

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

2. การทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาทบทวนวรรณกรรมของโครงการกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางหลวงบริเวณพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากในเขตพื้นที่ภาคใต้ สามารถแบ่งหัวข้อของการศึกษาทบทวนออกได้เป็น 4 หัวข้อหลัก คือ 1) การศึกษาทฤษฎี แนวคิด และวิธีการแก้ไขปัญหาการระบายน้ำบนทางหลวงบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งของกรมทางหลวงที่ได้เคยดำเนินการมาในอดีต 2) การทบทวนแผนการบริหารจัดการอุทกภัยของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในบริเวณพื้นที่ศึกษา 3) การศึกษาทบทวนแผนหรือแนวทางการบริหารจัดการอุทกภัย ในรูปแบบของการเกิดน้ำท่วมของหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง ในประเทศไทย และ 4) การทบทวนแนวทางปฏิบัติและแผนงานในการจัดการอุทกภัยและแผนงานก่อสร้างของกรมทางหลวง ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดภูเก็ต จังหวัดชุมพร และจังหวัดพัทลุง ซึ่งรายละเอียดของผลการทบทวนวรรณกรรม ทั้ง 4 หัวข้อข้างต้น แสดงได้ดังนี้

2.1 การศึกษาทฤษฎี แนวคิด และวิธีการแก้ไขปัญหาการระบายน้ำบนทางหลวงบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัย น้ำท่วมทั้งในประเทศ ในต่างประเทศ รวมทั้งของกรมทางหลวงที่ได้เคยดำเนินการมาในอดีต

2.1.1 การทบทวนทฤษฎี/นิยามที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการศึกษาทฤษฎี/นิยามที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่น้ำท่วมและระบบระบายน้ำ เป็นการดำเนินงานเพื่อสร้างพื้นฐานด้านองค์ความรู้ให้เกิดความเข้าใจต่อความหมายของพื้นที่น้ำท่วมและระบบการระบายน้ำบนทางหลวง โดยทฤษฎี/นิยาม ซึ่งทางที่ปรึกษาจะทำการทบทวนประกอบด้วย นิยามที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎีการระบายน้ำ และทฤษฎีของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

2.1.1.1 นิยามที่เกี่ยวข้อง

1) อุทกภัยและลักษณะของอุทกภัย

อุทกภัย หมายถึง ภัยธรรมชาติที่เกิดจากน้ำ ในสภาพของน้ำท่วม น้ำท่วมฉับพลัน หรือน้ำไหลเอ่อล้นฝั่งแม่น้ำลำธารทางน้ำ เข้าท่วมพื้นที่ซึ่งปกติไม่ได้อยู่ใต้อิทธิพลน้ำ หรือเกิดจากการสะสมน้ำบนพื้นที่ที่ระบายออกไม่ทัน ทำให้พื้นที่นั้นปกคลุมไปด้วยน้ำ

ลักษณะของอุทกภัยสามารถแบ่งตามสาเหตุของการเกิด ออกได้เป็น 3 ประเภท หลัก ดังนี้

- (1) **น้ำป่าไหลหลากหรือน้ำท่วมฉับพลัน** มักจะเกิดขึ้นในที่ราบต่ำหรือที่ราบลุ่มบริเวณใกล้ ภูเขาต้นน้ำ อันเกิดขึ้นเนื่องจากฝนตกหนักเหนือภูเขาต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้จำนวนน้ำสะสมมีปริมาณมากจนพื้นดินและต้นไม้ดูดซับไม่ไหว ทำให้น้ำไหลบ่าลงสู่ที่ราบต่ำเบื้องล่างอย่างรวดเร็ว มีอำนาจทำลายล้างอย่างรุนแรง ทำให้บ้านเรือนพังเสียหายและอาจทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้
- (2) **น้ำท่วมหรือน้ำท่วมขัง** เป็นลักษณะอุทกภัยที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำสะสมจำนวนมากที่ไหลบ่าในแนวระนาบจากที่สูงไปยังที่ต่ำเข้าท่วมอาคารบ้านเรือน เรือกสวนไร่นาได้รับความเสียหายหรือเป็นสภาพน้ำท่วมขังในเขตเมืองใหญ่ที่เกิดจากฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานาน มีสาเหตุมาจากระบบการระบายน้ำไม่ดีพอ มีสิ่งกีดขวางทางระบายน้ำ หรือเกิดน้ำทะเลหนุนสูงกรณีพื้นที่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล.
- (3) **น้ำล้นตลิ่ง** เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำจำนวนมากที่เกิดจากฝนหนักต่อเนื่องที่ไหลลงสู่ลำน้ำ หรือแม่น้ำมีปริมาณมากจนระบายลงสู่ลุ่มน้ำด้านล่างหรือออกสู่ปากน้ำไม่ทัน ทำให้เกิดสภาวะน้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมเรือกสวนไร่นาตามสองฝั่งน้ำจนได้รับความเสียหาย ถนนหรือสะพานอาจชำรุดทางคมนาคมถูกตัดขาดได้

2) ระบบระบายน้ำในงานทางหลวง

ระบบระบายน้ำในงานทางหลวงแบ่งเป็นระบบใหญ่ๆ ได้ 3 ระบบ คือ ระบบระบายน้ำตามยาว (Longitudinal Drain) ระบบระบายน้ำตามขวาง (Cross Drain) และระบบระบายน้ำใต้ดิน (Sub Drain) โดยแต่ละระบบมีรูปแบบและรายละเอียดแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการระบายน้ำ ในส่วนที่แตกต่างกัน ดังนี้

- (1) **ระบบระบายน้ำตามยาว** เป็นระบบระบายน้ำที่ออกแบบเพื่อระบายน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ผิวจราจร และพื้นที่ประชิดเขตทางไปสู่ลำน้ำธรรมชาติเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังในผิวจราจร และ ความเสียหายจากการกัดเซาะลาดข้างทาง ในกรณีถนนผ่านย่านชุมชนระบบระบายน้ำตามยาว จะออกแบบให้สามารถรองรับส่วนของน้ำทั้งจากชุมชนประชิดข้างทางด้วยแต่จะไม่รวมน้ำทั้ง และน้ำเสียจากโรงงานและนิคมอุตสาหกรรม หรือชุมชน หมู่บ้านขนาดใหญ่ ที่อยู่นอกพื้นที่ ประชิด ระบบระบายน้ำตามยาว ได้แก่ ระบบระบายน้ำข้างทาง เช่น ท่อกลม ท่อเหลี่ยม รางตั้ง รางอุบ่อพัก Curb บนไหล่ ทางช่วงถมสูง Interceptor ช่วงลาดตัดเขา Drain Chute เป็นต้น
- (2) **ระบบระบายน้ำตามขวาง** เป็นระบบระบายน้ำที่ออกแบบเพื่อระบายน้ำฝนจากพื้นที่รับน้ำฝน (Catchment Area) ที่อยู่ด้านเหนือน้ำซึ่งมีทิศทางการไหลตัดผ่านแนวทางเป็นลำน้ำธรรมชาติ เช่น ลำห้วย ลำคลอง แม่น้ำ หรือน้ำหลากผ่าน (Flood plain) ซึ่งจะต้องออกแบบอาคาร ระบายน้ำให้มีขนาดพื้นที่ช่องเปิดที่เพียงพอต่อการระบายน้ำที่มีอัตราการไหลสูงสุดในรอบปีที่ ใช้ในการออกแบบโดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมคันทาง และพื้นที่ด้านเหนือน้ำ อาคารระบายน้ำ ตามขวาง ได้แก่ ท่อกลม ท่อเหลี่ยม และสะพาน เป็นต้น
- (3) **ระบบระบายน้ำใต้ดิน** เป็นระบบระบายน้ำที่ออกแบบเพื่อระบายน้ำในชั้นใต้ดินที่ซึ่งอยู่ใน ชั้นดินฐานรากและโครงสร้างชั้นทางและทางไหลธรรมชาติของน้ำใต้ดิน เพื่อป้องกันความเสียหายของโครงสร้างชั้นทาง และเสถียรภาพของคันทางและลาดข้างทาง รูปแบบและ รายละเอียดของระบบระบายน้ำใต้ดินจะได้กล่าวถึงในหัวข้อระบบระบายน้ำใต้ดินต่อไป

3) พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก

นิยามของพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากของประเทศไทยนั้น ในปัจจุบันได้มีการนิยามความหมายไว้อย่าง ชัดเจนโดยกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งหน่วยงานอื่นๆ อาทิเช่น กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ สำนักงานทรัพยากรน้ำ แห่งชาติ ก็ได้อ้างอิงนิยามและความหมายของพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากดังกล่าวมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำ

สำหรับนิยามของพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก ซึ่งกำหนดไว้โดยกรมพัฒนาที่ดิน มีดังนี้

“พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก หมายถึง พื้นที่ที่มีการท่วมซ้ำของน้ำบนผิวดินสูงกว่าระดับปกติและมีระยะเวลาที่น้ำท่วมขังยาวนานอยู่เป็นประจำจนสร้างความเสียหายต่อพื้นที่การเกษตร ทรัพย์สิน และ/หรือชีวิต ทั้งนี้ สามารถจำแนกการเกิดน้ำท่วมซ้ำซากออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ (ดัดแปลงมาจากชั้นอันตรายจากการถูกน้ำท่วม: Flooding คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย, 2543)”

- ระดับที่ 1 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเป็นครั้งคราว มีน้ำท่วมขังไม่เกิน 3 ครั้ง ในรอบ 10 ปี
- ระดับที่ 2 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากบ่อยครั้ง มีน้ำท่วมขัง 4-7 ครั้ง ในรอบ 10 ปี
- ระดับที่ 3 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากเป็นประจำ มีน้ำท่วมขังมากกว่าหรือเท่ากับ 8 ครั้ง ในรอบ 10 ปี

2.1.1.2 ทฤษฎีการระบายน้ำ

อาคารระบายน้ำที่ใช้ในทางหลวงมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท แต่ในโครงการนี้จะมุ่งเน้นการศึกษาในกรณีของอาคารระบายน้ำแบบตามขวาง (Cross Drain) และอาคารระบายน้ำข้างทาง (Longitudinal Drain) โดยในส่วนของการระบายน้ำแบบตามขวางนั้น จะทำหน้าที่ในการระบายจากด้านเหนือน้ำให้ไหลผ่านคันทางหรือถนนไปยังด้านท้ายน้ำ ดังนั้น อาคารประเภทนี้จึงมีหน้าที่หลักในการป้องกันการเอ่อล้นของน้ำท่วมขึ้นมาบนผิวทาง ตลอดจนเอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่ด้านเหนือน้ำ หรืออาจกล่าวได้ว่าอาคารระบายน้ำแบบตามขวาง (Cross Drain) เป็นโครงสร้างหลักในการป้องกันน้ำท่วมเพื่อให้สามารถระบายผ่านถนนจากฝั่งหนึ่งไปยังอีกฝั่งได้โดยไม่ท่วมผิวทางนั่นเอง ในขณะที่อาคารระบายน้ำข้างทาง จะทำหน้าที่ในการรับน้ำฝนที่ตกบนถนนหรือผิวทาง หรือรับน้ำจากถนนสายย่อย/พื้นที่รับน้ำข้างเคียงและทำการลำเลียงปริมาณน้ำดังกล่าวออกสู่แหล่งน้ำหรือระบบระบายน้ำหลัก (ส่วนใหญ่คือ คลองระบายน้ำหรือแหล่งน้ำ) ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้เกิดน้ำท่วมบนผิวทางเช่นกัน

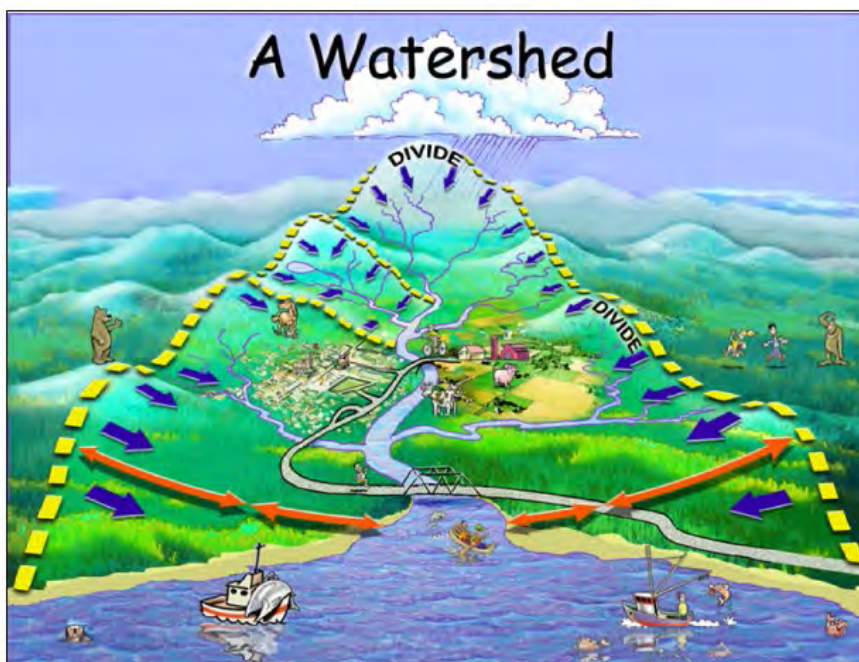
สำหรับการออกแบบอาคารระบายน้ำทั้ง 2 ประเภท มีขั้นตอนการออกแบบอยู่ 2 ขั้นตอนหลัก โดยขั้นตอนแรกเป็นการออกแบบขนาดเพื่อให้สามารถรองรับปริมาณน้ำท่วมตามที่ออกแบบไว้ได้อย่างเพียงพอ ส่วนขั้นตอนที่สองเป็นการออกแบบโครงสร้างเพื่อนำไปใช้ในการก่อสร้างจริง อย่างไรก็ตาม สำหรับเนื้อหาที่จะนำเสนอในส่วนนี้จะมุ่งเน้นไปที่ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบขนาดของอาคารระบายน้ำเท่านั้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้องค์ความรู้ทางด้านอุทกวิทยาและชลศาสตร์ในการออกแบบ ดังนั้นการทบทวนทฤษฎีที่จะนำเสนอในส่วนนี้ประกอบด้วย ทฤษฎีทางด้านอุทกวิทยา และทฤษฎีทางด้านชลศาสตร์ ซึ่งจะนำมาใช้ในการศึกษาในโครงการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ทฤษฎีทางด้านอุทกวิทยา

ทฤษฎีทางด้านอุทกวิทยา ซึ่งเป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องทำการศึกษาให้เกิดความเข้าใจก่อนที่จะทำการออกแบบขนาดของท่อลอดและท่อเหลี่ยม ประกอบด้วย กลุ่มน้ำและลักษณะตัวแปรทางอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำ ข้อมูลฝนและข้อมูลน้ำท่าที่ใช้ในการออกแบบอาคารระบายน้ำ รวมถึงทฤษฎีการคำนวณอัตราการไหลสูงสุด โดยมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

(1) ลุ่มน้ำ (Watershed or Catchment)

ลุ่มน้ำ หมายถึง พื้นที่ทั้งหมดซึ่งน้ำท่าผิวดิน (Surface Runoff) ที่เกิดจากฝนที่ตกลงบนพื้นที่น้ำจะไหลลงสู่ทางออก (Outlet) ลุ่มน้ำของแม่น้ำ ทะเลสาบหรืออ่างเก็บน้ำใดๆ ก็คือ พื้นที่ซึ่งเมื่อฝนตกลงมาแล้วน้ำจะไหลรวมกันลงสู่แม่น้ำ ทะเลสาบ หรืออ่างเก็บน้ำนั้นๆ (วีระพล, 2531) ในปัจจุบันมีการใช้คำว่า Watershed ในความหมายคล้ายคลึงกับคำว่า Drainage หรือ Basin หรือ Catchment หรือบางครั้งใช้เป็น Drainage Basin อย่างไรก็ตามคำเหล่านี้มีความหมายเป็นลุ่มน้ำเหมือนกันหมด จะแตกต่างกันบ้างเฉพาะกรณีที่พิจารณาเท่านั้น (วีระพล, 2531) อาทิ Drainage Basin ก็คือ ลุ่มน้ำที่รับและระบายน้ำด้วยลำธารสู่จุดออกหรือปากลำน้ำ และ Catchment ก็คือ พื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก แต่ไม่มีข้อจำกัดแน่นอนลงไปว่าขนาดเท่าใด ดังแสดงลุ่มน้ำและการแบ่งลุ่มน้ำในรูปที่ 2.1-1

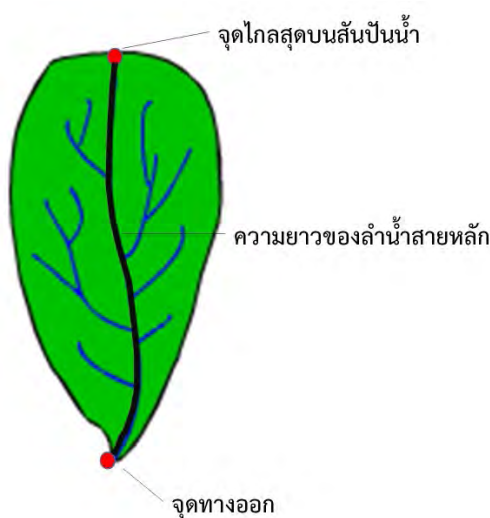


รูปที่ 2.1-1 ลุ่มน้ำและการแบ่งลุ่มน้ำ (Powell,2012)

ลักษณะของกลุ่มน้ำจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดปริมาณน้ำท่า กล่าวคือ กลุ่มน้ำที่มีความแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นขนาดของพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศ สภาพพืชพรรณปกคลุม การใช้ประโยชน์ที่ดิน ตลอดจนสมบัติทางอุทกวิทยาของดิน ย่อมส่งผลให้เกิดปริมาณน้ำท่าที่แตกต่างกัน ทั้งในด้านของปริมาณและอัตราการไหลสูงสุด แม้ว่าจะมีปริมาณฝนที่เกิดขึ้นเท่ากันก็ตาม ดังนั้น ในการออกแบบอาคารระบายน้ำจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการกำหนดขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำในการออกแบบให้ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำของอาคารระบายน้ำนั้นๆ รวมถึงต้องทราบลักษณะทางกายภาพพื้นฐานของกลุ่มน้ำ เพื่อที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการออกแบบอาคารระบายน้ำได้อย่างเหมาะสม

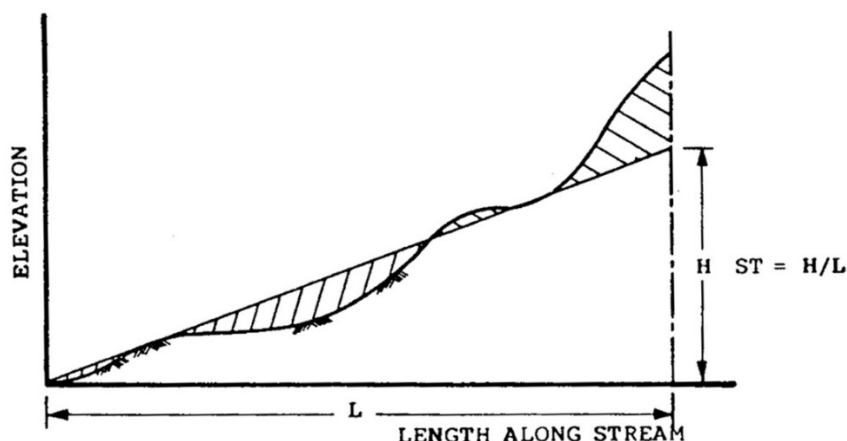
ลักษณะทางกายภาพพื้นฐานที่สำคัญของกลุ่มน้ำที่จำเป็นต้องทราบ สำหรับนำมาใช้ในการคำนวณอัตราการไหลสูงสุด เพื่อการออกแบบอาคารระบายน้ำ ได้แก่ ความยาวของลำน้ำหลัก และความลาดชันเฉลี่ยบนลำน้ำสายหลัก ซึ่งมีนิยามดังนี้

- ความยาวของลำน้ำหลัก คือ ความยาวของกลุ่มน้ำวัดตามแนวลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงสันเขาหรือสันปันน้ำที่อยู่ไกลสุด ดังแสดงในรูปที่ 2.1-2



รูปที่ 2.1-2 ความหมายของความยาวบนลำน้ำสายหลัก

- ความลาดชันเฉลี่ยบนลำน้ำสายหลัก คือ ความลาดชันที่เกิดจากการลากเส้นสมมติตามรูปตัดตามยาว (Profile) ของลำน้ำแล้วส่งผลให้พื้นที่ใต้กราฟและพื้นที่เหนือกราฟ (พื้นที่ที่เกิดจากเส้นสมมติกับเส้นค่าระดับความสูงของพื้นที่) มีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.1-3



รูปที่ 2.1-3 แนวคิดการหาความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำสายหลัก (Powell,2012)

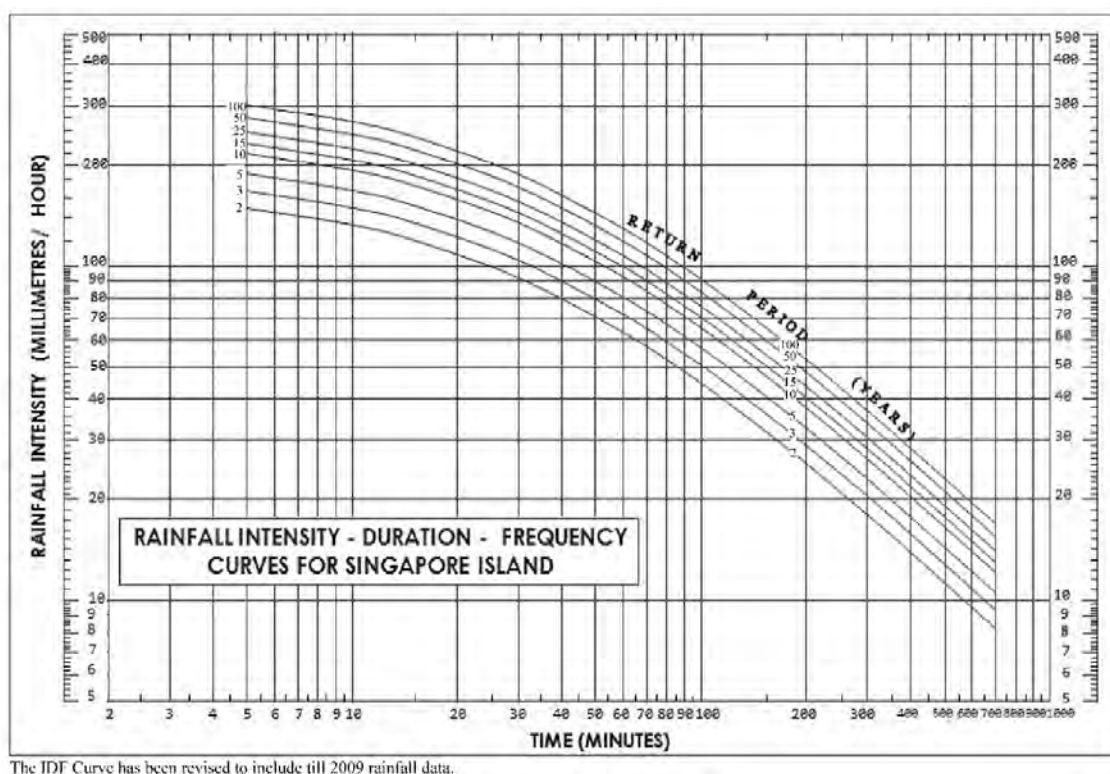
(2) ปริมาณฝน (Rainfall)

ปริมาณฝนเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการคำนวณออกแบบระบบระบายน้ำ โดยฝนเป็นรูปแบบหนึ่งของหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) ซึ่งเป็นน้ำที่ตกจากบรรยากาศอยู่ในหลายรูปแบบ ได้แก่ ฝน (Rain) หิมะ (Snow) ลูกเห็บ (hail) และฝนละออง (Drizzle) เป็นต้น โดยทั่วไปสามารถแยกประเภทของฝนตามสาเหตุที่ทำให้เกิดฝนตกได้ 4 ลักษณะ คือ

1. ฝนเกิดจากการพาความร้อน (Convective Storm) ซึ่งเกิดจากมวลอากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้นเมื่อปะทะอากาศเย็นข้างบน จึงกลั่นตัวตกเป็นน้ำฝน
2. ฝนภูเขา (Orographic Storm) ซึ่งเกิดจากมวลอากาศที่อุ้มน้ำพัดจากทะเลแล้วลอยมาปะทะภูเขา จากนั้นจะลอยตัวสูงขึ้นไปกลั่นตัวเป็นฝนตกลงมา ซึ่งฝนประเภทนี้จะ เป็นสาเหตุของพื้นที่ฝนตกชุกบริเวณด้านหน้าเขาและพื้นที่เงาฝนบริเวณด้านหลังซึ่งมี ฝนตกน้อย
3. ฝนในแนวอากาศ (Frontal Storm) เกิดจากมวลอากาศร้อนปะทะมวลอากาศที่มี อุณหภูมิเย็นในชั้นบรรยากาศแล้วเกิดการควบแน่นและกลั่นตัวตกลงมาเป็นฝน
4. ฝนพายุหมุน (Cyclonic Storm) เกิดจากความกดอากาศสูงเคลื่อนไปสู่บริเวณความ กดอากาศต่ำ ทำให้มวลอากาศร้อนบริเวณพื้นดินในบริเวณความกดอากาศต่ำลอยตัว สูงขึ้น เมื่อปะทะอากาศเย็นข้างบนจึงกลั่นตัวตกเป็นน้ำฝน

อย่างไรก็ตาม หากจะพิจารณาถึงตัวแปรของข้อมูลฝนที่สำคัญที่สุดในการออกแบบอาคารระบายน้ำ จะต้องพิจารณาข้อมูลค่าความเข้มฝน (Rainfall Intensity) ซึ่งหมายถึง ปริมาณฝนที่ตกในหนึ่งหน่วยเวลา มักนิยามวัดเป็นหน่วยความลึกต่อเวลา เช่น มิลลิเมตรต่อนาที หรือ มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งหากฝนที่ตกมีค่าความเข้มฝนมาก นั้นหมายถึง มีฝนตกหนักมาก และหากฝนที่ตกมีค่าความเข้มของฝนตกมากกว่าอัตราการซึมของน้ำที่ไหลลงไปในดินแล้ว ปริมาณฝนส่วนเกินก็จะไหลเป็นน้ำท่าที่ไหลบนผิวดิน หรือเป็นปริมาณน้ำท่วมนั่นเอง

โดยทั่วไป ค่าความเข้มฝนมักถูกนำไปใช้ในการคำนวณเทียบเป็นค่าสถิติของความน่าจะเป็นในการเกิดฝนที่ค่าความเข้มฝนต่างๆ (Return Period) กับระยะเวลาการตกของฝน (Duration Time) และสามารถนำมาแสดงในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) ช่วงเวลาของการตก (Duration) และความถี่ของการเกิด (Frequency) หรือที่เรียกว่ากราฟ Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve หรือ IDF Curve ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.1-4 ซึ่ง IDF Curve นี้ สามารถที่จะนำไปใช้ในการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดเพื่อการออกแบบขนาดของอาคารระบายน้ำได้ต่อไป



รูปที่ 2.1-4 ตัวอย่าง Rainfall Intensity-Duration-Frequency Curve หรือ IDF Curve
(PUB, Singapore National Water Agency, 2009)

(3) น้ำท่า (Runoff)

น้ำท่าเป็นข้อมูลที่สำคัญทางด้านอุทกวิทยาที่วิศวกรจะต้องทราบ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณขนาดอาคารระบายน้ำ โดยรูปแบบของข้อมูลน้ำท่าที่มักนำมาใช้ในการออกแบบอาคารระบายน้ำ มีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ ข้อมูลอัตราการไหล และข้อมูลกราฟน้ำท่า ซึ่งมีรายละเอียดอธิบายได้ดังนี้

1. ข้อมูลอัตราการไหล

ข้อมูลอัตราการไหลเป็นข้อมูลปริมาตรการไหลต่อหน่วยเวลา ซึ่งโดยทั่วไปมักอยู่ในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (CMS ในหน่วย SI) หรือลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที (CFS ในหน่วยอังกฤษ) ซึ่งโดยทั่วไปอัตราการไหลสามารถคำนวณได้จากสมการ

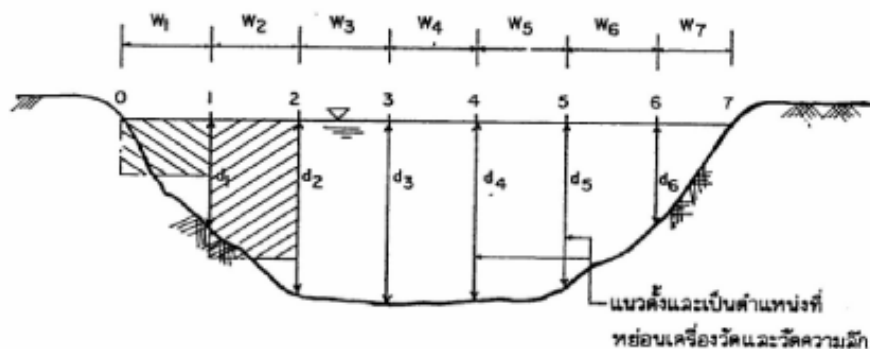
$$Q = AV$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล (ปริมาตร/เวลา)

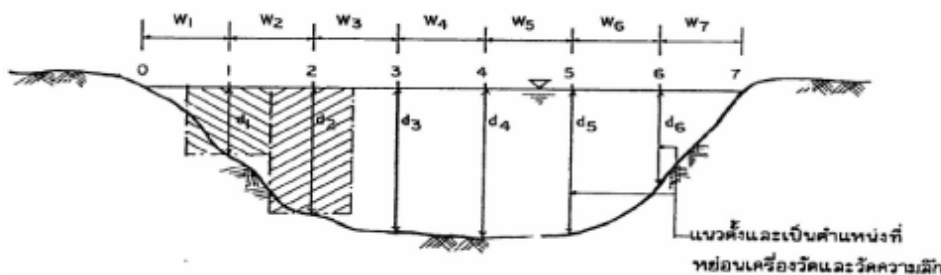
V = ความเร็วในการไหล (ระยะทาง/เวลา)

A = พื้นที่หน้าตัดการไหล (พื้นที่)

หากเป็นการไหลในลำน้ำ ค่าความเร็วในการไหลสามารถตรวจวัดได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เครื่องวัดกระแส (Current meter) โดยในการตรวจวัดจะมีการแบ่งพื้นที่หน้าตัดออกเป็นส่วนๆ ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธี Mean-Section และวิธี Mid-Section ซึ่งทั้ง 2 วิธีมีหลักการคล้ายกัน โดยมีจุดต่างกันที่การพิจารณาหน้าตัดในการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ 2.1-5 และ รูปที่ 2.1-6 โดยวิธีการคำนวณดังนี้



รูปที่ 2.1-5 การแบ่งพื้นที่ส่วนย่อยตามวิธี Mean-Section (สันติ, 2543)



รูปที่ 2.1-6 การแบ่งพื้นที่ส่วนย่อยตามวิธี Mid-Section (สันติ, 2543)

วิธี Mean-Section จะพิจารณาหน้าตัดระหว่างจุดที่ทำการวัดในการคำนวณ เช่น

- ช่วงที่ 1 ระหว่าง จุด 0 กับ จุด 1 ในรูปที่ 2.1-5

ความเร็วที่ใช้ในการคำนวณจะเป็นความเร็วเฉลี่ยของ จุด 0 กับ จุด 1

ส่วนพื้นที่หน้าตัดจะพิจารณาเป็นรูปสามเหลี่ยม $A_1 = 0.5 \times (0 + d_1) \times W_1$

- ช่วงที่ 2 ระหว่าง จุด 1 กับ จุด 2 ในรูปที่ 2.1-5

ความเร็วที่ใช้ในการคำนวณจะเป็นความเร็วเฉลี่ยของ จุด 1 กับ จุด 2

ส่วนพื้นที่หน้าตัดจะพิจารณาเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู $A_2 = 0.5 \times (d_1 + d_2) \times W_2$

วิธี Mid-Section จะพิจารณาหน้าตัด ณ จุดที่ทำการวัดในการคำนวณ เช่น

- **ช่วงที่ 1** เป็นจุด 1 ในรูปที่ 2.1-6

ความเร็วที่ใช้ในการคำนวณจะเป็นความเร็วของจุด 1

ส่วนพื้นที่หน้าตัดจะพิจารณาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า $A_1 = d_1 \times (W_1/2 + W_2/2)$

- **ช่วงที่ 2** ระหว่าง จุด 1 กับ จุด 2 ในรูปที่ 2.1-6

ความเร็วที่ใช้ในการคำนวณจะเป็นความเร็วของจุด 2

ส่วนพื้นที่หน้าตัดจะพิจารณาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า $A_2 = d_2 \times (W_2/2 + W_3/2)$

ในแต่ละตำแหน่งของการวัดความเร็วกระแสน้ำ ควรวัดที่ระดับความลึกหลายระดับ เพื่อนำมาเฉลี่ยเป็นความเร็ว ณ ตำแหน่งนั้น ซึ่งโดยทั่วไปมักจะทำการวัดความเร็วการไหลที่ระดับความลึกของน้ำ 3 ตำแหน่ง ดังนี้

- $V_{0.2}$ = ความเร็วที่ 0.2d วัดจากผิวน้ำ

- $V_{0.6}$ = ความเร็วที่ 0.6d วัดจากผิวน้ำ

- $V_{0.8}$ = ความเร็วที่ 0.8d วัดจากผิวน้ำ

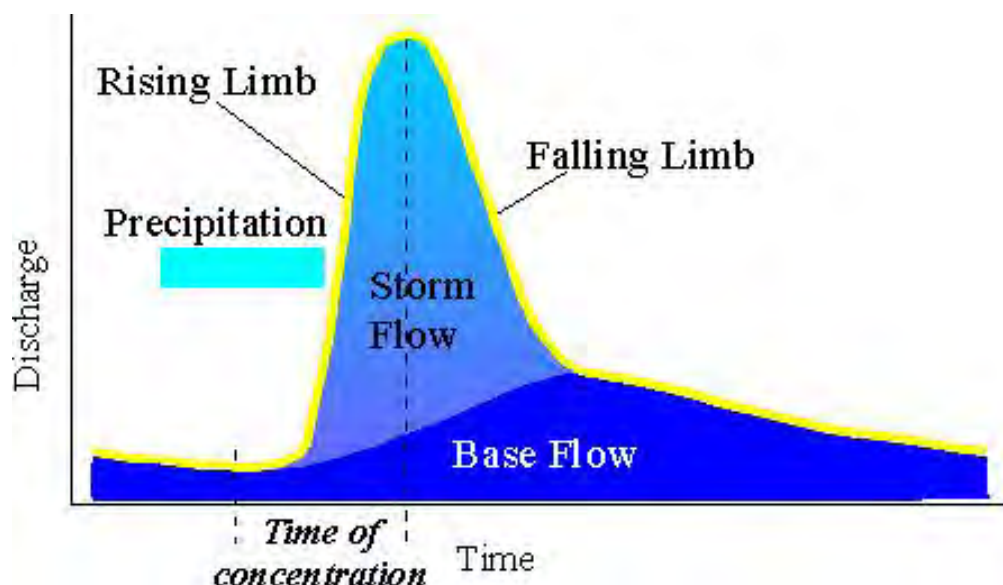
เมื่อ d คือ ความลึกน้ำของตำแหน่งที่ตรวจวัด

2. ข้อมูลกราฟน้ำท่า (Hydrograph)

กราฟน้ำท่า (Hydrograph) เป็นข้อมูลที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลตามเวลา ณ ตำแหน่งที่พิจารณาใดๆ ซึ่งโดยทั่วไปกราฟน้ำท่าจะประกอบด้วยกราฟไหล 2 ส่วน คือ การไหลของน้ำผิวดิน เรียกว่า Direct Runoff (หรือ Quickflow) และน้ำที่ไหลจากใต้ผิวดิน เรียกว่า Baseflow (ดังแสดงในรูปที่ 2.1-7) ซึ่งอธิบายความหมายได้ดังนี้

- **Direct Runoff** นั้นส่วนใหญ่เป็นน้ำฝนที่ตกลงมาและไหลไปตามผิวดิน (Surface Runoff) นอกจากนี้ ยังรวมถึงน้ำฝนที่ตกลงในลำน้ำโดยตรง และน้ำไหลใต้ผิวดินบางส่วนที่ไหลผิวดินขึ้นมา โดยการเกิดของ Direct Runoff นั้นอาจเกิดขึ้นทันทีเมื่อฝนเริ่มตกหรือหลังจากฝนตกไม่นาน และเพิ่มปริมาณจนถึงจุดสูงสุด จากนั้นจะค่อยๆ ลดลง โดยปริมาณน้ำสูงสุดนั้นอาจเกิดขณะฝนกำลังตกก็ได้หากฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน แต่โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นหลังจากฝนหยุดตกไประยะหนึ่งเนื่องจากน้ำจากจุดต่างๆ ในพื้นที่จะต้องใช้เวลาระยะหนึ่งในการไหลมารวมตัวกันที่ทางออก ซึ่งระยะเวลาขึ้นอยู่กับขนาดและลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ของลุ่มน้ำ

- **Baseflow** เป็นน้ำที่ไหลมาทางใต้ดินซึ่งไหลได้ช้ากว่า เวลาในการเดินทางจากจุดที่ฝนตกลงมาจนกระทั่งถึงทางออกของกลุ่มน้ำ อาจเป็นระยะเวลาหลายวันจนกระทั่งเป็นปี ปริมาณของน้ำส่วนนี้ในลำน้ำค่อนข้างจะคงที่โดยมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล



รูปที่ 2.1-7 องค์ประกอบของกราฟน้ำท่า

(<https://nrcca.cals.cornell.edu/soil/CA6/CA0658.php>)

ในการนำกราฟน้ำท่าไปประยุกต์ใช้เพื่อการออกแบบอาคารระบายน้ำนั้น สามารถใช้ข้อมูลกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดโดยตรง หากบริเวณที่ต้องการก่อสร้างอาคารระบายน้ำมีสถานีวัดน้ำท่า แต่หากไม่มีสถานีตรวจวัดก็จำเป็นที่จะต้องมีการสร้างกราฟน้ำท่าขึ้นมา ซึ่งการสร้างกราฟน้ำท่าเพื่อการออกแบบอาคารระบายน้ำนั้น จะต้องเริ่มจากการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph) จากนั้นจึงนำกราฟหนึ่งหน่วยน้ำทาดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลฝน เพื่อการคาดการณ์ปริมาณน้ำนองหรือปริมาณน้ำที่ใช้ในการออกแบบอาคารระบายน้ำต่อไปได้

(4) การคำนวณอัตราการไหลสูงสุด

อัตราการไหลสูงสุดเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการออกแบบอาคารระบายน้ำ เนื่องจากเป็นตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดขนาดของอาคารระบายน้ำ กล่าวคือขนาดของอาคารระบายน้ำที่ทำการออกแบบจะต้องสามารถรองรับปริมาณการไหลด้วยอัตราการไหลสูงสุดที่กำหนดได้ ซึ่งวิธีการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดในปัจจุบันมีด้วยกันหลายวิธีดังนี้

1. วิธี Rational Formula
2. วิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph)
3. วิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสังเคราะห์ (Synthetic Unit Hydrograph) ด้วยวิธีของ Snyder
4. วิธีกราฟความถี่น้ำท่วมเชิงภูมิภาค Regional Flood Frequency Analysis สำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย
5. วิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าด้วยวิธี SCS
6. วิธี Slope-Area Method

โดยรายละเอียดของวิธีการคำนวณอัตราการไหลสูงสุด ตามที่กล่าวข้างต้น สามารถแสดงได้ดังนี้

1. วิธี Rational Method

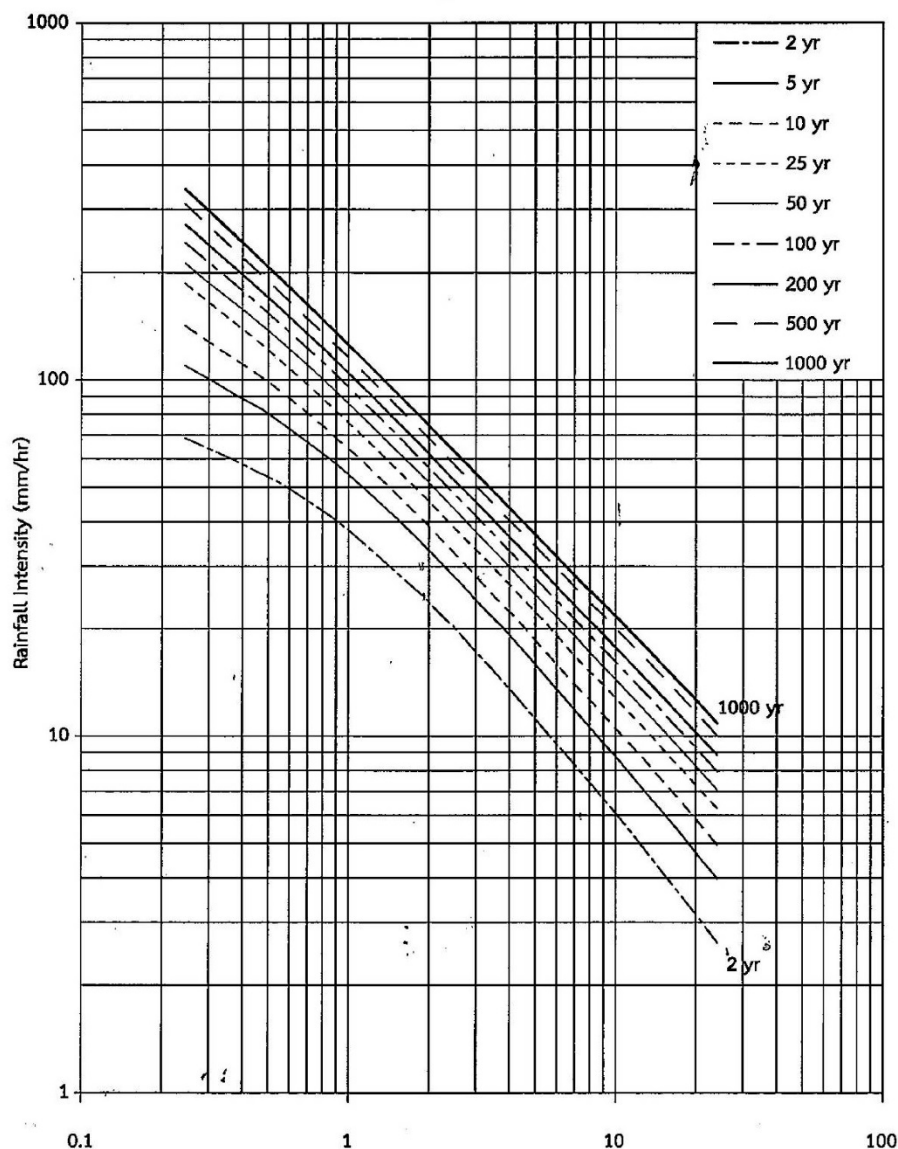
วิธีการนี้เป็นการหาอัตราการไหลสูงสุดของน้ำ โดยคิดจากปริมาณน้ำฝนส่วนเกินที่ตกลงในพื้นที่รับน้ำ (ปริมาณน้ำฝนที่เหลือจากการระเหย การซึมลงดิน การคายระเหย การอุ้มและเก็บกัก อยู่ในแอ่งน้ำต่างๆ) โดยมีสมมติฐานว่า การตกของฝนมีความเข้มสม่ำเสมอกระจายทั่วพื้นที่รับน้ำฝน ตลอดช่วงเวลาของฝนตกที่พิจารณา ซึ่งด้วยสมมติฐานดังกล่าว เป็นเหตุให้สูตรนี้เหมาะสมกับการคำนวณอัตราการไหลของน้ำกรณี queพื้นที่รับน้ำขนาดไม่ใหญ่มากนัก เพราะยังพื้นที่รับน้ำมีขนาดใหญ่ การกระจายของฝนในพื้นที่รับน้ำก็ยิ่งแตกต่างกัน ความถูกต้องของการคำนวณก็จะยิ่งน้อยลงวิธี Rational Formula เป็นวิธีที่ใช้อย่างแพร่หลายทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศสำหรับหน่วยงานต่างๆ ในประเทศไทยกำหนดให้ใช้สูตรนี้ ในกรณีที่พื้นที่รับน้ำฝนไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร

การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดสามารถหาได้ ตามสมการต่อไปนี้

$$Q = 0.278 CIA$$

- เมื่อ Q = อัตราการไหลสูงสุดของน้ำ ณ จุดที่พิจารณา มีหน่วยเป็น ลบ.ม/วินาที
 C = สัมประสิทธิ์น้ำท่า (Coefficient of Runoff) ขึ้นกับลักษณะของพื้นที่รับน้ำฝน
 I = ความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/ชั่วโมง
 A = พื้นที่รับน้ำฝน มีหน่วยเป็น ตารางกิโลเมตร สามารถหาได้จากการแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนในแผนที่เส้นชั้นความสูง หรือแผนที่แสดงโครงสร้างทางน้ำ

สำหรับค่าความเข้มของฝนได้จากกราฟความเข้มของฝน ซึ่งเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของฝน (Intensity) กับช่วงเวลาที่ฝนตก (Duration) โดยสร้างขึ้นจากการวิเคราะห์ความถี่การตกของฝน (Frequency Analysis) ที่ระดับความเข้มและช่วงเวลาต่างๆ จึงมักเรียกกราฟนี้ว่า IDF Curve ซึ่งในการจัดทำกราฟความเข้มของฝนดังกล่าว จำเป็นจะต้องมีข้อมูลน้ำฝนที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานหลายปี โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องน้ำโดยตรง ได้แก่ กรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิต และกรมพัฒนาพลังงาน ได้จัดทำ IDF Curve ของสถานีน้ำฝนต่างๆ ซึ่งกระจายอยู่ในพื้นที่ทั่วประเทศ โดยตัวอย่างของ IDF Curve ดังแสดงในรูปที่ 2.1-8 ซึ่งในการคำนวณอัตราการไหลของน้ำ วิศวกรต้องเลือกใช้กราฟน้ำฝนของสถานีวัดที่อยู่ใกล้โครงการมากที่สุด



รูปที่ 2.1-8 ตัวอย่างของ IDF Curve

สำหรับการหาค่าความเข้มของฝน (I) จากกราฟจำเป็นต้องทราบค่าตัวแปรต่อไปนี้คือ

- รอบปีการเกิดซ้ำของน้ำฝน (Return period) ที่ใช้ในการออกแบบซึ่งกำหนดตามหลักเกณฑ์ที่กล่าวแล้วข้างต้น
- ช่วงเวลาการตกของฝน (Duration) ที่ใช้การคำนวณกำหนดให้เท่ากับช่วงเวลาที่มีน้ำฝนส่วนเกินที่ตกในพื้นที่รับน้ำไหลมารวมพร้อมกัน ณ จุดที่ตั้งของอาคารระบายน้ำที่พิจารณาออกแบบ (Time of Concentration) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

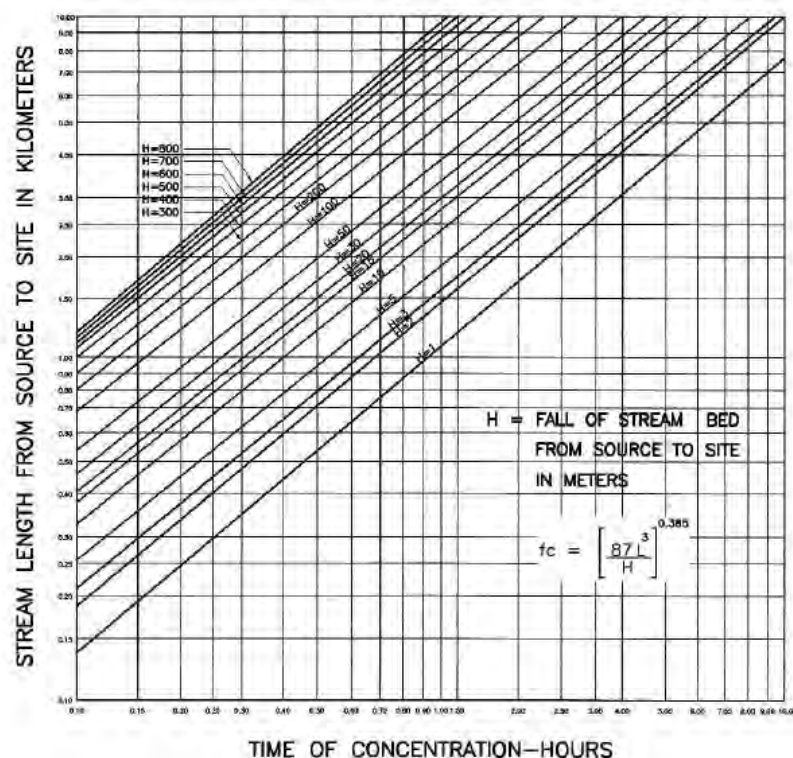
$$T_c = \left[\frac{0.87L^3}{H} \right]^{0.385}$$

เมื่อ T_c = Time of Concentration มีหน่วยเป็นชั่วโมง

L = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่ จากจุดไกลที่สุดบนสันปันน้ำถึงตำแหน่ง
ที่พิจารณาออกแบบอาคารระบายน้ำมีหน่วยเป็นกิโลเมตร

H = ความแตกต่างระหว่างระดับพื้นที่จุดไกลสุดบนสันปันน้ำกับระดับ
ที่ตำแหน่งอาคารระบายน้ำที่พิจารณามีหน่วยเป็นเมตร

ทั้งนี้ ค่า T_c ตามสมการดังกล่าวสามารถอ่านค่าได้จากกราฟในรูปที่ 2.1-9 หากทราบ
ความยาวลำน้ำจนถึงตำแหน่งที่พิจารณาและความแตกต่างระหว่างระดับพื้นที่จุด
ไกลสุดบนสันปันน้ำกับระดับที่ตำแหน่งอาคารระบายน้ำ



รูปที่ 2.1-9 กราฟแสดงการประเมินค่า TC

นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณค่า T_c ได้จากสมการอื่นดังตารางที่ 2.1-1 เนื่องจากความลาดชันของพื้นที่รับน้ำฝนตามแนวทางการไหลของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงๆ โดยมากมักมีความลาดชันสูงบริเวณต้นน้ำและมีความลาดชันน้อยลงเมื่อระยะทางน้ำไหลที่มีความลาดชันใกล้เคียงกันแล้วนำค่า T_c ของแต่ละช่วงมารวมกัน

ตารางที่ 2.1-1 สมการที่ใช้คำนวณเวลาการไหลรวมตัวของน้ำท่า (Time of concentration, t_c)

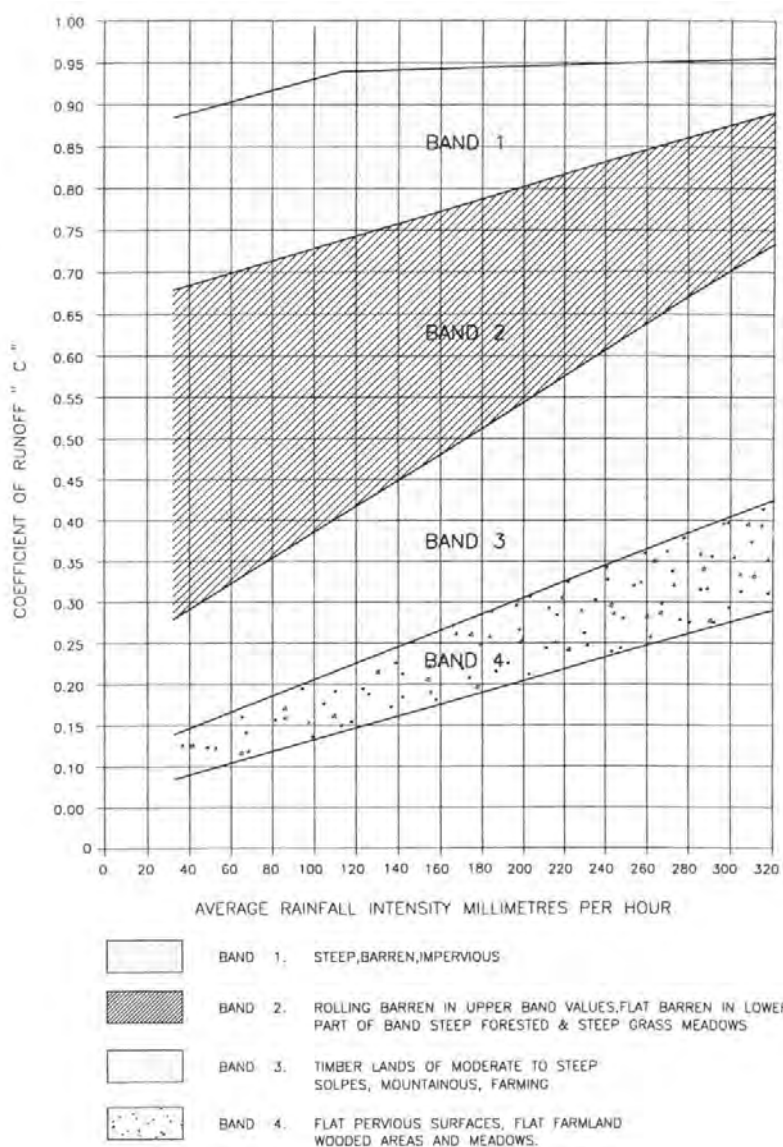
Method and date	Formula for t_c (min)
Kirpich (1940)	$T_c = 0.0078L^{0.77} S^{-0.385}$ $L = \text{Length of channel/ditch from headwater to outlet, ft}$ $S = \text{Average watershed slope, ft/ft}$
USBR Design of Small Dams (1973)	$T_c = 60(11.9L^{3/4}/H)^{0.385}$ $L = \text{Length of longest watercourse, mi}$ $H = \text{Elevation difference between divide and outlet, ft}$
Izzard (1946)	$T_c = \frac{41.025(0.0007i + \alpha L)^{0.33}}{S^{0.33} i^{0.667}}$ $i = \text{Rainfall intensity, in/hr}$ $c = \text{Retardance coefficient}$ $L = \text{Length of flow path, ft}$ $S = \text{Slope of flow path, ft/ft}$
Federal Aviation Administration (1970)	$T_c = 1.8(1.1 - c)L^{0.50} S^{0.333}$ $C = \text{Rational method runoff coefficient}$ $L = \text{Length of overland flow, ft}$ $S = \text{Surface slope, \%}$
ASCE Kinematic Wave Morgali and Linsley (1965)	$T_c = \frac{0.94L^{0.6} n^{0.6}}{(i^{0.4} S^{0.3})}$ $L = \text{Length of overland flow, ft}$ $n = \text{Manning roughness coefficient}$ $i = \text{Rainfall intensity, in/hr}$ $S = \text{average overload slope, ft/ft}$
SCS Lag Equation (1972)	$t_c = \frac{1.67L^{0.8} / [(1000/CN) - 9]^{0.6}}{1900^{0.5}}$ $L = \text{Hydraulic length of watershed (longest flow path), ft}$ $CN = \text{SCS runoff curve number}$ $S = \text{Average watershed slope, \%}$
SCS Average Velocity (1975)	$t_c = \frac{1}{60} \sum \frac{L}{V}$ $L = \text{Length of flow path}$ $V = \text{Average velocity in feet per second}$

การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดโดยวิธี Rational Formula เป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย แต่ความถูกต้องแม่นยำของการคำนวณขึ้นอยู่กับความถูกต้องของการเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าหรือค่า C ซึ่งเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนที่รวมเป็นน้ำท่า ไหลออกจากพื้นที่รับน้ำที่พิจารณาโดยค่า C จะแปรเปลี่ยนตามเงื่อนไขของพื้นที่รับน้ำ ซึ่งขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ความลาดเอียงของพื้นที่รับน้ำชนิดและความลึกของชั้นดิน ชนิดและความหนาแน่นของพืชปกคลุมดินการใช้พื้นที่ (Land Used) การเก็บกักภายในพื้นที่รับน้ำ (Surface Storage) รวมทั้งความเข้มและความต่อเนื่องของฝน ดังนั้น จึงเป็นเรื่องค่อนข้างยากในการเลือกใช้ค่า C ที่เหมาะสม มีหลายหน่วยงานได้เสนอแนวทางในการเลือกใช้ค่า C ทั้งในรูปแบบของกราฟและตาราง ได้แก่ กราฟสัมประสิทธิ์ของน้ำท่า (Runoff Coefficient) ตามรูปที่ 2.1-10 ซึ่งกรมทางหลวงได้ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบมานาน โดยกราฟดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่ากับความเข้มของฝน สำหรับพื้นที่รับน้ำที่มีลักษณะแตกต่างกัน 4 แบบ ซึ่งพื้นที่รับน้ำแต่ละแบบจะมีช่วงของค่า C ที่มีความแตกต่างกันระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดมากพอสมควร ดังนั้นกราฟดังกล่าวจึงควรใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับเลือกช่วงของค่า C ควรใช้ข้อมูลอื่นประกอบในการเลือกค่า C ที่ใช้ในการคำนวณ เช่น ชนิดของดิน ชนิดและความหนาแน่นของพืชปกคลุมดิน ปริมาณการเก็บกักตามแอ่งน้ำธรรมชาติและที่สร้างขึ้น เป็นต้น

นอกจากนั้นแล้ว ยังมีการเสนอแนวทางการประเมินค่า C โดย Chow et al (1988) ดังตารางที่ 2.1-2 ซึ่งมีการแบ่งคุณลักษณะของพื้นผิวพื้นที่รับน้ำฝนที่ละเอียดมากขึ้น โดยค่า C จะขึ้นอยู่กับรอบการเกิดซ้ำของฝนที่เลือกใช้ด้วย อย่างไรก็ตามควรจะนำข้อมูลชนิดของดิน และปริมาณเก็บกักมาพิจารณาปรับค่าที่ได้จากตารางนี้ด้วย

หน่วยงาน Soil Conservation Service (scs) สหรัฐอเมริกาได้ศึกษาค่า C โดยแบ่งดินชนิดต่างๆ เป็น 4 กลุ่ม ตามตารางที่ 2.1.-3 และได้เสนอค่า C สำหรับดินกลุ่ม B ซึ่งเป็นพื้นที่การเกษตร ดังตารางที่ 2.1-4 ส่วนค่า C สำหรับดินกลุ่มอื่น คือกลุ่ม A กลุ่ม C และกลุ่ม D หาได้โดยการคูณด้วยแฟคเตอร์ ตามตารางที่ 2.1-5

การเลือกใช้ค่า C จากตารางหรือกราฟใดนั้นวิศวกรผู้ออกแบบควรพิจารณาถึงข้อมูลเงื่อนไข ลักษณะของพื้นที่รับน้ำที่มีว่ามีความสอดคล้องกับการใช้ตารางหรือกราฟใด



รูปที่ 2.1-10 กราฟการประเมินสัมประสิทธิ์ของน้ำท่า (Runoff Coefficient)



ตารางที่ 2.1-2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การไหลออกที่ใช้ในสูตร Rational Formula

คุณลักษณะของพื้นผิว	รอบปีการเกิดซ้ำ - ปี						
	2	5	10	25	50	100	500
พื้นที่พัฒนา							
ลาดยาง	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
คอนกรีต/หลังคา	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
พื้นที่หญ้า (สนาม, สวนสาธารณะ เหล่านี้เป็นต้น)							
สภาพเลว (สนามหญ้าคลุมน้อยกว่า 50% ของพื้นที่)							
1) เรียบ 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
2) เฉลี่ย 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
3) ขึ้นเกิน 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
สภาพค่อนข้างดี (หญ้าปกคลุมน้อยกว่า 50% - 75% ของพื้นที่)							
1) เรียบ 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
2) เฉลี่ย 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
3) ขึ้นเกิน 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
สภาพดี (หญ้าปกคลุมน้อยกว่า 75% ของพื้นที่)							
1) เรียบ 0-2%	0.21	0.23	0.35	0.29	0.32	0.36	0.49
2) เฉลี่ย 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
3) ขึ้นเกิน 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
พื้นที่ยังไม่พัฒนา							
พื้นที่เพาะปลูก							
1) เรียบ 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
2) เฉลี่ย 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
3) ขึ้นเกิน 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
ทุ่งหญ้า / ทุ่งหญ้าปศุสัตว์							
1) เรียบ 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
2) เฉลี่ย 2-7%	0.33	0.39	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
3) ขึ้นเกิน 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
ป่าโปร่ง / ป่าละเมาะ							
1) เรียบ 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
2) เฉลี่ย 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
3) ขึ้นเกิน 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

ตารางที่ 2.1-3 แสดงการให้ค่าจำกัดความการแบ่งชนิดของดินตามแนวทางของ SCS Hydrologic Soil Groups

Soil Group	Description	Final Infiltration Rate (mm/h)	Soil Texture
A	Lowest runoff potential. Includes deep sands with very little silt and clay, also deep, rapidly permeable loess.	8-12	Sand, Loamy sand, Sand loam
B	Moderately low runoff potential. Mostly sandy soils less deep than A, and loess deep or less aggregated than A, but the group as a whole has above – average infiltration after thorough wetting	4-8	Silt loam, loam
C	Moderately high runoff potential. Comprises shallow soils and soil containing considerable clay and colloids, though less than those of group D. The group has below – average infiltration after presaturation.	1-4	Sandy clay Loam
D	Highest runoff potential. Includes mostly clays of high swelling percent, but the group also includes some shallow soils with nearly impermeable subhorizons near the surface	0-1	Clay loam, Silty clay Loam Sandy clay, Silty clay clay

ตารางที่ 2.1-4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าสำหรับดิน Group B

Crop and Hydrologic Condition mm/h	Coefficient C for Rainfall Rates of		
	25 mm/h	100 mm/h	200mm/h
Row crop , poor practice	0.63	0.65	0.66
Row crop , good practice	0.47	0.56	0.63
Small grain , poor practice	0.38	0.38	0.38
Small grain , good practice	0.18	0.21	0.22
Meadow , rotation , good	0.29	0.36	0.39
Pasture , permanent , good	0.02	0.17	0.23
Woodland , mature , good	0.02	0.01	0.15

ตารางที่ 2.1-5 แสดงค่า Conversion Factor สำหรับ Hydrologic Soil Groups A, C, and D

Crop and Hydrologic Condition	Factors for Converting C for Groups A, C, and D		
	Group A	Group C	Group D
Row crop , poor practice	0.89	1.09	1.12
Row crop , good practice	0.86	10.9	1.14
Small grain , poor practice	0.86	1.11	1.16
Small grain , good practice	0.84	1.11	1.16
Meadow , rotation , good	0.81	1.13	1.18
Pasture , permanent , good	0.64	1.21	1.31
Woodland , mature , good	0.45	1.27	1.4

การหาค่า C ในกรณีที่สภาพพื้นที่ภายในพื้นที่รับน้ำฝนมีความแตกต่างกัน เช่น ความลาดชัน ชนิดของดิน การใช้พื้นที่ และพืชปกคลุม เป็นต้น ควรแบ่งพื้นที่รับน้ำฝนเป็นพื้นที่ย่อย ค่า C เฉลี่ยของพื้นที่รับน้ำทั้งหมดได้จากการเฉลี่ยค่า C ของพื้นที่ย่อยตามน้ำหนักขนาดของพื้นที่ย่อยดังนี้

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{A_{Total}}$$

$$= \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots + C_n A_n}{A_{Total}}$$

เมื่อ C_i = สัมประสิทธิ์น้ำท่าสำหรับพื้นที่ย่อยใดๆ

A_i = ขนาดของพื้นที่รับน้ำย่อยใดๆ

n = จำนวนพื้นที่ย่อย

2. วิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph)

กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า คือ กราฟน้ำท่าผิวดินที่เกิดจากฝนสุทธหรือฝนส่วนเกิน 1 หน่วย ซึ่งแผ่กระจายสม่ำเสมอบนพื้นที่ลุ่มน้ำด้วยอัตราการตกคงที่ในช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งในกรณีของประเทศไทย กรมชลประทานได้ทำการวิเคราะห์ และรวบรวมกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของกลุ่มน้ำต่างๆ ตามเอกสาร Hydrology No.1502/08 ฉบับปรับปรุงแก้ไขซึ่งดำเนินการโดยส่วนอุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ เมื่อปี 2552 โดยเป็นความสัมพันธ์ของช่วงเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (T_p) และความสัมพันธ์ของปริมาณการไหลสูงสุด (Q_p) กับตัวแปรต่างๆ ของกลุ่มน้ำและลำน้ำ ดังสมการต่อไปนี้

$$T_p = a(LL_c / \sqrt{S})^b$$

$$Q_p/A = C(T_p)^d$$

เมื่อ T_p = เวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของน้ำท่า (ชั่วโมง)

Q_p = ปริมาณการไหลสูงสุดของน้ำท่าของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (ลูกบาศก์เมตร/วินาที/มิลลิเมตร)

L = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ (กิโลเมตร)

L_c = ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงจุดที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของกลุ่มน้ำมากที่สุด (กิโลเมตร)

S = ความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำสายใหญ่

A = ขนาดของพื้นที่รับน้ำ (ตารางกิโลเมตร)

a, b, c, d = ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชัน ซึ่งจะต้องคำนวณหาจากข้อมูลที่มีอยู่จริงในแต่ละลุ่มน้ำ

โดยค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวข้างต้น ได้แก่ ค่าพื้นที่รับน้ำฝน (A) ค่าความยาวลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ (L) ค่าความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำสายใหญ่ (S) หาได้จากการวัดในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

สำหรับค่าเวลาเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (T_p) และค่าปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Q_p) หาได้จากข้อมูลที่ตรวจวัดได้จริงของแต่ละสถานี

จากพารามิเตอร์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่คำนวณได้จากสมการทั้ง 2 นำไปประยุกต์กับกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าแบบไร้มิติ (Dimensionless) ก็สามารถคำนวณกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าของพื้นที่รับน้ำฝนของกลุ่มน้ำย่อยได้ ซึ่งกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าแบบไร้มิติ (Dimensionless) ของสถานีสำรวจอุทกวิทยา ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1-6

ตารางที่ 2.1-6 ความสัมพันธ์ระหว่าง T_p และ LL_c/S และความสัมพันธ์ระหว่าง Q_p/A และ T_p ของสำหรับกลุ่มน้ำต่างๆ

ลำดับ	ลุ่มน้ำ	จำนวนสถานี ที่ใช้วิเคราะห์	$T_p = a(LL_c / \sqrt{S})^b$			$Q_p/A = c(T_p)^d$		
			a	b	r^2	c	d	r^2
1	ปิง	11	0.5924	0.3108	0.7246	0.2094	-1.0018	0.8893
2	วัง	5	0.0396	0.5573	0.8717	0.3202	-1.1688	0.9154
3	ยม	5	1.6375	0.2377	0.7448	0.2385	-1.0291	0.8666
4	น่าน	5	4.4121	0.1560	0.8190	1.6160	-1.6074	0.8390
5	โขง	12	0.2837	0.3979	0.6433	0.2175	-1.0008	0.7821
6	ชี	7	0.0092	0.7214	0.9614	0.1625	-0.9550	0.9542
7	มูล	11	0.1909	0.5293	0.7052	0.2434	-0.9887	0.8272
8	ป่าสัก	7	0.0234	0.6820	0.881	0.1095	-0.7042	0.6753
9	ภาคตะวันออก	13	0.7731	0.3433	0.7451	0.1803	-0.9535	0.9022
10	ภาคตะวันตก	11	1.3152	0.2621	0.7117	0.1662	-0.8747	0.5752
11	ภาคใต้	17	1.2636	0.2956	0.5804	0.5379	-1.2642	0.8590

ขั้นตอนการหาอัตราการไหลสูงสุดด้วยวิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า มีดังนี้

