56 51 52

MR. J. (HANS) DUIVENDIJK
HASKONING CONSULTING ENGINEERS
BARBAROSSA STRAAT 35
P.O. BOX 151
6500 AD NIJMEGEN, THE NETHERLANDS
PHONE : (31–24) 3284 284
FAX : (31–24) 3239 346

PROFESSOR ISTVAN IJJAS
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING, TECHNICAL UNIVERSITY OF BUDAPEST
MUEGYETEM RFP. 3
H–111 BUDAPEST, HUNGARY
PHONE : (36–1) 181 1754
FAX : (36–1) 166 6808

MR. AMJAD HOSSAIN KHAN
.APPROTECH CONSULTANTS LTD.
HOUSE NO. 27, ROAD NO. 4
DHANMONDI R/A

DHAKA–1205, BANGLADESH
PHONE : (880–2) 866 497
FAX : (880–2) 863622, OR 883 722

PROFESSOR JOSE LIRIA MONT ANES
JUAN DE CIERVA, 6
28006, MADRID, SPAIN
PHONE : (34–1) 561 8871

PROFESSOR TAKESHI HATA
FACULTY AGRICULTURE, KOBE UNIVERSITY
NADA–KU
PHONE : (81–78) 803 0690
FAX : (81–78) 803 0690

MRS. MARIA DA GRACA SARAIVA
INSTITO SUPERIOR DE AGRONOMICA AGRUITECTURA PAISAGISTA
TAPADA DA AJUDA
1399 LISBOA, PORTUGAL
PHONE : (351–1) 363 8161
FAX : (351–1) 363 5031

PROFESSOR A. VOLKER (INFORMAL MEMBER EMERITUS)
106 WESTLAAN, 2641 DP PIJNACKER
THE NATHERLANDS
PHONE : (31–1736) 2964
TELEX : 32636 MINO NL

PROFESSOR MOKHLES ABOU–SEIDA
DIR.GENERAL PUBICS WORKS PROGRAMME
1 WADI EI NIL STREET
FOUAD MOHI EI DIN SQ.
EI MOHANDESSEN, GIZA, EGYPT
PHONE : (20–2) 3032 876 / 3030 892
FAX : (20–2) 3030 891

MR. M.G. NOVILLO
DIRECTORATE OF WATER RESOURCES
H. IRIGOYEN 250

PISO 11, OFICINA 1110
1310, BUENOS AIRES, ARGENTINA
PHONE : (54–1) 349 7583
FAX : (54–1) 349 7596

MR. WEI–FU YANG
WATER RESOURCES DEPT.
501, SEC.2, LI MIN ROAD, NANTON DISTR.
TAICHUNG, TAIWAN (ROC)
PHONE : (886–4) 2528 477
FAX : (886–4) 2541 502

SECRETARY–GENERAL, ICID
48 NYAYA MARG, CHANAKYAPURI
NEW DELHI 110 021, INDIA
PHONE : (91–11) 301 6837
FAX : (91–11) 301 5962

PERMANENT OBSERVERS

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION
C/O SECRETARIAT
VIALE DELLE TERME DI CARACALLA
00100 ROME, ITALY
PHONE : (39–6) 579 74 702

WORLD BANK : C/O THE WORLD BANK
1818 H STREET NW
WASHINGTON, D.C., U.S.A.
PHONE : (1–202) 473 0342

UNDRO C/O SECRETARIAT, UNDRO
PALAIS DES NATIONS CH–1211
GENEVA 10, SWITZERLAND
PHONE : (412–2) 734 6011

WMO C/O SECRETARIAT
41 GUISEPPI–MOTTA
BP 2300 CH–1211
GENEVA 2, SWITZERLAND

ดัชนี (Index)

ส่วนที่ 1

01 ขอบเขต (Scope)

