บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ภัยธรรมชาติหรือปรากฏการณ์รุนแรงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีผลกระทบทำให้มนุษย์ไม่สามารถดำรงชีวิตได้ตามปกติสุข ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังส่งผลถึงความเสื่อมโทรมของสังคมด้วย สำหรับในประเทศที่พัฒนาแล้วได้มีแรงกระตุ้นสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชนในการป้องกันความเสียหายได้มากกว่าประเทศที่กำลังพัฒนาหรือด้อยพัฒนา โดยในแต่ละปีความเสียหายจากภัยธรรมชาติมีมูลค่ามากกว่า 50,000 ล้านเหรียญสหรัฐ โดย 1 ใน 3 เป็นค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการเตือนภัยล่วงหน้า และอีก 2 ใน 3 เป็นค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการป้องกันและบรรเทาภัยธรรมชาติ ทั้งนี้จำนวนประชากรที่เสียชีวิตจากภัยธรรมชาติในแต่ละปีไม่ต่ำกว่า 250,000 คน โดยร้อยละ 95 อยู่ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาหรือด้อยพัฒนา (Alexander, 1993)

อุทกภัย เป็นภัยที่เกิดจากน้ำท่วม ภัยดังกล่าวจะหนักหรือเบามากน้อยเพียงไร ขึ้นอยู่กับสภาวะน้ำท่วมนั้นๆ กล่าวคือ ถ้าขนาดอุทกภัยเล็กน้อย จะทำให้เกิดความรำคาญในการสัญจรเดินทาง ทรัพย์สินต่างๆ เสียหายไม่มากนัก ถ้าขนาดอุทกภัยครอบคลุมพื้นที่กว้างหรือเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วฉับพลัน ทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินและอาคารสมบัติต่างๆ เป็นจำนวนมาก รวมไปถึงการสูญเสียชีวิตผู้คนและสัตว์เลี้ยง (เทพพรรณี เสตสุบรรณ, 2541)

ตาราง 1.1 ความเสียหายจากอุทกภัย ประจำปี พ.ศ.2538

ภาค	จังหวัด	มูลค่าความเสียหายด้านสิ่งสาธารณประโยชน์ (ล้านบาท)	ราษฎรเดือดร้อน		ที่พักอาศัยเสียหาย	พื้นที่เกษตรเสียหาย (ไร่)
			ครัวเรือน	คน		
เหนือ	17	1,356	433,788	1,575,928	926	1,250,415
ตะวันออกเฉียงเหนือ	19	1,966	567,236	3,162,378	840	311,949
ตะวันออก	8	369	112,547	485,461	441	162,225
กลาง	17	1,131	416,536	1,827,959	56,891	1,444,826
ใต้	13	2,331	324,918	1,293,605	19,724	552,689
ทั้งประเทศ	74	7,155	1,855,025	8,345,331	78,822	3,722,104

ที่มา : กองป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

สำหรับประเทศไทยนั้น จากอดีตที่ผ่านมาประเทศไทยประสบปัญหาภาวะอุทกภัยอย่างรุนแรงมาแล้วหลายครั้ง อย่างไรก็ตามเมื่อปลายปี พ.ศ.2538 ที่ผ่านมา ได้เกิดภาวะน้ำท่วมใหญ่ขึ้นอีกครั้ง ซึ่งกลายเป็นปัญหาระดับประเทศ และนำมาซึ่งความเสียหายทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้น มีสาเหตุควบคู่มาจากทั้งทางธรรมชาติและการขยายตัวของกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ได้แก่ ปัญหาการตัดไม้ทำลายป่า การขาดการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ดีพอ การขยายตัวของพื้นที่เมือง เป็นต้น จึงส่งผลทำให้พื้นที่ที่รองรับน้ำที่ไหลบ่าลดลง ลำรางระบายน้ำถูกปิดกั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดฝนตกหนักติดต่อกัน พื้นที่บริเวณดังกล่าวจึงประสบปัญหาภาวะน้ำท่วมขัง

อุทกภัยมีสาเหตุโดยตรงจากการเกิดสภาพฝนตกหนักมากกว่าปกติหรือฝนตกหนักเป็นเวลานานและตกซ้ำๆกันในบริเวณหนึ่ง จะทำให้เกิดน้ำท่าไหลหลาก ไปตามผิวดิน ลงสู่ที่ต่ำเพื่อไหลลงสู่ลำธาร ลำห้วยและแม่น้ำ หากปริมาณน้ำที่ไหลหลากตามผิวดินมีมากก็จะเอ่อท่วมบริเวณนั้น อาจจะเป็นบริเวณกว้างหรือแคบแล้วแต่สภาพภูมิประเทศ โดยจะเอ่อท่วมเพียงระยะเวลาสั้นๆ แต่ถ้าน้ำที่ไหลหลากไปตามผิวดินนี้ ไหลไปปะทะกับสิ่งกีดขวางลำน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถนน น้ำจะเอ่อสูงขึ้นเพื่อให้น้ำไหลทะลักออกทางสะพานหรือท่อลอดของลำห้วยต่างๆ ในแนวถนนนั้นต่อไป ถ้าถนนและสะพานไม่แข็งแรง ถนนขาด สะพานพัง เพื่อน้ำจะสามารถไหลไปได้มากขึ้น แต่ถ้าน้ำมีปริมาณมากจะเอ่อสูงขึ้นอีกจนไหลล้นถนน ทำให้เกิดสภาพน้ำท่วมพื้นที่ทั้งสองฝั่งถนนได้ และสภาพน้ำท่วมบริเวณดังกล่าวจะมีระยะเวลานานขึ้นจนกว่าน้ำท่าที่ไหลตามผิวดินดังกล่าวจะไหลลงสู่ลำธาร ลำห้วย และแม่น้ำได้หมด และถ้าปริมาณน้ำมีมากกว่าความจุของลำน้ำนั้นๆ แล้ว น้ำก็จะไหลล้นตลิ่งลงสู่ปากแม่น้ำออกสู่ทะเล สภาพน้ำท่วมล้นตลิ่งแม่น้ำนี้ มักจะท่วมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างและยาวไปตามลำน้ำ มีระยะเวลาน้ำท่วมยาวนานกว่า น้ำที่ไหลหลากท่วมผิวดินก่อนลงลำธาร ลำห้วย และแม่น้ำ

ข้อพิจารณาในลักษณะทางภูมิศาสตร์ คือมนุษย์นั้นเป็นผู้ที่เข้าไปอาศัยอยู่บนพื้นที่ ซึ่งเคยเป็นที่เกิดอุทกภัยเสมอๆ เหตุผลคือ การตั้งถิ่นฐานเป็นชุมชนที่จะอยู่อาศัยรวมกันนั้น จะต้องมีแหล่งน้ำไว้อุปโภคและบริโภค เป็นความสำคัญอันดับแรก และยังต้องการน้ำไว้เป็นเส้นทางคมนาคม สัญจรเดินทางติดต่อไปหาสู่กัน มนุษย์จึงได้เลือกที่ตั้งเมืองหรือชุมชนขนาดใหญ่ไว้บริเวณสองริมฝั่งแม่น้ำเสมอ ในระยะแรกความหนาแน่นของชุมชนไม่มากนัก ต่อมาเมื่อมีประชากรเพิ่มขึ้น ได้มีการสร้างสิ่งกีดขวาง การถมบริเวณที่ลุ่ม ซึ่งเดิมเป็นที่รองรับปริมาณน้ำชั่วคราว ตลอดจนการรุกล้ำทางธรรมชาติ และถมคูคลองให้เป็นถนนหรือสิ่งปลูกสร้าง จึงเป็นการเอื้ออำนวยให้เกิดสภาพน้ำท่วมและความเสียหายรุนแรงขึ้นตามลำดับ

อุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยม จะเกิดจากหลายสาเหตุหรือสาเหตุใดๆ ดังต่อไปนี้ ฝนตกหนักในพื้นที่รับน้ำทางตอนบนของลุ่มน้ำ ฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ ลักษณะทางธรณีสัณฐานของพื้นที่ลุ่มน้ำ กิจกรรมต่างๆของมนุษย์ ดังนั้นการเกิดอุกภัยจึงเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติและบางส่วนมีสาเหตุจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาคนไทยได้พยายามปรับวิถีชีวิตและความเป็นอยู่

สอดคล้องกับอุทกภัยที่เกิดขึ้นเป็นประจำ โดยการสร้างบ้านเรือนที่มีพื้นบ้านสูง ผลกระทบและความเสียหายในอดีตจึงมีไม่มากนัก การเปลี่ยนแปลงของสังคมสมัยใหม่อย่างรวดเร็วทั้งเรื่องวิถีชีวิต ความเป็นอยู่ และการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการขยายตัวของชุมชนเมือง ปัญหาแผ่นดินทรุดในเมือง ปัญหาการถมพื้นที่ดิน ปัญหาการระบายน้ำของชุมชนเมือง ตลอดจนการเพิ่มพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้สูญเสียพื้นที่ลุ่มต่ำและพื้นที่เก็บกักน้ำริมตลิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เป็นผลทำให้แนวโน้มความรุนแรงของน้ำท่วมเพิ่มขึ้นในบริเวณลุ่มน้ำยม (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539)

อุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2538 เป็นตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจน พบว่าความเสียหายอันเกิดจากอุทกภัยได้แผ่ขยายครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเหตุการณ์อุทกภัยในปี พ.ศ.2538 ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาอุทกภัยและการตอบสนองอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยม โดยนำเอากรณีอุทกภัยในครั้งนั้นมาศึกษาลักษณะอุทกภัย และใช้ข้อมูลดาวเทียมปีพ.ศ.2541 ประกอบกับข้อมูลเชิงพื้นที่ต่างๆ และมีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่ทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) และระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS) หรือที่เรียกว่า "Geomatic" หรือ "Geo-informatic" (ดาราศรี ดาวเรือง, 2541) มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

การศึกษาเกี่ยวกับอุทกภัยดังกล่าว สามารถวางแผนป้องกัน ติดตาม ตรวจสอบ และแก้ไขปัญหาได้จากเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล และระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียม แต่ต้องเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสม ประกอบกับศึกษาวิเคราะห์ถึงประวัติของพื้นที่ในอดีตประกอบการศึกษาวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย (สุภาพิศ ผลงาม, 1995) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลดาวเทียมเพื่อศึกษาสิ่งปกคลุมและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียมในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ของข้อมูลดาวเทียม และตำแหน่งที่เกิดปัญหาอุทกภัยในอดีต และปรับข้อมูลทุกชั้นข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งแผนที่พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง

การศึกษาในเชิงวิชาการในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง ซึ่งเกิดปัญหาอุทกภัยอยู่เสมอ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะมีการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยที่ระดับความรุนแรงต่างๆ เพื่อหาแนวทางและมาตรการแก้ไขหรือบรรเทาทั้งสภาพน้ำท่วมและความเสียหายที่เกิดขึ้นให้ลดน้อยลง อีกทั้งเป็นการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพ ก่อประโยชน์ในการอยู่ร่วมกันของมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมภายใต้แนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและขอบเขตของอุทกภัยในลุ่มน้ำแม่น้ำยมตอนล่าง
2. เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กำหนดพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำแม่น้ำยมตอนล่าง
3. เพื่อศึกษามาตรการการป้องกันและบรรเทาภัยอุทกภัย เพื่อป้องกันและลดผลเสียหายที่จะเกิดขึ้น

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง เป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ลุ่มน้ำยม โดยมีแม่น้ำยมและลำน้ำสาขาไหลผ่าน พื้นที่อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอศรีนคร อำเภอทุ่งเสลี่ยม อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอบ้านด่านลานหอย อำเภอเมืองสุโขทัย และอำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก อำเภอพรานกระต่าย อำเภอลานกระบือ อำเภอไทรงาน อำเภอทรายทองวัฒนา อำเภอคลองขลุง กิ่งอำเภอบึงสามัคคี อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร อำเภอพรหมพิราม อำเภอบางระกำ อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก โดยแม่น้ำยมจะไหลขนานคู่กับแม่น้ำน่านเข้าสู่เขตอำเภอสามง่าม อำเภอเมืองพิจิตร อำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอตะพานหิน กิ่งอำเภอบึงนาราง อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร เข้าเขตจังหวัดนครสวรรค์ โดยแม่น้ำยมจะไหลเข้าบรรจบกับแม่น้ำน่านที่บ้านเกยชัย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง มีพื้นที่ทั้งหมด 15,059.38 ตารางกิโลเมตร หรือ 9,412,115.81 ไร่ อยู่ระหว่างละติจูด 15 องศา 50 ลิปดา ถึง 17 องศา 50 ลิปดา เหนือ และลองจิจูด 99 องศา 19 ลิปดา ถึง 100 องศา 21 ลิปดา ตะวันออก

จากข้อมูลตาราง 1.2 แสดงจำนวนอำเภอ ตำบล และขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำยมตอนล่าง พบว่าขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง ประกอบไปด้วยพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดตาก จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดพิจิตร จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดสุโขทัย มีจำนวนอำเภอทั้งสิ้น 28 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ จำนวนตำบลทั้งสิ้น 192 ตำบล คิดเป็นพื้นที่ 15,059.38 ตารางกิโลเมตร หรือ 9,412,115.81 ไร่ โดยจังหวัดที่มีพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่างมากที่สุดได้แก่จังหวัดสุโขทัย มีขนาดพื้นที่ 6,638.78 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,149,241.52 ไร่ ส่วนจังหวัดที่มีพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่างน้อยที่สุดคือ จังหวัดนครสวรรค์ มีขนาดพื้นที่ 237.26 ตารางกิโลเมตร หรือ 148,288.86 ไร่

