บทที่ 3

การจัดทำข้อมูลและวิธีการศึกษา

3.1 การจัดทำข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยข้อมูลหลัก คือ ข้อมูลลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของลำน้ำหลัก ความยาวของลำน้ำหลักจากจุดใกล้ศูนย์ถ่วงของพื้นที่ถึงจุดออกของลำน้ำและความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ ข้อมูลประเภทการใช้ที่ดิน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ที่อยู่อาศัย แหล่งน้ำและพื้นที่อื่นๆ และข้อมูลทางอุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ตะกอนแขวนลอย และข้อมูลปริมาณน้ำท่า ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลแต่ละประเภทดังนี้

3.1.1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ขนาดของพื้นที่รับน้ำ ความยาวของลำน้ำหลัก ความยาวของลำน้ำหลักจากจุดใกล้ศูนย์ถ่วงถึงจุดออกของลำน้ำ และความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ รายละเอียดของข้อมูลลักษณะทางกายของแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำแสดงไว้ในภาคผนวก ค

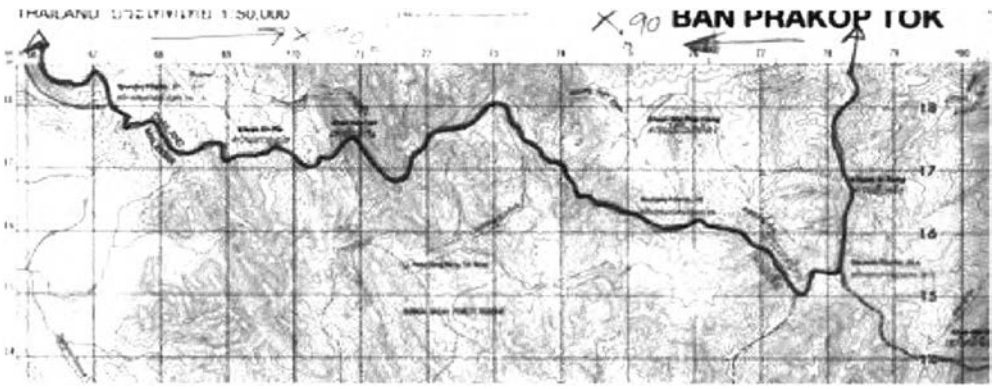
1) พื้นที่ลุ่มน้ำ

พื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นพื้นที่รับน้ำของสถานีวัดปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอย ซึ่งพื้นที่รับน้ำเป็นปัจจัยที่แสดงขนาดของลุ่มน้ำ ซึ่งรวบรวมการไหลของน้ำท่าและตะกอนในลุ่มน้ำ แล้วไหลมารวมกันที่จุดกำหนดหรือสถานีวัดปริมาณตะกอนแขวนลอย

ในการศึกษาครั้งนี้ การจัดสร้างแผนที่ลุ่มน้ำ กำหนดขอบเขตของพื้นที่รับน้ำของแต่ละสถานีเป็นภาระงานที่ใช้เวลาและความพยายามเป็นอย่างมาก เนื่องจากไม่สามารถหาแผนที่ลุ่มน้ำได้จากหน่วยงานใด เช่น กรมชลประทานมีเฉพาะข้อมูลขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ไม่มีแผนที่ขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำจึงต้องสร้างแผนที่ลุ่มน้ำขึ้นเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) ลากขอบเขตพื้นที่รับน้ำในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 โดยอาศัยเส้นชั้นระดับความสูงและแนวสันเขา

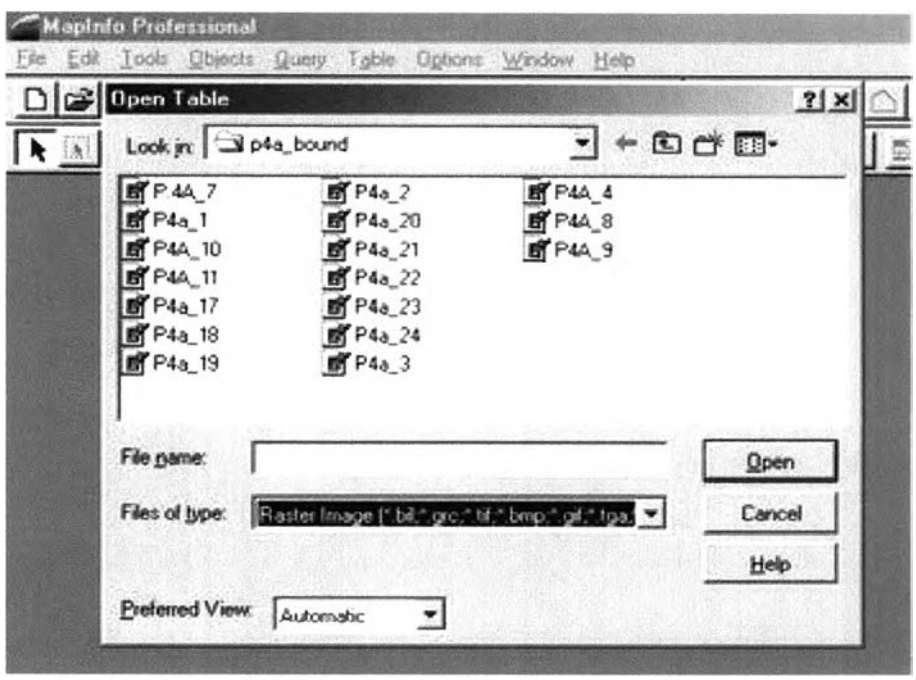
(2) นำแผนที่ที่ลากขอบเขตพื้นที่รับน้ำแล้วไปสแกนเพื่อจะนำมาดิจิไตส์ ซึ่งถ้าหากพื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดใหญ่จะต้องแบ่งสแกนเป็นส่วนๆ (ดูรูปที่ 3-1)



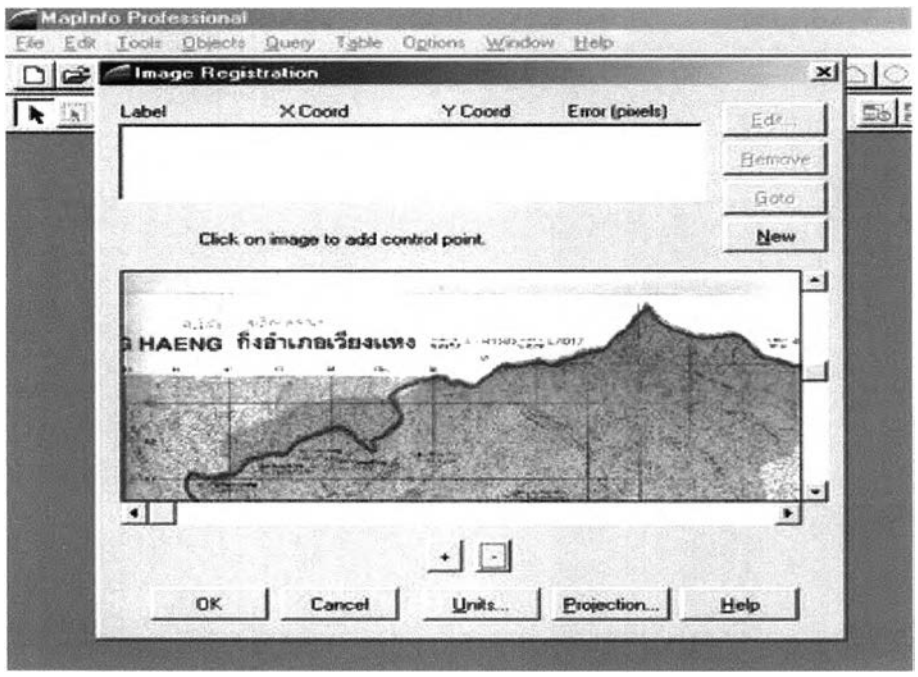
รูปที่ 3-1 ส่วนหนึ่งของขอบเขตพื้นที่รับน้ำ

(3) ใช้โปรแกรม MapInfo เพื่อดิจิไตส์ข้อมูลรูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำให้อยู่ในรูปของข้อมูลแบบดิจิตอล ซึ่งจะต้องมีการลงพิกัดเพื่อเป็นพิกัดอ้างอิง โดยมีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้ (ดูรูปที่ 3-2 ถึงรูปที่ 3-4)

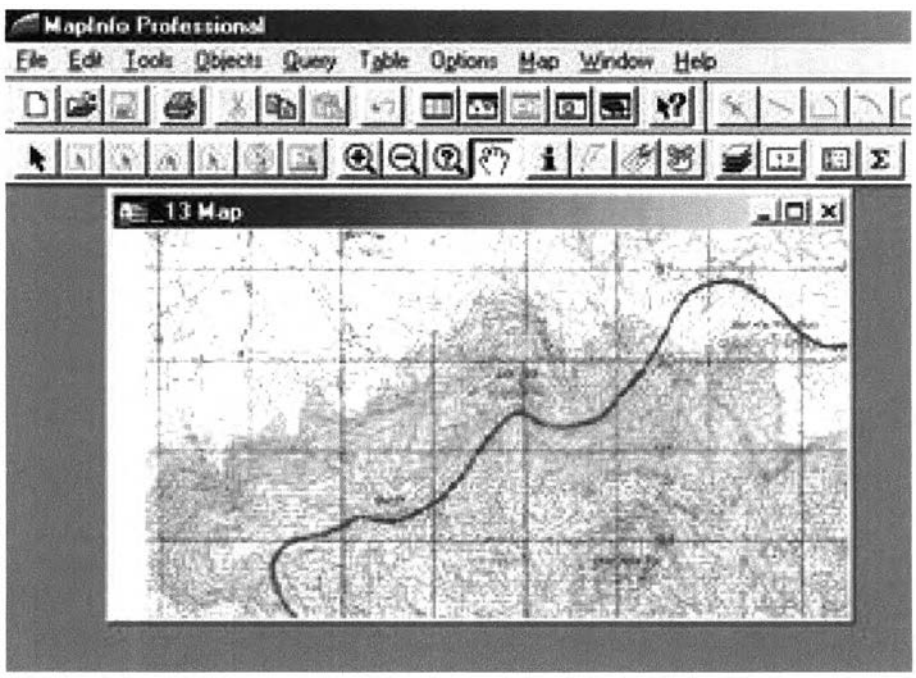
(3.1) เปิดแฟ้มภาพโดยเลือกชนิดของแฟ้มงานเป็น Raster Image แล้วลงพิกัดอ้างอิงของแผนที่ ซึ่งจะต้องลงอย่างน้อย 4 จุด ซึ่งระบบพิกัดที่ใช้เป็น UTM (Universal Transverse Mercator)



รูปที่ 3-2 แฟ้มงานรูปแผนที่จากการสแกน

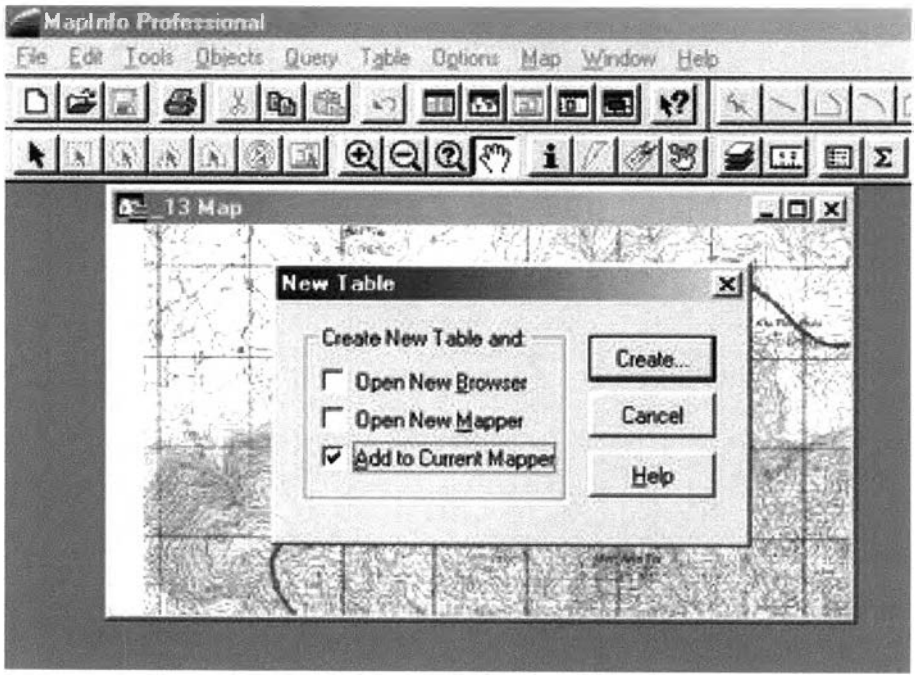


รูปที่ 3-3 การลงพิกัดอ้างอิงบนแผนที่

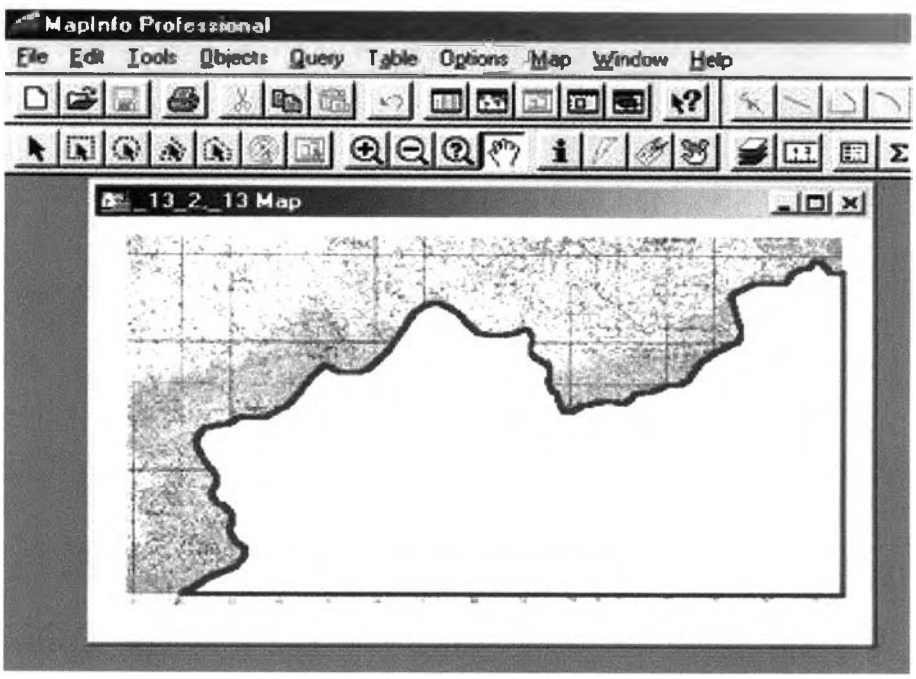


รูปที่ 3-4 แผนที่ที่มีพิกัดอ้างอิง

(3.2) สร้างชั้นงานขึ้นเพื่อดิจิไตส์ขอบเขตพื้นที่รับน้ำลงบนชั้นนี้ (ดูรูปที่ 3.5 และ 3.6)

