

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการศึกษา

ในการประเมินปริมาณไนเตรทและฟอสเฟตในแม่น้ำยมตอนล่าง ประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูลในพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่าง วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานศึกษา การดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนาม การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง SWAT วิธีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง (Model Sensitivity Analysis) การปรับเทียบและสอบทานแบบจำลอง (Model Calibration and Verification) การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของแบบจำลอง (Uncertainty analysis) และการจำลองสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณไนเตรทและฟอสเฟตในแม่น้ำยมตอนล่าง โดยมีวิธีดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

#### 3.1 รวบรวมข้อมูลในพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่าง

##### 3.1.1 อาณาเขตและที่ตั้ง

แม่น้ำยมมีต้นกำเนิดจากตอยขุนยวมในทิวเขาผีปันน้ำที่อยู่ในเขตอำเภอปงและอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา พื้นที่แม่น้ำยมตอนล่างทั้งหมดมีจำนวน 14,613.62 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 60.77 ของพื้นที่ทั้งหมดในแม่น้ำยม เป็นแม่น้ำสาขาที่มีขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ตอนล่างของแม่น้ำยม (กรมชลประทาน, 2553) เนื่องจากประกอบด้วยลุ่มน้ำสาขาจำนวน 4 ลุ่มน้ำย่อย ได้แก่

3.1.1.1 ลุ่มน้ำสาขาห้วยแม่สิน พื้นที่ลุ่มน้ำ 531 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.21 ของพื้นที่ทั้งหมดในแม่น้ำยม ครอบคลุมพื้นที่บริเวณอำเภอเด่นชัย อำเภอลอง อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และอำเภอศรีสาขาลัย จังหวัดสุโขทัย

3.1.1.2 ลุ่มน้ำสาขาน้ำแม่มอก พื้นที่ลุ่มน้ำ 1,071.02 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4.45 ของพื้นที่ทั้งหมดในแม่น้ำยม ครอบคลุมพื้นที่อำเภอทุ่งเสลี่ยม อำเภอบ้านด่านลานหอย อำเภอศรีสาขาลัย อำเภอศรีสำโรง และอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย

3.1.1.3 ลุ่มน้ำสาขาน้ำแม่รำพัน พื้นที่ลุ่มน้ำ 2,617.79 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.89 ของพื้นที่ทั้งหมดในแม่น้ำยม ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง อำเภอเมือง จังหวัดตาก อำเภอคีรีมาศ อำเภอบ้านด่านลานหอย และอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย

3.1.1.4 ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำยมตอนล่าง พื้นที่ลุ่มน้ำ 10,393.84 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 43.22 ของพื้นที่ทั้งหมดในแม่น้ำยม แม่น้ำยมตอนล่างครอบคลุมพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดแพร่ จังหวัดสุโขทัย จังหวัดอุตรดิตถ์ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดพิจิตร และจังหวัดนครสวรรค์

### 3.1.2 สภาพภูมิประเทศ

ตามขอบแม่น้ำยมตอนล่างเป็นเนินต่ำๆ จากนั้นเป็นที่ราบขนาดใหญ่ ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำยมลาดเทลงตามแนวตะวันออกเฉียงใต้ ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำยมลาดเทมาทางทิศตะวันตก โดยส่วนของแม่น้ำยมตอนล่างเริ่มต้นจากเขตจังหวัดแพร่ ไหลออกสู่ที่ราบผืนใหญ่ ผ่านอำเภอสอง อำเภอสูงเม่น อำเภอเด่นชัย จากนั้นไหลเข้าหุบเขาทางทิศตะวันตก ผ่านอำเภอลอง อำเภอวังชิ้น แล้วไหลลงทางใต้เข้าสู่ที่ราบบริเวณอำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ในช่วงนี้แม่น้ำยมจะไหลคูกวนมากับแม่น้ำน่าน จากนั้นไหลผ่านอำเภอสวรรคโลก ศรีสำโรง กงไกรลาส และไหลผ่านอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เข้าสู่อำเภอสางาม จังหวัดพิจิตร ผ่านอำเภอโพทะเลจนเข้าเขตจังหวัดนครสวรรค์ แล้วไหลมาบรรจบกับแม่น้ำน่านบริเวณวัดเกยไชยเหนือ บ้านเกยไชย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ แม่น้ำยมตอนล่างมีลำน้ำที่สำคัญ ได้แก่ ห้วยแม่ลาน ห้วยแม่กาง ห้วยแม่จอก ห้วยน้ำโจ้ว ห้วยนา ห้วยแม่แก้ง ห้วยแม่พุง น้ำแม่สรอย ห้วยแม่แปง ห้วยระแสกลาง ห้วยสะท้อ ห้วยแม่สาน ห้วยหาดแก ห้วยแม่ราก ห้วยท่าแพ คลองน้ำไหล คลองแม่น้ำเก่า คลองวังมะขาม ห้วยน้ำโจน คลองพระองค์ คลองกลางดง คลองท่าหลวง คลองวังแร่ คลองบางแก้ว คลองน้ำหัก คลองพระพาย ห้วยใหญ่ ห้วยแก้ว และแม่น้ำพิจิตร (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548)

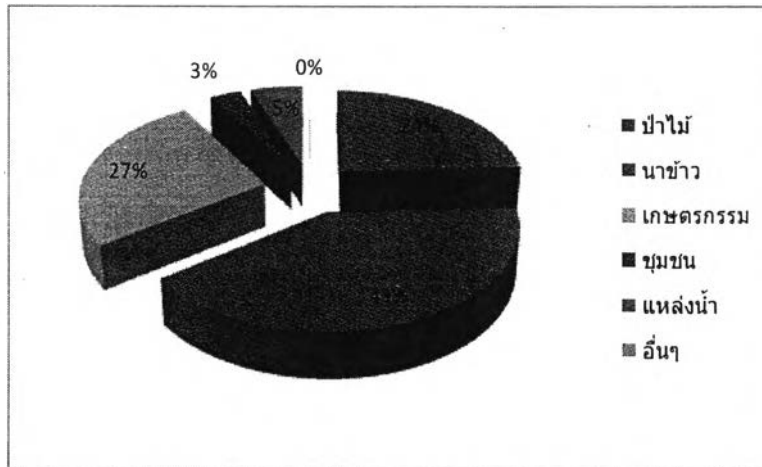
### 3.1.3 สภาพภูมิอากาศ

บริเวณพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่างมีลักษณะภูมิอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู (tropical savannah climate) กล่าวคือ อุณหภูมิจะสูงตลอดทั้งปี มีช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งที่ชัดเจน ซึ่งฤดูกาลของแม่น้ำยมตอนล่าง แบ่งเป็น 3 ฤดู คือ

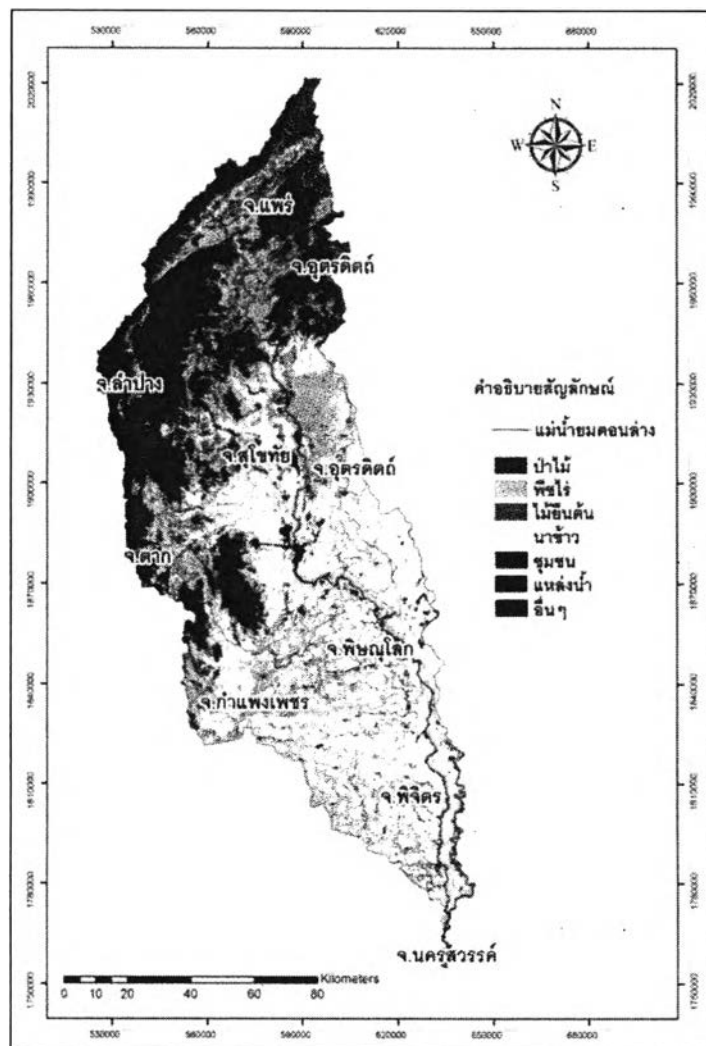
1. ฤดูฝน ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จาก ทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดีย ทำให้เกิดฝนตกชุก
2. ฤดูแล้ง ช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อากาศทั่วไปมีสภาพแห้งแล้ง
3. ฤดูร้อน ช่วงระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

### 3.1.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณแม่น้ำยมตอนล่างจากการศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ในปี พ.ศ.2552 พบว่าสามารถแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินได้เป็น พื้นที่ป่าไม้ (ป่าธรรมชาติ และป่าปลูก) พื้นที่นาข้าว พื้นที่เกษตร (พื้นที่พืชไร่ พื้นที่ไร่ร้าง สวนผลไม้) พื้นที่ชุมชน (ที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม พื้นที่รกร้าง) และ พื้นที่แหล่งน้ำ ปรากฏว่ามี พื้นที่ป่าไม้มีเนื้อที่ 1,905,000 ไร่ หรือร้อยละ 24.21 พื้นที่นาข้าวมีเนื้อที่ 3,191,875 ไร่ หรือร้อยละ 40.57 พื้นที่เกษตรกรรมมีเนื้อที่ 2,101,875 ไร่ หรือร้อยละ 26.71 พื้นที่ชุมชนมีเนื้อที่ 24,916 ไร่ หรือร้อยละ 3.17 พื้นที่แหล่งน้ำมีเนื้อที่ 420,978 ไร่ หรือร้อยละ 5.31 และพื้นที่อื่นๆ 2,313 ไร่ หรือร้อยละ 0.03 รายละเอียดดังแสดงในแผนภูมิร้อยละการใช้ที่ดินในแม่น้ำยมตอนล่าง รูปที่ 3-1 และรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-1 แผนภูมิร้อยละการใช้ที่ดินในแม่น้ำยมตอนล่าง



รูปที่ 3-2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแม่น้ำยมตอนล่างปีพ.ศ.2552



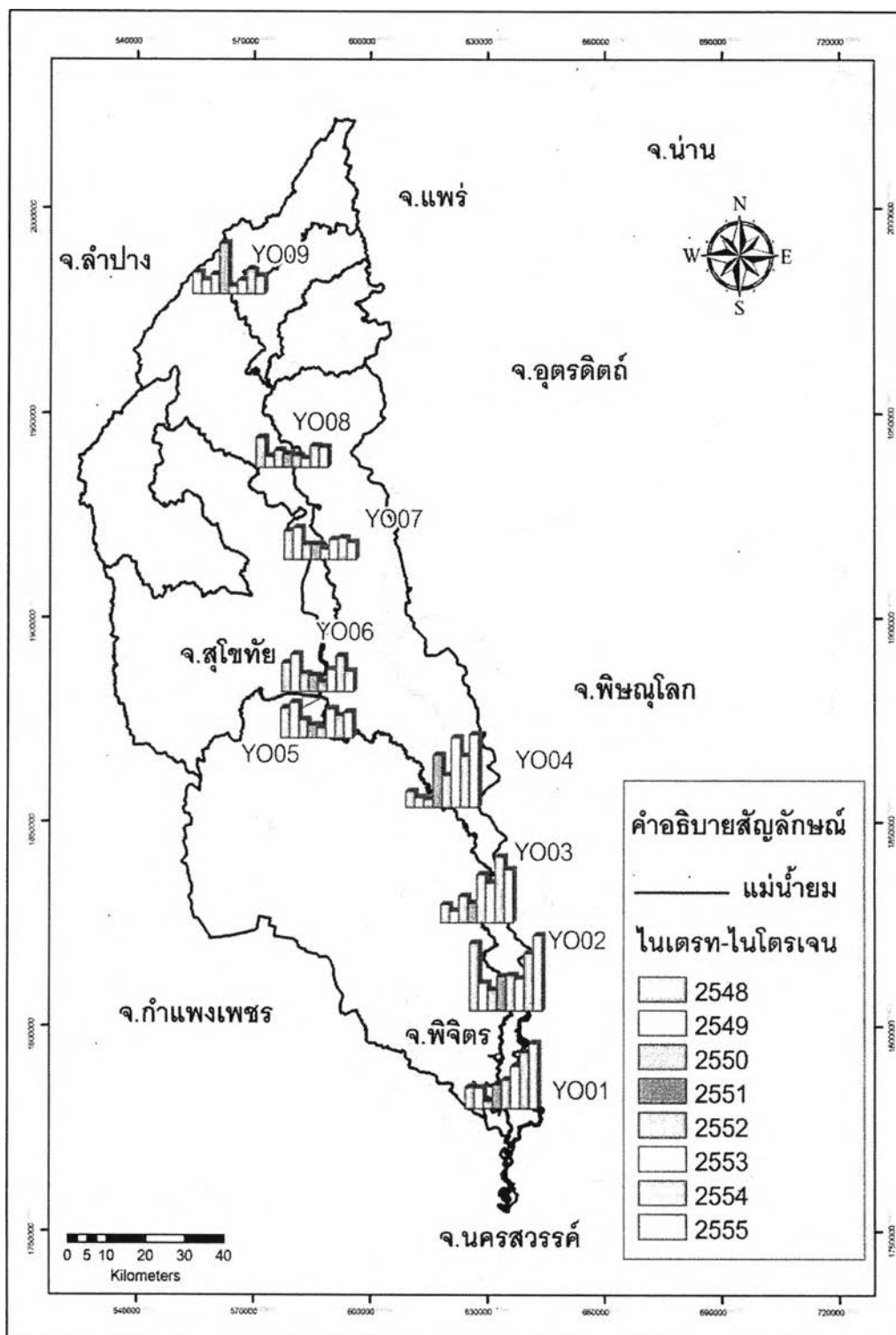
### 3.1.5 คุณภาพน้ำ

จากการรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำแม่น้ำยมตอนล่างในช่วงระยะเวลา 8 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2548-2555) ถึงสถานการณ์ทางด้านคุณภาพน้ำ โดยพิจารณา 2 พารามิเตอร์ คือ ไนเตรท-ไนโตรเจน ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) และฟอสเฟต ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) โดยมีผลการตรวจวัดที่เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ในปี พ.ศ.2548 ถึง ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 พิษณุโลก และข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในภาคสนาม ที่ทางผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาในปี พ.ศ.2555 ของพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่างจำนวน 9 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่บริเวณอำเภอวังชิ้นในจังหวัดแพร่ จังหวัดสุโขทัยที่บริเวณอำเภอศรีสัชชนาลัย อำเภอสวรรคโลก และอำเภอเมือง ต่อเนื่องยังอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก และอำเภอสามงาม อำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอโพทะเลในจังหวัดพิจิตร การวิเคราะห์ข้อมูลจะพิจารณาและแสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ต่ำสุดของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสเฟตในแม่น้ำยมตอนล่างโดยแสดงข้อมูลเป็นรายปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2548 ถึง ปี พ.ศ.2555 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### ปริมาณไนเตรท (Nitrate-nitrogen: $\text{NO}_3\text{-N}$ ) ในแม่น้ำยมตอนล่าง

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) พบค่าเฉลี่ยทั้งหมดตลอดลำน้ำยมตอนล่างมีค่าเท่ากับ 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยสูงสุดพบที่บริเวณอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร (Y002) โดยมีค่าเท่ากับ 0.91 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยต่ำสุดพบที่บริเวณอำเภอศรีสัชชนาลัย จังหวัดสุโขทัย (Y008) มีค่าเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้สามารถแบ่งรูปแบบปริมาณการเพิ่มขึ้นของไนเตรทได้อย่างชัดเจนเป็น 2 ช่วงลำน้ำ ตั้งแต่บริเวณอำเภอบางระกำ จังหวัดสุโขทัย (Y004) ผ่านอำเภอสามงาม (Y003) อำเภอโพธิ์ประทับช้าง (Y002) ถึงอำเภอโพทะเล (Y001) ในจังหวัดพิจิตร โดยไนเตรทมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกปี ซึ่งแตกต่างจากบริเวณช่วงต้นของแม่น้ำยมตอนล่างที่ปริมาณไนเตรทมีค่าใกล้เคียงกันเฉลี่ยที่ 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร กล่าวคือบริเวณตั้งแต่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ (Y009) ลงมาผ่านบริเวณอำเภอศรีสัชชนาลัย (Y008) อ.สวรรคโลก (Y007) จนกระทั่งถึงอำเภอเมือง (Y006) จังหวัดสุโขทัย (รูปที่ 3-5) อย่างไรก็ตามปริมาณไนเตรทดังกล่าวที่วิเคราะห์ได้นั้นมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่ระบุเกณฑ์ไว้ว่าไม่ควรเกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

นอกจากนี้ยังพบไนเตรทในช่วงฤดูฝนมากกว่าช่วงฤดูแล้ง ซึ่งค่าเฉลี่ยในฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 0.19 ถึง 0.77 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยช่วงฤดูแล้งมีค่า 0.05 ถึง 0.45 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 3-7) แหล่งน้ำที่ตรวจพบปริมาณไนเตรทสูง โดยพบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นประมาณช่วงเข้าสู่ฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่เกษตรกรเริ่มเข้าสู่ฤดูการปลูกพืช และมีการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิต ซึ่งการพบไนเตรท-ไนโตรเจนสูงย่อมแสดงว่ามีการปนเปื้อนจากของเสียหรือสิ่งสกปรกจากชุมชน หรือมีการชะล้างปุ๋ยหน้าดินในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อการนำน้ำมาใช้ในการบริโภคหรือการผลิตประปา นอกจากนี้ปริมาณไนเตรทที่มากเกินไปก่อให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตของเพิ่มประชากรของพืชน้ำอย่างรวดเร็วผิดปกติ (Eutrophication) เนื่องจากไนเตรทเป็นปุ๋ยหรือสารอาหารสำคัญของพืชน้ำ ซึ่งพืชน้ำเหล่านี้จะกลายเป็นอุปสรรคต่อการใช้ออกซิเจนของสัตว์น้ำ การใช้น้ำเพื่อผลิตประปา และการคมนาคม เป็นต้น แนวโน้มปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ในช่วงพ.ศ.2548-2555 ดังแสดงในรูปที่ 3-3



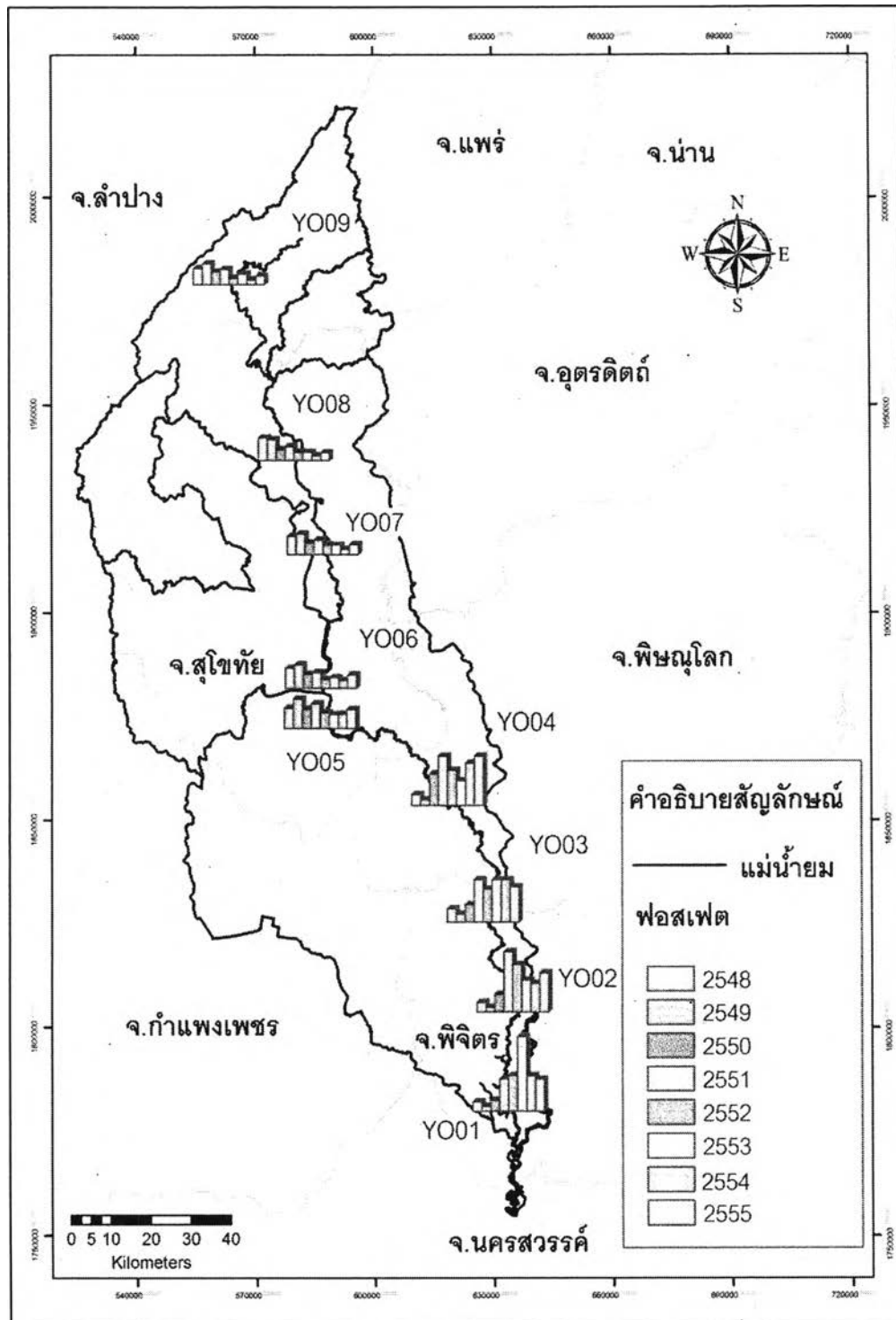
รูปที่ 3-3 แผนภูมิแสดงแนวโน้มปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ในช่วงพ.ศ.2548-2555

### ปริมาณฟอสเฟต (phosphate: $PO_4^{3-}$ ) ในแม่น้ำยมตอนล่าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลค่าฟอสเฟต พบว่ารูปแบบของค่าฟอสเฟต แบ่งออกได้เป็นสองช่วง กล่าวคือบริเวณตั้งแต่อำเภอบางระกำ จังหวัดสุโขทัย (YO04) จนกระทั่งถึงอำเภอสามงาม (YO03) อำเภอโพธิ์ประทับช้าง (YO02) และอำเภอโพทะเลจังหวัดพิจิตร (YO01) ปริมาณฟอสเฟตมีค่าเพิ่มขึ้นและพบว่ามีค่าสูงสุดในปี 2553 ที่บริเวณสะพานโพทะเล อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร โดยมีค่าเฉลี่ยฟอสเฟต ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดคือ 0.15, 0.45 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนรูปแบบที่สองนั้น ตั้งแต่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ (YO09) ผ่านมายังอำเภอศรีสัชชนาลัย (YO08) อำเภอสวรรคโลก (YO07) จนกระทั่งถึงอำเภอเมือง (YO06) จังหวัดสุโขทัย (รูปที่ 3-6) พบว่าค่าฟอสเฟตอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับลำน้ำยมที่ไหลผ่านพื้นที่ในจังหวัดพิจิตร

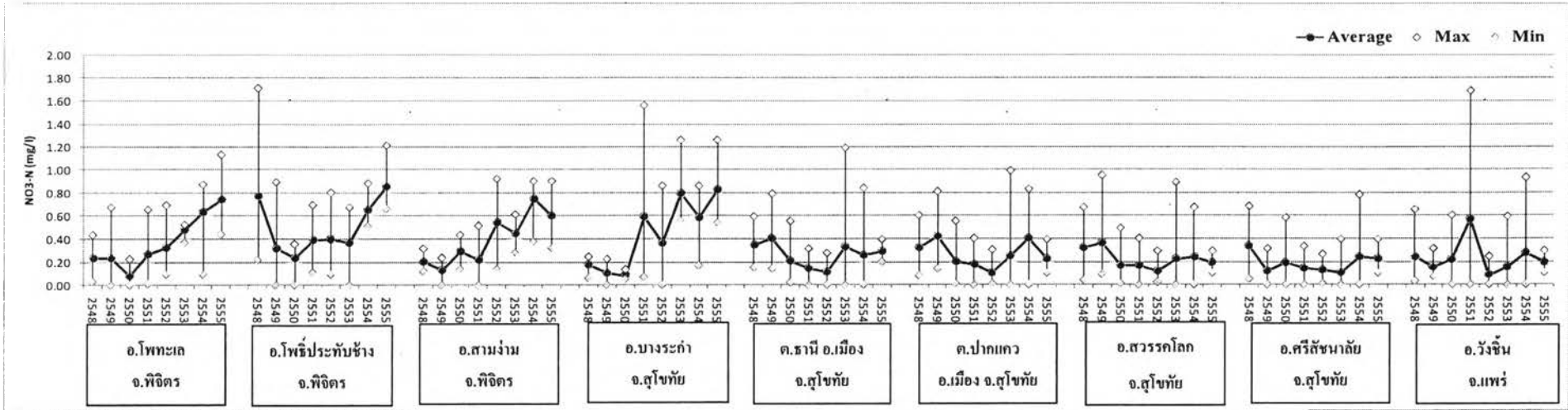
เมื่อพิจารณาข้อมูลดังกล่าว อาจวิเคราะห์เบื้องต้นได้ว่าการที่ปริมาณของฟอสเฟตในแม่น้ำยมตอนล่างมีแนวโน้มค่อนข้างสูง เนื่องมาจากประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินที่มีการสะสมของปุ๋ยหรือจากการระบายน้ำทิ้งจากพื้นที่เกษตรกรรมเป็นประจำ และการขยายตัวของชุมชนบริเวณที่ราบแม่บริเวณตอนท้ายของแม่น้ำยม ส่งผลให้แหล่งน้ำเกิดการปนเปื้อนฟอสฟอรัสที่มาจากกิจกรรมประจำวันและการใช้ผงซักฟอกกลายเป็นน้ำทิ้งจากชุมชนลงสู่แหล่งน้ำ ประกอบกับน้ำทิ้งจากพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการขยายอาณาบริเวณเพิ่มขึ้น ทำให้เป็นการเพิ่มปริมาณฟอสเฟตที่จะไหลลงสู่แม่น้ำยมช่วงท้ายน้ำ

นอกจากนี้ยังพบว่าแนวโน้มปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง ค่าเฉลี่ยฟอสเฟตของฤดูฝนคือ 0.37 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยของฤดูแล้ง คือ 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน ปริมาณฟอสเฟตสูงถึง 0.77 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดช่วงฤดูแล้งในเดือนมีนาคม ที่พบค่าฟอสเฟตเพียง 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 3-8) บริเวณแม่น้ำยมและแม่น้ำสาขานั้น พืชที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพืชไร่ ได้แก่ ถั่ว ข้าว ข้าวโพด พริก และใบยาสูบ ในรอบปีของการเพาะปลูก โดยอ้างอิงจากปฏิทินผลผลิตพืชเศรษฐกิจที่สำคัญรายเดือน ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ซึ่งพืชแต่ละชนิดนั้นมีฤดูของการเพาะปลูกประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน และมีระยะเวลาการเจริญเติบโตจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ซึ่งเกษตรกรจะต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและเพิ่มผลผลิต จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ค่าฟอสเฟตเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝน แนวโน้มปริมาณฟอสเฟต ในช่วง พ.ศ. 2548-2555 ดังแสดงในรูปที่ 3-4

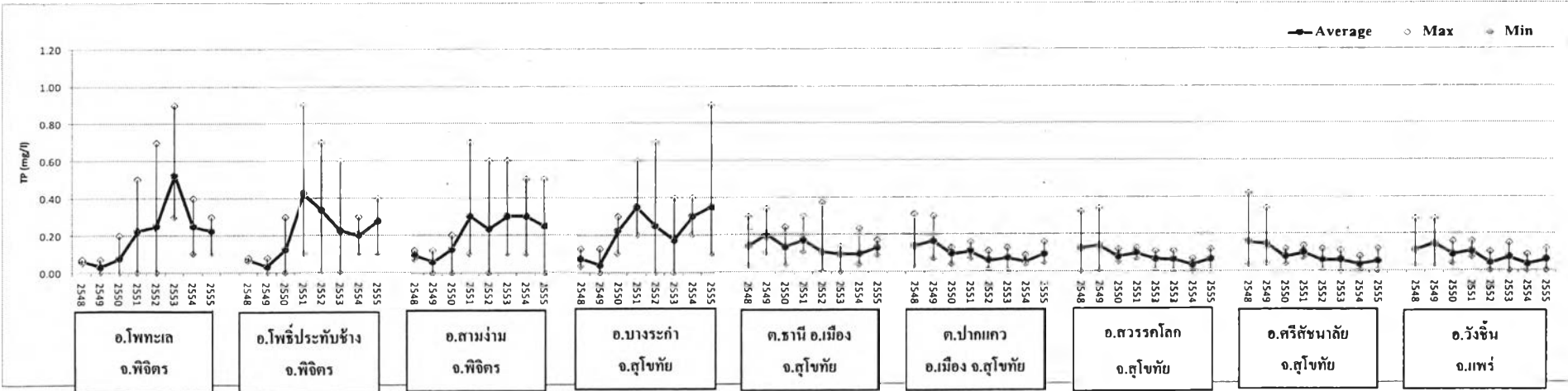


รูปที่ 3-4 แผนภูมิแสดงแนวโน้มปริมาณฟอสเฟตในช่วงพ.ศ.2548-2555

ข้อมูลความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) และฟอสเฟต ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) เฉลี่ยรายปีและเฉลี่ยตามฤดูกาลในแม่น้ำยมตอนล่างตั้งแต่ปีพ.ศ.2548 ถึง ปีพ.ศ.2555 ดังแสดงในรูปที่ 3-5 รูปที่ 3-6 รูปที่ 3-7 และรูปที่ 3-8

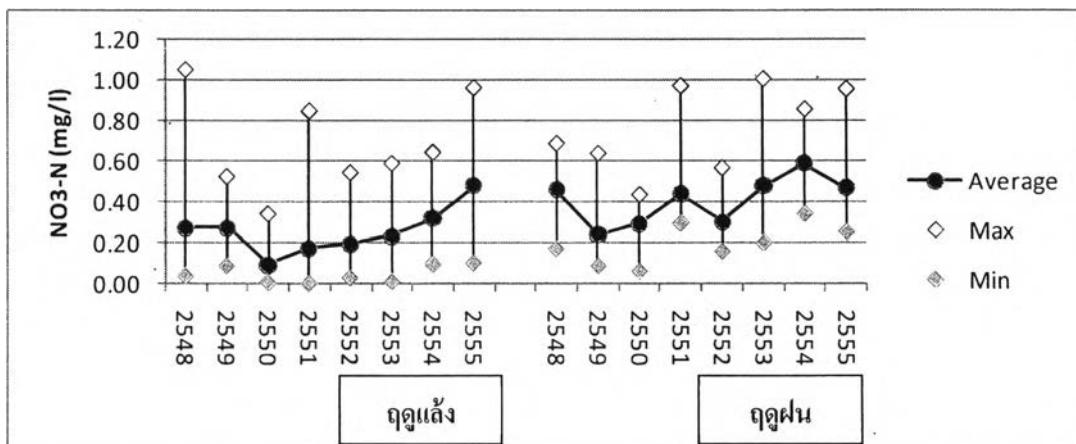


รูปที่ 3-6 ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยรายปีในแม่น้ำยมตอนล่าง

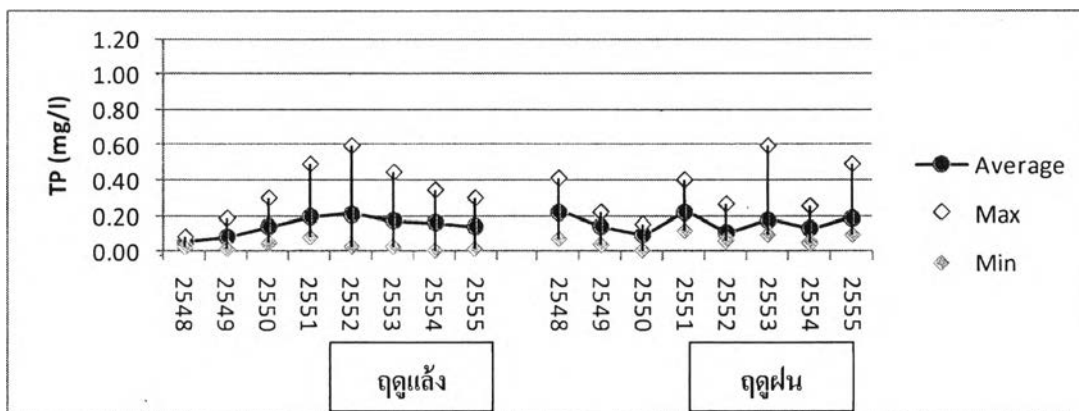


รูปที่ 3-5 ความเข้มข้นของฟอสเฟตเฉลี่ยรายปีในแม่น้ำยมตอนล่าง





รูปที่ 3-7 ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) เฉลี่ยตามฤดูกาลในแม่น้ำยมตอนล่าง



รูปที่ 3-8 ความเข้มข้นของฟอสเฟต ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) เฉลี่ยตามฤดูกาลในแม่น้ำยมตอนล่าง

### 3.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานศึกษา

#### 3.2.1 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (personal computer) สำหรับจัดเก็บรวบรวมประมวลผล และนำเสนอข้อมูล
- 2) โปรแกรมแบบจำลอง ArcSWAT ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ทำงานร่วมกับโปรแกรม ArcGIS สำหรับประมวลผลในการประเมินปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน คุณภาพน้ำและการจัดทำแผนที่ในการนำเสนอ
- 3) เครื่องกำหนดพิกัดด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS)

### 3.2.2 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากภาคสนาม

- 1) เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำแบบแนวตั้ง (Water Sampler Vertical Type)
- 2) เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำของบริษัท WTW รุ่น oxi320
- 3) เทอร์มอมิเตอร์ (Thermometer) วัดอุณหภูมิ
- 4) pH meter รุ่น YSI60 วัดความเป็นกรดและด่าง
- 5) ขวดพลาสติก polyethylene ขนาด 1 ลิตร
- 6) ขวดบีโอดี
- 7) เชือกสำหรับผูกติดเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อเก็บน้ำลึก
- 8) กรดซัลฟิวริก ( $H_2SO_4$ ) เพื่อรักษาสภาพน้ำตัวอย่าง
- 9) กล้องโพรบที่บแสงบรรจุน้ำแข็งสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ
- 10) น้ำกลั่น
- 11) หลอดหยด (dropper)
- 12) ฉลากติดขวดตัวอย่าง
- 13) ปากกาบันทึกข้อมูล
- 14) ปากกาสีไม่ละลายน้ำ
- 15) สมุดบันทึกข้อมูล

### 3.3 การเก็บตัวอย่างน้ำในภาคสนาม

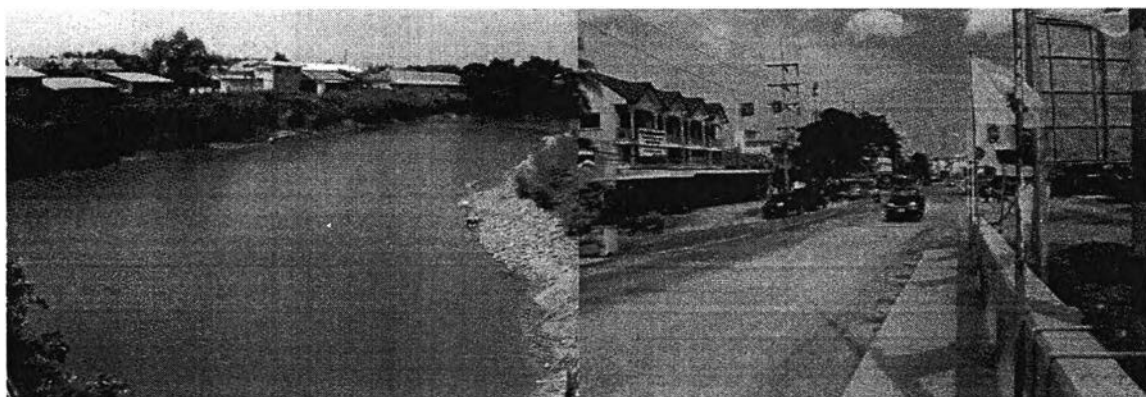
ประกอบด้วยตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำและวิธีการเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต

#### 3.3.1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

ในงานศึกษาได้เลือกพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่าง เพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านคุณภาพน้ำผิวดิน ทั้งหมด 14 สถานีจุดตรวจวัด แบ่งเป็นสถานีที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 พิษณุโลก จำนวน 4 สถานี ได้แก่ ตั้งแต่สถานี YO01 ถึง YO04 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง จำนวน 5 สถานี คือตั้งแต่สถานี YO05 จนถึง YO09 และจุดรวบรวมน้ำเสียชุมชนที่ทางผู้ศึกษาได้ทำการสำรวจอีกจำนวน 5 สถานี (W01-W05) รายละเอียดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำแสดงในตารางที่ 3-1 รูปที่ 3-9 และแผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำดังแสดงในรูปที่ 3-10

ตารางที่ 3-1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

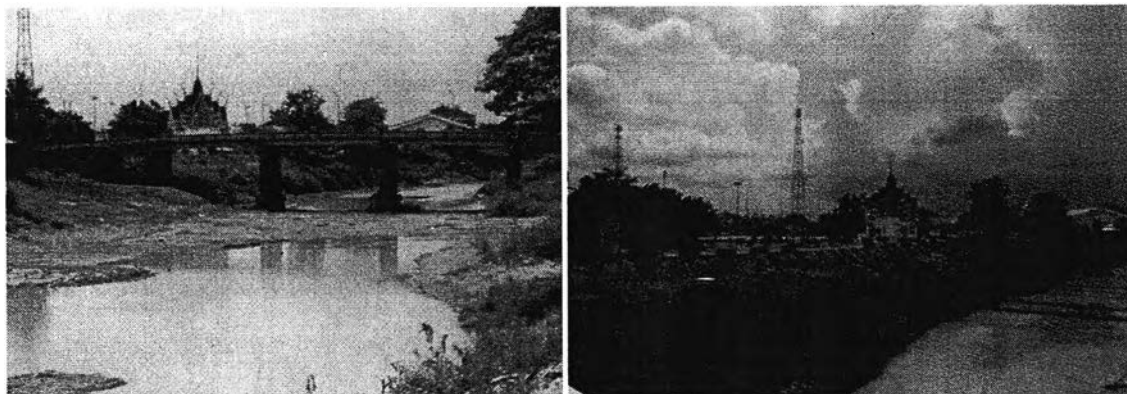
สถานี	ที่ตั้ง	พิกัดแกน X	พิกัดแกน Y
YO01	สะพานโพทะเล อ.โพทะเล จ.พิจิตร	634724N	1779865E
YO02	วัดท่าบัวทอง ต.วังจักษ์ อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร	635834N	1803762E
YO03	สะพานบ้านสามง่าม ต.สามง่าม อ.สามง่าม จ.พิจิตร	628413N	1825398E
YO04	สะพานแม่น้ำยม สุขาภิบาลบางระกำ อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก	619493N	1853511E
YO05	สะพานพระร่วง ต.ธานี อ.เมือง จ.สุโขทัย	587342N	1880424E
YO06	สะพานบ้านวังหินพัฒนา ต.ปากแคว อ.เมือง จ.สุโขทัย	587585N	1881813E
YO07	ทำน้ำใกล้เคียงสะพานแขวน อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	588128N	1914085 E
YO08	สะพานศรีสังขาลัย ต.หาดเสี้ยว อ.ศรีสังขาลัย จ.สุโขทัย	580853N	1936637E
YO09	สะพานวังจั่น บ.นาปลากั้ง ต.วังจั่น อ.วังจั่น จ.แพร่	564492N	1979048E
W01	จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชนเทศบาลตำบลบางระกำ จ.พิษณุโลก	628498N	1825120E
W02	จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชน อ.สามง่าม จ.พิจิตร	619119N	1852692E
W03	จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี อ.เมือง จ.สุโขทัย	588697N	1884994E
W04	จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชน อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	588161N	1914887E
W05	จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชน อ.ศรีสังขาลัย จ.สุโขทัย	580774N	1941452E



สถานี YO01

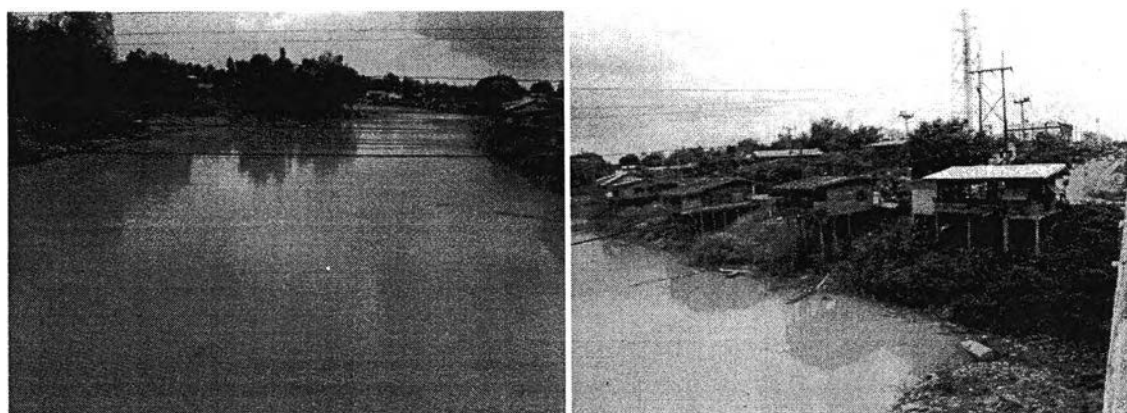
สะพานโพทะเล อ.โพทะเล จ.พิจิตร

รูปที่ 3-9 จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำยมตอนล่าง



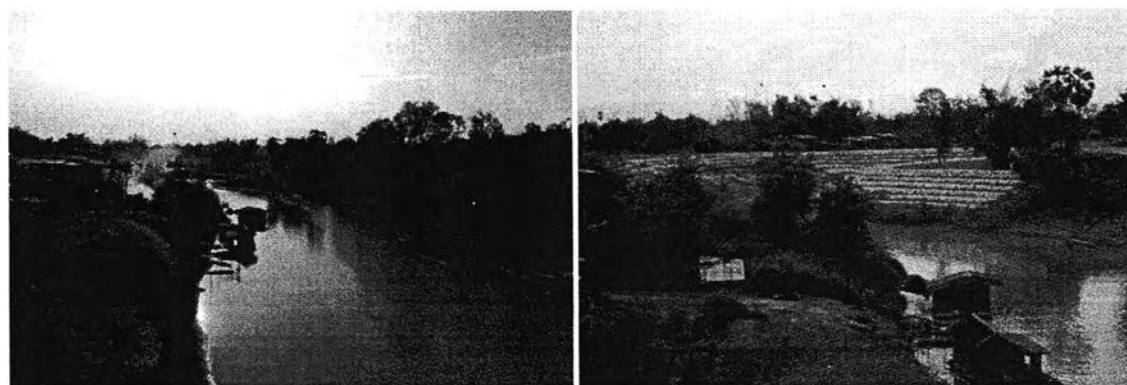
สถานี YO02

วัดท่าบัวทอง ต.วังจิก อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร



สถานี YO03

สะพานบ้านสามง่าม ต.สามง่าม อ.สามง่าม จ.พิจิตร



สถานี YO04

สะพานแม่ซ้ายม สุขาภิบาลบางระกำ อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก

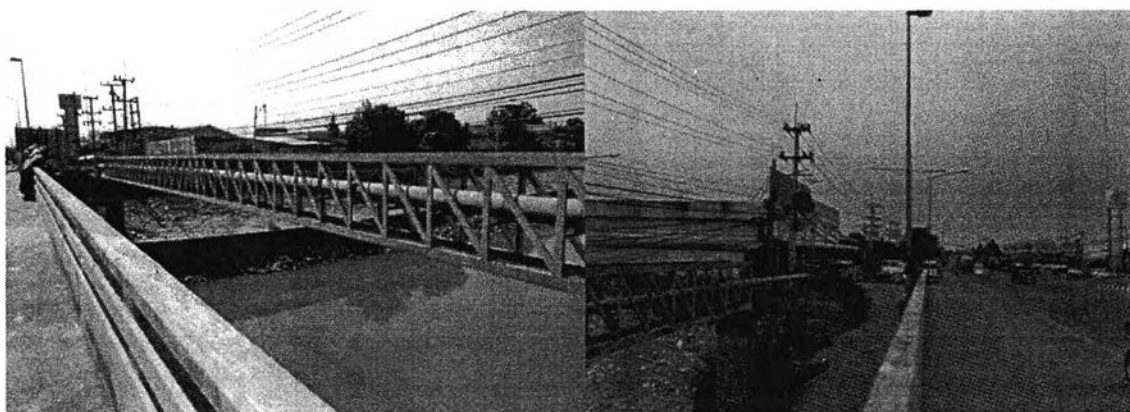
รูปที่ 3-9 (ต่อ) จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำยมตอนล่าง





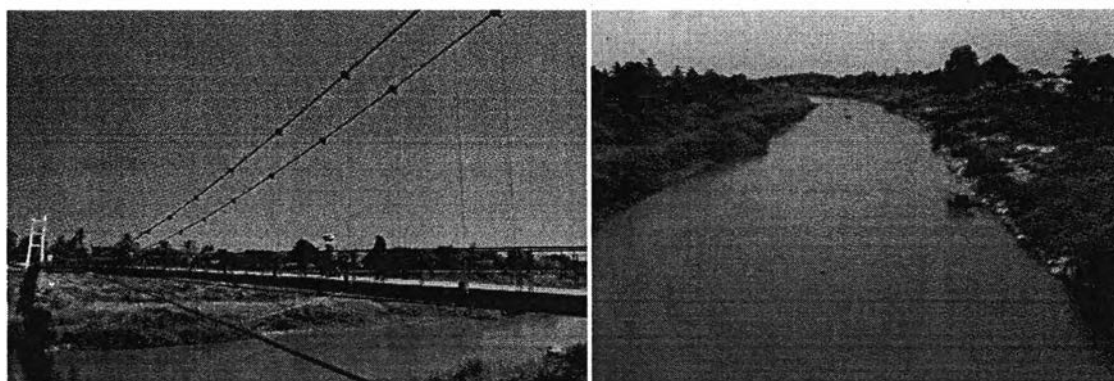
สถานี YO05

สะพานพระร่วง ต.ธานี อ.เมือง จ.สุโขทัย



สถานี YO06

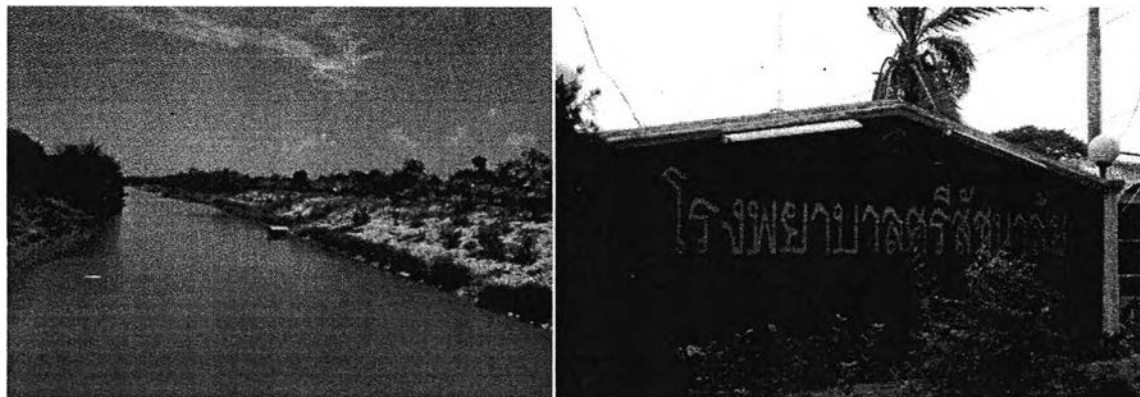
สะพานบ้านวังหินพัฒนา ต.ปากแคว อ.เมือง จ.สุโขทัย



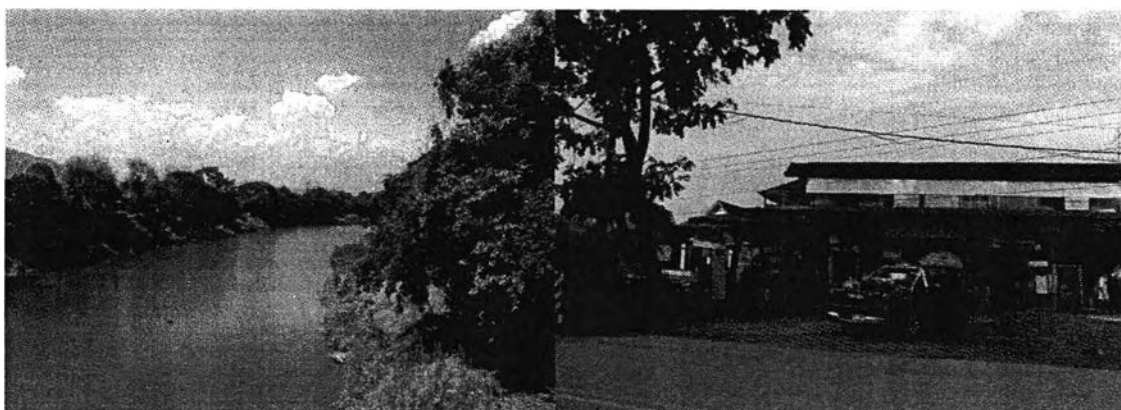
สถานี YO07

ทำน้ำไถ่สะพานแขวน อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย

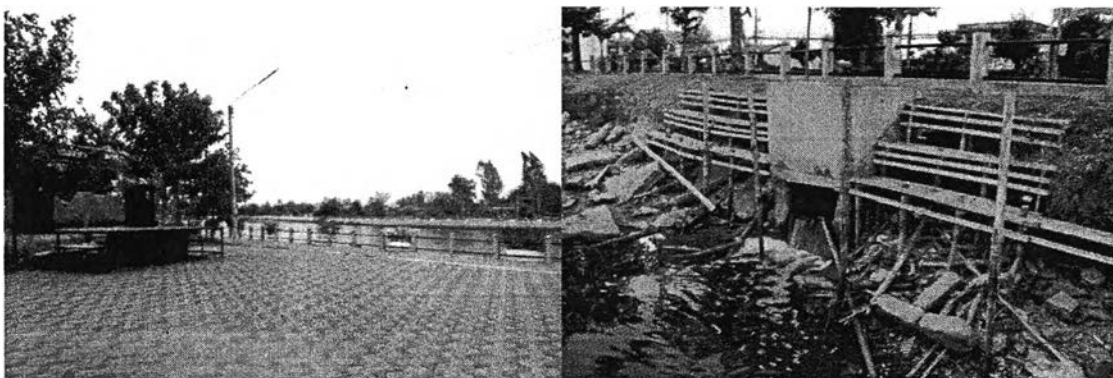
รูปที่ 3-9 (ต่อ) จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำยมตอนล่าง



สถานี YO08  
สะพานศรีสังขาลย์ ต.หาดเสี้ยว อ.ศรีสังขาลย์ จ.สุโขทัย



สถานี YO09  
สะพานวังซิ่น บ.นาปลากั้ง ต.วังซิ่น อ.วังซิ่น จ.แพร่



สถานี W01  
จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชนเทศบาลตำบลบางระกำ จ.พิษณุโลก

รูปที่ 3-9 (ต่อ) จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำยมตอนล่าง

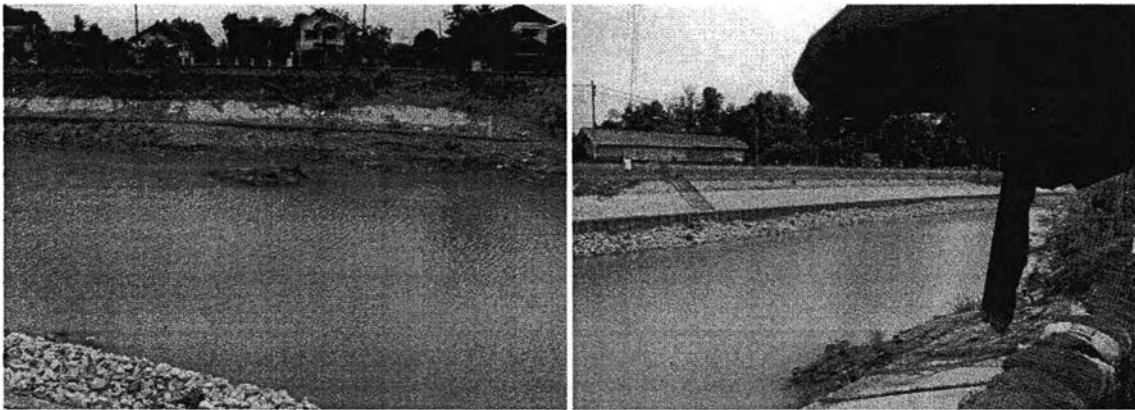






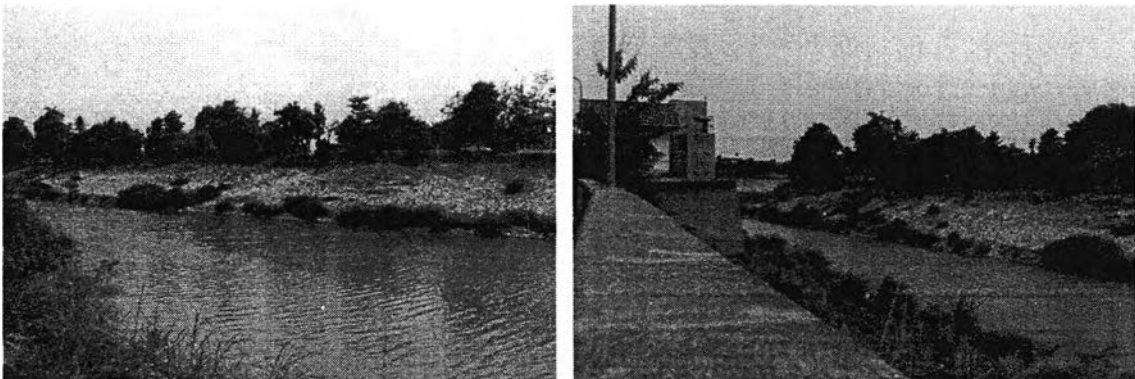
สถานี W02

จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชน อ.สามง่าม จ.พิจิตร



สถานี W03

จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองสุโขทัยธานี อ.เมือง จ.สุโขทัย



สถานี W04

จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชน อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย

รูปที่ 3-9 (ต่อ) จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำยมตอนล่าง



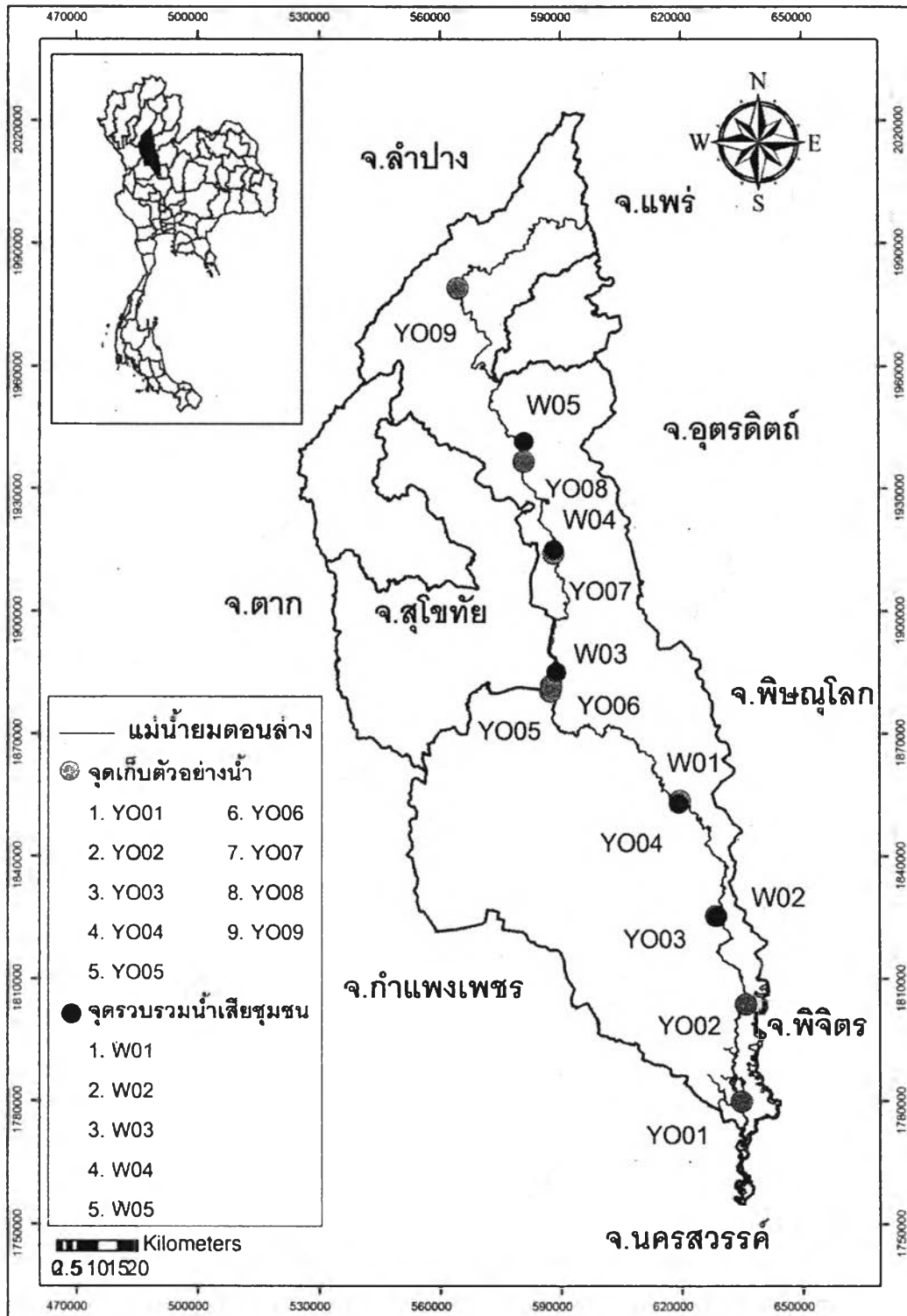


สถานี W05

จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชน อ.ศรีษะนาลัย จ.สุโขทัย  
รูปที่ 3-9 (ต่อ) จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำยมตอนล่าง







รูปที่ 3-10 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

### 3.3.2 วิธีการเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและ

#### ฟอสเฟต

วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 3 ครั้ง โดยมีการสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงฤดูแล้ง (มกราคม ถึง มีนาคม) ระหว่างวันที่ 2-5 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 และวันที่ 8-10 พฤษภาคม พ.ศ. 2556 ช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม ถึง กรกฎาคม) ระหว่างวันที่ 14-16 สิงหาคม พ.ศ. 2556 ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำแบบแนวตั้ง (Water Sampler Vertical Type) เก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับกึ่งกลางความลึก และที่จุดกึ่งกลางความกว้างของแหล่งน้ำ เก็บในขวดพลาสติก polyethylene สำหรับวิเคราะห์พารามิเตอร์ไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต ส่วนการวิเคราะห์ค่าบีโอดีนั้น ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำใส่ในขวดบีโอดี รวมปริมาตรน้ำที่เก็บขวดละ 1 ลิตร จุดละ 1 ขวด สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ (Water temperature) ความเป็นกรดและด่าง (APPHA, AWWA, & WEF) ค่าออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen: DO) ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical oxygen demand: BOD) ค่าไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-nitrogen,  $\text{NO}_3^-$ -N) และฟอสเฟต (phosphate,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) ทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำด้วยการเติมกรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ให้ pH ต่ำกว่า 2 ตัดฉลากชื่อสถานีเก็บน้ำ นำไปเก็บรักษาโดยการบรรจุในกล่องโฟมที่ปิดพร้อมแช่แข็งให้มีอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อลดการทำงานของจุลินทรีย์ ลดการเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี จากนั้นนำไปวิเคราะห์ต่อไปที่ห้องปฏิบัติการสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต แสดงในภาคผนวกและพารามิเตอร์ที่ศึกษาวิจัยและวิธีการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 พารามิเตอร์ที่ศึกษาวิจัยและวิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีการวิเคราะห์
อุณหภูมิของน้ำ (Temperature)	องศาเซลเซียส	Thermometer
ความเป็นกรดและด่าง (APPHA et al.)	-	pH Meter
ออกซิเจนละลาย (DO)	มิลลิกรัมต่อลิตร	Membrane Electrode Method
บีโอดี (BOD)	มิลลิกรัมต่อลิตร	5-Days BOD Test (5210 B) Membrane Electrode Method (4500-O G)
ไนเตรท (nitrate; $\text{NO}_3^-$ -N)	มิลลิกรัมต่อลิตร	Brucine Method
ฟอสเฟต (phosphate; $\text{PO}_4^{3-}$ )	มิลลิกรัมต่อลิตร	Ascorbic Acid Method

หมายเหตุ : วิธีวิเคราะห์ อ้างอิงจาก Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 21<sup>st</sup> Edition (APPHA et al., 2005)

### 3.4 การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง Soil and Water Assessment Tool (SWAT) ในแม่น้ำยมตอนล่าง

#### 3.4.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง SWAT

งานวิจัยนี้ใช้แบบจำลอง SWAT ในการประเมินปริมาณไนโตรเจนและฟอสเฟตในแม่น้ำยมตอนล่างซึ่งเป็นแบบจำลองที่ทำงานร่วมกับโปรแกรม ArcGIS ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งในการเตรียมข้อมูลนำเข้าแบบจำลองจะต้องเตรียมชั้นข้อมูลดังกล่าวครอบคลุมทั้งลุ่มน้ำยม ตั้งแต่แม่น้ำยมตอนบน แม่น้ำยมตอนกลางจนถึงแม่น้ำยมตอนล่าง เพื่อให้แบบจำลองเกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการประเมินปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอนและนำไปสู่การประเมินคุณภาพน้ำหรือธาตุอาหารในน้ำ ซึ่งก็คือปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนและฟอสเฟต โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาซึ่งต้องนำเข้าแบบจำลอง SWAT ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง SWAT

ชั้นข้อมูล	หน่วยงาน	ปี
1. ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) ขนาดรายละเอียด 90x90 เมตร	- ทำขึ้นจากแผนที่ภูมิประเทศ 1:50000 ของกรมแผนที่ทหาร	2547
2. ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50000	- กรมแผนที่ทหาร	2547
3. ข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดิน มาตรฐาน 1:50000	- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	2546 2552
4. ข้อมูลแผนที่ชุดดิน	- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	2547
5. ข้อมูล GIS ขอบเขตแม่น้ำและเส้นลำน้ำ	- กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	2552
6. ข้อมูลฝนรายวัน	- กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ - กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	2543-2556
7. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ - อุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด รายวัน - ความเร็วลม รายวัน - ความชื้นสัมพัทธ์ รายวัน	- กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	2543-2556
8. ข้อมูลอุทกวิทยา (อัตราการไหลน้ำท่า รายวัน)	- กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	2543-2556
9. ข้อมูลอ่างเก็บน้ำ	- กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	2552
10. ข้อมูลการผันน้ำ	- สำนักชลประทานที่ 3 กรมชลประทาน	2556

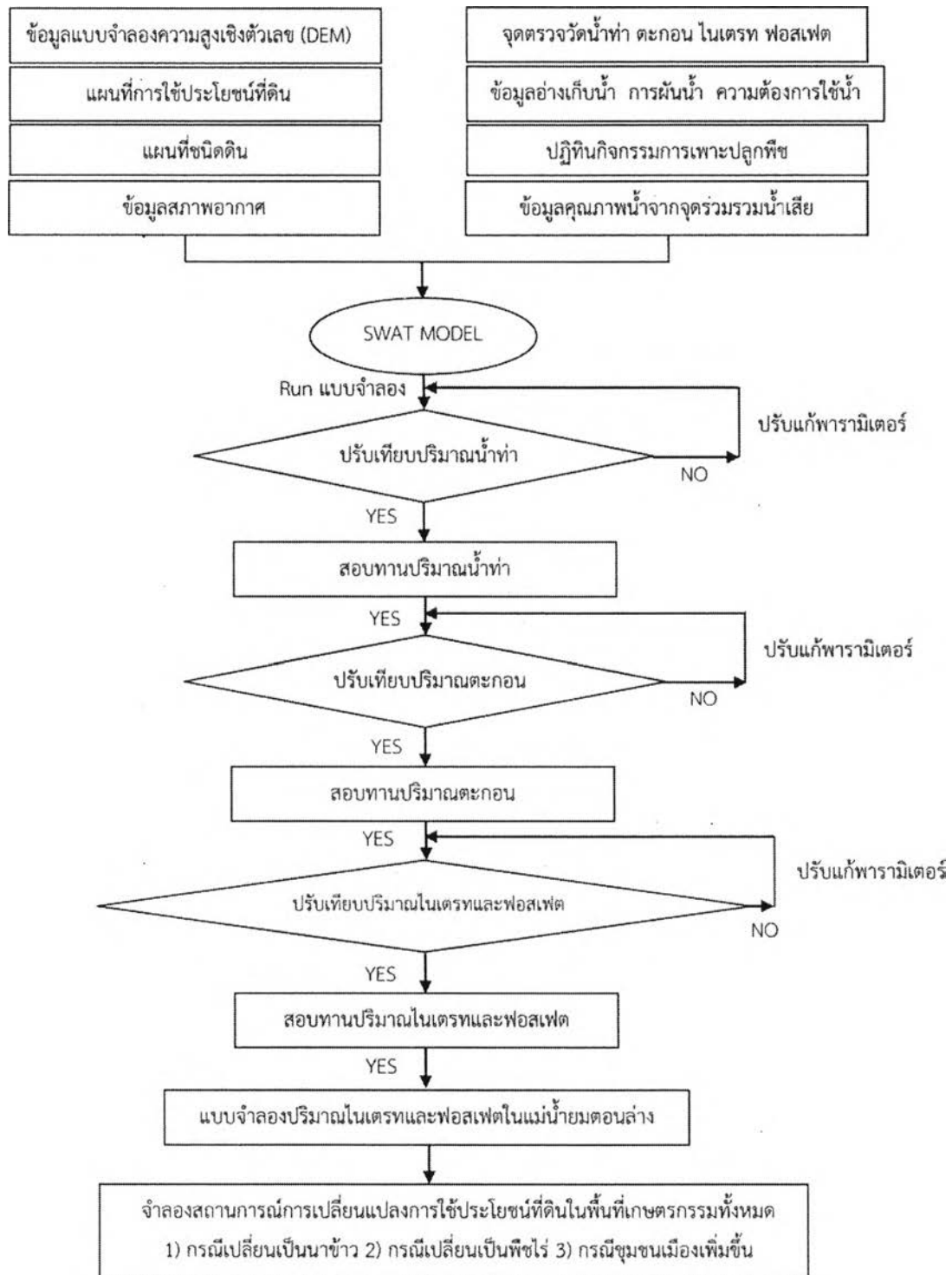
ตารางที่ 3-3 (ต่อ) ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง SWAT

ชั้นข้อมูล	หน่วยงาน	ปี
11. ข้อมูลความต้องการใช้น้ำ	- กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์	2553
12. ข้อมูลปฏิทินการเพาะปลูกพืช	- สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	2556
13. ข้อมูลคุณภาพน้ำ (ปริมาณไนเตรทและ ปริมาณฟอสเฟต) ในแม่น้ำยม	- สำนักสิ่งแวดล้อมภาค 2 ลำปาง - สำนักสิ่งแวดล้อมภาค 3 พิษณุโลก	2551-2556

### 3.5 การสร้างแบบจำลอง SWAT แม่น้ำยมตอนล่าง

ในขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบจำลอง SWAT แม่น้ำยมตอนล่างนั้น ประกอบด้วย การกำหนดขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งผู้ศึกษานำเข้าข้อมูลลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำยมทั้งลุ่มน้ำ โดยข้อมูลนำเข้าได้แก่ ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (DEM) แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนที่ชนิดดิน ตำแหน่งสถานีวัดปริมาณน้ำท่า สถานีวัดปริมาณตะกอน ตำแหน่งสถานีภูมิอากาศ ตำแหน่งอ่างเก็บน้ำ ตำแหน่งการผันน้ำและข้อมูลความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ จากนั้นดำเนินการนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำในพื้นที่ คือ ตำแหน่งจุดตรวจวัดปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ปริมาณฟอสเฟต ตำแหน่งจุดรวบรวมน้ำเสียชุมชน จากนั้นทำการใส่ข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกพืช และใส่ค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำลงในแบบจำลอง SWAT

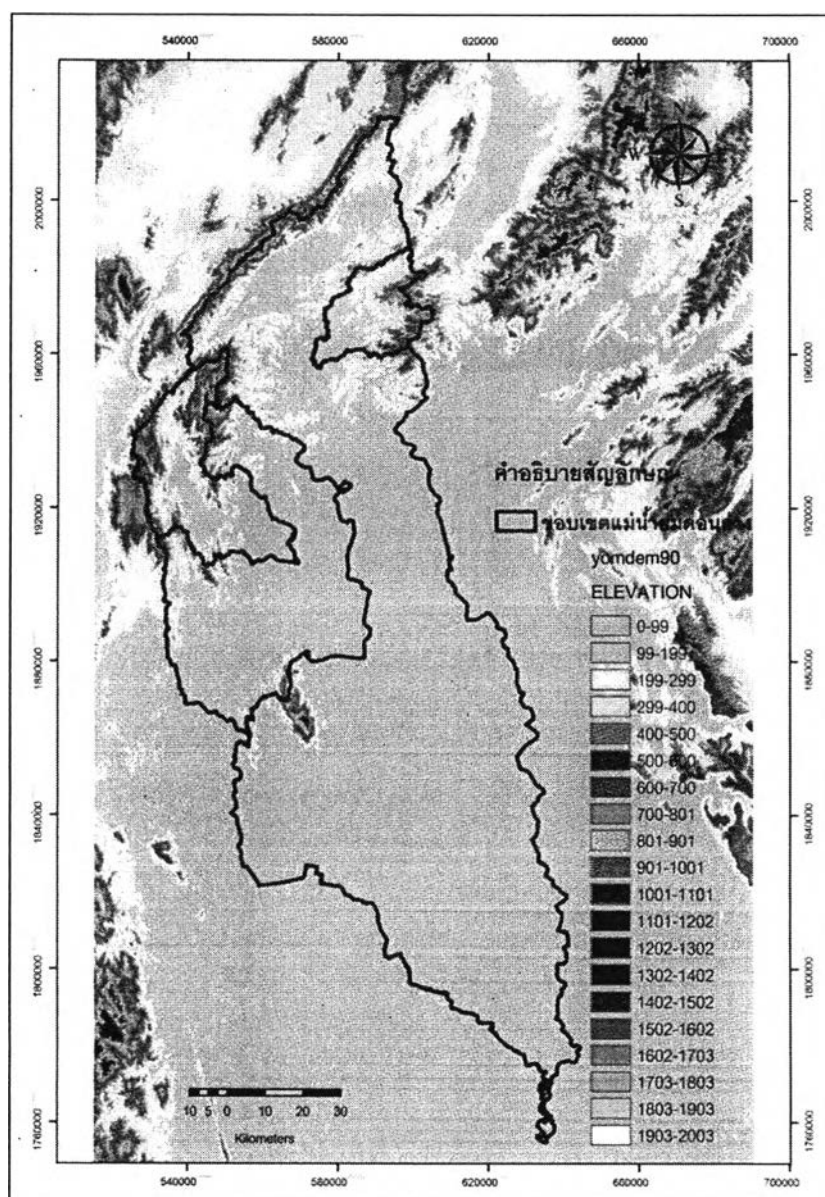
ดำเนินการการประมวลผลแบบจำลอง ซึ่งผลจากการคำนวณของจำลองนั้นจะได้ผลลัพธ์คือปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอนในลำน้ำและคุณภาพน้ำ จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง (Model Sensitivity Analysis) ขั้นตอนต่อไปคือการปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) เพื่อให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองมีประสิทธิภาพที่ดีหรือมีความถูกต้องกับความเป็นจริงให้มากที่สุด โดยการนำข้อมูลที่คำนวณได้จากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงในแม่น้ำ ซึ่งดำเนินการปรับเทียบในส่วนของปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและปริมาณฟอสเฟตในพื้นที่ เมื่อได้ผลลัพธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกันแล้ว จึงดำเนินการสอบทานแบบจำลอง (Model Verification) เพื่อเป็นการพิสูจน์ความแม่นยำของแบบจำลอง และวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของแบบจำลอง (Uncertainty analysis) โดยขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง SWAT ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 3-11



รูปที่ 3-11 ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง SWAT แม่น้ำยมตอนล่าง

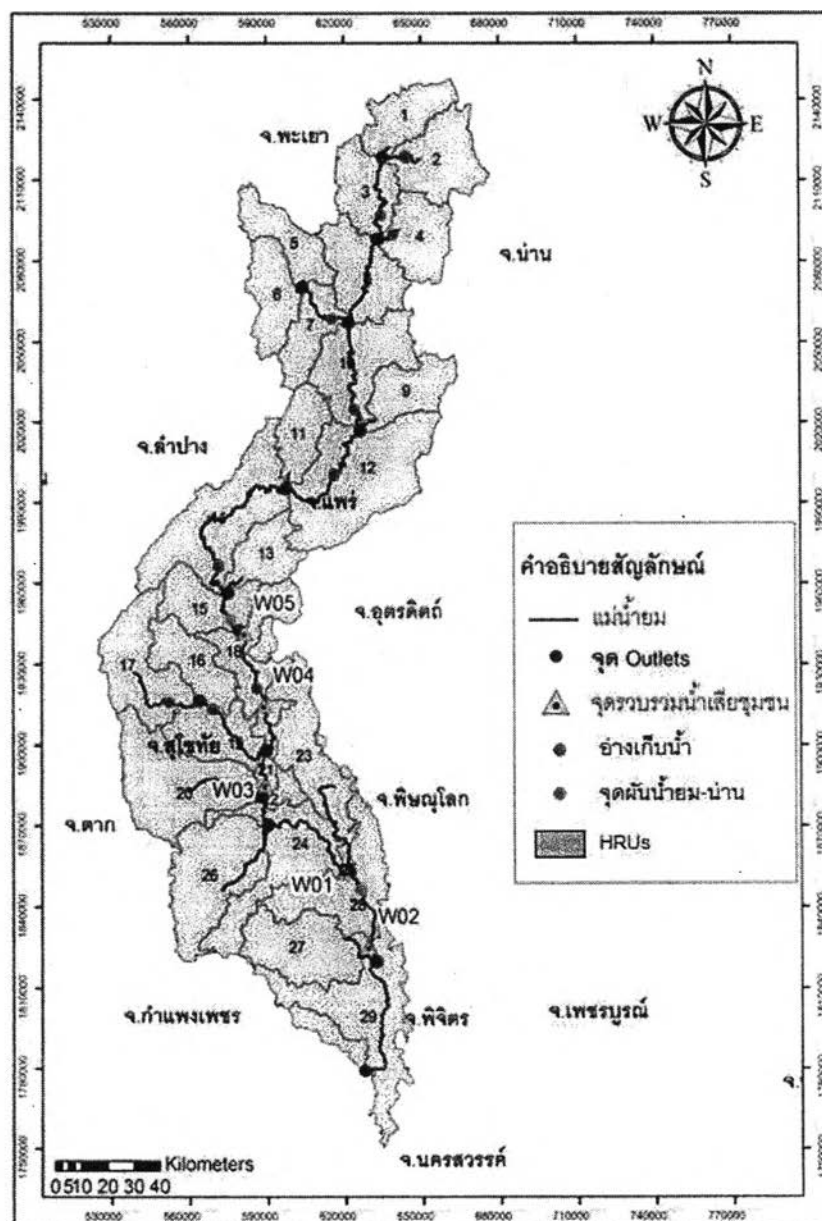
### 3.5.1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ

ขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในแบบจำลองนั้นสร้างมาจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (DEM) เพื่อให้ได้ข้อมูลอุทกวิทยาในแต่ละลุ่มน้ำย่อย ซึ่งในการกำหนดขอบเขตของลุ่มน้ำ จะต้องทำการระบุตำแหน่งจุดออก (outlets) ของลุ่มน้ำย่อยให้กับแบบจำลอง ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยได้จำนวน 29 ลุ่มน้ำย่อย เพื่อใช้ในการแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณของแบบจำลองและใช้ในการดำเนินการเปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลองในกระบวนการต่อไป โดยการสร้างข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลขที่ทำการศึกษานี้มีความละเอียด (resolution) ขนาด 90×90 เมตร แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (DEM) ของแม่น้ำยมตอนล่าง ดังแสดงในภาพที่ 3-12



รูปที่ 3-12 แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (DEM) ของแม่น้ำยมตอนล่าง

ซึ่งในการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำในขั้นตอนนี้ ได้พิจารณาลักษณะทางกายภาพตลอดทั้ง แม่น้ำยม และมีการกำหนดจุดอื่นๆอีก 3 ประเภท เพื่อให้มีความใกล้เคียงกับลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำยมให้มากที่สุด ซึ่งได้แก่ จุดอ่างเก็บน้ำ จุดผันน้ำยม-น่าน และจุดปล่อยน้ำเสียชุมชน โดยอ่างเก็บน้ำที่ดำเนินการระบุตำแหน่งลงไปแบบจำลองบริเวณแม่น้ำยมตอนบนถึงแม่น้ำยมตอนกลางนั้น มีจำนวนทั้งสิ้น 10 จุด ส่วนจุดผันน้ำยม-น่าน มีจำนวน 2 จุด และจุดปล่อยน้ำเสียชุมชนจำนวน 5 จุด ดังแสดงในรูปที่ 3-13



รูปที่ 3-13 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ อ่างเก็บน้ำ จุดผันน้ำยม-น่าน จุดรวบรวมน้ำเสียชุมชน

### 3.5.2 การกำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs)

เป็นการกำหนดลักษณะความสัมพันธ์กายภาพของแต่ละลุ่มน้ำย่อยระหว่างลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความลาดชันของพื้นที่และชนิดดินซึ่งมีความแตกต่างกันให้กับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทั้ง 29 ลุ่มน้ำย่อยที่ประมวผลได้จากการสร้างแบบจำลอง SWAT ซึ่งการกำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา มีรายละเอียดต่อไปนี้

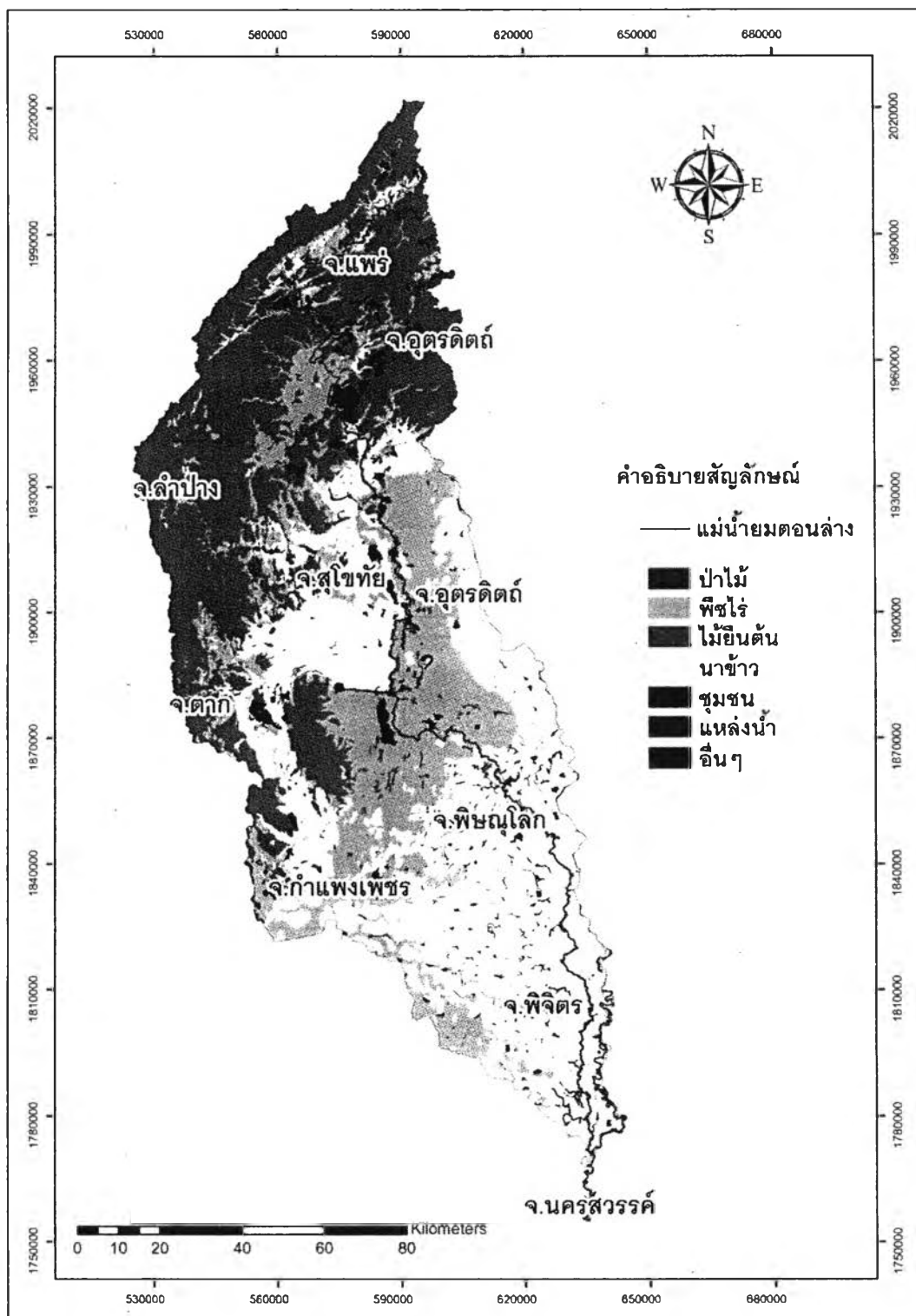
#### 1) ชั้นข้อมูลลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)

ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่นำเข้าแบบจำลอง SWAT นี้ ได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลจำนวน 2 ช่วงปี คือปีพ.ศ.2546 และปีพ.ศ.2552 โดยแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 7 ประเภท รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3-4 รูปที่ 3-14 และรูปที่ 3-15

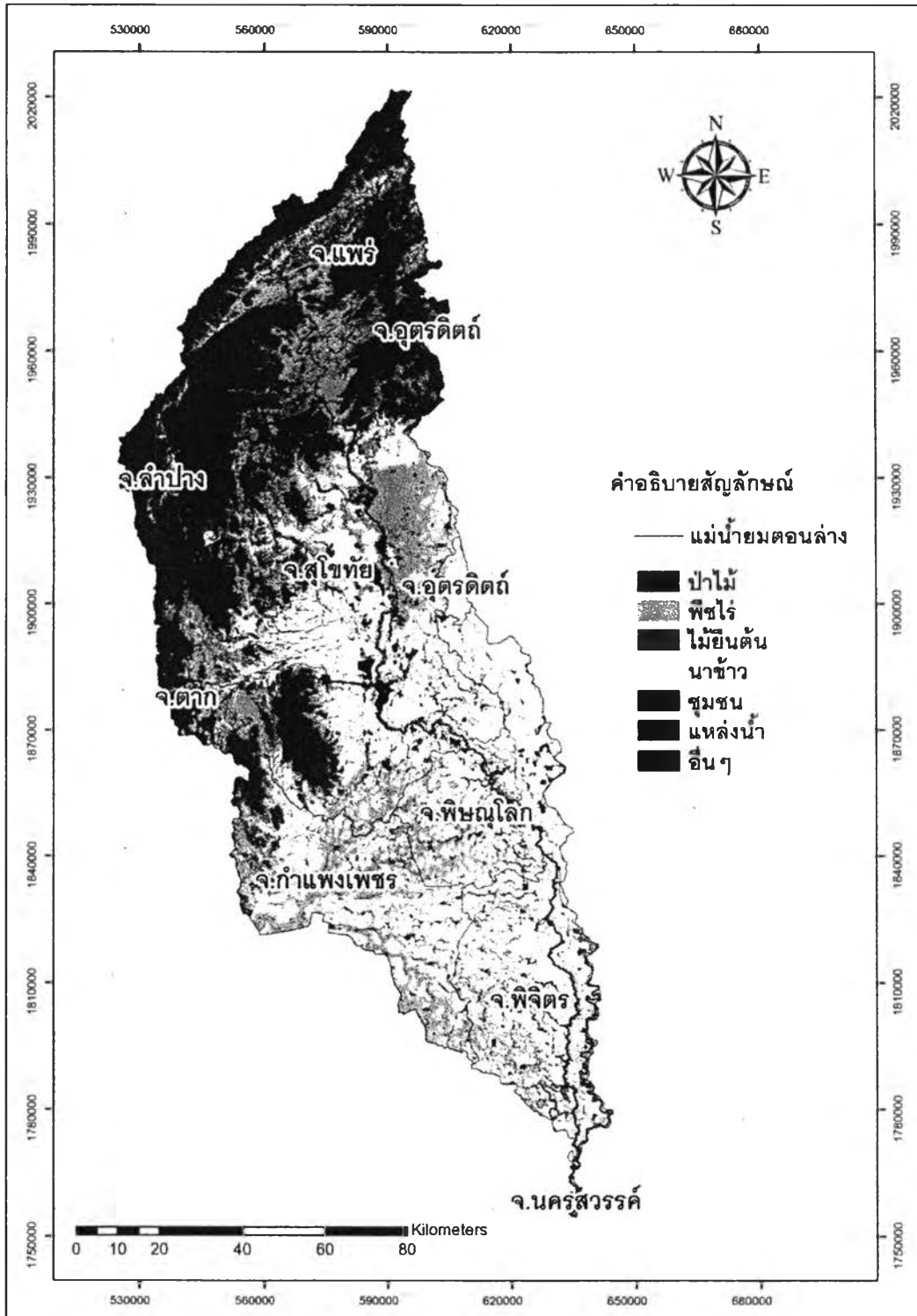
ตารางที่ 3-4 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินปีพ.ศ.2546 และปีพ.ศ.2552

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ปี พ.ศ.2546	%	ปี พ.ศ.2552	%
ป่าไม้	4774.68	32.67	4632.61	31.70
พืชไร่	3496.37	23.93	3081.87	21.09
ไม้ยืนต้น	304.50	2.08	299.67	2.05
นาข้าว	5469.36	37.43	5596.84	38.30
ชุมชน	438.24	3.00	634.90	4.34
แหล่งน้ำ	52.93	0.36	220.84	1.51
อื่นๆ	77.54	0.53	146.89	1.01
รวม	14613.62	100.00	14613.62	100.00





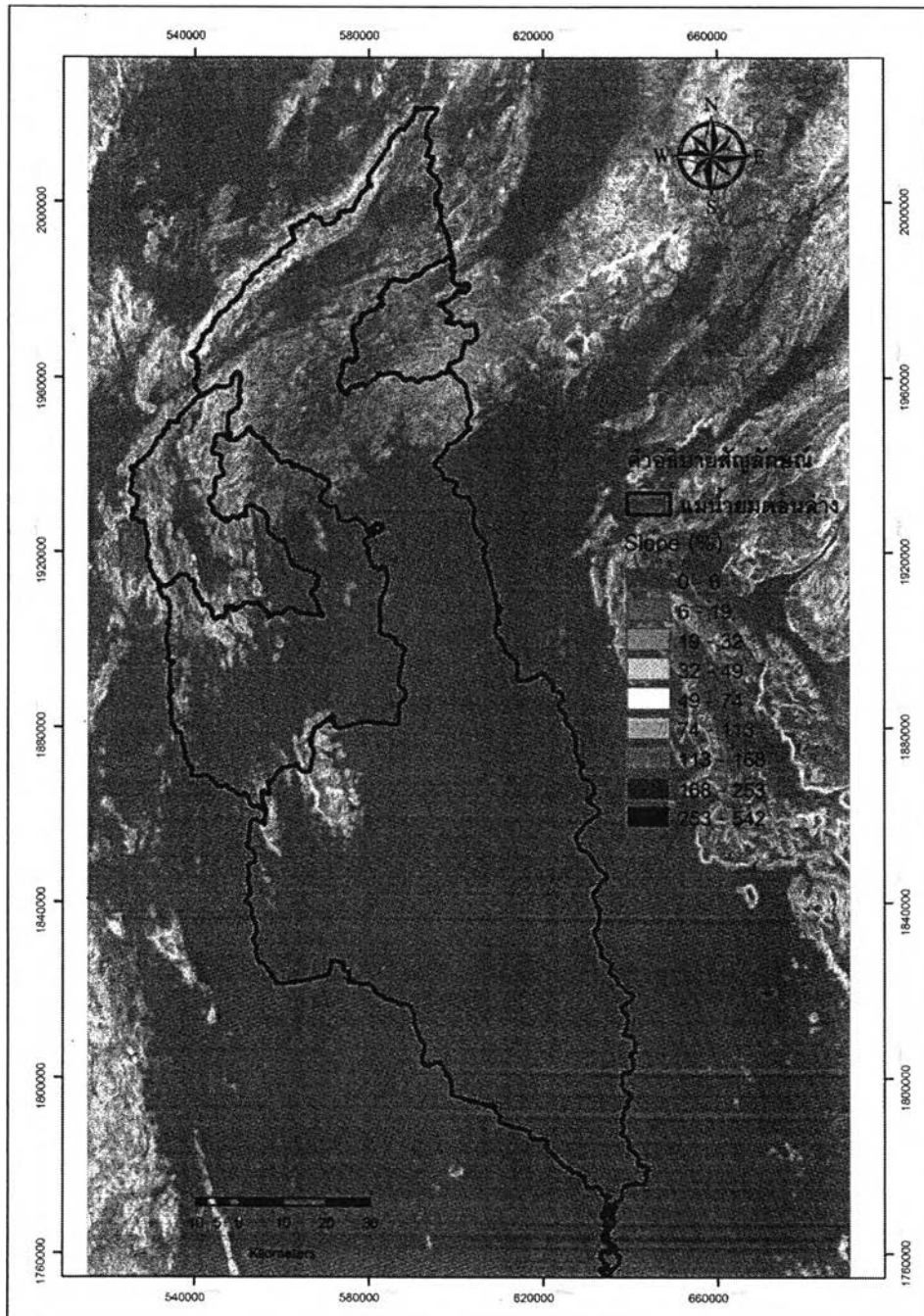
รูปที่ 3-14 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2546



รูปที่ 3-15 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2552

2) ชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ (Slope)

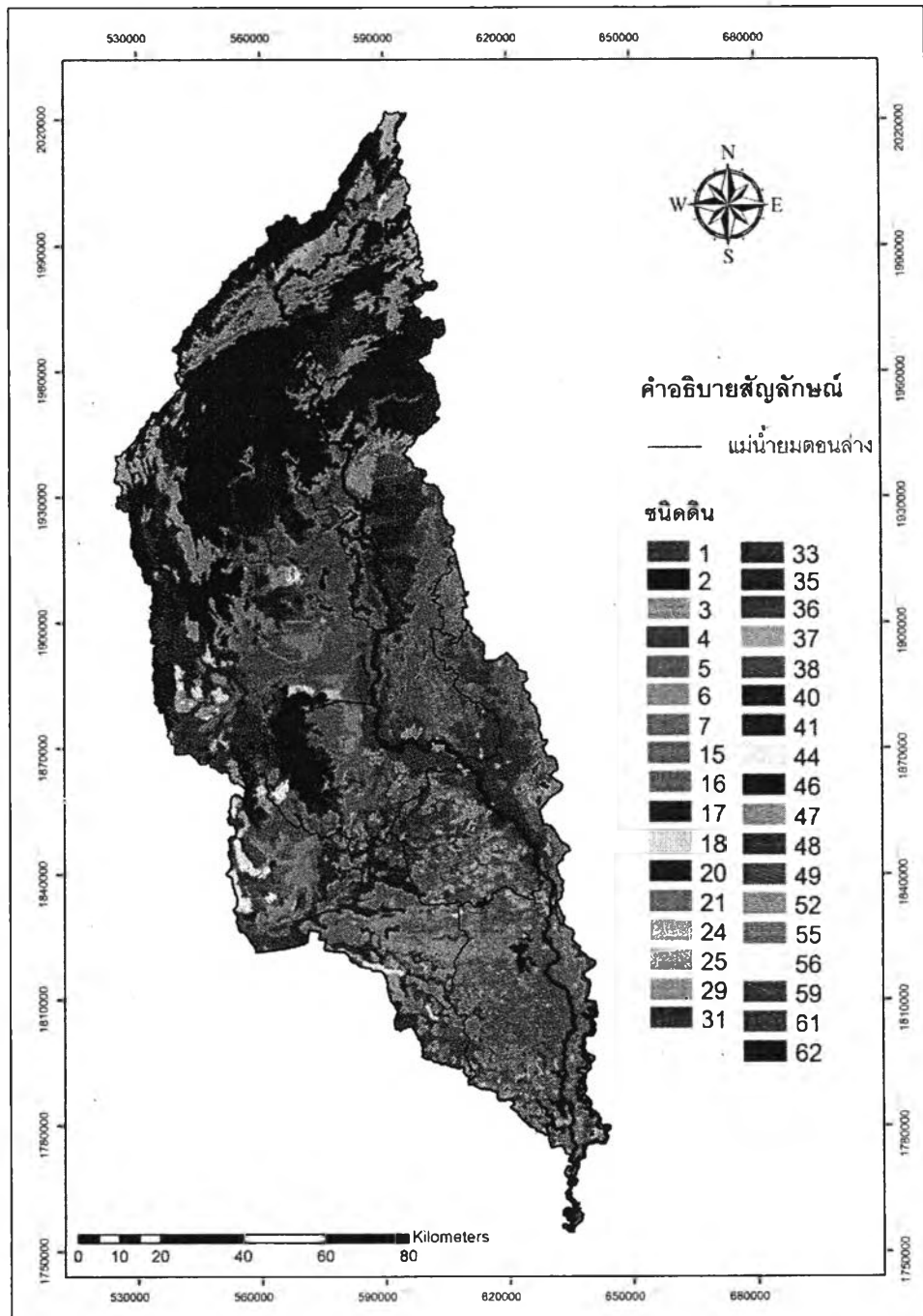
ชั้นข้อมูลความลาดชันที่นำเข้าแบบจำลอง SWAT นี้ ได้กำหนดช่วงความลาดชัน (ร้อยละ) ของพื้นที่ลุ่มน้ำออกเป็น 9 ชั้น ได้แก่ 0-6 6-19 19-32 32-49 49-74 74-113 113-168 168-253 และ 253-542 ทั้งนี้ชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ดังแสดงในรูปที่ 3-16



รูปที่ 3-16 ชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่แม่น้ำมตองล่าง

### 3) ชั้นข้อมูลชนิดดิน (Soil group)

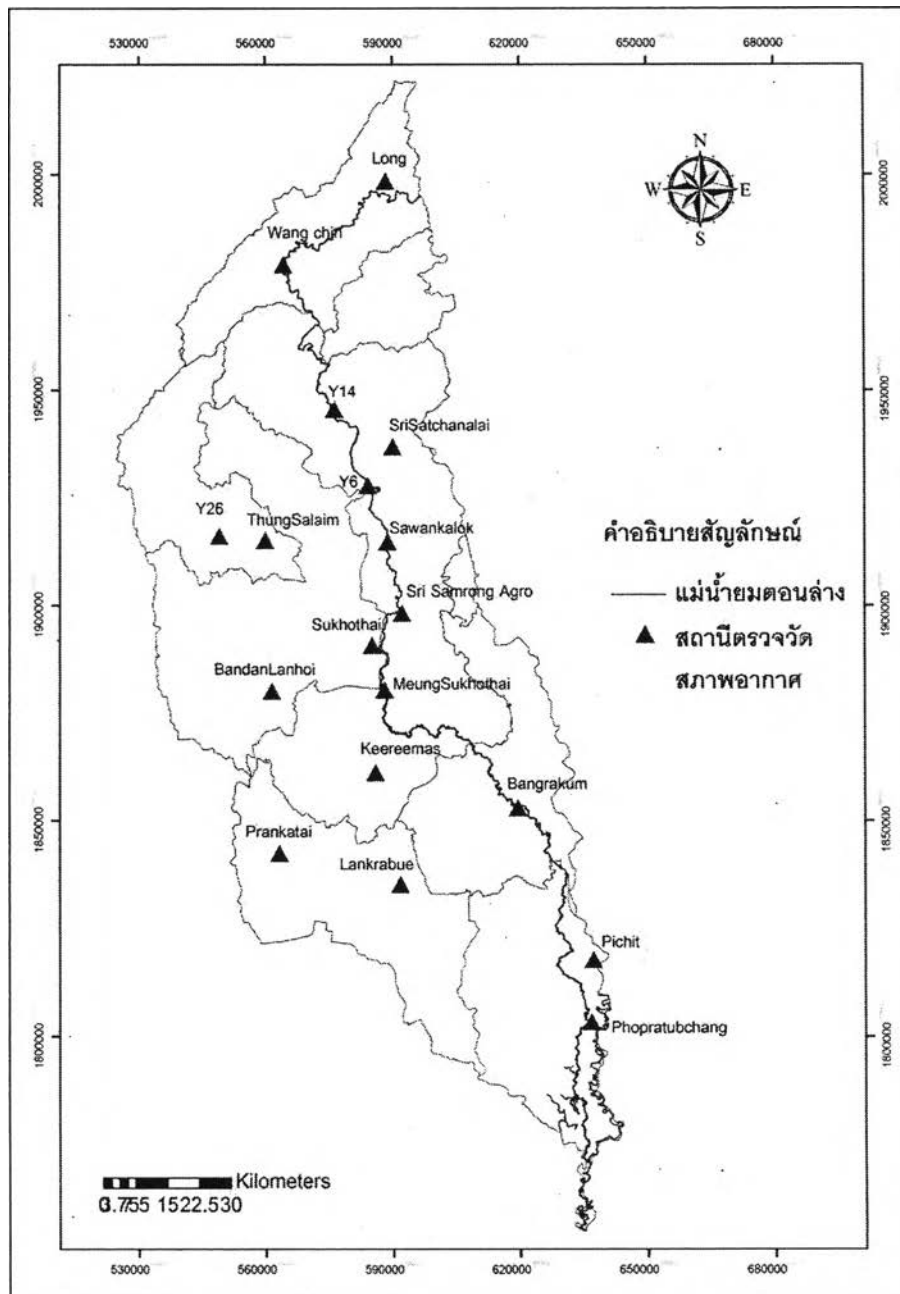
ชั้นข้อมูลชนิดดินที่นำเข้าแบบจำลอง SWAT ประกอบด้วยชนิดดินในพื้นที่ทั้งหมด 35 กลุ่ม  
ชนิดดิน ซึ่งชั้นข้อมูลชนิดดิน ดังแสดงในรูปที่ 3-17



รูปที่ 3-17 ชั้นข้อมูลชนิดดินของพื้นที่แม่น้ำยมตองล่าง

### 3.5.3 การนำเข้าข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

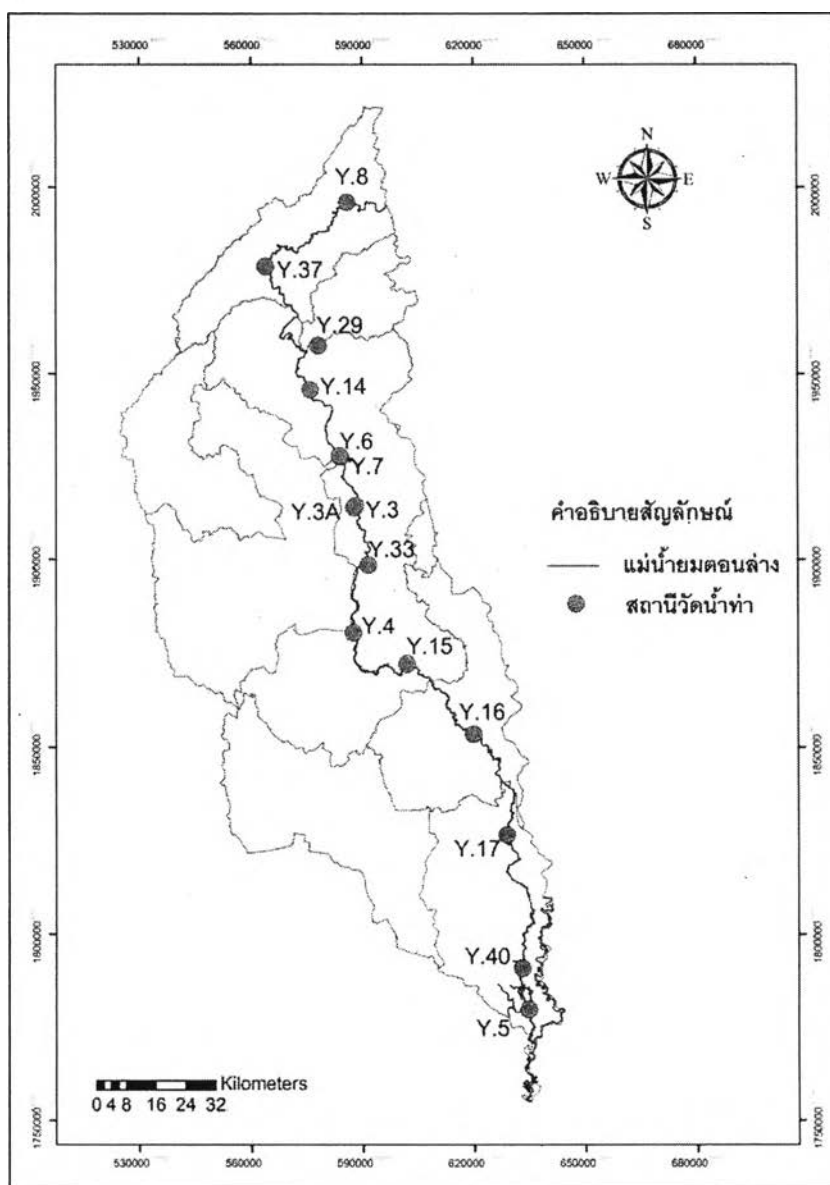
การนำเข้าข้อมูลสภาพภูมิอากาศในแบบจำลอง SWAT ดำเนินการโดยการเตรียมข้อมูลสภาพอากาศรายวัน ตั้งแต่ปีพ.ศ.2543 ถึง ปีพ.ศ.2556 ได้แก่ ข้อมูลฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และความเร็วลมเฉลี่ย ซึ่งสถานีสภาพภูมิอากาศในพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่างมีจำนวนทั้งหมด 18 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3-18



รูปที่ 3-18 ตำแหน่งสถานีวัดสภาพภูมิอากาศในแม่น้ำยมตอนล่าง

### 3.5.4 การนำเข้าสู่ข้อมูลสถานีตรวจวัดน้ำท่า

สถานีตรวจวัดน้ำท่าบริเวณแม่น้ำยมตอนล่างมีจำนวนทั้งหมด 15 สถานี ซึ่งเป็นสถานีที่มีการตรวจวัดปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอนของกรมชลประทาน นอกจากนี้ยังเป็นสถานีตรวจวัดปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟตของสำนักสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง และสำนักสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 พิชญโลก เช่นกัน ซึ่งสถานีที่ใช้ในการศึกษา เพื่อดำเนินการการเปรียบเทียบและสอบทานปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน ตลอดจนปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต มีจำนวน 5 สถานี กระจายอยู่บริเวณพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำยมตอนล่าง ได้แก่ สถานี Y.6 Y.4 Y.16 Y.17 และ Y.5 สถานีตรวจวัดน้ำท่าดังแสดงในรูปที่ 3-19



รูปที่ 3-19 สถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง

### 3.5.5 การนำเข้าข้อมูลอ่างเก็บน้ำ

การนำเข้าข้อมูลอ่างเก็บน้ำในแบบจำลอง SWAT ดำเนินการเริ่มต้นในขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งอ่างเก็บน้ำ ดังที่ได้ระบุไว้ตั้งแต่ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำ ซึ่งขั้นตอนต่อมาเป็นการใส่ปริมาณในการกักเก็บน้ำให้กับอ่างเก็บน้ำนั้นๆ โดยในพื้นที่ทั้งหมดของแม่น้ำยมมีจำนวนอ่างเก็บน้ำทั้งสิ้น 10 อ่าง ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในปี 2553 โดยตำแหน่งอ่างเก็บน้ำแสดงในรูปที่ 3-13 และข้อมูลปริมาณอ่างเก็บน้ำในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ข้อมูลปริมาณอ่างเก็บน้ำในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

ลุ่มน้ำย่อย	ปริมาณอ่างเก็บน้ำ (10 <sup>4</sup> ลูกบาศก์เมตร)
2	25
3	100
4	35
7	40
10	65
12	1,200
14	40
16	800
17	1,000
18	1

### 3.5.6 การนำเข้าข้อมูลการผันน้ำและความต้องการใช้น้ำในพื้นที่

#### 1) ข้อมูลการผันน้ำ

การนำเข้าข้อมูลการผันน้ำในแบบจำลอง SWAT อ้างอิงข้อมูลจากการดำเนินงานฝ่ายบริหารจัดการน้ำสำนักชลประทานที่ 3 จังหวัดพิษณุโลก กรมชลประทานในปี 2556 ซึ่งในช่วงฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) จะมีการผันน้ำจากแม่น้ำยมสู่แม่น้ำน่านจำนวน 2 จุด จุดที่หนึ่งคือ ที่บริเวณอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ผ่านประตูน้ำหาดสะพานจันทร์ ซึ่งจะทอดน้ำออกฝั่งซ้ายเข้าสู่คลองหกบาท 250 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ระบายน้ำในแม่น้ำยมลงแม่น้ำน่าน โดยผันเข้าบริเวณอำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และผันเข้าแม่น้ำยมสายเก่า หรือที่ชาวบ้านเรียกกันว่าคลองเมม ในเขตอำเภอพรหมพิราม ผ่านตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมืองพิษณุโลก จำนวน 150 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จากนั้นน้ำที่ผันจะไหลเข้าสู่คลองน้ำไหลลงไปยังแม่น้ำน่าน 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ส่วนจุดผันน้ำยมสู่แม่น้ำน่านจุดที่สอง คือ ที่คลองระบายน้ำ DR.2.8

สามารถระบายน้ำได้ในอัตรา 250 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งคลอง DR.2.8 เป็นคลองที่มีความยาวจากแม่น้ำยมถึงแม่น้ำน่านเป็นระยะทางประมาณ 2.8 กิโลเมตร โดยรับน้ำที่ผันจากแม่น้ำยมบริเวณอำเภอ บางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ลงไปยังแม่น้ำน่านบริเวณอำเภอสว่างงาม อำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร อาจกล่าวได้ว่าทั้งคลองเส้นนี้ถือว่ามีส่วนช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัยในแม่น้ำยมได้มาก ตำแหน่งจุดผันน้ำทั้ง 2 จุดที่ได้นำเข้าข้อมูลการผันน้ำจากแม่น้ำยมสู่แม่น้ำน่าน จุดละ 250 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในแบบจำลอง SWAT ดังแสดงในรูปที่ 3-13 ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในขั้นตอนการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำในส่วนของกระบวนตำแหน่งของการผันน้ำ

เนื่องจากการอัตราการผันน้ำมีลักษณะเป็นนโยบายการบริหารจัดการน้ำแบบรายเดือน โดยคำนึงถึงฤดูน้ำหลากในหน้าฝนเป็นหลัก ดังนั้นการนำเข้าอัตราการผันน้ำออกจากแม่น้ำยมตอนล่างสู่แม่น้ำน่านนี้จึงดำเนินการป้อนข้อมูลเข้าในช่วงฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม) อีกทั้งต้องให้อยู่ในหน่วย  $10^4$  ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน เพื่อให้สอดคล้องกับหน่วยเดียวกันกับแบบจำลอง SWAT จึงต้องมีการแปลงหน่วย ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราการผันน้ำ (} 10^4 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน)} &= \text{อัตราการผันน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)} \times 24 \times 30 \times 60 \times 60 \\ &= 648,000,000 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน} \end{aligned}$$

❖ ซึ่งมีค่าอัตราการผันน้ำเท่ากับ  $64.8 \times 10^4$  ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน

## 2) ข้อมูลความต้องการใช้น้ำในพื้นที่

การสร้างแบบจำลอง SWAT ในแม่น้ำยมมีการป้อนข้อมูลความต้องการใช้น้ำในพื้นที่เนื่องจากในฤดูแล้งพื้นที่แม่น้ำยมมักประสบกับปัญหาขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองนอกจากจะพิจารณาถึงการผันน้ำออกสู่แม่น้ำน่านช่วงฤดูฝนแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมช่วงฤดูแล้งอีกด้วย จากข้อมูลความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ พบว่าอัตราความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมทั้งในเขตและนอกเขตชลประทานของพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่างมีค่าเท่ากับ 0.67 ลูกบาศก์เมตรต่อปีต่อตารางเมตร จากนั้นนำมาคูณกับพื้นที่การเกษตรที่สามารถคำนวณได้จากโปรแกรม ArcGIS แล้วนำมาหารเฉลี่ยรายเดือน และทำการเปลี่ยนหน่วยให้สอดคล้องต่อการนำเข้าแบบจำลอง SWAT จะได้ความต้องการใช้น้ำเฉลี่ยในหน่วย  $10^4$  ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน จากนั้นก็ดำเนินการนำเข้าข้อมูลความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมในช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนเมษายน) ดังแสดงในส่วนของการกำหนดอัตราการผันน้ำและความต้องการใช้น้ำในพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่างในหน้าต่างของแบบจำลองที่คำสั่ง Monthly Consumptive Use รูปที่ 3-20



Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
23.5	23.5	23.5	23.5	64.8	64.8
Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
64.8	64.8	64.8	64.8	23.5	23.5

รูปที่ 3-20 การกำหนดอัตราการผันน้ำและความต้องการใช้น้ำในพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่าง

### 3.5.7 การนำเข้าข้อมูลจุดปล่อยน้ำเสีย

การนำเข้าข้อมูลจุดปล่อยน้ำเสียในแบบจำลอง SWAT ดำเนินการเริ่มต้น คือการกำหนดตำแหน่งจุดปล่อยน้ำเสียที่สนใจ ซึ่งโดยปกติปริมาณน้ำเสียส่วนใหญ่มาจากบริเวณที่มีบ้านเรือนหรือสิ่งก่อสร้างตั้งอยู่อย่างหนาแน่น ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้เลือกจุดเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 5 จุด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแหล่งชุมชนเมืองได้แก่ สถานี W01 W02 W03 W04 และ W05 ดังที่ได้ระบุตำแหน่งไว้ตั้งแต่ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำ ดังรูปที่ 3-13 ซึ่งขั้นตอนต่อมาเป็นการใส่ค่าความเข้มข้นของสารจากพารามิเตอร์ที่ได้ทำการตรวจวัดในการออกภาคสนาม ในหน้าต่างของแบบจำลองที่คำสั่ง Point Source Discharges โดยแบบจำลองจะให้นำเข้าข้อมูลอัตราการไหลน้ำท่า ปริมาณตะกอนเฉลี่ยที่ตำแหน่งกำเนิดมลพิษนั้นๆ และนำเข้าข้อมูลค่าความเข้มข้นของสารที่ถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำยม ดังแสดงในรูปที่ 3-21 และ ตารางที่ 3-21

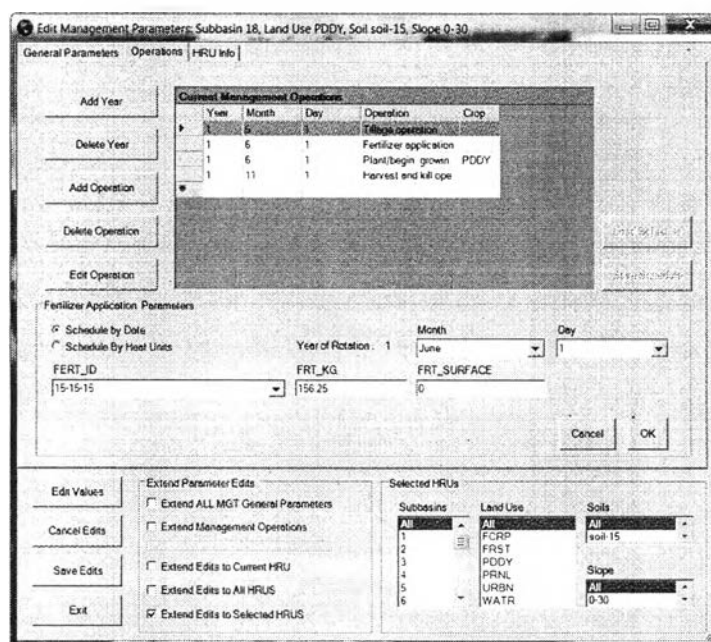
รูปที่ 3-21 การกำหนดข้อมูลความเข้มข้นของสารที่จุดปล่อยน้ำเสียชุมชน

ตารางที่ 3-6 ข้อมูลจากการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของสารที่ถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำยม

สถานี เก็บตัวอย่างน้ำ	ค่าความเข้มข้นในแต่ละพารามิเตอร์ที่นำเข้าแบบจำลอง SWAT			
	DO Mg/l	BOD Mg/l	Nitrate-nitrogen Mg/l	Phosphate Mg/l
W01	4.15	1.78	1.15	0.56
W02	1.70	11.20	4.29	5.12
W03	1.00	15.54	6.73	7.90
W04	2.10	4.00	3.72	2.11
W05	5.69	3.55	1.99	3.12

### 3.5.8 การนำเข้าข้อมูลปฏิทินกิจกรรมการเพาะปลูกพืช

การนำเข้าข้อมูลปฏิทินกิจกรรมการเพาะปลูกพืชในแบบจำลอง SWAT ลุ่มน้ำยมตอนล่างสามารถดำเนินการได้โดยป้อนข้อมูลดังกล่าวที่คำสั่งการจัดการลุ่มน้ำ (Edit Management Parameters) เพื่อที่จะสามารถกำหนดกิจกรรมทางการเกษตรในพื้นที่ศึกษาได้ เนื่องจากการในงานศึกษานี้มีความเกี่ยวข้องกับมลสารที่ถูกชะล้างจากการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรที่ต้องมีความสอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ จึงได้ดำเนินการเลือกชนิดพืชของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกษตรกรปลูกมากเป็นส่วนใหญ่ โดยอ้างอิงจาก(สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม, 2556) หน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งได้แก่ ข้าวนาปี เป็นตัวแทนของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทนาข้าว (paddy field) ข้าวโพด เป็นตัวแทนของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพืชไร่ (field crop) และยางพารา เป็นตัวแทนของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทไม้ยืนต้น (perennial) การกำหนดข้อมูลปฏิทินกิจกรรมการเพาะปลูกในแบบจำลอง SWAT ดังแสดงในรูปที่ 3-22



รูปที่ 3-22 การกำหนดข้อมูลปฏิทินกิจกรรมการเพาะปลูกพืช



โดยพืชตัวแทนของการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 3 ชนิดนี้ มีปฏิทินกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวแบบปักดำ ดังแสดงในตารางที่ 3-7 ข้าวโพด ตารางที่ 3-8 และยางพารา ตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-7 ปฏิทินกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวนาปี

กิจกรรมการเกษตร ข้าวนาปี (ปักดำ)	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
การเตรียมดิน												
• ไถพรวนดีโคลน		↔	↔									
การเตรียมกล้า												
• คัดเลือกเมล็ดพันธุ์และนำไปหว่านในแปลงกล้า		↔	↔									
• ใส่ปุ๋ยในแปลงกล้า สูตร 16-16-8 (20 กิโลกรัมต่อไร่)			↔	↔								
• ถอนกล้าอายุ 1 เดือน เพื่อใช้ปักดำ			↔	↔								
การปลูก (การดำ)												
• ปักดำกล้า			↔	↔								
การดูแลรักษา												
• ใส่ปุ๋ยในแปลงนา สูตร 16-16-18 (25 กิโลกรัมต่อไร่)					↔							
• ใส่ปุ๋ยในแปลงนา สูตร 15-15-15 (25 กิโลกรัมต่อไร่)						↔						
• การกำจัดวัชพืช			↔	↔								
การเก็บเกี่ยวผลผลิต								↔				

เลขที่.....  
 ทะเบียน..... 7205  
 วันที่..... 16 ต.ค. 2560



ตารางที่ 3-8 ปฏิทินกิจกรรมการเพาะปลูกข้าวโพด

กิจกรรมการเกษตร ข้าวโพด	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
การเตรียมดิน												
• ไถพรวน	↔											
การปลูก												
• หยอดเมล็ดพันธุ์ (3-4 กิโลกรัมต่อไร่)		↔										
• ถอนแยกต้นให้เหลือหลุมละ 1 ต้น			↔									
การดูแลรักษา												
• ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 (25 กิโลกรัมต่อไร่)			↔									
• ใส่ปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 (25 กิโลกรัมต่อไร่)				↔								
• การกำจัดวัชพืช		↔										
การเก็บเกี่ยวผลผลิต						↔						



ตารางที่ 3-9 ปฏิทินกิจกรรมการเพาะปลูกยางพารา

กิจกรรมการเกษตร ยางพารา	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
การเตรียมดิน												
• ไถพรวน		←→										
• ขุดหลุมขนาด 30x30 x30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 3 เมตร และระหว่างแถว 6 เมตร		←→										
การเตรียมกล้าพันธุ์												
• เตรียมต้นกล้าชำก่อนปลูก		←→										
การปลูก												
• รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยร็อคฟอสเฟต (170 กรัมต่อหลุม)		←→										
• นำกล้าชำลงหลุม และกลบดิน		←→										
การดูแลรักษา												
• ใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 (25 กิโลกรัมต่อไร่) อายุต้นยางปีที่ 1-3		←→				←→						
• ใส่ปุ๋ยสูตร 27-12-6 (50 กิโลกรัมต่อไร่) อายุต้นยางปีที่ 4-25		←→				←→						
• การกำจัดวัชพืช		←→					←→					
• ไถพรวน (ช่วงอายุ 1-3 ปี)		←→					←→					
การเก็บเกี่ยวผลผลิต(เริ่มกรีดยางปีที่ 7)		←→									←→	
การนำไปขาย		←→									←→	

### 3.6 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง (Sensitivity analysis)

เมื่อทำการสร้างแบบจำลอง SWAT แม่น้ำยมตามขั้นตอนที่ได้กล่าวในข้างต้นแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง ดำเนินการโดยปรับแก้ค่าพารามิเตอร์บางตัวที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต เพื่อให้ทราบว่าพารามิเตอร์แต่ละตัวให้ผลลัพธ์หรือแนวโน้มอย่างไรบ้างกับแบบจำลองจากค่าเดิมที่แบบจำลองมีการตั้งค่าอัตโนมัติเริ่มต้นไว้ ซึ่งในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่นำมาปรับแก้ในแบบจำลองนั้น ดำเนินการโดยปรับค่าพารามิเตอร์ทีละตัวและปรับเพิ่มขึ้นหรือลดลงในสัดส่วนที่เท่าๆกัน โดยในงานศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ค่าความอ่อนไหวของแบบจำลอง โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ในลักษณะเพิ่มขึ้น ลดลงเป็นสัดส่วนร้อยละ 20 และร้อยละ 60 ภายใต้ขีดจำกัดอันเหมาะสมตามคำแนะนำที่ได้ระบุไว้ในคู่มือการใช้แบบจำลอง

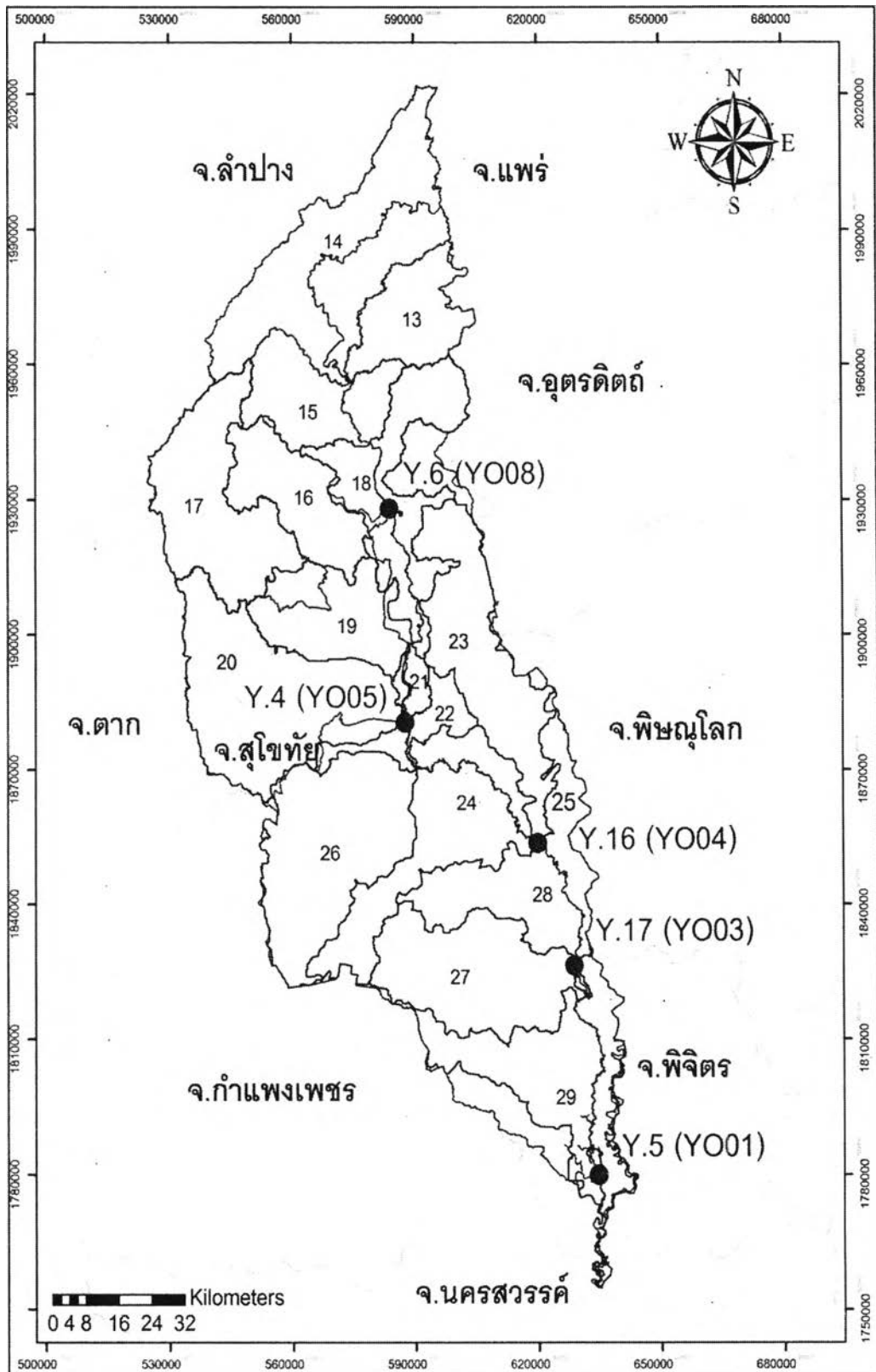
### 3.7 การประเมินปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต

ดำเนินการโดยปรับเทียบและสอบทาน (Model Calibration and Verification) ปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต จำนวน 5 สถานี โดยในการพิจารณาตำแหน่งสถานีที่ใช้ปรับเทียบและสอบทานนั้นครอบคลุมอยู่ในพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่าง ดังแสดงในรูปที่ 3-23

#### 3.7.1 การปรับเทียบและสอบทานปริมาณน้ำท่า

การปรับเทียบ (calibration) ปริมาณน้ำท่าดำเนินการการปรับเทียบโดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี 2552 และสภาพภูมิอากาศปี 2549 ถึง ปี 2552 รวมระยะเวลา 4 ปี ส่วนการสอบทาน (validation) ปริมาณน้ำท่านั้น ผู้ศึกษาทำการสอบทานโดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ช่วงปี คือ ช่วงที่หนึ่งได้ใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2546 และสภาพภูมิอากาศปี 2543 ถึง ปี 2547 รวมระยะเวลาสอบทาน 5 ปี ช่วงที่สองใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2552 และสภาพภูมิอากาศปี 2553 ถึง ปี 2556 รวมระยะเวลาสอบทาน 4 ปี มีการแสดงผลข้อมูลแบบรายเดือน และได้ดำเนินการการปรับเทียบและสอบทาน ณ จุดตำแหน่งเดียวกันกับสถานีตรวจวัดน้ำท่าของกรมชลประทานและสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของสำนักสิ่งแวดล้อมภาคฯ ซึ่งตรงกับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่วิเคราะห์จากแบบจำลอง SWAT จำนวน 5 จุด ครอบคลุมแม่น้ำยมตอนล่างอันได้แก่ สถานี Y.6 ที่อยู่บริเวณบ้านแก่งหลวง อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย สถานี Y.4 อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย สถานี Y.16 บริเวณบ้านบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก สถานี Y.17 ตำบลสามง่าม อำเภอสามงาม จังหวัดพิจิตร และ Y.5 อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร





รูปที่ 3-23 สถานที่ที่ใช้เปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลอง

โดยการปรับแก้พารามิเตอร์ตัวที่อ่อนไหวต่อปริมาณน้ำท่า จำนวน 9 พารามิเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมในแบบจำลอง (optimal value) ซึ่งได้แก่ ค่า CN คือค่า curve number ของแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดิน ค่า SOL\_AWC คือค่าความสามารถในการเก็บน้ำของดิน (Available soil water capacity) ค่า GWQMN คือค่าระดับความลึกของน้ำในชั้นน้ำระดับตื้นที่ส่งผลต่อการไหลกลับสู่ลำน้ำ (Threshold depth of water in the shallow aquifer required for return flow) ค่า GW\_DELAY คือเวลาหน่วงสูงสุดที่น้ำใต้ดินไหลกลับสู่ลำน้ำ (Groundwater delay time) ค่า ESCO คือค่าการระเหยชดเชยของดิน (Soil evaporation compensation factor) ค่า RECHRG\_DP คือค่าระดับความลึกการซึมผ่านของชั้นน้ำ (Deep aquifer percolation fraction) ค่า ALPHA\_BF คือค่าปัจจัยของการไหลพื้นฐานสำหรับการเก็บกักที่ตลิ่ง (Baseflow alpha factor) ค่า GW\_REVAP คือ สัมประสิทธิ์ที่มีผลต่อการดิ่งกลับของการคายระเหยน้ำใต้ดิน (Revap coefficient) และค่า REVAPMN คือค่าระดับความลึกของน้ำในชั้นน้ำระดับตื้นที่ส่งผลต่อการดิ่งกลับ (Threshold depth of water in the shallow aquifer for re-evaporation or percolation to the deep aquifer)

### 3.7.2 การปรับเทียบและสอบทานปริมาณตะกอน

การปรับเทียบ (calibration) ปริมาณตะกอนดำเนินการปรับเทียบโดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี 2552 และสภาพภูมิอากาศปี 2549 ถึง ปี 2552 รวมระยะเวลา 4 ปี ส่วนการสอบทาน (verification) ปริมาณตะกอนนั้น ผู้ศึกษาทำการสอบทานโดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี 2552 เช่นเดียวกันกับการปรับเทียบ และใช้สภาพภูมิอากาศปี 2553 ถึง เดือนสิงหาคม ปี 2556 รวมระยะเวลา 3 ปี 8 เดือน ทั้งนี้ในการนำข้อมูลเข้าแบบจำลองนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลหตุยภูมิที่ได้มาเป็นหลัก การแสดงผลข้อมูลเป็นแบบรายเดือน ดำเนินการปรับเทียบและสอบทาน ณ จุดตำแหน่งเดียวกันกับสถานีตรวจวัดน้ำท่า สถานีตรวจวัดตะกอนของกรมชลประทาน สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของสำนักสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง และสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของสำนักสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 พิษณุโลก จำนวน 5 จุด ครอบคลุมแม่น้ำยมตอนล่าง ซึ่งได้แก่ สถานี Y.6 ที่อยู่บริเวณบ้านแก่งหลวง อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย สถานี Y.4 อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย สถานี Y.16 บริเวณบ้านบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก สถานี Y.17 ตำบลสามง่าม อำเภอสามงาม จังหวัดพิจิตร และ Y.5 อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร

โดยการปรับแก้พารามิเตอร์ตัวที่อ่อนไหวจำนวน 3 พารามิเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมในแบบจำลอง (optimal value) ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่มีการปรับแก้เพื่อประเมินปริมาณตะกอน ได้แก่ค่า USLE\_P คือค่าปัจจัยมาตรการการอนุรักษ์ดินในสมการ USLE (USLE equation support practice (P) factor) ค่า SPEXP คือค่าสมการเอ็กโพเนนเชียลของตะกอนในลำน้ำ (Exponential parameter for calculating sediment reentrained in channel sediment routing) และค่า SPCON คือค่าพารามิเตอร์สมการเส้นตรงของตะกอนในลำน้ำ (Linear parameter for calculating the maximum amount of sediment)



### 3.7.3 การปรับเทียบและสอบทานปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟต

#### 3.7.3.1 การปรับเทียบและสอบทาน ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน

การปรับเทียบ (calibration) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ดำเนินการปรับเทียบโดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี 2552 และสภาพภูมิอากาศปี2551 ถึง ปี2553 รวมระยะเวลา 3 ปี ส่วนการสอบทาน (verification) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนนั้น ผู้ศึกษาทำการสอบทานโดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี 2552 เช่นเดียวกันกับการปรับเทียบ และใช้สภาพภูมิอากาศปี 2554 ถึง เดือนสิงหาคม ปี2556 รวมระยะเวลา 2 ปี 8 เดือน ทั้งนี้ในการนำข้อมูลเข้าแบบจำลองได้มาจากข้อมูลหัตถ์ภูมิของสำนักสิ่งแวดล้อมภาคฯ และจากการเก็บตัวอย่างน้ำภาคสนามมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การแสดงผลข้อมูลจากแบบจำลองเป็นแบบรายวัน เนื่องจากการเก็บข้อมูลจากการตรวจวัดไนเตรท-ไนโตรเจนเป็นรายวัน ดำเนินการปรับเทียบและสอบทาน ณ จุดตำแหน่งเดียวกันกับสถานีตรวจวัดน้ำท่า สถานีตรวจวัดตะกอนของกรมชลประทาน สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของสำนักสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง และสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของสำนักสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 พิชณุโลก จำนวน 5 จุด ครอบคลุมแม่น้ำยมตอนล่าง ซึ่งได้แก่ สถานี Y.6 ที่อยู่บริเวณบ้านแก่งหลวง อำเภอศรีสัชชนาลัย จังหวัดสุโขทัย สถานี(YO08) Y.4 อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย(YO05) สถานี Y.16 บริเวณบ้านบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก(YO04) สถานี Y.17 ตำบลสามง่าม อำเภอสว่างงาม จังหวัดพิจิตร(YO03) และ Y.5 อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร(YO01)

โดยการปรับแก้พารามิเตอร์ตัวที่อ่อนไหวจำนวน 3 พารามิเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมในแบบจำลอง (optimal value) ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่มีการปรับแก้เพื่อประเมินปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนดังกล่าวได้แก่ ค่า RSDCO คือค่าสัมประสิทธิ์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (Residue decomposition coefficient) ค่า NPERCO คือค่าสัมประสิทธิ์การซึมลึกของไนโตรเจน (Nitrogen percolation coefficient) และค่า SHALLST\_N คือค่าความเข้มข้นเริ่มต้นของไนเตรทในชั้นน้ำระดับตื้น (Initial concentration of nitrate in shallow aquifer)

#### 3.7.3.2 การปรับเทียบและสอบทานปริมาณฟอสเฟต

การปรับเทียบ (calibration) ปริมาณฟอสเฟต ดำเนินการปรับเทียบโดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี 2552 และสภาพภูมิอากาศปี2551 ถึง ปี2553 รวมระยะเวลา 3 ปี ส่วนการสอบทาน (verification) ปริมาณฟอสเฟตนั้น ผู้ศึกษาทำการสอบทานโดยใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี 2552 เช่นเดียวกันกับการปรับเทียบ และใช้สภาพภูมิอากาศปี2554 ถึง เดือนสิงหาคม ปี 2556 รวมระยะเวลา 2 ปี 8 เดือน ทั้งนี้ในการนำข้อมูลเข้าแบบจำลองได้มาจากข้อมูลหัตถ์ภูมิของสำนักสิ่งแวดล้อมภาคฯ และจากการเก็บตัวอย่างน้ำภาคสนามมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การแสดงผลข้อมูลจากแบบจำลองเป็นแบบรายวัน เนื่องจากการเก็บข้อมูลจากการตรวจวัดฟอสเฟตเป็นรายวัน ดำเนินการปรับเทียบและสอบทาน ณ จุดตำแหน่งเดียวกันกับสถานีตรวจวัดน้ำท่า สถานีตรวจวัดตะกอนของกรมชลประทาน สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของสำนักสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง และสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของสำนักสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 พิชณุโลก จำนวน 5 จุด ครอบคลุมแม่น้ำยมตอนล่าง ซึ่งได้แก่ สถานี Y.6 ที่อยู่บริเวณบ้านแก่งหลวง อำเภอศรีสัชชนาลัย จังหวัดสุโขทัย สถานี(YO08) Y.4 อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย(YO05) สถานี Y.16 บริเวณบ้านบางระกำ อำเภอบาง



ระกำ จังหวัดพิษณุโลก(YO04) สถานี Y.17 ตำบลสามง่าม อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร(YO03) และ Y.5 อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร(YO01)

โดยการปรับแก้พารามิเตอร์ตัวที่อ่อนไหวจำนวน 3 พารามิเตอร์ เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมในแบบจำลอง (optimal value) ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่มีการปรับแก้เพื่อประเมินปริมาณฟอสเฟตดังกล่าว ได้แก่ ค่า RSDCO คือค่าสัมประสิทธิ์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (Residue decomposition coefficient) ค่า PPERCO คือค่าสัมประสิทธิ์การซึมลึกของฟอสฟอรัส (Phosphorus percolation coefficient) และค่า GWSOLP คือค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้ในชั้นน้ำใต้ดิน (Concentration of soluble P in groundwater)

### 3.8 การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของแบบจำลอง (Uncertainty analysis)

เมื่อทำการสร้างแบบจำลอง SWAT แม่น้ำยม สู่การปรับเทียบและสอบทานแบบจำลองเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของแบบจำลอง ซึ่งใช้วิธีการตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลด้วยสถิติทดสอบ พิจารณาจากช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของความแตกต่างของค่าที่ได้จากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง (measurement error) หรือหมายความว่า จะมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาดเพียงร้อยละ 5 ในแบบจำลอง ซึ่งที่จะเป็นตัวให้ความเชื่อมั่นในผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากแบบจำลองได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้มีเงื่อนไขว่าการแจกแจงของข้อมูลต้องเป็นแบบปกติ (probability distribution) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2554) ซึ่งในการศึกษาให้การแจกแจงของข้อมูลความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองมีการแจกแจงเป็นแบบเส้นโค้งปกติ (normal curve) ที่กำหนดให้ความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง (measurement error) มีขั้นตอนการคำนวณดังสมการที่ 3-1

$$\varepsilon_i = x_{oi} - x_{ei} \quad (3-1)$$

เมื่อ  $x_{oi}$  คือ ข้อมูลจากการตรวจวัดจริง และ  $x_{ei}$  คือข้อมูลจากแบบจำลอง

ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของค่าจากแบบจำลองกับค่าจากการตรวจวัดจริง (mean error:  $\mu_\varepsilon$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ( $\sigma(x)$ ) คำนวณได้ดังสมการที่ 3-2

$$\mu_\varepsilon = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i}{n} \quad (3-2)$$

$$\sigma(\varepsilon) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \mu_\varepsilon)^2}{n}} \quad (3-3)$$

เมื่อ  $n$  คือจำนวนข้อมูล

ระดับความเชื่อมั่นที่  $\alpha$  หมายถึง  $100(1-\alpha)\%$  ที่ช่วงความเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง (measurement error) ซึ่งค่าต่ำสุด (lower boundary) คือค่า  $\sigma(\mathcal{E})Z_{0.5\alpha} + \mu_{\mathcal{E}}$  และค่าสูงสุด (upper boundary) คือค่า  $\sigma(\mathcal{E})Z_{1-0.5\alpha} + \mu_{\mathcal{E}}$  ในขณะที่  $Z_x$  คือพื้นที่ใต้กราฟที่มีการแจกแจงแบบปกติ (standard normal distribution) ที่มีพื้นที่จาก  $-\infty$  ถึง  $Z_x$  (National Aeronautics and Space Administration, 2010) ผลการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของแบบจำลองนี้ แสดงผลลัพธ์เป็นแบบรายเดือนของปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน และแสดงผลแบบรายวันของปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนและฟอสเฟต

### 3.9 การจำลองสถานการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจนและฟอสเฟต

การจำลองสถานการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ที่ผู้ศึกษาได้ดำเนินการส่วนของการปรับเทียบและสอบทานในขั้นตอนต่างๆของแบบจำลองเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และเพื่อให้เกิดประโยชน์จากการนำแบบจำลองไปใช้สำหรับการวิเคราะห์เชิงกายภาพในพื้นที่แม่น้ำยมตอนล่าง จึงมีการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มที่อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในลักษณะนี้ขึ้นได้ หากมีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่เหมาะสมในอนาคต ซึ่งจะแบ่งการดำเนินการจำลองสถานการณ์ทั้งหมด 3 กรณี ได้แก่

กรณีที่ 1 คือ พื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมดเปลี่ยนเป็นพื้นที่นาข้าว กรณีที่ 2 คือ พื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมดเปลี่ยนเป็นข้าวโพด ซึ่งเป็นตัวแทนของการเปลี่ยนเป็นพืชไร่ พิจารณาจากพื้นที่เพาะปลูกและชนิดของพืชเศรษฐกิจที่เกษตรกรปลูกเป็นส่วนใหญ่ 2 อันดับแรก ได้แก่ ข้าว และข้าวโพด (สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม, 2556) ส่วนกรณีที่ 3 คือ ชุมชนเมืองเพิ่มขึ้น ดำเนินการพิจารณาจากจำนวนประชากรรายตำบลในพื้นที่ลุ่มน้ำยม ปีพ.ศ.2544-2554 ซึ่งข้อมูลทางสถิติของกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย (2554) ได้รายงานไว้ว่าจำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำยมซึ่งครอบคลุมเขตการปกครองทั้งหมด 11 จังหวัด มีจำนวนครอบครัว 629,355 หลังคาเรือน ประชากรรวมทั้งสิ้น 1,949,943 คน แบ่งตามเพศเป็นประชากรชาย 958,750 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 49 ของประชากรในพื้นที่ทั้งหมด ส่วนประชากรหญิงรวมทั้งสิ้น 991,193 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 51 ของประชากรในพื้นที่ทั้งหมด ทั้งนี้พบว่าพื้นที่ที่มีจำนวนประชากรมากที่สุดคือพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง มีประชากรรวมประมาณ 1,238,361 คน จากข้อมูลดังกล่าวจึงดำเนินการเลือกจุดปล่อยมลพิษที่มีแหล่งกำเนิดแน่นอน (point source) บริเวณชุมชนเมืองหรือพื้นที่อยู่อาศัยริมแม่น้ำยมที่เกิดการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น จำนวน 14 แห่ง แบ่งเป็นชุมชนเมืองในจังหวัดแพร่ 2 ชุมชน คือ อำเภอวังชิ้น และเทศบาลอำเภอเด่นชัย ชุมชนในจังหวัดสุโขทัย 5 ชุมชน คือ เทศบาลเมืองสุโขทัย เทศบาลเมืองสวรรคโลก อำเภอศรีสัชชนาลัย เทศบาลตำบลศรีสำโรง และเทศบาลตำบลกงไกรลาศ ชุมชนในจังหวัดพิษณุโลก 2 ชุมชน คือเทศบาลตำบลบางระกำและตำบลพรหมพิราม ชุมชนในจังหวัดพิจิตรจำนวน 5 ชุมชน คืออำเภอโพทะเล อำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอสามง่าม เทศบาลเมืองตะพานหินและอำเภอยะลาวัณย์ ดังแสดงจำนวนประชากรในพื้นที่เพื่อประกอบการพิจารณาชุมชนเมืองทั้ง 14 ชุมชนในกรณีที่ 3 ดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 จำนวนประชากรรายตำบลในพื้นที่ลุ่มน้ำยม ปีพ.ศ.2544-2554  
(กรมการปกครอง, 2554)

จังหวัด/อำเภอ/ตำบล	ปี 2554	ปี 2552	ปี 2550	ปี 2548	ปี 2546	ปี 2544
<b>จังหวัดแพร่</b>						
อำเภอวังชิ้น	4,188	3225	3251	3,331	3,468	3,188
เทศบาลอำเภอเด่นชัย	12,404	12,192	12,201	12,558	13,295	12,104
<b>จังหวัดสุโขทัย</b>						
เทศบาลเมืองสุโขทัย	88,124	83,841	78,653	75,848	75,448	64,585
เทศบาลเมืองสวรรคโลก	19,823	18,851	18,327	18,522	18,818	17,823
อำเภอศรีสัชชนาลัย	15,975	16,163	16,503	16,822	15,455	15,975
เทศบาลตำบลศรีสำโรง	8,752	8,229	8,413	8,536	8,244	8,052
เทศบาลตำบลกงไกรลาศ	4,538	4,444	4,533	4,532	4,634	4,538
<b>จังหวัดพิษณุโลก</b>						
เทศบาลตำบลบางระกำ	10,963	10,153	10,234	10,292	10,061	10,612
ตำบลพรหมพิราม	17,093	15,768	13,796	13,622	13,587	14,706
<b>จังหวัดพิจิตร</b>						
อำเภอโพทะเล	63,806	60,747	58,746	56,977	56,971	56,417
อำเภอโพธิ์ประทับช้าง	44,805	43,794	33,815	35,334	35,295	35,169
อำเภอสามังม	45,439	44,060	36,408	36,555	37,482	27,125
เทศบาลเมืองตะพานหิน	29,142	28,877	28,552	28,137	28,375	28,126
อำเภอวชิรบารมี	31,304	31,304	30,952	30,812	30,934	30,933

จากนั้นจึงป้อนข้อมูลค่าความเข้มข้นของมลสารจากพารามิเตอร์ที่ได้ทำการตรวจวัดในการออกภาคสนามจำนวน 8 สถานี และป้อนค่าเฉลี่ยความเข้มข้นมลสารในอีก 6 ชุมชน ในหน้าต่างของแบบจำลอง SWAT ที่คำสั่ง Point Source Discharges รายละเอียดค่าความเข้มข้นของจุดกำเนิดมลพิษชุมชนเมืองที่นำเข้าแบบจำลอง ดังแสดงในตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 ข้อมูลความเข้มข้นของสารที่จุดกำเนิดมลพิษชุมชนเมือง

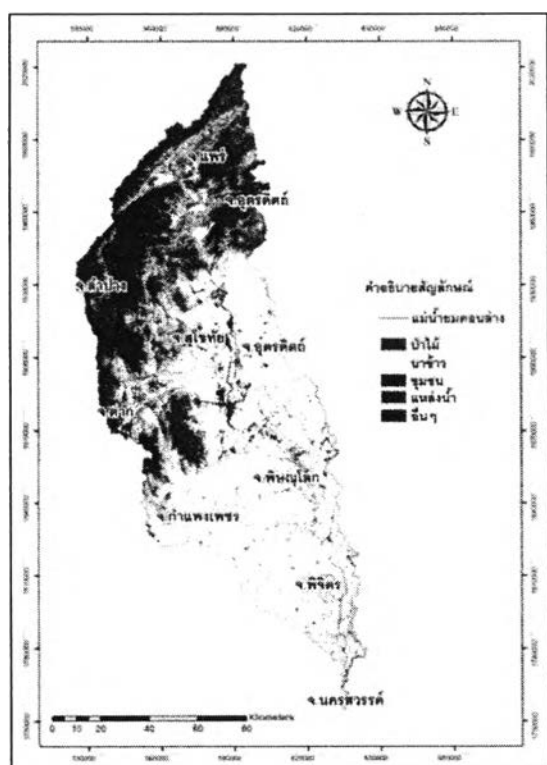
จุดกำเนิดมลพิษชุมชนเมือง ริมแม่น้ำยมตอนล่าง	ค่าความเข้มข้นในแต่ละพารามิเตอร์ ที่นำเข้าแบบจำลอง SWAT			
	DO mg/l	BOD mg/l	Nitrate-nitrogen mg/l	Phosphate mg/l
1.อ.วังชัน จ.แพร่	7.57	1.50	0.24	0.04
2.เทศบาลอำเภอเด่นชัย จ.แพร่	3.82	5.53	2.45	2.43
3.เทศบาลเมืองสุโขทัยธานี จ.สุโขทัย	1.00	15.54	6.73	7.90
4.เทศบาลเมืองสวรรคโลก จ.สุโขทัย	2.10	4.00	3.72	2.11
5.อ.ศรีสัชชนาลัย จ.สุโขทัย	5.69	3.55	1.99	3.12
6.เทศบาลตำบลศรีสำโรง จ.สุโขทัย	3.82	5.53	2.45	2.43
7.เทศบาลตำบลงิ้วไร่หลวง จ.สุโขทัย	3.82	5.53	2.45	2.43
8.เทศบาลตำบลบางระกำ จ.พิษณุโลก	4.15	1.78	1.15	0.56
9.ตำบลพรหมพิราม จ.พิษณุโลก	3.82	5.53	2.45	2.43
10.อ.โพทะเล จ.พิจิตร	4.20	3.48	0.98	0.27
11.อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร	4.17	3.15	0.52	0.30
12.อ.สามง่าม จ.พิจิตร	1.70	11.20	4.29	5.12
13.เทศบาลเมืองตะพานหิน จ.พิจิตร	3.82	5.53	2.45	2.43
14.อ.วชิรบุรี จ.พิจิตร	3.82	5.53	2.45	2.43

ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 กรณีดังกล่าวจะทำให้ทราบได้ว่าแนวโน้มส่วนใหญ่ของการเกิดปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟตเป็นผลจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในลักษณะใดและมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำมากน้อยเพียงใดได้อีกด้วย โดยในการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 กรณีนี้ดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ.2557 ถึง ปี พ.ศ.2562 (6 ปี) ใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2552 และสภาพภูมิอากาศปีพ.ศ.2555

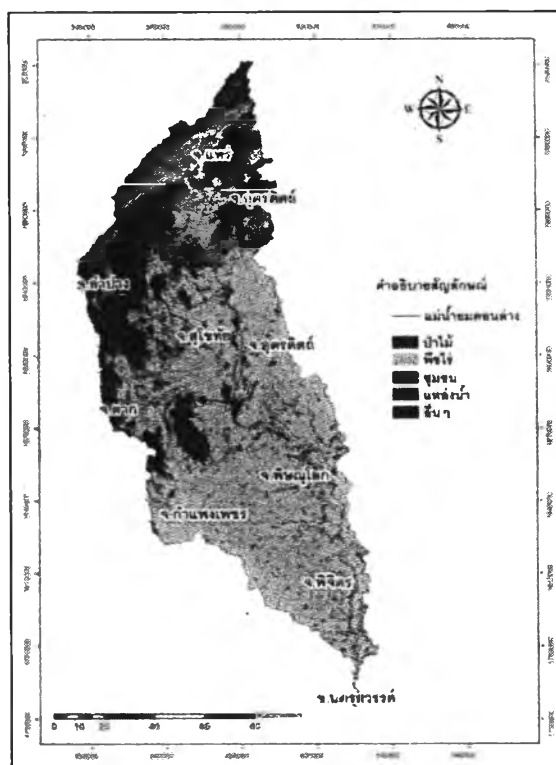
- จากการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 กรณี สามารถแบ่งผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบ กล่าวคือ
- 1) ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากการจำลองสถานการณ์ในช่วงปี พ.ศ.2557 ถึง ปีพ.ศ.2562 ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.16 บริเวณบ้านบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยเป็นตัวแทนสถานีตรวจวัดน้ำท่าและตะกอนที่อยู่ตำแหน่งอันเป็นศูนย์กลางของแม่น้ำยมตอนล่าง ซึ่งมีการแสดงผลแบบรายเดือน
  - 2) ปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจากการจำลองสถานการณ์ในช่วงปี พ.ศ.2557 ถึง ปีพ.ศ.2562 ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.16 แสดงผลแบบรายเดือน
  - 3) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนและฟอสเฟตที่เกิดขึ้นจากการจำลองสถานการณ์ในช่วงปี พ.ศ.2557 ถึง ปีพ.ศ.2562 ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำจำนวน 5 จุด ครอบคลุมแม่น้ำยมตอนล่างอันได้แก่ สถานี Y.6 (YO08) ที่อยู่บริเวณบ้านแก่งหลวง อำเภอศรีสัชชนาลัย จังหวัดสุโขทัย สถานี Y.4

(Y005) อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย สถานี Y.16 (Y004) บริเวณบ้านบางระกำ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก สถานี Y.17 (Y003) ตำบลสามง่าม อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร และสถานี Y.5 (Y001) อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร แสดงผลแบบรายวัน

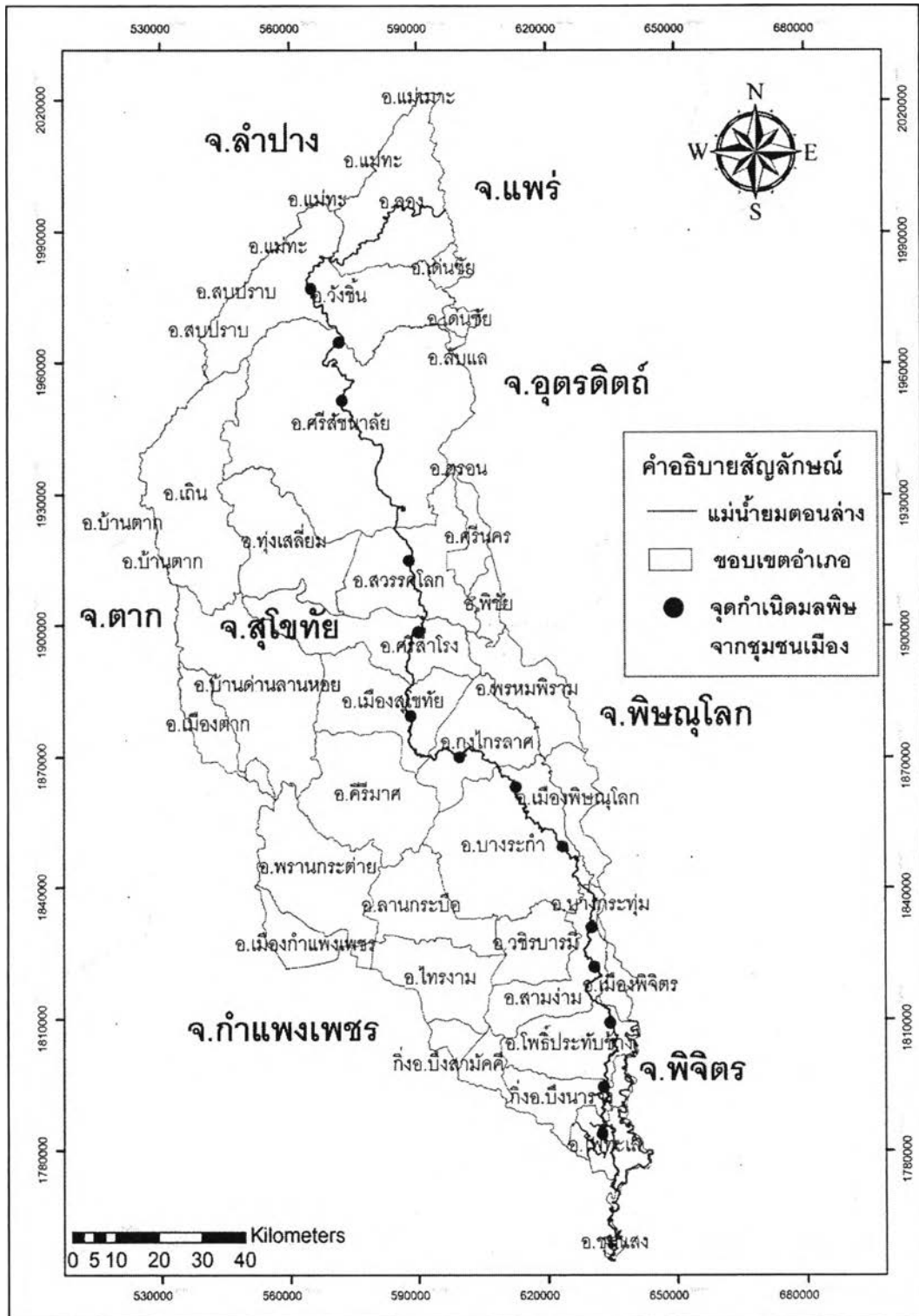
แผนที่แสดงการจำลองสถานการณ์ทั้ง 3 กรณี ดังที่กล่าวในข้างต้น แสดงในรูปที่ 3-24 ถึง รูปที่ 3-26



รูปที่ 3-24 การจำลองสถานการณ์ในกรณีที่ 1  
พื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมดเปลี่ยนเป็นนาข้าว



รูปที่ 3-25 การจำลองสถานการณ์ในกรณีที่ 2  
พื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมดเปลี่ยนเป็นพืชไร่  
(ข้าวโพด)



รูปที่ 3-26 การจำลองสถานการณ์ในกรณี 3  
ชุมชนเมืองเพิ่มขึ้น