ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำ
ผู้เขียน	นางสาวปิ่นเพชร สกุลส่องบุญศิริ
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) ปฐพีศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อ. ดร. เมธี เอกะสิงห์	ประธานกรรมการ
ผศ. ดร. ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์	กรรมการ

บทคัดย่อ

ลุ่มน้ำเป็นหน่วยพื้นที่ที่นิยมนำมาใช้ในการวางแผนด้านการเกษตรและจัดการทรัพยากรธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการจัดพื้นที่เป็นลุ่มน้ำและเครือข่ายลุ่มน้ำต้องการวิธีการแบ่งขอบเขตพื้นที่ออกเป็นลุ่มน้ำในขนาดที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน วิธีการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำและตั้งชื่อรหัสของแต่ละลุ่มน้ำจะต้องเป็นที่น่าเชื่อถือ ทำซ้ำได้ และมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีลุ่มน้ำจำนวนมหาศาลในหลายลำดับชั้นที่ได้รับการกำหนดขอบเขตและจะต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นในระยะเวลาจำกัด

การศึกษานี้ได้ใช้ระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) ในการพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ (Geodatabase) เครือข่ายลุ่มน้ำ โดยใช้พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขานซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำหลักปิงเป็นกรณีศึกษา บริเวณดังกล่าวมีอาณาเขตครอบคลุม 5 อำเภอของจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ อำเภอสะเมิง หางดง แม่วาง สันป่าตอง และกิ่งอำเภอดอยหล่อ

การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำเริ่มโดยการออกแบบสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศด้วยผัง Unified Modeling Language (UML) จากนั้นจึงสร้างชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ขอบเขตลุ่มน้ำและข้อมูลอุทกวิทยาแบบอัตโนมัติในระบบภูมิสารสนเทศจากข้อมูลระดับความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) ร่วมกับชั้นข้อมูลเส้นทางน้ำและแหล่งน้ำอ้างอิงในมาตราส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1:50,000 ทั้งนี้อาศัยการจำแนกลุ่มน้ำตามวิธีการของ Pfafstetter ในการจัดทำขอบเขตและจำแนกอันดับชั้นลุ่มน้ำเพื่อกำหนดรหัสลุ่มน้ำอย่างเป็นระบบ ระบบดังกล่าวสามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างลุ่มน้ำด้วยหมายเลขตั้งแต่ 0 ถึง 9 โดยมีลักษณะจำเพาะตามอุทกวิทยาของลำน้ำ ขอบเขตลุ่มน้ำที่จำลองได้มีลักษณะเป็นลำดับชั้นที่มีความชัดเจนเมื่อจัดทำเป็นโครงสร้างในฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ได้ออกแบบให้เชื่อมโยงขอบเขตลุ่มน้ำทั้งในระดับเดียวกันและต่างระดับเข้าด้วยกันด้วยชุดความสัมพันธ์ ผลการจำลองขอบเขตลุ่มน้ำย่อยตามระบบ Pfafstetter ในลุ่มน้ำสาขาแม่ขาน พบว่าสามารถทำให้เกิดลุ่มน้ำได้ 6 ระดับ ทั้งนี้ไม่นับรวมระดับลุ่มน้ำสาขาแม่ขาน (ระดับที่ 2) และลุ่มน้ำหลักปิง (ระดับที่ 1) หน่วยลุ่มน้ำที่เล็กที่สุดเริ่มต้นที่ค่าสะสมน้ำที่จุดรวมน้ำมากกว่า 500 กริดเซลล์ แต่ละกริดเซลล์มีขนาด 30 เมตร×30 เมตร ลุ่มน้ำที่ได้จากการจำลองดังกล่าวสามารถอ้างอิงถึงกันได้จากการกำหนดรหัสด้วยการนำหมายเลข 0 ถึง 9 มาเรียงต่อกันตามระดับชั้น ผลดังกล่าวทำให้เกิดชื่อเฉพาะสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อยที่เป็นข้อสนเทศสำหรับการอธิบายบทบาทและตำแหน่งลุ่มน้ำในเชิงเปรียบเทียบ ลุ่มน้ำที่ได้จากการจำลองโดยไม่อ้างอิงระบบ Pfafstetter จะไม่ปรากฏรายละเอียดดังกล่าว ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้ขีดความสามารถในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และการวิเคราะห์ระบบเครือข่ายใน ArcGIS ทำให้สามารถผลิตซ้ำได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนั้นยังพบว่าการจำลองขอบเขตลุ่มน้ำและข้อมูลอุทกวิทยาแบบอัตโนมัติด้วย DEM นั้น ทำให้มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามลักษณะและขอบเขตของปัญหา จึงอำนวยความสะดวกในการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำและจำแนกอันดับชั้นด้วยระบบ Pfafstetter ที่ต้องการข้อมูลโครงข่ายลำน้ำและจุดรวมน้ำพื้นฐานที่มีความถูกต้องสูง

ในการศึกษานี้ยังได้จัดทำข้อมูลคุณสมบัติของลุ่มน้ำย่อยจากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับชั้นข้อมูล DEM การใช้ประโยชน์ที่ดิน หมู่บ้าน และระบบชลประทาน นอกจากนี้ยังได้จัดทำฐานข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำจากชั้นข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำที่จำลองได้จากระบบ Pfafstetter พร้อมทั้งทำการเชื่อมโยงชั้นข้อมูลแหล่งน้ำอ้างอิงและฝายเข้ากับข้อมูลเครือข่ายทางน้ำโดยใช้ความความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุเชิงพื้นที่ ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์สถานการณ์ลุ่มน้ำทั้งในเรื่องโอกาสขัดแย้งด้านการใช้น้ำเพื่อการเกษตรหรือการวิเคราะห์หาลุ่มน้ำที่เป็นบ่อเกิดตะกอน

ชุดข้อมูลต่างๆ ที่สร้างขึ้นได้รับการจัดเก็บในโครงสร้างของฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ได้ออกแบบไว้แล้ว พร้อมได้จัดทำคำอธิบายรายละเอียด (metadata) ของชุดข้อมูล ผลจากการพัฒนาวิธีการสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำสามารถนำไปใช้สนับสนุนงานจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยต่อไปได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำดำเนินการในพื้นที่ศึกษาสองแห่งคือบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ซึ่งตั้งอยู่ในเขตตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม และตำบลแม่วิน อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ และบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย ตำบลแม่แรม อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งนี้ได้ใช้สถานภาพความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมเป็นเงื่อนไขในการระบุลำดับความสำคัญ โดยพิจารณาจากหลักเกณฑ์สามประการได้แก่ ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน การชะล้างพังทลายของดิน และปริมาณตะกอนในลำน้ำ

ภาวะพื้นที่ถูกรบกวนประเมินได้จากสัดส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำที่ถูกแผ้วถางเพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆ และความหนาแน่นของถนน การชะล้างพังทลายของดินประเมินจากสมการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation) ส่วนการประเมินการเคลื่อนย้ายตะกอนดินสู่ลำน้ำใช้อัตราการสูญเสียดินและสัมประสิทธิ์การเคลื่อนย้ายตะกอน (Sediment delivery ratio) ของลุ่มน้ำ

ผลการจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยทั้งสองศูนย์พัฒนาโครงการหลวง พบว่าลุ่มน้ำย่อยในบริเวณดังกล่าวมีระดับความสำคัญแตกต่างกันไปตามหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน หากการประเมินด้วยภาวะพื้นที่ถูกรบกวน ผลลัพธ์ของการประเมินจะเหมาะกับการใช้เป็นแนวทางในการระบุลุ่มน้ำที่สมควรได้รับการพัฒนาเมื่อใช้นโยบายที่เน้นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติบนพื้นที่สูง ในขณะที่ผลลัพธ์จากการประเมินโดยใช้หลักเกณฑ์การชะล้างพังทลายดินจะเหมาะกับการพัฒนาที่สูงที่เน้นการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืนบนที่สูง สำหรับหลักเกณฑ์ที่ใช้ปริมาณตะกอนในลำน้ำนั้นจะเหมาะกับการพัฒนาลุ่มน้ำเพื่อลดความเสี่ยงในการก่อให้เกิดการเคลื่อนย้ายตะกอนไปทับถมในบริเวณพื้นที่อื่น หรือทำให้เกิดผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำที่จะถูกนำไปใช้ในการเกษตรและอุปโภคบริโภคของชุมชนที่อยู่ทางตอนล่างของลุ่มน้ำ

สำหรับผลการจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยโดยสรุปรวมหลักเกณฑ์ทั้งสามประการภายในบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ พบว่าลุ่มน้ำย่อย MHS6 เป็นลุ่มน้ำที่สำคัญที่สุด โดยมีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน 0.632 และความหนาแน่นของถนน 0.004 เมตร/ตารางเมตร อัตราการสูญเสียดิน 16.46 ตัน/ไร่/ปี และปริมาณตะกอนในลำน้ำ 3674.54 ตัน/ปี ส่วนผลการจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำโดยสรุปรวมหลักเกณฑ์ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย พบว่าลุ่มน้ำย่อย NHS9 มีความสำคัญสูงสุด โดยมีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน 0.816 และความหนาแน่นของถนน 0.003 เมตร/ตารางเมตร อัตราการสูญเสียดิน 51.37 ตัน/ไร่/ปี และปริมาณตะกอนในลำน้ำ 5532.51 ตัน/ไร่/ปี ผลการจัดลำดับความสำคัญโดยสรุปรวมดังกล่าว นอกจากจะเป็นข้อมูลสนับสนุนการจัดการลุ่มน้ำภายใต้ข้อจำกัดของงบประมาณแล้ว ยังระบุได้ถึงสาเหตุหลักของความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นโดยพิจารณาจากลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำย่อยเป้าหมายที่ประเมินได้และค่าปัจจัยที่ส่งผลต่อดัชนีที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำย่อยเหล่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Development of a Geodatabase for Watershed Prioritization

Author Miss Pinpetch Sakulsongbunsiri

Degree Master of Science (Agriculture) Soil Science

Thesis Advisory Committee

Lect. Dr. Methi Ekasingh	Chairperson
Asst. Prof. Dr. Chanchai Sangchoyswat	Member

ABSTRACT

A watershed is a basic operational unit commonly used for agricultural planning and natural resource management. In order to organize the target areas into a watershed network, the areas must be delineated into watersheds of suitable size. The method for delineation and systematically assigning code names for those watersheds has to be reliable, repeatable and effective in order to cope with numerous watersheds of different orders and hierarchical levels.

In this study, a Geographic Information System (GIS) is used to build a geodatabase for watersheds and drainage network in Mae Khan, a sub-watershed of Ping watershed. The study area covers five districts of Samoeng, Hang Dong, Mae Wang, San Pa Tong and Doi Lor in Chiang Mai. The geodatabase schema was initially designed as class diagrams using Unified Modeling Language (UML) and converted to a schema of geodatabase in ArcGIS. The study area was automatically delineated into watersheds in GIS using digital elevation model (DEM) and streams at the scale of 1:50,000. Pfafstetter's method for assigning numeric coding schemes for watersheds of different orders and hierarchies was used. In this system, the numeric code between 0 to 9 was assigned to name the watersheds of the same hierarchical level according to their positions and hydrographical characteristics. The code names and characteristics of the watersheds were then stored in the geodatabase for further use in watershed prioritization. The

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

areas in Mae Khan sub-watershed were classified into 6 hierarchical levels apart from level 2 (Mae Khan sub-watershed) and level 1 (Ping watershed). The smallest catchment in the study area derived from this method was 500 grid cells, the size of each grid cell was 30×30 meter. Each catchment was numerically coded using the number from 0 to 9 inherited from the catchments of higher hierarchical level. Therefore, the catchments are uniquely labeled, easily traced and clearly classified by the Pfafstetter's method. Since the processes were entirely accomplished using spatial analyses in GIS, the results are reproducible and flexible for different sizes of catchments and purposes.

Once watersheds had been delineated and labeled, other attributes of the watersheds derived from the spatial analyses were added to the geodatabase. These attributes were land use types, villages, and source of irrigation. The drainage network was then built and other related objects such as water bodies and weirs were linked to the network through related tables and key fields. All features and tables in the geodatabase were described with metadata.

Two areas were selected for watershed prioritization study. Mae Hae Royal Project Development Center (RPDC) locates between Mae Wang and Mae Chaem districts, and Nong Hoi RPDC in Mae Rim district, both sites are in Chiang Mai province. Three criteria were used for prioritizing the watersheds, degree of disturbance, on-site erosion, and off-site sediment load. Degree of disturbance was assessed by proportion of disturbed areas and the road density. The on-site erosion was estimated by the Universal Soil Loss Equation (USLE) while the off-site sediment load was estimated from soil loss and sediment delivery ratio. The results of watershed prioritization indicate that the ranks of catchments were not consistent among the three criteria. The high-ranking catchments according to degree of disturbance deserve priority for development when policy makers put emphasis on natural resources conservation. If land policy favors sustainable agriculture, the catchments that have high priority would be the ones with high ranks using soil erosion as a criterion. However, if the off-site effects are the concern among the communities downstream, the catchments with high ranks using off-site erosion should deserve attention for future development programs.

Among the catchments in Mae Hae RPDC, MHS6 catchment has highest overall ranking due to its disturbance ratio of 0.632, road density of 0.004 m/m^2, soil loss rate of 16.46 ton/rai/yr,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

and sediment load of 3674.54 ton/yr. In Nong Hoi RPDC, NHS9 catchment with disturbance ratio of 0.816, road density of 0.003 m/m^2, soil loss rate of 51.37 ton/rai/yr, and sediment load of 5532.51 ton/yr has highest overall priority for development. Information on watershed prioritization is not only helpful for supporting watershed management under the limited budget but also reveals the main causes of watershed degradation through the analysis of factors that contribute to the overall score used in watershed prioritization.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved