การประมาณพื้นที่น้ำท่วมและผลความเสียหายในเขตเมือง และการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมสำหรับจังหวัดอุบลราชธานี

นางสาววิรุฬรักษ์ ชวาลา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2551

FLOOD AREA AND DAMAGE ESTIMATION IN THE INNER CITY AND FORMULATION OF FLOOD RISK MAP FOR UBONRATCHATHANI PROVINCE

Wiroonrak Chawala

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Geoinformatics

Suranaree University of Technology

Academic Year 2008

การประมาณพื้นที่น้ำท่วมและผลความเสียหายในเขตเมือง
และการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมสำหรับจังหวัดอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรมย์)
ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร)
กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุวิทย์ อ๋องสมหวัง)
กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ สัตยธรรม)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ แม่นยำ)
คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์

วิรุฬรักษ์ ชวาลา : การประมาณพื้นที่น้ำท่วมและผลความเสียหายในเขตเมือง และการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมสำหรับจังหวัดอุบลราชธานี (FLOOD AREA AND DAMAGE ESTIMATION IN THE INNER CITY AND FORMULATION OF FLOOD RISK MAP FOR UBONRATCHATHANI PROVINCE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์, 72 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นไปที่การนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ไปใช้ในการศึกษาน้ำท่วมของจังหวัดอุบลราชธานี โดยงานถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ (1) การวิเคราะห์รูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของจังหวัดในปี พ.ศ. 2549 จากภาพดาวเทียม LANDSAT-TM (2) การประมาณพื้นที่น้ำท่วมในเขตเมืองชั้นในของจังหวัด อิงจากเหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ. 2545 และประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยใช้แผนที่ DEM ข้อมูลความสูงของระดับน้ำที่กำหนดขึ้น และภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง IKONOS ประกอบกัน และ (3) การจัดทำแผนที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมของเขตเมืองชั้นในและเขตจังหวัดทั้งหมด

ทั้งนี้ ผลการศึกษาในส่วนที่หนึ่ง สรุปได้ว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดอุบลราชธานี ในปี พ.ศ. 2549 ถูกใช้สำหรับการปลูกข้าว (ประมาณ 85% ของพื้นที่ทั้งหมด) มีการปลูกพืชแบบอื่นเพียงส่วนน้อย โดยพื้นที่ป่าไม้จะมีอยู่จำนวนหนึ่งที่บริเวณชายแดนทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศใต้ สำหรับพื้นที่เขตเมืองหรือเขตชุมชนยังมีอยู่น้อยมาก (ประมาณ 2% ของพื้นที่ทั้งหมด) สำหรับผลการศึกษาในส่วนที่สอง สรุปได้ว่า แบบจำลอง DEM ที่สร้างขึ้นสามารถใช้ศึกษาพื้นที่น้ำท่วมที่ผันแปรไปตามเวลาได้ดี ทำให้สามารถระบุถึงขอบเขตการท่วม พัฒนาการของระดับน้ำท่วม รวมถึงระยะเวลาของการท่วมในแต่ละพื้นที่ได้ ทั้งนี้ จากการประเมินความเสียหายโดยนำแผนที่ LULC มาเทียบกับแผนที่น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2545 พบว่า ให้ผลที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของหน่วยงานอื่นในเหตุการณ์เดียวกัน

ส่วนผลการศึกษาในส่วนที่สาม สรุปได้ว่า สำหรับในเขตเมืองชั้นใน พื้นที่เสี่ยงสูงส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในเขตที่ลุ่มริมแม่น้ำมูล โดยพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงสูงเกิน 50% ที่จะถูกน้ำท่วมในแต่ละปีจะมีอยู่ประมาณ 10.12 ตารางกิโลเมตร (17.72% ของพื้นที่ทั้งหมด) สำหรับระดับจังหวัด พื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงสูงมากจะมีอยู่ประมาณ 2,353.90 ตารางกิโลเมตร หรือ 15.05% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนมากจะเป็นบริเวณลำน้ำแต่บางส่วนเป็นเขตชุมชน ส่วนพื้นที่ซึ่งอยู่ในเขตความเสี่ยงสูงมีอยู่ 4,259.76 ตารางกิโลเมตร หรือ 27.25% ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงปานกลาง

น้อย และไม่มีความเสี่ยง มีอยู่ประมาณ 4,662.84 2,794.92 และ 1,566.86 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 29.83% 17.87% และ 10.0% ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ

สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล ลายมือชื่อนักศึกษา_______________

ปีการศึกษา 2551 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_______________

WIROONRAK CHAWALA : FLOOD AREA AND DAMAGE ESTIMATION IN THE INNER CITY AND FORMULATION OF FLOOD RISK MAP FOR UBONRATCHATHANI PROVINCE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SONGKOT DASANANDA, Ph.D. 72 PP.

FLOOD AREA/ FLOOD DAMAGE ESTIMATION/ FLOOD RISK/ DEM

This thesis focuses on the applications of geoinformatics technology in the study of flood in Ubonratchathani province. The work has been divided into 3 parts which are; (1) pattern analysis of the provincial LULC in 2006 based on the LANDSAT-TM satellite images; (2) estimation of the flooded area in the province's inner-city zone based on the flood event in 2002 and evaluation of the consequent damage using DEM map, assigned water level, and fine-resolution satellite image (IKONOS); (3) preparation of flood risk map for the inner-city zone and for all areas in the provincial territory.

Results of the study in the first part indicate that most areas in the province were used for rice cultivation (about 85% of the total area) while other plants were slightly grown, and some forests were seen along the border, in the south and southeast. The urban and built-up area was still slim (about 2% of the total area). Meanwhile, results from the second part of the study can be concluded that the developed DEM-based model performed well for the study about the variation of temporal flooded area in which it can identify flooded territory, flood progress, and flooding period. The evaluation of damage from the 2002 flood, by the comparison of

LULC map and flooding map, provided data that are resemble to those obtained from other agencies for the same event.

And results of the study in the third part conclude that, for the inner-city zone, most high risk areas were located close to the Moon River where the areas with greater than 50% chance of being flooded (per year) are about 10.12 km^2 (17.72% of the total area). At provincial scale, the very high risk area comprises about 2,353.90 km^2 or 15.05% of the total area, mostly located close to the province's main rivers; whereas the classified high risk area is about 4,259.76 km^2 or about 27.25% of the total area. In addition, the medium, low and no risk areas comprise about 4662.84, 2,794.92 and 1,566.86 km^2 or 29.83%, 17.87% and 10.0% of the total area, respectively.

School of Remote Sensing　　Student's Signature N. Cherela

Academic Year 2008　　Advisor's Signature S. Dasananda

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ แม่นยำ ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ สัตยธรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัญญา สราภิรมย์ อาจารย์ ดร.สุวิทย์ อ๋องสมหวัง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร ที่ได้ให้คำปรึกษาและปรับแก้จนสำเร็จลุล่วงเป็นวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศาสน์ สุขประเสริฐ อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ที่ช่วยให้คำปรึกษาในการศึกษาในสาขาวิชานี้

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ขอขอบคุณ เพื่อน พี่น้อง ในสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลทุกคนที่ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์และเป็นเพื่อนที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบุพการีที่ให้การอบรมเลี้ยงดู ให้กำลังใจและสนับสนุนการศึกษาเป็นอย่างดียิ่งตลอดมา

วิรุฬรักษ์ ชวาลา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ซ
สารบัญ	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฏ
บทที่	
1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
น้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานี	2
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 พื้นที่ศึกษา	3
ข้อมูลพื้นฐานจังหวัดอุบลราชธานี	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
2 ปริทรรศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**9**
2.1 ความรู้พื้นฐานของการเกิดน้ำท่วม	9
สาเหตุของการเกิดน้ำท่วม	12
2.2 การศึกษาเกี่ยวกับน้ำท่วม	13
2.2.1 การตรวจสอบและติดตามพัฒนาการของปัญหา	13
2.2.2 การประเมินความรุนแรงและผลกระทบของปัญหา	16
2.2.3 การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม	17
ทฤษฎีความน่าจะเป็นสำหรับการวิเคราะห์น้ำท่วม	18
ปัจจัยกระตุ้นและปัจจัยสนับสนุนของการเกิดน้ำท่วม	19
2.3 การศึกษาปัญหาน้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานี	22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3 กระบวนการวิจัย **26**
3.1 วิธีการดำเนินการทำวิจัย 26
3.2 การผันแปรของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 28
3.3 การประมาณพื้นที่น้ำท่วมในเขตเมืองชั้นในและความเสียหายที่เกิดขึ้น 30
3.4 การสร้างแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม 33
3.4.1 แผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วมในเขตเมืองชั้นใน 33
3.4.2 แผนที่เสี่ยงภัยในระดับจังหวัด 35
การวิเคราะห์จัดลำดับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม 35
4 ผลการศึกษา **39**
4.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 39
4.2 การประมาณพื้นที่น้ำท่วมขังและความเสียหายในเขตเมืองชั้นใน 42
4.2.1 การประมาณพื้นที่น้ำท่วมขัง 44
4.2.2 การประเมินความเสียหาย 52
4.3 แผนที่ความเสี่ยงต่อภัยน้ำท่วม 54
4.3.1 แผนที่เสี่ยงในเขตเมืองชั้นใน 54
4.3.2 แผนที่เสี่ยงระดับจังหวัด 56
5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ **65**
5.1 บทสรุป 65
5.2 อภิปรายและเสนอแนะ 66
รายการอ้างอิง 67
ประวัติผู้เขียน 72

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สรุปความเสียหายจากน้ำท่วมของจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2545	23
2.2	ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดน้ำท่วมและรอบการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำท่วม และระดับน้ำสูงสุดของสถานี M7 (สุพัฒ จารุกมล, 2546)	24
3.1	รายละเอียดโดยสรุปของข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัย	28
3.2	แสดงระดับน้ำสูงสุดรายปีตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2514-2545	33
3.3	แสดงการคำนวณด้วยทฤษฎีกัมเบล	35
3.4	ระดับความสูงของน้ำที่สถานี M7 ซึ่งมีคาบการเกิดสอดคล้องกับระยะเวลาที่กำหนด	35
3.5	ค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรและชั้นข้อมูลย่อย	38
4.1	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2549	41
4.2	ตารางค่าความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) ของผลการจำแนก ปี พ.ศ. 2549	41
4.3	ผลการจำแนก LULC ของเขตเมืองชั้นใน ปี พ.ศ. 2544 จากภาพถ่าย IKONOS	44
4.4	ข้อมูลการผันแปรของพื้นที่น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 ตามระดับความสูงน้ำและระยะเวลา	48
4.5	เปรียบเทียบรายงานข้อมูลความความเสียหายของอาคารบ้านเรือน ในเขตเมืองชั้นในของจังหวัดอุบลราชธานี จากเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 (ในกรอบของพื้นที่ศึกษา ดังภาพที่ 4.7)	52
4.6	พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมรายปี ในเขตเมืองชั้นในของ จังหวัดอุบลราชธานี	54
4.7	การเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมจากการศึกษากับตำแหน่งหมู่บ้าน เสี่ยงภัยน้ำท่วมและโคลนถล่ม ปี พ.ศ. 2550	57
4.8	พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมของจังหวัดอุบลราชธานี แยกตามระดับความเสี่ยง	57

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	สภาพการเกิดน้ำท่วมเมื่อปี พ.ศ. 2545 ในหลายพื้นที่ของจังหวัดอุบลราชธานี	2
1.2	แผนที่ขอบเขตการปกครองของจังหวัดอุบลราชธานี	5
1.3	แผนที่น้ำฝนเฉลี่ยรายปีของจังหวัดอุบลราชธานี	6
1.4	พื้นที่ศึกษาในเขตเมือง	7
1.5	ลำน้ำสำคัญในลุ่มน้ำมูลและตำแหน่งที่ตั้งจุดตรวจวัดปริมาณน้ำท่าของกรมชลประทาน	8
2.1	ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดฝนตกหนักในประเทศไทย	11
2.2	ตัวอย่างการใช้ภาพเรดาร์จากดาวเทียม RADARSAT ในการศึกษาน้ำท่วมในประเทศไทย	14
2.3	ตัวอย่างการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมสถิต GOES-9 ในการศึกษาน้ำท่วม บันทึกเหตุการณ์ฝนตกหนัก วันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2548	15
2.4	ตัวอย่างการศึกษาน้ำท่วมโดยใช้ภาพดาวเทียม	16
2.5	ตัวอย่างข้อมูลการผันแปรของระดับน้ำ ณ สถานีวัดน้ำท่า M7 จังหวัดอุบลราชธานี ในปีที่เกิดปัญหาน้ำท่วมขึ้น โดยที่รุนแรงที่สุดคือ ปี พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2545	23
3.1	ผังการทำงานโดยรวมของการวิจัย	26
	3.1a ผังการทำงานส่วนที่ 1	26
	3.1b ผังการทำงานส่วนที่ 2	27
	3.1c ผังการทำงานส่วนที่ 3	27
3.2	แผนที่ภูมิประเทศใน 3 มิติของเขตเมืองชั้นใน จังหวัดอุบลราชธานี ความละเอียด 1 เมตร	32
4.1	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2549	40
4.2	รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของเขตเมืองชั้นใน ปี พ.ศ. 2544	43
4.3	แผนที่ขอบเขตน้ำท่วมตามแบบจำลองที่ระดับความสูงของน้ำตั้งแต่ 112-120 เมตร	45
	(a) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 112 เมตร (รทก)	45
	(b) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 113 เมตร (รทก)	45
	(c) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 114 เมตร (รทก)	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

(d) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 115 เมตร (รทก) 46

(e) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 116 เมตร (รทก) 47

(f) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 117 เมตร (รทก) 47

(g) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 120 เมตร (รทก) 48

4.4 แผนที่ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 ในช่วงระดับน้ำเพิ่มขึ้น (112.58-115.77 เมตร) 49

4.5 แผนที่ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 ในช่วงระดับน้ำลดลง (114.97-112 .03 เมตร) 50

4.6 แผนที่ระยะเวลาเกิดน้ำท่วมขัง ของเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 51

4.7 แผนที่ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 115.77 เมตร (รทก) 53

4.8 แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในเขตเมืองชั้นในของจังหวัดอุบลราชธานี 55

4.9 แผนที่โดยรวมของจังหวัดอุบลราชธานี 58

4.9a แผนที่ระยะห่างจากแม่น้ำสายหลัก 58

4.9b แผนที่ความชัน 59

4.9c แผนที่ความหนาแน่นของการระบายน้ำ 60

4.9d แผนที่ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ 61

4.9e แผนที่คุณสมบัติของดิน (ความสามารถในการระบายน้ำ) 62

4.10 แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมของจังหวัดอุบลราชธานี 63

4.11 แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม และตำแหน่งหมู่บ้านที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมและโคลนถล่ม ของจังหวัดอุบลราชธานี 64

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำท่วม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า อุทกภัย (Flood) ถือเป็นภัยธรรมชาติสำคัญซึ่งส่งผลให้เกิดภาวะน้ำท่วมขังขึ้นในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งอย่างฉับพลันหรือนานผิดปกติ สำหรับในประเทศไทยปัญหาน้ำท่วมจะเกิดมากที่สุดในช่วงฤดูฝนต่อถึงต้นฤดูหนาว ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยลักษณะของน้ำท่วมมักเกิดจาก 4 ลักษณะ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552) คือ น้ำท่วมฉับพลัน (Flash Flood) น้ำท่วมจากแม่น้ำ (River Flood) น้ำท่วมเฉพาะพื้นที่ (Local Flood) และน้ำท่วมชายฝั่ง (Coastal Flood) ทั้งนี้ กรณีแรกมักเกิดจากการมีฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลานานระยะหนึ่งในพื้นที่ ส่งผลทำให้พื้นดินเกิดการอิ่มน้ำอย่างรวดเร็วและน้ำส่วนเกินเหนือผิวดินอาจเกิดการท่วมขังในพื้นที่ ทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันขึ้นได้ โดยน้ำท่วมลักษณะนี้มักจะเกิดไม่นานก็สลายตัวไปเมื่อฝนหยุดตกและน้ำส่วนที่ท่วมขังได้รับการระบายออกไปนอกพื้นที่แล้ว สำหรับน้ำท่วมแบบสองเป็นการเกิดภาวะน้ำท่วมขังอันเนื่องมาจากระดับน้ำที่เอ่อขึ้นมาริมตลิ่ง ซึ่งมักเกิดจากการมีฝนตกหนักในบริเวณต้นน้ำ ทำให้มีปริมาณน้ำถูกระบายลงสู่แม่น้ำเป็นจำนวนมาก และเมื่อมีน้ำสะสมในแม่น้ำเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ก็อาจทำให้เกิดภาวะน้ำล้นตลิ่ง จนทำให้พื้นที่ซึ่งตั้งอยู่ริมฝั่งบริเวณตอนกลางและปลายของแม่น้ำเกิดภาวะน้ำท่วมขังขึ้นได้ โดยน้ำท่วมแบบนี้มักอยู่ได้นานหลายวันเป็นอาทิตย์ หรือเป็นเดือน หากว่าการระบายน้ำออกจากพื้นที่ทำได้ล่าช้า หรือมีภาวะฝนตกหนักในพื้นที่เข้ามาเสริม

การเกิดน้ำท่วมในแต่ละปี มักสร้างความเสียหายให้แก่ชีวิต กิจกรรม และทรัพย์สินของผู้คนซึ่งต้องประสบปัญหาเป็นอย่างมาก ซึ่งนับเป็นภาระสำคัญที่รัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องเข้าไปให้ความช่วยเหลือ ตัวอย่างเช่น ปี พ.ศ. 2545 ซึ่งเป็นปีที่เกิดน้ำท่วมรุนแรงมากที่สุดปีหนึ่งของประเทศในรอบ 30 ปีที่ผ่านมา มีพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมถึงกว่า 72 จังหวัด จำนวน 18,510 หมู่บ้าน พื้นที่เกษตรกรรมได้รับความเสียหายประมาณ 10.44 ล้านไร่ คิดเป็นมูลค่าความเสียหายประมาณ 13,385 ล้านบาท (ศูนย์ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จังหวัดอุบลราชธานี กระทรวงมหาดไทย, 2545)

น้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานี

จังหวัดอุบลราชธานี เป็นจังหวัดขนาดใหญ่ตั้งอยู่บริเวณด้านตะวันออกสุดของประเทศไทย ติดกับแม่น้ำโขง โดยมีแม่น้ำหลัก 2 สายไหลผ่าน คือแม่น้ำมูลและแม่น้ำชี โดยแม่น้ำทั้งสองจะไหลมาบรรจบกันที่บริเวณอำเภอวารินชำราบ ก่อนจะไหลผ่านเขตเมืองลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอโขงเจียมต่อไป เนื่องจากการเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่เขตปลายน้ำของแม่น้ำทั้งสองสาย ส่งผลให้จังหวัดอุบลราชธานีมักประสบกับปัญหาน้ำท่วมอยู่เป็นประจำ เนื่องจากสภาวะการมีน้ำล้นตลิ่งซึ่งจัดอยู่ในลักษณะน้ำท่วมจากแม่น้ำ (River Flood) โดยเฉพาะใน ปี พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2545 ซึ่งเป็นปีที่เกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรงเป็นเวลานาน โดยเฉพาะพื้นที่ชุมชนในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานีและเทศบาลเมืองวารินชำราบ (ภาพที่ 1.1) และทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากทั้งในเขตพื้นที่เกษตรและเขตเมือง

ภาพที่ 1.1 สภาพการเกิดน้ำท่วมเมื่อ ปี พ.ศ. 2545 ในหลายพื้นที่ของจังหวัดอุบลราชธานี
ที่มา: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2547)

แม้ว่าจังหวัดอุบลราชธานีจะเกิดปัญหาน้ำท่วมอยู่เป็นประจำ แต่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวยังมีอยู่อย่างจำกัด ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำความเข้าใจต่อปัญหาหรือการวางแผนแก้ไขปัญหาในระยะยาวอาจลดทอนลงตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics Technology) มาประยุกต์สำหรับการตรวจสอบและวิเคราะห์

ปัญหาน้ำท่วมกันเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการประมาณพื้นที่ซึ่งถูกน้ำท่วมและระดับความสูงของน้ำจากระดับอ้างอิงที่กำหนดขึ้น (นฤมล ทารักษา, 2547) รวมถึงการประเมินค่าความเสียหายของพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วมดังกล่าวด้วย และการนำระบบ GIS (Geographic Information System) มาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม (ประสิทธิ์ เมฆอรุณ, 2546) รวมถึงการคาดการณ์การกระจายตัวของพื้นที่น้ำท่วมตามเวลา โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศใน 3 มิติ (DEM) และระดับความสูงของน้ำตามเวลาเป็นข้อมูลอ้างอิงในการพิจารณา (เฉลิมพงษ์ สำราญพงษ์, 2542) ซึ่งทั้งหมดล้วนให้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ด้วยเหตุนี้ ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งไปที่การนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศดังกล่าว มาประยุกต์ในการศึกษาปัญหาน้ำท่วมของจังหวัดอุบลราชธานีในหลายประเด็น ที่ยังขาดการวิเคราะห์อย่างเหมาะสมหรือยังขาดการศึกษาที่ลึกซึ้งมากพอ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจและวางแผนแก้ไขปัญหาดังกล่าวในอนาคตต่อไป โดยใช้เหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ. 2545 เป็นกรณีศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 ศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC) ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2549 และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC) ในเขตเมืองชั้นใน ปี พ.ศ. 2544

1.2.2 ประมาณพื้นที่น้ำท่วม อิงตามแบบจำลอง DEM และประมาณความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วมในเขตเมืองชั้นในตามระดับน้ำสมมติ

1.2.3 จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมที่เหมาะสม ในระดับจังหวัด และแผนที่โอกาสในการเกิดน้ำท่วมในระดับเขตเมือง

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ไม่มีสิ่งก่อสร้างที่เป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำเหนือผิวดินอย่างสำคัญ

1.3.2 ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้รับจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีความถูกต้องหรือน่าเชื่อถือมากพอ สำหรับการวิเคราะห์ในเรื่องที่กำหนดขึ้น

1.4 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้แยกเป็นสองส่วนสำคัญคือ

1.4.1 จังหวัดอุบลราชธานี

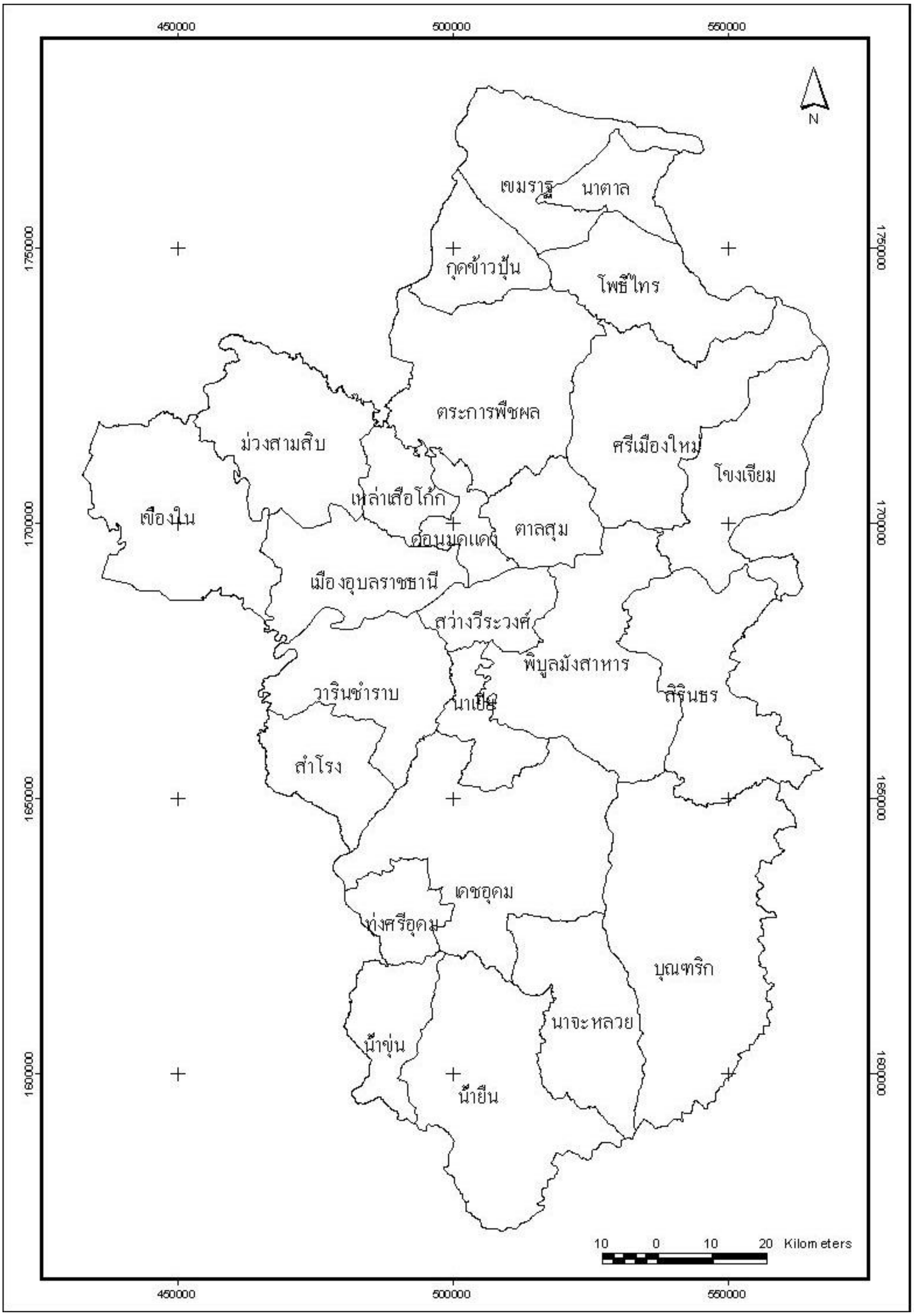
1.4.2 พื้นที่เขตเมืองชั้นในของเขตอำเภอเมืองและอำเภอวารินชำราบ

โดยส่วนแรกใช้เป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินในการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมระดับจังหวัด ส่วนพื้นที่เขตเมืองใช้สำหรับการประมาณพื้นที่น้ำท่วม อิงตามค่า DEM และระดับน้ำสมมติของพื้นที่และการสร้างแผนที่โอกาศในการเกิดน้ำท่วม

ข้อมูลพื้นฐานจังหวัดอุบลราชธานี

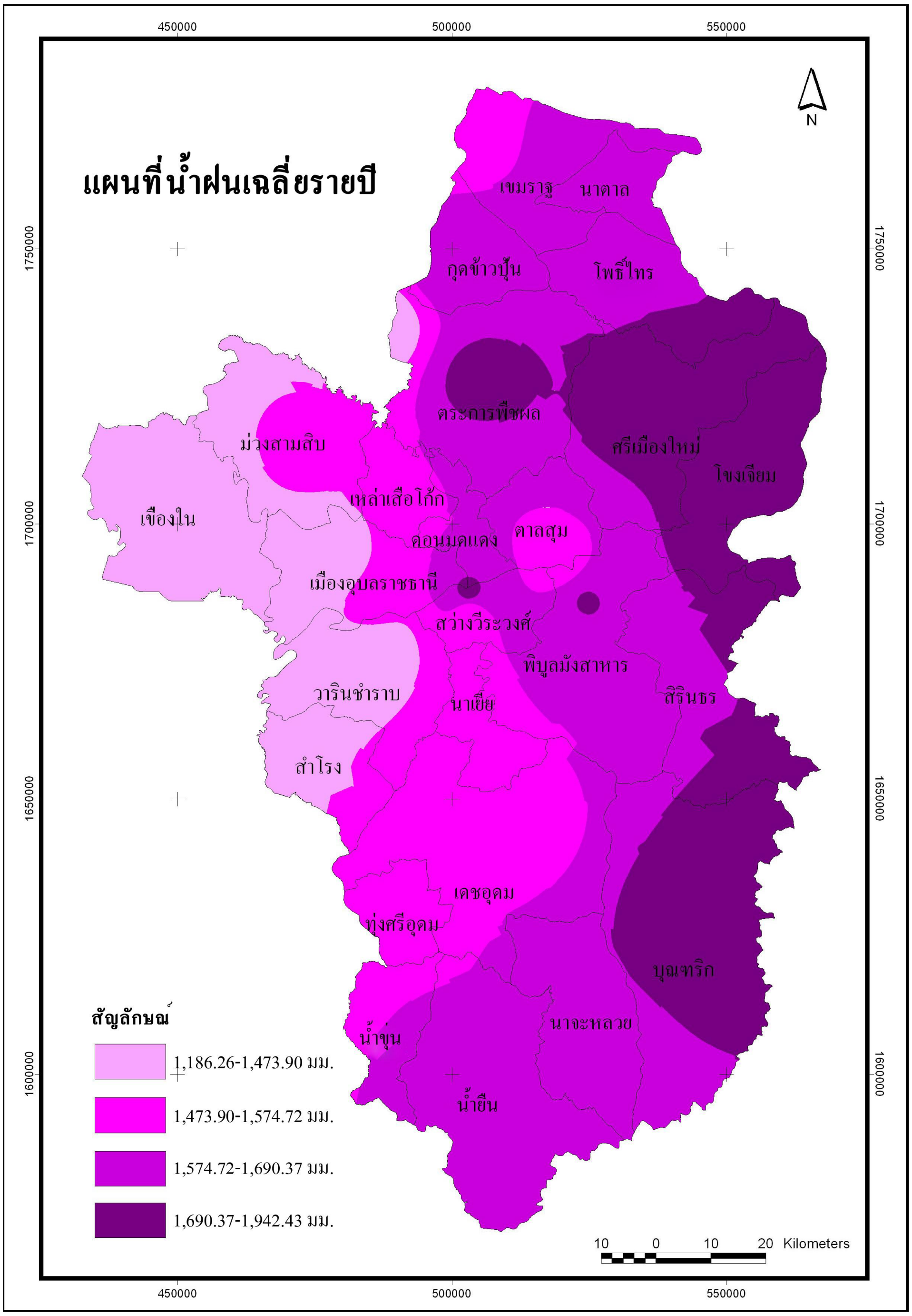
จังหวัดอุบลราชธานีตั้งอยู่บริเวณละติจูด 14°00’ ถึง 16°15’N และลองติจูด 104°15’ ถึง 106°00’E มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 15,638 ตารางกิโลเมตร (ประมาณ 10 ล้านไร่) คิดเป็น 9.16% ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลาดเอียงจากทางด้านทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออกลงสู่เขตแม่น้ำโขงที่อำเภอโขงเจียม โดยมีแม่น้ำสายหลักคือแม่น้ำมูลและแม่น้ำชี และลำน้ำสาขาสำคัญ ได้แก่ ลำเซบก ลำโดมใหญ่ และลำโดมน้อย โดยมีทิศเหนือติดจังหวัดอำนาจเจริญ ยโสธรและประเทศลาว ทิศตะวันออกติดประเทศลาว ทิศใต้ติดประเทศกัมพูชาและจังหวัดศรีสะเกษ และทิศตะวันตกติดจังหวัดศรีสะเกษและยโสธร ตามลำดับ (ภาพที่ 1.2)

จังหวัดอุบลราชธานีมีประชากร 1,805,322 คน แบ่งเขตการปกครองเป็น 20 อำเภอ 5 กิ่งอำเภอ 219 ตำบล 2,570 หมู่บ้าน ประกอบด้วย อำเภอเมืองอุบลราชธานี กุดข้าวปุ้น เขมราฐ เขื่องใน โขงเจียม ดอนมดแดง เดชอุดม ตระการพืชผล ตาลสุม ทุ่งศรีอุดม นาจะหลวย น้ำยืน บุณฑริก พิบูลมังสาหาร โพธิ์ไทร ม่วงสามสิบ วารินชำราบ ศรีเมืองใหม่ สำโรง สิรินธร และกิ่งอำเภอ คือ นาเยีย เหล่าเสือโกก นาตาล น้ำขุ่น และสว่างวีระวงศ์ (ภาพที่ 1.2)



ภาพที่ 1.2 แผนที่ขอบเขตการปกครองของจังหวัดอุบลราชธานี

ที่มา: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2547)

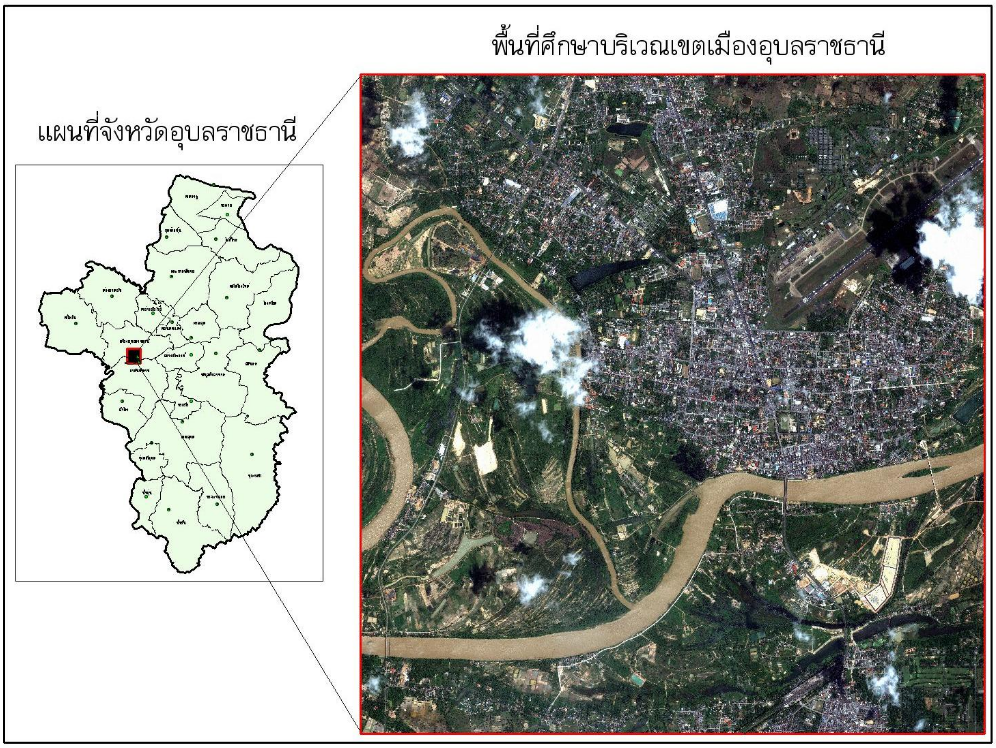


ภาพที่ 1.3 แผนที่น้ำฝนเฉลี่ยรายปีของจังหวัดอุบลราชธานี
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2552)

ลักษณะส่วนใหญ่ของพื้นที่เป็นที่ราบ ซึ่งใช้สำหรับการทำเกษตรกรรม โดยมีแนวภูเขาสลับซับซ้อนปกคลุมอยู่ทางบริเวณตอนใต้ของจังหวัด ที่สำคัญคือเทือกเขาบรรทัดและพนมดงรัก ซึ่งเป็นแนวกั้นอาณาเขตกับประเทศลาวและกัมพูชา สำหรับลักษณะภูมิอากาศ มักมีฝนตกชุกตลอด

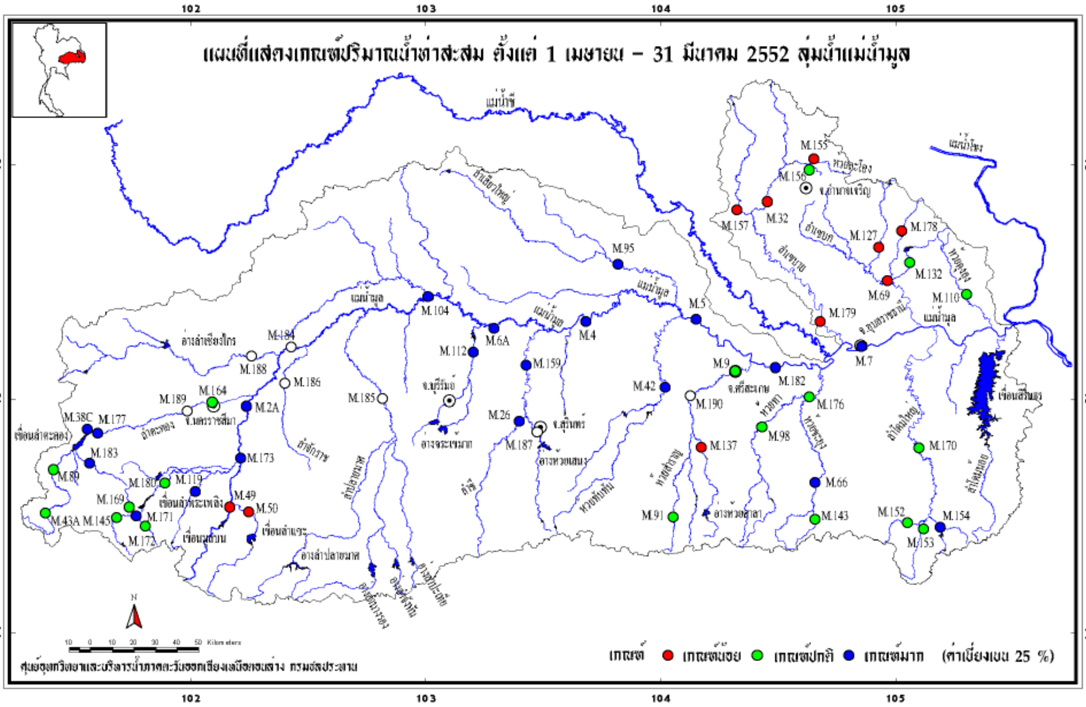
ช่วงฤดูมรสุม (พฤษภาคม-กันยายน) โดยเฉพาะช่วงปลายฤดูมรสุมอาจมีพายุหมุนเขตร้อนเข้ามาในพื้นที่ในรูปบริเวณความกดอากาศต่ำ (Depression) ทำให้มีฝนตกมากกว่าปกติ ปริมาณฝนโดยเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่บริเวณด้านตะวันออกของพื้นที่ โดยเฉพาะทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ภาพที่ 1.3)

ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนพฤษภาคม ต่อด้วยฤดูมรสุมหรือฤดูฝนจนกระทั่งเดือนตุลาคมจะเริ่มเข้าสู่ฤดูหนาวจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ (ตามอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 40°C และอุณหภูมิต่ำสุดที่ 7.6°C



ภาพที่ 1.4 พื้นที่ศึกษาในเขตเมือง
ที่มา: ภาพดาวเทียม IKONOS วันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 จาก สทอภ.

สำหรับเขตเมืองชั้นใน ประกอบด้วย เทศบาลนครอุบลราชธานี ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมืองและครอบคลุมทั้งหมด 4 ตำบล คือ ในเมือง ขามใหญ่ แจระแม และบางส่วนของตำบลปทุม มีพื้นที่ทั้งหมด 29.04 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ริมฝั่งซ้ายของแม่น้ำมูล และเทศบาลเมืองวารินชำราบ ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศเหนือของแม่น้ำมูลตรงข้ามกับเทศบาลนครอุบลราชธานี มีเนื้อที่ 12.9 ตารางกิโลเมตร (ภาพที่ 1.4) โดยจุดตรวจวัดน้ำสำคัญคือสถานี M7 (ภาพที่ 1.5)



ภาพที่ 1.5 ลำน้ำสำคัญในลุ่มน้ำมูลและตำแหน่งที่ตั้งจุดตรวจวัดปริมาณน้ำท่า ของกรมชลประทาน

ที่มา: ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน (2552)

จังหวัดอุบลราชธานีอยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนปลาย โดยมีแม่น้ำชีทางตอนเหนือไหลมาสมทบกับแม่น้ำมูลที่บริเวณอำเภอวารินชำราบก่อนจะไหลรวมกันผ่านเขตตัวเมืองชั้นใน ไหลลงแม่น้ำโขงที่อำเภอโขงเจียม โดยตามแนวลำน้ำจะมีจุดตรวจวัดปริมาณน้ำท่าของกรมชลประทานติดตั้งอยู่เป็นระยะ (ดูภาพที่ 1.5 ประกอบ) สำหรับสถานีสำคัญในการศึกษานี้ ก็คือสถานี M7 บริเวณสะพานเสรีประชาธิปไตย ซึ่งค่าระดับความสูงของน้ำที่วัดได้จากสถานีดังกล่าว จะถูกใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการสร้างแผนที่พื้นที่น้ำท่วมร่วมกับข้อมูล DEM ของพื้นที่ต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้ทราบรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ทั้งในระดับจังหวัดและในเขตเมือง

1.5.2 แผนที่น้ำท่วมที่สมจริง อิงตามแบบจำลอง DEM และระดับน้ำสมมติที่กำหนดขึ้น

1.5.3 สามารถวิเคราะห์และประมาณความเสียหายจากน้ำท่วม โดยพิจารณาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อ 1 และแผนที่น้ำท่วมที่ได้จากข้อ 2

1.5.4 แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมของพื้นที่ศึกษา ทั้งระดับจังหวัดและในพื้นที่เขตเมือง

บทที่ 2
ปริทรรศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้พื้นฐานของการเกิดน้ำท่วม

น้ำท่วม (Flood) เป็นภาวะที่พื้นที่ซึ่งปกติไม่มีน้ำท่วมขัง เกิดน้ำท่วมขังเป็นเวลานานกว่าปกติ ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อการดำรงชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน ทั้งนี้ ลักษณะของน้ำท่วมที่พบโดยทั่วไป จะมีอยู่ 4 รูปแบบที่สำคัญคือ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552)

(1) น้ำท่วมฉับพลัน (Flash Flood) มักเกิดมาจากการมีฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานานระยะหนึ่ง ทำให้พื้นดินเกิดการอิ่มตัวอย่างรวดเร็ว และน้ำฝนส่วนเกินเหนือพื้นดินเกิดการไหลบ่าเข้าสู่เขตที่ราบต่ำด้านล่างซึ่งตั้งอยู่ใกล้ตีนภูเขาอย่างรวดเร็วในรูปของน้ำป่า หรือน้ำป่าผสมโคลนดิน ทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมขังขึ้นอย่างฉับพลันได้ ทำให้เกิดอันตรายต่อบ้านเรือนและชีวิตของผู้คนได้เป็นอย่างมาก ตัวอย่างเช่น กรณีที่เกิดที่ตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อเวลาประมาณ 03.00 น. ของวันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2544 ซึ่งทำให้มีผู้เสียชีวิตไปมากกว่า 147 คน น้ำท่วมลักษณะนี้มักเกิดอยู่เป็นเวลาสั้นๆ ระดับชั่วโมงหรือน้อยกว่า ก่อนจะสลายตัวไป

(2) น้ำท่วมจากน้ำเอ่อล้นตลิ่ง (River Flood) เป็นปรากฏการณ์ที่มักเกิดในเขตที่ลุ่มริมฝั่งแม่น้ำขนาดใหญ่ในบริเวณตอนกลางหรือส่วนล่างของลำน้ำ อันเนื่องมาจากการมีฝนตกหนักบริเวณต้นน้ำเป็นเวลานานทำให้มีปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำมากผิดปกติ ส่งผลให้มีปริมาณน้ำสะสมในลำน้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามไปด้วย โดยเฉพาะบริเวณตอนกลางหรือส่วนล่างของลำน้ำนั้น จนทำให้เกิดภาวะน้ำล้นตลิ่งและเกิดปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่ริมชายฝั่งขึ้น

น้ำท่วมชนิดนี้มักพบเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปีในหลายจังหวัดของประเทศ ซึ่งตั้งอยู่บริเวณริมชายฝั่งของแม่น้ำหลัก เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำมูล หรือแม่น้ำชี เป็นต้น รวมไปถึงลำน้ำสาขาต่างๆ โดยจะเกิดมากในช่วงปลายฤดูฝนประมาณเดือนสิงหาคมหรือกันยายน ซึ่งมีปริมาณฝนตกมากที่สุด และเป็นช่วงที่อาจมีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศไทยเกิดขึ้นด้วย โดยอาจเกิดอยู่นานเป็นระดับอาทิตย์หรือระดับเดือนได้ จนกว่าระดับในแม่น้ำจะลดลงสู่ภาวะปกติ

(3) น้ำท่วมเฉพาะพื้นที่ (Local Flood) เป็นกรณีที่เกิดสภาวะฝนตกหนักเป็นเวลานานในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง จนทำให้พื้นดินไม่สามารถดูดซับหรือระบายน้ำออกไปได้ทัน จนทำให้เกิดมีน้ำท่วมขังในพื้นที่ขึ้น โดยเฉพาะจุดซึ่งอยู่ในเขตที่ลุ่มซึ่งมักมีน้ำสะสมอยู่มากที่สุด น้ำท่วมกรณีนี้รวมถึงการเกิดน้ำท่วมในเขตเมืองชั้นในของเมืองใหญ่ (Urban Flood) ซึ่งเกิดมาจากการมีฝนตก

หนักต่อเนื่องจนไม่สามารถระบายน้ำออกไปได้ทันท่วงทีทำให้เกิดน้ำท่วมขังขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดจากการเกิดน้ำท่วมของเขตเมืองชั้นในของกรุงเทพมหานครช่วงที่มีฝนตกหนัก ซึ่งพบเกิดขึ้นอยู่เป็นประจำ

สำหรับน้ำท่วมลักษณะนี้อาจเกิดอยู่นานระดับชั่วโมง หรือระดับวันก่อนจะสลายตัวไป ขึ้นอยู่กับปริมาณฝนที่ตก และประสิทธิภาพในการระบายน้ำของพื้นที่ที่เกิดปัญหาขึ้นเป็นหลัก

(4) น้ำท่วมชายฝั่ง (Coastal Flood) เป็นกรณีที่พายุหมุนเขตร้อนหรือพายุรุนแรงแบบอื่นที่เกิดในเขตมหาสมุทร เคลื่อนที่ขึ้นฝั่งและพาเอาน้ำทะเลจำนวนมากเข้ามาสู่ฝั่งในรูปของคลื่นพายุซัดฝั่ง (Storm Serge) ซึ่งหากเกิดอย่างรุนแรงหรือเกิดต่อเนื่องเป็นเวลานาน อาจส่งผลให้เกิดภาวะน้ำท่วมขังขึ้นในเขตที่ลุ่มริมชายฝั่งได้ โดยเฉพาะในเขตเมืองซึ่งไม่มีการระบายน้ำที่ดีมากพอ

สำหรับสาเหตุการเกิดฝนตกหนักในประเทศไทย จนทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมหรือน้ำท่วมตามมา เกิดมาจากตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญ 5 ตัว (ดูภาพที่ 2.1 ประกอบ) คือ

(1) ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หรือลมฝน ซึ่งพัดเอาความชุ่มชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้ามาสู่ประเทศไทย ทำให้เกิดมีฝนตกอย่างต่อเนื่องเป็นบริเวณกว้างทั่วประเทศ (โดยเฉพาะทางฝั่งตะวันตก) ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมของทุกปี

(2) ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือลมหนาว ซึ่งพัดเอาอากาศที่เย็นและแห้งจากที่ราบสูงไซบีเรียเข้ามาสู่ประเทศไทยตอนบน และตอนกลางในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ของแต่ละปี ทำให้เกิดภาวะอากาศหนาวเย็นปกคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศในช่วงดังกล่าว

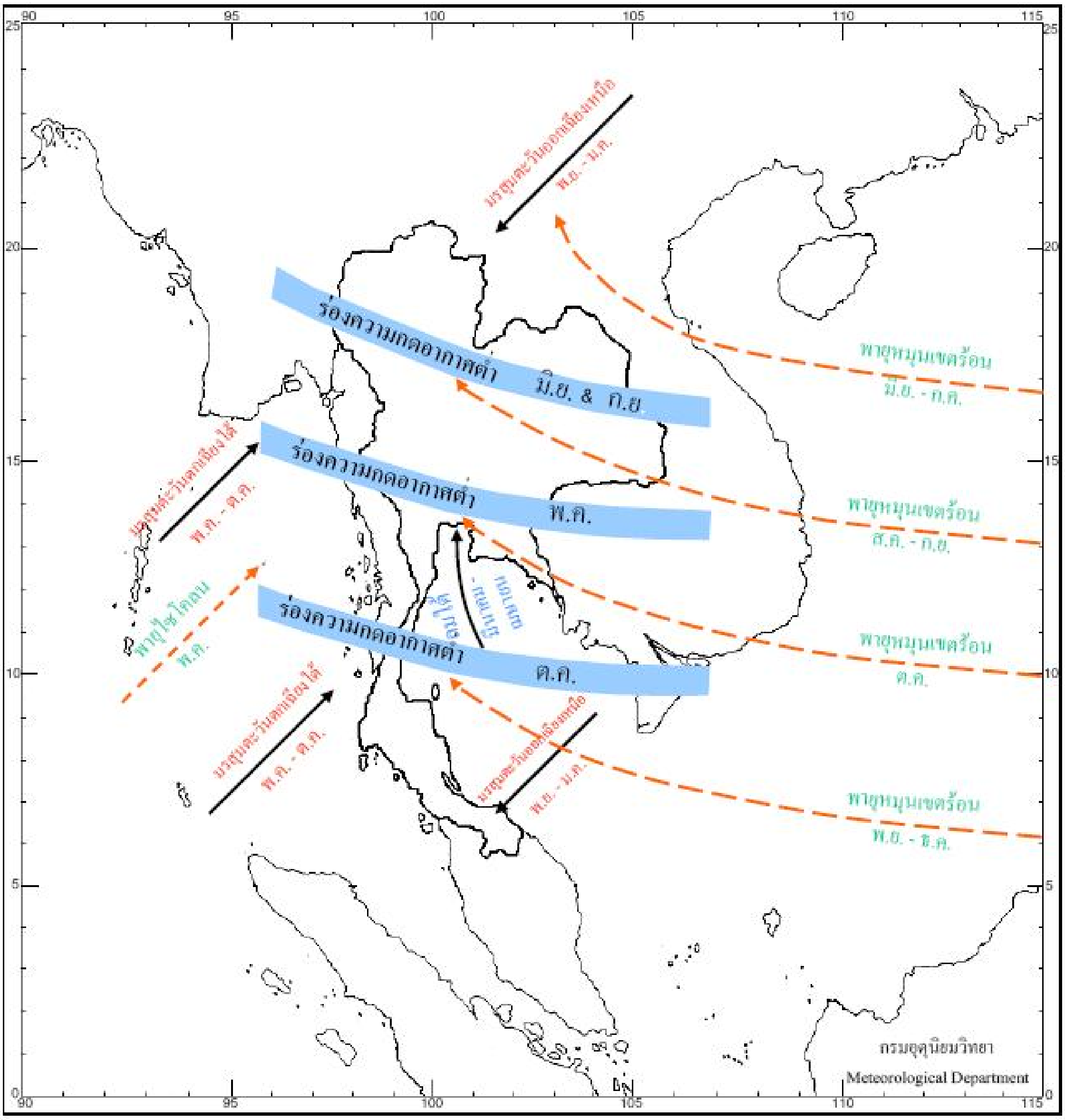
อย่างไรก็ตาม หากลมดังกล่าวพัดผ่านอ่าวไทย จะพาเอาความชุ่มชื้นจากอ่าวไทยเข้าสู่ฝั่งเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดฝนตกหนักหรือน้ำท่วมขังขึ้นได้ โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดชายฝั่งด้านตะวันออกของภาคใต้ เช่น จังหวัดชุมพร นครศรีธรรมราช หรือสุราษฎร์ธานี เป็นต้น

(3) แนวร่องฝนหรือร่องมรสุม ซึ่งจะเคลื่อนที่ผ่านประเทศไทย 2 รอบ โดยรอบแรกประมาณเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน จะเคลื่อนที่ผ่านจากทางใต้ไปทางเหนือมุ่งหน้าสู่ตอนใต้ของประเทศจีน (ช่วงขาขึ้น) ส่วนรอบที่สองประมาณเดือนสิงหาคมถึงกันยายน จะเคลื่อนที่ผ่านจากทางเหนือลงไปทางใต้ เพื่อลงไปยังบริเวณเขตศูนย์สูตรต่อไป (ช่วงขาลง)

สำหรับแนวร่องฝนดังกล่าวเป็นแนวของบริเวณความกดอากาศต่ำกำลังแรง ซึ่งมักเหนี่ยวนำให้เกิดพายุฟ้าคะนองและฝนตกรุนแรงขึ้นตามแนวการพาดผ่าน ซึ่งอาจส่งผลทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมขังอย่างฉับพลันขึ้นได้ในพื้นที่ซึ่งได้รับอิทธิพลมาก

(4) พายุหมุนเขตร้อน (Tropical Cyclone) ซึ่งส่วนใหญ่เกิดในเขตมหาสมุทรแปซิฟิก (และส่วนน้อยเกิดในมหาสมุทรอินเดีย) ซึ่งอาจเคลื่อนที่เข้าสู่เขตประเทศไทยในรูปของพายุดีเปรสชันหรือพายุเขตร้อน ทำให้เกิดฝนตกเป็นพื้นที่กว้างขึ้นได้ในเขตที่พายุดังกล่าวเคลื่อนผ่าน โดยพายุดังกล่าว มักจะเกิดช่วงเดือนสิงหาคมหรือกันยายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนของซีกโลกเหนือ

(5) มวลอากาศเย็น (Cold Air Mass) ซึ่งมักจะเคลื่อนตัวลงมาจากประเทศจีนช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวของซีกโลกเหนือ โดยมันอาจเกิดการปะทะกันกับอากาศอุ่นและชื้นที่พัดเข้ามาจากอ่าวไทย ทำให้เกิดเป็นแนวปะทะอากาศขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดสภาวะอากาศแปรปรวนและฝนตกหนักขึ้นได้ในพื้นที่ตามแนวปะทะดังกล่าว ซึ่งหากเกิดอยู่เป็นเวลานานพอควรอาจทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขึ้นได้



ภาพที่ 2.1 ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดฝนตกหนักในประเทศไทย
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2552)

สาเหตุของการเกิดน้ำท่วม

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดพอสรุปได้ว่า น้ำท่วมเกิดมาจาก 2 สาเหตุสำคัญ คือจากธรรมชาติ (Natural Causes) และจากมนุษย์ (Man-Made Causes) (ESCAP, 1999) โดยสาเหตุจากธรรมชาติแบ่งออกเป็น 2 กรณีสำคัญ คือ

(1) น้ำเอ่อท่วมตลิ่ง (Over Bank Causes) เข้าท่วมพื้นที่ริมฝั่ง ซึ่งหากเป็นพื้นที่ราบก็จะท่วมเป็นบริเวณกว้าง และหากลำน้ำมีความคดเคี้ยว มีความลาดชันน้อย หรือตื้นเขินจากการทับถมของตะกอน มีวัชพืชหรือสิ่งก่อสร้างกีดขวางทางน้ำ เมื่อเกิดฝนตกหนักในบริเวณต้นน้ำ มักจะทำให้ที่ราบลุ่มริมฝั่งลำน้ำซึ่งตามปกติตัวเมืองและชุมชนตั้งอยู่ เกิดน้ำท่วมขังได้ง่าย

(2) ฝนตกหนักและต่อเนื่องเป็นเวลานาน (Heavy Rainfall) เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดน้ำท่วม ทั้งนี้ อิทธิพลของลมฝน พายุหมุนเขตร้อน และร่องความกดอากาศต่ำ (ร่องฝน) ทำให้เกิดฝนตกหนักเป็นเวลาหลายวันและครอบคลุมเป็นบริเวณกว้างได้

ทั้งนี้ จากการวิจัยของศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2539) เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม และภัยธรรมชาติในเขตลุ่มน้ำของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า สาเหตุการเกิดน้ำท่วมที่สำคัญคือพายุหมุนเขตร้อน ทำให้เกิดมีฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานานด้านต้นน้ำ จนทำให้เกิดภาวะน้ำล้นตลิ่งและกลายเป็นน้ำท่วมในเวลาต่อมา

สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ แบ่งออกได้เป็น 3 กรณีคือ

(1) การลดลงของป่าไม้ (Deforestation) เป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ทั้งนี้ป่าไม้จะทำหน้าที่สำคัญ คือการชะลออัตราการไหลของน้ำผิวดินอันเกิดจากฝนตกหนักให้ช้าลง ทำให้ภาวะน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลากเกิดได้น้อยลง

(2) การพัฒนาเมืองที่ไร้แบบแผน (Uncoordinated Urban Development) ซึ่งส่งผลให้เกิดการทำลายความสามารถในการรองรับน้ำส่วนเกินของเมืองลง เช่น การถมเขตที่ลุ่มเป็นพื้นที่อยู่อาศัย หรือการสร้างถนนหรือสิ่งก่อสร้างกีดขวางทางเดินของน้ำตามธรรมชาติ เป็นต้น

(3) การทำลายตลิ่งริมลำน้ำ (Destruction of Flood Embankments) โดยปกติคันกั้นน้ำหรือตลิ่งริมลำน้ำที่สร้างขึ้นปิดล้อมชุมชนเมืองมักช่วยป้องกันน้ำท่วมได้ระดับหนึ่ง แต่เมื่อคันกั้นน้ำหรือตลิ่งริมลำน้ำนั้นถูกทำลาย (อาจเกิดจากการดูแลไม่ดีพอ) ทำให้น้ำจากลำน้ำไหลเข้าท่วมชุมชนได้

ทั้งนี้ น้ำท่วมทำให้เกิดความเสียหายได้หลายรูปแบบ มีทั้งความเสียหายโดยตรง เช่น ตาย บาดเจ็บ เจ็บป่วย สูญเสียทรัพย์สิน และความเสียหายทางอ้อม เช่น ทำให้เสียโอกาสหารายได้หรือประโยชน์จากการประกอบอาชีพ รวมถึงทำให้เกิดความสูญเสียทางสังคม สภาพจิตใจ และ

สภาพแวดล้อมโดยรวมด้วย โดยระดับความเสียหายจะขึ้นกับสภาพของน้ำที่ท่วม (อาทิ ความลึก หรือความเร็ว) ระยะเวลาที่ท่วม และ ปริมาณและลักษณะของพื้นที่ซึ่งถูกน้ำท่วมเป็นสำคัญ

2.2 การศึกษาเกี่ยวกับน้ำท่วม

เนื่องจากน้ำท่วมถือเป็นปัญหาสำคัญของเกือบทุกประเทศทั่วโลก ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับน้ำท่วมจึงมีอยู่เป็นจำนวนมากและในหลายลักษณะ ซึ่งอาจแยกออกได้เป็น 4 กลุ่มสำคัญ คือ (ทรงกต ทศานนท์, 2547)

(1) การวิเคราะห์ถึงสาเหตุและแนวทางการป้องกันแก้ไขปัญหา

(2) การตรวจสอบและติดตามพัฒนาการของปัญหา (รวมถึงความเสียหายที่เกิดขึ้น)

(3) การประเมินความรุนแรงและผลกระทบของปัญหา โดยเฉพาะทางเศรษฐกิจและสังคม

(4) การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงและแนวโน้มหรือรูปแบบของการเกิดปัญหา

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ จะเน้นที่การใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ สำหรับประเมินผลกระทบและการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงของการเกิดปัญหาทั้งในระดับจังหวัด และโอกาสที่เกิดน้ำท่วมระดับพื้นที่เมืองเป็นสำคัญ

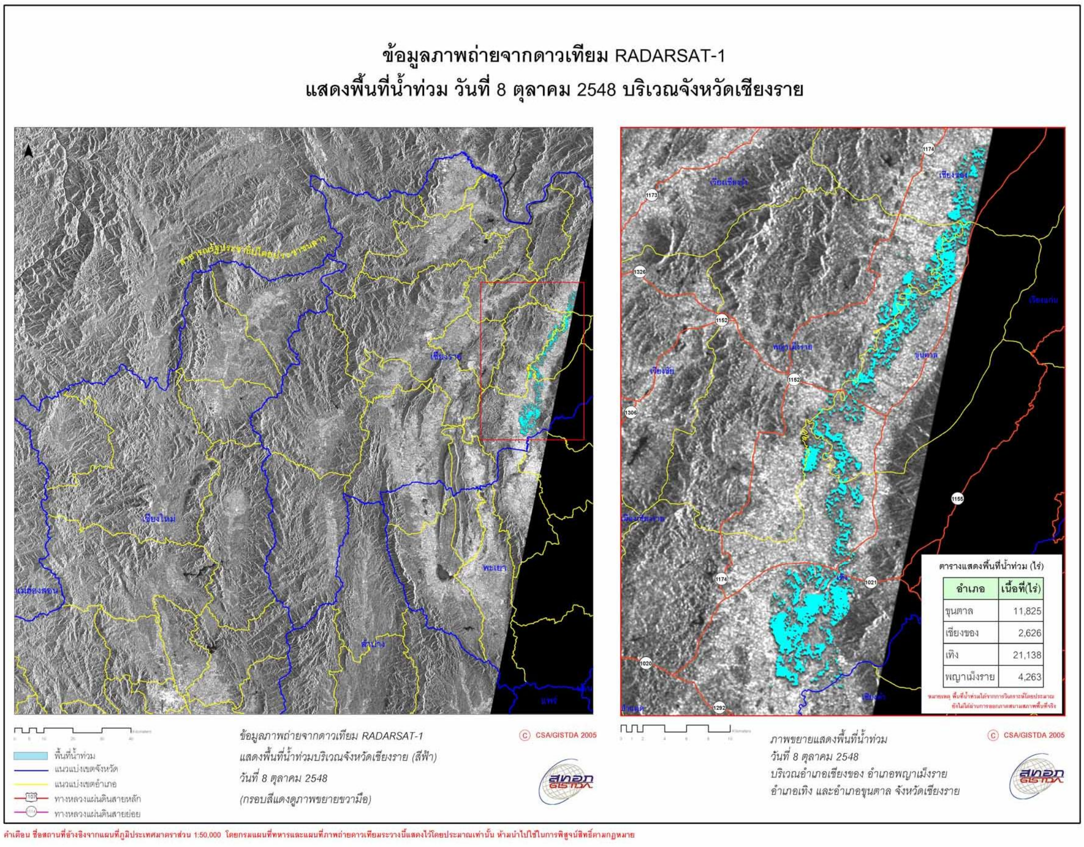
2.2.1 การตรวจสอบและติดตามพัฒนาการของปัญหา

การเกิดน้ำท่วมมีทั้งแบบที่เกิดและสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว เช่น การเกิดน้ำท่วมฉับพลัน หรือแบบที่เกิดอย่างช้าๆ และอาจเกิดอยู่เป็นเวลานานระดับอาทิตย์หรือเดือนได้ เช่น สภาวะน้ำท่วมจากน้ำเอ่อล้นตลิ่ง กรณีหลังนี้ อาจถูกตรวจสอบและติดตามได้โดยง่าย โดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) และความถี่ของการถ่ายตามเวลา (Temporal Resolution) ที่สูงมากพอ โดยภาพดาวเทียมที่ใช้อาจเป็นภาพจากการถ่ายช่วงแสงขาวและอินฟราเรดใกล้ (VIS/NIR) ซึ่งให้รายละเอียดของพื้นที่ได้สมจริง แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถมองทะลุเมฆหรือหมอกที่เกิดปกคลุมพื้นที่ลงไปได้ ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งมักมีปัญหาน้ำท่วมเกิดขึ้นมากที่สุด

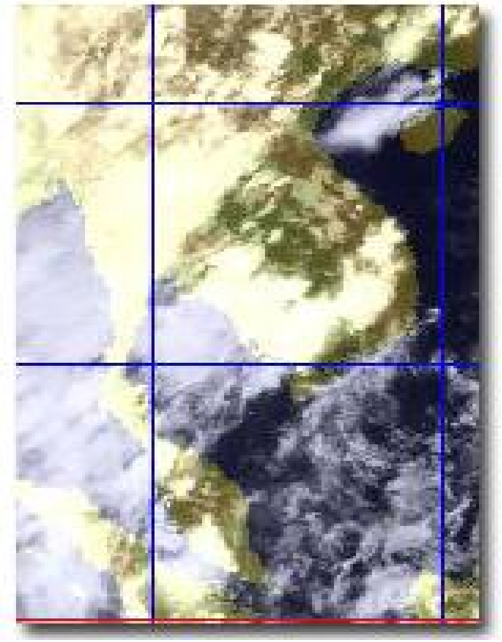
เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว ได้มีการนำเอาภาพถ่ายดาวเทียมจากเรดาร์ระบบ SAR ที่ติดตั้งไว้ในอวกาศมาใช้ในการศึกษาด้วยเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีข้อดีคือ สามารถมองทะลุเมฆหรือหมอกที่ปกคลุมพื้นดินอยู่ในช่วงหน้าฝนได้ดีกว่าภาพในช่วงแสงขาว หรืออินฟราเรดใกล้มาก ทำให้สามารถให้รายละเอียดของพื้นที่น้ำท่วมได้ดีกว่า นอกจากนั้น ภาพเรดาร์ยังสามารถแสดงขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่ซึ่งถูกท่วมได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้การจำแนกพื้นที่ซึ่งถูกน้ำท่วมบนภาพ ทำได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น (ดูภาพที่ 2.2 ประกอบ) แต่ข้อจำกัดสำคัญของภาพเรดาร์คือการมีแหล่งข้อมูลน้อย ข้อมูลยังมีราคาแพง และภาพที่ได้ยังให้รายละเอียดที่เข้าใจหรือแปล

ความหมายได้ยากกว่าภาพถ่ายในช่วง VIS/NIR ซึ่งอาจทำให้เป็นอุปสรรคในการศึกษาเป็นอย่างมาก

ทั้งนี้ การติดตามพัฒนาการของการเกิดน้ำท่วมตามเวลาอย่างต่อเนื่อง มักต้องใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบสถิต (Geostationary Satellite) เช่น ดาวเทียม GOES, MSG หรือ MTSAT ซึ่งมีตำแหน่งประจำอยู่เหนือผิวโลกที่ความสูงประมาณ 35,800 กิโลเมตร และสามารถถ่ายภาพของผิวโลกด้านล่างได้ต่อเนื่องทุกช่วงเวลา 15-30 นาที (ดูภาพที่ 2.3 ประกอบ)



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการใช้ภาพเรดาร์จากดาวเทียม RADARSAT ในการศึกษาน้ำท่วมในประเทศไทย
ที่มา: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ) (2547)



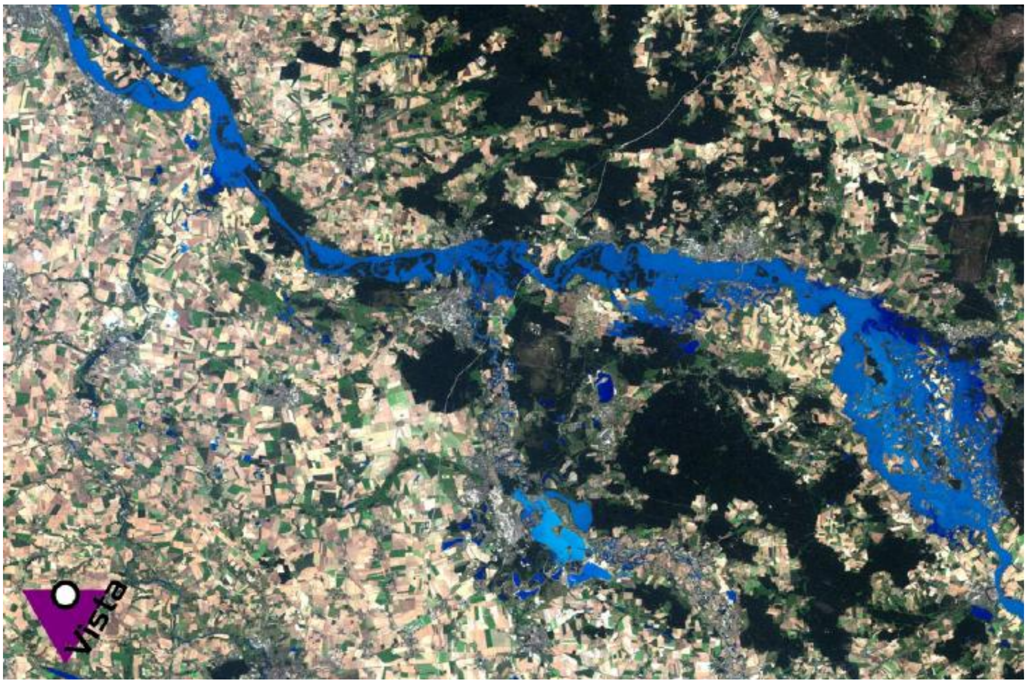
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมสถิต GOES-9 ในการศึกษาน้ำท่วม บันทึกเหตุการณ์ฝนตกหนัก วันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2548
ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (2547)

งานวิจัยซึ่งใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการตรวจสอบติดตามการเกิดน้ำท่วม เช่น Jiqun, Z. et al. (2002) ได้ศึกษาปัญหาน้ำท่วมในประเทศจีนโดยการประมาณพื้นที่น้ำท่วมโดยใช้ข้อมูลจากเรดาร์ระบบ SAR และภาพถ่ายดาวเทียมจากเครื่อง NOAA-AVHRR สำหรับจำแนกพื้นที่ไม่มีน้ำและพื้นที่ที่มีน้ำออกจากกัน ทั้งขณะก่อนน้ำท่วม ภาพน้ำท่วม และภาพหลังน้ำท่วมนำมาซ้อนทับกันทำให้ทราบว่าพื้นที่ใดเป็นพื้นที่พื้นดิน พื้นน้ำ และพื้นที่น้ำท่วม นำมาสร้างเป็นแผนที่น้ำท่วมซึ่งแยกออกจากลำน้ำปกติอย่างชัดเจน ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปประเมินความเสียหายได้ โดยนำมาวิเคราะห์ร่วมกับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของเขตน้ำท่วมที่มีอยู่

Honda et al. (1999) ศึกษาน้ำท่วมบริเวณภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากเครื่อง JERS-SAR เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม และข้อมูลจากเครื่อง LANDSAT-TM สำหรับใช้จำแนกลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อดูผลกระทบน้ำท่วมต่อสภาพสังคมและเศรษฐกิจ และแสดงพื้นที่เกิดน้ำท่วมที่ตรวจสอบได้ของแต่ละจังหวัด โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย

Bach et al. (2004) ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT-7, SPOT-5 และดาวเทียม ENVISAT, ERS (ภาพเรดาร์) สำหรับศึกษาพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดในเขต Dresden และ Neu

Darchau ของประเทศเยอรมัน (ระยะทางประมาณ 450 กิโลเมตร) ซึ่งผลการศึกษาสรุปว่า การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมช่วง VIS/NIR ร่วมกับภาพเรดาร์ทำให้สามารถตรวจสอบขอบเขตการเกิดน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดช่วงของการเกิดปัญหาดังกล่าว รวมถึงการประมาณความเสียหายของน้ำท่วมดังกล่าวด้วย (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการศึกษาน้ำท่วมโดยใช้ภาพดาวเทียม
ที่มา: Bach et al. (2004)

2.2.2 การประเมินความรุนแรงและผลกระทบของปัญหา

การประเมินความรุนแรงของปัญหาน้ำท่วม มักเน้นไปที่การสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์น้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นได้ตามข้อมูลเบื้องต้นที่กำหนดขึ้น ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองที่สำคัญคือขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ประกอบกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ในช่วงเวลาเดียวกัน จะสามารถประเมินถึงผลกระทบของปัญหา โดยเฉพาะผลกระทบทางเศรษฐกิจหรือสังคมได้ เช่น พื้นที่เพาะปลูกที่อยู่ในเขตถูกน้ำท่วมหรือจำนวนหมู่บ้านหรือเส้นทางคมนาคม ที่อาจถูกน้ำท่วม เป็นต้น

สำหรับแบบจำลองที่ใช้สำหรับการศึกษาน้ำท่วม ส่วนใหญ่มักเป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยา (Hydrologic Model) ซึ่งมีทั้งแบบจำลองสำเร็จรูป เช่น MIKE-11 และ MIKE-She

(DHI, 2009) และแบบจำลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเองสำหรับใช้ในพื้นที่ที่สนใจ ทั้งนี้ การศึกษาแบบหนึ่งที่ทำมากสำหรับการประมาณขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมอย่างง่าย คือการใช้ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศใน 3 มิติ (DEM) ประกอบกับข้อมูลความสูงของระดับน้ำสมมติจากระดับอ้างอิงของพื้นที่ค่าหนึ่ง ซึ่งผลที่ได้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์การผันแปรของพื้นที่น้ำท่วมตามความสูงของระดับน้ำได้ และหากนำข้อมูลดังกล่าวมาซ้อนทับกับแผนที่ LULC จะสามารถประเมินความเสียหายในเบื้องต้นได้

สมบัติ อยู่เมือง (2545) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลสำรวจระยะไกล เพื่อประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วมโดยการทำแผนที่ DEM และ แผนที่น้ำท่วมที่อ้างอิงจาก DEM เพื่อหาค่าเฉลี่ยพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วม ทั้งระดับความสูงและปริมาตรน้ำ และประเมินความเสียหายจากน้ำท่วมบริเวณลุ่มแม่น้ำป่าสัก

ธนวัฒน์ จารุพงษ์กุล และคณะ (2543) ศึกษาปัญหาน้ำท่วมบริเวณที่ราบภาคกลาง โดยทำแผนที่น้ำท่วมโดยใช้ GIS ข้อมูลภาพดาวเทียม ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา รวมทั้งข้อมูลภาคสนามและข้อมูลจาก GPS ช่วยในการวิเคราะห์ และได้ทำแบบจำลอง 3 มิติ โดยใช้ข้อมูลความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร นำเข้าสู่ระบบ GIS และสังเคราะห์เป็น DEM ก่อนนำไปซ้อนทับกับข้อมูลดาวเทียมหรือแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ทำให้สามารถเห็นภาพ 3 มิติของสภาพน้ำท่วมได้

Renyi, L. และ Nan, L. (2002) ได้ใช้ DEM ร่วมกับแบบจำลองทางชลศาสตร์ในการประมาณพื้นที่น้ำท่วมในเขต Zhejiang ของประเทศจีน ขณะที่ Ibrahim et al. (1999) จัดทำระบบทำนายน้ำท่วมที่ เขต Klang Valley ประเทศมาเลเซีย โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจากเครื่อง LANDSAT-TM สำหรับหาข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อนำมาใช้ในแบบจำลอง SCS TR-55 สำหรับกำหนดพื้นที่ซึ่งอาจเกิดน้ำท่วมหรือเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด ส่วน Maidment, R. และ Mansor, B.S. (1999) นำข้อมูล DEM และภาพดาวเทียม SPOT มาใช้ร่วมกันเพื่อศึกษาน้ำท่วมในประเทศมาเลเซีย และ Townsend, A.P. และ Walsh, J.S. (1998) ใช้ภาพเรดาร์จากดาวเทียม JERS-1 และ ERS-1M รวมถึงภาพถ่ายจากเครื่อง LANDSAT-TM และข้อมูล DEM ของพื้นที่ ร่วมกันสำหรับการพยากรณ์น้ำท่วมในเขตลุ่มน้ำในเขตที่ราบต่ำของแม่น้ำ Roanke River ของรัฐนอร์ทคาร์โลไรนา ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2.3 การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

การวิเคราะห์น้ำท่วมเป็นการทำเพื่อพยากรณ์และทำนายโอกาสเกิดน้ำท่วม ซึ่งการพยากรณ์ (Forecasting) หมายถึง การคาดการณ์ถึงเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตภายในกำหนดเวลาที่แน่นอน เช่น พยากรณ์ว่าน้ำจะเข้าท่วมพื้นที่ในอีก 7 ชั่วโมง สำหรับการทำนาย (Prediction) เป็นการคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคตอย่างมีเงื่อนไข โดยไม่ได้อ้างอิงเรื่องเวลาการ

เกิดที่ชัดเจน เช่น ทำนายโอกาสเกิดน้ำท่วมในอีก 100 ปี 10 ปี หรือ 7 วันข้างหน้า เป็นต้น ทั้งนี้ Maidment, R. และ Mansor, B.S. (1999) กล่าวว่า ประเภทของการพยากรณ์น้ำท่วม แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การพยากรณ์ระยะสั้นในระยะเวลาน้อยกว่า 7 วัน และการพยากรณ์ระยะยาวในเวลามากกว่า 7 วัน ส่วนใหญ่มักอยู่ในระดับเดือน โดยการพยากรณ์ระยะสั้นแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบสำคัญ คือ การพยากรณ์แบบจำลองการเคลื่อนที่ในลำน้ำ และการพยากรณ์จากแบบจำลองความสัมพันธ์ของน้ำฝนและน้ำท่า สำหรับการพยากรณ์ระยะยาว เป็นการศึกษาใน 3 ลักษณะ คือ การพยากรณ์โดยวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าในระยะยาว (Index-Variable) การพยากรณ์จากการพิจารณาปริมาณกักเก็บน้ำจากพื้นที่ต่างๆ เช่น บนผิวดิน ใต้ดิน หรือการทับถมของหิมะ และการคาดคะเนโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการศึกษา (Conceptual Simulation)

ทฤษฎีความน่าจะเป็นสำหรับการวิเคราะห์น้ำท่วม

ในการวิเคราะห์คำนวณหาโอกาสการเกิดน้ำท่วม หรือการทำนายรอบการเกิดซ้ำของน้ำท่วม สามารถทำได้โดยอาศัยทฤษฎีการกระจายตัวของความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ซึ่งที่นิยมใช้มีอยู่ทั้งหมด 4 ชนิด คือการกระจายแบบกัมเบล (Gumbel Distribution) ทฤษฎีลอกนอร์มอลแบบสองพารามิเตอร์ (Two-Parameter Lognormal) การกระจายแบบเพียร์ซัน (Pearson-Type Distribution) และการกระจายตัวแบบลอกเพียร์ซัน (Log Pearson-Type Distribution) ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการชื่อ U.S. Water Resources Research Council เพื่อศึกษาถึงทฤษฎีซึ่งเหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์น้ำท่วมตามสถิติของการเกิด ซึ่งผลที่ได้สรุปว่าเป็นการยากที่จะกล่าวว่าทฤษฎีใดเหมาะสมที่สุด เพราะสิ่งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างประกอบกัน อย่างไรก็ตาม คณะกรรมการดังกล่าวได้เสนอแนะว่าควรใช้ทฤษฎีลอกเพียร์ซันเป็นพื้นฐาน (วีระพล แต้สมบัติ, 2531)

ในประเทศอังกฤษ ได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการศึกษาทฤษฎีความน่าจะเป็นที่อาจเหมาะสมสำหรับศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ด้วยหลักสถิติของการเกิดน้ำท่วมเช่นกัน ผลการศึกษาที่ได้สรุปว่า ทฤษฎี General Extreme Value Distribution (ซึ่งมีทฤษฎีกัมเบล เป็นกรณีพิเศษรวมอยู่ด้วย) เหมาะสมกว่าทฤษฎีอื่นๆ อย่างไรก็ตาม กรณีข้อมูลน้ำท่วมมีอยู่น้อยเพียงไม่กี่ปีนั้น ทฤษฎีกัมเบลจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด (Natural Environment Research Council, 1975) สำหรับในประเทศไทย Sabus, M.A. (1982) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีความน่าจะเป็น และได้แนะนำวิธีทฤษฎีกัมเบลในการวิเคราะห์น้ำท่วมด้วยหลักสถิติการเกิดสำหรับแม่น้ำในประเทศไทย

ในแต่ละทฤษฎีความน่าจะเป็น จะมีพารามิเตอร์โดยเฉพาะ ซึ่งคำนวณได้จากข้อมูลน้ำท่วมที่มีอยู่ เมื่อทราบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ รวมกับสัมประสิทธิ์ของปัจจัยสำหรับทฤษฎีแล้ว สามารถคำนวณหาขนาดของน้ำท่วมสำหรับความถี่ของการเกิด (Frequency of Occurrence) หรือคาบการเกิดซ้ำ (Return Period) ได้ สำหรับคำว่า “คาบการเกิดซ้ำ” คือ จำนวนปีโดยเฉลี่ยใน

ระหว่างการเกิดน้ำท่วมซึ่งมีขนาดเท่ากับหรือมากกว่าขนาดของน้ำท่วมที่กำหนดหรือพิจารณา เช่น ขนาดน้ำท่วมซึ่งมีรอบการเกิดซ้ำ 100 ปี หมายถึง ในรอบ 100 ปี จะมีน้ำท่วมขนาดนี้หรือมากกว่าเกิดขึ้นโดยเฉลี่ยหนึ่งครั้ง ซึ่งอาจจะเกิดในปีใดก็ได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าใน 10,000 ปีข้างหน้า จะมีน้ำท่วมซึ่งมีขนาดเท่ากับหรือมากกว่าขนาดน้ำท่วม 100 ปี เกิดขึ้นโดยเฉลี่ย เท่ากับ 10,000/100 = 100 ครั้ง ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าจะเกิดน้ำท่วมขนาดดังกล่าวทุกช่วง 100 ปีอย่างสม่ำเสมอ อาจจะเป็นไปได้ว่าน้ำท่วมขนาดดังกล่าวอาจจะเกิดขึ้นในปีติดๆ กันได้ แต่โดยเฉลี่ยแล้วมีโอกาสเกิดน้อยมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดน้ำท่วมที่มีรอบปีสูงๆ นอกจากนั้นยังอาจกล่าวได้ว่า โอกาสจะเกิดน้ำท่วมขนาด 100 ปี ในปีใดปีหนึ่งข้างหน้ามีเพียง 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยหรือมีความน่าจะเป็น (Probability) ของการเกิดเพียง 0.01 เท่านั้น (วีระพล แต้สมบัติ, 2531)

ปัจจัยกระตุ้นและปัจจัยสนับสนุนของการเกิดน้ำท่วม

การเกิดน้ำท่วมแต่ละครั้งมีปัจจัยกระตุ้น (Triggering Factor) ที่สำคัญ คือน้ำฝนจากการเกิดฝนตกหนักในพื้นที่ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและการเกิดน้ำท่วมมักกระทำโดยแบบจำลองทางอุทกวิทยา สำหรับปัจจัยที่เป็นตัวสนับสนุนหรือมีอิทธิพลต่อการเกิดของปัญหา (Influencing Factor) นั้นมีอยู่เป็นจำนวนมาก ที่สำคัญคือ คุณลักษณะเชิงกายภาพของลุ่มน้ำ คุณลักษณะของดินและสิ่งปกคลุมดิน และระยะห่างจากลำน้ำ ทั้งนี้ คุณลักษณะเชิงภายภาพของลุ่มน้ำ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

(1) ลักษณะรูปร่างของลุ่มน้ำ ที่สำคัญได้แก่ ขนาดพื้นที่ (Size หรือ Watershed Area) ขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำ สามารถคำนวณได้โดยการวัดพื้นที่ซึ่งถูกล้อมรอบโดยสันปันน้ำในแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศ หรือแผนที่แสดงลักษณะของดิน คำนวณหา Noncontributing Area ซึ่งเป็นพื้นที่ซึ่งเมื่อฝนตกลงมาแล้ว น้ำจะไม่ไหลตามผิวดินลงสู่ลำน้ำหรือแม่น้ำทันที ได้แก่ พื้นที่ซึ่งเป็นบึง หนอง ทะเลสาบ เป็นต้น ดังนั้น สัดส่วนของพื้นที่เหล่านี้จะต้องนำไปหักออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดก่อนในการพิจารณาค่าน้ำท่าผิวดิน (Surface Runoff)

รูปร่างของลุ่มน้ำ (Basin Shape) จะมีผลต่อการวิเคราะห์กราฟน้ำท่าและอัตราการไหลสูงสุด (Peak-Flow Rate) ถ้าลุ่มน้ำมีความหนาแน่นของลำน้ำ (Drainage Density) สูง หรือมีการระบายน้ำเป็นรูปแบบ (Drainage Pattern) จะส่งผลให้มีความสามารถในการระบายน้ำออกจากลุ่มน้ำได้ดี ในทางตรงข้าม ถ้าลุ่มน้ำมีความหนาแน่นของลำน้ำต่ำ จะมีสามารถระบายน้ำออกจากลุ่มน้ำได้ไม่ดี

(2) ลักษณะความลาดเทหรือความง่ายต่อการระบายน้ำ โดยทั่วไปจะดูจากความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ (Average Channel Slope) เทียบกับความยาวและเวลาการไหล โดยความเร็วในการไหลของน้ำในลำน้ำจะเป็นสัดส่วนกับความลาดชัน สำหรับ ความลาดชันของลุ่มน้ำ (Land Slope)

จะเป็นปัจจัยอัตราการไหลของน้ำบนผิวดิน ที่เรียกว่า “Overland Flow” ยิ่งชันมาก อัตราการไหลยิ่งสูงมากขึ้น

สำหรับ คุณลักษณะเกี่ยวกับดินและสิ่งปกคลุมดิน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทสำคัญคือ

(1) ดิน (Soil) คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดินหรือกลุ่มของดิน ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำท่วมที่สำคัญคือ อัตราการซึมน้ำของดิน สารประกอบในเนื้อดิน และความลึกของดินแต่ละชนิด ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการระบายน้ำ

(2) สิ่งปกคลุม (Land Cover) คือสิ่งต่างๆ ที่ปกคลุมผิวดินอยู่ ส่วนใหญ่จะเป็นพวกพืชคลุมดิน ซึ่งช่วยป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนที่ตกลงมาสู่พื้นดิน ทั้งนี้ ข้อมูลที่เกี่ยวกับพืชปกคลุมดิน เช่น ความหนาแน่นและความสูงของพืช ความหนาแน่นและความลึกของรากพืช หรือรูปแบบการปกคลุม มักถือเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับน้ำท่วม

ทั้งนี้ ผลสรุปจากการศึกษาของ วีรพล แต้สมบัติ (2531) ระบุ ว่าปริมาณน้ำท่วมจากลุ่มน้ำใดๆ ถือว่าเป็นตัวแปรตามเชิงอุทกวิทยา ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากตัวแปรอิสระเชิงอุทกวิทยาต่างๆ ได้แก่ ฝนตกหนัก ดินที่อยู่ในสภาพที่มีอัตราการซึมผ่านต่ำ ดินที่อยู่ในสภาพชุ่มน้ำหรืออิ่มตัว ส่วนงานวิจัยของ ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล และคณะ (2543) พบว่า การเกิดน้ำท่วมรุนแรงส่วนใหญ่มักมีสาเหตุมาจากน้ำล้นตลิ่งและฝนตกหนักอย่างต่อเนื่อง ทั้งพื้นที่ลุ่มหลังคันดินมีความกว้างและแผ่บริเวณกว้าง ทำให้มีน้ำท่วมขังแม้สิ้นสุดสภาวะน้ำท่วม ส่วน Noorazuan et al. (2001) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของแม่น้ำ Langat ประเทศมาเลเซีย ในปี ค.ศ. 1984 1990 1995 และ 1997 พบว่า การเติบโตของเมืองส่งผลทำให้เกิดปริมาณน้ำท่า (Runoff) เพิ่มขึ้นประมาณ 20.35 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปี 1983-1988 และประมาณ 31.4 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง ปี ค.ศ. 1989-1994

ในการกำหนดเขตเสี่ยงภัยน้ำท่วมโดยทั่วไป มักทำโดยการนำเอาปัจจัยค่าน้ำฝนและปัจจัยสนับสนุนการเกิดน้ำท่วมที่สำคัญของพื้นที่มาวิเคราะห์ร่วมกัน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ก่อนจะสร้างเป็นแผนที่รวมออกมา โดยการกำหนดค่าความเสี่ยงมักใช้เทคนิคการรวมกันของข้อมูลแบบถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Weighted-linear Combination Method) ซึ่ง Zeiler, (1999) ได้เสนอเป็นสมการการคำนวณไว้ ดังนี้

$$FRI = W_1xD_1 + W_2xD_2 + \ldots + W_nxD_n \qquad (2.1)$$

โดย FRI (Flood Risk Index) คือ คะแนนความเสี่ยงต่อปัญหาน้ำท่วมของแต่ละหน่วยพื้นที่ สำหรับ W_n และ D_n คือค่าถ่วงน้ำหนักประจำตัวแปร n (Factor Weight) และคะแนนของชั้นข้อมูลในตัวแปรนั้นที่เลือกมาใช้ (Class Weight) ตามลำดับ ค่าคะแนนความเสี่ยงที่ได้สามารถนำมาจัดลำดับ

เพื่อจำแนกเป็นเขตเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมได้ตามจำนวนระดับที่ต้องการ เช่น 4 ระดับ คือพื้นที่ที่เสี่ยงสูง ปานกลาง ต่ำ และไม่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม เป็นต้น ซึ่งเทคนิคการซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay) ของระบบ GIS เป็นประโยชน์มากต่อการจัดทำแผนที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมดังกล่าว

สำหรับงานวิจัยกลุ่มนี้ เช่น ประสิทธิ์ เมฆอรุณ (2546) ได้วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง โดยแยกตัวแปรออกเป็น 2 กลุ่ม คือตัวแปรที่ทำให้เกิดปัญหาโดยตรง ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี จำนวนวันที่ฝนตกรายปี ปริมาณฝนที่ตกหนักที่สุด ระดับความสูงของพื้นที่ และความลาดเทของพื้นที่ และตัวแปรที่เป็นสาเหตุทางอ้อม ได้แก่ โครงข่ายลำน้ำ โครงข่ายเส้นทางคมนาคม การใช้ประโยชน์ที่ดิน และคุณสมบัติของเนื้อดิน โดยผลการจำแนกพบว่าในพื้นที่ ศึกษามีบริเวณที่มีระดับความเสี่ยงสูง 35.22 เปอร์เซ็นต์ เสี่ยงปานกลาง 38.82 เปอร์เซ็นต์ และเสี่ยงต่ำ 22.23 เปอร์เซ็นต์ และไม่เสี่ยง 3.73 เปอร์เซ็นต์

นอกจากนี้ อัจฉรา โกมลนาค (2545) ได้วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมในเขตลุ่มน้ำปิงตอนบน รูปร่างลุ่มน้ำ โครงข่ายการระบายน้ำ คุณลักษณะของดิน ระดับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ลักษณะภูมิอากาศ ความสูงของพื้นที่ลุ่มน้ำ ความลาดชัน และทิศด้านลาด พบว่า พื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงสูงอยู่ตามแนวแม่น้ำปิง ระหว่างสถานีตรวจวัดน้ำ P67 และ P73 หรือช่วงลำน้ำตั้งแต่สะพานนวรัฐ อำเภอเมืองเชียงใหม่เป็นต้นไป และลำน้ำแม่ริม

Amarakul และ Sanyong (2005) ศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมในเขตลุ่มน้ำยม โดยใช้ตัวแปร คือ ปริมาณฝนรายปี (7) ระยะห่างจากแนวลำน้ำ (6) ความลาดชันของพื้นที่ (5) ความหนาแน่นของแหล่งน้ำในเขตลุ่มน้ำย่อย (4) ขนาดของลุ่มน้ำย่อย (3) ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (2) และความสามารถในการระบายน้ำของดิน (1) โดยตัวเลขในวงเล็บคือน้ำหนักที่ให้กับแต่ละตัวแปรที่กล่าวถึง ผลการศึกษาสรุปว่า ระดับจังหวัด จังหวัดที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดน้ำท่วมคือจังหวัดพิษณุโลก ส่วนจังหวัดที่มีเสี่ยงปานกลางคือจังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย และพิจิตร แต่หากดูจากพื้นที่โดยรวม พื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำจะมีปริมาณเป็น 20.14 8.28 และ 10.59 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ

Tanavud et al. (2004) ศึกษาความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่เขตเทศบาลอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยใช้ตัวแปรคือ ปริมาณฝนตกในรอบ 7 วัน (6) ความสูงของพื้นที่ (5) ความลาดชัน (4) ความหนาแน่นทางน้ำ (3) ความหนาแน่นถนน (2) ลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ที่เกี่ยวกับการดูดซับและระบายน้ำ (1) โดยตัวเลขในวงเล็บคือน้ำหนักซึ่งให้กับแต่ละตัวแปรที่กล่าวถึง ผลการศึกษาสรุปได้ว่า เขตพื้นที่เสี่ยงสูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก จะมีอยู่ 100.0 346.0 1,110.0 400.0 และ 99.0 เฮกแตร์ ตามลำดับ

2.3 การศึกษาปัญหาน้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานี

จังหวัดอุบลราชธานีเป็นจังหวัดซึ่งตั้งอยู่บริเวณส่วนท้ายของลำน้ำมูลและลำน้ำชี (ภาพที่ 1.3) ด้วยเหตุนี้ หากมีฝนตกหนักต่อเนื่องบริเวณต้นน้ำ มักส่งผลให้มีน้ำสะสมในลำน้ำมูลและชี ขณะไหลผ่านตัวจังหวัดมากขึ้นอย่างผิดปกติ โดยเฉพาะหลังจากที่แม่น้ำทั้งสองสายได้ไหลมาบรรจบกลายเป็นแม่น้ำสายเดียวกันแล้ว ก่อนจะไหลผ่านเข้ามายังเขตตัวเมืองด้านใน (ในชื่อแม่น้ำมูล) ซึ่งส่งผลให้เกิดเหตุการณ์น้ำล้นตลิ่ง จนทำให้เกิดเป็นน้ำท่วมระดับจังหวัดหรือระดับเขตเมืองชั้นในขึ้นได้

โดยทั่วไปน้ำท่วมที่เกิดในเขตอำเภอเมืองและอำเภอวารินชำราบ มักเกิดในช่วงปลายฤดูฝนประมาณเดือนกันยายนถึงตุลาคม เพราะแม่น้ำมูลช่วงที่ไหลผ่านเขตเมือง มักมีปริมาณน้ำสะสมสูงสุดในช่วงเวลาดังกล่าว ดูได้จากข้อมูลการตรวจวัดที่สถานี M7 ซึ่งตั้งอยู่ใกล้สะพานประชาธิปไตย ส่งผลให้ปริมาณน้ำเฉลี่ยของแม่น้ำมูลสูงสุดช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคมของทุกปี โดยการท่วมขังจะเกิดอยู่ในระดับอาทิตย์หรือเดือน จนกว่าน้ำที่ท่วมขังจะได้รับการระบายออกสู่แม่น้ำโขงจนหมด

ทั้งนี้ จากสถิติการเกิดน้ำท่วมของจังหวัดอุบลราชธานีรอบ 50 ปี (ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2493 ถึง พ.ศ. 2545) พบว่า มีน้ำท่วมเกิดขึ้น 23 ครั้ง ในจำนวนนี้จัดเป็นน้ำท่วมใหญ่ 9 ครั้งและรุนแรงมากจำนวน 3 ครั้ง คือในปี พ.ศ. 2493 พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2545 การเกิดน้ำท่วมขึ้นบ่อยครั้งในอดีต แสดงให้เห็นถึงปัญหาของลุ่มน้ำในเขตจังหวัดอุบลราชธานีได้อย่างชัดเจนว่า สามารถรับปริมาณน้ำได้จำกัดในระดับหนึ่งเท่านั้น จากการสำรวจของศูนย์อุทกวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง พบว่า ความจุของลำน้ำ ณ สะพานเสรีประชาธิปไตย สามารถรองรับอัตราการไหลได้เพียง 2,400 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เปรียบเทียบกับอัตราการไหลสูงสุด ปี พ.ศ. 2545 อยู่ที่ 6,388 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

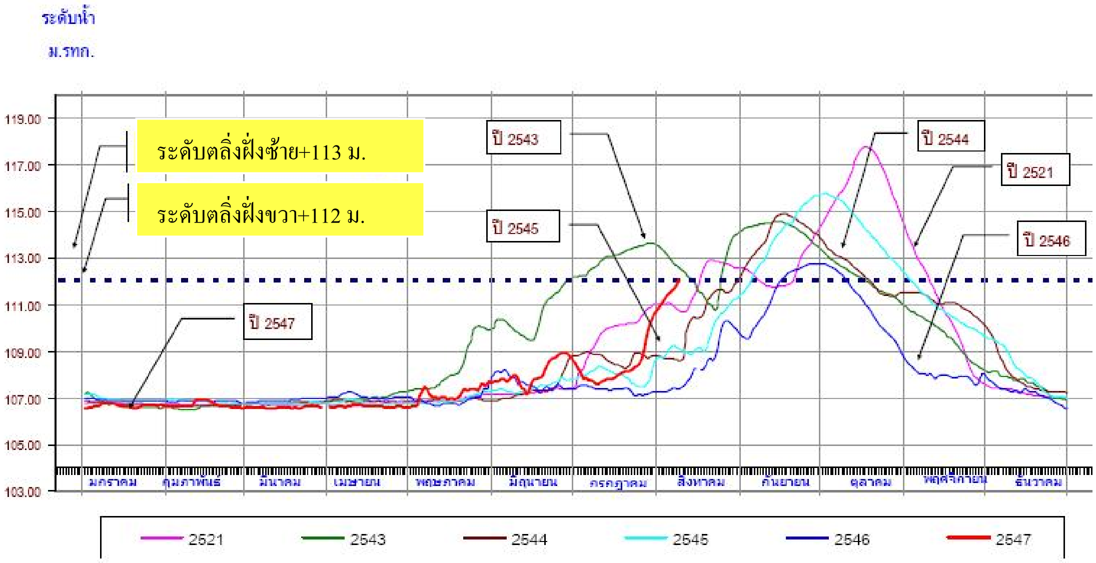
นอกเหนือจากความสามารถในการรองรับอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำมูล ซึ่งมีอยู่จำกัดแล้ว สภาพลำน้ำมูลตั้งแต่ตัวจังหวัดอุบลราชธานีไปจนถึงปากแม่น้ำโขง พบว่า มีเกาะแก่งต่างๆ ปรากฏอยู่ค่อนข้างมาก เช่น แก่งสะพือ แก่งดอนธาตุ แก่งตาดไฮ และแก่งตะนะ ซึ่งเกาะแก่งเหล่านี้จะบีบการเดินของน้ำให้แคบลง ทำให้สภาพการไหลไม่สะดวก (สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดอุบลราชธานี, 2546)

ภาพที่ 2.5 แสดงถึงตัวอย่างระดับความสูงของน้ำในลำน้ำมูล ที่ตรวจวัดได้จากสถานี M7 ซึ่งมีค่าระดับน้ำวิกฤตทางฝั่งขวาคือ 112 เมตร (รทก) และทางฝั่งซ้ายคือ 113 เมตร (รทก) แสดงให้เห็นว่าปีที่ประสบกับปัญหาน้ำท่วมสำคัญ คือ ปี พ.ศ. 2521 2530 2539 2543 2544 2545 และ พ.ศ. 2546 ซึ่งในระยะหลังนั้นพบว่ามักเกิดน้ำท่วมติดต่อกันทุกปี และทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี พ.ศ. 2545 ได้เกิดภาวะฝนตกหนักในพื้นที่หลายจังหวัดของลุ่มน้ำมูลและชี อันเป็นผลมา

จากการเคลื่อนตัวเข้ามาในพื้นที่ของพายุหว่องฟง ทำให้น้ำในแม่น้ำมูลเอ่อล้นตลิ่งสูงกว่าระดับวิกฤติฝั่งขวาถึงประมาณ 4 เมตร และไหลท่วมสิ่งสาธารณะประโยชน์และทรัพย์สินของประชาชนเป็นจำนวนมาก ครอบคลุม 18 อำเภอ 5 กิ่งอำเภอ รวม 33 ตำบล 49 หมู่บ้าน ซึ่งมีมูลค่าความเสียหายประมาณ 1,893,180,000 บาท (ดูตารางที่ 2.1 ประกอบ) ก่อนระดับน้ำจะลดลงสู่สภาวะปกติในวันที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 รวมเป็นช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมขังยาวนานกว่า 2 เดือน

ตารางที่ 2.1 สรุปความเสียหายจากน้ำท่วมของจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2545
ที่มา: สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดอุบลราชธานี (2546)

ชื่อพายุ	ราษฎรเดือดร้อน				สาธารณประโยชน์			การเกษตร		
	จำนวนครอบครัว	ราษฎร (คน)	อพยพ (ครัวเรือน)	เสียชีวิต (คน)	ถนน (สาย)	สะพาน (แห่ง)	ฝาย (แห่ง)	พื้นที่เกษตร (ไร่)	ปศุสัตว์ (ตัว)	บ่อปลา (บ่อ)
หว่องฟง	30078	34055	4449	13	303	41	1	398652	179523	3816



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างข้อมูลการผันแปรของระดับน้ำ ณ สถานีวัดน้ำท่า M7 จังหวัดอุบลราชธานี ในปีที่เกิดปัญหาน้ำท่วมขึ้น โดยที่รุนแรงที่สุดคือปี พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2545
ที่มา: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2547)

จังหวัดอุบลราชธานีได้ตระหนักดีถึงความสำคัญในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว และได้วางแผนการแก้ปัญหาน้ำท่วมระยะยาวอย่างเป็นระบบและครบวงจร ซึ่งแนวคิดที่จังหวัดพิจารณาไว้

ประกอบด้วย 3 แนวทางสำคัญ (ฝ่ายข้อมูลและติดตามประเมินผลสำนักงานจังหวัดอุบลราชธานี, 2546) ได้แก่

(1) โครงการป้องกันน้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำมูลตอนล่าง บริเวณอำเภอเมืองอุบลราชธานีและอำเภอวารินชำราบ

(2) การจัดทำแผนหลักสำหรับการป้องกันน้ำท่วม ในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานีและเทศบาลเมืองวารินชำราบ

(3) โครงการขุดคลองลัดแม่น้ำช่วงอำเภอพิบูลมังสาหารและอำเภอโขงเจียม เพื่อระบายน้ำออกจากแม่น้ำมูล โดยไม่ไหลผ่านเกาะแก่งต่างๆ

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาน้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานี เช่น สุพัฒ จารุกมล ซึ่งศึกษาในปี พ.ศ. 2546 ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมของจังหวัดโดยใช้ทฤษฎีกัมเบลในการคำนวณความน่าจะเป็นและรอบการเกิดซ้ำของระดับน้ำสูงสุดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 ถึง พ.ศ. 2542 ที่สถานีวัด M7 และได้ผลดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดน้ำท่วมและรอบการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำท่วมและระดับน้ำสูงสุดของสถานี M7 (สุพัฒ จารุกมล, 2546)

ความน่าจะเป็นที่จะเกิดต่อปี	คาบการเกิดซ้ำ	ระดับน้ำสูงสุด (เมตร)
0.5	2	112.06
0.2	5	113.06
0.1	10	114.72
0.05	20	115.73
0.02	50	117.04
0.01	100	118.03

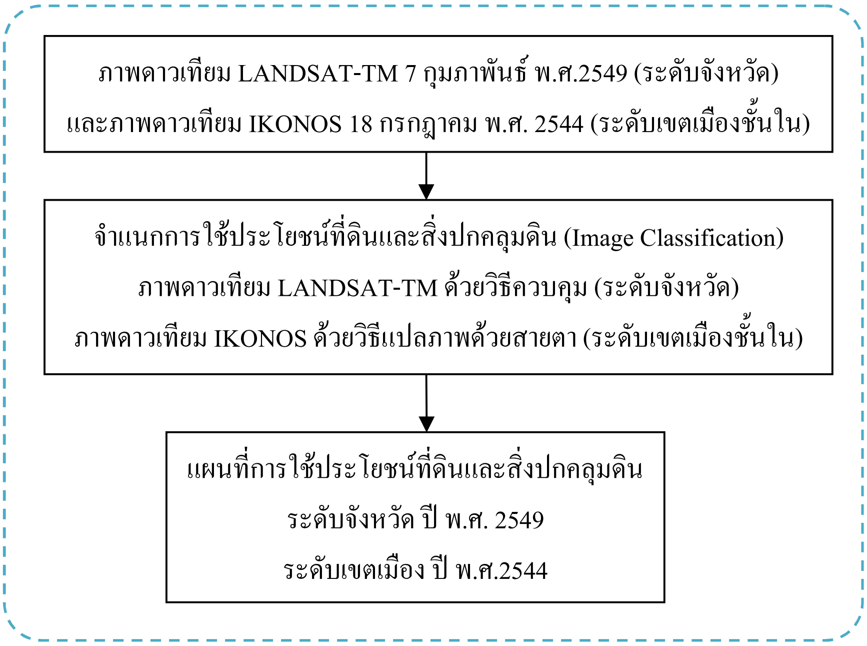
นอกจากนี้ คณะทำงานศึกษาสภาพและแนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดน้ำท่วม จังหวัดอุบลราชธานี (2547) ได้ศึกษาการใช้แบบจำลองสภาพน้ำท่วมพื้นที่ริมตลิ่งแม่น้ำมูล เพื่อทราบระดับน้ำท่วม บริเวณเขตเทศบาลนครอุบลราชธานีและเทศบาลเมืองวารินชำราบ โดยการศึกษานี้ต้องการทราบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตริมตลิ่งและการสร้างถนนเลี่ยงเมือง เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมหรือไม่ โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Info-works และข้อมูลปริมาณน้ำฝน ลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำมูลบริเวณพื้นที่ศึกษา พยากรณ์ปริมาณน้ำท่วม เตือนภัย และหาแนวทางเพื่อแก้ไขปัญหา

สำหรับผลการศึกษา ได้คาดถึงสาเหตุเบื้องต้นของปัญหาน้ำท่วมหนักใน ปี พ.ศ. 2545 ว่าอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ในเขตริมตลิ่งบริเวณลุ่มน้ำมูล ในเขตอำเภอเมืองอุบลราชธานีและอำเภอวารินชำราบที่เพิ่มขึ้น และการก่อสร้างถนนเลี่ยงเมืองฝั่งตะวันออกที่แล้วเสร็จใน ปี พ.ศ. 2543 ทางด้านท้ายน้ำอาจเป็นอุปสรรคต่อการระบายน้ำ

บทที่ 3
กระบวนการวิจัย

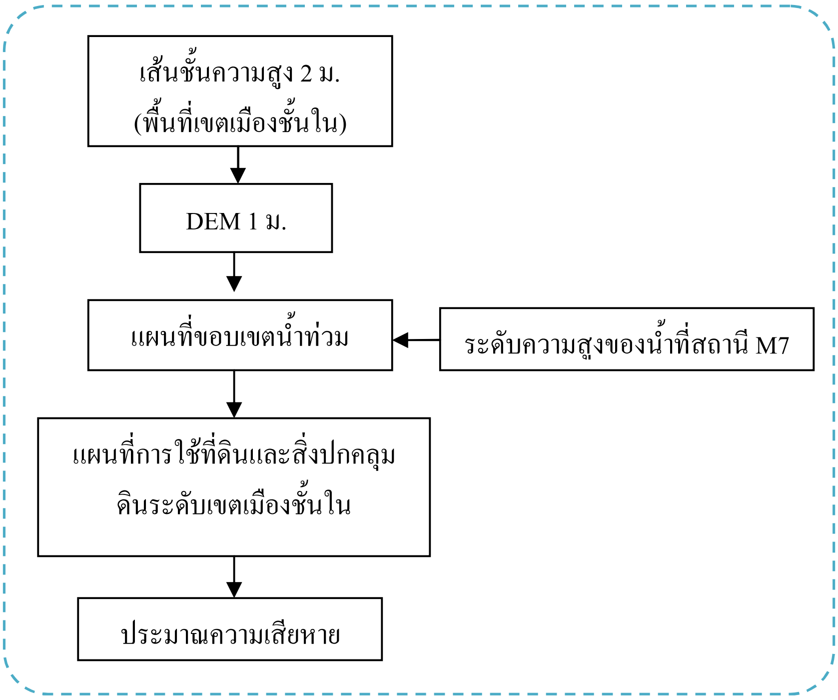
3.1 วิธีการดำเนินการทำวิจัย

การศึกษาครั้งนี้แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ (1) การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของจังหวัดอุบลราชธานี ในปี พ.ศ. 2549 อิงตามข้อมูลจากภาพดาวเทียม LANDSAT-TM (2) การประมาณพื้นที่ซึ่งถูกน้ำท่วมขังในเขตเมืองชั้นในของจังหวัดจากเหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ. 2545 และความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยใช้ข้อมูล DEM ข้อมูลระดับความสูงของน้ำที่กำหนดขึ้นและภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง IKONOS ประกอบกัน และ (3) การจัดทำแผนที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมในเขตเมืองชั้นในและในเขตจังหวัดทั้งหมด อิงตามค่าข้อมูลของตัวแปรจำนวนหนึ่งที่เลือกมา สำหรับรายละเอียดของข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ทั้งหมด แสดงในตารางที่ 3.1 และรายละเอียดโดยสรุปของการทำงานแต่ละขั้นดังกล่าว มีดังต่อไปนี้ (ดูผังในภาพที่ 3.1 ประกอบ)

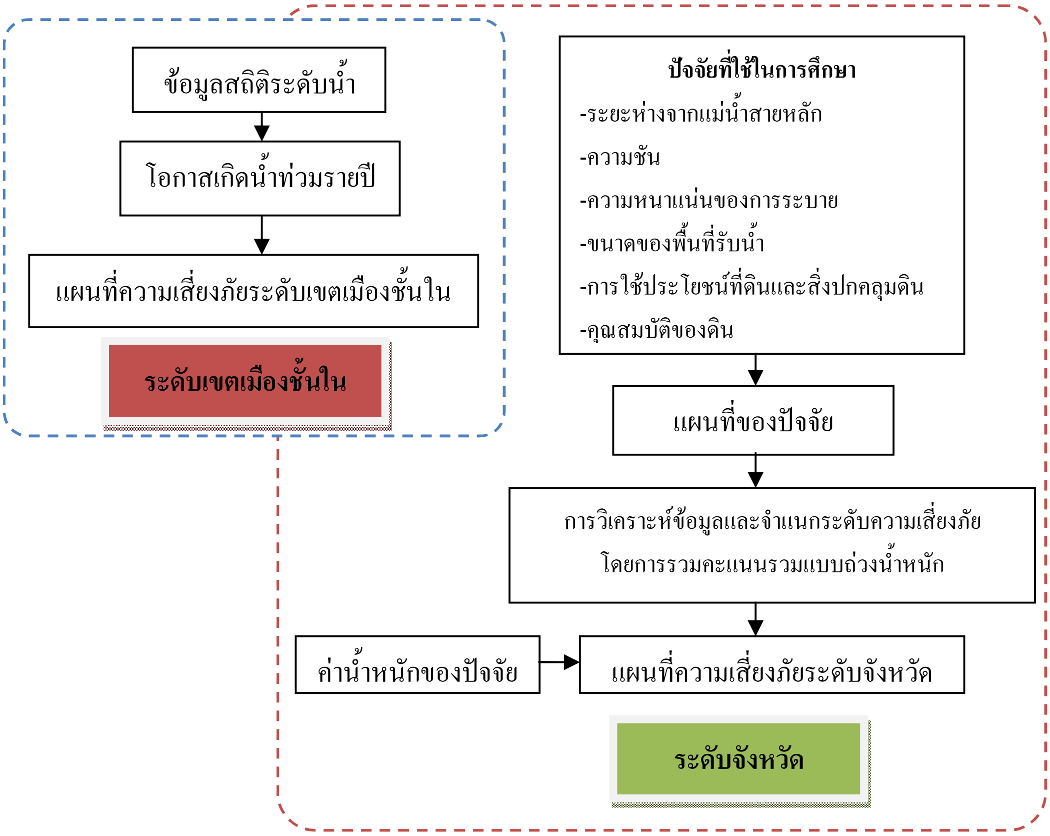


(a) ผังการทำงานส่วนที่ 1

ภาพที่ 3.1 ผังการทำงานโดยรวมของการวิจัย



(b) ผังการทำงานส่วนที่ 2



(c) ผังการทำงานส่วนที่ 3

ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดโดยสรุปของข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัย

ประเภทของข้อมูล	รายละเอียด	แหล่งข้อมูล
เส้นชั้นความสูง	Contour (2m) โดยการสำรวจ	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดอุบลราชธานี
ขอบเขตการปกครอง	Polygon map	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดอุบลราชธานี
ข้อมูล GIS เทศบาลอำเภอเมือง และอำเภอวารินชำราบ	Vector map	สำนักงานโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดอุบลราชธานี
ภาพดาวเทียม Landsat-TM	Raster map (30m resolution) ปี พ.ศ. 2549	สำนักงานพัฒนาเทคโนอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.)
ภาพดาวเทียม IKONOS	Raster map (1m resolution) 18/07/44	สำนักงานพัฒนาเทคโนอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.)
แผนที่ลำน้ำสำคัญ	Vector map	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
ความลาดชันของพื้นที่	Vector map	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำ	Vector map	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
ขนาดของลุ่มน้ำ	Vector map	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
แผนที่ดิน	Vector map	กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
ระดับน้ำที่สถานนี M7	ข้อมูลความสูงของระดับน้ำ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

3.2 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

สำหรับขั้นแรกของการทำงาน คือการวิเคราะห์การจำแนกรูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Land Use and Land Cover: LULC) ในปี พ.ศ. 2549 ของจังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-TM ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ซึ่งมีความกว้างของแนวถ่าย 185 กิโลเมตร ความละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร จำนวน 4 ภาพ (Path /Row ที่ 126/49 126/50 127/49 127/50) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ) โดยมีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตของภาพนำมาใช้ สำหรับการจำแนกกลุ่มข้อมูลบนภาพจะใช้เทคนิค Maximum Likelihood (ML) บนโปรแกรม ERDAS โดยผลการจำแนกแยกออกเป็น 6 กลุ่ม ประยุกต์ตามระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของกรมพัฒนาที่ดินและกรมป่าไม้ (สมพร ชอบธรรม, 2551) ข้อมูลสำคัญคือ พื้นที่การเกษตร พื้นที่นาข้าว พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง พื้นที่โล่ง และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยมีคำนิยามสรุปได้ดังนี้

(1) พื้นที่เกษตร หมายถึง พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเพาะปลูก พื้นที่ไร่ พื้นที่สวนผสม เช่น ไร่มันสำปะหลัง ไร่อ้อย แปลงยูคาลิปตัส สวนผลไม้ รวมถึง พื้นที่เกษตรที่ไถพรวนเตรียมไว้แต่ยังไม่มีการปลูกพืช และพื้นที่ปศุสัตว์

(2) พื้นที่นาข้าว หมายถึง พื้นที่ที่มีการปลูกข้าว

(3) พื้นที่ป่าไม้ หมายถึง พื้นที่ป่าธรรมชาติ แบ่งเป็น ป่าผลัดใบและป่าไม่ผลัดใบ โดยป่าผลัดใบ ได้แก่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าละเมาะ ส่วนป่าไม่ผลัดใบ ได้แก่ ป่าดิบแล้งและพื้นที่ป่าที่มนุษย์ปลูก ได้แก่ สวนป่า ป่าชุมชน

(4) พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง หมายถึง เขตชุมชน เขตที่พักอาศัย และสถานที่ราชการ

(5) พื้นที่โล่ง หมายถึง พื้นที่รกร้างว่างเปล่า พื้นที่ซึ่งไม่สามารถจำแนกได้ พื้นที่ที่ไม่รวมอยู่ในการใช้ที่ดินประเภทอื่น

(6) แหล่งน้ำ หมายถึง แหล่งน้ำผิวดิน ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น

ทั้งนี้ ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลตีความข้อมูลบนภาพดาวเทียมของปี พ.ศ. 2549 โดยการสร้างตารางค่าความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) ของข้อมูลที่ได้จากการจำแนกเทียบกับข้อมูลอ้างอิงที่ได้จากการตรวจสอบภาคสนาม รวมถึงการใช้สัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Index) เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการประมาณความถูกต้องด้วย

การหาจำนวนจุดภาพ สรรค์ใจ กลิ่นดาว (2550) ได้ยกตัวอย่าง ฟิตซ์พาทริกซ์ ลินส์ ที่เสนอสมการเพื่อระบุขนาดตัวอย่างในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินดังนี้

$$N = \frac{Z^2 (p)(q)}{E^2} \qquad (3.1)$$

โดยที่ p คือ ความถูกต้องที่คาดหวังเป็นเปอร์เซ็นต์

q คือ 100–p

E คือ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

Z เท่ากับ 2 จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ 1.9 สำหรับ 95% ของระดับความเชื่อมั่น 2 ทาง

จากสมการที่ 3.1 หาขนาดตัวอย่างได้ ถ้าคาดหวังความถูกต้อง 85% และความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้คือ 5%

$$N = \frac{2^2(85)(15)}{(5)^2}$$

$$= 204$$

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนด 210 จุด

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เพื่อประเมินความถูกต้องของการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากเทคนิคการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเชิงเลข ในการพิจารณาจะนำค่าของจุดที่ถูกต้องในแนวเฉียงของตารางความคลาดเคลื่อน มาคำนวณร่วมกับผลรวมทั้งในแนวสดมภ์ (ทรงกต ทศานนท์, 2547)

$$\hat{K} = \frac{N \sum_{i=1}^{k} x_{ii} - \sum_{i=1}^{k} (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{k} (x_{i+} \times x_{+i})} \qquad (3.2)$$

โดยที่

k คือ จำนวนจุดในแถวหรือประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

x_{ii} คือ จำนวนจุดในแนวเฉียงของแถว i และ คอลัมน์ i

x_{i+} คือ จำนวนจุดรวมในแถว i

x_{+i} คือ จำนวนจุดรวมในคอลัมน์ i

N คือ จำนวนจุดรวมทั้งหมด

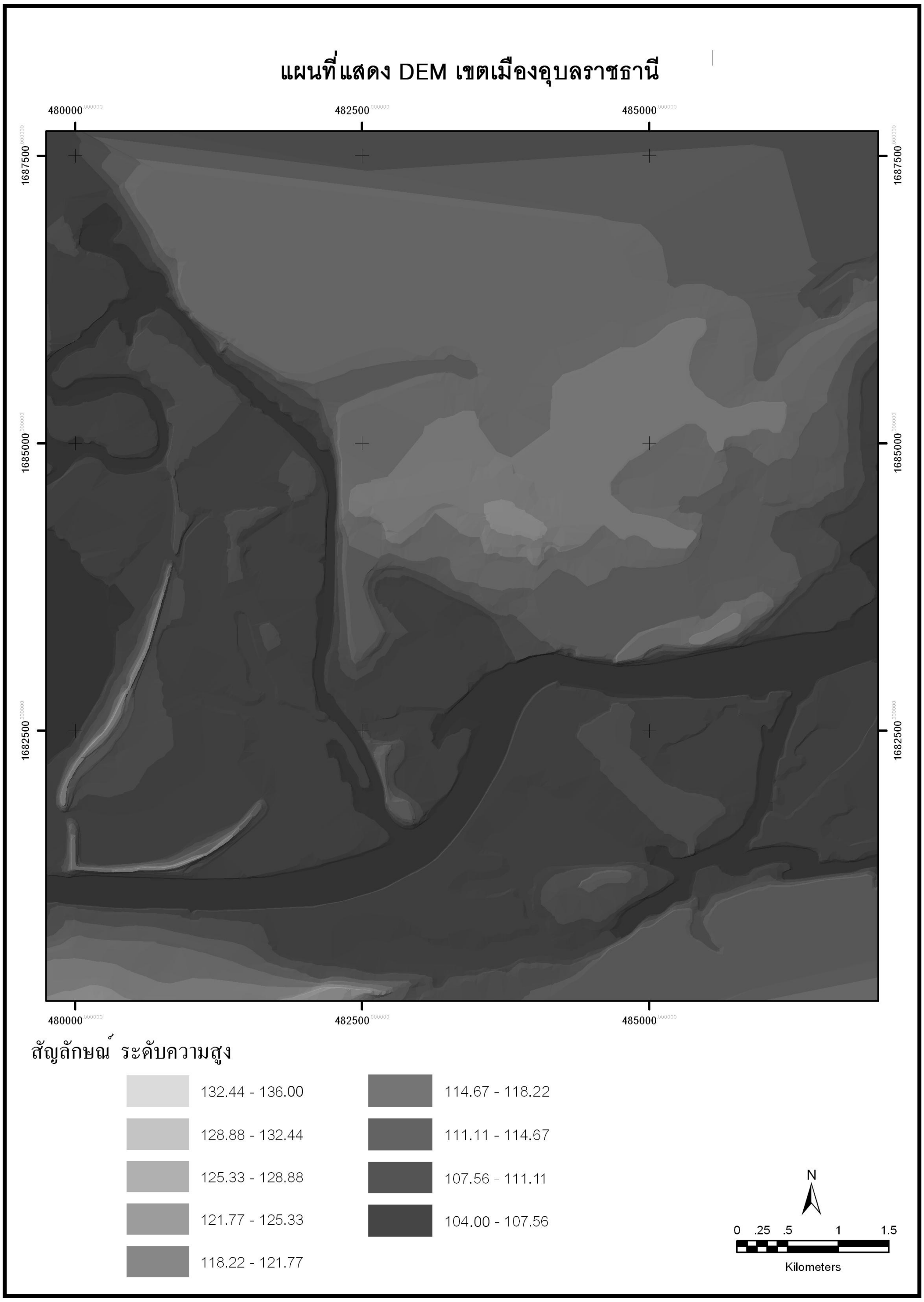
3.3 การประมาณพื้นที่น้ำท่วมในเขตเมืองชั้นในและความเสียหายที่เกิดขึ้น

สำหรับการศึกษาในเรื่องนี้จะแยกการทำงานออกเป็น 3 ส่วนสำคัญคือ การสร้างแผนที่ DEM การประมาณพื้นที่น้ำท่วมตามระดับน้ำสมมติและการประเมินความเสียหายอิงตามแผนที่น้ำท่วมและข้อมูล LULC บนภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง (IKONOS) โดยการสร้างแผนที่ DEM จะอิงตามข้อมูลชั้นความสูงระดับความละเอียด 2 เมตรของเขตเทศบาลอำเภอเมือง และอำเภอวารินชำราบ ซึ่งได้จากฝ่ายโยธาธิการของจังหวัด โดยการนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็นกริดแบบ TIN ก่อนนำมา Interpolate เพื่อให้ได้เส้นชั้นความสูง 1 เมตร แล้วนำไปสร้าง DEM โดยใช้โปรแกรม ArcGIS (ภาพที่ 3.2)

จากแผนที่ DEM ที่ได้ของพื้นที่ศึกษา สามารถนำมาประมาณพื้นที่น้ำท่วมได้ตามความสูงของน้ำที่กำหนดขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นความสูงตามที่เกิดขึ้นจริง หรือเป็นความสูงสมมติที่กำหนดขึ้นก็ได้ แต่เนื่องจากในที่นี้ต้องการศึกษาการเกิดน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2545 เป็นสำคัญ ดังนั้น ระดับน้ำที่ใช้จะเป็นระดับน้ำที่บันทึกได้ตามที่เกิดจริงที่สถานีวัด M7 ใต้สะพานเสรีประชาธิปไตย ระหว่างเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว และจะแสดงผลในรูปของแผนที่น้ำท่วมตามระดับความสูงต่อไป

สำหรับการประเมินความเสียหาย จะดูจากแผนที่น้ำท่วมตามระดับความสูงและแผนที่ LULC ที่แปลได้จากภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ซึ่งถ่ายเมื่อ วันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 ประกอบกัน โดยมีขนาดของภาพประมาณ 11x11 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่เขตเมืองชั้นในของจังหวัดอุบลราชธานี (ภาพที่ 1.4) และมีความละเอียดเชิงพื้นที่อยู่ที่ประมาณ 4 เมตร สำหรับการจำแนกกลุ่มข้อมูลบนภาพจะใช้วิธีการแปลตีความด้วยสายตา (Visual Interpretation) เป็นหลัก ผลการศึกษาที่ได้รับจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับหน่วยงานราชการ โดยงานวิจัยผลกระทบจากสภาวะน้ำท่วม ด้านเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ริมตลิ่งแม่น้ำมูล เขตอำเภอเมืองอุบลราชธานี และอำเภอวารินชำราบ ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้รวบรวมข้อมูลจากครัวเรือน หัวหน้าชุมชน ผู้ประกอบการ หน่วยราชการทั้งที่ได้รับความช่วยเหลือหรือที่ต้องรับความช่วยเหลือต่อผู้ประสบน้ำท่วมและทรัพย์สินสาธารณะ จากการศึกษาพบว่า ผลความเสียหายนอกเหนือการผลิต ปี พ.ศ. 2545 เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 7,906.1 บาทต่อครัวเรือน แบ่งเป็น ค่าซ่อมแซมปรับปรุงที่อยู่อาศัย 5,366.25 บาทต่อครัวเรือน ค่าใช้จ่ายการขนย้ายสิ่งของหรือสิ่งปลูกสร้างที่พักชั่วคราว เฉลี่ย 1,354.47 บาทต่อครัวเรือน ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเดินทาง เฉลี่ย 604.68 บาทต่อครัวเรือน ค่าเสียโอกาสในการทำงาน 433.75 บาทต่อครัวเรือน ค่าใช้รักษาพยาบาลความเจ็บป่วยด้วยโรคที่มากับน้ำ เฉลี่ย 81.85 บาทต่อครัวเรือน และค่าเสียหายโอกาสในการให้เช่าบ้านหรือที่ดิน เฉลี่ย 65.09 บาทต่อครัวเรือน ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ประมาณความเสียหายต่อครัวเรือนได้จากจำนวนครัวเรือนที่ประสบน้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 ที่ระดับน้ำ 115.77 ม.รทก. คิดเป็นความเสียหายต่อครัวเรือนเท่ากับ 7,906 บาท

การประมาณความเสียหายด้านเกษตร จากรายงานของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ภาคเกษตรจากนาข้าวและพืชไร่ คิดเป็นค่าเฉลี่ยคือ 4,061.50 บาท ในพื้นที่ศึกษาการเกษตรคือการทำนาและพืชไร่



ภาพที่ 3.2 แผนที่ภูมิประเทศใน 3 มิติของเขตเมืองชั้นใน จังหวัดอุบลราชธานี ความละเอียด 1 เมตร

3.4 การสร้างแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

การศึกษาในส่วนนี้ จะแยกเป็น 2 กรณี คือแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตเมืองชั้นใน (ที่ปรากฏบนภาพถ่าย IKONOS) และการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมระดับจังหวัด

3.4.1 แผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วมในเขตเมืองชั้นใน

สำหรับการสร้างแผนที่เสี่ยงในเขตเมืองชั้นใน จะอิงตามค่าความน่าจะเป็นของพื้นที่ซึ่งจะถูกน้ำท่วมในรอบ 2 5 10 25 50 100 200 500 และ 1,000 ปี ตามลำดับ โดยพื้นที่ดังกล่าวจะสร้างจากระดับความสูงของน้ำจากระดับอ้างอิงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 ถึง พ.ศ. 2545 โดยใช้วิธีโมเมนต์จากทฤษฎีกัมเบล (วีระพล แต้สมบัติ, 2531) ที่มีค่าของคาบการเกิดสอดคล้องกับจำนวนปีดังกล่าว ดังที่ได้แสดงไว้ตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4 การคำนวณหาคาบปีซ้ำข้อมูลจากทฤษฎีกัมเบลด้วยวิธีโมเมนต์ มีสูตรการคำนวณ ดังนี้คือ

$$Q_{Tr} = Q_{avg} - 0.45S_Q + 0.7797S_Q \ln Tr \quad (3.3)$$

Q_{Tr} = ขนาดของน้ำท่วม

Q_{avg} = ค่าเฉลี่ยคณิตศาสตร์

S_Q = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Tr = ค่ารอบปีการเกิดซ้ำ

จากสมการ 3.3 นำมาคำนวณระดับน้ำรายปี แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงระดับน้ำสูงสุดรายปีตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2514-2545

ปี พ.ศ.	ระดับน้ำสูงสุดรายปี
2514	111.9
2515	112.95
2516	109.41
2517	111.67
2518	112.7
2519	112.63
2520	113.95
2521	117.76
2522	112.65

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	ระดับน้ำสูงสุดรายปี
2523	113.84
2524	112.48
2525	-
2526	112.99
2527	112.87
2528	111.53
2529	110.99
2530	112.19
2531	110.91
2532	110.52
2533	112.3
2534	113.32
2535	111.69
2536	109.45
2537	111.63
2538	111.56
2539	113.18
2540	111.02
2541	109.42
2542	110.47
2543	114.58
2544	114.89
2545	115.77

ค่าที่ได้จากการคำนวณคือ

Q_{avg} = 112.36 , S_Q = 1.84

$0.45S_Q$ = 0.83 , $Q_{avg} - 0.45S_Q$ = 111.54 , $0.7797S_Q$ = 1.43

และนำค่าที่ได้มาแทนค่าในสมการที่ (3.3) แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงการคำนวณด้วยทฤษฎีกัมเบล

รอบปีการเกิดซ้ำ	LnT_r	Q_{avg} - $0.45S_Q$	$0.7797S_Q$	$0.7797S_QLnT_r$	ระดับน้ำ
2	0.69	111.54	1.43	0.99	112.54
5	1.61	111.54	1.43	2.31	113.85
10	2.30	111.54	1.43	3.30	114.84
25	3.22	111.54	1.43	4.61	116.16
50	3.91	111.54	1.43	5.61	117.15
100	4.61	111.54	1.43	6.60	118.14
200	5.30	111.54	1.43	7.59	119.14
500	6.21	111.54	1.43	8.91	120.45
1000	6.91	111.54	1.43	9.90	121.44

ตารางที่ 3.4 ระดับความสูงของน้ำที่สถานี M7 ซึ่งมีคาบการเกิดสอดคล้องกับระยะเวลาที่กำหนด

ความน่าจะเป็นที่จะเกิดต่อปี	คาบการเกิดซ้ำ	ระดับน้ำสูงสุด (เมตร)
0.5	2	112.54
0.2	5	113.85
0.1	10	114.84
0.04	25	116.16
0.02	50	117.15
0.01	100	118.14
0.005	200	119.14
0.002	500	120.45
0.001	1,000	121.44

3.4.2 แผนที่เสี่ยงภัยในระดับจังหวัด

การวิเคราะห์ และการกำหนดขอบเขตพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาจะทำการกำหนดและวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลต่างๆ การวิเคราะห์จัดลำดับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม กำหนดปัจจัยเหมือนงานวิจัยศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมในลุ่มแม่น้ำยม (Amarakul and Sanyong, 2005) จะใช้เทคนิคการหาคะแนนค่าความเสี่ยงของแต่ละหน่วยพื้นที่แบบถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง โดยตัวแปรที่นำมาใช้จะมีอยู่ทั้งหมด 6 ตัว คือ พื้นที่จากระยะแม่น้ำ (Boundary From Main River) ความลาดชัน (Slope) ความหนาแน่นของการระบาย (Drainage Density) ขนาดของลุ่ม

น้ำ (Size of Sub-Basins) รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Agricultural LULC) และคุณสมบัติของดิน (Soil Texture) โดยการให้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยและแต่ละชั้นข้อมูลย่อยแสดงไว้ในตารางที่ 3.5

การวิเคราะห์จัดลำดับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม

(1) ระยะห่างจากแม่น้ำสายหลัก (Boundary from Main River) เนื่องจากการสาเหตุการเกิดน้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานีเกิดแบบ น้ำท่วมเอ่อล้นตลิ่ง (River Flood) ส่งผลให้ปริมาณน้ำสะสมเพิ่มขึ้นบริเวณที่อยู่ใกล้ลำน้ำจะมีความเสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วม หากพื้นที่อยู่ไกลจากลำน้ำจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมน้อย

(2) ความชัน (Slope) มีผลต่อการกักเก็บน้ำ เนื่องจากน้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำดังนั้นหากมีความชันน้อยการไหลหรือการระบายของน้ำจะน้อย หากมีความชันมากจะไหลและระบายได้ดี

(3) ความหนาแน่นของการระบาย (Drainage Density) หมายถึง ความสามารถในการระบายน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณทางน้ำเป็นระยะทางเท่าไร ต่อพื้นที่ระบาย โดยทั่วไปแล้วพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีความยาวของลำน้ำมาก จะมีความสามารถในการระบายน้ำได้ดีกว่าพื้นที่ที่มีลำธารน้อยการพิจารณาความหนาแน่นของทางน้ำได้ใช้สมการดังนี้ (เกษม จันทร์แก้ว, 2551)

$$Dd = L/A \qquad (3.4)$$

เมื่อ Dd = ความหนาแน่นของทางน้ำ (ไมล์ต่อตารางไมล์ หรือกิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร)

L = ความยาวของทางน้ำทั้งหมดในลุ่มน้ำ (ไมล์หรือกิโลเมตร)

A = พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางไมล์หรือตารางกิโลเมตร)

สำหรับการจัดชั้นความหนาแน่นของทางน้ำ ได้อาศัยหลักการที่นักอุทกวิทยาทั่วไปยึดถือมาเป็นบรรทัดฐานในการจัดชั้นกล่าวคือ โดยทั่วไปนักอุทกวิทยายึดถือว่าถ้าลุ่มน้ำใดมีค่าความหนาแน่นทางน้ำเท่ากับ 1 หรือน้อยกว่าถือว่ามีการระบายน้ำไม่ดี ถ้ามีค่า 1-5 ถือว่าดีปานกลาง ถ้ามากกว่า 5 ถือว่าดี (เกษม จันทร์แก้ว, 2551) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ใช้ความหนาแน่นของลำน้ำในลุ่มน้ำย่อย

(4) ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Size of Sub-Basins) พื้นที่ลุ่มน้ำมีอิทธิพลในการควบคุมอัตราการไหลของน้ำในลำธารได้บ้าง ลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่ให้น้ำแก่ลำธารน้ำได้ดีกว่าลุ่มน้ำเล็ก (เกษม จันทร์แก้ว, 2551) ดังนั้น ขนาดพื้นที่รับน้ำมีขนาดใหญ่จะรับน้ำได้มากมีความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมมาก

(5) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Agricultural Land Use and Land Cover) ในพื้นที่ลุ่มน้ำถ้ามีพืชพรรณที่เป็นป่าไม้ ไม้ยืนต้นและสวนไม้ผลอยู่มาก ปัญหาเรื่องการเกิดน้ำท่วมและคุณภาพของน้ำจะลดลง ดังนั้น ในปัจจัยในเรื่องพืชปกคลุมดิน ชนิดของพืชพรรณดังกล่าวนี้ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ ไม้ยืนต้นถาวร และสวนไม้ผล และข้าว ดังนั้น การจัดกลุ่มความรุนแรงของผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการเกิดน้ำท่วมจะพิจารณาจากชนิดของพืชพรรณดังกล่าวจะเป็นดังนี้ (ในตารางที่ 3.4)

กลุ่มที่ 1 พื้นที่ปลูกข้าว และพื้นที่เปิดโล่ง

กลุ่มที่ 2 พืชไร่

กลุ่มที่ 3 พืชสวน และไม้ยืนต้น

กลุ่มที่ 4 ป่าไม้

(6) คุณสมบัติของดิน (Soil Texture) ดินที่มีคุณสมบัติส่งเสริมให้เกิดน้ำท่วมคือดินตื้นที่มีความสามารถดูดซับน้ำได้น้อย (ถึงแม้จะมีอัตราการซาบซึมของน้ำสูงก็ตามแต่ปริมาณของน้ำที่จะสามารถดูดซับไว้ได้ เมื่อเทียบกับมวลดินแล้วจะต่ำ) และดินเหนียวที่มีการระบายน้ำไม่ดี ดังนั้น ในการจัดชั้นเนื้อดิน หรือสภาพการระบายน้ำของดินเพื่อนำมาพิจารณา วินิจฉัยอัตราเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมจะจัดกลุ่มตามสภาพการระบายน้ำดังนี้ (ในตารางที่ 3.4)

ชั้นที่ 1 เนื้อดินมีสภาพการระบายน้ำเลว-เลวมาก

ชั้นที่ 2 เนื้อดินมีสภาพการระบายน้ำปานกลาง

ชั้นที่ 3 เนื้อดินมีสภาพการระบายน้ำดี

ชั้นที่ 4 เนื้อดินมีสภาพการระบายน้ำดีมาก

การวิเคราะห์ข้อมูลและจำแนกระดับความเสี่ยงภัยนั้นทำโดยการรวมคะแนนรวมแบบถ่วงน้ำหนักด้วยสมการ

$$M_t = M_1W_n + M_2W_n \ldots + M_mW_n \quad (3.5)$$

เมื่อ M_t = ค่าถ่วงน้ำหนักรวม

M_1, M_2, M_m = ค่าคะแนนข้อมูลชั้นต่างๆ ของแต่ละปัจจัย

W_n = ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง

ค่าคะแนนรวมนี้จะแสดงถึงอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมของแต่ละพื้นที่ ที่มีศักยภาพแตกต่างกันไป (ตารางที่ 3.5)

การตรวจสอบผลการศึกษา โดยการเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงภัยในการเกิดน้ำท่วมกับตำแหน่งหมู่บ้านที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมและโคลนถล่ม ปี พ.ศ. 2550 (ศูนย์ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดอุบลราชธานี, 2550)

ตารางที่ 3.5 ค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรและชั้นข้อมูลย่อย

ปัจจัย	กลุ่มของปัจจัย	ค่าถ่วงน้ำหนัก		
		ปัจจัย (W)	คะแนน (M)	WxM
1. ระยะห่างจากแม่น้ำสายหลัก (Boundary from Main Rivers)	0–0.5 กม.	6	4	24
	0.5–1 กม.		3	18
	1–5 กม.		2	12
	> 5 กม.		1	6
2. ความชัน (Slope)	0–5 %	5	4	20
	6–10 %		3	15
	11–15 %		2	10
	> 15 %		1	5
3. ความหนาแน่นของการระบายน้ำ (Drainage Density)	0.1–0.3 กม./ตร.กม.	4	4	16
	0.36–0.71 กม./ตร.กม.		3	12
	0.71–1.00 กม./ตร.กม.		2	8
	> 1.00 กม./ตร.กม.		1	4
4. ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Size of Sub-Basins)	> 2,601 ตร.กม.	3	4	12
	1,801–2,600 ตร.กม.		3	9
	1,001–1,800 ตร.กม.		2	6
	< 1,000 ตร.กม.		1	3
5. พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (Agricultural Land Use and Land Cover)	พื้นที่ปลูกข้างและพื้นที่โล่ง	2	4	8
	พื้นที่พืชไร่		3	6
	พื้นที่พืชสวนและไม้ยืนต้น		2	4
	พื้นที่ป่าไม้		1	2
6. คุณสมบัติของดิน (Soil Texture)	ระบายน้ำได้เลว	1	4	4
	ระบายน้ำได้ปานกลาง		3	3
	ระบายน้ำได้ดี		2	2
	ระบายน้ำได้ดีมาก		1	1

หมายเหตุ: ความหมายของคะแนน (M) 1 = เสี่ยงต่ำ 2 = เสี่ยงปานกลาง 3 = เสี่ยงสูง 4 = เสี่ยงสูงมาก

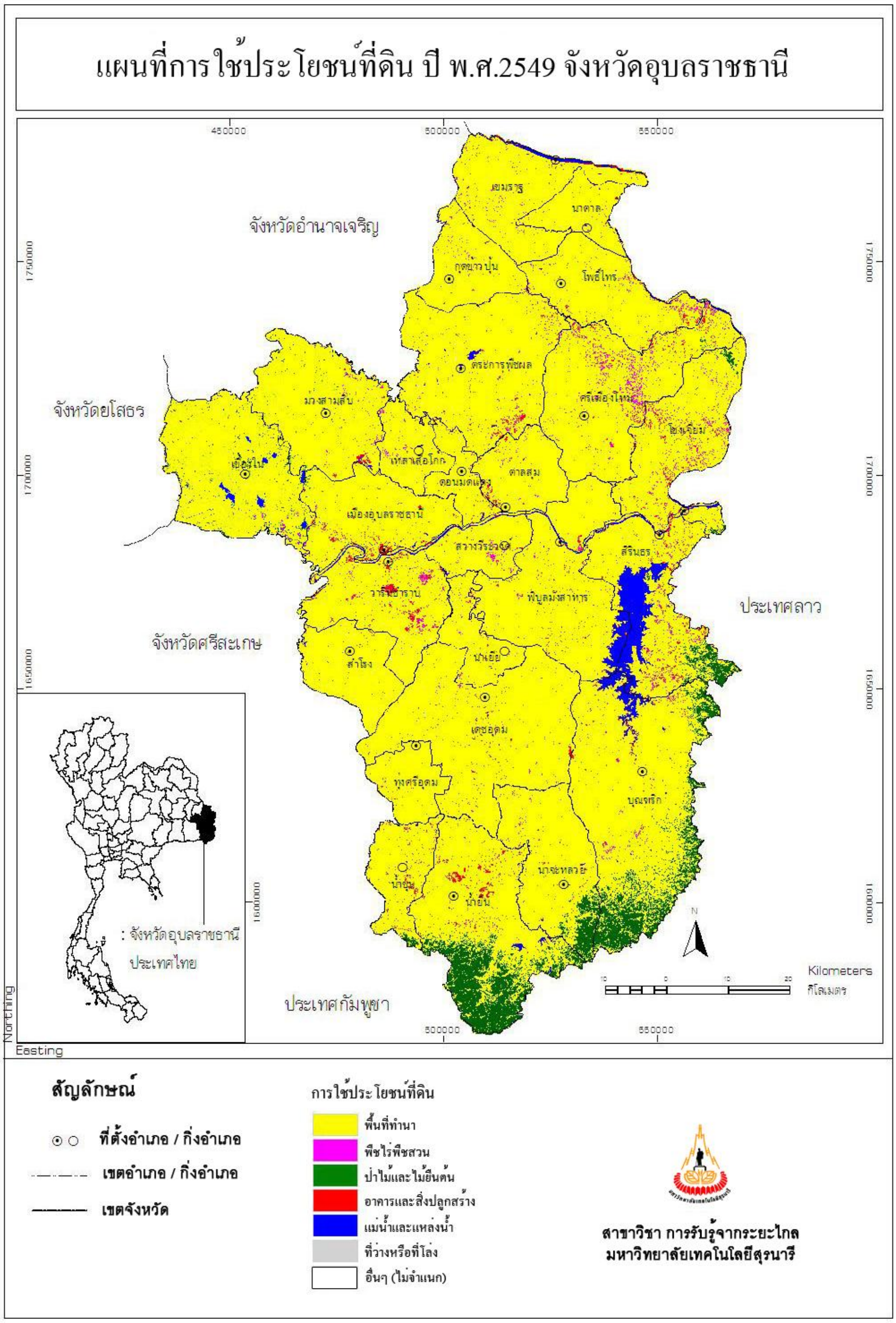
บทที่ 4
ผลการศึกษา

สำหรับผลการศึกษาในบทนี้จะนำเสนอเป็น 3 ส่วน อิงตามกรอบงานที่นำเสนอในบทที่ 3 คือ (1) การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของจังหวัดอุบลราชธานี ในปี พ.ศ. 2549 อิงตามข้อมูลจากภาพดาวเทียม Landsat-TM (2) การประมาณพื้นที่ซึ่งถูกน้ำท่วมในเขตเมืองชั้นในของจังหวัดจากเหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ. 2545 และความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยใช้ข้อมูล DEM ข้อมูลความสูงของระดับน้ำที่กำหนดขึ้น และภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง IKONOS ประกอบกัน และ (3) การจัดทำแผนที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมของเขตเมืองชั้นในและในเขตจังหวัดทั้งหมด อิงตามข้อมูลของตัวแปรจำนวนหนึ่งที่เลือกมา

4.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

การจำแนกรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในปี พ.ศ. 2549 โดยใช้ข้อมูลจากภาพดาวเทียม Landsat-TM ในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 สำหรับการวิเคราะห์ (มี path/row คือ 126/49 126/50 127/49 127/50) โดยใช้เทคนิคการจำแนกแบบควบคุม Maximum Likelihood (ML) สำหรับแยกกลุ่มข้อมูลบนภาพออกเป็น 6 กลุ่มสำคัญคือ พื้นที่การเกษตร พื้นที่นาข้าว พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง พื้นที่โล่ง และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยผลการจำแนกในรูปแผนที่ LULC และข้อมูลประกอบ แสดงในภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 โดยระดับความถูกต้องของการจำแนกโดยรวมในปี พ.ศ. 2549 เมื่อเทียบกับข้อมูลอ้างอิงจากการสำรวจภาคสนาม เท่ากับ 80.48 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าดัชนีแคปปา เท่ากับ 0.77 (ดูตารางที่ 4.2 ประกอบ) ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ

จากผลการศึกษาดังกล่าวพอสรุปได้ว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของ จังหวัดอุบลราชธานี ถูกใช้สำหรับการปลูกข้าว (ประมาณ 85% ของพื้นที่ทั้งหมด) โดยมีการปลูกพืชพรรณแบบอื่นเพียงส่วนน้อย (น้อยกว่า 5% ของพื้นที่ทั้งหมด) โดยพื้นที่ป่าไม้มีอยู่จำนวนหนึ่งบริเวณชายแดนทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศใต้ สำหรับพื้นที่เขตเมืองหรือเขตชุมชนยังถือว่ามีอยู่น้อยมาก (ประมาณ 2% ของพื้นที่ทั้งหมด) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากพื้นที่เขตเมืองมักจะตั้งอยู่บริเวณใกล้ลำน้ำสำคัญ โดยเฉพาะแม่น้ำมูลและแม่น้ำชี ดังนั้น จึงมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมได้สูงหากไม่มีการป้องกันแก้ไขที่ดีมากพอ



ภาพที่ 4.1 รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2549

ตารางที่ 4.1 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2549

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	เปอร์เซ็นต์
พื้นที่ทำนา	13,307.09	85.09
พืชไร่พืชสวน	439.34	2.81
ป่าไม้และไม้ยืนต้น	942.44	6.03
อาคารและสิ่งก่อสร้าง	319.58	2.04
แม่น้ำและแหล่งน้ำ	309.18	1.98
ที่ว่างหรือที่โล่ง	171.91	1.10
อื่นๆ (ไม่จำแนก)	148.47	0.95
รวม	15,638.01	100.00

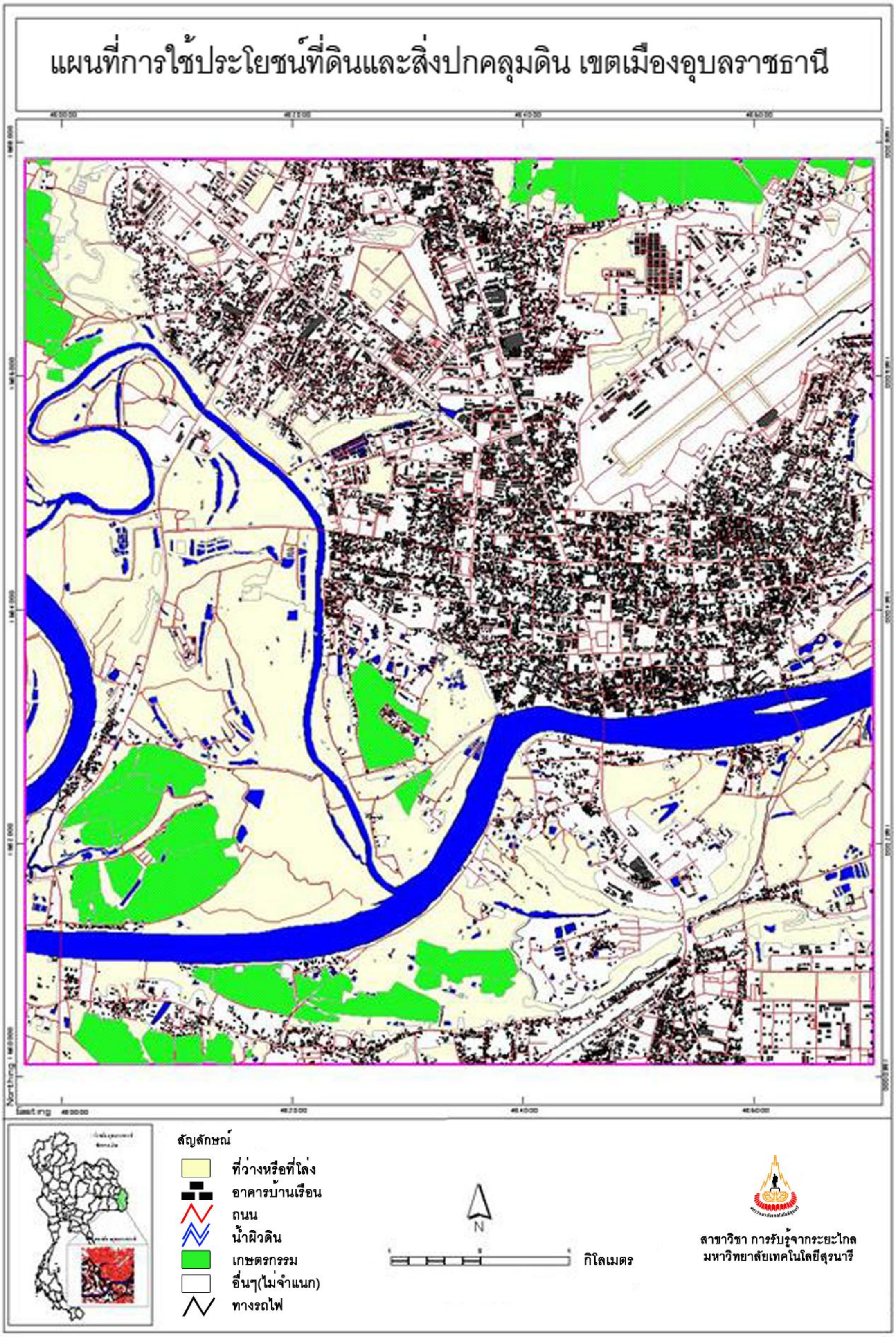
ตารางที่ 4.2 ตารางค่าความคลาดเคลื่อน (Error Matrix) ของผลการจำแนก ปี พ.ศ. 2549

ประเภท	พื้นที่ทำนา	พืชไร่พืชสวน	ป่าไม้และไม้ยืนต้น	อาคารและสิ่งก่อสร้าง	แม่น้ำและแหล่งน้ำ	ที่ว่างหรือที่โล่ง	รวม
พื้นที่ทำนา	29	3	1	1	1	2	37
พืชไร่พืชสวน	4	27	2	1	0	3	37
ป่าไม้และไม้ยืนต้น	3	2	30	0	1	0	36
อาคารและสิ่งก่อสร้าง	0	o	0	30	0	2	32
แม่น้ำและแหล่งน้ำ	0	0	0	1	30	2	33
ที่ว่างหรือที่โล่ง	3	3	2	2	2	23	35
รวม	39	35	35	35	34	32	210
Overall accuracy = 80.48%	Kappa index = 0.77						

4.2 การประมาณพื้นที่น้ำท่วมขังและความเสียหายในเขตเมืองชั้นใน

สำหรับการศึกษาเรื่องนี้ จะแยกการทำงานออกเป็น 3 ส่วนสำคัญคือ การสร้างแผนที่ DEM การประมาณพื้นที่น้ำท่วมตามระดับน้ำสมมติและการประเมินความเสียหาย อิงตามแผนที่น้ำท่วม และข้อมูล LULC บนภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง (IKONOS) โดยการสร้างแผนที่ DEM จะอิงตามข้อมูลชั้นความสูงระดับความละเอียด 2 เมตรของเขตเทศบาล อำเภอเมือง และอำเภอวารินชำราบ ซึ่งได้จากฝ่ายโยธาธิการของจังหวัด โดยการนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็นกริดแบบ TIN ก่อนนำมา Interpolate เพื่อให้ได้เส้นชั้นความสูง 1 เมตร แล้วนำไปสร้าง DEM โดยโปรแกรม ArcGIS (ภาพที่ 3.2)

จากแผนที่ DEM ที่ได้ของพื้นที่ศึกษาสามารถนำมาประมาณพื้นที่น้ำท่วมได้ตามความสูงของน้ำที่กำหนดขึ้น อาจเป็นความสูงตามที่เกิดจริงหรือความสูงสมมติที่กำหนดขึ้นก็ได้ แต่เนื่องจากในที่นี้ต้องการศึกษาการเกิดน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2545 เป็นสำคัญ ดังนั้นระดับน้ำที่ใช้จะเป็นระดับน้ำที่บันทึกได้จริงที่สถานีวัด M7 ใต้สะพานเสรีประชาธิปไตยระหว่างการเกิดของเหตุการณ์ดังกล่าว และจะแสดงผลในรูปของแผนที่น้ำท่วมตามระดับความสูงต่อไป



ภาพที่ 4.2 รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของเขตเมืองชั้นใน ปี พ.ศ. 2544

ตารางที่ 4.3 ผลการจำแนก LULC ของเขตเมืองชั้นใน ปี พ.ศ. 2544 จากภาพถ่าย IKONOS

ประเภท LULC	พื้นที่		
	ตารางกิโลเมตร	ไร่	เปอร์เซ็นต์
ที่ว่างหรือที่โล่ง	18.07	11,293.36	31.65
อาคารบ้านเรือน	17.12	10,697.13	29.98
ถนน	8.55	5,342.97	14.97
น้ำผิวดิน	5.44	3,401.66	9.53
เกษตรกรรม	4.27	2,671.49	7.49
อื่นๆ	3.64	2,276.43	6.38
ทางรถไฟ	0.00	1.95	0.01
รวม	57.10	35,684.98	100.00

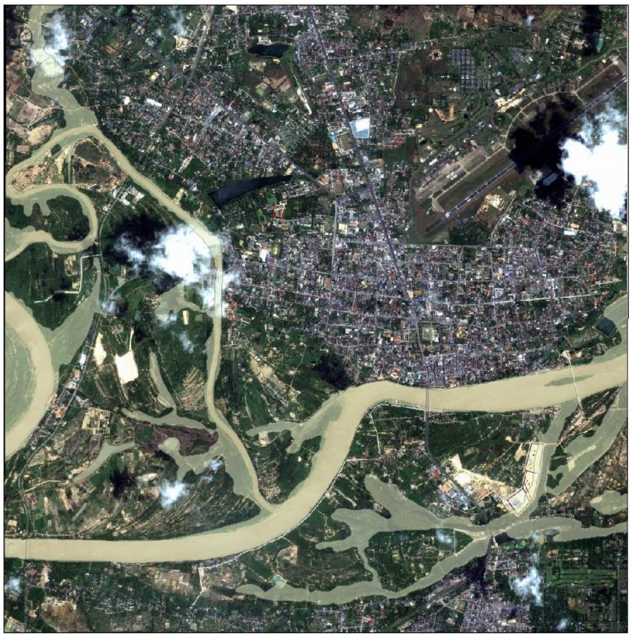
สำหรับรายละเอียดเชิง LULC ของพื้นที่ศึกษากรณีนี้แสดงไว้ในภาพที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 ซึ่งได้มาจากการแปลจากภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS วันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2544 และข้อมูลพื้นฐานจากสำนักผังเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่จัดเป็นที่ว่างโล่ง ประมาณ 31.65 เปอร์เซ็นต์ และอาคารบ้านเรือน ประมาณ 29.98 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้น เป็นพื้นที่เขตถนนและทางน้ำ ซึ่งมีมากรองลงไปตามลำดับ ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมมีอยู่ไม่มากนัก ประมาณ 7.49 เปอร์เซ็นต์

4.2.1 การประมาณพื้นที่น้ำท่วมขัง

ในการประมาณพื้นที่น้ำท่วมตามระดับความสูงสมมติของน้ำ ได้ทำการจำลองระดับความสูงสมมุติของน้ำที่ระดับความสูงระหว่าง 112 เมตร ถึง 120 เมตร (เนื่องจากระดับน้ำวิกฤตอยู่ที่ระดับ 112 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) และจัดทำเป็นแผนที่ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมดังภาพที่ 4.3a-g ซึ่งจะเห็นว่าพื้นที่ที่ประสบปัญหาส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณใกล้ริมฝั่งแม่น้ำ สำหรับเขตสนามบินมีความปลอดภัยจากเหตุการณ์น้ำท่วมเป็นอย่างมาก (แม้ที่ระดับความสูง 120 เมตร)

นอกจากนี้ ยังได้ใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น ในการวิเคราะห์การผันแปรของพื้นที่น้ำท่วมตามเวลาของเหตุการณ์ ปี พ.ศ. 2545 อิงตามข้อมูลการผันแปรของระดับน้ำที่จุดวัด M7 (ภาพที่ 2.5) ทั้งช่วงที่น้ำเพิ่มระดับสูงขึ้น (112-115.77 เมตร) และช่วงที่ลดระดับลง (115.77-112 เมตร) โดยผลที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของเหตุการณ์

น้ำท่วมปีนั้น สำหรับภาพที่ 4.8 และตารางที่ 4.5 เป็นข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมแยกตามระยะเวลาการท่วม โดยระยะเวลานานที่สุดคือประมาณ 2 เดือน



(a) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 112 เมตร (รทก)

(b) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 113 เมตร (รทก)

ภาพที่ 4.3 แผนที่ขอบเขตน้ำท่วมตามแบบจำลองที่ระดับความสูงของน้ำตั้งแต่ 112-120 เมตร

(c) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 114 เมตร (รทก)

(d) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 115 เมตร (รทก)

ภาพที่ 4.3 (ต่อ)

(e) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 116 เมตร (รทก)

(f) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 117 เมตร (รทก)

ภาพที่ 4.3 (ต่อ)

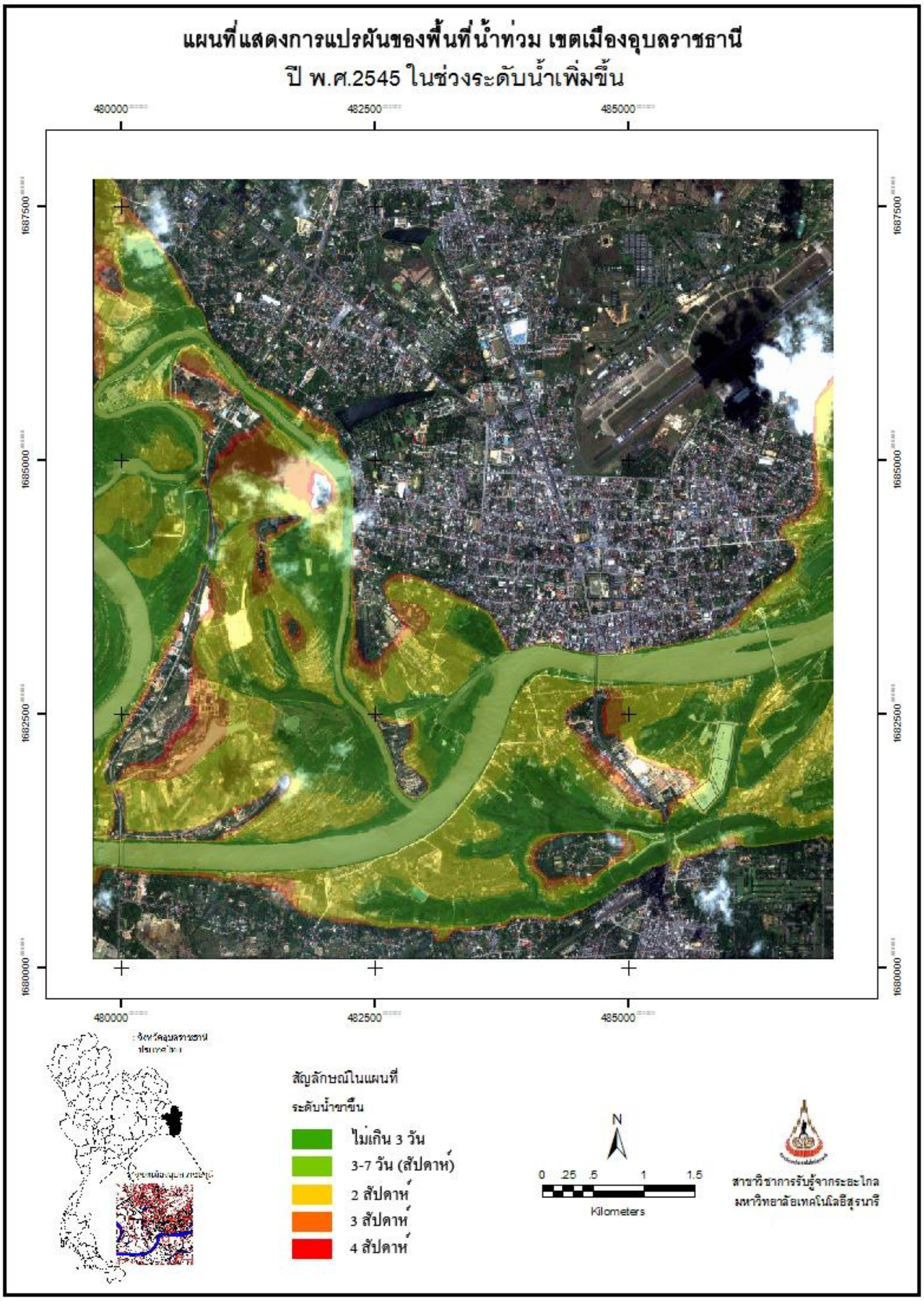
(g) ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 120 เมตร (รทก)

ภาพที่ 4.3 (ต่อ)

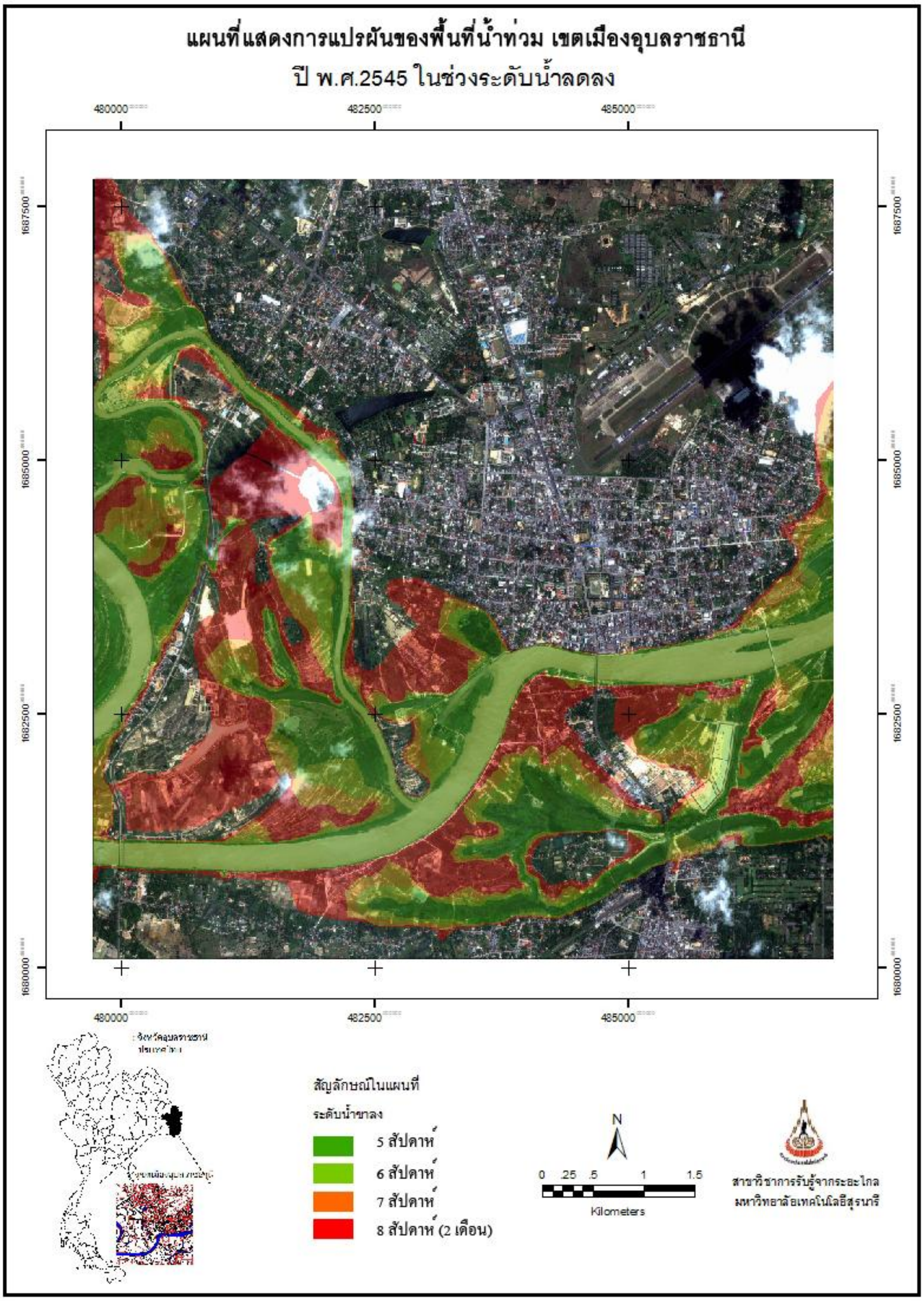
ตารางที่ 4.4 ข้อมูลการผันแปรของพื้นที่น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 ตามระดับความสูงน้ำและระยะเวลา

ที่มา: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2547)

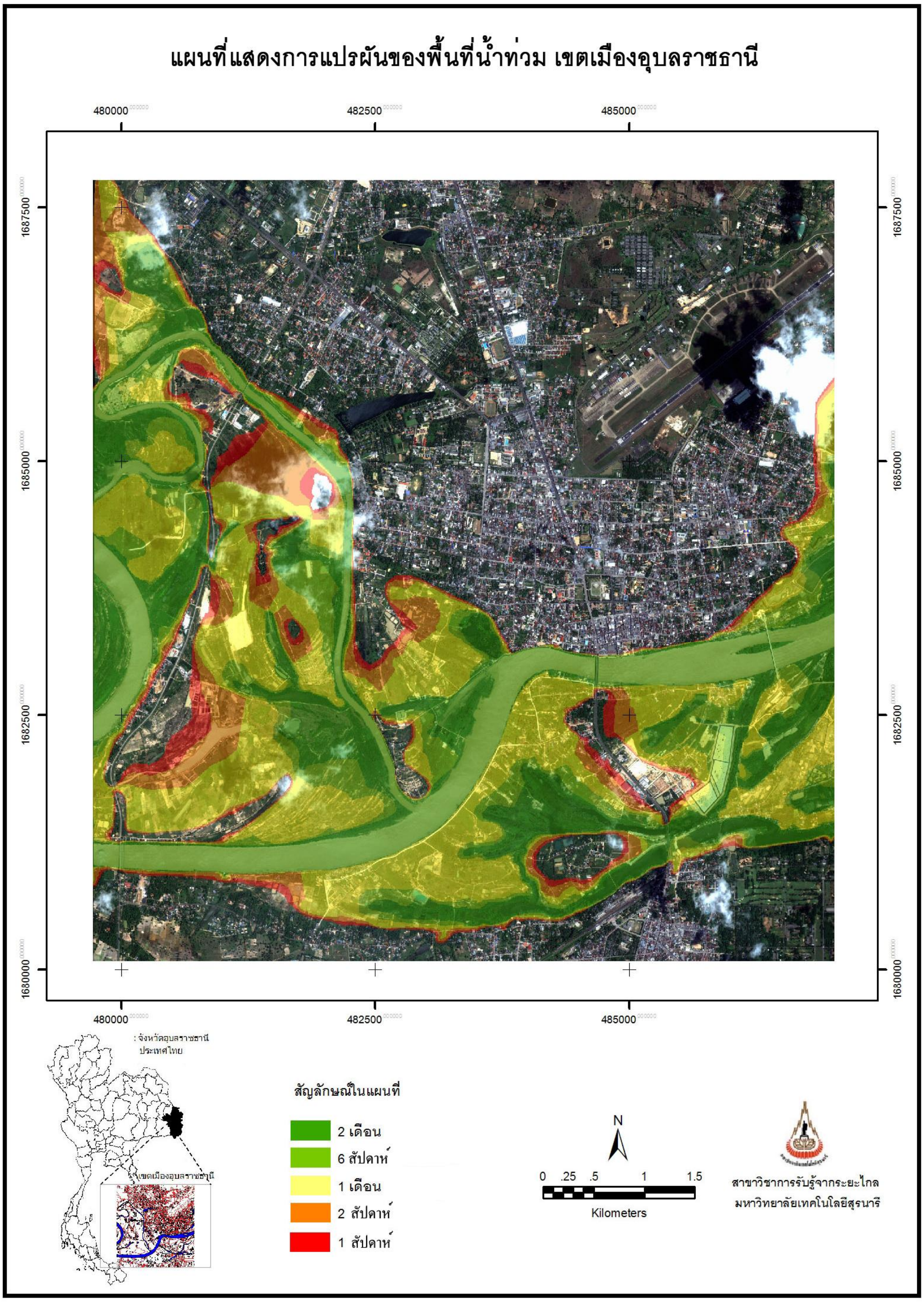
ลำดับที่	ระยะเวลาท่วมขัง	ระดับน้ำ (เมตร)	พื้นที่เสียหาย (ตารางกิโลเมตร)
1	ไม่เกิน 4 วัน	115.75-115.77	9.8
2	5-7 วัน (1 สัปดาห์)	115.65-115.77	10.14
3	2 สัปดาห์	115.37-115.77	12.00
4	3 สัปดาห์	115.00-115.77	12.96
5	4 สัปดาห์ (1 เดือน)	114.45-115.77	19.16
6	5 สัปดาห์	113.98-115.77	23.10
7	6 สัปดาห์	113.38-115.77	24.15
8	7 สัปดาห์	112.73-115.77	25.00
9	8 สัปดาห์ (2 เดือน)	112.03-115.77	25.78



ภาพที่ 4.4 แผนที่ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 ในช่วงระดับน้ำเพิ่มขึ้น (112.58-115.77 เมตร)



ภาพที่ 4.5 แผนที่ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 ในช่วงระดับน้ำลดลง (114.97-112 .03 เมตร)



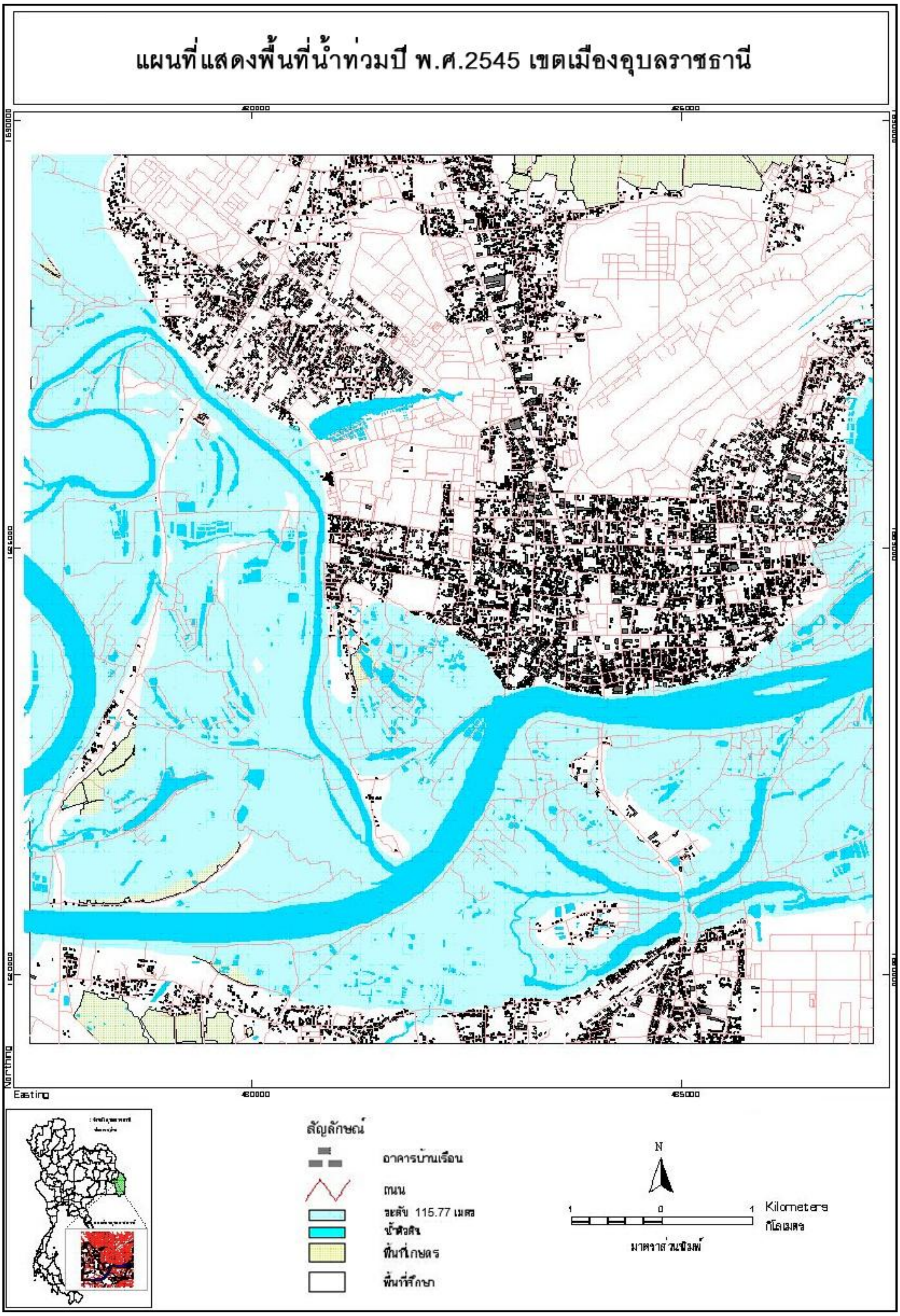
ภาพที่ 4.6 แผนที่ระยะเวลาเกิดน้ำท่วมขัง ของเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545

4.2.2 การประเมินความเสียหาย

สำหรับการประเมินความเสียหายจะดูจากแผนที่น้ำท่วมตามค่าความสูง (ภาพที่ 4.5-4.6 และตารางที่ 4.4) และแผนที่ LULC ที่แปลได้จากภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS (ภาพที่ 4.2) ประกอบกัน โดยเมื่อนำข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมขณะระดับน้ำสูงสุดที่ 115.77 เมตรมาทาบกับแผนที่ LULC จะได้ผลดังที่เห็นในภาพที่ 4.7 โดยคิดเป็นพื้นที่เสียหายทั้งหมด 25.78 ตารางกิโลเมตร ในจำนวนนี้คิดเป็นพื้นที่เกษตรกรรมจำนวน 2.54 ตารางกิโลเมตร และมีจำนวนอาคารบ้านเรือนเสียหายเท่ากับ 2,062 หลัง เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปเทียบกับผลการศึกษาของหน่วยงานอื่นในเหตุการณ์เดียวกัน เช่น รายงานของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่า จำนวนครัวเรือนที่เสียหายคือ 2,211 หลัง คิดเป็นมูลค่าความเสียหายรวม 17,480,166 บาท (กำหนดมูลค่าความเสียหายที่ 7,906 บาทต่อครัวเรือน) หรือรายงานของศูนย์ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2545 ซึ่งพบว่ามีจำนวนครัวเรือนที่เสียหายรวม 2,073 หลัง คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 16,389,138 บาท (กำหนดความเสียหายที่ 7,906 บาทต่อครัวเรือน) พบว่า ให้ผลที่ค่อนข้างสอดคล้องกัน (ดูตารางที่ 4.6 ประกอบ) โดยข้อมูลในทั้งสองรายงานดังกล่าว ได้มาจากการสำรวจภาคสนามของพื้นที่ที่ได้ประสบปัญหาจริงเป็นหลัก

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบรายงานข้อมูลความความเสียหายของอาคารบ้านเรือน ในเขตเมืองชั้นในของจังหวัดอุบลราชธานี จากเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 (ในกรอบของพื้นที่ศึกษา ดังภาพที่ 4.7)

แหล่งข้อมูล	จำนวนอาคาร (หลัง)	มูลค่าความเสียหาย (บาท)
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	2,211	17,480,166
ศูนย์ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จังหวัดอุบลราชธานี	2,073	16,389,138
DEM และภาพ IKONOS	2,062	16,302,172



ภาพที่ 4.7 แผนที่ขอบเขตน้ำท่วมที่ระดับความสูง 115.77 เมตร (รทก)

4.3 แผนที่ความเสี่ยงต่อภัยน้ำท่วม

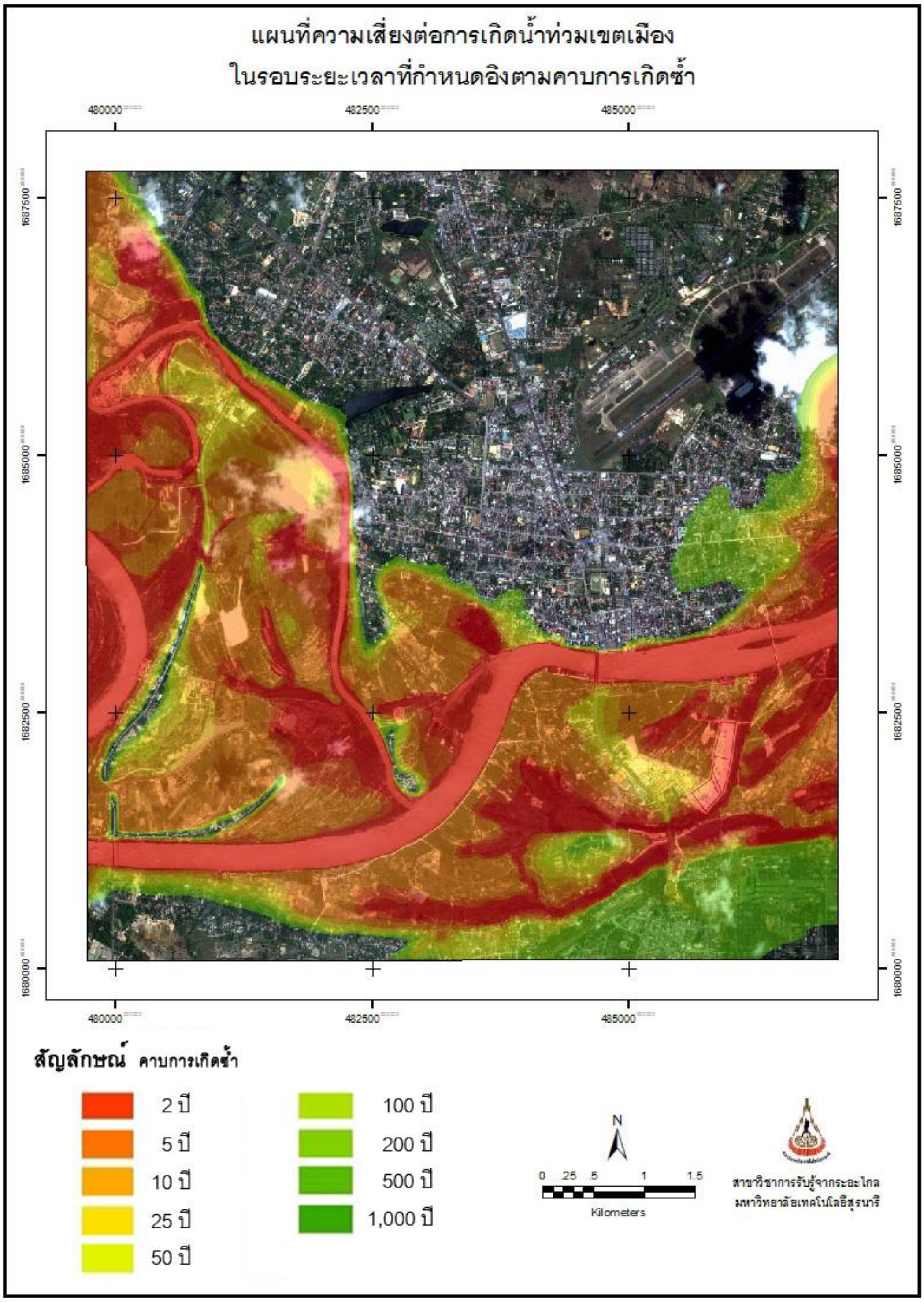
การศึกษาในส่วนนี้แยกเป็น 2 กรณี คือแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตเมืองชั้นใน (ที่ปรากฏบนภาพถ่าย IKONOS) และการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมระดับจังหวัด ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

4.3.1 แผนที่เสี่ยงในเขตเมืองชั้นใน

สำหรับการสร้างแผนที่เสี่ยงในเขตเมืองชั้นใน (ภาพที่ 4.4) อิงตามค่าความน่าจะเป็นของพื้นที่ซึ่งจะถูกน้ำท่วมในรอบ 2 5 10 25 50 100 200 500 และ 1,000 ปี ตามลำดับ โดยพื้นที่ดังกล่าวได้มาจากระดับความสูงของน้ำจากระดับอ้างอิง ที่มีค่าของคาบการเกิดสอดคล้องกับจำนวนปีดังกล่าว (ภาพที่ 3.2 และตารางที่ 3.2) โดยผลการศึกษาทั้งหมดแสดงไว้ในภาพที่ 4.8 และตารางที่ 4.7 ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า พื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงสูงเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ที่จะถูกน้ำท่วมในแต่ละปีจะมีอยู่ประมาณ 10.12 ตารางกิโลเมตร (17.72%) ส่วนที่มีโอกาสถูกน้ำท่วมน้อย เช่น ไม่เกิน 4% และ 10% ต่อปี จะอยู่ที่ประมาณ 3.68% และ 17.79% ของพื้นที่ทั้งหมดตามลำดับ สำหรับพื้นที่ซึ่งมีโอกาสถูกน้ำท่วมน้อยมากไม่เกิน 0.1% ต่อปี จะมีอยู่ประมาณ 22.71 ตารางกิโลเมตร (39.80%)

ตารางที่ 4.6 พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมรายปี ในเขตเมืองชั้นในของ จังหวัดอุบลราชธานี (ดังภาพที่ 4.4)

ความน่าจะเป็น (ต่อปี)	คาบการเกิดซ้ำ (ปี)	ความสูงของน้ำ (เมตร รทก.)	พื้นที่น้ำท่วม	
			ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
0.5	2	112.54	10.12	17.72
0.2	5	113.85	4.16	7.28
0.1	10	114.84	10.16	17.79
0.04	25	116.16	2.10	3.68
0.02	50	117.15	2.15	3.76
0.01	100	118.14	0.98	1.72
0.005	200	119.14	0.65	1.13
0.002	500	120.45	1.95	3.41
0.001	1,000	121.44	2.12	3.71
< 0.001	> 1,000	> 121.08	22.71	39.80
	รวมพื้นที่		57.10	100%



ภาพที่ 4.8 แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในเขตเมืองชั้นในของจังหวัดอุบลราชธานี อิงตามค่าความสูงของระดับน้ำและความน่าจะเป็นในการเกิดในตารางที่ 4.7

4.3.2 แผนที่เสี่ยงระดับจังหวัด

สำหรับการทำแผนที่เสี่ยงภัยระดับจังหวัด จะใช้เทคนิคการหาค่าคะแนนระดับความเสี่ยงของแต่ละหน่วยพื้นที่โดยเทคนิคการถ่วงน้ำหนักจากสมการที่ 3.1 โดยตัวแปรที่นำมาใช้จะมีอยู่ทั้งหมด 6 ตัว คือ

(1) ขอบเขตจากแนวแม่น้ำหลัก (Boundary from Main River) แสดงดังภาพที่ 4.9a

(2) ความลาดชัน (Slope) แสดงดังภาพที่ 4.9b

(3) ความหนาแน่นการระบาย (Drainage Density) แสดงดังภาพที่ 4.9c

(4) ขนาดของลุ่มน้ำ (Size of Sub-Basins) แสดงดังภาพที่ 4.9d

(5) รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในภาคเกษตร (Agricultural LULC) แสดงดังภาพที่ 4.1

(6) คุณสมบัติของดิน (Soil Texture) แสดงดังภาพที่ 4.9e

โดยระดับความเสี่ยงแยกเป็น 5 ระดับคือ ไม่เสี่ยง (0-40% แรกของค่า FRI) เสี่ยงต่ำ (41-50%) เสี่ยงปานกลาง (51-60%) เสี่ยงสูง (61-70%) และเสี่ยงสูงมาก (> 70%) โดยการให้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยและแต่ละชั้นข้อมูลย่อยของมันแสดงไว้ในตารางที่ 3.3 สำหรับแผนที่นำเข้าของชั้นข้อมูลบางส่วน แสดงไว้ในภาพที่ 4.9a-e เมื่อนำปัจจัยแต่ละตัวมาให้ค่าน้ำหนักตามตารางที่ 3.3 และคำนวณคะแนนความเสี่ยงตามสมการที่ 2.1 จะทำให้ได้แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมระดับจังหวัดขึ้น ดังภาพที่ 4.10 และข้อมูลในตารางที่ 4.8 (ในที่นี้ในใช้ขนาดหน่วยพื้นที่ของการคำนวณเท่ากับ 15,638.28 ตารางกิโลเมตร)

ในที่นี้ พื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงสูงมากจะมีอยู่ประมาณ 2,353.90 ตารางกิโลเมตร หรือ 15.05% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนมากจะเป็นบริเวณลำน้ำแต่บางส่วนเป็นเขตชุมชน ส่วนพื้นที่ซึ่งอยู่ในเขตความเสี่ยงสูงมีอยู่ 4,259.76 ตารางกิโลเมตร หรือ 27.25% ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงปานกลาง น้อย และไม่เสี่ยง จะมีอยู่ประมาณ 4,662.84 2,794.92 1,566.86 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 29.83% 17.87% และ 10.0% ของพื้นที่ทั้งหมดตามลำดับ โดยพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงน้อยหรือไม่มีความเสี่ยง มักตั้งอยู่ตามแนวขอบด้านตะวันออกและด้านใต้ของจังหวัด ห่างไกลจากแนวลำน้ำสำคัญ

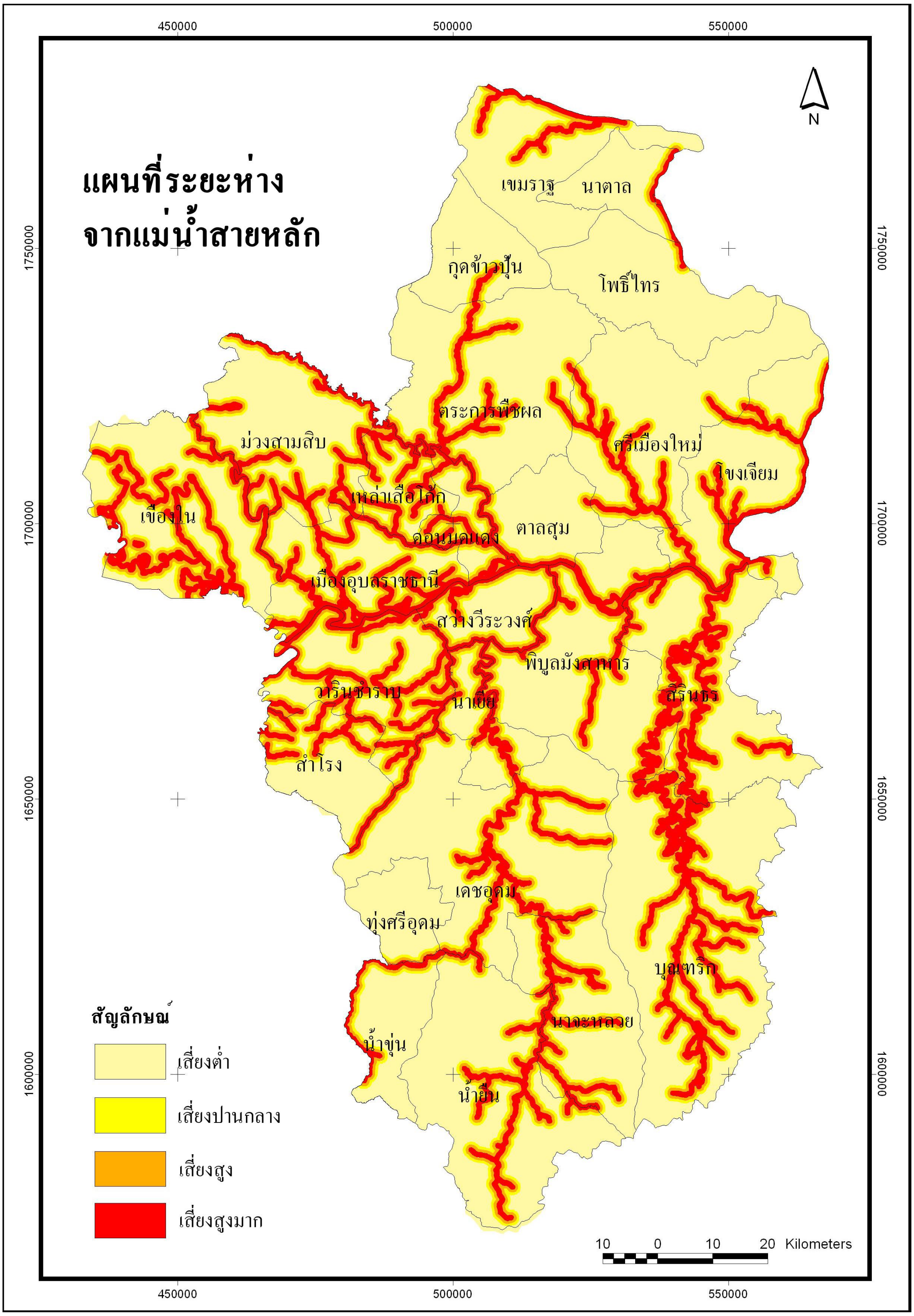
ผลของการตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงภัยในการเกิดน้ำท่วมกับตำแหน่งหมู่บ้านซึ่งนำเข้าจากข้อมูลพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมจังหวัดอุบลราชธานี แสดงดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.11

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมจากการศึกษากับตำแหน่งหมู่บ้านเสี่ยงภัยน้ำท่วมและโคลนถล่ม ปี พ.ศ. 2550

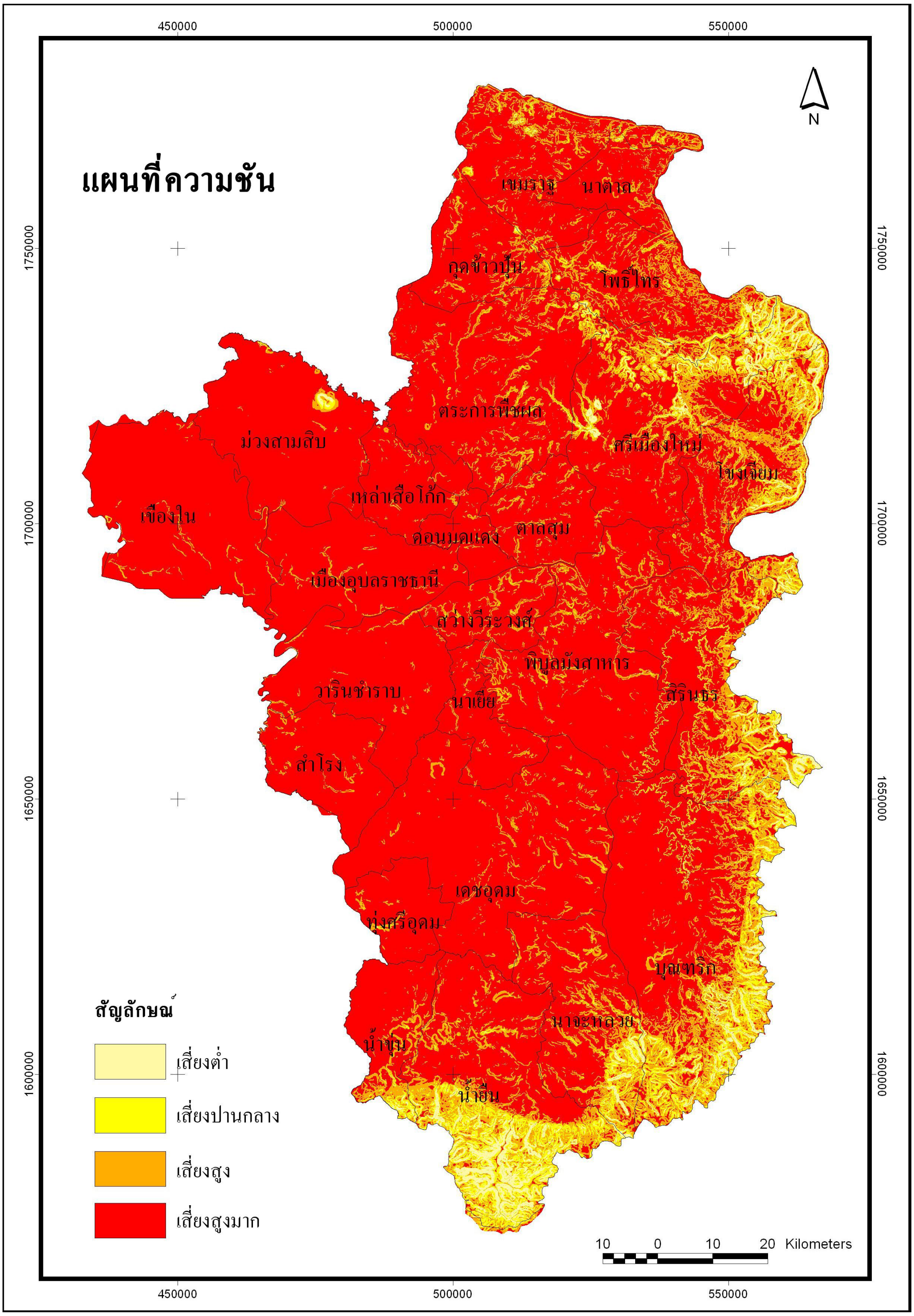
ระดับ ความเสี่ยงน้ำท่วม	ตำแหน่งหมู่บ้านเสี่ยงภัยน้ำท่วม และโคลนถล่ม ปี พ.ศ. 2550 (หมู่บ้าน)	เปอร์เซ็นต์
มีความเสี่ยงสูงมาก	124	33.79
มีความเสี่ยงสูง	132	35.97
มีความเสี่ยงปานกลาง	76	20.71
มีความเสี่ยงต่ำ	33	8.99
ไม่มีความเสี่ยง	2	0.54
รวม	367	100

ตารางที่ 4.8 พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมของจังหวัดอุบลราชธานี แยกตามระดับความเสี่ยง

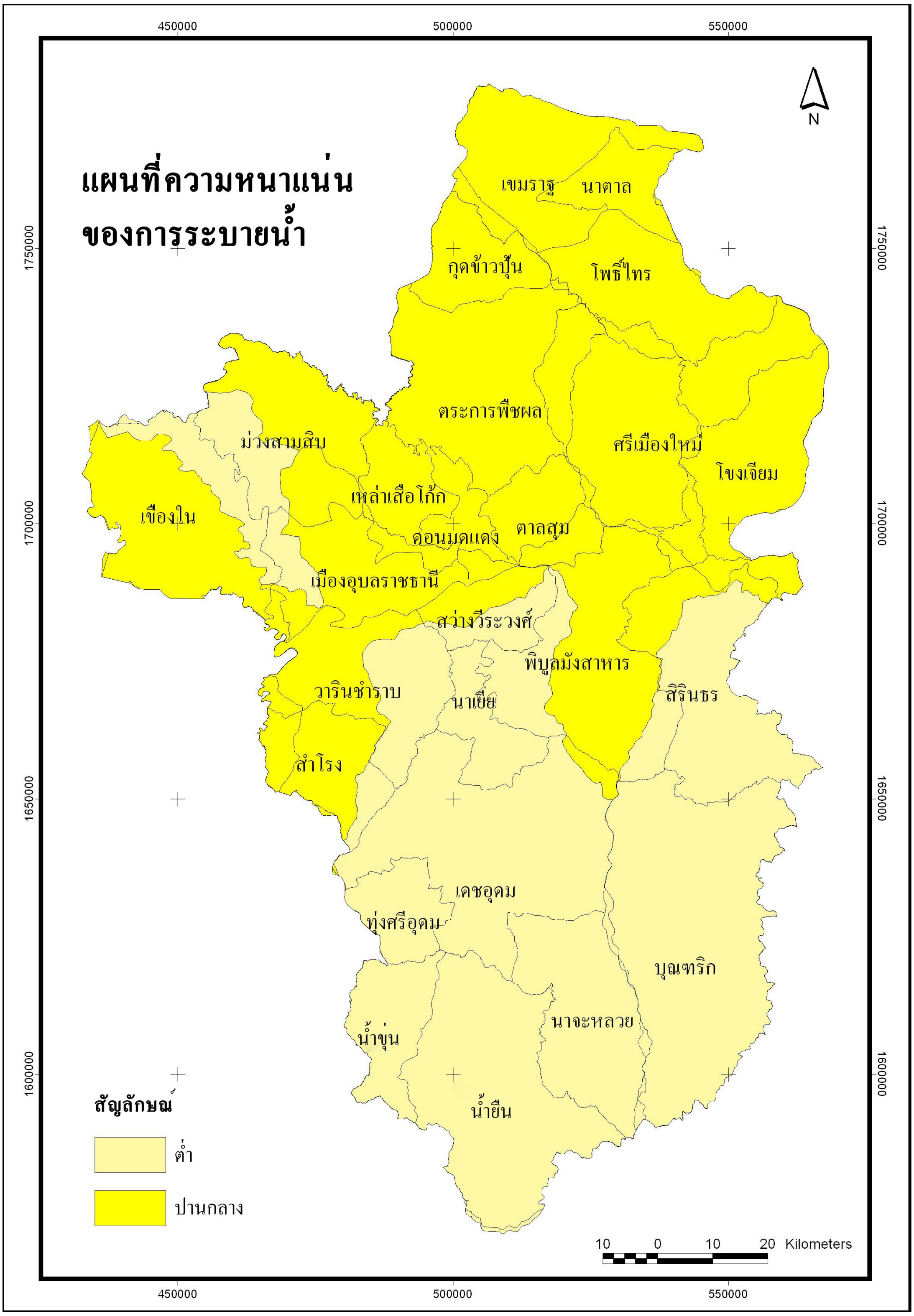
ระดับความเสี่ยง	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
สูงมาก	2353.90	15.05
สูง	4259.76	27.25
ปานกลาง	4662.84	29.83
น้อย	2794.92	17.87
ไม่เสี่ยง	1566.86	10.00
รวมพื้นที่	15,638.28	100.0



