

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไป

จังหวัดพิษณุโลก ตั้งอยู่ในเขตภาคเหนือตอนล่าง อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร 377 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 6.75 ล้านไร่ มีอาณาเขต ทิศเหนือติดจังหวัดอุตรดิตถ์ และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ทิศตะวันออกติดจังหวัดเลย และจังหวัดเพชรบูรณ์ ทิศใต้ติดจังหวัดพิจิตร และทิศตะวันตกติดจังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดสุโขทัย

ลักษณะทางภูมิประเทศของจังหวัดพิษณุโลก ทางตอนเหนือและตอนกลางเป็นที่ราบสูง ทางด้านทิศตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือเป็นภูเขาและที่ราบหุบเขา ตอนกลางและตอนใต้เป็นที่ราบลุ่มตามแนวแม่น้ำยมและแม่น้ำน่านเป็นย่านเกษตรที่สำคัญที่สุดของจังหวัดพิษณุโลก พืชหลักส่วนใหญ่เป็นพืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพด มันสำปะหลัง และถั่วเหลือง ส่วนการทำนามีทั้งนาปีและนาปรัง โดยจะทำในลักษณะนาดำ นานหว่าน นานหว่านน้ำตม และข้าวไร่

จังหวัดพิษณุโลก เป็นจังหวัดหนึ่งที่ประสบภัยอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากความจุของแม่น้ำน่านและแม่น้ำยมไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำในลำน้ำดังกล่าวของฤดูฝนบางปีได้ ทำให้พื้นที่เพาะปลูกข้าวเสียหายจากเหตุการณ์เหล่านี้ ในปีการเพาะปลูก 2537 จังหวัดพิษณุโลกมีเนื้อที่ปลูกข้าว 1.64 ล้านไร่ เนื้อที่เสียหายซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากน้ำท่วม 0.24 ล้านไร่ คิดเป็น 15% ของพื้นที่ปลูกข้าว สำหรับในปีการเพาะปลูก 2538 จังหวัดพิษณุโลกปลูกข้าว 1.61 ล้านไร่ มีเนื้อที่เสียหาย 0.52 ล้านไร่ คิดเป็น 32% ของพื้นที่ปลูกข้าว เมื่อพิจารณาผลผลิตข้าวเจ้าในฤดูเพาะปลูก 2537 และ 2538 โดยคิดผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เท่ากับ 617-681 กิโลกรัมต่อไร่ จังหวัดพิษณุโลกต้องสูญเสียปริมาณข้าวเจ้า 1.4-3.5 แสนตันต่อปี (สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก, 2538-39)

ตารางที่ 1 พื้นที่ประสบอุทกภัยและพื้นที่ปลูกข้าวที่ได้รับความเสียหายระหว่างฤดูปลูก ปี 2538-2539
ของจังหวัดพิษณุโลก

อำเภอ	2537		2538	
	เนื้อที่ปลูกข้าว (ไร่)	เนื้อที่เสียหาย (ไร่)	เนื้อที่ปลูกข้าว (ไร่)	เนื้อที่เสียหาย (ไร่)
เมือง	243,006	13,366	248,199	69,351
ชาติตระการ	30,633	1,950	24,395	2,475
นครไทย	64,421	11,598	60,031	11,812
เนินมะปราง	115,176	-	101,859	1,410
บางกระทุ่ม	181,944	37,895	195,337	60,740
บางระกำ	383,446	103,341	369,891	168,669
พรหมพิราม	345,037	46,194	334,826	157,296
วังทอง	197,112	18,361	201,455	27,969
วัดโบสถ์	77,485	12,010	76,898	26,024
รวม	1,638,260	244,715	1,612,891	525,746

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลก (2538-2539)

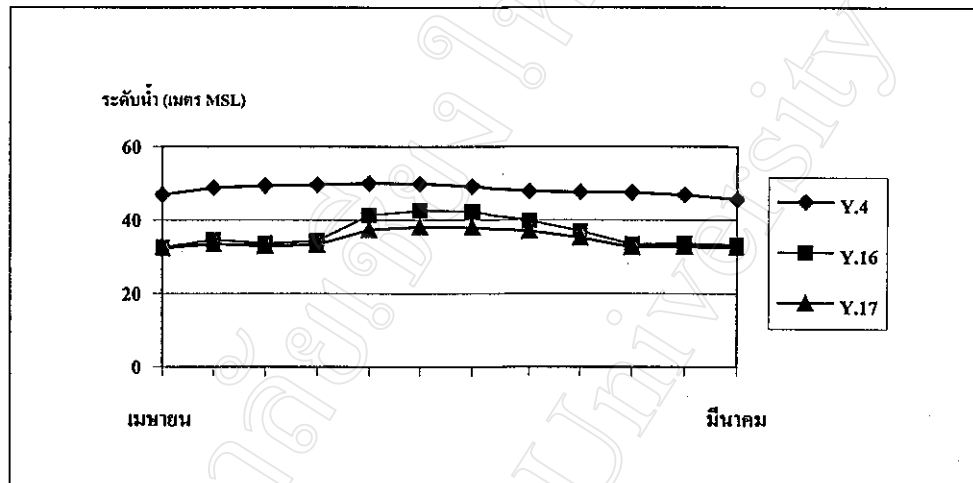
การจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยข้อมูลภาพเรดาร์

ข้อมูลทั่วไปของภาพเรดาร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำทำรายวันที่จดบันทึกไว้ตามสถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ของกรมชลประทาน (TRID, 1997) ในช่วงระหว่างเดือนเมษายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539 พบว่าในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำท่าในลำน้ำยมและลำน้ำน่านอยู่ในระดับต่ำ ไม่สามารถก่อให้เกิดภาวะน้ำท่วมเนื่องจากการล้นตลิ่งของน้ำท่าได้

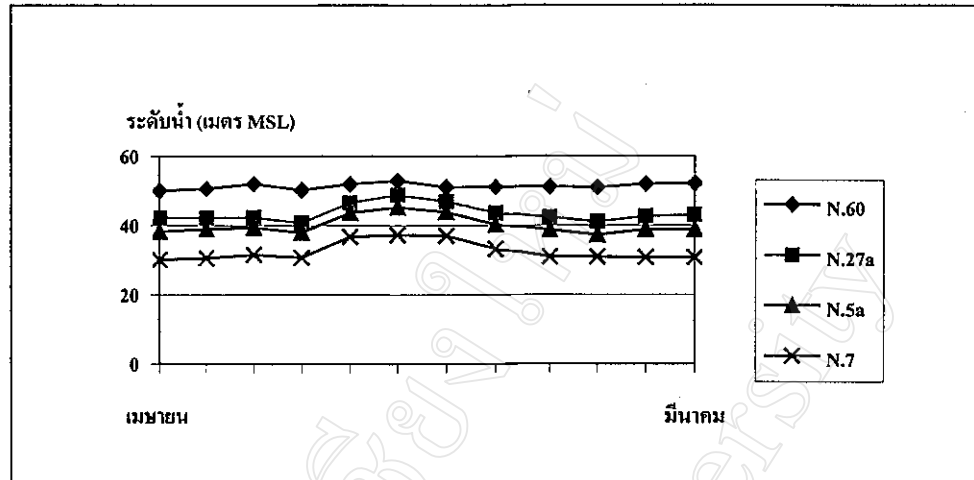
ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พบว่าปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำยมเริ่มมีระดับสูงขึ้น โดยในวันที่ 3 สิงหาคม ระดับน้ำเริ่มเอ่อล้นตลิ่งที่สถานีวัดน้ำท่า Y.4 ที่อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย และขึ้นสูงสุดในวันที่ 7 สิงหาคม แล้วจึงเริ่มลดระดับลงต่ำกว่าระดับตลิ่งในวันที่ 25 กันยายน ขณะเดียวกันในวันที่ 21 สิงหาคม ที่สถานี Y.16 อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เริ่มมีน้ำล้นตลิ่ง จากนั้นระดับน้ำได้ขึ้นสูงสุดวันที่ 16 กันยายน จากนั้นจึงได้ลดระดับลงต่ำกว่าระดับตลิ่งในวันที่ 6 พฤศจิกายน

สำหรับสถานี Y.17 ที่อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่ทางใต้ของพื้นที่ศึกษา ไม่มีรายงานระดับน้ำล้นตลิ่งในปี 2538 รวมระยะเวลาที่น้ำล้นตลิ่งที่สถานี Y.4 และ Y.16 ยาวนานติดต่อกัน 65 วัน (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำยมสูงสุดรายเดือนในฤดูน้ำเดือนเมษายน พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2539 ที่วัดได้ตามสถานีวัดน้ำ Y.4, Y.16 และ Y.17

สถานีวัดน้ำท่า N.60 ในลำน้ำน่าน ตั้งอยู่ที่อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นสถานีที่อยู่เหนือสุดของพื้นที่ศึกษา มีรายงานระดับน้ำล้นตลิ่งในปี 2538 ในช่วงเวลาสั้นๆ โดยมีระดับน้ำขึ้นเอ่อล้นตลิ่งในวันที่ 3 กันยายน แล้วขึ้นสูงสุดในวันที่ 6 กันยายน จากนั้นลดระดับลงมาต่ำกว่าระดับตลิ่งในวันที่ 9 กันยายน เช่นกัน สถานี N.27a ที่อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก มีรายงานระดับน้ำล้นตลิ่งในวันที่ 3 กันยายน และเป็นวันเดียวกันกับการล้นตลิ่งของน้ำที่สถานี N.5a ที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก และสถานี N.7 ที่อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร ที่สถานี N.27a ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในวันที่ 6 กันยายน แล้วลดระดับลงต่ำกว่าระดับตลิ่งเมื่อวันที่ 26 กันยายน สำหรับสถานี N.5a น้ำขึ้นสูงสุดในวันที่ 9 กันยายน และลดระดับต่ำกว่าตลิ่งในวันที่ 29 กันยายน ที่สถานี Y.17 ระดับน้ำขึ้นสูงสุดวันที่ 16 กันยายน และลดระดับลงต่ำในวันที่ 11 ตุลาคม ตลอดลำน้ำน่านสายหลักมีน้ำเอ่อล้นตลิ่งที่วัดได้ตามสถานีวัดน้ำท่า รวมระยะเวลา 40 วัน (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำน่านสูงสุดรายเดือนในฤดูน้ำเดือนเมษายน พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2539 ที่วัดได้ตามสถานีวัดน้ำ N.60, N.27a, N.5a และ N.7

ตามลำน้ำสาขาของลำน้ำน่าน สถานี N.55 ที่อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก มีรายงานระดับน้ำล้นตลิ่งในวันที่ 1 กันยายน ขึ้นสูงสุดวันที่ 5 กันยายน และลดลงในวันที่ 9 กันยายน เป็นระยะเวลา 9 วัน เช่นเดียวกับสถานี N.36 ที่อำเภอนครไทย มีระดับน้ำล้นตลิ่งตั้งแต่วันที่ 12 สิงหาคม แล้วขึ้นสูงสุดวันที่ 5 กันยายน จากนั้นน้ำจึงลดระดับลงในวันที่ 27 กันยายน รวมเวลา 47 วัน สำหรับสถานี N.24 ที่อำเภอวังทองและสถานี N.40 ที่อำเภอวัดโบสถ์ ไม่มีรายงานน้ำล้นตลิ่งในปี 2538

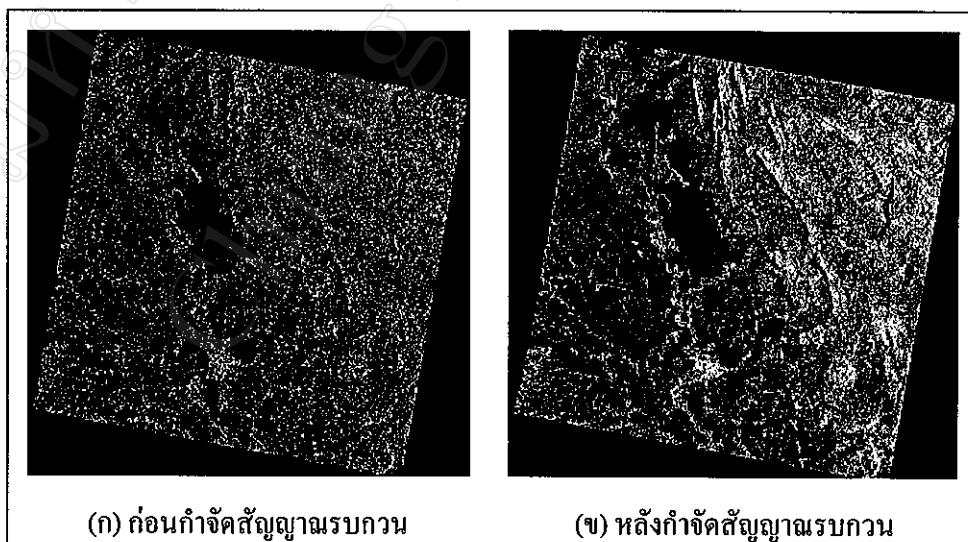
จากรายงานระดับน้ำท่าของกรมชลประทานจะเห็นได้ว่าในช่วงเดือนพฤษภาคมไม่ปรากฏว่ามีน้ำท่าล้นตลิ่งในแม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน รวมทั้งลำน้ำสาขาของแม่น้ำทั้งสอง สอดคล้องกับข้อมูลภาพเรดาร์ที่นำมาใช้ในการศึกษา โดยข้อมูล SAR จากดาวเทียม JERS-1 เป็นภาพที่ทำการบันทึกไว้ในวันที่ 17-19 พฤษภาคม 2538 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ระดับน้ำทุกสถานีวัดน้ำมีระดับต่ำกว่าตลิ่ง สำหรับช่วงเดือนกันยายนเป็นช่วงเวลาที่ทุกสถานีวัดน้ำท่ามีระดับน้ำสูงขึ้น สถานีวัดน้ำท่าส่วนใหญ่ในพื้นที่ศึกษามีน้ำเอ่อล้นตลิ่งบริเวณสถานีวัดน้ำ ซึ่งตรงกับข้อมูลภาพเรดาร์ที่ทำการบันทึกไว้ในช่วงวันที่ 26-28 กันยายน 2538 ข้อมูลภาพเรดาร์ทั้งสองช่วงเวลาจึงอยู่ในช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วม

การจัดการก่อนการจำแนกข้อมูลภาพเรดาร์

ข้อมูลภาพเรดาร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการกำจัดสัญญาณรบกวน (speckle noise) ที่บดบังรายละเอียดข้อมูลในบริเวณพื้นที่ศึกษา การใช้วิธีการ Sigma filter ของ Lee (1981) ซึ่งอาศัยการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลด้วยค่า Covariance ของตัวข้อมูล กำหนดหน้า

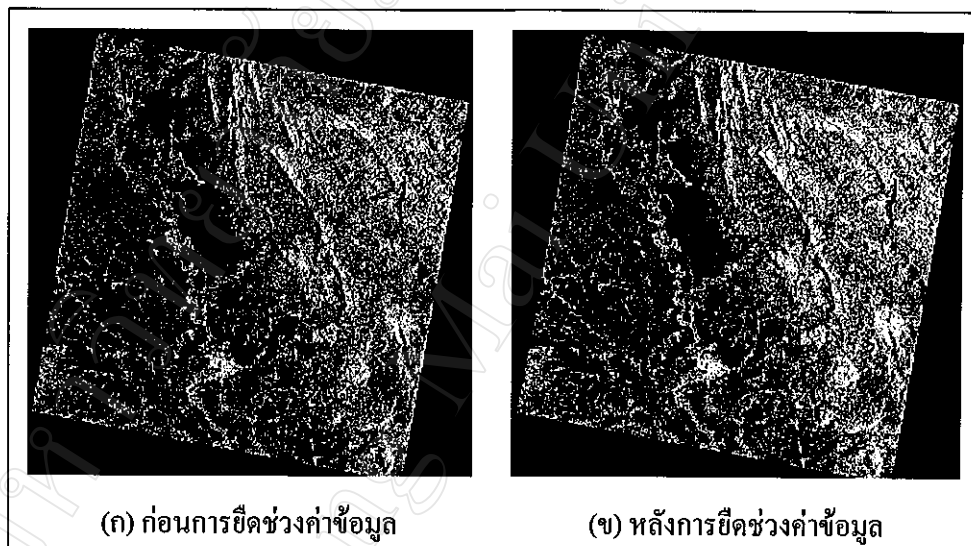
ต่างการคำนวณขนาด 7x7 ปรากฏว่าจุดต่างค่าที่ปรากฏอยู่ในภาพมีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตามปริมาณจุดค่าที่ลดลงยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ข้อมูลภาพมีคุณภาพเพียงพอสำหรับการจำแนกข้อมูล ดังนั้นเพื่อเกลี่ยค่าข้อมูลภาพให้มีความสม่ำเสมอขึ้น จึงใช้วิธีการ Median filter ขนาดหน้าต่างการคำนวณ 7x7 อีกครั้งภายหลังจากการปรับปรุงครั้งแรกแล้ว การใช้วิธีการ Median filter จะทำให้ค่าที่อยู่ภายในหน้าต่างการคำนวณได้รับการปรับปรุงด้วยค่ามัธยฐานของกลุ่มข้อมูลภาพในหน้าต่างการคำนวณ วิธีการดังกล่าวมีผลทำให้จุดต่างค่าที่เป็นสัญญาณรบกวนลดลง ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับรายงานของ Delmeire (1997) ที่ใช้วิธีการดังกล่าวในการจำแนกเขตน้ำท่วมด้วยข้อมูลภาพเรดาร์จากดาวเทียม ERS-1 (รูปที่ 4)

เมื่อแต่ละข้อมูลภาพได้รับการกำจัดจุดสัญญาณรบกวนแล้ว ภาพจะมีความคมชัดมากขึ้น ขั้นตอนต่อมาเป็นการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ โดยเป็นการแก้ไขภาพให้มีความคมชัดเหมาะสมกับการวิเคราะห์เบื้องต้นด้วยสายตามากยิ่งขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไปด้วยคอมพิวเตอร์ เทคนิคที่ได้นำมาใช้ในการปรับปรุงข้อมูลภาพเรดาร์ในครั้งนี้ใช้วิธีการยืดช่วงค่าข้อมูลภาพ (contrast stretching) ซึ่งอาศัยหลักการยืดค่าเชิงตัวเลขของภาพเดิมที่มีค่าการสะท้อนเกาะกลุ่มกันอยู่ในช่วงความแตกต่างที่แคบ ให้ช่วงค่ากระจายกว้างขึ้น ภาพใหม่ที่ได้จะมีความแตกต่างของช่วงค่าดีขึ้น ภาพเรดาร์ที่ได้จึงมีความชัดเจนขึ้น (รูปที่ 5)



รูปที่ 4 ข้อมูลภาพเรดาร์บริเวณอำเภอเมืองและอำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก ช่วงขณะน้ำท่วมวันที่ 27 กันยายน 2538 ก่อนและหลังการทำ Sigma filter ขนาดหน้าต่างการคำนวณ 7x7 แล้วตามด้วย Median filter ด้วยขนาดหน้าต่างการคำนวณเดียวกัน

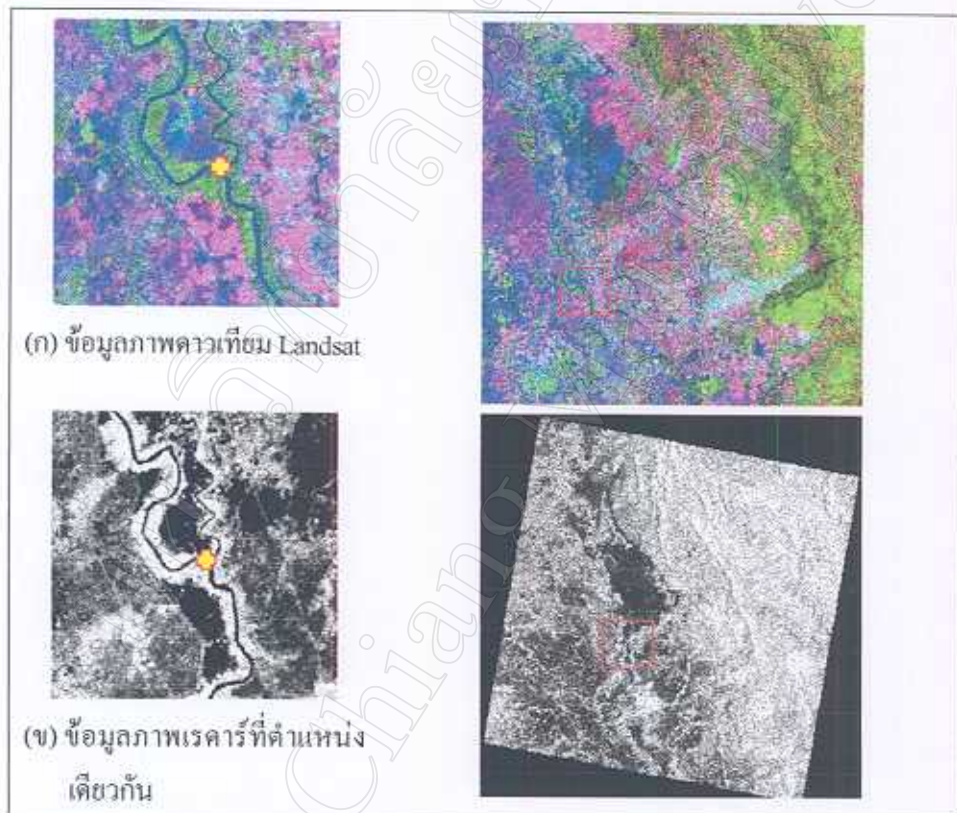
การยืดช่วงค่าข้อมูลอาศัยค่าการกระจายตัวของความถี่สะสม (histogram) ซึ่งสามารถบรรยายค่าทางสถิติของค่าการสะท้อนภายในภาพ ในลักษณะของจำนวนข้อมูลที่มีอยู่แต่ละค่าการสะท้อน ซึ่งในกระบวนการปรับปรุงข้อมูลภาพเรดาร์ของพื้นที่ศึกษานี้ ได้มีการใช้การปรับค่าความคมชัดของภาพด้วยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear transformation) โดยเลือกยืดช่วงค่าการสะท้อนช่วงใดช่วงหนึ่งปรับค่าเป็น 0 หรือ 255 เพื่อให้ความคมชัดกระจายทั่วทั้งภาพ ผลของการปรับปรุงความคมชัดของภาพทำให้แต่ละภาพที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษามีความชัดเจนและมีค่าความแตกต่างของค่าการสะท้อนอยู่ในช่วงที่เพียงพอที่จะนำภาพมาต่อเชื่อมเข้าด้วยกัน ในครอบคลุมพื้นที่ศึกษาและทำการวิเคราะห์ในลำดับต่อไป



รูปที่ 5 ข้อมูลภาพเรดาร์บริเวณอำเภอเมืองและอำเภอยะหริ่ง จังหวัดพิษณุโลก ช่วงขณะน้ำท่วม วันที่ 27 กันยายน 2538 ก่อนและหลังการยืดช่วงค่าข้อมูลภาพ (contrast stretching) เพื่อปรับปรุงคุณภาพข้อมูล

โดยปกติแล้วข้อมูลภาพที่ทำการบันทึกที่ผิวโลกจะมีความบิด (distortion) เนื่องจากสาเหตุหลายประการ หรืออาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างไม่เป็นระบบ (non-systematic distortion) และความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (systemic distortion) (Lillesand and Kiefer, 1994) ข้อมูลภาพในแต่ละ full scene จะได้รับการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต และจัดปรับตำแหน่งของข้อมูลที่ปรากฏบนภาพในสอดคล้อง ถูกต้องตามความเป็นจริง โดยการอ้างอิงกับระบบ โครจแผนทีมาก่อน จึงสามารถเชื่อมต่อกันได้

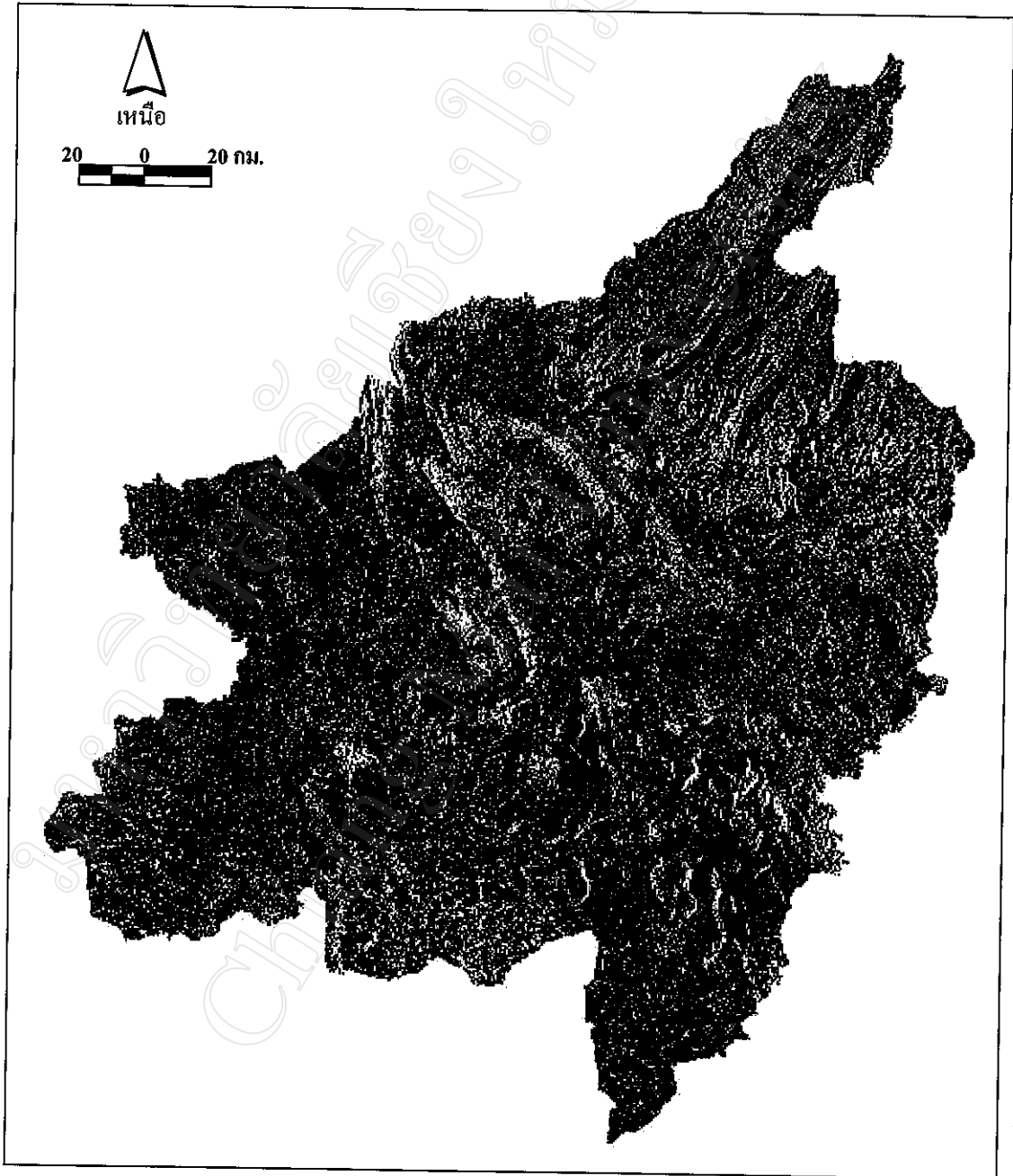
การปรับแก้เชิงตำแหน่งของข้อมูลภาพเรดาร์ในครั้งนี้นำใช้วิธีการปรับแก้โดยอาศัยภาพจากดาวเทียม Landsat ระบบ TM ที่ได้รับการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตแล้ว การปรับแก้จะเป็นการอ้างอิงจุดควบคุมที่ตรงกันของคู่ภาพเพื่อกำหนดค่าพิกัดใหม่ให้กับภาพเรดาร์ (รูปที่ 6) ตำแหน่งของจุดควบคุมอาศัยสิ่งที่ปรากฏเห็นอย่างชัดเจนทั้งสองภาพ ซึ่งได้แก่จุดตัดของทางน้ำ ถนน หรือจุดยอดเขา ให้จุดควบคุมกระจายทั่วทั้งภาพ จากนั้นทำการคำนวณ Transformation Matrix ซึ่งเป็นการคำนวณชุดค่าพิกัดใหม่ อ้างอิงชุดค่าพิกัดที่ได้จากภาพดาวเทียม Landsat ที่ทำการปรับแก้แล้ว โดยคอมพิวเตอร์จะใช้สมการโพลีโนเมียล (ERDAS, 1991) แต่ละภาพที่ได้รับการปรับแก้แล้วจะอยู่ในระบบพิกัดและพื้นหลักฐานเดียวกัน สามารถเชื่อมต่อกันได้



รูปที่ 6 ตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point, GCP) บนข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat ที่ได้รับการปรับแก้เชิงตำแหน่งแล้ว และบนภาพเรดาร์ที่ตำแหน่งเดียวกัน เพื่อปรับแก้ข้อมูลเชิงตำแหน่ง

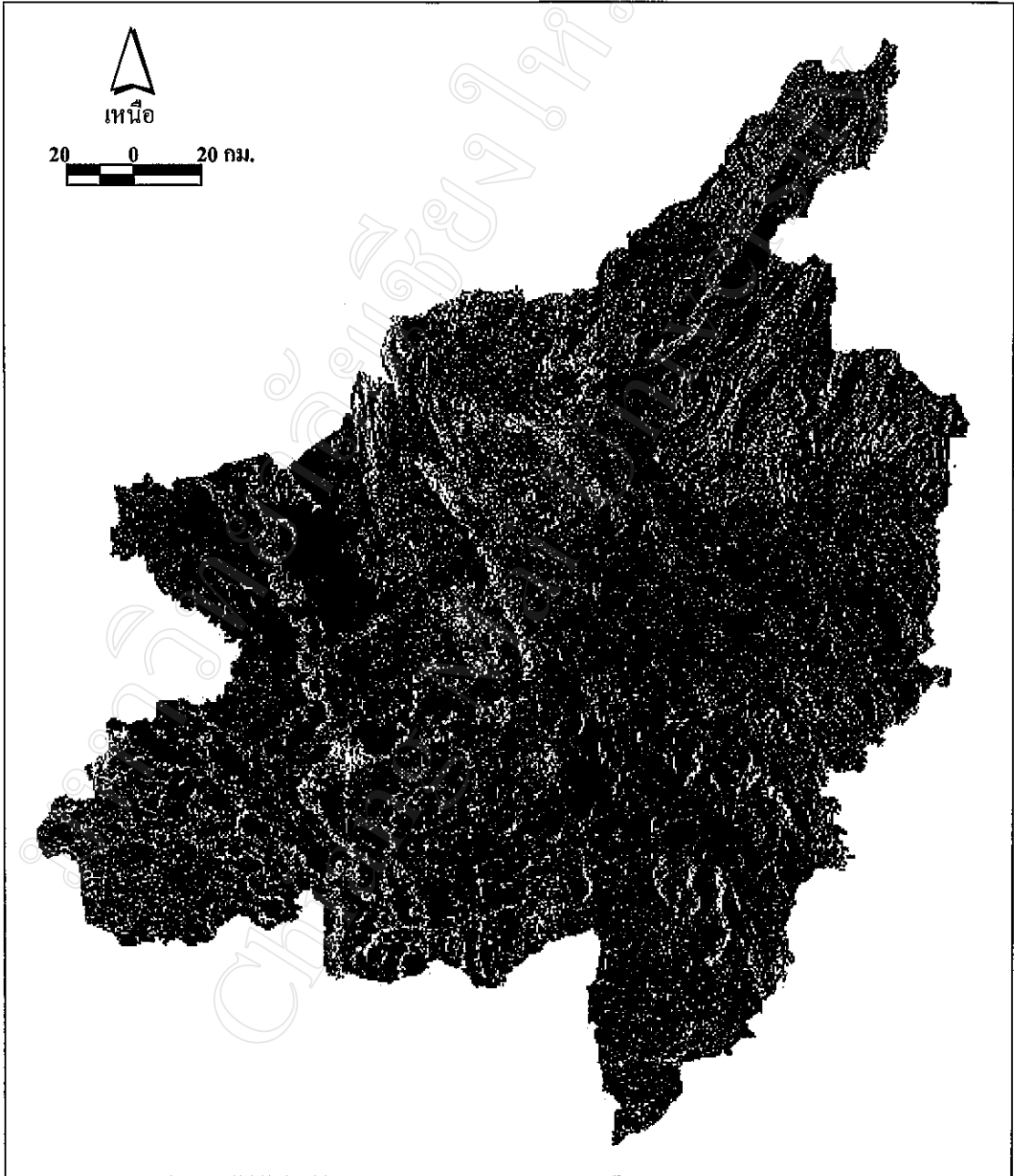
การเชื่อมต่อข้อมูลภาพเป็นกระบวนการนำข้อมูลภาพอย่างน้อย 2 ภาพ ที่มีการซ้อนทับกันมาสร้างเป็นข้อมูลภาพชุดใหม่ที่มีความต่อเนื่องกันด้วยตำแหน่งของภาพเดียวกัน โดยภาพทั้งสองจะต้องอยู่ในระบบพิกัดและพื้นหลักฐานเดียวกัน ซึ่งข้อมูลภาพเรดาร์ทั้งหมดได้รับการกำหนดคุณสมบัติดังกล่าวมาแล้วในขั้นตอนข้างต้น ชุดข้อมูลภาพเรดาร์ในแต่ละช่วงเวลาการบันทึกจึงสามารถนำมาต่อเชื่อมกันได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่าภาพแต่ละภาพจะได้รับการปรับปรุงความคมชัดแล้ว แต่ละภาพยังมีความแตกต่างของค่าการสะท้อนอยู่เล็กน้อย ขั้นตอนการต่อภาพจึงทำการปรับปรุงค่าการสะท้อนด้วยวิธีการ Histogram Matching ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะให้ภาพที่มีความสอดคล้องและกลมกลืนกัน สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้วยสายตาได้

ลักษณะข้อมูลภาพเรดาร์ที่ได้รับการเชื่อมต่อกันทั้งพื้นที่ศึกษาที่มีความแตกต่างระหว่างข้อมูลสองช่วงเวลาอย่างเห็นได้ชัดเจน ข้อมูลช่วงก่อนน้ำท่วมที่ได้รับการบันทึกไว้ในช่วงวันที่ 17-19 พฤษภาคม 2538 บริเวณที่เป็นภูเขาสูงทางด้านตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือที่ปกคลุมด้วยป่าไม้ จะมีลักษณะภาพเป็นจุดสีขาวสลับดำอันเกิดจากการสะท้อนและการกระจัดกระจายของคลื่นไมโครเวฟที่ตกกระทบกับพื้นที่ป่าที่มีความชื้นและทรงพุ่มของต้นไม้สูงไม่สม่ำเสมอ ลักษณะที่เป็นพื้นที่โล่งไม่มีความชุ่มชื้นของพื้นดิน ภาพสัญญาณเรดาร์จะปรากฏเป็นสีเทาสว่างทอเป็นแนวต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา สำหรับบริเวณที่เป็นชุมชนเมืองที่มีตึกสูงสลับต่ำและบริเวณริมฝั่งลำน้ำที่มีต้นไม้ทรงพุ่มสูงต่ำแตกต่างกันมาก จะทำให้การสะท้อนและการกระจัดกระจายของสัญญาณมีมากจนเกิดเป็นพื้นที่สีขาวให้เห็นอย่างเด่นชัด ลักษณะภาพที่เป็นสีเทาค่อนข้างเข้มกระจายอยู่ทั่วไปบริเวณพื้นที่ราบของจังหวัดพิษณุโลก ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลกเป็นพื้นที่ที่มีการทำนาตลอดปี หลังจากการเก็บเกี่ยวแล้วจะมีการเตรียมที่และสูบน้ำเข้าพื้นที่นาทันทีเพื่อปลูกข้าวในช่วงต่อไป ด้วยเหตุนี้ค่าการสะท้อนของภาพเรดาร์ในเดือนพฤษภาคมจึงปรากฏเป็นพื้นที่สีเทาเข้ม เนื่องจากพื้นที่นาที่มีการสูบน้ำเข้าที่นาแล้วผิวน้ำมีลักษณะราบเรียบทำให้สัญญาณเรดาร์ถูกสะท้อนอย่างเป็นระเบียบออกห่างจากเครื่องรับสัญญาณ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่น้ำท่วม (Lillesand and Kiefer, 1994) (รูปที่ 7) ข้อมูลภาพเรดาร์ที่ได้รับการบันทึกไว้ระหว่างวันที่ 26-28 กันยายน 2538 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมขังบริเวณพื้นที่ราบลุ่มริมฝั่งน้ำของจังหวัดพิษณุโลก จะสังเกตได้ว่าพื้นที่ราบลุ่มปรากฏเป็นพื้นที่สีดำทั่วไปทั้งพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่น้ำท่วมมีผิวน้ำที่ราบเรียบ ทำให้สัญญาณมีการสะท้อนที่ออกห่างจากเครื่องรับสัญญาณจนไม่มีการสะท้อนกลับเข้าเครื่องรับสัญญาณเลย ค่าข้อมูลที่บันทึกได้จึงมีค่าเป็น 0 ทำให้เห็นเป็นพื้นที่สีดำกระจายอยู่ทั่วไปทั้งบริเวณที่เป็นที่ราบลุ่ม ในขณะที่พื้นที่อื่นมีค่าการสะท้อนไม่แตกต่างจากช่วงก่อนน้ำท่วมมากนัก (รูปที่ 8)



รูปที่ 7 ข้อมูลภาพเรดาร์บริเวณจังหวัดพิจิตร โลกช่วงก่อนน้ำท่วม บันทึกเมื่อ วันที่ 17-19 พฤษภาคม

2538



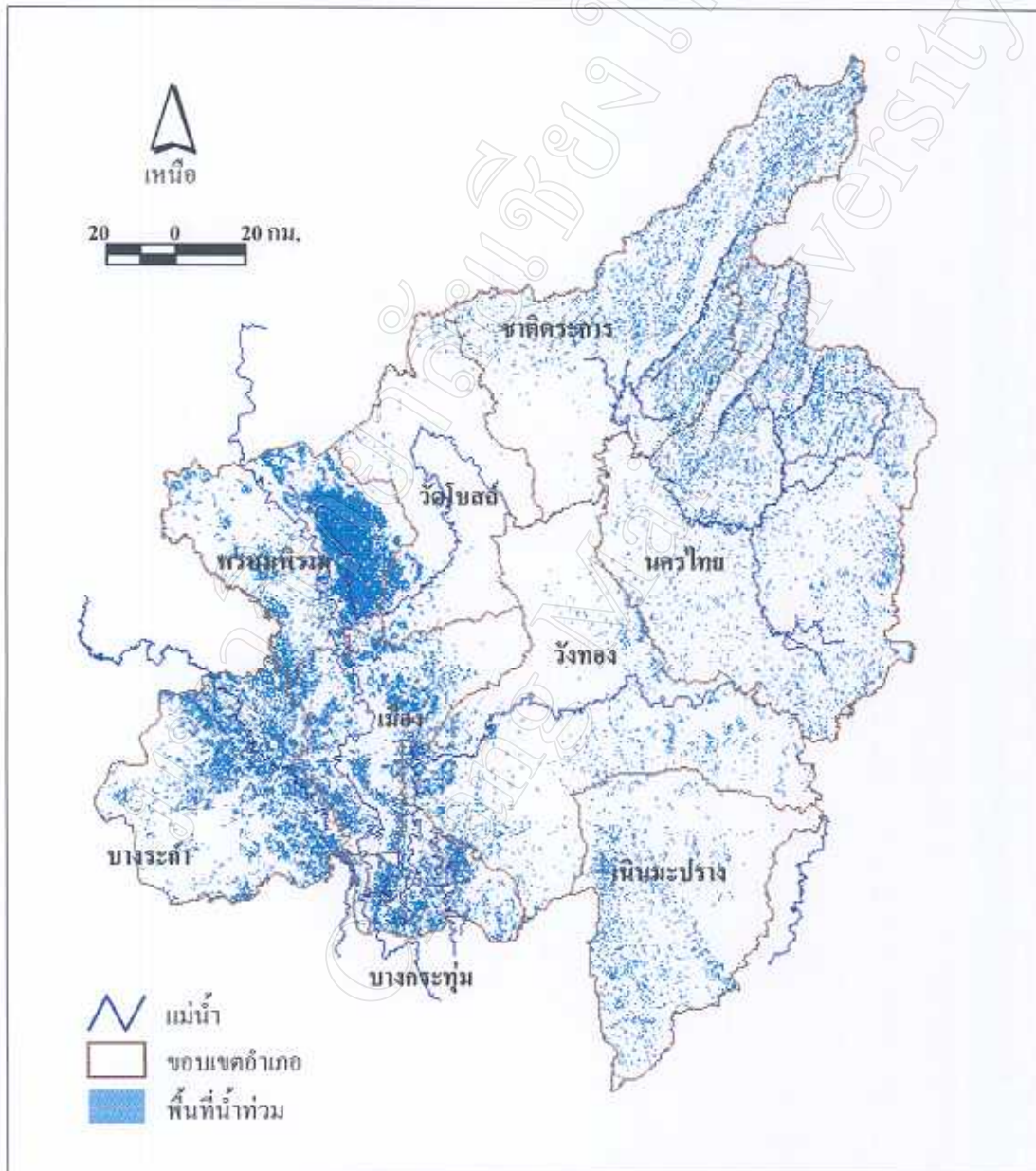
รูปที่ 8 ข้อมูลภาพเรดาร์บริเวณจังหวัดพิษณุโลกขณะน้ำท่วม บันทึกเมื่อ วันที่ 26-28 กันยายน 2538