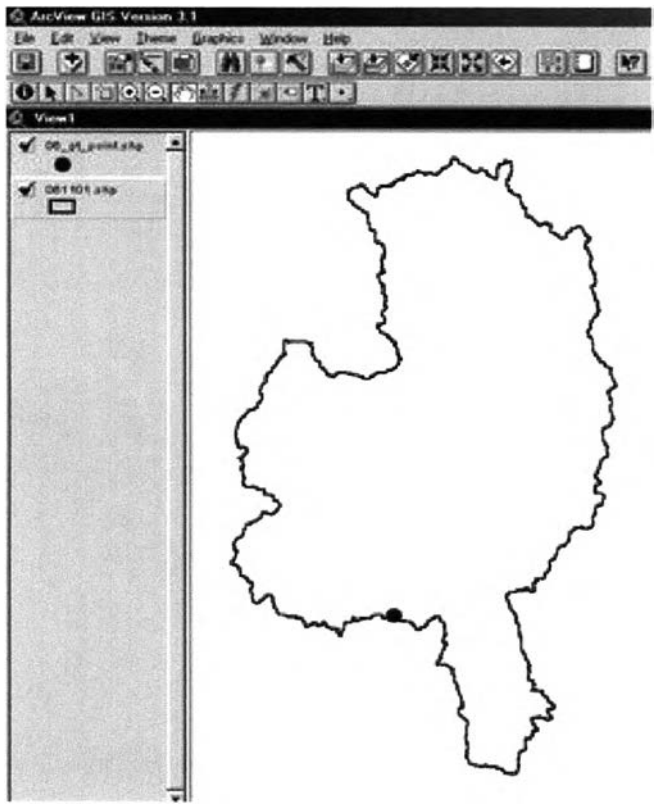


รูปที่ 3-5 การเพิ่มชั้นงานเพื่อใช้ดิจิไตส์



รูปที่ 3-6 แผนที่ที่ดิจิไตส์แล้ว

(4) นำแผนที่ที่ดิจิไตส์แล้วแต่ละส่วนมาต่อกันโดยใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.2a ซึ่งสามารถหาขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำได้ โดยขนาดพื้นที่รับน้ำของแต่ละสถานีวัดตะกอนที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับที่หน่วยงานได้สำรวจไว้ (ดูรูปที่ 3-7)



รูปที่ 3-7 แผนที่ที่ต่อเชื่อมกันโดยใช้โปรแกรม ArcView GIS

2) ความยาวของลำน้ำหลัก

ความยาวของลำน้ำหลัก เป็นความยาววัดตามแนวลำน้ำสายใหญ่จากจุดออกจนถึงสันเขาต้นน้ำหรือสันปันน้ำที่อยู่ไกลสุดซึ่งวัดได้จากแผนที่ภูมิประเทศ โดยทั่วไปความยาวของลำน้ำหลักที่ประเมินอาจมีค่าแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับมาตราส่วนของแผนที่ที่เลือกใช้ โดยแผนที่มาตราส่วนขนาดใหญ่จะสามารถวัดความยาวของลำน้ำได้ยาวกว่าแผนที่มาตราส่วนขนาดเล็ก โดยในการศึกษานี้เลือกใช้แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 และใช้แพลนนิมิเตอร์วัดความยาวของลำน้ำ

3) ความยาวของลำน้ำหลักจากจุดใกล้ศูนย์ถ่วงของพื้นที่ถึงจุดออกของลำน้ำ

ความยาวของลำน้ำหลักจากจุดใกล้ศูนย์ถ่วงของพื้นที่ถึงจุดออกของลำน้ำ หาได้โดยหาจุดศูนย์ถ่วงของรูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ จุดศูนย์ถ่วงของรูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำนี้เป็นจุดที่อยู่ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งเป็นตัวแสดงจุดศูนย์กลางของน้ำหนักของพื้นที่ สามารถหาจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่ลุ่มน้ำโดยใช้วิธีโมเมนต์และแทนพื้นที่รับน้ำด้วยระบบกริด โดยพิกัดของจุดศูนย์ถ่วง $(\bar{X},\bar{Y})$ หาโดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} x_i a_i \qquad \text{.....(3.1)}$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{m} y_i a_i \qquad \text{.....(3.2)}$$

โดยที่

x_i = ระยะห่างในแนวราบระหว่างแกน Y และศูนย์กลางพื้นที่กริดที่ i

y_i = ระยะห่างในแนวดิ่งระหว่างแกน X และศูนย์กลางพื้นที่กริดที่ i

a_i = พื้นที่ของกริดที่ i

n = จำนวนกริดในทิศของแกน x

m = จำนวนกริดในทิศของแกน y

เมื่อได้ตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของพื้นที่ลุ่มน้ำแล้ว จากนั้นหาตำแหน่งบนลำน้ำที่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงตั้งฉากกับลำน้ำ จากนั้นวัดความยาวจากจุดออกของลำน้ำถึงตำแหน่งนั้น โดยใช้แพลนนิมิเตอร์

4) ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ

ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญของคุณลักษณะของลุ่มน้ำ ซึ่งในการหาความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ มีวิธีการหาหลายวิธี อย่างไรก็ตาม พื้นฐานของสมการในการหาค่าความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำนั้น กำหนดจากอัตราส่วนของผลต่างระหว่างจุด 2 จุดบนลำน้ำต่อระยะทางราบตามแนวลำน้ำระหว่างจุดทั้งสอง ดังสมการ

$$S = \frac{\Delta H}{L} \qquad \text{.....(3.3)}$$

โดยที่

S = ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ

ΔH = ความต่างระดับของลำน้ำ

L = ความยาวของลำน้ำในแนวราบ

อีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ คือ การวัดความลาดชันของลำน้ำจากความลาดชันของเส้นตรง AB ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งลากจนกระทั่งพื้นที่ภายใต้เส้น AB เหนือ stream profile เท่ากับพื้นที่ที่อยู่เหนือเส้น AB ใต้ stream profile

วิธีที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ วิธีของ Taylor และ Schwarz วิธีนี้จะเป็นการให้น้ำหนักช่วงลำน้ำต่างๆด้วยรากที่สองของความลาดชัน โดยแบ่งลำน้ำออกเป็น n ช่วงเท่าๆกัน ดังสมการ

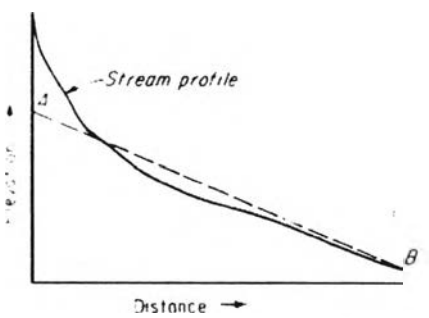
$$R_s = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \sqrt{S_i} \right)^2 \qquad \text{.....(3.4)}$$

โดยที่

R_S = ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ

n = จำนวนช่วงของลำน้ำ

S_i = ความลาดชันของแต่ละช่วง



รูปที่ 3-8 การหาความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ

3.1.2 ข้อมูลการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ

การแบ่งประเภทของลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนในลำน้ำ ในการศึกษานี้ ลักษณะการใช้ที่ดินพิจารณาจากประเภทของการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ป่าไม้ ที่อยู่อาศัย แหล่งน้ำและพื้นที่อื่นๆ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้การใช้ที่ดินในช่วงระยะเวลา 10 ปี (พ.ศ.2534-2543) มีการเปลี่ยนแปลงในอัตราคงที่ การประเมินประเภทการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำของสถานีวัดตะกอนต่างๆ ทำโดยใช้แผนที่การใช้ที่ดินมาตราส่วน 1:50,000 จากกรมพัฒนาที่ดินโดยเลือกใช้ข้อมูลการสำรวจการใช้ที่ดินในภาคเหนือและภาคใต้จากปี พ.ศ.2543 มาเทียบกับแผนที่ขอบเขตลุ่มน้ำมาตราส่วนเดียวกันที่ได้ลากขอบเขตไว้ เพื่อหาร้อยละของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ รายละเอียดของข้อมูลการใช้ที่ดินของแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำแสดงไว้ในภาคผนวก ค

ตารางที่ 3-1 ถึงตารางที่ 3-5 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในภาคเหนือและภาคใต้ในปี พ.ศ.2533 และ พ.ศ.2541 โดยตัวเลขได้จากเอกสารสรุปการใช้ที่ดินของกองวางแผนการใช้ที่ดินกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2541

ตารางที่ 3-1 พื้นที่การใช้ที่ดินในภาคเหนือ

ปี	ประเภทการใช้ที่ดิน (เนื้อที่ : ไร่)					รวม
	ชุมชน	เกษตรกรรม	ป่าไม้	แหล่งน้ำ	อื่นๆ	
2533	158,036	42,680,811	51,911,663	974,788	10,302,381	106,027,679
2541	983,818	44,070,308	53,272,000	586,244	7,115,309	106,027,679

ตารางที่ 3-2 เปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินในภาคเหนือ

ปี	ประเภทการใช้ที่ดิน (เปอร์เซ็นต์)					รวม
	ชุมชน	เกษตรกรรม	ป่าไม้	แหล่งน้ำ	อื่นๆ	
2533	0.15	40.25	48.97	0.92	9.71	100
2541	0.93	41.56	50.24	0.55	6.71	100

ตารางที่ 3-3 พื้นที่การใช้ที่ดินในภาคใต้

ปี	ประเภทการใช้ที่ดิน (เนื้อที่ : ไร่)					รวม (ไร่)
	ชุมชน	เกษตรกรรม	ป่าไม้	แหล่งน้ำ	อื่นๆ	
2533	297,750	26,191,353	14,868,720	993,616	1,845,553	44,196,992
2541	173,744	30,389,994	11,959,577	849,232	824,445	44,196,992

ตารางที่ 3-4 เปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินในภาคใต้

ปี	ประเภทการใช้ที่ดิน (เปอร์เซ็นต์)					รวม
	ชุมชน	เกษตรกรรม	ป่าไม้	แหล่งน้ำ	อื่นๆ	
2533	0.67	59.26	33.64	2.25	4.18	100
2541	0.39	68.76	27.06	1.92	1.87	100

ตารางที่ 3-5 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2533 และ 2541

ประเภทการใช้ที่ดิน	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน	
	ภาคเหนือ	ภาคใต้
พื้นที่ชุมชน	+0.78%	-0.28%
พื้นที่เกษตรกรรม	+1.31%	+9.50%
พื้นที่ป่าไม้	+1.27%	-6.58%
พื้นที่แหล่งน้ำ	-0.37%	-0.33%
พื้นที่อื่นๆ	-3.00%	-2.32%

ที่มา : เอกสารกลุ่มวิเคราะห์การใช้ที่ดิน กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2542

3.1.3 ข้อมูลทางอุทกวิทยา

ข้อมูลทางอุทกวิทยาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ข้อมูลรายเดือนของปริมาณน้ำฝน ตะกอนแขวนลอย และปริมาณน้ำท่า

1) ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่นำมาใช้นั้นรวบรวมจากหน่วยงานที่ดำเนินการอยู่ ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทาน คัดเลือกสถานีที่มีข้อมูลตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป ในการศึกษานี้พิจารณาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำโดยใช้ข้อมูลฝนรายเดือนจากวิธีเฉลี่ยธีเอสเสน ซึ่งวิธีนี้พยายามที่จะลดปัญหาความไม่สม่ำเสมอในการกระจายที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนโดยคำนึงถึงขนาดของพื้นที่ซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของแต่ละสถานี การสร้างรูปเหลี่ยมธีเอสเสนล้อมรอบสถานีจะเป็นการกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่สถานีนั้นมีอิทธิพลครอบคลุมถึง โดยมีขั้นตอนการจัดทำข้อมูลดังนี้

(1) รวบรวมสถานีวัดน้ำฝนจากหน่วยงานที่ดำเนินการอยู่ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทาน

(2) คัดเลือกสถานีที่มีสถิติข้อมูลตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป

(3) รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีที่คัดเลือก

(4) ตรวจสอบความเชื่อถือได้ (consistency) ของข้อมูลน้ำฝน โดยใช้วิธี Double Mass Analysis ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีที่จะตรวจสอบกับค่าสะสมของค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนของสถานีต่างๆ ที่ตั้งอยู่โดยรอบ ทำโดยสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีที่ต้องการจะตรวจสอบกับค่าสะสมของค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากสถานีต่างๆ หากข้อมูลเชื่อถือได้กราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรงมีความลาดชันเดียว

(5) หาปริมาณฝนรายเดือนโดยวิธีเฉลี่ยธีเอสเสนของแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งรายละเอียดของสถานีวัดน้ำฝนและข้อมูลปริมาณฝนได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก และ ข ตามลำดับ

2) ข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอย

ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือน ซึ่งสถานีวัดปริมาณตะกอนแขวนลอยเป็นสถานีเดียวกันกับสถานีวัดน้ำท่า (ดูรูปที่ 3-9) ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยต่อขนาดพื้นที่ (Sediment Yield) แสดงดังตารางที่ 3-6 และ รูปที่ 3-10 ในการคัดเลือกสถานีจะพิจารณาโดยคัดเลือกสถานีที่ไม่มีผลกระทบจากโครงการเก็บกักน้ำขนาดใหญ่เป็นหลัก มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

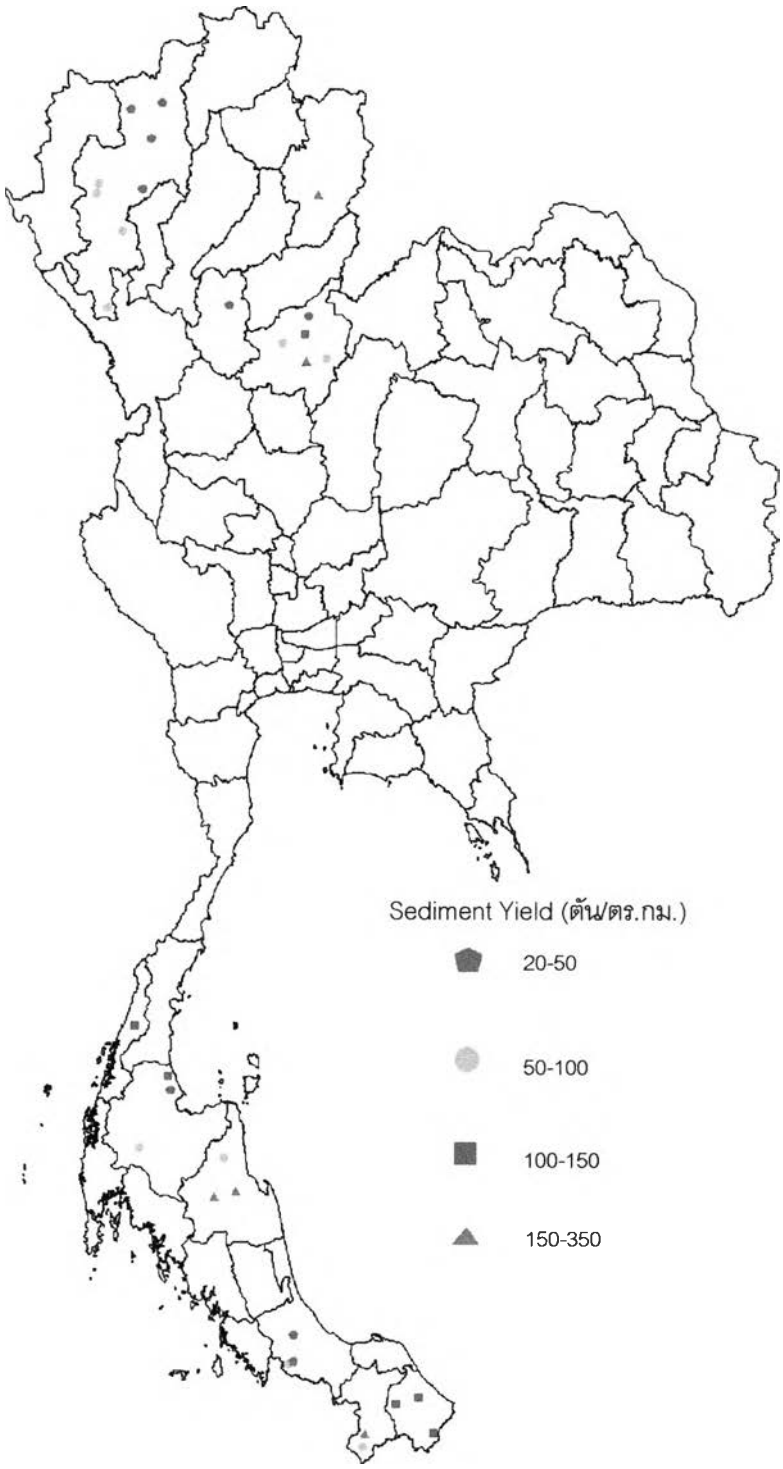
(1) รวบรวมสถานีวัดปริมาณตะกอนแขวนลอยจากหน่วยงานที่มีสถานีวัดปริมาณตะกอนแขวนลอยซึ่งได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

รูปที่ 3-9 ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าและตะกอนแขวนลอย

ตารางที่ 3-6 ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยต่อขนาดพื้นที่ของแต่ละสถานี

ลำดับที่	สถานี	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	ตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ย (ตัน)	Sediment Yield (ตัน/ตร.กม.)
1	P.4A	1,902	87,947	46
2	060202	203	5,882	29
3	060406	835	38,584	46
4	060808	1,170	38,152	33
5	061101	18,932	1,524,133	81
6	061201	1,270	68,564	54
7	061302	1,950	152,078	78
8	061501	1,470	142,327	97
9	Y.6	12,658	355,799	28
10	N.13A	8,784	2,072,013	236
11	N.22	4,841	416,525	86
12	091401	3,320	400,477	121
13	091502	253	10,011	40
14	091601	1,506	301,539	200
15	091603	993	54,240	55
16	X.55	105	19,328	184
17	X.73	336	39,775	118
18	X.90	1,562	44,857	29
19	X.103	180	6,064	34
20	X.104	354	45,725	129
21	X.111	256	7,782	30
22	X.113	129	11,074	86
23	X.121	43	5,738	133
24	X.163	97	16,061	166
25	210602	448	35,376	79
26	211101	1,190	158,833	133
27	220702	146	7,680	53
28	240202	683	230,144	337
29	240206	221	15,839	72
30	250201	186	26,279	141

I21281695



รูปที่ 3-10 ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยต่อขนาดพื้นที่

(2) คัดเลือกสถานีวัดปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยพิจารณาจากช่วงความยาวของข้อมูล และเป็นสถานีที่ไม่มีผลกระทบจากโครงการเก็บกักน้ำ เนื่องจากโครงการเก็บกักน้ำจะส่งผลกระทบต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่วัดได้คลาดเคลื่อนไป

(3) รวบรวมข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนของสถานีที่คัดเลือก

(4) รายละเอียดของสถานีวัดตะกอนแขวนลอยและข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยแสดงไว้ในภาคผนวก ก และ ข ตามลำดับ

3) ข้อมูลปริมาณน้ำท่า

ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน ซึ่งสถานีวัดปริมาณน้ำท่าเป็นสถานีเดียวกันกับสถานีวัดปริมาณตะกอนแขวนลอย (ดูรูปที่ 3-9) ดังนั้นการคัดเลือกสถานีจะอ้างอิงจากสถานีวัดปริมาณตะกอนแขวนลอยเป็นหลัก ขั้นตอนการจัดทำข้อมูลมีดังนี้

(1) รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากหน่วยงานที่มีสถานีวัดปริมาณน้ำท่า ซึ่งได้แก่ กรมชลประทาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

(2) รายละเอียดของสถานีวัดน้ำท่าและข้อมูลปริมาณน้ำท่าแสดงไว้ในภาคผนวก ก และ ข ตามลำดับ

3.2 วิธีการศึกษา

3.2.1 สมการความสัมพันธ์รายพื้นที่ลุ่มน้ำ

ศึกษาความสัมพันธ์รายเดือนของปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำฝน น้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำเดียวกัน โดยคุณลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำคงที่ มีการศึกษา 2 ประเด็นย่อย คือ

1) ศึกษาชลภาพรายเดือนของปริมาณน้ำฝน น้ำท่าและตะกอนแขวนลอย พิจารณาว่ามีการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกันอย่างไร

2) ศึกษาความสัมพันธ์รายเดือนระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำฝนซึ่งเป็นความลึกน้ำฝนมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร และปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำท่าว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร มากน้อยเพียงใด โดยเขียนในรูปของสมการ

$$S = f(P) \quad \text{..... (3.5)}$$

$$S = f(Q) \quad \text{..... (3.6)}$$

3.2.2 สมการความสัมพันธ์รายพื้นที่ภูมิภาค

ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (S) กับปัจจัยทางด้านอุทกวิทยา คือ ปริมาณน้ำท่ารายปี (Q) และน้ำฝนรายปีซึ่งเป็นปริมาณน้ำฝนทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำมีหน่วยเป็นล้านลูกบาศก์เมตร (P) ปัจจัยทางด้านคุณลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ คือ ขนาดของพื้นที่รับน้ำ (A) ความยาวของลำน้ำหลัก (L) ความยาวของลำน้ำหลักจากจุดใกล้ศูนย์ถ่วงถึงจุดออกของลำน้ำ (L_c) ความลาดของท้องน้ำ (s) และประเภทการใช้ที่ดิน โดยการใช้ที่ดินจะแบ่งได้เป็นพื้นที่ป่าไม้ เกษตรกรรม ที่อยู่อาศัย แหล่งน้ำและพื้นที่อื่นๆ (%ag, %fo, %re, %wa,%other) การศึกษาจะพิจารณาทุกลุ่มน้ำภายในภูมิภาคเดียวกันร่วมกันโดยเขียนในรูปของความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$S = f(Q, A, L, L_c, s, \%ag, \%fo, \%re, \%wa, \%other) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.7)$$

$$S = f(P, A, L, L_c, s, \%ag, \%fo, \%re, \%wa, \%other) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.8)$$

โดยที่

S = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)
Q = ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)
P = ปริมาณน้ำฝนรายปี (ล้าน ลบ.ม.)
A = ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)
L = ความยาวของลำน้ำหลัก (กม.)
L_c = ความยาวของลำน้ำหลักจากจุดใกล้ศูนย์ถ่วงถึงจุดออกของลำน้ำ (กม.)
s = ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ
%ag = เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เกษตรกรรม
%fo = เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าไม้
%re = เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่อยู่อาศัย
%wa = เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่แหล่งน้ำ
%other = เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่อื่นๆ เช่น พื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติ พื้นที่ลุ่ม เหมืองแร่ร้าง และบ่อลูกรัง เป็นต้น

โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Regression and Correlation Analysis) เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนรายเดือนซึ่งเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) และปัจจัยต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งเป็นกลุ่มตัวแปรอิสระ (Group of Independent Variables)

3.2.3 สมการสหสัมพันธ์เชิงซ้อน

รูปแบบโดยทั่วไปของสมการสหสัมพันธ์เชิงซ้อนประกอบด้วย ตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ดังนี้

$$S = C_0 X_1^{C1} X_2^{C2} \ldots X_n^{Cn} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.9)$$

โดยที่

S = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือน (ตัวแปรตาม)

X_1 ถึง X_n = ข้อมูลลักษณะทางอุทกวิทยาและคุณลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ (กลุ่มของตัวแปรอิสระ)

C_o = ค่าคงที่ของสมการสหสัมพันธ์เชิงซ้อน

C_1 ถึง C_n = ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการสหสัมพันธ์เชิงซ้อนสำหรับตัวแปรอิสระต่างๆ

จากสมการ (3.8) ทำให้สมการอยู่ในรูปของสมการสหสัมพันธ์เชิงซ้อนแบบเส้นตรง ได้ดังนี้

$$\log(S) = Y = C_o + C_1 \log(X_1) + C_2 \log(X_2) + \ldots + C_n \log(X_n) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.10)$$

ในการจัดลำดับความสำคัญของตัวแปรจะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Correlation, R)

3.2.4 เกณฑ์ทดสอบความถูกต้องของสมการ

ในการประเมินความถูกต้องของสมการสหสัมพันธ์เชิงซ้อนแบบเส้นตรงของสมการ (3.10) ใช้วิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Square Method) โดยทำให้ผลรวมของกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบน (Sum Square of Error, SSE) หรือ ผลต่างของค่าสังเกตและค่าที่ประเมินได้จากสมการสหสัมพันธ์เชิงซ้อน มีค่าน้อยที่สุด

เกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสอบสมการสหสัมพันธ์ที่ประเมินได้ พิจารณาจากตัวแปรทางสถิติ ดังนี้

1) สัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Determination, R^2) หมายถึงสัดส่วนที่ตัวแปร X สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร Y ได้ ดังนั้นถ้า R^2 มีค่ามากแสดงว่า X สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของค่า Y ได้มากโดยที่

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \bar{Y}\right)^2 - \sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \bar{Y}\right)^2} \quad \text{..... (3.11)}$$

ขนาดของ R^2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง 1.0 ถ้าค่า R^2 เข้าใกล้ 1.0 แสดงว่า X_1, X_2, X_3,...X_n มีความสัมพันธ์กับ Y มาก แต่ถ้า R^2 เข้าใกล้ 0.0 แสดงว่า X_1, X_2, X_3,...X_n มีความสัมพันธ์กับ Y น้อย

2) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Coefficient of Correlation, R) โดย $R = \sqrt{R^2}$ และ $-1.0 \le R \le 1.0$ ถ้าค่าเข้าใกล้ 1.0 แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากในทางแปรผันตาม หากเข้าใกล้ –1.0 แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากในทางแปรผกผัน ถ้าค่าเข้าใกล้ 0.0 แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันน้อย ใช้ค่า R ในการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยหรือตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม

3) ดัชนีวัดประสิทธิภาพ (Efficiency Index, EI)

$$EI = R^2 x100 \quad \text{..... (3.12)}$$

4) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าประมาณ (Standard Errors of Estimate, SEE) หรือ ค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error, RMSE) คือ ความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากแหล่งอื่นที่อธิบายไม่ได้ด้วยสมการสหสัมพันธ์เชิงซ้อน

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n-k-1}} \quad \text{..... (3.13)}$$

5) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (% Diff.)

$$\%Diff. = \frac{Sed_{Computed} - Sed_{Observed}}{Sed_{Observed}} x100 \quad \text{..... (3.14)}$$

6) เปอร์เซ็นต์ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (% Mean Absolute Difference, % MAD)

$$\%MAD = \frac{\sum_{i=1}^{n} |\%Diff.|}{n} \qquad \text{..... (3.15)}$$

7) เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างช่วงสูงสุดเฉลี่ยทุกปี (% Mean Diff.)

$$\%MeanDiff. = \frac{\sum_{i=1}^{n} \%Diff.}{n} \qquad \text{..... (3.16)}$$

โดยที่

n	= จำนวนข้อมูลทั้งหมด
k	= จำนวนตัวแปรอิสระ
Y_i	= ค่าปริมาณตะกอนที่นำมาวิเคราะห์
$\hat{Y}$	= ปริมาณตะกอน (ตัวแปรตาม) ที่ประเมินได้จากสมการสหสัมพันธ์
$\bar{Y}$	= ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอน (ตัวแปรตาม)ที่นำมาวิเคราะห์
$Sed_{Computed}$	= ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยจากการคำนวณโดยสมการความสัมพันธ์
$Sed_{Observed}$	= ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยจากสถานีวัด
$Sed_{PeakComputed}$	= ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยจากการคำนวณที่ค่าสูงสุด
$Sed_{PeakObserved}$	= ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยจากสถานีวัดที่ค่าสูงสุด