

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประยุกต์ระบบการรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
เพื่อประเมินปริมาณการกร่อนของดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด จังหวัดอุดรธานี

**Application of Remote Sensing and Geographic Information System for
Soil Erosion Assessment in Huay Nam Rit Watershed, Uttaradit Province**

รัชฎาพรรณ ผลเกิด
วีระภาส คุณรัตนสิริ
อภิชาติ ภัทรธรรม

Radchadapan Pholkerd
Weeraphart Khunrattanasiri
Apichart Pattaratuma

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
E-mail: antann25@gmail.com

รับต้นฉบับ 30 มกราคม 2555

รับลงพิมพ์ 28 กุมภาพันธ์ 2555

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the distribution and map the geomorphology and land use effects on soil erosion in the Huay Nam Rit watershed, Uttaradit province. The study integrated Landsat-5 TM imagery to analyze land use with a supervised classification maximum likelihood model, based on indices identified from training areas, with a Universal Soil Loss Equation (USLE) model for estimating onsite erosion by Geographic Information System (GIS). The study was performed on a grid size of 30×30 m producing a 1655.820×1655.820 m or 274.170 km² system.

The results of study indicated that land use in the Huay Nam Rit watershed can be divided into 10 land use types namely, hill evergreen forest, mixed generation deciduous forest, mixed deciduous forest, natural regeneration forest, banana orchard, paddy field, teak forest plantation, abandoned field crop, community, and water source. The evaluation of soil erosion in the watershed indicted that the rate of total soil erosion was slight (0.998 t/ha/year). However, most of the watershed area was covered with mixed deciduous forest which can produce covered soil erosion at an extremely severe rate (75.656 t/ha/year; 27.595 %), as this type has sparse forest where the soil is easily detached and transported by rainfall and runoff. However, the community land use type had soil erosion that was rated as slight (0.004 t/ha/year) due to its more gentle slopes, with the majority being on a plain.

Keywords: Remote Sensing System, Geographic Information System, Soil Erosion

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 TM ในการติดตามการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด จังหวัดอุดรดิตถ์ ด้วยวิธี Supervised classification แบบ Maximum likelihood และกำหนดพื้นที่ตัวแทน (Training area) และเพื่อประเมินค่าปริมาณการกร่อนของดิน โดยใช้แบบจำลองสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation: USLE) ทั้งนี้ได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความคงทนต่อการกร่อนของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และความสูงของภูมิประเทศ ร่วมกับข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) และในการศึกษานี้ต้องการให้แสดงถึง ขนาดช่องกริด 30×30 เมตร ซึ่งมีขนาดพื้นที่ขนาด 1655.820×1655.820 เมตร หรือ 274.17 ตารางกิโลเมตร

ผลการศึกษา พบว่า การใช้ประโยชน์ของที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด แบ่งได้ 10 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณรุ่ม ป่าเบญจพรรณ ป่าพื้นที่ตามธรรมชาติ สวนกล้วย นาข้าว สวนป่าสัก ไร่ร้าง แหล่งชุมชน และแหล่งน้ำ ส่วนปริมาณการกร่อนของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำมีการกร่อนโดยรวมอยู่ในระดับน้อย เท่ากับ 0.998 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี โดยพื้นที่ป่าเบญจพรรณมีการกร่อนของดินรุนแรงที่สุด เท่ากับ 75.656 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี หรือร้อยละ 27.595 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพเป็นป่าโปร่ง ซึ่งง่ายต่อการได้รับอิทธิพลจากน้ำฝนมาก และส่วนพื้นที่แหล่งชุมชน มีอัตราการกร่อนของดินอยู่ในระดับน้อย เท่ากับ 0.004 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีความลาดชันต่ำ เป็นพื้นที่ราบเป็นส่วนใหญ่

คำสำคัญ: ระบบการรับรู้ระยะไกล ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การกร่อนของดิน

คำนำ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการกร่อนของดินมีอยู่หลายประการด้วยกัน เช่น ปัจจัยเกี่ยวกับลมสภาพอากาศ ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ ปัจจัยเกี่ยวกับพืชพรรณ ปัจจัยเกี่ยวกับดิน และปัจจัยอันเกิดจากมนุษย์ (นิพนธ์, 2527) แต่ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ คือ ภาวะวิกฤตของป่าไม้ในเมืองไทยที่ถูกทำลายลงไปอย่างมากที่ส่งผลให้เกิดความรุนแรงด้านการกร่อนของดิน และยังส่งผลให้เกิดการสูญเสียทั้งเศรษฐกิจ ชีวิต และทรัพย์สิน จึงเป็นสาเหตุให้หน่วยงานราชการและเอกชนให้ความสนใจและเริ่มที่จะอนุรักษ์ป่ามากขึ้น การศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับการกร่อนของดินนั้น จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลนำเข้าที่ซับซ้อนและจำนวนหลายชนิดข้อมูล และระบบการรับรู้ระยะไกล (remote sensing, RS) เป็นระบบหนึ่งที่จะช่วยให้การดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการกร่อนของดินเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และ

เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เช่น นำมาใช้ในการตรวจสอบสภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลกทางกายภาพซึ่งบางพื้นที่ยากต่อการเข้าถึง และระบบรับรู้ระยะไกลนี้ยังมีความรวดเร็วในการติดตามและการแปลผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน อีกทั้งยังสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปประมวลผล เพื่อประเมินการกร่อนของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) โดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย

พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด ตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าน่าน่านฝั่งขวา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าน่าน่านฝั่งขวา และเขตอุทยานแห่งชาติล่าน่าน่าน มีเนื้อที่ทั้งหมด 274.170 ตารางกิโลเมตร อยู่ในตำบลน้ำหมัน อำเภอกำแพง จังหวัดอุดรดิตถ์ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นภูเขาสูงชัน และเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนที่พื้นที่ราบระหว่างหุบเขาบ้างเพียงเล็กน้อย

และทรัพยากรป่าไม้ ขึ้นอยู่กับระดับความสูงของพื้นที่ สภาพป่าโดยทั่วไปจะมีสภาพป่าธรรมชาติที่คงอยู่ ประมาณร้อยละ 50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2550) เนื่องจากเหตุการณ์ภัยพิบัติ น้ำท่วมและดินถล่ม ระหว่างวันที่ 20 - 23 พฤษภาคม พ.ศ. 2549 ทำให้เกิดความเสียหายอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ มีผู้เสียชีวิตเป็นจำนวนมาก โดยสาเหตุหลักเกิดจากปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่มากเกินไป และประกอบกับสภาพที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริดนั้นถูกเปลี่ยนแปลงไปใช้ในกิจกรรมเพื่อการเกษตรกรรม จากเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงได้กำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด เป็นพื้นที่เป้าหมายในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat - 5 TM ในการติดตามสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตลอดจนประเมินค่าปริมาณการกร่อนของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล ร่วมกับข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด จังหวัดอุตรดิตถ์

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้แบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล RS และ GIS และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง 2) การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการตรวจสอบความถูกต้อง 3) การวิเคราะห์ค่าปัจจัยเกิดการกร่อนของดินโดยใช้แบบจำลองสมการสูญเสียดินสากล 4) การประเมินการกร่อนของดินโดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมีวิธีขั้นตอนดัง Figure 1

การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่มีความจำเป็นและเกี่ยวข้องในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน

ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด ประกอบด้วยชั้นข้อมูลด้านกายภาพและข้อมูลเศรษฐกิจสังคม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี จากกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:2,500,000 จากกรมธรณีวิทยา ที่ตั้งชุมชน ลำน้ำ เส้นทางคมนาคม และขอบเขตการปกครอง จากกรมพัฒนาที่ดิน เส้นชั้นความสูง ความลาดชัน และแผนที่สภาพภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมแผนที่ทหาร ข้อมูลหน่วยจัดการต้นน้ำและแนวขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พ.ศ. 2553 และใช้ข้อมูลจากการแปลภาพดาวเทียม Landsat - 5 TM ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) วันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2554 ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยทุกชั้นข้อมูลในระบบพิกัดแบบ UTM และระบบอ้างอิงแบบ WGS84

การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการตรวจสอบความถูกต้อง

การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการนำภาพถ่ายดาวเทียม Landsat - 5 TM มาจำแนกสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยวิธี Supervised classification แบบ Maximum likelihood กำหนดพื้นที่ตัวแทน (training area) ออกเป็น 10 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณรุ่ม ป่าเบญจพรรณ ป่าพื้นที่ตามธรรมชาติ สวนกล้วย นาข้าว สวนป่าสัก ไร่ร้าง แหล่งชุมชน และแหล่งน้ำ และได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลภาพ (Accuracy assessment) ให้มีค่าความถูกต้อง (กาญจน์เขจร, 2541) เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของการจำแนกข้อมูล โดยภาพรวมทั้งพื้นที่ศึกษาขึ้นประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูล ดังสมการที่ 1 พร้อมทั้งการออกสำรวจภาคสนามด้วย

$$\text{ร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ} = \frac{\text{จำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด} - \text{จำนวนจุดที่ทำการแปลภาพผิด}}{\text{จำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด}} \times 100 \quad (1)$$

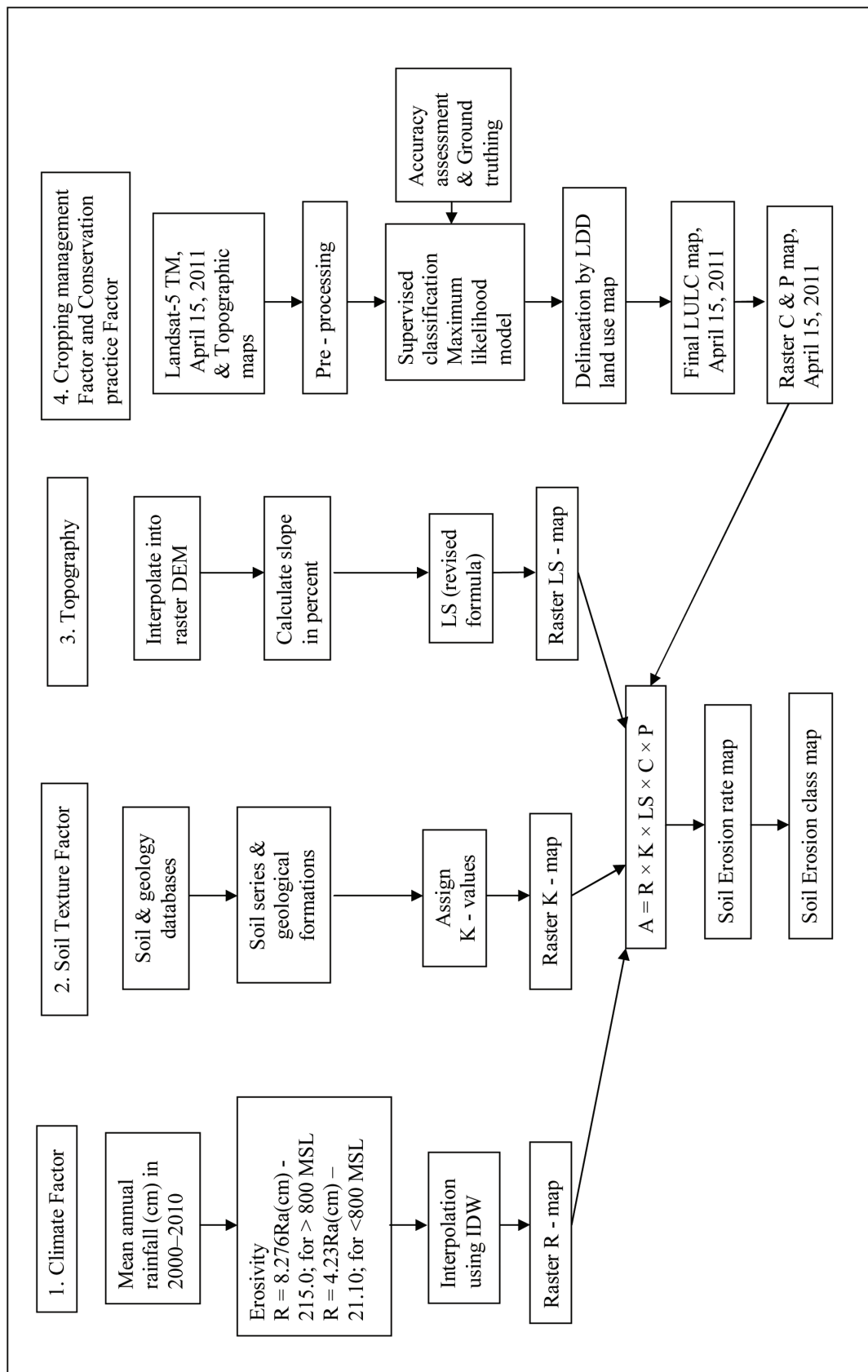


Figure 1 Method of analysis of soil erosion assessment in Huay Nam Rit Watershed.

การวิเคราะห์ค่าปัจจัยเกิดการกร่อนของดิน โดยใช้แบบจำลองสมการสูญเสียดินสากล

การวิเคราะห์ค่าปัจจัยเกิดการชะล้างพังของดิน
โดยใช้แบบจำลองสมการสูญเสียดินสากล (USLE)
ของ Wischmeier and Smith (1978) ดังสมการที่ 2

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (2)$$

โดยที่ A = ปริมาณดินที่สูญเสียน้ำฝนที่คำนวณได้ต่อ
หน่วยพื้นที่ (ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี)

R = ปัจจัยของฝนต่อการกร่อนของดินใน
ปีที่มีระดับฝนตกปกติ (ตัน - เซนติเมตรต่อเฮกตาร์ -
ชั่วโมง) โดยการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีที่ได้
จากจังหวัดอุดรดิตถ์ และจังหวัดน่าน ของกรมอุตุนิยม
วิทยา และกรมชลประทาน ย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่
พ.ศ. 2543 - 2553 (Table 1) โดยนำข้อมูลดังกล่าว
มาคำนวณหาปัจจัยของฝนต่อการกร่อนของดินในปีที่มี

ระดับฝนตกปกติ ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยปริมาณ
น้ำฝนเฉลี่ยรายปีจากแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนเท่า (Rainfall
isohyets) มาแทนค่าในสมการที่ 3 และ 4 (วัฒนชัย,
2538; สุภรัตน์, 2527)

กรณีพื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 800 เมตร
ขึ้นไป

$$R = 8.276 R_a \text{ (cm)} - 215.0 \quad (3)$$

กรณีพื้นที่อยู่ต่ำกว่า 800 เมตรจากระดับน้ำทะเล

$$R = 4.23 R_a \text{ (cm)} - 21.10 \quad (4)$$

เมื่อ R = ปัจจัยของฝนต่อการกร่อนของดิน (ตัน -
เซนติเมตรต่อเฮกตาร์ - ชั่วโมง)

R_a = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี
(เซนติเมตร)

Table 1 Mean annual rainfall and derived rain erosivity values (R).

No.	Station	Code	Mean annual rainfall (cm)	Rain erosivity: R (t-cm/ha-hr)
1	Uttaradit*	351201	139.416	522.000
2	Nan*	331201	130.095	517.000
3	Nan Agromet	331301	128.355	507.000
4	Sirikitdam	70151	129.230	512.000
5	Tha Wang Pha*	331401	150.229	524.000

Remark: * = Thai Meteorological Department and Royal Irrigation Department (1999 – 2010)

K = ปัจจัยความยากง่ายในการเกิดการพัง
ทลายของดิน (soil erodibility factor) ซึ่งขึ้นอยู่กับ
ลักษณะของเนื้อดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่
ในดิน โดยทำการปรับปรุงมาจากตารางการคำนวณ

ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกกร่อนของดินของกรม
พัฒนาที่ดิน (2545) มาเทียบกับหน่วยธรรมชาติวิทยาของ
กรมธรณีวิทยา ได้ผลลัพธ์ตาม Table 2 และ Table 3

Table 2 Soil erodibility (K) values based on soil series and geological formations in Uttaradit province.

Group	Soil series	Texture	Erodibility (K)
5	Hang Dong	Silt clay loam	0.180
6	Chiang Rai	Clay loam/Silt clay loam	0.270
15	Mae Sai	Silt loam/Silt clay loam	0.270
16	Lampang	Silt clay loam	0.340
29	Ban Chong	Clay loam	0.240
33	That Phanom	Silt clay loam	0.490
46	Chiang Khan	Loam/Clay loam(g)	0.240
47	Muak Lek	Loam/Silt loam	0.330
48	Tha Yang	Sandy loam/Clay loam	0.270
56	Lat Ya	Sandy loam	0.270
59	Alluvial Complex, poorly drained	Loam	0.350
62	Slope Complex	n.a.	(See Table 3)

Source: Land Development Department (2002)

Table 3 Soil erodibility factor (K) based on major rock types of each of the geological formations in Huay Nam Rit Watershed, Uttaradit province.

Symbol	Formation	K	Major rocks
Qa	Quaternary	0.190	Alluvial deposit, gravel, sand, silt and clay
Qt	Quaternary	0.270	Terrace deposit gravel sand, silt, clay and laterite
TRgr	Granite	0.210	Igneous
PTrv	Agglomerate	0.150	Igneous
Ptru	Ultrabasic	0.150	Igneous
C	Wung Sapung	0.270	Sedimentary and metamorphous
Png1	Nong Pong	0.150	Sedimentary and metamorphous
SD	Na Mo	0.210	Sedimentary and metamorphous
Trwc	Khao Phaeng	0.240	Sedimentary and metamorphous
Trpd	Pha Dua	0.270	Sedimentary and metamorphous
Png2	Pha Nok Khao	0.150	Sedimentary and metamorphous

Source: Land Development Department (2002)

L = ปัจจัยความยาวของความลาดชันของพื้นที่ (slope length factor)

S = ปัจจัยความลาดชัน (slope gradient factor)

ซึ่งในปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (topographic factor, LS) Wischmeier and Smith (1978) จะใช้ความยาวของความลาดชัน (λ) และเปอร์เซ็นต์ของความลาดชัน (s) ที่คำนวณได้จากแผนที่มาวิเคราะห์ตามสมการที่ 5

$$LS = (\lambda/22.13)^m (0.065 + 0.045s + 0.0654s^2) \quad (5)$$

เมื่อ λ = ความยาวของความลาดชัน (เมตร)
 s = เปอร์เซ็นต์ของความลาดชัน (เปอร์เซ็นต์)
 m = ค่ายกกำลังที่เปลี่ยนแปลงไปตามมุมของความลาดชัน

เมื่อ $m = 0.7$ เมื่อความลาดชันมากกว่า 21 เปอร์เซ็นต์
 $m = 0.5$ เมื่อความลาดชันระหว่าง 5.1 - 21 เปอร์เซ็นต์

$m = 0.4$ เมื่อความลาดชันระหว่าง 3.1 - 5.0 เปอร์เซ็นต์

$m = 0.3$ เมื่อความลาดชันระหว่าง 2.1 - 3.0 เปอร์เซ็นต์

$m = 0.2$ เมื่อความลาดชันมากกว่า 0 - 1 เปอร์เซ็นต์

C = ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (cropping management factor) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากใน USLE เพราะเป็นปัจจัยที่แสดงถึงผลลัพธ์ของการกร่อนของดิน โดยได้ทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จากภาพถ่ายเทียม Landsat - 5 TM ด้วยวิธี Supervised classification และบางพื้นที่ไม่สามารถจำแนกประเภทได้ต้องใช้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินเข้ามาช่วย จากนั้น

ทำการกำหนดค่า C - factor ของประเภทของพืชพรรณปกคลุมชนิดต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากกรมพัฒนาที่ดิน (2545) ดัง Table 4

P = ปัจจัยการจัดการพื้นที่ (conservation practice factor) คือ อัตราส่วนของปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองที่มีการใช้วิธีการอนุรักษ์ประเภทใดประเภทหนึ่ง กับปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองที่ไถพรวนดินขึ้นลงตามความลาดชัน (Renard *et al.*, 1997) โดยที่ในประเทศไทยค่า P -factor ไม่ได้กำหนดแน่ชัด ยกเว้น พื้นที่เกษตรกรรม (นาข้าว) ที่มีการกำหนดค่า P เท่ากับ 0.100 พื้นที่ส่วนอื่นที่ไม่มีระบบการอนุรักษ์ จึงมีค่า P เท่ากับ 1.000 สามารถแยกค่า P ได้ 10 ประเภท โดยทำการเทียบจากข้อมูลกรมพัฒนาที่ดิน (2545) ดัง Table 4

Table 4 Cropping management (C) and conservation practice (P) in Huay Nam Rit Watershed.

Land cover class	C Value	P Value
Hill evergreen forest	0.011	1.000
Mixed deciduous forest	0.025	1.000
Mixed deciduous generation forest	0.025	1.000
Natural regeneration forest	0.025	1.000
Teak forest plantation	0.075	1.000
Banana orchard	0.150	1.000
Paddy field	0.280	0.100
Abandoned field crop	0.275	1.000
Community	0.450	0.000
Water source	0.001	0.000

Source: Land Development Department (2002)

การวิเคราะห์การกร่อนของดินโดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในการวิเคราะห์การกร่อนของดิน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น ดำเนินการโดยการปรับค่าพิกัดพื้นหลักฐานอ้างอิง (datum) ให้เป็นระบบเดียวกัน คือ WGS84 สำหรับข้อมูลพิกัดภูมิที่หน่วยงานต่างๆ ได้ทำมาก่อนแล้ว และนำเข้าข้อมูลอื่นๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน เข้าสู่ระบบ GIS จากนั้นทุกชั้นข้อมูล (layer) จะทำการแปลงให้เป็นข้อมูลเชิงภาพ (raster format) ขนาดกริด 30×30 ตารางเมตร แล้วทำการซ้อนทับข้อมูลกัน (overlay technique) จะได้

ค่า A โดยมีหน่วยเป็น ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ได้คำนวณค่าการกร่อนดินเป็นกริด ดังนั้นจึงต้องทำการหาค่าการกร่อนดินโดยรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำ ดังสมการที่ 6

$$AA = \frac{\sum A}{G} \times W_s \quad (6)$$

เมื่อ AA = การกร่อนดินโดยรวมของกลุ่มน้ำ (ต้นต่อปี)
 $\sum A$ = ผลบวกของการกร่อนดินทุกกริด (ต้นต่อเฮกตาร์ต่อปี)

W_s = พื้นที่ลุ่มน้ำ (เฮกตาร์)

G = จำนวนกริดทั้งหมดในลุ่มน้ำ

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษา การประยุกต์ใช้ระบบการรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อคาดการณ์ปริมาณการกร่อนของดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด จังหวัดอุดรดิตถ์ ดังนี้

การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้วยวิธี Supervised classification แบบ Maximum likelihood กำหนดพื้นที่ที่ตัวแทนสามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 10 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณรุ่ม ป่าเบญจพรรณ ป่าพื้นที่ตามธรรมชาติ สวนกล้วย นาข้าว สวนป่าสัก ไร่ร้าง แหล่งชุมชน และแหล่งน้ำ พบว่า พื้นที่ป่ามีพื้นที่ เท่ากับ

236.438 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 86.238 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ จำแนกได้เป็น ป่าเบญจพรรณ ป่าเบญจพรรณรุ่ม ป่าพื้นที่ตามธรรมชาติ ป่าดิบเขา และสวนป่าสัก มีพื้นที่ เท่ากับ 104.700, 70.028, 25.247, 19.810 และ 16.653 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 38.188, 25.542, 9.209, 7.225 และ 6.074 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด มีป่าเบญจพรรณครอบคลุมมากที่สุด พื้นที่ทำการเกษตรกรรม เช่น สวนกล้วย และนาข้าว มีพื้นที่ 16.375 และ 1.758 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 5.973 และ 0.641 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลำดับ ส่วนใหญ่พื้นที่ดังกล่าวจะพบในพื้นที่ตามเชิงเขา และพื้นที่ราบลุ่ม และส่วนไร่ร้าง แหล่งชุมชน และแหล่งน้ำ มีพื้นที่ 19.463, 0.095 และ 0.041 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 7.099, 0.035 และ 0.015 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลำดับ (Table 5)

Table 5 Land use type in Huay Nam Rit Watershed.

Land use	Area (km ²)	Percent
Hill evergreen forest	19.810	7.225
Mixed deciduous generation forest	70.028	25.542
Natural regeneration forest	25.247	9.209
Mixed deciduous forest	104.700	38.188
Teak forest plantation	16.653	6.074
Banana orchard	16.375	5.973
Paddy field	1.758	0.641
Abandoned field	19.463	7.099
Community	0.095	0.035
Water source	0.041	0.015

การประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูล

ผลการการประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูลประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat - 5 TM โดยใช้จุดตรวจสอบ

ทั้งสิ้น 30 จุด พบว่ามีจุดตรวจสอบ 20 จุดที่พื้นที่จริง และพื้นที่ที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat - 5 TM ตรงกัน และไม่ตรงกันทั้งหมด 6 จุด และมีร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ เท่ากับ 70 เปอร์เซนต์ ดังสมการ

$$\text{ร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ} = \frac{\text{จำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด} - \text{จำนวนจุดที่ทำการแปลภาพผิด}}{\text{จำนวนจุดตรวจสอบทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ} = \frac{20 - 6}{20} \times 100 = 70 \text{ เปอร์เซนต์}$$

การกร่อนของดิน โดยแยกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การกร่อนของดิน โดยแยกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า ป่าเบญจพรรณ มีการกร่อนของดินมากที่สุด เท่ากับ 75.656 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพเป็นป่าโปร่ง ซึ่งง่ายต่อ

การได้รับอิทธิพลจากน้ำฝนมาก ส่วนพื้นที่รองลงมา ได้แก่ ป่าเบญจพรรณรุ่น ไร่ร้าง สวนกล้วย ป่าพื้นฟูตามธรรมชาติ สวนสัก ป่าดิบเขา นาข้าว แหล่งน้ำ และแหล่งชุมชน เท่ากับ 52.780, 36.953, 13.326, 13.267, 7.646, 1.350, 0.032, 0.006 และ 0.004 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ (Table 6)

Table 6 Soil erosion and its severity by land use in Huay Nam Rit Watershed based on Land Development Department.

Land use	A (t/ha/year)	Class
Hill evergreen forest	1.350	Slight
Mixed deciduous generation forest	52.780	Severe
Natural regeneration forest	13.267	Severe
Mixed deciduous forest	75.656	Severe
Teak forest plantation	7.647	Moderate
Banana orchard	13.326	Severe
Paddy field	0.033	Slight
Abandoned field	36.953	Severe
Community	0.004	Slight
Water source	0.006	Slight

Remark: A = Loss of sediment quantity/ area

การจัดระดับความรุนแรงของการกร่อนของดิน

การจัดระดับความรุนแรงของการกร่อนของดินของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด โดยทำการเทียบจากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) สามารถแบ่งระดับความเสี่ยงของการกร่อนของดินได้ 5 ระดับ (Table 7) และสำหรับศึกษาสภาพการกร่อนดินโดยรวมของทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ ได้ผลการคำนวณดังนี้

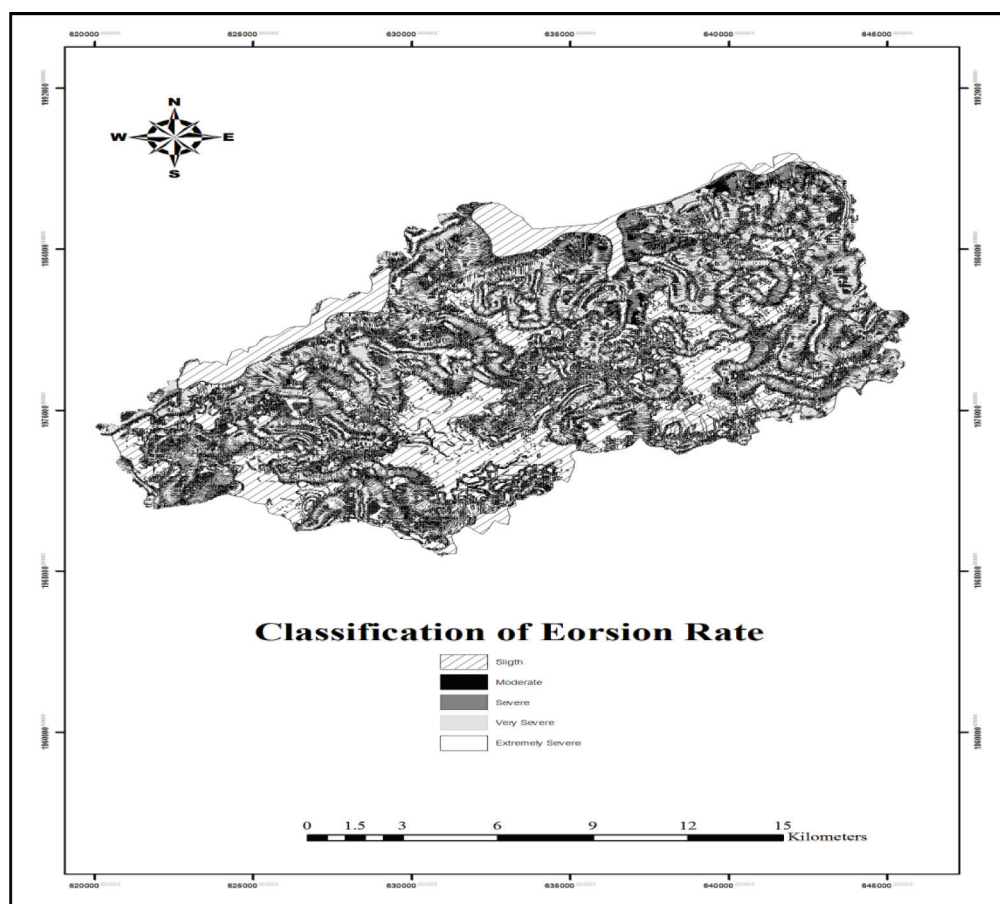
$$AA = \frac{304635}{304633} \times 0.027 = 0.027 \text{ ตันต่อปี}$$

จากผลการคำนวณ พบว่า สภาพการกร่อนดินโดยรวมของทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ เท่ากับ 0.027 ตันต่อปี จากพื้นที่ลุ่มน้ำ 0.027 เฮกตาร์ ซึ่งเฉลี่ยมีค่า

0.998 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี โดยค่าการกร่อนนี้จัดอยู่ในระดับน้อย เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีปริมาณน้ำฝนสูง ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงชัน สลับซับซ้อนและลักษณะทางปฐพีวิทยา ดินเป็นทรายจนถึงดินเหนียว ดินลูกรัง ซึ่งดินในบริเวณพื้นที่ทั้งหมดจัดอยู่ในดินกลุ่มชุดพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (Slope complex: SC) เป็นกลุ่มดินที่มีความชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์อย่างอื่น ๆ สภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมจึงเสี่ยงต่อการพังทลายของดินสูงง่ายต่อการกร่อน ควรรักษาไว้เป็นพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ เพื่อรักษาสภาพแวดล้อม และเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร

Table 7 Severity of soil erosion by grid in Huay Nam Rit Watershed.

Severity of Soil Erosion	Grid	Area (km ²)	Percentage
Slight	160064	144.063	52.545
Moderate	22396	20.160	7.353
Severe	36309	32.760	11.949
Very severe	57244	51.570	18.800
Extremely severe	28117	25.614	9.342

**Figure 2** Classification of erosion rate in Huay Nam Rit Watershed.

สรุป

จากการศึกษาเพื่อติดตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด จังหวัดอุดรธานี พบว่าพื้นที่ป่าทั้งหมด 216.685 ตารางกิโลเมตร หรือ ร้อยละ

95.447 ของพื้นที่ทั้งหมด ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าเบญจพรรณรุ่น ป่าพื้นที่ตามธรรมชาติ ป่าดิบเขา และสวนป่าสัก มีพื้นที่ 104.700, 70.028, 25.247, 19.810 และ 16.653 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 38.188, 25.542, 9.209, 7.225 และ 6.074 ของพื้นที่

ลุ่มน้ำ ตามลำดับ พื้นที่เกษตรกรรม เช่น พื้นที่สวนกล้วย พืชอยู่ทั้งบริเวณพื้นที่ราบ และพื้นที่ตามเชิงเขาของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีพื้นที่ 16.375 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 5.973) และนาข้าว พืชอยู่ที่พื้นที่ราบของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีพื้นที่ 1.758 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.641) พื้นที่ไร่ร้าง มีพื้นที่ 19.463 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 7.099) พื้นที่ชุมชน มีพื้นที่ 0.095 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.035) และพื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ 0.041 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.015) และการประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล พบว่า มีร้อยละความถูกต้องของการแปลภาพ เท่ากับ 70 เปอร์เซนต์

ส่วนการประเมินการกร่อนของดิน ศักยภาพการกร่อนดินโดยรวมของพื้นที่ลุ่มน้ำ เท่ากับ 0.027 ตันต่อปี จากพื้นที่ลุ่มน้ำ 0.027 เฮกตาร์ ซึ่งเฉลี่ยมีค่า 0.998 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ซึ่งจัดอยู่ในระดับน้อย โดยพื้นที่ป่าเบญจพรรณ มีการกร่อนของดินมากที่สุด เท่ากับ 75.656 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี (ร้อยละ 27.595) รองลงมาคือ ป่าเบญจพรรณรุ่น ไร่ร้าง สวนกล้วย ป่าพื้นที่ตามธรรมชาติ สวนสัก ป่าดิบเขา นาข้าว แหล่งน้ำ และแหล่งชุมชน มีค่าเท่ากับ 52.780, 36.953, 13.326, 13.267, 7.646, 1.350, 0.032, 0.006 และ 0.004 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลำดับ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2535. การจัดระดับความรุนแรงของการกร่อนของดิน. กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2545. การประเมินการสูญเสียดินในประเทศไทย. กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กาญจน์เชอร์ ชูชีพ. 2541. หลักการเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อมูลการรับรู้ระยะไกล เล่ม 1. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นิพนธ์ ตั้งจธรม. 2527. การควบคุมการกร่อนของดิน. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วัฒนชัย คำรงหาญวิทย์. 2538. การคาดคะเนปริมาณการกร่อนของดินในจังหวัดเชียงใหม่ โดยสมการสูญเสียดินสากล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศุภรัตน์ ส้าราญ. 2527. ดัชนีพลังงานของฝนในสมการสูญเสียดินสากล บนพื้นที่ภูเขาภาคเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2550. การศึกษาศักยภาพลุ่มน้ำเพื่อจัดทำแผนป้องกัน และฟื้นฟูในการบรรเทาความเสียหายพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมฉับพลันและดินถล่ม: กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยน้ำริด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดอุดรธานี, กรุงเทพฯ
- Land Development Department. 2002. **Evaluation of Soil Loss in Thailand**. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok.
- Renard, K.G., G.R. Foster, G.A. Weesies, D.K. McCool, and D.C. Yoder. 1997. **Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)**. 2nd ed. Agriculture Handbook Number 703. ARS, USDA.
- Wischmeier, W.H. and D. D. Smith. 1978. Predicting rain erosion losses-a guide to conservation planning. **Agriculture Handbook 573**. USDA; Washington, D.C.