การจำแนกเขตน้ำท่วมด้วยข้อมูลภาพเรดาร์

การวิเคราะห์ภาพข้อมูลดาวเทียมเพื่อจำแนกเขตน้ำท่วมหลายกรณีตัวอย่างมีการใช้วิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม (รัศมี, 2540; Turner and Congalton, 1998; Michener and Houhoulis, 1997) ดังนั้น ในเบื้องต้นของการศึกษาได้ทดสอบทำการจำแนกข้อมูลภาพเรดาร์ในพื้นที่ศึกษาด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม โดยใช้เทคนิค ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) เนื่องจากข้อมูลภาพน้ำท่วมเป็นข้อมูลที่บันทึกได้เมื่อปี พ.ศ. 2538 ซึ่งขณะนั้นไม่มีข้อมูลภาคพื้นดินในบริเวณพื้นที่ศึกษา หากใช้วิธีการจำแนกแบบควบคุม อาจมีการลำเอียงในการจำแนก (bias) จึงเลือกใช้วิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม ข้อมูลภาพเรดาร์ทั้งสองช่วงเวลาได้รับการนำมาผสมข้อมูล โดยให้ข้อมูลเดือนกันยายน เป็นสีแดงและเขียว ข้อมูลเดือนพฤษภาคม เป็นน้ำเงินตามลำดับ จากนั้นกำหนดชั้นข้อมูล เริ่มต้น (number of class) เท่ากับ 30 ชั้น และทำการคำนวณซ้ำ (number of iteration) เป็นจำนวน 100 ครั้ง เปอร์เซ็นต์ความคงที่ของผลการจำแนก (percent of unchanged) เท่ากับ 98% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูล เท่ากับ 0.3 ผลการจำแนกได้รับการแจกแจงและยุบรวมชั้นข้อมูลเพื่อจำแนกเป็นพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่น้ำไม่ท่วม แม้ว่าผลการจำแนกจะสามารถแยกพื้นที่น้ำท่วมในบริเวณพื้นที่ราบริมฝั่งน้ำได้อย่างชัดเจน แต่ผลการจำแนกปรากฏพื้นที่ซึ่งจำแนกได้ว่าเป็นพื้นที่น้ำท่วมในเขตป่าด้านตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาที่มีภูมิประเทศเป็นภูเขาสูง แม้ว่าจะทำการขจัดเขตน้ำท่วมขนาดเล็กที่กระจายอยู่บริเวณที่เป็นพื้นที่ป่า ด้วยการทำ majority filter หลายครั้งก็ตาม นอกจากนี้ บริเวณชุมชนและคันไม้ริมฝั่งน้ำที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมสูง ยังไม่ได้รับการจำแนกเป็นเขตน้ำท่วมอีกด้วย (รูปที่ 9) แสดงให้เห็นว่าวิธีการจำแนกดังกล่าวยังมีจุดอ่อนของการจำแนกอยู่ จึงได้มีการพัฒนาวิธีการจำแนกด้วยวิธีการสร้างสัดส่วนข้อมูลที่จะได้กล่าวถึงในขั้นตอนต่อไป

การสร้างข้อมูลภาพใหม่ด้วยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูลจากข้อมูลภาพต่างช่วงเวลาตามสมการ (3) ที่ใช้ในการสร้างข้อมูลดัชนีพืชพรรณ (Chen, 1995) ค่าอัตราส่วนของบริเวณที่เกิดน้ำท่วมจะมีความแตกต่างจากบริเวณที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะที่ดิน โดยบริเวณที่เป็นป่าไม้ซึ่งมีค่าการกระจัดกระจายของคลื่นไมโครเวฟอย่างไม่เป็นระเบียบจนเกิดจุดสีดำสลับขาวทั่ว ไปทั้งพื้นที่ บริเวณที่มีค่าการสะท้อนสูงมาก เช่น พื้นที่ที่มีคันไม้และชุมชนเมือง บริเวณที่มีค่าการสะท้อนปานกลาง เช่น บริเวณพืชไร่ที่ปลูกเป็นแปลง ในพื้นที่ที่เป็นทุ่งหญ้า ป่าละเมาะ หรือที่ดินโล่ง การสะท้อนสัญญาณจะต่ำ เนื่องจากลักษณะพื้นผิวเป็นที่ราบเรียบ สำหรับพื้นที่แหล่งน้ำที่มีผิวราบเรียบ การสะท้อนสัญญาณไมโครเวฟอาจไม่มีการสะท้อนกลับเข้าสู่เครื่องรับสัญญาณเลย (เซวาลิต, 2536) เมื่อทำการสร้างค่าอัตราส่วนแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะมีแนวโน้มของค่าอัตราส่วนห่างออกจากค่า 0 ทั้งในทิศทางที่เป็นค่าบวกและค่าลบ ในขณะที่บริเวณที่เกิดน้ำท่วมจะมีความ

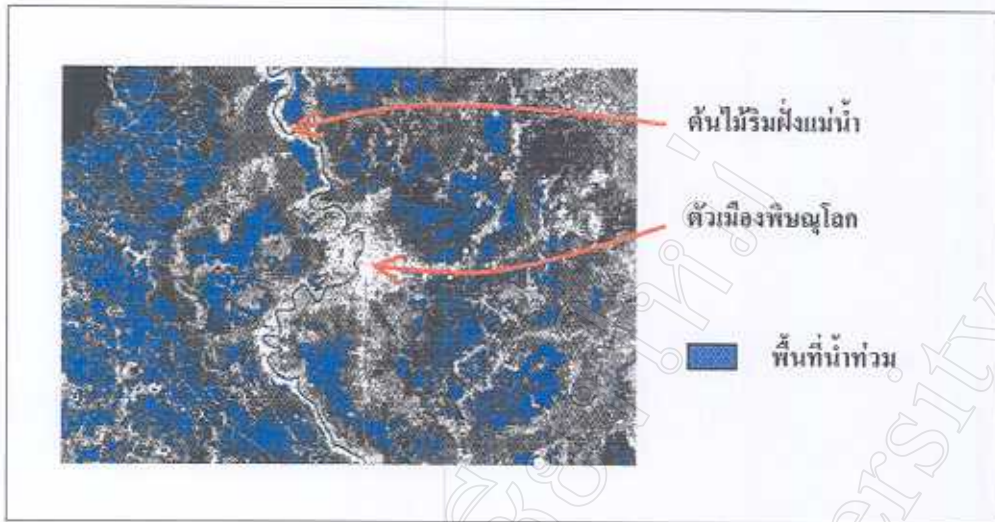
แตกต่างของค่าการสะท้อนในช่วงก่อนน้ำท่วมและช่วงขณะเกิดน้ำท่วม ดังนั้นการสร้างอัตราส่วน
 แนวโน้มของค่าอัตราส่วนจะมีค่าเข้าใกล้ค่า 0 ทั้งในทิศทางที่เป็นค่าบวกและค่าลบ อย่างไรก็ตาม
 ค่าอัตราส่วนที่ได้จะมีความต่อเนื่องของข้อมูลอยู่มาก จึงจำเป็นต้องหาช่วงค่าที่เหมาะสมในการ
 จำแนกค่าดัชนีที่ได้จากการสร้างอัตราส่วนให้เป็นเขตน้ำท่วม



รูปที่ 9 พื้นที่น้ำท่วมจากการจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) ข้อมูลภาพเรดาร์
 จากดาวเทียม JERS-1 โดยการผสมข้อมูลเดือนกันยายน กันยายน และพฤษภาคม เป็นสีแดง
 เขียว และน้ำเงิน ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาข้อมูลภาพที่ได้จากการจำแนกแบบไม่ควบคุมที่ได้รับการจัดกลุ่มข้อมูล และจำแนกเป็นพื้นที่น้ำท่วม ทำการสกัดข้อมูลที่จำแนกเป็นพื้นที่น้ำท่วมมาทำเป็นเขตสำหรับวิเคราะห์หาค่าสถิติข้อมูลอัตราส่วนเฉพาะพื้นที่ในส่วนที่การจำแนกแบบไม่ควบคุมจำแนกเป็นเขตน้ำท่วม (summarize zone) พบว่าข้อมูลอัตราส่วนที่ปรากฏอยู่ในขอบเขตน้ำท่วมดังกล่าวมีค่าเฉลี่ย -0.97 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.01 ค่าสถิติดังกล่าวจึงถูกนำมาใช้ในการกำหนดช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกค่าอัตราส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งพื้นที่ศึกษาเป็นเขตน้ำท่วม โดยเลือกใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลอัตราส่วน บวกและลบด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งจะได้ค่าที่อยู่ในช่วง -4.98 ถึง 3.05 ค่าอัตราส่วนในช่วงดังกล่าวได้รับการจำแนกให้เป็นพื้นที่น้ำท่วม จากนั้นทำ majority filter เพื่อกำจัดเขตน้ำท่วมที่มีขนาดเล็กออกไป แล้วแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปราสเตอร์ให้เป็นข้อมูลแบบเวกเตอร์

แผนที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม JERS-1 ในระบบเรดาร์ ด้วยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูลสามารถนำไปวิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลอื่นในฐานะข้อมูลเชิงพื้นที่บริเวณพื้นที่ศึกษาได้ เช่น ขอบเขตการปกครอง ทางน้ำ ลักษณะภูมิประเทศ ขอบเขตโครงการชลประทาน เป็นต้น พบว่าสามารถจำแนกเขตน้ำท่วมได้ดีพอสมควร (รูปที่ 10) อย่างไรก็ตาม ข้อมูลภาพเรดาร์ไม่สามารถจำแนกพื้นที่น้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำที่มีต้นไม้และบริเวณตัวเมืองพิษณุโลกที่ปรากฏเป็นพื้นที่สีขาวในภาพข้อมูล ทั้งที่รายงานระดับน้ำท่าบริเวณตัวเมืองพิษณุโลกมีระดับสูงกว่าระดับ 0.53 เซนติเมตร (รูปที่ 11) นอกจากนี้การใช้ข้อมูลภาพในช่วงวันที่ 26-28 กันยายน 2538 เป็นเวลาที่ระดับน้ำที่วัดได้ตามสถานีวัดน้ำในแม่น้ำยมและแม่น้ำน่านในบริเวณพื้นที่ศึกษาได้สูงกว่าระดับตลิ่งเป็นระยะเวลาหนึ่งและผ่านจุดสูงสุดไปแล้ว พื้นที่เขตน้ำท่วมที่ได้จากการวิเคราะห์อาจไม่แผ่บริเวณกว้างเท่ากับช่วงเวลาการขึ้นสูงสุดของระดับน้ำ



รูปที่ 11 ผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไม่สามารถจำแนกพื้นที่น้ำท่วมบริเวณตัวเมืองและริมฝั่งน้ำที่มีต้นไม้ปกคลุม (ภาพสีขาว)

การประเมินความถูกต้องของการจำแนกเขตน้ำท่วม

การสำรวจในภาคสนาม

การประเมินความถูกต้องของการจำแนกเขตน้ำท่วมจำเป็นต้องใช้ข้อมูลอ้างอิงเพื่อประกอบการประเมิน เนื่องจาก ไม่มีหน่วยงานใดสร้างแผนที่เขตน้ำท่วมในปี 2538 ที่สามารถนำมาใช้เป็นแผนที่อ้างอิงได้ การประเมินความถูกต้องในการศึกษาครั้งนี้จึงต้องอาศัยวิธีการสัมภาษณ์เกษตรกรหรือผู้ที่อยู่ในเหตุการณ์บริเวณจุดที่ได้รับการสุ่มตัวอย่างหลังจากเหตุการณ์เกิดขึ้นแล้ว 2 ปี จุดที่สุ่มได้รับการกำหนดขึ้นโดยชุดโปรแกรม ERDAS โดยทำการสุ่มจุดตัวอย่างทั้งหมด 184 จุด และรายงานค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ การเข้าถึงจุดตัวอย่างอาศัยระบบ GPS เป็นเครื่องมือนำทางการเก็บข้อมูลใช้วิธีการสัมภาษณ์และการสังเกตร่องรอยการเกิดเหตุการณ์ เช่น ร่องรอยระดับน้ำที่ปรากฏอยู่บนอาคาร เสาไฟฟ้า หรืออื่นๆ เพื่อประกอบเป็นข้อมูลในการอ้างอิงลักษณะเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามจุดสำรวจต่างๆ จุดสำรวจที่อยู่ในเขตพื้นที่ป่าไม้และความลาดชันมากกว่า 10% ได้รับการอ้างอิงโดยแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินและชั้นข้อมูลความลาดชันในระบบ GIS ให้เป็นจุดที่ไม่มีน้ำท่วม

การประเมินความถูกต้องของการจำแนก

ผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกเขตน้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียม ด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม พบว่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) ของการจำแนกเท่ากับ 69%

ผลความถูกต้องในแง่ของผู้จำแนก (producer accuracy) ในการจำแนกเป็นพื้นที่น้ำท่วมเท่ากับ 75% ขณะที่การจำแนกเป็นพื้นที่น้ำไม่ท่วมเท่ากับ 72% ในแง่ของผู้ใช้แผนที่ (user accuracy) การจำแนกเป็นพื้นที่น้ำท่วมและน้ำไม่ท่วมมีความถูกต้องเท่ากับ 49% และ 86% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสถิติ Kappa พบว่าค่าสถิติโดยรวม (overall \hat{K}) เท่ากับ 0.37 โดยมี Conditional \hat{K} สำหรับพื้นที่น้ำท่วมและน้ำไม่ท่วมเท่ากับ 0.28 และ 0.52 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ตาราง Error matrix เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยข้อมูล SAR โดยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม

ข้อมูลจากการจำแนก	ข้อมูลจากภาคสนาม		
	น้ำท่วม	น้ำไม่ท่วม	รวม
น้ำท่วม	42	43	85
น้ำไม่ท่วม	14	85	99
รวม	56	118	184

Producer's Accuracy		User's Accuracy	
น้ำท่วม	$42/56 = 0.75$	น้ำท่วม	$42/85 = 0.49$
น้ำไม่ท่วม	$85/118 = 0.72$	น้ำไม่ท่วม	$85/99 = 0.86$
Overall Accuracy = 0.69			
Overall Kappa = 0.37		Conditional Kappa _{flood}	= 0.28
		Conditional Kappa _{non-flood}	= 0.52

การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยวิธีการสร้างภาพอัตราส่วน โดยการเปรียบเทียบผลการจำแนกกับผลการตรวจสอบในภาคสนามตามตารางที่ 3 พบว่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกเท่ากับ 86% โดยที่ผลการประเมินความถูกต้องในแง่ของผู้จำแนก แสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมเท่ากับ 64% ขณะที่การจำแนกพื้นที่น้ำไม่ท่วมถูกต้อง 96% เมื่อพิจารณาผลการประเมินความถูกต้องในแง่ของผู้ใช้ พบว่าใน

บรรดาพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมนั้น โอกาสที่ผู้ใช้พบว่าบริเวณนั้นมีน้ำท่วมจริงเท่ากับ 87% ส่วนบริเวณที่ถูกจำแนกว่าเป็นพื้นที่น้ำไม่ท่วมนั้น ผู้ใช้มีโอกาสพบว่าน้ำไม่ท่วมจริงเท่ากับ 86% สำหรับการประเมินความถูกต้องด้วยวิธีการวิเคราะห์สถิติ Kappa พบว่าค่าสถิติโดยรวม เท่ากับ 0.63 โดยค่า Conditional K สำหรับพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่น้ำไม่ท่วมเท่ากับ 0.80 และ 0.52 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ตาราง Error matrix เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยข้อมูล SAR โดยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูล

ข้อมูลจากการจำแนก	ข้อมูลจากภาคสนาม		
	น้ำท่วม	น้ำไม่ท่วม	รวม
น้ำท่วม	36	5	41
น้ำไม่ท่วม	20	123	143
รวม	56	128	184

Producer's Accuracy		User's Accuracy	
น้ำท่วม	$36/56 = 0.64$	น้ำท่วม	$36/41 = 0.87$
น้ำไม่ท่วม	$123/128 = 0.96$	น้ำไม่ท่วม	$123/143 = 0.86$
Overall Accuracy = 0.86			
Overall Kappa = 0.63		Conditional Kappa _{flood}	= 0.80
		Conditional Kappa _{non-flood}	= 0.52

จะเห็นได้ว่าค่าความถูกต้องโดยรวมและค่า Kappa โดยรวม ของทั้งสองวิธีมีค่าแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความถูกต้องในแง่ของผู้ใช้ของการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม มีค่าต่ำมาก เนื่องจากวิธีการดังกล่าว มีการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมในบริเวณป่าไม้ด้านตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัด ทำให้ค่าความถูกต้องมีค่าต่ำ

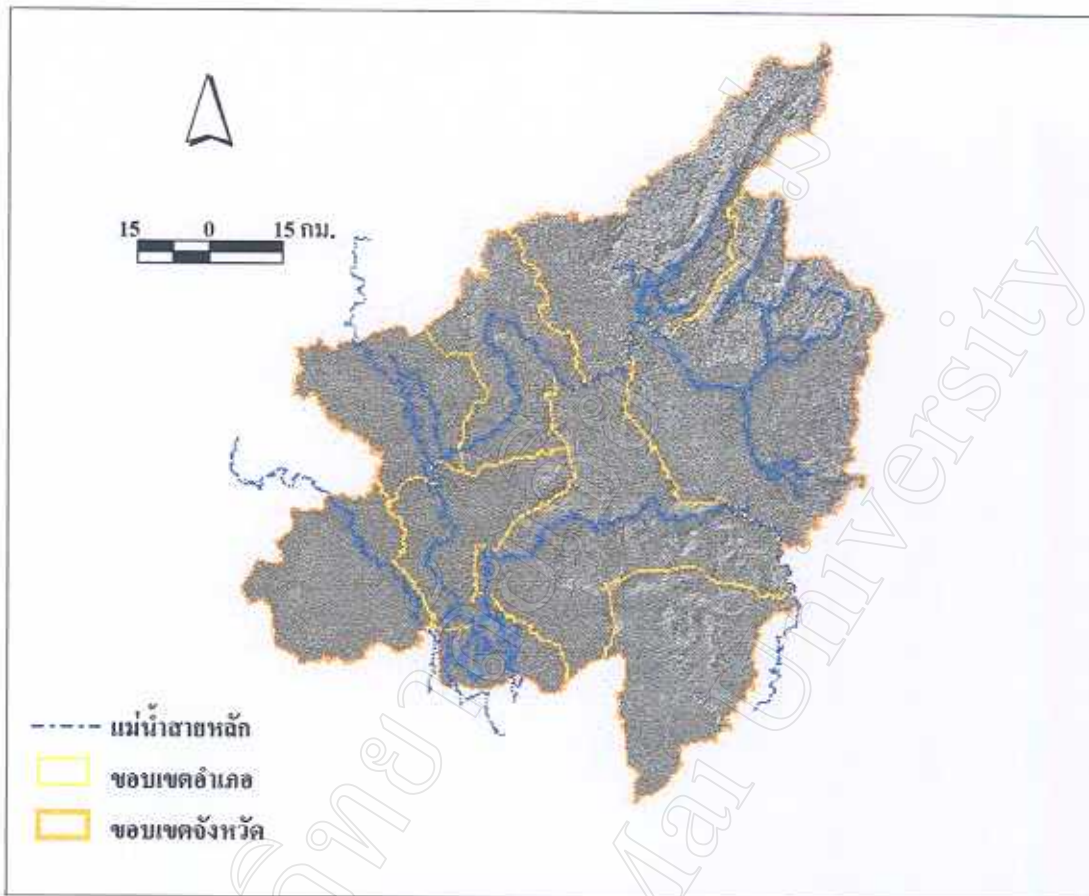
เมื่อพิจารณาความถูกต้องในแง่ของผู้จำแนก พบว่าความถูกต้องของการจำแนกเป็นพื้นที่น้ำท่วมมีค่าต่ำมาก เนื่องจากจุดที่สุ่มสำรวจที่ตกอยู่บริเวณริมฝั่งน้ำและบริเวณชุมชนเมืองซึ่ง

เป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วมในบริเวณดังกล่าว ด้วยวิธีการจำแนกทั้งสองวิธีการไม่สามารถจำแนกให้เป็นพื้นที่น้ำท่วมได้ ประกอบกับความคลาดเคลื่อนอื่นๆ ทำให้ผลความถูกต้องมีค่าต่ำ และส่งผลกระทบต่อผู้ใช้แผนที่ในการใช้งานสำหรับพื้นที่น้ำไม่ท่วม เนื่องจากการใช้แผนที่ในบริเวณที่แผนที่แสดงเขตน้ำไม่ท่วม แต่ในความเป็นจริงเกิดน้ำท่วม จากเหตุผลดังกล่าวแสดงให้เห็นข้อจำกัดของการจำแนกเขตน้ำท่วม ไม่ว่าจะเป็วิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุมหรือการสร้างอัตราส่วนข้อมูล ดังนั้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องของการจำแนก จึงได้มีการทดสอบการใช้แบบจำลอง WMS เพื่อจำลองเขตน้ำท่วมมาช่วยในการสร้างแผนที่น้ำท่วมให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

