

บูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (MUSLE) เพื่อประเมินการไหลบ่าและพัดพาดินตะกอนในลุ่มน้ำอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย

Integration GIS and MUSLE to Evaluation of Runoff and Sediment Yield in Watershed Wang Saphung, Loei Province

อรพินท์ เพชรสวนแดง และสุเพชร จิระจรกุล*

ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Oraphin Petsountang and Supet Jirakajonhkool*

Department of Rural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,

Rangsit Centre, Klong Nueng, Klong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

การศึกษาประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบถึงปริมาณน้ำท่าและดินตะกอนที่ถูกพัดพา รวมถึงการจัดสร้างแผนที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากลดัดแปลง (MUSLE, modified universal soil loss equation) ซึ่งมีรูปแบบสมการ คือ $Sediment\ yield = 11.8 \cdot (Q \cdot q_p)^{0.56}$ *KLSCP โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กรณี คือคำนวณค่าปัจจัยน้ำท่า (Q) และอัตราการไหล (q_p) ด้วยวิธี SCS curve number จากข้อมูลฝนที่ตกยาวนานเฉลี่ยสูงสุดเพื่อใช้ประเมินน้ำท่าจากชั้นข้อมูลสิ่งปกคลุมดินและปัจจัยการชะน้ำได้ของดินจากข้อมูลดินทางอุทกศาสตร์ และคำนวณค่าปัจจัย KLSCP โดยค่า (K) คือปัจจัยความคงทนของดินต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (LS) คือปัจจัยความลาดเทและความยาวความลาดเท และ (CP) คือปัจจัยการจัดการพืชและการอนุรักษ์ดินและน้ำ จากการศึกษาพบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลยนั้น มีพื้นที่รวมทั้งหมดเท่ากับ 227.497 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 60.0 ของพื้นที่ทั้งหมด) ปกคลุมด้วยป่าเบญจพรรณ พื้นที่ป่าไม้ประเภทอื่น ๆ และไม้ยืนต้น โดยมีปริมาณฝนตกเฉลี่ยรายวันสูงสุดเท่ากับ 83.44 มิลลิเมตร (3.28 นิ้ว) จะมีปริมาณน้ำท่ารวม (Q) เท่ากับ 8,984,182.42 ลูกบาศก์เมตร โดยพื้นที่นาข้าวนั้น มีปริมาณน้ำท่ารวมสูงสุดเท่ากับ 2,789,665.25 ลูกบาศก์เมตร และมีอัตราการไหลเฉลี่ยเท่ากับ 1.27-2.62 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และจากการจัดแบ่งพื้นที่ตามระดับความเสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้ปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ คือพื้นที่ที่มีความเสี่ยงมาก ปานกลาง และน้อย ซึ่งมีค่าปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาอยู่ระหว่าง 8-26, 2-7 และน้อยกว่า 2 ตัน/ไร่/ปี โดยมีพื้นที่

รวมในแต่ละระดับความเสี่ยงเท่ากับ 1,214, 16,845 และ 124,119.94 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 1, 12 และ 87 ของพื้นที่ทั้งหมดตามลำดับ โดยพบว่าหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินสูง ได้แก่ หมู่บ้านกกกอก หมากแข้ง และกกบก ซึ่งอยู่ในตำบลหนองจั่ว

คำสำคัญ : ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, แบบจำลองชลศาสตร์, สมการสูญเสียดินสากลดัดแปลง

Abstract

The study of applying geographic information system in cooperative with mathematical is aimed for determining the amount of runoff and sediment yield and creating risk map of erosion in watershed Wangsaphung District, Loei Province by using modified universal soil loss equation (MUSLE). The study was classified into 2 cases. One is the estimation of the runoff volume (Q) and the peak flow rate (qp) by using SCS curve number technique based upon land cover layer and soil water absorption deriving from hydrological soil group. The other is determining the KLSCP factors resulting from the soil erodibility factor (K), slope length and slope gradient factor (LS), and cropping management and conservation practice factor (CP). The overall area of watershed Wangsaphung District in Loei Province is 227.497 Km². About 60 % of the area is covered by forests, both the classified mixed deciduous forest and the other types of forest, and the tree plantation. The highest average daily rainfall is 83.44 mm (3.28 inches) with the total volume of runoff (Q) of 8,984,182.42 m³. Paddy field is contributing to the highest runoff volume of 2,789,665.25 m³ with the average flow rate between 1.27-2.62 m³/second. The level riskiness on erosion was classified, based upon the amount of relocated sediments, into 3 categories; highest, medium and low. The amount of relocated sediments and percentage of covering area of each category is between 8-26, 2-7 and < 2 tons/rai of 1, 12 and 87, respectively. There are 3 villages found to be fall in the risk area of erosion which are Kokkog, Makkeng and Kokbok at Nong Ngio District.

Keywords: geographic information system, hydrological model, modified universal soil loss equation