ตาราง 1.2 จำนวนอำเภอ ตำบล และขนาดพื้นที่ศึกษา

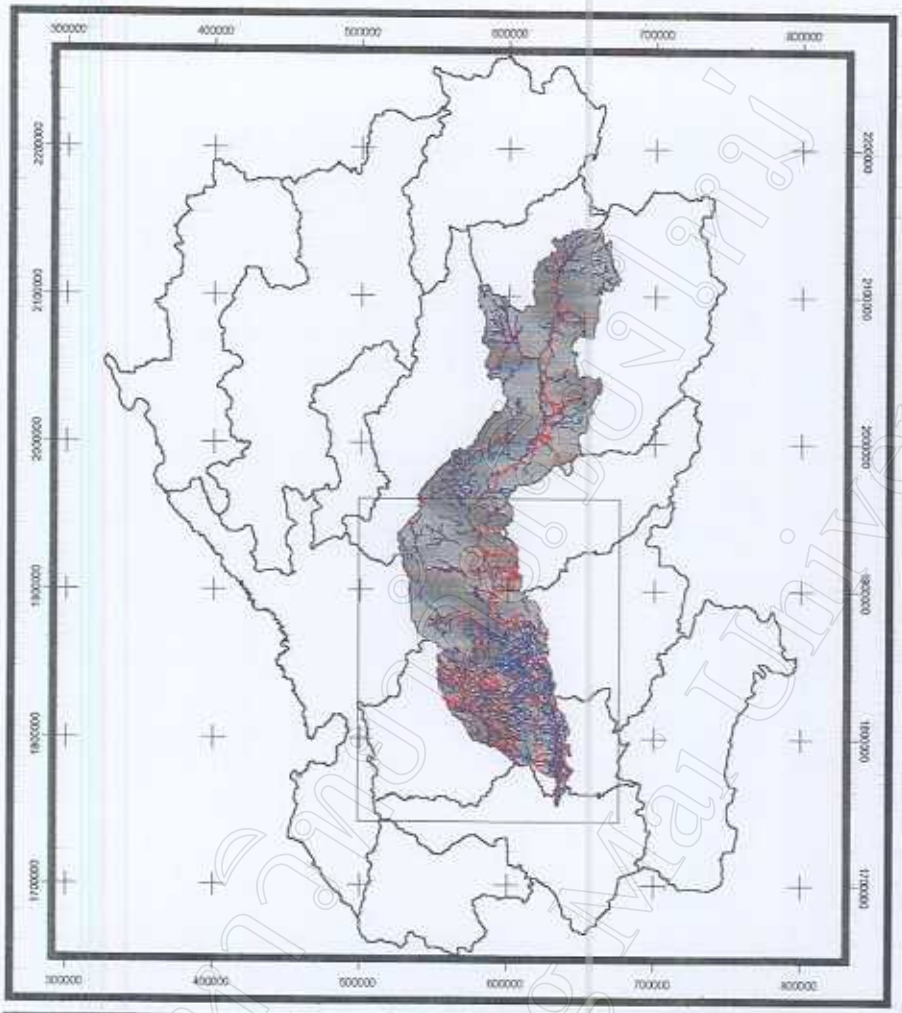
จังหวัด	จำนวนอำเภอและกิ่งอำเภอ	จำนวนตำบล	ขนาดพื้นที่	
			ตารางกิโลเมตร	ไร่
กำแพงเพชร	6 อำเภอ 1 กิ่งอำเภอ	34	3,404.28	2,127,675.65
ตาก	1 อำเภอ	2	658.77	411,736.56
นครสวรรค์	2 อำเภอ	5	237.26	148,288.86
พิจิตร	6 อำเภอ 1 กิ่งอำเภอ	39	2,197.17	1,373,231.65
พิษณุโลก	4 อำเภอ	30	1,923.10	1,201,941.54
สุโขทัย	9 อำเภอ	82	6,638.78	4,149,241.52
รวม			**15,059.38**	**9,412,115.81**

ที่มา : กรมการปกครอง, 2543.

ตาราง 1.3 สรุปพื้นที่และความเสียหายจากอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง

	จำนวนพื้นที่ประสบอุทกภัย			ความเดือดร้อน		พื้นที่ประสบภัย	
จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ครัวเรือน	คน	(ตารางกิโลเมตร)	(ไร่)
กำแพงเพชร	4	11	5	3,300	13,730	877.36	548,351.31
ตาก	1	2	12	1,600	8,780	210.31	131,447.50
นครสวรรค์	1	2	10	886	4,292	36.13	22,583.87
พิจิตร	7	36	246	29,689	149,306	1,598.05	998,783.25
พิษณุโลก	4	20	115	16,562	59,265	850.20	531,375.81
สุโขทัย	4	31	223	33,861	135,338	1,240.19	775,118.75
รวม	**21**	**102**	**611**	**85,898**	**370,711**	**4,812.25**	**3,007,660.50**

ที่มา : กรมประชาสงเคราะห์, 2539.



แผนที่ 1.1 พื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

ตาราง 1.4 สัดส่วนพื้นที่ประสบอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง

จังหวัด	พื้นที่ทั้งหมด		พื้นที่ประสบภัย		สัดส่วนพื้นที่ประสบภัย (เปอร์เซ็นต์)
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	ตารางกิโลเมตร	ไร่	
กำแพงเพชร	3,404.28	2,127,675.66	877.36	548,351.31	25.77
ตาก	658.78	411,736.56	210.31	131,447.50	31.93
นครสวรรค์	237.26	148,288.87	36.13	22,583.88	15.23
พิจิตร	2,197.17	1,373,231.66	1,598.05	998,783.25	72.73
พิษณุโลก	1,923.11	1,201,941.54	850.20	531,375.81	44.21
สุโขทัย	6,638.79	4,149,241.53	1,240.19	775,118.75	18.68
รวม	**15,059.39**	**9,412,115.81**	**4,812.25**	**3,007,660.50**	**31.96**

จากตาราง 1.3 แสดงสถิติพื้นที่เคยประสบอุทกภัยใน ปีพ.ศ.2539 (กรมประชาสงเคราะห์, 2539) ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง พบว่าทุกจังหวัดในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่างต่างประสบปัญหาอุทกภัย โดยมีพื้นที่ที่ประสบอุทกภัย จำนวน 21 อำเภอ 102 ตำบล 611 หมู่บ้าน ครัวเรือนได้รับความเสียหาย 85,898 ครัวเรือน และประชาชนประสบภัยจำนวน 370,711 คน มีพื้นที่ได้รับความเสียหายทั้งสิ้น 4,812.25 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,007,660.50 ไร่ โดยจะพบว่าช่วงเวลาที่เกิดอุทกภัยจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ประกอบกับได้รับอิทธิพลจากพายุดีเปรสชันและภายุไต้ฝุ่น ทำให้เกิดภาวะฝนตกหนักและก่อให้เกิดปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ที่ไม่สามารถระบายน้ำได้มีทัน (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, อ้างแล้ว)

จากตาราง 1.4 ได้ศึกษาวิเคราะห์สัดส่วนพื้นที่ประสบอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง พบว่าสัดส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่างได้ประสบอุทกภัยในปีพ.ศ.2539 มีพื้นที่ประสบอุทกภัยทั้งสิ้น 4,812.25 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 31.96 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่างทั้งหมด โดยจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยมากที่สุดคือจังหวัดพิจิตร โดยพื้นที่กว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของจังหวัดที่อยู่ในลุ่มน้ำยมตอนล่างนั้นประสบอุทกภัย ส่วนจังหวัดที่ประสบอุทกภัยรองลงมาคือจังหวัดพิษณุโลก คิดเป็น 44.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยน้อยที่สุดคือจังหวัดนครสวรรค์มีพื้นที่ประสบอุทกภัย 15.23 เปอร์เซ็นต์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง ครั้งนี้เป็นการศึกษาทางด้านภูมิศาสตร์กายภาพ (Physical Geography) โดยมุ่งเน้นเทคนิคการประยุกต์ใช้การผสมผสานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS), การสำรวจจากระยะไกล (Remote Sensing) และระบบการหาตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะของอุทกภัยในลุ่มแม่น้ำยม ประกอบกับการศึกษาการตอบสนองต่อภาวะอุทกภัยของประชาชนในท้องถิ่น

เพื่อออกแบบระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ รวมไปถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาในอนาคต โดยมีการจำกัดขอบเขตอยู่ในส่วนต่างๆ ต่อไปนี้

1) การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง

2) การศึกษาสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำยม ที่เกิดภาวะอุทกภัย เป็นประจำในช่วงฤดูฝน จะวิเคราะห์ตัวแปรเชิงอุทกวิทยาต่างๆ ได้แก่ คุณลักษณะเกี่ยวกับกายภาพของลุ่มน้ำ, คุณลักษณะเกี่ยวกับดินและพืชปกคลุมดิน และคุณลักษณะเกี่ยวกับภูมิอากาศ

3) การออกแบบฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำหรับการวิเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสภาพอุทกภัย จะประกอบไปด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงอธิบาย ตามชั้นข้อมูลต่างๆ โดยวิธีการจัดการฐานข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยอุทกภัย

4) ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ วิเคราะห์และจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยอุทกภัย (Flood Zoning Map) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนการจัดการ ประเมินความเสี่ยงพื้นที่เสี่ยงภัยอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สอดคล้องกับแบบจำลองสภาพอุทกภัย

5) การศึกษามาตรการการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเพื่อให้ทราบถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง และศึกษารวบรวมมาตรการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย ได้แก่ ระบบเตือนภัยจากอุทกภัย, แผนปฏิบัติการเพื่อบรรเทาความเสียหายจากอุทกภัย, มาตรการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย และมาตรการการใช้ที่ดินในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย

6) การศึกษาครั้งนี้จะจำกัดพื้นที่เฉพาะลุ่มน้ำยมตอนล่าง ทั้งนี้พื้นที่ดังกล่าวนอกจากจะเป็นเขตพื้นที่ราบน้ำท่วมที่มีปัญหาเกิดภาวะอุทกภัยในช่วงฤดูฝนเป็นประจำทุกปี ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินแล้ว โครงการพัฒนาหลายโครงการต่างๆ เช่น โครงการสี่แยกอินโดจีน และโครงการพัฒนาเมืองหลัก เป็นต้น ที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

1.4 แนวความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง เป็นการศึกษาเชิงเทคนิค (Technical Approach) ในการนำข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ ในการสร้างแบบจำลองสภาพอุทกภัยในภูมิประเทศ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาถึงลักษณะของอุทกภัยในลุ่มน้ำ และประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ การสำรวจระยะไกล และระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียม ในการศึกษาครั้งนี้ได้สรุปแนวความคิดที่เกี่ยวข้องและใช้เป็นกรอบในการศึกษาครั้งนี้มี 4 ประการ คือ แนวความคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์สภาพอุทกภัย แนวความคิดเกี่ยวกับ "Geo-informatic" หรือ "Geomatic" การออกแบบระบบการจัดการฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแนวความคิดเกี่ยวกับการประเมินและตอบสนองต่ออุทกภัย ในการศึกษาปฏิสัมพันธ์ของกิจกรรมของมนุษย์กับองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งแวดล้อม

1.4.1 แนวความคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์สภาพอุทกภัย

การวิเคราะห์สภาพอุทกภัย ที่พิจารณาปริมาตร อัตราและเวลาที่เกิด โดยจะผันแปรได้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะต่างๆ ของลุ่มน้ำ ได้แก่ คุณลักษณะเกี่ยวกับกายภาพของลุ่มน้ำ คุณลักษณะเกี่ยวกับดินและพืชปกคลุมดิน และคุณลักษณะเกี่ยวกับภูมิอากาศ (Smith & Ward, 1998)

1.) คุณลักษณะเกี่ยวกับกายภาพของลุ่มน้ำ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

1.1 ลักษณะเกี่ยวกับรูปร่างของลุ่มน้ำ ได้มีปัจจัยพิจารณาที่สำคัญได้แก่

ขนาดพื้นที่ (Size หรือ Watershed Area) ขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำหาได้ด้วยการวัดพื้นที่ซึ่งล้อมรอบโดยสันปันน้ำในแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศ หรือแผนที่แสดงลักษณะของดิน คำนวณหา Noncontributing Area ซึ่งเป็นพื้นที่ซึ่งเมื่อฝนตกลงมาแล้ว น้ำจะไม่ไหลไปตามผิวดินสู่ลำน้ำหรือแม่น้ำทันที ได้แก่พื้นที่ที่เป็นบึง หนอง ทะเลสาบเป็นต้น ดังนั้นส่วนของพื้นที่เหล่านี้จะต้องนำไปหักออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ในการพิจารณาค่าน้ำท่าผิวดิน (Surface Runoff)

รูปร่างของลุ่มน้ำ (Basin Shape) จะมีผลต่อการวิเคราะห์กราฟน้ำท่าและปริมาณการไหลสูงสุด (Peak-flow Rates) จะพิจารณาถึง ความหนาแน่นของลำน้ำ (Drainage Density) โดยถ้าลุ่มน้ำมีความหนาแน่นของลำน้ำสูง หรือรูปแบบการระบายน้ำ (Drainage Pattern) จะมีความสามารถในการระบายน้ำออกจากลุ่มน้ำได้ดี ในทางตรงข้าม ถ้าลุ่มน้ำมีความหนาแน่นของลำน้ำต่ำ จะมีความสามารถในการระบายน้ำออกจากลุ่มน้ำได้ไม่ดี

1.2 ลักษณะเกี่ยวกับความลาดเทหรือความง่ายต่อการระบายน้ำ

ความลาดชันของลำน้ำ (Channel Slope) จะพิจารณาความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ กับความยาวและเวลาการไหล โดยความเร็วของการไหลจะเป็นสัดส่วนกับความลาดชัน

ความลาดชันของลุ่มน้ำ (Land Slope) จะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการไหลไปตามพื้นผิวดิน ที่เรียกว่า "Overland Flow" โดยทั่วไปจะพิจารณาจากความลาดชันเฉลี่ยของลุ่มน้ำ

2.) คุณลักษณะเกี่ยวกับดินและพืชปกคลุม

2.1 ดิน (Soil) คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดินหรือกลุ่มของดินที่สามารถวิเคราะห์ทางด้านอุทกวิทยาเกี่ยวกับข้อมูลทางด้านลุ่มน้ำ จะพิจารณาอัตราการซึมน้ำของดิน มวลสารประกอบในเนื้อดิน ความลึกของดินแต่ละชนิด ที่มีผลต่อความสามารถในการระบายน้ำ

2.2 สิ่งปกคลุม (Land-cover) คือสิ่งต่างๆ ส่วนมากจะเป็นพืชพรรณ ที่ปกคลุมดินและป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนที่ตกลงมาสู่พื้นดิน ส่วนมากข้อมูลที่เกี่ยวกับสิ่งปกคลุม เป็นต้นว่า ความหนาแน่นและความสูงของพืช ความหนาแน่นและความลึกของรากพืช การแผ่ปกคลุม ส่วนมากจะพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-use) มาเป็นดรรชนีเกี่ยวกับการพิจารณาสิ่งปกคลุมดินแทนในด้านการวิเคราะห์ลุ่มน้ำ ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยและวิเคราะห์มูลค่าความเสียหายจากอุทกภัย โดยพิจารณาร่วมกับความสัมพันธ์ของความลึกและระยะเวลาที่เกิดอุทกภัย

3.) คุณลักษณะเกี่ยวกับภูมิอากาศ

ส่วนมากจะวิเคราะห์น้ำหรือความชื้นจากอากาศหรือน้ำฟ้า (Precipitation) โดยในประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของน้ำฝน ที่อาจมีการบันทึกที่ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน และข้อมูลเฉพาะพายุฝนใดพายุฝนหนึ่ง โดยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนขั้นประยุกต์จาก กราฟแสดงความสัมพันธ์ ความลึกน้ำฝน-พื้นที่-ช่วงเวลา (Depth-Area-Duration Curve), การแสดงความสัมพันธ์ความลึก(ความเข้ม) น้ำฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ของการเกิดซ้ำ (Rainfall Depth (Intensity)-Duration Frequency Curve) และปริมาณฝนสูงสุดที่อาจเป็นได้ (Probable Maximum Precipitation)

โดยสรุปการศึกษาสภาพอุทกภัยในลุ่มน้ำ (วีรพล แต้สมบัติ, 2531) จะเป็นแนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์อุทกภัย โดยพิจารณาปริมาณน้ำท่วมจากลุ่มน้ำใดๆ ถือว่าเป็นตัวแปรตามเชิงอุทกวิทยา ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากตัวแปรอิสระเชิงอุทกวิทยาต่างๆ ได้แก่ ฝนตกหนัก ดินที่อยู่ในสภาพที่มีอัตราการซึมต่ำ ดินที่อยู่ในสภาพชุ่มน้ำหรืออิ่มตัว เป็นต้น

1.4.2 แนวความคิดเกี่ยวกับ "Geo-informatic" หรือ "Geomatic"

ปัจจุบันการพัฒนาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นมาเพื่อที่จะใช้ในการศึกษาสภาพแวดล้อมโลก อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้พัฒนาการดังกล่าวยังพยายามที่จะวางกรอบแนวความคิดไว้เพื่อเป็นแนวทางใน การศึกษาปฏิสัมพันธ์ของกิจกรรมของมนุษย์กับองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งแวดล้อม การดำเนินศึกษาโดยประยุกต์ใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้ มีประเด็นคิด 3 ประเด็นสำคัญ คือ การติดตามความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม และการทำนายผลกระทบสิ่งแวดล้อม

การติดตามความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล อันได้แก่ การใช้ดาวเทียมสำรวจพื้นโลกซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สามารถใช้ในการรวบรวมข่าวสารข้อมูลปัจจุบันมีศักยภาพสูงมากในการตรวจสอบและวัดความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เทคโนโลยี

เหล่านี้ทำให้สามารถติดตามความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น การติดตามการเติบโตของพืชผลทางการเกษตรหรือแม้แต่การแพร่กระจายของศัตรูทางการเกษตร การตรวจสอบการแพร่กระจายของสารมลพิษ หรือแม้แต่การเฝ้าติดตามระบบอากาศโดยพิจารณาการเปลี่ยนของมหาสมุทร

ที่สำคัญคือ เทคโนโลยีในการจัดการระบบข่าวสารข้อมูลทางพื้นที่ ที่เรียกกันว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งพัฒนาขึ้นมาเนื่องจากข้อมูลที่ต้องการจัดการในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่มีจำนวนมาก ผู้ใช้จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่สามารถจัดเก็บ วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ โดยผ่านระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการเรียกค้นคืน วิเคราะห์ ตลอดจนแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนที่ รายงานสรุป ตารางสถิติ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ในส่วนของความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อองค์ประกอบต่างๆ ของระบบนิเวศและระหว่างองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อม ผลกระทบของ CFCs ที่เกิดจากการใช้สเปรย์ที่มีต่อการทำลายโอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์บริเวณเหนือมหาสมุทรแอนตาร์คติกเป็นตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจน ความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อมโยงในอันที่รักษาวัฏจักรของชีวภูมิเคมีก็เป็นตัวอย่างอีกตัวอย่างที่สำคัญ

การทำนายผลกระทบสิ่งแวดล้อม วิธีการทั้งหลายที่ถูกพัฒนาขึ้นมา เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมและการคาดการณ์ในระดับโลกนั้น มักมีการวิเคราะห์ในลักษณะเชิงระบบแม้ว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวจะมีความซับซ้อนอย่างมาก แต่การสร้างแบบจำลองของสิ่งแวดล้อมก็เป็นเรื่องที่จะเป็นประโยชน์ต่อการคาดการณ์เพื่อใช้เป็นกลยุทธในการพัฒนาธุรกิจ หรือเพื่อการวางแผนเศรษฐกิจระดับมหภาค แบบจำลองเหล่านี้จะถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อที่จะปรับปรุงวิธีการที่จะจัดการผลกระทบของมหาสมุทรที่มีต่อบรรยากาศ และการทำนายในระดับภูมิภาค ยิ่งกว่านั้นแล้วบทบาทของวิทยาศาสตร์ยังจะทำให้เกิดแบบจำลองสิ่งแวดล้อมโลก อันแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์และนโยบายของรัฐ เพื่อที่จะนำเอาแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นมาและแสดงในรูปภาษาทางวิทยาศาสตร์ไปสู่การกำหนดนโยบายของรัฐและนโยบายของธุรกิจต่อไป

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โดยการนำข้อมูลแผนที่มาวิเคราะห์ตามค่าน้ำหนักของตัวแปรที่กำหนดคูณกับระดับถ่วงน้ำหนักประเภทข้อมูล ซึ่ง Zeiler (1999) ได้เสนอสมการดังนี้

$$W_t = W_1 D_1 + W_2 D_2 + \ldots\ldots + W_n D_n$$

เมื่อ W_t = ค่าถ่วงน้ำหนักรวม

$W_1, W_2, \ldots\ldots, W_n$ = ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละตัวแปร

$D_1, D_2, \ldots\ldots, D_n$ = ค่าคะแนนจากตัวแปรที่ 1, 2,...,n

จากผลลัพธ์ที่ได้ทำการจัดลำดับ จะได้สภาพพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ พื้นที่ที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูง พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับปานกลาง พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ และพื้นที่ไม่เสี่ยงอุทกภัย ซึ่งจากความสัมพันธ์ที่ได้นำไปวิเคราะห์โดยการซ้อนทับ (Overlay) ทุกชั้นแผนที่และจัดทำแผนที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย

การผสมผสานของวิธีการทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้ นับได้ว่าก่อให้เกิดโอกาสอย่างมากในการที่จะรวบรวมข่าวสารข้อมูลจากหลายๆ แหล่ง ในหลายๆ ประเด็นของสิ่งแวดล้อม การสำรวจในภาคพื้นดินระดับท้องถิ่น สามารถผนวกเข้ากับแบบจำลองด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้ข้อมูลมาจากดาวเทียมในบริเวณห่างไกลที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ในภาคพื้นดิน ด้วยวิธีการนี้การตรวจวัดทางกายภาพของปริมาณน้ำ ความชื้น กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์บนพื้นดิน สามารถที่จะนำมาเชื่อมโยงกันได้ผ่านแบบจำลองด้านสิ่งแวดล้อม โดยจะสามารถสร้างความเข้าใจความต่อเนื่องไปถึงสภาพอุทกภัยและการตอบสนองต่ออุทกภัย

การผสมผสานระบบการสำรวจจากระยะไกล, ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียม เข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อว่า "Geo-informatic" หรือ "Geomatic" ซึ่งเป็นระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่ในลักษณะสหวิทยาการ ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการ การวางนโยบาย การปฏิบัติการ การวางแผน และการตัดสินใจ เพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสภาพแวดล้อม ทั้งในระดับท้องถิ่น ประเทศ ภูมิภาค และในระดับโลก (Murai, 1997)

ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีต่างๆ ในระบบ Geo-informatic โดยระบบการสำรวจจากระยะไกล เป็นระบบที่ให้ข้อมูลด้านทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อมที่ทันสมัยและสม่ำเสมออย่างต่อเนื่อง จึงสามารถนำมาจัดทำแผนที่แสดงลักษณะการใช้ที่ดิน และทรัพยากรตลอดจนติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ การนำระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียม มาใช้ร่วมด้วยในการสำรวจภาคสนาม จะช่วยให้การทำแผนที่ดังกล่าวมีความแม่นยำและถูกต้องยิ่งขึ้น การหาตำแหน่งในลักษณะอัตโนมัติ ข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม เพื่อการทำแผนที่ การปรับปรุงคุณภาพข้อมูล การประยุกต์ใช้ระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียมร่วมกับระบบการสำรวจจากระยะไกล ที่มีความเป็นไปได้สูงขณะนี้ คือ หน่วยทำแผนที่และปรับปรุงคุณภาพข้อมูลเคลื่อนที่ โดยการติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม และเครื่องรับสัญญาณ GPS ตลอดจนกล้องถ่ายรูปดิจิตอลไว้บนรถตรวจการที่ใช้ออกภาคสนาม จะทำให้การทำแผนที่หรือการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

บทบาทของระบบการสำรวจจากระยะไกลต่อระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จะเป็นในรูปของข้อมูลที่ถูกต้องทันสมัย เพื่อใช้ในการปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูล ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ให้ทันสมัยเสมอ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญและรากฐานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ดี นอกเหนือจากคุณลักษณะด้านความสามารถในการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ต่างๆ ปัจจุบันปัญหาการผสมผสานระหว่างระบบการสำรวจจากระยะไกล ซึ่งเป็นข้อมูลแบบราสเตอร์ (Raster) และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นข้อมูลแบบเวคเตอร์

(Vector) นั้น ลดน้อยลงมาก ด้วยความพยายามของผู้ผลิตระบบในการพัฒนา เพื่อให้ทั้งสองระบบสามารถเชื่อมโยงข้อมูลกันได้ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและรวมเร็วในการปรับปรุงแผนที่หรือข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ความสัมพันธ์ระหว่างระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียมและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จะเป็นในทำนองเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างระบบการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ทั้งในลักษณะปรับแก้ข้อมูลเดิมในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และการเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าสู่ระบบ จะมีแนวโน้มที่จะทำได้ในท้องที่ ณ จุดที่ต้องการ ในลักษณะของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แบบเคลื่อนที่

การผสมผสานกันของเทคโนโลยี ระบบการสำรวจระยะไกล, ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียม ประกอบกับระบบการสื่อสารด้วยดาวเทียมที่กำลังก้าวหน้าอยู่ในปัจจุบัน จะทำให้เกิดมิติใหม่ด้านสารสนเทศเชิงพื้นที่ ซึ่งนอกจากจะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อมแล้ว ยังจะมีส่วนช่วยในการประยุกต์ด้านวิศวกรรม และด้านอื่นๆ เช่น การควบคุมการเกิดภาวะอุทกภัย การก่อสร้างต่างๆ การป้องกันการเกิดแผ่นดินถล่ม และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งล้วนแต่มีความสำคัญต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (ดาราศรี ดาวเรือง, อ้างแล้ว)

การออกแบบฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ระบบสารสนเทศที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันมีกระบวนงานร่วมที่ถูกพัฒนา ใช้งานและผ่านขั้นตอนการพัฒนาที่คล้ายกัน ได้แก่ การวางแผนการศึกษาความเป็นไปได้ การวิเคราะห์ การออกแบบ การแสดงผล และการบำรุงรักษา สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการสร้างแนวความคิดว่าฐานข้อมูลถูกพัฒนาได้อย่างไร จุดมุ่งหมายของการออกแบบฐานข้อมูลมีสาระสำคัญพอสรุปได้ คือ เพื่อสนองตอบความต้องการใช้ข้อมูลสารสนเทศของผู้ใช้ ช่วยให้โครงสร้างของสารสนเทศดูเป็นธรรมชาติและง่ายต่อการเข้าใจ และช่วยให้มีการประมวลผลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Zeiler, อ้างแล้ว)

การออกแบบฐานข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ลักษณะอุทกภัย ซึ่งเป็นการพัฒนาบนระบบคอมพิวเตอร์ สามารถพัฒนาระบบการจัดการฐานข้อมูล ในส่วนต่างๆ ดังนี้

1.) การเก็บรวบรวมข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูล ระบบการจัดการฐานข้อมูลจัดการเก็บและสามารถเข้าถึงข้อมูลที่มีอยู่เป็นจำนวนมากได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว โดยชนิดของข้อมูลทางอุทกศาสตร์ที่จัดเก็บในระบบการจัดการฐานข้อมูล

2.) การปรับปรุงแก้ไขข้อมูล การประยุกต์ใช้โปรแกรมทางอุทกวิทยาโดยทั่วไป เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์แบบต่างๆ โดยใช้การผันแปรทีละน้อย ในกลุ่มการนำเข้าข้อมูล การใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลอย่างเหมาะสม จะขจัดความต้องการในการปรับปรุงบำรุงรักษาชุดข้อมูลที่นำเข้าที่ไม่ได้นำมาใช้ที่มีอยู่มากมาย

3.) การใช้ข้อมูลซ้ำ ผู้ใช้จะใช้ข้อมูลทางอุทกศาสตร์ โดยมีชนิดของการวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้กับโปรแกรมที่แตกต่างกันออกไป การเก็บข้อมูล ระบบการจัดการฐานข้อมูล โดยให้สามารถเข้าถึงได้สะดวก จะทำให้ใช้ข้อมูลซ้ำโดยไม่จำเป็นต้องทำการจัดรูปแบบใหม่อีก

4.) การรายงานข้อมูล โดยทั่วไปแล้วโปรแกรมทางด้านทรัพยากรน้ำ หรืออุทกศาสตร์ ต้องการเปรียบเทียบผลของการวิเคราะห์ที่คล้ายคลึงกัน ผลที่เก็บโดยใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลทำให้รายงานการเปรียบเทียบง่ายลง

กรรมวิธีการออกแบบฐานข้อมูล ซึ่ง กิตติ ภักดีวัฒนะกุลและคณะ (2542) อธิบายว่าประกอบด้วยขั้นตอนพื้นฐานที่สำคัญ 6 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจศึกษาความต้องการข้อมูลสารสนเทศของผู้ใช้ ประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับความต้องการใช้ฐานข้อมูลของผู้ใช้

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบฐานข้อมูลเชิงแนวคิด เป็นการสร้างเค้าร่างเชิงแนวคิด สำหรับฐานข้อมูลที่เป็นอิสระต่อระบบจัดการฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 การเลือกใช้โครงสร้างระบบจัดการฐานข้อมูล เป็นการพิจารณาเลือก โครงสร้างระบบจัดการฐานข้อมูลที่เหมาะสมกับหน่วยงานของผู้ใช้งาน

ขั้นตอนที่ 4 การออกแบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะ เป็นการแปลงเค้าร่างเชิงแนวคิด เข้าสู่แบบจำลองระบบจัดการฐานข้อมูลที่เลือกไว้ในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพ เป็นการเกี่ยวข้องกับการออกแบบข้อกำหนดสำหรับการจัดเก็บฐานข้อมูลในรูปของโครงสร้างหน่วยเก็บเชิงกายภาพการปรับเปลี่ยนและความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล

ขั้นตอนที่ 6 การทำให้ระบบฐานข้อมูลบังเกิดผล สามารถนำเอาข้อมูลในระบบฐานข้อมูลมาใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ได้บรรลุผล

1.5 วรรณกรรมปริทัศน์

1.5.1 การศึกษาเกี่ยวกับภัยธรรมชาติ

สภาพภัยธรรมชาติ โดยเฉพาะสภาพอุทกภัย ซึ่งเป็นสภาพที่พื้นที่หนึ่งๆ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหัน ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก สิ่งที่มนุษย์ในพื้นที่ที่ประสบภัยธรรมชาติดังกล่าว จะทำให้สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของมนุษย์ในพื้นที่นั้นๆ เสื่อมลง รวมไปถึงพืชพรรณและสัตว์ป่าในธรรมชาติ ที่ไม่สามารถปรับตัวต่อภัยธรรมชาติ ก็จะไม่สามารถดำรงอยู่ในสภาพภัยธรรมชาติได้เช่นกัน ถึงแม้จะมีการพยากรณ์อากาศ หรือมีการเตือนภัยล่วงหน้า รวมไปถึงการได้รับความช่วยเหลือจากองค์กรต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน หรือองค์กรอิสระ ที่จะพยายามให้ข้อมูล ความเข้าใจแก่ประชาชนในพื้นที่ แต่ก็อาจมีอุปสรรคที่พอสรุปได้ (Alexander, 1993)

1.) นโยบายและ/หรือบทบาทด้านการเมือง การให้ความสนใจ ที่จะให้ความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชนที่ประสบภัยธรรมชาติอันเนื่องมาจากสภาพอุทกภัย หรือการเตือนภัย การพยากรณ์ ซึ่งรวมไปถึงกลุ่มวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภัยธรรมชาติอันเนื่องมาจากความหนาวเย็นในพื้นที่เกิดอุทกภัย

2.) การเสริมสร้างเทคโนโลยีใหม่ๆในสังคม อาจจะเพิ่มความเสี่ยงหรือความรุนแรงในการเกิดภัยธรรมชาติอันเนื่องมาจากสภาพอุทกภัย เช่น การปลูกสร้างที่อยู่อาศัยในบริเวณที่เกิดภัยธรรมชาติรุนแรงหรือการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมธรรมชาติ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยลดความรุนแรงของภัยธรรมชาติอันเนื่องมาจากอุทกภัย

3.) การดำเนินการด้านความร่วมมือในภาคพื้นทวีป อาจเป็นการร่วมมือกันในระดับภูมิภาค ระดับประเทศ ไปจนถึงระดับโลก เพื่อวางแผนร่วมมือกันในการที่จะสร้างความเข้าใจแก่ประชาชนในเรื่องภัยธรรมชาติอันเนื่องมาจากความหนาวเย็นอย่างแท้จริง และเข้าใจในสาเหตุของการเกิดภัยธรรมชาติ ซึ่งยังต้องใช้วิธีการทางเทคนิค เพื่ออธิบายสาเหตุ จะต้องมีการผสมผสานใช้เทคนิคและความเข้าใจในระบบสังคมมนุษย์ในพื้นที่ที่เกิดภัยธรรมชาติด้วยเช่นกัน

Burton and Kates (1964) ได้ศึกษาถึงภาวะอุทกภัย ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศและอุตุนิยมวิทยา ต่อมาในปี 1968 ได้เสนอการศึกษาในการปรับตัวของประชาชนต่อภาวะอุทกภัยที่เกิดขึ้น โดยการปรับตัวต่อเหตุการณ์ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากภาวะอุทกภัย โดยการลดความรุนแรงของภาวะอุทกภัย ซึ่งสามารถใช้การวางแผนการใช้ที่ดิน โดยมีสิ่งปกคลุมดิน รวมไปถึง การควบคุมการไหลบ่าของน้ำสามารถทำได้โดยการทำที่กักเก็บน้ำ, คันกั้นน้ำ, ผนังกั้นลำน้ำ เพื่อลดการไหลบ่าของน้ำ จะสามารถช่วยลดอัตราการไหลบ่าของน้ำได้ การปรับลดความสูญเสีย โดยกำหนดระบบเตือนภัย อาจมีการเคลื่อนย้ายและการเตรียมตัวฉุกเฉิน การออกแบบสิ่งปลูกสร้าง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการเคลื่อนย้ายแบบถาวร

ด้านการลดความสูญเสีย จะมีประเด็นที่น่าสนใจ ได้แก่ 1) การกระจายความสูญเสีย จะมีองค์กรของรัฐเข้ามาดูแลช่วยเหลือให้คำแนะนำ เช่น การบรรเทาสาธารณภัย โดยความช่วยเหลือด้านต่างๆ การมีการประกันภัยอุทกภัย เป็นต้น 2) การวางแผนสำหรับการลดความสูญเสีย จัดให้มีการเตรียมการล่วงหน้า สำหรับสถานการณ์ต่างๆ รวมไปถึงการประกันภัยอุทกภัย และการทนอยู่ในสภาพความสูญเสีย จะขึ้นอยู่กับปัจจัย ของแต่ละบุคคล ที่สามารถทนอยู่กับความสูญเสียได้

ในการศึกษานี้ไม่สามารถระบุปัจจัยเกี่ยวกับการตอบสนองของมนุษย์ต่อภัยธรรมชาติอันเนื่องมาจาก ความสามารถในการตัดสินใจของมนุษย์ ที่จะเลือกปัจจัยอื่นๆ ที่จำเป็นในการทนอยู่กับภัยธรรมชาติชนิดนั้นๆ เช่นกรณี ภาวะอุทกภัยในเขตที่ราบลุ่มแม่น้ำ จะมีผลกระทบน้อยมากต่อประชาชนที่ประกอบกิจกรรมอยู่ในเขตพื้นที่อุทกภัยดังกล่าว สาเหตุดังกล่าวอาจใช้ปัจจัย การคุ้มทุนทางเศรษฐกิจมาช่วยพิจารณา จะพบได้ว่า ในบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำ ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ อันเนื่องมาจากการตกตะกอนทับถมของแร่ธาตุ ถึงแม้ใช้ในการเพาะปลูกได้ปีละ 1-2 ครั้ง หรือมีความเสี่ยงต่อความสูญเสียสูง แต่ผลผลิตที่ได้มีความคุ้มกับการลงทุน

แนวคิดดังกล่าวตรงกับการศึกษาของ Smith และ Ward (1998) ที่ได้พิจารณาอัตราส่วนผลตอบแทนเท่าตัว และความพึงพอใจในการประกอบกิจกรรม รวมไปถึงพฤติกรรมและการรับรู้ ยอมรับอุทกภัย ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตที่ราบลุ่มแม่น้ำ La Fallete มลรัฐ Tennessee

White (1975) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอัตราส่วนผลตอบแทนเท่าตัว และปัจจัยที่บ่งชี้การรวมกลุ่มกันว่า การตัดสินใจในการจัดการทรัพยากร จะอยู่ภายใต้สมมติฐานที่สนใจในระบบความสัมพันธ์ของกลุ่มชน และระบบทางกายภาพ จะสามารถปรับตัวเข้ากับภัยธรรมชาติ ความสัมพันธ์ดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึง รูปแบบ ในการตอบสนองต่อภัยธรรมชาติ จะสามารถแสดงออกในแต่ละบุคคล, ข่าวสารข้อมูล, การตัดสินใจของมวลชน และกฎระเบียบข้อบังคับในการจัดการ

Parker and Harding (1979) ได้ศึกษาถึงภัยธรรมชาติ โดยเน้นด้านการปรับตัว การฟื้นฟู และการรับรู้เรื่องภัยธรรมชาติ ที่มุ่งเน้นไปที่ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะสร้างความตระหนักเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และขยายเนื้อหาให้ครอบคลุมเกี่ยวกับระบบนิเวศน์

1.5.2 การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของอุทกภัย

Alexander (1993) จำแนกอุทกภัยที่เกิดขึ้นในสถานที่เกิดได้ เป็นอุทกภัยที่เกิดบริเวณลำน้ำหรือแม่น้ำ, อุทกภัยที่เกิดบริเวณปากแม่น้ำ, อุทกภัยที่เกิดบริเวณชายฝั่งทะเล และอุทกภัยที่เกิดบริเวณอื่นๆ เช่น เกิดจากแผ่นดินไหว หรือภูเขาไฟระเบิด แล้วส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อสถานที่เก็บกักน้ำ เช่น เขื่อน พังทลาย

Roy Ward ได้เสนอในปี 1978 จากหนังสือ Floods: A Geographical Perspective น้ำท่วมเป็นโอกาสเกิดขึ้นถี่ห่างหรือมากน้อยไม่แน่นอน และมนุษย์ไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ได้มากนัก ส่วนใหญ่ได้แต่เพียงเฝ้าติดตามและแจ้งข่าวเตือนภัยล่วงหน้าเท่านั้น ได้วิเคราะห์และจัดแบ่งปรากฏการณ์อุทกภัยหรือน้ำท่วม ออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ น้ำท่วมตามฤดูกาล, น้ำท่วมฉับพลัน, น้ำท่วมครั้งคราว และน้ำท่วมใหญ่

อุทกภัย คือ อันตรายอันเกิดจากน้ำท่วม ส่วนน้ำท่วม หมายถึง น้ำซึ่งท่วมพื้นที่บริเวณใด บริเวณหนึ่งเป็นครั้งคราว โดยน้ำในลำน้ำ หรือทะเลสาป มีระดับสูงล้นตลิ่งบ่าเข้าไป หรือน้ำจากที่สูงบ่าลงมา สำหรับภัยพิบัติใหญ่ๆ ในเขตลุ่มน้ำภาคเหนือนี้ มักเกิดจากอุทกภัย และภัยแล้ง สลับควบคู่กันไป อันเกิดจากการที่ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล และสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงชัน

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า อุทกภัยเป็นภัยพิบัติจากธรรมชาติที่เกิดจากฝนตกหนักด้วยสาเหตุต่างๆ กัน อาทิ เกิดจากพายุหมุนเขตร้อน ฝนภูเขา ฝนร่องมรสุม ฝนจากคลื่นกระแสลมฝ่ายตะวันออกและตะวันตก ตลอดจนสาเหตุสนับสนุนอื่น ได้แก่ ภาวะน้ำทะเลหนุน แผ่นดินทรุด การตื้นเขินของแหล่งน้ำ เป็นต้น แต่อุทกภัยนั้นเมื่อทราบสาเหตุเวลาที่เกิด มนุษย์พอจะมีเวลาเตือนภัยและบรรเทาภัยอุทกภัยได้ เพื่อไม่ให้ภัยพิบัติขยายวงกว้างออกไปหรือให้มีเวลาของภัยพิบัติสั้นที่สุดก็ด้วยมนุษย์ไม่ทำลายสภาพแวดล้อมของสมดุลทางธรรมชาติประการหนึ่ง และช่วยเสริมสร้างสิ่งที่ธรรมชาติให้มาให้ดีขึ้นอีกประการหนึ่ง ปัญหาอุทกภัยก็จะมิใช่ปัญหาร้ายแรงสำหรับมนุษย์ต่อไป

Smith (1993) และเทพพรรณี เสตสุบรรณ (2541) ได้บรรยายความเสียหายอันเนื่องมากจากอุทกภัย ต่อการประกอบกิจกรรมของมนุษย์ ในด้านต่างๆ อันเป็นผลมาจากระดับน้ำในแม่น้ำและทะเลสูงขึ้นมากจนล้นฝั่งและตลิ่ง นอกจากจะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงแล้ว ถ้าเป็นกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวหรือคลื่นที่ซัดถมจากทะเล ขึ้นมาบนฝั่งและถอยหลังไป จะมีอำนาจทำลายกวาดทุกสิ่งทุกอย่างลงทะเลไปหมด ยิ่งจะเป็นความเสียหายที่ไม่สามารถจะประเมินได้ อันตรายและความเสียหายด้านต่างๆ ได้แก่ ความเสียหายที่เกิดต่อระบบสาธารณูปโภค การคมนาคมขนส่ง ความเสียหายที่เกิดต่อพื้นที่ชุมชนเมืองและความเสียหายที่เกิดต่อพื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าวมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในเขตที่ราบน้ำท่วม สามารถดำเนินกิจกรรมทางสังคมเศรษฐกิจ จะได้รับผลประโยชน์มากกว่า ความเสียหายที่จะเกิดจากอุทกภัย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับ การรับรู้อุทกภัยของคนในพื้นที่ราบน้ำท่วมบริเวณต่างๆ รวมไปถึงการปรับตัวต่อภาวะอุทกภัย ทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ส่วนการลดความสูญเสียจากอุทกภัย เป็นสิ่งจำเป็นของประชาชนในพื้นที่ราบน้ำท่วม โดยส่วนมากจะได้รับการช่วยเหลือจากองค์กรของภาครัฐและเอกชน ซึ่งการดำเนินการจะใช้เวลามาก

การตั้งถิ่นฐานในเขตที่ราบน้ำท่วม เมื่อเกิดภาวะอุทกภัยจะส่งผลให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของอุทกภัย โดยมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่ราบน้ำท่วม สามารถเรียนรู้ และปรับตัว เพื่อลดความสูญเสียจากภาวะอุทกภัย รวมไปถึงการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมากยิ่งขึ้น เช่น การพัฒนาระบบการเกษตร โดยการใช้ระบบชลประทาน การสร้างคันกั้นน้ำ, คูน้ำ เป็นต้น ในบางครั้งอุทกภัยสามารถก่อให้เกิดความเสียหายมากกว่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ หรือเกิดความสูญเสียชีวิตของประชาชน เช่น การเกิดอุทกภัยในประเทศจีนปี ค.ศ. 1951 มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 1 ล้านคน หรือในอเมริกา เกิดอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำ Kansas ก่อให้เกิดความเสียหายคิดเป็นมูลค่ามากกว่า 1.5 ล้านเหรียญสหรัฐ โดยปกติความเสียหายจากอุทกภัยในแต่ละปีคิดเฉลี่ยทั้งประเทศจะประมาณ 1 ล้านเหรียญสหรัฐ ทั้งนี้ผล

กระทบจะทวีความรุนแรงขึ้นในประเทศที่กำลังพัฒนาหรือด้อยพัฒนาจะทำให้คนขาดแคลนที่อยู่อาศัย, อาหาร, ยารักษาโรค และเครื่องนุ่งห่ม ส่งผลให้คุณภาพชีวิตตกต่ำลง

ลักษณะของอุทกภัยในภาคเหนือ เนื่องจากภูมิประเทศในภาคเหนือ ประกอบด้วย สามลักษณะ คือ เทือกเขา ที่ราบระหว่างเขา และที่ราบลุ่ม โดยบริเวณตอนบนของภาค ได้แก่ จังหวัดเชียงราย พะเยา เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน และตาก มีลักษณะภูมิประเทศซึ่งประกอบด้วยเทือกเขาสลับกับที่ราบระหว่างภูเขา อุทกภัยมักเกิดจากน้ำท่วมฉับพลัน เนื่องจากมีฝนตกหนักบริเวณเทือกเขาต่างๆ ทั้งที่เกิดจากร่องมรสุมพาดผ่าน และพายุเคลื่อนผ่าน ในบริเวณดังกล่าว ในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนกันยายน (นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์, 2538) ส่วนบริเวณตอนล่างของภาค ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย อุตรดิตถ์ พิษณุโลก นครสวรรค์ พิจิตร เพชรบูรณ์ และอุทัยธานี ภูมิประเทศส่วนใหญ่ จะเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ จึงมักเกิดความเสียหายจากการท่วมขังในระยะเวลานานๆ เนื่องจากฝนตกหนัก และน้ำในแม่น้ำล้นตลิ่ง ในช่วงระหว่างปลายเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนกันยายน ในคาบ 28 ปี ระหว่างปี พ.ศ.2505 ถึง 2532 มีการเกิดอุทกภัยในภาคเหนือ รวม 26 ครั้ง คือเฉลี่ยเกิดปีละครั้ง แต่ละครั้งมีค่าเสียหายประมาณ 264 ล้านบาท ส่วนใหญ่เกิดเพราะมีพายุดีเพรสชั่น ในช่วงเดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน ดังรายมีละเอียด แสดงในภาคผนวก ตารางแสดงการเกิดอุทกภัยในภาคเหนือของประเทศไทย ระหว่างปีพ.ศ.2505-2532

