

### บทที่ 3

#### วิธีการวิจัย

#### การเลือกพื้นที่ศึกษา

การศึกษาใช้ข้อมูลปริมาณและคุณภาพน้ำในแม่น้ำป่าสักตลอดความยาวของแม่น้ำ ซึ่งเลือกจุดเก็บตัวอย่างน้ำพิจารณาจากที่ตั้งของสถานีตรวจวัดระดับน้ำและอัตราการไหลของน้ำ ซึ่งมีอุปกรณ์โทรมาตรติดตั้งอยู่ สภาพแวดล้อม ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และรายงานการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำป่าสักของหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้ศึกษามาแล้ว โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 10 สถานี (ตารางที่ 3.1 และแผนที่ที่ 3.1) ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานีระบบโทรมาตรหล่มเก่า (TS01) สถานีระบบโทรมาตรหล่มสัก (TS02) สถานีระบบโทรมาตรเพชรบูรณ์ (TS04) สถานีระบบโทรมาตรท่าแดง (TS05) สถานีระบบโทรมาตรวิเชียรบุรี (TS06) บริเวณจังหวัดลพบุรี จำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีระบบโทรมาตรบัวชุม (TS07) สถานีระบบโทรมาตรด่านเหนือน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ (TS10) สถานีระบบโทรมาตรด่านท้ายน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ (TS11) บริเวณจังหวัดสระบุรี จำนวน 1 สถานี ได้แก่ สถานีระบบโทรมาตรเสาไห้ (TS14) และบริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 1 สถานี ได้แก่ สถานีระบบโทรมาตรเขื่อนพระรามหก (TS09)

#### ตำแหน่งที่ตั้งและสภาพแวดล้อมทั่วไป

สถานีเก็บตัวอย่าง TS01 สถานีระบบโทรมาตรหล่มเก่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ (ภาพที่ 3.1ก) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 1881154 เหนือ และ 750951 ตะวันออก มีระยะทางจากปากแม่น้ำ 507 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 306.45 ตารางกิโลเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินหลักเป็นพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 207.44 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 67.69 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วย พื้นที่ปลูกพืชไร่ ชุมชน ไม้ผล ไม้ยืนต้น และพื้นที่นาข้าว มีพื้นที่ 93.36 3.11 1.60 และ 0.94 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 30.47 1.02 0.52 และ 0.31 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (อัญชลี เพ็งหรรอ, 2547) ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบสูง บริเวณโดยรอบสถานีเก็บตัวอย่างมีต้นไม้อายุและวัชพืชขึ้นอยู่ทั่วไปริมฝั่งแม่น้ำ

สถานีเก็บตัวอย่าง TS02 สถานีระบบโทรมาตรหล่มสัก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ (ภาพที่ 3.1ข) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 1862187 เหนือ และ 745097 ตะวันออก มีระยะทาง

จากปากแม่น้ำ 475 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 589.39 ตารางกิโลเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก เป็นพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 361.10 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 61.27 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วย พื้นที่ปลูกพืชไร่ ไม้ผลไม่ยืนต้น นาข้าว ชุมชน และพื้นที่อื่น ๆ มีพื้นที่ 170.02 28.01 21.29 8.71 และ 0.26 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 28.85 4.75 3.61 1.48 และ 0.05 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (อัญชลี เพ็งห้วร, 2547) บริเวณโดยรอบสถานีเก็บตัวอย่างมี ต้นไม้และวัชพืชขึ้น รวมทั้งมีชุมชนกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปริมฝั่งแม่น้ำ

สถานีเก็บตัวอย่าง TS04 สถานีระบบโทรมาตรเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัด เพชรบูรณ์ (ภาพที่ 3.1ค) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 1810223 เหนือ และ 730598 ตะวันออก มีระยะทาง จากปากแม่น้ำ 419 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 2,722.14 ตารางกิโลเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก เป็นพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 1,308.85 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 48.08 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วย พื้นที่นาข้าว พืชไร่ ไม้ผลไม่ยืนต้น ชุมชน แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ มีพื้นที่ 533.24 515.30 330.01 29.01 4.05 และ 1.68 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 19.59 18.93 12.12 1.07 0.15 และ 0.06 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (อัญชลี เพ็งห้วร, 2547) บริเวณด้าน ข้างสถานีเก็บตัวอย่างมีบ่อเลี้ยงปลาและนาข้าว

สถานีเก็บตัวอย่าง TS05 สถานีระบบโทรมาตรท่าแดง อำเภอหนองไผ่ จังหวัด เพชรบูรณ์ (ภาพที่ 3.1ง) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 1769037 เหนือ และ 727564 ตะวันออก มีระยะทาง จากปากแม่น้ำ 372 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 2,053.19 ตารางกิโลเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก เป็นพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 803.97 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.16 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วย พื้นที่ปลูกพืชไร่ นาข้าว ชุมชน ไม้ผลไม่ยืนต้น อื่น ๆ และพื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 639.91 387.24 182.91 28.99 6.45 และ 3.72 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 31.17 18.86 8.91 1.41 0.31 และ 0.18 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (อัญชลี เพ็งห้วร, 2547) บริเวณโดยรอบสถานีเก็บตัวอย่างมีต้นไม้และวัชพืชขึ้น รวมทั้งมีชุมชนกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปริมฝั่งแม่น้ำ และเป็นจุดที่แม่น้ำสาขา (ลำกง) ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำป่าสัก

สถานีเก็บตัวอย่าง TS06 สถานีระบบโทรมาตรวิเชียรบุรี อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัด เพชรบูรณ์ (ภาพที่ 3.1จ) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 1723047 เหนือ และ 724315 ตะวันออก มีระยะทาง จากปากแม่น้ำ 267 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 1,371.40 ตารางกิโลเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก เป็นพื้นที่นาข้าว มีพื้นที่ 585.45 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 42.69 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วยพื้นที่ปลูกพืชไร่ ป่าไม้ ไม้ผลไม่ยืนต้น ชุมชน แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่น ๆ มีพื้นที่

449.13 202.45 92.31 37.35 2.86 และ 1.85 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 32.75 14.76 6.73 2.72 0.21 และ 0.14 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (ัญชลี เพ็งห้วงร, 2547) บริเวณโดยรอบสถานีเก็บตัวอย่างมีต้นไม้และวัชพืชขึ้นอยู่ทั่วไป บริเวณด้านข้างสถานีเก็บตัวอย่างเป็นพื้นที่นาข้าว

สถานีเก็บตัวอย่าง TS07 สถานีระบบโทรมาตรบัวชุม อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี (ภาพที่ 3.1ฉ) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 1688517 เหนือ และ 735484 ตะวันออก มีระยะทางจากปากแม่น้ำ 224 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 2,058.58 ตารางกิโลเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินหลักเป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ มีพื้นที่ 1,029.30 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 50.00 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วยพื้นที่นาข้าว ป่าไม้ ไม้ผล ไม้ยืนต้น ชุมชน อื่น ๆ และพื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 662.94 219.08 105.85 34.28 4.99 และ 2.14 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 32.20 10.64 5.14 1.67 0.24 และ 0.10 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (ัญชลี เพ็งห้วงร, 2547) บริเวณโดยรอบสถานีเก็บตัวอย่างมีต้นไม้และวัชพืชขึ้นอยู่ทั่วไป

สถานีเก็บตัวอย่าง TS10 สถานีระบบโทรมาตรด้านเหนือน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี (ภาพที่ 3.1ซ) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 1643698 เหนือ และ 722511 ตะวันออก มีระยะทางจากปากแม่น้ำ 129 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 3,562.36 ตารางกิโลเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินหลักเป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ มีพื้นที่ 2,227.54 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 62.53 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ นาข้าว ชุมชน ไม้ผล ไม้ยืนต้น และพื้นที่อื่น ๆ มีพื้นที่ 823.57 164.13 151.95 93.47 77.64 และ 24.06 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 23.12 4.61 4.27 2.62 2.18 และ 0.68 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (ัญชลี เพ็งห้วงร, 2547) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่างเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ รอบอ่างมีการทำเกษตรกรรมและปศุสัตว์ ได้แก่ การเลี้ยงโค และสุกร เป็นต้น

สถานีเก็บตัวอย่าง TS11 สถานีระบบโทรมาตรด้านท้ายน้ำเขื่อนป่าสัก อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี (ภาพที่ 3.1ซ) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 1699022 เหนือ และ 613574 ตะวันออก มีระยะทางจากปากแม่น้ำ 127 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 680.12 ตารางกิโลเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินหลักเป็นพื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ 309.13 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 45.45 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วยพื้นที่ปลูกพืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น ชุมชน อื่น ๆ และพื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 195.43 114.92 36.77 23.44 และ 0.43 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 28.73 16.90 5.41 3.45 และ 0.06 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (ัญชลี เพ็งห้วงร, 2547) บริเวณ

สถานีเก็บตัวอย่างอยู่ท้ายน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำได้รับอิทธิพลจากการระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำของเขื่อนป่าสักฯ ด้านเหนือสถานีเก็บตัวอย่างมีโรงงานอุตสาหกรรมบริเวณโดยรอบสถานีเก็บตัวอย่างมีต้นไม้และวัชพืชขึ้นอยู่ทั่วไป

### ตารางที่ 3.1

ที่ตั้ง พิกัดและระยะทางจากปากแม่น้ำของ

สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำป่าสัก

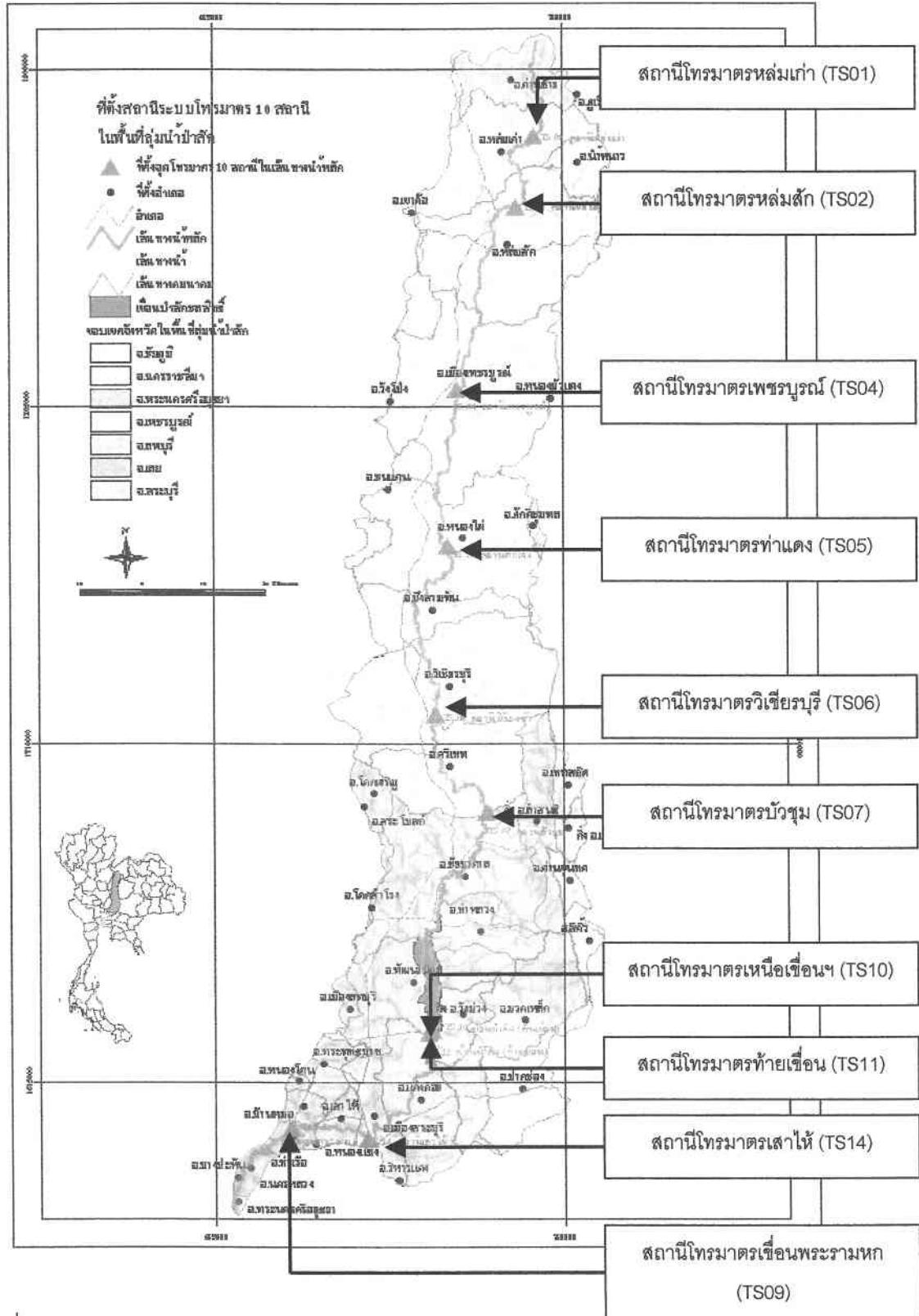
(พ.ศ. 2546)

ที่	รหัส	ที่ตั้งสถานีเก็บตัวอย่าง			พิกัด UTM		ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กิโลเมตร)
		สถานที่	อำเภอ	จังหวัด	เหนือ	ตะวันออก	
1	TS01	สถานีโทรมาตรหล่มเก่า	หล่มเก่า	เพชรบูรณ์	1881154	750951	507
2	TS02	สถานีโทรมาตรหล่มสัก	หล่มสัก	เพชรบูรณ์	1862187	745097	475
3	TS04	สถานีโทรมาตรเพชรบูรณ์	เมือง	เพชรบูรณ์	1810223	730508	419
4	TS05	สถานีโทรมาตรท่าแดง	หนองไผ่	เพชรบูรณ์	1769037	727564	372
5	TS06	สถานีโทรมาตรวิเชียรบุรี	วิเชียรบุรี	เพชรบูรณ์	1723047	724315	267
6	TS07	สถานีโทรมาตรบัวชุม	ชัยบาดาล	ลพบุรี	1668517	735484	224
7	TS10	สถานีโทรมาตรด้านเหนือแม่น้ำเขื่อนป่าสักฯ	พัฒนานิคม	ลพบุรี	1643698	722511	129
8	TS11	สถานีโทรมาตรด้านท้ายน้ำเขื่อนป่าสักฯ	พัฒนานิคม	ลพบุรี	1699022	613574	127
9	TS14	สถานีโทรมาตรเสาไห้	เมือง	สระบุรี	1608350	704483	71
10	TS09	สถานีโทรมาตรเขื่อนพระรามหก	ท่าเรือ	อยุธยา	1610045	690095	45

หมายเหตุ TS คือ รหัสของสถานีระบบโทรมาตร

แผนที่ที่ 3.1

สถานีเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำป่าสัก (พ.ศ. 2546)



ที่มา: อ้างอิงจากสถานีโทรมาตรกรมชลประทาน, 2546

ภาพที่ 3.1  
 สถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำป่าสัก (พ.ศ. 2546)



ภาพที่ 3.1ก สถานีโทรมาตรหล่มเก่า (TS01)



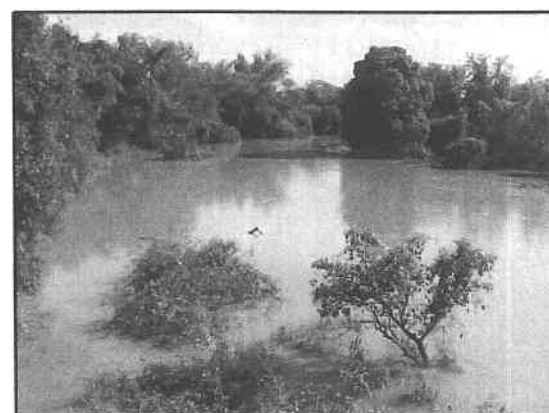
ภาพที่ 3.1ข สถานีโทรมาตรหล่มสัก (TS02)



ภาพที่ 3.1ค สถานีโทรมาตรเพชรบูรณ์ (TS04)



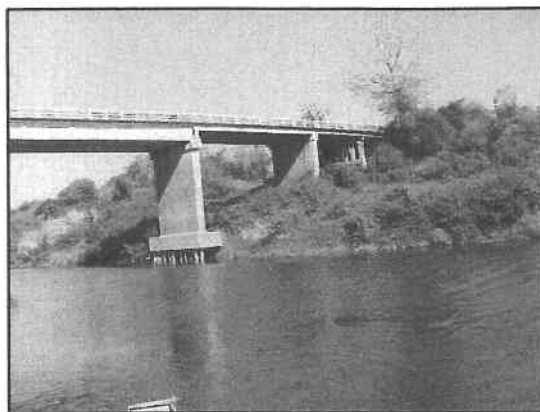
ภาพที่ 3.1ง สถานีโทรมาตรท่าแดง (TS05)



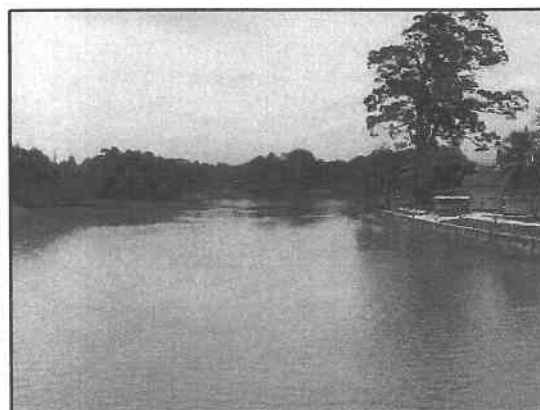
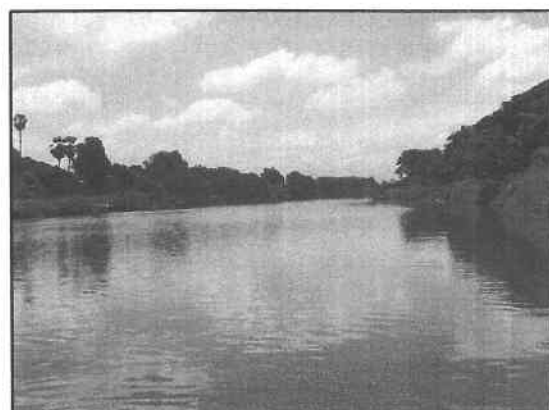
ภาพที่ 3.1จ สถานีโทรมาตรวิเชียรบุรี (TS06)



ภาพที่ 3.1ฉ สถานีโทรมาตรบัวชุม (TS07)



ภาพที่ 3.1ซ สถานีโทรมาตรเหนือเขื่อนฯ (TS10) ภาพที่ 3.1ซ สถานีโทรมาตรท้ายเขื่อนฯ (TS11)



ภาพที่ 3.1ฅ สถานีโทรมาตรเสาใต้ (TS14) ภาพที่ 3.1ญ สถานีโทรมาตรเขื่อนพระรามหก (TS09)

สถานีเก็บตัวอย่าง TS14 สถานีระบบโทรมาตรเสาใต้ อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี (ภาพที่ 3.1ฅ) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 1608350 เหนือ และ 704683 ตะวันออก มีระยะทางจากปากแม่น้ำ 71 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 1,437.14 ตารางกิโลเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินหลักเป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ มีพื้นที่ 572.24 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.82 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้ นาข้าว ชุมชน ไม้ผล ไม้ยืนต้น อื่น ๆ และแหล่งน้ำ มีพื้นที่ 422.41 245.53 113.67 39.98 36.28 และ 7.03 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 29.39 17.08 7.91 2.78 2.52 และ 0.49 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (อัญชลี เพ็งหิ้วรอ, 2547) บริเวณโดยรอบสถานีเก็บตัวอย่างริมฝั่งมีวัชพืชขึ้น และมีชุมชนกระจัดกระจายอยู่อย่างหนาแน่น

สถานีเก็บตัวอย่าง TS09 สถานีระบบโทรมาตรเขื่อนพระรามหก อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ภาพที่ 3.1ญ) ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM 1610045 เหนือ และ 690095 ตะวันออก มีระยะทางจากปากแม่น้ำ 45 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 465.36 ตารางกิโลเมตร การใช้ประโยชน์ที่ดิน

หลักเป็นพื้นที่นาข้าว มีพื้นที่ทั้งหมด 323.86 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 69.59 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ประกอบด้วย พื้นที่ปลูกพืชไร่ ชุมชน ป่าไม้ อื่น ๆ แหล่งน้ำ ไม้ผลไม้ยืนต้น มีพื้นที่ 66.40 47.05 11.58 11.27 4.23 0.97 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 14.27 10.11 2.49 2.42 0.91 และ 0.21 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (อัญชลี เฟิงห้วย, 2547) พบว่า บริเวณโดยรอบสถานีเก็บตัวอย่างริมฝั่งมีวัชพืชขึ้น และมีชุมชนกระจัดกระจายอยู่อย่างหนาแน่น

### วิธีการศึกษา

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการคาดการณ์ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ โดยการรวบรวมข้อมูลทางด้านกายภาพของพื้นที่ศึกษา ข้อมูลชลศาสตร์ในตำแหน่งเงื่อนไขขอบเขตของพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นข้อมูลในรูปของอนุกรมเวลา (time series data) หลังจากรวบรวมข้อมูลที่มีการวิเคราะห์และกำหนดรูปแบบรวมทั้งขอบเขตของแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว นำผลการรวบรวมข้อมูลมาศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ซึ่งต้องผ่านการคำนวณของแบบจำลอง 3 แบบ ได้แก่ แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ แบบจำลองการแพร่กระจายของมลสาร และแบบจำลองคุณภาพน้ำ การดำเนินการของแบบจำลองแบ่งได้ 2 ขั้นตอน คือ การปรับเทียบแบบจำลอง และการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (ภาพที่ 3.2) และเพื่อความถูกต้องของแบบจำลองจึงต้องทดสอบทางสถิติของข้อมูลจากการคำนวณโดยแบบจำลองและข้อมูลจากการตรวจวัดจริง

### การปรับเทียบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (calibration)

นำเข้าข้อมูลที่แบบจำลองแต่ละแบบต้องการ เพื่อให้แบบจำลองคำนวณผลออกมาแล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวัดจริงโดยผลการปรับเทียบค่าทั้งสองจะต้องใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งในการปรับเทียบในแต่ละแบบจำลองนั้นจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้เฉพาะสำหรับแบบจำลอง

### แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic model)

ใช้ในการจำลองสภาพทางกายภาพของแหล่งน้ำ รวมทั้งพยากรณ์ อัตราการไหล และระดับน้ำของแม่น้ำ ซึ่งพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองคือค่า Manning' n จะแสดงถึงความเสียดทานต่อการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด ซึ่งค่า Manning's n ในทางน้ำเปิดธรรมชาติโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.020 - 0.050 การจำลองสภาพทางกายภาพของแม่น้ำป่าสักโดยการ



นำเข้าข้อมูลภาคตัดขวาง ที่เป็นข้อมูลความลึกตามความกว้างของภาพตัดขวาง (x,z) รวมทั้งพิกัด (coordinate) โดยต้องกำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำ (upstream boundary) และขอบเขตด้านท้ายน้ำ (downstream boundary)

(1) ข้อมูลลักษณะทางด้านกายภาพ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 เป็นแบบจำลอง 1 มิติ ดังนั้นลักษณะทางด้านกายภาพของแบบจำลองจะกำหนดลักษณะตามความยาวของแม่น้ำเป็นหลัก โดยที่แต่ละช่วงตามความยาวของแม่น้ำจะมีหน้าตัดของแม่น้ำบอกลักษณะของความแตกต่างของแต่ละระดับ

- ภาคตัดขวาง (cross section) ของแม่น้ำป่าสักในปี พ.ศ. 2541 จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จำนวน 111 รูปตัด (ภาคผนวก ก)

- ความยาวของแม่น้ำ

- การเชื่อมต่อของแม่น้ำ

- ตำแหน่งเงื่อนไขขอบเขต ได้แก่ แม่น้ำป่าสักบริเวณกิโลเมตรที่ 419 สถานีระบบโทรมาตรเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (TS04) เป็นขอบเขตต้นน้ำ ใช้อัตราการไหลของน้ำรายชั่วโมง ส่วนขอบเขตท้ายน้ำคือ แม่น้ำป่าสักบริเวณกิโลเมตรที่ 129 สถานีระบบโทรมาตรด้านเหนือน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี (TS10) ใช้ระดับน้ำรายชั่วโมง (ตารางที่ 3.2) ส่วนจุดปรับเทียบ ได้แก่ สถานีระบบโทรมาตรท่าแดง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ (TS05) สถานีระบบโทรมาตรวิเชียรบุรี อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ (TS06) และสถานีระบบโทรมาตรบัวชุม อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี (TS07)

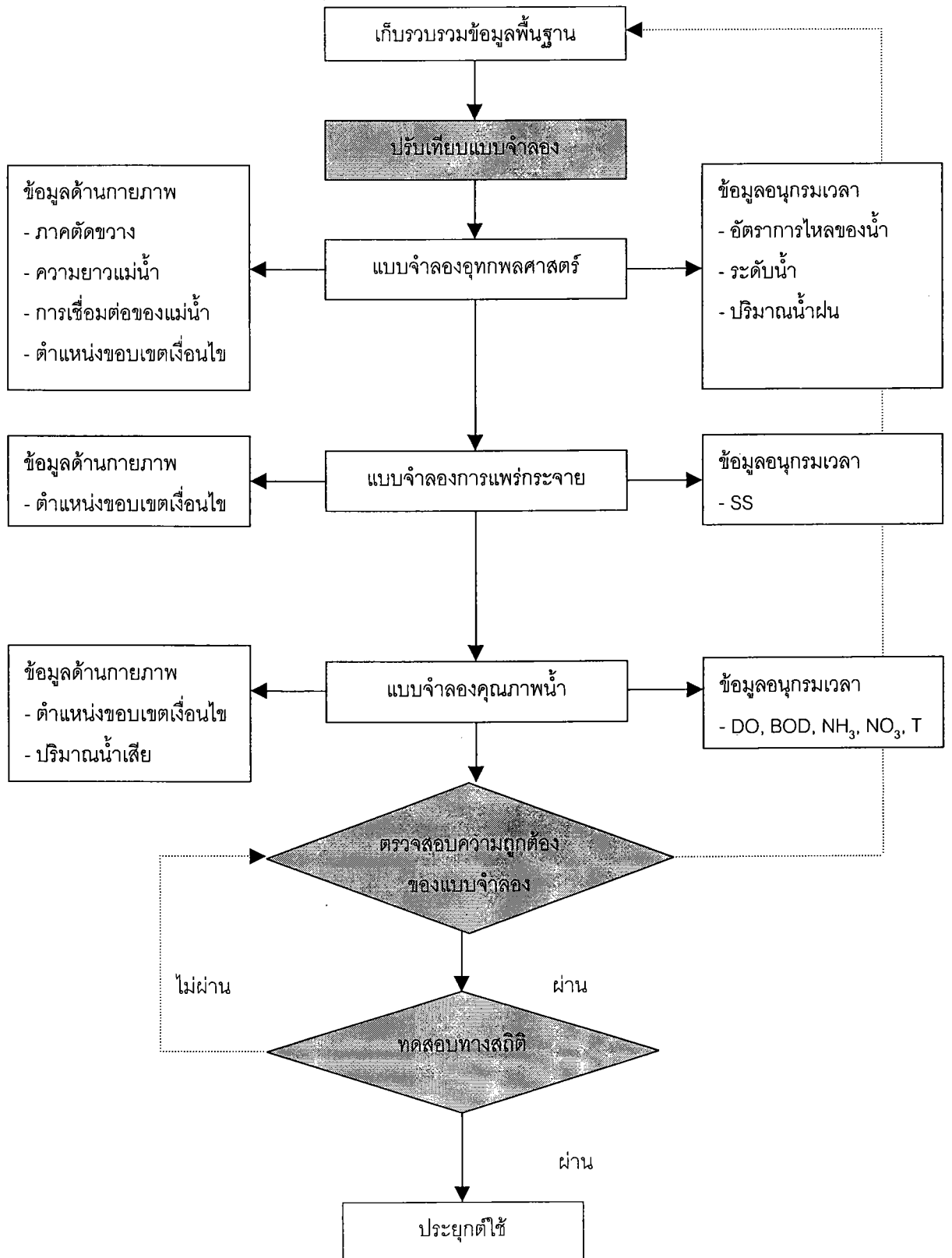
ตารางที่ 3.2

ขอบเขตเงื่อนไขและค่ากำหนดขอบเขตเงื่อนไข

ขอบเขตเงื่อนไข	สถานี	ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กม.ที่)	ค่ากำหนดขอบเขต
ต้นน้ำ	TS04	419	อัตราการไหลของน้ำรายชั่วโมง
ท้ายน้ำ	TS10	129	ระดับน้ำรายชั่วโมง

ภาพที่ 3.2

ขั้นตอนการดำเนินการของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์



## (2) ข้อมูลอนุกรมเวลา

ข้อมูลอนุกรมเวลา ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำ (discharge) ระดับน้ำ (water level) และปริมาณน้ำฝน (rainfall) ใช้ข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2546 ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำป่าสักในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักจากกรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยา

เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์แล้ว นำผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลอง คือ อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำป่าสักในรูปของที่ไหลผ่านหน้าตัดต่าง ๆ และข้อมูลระดับน้ำ มากำหนดเป็นขอบเขตต้นน้ำและท้ายน้ำของแม่น้ำสุรูปได้เป็นขอบเขตเงื่อนไขของพื้นที่ศึกษา

### แบบจำลองการแพร่กระจาย (Advection Dispersion model)

การศึกษาการแพร่กระจายของดัชนีคุณภาพน้ำด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถแยกการคำนวณออกเป็น 2 ส่วน คือ การคำนวณสภาพทางอุทกพลศาสตร์ของแม่น้ำ ได้แก่ อัตราการไหล และระดับน้ำ จากนั้นจึงนำสภาพของการไหลดังกล่าวมาคำนวณการแพร่กระจายของมวลสาร เพื่อศึกษาความสามารถในการผสมผสานและเคลื่อนที่ของสารหรือมวลสารนั้น

แบบจำลองการแพร่กระจายเป็นแบบจำลองที่ไม่สามารถคำนวณเบ็ดเสร็จได้ด้วยทันที ต้องอาศัยข้อมูลทางชลศาสตร์จากแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ จึงขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพ อัตราการไหลเข้าสู่ระบบ และระดับน้ำของพื้นที่ศึกษาทางอ้อม

## (1) ข้อมูลลักษณะทางด้านกายภาพ

เป็นตำแหน่งของจุดกำเนิดที่ใช้ศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำ ได้แก่ แม่น้ำป่าสักบริเวณกิโลเมตรที่ 419 สถานีระบบโทรมาตรเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (TS04) เป็นขอบเขตต้นน้ำ ส่วนขอบเขตท้ายน้ำคือ แม่น้ำป่าสักบริเวณกิโลเมตรที่ 129 สถานีระบบโทรมาตรด้านเหนือน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี (TS10) (ตารางที่ 3.2)

## (2) ข้อมูลอนุกรมเวลา

นำเข้าข้อมูลของแข็งแขวนลอยในรูปของอนุกรมเวลาของความเข้มข้น ในช่วงวันที่สำรวจ คือ วันที่ 31 มกราคม – 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ของสถานีเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำป่าสักทั้งหมด ให้แบบจำลองรับทราบค่าพารามิเตอร์ คือ ของแข็งแขวนลอยและหน่วยความเข้มข้นที่ใช้

แล้วกำหนดขอบเขตเงื่อนไขด้านเหนือน้ำ และขอบเขตด้านท้ายน้ำ ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ โดยกำหนดในรูปอนุกรมเวลาของความเข้มข้นที่ขอบเขตเงื่อนไข จากนั้นคำนวณความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย โดยนำผลการจำลองการไหลในรูปของปริมาณน้ำและระดับน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และปรับค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของมลสารในลำน้ำ (D: dispersion coefficient) แฟคเตอร์การแพร่กระจาย (f) และเลขยกกำลัง (exp) ซึ่งได้มาจากการคำนวณพารามิเตอร์ของแข็งแขวนลอย โดยเลือกค่าเวลากำหนดที่เหมาะสม ซึ่งสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองการแพร่กระจายแสดงถึงความสามารถในการแพร่กระจายของมลสารในแม่น้ำ ส่วนจุดปรับเทียบได้แก่ สถานีระบบโทรมาตรท่าแดง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ (TS05) สถานีระบบโทรมาตรวิเชียรบุรี อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ (TS06) และสถานีระบบโทรมาตรบัวชุม อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี (TS07)

### (3) แบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water quality model)

เป็นแบบจำลองคุณภาพน้ำที่ใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำมาวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ และปรับเทียบแบบจำลองโดยการเปรียบเทียบการแพร่กระจาย (dispersion) และการย่อยสลาย (degradation) ของมลพิษระหว่างค่าที่คำนวณได้ และค่าที่วัดได้จริง โดยพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์คุณภาพน้ำในสภาพปัจจุบันและอนาคต เมื่อมีปัจจัยภายนอกเข้ามากระทบกระเทือน

### (2) ข้อมูลลักษณะทางด้านกายภาพ

- ปริมาณน้ำเสีย ได้แก่ ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ และความสกปรกในรูปกิโกรัมความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD loading) จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลอ้างอิงจากการศึกษาของโครงการต่าง ๆ ในพื้นที่เดียวกัน จากแหล่งกำเนิดที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำป่าสัก อาจก่อให้เกิดสภาวะน้ำเน่าเสียในแม่น้ำป่าสักซึ่งสามารถแบ่งแหล่งกำเนิดน้ำเสียในพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 ประเภท คือ ชุมชนและพาณิชยกรรม แหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรม

- ตำแหน่งขอบเขตเงื่อนไข แม่น้ำป่าสักบริเวณกิโลเมตรที่ 419 สถานีระบบโทรมาตรเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ (TS04) เป็นขอบเขตต้นน้ำ ส่วนขอบเขตท้ายน้ำคือ แม่น้ำป่าสักบริเวณกิโลเมตรที่ 129 สถานีระบบโทรมาตรด้านเหนือน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี (TS10)

## (2) ข้อมูลอนุกรมเวลา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พิจารณาพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ คือ ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แอมโมเนีย ไนเตรท และอุณหภูมิต่างกัน ซึ่งเป็นการจำลองคุณภาพน้ำในแบบจำลองระดับที่ 4 โดยกำหนดข้อมูลคุณภาพน้ำ ในรูปอนุกรมเวลา ในช่วงวันที่ 31 มกราคม - 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ให้แบบจำลองรับทราบค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว รวมทั้งหน่วยความเข้มข้นที่ใช้ ส่วนค่าปริมาณน้ำที่ใช้นั้น กำหนดขอบเขตเงื่อนไข ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดในแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์และแบบจำลองการแพร่กระจายของมลสาร โดยกำหนดในรูปอนุกรมเวลาของความเข้มข้นของแต่ละพารามิเตอร์โดยเรียงตามลำดับที่ขอบเขตเงื่อนไข คำนวณค่าคุณภาพน้ำ โดยนำผลการจำลองการไหลในรูปของปริมาณน้ำและระดับน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียหาย ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของมลสารในลำน้ำ คำนวณผลเพื่อให้ได้คุณภาพน้ำในแม่น้ำ โดยต้องปรับค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การเติมอากาศเพื่อปรับเทียบค่าออกซิเจนละลายน้ำ สัมประสิทธิ์การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ 20 องศาเซลเซียส การย่อยสลายตะกอนที่ท้องน้ำ เพื่อปรับค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ปรับอัตราการหายใจที่ 20 องศาเซลเซียส ผลผลิตของออกซิเจนสูงสุดโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง ปรับค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสลายแอมโมเนียและไนเตรทที่ 20 องศาเซลเซียส พิจารณาจากผลคุณภาพน้ำจากการคำนวณเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำจากการสำรวจ จนค่าที่ได้จากการคำนวณเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าจากการสำรวจจริงตามสถานีเปรียบเทียบ ซึ่งจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ ที่เหล่านี้และสามารถจำลองคุณภาพน้ำในแม่น้ำป่าสักได้ ส่วนจุดปรับเทียบของแม่น้ำป่าสัก ได้แก่ สถานีระบบโทรมาตรท่าแดง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ (TS05) สถานีระบบโทรมาตรวิเชียรบุรี อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ (TS06) และสถานีระบบโทรมาตรบัวชุม อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี (TS07)

เมื่อจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านอุทกพลศาสตร์ ด้านการแพร่กระจายของมลสารและด้านคุณภาพน้ำเรียบร้อยแล้ว จะปรับเทียบแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดจริงที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ โดยปรับแบบจำลองที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผลการคำนวณใช้แบบจำลองมีค่าถูกต้องตรงตามข้อมูลที่ตรวจวัดได้จริงมากที่สุด เพื่อสามารถใช้ในการพยากรณ์สภาวะต่าง ๆ ของแม่น้ำได้อย่างถูกต้อง

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (verification)

เป็นการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากแบบจำลอง โดยการนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากการคำนวณโดยแบบจำลองเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้อย่างจริงในภาคสนาม ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แอมโมเนีย ไนเตรท ของแข็งแขวนลอย และ อุณหภูมิ ในระหว่างวันที่ 25 – 29 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2546 นำเข้าในแบบจำลอง ตามลำดับ คือ แบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ แบบจำลองการแพร่กระจาย และแบบจำลองคุณภาพน้ำ

(1) แบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic model)

เปลี่ยนข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำที่ใช้ให้เป็นช่วงเวลาที่ตรวจสอบ คำนวณโดยใช้พารามิเตอร์ต่าง ๆ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ค่าเดียวกับที่ใช้ในการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ที่ผ่านการปรับเทียบแล้ว

(2) แบบจำลองการแพร่กระจายของมลสาร (Advection Dispersion model)

เปลี่ยนข้อมูลอนุกรมเวลาของค่าของแข็งแขวนลอยให้เป็นช่วงเวลาที่ตรวจสอบ คำนวณค่าของแข็งแขวนลอยในช่วงเวลาที่ทำการปรับเทียบแล้วใส่ข้อมูล ในช่วงเวลาเดียวกันที่ปรับเทียบใช้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายของมลสาร และค่าคงที่การย่อยสลายค่าเดียวกับที่ใช้ในการปรับเทียบ

(3) แบบจำลองคุณภาพน้ำ (Water quality model)

เปลี่ยนข้อมูลอนุกรมเวลาของความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี ไนเตรท แอมโมเนีย และอุณหภูมิ ให้อยู่ในช่วงเวลาที่ตรวจสอบ รวมทั้งปริมาณน้ำทิ้งและภาวะความสกปรกในช่วงที่ตรวจสอบ แล้วใส่ข้อมูลช่วงเวลาเดียวกันที่ปรับเทียบ คำนวณแบบจำลองคุณภาพน้ำโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์คุณภาพน้ำเดียวกับที่ใช้ในการปรับเทียบ

การทดสอบทางสถิติ

เปรียบเทียบผลการคำนวณความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี แอมโมเนีย ไนเตรท ของแข็งแขวนลอย และอุณหภูมิ ที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองและผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีในภาคสนามและห้องปฏิบัติการโดยใช้สถิติ paired-t-test

### การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (application)

นำค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และทดสอบทางสถิติแล้ว พบว่า ไม่แตกต่างกันระหว่างผลจากการคำนวณโดยแบบจำลอง และการตรวจสอบจริงในภาคสนามมาคาดการณ์ความเข้มข้นออกซิเจนละลายน้ำ โดยคำนึงถึง ปริมาณสารอินทรีย์ที่ปล่อยลงสู่น้ำป่าสัก จากแหล่งกำเนิดมลพิษต่าง ๆ ของชุมชนที่ตั้งอยู่ริม แม่น้ำ ในปี พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2555 นำผลที่ได้หามาตรการในการลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ในช่วงเวลาดังกล่าว