- หาข้อมูลตัวแปรที่ต้องใช้ คือ
 - A หน่วยเป็น ตารางกิโลเมตร
 - L หน่วยเป็น กิโลเมตร
 - L_c หน่วยเป็น กิโลเมตร
 - S ความลาดเทของลำน้ำหลัก
 - I ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันในพื้นที่ลุ่มน้ำ (มม.) จะใช้ฝนสูงสุด (มม./ชม.) ตามรอบ Return Period ที่ต้องการคำนวณ

- คำนวณค่า T_p จากสมการ T_p ของแต่ละลุ่มน้ำ เช่น ลุ่มน้ำปิง $T_p = 0.5924(LL_c\sqrt{s})^{0.3108}$
- คำนวณค่าอัตราการไหลสูงสุดของฝนหนึ่งหน่วย Q_p จากสมการกราฟน้ำท่าหนึ่งหน่วยของแต่ละลุ่มน้ำ เช่น ลุ่มแม่น้ำปิง $Q_p = A \times 0.2094 \times (T_p)^{-1.0018}$
- หาช่วงเวลาการตกของฝนวิกฤติ (Duration, T_r) โดยหาได้จาก 2 สมมติฐาน คือ
 - ช่วงเวลาการตกของฝนวิกฤติ เท่ากับช่วงเวลาการไหลรวมของน้ำ (Time of Concentration) ซึ่งสามารถหาได้จากสูตรการหาค่า T_c ที่กล่าวถึงแล้วข้างต้น
 - ให้ช่วงเวลาการตกของฝน $T_r = T_p/5.5$ เลือกใช้ค่า T_r ที่น้อยกว่า
- นำค่า T_r ที่ได้ไปหาค่าความเข้มของฝน (I) ในรอบปีที่ใช้ออกแบบ จาก IDF Curve
- หาค่าวิกฤติฝน $I_r = I \times T_r$
- หาค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่าจากปริมาณฝนรวม (ฝนเฉลี่ยรายวัน) เช่น ลุ่มน้ำยม $Co = 0.1787 RF + 3.8849$ $Co = \dots\dots\dots\%$
- หาค่าปริมาณน้ำฝนใช้การ $= Co \times I_r$
- อัตราการไหลสูงสุด $= (Co \times I_r) \times Q_p$ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

สำหรับข้อจำกัดในการใช้ Unit Hydrograph ในการประเมินอัตราการไหลสูงสุด คือ

- พื้นที่ลุ่มน้ำ ไม่ควรเกิน 10,000 ตารางกิโลเมตร
- ด้านเหนือน้ำ ต้องไม่มีอ่างเก็บน้ำ หรือฝายขนาดใหญ่

ทั้งนี้ข้อมูลที่ต้องมี (ณ จุดที่ตั้งที่ต้องการหาปริมาณอัตราการไหลสูงสุดและปริมาตรน้ำนอง) ได้แก่

- ขนาดพื้นที่รับน้ำฝน (A) - ตารางกิโลเมตร
- ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดที่พิจารณาถึงจุดไกลสุดบนสันปันน้ำ (L) - กิโลเมตร
- ความยาวตามลำน้ำสายใหญ่จากจุดที่พิจารณาถึงจุดบนลำน้ำที่ใกล้จุดศูนย์ถ่วงของลุ่มน้ำมากที่สุด (L_c) กิโลเมตร
- ความลาดเทเฉลี่ยของลำน้ำสายใหญ่ (S)
- ปริมาณน้ำฝนรายวันเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำ - มิลลิเมตร (ช่วงเหตุการณ์ที่ต้องการประเมิน)

3. วิเคราะห์ความถี่น้ำท่วมเชิงภูมิภาค (Regional Flood Frequency Analysis)

การวิเคราะห์อัตราการไหลสูงสุดด้วยวิธีกราฟความถี่น้ำท่วมเชิงภูมิภาคสำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย ที่ใช้ในคู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำและป้องกันการกัดเซาะในงานทางหลวง กรมทางหลวง ได้อ้างอิงมาจากเอกสารทางวิชาการ Hydrology No.1356/02 ซึ่งจัดทำโดยส่วนอุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาบริหารน้ำ ซึ่งพื้นที่ลุ่มน้ำที่ทำการศึกษาคือพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศไทย โดยแบ่งออกเป็นภาคใหญ่ 6 ภาค ตามลักษณะภูมิประเทศ คือ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ ซึ่งในแต่ละภาคยังแบ่งย่อยตามพื้นที่ลุ่มน้ำหลักอีกหลายลุ่มน้ำ ดังนี้

- ภาคเหนือแบ่งเป็นลุ่มน้ำหลัก 7 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำอิง และลุ่มน้ำสาละวิน
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งเป็น 3 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำชี และลุ่มน้ำมูล
- ภาคกลาง แบ่งเป็น 4 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำสะแกกรัง ลุ่มน้ำป่าสัก และลุ่มน้ำท่าจีน
- ภาคตะวันออก แบ่งเป็น 4 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำปราจีน ลุ่มน้ำโตนเลสาบ (ทะเลสาบเขมร) และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก
- ภาคตะวันตก แบ่งเป็น 4 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มแม่น้ำกลอง ลุ่มแม่น้ำเพชรบุรี ลุ่มแม่น้ำปราณบุรี และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก
- ภาคใต้ แบ่งเป็น 4 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ลุ่มน้ำตาปี และลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

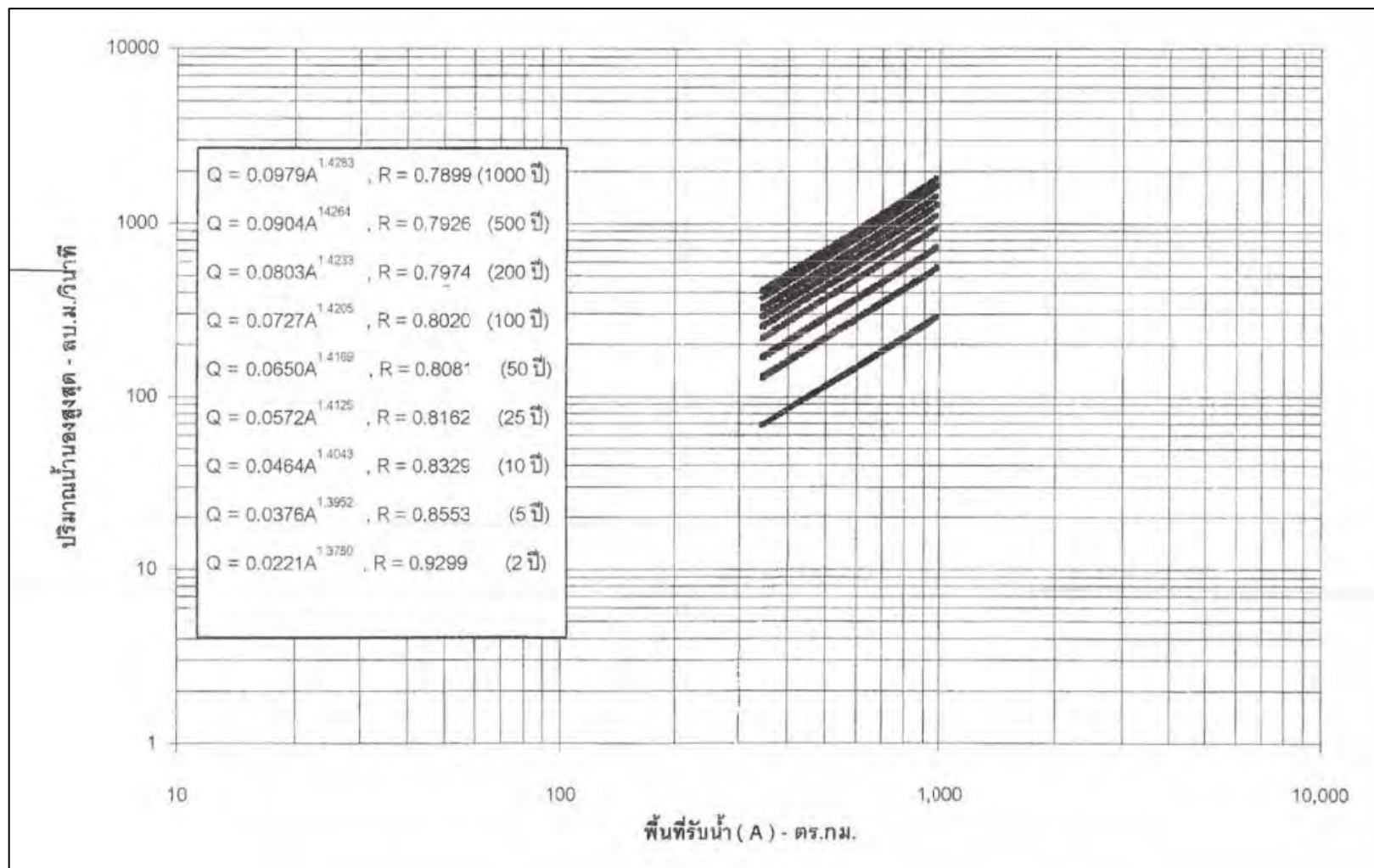
สำหรับการหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลสูงสุดของน้ำในรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ (Q_{Tr}) กับพื้นที่ลุ่มน้ำ (A) นั้น ดำเนินการโดยการวิเคราะห์ตัวแปรความสัมพันธ์แบบถดถอย (Regression) ในรูปสมการต่อไปนี้

$$Q_{Tr} = aA^b$$

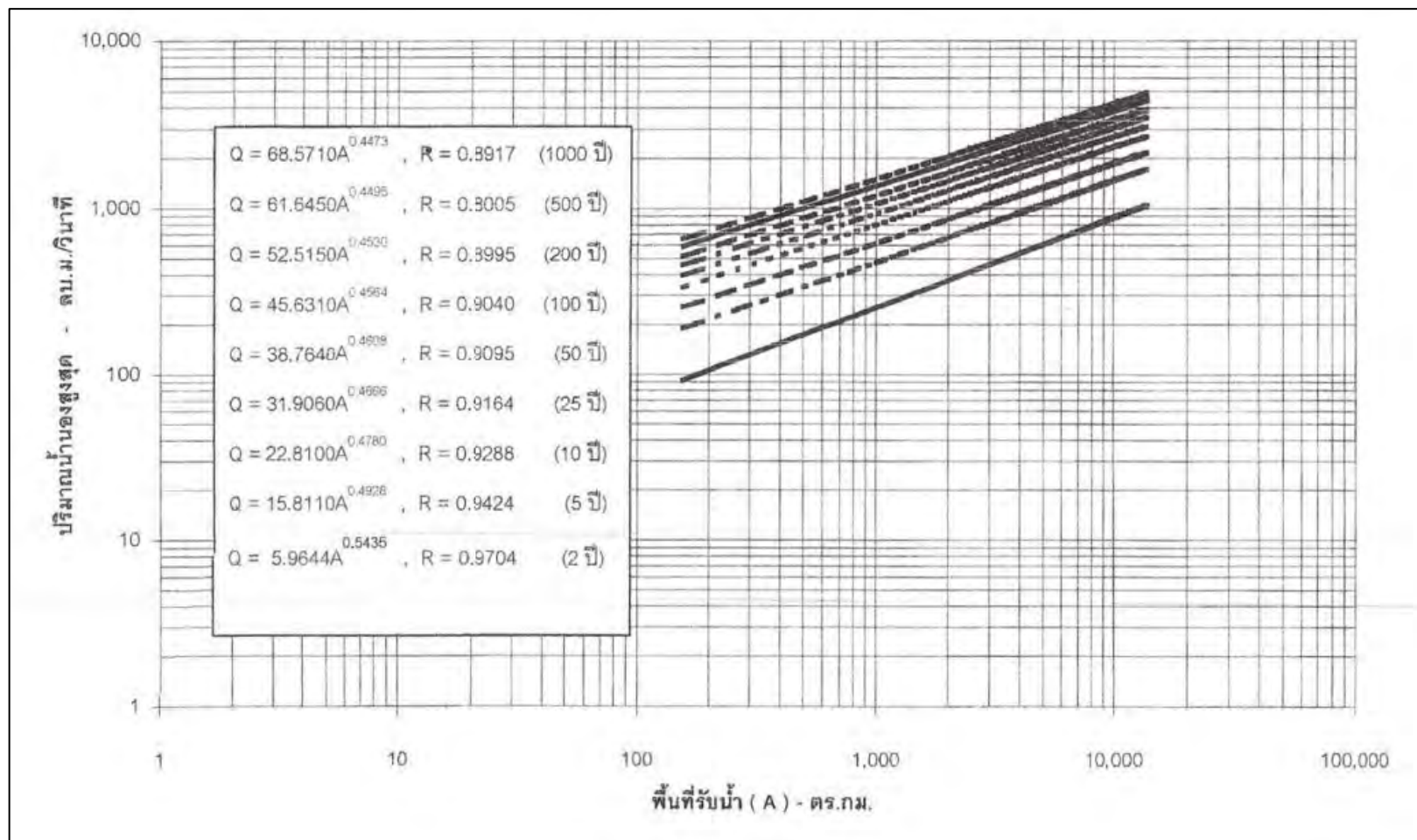
เมื่อ Q_{Tr} = พื้นที่ลุ่มน้ำ หน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

a, b = สัมประสิทธิ์สมการถดถอย

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลสูงสุด (Q_T) กับพื้นที่รับน้ำ (A) สำหรับ
ลุ่มน้ำต่างๆ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.1-11 และ รูปที่ 2.1-12 ซึ่งวิธีการประเมิน
วิศวกรผู้ออกแบบเพียงกำหนดค่าพื้นที่รับน้ำของตำแหน่งที่ต้องการคำนวณอัตราการ
ไหลสูงสุด จากนั้นพิจารณาว่าพื้นที่ศึกษาอยู่ในลุ่มน้ำใด ก็ให้แทนค่าขนาดพื้นที่รับน้ำ
ไปในสมการความสัมพันธ์แบบถดถอย (Regression) ของลุ่มน้ำนั้นตามรอบปีการเกิดซ้ำ
ที่ใช้ในการออกแบบ ก็จะสามารถประเมินอัตราการไหลสูงสุดสำหรับการออกแบบได้



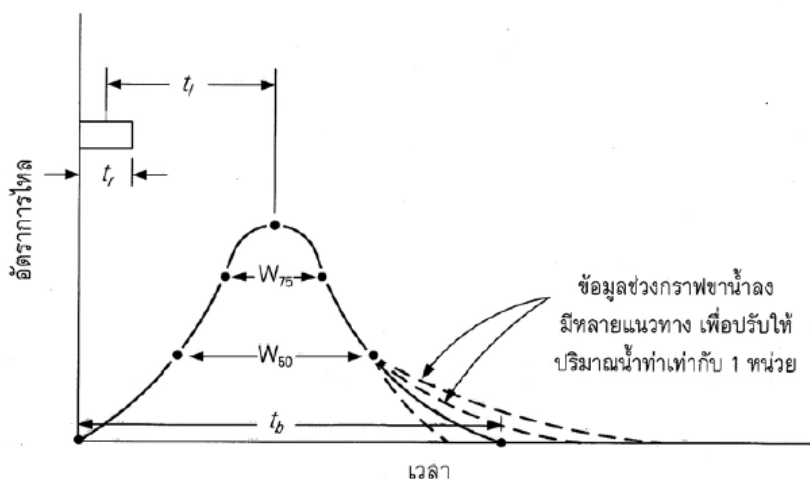
รูปที่ 2.1-11 ตัวอย่างของกราฟความถี่น้ำท่วมเชิงภูมิภาค ของลุ่มน้ำปิงตอนล่าง



รูปที่ 2.1-12 ตัวอย่างของกราฟความถี่น้ำท่วมเชิงภูมิภาค ของลุ่มน้ำยม

4. วิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสังเคราะห์ (Synthetic Unit Hydrograph) ด้วยวิธีของ Snyder

วิธีการนี้เป็นวิธีการสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า สำหรับบริเวณพื้นที่ศึกษาซึ่งไม่มีสถานีวัดน้ำท่า โดยจะทำการสังเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าขึ้นมา ซึ่งหลักการสังเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าได้ถูกนำเสนอโดย Snyder F.F ในปี ค.ศ. 1938 ซึ่งได้นำข้อมูลทางด้านอุทกวิทยาของพื้นที่รับน้ำแห่งนี้ ซึ่งมีขนาด 10 ถึง 10,000 ตารางไมล์ จากพื้นที่ราบสูงของเทือกเขาแอพพาลาเชียนในสหรัฐอเมริกา มาทำการคำนวณตัวแปรต่างๆ คือ Time Lag ฐานเวลา (Time base) ช่วงเวลาวิกฤติของฝน ดังแสดงในรูปที่ 2.1-13



รูปที่ 2.1-13 กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสังเคราะห์ตามวิธีของ Snyder

Snyder สามารถหาค่าอัตราการไหลที่ช่วงเวลาต่างๆ เนื่องจากฝนตกในพื้นที่รับน้ำได้ และสำหรับการออกแบบอาคารระบายน้ำในงานทาง ตัวแปรสำคัญที่ต้องการทราบคือ ค่าอัตราการไหลสูงสุด (Peak Discharge) ซึ่งในการคำนวณอัตราการไหลสูงสุด จะต้องมีการคำนวณได้จากสมการต่างๆ ดังนี้

- ช่วงเวลาที่เกิดอัตราการไหลสูงสุด (Time to peak, T_t)

$$T_t = C_t (LL_c)^{0.3}$$

เมื่อ L = คือระยะทางตามแนวลำน้ำสายหลักจากจุดไกลสุด บนสันปันน้ำถึงตำแหน่งที่พิจารณาออกแบบอาคารระบายน้ำ หน่วยเป็นกิโลเมตร

L_c = คือระยะทางตามแนวลำน้ำสายหลัก จากจุดที่ใกล้จากจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่รับน้ำมากที่สุด ถึงจุดที่พิจารณาออกแบบอาคารระบายน้ำมีหน่วยเป็นกิโลเมตร

C_t = คือค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทและที่ตั้งของลำน้ำ

ค่า L และ L_c ประมาณค่าได้จากแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ สำหรับค่า C_t จากผลการศึกษาของ Snyder ในพื้นที่ราบสูงแอพาลาเชียน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.8 ถึง 2.2

- ช่วงเวลาวิกฤติของฝน (Critical Rainfall Duration, T_r)

$$T_r = \frac{T_i}{5.5} = \frac{C_t}{5.5} (L \cdot L_c)^{0.3}$$

สำหรับพื้นที่รับน้ำฝนในประเทศไทยมีหลายหน่วยงานให้เลือกใช้ค่า $C_t = 1.5$ ดังนั้น

$$T_r = 1.5/5.5 \times (L \cdot L_c)^{0.3}$$

หรือ

$$= 1.5/5.5 \times (L^{0.30})(L_1)^{0.30}$$

เมื่อ T_r = ช่วงเวลาฝนวิกฤติ มีหน่วยเป็นชั่วโมง

L_1 = อัตราส่วน (L_c/L)

เมื่อได้ T_r แล้วนำค่าดังกล่าวไปคำนวณหาค่า Q_p จากสูตร

$$Q_p = K_p / T_r$$

ค่า q_p = อัตราการไหลสูงสุดของกราฟ 1 หน่วยน้ำท่า มีหน่วยเป็นลิตร /วินาที/ตารางกิโลเมตร

K_p = สัมประสิทธิ์ มีค่าประมาณ 28 ถึง 34 ขึ้นอยู่กับความลาดชันของกลุ่มน้ำและพืชที่ปกคลุมดิน

นำ ค่า q_p ไปหาค่าอัตราการไหลสูงสุดจากพื้นที่ด้วยสมการ

$$Q = 0.001 q_p (\alpha I - \phi) Tr A$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลสูงสุดมีหน่วยเป็น ลบ.เมตร/วินาที

α = reduction factor สำหรับลดขนาด point rainfall intensity ในกรณีลุ่มน้ำขนาดใหญ่

I = ความเข้มข้นน้ำฝนมีหน่วยเป็น มม./ ชม. จากกราฟความเข้มข้นน้ำฝน-ช่วงเวลา-ความถี่การเกิดซ้ำ

ϕ = ความสามารถซึมได้ของดิน (Infiltration capacity) มีหน่วยเป็น มม./ชั่วโมง

A = พื้นที่ลุ่มน้ำมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สามารถประเมินได้จาก ตารางที่ 2.1-7 ถึง ตารางที่ 2.1-9 และรูปที่ 2.1-14

ตารางที่ 2.1-7 ค่าสัมประสิทธิ์ปริมาณการไหลสูงสุด (Peak Discharge Coefficient) K_p

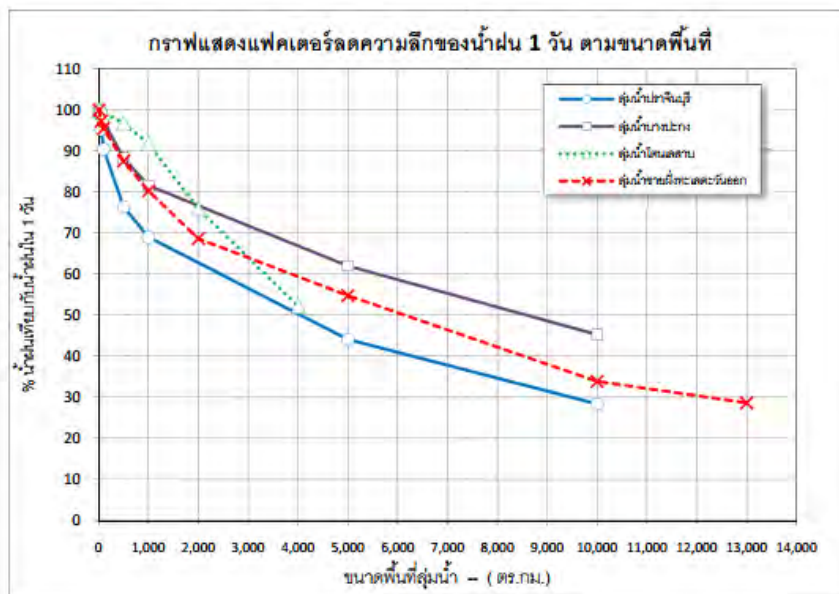
Catchment Topography	Peak Discharge Coefficient K_p
Foothills and gently undulating slopes with forest or grass cover	28-30
Steep forested terrain in the head waters, foothills and plain with a cover of forest or grass in the lower reaches	30-32
Steep forested slopes of high and low mountains	32-34

ตารางที่ 2.1-8 ค่าความสามารถซึมผ่านได้ของดิน (Infiltration capacity) (ϕ)

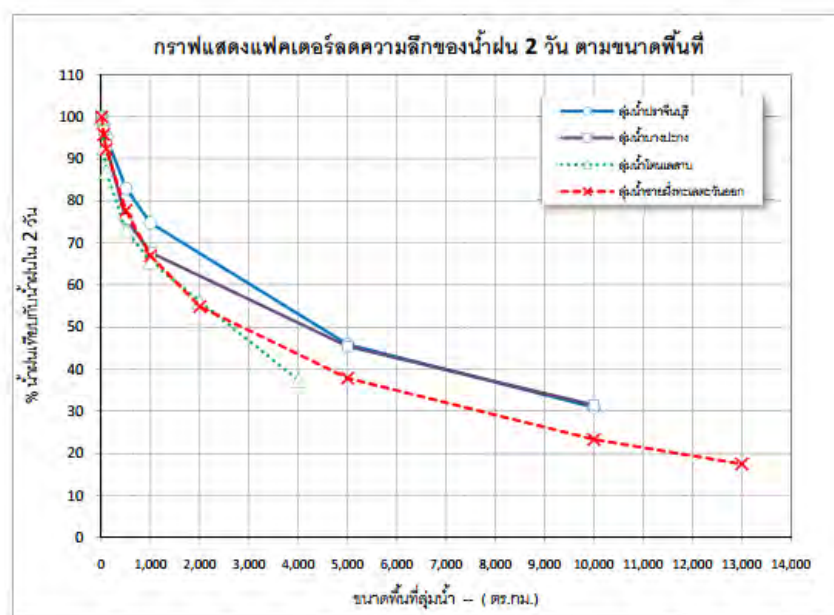
Cover Factor	Type	ϕ (mm/hr)		
		Clays	Clay Loams	Sandy Loams
1.0-2.0	Poor	2-9	4-13	5-20
2.0-4.0	Medium	5-7	8-27	13-45
4.0-8.0	Good	10-35	15-55	25-90

ตารางที่ 2.1-9 Infiltration Cover Factors

Vegetation	Condition	Cover Factor
Forest	Good-dense canopy, thick undergrowth, plant litter and humus more than 25 mm in thickness.	4.0-8.0
	Medium-thin forest, sparse undergrowth of shrubs and grasses, litter and humus 5-25 mm thick, slight soil erosion.	2.0-4.0
	Poor-Isolated clumps of tress and bamboo. Little grass between clumps, humus less than 5 mm thick, area eroded or overgrazed	1.0-2.0
Grasses (Including Rice)	Good-dense vegetal cover of high quality grass, areas in grass for several years, not overgrazed, inundated rice at all stages of growth.	4.0-8.0
	Medium-vegetal density 30-80 percent of that of good areas in grass at least 2 years , not overgrazed	2.0-4.0
	Poor-density of vegetation less than 30 percent of that of good areas, sparse growth of poor quality grass , area overgrazed	1.0-2.0
Close Growing Crops (Small Grains)	Good-high plant density, soil fertility at high level	2.5-3.0
	Medium-density and fertility 30-80 percent of that of good areas.	1.5-2.0
	Poor-sparse cover, density and fertility less than 30 percent of that good areas.	1.0-1.5
Row Crops	Good-flourishing vegetation ,high soil fertility ,land in best rotation, good framing practices followed	1.3-1.5
	Medium-vegetation good, fertility 30- 80 percent of that of good areas, land in fair rotation, conservative farming practices followed	1.1-1.5
	Poor-vegetation poor, fertility less than 30 percent of that of good areas, row crops grown continuously, poor farming practices followed	1.0-1.1



(ก) ฝนตก 1 วัน



(ข) ฝนตก 2 วัน

รูปที่ 2.1-14 กราฟแฟคเตอร์ลดน้ำฝนตามขนาดพื้นที่

5. วิธีกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าด้วยวิธี SCS

วิธีการนี้มีความเหมาะสมในการประเมินปริมาณการไหลสูงสุด (ทั้งขนาดและปริมาตร) ณ จุดพิจารณาที่มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำระหว่าง 10 ถึง 2,500 ตารางกิโลเมตร ซึ่งโดยทั่วไป ณ จุดพิจารณาที่มีสถานีตรวจวัด กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสามารถประเมินได้จากข้อมูล ปริมาณน้ำท่าที่ตรวจวัดได้โดยตรง อย่างไรก็ตาม สำหรับจุดพิจารณาที่ไม่มีข้อมูล ตรวจวัดน้ำ (Ungauged Catchment) ต้องใช้วิธีสังเคราะห์กราฟหนึ่งน้ำท่า (Synthetic Unit Hydrograph) มาใช้วิเคราะห์ โดยประกอบด้วยหลายวิธี เช่น วิธี Snyder วิธี Modified Snyder และวิธี SCS เป็นต้น สำหรับเนื้อหาที่จะขอเสนอในส่วนนี้จะเป็นการนำวิธี SCS ของหน่วยงานอนุรักษ์ดิน (Soil Conservation Service, SCS) แห่งสหรัฐอเมริกา มาประยุกต์ใช้คำนวณหากราฟน้ำท่าที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ โดยวิธี Unit Hydrograph ซึ่งแปลงค่าน้ำฝนที่เหลือจากการซึมลงดิน (Rainfall excess) ที่เกิดในช่วงเวลาหนึ่งทั่วพื้นที่รับน้ำฝนให้เป็นน้ำท่าไหลบนดิน โดยผลการคำนวณจะแสดงออกมาในรูปของกราฟน้ำท่า ดังแสดงในรูปที่ 2.1-15 ซึ่งเป็นผลรวมของปริมาณฝนส่วนเกิน (Rainfall excess) ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งๆ หรือหลายช่วงต่อเนื่องกัน โดยอัตราการไหลสูงสุด ก็คือ ยอด (Peak) ของกราฟน้ำท่านั้นๆ

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณอัตราการไหลสูงสุดของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าด้วยวิธี SCS มีดังนี้ (SCS, 1972)

$$q_p = \frac{2.08A}{T_p}$$

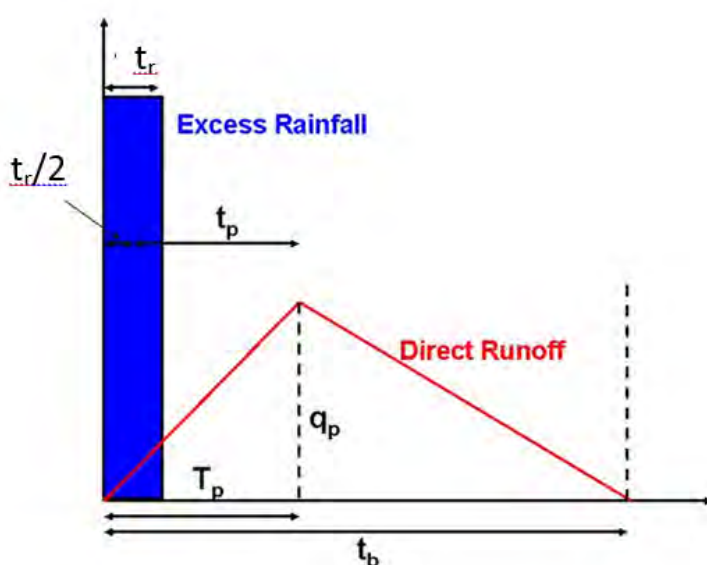
$$T_p = \frac{t_r}{2} + t_p$$

$$t_p = 0.6T_c$$

$$t_r = t_p / 5$$

เมื่อ q_p = อัตราการไหลสูงสุดของ Unit Hydrograph (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
 A = ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)
 T_p = เวลาที่ใช้ในการเกิดปริมาณน้ำนองสูงสุดของ Unit Hydrograph นับจากเมื่อเริ่มมี Rainfall Excess (ชั่วโมง)

- t_p = Basin Lag หรือคือเวลาที่นับจากจุด Centroid ของกราฟ Rainfall Excess ถึงเวลาที่เกิด Peak ของ Unit Hydrograph (ชั่วโมง)
- t_r = ช่วงเวลาการเกิด Rainfall Excess (ชั่วโมง)
- T_c = ช่วงเวลาการตกของฝน (Time of Concentration) เท่ากับเวลาที่น้ำใช้ในการไหลจากจุดไกลที่สุดของพื้นที่รับน้ำฝนมาถึงจุดที่พิจารณา (ชั่วโมง)



รูปที่ 2.1-15 ลักษณะของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าด้วยวิธี SCS (Soil Conservation Service, 1972)

ภายหลังที่ได้ทำการคำนวณ q_p และ t_p แล้ว สามารถนำมาสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า (Unit Hydrograph) จากข้อมูลกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าแบบไร้มิติ (Dimensionless Unit Hydrograph) ของหน่วยงาน SCS (Soil Conservation Service) ได้ โดยใช้ข้อมูลตามตารางที่ 2.1-10 ที่ได้จัดทำขึ้นจากการศึกษากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจำนวนหลายพื้นที่ ซึ่งมีขนาดและลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่รับน้ำฝนแตกต่างกัน และในขั้นตอนสุดท้ายเมื่อสร้างกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าได้แล้วให้นำข้อมูลฝนส่วนเกิน หรือฝนออกแบบที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ (ในหน่วยความลึก) มาคูณกับค่าลำดับของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าที่สร้างขึ้น ผลที่ได้คือ กราฟน้ำท่าของปริมาณฝนที่ออกแบบ โดยอัตราการไหลสูงสุดคือ จุดสูงสุด (Peak) ของกราฟน้ำท้านั่นเอง

ตารางที่ 2.1-10 อัตราส่วนของกราฟน้ำท่าแบบไร้มิติ ตามวิธี SCS

Time Ratios (t/T_p)	Discharge Ratios (q/q_p)	Time Ratios (t/T_p)	Discharge Ratios (q/q_p)
0.0	0.000	1.6	0.560
0.1	0.030	1.7	0.460
0.2	0.100	1.8	0.390
0.3	0.190	1.9	0.330
0.4	0.310	2.0	0.280
0.5	0.470	2.2	0.207
0.6	0.660	2.4	0.147
0.7	0.820	2.6	0.107
0.8	0.930	2.8	0.077
0.9	0.990	3.0	0.055
1.0	1.000	3.2	0.040
1.1	0.990	3.4	0.029
1.2	0.930	3.6	0.021
1.3	0.860	3.8	0.015
1.4	0.780	4.0	0.011
1.5	0.680	5.0	0.000

ที่มา: Soil Conservation Service, 1972

6. วิธี Slope-Area Method

วิธี Slope-Area Method เป็นวิธีการคำนวณอัตราการไหลสูงสุด โดยใช้ข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำ ซึ่งการไหลในลำน้ำธรรมชาติ ความเร็วของน้ำจะเปลี่ยนแปลงและไม่คงที่ไปตามระยะทาง ดังนั้นวิธีการนี้จึงใช้วิธีการดัดแปลงสูตรของ Manning มาคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุดของลำน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

- สำรวจลักษณะทางกายภาพของลำน้ำและรูปตัดลำน้ำ อย่างน้อย 3 แห่ง (คือตำแหน่งที่ต้องการประเมินอัตราการไหลสูงสุด ตำแหน่งเหนือน้ำ และตำแหน่งท้ายน้ำ) บนช่วงลำน้ำ ซึ่งยาวไม่น้อยกว่า 75 เท่าของความลึกของน้ำ และช่วงความยาวดังกล่าวของลำน้ำระดับน้ำด้านท้ายน้ำควรต่ำกว่าระดับน้ำด้านเหนือน้ำไม่น้อยกว่า Velocity Head ($V^2/2g$) หรือไม่น้อยกว่า 0.15 เมตร

- เก็บข้อมูลระดับน้ำในลำน้ำที่ระดับสูงสุด ที่สังเกตได้หรือจากการสอบถามประชาชนในพื้นที่
- ประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ (Manning's n) ซึ่งขึ้นกับลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 2.1-11
- ทำการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดโดยวิธี Slope Area ซึ่งจะมีพื้นฐานมาจากสมการของ Manning ดังนี้

$$\text{จากสมการ Manning} \quad Q = (1/n)AR^{2/3} S^{1/2}$$

$$\text{ให้} \quad K = (1/n)AR^{2/3}$$

$$\text{จะได้} \quad Q = KS^{1/2}$$

ดังนั้นสมการสำหรับคำนวณอัตราการไหลสูงสุดโดยวิธี Slope Area Method ได้ดังต่อไปนี้

$$\text{สมการ Slope Area} \quad Q = K_w S_f^{1/2}$$

$$\text{เมื่อ} \quad K_w = \sqrt{K_{\text{เหนือน้ำ}} * K_{\text{ท้ายน้ำ}}}$$

$$h_v = \alpha * V^2 / 2g$$

$$\text{เมื่อ} \quad \alpha = \frac{\sum (K^3 / A^2) * \sum (A^2) / \sum (K^3)}$$

$$\Delta h_v = h_{v\text{เหนือน้ำ}} - h_{v\text{ท้ายน้ำ}}$$

$$\Delta h = \text{ระดับน้ำเหนือน้ำ} - \text{ระดับน้ำด้านท้ายน้ำ}$$

$$\text{ในกรณีที่ } \Delta h_v \text{ มีค่าเป็นบวก} \quad h_f = \Delta h + 0.5 * \Delta h_v$$

$$\text{ในกรณีที่ } \Delta h_v \text{ มีค่าเป็นลบ} \quad h_f = \Delta h + \Delta h_v$$

$$S_f = h_f / L_m$$

โดยที่ K คือ Conveyance factor

K_w คือ Weighted conveyance factor

A คือ พื้นที่หน้าตัดของน้ำ (ตร.ม.)

R คือ รัศมีชลศาสตร์ (ม.)

V คือ ความเร็วเฉลี่ยของน้ำ (ม./วินาที)

h_v คือ Velocity head (ม.)

α คือ ตัวแก้ไข Velocity head

- h_f คือ Friction loss (ม.)
 L_m คือ ความยาวลำน้ำวัดตามโค้งแนวลำน้ำของแต่ละช่วง (ม.)
 S_f คือ Frictional slope (ม./ม.)
 n คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ

ตารางที่ 2.1-11 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning

ลักษณะของลำน้ำ	ค่าสัมประสิทธิ์
คลองส่งน้ำ	
คลองดินขุด	0.025
คลองหินขุด	0.40
คอนกรีต	0.13
ไม้	0.14
เหล็ก	0.12
ลำน้ำธรรมชาติบนพื้นราบ	
พื้นเรียบตรงไม่มีกรวดและวัชพืช	0.025-0.033
พื้นเรียบตรงมีกรวดและวัชพืช	0.030-0.040
พื้นไม่เรียบแม่แอ่งทั่วไปคดเคี้ยว	0.033-0.045
พื้นไม่เรียบมีแอ่งคดเคี้ยววัชพืชและกรวดหิน	0.035-0.050
มีวัชพืชหนาแน่น แอ่งลึก ที่ลุ่มน้ำท่วมมีต้นไม้ขึ้นหนาแน่น	0.075-0.150
ลำน้ำธรรมชาติบนภูเขา	
พื้นที่มีกรวด หิน หินก้อนบ้างเล็กน้อย ไม่มีวัชพืช	0.030-0.050
พื้นมีหิน และหินก้อนใหญ่ (Boulder) อยู่ทั่วไป	0.040-0.070

2) ทฤษฎีทางด้านชลศาสตร์

ทฤษฎีทางด้านชลศาสตร์ เป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่จะนำมาใช้ในการออกแบบขนาดอาคารระบายน้ำ สามารถรองรับกับปริมาณการไหลที่กำหนดได้ ดังนั้นในการศึกษาทบทวนทฤษฎีด้านชลศาสตร์ ทางที่ปรึกษาจะนำเสนอในครั้งนี้ ประกอบไปด้วย ทฤษฎีการไหลในทางน้ำเปิดเพื่ออธิบายพฤติกรรมการไหลของน้ำผ่านอาคารระบายน้ำ และทฤษฎีการไหลผ่านท่อลอดซึ่งนำมาใช้ในการออกแบบอาคารระบายน้ำ โดยรายละเอียดของทั้ง 2 ทฤษฎีดังกล่าวแสดงได้ดังนี้

(1) ทฤษฎีการไหลในทางน้ำเปิด (Open Channel Flow)

การไหลในทางน้ำเปิด คือการไหลที่ผิวของเหลวเปิดสู่บรรยากาศ เช่น การไหลในแม่น้ำ ลำคลอง หรือการไหลในท่อแบบไม่เต็มท่อ เป็นต้น ซึ่งตามปกติแล้วการไหลในทางน้ำเปิดสามารถจำแนกโดยใช้หลักเกณฑ์ของเวลาและระยะทาง (Temporal and Spatial) ได้ 4 ประเภท ดังนี้

- การไหลคงตัวแบบสม่ำเสมอ (Steady uniform flow, $\frac{\partial Q}{\partial t} = 0$ และ $\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$)
เช่น การไหลด้วยอัตราคงที่ ผ่านท่อตรงที่ยาวมาก
- การไหลคงตัวแบบไม่สม่ำเสมอ (Steady non-uniform flow, $\frac{\partial Q}{\partial t} = 0$ และ $\frac{\partial Q}{\partial x} \neq 0$) เช่น การไหลด้วยอัตราคงที่ผ่านท่อที่มีขนาดค่อยๆ ขยายใหญ่ขึ้น
- การไหลไม่คงตัวแบบสม่ำเสมอ (Unsteady uniform flow, $\frac{\partial Q}{\partial t} \neq 0$ และ $\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$)
เช่น การไหลในท่อตรงที่มีอัตราการไหลไม่คงที่
- การไหลไม่คงตัวแบบไม่สม่ำเสมอ (Unsteady non-uniform flow, $\frac{\partial Q}{\partial t} \neq 0$ และ $\frac{\partial Q}{\partial x} \neq 0$) เช่น การไหลในท่ออัตราไม่คงที่ผ่านท่อที่ค่อยๆ ขยายใหญ่ขึ้น

อย่างไรก็ตาม โดยส่วนใหญ่แล้วการวิเคราะห์การไหลในทางน้ำเปิดที่นิยมใช้ในทางวิศวกรรมจะเป็นการไหลคงตัวแบบสม่ำเสมอ โดยสมการที่นำมาใช้ในการอธิบายการไหลในลักษณะนี้คือ สมการของ Manning ดังนี้

$$Q = (1/n)AR^{2/3} S^{1/2}$$

- เมื่อ
- Q คือ อัตราการไหล
 - n คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ
 - A คือ พื้นที่หน้าตัดของน้ำ (ตร.ม.)
 - R คือ รัศมีชลศาสตร์ (ม.)
 - S คือ ความลาดชันของแรงเสียดทาน ซึ่งตามเงื่อนไขของการไหลคงตัวแบบสม่ำเสมอสามารถประมาณให้เท่ากับ ความลาดชันของท้องน้ำได้

(2) ทฤษฎีการไหลผ่านท่อลอด

ในการทบทวนการไหลผ่านท่อลอดได้ทบทวนจาก “คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำและป้องกันการกัดเซาะในงานทางหลวง” เนื่องจากมีเนื้อหาที่สมบูรณ์และครอบคลุม

ในการอธิบายการไหลผ่านท่อลอด จะอธิบายตั้งแต่ลักษณะการไหลซึ่งมี 2 ประเภท คือ การไหลแบบ Inlet Control และการไหลแบบ Outlet Control จากนั้นจะเป็นการแสดงข้อกำหนดสำหรับการออกแบบ และแนวทางการออกแบบท่อลอด ซึ่งแต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังนี้

(2.1) การไหลผ่านท่อลอดแบบ Inlet Control

การไหลแบบ Inlet Control คือ การไหลที่ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสภาพที่ปากทางเข้าเท่านั้น เช่น ระดับน้ำเหนือปากท่อ ลักษณะของปากท่อ เป็นต้น ส่วนความลาดเอียงของท่อ ความหยาบของผิวท่อ ระดับน้ำที่ปลายท่อ หรือองค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่ถัดจากปากท่อเข้ามาจะไม่ส่งผลทำให้อัตราการไหลเปลี่ยนแปลง การไหลแบบ Inlet Control สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- Orifice Flow

การไหลแบบ Orifice Flow นี้ ระดับน้ำด้านปากท่อ (Headwater) จะอยู่สูงกว่าระดับหลังท่อ (รูปที่ 2.1-16a) แต่น้ำที่ไหลเข้าท่อจะไหลได้ไม่เต็มท่อ ลักษณะการไหลของน้ำเหมือนกับการไหลผ่านรูเปิด (orifice) หรือไหลลอดใต้บานประตูระบายน้ำ (Sluice gate) จึงเรียกว่า Orifice flow โดยทั่วไปปริมาณน้ำที่ไหลผ่านสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Q = C_d A \sqrt{2g \left(H_w - \frac{D}{2} \right)}$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลผ่านท่อ (ลบ.เมตร/วินาที)

C_d คือ สัมประสิทธิ์ของอัตราการไหล (โดยทั่วไปกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.611)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อ (ตารางเมตร)

g คือ อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที²)

h คือ ความสูงวัดจากระดับน้ำถึงจุดศูนย์กลางท่อ (เมตร)

H_w คือ ความสูงวัดจากระดับผิวน้ำหน้าท่อถึงธรณีปากท่อ (เมตร)

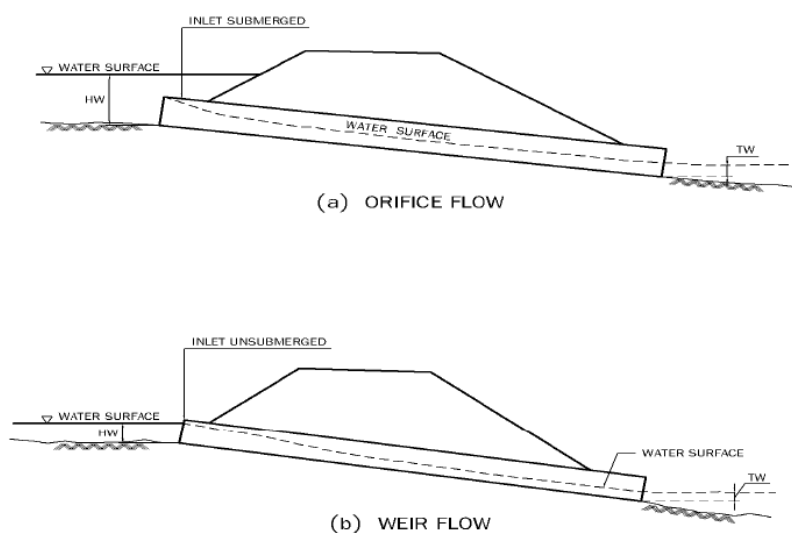
D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อกลมหรือความลึกของท่อเหลี่ยม (เมตร)

● Weir Flow

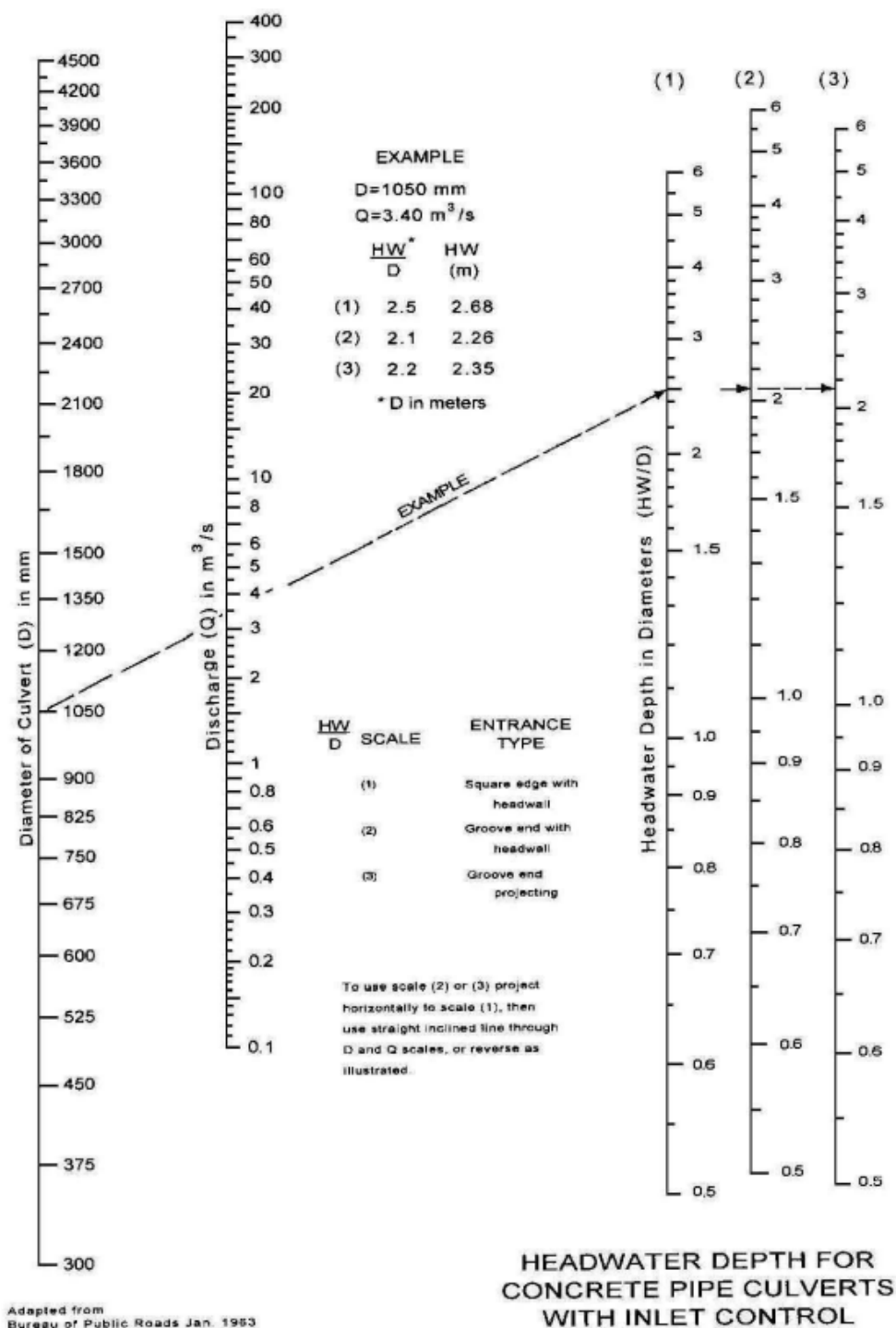
การไหลแบบ Weir Flow นี้ ระดับน้ำทางปากท่อจะไม่สูงท่วมปากท่อ (รูป 2.1-16b) และความลาดเอียงของท่อจะเป็นแบบชัน (Steep Slope) คือ ความลาดเอียงที่ทำให้การไหลในสภาพ Uniform Flow เป็นแบบ Supercritical Flow ความลาดเอียงนี้จะมีค่ามากกว่าความลาดเอียงวิกฤติ หรือ Critical Slope ซึ่งเป็นความลาดเอียงที่ทำให้เกิดการไหลแบบ Critical Flow สำหรับการไหลชนิดนี้ สมการที่ใช้คำนวณหาปริมาณน้ำไม่มีรูปแบบแน่นอนเหมือนแบบ Orifice Flow แต่จะขึ้นอยู่กับรูปร่างหน้าตัดของท่อด้วย

จากรูปที่ 2.1-16 จะเห็นได้ว่าการไหลผ่านท่อลอดแบบ Inlet Control ทั้ง 2 แบบ น้ำจะไหลไม่เต็มท่อและระดับน้ำปลายท่อ (Tail water) จะไม่สูงท่วมหลังท่อ ทั้งนี้เกิดจากท่อมีลักษณะความลาดเอียงมาก

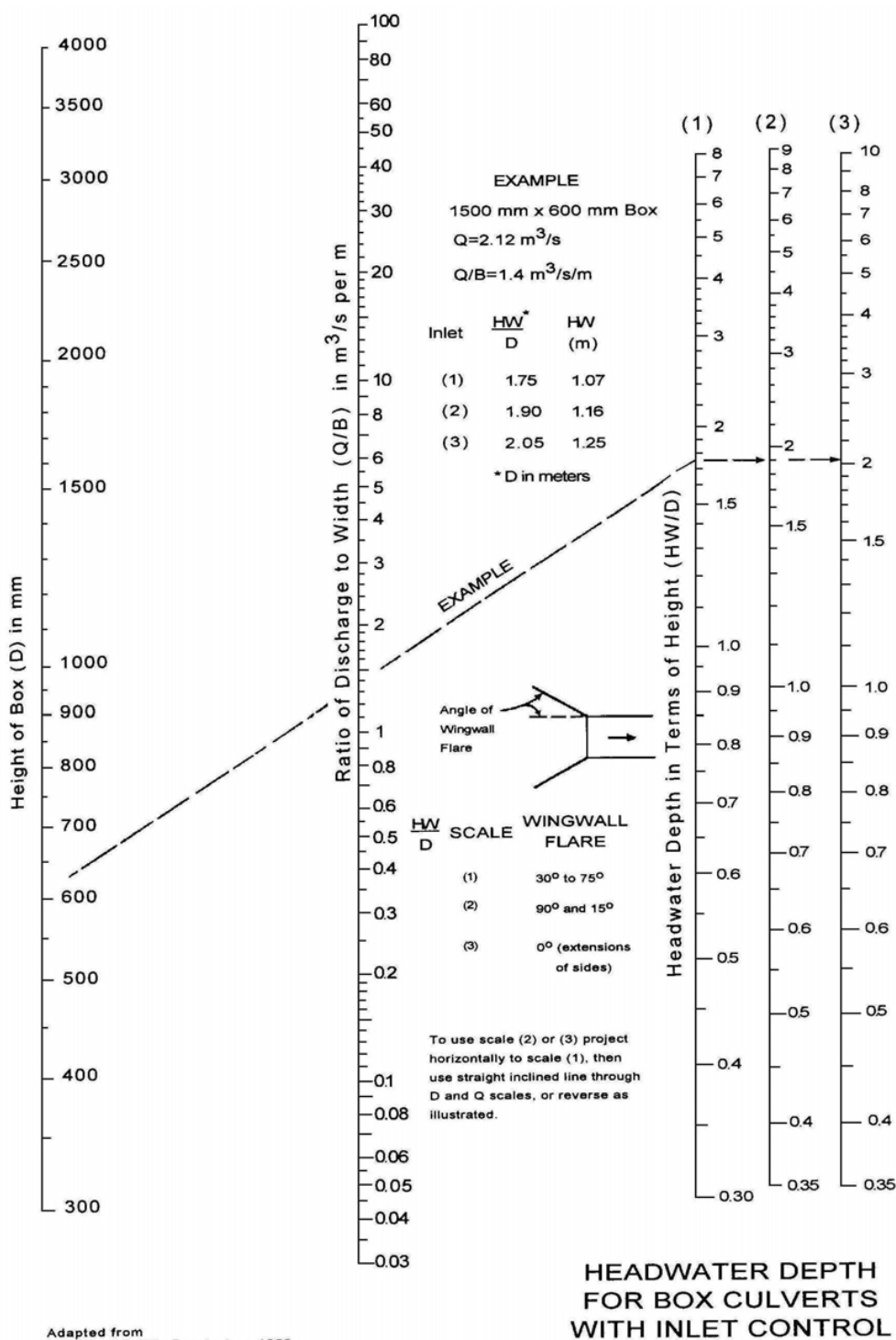
สำหรับแผนภูมิคำนวณหาความลึกของระดับน้ำด้านปากท่อ (Headwater Depth) ที่ใช้ในการออกแบบ สำหรับการไหลแบบ Inlet Control ได้แสดงในรูปที่ 2.1-17 และรูปที่ 2.1-18 สำหรับท่อกลมคอนกรีตและท่อสี่เหลี่ยม ตามลำดับ



รูปที่ 2.1-16 การไหลผ่านท่อลอดแบบ Inlet Control



รูปที่ 2.1-17 แผนภูมิการคำนวณความลึกการไหลของระดับน้ำปากท่อ สำหรับท่อกลมกรณีการไหลแบบ Inlet Control



Adapted from
Bureau of Public Roads Jan. 1963

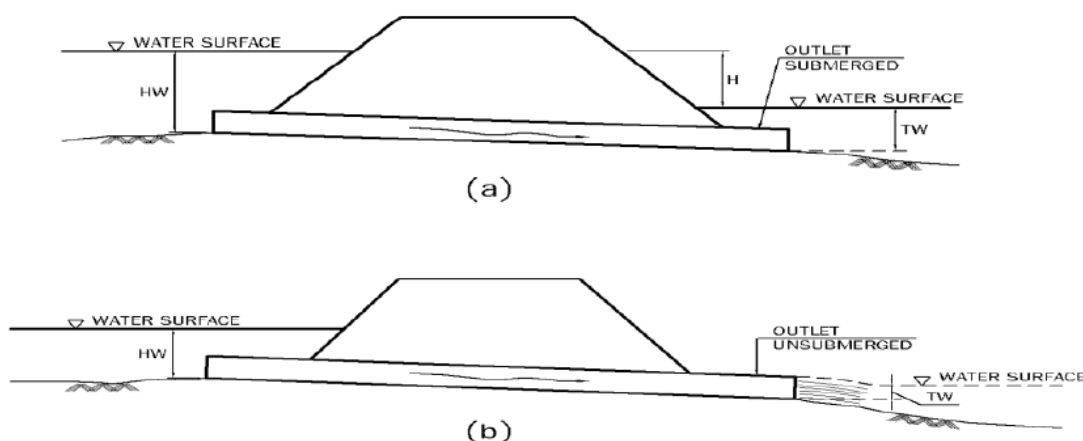
รูปที่ 2.1-18 แผนภูมิการคำนวณความลึกการไหลของระดับน้ำปากท่อ สำหรับท่อเหลี่ยมกรณีการไหลแบบ Inlet Control

(2.2) การไหลผ่านท่อลอดแบบ Outlet Control

การไหลแบบ Outlet Control จะมีปริมาณการไหลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายชนิดด้วยกัน เช่น ความลาดเอียงของท่อ ความหยาบผิว ความแตกต่างของระดับน้ำปากท่อกับปลายท่อ และลักษณะขอบปากท่อ เป็นต้น ซึ่งในการไหลแบบ Outlet Control สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

- การไหลแบบเต็มท่อ (Full Pipe Flow)

การไหลแบบน้ำเต็มท่อ (Full Pipe Flow) การไหลนี้ น้ำจะเต็มท่อแรงดันของน้ำภายในท่อจะสูงกว่าความดันบรรยากาศ ที่ปากท่อระดับน้ำจะสูงกว่าขอบบนของท่อ แต่ที่ปลายท่อระดับน้ำอาจจะท่วมหลังท่อ (รูปที่ 2.1-19a) หรือไม่ท่วมหลังท่อ (รูปที่ 2.1-19b)



รูปที่ 2.1-19 ลักษณะการไหลของน้ำผ่านท่อลอดแบบ Outlet Control น้ำไหลเต็มท่อ

การคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อ โดยมากจะใช้สมการพลังงาน (Energy Equation) โดยถือว่าพลังงานที่สูญเสียไปทั้งหมดจะเท่ากับผลต่างระหว่างระดับน้ำปากท่อกับระดับน้ำปลายท่อ นั่นคือ

$$H = \left[1 + K_e + \frac{2gn^2L}{R^{4/3}} \right] \frac{v^2}{2g}$$

โดยที่

- H คือ ผลต่างระหว่างระดับน้ำปากท่อกับระดับน้ำปลายท่อ (เมตร)
- Ke คือ สัมประสิทธิ์ของการสูญเสียพลังงานที่ปากท่อ (ประเมินได้จากตารางที่ 2.1-12)
- n คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning
- L คือ ความยาวของท่อ (เมตร)
- R คือ รัศมีชลศาสตร์ (Hydraulic Radius) ของท่อ (เมตร) = A/P
- A คือ พื้นที่หน้าตัดของน้ำไหล (ตารางเมตร)
- P คือ ความยาวเส้นขอบที่เปียกน้ำ (เมตร)
- g คือ อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที²)
- V คือ ความเร็วการไหลของน้ำ (เมตร/วินาที)

จากสมการข้างต้นสามารถนำมาออกแบบอัตราการไหลผ่านท่อตลอดกรณีการไหลแบบน้ำเต็มท่อได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดขนาด ความยาว และความลาดชันของท่อที่จะนำมาใช้
2. คำนวณความเร็วการไหลในท่อ กรณีการไหลแบบเต็มท่อ
3. คำนวณผลต่างระหว่างระดับน้ำปากท่อกับระดับน้ำปลายท่อ จากสมการข้างต้น
4. ใช้แผนภูมิการไหลกรณีแบบเต็มท่อในรูปที่ 2.1-20 (ท่อกลม) และรูปที่ 2.1-21 (ท่อเหลี่ยม) คำนวณอัตราการไหลผ่านท่อตลอด ซึ่งมีวิธีการดังนี้
 - ลากเส้นตรงเชื่อมต่อระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อกับความยาวท่อผ่านแนวเส้น Turing Line
 - ลากเส้นตรงจากค่าผลต่างระหว่างระดับน้ำปากท่อกับระดับน้ำปลายท่อผ่านจุดตัดบนเส้น Turing Line ที่ได้จากการลากเส้นตามข้อ 4.1 ไปตัดบนแกน Discharge ด้านซ้ายมือ
 - จุดตัดบนแกน Discharge คืออัตราการไหลผ่านท่อตลอด ภายใต้เกณฑ์การออกแบบของขนาด ความยาว และความลาดชันของท่อที่กำหนด

ตารางที่ 2.1-12 ค่าสัมประสิทธิ์ของการสูญเสียพลังงานที่ปากท่อ (Ke)

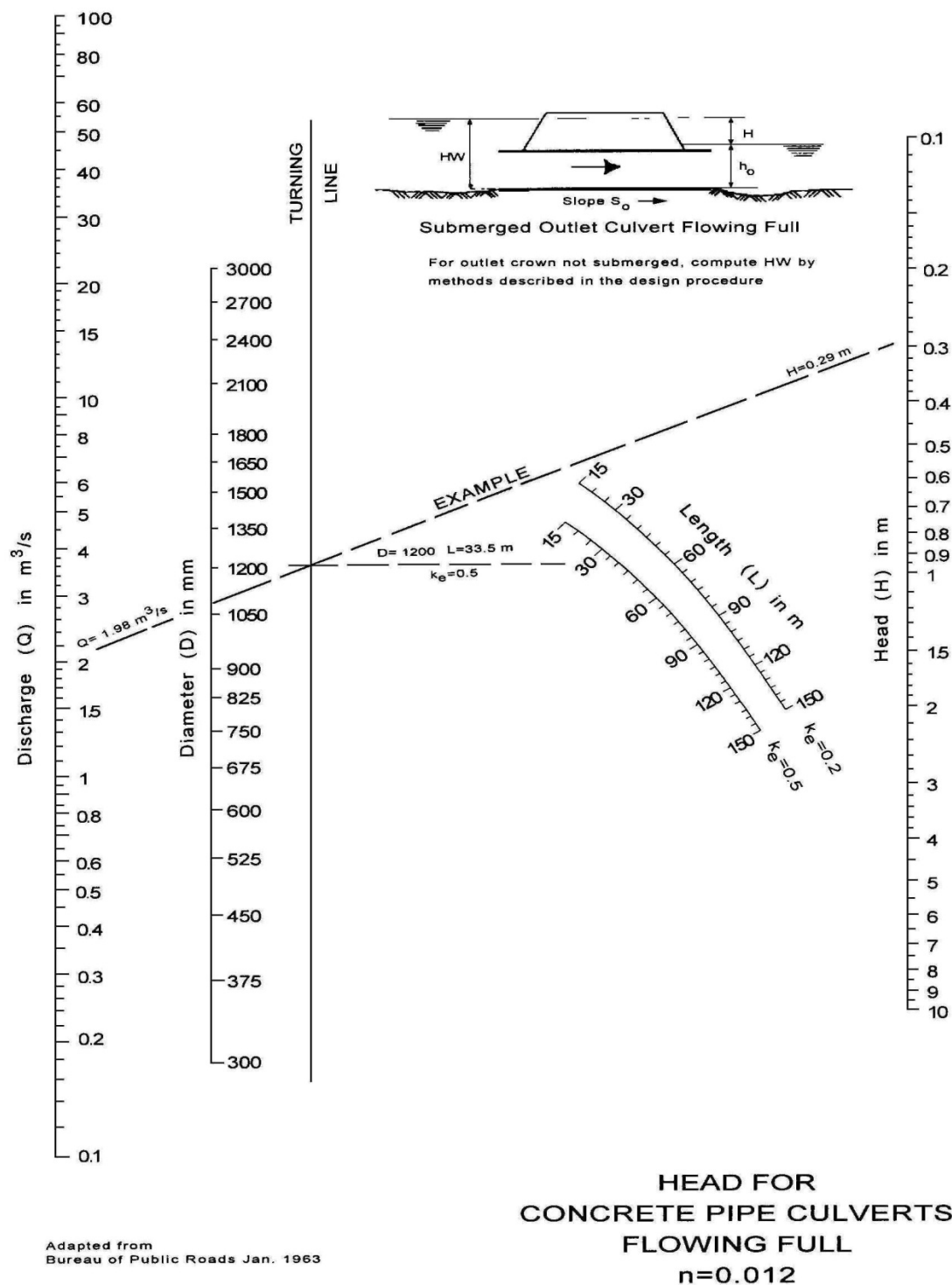
ประเภทของโครงสร้างและการออกแบบที่ปากท่อ	สัมประสิทธิ์ของการสูญเสียพลังงานที่ปากท่อ Ke
<ul style="list-style-type: none"> ● <u>Pipe, Concrete</u> <ul style="list-style-type: none"> Projecting from fill, socket end (groove – end) 0.2 Projecting from fill, sq.cut end 0.5 Headwall or headwall and wingwalls <ul style="list-style-type: none"> Socket end of pipe (groove-end) 0.2 Square-edge 0.5 Rounded (radius = D/12) 0.2 Mitered to conform to fill slope 0.7 *End-Section conforming to fill slope 0.5 Beveled edger, 33.7° or 45° bevels 0.2 Side-or slope-tapered inlet 0.2 	
<ul style="list-style-type: none"> ● <u>Pipe, or Pipe-Arch Corrugated Metal</u> <ul style="list-style-type: none"> Projecting from fill (no headwall) 0.9 Headwall or headwall and wingwalls square-edge 0.5 Mitered to conforming to fill slope 0.7 *End-Section conforming to fill slope 0.5 Beveled edges, 33.7° or 45° bevels 0.2 Side-or slope-tapered inlet 0.2 	
<ul style="list-style-type: none"> ● <u>Box, Reinforced Concrete</u> <ul style="list-style-type: none"> Headwall parallel to embankment (no wingwalls) <ul style="list-style-type: none"> Square-edged on 3 edges 0.5 Rounded on 3 edges to radius of D/12 or B/12 or beveled edges on 3 sides 0.2 Wingwalls at 30° to 75° to barrel <ul style="list-style-type: none"> Square-edged at crown 0.4 Crown edged rounded to radius of D/12 or beveled top edge 0.2 	



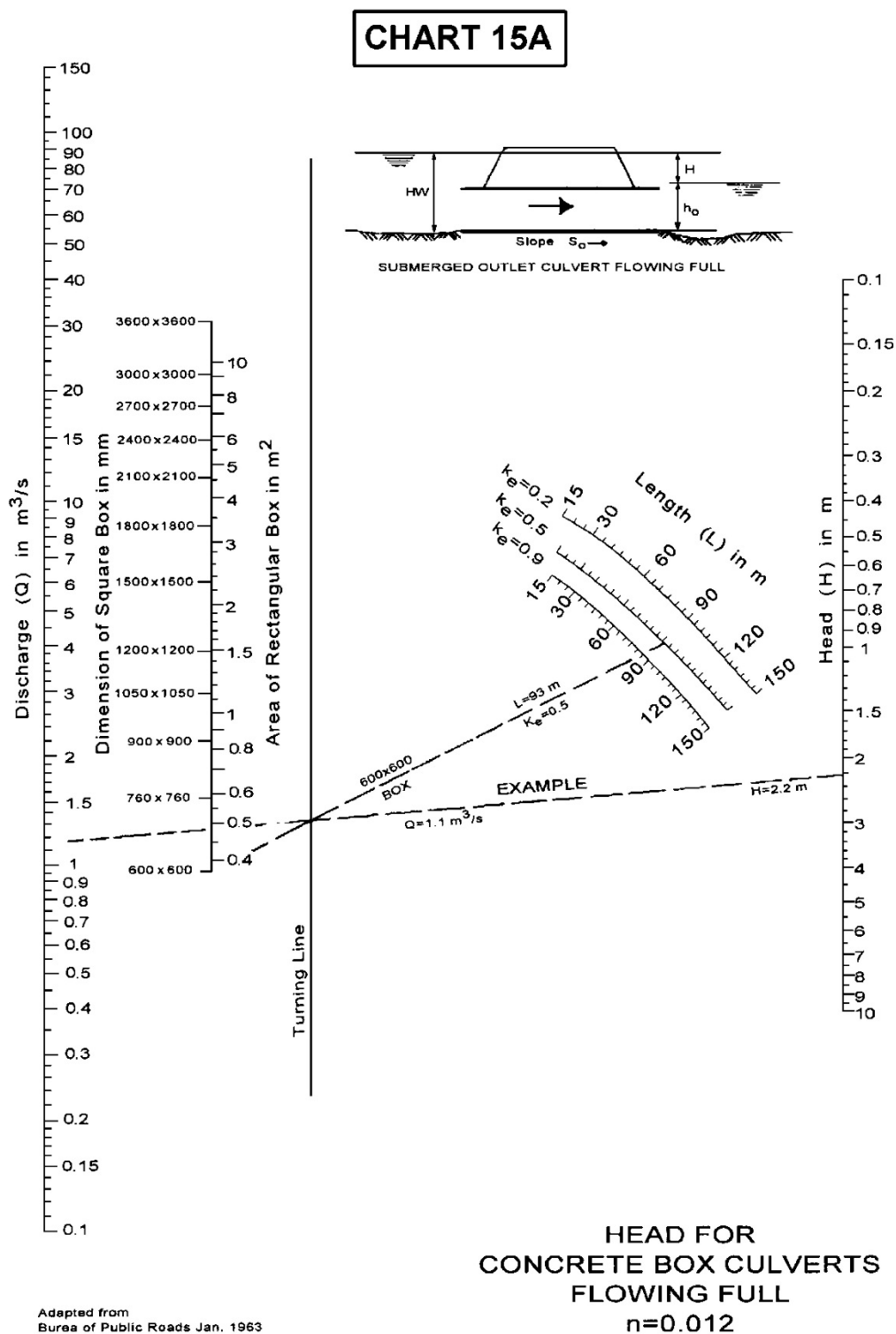
ตารางที่ 2.1-12 (ต่อ) ค่าสัมประสิทธิ์ของการสูญเสียพลังงานที่ปากท่อ (K_e)

ประเภทของโครงสร้างและการออกแบบที่ปากท่อ	สัมประสิทธิ์ของการสูญเสียพลังงานที่ปากท่อ K_e
Wingwall at 10° to 25° to barrel Square-edged at crown Wingwalls parallel (extension of sides Square-edged at crown Side-or slope-tapered inlet	0.5 0.7 0.2

*Note: "End Sections conforming to fill slope," made of either metal or concrete, are the sections commonly available from manufacturers. From Limited hydraulic tests they are equivalent in operation to a headwall in both inlet and outlet control. Some end sections, incorporating a closed taper in their design have a superior hydraulic performance. These latter sections can be designed using the information given for the beveled inlet.



รูปที่ 2.1-20 แผนภูมิคำนวณหาผลต่างระหว่างระดับน้ำปากท่อกับระดับน้ำปลายท่อ สำหรับท่อคอนกรีตกลม ลักษณะการไหลแบบ Outlet Control

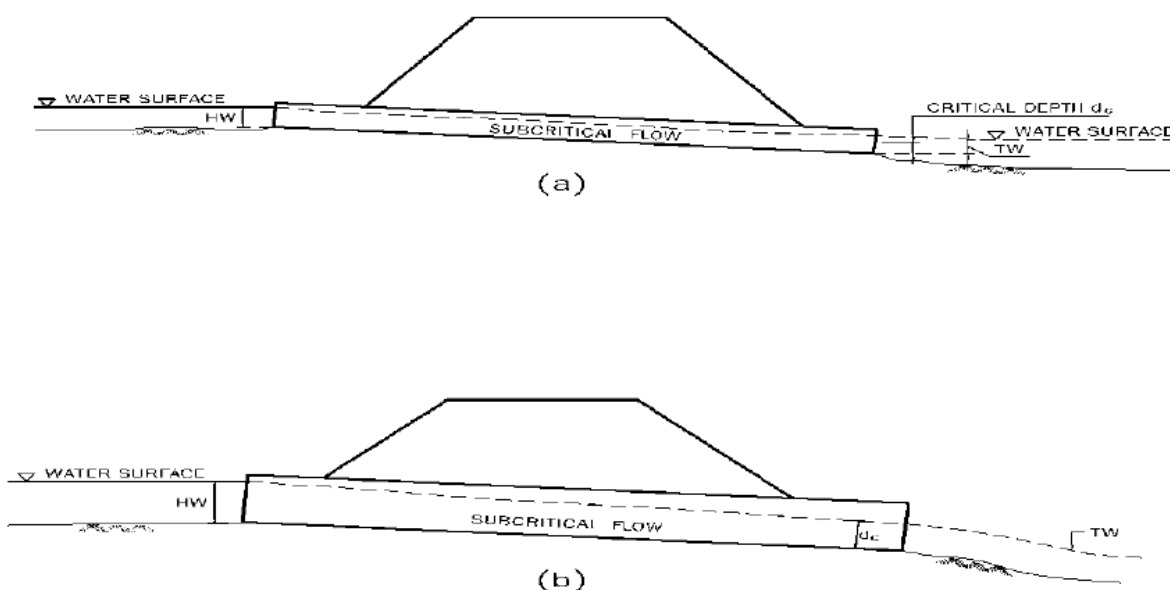


รูปที่ 2.1-21 แผนภูมิคำนวณหาผลต่างระหว่างระดับน้ำปากท่อกับระดับน้ำปลายท่อ สำหรับท่อเหลี่ยม ลักษณะการไหลแบบ Outlet Control

(2.3) การไหลแบบน้ำไม่เต็มท่อ (Partly Full Flow)

การไหลลักษณะนี้ความลาดเอียงของท่อจะต้องเป็นแบบลาด (Mild Slope คือ ความลาดเอียงแบบลาดจะมีค่าน้อยกว่าความลาดเอียงแบบวิกฤติ (Critical Slope) ซึ่งการไหลบน Mild Slope นี้จะเป็นแบบ Subcritical Flow หรือการไหลที่มี Froude Number น้อยกว่า 1 และปากท่อจะไม่จม (Submerged) ได้ระดับน้ำ แบ่งย่อยออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแรกระดับท้ายน้ำสูงกว่าระดับความลึกวิกฤติ (Critical Depth) ก่อนถึงปลายท่อ (รูปที่ 2.1-22a) การไหลจะเป็นแบบ Subcritical Flow ตลอดความยาวท่อ อีกประเภทหนึ่ง (รูปที่ 2.1-22b) ระดับท้ายน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับความลึกวิกฤติ ระดับน้ำจะโค้งต่ำลงตรงปลายท่อ และจะมีหน้าตัดหนึ่ง ซึ่งความลึกของน้ำเท่าความลึกวิกฤติพอดี

การคำนวณหาปริมาณน้ำในกรณีเป็น Outlet Control และน้ำไหลไม่เต็มท่อนี้เป็นเรื่องยุ่งยากมากดังนั้นในการออกแบบจึงมักจะหลีกเลี่ยงการไหลประเภทนี้เสมอ



รูปที่ 2.1-22 ลักษณะการไหลผ่านท่อลอดแบบ Outlet Control น้ำไหลไม่เต็มท่อ

(2.4) การออกแบบป้องกันการกัดเซาะ

ความเร็วภายในท่อ

ความเร็วต่ำสุดภายในท่อไม่ควรน้อยกว่า 0.7 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันการตกตะกอน
ความเร็วสูงสุดไม่ควรเกิน 6.00 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันการสึกกร่อนของผิวท่อที่เกิด
จากตะกอนหยาบ ความเร็วสูงสุดในท่อที่นิยมใช้กันประมาณ 2.00 - 3.00 เมตร/วินาที

● ความเร็วที่ปลายท่อ

ความเร็วของน้ำที่ไหลออกจากปลายท่อ ไม่ควรจะให้สูงจนทำให้เกิดการกัดเซาะ
พื้นขึ้นได้ เว้นเสียแต่จะมีการทำโครงสร้างเพื่อใช้ป้องกันการกัดเซาะ ความเร็วที่
ทำให้เกิดการกัดเซาะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่พื้น ดังนี้

- หินขนาด 30 ซม. ความเร็วไม่ควรเกิน 6.0 เมตร/วินาที
- หินขนาด 25 ซม. ความเร็วไม่ควรเกิน 5.0 เมตร/วินาที
- หินขนาด 15 ซม. ความเร็วไม่ควรเกิน 3.0 เมตร/วินาที
- หินขนาด 10 ซม. ความเร็วไม่ควรเกิน 2.5 เมตร/วินาที
- หินขนาด 5 ซม. หรือปลุกหญ้า ความเร็วไม่ควรเกิน 2.0 เมตร/วินาที
- ดินเหนียวแข็ง (Firm Loam ความเร็วไม่ควรเกิน 1.2 เมตร/วินาที
or very stiff coarse clay)
- ดินทรายหรือดินตะกอน ความเร็วไม่ควรเกิน 1.0 เมตร/วินาที (Sandy
or Silty Clay)

สำหรับทางน้ำที่มีการป้องกันโดยการปูหินทิ้งระยะทางอย่างน้อย 3 เท่าของ
เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ

● ความลาดเอียงของท่อ

ความลาดเอียงของท่อควรออกแบบให้ใกล้เคียงหรือเท่ากับ ความลาดเอียง
ของพื้นลำธาร ความลาดเอียงที่น้อยที่สุดจะอยู่ในช่วงประมาณ 0.5% (1 on
200) ถึง 0.33% (1 on 300) ถ้าเป็นไปได้ควรวางท่อให้เอียงประมาณ 1% หรือ
มากกว่า เพื่อให้การไหลจะได้อยู่ในลักษณะของการไหลแบบราบเรียบ (Laminar
Flow)

ในกรณีการไหลแบบ Inlet Control ความลาดเอียงสูงสุดที่ยอมให้ไม่ควรเกิน
15% เนื่องจากจะทำให้ความเร็วของน้ำในท่อสูง (ดังตารางที่ 2.1-13 และ
ตารางที่ 2.1-14) จนทำให้ท่อเกิดการสึกกร่อนได้

ตารางที่ 2.1-13 ความเร็วเฉลี่ยของการไหลบ่าผิวดิน

ประเภทของท้องน้ำ	ความเร็วการไหล (m/s)						
	ความลาดชัน(%)						
	0-3	4-7	8-10	11-15	16-20	21-25	26-30
Woodland or Jungle	0.15	0.30	0.45	0.55	0.65	0.80	1.10
Pasture	0.25	0.50	0.70	0.80	0.90	1.25	1.40
Cultivated (Row Crop)	0.30	0.60	0.90	1.10	1.20	1.35	1.50
Pavement	1.50	3.60	4.75	5.50	-	-	-
Natural Draw(Not Well Defined)	0.25	0.75	1.25	1.80	-	-	-

ตารางที่ 2.1-14 ความเร็วการไหลในลำน้ำโดยประมาณ

ความลาดชันเฉลี่ยลำน้ำ (%)	ความเร็วเฉลี่ย (m/s)
1-2	0.60
2-4	0.90
6-10	1.50
6-10	1.50
10-15	2.50

(2.5) ขั้นตอนการออกแบบ

การออกแบบท่อลอด จะต้องอาศัยวิธีการสมมุติค่า และทดสอบ (Trial and Error) คือ เลือกขนาดท่อขนาดหนึ่ง แล้วตรวจสอบดูว่าน้ำจะสามารถไหลผ่านได้ตามอัตราที่กำหนดไว้หรือไม่ ปัญหาที่เกิดขึ้นในวิธีการเช่นนี้ คือ ในขั้นแรกเราไม่ทราบว่าลักษณะการไหลจะเป็นแบบ Inlet Control หรือ Outlet Control โดยทั่วไปถ้าความลาดเอียงของท่อเท่ากับหรือมากกว่า 1% การไหลจะเป็นแบบ Inlet Control ถ้าน้อยกว่า 0.5% จะเป็นแบบ Outlet Control แต่เพื่อความแน่นอนจะต้องทดสอบลักษณะการไหลเสมอ

2.1.1.3 ทฤษฎีของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลสำหรับระบบระบายน้ำทั้งการไหลของระบบระบายน้ำข้างทาง และระบบระบายน้ำตามขวาง สำหรับการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยแบบจำลองการไหลแบบ 1 มิติ และแบบจำลองการไหลแบบ 2 มิติ โดยมีรายละเอียดของทฤษฎีสำหรับแบบจำลองทั้ง 2 ประเภท ดังนี้

1) ทฤษฎีของแบบจำลองการไหลแบบ 1 มิติ

แบบจำลองการไหลแบบ 1 มิติ จะถูกนำมาใช้วิเคราะห์พฤติกรรมการไหลสำหรับระบบระบายน้ำข้างทางและการไหลของน้ำที่ยังอยู่ในลำน้ำหรือทางระบายน้ำ ก่อนที่จะไหลลงสู่ที่น้ำท่วมพื้นที่ ซึ่งการจำลองสภาพการไหลของน้ำในลำน้ำหรือในท่อระบายน้ำจะมีลักษณะการไหลประเภท Unsteady Non-uniform Flow โดยจะใช้สมการการไหลของเซนต์ วีแนนท์ (Saint Venant Equation) แบบมิติเดียว (One Dimension Flow) ในการคำนวณ ซึ่งอัตราการไหล และระดับน้ำ สามารถคำนวณได้ในรูปฟังก์ชันของเวลาและระยะทาง สำหรับสมการการไหลของเซนต์ วีแนนท์ (Saint Venant Equation) ประกอบด้วย

สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) หรือสมการสมมูลมวล (Mass Conservation):

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (1)$$

และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation):

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{gn^2 Q |Q|}{AR^{\frac{4}{3}}} = 0 \quad (2)$$

- เมื่อ
- Q = อัตราการไหล (Discharge)
 - x = ระยะทางของการไหล (Distance)
 - A = พื้นที่หน้าตัดการไหล (Cross Sectional Area)
 - t = เวลาการไหล (Time)
 - q = อัตราการไหลเข้าด้านข้าง (Lateral Flow)
 - H = ระดับน้ำ (Water Level) = h + z
 - h = ความลึกการไหล (Water Depth)
 - z = ระดับท้องน้ำ (Bed Elevation)
 - R = รัศมีชลศาสตร์ (Hydraulic Radius)
 - g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (Gravitational Acceleration)
 - n = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแมนนิง (Manning Roughness Coefficient)

สำหรับสมการ Saint Venant มีสมมุติฐานดังต่อไปนี้

- (1) น้ำมีลักษณะที่ไม่สามารถถูกกดอัดได้ (Incompressible) และเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) แสดงว่าความหนาแน่นของน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- (2) การไหลเป็นแบบหนึ่งมิติ (One Dimension Flow) โดยความลึก และความเร็วในการไหลเปลี่ยนแปลงในทิศทางตามยาวของลำน้ำ แสดงว่าความเร็วการไหลมีค่าคงที่ และผิวน้ำอยู่ในแนวระดับกับหน้าตัดใดๆ
- (3) ความลาดชันของท้องคลองมีค่าน้อยมาก ดังนั้นค่า Cosine ของมุมที่ทำกับแนวระดับจะมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง
- (4) การเปลี่ยนแปลงหน้าตัดตามยาวของลำน้ำไม่มากนัก
- (5) ทิศทางการไหลในทุกๆ จุด จะมีทิศทางขนานกับท้องลำน้ำ แสดงว่าความเร่งในแนวดิ่งจะไม่ถูกนำมาพิจารณา

2) ทฤษฎีการไหลของแบบจำลองแบบ 2 มิติ

สำหรับแบบจำลองสภาพการเกิดน้ำท่วมและการไหลในทุ่งน้ำท่วมแบบ 2 มิติ ได้ ซึ่งลักษณะการไหลแบบ 2 มิติ จะถูกนำมาใช้เมื่อน้ำล้นจากลำน้ำและไหลบ่าบนพื้นดินหรือไหลผ่านอาคารระบายน้ำแบบตามขวาง ซึ่งแบบจำลองสภาพการเกิดน้ำท่วมแบบ 2 มิติ สามารถอธิบายได้ด้วยสมการอนุรักษ์พลังงานและสมการโมเมนตัม (Conservation of mass and momentum equation) ดังนี้

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} \\ & + \frac{gp\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 - h^2} - \frac{1}{P_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_q \\ & - fVV_x + \frac{h}{P_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

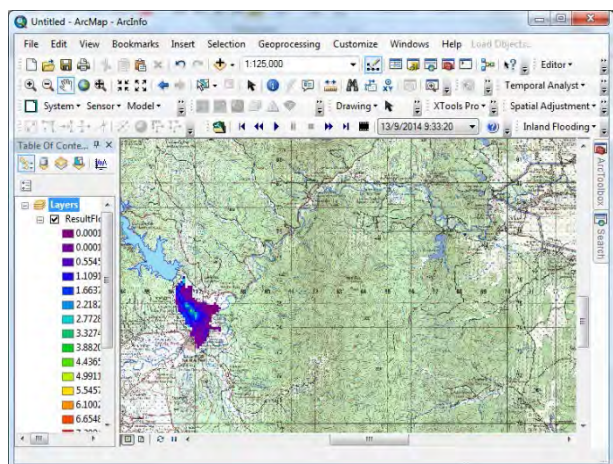
$$\begin{aligned} & \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} \\ & + \frac{gq\sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 - h^2} - \frac{1}{P_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{yy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] - \Omega_p \\ & - fV_y + \frac{h}{P_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0 \end{aligned}$$

(5)

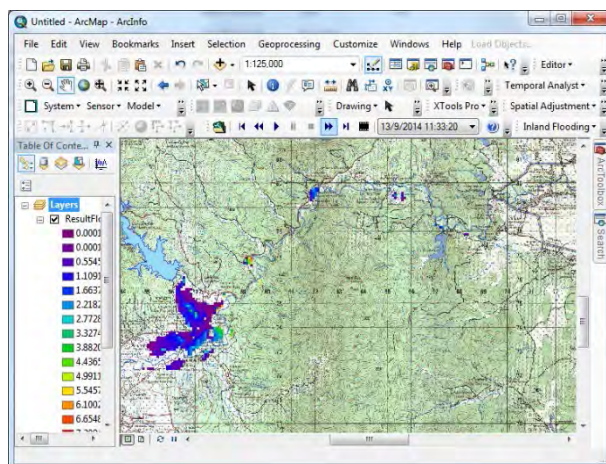
โดยที่	$h(x, y, t)$	คือ	ความลึกน้ำ (= $\zeta, -d, m$)
	$d(s, y, t)$	คือ	ความลึกน้ำที่ผันแปรตามเวลา (ม.)
	$\zeta(x, y, t)$	คือ	ระดับผิว (ม.)
	$p, q(x, y, t)$	คือ	ปริมาณการไหลในแนว x และ y (ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ม.)
	(u, v)	คือ	ความเร็วเฉลี่ยตามความลึกในแนว x และ y
	$C(x, y)$	คือ	ค่าความเสียดทาน Chezy (ม. ^{1/2} /วินาที ²)
	$f(V)$	คือ	แฟคเตอร์แรงต้านทานของลม
	$V, V_x, V_y(x, y, t)$	คือ	ความเร็วลมและส่วนประกอบในแนว x และ y (ม./วินาที)
	$\Omega(x, y)$	คือ	พารามิเตอร์ Coriolis ตามแนวละติจูด (วินาที ⁻¹)
	$P_a(x, y, t)$	คือ	ความกดอากาศ (กก./ม. ² /วินาที ²)
	ρ_w	คือ	ความหนาแน่นน้ำ (กก./ลูกบาศก์เมตร)
	x, y	คือ	พิกัดเชิงพื้นที่ (ม.)
	t	คือ	เวลา (วินาที)
	$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$	คือ	ส่วนประกอบของแรงกดทางข้างประสิทธิผล

แบบจำลองที่ใช้ศึกษาการไหลหลาก จะมีฟังก์ชันในการคำนวณที่สำคัญ ได้แก่ การจำลองการเปลี่ยนแปลงฝนเป็นน้ำท่า การจำลองการไหลใน 1 มิติ คือการไหลในลำน้ำ และการจำลองการไหลแบบ 2 มิติ คือการไหลในทุ่งน้ำท่วม (Flood Plain) โดยที่ผลการคำนวณแสดงในรูปของการเปลี่ยนแปลงกราฟน้ำท่าของปริมาณน้ำหลาก ระดับน้ำ ความเร็วกระแสน้ำ และช่วงเวลาในการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำหลาก รวมทั้งสามารถแสดงแผนที่น้ำท่วม (Inundation Map) ที่เกิดจากระดับน้ำและความเร็วกระแสน้ำ ในบริเวณพื้นที่ที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมซ้ำซากได้

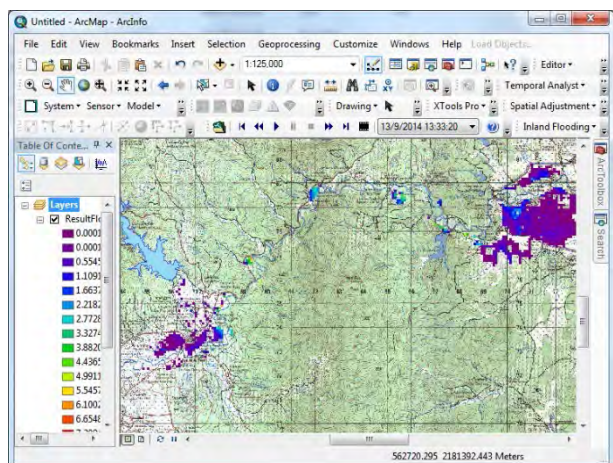
การศึกษากลไกการเคลื่อนตัวของน้ำหลากในบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพสูงและทันสมัย สำหรับทำการคำนวณและแสดงผลแบบ 2 มิติ (2-Dimensional) จะนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ แบบจำลอง MIKE FLOOD เพื่อศึกษาสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำในภาวะอุทกภัย ที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ โดยที่ MIKE FLOOD เป็นแบบจำลองการไหลของน้ำหลากที่รวมคุณสมบัติการจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำ หรือทางน้ำเปิด (River Flow) ของแบบจำลอง MIKE11-HD (การไหลแบบ 1 มิติ) และการไหลบนพื้นที่ราบน้ำท่วม (Floodplain) ของแบบจำลอง MIKE21 (การไหลแบบ 2 มิติ) ซึ่งจะใช้เทคนิคการจำลองแบบ 1 มิติ ควบคู่กับแบบ 2 มิติ (1-D Couples 2-D) โดยแบบจำลอง 2 มิติ สามารถสร้างจากข้อมูลค่าระดับพื้นที่ (Digital Elevation Model, DEM) และสามารถจำลองการไหลในทางน้ำเปิด การไหลผ่านอาคารชลศาสตร์รวมทั้งใช้วิเคราะห์สภาพการไหลบ่าอันเกิดจากการพังทลายของเขื่อนได้ ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง MIKE FLOOD แสดงดังรูปที่ 2.1-23 ทำให้ทราบขอบเขตแผนที่น้ำท่วมและแผนที่ความเร็วกระแสน้ำ เมื่อมีลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่แตกต่างกัน ดังนั้นแบบจำลอง MIKE FLOOD จะรวมเอาคุณสมบัติเด่นของ MIKE11 และ MIKE21 เข้าด้วยกัน ทำให้การจำลองมีความใกล้เคียงกับเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น



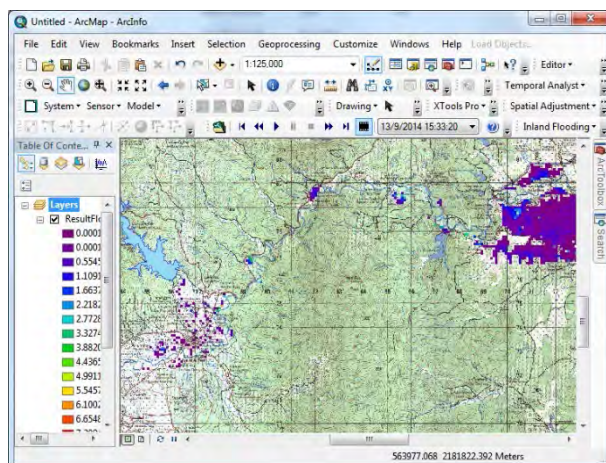
(ก) ชั่วโมงที่ 1



(ข) ชั่วโมงที่ 3



(ค) ชั่วโมงที่ 5

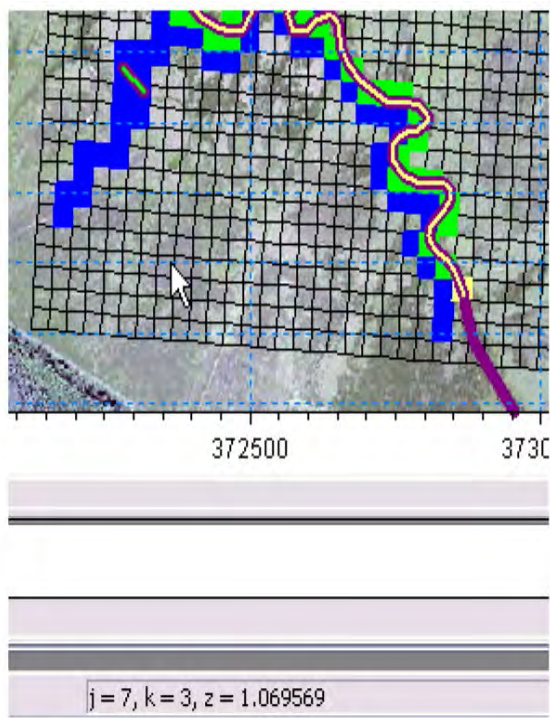


(ง) ชั่วโมงที่ 7

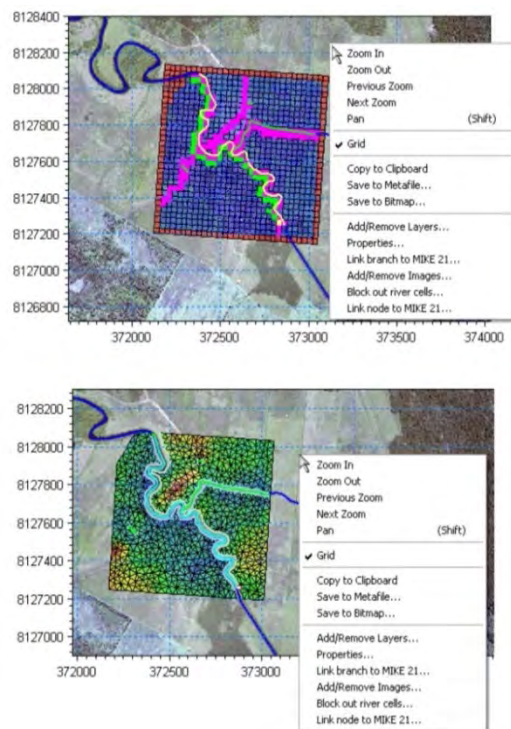
รูปที่ 2.1-23 ตัวอย่างการจำลองการไหลในช่วงเวลาต่างๆ ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด ด้วยแบบจำลอง MIKE FLOOD และโปรแกรม ArcGIS 10

สำหรับจุดเด่นของแบบจำลอง MIKE FLOOD สามารถสรุปได้ดังนี้

- (1) สามารถคำนวณการไหลแบบ 1 มิติ โดยใช้สมการ Saint-venant (สมการโมเมนตัมและสมการความต่อเนื่อง) รวมไปถึงการคำนวณการไหลผ่านอาคารชลศาสตร์ต่างๆ และสิ่งกีดขวางลำน้ำ เช่น ฝาย ประตูระบายน้ำ ท่อลอด เครื่องสูบน้ำ แก้มลิง สะพาน
- (2) ใช้แบบจำลอง NAM เป็นแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากฝน
- (3) การคำนวณการไหลแบบ 2 มิติ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.1-24 สามารถคำนวณแบบกริดสี่เหลี่ยม และแบบ Mesh Network เนื่องจากการคำนวณการไหลแบบ 2 มิติ ต้องจำลองพื้นที่ศึกษาในรูปแบบพื้นที่เล็กๆ ต่อกัน ทั้งนี้แบบจำลอง MIKE FLOOD สามารถจำลองพื้นที่ในการคำนวณเป็นรูปแบบกริด แต่เนื่องจากแม่น้ำมีความคดเคี้ยว การจำลองพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ริมแม่น้ำอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ปัจจุบันแบบจำลอง MIKE FLOOD สามารถจำลองพื้นที่ของการไหล 2 มิติ แบบ Mesh ซึ่งสามารถจำลองพื้นที่ริมแม่น้ำที่มีความคดเคี้ยวใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ดังรูปที่ 2.1-25
- (4) สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรม ArcGIS ได้โดยการเตรียมข้อมูลนำเข้าและการแสดงผลผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยที่โปรแกรม MIKE FLOOD มี Plugin ที่แสดงผลผ่านโปรแกรม ArcGIS ดังรูปที่ 2.1-26 ทั้งนี้เมื่อคำนวณการไหลเสร็จสิ้น สามารถนำเข้าเพิ่มข้อมูลผลการคำนวณมาเปิดด้วยโปรแกรม ArcGIS และประมวลผลเชิงพื้นที่ได้ทันที
- (5) ปัจจุบันโปรแกรม MIKE11 พัฒนาการคำนวณแบบ Parallel ซึ่งหมายความว่าสามารถคำนวณแบบคู่ขนาน จึงทำให้คำนวณได้รวดเร็ว
- (6) ปัจจุบันโปรแกรม MIKE FLOOD สามารถติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ทั้งแบบ 32 Bit และ 64 Bit
- (7) แบบจำลอง MIKE ได้ใช้งานอย่างแพร่หลายในองค์กรต่างๆ อาทิเช่น กรมชลประทาน กรมควบคุมมลพิษ กรมทรัพยากรน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (สสนก.)



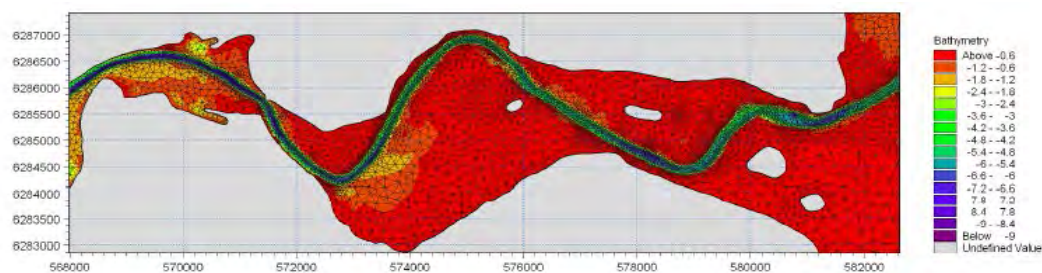
(ก) รูปแบบลำน้ำที่มีความคดเคี้ยว และการจำลองพื้นที่แบบกริด



(ข) เปรียบเทียบรูปแบบกริด และ รูปแบบ Mesh

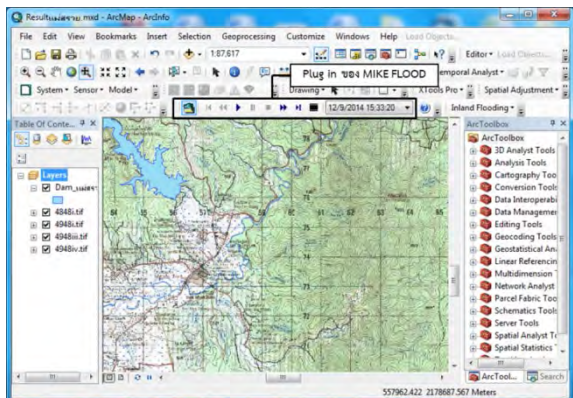
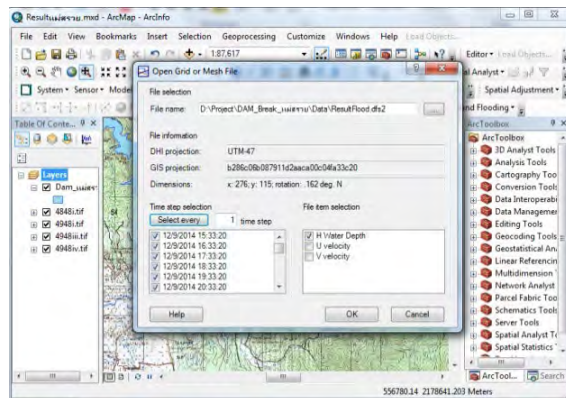
รูปที่ 2.1-24 ตัวอย่างรูปแบบการคำนวณแบบ 2 มิติของแบบจำลอง MIKE FLOOD

ที่มา : Manual of MIKE Flood, 2012



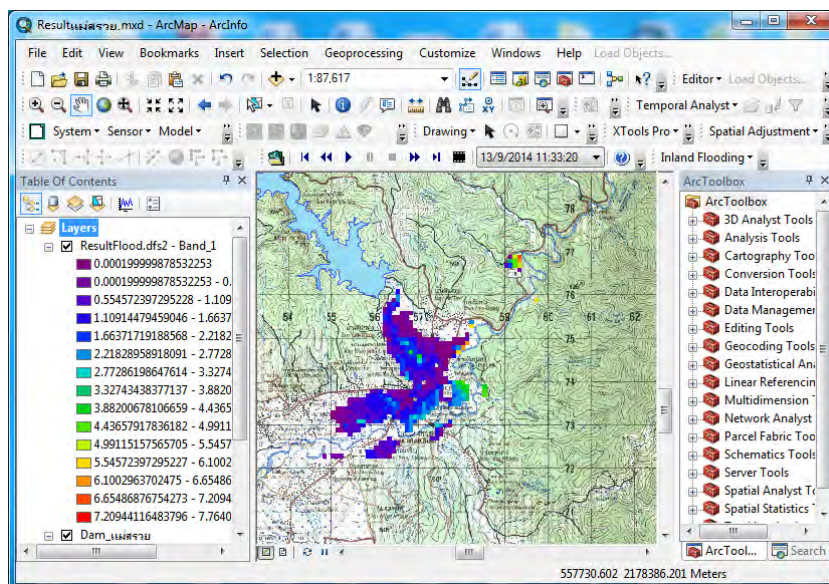
รูปที่ 2.1-25 ตัวอย่างการจำลองพื้นที่แบบ Mesh ในการคำนวณแบบ 2 มิติของแบบจำลอง MIKE FLOOD

ที่มา : Manual of MIKE Flood, 2012



(ก) โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
ที่ติดตั้ง Plugin ของ MIKE FLOOD

(ข) การเปิดผลการคำนวณของ MIKE FLOOD
ด้วยโปรแกรม ArcGIS ผ่าน Plugin ของ MIKE FLOOD



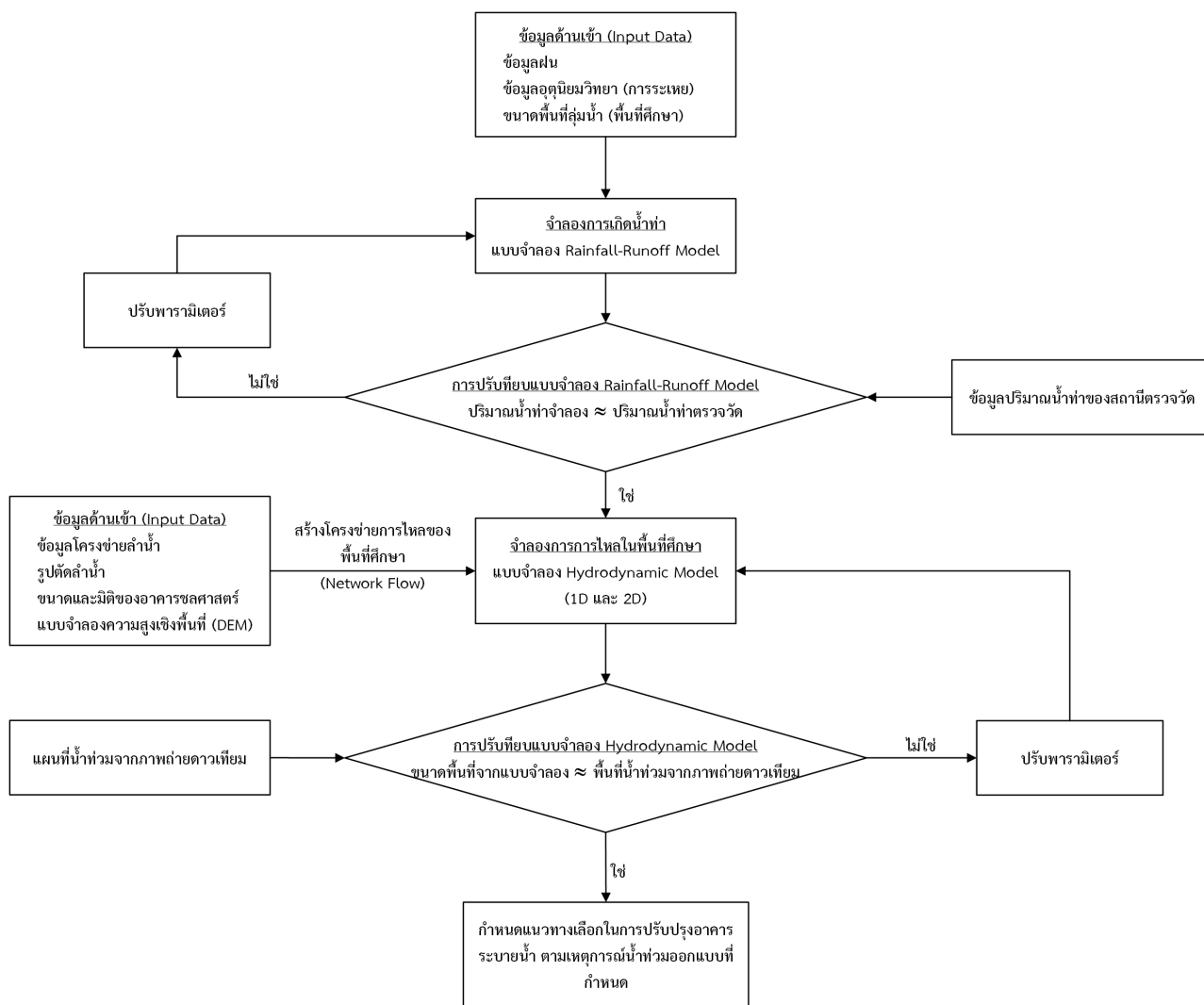
(ค) การซ้อนทับข้อมูล (Overlay) ของผลการคำนวณ และชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

รูปที่ 2.1-26 การเปิดผลการคำนวณผ่านโปรแกรม ArcGIS

3) แนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์

สำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งทางที่ปรึกษาเสนอให้ใช้แบบจำลอง MIKE FLOOD เนื่องจากมีความเหมาะสมและมีจุดต่างๆ ตามรายละเอียดที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยแนวทางในการใช้แบบจำลอง จะเริ่มตั้งแต่การประเมินปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากฝนที่ตกในพื้นที่ จากนั้นจะประเมินการไหลของน้ำในโครงข่ายการไหล (Network Flow) ตามปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงานดังแสดงในรูปที่ 2.1-27 ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

- (1) จำลองปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา จากปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ โดยใช้แบบจำลอง น้ำฝน-น้ำท่า หรือ Rainfall – Runoff Model ซึ่งเป็น Module ย่อย ของแบบจำลอง MIKE FLOOD
- (2) ทำการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ด้วยการนำผลการคำนวณปริมาณ น้ำท่าจากข้อมูลน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองไปเปรียบเทียบกับข้อมูลสถิติปริมาณน้ำท่าที่มีการ บันทึกไว้ จากสถานีวัดน้ำท่าหรือสถานีที่อยู่ใกล้เคียง
- (3) นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบและตรวจสอบไปประเมินปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้น สำหรับเหตุการณ์น้ำฝนที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ
- (4) ทำการจำลองสภาพการไหลในพื้นที่ศึกษา โดยใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ หรือ Hydrodynamic Model ซึ่งเป็น Module ย่อย ของแบบจำลอง MIKE FLOOD ซึ่งมีขั้นตอน การดำเนินงานดังนี้
 - (4.1) สร้างโครงข่ายการไหลของพื้นที่ศึกษา (Network Flow) จากข้อมูลโครงข่ายลำน้ำ รูปตัดลำน้ำ ขนาดและมิติของอาคารชลศาสตร์ และแบบจำลองความสูงเชิงพื้นที่ (DEM)
 - (4.2) กำหนดช่วงเวลาหรือเหตุการณ์ของน้ำท่าที่จะทำการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ แบบจำลอง (แบบจำลอง Hydrodynamic Model จะดึงข้อมูลปริมาณน้ำท่าจาก แบบจำลอง Rainfall – Runoff Model มาใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าโดยอัตโนมัติ ตาม ช่วงหรือเหตุการณ์ที่ผู้ใช้กำหนด)
 - (4.3) ทำการเปรียบเทียบแบบจำลอง โดยการนำข้อมูลขนาดพื้นที่น้ำท่วมได้จากแบบจำลอง ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมจริงจากภาพถ่ายดาวเทียม (ในกระบวนการ คำนวณของแบบจำลองหากการไหลยังอยู่ในลำน้ำจะเป็นการคำนวณการไหลแบบ 1 มิติ (1D) แต่หากมีการไหลล้นจากตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ จะเป็นการคำนวณการไหล แบบ 2 มิติ (1D))
 - (4.4) นำแบบจำลองที่ผ่านการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ มาใช้ในการกำหนดแนว ทางเลือกในการปรับปรุงอาคารระบายน้ำ ตามเหตุการณ์น้ำท่วมออกแบบที่กำหนด



รูปที่ 2.1-27 แนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ในการศึกษาของโครงการ

2.1.2 แนวคิด และวิธีการในการแก้ไขปัญหาการระบายน้ำบนทางหลวง ในประเทศและต่างประเทศ และที่กรมทางหลวงดำเนินการในอดีต

การศึกษาทบทวน แนวคิดและวิธีการในการแก้ไขปัญหาการระบายน้ำบนทางหลวง ในประเทศและต่างประเทศ เป็นขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้สำหรับนำมาใช้ประกอบการศึกษาของโครงการ โดยในการศึกษาทบทวนฯ นั้นทางที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากคู่มือ บทความทางวิชาการ ตลอดจนรายงานการศึกษาต่างๆ ดังนี้

- Highway Design Manual (Chapter Highway Drainage) ของหน่วยงาน Department of Transport New York State of Opportunity ประเทศสหรัฐอเมริกา
- Manual of Road Drainage : Culvert Design ประเทศออสเตรเลีย
- Integrated approach to determine highway flooding and critical points of drainage ประเทศเม็กซิโก
- Guidelines on Flood Disaster Mitigation for Highway Engineers ประเทศอินเดีย
- Highway flood disaster risk evaluation and management in China ประเทศจีน
- การบริหารจัดการสถานการณ์ภัยพิบัติ กรมทางหลวงชนบท
- คู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน มาตรฐานการระบายน้ำ กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย

สำหรับรายละเอียดของผลการทบทวนเอกสารต่างๆ ดังที่กล่าวข้างต้น สามารถแสดงได้ดังนี้

2.1.2.1 Highway Design Manual (Chapter 8 Highway Drainage) ของหน่วยงาน Department of Transport New York State of Opportunity ประเทศสหรัฐอเมริกา

คู่มือ Highway Design Manual ในบทที่ 8 เรื่อง Highway Drainage ซึ่งเรียบเรียงโดยหน่วยงาน Department of Transport New York State of Opportunity ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นเอกสารที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับแนวทางการออกแบบระบบระบายน้ำบนทางหลวง โดยแบ่งออกเป็นบทย่อยต่างๆ ทั้งหมด 10 บท โดยประเด็นสำคัญซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบกับแนวทางการดำเนินงานของกรมทางหลวง ประกอบไปด้วย การกำหนดเกณฑ์การออกแบบทางด้านอุทกวิทยาเพื่อประเมินอัตราการไหลสูงสุดออกแบบ และเกณฑ์การออกแบบทางด้านชลศาสตร์ เพื่อกำหนดขนาดของอาคารระบายน้ำ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การกำหนดเกณฑ์การออกแบบทางด้านอุทกวิทยาเพื่อประเมินอัตราการไหลสูงสุดออกแบบ

การกำหนดแนวทางการประเมินอัตราการไหลสูงสุดออกแบบ (Q_{design} หรือ Q_{peak}) ที่เสนอแนะไว้ในคู่มือฉบับนี้ มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี คือ

- (1) วิธี Rational Formula สำหรับการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดออกแบบ สำหรับขนาดพื้นที่รับน้ำขนาดไม่เกิน 200 เอเคอร์
- (2) วิธี Modified Soil Cover Complex Method เป็นวิธีคำนวณอัตราการไหลสูงสุดออกแบบ สำหรับขนาดพื้นที่รับน้ำขนาดไม่เกิน 1 ตารางไมล์ (640 เอเคอร์) ซึ่งมีสมการในการคำนวณดังนี้

$$Q_{design} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

เมื่อ Q_{design} คือ อัตราการไหลสูงสุดออกแบบ

I_a คือ การสูญเสียเริ่มต้น (นิ้ว) โดย $I_a = 0.2S$

P คือ ความลึกฝนตามรอบปีการเกิดซ้ำที่กำหนด

S คือ การเก็บกักของน้ำในชั้นดินสูงสุดหลังจากที่ฝนเริ่มตกคำนวณได้จาก

$$S = \frac{100}{CN} - 1$$

CN คือ Runoff Curve Number ซึ่งมีค่าแปรผันไปโดยขึ้นอยู่กับชนิดของดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน

- (3) วิธี Regression ซึ่งประเมินขนาดของอัตราการไหลสูงสุดออกแบบจากขนาดของพื้นที่รับน้ำ โดยอาศัยสมการความสัมพันธ์ ระหว่างอัตราการไหลกับขนาดพื้นที่รับน้ำ ที่ได้ดำเนินการศึกษาเอาไว้ ซึ่งวิธีการนี้ จะมีหลักการเช่นเดียวกับ วิธีการหาความถี่น้ำท่วมเชิงภูมิภาค (Regional Flood Frequency Analysis) ซึ่งแสดงไว้ใน “คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำ และป้องกันการกัดเซาะในงานทางหลวง”

อย่างไรก็ตาม ในการกำหนดรอบปีการเกิดซ้ำ หรือความถี่ของน้ำท่วมที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ จะกำหนดตามชนิดของอาคารระบายน้ำ ความสำคัญของสายทาง ดังแสดงในตารางที่ 2.1-15

ตารางที่ 2.1-15 การกำหนดรอบปีการเกิดซ้ำสำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำตาม Highway Design Manual ของหน่วยงาน Department of Transport New York State of Opportunity ประเทศสหรัฐอเมริกา

ประเภทถนน	ท่อลอด	ระบบระบายน้ำฝน	ท่อลอดใต้ทางเชื่อม	รางระบายน้ำ (Ditch)
ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง	50	10	N/A	25
ทางหลวงสายหลัก	50	10	25	25
ทางหลวงสายรอง	50	5	10	10
ทางหลวงในเขตชุมชน	50	5	10	10

2) เกณฑ์การออกแบบทางด้านชลศาสตร์ เพื่อกำหนดขนาดของอาคารระบายน้ำ

เกณฑ์การออกแบบทางด้านชลศาสตร์ของระบบระบายน้ำ ยังคงกำหนดให้การไหลเป็นแบบ Steady uniform flow ดังนั้น ในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดขนาดของอาคารระบายน้ำ ยังคงสามารถใช้สมการ Manning ได้ ในขณะที่การไหลผ่านท่อลอด ในคู่มือฉบับนี้กำหนดให้ใช้ Monograph ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในคู่มือ Drainage Handbook Culvert Design ของหน่วยงาน FHWA

สรุปเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการกับที่กรมทางหลวงที่ได้เคยดำเนินการ/แนวทางการนำมาปรับใช้กับโครงการ

จากเกณฑ์การออกแบบทางด้านอุทกวิทยาเพื่อประเมินอัตราการไหลสูงสุดออกแบบ และเกณฑ์การออกแบบทางด้านชลศาสตร์ เพื่อกำหนดขนาดของอาคารระบายน้ำ ตาม Highway Design Manual (Chapter 8 Highway Drainage) ของหน่วยงาน Department of Transport New York State of Opportunity ประเทศสหรัฐอเมริกา จะเห็นได้ว่า มีการกำหนดรอบปีการเกิดซ้ำของอาคารระบายน้ำประเภทต่างๆ ตามลักษณะของถนนไว้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในส่วนของการออกแบบท่อลอดของถนนทุกประเภทกำหนดไว้ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 50 ปี ในขณะที่การวิเคราะห์ตามแนวทางของกรมทางหลวง จะแสดงการออกแบบที่รอบปีการเกิดซ้ำ 25 ปี และ 50 ปี ส่วนการออกแบบระบบระบายน้ำฝนตามคู่มือฉบับนี้กำหนดให้ใช้ที่ 10 ปี สำหรับถนนสายหลัก ในขณะที่ถนนสายรองและเขตชุมชนกำหนดไว้ที่ 5 ปี ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางที่กรมทางหลวงใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ ปริมาณฝนออกแบบที่ตกในบริเวณพื้นที่ที่จะระบายน้ำกำหนดให้ใช้ที่รอบ 5-10 ปี ขึ้นอยู่กับระดับความสำคัญของปัญหาน้ำท่วม เช่น สำหรับบริเวณชุมชนไม่หนาแน่นและมีปัญหาน้ำท่วมขังเพียงเล็กน้อยใช้รอบปีการเกิดของฝนออกแบบ 5 ปี ในทางตรงกันข้ามหากเป็นบริเวณที่มีชุมชนหนาแน่นย่านพาณิชยกรรมและธุรกิจการค้าซึ่งเมื่อเกิดน้ำท่วมจะมีความเสียหายค่อนข้างมากและเป็นอุปสรรคต่อการสัญจรให้ใช้รอบปีการเกิดของฝนออกแบบ 10 ปี

นอกจากนี้ประเด็นในการกำหนดวิธีการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดของคู่มือฉบับนี้ กำหนดให้ใช้วิธี Rational Formular สำหรับพื้นที่รับน้ำขนาดเล็กมาก คือ ไม่เกิน 200 เอเคอร์ หรือ 0.8 ตารางกิโลเมตร เท่านั้น ในขณะที่ข้อกำหนดตามทฤษฎีทั่วไป ซึ่งกรมทางหลวงใช้สำหรับ Rational Formular คือ กรณีที่พื้นที่รับน้ำไม่เกิน 25 ตารางกิโลเมตร

สำหรับเกณฑ์การออกแบบทางด้านชลศาสตร์ตามที่เสนอแนะในคู่มือฉบับนี้ สอดคล้องกับที่กรมทางหลวงใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ การกำหนดขนาดของอาคารระบายน้ำยังคงสามารถใช้สมการ Manning ได้ ในขณะที่การไหลผ่านท่อลอดในคู่มือฉบับนี้กำหนดให้ใช้ Monograph ตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในคู่มือ Drainage Handbook Culvert Design ของหน่วยงาน FHWA ซึ่งได้มีการแสดงไว้ใน “คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำและป้องกันการกัดเซาะในงานทางหลวง” เช่นกัน

2.1.2.2 Manual of Road Drainage : Culvert Design ประเทศออสเตรเลีย

เอกสาร Manual of Road Drainage : Culvert Design ซึ่งจัดทำโดย Department of Transport and Main Roads Queensland Government ประเทศออสเตรเลีย ได้อธิบายไว้ว่า ท่อลอด (culvert) เป็นโครงสร้างทางชลศาสตร์เพื่อส่งน้ำข้ามถนน การออกแบบท่อลอดนั้น ต้องอาศัยหลักการทางชลศาสตร์และประสิทธิภาพในระดับที่ต้องการ (สำหรับป้องกันน้ำท่วมได้) ยิ่งไปกว่านั้น การคำนึงถึงด้านสิ่งแวดล้อมและอื่นๆ ย่อมมีการพิจารณาด้วย

การออกแบบของท่อลอด ต้องเริ่มต้นด้วยการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่ทำการระบายน้ำ รวมถึงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับพื้นที่ ทั้งรายงานสิ่งแวดล้อมและธรณีเทคนิค ซึ่งขั้นตอนต่างๆ มีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

- 1) เก็บข้อมูลพื้นที่ – มีการทบทวน สำรวจข้อมูลภูมิประเทศ แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศของพื้นที่ที่ต้องการ เช่น ข้อมูลพื้นที่รับน้ำ ทางน้ำ ข้อมูลต้นน้ำ และปลายน้ำ ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม ข้อมูลดินในบริเวณนั้น เป็นต้น และสิ่งที่สำคัญ ที่ต้องทบทวน คือ ข้อมูลของน้ำท่วมที่มีการบันทึกไว้ ศึกษาข้อมูลอื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียงในพื้นที่ เช่น คลอง ทำนบ พื้นที่รับน้ำ ข้อมูลเหล่านี้ใช้เพื่อให้ผู้ออกแบบเริ่มต้นในการคำนวณขนาดและการจัดวางท่อลอด
- 2) การคำนวณถนน/คลองส่งน้ำ – การวางแผนทางถนนมีการวางข้ามเส้นทางน้ำ/คลองส่งน้ำ ดังนั้นผู้ออกแบบควรคำนึงถึงความสูงของช่วงถนนในช่วงข้ามเส้นทางน้ำ การจัดวางเส้นทางถนนในช่วงแนวระนาบ ความสูงชันของเขื่อนริมน้ำหรือเนินเขา ความหนาของถนนที่ทำการก่อสร้าง ลักษณะของคลองส่งน้ำ (ความกว้างและความลาดเอียงของคลองส่งน้ำ) พารามิเตอร์เหล่านี้ต้องการเพื่อมาใช้ในการคำนวณหาความสูงสูงสุด ความกว้างและความยาวที่น้อยที่สุดของท่อลอด นอกจากนี้พารามิเตอร์เหล่านี้ยังช่วยให้การกำหนดความสูงแรงดันเหนือเขื่อน (Head water) ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาท่อลอดที่ต้นน้ำ
- 3) การคำนวณชนิดท่อลอดและตำแหน่งที่วาง – การเลือกวัสดุของท่อลอดให้เหมาะสมกับพื้นที่และเสนอแนวทางการจัดวาง จะต้องมีการคำนวณขนาดของท่อลอดเพื่อให้เหมาะสม และทำการตรวจสอบข้อกำหนดต่างให้ครอบคลุมกับขนาดของท่อลอดที่ทำการเลือก กำหนดระดับความสูงของระดับน้ำทางเข้า-ทางออก ตรวจสอบการคำนวณต่างๆ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม และเอกสารเกี่ยวกับการออกแบบท่อลอดทั้งในแง่ความเป็นไปได้และข้อจำกัดที่จะเกิดขึ้น
- 4) การคำนวณระดับน้ำท้ายน้ำของจุดออกท่อลอด
- 5) ออกแบบภายใต้หลักการชลศาสตร์ – กำหนดระดับความสูงของน้ำที่สามารถยอมรับได้ รวมถึง ระยะจากระดับน้ำสูงสุดถึงระดับหลังคันคลองหรือสันเขื่อน (freeboard) เมื่อทำการออกแบบท่อลอดเสร็จสิ้นจะมีการคำนวณค่าทางชลศาสตร์ต่างๆ และมีการทดลองเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตามแบบโครงสร้างที่ได้วางไว้เพื่อเลือกการออกแบบที่เหมาะสมที่สุด

- 6) การทบทวนแบบที่ทำการเลือก – ทำการตรวจสอบการออกแบบทางชลศาสตร์ว่าสามารถป้องกันน้ำท่วมได้อย่างที่ต้องการหรือไม่ ตรวจสอบระดับความสูงน้ำ (Headwater) ที่จะเกิดขึ้นกับความสูงน้ำที่ยอมรับได้ ตรวจสอบความเร็วจุดปล่อยน้ำ ตรวจสอบขอบเขตของพื้นที่รับน้ำจากการไหลบ่าและสำรวจผลกระทบที่จะเกิดขึ้น
- 7) ตรวจสอบเครือข่ายใกล้เคียง อาทิเช่น น้ำผิวดินจากแหล่งอื่นสามารถเข้าสู่จุดรับน้ำหรือจุดปล่อยน้ำของท่อลอดได้หรือไม่ น้ำใต้ดินสามารถเข้าสู่จุดรับน้ำหรือจุดปล่อยน้ำของท่อลอดได้หรือไม่
- 8) การบรรเทาผลกระทบ – คำนวณการป้องกันมลพิษทั้งจุดเข้าและจุดออก

ในเอกสารฉบับนี้ได้แสดงแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลเชิงชลศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบท่อลอดดังแสดงในรูปที่ 2.1-28 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในการออกแบบท่อลอดจะต้องพิจารณาทั้งกรณี Inlet Control และ Outlet Control



PROJECT:				Designer: Checker / Reviewer: Date:				Sheet ____ of ____								
HYDROLOGICAL AND DESIGN INFORMATION																
$Q_1 = \text{_____ m}^3/\text{s} - \text{ARI } \text{_____ yrs} \quad TW_1 = \text{_____ m}$ $Q_2 = \text{_____ m}^3/\text{s} - \text{ARI } \text{_____ yrs} \quad TW_2 = \text{_____ m}$																
$Q_3 = \text{_____ m}^3/\text{s} - \text{ARI } \text{_____ yrs}$ $TW_3 = \text{_____ m}$																
} Extreme Event Check																
CULVERT DESCRIPTION	Q per Cell — Q/B Ratio	Size D or Ht	HEADWATER COMPUTATION										CONTROLLING HEADWATER	OUTLET VELOCITY (V)	Comments (incl. check of Froude No. & AHW)	
			INLET CONT.		OUTLET CONTROL											
			$\frac{HW}{D}$	$\frac{HW_1}{(1)}$	K_e	H	α_c	$\frac{d_c + D}{2}$ (2)	TW (3)	h_0	LS_0	HW_0 (4)				
<u>Levee/block</u>			Figs 9B.1 - 9B.4	$HW = HWO \times \bar{O}$	Table 9.10.2	Figs 9B.5 - 9B.10	Figs 9B.11 - 9B.15		if $TW > D$, then $\alpha_c = TW$. Otherwise α_c is greater of (2) & (3)	Length x Slope	$HW_0 = H + h_0 + LS_0$	Greater of (1) & (4)	Average outlet velocity: $V_o = Q/A$. Refer Sect. 9.11.9 When inlet control: Use Figs 9B.11 & 9B.12 to determine part full area for pipes. For boxes, use Manning's to determine normal depth. When outlet control: Depth of flow based on D , d , or TW as appropriate.			
<u>Energy Dissipator</u>																
<u>Summary and Recommendations:</u>																

รูปที่ 2.1-28 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลเชิงกลศาสตร์สำหรับการออกแบบท่อลอด



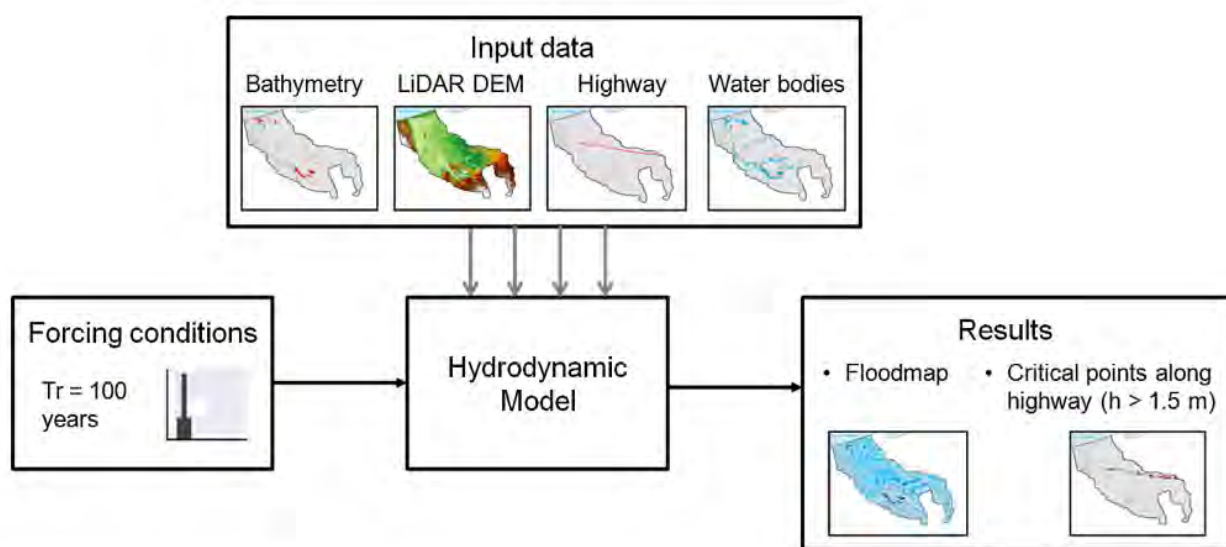
สรุปเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการกับที่กรมทางหลวงที่ได้เคยดำเนินการ/แนวทางการนำมาปรับใช้กับโครงการ

จากแนวทางการออกแบบท่อลอด (Culvert) ตามเอกสาร Manual of Road Drainage : Culvert Design ประเทศออสเตรเลีย จะเห็นได้ว่า การพิจารณาการออกแบบเพื่อเลือกขนาดหน้าตัดของท่อลอดที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาทั้งกรณี Inlet Control และ Outlet Control โดยจะพิจารณาในแต่ละตำแหน่งของท่อลอด ซึ่งจะสอดคล้องกับแนวทางที่เสนอแนะไว้ใน “คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำและป้องกันการกัดเซาะในงานทางหลวง ดังนั้นทางที่ปรึกษาจึงเห็นว่า ในการกำหนดขนาดหน้าตัดของท่อลอด ควรพิจารณารายละเอียดเป็นรายตำแหน่ง และต้องคำนวณโดยพิจารณาทั้งกรณี Inlet Control และ Outlet Control ตามที่เสนอแนะไว้ใน “คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำและป้องกันการกัดเซาะในงานทางหลวง”

2.1.2.3 Integrated approach to determine highway flooding and critical points of drainage ประเทศเม็กซิโก

บทความเรื่อง Integrated approach to determine highway flooding and critical points of drainage ซึ่งตีพิมพ์ ในวารสาร Transportation Research ค.ศ. 2016 ได้มีการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่วิกฤติบนทางหลวงในด้านการระบายน้ำ โดยในการศึกษานี้ ได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาบูรณาการรวมกัน เพื่อประเมินจุดเสี่ยงบนทางหลวงในมลรัฐ Tabasco ประเทศเม็กซิโก

สำหรับวิธีการศึกษาในงานวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยได้ทำการสำรวจลักษณะสภาพภูมิเทศโดยใช้เทคโนโลยี Lidar มาสร้างเป็นแบบจำลองความสูงเชิงพื้นที่ (DEM) ที่มีความละเอียด 50x50 เมตร โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนทางดิ่งอยู่ในช่วง ± 0.02 เมตร จากนั้นนำข้อมูลผลการสำรวจมาใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าสำหรับแบบจำลองอุทกพลศาสตร์แบบ 2 มิติ เพื่อจำลองสภาพการเกิดน้ำท่วมในรูปแบบของแผนที่น้ำท่วมที่สามารถแสดงถึงข้อมูลระดับความลึกของน้ำท่วมบนทางหลวงในพื้นที่ศึกษา ซึ่งแนวทางการดำเนินงานสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1-29

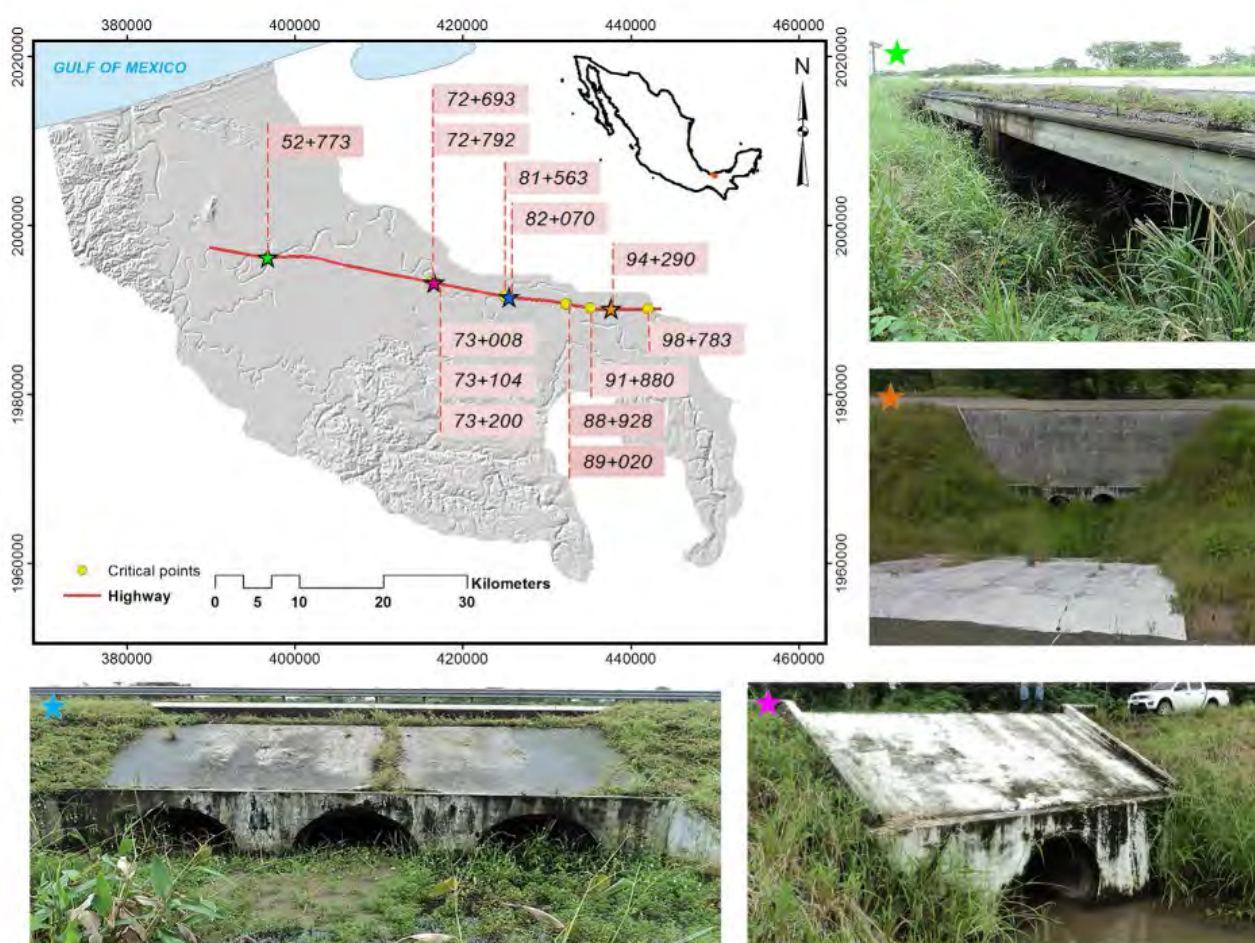


รูปที่ 2.1-29 กรอบแนวทางการดำเนินงานในการวิเคราะห์ตำแหน่งวิกฤติด้านการระบายน้ำบนทางหลวง

สำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์เพื่อจัดทำแผนที่น้ำท่วมในงานวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกเหตุการณ์ของกรณีที่เกิดฝนตกในพื้นที่ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 100 ปี มาใช้เป็นเหตุการณ์ในการวิเคราะห์ และได้มีการกำหนดเกณฑ์วิกฤติ ของตำแหน่งน้ำท่วมบนทางหลวงตามระดับความลึกของน้ำออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- ระดับรุนแรงวิกฤติ ความลึกของน้ำท่วมมากกว่า 1.5 เมตร
- ระดับรุนแรงปานกลาง ความลึกของน้ำท่วม 0.5- 1.5 เมตร
- ระดับรุนแรงน้อย ความลึกของน้ำทมน้อยกว่า 0.5 เมตร

จากผลการศึกษาพบว่า ทางหลวงในเขตพื้นที่ศึกษาระยะทางประมาณ 54 กิโลเมตร พบว่า มีตำแหน่งที่มีระดับความรุนแรงในระดับขั้นวิกฤติด้านการระบายน้ำจำนวน 13 ตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.1-30



รูปที่ 2.1-30 ตำแหน่งทางหลวงที่มีปัญหาน้ำท่วมรุนแรงระดับวิกฤติ

สรุปเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการกับที่กรมทางหลวงที่ได้เคยดำเนินการ/แนวทางการนำมาปรับใช้กับโครงการ

จากผลการทบทวนบทความเรื่อง Integrated approach to determine highway flooding and critical points of drainage จะเห็นได้ว่า แนวทางการศึกษาตามบทความฉบับนี้ ใกล้เคียงกับโครงการศึกษาครั้งนี้ กล่าวคือ จะมีการนำข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงพื้นที่ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์สภาพการไหลในพื้นที่ศึกษาโครงการ เพื่อประเมินแผนที่น้ำท่วมและระดับความสูงของน้ำท่วมบนทางหลวง อย่างไรก็ตาม การกำหนดเหตุการณ์ในอนาคต ซึ่งในบทความฉบับนี้ใช้ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 100 ปี นั้น ทางที่ปรึกษาเห็นว่า เป็นค่าการออกแบบที่มากจนเกินไป โดยในการศึกษาครั้งนี้ทางที่ปรึกษาจะวิเคราะห์ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 50 ปี ตามหลักการออกแบบอาคารระบายน้ำที่กรมทางหลวงใช้อยู่ในปัจจุบัน

อีกประเด็นหนึ่งที่เนื้อหาในบทความฉบับนี้มีความแตกต่างกับแนวทางที่กรมทางหลวงดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน คือ การกำหนดระดับความรุนแรงของพื้นที่น้ำท่วมตามระดับน้ำท่วม กล่าวคือ ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้ระดับความรุนแรงวิกฤติ ระดับรุนแรงปานกลาง และระดับรุนแรงน้อย มีค่าของระดับน้ำมากกว่า 1.50 เมตร อยู่ระหว่าง 0.5-1.50 เมตร และน้อยกว่า 0.5 เมตร ตามลำดับ ซึ่งหากนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การกำหนดระดับน้ำในระบบบริหารภัยพิบัติและสถานการณ์ฉุกเฉิน ที่กำหนดระดับความลึกของน้ำท่วมตามความสามารถในการขับชีผ่านไว้ 3 ระดับ คือ ผ่านไม่ได้ ผ่านได้แต่ไม่สะดวก และผ่านได้ จะมีค่าเท่ากับ มากกว่า 30 เซนติเมตร 20-30 เซนติเมตร และน้อยกว่า 20 เซนติเมตร

2.1.2.4 Highway flood disaster risk evaluation and management in China ประเทศจีน

บทความฉบับนี้เขียนโดย Bin Ou-Yang, Chun-Chao Chu, Ya-Bin Da, Xiao-Fei Liu และ Hai-Ying Zhang ในปี 2014 โดยเนื้อหาได้กล่าวถึง อุทกภัยหรือภัยพิบัติน้ำท่วมเป็นหนึ่งในภัยธรรมชาติที่สร้างความเสียหายมากที่สุดสำหรับการขนส่งบนทางหลวงทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเสียหายกับโครงสร้างของทางหลวง เพื่อให้เข้าใจถึงอิทธิพลอันเลวร้ายของภัยพิบัติน้ำท่วมที่มีต่อการขนส่งบนทางหลวงของประเทศจีน บทความนี้จึงเสนอดัชนีการประเมินทางเลือกสำหรับความเสี่ยงจากภัยพิบัติน้ำท่วมบนทางหลวง 3 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ สภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ และการแบกรับกับภัยพิบัติ ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

1) ปัจจัยที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ

ปัจจัยที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ หมายถึง ปัจจัยที่สามารถก่อให้เกิดภัยพิบัติได้ โดยปัจจัยที่เป็นสาเหตุให้เกิดน้ำท่วมบนทางหลวงมีหลายประการ ได้แก่ ปัจจัยทางธรรมชาติ (ปริมาณน้ำฝนและน้ำหลาก) และปัจจัยทางสังคม (กิจกรรมของมนุษย์) ในบรรดาปัจจัยที่เป็นสาเหตุทั้งหมด ปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะพายุฝน เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดอุทกภัย

โดยฝนที่ตกหนักจะช่วยเพิ่มระดับน้ำจากน้ำท่วมและทำให้ไหลทางถูกน้ำท่วม เมื่อพูดถึงการหาปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำฝนนั้น สามารถนำวิธีการด้านอุตุนิยมวิทยามาใช้ และแบ่งปริมาณน้ำฝนออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ฝนเล็กน้อย ฝนปานกลาง ฝนตกหนัก และพายุฝน ตามลำดับ ในการหาปัจจัยน้ำท่วม เราสามารถใช้ความถี่ของน้ำท่วมเป็นดัชนีชี้วัดได้ โดยใช้เวลาที่เกิดน้ำท่วมขึ้นในช่วง 1 หรือ 10 ปี

เนื่องจากมีทั้งปัจจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ รวมถึงมิติของปัจจัยเชิงปริมาณต่าง ๆ แตกต่างกัน ดังนั้น จำเป็นจะต้องหาปริมาณและปรับปัจจัยให้เป็นมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดภัยพิบัติ และการสำรวจภาคสนาม รวมถึงข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์ก่อนหน้านี้ (Ling et al. 2008; Tan et al. 2011) สามารถแบ่งปัจจัยออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่อันตราย พื้นที่เสี่ยงภัยสูง พื้นที่มีแนวโน้มปานกลาง และพื้นที่มีแนวโน้มต่ำ ตามลำดับ และกำหนดค่าสูงสุดของดัชนีเหล่านั้นนั้นเท่ากับ 100 และต่ำสุดเท่ากับ 0 โดยการแบ่งประเภทของปัจจัยที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ แสดงได้ดังตารางที่ 2.1-16

ตารางที่ 2.1-16 การจำแนกประเภทและคะแนนของตัวชี้วัดสาเหตุการเกิดภัยพิบัติ

การจำแนกประเภท และค่าคะแนน	พื้นที่อันตราย	พื้นที่เสี่ยงสูง	พื้นที่เสี่ยงปานกลาง	พื้นที่เสี่ยงต่ำ
ความรุนแรงของพายุ (มม./10 นาที)				
ประเภท	≥ 15	15 - 10	10 - 5	< 5
คะแนน	[100, 90)	[90, 80)	[80, 60)	[60, 0)
ความถี่ของการเกิดน้ำท่วม (ครั้ง/ปี)				
ประเภท	≥ 9	9 - 6	6 - 3	< 3
คะแนน	[100, 90)	[90, 80)	[80, 60)	[60, 0)

หมายเหตุ ข้อมูลจากตารางดังกล่าวเป็นสถิติข้อมูลจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายบริหารงานและบำรุงรักษาทางหลวง รวมทั้งอ้างอิงจากการประมาณค่าที่เหมาะสมจากข้อมูลย้อนหลัง การคำนวณของผู้ศึกษา และงานวิจัย

2) สภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ

ข้อมูลอ้างอิงจากผลการวิจัยของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Bai et al. 1993, Tan et al. 2011, Zhu and Wang 2001) พบว่า ปัจจัยบางประการมีอิทธิพลให้เกิดน้ำท่วมในทางหลวง ซึ่งในการศึกษานี้ ได้เลือกใช้ดัชนีชี้วัดปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมหลัก จำนวน 6 ด้าน ประกอบด้วย

- ข้อจำกัดทางด้านธรณีวิทยา
- สถานการณ์ธรณีพิบัติภัยในอดีต
- สภาพภูมิประเทศ
- สภาพธรณีวิทยา
- ปริมาณพืชปกคลุมดิน
- กิจกรรมของมนุษย์

สำหรับรายละเอียดการจำแนกประเภทของปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติแสดงดัง

ตารางที่ 2.1-17



ตารางที่ 2.1-17 การจำแนกประเภทและคะแนนของตัวชี้วัดสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ

การจำแนกประเภทและค่าคะแนน	พื้นที่อันตราย	พื้นที่เสี่ยงสูง	พื้นที่เสี่ยงปานกลาง	พื้นที่เสี่ยงต่ำ
ข้อจำกัดทางด้านธรณีวิทยา ประเภท คะแนน	โครงสร้างแบบประทุนคว่ำ (Anticline structure) (≥ 80)	โครงสร้างแบบแนวเทเดี่ยว (Monocline structure) (80, 70]	โครงสร้างแบบต่างระดับ (Level structure) (70, 50]	โครงสร้างแบบประทุนหงาย (Syncline structure) (50, 0]
สถานการณ์ธรณีพิบัติภัยในอดีต (แห่ง/กิโลเมตร) ประเภท คะแนน	≥ 5 (≥ 90)	5 - 3 (90, 70]	3 - 1 (70, 50]	< 1 (50, 0]
สภาพภูมิประเทศ ประเภท คะแนน	ภูเขา (≥ 80)	เนินสูง (80, 60]	เนินเตี้ย (60, 30]	ที่ราบ (30, 0]
สภาพธรณีวิทยา ประเภท คะแนน	หินตะกอนยุคควอเตอนารี (≥ 80)	หินโคลน/หินดินดาน (80, 60]	หินปูน (60, 40]	หินทราย (40, 0]
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (มม.) ประเภท คะแนน	$\geq 1,400$ (≥ 60)	1,400 – 1,200 (60, 50]	1,200 – 1,000 (50, 40]	$< 1,000$ (40, 0]



ตารางที่ 2.1-17 (ต่อ) การจำแนกประเภทและคะแนนของตัวชี้วัดสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ

การจำแนกประเภทและค่าคะแนน	พื้นที่อันตราย	พื้นที่เสี่ยงสูง	พื้นที่เสี่ยงปานกลาง	พื้นที่เสี่ยงต่ำ
ร้อยละของพืชปกคลุมดิน (%)				
ประเภท	< 10	10 – 20	20 - 30	≥ 30
คะแนน	(≥ 80)	(80, 70]	(70, 50]	(50, 0]
ความหนาแน่นของประชากร (คน/ตร.กม.)				
ประเภท	≥ 360	180–360	90–180	< 90
คะแนน	(≥ 80)	(80, 70]	(70, 50]	(50, 0]

3) การแบกรับภัยพิบัติและความสูญเสีย

ในด้านการแบกรับภัยพิบัติ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การแบกรับภัยพิบัติโดยตรง และการแบกรับภัยพิบัติทางอ้อม โดยการแบกรับภัยพิบัติโดยตรงส่วนใหญ่จะพิจารณาถึง พื้นถนน ไหล่ทาง โครงสร้างกันดิน สะพานขนาดเล็ก และท่อระบายน้ำ เป็นต้น ในส่วนของการแบกรับภัยพิบัติทางอ้อม หมายถึง ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรดิน สิ่งแวดล้อม และสภาพเศรษฐกิจ-สังคม ซึ่งไม่อยู่ในขอบเขตของการศึกษาในบทความนี้

ในบทความนี้ได้พิจารณาความเสียหายต่อทรัพย์สินจากภัยพิบัติประกอบด้วย 3 ด้านหลัก ได้แก่ ความสูญเสียโดยตรงต่อการรับมือกับภัยพิบัติ ระยะเวลาของการหยุดชะงักของการจราจร และค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูความเสียหายจากน้ำท่วม ซึ่งได้มีการการจัดทำแบบจำลองเพื่อประเมินความเสียหายจากภัยพิบัติ ตามประเภทการเกิดน้ำท่วม ดังนี้

$$D(s) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m E(d_i) \cdot F_{ij} \cdot G_{ij}$$

เมื่อ $D(s)$ คือ ความเสียหายจากน้ำท่วมทางหลวงทั้งหมด

$E(d_i)$ คือ ราคาเฉลี่ยต่อหน่วยในการรับมือภัยพิบัติที่ i

F_{ij} คือ จำนวนของอัตราการสูญเสียระดับที่ j ที่เกิดขึ้นในการรับมือภัยพิบัติที่ i

G_{ij} คือ ค่าเฉลี่ยของอัตราการสูญเสียของการรับมือภัยพิบัติที่ i เมื่ออัตราการสูญเสียระดับ j เกิดขึ้น (i หมายถึงประเภทของการแบกรับภัยพิบัติ , j หมายถึงการสูญเสียระดับของการแบกรับภัยพิบัติ

ทั้งนี้ จากสถิติความสูญเสียและค่าซ่อมแซมความเสียหายประเภทต่างๆ บนทางหลวงในมณฑลทางตะวันตกเฉียงใต้ของจีนระหว่างปี พ.ศ. 2548 - 2555 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1-18 และข้อมูลการประมาณการระยะเวลาที่การจราจรหยุดชะงัก แสดงดังตารางที่ 2.1-19 ในส่วนของค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม พื้นฟู โดยจำแนกตามการแบกรับภัยพิบัติและความสูญเสีย แสดงดังตารางที่ 2.1-20

ตารางที่ 2.1-18 ราคาต่อหน่วยของความเสียหายประเภทต่าง ๆ

ลำดับ	ประเภทความเสียหาย	ราคาต่อหน่วย	หน่วย	ราคาต่อหน่วย ของการซ่อมบำรุง	หน่วย
1	ถนนดินถม	55	หยวน/ลบ.ม.	140	หยวน/เมตร
2	ถนนลาดยางแอสฟัลต์	150	หยวน/ตร.ม.	500	หยวน/เมตร
3	ทางซีเมนต์	120	หยวน/ตร.ม.	300	หยวน/เมตร
4	ถนนหินคลุก	20	หยวน/ตร.ม.	70	หยวน/เมตร
5	สะพาน	31,000	หยวน/เมตร	125	หมื่นหยวน/บล็อก
6	การบำรุงรักษาท่อระบายน้ำ	20,000	หยวน/แห่ง		
7	กำแพงกันคลื่น	65	หยวน/ตร.ม.	22,000	หยวน/แห่ง
8	ทางลาดชัน	90	หยวน/ตร.ม.	5,000	หยวน/แห่ง
9	กำแพงกันดิน	210	หยวน/ตร.ม.	23,000	หยวน/แห่ง
10	การพังทลาย	20	หยวน/ลบ.ม.	11,000	หยวน/แห่ง

ตารางที่ 2.1-19 ระยะเวลาการติดขัดของจราจรบนทางหลวงประเภทต่าง ๆ ภายใต้ระดับภัยพิบัติที่แตกต่างกัน
(หน่วย : ชั่วโมง)

ลำดับ	ระดับภัยพิบัติ	ใหญ่มาก	ใหญ่	ปานกลาง	เล็ก
1	สะพานทางหลวงและท่อระบายน้ำ	> 48	[48, 24)	[24, 12)	≤ 12
2	ถนน แม่น้ำ	> 48	[48, 24)	[24, 12)	≤ 12
3	ถนนทางลาดชัน	> 48	[48, 12)	[12, 6)	≤ 6
4	ถนนทางราบ	> 12	[12, 6)	[6, 1)	≤ 1

ตารางที่ 2.1-20 การจำแนกประเภทและคะแนนของดัชนีชี้วัดการแบกรับภัยพิบัติ

การจำแนกประเภทและค่าคะแนน	พื้นที่อันตราย	พื้นที่เสี่ยงสูง	พื้นที่เสี่ยงปานกลาง	พื้นที่เสี่ยงต่ำ
การสูญเสียทางเศรษฐกิจ (10^4 หยวน)				
ประเภท	≥ 20	10 - 20	5 - 10	< 5
ค่าคะแนน	[100, 80)	[80, 60)	[60, 40)	[40, 0)
การล่าช้าของระยะเวลาการขนส่ง (ชั่วโมง)				
ประเภท	≥ 48	48-24	24-12	< 12
ค่าคะแนน	[100, 80)	[80, 60)	[60, 40)	[40, 0)
ค่าซ่อมบำรุงด้านวิศวกรรมจากปัญหาอุทกภัย (10^4 หยวน)				
ประเภท	≥ 20	10 - 20	5 - 10	< 5
ค่าคะแนน	[100, 80)	[80, 60)	[60, 40)	[40, 0)

4) การจัดทำแบบจำลองเพื่อประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วมบนทางหลวง

- วิธีการกำหนดน้ำหนักของดัชนีที่ใช้ประเมิน

ผลการประเมินความเสี่ยงมักจะได้รับผลกระทบโดยตรงจากความสมเหตุสมผล และความถูกต้องของค่าน้ำหนักตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมิน ซึ่งครอบคลุมดัชนีชี้วัดหลายตัว ค่าน้ำหนักที่แตกต่างกันอาจนำไปสู่การจัดอันดับการประเมินความเสี่ยงที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วจะมี 3 วิธีการที่นิยมใช้ในการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก ได้แก่ วิธีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักแบบอัตรันัย วิธีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักตามวัตถุประสงค์ และวิธีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักแบบรวม

วิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process, AHP) เป็นหนึ่งในวิธีที่ใช้บ่อยที่สุด (Ling et al. 2008; Tan et al. 2011) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ วิธี AHP ใช้งานง่ายและเป็นแนวทางทางคณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งในวิธีการตามวัตถุประสงค์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในการจัดเรียงและสังเคราะห์ข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิธี AHP ใช้ได้กับปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์ด้วยวิธีเชิงปริมาณปกติได้ นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายโอนข้อมูลเชิงคุณภาพและซับซ้อน ให้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณและสามารถนำไปคำนวณได้ ด้วยคุณสมบัติที่มีความต้องการข้อมูลและระยะเวลาในการวิเคราะห์ไม่มาก จึงเป็นข้อได้เปรียบของวิธี AHP

อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าวิธีการเหล่านี้ จะขึ้นอยู่กับความรู้สึกของผู้ประเมินเป็นอย่างสูง และผลลัพธ์มักไม่สนใจผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้น จึงมีการเสนอวิธีการรวมกันของ วิธี AHP และเหตุผลของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำมาค่าน้ำหนักเพื่อให้ผลลัพธ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์และครอบคลุม โดยมีขั้นตอนหลัก ๆ 4 ขั้นตอน ดังนี้

- ใช้วิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process, AHP) เพื่อกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก
- ปรับเปลี่ยนค่าน้ำหนักตามความคิดเห็นและเหตุผลจากผู้เชี่ยวชาญ โดยในบทความฉบับนี้ได้เสนอค่าน้ำหนักของความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมบนทางหลวง ไว้ในตารางที่ 2.1-21
- ดำเนินการจัดทำดัชนีชี้วัดในการประเมินสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ โดยในบทความนี้ได้เสนอค่ามาตรฐานในการแบ่งสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมบนทางหลวง ดังตารางที่ 2.1-22
- ดำเนินการประเมินความเสี่ยงภัยน้ำท่วมบนทางหลวง โดยในบทความฉบับนี้ได้เสนอค่ามาตรฐานในการแบ่งระดับความเสี่ยงภัยน้ำท่วมบนทางหลวง ไว้ดังตารางที่ 2.1-23

ตารางที่ 2.1-21 ค่าน้ำหนักตัวชี้วัดความเสี่ยงภัยน้ำท่วมบนทางหลวง

ระดับปัจจัยและการปรับค่าน้ำหนัก	ระดับตัวชี้วัด	ดัชนีค่าน้ำหนัก		ดัชนีค่าน้ำหนักสุดท้าย
		ค่าน้ำหนักจากผู้เชี่ยวชาญ	ค่าน้ำหนักที่ทำการปรับ	
ปัจจัยที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ (0.4055)	ความรุนแรงของพายุฝน (มม./10 นาที)	0.7143	0.6223	0.3169
	ความถี่การเกิดน้ำท่วม (ครั้ง/ปี)	0.2857	0.3777	0.1924
ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ (0.1421)	การแบ่งสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ	1	1	0.1785
ปัจจัยด้านการแบบรับภัยพิบัติ (0.2485)	ความสูญเสียทางเศรษฐกิจ (104 หยวน)	0.5455	0.4820	0.1505
	การล่าช้าของระยะเวลาการขนส่ง (ชั่วโมง)	0.2727	0.2810	0.0877
	ค่าซ่อมบำรุงด้านวิศวกรรมจากปัญหาอุทกภัย (10^4 หยวน)	0.1818	0.2370	0.0740

ตารางที่ 2.1-22 การแบ่งสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติน้ำท่วมบนทางหลวง

ประเภท	พื้นที่เสี่ยงต่ำ	พื้นที่เสี่ยงปานกลาง	พื้นที่เสี่ยงสูง	พื้นที่อันตราย
คะแนน	$40 > Z \geq 0$	$60 > Z \geq 40$	$70 > Z \geq 60$	$100 \geq Z \geq 70$

ตารางที่ 2.1-23 เกณฑ์การแบ่งเขตเสี่ยงภัยน้ำท่วมบนทางหลวง

ความเสี่ยงภัยน้ำท่วม บนทางหลวง	พื้นที่เสี่ยงต่ำ	พื้นที่เสี่ยงปานกลาง	พื้นที่เสี่ยงสูง	พื้นที่อันตราย
คะแนน (ค่าดัชนี)	$50 > R \geq 0$	$70 > R \geq 50$	$80 > R \geq 70$	$100 \geq R \geq 80$

สรุปเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการกับที่กรมทางหลวงที่ได้เคยดำเนินการ/แนวทางการนำมาปรับใช้กับโครงการ

จากการทบทวนบทความ Highway flood disaster risk evaluation and management in China จะเห็นได้ว่า การกำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงภัยบนทางหลวง จากภัยพิบัติน้ำท่วมมีการนำไปปัจจัย ในหลายๆ ด้านมาพิจารณาร่วมกัน ได้แก่ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ สภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดภัยพิบัติ และการแบกรับภัยพิบัติและความสูญเสีย และมีการแบ่งระดับพื้นที่เสี่ยงภัยออกเป็น 4 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงต่ำ พื้นที่เสี่ยงปานกลาง พื้นที่เสี่ยงสูง และพื้นที่อันตราย ทำให้การประเมินความเสี่ยงครอบคลุมในทุกมิติและมีความละเอียดสูง อย่างไรก็ตาม ทางที่ปรึกษาไม่สามารถนำแนวทางการประเมินความเสี่ยงตามที่เสนอแนะในบทความฉบับนี้ มาใช้กับการดำเนินงานของโครงการได้ เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลและระยะเวลาการดำเนินงาน อย่างไรก็ตาม หากในอนาคตกรมทางหลวงสามารถกำหนดโครงการศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงของถนนที่เกิดจากภัยพิบัติน้ำท่วม ตามแนวทางการดำเนินงานที่เสนอแนะในบทความฉบับนี้ ทางที่ปรึกษาเห็นว่าจะมีประโยชน์อย่างยิ่ง เพราะสามารถประเมินความเสี่ยงได้ครอบคลุมทุกมิติ ทำให้การวางแผนในการจัดสรรงบประมาณเพื่อบริหารความเสี่ยงมีความเหมาะสม และมีความคุ้มค่ามากยิ่งขึ้น

2.1.2.5 Guidelines on Flood Disaster Mitigation for Highway Engineers ประเทศอินเดีย

คู่มือแนวทางการปฏิบัติในการบรรเทาอุทกภัยสำหรับวิศวกรทางหลวงของประเทศอินเดียฉบับนี้ จะมีเนื้อหาครอบคลุมการวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง และบำรุงรักษาถนนและโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เสี่ยงภัย น้ำท่วม รวมถึงให้ความเข้าใจทั่วไปเกี่ยวกับแนวทางการออกแบบเพื่อลดผลกระทบจากภัยพิบัติน้ำท่วม โดยมีความเข้าใจเกี่ยวกับอันตราย ความเปราะบาง และความเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง ก่อนและหลังเกิดภัยพิบัติ และงานฉุกเฉินที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างและบำรุงรักษาถนน และโครงสร้างพื้นฐานของถนนในพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วม โดยร่างแนวทางปฏิบัติ ดังกล่าวได้รับการอนุมัติให้เผยแพร่จากสภา IRC ในการประชุมครั้งที่ 213 เมื่อวันที่ 3 พฤศจิกายน 2017 ที่เมือง Bengaluru (รัฐ Karnataka)

สำหรับแนวทางการปฏิบัติในการบรรเทาอุทกภัยสำหรับวิศวกรทางหลวงของประเทศอินเดีย สรุปสาระสำคัญ ได้ดังนี้

1) การประเมินความเสี่ยงภัยน้ำท่วม

การประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วม โดยปกติจะถูกแบ่งออกเป็นหลายขั้นตอน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาทางแก้ไขที่เหมาะสม ทั้งในระดับประเทศ ท้องถิ่น หรือพื้นที่เฉพาะ ดังนี้

ขั้นที่ 1 : การระบุปัญหาน้ำท่วม หรือการจัดการน้ำผิวดินในทุกระดับ ซึ่งต้องมีการวิเคราะห์ การจัดทำแผนที่ และการสังเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 2 : การประเมินความเสี่ยงภัยน้ำท่วมเบื้องต้น เป็นการระบุแหล่งที่มาของน้ำท่วมที่อาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่ตามแผนงาน หรือพื้นที่ที่ต้องการพัฒนา และประเมินถึงความเพียงพอหรือด้านอื่น ๆ ของข้อมูลจากแหล่งฐานข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อประเมินความเสี่ยงน้ำท่วมได้อย่างน่าเชื่อถือ ทั้งนี้การใช้แบบจำลองทางศาสตร์ที่ผ่านการพิสูจน์แล้ว สามารถช่วยในการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้ และในการระบุขอบเขตของมาตรการลดผลกระทบที่เป็นไปได้ ตลอดจนข้อกำหนดที่จำเป็นต้องใช้ของการประเมินในขั้นรายละเอียด

ขั้นที่ 3 : การประเมินความเสี่ยงภัยน้ำท่วมโดยละเอียด เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และทำความเข้าใจประเด็นทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วม เพื่อนำไปสู่การประเมินเชิงปริมาณของความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากความเสี่ยงภัยน้ำท่วม เพื่อนำไปสู่การออกแบบมาตรการลดผลกระทบทั้งทางด้านวิศวกรรม และมาตรการลดผลกระทบต่อประชาชน

2) การบริหารจัดการน้ำท่วม

สำหรับกิจกรรมในการบริหารจัดการน้ำท่วม ตามมาตรการป้องกันน้ำท่วม สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ มาตรการก่อนน้ำท่วม มาตรการหลังน้ำท่วม และงานป้องกันเหตุฉุกเฉิน ซึ่งมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

- มาตรการก่อนน้ำท่วม

มาตรการก่อนน้ำท่วมถูกกำหนดโดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมในระยะยาว ซึ่งสามารถกำหนดได้โดยความร่วมมือทางด้านทรัพยากรและเวลา รวมถึงฐานวิทยาของแม่น้ำ อุทกวิทยาและลักษณะของแม่น้ำ ทั้งนี้ในการกำหนดมาตรการอาจเป็นได้ทั้งมาตรการเดี่ยว หรือมาตรการผสม ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม โดยมาตรการก่อนน้ำท่วม สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 2 ส่วน คือ มาตรการที่เป็นโครงสร้าง และมาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง ดังนี้

- มาตรการป้องกันที่เป็นโครงสร้าง

วิธีการทั่วไปในการจัดการกับปัญหาน้ำท่วมในอดีตนั้น จะเป็นมาตรการทางกายภาพ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำท่วมเข้าถึงศูนย์กลาง ซึ่งถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในแม่น้ำ Godavari, Krishna และสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ Cauvery ในประเทศอินเดียตอนใต้ และบางส่วนในพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำสินธุ-คงคา จนถึงปัจจุบันเป้าหมายหลักของแผนป้องกันอุทกภัยที่อินเดียดำเนินการคือการใช้มาตรการเชิงโครงสร้าง เช่น

- ทำนบกั้นน้ำ กำแพงกันน้ำท่วม และกำแพงกันน้ำทะเล
- เขื่อนและอ่างเก็บน้ำ
- แอ่งกักเก็บน้ำธรรมชาติ
- การปรับปรุงช่องระบายน้ำ
- การปรับปรุงระบบระบายน้ำ
- การผันน้ำหลาก

- มาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง

มาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง เป็นมาตรการที่ใช้เพื่อป้องกันประชาชนจากน้ำท่วม โดยการพิจารณาการใช้พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงอย่างเหมาะสม พร้อม ๆ กับที่อนุญาตให้มีที่ราบน้ำท่วมถึงในแม่น้ำได้เมื่อมีสถานการณ์จำเป็น โดยเทคนิคดังกล่าวช่วยให้สามารถใช้ที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง เพื่อลดขนาดของภัยพิบัติและรักษาผลประโยชน์ไว้ได้ ซึ่งตัวอย่างมาตรการที่ไม่ใช่โครงสร้าง ได้แก่

- การคาดการณ์และการเตือนภัยน้ำท่วม
- การเพิ่มศักยภาพการสูบน้ำด้วยการติดตั้งระบบระบายน้ำฉุกเฉินชั่วคราวในจุดสำคัญ

- การออกแบบขนาดของเครื่องสูบน้ำให้เพียงพอ ต่อปริมาณฝนในภาวะวิกฤติ
 - แนวทางการบูรณาการลุ่มน้ำ
 - การออกแบบระบบระบายน้ำ เช่น การบริหารจัดการน้ำในช่วงพายุฝน การจัดการน้ำหลากจากพายุโดยการควบคุมแหล่งต้นกำเนิด การสร้างแนวคันไม้เพื่อกั้นทางน้ำไหล เป็นต้น
- **มาตรการป้องกันน้ำท่วมฉุกเฉิน**
มาตรการป้องกันน้ำท่วมฉุกเฉิน เป็นมาตรการชั่วคราวซึ่งถูกนำมาใช้ระหว่างเฝ้าระวังน้ำท่วม และการป้องกันพื้นที่ไม่ให้เกิดน้ำท่วม โดยการตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉินจะต้องมีประสิทธิภาพ และรวดเร็วเพื่อฟื้นฟูสภาพพื้นที่ที่ได้รับ ความเสียหาย ดังนั้นเพื่อให้จัดการกับสถานการณ์ น้ำท่วมฉุกเฉิน ความเร็วและประสิทธิภาพในการปฏิบัติการ อุปกรณ์ที่ใช้ควรจะต้อง
 - รวดเร็วและง่ายต่อการใช้งาน
 - ยืดหยุ่นและมีน้ำหนักไม่มาก
 - เชื่อมต่อง่ายในแต่ละหน่วยใช้งาน
 - ใช้วัสดุที่สามารถหาได้ในพื้นที่
 - สามารถขนส่งได้ง่าย
 - สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งในเอกสารฉบับนี้ ได้ยกตัวอย่างเครื่อง และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานป้องกันน้ำท่วมฉุกเฉิน ประกอบด้วย
 - ถุง Geotextile และทราย
 - วัสดุสังเคราะห์ Geocomsite (เกเบี่ยนทรงกระบอก ติดกับวัสดุ Geotextile)
 - แบรีเออร์ป้องกันน้ำท่วมชั่วคราว
 - **มาตรการหลังน้ำท่วม เพื่อความปลอดภัยและการควบคุม**
มาตรการหลังน้ำท่วม เพื่อความปลอดภัยและการควบคุม ประกอบด้วย
 - การเตรียมโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการก่อสร้างงานป้องกันน้ำท่วมฉุกเฉิน
 - แนวป้องกันน้ำท่วม เชื่อมกันน้ำท่วมฉุกเฉิน
 - อุปกรณ์อำนวยความสะดวกเพื่อให้เกิดการระบายน้ำอย่างรวดเร็ว เช่น เครื่องสูบน้ำ แรงดันสูง ท่อระบายน้ำชั่วคราวในพื้นที่เสี่ยงภัย เป็นต้น
 - ดำเนินการติดตั้งแบรีเออร์ป้องกันน้ำท่วม หรือกำแพงป้องกันน้ำท่วมทันที

- การเสริมสร้างโครงสร้างพื้นฐานของถนนแบบองค์รวม
เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของถนนคันทางและผิวการจราจร และเพื่อลดผลกระทบในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง อาจจำเป็นต้องใช้โครงสร้างเดี่ยว หรือหลายโครงสร้างร่วมกัน โดยประเภทของระบบที่จะนำมาใช้กับโครงสร้างขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย ได้แก่
 - ความสามารถของระบบในการทนต่อการล้มเหลวทางอุทกพลศาสตร์และธรณีวิทยา
 - ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศ
 - ความพร้อมของพื้นที่ การใช้พื้นที่ และผลกระทบทางสังคม
 - การปรับระดับความสูงของโครงสร้างถนนและโครงสร้างรองรับการไหลผ่าน เช่น ท่อระบายน้ำ สะพาน เป็นต้น
 - ความเป็นไปได้ในการก่อสร้างในพื้นที่ที่มีข้อจำกัด และสภาพอากาศที่อาจเปลี่ยนแปลงได้
 - การประมาณการต้นทุนโครงการ
 - ระยะเวลาในการดำเนินการ และกรอบระยะเวลาก่อสร้าง
 - ความเป็นไปได้ในการรวบรวม และเคลื่อนย้ายเครื่องจักร/คนงาน เพื่อการก่อสร้าง
 - หน่วยงานที่มีอำนาจในการดำเนินงาน
 - สนธิสัญญา และมาตรฐานด้านการประกันคุณภาพและการติดตามตรวจสอบ
 - ความยั่งยืน และผลกระทบจากระบบนิเวศในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง

3) มาตรการในการป้องกันน้ำท่วม

สำหรับการป้องกันโครงสร้างพื้นฐานของถนน บ้านเรือน และชุมชน จากความเสียหายของน้ำท่วม สามารถดำเนินการได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- ระบุตำแหน่งที่อาจได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม กำหนดความถี่ของการเกิดน้ำท่วม และระบุสิ่งที่อาจได้รับความเสียหายจากน้ำท่วม
- ใช้แผนที่น้ำท่วมและน้ำหลาก เพื่อระบุถึงความเสี่ยงต่อประชาชนและชุมชน รวมถึงเตรียมความพร้อมในการเผชิญเหตุฉุกเฉิน และวางแผนด้านวิศวกรรมในด้านการป้องกันน้ำท่วม
- ประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนทราบถึงจุดเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมล่วงหน้า
- ติดตั้งป้ายบอกกระแสน้ำที่มีแนวโน้มจะก่อให้เกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่ชุมชน เพื่อให้มีการเตรียมความพร้อม
- จัดทำแผนปฏิบัติการชุมชนที่อธิบายถึงหน้าที่และขั้นตอนในการปฏิบัติเมื่อเผชิญเหตุน้ำท่วม

4) แนวทางการออกแบบการควบคุมน้ำท่วมและโครงสร้าง

สำหรับแนวทางการออกแบบการควบคุมน้ำท่วมและโครงสร้าง ในการศึกษาทบทวนครั้งนี้ จะมุ่งเน้นไปที่การออกแบบคันทาง (Embankment) เป็นหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

การออกแบบคันทาง

เมื่อก้าวถึงการวางแผน การออกแบบ และการก่อสร้างคันทาง ตัวเลือกอาจมีหลากหลายทั้งในด้านของวัสดุ ขั้นตอนการก่อสร้าง และเทคโนโลยีที่ใช้

ข้อควรพิจารณาในการออกแบบ ได้แก่ ความสูงของคันทาง ระดับน้ำท่วมสูงสุด ระยะพ้นน้ำ ความกว้างด้านบน ความลาดชัน การออกแบบคันดิน (Berm) และการวิเคราะห์เสถียรภาพ ทั้งนี้ กรมโยธาธิการและทางหลวงของประเทศญี่ปุ่น ได้จัดทำคู่มือการควบคุมน้ำท่วม เล่มที่ 1 (Flood Control Vol-1) ซึ่งกล่าวถึงมาตรฐานทางเทคนิคและแนวทางสำหรับการวางแผนและออกแบบ โดยมีข้อแนะนำดังนี้

- การกำหนดความสูงของคันทางควรพิจารณาจากระดับน้ำท่วมบวกด้วยความต้องการระยะพ้นน้ำ (Freeboard) รวมถึงอัตราการไหลที่คำนวณได้ ควรใช้ตามการออกแบบการระบายน้ำท่วมที่พิจารณาให้มีระยะพ้นน้ำแล้ว
- การประมาณระดับน้ำท่วมสูงสุดจะละเอียดได้ขึ้นอยู่กับข้อมูลเฉพาะพื้นที่ที่มีอยู่
- ความแม่นยำในการคาดการณ์ระดับความสูงของน้ำท่วม (High Flood Level, HFL) จะขึ้นอยู่กับข้อมูลเฉพาะที่มีอยู่ในพื้นที่ เนื่องจาก HFL เป็นตัวแปรสำคัญในการออกแบบคันทาง
- ระยะพ้นน้ำ (Freeboard) ถูกกำหนดให้เป็นระยะขอบจากระดับน้ำท่วมออกแบบจนถึงระดับความสูงของสันแนวคันทาง โดยระยะพ้นน้ำจะขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบการระบายน้ำท่วม ซึ่งจะต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 2.1-24 (ระหว่าง 0.6 เมตร ถึง 2.0 เมตร)

ตารางที่ 2.1-24 การกำหนดค่าระยะพ้นน้ำ (Freeboard)

การออกแบบระบายน้ำท่วม Q (ลบ.ม./วินาที)	ระยะพ้นน้ำ (เมตร)
< 200	0.6
200 - 500	0.8
500 - 2,000	1.0
2,000 - 5,000	1.2
5,000 - 10,000	1.5
> 10,000	2.0

ที่มา : Flood Control Vol 1, Technical Standards and Guidelines for Planning and Design, Deptt. of Public Works and Highway, Japan

- ความกว้างของคันทางด้านบน จะมีไว้เพื่อใช้ในการขนส่งวัสดุในการก่อสร้าง และบำรุงรักษา ดังนั้นความกว้างด้านบนควรกว้างพอให้เป็นถนน 2 ช่องการจราจร หรือต้องมีความกว้างอย่างน้อย 3 เมตร ดังแสดงในตารางที่ 2.1-25

ตารางที่ 2.1-25 ความกว้างของสันคันทาง

การออกแบบระบบระบายน้ำท่วม Q (ลบ.ม./วินาที)	ความกว้างของสันคันทาง (เมตร)
< 500	3.0
500 – 2,000	4.0
2,000 – 5,000	5.0
5,000 – 10,000	6.0
> 10,000	7.0

ที่มา : Flood Control Vol 1, Technical Standards and Guidelines for Planning and Design, Deptt. of Public Works and Highway, Japan

ในการออกแบบควรทราบถึงความสามารถในการซึมผ่านของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างคันทางด้วย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับดินที่นำมาใช้ในการก่อสร้างเป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 2.1-26

ตารางที่ 2.1-26 ค่าความลาดชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient) สำหรับวัสดุถมแบบต่างๆ

ประเภทวัสดุถม	ค่าความลาดชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient)
ดินเหนียว	1 : 4
ทรายปนดินเหนียว	1 : 5
ดินทราย	1 : 6

ที่มา : CWC Handbook for Flood Protection, Anti Erosion and River Training Works, 2012.

การออกแบบความลาดชัน (Slope) มีความสำคัญ และขึ้นอยู่กับเสถียรภาพของคันทาง ในการออกแบบความลาดชัน จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น สภาพของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง วิธีก่อสร้าง ความสูงของคันกันน้ำ และระยะเวลาที่คลื่นกระทำต่อคันกันน้ำ โดยความลาดชันริมแม่น้ำ ควรจะมีลักษณะราบเรียบกว่ามุมกอง (Angle of repose) ของวัสดุที่นำมาถมตามข้อแนะนำในตารางที่ 2.1-27 นอกจากนี้อาจต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติมด้วยการวิเคราะห์เสถียรภาพ สำหรับแนวทางการออกแบบความลาดชันของคันทางกรณีที่มี Berm ดังแสดงในตารางที่ 2.1-28

ตารางที่ 2.1-27 การกำหนดค่าความลาดชันตามความสูงของคันทาง

ความสูงของคันกันน้ำ	ค่าความลาดชันที่แนะนำ
4.5 เมตร	1 : 2
> 4.5 เมตร	1 : 3

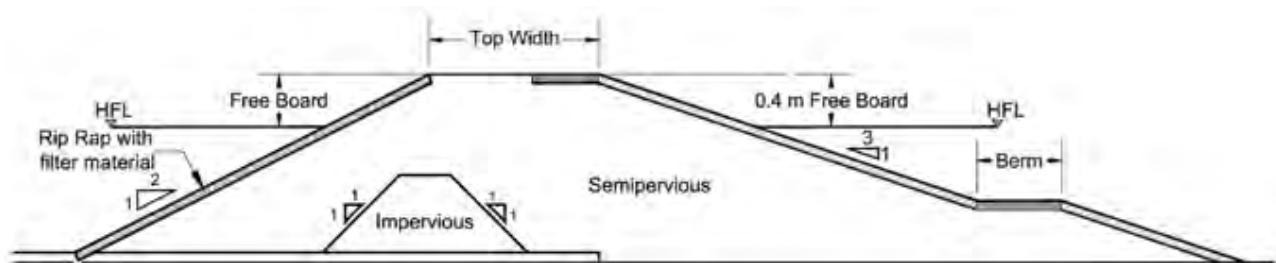
ที่มา : CWC Handbook for Flood Protection, Anti Erosion and River Training Works, 2012.

ตารางที่ 2.1-28 การกำหนดค่าความลาดชันตามความสูงของคันทาง กรณีที่มี Berm

ความสูงของคันกันน้ำ	ค่าความลาดชันที่แนะนำ
4.5 เมตร	1 : 2 และมีความกว้างของคันดิน (Berm) ที่ เหมาะสม
> 4.5 เมตร	1 : 3 และมีความกว้างของคันดิน (Berm) 1.5 เมตร

ที่มา : CWC Handbook for Flood Protection, Anti Erosion and River Training Works, 2012.

การจัดการระบายน้ำเป็นส่วนสำคัญของการออกแบบ สำหรับคันทางทั่วไป จะมีพารามิเตอร์ที่สำคัญแสดงดังรูปที่ 2.1-31 โดยควรมีท่อระบายตามแนวยาวบนคันดินด้านข้าง (Berm) และท่อระบายน้ำตามแนวยาวในบริเวณที่เหมาะสมเพื่อระบายน้ำออกจากท่อระบายน้ำตามแนวยาว



รูปที่ 2.1-31 การแสดงพารามิเตอร์ที่สำคัญในการออกแบบคันทาง

สรุปเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการกับที่กรมทางหลวงที่ได้เคยดำเนินการ/แนวทางการนำมาปรับใช้กับโครงการ

จากการทบทวนคู่มือแนวทางการปฏิบัติในการบรรเทาอุทกภัยสำหรับวิศวกรทางหลวงของประเทศอินเดีย พบว่า การประเมินความเสี่ยงของพื้นที่น้ำท่วมได้มีการแนะนำให้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการดำเนินงานในโครงการศึกษาครั้งนี้ ในขณะที่การบริหารจัดการน้ำท่วมได้แบ่งกิจกรรมการดำเนินงานออกเป็นระยะต่างๆ ซึ่งคล้ายคลึงกับแนวทางที่กรมทางหลวงดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน คือ กิจกรรมในมาตรการก่อนเกิดน้ำท่วม หลังเกิดน้ำท่วม และระหว่างเกิดน้ำท่วมที่เรียกว่างานป้องกันฉุกเฉิน อย่างไรก็ตาม รายละเอียดในบางกิจกรรมหากต้องดำเนินการตามคู่มือฉบับนี้ อาจอยู่นอกเหนือขอบเขตหน้าที่รับผิดชอบของกรมทางหลวง อาทิเช่น การปรับปรุงซ่อมแซม อ่างเก็บน้ำหรือแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือแนวทางการผันน้ำหลาก เป็นต้น แต่ทั้งนี้ในหลายๆ กิจกรรมที่เสนอไว้ในคู่มือฉบับนี้ ทางที่ปรึกษาเห็นว่า กรมทางหลวงสามารถนำมาประยุกต์และปรับใช้ภายในเขตพื้นที่รับผิดชอบได้เช่นกัน อาทิเช่น การสร้างแนวคันไม้เพื่อลดความรุนแรงของกระแสน้ำที่จะไหลบ่า การจัดทำแผนที่น้ำท่วมและน้ำหลากเพื่อระบุถึงความเสี่ยงบนทางหลวง การจัดทำแผนประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนทราบถึงจุดเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมล่วงหน้า และการจัดทำแผนปฏิบัติการชุมชนที่อธิบายถึงหน้าที่และขั้นตอนในการปฏิบัติเมื่อเผชิญเหตุ น้ำท่วมซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างความมีส่วนร่วมกับภาคประชาชนและหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

สำหรับในส่วนของการออกแบบคันทางเพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นจากน้ำท่วม นั้น ในคู่มือฉบับนี้ได้กำหนดเงื่อนไขและหลักเกณฑ์ในการออกแบบที่ชัดเจน ซึ่งทางที่ปรึกษาสามารถนำมาปรับใช้ในขั้นตอนของการออกแบบรายละเอียด กรณีที่ที่ความจำเป็นต้องปรับปรุงคันทางใหม่ในพื้นที่ศึกษาได้ต่อไป

2.1.2.6 การบริหารจัดการสถานการณ์ภัยพิบัติ กรมทางหลวงชนบท

ในการศึกษาทบทวนแนวทางการบริหารจัดการปัญหาการภัยพิบัติน้ำท่วมบนทางหลวง ที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบท ทางที่ปรึกษาได้ทบทวนจากคู่มือ การบริหารจัดการสถานการณ์ภัยพิบัติ กรมทางหลวงชนบท พ.ศ. ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ซึ่งในคู่มือดังกล่าว ได้กำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อเตรียมความพร้อมรองรับ สถานการณ์ภัยพิบัติน้ำท่วม โดยแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ก่อนเกิดเหตุการณ์ ระหว่างเกิดเหตุการณ์ และหลังเกิดเหตุการณ์ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

1) ก่อนเกิดเหตุการณ์

ปกติฤดูฝนของประเทศไทยจะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมของทุกปีจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลมมรสุม ในบางครั้งอาจเกิดพายุฝนฟ้าคะนองกระจายในบางพื้นที่ส่งผลให้ต้นไม้ใหญ่ล้มทับกีดขวางการจราจร อาจเกิดความสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนผู้ใช้เส้นทาง และอาจก่อให้เกิดภัยพิบัติต่างๆ เช่น น้ำป่าไหลหลากกีดขวางถนนหรือสะพานขาด ถนนถูกน้ำท่วมขัง ดินโคลนถล่ม เป็นต้น กรมทางหลวงชนบท จึงดำเนินการเตรียมความพร้อมก่อนเกิดเหตุการณ์ Preparation ดังนี้

- (1) ดำเนินการทำความสะอาดช่องทางระบายน้ำ/ตัดหญ้า/กำจัดวัชพืชที่ขวางทางระบายน้ำ เช่น ท่อลอด สะพาน เป็นต้น
- (2) ดำเนินการตัดแต่งกิ่งไม้แห้งที่อาจตกหล่น ล้มทับกีดขวางเส้นทางจราจร และจัดชุดลาดตระเวนเส้นทางที่มีความเสี่ยง กรณีเกิดเหตุการณ์พายุฝนฟ้าคะนอง และมี ต้นไม้ล้มบนเส้นทางหลวงชนบท ให้เข้าดำเนินการ เคลียร์เส้นทางโดยเร็ว
- (3) เตรียมความพร้อมด้านบุคลากร โดยการจัดให้มีการอบรมเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ ทักษะ ในการปฏิบัติงาน ทบทวนแนวทางในการดำเนินการเมื่อเกิดเหตุการณ์ เช่น การรายงานสถานการณ์ การทดลอง ประกอบสะพานเหล็กชั่วคราว เป็นต้น
- (4) เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ เพื่อให้ความช่วยเหลือ ประชาชนอย่างรวดเร็วทันเหตุการณ์ อาทิเช่น น้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องมือ เครื่องจักรกล ป้ายเตือน ต่างๆ
- (5) ตรวจสอบเพื่อป้องกันทางหลวงชนบทในความรับผิดชอบ (Prevention) โดยเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยง/ พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ หรือเคยได้รับผลกระทบจากเหตุภัยพิบัติที่ผ่านมา ตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรง ของถนนและสะพาน รวมทั้งติดตามสภาพอากาศอย่างใกล้ชิด

2) ระหว่างเกิดการณ์

หน่วยดำเนินการในพื้นที่เมื่อทางหลวงชนบทในความรับผิดชอบได้รับผลกระทบ จะต้องรายงานสถานการณ์ผ่านระบบ FMS (Flood Management System) และติดตามสถานการณ์อำนวยความสะดวกแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในทุกกรณี และมีแนวทางการดำเนินงานดังนี้

- (1) ติดตั้งป้ายเตือนประชาชนและป้ายแนะนำเส้นทางเลี่ยงบริเวณต้นทาง ให้ทราบสถานการณ์ผ่านได้/ผ่านไม่ได้
- (2) นำวัสดุ อุปกรณ์ เช่น กระสอบทราย ป้องกันน้ำท่วมช่องทางจราจรสายหลัก
- (3) ติดตั้งหลักนำทางทั้ง 2 ข้าง เพื่อกำหนดช่องจราจรป้องกันไม่ให้รถวิ่งออกนอกแนวเส้นทาง
- (4) เส้นทางสำคัญที่เป็นแหล่งชุมชน เส้นทางอพยพ หรือขนส่งเครื่องอุปโภค บริโภค หากการสัญจรไม่สามารถผ่านได้จะต้องเร่งกู้เส้นทางนั้นให้กลับมาใช้สัญจรได้ตามปกติ
- (5) กรณีดินไหลเข้าข้างทาง Slide ปิดทับเส้นทาง จะดำเนินการนำเครื่องจักรเข้าเกลี่ยดินออกจากเส้นทางเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับประชาชนในการสัญจร
- (6) กรณีถนนขาด/ คอสะพานขาด ดำเนินการติดตั้งสะพานแบรียเพื่อเชื่อมเส้นทาง
- (7) กรณีระดับน้ำสูงรถเล็กสัญจรผ่านไม่ได้ ให้จัดรถบรรทุก 6 ล้อ สำหรับบริการประชาชนให้เข้าถึงที่พักอาศัยได้สะดวกยิ่งขึ้น
- (8) การบริหารจัดการเครื่องจักรเพื่อบูรณาการกับหน่วยงานอื่น เมื่อเกิดภัยพิบัติหน่วยงานในพื้นที่ประสบภัยพิบัติสามารถขอความช่วยเหลือจากสำนักงานทางหลวงชนบทในพื้นที่นั้นๆ โดยสำนักงานทางหลวงชนบทจะสั่งการให้แขวงทางหลวงชนบทและหมวดทางหลวงชนบทในพื้นที่นั้นๆ ลงพื้นที่ให้ความช่วยเหลือ เช่น สนับสนุนเครื่องจักรในการเปิดการจราจร จัดพาหนะขนส่งเครื่องอุปโภค บริโภค หรือ รับส่งประชาชนให้เข้าถึงพื้นที่พักอาศัย และอื่นๆ ตามที่หน่วยงานร้องขอ
- (9) ประชาสัมพันธ์หน่วยงานและบริการประชาชน กรมทางหลวงชนบทและหน่วยงานในพื้นที่
- (10) ใช้บงกเงินจากเหตุภัยพิบัติดำเนินการในการเตรียมความพร้อมช่วยเหลือประชาชน พร้อมการซ่อมแซมชั่วคราว เพื่อให้สามารถเปิดการจราจรภายใน 7 วัน หลังเหตุการณ์ปกติ เพื่อให้ประชาชนสามารถสัญจรไปมาได้

3) หลังเกิดเหตุการณ์

- (1) ดำเนินการฟื้นฟู (Recover) ทางหลวงชนบทที่ชำรุดเสียหายจากสถานการณ์อุทกภัย โดยระยะเร่งด่วนจะเข้าฟื้นฟูให้ประชาชนสัญจรไปมาได้ชั่วคราวภายใน 7 วัน
- (2) ดำเนินการสำรวจ ออกแบบ ประมาณราคา และตรวจสอบความเสียหายเพื่อจัดทำแผนของบประมาณในโอกาสต่อไป โดยขอบเขตของงานฟื้นฟู ประกอบด้วย
 - งานซ่อมสร้างฟื้นฟูทางหลวงชนบท
 - งานก่อสร้างท่อลอดเหลี่ยม เพิ่มช่องทางระบายน้ำ
 - งานก่อสร้างสะพาน เพิ่มช่องทางระบายน้ำ
 - งานก่อสร้างท่อลอดกลม และรางระบายน้ำ เพิ่มช่องทางระบายน้ำ

สรุปเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการกับที่กรมทางหลวงที่ได้เคยดำเนินการ/แนวทางการนำมาปรับใช้กับโครงการ

จากการทบทวนการบริหารจัดการสถานการณ์ภัยพิบัติ กรมทางหลวงชนบท พบว่า มีแนวทางการดำเนินงานที่คล้ายคลึงกับกรมทางหลวง (ตามรายละเอียดที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.4.1) กล่าวคือ ได้กำหนดกรอบการดำเนินงานออกเป็น 3 ระยะ คือ ก่อนเกิดภัยพิบัติ ระหว่างเกิดภัยพิบัติ และหลังเกิดภัยพิบัติ โดยในแต่ละระยะก็มีแนวทางการปฏิบัติงานที่คล้ายคลึงกันเช่นกัน อย่างไรก็ตาม แนวทางปฏิบัติในการบริหารจัดการอุทกภัยของกรมทางหลวง ซึ่งอ้างอิงตาม “คู่มือการปฏิบัติงานของกรมทางหลวง กรณีเกิดภัยพิบัติ พ.ศ. 2553” มีรายละเอียดที่มากกว่าและชัดเจนกว่า กล่าวคือ มีการกำหนดโครงสร้างการบริหารตามตำแหน่ง ตั้งแต่ส่วนกลางไปจนถึงหน่วยงานปฏิบัติในพื้นที่ตามระดับความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ภัยพิบัติขนาดใหญ่ที่มีผลกระทบร้ายแรงอย่างยิ่ง ซึ่งการจัดการภัยพิบัติในระดับนี้มีผู้รับผิดชอบ ได้แก่ นายกรัฐมนตรี หรือรองนายกรัฐมนตรีที่นายกรัฐมนตรีมอบหมาย จะมีรองอธิบดีฝ่ายบำรุงทางเป็นผู้อำนวยการศูนย์บัญชาการของกรมทางหลวง แต่หากเป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปหรือมีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถบริหารจัดการได้โดยหน่วยงานในพื้นที่ที่เกิดเหตุ จะมีผู้อำนวยการแขวงทางหลวงในพื้นที่ เป็นผู้อำนวยการศูนย์บัญชาการของกรมทางหลวง เป็นต้น

2.1.2.7 คู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน มาตรฐานการระบายน้ำ กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ในฐานะหน่วยงานส่งเสริมสนับสนุนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และด้วยความร่วมมือจากสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ได้จัดทำมาตรฐานการบริหารและการบริการสาธารณะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พร้อมทั้งได้ประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อระดมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ จากผู้แทนองค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล สมาคมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รวมทั้งส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้มาตรฐานที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหาร และให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล เกิดประโยชน์และความพึงพอใจแก่ประชาชน

สำหรับคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน มาตรฐานการระบายน้ำฉบับนี้ ได้มีการนำเสนอข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการออกแบบทางระบายน้ำไว้ ซึ่งสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1) ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ออกแบบด้านอุทกวิทยา

- อัตราน้ำไหลนองสูงสุดคำนวณจากปริมาณฝนออกแบบที่ตกในบริเวณพื้นที่ที่จะระบายน้ำในรอบ 2-10 ปี ปกติใช้เกณฑ์ปริมาณฝนออกแบบในรอบปีการเกิดหรือคาบพินิจ 5 ปี แต่สำหรับบริเวณชุมชนไม่หนาแน่นและมีปัญหาน้ำท่วมขังเพียงเล็กน้อยใช้รอบปีการเกิดของฝนออกแบบ 2 ปี ในทางตรงกันข้ามหากเป็นบริเวณที่มีชุมชนหนาแน่น ย่านพาณิชยกรรมและธุรกิจการค้า ซึ่งเมื่อเกิดน้ำท่วมจะมีความเสียหายค่อนข้างมากและเป็นอุปสรรคต่อการสัญจรให้ใช้รอบปีการเกิดของฝนออกแบบ 10 ปี
- ปริมาณฝนออกแบบขึ้นอยู่กับรอบปีการเกิดและระยะเวลาที่ฝนตกโดยคำนวณได้จากกราฟความสัมพันธ์ของความเข้ม-ระยะเวลาที่ตก-และความถี่ของฝน
- ปริมาณน้ำนองทั้งหมดที่ใช้ในการออกแบบทางระบายน้ำ คือ ปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการใช้น้ำในพื้นที่
- ปริมาณน้ำเสียที่ไหลลงทางระบายน้ำ (กรณีระบบรวม) จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณน้ำที่ประชากรในพื้นที่ใช้แต่ละวัน โดยมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำที่ประชากรใช้ทั้งหมด สำหรับอัตราการใช้น้ำของประชากรกำหนดให้อยู่ช่วงพิสัย 100-200 ลิตร/คน/วัน โดยกำหนดให้ชุมชนขนาดเล็ก หรือมีความหนาแน่นน้อยใช้น้ำ 100 ลิตร/คน/วัน และชุมชนขนาดใหญ่หรือมีความหนาแน่นมากใช้น้ำ 200 ลิตร/คน/วัน
- การคำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดสำหรับพื้นที่รับน้ำฝนหรือพื้นที่ที่จะระบายน้ำมีขนาดเล็กไม่เกินกว่า 25 ตารางกิโลเมตร ใช้สูตร Rational Formula

2) ข้อกำหนดและหลักเกณฑ์การออกแบบด้านชลศาสตร์

- การออกแบบขนาดท่อจะถือว่าการไหลในท่อระบายน้ำหรือรางระบายน้ำเป็นแบบเสมอต้นเสมอปลาย (Uniform Flow) และจะใช้สมการแมนนิง (Manning's Formula) เพื่อคำนวณหาความจุและขนาดท่อ
- สำหรับข้อกำหนดทางด้านชลศาสตร์ที่สำคัญ มีดังนี้
 - ขนาดท่อระบายจะต้องสัมพันธ์กับอัตราการไหลออกแบบ (Q) และตรวจสอบความเร็วการไหลในท่อไม่ควรจะน้อยกว่า 0.75 เมตร/วินาที เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการตกตะกอนสะสมในเส้นท่อและขนาดท่อเล็กที่สุดเท่ากับ $\varnothing$ 0.40 เมตร
 - ความลาดชันของท่อระบายน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.40 เมตร ไม่ควรต่ำกว่า 1: 500 และของท่อระบายน้ำที่มีขนาดใหญ่ต้องไม่เกินกว่า 1: 1,000
 - เพื่อให้การบำรุงรักษาเป็นไปด้วยความสะดวก เช่น การทำความสะอาดและขุดลอกตะกอน ทางระบายน้ำแบบท่อจะกำหนดให้มีบ่อพักน้ำเป็นระยะ โดยระยะห่างของแต่ละบ่อพักอยู่ระหว่าง 6-12 เมตร ตามตำแหน่งที่เป็นจุดเชื่อมต่อหรือท่อแยก
 - ทางระบายน้ำในถนนซอยแคบ หรือความกว้างน้อยกว่า 5.00 เมตร ซึ่งไม่สามารถจัดทำทางเท้าได้ให้จัดทำรางระบายน้ำตื้นรูปตัว V เพื่อรวบรวมน้ำและให้ไหลลงท่อระบายน้ำตามตำแหน่งของบ่อพักน้ำแนวทางระบายน้ำอาจทำได้ทั้งสองข้างหรือข้างเดียวก็ได้ตามความเหมาะสม

สรุปเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการกับที่กรมทางหลวงที่ได้เคยดำเนินการ/แนวทางการนำมาปรับใช้กับโครงการ

จากผลการทบทวนคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน มาตรฐานการระบายน้ำ กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย จะเห็นได้ว่า เกณฑ์การออกแบบระบบระบายน้ำฝน จะกำหนดไว้ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 2-10 ปี ซึ่งการกำหนดจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของชุมชน และสภาพทางเศรษฐกิจของพื้นที่ ในขณะที่การออกแบบระบบระบายน้ำ (ระบบระบายน้ำฝน) ของกรมทางหลวงจะกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำไว้ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี แต่สำหรับทางหลวงสายหลักหรืออยู่ในเขตพื้นที่สำคัญ จะกำหนดการออกแบบไว้ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี

นอกจากนี้ ในคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงานมาตรฐานการระบายน้ำ กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย ยังได้กำหนดให้มีการนำปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชุมชนมารวมกับปริมาณน้ำฝนเพื่อกำหนดเป็นอัตราการไหลออกแบบไว้ด้วย ในขณะที่การออกแบบระบบระบายน้ำของกรมทางหลวงจะพิจารณาเฉพาะน้ำฝนที่ตกในพื้นที่รับน้ำเท่านั้น ซึ่งในประเด็นนี้ทางที่ปรึกษาเห็นว่า ในเขตชุมชนเมืองที่มีประชากรอาศัยหนาแน่นอาจมีความจำเป็นจะต้องนำปริมาณน้ำเสียหรือน้ำทิ้งจากชุมชนเข้ามาร่วมในการออกแบบระบบท่อระบายน้ำบนทางหลวงต่อไปในอนาคตด้วย

2.2 การทบทวนแผนการบริหารจัดการอุทกภัยของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ในการทบทวนแผนการบริหารจัดการอุทกภัยของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในบริเวณพื้นที่ศึกษาจังหวัดชุมพร ภูเก็ต และพัทลุง ทางที่ปรึกษาจะมุ่งเน้นไปที่โครงการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านระบายน้ำ การวางระบบป้องกันน้ำท่วม ตลอดจนการบริหารจัดการน้ำของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย กรมชลประทาน และกรมโยธาธิการและผังเมือง โดยรายละเอียดของโครงการต่างๆ สามารถแสดงได้ดังนี้

2.2.1 โครงการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยเมืองชุมพร (ลุ่มน้ำคลองชุมพร) จังหวัดชุมพร

จากการทบทวนโครงการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยเมืองชุมพร (ลุ่มน้ำคลองชุมพร) โดยกรมชลประทาน สามารถสรุปรายละเอียดโดยสังเขปได้ดังนี้

1) วัตถุประสงค์โครงการ

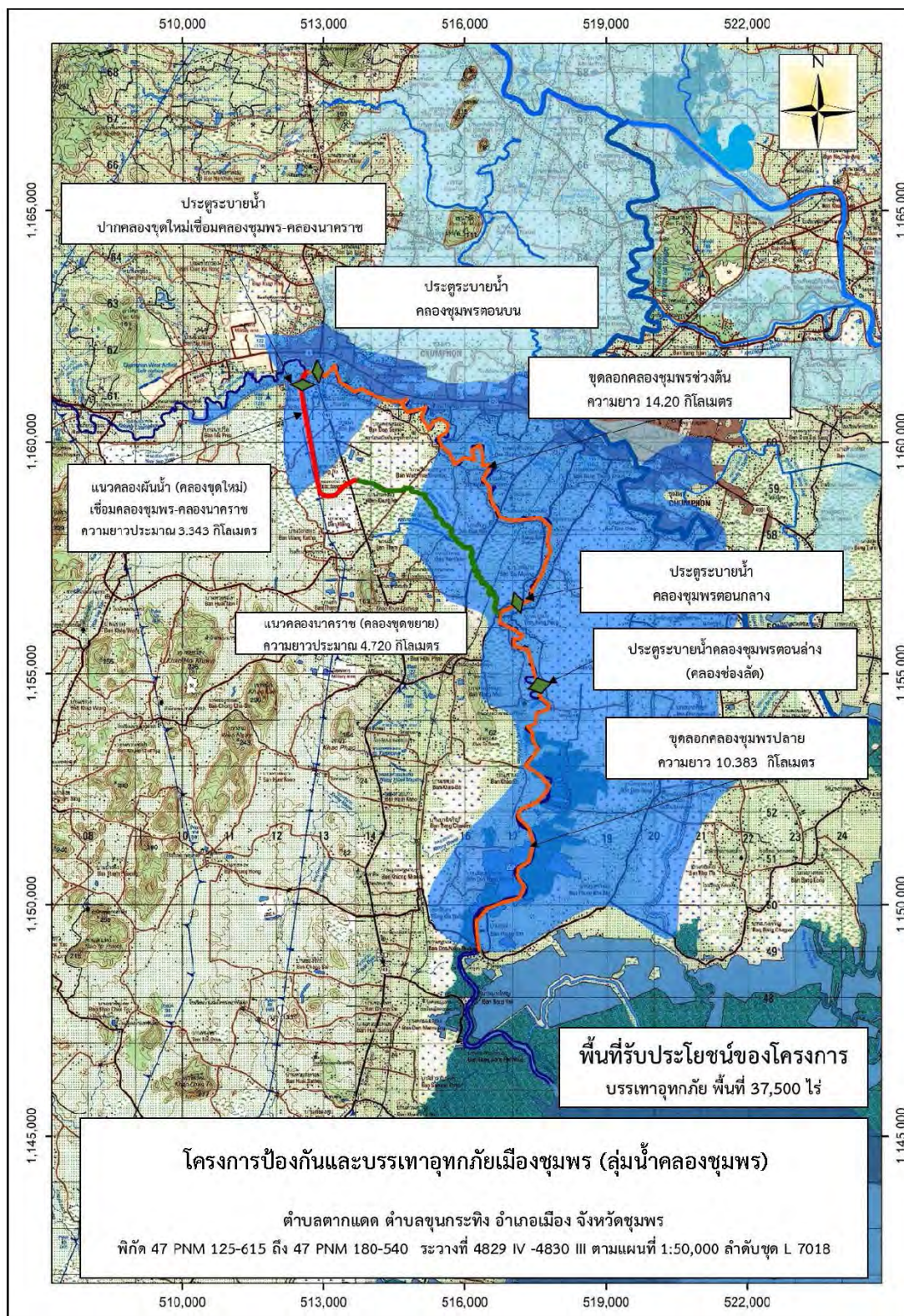
- 1.1 เพื่อระบายน้ำออกจากบริเวณพื้นที่ลุ่มที่ประสบกับปัญหาน้ำท่วมซ้ำซาก ในเขตตำบลบ้านนา ตำบลขุนกระโทก ตำบลตากแดด ตำบลวังไผ่ ตำบลบางหมาก และตำบลทุ่งคา และบริเวณใกล้เคียงในเขตอำเภอเมือง จังหวัดชุมพร
- 1.2 เพื่อแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมบริเวณถนนสายเอเชีย 41 ซึ่งเป็นเส้นทางคมนาคมสายหลักเชื่อมต่อระหว่างภาคกลางและภาคใต้
- 1.3 เพื่อเก็บกักน้ำจัดไว้ใช้สำหรับการเกษตรในฤดูแล้ง และเพื่อการอุปโภค – บริโภค ของประชาชนพื้นที่อำเภอเมืองชุมพร
- 1.4 ป้องกันน้ำเค็มรุกเข้าสู่พื้นที่การเกษตรกรรม และพื้นที่ตัวเมืองชุมพร
- 1.5 เพื่อยกฐานะความเป็นอยู่ของประชาชนในเขตพื้นที่อำเภอเมืองชุมพรให้ดีขึ้นมีความมั่นคงในการประกอบอาชีพ และถิ่นฐานที่อยู่

2) ที่ตั้งโครงการ

จุดผันน้ำจากคลองชุมพรเข้าคลองผันน้ำคลองชุมพรเชื่อมคลองนาคราช ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่หมู่ที่ 1 บ้านกลางนา ตำบลขุนกระโทก อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร และระบายน้ำลงคลองชุมพรเดิมออกสู่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย บริเวณตำบลทุ่งคา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร

3) ลักษณะและองค์ประกอบของโครงการ

โครงการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยเมืองชุมพร ตามแนวพระราชดำริ (ลุ่มน้ำคลองชุมพร) เป็นการขุดลอกและขุดขยายคลองชุมพรเดิม และคลองชุมพรขุดใหม่ (คลองผันน้ำเชื่อมคลองชุมพร – คลองนาคราช) ให้สามารถระบายน้ำได้ 550 ลูกบาศก์เมตร/วินาที รวมทั้งก่อสร้างประตูควบคุมบังคับน้ำและระบายน้ำในคลองชุมพรเดิม ดังรูปที่ 2.2-1 โดยสามารถแยกตามลักษณะงานได้ ดังนี้



รูปที่ 2.2-1 แผนที่โครงการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยเมืองชุมพร (ลุ่มน้ำคลองชุมพร) จังหวัดชุมพร

(1) งานก่อสร้างประตูควบคุมบังคับน้ำ พร้อมอาคารประกอบ

- งานก่อสร้างประตูระบายน้ำ (คลองชุมพรตอนบน) ขนาดบานระบาย สูง 8.00 เมตร กว้าง 6.00 เมตร จำนวน 4 ช่อง ความสามารถในการระบายน้ำ 200 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ดังรูปที่ 2.2-2



รูปที่ 2.2-2 ประตูระบายน้ำคลองชุมพรตอนบน

- งานก่อสร้างประตูระบายน้ำ (ปากคลองชุดใหม่เชื่อมคลองชุมพร-คลองนาคราช) ขนาดบานระบาย สูง 8.00 เมตร กว้าง 6.00 เมตร จำนวน 6 ช่อง ความสามารถในการระบายน้ำ 350 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ดังรูปที่ 2.2-3



รูปที่ 2.2-3 ประตูระบายน้ำปากคลองชุดใหม่

- งานก่อสร้างประตูระบายน้ำ (คลองชุมพรตอนกลาง) ขนาดบานระบาย สูง 8.00 เมตร กว้าง 6.00 เมตร จำนวน 4 ช่อง ความสามารถในการระบาย 200 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ดังรูปที่ 2.2-4



รูปที่ 2.2-4 ประตูระบายน้ำคลองชุมพรตอนกลาง

- (2) งานขุดคลองผันน้ำคลองชุมพร เป็นการขุดคลองเส้นใหม่และขุดขยายคลองนาคราช ความยาวรวม 8 กิโลเมตร ดังรูปที่ 2.2-5
- (3) งานขุดขยายคลองชุมพรเดิม ให้ระบายน้ำ 200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ระยะทางรวม 24.858 กิโลเมตร ดังรูปที่ 2.2-5
- (4) งานก่อสร้างอาคารระบายน้ำและส่วนประกอบอื่น ๆ



รูปที่ 2.2-5 งานขุดคลองผันน้ำคลองชุมพรและงานขุดขยายคลองชุมพรเดิมช่วงต้นและช่วงปลาย

4) แผนงานโครงการ

ระยะดำเนินการ 7 ปี (ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 – 2564) วงเงิน 2,047 ล้านบาท แบ่งเป็น 2 ระยะ
ได้แก่

- (1) แผนงานระยะที่ 1 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 - 2562 วงเงิน 330 ล้านบาท กิจกรรมประกอบด้วย
 - (1.1) ค่าที่ดิน จำนวน 163 แปลง วงเงิน 181.181 ล้านบาท จ่ายค่าทดแทนแล้ว จำนวน 125 แปลง วงเงิน 146.181 ล้านบาท และอยู่ระหว่างเสนอบัญชีให้สำนักกฎหมายฯ จำนวน 38 แปลง วงเงิน 35 ล้านบาท
 - (1.2) งานขุดคลองผันน้ำคลองชุมพร (ช่วงคลองนาคราช) ความยาว 4.720 กิโลเมตร และคลองชุมพรเดิมช่วงปลายความยาว 0.275 กิโลเมตร วงเงิน 68.818 ล้านบาท
 - (1.3) งานขุดขยายคลองชุมพรเดิมช่วงปลายความยาว 2.882 กิโลเมตร พร้อมก่อสร้างอาคารประกอบ วงเงิน 80 ล้านบาท
- (2) แผนงานระยะที่ 2 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 – 2564 วงเงิน 1,717 ล้านบาท กิจกรรมประกอบด้วย
 - (2.1) ค่าที่ดิน จำนวน 537 แปลง วงเงิน 298 ล้านบาท
 - (2.2) งานขุดคลองผันน้ำคลองชุมพร (ช่วงที่ขุดใหม่) ความยาว 3.343 กิโลเมตร วงเงิน 120 ล้านบาท
 - (2.3) ก่อสร้างประตูระบายน้ำจำนวน 4 แห่ง พร้อมส่วนประกอบโดยอยู่บริเวณปากคลองผันน้ำ จำนวน 1 แห่ง และในคลองชุมพร จำนวน 3 แห่ง ได้แก่
 - ประตูระบายน้ำ (คลองชุมพรตอนบน) วงเงิน 260 ล้านบาท
 - ประตูระบายน้ำ (ปากคลองขุดใหม่เชื่อมคลองชุมพร - คลองนาคราช) วงเงิน 260 ล้านบาท
 - ประตูระบายน้ำ (คลองชุมพรตอนกลาง) วงเงิน 240 ล้านบาท
 - ประตูระบายน้ำ (คลองชุมพรตอนล่าง) วงเงิน 300 ล้านบาท
 - (2.4) งานขุดขยายและขุดลอกคลองชุมพรเดิม ความยาวรวม 21.701 กิโลเมตร วงเงิน 139 ล้านบาท
 - (2.5) งานก่อสร้างอาคารระบายน้ำและส่วนประกอบอื่นๆ วงเงิน 100 ล้านบาท

5) งบประมาณค่าก่อสร้าง

งบประมาณค่าก่อสร้างของโครงการ จำนวน 2,047 ล้านบาท

2.2.2 โครงการก่อสร้างระบบระบายน้ำหลักเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วม พื้นที่ชุมชนเมืองภูเก็ต ระยะที่ 2 จังหวัดภูเก็ต

กรมโยธาธิการและผังเมืองได้ดำเนินโครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต โดยแบ่งโครงการเป็น 2 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1

โครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนเมืองภูเก็ต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต เป็นงบประมาณ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 – 2564 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง ออกแบบโดย บริษัท เมก้าเทคคอนซัลแตนท์ จำกัด ควบคุมงานโดยบริษัท พีคคอนซัลแตนท์ จำกัด ผู้รับจ้างก่อสร้างคือ ห้างหุ้นส่วนจำกัด อึ้งแซเฮง วันเริ่มต้นสัญญาคือวันที่ 18 เมษายน 2559 สิ้นสุดสัญญาวันที่ 21 เมษายน 2564 ระยะเวลาดำเนินการ 1,983 วัน วงเงินค่าจ้างของโครงการมูลค่า 517,600,000 บาท งานก่อสร้างโครงการฯ ที่ดำเนินการแล้วเสร็จในเขตเทศบาลนคร มีจำนวน 14 งาน ดังรูปที่ 2.2-6 โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) งานวางท่อระบายน้ำ คสล. จำนวน 3 งาน ได้แก่

- งานก่อสร้างท่อ คสล. ขนาด 2-2.10 x 2.10 เมตร บริเวณภายในสวนเฉลิมพระเกียรติ เริ่มจากสะพานด้านหลังสวนหลวง – คลองท่าแครง ความยาวรวม 870 เมตร
- งานก่อสร้างวางท่อระบายน้ำ ขนาด 2.10 x 2.10 เมตร และขนาด 2-2.10 x 2.10 เมตร บริเวณถนนวิรัชพงษ์หยก ตั้งแต่หน้าร้านแสงดำรงเข้าสู่สะพานขุมน้ำสวนหลวง ร.9 ความยาวรวม 203 เมตร
- งานวางท่อ คสล. ขนาด 1.50 x 1.50 เมตร ตั้งแต่ซอยตันจั่วถึงสะพานซอยเสนานิเวชน์ ความยาวรวม 341 เมตร

(2) งานวางท่อระบายน้ำ HDPE จำนวน 1 งาน ได้แก่

- งานติดตั้งท่อ HDPE ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.20 เมตร ท่อคู่ บริเวณถนนสุรินทร์ ซอย 3 – ถนนพังงา - ถนนวิรัชพงษ์หยก ลงคลองแสนสุข ความยาวรวม 618 เมตร

(3) งานดาดท้องคลอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ จำนวน 3 งาน ได้แก่

- โครงการดาดท้องคลองจากสะพานอำเภอถึงสะพานถนนอนุภาณุเกตุการ ความยาวรวม 250 เมตร
- โครงการดาดท้องคลองร่วมน้ำใจ ตั้งแต่จากสะพานพูนผล 1 ถึงสะพานรัชฎา 1 ความยาวรวม 485 เมตร
- โครงการดาดท้องคลองบางใหญ่ บริเวณสะพานตลิ่งชัน (หมู่บ้านศุภาลย์) ความยาวรวม 52 เมตร



รูปที่ 2.2-6 พื้นที่โครงการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนเมืองภูเก็ต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต

- (4) งานปรับปรุงคลองระบายน้ำ จำนวน 1 งาน ได้แก่
 - งานปรับปรุงคลองระบายน้ำบริเวณทางแยกคลองบางใหญ่หลังธนาคารออมสิน ไปจนถึงคลองแสนสุข ถนนพังงา ความยาวรวม 317 เมตร
- (5) งานก่อสร้างรางระบายน้ำรูปตัวยู จำนวน 1 งาน ได้แก่
 - โครงการปรับปรุงรางระบายน้ำรูปตัวยู บริเวณรางระบายน้ำภายในสวนเฉลิมพระเกียรติ (คลองท่าแครง) บริเวณใกล้สี่แยกดาวรุ่ง ความยาวรวม 420 เมตร
- (6) งานก่อสร้างสถานีสูบน้ำ พร้อมประตูปะบายน้ำ จำนวน 3 งาน ได้แก่
 - โครงการก่อสร้างสถานีสูบน้ำ พร้อมประตูปะบายน้ำปลายคลองบางใหญ่ (PS1) ขนาดเครื่องสูบน้ำ 3.00 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จำนวน 4 เครื่อง
 - โครงการก่อสร้างสถานีสูบน้ำ พร้อมประตูปะบายน้ำปลายคลองแสนสุข (PS2) ขนาดเครื่องสูบน้ำ 3.00 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จำนวน 3 เครื่อง
 - โครงการก่อสร้างสถานีสูบน้ำ พร้อมประตูปะบายน้ำปลายคลองร่วมน้ำใจ (PS3) ขนาดเครื่องสูบน้ำ 3.00 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จำนวน 2 เครื่อง
- (7) งานปรับปรุงสถานีสูบน้ำ (เปลี่ยนเครื่องสูบน้ำ) จำนวน 2 งาน ได้แก่
 - งานปรับปรุงสถานีสูบน้ำตะกั่วป่า (เปลี่ยนเครื่องสูบน้ำ ขนาด 0.75 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จำนวน 3 เครื่อง พร้อมระบบควบคุมไฟฟ้า)
 - งานปรับปรุงสถานีสูบน้ำสามกอง (เปลี่ยนเครื่องสูบน้ำ ขนาด 0.75 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จำนวน 2 เครื่อง พร้อมระบบควบคุมไฟฟ้า)

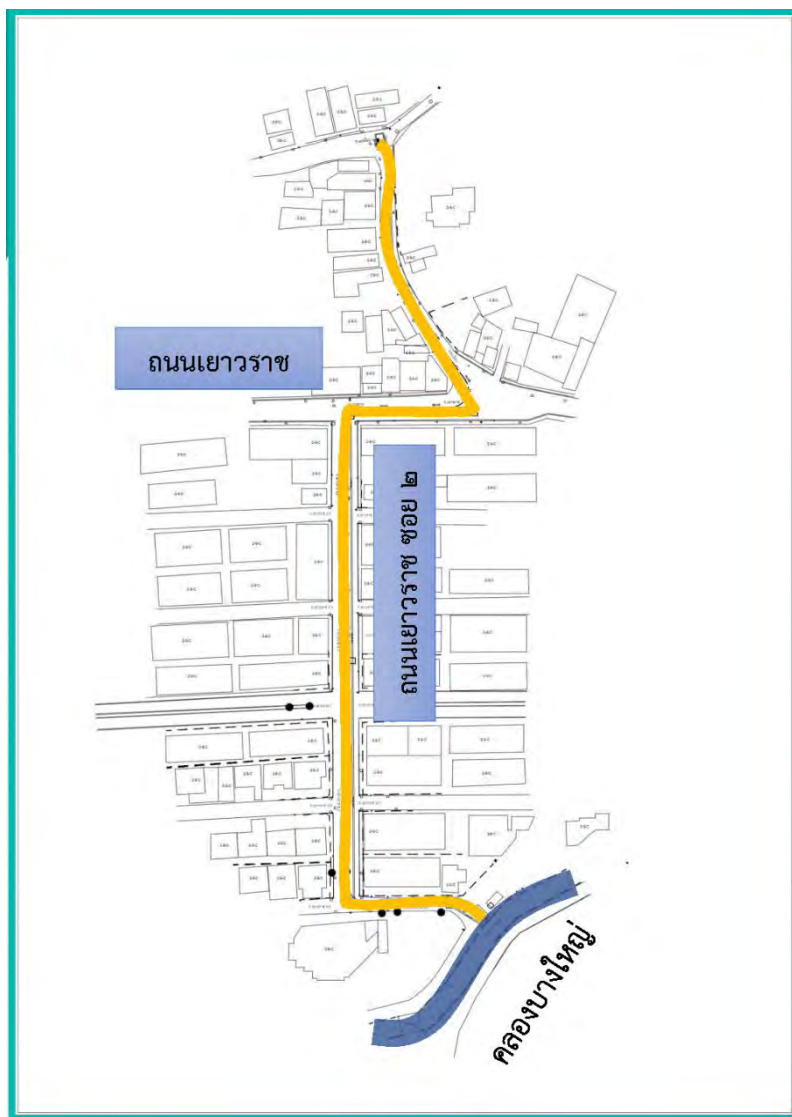
ระยะที่ 2

โครงการก่อสร้างระบบระบายน้ำหลักเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วม พื้นที่ชุมชนเมืองภูเก็ต ระยะที่ 2 จังหวัดภูเก็ต ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 – 2566 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง ออกแบบโดย บริษัท เมก้าเทคคอนซัลแตนท์ จำกัด และบริษัท พีคคอนซัลแทนส์ จำกัด ควบคุมงานโดยบริษัท พีคคอนซัลแทนส์ จำกัด ผู้รับจ้างก่อสร้างคือ ห้างหุ้นส่วนจำกัด อึ้งแซเฮง วันเริ่มต้นสัญญาคือวันที่ 15 ตุลาคม 2564 สิ้นสุดสัญญาวันที่ 1 เมษายน 2567 ระยะเวลาดำเนินการ 900 วัน วงเงินค่าจ้างของโครงการมูลค่า 296,850,000 บาท เพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่เทศบาลนครภูเก็ตและเทศบาลตำบลรัชฎาซึ่งเป็นพื้นที่รอยต่อและปัญหาน้ำท่วมเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน ซึ่งงานก่อสร้างของโครงการฯ ดังกล่าวอยู่ระหว่างการดำเนินการและมีงานก่อสร้างในพื้นที่เขตเทศบาลนครภูเก็ต จำนวน 3 งาน ดังรูปที่ 2.2-7 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.2-7 พื้นที่โครงการก่อสร้างระบบระบายน้ำหลักเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วม พื้นที่ชุมชนเมืองภูเก็ต ระยะที่ 2 จังหวัดภูเก็ต

- (1) งานก่อสร้างท่อระบายน้ำโดยวิธีดินท่อดลอด (HDD) ขนาด 630 มิลลิเมตร พร้อมระบบสูบน้ำ บริเวณสามแยกซอยพะเนียง – ผ่านถนนเยาวราชลงคลองบางใหญ่ เพื่อแก้ไขปัญหาท่อระบายน้ำของเทศบาลตำบลรัชฎาสูบน้ำเสียเข้าท่อระบายน้ำของเทศบาล มีแผนจะเริ่มก่อสร้างประมาณเดือนมกราคม 2566 ดังรูปที่ 2.2-8



รูปที่ 2.2-8 พื้นที่ก่อสร้างท่อระบายน้ำโดยวิธีดินท่อดลอด (HDD) พร้อมระบบสูบน้ำ บริเวณสามแยกซอยพะเนียง – ผ่านถนนเยาวราชลงคลองบางใหญ่

- (2) งานก่อสร้างท่อระบายน้ำ คสล. บริเวณถนนประชาอุทิศหลังโลตัส - คลองบางใหญ่ (DR5) เพื่อแก้ไขปัญหาน้ำในเขตเทศบาลตำบลรัชฎา (หมู่บ้านศรีสุชาติ) ไหลเข้าสู่พื้นที่เขตเทศบาล และมีการถมน้ำขุมน้ำสำหรับใช้เป็นแก้มลิง มีแผนจะเริ่มก่อสร้างประมาณเดือนกรกฎาคม 2565 ดังรูปที่ 2.2-9

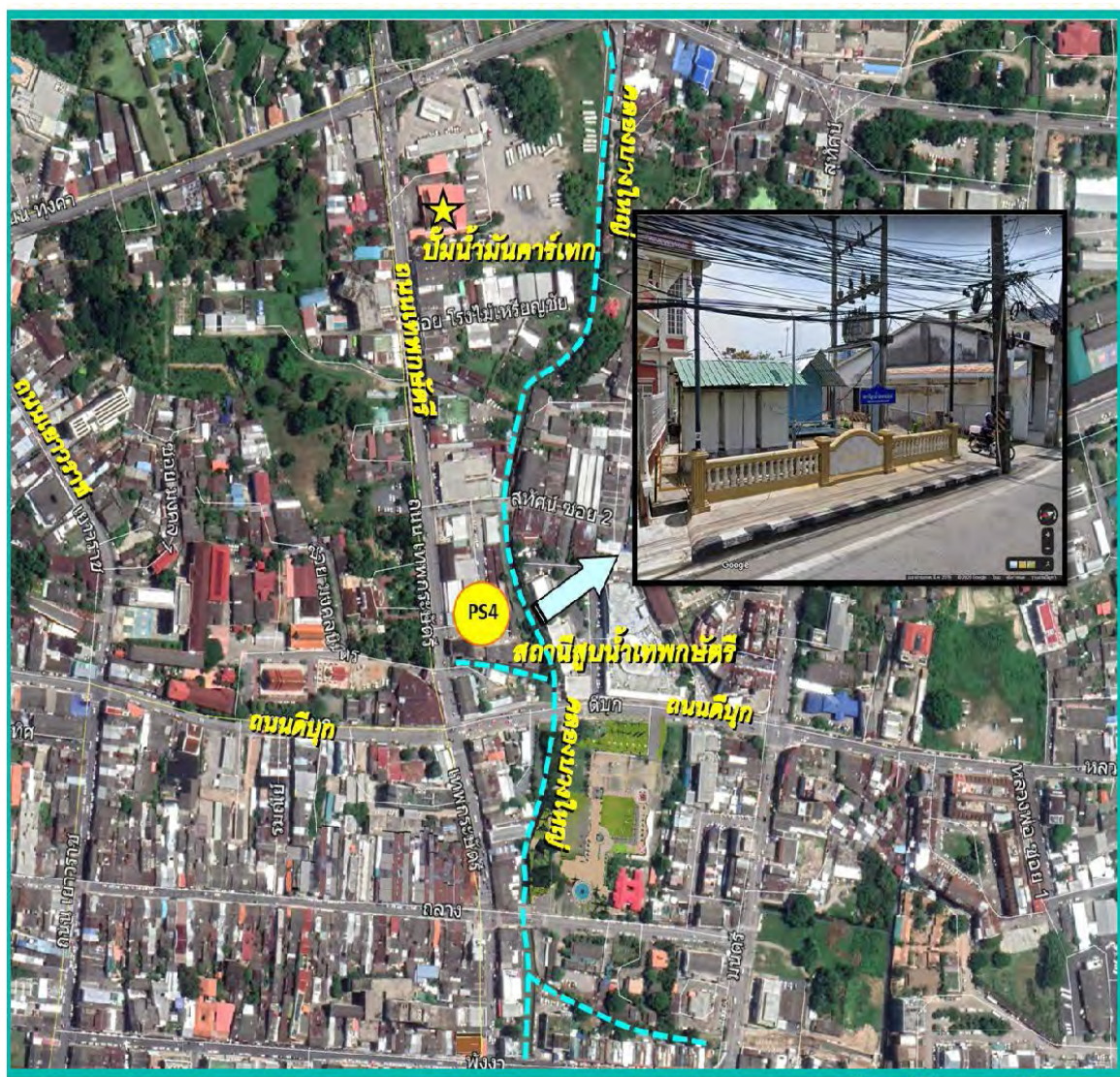


รูปที่ 2.2-9 พื้นที่ก่อสร้างท่อระบายน้ำ คสล. บริเวณถนนประชาอุทิศหลังโลตัส - คลองบางใหญ่ (DR5)

(3) งานเพิ่มประสิทธิภาพสถานีสูบน้ำโกมารกัจ และสถานีสูบน้ำเทพกระษัตรี ดังรูปที่ 2.2-10 และรูปที่ 2.2-11 ประกอบด้วย

- สถานีสูบน้ำเทพกระษัตรี เปลี่ยนเครื่องสูบน้ำขนาด 2.0 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ทดแทนของเดิมที่เสื่อมสภาพ จำนวน 3 เครื่อง
- สถานีสูบน้ำโกมารกัจ เปลี่ยนเครื่องสูบน้ำขนาด 2.0 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ทดแทนของเดิมที่ชำรุดและเสื่อมสภาพ จำนวน 4 เครื่อง

โดยมีแผนจะเริ่มก่อสร้างประมาณเดือนมกราคม 2566



รูปที่ 2.2-10 ตำแหน่งสถานีสูบน้ำเทพกระษัตรี



รูปที่ 2.2-11 ตำแหน่งสถานีสูบน้ำสถานีสูบน้ำโกมารภักดิ์ บริเวณสามแยกถนนโกมารภักดิ์

2.2.3 โครงการศึกษาการแก้ไขปัญหาภัยแล้งและบรรเทาอุทกภัยทะเลสาบสงขลา จังหวัดพัทลุง

จากการทบทวนโครงการศึกษาการแก้ไขปัญหาภัยแล้งและบรรเทาอุทกภัยทะเลสาบสงขลา จังหวัดพัทลุง โดยสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ สามารถสรุปรายละเอียดโดยสังเขปได้ดังนี้

1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.1 เพื่อศึกษาและจัดทำรายงานแนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่เหมาะสมในเชิงยุทธศาสตร์และบูรณาการเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
- 1.2 เพื่อศึกษาและจัดทำรายงานแผนหลักและแผนปฏิบัติการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ โดยเฉพาะการบรรเทาอุทกภัยและภัยแล้งลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา กำหนดแผนงานโครงการที่มีศักยภาพ
- 1.3 ศึกษาและจัดทำรายงานแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ โดยเฉพาะการบรรเทาอุทกภัยและภัยแล้งในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาให้สอดคล้องกัน
- 1.4 เพื่อดำเนินงานประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของประชาชนให้สอดคล้องกับกฎหมายและระเบียบที่กำหนด

2) ที่ตั้งและลักษณะโครงการ

พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นลุ่มน้ำแห่งเดียวของประเทศไทยที่มีระบบทะเลสาบแบบลากูน (Lagoon) ขนาดใหญ่ เป็นแอ่งรองรับน้ำจืด (น้ำฝน น้ำจืดจากคลอง และน้ำหลากจากแผ่นดิน) โดยมีน้ำเค็มจากทะเลไหลเข้ามาผสมผสาน ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด $6^{\circ} 45'$ ถึง $8^{\circ} 00'$ เหนือ และเส้นลองจิจูด $99^{\circ} 30'$ ถึง $100^{\circ} 45'$ ตะวันออก อาณาเขตทิศเหนือติดลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออก ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกและลุ่มน้ำตาปี ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก ทิศตะวันออกติดอ่าวไทย พื้นที่ประมาณ 8,508.19 ตารางกิโลเมตร ความยาวจากเหนือจรดใต้ประมาณ 150 กิโลเมตร และจากตะวันออกจรดตะวันตกประมาณ 65 กิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นแผ่นดิน (รวมเกาะ) มีเนื้อที่ประมาณ 7,388.19 ตารางกิโลเมตร และส่วนที่เป็นพื้นที่ทะเลสาบ มีเนื้อที่ประมาณ 1,120 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ใน 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา จังหวัดพัทลุง และจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียง ดังนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อ อำเภอปากพนัง อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
- ทิศใต้ ติดต่อ ประเทศมาเลเซีย
- ทิศตะวันออก ติดต่อ อำเภोजะนะ อำเภอนาหวี จังหวัดสงขลา และทะเลอ่าวไทย
- ทิศตะวันตก ติดต่อ เทือกเขาบรรทัด จังหวัดตรัง และจังหวัดสตูล

สภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ จึงสามารถแบ่งฤดูกาลออกได้เป็น 2 ฤดู คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือน กุมภาพันธ์ ถึง กลางเดือนกรกฎาคม ส่วนฤดูฝนจะเริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนมกราคม โดยฝนจะตกหนักมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน

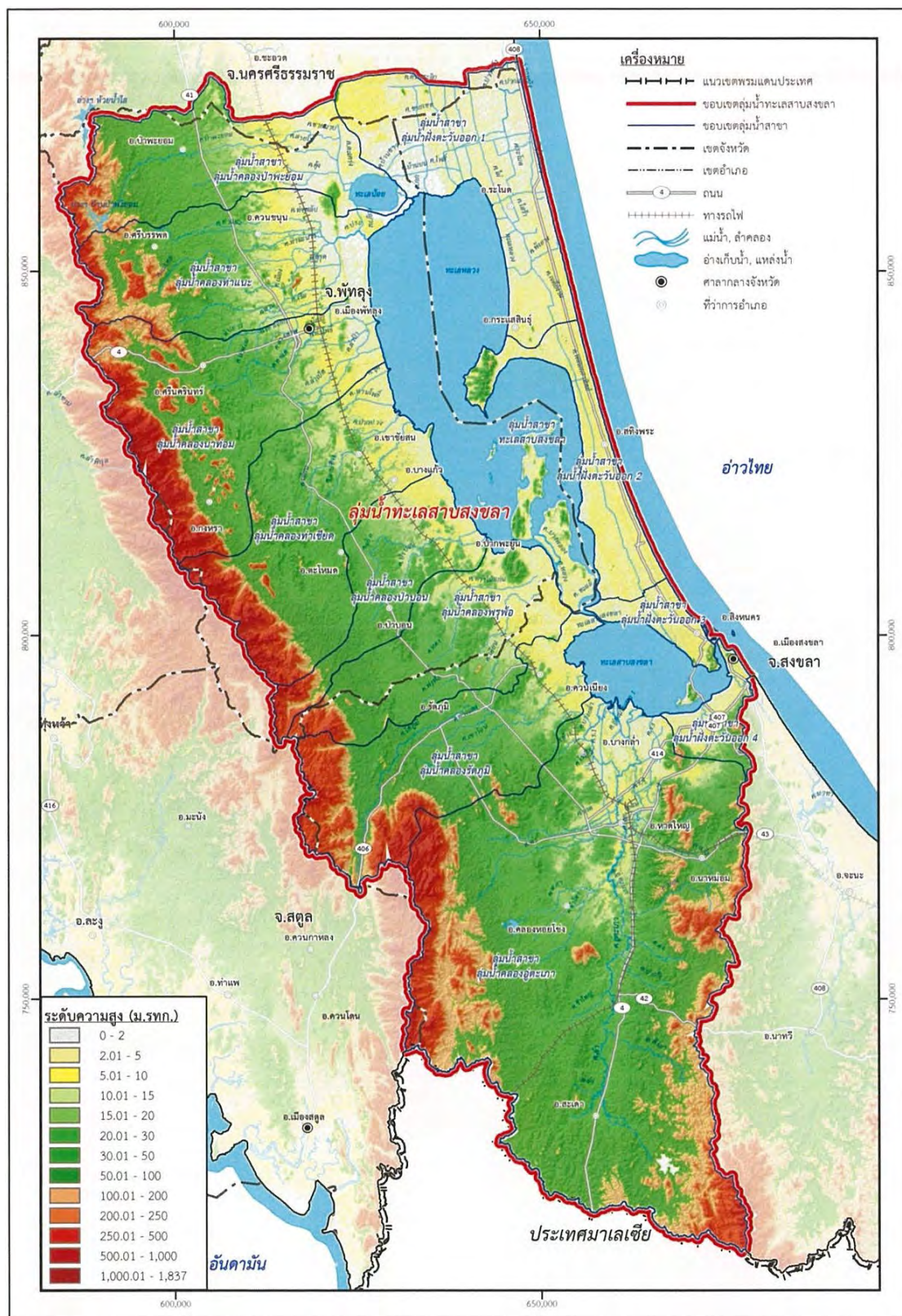
ลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ประกอบด้วย พื้นที่ภูเขาสูงบริเวณตะวันตกและทิศใต้ของกลุ่มน้ำ ด้านตะวันตกจะเป็นแนวเทือกเขาบรรทัดที่ทอดตัวในแนวเหนือใต้ ตั้งแต่รอยต่อระหว่างจังหวัดพัทลุง กับจังหวัดตรัง ลงมาถึงรอยต่อระหว่างจังหวัดสงขลา กับจังหวัดสตูล ส่วนทางด้านทิศใต้เป็นแนวเทือกเขาสันกาลาคีรี บางส่วน ภูเขานี้ปกคลุมด้วยป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์จึงเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา สำหรับบริเวณ ด้านเหนือและด้านตะวันออกของพื้นที่กลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นพื้นที่ราบชายฝั่งทะเล จึงเกิดจากการทับถมของ ตะกอน โดยขอบเขตลุ่มน้ำแสดงดังรูปที่ 2.2-12

3) กรอบในการจัดทำแนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำ

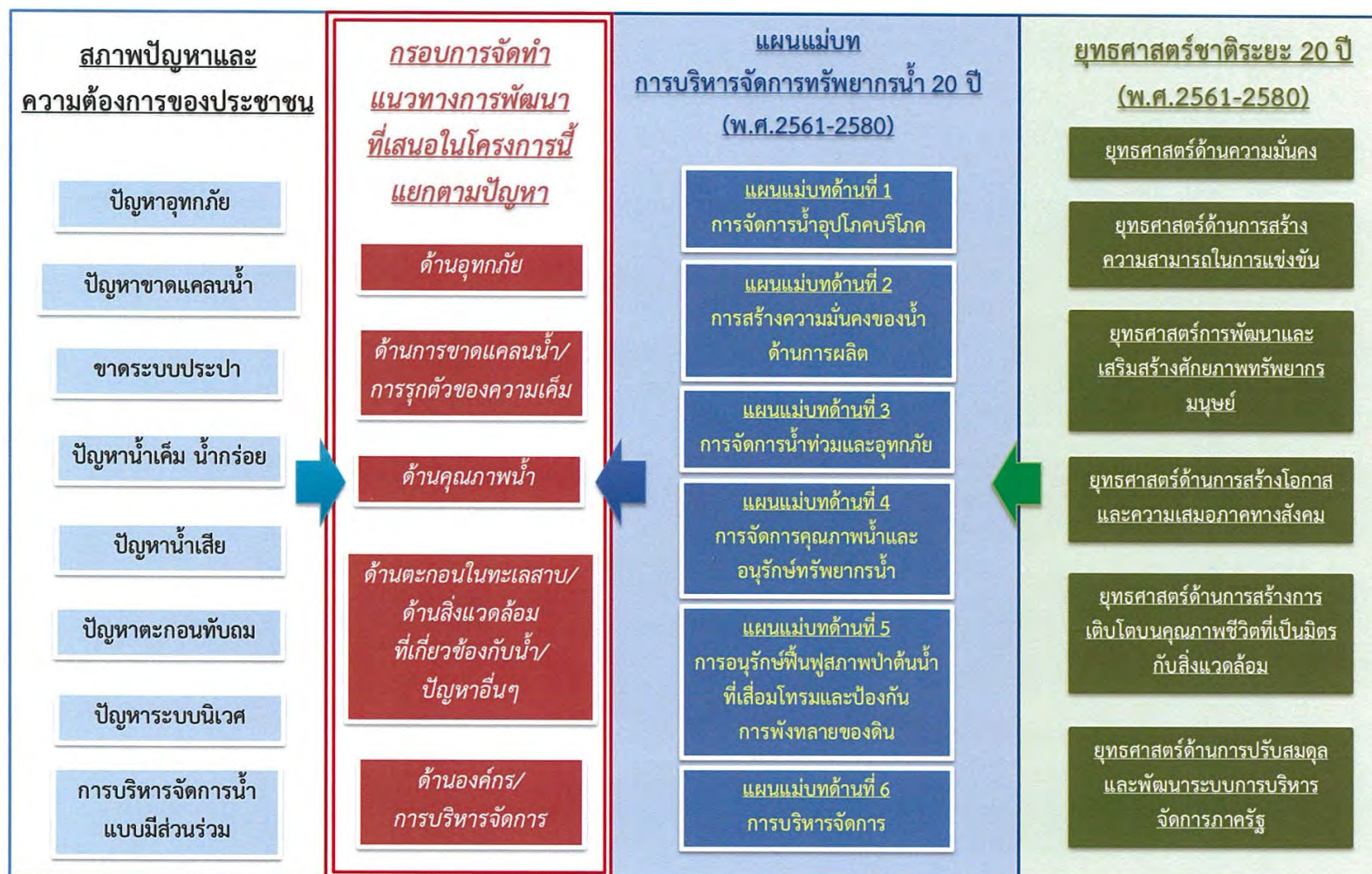
กรอบในการจัดทำแนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำที่สรุปจากผลการทบทวนนโยบายและแผนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี ของ สทช. ร่วมกับการวิเคราะห์สภาพปัญหาด้านน้ำ และการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน สามารถสรุปได้ตามรูปที่ 2.2-13 โดยมีการแบ่งกรอบในการจัดทำ แนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำ ออกตามปัญหาด้านน้ำ 5 ด้านหลัก ได้แก่

- ด้านอุทกภัย
- ด้านการขาดแคลนน้ำและการรุกตัวของความเค็ม
- ด้านคุณภาพน้ำ
- ด้านตะกอนในทะเลสาบและสิ่งแวดล้อม
- ด้านองค์กรและการบริหารจัดการ

การแบ่งแนวทางการพัฒนาในลักษณะนี้จะสอดคล้องกับความคิดเห็นของประชาชนที่มองการพัฒนา ทรัพยากรน้ำในลักษณะการจำแนกตามปัญหาเป็นหลัก โดยกรอบแนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำนี้ สามารถนำไป จำแนกออกเป็นประเภทตามแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี จำนวน 6 แผนแม่บท เพื่อจัดทำเป็น “แผนหลักและแผนปฏิบัติการ” ในการพัฒนาทรัพยากรน้ำในพื้นที่โครงการในการศึกษาขั้นต่อไปได้ตามที่แสดงใน รูปที่ 2.2-13



รูปที่ 2.2-12 แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา



รูปที่ 2.2-13 กรอบการจัดทำแนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำ

4) เป้าหมายในการพัฒนาแก้ไขปัญหาด้านน้ำแต่ละด้านตามแนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำ

จากผลการวิเคราะห์ทางเลือกสามารถสรุปได้ว่า แนวทางเลือกที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นแนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำในโครงการดังกล่าว คือ “ทางเลือกที่ 5 พื้นฟูสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมการจัดการน้ำภาคประชาชน พัฒนาทรัพยากรน้ำเพื่อความจำเป็นพื้นฐาน และมีการพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ต่ำริมทะเลสาบ และพัฒนาพื้นที่นอกเขตชลประทานเพิ่มเติม”

โดยมีกลยุทธ์/กลุ่มแนวทางเพื่อแก้ไขบรรเทาปัญหาทั้ง 5 ด้าน ซึ่งใช้กรอบวงเงินงบประมาณในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ประมาณ 69,636.29 ล้านบาท สามารถสรุปได้ดังนี้

ลำดับ	สภาพปัญหา	จำนวน กลุ่มแนวทาง	กรอบวงเงิน (ล้านบาท)	หมายเหตุ
1	ด้านอุทกภัย	16	18,327.97	บูรณาการร่วมกับปัญหาอื่นๆ 4 กลุ่มแนวทาง
2	ด้านการขาดแคลนน้ำ/การรุกตัวของความเค็ม	19	43,458.30	บูรณาการร่วมกับปัญหาอื่นๆ 4 กลุ่มแนวทาง
3	ด้านคุณภาพน้ำ	6	2,791.80	บูรณาการร่วมกับปัญหาอื่นๆ 1 กลุ่มแนวทาง
4	ตะกอนในทะเลสาบ/ด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง กับน้ำ/ปัญหาอื่นๆ	20	5,058.22	
5	ด้านองค์กร/การบริหารจัดการ	9	-	
รวมงบประมาณเบื้องต้น		61 ^{1/}	69,636.29	

หมายเหตุ : ^{1/} พิจารณาจำแนกกลุ่มแนวทางที่บูรณาการร่วมกันแล้ว

5) แผนหลักและแผนปฏิบัติการแก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัย

(1) เป้าประสงค์ในการแก้ไขปัญหาด้านอุทกภัย

เป้าประสงค์ในการแก้ไขปัญหาด้านอุทกภัยตาม “แนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำ” ที่ได้จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาเชิงวิชาการและผ่านการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน ประกอบด้วย

1. แก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัยเชิงภาพรวมโดยการอนุรักษ์ฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำและพัฒนาแหล่งน้ำ ซึ่งสามารถช่วยบรรเทาปัญหาทั้งการขาดแคลนน้ำและอุทกภัย
2. แก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่เฉพาะที่มีมูลค่าความเสียหายสูง ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและพาณิชยกรรม ทุกชุมชนที่มีปัญหาน้ำท่วม โดยแบ่งเป็นระดับเทศบาล 71 แห่ง และชุมชนทั่วไป 66 ตำบล คิดเป็นพื้นที่ 80.62 ตารางกิโลเมตร
3. แก้ไขบรรเทาปัญหาน้ำท่วมขังนานในพื้นที่รอบทะเลสาบสงขลา โดยการเร่งผันน้ำลงสู่ทะเลผ่านคาบสมุทรสติงพระ
4. ป้องกันการเกิดปัญหาน้ำท่วมในอนาคตจากการพัฒนาพื้นที่กีดขวางน้ำโดยมาตรการด้านผังเมือง

(2) กลยุทธ์/แนวทางการแก้ไขบรรเทาปัญหา

จากเป้าประสงค์ในการแก้ไขบรรเทาปัญหาข้างต้น ในขั้นตอนของการศึกษาโครงการได้มีการวิเคราะห์ สรุปกลยุทธ์ หรือแนวทางการแก้ไขบรรเทาปัญหาที่เหมาะสมในเชิงเทคนิคและผ่านการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน ประกอบด้วย

1. การอนุรักษ์ฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำ
2. การพัฒนาแหล่งน้ำ โดยบูรณาการร่วมกับการแก้ไขปัญหาด้านขาดแคลนน้ำ
3. การป้องกันพื้นที่เฉพาะ
4. การแก้ไขบรรเทาปัญหาพื้นที่ท้ายน้ำ
5. การแก้ไขปัญหาแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง การดำเนินการและการติดตามผล

รายละเอียดกลยุทธ์/แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมและกรอบวงเงินเบื้องต้นเป็นไปตามตารางที่ 2.2-1

ตารางที่ 2.2-1 กลยุทธ์/แนวทางการแก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัย

ลำดับ	กลยุทธ์/แนวทางการแก้ไขปัญหา	วงเงิน (ล้านบาท)	หมายเหตุ
การอนุรักษ์พื้นที่พื้นที่ต้นน้ำ			
1	การอนุรักษ์พื้นที่พื้นที่ต้นน้ำ เช่น การฟื้นฟูป่า การทำฝายต้นน้ำ ฯลฯ พร้อมศึกษาติดตามผลของการดำเนินการ	-	ดำเนินการรวมอยู่ในยุทธศาสตร์ด้านที่ 4 การแก้ไขบรรเทาปัญหาด้านตะกอนในทะเลสาบและสิ่งแวดล้อม
การพัฒนาแหล่งน้ำ โดยบูรณาการร่วมกับการแก้ไขปัญหาขาดแคลนน้ำ			
2	การขุดลอกลำน้ำเพื่อสงวนรักษาสภาพตามธรรมชาติ	งบปกติ	ศึกษา สำรวจ ออกแบบและพัฒนาโครงการ โดยกรมชลประทาน และกรมเจ้าท่าที่เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบหลัก
3	การพัฒนา/ปรับปรุงอ่างเก็บน้ำ	-	ดำเนินการรวมอยู่ในยุทธศาสตร์ด้านที่ 2 ยุทธศาสตร์ด้านการแก้ไขปัญหาขาดแคลนน้ำและการรุกตัวของน้ำเค็ม
4	การพัฒนาแก้มลิง แหล่งน้ำโดยใช้พื้นที่สาธารณะ	-	
การป้องกันพื้นที่เฉพาะ			
5	การป้องกันบรรเทาอุทกภัยพื้นที่เฉพาะในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ (ระดับเทศบาลตำบล หรือใหญ่กว่า) จำนวน 71 ชุมชน โดยบูรณาการร่วมกันระหว่างการจัดทำพื้นที่ปิดล้อม ระบบระบายน้ำ และคลองผันน้ำเลี่ยงเมือง - โครงการพื้นที่ปิดล้อมและระบบระบายน้ำ - โครงการคลองผันน้ำ	* 14,860.19 (15,031.4406)	ศึกษา สำรวจ ออกแบบและพัฒนาโครงการ โดยกรมโยธาธิการและผังเมือง กรมชลประทาน องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบหลัก
6	การป้องกันบรรเทาอุทกภัยพื้นที่ขนาดเล็ก จำนวน 66 ตำบล	330.00	ศึกษา สำรวจ ออกแบบและพัฒนาโครงการ โดยองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นที่เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบหลัก
7	การปรับปรุงแก้ไข ซ่อมแซม ระบบป้องกันน้ำท่วมเดิม	งบปกติ	พิจารณางบประมาณสำหรับศึกษา สำรวจ ออกแบบ และพัฒนาตามหน่วยงานผู้เสนอ
8	การแก้ไขสิ่งกีดขวางทางน้ำ เช่น สะพาน ถนน ท่อลอด ทางรถไฟ	งบปกติ	พิจารณางบประมาณสำหรับศึกษา สำรวจ ออกแบบ และพัฒนาตามหน่วยงานผู้เสนอ

ตารางที่ 2.2-1 (ต่อ) กลยุทธ์/แนวทางการแก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัย

ลำดับ	กลยุทธ์/แนวทางการแก้ไขปัญหา	วงเงิน (ล้านบาท)	หมายเหตุ
การแก้ไขบรรเทาปัญหาพื้นที่ท้ายน้ำ			
9	การขุดลอกทะเลสาบสงขลา เพื่อสงวนรักษาสภาพเดิม	-	ดำเนินการรวมอยู่ในยุทธศาสตร์ ด้านที่ 4 การแก้ไขบรรเทา ปัญหาด้านตะกอนในทะเลสาบ และสิ่งแวดล้อม
10	การผันน้ำลงสู่อ่าวไทยผ่านทางคาบสมุทรมหิงษา	947.50	ศึกษา สำรวจ ออกแบบและพัฒนา โครงการ โดยกรมชลประทาน ที่เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบหลัก
การแก้ไขปัญหาแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง การดำเนินการ และการติดตามผล			
11	การพัฒนาระบบตรวจวัดเฝ้าระวังสถานการณ์/พยากรณ์/เตือนภัย	-	ดำเนินการรวมอยู่ในยุทธศาสตร์ ด้านที่ 4 การแก้ไขบรรเทา ปัญหาด้านตะกอนในทะเลสาบ และสิ่งแวดล้อม
12	การสำรวจ ศึกษา เพื่อปรับการบริหารจัดการองค์ประกอบ เช่น เขื่อน ประตู.	งบปกติ	พิจารณางบประมาณสำหรับ ศึกษา สำรวจ ออกแบบ และ พัฒนาตามหน่วยงานผู้เสนอ
13	การจัดทำผังน้ำและข้อกำหนดด้านผังเมือง เพื่อป้องกันการพัฒนา พื้นที่กีดขวางทางน้ำ	งบปกติ	
14	การดำเนินการบำรุงรักษาองค์ประกอบต่างๆ อย่างต่อเนื่อง	งบปกติ	
การแก้ไขปัญหาแบบไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง การดำเนินการ และการติดตามผล			
15	การติดตามแก้ไขผลกระทบจากการพัฒนาโครงการแก้ไขบรรเทา ปัญหาอุทกภัย	-	ดำเนินการรวมอยู่ในยุทธศาสตร์ ด้านที่ 4 การแก้ไขบรรเทา ปัญหาด้านตะกอนในทะเลสาบ และสิ่งแวดล้อม
16	การสำรวจข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาแก้ไขบรรเทาปัญหา อุทกภัย เช่น ระดับพื้นดิน ระดับคันกันน้ำ รูปตัดลำน้ำ	200.00	
รวมงบประมาณเบื้องต้น		* 16,337.69 (16,508.9406)	

หมายเหตุ * ไม่รวมราคาค่าก่อสร้างขยายคลอง ร.1 งบประมาณปี 2564 มูลค่า 171.2506 ล้านบาท

6) แผนหลักและแผนปฏิบัติการพัฒนาทรัพยากรน้ำ

ทั้งนี้จากกลยุทธ์/แนวทางการแก้ไขบรรเทาปัญหา 5 ด้าน สามารถนำมาแบ่งเป็นกลุ่มโครงการ

14 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มโครงการที่ 1 กลุ่มโครงการศึกษา สำรวจ การขุดลอก เพื่อการระบายน้ำ
- กลุ่มโครงการที่ 2 กลุ่มโครงการขุดลอก เพื่อการระบายน้ำ ตามผลการศึกษา
- กลุ่มโครงการที่ 3 กลุ่มโครงการพัฒนาระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ตามแผนของหน่วยงาน
- กลุ่มโครงการที่ 4 กลุ่มโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ (ระดับเทศบาลตำบล หรือใหญ่กว่า)
- กลุ่มโครงการที่ 5 กลุ่มโครงการพัฒนาระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ (ระดับเทศบาลตำบล หรือใหญ่กว่า) ตามผลการศึกษา
- กลุ่มโครงการที่ 6 กลุ่มโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบ การพัฒนาปรับปรุงระบบระบายน้ำ และระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็ก
- กลุ่มโครงการที่ 7 กลุ่มโครงการพัฒนาปรับปรุงระบบระบายน้ำ และระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็กตามผลการศึกษา
- กลุ่มโครงการที่ 8 กลุ่มโครงการปรับปรุงแก้ไข ซ่อมแซม ระบบป้องกันน้ำท่วมเดิม โดยใช้งบประมาณของหน่วยงาน
- กลุ่มโครงการที่ 9 กลุ่มโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบ และก่อสร้าง แก้ไขสิ่งกีดขวางทางน้ำ โดยใช้งบประมาณของหน่วยงาน
- กลุ่มโครงการที่ 10 กลุ่มโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบการบรรเทาปัญหาอุทกภัย บริเวณรอบทะเลสาบสงขลาและคาบสมุทรสทิงพระ และการบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำ บริเวณคาบสมุทรสทิงพระ
- กลุ่มโครงการที่ 11 กลุ่มโครงการสำรวจ ศึกษา เพื่อปรับการบริหารจัดการองค์ประกอบ เช่น การปรับ Rule Curve ของเขื่อน ปตร.
- กลุ่มโครงการที่ 12 กลุ่มโครงการศึกษาจัดทำผังน้ำและข้อกำหนดด้านผังเมือง เพื่อป้องกันการพัฒนาพื้นที่กีดขวางทางน้ำในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
- กลุ่มโครงการที่ 13 กลุ่มโครงการดำเนินการบำรุงรักษาองค์ประกอบต่างๆ อย่างต่อเนื่อง
- กลุ่มโครงการที่ 14 กลุ่มโครงการศึกษา สำรวจข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาแก้ไข บรรเทาปัญหาอุทกภัย เช่น ระดับพื้นดิน ระดับคันกันน้ำ รูปตัดลำน้ำ

โดยในแต่ละกลุ่มโครงการสามารถสรุป วัตถุประสงค์ แนวทางการดำเนินงาน และเป้าหมายการพัฒนาได้ดังนี้

- **กลุ่มโครงการที่ 1 การศึกษา สำรวจ การขุดลอก เพื่อการระบายน้ำ**

วัตถุประสงค์

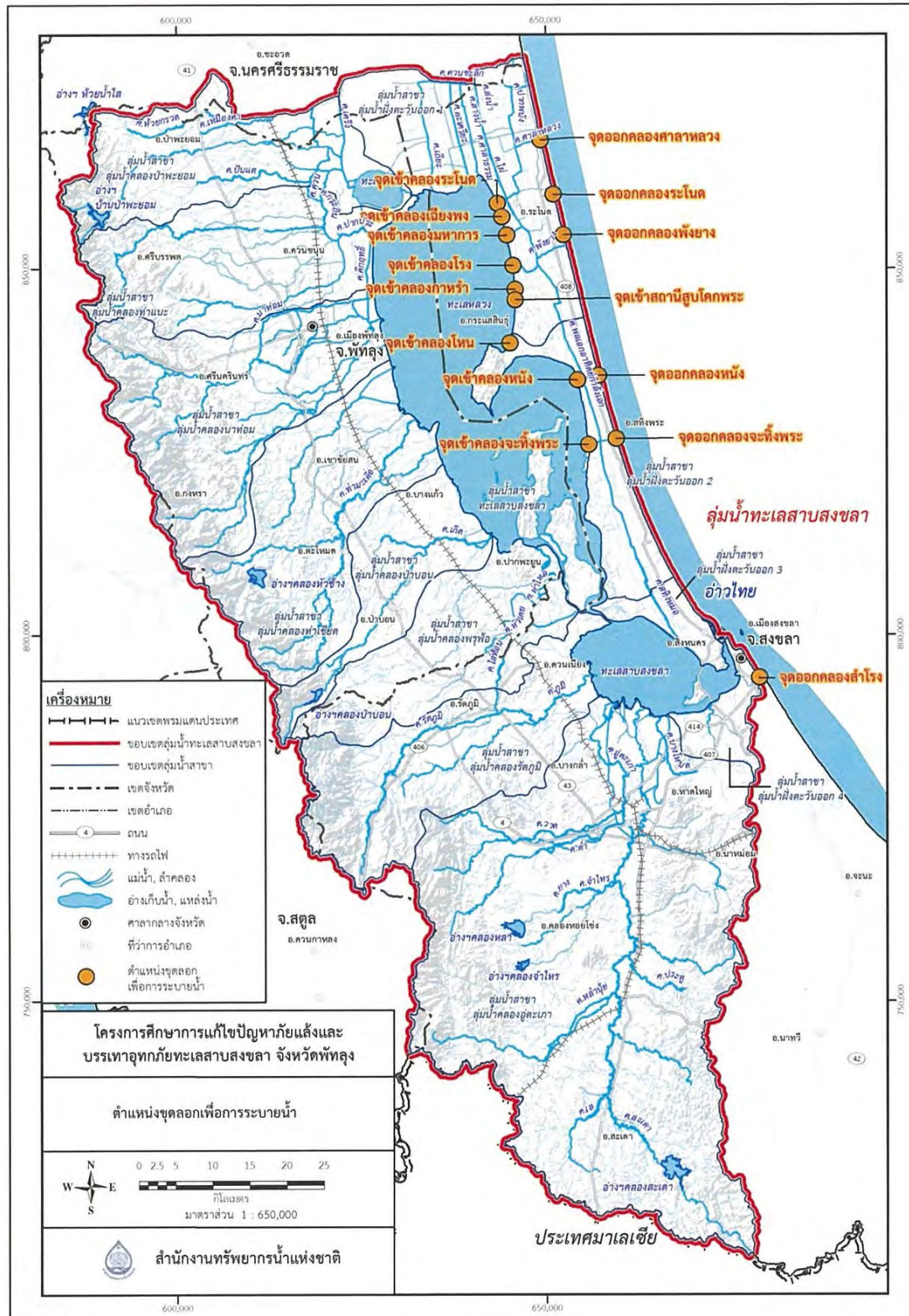
ศึกษา สำรวจ หน้าที่ดลำนน้ำ และการขุดลอกที่มีผลต่อการระบายน้ำของกลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) ศึกษากำหนดตำแหน่งและรูปตัดของลำน้ำหรือส่วนที่ต่อเนื่องกับลำน้ำ เช่น บริเวณปากแม่น้ำ ลำน้ำหรือคลอง ในสภาพก่อนและหลังขุดลอก เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำ
- (2) ศึกษาหาปริมาณตะกอนที่ขุดลอกที่มีผลต่อการระบายน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำ กล่าวคือ หากมีลำน้ำที่ได้รับการเสนอให้ขุดลอก ให้ขุดลอกลำน้ำกลับไปมีหน้าตัดเท่ากับที่เคยสำรวจไว้ โดยพิจารณาจากข้อมูลสำรวจย้อนหลังมากที่สุดเท่าที่จะรวบรวมได้ โดยในการศึกษาจะต้องพิจารณาให้มีการขุดลอกลำน้ำให้ครอบคลุมตลอดทั้งเส้นลำน้ำให้ได้มากที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดคอขวด ซึ่งอาจส่งผลก่อให้เกิดอุทกภัยที่รุนแรงขึ้นในบริเวณจุดที่ไม่ได้รับการขุดลอก
- (3) ศึกษา สำรวจ ตำแหน่งสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการทิ้งดินตะกอนที่ขุดลอก และศึกษาวิธีการจัดการดินตะกอนจากการขุดลอก โดยพิจารณาจัดทำกระบวนการมีส่วนร่วมตามความเหมาะสม เพื่อให้ได้แนวทางการจัดการดินตะกอนที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายในกรณีที่มีการจัดการดินตะกอนอาจก่อให้เกิดผลกระทบ

เป้าหมายการพัฒนา

จุดตำแหน่งเข้า-ออกลำน้ำ หรือคลองสายสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพการระบายน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาของอ่าวไทย บริเวณคาบสมุทรสทิงพระ ตามรูปที่ 2.2-14



รูปที่ 2.2-14 ตำแหน่งที่เสนอการขุดลอกลำน้ำเพื่อการระบายน้ำ

- **กลุ่มโครงการที่ 2 การขุดลอก เพื่อการระบายน้ำ ตามผลการศึกษา**

วัตถุประสงค์

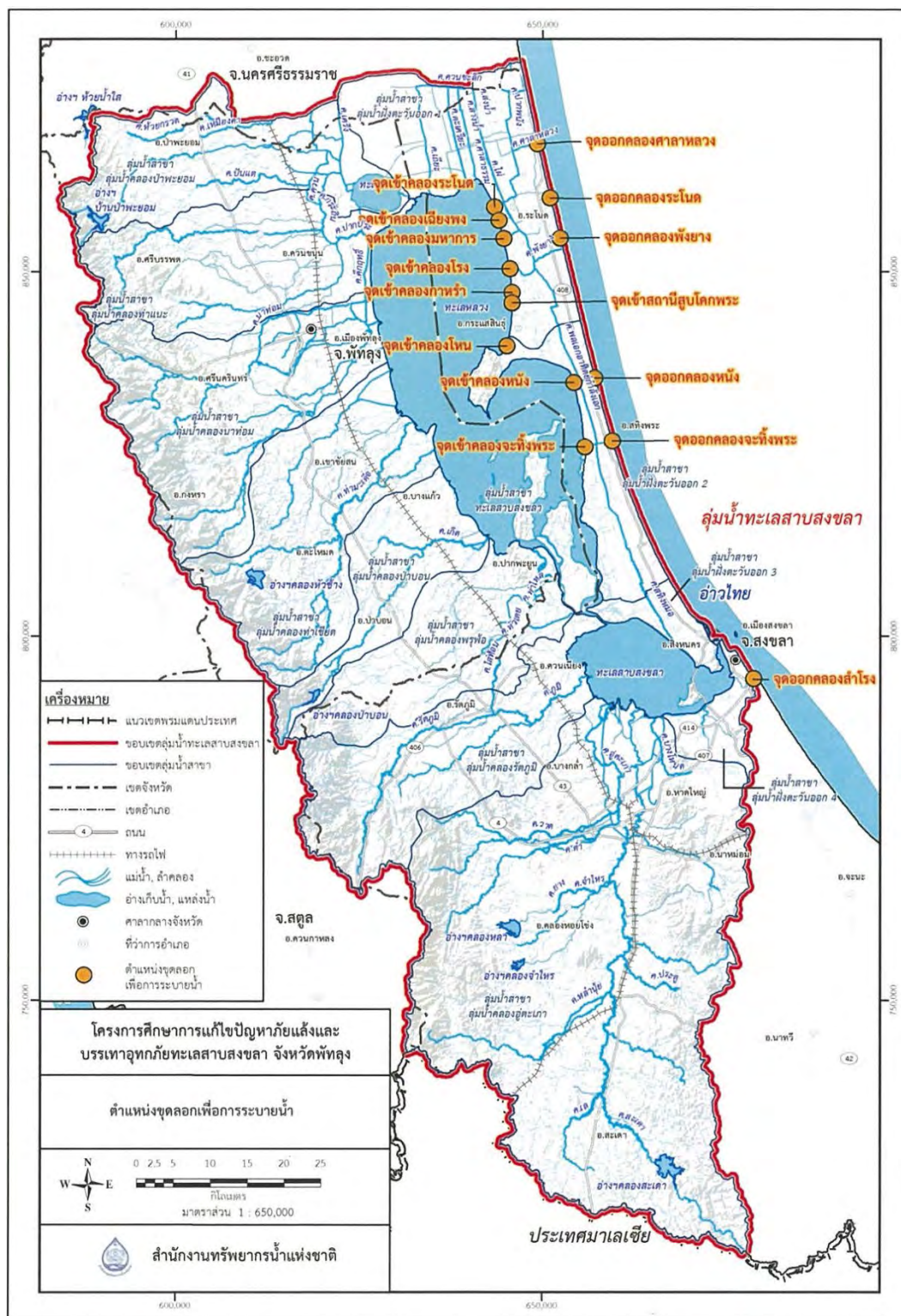
ขุดลอกและพัฒนาลำน้ำ เพื่อสงวนรักษาสภาพตามธรรมชาติ ตามผลการศึกษาให้ลำน้ำกลับไปมีหน้าตัดตามผลการศึกษา จาก “กลุ่มโครงการศึกษา สำรวจขุดลอก เพื่อการระบายน้ำ”

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) ขุดลอกและพัฒนาลำน้ำเพื่อการระบายน้ำตามผลการศึกษา โดยในเบื้องต้นเสนอดำเนินการทั้งหมด 15 ตำแหน่ง
- (2) จัดการดินตะกอนจากการขุดลอกลำน้ำด้วยวิธีการและตำแหน่งสถานที่ตามผลการศึกษา
- (3) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น รายชื่อ ตำแหน่งที่ได้รับการปรับปรุง มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำและสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

ขุดลอกและจัดการดินตะกอนตามผลการศึกษา ซึ่งโดยเบื้องต้นกำหนดตำแหน่งขุดลอกมีผลต่อการระบายน้ำหลากในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ตามรูปที่ 2.2-15



รูปที่ 2.2-15 ตำแหน่งที่เสนอการขุดลอกลำน้ำเพื่อการระบายน้ำ

- **กลุ่มโครงการที่ 3 การพัฒนาระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ตามแผนของหน่วยงาน**

วัตถุประสงค์

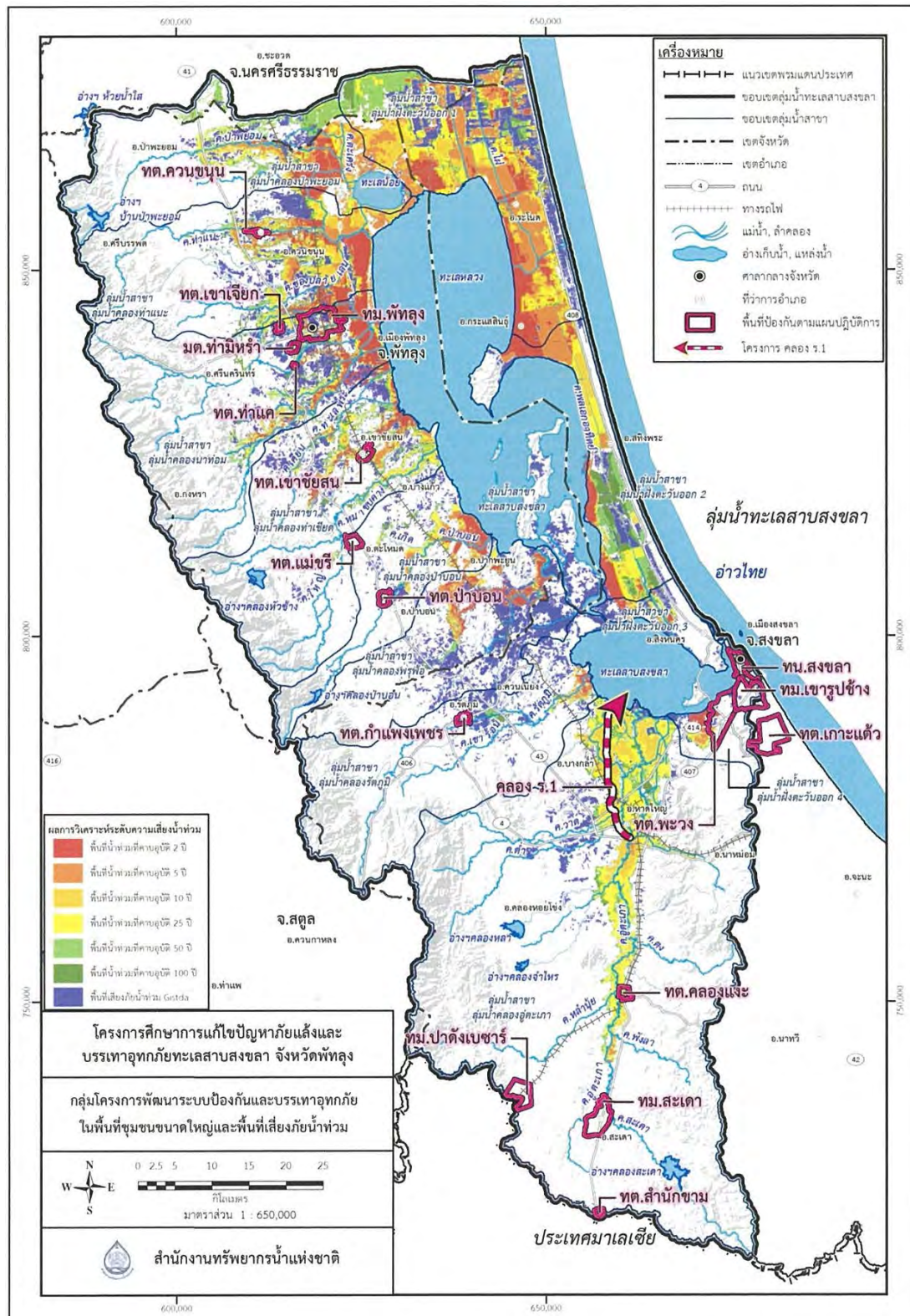
พัฒนาและก่อสร้างระบบป้องกันบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ เพื่อป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมพื้นที่เฉพาะที่มีมูลค่าความเสียหายสูง ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและพาณิชย์กรรมในพื้นที่ชุมชนที่หน่วยงานรับผิดชอบได้มีการออกแบบรายละเอียดไว้แล้ว

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) ก่อสร้างปรับปรุงระบบป้องกันบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนที่มีการออกแบบรายละเอียดไว้แล้ว
- (2) ในกรณีที่โครงการมีการออกแบบไว้แล้วดังกล่าว ยังไม่ได้ดำเนินการก่อสร้างอยู่ในปัจจุบัน หน่วยงานที่รับผิดชอบสามารถนำโครงการเข้าสู่ขั้นตอนการก่อสร้างได้ทันที ซึ่งโครงการได้ผ่านความเห็นชอบตามกระบวนการรับฟังความคิดเห็นและได้รับการจัดสรรงบประมาณ
- (3) ในกรณีที่โครงการอยู่ในขั้นตอนการก่อสร้างหน่วยงานสามารถดำเนินการก่อสร้างต่อไปได้ตามแผนงาน
- (4) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น ขนาดพื้นที่ป้องกัน ความสามารถในการรองรับน้ำหลากเป็นระดับน้ำ และ/หรือ ลูกบาศก์เมตร/วินาที ในลำน้ำที่เกี่ยวข้อง คาบอุบัติที่สามารถป้องกันบรรเทาน้ำท่วมได้ ฯลฯ มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์และเก็บเป็นหลักฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

- (1) พัฒนาและก่อสร้างระบบป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนระดับเทศบาลตามรูปแบบและแนวทางที่กรมโยธาธิการและผังเมืองได้ออกแบบและศึกษาไว้แล้ว และพร้อมดำเนินการในปีงบประมาณ 2564 โดยในขั้นตอนของการจัดทำแผนครั้งนี้รวบรวมได้ 17 แห่ง แบ่งเป็นพื้นที่จังหวัดพัทลุง 8 แห่ง และจังหวัดสงขลา 9 แห่ง **ดังรูปที่ 2.2-16**
- (2) พัฒนาและก่อสร้างระบบป้องกันบรรเทาอุทกภัยตามแผนงานของกรมชลประทาน 1 แห่ง (โครงการบรรเทาอุทกภัยอำเภอหาดใหญ่ (ระยะที่ 2) จังหวัดสงขลา โดยปัจจุบันอยู่ระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง) **ดังรูปที่ 2.2-16**



รูปที่ 2.2-16 พื้นที่ป้องกันตามแผนปฏิบัติการกลุ่มโครงการป้องกันบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่
และพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

- **กลุ่มโครงการที่ 4 การศึกษา สํารวจ ออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ (ระดับเทศบาลตำบล หรือใหญ่กว่า)**

วัตถุประสงค์

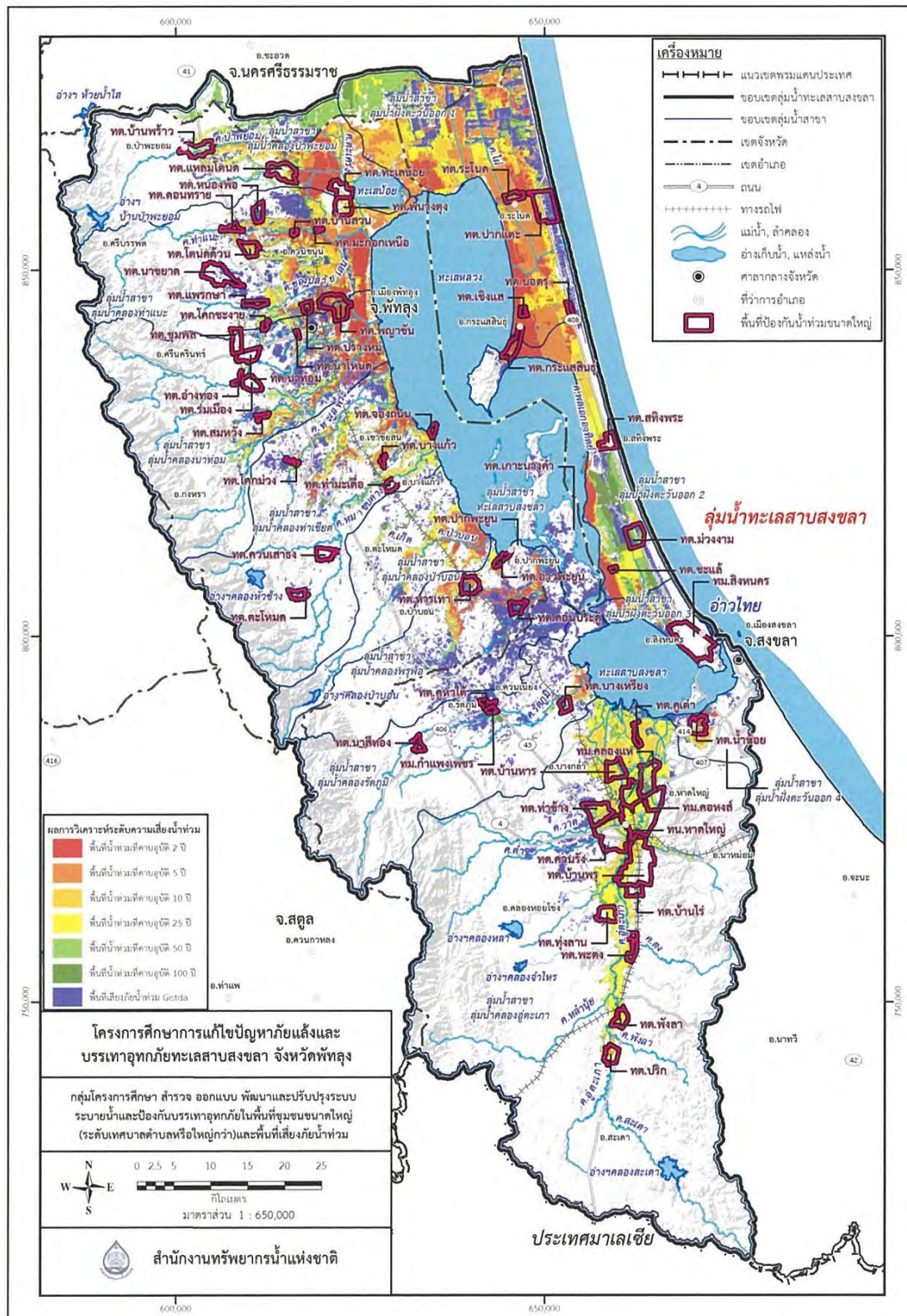
ศึกษาความเหมาะสม สํารวจ และออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ เพื่อป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมพื้นที่เฉพาะที่มีมูลค่าความเสียหายสูง ได้แก่ พื้นที่ชุมชน และพาณิชย์กรรม

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) ศึกษาความเหมาะสม สํารวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนระดับเทศบาล จำนวน 54 แห่ง แบ่งเป็นพื้นที่จังหวัดพัทลุง 28 แห่ง และจังหวัดสงขลา 26 แห่ง
- (2) ศึกษา สํารวจ ออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่สามารถป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน (Built-up area) ในเขตเทศบาล โดยมีพื้นที่สังเขปตามที่กำหนด โดยสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามผลการศึกษา
- (3) ระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่ศึกษา สํารวจ ออกแบบต้องสามารถป้องกันน้ำท่วมได้ที่คาบอุบัติ 25 ปี หรือสูงกว่า หรืออย่างน้อยเท่ากับเหตุการณ์น้ำท่วมสูงสุดที่เคยเกิด หรือตามผลการรับฟังความคิดเห็นประชาชน
- (4) ศึกษา สํารวจ ออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยต้องมีการคำนวณ ออกแบบอย่างรอบคอบ โดยไม่ก่อให้เกิดการย้ายพื้นที่น้ำท่วมไปยังพื้นที่อื่น มีการรับฟังความคิดเห็นตามความเหมาะสมและให้พิจารณาผลการรับฟังความคิดเห็นประชาชนเกี่ยวกับสภาพปัญหาในแต่ละพื้นที่ มาประกอบการศึกษาตามความเหมาะสม
- (5) ศึกษา สํารวจ ออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยต้องมีการวิเคราะห์กำหนดผลประโยชน์จากระบบที่ดำเนินการ เช่น พื้นที่รับประโยชน์ ความคุ้มทุน เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาติดตามประเมินผลโครงการ
- (6) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น ขนาดพื้นที่ป้องกัน ความสามารถในการรองรับน้ำหลากเป็นระดับน้ำ และ/หรือ ลูกบาศก์เมตร/วินาที ในลำน้ำที่เกี่ยวข้อง คาบอุบัติที่สามารถป้องกันบรรเทาน้ำท่วมได้ ฯลฯ มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์ และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

พื้นที่ชุมชนระดับเทศบาลตำบลหรือใหญ่กว่าที่อยู่ในเขตพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจากน้ำล้นตลิ่ง และน้ำท่วมฉับพลันจากน้ำไหลหลาก จำนวน 54 แห่ง ตามรูปที่ 2.2-17



รูปที่ 2.2-17 ตำแหน่งพื้นที่ป้องกันตามแผนหลักการป้องกันในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

- **กลุ่มโครงการที่ 5 การพัฒนาระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ (ระดับเทศบาลตำบล หรือใหญ่กว่า) ตามผลการศึกษา**

วัตถุประสงค์

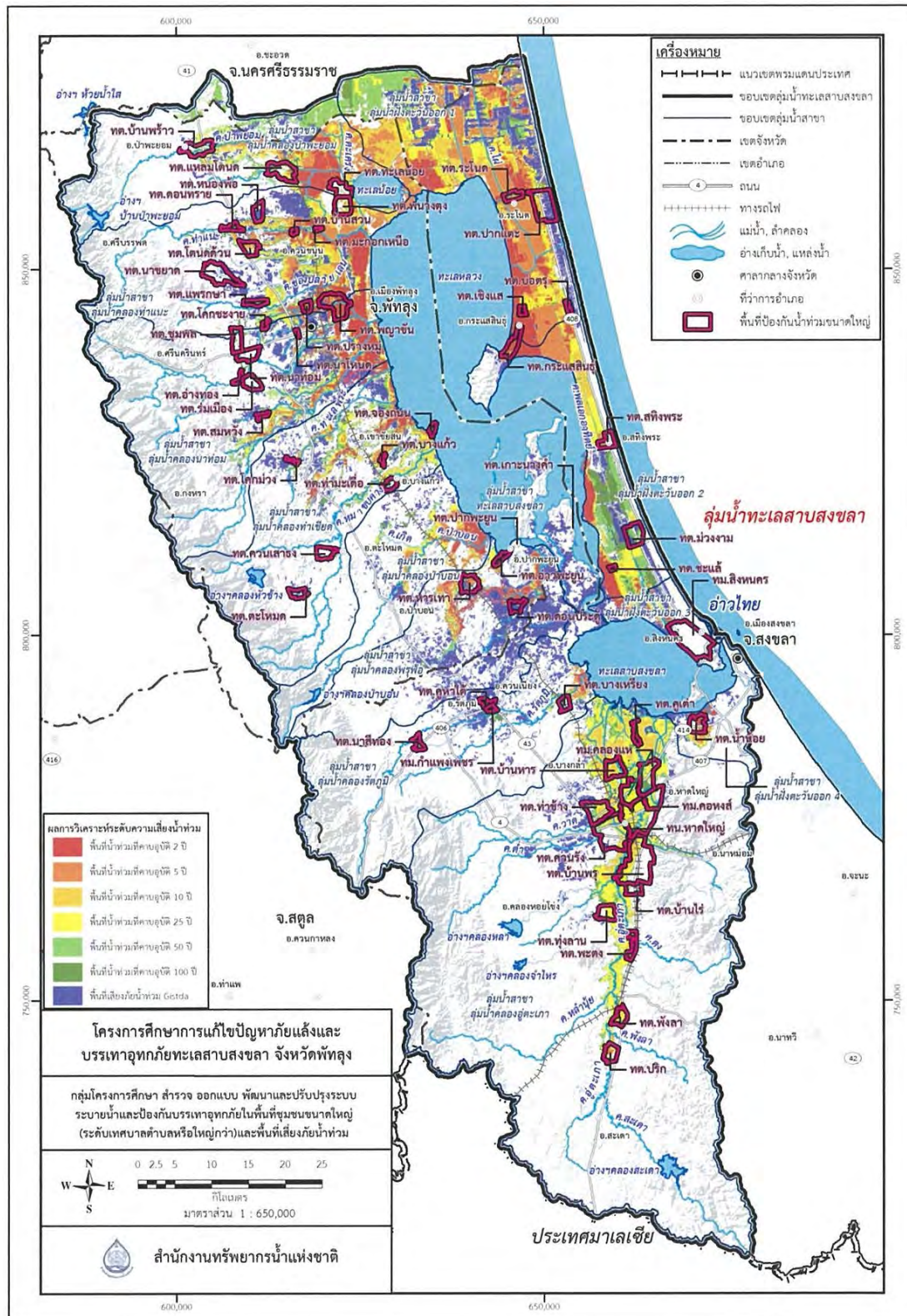
พัฒนาและก่อสร้างระบบป้องกันบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ หรือระดับเทศบาลตำบลขึ้นไป เพื่อป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมพื้นที่เฉพาะที่มีมูลค่าความเสียหายสูง ตามผลการศึกษา จาก “กลุ่มโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ (ระดับเทศบาลตำบล) หรือใหญ่กว่า”

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) พัฒนาและก่อสร้างระบบป้องกันบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ระดับเทศบาลตำบลขึ้นไปที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมตามผลการศึกษา จำนวน 54 แห่ง แบ่งเป็นพื้นที่จังหวัดพัทลุง 28 แห่ง และจังหวัดสงขลา 26 แห่ง
- (2) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น ขนาดพื้นที่ป้องกัน ความสามารถในการรองรับน้ำหลากเป็นระดับน้ำ และ/หรือ ลูกบาศก์เมตร/วินาที ในลำน้ำที่เกี่ยวข้อง คาบอุบัติที่สามารถป้องกันบรรเทาน้ำท่วมได้ ฯลฯ มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์ และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

พื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ระดับเทศบาลในขอบเขตพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยในปัจจุบัน ได้รับการพัฒนาและก่อสร้างระบบป้องกันบรรเทาอุทกภัย ตามผลการศึกษา จำนวน 54 แห่ง ตามรูปที่ 2.2-18



รูปที่ 2.2-18 ตำแหน่งพื้นที่ป้องกันตามแผนหลักการป้องกันในพื้นที่ชุมชนขนาดใหญ่ ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

- **กลุ่มโครงการที่ 6 กลุ่มโครงการศึกษา สํารวจ ออกแบบ การพัฒนาปรับปรุงระบบระบายน้ำ และระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็ก**

วัตถุประสงค์

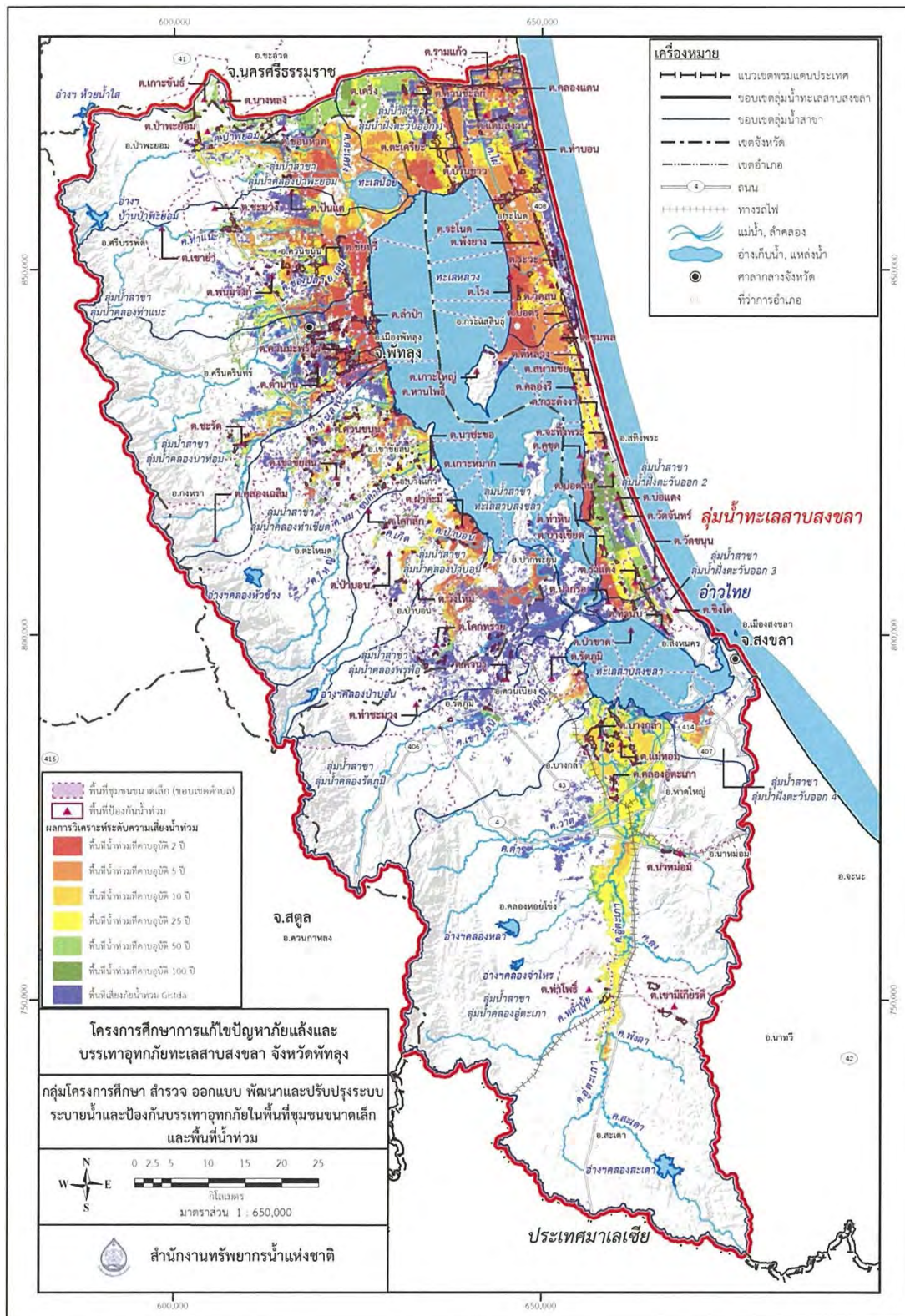
ศึกษาความเหมาะสม สํารวจ และออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็ก

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) ศึกษาความเหมาะสม สํารวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนขนาดเล็ก จำนวน 66 แห่ง แบ่งเป็นพื้นที่จังหวัดพัทลุง 20 แห่ง จังหวัดสงขลา 40 แห่ง และ จังหวัดนครศรีธรรมราช 6 แห่ง
- (2) ศึกษา สํารวจ ออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่สามารถป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน (Built-up area) โดยมีพื้นที่สังเขปตามที่กำหนด โดยสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามผลการศึกษา
- (3) ระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่ศึกษา สํารวจ ออกแบบ ต้องสามารถป้องกันน้ำท่วมได้ต่ำกว่าระดับ 25 ปี หรือสูงกว่า หรืออย่างน้อยเท่ากับเหตุการณ์น้ำท่วมสูงสุดที่เคยเกิด หรือตามผลการรับฟังความคิดเห็นประชาชน
- (4) ศึกษา สํารวจ ออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยต้องมีการคำนวณ ออกแบบ อย่างรอบคอบ โดยไม่ก่อให้เกิดการย้ายพื้นที่น้ำท่วมไปยังพื้นที่อื่น
- (5) ศึกษา สํารวจ ออกแบบระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยต้องมีการวิเคราะห์กำหนด ผลประโยชน์จากระบบที่ดำเนินการ เช่น พื้นที่รับประโยชน์ ความคุ้มทุน เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาติดตามประเมินผลโครงการ

เป้าหมายการพัฒนา

พื้นที่ชุมชนขนาดเล็กที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจากน้ำล้นตลิ่ง และน้ำท่วมฉับพลัน จากน้ำไหลหลาก จำนวน 66 แห่ง ตามรูปที่ 2.2-19



รูปที่ 2.2-19 พื้นที่ป้องกันของกลุ่มโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบ การพัฒนาปรับปรุงระบบระบายน้ำ และระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็กที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

- **กลุ่มโครงการที่ 7 การพัฒนาปรับปรุงระบบระบายน้ำ และระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็กตามผลการศึกษา**

วัตถุประสงค์

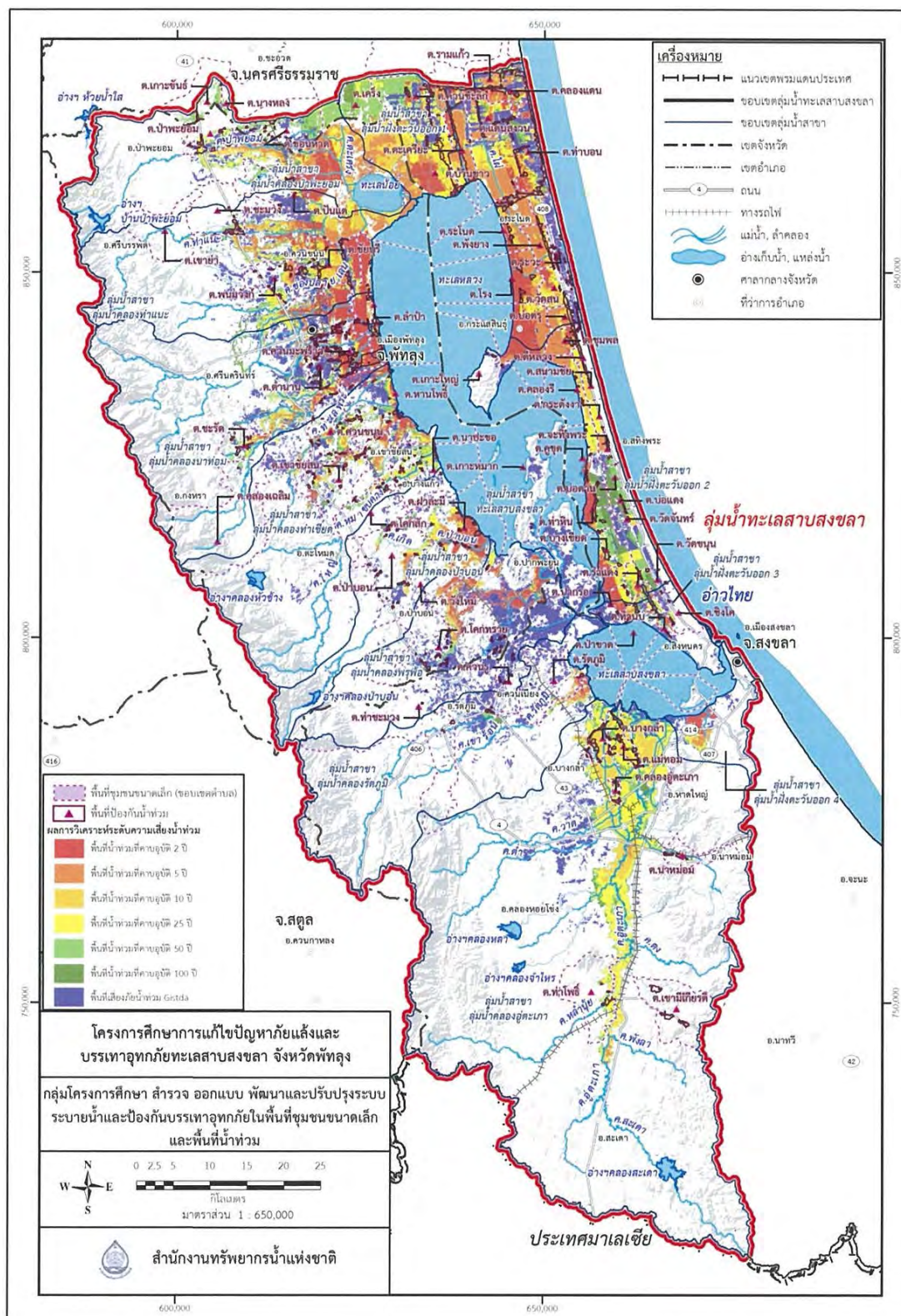
พัฒนาปรับปรุงระบบระบายน้ำ และระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็กตามผลการศึกษา โดยมีแนวทางป้องกันจาก “กลุ่มโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบ การพัฒนาปรับปรุงระบบระบายน้ำ และระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็ก”

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) พัฒนาและก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนขนาดเล็ก จำนวน 66 แห่ง แบ่งเป็นพื้นที่จังหวัดพัทลุง 20 แห่ง จังหวัดสงขลา 40 แห่ง และจังหวัดนครศรีธรรมราช 6 แห่ง ตามผลศึกษา
- (2) ระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่พัฒนาและก่อสร้างต้องเป็นไปตามผลศึกษา สำรวจ ออกแบบและสามารถป้องกันน้ำท่วมได้ที่คาบอุบัติ 25 ปี หรือสูงกว่า หรืออย่างน้อยเท่ากับเหตุการณ์น้ำท่วมสูงสุดที่เคยเกิด หรือตามผลการรับฟังความคิดเห็นประชาชน
- (3) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น ขนาดพื้นที่ป้องกัน ความสามารถในการรองรับน้ำหลาก เป็นระดับน้ำ และ/หรือ ลูกบาศก์เมตร/วินาที ในลำน้ำที่เกี่ยวข้อง คาบอุบัติที่สามารถป้องกันบรรเทาน้ำท่วมได้ ฯลฯ มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

พื้นที่ชุมชนขนาดเล็กที่อยู่ในเขตพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจากน้ำล้นตลิ่ง และน้ำท่วมฉับพลันจากน้ำไหลหลาก จำนวน 66 แห่ง ตามรูปที่ 2.2-20



รูปที่ 2.2-20 พื้นที่ป้องกันของกลุ่มโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบ การพัฒนาปรับปรุงระบบระบายน้ำ และระบบป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ชุมชนขนาดเล็กที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

- **กลุ่มโครงการที่ 8 การปรับปรุงแก้ไข ซ่อมแซม ระบบป้องกันน้ำท่วมเดิม โดยใช้งบประมาณของหน่วยงาน**

วัตถุประสงค์

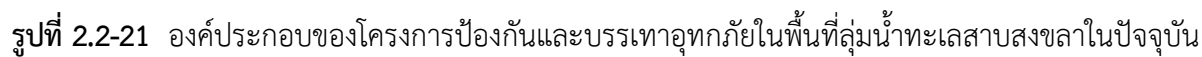
ปรับปรุงแก้ไข ซ่อมแซม ระบบป้องกันน้ำท่วมเดิมให้สามารถใช้งานได้ปกติตามที่หน่วยงานเคยศึกษาออกแบบไว้

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) ศึกษา สำนักรวบรวมป้องกันและบรรเทาภัยน้ำท่วมเดิมที่หน่วยงานเคยศึกษาออกแบบไว้
- (2) วิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปรับปรุง ซ่อมแซมระบบป้องกันและบรรเทาภัยน้ำท่วมเดิม
- (3) ปรับปรุงแก้ไข ซ่อมแซมระบบป้องกันน้ำท่วมเดิมให้สามารถใช้งานได้ปกติตามที่เคยศึกษาออกแบบ
- (4) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น ตำแหน่ง รายละเอียดวิธีการแก้ไขปรับปรุง/การซ่อมแซม ลักษณะองค์ประกอบอาคารเดิมและอาคารใหม่หลังปรับปรุงแก้ไขซ่อมแซมคาบอุบัติที่สามารถป้องกันบรรเทาภัยน้ำท่วมได้ ฯลฯ มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์ และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

ระบบป้องกันน้ำท่วมเดิมสามารถป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมได้ตามที่เคยศึกษาออกแบบ เพื่อป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน ที่พักอาศัย และพื้นที่เศรษฐกิจ โดยในเบื้องต้นมีตำแหน่งที่ตั้งตามรูปที่ 2.2-21



- **กลุ่มโครงการที่ 9 การศึกษา สำรวจ ออกแบบ และก่อสร้าง แก้ไขสิ่งกีดขวางทางน้ำ โดยใช้งบประมาณของหน่วยงาน**

วัตถุประสงค์

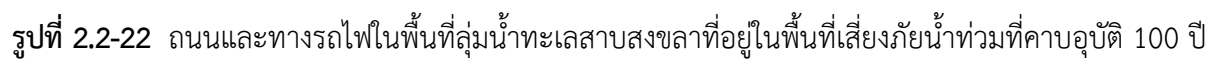
- (1) เพื่อศึกษาความเหมาะสมและสำรวจสิ่งกีดขวางทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
- (2) วิเคราะห์ ออกแบบ และก่อสร้างแก้ไขสิ่งกีดขวางทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) ศึกษาและสำรวจตำแหน่งสิ่งกีดขวางทางน้ำ เช่น สะพาน ถนน ท่อลอด ทางรถไฟ ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
- (2) ศึกษาความเหมาะสม วิเคราะห์ และออกแบบวิธีการหรือแนวทางในการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขสิ่งกีดขวางทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
- (3) ดำเนินการปรับปรุงและก่อสร้างเพื่อแก้ไขสิ่งกีดขวางทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยหน่วยงานผู้รับผิดชอบและดูแล
- (4) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น ตำแหน่ง รายละเอียดวิธีการก่อสร้างเพื่อแก้ไขสิ่งกีดขวางทางน้ำ คาบอูบัติที่สามารถป้องกันบรรเทา น้ำท่วมได้ ฯลฯ มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์ และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

ลดจำนวนสิ่งกีดขวางทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำและเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำของพื้นที่ที่ดีขึ้นกว่าในปัจจุบัน เพื่อป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนที่พังกาศัยและพื้นที่เศรษฐกิจ โดยตำแหน่งถนนและทางรถไฟที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ตามรูปที่ 2.2-22



- **กลุ่มโครงการที่ 10 การศึกษา สำรวจ ออกแบบการบรรเทาปัญหาอุทกภัย บริเวณรอบทะเลสาบสงขลาและคาบสมุทรสติงพระ และการบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำ บริเวณคาบสมุทรสติงพระ**

วัตถุประสงค์

- (1) เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการแก้ไขและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมพื้นที่รอบทะเลสาบสงขลา โดยการพัฒนาล่องผันน้ำบริเวณคาบสมุทรสติงพระ และการใช้พื้นที่ทะเลสาบบางส่วนในการกักน้ำเพื่อบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำในคาบสมุทรสติงพระ โดยให้มีการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน
- (2) เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการแก้ไขและบรรเทาปัญหาขาดแคลนน้ำบริเวณคาบสมุทรสติงพระ โดยการพัฒนาค้นค้นน้ำรูปแบบต่างๆ สำหรับเก็บกักน้ำ โดยให้มีการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน
- (3) เพื่อศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามแนวทางที่กฎหมายกำหนด

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) ศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมของแนวทางการบรรเทาปัญหาน้ำท่วมจากน้ำเหือรอบทะเลสาบสงขลา ทั้งการผันน้ำผ่านทางคาบสมุทรสติงพระ หรือแนวทางเลือกอื่นๆ ที่มีความเป็นไปได้
- (2) ศึกษาความเป็นไปได้ในการกักน้ำจัดในทะเลสาบสงขลา เพื่อใช้บรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำในคาบสมุทรสติงพระ ทั้งทางด้านขนาด รูปแบบ ตำแหน่ง โดยอย่างน้อยต้องครอบคลุมขนาด 66 – 100 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามผลการศึกษาเบื้องต้นของสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) และครอบคลุมแนวทางที่ได้มีการเสนอเรื่องผ่าน สทนช. จำนวน 3 แนวทาง
- (3) ในการศึกษาต้องมีการพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อโครงการรวมทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และความคิดเห็นของประชาชนด้วย และหากโครงการเข้าเกณฑ์ที่ต้องมีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) หรือการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ (EHIA) จะต้องทำการศึกษาดังกล่าว ตามรายละเอียดในรายงานการติดตามและประเมินผลการดำเนินงานตามแผนงาน
- (4) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น ตำแหน่ง ลักษณะองค์ประกอบ ขนาดความจุ ฯลฯ มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์ และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

แก้ไขและบรรเทาปัญหาอุทกภัยพื้นที่บริเวณรอบทะเลสาบสงขลาให้มีระดับความลึกน้ำท่วมลดลง และจัดหาพื้นที่เก็บกักน้ำจืดในบริเวณคาบสมุทรสตูลเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำจืดสำหรับความต้องการบริเวณคาบสมุทรสตูล

- **กลุ่มโครงการที่ 11 การสำรวจ ศึกษา เพื่อปรับการบริหารจัดการองค์ประกอบ
วัตถุประสงค์**

- (1) เพื่อสำรวจและศึกษาองค์ประกอบในการบริหารจัดการ สำหรับการปรับปรุงองค์ประกอบที่ใช้ในการบริหารจัดการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
- (2) เพื่อหาแนวทางและดำเนินการปรับการบริหารจัดการองค์ประกอบ สำหรับใช้ในการบริหารจัดการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) สำรวจองค์ประกอบที่ใช้ในการบริหารจัดการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในปัจจุบัน
- (2) ศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้ในการบริหารจัดการการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
- (3) ศึกษาความเหมาะสมของวิธีการปรับปรุงหรือแนวทางแก้ไข เพื่อปรับการบริหารจัดการองค์ประกอบที่ใช้ในการบริหารจัดการการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่ใช้ในปัจจุบัน
- (4) ปรับปรุงหรือแนวทางแก้ไข เพื่อปรับการบริหารจัดการองค์ประกอบที่ใช้ในการบริหารจัดการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยตามผลการศึกษา
- (5) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น ตำแหน่งองค์ประกอบที่ใช้บริหารจัดการ ฯลฯ มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์ และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

องค์ประกอบการบริหารจัดการน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาสามารถจัดการน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

- **กลุ่มโครงการที่ 12 การศึกษาจัดทำผังน้ำและข้อกำหนดด้านผังเมือง เพื่อป้องกันการพัฒนาพื้นที่กีดขวางทางน้ำในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา**

วัตถุประสงค์

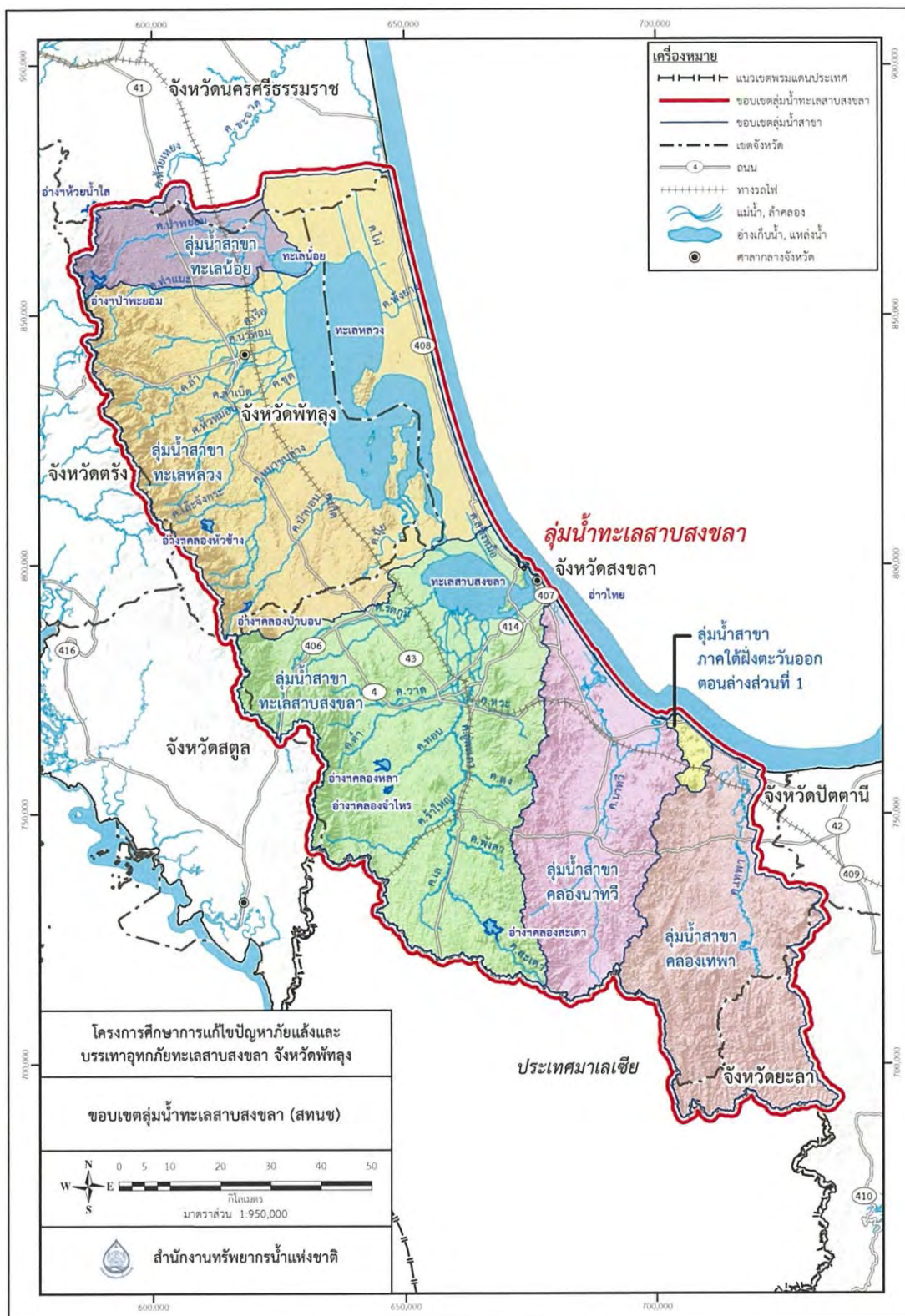
ศึกษาจัดทำผังน้ำและข้อกำหนดด้านผังเมือง เพื่อป้องกันการพัฒนาพื้นที่กีดขวางทางน้ำในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) สำรวจ ศึกษาแนวโน้มการพัฒนาและการขยายตัวของเมืองหรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สำหรับการนำไปวิเคราะห์และจัดทำข้อกำหนดด้านผังเมืองระดับชุมชนของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
- (2) สำรวจ ศึกษาขอบเขตของลำน้ำหรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สำหรับการนำไปวิเคราะห์และจัดทำผังน้ำในระดับลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตามร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. ...
- (3) ดำเนินการวิเคราะห์ขอบเขตเมือง ขอบเขตลำน้ำ หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อจัดทำผังเมืองรวมหรือข้อกำหนดด้านผังเมืองระดับชุมชน และผังน้ำในระดับลุ่มน้ำสาขาของพื้นที่ในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา
- (4) ดำเนินการจัดทำผังเมืองรวมหรือข้อกำหนดด้านผังเมืองระดับชุมชน และผังน้ำในระดับลุ่มน้ำสาขาของพื้นที่ในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยมีการผ่านการมีส่วนร่วมและการแสดงความคิดเห็นจากประชาชน
- (5) ประกาศผังน้ำและข้อกำหนดด้านผังเมือง เพื่อป้องกันการพัฒนาพื้นที่กีดขวางทางน้ำในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาใช้อย่างเป็นทางการต่อหน่วยงานและประชาชน
- (6) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น ขนาด/ขอบเขตผังฯ ขนาดพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม เป็นตารางกิโลเมตร หรือ ไร่ ฯลฯ มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์ และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีการประกาศการใช้ผังน้ำและข้อกำหนดด้านผังเมืองเป็นมาตรการป้องกันการพัฒนาพื้นที่กีดขวางทางน้ำครอบคลุมทั้งลุ่มน้ำ ซึ่งในเบื้องต้นมีขอบเขตลุ่มน้ำตามร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ. ตามรูปที่ 2.2-23



รูปที่ 2.2-23 ขอบเขตลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตามร่างพระราชกฤษฎีกากำหนดลุ่มน้ำ พ.ศ.

- **กลุ่มโครงการที่ 13 การดำเนินการบำรุงรักษาองค์ประกอบต่างๆ อย่างต่อเนื่อง**
วัตถุประสงค์

เพื่อดำเนินการบำรุงรักษาองค์ประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการบริหารจัดการในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอย่างต่อเนื่อง

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) สำรวจองค์ประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการบริหารจัดการในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอย่างต่อเนื่อง
- (2) ดำเนินการบำรุงรักษาองค์ประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการบริหารจัดการในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาอย่างต่อเนื่อง
- (3) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ เช่น ตำแหน่ง จำนวนองค์ประกอบ ฯลฯ มาที่คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการผลสัมฤทธิ์ และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

องค์ประกอบต่างๆ ที่มชใช้ในการบริหารจัดการป้องกันและบรรเทาปัญหาอุทกภัยในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาถูกดำเนินการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่หน่วยงานศึกษาออกแบบไว้

- **กลุ่มโครงการที่ 14 การศึกษา สํารวจข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาแก้ไข บรรเทา ปัญหาอุทกภัย**

วัตถุประสงค์

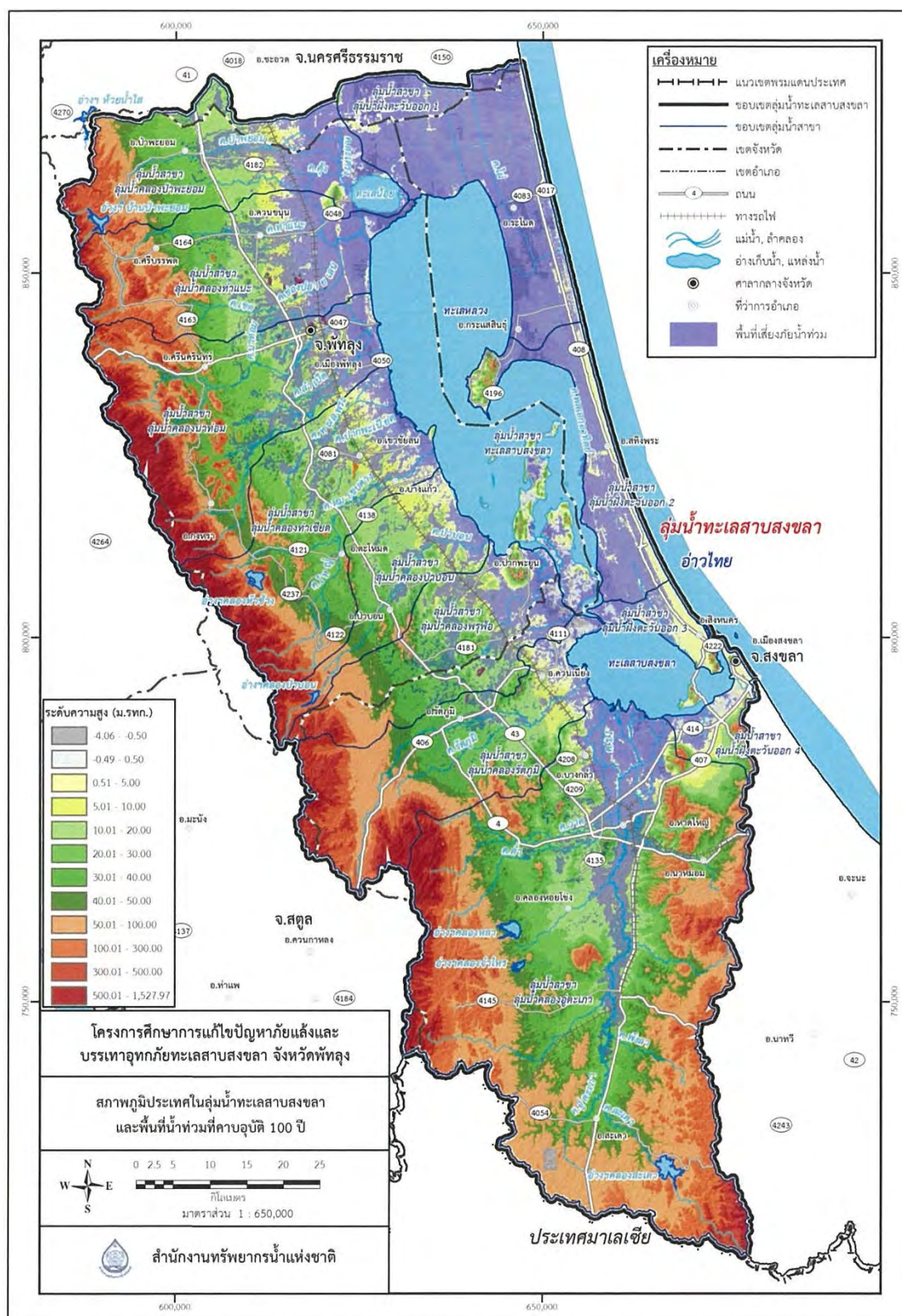
เพื่อศึกษา สํารวจข้อมูลสํารับประกอบการพิจารณาแก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัยในลุ่มน้ำ ทะเลสาบสงขลา

แนวทางการดำเนินงาน

- (1) ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการประกอบการพิจารณาแก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัย เช่น ระดับพื้นดิน ระดับคันกั้นน้ำ รูปหน้าตัดลำน้ำ เป็นต้น
- (2) สํารวจข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการประกอบการพิจารณาแก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัย ตามผลการศึกษาข้างต้น
- (3) ให้มีการรายงานผลการดำเนินการ ลักษณะโครงการ และผลสัมฤทธิ์/ตัวชี้วัด ความสำเร็จของโครงการ เช่น ตำแหน่ง ความยาว ขนาดหน้าตัด ค่าระดับ ฯลฯ มาที่ คณะกรรมการลุ่มน้ำ และสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) เพื่อใช้บูรณาการ ผลสัมฤทธิ์ และเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป

เป้าหมายการพัฒนา

มีฐานข้อมูลที่เพียงพอในการดำเนินการประกอบการพิจารณาโครงการการศึกษา วิเคราะห์ ออกแบบ และก่อสร้างองค์ประกอบในการแก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัยของลุ่มน้ำทะเลสาบ สงขลา ตามรูปที่ 2.2-24



รูปที่ 2.2-24 สภาพภูมิประเทศในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาและพื้นที่น้ำท่วมที่คาบอับติ 100 ปี

2.2.4 ข้อมูลผังเมือง

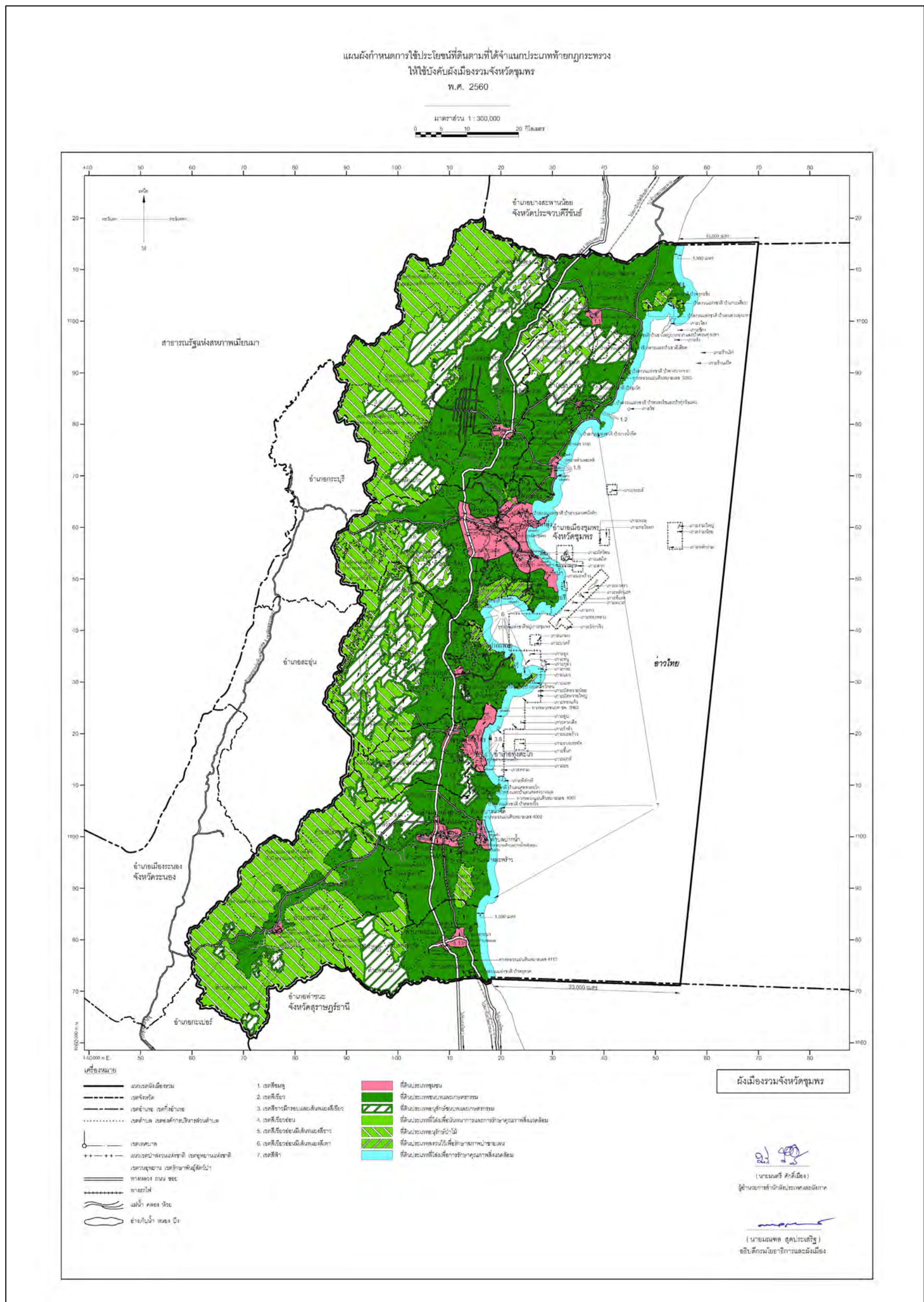
2.2.4.1 ผังเมืองรวมจังหวัดชุมพร

ผังเมืองรวมจังหวัดชุมพร ตามที่ได้มีการประกาศกฎกระทรวงมหาดไทย ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 134 ตอน 29 ก เมื่อวันที่ 10 มีนาคม พ.ศ 2560 มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา และการดำรงรักษาเมือง และบริเวณที่เกี่ยวข้องหรือชนบท ในด้านการใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน การคมนาคมและการขนส่ง การสาธารณสุขปโภค บริการสาธารณะ และสภาพแวดล้อม ให้สอดคล้องกับการพัฒนาระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ตาม แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งในผังเมืองฉบับนี้ได้มีการกำหนดแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัด ชุมพร ดังแสดงในรูปที่ 2.2-25 และมีรายละเอียดดังนี้

- (1) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 1.1 ถึงหมายเลข 1.13 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-25) ที่กำหนดไว้เป็นสีชมพู ให้เป็นที่ดินประเภทชุมชน โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย พาณิชยกรรม เกษตรกรรม สถาบันการศึกษา สถาบันศาสนา สถาบันราชการ การสาธารณสุขปโภคและสาธารณูปการ ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (1.1) โรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานตามประเภท ชนิด และจำพวกท้ายกฎกระทรวงนี้
 - (1.2) คลังน้ำมันและสถานที่เก็บรักษาน้ำมัน ลักษณะที่สาม ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมัน เชื้อเพลิง เพื่อการจำหน่าย
 - (1.3) คลังก๊าซปิโตรเลียมเหลว สถานที่บรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวประเภทโรงบรรจุ สถานที่บรรจุ ก๊าซปิโตรเลียมเหลวประเภทห้องบรรจุ และสถานที่เก็บรักษาก๊าซปิโตรเลียมเหลวประเภทโรง เก็บตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง
 - (1.4) เลี้ยงม้า โค กระบือ สุกร แพะ แกะ ห่าน เป็ด ไก่ ฝูง จระเข้ หรือสัตว์ป่า ตามกฎหมายว่าด้วยการ สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า เพื่อการค้า
 - (1.5) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม
 - (1.6) ไซโลเก็บผลผลิตทางการเกษตร
 - (1.7) กำจัดมูลฝอยหรือสิ่งปฏิกูล
 - (1.8) ซั๊อขายหรือเก็บเศษวัสดุ
- (2) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 2.1 ถึงหมายเลข 2.19 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-25) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียว ให้เป็นที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม หรือเกี่ยวข้องกับ เกษตรกรรม การอยู่อาศัย พาณิชยกรรม สถาบันการศึกษา สถาบันศาสนา สถาบันราชการ การสาธารณสุขปโภคและสาธารณูปการ ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้

- (2.1) โรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานตามประเภท ชนิด และจำพวกท้ายกฎกระทรวงนี้
- (2.2) คลังน้ำมันและสถานที่เก็บรักษาน้ำมัน ลักษณะที่สาม ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุม น้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อการจำหน่าย
- (2.3) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม
- (2.4) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชยกรรม
- (2.5) การอยู่อาศัยหรือประกอบพาณิชยกรรมประเภทอาคารขนาดใหญ่
- (3) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 3.1 ถึงหมายเลข 3.11 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-25) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวมีกรอบและเส้นทแยงสีเขียว ให้เป็นที่ดินประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม หรือเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรม การอยู่อาศัย การอนุรักษ์และส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม สถาบันการศึกษา สถาบันศาสนา สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ หรือสาธารณประโยชน์ ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (3.1) โรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานตามประเภท ชนิด และจำพวกท้ายกฎกระทรวงนี้
 - (3.2) คลังน้ำมันและสถานที่เก็บรักษาน้ำมัน ลักษณะที่สาม ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุม น้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อการจำหน่าย
 - (3.3) โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม
 - (3.4) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม
 - (3.5) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชยกรรม
 - (3.6) จัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย
 - (3.7) การอยู่อาศัยหรือประกอบพาณิชยกรรมประเภทอาคารขนาดใหญ่
- (4) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 4 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-25) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เฉพาะที่ดินซึ่งเป็นของรัฐ โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อนันทนาการหรือเกี่ยวข้องกับนันทนาการ การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือสาธารณะประโยชน์เท่านั้น อย่างไรก็ตาม หากที่ดินประเภทนี้มีเอกชนเป็นเจ้าของหรือผู้ครอบครองโดยชอบด้วยกฎหมาย ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อนันทนาการหรือเกี่ยวข้องกับนันทนาการ การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เกษตรกรรมหรือเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรม การอยู่อาศัยที่มีขนาดพื้นที่อาคารไม่เกิน 200 ตารางเมตร ความสูงของอาคารไม่เกิน 6 เมตร และมีใช้การจัดสรรที่ดิน และการสาธารณูปโภคและสาธารณูปการเท่านั้น การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

- (5) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 5.1 ถึงหมายเลข 5.9 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-25) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวอ่อนมีเส้นทแยงสีขาว ให้เป็นที่ดินประเภทอนุรักษ์ป่าไม้ โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการสงวนและคุ้มครองดูแลรักษาหรือบำรุงป่าไม้ สัตว์ป่า ต้นน้ำ ลำธาร และทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ตามมติคณะรัฐมนตรี และกฎหมายเกี่ยวกับการป่าไม้ การสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า และการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเท่านั้น อย่างไรก็ตาม หากที่ดินประเภทนี้มีเอกชนเป็นเจ้าของหรือผู้ครอบครองโดยชอบด้วยกฎหมาย ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม หรือการอยู่อาศัย
- (6) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 6 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-25) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวอ่อนมีเส้นทแยงสีเทา ให้เป็นที่ดินประเภทสงวนไว้เพื่อรักษาสภาพป่าชายเลน โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอนุรักษ์ การปลูกป่าชายเลน การบำรุงรักษาพันธุ์สัตว์น้ำ การศึกษาวิจัยเพื่อรักษาระบบนิเวศ อย่างไรก็ตาม หากที่ดินประเภทนี้มีเอกชนเป็นเจ้าของหรือผู้ครอบครองโดยชอบด้วยกฎหมาย ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม หรือการอยู่อาศัย
- (7) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 7 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-25) ที่กำหนดไว้เป็นสีฟ้า ให้เป็นที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรือเกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม การประมง การท่องเที่ยว หรือสาธารณประโยชน์ เท่านั้น



รูปที่ 2.2-25 ผังเมืองรวมจังหวัดชุมพร พ.ศ. 2560

2.2.4.2 ผังเมืองรวมจังหวัดพัทลุง

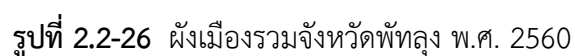
ผังเมืองรวมจังหวัดพัทลุง ตามที่ได้มีการประกาศกฎกระทรวงมหาดไทย ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 134 ตอน 20 ก เมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2560 มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา และการดำรงรักษา เมืองและบริเวณที่เกี่ยวข้องหรือชนบท ในด้านการใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน การคมนาคมและการขนส่ง การ สาธารณูปโภค บริการสาธารณะ และสภาพแวดล้อม ให้สอดคล้องกับการพัฒนาระบบเศรษฐกิจและสังคมของ ประเทศ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งในผังเมืองฉบับนี้ได้มีการกำหนดแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของจังหวัดพัทลุง ดังแสดงในรูปที่ 2.2-26 และมีรายละเอียดดังนี้

- (1) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 1.1 ถึงหมายเลข 1.16 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-26) ที่กำหนดไว้เป็นสีชมพู ให้เป็นที่ดินประเภทชุมชน โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย พาณิชยกรรม สถาบันการศึกษา สถาบันศาสนา สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ สำหรับการให้ประโยชน์ที่ดินเพื่อ กิจกรรมอื่นให้เป็นไปตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (1.1) ให้ดำเนินการหรือประกอบกิจการได้ในอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 16 เมตร การวัดความสูงของ อาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือทรงปั้นหยาให้ วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด
 - (1.2) ให้มีที่ว่างไม่น้อยกว่าร้อยละสามสิบของแปลงที่ดินที่ยื่นขออนุญาต
 - (1.3) ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (1.3.1) โรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานตามประเภท ชนิด และจำพวกท้ายกฎกระทรวงนี้
 - (1.3.2) คลังน้ำมันและสถานที่เก็บรักษาน้ำมัน ลักษณะที่สาม ตามกฎหมายว่าด้วยการ ควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อการจำหน่าย
 - (1.3.3) คลังก๊าซปิโตรเลียมเหลว สถานที่บรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวประเภทโรงบรรจุ สถานที่ บรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวประเภทห้องบรรจุ และสถานที่เก็บรักษาก๊าซปิโตรเลียม เหลวประเภทโรงเก็บตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง
 - (1.3.4) เลี้ยงม้า โค กระบือ สุกร พะ แกะ ห่าน เป็ด ไก่ ภู จระเข้ หรือสัตว์ป่า ตามกฎหมาย ว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า เพื่อการค้า
 - (1.3.5) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม
 - (1.3.6) ไซโลเก็บผลิตผลทางการเกษตร
 - (1.3.7) กำจัดมูลฝอย

- (2) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 2 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-26) ที่กำหนดไว้เป็นสีม่วง ให้เป็นที่ดินประเภท อุตสาหกรรมและคลังสินค้า โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่ออุตสาหกรรมหรือเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม คลังสินค้า สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ สำหรับการให้ประโยชน์ที่ดินเพื่อ กิจกรรมอื่นให้เป็นไปตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
- (2.1) ให้ดำเนินการหรือประกอบกิจการได้ในอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 16 เมตร การวัดความสูง ของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือทรง ปันหย้าให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด
 - (2.2) ให้มีที่ว่างไม่น้อยกว่าร้อยละสามสิบของแปลงที่ดินที่ยื่นขออนุญาต
 - (2.3) ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (2.3.1) โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม
 - (2.3.2) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชย์กรรม
 - (2.3.3) จัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย
 - (2.3.4) การประกอบพาณิชย์กรรมประเภทอาคารขนาดใหญ่
 - (2.3.5) สถานสงเคราะห์หรือรับเลี้ยงเด็ก
 - (2.3.6) สถานสงเคราะห์หรือรับเลี้ยงคนชรา
- (3) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 3.1 ถึงหมายเลข 3.12 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-26) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียว ให้เป็นที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมหรือเกี่ยวข้องกับ เกษตรกรรม การอยู่อาศัย พาณิชยกรรม การท่องเที่ยว สถาบันการศึกษา สถาบันศาสนา สถาบัน ราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ สำหรับการให้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่นให้เป็นไป ตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
- (3.1) ให้ดำเนินการหรือประกอบกิจการได้ในอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 12 เมตร การวัดความสูง ของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือทรง ปันหย้าให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด
 - (3.2) ให้มีที่ว่างไม่น้อยกว่าร้อยละสามสิบของแปลงที่ดินที่ยื่นขออนุญาต
 - (3.3) ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (3.3.1) โรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานตามประเภท ชนิด และจำพวกท้ายกฎกระทรวงนี้
 - (3.3.2) คลังน้ำมันและสถานที่เก็บรักษาน้ำมัน ลักษณะที่สาม ตามกฎหมายว่าด้วยการ ควบคุม น้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อการจำหน่าย
 - (3.3.3) คลังก๊าซปิโตรเลียมเหลว สถานที่บรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวประเภทโรงบรรจุ สถานที่ บรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวประเภทห้องบรรจุ และสถานที่เก็บรักษาก๊าซปิโตรเลียม เหลวประเภทโรงเก็บตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง

- (3.3.4) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม
- (3.3.5) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชยกรรม
- (3.3.6) การอยู่อาศัยหรือประกอบพาณิชยกรรมประเภทอาคารขนาดใหญ่
- (4) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 4.1 ถึงหมายเลข 4.5 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-26) ที่กำหนดไว้เป็นสีขาวมี
กรอบและเส้นทแยงสีเขียว ให้เป็นที่ดินประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม โดยให้ใช้ประโยชน์
ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมหรือเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรม การอยู่อาศัย สถาบันการศึกษา สถาบันศาสนา
สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ และการอนุรักษ์และรักษาสภาพแวดล้อม
สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่นให้เป็นไปตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (4.1) ให้ดำเนินการหรือประกอบกิจการได้ในอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 9 เมตร การวัดความสูงของ
อาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือทรงปั้นหยาให้
วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด
 - (4.2) ให้มีที่ว่างไม่น้อยกว่าร้อยละห้าสิบของแปลงที่ดินที่ยื่นขออนุญาต
 - (4.3) ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (4.3.1) โรงงานตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานตามประเภท ชนิด และจำพวกท้ายกฎกระทรวงนี้
 - (4.3.2) คลังน้ำมันและสถานที่เก็บรักษาน้ำมัน ลักษณะที่สาม ตามกฎหมายว่าด้วยการ
ควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อการจำหน่าย
 - (4.3.3) คลังก๊าซปิโตรเลียมเหลว สถานที่บรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวประเภทโรงบรรจุ สถานที่
บรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลวประเภทห้องบรรจุ และสถานที่เก็บรักษาก๊าซปิโตรเลียม
เหลวประเภทโรงเก็บตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง
 - (4.3.4) โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม
 - (4.3.5) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม
 - (4.3.6) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชยกรรม
 - (4.3.7) จัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย
 - (4.3.8) การอยู่อาศัยหรือประกอบพาณิชยกรรมประเภทอาคารขนาดใหญ่
 - (4.3.9) สวนสนุก
 - (4.3.10) สนามกอล์ฟ
 - (4.3.11) กำจัดมูลฝอย
 - (4.3.12) ซั้วขายเศษวัสดุ

- (5) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 5.1 ถึงหมายเลข 5.29 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-26) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวมี
กรอบและเส้นทแยงสีน้ำตาล ให้เป็นที่ดินประเภทปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดิน
เพื่อเกษตรกรรมตามกฎหมายว่าด้วยการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม การสาธารณูปโภคและ
สาธารณูปการ หรือสาธารณประโยชน์ เท่านั้น
- (6) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 6.1 ถึงหมายเลข 6.30 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-26) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียว
อ่อนมีเส้นทแยงสีขาว ให้เป็นที่ดินประเภทอนุรักษ์ป่าไม้ โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการสงวนและ
คุ้มครองดูแลรักษาหรือบำรุงป่าไม้ สัตว์ป่า ต้นน้ำ ลำธาร และทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ตามมติ
คณะรัฐมนตรี และกฎหมายเกี่ยวกับการป่าไม้ การสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า และการส่งเสริมและรักษา
คุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเท่านั้น อย่างไรก็ตาม หากที่ดินประเภทนี้มีเอกชนเป็นเจ้าของหรือผู้
ครอบครองโดยชอบด้วยกฎหมาย ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม หรือการอยู่อาศัยประเภทบ้าน
เดี่ยวที่มีขนาดพื้นที่อาคารไม่เกิน 150 ตารางเมตร มีความสูงของอาคารไม่เกิน 9 เมตร และมีใช้การ
จัดสรรที่ดินเท่านั้น การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นคานฟ้า สำหรับ
อาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด
- (7) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 7.1 และหมายเลข 7.2 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-26) ที่กำหนดไว้เป็นสีฟ้า ให้
เป็นที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการรักษาคุณภาพ
สิ่งแวดล้อมหรือเกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม การประมง การท่องเที่ยว หรือ
สาธารณประโยชน์ เท่านั้น
- (8) โรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการอยู่ก่อนวันที่กฎกระทรวงนี้มีผลใช้บังคับ และยังประกอบ
กิจการอยู่ ขยายพื้นที่โรงงานได้เฉพาะในที่ดินแปลงเดียวกันหรือติดต่อกันเป็นแปลงเดียวกันกับแปลงที่ดิน
ที่เป็นที่ตั้งของโรงงานเดิม ซึ่งเจ้าของโรงงานเดิมเป็นผู้ถือกรรมสิทธิ์หรือมีสิทธิครอบครองอยู่ก่อนวันที่
กฎกระทรวงนี้มีผลใช้บังคับ หรือเป็นพื้นที่ในที่ดินที่เคยเป็นกรรมสิทธิ์หรือสิทธิครอบครองของเจ้าของ
โรงงานเดิมอยู่ก่อนวันที่กฎกระทรวงนี้มีผลใช้บังคับ ทั้งนี้ ไม่เกินหนึ่งเท่าของพื้นที่โรงงานที่ใช้ในการ
ผลิตเดิม



2.2.4.3 ผังเมืองรวมจังหวัดภูเก็ต

ผังเมืองรวมจังหวัดภูเก็ต ตามที่ได้มีการประกาศกฎกระทรวงมหาดไทย ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 128 ตอน 55 ก เมื่อวันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ 2554 และแก้ไขเพิ่มเติม (ผังเมืองรวมจังหวัดภูเก็ต ฉบับที่ 4) ตามที่ได้มีการประกาศกฎกระทรวงมหาดไทย ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 132 ตอน 65 ก เมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ 2558 มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา และการดำรงรักษาเมืองและบริเวณที่เกี่ยวข้องหรือชนบท ในด้านการใช้ประโยชน์ในทรัพย์สิน การคมนาคมและการขนส่ง การสาธารณสุขปโภค บริการสาธารณะ และสภาพแวดล้อม ให้สอดคล้องกับการพัฒนาระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งในผังเมืองฉบับนี้ได้มีการกำหนดแผนผังการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดภูเก็ต ดังแสดงในรูปที่ 2.2-27 และมีรายละเอียดดังนี้

- (1) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 1.1 ถึงหมายเลข 1.55 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีเหลือง ให้เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย การท่องเที่ยว สถาบันราชการ การสาธารณสุขปโภคและสาธารณูปการเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่น ให้ใช้เพิ่มได้อีกไม่เกินร้อยละห้าของที่ดินประเภทนั้นในแต่ละบริเวณ

- (1.1) ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้

- (1.1.1) โรงงานทุกจำพวกตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน เว้นแต่โรงงานที่ประกอบกิจการโดยไม่ก่อเหตุรำคาญตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข หรือไม่เป็นมลพิษต่อชุมชนหรือสิ่งแวดล้อมตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
- (1.1.2) คลังน้ำมันเชื้อเพลิงและสถานที่ที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ไม่ใช่ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ เพื่อจำหน่ายที่ต้องขออนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง เว้นแต่เป็นสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง
- (1.1.3) สถานที่บรรจุก๊าซ สถานที่เก็บก๊าซ และห้องบรรจุก๊าซ สำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลวตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ไม่หมายความรวมถึงสถานบริการร้านจำหน่ายก๊าซ สถานที่ใช้ก๊าซ และสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ
- (1.1.4) เลี้ยงม้า โค กระบือ สุกร แพะ แกะ ห่าน เป็ด ไก่ ฝูง กระจับปี่ หรือสัตว์ป่า ตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า เพื่อการค้า
- (1.1.5) โรงฆ่าสัตว์
- (1.1.6) ไซโลเก็บผลิตผลทางการเกษตร
- (1.1.7) กำจัดมูลฝอย

- (2) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 2.1 ถึงหมายเลข 2.41 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีส้ม ให้เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย การท่องเที่ยว สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการให้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่น ให้ใช้เพิ่มได้อีกไม่เกินร้อยละสิบห้าของที่ดินประเภทนั้นในแต่ละบริเวณ

(2.1) ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้

- (2.1.1) โรงงานทุกจำพวกตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน เว้นแต่โรงงานที่ประกอบกิจการโดยไม่ก่อเหตุรำคาญตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข หรือไม่เป็นมลพิษต่อชุมชนหรือสิ่งแวดล้อมตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
- (2.1.2) คลังน้ำมันเชื้อเพลิงและสถานที่ที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ไม่ใช่ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ เพื่อจำหน่ายที่ต้องขออนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง เว้นแต่เป็นสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง
- (2.1.3) สถานที่บรรจุก๊าซ สถานที่เก็บก๊าซ และห้องบรรจุก๊าซ สำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลวตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ไม่หมายความรวมถึงสถานีบริการร้านจำหน่ายก๊าซ สถานที่ใช้ก๊าซ และสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ
- (2.1.4) เลี้ยงม้า โค กระบือ สุกร แพะ แกะ ห่าน เป็ด ไก่ ภู จระเข้ หรือสัตว์ป่า ตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า เพื่อการค้า
- (2.1.5) สุสานและฌาปนสถานตามกฎหมายว่าด้วยสุสานและฌาปนสถาน
- (2.1.6) โรงฆ่าสัตว์
- (2.1.7) ไซโลเก็บผลิตผลทางการเกษตร
- (2.1.8) กำจัดมูลฝอย
- (2.1.9) ซั้วขายหรือเก็บเศษวัสดุ

- (3) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 3.1 ถึงหมายเลข 3.18 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นแดง ให้เป็นที่ดินประเภทพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อพาณิชยกรรม การอยู่อาศัย การท่องเที่ยว สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการให้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่น ให้ใช้เพิ่มได้อีกไม่เกินร้อยละสิบของที่ดินประเภทนั้นในแต่ละบริเวณ

(3.1) ที่ดินประเภทนี้ ยกเว้นในบริเวณตามวรรคสาม ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้

- (3.1.1) โรงงานทุกจำพวกตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน เว้นแต่โรงงานที่ประกอบกิจการโดยไม่ก่อเหตุรำคาญตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข หรือไม่เป็นมลพิษต่อชุมชนหรือสิ่งแวดล้อมตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

- (3.1.2) คลังน้ำมันเชื้อเพลิงและสถานที่ที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ไม่ใช่ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ เพื่อจำหน่ายที่ต้องขออนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง
- (3.1.3) สถานที่บรรจุก๊าซ สถานที่เก็บก๊าซ และห้องบรรจุก๊าซ สำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลวตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ไม่หมายความรวมถึงร้านจำหน่ายก๊าซ สถานที่ใช้ก๊าซ และสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ
- (3.1.4) เลี้ยงม้า โค กระบือ สุกร แพะ แกะ ห่าน เป็ด ไก่ ฝูง จระเข้ หรือสัตว์ป่า ตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า เพื่อการค้า
- (3.1.5) โรงฆ่าสัตว์
- (3.1.6) ไซโลเก็บผลิตผลทางการเกษตร
- (3.1.7) กำจัดมูลฝอย
- (3.1.8) ซื้อมาหรือเก็บเศษวัสดุ
- (3.2) ที่ดินประเภทนี้ บริเวณหมายเลข 3.12 ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนดดังต่อไปนี้
 - (3.2.1) โรงงานทุกจำพวกตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน
 - (3.2.2) คลังน้ำมันเชื้อเพลิงและสถานที่ที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ไม่ใช่ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ เพื่อจำหน่ายที่ต้องขออนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง
 - (3.2.3) สถานที่บรรจุก๊าซ สถานที่เก็บก๊าซ และห้องบรรจุก๊าซ สำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลวตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ไม่หมายความรวมถึงร้านจำหน่ายก๊าซ สถานที่ใช้ก๊าซ และสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ
 - (3.2.4) เลี้ยงม้า โค กระบือ สุกร แพะ แกะ ห่าน เป็ด ไก่ ฝูง จระเข้ หรือสัตว์ป่า ตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า เพื่อการค้า
 - (3.2.5) สุสานและฌาปนสถานตามกฎหมายว่าด้วยสุสานและฌาปนสถาน
 - (3.2.6) โรงมหรสพตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
 - (3.2.7) การอยู่อาศัยหรือประกอบกิจการประเภทอาคารขนาดใหญ่
 - (3.2.8) อาคารจอดรถ
 - (3.2.9) สถานที่เก็บสินค้าซึ่งเป็นที่เก็บพักหรือขนถ่ายสินค้าหรือสิ่งของเพื่อประโยชน์ทางการค้าหรืออุตสาหกรรม
 - (3.2.10) ตลาด

