

บทที่ 2

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานโครงการพัฒนาแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (Hazard map) ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาประกอบด้วย ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา สภาพการไหลของคลองอุตะเถาและประวัติการเกิดน้ำท่วมคลองอุตะเถา แบบจำลองน้ำท่วม MIKE Flood แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม การหาคาบการเกิดซ้ำของการเกิดน้ำท่วมด้วยวิธีของ Gumbel และเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดดังนี้

2.1 ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

2.1.1 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาตั้งอยู่ ระหว่างละติจูดที่ 6 องศา 28 ลิปดา ถึง 7 องศา 9 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 100 องศา 9 ลิปดา ถึง 100 องศา 37 ลิปดาตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 5 อำเภอของจังหวัดสงขลา ได้แก่ อำเภอสะเดา อำเภอลงหอยโข่ง อำเภอนาหม่อม อำเภอบางกล่ำ อำเภอหาดใหญ่ และบางส่วนของอำเภอรัตภูมิ ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา (ดังแสดงในรูปที่ 2.1) มีพื้นที่รวมทั้งสิ้นประมาณ 2,392 ตารางกิโลเมตร และมีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	อำเภอรัตภูมิ อำเภอควนเนียง และทะเลสาบสงขลา
ทิศใต้	ติดต่อกับ	ประเทศมาเลเซีย
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	อำเภอนาทวี อำเภอจะนะ และอำเภอเมืองสงขลา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	แนวเทือกเขาบรรทัด และจังหวัดสตูล

2.1.2 ลักษณะภูมิอากาศ

พื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถามีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบมรสุมเขตร้อน ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีฝนตกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ทำให้มีฝนในช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุด สำหรับเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน เป็นช่วงที่มีอากาศร้อนและฝนตกในปริมาณน้อย เกิดจากอิทธิพลของลมที่พัดมาจากทะเลจีนใต้ จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาซึ่งทำการตรวจวัด ณ สถานีตรวจอากาศท่าอากาศยานหาดใหญ่ในคาบ 30 ปี พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในรอบปีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก และอยู่ในช่วง 25 ถึง 28 องศาเซลเซียส ปริมาณฝนตกเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 2,078 มิลลิเมตร โดยฝนตกมากที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนซึ่งมีปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 585 มิลลิเมตร

2.1.3 ลักษณะภูมิประเทศและการระบายน้ำ

พื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถามีลักษณะภูมิประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ลักษณะพื้นที่แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะหลัก คือ พื้นที่ภูเขา พื้นที่ราบลูกคลื่น และพื้นที่ราบ

1) พื้นที่ภูเขาทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาบรรทัด ส่วนทางทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศใต้เป็นส่วนหนึ่งของแนวเทือกเขาสันกาลาศีรี พื้นที่บริเวณนี้เป็นแหล่งกำเนิดต้นน้ำลำธารหลายสายที่ไหลลงสู่คลองอุตะเถา

2) พื้นที่ราบลูกคลื่น อยู่ถัดจากพื้นที่ภูเขาลงมา มีลักษณะเป็นเนินเขาลูกคลื่นลอนลาดและลอนชันสลับกันไป กระจายอยู่ทั่วไปตั้งแต่ตอนกลางถึงตอนใต้ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกยางพารา

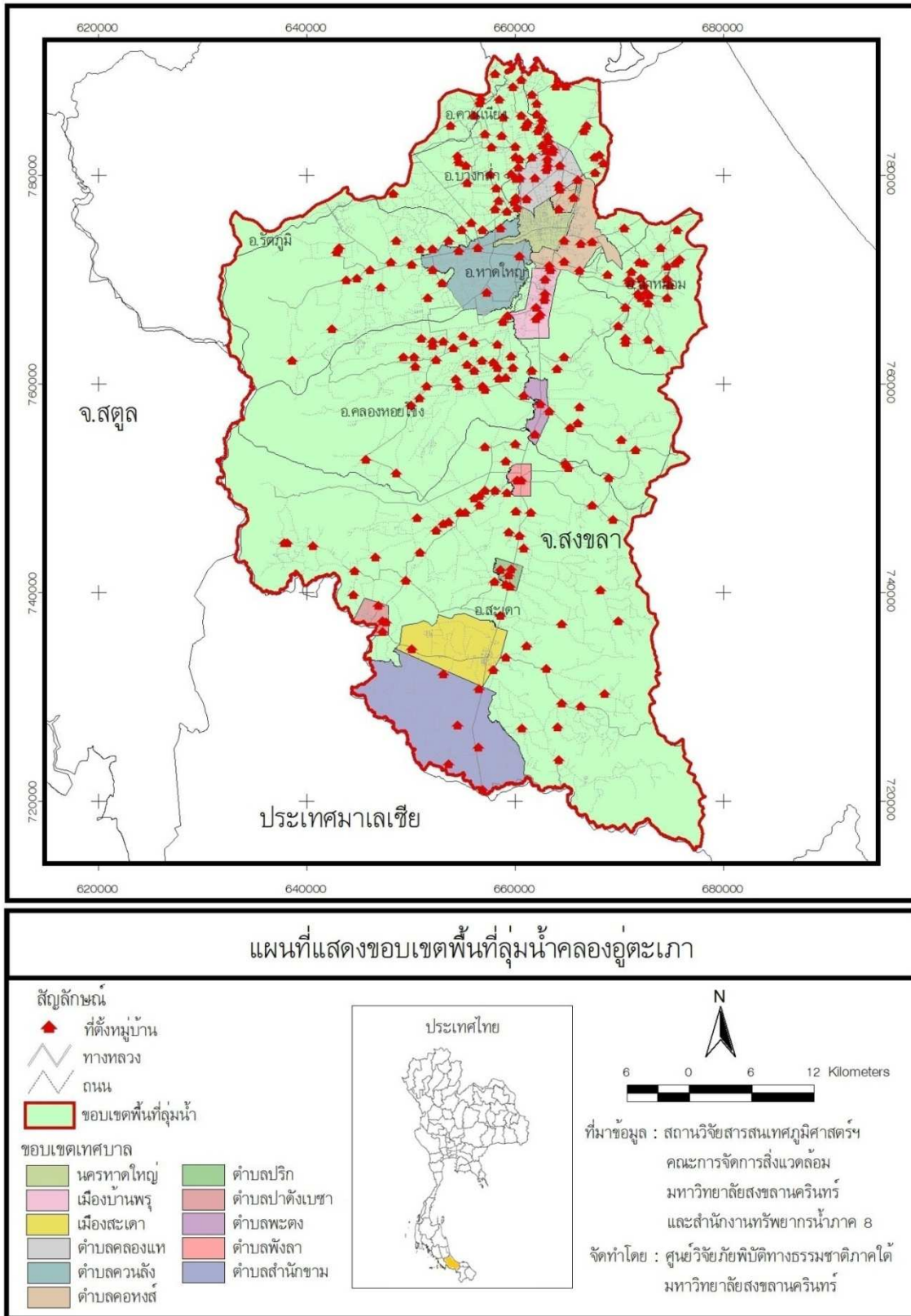
3) พื้นที่ราบทางทิศเหนือของพื้นที่ราบลุ่ม ส่วนใหญ่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำนํ้าอุตะเถาและลำน้ำสาขา เป็นที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่ และพื้นที่ทำนาข้าว

2.1.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา

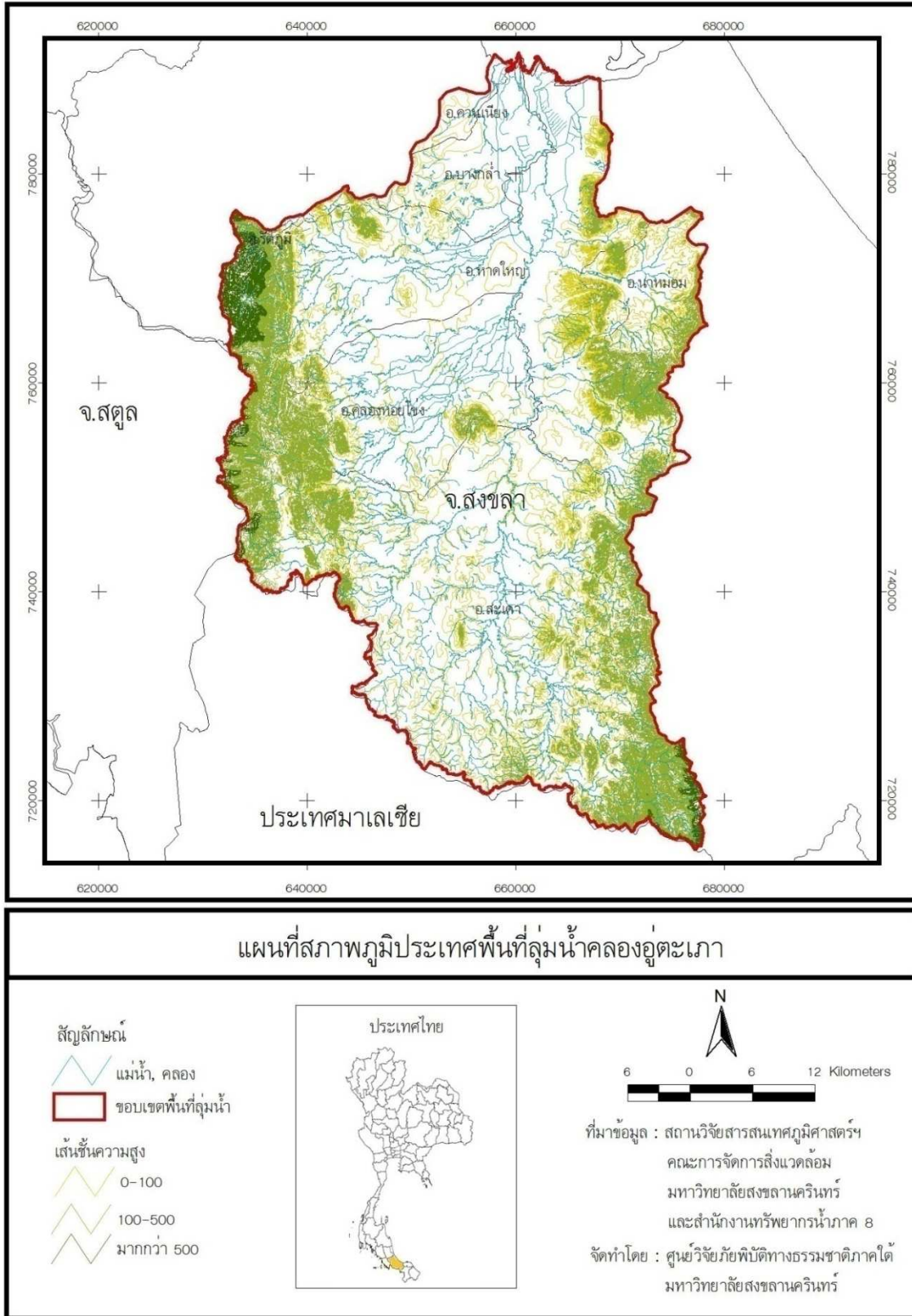
ลักษณะทางธรณีวิทยาบริเวณลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จำแนกลักษณะของหิน 3 ประเภท (กรมทรัพยากรธรณี, 2544) คือ หินชั้น (Sedimentary rocks) หินแปร (Metamorphic rocks) และหินแกรนิต (Igneous rocks) พบว่าส่วนใหญ่เป็นหินชั้นหินแปรในยุคควาเทอร์นารี (Quaternary : Qa, Qt) ประกอบด้วยตะกอนน้ำพา และตะกอนตะกักลุ่มน้ำ พบในบริเวณตั้งแต่ที่ราบลุ่ม ที่ราบ ไปจนถึงที่ลูกคลื่นลอนลาด ทำให้มีลักษณะเป็นพื้นที่กว้างในแนวยาวทิศเหนือ-ใต้ ซึ่งเกิดจากตะกอน กรวด ทราย ที่ถูกพัดพาทับถมมากับลำน้ำในคลองอุตะเถา และลำคลองสาขา หินที่พบเป็นประเภท กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินศิลาแลง นอกจากนี้ยังพบหินในยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous : Cb, Cy) ซึ่งประกอบไปด้วย หินดินดาน หินทราย หินชนวน หินฮอร์นเฟล และหินควอร์ตไซต์ เป็นต้น พบมากบริเวณพื้นที่ด้านทิศตะวันออกและตะวันตกถัดจากพื้นที่ตะกอนตะกักลุ่มน้ำ ส่วนบริเวณที่เป็นหินในยุคไทรแอสสิก (Triassic : Tr) พบบริเวณเทือกเขาน้ำค้าง ประกอบด้วยหินทราย หินดินดาน และหินกรวดมน ดังแสดงในรูปที่ 2.3

2.1.5 สภาพอุทกวิทยา

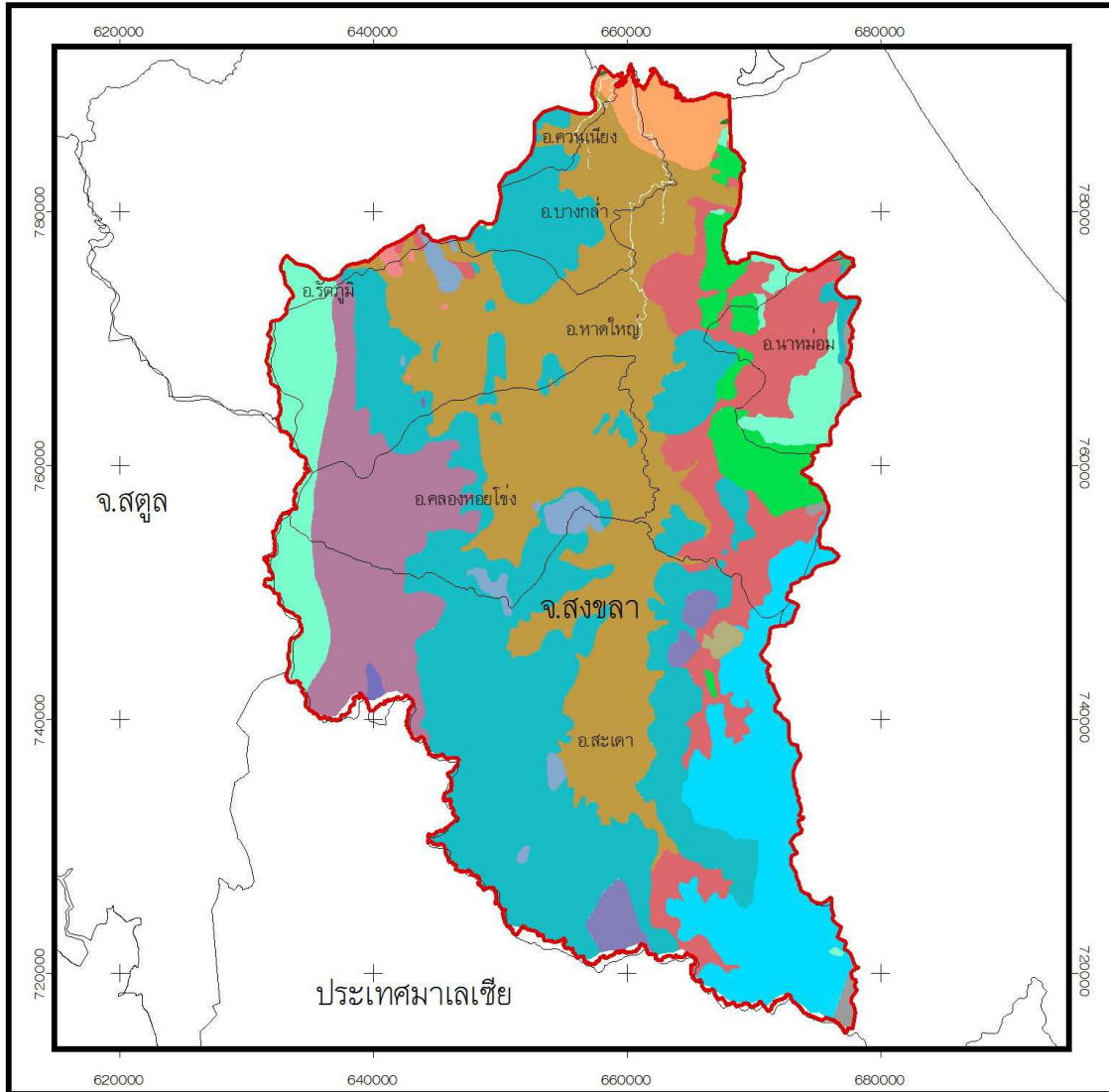
สภาพการไหลของน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถามีทิศทางการไหลจากทิศใต้ไปสู่ทิศเหนือ โดยมีคลองอุตะเถาเป็นลำน้ำสายหลัก ความยาวตามลำน้ำประมาณ 102 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ตลอดลำน้ำคลองอุตะเถามีคลองสาขาหลายสายไหลมารวมกัน ได้แก่ คลองตง คลองปอม คลองพังลา คลองรำ คลองหวะ คลองเล คลองวาด คลองต่ำ คลองหลา คลองจำไทร คลองหอยโข่ง คลองสะเดา เป็นต้น คลองอุตะเถาจะไหลผ่านเขต อำเภอสะเดา และอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา แล้วไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาที่บ้านแหลมโพธิ์ ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ คลองอุตะเถาในช่วงที่ไหลผ่านเมืองหาดใหญ่มีความสามารถในการระบายน้ำสูงสุด 465 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที



รูปที่ 2.1 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา



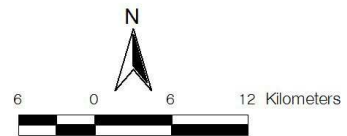
รูปที่ 2.2 ลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา



แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเกา

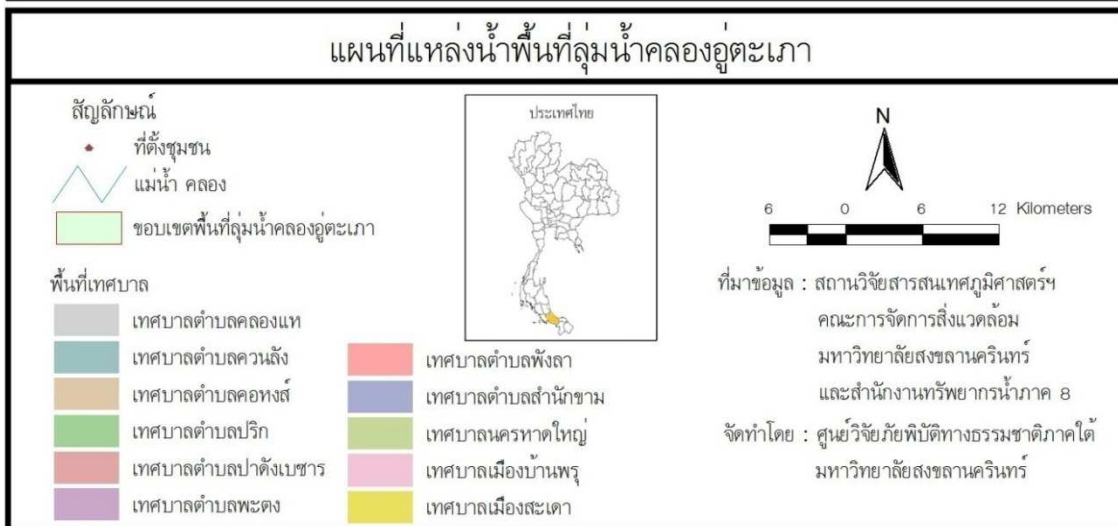
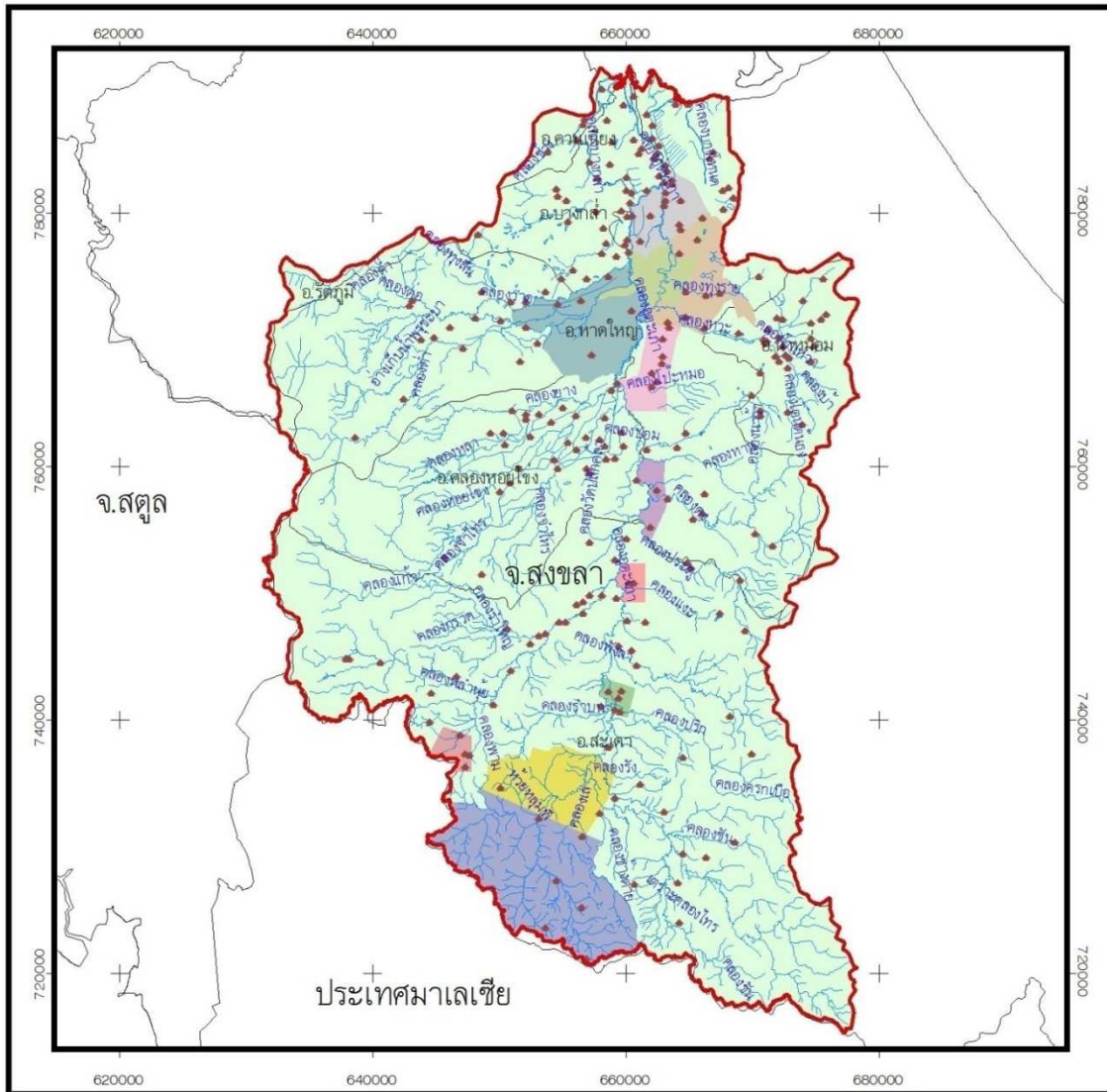
คำอธิบายทางธรณีวิทยา

