การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อทำแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ
Spatial Analysis for the Establishment of Watershed Class Map

นางสาวมาริดา บุญมา
รศ.ดร.ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์

ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัมนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Miss Marida Boonma
Assc.Prof. Dr. Charat Mongkolsawat

Center of Geoinformatics for the Development
Northeast Thailand, Khon Kaen University

Abstract

The existing watershed class map of Thailand was conducted using manual integration of spatial data with incompatible scale used. With the advent of technology, the integration of spatial data can be effectively performed using GIS. The test procedure is then undertaken with objectives of enhancing the integration method and of comparing with the existing map. The study area, upper Chi watershed, covers and area of about 9,500 square kilometers and is characterized by heterogeneity of landscape. The variables used in the establishment of the existing watershed class map include slope, elevation, landform, geology, soil and forest cover. To classify the watershed, the linear equation with defined coefficients for those variables was created. Similar equation was used for this study, but the integration of the variables was undertaken using GIS functionality. Each of the variables or theme layers with its associate attributes was digitally encoded in GIS database to create thematic layers. Overlay operation is then performed with the defined equation to produce a resultant polygonal layers. Application of the equation model to the resultant layers yield a watershed class map with 6 classes (1A, 1B, 2, 3, 4 and 5). The resultant classes were checked by the ground truth survey and were compared with the existing watershed class map. Significant differences in terms of mismatching and classes are found when using GIS methodology. Updated watershed class map was suggested by using the existing equation model with GIS methodology.

คำสำคัญ : Watershed class, GIS

บทคัดย่อ

แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของประเทศไทย ได้ดำเนินการจากการบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่หลายประเภทด้วยวิธี Manual ซึ่งแต่ละประเภทข้อมูลมีมาตราส่วนหลากหลาย จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน การบูรณาการข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะให้ประสิทธิภาพสูง ดังนั้นการทดสอบวิธีการด้วย GIS จึงดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงวิธีการบูรณาการและเปรียบเทียบผลกับวิธีการเดิม พื้นที่ศึกษา “ลุ่มน้ำชีตอนบน ลุ่มน้ำชีส่วนที่สอง และลุ่มน้ำชีส่วนที่สาม” ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 9,500 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีความหลากหลายของสภาพภูมิประเทศ ตัวแปรที่ใช้ในการทำแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของประเทศไทย ได้แก่ ความลาดชัน ความสูงของพื้นที่ ภูมิสัณฐาน ธรณีวิทยา ดิน และป่าไม้ ซึ่งมีสมการมาตรฐานและกำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ในแต่ละตัวแปรในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้สมการเช่นเดียวกัน แต่การบูรณาการของตัวแปรใช้ฟังก์ชั่น GIS แต่ละตัวแปร และข้อมูลลักษณะสัมพันธ์จะนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลใน GIS เพื่อสร้างชั้นข้อมูล หลังจากนั้นได้วิเคราะห์แบบซ้อนทับโดยประยุกต์แบบจำลองตามสมการที่กำหนดดังกล่าว และได้ผลมีชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 6 ชั้น (1A 1B 2 3 4 และ 5) ผลที่ได้รับแต่ละชั้นได้ตรวจสอบโดยการสำรวจภาคสนามและเปรียบเทียบกับแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดิม พบว่ามีความแตกต่างทั้งขอบเขต ตำแหน่งและชั้นการจำแนก เมื่อนำเอา GIS มาใช้วิธีการที่ใช้น่าจะให้ความถูกต้องมากกว่า และเสนอแนะให้มีการทำให้เป็นปัจจุบันแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วย GIS

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

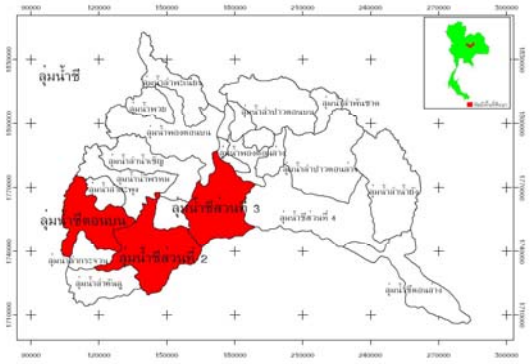
ตามที่คณะรัฐมนตรีได้มีมติเมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2525 ให้สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (ปัจจุบันคือสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม) ดำเนินโครงการศึกษาเพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทยซึ่งสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้มอบหมายให้มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับผิดชอบในการศึกษาวิจัยโครงการดังกล่าว (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534) และคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติจะนำแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเสนอต่อคณะรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาและกำหนดให้เป็นกฎเกณฑ์ที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำลำธารของแม่น้ำสำคัญของประเทศไทยต่อไป นอกจากนั้นแล้วยังใช้สำหรับวางแผนการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำให้มีปริมาณและคุณภาพที่เพียงพอเหมาะสมต่อการอุปโภค-บริโภค การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม การบรรเทาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง ตลอดจนวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในบริเวณต้นน้ำลำธารอีกด้วย (เกษม จันทร์แก้ว, นิพนธ์ ตั้งธรรม, 2529) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำประกอบด้วย 1) ความลาดชัน 2) ความสูงของพื้นที่ 3) ภูมิสัณฐาน 4) ลักษณะทางธรณีวิทยา 5) ชนิดดิน 6) ป่าไม้ (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529) มีการกำหนดน้ำหนักของตัวแปร และวิธีการจัดทำโดยอาศัยข้อมูลแผนที่ที่มีอยู่และแผนที่มีมาตราส่วนหลากหลาย คือการกำหนดคะแนนความลาดชัน ด้วยการนับจำนวนเส้นชั้นความสูงภายในกริด 1x1 กิโลเมตร ของแผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000 ส่วนตัวแปรอื่นใช้แผนที่มาตราส่วนเล็กกว่า ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำหนักของการวิเคราะห์จะเน้นอยู่ที่ความลาดชันของพื้นที่ เนื่องจากใช้มาตราส่วนขนาด 1:50,000 ส่วนตัวแปรอื่นแม้จะกำหนดน้ำหนักอย่างไรเข้าไปก็จะมีผลไม่มากนักเพราะมาตราส่วนที่เล็กทำให้มีรายละเอียดไม่เพียงพอ แม้กระนั้นก็นับว่าเป็นแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สามารถใช้เป็นมาตรการเพื่อการคุ้มครองลุ่มน้ำได้ดี อย่างไรก็ตามปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้พัฒนาและออกแบบให้สามารถบูรณาการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่ และกำหนดน้ำหนักของตัวแปร จัดชั้นข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ สามารถวิเคราะห์ประมวลผลให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องมากกกว่า ตลอดจนหากได้ใช้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน เช่น ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ จากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงมีมาตราส่วนที่ละเอียดขึ้น ส่วนสมการนั้นยังยึดสมการที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมอยู่ ก็น่าจะเป็นแนวทางการวิเคราะห์ที่มีรายละเอียดดีขึ้น แม้ว่าจะไม่สามารถไปปรับแก้แผนที่เดิมที่คณะรัฐมนตรีได้เคยมีมติให้ใช้

2. วัตถุประสงค์

พัฒนาเทคนิคในการบูรณาการตัวแปร เพื่อทำแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3. พื้นที่ศึกษา

ครอบคลุมลุ่มน้ำชีตอนบน ลุ่มน้ำชีส่วนที่ 2 และลุ่มน้ำชีส่วนที่ 3 (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงพื้นที่ศึกษา

4. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

4.1 การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (Watershed classification)

การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ คือการกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยประสานหลักของการวางแผนการใช้ที่ดินเข้ากับความสัมพันธ์ระหว่างกันของทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่รวมกับศักยภาพของพื้นที่ในด้านอุทกวิทยาที่สัมพันธ์ต่อการเป็นต้นน้ำลำธาร และรวมไปถึงลักษณะแนวโน้มของการก่อเกิดปัญหาและมลภาวะของสิ่งแวดล้อมที่อาจจะมีขึ้น หากมีการนำทรัพยากรนั้นๆ ไปใช้หรือมีการพัฒนาพื้นที่

การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเป็นหลักการจำแนกความสำคัญของพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำ อันจะนำไปสู่การกำหนดเขต แนวทางการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละเขตพื้นที่ให้เป็นไปตามหลักการอนุรักษ์และการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ และสะดวกในทางปฏิบัติ ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วลุ่มน้ำหนึ่งๆ จะมีลักษณะและศักยภาพของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันไปตามสภาพ

ความสูง ความลาดชัน ลักษณะภูมิสัณฐาน ลักษณะทางธรณีวิทยา และสภาวะอากาศ ดังนั้นการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจึงเป็นการกำหนดลักษณะและศักยภาพของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ปรากฏขอบเขตได้แน่ชัดตามลักษณะดังกล่าว หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการแบ่งเขตหรือกลุ่มของทรัพยากรตามลักษณะของกายภาพของพื้นที่และศักยภาพของทรัพยากรเอง เพื่อช่วยในการกำหนดการใช้ทรัพยากร ควบคุมมลภาวะ และเป็นแนวทางในการวางแผนการใช้ที่ดินอีกด้วย ฉะนั้นการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจึงเป็นวิถีทางหนึ่งในการป้องกันและแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรอันจะเป็นพื้นฐานในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้ถูกต้องปลอดภัยจากกระบวนการใช้นั้นอย่างได้ผลดี (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สำนักงานยูเสดประจำประเทศไทย, 2533)

4.2 ขั้นตอนในการดำเนินโครงการศึกษา เพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทย

4.2.1 การกำหนดหลักการการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาภูมิหลังของการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำพร้อมทั้งศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำรวมทั้งกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำเพื่อวิเคราะห์หาค่าคงที่ a b c d e และ f ตัวแปรซึ่งเลือกมานั้นได้จากการอ่านค่าในพื้นที่กริด 1x1 กิโลเมตร

4.2.2 การพัฒนาสมการมาตรฐาน เกษม จันทร์แก้ว (2539) กล่าวถึงการพัฒนาสมการมาตรฐานไว้ว่าเริ่มแรกได้พัฒนาสมการจากความรู้พื้นฐานทางสถิติในรูปสมการเส้นตรง แสดงดังสมการที่ 1

$$Y = a + bX_1 \qquad \text{สมการที่ 1}$$

เมื่อ X_1 คือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)
Y คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variable)
A b คือ ค่าคงที่ที่เป็น Intercepted Value และค่า Slope ของเส้นสมการตามลำดับ

สมการเส้นตรงนี้ต้องตั้งอยู่ในสมมุติฐานที่ว่า Y ต้องมีความสัมพันธ์กับ X ไม่ว่า X จะแปรเปลี่ยนเป็นเช่นใด Y จะได้รับผลตอบสนองนั้น กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ Y จะสัมพันธ์ตาม X เสมอ แต่การใช้ตัวแปรประเมินค่า Y ด้วย X เพียงตัวเดียวนั้น อาจเป็นสมการที่ไม่ถูกต้องนักสำหรับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ดังนั้นจึงพิจารณาว่าน่าจะใช้หลักการที่มีประสิทธิภาพขึ้น เพราะภายในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นมีทรัพยากรมากมายหลายชนิด จึงได้ปรับปรุงสมการใหม่ได้รูปแบบดังแสดงในสมการที่ 2

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + eX_4 + \ldots + X_n \qquad \text{สมการที่ 1}$$

เมื่อ $X_1\ X_2\ X_3 \ldots\ X_n$ คือตัวแปรอิสระ
Y คือตัวแปรตาม
a b c d e n คือค่าคงที่

จากที่ได้ศึกษาพบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำดังนี้คือ ความลาดชัน ความสูงของพื้นที่ ลักษณะภูมิสัณฐาน ชนิดดิน ลักษณะทางธรณีวิทยา และป่าไม้ จึงได้สร้างสมการสำหรับกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ จากตัวแปรดังกล่าวได้สมการที่ 3

$$WSC = a + bBSLOPE + cELEV + dLANDF + eGEOL + fSOIL$$

สมการที่ 3

เมื่อ WSC คือ ค่าตัวแปรตาม หรือชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ
SLOPE คือ ความลาดชัน
ELEV คือ ความสูงของพื้นที่
LANDF คือ ลักษณะของแผ่นดิน
GEOL คือ ลักษณะทางธรณีวิทยา
SOIL คือ ชนิดดิน
a b c d e และ f คือ ค่าคงที่

4.2.3 สมการมาตรฐานและกำหนดช่วงคะแนนการแบ่งชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ การสร้างสมการมาตรฐานทำโดยแทนค่าตัวแปร ซึ่งเลือกมาจากพื้นที่ตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทนของลุ่มน้ำ ลงในสมการสำหรับกำหนดชั้นคุณภาพ จากการแทนค่าที่ได้จากพื้นที่ศึกษาหลายๆ พื้นที่ลงในสมการแล้วนำมาสรุปเพื่อปรับปรุงสมการทำให้ได้สมการมาตรฐานสำหรับลุ่มน้ำต่างๆ สำหรับลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งครอบคลุมพื้นที่ศึกษา แสดงดังสมการที่ 4

$$Y(WSC) = 1.071 - 0.019(SLOPE) + 0.001(ELEV) + 0.190(LANDF) - 0.049(GEOL) - 0.013(SOIL) + (FOR)0.775$$

สมการที่ 4

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

การจำแนกชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วยการวิเคราะห์ Canonical correspondence และClustering techniques จำเป็นต้องใช้อย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะการใช้ที่มีขนาดมาตราส่วนหลากหลาย (Caratti et al, 2004) Kohler T., et al (2001) ได้ใช้วิธีการจำแนกชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (Watershed class: WSC) เช่นเดียวกับที่ใช้ในประเทศไทย เพื่อทำโครงการนำร่องจัดทำแผนที่คุณภาพลุ่มน้ำในประเทศสาธารณประชาธิปไตยประชาชนลาว และประเทศเวียดนาม ซึ่งได้มีการปรับปรุงจากสมการ WSC โดยใช้ข้อมูลตัวแปร 3 ตัว นำมาปรับเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรแสดงดังสมการที่ 5

$$WSC = 1.79-(0.035Slope)+(0.63Landform)+(0.002Elevation) \quad \text{สมการที่ 5}$$

ทั้งนี้ค่าของตัวแปรทั้งสามที่ถูกนำเข้าสู่ระบบ ได้จากผลของการสร้างแบบจำลอง Digital Terrain Model (DTM) ซึ่งสร้างจากข้อมูลเส้นชั้นความสูงของกรมแผนที่ทหารที่มีมาตราส่วน 1:50,000

Detenbeck N E., et al (2000) ได้ทดสอบระบบการจำแนกชั้นคุณภาพลุ่มน้ำสำหรับการประเมินความเสี่ยงในเชิงนิเวศวิทยาโดยใช้ Conceptual Model of Landscape เพื่อประเมินความต้านทานและความสามารถในการฟื้นตัวของระบบนิเวศ

Knie C., (1999) ได้ดำเนินโครงการจัดการลุ่มน้ำในพื้นที่สูงเขตร้อนของลุ่มน้ำโขงตอนล่าง โดยเน้นการวิเคราะห์ความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งมีแนวทางในการจัดการลุ่มน้ำด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่หลากหลาย ทั้งนี้ได้มีการรวบรวมระบบการจำแนกชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ทั้งส่วนที่จัดทำโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติของประเทศไทย และการจัดทำแผนที่ Geo-Ecological mapping โดย Maathuis B.H.P (1990) และ Weyerhaeuser (1994) ซึ่งมีพื้นที่ศึกษาในประเทศไทยเช่นกัน วิธีการดังกล่าวอาศัยการใช้ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ และลักษณะการประโยชน์ใช้ที่ดินเป็นหลัก แต่มีแนวทางในการศึกษาที่ต่างกัน เพื่อจัดทำการใช้ประโยชน์ที่ดิน และอนุรักษ์ดิน ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

5. ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแสดงไว้ดังภาพที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย

5.1ตรวจสอบเอกสาร เพื่อให้ทราบถึงหลักการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ถูกต้องตามทฤษฎี และทราบแนวทางการดำเนินการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ตามผลงานที่มีผู้ศึกษาไว้แล้ว

5.2 การกำหนดตัวแปร ตัวแปรที่กำหนดได้กำหนดสมการมาตรฐานตามที่กล่าวมาแล้วในขั้นต้น ซึ่งประกอบด้วยความลาดชัน ความสูงของพื้นที่ ภูมิสัณฐาน ธรณีวิทยา ชนิดดิน และป่าไม้

5.3 การสร้างฐานข้อมูล การสร้างฐานข้อมูลประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูล การนำเข้าข้อมูล และการสร้างฐานข้อมูล

5.3.1 การรวบรวมข้อมูล ข้อมูลในรูปแบบของแผนที่ ข้อมูลเชิงตัวเลข และข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ ได้ทำการจัดเก็บ และตรวจสอบความถูกต้องในเบื้องต้น เพื่อให้มีความสอดคล้องกันด้านพิกัดตำแหน่ง นอกจากนี้ยังได้เตรียมข้อมูลบางประเภทจากภาพถ่ายดาวเทียม

5.3.2 การนำเข้าข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ได้แก่ ข้อมูลแผนที่ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลเชิงเลข ซึ่งมีรายละเอียด ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชั้นข้อมูล แหล่งข้อมูล และมาตราส่วนนำเข้า

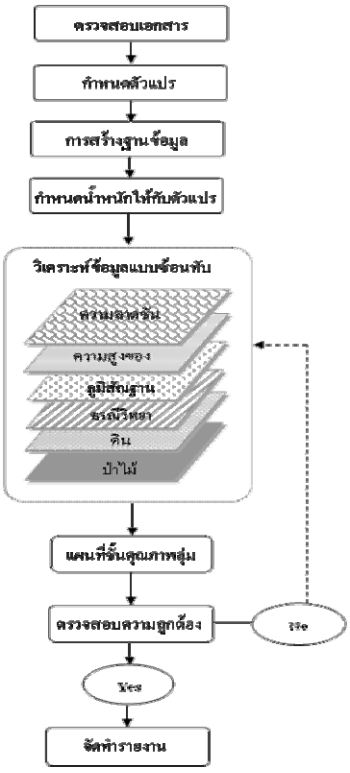
ชั้นข้อมูล	ข้อมูลที่ใช้	มาตราส่วนนำเข้า	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
ความลาดชัน	ใช้เส้นระดับความสูงสร้างโมเดลความสูงเชิงพื้นที่ด้วยวิธี TIN(DEM – Topographic map)	1:50,000	กรมแผนที่ทหาร
ความสูงของพื้นที่	ใช้เส้นระดับความสูงสร้างโมเดลความสูงเชิงพื้นที่ด้วยวิธี TIN(DEM – Topographic map)	1:50,000	
ป่าไม้	แผนที่ป่าไม้(วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM บันทุกเมื่อปี 2543)	1:50,000	ศูนย์คอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ภูมิสัณฐาน	แผนที่ภูมิสัณฐาน(วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM บันทึกเมื่อปี 2543)	1:50,000	
ธรณีวิทยา	หน่วยหิน (แผนที่ธรณีวิทยา)	1:250,000	กรมทรัพยากรธรณี
ชนิดดิน	แผนที่ดินเชิงตัวเลข แผนที่ดิน	1:50,000	กรมพัฒนาที่ดิน

5.3.3 **สร้างฐานข้อมูล ข้อมูลที่นำเข้าใช้พิกัด UTM** ในการสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ และมีระบบการจำแนกที่เป็นมาตรฐานของหน่วยงาน พร้อมกับเชื่อมโยงข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ ตามรายการจำแนก

5.4 กำหนดน้ำหนักให้กับตัวแปร น้ำหนักที่กำหนดให้กับตัวแปรอ้างอิงตาม เกษม จันทร์แก้ว (2539) ตามที่กล่าวแล้วในเบื้องต้น ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะได้ชั้นข้อมูลที่มีน้ำหนักตามกำหนด

5.5 วิเคราะห์ข้อมูลแบบซ้อนทับ จากชั้นข้อมูลที่กำหนดน้ำหนักใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Arcview เพื่อวิเคราะห์แบบซ้อนทับ และกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1 ถึง 5 จากสมการผลบวกเชิงเส้น ตามผลลัพธ์ของพื้นที่ที่ซ้อนทับกันสามารถกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามช่วงคะแนนตามที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น

5.6ตรวจสอบความถูกต้อง ในการตรวจสอบความถูกต้องได้ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องตามตำแหน่ง โดยแสดงผลเปรียบเทียบกับแผนที่ต้นฉบับ และแผนที่ภูมิประเทศ ข้อมูลผลลัพธ์ได้ทำการสำรวจภาคสนามเพื่อตรวจสอบชั้นคุณภาพลุ่มน้ำตามตัวแปรที่กำหนดตลอดจนการตรวจสอบคุณภาพของฐานข้อมูลอื่นๆ



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

5.7 จัดเตรียมต้นฉบับรายงานการวิจัย รายงานผลการดำเนินการ โดยแสดงผลข้อมูลและเตรียมต้นฉบับตามผลการวิเคราะห์

6. ผลการศึกษาและอภิปราย

6.1 การปรับปรุงตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบ

ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ได้แก่ ความลาดชัน ความสูง ภูมิสัณฐาน ธรณีวิทยา ชนิดของดินและป่าไม้ ได้แสดงในภาพที่ 3 พบว่าตัวแปรที่ได้รับ มีรายละเอียดที่ชัดเจน เป็นปัจจุบัน มีความต่อเนื่องและมีพิกัดตำแหน่งอ้างอิงตามระบบ UTM ตามกรมแผนที่ทหาร ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของการปรับปรุงตัวแปร

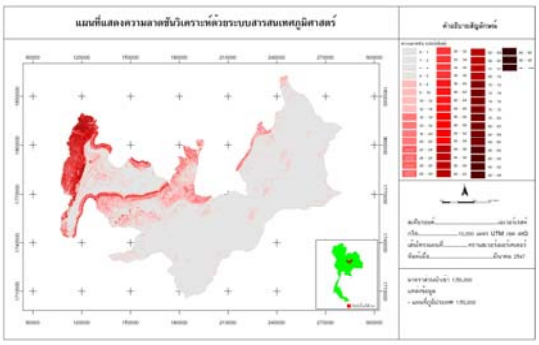
ตัวแปร	ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์
ความลาดชัน	**มาตราส่วนนำเข้า** 1:50,000 **เทคนิควิเคราะห์** วิเคราะห์การกระจายตัวของความลาดชัน ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นมิติที่ 3 ของข้อมูลเชิงพื้นที่ ความลาดชันที่ได้จากการวิเคราะห์จะมีอยู่เพียงบางจุดบนพื้นที่ศึกษา จึงได้ทำการกระจายค่าความลาดชันให้ทั่วพื้นที่ ด้วยการประมาณค่าเชิงพื้นที่ การประมาณค่าเชิงพื้นที่ดังกล่าวทำให้ค่าความลาดชันมีการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่องค่อยเป็นค่อยไป และมีความสัมพันธ์กันเชิงพื้นที่ ค่าความลาดชันของจุดที่ไม่ทราบค่าจะถูกประมาณค่าจากจุดใกล้เคียง
ความสูงของพื้นที่	**มาตราส่วนนำเข้า** 1:50,000 **เทคนิควิเคราะห์** วิเคราะห์การกระจายตัวของความสูงของพื้นที่ ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นมิติที่ 3 ของข้อมูลเชิงพื้นที่ ความสูงที่ได้จากการวิเคราะห์จะมีอยู่เพียงบางจุดบนพื้นที่ศึกษา จึงได้ทำการกระจายค่าความสูงให้ทั่วพื้นที่ ด้วยการประมาณค่าเชิงพื้นที่ การประมาณค่าเชิงพื้นที่ดังกล่าวทำให้ค่าความสูงมีการเปลี่ยนแปลงแบบต่อเนื่อง ค่อยเป็นค่อยไป และมีความสัมพันธ์กันเชิงพื้นที่ ค่าความลาดชันของจุดที่ไม่ทราบค่าจะถูกประมาณค่าจากจุดใกล้เคียง
ภูมิสัณฐาน	**มาตราส่วนนำเข้า** 1:50,000 **เทคนิควิเคราะห์** ข้อมูลภูมิสัณฐาน ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat TM ร่วมกับข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000 ตามระบบจำแนก (Scholten JJ et al, 1973)
ธรณีวิทยา	**มาตราส่วนนำเข้า** 1:250,000 **เทคนิควิเคราะห์** ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ อ่านจากแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 ซึ่งเป็นมาตราส่วนที่ละเอียดที่สุดเท่าที่จะหาได้ในปัจจุบัน จัดทำโดยกรมทรัพยากรธรณี มีขอบเขตของหน่วยแผนที่ตามขอบเขตจริงในภูมิประเทศ
ชนิดดิน	**มาตราส่วนนำเข้า** 1:50,000 **เทคนิควิเคราะห์** ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ อ่านจากแผนที่กลุ่มชุดดินในระดับมาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน
ป่าไม้	**มาตราส่วนนำเข้า** 1:50,000 **เทคนิควิเคราะห์** ข้อมูลที่นำมาใช้แปลจากภาพถ่ายดาวดาวเทียม Landsat TM (543) ร่วมกับข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000 มีระบบการจำแนกที่มีมาตรฐาน

ผลลัพธ์ของชั้นข้อมูลที่สร้างใหม่เป็นผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ประกอบด้วยชั้นข้อมูล เชื่อมโยงกับข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ที่มีระบบการจำแนกที่เป็นมาตรฐานที่หน่วยงานหลักใช้

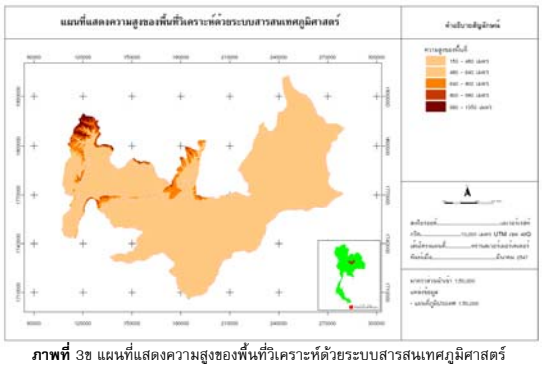
6.2 การเปรียบเทียบแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

จากภาพที่ 4 แสดงแผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ประกาศใช้กับแผนที่ที่วิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์พบว่า แผนที่ที่วิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีรายละเอียดที่เป็นปัจจุบันมากกว่า ไม่ว่าจะเป็นขอบเขตแหล่งน้ำ หมู่บ้าน และรายละเอียดอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบพื้นที่ระหว่างแผนที่เดิมกับแผนที่ที่วิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์พบว่า

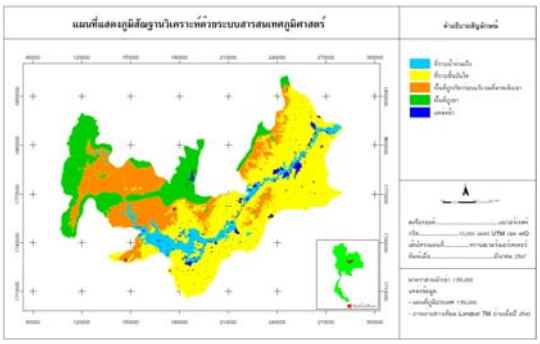
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A มีเนื้อที่ประมาณร้อยละ 11 ใกล้เคียงกัน ส่วนชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 2 ส่วนที่วิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะมีเนื้อที่แตกต่างจากแผนที่เดิมเป็นอย่างมาก ในขณะเดียวกันชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 5 จะมีเนื้อที่เกินกว่าร้อยละ 50 หรือมากกว่าชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่วิเคราะห์ด้วย GIS ซึ่งมีเนื้อที่เพียงร้อยละ 7.2 เท่านั้น (แสดงค่าดังตารางที่ 3)



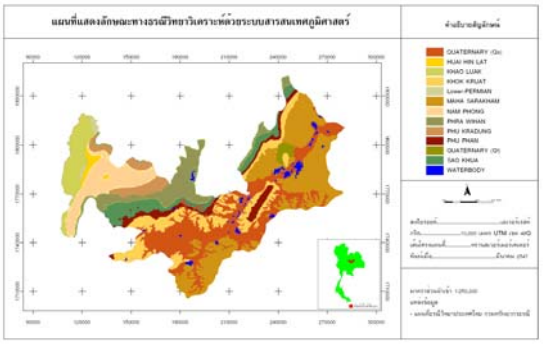
ภาพที่ 3ก แผนที่แสดงความลาดชันวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



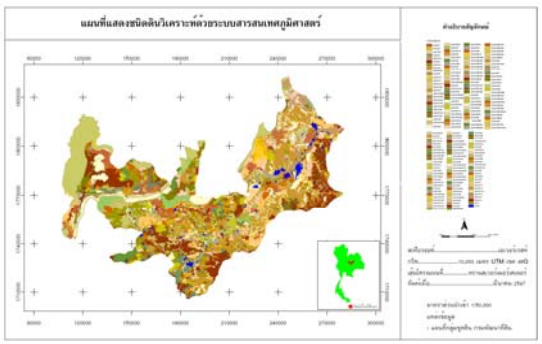
ภาพที่ 3ข แผนที่แสดงความสูงของพื้นที่วิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



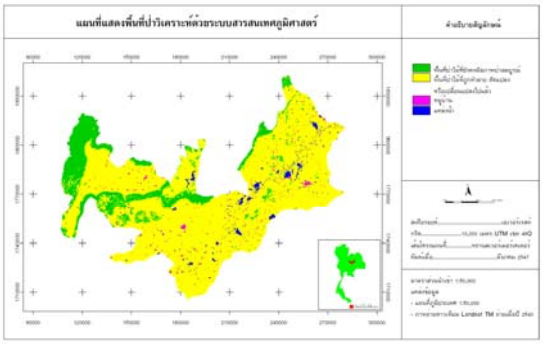
ภาพที่ 3ค แผนที่แสดงภูมิสัณฐานวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ภาพที่ 3ง แผนที่แสดงลักษณะทางธรณีวิทยาวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศ

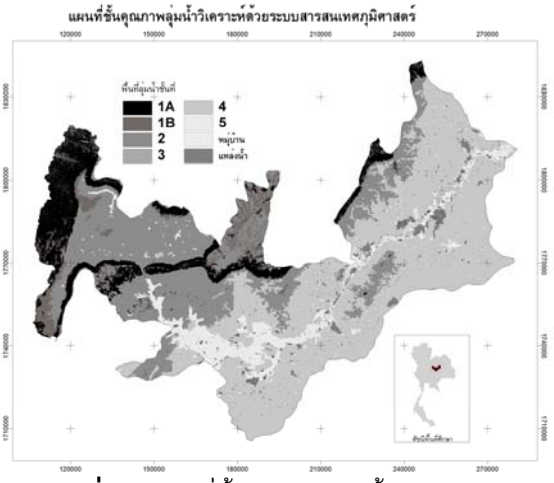


ภาพที่ 3จ แผนที่แสดงชนิดดินวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

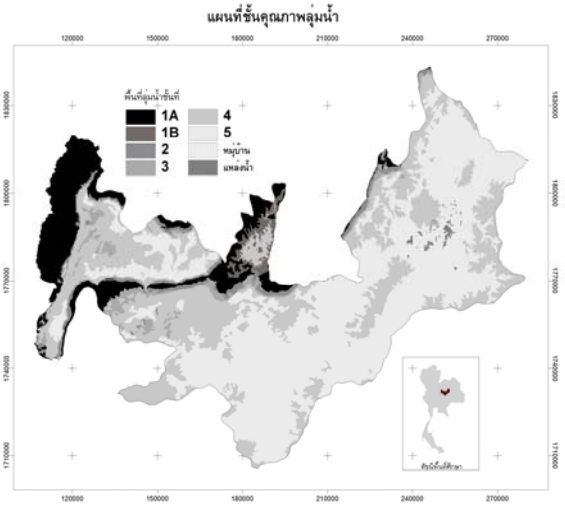


ภาพที่ 3ฉ แผนที่แสดงพื้นที่ป่าวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ภาพที่ 3 แสดงตัวแปรที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ภาพที่ 4ก แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ภาพที่ 4ข แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

ตารางที่ 3 แสดงพื้นที่ของชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม		ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1A	1,075.01	11.27	1,087.88	11.41
1B	129.81	1.36	538.05	5.64
2	247.81	2.60	2712.81	28.45
3	303.34	3.18	0.00084	0.0000084
4	2,873.67	30.13	4,242.22	44.49
5	4,877.60	51.15	688.22	7.22
แหล่งน้ำ	28.90	0.31	101.38	1.06
หมู่บ้าน	-	-	165.58	1.73
รวม	**9,536.14**	**100**	**9,536.14**	**100**

7. สรุปผลการศึกษา

การปรับปรุงตัวแปรที่ให้รายละเอียดเพิ่มขึ้นและเป็นปัจจุบัน ทั้งมีระบบจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศเพื่อใช้ในการปรับปรุงในอนาคต และสามารถจำลองพื้นที่ได้ตามเงื่อนไขอื่นที่อาจมีความจำเป็นในอนาคต ซึ่งจะส่งผลต่อการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการอนุรักษ์ทรัพยากรที่มีความอ่อนไหวต่อสิ่งแวดล้อม การใช้พื้นที่เพื่อการพัฒนาตามศักยภาพ และสภาพเศรษฐกิจสังคม นโยบาย และเอื้ออำนวยการพัฒนาสู่ความยั่งยืน

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจะมีการสังคายนาให้มีระบบข้อมูลขอบเขตชั้นข้อมูลลุ่มน้ำที่ได้จากการบูรณาการด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และนำเสนอเพื่อปรับปรุงเพื่อให้เป็นกฎหมายบังคับใช้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว, นิพนธ์ ตั้งธรรม. (2529). **แนวทางการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมูล-ซี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย.** การประชุมเชิงปฏิบัติการการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมูล-ซี; 14-16 กุมภาพันธ์ 2529; โรงแรมแก่นอินทร์จังหวัดขอนแก่น.กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกษม จันทร์แก้ว. (2539). **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ สำนักงานยูเสตประจำประเทศไทย. **การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา; 2533.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2529). **รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่สำคัญของประเทศไทย ครั้งที่ 3**. 14-16 กุมภาพันธ์ 2529 ; โรงแรมแก่นอินทร์จังหวัดขอนแก่น. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน. (2534). **มติคณะรัฐมนตรีที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ลุ่มน้ำมูลและซี)**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา

Caratti, J. F., et al. (2004). Watershed classification using canonical correspondence analysis and clustering techniques: A Cuationary note. **Journal of the American water resources association (JAWRA)**, 40(5), 1257- 1268.

Detenbeck, N E., et al. (2000). A test of watershed classification systems for ecological risk assessment, **Journal of Environmental toxicology and Chemistry**, 19, 1174-1181.

Knie, C. and Moller Kirsten. (1999). **Watershed classification with GIS as and instrument of conflict management in tropical highlands of the lower mekong basin.** Retrieved June 1, 2006, from http://www.mekonginfo.org/mrc_en/doclib.nsf/0/87FE88C624F03E6B47 2568CD00

Kohler, T. and Breu, T..(2001). **GIS based watershed classification in the lower mekong basin.** Retrieved June 1, 2006, from www.unige.ch/iued/wsis/doc/224en.pdf

Maathuis B.H.P. (1990). **Geo-ecological mapping project**. University of Chiangmai.

Scholten JJ. et SIRIPHANT C., 1973 Soils and Land Formsof Thailand.Land Development.SSR-97,32 p.

Weyerhaeuser. (1994). **Revised land capability classification for watershed in Northern Thailand**. M.Sc Thesis Cranfield university