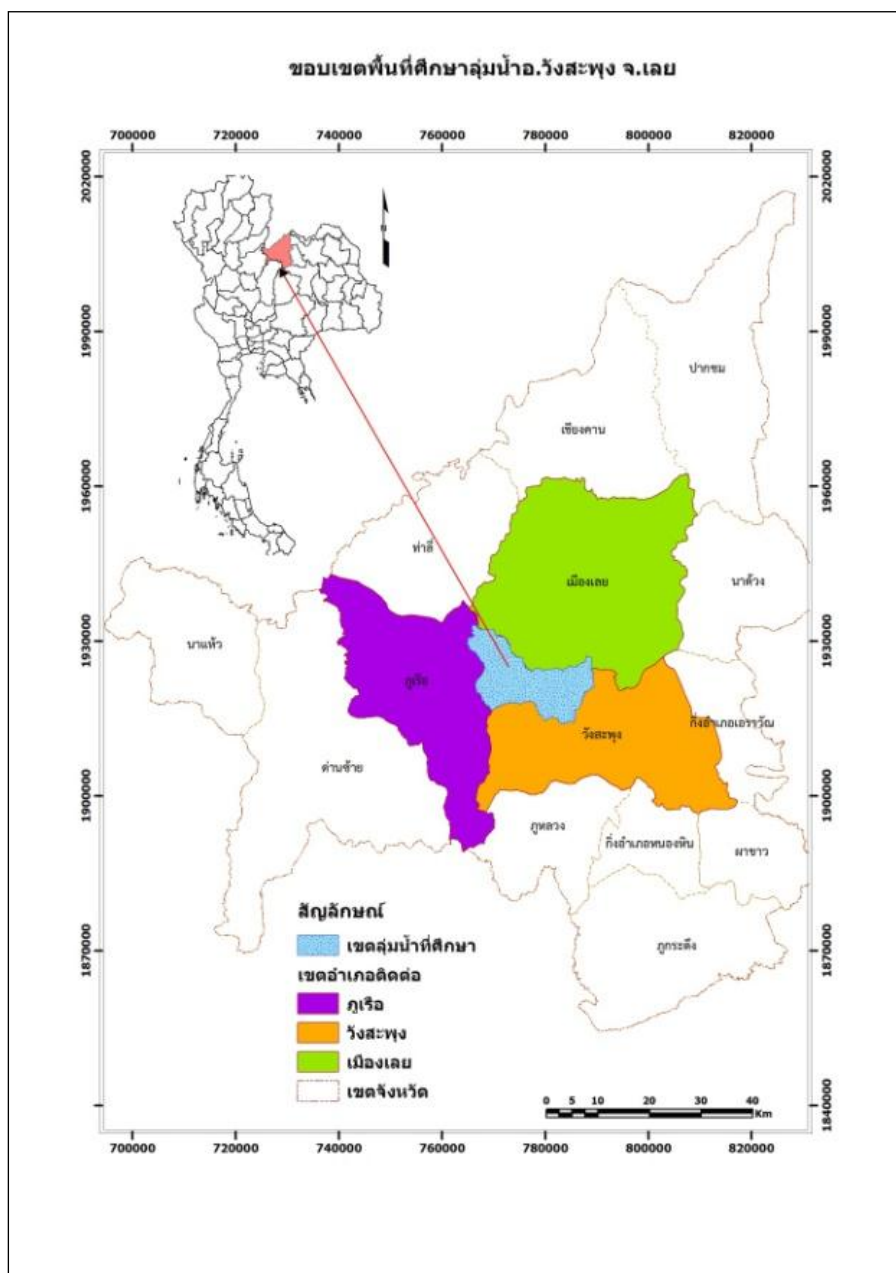
1. คำนำ

อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย มีลักษณะภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงชันสลับกับเนินเขาและที่ราบ มีหลายหมู่บ้านอยู่ใกล้พื้นที่เสี่ยงเกิดภัยธรรมชาติ ภายใต้สภาพพื้นที่ป่าไม่มีลักษณะเป็นป่าเสื่อมโทรม ในบางแห่ง และมีแหล่งน้ำธรรมชาติคือแม่น้ำฮวยไหลผ่านซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดการไหลบ่าของน้ำและดินตะกอนเป็นอย่างมาก (รูปที่ 1) ปัจจุบันในการ

พัฒนาแหล่งน้ำต่าง ๆ จะต้องมีการศึกษาอย่างเป็นระบบ ทั้งทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาเป็นข้อมูลพื้นฐานพฤติกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำ ปัญหาการกัดเซาะ การพังทลาย และการตกทับถมตะกอนทั้งในลุ่มน้ำ และอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ ที่ทำให้ปริมาณน้ำ ต้นทุนของการเก็บน้ำลดลง ตะกอนแขวนลอยจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณตะกอนที่แขวนลอยมากับน้ำ ซึ่งโดยปกติจะ

มีมากหลังฝนตกหนักในระบบนิเวศแต่ละลุ่มน้ำ และเนื่องจากปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่คำนึงถึงผลกระทบที่จะตามมา ความถี่ของการเกิดภัยพิบัติดินโคลนถล่ม น้ำป่าไหลหลาก แต่ละครั้งเป็นตัวบ่งชี้ถึงปัญหาปัจจัยทางธรรมชาติได้เป็น

อย่างดี สิ่งหนึ่งในการจัดการพื้นที่เพื่อลดปัญหาการเกิดภัยพิบัติในลักษณะที่ภูมิประเทศสูงและลาดชันจำเป็นต้องมีเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังเตรียมตัวหรือลดปัจจัยเสี่ยงที่จะเกิดภัยพิบัติในลักษณะที่กล่าวมาแล้วข้างต้น



รูปที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งขอบเขตลุ่มน้ำพื้นที่ศึกษาอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย

การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการเชื่อมโยงความรู้แบบบูรณาการโดยประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (modified universal soil loss equation) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการหาพฤติกรรมการไหลบ่าของน้ำ และการพัดพาของดินตะกอนที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำอำเภอสว่างซ่ง จังหวัดเลย (รูปที่ 1) รวมถึงพื้นที่หมู่บ้านเสี่ยงที่จะเกิดภัยพิบัติเมื่อมีฝนตกหนักใน แต่ละครั้ง รวมถึงเป็นแนวทางที่จะนำไปใช้ในการบริหารจัดการแหล่งน้ำที่ได้รับผลกระทบจากตะกอนดินได้อย่างเหมาะสม โดยการมุ่งเน้นวิธีและกระบวนการ ในการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษาจะช่วยให้ได้รับประโยชน์สูงสุดตรงกับความต้องการ และการนำไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในหลาย ๆ ด้านอย่างทันที่ทั้งที่ ในการจัดการปัญหาอันเกิดจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม และเพื่อส่งเสริมเพิ่มประสิทธิภาพทั้งของแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ ในภาพรวมของทั้งระบบได้อย่างถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งในการนำไปพัฒนาในหลายพื้นที่ที่มีความคล้ายคลึงกัน ก็จะเป็นประโยชน์ในการประเมินศักยภาพพื้นที่ลุ่มน้ำ หรือชุมชนสิ่งแวดลอมให้มีความมั่นคง รวมถึงสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีการเรียนรู้ที่ได้จากการจำลองจากสิ่งแวดลอม สู่การพัฒนาเพื่อบริหารชุมชนท้องถิ่นให้คงอยู่ร่วมกันกับสิ่งแวดลอมได้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อประเมินการไหลบ่าของพื้นที่ลุ่มน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลองทางชลศาสตร์ (runoff curve number)

2.2 เพื่อประเมินปริมาณตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับสมการสูญเสียดินสากลดัดแปลง (MUSLE)

3. วัสดุอุปกรณ์

ข้อมูลที่น่าสนใจในการศึกษาประกอบด้วย

3.1 ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งน้ำ ขนาดมาตราส่วน 1:4,000 (จากกรมพัฒนาที่ดิน)

3.2 ฐานข้อมูลกลุ่มชุดดิน ขนาดมาตราส่วน 1:50,000 (จากกรมพัฒนาที่ดิน)

3.3 ฐานข้อมูลกลุ่มชุดดินหน่วยธรณี ขนาดมาตราส่วน 1:50,000 (จากกรมทรัพยากรธรณี)

3.4 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลข (ortho photo color) ขนาดมาตราส่วน 1:4,000

3.5 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเชิงเลข LANDSAT 5 TM บันทึกข้อมูลในปี พ.ศ. 2553 path 129 row 48 จากสำนักพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

3.6 แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (digital elevation model, DEM) ขนาดมาตราส่วน 1:4,000 ในรูปแบบของ raster หรือกริด มีระยะห่างของกริด 5 เมตร มีค่าระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางของพื้นที่สูงสุดอยู่ที่ 1,413 เมตร ต่ำสุดอยู่ที่ 242 เมตร โดยประมาณ (จากกรมพัฒนาที่ดิน)

3.7 รวบรวมข้อมูลน้ำฝนรายวันที่ตกสูงสุดในรอบ 2 และ 5 ปี สถิติข้อมูลปี พ.ศ. 2549-2553 เพื่อประกอบการเกิดซ้ำสูงสุด และเลือกใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2553 เพื่อนำมาใช้หาปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่

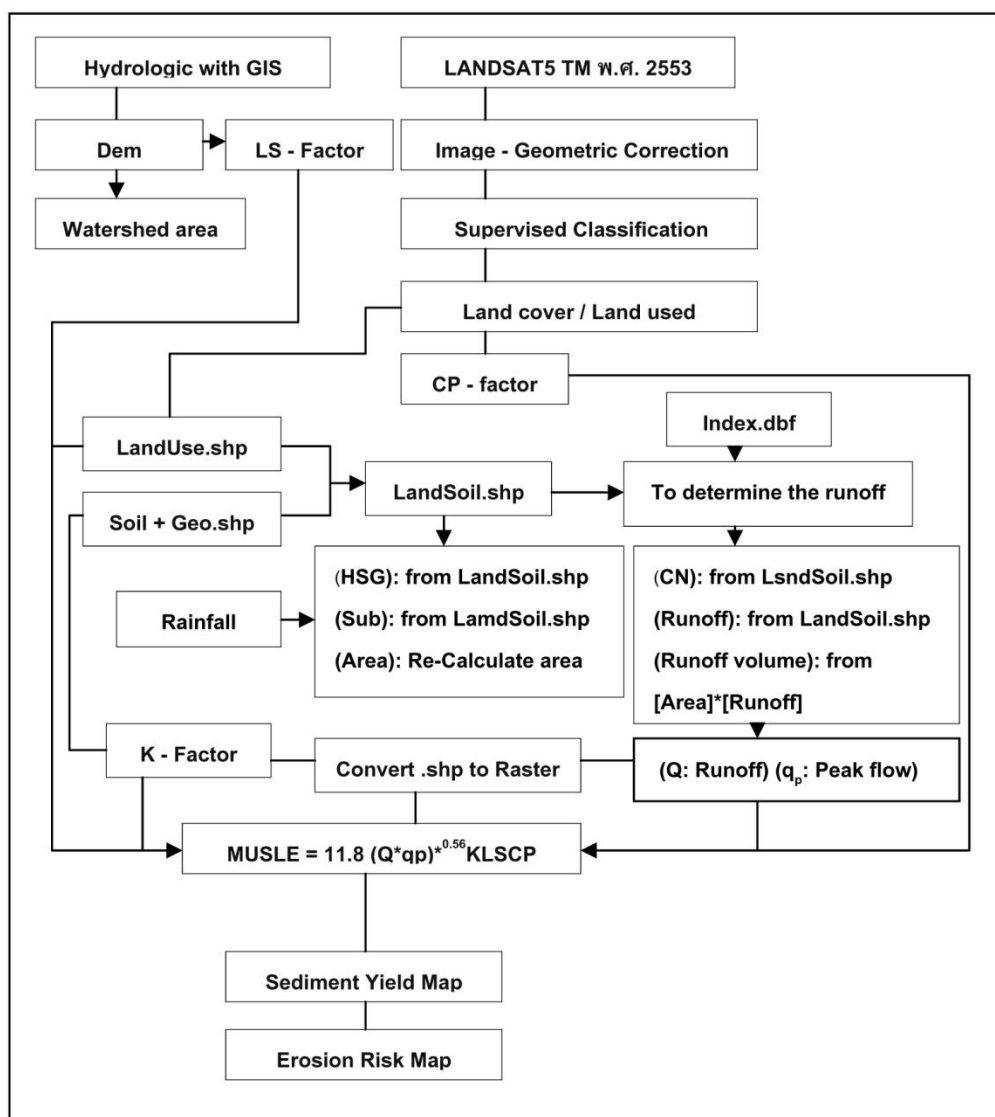
3.8 ข้อมูลการแบ่งกลุ่มชุดดินทางอุทกศาสตร์ เพื่อใช้แบ่งชั้นการซึมน้ำได้ของดินโดยดูจากลักษณะของดินแต่ละชนิด เช่น ดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย

3.9 ข้อมูลค่า K คือค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย โดยอาศัยข้อมูลคุณสมบัติดิน (จากกรมพัฒนาที่ดิน)

3.10 รวบรวมข้อมูลปัจจัย CP คือ เป็นค่ากำหนดปัจจัยการจัดการพืชและการปฏิบัติป้องกันการชะล้างพังทลายของดินต่อการปลูกพืชแต่ละชนิด แยกตามประโยชน์การใช้ที่ดินเป็นค่าปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืชและปัจจัยเกี่ยวกับการอนุรักษ์ดินและน้ำ (cp) ในลุ่มน้ำสาขา 16 สาขา (จากกรมพัฒนาที่ดิน)

4. วิธีการวิจัย

การศึกษานี้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ คือ สมการการสูญเสียดินสากลดัดแปลง (modified universal soil loss equation, MUSLE) ประยุกต์ร่วมกับวิธีทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 กรอบวิธีการศึกษา

จากรูปสมการ MUSLE = (sediment yield, SY) = $11.8 \times (Q \times q_p)^{0.56} K \times LS \times C \times P$

Y คือ ปริมาณตะกอนทั้งหมดที่ไหลออกมาจากลุ่มน้ำมีหน่วยเป็นเมตริกตัน

Q คือ ปริมาณของน้ำท่ามีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

q_p คือ ปริมาณการไหลสูงสุดมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

11.8 คือ ค่าคงที่ของข้อมูลแต่ละพายุฝนประยุกต์ร่วมกับวิธี GIS

0.56 คือ ค่าคงที่ของข้อมูลแต่ละพายุฝนประยุกต์ร่วมกับวิธี GIS

K คือ ปัจจัยความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดินเป็นค่าเฉพาะแต่ละชั้นของดิน

LS คือ ค่าปัจจัยความยาวและความลาดชัน

C คือ ค่าปัจจัยการจัดการพืช

P คือ ค่าปัจจัยปฏิบัติการควบคุมการพังทลายของดิน

เพื่อประเมินหาปริมาณน้ำท่าและดินตะกอนที่ถูกพัดพามีวิธีการดังนี้

4.1 การหาขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (watershed area) มีวิธีการสร้างขอบเขตพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำย่อยอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ hydrology ของโปรแกรม ArcGIS

4.1.1 นำข้อมูล DEM มาทำการปรับแก้โดยวิธี fill sink เพื่อเป็นการปรับแก้ข้อมูลให้มีความต่อเนื่องของการไหลแล้วนำมาหาทิศทางการไหล (flow direction) วิธีหาทิศทางการไหลจะแบ่งออกเป็น 8 ทิศทาง คือ เหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออก ตะวันออกเฉียงใต้ ใต้ ตะวันตกเฉียงใต้ ตะวันตก และตะวันตกเฉียงเหนือ โดยวิธีหาที่ระบายน้ำออกจากขอบของตารางกริด โดยพฤติกรรมการไหลของน้ำจะขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศ ทิศทางการไหลจะเป็นเส้นทางน้ำไหลที่

เกิดจากลักษณะพื้นที่นั้น

4.1.2 นำข้อมูลเส้นทางหลักมาทำการหาการไหลสะสม (flow accumulation) เพื่อวิเคราะห์จัดทำขอบเขตลุ่มน้ำ โดยใช้เครื่องมือ watershed ซึ่งในการวิเคราะห์จะได้ขอบเขตของพื้นที่รับน้ำย่อย ๆ บริเวณลุ่มน้ำและเมื่อทำการรวมพื้นที่รับน้ำย่อย ๆ เข้าด้วยกันก็จะได้ขอบเขตลุ่มน้ำทั้งหมด

4.2 ปรับแก้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM บันทึกข้อมูลในปี พ.ศ. 2553 path 129 row48 ด้วยวิธี image geometric correction ให้มีความถูกต้องและสอดคล้องใกล้เคียงกับข้อมูลแต่ละประเภทโดยอ้างอิงพิกัดจากภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:4,000 ระบบพิกัด UTM zone 47N

4.3 การแปลตีความภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2553 ด้วยวิธีแบบกำกับดูแล (supervised classification) ผู้วิเคราะห์ระบุตำแหน่งเลือกพื้นที่ต้นแบบ (training area) ทำการแปลที่ระดับมาตราส่วน 1:50,000

4.3.1 ทำการลากขอบเขตการใช้ที่ดินจากที่เห็นในจอภาพด้วยสายตา ในการจำแนกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ยึดหลักการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเป็นระบบการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินที่เป็นมาตรฐานของการตีความภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เห็นได้ชัดเจนก่อน เช่น แหล่งน้ำ ป่าไม้ ด้วยการพิจารณาสี ความหยابหรือความละเอียดของภาพ และรูปแบบลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือ pattern ของภาพ

4.3.2 จัดทำฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการตีความโดยจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ไม้ยืนต้น ป่าเบญจพรรณ ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่โล่งเตียนและเป็นที่อยู่อาศัย และแหล่งน้ำ

4.3.3 ตรวจสอบความถูกต้องในภาคสนามและปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้มีความถูกต้องแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบของแผนที่และสรุปพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการแปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียม ในการวิเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้อง (accuracy assessment) สํารวจภาคสนามในพื้นที่จริง และทำการเก็บค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วย GPS ถ่ายภาพลักษณะของพื้นที่จริงและจดรายละเอียดของพื้นที่ทั่วไป เช่น ประเภทป่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะภูมิสัณฐาน จากนั้นนำผลการสำรวจที่ได้ในพื้นที่จริงมาทำการตรวจสอบความถูกต้องปรับแก้พิจารณาคุณภาพรวมของพื้นที่ให้มีความสอดคล้องตรงตามพื้นที่สำรวจ

4.4 การจำแนกข้อมูลดินทางอุทกศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยการซึมน้ำได้ของดินแต่ละชนิดจากข้อมูลแผนที่จุดดินจังหวัดเลยที่เป็นข้อมูล shape file (.shp) รวมกับชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้วิธีการซ้อนทับข้อมูลและทำการจำแนกข้อมูลในตาราง (attribute) ตามลักษณะจุดดินทางอุทกศาสตร์โดยดูปัจจัยการซึมน้ำได้ของดินแต่ละชนิด ลักษณะการไหลบ่าของน้ำหน้าดิน แยกประเภทกลุ่มจุดดิน A, B, C และ D

4.5 เลือกใช้ข้อมูลสถิติน้ำฝนที่ตกภายในสูงสุดในรอบปี โดยเลือกใช้ข้อมูลสถิติในปี พ.ศ. 2553 เพื่อประเมินหาค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ ใช้ข้อมูลสถานีน้ำฝนทั้งหมด 18 สถานีกระจายครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยการแบ่งช่วงเส้นชั้นน้ำฝนที่ตกในพื้นที่แบบวิธี isohyets method เป็นการหาค่าเฉลี่ยน้ำฝน ซึ่งเป็นการประมาณค่าแบบช่วงด้วยวิธีในโปรแกรม ArcGIS/interpolate distance weighted (IDW) ทำให้ทราบว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำอยู่ที่ 83.44 มิลลิเมตร เพื่อนำไปใช้เป็นค่าตัวแทนน้ำฝนในการหาปริมาณน้ำท่า (รูปที่ 3)

4.6 การประเมินอัตราและปริมาณน้ำไหลบ่า (runoff) น้ำไหลบ่าบนผิวดิน (surface runoff) หมายถึง ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ไหลจากผิวดินลงสู่ร่องน้ำ ลำห้วย หรือลำคลอง น้ำไหลบ่าบนผิวดินก็คือ น้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง แล้วถูกซึมซับลงในดินพืชดูดไปใช้ถูกเก็บกักไว้ในพื้นที่หรือระเหยไปในอากาศ น้ำที่เหลือจากขบวนการต่าง ๆ แล้วไหลลงสู่ร่องน้ำ ลำห้วย หรือลำคลอง ก็คือน้ำไหลบ่า อัตราและปริมาณของน้ำไหลบ่าจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน เช่น ความรุนแรง ปริมาณ และทิศทางของฝนที่ตกมา ลักษณะความลาดเทและการเก็บกักน้ำบนพื้นผิวของพื้นที่ลักษณะและคุณสมบัติของดิน ซึ่งมีผลต่ออัตราการซึมซับน้ำ ชนิดและปริมาณของพืชพรรณที่ปกคลุมผิวดินขนาดของลุ่มน้ำหรือพื้นที่รับน้ำ ปัจจัยทั้งหมดนี้ทำการประเมินค่าออกมาเป็นคะแนนที่ใช้บ่งบอกว่าลุ่มน้ำนั้นมีความสามารถในการเอื้ออำนวยน้ำท่าได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งค่าคะแนนนี้เรียกว่าค่า runoff curve number หรือค่า CN ซึ่งปกติอยู่ในระหว่าง 0-100 ถ้าค่า CN มีค่าใกล้ 0 แสดงว่าลุ่มน้ำนั้นมีความสามารถในการดูดซับและเก็บกักน้ำฝนเอาไว้ได้ดี ในทางตรงข้ามหากลุ่มน้ำใดมีค่า CN ใกล้ 100 แสดงว่าพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นดูดซับและเก็บกักน้ำฝนเอาไว้ไม่ดี โดยส่งผลให้ค่าการไหลบ่ามีผลกับค่าคะแนน วิธีคำนวณน้ำท่าแบบ SCS ซึ่งวิเคราะห์จากชนิดของดิน (soil type) และประเภทของสิ่งปกคลุมดิน (land cover type) วิธีนี้ใช้สูตรคำนวณดังนี้

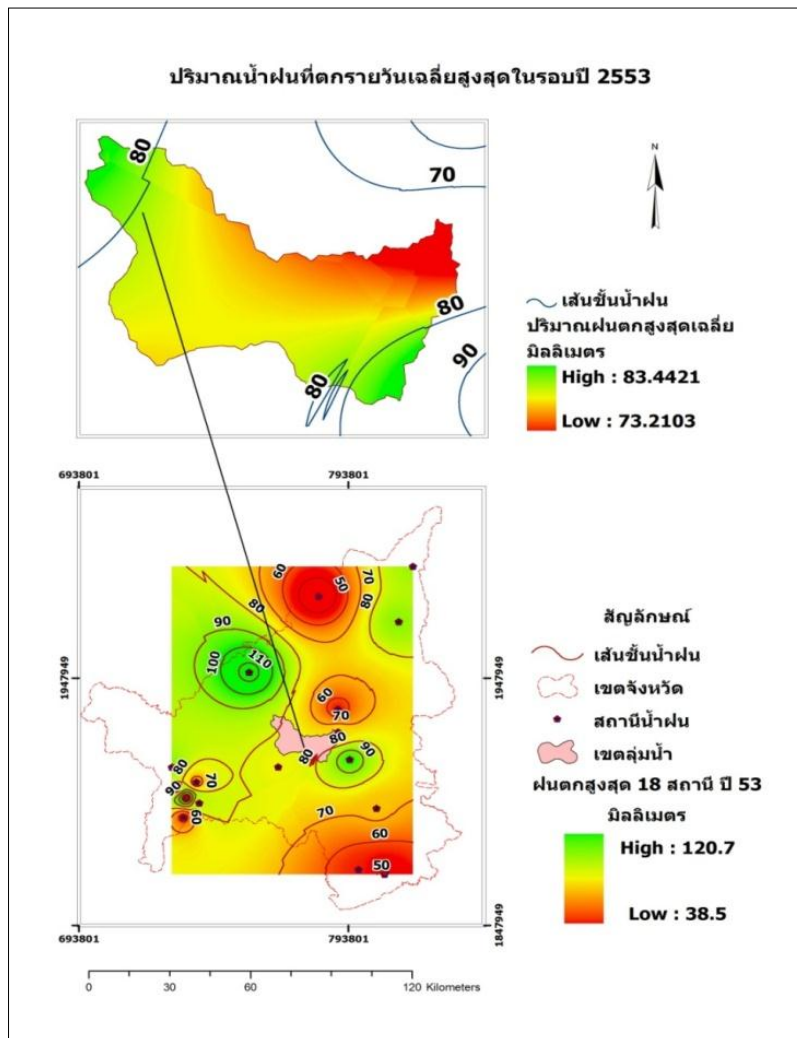
$$R = [(P-0.2S)^2 / (P+0.8S) * 0.254] * AREA$$

$$\text{โดยที่ } S = (1000/CN) - 10$$

$$R = \text{น้ำท่า (ลบ.ม)}$$

$$P = \text{น้ำฝน (นิ้ว)}$$

$$S = \text{ความสามารถกักเก็บน้ำของดิน (นิ้ว)}$$



รูปที่ 3 ปริมาณฝนตกเฉลี่ยรายวันสูงสุดในพื้นที่ลุ่มน้ำ พ.ศ. 2553

ตารางที่ 1 การคำนวณค่า CN (curve number)

ชนิดดิน	ไร่ร้าง	พืชผัก	นาข้าว	พืชไร่	ทุ่งหญ้า	ป่าไม้	ชุมชน
A (sandy)	77	67	62	60	30	35	58
B (loamy)	88	76	73	72	58	60	73
C (sandy clay loam)	91	83	81	81	71	73	82
D (clay)	94	86	85	84	78	80	86

ที่มา : ดัดแปลงจาก Soil Conservation Service (1972) อ้างโดยศุภฤกษ์ (2547)

4.7 ประเมินค่าปัจจัย K, LS, CP ในสมการสูญเสียดินสากลดัดแปลง

4.7.1 ประเมินปัจจัย (K) คือ ค่าความคงทนของดินต่อการถูกชะล้างพังทลาย จากตารางแสดงค่า K-factor ของกลุ่มชุดดินและชุดหินหน่วยทางธรณีวิทยาที่จำแนกตามภูมิภาคของประเทศ ไทย ข้อมูลเป็นข้อมูล shape files ซ้อนทับกับข้อมูลชุดดินและชุดหิน ปรับแก้ข้อมูลให้สอดคล้องกับพื้นที่แปลงค่า K ให้อยู่ในรูปที่ใช้คำนวณในรูปแบบเดียวกัน คือ raster image file ขนาดกริด 5 เมตร เป็นค่า K-factor

4.7.2 ประเมินปัจจัย (LS) คือ ค่าปัจจัยความยาวและความลาดชัน ใช้ข้อมูล DEM ที่ผ่านการปรับแก้ระดับการไหลของข้อมูลโดยการ fill sink ให้มีความต่อเนื่องมาใช้ในการคำนวณหาค่าความแตกต่างระหว่างพื้นที่ คือ หาค่าองศาความลาดชันตามลักษณะภูมิประเทศซึ่งพัฒนาจาก Moore and Burch (1986) (อ้างโดย Zhang, 2008) สมการ คือ

$$LS = \left(\frac{A}{22.13} \right)^{0.4} \times \left(\frac{\sin \theta}{0.0896} \right)^{1.3}$$

A = เป็นผลที่ได้จากการไหลสะสมของพื้นที่ตามขนาดของพื้นที่

θ = องศาความลาดชัน

ค่าทั้งสองปัจจัยได้จากข้อมูล DEM โดยตรงใช้วิธีการคำนวณจากโปรแกรม ArcGIS ด้วยวิธี spatial analyst / surface analysis / slope และ aspect จะได้ชั้นข้อมูล LS-factor

4.7.3 ประเมินปัจจัย (CP) นำชั้นข้อมูล shape file การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม ทำการใส่ค่าในตารางข้อมูล (attribute) เกี่ยวกับการจัดการพืชและปัจจัยเกี่ยวกับการอนุรักษ์ดินและน้ำ และ convert ข้อมูลค่าดังกล่าวจากตารางข้อมูลให้อยู่ในรูป raster image file เพื่อใช้เป็นค่า CP-factor

4.8 ประเมินค่าปัจจัยแต่ละประเภทร่วมกัน เพื่อหาค่าปริมาณดินตะกอนที่ถูกชะล้างและพัดพาจากสมการการสูญเสียดินสากล (MUSLE) นำปัจจัยพารามิเตอร์ที่ใช้ในแต่ละตัวมาทำการซ้อนทับคูณกันในรูปแบบตารางกริด (raster calculate) ขนาด 5 เมตร ทุกชั้นข้อมูล เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงได้รับผลกระทบจากการไหลป่าและการพัดพาของดินตะกอน และทำการจัดชั้นระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดิน

5. ผลการวิจัย

ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เป็นผลมาจากการบูรณาการ GIS ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อต้องการทราบปริมาณไหลป่าของน้ำท่าและดินตะกอนที่ถูกพัดพา รวมถึงการจัดสร้างแผนที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอสว่างพูน จังหวัดเลย โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากลดัดแปลงโดยแบ่งผลการศึกษาที่ได้ออกเป็น 2 กรณี คือ

5.1 เพื่อประเมินการไหลป่าของพื้นที่ลุ่มน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับแบบจำลองทางชลศาสตร์ (runoff curve number) โดยผลการประเมินค่าปัจจัยน้ำฝนเป็นน้ำท่า พบว่าจากการประเมินค่าช่วงชั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกในเขตลุ่มน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุดในปี พ.ศ. 2553 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 83.44 มิลลิเมตร หรือเท่ากับ 3.28 นิ้ว จะทำให้มีปริมาณน้ำท่ารวมทั้งหมด 8,984,182.42 ลูกบาศก์เมตร และมีอัตราการไหลป่าหน้าดิน 0-2.62 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พบว่าบริเวณพื้นที่นาข้าวมีปริมาณน้ำท่ารวมทั้งสูงที่สุด คือ 2,789,665.25 ลูกบาศก์เมตร และมีอัตราการไหลรุนแรง 1.27-2.62 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (ตารางที่ 2) เป็นผลประเมินปัจจัยน้ำท่าเปรียบ เทียบกับค่า runoff curve number

ตารางที่ 2 ผลการประเมินปัจจัยลักษณะภูมิประเทศกับค่า curve number

สิ่งปกคลุมดิน	CN	สภาพภูมิประเทศ	อัตราการไหล บ่าสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณการ ไหลบ่า (ลบ.ม.)	พื้นที่ (ไร่)
พื้นที่โล่งเตียนและ เป็นที่อยู่อาศัย	61	ที่ลาดเนินเขาลาดชัน 5-10%	0.48	106,035.13	5,468.58
	75	ลาดเชิงเขาลาดชัน 10-30%	1.15	30,582.45	655.24
	83	พื้นที่ว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุม	1.68	847,474.92	12,450.63
	87	ไม่มีแอ่งน้ำผิวดิน	1.99	703,614.65	8,718.581
นาข้าว	77	ลาดเชิงเขา 10-30%	1.27	158,260.33	3,068.037
	86	หินชั้นดินบาง	1.90	17,317.12	223.699
	91	พื้นที่ว่างเปล่าไม่มีพืชคลุม	2.33	785,518.48	8,283.332
	94	ไม่มีแอ่งน้ำผิวดิน	2.62	1,828,569.32	17,163.421
ป่าเบญจพรรณ	38	พื้นที่ราบความลาดชัน 0-5%	0.00	1.45	2,045.139
	63	ดินร่วนชั้นดินลึก	0.56	24,181.80	1,070.986
	75	พื้นที่ 10% มีป่าสมบูรณ์ปกคลุม	1.15	119,460.66	2,559.501
	82	ไม่มีแอ่งน้ำที่ผิวดิน	1.60	1,906,414.50	29,270.002
ไม้ยืนต้น	36	พื้นที่ราบความลาดชัน 0-5%	0.00	0.00	2,513.869
	60	พื้นที่เป็นดินร่วนชั้นดินลึก	0.44	17,157.59	959.601
	73	10% ของพื้นที่มีป่าสมบูรณ์ปก	1.03	455,911.27	10,846.106
	79	คลุมมีแอ่งน้ำหรือร่องน้ำเล็กๆ	1.40	526,211.66	9,267.960
พื้นที่ป่าไม้	36	พื้นที่ราบความลาดชัน 0-5%	0.00	0.00	104.375
	79	มีแอ่งน้ำหรือร่องน้ำเล็กๆ	1.40	1,457,471.09	25,669.865
แหล่งน้ำ	0	แหล่งน้ำต่างๆ	0.00	0.00	2,064.819

ตรวจสอบอัตราการไหลเฉลี่ยของสถานี
ตรวจวัดน้ำท่า KH.78 บริเวณแม่น้ำเลย ห้วยน้ำ
ฮวย บ้านน้ำฮวย อำเภอเมือง จังหวัดเลย มีอัตรา
การไหลเฉลี่ยของน้ำท่าในปี พ.ศ. 2553 1.79
ลูกบาศก์เมตร/วินาที (สำนักบริหารจัดการน้ำและ
อุทกวิทยา, 2553)

5.2 ประเมินปริมาณตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ
โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับสมการสูญเสีย
ดินสากลดัดแปลง (MUSLE) ผลการประเมินดิน
ตะกอนที่ถูกพัดพา พบว่ามีปริมาณทั้งหมดพื้นที่ลุ่ม
น้ำ 6,093.67 ตัน เฉลี่ยต่อพื้นที่เท่ากับ 26.79 ตัน

ต่อตารางกิโลเมตร จะมีดินตะกอนที่ถูกพัดพาไปตก
ตามพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วบริเวณลุ่มน้ำ (รูปที่ 4)

จากการจัดระดับชั้นความรุนแรงของพื้นที่
เสี่ยงการชะล้างพังทลายของดิน โดยดูจากปริมาณ
ดินตะกอนที่ถูกพัดพา ทำการแบ่งออกเป็น 3 ระดับ
ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับเสี่ยงน้อย มีพื้นที่
124,119.94 ไร่ คิดเป็น 87 % อยู่ในระดับ 0-2 ตัน
เสี่ยงปานกลาง 16,845 ไร่ คิดเป็น 12 % อยู่
ระดับ 2-7 ตัน เสี่ยงมาก 1,214 ไร่ คิดเป็น 1 % อยู่
ที่ 8-26.79 ตัน พบว่ามีหมู่บ้านที่ตกอยู่ในพื้นที่เสี่ยง

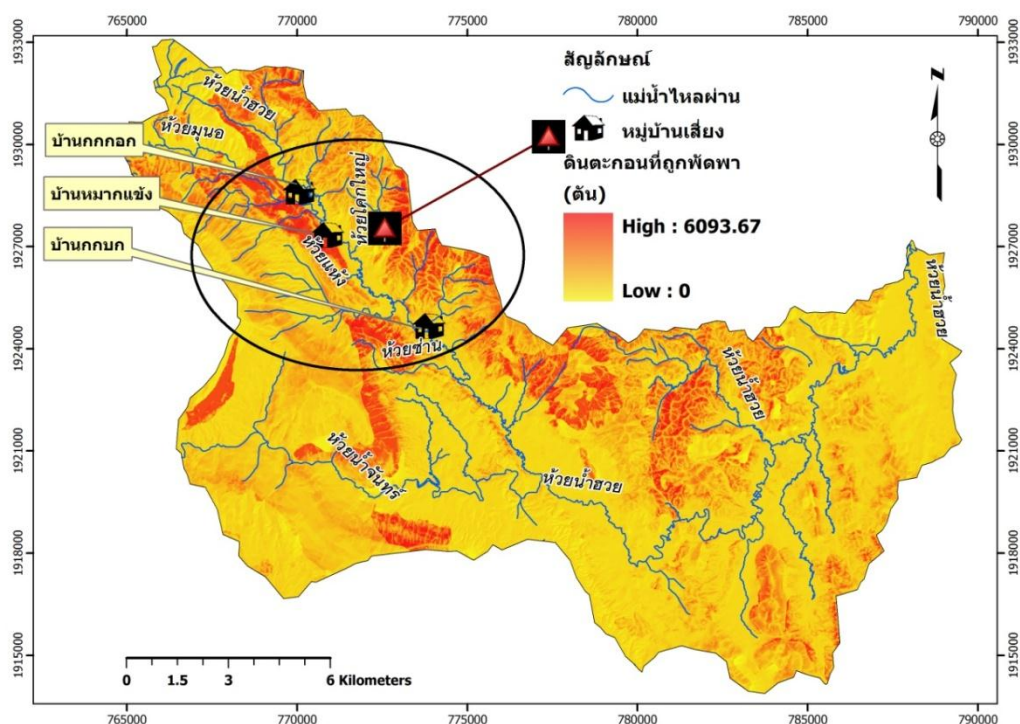
มาก คือ หมู่บ้านกกกอก หมาแข้ง กกกบ ซึ่งตั้งอยู่ใน

ตำบลหนองจิว อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย (รูปที่ 5)

ตรวจสอบปริมาณดินตะกอน จากการประยุกต์ GIS ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MUSLE เมื่อเทียบกับปริมาณตะกอนที่จุดตรวจวัดสถานี (ตารางที่ 3)

5.3 ผลการตรวจสอบพื้นที่จากสถานการณ์การเกิดน้ำป่าไหลหลาก กรมทรัพยากรธรณี (2555)

ได้ส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจสอบในพื้นที่บ้านหนองจิว บ้านหมาแข้ง ตำบลหนองจิว อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย พบว่าในพื้นที่ดังกล่าวเกิดดินไหล และการกัดเซาะของทางน้ำ ทำให้คอสะพานทางเข้าหมู่บ้านชำรุดเสียหายสาเหตุเกิดจากมีฝนตกต่อเนื่องกันในพื้นที่ วันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2554 ราษฎรได้รับความเสียหาย โดยระดับน้ำมีความสูงประมาณ 80-120 เซนติเมตร (รูปที่ 6)

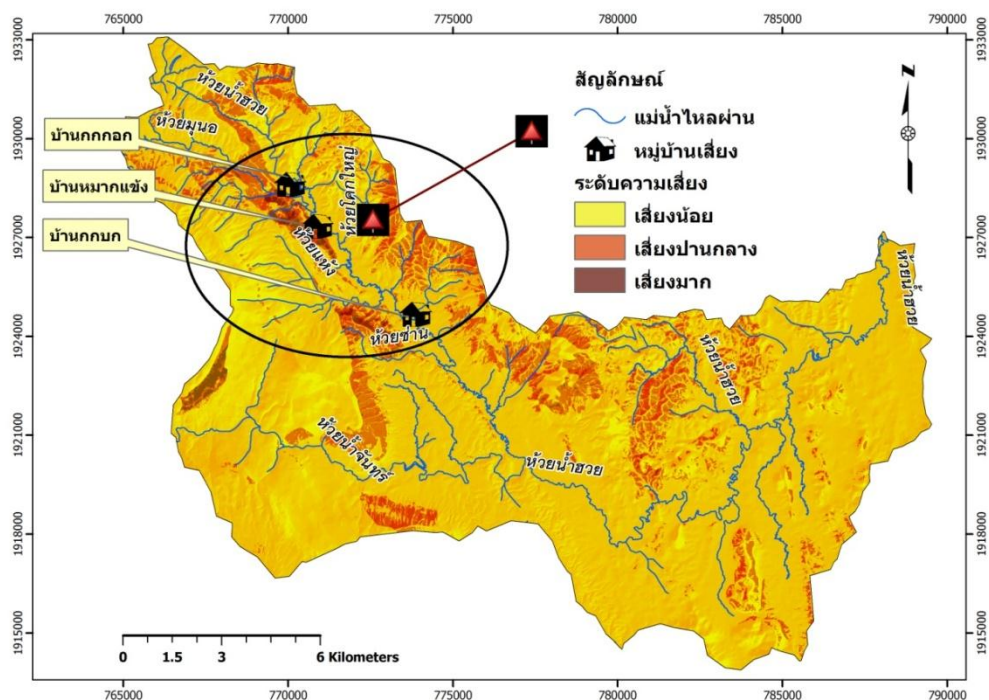


รูปที่ 4 ปริมาณดินตะกอนที่ถูกพัดพาในพื้นที่ลุ่มน้ำ อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลการศึกษากับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ย

สถานีและแม่น้ำ	จังหวัด	ช่วงเวลาข้อมูล	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณตะกอนแขวนลอย รายปีเฉลี่ย (ตัน)
KH.28A แม่น้ำเลย อ.วังสะพุง	เลย	พ.ศ. 2541-2549	1,271.44	223,893 เฉลี่ย 176.19
KH.58A แม่น้ำเลย อ.วังสะพุง	เลย	พ.ศ. 2541-2549	3,092.77	355,637 เฉลี่ย 114.99

พื้นที่ศึกษา อ.วังสะพุง	เลข	พ.ศ. 2553	227.497	6,093.67 เฉลี่ย 26.79
-------------------------	-----	-----------	---------	-----------------------



รูปที่ 5 จัดระดับชั้นความเสี่ยงชะล้างพังทลายของดินตะกอนที่ถูกพัดพา



รูปที่ 6 สภาพพื้นที่เกิดน้ำท่วมและดินไหลบ้านหนองจัว บ้านหมากแข้ง ต.หนองจัว อ.วังสะพุง จังหวัดเลย

6. สรุป

จากผลการศึกษาประเมินน้ำท่าและปริมาณตะกอนจากพื้นที่ลุ่มน้ำอำเภอสว่างซ่ง ซึ่งมีขนาดพื้นที่ทั้งหมด 227.497 ตารางกิโลเมตร มีปริมาณน้ำฝนที่ตกภายในปี พ.ศ. 2553 เท่ากับ 83.44 มิลลิเมตร หรือ 3.28 นิ้ว จะทำให้มีปริมาณน้ำท่า 8,984,182.42 ลูกบาศก์เมตร และมีอัตราการไหลบ่าหน้าดิน 0-2.62 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที บริเวณพื้นที่เป็นนาข้าวจะมีอัตราการไหลบ่ารุนแรงสูงสุด ทำให้เกิดปริมาณดินตะกอนที่ถูกพัดพา 6,093.67 ตัน เฉลี่ย 26.79 ตันต่อตารางกิโลเมตร และมีพื้นที่หมู่บ้านเสี่ยงได้รับผลกระทบจากการพัดพาของดินตะกอน คือ หมู่บ้านกกกอกหมากแข้ง กกบก ซึ่งตั้งอยู่ในตำบลหนองจัว และพบว่ามีเหตุการณ์เกิดน้ำไหลบ่าน้ำท่วมฉับพลันจนเกิดดินไหลที่หมู่บ้านดังกล่าวจริง และในการศึกษาค้นคว้าวิธีจัดการจากบูรณาการระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลอง MUSLE เบื้องต้นสามารถประเมินปริมาณน้ำท่าเพื่อนำไปสู่การหาปริมาณดินตะกอนที่ถูกพัดพาและพื้นที่เสี่ยงเกิดภัยพิบัติของการเกิดพายุฝนในแต่ละครั้งได้

7. ข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้มีได้นำปริมาณน้ำฝนที่ตกรายเดือนสะสมมาเฉลี่ย ดังนั้นข้อมูลปริมาณตะกอนที่ประเมินได้จึงมีค่าที่แตกต่างกันตามปัจจัยข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ มีผลทำให้ได้ข้อมูลเปรียบเทียบไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

สามารถประยุกต์สนับสนุนแบบจำลองเพื่อใช้จัดการปัญหาเรื่องการบูรณาการแหล่งน้ำประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม ดินโคลนถล่ม ประเมิน

ศักยภาพลุ่มน้ำเพื่อหาพื้นที่รองรับน้ำไหลบ่า หาแหล่งที่มาของตะกอนมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำใน รูปแบบแผนที่ และใช้วางแผนออกแบบวางแผนควบคุมปริมาณตะกอน รวมถึงการกระจายสิ่งปลูกสร้าง เช่น เขื่อนกักเก็บน้ำได้

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ธเนศ วีระศิริ และคุณหยาดวณา วีระศิริ บริษัท Finesse Soil Testing จำกัด ที่สนับสนุนการศึกษา

9. เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี, การตรวจสอบพื้นที่การเกิดดินไหลและการกัดเซาะ 23 ตุลาคม 2554, แหล่งที่มา: <http://www.dmr.go.th>, 20 กุมภาพันธ์ 2555.

ศุภฤกษ์ ชัยชนะ, 2547, การจัดการทรัพยากรน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, แหล่งที่มา: <http://resgat.net/modules.php?name=News&file=article&sid>, 3 มีนาคม 2554.

สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา, 2553, ข้อมูลสถานีตรวจวัดน้ำท่า, กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

Zhang, Y., Degroote, J., Wolter, C. and Sugumaran, R., 2008, Integration of modified universal soil loss equation (MUSLE) into a GIS framework to assess soil erosion risk, Available Source: <http://www.interscience.wiley.com>, January 18, 2011.