- Cb : หินดินดานปนกรวด หินดินดาน สีเทาดำ สีเขียวซีม้ำ มีหินทรายแทรกสลับ
- Cy : หินทรายชั้นหนา หินดินดาน หินเชิร์ต หินกรวดมน มีซากดึกดำบรรพ์มาก
- Kgr : หินแกรนิต โบโไฟต์-มีสโตไวด์แกรนิต เนื้อออก สีเทา
- P : หินทราย หินปูน หินดินดาน หินทรายแป้งและหินทรายเนื้อภูเขาไฟ
- Qa : ตะกอนที่ราบสะสมตัวโดยทางน้ำ ตะกอนกรวด ทราย ที่ราบน้ำท่วมถึง
- Qc : ตะกอนสะสมตัวตามเชิงเขา ตะกอนพองอยู่กับที่ เศษหิน, ทรายดิน ชั้นศิลาแลง
- Qt : ตะกอนตะกัก กรวด ทรายแป้ง ดินเคลย์และดินแลง
- Qff : ตะกอนดินเคลย์ ที่ราบน้ำท่วมถึง สีเทา-เทาอมเขียว
- T : หินกรวดมน หินดินดาน หินโคลนหินทรายแป้งและหินทราย หินยังไม่จับตัวกันแน่น
- Tr : หินทราย หินดินดานหรือหินโคลน หินทรายแป้ง สีน้ำตาล สีเทา
- Tr Jgr : หินแกรนิต แกรโนไดโอไรต์ เนื้อออก สีเทาขาว
- Trc : หินทราย หินดินดาน หินทรายแป้ง สีเทา-เทาดำ
- Trgr : หินแกรนิต เนื้อผลึกสองขนาด สีเทา หินโบโไฟต์-ฮอร์นเบลนด์ แกรนิต



ที่มาข้อมูล : สถาบันวิจัยสารสนเทศภูมิศาสตร์
 คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 และสำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 8
 จัดทำโดย : ศูนย์วิจัยภัยพิบัติทางธรรมชาติภาคใต้
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รูปที่ 2.3 ลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเกา



รูปที่ 2.4 สภาพอุทกวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

2.2 สภาพการไหลของคลองอู่ตะเภาและประวัติการเกิดน้ำท่วมคลองอู่ตะเภา

รายละเอียดสภาพการไหลของคลองอู่ตะเภาและประวัติการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา แสดงได้ดังนี้

2.2.1 สภาพการไหลและการเกิดน้ำท่วมของคลองอู่ตะเภา

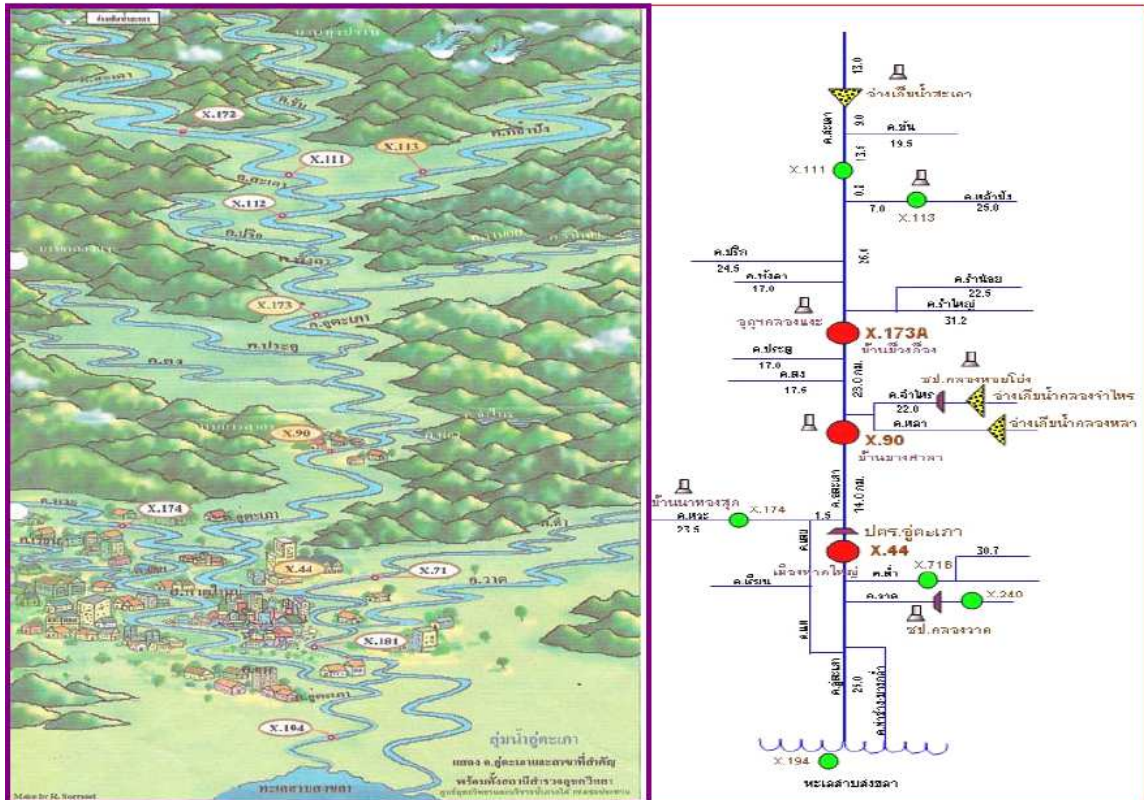
สภาพการไหลของน้ำในคลองอู่ตะเภามีทิศทางการไหลจากทิศใต้ไปสู่ออกสู่ทะเลสาบสงขลาที่บริเวณตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ช่วงที่ไหลผ่านเมืองหาดใหญ่คลองอู่ตะเภามีความสามารถในการระบายน้ำสูงสุด 465 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยตลอดแนวคลองอู่ตะเภามีการติดตั้งสถานีตรวจวัด บันทึกข้อมูลระดับน้ำ และปริมาณน้ำท่าที่ไหลผ่านของกรมชลประทานทั้งสิ้น 3 สถานี ได้แก่ สถานีบ้านม่วงก้อง (X.173A) สถานีบ้านบางศาลา (X.90) และสถานีบ้านหาดใหญ่ใน (X.44) ดังแสดงในรูปที่ 2.5

เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศของอำเภอหาดใหญ่ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึงและยังเป็นบริเวณจุดบรรจบของลำน้ำสาขาหลายสายของกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา ประกอบกับสภาพภูมิประเทศที่มีปริมาณฝนตกชุก และมีการพัฒนาพื้นที่อย่างรวดเร็วจนเป็นเมืองที่มีขนาดใหญ่ ผลจากการพัฒนามีสิ่งก่อสร้างกีดขวางทางระบายน้ำธรรมชาติและคลองต่างๆทำให้การไหลของน้ำลงสู่ทะเลสาบสงขลาไม่สะดวกและล่าช้าตลอดจนสูญเสียพื้นที่เก็บกักน้ำบางส่วนที่ใช้ชะลอน้ำไว้ได้ทำให้มีปริมาณการไหลของน้ำสูงขึ้น จึงเป็นสาเหตุให้เกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ดังเช่นในปี พ.ศ. 2531 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2553 ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินอย่างมากมาย

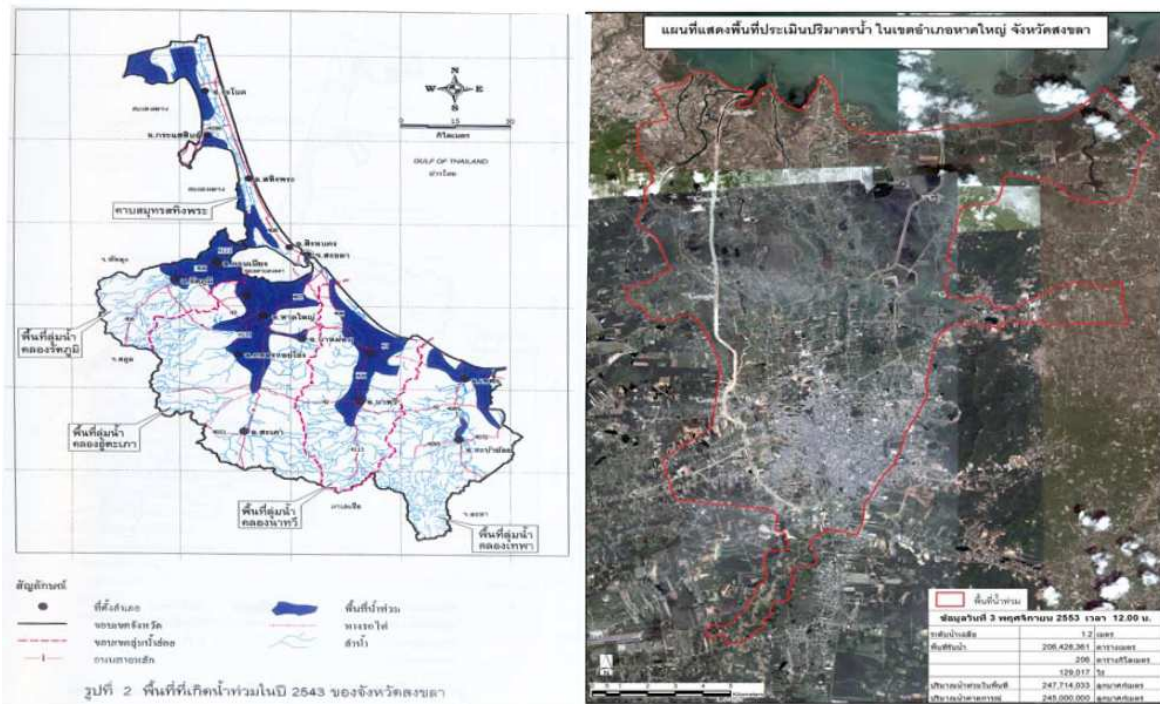
จากข้อมูลการเกิดอุทกภัย พบว่าพื้นที่น้ำท่วมจะกระจายตัวเป็นบริเวณกว้างขนานไปกับคลองอู่ตะเภาทั้งสองฝั่งและจะเกิดน้ำท่วมในบริเวณชุมชนเทศบาลหลัก เช่น เทศบาลตำบลตะพง เทศบาลตำบลบ้านพรุ และเทศบาลนครหาดใหญ่ เป็นต้น รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.1 และรูปที่ 2.6

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดการเกิดอุทกภัยในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ (ทองเปลว, 2554)

ปี พ.ศ.	ช่วงวันที่	ปริมาณฝนสะสมสูงสุด 3 วัน (มม.)	ปริมาณการไหลสูงสุด ที่สถานี X.44 (ลบ.ม./วินาที)	พื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.)
2531	19 – 21 พ.ย.	319.5	559	253
2543	21 – 23 พ.ย.	394.1	750	329
2553	1 – 3 พ.ย.	428.4	892	250



รูปที่ 2.5 สถานีตรวจวัด บันทึกข้อมูลระดับน้ำ และปริมาณน้ำท่าของคลองอู่ตะเภา (ทองเปลว, 2554)



รูปที่ 2.6 แผนที่แสดงพื้นที่อุทกภัยปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2553 (ทองเปลว, 2554)

2.2.2 ประวัติการเกิดน้ำท่วมคลองอู่ตะเภา

การเกิดน้ำท่วมเมืองหาดใหญ่ในอดีต เกิดขึ้นมาแล้วหลายครั้ง เนื่องจากเมืองหาดใหญ่ตั้งอยู่บนที่ราบน้ำท่วมถึง ประวัติการเกิดน้ำท่วมเมืองหาดใหญ่ที่มีการบันทึกไว้มีดังนี้

ปี พ.ศ. 2376 (ในรัชกาลที่ 3) น้ำท่วมใหญ่ จนท้องนาของราษฎรทำนาไม่ได้ พระยาสงขลानำความขึ้นกราบบังคมทูลพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 3) แล้วขอรับพระราชทานซื้อข้าวสารออกมาแจกจ่ายราษฎรในเมืองสงขลา 1,000 เกวียน

ปี พ.ศ. 2459 เกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ มีระดับสูงประมาณ 2.0 เมตร น้ำท่วมในระหว่างเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม

ปี พ.ศ. 2485 - ปี พ.ศ. 2530 รวม 16 ครั้ง เกิดน้ำท่วมในอำเภอหาดใหญ่ และพื้นที่ใกล้เคียง ในช่วงเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม

22 พ.ย. 2531 เทศบาลนครหาดใหญ่และพื้นที่ใกล้เคียงได้รับความเสียหายจากระดับน้ำในคลองอู่ตะเภาเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดน้ำท่วมสูงถึง 1.50 เมตร เป็นเวลาหลายวัน ความเสียหายคิดเป็นมูลค่าราว 1,000 ล้านบาท (รูปที่ 2.7a)