การเตรียมข้อมูลสำหรับนำเข้าในแบบจำลอง WMS

การสร้างแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข

ปัญหาของการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศจากเส้นชั้นความสูงที่พบบ่อยครั้งคือ การใช้ข้อมูลค่าความสูงที่ผิดพลาด ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นนี้มักเกิดในบริเวณเล็กๆ แต่มีค่าความสูงที่ผิดพลาดมาก การตรวจสอบความผิดพลาดดังกล่าวสามารถทำได้โดยการสร้างภาพเงาพื้นผิว (shaded-relief surface) เพื่อแก้ไขค่าความสูงและสร้างข้อมูลความสูงต่อเนื่องจากค่าความสูงที่ได้รับการแก้ไขแล้วอีกครั้ง (Weibel and Heller, 1991) นอกจากนี้ กระบวนการคำนวณค่าความสูงต่อเนืองยังมีความผิดพลาดในการคำนวณอีกด้วย ความผิดพลาดดังกล่าว สามารถตรวจสอบได้โดยการจำแนกจุดแผ่นดินขุบตัวและจุดยอดเขา ซึ่งจุดแผ่นดินขุบตัวในที่นี้หมายถึงบริเวณที่มีความสูงของพื้นที่ต่ำกว่าพื้นที่โดยรอบ ทำให้การไหลของน้ำเกิดขึ้นเฉพาะในบริเวณ ในทางตรงข้ามจุดยอดเขาหมายถึงบริเวณที่มีความสูงมากกว่าพื้นที่โดยรอบ การสร้างแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลขด้วยโปรแกรม Arc/Info ที่มีขนาดความละเอียด 30x30 เมตร จะพบค่าความผิดพลาดดังกล่าวประมาณ 1% ของจำนวนช่องกริดทั้งหมด (ESRI, 1994b) จึงต้องทำการกำจัดความผิดพลาดที่ไม่ได้รับการกำหนดไว้ในชั้นข้อมูลจุดแผ่นดินขุบตัวก่อนหน้านี้ โปรแกรม Arc/Info จะทำการคำนวณค่าที่ผิดพลาดและให้ค่าข้อมูลใหม่ โดยจะทำการคำนวณซ้ำจนไม่พบข้อผิดพลาด ในการศึกษาได้กำหนดให้แต่ละช่องกริดมีขนาด 30x30 ตารางเมตร ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาและจังหวัดใกล้เคียง ซึ่งขนาดของช่องกริดที่มีขนาดใหญ่จะมีผลทำให้ความแม่นยำของการจำลองลดลง (Lear et al., 2000) อย่างไรก็ตามขนาดช่องกริดที่มีขนาดเล็กจะใช้พื้นที่ในการจัดเก็บและการประมวลผลที่มากขึ้น (Garcia, 1998) ผลการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลขพบว่าจังหวัดพิษณุโลกมีค่าความสูงของพื้นที่สูงสุด 2,100 เมตรจากระดับน้ำทะเล และต่ำสุด 14 เมตรจากระดับน้ำทะเล (รูปที่ 12)



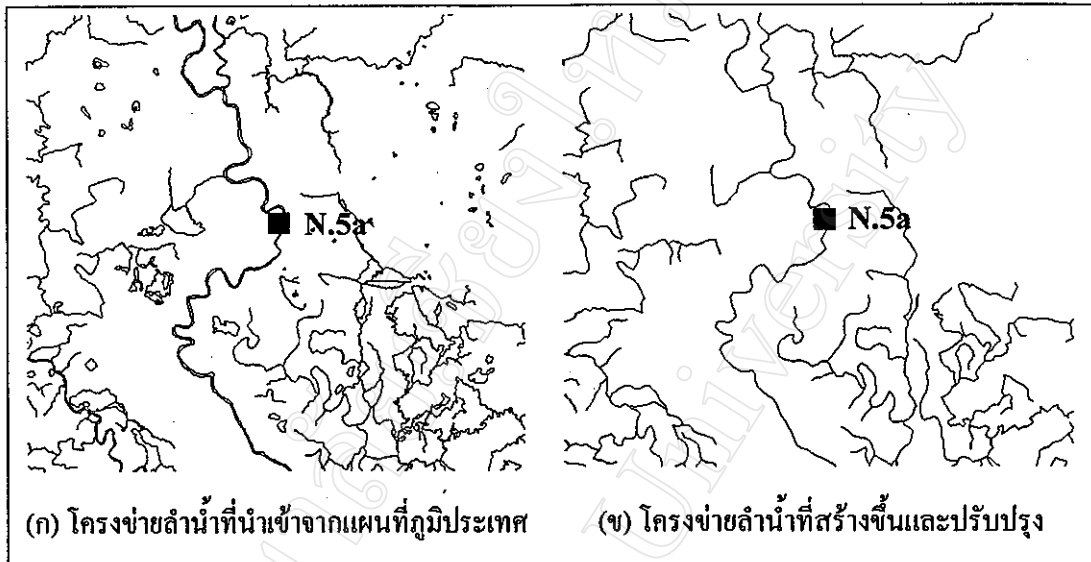
รูปที่ 12 แบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข (DEM) บริเวณจังหวัดพิจิตร โลก

แบบจำลอง DEM ที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรมด้าน GIS จะมีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงต้องทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ ASCII ไฟล์ เพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลร่วมกับโปรแกรมอื่นๆ รวมทั้งแบบจำลอง WMS ด้วย

ข้อมูลโครงข่ายลำน้ำ

ข้อมูลโครงข่ายลำน้ำสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม ARC/INFO (ESRI, 1994b) และได้รับการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นไปตามลักษณะภูมิประเทศที่สร้างขึ้น ตามทิศทางการไหลและลักษณะการรวมตัวของน้ำ จากรูปที่ 13 จะเห็นได้ว่าโครงข่ายลำน้ำที่สร้างขึ้นจะไม่มี ความแตกต่างจากลำน้ำที่นำเข้ามาจากแผนที่ภูมิประเทศ แต่การปรับปรุงทางน้ำทำให้ลักษณะการไหลของของลำน้ำไม่มีความวกวนจนทำให้เกิดพื้นดินที่มีลักษณะเป็นเกาะ นอกจากนี้ทางน้ำที่ปรับปรุงขึ้นจะมีการไหลจากต้นน้ำที่มีพื้นที่สูงกว่าไปยังพื้นที่ที่ต่ำกว่า แม้ว่าจะอยู่ในบริเวณที่ราบที่มีความสูงของ

ภูมิประเทศแตกต่างกัน ไม่มากนัก เช่นบริเวณอำเภอเมืองพิษณุโลกที่มีตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำ



รูปที่ 13 โครงข่ายลำน้ำบริเวณสถานีวัดน้ำ N.5a บริเวณอำเภอเมืองพิษณุโลก

ข้อมูลระดับน้ำทำรายวัน

ข้อมูลระดับน้ำทำรายวันของกองอุทกวิทยา กรมชลประทาน ในปี พ.ศ. 2538 ประกอบด้วยสถานีที่ตั้งอยู่ในแม่น้ำยม 3 สถานี และในแม่น้ำน่าน 9 สถานี รวมทั้งสิ้น 12 สถานี กระจายอยู่ในตำแหน่งต่างๆ ของลำน้ำครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก ข้อมูลทั้งหมดได้รับการนำเข้าและจัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบที่แบบจำลอง WMS ต้องการ ระดับน้ำของทุกสถานีของแต่ละวันได้รับการจัดให้อยู่ในแฟ้มข้อมูลเดียวกัน ตามตารางที่ 4 โดยสองบรรทัดแรกของแฟ้มข้อมูลเป็นส่วนนำของข้อมูล ต่อจากนั้นเป็นส่วนของข้อมูลระดับน้ำทำรายสถานี ซึ่งในสดมภ์ที่สองและสดมภ์ที่สามเป็นค่าพิคกภูมิศาสตร์ในแนวนอนและแนวตั้งตามลำดับ สดมภ์ที่สี่เป็นความสูงของผิวน้ำวัดจากระดับน้ำทะเลปานกลางที่ได้จากการจดบันทึก

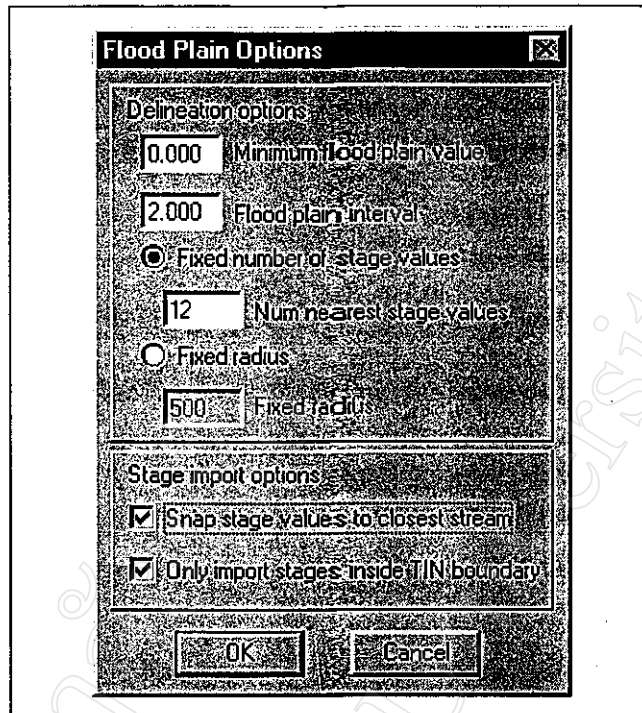
ตารางที่ 4 รูปแบบเพิ่มข้อมูลระดับน้ำท่าที่แบบจำลอง WMS สามารถอ่านได้

FLOOD			
Water			
ST	587894.305	1880181.898	49.02
ST	619854.812	1853278.375	42.39
ST	629166.828	1825978.292	37.99
ST	634541.772	1859964.096	44.92
ST	644349.687	1818321.459	37.27
ST	662298.692	1862619.240	44.56
ST	626106.451	1883383.710	47.65
ST	694790.301	1889567.525	197.39
ST	643838.889	1904249.888	73.85
ST	673431.756	1908059.414	176.45
ST	619988.630	1925469.144	53.79

การจำลองพื้นที่น้ำท่วมด้วยแบบจำลองลุ่มน้ำ

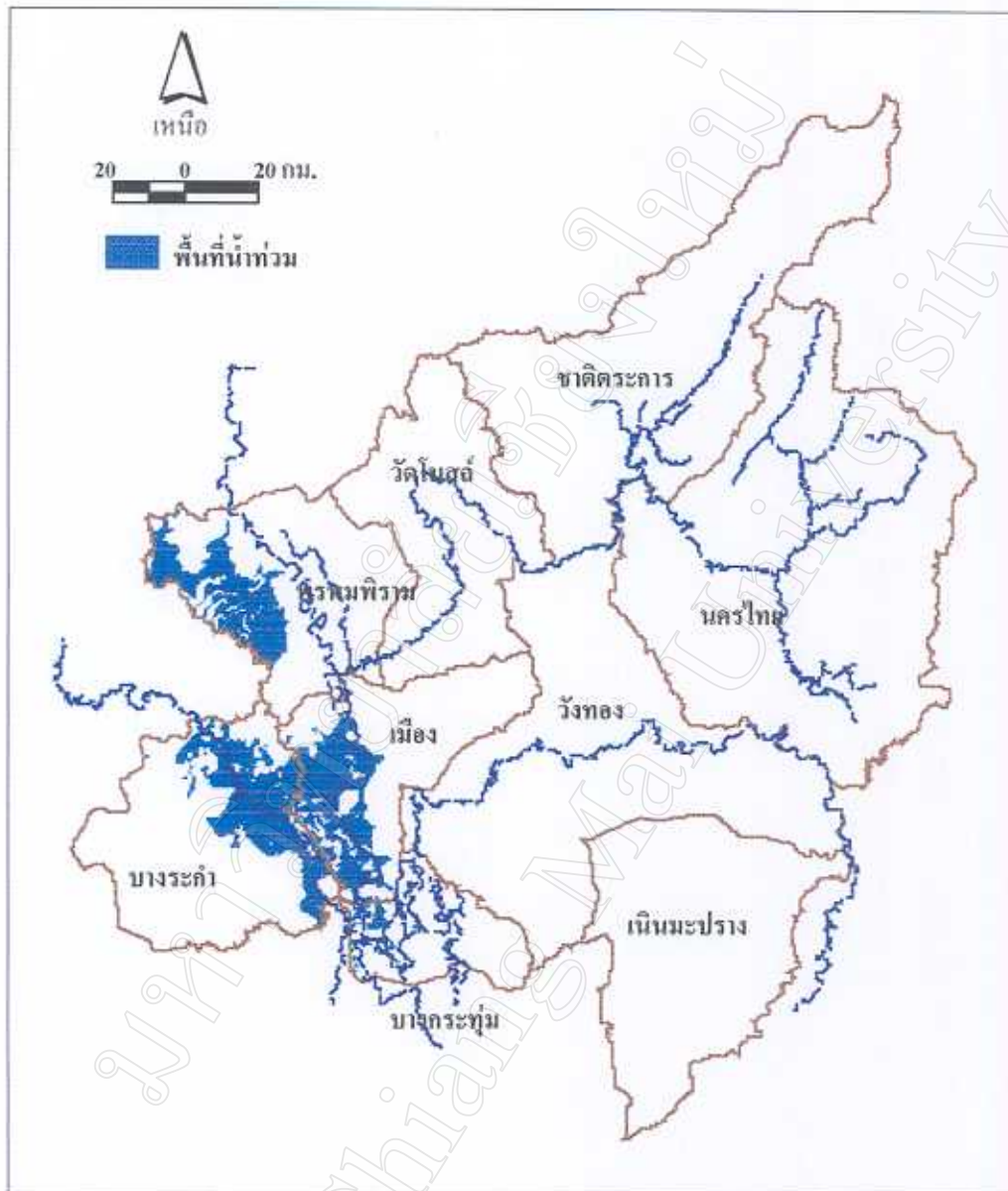
แบบจำลอง WMS เป็นโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลด้านอุทกวิทยา โดยอาศัยข้อมูลระดับน้ำท่ารายวันที่สถานีวัดน้ำต่างๆ ร่วมกับข้อมูล GIS ต่างๆ เช่น Arc/Info, ArcView, CAD เป็นต้น โปรแกรมประกอบด้วยส่วนที่เป็นแบบจำลองภูมิประเทศ (Terrain Modeling) และแบบจำลองเชิงอุทกวิทยา (Hydrologic Modeling) ในส่วนของการจำลองพื้นที่น้ำท่วมจะใช้แบบจำลองภูมิประเทศเท่านั้น

เมื่อนำเข้าแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลขที่เป็นความสูงต่อเนื่อง จากนั้นแปลงเป็นภูมิประเทศโครงข่ายสามเหลี่ยมด้วยแบบจำลอง WMS ภูมิประเทศที่มีลักษณะราบเรียบจะทำให้เกิดโครงข่ายสามเหลี่ยมบางรูปที่มีความสูงเท่ากันทั้งสามด้านทำให้ไม่สามารถจำลองลักษณะการไหลของน้ำได้ จึงจำเป็นต้องคำนวณค่าความสูงให้กับโครงข่าย โดยอาศัยค่าความสูงข้างเคียง แล้วสร้างโครงข่ายใหม่ตามหลักการ Delauney ที่กำหนดให้แต่ละรูปสามเหลี่ยมควรมีความยาวแต่ละ

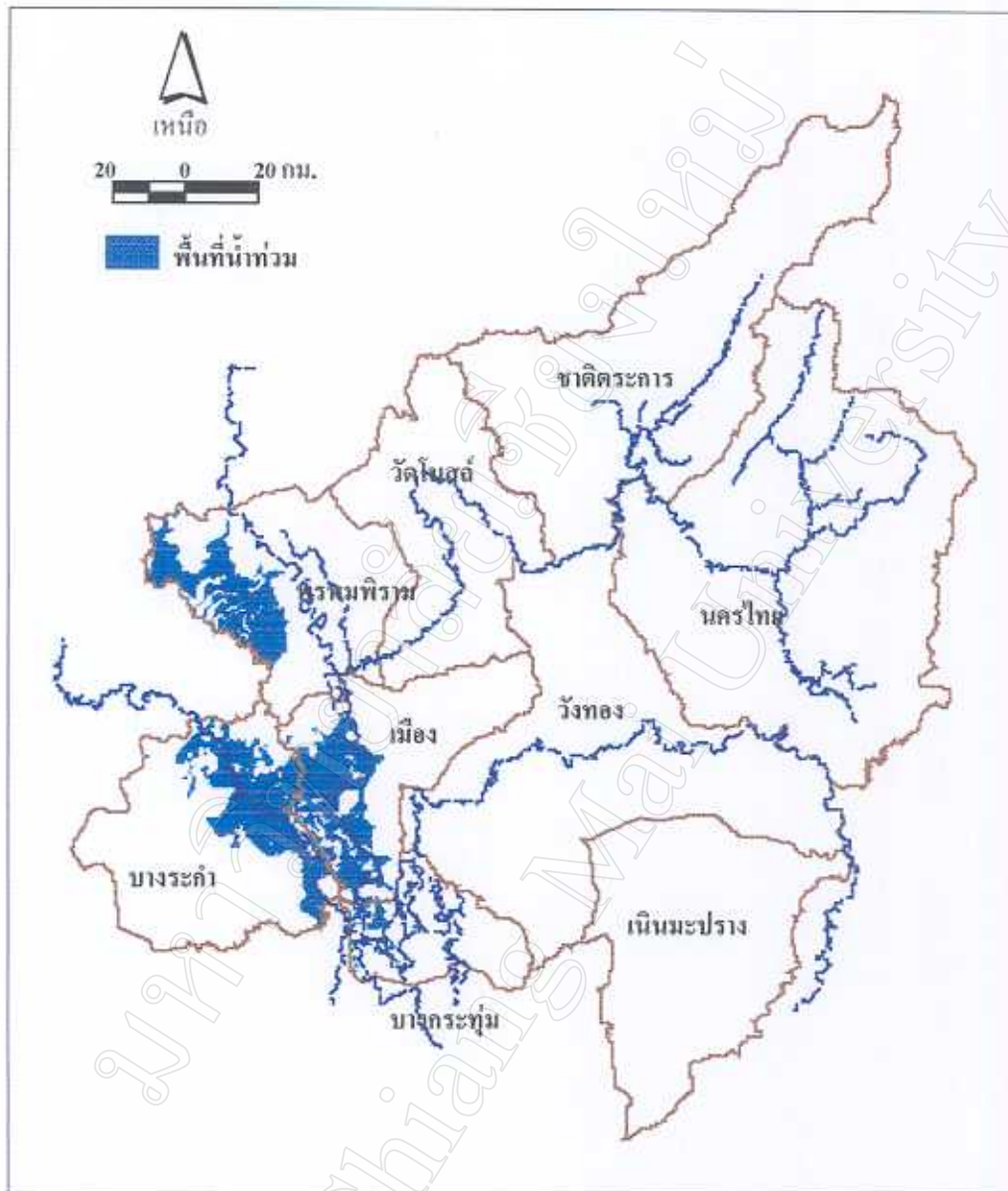


รูปที่ 15 หน้าต่างการกำหนดทางเลือกในการจำลองเขตนํ้าท่วม

ได้ทำการทดสอบการจำลองพื้นที่นํ้าท่วมในวันที่ 27 กันยายน ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกับการบันทึกภาพเรดาร์ ระดับนํ้าทุกๆ สถานีวัดนํ้าท่ามีระดับลดลงแล้ว โดยสถานีในลำน้ำน่านตั้งแต่สถานี N.60 และสถานี N.27a มีระดับนํ้าต่ำกว่าค้ำถึง 2.69 เมตร และ 0.72 เมตร ตามลำดับ สำหรับสถานี N.5a และสถานี N.7 มีระดับนํ้าสูงกว่าค้ำถึง 0.63 เมตร และ 0.31 เมตร ตามลำดับ ขณะที่สถานี Y.4 และ สถานี Y.16 มีระดับนํ้าเหนือค้ำถึง 0.15 เมตร และ 3.42 เมตร ตามลำดับ ส่วนสถานี Y.17 ระดับนํ้าต่ำกว่าค้ำถึง 0.35 เมตร ผลการจำลองมีความสอดคล้องกับระดับนํ้าท่าในทุกๆ สถานีคือเขตนํ้าท่วมที่ได้จากการจำลองมีขนาดลดลง โดยเฉพาะที่สถานี N.36 และสถานี N.55 ผลการจำลองไม่ปรากฏว่าเกิดนํ้าท่วมในบริเวณอำเภอนครไทยและอำเภอชาติตระการเลข สำหรับระดับนํ้าที่สถานี N.40 ในลำน้ำแควน้อยบริเวณอำเภอวัดโบสถ์ และสถานี N.24 ในแม่น้ำวังทองบริเวณอำเภอวังทอง ไม่มีรายงานการเอ่อล้นตลิ่งในช่วงเวลาดังกล่าว ทำให้ผลการจำลองทั้ง 3 ช่วงเวลาไม่พบพื้นที่นํ้าท่วมที่ได้จากการจำลองในบริเวณดังกล่าว (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 พื้นที่น้ำท่วมบริเวณจังหวัดพิษณุโลก สร้างจากการจำลองโดยใช้ข้อมูลระดับน้ำทำ ณ สถานีวัดน้ำต่างๆ ด้วยแบบจำลอง WMS ในวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2538



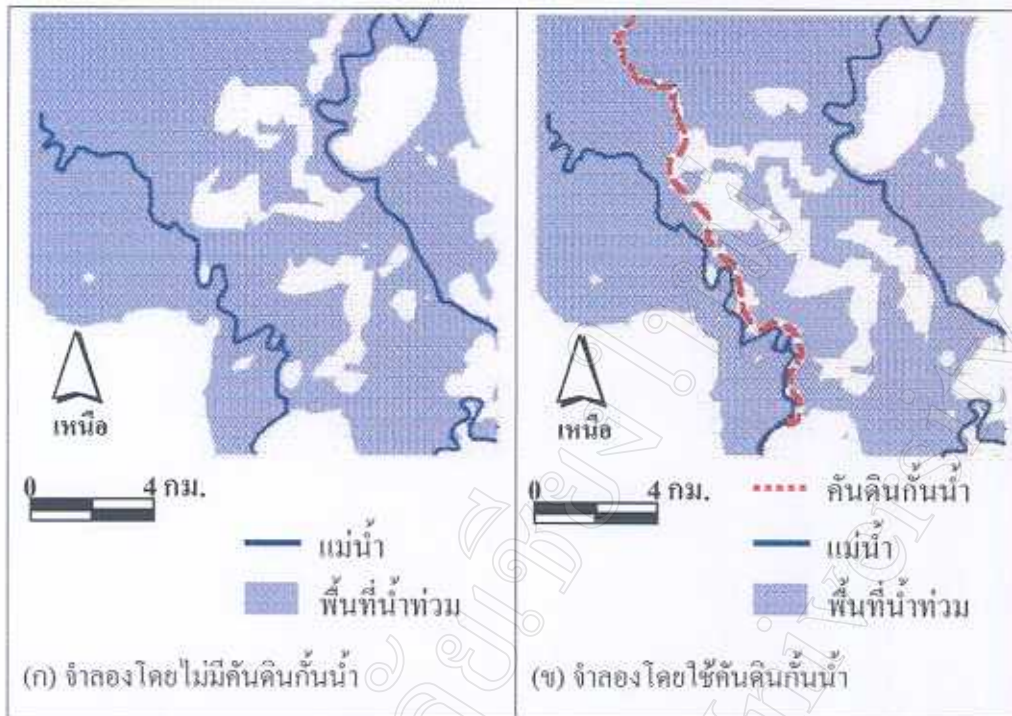
รูปที่ 16 พื้นที่น้ำท่วมบริเวณจังหวัดพิษณุโลก สร้างจากการจำลองโดยใช้ข้อมูลระดับน้ำทำ ณ สถานีวัดน้ำต่างๆ ด้วยแบบจำลอง WMS ในวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2538

การทดสอบแบบจำลองลุ่มน้ำ

พื้นที่น้ำท่วม ณ เวลาใดเวลาหนึ่งในสภาพความเป็นจริง นอกจากจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศแล้ว ยังขึ้นอยู่กับ โครงสร้างทางวิศวกรรมที่มีผลโดยตรงต่อการควบคุมน้ำท่วม เช่น แนวคันดินกั้นน้ำ ตำแหน่งท่อลอด ถนน สะพาน เป็นต้น นอกจากนี้ช่วงเวลาของการเอ่อล้นของน้ำในลำน้ำ รวมทั้งกลไกการคำนวณของตัวแบบจำลองเอง ล้วนแล้วแต่มีผลต่อการจำลองทั้งสิ้น ดังนั้นการจำลองพื้นที่น้ำท่วมในการศึกษาครั้งนี้จึงจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ประกอบ

ผลของคันดินกั้นน้ำต่อการจำลองเขตน้ำท่วม

โครงสร้างทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบังคับทิศทางการไหลของน้ำ มีผลโดยตรงต่ออาณาเขตพื้นที่น้ำท่วม คันดินกั้นน้ำเป็นโครงสร้างสำคัญที่สำนักงานชลประทานที่ 3 จังหวัดพิษณุโลกได้ทำการออกแบบและจัดสร้างขึ้น ในการจำลองได้กำหนดระดับคันดินให้มีความสูง 4 เมตร จากแนวพื้นดินเดิมตลอดแนวคันดิน ผลการจำลองด้วยแบบจำลองมีความแตกต่างจากการจำลอง โดยไม่ได้กำหนดแนวคันดินอย่างชัดเจน (รูปที่ 17) เมื่อพิจารณาผลการจำลองเขตน้ำท่วมบริเวณพื้นที่อำเภอบางระกำที่ไม่ได้กำหนดแนวคันดินเปรียบเทียบกับการจำลองที่ใช้แนวคันดินพบว่าพื้นที่บริเวณน้ำท่วมมีขนาดลดลง และตำแหน่งของบริเวณน้ำท่วมจะเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะบริเวณหลังแนวคันดินกั้นน้ำ ดังนั้นแนวคันดินกั้นน้ำจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการจำลองเขตน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง WMS อย่างไรก็ตาม ยังมี โครงสร้างทางวิศวกรรมอื่นที่มีลักษณะคล้ายคันดินกั้นน้ำ เช่น แนวคันคลองชลประทาน ถนน โครงสร้างเหล่านี้มีส่วนประกอบหลายอย่างที่มีผลในการบังคับน้ำ เช่น ประตูระบายน้ำ บริเวณจุดเชื่อมต่อคลองชลประทานและคลองน้ำธรรมชาติ ตำแหน่งท่อลอด สะพาน เป็นต้น จึงเป็นการยากที่จะควบคุมปัจจัยเหล่านี้ได้ทั้งหมด การศึกษาในครั้งนี้จึงได้กำหนดแนวคันดินกั้นน้ำตามข้อมูลในแผนที่ของสำนักงานชลประทานที่ 3 ส่วนข้อมูลอื่นไม่นำมาประกอบการจำลองในครั้งนี้



รูปที่ 17 ผลของคันดินกั้นน้ำต่อการจำลองเขตนํ้าท่วม

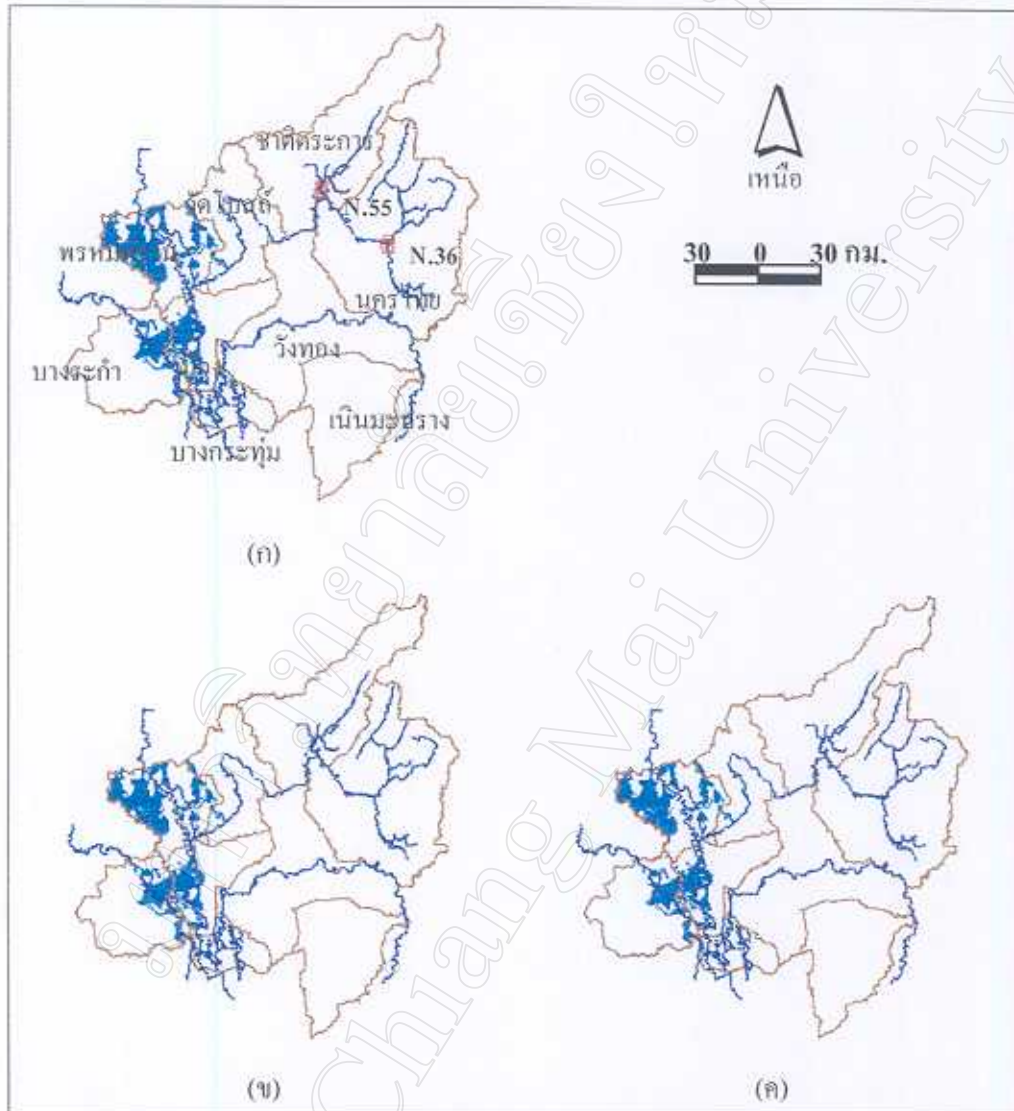
ผลของจำนวนสถานีวัดน้ำในเครือข่ายลำน้ำต่อการจำลองพื้นที่น้ำท่วม

การลดจำนวนสถานีวัดน้ำ

สถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษากรณีลดจำนวนสถานีวัดน้ำลง คือสถานี N.36 และ N.55 (รูปที่ 1) โดยสถานี N.36 ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำแควน้อย อำเภอนครไทย เกิดน้ำเอ่อล้นตลิ่งสูง 0.62 เมตร สำหรับที่สถานี N.55 ริมฝั่งแม่น้ำภาค บริเวณอำเภอชาติตระการวัดระดับน้ำได้สูง 0.82 เมตร เหนือระดับตลิ่ง

เมื่อจำลองพื้นที่น้ำท่วมในวันที่ 5 กันยายน ด้วยสถานีวัดน้ำทุกสถานี พบว่า ในพื้นที่อำเภอเมือง พรหมพิราม วัดโบสถ์ บางระกำ และบางกระทุ่ม เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้าง สำหรับเขตอำเภอชาติตระการและนครไทย เกิดน้ำท่วมบริเวณแคบๆ ริมฝั่งแม่น้ำภาคและแม่น้ำแควน้อย (รูปที่ 18-ก) เมื่อจำลองอีกครั้งโดยตัดข้อมูลสถานี N.36 ออกไป พบว่า ลักษณะพื้นที่น้ำท่วมบริเวณกว้างยังเกิดในพื้นที่เดิม และมีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ แต่ในบริเวณริมฝั่งแม่น้ำแควน้อย ที่สถานี N.36 ตั้งอยู่ พบว่าพื้นที่น้ำท่วมหายไป ในขณะที่ริมฝั่งแม่น้ำภาค ใกล้สถานี N.55 ยังคงมีพื้นที่น้ำท่วมเป็นบริเวณเล็กน้อยเช่นเดิม (รูปที่ 18-ข) ผลการจำลองที่ตัดสถานี N.55 ออกไปมี

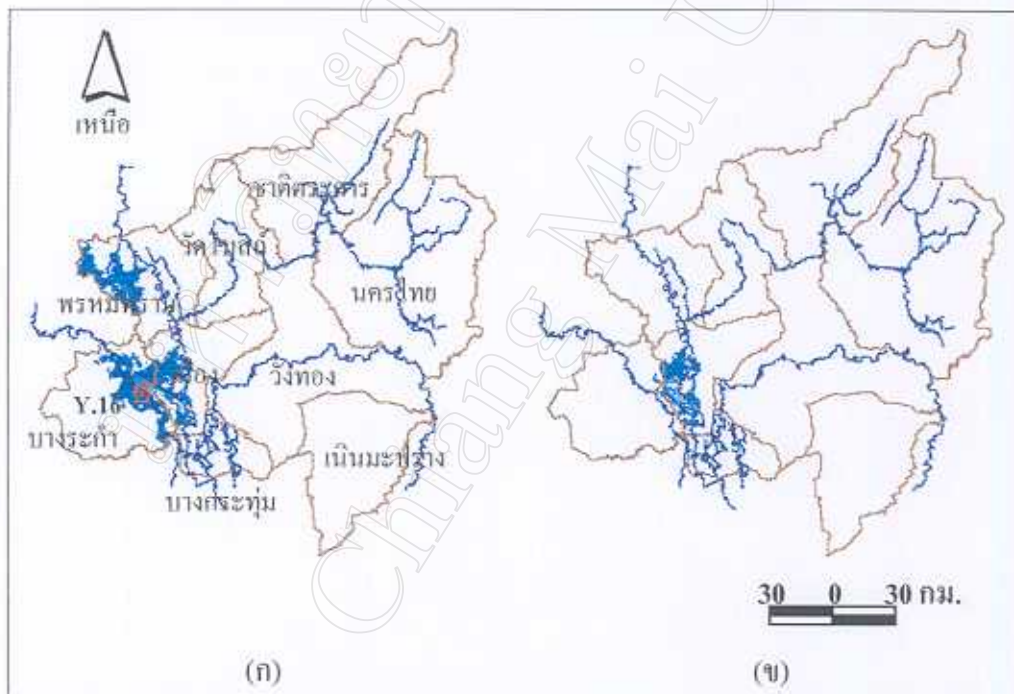
ลักษณะเช่นเดียวกันกับการจำลอง โดยตัดสถานี N.36 คือ พื้นที่ส่วนใหญ่ยังเกิดน้ำท่วมอยู่ รวมทั้ง สถานี N.36 และพื้นที่ส่วนที่หายไปคือบริเวณที่สถานี N.55 ตั้งอยู่ (รูปที่ 18-ค)



รูปที่ 18 การเปรียบเทียบผลการลดจำนวนสถานีวัดน้ำทำในแม่น้ำน่านที่ใช้ในการจำลองพื้นที่น้ำท่วม

- (ก) จำลองจากข้อมูลน้ำท่าของทุกสถานีวัดน้ำ วันที่ 5 กันยายน 2538
- (ข) ข้อมูลสถานี N.36 ไม่ถูกนำมาใช้ในการจำลอง
- (ค) ข้อมูลสถานี N.55 ไม่ถูกนำมาใช้ในการจำลอง

เมื่อทดสอบสถานี Y.16 ที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำยม อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ตามรายงานระดับน้ำท่าสูงสุดในปี 2538 เมื่อวันที่ 16 กันยายน มีระดับน้ำท่าสูงสุดที่ทำให้น้ำล้นตลิ่งสูงถึง 3.63 เมตร จากการจำลองพื้นที่น้ำท่วมด้วยแบบจำลอง WMS ในวันดังกล่าว พบว่า ลักษณะน้ำท่วมที่มีระดับถึง 1.5 เมตร เกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง ตั้งแต่อำเภอพรหมพิราม บางระกำ ลงไปจนถึงอำเภอบางกระทุ่มบางส่วน นอกจากนี้ ยังมีพื้นที่น้ำท่วมเล็กน้อยบริเวณอำเภอชาติตระการและนครไทยเป็นพื้นที่เล็กๆ (รูปที่ 19-ก) เมื่อทดสอบการจำลองโดยใช้ข้อมูลในวันเดียวกัน แต่ได้ตัดข้อมูลที่สถานี Y.16 ออก ปรากฏว่า ลักษณะพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดขึ้น มีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยบริเวณอำเภอพรหมพิรามไม่ปรากฏพื้นที่น้ำท่วมเลย ส่วนอำเภอบางระกำและบางกระทุ่ม ยังปรากฏลักษณะน้ำท่วมอยู่ แต่มีขนาดเล็กลง กินบริเวณไม่กว้างขวางเท่ากับพื้นที่น้ำท่วมที่มีการจำลองด้วยข้อมูลครบทุกสถานี ส่วนลักษณะน้ำท่วมในอำเภอชาติตระการและนครไทยยังมีรูปร่างลักษณะเหมือนเดิม (รูปที่ 19-ข)



รูปที่ 19 การเปรียบเทียบผลการลดจำนวนสถานีวัดน้ำท่าในแม่น้ำยมที่ใช้ในการจำลองพื้นที่น้ำท่วม

- (ก) จำลองจากข้อมูลน้ำท่าของทุกสถานีวัดน้ำ วันที่ 16 กันยายน 2538
- (ข) ข้อมูลสถานี Y.16 ไม่ถูกนำมาใช้ในการจำลอง

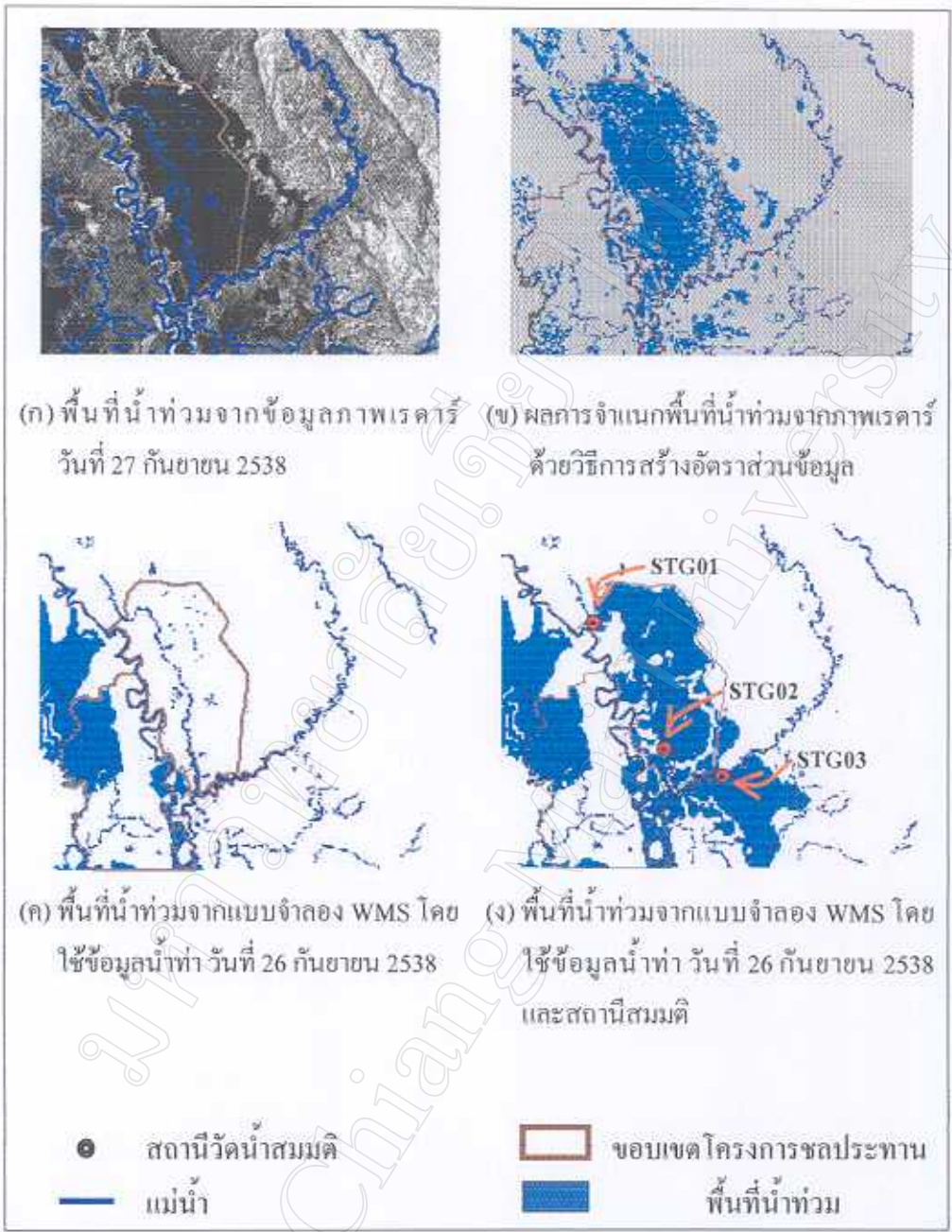
การเพิ่มจำนวนสถานีวัดน้ำ

ในปี 2538 ข้อมูลภาพเรดาร์และรายงานของสำนักงานชลประทานที่ 3 จังหวัด พิษณุโลก (ตารางที่ 5) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่โครงการชลประทานนเรศวรมีน้ำท่วมขังทั่วทั้งโครงการ ขณะที่แบบจำลอง WMS ไม่สามารถจำลองพื้นที่น้ำท่วมในบริเวณโครงการได้เลย จึงทำการทดสอบการเพิ่มสถานีวัดน้ำสมมติบนคลองระบายน้ำในโครงการชลประทาน จำนวน 2 สถานี คือ บริเวณตอนเหนือของโครงการ (STG01) และที่ประตูปากคลอง (STG02) และบริเวณลำน้ำทางตอนใต้ของโครงการชลประทาน (STG03) (รูปที่ 20) โดยกำหนดระดับน้ำเหนือตลิ่งให้มีระดับสูง 50, 75 และ 50 เซนติเมตร ตามลำดับ แล้วจำลองพื้นที่น้ำท่วมร่วมกับค่าระดับน้ำที่วัดได้จริงในวันที่ 26 กันยายน 2538 โดยไม่กำหนดระดับความลึกของพื้นที่น้ำท่วม พบว่า ภายในพื้นที่โครงการชลประทาน เกิดพื้นที่น้ำท่วมขึ้นเป็นบริเวณกว้างทั่วทั้งโครงการ ขอบเขตน้ำท่วมถูกจำกัดด้วยคันดินกั้นน้ำตามแนวคลองสายหลัก คล้ายกับลักษณะที่พบในการจำแนกภาพข้อมูลเรดาร์ นอกจากนี้ บริเวณใต้โครงการชลประทานที่กำหนดระดับน้ำด้วยสถานีสมมติ STG03 ปรากฏว่ามีพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดจากการจำลองเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ขนาดพื้นที่น้ำท่วมที่ได้นั้นมีขนาดต่างกัน (รูปที่ 20) เนื่องจากค่าระดับน้ำเป็นค่าที่สมมติขึ้น อาจมากหรือน้อยกว่าระดับที่เกิดขึ้นจริง

ตารางที่ 5 พื้นที่ปลูกข้าวในฤดูฝนที่ได้รับความเสียหายจากอุทกภัย ในเขตโครงการชลประทาน จังหวัด พิษณุโลก ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2539

โครงการ	พื้นที่ชลประทาน	พื้นที่ปลูกข้าว(ไร่)		พื้นที่ปลูกข้าวที่เสียหาย(ไร่)	
	(ไร่)	2538	2539	2538	2539
เขื่อนนเรศวร	94,700	92,200	94,000	92,200	66,245
พลาญชุมพล	190,300	183,792	180,432	55,812	15,988
รวม	285,000	275,792	274,432	148,012	82,233

ที่มา: สำนักงานชลประทานที่ 3 จังหวัดพิษณุโลก

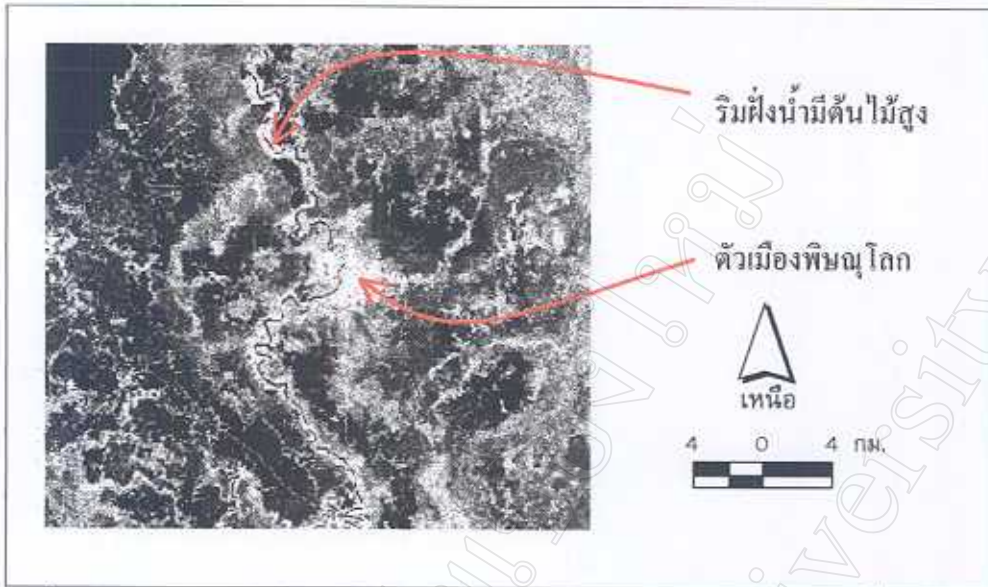


รูปที่ 20 ผลการใช้สถานีวัดน้ำสมมติเพิ่มเติมในการจำลองพื้นที่น้ำท่วมในโครงการชลประทานเรศวร

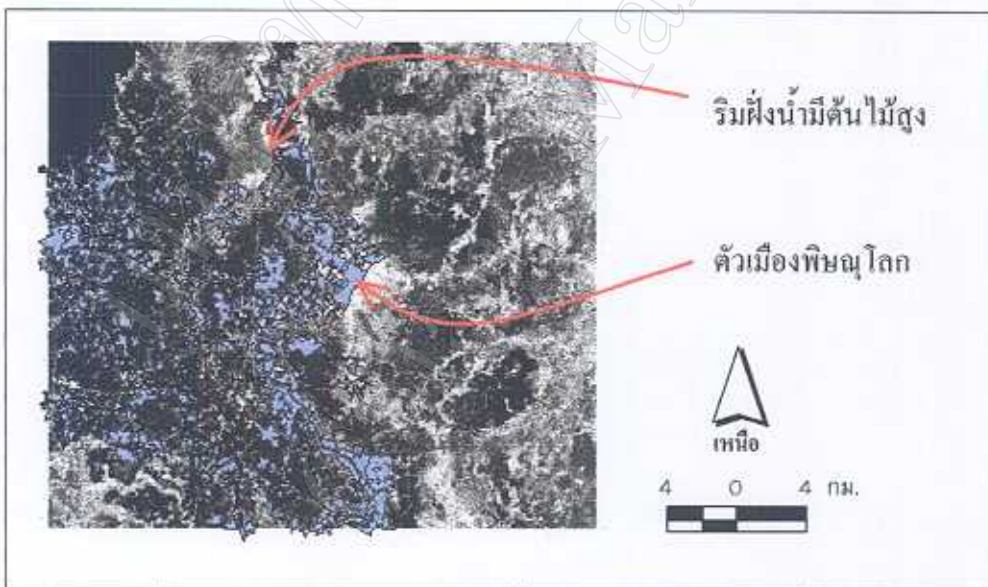
จากการทดสอบลดและเพิ่มจำนวนสถานีวัดน้ำในการจำลองเขตนํ้าท่วม แสดงให้เห็นว่าจำนวนและตำแหน่งของสถานีวัดน้ำมีความสำคัญต่อการจำลองเป็นอย่างมาก การขาดหายไปของสถานีวัดน้ำทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน แม้ว่าในบางตำแหน่งของสถานีวัดน้ำอาจไม่กระทบต่ออีกบริเวณหนึ่ง แต่จะมีผลโดยตรงต่อบริเวณที่สถานีวัดน้ำนั้นตั้งอยู่ หากสถานีวัดน้ำนั้นมียู่ในตำแหน่งที่มีความสำคัญต่อการจำลองด้วยแล้ว ความผิดพลาดในการสร้างเขตนํ้าท่วมย่อมมีสูงมากขึ้น ขณะเดียวกันบางพื้นที่ที่ไม่มีสถานีวัดน้ำที่เก็บข้อมูลในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางอุทกวิทยา เช่น บริเวณ โครงการชลประทานที่มีระบบคลองระบายน้ำและคันดินกั้นน้ำ แบบจำลองจะไม่สามารถจำลองเขตนํ้าท่วมในบริเวณดังกล่าวได้เลย ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับกระบวนการคำนวณระดับผิวนํ้าในแม่น้ำของ Brambilla และคณะ (1998) ซึ่งเสนอให้การจัดวางตำแหน่งและระยะห่างของสถานีวัดน้ำอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยอาจพิจารณาจากความขรุขระ ความลึก และจุดเปลี่ยนความลาดชันของลำน้ำ

ผลของการใช้แบบจำลอง WMS ร่วมกับภาพเรดาร์ในการจำแนกเขตนํ้าท่วม

การสะท้อนสัญญาณที่ไม่สม่ำเสมอบริเวณนํ้าท่วมที่อยู่บริเวณที่มีอาคารสูง เช่น ตัวเมือง หรือได้ทรงพุ่มต้นไม้สูงๆ ริมฝั่งน้ำ ทำให้สัญญาณภาพเรดาร์ที่ได้ แตกต่างจากบริเวณนํ้าท่วมในที่โล่งท้งๆ ที่เป็นเขตนํ้าท่วมเช่นเดียวกัน ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือ สัญญาณภาพเรดาร์บันทึกในวันที่ 27 กันยายน 2538 บริเวณตัวเมืองพิษณุโลก รวมทั้งริมฝั่งนํ้าบริเวณอำเภอเมืองและอำเภอพรหมพิราม (รูปที่ 21) เมื่อใช้แบบจำลอง WMS จำลองเขตนํ้าท่วมเฉพาะบริเวณตัวเมืองและริมฝั่งน้ำที่มีต้นไม้ปกคลุม โดยใช้ข้อมูลนํ้าท่าระหว่างวันที่ 25 กันยายน ถึง 27 กันยายน ปีเดียวกัน พบว่ามีบางส่วนของตัวเมืองพิษณุโลกที่เป็นพื้นที่ลุ่มริมฝั่งแม่น้ำบางบริเวณถูกนํ้าท่วมในช่วงเวลาดังกล่าว (รูปที่ 22) ดังนั้นถ้านำเขตนํ้าท่วมบริเวณตัวเมืองและริมฝั่งน้ำที่ได้จากแบบจำลอง WMS ไปรวมกับเขตนํ้าท่วมที่จำแนกจากข้อมูลเรดาร์ จะได้เขตนํ้าท่วมในวันที่ 27 กันยายน 2538 ที่น่าเชื่อถือเคียงกับความเป็นจริง แสดงให้เห็นถึงแผนทีเขตนํ้าท่วมที่ปรับปรุงจากการใช้แบบจำลอง WMS ร่วมกับสัญญาณภาพเรดาร์ในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 21 ตัวอย่างสัญญาณภาพเรดาร์ วันที่ 27 กันยายน 2538 บริเวณที่อาจเกิดน้ำท่วม แต่มี
อาคารสูงหรือดิน ไม้สูงปกคลุมริมฝั่งน้ำ (ภาพสีขาว)



รูปที่ 22 เขตน้ำท่วมบริเวณตัวเมืองและริมฝั่งน้ำที่มีดิน ไม้ปกคลุมสร้างขึ้นจากแบบจำลอง
WMS โดยใช้ข้อมูลน้ำท่าระหว่างวันที่ 25-27 กันยายน 2538

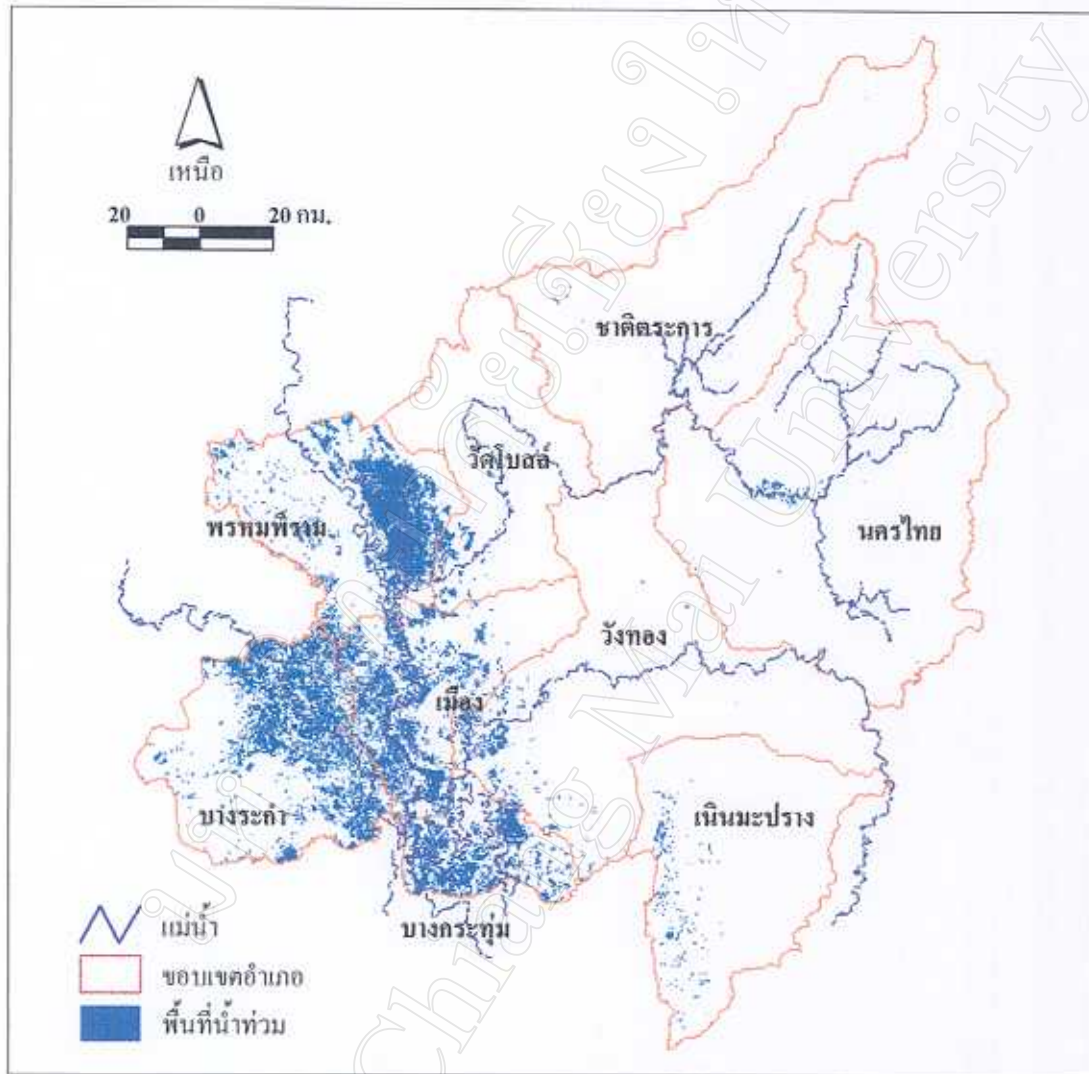
ตารางที่ 6 ตาราง Error matrix เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยข้อมูล SAR โดยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูลร่วมกับผลจากแบบจำลอง WMS

ข้อมูลจากการจำแนก	ข้อมูลจากภาคสนาม		
	น้ำท่วม	น้ำไม่ท่วม	รวม
น้ำท่วม	42	7	49
น้ำไม่ท่วม	14	121	135
รวม	56	128	184

Producer's Accuracy		User's Accuracy	
น้ำท่วม	$42/56 = 0.75$	น้ำท่วม	$42/49 = 0.85$
น้ำไม่ท่วม	$121/128 = 0.94$	น้ำไม่ท่วม	$121/135 = 0.90$
Overall Accuracy = 0.88			
Overall Kappa = 0.75		Conditional Kappa _{flood}	= 0.83
		Conditional Kappa _{non-flood}	= 0.65

การใช้แบบจำลอง WMS ร่วมกับภาพเรดาร์ในการจำแนกเขตน้ำท่วม สามารถเพิ่มความถูกต้องของการจำแนกโดยรวม (Overall accuracy) จาก 86% ด้วยการใช้ข้อมูลภาพเรดาร์เพียงอย่างเดียว เป็น 88% การจำแนกพื้นที่น้ำท่วมในแง่ของผู้จำแนก เพิ่มจาก 64% เป็น 75% ในขณะที่การจำแนกพื้นที่น้ำไม่ท่วมลดลงเล็กน้อยจาก 96% เป็น 94% เมื่อพิจารณาในแง่ของผู้ใช้ การจำแนกพื้นที่น้ำท่วมมีความถูกต้องลดลงเล็กน้อย จาก 87% เป็น 85% แต่เมื่อพิจารณาพื้นที่น้ำไม่ท่วมมีความถูกต้องเพิ่มขึ้นจาก 86% เป็น 90% ผลความถูกต้องของการประเมินด้วยสถิติ Kappa พบว่ามีความถูกต้องโดยรวมเพิ่มขึ้นจาก 0.63 เป็น 0.75 โดยค่า Conditional K สำหรับพื้นที่น้ำท่วมและน้ำไม่ท่วมเท่ากับ 0.83 และ 0.65 ตามลำดับ (ตารางที่ 6) แสดงให้เห็นว่าการใช้เขตน้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลอง WMS ร่วมกับภาพเรดาร์เป็นวิธีการที่ทำให้แผนที่เขตน้ำท่วมมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม แบบจำลอง WMS ที่ใช้ในการจำลองยังไม่สามารถควบคุมปัจจัยการ

จำลองได้ทั้งหมด ดังนั้น ผลความถูกต้องจึงยังไม่สูงขึ้นมากร หากว่าแบบจำลองได้รับการพัฒนาวิธีการจำลองให้มีความแม่นยำสูง จะทำให้แผนที่เขตน้ำท่วมมีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น (รูปที่ 23)



รูปที่ 23 แผนที่น้ำท่วมจากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม JERS-1 ด้วยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูลร่วมกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง WMS

เมื่อนำเขตน้ำท่วมที่ได้ไปวิเคราะห์เชิงซ้อนทับกับข้อมูลขอบเขตอำเภอของจังหวัดพิษณุโลก ใน GIS พบว่า ผลการจำแนกมีความสอดคล้องกับรายงานเนื้อที่ปลูกข้าวเสียหายที่รายงานโดยสำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก (ตารางที่ 1) แต่ยังคงมีความแตกต่างกันในด้านของ

เนื้อที่อยู่พอ สมควร จากการวิเคราะห์อำเภอพรหมพิรามมีพื้นที่ที่ได้รับคามเสียหายมากที่สุดคือ 128,667 ไร่ หรือคิดเป็น 24.4 % ของพื้นที่ทั้งจังหวัด รองลงมาเป็นอำเภอบางระกำ มีเนื้อที่เสียหาย 106,297 ไร่ หรือ 17.9 % ของพื้นที่ทั้งจังหวัด รวมจังหวัดพิษณุโลกได้รับความเสียหายจากพื้นที่ น้ำท่วม 397,684 ไร่ โดยประเมินจากแผนที่ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายเรดาร์ร่วมกับการจำลอง ด้วยแบบจำลอง WMS (ตารางที่ 7)

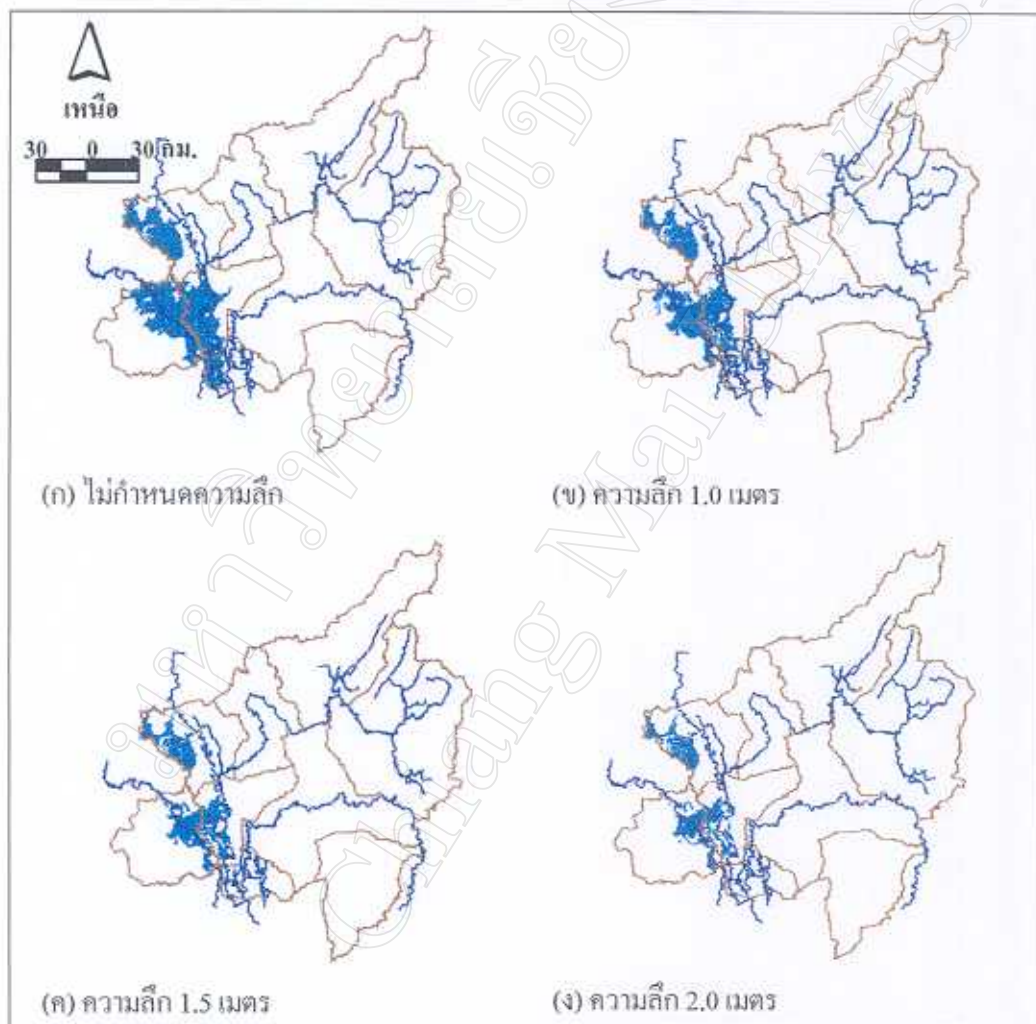
ตารางที่ 7 พื้นที่ประสบอุทกภัยในอำเภอต่างๆ ของจังหวัดพิษณุโลก จำแนกจากข้อมูล ภาพถ่ายเรดาร์ ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง WMS

อำเภอ	พื้นที่น้ำท่วม	
	ไร่	% ของพื้นที่
เมือง	55,593	12.5
ชาติตระการ	681	0.1
นครไทย	5,407	0.4
เนินมะปราง	11,200	1.6
บางกระทุ่ม	56,610	26.0
บางระกำ	106,297	17.9
พรหมพิราม	128,667	24.4
วังทอง	20,959	1.9
วัดโบสถ์	12,270	2.2
รวม	397,684	6.0

การจำลองพื้นที่น้ำท่วมยังเป็นระยะเวลาและความลึกต่างๆ

แผนที่แสดงระยยะเวลาน้ำท่วมซึ่งที่ระดับความลึกต่างๆ จะเป็นประโยชน์ต่อการ ประมาณความเสียหายทางเศรษฐกิจ ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชผลเกษตรที่ทำการเพาะ ปลูกในช่วงฤดูฝนซึ่งได้แก่ข้าวเป็นหลัก บริเวณที่มีน้ำท่วมยังเป็นระยะเวลาสั้นและมีระดับน้ำตื้น จะทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทางเกษตรไม่มากนัก ในทางตรงกันข้ามพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง เป็นเวลานานและระดับน้ำลึกมาก อาจทำให้พืชเสียหายเป็นอย่างมากหรือทั้งหมด

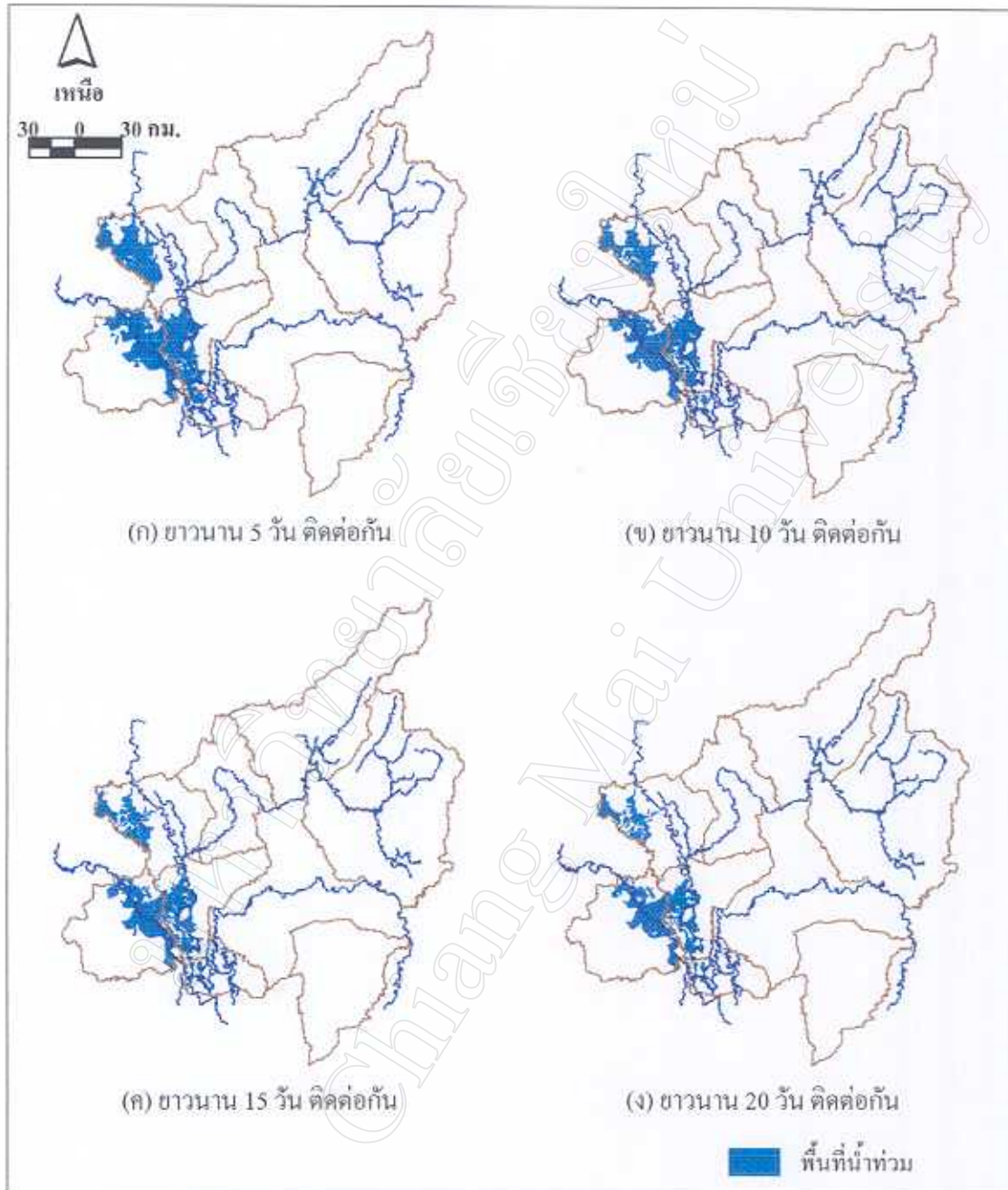
การศึกษาครั้งนี้ได้ทดสอบความสามารถในการจำลองพื้นที่น้ำท่วมที่ระดับความลึกต่างๆ เปรียบเทียบกันที่ระดับความลึก 1, 1.5 และ 2 เมตร เทียบกับการ ไม่กำหนดความลึก (รูปที่ 24) พบว่า แบบจำลองมีการตอบสนองต่อการกำหนดความลึกได้เป็นอย่างดี จะเห็นได้ว่าการที่ไม่กำหนดความลึกของการจำลอง ขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมจะกินบริเวณกว้างขวางที่สุด อาณาเขตของน้ำท่วมจะมีขนาดเล็กลงเมื่อการกำหนดความลึกเพิ่มขึ้น ปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นเหมือนกันทุกวันที่ทำการจำลอง



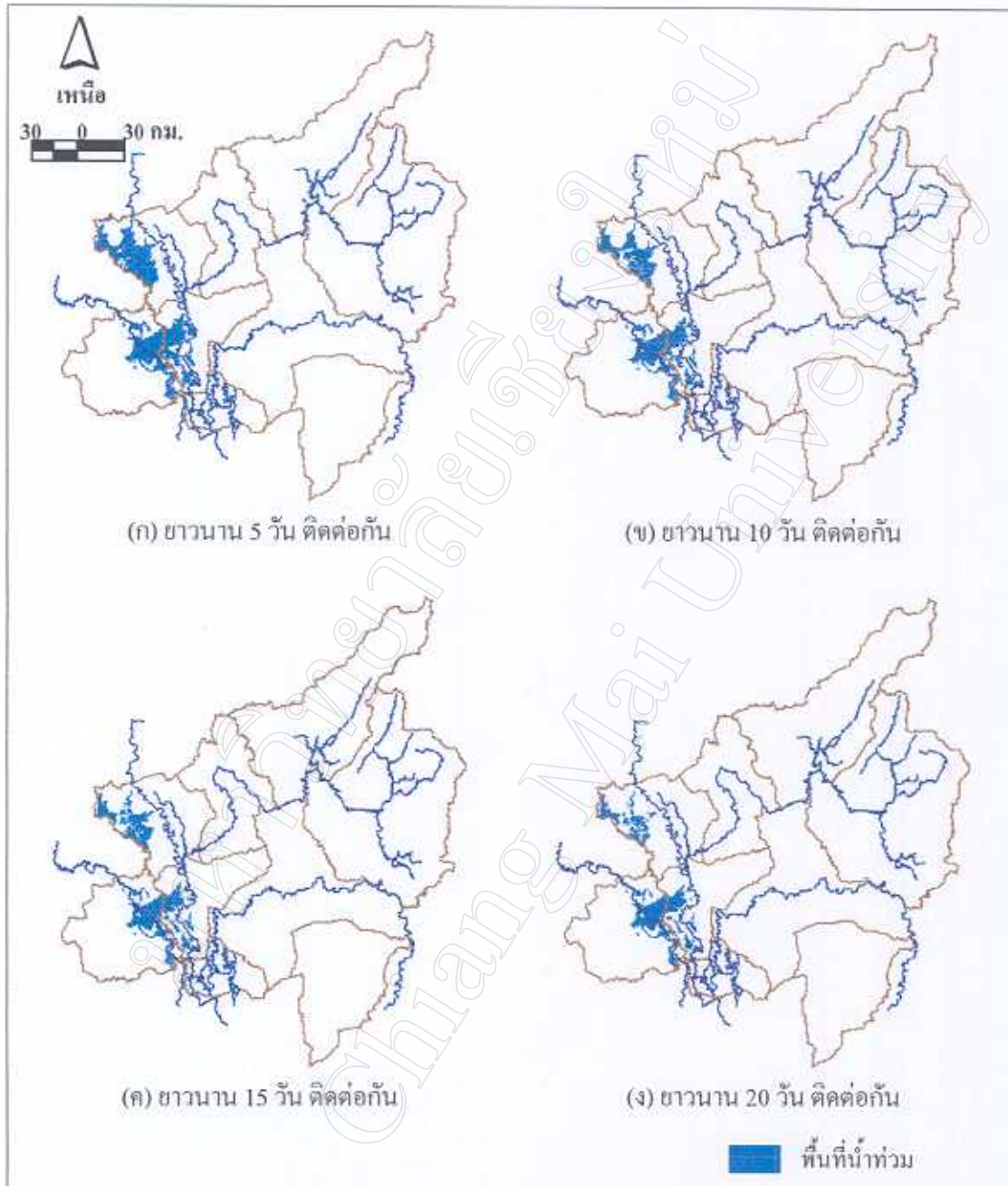
รูปที่ 24 การเปรียบเทียบผลการจำลองพื้นที่น้ำท่วม วันที่ 27 กันยายน 2538 ที่ระดับความลึกแตกต่างกัน

นอกจากการกำหนดค่าความลึกของพื้นที่น้ำท่วมแล้ว ยังมีการสร้างข้อมูลความยาวนานในการท่วมขังของน้ำโดยกำหนดช่วงระยะเวลาการท่วมขังเป็นระยะเวลานาน 5, 10, 15 และ 20 วัน โดยใช้ข้อมูลน้ำท่ารายวันเริ่มตั้งแต่ 19 สิงหาคม ถึง 30 ตุลาคม ซึ่งเป็นเวลาที่น้ำล้นตลิ่ง ณ สถานีใดสถานีหนึ่งของเครือข่ายสถานีวัดน้ำ ในช่วงเวลาดังกล่าวได้ทำการจำลองการเกิดน้ำท่วมที่ระดับความลึก 1.0 และ 2.0 เมตรของแต่ละวัน และเก็บเป็นชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่แบบกริดไว้ จากนั้นจึงทำการสร้างชั้นข้อมูลพื้นที่ถูกน้ำท่วมขังนานเป็นระยะเวลาต่างๆ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สำหรับการสร้างพื้นที่ถูกน้ำท่วมนาน 5 วัน ทำได้โดยการวิเคราะห์ว่าตั้งแต่ วันที่ 19 สิงหาคม ถึง 23 สิงหาคม มีน้ำท่วมบริเวณใดบ้างจากนั้นจึงเปลี่ยนช่วงเวลาการวิเคราะห์เป็นวันที่ 20 สิงหาคม ถึง 24 สิงหาคม ทำเช่นนี้ทุกช่วง 5 วัน จนถึงช่วง 5 วันสุดท้ายคือระหว่าง 26 ตุลาคม ถึง 30 ตุลาคม ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เชิงพื้นที่จะได้ชั้นข้อมูลจำนวน 68 ชั้นข้อมูล นำชั้นข้อมูลเหล่านั้นมารวมกันแบบ union ในโปรแกรม ARC/INFO ผลที่ได้คือแผนที่แสดงพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมขังลึก 1 เมตรเป็นระยะเวลา 5 วัน ในปี 2538 สำหรับระยะเวลาท่วมขัง 10, 15 และ 20 วัน (รูปที่ 25) ตลอดจนพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมขังลึก 2.0 เมตร เป็นระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 วัน (รูปที่ 26) ได้ทำการวิเคราะห์โดยวิธีเดียวกันเพียงแต่ระยะเวลาในการพิจารณาน้ำท่วมขังต่างกันเท่านั้น

แบบจำลอง WMS คอบสนองได้ดีเมื่อทำการจำลองความยาวนานในการเกิดน้ำท่วมบริเวณจังหวัดพิษณุโลก จากข้อมูลน้ำท่ารายวันในปี 2538 ผลการจำลองชี้ให้เห็นว่าขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมขึ้นอยู่กับระดับความลึกของน้ำ ตลอดจนความยาวนานในการเกิดน้ำท่วมที่ต้องการจะจำลองและสร้างเป็นแผนที่ เขตน้ำท่วมจะกินบริเวณกว้างขวาง ถ้าระดับความลึกของน้ำท่วมที่กำหนดมีค่าต่ำและความยาวนานในการเกิดน้ำท่วมมีค่าน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้ากำหนดให้ระดับความลึกของน้ำท่วมและระยะเวลาน้ำท่วมที่ต้องการจำลองมีค่ามาก แบบจำลองจะคาดคะเนเขตน้ำท่วมได้บริเวณแคบลง จะเห็นได้ว่าพื้นที่น้ำท่วมลึก 1 เมตร นานต่อเนื่องเป็นเวลา 5 วัน จะกินบริเวณกว้างขวางที่สุด เมื่อกำหนดให้ระดับความลึกของน้ำท่วมเป็น 2 เมตร เขตน้ำท่วมที่จำลองได้จากแบบจำลอง WMS จะมีพื้นที่แคบลง เมื่อเปรียบเทียบกับผลจากการจำลองที่กำหนดให้ระดับความลึกของน้ำท่วมเท่ากับ 1 เมตร พื้นที่ที่มีน้ำท่วมลึกและมีการท่วมขังเป็นระยะเวลานาน จะมีโอกาสสร้างความเสียหายให้กับพืชที่เกษตรกรเพาะปลูกเป็นอย่างมาก ซึ่งหากพิจารณาเวลาที่ใช้ในการระบายน้ำออกจากพื้นที่เหล่านี้ด้วยแล้ว ระยะเวลาที่พืชถูกน้ำท่วมอาจนานกว่าช่วงเวลาที่ใช้ทดสอบในครั้งนี้



รูปที่ 25 ผลการจำลองการเกิดน้ำท่วมติดต่อกันนานระดับต่างๆ ที่ความลึก 1.0 เมตร ในจังหวัด พิจิตร โดยใช้แบบจำลอง WMS และข้อมูลน้ำท่ารายวัน ปี 2538



รูปที่ 26 ผลการจำลองการเกิดน้ำท่วมติดต่อกันนานระดับต่างๆ ที่ความลึก 2.0 เมตร ในจังหวัด พิชณูโลก โดยใช้แบบจำลอง WMS และข้อมูลน้ำท่ารายวัน ปี 2538

การสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่น้ำท่วมเป็นระยะเวลาและความลึกที่กำหนด

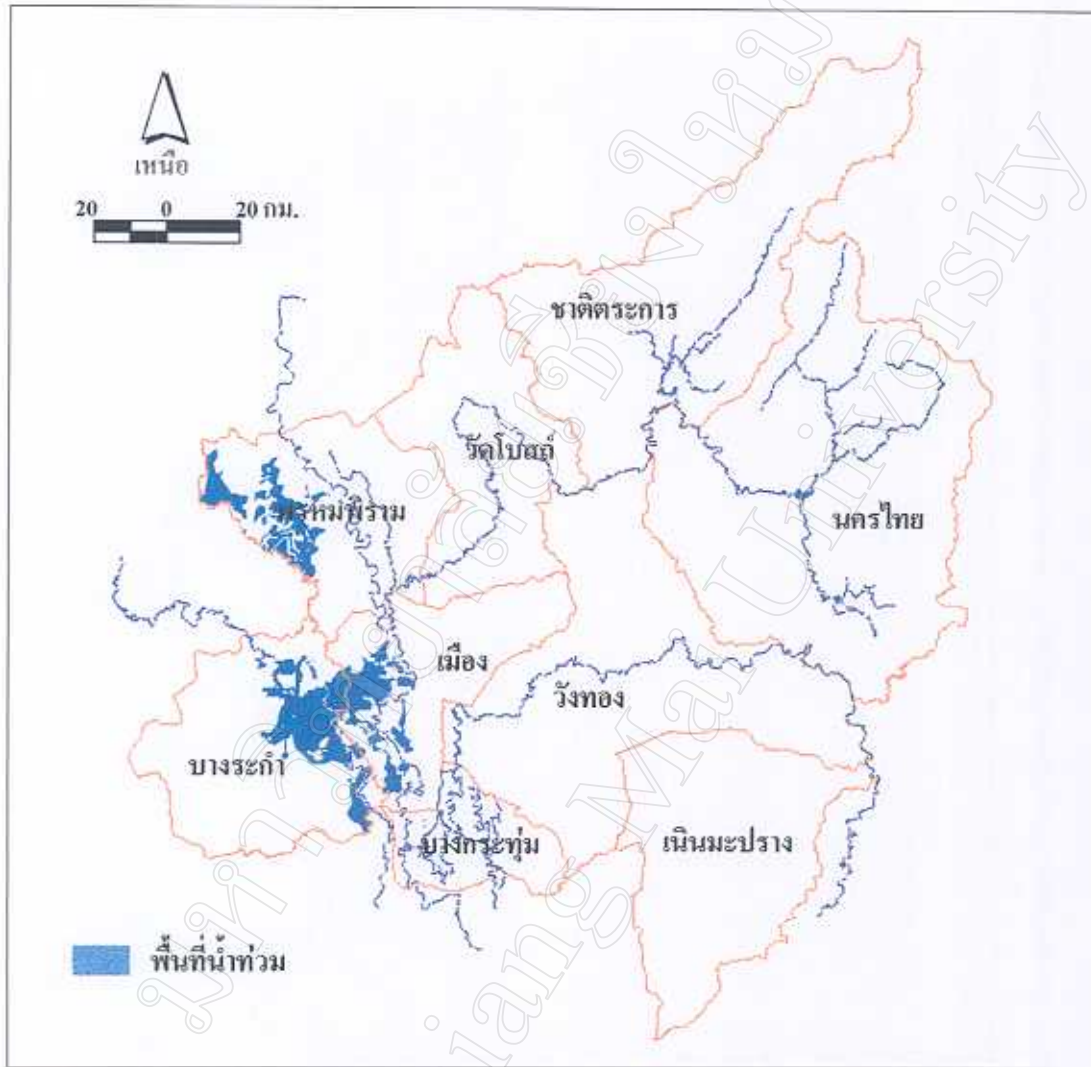
จากการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่ารายวันย้อนหลัง ตั้งแต่ปี 2500 ถึง 2533 พบว่า มีรายงานปริมาณน้ำท่ารายปีตามสถานีต่างๆ น้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานีวัดน้ำท่าในแม่น้ำยม ดังนั้น จึงได้เลือกทำการจำลองพื้นที่น้ำท่วมรายปี ตั้งแต่ปี 2534-2539 รวมเป็นเวลา 6 ปี โดยนำมาสร้างเป็นข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมรายวันในแต่ละปี โดยกำหนดให้มีความลึกของระดับน้ำท่วม 1.5 เมตร และมีช่วงความยาวนานในการท่วมขัง 10 วัน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็นแผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วมในจังหวัดพิษณุโลก

สำหรับในปี 2534 ถึง 2536 ในแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่มีการรายงาน ปรากฏว่าไม่มีระดับน้ำที่สูงเหนือระดับตลิ่งติดต่อกันนานเกินกว่า 10 วัน ทำให้ในช่วงระยะเวลา 3 ปี ดังกล่าวไม่มีพื้นที่น้ำท่วมเนื่องจากน้ำในลำน้ำเอ่อล้นตลิ่ง

ในปี 2537 ข้อมูลที่บันทึกได้ที่สถานีตรวจวัดน้ำในแม่น้ำยม จำนวน 2 สถานี และแม่น้ำน่าน 8 สถานี รวม 10 สถานี แสดงให้เห็นว่ามีระดับน้ำล้นตลิ่งในวันที่ 3 สิงหาคม จนกระทั่งวันที่ 7 พฤศจิกายน น้ำจึงลดลงต่ำกว่าระดับตลิ่ง รวมเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม 74 วัน เนื่องจากในปี 2537 สถานี Y.16 บริเวณอำเภอบางระกำ ไม่มีรายงานระดับน้ำท่าในแม่น้ำยม ลักษณะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นจากการจำลองจึงมีบริเวณไม่กว้างขวางนักเมื่อเทียบกับในปี 2538 โดยปรากฏบริเวณที่น้ำท่วมขังลึก 1.5 เมตร ยาวนาน 10 วันติดต่อกัน ที่อำเภอพรหมพิราม บางระกำ เมือง บางกระทุ่ม และชาติตระการบางส่วน (รูปที่ 27)

รายงานระดับน้ำท่าตามสถานีวัดน้ำจำนวน 11 สถานี ในปี 2538 ซึ่งตั้งอยู่ในแม่น้ำยม 3 สถานี และแม่น้ำน่าน 8 สถานี แสดงให้เห็นว่า ปริมาณน้ำเริ่มขึ้นสูงและล้นตลิ่งในวันที่ 19 สิงหาคม แล้วลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 21 สิงหาคม และเริ่มล้นตลิ่งอีกครั้งในวันที่ 26 สิงหาคม จากนั้นเพิ่มระดับขึ้นเข้าท่วมพื้นที่สองริมฝั่งแม่น้ำติดต่อกันเป็นเวลานาน 68 วัน โดยระดับน้ำลดลงต่ำกว่าระดับตลิ่งในวันที่ 1 พฤศจิกายน ในปีดังกล่าวระดับน้ำขึ้นสูงมาก ทำให้ลักษณะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นจากการจำลองกินบริเวณกว้างในพื้นที่อำเภอพรหมพิราม บางระกำ เมือง และบางส่วนของอำเภอบางกระทุ่ม และปรากฏบริเวณน้ำท่วมไม่กว้างขวางนักในเขตอำเภอนครไทย (รูปที่ 28)

ในปี 2539 มีข้อมูลน้ำท่ารายวัน จำนวน 14 สถานี โดยตั้งอยู่ในแม่น้ำยม 3 สถานี และแม่น้ำน่าน 11 สถานี ตามรายงานมีระดับน้ำขึ้นสูงจนล้นตลิ่งในวันที่ 14 กันยายน จากนั้นระดับน้ำค่อยๆ สูงขึ้นแล้วลดต่ำกว่าระดับตลิ่งในวันที่ 3 ตุลาคม จากนั้นวันที่ 6 ตุลาคม ระดับน้ำขึ้นสูงเหนือตลิ่งอีกครั้ง และลดลงต่ำกว่าตลิ่งในวันที่ 18 ตุลาคม รวมระยะเวลาที่เกิดน้ำท่วมจากระดับน้ำที่เอ่อล้นตลิ่ง 31 วัน ลักษณะการท่วมขังของน้ำในปี 2539 เกิดในช่วงระยะเวลาสั้น ด้วยระดับน้ำที่



รูปที่ 28 ผลการจำลองน้ำท่วมความลึก 1.5 เมตร ยาวนาน 10 วัน ติดต่อกัน ในปี พ.ศ. 2538

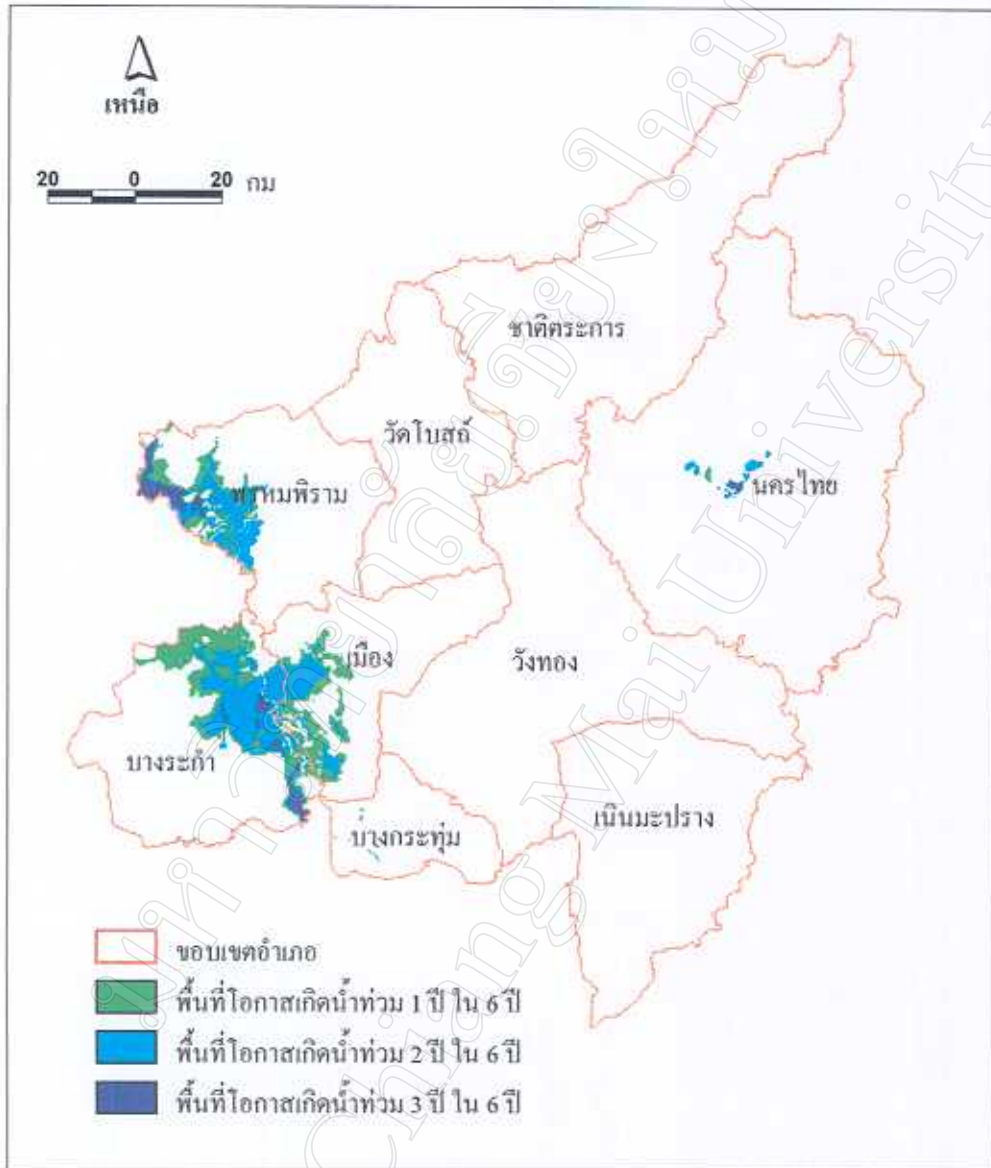
แผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วม

ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมตั้งแต่ปี 2534 ถึง 2539 ได้รับการแปลงเป็นข้อมูลแบบกริด โดยกำหนดค่าในแต่ละช่องกริดที่เป็นพื้นที่น้ำท่วมมีค่าเท่ากับ 1 และพื้นที่ที่ไม่ถูกน้ำท่วม มีค่าเป็น 0 ชั้นข้อมูลของทุกปีถูกนำมาบวกกันและหารด้วยจำนวนปีของข้อมูล ค่าที่ได้ในแต่ละช่องกริดจะแสดงโอกาสการเกิดน้ำท่วมในรอบระยะเวลา 6 ปี แต่เนื่องจากค่าผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าเป็นทศนิยม จึงแปลงค่าโอกาสการเกิดน้ำท่วมให้ถูกเก็บเป็นค่าเปอร์เซ็นต์การเกิดน้ำท่วม เพื่อให้สะดวกในการจัดเก็บในฐานข้อมูลโอกาสการเกิดน้ำท่วมในรูปแบบเวกเตอร์

แผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วมสามารถสร้างได้หลากหลายช่วงเวลาและระดับความลึก โดยเป็นไปตามความต้องการของการนำแผนที่ไปใช้ประโยชน์ แต่เนื่องจากจำนวนปีที่น่ามาสร้างเป็นชั้นข้อมูลโอกาสการเกิดน้ำท่วมมีเพียง 6 ปี ดังนั้น ค่าโอกาสเกิดน้ำท่วมจึงมีเพียง 3 ค่า ได้แก่ โอกาสการเกิดน้ำท่วมลึก 1.0 เมตร ติดต่อกันนาน 10 วัน (รูปที่ 30) และ 1.5 เมตร ติดต่อกันนาน 10 วัน (รูปที่ 31) อย่างน้อย 1 ปี 2 ปี และ 3 ปี ในรอบ 6 ปี แผนที่ดังกล่าวจะเป็นตัวอย่างการแสดงโอกาสการเกิดน้ำท่วมในเชิงพื้นที่ต่อไปได้ในอนาคต

การใช้ประโยชน์จากแผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วมในการประมาณผลผลิตข้าว

การประมาณการณ์ผลผลิตข้าวเป็นกลยุทธ์ในการผลิตข้าวเพื่อการค้าของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากการคาดการณ์ผลผลิตที่แม่นยำจะนำไปสู่อำนาจการต่อรองทางการค้า นอกจากนี้ยังทำให้การวางแผนการผลิตทำได้อย่างสะดวกและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของการใช้แผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วมในการผลิตข้าวของจังหวัดพิษณุโลก โดยการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับ (overlay) ข้อมูลโอกาสการเกิดน้ำท่วมที่ระดับความลึกอย่างน้อย 1.0 และ 1.5 เมตร ขนานติดต่อกันอย่างน้อย 10 วัน ร่วมกับชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สำรวจโดยกรมพัฒนาที่ดิน ทำการจัดกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ พื้นที่นา, พืชไร่, ป่าไม้, ชุมชน และการใช้ประโยชน์อื่นๆ โดยไม่รวมพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำและแม่น้ำลำคลอง (รูปที่ 32 และ 33)

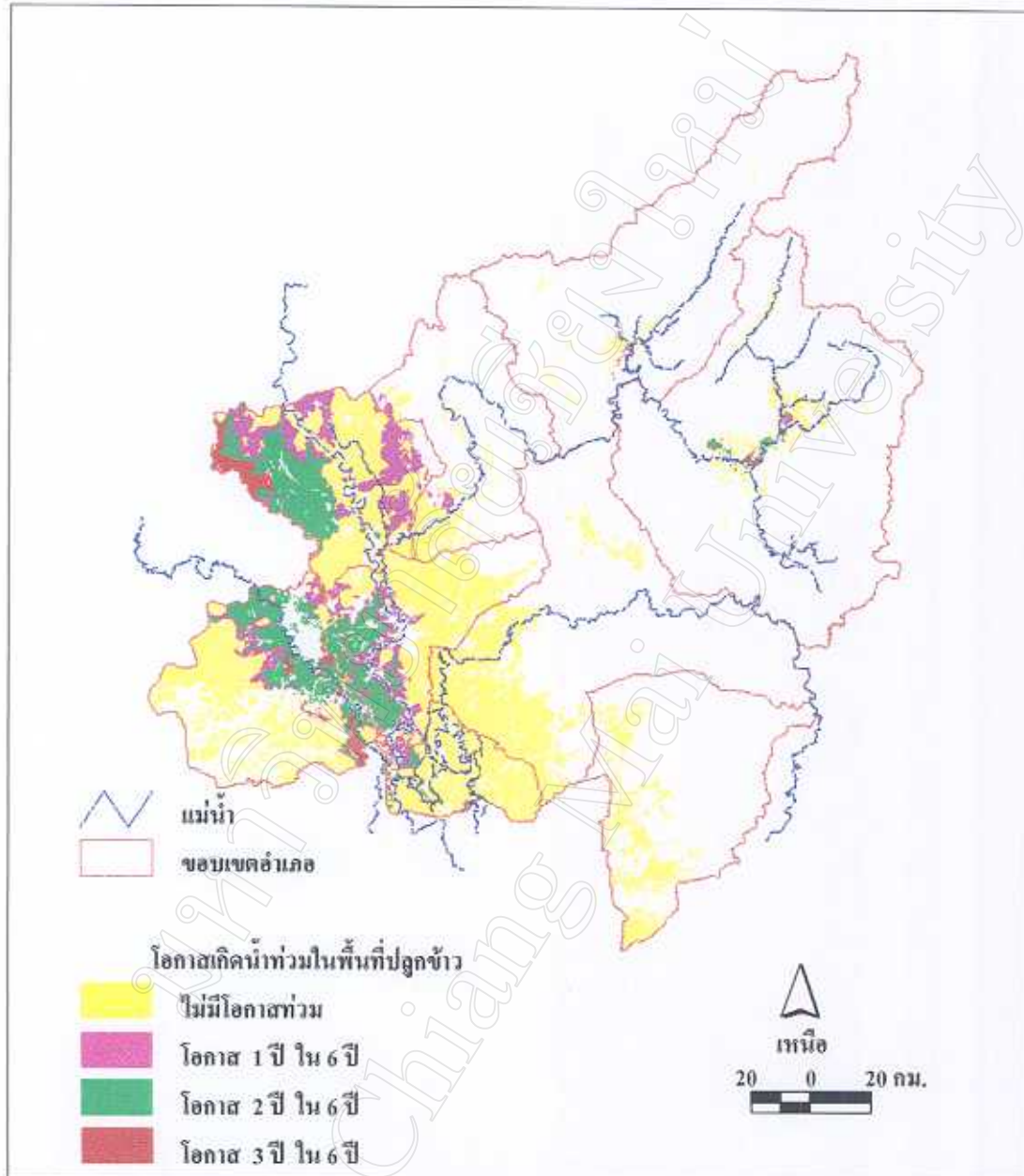


รูปที่ 31 แผนที่โอกาสเกิดน้ำท่วมซ้ำซาก 1.5 เมตรในรอบ 6 ปี ได้จากการจำลอง

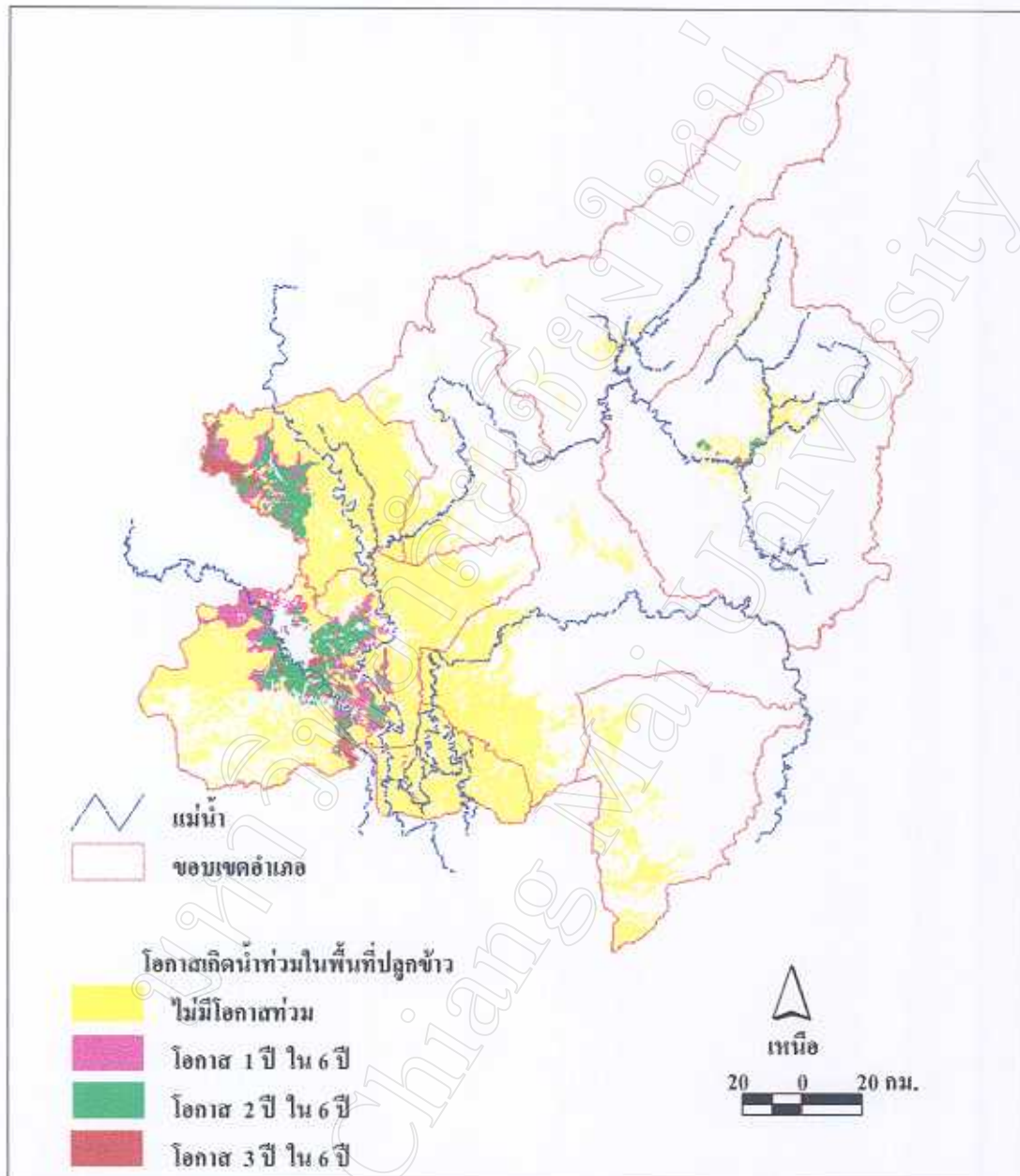
ผลการซ้อนทับพบว่า พื้นที่นาปีในจังหวัดพิษณุโลกรวม 1,798,373 ไร่ มีโอกาสเกิดน้ำท่วมลึกอย่างน้อย 1.0 เมตร และท่วมขังยาวนานติดต่อกัน 10 วัน อย่างน้อย 1 ปี, 2 ปี และ 3 ปี ในรอบ 6 ปี คิดเป็นเนื้อที่ 560,032 ไร่, 324,744 ไร่ และ 41,488 ไร่ ตามลำดับ สำหรับระดับน้ำลึกอย่างน้อย 1.5 เมตร ยาวนานติดต่อกัน 10 วัน มีโอกาสเกิดน้ำท่วมอย่างน้อย 1 ปี, 2 ปี และ 3 ปี ในรอบ 6 ปี คิดเป็นเนื้อที่ 291,548 ไร่, 165,481 ไร่ และ 28,136 ไร่ ตามลำดับ นอกจากนี้ระดับน้ำที่ท่วมขังทั้งสองระดับ ยังมีโอกาสสร้างความเสียหาย กับการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 โอกาสการเกิดน้ำท่วมที่ระดับความลึก 1.0 และ 1.5 เมตร ยาวนานติดต่อกัน 10 วัน ของการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิดต่างๆ ในจังหวัดพิษณุโลก

ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่	โอกาส 1 ปี ใน 6 ปี		โอกาส 2 ปี ใน 6 ปี		โอกาส 3 ปี ใน 6 ปี	
		1.0 เมตร	1.5 เมตร	1.0 เมตร	1.5 เมตร	1.0 เมตร	1.5 เมตร
< -----(ไร่)----- >							
พื้นที่นา	1,798,373	560,032	291,548	324,744	165,481	41,488	28,136
พืชไร่	2,150,441	35,691	11,697	14,203	6,400	2,077	1,412
ป่าไม้	2,361,063	5,458	712	669	373	146	139
ชุมชน	176,213	47,800	18,098	15,271	9,362	1,223	743
อื่นๆ	26,129	5,126	3,000	3,175	1,821	507	472



รูปที่ 32 พื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดพิษณุโลก ที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมลึกอย่างน้อย 1.0 เมตร
ยาวนานติดต่อกัน 10 วัน



รูปที่ 33 พื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดพะเยา โลก ที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมลึกอย่างน้อย 1.5 เมตร ยาวนานติดต่อกัน 10 วัน

จากการวิเคราะห์แบบช้อนทับข้างต้น สมมติค่าเฉลี่ยของผลผลิตข้าวของจังหวัด พิษณุโลก เป็น 700 กิโลกรัมต่อไร่ จังหวัดพิษณุโลกจะมีผลผลิตข้าว 1.25 ล้านตันต่อปี ถ้าระดับน้ำ ลึก 1.5 เมตร ยาวนานติดต่อกัน 10 วัน ทำให้ข้าวเสียหายทั้งหมด จะพบว่า ผลผลิตข้าวในจังหวัด พิษณุโลก จะได้รับความเสียหาย 0.02 ล้านตันต่อปี อย่างน้อย 3 ปี ในรอบ 6 ปี หรืออาจได้รับความ เสียหาย 0.12 ล้านตัน และ 0.20 ล้านตันต่อปี อย่างน้อย 2 ปี และ 1 ปี ในรอบ 6 ปี ตามลำดับ หาก พิจารณาน้ำท่วมลึก 1.0 เมตร เป็นเวลา 10 วัน ทำให้ข้าวเสียหาย ผลผลิตข้าวของจังหวัด พิษณุโลกจะมีโอกาสเสียหายมากขึ้นเป็น 0.03, 0.23 และ 0.39 ล้านตันต่อปี อย่างน้อย 3 ปี 2 ปี และ 1 ปี ในรอบ 6 ปี ตามลำดับ

โอกาสการเกิดน้ำท่วมสามารถสร้างได้หลายรูปแบบตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โอกาสน้ำท่วมลึกอย่างน้อย 1.0 เมตร หรือ 1.5 เมตร ยาวนานติดต่อกันอย่างน้อย 10 วัน จะทำความ เสียหายให้กับต้นข้าวที่มีขนาดเล็กและอยู่ในช่วงที่ไม่สามารถทนทานต่อระดับน้ำดังกล่าว ในทาง ตรงกันข้าม ผลของน้ำท่วมอาจไม่ทำความเสียหายแก่ต้นข้าวที่มีความสูงเกินระดับการท่วมขังหรือ ข้าวที่มีความทนทานต่อน้ำท่วมระดับดังกล่าว ในทำนองเดียวกันการที่น้ำท่วมมีขนาดเล็กไม่มากแต่ มีระยะเวลาการท่วมขังที่ยาวนาน จะมีผลต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นกับข้าวเช่นกัน ดังนั้น การ ประเมินผลผลิตข้าวด้วยการใช้โอกาสความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วม จำเป็นต้องศึกษาความ สัมพันธ์ด้านพืชที่มีต่อความทนทานต่อการเกิดน้ำท่วม เพื่อให้การคาดคะเนมีความแม่นยำยิ่งขึ้น