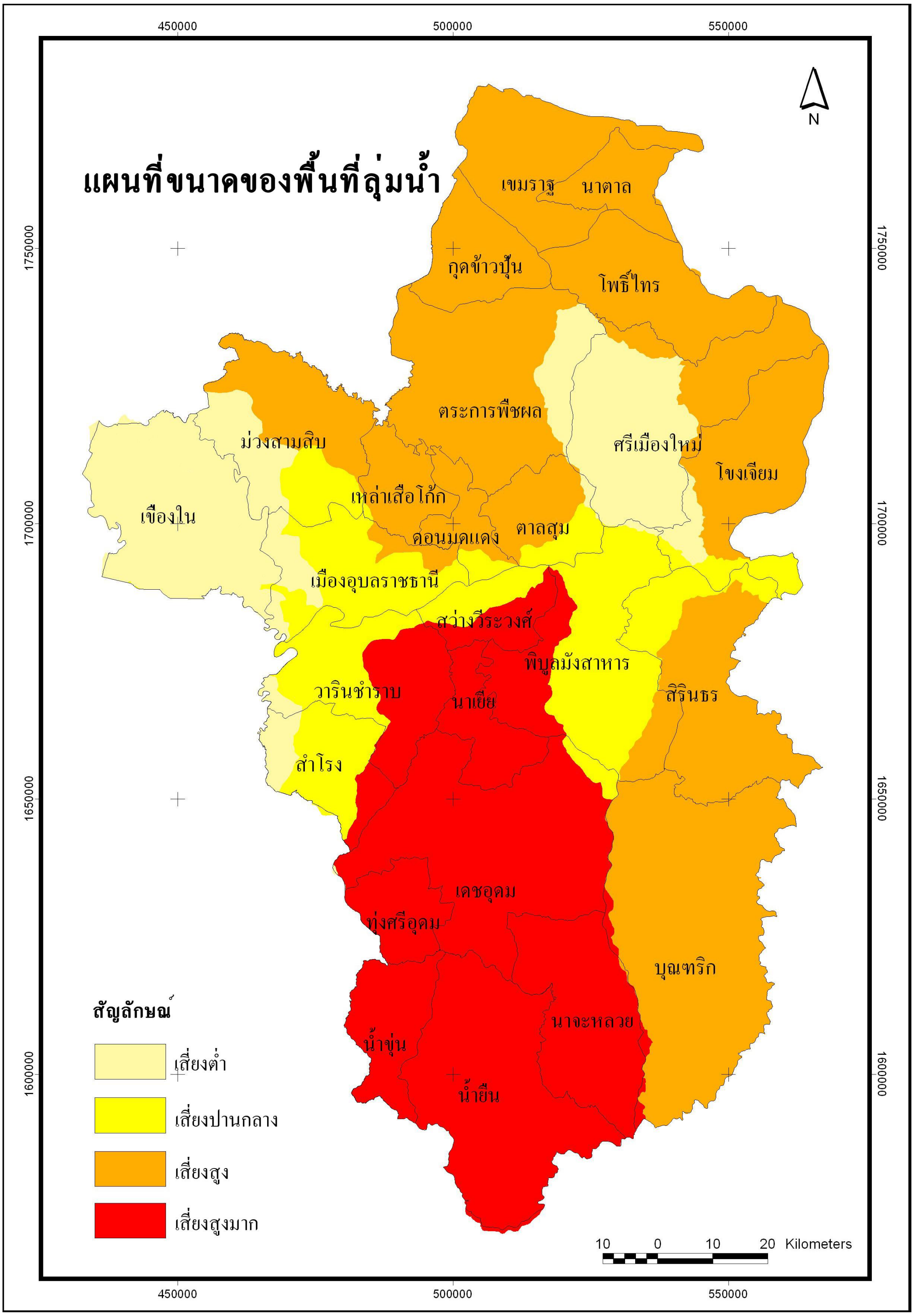
ภาพที่ 4.9a แผนที่ระยะห่างจากแม่น้ำสายหลัก



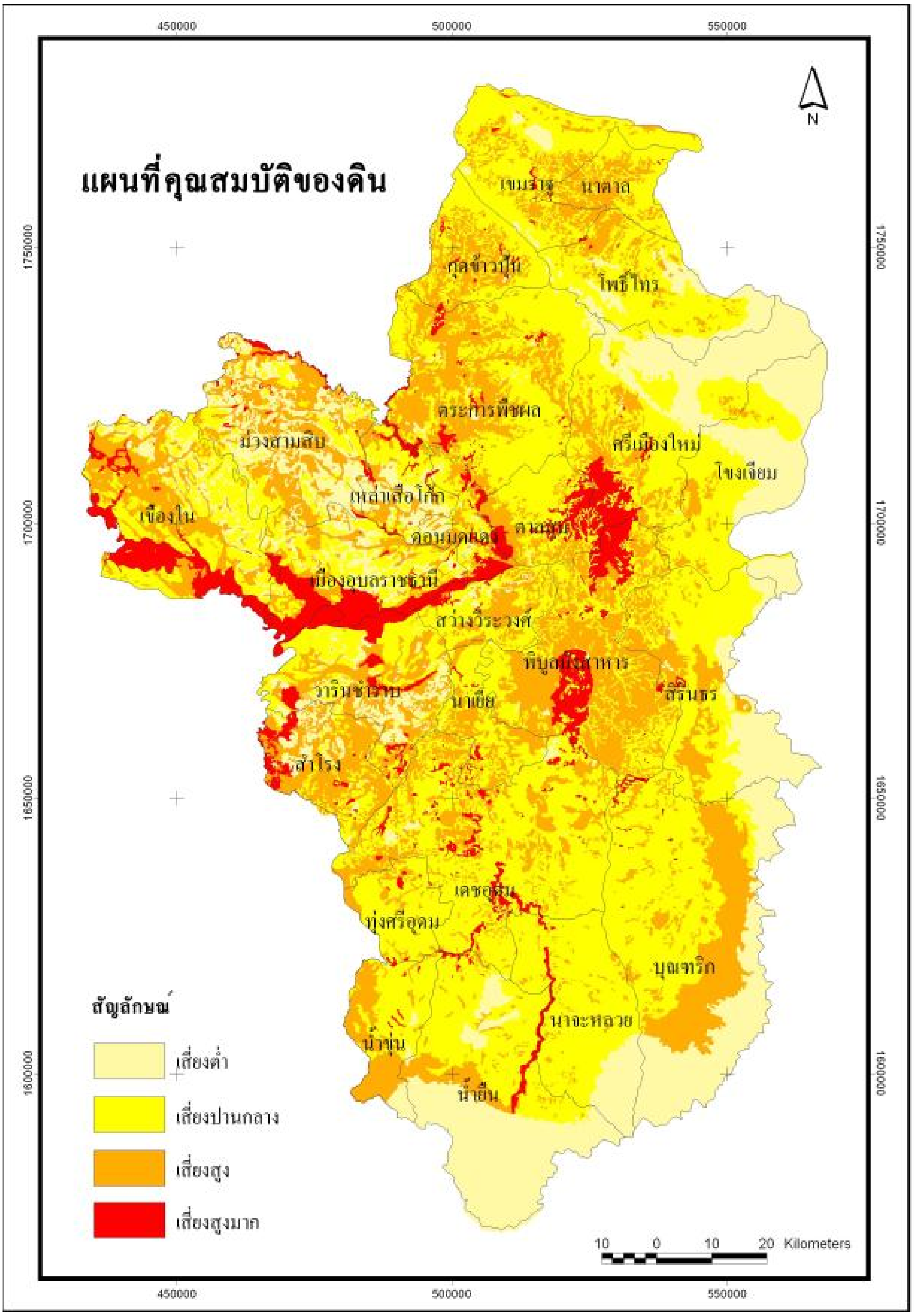
ภาพที่ 4.9b แผนที่ความชัน



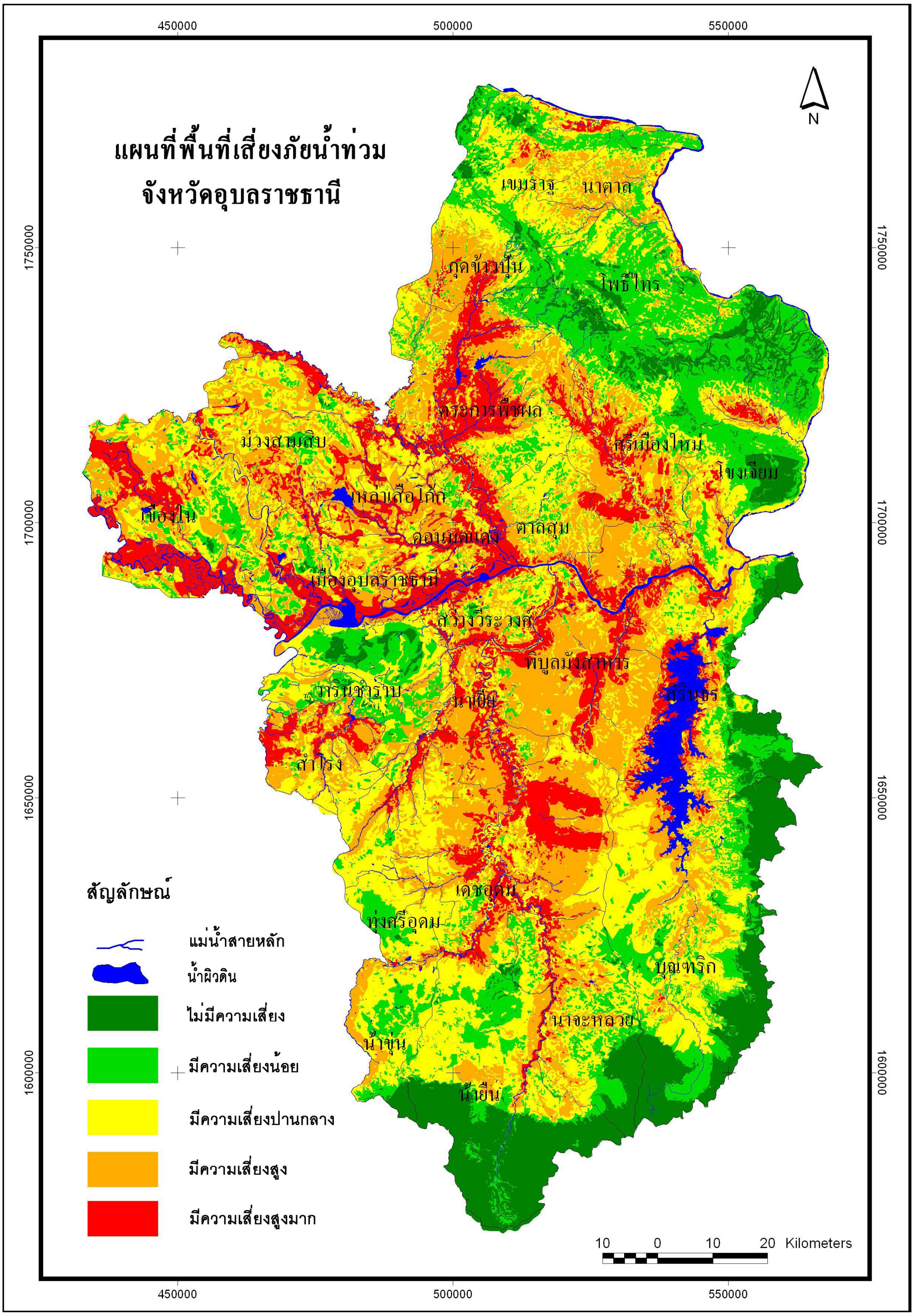
ภาพที่ 4.9c แผนที่ความหนาแน่นของการระบายน้ำ



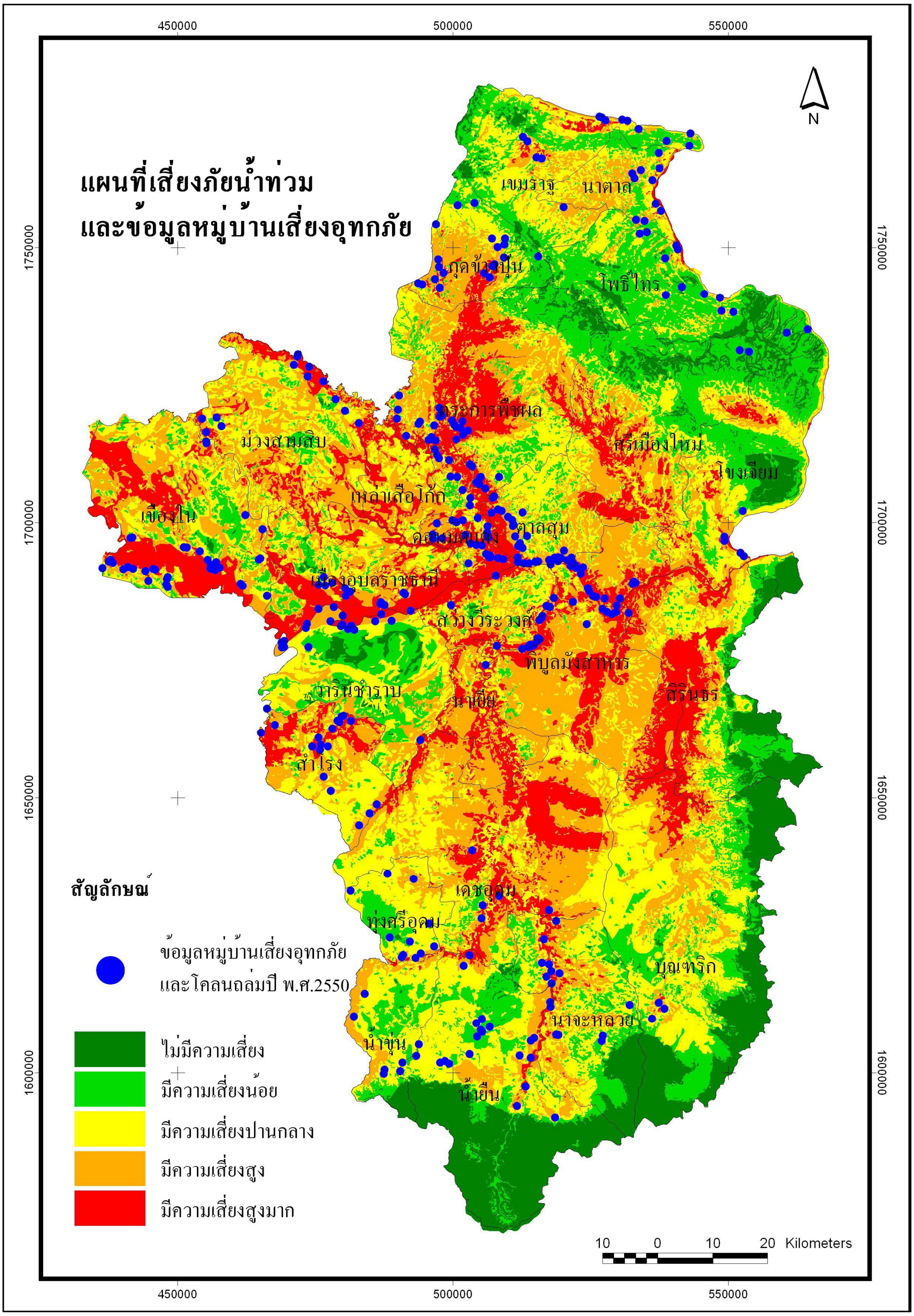
ภาพที่ 4.9d แผนที่ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ



ภาพที่ 4.9e แผนที่คุณสมบัติของดิน (ความสามารถในการระบายน้ำ)



ภาพที่ 4.10 แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมของจังหวัดอุบลราชธานี



ภาพที่ 4.11 แผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม และตำแหน่งหมู่บ้านที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมและโคลนถล่ม ของจังหวัดอุบลราชธานี

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่การนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับ GIS และ Remote Sensing มาใช้ในการศึกษาน้ำท่วมที่เกิดในจังหวัดอุบลราชธานีในหลายลักษณะ โดยได้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) การวิเคราะห์รูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของจังหวัดอุบลราชธานี ในปี พ.ศ. 2549 อิงตามข้อมูลจากภาพดาวเทียม Landsat-TM (2) การประมาณพื้นที่ซึ่งถูกน้ำท่วมในเขตเมืองชั้นในของจังหวัดจากเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2545 และความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยใช้ข้อมูล DEM ข้อมูลความสูงของระดับน้ำที่กำหนดขึ้น และภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูง IKONOS ประกอบกัน และ (3) การจัดทำแผนที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมของเขตเมืองชั้นในและในเขตจังหวัดทั้งหมด อิงตามข้อมูลของตัวแปรจำนวนหนึ่งที่เลือกมา

ทั้งนี้ ผลการศึกษาในส่วนที่หนึ่งบ่งชี้ว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดอุบลราชธานี ในปี พ.ศ. 2549 ถูกใช้สำหรับการปลูกข้าว (ประมาณ 85% ของพื้นที่ทั้งหมด) โดยมีการปลูกพืชพรรณแบบอื่นเพียงส่วนน้อย (น้อยกว่า 5% ของพื้นที่ทั้งหมด) โดยพื้นที่ป่าไม้จะมีอยู่จำนวนหนึ่งที่บริเวณชายแดนทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศใต้ สำหรับพื้นที่เขตเมืองหรือชุมชนยังถือว่ามีอยู่น้อยมาก (ประมาณ 2% ของพื้นที่ทั้งหมด) ทั้งนี้ จากตารางค่าความคลาดเคลื่อน พบว่า ผลการจำแนกมีความถูกต้องรวม 80.48%

สำหรับผลการศึกษาในส่วนที่สองสรุปได้ว่าแบบจำลอง DEM ที่สร้างขึ้นสามารถใช้ศึกษาพื้นที่น้ำท่วมที่ผันแปรไปตามเวลาได้ดี ทำให้สามารถระบุถึงขอบเขตการท่วม พัฒนาการของระดับน้ำท่วม รวมถึงระยะเวลาของการท่วมในแต่ละพื้นที่ได้ ทั้งนี้ เมื่อนำแผนที่น้ำท่วมสูงสุดในปี พ.ศ. 2545 มาเทียบกับแผนที่ LULC ของพื้นที่ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน พบว่า มีพื้นที่ประสบภัยทั้งหมด 25.78 ตารางกิโลเมตร ในจำนวนนี้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมจำนวน 2.54 ตารางกิโลเมตร และมีจำนวนอาคารบ้านเรือนเสียหายเท่ากับ 2,062 หลัง และเมื่อนำข้อมูลที่ได้ดังกล่าวไปเทียบกับผลการศึกษาของหน่วยงานอื่นในเหตุการณ์เดียวกัน พบว่า มีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี

ส่วนผลการศึกษาในส่วนที่สามสรุปได้ว่าสำหรับในเขตเมืองชั้นใน พื้นที่เสี่ยงสูงส่วนใหญ่จะตั้งอยู่ในเขตที่ลุ่มริมแม่น้ำมูล โดยพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงสูงเกิน 50% ที่จะถูกน้ำท่วมในแต่ละปีจะมีอยู่ประมาณ 10.12 ตารางกิโลเมตร (17.72%) ส่วนที่มีโอกาสถูกน้ำท่วมน้อย เช่น ไม่เกิน 4% และ

10% ต่อปี อยู่ที่ประมาณ 3.68% และ 17.79% ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ สำหรับพื้นที่ซึ่งมีโอกาสถูกน้ำท่วมน้อยมากไม่เกิน 0.1% ต่อปี จะมีอยู่ประมาณ 22.71 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 39.80% ของพื้นที่ทั้งหมด

สำหรับระดับจังหวัด พื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงสูงมากจะมีอยู่ประมาณ 2,353.90 ตารางกิโลเมตร หรือ 15.05% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนมากจะเป็นบริเวณลำน้ำแต่บางส่วนเป็นเขตชุมชน ส่วนพื้นที่ซึ่งอยู่ในเขตความเสี่ยงสูงมีอยู่ 4,259.76 ตารางกิโลเมตร หรือ 27.25 % ของพื้นที่ทั้งหมด สำหรับพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงปานกลาง น้อย และไม่เสี่ยง จะมีอยู่ประมาณ 4,662.84 2,794.92 1,566.86 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 29.83% 17.87% และ 10.0% ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ

5.2 อภิปรายและเสนอแนะ

แม้งานวิจัยชิ้นนี้จะได้ผลสรุปที่น่าพอใจในประเด็นที่ต้องการศึกษา แต่ในกระบวนการวิจัยยังอาจมีข้อจำกัดหรือสิ่งที่ควรศึกษาเพิ่มเติมอีกหลายประเด็น อาทิ

(1) งานวิจัยนี้มีข้อกำหนดเบื้องต้นว่า น้ำที่เอ่อล้นตลิ่งจากแนวแม่น้ำ สามารถไหลเข้าท่วมพื้นที่รอบข้างได้อย่างอิสระ โดยปราศจากสิ่งกีดขวาง เช่น ถนน หรือ แนวกำแพงกันน้ำ ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงในพื้นที่ ทำให้ผลการศึกษาอาจคลาดเคลื่อนไปจากที่เกิดขึ้นจริงได้

(2) การจัดทำแผนที่ความเสี่ยง ไม่ได้นำปัจจัยด้านประชากรหรือด้านสภาพแวดล้อม มาใช้ประกอบในการจัดทำแผนที่ด้วย ส่งผลทำให้ไม่สามารถประเมินถึงผลกระทบของปัญหาน้ำท่วมที่มีต่อปัจจัยทั้งสองตัวดังกล่าวได้

(3) การศึกษาครั้งนี้ ไม่ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์เกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดปัญหาน้ำท่วมของจังหวัดในอดีตอย่างแท้จริง เช่น ปัจจัยทางสภาพอากาศหรือทางกายภาพ ทำให้การนำเสนอขาดความสมบูรณ์ในแง่ของการเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาในอนาคตของพื้นที่ และ

(4) การศึกษาครั้งนี้ ไม่ครอบคลุมถึงการพยากรณ์หรือเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า ซึ่งถือเป็นเรื่องสำคัญและควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมเป็นอย่างยิ่งในอนาคต

รายการอ้างอิง

รายการอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา (2552). **อุทกภัย.** [ออนไลน์]. ได้จาก http://www.tmd.go.th.

เกษม จันทร์แก้ว (2551). **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** กรุงเทพ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะทำงานศึกษาสภาพและแนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัย จังหวัดอุบลราชธานี (2547). **การศึกษาสภาพและแนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัยจังหวัดอุบลราชธานี.** สำนักงานชลประทานที่ 7 และสำนักบริหารโครงการ กรมชลประทาน.

เฉลิมพงษ์ สำราญพงษ์ (2542). **การจำแนกพื้นที่น้ำท่วมโดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเรดาร์และระบบจำลองลุ่มน้ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทรงกต ทศานนท์ (2547). **การรับรู้จากระยะไกลขั้นสูง.** เอกสารประกอบการสอน วิชา 106701 การรับรู้จากระยะไกลขั้นสูง สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล รัศมี สุวรรณวีระกำธร และสัญญา สราภิรมย์ (2543). **การวิเคราะห์และการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในบริเวณที่ราบภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย.** หน่วยศึกษาภัยธรรมชาติและข้อสนเทศเชิงพื้นที่ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นฤมล ทารักษา (2547). **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองชลศาสตร์เพื่อหาขอบเขตน้ำท่วมบริเวณน้ำท่วมถึง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประสิทธิ์ เมฆอรุณ (2546). **การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในเขตลุ่มแม่น้ำยมตอนล่าง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ฝ่ายข้อมูลและติดตามประเมินผล สำนักงานจังหวัดอุบลราชธานี (2546). **รายละเอียดโครงการศึกษาสภาพและแนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดอุทกภัยจังหวัดอุบลราชธานี โดยสำนักชลประทานที่ 7 และมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.** สำนักงานจังหวัดอุบลราชธานี.

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2547). **ผลกระทบจากสภาวะน้ำท่วมด้านเศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ริมตลิ่งแม่น้ำมูล เขตอำเภอเมืองอุบลราชธานีและอำเภอวารินชำราบ.** มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

____________________ (2547). **โครงการแบบจำลองสภาพน้ำท่วมพื้นที่ริมตลิ่งแม่น้ำมูล เพื่อทราบระดับน้ำและพื้นที่ท่วมนอง บริเวณเขตเทศบาลนครอุบลราชธานีและเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี.** สำนักงานจังหวัดอุบลราชธานี.

วีระพล แต้สมบัติ (2531). **อุทกวิทยาประยุกต์.** กรุงเทพ. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

ศูนย์วิจัยป่าไม้ (2539). **พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติในเขตลุ่มน้ำของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง กรมชลประทาน (2552). ลำน้ำสำคัญในลุ่มน้ำมูลและตำแหน่งที่ตั้งจุดตรวจวัดปริมาณน้ำท่า. [ออนไลน์]. ได้จาก http://hydro-4.com/4runoffdata/runoff.htm.

สมบัติ อยู่เมือง (2545). **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลสำรวจระยะไกล เพื่อการประเมินความเสี่ยงจากน้ำท่วมในประเทศไทย: กรณีศึกษาในลุ่มแม่น้ำป่าสัก.** [ออนไลน์]. ได้จาก http://www.GISThai.com.

สมพร ชอบธรรม (2551). **เทคนิคตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเชิงเลขที่เหมาะสมสำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดินอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สรรค์ใจ กลิ่นดาว (2550). **การสำรวจระยะไกลการประมวลผลภาพเชิงเลขเบื้องต้น.** กรุงเทพ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดอุบลราชธานี (2546). **รายงานข้อมูลผู้ประสบภัยจากสภาวะน้ำท่วม ปี 2544-2546.** สำนักงานจังหวัดอุบลราชธานี.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ) (2547). **ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม RADARSAT-1.** [ออนไลน์]. ได้จาก http://www.gistda.or.th.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (2547). **การศึกษาอุทกภัยปี พ.ศ. 2548.** [ออนไลน์]. ได้จาก http://www.hydro.haii.or.th/web_html/current/rainy20050713.html.

สุพัฒ จารุกมล (2546). **ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมจังหวัดอุบลราชธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อัจฉรา โกมลนาค (2545). **แบบจำลองทางอุทกวิทยาเพื่อการคาดการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Amarakul and Sanyong (2005). **LANDSAT Application and Classification Disaster Area on Yom River Basin.** [On-line]. Available: http://www.gisdevelopment .net/pdf.

Bach et al. (2004). **Application of Satellite Data for Flood Monitoring.** [On-line]. Available: http://www.vista-geo.de/pdf.

DHI (2009). **MIKE-11.** [On-line]. Available: http://www.dhi.com.

Economic and Social Commission for Asia and the Pacific: ESCAP (1999). **Regional Cooperation in the Twenty-first Century on Flood Control and Management in Asia and the Pacific**. New York. United Nation.

Honda, K., Francis, X.J and Bhuwneshwar, P.S. (1999). **Flood Monitoring in Central Plane of Thailand using JERS-1 SAR Data.** [On-line]. Available: http://www.gisdevelopmentnet/aars/acrs/1999/ts2/ts2096pf.htm.

Ibrahim, S.M. and Mohamad, A.M. (1999). **Flood Prediction from LANDSAT Thematic Mapper Data and Hydrological.** [On-line]. Available: http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1999/ts2/ts2096pf.htm.

Jiqun, Z., Chenghu, Z., Kaiqin, X. and Masataka, W. (2002). **Flood Disaster Monitoring and Evaluation in China.** 33-43.

Maidment, R. and Mansor, B.S. (1999). **Remote Sensing and GIS for Flood Prediction.** [On-line]. Available: http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/ 1999 /ts14/ts14106pf.htm.

Natural Environment Research Council (1975). **Flood Studies Report.** 1:1-45.

Noorazuan, M.H., Ruslan, R., Hafizan, J., Sharifuddin, M.Z. and Nazari, J. (2001). **GIS Application in Evaluating Land Use-Land Cover Change and its Impact on Hydrological Regime in Langat River Basin, Malaysia.** [On-line]. Available: http://www.gisdevelopment.net/Application/Environment/Water Pollution.

Renyi, L. and Nan, L. (2002). Flood Area and Damage Estimation in Zhejiang, China. **Journal of Environmental Management.** [On-line]. Available: http://www.idealibrary.com.

Sabus, M.A. (1982). **Regional Flood Frequency Analysis of Thailand.** Master Thesis. Engineering faculty. Asian Institute of Technology. Bangkok Thailand.

Tanavud et al. (2004). Assessment of Flood Risk in Hat Yai Municipality Southern Thailand, using GIS. **Joural of Natural Disaster Science.** 26: 1-14.

Townsend, A.P. and Walsh, J.S. (1998). **Modeling Flood Inundation using and Integrated GIS with Radar and Optical Remote Sensing.** 295-312.

Zeiler, M. (1999). **Modeling Our World The ESRI Guide to Geodatabase Design**. New York. ESRI Press.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาววิรุฬรักษ์ ชวาลา

เกิดวันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2519

สถานที่เกิด จังหวัดอุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2531	ชั้นประถมศึกษา	
	โรงเรียนอนุบาลอุบลราชธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี	
พ.ศ. 2534	ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	
	โรงเรียนนารีนุกูล อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี	
พ.ศ. 2537	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	
	โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี	
พ.ศ. 2542	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (ขนส่ง)	
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา	

การนำเสนอผลงาน

วิรุฬรักษ์ ชวาลา และ ทรงกต ทศานนท์ (2007). **การประมาณพื้นที่น้ำท่วมและผลความเสียหายโดยใช้แบบจำลองในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล.** การประชุมวิชาการ การแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2550. โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ กรุงเทพมหานคร. ประเทศไทย.

วิรุฬรักษ์ ชวาลา และ ทรงกต ทศานนท์ (2009). **การประมาณพื้นที่น้ำท่วมและผลความเสียหายโดยใช้แบบจำลองในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล.** การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ครั้งที่ 2 ประจำปี 2552. นครราชสีมา ประเทศไทย.