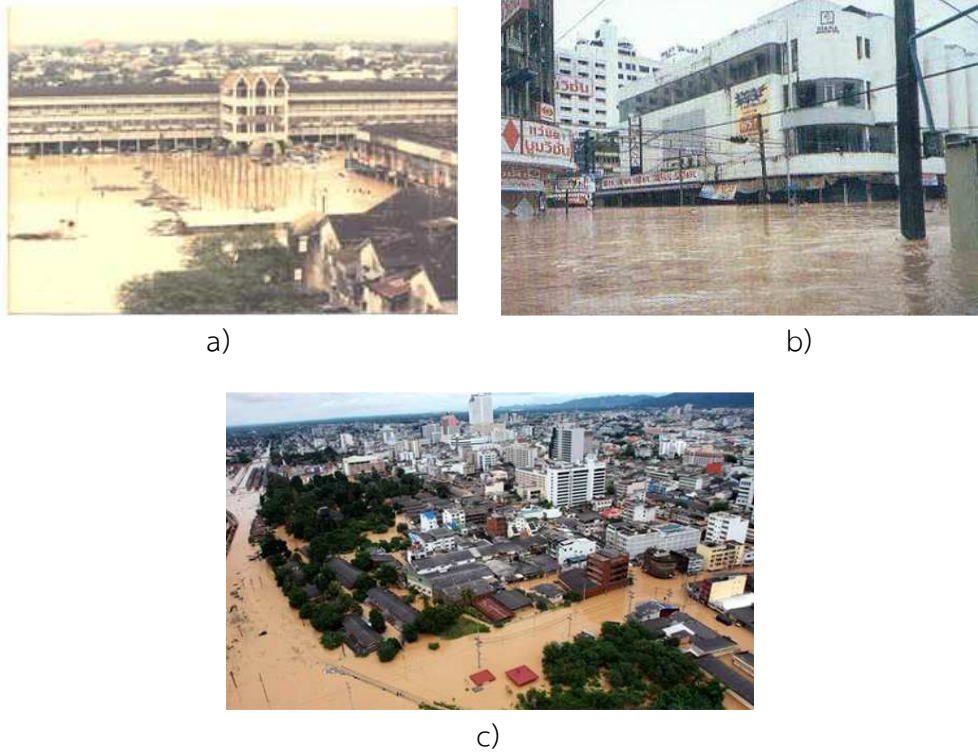
22 พ.ย. 2543 เกิดน้ำท่วมในเขตเศรษฐกิจ และศูนย์การค้าของ อ.หาดใหญ่ เนื่องจากระดับน้ำในคลองอู่ตะเภาเอ่อล้นตลิ่งระดับมีความสูงถึง 2.00 เมตร (รูปที่ 2.7b) ความเสียหายคิดเป็นมูลค่าสูงถึง 18,162 ล้านบาท มีผู้เสียชีวิตจำนวน 32 ราย สูญหาย 9 ราย

1-3 พ.ย. 2553 น้ำเริ่มท่วมบริเวณเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ระดับน้ำสูงประมาณ 1.5 เมตร (รูปที่ 2.7c) อุทกภัยครั้งนี้ถือเป็นครั้งที่รุนแรงที่สุดเท่าที่เคยมีการบันทึกมา

1-2 มกราคม 2555 น้ำท่วม 8 ชุมชนในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ริมตลิ่งคลองอู่ตะเภา น้ำท่วมครั้งนี้เป็นครั้งแรกที่มีการเตือนภัยน้ำท่วม โดยสามารถเตือนภัยล่วงหน้าได้ 9 ชั่วโมง ทำให้ประชาชนในพื้นที่สามารถลดความเสียหายได้อย่างมาก

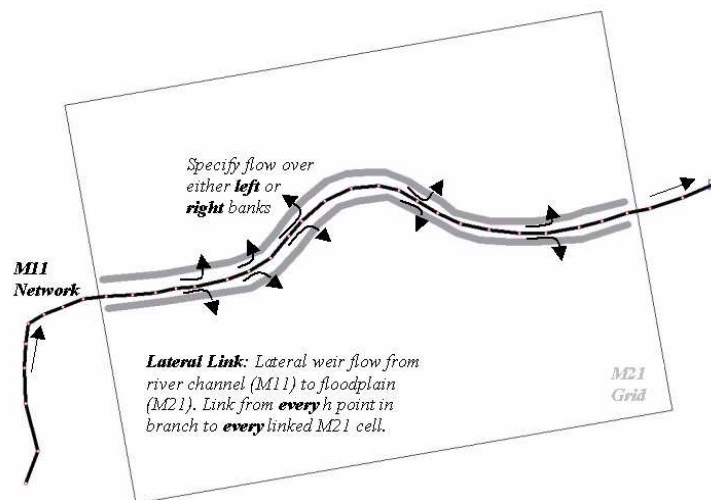
2.3 แบบจำลองน้ำท่วม MIKE Flood

แบบจำลองน้ำท่วม MIKE Flood ซึ่งพัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) ประเทศเดนมาร์ก เป็นแบบจำลองซึ่งใช้ในประเมินพื้นที่การเกิดน้ำท่วม (Flood area) และระดับความลึกของน้ำท่วมโดยนำเอาการไหลของน้ำใน 1 มิติและ 2 มิติ มาทำการคำนวณเชื่อมต่อกัน ซึ่งแบบจำลอง MIKE Flood นั้นประกอบด้วยการเชื่อมต่อกันของแบบจำลอง 2 แบบจำลองคือ แบบจำลองสภาพการไหลในลำน้ำ (MIKE11 HD) ซึ่งจำลองสภาพการไหลของลำน้ำ และแบบจำลอง MIKE21HD ซึ่งจำลองสภาพการไหลหลากของน้ำที่ลุ่มน้ำ ดังแสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อในรูปที่ 2.8 ซึ่งแสดงให้เห็นการเชื่อมต่อแบบ Lateral Link คือมีการไหลของน้ำในลำน้ำและล้นตลิ่งออกสู่พื้นที่ราบลุ่มด้านข้าง



รูปที่ 2.7 เหตุการณ์น้ำท่วมพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และพื้นที่ใกล้เคียงในปี a) พ.ศ. 2531, b) พ.ศ. 2543 และ c) พ.ศ. 2553

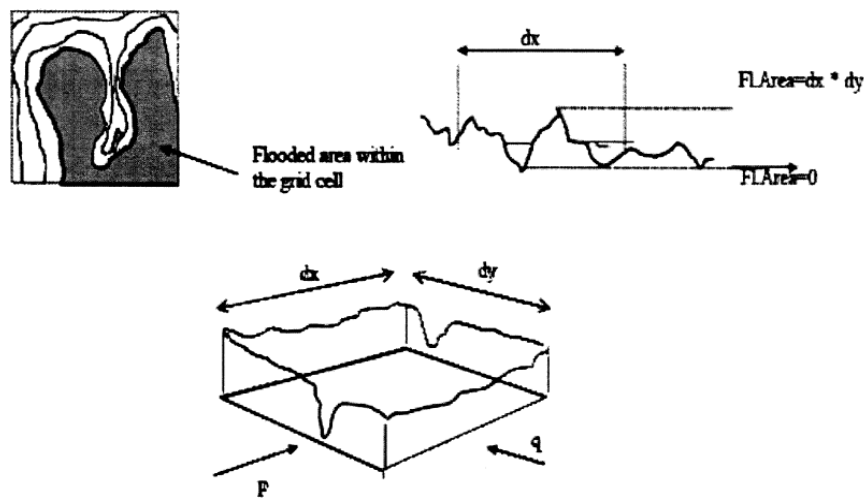
แบบจำลอง MIKE 21HD เป็นระบบการสร้างแบบจำลองสำหรับการไหลของน้ำในสองมิติ เป็นแบบจำลองที่สามารถประยุกต์ใช้ในการคำนวณสภาพทางชลศาสตร์ ซึ่งสามารถคำนวณค่าระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำ โดยมีข้อมูลนำเข้าหลักคือ ข้อมูลค่าระดับเชิงตัวเลข (DEM) ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำ และแรงกระทำอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดการไหล ทั้งนี้แบบจำลองสามารถคำนวณโดยครอบคลุมสิ่งต่างๆเหล่านี้