- (3.2.11) โรงฆ่าสัตว์
 - (3.2.12) ไซโลเก็บผลิตผลทางการเกษตร
 - (3.2.13) กำจัดมูลฝอย
 - (3.2.14) ซื้อมาขายหรือเก็บเศษวัสดุ
- (4) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 4 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีม่วง ให้เป็นที่ดินประเภท
อุตสาหกรรมและคลังสินค้า โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่ออุตสาหกรรมและคลังสินค้า การท่าเรือ
สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการให้ประโยชน์ที่ดินเพื่อ
กิจการอื่น ให้ใช้เพิ่มได้อีกไม่เกินร้อยละสิบของที่ดินประเภทนี้ในแต่ละบริเวณ
- (4.1) ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (4.1.1) สุสานและฌาปนสถานตามกฎหมายว่าด้วยสุสานและฌาปนสถาน
 - (4.1.2) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชย์กรรม
 - (4.1.3) จัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย
 - (4.1.4) สถานสงเคราะห์หรือรับเลี้ยงเด็ก
 - (4.1.5) สถานสงเคราะห์หรือรับเลี้ยงคนชรา
 - (4.1.6) สถานสงเคราะห์หรือรับเลี้ยงคนพิการ
- (5) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 5.1 ถึงหมายเลข 5.9 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีม่วงอ่อน
ให้เป็นที่ดินประเภทอุตสาหกรรมเฉพาะกิจ โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่ออุตสาหกรรมที่ให้บริการแก่
ชุมชน อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว อุตสาหกรรมเกี่ยวกับการประมง อุตสาหกรรมแปรรูป
ผลิตผลทางการเกษตร อุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก ที่ประกอบกิจการโดยไม่เป็นมลพิษต่อชุมชนหรือ
สิ่งแวดล้อม คลังสินค้า สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการ
ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่น ให้ใช้เพิ่มได้อีกไม่เกินร้อยละสิบของที่ดินประเภทนี้ในแต่ละบริเวณ
- (5.1) ที่ดินประเภทนี้ ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (5.1.1) สุสานและฌาปนสถานตามกฎหมายว่าด้วยสุสานและฌาปนสถาน
 - (5.1.2) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชย์กรรม
 - (5.1.3) จัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย
 - (5.1.4) สถานสงเคราะห์หรือรับเลี้ยงเด็ก
 - (5.1.5) สถานสงเคราะห์หรือรับเลี้ยงคนชรา
 - (5.1.6) สถานสงเคราะห์หรือรับเลี้ยงคนพิการ

(6) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 6 ถึงหมายเลข 6.33 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียว ให้เป็นที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมหรือเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรม การอยู่อาศัย การท่องเที่ยว สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการให้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่น ให้ใช้เพิ่มได้อีกไม่เกินร้อยละห้าของที่ดินประเภทนี้ในแต่ละบริเวณ

(6.1) ที่ดินประเภทนี้ ยกเว้นในบริเวณตามวรรคห้า ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

(6.1.1) โรงงานทุกจำพวกตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน เว้นแต่โรงงานที่ประกอบกิจการโดยไม่ก่อเหตุรำคาญตามกฎหมายว่าด้วยการสาธารณสุข หรือไม่เป็นมลพิษต่อชุมชนหรือสิ่งแวดล้อมตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

(6.1.2) คลังน้ำมันเชื้อเพลิงและสถานที่ที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ไม่ใช่ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ เพื่อจำหน่ายที่ต้องขออนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง เว้นแต่เป็นสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

(6.1.3) สถานที่บรรจุก๊าซ สถานที่เก็บก๊าซ และห้องบรรจุก๊าซ สำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลวตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ไม่หมายความรวมถึงสถานบริการร้านจำหน่ายก๊าซ สถานที่ใช้ก๊าซ และสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ

(6.1.4) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม

(6.1.5) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชยกรรม เว้นแต่เป็นส่วนหนึ่งของการจัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และมีพื้นที่ไม่เกินร้อยละสิบของพื้นที่โครงการทั้งหมด

(6.1.6) จัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยหรือประกอบพาณิชยกรรมประเภทห้องแถวหรือตึกแถว เว้นแต่เป็นส่วนหนึ่งของการจัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย และมีพื้นที่ไม่เกินร้อยละสิบของพื้นที่โครงการทั้งหมด

(6.1.7) การอยู่อาศัยหรือประกอบพาณิชยกรรมประเภทอาคารขนาดใหญ่

(6.1.8) การอยู่อาศัยประเภทอาคารอยู่อาศัยรวม เว้นแต่อยู่ในระยะ 1,000 เมตร จากชายฝั่งทะเล

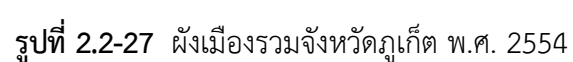
(6.2) ถ้ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการจัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชยกรรมตาม (6.1.5) และเพื่อการอยู่อาศัยหรือประกอบพาณิชยกรรมประเภทห้องแถวหรือตึกแถวตาม (6.1.6) ดำเนินการอยู่ในการจัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยโครงการเดียวกัน ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการดังกล่าวรวมกันไม่เกินร้อยละสิบของพื้นที่โครงการทั้งหมด

- (6.3) ข้อห้ามการใช้ประโยชน์ที่ดินตาม (6.1.7) และ (6.1.8) มิให้ใช้บังคับในกรณีการดำเนินการของการเคหะแห่งชาติที่ได้รับเงินอุดหนุนจากรัฐ เพื่อรองรับโครงการโยกย้ายชุมชนแออัด
- (6.4) ที่ดินประเภทนี้ บริเวณหมายเลข 6.9 หมายเลข 6.10 หมายเลข 6.18 หมายเลข 6.27 หมายเลข 6.29 หมายเลข 6.31 หมายเลข 6.32 และหมายเลข 6.33 ห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (6.4.1) โรงงานทุกจำพวกตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน
 - (6.4.2) คลังน้ำมันเชื้อเพลิงและสถานที่ที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ไม่ใช่ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ เพื่อจำหน่ายที่ต้องขออนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง เว้นแต่เป็นสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง
 - (6.4.3) สถานที่บรรจุก๊าซ สถานที่เก็บก๊าซ และห้องบรรจุก๊าซ สำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลวตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ไม่หมายความรวมถึงสถานบริการร้านจำหน่ายก๊าซ สถานที่ใช้ก๊าซ และสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ
 - (6.4.4) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม
 - (6.4.5) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชย์กรรม
 - (6.4.6) จัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย
 - (6.4.7) การอยู่อาศัยหรือประกอบกิจการประเภทอาคารขนาดใหญ่
 - (6.4.8) การอยู่อาศัยหรือประกอบพาณิชย์กรรมประเภทห้องแถวหรือตึกแถว
 - (6.4.9) การอยู่อาศัยประเภทอาคารอยู่อาศัยรวม
- (7) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 7.1 ถึงหมายเลข 7.55 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อนันทนาการหรือเกี่ยวข้องกับนันทนาการ การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรือสาธารณประโยชน์
 - (7.1) ที่ดินประเภทนี้ ซึ่งเอกชนเป็นเจ้าของหรือผู้ครอบครองโดยชอบด้วยกฎหมาย ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อนันทนาการหรือเกี่ยวข้องกับนันทนาการ การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม การอยู่อาศัย การท่องเที่ยว สถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่น ให้ใช้เพิ่มเติมอีกไม่เกินร้อยละห้าของที่ดินประเภทนี้ในแต่ละบริเวณ และห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
 - (7.1.1) โรงงานทุกจำพวกตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน
 - (7.1.2) คลังน้ำมันเชื้อเพลิงและสถานที่ที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ไม่ใช่ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ เพื่อจำหน่ายที่ต้องขออนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง

- (7.1.3) สถานที่บรรจุก๊าซ สถานที่เก็บก๊าซ และห้องบรรจุก๊าซ สำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลว ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ไม่หมายความรวมถึงสถานที่ใช้ก๊าซ และสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ
 - (7.1.4) เลียงม้า โค กระบือ สุกร แพะ แกะ ห่าน เป็ด ไก่ ภู จระเข้ หรือสัตว์ป่า ตามกฎหมายว่าด้วยการสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า เพื่อการค้า
 - (7.1.5) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม
 - (7.1.6) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชยกรรม
 - (7.1.7) จัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย
 - (7.1.8) การอยู่อาศัยหรือประกอบพาณิชยกรรมประเภทอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่
 - (7.1.9) การอยู่อาศัยหรือประกอบพาณิชยกรรมประเภทห้องแถว ตึกแถว หรือบ้านแถว
 - (7.1.10) การอยู่อาศัยประเภทอาคารอยู่อาศัยรวม
 - (7.1.11) โรงฆ่าสัตว์
 - (7.1.12) ไซโลเก็บผลิตผลทางการเกษตร
 - (7.1.13) กำจัดมูลฝอย
 - (7.1.14) ซื้อมาหรือเก็บเศษวัสดุ
- (8) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 8.1 ถึงหมายเลข 8.16 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวอ่อนมีเส้นทแยงสีขาว ให้เป็นที่ดินประเภทอนุรักษ์ป่าไม้ โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการสงวนและคุ้มครองดูแลรักษาหรือบำรุงป่าไม้ สัตว์ป่า ต้นน้ำ ลำธาร และทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ตามมติคณะรัฐมนตรี และกฎหมายเกี่ยวกับการป่าไม้ การสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า และการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเท่านั้น
- (8.1) ที่ดินประเภทนี้ ซึ่งเอกชนเป็นเจ้าของหรือผู้ครอบครองโดยชอบด้วยกฎหมาย ให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมหรือเกี่ยวข้องกับเกษตรกรรม การอยู่อาศัย การท่องเที่ยว สถาบันราชการ การสาธารณสุขโรคและสาธารณสุขการเป็นส่วนใหญ่ สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการอื่น ให้ใช้เพิ่มได้อีกไม่เกินร้อยละห้าของที่ดินประเภทนี้ในแต่ละบริเวณ และห้ามใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการตามที่กำหนด ดังต่อไปนี้
- (8.1.1) โรงงานทุกจำพวกตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน
 - (8.1.2) คลังน้ำมันเชื้อเพลิงและสถานที่ที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ไม่ใช่ก๊าซปิโตรเลียมเหลวและก๊าซธรรมชาติ เพื่อจำหน่ายที่ต้องขออนุญาตตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง

- (8.1.3) สถานที่บรรจุก๊าซ สถานที่เก็บก๊าซ และห้องบรรจุก๊าซ สำหรับก๊าซปิโตรเลียมเหลว ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง แต่ไม่หมายความรวมถึงสถานที่ใช้ก๊าซ และสถานที่จำหน่ายอาหารที่ใช้ก๊าซ
- (8.1.4) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบอุตสาหกรรม
- (8.1.5) จัดสรรที่ดินเพื่อประกอบพาณิชยกรรม
- (8.1.6) จัดสรรที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย
- (8.1.7) การอยู่อาศัยประเภทอาคารอยู่อาศัยรวม เว้นแต่อยู่ในระยะ 1,000 เมตร จากชายฝั่งทะเล
- (8.1.8) การอยู่อาศัยหรือประกอบกิจการประเภทอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่
- (8.1.9) ซ้ำขายหรือเก็บเศษวัสดุ
- (9) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 9.1 ถึงหมายเลข 9.69 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีเขียวมะกอก ให้เป็นที่ดินประเภทสถาบันการศึกษา โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการศึกษาหรือเกี่ยวข้องกับการศึกษา สถาบันราชการ หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น
- (10) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 10.1 ถึงหมายเลข 10.16 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีฟ้า ให้เป็นที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม การท่องเที่ยวและการประมง โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม การท่องเที่ยวหรือเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การประมงชายฝั่ง ท่าเรือ หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น
- (11) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 11.1 ถึงหมายเลข 11.4 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีฟ้ามีเส้นทแยงสีขาว ให้เป็นที่ดินประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเล โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อนันทนาการหรือเกี่ยวข้องกับการนันทนาการ การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเล หรือสาธารณประโยชน์ เว้นแต่โครงการพัฒนาอ่าวภูเก็ต
- (12) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 12.1 ถึงหมายเลข 12.4 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีฟ้ามีเส้นทแยงสีน้ำตาลอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเล โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเล หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น
- (13) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 13.1 ถึงหมายเลข 13.2 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีน้ำตาลอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมไทย โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อส่งเสริมเอกลักษณ์ศิลปวัฒนธรรมและสถาปัตยกรรมท้องถิ่น การอนุรักษ์โบราณสถาน โบราณคดี หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น

- (14) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 14.1 ถึงหมายเลข 14.38 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีเทาอ่อน ให้เป็นที่ดินประเภทสถาบันศาสนา โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการศาสนาหรือเกี่ยวข้องกับศาสนา การศึกษา สถาบันราชการ หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น
- (15) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 15.1 ถึงหมายเลข 15.79 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีน้ำเงิน ให้เป็นที่ดินประเภทสถาบันราชการ การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจการของรัฐ กิจการเกี่ยวกับการสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ หรือสาธารณประโยชน์เท่านั้น
- (16) ที่ดินในบริเวณหมายเลข 16.1 ถึงหมายเลข 16.4 (ตามที่แสดงในรูปที่ 2.2-27) ที่กำหนดไว้เป็นสีชมพู ให้เป็นที่ดินประเภทโครงการคมนาคมและขนส่ง โดยให้ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อก่อสร้างถนนหรือเกี่ยวข้องกับถนน การสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ หรือเกษตรกรรมเท่านั้น



2.3 การศึกษาทบทวนแผนหรือแนวทางการบริหารจัดการอุทกภัย ในรูปแบบของการเกิดน้ำท่วมของหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง ในประเทศไทย

ในการศึกษาทบทวนแผนหรือแนวทางการบริหารจัดการอุทกภัย ในรูปแบบของการเกิดน้ำท่วมของหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง ในประเทศไทย ทางที่ปรึกษาได้ดำเนินการทบทวนจากหน่วยงานต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ กรมชลประทาน กรมโยธาธิการและผังเมือง และสำนักงานผู้ตรวจการแผ่นดิน โดยมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

2.3.1 สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.)

สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ หรือ สทนช. ได้จัดทำแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ดำเนินการ ซึ่งมีคณะกรรมการ ยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ มีกรอบการดำเนินงาน 20 ปี (พ.ศ. 2561–2580) และจัดทำให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561–2580) (แผนระดับ 1) และแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (แผนระดับ 2) ภายใต้ประเด็นที่ 19 การบริหารจัดการน้ำทั้งระบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นกรอบและแนวทางในการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศ โดยยึดหลัก แนวทางตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และหลักการสร้างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์ฟื้นฟู และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน

ในการจัดทำแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561–2580) ในครั้งนี้ ได้ทบทวนปรับปรุงยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 12 ปีความเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ตลอดจนการบูรณาการหน่วยงานด้านน้ำที่เกี่ยวข้อง และจัดเวทีรับฟังความคิดเห็นจากประชาชน นำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดเป็นกลยุทธ์และแผนงานภายใต้แผนแม่บทฯ สำหรับการแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับศักยภาพของกลุ่มน้ำ สภาพปัญหาและความต้องการของประชาชน โดยได้กำหนดวิสัยทัศน์การพัฒนาตามแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561–2580) ไว้ ดังนี้ “ทุกหมู่บ้านมีน้ำสะอาดอุปโภค บริโภค น้ำเพื่อการผลิตมั่นคง ความเสียหายจาก อุทกภัยลดลง คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน บริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน ภายใต้การพัฒนาอย่างสมดุล โดยการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน”

สำหรับแนวทางการบริหารจัดการอุทกภัยนั้น จะกำหนดไว้ใน “ด้านที่ 3 การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย” ของแผนแม่บทฉบับนี้ ซึ่งมีเป้าประสงค์ คือ “เพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ การจัดระบบป้องกันน้ำท่วมชุมชนเมือง การจัดการพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่ชะลอน้ำ รวมทั้งการบรรเทาอุทกภัยในเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบ ในระดับลุ่มน้ำและพื้นที่วิกฤติ (Area based) ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ ลุ่มน้ำสาขา/ลดความเสี่ยง และความรุนแรงลงไม่น้อยกว่า ร้อยละ 60”

สำหรับกลยุทธ์ในการดำเนินงานตามแผนแม่บท ด้านที่ 3 การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย ประกอบด้วย

- 1) การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ โดยการปรับปรุงสิ่งกีดขวางทางน้ำ การปรับปรุงลำน้ำธรรมชาติที่ต้นเงินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ
- 2) ป้องกันน้ำท่วมชุมชนเมือง โดยการจัดระบบป้องกันชุมชนเมือง การจัดทำผังน้ำ ผังการระบายน้ำ ในระดับลุ่มน้ำ จังหวัด เมือง
- 3) การจัดการพื้นที่น้ำท่วม/พื้นที่ชะลอน้ำ โดยการพัฒนาแก้มลิง พื้นที่ลุ่มต่ำรับน้ำนอง การพัฒนาอาคารบังคับน้ำ และสถานีสูบน้ำ เพื่อบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่เฉพาะจุด
- 4) การบรรเทาอุทกภัยเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบ ระดับลุ่มน้ำ/พื้นที่วิกฤติโดยจัดทำแผนและ ดำเนินการบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่วิกฤติโดยจัดทำแผน และดำเนินการตามลำดับความสำคัญ
- 5) การสนับสนุนปรับตัวและเผชิญเหตุ

นอกจากนี้ยังได้กำหนดแนวทางการขับเคลื่อนแผนแม่บทในด้าน การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย ดังนี้

- 1) โครงการบรรเทาภัยพิบัติทางน้ำแบบบูรณาการ ที่กำหนดในแผนแม่บทยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี เป็นโครงการ Quick Win และสอดคล้องกับยุทธศาสตร์เพื่อความมั่นคง โดยจัดทำแผนการบรรเทาอุทกภัยพื้นที่ วิกฤติให้ลดความเสียหายลง ร้อยละ 50 ในพื้นที่สำคัญ สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติเป็นหน่วยงานประสาน และขับเคลื่อนโดยบูรณาการงานของหน่วยงานในพื้นที่วิกฤติที่เหมาะสม และมีความสอดคล้องกัน รวมทั้งให้มีมาตรการการบริหารจัดการพื้นที่น้ำท่วม การเตือนภัย การปรับตัว เน้นพื้นที่ที่มีความเสียหายสูง ในกลุ่มลุ่มน้ำ ภาคเหนือและภาคใต้
- 2) โครงการบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่วิกฤติระดับลุ่มน้ำขนาดใหญ่ เช่น ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ท่าจีนตอนล่าง ยม-น่านตอนล่าง บางปะกง ทะเลสาบสงขลา และชีมูลตอนล่าง สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติดำเนินการประสานและ ขับเคลื่อนการจัดทำแผนหลักของพื้นที่ จัดลำดับความสำคัญ และหน่วยงานปฏิบัติเร่งรัดการเตรียมความพร้อมให้สามารถเร่งดำเนินการโครงการสำคัญได้โดยเร็ว
- 3) การป้องกันน้ำท่วมเมือง และพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญ ให้กระทรวงมหาดไทย (กรมโยธาธิการ และผังเมือง) เป็นหน่วยงานหลักในการวางแผนทั้งน้ำท่วมจากน้ำหลากและการระบายน้ำฝน
- 4) การจัดทำผังน้ำในผังชุมชน ผังเมือง และผังระดับลุ่มน้ำ เพื่อจัดการน้ำทั้งระบบและ ครอบคลุม โดยสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติดำเนินการจัดทำผังระดับลุ่มน้ำเร่งจัดทำในพื้นที่วิกฤติและเสียหายนรุนแรง กระทรวงมหาดไทย (กรมโยธาธิการและผังเมือง) ดำเนินการให้มีผังน้ำในเมืองหลักที่มีความสำคัญ ทางเศรษฐกิจและความหนาแน่นสูง เช่น เชียงใหม่ พิษณุโลก อุตรธานี ขอนแก่น และหาดใหญ่ เป็นต้น
- 5) การปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ ลำน้ำสาขาและสายหลัก สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติดำเนินการประสานและขับเคลื่อนร่วมกับหน่วยปฏิบัติ(จท./ทน./อปท.) เร่งรัดดำเนินการใน

พื้นที่วิกฤติ และต้องวางแผนและดำเนินการอย่างต่อเนื่องทั้งระบบ เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ

- 6) การปรับตัวและเผชิญเหตุ โดยกระทรวงมหาดไทย (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย) ดำเนินการเพิ่มประสิทธิภาพการปรับตัวและเผชิญเหตุด้านน้ำ (น้ำท่วม/น้ำแล้ง) ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดตามแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ

2.3.2 กรมชลประทาน

กรมชลประทานโดย สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา ได้เผยแพร่บทความที่เกี่ยวข้องกับมาตรการบริหารจัดการน้ำท่วม ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า มาตรการในการลดความรุนแรงและความเสียหายของน้ำท่วมหรืออุทกภัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 มาตรการหลัก คือ มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง และมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง

มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง คือ การนำสิ่งก่อสร้างมาใช้ลดขนาดความรุนแรงของน้ำท่วม เช่น การปรับปรุงสภาพลำน้ำ การใช้อ่างเก็บน้ำ เขื่อนและพนังกั้นน้ำ เป็นต้น โดยงานบรรเทาปัญหาน้ำท่วมจะทำการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาโดยเลือกจากหนึ่ง หรือหลายๆ ข้อในหัวข้อต่อไป นี้ เพื่อใช้ลดความรุนแรงของเหตุการณ์น้ำท่วม

- 1) การลดอัตราการไหลของน้ำโดยการใช้วิธีต่างๆ เพื่อชะลอการไหลของน้ำ
- 2) การควบคุมปริมาณการไหลโดยกักน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำหรือแหล่งเก็บกักน้ำ เพื่อควบคุมปริมาณน้ำไม่ให้ไหลมากเกินไปโดยเฉพาะในช่วงน้ำท่วม
- 3) การจำกัดเส้นทางไหลของลำน้ำโดยการสร้างพนังกั้นน้ำหรือคลอง
- 4) การปรับปรุงสภาพลำน้ำและสภาพการไหล เช่น การสร้างทางระบายน้ำอ้อมตัวเมืองเพื่อลดระดับความสูงของน้ำในลำน้ำสายหลัก
- 5) การระบายน้ำออกจากลำน้ำที่มีสภาพวิกฤติ เช่น การใช้เครื่องสูบน้ำ

สำหรับการนำมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างมาใช้ สิ่งสำคัญที่ควรพิจารณา คือ การเลือกวิธีแก้ปัญหาวิธีใดวิธีหนึ่งที่กล่าวมาแล้วข้างต้น อาจเกิดผลกระทบกับ สมดุลของแม่น้ำสายเดิมหรืออาจทำให้สภาพการเก็บกักน้ำในพื้นที่ของน้ำลดลงและ ทำให้อัตราการไหลมีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาเพื่อหาวิธีอื่นมาใช้แก้ปัญหา เช่น การปรับปรุงลักษณะภูมิทัศน์ของลำน้ำหรือการปรับสภาพพื้นผิวลำคลอง โดยคาดคิดว่าวัสดุที่ช่วยเพิ่มความเร็วในการไหล

มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเป็นมาตรการที่ไม่ได้เน้นงานสิ่งปลูกสร้างถาวร โดยอาจมีสิ่งก่อสร้างชั่วคราว เช่น กำแพงกั้นน้ำ กระสอบทราย เป็นต้น ดังนั้นจึงมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย การประเมินผลเพื่อตัดสินใจในการหาแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างเป็นเรื่องที่ยากพอสมควร เนื่องจากการกำหนดนโยบายบางอย่างอาจส่งผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคมมากกว่ามาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง นอกจากนั้นยังต้องศึกษาให้ครอบคลุมเพื่อให้ถูกกฎหมายด้วย

มาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้างประกอบด้วยสองมาตรการ ได้แก่ มาตรการที่พยายามจะทำให้เกิดน้ำท่วมได้ยากขึ้น เช่น การจัดการใช้สอยที่ดิน การวางผังเมือง การควบคุมสิ่งปลูกสร้างและการขยายเมือง การเวนคืนที่ดินและการรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างบริเวณทางน้ำท่วม การปรับปรุงสภาพอ่างเก็บน้ำ การเก็บกักและควบคุมปริมาณน้ำในพื้นที่ เป็นต้น และมาตรการลดผลกระทบจากน้ำท่วมช่วยให้ประชาชนได้รับความเสียหายและมีผลกระทบกับชีวิตประจำวันน้อยลงกว่าเดิม เช่น การพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม การให้ความรู้และข้อมูลสาธารณะการป้องกันน้ำท่วมสิ่งปลูกสร้าง การอพยพออกจากพื้นที่เสี่ยงภัย แผนรับมือน้ำท่วม แผนบรรเทาทุกข์ การประกันภัยน้ำท่วม การปรับเปลี่ยนสภาพน้ำท่วม เป็นต้น

แนวทางที่ดีในการป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วมควรใช้มาตรการหลายอย่างร่วมกัน โดยมาตรการที่เลือกใช้ควรมีทั้งมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างและไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง ทั้งนี้ ประสิทธิภาพและความสำเร็จในการบรรเทาความเสียหายจากน้ำท่วมขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ การเข้าใจและยอมรับในการเกิดน้ำท่วม และการตอบสนองจากทั้งภาครัฐและภาคประชาชนในการดำเนินการตามแผนบริหารจัดการน้ำท่วม

2.3.3 กรมโยธาธิการและผังเมือง

กรมโยธาธิการและผังเมือง โดยกองควบคุมงานก่อสร้าง ได้เผยแพร่ความเรื่อง “วิถีใหม่ของการบริหารจัดการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ชุมชน ความจำเป็นที่ถึงเวลาต้องนำมาปฏิบัติ” โดยการดำเนินการบริหารจัดการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ชุมชนวิถีใหม่ (New to Next Normal) จะมีความแตกต่างกับวิธีการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ชุมชนแบบเดิม (Conventional Method) ที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน 5 ประการ ดังอธิบายไว้ในตารางที่ 2.3-1

ตารางที่ 2.3-1 สารสำคัญที่แตกต่างกันของวิธีการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ชุมชนแบบเดิม (Conventional Method) และวิธีการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ชุมชนวิถีใหม่ (New to Next Normal)

ประเด็นที่	วิธีการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ชุมชนแบบเดิม (Conventional Method)	ดำเนินการบริหารจัดการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ชุมชนวิถีใหม่ (New to Next Normal)
1	พื้นที่ชุมชนที่นำมาพิจารณาแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วม คือ พื้นที่ชุมชนเทศบาล หรือพื้นที่ชุมชนปัจจุบันที่มีสิ่งปลูกสร้างอยู่อย่างหนาแน่นจะได้รับการคัดเลือกมาดำเนินการก่อน และเมื่อพื้นที่ชุมชนมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นก็จะพิจารณาแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมขึ้นใหม่	พื้นที่ชุมชนที่นำมาพิจารณาแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วม คือ พื้นที่ชุมชนเทศบาลและพื้นที่ชุมชนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตตามผังเมืองรวมจังหวัด (คือ พื้นที่สีชมพูที่กำหนดไว้ในผังเมืองรวมจังหวัด) ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่เทศบาลหรือพื้นที่ อบต.หลายแห่งต่อเนื่องกัน โดยจะพิจารณาจัดทำแผนแม่บทฯ (MP) การแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมให้ครอบคลุมพื้นที่ชุมชนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต (พื้นที่สีชมพู) ก่อน จากนั้นจะเลือกงานแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมที่เป็นความจำเป็นเร่งด่วนมาดำเนินการก่อนตามความจำเป็น และต่อมาเมื่อต้องการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ชุมชนส่วนอื่นก็จะนำงานในแผนแม่บทฯ ส่วนที่เหลือมาดำเนินการต่อ

ตารางที่ 2.3-1 (ต่อ) สารสำคัญที่แตกต่างกันของวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนแบบเดิม (Conventional Method) และวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนวิถีใหม่ (New to Next Normal)

ประเด็นที่	วิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนแบบเดิม (Conventional Method)	ดำเนินการบริหารจัดการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนวิถีใหม่ (New to Next Normal)
2	<p>เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วม และระบบระบายน้ำพื้นที่ชุมชน กำหนดคงที่ (Fix) อาทิเช่น</p> <p>(1) เกณฑ์การออกแบบคันป้องกันน้ำท่วม (ระบบป้องกันน้ำท่วม) กำหนด $Tr = 100$ ปี</p> <p>(2) เกณฑ์การออกแบบระบบระบายน้ำ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบบระบายน้ำหลัก (ปทุมภูมิ) กำหนด $Tr = 2$ ปี - ระบบระบายน้ำรอง (ทุติยภูมิ) กำหนด $Tr = 1$ ปี <p>(3) เกณฑ์การออกแบบอาคารชลศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประตูน้ำ $Tr = 5$ ปี - ขนาดเครื่องสูบน้ำ $Tr = 5$ ปี 	<p>เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วม และระบบระบายน้ำพื้นที่ชุมชน กำหนดให้ยืดหยุ่น (Flexible) กว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เดิม โดยจะพิจารณาใช้ให้เหมาะสมกับสภาพชุมชนแต่ละชุมชนของประเทศไทย ทั้งนี้ จะต้องสะท้อนถึงศักยภาพการเจริญเติบโตในอนาคตของแต่ละชุมชน อาทิเช่น</p> <p>(1) เกณฑ์การออกแบบคันป้องกันน้ำท่วม (ระบบป้องกันน้ำท่วม) กำหนด Tr ไม่น้อยกว่า 50 ปี (50 – 100 ปี) หรือระดับน้ำท่วมสูงสุดที่เคยเกิดขึ้น หรือความสูงของคันป้องกันน้ำท่วมไม่เกิน 2.0 เมตร จากระดับคันเดิมและไม่ต่ำกว่าคันป้องกันน้ำท่วม พื้นที่ชลประทาน (ตามปกติจะออกแบบ Tr น้อยกว่า 25 ปี)</p> <p>(2) เกณฑ์การออกแบบระบบระบายน้ำ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบบระบายน้ำหลัก (ปทุมภูมิ) กำหนด Tr ไม่น้อยกว่า 5 ปี (5 – 10 ปี) - ระบบระบายน้ำรอง (ทุติยภูมิ) กำหนด Tr ไม่น้อยกว่า 2 ปี (2 – 5 ปี) <p>(3) เกณฑ์การออกแบบอาคารชลศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประตูน้ำ กำหนด Tr ไม่น้อยกว่า 5 ปี (5 – 10 ปี) - ขนาดเครื่องสูบน้ำ กำหนด Tr ไม่น้อยกว่า 5 ปี (5 – 10 ปี)

ตารางที่ 2.3-1 (ต่อ) สารสำคัญที่แตกต่างกันของวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนแบบเดิม (Conventional Method) และวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนวิถีใหม่ (New to Next Normal)

ประเด็นที่	วิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนแบบเดิม (Conventional Method)	ดำเนินการบริหารจัดการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ ชุมชนวิถีใหม่ (New to Next Normal)
3	การออกแบบรูปลักษณะองค์ประกอบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำพื้นที่ชุมชน กำหนดออกแบบคันป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำให้มีรูปลักษณะขององค์ประกอบ ตอบสนองวัตถุประสงค์ของการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำเป็นหลัก และกำหนดให้องค์ประกอบใช้พื้นที่ก่อสร้างน้อยที่สุด และออกแบบโดยคำนึงถึงการทำหน้าที่เดียวและราคาถูกที่สุด	การออกแบบรูปลักษณะองค์ประกอบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำพื้นที่ชุมชน กำหนดออกแบบรูปลักษณะขององค์ประกอบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำให้ตอบสนองได้หลายวัตถุประสงค์ เช่น เป็นทั้งคันป้องกันน้ำท่วม ป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง ส่งเสริมประเพณีวัฒนธรรมการท่องเที่ยวและการนันทนาการของพื้นที่ชุมชนไปพร้อม ๆ กัน โดยออกแบบให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ที่มีอยู่และจัดหาได้ มีความเหมาะสมด้านวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ ด้านเศรษฐกิจ-สังคม และสิ่งแวดล้อม และสอดคล้องกับความต้องการในการส่งเสริมยกระดับมาตรฐานการดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่นและประชาสังคม
4	การบูรณาการงานแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนกับหน่วยงานอื่น ๆ และความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและนโยบายสาธารณะอื่น วิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนแบบเดิม จะเป็นการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมของพื้นที่ชุมชนเพื่อตอบสนองภารกิจงานการป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนของกรมโยธาธิการและผังเมืองเป็นสำคัญ โดยที่จะคำนึงถึงงานแก้ไขปัญหาน้ำท่วมของพื้นที่ลุ่มน้ำของหน่วยงานอื่น เช่น กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมเจ้าท่าฯ ไม่มากนัก ดังนั้น การดำเนินการและการบำรุงรักษาระบบป้องกันน้ำท่วมจึงต่างฝ่ายต่างทำ และงานแก้ไขปัญหาน้ำท่วมจะไม่ได้คำนึงถึงบทบาทในการสนับสนุนการพัฒนาพื้นที่ชุมชน การส่งเสริมนันทนาการ สุขภาวะสิ่งแวดล้อมที่ดี และไม่ได้คำนึงถึงบทบาทในการสนับสนุนการท่องเที่ยวแต่อย่างใด	การบูรณาการงานแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนกับหน่วยงานอื่น และความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและนโยบายสาธารณะอื่น วิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนวิถีใหม่ จะดำเนินการโดยพิจารณาการแก้ไขแบบองค์รวมของระบบน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ กำหนดให้มีบูรณาการกับแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ของสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) และนางานการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมของพื้นที่ลุ่มน้ำของหน่วยงานอื่น อาทิเช่น กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมเจ้าท่าฯ มาพิจารณาร่วมกันกับการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนของกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อให้ได้แนวทางการบริหารจัดการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องประสานซึ่งกันและกัน ทั้งนี้ จะได้บูรณาการการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนโดยการต่อยอดงานที่มีอยู่ในปัจจุบันและที่กำหนดไว้ในแผนงานของหน่วยงานต่าง ๆ ให้เกิดความสมบูรณ์ เพื่อเป็นการตอบสนองและการสอดคล้องประสานนโยบายยุทธศาสตร์และแผนพัฒนาระดับประเทศ กลุ่มจังหวัด

ตารางที่ 2.3-1 (ต่อ) สารสำคัญที่แตกต่างกันของวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนแบบเดิม (Conventional Method) และวิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนวิถีใหม่ (New to Next Normal)

ประเด็นที่	วิธีการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนแบบเดิม (Conventional Method)	ดำเนินการบริหารจัดการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ ชุมชนวิถีใหม่ (New to Next Normal)
4 (ต่อ)		จังหวัด และท้องถิ่น ให้เป็นเรื่องเดียวกัน และจะได้พิจารณาจัดทำระบบการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมวิถีใหม่ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ที่มีอยู่และจัดหาได้ รวมทั้งจะพิจารณาให้สอดคล้องกับความต้องการของประชาสังคมในการที่จะมีโครงสร้างพื้นฐานที่ดีและเหมาะสมเพื่อส่งเสริมกิจกรรมงานประเพณี งานวัฒนธรรม งานการท่องเที่ยวและการนันทนาการไปพร้อม ๆ กับการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมและการระบายน้ำพื้นที่ชุมชนเพื่อเป็นการยกระดับและส่งเสริมมาตรฐานการดำรงชีวิตที่ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ เพราะการที่องค์กรปกครองท้องถิ่นจะได้รับการสนับสนุนงบประมาณการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่ชุมชนที่ดีและได้มาตรฐานจะมีน้อยมาก
5	การบริหารจัดการโครงข่ายลำน้ำของพื้นที่ชุมชนเป้าหมายและพื้นที่โดยรอบ จะมุ่งเน้นการเร่งระบายน้ำออกจากพื้นที่ชุมชนเป้าหมายด้วยการคัดเลือกลำน้ำเป้าหมายที่จะถูกใช้เป็นเส้นทางระบายน้ำออกจากพื้นที่ชุมชน โดยจะมีการสำรวจและวิเคราะห์ขีดความสามารถการระบายน้ำของลำน้ำเป้าหมาย เพื่อกำหนดรูปแบบการปรับปรุง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการระบายน้ำ รวมถึงมีการวางแผนประกอบ เช่น ประตุน้ำเพื่อการบริหารจัดการลำน้ำนั้น ๆ เป็นหลัก	การบริหารจัดการโครงข่ายลำน้ำของพื้นที่ชุมชนเป้าหมายและพื้นที่โดยรอบ จะทำการสำรวจเก็บข้อมูลลำน้ำในพื้นที่ชุมชนเป้าหมายและในพื้นที่ โดยรอบเพื่อศึกษาความเป็นโครงข่ายลำน้ำขนาดเล็กของพื้นที่ โดยจะศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์โครงข่ายลำน้ำชุมชนเพื่อประโยชน์ด้านบรรเทาอุทกภัย ด้านการรักษาสภาพลำน้ำ และการควบคุมคุณภาพน้ำ ตามความเหมาะสมของสภาพภูมิประเทศและสภาพของชุมชน

การจัดทำภาพรวมหรือแผนแม่บทการบริหารจัดการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ชุมชนวิถีใหม่ จะดำเนินการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมและการระบายน้ำพื้นที่ชุมชน โดยการบูรณาการระบบที่มีอยู่ในปัจจุบัน ระบบที่กำหนดไว้ตามแผนงานของหน่วยงานต่าง ๆ และการต่อยอดระบบให้เกิดความสมบูรณ์เพื่อเป็นการตอบสนองตามนโยบายยุทธศาสตร์ และแผนพัฒนาทั้งในระดับประเทศ กลุ่มจังหวัด จังหวัด และท้องถิ่น ทั้งนี้จะพิจารณาจัดทำระบบป้องกันน้ำท่วมให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ที่มีอยู่และจัดทำได้ รวมทั้งสอดคล้องกับความต้องการของประชาสังคมมากที่สุด โดยในการจัดทำภาพรวมหรือแผนแม่บทการบริหารจัดการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมและการระบายน้ำ (หลัก) พื้นที่ชุมชนวิถีใหม่ จะพิจารณาให้สอดคล้องสัมพันธ์กับเงื่อนไขต่าง ๆ ดังนี้

- 1) บูรณาการกับแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ.2561-2580) ของสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.)
- 2) ความสอดคล้องกับข้อมูลกายภาพของแต่ละกลุ่มพื้นที่ชุมชน ประกอบด้วย ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ธรณีวิทยาและปฐพีกลศาสตร์ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ อุตุ-อุทกวิทยา ข้อมูลประชากร เศรษฐกิจ-สังคมและสิ่งแวดล้อม ข้อมูลด้านกฎหมาย ระเบียบและข้อกำหนดต่าง ๆ ข้อมูลเกณฑ์การออกแบบของกรมโยธาธิการและผังเมือง ข้อมูลราคาและเอกสารประกวดราคาของกรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นต้น
- 3) การรองรับภัยพิบัติทางธรรมชาติที่สำคัญ คือ ภัยน้ำท่วมและอุทกภัย สภาพน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นจริงตามข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมที่ GISTDA ได้บันทึกไว้ในช่วงปี พ.ศ.2548-2562 และจากข้อมูลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม และอุทกภัยที่คาบอุบัติ (Tr) 100 ปี รวมทั้งสอดคล้องกับแนวทางการแก้ไขภัยน้ำท่วมและอุทกภัยที่ได้เสนอไว้ในรายงานการศึกษาโครงการวางผังการระบายน้ำจังหวัดในกลุ่มน้ำของกรมโยธาธิการและผังเมือง (พ.ศ.2559-2563) และรายงานการศึกษาโครงการบริหารจัดการอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำของกรมชลประทาน (พ.ศ.2555 -2560)
- 4) ความสอดคล้องและตอบสนองนโยบายยุทธศาสตร์และแผนพัฒนา ทั้งในระดับประเทศ ภาคกลุ่มจังหวัด และท้องถิ่น ที่ต้องการจัดทำโครงสร้างพื้นฐานเพื่อสนับสนุนการพัฒนาพื้นที่ชุมชน ส่งเสริมันทนาการ สุขภาวะ และสิ่งแวดล้อมที่ดี และสนับสนุนการท่องเที่ยว
- 5) ความสอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่นและประชาสังคมมากที่สุด (โดยผ่านการจัดประชุมประชาสัมพันธ์และการรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ)
- 6) การรองรับนโยบายการใช้ที่ดินของพื้นที่ชุมชนตามผังเมืองรวมจังหวัด ผังเมืองรวมเมือง-ชุมชน (ผังการใช้ที่ดินใน 20 ปีข้างหน้า) และจำกัดการขยายตัวของการใช้ที่ดินในปัจจุบันที่เกินขอบเขตพื้นที่ชุมชนในอนาคต
- 7) ความสอดคล้องกับผังโครงการคมนาคมของผังเมืองรวมเมือง-ชุมชน ของกรมโยธาธิการและผังเมือง

- 8) ความสอดคล้องกับแผนหลักการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ (พ.ศ.2561 – 2562) และสอดคล้องกับผังน้ำของกลุ่มน้ำที่อยู่ระหว่างดำเนินการของสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (พ.ศ.2563)
- 9) ความสอดคล้องกับงานระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน และระบบการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งของแม่น้ำ หรือคลองสายหลักที่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชนที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง
- 10) ความสอดคล้องกับแผนแม่บทต่าง ๆ ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น
 - (1) แผนแม่บทการป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนของกรมโยธาธิการและผังเมือง
 - (2) แผนแม่บทการบรรเทาอุทกภัยพื้นที่ลุ่มน้ำของกรมชลประทาน
 - (3) แผนแม่บทระบบคมนาคมหรือโครงการคมนาคมของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท ฯลฯ)

2.3.4 สำนักงานผู้ตรวจการแผ่นดิน

สำนักงานผู้ตรวจการแผ่นดิน ได้จัดทำรายงาน เรื่อง “การบริหารจัดการน้ำท่วมและอุทกภัยของประเทศไทย” โดยสาระสำคัญของรายงานฉบับนี้ สามารถสรุปได้ดังนี้

จากการศึกษาของสำนักงานผู้ตรวจการแผ่นดินโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศไทย 19 หน่วยงาน แบ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐ 18 หน่วยงาน ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ กรมเจ้าท่า กรมชลประทาน กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริกรมทรัพยากรน้ำ กรมโยธาธิการและผังเมือง กรมพัฒนาที่ดิน กรมป่าไม้กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา สำนักการระบายน้ำกรุงเทพมหานคร และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) และภาคเอกชน 1 หน่วยงาน คือ มูลนิธิสภาเตือนภัยพิบัติแห่งชาตินั้น พบว่า เกิดปัญหาขึ้นทั้งสิ้น 9 ประเด็น ดังนี้

- ประเด็นที่ 1 การตัดไม้ทำลายป่าเป็นต้นเหตุของน้ำท่วมและอุทกภัย
- ประเด็นที่ 2 การบุกรุกลำน้ำและที่สาธารณะ การขุดลอกคูคลอง
- ประเด็นที่ 3 การกำหนดทิศทางการระบายน้ำไว้ในผังเมือง
- ประเด็นที่ 4 การเตือนภัย
- ประเด็นที่ 5 การเตรียมพร้อมอพยพเมื่อเกิดอุทกภัย และบรรเทาสาธารณภัย
- ประเด็นที่ 6 การเปลี่ยนโครงสร้างระบบบริหารราชการ ซึ่งก่อให้เกิดการซ้ำซ้อน
- ประเด็นที่ 7 การจัดสรรงบประมาณให้เพียงพอ
- ประเด็นที่ 8 ความไม่พร้อมหลังการกระจายอำนาจสู่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
- ประเด็นที่ 9 ควรมีการเสนอร่างและปรับปรุงกฎหมาย

จากปัญหาในการบริหารจัดการน้ำและอุทกภัยของประเทศไทยนั้น ผู้ตรวจการแผ่นดินมีข้อเสนอแนะในการ
แก้ปัญหา ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ดังนี้

1) แนวทางการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและอุทกภัยในระยะสั้น

- (1) รัฐควรให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำในท้องถิ่น อาทิ องค์การบริหารส่วน
ตำบล เทศบาล หรือองค์การบริหารส่วนจังหวัด เร่งจัดสร้างบ่อ ขุดลอกบ่อเดิม หรือจัดให้มี
สระหรือแหล่งรับน้ำขนาดใหญ่ให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ โดยเฉพาะให้เร่งดำเนินการในพื้นที่เป็น
เขตลุ่มน้ำซึ่งเกิดน้ำท่วมเป็นประจำในระยะเวลาที่ผ่านมา ทั้งนี้ เพื่อชะลอการไหลบ่าของน้ำใน
ฤดูฝนให้น้ำตกลงในบ่อน้ำซึ่งอาจเป็นแก้มลิงที่รองรับน้ำไว้ชั่วคราวและเป็นการแก้ภัยแล้งโดย
การกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้งจะได้ไม่เกิดน้ำแล้งอีกต่อไปอีกด้วย สำหรับสถานที่ในการก่อสร้าง
บ่อหรือสระน้ำจะต้องมีการพิจารณาถึงเส้นทางน้ำไหลตามธรรมชาติเป็นสำคัญ อาจเป็นพื้นที่
สาธารณะในพื้นที่นั้นๆ หรืออาจจัดหาสถานที่ด้วยวิธีอื่นๆ เช่น ขอบริจาคจากประชาชนใน
ท้องถิ่นแล้วนำไปซื้อที่ดิน หรือเชิญชวนให้อุทิศที่ดินให้ขุดบ่อโดยให้ประชาชนมีจิตอาสาเข้า
มามีส่วนร่วมในการจัดหาและร่วมกันลงทุนตามความสมัครใจทำนองเดียวกับการทอดกฐิน
ทอดผ้าป่าสามัคคีเพื่อให้ประชาชนมีความรู้สึกเป็นเจ้าของและจะได้ช่วยกันดูแล (รวมทั้งขอใช้
ที่ดินของวัดหรือของหน่วยงานราชการต่างๆ) อย่างไรก็ตาม ในการดำเนินงานเรื่องนี้ไม่ควรให้
ท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินการแต่เพียงฝ่ายเดียวควรปรึกษาร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น
กรมชลประทาน หรือกรมโยธาธิการและผังเมือง โดยต้องร่วมกันศึกษาความเป็นไปได้ในทาง
เทคนิคและวิศวกรรม เช่น ขนาดของการก่อสร้าง การเลือกพื้นที่ในการก่อสร้าง รวมทั้ง
รูปแบบและเทคนิคของการก่อสร้าง เป็นต้น ทั้งเพื่อให้การสร้างบ่อหรือแหล่งพักน้ำ มี
ประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำสูงที่สุดและเกิดประโยชน์กับประชาชนอย่างแท้จริง ทั้งในหน้าน้ำ
และหน้าแล้ง
ทั้งนี้ในเบื้องต้น ภาครัฐอาจเริ่มดำเนินการรณรงค์เพื่อขุดสระและจัดสร้างแหล่งน้ำโดยการ
พิจารณาสถานที่เพื่อ ก่อสร้างใน 4 รูปแบบ ดังนี้

- **รูปแบบที่ 1** การขุดสระหรือจัดสร้างแหล่งน้ำในครัวเรือนตามทฤษฎีใหม่ ซึ่งเป็น
แนวทางในการบริหารจัดการที่ดิน และน้ำเพื่อการเกษตรในที่ดินขนาดเล็กให้เกิด
ประโยชน์สูงสุด ด้วยหลักเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาท สมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดย
จัดสรรที่ดินออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งส่วนหนึ่งในอัตราร้อยละ 30 จะต้องจัดสรร เป็นแหล่งน้ำ
โดยการขุดสระในการเก็บกักน้ำให้มีใช้สม่ำเสมอตลอดปีโดยเก็บกักน้ำฝนในฤดูฝน และ
ใช้เสริมการปลูกพืชในฤดูแล้ง หรือระยะฝนทิ้งช่วง

- **รูปแบบที่ 2** การขุดสระในพื้นที่เสี่ยงจะเกิดภัยพิบัติจากน้ำทั้งอุทกภัยและภัยแล้ง ซึ่งอาจใช้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่เสี่ยงจะเกิดภัยพิบัติจากน้ำทั้งอุทกภัยและภัยแล้งของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานอื่นมาประกอบการตัดสินใจดำเนินงาน
- **รูปแบบที่ 3** การขุดสระหรือจัดสร้างแหล่งน้ำโดยพิจารณาเลือกพื้นที่เหมาะสมต่อการก่อสร้างแหล่งน้ำขนาดเล็ก จากระดับความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน ซึ่งอาจใช้โปรแกรมประเมินคุณภาพดินเพื่อการก่อสร้างแหล่งน้ำขนาดเล็กของกรมพัฒนาที่ดินเป็นแนวทางการเลือกพื้นที่ในเบื้องต้น
- **รูปแบบที่ 4** ส่งเสริมและสนับสนุนการขุดสระหรือจัดสร้างแหล่งน้ำในบริเวณท้องถื่นหรือชุมชนที่มีความพร้อม โดยหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องจะต้องเป็นที่ปรึกษาในการขุดสระหรือจัดสร้างแหล่งน้ำให้กับชุมชน หรือท้องถื่นนั้นๆ

ทั้งนี้ จากการศึกษาของผู้ตรวจการแผ่นดิน พบว่า แนวทางแก้ปัญหาน้ำโดยการขุดสระหรือจัดสร้างแหล่งน้ำนี้สอดคล้องกับการศึกษาแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่สัมฤทธิ์ผลในประเทศไทย ของคณะกรรมการการวิสามัญวุฒิสภา (2566) ที่พบว่า “ต้องมีการพัฒนาแหล่งน้ำผิวดินเพื่อกักเก็บน้ำในพื้นที่ต่างๆ กระจายไปทั่วทุกชุมชนระดับหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ หรือจังหวัด เพื่อให้มีแหล่งน้ำใช้ในหน้าแล้งอย่างเพียงพอในทุกพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งมีความเหมาะสมตามศักยภาพ โดยในการจัดทำแหล่งเก็บกักน้ำต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสภาพภูมิประเทศที่สามารถพัฒนาได้ โดยเมื่อพัฒนาแล้วต้องไม่เกิดผลกระทบทำความเสียหายในด้านอื่นจนยอมรับไม่ได้จึงจะสามารถมีน้ำใช้ได้อย่างยั่งยืน”

- (2) รัฐจะต้องเตรียมระบบเตือนภัยที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำมากที่สุด เพื่อลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นจากภัยพิบัติโดยกรมอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการดำเนินงานนี้จะต้องบูรณาการทำงานกับหน่วยงานอื่นที่มีศักยภาพในการสนับสนุนข้อมูลทางด้านนี้ ได้แก่ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) มูลนิธิสภาเตือนภัยพิบัติแห่งชาติและกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ โดยการคาดการณ์เพื่อบริหารจัดการน้ำ รัฐควรให้ความสำคัญในการวิเคราะห์ปัญหาควบคู่กับการใช้ข้อมูลทางสถิติและในส่วนของการเตือนภัยนั้น รัฐจะต้องจัดหาช่องทางในการเตือนภัยแก่ประชาชน เช่น การเตือนภัยผ่านสื่อมวลชนโดยเฉพาะรายการวิทยุทุกคลื่นความถี่ การเตือนภัยผ่านระบบการส่งข้อความของโทรศัพท์เคลื่อนที่ (SMS) และที่สำคัญรัฐจะต้องให้มีการเตือนภัยผ่านวิทยุโทรทัศน์รวมการเฉพาะกิจแห่งประเทศไทยได้ในทุกเวลาที่มีการยืนยันว่าอาจจะเกิดภัยพิบัติขึ้น

อนึ่ง รัฐบาลควรที่จะลงทุนในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัยในการพยากรณ์อากาศ รวมทั้งพัฒนาบุคลากรเพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา และสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) เพื่อจะได้เพิ่มศักยภาพในการพยากรณ์อากาศล่วงหน้า ได้มากขึ้นกว่าเดิมและแม่นยำ เพื่อกรมชลประทานจะได้นำข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์มาใช้ในการตัดสินใจในการกักเก็บน้ำหรือพร่องน้ำเพื่อป้องกันอุทกภัย

- (3) กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจะต้องเตรียมระบบและแผนการปฏิบัติงานในการบรรเทาสาธารณภัยที่มีประสิทธิภาพไว้เพื่อรองรับภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาและต้องจัดเตรียมทั่วประเทศ และควรจะมีการวางแผนรวมทั้งการซักซ้อมและจำลองสถานการณ์ให้มีการปฏิบัติ เช่น การเตรียมเส้นทางเพื่ออพยพประชาชนออกจากพื้นที่ภัยพิบัติ การเตรียมสถานที่เพื่อรองรับผู้อพยพ และการให้บริการด้านยังชีพแก่ผู้ประสบภัย รวมทั้งควรให้มีการฝึกซ้อมประชาชนเป็นครั้งคราวเพื่อรับมือกับภัยพิบัติที่อาจเกิดขึ้นได้อยู่เสมอ
- (4) ในส่วนของการบุกรุกทางน้ำสาธารณะและการตื้นเขินของลำน้ำ ซึ่งทำให้แหล่งน้ำอันเป็นเหตุให้ไม่สามารถระบายน้ำได้โดยสะดวกและเร็วดังที่ควรจะเป็นกรมเจ้าท่าและหน่วยงานอื่นที่มีศักยภาพจะต้องร่วมกันดำเนินการขุดลอกแม่น้ำ คูและคลอง รวมไปถึงดำเนินคดีกับผู้บุกรุกลำน้ำโดยใช้เครื่องมือทางกฎหมายและทางสังคมในการจัดการควบคู่กัน ทั้งนี้เพื่อให้แหล่งน้ำเหล่านั้นมีความกว้างและความลึกพอที่จะสามารถระบายน้ำได้เต็มศักยภาพและอย่างรวดเร็ว จึงจะไม่เกิดน้ำท่วมซ้ำ
- (5) การดำเนินงานเพื่อก่อสร้างและพัฒนาถนนของกรมทางหลวงชนบทนั้น ได้นำปัจจัยทางผังเมืองซึ่งเกี่ยวกับการระบายน้ำตามธรรมชาติมาเป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาตัดถนนเพื่อป้องกันปัญหาอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้ ปัญหาถนนขวางกั้นน้ำดังที่เกิดขึ้นเพราะหลังจากมีการกระจายอำนาจให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นแล้ว กรมทางหลวงชนบทได้ถ่ายโอนภารกิจการสร้างถนนบางส่วนให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมักไม่ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ที่กรมทางหลวงชนบทกำหนดเอาไว้ อีกทั้งในส่วนของการสร้างมักละเลยการพิจารณาเรื่องผังเมือง ส่งผลให้ในถนน หลายสายขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นขวางทางระบายน้ำตามธรรมชาติหรือไม่มีที่ลอดใต้ถนนเพื่อช่วยระบายน้ำ ดังนั้น การที่กรมทางหลวงชนบทซึ่งเป็นองค์กรที่มีความรู้ความสามารถในการสร้างถนนและมีความเกี่ยวข้องใกล้ชิดกับการสร้างถนนขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ควรต้องร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมโยธาธิการและผังเมือง องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และกรมพัฒนาที่ดิน ในการรายงานจุดล่อแหลมที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดอุทกภัยแก่หน่วยงาน ภาครัฐที่

ทำหน้าที่ในการป้องกันปัญหาอุทกภัย เพื่อให้ดำเนินการรับกับสภาพที่จะเกิดขึ้นไว้เป็นการล่วงหน้า

- (6) การสร้างถนนของกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทนั้น ปกติต้องมีการศึกษาแนวทางที่น้ำไหล โดยต้องวางแผนจัดทำท่ลอดสำหรับการระบายน้ำเพื่อป้องกันปัญหาน้ำท่วม แต่เมื่อเวลาผ่านไปเส้นทางน้ำไหลหรือทางระบายน้ำ อาจเปลี่ยนแปลงไปได้เนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งเปลี่ยนแปลงไป มีสิ่งก่อสร้างเกิดขึ้นขวางทางระบายน้ำ น้ำจึงไหลไปทางอื่นที่ไม่จัดเตรียมท่ลอดไว้ ดังนั้น ทั้งสองกรมดังกล่าวข้างต้นจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางน้ำดังกล่าวอยู่เสมอเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหการระบายน้ำของถนน อาทิ การจัดทำท่ลอดในบางจุดเพิ่มเติม หรือการเปลี่ยนท่ลอดให้มีศักยภาพในการระบายน้ำมากขึ้น เป็นต้น อย่างไรก็ตาม สำหรับการสร้างถนนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั้นจะต้องดำเนินการในรูปแบบดังกล่าวข้างต้นด้วยเช่นเดียวกัน
- (7) ผู้ว่าราชการจังหวัดและผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในแต่ละจังหวัดจะต้องร่วมกันจัดทำแผนป้องกันอุทกภัยในเบื้องต้น โดยจะต้องสำรวจและจัดทำสถิติการเกิดอุทกภัยและความรุนแรงของผลกระทบในแต่ละพื้นที่แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนป้องกัน ทั้งนี้จะต้องให้ความสำคัญในลำดับต้นๆ กับการป้องกันเสียหายที่จะเกิดกับสถานที่ซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่ไม่สามารถสร้างทดแทนใหม่ได้ เช่น แหล่งโบราณสถาน โบราณคดีพื้นที่ทางธรรมชาติซึ่งมีความสำคัญทางบรรพชีวิน เป็นต้น และจะต้องซักซ้อมและทดสอบความพร้อมในการบรรเทาสาธารณภัยอย่างน้อยปีละครั้ง
- (8) การจัดสรรงบประมาณของภาครัฐ สำนักงานงบประมาณจะต้องมีการจัดสรรงบประมาณให้แก่องค์กรที่ดำเนินงานทางด้านการบริหารจัดการน้ำและอุทกภัยให้มีความสมเหตุสมผลเป็นไปตามความสำคัญและความจำเป็นที่แท้จริง โดยเฉพาะหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการเตือนภัยซึ่งเป็นแหล่งต้นทางในการบรรเทาความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้น โดยจะต้องสนับสนุนงบประมาณในการพัฒนาองค์ความรู้จัดซื้อเครื่องมือและวิทยาการที่ทันสมัยเพื่อให้สามารถเตือนภัยได้อย่างแม่นยำและถูกต้องมากที่สุดและล่วงหน้าให้ยาวเพียงพอถึงแม้จะเป็นการลงทุนที่สูง การที่รัฐลงทุนในการเตือนภัยก็น่าจะยังนับว่ามีความคุ้มค่ากว่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน รวมไปถึงงบประมาณในการชดเชยความเสียหายของภาครัฐที่จะเกิดขึ้น

- (9) การบริหารจัดการน้ำและอุทกภัยของประเทศไทย จำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกหน่วยงานจะต้องร่วมกันทำงานอย่างบูรณาการและเป็นเอกภาพเพื่อไม่ให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อน รวมทั้งดำเนินงานสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกันก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงาน และสามารถแก้ปัญหาของประเทศไทยได้ในระยะยาวและยั่งยืน ทั้งนี้ ในกลุ่มของหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการน้ำควรมีการเลือกหน่วยงานที่จะทำหน้าที่เป็นคนกลางหรือแต่งตั้งคณะบุคคลที่มีอำนาจตัดสินใจได้อย่างเด็ดขาด เพื่อบริหารจัดการในภาวะความเสี่ยงสูงในการบูรณาการข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ อีกทั้งในการดำเนินงานจะต้องร่วมกันทำงานอย่างไม่เกี่ยงงอนหรือแย่งชิงภาระหน้าที่จนก่อให้เกิดความเสียหายในภาพรวมได้
- (10) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์และกรมชลประทาน ควรจะแนะนำให้เกษตรกรเลื่อนระยะเวลาการเพาะปลูกข้าว หรือพืชผลอื่นๆ ที่อาจจะเก็บเกี่ยวได้ให้เหมาะสม เช่น พืชผลที่ปลูกในช่วงปลายฤดูฝนให้เลื่อนมาเป็นช่วงระยะเวลาหลังฤดูฝนหลังจากเวลาที่เกิดอุทกภัยแล้วเพื่อมิให้เกษตรกรต้องเสียหาย เนื่องจากน้ำท่วมผลผลิตเหล่านั้นจนขาดทุนย่อยยับ ทั้งนี้ ถ้าไม่มีอุทกภัยอาจเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เงินเป็นเรือนหมื่นเรือนแสน

2) แนวทางการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและอุทกภัยในระยะยาว

- (1) การจะคงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำนั้น จะต้องดูแลรักษาป่าต้นน้ำให้สมบูรณ์อยู่เสมอ ไม่ให้ถูกบุกรุกทำลายได้ เนื่องจากป่าเป็นแหล่งดูดซับและกักเก็บน้ำตามธรรมชาติป้องกันการเกิดน้ำป่าไหลหลาก และการพังทลายของดิน แต่ในช่วงที่ผ่านมาประเทศไทยมีการบุกรุกแผ้วถางป่าเป็นจำนวนมาก ทำให้ในปัจจุบันมีพื้นที่ป่าเหลือน้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ทั้งหมด เมื่อป่าไม้ลดลงภาวะแห้งแล้งและน้ำท่วมจึงเกิดบ่อยขึ้น ดังนั้น เพื่อเพิ่มพื้นที่และฟื้นฟูป่าให้กลับมาอุดมสมบูรณ์และเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่จะหล่อเลี้ยงประชาชนในชาติได้ต่อไป รัฐควรใช้มาตรการต่างๆ เพื่อจูงใจประชาชนให้หันมาสนใจปลูกป่ามากขึ้น เช่น กรณีหน่วยงานภาคเอกชนหรือบุคคลซึ่งไม่มีที่ดินในการปลูกป่า รัฐบาลใช้มาตรการจูงใจให้ปลูกป่าโดยได้สิทธิในการลดภาษีได้ กล่าวคือ หากภาคเอกชนใดปลูกป่าในพื้นที่สาธารณะต้นน้ำลำธาร และดูแลจนป่านั้นสามารถดำรงอยู่ได้เอง เอกชนนั้นสามารถนำค่าใช้จ่ายการปลูกป่านี้ไปใช้ในการลดหย่อนภาษีได้
- กรณีหน่วยงานภาครัฐ ใช้มาตรการปลูกป่าเพื่อเพิ่มสวัสดิการให้แก่ข้าราชการพนักงานของรัฐ นั่นคือ หน่วยงานภาครัฐใดที่ปลูกป่าและดูแลจนป่านั้นสามารถดำรงอยู่ได้เอง ในอนาคตหากรัฐนำป่านี้ไปใช้ประโยชน์ใดๆ จนเกิดผลตอบแทน เช่น การนำศักยภาพของป่าไปลงทุนในตลาดซื้อขายคาร์บอน (Carbon Credit) ผลตอบแทนที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งรัฐจะต้องแบ่งสมทบ

ในกองทุนสวัสดิการบำเหน็จบำนาญให้กับหน่วยงานที่ปลูกและดูแลป่า

สำหรับภาคประชาชนซึ่งมีที่ดินทำกิน ใช้มาตรการที่เรียกว่า “ธนาคารต้นไม้” กล่าวคือ ทำต้นไม้ให้มีมูลค่าเป็นสินทรัพย์สามารถค้ำประกันเงินกู้กับสถาบันการเงินได้ นั่นคือ หากบุคคลใดปลูกต้นไม้ซึ่งมีลักษณะเป็นไม้ยืนต้นในที่ดินของตนเอง สามารถนำไม้นั้นไปเป็นสินทรัพย์ในการกู้เงินได้โดยไม่ต้องใช้ที่ดินเป็นสินทรัพย์ในการค้ำประกันเหมือนในอดีตที่ผ่านมา เมื่อมีการบังคับชำระหนี้ก็อาจเอาจากมูลค่าต้นไม้ก่อนหากไม่เพียงพอจึงไปบังคับเอาจากที่ดิน เป็นต้น นอกจากนี้ควรส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศในหลักสูตรการเรียนการสอนระดับต่างๆ ตามความเหมาะสมตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับมหาวิทยาลัย เพื่อปลูกจิตสำนึกให้เด็กและนักศึกษาเห็นคุณค่าของป่าและน้ำ รวมทั้งตระหนักถึงความสำคัญของภัยธรรมชาติที่มีผลกระทบอย่างร้ายแรงต่อมนุษย์

- (2) รัฐจะต้องจัดทำผังเมืองประเทศหรือพัฒนาประเทศ (Spatial Development Plan) โดยจำเป็นต้องออกเป็นกฎหมายผังเมืองระดับประเทศโดยเฉพาะ ทั้งนี้ เพื่อจัดระเบียบการใช้ที่ดินป้องกันและอนุรักษ์พื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งมีไม่น้อยกว่า 25 ลุ่มน้ำ ไว้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารของประเทศ และโดยการห้ามออกเอกสารสิทธิใดๆ ในที่ดินอนุรักษ์นี้ทั้งหมดคงผ่อนผันให้คนที่มียุทธินิเทศินที่ดินอยู่ก่อนคงอยู่ได้ต่อไปเป็นการชั่วคราว แต่จะต้องไม่ทำการใดๆ เป็นอันตรายต่อป่าไม้และสิ่งแวดล้อม ผู้ใดที่ทำการใดๆ ปฏิบัติต่อป่าไม้และสิ่งแวดล้อมก็ถูกให้ออกจากป่าอนุรักษ์นี้ทันทีโดยการเวนคืนเพื่อผังเมืองหรือสิ่งแวดล้อม การจัดทำผังเมืองระดับประเทศดังกล่าวนี้จะต้องมีการกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน (zoning) อย่างชัดเจนไม่ให้มีการรุกร้าแหล่งระบายน้ำและลำน้ำตามธรรมชาติการก่อสร้างอาคารหรือสาธารณูปโภคใดๆ ของทั้งภาครัฐและเอกชนจะต้องยึดแนวทางปฏิบัติตามผังเมืองนี้เป็นหลัก ทั้งนี้ นอกจากผังเมืองที่ทำครอบคลุมทั้งประเทศแล้วยังต้องมีการจัดทำผังเมืองในระดับภูมิภาคและชุมชนเพื่อใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติในพื้นที่ โดยแนวทางการจัดทำจะต้องสอดคล้องกันตามลำดับและอยู่ภายใต้รูปแบบของผังเมืองประเทศ
- (3) รัฐมีความจำเป็นที่จะต้องทบทวนเกี่ยวกับการถ่ายโอนอำนาจให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยเฉพาะภารกิจที่ต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้เฉพาะทางในการวางแผนและปฏิบัติงาน จากที่ผ่านมาหลายภารกิจที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรับการถ่ายโอนจากหน่วยงานแล้วไม่สามารถปฏิบัติภารกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในเรื่องนั้นๆ ซึ่งส่งผลกระทบในทางลบต่อการพัฒนาท้องถิ่นเป็นอย่างมาก

อนึ่ง จะเห็นได้ว่าแนวทางแก้ปัญหการบริหารจัดการน้ำและอุทกภัยในระยะยาวที่กล่าวมาข้างต้น เป็นแนวทางแก้ปัญหาเชิงโครงสร้างที่ไม่สามารถแก้ไขได้ภายในระยะเวลาสั้นๆ แต่ต้องใช้ระยะเวลาดำเนินการที่ยาวนานในการแก้ปัญหานี้ ซึ่งบางครั้งอาจจะยาวนานเกินกว่าที่จะแก้ไขในช่วงอายุของคนเพียงรุ่นเดียว แม้จะต้องใช้เวลาภาครัฐก็ไม่สามารถละเลยและผลักดันให้ประชาชนในรุ่นต่อไปได้ สิ่งที่รัฐต้องเริ่มทำอย่างเร่งด่วนคือ การลงมือดำเนินงานให้เร็วที่สุด เพราะนั่นจะหมายถึงโอกาสที่การแก้ไขปัญหานี้ประสบความสำเร็จจะมีมากและเร็วขึ้นเช่นเดียวกัน

2.4 การทบทวนแนวทางปฏิบัติและแผนงานในการจัดการอุทกภัยและแผนงานก่อสร้างของกรมทางหลวง ในพื้นที่ศึกษา

2.4.1 แนวทางปฏิบัติในการบริหารจัดการอุทกภัย

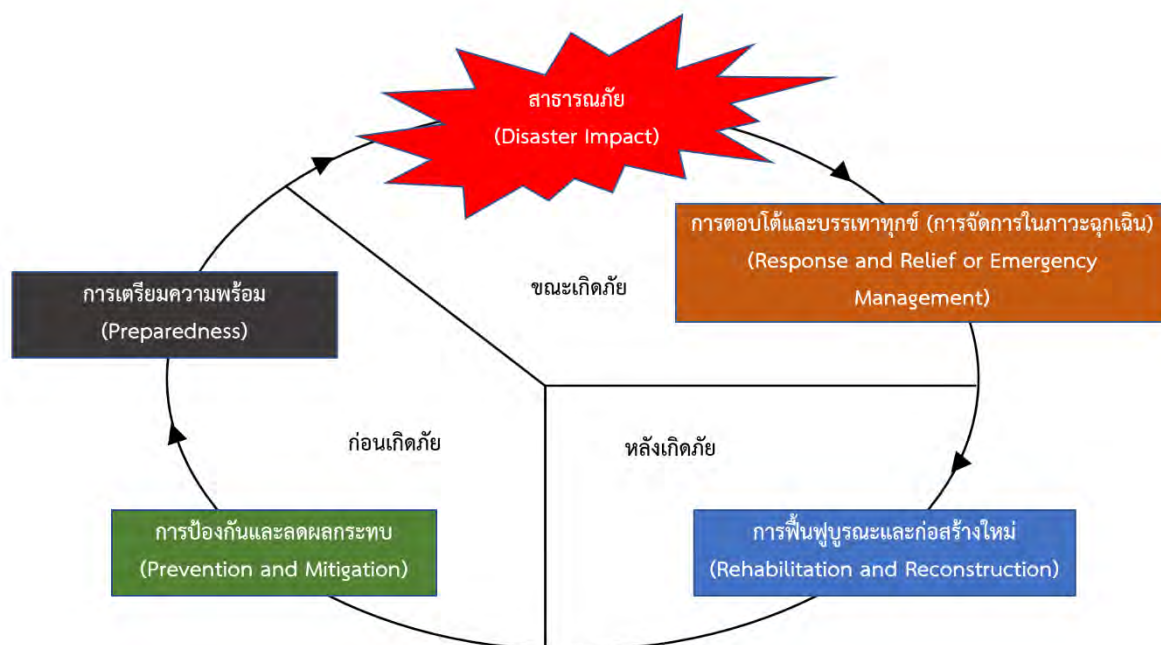
ในการศึกษาทบทวนแนวทางปฏิบัติและแผนงานในการจัดการอุทกภัยของหน่วยงานกรมทางหลวง ทางที่ปรึกษาจะเริ่มจากการศึกษาทบทวนกรอบแนวทางการปฏิบัติในการจัดการภัยพิบัติในภาพรวมของหน่วยงานในทุกระดับของกรมทางหลวง ตั้งแต่ระดับบริหารไปจนถึงระดับปฏิบัติการในพื้นที่ จากนั้นจะทำการศึกษาทบทวนแนวทางปฏิบัติและแผนการจัดการอุทกภัยที่ดำเนินงานอยู่จริงในปัจจุบันของหน่วยงานกรมทางหลวง (ระดับแขวงทางหลวง) ในพื้นที่จังหวัดชุมพร ภูเก็ต และพัทลุง ซึ่งรายละเอียดของผลการศึกษาทบทวนในแต่ละประเด็นดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังนี้

2.4.1.1 กรอบแนวทางปฏิบัติในการจัดการภัยพิบัติของกรมทางหลวง

สำหรับการศึกษาทบทวนกรอบแนวทางปฏิบัติในการจัดการภัยพิบัติของกรมทางหลวง ทางที่ปรึกษาจะอ้างอิงจาก “คู่มือการปฏิบัติงานของกรมทางหลวง กรณีเกิดภัยพิบัติ พ.ศ. 2553” ซึ่งคู่มือฉบับนี้ถูกจัดทำขึ้นโดยคณะทำงานสำนักบริหารบำรุงทางกับยุทธศาสตร์ความปลอดภัย กรมทางหลวง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้เจ้าหน้าที่ของกรมทางหลวงทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค มีแนวทางปฏิบัติงานในการป้องกัน แก้ไข และบรรเทาภัยพิบัติในทุกระดับทั่วประเทศเป็นระบบเดียวกัน

โดยแนวทางปฏิบัติในการจัดการภัยพิบัติของกรมทางหลวง ที่นำเสนอในคู่มือฉบับนี้ จะยึดแนวทางตามยุทธศาสตร์การป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ซึ่งสามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการบริหารจัดการสาธารณภัยตั้งแต่ระยะก่อนเกิดภัย ระหว่างเกิดภัย และหลังเกิดภัย ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยยุทธศาสตร์การป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จะประกอบด้วยยุทธศาสตร์หลัก 4 ยุทธศาสตร์ ตามวัฏจักรการบริหารจัดการสาธารณภัย (Disaster Management Cycle) ดังแสดงในรูปที่ 2.4-1 ประกอบด้วย

- ยุทธศาสตร์ที่ 1 การป้องกันและลดผลกระทบ
- ยุทธศาสตร์ที่ 2 การเตรียมความพร้อม
- ยุทธศาสตร์ที่ 3 การบริหารจัดการในภาวะฉุกเฉิน
- ยุทธศาสตร์ที่ 4 การจัดการหลังเกิดภัย (การฟื้นฟูบูรณะ)



รูปที่ 2.4-1 วัฏจักรการบริหารจัดการสาธารณภัย (Disaster Management Cycle)

สำหรับการบริหารจัดการภัยพิบัติ ของกรมทางหลวง โดยนำหลักยุทธศาสตร์การป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ตามที่กล่าวข้างต้นมาประยุกต์ใช้นั้น จะมีการกำหนดกรอบการดำเนินงานให้หน่วยงานต่างๆ ตั้งแต่หน่วยงานบริหารในส่วนกลางไปจนถึงหน่วยงานปฏิบัติในพื้นที่ ตามระดับความรุนแรงของภัยพิบัติที่เกิดขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- ระดับ 1 หมายถึง ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปหรือมีขนาดเล็ก ซึ่งสามารถบริหารจัดการได้โดยหน่วยงานในพื้นที่ที่เกิดเหตุ ซึ่งการจัดการภัยพิบัติในระดับนี้มีผู้รับผิดชอบ ได้แก่ ศูนย์ปฏิบัติการแขวงทางหลวง (มีผู้อำนวยการแขวงทางหลวงในพื้นที่เป็นผู้อำนวยการศูนย์)
- ระดับ 2 หมายถึง ภัยพิบัติขนาดกลาง เป็นภัยพิบัติในระดับที่แขวงทางหลวงในพื้นที่ที่เกิดเหตุไม่สามารถควบคุมสถานการณ์และจัดการระงับเหตุได้ตามลำพัง แต่ยังคงสามารถบูรณาการการแก้ไขปัญหาภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานทางหลวงได้ ซึ่งการจัดการภัยพิบัติในระดับนี้มีผู้รับผิดชอบ ได้แก่ ศูนย์อำนวยการสำนักงานทางหลวง (มีผู้อำนวยการสำนักงานทางหลวงในพื้นที่เป็นผู้อำนวยการศูนย์)
- ระดับ 3 หมายถึง ภัยพิบัติขนาดใหญ่ที่มีผลกระทบรุนแรงกว้างขวางหรือสาธารณภัยที่จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหรืออุปกรณ์พิเศษ ซึ่งการจัดการภัยพิบัติในระดับนี้มีผู้รับผิดชอบ ได้แก่ ศูนย์บัญชาการกรมทางหลวง (มีรองอธิบดีฝ่ายบำรุงทางเป็นหัวหน้าศูนย์ฯ)

- ระดับ 4 หมายถึง ภัยพิบัติขนาดใหญ่ที่มีผลกระทบร้ายแรงอย่างยิ่ง ซึ่งการจัดการภัยพิบัติในระดับนี้มีผู้รับผิดชอบ ได้แก่ นายกรัฐมนตรี หรือรองนายกรัฐมนตรีที่นายกรัฐมนตรีมอบหมาย

จากการกำหนดกรอบการดำเนินงานตามระดับความรุนแรงของภัยพิบัติตามที่กล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าหน่วยงานกรมทางหลวงสามารถบริหารจัดการภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในระดับความรุนแรงตั้งแต่ระดับ 1 ถึง 3 โดยแนวทางปฏิบัติของการจัดการภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในแต่ละระดับ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.4-1 ถึง 2.4-3

ตารางที่ 2.4-1 แนวางปฏิบัติของศูนย์ปฏิบัติการแขวงทางหลวง (กรณีเกิดภัยพิบัติในระดับ 1)

แนวทางปฏิบัติ			โครงสร้างศูนย์ปฏิบัติการแขวงทางหลวง
ก่อนเกิดภัยพิบัติ	ขณะเกิดภัยพิบัติ	หลังเกิดภัยพิบัติ	
1. รับฟังข่าวสาร ติดตาม และเฝ้าระวังสถานการณ์ 2. เตรียมความพร้อม ของศูนย์ปฏิบัติการฯ 3. ประชาสัมพันธ์เชิงรุก	1. ดำเนินการแก้ไข/ช่วยเหลือทันที เมื่อเกิดภัยพิบัติ 2. ประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 3. จัดทำรายงานสถานการณ์ ต่อศูนย์อำนวยการสำนักงาน ทางหลวงและหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้อง 4. พิจารณาระดับความรุนแรง ของภัยพิบัติเพื่อเสนอศูนย์ อำนวยการสำนักงานทางหลวง หรือเพื่อขอรับการสนับสนุน จากหน่วยงานอื่น 5. ประเมินความเสียหายเพื่อขอรับ งบประมาณ 6. ประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง 7. บริหารจัดการแบบบูรณาการ	1. รายงานและสรุปผล การปฏิบัติงานเสนอศูนย์ อำนวยการสำนักงานทางหลวง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 2. ติดตามและประเมินผล การปฏิบัติงาน 3. สรุปผลความเสียหาย พร้อมเสนอ แผนงานเพื่อขอรับงบประมาณ ฉุกเฉิน 4. จัดทำแผนฟื้นฟูเสนอศูนย์ อำนวยการสำนักงานทางหลวง เพื่อขอรับงบประมาณ	1. ผู้อำนวยการศูนย์ฯ (ผู้อำนวยการแขวงทางหลวง) 2. รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ (รอง.ขท./รอง.บท.- ฝ่ายปฏิบัติการ) 3. รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ (รอง.ขท./รอง.บท.- ฝ่ายวิศวกรรม) 4. รองผู้อำนวยการแขวงทางหลวงฝ่ายบริหาร 5. สารวัตรสถานีตำรวจทางหลวงในพื้นที่ 6. หัวหน้าหมวดการทาง (ทุกหมวดการทาง) 7. หัวหน้างานบำรุงทางเคลื่อนที่ 8. หัวหน้างานจราจรสงเคราะห์ 9. หัวหน้างานซ่อม 10. หัวหน้างานสถิติ 11. หัวหน้างานพัสดุและสัญญา 12. หัวหน้างานการเงินและบัญชี 13. หัวหน้างานสารบรรณ

ตารางที่ 2.4-2 แนวทางปฏิบัติของศูนย์อำนวยการสำนักงานทางหลวง (กรณีเกิดภัยพิบัติในระดับ 2)

แนวทางปฏิบัติ			โครงสร้างศูนย์อำนวยการสำนักงานทางหลวง
ก่อนเกิดภัยพิบัติ	ขณะเกิดภัยพิบัติ	หลังเกิดภัยพิบัติ	
<ol style="list-style-type: none"> 1. รับฟังข่าวสาร ติดตาม และเฝ้าระวังสถานการณ์ 2. ตรวจสอบความพร้อมของศูนย์ปฏิบัติการของแขวงทางหลวง/สำนักงานบำรุงทาง ศูนย์สร้างทางและศูนย์สร้างและบูรณะสะพาน ในการให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดภัยพิบัติ 3. กำหนดยุทธศาสตร์เพื่อสนับสนุน ศูนย์สร้างทาง ศูนย์สร้างและบูรณะสะพานแขวงฯ และสำนักงานบำรุงทาง ด้านบุคลากร บริหารจัดการ เครื่องจักร และยานพาหนะงบประมาณ และด้านประชาสัมพันธ์ 4. จัดทำแผนปฏิบัติการกรณีเกิดภัยพิบัติ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. รายงานข้อมูลการเกิดภัยพิบัติ ต่อศูนย์บัญชาการกรมทางหลวง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 2. บริหารจัดการแบบบูรณาการ 3. พิจารณาระดับความรุนแรงของภัยพิบัติเพื่อเสนอศูนย์บัญชาการกรมทางหลวง หรือเพื่อขอรับการสนับสนุนจากหน่วยงานอื่น 4. ควบคุม ดูแล กำกับ แก้ไขปัญหาภัยพิบัติให้เกิดผลสัมฤทธิ์ 5. ประเมินความเสียหายเพื่อขอรับงบประมาณเพิ่มเติม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. รายงานผลการปฏิบัติงาน ต่อศูนย์บัญชาการกรมทางหลวง 2. พิจารณาสับสนุนผลการปฏิบัติงานของศูนย์ปฏิบัติการแขวงทางหลวง/สำนักงานบำรุงทาง ศูนย์สร้างทาง และศูนย์สร้างและบูรณะสะพาน ด้านบุคลากร บริหารจัดการ เครื่องจักรและยานพาหนะ และแผนงาน/งบประมาณ 3. ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน/งบประมาณ 4. วิเคราะห์สรุปผลและเสนอแนวทางแก้ไขแบบยั่งยืน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้อำนวยการศูนย์ฯ (ผู้อำนวยการสำนักงานทางหลวง) 2. รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ (รองผู้อำนวยการสำนักงานทางหลวงตำแหน่งที่ 1) 3. รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ (รองผู้อำนวยการสำนักงานทางหลวงตำแหน่งที่ 2) 4. รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ (ผู้อำนวยการศูนย์สร้างทาง) 5. รองผู้อำนวยการศูนย์ฯ (ผู้อำนวยการศูนย์สร้างและบูรณะสะพาน) 6. ผู้กำกับการตำรวจทางหลวงในพื้นที่ 7. ผู้อำนวยการแขวงทางหลวง 8. ผู้อำนวยการส่วนวางแผน 9. ผู้อำนวยการส่วนเครื่องจักรกล 10. ผู้อำนวยการส่วนควบคุมงานก่อสร้างทาง 11. ผู้อำนวยการส่วนสำรวจและออกแบบ 12. ผู้อำนวยการส่วนตรวจสอบและวิเคราะห์ทางวิศวกรรม 13. ผู้อำนวยการส่วนกฎหมายและกรรมสิทธิ์ที่ดิน 14. ผู้อำนวยการส่วนอำนวยความสะดวก 15. ผู้อำนวยการส่วนบริหาร 16. หัวหน้าฝ่ายสารสนเทศ 17. หัวหน้างานพัสดุและสัญญา 18. หัวหน้างานการเงินและบัญชี 19. หัวหน้างานสารบรรณ

ตารางที่ 2.4-3 แนวทางปฏิบัติของศูนย์บัญชาการกรมทางหลวง (กรณีเกิดภัยพิบัติในระดับ 3)

แนวทางปฏิบัติ			โครงสร้างศูนย์บัญชาการกรมทางหลวง
ก่อนเกิดภัยพิบัติ	ขณะเกิดภัยพิบัติ	หลังเกิดภัยพิบัติ	
<ol style="list-style-type: none"> กำหนดนโยบายเกี่ยวกับการป้องกันภัยพิบัติ วางแผนหลักในการป้องกันภัยพิบัติ กำหนดวิธีตรวจสอบติดตามการประเมินผลตามแผนหลักการป้องกันภัยพิบัติ วางระเบียบแนวทางการปฏิบัติงานเกี่ยวกับค่าตอบแทนค่าทดแทนค่าใช้จ่ายอื่นๆกรณีเกิดภัยพิบัติ พิจารณาและกำหนดกิจการอื่นๆเกี่ยวกับการป้องกันภัยพิบัติ 	<ol style="list-style-type: none"> ติดตามสถานการณ์ อำนวยการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในทุกกรณี รายงานสถานการณ์ข้อมูลเสนอ อทล. และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ติดตามประสานงานเกี่ยวกับการจัดงบประมาณเพื่อให้ความช่วยเหลือทุกขั้นตอนจนเสร็จการ ประสานงานคณะกรรมการป้องกันฝ่ายพลเรือนแห่งชาติ พิจารณาและกำหนดกิจการอื่นที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันภัยพิบัติทุกระดับ 	<ol style="list-style-type: none"> สรุปสถานการณ์หลังเกิดภัยพิบัติเสนอ อทล.และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ติดตามและประสานงานการอนุมัติงบประมาณเพื่อการฟื้นฟู พิจารณาทบทวนหรือปรับปรุงแผนหลักตามกิจการ หรือระยะเวลาที่เหมาะสม ศึกษา ค้นคว้า และวิจัยทางด้านวิชาการตลอดจนเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันภัยพิบัติให้กับบุคลากรของกรมทางหลวง ประสานงาน ติดตามผล และประเมินผล ตลอดจนสนับสนุนการปฏิบัติงานตามแผนการป้องกันภัยพิบัติ ปฏิบัติการอื่นตามที่ผู้บังคับบัญชาระดับสูงกำหนด 	<ol style="list-style-type: none"> ผู้อำนวยการศูนย์บัญชาการ (รองอธิบดีฝ่ายบำรุงทาง) รองผู้อำนวยการศูนย์บัญชาการ (ผู้อำนวยการสำนักบริหารบำรุงทาง) ผู้อำนวยการสำนักอำนวยความสะดวก ผู้อำนวยการสำนักแผนงาน ผู้อำนวยการสำนักเครื่องกลและสื่อสาร ผู้อำนวยการสำนักก่อสร้างสะพาน ผู้บังคับการกองตำรวจทางหลวง ผู้อำนวยการกองฝึกอบรม ผู้อำนวยการสำนักงานบริหารงานศูนย์สร้างทาง เลขานุการกรม ผู้อำนวยการกองการเงินและบัญชี ผู้อำนวยการสำนักงานประชาสัมพันธ์ ผู้อำนวยการกลุ่มพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงทาง(สำนักบริหารบำรุงทาง) ผู้อำนวยการส่วนบริหาร(สำนักบริหารบำรุงทาง) หัวหน้างานสถิติ(สำนักบริหารบำรุงทาง) หัวหน้าศูนย์บริหารงานอุบัติเหตุ(สำนักบริหารบำรุงทาง) วิศวกรโยธา (สำนักบริหารบำรุงทาง)

2.4.1.2 แนวทางปฏิบัติและแผนการจัดการอุทกภัยของหน่วยงานกรมทางหลวง ในพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาทบทวนแนวทางปฏิบัติการจัดการอุทกภัยของหน่วยงานกรมทางหลวง ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดชุมพร ภูเก็ต และพัทลุง มีเป้าหมายเพื่อให้ทราบถึงแนวทางการดำเนินงานที่ปฏิบัติอยู่จริงในปัจจุบันของหน่วยงานกรมทางหลวงในพื้นที่ศึกษาเมื่อเกิดเหตุการณ์อุทกภัยขึ้น โดยวิธีการในการดำเนินงาน ทางที่ปรึกษาได้ใช้วิธีในการสัมภาษณ์พูดคุยเจ้าหน้าที่ของแขวงทางหลวงในพื้นที่ ซึ่งดำเนินการในคราวเดียวกับการสำรวจภาคสนามเบื้องต้น

ซึ่งจากผลการการสัมภาษณ์พบว่า แนวทางปฏิบัติในการจัดการอุทกภัยของแขวงทางหลวงในพื้นที่ของจังหวัดชุมพร ภูเก็ต และพัทลุง มีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ จะมีการวางแผนการดำเนินและแบ่งการปฏิบัติการเป็น 3 ระยะ คือ ช่วงก่อนเกิดอุทกภัย ช่วงระหว่างเกิดอุทกภัย และช่วงหลังเกิดอุทกภัย โดยรายละเอียดของแนวทางปฏิบัติในแต่ละช่วงเวลา สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ช่วงก่อนเกิดอุทกภัย

การดำเนินงานในช่วงก่อนเกิดอุทกภัย จะดำเนินการก่อนที่จะเข้าสู่ช่วงฤดูฝนของพื้นที่ (ประมาณช่วงเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม) โดยกิจกรรมของการดำเนินงานจะเป็นไปในลักษณะของการจัดเตรียมความพร้อม โดยการบำรุงรักษาทางหลวงเชิงป้องกันเพื่อรับมือกับอุทกภัยที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ซึ่งงบประมาณที่นำมาใช้ในการดำเนินงานส่วนนี้จะใช้งบบำรุงปกติที่แขวงทางหลวงแต่ละพื้นที่ได้รับ สำหรับกิจกรรมหลักที่จะปฏิบัติการในช่วงนี้ประกอบด้วย

- (1) งานทำความสะอาดรางระบายน้ำ
- (2) งานซ่อมบำรุงท่อเหลี่ยมและท่อกลมของระบบระบายน้ำบนทางหลวง
- (3) งานขุดลอกทางระบายน้ำในอยู่ในพื้นที่เขตทาง
- (4) งานซ่อมบำรุงโครงสร้างสะพาน
- (5) งานตัดแต่งต้นไม้เพื่อป้องกันการโค่นล้มของต้นไม้จากवादภัย เพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ใช้เส้นทาง
- (6) งานจัดเตรียมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกเพื่อใช้ระหว่างการเกิดอุทกภัย

2) ช่วงระหว่างเกิดอุทกภัย

การดำเนินงานในช่วงระหว่างเกิดอุทกภัยของหน่วยงานแขวงทางหลวงในพื้นที่ มีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกและเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ใช้ทางในระหว่างเกิดอุทกภัย รวมถึงการซ่อมบำรุงทางหลวงในภาวะฉุกเฉินเพื่อให้การจราจรสามารถผ่านได้ โดยแนวทางการปฏิบัติงานในช่วงระหว่างเกิดเหตุอุทกภัยในพื้นที่สามารถสรุปได้ดังนี้

- (1) การจัดเตรียมเจ้าหน้าที่ชุดเคลื่อนที่เร็ว เพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยให้กับประชาชนผู้ใช้ทางในระหว่างเกิดเหตุการณ์อุทกภัย โดยเจ้าหน้าที่ชุดเคลื่อนที่เร็วนี้จะมีการปฏิบัติงานตลอดจน 24 ชั่วโมง และมีหน้าที่ในการปฏิบัติงานดังนี้
 - จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือ ในการให้ความช่วยเหลือกรณีเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินฉับพลัน
 - ทำหน้าที่ในการประสานงานเพื่อรวบรวมข้อมูลจากหัวหน้าหมวดทางหลวง ที่มีการขอความช่วยเหลือ
 - ประสานงานข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนการช่วยเหลือในกรณีที่มีการร้องขอ
 - หากได้รับการร้องขอความช่วยเหลือจากหมวดทางหลวง ให้ชุดเคลื่อนที่เร็วออกปฏิบัติการทันที พร้อมทั้งรายงานสถานการณ์ที่เกิดขึ้นให้ผู้อำนวยความสะดวกทางหลวงรับทราบ
 - รายงานสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจนกว่าจะคืนสู่สภาพปกติเพื่อแจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนผู้ใช้เส้นทางรับทราบ พร้อมบันทึกภาพการช่วยเหลือต่างๆ ให้ชัดเจน
- (2) การเฝ้าระวังและตรวจสอบสภาพเส้นทางในระหว่างเกิดเหตุอุทกภัย ซึ่งในกรณีที่เกิดน้ำท่วมบนผิวทาง ให้มีการจัดการอำนวยความสะดวกโดยใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ ที่ได้เตรียมไว้
- (3) ตรวจสอบสภาพสายทางที่ชำรุดและจัดทำแผนงบประมาณ เพื่อขอสนับสนุนงบบำรุงฉุกเฉินมายังสำนักบริหารบำรุงทาง สำหรับการแก้ไขปัญหาเพื่อให้การจราจรผ่านได้
- (4) ดำเนินการสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือแก่หน่วยงานอื่นๆ ที่มีการร้องขอ ตามคำสั่งของกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัด
- (5) รายงานสถานการณ์ในช่วงระหว่างเกิดอุทกภัย ตลอดจนการให้ความช่วยเหลือ ไปยังกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัด (มีผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นผู้อำนวยการ) รวมถึงสำนักงานทางหลวงที่สังกัด

3) ช่วงหลังเกิดอุทกภัย

การดำเนินงานในช่วงระหว่างเกิดอุทกภัยของหน่วยงานแขวงทางหลวงในพื้นที่ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะสำรวจและจัดทำแผนการฟื้นฟูทางหลวงที่เกิดความเสียหายให้กลับมามีสภาพการใช้งานได้ตามปกติ โดยแนวทางการปฏิบัติงานในช่วงหลังเกิดเหตุอุทกภัยในพื้นที่ สามารถสรุปได้ดังนี้

- (1) จัดทำรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานในการจัดการอุทกภัย เสนอต่อสำนักงานทางหลวง และกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัด
- (2) สำรวจสายทางที่เกิดความเสียหายในพื้นที่
- (3) จัดทำแผนงานและการออกแบบรายละเอียดการก่อสร้าง เพื่อรองรับปริมาณฝนพายุมาใช้ในการซ่อมบำรุงทางหลวงให้มีสภาพเดิม รวมทั้งปรับปรุงการแก้ไขให้มีความยั่งยืน เพื่อป้องกันปัญหาอุทกภัยที่อาจจะเกิดขึ้นอีกในอนาคต
- (4) นำเสนอแผนงานและรายละเอียดโครงการที่ได้จัดเตรียมไว้ เสนอไปยังสำนักงานทางหลวงเพื่อขออนุมัติ และนำส่งแผนงานดังกล่าวไปยังสำนักบริหารบำรุงทาง เพื่อพิจารณาอนุมัติงบประมาณในการฟื้นฟูทางหลวงต่อไป
- (5) ภายหลังจากได้รับงบประมาณฟื้นฟู จะทำการจัดหาผู้รับจ้างตามระเบียบพัสดุพร้อมทั้งควบคุมงานก่อสร้างให้เป็นไปตามแบบการก่อสร้างและมาตรฐานที่กำหนดจนโครงการแล้วเสร็จ

2.4.2 แผนงานก่อสร้างของกรมทางหลวง

ในการศึกษาทบทวนแผนงานก่อสร้างของกรมทางหลวง ซึ่งทางที่ปรึกษาได้ทำการรวบรวมประกอบด้วย

- 1) แผนงานฟื้นฟูทางหลวง (รหัส 27200) ประจำปีงบประมาณ 2567 ของแขวงทางหลวงในพื้นที่ศึกษา และ
- 2) โครงการก่อสร้างที่ดำเนินการในปัจจุบันและกำลังจะดำเนินการก่อสร้างในอนาคต ซึ่งมีรายละเอียดแสดงได้ดังนี้

1) แผนงานฟื้นฟูทางหลวง (รหัส 27200)

จากการรวบรวมข้อมูลแผนงานฟื้นฟูทางหลวง (รหัส 27200) ประจำปีงบประมาณ 2567 ของแขวงทางหลวงในพื้นที่ พบว่ามีทั้งหมด 1 แผนงาน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.4-4



ตารางที่ 2.4-4 แผนงานฟื้นฟูทางหลวง (รหัส 27200) ประจำปีงบประมาณ 2567 ของแขวงทางหลวงในพื้นที่จังหวัดชุมพร ภูเก็ต และพัทลุง

ลำดับ ที่	ทาง หลวง	ตอน	กม.ดำเนินการ	หน่วยงาน	งบประมาณ (ล้านบาท)	รายละเอียดโดยสังเขป
1	41	103	92+150 -92+800	แขวงทางหลวงชุมพร	9.83	เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเมื่อฝนตกหนักมักเกิดอุบัติเหตุดินสไลด์บริเวณลาดเหนือคันทาง ทำให้เกิดความเสียหายบริเวณไหล่ทาง และเป็นอันตรายกับผู้ใช้งานเส้นทาง เพื่อเป็นการป้องกันการเคลื่อนตัวของมวลดิน Back Slope เห็นควรก่อสร้างแก้ไขป้องกันการชะล้างพังทลายของเชิงลาด เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของมวลดิน หากปล่อยทิ้งไว้ก็จะทำให้เกิดความเสียหายเพิ่มมากขึ้นยากต่อการบำรุงรักษา และเป็นอันตรายกับผู้ใช้งานทางหลวงสายดังกล่าว
2	4027	100	5+210 - 6+110	แขวงทางหลวงภูเก็ต	21.00	เนื่องจากเส้นทางบริเวณดังกล่าวเป็นสายหลักใช้เลี้ยงไปยังสนามบินภูเก็ต ปัจจุบันมีฝนตกหนักทำให้น้ำไหลข้ามคันทางและระบบระบายน้ำเดิมมีขนาดเล็กไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน ทำให้น้ำล้นไหลข้ามคันทางบ่อยครั้ง ก่อให้เกิดความไม่สะดวกและปลอดภัยในการเดินทางเข้าสู่สนามบินภูเก็ต แขวงฯ เห็นควรเร่งรัดทำการก่อสร้างแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางโดยการก่อสร้างระบบระบายน้ำถาวรตลอดได้คันทางให้มีขนาดใหญ่ รองรับการระบายน้ำอย่างถาวรต่อไป
3	4031	100	2+700 – 2+830	แขวงทางหลวงภูเก็ต	3.57	เนื่องจากเส้นทางบริเวณดังกล่าวเป็นสายหลักที่เชื่อมโยงการเดินทางและการขนส่งไปยังสนามบินจังหวัดภูเก็ต ปัจจุบันเมื่อมีฝนตกหนักทำให้น้ำไหลข้ามคันทางและระบบระบายน้ำเดิมมีขนาดเล็กไม่สามารถระบายน้ำได้ทันทำให้น้ำล้นไหลข้ามคันทางบ่อยครั้ง ก่อให้เกิดความไม่สะดวกปลอดภัยในการเดินทางเข้าสู่สนามบินภูเก็ต แขวงฯ เห็นควรเร่งรัดทำการก่อสร้างแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางโดยการก่อสร้างระบบระบายน้ำถาวรตลอดได้คันทางให้มีขนาดใหญ่ รองรับการระบายน้ำอย่างถาวรต่อไป



ตารางที่ 2.4-4 (ต่อ) แผนงานฟื้นฟูทางหลวง (รหัส 27200) ประจำปีงบประมาณ 2567 ของแขวงทางหลวงในพื้นที่จังหวัดชุมพร ภูเก็ต และพัทลุง

ลำดับ ที่	ทาง หลวง	ตอน	กม.ดำเนินการ	หน่วยงาน	งบประมาณ (ล้านบาท)	รายละเอียดโดยสังเขป
4	4	1303	1,191+400 – 1,192+325	แขวงทางหลวงพัทลุง	18.00	ทางหลวงช่วงดังกล่าว เกิดน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝนหรือช่วงฝนตกหนักทำให้น้ำท่วมขังผิวจราจรสูงเฉลี่ย 0.60 ม. การจราจรติดขัดรถเล็กผ่านไม่ได้ ทำให้ประชาชนผู้ใช้เส้นทางได้รับความเดือดร้อน แขวงทางหลวงพัทลุง เห็นควรทำการแก้ไขปัญหาคือผู้ใช้เส้นทาง เพื่อให้ได้รับความสะดวกและช่วยลดปัญหาให้กับประชาชนสองข้างทาง ทั้งนี้ งานดังกล่าวมีงานชุดแต่งร่องน้ำเดิมเพื่อก่อสร้าง Side Ditch Lining เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำ 2 ข้างทาง ทำให้บริเวณคันทางมีความสูงจากร่องระบายน้ำเฉลี่ย 2.50 ม. - 3.00 ม. จึงต้องติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย Grad Rail บริเวณดังกล่าวเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มป้องกันอันตรายเมื่อเกิดอุบัติเหตุรถเสียหลักตกข้างทางและเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้เส้นทางในช่วงบริเวณดังกล่าวต่อไป
5	4	1304	1,205+440 – 1,205+940	แขวงทางหลวงพัทลุง	20.00	ทางหลวงช่วงดังกล่าว เกิดน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝนหรือช่วงฝนตกหนักทำให้น้ำท่วมขังผิวจราจรสูงเฉลี่ย 0.40 ม. การจราจรติดขัดรถเล็กผ่านไม่ได้ ทำให้ประชาชนผู้ใช้เส้นทางได้รับความเดือดร้อน แขวงทางหลวงพัทลุง เห็นควรทำการแก้ไขปัญหาคือผู้ใช้เส้นทาง ทั้งนี้ งานดังกล่าวมีงานชุดแต่งร่องน้ำเดิมเพื่อก่อสร้าง Side Ditch Lining เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำ 2 ข้างทาง ทำให้บริเวณคันทางมีความสูงจากร่องระบายน้ำเฉลี่ย 2.50 ม. - 3.00 ม. จึงต้องติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย Grad Rail บริเวณดังกล่าวเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มป้องกันอันตรายเมื่อเกิดอุบัติเหตุรถเสียหลักตกข้างทางและเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้เส้นทางในช่วงบริเวณดังกล่าวต่อไป
6	4122	0102	51+196 – 52+000	แขวงทางหลวงพัทลุง	15.00	ทางหลวงช่วงดังกล่าว เกิดน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝนหรือช่วงฝนตกหนักทำให้การจราจรติดขัดรถเล็กผ่านไม่ได้ ทำให้ประชาชนผู้ใช้เส้นทางได้รับความเดือดร้อน แขวงทางหลวงพัทลุง เห็นควรทำการแก้ไขปัญหาคือผู้ใช้เส้นทาง เพื่อให้ได้รับความสะดวกและช่วยลดปัญหาให้กับประชาชนสองข้างทาง โดยการปรับปรุงผิวจราจรและก่อสร้างสะพานใหม่

2) โครงการก่อสร้างที่ดำเนินการในปัจจุบัน และแผนงานในอนาคต

สำหรับข้อมูลโครงการก่อสร้างที่ดำเนินการในปัจจุบัน ทางที่ปรึกษาได้รวบรวมข้อมูล จากแผนงานโครงการพัฒนาทางหลวง ในปี พ.ศ. 2567 ของสำนักแผนงาน ซึ่งจากการทบทวนพบว่า มีโครงการก่อสร้างทางหลวงตามแผนดังกล่าวที่อยู่ระหว่างการก่อสร้างในพื้นที่ศึกษา 5 โครงการ และกำลังจะได้รับงบประมาณเพื่อที่จะก่อสร้างในปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 อีก 2 โครงการ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.4-5



ตารางที่ 2.4-5 โครงการก่อสร้างทางหลวงในพื้นที่ศึกษาโครงการ

ลำดับ	ทางหลวง	ชื่อโครงการ	กม.เริ่มต้น-สิ้นสุด	ระยะทาง (กม.)	หน่วยงาย รับผิดชอบ	จังหวัด	ปีงบประมาณ	ความก้าวหน้า ปัจจุบัน (พ.ค. 2567)
1	3253	บ.ปากคลอง - บ.บางจาก (กิจกรรมก่อสร้างทางหลวงเชื่อมต่อระบบขนส่ง)	22+530-34+243	11.713	สท.1	ชุมพร	2564	82.41
2	41	บ.เขาบ่อ - บ.ท่าทอง (ขาขึ้น) เป็นตอนๆ (โครงการบูรณะโครงข่ายทางหลวงเชื่อมโยงระหว่างภาค)	7+800-54+700	42.50	สท.1	ชุมพร	2564	99.64
3	4027	ก่อสร้างทางหลวงหมายเลข 4027 สายท่าเรือ - เมืองใหม่ ตอน บ.พารา - บ.เมืองใหม่ (กิจกรรมก่อสร้างทางหลวงแผ่นดิน)	14+300-18+850	4.550	สท.1	ภูเก็ต	2567	-
4	402 ตัด 4027	ก่อสร้างทางแยกต่างระดับจุดตัดทางหลวงหมายเลข 402 กับทางหลวงหมายเลข 4027	34+680	-	สส.	ภูเก็ต	2567	-
5	4049	ห้วยทราย-ปากพูน (กิจกรรมก่อสร้างสะพานข้ามจุดตัดทางรถไฟ)	11+835-13+417	1.000	สส.	พัทลุง	2564	65.85
6	4	พัทลุง - อ.หาดใหญ่ ตอน บ.ห้วยทราย - บ.พรุพ้อ (โครงการบูรณะโครงข่ายทางหลวงเชื่อมโยงระหว่างภาค)	1203+585-1218+644	15.059	สท.1	พัทลุง	2563	93.75
7	41	บ.ไม้เสียบ - พัทลุง (เป็นตอนๆ) (โครงการบูรณะโครงข่ายทางหลวงเชื่อมโยงระหว่างภาค)	349+526-381+963	32.437	สท.1	พัทลุง	2563	98.63

2.4.3 การศึกษาอื่นๆ ของกรมทางหลวง

2.4.3.1 การศึกษาพื้นที่รับน้ำ (เพิ่มเติม) ทางหลวงหมายเลข 41 สาย บ.เขาบ่อ - บ.ท่าทอง ขาขึ้น (ตอนควบคุม 102) ระหว่าง กม. 32+000 ถึง 44+865

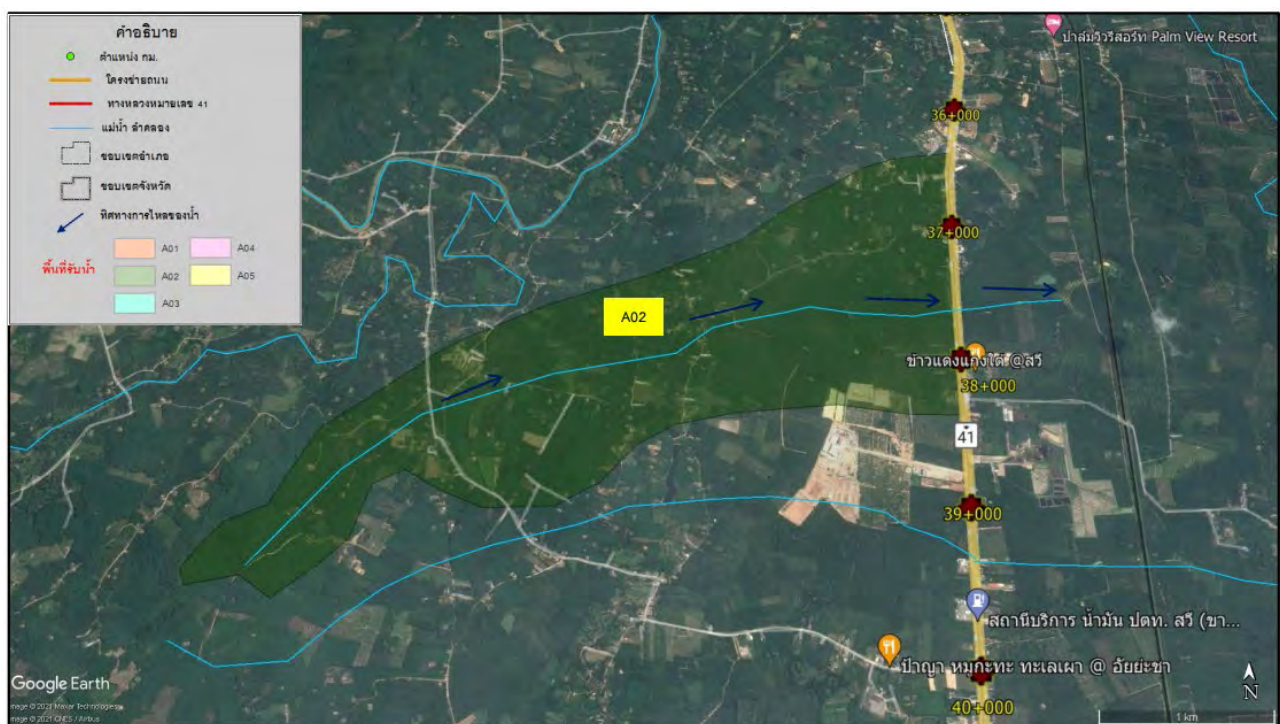
การศึกษาพื้นที่รับน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพภูมิประเทศ สภาพทางธรณีวิทยา ระบบทางน้ำ ลักษณะอุทกวิทยา และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการไหลของน้ำ และคำนวณหา ปริมาณน้ำสูงสุดในพื้นที่รับน้ำและขนาดช่องเปิดที่เหมาะสม เพื่อระบายปริมาณน้ำสูงสุดในพื้นที่รับน้ำนั้น การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดโดยใช้วิธี Rational formula method ในกรณีพื้นที่รับน้ำมีขนาดน้อยกว่า 25 ตารางกิโลเมตร การประเมินหาปริมาณน้ำหลากสูงสุดจากพื้นที่รับน้ำ โดยใช้สมการสไนเดอร์ (Snyder) และวิธีการกราฟความถี่น้ำท่วมเชิงภูมิภาค Regional Flood Frequency analysis สำหรับพื้นที่ระบายน้ำที่มีขนาดมากกว่า 25 ตารางกิโลเมตร จากนั้นทำการคำนวณหาขนาดช่องเปิดที่เหมาะสมต่อไป

การศึกษาพื้นที่รับน้ำของสายทางหลวงหมายเลข 41 สาย บ.เขาบ่อ – บ.ท่าทอง ขาขึ้น (เป็น ตอนๆ) ระหว่าง กม. 32+000 – กม. 44+865 พบว่า สภาพภูมิประเทศของพื้นที่มีลักษณะเป็นที่ราบ และที่ราบเชิงเขา ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่พบเป็นตะกอนตะกอนน้ำพา ตะกอนน้ำพา เช่น กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว ตะกอนดิน เศษหินเชิงเขา และหินตะกอน ส่วนบริเวณที่เป็นภูเขาสูงพบเป็นหินทราย หินโคลน และหินปูน ระดับสูงสุดของพื้นที่รับน้ำทั้งหมดมีระดับความสูงประมาณ 786 ม. (รทก.) ซึ่งระดับต่ำสุดของพื้นที่มีระดับความสูงประมาณ 1 ม. (รทก.) และระดับความสูงเฉลี่ยของพื้นที่รับน้ำทั้งหมดมีระดับความสูงประมาณ 119.24 ม. (รทก.) ลำน้ำสายหลักที่มีตามธรรมชาติ ได้แก่ คลองสวี และคลองโดน ทิศทางการไหลของน้ำในภาพรวมไหลจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก และไหลลงสู่ทะเลอ่าวไทยที่อยู่ทางทิศตะวันออกของพื้นที่โครงการฯ โดยกลุ่มน้ำหลักของพื้นที่คือกลุ่มน้ำภาคตะวันตก

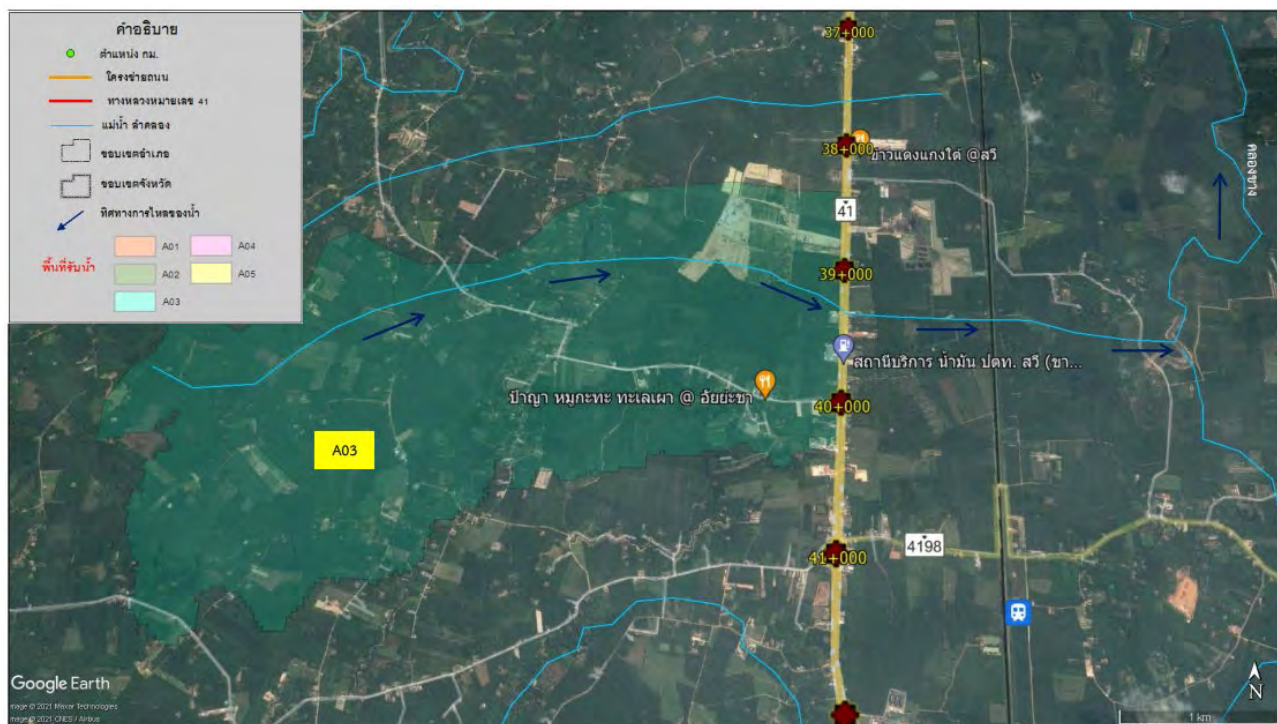
การศึกษาพื้นที่รับน้ำตามแนวทางหลวง 41 สาย บ.เขาบ่อ – บ.ท่าทอง ขาขึ้น (เป็นตอนๆ) ระหว่าง กม. 32+000 – กม. 44+865 การศึกษาพื้นที่รับน้ำรวม (พื้นที่รับน้ำตามขวาง) สามารถแบ่งพื้นที่รับได้ 5 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่รับน้ำ A01 A02 A03 A04 และ A05 (ดังแสดงในรูปที่ 2.4-2 ถึง 2.4-6) สามารถแบ่งเป็น 2 กรณีคือ พื้นที่ที่มีขนาดน้อยกว่า 25 ตารางกิโลเมตร คือ พื้นที่รับน้ำ A02 A03 A04 และ A05 จึงคำนวณปริมาณน้ำสูงสุดด้วยวิธี Rational Formula ในรอบการเกิดซ้ำ 50 ปีโดยใช้ค่า C จากการ วิเคราะห์พื้นที่ที่มีขนาดมากกว่า 25 ตารางกิโลเมตร 1 พื้นที่คือ พื้นที่รับน้ำ A01 คำนวณปริมาณน้ำสูงสุด โดยใช้วิธีของสไนเดอร์ (Snyder) ในขณะที่พื้นที่อื่นๆ ซึ่งมีขนาดน้อยกว่า 25 ตารางกิโลเมตร ใช้วิธีการคำนวณอัตราการไหลสูงสุดด้วยวิธี Rational Formula



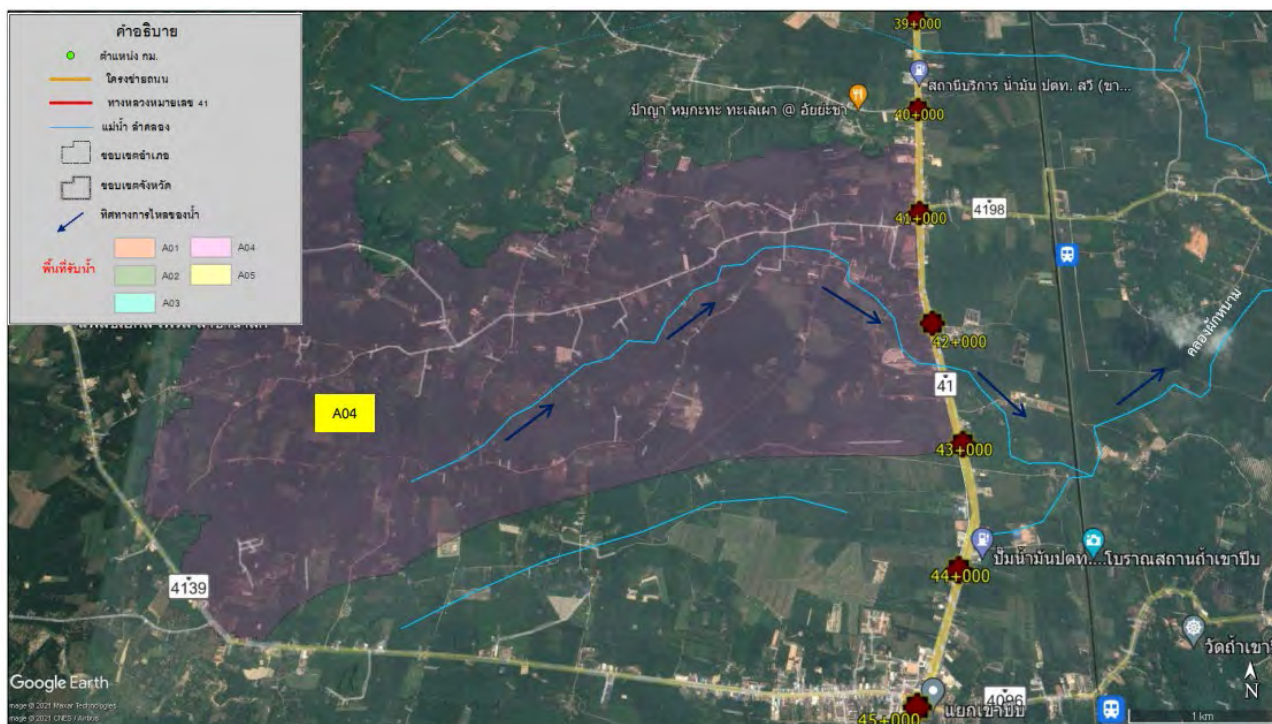
รูปที่ 2.4-2 พื้นที่รับน้ำ A01 ทางหลวงสาย 41 ระหว่าง กม. 32+000 – กม. 44+865



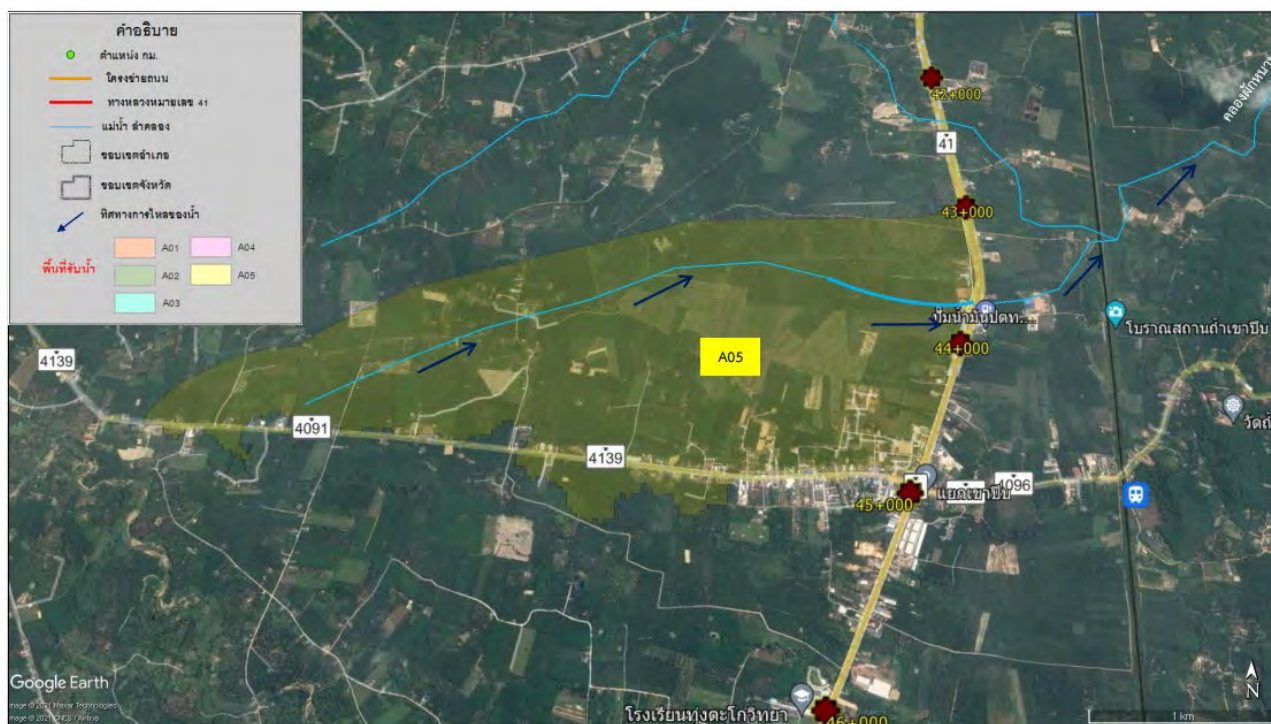
รูปที่ 2.4-3 พื้นที่รับน้ำ A02 ทางหลวงสาย 41 ระหว่าง กม. 32+000 – กม. 44+865



รูปที่ 2.4-4 พื้นที่รับน้ำ A03 ทางหลวงสาย 41 ระหว่าง กม. 32+000 – กม. 44+865



รูปที่ 2.4-5 พื้นที่รับน้ำ A04 ทางหลวงสาย 41 ระหว่าง กม. 32+000 – กม. 44+865



รูปที่ 2.4-6 พื้นที่รับน้ำ A05 ทางหลวงสาย 41 ระหว่าง กม. 32+000 – กม. 44+865

จากการสำรวจบริเวณทางหลวงหมายเลข 41 พบว่ามีปัญหาน้ำท่วมสายทางหลายจุดและเป็น ช่วงๆ สาเหตุเกิดจากฝนตกหนักในช่วงวันที่ 10 – 13 พฤศจิกายน 2564 ทั้งหมด 4 ช่วง ดังนี้

- ช่วงที่ 1 กม.33+600 – กม. 34+000
- ช่วงที่ 2 กม.34+500 – กม. 34+750
- ช่วงที่ 3 กม.39+450 – กม. 40+800
- ช่วงที่ 4 กม.43+400 – กม. 43+600

โดยเฉพาะในช่วงที่ 1 เป็นช่วงที่เกิดปัญหาน้ำท่วมมากที่สุดเนื่องจากบริเวณแม่น้ำสวีในช่วงที่เป็นที่ลุ่มต่ำอยู่ติดกับถนนและจุดตัดผ่านถนนทางหลวงหมายเลข 41 เกิดปัญหาน้ำท่วมเอ่อล้นข้ามสายทางในช่วง กม. ดังกล่าว ทำให้ไม่สามารถสัญจรไปได้ ทั้งนี้ จึงได้นำข้อมูลที่นำมาทำการจำลองภาพตัดขวางการเกิดน้ำท่วมจากข้อมูล ณ วันที่ 13 พฤศจิกายน 2564 (แสดงดังในรูปที่ A) โดยน้ำไหลเอ่อจากคลองสวี ซึ่งบริเวณนี้มีลักษณะเป็นโค้งน้ำรูปเกือกม้า ประกอบกับบางจุดขอบตลิ่งเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ น้ำปริมาณมากจึงเอ่อล้น และไหลไปตามลุ่มน้ำเข้าท่วมถนนทางหลวงหมายเลข 41 บริเวณ กม.32+800 ถึงกม.34+000 จากจุด A ไปจุด B และท่วมบ้านเรือน ชุมชน ที่อยู่บริเวณดังกล่าว ก่อนจะไหลไปตามพื้นที่ลุ่มน้ำคลองสวีและไปลงทะเลต่อไป (แสดงดังในรูปที่ 2.4-7)

เพื่อการศึกษาถึงรูปแบบและแนวทางการแก้ไขต่อไปในอนาคต โดยมีการเพิ่มช่องสะพานบก เพิ่มระบบระบายน้ำตามขวาง โดย BOX Culvert หรือร่องระบายแบบเปิด ที่ได้สะพานบกเพิ่มการระบายน้ำตามยาว Q₂ (ขวา) และ Q₃ (ซ้าย) จะสามารถช่วยระบายน้ำในกรณีน้ำไม่มากและระบายน้ำฝนออกจากพื้นที่ได้ดี แต่มีข้อจำกัดตรงบริเวณ Q₂ ที่น้ำไหลลงคลองสวี่ เพราะสภาพความลาดชันของแนวการระบายมีข้อจำกัดทำให้น้ำจากคลองสวี่สามารถไหลย้อนกลับได้เมื่อมีน้ำปริมาณมากควรเพิ่มบ่อพักน้ำทั้ง 2 ฝั่ง เพื่อช่วยกักน้ำและลดความเร็วน้ำไม่ให้ไหลเข้าชุมชน และเพิ่มแนวการป้องกันการกัดเซาะทั้ง 2 ฝั่ง เพื่อป้องกันการกัดเซาะที่อาจทำให้โครงสร้างถนนเสียหายโดยมีการศึกษา Q₂ และ Q₃ เพิ่มเติมในกรณีน้ำไม่ท่วม (ดังแสดงในตารางที่ 2.4-6) และมีตัวอย่างการจำลองการแก้ไขโดยการช่วยการระบายด้านข้าง และการปรับแก้รูปแบบสายทางเพื่อให้สามารถสัญจรได้ในขณะที่เกิดเหตุน้ำท่วม (แสดงดังในรูปที่ 2.4-8) โดยจากผลการคำนวณพบว่า หากมีการเปลี่ยนเป็นท่อเหลี่ยมจะสามารถรองรับอัตราการไหลสูงสุดได้ดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 2.4-7

ตารางที่ 2.4-6 ผลการศึกษา Q₂ และ Q₃ เพิ่มเติมกรณีน้ำไม่ท่วมด้วยสมการ MANNING โดยกำหนดขนาด Box culvert ที่ 1.2X1.2

ลำดับ	กำหนดเปอร์เซ็นต์ความสูงของความลาดชัน**	Q ₂ **	Q ₃ **
1	0.01%	1.77	1.77
2	0.50%	3.95	3.95
3	1.00%	5.58	5.58

หมายเหตุ: พื้นที่หน้าตัดของการไหล (A₂) = 1.44 ตร.ม.

: เส้นของรูปของพื้นที่หน้าตัดของร่องน้ำสัมผัสกับผิวน้ำ (P) = 3.60 ม.

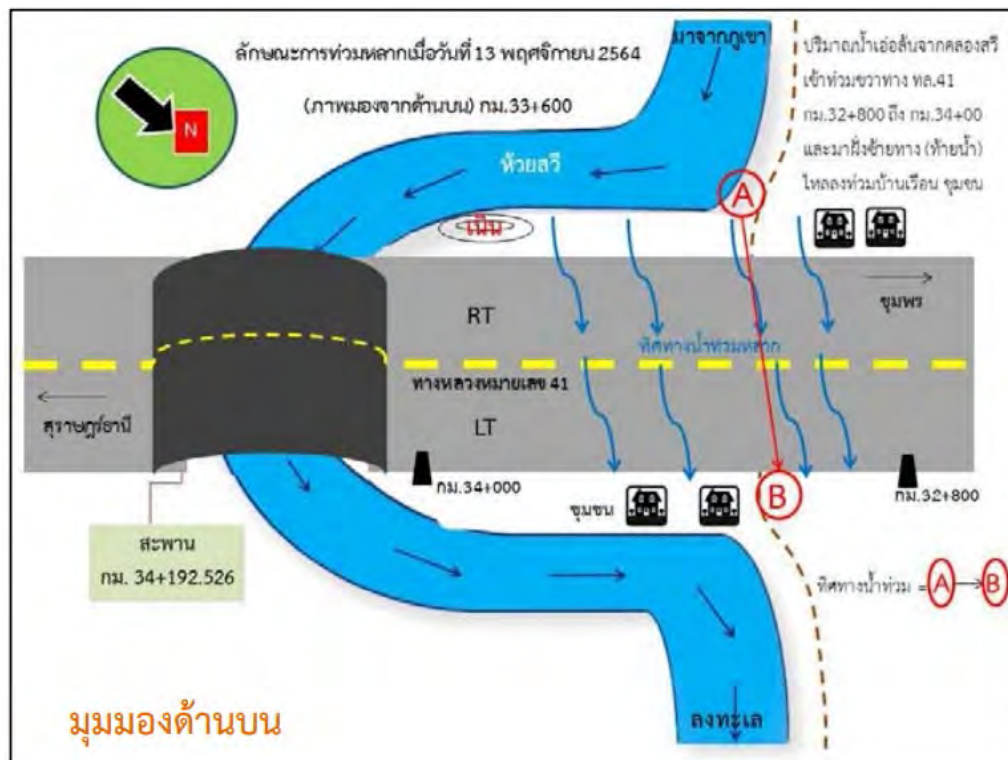
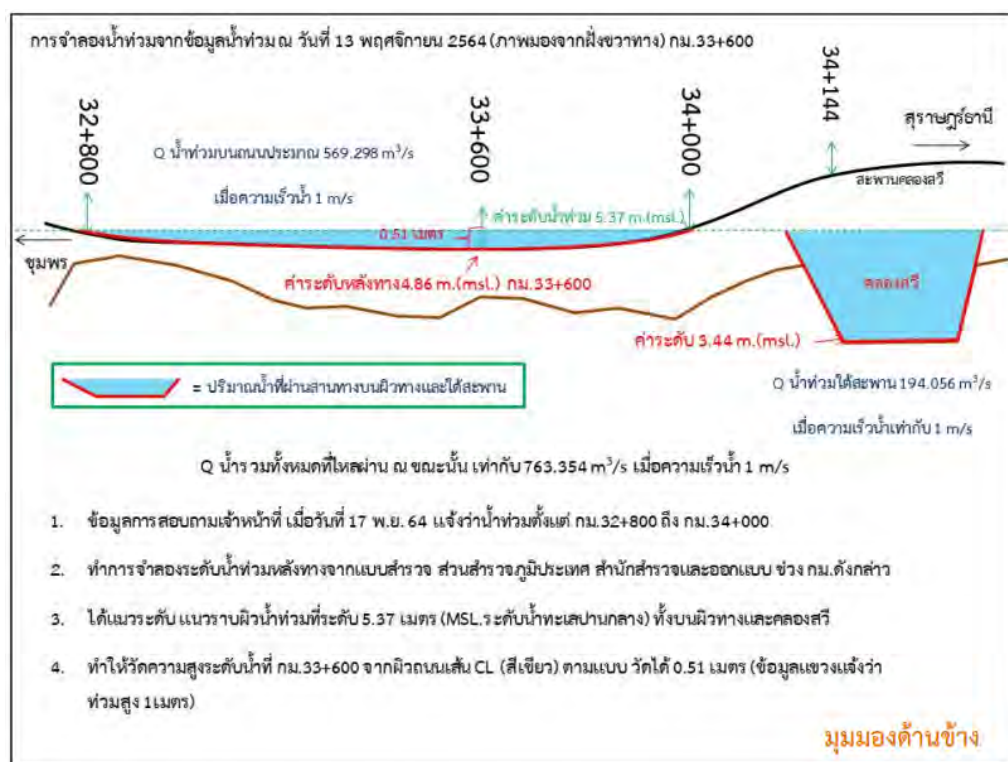
: ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) = 0.0014

: * ควรมีการสำรวจภาคสนามอีกครั้ง เพื่อกำหนดความลาดชัน

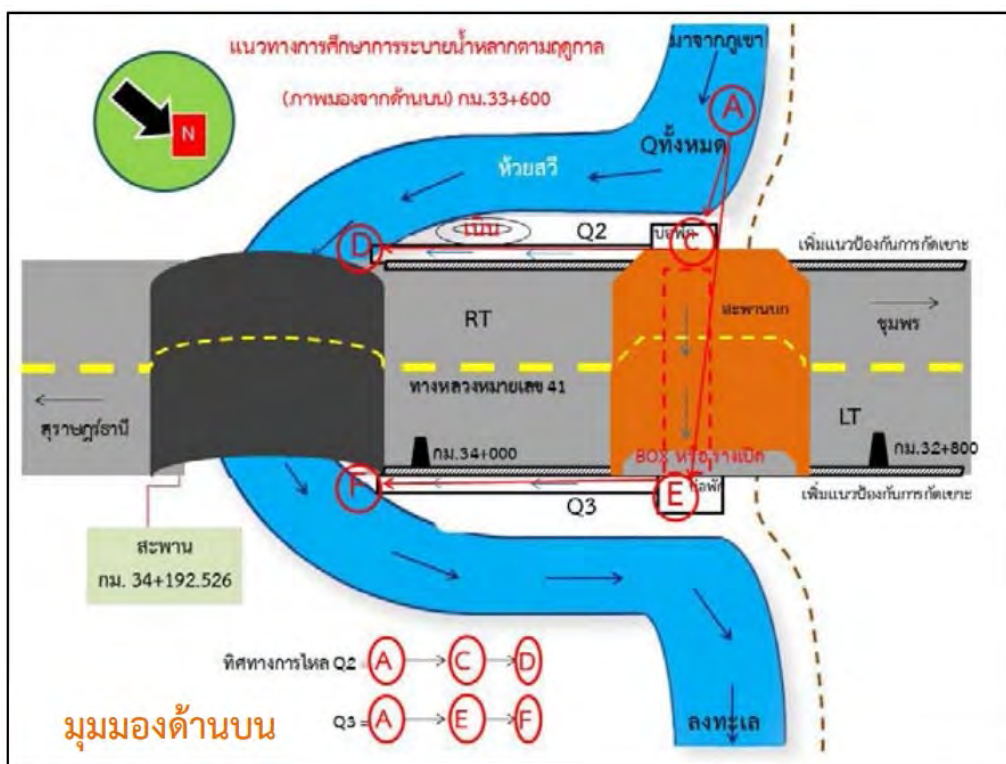
: ** Q₂ มีข้อจำกัดด้านท้ายน้ำเนื่องจากอยู่ด้านเดียวกับคลองสวี่มีโอกาสที่น้ำจะไหลเอื่อยย้อนกลับเมื่อมีปริมาณน้ำเอ่อคลองสวี่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพความลาดชันของลำรางจึงควรตรวจสอบระดับท้องคลองสวี่เพื่อกำหนดความลาดชัน

ตารางที่ 2.4-7 ตารางสรุปการเปลี่ยนขนาดช่องเปิดของบริเวณที่เกิดน้ำท่วม

ลำดับ	ตำแหน่ง	Qmax ท่อเหลี่ยม (cms)			Qmax ท่อกลม เดิม (cms)
		ขนาดท่อเหลี่ยม			
		2-[1.20x1.20]	2-[1.50x1.50]	2-[1.80x1.80]	
1	33+697.547	12.0	18.0	27.72	3.64



รูปที่ 2.4-7 แสดงสภาพน้ำท่วมมุมมองด้านบน และมุมมองด้านข้าง บริเวณทางหลวงหมายเลข 41 บริเวณ กม.32+800 ถึงกม.34+000



รูปที่ 2.4-8 แสดงแนวทางการศึกษาการระบายน้ำหลากตามฤดูกาล มุมมองด้านบนและมุมมองด้านข้าง

ในช่วงที่ 2 พบว่ามีปัญหาน้ำท่วมผิวทางด้านขวาทาง ระดับความสูงของน้ำประมาณ 100 เซนติเมตร การจราจรไม่สามารถผ่านได้

ในช่วงที่ 3 พบว่ามีปัญหาน้ำท่วมผิวทางด้านขวาทาง ระดับความสูงของน้ำ ประมาณ 50 เซนติเมตร

ในช่วงที่ 4 พบว่ามีปัญหาน้ำท่วมผิวทางด้านขวาทาง ระดับความสูงของน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร จึงเห็นควรให้มีการเพิ่มขนาดช่องเปิด โดยได้ทำการคำนวณปรับขนาดช่องเปิดจากเดิมซึ่งเป็นท่อกลมให้เป็นท่อเหลี่ยมขนาด 2-[1.20X1.20] 2-[1.50X1.50] และ 2-[1.80X1.80] ดังแสดงในตารางที่ 2.4-8

ตารางที่ 2.4-8 ตารางสรุปการเปลี่ยนขนาดช่องเปิดของบริเวณที่เกิดน้ำท่วมในช่วงอื่นๆ

ลำดับ	ตำแหน่ง	Qmax ท่อเหลี่ยม (cms)			Qmax ท่อกลม เดิม (cms)
		ขนาดท่อเหลี่ยม			
		2-[1.20x1.20]	2-[1.50x1.50]	2-[1.80x1.80]	
1	37+594	11.52	17.70	23.40	6.85
2	39+253	9.32	12.00	14.40	1.76
3	43+591	10.32	15.00	20.16	5.45