มาตรการวางแผน (Planning Measures), 1-1; 1-7
การวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยา (Hydrologic Analysis), 1-7
การพยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting), 1-1; 1-7
น้ำท่วมจากทะเล (Sea Flooding), 1-1; 1-7
การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วม (Control of Floodplain Development), 1-1; 1-7
การประกันภัยจากน้ำท่วม (Flood Insurance), 1-1; 1-7
การกันน้ำท่วม (Flood Proofing), 1-1; 1-7
การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (Catchment Management), 1-1; 1-7
การตัดสินใจ (Decision Making), 1-1; 1-7
มาตรการเผชิญเหตุ (Response Measures), 1-1; 1-7
การวางแผนรับมือสถานการณ์น้ำท่วมฉุกเฉิน (Flood Emergency Response Planning), 1-1; 1-7
การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting), 1-1; 1-7
การเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning), 1-1; 1-7
การอพยพ (Evacuation), 1-1; 1-7
การช่วยเหลือในสถานการณ์ฉุกเฉินและการบรรเทาทุกข์ (Emergency Assistance and Relief), 1-2; 1-7
การบริหารจัดการน้ำท่วมและการควบคุมน้ำท่วม (Flood Management and Flood Control), 1-2; 1-7

ส่วนที่ 2

01 การวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยา (Hydrologic Analysis)

เกณฑ์น้ำท่วม (Flood Criteria), 1-1
ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (Economic Efficiency), 1-1
เกณฑ์ทางสถิติที่กำหนด (Specified Statistical Criteria), 1-2
เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนและหิมะละลาย (Specified Rainfall and Snowmelt Criteria), 1-3
เหตุการณ์น้ำท่วมที่กำหนด (Specified Flood Event), 1-3
การจำลองการไหลของน้ำท่า (Streamflow Simulation), 1-5

02 การพยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting)

วิธีการพยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting Methods), 2-3
กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph), 2-5
กราฟน้ำท่าสังเคราะห์ (Synthetic Hydrograph), 2-5
แบบจำลองแบบมีอ่างเก็บน้ำ (Models with Reservoirs) 2-5
แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม (Flood Routing Models), 2-6
วิธีเบเช็ท (Bachet Method), 2-7
กฎเบเช็ท (Bachet Rule), 2-7
แบบจำลองการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Models), 2-7
แบบจำลองแบบซับซ้อน (Complex Models), 2-8
การพยากรณ์ทางอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Forecasting), 2-9
แบบจำลองการแปลงรูป (Transfer Function Model), 2-3
ตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variables), 2-6
สมการ Saint–Venant (Saint–Venant Equation), 2-6
สมการการไหลต่อเนื่อง (Continuation Equation), 2-6
สมการโมเมนตัม (Momentum Equation), 2-6

สมการพลวัต (Dynamic Equation), 2-6

03 น้ำท่วมจากทะเล (Sea Flooding)

น้ำท่วมจากแม่น้ำ (River Flood), 3-1
คลื่นพายุซัดฝั่ง (Storm Surge), 3-1
แรงเครียดของลม (Wind Stress), 3-3
ลาดชันของผิวน้ำทะเล (Water Surface Slope), 3-3
พายุหมุนนอกเขตร้อน (Extra Tropical Cyclone), 3-3
พายุหมุนในเขตร้อน (Tropical Cyclone), 3-3
ลมกรรโชก (Gust Bump), 3-4
พื้นที่ที่ได้คืนมาจากทะเล (Reclaimed Land), 3-5

04 การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Control of Floodplain Development)

การจัดทำบัญชีรายการในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Inventory), 4-2
การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis), 4-2
การประเมินความเสียหาย (Damage Assessment), 4-3
ระเบียบควบคุมพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Regulations), 4-4
โซนทางระบายน้ำท่วม (Floodway Zone), 4-6
โซนชายเขตน้ำท่วม (Floodway Fringe Zone), 4-6
ระเบียบการจัดแบ่งพื้นที่ย่อย (Subdivision Regulations), 4-7
ระเบียบการจัดเขตพื้นที่ (Zoning Regulations), 4-7
ประมวลข้อบังคับอาคาร (Building Codes), 4-8
การปรับอัตราภาษี (Tax Adjustment), 4-10
การบริหารจัดการแหล่งน้ำจืด (Freshwater Resource Management), 4-11
แนวทางจากบนลงล่าง (Top–Down Approach), 4-14; 6-4

05 การประกันภัยน้ำท่วม (Flood Insurance)

ข้อตกลงคันกั้นน้ำระหว่างรัฐ (Interstate Levees Agreement), 5-2
แผนประกันภัยน้ำท่วม (Flood Insurance Program); แผนประกันภัย (Flood Insurance Schemes), 5-2; 5-5
การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study), 5-8

06 การกันน้ำท่วม (Flood Proofing)

การป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection), 6-1
มาตรการส่วนบุคคลและชุมชน (Individual and Community Measures)
แนวคิดจากล่างขึ้นบน (Bottom–Up Approach), 6-4
การบรรเทาภัยพิบัติ (Disaster Mitigation), 6-7
มาตรการบรรเทาภัยพิบัติเชิงรุก (Active Mitigation Measures), 6-7
แนวทางเดี่ยว (Isolated Approach), 6-8
คันแบบจมน้ำได้ (Submersible Embankment), 6-10
ทางข้ามแบบไอริส (Irish Causeway), 6-12
ที่พักพิงชั่วคราวในช่วงไซโคลน (Cyclone Shelter), 6-17
การจัดเขตพื้นที่ (Zoning), 6-19

07 การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ (Catchment Management)

การปลูกป่า (Reforestation), 7-3
ผลกระทบจากการทำเกษตรกรรม (Cultivation Effects), 7-5
วิธีปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์ดินและที่ดิน (Land and Soil Conservation Practices), 7-5
การบริหารจัดการทางน้ำ (Watercourse Management), 7-6

08 การตัดสินใจ (Decision Making)

กระบวนการในการตัดสินใจ (Decision Process), 8-1
แบบจำลองการตัดสินใจ (Decision Model), 8-1
เทคนิคการนำเสนอแบบแมตทริกซ์ (Matrix Display Techniques), 8-2
เทคนิคการนำเสนอแบบสกอร์การ์ด (Scorecard Display

Techniques), 8-2
แนวทางในด้านค่าลงทุน–ประโยชน์แบบดั้งเดิม (Traditional Cost–Benefit Approach), 8-3
สถานการณ์ของการตัดสินใจ (Decision Making Situations), 8-4
ทางเลือกในการวางแผนควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Planning), 8-4
การคัดกรองทางเลือก (Screening Alternatives), 8-5
ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact), 8-6
ผลกระทบทางด้านยุทธศาสตร์ (Strategic Impact), 8-6
ผลกระทบต่อท้องถิ่น (Local Impact), 8-6
ผลกระทบที่สามารถเอาคืนได้ (Reversible Impact), 8-7
ผลกระทบที่ไม่สามารถเอาคืนได้ (Irreversible Impact), 8-7
การแก้ปัญหาแบบหลายเกณฑ์ (Multi–Criterion Solution), 8-7
การสูญเสียจากน้ำท่วม (Flood Losses), 8-11
การพัฒนาพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอย่างหนาแน่น (Intensive Floodplain Development), 8-12
การมีส่วนร่วมของสาธารณชน (Public Involvement), 8-13
กระบวนการประชาพิจารณ์ (Public Hearing), 8-13

ส่วนที่ 3

01 การวางแผนเผชิญเหตุน้ำท่วมฉุกเฉิน (Flood Emergency Response Planning)

ความประหยัดจากขนาด (Economy of Scale), 1-1; 1-8
การเตรียมพร้อมและการฟื้นฟู (Preparedness and Recovery), 1-5
การเตรียมความพร้อม (Preparedness), 1-5

02 การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting)

ลักษณะของน้ำท่วม (Flood Characteristics), 2-2
พื้นที่ป้องกัน (Protected Area), 2-3
การมีส่วนร่วมของสาธารณชน (Public Participation), 2-7
การสู้ภัยน้ำท่วมเชิงรุก (Active Flood Fighting), 2-9
การเตือนภัยล่วงหน้า (Early Warning), 2-9
การระดมทรัพยากร (Mobilization of Resource), 2-10

03 การเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning)

แผนปฏิบัติการฉุกเฉิน (Emergency Action Plan), 3-1
หน่วยงานเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning Agency), 3-3
ศูนย์พยากรณ์น้ำท่วม (Flood Forecasting Center), 3-3
การเตือนการวิบัติของเขื่อน (Dam Break Warnings), 3-5

04 การอพยพ (Evacuation)

แผนป้องกันน้ำท่วม (Flood Defense Plan), 4-1
หน่วยบัญชาการป้องกันน้ำท่วม (Flood Defense Authority), 4-1
การเตือนภัยและคำสั่งอพยพ (Warning and Evacuation Order), 4-4

05 การช่วยเหลือและบรรเทาทุกข์ในสถานการณ์ฉุกเฉิน (Emergency Assistance and Relief)

แผนปฏิบัติการ (Action Plan), 5-4
การเฝ้าระวังคันกั้นน้ำแบบเข้มข้น (Extensive Dike Watch), 5-6; 5-7
สถานการณ์ฉุกเฉินระยะพิเศษ (Exceptional Emergency), 5-7
การจำกัดขอบเขต (Confinement), 5-7
มาตรการบรรเทาทุกข์น้ำท่วม (Flood Relief Measures), 5-8

ภาคผนวก

B อภิธานศัพท์ (Glossary)

การบริหารจัดการลุ่มน้ำ (Catchment Management), B-1
ทางระบายน้ำข้าม (Cross Drainage), B-1
น้ำท่วม (Flood), B-1
การบรรเทาน้ำท่วม (Flood Alleviation), B-2
การควบคุมน้ำท่วม (Flood Control), B-2
โครงการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Project); โครงการบรรเทาน้ำท่วม (Flood Mitigation Project); โครงการป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection Scheme), B-2
งานควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Works); งานป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection Works), B-2
พื้นที่ภัยพิบัติน้ำท่วม (Flood Hazard Zone), B-3
น้ำท่วม (Flood); น้ำนอง (Inundation), B-3
โครงการบรรเทาน้ำท่วม (Flood Mitigation Project), B-3
พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain); พื้นที่น้ำท่วม (Flood Land), B-3
การบุกรุกพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Encroachment), B-4
ชายเขตน้ำท่วม (Floodplain Fringe, Floodway Fringe), B-4
พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Flood Prone Area), B-4
การป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection), B-4
ความเสี่ยงจากน้ำท่วม (Flood Risk), B-4
เขตน้ำท่วม (Flood Zones), B-5
การใช้ที่ดิน (Land Use), B-5
การวางแผนการใช้ที่ดิน (Land Use Planning), B-5
โครงการป้องกันน้ำท่วม (Flood Protection Scheme), B-5
การวิเคราะห์ความเปราะบาง (Vulnerability Analysis), B-5
ปริมาณน้ำล้นตลิ่ง (Bank Overspill), B-6
น้ำท่วมที่ระดับฐาน (Basic Stage Flood); น้ำท่วมเหนือระดับฐาน (Floods Above A Base), B-6
ความจุทางน้ำ/ความจุร่องน้ำ (Channel Capacity), B-6
น้ำท่วมออกแบบ (Design Flood), B-6
กราฟน้ำท่วมออกแบบ (Design Flood Hydrograph), B-7
น้ำท่วมจากแผ่นดินไหว (Earthquake Flood); สึนามิ (Tsunami), B-7
โอกาสความน่าจะเป็นแบบมากกว่า (Exceedance Probability), B-7
พื้นที่น้ำท่วม (Flooded Area), B-7
ขนาดน้ำท่วม (Flood Magnitude, Flood Size), B-7
แผนที่น้ำท่วม (Flood Map); แผนที่เสี่ยงน้ำท่วม (Flood Risk Map); แผนที่พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Map), B-8
คราบน้ำท่วม (Flood Mark); คราบน้ำท่วมสูง (High Watermark); คราบน้ำ (Rack Mark), B-8
พารามิเตอร์น้ำท่วม (Flood Parameter), B-8
การจัดทำแผนที่พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Mapping), B-8
ปริมาณน้ำท่วมสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นได้ (Probable Maximum Flood, PMF); ปริมาณน้ำท่วมสูงสุดที่เป็นไปได้ (Maximum Possible Flood, MPF), B-9
รอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period, Recurrence Interval), B-9
การป้องกันและการบริหารจัดการการสูญเสียจากน้ำท่วมแบบสมบูรณ์ (Comprehensive Flood Loss Prevention and Management), B-9

ตะพักน้ำ (Washland), B-5
พื้นที่เก็บกักน้ำท่วม (Washland Storage), B-6
ระดับเต็มตลิ่ง (Bankful, Bankful Stage), B-6
มาตรการแบบใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อการบริหารจัดการน้ำท่วม (Structural Measures of Flood Management), B-10
ทางเบี่ยงน้ำท่วม (By–Pass Floodway); ทางผันน้ำท่วม (Flood Diversion Channel); ทางบรรเทาน้ำท่วม (Flood Relief Channel), B-10
มาตรฐานการออกแบบ (Design Standard), B-10
เขื่อนปากแม่น้ำ (Estuary Dam), B-10
กำแพงป้องกันน้ำท่วม (Flood Wall), B-11
ทางระบายน้ำท่วม (Floodway), B-11
ประสิทธิภาพทางชลศาสตร์ของระบบควบคุมน้ำท่วม (Hydraulic Effectiveness of Flood Control Systems), B-11
ทางระบายน้ำท่วมระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำ (Inter–Basin Floodway), B-12
ช่องขาดที่เกิดขึ้นโดยสาธารณชน (Public Cuts), B-12
แนวกั้นคลื่นพายุซัดฝั่ง (Storm Surge Barrier), B-12
ด้านหลังของคั้นกั้นน้ำ (Back of Levee); ด้านว่างของคันกั้นน้ำ (Air Side of Levee); ด้านติดที่ดินของคันกั้นน้ำ (Land Side of Levee); ด้านส่งน้ำออกของคันกันน้ำ (Outflow Side of Levee); ด้านในของคันกันน้ำ (Inner Side of Levee); ด้านในโพลเดอร์ของคันกันน้ำ (Polder Side of Levee); ด้านท้ายของคันกันน้ำ (Downstream Side of Levee), B-12
การพังทลาย (Breach), B-13
คันดิน (Bund), B-13
คันกั้นน้ำ (Dike, Dyke), B-13
คันกั้นน้ำท่วม (Flood Levee); คัน (Levee); คันหลัก (Main Levee); ทำนบ (Embankment); ทำนบหยุด (Stop Bank); คัน (Dyke); คันฤดูร้อน (Summer Dike); คันกำหนดเขต (Confinement Dike); คันขอบ (Ring Dike); คันดิน (Bund), B-13
ระยะพ้นน้ำ (Freeboard); ระยะพ้นน้ำสุทธิ (Net Freeboard); ระยะพ้นน้ำแห้ง (Dry Freeboard); ระยะพ้นน้ำท่วม (Flood Freeboard), B-14
คันฟิวส์พลัค (Fuseplug Levee), B-14
คัน (Levee), B-14
คันกันน้ำหลัก (Main Levee), B-15
การไหลล้น (Overflowing); การไหลข้ามเนื่องจากระดับน้ำสูง (Overtopping By High Water Level), B-15
มาตรการบริหารจัดการน้ำท่วมแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (Non–Structural Measures of Flood Management), B-10
คันปิดล้อม (Ring Dikes), B-16
บ่อทราย (Sand–Carrying Wells); ทรายผุด (Sand Boils), B-16
กำแพงกันน้ำทะเล (Seawalls), B-16
กำแพงเข็มพืด (Sheet Pile Walls); กำแพงกันดิน (Retaining Walls), B-16
คันฤดูร้อน (Summer Dikes); คันดินข้างแม่น้ำ (River Side Bunds); คันที่สามารถจมน้ำได้ (Submersible Dikes), B-17
อ่างเก็บน้ำเพื่อควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Reservoir), B-17
ความจุพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Storage), B-17
ความจุเก็บกักน้ำท่วม (Flood Surcharge), B-17
ทางระบายน้ำล้นแบบรางเทเสริมหญ้า (Reinforced Grass Spillway), B-17
ส่วนเก็บกักเพิ่ม (Surcharge); ระยะพ้นน้ำเปียก (Wet Freeboard), B-18
ความช่วยเหลือ (Aid); การบรรเทาทุกข์ (Relief), B-18
ระดับน้ำเตือนภัย (Alarm Level); ระดับน้ำอันตราย (Danger Level); ระดับการเตือนภัย (Warning Stage), B-18
ประมวลข้อบังคับอาคาร (Building Codes), B-18
ที่พักพิงชั่วคราวช่วงพายุไซโคลน (Cyclone Shelter), B-19
การบรรเทาทุกข์ภัยพิบัติ (Disaster Relief), B-19
การกระจายข้อมูลข่าวสาร (Dissemination), B-19
การกันน้ำท่วมแบบแห้ง (Dry Flooding), B-19
แผนปฏิบัติการฉุกเฉิน (Emergency Action Plan), B-19
การกันน้ำท่วมฉุกเฉิน (Emergency Flood Proofing), B-20
การวางแผนฉุกเฉิน (Emergency Planning), B-20
การเตรียมการฉุกเฉิน (Emergency Preparation), B-20
การอพยพ (Evacuation), B-20
การปรับตัวเข้ากับน้ำท่วม (Flood Adaptation), B-20
ความช่วยเหลือน้ำท่วม (Flood Assistance), B-21
ระบบเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า (Flood Early Warning System), B-21
การสู้ภัยน้ำท่วม (Flood Fighting), B-21
การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Forecasting and Warning), B-21

การชะโพรง (Piping), B-15
พื้นที่ปิดล้อม (Polder), B-15
พื้นที่ป้องกัน (Protected Area), B-15
ทำนบชั้นที่ 2 (Retired Embankment), B-16
การบริหารจัดการพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Management), B-22
ระเบียบพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Regulations); ระเบียบ (Regulations), B-22
การจัดเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Zoning); การจัดเขตพื้นที่น้ำท่วม (Flood Zoning); การจัดเขต (Zoning), B-22
การกันน้ำท่วม (Flood Proofing), B-23
พืชต้านทานน้ำท่วม (Flood Resistance Crops), B-23
การวางแผนเผชิญเหตุ (Flood Response Planning), B-23
การเตือนภัยน้ำท่วม (Flood Warning), B-23
เงินสนับสนุน (Grant), B-24
การยกบ้านและอาคารให้สูง (Houses and Structures Raising), B-24
การประกันภัย (Insurance), B-24
การบริหารจัดการที่ดิน (Land Management), B-25
ช่วงระยะเวลาก่อนเกิดเหตุ (Lead Time); ช่วงระยะเวลาเตือนภัยล่วงหน้า (Warning Lead Time), B-25
เงินกู้ (Loan), B-25
การดำเนินงานด้านวิศวกรรมชลศาสตร์ (Operation Of Hydraulic Engineering Works), B-25
การกันน้ำท่วมแบบถาวร (Permanent Flood Proofing), B-25
การให้ความรู้แก่สาธารณชน (Public Education), B-25
ระเบียบ (Regulations), B-25
การย้ายถิ่น (Relocation), B-26
การปรับตัวของเมือง (Retro–Fitting), B-26
กระสอบทราย (Sandbag), B-26
คันกระสอบทราย (Sandbag Dike), B-26
การลดภาษี (Tax Reduction), B-26
ช่วงระยะเวลาเตือนภัยล่วงหน้า (Warning–Lead Time), B-26
กฎหมายทางน้ำ (Watercourse Law), B-26
การกันน้ำท่วมแบบเปียก (Wet Flood Proofing), B-27
ความเสียหายรายปีเฉลี่ย (Average Annual Damage); ความเสียหายรายปีคาดการณ์ (Expected Annual Damage); การคาดการณ์โดยการคำนวณมูลค่าความเสียหาย (Mathematical Expectation Value of Damages), B-27
การกระตุ้น (Bootstrapping), B-27
การเวนคืนพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Acquisition), B-21
การวางแผนการใช้พื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (Floodplain Land Use Planning), B-22
ประสิทธิผลของระบบการบริหารจัดการน้ำท่วมทางเศรษฐกิจ (Economic Effectiveness of a Flood Management System), B-28
ผลประโยชน์ของการควบคุมน้ำท่วม (Flood Control Benefits), B-28
ความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood Damage), B-29
การสำรวจความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood Damage Survey), B-29
การส่งเสริมจากน้ำท่วม (Flood Enhancement), B-29
ความเสียหายจากน้ำท่วม (Flood Damage); การสูญเสียจากน้ำท่วม (Flood Loss), B-29
ความเสียหายทางอ้อม (Indirect Damage); การสูญเสียทางอ้อม (Indirect Losses), B-30
ผลประโยชน์ที่นับมูลค่าไม่ได้ในการควบคุมน้ำท่วม (Intangible Benefits of Flood Control), B-30
ความเสียหายจากน้ำท่วมที่นับมูลค่าไม่ได้ (Intangible Flood Damage), B-30
เขตคันกั้นน้ำ (Levee District); คณะกรรมการน้ำในพื้นที่ (District Water Board); คณะกรรมการน้ำในพื้นที่ปิดล้อม (Water Board of Polder); เขตบริหารจัดการทางน้ำ (Waterway Management District), B-30
ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหาย–โอกาสความน่าจะเป็น (Loss–Probability Relationship), B-31
ความเสียหายจากน้ำท่วมที่เป็นไปได้ (Potential Flood Damage), B-31
เขตน้ำท่วมปฐมภูมิ (Primary Flooding Zone), B-31
มูลค่าซาก (Residual Value), B-31
ความเสี่ยง (Risk), B-31
พวกหลีกเลี่ยงกับความเสี่ยง (Risk Averse), B-31
พวกเป็นกลางกับความเสี่ยง (Risk Neutral), B-32
พวกค้นหาความเสี่ยง (Risk Seeking), B-32
พื้นที่ที่ไม่รับผล (Sacroscant Land), B-32
เขตน้ำท่วมทุติยภูมิ (Secondary Flooding Zone), B-32
เส้นโค้งระดับ–ความเสียหาย (Stage–Damage Curve), B-32
ข้อมูลความเสียหายสังเคราะห์ (Synthetic Depth/Damage Data), B-32
การสูญเสียและผลประโยชน์ที่นับมูลค่าได้ (Tangible Losses And Benefits), B-33

ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาด (Clean Up Cost), B-27
ส่วนเกินผู้บริโภค (Consumer Surplus), B-27
ความเสียหายทางตรง (Direct Damage); การสูญเสีย
ทางตรง (Direct Losses), B-28

คณะทำงานด้านวิชาการ (Working Group)

รายชื่อคณะทำงานด้านวิชาการของคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2562

ที่ปรึกษาคณะทำงาน

- นายชัยวัฒน์ ปรีชาวิทย์
  ที่ปรึกษาคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย
- นายวสันต์ บุญเกิด
  ที่ปรึกษาคณะกรรมการด้านการชลประทานและการระบายน้ำแห่งประเทศไทย
- นายเฉลิมเกียรติ คงวิเชียรวัฒน์
  รองอธิบดีกรมชลประทาน (ฝ่ายวิชาการ) กรมชลประทาน
- นายสุรัช ธนูศิลป์
  ผู้อำนวยการสำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน
- นายธนา สุวัฑฒน
  ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

ประธานคณะทำงาน

- นายสาธิต มณีผาย
  ที่ปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิประจำสถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน

รองประธานคณะทำงาน

- ดร.วัชระ เสือดี
  ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมชลประทาน

คณะทำงาน

- นายชัยยะ พึงโพธิ์สภ
  ผู้อำนวยการสถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน
- ดร.ภัทราภรณ์ เมฆพฤกษาวงษ์
  ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา (ด้านการวางแผน) กรมชลประทาน
- ดร.อาทร สุทธิกาญจน์
  ผู้อำนวยการส่วนวางโครงการที่ 4 สำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน
- ดร.ธเนศร์ สมบูรณ์
  ผู้เชี่ยวชาญด้านที่ปรึกษาอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน
- นายพิรุณ สัยยะสิทธิ์พานิช
  รองเลขาธิการ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- นายรสุ สืบสหการ
  วิศวกรชลประทานชำนาญการ สถาบันการพัฒนาชลประทาน กรมชลประทาน
- รศ.ดร.กัมปนาท ภักดีกุล
  คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- รศ.ดร.สมบัติ ชื่นชูกลิ่น
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ผศ.ดร.สนิท วงษา
  คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ผศ.ดร.ภาณุวัฒน์ ปิ่นทอง
  คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผศ.ดร.อารียา ฤทธิมา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผศ.ดร.ณัฐ มาแจ้ง
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ.ดร.สานิตย์ดา เตียวต๋อย
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ดร.ยุทธนา ตาละลักษมณ์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดร.ปิยธิดา เรืองรัศมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายทัศฐา ศรีวาลัย
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ดร.ยุทธนา พันธุ์กมลศิลป์
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและการจัดการภัยพิบัติ
มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี

ดร.ทรงศักดิ์ ภัทราวุฒิชัย
คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ดร.อรันย์ ศรีรัตนา ทาบูกานอน
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

คณะทำงานและเลขานุการ

นายชัยยะ พึงโพธิ์สภ
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน (ด้านการบริหารจัดการน้ำ) สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

นายนพดล โค้วสุวรรณ์
หัวหน้าฝ่ายวิชาการ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ กรมชลประทาน

ดร.ธเนศ อักษร
หัวหน้าฝ่ายวิจัยและนวัตกรรม
สถาบันการพัฒนาชลประทาน กรมชลประทาน

น.ส.ลพรรณพลอย ชาวเรือ
วิศวกรชลประทานปฏิบัติการ
สถาบันการพัฒนาชลประทาน กรมชลประทาน