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของแบบจำลอง 1 มิติ และ 2 มิติ ในแบบจำลอง MIKE Flood (MIKE Flood User Manual, 2007)

- ความเสียหายท่อน้ำ
- แรงกระทำเนื่องจากลม แรงกระทำจากคลื่น และแรงกระทำเนื่องจากความกดอากาศ
- แรงกระทำจากการหมุนรอบตัวเองของโลก
- การบังคับการเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำ ณ ตำแหน่งที่กำหนด
- การระเหยของน้ำ
- การเปลี่ยนสภาพระหว่างเปียกและแห้ง

ลักษณะการจำลองการไหลแบบสองมิติด้วยแบบจำลอง MIKE 21 แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงการจำลองลักษณะการไหลแบบสองมิติของแบบจำลอง MIKE 21 (MIKE 21 HD User Manual, 2007)

2.4 แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

2.4.1 แผนที่เสี่ยงภัย

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2553) กล่าวว่า แผนที่เสี่ยงภัย คือ แผนที่ที่แสดงพื้นที่ภายในชุมชน และ พื้นที่ใกล้เคียง ที่อาจจะได้รับผลกระทบจากภัยที่เกิดขึ้น ซึ่งในพื้นที่เสี่ยงภัยจะแสดงให้เห็นถึงพื้นที่อันตราย และ พื้นที่ปลอดภัยรวมถึงเส้นทางอพยพอย่างชัดเจน โดยการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อ

- ให้คนในชุมชนได้เข้าใจถึงพื้นที่เสี่ยงภัยและทรัพยากรต่างๆในชุมชน
- เพื่อหลีกเลี่ยง หรือ ลดผลกระทบจากภัยหรือภัยพิบัติ
- เพื่อช่วยให้คนในชุมชนเตรียมพร้อมรับมือกับอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

ก่อนที่จะมีการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยนั้น ควรจะมีการจัดทำแผนที่ชุมชนที่ประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ประเมินความเสี่ยงภัย โดยแผนที่ชุมชนนั้นควรประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ดังนี้

- แสดงที่ตั้งทางกายภาพของชุมชน เช่น แสดงที่ตั้งบ้านเรือน อาณาเขตติดต่อเส้นทางการคมนาคม แม่น้ำ ภูเขา
- แผนที่ชุมชนควรแสดงสถานที่สำคัญ เช่น พื้นที่ปลอดภัยหากเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน และ สถานที่ที่ต้องอพยพประชาชน วัด โรงเรียน โรงพยาบาล สถานีอนามัย ที่ทำการองค์การบริหารส่วนตำบล สถานีตำรวจ เป็นต้น
- แผนที่ชุมชนควรแสดงเส้นทางการเดินทางไปยังพื้นที่ปลอดภัยให้ชัดเจน เช่น ถนนหรือแม่น้ำ เป็นต้น
- แผนที่ชุมชนควรมีการระบุบ้านเรือนของกลุ่มเปราะบาง หรือ กลุ่มที่ต้องได้รับความช่วยเหลือเป็นพิเศษ หากเกิดกรณีฉุกเฉิน

2.4.2 แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

German Working Group of the Federal States on Water Issues, LAWA (2006) กล่าวว่า แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม นั้น เป็นแผนที่ทางกายภาพซึ่งแสดงถึงระดับความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่นั้นๆ โดยระดับความเสี่ยงขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักสองประการคือ ความรุนแรงของน้ำท่วม และความน่าจะเป็นจากสถิติการเกิดน้ำท่วม

ระดับความรุนแรงของการเกิดน้ำท่วม (Intensity) จำแนกออกได้เป็น 3 ระดับคือ

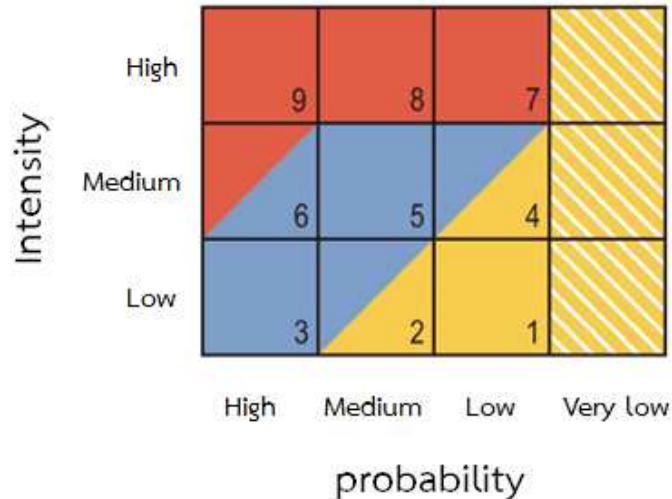
- ความรุนแรงสูง ประชาชนที่และสัตว์เลี้ยง รวมถึงที่อยู่อาศัยอาจได้รับความเสียหาย
- ความรุนแรงปานกลาง ประชาชนและสัตว์เลี้ยงอาจจะไม่เกิดอันตรายหากหลบภัยอยู่ภายในบ้าน
- ความรุนแรงต่ำ ประชาชนและสัตว์เลี้ยงไม่ได้รับอันตรายแต่อาจเกิดความเสียหายเล็กน้อยกับอาคารชั้นล่างหรือชั้นใต้ดิน

ประเภทของความน่าจะเป็นในการเกิดน้ำท่วม จำแนกออกได้เป็น 4 ระดับคือ

- เหตุการณ์น้ำท่วมโดยมีรอบการเกิดซ้ำ (Return period) 20 ปี อยู่ในระดับความน่าจะเป็นสูง
- เหตุการณ์น้ำท่วมโดยมีรอบการเกิดซ้ำ (Return period) 20 ถึง 100 อยู่ในระดับความน่าจะเป็นปานกลาง
- เหตุการณ์น้ำท่วมโดยมีรอบการเกิดซ้ำ (Return period) 100 ปี อยู่ในระดับความน่าจะเป็นต่ำ
- เหตุการณ์น้ำท่วมโดยมีรอบการเกิดซ้ำ (Return period) 200 ปี ความเสี่ยงน้อยมาก

ซึ่งเมื่อนำปัจจัยทั้งสองตัวมาทำการพิจารณาเพื่อแบ่งระดับพื้นที่เสี่ยงภัย จะสามารถแบ่งระดับความเสี่ยงได้เป็น 4 ระดับคือ ระดับความเสี่ยงภัยสูง (Red zone) ระดับความเสี่ยงภัยปานกลาง

(Blue zone) ระดับความเสียหายต่ำ (Yellow zone) และระดับความเสียหายต่ำมาก (Hatched zone) ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะการแบ่งระดับความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม (German Working Group of the Federal States on Water Issues, 2006)

2.5 การหาคาบการเกิดซ้ำของการเกิดน้ำท่วมด้วยวิธีของ Gumbel

ในปี พ.ศ. 2484 Gumbel ได้เสนอแนะการกระจายค่าสุดขีด (Extreme value distribution) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้หาฟังก์ชันการกระจายโอกาสที่จะเกิดค่าสุดขีดในงานอุทกวิทยา และอุตุนิยมวิทยา หลายลักษณะงาน เช่น การคาดการณ์การเกิดน้ำท่วมสูงสุด ปริมาณฝนสูงสุด และความเร็วลมสูงสุด เป็นต้น

Gumbel ได้พบว่า เมื่อนำข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นใน 365 วัน เป็นจำนวนหลายๆ ปี มาวิเคราะห์ จะได้สมการในการหาโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ (Probability of occurrence of an event) ที่เท่ากับ หรือมากกว่าค่า x_0 ดังสมการที่ (2.1)

$$P(x/x_0) = 1 - e^{-e^{-y}} \quad (2.1)$$

โดยที่ $y = \alpha(x - a) \quad (2.2)$

เมื่อ $a = \bar{X} - 0.45005\sigma_x \quad (2.3)$

และ
$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma_x} \quad (2.4)$$

โดยที่ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยของ x

และ σ_x คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ x (Standard deviation of the variate)

แทนค่า a จากสมการที่ 2.3 และ α จากสมการที่ 2.4 ในสมการที่ 2.2 จะได้

$$y = \frac{1.2825}{\sigma_x} (x - \bar{X} + 0.45005\sigma_x)$$

$$y = \frac{1.2825(x - \bar{X})}{\sigma_x} + 0.577 \quad (2.5)$$

ในทางปฏิบัติ มักจะหาค่า x_T ตามโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ดังนั้น จากสมการที่ 2.1 สามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง y_P ที่ P ใดๆ ได้ดังสมการ 2.6

$$y_P = -\ln[-\ln(1-P)] \quad (2.6)$$

เมื่อให้รอบปีการเกิดซ้ำ $T=1/P$ และ y_T คือค่าของ y ที่เรียกว่า ตัวแปรเปลี่ยนรูป (Reduced variate) ที่รอบปีการเกิดซ้ำ T จากสมการที่ 2.6 จะมี

$$y_T = -\ln\left[\ln \cdot \ln \frac{T}{T-1}\right] \quad (2.7)$$

หรือ

$$y_T = -\left[0.834 + 2.303 \log_{10} \log_{10} \left(\frac{T}{T-1}\right)\right] \quad (2.8)$$

จากสมการที่ 2.5 มี

$$y_T = \frac{1.2825(x_T - \bar{X})}{\sigma_x} + 0.577 \quad (2.9)$$

โดยที่ x_T คือ ค่า x ที่รอบปีการเกิดซ้ำ T

สมการที่ 2.9 เขียนใหม่ได้เป็น

$$(y_T - 0.577) \frac{\sigma_x}{1.2825} = x_T - \bar{X}$$

$$x_T = \bar{X} + \left[\frac{y_T - 0.577}{1.2825} \right] \sigma_x$$

หรือ
$$x_T = \bar{X} + K\sigma_x \quad (2.10)$$

$$K = \frac{y_T - 0.577}{1.2825} \quad (2.11)$$

ค่า K เรียกว่า แฟคเตอร์ความถี่ (Frequency factor) และ y_T หาได้จากสมการที่ 2.7 สมการที่ 1.8 เป็นสมการทั่วไปของการวิเคราะห์ความถี่ทางอุทกวิทยา (Hydrologic - frequency analysis) โดยสมการที่ 2.7 สมการที่ 2.10 และสมการที่ 2.11 เป็นสมการพื้นฐานของ Gumbel ที่ใช้สำหรับข้อมูลที่มีจำนวนไม่จำกัด (Infinite sample size) หรือจำนวนข้อมูล $N = \alpha$

ในทางปฏิบัติ ข้อมูลค่าสุดขีด เช่น อัตราการไหลสูงสุด หรือปริมาณฝนสูงสุด มักจะมีข้อมูลจำนวนจำกัด (Finite value) สามารถคำนวณค่าสุดขีด x_T ที่รอบปีการเกิดซ้ำ T ดังสมการที่ 2.12

$$x_T = \bar{X} + K\sigma \quad (2.12)$$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (2.13)$$

แฟคเตอร์ความถี่
$$K = \frac{y_T - \bar{Y}_n}{S_n} \quad (2.14)$$

เมื่อ y_T คือ ค่าตัวแปรเปลี่ยนรูปเป็นฟังก์ชันรอบปีการเกิดซ้ำ หาได้จากสมการที่ 2.7 หรือสมการที่ 1.8

\bar{Y}_n คือ ค่าตัวแปรเปลี่ยนรูปเฉลี่ย ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูล N ดังตารางที่ 2.2 โดยที่ $N \rightarrow \alpha$ มี $\bar{Y}_n \rightarrow 0.577$

S_n คือ ค่าตัวแปรเปลี่ยนรูปของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูล N ดังตารางที่ 2.3 โดยที่ $N \rightarrow \alpha$ มี $S_n \rightarrow 1.2825$

ตารางที่ 2.2 ค่าตัวแปรเปลี่ยนรูปเฉลี่ย \bar{Y}_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.6485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.557	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600									

ตารางที่ 2.3 ค่าตัวแปรเปลี่ยนรูปเฉลี่ย S_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9697	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065									

2.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Poretti และ Amicis (2011) ได้ทำการศึกษาแนวทางสำหรับการพัฒนาแบบจำลองน้ำท่วมและแผนที่เสี่ยงภัยน้ำในเมือง Valtellina เขต Lombardy ประเทศอิตาลี เนื่องจากพื้นที่นี้ได้ประสบปัญหาน้ำท่วมอยู่บ่อยครั้ง ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมขึ้นเพื่อให้ประชาชนได้มีความเข้าใจและเตรียมความพร้อมสำหรับสถานการณ์น้ำท่วม โดยในการศึกษาได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม SOBEK 1-D – 2-D ในการจำลองสภาพทางชลศาสตร์ของแม่น้ำ Adda ซึ่งไหลผ่านเมือง Valtellina เป็นระยะทาง 17 กิโลเมตร ในการพัฒนาแบบจำลองได้ทำการจำลองสถานการณ์จากความน่าจะเป็นที่จะเกิดสถานการณ์ที่มี

ลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด 12 สถานการณ์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบกับสภาพทางชลศาสตร์ที่มีอยู่เดิม จากนั้นนำผลที่ได้มาจัดทำเป็นแผนที่เสี่ยงภัย

Matthew et al (2008) ได้ทำการพัฒนาระบบเตือนภัยน้ำท่วมและจัดทำแผนที่น้ำท่วมน้ำท่วมสำหรับพื้นที่แม่น้ำ Blanchard ในรัฐโอไฮโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยได้รับการสนับสนุนจากสถาบันการสำรวจทางธรณีวิทยาสหรัฐ (U.S. Geological Survey, USGS) ซึ่งต้องการพัฒนาแผนที่น้ำท่วมดิจิทัลสำหรับเมืองฟินเลย์ โดยแผนที่จะถูกนำไปใช้ร่วมกับระดับน้ำที่สถานีโทรมาตรในเมืองฟินเลย์ซึ่งเชื่อมต่อกับศูนย์บริการสภาพอากาศแห่งชาติ National Weather Service (NWS) ที่ทำการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผลสำหรับการพยากรณ์ในระบบฐานข้อมูลของระบบเตือนภัยน้ำท่วม ซึ่งจะทำการพยากรณ์พยากรณ์พื้นที่น้ำท่วม และระดับน้ำท่วมสูงสุดในแต่ละพื้นที่ ในการศึกษาการเกิดน้ำท่วมโดยประยุกต์ใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์ร่วมกับข้อมูลค่าระดับเชิงตัวเลข ทำการเปรียบเทียบและปรับแก้แบบจำลองโดยใช้ฝนจากคาบการเกิดซ้ำ 100 ปี โดยผลที่ได้จะนำเสนอในรูปแบบของค่าระดับน้ำท่วมที่ซ้อนทับบนแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