วีรพล แต้สมบัติ (2531) ได้ยกตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยา โดยใช้ทฤษฎีความเป็นไปได้ (Probability Distribution) หลายชนิด สำหรับการวิเคราะห์น้ำท่วมด้วยหลักสถิติการเกิด โดยใช้ทฤษฎีความเป็นไปได้ 4 อย่างด้วยกัน ได้แก่ ทฤษฎี กัมเบล (Gumbel Distribution), ทฤษฎีล๊อกนอร์มอลแบบสองพารามิเตอร์ (Two-parameter Lognormal), ทฤษฎีเพียร์สันประเภทสาม (Pearson Type III Distribution), ทฤษฎีล๊อกเพียร์สันประเภทสาม (Log Pearson Type III Distribution) และวิธีกราฟ (Plotting Position) ซึ่งสามารถเปรียบเทียบผลการคำนวณขนาดน้ำท่วมสำหรับรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ จากการวิเคราะห์หลายๆวิธีโดยใช้ข้อมูลเดียวกัน

นอกจากนี้ยังวิเคราะห์น้ำท่วมด้วยหลักความถี่การเกิด โดยพิจารณาทั้งลุ่มน้ำรวม (Regional Flood Frequency Analysis) ซึ่งสามารถใช้ได้ดีในพื้นที่หรือลำน้ำที่ไม่มีข้อมูลหรือมีข้อมูลสั้นไม่กี่ปี โดยใช้หลักความถี่การเกิดจากข้อมูลทุกสถานีที่มีอยู่ทั้งแม่น้ำสายใหญ่ แม่น้ำสาขา และแม่น้ำใกล้เคียง ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันเชิงอุทกวิทยา โดยคำนวณกราฟการแจกแจงความถี่ของน้ำท่วม ซึ่งเป็นตัวแทนของลุ่มน้ำในแถบเดียวกัน และทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยน้ำท่วมสูงสุดรายปีและพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบถดถอย (Regression Analysis) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานีที่ไม่มีข้อมูลได้ โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์

1.) คำนวณขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำของสถานีหรือจุดในลำน้ำที่พิจารณา จากแผนที่ภูมิประเทศ

2.) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยน้ำท่วมสูงสุดรายปีและพื้นที่ลุ่มน้ำ สามารถประมาณค่าเฉลี่ยน้ำท่วมสูงสุดรายปี เมื่อทราบขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ

3.) จากกราฟการแจกแจงความถี่ของน้ำท่วมที่เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำ สามารถประมาณสัดส่วนขนาดของน้ำท่วมกับค่าเฉลี่ยน้ำท่วมสูงสุดรายปี ในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำเฉลี่ยที่กำหนดหรือต้องการได้ และเมื่อคูณด้วยค่าเฉลี่ยสูงสุดรายปีก็จะได้ ขนาดของน้ำท่วมสำหรับแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำเฉลี่ยได้

4.) นำความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของน้ำท่วมและรอบปีของการเกิดซ้ำไปกำหนดจุดในกราฟกัมเบลหรือกราฟล้อกเพียร์สันประเภทสาม ซึ่งขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ใช้ทฤษฎีการแจกแจงความถี่ประเภทใด ก็จะได้กราฟแจกแจงความถี่ของตัวแปรน้ำท่วม ณ จุดหรือสถานีที่พิจารณาตามต้องการ

การศึกษาเพื่อกำหนดระดับความเสี่ยงภัยธรรมชาติ หมายถึง พื้นที่ที่มีโอกาสจะได้รับความเสียหายจากภัยธรรมชาติ ในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแผ่นดินถล่ม อุทกภัย วาตภัย หรือภัยจากความแห้งแล้ง ซึ่งในแต่ละครั้งที่มีการเกิดภัยเหล่านี้ จะมีขอบเขตของความเสียหาย มากน้อยต่างกันไปตามภูมิภาค ลักษณะภูมิประเทศ ระดับความรุนแรงของภัยธรรมชาตินั้นๆ และโอกาสที่จะเกิดภัยธรรมชาติในแต่ละรูปแบบ ด้วยเหตุนี้เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นตามมาในภายหลัง ในประเทศที่พัฒนาแล้ว จึงมักกำหนดขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัยในรูปแบบต่างๆ ไว้บนแผนที่ โดยอาศัยพฤติกรรม ของการเกิดภัยธรรมชาตินั้นๆ ในอดีต มาเป็นเครื่องมือในการกำหนดระดับความเสี่ยงภัยต่างๆ ดังตาราง 1.5

สำหรับการศึกษาพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ศูนย์วิจัยป่าไม้และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2539) มีความจำเป็นต้องดำเนินการวิเคราะห์การเกิดน้ำท่วม หลากในระดับต่างๆ (Flood Frequency Analysis) และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า ซึ่งเป็นขั้นตอนมาตรฐานของการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัย ด้วยวิธีการของแบบจำลองคณิตศาสตร์ (Modeling) เพื่อนำผลมาใช้ประกอบการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) แต่อย่างไรก็ดี จากการทดลองปรับเปลี่ยนมาใช้ตัวแปร ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ในแต่ละลุ่มน้ำหลักแทน ซึ่งเป็นตัวชี้ ถึงความสามารถในการรองรับ ปริมาณน้ำในพื้นที่ และได้พิจารณาเพิ่มการใช้ตัวแปร ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย ซึ่งเป็นตัวชี้ถึงความสามารถในการระบายน้ำออกจากพื้นที่ (Draiange Ability) พบว่าแผนที่ภัยที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงไม่มีความจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์การเกิดน้ำท่วมหลากในระดับต่างๆ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่าอีกต่อไป

ตาราง 1.5 การศึกษากำหนดระดับความเสี่ยงอุทกภัย

หน่วยงาน	ระดับอุทกภัย	วิธีการศึกษา
ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ (มก.) - ศึกษาลุ่มน้ำภาคใต้ - จำนวน 1 ลุ่มน้ำ - เริ่มโครงการ พ.ศ.2536	1. พื้นที่เสี่ยงจากโคลนไหลทับถม 2. พื้นที่เสี่ยงจากน้ำไหลหลาก 3. พื้นที่เสี่ยงจากน้ำท่วมขัง 4. พื้นที่เสี่ยงจากน้ำท่วมฉับพลัน 5. พื้นที่ชุ่มน้ำ	Modeling
บ. พรี ดีเวลลอปเมนท์ คอนซัลแตนท์ จก. - ศึกษาลุ่มน้ำภาคตะวันออก, ตะวันตก และกลาง - จำนวน 3 ลุ่มน้ำ - เริ่มโครงการ พ.ศ.2536	1. เสี่ยงสูง 2. เสี่ยงต่ำ 3. ไม่เสี่ยง	Modeling
ศูนย์วิจัยป่าไม้คณะวนศาสตร์ (มก.) - ศึกษาลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ - จำนวน 2 ลุ่มน้ำ - เริ่มโครงการ พ.ศ.2539	1. พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูง 2. พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับปานกลาง 3. พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ 4. พื้นที่ไม่เสี่ยงอุทกภัย 5. พื้นที่ชุ่มน้ำ	Modeling
คณะทรัพยากรธรรมชาติ (มอ.) - โครงการการจัดการสาธารณภัยในภาคใต้ของประเทศไทย - จำนวน 6 ลุ่มน้ำ - เริ่มโครงการ พ.ศ.2539	1. สูง 2. ปานกลาง 3. ต่ำ	GIS
บ.ไอดับเบิ้ลยูบี สยามเท็ค จก. - ศึกษาลุ่มน้ำภาคเหนือ - จำนวน 7 ลุ่มน้ำ - เริ่มโครงการ พ.ศ.2539	1. พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูง (ระดับ 4) 2. พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับปานกลาง (ระดับ 3) 3. พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ (ระดับ 2) 4. พื้นที่ไม่เสี่ยงอุทกภัย (ระดับ 1)	GIS

ที่มา : รวมรวมโดยผู้ศึกษา, 2543.

1.5.3 การศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์, การสำรวจระยะไกล และการหาพิกัดด้วยดาวเทียม ในการศึกษาภัยธรรมชาติ

Goodchild (1993) กล่าวถึงจุดเด่นและความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือ การเป็นเทคโนโลยีในการจัดการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอเมริกาเหนือ ทั้งนี้ได้แบ่งวิธีการจัดการออกเป็น 4 ประเด็นหลัก คือ

1.) การจัดทำแผนที่ (Mapping) ความได้เปรียบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีต่อการจัดทำแผนที่ตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ (Digital Cartography) คือ ความสามารถในการแสดงรายละเอียดที่หลากหลายลงบนแผนที่ในลักษณะ Multiple Attributes และสามารถเชื่อมโยงรายละเอียดเหล่านั้นเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังสามารถปรับปรุง และเปลี่ยนแปลงรูปแบบของแผนที่ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

2.) การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing) องค์ประกอบของโปรแกรมสำเร็จรูประบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เอื้อประโยชน์ในการแยกแยะข้อมูลตามความต้องการของผู้ใช้ เช่น การเปลี่ยนแปลงมาตราส่วน เส้นโครงแผนที่ และรูปแบบฐานข้อมูล รวมถึงความสามารถในการเลือกกลุ่มตัวอย่างใหม่ในการจัดเตรียมข้อมูล

ตารางที่ 1.6 คุณลักษณะของโครงสร้างทางพื้นที่ของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ประเภท	ลักษณะฐานข้อมูล
กลุ่มของตำแหน่งที่ตั้ง	ประกอบด้วยกลุ่มของค่าพิกัดทางราบและค่าแสดงคุณลักษณะ (x, y, z) ที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน เช่น สถานีตรวจอากาศ
รูปแบบที่แน่นอนของตำแหน่งที่ตั้ง	มีลักษณะเช่นเดียวกับกลุ่มของตำแหน่งที่ตั้ง แต่มีการวางตัวบนพื้นที่อย่างเป็นระบบ ซึ่งอาจอยู่ในรูปสามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมอย่างใดอย่างหนึ่ง
เส้นแสดงความเท่า	กลุ่มของแนวเส้นสมมติที่มีค่าพิกัดทางราบ (x,y) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าแสดงคุณลักษณะเชิงปริมาณ (z) โดยสมมติว่ามีความต่อเนื่องกันเป็นแนวยาว
รูปปิด	ส่วนของพื้นที่แบ่งแยกจากกันตามคุณลักษณะ มีขอบเขตแบ่งชัดเจน ภายใต้ระบบค่าพิกัด (x,y)
ตารางกริด	พื้นที่ที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ ด้วยการกำหนดรูปทรงที่ชัดเจน โดยภายในตารางกริดจะมีค่าแสดงคุณลักษณะเฉพาะกำหนดไว้
รูปสามเหลี่ยม	เช่นเดียวกับตารางกริด แต่จัดให้อยู่ในรูปสามเหลี่ยม

ที่มา: ปรับปรุงจาก M.F. Goodchild "The State of GIS for Environmental Problem-Solving." Environmental Modeling with GIS: p.10 edited by M. F. Goodchild, B.O. Parks, and L.T. Steyaert. Oxford : Oxford University Press, 1993.

3.) การสร้างแบบจำลอง (Environmental Modeling) การจัดการบนฐานข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีรูปแบบของข้อมูลทางพื้นที่อยู่ 6 ประเภทคือ กลุ่มของตำแหน่งที่ตั้งไม่แน่นอน (Irregular Point Sampling), รูปแบบที่แน่นอนของตำแหน่งที่ตั้ง (Regular Point Sampling), เส้นแสดงค่าความลาดเท่า (Contours), รูปปิด (Polygons), ตารางกริด (Cell Grid) และรูปสามเหลี่ยม (Triangular)

ด้วยคุณลักษณะของข้อมูลตามตาราง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถสร้างแบบจำลองในการจัดการสิ่งแวดล้อมได้ตามกรอบแนวคิดที่ผู้ใช้ต้องการ ด้วยการใช้คำสั่งเฉพาะเพื่อการกำหนดให้ระบบวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูลได้อย่างซับซ้อน (Complex Analysis of Layered Data)

4.) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดนโยบาย (GIS for Policy Making) ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่แสดงออกมาเป็นรูปแบบทางพื้นที่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบาย สำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สมพร สง่าวงศ์ (2541) อธิบายถึงความสามารถของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเป็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ในระดับรายละเอียดต่างๆ การใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญ คือ ความเป็นไปได้ในการคาดคะเนว่าอะไรจะเกิดขึ้นในพื้นที่หนึ่ง ในระยะเวลาหนึ่ง ความสามารถนั้นก่อให้เกิดโอกาสในการคัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.) Retrieval, (re) Classification and Measurement Operation ได้แก่ การค้นหา การจัดการ และผลผลิตของข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ รวมไปถึงการใส่ค่าใหม่ให้กับชั้นข้อมูลอื่นๆ และการวัดเพื่อหาระยะทาง, ปริมาตร และการนับ

2.) Overlay Operations, Neighborhood Operation และConnectivity Operation เป็นการนำแผนที่ต่างชนิดมาซ้อนทับกัน จะทำให้เกิดองค์ประกอบเชิงพื้นที่ขึ้นมาใหม่ ในตำแหน่งหนึ่ง ค่าที่เกิดขึ้นจากการซ้อนแผนที่ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปจะสัมพันธ์กับค่าใหม่ (Fuzzy Matching) โดยการทำงานจะใช้ Operator 3 ชนิด ได้แก่ Arithmetical, Logical และ Conditional Operator

ปัจจุบันการพัฒนาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นมาเพื่อที่จะใช้ในการศึกษาสภาพแวดล้อมโลกอย่างต่อเนื่อง และการศึกษาปฏิสัมพันธ์ของกิจกรรมของมนุษย์กับองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งแวดล้อม ภายใต้ประเด็นความคิดใน 3 ประเด็นสำคัญ คือ การติดตามความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม และการทำนายผลกระทบสิ่งแวดล้อม ซึ่งเรื่องนี้ Goodchild ได้กล่าวหลัก 6 ประการเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่จะต้องมีการคิดพิจารณาอย่างเร่งด่วน

1.) เราจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงของโลกอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้าน Remote Sensing ทำให้เราสามารถติดตามโลก ได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง ดาวเทียม LANDSAT สามารถเก็บข้อมูลได้ทุก ๆ 16 วัน ดาวเทียม SPOT ที่มีความสามารถเอียง sensor รับข้อมูลรอบๆ บริเวณเดิมได้ซ้ำๆ กัน ดังนั้นทุก ๆ 5 วันสามารถรับข้อมูล

จากดาวเทียม SPOT ได้ ดาวเทียม JERS-1 สามารถรับข้อมูลได้ทุกๆ 14 วัน จะเห็นได้ว่าข้อมูลจากดาวเทียมเป็นข้อมูลที่ทันสมัย สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการติดตามโลกได้

2.) เราจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพยายามกู้สถานการณ์สภาพภูมิอากาศและสัญญาณการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น ระดับน้ำทะเล และการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ มีคำถามว่าอะไรเป็นผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่รุนแรงใน 2000 ปีที่ผ่านมา เราจะทำอย่างไรกับความเสียหายที่ไม่สามารถแก้ไขได้

3.) เราจำเป็นจะต้องพัฒนาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก เพื่อขยายวงความรู้ดั้งเดิม เราต้องเรียนรู้ถึงความลับของธรรมชาติ ในต้นไม้ ตะกอน และหิน มนุษย์มีประสบการณ์น้อยเกินไปที่จะจัดการการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศหรือปรากฏการณ์สิ่งแวดล้อมอื่นๆ ชีวิตมนุษย์สั้นเกินกว่าที่จะมองเห็นความเปลี่ยนแปลง ที่รุนแรงต่างๆ ในธรรมชาติ วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกไม่ใช่ศาสตร์ที่จะต้องเรียนรู้ตามตำราอีกต่อไป ผู้ที่ศึกษาจะต้องขยายความรู้ของตนเองโดยการพัฒนาแบบจำลองในระบบของโลก หรือ แบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่น ภูมิภาคจนถึงระดับโลก เพื่อหามุมมองต่างๆ ในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

4.) เราจำเป็นต้องเริ่มพัฒนาแบบจำลองทางด้านระบบต่างๆ ของโลก ในปัจจุบันมีการวางแผนอย่างละเอียดทางด้าน แบบจำลองด้านการไหลเวียนทางบรรยากาศของโลก แบบจำลองทางอุทกศาสตร์ และในด้านอื่นๆ แบบจำลองที่ดีจะต้องสามารถจำลองสถานการณ์ปรากฏการณ์ได้ภายใน 20 ปี และสามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย และน่าเชื่อถือ

5.) เราต้องเก็บข้อมูลของโลก และพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดการข้อมูลสิ่งแวดล้อมในอดีตจนถึง ปัจจุบัน เพื่อผู้ที่ต้องการใช้และต้องอยู่ในรูปแบบที่ใช้งานได้ ข้อมูลระดับท้องถิ่น ภูมิภาค และในระดับโลก ควรที่จะมีรูปแบบมาตรฐานเพื่อให้ทุกคนที่ต้องการข้อมูลสามารถใช้งานได้ ส่วนในด้านระบบสารสนเทศ ความก้าวหน้าทางด้านระบบคอมพิวเตอร์ และพัฒนาการทางด้าน software ทำให้โปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นเครื่องมือหรืออาวุธที่สำคัญในการกู้สถานการณ์ของสิ่งแวดล้อม มีความก้าวหน้าและง่ายต่อการใช้งานขึ้นมาก

6.) เราต้องขอความร่วมมือ และฝึกฝนนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ผู้ที่จำเป็นต้องเป็นผู้สร้างแผนงานในอนาคต เราจะต้องพัฒนาบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์โลก ฐานข้อมูล ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อรับมือกับปัญหาต่างๆ ที่กำลังจะเกิดขึ้น หรือที่เกิดขึ้นไปแล้ว งานวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมจะต้องมีการจุดประเด็นปัญหาใหม่ๆ มีการตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ในประเด็นต่างๆ และสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการอธิบาย คาดการณ์ ทำนาย และแก้ไข

ในอดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านต่างๆ มาใช้ในการประเมิน และวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงความสามารถและข้อพิจารณาในการเลือกระบบระบบข้อมูลสนเทศภูมิศาสตร์ ตลอดจนขั้นตอนในการใช้ระบบข้อมูลสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ถึงปัญหาต่างๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อม กล่าวกันว่า โดยทั่วๆ ไปแล้วข้อมูลพื้นฐานทางด้านภูมิศาสตร์มี 3 ลักษณะ คือ จุด เส้นและพื้นที่ ซึ่งแสดงคุณลักษณะต่างกันออกไป

เช่น จุด (Points หรือ Nodes) ใช้แสดงคุณลักษณะเฉพาะของที่ตั้งโรงเรียน วัด หรือชุมชน เส้น (Lines หรือ Arcs) ใช้แสดงคุณลักษณะของถนน ทางรถไฟ แม่น้ำ และพื้นที่ (Polygons หรือ Areas) ใช้แสดงคุณลักษณะของขอบเขตการปกครอง ประเภทดิน หรือการใช้ที่ดิน เป็นต้น

สำหรับขั้นตอนการประยุกต์ใช้ระบบข้อมูลสนเทศภูมิศาสตร์นั้น โดยทั่วไปมักจะแบ่งเป็นภาระงานที่สำคัญใน 3 ประการ คือ การทำแผนที่ (Mapping) กระบวนการเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing) การสร้างแบบจำลอง (GIS in Modeling) และการกำหนดนโยบาย (Policy Making)

อัปสรสุดา ศิริพงศ์และคณะ (2533, 2534) ได้ทำการศึกษา การเปลี่ยนแปลทางสิ่งแวดล้อมของบริเวณชายฝั่งทะเลหลังการเกิดอุทกภัยภาคใต้ เมื่อพฤศจิกายน 2531 เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม GMS และ NOAA ในการศึกษาด้านอุตุนิยมวิทยา อีกทั้งใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT และ SPOT ในการศึกษาภาคพื้นดินและทะเล นอกจากนี้ยังใช้ภาพถ่ายทางอากาศ โดยถ่ายจากเฮลิคอปเตอร์ของกองทัพภาค 4 และเครื่องบินเล็กของกรมป่าไม้ ในบริเวณ ลุ่มน้ำตาปี อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี กิ่งอำเภอพิปูน บ้านกะทูน อำเภอลานสกา บ้านคีรีวงค์ อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา และอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี เป็นต้น

ได้ทำการศึกษาสภาพลมฟ้าอากาศ โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม GMS และ NOAA ศึกษาการก่อตัวของพายุหรือเมฆฝน อาณาบริเวณที่ฝนตก เส้นทางเดินของพายุ เพื่อใช้ในการเตือนภัยอันก่อให้เกิดอุทกภัย ส่วนการศึกษาแหล่งกำเนิดบริเวณแผ่นดินถล่มและอุทกภัย ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT และ SPOT รวมทั้งภาพถ่ายทางอากาศ โดยใช้โปรแกรมสำหรับ Digital Terrain Model (DTM) และ Bird Eye View บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และนำเอาข้อมูลดาวเทียมบริเวณเทือกเขาหลวงของ กิ่งอำเภอพิปูนกับข้อมูลความสูงต่ำจากแผนที่ ขนาดมาตราส่วน 1 : 50,000 มาใช้กับโปรแกรมที่มีชื่อว่า DTMAN (DTM Analysis) การทำงานแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ DTM Generation เพื่อสร้าง Slope Aspect, Slope Gradient และ Relief Shading ของภูมิประเทศที่ศึกษา และ Bird Eye View Generation เพื่อสร้างภาพของภูมิประเทศที่เสมือนนกมองลงมาจากมุมมองใดๆ และมุมกด (Depression Angle) ใดๆ นอกจากนี้ ยังสามารถซ้อนทับข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ทั้งสองวิธีกับภาพข้อมูลดาวเทียม ผลการศึกษาที่ได้ ทำให้สามารถวิเคราะห์แหล่งน้ำ ทำให้มองเห็นภาพว่าลุ่มน้ำใดก่อให้เกิดอุทกภัยในแม่น้ำสายใด มีขอบเขตอุทกภัยครอบคลุมพื้นที่มากน้อย ได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง

นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้ข้อมูลดังกล่าวใน การศึกษาบริเวณน้ำท่วมที่ลุ่มน้ำปากพนัง, การศึกษาบริเวณน้ำท่วมทะเลสาบสงขลา, และศึกษาบริเวณน้ำท่วมอ่าวปัตตานี ซึ่งการประยุกต์ใช้ GIS & RS ทำให้สามารถตรวจหาบริเวณที่เกิดน้ำท่วม การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เช่น ร่องแม่น้ำ บริเวณที่แผ่นดินถล่ม ตะกอน ป่าชายเลน นากุ้ง รูปร่างของฝั่งทะเล ฯลฯ เป็นอย่างดี ในการใช้ความแตกต่างของการรับสัญญาณข้อมูลดาวเทียมในช่วงคลื่นที่ต่างกัน ของดาวเทียม LANDSAT

พบว่า ใน Band 3 ที่มีความยาวช่วงคลื่นในการรับสัญญาณ 0.63-0.69 ไมโครเมตร ใช้ได้ดีที่สุดในการศึกษาภัยพิบัติ นอกจากนั้น Digital Terrain Model (DTM) ก็ช่วยในการศึกษาภูมิประเทศที่ก่อให้เกิดแผ่นดินถล่ม และแนวทางที่ทำให้เกิดอุทกภัย ความสามารถของการบันทึกข้อมูลดาวเทียมหลายช่วงเวลา เป็นเทคนิคพิเศษที่ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของบริเวณอุทกภัย และบริเวณที่ถูกกัดเซาะกับบริเวณป่าไม้ นอกจากนี้ ภาพถ่ายทางอากาศ ก็ช่วยในการตีความหมายของการจำแนกพื้นที่ให้ถูกต้องด้วย

ทั้งนี้ผู้ศึกษาได้เสนอแนะเกี่ยวกับการเตือนภัยและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในอนาคต ว่า การมีสถานีรับดาวเทียมเพียง 1-2 สถานี ที่กรมอุตุนิยมวิทยาและสภาวิจัยแห่งชาติยังไม่เพียงพอ เพราะบางครั้งเครื่องรับเกิดขัดข้องในระหว่างเกิดภัยธรรมชาติ จึงสมควรมีเครื่องรับที่หน่วยงานเพิ่มขึ้น การเตือนภัยควรมีบ่อยครั้งขึ้น พร้องทั้งมีการจัดเตรียมความพร้อมในช่วงเวลาที่คาดว่าจะเกิดภัยธรรมชาติ ควรมีการตรวจสอบอุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็น รวมไปถึงการประสานงานระหว่างหน่วยงาน ที่สอดคล้องกัน อีกทั้งประเทศไทยควรจัดตั้งหน่วยงานระดับชาติที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์วิจัยภัยธรรมชาติ ทั้งนี้ภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นแต่ละครั้ง เป็นความสูญเสียมหาศาลและเกิดไม่ซ้ำรูปแบบและสถานที่ การศึกษาวิจัยเรื่องเหล่านี้จะช่วยในการเตือนภัย การจัดการและการละภัยพิบัติได้ในที่สุดเท่าที่จะทำได้

สุภาพิศ ผลงาม (2541) ได้ประยุกต์ใช้การผสมผสานข้อมูลดาวเทียมต่างระบบการบันทึกข้อมูล ศึกษาการติดตามอุบัติภัย โดยวิเคราะห์พื้นที่เสียหายจากอุบัติภัย โดยเน้นหนักเรื่องเทคนิคการทำภาพสีผสม เพื่อง่ายและมีประโยชน์ต่อผู้ใช้ในการจำแนก หรือวิเคราะห์พื้นที่เสียหาย ช่วยให้ผู้ใช้ข้อมูลตัดสินใจได้รวดเร็ว ถูกต้อง และมีความมั่นใจในการนำข้อมูลดาวเทียมไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างจริงจัง โดยสามารถนำไปใช้ในการวางแผน ป้องกัน ฟื้นฟูพื้นที่ที่เสียหายจากภัยพิบัติ ประกอบกับความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของรัฐ

ได้เน้นหนักเรื่องเทคนิคการทำภาพสีผสม โดยผสมผสานข้อมูลต่างระบบการบันทึกข้อมูลจากดาวเทียม JERS-1 ระบบ SAR (สีแดง) และข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM BAND 5 (สีเขียว) และBAND 1 (สีน้ำเงิน) ในการศึกษาพื้นที่น้ำท่วมบริเวณภาคกลาง และภาพสีผสมจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT BAND 5 (สีแดง) BAND 4 (สีเขียว) และ BAND 2 หรือ BAND 3 (สีน้ำเงิน) ในการศึกษาพื้นที่ถูกไฟไหม้จากไฟป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ผลการศึกษาทำให้ทราบถึงการใช้ข้อมูลแบบผสมผสานต่างระบบ การบันทึกข้อมูลจะมีประโยชน์ต่อผู้ใช้ข้อมูลประกอบกับการสร้างภาพสีผสมที่ผู้ใช้คุ้นเคยกับข้อมูล Optical เดิม จะช่วยให้การทำงานรวดเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้จากสีที่ปรากฏบนภาพยังสามารถอธิบายได้ถึงความแตกต่างของระดับน้ำท่วม โดยอาศัยคุณลักษณะทางกายภาพจากข้อมูลแผนที่ ว่าบริเวณใดท่วมลึกหรือตื้นกว่ากัน

การพัฒนารูปแบบการวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จากการประยุกต์ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการพัฒนาฟังก์ชันที่วิเคราะห์ลักษณะอุทกภัย ซึ่งใช้ Digital

Elevation Model หรือ "DEM" (สมพร สง่าวงศ์, 2541) สามารถอธิบายเกี่ยวกับความสูง ณ จุดใดจุดหนึ่งในพื้นที่เชิงตัวเลข (Digital Format) และประกอบด้วยรายละเอียดที่เรียกว่า "Skeleton Lines" ได้แก่ ทางระบายน้ำ, ยอดเขา และจุดเปลี่ยนของความลาดชัน โดยหมายรวมถึงการกระจายตัวของคุณสมบัติในภูมิประเทศ ซึ่งไม่เพียงแต่การแสดงความสูง แต่จะประกอบด้วยรายละเอียดอื่นๆ ได้แก่ ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน, ประเภทของการตั้งถิ่นฐาน, ลักษณะทางระบายน้ำ และลักษณะอุทกภัย เป็นต้น

แบบจำลอง DEM สามารถสร้างขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากหลายแหล่ง แผนที่แสดงระดับความสูง, ข้อมูลจากระยะไกลทั้งข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลดาวเทียม และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ โดยเฉพาะ "GPS" มักจะแสดงโดยกลุ่มของรูปสามเหลี่ยมที่เรียกว่า "Triangulated Irregular Network : TIN" ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ (Burrough, 1986) ได้แก่

1.) การคำนวณในการทำแผนที่แสดงความลาดเท เป็นองศาหรือเปอร์เซ็นต์ในแต่ละจุดภาพ
2.) การคำนวณทิศทางของความลาดชัน เป็นองศา, การคำนวณการขุดหรือถมพื้นที่ เพื่อประกอบการการออกแบบถนน หรือโครงการวิศวกรรมโยธา หรือวิศวกรรมทางทหารอื่นๆ
3.) การทำแผนที่ Hill Shading ใช้ในการแสดงแผนที่สามมิติ การมองแบบจำลองภูมิประเทศในมุมมองต่างๆ และจำลองปัจจัยที่ใช้ในการก่อให้เกิดความสูง
4.) จัดทำ Profile Selection ไปตามแนวเส้นทางที่ต้องการ, คำนวณเกี่ยวกับ Othoimages จากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลดาวเทียม
5.) การแบ่งขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำและชนิดของทางระบายน้ำ

Supichai (1994) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำแบบจำลองแผ่นดินถล่ม จำลองสถานการณ์แผ่นดินถล่ม โดยใช้ Hydrological Model วิเคราะห์ ตัวแปร 13 ตัวแปร ที่มีผลกระทบโดยตรง ได้แก่ ข้อมูลความสูงของพื้นที่, ความลาดชัน, ทิศทางความลาดชัน, ระดับน้ำไหลบ่า, ชนิดหิน, การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น ศึกษาโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำลองลักษณะภูมิประเทศและสถานการณ์แผ่นดินถล่ม โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ได้แก่ ANUDEM, Arc/Info, micro BRIAN และ IDRISI พร้อมกับใช้ข้อมูลดาวเทียม ทำให้ทราบลักษณะและสภาพจำลองของสภาพแผนดินถล่ม

จากพัฒนาการการประยุกต์ใช้ แบบจำลอง DEM ได้มีนักพัฒนาโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลบนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เกี่ยวกับแบบจำลองของอุทกภัย ได้แก่ Kopp (1998) ได้พัฒนาโปรแกรม Hydrology Extension สำหรับโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์บนระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่เรียกว่า Arcview Spatial Analyst สามารถสร้างแผนที่จำลองสถานการณ์อุทกภัย และจากการรวบรวมข้อมูลของ www.esri.com ที่รวมรวมโปรแกรมวิเคราะห์อุทกภัย ได้รวบรวมโปรแกรมการวิเคราะห์และผู้พัฒนาโปรแกรมดังกล่าวในตาราง

Buntz (1998) ได้ประยุกต์ใช้ HEC RAS (Hydrology Engineering Center River Analysis System) บนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เรียกว่า Arcview 3D Analyst สร้างแบบจำลองอุทกภัย

บนพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ Santa Ynez ของเมือง Lompoc รัฐ California ได้ใช้ข้อมูลด้านอุทกวิทยา ในการวิเคราะห์อุทกภัย และสร้างแบบจำลองของอุทกภัยในระดับต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปช่วยในการวางแผนป้องกันอุทกภัย จำลองสถานการณ์ของอุทกภัยจริง และวิเคราะห์ความเสียหายของพืชพรรณบริเวณตลิ่งลำน้ำ

การศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ ในเขตลุ่มน้ำภาคกลาง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2542) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการประสานข้อมูลตัวแปรด้านต่างๆ ของลุ่มน้ำภาคกลาง นำมากำหนดน้ำหนักถ่วงแต่ละตัวแปร โดยตัวแปรที่มีความสำคัญได้แก่ ปริมาณฝนสูงสุดรายปีเฉลี่ย 1 วัน, ปริมาณฝนสูงสุดรายปีเฉลี่ย 3 วัน, พื้นที่น้ำท่วมในอดีต, ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย, สิ่งกีดขวางของแต่ละลุ่มน้ำย่อย, ขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อย, สภาพพื้นที่, การอุ้มน้ำของดิน และพื้นที่รองรับน้ำ

ซึ่งเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวข้างต้นมาวิเคราะห์ตามน้ำหนักถ่วงตัวแปรที่กำหนดไว้ คูณกับระดับถ่วงน้ำหนักประเภทข้อมูลตัวแปรนั้น จะได้ผลการคำนวณและทำการจัดลำดับ จะได้สภาพพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย เป็น 4 ระดับ คือ พื้นที่ที่เสี่ยงต่ออุทกภัยระดับสูง ซึ่งกำหนดให้เป็นพื้นที่ที่เกิดอุทกภัยรุนแรงมาก และทำความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ตลอดจนสิ่งก่อสร้างมากขึ้นกว่าระดับเสี่ยงอุทกภัยปานกลาง, พื้นที่ที่เสี่ยงอุทกภัยปานกลาง ซึ่งกำหนดให้เป็นพื้นที่ที่เกิดอุทกภัยรุนแรงปานกลางและทำความเสียหายต่อทรัพย์สินของประชาชนมากขึ้น แต่ไม่มีการสูญเสียชีวิต, พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ กำหนดให้เป็นพื้นที่ที่เกิดอุทกภัยรุนแรงน้อยและทำความเสียหายต่อทรัพย์สินประชาชนไม่มากนัก และพื้นที่ที่ไม่เสี่ยงอุทกภัย กำหนดให้เป็นพื้นที่ที่เกิดอุทกภัยไม่รุนแรงและไม่ทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน

การศึกษาหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ตามแนวคิดดังกล่าว เป็นวิธีการกันพื้นที่ (Zoning) เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัย ด้วยการกำหนดค่าน้ำหนักให้กับตัวแปรแล้วทำการวิเคราะห์ด้วยระบบ GIS นับเป็นวิธีการสมัยใหม่ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้นเรื่อยๆ โดยไม่จำเป็นต้องใช้วิธีทาง Modeling ซึ่งเป็นลักษณะทาง Deterministic หรือ Stochastic ที่ต้องการข้อมูลทั้งในเชิงข้อมูลขาเข้า และข้อมูลขาออก มากประกอบการคำนวณหาค่าตัวแปรของแบบจำลองก่อนการใช้งานจริง สมรรถนะของระบบ GIS มีหลายประการด้วยกัน เช่น การซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เชิงพื้นที่ตั้งแต่สองชั้นขึ้นไปการวิเคราะห์พื้นที่กันชน (Buffering) และการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) เป็นต้น ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ออกมาในรูปของแผนที่ ซึ่งสามารถนำผลที่ได้ไปพิจารณาหรือวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกันกับปัจจัยหรือตัวแปรอื่นๆ จนกว่าจะได้ผลลัพธ์เป็นที่พอใจในการวิเคราะห์โดยการซ้อนทับข้อมูลนี้ โดยต้องพิจารณาว่ามีปัจจัย (ตัวแปร) ใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดภัยแล้วใช้หลักการของ GIS weighting ทำการกำหนดน้ำหนักค่าตัวแปรต่างๆ ซึ่งจะกำหนดค่าเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับดุลย์พินิจ ความรู้และประสบการณ์ของผู้วิจัยประกอบกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการลองผิดลองถูก เช่นกำหนดให้ตัวแปรทุกตัวมีความสำคัญเท่ากันก็จะมีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากัน หรือกำหนดตามลำดับความสำคัญ คือ ตัวแปรที่มีความสำคัญมากก็ให้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากัน หรือกำหนดตาม

ลำดับความสำคัญ คือ ตัวแปรที่มีความสำคัญมาก ลดหลั่นกันลงไป ส่วนรายละเอียดของแต่ละตัวแปร (ประเภทข้อมูล) ซึ่งมีผลต่อการวิเคราะห์ระดับความเสี่ยง ควรกำหนดว่าตามลำดับความสำคัญสำหรับการศึกษาครั้งนี้

ตาราง 1.7 ตัวแปรและประเภทข้อมูลใช้ในการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	ประเภทข้อมูล	น้ำหนักถ่วงตัวแปร	น้ำหนักประเภทข้อมูล
1. ปริมาณฝน (เฉลี่ยรายปี)		8	
	1.1 > 2000 มม.		8
	1.2 1800-2000 มม.		6
	1.3 1400-1800 มม.		4
	1.4 <1400 มม.		2
2. ขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำ		7	
	2.1 > 2000 กม.^{2}		8
	2.2 1000-2000 กม.^{2}		7
	2.3 500-1000 กม.^{2}		5
	2.4 100-500 กม.^{2}		3
	2.5 <1400 กม.^{2}		2
3. ความลาดชันของลุ่มน้ำ		6	
	3.1 > 35%		8
	3.2 16-35%		7
	3.3 8-16%		5
	3.4 3-8%		3
	3.5 0-3%		2
4. ความลาดเทของทางน้ำหลักของลุ่มน้ำ		5	
	4.1 5%		8
	4.2 4-5%		7
	4.3 3-4%		6
	4.4 2-3%		5
	4.5 2-1%		3
	4.6 <1%		2
5. ความหนาแน่นของลำน้ำ		4	
	5.1 <1		8
	5.2 1-3		6
	5.3 3-5		4
	5.4 >5		2

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	ประเภทข้อมูล	น้ำหนักถ่วงตัวแปร	น้ำหนักประเภทข้อมูล
6. การใช้ประโยชน์ที่ดิน		3	
	6.1 (ป่าไม้ไม้ยืนต้นสวนไม้ผล < 10%)		8
	6.2 (ป่าไม้ไม้ยืนต้นสวนไม้ผล < 10-20%		7
	6.3 (ป่าไม้ไม้ยืนต้นสวนไม้ผล < 20-40%)		5
	6.4 (ป่าไม้ไม้ยืนต้นสวนไม้ผล < 40-60%)		3
	6.5 (ป่าไม้ไม้ยืนต้นสวนไม้ผล >60%)		2
7. ชนิดของดิน		2	
	7.1 ดินที่ประกอบด้วย ดินตื้นและดินเหนียว > 60 %		8
	7.2 ดินที่ประกอบด้วย ดินตื้นและดินเหนียว 40-60 %		6
	7.3 ดินที่ประกอบด้วย ดินตื้นและดินเหนียว 20-40 %		4
	7.4 ดินที่ประกอบด้วย ดินตื้นและดินเหนียว <20 %		2
8. เส้นทางคมนาคม		1	
	8.1 มีเส้นทางขวางการไหลของน้ำ > 10 เส้น		8
	8.2 มีเส้นทางขวางการไหลของน้ำ 6-10 เส้น		6
	8.3 มีเส้นทางขวางการไหลของน้ำ 3-5 เส้น		4
	8.4 มีเส้นทางขวางการไหลของน้ำ <3 เส้น		2

ที่มา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2540.

หมายเหตุ :

ระดับศักยภาพ	ระดับคะแนน
สูง	216-288
ปานกลาง	145-215
ต่ำ	75-144

การศึกษาแนวทางการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัย ความสัมพันธ์ของตัวแปร ผู้ศึกษาได้ศึกษาการดำเนินโครงการการจัดการสาธารณภัยในภาคใต้ของประเทศไทย (คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2540) ซึ่งได้ดำเนินการศึกษา โดยคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์พบว่าใช้วิธีทาง GIS ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยแผ่นดินถล่ม เช่นเดียวกัน สำหรับการกำหนดตัวแปร ประเภทข้อมูล และการกำหนดค่าน้ำหนักต่าง ๆ ก็เป็นแนวทางเดียวกับการดำเนินการของโครงการนี้ โดยแตกต่างกันเฉพาะในรายละเอียดเท่านั้น และการศึกษาแนวทางในการดำเนินโครงการเกี่ยวกับภัยของโครงการอื่น ๆ และจะเห็นว่าวิธีการทาง GIS เริ่มเข้ามามีบทบาท และเป็นที่นิยมมากขึ้น (บริษัทปัญญาคอลซัลแทนท์ จำกัด, 2537)

อย่างไรก็ดีการกำหนดตัวแปร ประเภทข้อมูลรวมถึงค่าน้ำหนักต่างๆ ดังกล่าว เป็นการตั้งสมมติฐานเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ในเบื้องต้น ซึ่งได้มีการปรับเปลี่ยน และแก้ไขอีกหลายครั้ง ทั้งนี้โดยพิจารณาได้จากผลการวิเคราะห์ เปรียบเทียบกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่เพียงไร ดังนั้นประวัติที่เคยเกิดขึ้นในอดีต จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ ที่ได้นำมาใช้ตรวจสอบความถูกต้อง ของการวิเคราะห์ข้อมูล แต่เนื่องจากมิใช่ปัจจัยหลักที่เป็นตัวก่อให้เกิดภัย คณะทำงานจึงกำหนดไว้เป็นเพียงข้อมูลประกอบอุทกภัย

การกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง สามารถสรุปแนวทางในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยในระดับต่างๆ ได้เป็นสองแนวทางคือ การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ (Modeling) และการใช้หลักการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ โดยที่แนวคิดในการใช้หลักการของระบบ GIS นั้น ตรงกันกับแนวคิดของผู้ศึกษา และได้พิจารณาใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพียงวิธีเดียวในการดำเนินการศึกษาวิจัยนี้

1.6 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

1.6.1 ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้มาโดยตรงจากการสำรวจสภาพทั่วไปของพื้นที่ การสังเกต รวมทั้งข้อมูลประเภทแผนที่ และข้อมูลดาวเทียม เอกสารเกี่ยวกับโครงการอุทกภัย ของหน่วยงานราชการและองค์กรต่างๆ และข้อมูลประเภทตัวเลขและสถิติ ดังนี้

1.6.2 ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่มีบุคคลหรือหน่วยงานอื่นๆ เก็บรวบรวมไว้แล้ว เช่น เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อมูลอื่นๆ ที่อาจเกี่ยวข้องทั้งในและนอกพื้นที่ศึกษา

1.7 กรรมวิธีทางข้อมูล

เป็นการกระบวนการในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ Spatial Data ในรูปของ Graphic และ Non-graphic โดยเป็นการนำเอาข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ มาปรับปรุงข้อมูลให้อยู่ในรูป Digital Format เพื่อพร้อมที่จะวิเคราะห์ข้อมูล Vector Base GIS นอกจากนี้ ข้อมูลดาวเทียมและข้อมูลระบบพิกัดจากดาวเทียม สามารถปรับให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่ได้

ในกระบวนการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ จะพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ต่อไปนี้ ข้อมูลจะต้องมีความถูกต้อง (Precision) เชื่อถือได้ ต้องมีการระบุรายละเอียดความถูกต้องในหน่วยที่ ๆ เหมาะสม เช่น มาตราส่วนที่เหมาะสมกับลักษณะงาน เป็นต้น, มีความเที่ยงตรง (Accuracy), มีความทันสมัย (Currency) มีการปรับเปลี่ยนให้ทันสมัย, มีความน่าเชื่อถือ (Credibility), เหมาะสมกับความต้องการ (Appropriateness to Need), สามารถเข้าถึง (Accessibility), ใช้ได้ทันการณ์ (Timeliness), รายละเอียดถูกต้อง สมบูรณ์ (Comprehensibility) และต้นทุน ค่าใช้จ่าย (Cost) ในการจัดเก็บต้องไม่แพงมาก

สำหรับการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่ง สถานที่ตั้ง ระยะทาง มีส่วนช่วยทำให้เข้าใจถึงสถานการณ์และการตัดสินใจในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ มากมาย ทั้งนี้ข้อมูล ดังกล่าวสามารถแสดงถึงความสัมพันธ์ต่างๆ ได้แก่ การเชื่อมโยงของวัตถุ หรือลักษณะทางภูมิศาสตร์ (Connecting), สิ่งใดอยู่ติดกับสิ่งที่เราสนใจ (Adjacent), สิ่งใดอยู่ภายในบริเวณที่สนใจ (Contained), ระยะใกล้-ไกล (Proximity), ทิศทางสัมพันธ์ (Relative Position), เส้นทาง/การเชื่อมต่อไปยังจุดหมาย และการหาพื้นที่/ที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมที่กำหนด

ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลของลักษณะทางภูมิศาสตร์ (Geographic Feature) ซึ่งหมายถึงสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกทั้งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ (เช่น แม่น้ำ พืชพรรณ) สิ่งที่ถูกสร้างขึ้น (ถนน สิ่งก่อสร้าง) หรือขอบเขตของที่ดิน (เส้นขอบเขตจังหวัด หรือ แปลงที่ดิน) ข้อมูลเหล่านี้จะต้องมีการจำลองและนำเข้าสู่ฐานข้อมูลในระบบ GIS

ข้อมูลดังกล่าวถูกออกแบบและจัดเก็บบันทึกในการศึกษาครั้งนี้โดยใช้สัญลักษณ์ได้สี่ลักษณะ

1.) ข้อมูลจุด (Point Objects) แทนตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุต่างๆ เช่น ที่ตั้งหมู่บ้าน ตำแหน่งที่เกิดอุทกภัย เป็นต้น

2.) ข้อมูลลายเส้น (Line Objects) แทนลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีระยะทาง เช่น แม่น้ำ ถนน เป็นต้น

3.) เส้นขอบเขต (Regions, Polygons) แทนขอบเขตของพื้นที่ต่างๆ เช่น ชุดดิน ประเภทการใช้ที่ดิน เป็นต้น

4.) ตัวอักษร (Text Objects) คำบรรยายที่ใช้บนแผนที่ เช่น ชื่อแผนที่ ชื่อจังหวัด อำเภอ เป็นต้น

1.8 ขั้นตอนการดำเนินงาน

วิธีการศึกษาแบ่งออกได้เป็น การรวบรวมข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอุทกภัย การทบทวนและกำหนดค่าตัวแปรที่จะนำไปใช้ในการศึกษาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ การกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการศึกษามาตรการป้องกันและบรรเทาภัยอุทกภัยเพื่อเป็นข้อเสนอแนะแนวทางมาตรการการบรรเทาอุทกภัยและการเตือนภัย

1.) การรวบรวมข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แผนที่ ภาพถ่าย รูปภาพ ข้อมูลดาวเทียม และเอกสารที่ทำการรวบรวมและทบทวนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และจากรายงานการศึกษาต่างๆ มีดังต่อไปนี้

(1) ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี จากหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เป็นต้น

(2) แผนที่ภูมิประเทศขนาดมาตราส่วน 1:50,000 และ 1:250,000 จากกรมแผนที่ทหาร

(3) แผนที่ขอบเขตลุ่มน้ำหลัก ลุ่มน้ำยม จัดทำโดยคณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

(4) แผนที่ชุดดิน (Soil Series) รวบรวมจากกรมพัฒนาที่ดินในระดับจังหวัด ขนาดมาตราส่วน 1 : 100,000

(5) ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ขนาดมาตราส่วน 1:250,000

(6) แผนที่การใช้ที่ดิน โดยจากวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม ขนาดมาตราส่วน 1:250,000

(7) แผนที่เส้นทางคมนาคม โดยรวบรวมจากกรมทางหลวง

(8) แผนที่ขอบเขตการปกครอง โดยรวบรวมจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

(9) ข้อมูลสภาพน้ำท่วมและความเสียหายที่เกิดขึ้นในอดีต โดยทำการรวบรวมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมประชาสงเคราะห์ กรมชลประทาน กรมโยธาธิการ กองอำนวยการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน ตลอดจนการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคสนามตามความจำเป็น

(10) ข้อมูลโครงการบรรเทาน้ำท่วมที่มีอยู่ในปัจจุบันและแผนการพัฒนา โดยการรวบรวมจากกรมชลประทาน กรมโยธาธิการ ตลอดจนการศึกษาทบทวนจากรายงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ โดยพิจารณาเฉพาะโครงการที่สำคัญ

(11) รายงานเกี่ยวกับการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย จากโครงการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคต่างๆ ที่ได้ดำเนินการแล้ว และรายงานเกี่ยวกับมาตรการป้องกันและบรรเทาภัยอุทกภัย อันได้แก่ ระบบเตือนภัยจากอุทกภัย, แผนงานปฏิบัติการเพื่อบรรเทาความเสียหายจากอุทกภัย, มาตรการป้องกันและบรรเทาอุทกภัย และมาตรการการใช้ที่ดินในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกินอุทกภัย จากรายงานของหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง

2.) การประยุกต์ใช้ชุดโปรแกรม ในการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลดาวเทียม การจัดการฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการจัดการวิเคราะห์ข้อมูลอุทกภัย

3.) การทบทวนและกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย โดยการทบทวนจากรายงานการศึกษาของสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ลุ่มน้ำภาคใต้ พ.ศ.2537, ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พ.ศ.2539, ลุ่มน้ำภาคตะวันออกและภาคตะวันตก พ.ศ.2540 และลุ่มน้ำภาคกลาง พ.ศ.2542

4.) การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำยม ปรับแก้ความถูกต้องเชิงคลื่น (Radiometric Correction) ปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ด้วยระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS) เพื่อวิเคราะห์จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และปรับเปลี่ยนข้อมูลในอยู่ในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่อไป

5.) การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ เป็นการจัดทำชั้นแผนที่ของตัวแปรต่างๆ ตามขนาดมาตราส่วนชั้นต่างๆ โดยมีกรรมวิธีการจัดการฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ การนำเข้า, การปรับปรุงคุณภาพข้อมูล, การตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อมูลลายเส้น และข้อมูลอธิบาย เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยชั้นแผนที่ แหล่งที่มาของข้อมูล ขนาดมาตราส่วน และวิธีการเก็บข้อมูลและ/หรือ ปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล ดังตาราง 1.8

6.) การกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

การศึกษาอุทกภัยและการตอบสนองต่ออุทกภัย ดำเนินการโดยใช้ชุดโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ โปรแกรม Arc Info ซึ่งเป็นโปรแกรมของ ESRI ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่หลายๆ ชุดพร้อมกันด้วยเทคนิคการซ้อนทับ (Overlay) มีการทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows NT โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- การแปลงข้อมูลแผนที่เป็นข้อมูลตัวเลขโดยผ่านดิจิไทเซอร์ (Digitizer)
- กำหนดและสร้างข้อมูล แสดงคุณลักษณะตัวเลขหรือตัวอักษรของแผนที่ในแต่ละประเภท พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ก่อนนำไปสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute)
- การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โดยการนำข้อมูลแผนที่มาวิเคราะห์ตามค่าน้ำหนักของตัวแปรที่กำหนดคูณกับระดับถ่วงน้ำหนักประเภทข้อมูลนั้นๆ ดังสมการต่อไปนี้ (Zeiler, 1999)

$$W_t = W_1 D_1 + W_2 D_2 + \ldots\ldots + W_n D_n$$

เมื่อ W_t = ค่าถ่วงน้ำหนักรวม

$W_1, W_2, \ldots\ldots, W_n$ = ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละตัวแปร

$D_1, D_2, \ldots\ldots, D_n$ = ค่าคะแนนจากตัวแปรที่ 1, 2,...,n

ตาราง 1.8 แสดงชนิด แหล่งที่มา และวิธีการเก็บข้อมูล

theme	ข้อมูล				วิธีการเก็บข้อมูล/ปรับปรุงคุณภาพข้อมูล
	ลำดับที่	ชนิดข้อมูล	แหล่งข้อมูล	มาตราส่วน	
1	1 2 3 4	เขตจังหวัด / ประเทศ เขตอำเภอ เขตตำบล หมู่บ้าน	กรมแผนที่ทหาร กรมการปกครอง สำนักงานสถิติจังหวัด จังหวัด อำเภอ กรมการผังเมือง	1:50000, 1:250000	digitize / vectorize
2	5 6 7	สถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา ปริมาณน้ำฝน ข้อมูลอุทกวิทยา	กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน	lat / long	ที่ตั้งของสถานีมีการเก็บในรูปของ latitude / longitude ทำการ projection เป็น UTM ได้ใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทาน รายเดือน / ปี / average
3	8 9 10 11 12	เส้นชั้นความสูง จุดแสดงค่าความสูง ลักษณะความสูงของภูมิประเทศ elevation zone slope class	กรมแผนที่ทหาร คำนวณจาก contour คำนวณจากลักษณะความสูงของภูมิประเทศ	1:50000, 1:250000	digitize / vectorize โดยใช้ช่วงความสูง 20 m. วิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
4	13 14	แผนที่ลุ่มน้ำ แม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง	กรมป่าไม้ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมแผนที่ทหาร ข้อมูลดาวเทียม	1:50000, 1:250000	digitize และวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Digitize / vectorize / Image processing
5	15	ชุดดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	1:50000 1:100000	digitize / vectorize
6	16	การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ (Land Use)	ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM	1:250000	image processing, GPS
7	17 18 19	ถนน ทางรถไฟ การตอบสนองเชิงโครงสร้าง เช่น คันกั้นน้ำ	กรมแผนที่ทหาร จังหวัด กรมทางหลวง กรมโยธาธิการ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท	1:50000 1:250000	ใช้ GPS ตรวจสอบบริเวณจุดต่อระหว่างจังหวัด ทางแยกของถนนสายหลัก,GPS
8	20	พื้นที่ประสบอุทกภัย ปีพ.ศ.2539	กรมประชาสงเคราะห์	1:250000	digitize / vectorize

จากผลลัพธ์ที่ได้ทำการจัดลำดับ จะได้สภาพพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ พื้นที่ที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูง พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับปานกลาง พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ และพื้นที่ไม่เสี่ยงอุทกภัย ซึ่งจากความสัมพันธ์ที่ได้นำไปวิเคราะห์โดยการซ้อนทับ (Overlay) ทุกชั้นแผนที่และจัดทำแผนที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย เพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนป้องกันและเตือนภัยล่วงหน้าต่อไป

โดยแต่ละชั้นข้อมูลจะปรับเปลี่ยนโครงสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปข้อมูลราสเตอร์ หรือข้อมูลกริด โดยกำหนดขนาดของกริดให้มีขนาด 120 เมตร x 120 เมตร และจัดแบ่งช่วงชั้นข้อมูลออกเป็น 4

ช่วงชั้น ตามระดับความเสี่ยงต่ออุทกภัย ได้แก่ พื้นที่ที่เสี่ยงต่ออุทกภัยสูง ปานกลาง ต่ำ และไม่เสี่ยงต่ออุทกภัย หรือเสี่ยงต่ออุทกภัย สำหรับค่าถ่วงน้ำหนักพิจารณาสาเหตุของอุทกภัยทางตรง จะมีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 5 คะแนน และสำหรับสาเหตุของอุทกภัยทางอ้อม จะมีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1 คะแนน

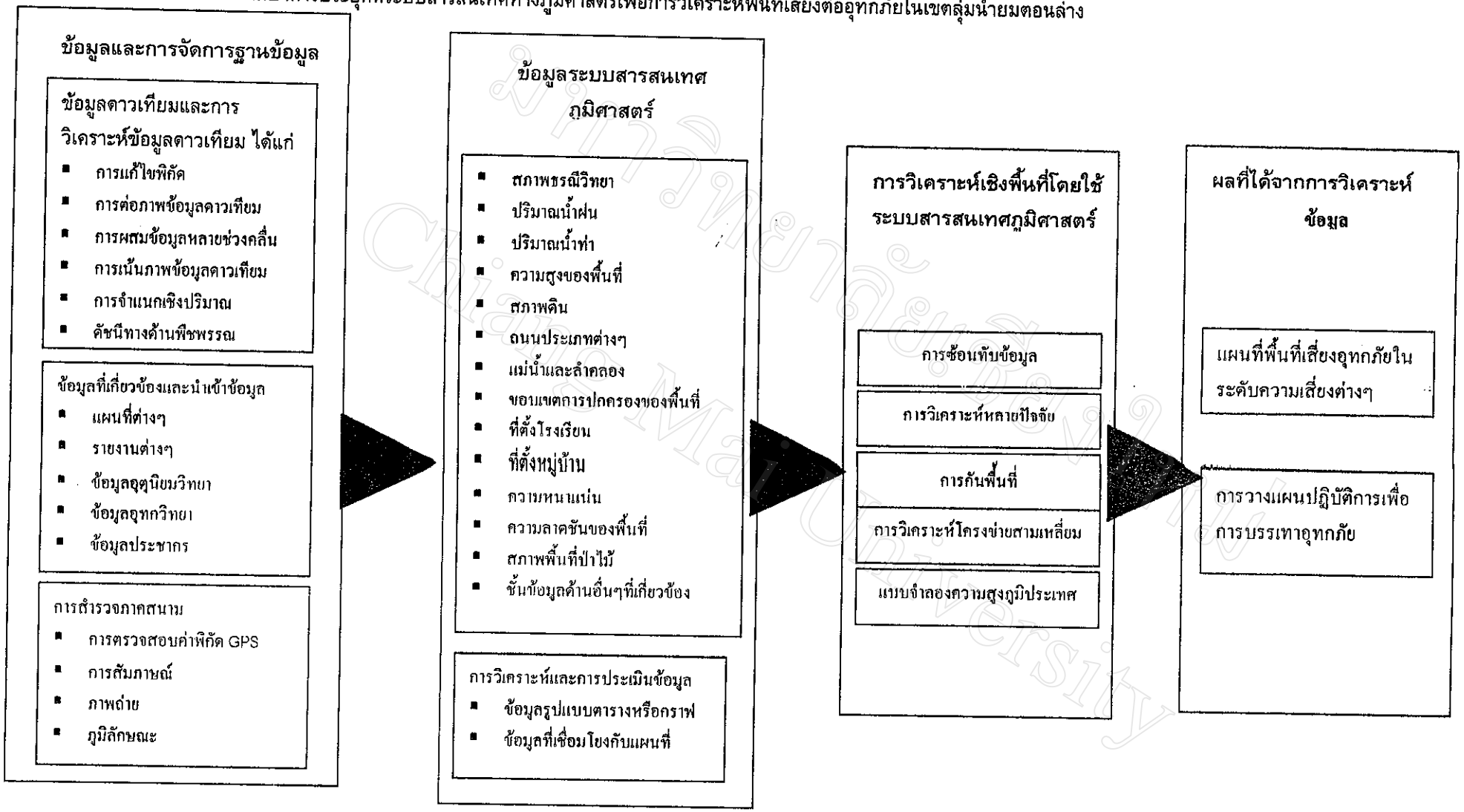
7.) ศึกษารวบรวมมาตรการ สถานการณ์ การป้องกัน และแนวทางการดำเนินการแก้ไขปัญหาอุทกภัย ในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำยมตอนล่าง รวมถึงระบบการเตือนภัยด้านอุทกภัย และแผนปฏิบัติการรองรับอุทกภัยที่อาจจะเกิดขึ้น วิเคราะห์ถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สอดคล้องกับสภาพอุทกภัยที่อาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมใจพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง

8.) ศึกษาวิเคราะห์มาตรการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ในพื้นที่เสี่ยงภัยอุทกภัย ที่มีผลกระทบต่อการใช้ที่ดินในปัจจุบัน โดยศึกษาวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ได้แก่ การใช้ที่ดินในกิจการป่าไม้, การใช้ที่ดินเพื่อการกสิกรรม, การใช้ที่ดินเพื่อการพัฒนาเมือง ชุมชนและอุตสาหกรรม

9.) การตรวจสอบพื้นที่ในรายละเอียด ด้วยเครื่องมือแสดงพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (GPS) เพื่อศึกษาข้อมูลอุทกภัยในอดีต การสัมภาษณ์ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับการศึกษารวมไปถึงยืนยันและปรับแก้ข้อมูลให้มีความถูกต้อง

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาพที่ 1.1 ขั้นตอนการศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพที่ 1.2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการศึกษาอุทกภัยและการตอบสนองอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยม