วิทยานิพนธ์

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยใช้ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว : กรณีศึกษา ลุ่มน้ำแม่แตง ลุ่มน้ำเชิญ และลุ่มน้ำคลองยัน

APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR WATERSHED CLASSIFICATION USING SURFACE AREA RATIO FACTOR: CASE STUDY OF MAE TAENG, CHERN AND KLONG YAN WATERSHEDS

นายณัฐพล ชัยยวรรณาการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม	อนุรักษวิทยา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยใช้ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว : กรณีศึกษา ลุ่มน้ำแม่แตง ลุ่มน้ำเชิญ และลุ่มน้ำคลองยัน

Application of Geographic Information System for Watershed Classification Using Surface Area Ratio Factor : Case Study of Mae taeng, Chern and Klong Yan Watersheds

นามผู้วิจัย นายณัฐพล ชัยยวรรณาการ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย อรุณประภารัตน์, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ศาสตราจารย์นิพนธ์ ตั้งธรรม, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ครรชนี เอมพันธ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 2 **เดือน** ธันวาคม **พ.ศ.** 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ โดยใช้ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว : กรณีศึกษา ลุ่มน้ำแม่แตง ลุ่มน้ำเชิญ และลุ่มน้ำคลองยัน

Application of Geographic Information System for Watershed Classification Using Surface Area Ratio Factor : Case Study of Mae taeng, Chern and Klong Yan Watersheds

โดย

นายณัฐพล ชัยยวรรณาการ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม)
พ.ศ. 2551

ณัฐพล ชัยยวรรณาการ 2551: การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยใช้ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว: กรณีศึกษา ลุ่มน้ำแม่แตง ลุ่มน้ำเชิญ และลุ่มน้ำคลองยัน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม) สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาอนุรักษวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย อรุณประภารัตน์, D.Agr. 71 หน้า

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของประเทศไทยโดยใช้ 5 ปัจจัยหลักได้แก่ ความสูง ความลาดชัน ลักษณะแผ่นดิน ลักษณะทางปฐพี และลักษณะทางธรณีวิทยา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยใช้ปัจจัยสัดส่วนพื้นที่ผิว (Surface Area Ratio, SAR) ทดแทนปัจจัยลักษณะแผ่นดินดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้โดยมีสมมติฐานว่า ลักษณะแผ่นดินเป็นปัจจัยเชิงคุณภาพที่ประเมินค่าจากแผนที่เส้นชั้นความสูงในกริดขนาด 1x1 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นกริดขนาดใหญ่ เมื่อใช้เป็นปัจจัยในการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงทำให้เกิดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ไม่สมเหตุสมผลและไม่สอดคล้องกับหลักการวางแผนการใช้ที่ดินเท่าที่ควร การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน (ภาคเหนือ) ลุ่มน้ำลำสะพุง (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ลุ่มน้ำคลองพระแสง (ภาคใต้) เป็นลุ่มน้ำตัวอย่างในการรวบรวมข้อมูลปัจจัยมาสร้างสมการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์ กำหนดขนาดกริดของชั้นข้อมูลเท่ากับ 20x20 ตารางเมตร แล้วนำสมการที่ได้ไปประยุกต์ในลุ่มน้ำแม่แตง (ภาคเหนือ) ลุ่มน้ำเชิญ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) และลุ่มน้ำคลองยัน (ภาคใต้) ผลการศึกษาพบว่า การจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วยสมการที่ใช้ปัจจัยสัดส่วนพื้นที่ผิวแทนปัจจัยลักษณะแผ่นดินมีความสอดคล้องกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของเดิมร้อยละ 46.89 36.05 และ 51.02 ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อนำปัจจัยสัดส่วนพื้นที่ผิวออกจากสมการเหลือ 4 ปัจจัย พบว่ามีความสอดคล้องกับแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของเดิม ร้อยละ 49.63 27.13 และ 50.12 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยใช้ปัจจัยสัดส่วนพื้นที่ผิวทดแทนปัจจัยลักษณะแผ่นดินนั้น ยังไม่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำให้สอดคล้องกับลักษณะการใช้ที่ดิน

25 / มี.ค. / 2551

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Nuttapon Chaiyawannakarn 2008: Application of Geographic Information System for Watershed Classification Using Surface Area Ratio Factor: Case Study of Mae taeng, Chern and Klong Yan Watersheds. Master of Science (Watershed and Environmental Management), Major Field: Watershed and Environmental Management, Department of Conservation. Thesis Advisor: Assistant Professor Wanchai Arunpraparut, D.Agr. 71 pages.

Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP) classified watershed classes of Thailand using 5 parameters namely: Elevation (Elev), Slope (Slope), Landform (Landf), Soil (Soil), and Geology (Geol). This study applied Geographic Information System (GIS) in watershed classification using Surface Area Ratio (SAR) substituted for Landform parameter. On the assumption that Landform parameter was quantitative factor determined from contour lines by 1x1 Km^2 grid which were large size. Applying the large grid size of Landform parameter using GIS in watershed classification caused unreasonable conventional land use planning. In this study, sub watersheds were sampled namely: Upper Ping watershed (North), Lam Sa Poong watershed (Northeast) and Klong Pra Saeng watershed (South) for watershed classification models by Ridge Regression analysis. Most of parameters were determined by 20x20 m^2 grid data layers. The derived equations were applied in Mae taeng watershed, (North), Chern watershed (Northeast), and Klong Yan watershed (South). The results revealed that classification of watersheds using SAR instead of Landform parameter corresponded to ONEP watershed classes by 46.89, 36.05 and 51.02 percent respectively. When SAR parameter was excluded, 4 parameters were used; the results corresponded to ONEP watershed classes by 49.63, 27.13 and 50.12 respectively which were not significantly different. This means SAR was still not suitable parameter to classified watersheds correspondent to conventional land uses.

Nuttapon C. Wanchai A. 25 / 03 / 2008

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย อรุณประภารัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และศาสตราจารย์นิพนธ์ ตั้งธรรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ พี่ น้อง และเพื่อนๆ สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อมทุกคน และทีมงานโครงการวิจัย GAME-T/C ทุกคน และขอขอบพระคุณครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนข้าพเจ้าตราบจนทุกวันนี้

ประโยชน์ใดๆ ที่พึงบังเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแก่คุณพ่อและคุณแม่ และขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ณัฐพล ชัยยวรรณาการ

มีนาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	28
อุปกรณ์	28
วิธีการ	28
ผลและวิจารณ์	34
ผล	34
วิจารณ์	56
สรุปและข้อเสนอแนะ	59
สรุป	59
ข้อเสนอแนะ	60
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	62
ภาคผนวก	66
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	71

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการคำนวณความยาวของแต่ละด้านของสามเหลี่ยมในการคำนวณพื้นที่ผิว	20
2	ผลการคำนวณพื้นที่ผิวในสามเหลี่ยมแต่ละรูป	20
3	องค์ประกอบของข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ	30
4	สมการของลุ่มน้ำปิงตอนบนที่ได้จากการวิเคราะห์และการปรับแก้โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์	34
5	Correlation Matrix ของตัวแปรในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (ลุ่มน้ำแม่ปิงตอนบน)	35
6	สมการที่ได้จากการวิเคราะห์และการปรับแก้โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์	36
7	สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แตง	37
8	สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แตง โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี	38
9	สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แตง โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออกเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี	39
10	สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำเชิญ	41
11	สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญ โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี	42
12	สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญ โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการที่ตัดสัดส่วนพื้นที่ผิวออกเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี	43

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำคลองยัน	45
14	สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำคลองยัน โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี	46
15	สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำคลองยัน โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการที่ตัดสัดส่วนพื้นที่ผิวออกเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี	47
16	สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แตง ก่อนและภายหลังการกรองข้อมูล	50
17	สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญ ก่อนและภายหลังการกรองข้อมูล	52
18	สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำคลองยัน ก่อนและภายหลังการกรองข้อมูล	54

ตารางผนวกที่

1	การหาค่าความลาดชันตามมติคณะรัฐมนตรีเดิม	66
2	การประเมินค่าคะแนนลักษณะทางธรณี	68
3	การประเมินค่าลักษณะทางปฐพี	69

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพสามมิติของกริดความสูง และการแทนกริดด้วยสัญลักษณ์	19
2	พื้นที่สามเหลี่ยมในการคำนวณพื้นที่ผิว และสัญลักษณ์แทนสามเหลี่ยม	19
3	ขอบเขตและลักษณะพื้นที่ของลุ่มน้ำแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่	24
4	ขอบเขตและลักษณะพื้นที่ของลุ่มน้ำเชิญ จังหวัด ชัยภูมิ ขอนแก่น และเพชรบูรณ์	25
5	ขอบเขตและลักษณะพื้นที่ของลุ่มน้ำคลองยัน จังหวัด ระนอง และสุราษฎร์ธานี	26
6	แผนผังการดำเนินงานกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	31
7	ขั้นตอนการปรับแก้สมการมาตรฐานเพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	32
8	ขั้นตอนการดำเนินงานกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยประยุกต์ใช้ตัวแปร SAR	33
9	สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แตง	37
10	แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แตงเปรียบเทียบในแต่ละสมการ	40
11	สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำเชิญ	41
12	แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญเปรียบเทียบในแต่ละสมการ	44
13	สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำคลองยัน	45
14	แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำคลองยันเปรียบเทียบในแต่ละสมการ	48
15	แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แตงก่อนและหลังการกรองข้อมูล	51
16	แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญก่อนและหลังการกรองข้อมูล	53
17	แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำคลองยันก่อนและหลังการกรองข้อมูล	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
1	การประเมินค่าลักษณะแผ่นดิน ตามมติคณะรัฐมนตรีเดิม	67

การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ โดยใช้ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว : กรณีศึกษา ลุ่มน้ำแม่แตง ลุ่มน้ำเชิญ และลุ่มน้ำคลองยัน

Application of Geographic Information System for Watershed Classification by Using Surface Area Ratio Factor: Case Study of Maetaeng, Chern and Klong Yan Watersheds

คำนำ

การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเป็นขั้นตอนสำคัญอันหนึ่งในการจัดการลุ่มน้ำเพื่อใช้เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมกับศักยภาพของระบบนิเวศลุ่มน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะมีส่วนในการควบคุมการชะล้างพังทลายของดินและภาวะมลพิษในระบบสิ่งแวดล้อม ปัจจัยแวดล้อมที่ใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามมติคณะรัฐมนตรี เรื่อง การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ปี พ.ศ. 2528 – 2534 อาศัย 5 ปัจจัยหลักคือ ลักษณะทางปฐพี (Soils) ลักษณะทางธรณี (Geology) ความลาดชัน (Slope) ลักษณะแผ่นดิน (Landform) และความสูง (Elevation) (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2550) ซึ่งเป็นปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงได้ยากแต่มีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน

การนำแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และมาตรการการใช้ประโยชน์ที่ดินที่กำหนดไว้ตาม มติคณะรัฐมนตรี ดังกล่าวไว้ทำให้เกิดปัญหาในทางปฏิบัติอยู่เสมอตลอดมา เนื่องจากมาตรการการใช้ประโยชน์ที่ดินที่กำหนด มักไม่สอดคล้องกับลักษณะของที่ดินและวัฒนธรรมการใช้ที่ดินของชุมชนท้องถิ่น การเพิ่มตัวแปรปัจจัยแวดล้อมที่บ่งชี้ถึงลักษณะของพื้นที่เช่น ทรวดทรงหรือความขรุขระของพื้นที่ขนาดเล็ก (Micro – configuration) เข้าในสมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยมีสมมติฐานว่า น่าจะช่วยทำให้ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับมาตรการใช้ประโยชน์ที่ดินที่กำหนดไว้แล้วมากขึ้น ซึ่งจะมีส่วนช่วยลดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ผิดประเภทได้ ซึ่งตัวแปรแสดงทรวดทรงหรือความขรุขระของภูมิประเทศในการศึกษานี้ได้นำตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว (Surface Area Ratio; SAR) ที่สามารถหาได้จากเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) เข้าแทนที่การใช้ตัวแปรลักษณะแผ่นดิน เนื่องจากเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ และสามารถแปลตีความทำได้ง่ายและมีค่าที่เหมือนกัน ขณะเดียวกันตัวแปร

สัดส่วนพื้นที่ผิวนี้นอกจากจะบ่งบอกได้ถึงการชะล้างพังทลายของดินแล้วยังบ่งบอกถึงความเหมาะสมของลักษณะภูมิประเทศในการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมได้ด้วย

ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาความเหมาะสมของการใช้ตัวแปรอัตราส่วนพื้นที่ผิวร่วมกับลักษณะทางปฐพี ลักษณะทางธรณี ความลาดชัน และความสูง ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำตัวอย่าง ลุ่มน้ำเชิญ ลุ่มน้ำแม่แตง และลุ่มน้ำคลองยัน เนื่องจากเป็นลุ่มน้ำที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลายและได้ใช้เป็นตัวแทนในลักษณะของพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ของประเทศไทย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประยุกต์ใช้ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเชิญ ลุ่มน้ำแม่แตง และลุ่มน้ำคลองยัน

2. เพื่อเปรียบเทียบผลการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วยสมการที่ประยุกต์ใช้ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว กับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ใช้ปัจจัยดั้งเดิม

3. เพื่อประยุกต์สมการที่มีตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเชิญ ลุ่มน้ำแม่แตง และลุ่มน้ำคลองยัน

การตรวจเอกสาร

1. ความหมายและหลักเกณฑ์ของการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ หมายถึง การจำแนกแบ่งเขตพื้นที่ลุ่มน้ำตามคุณภาพของที่ดินต่อสมรรถนะการพังทลาย และความเปราะบางทางสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตามหลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเป็นวิธีการหนึ่งในหลักการอนุรักษ์ คือเป็นการแบ่งเขต (Zoning) โดยการกำหนดขอบเขตพื้นที่ภายในลุ่มน้ำตาม ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่และศักยภาพของทรัพยากรในพื้นที่นั้นๆ เพื่อให้มีการใช้หรือพัฒนาทรัพยากรลุ่มน้ำโดยมิก่อให้เกิดปัญหามลพิษตามมา (เกษม, 2539)

ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำกำหนดจากปัจจัยทางด้านกายภาพ ซึ่งมีผลต่อกระบวนการทางอุทกวิทยาและมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก รวม 6 ประการ คือ

1.1 สภาพภูมิประเทศ ใช้ลักษณะแผ่นดิน (Landform) ว่าเป็นแนวบริเวณสันเขา ยอดเขา แหลม ยอดเขามน หุบเหว เชิงเขา บริเวณรอยกัดลึก ร่องเขา ที่ราบขั้นบันได ที่ราบหรือที่ลุ่ม ซึ่งมีผลต่อการกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินเดิมนั้น ลักษณะแผ่นดินใช้การทำแม่แบบและกำหนดค่าคะแนนไว้มี 3 ลักษณะคือ บริเวณลาดเขา บริเวณยอดเขา และบริเวณร่องน้ำตัดลึก

1.2 ความลาดชัน (Slope) ใช้ค่าเฉลี่ยความลาดชันของพื้นที่เป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งคำนวณได้จากพื้นที่ที่กำหนดขึ้น เดิมนั้นค่าความลาดชันหาได้โดย Circular method โดยนับจำนวนเส้นชั้นความสูง (Contour) ที่มีอยู่ใน กริด 1 ตารางกิโลเมตร แล้วคำนวณเป็นค่าความลาดชัน

1.3 ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Elevation) ใช้ค่าเฉลี่ยความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นเมตรที่ปรากฏในแผนที่สภาพภูมิประเทศ เดิมนั้นค่าความสูงใช้เส้นชั้นความสูงสูงสุดในกริดบวกเส้นชั้นความสูงที่ต่ำที่สุดแล้วหารด้วย 2 เป็นค่าเฉลี่ยค่าความสูงในแต่ละกริด

1.4 ลักษณะทางธรณี (Geology) ใช้ชนิดของหินและอายุทางธรณีวิทยา รวมทั้งคุณสมบัติที่จะแปรสภาพเป็นดิน ที่มีความยากง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายที่ปรากฏเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่โดยพิจารณาจากค่า Dispersion ratio

1.5 ลักษณะทางปฐพี (Soil) ใช้สมบัติของดิน เกี่ยวกับความลึก ความอุดมสมบูรณ์ และความยากง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินที่ปรากฏเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่เดิมนั้น ลักษณะทางปฐพีวิทยาใช้แผนที่ของกรมพัฒนาที่ดินที่แบ่งจำแนกชนิดของดินตาม Soil taxonomy ตามแบบประเทศสหรัฐอเมริกา ตัวเลขคะแนนที่ได้นั้นจะเป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดจากความลึก ความอุดมสมบูรณ์และความยากง่ายต่อการพังทลายของดิน

1.6 สภาพป่าที่เหลืออยู่ในปัจจุบัน (Forest) ใช้ตำแหน่งของป่าที่ปรากฏอยู่ในแผนที่มาตราส่วน 1:250,000 ซึ่งกรมป่าไม้ได้จัดทำเป็นแผนที่ป่าไม้ โดยมีการแปลตีความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียมที่บันทึกภาพ เมื่อปี พ.ศ. 2525 เป็นเกณฑ์

การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในประเทศไทยใช้ปัจจัยทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงยาก ประกอบด้วย ลักษณะทางปฐพี ลักษณะทางธรณี ความลาดชัน ลักษณะแผ่นดิน และ ความสูง มาใช้ในการพัฒนาสมการสำหรับกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และนำปัจจัยป่าไม้ และ แหล่งแร่ มาร่วมพิจารณาด้วย โดยใช้เพื่อการจำแนกชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1 เท่านั้น แต่มิได้นำมาใช้ในการคำนวณ โดยการจำลองแบบข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นแบบราสเตอร์หรือ ตารางกริดขนาด 1 ตารางกิโลเมตร สมการที่ใช้เดิมใช้การวิเคราะห์ด้วย Multivariate statistical method โดยวิธีที่เรียกว่า Principle component analysis with a varimax rotation เพื่อความเข้าใจง่ายๆ ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงเปลี่ยนมาใช้วิธีการวิเคราะห์แบบสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) เนื่องจากค่าที่ได้ผิดเพี้ยนไปจากเดิมไม่มากนักสมการที่ทำขึ้นมาต้องได้รับการตรวจสอบจากพื้นที่จริง (Validation) ไม่ต่ำกว่า 2-3 ครั้ง เพื่อปรับค่าที่ได้ให้สอดคล้องกับความเป็นจริงและใช้ได้กับทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำไม่ใช่เฉพาะท้องที่ใดท้องที่หนึ่งที่ใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่างในการพัฒนาสมการ

การพัฒนาสมการมาตรฐาน เกษม (2539) กล่าวถึงการพัฒนาสมการมาตรฐานไว้ว่า เริ่มแรกได้พัฒนาสมการจากความรู้พื้นฐานทางสถิติ ในรูปสมการเส้นตรง

$$Y = a + bX_1$$

เมื่อ X_1 คือ ตัวแปรอิสระ (Independent variable)

Y คือ ตัวแปรตาม (Dependent variable)

a,b คือ ค่าคงที่ Intercepted value และค่า Slope ของเส้นสมการตามลำดับ

สมการเส้นตรงนี้ ต้องตั้งอยู่ในสมมุติฐานที่ว่า Y ต้องมีความสัมพันธ์กับ X ไม่ว่า X จะแปรเปลี่ยนเป็นเช่นใด Y จะได้รับผลตอบสนองนั้น กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ Y จะสัมพันธ์ตาม X เสมอแต่การใช้ตัวแปรประเมินค่า Y ด้วย X เพียงตัวเดียวนั้น อาจเป็นสมการที่ไม่ถูกต้องนักสำหรับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ดังนั้นพิจารณาว่า น่าจะใช้หลักการที่มีประสิทธิภาพขึ้น เพราะภายในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นมีทรัพยากรมากมายหลายชนิด จึงได้ปรับปรุงสมการใหม่ได้รูปแบบดังนี้

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + eX_4 + ... nX_n$$

เมื่อ $X_1, X_2, X_3, ... , X_n$ คือ ตัวแปรอิสระ

Y คือ ตัวแปรตาม

a, b, c, d, e, ... , n คือ ค่าคงที่

จากที่ได้ศึกษาพบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำดังนี้คือ ความลาดชัน ความสูงของพื้นที่ ลักษณะของแผ่นดิน ชนิดดิน ลักษณะทางธรณีวิทยา และป่าไม้ จึงได้สร้างสมการสำหรับกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ จากตัวแปรดังกล่าว ได้สมการดังนี้

สมการพื้นฐานมีรูปแบบดังนี้

$$WSC = a + b\,(SLOPE) + c\,(ELEV) + d\,(LANDFM) + e\,(GEOL) + f\,(SOIL) + (FOR) + (MIN)$$

เมื่อ

WSC	คือ ค่าดัชนีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ
SLOPE	คือ ค่าความลาดชันของพื้นที่ (%)
ELEV	คือ ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร/10)
LANDFM	คือ ค่าดัชนีแทนลักษณะแผ่นดินของพื้นที่
GEOL	คือ ค่าดัชนีแทนลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่
SOIL	คือ ค่าดัชนีแทนลักษณะทางปฐพีวิทยาของพื้นที่
FOR	คือ ตัวแปรแทนสภาพการมีป่าไม้หรือไม่มีป่าไม้
MIN	คือ ตัวแปรแทนพื้นที่ที่มีศักยภาพของแหล่งแร่
a, b ,c ,d ,e ,f	คือ ค่าสัมประสิทธิ์

2. การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในประเทศไทย

ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ และโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (2531) คณะกรรมการโครงการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ กำหนดขึ้นจากคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมเรื่องการใช้ที่ดินเป็นหลัก เริ่มแรกต้องการเพียงมาตรการชั่วคราว แต่ไม่ประสบความสำเร็จ จึงจัดตั้งโครงการวิจัยการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ โดยได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2525 ต่อมามีการประชุมปฏิบัติการครั้งที่ 1 ในวันที่ 16-18 ธันวาคม พ.ศ. 2526 ผลการประชุมปฏิบัติการกำหนดตัวแปร 8 ตัวคือ ความลาดชัน ลักษณะทางปฐพี ลักษณะทางธรณี ความสูง ลักษณะแผ่นดิน ป่าไม้ น้ำท่า และลักษณะอากาศ และในที่สุดเหลือเพียง 5 ปัจจัยหลักคือ ลักษณะทางปฐพี ลักษณะทางธรณี ความลาดชัน ลักษณะแผ่นดิน และ ความสูง โดยพื้นที่ป่าไม้มาใช้ในการพิจารณาลุ่มน้ำชั้นที่ 1 เท่านั้น

คณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2518 และวันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2520 กำหนดชั้นและอาณาเขตของป่าไม้ต้นน้ำลำธารบริเวณลุ่มน้ำปิงและวัง ตามที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เสนอ โดยมีข้อกำหนดว่าการกระทำใดๆ หรือการดำเนินการใดๆ ในเขตบริเวณป่าต้นน้ำลำธารชั้นต่างๆ จะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่ได้ตั้งขึ้นไว้ แต่ในเขตป่าต้นน้ำลำธารชั้นที่ 1 จะห้ามมิให้มีการขอใช้ประโยชน์ในพื้นที่โดยเด็ดขาด ซึ่งมติคณะรัฐมนตรีดังกล่าว ก่อให้เกิดความขัดแย้งระหว่าง กรมป่าไม้และกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรมจึงได้เสนอขอให้มีการทบทวนมติดังกล่าวใหม่

คณะรัฐมนตรีจึงได้มีมติเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2520 ให้ตั้งคณะกรรมการจากกรมป่าไม้ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรธรณี สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติขึ้น เพื่อพิจารณาทบทวนมติคณะรัฐมนตรีดังกล่าว ซึ่งคณะกรรมการชุดนี้ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า ควรมีการปรับปรุงการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและอาณาเขตป่าต้นน้ำลำธารใหม่ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมยิ่งขึ้น ดังนั้นกระทรวงเกษตรและสหกรณ์และกระทรวงอุตสาหกรรม จึงได้ร่วมกันพิจารณาปรับปรุง แต่ก็ยังหาข้อยุติของความขัดแย้งไม่ได้

เพื่อหาทางยุติข้อขัดแย้ง สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ จึงได้หยิบยกปัญหาดังกล่าวขึ้นมาพิจารณา และได้มีมติให้แต่งตั้งคณะกรรมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขึ้นพร้อมกับเสนออนุมัติโครงการศึกษาเพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทยต่อคณะรัฐมนตรี ซึ่งคณะรัฐมนตรีได้มีมติให้ความเห็นชอบเมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2525 และมอบหมายให้สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม สรรหาหน่วยงานกลาง เพื่อทำหน้าที่ศึกษาวิจัยกำหนดขอบเขตแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศ กำหนดกฎเกณฑ์ แนวทางในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ลุ่มน้ำ หลักเกณฑ์และวิธีการสำหรับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการตลอดจนส่งเสริมให้มีการวางแผนการใช้ที่ดินและควบคุมการไหลของน้ำให้เป็นไปด้วยดีตลอดไป

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ได้มอบหมายให้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นผู้ดำเนินการศึกษาวิจัยโครงการดังกล่าว รวมทั้งการกำหนดหลักเกณฑ์ในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในแต่ละชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขึ้น โดยมีคณะกรรมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเป็นที่ปรึกษา และกำหนดให้ดำเนินการในลุ่มน้ำสำคัญของประเทศ โดยให้ความสำคัญกับพื้นที่ลุ่มน้ำและต้นน้ำลำธารทางภาคเหนือ (ลุ่มน้ำปิงและวัง) เป็นอันดับแรก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 จนถึง พ.ศ. 2539 ได้มีมติคณะรัฐมนตรีเห็นชอบครอบคลุมทั้งประเทศแล้ว คือ ลุ่มน้ำภาคเหนือ (ปิง วัง ยม และน่าน) ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (มูลและชี) ลุ่มน้ำภาคใต้ ลุ่มน้ำภาคตะวันออก ลุ่มน้ำภาคตะวันตก ภาคกลาง และลุ่มน้ำป่าสัก และลุ่มน้ำภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนอื่นๆ (ลุ่มน้ำชายแดน)

การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในประเทศไทย เริ่มดำเนินการหลังจากคณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบตามที่คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติขออนุมัติโครงการศึกษา เพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทย เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2525 และเริ่มดำเนินการศึกษา บริเวณลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน เป็นพื้นที่แรกระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2525 – 30 กันยายน พ.ศ. 2528 บริเวณลุ่มน้ำมูลและชี ระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2528 – 30 กันยายน พ.ศ. 2530 ลุ่มน้ำภาคใต้ ระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2529 – 30 กันยายน พ.ศ. 2531 ลุ่มน้ำภาคตะวันออก ระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2531 – 30 กันยายน พ.ศ. 2532 ลุ่มน้ำภาคกลาง ภาคตะวันตกและลุ่มน้ำป่าสักระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2532 – 30 กันยายน พ.ศ. 2533 ลุ่มน้ำภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนอื่นๆ (ลุ่มน้ำชายแดน) ระหว่าง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2533 – 30 กันยายน พ.ศ. 2534

การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ มีความคล้ายคลึงกับการกำหนดขอบเขตความเหมาะสมของที่ดินในกระบวนการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างมาก กล่าวคือ การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแบ่งเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลักษณะและศักยภาพของลุ่มน้ำโดยให้ความสำคัญในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการวางแผนการใช้ที่ดินเท่านั้น กล่าวคือ การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจะเน้นการประยุกต์ใช้ลักษณะทางกายภาพเป็นพื้นฐานสำคัญซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของการวางแผนการใช้ที่ดิน คืออยู่ในขั้นการจำแนกสมรรถนะที่ดินแม้ว่าจะสามารถใช้ข้อมูลอื่นประกอบด้วย เช่น คุณภาพน้ำ คุณภาพดิน และสังคมศาสตร์

การทำให้การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเกิดผลดี จึงควรทำการจำแนกความเหมาะสมกับที่ดินเป็นโครงการต่อเนื่องด้วย การดำเนินงานด้านการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำนั้น แม้ว่าจะเป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งของการวางแผนการใช้ที่ดิน คือ อยู่ในขั้นตอนจำแนกสมรรถนะที่ดินก็จริงแต่ก็เป็นขั้นตอนที่นำไปสู่การจำแนกความเหมาะสมที่ดินด้วย เพราะได้มีการศึกษาสมบัติของดิน น้ำ พืช และสังคมศาสตร์ ควบคู่กันไป ทั้งนี้เพื่อจะได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการกำหนดมาตรการการใช้ที่ดินภายในแต่ละชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่มีประสิทธิผลต่อไป (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529)

2.1 สมการมาตรฐานสำหรับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของประเทศไทย

การสร้างสมการมาตรฐานทำโดยแทนค่าตัวแปร ซึ่งเลือกมาจากพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำลงในสมการสำหรับกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เพื่อวิเคราะห์หาค่าคงที่ a, b, c, d, e และ f ตัวแปรซึ่งเลือกมาได้มาจากการอ่านค่าในพื้นที่กริด 1x1 กิโลเมตร จากการแทนค่าที่ได้จากพื้นที่ศึกษาหลายๆ พื้นที่ลงในสมการแล้วนำมาสรุปเพื่อปรับปรุงสมการทำให้ได้สมการมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำต่างๆ ดังนี้ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2550)

2.1.1 สมการมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำในภาคเหนือ

Y (WSC) = 1.93 - 0.048(SLOPE) - 0.004(ELEV) + 0.107(LANDFM) + 0.115(GEOL) + 0.193(SOIL) + (FOR)

ช่วงคะแนนการแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 มีค่า Y (WSC) น้อยกว่า 1.50

ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 1.50 - 2.21

ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 2.21 - 3.20

ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 3.20 - 3.99

ลุ่มน้ำชั้นที่ 5 มีค่า Y (WSC) มากกว่า 3.99

2.1.2 สมการมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Y (WSC) = 1.071 - 0.019(SLOPE) + 0.001(ELEV) + 0.190(LANDFM) + 0.049(GEOL) - 0.013(SOIL) + (FOR) * สำหรับพื้นที่ความสูงมากกว่า 500 เมตร เป็นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 ทั้งหมด

ช่วงคะแนนการแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 มีค่า Y (WSC) น้อยกว่า 1.55

ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 1.55 - 2.55

ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 2.55 - 3.55

ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 3.55 - 4.75

ลุ่มน้ำชั้นที่ 5 มีค่า Y (WSC) มากกว่า 4.75

2.1.3 สมการมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำในภาคใต้

Y (WSC) = 2.341 - 0.026(SLOPE) - 0.011(ELEV) + 0.156(LANDFM) - 0.088(GEOL) - 0.230(SOIL) + (FOR) + (MIN)

ช่วงคะแนนการแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 มีค่า Y (WSC) น้อยกว่า 1.55

ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 1.55 - 2.55

ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 2.55 - 3.55

ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 3.55 - 4.75

ลุ่มน้ำชั้นที่ 5 มีค่า Y (WSC) มากกว่า 4.75

2.1.4 สมการมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำในภาคตะวันออก

Y (WSC) = 1.8815 - 0.0365(SLOPE) - 0.0019(ELEV) + 0.1154(LANDFM) + 0.2716(GEOL) - 0.0700(SOIL) + (FOR) + (MIN)

ช่วงคะแนนการแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 มีค่า Y (WSC) น้อยกว่า 1.55
ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 1.55 - 2.55
ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 2.55 - 3.55
ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 3.55 - 4.75
ลุ่มน้ำชั้นที่ 5 มีค่า Y (WSC) มากกว่า 4.75

2.1.5 สมการมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำในภาคตะวันตก

Y (WSC) = 1.375 - 0.0290(SLOPE) - 0.0066(ELEV) + 0.1559(LANDFM) - 0.0452(GEOL) + 0.0043(SOIL) + (FOR) + (MIN)

ช่วงคะแนนการแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 มีค่า Y (WSC) น้อยกว่า 1.55
ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 1.55 - 2.55
ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 2.55 - 3.55
ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 มีค่า Y (WSC) ระหว่าง 3.55 - 4.75
ลุ่มน้ำชั้นที่ 5 มีค่า Y (WSC) มากกว่า 4.75

3. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

งานวิจัยในด้านการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำนั้นได้มีการศึกษากันมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในส่วนของการศึกษาตัวแปรในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ การศึกษาในส่วนของรูปแบบสมการที่เหมาะสม ซึ่งในการศึกษาวิจัยในอดีตอาศัยการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในการกำหนดเป็นหลัก การกำหนดขอบเขตพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำทำด้วยมือ (Manual adjustment) ต่อมาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทในงานวิจัยหลายๆ ด้านที่ต้องการข้อมูลในเชิงพื้นที่

3.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น เป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างมากในการศึกษาวิจัยในปัจจุบัน เนื่องจากเดิมการศึกษาวิจัยส่วนใหญ่ใช้คนเป็นหลักในการทำงาน ไม่มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประมวลผลต่างๆ ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย และใช้เวลาในการทำงานที่มาก

ดังนั้นในส่วนข้อมูลเชิงพื้นที่หลายๆ ข้อมูล จะเป็นข้อมูลในลักษณะเหมารวม (Lump) ซึ่งเมื่อใช้ในพื้นที่ที่มีความแตกต่างของค่านั้นมาก จะทำให้ค่าที่ใช้ไม่สมเหตุสมผล ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเข้ามามีบทบาทในงานวิจัย เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้งานได้สะดวก และรวดเร็ว รวมทั้งมีความถูกต้องแม่นยำที่สูง ดังนั้นในช่วงที่ผ่านมาได้มีผู้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้มาช่วยในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เช่น การศึกษาของ อภิชาติ (2546) และ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2550)

3.1.1 ความสำคัญในการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นดังที่กล่าวมาข้างต้นว่าเป็นเครื่องมือที่มีบทบาทในการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ มีผู้วิจัยหลายท่านได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับข้อดีของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ไว้โดยสรุปได้ดังนี้

ก. การปรับปรุงความถูกต้องของตัวแปร

1) สามารถประมาณค่าความลาดชันและความสูงของพื้นที่ให้กับพื้นที่ศึกษาทั่วทั้งพื้นที่ได้ โดยการประมาณค่านี้มีการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่องค่อยเป็นค่อยไป การประมาณค่ามีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และจุดที่ไม่ทราบค่าจะมีการประมาณค่าจากจุดที่ใกล้เคียง (สิริพร, 2547)

2) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่แบบซ้อนทับ (Overlay) แทนการถ่ายทอดข้อมูลหรือแผนที่ลงบนแผ่นใสแล้วนำมาซ้อนทับกัน ซึ่งมีข้อจำกัดตรงที่ข้อมูลที่นำมาซ้อนทับขึ้นอยู่กับความสามารถของสายตาที่จะวิเคราะห์ได้ (Collet, 1986)

3) สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่แบบซ้อนทับบนพื้นที่แต่ละกริดเล็กกว่า 1x1 กิโลเมตรได้

4) สามารถกำหนดตัวแปรให้มีมาตราส่วนเดียวกันได้

5) การแก้ไขข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน ทำโดยเปรียบเทียบหรือแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม ทำให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัยมาก (ถาวร, 2534) ได้กล่าวว่า ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ทันสมัยที่สุด คือ ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการบันทึกช่วงเวลา นับเป็นข้อมูลที่ทันสมัยและสามารถติดตามหรือศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ได้

ข. การลดเวลาในการทำงาน ความสามารถของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ใช้ในการลดเวลาในการทำงานดังนี้

1) มีการเก็บตัวแปรทุกตัวไว้ในฐานข้อมูล จึงทำให้สามารถนำข้อมูลแต่ละตัวแปรและชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่กำหนดไว้ไปประมวลผลเพื่อใช้ในงานด้านอื่นๆต่อไป

2) ทำให้สามารถใช้ปัจจัยมากกว่าที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันได้ไม่ยากนัก

3) สามารถทำแผนที่ทั้งในลักษณะ กริด และทำแผนที่ในลักษณะที่กำหนดขอบเขตของหน่วยแผนที่ตามขอบเขตที่เป็นจริงในภูมิประเทศได้ แทนการลากเส้นขอบเขตแผนที่ด้วยมือซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางด้านสัณฐาน (Geomorphology) และหลักการทางภูมิศาสตร์กายภาพ (Physical geography) (ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ และโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, 2531)

4) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทำให้สามารถจัดพิมพ์แผนที่ออกมาได้อย่างง่ายดายและสามารถกำหนดสีที่ต้องการได้ (ภาควิชาอนุรักษวิทยาและโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, 2531)

3.1.2 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ ระบบ GIS เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยข้อมูลลักษณะต่างๆ ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา จะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ (สรรค์ใจ, 2542)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูลรูปทรงสัณฐานของวัตถุทุกอย่างบนพื้นผิวโลก (Spatial) เกี่ยวกับระบบแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศและแผนผังต่างๆ ของลักษณะภูมิประเทศทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น สิ่งเหล่านี้สามารถแปลความออกมาเป็นรหัส อิเล็คโทรนิค ซึ่งเรียกออกมาใช้งาน แก้ไข และวิเคราะห์ข้อมูลได้ แต่จากการสำรวจอัตราส่วนในการนำไปใช้ประโยชน์ถือว่าประสบผลสำเร็จน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นส่วนใหญ่ และการแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง เพราะข้อมูลที่บันทึกไว้อาจผิดพลาดได้ซึ่งเป็นเรื่องของคณิตศาสตร์และซอฟท์แวร์ (มาริดา, 2547)

ก. ประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-referenced) ทางภาคพื้นดิน

2) ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non-spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ (Attributes) ได้แก่ ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน และข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

ข. การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การนำเข้าข้อมูล หมายถึง การกำหนดรหัสให้แก่ข้อมูล แล้วบันทึกข้อมูลเหล่านั้นลงในฐานข้อมูล การสร้างข้อมูลตัวเลขที่ปราศจากความคลาดเคลื่อน (Errors) เป็นงานสำคัญการนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นำเข้าได้โดยกระบวนการดังต่อไปนี้

1) การนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่ (Spatial Data)

2) การนำเข้าข้อมูลลักษณะประจำที่เกี่ยวข้องที่ไม่อิงพื้นที่

3) การเชื่อมโยงข้อมูลทางพื้นที่กับข้อมูลลักษณะประจำที่ไม่อิงพื้นที่

ในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่าฐานข้อมูลที่ได้ให้มีจุดที่ผิดพลาดน้อยที่สุด

ค. การวิเคราะห์พื้นผิว (Surface Analysis)

การวิเคราะห์พื้นผิวเป็นการวิเคราะห์การกระจายของค่าตัวแปรหนึ่งซึ่งเปรียบเสมือนเป็นมิติที่ 3 ของข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยข้อมูลเชิงพื้นที่มีค่าพิกัดตามแนวแกน X และแกน Y ส่วนตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์เป็นค่า Z ที่มีการกระจายตัวครอบคลุมทั้งพื้นที่ ตัวอย่างของค่า Z ได้แก่ ข้อมูลความสูงเชิงพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และราคาที่ดิน เป็นต้น ผลจากการวิเคราะห์พื้นผิวสามารถแสดงเป็นภาพ 3 มิติให้เห็นถึงความแปรผันของข้อมูลด้วยลักษณะสูงต่ำของพื้นผิวนั้น การแสดงข้อมูลพื้นผิวสามารถใช้โครงสร้างข้อมูลแบบเวคเตอร์โดยใช้ Triangulated Irregular Network (TIN) หรือใช้โครงสร้างแบบราสเตอร์โดยการใช้ Digital Elevation Model (DEM)

3.1.3 การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

หากนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ จะช่วยบูรณาการตัวแปรตามเงื่อนไขที่กำหนด เพิ่มความละเอียดของตัวแปร ทำตัวแปรให้เป็นปัจจุบันได้สะดวกมากขึ้น และมีแบบจำลองในการวิเคราะห์ที่ชัดเจน (มาริดา, 2547)

ในการศึกษาในด้านของการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำนั้นในประเทศไทยมีผู้ได้ทำการศึกษาน้อยมาก ในการตรวจเอกสารได้รวบรวมงานวิจัยดังกล่าว โดยในปี พ.ศ. 2546 ได้มีการศึกษาในเรื่องของการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดย อภิชาติ (2546) ทำการศึกษาการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน ส่วนล่าง จังหวัดน่าน โดยทดลองนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับสมการสำหรับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้พัฒนาไว้แล้วคือ สมการของโครงการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในลุ่มน้ำแม่โขงตอนล่าง สมการมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำภาคเหนือ และสมการของจุฑามาศ (2528) และสมการที่พัฒนาขึ้นใหม่ ผลที่ได้พบว่าสัดส่วนของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากแต่ละสมการมีความแตกต่างกัน โดยสมการของโครงการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในลุ่มน้ำแม่โขงตอนล่างให้ผลที่มีความแตกต่างมากที่สุด ในสมการของโครงการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในลุ่มน้ำแม่โขงตอนล่าง สมการมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำภาคเหนือ และสมการของจุฑามาศ มีการใช้ตัวแปรของลักษณะแผ่นดินเข้าร่วมด้วย

ในการศึกษาได้ทำการประเมินลักษณะแผ่นดินในสมการดังกล่าวโดยการคำนวณด้วยโปรแกรมที่มีขั้นตอนการคำนวณ (Algorithm) ที่พัฒนาโดย Centre for Development and Environment (CDE) ซึ่งใช้ตัวแปรความลาดชันเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาค่านี้ตามแนวคิดของ Wooldridge (1984) มาใช้กำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจะทำให้เกิดปัญหา เพราะขนาดกริดที่เล็กส่งผลให้พื้นที่บริเวณยอดเขามีความลาดชันน้อย โปรแกรมจึงแปลความเป็นที่ราบทำให้ค่าคะแนนลักษณะแผ่นดินมีค่ามากและชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ควรจะเป็นชั้นที่ 1 กลับกลายเป็นชั้นที่ 2 หรือ 3

เพื่อหลักเลี่ยงปัญหาดังกล่าวในสมการที่พัฒนาขึ้นใหม่ของอภิชาติ (2546) จึงทำการตัดตัวแปรลักษณะแผ่นดินออกไป โดยในการวิเคราะห์ใช้ขนาดของกริดที่ 20X20 เมตร ข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้มีลักษณะกระจายไม่ต่อเนื่อง จึงต้องทำการเกลี่ยข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยสมการที่พัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วยตัวแปร ความลาดชัน และความสูง ได้เป็นอย่างดี

มาริดา (2547) ได้ทำการศึกษาการสร้างแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของประเทศไทยโดยใช้พื้นที่ศึกษาในบริเวณลุ่มน้ำชีตอนบน ลุ่มน้ำชีส่วนที่สอง และลุ่มน้ำชีส่วนที่สาม ซึ่งมีความหลากหลายของสภาพภูมิประเทศ โดยใช้ตัวแปรได้แก่ ความลาดชัน ความสูงของพื้นที่ ภูมิสัณฐาน ธรณีวิทยา ดิน และป่าไม้ ซึ่งมีสมการมาตรฐานและกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละตัวแปรในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้สมการเช่นเดียวกัน โดยทำการนำเข้าตัวแปรและข้อมูลลักษณะสัมพันธ์สู่ระบบฐานข้อมูลใน GIS เพื่อสร้างชั้นข้อมูล หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์แบบซ้อนทับโดยประยุกต์แบบจำลองตามสมการที่กำหนดดังกล่าว และได้ผลมีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 5 ชั้น (1A, 1B, 2, 3, 4 และ 5) ผลที่ได้รับแต่ละชั้นได้ตรวจสอบโดยการสำรวจภาคสนามและเปรียบเทียบกับแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิม พบความแตกต่างทั้งขอบเขต ตำแหน่งและชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้ โดยให้ข้อสรุปว่าเมื่อนำเอา GIS มาใช้จะให้ความสะดวกและรวดเร็วในการทำงานที่มากกว่า

European Commission Centre for Earth Observation (1999) ได้ทำแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจำแนกตามความเสี่ยงในการกษัยการของดิน บนพื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำโขงตอนล่าง ตั้งอยู่บนพื้นที่ประเทศลาว กัมพูชาและเวียดนาม โดยใช้ ข้อมูลความลาดชัน ได้จากการประมาณค่าเส้นชั้นความสูงด้วยวิธี DTM แบบ Spline และข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่ม

น้ำชั้นอื่นๆ นำเข้าข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50000, 1:100000 ทำการประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

ศุภฤกษ์ (2550) ทำการศึกษาการพัฒนาแบบจำลองเพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำลุ่มน้ำปิง และลุ่มน้ำวัง โดยประยุกต์หลักการวิเคราะห์พหุถดถอย ร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ เพื่อสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างชั้นคุณภาพลุ่มน้ำกับปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญโดยกำหนดจุดตัวอย่างทั้งหมด 100 จุดตัวอย่าง ผลการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยสมการที่พัฒนาขึ้นใหม่พบว่าในพื้นที่ศึกษานั้นปัจจัยลักษณะแผ่นดินไม่ได้ส่งผลต่อการความถูกต้องของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้ และการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สิ่งที่จำเป็นคือการจัดทำฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพซึ่งจะส่งผลให้การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำดำเนินไปได้ด้วยดี

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2550) ทำการศึกษาปรับปรุงการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ โดยการประยุกย์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศ เพื่อพัฒนาแบบจำลองในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยทำการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำปิง – วัง เนื่องจากเดิมอาศัยฐานการคำนวณหาค่าตัวแทนของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำบนตารางกริดขนาด 1x1 ตารางกิโลเมตร ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณหาค่าตัวแทนของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในบางพื้นที่ได้ เช่น ที่ราบบริเวณหุบเขาหรือไหล่เขา เป็นต้น โดยปรับขนาดของกริดอยู่ที่ 25x25 เมตร รวมถึงเปลี่ยนหลักเกณฑ์การกำหนดค่าเชิงปริมาณของบางปัจจัยเนื่องจากไม่สามารถกระทำเหมือนหลักเกณฑ์เดิมได้ ในขณะที่ปัจจัยลักษณะแผ่นดินไม่สามารถทำการกำหนดค่าเชิงปริมาณตามหลักเกณฑ์เดิมหรือวิธีอื่นๆได้ จึงจำเป็นต้องลดปัจจัยดังกล่าวจากสมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

3.2 สัดส่วนพื้นที่ผิว (Surface area ratio)

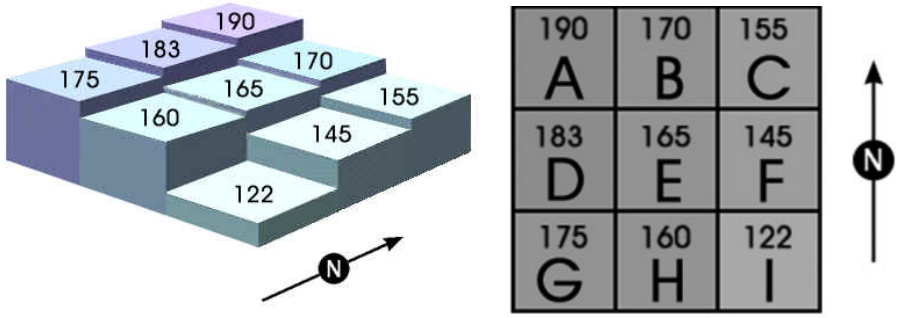
พื้นที่ภูมิประเทศนั้นนิยมที่จะแสดงในรูปของพื้นที่ในแนวระนาบ ยกตัวอย่างการแสดงพื้นที่ในพื้นที่หุบเขาเป็นพื้นที่ในหน่วยตารางกิโลเมตรที่เท่ากับพื้นที่ในพื้นที่ราบในหน่วยพื้นที่เท่ากัน ซึ่งในความเป็นจริงและการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ที่ได้นั้นแตกต่างกัน มีวิธีการที่มากมายหลากหลายในการคำนวณพื้นที่ผิวที่มีการวิจัยที่ผ่านมา การหาพื้นที่ผิวนั้นสามารถใช้วิธีการทางคอมพิวเตอร์ในการประมาณค่าได้ (Hobson, 1972) การหาความขรุขระของพื้นผิวภูมิประเทศนั้นใช้พื้นฐานจากการ Intersect กันของจุดตัวอย่างและชั้นความสูงบนชั้นความสูง (Beasom, 1983) ด้วย

วิธีการเดียวกันนี้นั้น Jenness (2000) ได้ใช้วิธีการคล้ายกันโดยใช้พื้นฐานของการตรวจสอบหาความหนาแน่นของเส้นชั้นความสูงในพื้นที่หนึ่งๆ

Mandelbrot (1983) ทำการอธิบายวิธีการที่จะทำการคิดหาพื้นที่ผิวในระบบของสองมิติ (การแสดงในแนวระนาบ) และการคิดหาพื้นที่ผิวในระบบสามมิติ (การแสดงในรูปพื้นที่ผิวที่เป็นปริมาตร 3 มิติ) การคำนวณในระบบมิตินี้ต้องมีความสามารถที่สูงในการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ ในส่วนของความหลากหลายของวิธีที่ใช้ในการประมาณค่าพื้นผิวในหลายมิตินั้น Polidori *et al.* (1991), Lam and De Cola (1993) และ Lorimer *et al.* (1994) อภิปรายได้ผลว่าการประมาณค่าพื้นที่ผิวนั้นต้องทำการประมวลจากการใช้ค่าความลาดชันและทิศด้านลาดในแต่ละกริด โดย Berry (2002) และ Hodgson (1995) ได้ทำการสาธิตการใช้โครงสร้างข้อมูลความลาดชันและทิศด้านลาดในการที่จะสร้างค่าพื้นที่ผิวโดยการที่เป็นวิธีการที่ได้รับอิทธิพลจากกริดข้างเคียง

วิธีการในการหาค่าพื้นที่ผิวและอัตราส่วนพื้นที่ผิวในการศึกษานี้อ้างอิงจากการศึกษาของ Jenness (2004) โดยการหาพื้นที่ผิวจากการใช้ค่าความสูงของกริดรอบด้าน 8 กริด สร้างสามเหลี่ยมขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างจุดทั้งสามทำการหาพื้นที่สามเหลี่ยมดังกล่าวแล้วทำการรวมพื้นที่ผิวที่ได้เข้าด้วยกัน โดยการหาพื้นที่ผิวโดยวิธีนี้สามารถหาพื้นที่ผิวที่แท้จริงได้ และในการหาอัตราส่วนพื้นที่ผิวนั้นก็คือการนำพื้นที่ผิวที่แท้จริงหารด้วยพื้นที่ผิวในแนวระนาบ ค่าอัตราส่วนพื้นที่ผิวที่ได้นั้นอาจเรียกได้ว่าความขรุขระของพื้นผิว (Surface roughness)

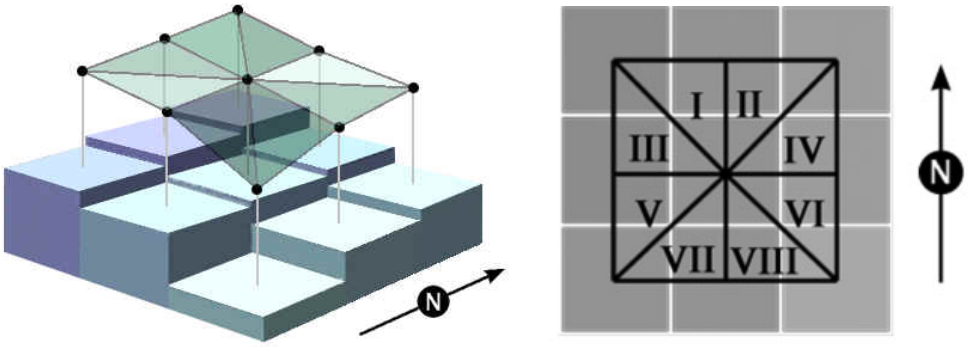
โดยการหาค่าสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นทำการมองในการคำนวณโดยการใช้กริดขนาด 100 x 100 เมตร จำนวน 8 กริดล้อมรอบกริดที่ต้องการหาค่า (ภาพที่ 1) โดยกริดที่อยู่ตรงกลางนั้นเป็นกริดที่เราพิจารณาค่าพื้นที่ผิว



ภาพที่ 1 ภาพสามมิติของกริดความสูง และการแทนกริดด้วยสัญลักษณ์

ที่มา : Jenness (2004)

ทำการคำนวณค่าความยาวของเส้น 8 เส้นซึ่งเชื่อมต่อกับกริดศูนย์กลางของ 8 กริดโดยรอบ โดยใช้ทฤษฎีพิทาโกรัส เมื่อได้ค่าความยาวจะสามารถทำการคำนวณพื้นที่ของสามเหลี่ยมได้ แสดงลักษณะของสามเหลี่ยมที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อเส้นทั้ง 8 เส้นในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 พื้นที่สามเหลี่ยมในการคำนวณพื้นที่ผิว และสัญลักษณ์แทนสามเหลี่ยม (Jenness, 2004)

ที่มา : Jenness (2004)

เมื่อทำการยกตัวอย่างการหาพื้นที่ผิวในภาพที่ 1 นั้นเมื่อทำการลากเส้นหาค่าความยาวของแต่ละด้านโดยการใช้ทฤษฎีพิทาโกรัส และทำการคำนวณพื้นที่สามเหลี่ยมจะได้ค่าต่างๆดังแสดงในตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณความยาวของแต่ละด้านของสามเหลี่ยม

ด้าน	ความยาวแนวระนาบ (เมตร)	ความแตกต่างความสูง (เมตร)	ความยาวพื้นผิว (เมตร)	ความยาวพื้นผิว/2 (เมตร)
AB	100.00	20	101.98	50.99
BC	100.00	15	101.12	50.56
DE	100.00	18	101.61	50.81
EF	100.00	20	101.98	50.99
GH	100.00	15	101.12	50.56
HI	100.00	38	106.98	53.49
AD	100.00	7	100.24	50.12
BE	100.00	5	100.12	50.06
CF	100.00	10	100.50	50.25
DG	100.00	8	100.32	50.16
EH	100.00	5	100.12	50.06
FI	100.00	23	102.61	51.31
EA	141.42	25	143.61	71.81
EC	141.42	10	141.77	70.89
EG	141.42	10	141.77	70.89
EI	141.42	43	147.81	73.91

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณพื้นที่ผิวในสามเหลี่ยมแต่ละรูป

สามเหลี่ยม	ด้าน	ความยาวด้าน (เมตร)	พื้นที่สามเหลี่ยม (ตารางเมตร)
I	EA, AB, BE	71.81, 50.99, 50.06	1,276.22
II	BE, BC, EC	50.06, 50.56, 70.89	1,265.48
III	AD, DE, EA	50.12, 50.80, 71.81	1,272.95
IV	EC, CF, EF	70.89, 50.25, 50.99	1,280.88
V	DE, DG, EG	50.80, 50.16, 70.89	1,273.94
VI	EF, FI, EI	50.99, 51.31, 73.91	1,306.88
VII	EG, EH, GH	70.89, 50.06, 50.56	1,265.48
VIII	EH, EI, HI	50.06, 73.91, 53.49	1,338.64

จากตารางที่ 2 ได้ค่าพื้นที่ผิวรวม 10,280.47 ตารางเมตร เมื่อนำมาหาสัดส่วนพื้นที่ผิวจากพื้นที่ในแนวระนาบจากขนาดของกริด 100 x 100 เมตรมีค่าเท่ากับ 10,000 ตารางเมตร กริดนี้จะมีค่าสัดส่วนพื้นที่ผิวเท่ากับ 10280.47/10000 = 1.0280 ซึ่งการหาค่าสัดส่วนพื้นที่ผิวนี้จะทำการหาทุกกริดที่ทำการคำนวณ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการช่วยในการประมวลผลข้อมูลจำนวนมากและการคำนวณที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี (Jenness, 2004)

Jenness (2004) กล่าวว่ามีเหตุผลมากมายที่ต้องการที่จะรู้ถึงพื้นที่ผิวที่แท้จริงของภูมิประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวิเคราะห์ภูมิประเทศและการศึกษาความเป็นอยู่ของสัตว์ป่า พื้นที่ผิวนั้นจะใช้ได้ดีอย่างยิ่งในการประมาณพื้นที่แผนที่ดินที่สัตว์สามารถใช้ได้มากกว่าการใช้พื้นที่แนวระนาบ และสัดส่วนของพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ระนาบจะเป็นค่าที่อธิบายได้ถึงความขรุขระทางภูมิประเทศ (Topographic roughness) งานวิจัยนี้จะอธิบายถึงวิธีการที่จะใช้ในการคำนวณพื้นที่ผิวที่แท้จริงโดยตรงจาก DEM โดยการสร้างสามเหลี่ยม 3 มิติ 8 ชิ้นแล้วทำการคำนวณและรวมเอาพื้นที่ในแต่ละส่วนของสามเหลี่ยม โดยวิธีที่การดังกล่าวนี้มีความแม่นยำกว่าการใช้ TIN ในการสร้างค่าสถิติของพื้นที่ผิวเล็กน้อย (ตัวอย่างเช่น การจัดการหน่วยหรือพื้นที่ศึกษา) ความแม่นยำและความเที่ยงตรงของวิธีการนี้จะเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนกริดที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพื้นที่ผิวที่คำนวณได้นั้นจะมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าพื้นที่จาก TIN ที่จำนวนกริดน้อยกว่า 250 และการวิเคราะห์ในเชิงราสเตอร์นั้นจะมีความยากและเป็นไปไม่ได้ในการที่จะใช้กับ TIN รวมถึงการวิเคราะห์ Neighborhood analysis ยกตัวอย่างคือการที่ต้องการที่จะคำนวณอัตราส่วนพื้นที่ผิว Surface area ratio จะสามารถที่จะทำได้ง่ายดายจากการใช้พื้นที่ผิวที่สร้างจาก DEM และสุดท้ายข้อมูลความสูงเชิงตัวเลขนั้นมีการนิยมใช้อย่างกว้างขวางรวมทั้งหาได้ง่ายกว่าการใช้ TIN ซึ่งผู้ใช้ต้องทำการสร้างเอง

4. พื้นที่ศึกษา

ขั้นแรกดำเนินการศึกษาเฉพาะในพื้นที่ลุ่มน้ำศึกษา เพื่อนำเสนอเป็นวิธีการศึกษาและศึกษาการปรับปรุงการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกลุ่มน้ำศึกษาดังนี้

1) พื้นที่ลุ่มน้ำตัวอย่างต้องมีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำครบทั้ง 5 ชั้น

2) มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลาย

3) เป็นลุ่มน้ำที่เคยมีการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวางเพื่อจะได้รวบรวมผลการศึกษาเพื่อมาเปรียบเทียบและสรุปเป็นแนวทางการจัดการลุ่มน้ำต่อไป

4) เป็นลุ่มน้ำที่มีทรัพยากรธรรมชาติอย่างหลากหลาย และมีความสำคัญ

ลุ่มน้ำที่ทำการศึกษา เป็นลุ่มน้ำตัวอย่างที่คัดเลือกให้เป็นตัวแทนในการสร้างแผน หรือแนวทางในการจัดการลุ่มน้ำต่างๆ ซึ่งมีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำครบทั้ง 5 ระดับชั้น ตลอดจนมีการบุกรุกเข้าทำประโยชน์จากพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นๆ หลายรูปแบบแตกต่างกัน ลุ่มน้ำแม่แตงเป็นตัวแทนลุ่มน้ำภาคเหนือ ครอบคลุมพื้นที่ 1,957.87 ตารางกิโลเมตร ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลุ่มน้ำเชิญ เป็นตัวแทนลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครอบคลุมพื้นที่ 2,911.51 ตารางกิโลเมตร ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ ขอนแก่น และชัยภูมิ และลุ่มน้ำคลองยัน ซึ่งเป็นตัวแทนลุ่มน้ำในภาคใต้ครอบคลุมพื้นที่ 1,996.67ตารางกิโลเมตรในเขต จังหวัดระนอง และสุราษฎร์ธานี โดยพิจารณาความแตกต่างของลักษณะการใช้ที่ดินของประชากรในพื้นที่ มีความขัดแย้งกับมาตรการการใช้ที่ดินในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ซึ่งทั้ง 3 ลุ่มน้ำมีลักษณะดังนี้คือ

4.1 ลุ่มน้ำแม่แตง

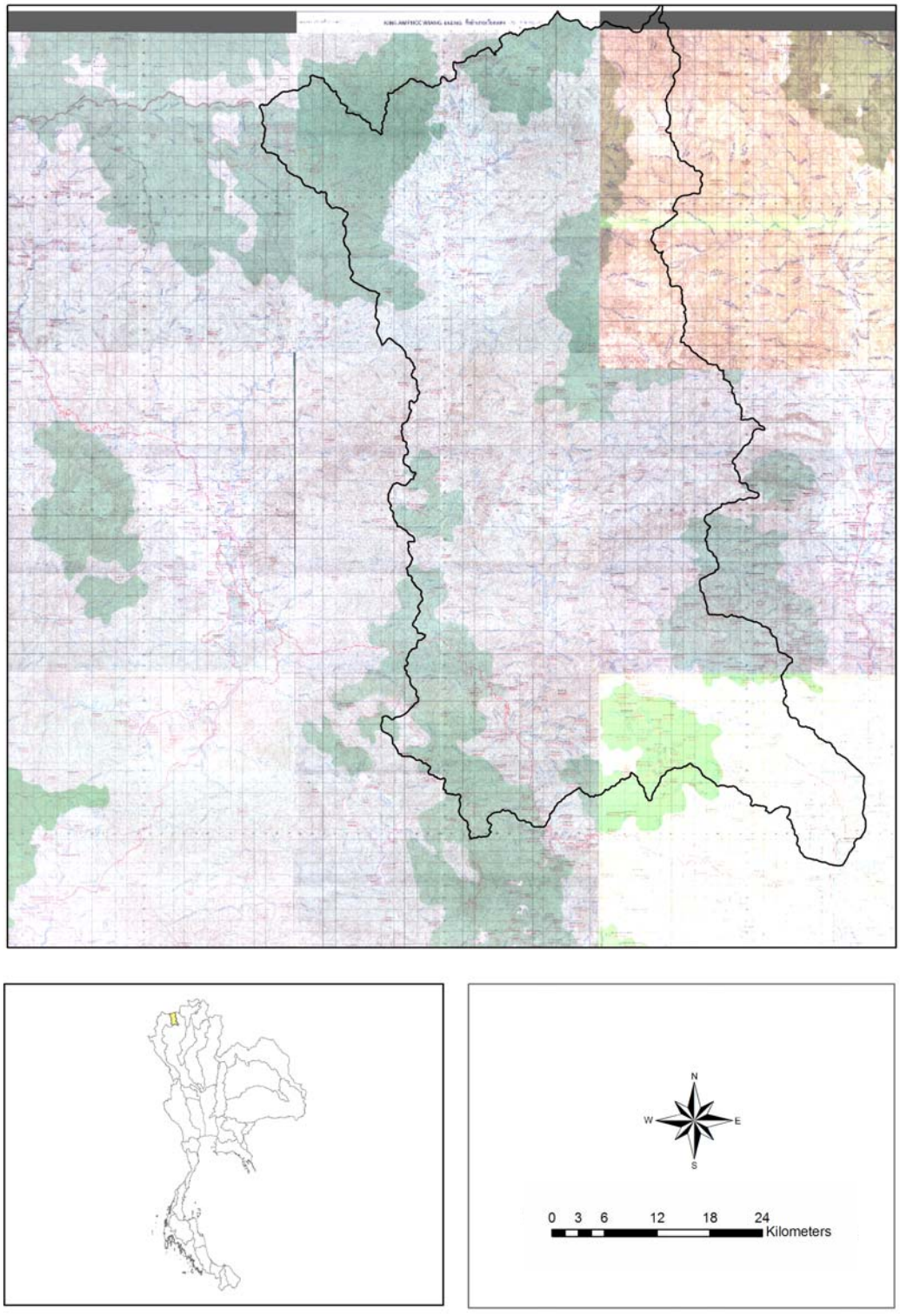
ลุ่มน้ำแม่แตงเป็นลุ่มน้ำย่อย เป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำปิงตอนบน ลำน้ำแม่แตงมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาแดนลาวชายแดนไทย ติดต่อประเทศพม่า ไหลผ่านพื้นที่อำเภอเวียงแหง อำเภอเชียงดาว จนมาบรรจบกับแม่น้ำปิงใกล้กับที่ว่าการอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเนินเขาและภูเขาสูงชันสลับซับซ้อน เป็นลุ่มน้ำที่ถูกกำหนดให้เป็นลุ่มน้ำตัวอย่าง ตัวแทนของลุ่มน้ำในภาคเหนือ ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำในที่สูงหรือมีภูเขาสูงปกคลุม และมีประชากรเข้าไปอาศัยและทำการเกษตรอยู่อย่างกระจัดกระจาย โดยประชากรเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นชาวเขาหรือชาวพื้นเมือง พื้นที่ลุ่มน้ำที่ทำการศึกษาจะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,957.87 ตารางกิโลเมตร โดยมีลำน้ำแม่แตงเป็นแม่น้ำสายหลัก และพื้นที่ทั้งหมดอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่

ลุ่มน้ำแม่แตง มีลักษณะของปัญหาและกิจกรรมหลักหลายประการ คือ การตั้งถิ่นฐานและการทำการเกษตรบริเวณพื้นที่สูงโดยชาวไทยภูเขา การทำเหมืองแร่ การปลูกป่าฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำลำธาร ในขณะนี้มีหน่วยงานต่างๆ เข้าไปดำเนินกิจกรรมในพื้นที่ เช่น กรมป่าไม้จัดทำโครงการพัฒนาที่สูงสามหมื่น เพื่อแก้ไขปัญหาและปรับปรุงคุณภาพชีวิตชาวไทยภูเขา และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเข้าดำเนินโครงการส่งเสริมชาวไทยภูเขาให้ปลูกพืชทดแทนฝิ่น เป็นต้น สภาพปัญหาที่พบในปัจจุบันได้แก่ ป่าต้นน้ำลำธารถูกบุกรุกทำลาย การทำการเกษตรบนพื้นที่สูง ทั้งแบบถาวรและแบบไร่เลื่อนลอย การเกิดไฟป่า การชะล้างพังทลายของดิน และการทับถมของตะกอนในพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำ อุทกภัย และการขาดแคลนไม้ใช้สอย ลักษณะและขอบเขตของลุ่มน้ำแม่แตงแสดงในภาพที่ 3

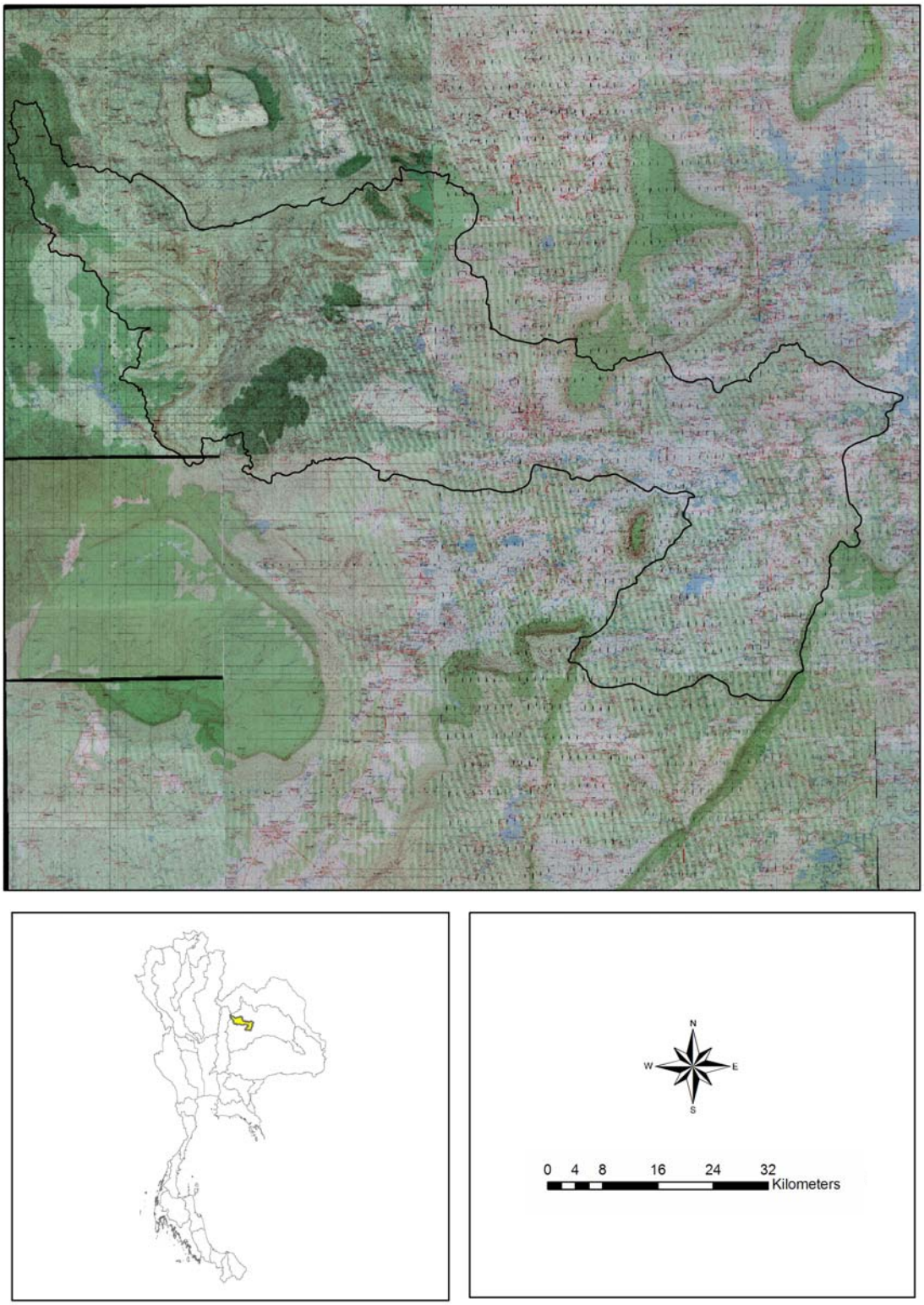
4.2 ลุ่มน้ำเชิญ

ลุ่มน้ำเชิญเป็นลุ่มน้ำย่อย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำยม เป็นลุ่มน้ำที่ถูกกำหนดให้เป็นลุ่มน้ำตัวอย่างตัวแทนของลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูง ซึ่งในกรณีของพื้นที่ที่มีความสูงมากกว่า 500 เมตรจากระดับน้ำทะเล นั้น จะถูกจัดให้เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 แต่โดยทั่วไปจะพบว่ามีประชากรเข้าไปอยู่อาศัย ทำการเกษตรกรรม และประกอบกิจกรรมอื่นๆในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ของลุ่มน้ำเชิญ เป็นจำนวนมาก ลุ่มน้ำเชิญครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2911.51 ตารางกิโลเมตร โดยมีลำน้ำเชิญเป็นลำน้ำสายหลัก อยู่ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ ขอนแก่น และชัยภูมิ

ลุ่มน้ำเชิญมีลักษณะของปัญหาและกิจกรรมหลักที่สำคัญ คือ การตั้งถิ่นฐานของประชากรและการทำการเกษตรแบบถาวร บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1A การก่อสร้างเส้นทางคมนาคมและการให้บริการด้านสาธารณูปโภค เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ไม่มีที่ดินเป็นของตนเอง จึงเกิดปัญหาการบุกรุกทำลายป่า เพื่อทำการเกษตรและตั้งถิ่นฐานอย่างถาวร ความหนาแน่นของประชากรค่อนข้างสูง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประชากรจึงประสบปัญหาขาดแคลนน้ำใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค ลักษณะและขอบเขตของลุ่มน้ำเชิญ ลักษณะและขอบเขตของลุ่มน้ำเชิญแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ขอบเขตและลักษณะพื้นที่ของลุ่มน้ำแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

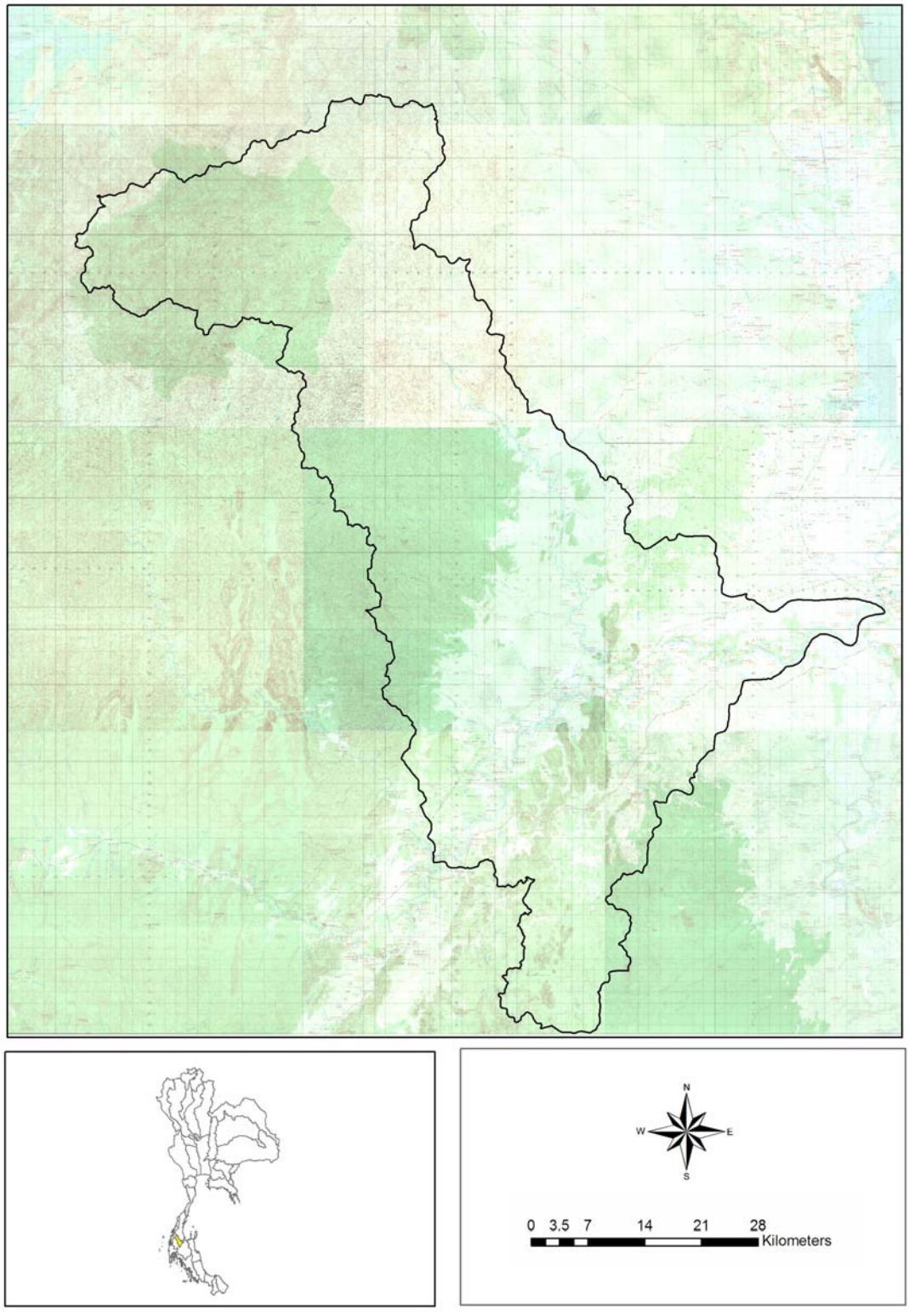


ภาพที่ 4 ขอบเขตและลักษณะพื้นที่ของลุ่มน้ำเชิญ จังหวัด ชัยภูมิ ขอนแก่น และเพชรบูรณ์

4.3 ลุ่มน้ำคลองยัน

ลุ่มน้ำคลองยันเป็นลุ่มน้ำย่อย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำตาปี เป็นลุ่มน้ำที่ถูกกำหนดให้เป็นลุ่มน้ำตัวอย่างตัวแทนของลุ่มน้ำในภาคใต้ มีลักษณะภูมิประเทศผสมผสานกันหลายลักษณะ อันได้แก่ ที่ราบ ที่สูง และเป็นภูเขาสลับซับซ้อน เป็นลุ่มน้ำที่มีปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อใช้ในการปลูกยางพาราและไม้ผล ลักษณะของการบุกรุกเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปจากตีนเขาจนถึงยอดเขา ซึ่งเป็นปัญหาที่พบได้โดยทั่วไปในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ ลุ่มน้ำคลองยันที่ทำการศึกษาครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,996.67 ตารางกิโลเมตร โดยมีลำน้ำคลองยันเป็นลำน้ำสายหลัก อยู่ในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี และระนอง

ลุ่มน้ำคลองยันมีลักษณะของปัญหาและกิจกรรมหลักแตกต่างไปจาก 2 ลุ่มน้ำแรกบ้าง คือ มีการตั้งถิ่นฐานของประชากรภายนอกและขอบด้านในอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า การนำไม้ออกจากพื้นที่ป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ เพื่อทำการเกษตร โดยเฉพาะการทำสวนยาง ซึ่งจำเป็นต้องเร่งดำเนินการแก้ไขปัญหาในเรื่องการทำสวนยางบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ และการอพยพประชากรออกจากพื้นที่การฟื้นฟูสภาพป่าที่เสื่อมโทรมจากการทำไม้ และการป้องกันรักษาป่า ลักษณะและขอบเขตของลุ่มน้ำคลองยันแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ขอบเขตและลักษณะพื้นที่ของลุ่มน้ำคลองยัน จังหวัด ระนอง และสุราษฎร์ธานี

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและอุปกรณ์ต่อพ่วง
2) โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
3) โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านการวิเคราะห์สถิติ

วิธีการ

1. การรวบรวมข้อมูล

1.1 ข้อมูลเส้นชั้นความสูง จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ในรูปแบบแผนที่เชิงตัวเลข (Digital map) เพื่อนำมาคำนวณตัวแปรความสูง (Elevation; Elev) ตัวแปรความลาดชัน (Slope; Slp) และตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว (Surface area ratio; SAR)

1.2 ข้อมูลชุดดิน จากแผนที่ชุดดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน ในรูปแบบข้อมูลแผนที่เชิงตัวเลข เพื่อจัดทำดัชนีลักษณะทางปฐพี (Soil; Soil)

1.3 ข้อมูลธรณีวิทยา จากแผนที่ธรณีวิทยา ของกรมทรัพยากรธรณี ในรูปแบบข้อมูลแผนที่เชิงตัวเลข เพื่อจัดทำตัวแปรดัชนีลักษณะธรณี (Geology; Geol)

1.4 ข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ จากแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมาตราส่วน 1:50000 ของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบข้อมูลแผนที่เชิงตัวเลข

2. การเตรียมตัวแปรนำเข้า

การเตรียมตัวแปรนำเข้าสำหรับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในการศึกษานี้นั้นได้กำหนดขนาดของกริดที่ 20 x 20 เมตร เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลความสูงที่ต่ำ (อภิชาติ, 2546)

2.1 ตัวแปร Elevation ตัวแปรค่าความสูงนั้นทำการหาโดยการแทรกค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Interpolate) เส้นชั้นความสูงเพื่อสร้างแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model; DEM)

2.2 ตัวแปร Slope ตัวแปรความลาดชันของพื้นที่ทำการหาในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ของความลาดชันโดยใช้ฟังก์ชันในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยชั้นข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข

2.3 ตัวแปร Soil ตัวแปรลักษณะทางปฐพีที่ได้นั้นจะนำมาทำการแทนค่า Wsc index ซึ่งมีค่าที่แตกต่างกันในแต่ละชุดดิน แล้วจึงทำการแปลงชั้นข้อมูลเวคเตอร์ของตัวแปรชุดดินเป็นชั้นข้อมูลราสเตอร์

2.4 ตัวแปร Geology ตัวแปรลักษณะทางธรณีได้จากการแทนค่าคะแนน Geol score ของข้อมูลชนิดหิน (Rock type) ที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำ แล้วทำการแปลงชั้นข้อมูลเวคเตอร์ของตัวแปรธรณีวิทยาเป็นชั้นข้อมูลราสเตอร์

2.5 ตัวแปร Surface area ratio ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นทำการหาจากชั้นข้อมูลความสูงเชิงตัวเลขโดยใช้โปรแกรมเสริม Surface tools ของ Jenness (2004)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การปรับแก้สมการมาตรฐานสำหรับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ในการปรับแก้สมการมาตรฐานสำหรับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำนั้นทำการปรับแก้โดยการใช้ข้อมูลตัวแปรความสูง (Elevation; ELEV) ความลาดชัน (Slope; SLP) ลักษณะทางปฐพี (Soil; SOIL) และลักษณะทางธรณี (Geology; GEOL) จากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ได้จัดเตรียมขึ้น โดยอ้างอิงปัจจัยที่ใช้จากสมการมาตรฐานในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในส่วนของกลุ่มตัวแปรคงที่เนื่องจากเป็นปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก (ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ และโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, 2531) และปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยที่นำมาใช้ในการคำนวณค่าในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (ปัจจัยแวดล้อมอื่นๆเช่น พื้นที่ป่าไม้ ไม่ได้มีส่วนร่วมในคำนวณ มีการใช้เพียงในการประเมินร่วมเท่านั้น) โดยทำการตัดตัวแปรลักษณะแผ่นดิน (Landform; LANDFM) ออกเนื่องจากเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ และเมื่อนำมาประเมินในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้โปรแกรมของ Centre for Development and Environment (CDE) ก็พบปัญหาความผิดพลาดของผลลัพธ์ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้รับ (อภิชาติ, 2546) โดยทำการเพิ่มตัวแปร สัดส่วนพื้นที่ผิว (Surface area ratio, SAR) ซึ่งเป็นตัวแปรเชิงปริมาณเข้าร่วมในการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ (Multiple linear regression) โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านสถิติในการวิเคราะห์ โดยมีองค์ประกอบของข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ

ตัวแปร Y	ตัวแปร Xs
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	ความสูง ความลาดชัน ปฐพีวิทยา ธรณีวิทยา และสัดส่วนพื้นที่ผิว

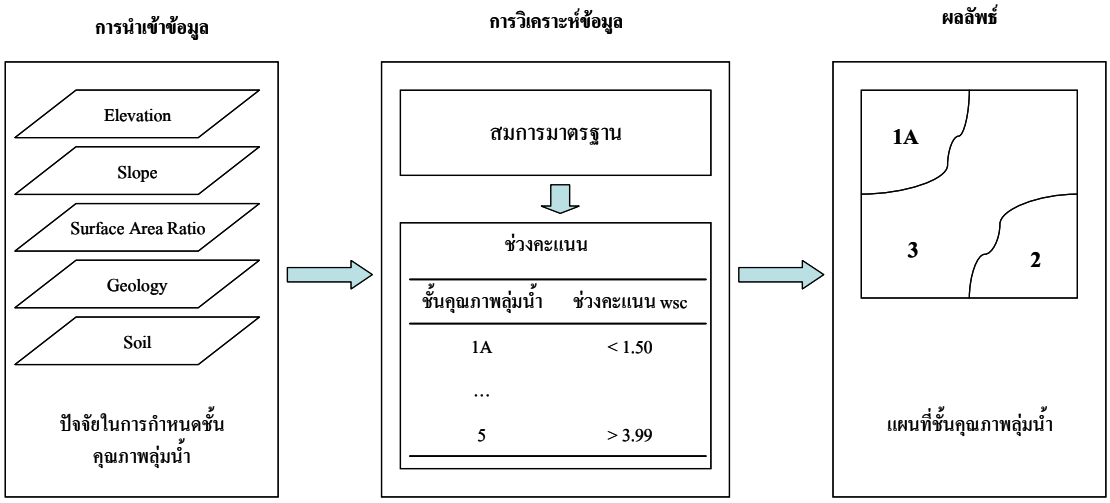
ทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์และทำการสร้างสมการมาตรฐานในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ โดยทำการสร้างสมการมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก เพื่อนำสมการที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในพื้นที่ลุ่มน้ำศึกษาต่อไป มีขั้นตอนการดำเนินการดังภาพที่ 6

3.2 การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยใช้สมการมาตรฐานที่ผ่านการปรับแก้

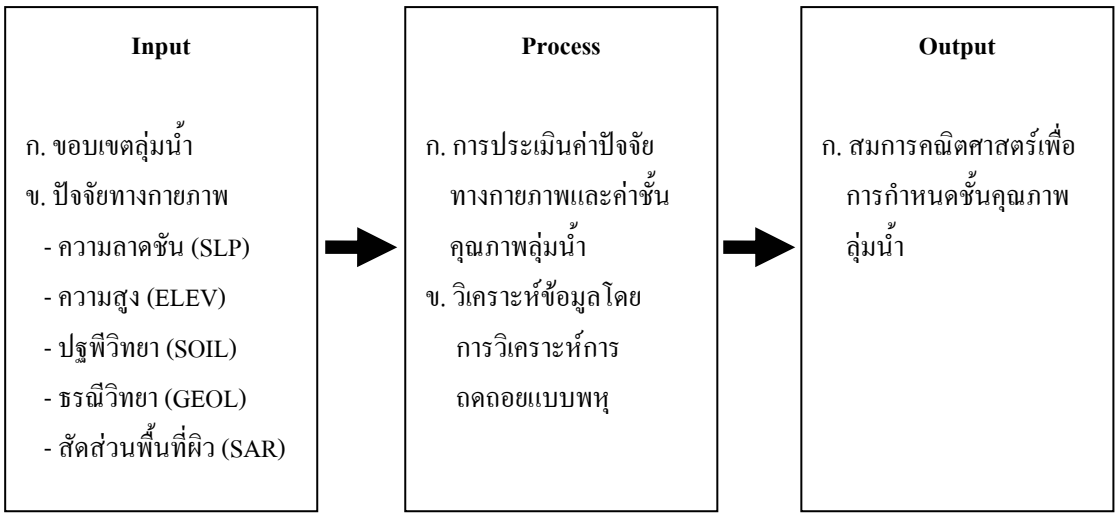
ทำการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยใช้สมการมาตรฐานที่ได้จากการปรับแก้ในพื้นที่ลุ่มน้ำศึกษาได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำแม่แตง ลุ่มน้ำเชิญ และลุ่มน้ำคลองยันตามลำดับ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังภาพที่ 6 ถึงภาพที่ 8

3.3 การเปรียบเทียบผลการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ทำการเปรียบเทียบผลโดยทำการเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามมติคณะรัฐมนตรี และชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการใช้สมการตามมติคณะรัฐมนตรีโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ณ ตำแหน่งกริดเดียวกันทีละกริด (Cell by cell analysis) จนครบทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อเปรียบเทียบผลการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำดังกล่าวทั้งในด้านสัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ทิศทางและสัดส่วนของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการต่างๆ ที่แตกต่างไปจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามมติคณะรัฐมนตรี



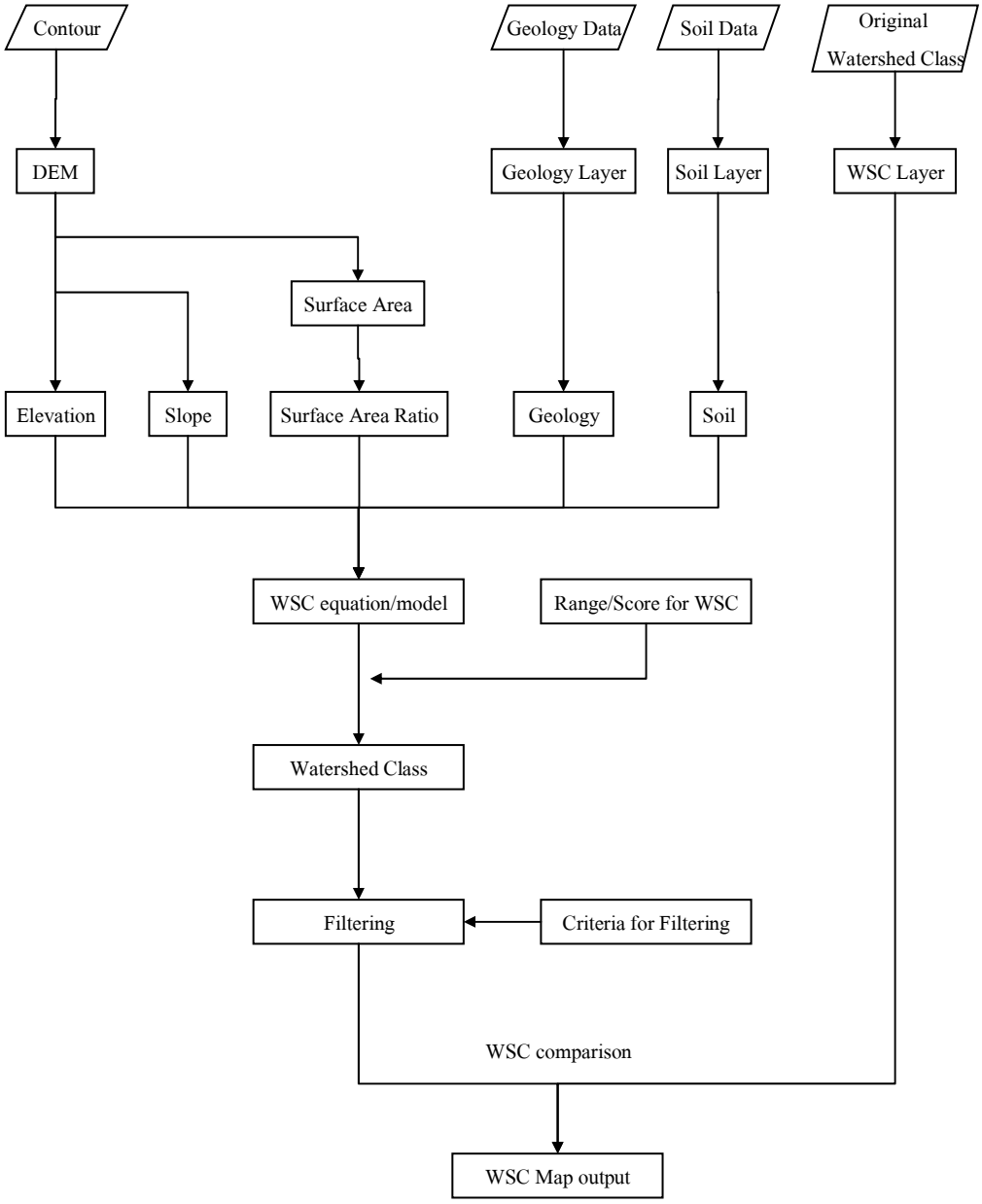
ภาพที่ 6 แผนผังการดำเนินงานกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการปรับแก้สมการมาตรฐานเพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

3.4 การกรองข้อมูล (Filtering) และการเปรียบเทียบการกรองข้อมูล

ภายหลังการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะพบว่าพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำนั้นจะมีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเล็กๆ แทรกอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่น ไม่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งจากการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการลดปัญหาดังกล่าวนี้ต้องอาศัยการกรองข้อมูล เพื่อให้ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมีความกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน ให้เกิดความสะดวกในการแบ่งเขตชั้นคุณภาพลุ่มน้ำยิ่งขึ้น และเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในการวางแผนใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไป โดยการกรองข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วยฟังก์ชัน Majority filtering ซึ่งมีเงื่อนไขการกรองข้อมูลว่า กริดศูนย์กลางจะเปลี่ยนแปลงค่าประจำกริดให้มีค่าเท่ากับค่าประจำกริดที่อยู่โดยรอบที่เป็นค่าที่มีความโดดเด่น ในโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำการทดลองด้วยขนาดตัวกรอง 3 x 3, 5 x 5, 7 x 7, 9 x 9, 11 x 11, 13 x 13, 15 x 15, 17 x 17, 19 x 19, 21 x 21 และ 23 x 23 กริด ตามลำดับ ทำการทดลองการกรองข้อมูลจำนวน 10 ครั้ง หาขนาดของตัวกรองและจำนวนครั้งการกรองที่ให้ผลออกมาดีที่สุด และใช้ผลที่ได้ในการกรองข้อมูลที่ได้จากการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการดำเนินงานกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยประยุกต์ใช้ปัจจัยสัดส่วนพื้นที่ผิว

ผลและวิจารณ์

ผล

1. การปรับแก้สมการมาตรฐานสำหรับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

จากพื้นที่ลุ่มน้ำตัวอย่างที่เลือกให้มีองค์ประกอบของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำครบทั้ง 5 ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและมีสัดส่วนของการกระจายของชั้นข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ความสูง ความลาดชัน ธรณีวิทยา และปฐพีวิทยา ที่เหมาะสมเพื่อทำการพัฒนาสมการ การศึกษานี้ได้เลือก ลุ่มน้ำย่อยแม่ปิงตอนบน (สมการภาคเหนือ) ลุ่มน้ำย่อยลำสะพุง (สมการภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) และลุ่มน้ำย่อยคลองพระแสง (สมการภาคใต้) เป็นพื้นที่พัฒนาสมการทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ (Multiple regression) โดยกำหนดตัวแปร Y เป็น ชั้นข้อมูลกริดของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และตัวแปร X_S ประกอบด้วย ชั้นข้อมูล กริดความสูง (Elevation, Elev) ความลาดชัน (Slope, Slope) สัดส่วนพื้นที่ผิว (Surface Area Ratio, SAR) ลักษณะทางปฐพี (Soil, Soil) และลักษณะทางธรณี (Geology, Geol) พบว่า สมการที่ได้หลังจากปรับแก้นั้นมีค่าและทิศทางของสัมประสิทธิ์ที่ไม่สอดคล้องเชิงตรรกะกับความเป็นจริง จึงทำการทดสอบทางสถิติกับสมการที่เกิดปัญหา (ตารางที่ 2) พบว่าปัญหาเกิดจากการมีพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Multicollinearity) ระหว่างชั้นข้อมูลความลาดชัน และสัดส่วนพื้นที่ผิว จึงแก้ปัญหาดังกล่าวโดยเลือกใช้วิธีการถดถอยแบบริดจ์ (Ridge regression) (วิรัชช , 2546) ในการปรับแก้สมการมาตรฐานที่สร้างขึ้นใหม่ แสดงตัวอย่างความแตกต่างของสมการที่เกิดปัญหาพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Multicollinearity) และสมการที่ได้ปรับแก้โดยวิธีวิเคราะห์การถดถอย แบบริดจ์เปรียบเทียบกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยพหุ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สมการของลุ่มน้ำปิงตอนบนที่ได้จากการวิเคราะห์และการปรับแก้โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์

วิธีการวิเคราะห์	สมการที่ได้	R^2
Linear Regression	WSC = -1.25 – 0.008(ELEV) – 0.036(SLOPE) + 3.89(SAR) + 0.651(SOIL) + 0.137(GEOL)	$R^2 = 0.9170$
Ridge Regression	WSC = 2.64 – 0.014(ELEV) – 0.013(SLOPE) – 0.039(SAR) + 0.678(SOIL) + 0.134(GEOL)	$R^2 = 0.8361$

จากตารางที่ 4 พบว่าสมการที่เกิดปัญหา พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Multicollinearity) มีความผิดปรกติทั้งในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์และทิศทาง ยกตัวอย่างในส่วนของค่าตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว ซึ่งแปรผันตรงกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ซึ่งในความเป็นจริงนั้น สัดส่วนพื้นที่ผิวซึ่งมีค่ามากจะหมายถึงพื้นที่มีความขรุขระมากไม่เหมาะกับการใช้ประโยชน์ซึ่งมักพบในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และ 2 ดังนั้นจึงทำการทดสอบด้วยการสร้าง Correlation matrix ระหว่างตัวแปรทั้ง 5 ตัวแปร แสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 Correlation matrix ของตัวแปรในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (ลุ่มน้ำแม่ปิงตอนบน)

ตัวแปร	Elevation	Slope	SAR	Soil	Geol
Elevation	1.0000	0.4999	0.3378	-0.6155	-0.2128
Slope	0.4999	1.0000	0.9364*	-0.6856	-0.2519
SAR	0.3378	0.9364*	1.0000	-0.4788	-0.2279
Soil	-0.6155	-0.6856	-0.4788	1.0000	0.2433
Geol	-0.2128	-0.2519	-0.2279	0.2433	1.0000

จากตารางที่ 5 พบว่าค่าความสัมพันธ์ของ ความลาดชัน และสัดส่วนพื้นที่ผิว มีค่าความสัมพันธ์ที่มากกว่า 0.8 แสดงถึงตัวแปรความลาดชันและสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นมีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อวิเคราะห์การถดถอยจะก่อให้เกิดปัญหา พหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Multicollinearity) ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์และทิศทางมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง จึงต้องทำการแก้ไขด้วยการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์ ซึ่งทำให้ได้ค่าและทิศทางของสัมประสิทธิ์ที่สอดคล้องเชิงตรรกะกับความเป็นจริง และพบว่าหลังจากการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์นั้น สมการที่ได้มีค่าสหสัมพันธ์ที่ลดลง แม้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน เมื่อทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์ในการปรับแก้สมการ ได้สมการใหม่สำหรับชั้นลุ่มน้ำที่เลือกวิเคราะห์ของแต่ละภูมิภาคดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สมการที่ได้จากการวิเคราะห์และการปรับแก้โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์

ลุ่มน้ำในภาค	สมการที่ได้	หมายเหตุ
เหนือ	WSC = 2.64 – 0.014(ELEV) – 0.013(SLOPE) – 0.039(SAR) + 0.678(SOIL) + 0.134(GEOL) ; R^2 = 0.8361	
	WSC = 2.13 – 0.011(ELEV) – 0.013(SLOPE) + 0.835(SOIL) + 0.116(GEOL) ;R^2 = 0.9000	ตัด SAR ออก
ตะวันออกเฉียงเหนือ	WSC = 2.35 – 0.017(ELEV) – 0.002(SLOPE) – 1.009(SAR) + 1.234(SOIL) – 0.007(GEOL) ; R^2 = 0.8439	
	WSC = 1.34 – 0.017(ELEV) – 0.004(SLOPE) + 1.230(SOIL) - 0.003(GEOL) ;R^2 = 0.8616	ตัด SAR ออก
ใต้	WSC = 3.42 – 0.013(ELEV) – 0.033(SLOPE) – 0.531(SAR) + 0.481(SOIL) + 0.003(GEOL) ; R^2 = 0.7955	
	WSC = 2.68 – 0.007(ELEV) – 0.042(SLOPE) + 0.581(SOIL) – 0.045(GEOL) ;R^2 = 0.8730	ตัด SAR ออก

2. การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.1 ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำก่อนการกรองข้อมูล

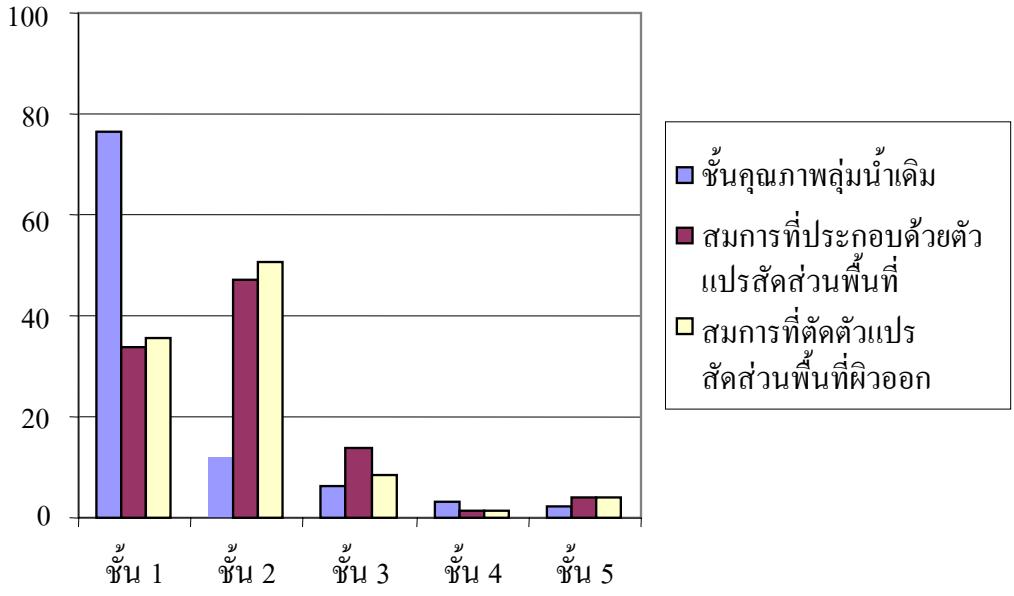
สมการมาตรฐานที่ได้ทำการปรับแก้แล้วจากข้อที่ 1 นั้นเมื่อนำมาใช้ในการสร้างสมการชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำศึกษาโดยใช้ 4 ตัวแปร คือ ความสูง ความลาดชัน ลักษณะทางธรณี และลักษณะทางปฐพี เลือกจากลุ่มน้ำที่มีการใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย และเป็นตัวแทนของลุ่มน้ำในแต่ละภาคของประเทศไทยในที่นี้คือ ลุ่มน้ำแม่แตง (ภาคเหนือ) ลุ่มน้ำเชิญ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) และลุ่มน้ำคลองยัน (ภาคใต้) การประมวลผลข้อมูลผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.1.1 ลุ่มน้ำแม่แตง

ลุ่มน้ำแม่แตงเป็นตัวแทนของลุ่มน้ำทางภาคเหนือที่ใช้เป็นลุ่มน้ำที่ทำการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยทำการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจากสมการที่ได้ทำการปรับแก้ 2 สมการ คือ สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว (SAR) และสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก (สมการที่ประกอบด้วย 4 ตัวแปรกายภาพ ได้แก่ ความสูง ความลาดชัน ลักษณะทางปฐพี และลักษณะทางธรณี) สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้แสดงในตารางที่ 7 และ ภาพที่ 9 ตามลำดับ แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแสดงดังภาพที่ 10

ตารางที่ 7 สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แตง

สมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	สัดส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (%ของพื้นที่ทั้งลุ่ม)					
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ชั้นที่ 5	รวม
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจากสมการดั้งเดิม	76.51	12.08	6.19	3.06	2.16	100
สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว	33.82	47.20	13.64	1.50	3.84	100
สมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก	35.53	50.58	8.59	1.32	3.98	100



ภาพที่ 9 สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แตง

จากตารางที่ 7 พบว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวมีสัดส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแตกต่างไปจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 มีพื้นที่เพียง 33.82 % ของพื้นที่ลุ่มน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ถึง 76.51 % ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (แตกต่างกันถึง 60.04%) ในส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 2 ถึง 5 มีพื้นที่ประมาณ 47.20, 13.64, 1.50 และ 3.84 %ของพื้นที่ลุ่มน้ำตามลำดับ โดยคิดเป็น ความถูกต้องโดยรวม เมื่อใช้ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมเป็นข้อมูลอ้างอิงเท่ากับ 46.89 % ในขณะที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออกก็มีสัดส่วนของพื้นที่ที่แตกต่างกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิม แต่มีความใกล้เคียงกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมมากกว่าสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว กล่าวคือ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก มีสัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ถึง 5 ประมาณ 33.53, 50.58, 8.59, 1.32 และ 3.98% ของพื้นที่ลุ่มน้ำตามลำดับ โดยคิดความถูกต้องโดยรวม (ผลรวมพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ตรงกับพื้นที่เดิมหารด้วยพื้นที่ทั้งหมดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์) มีค่าเท่ากับ 49.63% ซึ่งมีความถูกต้องโดยรวมมากกว่าสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว 2.74 %

ตารางที่ 8 สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แตง โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี

		ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี (ตร.กม.)					
	ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1	2	3	4	5	รวม (ตร.กม.)
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำใหม่	1	641.20	16.37	0.09	0.03	0.00	657.68
	2	743.27	147.53	21.84	5.16	0.00	917.81
	3	100.83	69.14	79.12	15.98	0.18	265.26
	4	0.40	0.76	11.69	9.33	6.92	29.10
	5	1.98	1.24	7.62	29.14	34.67	74.65
	รวม	1487.68	235.05	120.37	59.64	41.77	1944.50

หมายเหตุ ค่าความถูกต้องโดยรวม = 46.89 %

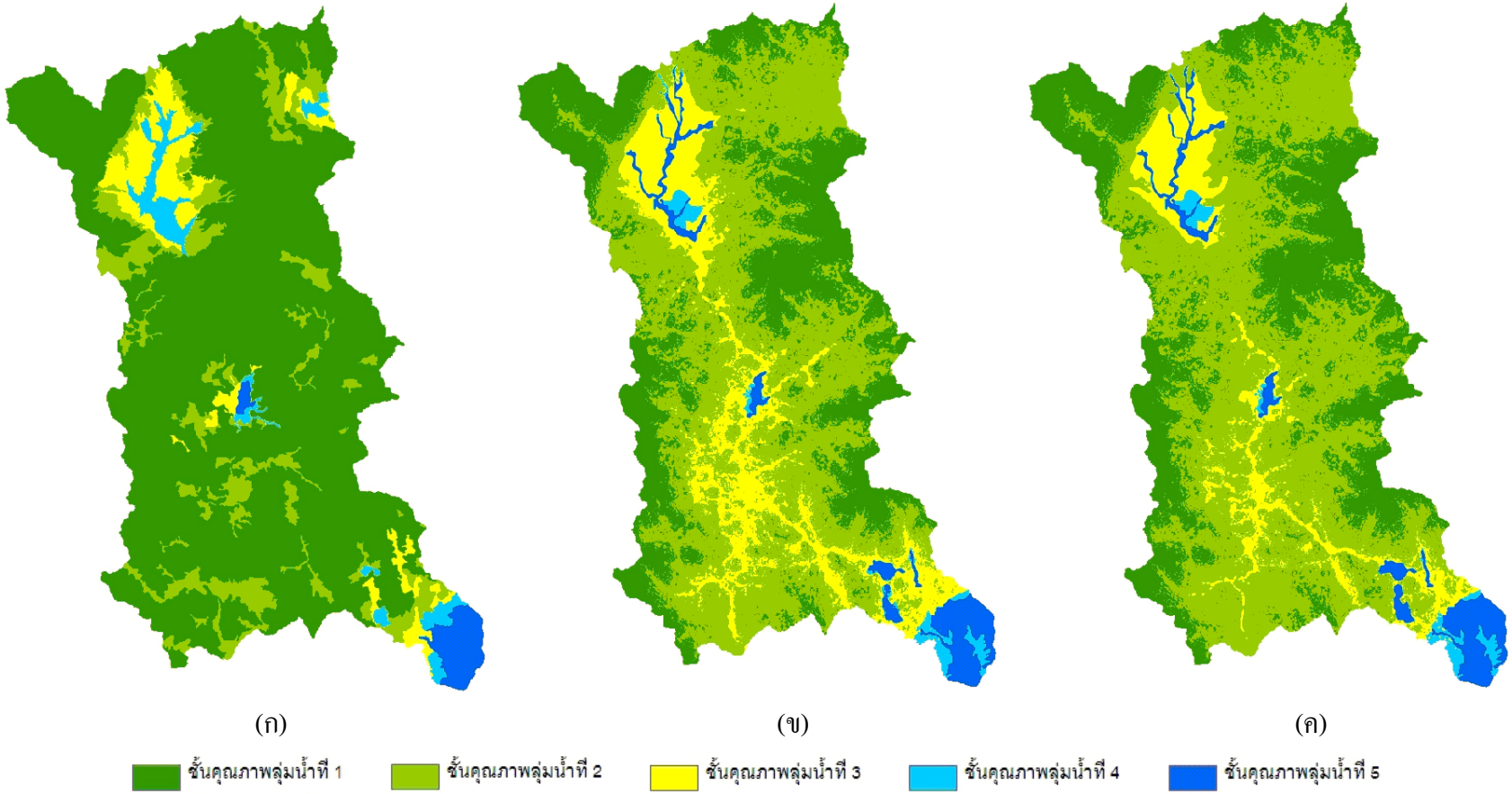
ตารางที่ 9 สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แตง โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออกเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี

		ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี (ตร.กม.)					
	ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1	2	3	4	5	รวม (ตร.กม.)
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำใหม่	1	674.80	17.94	0.15	0.04	0.00	692.93
	2	772.37	177.60	30.26	6.16	0.00	986.39
	3	42.54	38.14	71.57	14.99	0.21	167.45
	4	0.17	0.24	9.62	8.85	6.91	25.80
	5	2.19	1.70	9.05	29.68	34.98	77.60
	รวม	1492.07	235.62	120.64	59.73	42.11	1950.17

หมายเหตุ ค่าความถูกต้องโดยรวม = 49.63 %

จากภาพที่ 10 จะเห็นได้ถึงความแตกต่างอย่างชัดเจนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในภาพที่ 10(ก) กับ ภาพ 10(ข) และ 10(ค) อธิบายได้จาก ภาพที่ 10(ก) นั้นเป็นชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมที่ได้มีการกำหนดไว้โดยมติคณะรัฐมนตรีได้จากการหาค่าจากกริด 1x1 กิโลเมตรในขณะที่ภาพที่ 10(ข) และ 10(ค) นั้นได้รับจากการประมวลผลโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งใช้ขนาดของกริดที่ 20x20 เมตร และภาพที่ 10(ข) และ 10 (ค) ใช้สมการที่ตัดในส่วนของลักษณะแผ่นดินออกจากสมการในการคำนวณ ทำให้แผนที่แสดงชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้ มีความแตกต่างกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรีอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งความแตกต่างนี้พบได้ในลุ่มน้ำเชิญ และลุ่มน้ำคลองยัน เช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาภาพที่ 10(ข) และ 10(ค) พบความแตกต่างของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับภาพ 10(ก) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อพิจารณาในรายละเอียดนั้นจะพบว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมจากมติคณะรัฐมนตรี เกิดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขนาดเล็กๆแทรกในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่นๆน้อยมาก เมื่อเทียบกับ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ภาพที่ 10(ข) และ 10(ค)) ซึ่ง เกิดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขนาดเล็กๆแทรกในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่นๆกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งจะเกิดปัญหาเมื่อนำชั้นคุณภาพลุ่มน้ำดังกล่าวไปใช้ในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไป



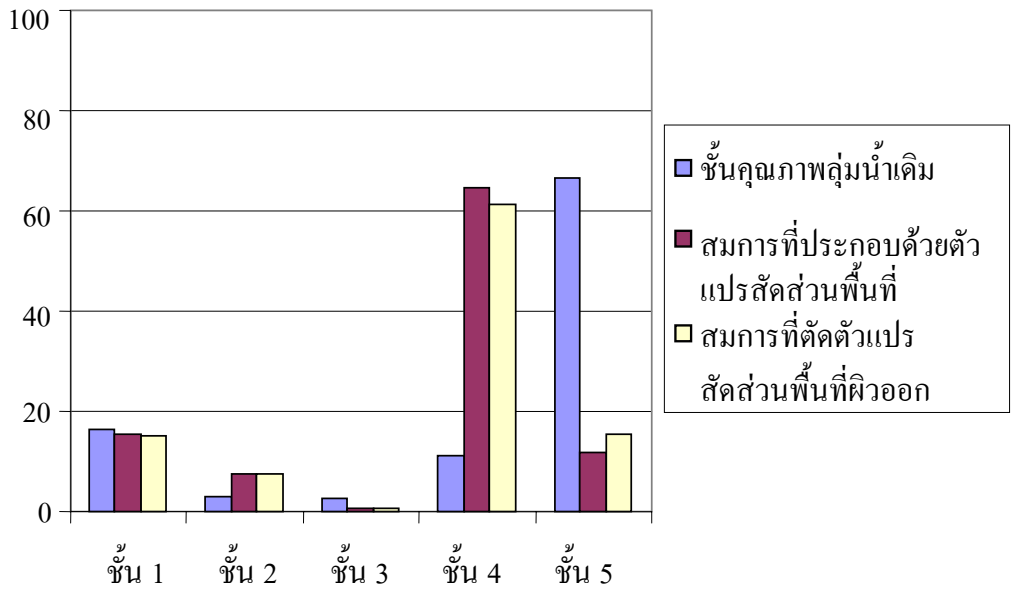
ภาพที่ 10 แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แตงเปรียบเทียบในแต่ละสมการ (ก) ตามมติคณะรัฐมนตรีเดิม (ข) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว (ค) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก

2.1.2 ลุ่มน้ำเชิญ

ลุ่มน้ำเชิญเป็นตัวแทนของลุ่มน้ำทางภาคเหนือที่ใช้เป็นลุ่มน้ำที่ทำการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยทำการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจากสมการที่ได้ทำการปรับแก้ 2 สมการ คือ สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว (SAR) และสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก (สมการที่ประกอบด้วย 4 ตัวแปรกายภาพ ได้แก่ ความสูง ความลาดชัน ลักษณะทางปฐพี และลักษณะทางธรณี) สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้แสดงในตารางที่ 10 และ ภาพที่ 11 ตามลำดับ แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแสดงดังภาพที่ 12 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำเชิญ

สมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	สัดส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (%ของพื้นที่ทั้งลุ่ม)					
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ชั้นที่ 5	รวม
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจากสมการดั้งเดิม	16.41	3.07	2.71	11.23	66.58	100
สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว	15.27	7.49	0.71	64.60	11.93	100
สมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก	15.22	7.59	0.65	61.16	15.38	100



ภาพที่ 11 สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำเชิญ

จากตารางที่ 10 พบว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวมีสัดส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแตกต่างไปจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 4 มีพื้นที่ถึง 64.40 % ของพื้นที่ลุ่มน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 เพียง 11.23 % ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (แตกต่างกันถึง 53.17 %) ส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 ถึง 5 มีพื้นที่ประมาณ 15.27, 7.49, 0.71, 64.60 และ 11.93 %ของพื้นที่ลุ่มน้ำตามลำดับ โดยคิดเป็น ความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 36.25 % ในขณะที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออกก็มีสัดส่วนของพื้นที่ที่แตกต่างกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิม แต่มีความใกล้เคียงกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมมากกว่า สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเล็กน้อย กล่าวคือชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออกมีสัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ถึง 5 ประมาณ 15.22, 7.59, 0.65, 61.16 และ 15.38 %ของพื้นที่ลุ่มน้ำตามลำดับ โดยคิดเป็น ความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 39.72 % ซึ่งมีความถูกต้องมากกว่าสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเพียง 3.47 %

ตารางที่ 11 สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญ โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี

		ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี (ตร.กม.)					
	ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1	2	3	4	5	รวม (ตร.กม.)
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำใหม่	1	373.26	23.82	21.13	18.55	5.78	442.55
	2	98.37	60.04	38.78	14.53	5.47	217.18
	3	0.02	0.20	1.53	0.91	17.79	20.45
	4	2.96	4.55	15.97	282.08	1567.00	1872.56
	5	0.93	0.45	0.99	9.72	333.67	345.76
	รวม	475.54	89.06	78.40	325.80	1929.71	2898.50

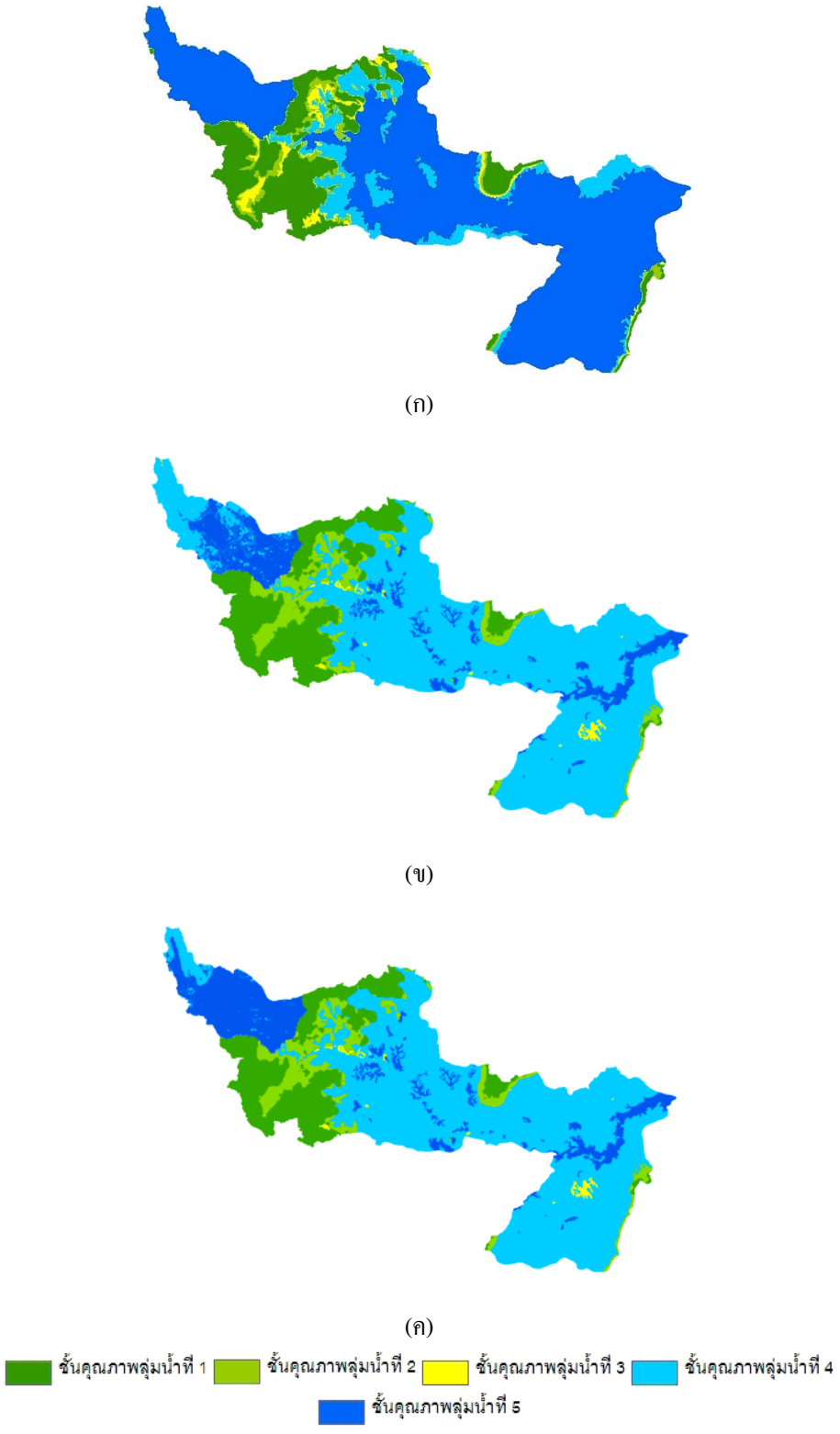
หมายเหตุ ค่าความถูกต้องโดยรวม = 36.25 %

ตารางที่ 12 สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญ โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการที่ตัดสัดส่วนพื้นที่ผิวออกเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี

		ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี (ตร.กม.)					
	ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1	2	3	4	5	รวม (ตร.กม.)
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำใหม่	1	374.08	23.25	21.04	18.37	5.79	442.53
	2	100.71	60.75	38.95	14.71	5.47	220.59
	3	0.01	0.19	1.45	0.47	16.79	18.91
	4	2.38	4.58	16.10	284.11	1471.10	1778.27
	5	1.61	0.45	0.99	9.62	434.62	447.29
	รวม	478.79	89.22	78.53	327.29	1933.77	2907.59

หมายเหตุ ค่าความถูกต้องโดยรวม = 39.72 %

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 12(ก) เปรียบเทียบกับภาพที่ 12(ข) และ 12 (ค) นั้นจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงลดลงมากอย่างเห็นได้ชัด โดยมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 4 เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในภาพที่ 12(ข) และ 12(ค) นั้นพบว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำทั้งสอง และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดนั้นจะพบว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมจากมติคณะรัฐมนตรี เกิดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขนาดเล็กๆแทรกในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่นๆน้อยมาก เมื่อเทียบกับ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ภาพที่ 12(ข) และ 12(ค)) ซึ่งเกิดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขนาดเล็กๆแทรกในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่นๆกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งเป็นปัญหาที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แตงเช่นเดียวกัน



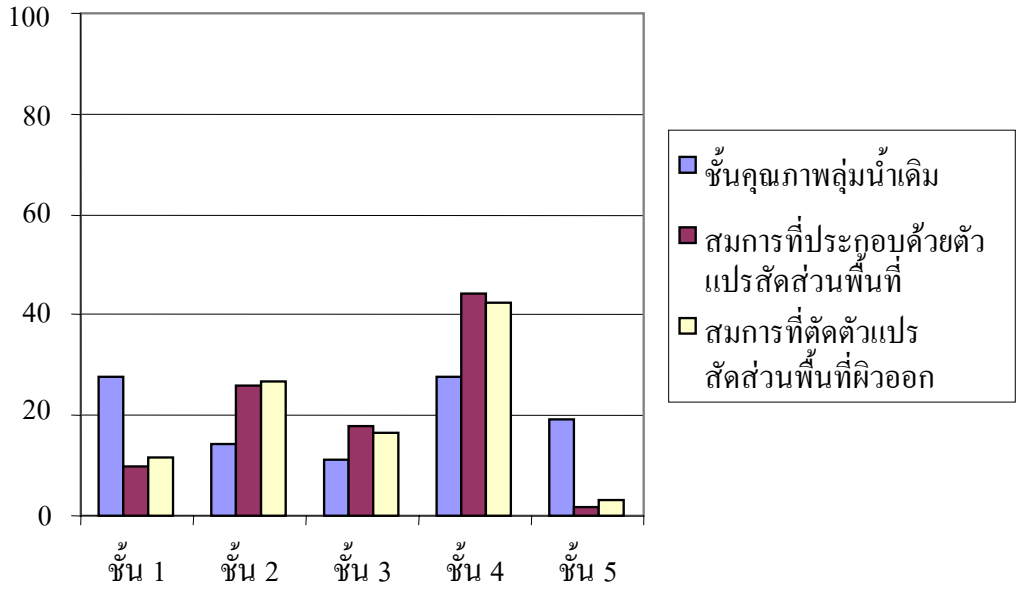
ภาพที่ 12 แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญเปรียบเทียบในแต่ละสมการ (ก) ตามมติคณะรัฐมนตรีเดิม (ข) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว (ค) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก

2.1.3 ลุ่มน้ำคลองยัน

ลุ่มน้ำคลองยันเป็นตัวแทนของลุ่มน้ำทางภาคเหนือที่ใช้ทำการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยทำการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจากสมการที่ได้ทำการปรับแก้ 2 สมการ คือ สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว (SAR) และสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก (สมการที่ประกอบด้วย 4 ตัวแปรกายภาพ ได้แก่ ความสูง ความลาดชัน ลักษณะทางปฐพี และลักษณะทางธรณี) สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้แสดงในตารางที่ 13 และ ภาพที่ 13 ตามลำดับ แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแสดงดังภาพที่ 14 ตามลำดับ

ตารางที่ 13 สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำคลองยัน

สมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	สัดส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (%ของพื้นที่ทั้งลุ่ม)					
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ชั้นที่ 5	รวม
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจากสมการดั้งเดิม	27.68	14.41	10.96	27.65	19.31	100
สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว	9.97	25.97	18.02	44.29	1.74	100
สมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก	11.50	26.72	16.33	42.29	3.16	100



ภาพที่ 13 สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่แตกต่างกันบนพื้นที่ลุ่มน้ำคลองยัน

จากตารางที่ 13 พบว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวมีสัดส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแตกต่างไปจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมเป็นอย่างมาก ยกตัวอย่างในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 มีพื้นที่เพียง 9.97% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมซึ่งมีพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 เพียง 27.68% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (แตกต่างกัน 17.71%) ส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 ถึง 5 มีพื้นที่ประมาณ 9.97, 25.97, 18.02, 44.29 และ 1.74 %ของพื้นที่ลุ่มน้ำตามลำดับ โดยคิดเป็น ความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 51.02% ในขณะที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออกก็มีสัดส่วนของพื้นที่ที่แตกต่างกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิม แต่มีความใกล้เคียงกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมน้อยกว่า สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเล็กน้อย กล่าวคือชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออกมีสัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ถึง 5 ประมาณ 11.50, 26.72, 16.33, 42.29 และ 3.16 %ของพื้นที่ลุ่มน้ำตามลำดับ โดยคิดเป็น ความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 50.12 % ซึ่งมีความสอดคล้องกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมน้อยกว่าสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเพียง 0.9 %

ตารางที่ 14 สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำคลองยัน โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี

		ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี (ตร.กม.)					
	ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1	2	3	4	5	รวม (ตร.กม.)
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำใหม่	1	178.04	17.21	1.75	0.64	0.17	197.82
	2	289.08	166.05	55.33	4.01	0.67	515.15
	3	75.58	101.46	136.91	36.99	6.58	357.53
	4	5.59	1.37	23.33	501.83	346.42	878.54
	5	0.06	0.00	0.15	5.16	29.19	34.57
	รวม	548.36	286.10	217.48	548.63	383.04	1983.60

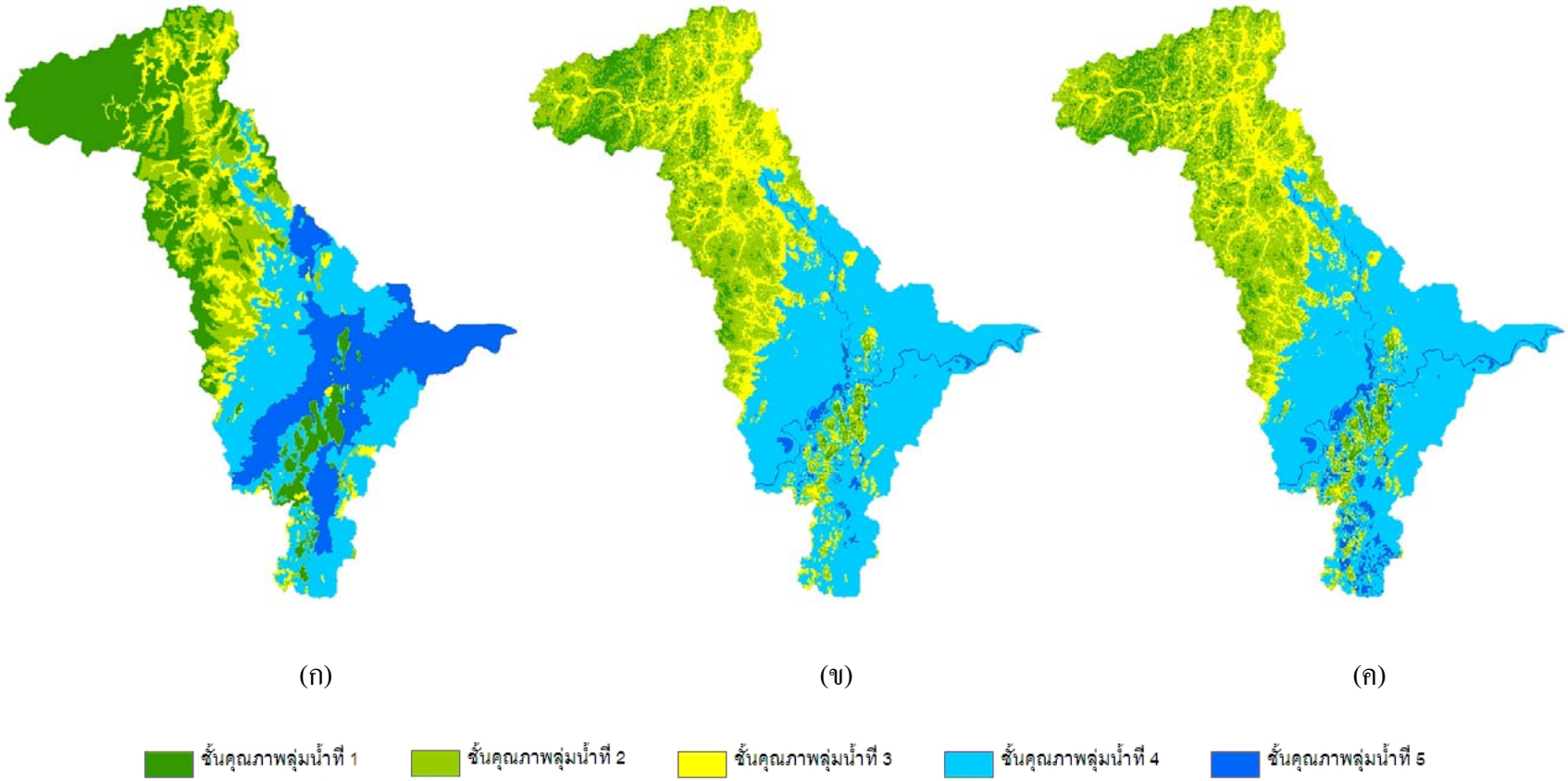
หมายเหตุ ค่าความถูกต้องโดยรวม = 51.02 %

ตารางที่ 15 สัดส่วนของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำคลองยัน โดยประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการที่ตัดสัดส่วนพื้นที่ผิวออกเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี

		ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี (ตร.กม.)					
	ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1	2	3	4	5	รวม (ตร.กม.)
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำใหม่	1	194.36	28.79	3.90	1.26	0.32	228.63
	2	275.04	174.10	73.86	6.94	1.10	531.05
	3	75.22	82.22	117.33	40.78	9.14	324.68
	4	4.84	1.31	21.92	474.82	337.65	840.54
	5	0.75	0.04	0.77	25.73	35.59	62.88
	รวม	550.20	286.47	217.78	549.53	383.79	1987.78

หมายเหตุ ค่าความถูกต้องโดยรวม = 50.12 %

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 14(ก) เปรียบเทียบกับภาพที่ 14(ข) และ 14 (ค) นั้นจะเห็นได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 5 เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในภาพที่ 14(ข) และ 14(ค) นั้นพบความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดในตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเมื่อพิจารณาในรายละเอียดนั้นจะพบว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมจากมติคณะรัฐมนตรี เกิดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขนาดเล็กๆแทรกในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่นๆน้อยมาก เมื่อเทียบกับ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ภาพที่ 14(ข) และ 14(ค)) ซึ่ง เกิดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขนาดเล็กๆแทรกในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่นๆกระจายอยู่ทั่วไป



ภาพที่ 14 แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำคลองยันเปรียบเทียบในแต่ละสมการ (ก) ตามมติคณะรัฐมนตรีเดิม (ข) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว (ค) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก

2.2 ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำหลังการกรองข้อมูล

ภายหลังการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะพบว่าพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำนั้นจะมีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเล็กๆแทรกอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่น ไม่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งจากการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการลดปัญหาดังกล่าวนี้ต้องอาศัยการกรองข้อมูล เพื่อให้ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมีความกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน ให้เกิดความสะดวกในการแบ่งเขตชั้นคุณภาพลุ่มน้ำยิ่งขึ้น และเหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในการวางแผนใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไป โดยการกรองข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วยฟังก์ชัน Majority filtering ซึ่งมีเงื่อนไขว่ากริดศูนย์กลางจะเปลี่ยนแปลงค่าประจำกริดให้มีค่าเท่ากับค่าประจำกริดที่อยู่โดยรอบที่เป็นค่าที่มีความโดดเด่น ทำการกรองข้อมูล โดยใช้ผลการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว

จากผลการทดลองกรองข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำนั้น พบว่า ขนาดของตัวกรองขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมากขึ้น โดยขนาดของตัวกรองที่ 23 x 23 เมตร มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมากที่สุด เมื่อใช้ขนาดตัวกรองขนาดใหญ่นั้นจะสามารถทำการลดพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่แทรกอยู่ในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่นได้ดีกว่าตัวกรองขนาดเล็ก แต่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการกรองข้อมูลโดยการใช้ตัวกรองขนาดใหญ่นั้นมีความกลมกลืนและสอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศน้อยกว่าการใช้ขนาดตัวกรองขนาดเล็ก อีกทั้งขอบเขตพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการกรองข้อมูลโดยตัวกรองขนาดเล็กนั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงของขอบเขตน้อยกว่าการใช้ตัวกรองขนาดใหญ่ สำหรับผลของจำนวนครั้งในการกรองข้อมูล พบว่าการเปลี่ยนแปลงของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจะเกิดมากในการกรองข้อมูลครั้งที่ 1 และอัตราการเปลี่ยนแปลงจะเริ่มลดลงเมื่อทำการกรองข้อมูลครั้งที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ เมื่อทำการกรองข้อมูลครั้งที่ 6 เป็นต้นไปจะพบการเปลี่ยนแปลงของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำน้อยมาก (ไม่เกินร้อยละ 1.5 ของพื้นที่ศึกษา) และเริ่มคงที่ ทำให้ชั้นข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้ไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก แม้จะเพิ่มจำนวนครั้งในการทำการกรองข้อมูลต่อไปดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้เลือกใช้ขนาดของตัวกรองที่ 7 x 7 กริด และมีจำนวนครั้งในการกรอง 7 ครั้ง อย่างไรก็ตามสิ่งที่ส่งผลต่อจำนวนครั้งการกรองที่เหมาะสมนั้นยังประกอบด้วย จำนวนของกริดเล็กๆ ที่เป็นปัญหาซึ่งเป็นผลโดยตรงจากขนาดของกริดที่ใช้ในการวิเคราะห์ รวมถึงผันแปรและความหลากหลายของข้อมูล ซึ่งควรมีการทดลองหาจำนวนครั้งที่เหมาะสมในแต่ละการวิเคราะห์ของผู้ใช้ต่อไป โดยในการศึกษาสำหรับลุ่มน้ำเชิญและ

คลองยันนั้น ขนาดของตัวกรองที่ 7 x 7 กริด และจำนวนครั้งของการกรอง 3 ครั้งนั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด

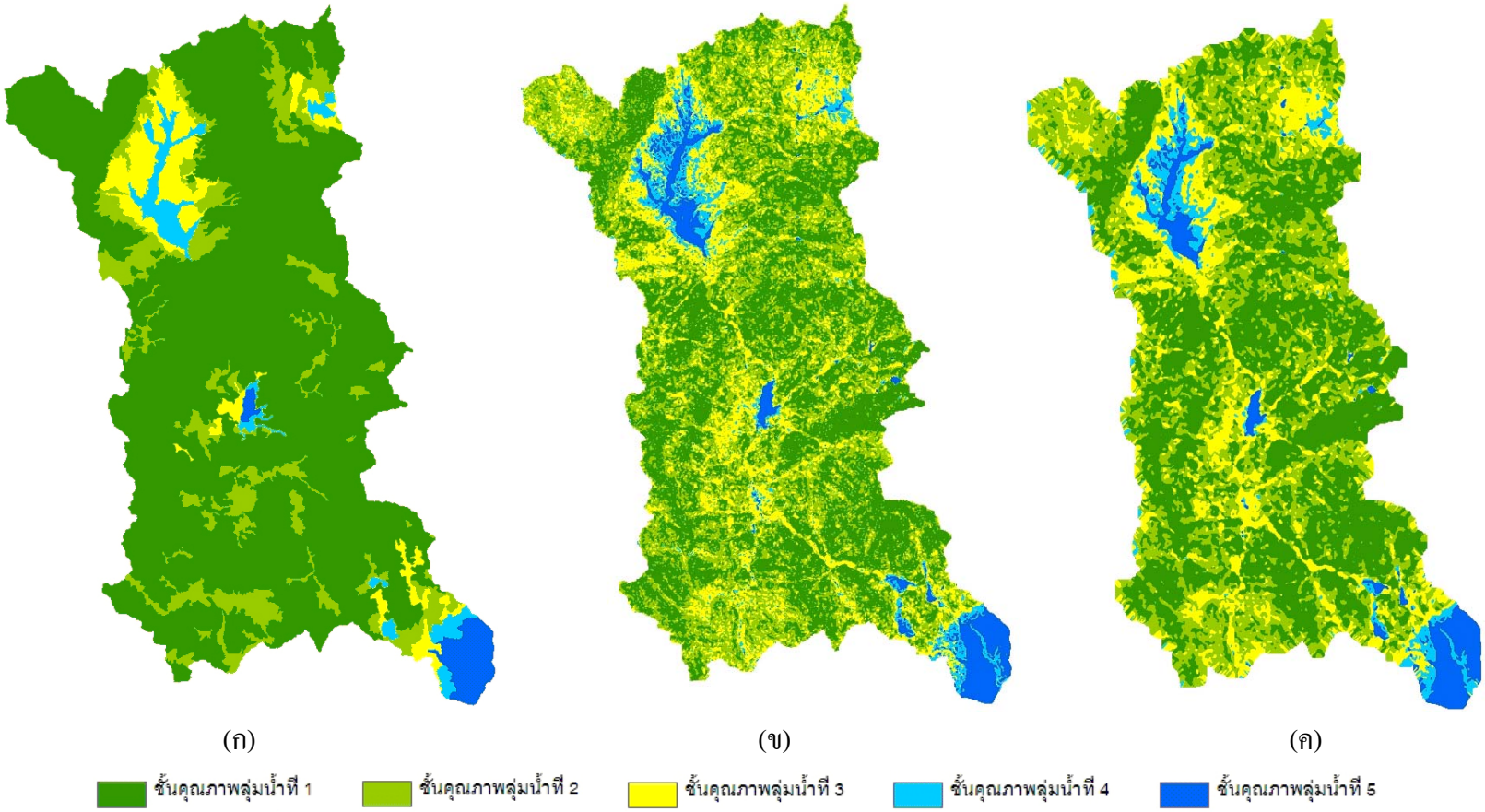
2.2.1 ลุ่มน้ำแม่แตง

ทำการกรองข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวโดยใช้ฟังก์ชัน Majority Filtering ในโปรแกรมสำเร็จรูปทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเลือกขนาดของตัวกรองที่ 7 กริด และจำนวนครั้งในการกรองเท่ากับ 7 ครั้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 16 สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แตง ก่อนและภายหลังการกรองข้อมูล

สมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	สัดส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (%ของพื้นที่ทั้งลุ่ม)					
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ชั้นที่ 5	รวม
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจากสมการดั้งเดิม	76.51	12.08	6.19	3.06	2.16	100
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำก่อนการกรองข้อมูล	33.82	47.20	13.64	1.50	3.84	100
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำหลังการกรองข้อมูล	34.91	46.94	12.67	1.55	3.92	100

จากตารางที่ 16 พบว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำภายหลังการกรองข้อมูลมีความสอดคล้องกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรีมากขึ้นกว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำก่อนการกรองข้อมูล สิ่งสำคัญอีกอย่างคือ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขนาดเล็กๆที่ปรากฏก่อนการกรองข้อมูลนั้นลดลงเป็นอย่างมาก แสดงดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แตงก่อนและหลังการกรองข้อมูล (ก) ตามมติคณะรัฐมนตรีเดิม (ข) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวก่อนการกรองข้อมูล (ค) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวหลังการกรองข้อมูล

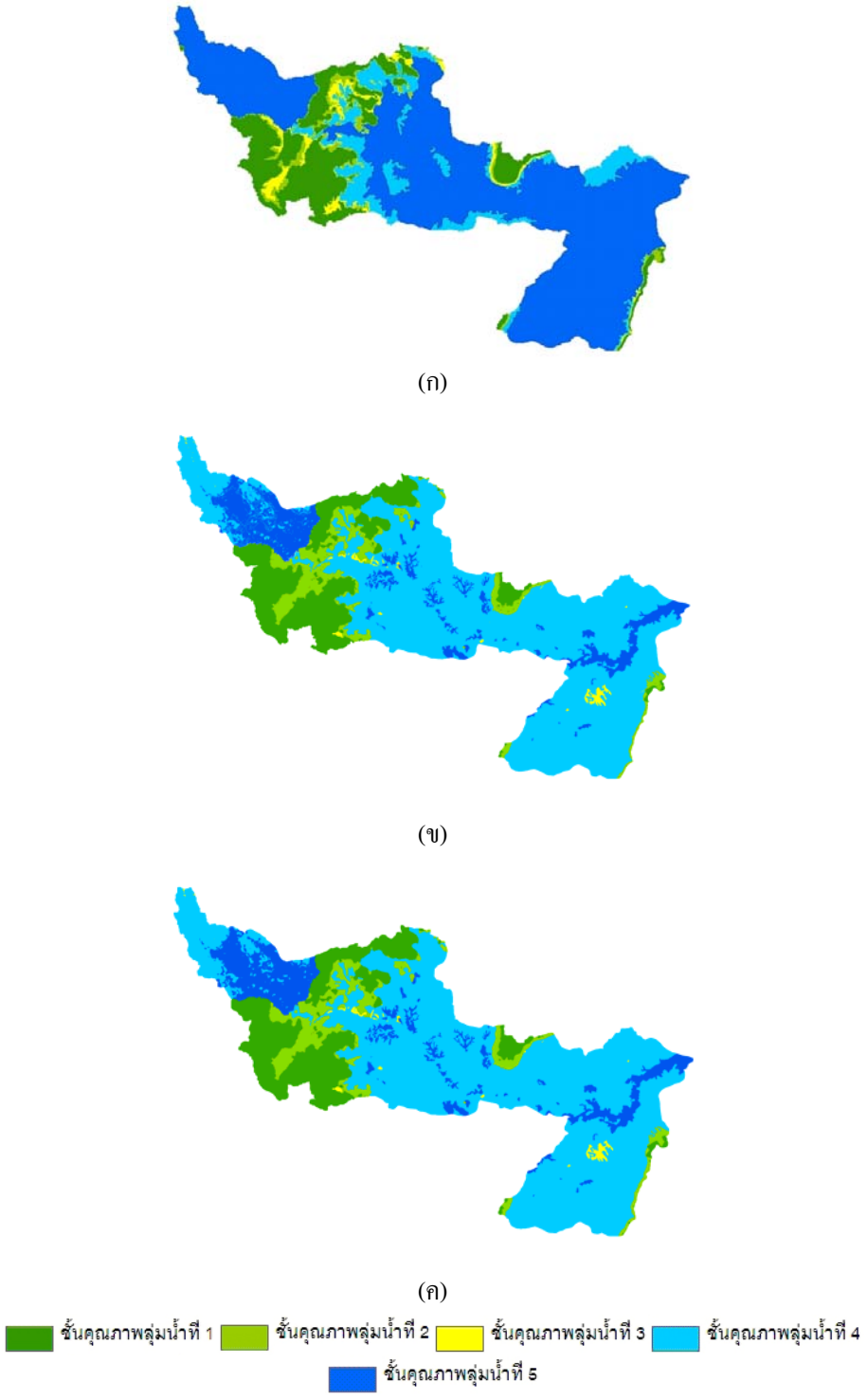
2.2.1 ลุ่มน้ำเชิญ

ทำการกรองข้อมูลโดยใช้ฟังก์ชัน Majority filtering ในโปรแกรมสำเร็จรูปทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเลือกขนาดของตัวกรองที่ 7 กริด และจำนวนครั้งในการกรองเท่ากับ 3 ครั้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 17 สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญ ก่อนและภายหลังการกรองข้อมูล

สมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	สัดส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (%ของพื้นที่ทั้งลุ่ม)					
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ชั้นที่ 5	รวม
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจากสมการดั้งเดิม	16.48	3.07	2.70	11.25	66.50	100
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำก่อนการกรองข้อมูล	19.57	13.69	1.18	60.22	5.34	100
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำหลังการกรองข้อมูล	19.91	13.97	1.12	59.69	5.31	100

จากตารางที่ 17 พบว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำภายหลังการกรองข้อมูลมีความสอดคล้องกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรีมากขึ้นกว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำก่อนการกรองข้อมูล สิ่งสำคัญอีกอย่างคือ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขนาดเล็กๆที่ปรากฏก่อนการกรองข้อมูลนั้นลดลงเป็นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำแม่แตงนั้นจำนวนครั้งในการกรองที่เหมาะสมจะน้อยกว่าของลุ่มน้ำแม่แตง เนื่องจากลุ่มน้ำขนาดเล็กๆนั้นมีปริมาณที่น้อยกว่าในลุ่มน้ำแม่แตง แสดงดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญก่อนและหลังการกรองข้อมูล (ก) ตามมติคณะรัฐมนตรีเดิม (ข) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวก่อนการกรองข้อมูล (ค) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวหลังการกรองข้อมูล

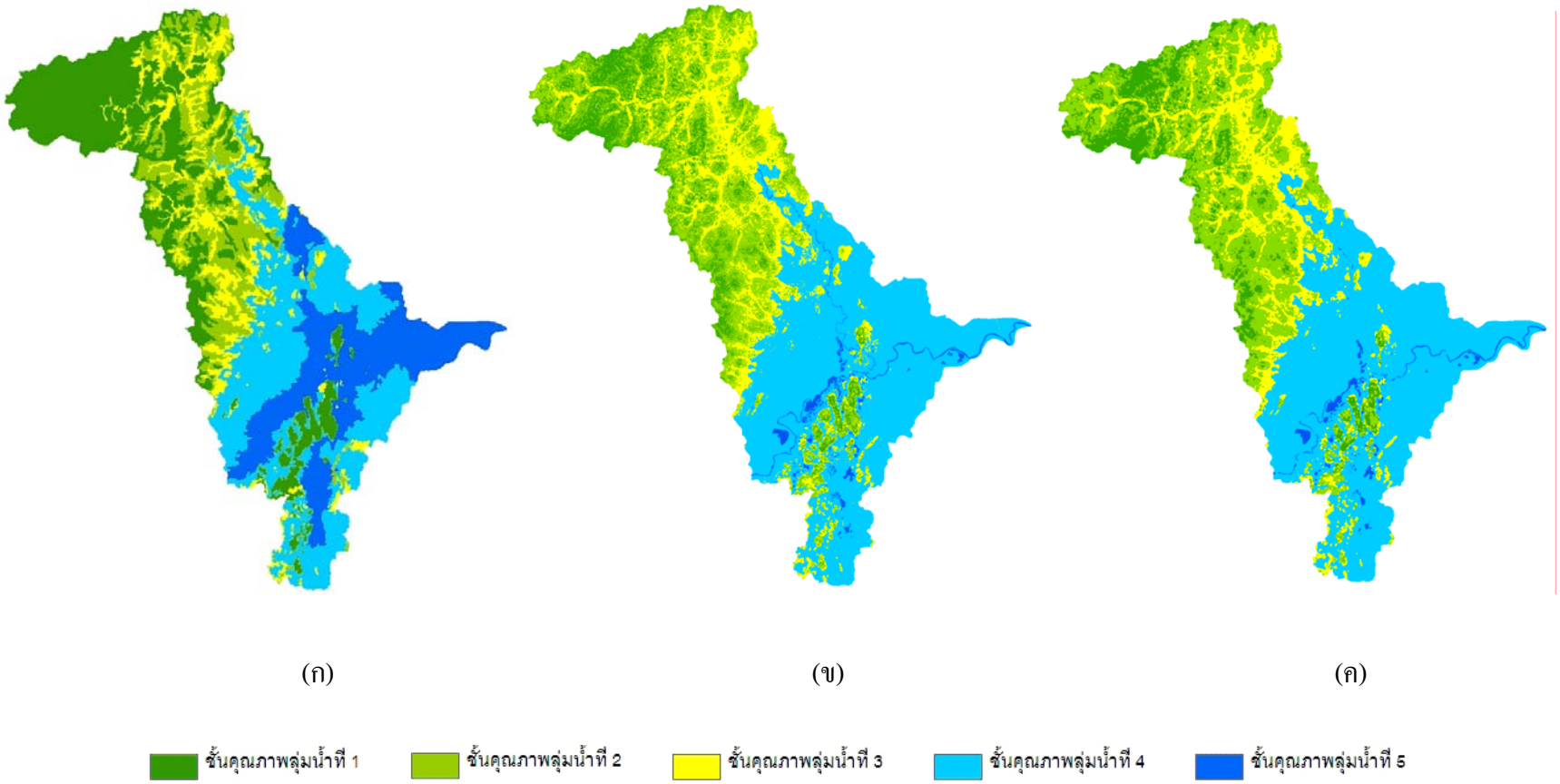
2.2.3 ลุ่มน้ำคลองยัน

ทำการกรองข้อมูลโดยใช้ฟังก์ชัน Majority Filtering ในโปรแกรมสำเร็จรูปทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเลือกขนาดของตัวกรองที่ 7 กริด และจำนวนครั้งในการกรองเท่ากับ 3 ครั้ง ตามลำดับ

ตารางที่ 18 สัดส่วนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำคลองยัน ก่อนและภายหลังการกรองข้อมูล

สมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	สัดส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (%ของพื้นที่ทั้งลุ่ม)					
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ชั้นที่ 5	รวม
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจากสมการดั้งเดิม	27.75	14.38	10.95	27.63	19.29	100
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำก่อนการกรองข้อมูล	9.97	25.97	18.02	44.29	1.75	100
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำหลังการกรองข้อมูล	9.25	28.35	15.92	45.07	1.41	100

จากตารางที่ 18 พบว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำภายหลังการกรองข้อมูลมีความสอดคล้องกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรีมากขึ้นกว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำก่อนการกรองข้อมูล สิ่งสำคัญอีกอย่างคือ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขนาดเล็กๆที่ปรากฏก่อนการกรองข้อมูลนั้นลดลงเป็นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำแม่แตงนั้นจำนวนครั้งในการกรองที่เหมาะสมจะน้อยกว่าของลุ่มน้ำแม่แตง เนื่องจากลุ่มน้ำขนาดเล็กๆนั้นมีปริมาณที่น้อยกว่าในลุ่มน้ำแม่แตง แสดงดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำคลองยันก่อนและหลังการกรองข้อมูล (ก) ตามมติคณะรัฐมนตรีเดิม (ข) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว (ค) ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก

วิจารณ์

ค่าสหสัมพันธ์ที่ต่ำกว่าของสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว เมื่อเทียบกับสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออกนั้น เมื่อพิจารณาแล้วเกิดจากการที่เกิดปัญหาพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Multicollinearity) ระหว่างตัวแปรความลาดชันและตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว ทำให้ต้องนำวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์มาใช้ โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์นี้จะส่งผลให้ค่าสหสัมพันธ์ของสมการถดถอยที่ได้มีค่าลดลง ความแตกต่างของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมนั้นมีความแตกต่างกันมาก ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการปรับแก้นั้นมีความผันแปรในกริดเล็กๆและกระจายทั่วลุ่มน้ำ การเกิดความแตกต่างนั้นจึงอาจเกิดได้จากเดิมการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำใช้ขนาดของกริดที่ 1 ตารางกิโลเมตรและการกำหนดขอบเขตของแต่ละชั้น (WSC boundaries) ลากด้วยมือ (Manual adjustment) ตามข้อตกลงที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในที่ประชุมเชิงปฏิบัติการ ในส่วนของข้อมูลเชิงพื้นที่จะทำการเหมารวมใน กริด 1 ตารางกิโลเมตร เมื่อเทียบกับการกำหนดโดยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษานี้ใช้ขนาดของ กริดที่ 400 ตารางเมตร ซึ่งมีขนาด 1 ใน 2500 ส่วนของการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิม จึงพบความแตกต่างของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิม

จากผลการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้นั้นพบว่าแตกต่างจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรี นอกจากเกิดจากขนาดของกริดแล้วยังอาจเป็นได้จากการหาค่าปัจจัยต่างๆในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ที่แตกต่างระหว่างการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามมติคณะรัฐมนตรีเดิมกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ยกตัวอย่างในส่วนของการหาค่าความลาดชันซึ่งเดิมใช้จำนวนเส้นชั้นความสูงในกริด 1x1 ตารางกิโลเมตรมาทำการหาค่าเป็นค่าความลาดชัน ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะใช้วิธีการคำนวณค่าความแตกต่างของความสูงของกริดรอบข้างและทำการหาค่าความลาดชันในหน่วยของเปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการพิจารณาในขนาดของกริดย่อยๆแล้วจะพบว่าค่าความลาดชันที่ได้จากวิธีการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรีแตกต่างจากค่าที่ได้จากโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เช่นเดียวกับวิธีการหาค่าความสูง

สิ่งที่พบได้อีกอย่างจากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในทุกสมการปรับแก้ และทุกลุ่มน้ำศึกษาคือ มีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแทรกหรือปะปนอยู่ในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่นๆ เช่น ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 แทรกอยู่ในชั้นที่ 1 หรือชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 แทรกอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 4 เป็นต้น ลักษณะที่เกิดนั้นเกิดทั้งลักษณะของกลุ่มพื้นที่ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ทำให้พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้ไม่ต่อเนื่องเป็นผืนเดียวกัน ซึ่งจะมีปัญหาอย่างมากในการนำไปใช้ในการจัดการและกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้กำหนดไว้โดยมติคณะรัฐมนตรี จึงควรมีการทำการปรับแก้โดยกระบวนการกรองข้อมูลเพื่อกำจัดพื้นที่ขนาดเล็กออก (Majority Filtering) ต่อไปก่อนนำไปใช้

ในการกรองข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นการกรองที่อาศัยเชิงเทคนิคคือ การหาในส่วนของขนาดของตัวกรองที่เหมาะสม และจำนวนครั้งในการกรองที่เหมาะสมและนำไปใช้งาน พบว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการกรองเชิงเทคนิคนี้จะมีบางส่วนที่ยังเป็นส่วนที่ไม่เหมาะสมในการนำแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากการศึกษาไปใช้งานจริง ดังนั้นการเพิ่มในส่วนของการกรองเชิงนโยบายจะทำให้ได้ผลการกรองที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้จริงมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างในส่วนของการกรองเชิงนโยบายนั้นเช่น การกำหนดขนาดของพื้นที่ที่สมควรในการกำจัดออก การกำหนดความสูงของพื้นที่ในการเปลี่ยนแปลงของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ยกตัวอย่างในพื้นที่ลุ่มน้ำของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพื้นที่ซึ่งมีความสูงมากกว่า 500 เมตรนั้นจะเปลี่ยนเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ทั้งหมด และการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัย หรือพื้นที่ในการกำหนดการใช้น้ำเป็นปัจจัยร่วม เป็นต้น

สมการที่ได้จากการปรับแก้สมการมาตรฐานในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำนั้น เมื่อทำการพิจารณาในแต่ละตัวแปรในสมการ (ตารางที่ 6) พบว่าสัมประสิทธิ์ตัวแรกของสมการซึ่งจะบ่งบอกได้ถึงค่าคะแนนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำพื้นฐาน ในสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นมีค่าคะแนนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำพื้นฐานที่มากกว่าสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก แสดงถึงจะมีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ค่อนข้างไปทางชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่มีค่ามาก (ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 – 5) มากกว่าสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก ในสมการของพื้นที่ภาคเหนือ และภาคใต้นั้น ตัวแปรความสูง (Elev) ของสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวมีอิทธิพลต่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมากกว่าสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออก ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้นั้น ตัวแปรความลาดชัน (Slope) ของสมการที่ตัดตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวออกมีอิทธิพลต่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่มากกว่าสมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว เนื่องจากการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์ซึ่งใช้ค่าสัมประสิทธิ์ ในการลดอิทธิพลของตัวแปรความลาดชัน และ

สัดส่วนพื้นที่ผิวที่มีต่อกัน ทำให้อิทธิพลต่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของตัวแปรความลาดชันนั้นลดลง ในส่วนของสัมประสิทธิ์ของตัวแปรลักษณะทางปฐพีและลักษณะทางธรณีก็มีความแตกต่างกันเนื่องจาก การวิเคราะห์การถดถอยด้วยจำนวนตัวแปรที่แตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาในส่วนตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวพบว่ามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำน้อยมาก เนื่องจากการเกิดปัญหาพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับตัวแปรความลาดชัน และการที่ช่วงของค่าคะแนนของสัดส่วนของพื้นที่ผิวที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 3 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าของลักษณะแผ่นดินเดิมที่มีค่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 21 นั้นพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมากของช่วงค่าคะแนน ทำให้ตัวแปรลักษณะแผ่นดินนั้นส่งผลต่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมากกว่า

ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวช่วยสะท้อนในเรื่องของความขรุขระของพื้นที่ได้เป็นอย่างดี เดิมในการที่ใช้ในส่วนของตัวแปรลักษณะแผ่นดินนั้น ทำการกำหนดค่าโดยการแปลตีความเส้นชั้นความสูงโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งยากแต่ความเข้าใจของผู้อื่น และความไม่แน่นอนของการแปลตีความซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ทำการตีความ โดยผู้ตีความที่แตกต่างกันอาจได้ผลการตีความจากเส้นชั้นความสูงที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นตัวแปรของสัดส่วนพื้นที่ผิวซึ่งทำการตีความค่าในเชิงปริมาณ เป็นตัวเลข ซึ่งง่ายต่อการเข้าใจ ผู้ตีความที่แตกต่างกันย่อมได้ค่าที่เหมือนกัน จึงเป็นตัวแปรที่น่าสนใจในการนำมาใช้บ่งบอกถึงลักษณะภูมิประเทศได้

ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้น เมื่อนำเข้าสู่สมการในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแล้วจะทำให้ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้มีในส่วนของความสามารถในการใช้ประโยชน์ของมนุษย์เข้าไปร่วมด้วย ทำให้ได้ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สะท้อนความเป็นจริงของพื้นที่ยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นมีข้อเสียคือ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 และ 2 ซึ่งมีพื้นที่ลดลงอย่างมาก เมื่อมองถึงปัญหาทางด้านการอนุรักษ์นั้นจะส่งผลกระทบอย่างมากเนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และ 2 สงวนไว้สำหรับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวยังไม่สามารถบ่งชี้ถึงพฤติกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินของคนในบางพื้นที่ได้ เช่นในพื้นที่ภาคเหนือซึ่งมีการอยู่อาศัยของชาวเขาเผ่าต่างๆ การใช้ประโยชน์ที่ดินของชาวเขาเหล่านั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความราบเรียบของพื้นที่ซึ่งตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวบ่งชี้ได้เพียงอย่างเดียว จะเห็นได้จากภูมิปัญญาในการใช้พื้นที่เขาของชาวเขาเหล่านั้นเช่น การทำนาขั้นบันได เป็นต้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษานี้เป็นการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาร่วมในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ โดยเพิ่มตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวซึ่งหาได้จากความสูงของกริดโดยรอบ เนื่องจากสมมติฐานว่าตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวจะสะท้อนลักษณะความขรุขระของภูมิประเทศที่ส่งผลต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ และสัดส่วนพื้นที่ผิวอาจสะท้อนถึงลักษณะแผ่นดินได้อีกด้วย และความคาดหวังระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะช่วยลดความยุ่งยากและระยะเวลาในการวิเคราะห์ รวมถึงการเพิ่มความละเอียดของการวิเคราะห์ โดยทำการสร้างสมการมาตรฐานในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจากข้อมูลในพื้นที่ลุ่มน้ำตัวแทนของแต่ละภาค คือ ลุ่มน้ำแม่ปิงตอนบนสำหรับภาคเหนือ ลุ่มน้ำลำสะพุงสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือและลุ่มน้ำคลองพระแสงสำหรับภาคใต้ โดยทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ และนำสมการที่ได้รับการปรับแก้ไปใช้ในพื้นที่ลุ่มน้ำตัวอย่าง คือ ลุ่มน้ำแม่แตง ลุ่มน้ำเชิญ และลุ่มน้ำคลองยัน ผลการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเข้าร่วมแล้วทำให้เกิดปัญหาพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรความลาดชันและตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิว จึงต้องนำการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์มาใช้ในการปรับแก้ ส่งผลต่อความสามารถในการประมาณตัวแปรตาม ของตัวแปรอิสระในสมการที่ประกอบด้วยสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นลดลง อีกทั้งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ก่อให้เกิดพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำขนาดเล็กกระจายในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่นก่อให้เกิดปัญหาในการนำผลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไปได้ จึงได้ทำการศึกษาในส่วนการกำจัดพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กๆดังกล่าวโดยการใช้วิธีการกรองข้อมูล

ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นมีความสัมพันธ์กับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามการจำแนกแบบเดิมน้อยเมื่อเทียบกับตัวแปรชนิดอื่น และการนำตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวมาใช้นั้นทำให้ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้คลาดเคลื่อนจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมมากกว่าการใช้สมการ 4 ตัวแปรคือ ความสูง ความลาดชัน ลักษณะทางปฐพี และลักษณะทางธรณี และเมื่อพิจารณาประกอบการใช้เวลาที่มากขึ้น ความยุ่งยากในการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้น รวมถึงปัญหาด้านการอนุรักษ์ที่อาจเกิดขึ้นเมื่อนำแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้จากสมการประกอบด้วยตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวเข้าร่วมแล้วนั้น พอสรุปได้ว่าตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำให้ตรงตามลักษณะการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. หากต้องการนำตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวมาใช้ร่วมกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ อาจต้องทำการแก้ปัญหาการลดลงของค่าสหสัมพันธ์ของสมการอันเนื่องมาจากการวิเคราะห์การถดถอยแบบริดจ์ จึงควรหาวิธีการแก้ไขปัญหาพหุสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแบบอื่นที่ไม่ส่งผลต่อการลดลงของค่าสหสัมพันธ์ของสมการ

2. การเพิ่มความละเอียดของข้อมูลทำให้ขนาดของกริดเล็กลง ส่งผลให้เมื่อทำการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแล้วนั้น ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้มีขนาดเล็กกระจายทั่วทั้งลุ่มน้ำ รวมถึงแทรกอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำอื่น ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่อไป จึงควรทำการกรองข้อมูลเพื่อให้ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมีความกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน

3. การศึกษาในครั้งนี้เป็นการทดลองนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ โดยใช้พื้นที่กริดขนาด 20x20 เมตร เนื่องจากให้ค่าความสูงที่ผิดพลาดน้อยที่สุด แต่พบว่ามีความแตกต่างจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิมตามมติคณะรัฐมนตรีมาก ดังนั้นในการศึกษาต่อไปควรมีการศึกษาในเรื่องของขนาดของกริดที่ส่งผลต่อความถูกต้องของการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำโดยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่อไป

4. ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวซึ่งนำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้นั้น ยังไม่สามารถบ่งชี้ถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินของคนในประเทศไทยได้มากเท่าที่ควร อีกทั้งอาจก่อให้เกิดปัญหาในด้านการอนุรักษ์ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาต่อถึงตัวแปรอื่นๆ ที่มีความเหมาะสมในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ซึ่งตัวแปรดังกล่าวอาจรวมถึงการบ่งชี้ในรูปของลักษณะแผ่นดินโดยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้าร่วมด้วย

5. ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นสามารถบ่งบอกได้ถึงความมากน้อยของความขรุขระของพื้นที่ได้ แต่ไม่สามารถที่จะบ่งบอกถึงรูปแบบหรือลักษณะของความขรุขระนั้นได้ ดังนั้นในการศึกษาต่อไปควรจะมีการเพิ่มเติมในส่วนของตัวแปรหรือค่าที่จะบ่งบอกได้ถึงลักษณะของความขรุขระของพื้นที่เข้าร่วมในสมการในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วย

6. การกรองข้อมูล (Filtering) ที่ทำในการศึกษาเป็นการกรองโดยการกำหนดเชิงเทคนิค โดยการใช้ขนาดของตัวกรองและจำนวนครั้งในการกรองที่ระดับต่างๆ ในการศึกษาต่อไปควรทำการศึกษาถึงการนำวิธีการกรองเชิงนโยบายมาใช้ในการศึกษาด้วย ยกตัวอย่างเช่น การกำหนดขอบเขตขนาดของพื้นที่กริดที่เหมาะสมที่จะถูกกำจัดออก หรือการที่กริดนั้นอยู่ในพื้นที่ความสูงมากกว่าที่กำหนดให้เปลี่ยนเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 เป็นต้น

7. ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นได้มีช่วงค่าคะแนนที่ 1 – 3 เมื่อเทียบกับตัวแปรลักษณะแผ่นดินเดิมพบว่ามีค่าที่แตกต่างกันมาก ดังนั้นในการนำตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวไปใช้งานนั้น อาจทำการแบ่งช่วงค่าคะแนน (Reclassify) ใหม่ โดยการกำหนดค่าคะแนนของแต่ละช่วงใหม่เพื่อให้ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นมีอิทธิพลในการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่มากขึ้น

8. ตัวแปรสัดส่วนพื้นที่ผิวนั้นเป็นตัวแปรที่น่าสนใจในการบ่งบอกถึงพื้นที่ที่แท้จริงได้มากกว่าการหาพื้นที่แบบระนาบ ซึ่งน่าสนใจอย่างมากในการที่จะนำตัวแปรที่บ่งบอกพื้นที่ที่แท้จริงไปใช้ในการวิเคราะห์ด้านอื่นๆ เช่นการวิเคราะห์น้ำท่า การวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับขนาดของพื้นที่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จุฑามาศ รักขนาม. 2528. **การประยุกต์ตัวแปรทางกายภาพเพื่อประเมินชั้นความสำคัญของพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ถาวร อ่อนประไพ. 2534. **การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วยระบบสารนิเทศทางภูมิศาสตร์ในลุ่มน้ำแม่ปิงตอนบน; ภาคเหนือของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ และโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. 2531. **เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศไทยเล่มที่ 1 และ 2**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มาริดา บุญมา. 2547. **แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่แบบซ้อนทับ เพื่อทำแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิรัชช พานิชวงศ์. 2546. **การวิเคราะห์การถดถอย.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , กรุงเทพฯ.

ศุภฤกษ์ กลั่นประเสริฐ. 2550. **การพัฒนาแบบจำลองเพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำวัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2550. **รายงานสรุปสำหรับผู้บริหารโครงการปรับปรุงการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและข้อเสนอแนะมาตรการการใช้ที่ดินในเขตลุ่มน้ำปิง – วัง ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2528,**

กระทรวงทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สรรค์ใจ กลิ่นดาว. 2542. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์:หลักการเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ.

สิริพร กมลธรรม. 2547. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เบื้องต้น**. สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2529. **รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทย ครั้งที่ 3. 14-16 กุมภาพันธ์ 2529**. โรงแรมแก่นอินทร์จังหวัดขอนแก่น, กรุงเทพฯ.

อภิชาติ ศุกระรัศมี. 2546. **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่านส่วนที่ 2 จังหวัดน่าน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 105 น.

Beasom, S. L. 1983. A Technique for Assessing Land Surface Ruggedness. **Journal of Wildlife Management.** 47: 1163–1166.

Berry. J. K. 2002. **Use Surface Area for Realistic Calculations**. Geoworld. 15(9): 20-21.

Collet. 1986. **GIS Management and Analysis**. UNEP/UNITAR and EPEL, Switzerland.

European Commission Centre for Earth Observation. 1999. **Mekong Watershed Classification Project**, Switzerland.

Hobson, R. D. 1972. **Surface Roughness in Topography: Quantitative Approach. Spatial Analysis in Geomorphology.** New York, USA.

Hodgson. M. E. 1995. **What Cell Size Does the Computed Slope/Aspect Angle Represent?** Photogrammetric Enginerring & Remote Sensing 61:513 - 517.

Jenness, J. 2000. **The Effects of Fire on Mexican Spotted Owls in Arizona and New Mexico**. Thesis, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA.

Jenness, J. 2004. **Calculating landscape surface area from digital elevation models**. Wildlife society bulletin, 32(3): 829-839.

Lam, N. S. N., and L. De Cola. 1993. **Fractals in Geography**. PTR Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

Lorimer, N. D., R. G. Haight and R. A. Leary. 1994. **The Fractal Forest: Fractal Geometry and Applications in Forest Science**. United States Department of Agriculture Forest Service. North Central Forest Experiment Station. General Technical Report; NG-170. St. Paul, Minnesota. USA.

Mandelbrot. B. B. 1983. **The Fractal Geometry of Nature**. W. ZH. Freeman. New York. New York. USA.

Polidori, L,. , J. Chorowicz., and R. Guiliande. 1991. **Description of Terrain as a Fractal Surface, and Application to Digital Elevation Model Quality Assessment**. Photogrammetric Enginerring & Remote Sensing, 57:1329 - 1332.

Wooldridge, D.D. 1984. **A Method for Watershed Classification in Thailand.** Paper present in the ASEAN-US watershed Project Removing Seminar on Watershed Management and Research, Kosa Hotel, Khonkaen.

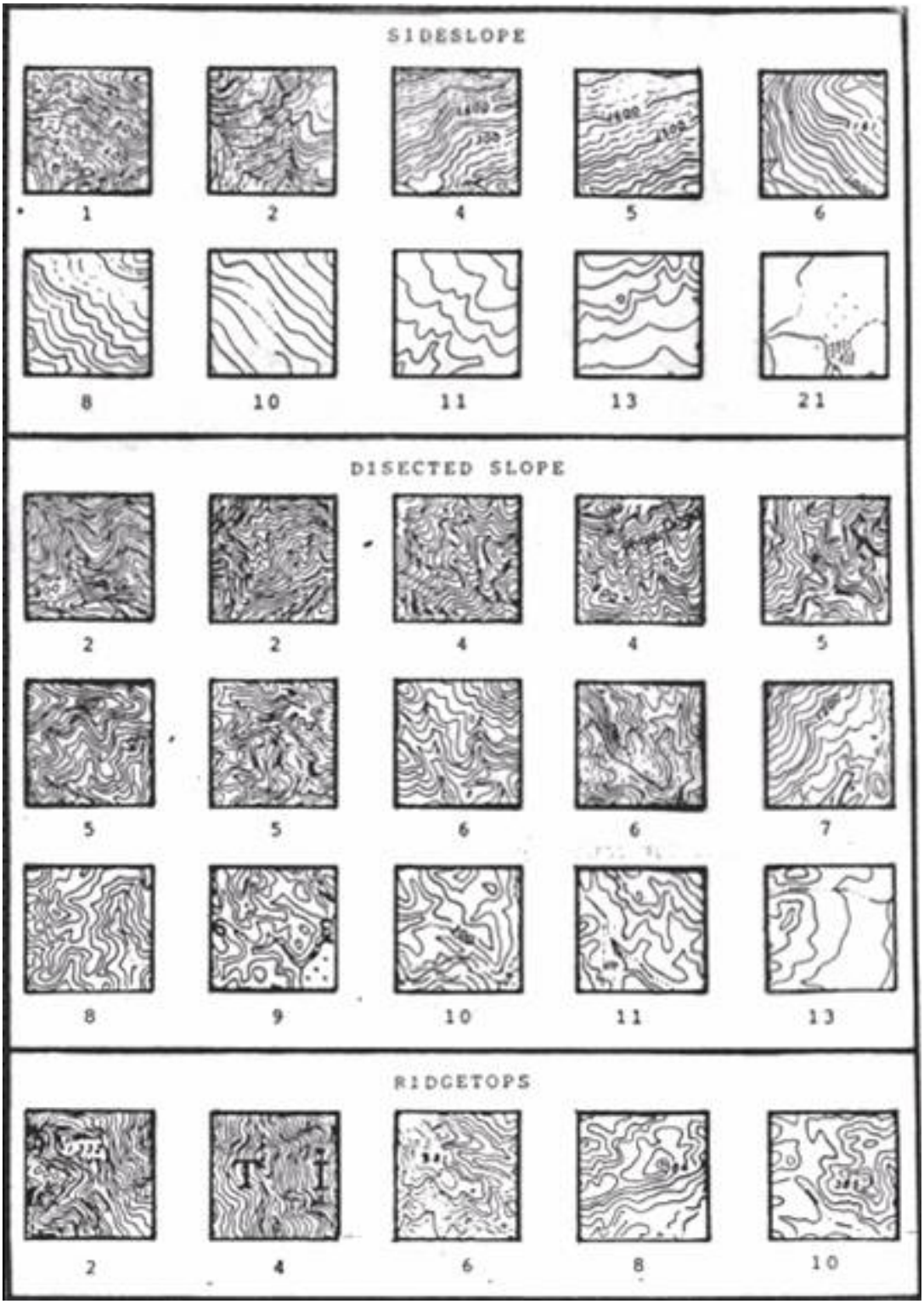
ภาคผนวก

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การหาค่าความลาดชันตามมติคณะรัฐมนตรีเดิม

จำนวนเส้นชั้นความสูง	เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน	จำนวนเส้นชั้นความสูง	เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน
1	1	26	50
2	2	27	52
3	4	28	54
4	6	29	56
5	8	30	58
6	10	31	60
7	12	32	62
8	14	33	64
9	16	34	68
10	18	35	70
11	20	36	72
12	22	37	74
13	24	38	76
14	26	39	78
15	28	40	80
16	30	41	82
17	32	42	84
18	34	43	86
19	36	44	88
20	38	45	90
21	40	46	92
22	42	47	94
23	44	48	96
24	46	49	98
25	48	50	100

ที่มา : เกษม จันทร์แก้ว (2539)



ภาพผนวกที่ 1 การประเมินค่าลักษณะแผ่นดิน ตามมติคณะรัฐมนตรีเดิม

ที่มา : เกษม (2539)

ตารางผนวกที่ 2 การประเมินค่าคะแนนลักษณะทางธรณี

ชนิดหิน	Dispersion Ratio	Geologic score
RECENT VOLCANIC	60	0.50
YOUNG VOLCANIC	56	0.76
ACID IGNEOUS	54	0.90
GRANITE & RHYOLITE	51	1.11
QUARTZ-DIORITE	56	0.76
GRANO-DIORITE	57	0.69
DIORITE	48	1.32
CENOZOIC NON-MARINED SEDIMENT	48	1.32
MIOCENE CONTINENTAL	50	1.18
CHIST & PHYLITE	46	1.46
METAMORPHICS	49	1.04
CENOZOIC MARINED SEDIMENT	44	1.60
MIOCENE MARINE	25	2.93
OLIGOCENE	28	2.72
EOCENE	23	3.10
QUATERNARY TERRACES	42	1.74
UPPER CRETACEOUS SEDIMENT	44	1.60
LOWER CRETACEOUS MARINE	14	5.00
BASALT AND GABRO	45	1.53
JURASSIC TRASSIC	31	2.51
CARBONIFEROUS VOLCANIC	44	1.60
PRE-CENOZOIC MARINE	47	1.39
CARBONIFEROUS	57	0.69
DEVONIAN	23	3.10
PERIODOLITE AND SERPENTINE	38	2.02
ANDESITE	44	1.60
EOCENE VOLCANIC	25	2.93

ที่มา : เกษม (2539)

ตารางผนวกที่ 3 การประเมินค่าลักษณะทางปฐพี

Mapping number	Soil name	S DEPT. CLASS	S FER. CLASS	S EROD. CLASS	WT. SCORE	WSC INDEX
1	SANDY QUARTZIPAMMENTS	5	1	4	3.3	1.65
2	LOAMY USTIFLUVENTS	5	2	2	3.0	1.08
3	CLAYEY TROPAQUEPTS	5	2	3	3.3	1.65
4	CLAYEY CALCIUSTOLLS	2	3	3	2.7	0.50
5	LOAMY TROPAQUALFS	5	2	2	3.0	1.08
6	CLAYEY TROPAQUALFS	5	2	3	3.3	1.65
7	LOAMY HAPLUSTALFS	5	2	2	3.0	1.08
8	CLAYEY HAPLUSTALFS	5	2	3	3.3	1.65
9	SKELETAL HAPLUSTALS	5	2	5	4.0	3.00
10	CLAYEY PALEAQUULTS	5	1	3	3.0	1.08
11	CLAYEY PALEAQUULTS/ CLAYEY TROPAQUALTS	5	1	3	3.0	1.08
12	LOAMY PALEUSTULTS	5	1	2	2.7	0.50
13	CLAYEY PALEUSTULTS	5	1	3	3.0	1.08
14	SKELETAL PALEUSTULTS	5	1	5	3.7	2.42
15	SKELETAL HAPLUSTULTS	2	1	5	2.7	0.50
16	CLAYEY PALEUSTULTS/ LOAMY PALEUSTULTS	5	1	2.5	2.7	0.50
17	SKELETAL PAUEUSTULTS/ SKELETAL HAPLUSTULTS	3.5	1	5	3.2	1.47
18	SLOPE COMPLEX :					
	- OXIC PALEUSTALPS (R.B.L.S.) (ELE. 630; Ols allu. derived from Metasedimentary rock)	5	3	3	3.7	2.42
	- OXIC PALEUSTALPS (R.B.L.S.) (Ele. 690; Old allu. derived from Sandstone, Quartzite, Phyllite)	5	2	3	3.3	1.65
	- ULTIC HAPLUSTALFS (R.Y.P.S) (ELE. 660; Foot slope of Granite Hill; collu. & Resi. of Granitic rock)	5	3	3	3.7	2.42

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Mapping number	Soil name	S DEPT. CLASS	S FER. CLASS	S EROD. CLASS	WT. SCORE	WSC INDEX
	- USTIC PALEHUMULTS (R.Y.P.S.) (Ele. 740; Valley-side slope of Mountainous Area; Collu. & Resi Granitic Rock)	5	2	2.5	3.2	1.47
	- TROPOHUMULTS (R.B.L.S.) (Doi Pui) (Ele. 1350; Hillslope of Gneissic Granite; Carboniferous Granite)	4	2	3	3.0	1.08
	- RHODODALFS (R.B.L.S.) (Ele. 1300; Hillside of Granodiorite; Suan Song Saen; Doi Pui)	4	2	3	3.0	1.08
	SINKHOLE AND LIMESTONE KNOLLS SHALE DERIVED (R.B.E. ; R.B.L.) - TROPUDALFS Ang Khnag - TROPUDALTS Area; Ele - TROPOHUMULTS 1400 – 1750	4	3	3	3.3	1.65
	SHALE & LIMESTONE DERIVED (R.Y.P. ; R.B.L.) - TROPUDULTS - PALEUDALFS	3	3	3	3.0	1.08
	SANDY – SHALE & LIMESTONE (R.Y.P.) - TROPUDULTS	2	2.5	4	2.8	0.69
	LOCAL GRAVELLY ALLUVIUM - TROPUDULTS	2	3	5	3.3	1.65

หมายเหตุ Depth: Fertility: Erodibility = 1: 1: 1

ที่มา : เกษม (2539)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายณัฐพล ชัยยวรรณาการ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 3 ตุลาคม 2523
สถานที่เกิด	สมุทรสาคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน