บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 โครงสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ

4.1.1 แนวคิดในการออกแบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลสำหรับการจัดลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำต้องการข้อมูลเชิงพื้นที่ขอบเขตลุ่มน้ำและอุทกวิทยา ข้อมูลอรรถาธิบายที่จำเป็นในการประเมินพื้นที่เพื่อระบุลำดับความสำคัญ และมีโครงสร้างข้อมูลที่สอดคล้องกับการจำแนกอันดับชั้นและกำหนดรหัสลุ่มน้ำด้วยระบบ Pfafstetter รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลที่รัดกุม ไม่ซ้ำซ้อน สามารถเชื่อมโยงชั้นข้อมูลระหว่างกันได้ ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศจึงประกอบด้วยหน่วยโครงสร้างพื้นฐานของชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล โดยได้กำหนดเป็นชุดข้อมูลดังนี้

ชุดข้อมูลเชิงพื้นที่หน่วยพื้นที่รับน้ำและอุทกวิทยา ประกอบด้วย (1) ชุดข้อมูลที่ได้จากการจำลอง ได้แก่ ขอบเขตลุ่มน้ำ โครงข่ายลำน้ำ และจุดรวมน้ำ และ (2) ชุดข้อมูลอุทกวิทยาอ้างอิง ได้แก่ แหล่งน้ำ

ชุดเครือข่ายลุ่มน้ำ (Geometric network) เป็นชุดเชื่อมโยงข้อมูลประเภท Point กับ Line เพื่อแสดงให้เห็นทิศทางและเส้นทางการไหลของน้ำ ประกอบด้วย (1) ชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ประเภท Edge network features และ Junction network features ที่มีลักษณะข้อมูลเป็น Line และ Point ตามลำดับ โดยที่ Edge network features เชื่อมต่อกันได้ด้วย Junction network features ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดขึ้นจากชุดข้อมูลจำลองหน่วยพื้นที่รับน้ำและอุทกวิทยา และสื่อความหมายชั้นข้อมูลประเภท Edge network features ด้วย HydroEdges (Line) และชั้นข้อมูลประเภท Junction network features ด้วย HydroJunction (Point) ซึ่งแสดงตำแหน่งจุดบรรจบน้ำตามโครงข่ายลำน้ำ (2) ชุดความสัมพันธ์เพื่อเชื่อมข้อมูลเข้าสู่เครือข่าย ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างลุ่มน้ำกับจุดบรรจบน้ำ ความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งน้ำและจุดบรรจบน้ำ และความสัมพันธ์ระหว่างฝายและจุดบรรจบน้ำ เนื่องจากชุดข้อมูลเครือข่ายสร้างขึ้นหลังจากที่ได้นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ในฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นในขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลจึงไม่ได้ระบุองค์ประกอบของชุดข้อมูลเครือข่ายลงไปด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.2 ผัง UML สำหรับโครงสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ

ได้ทำการแปลงแนวคิดข้างต้นเป็นแผนภาพ UML ที่มีโครงสร้างข้อมูลที่สอดคล้องกับการจำแนกอันดับชั้นลุ่มน้ำด้วยระบบ Pfafstetter โดยได้จัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ขอบเขตลุ่มน้ำระดับต่างๆ และแหล่งน้ำด้วย feature class ประเภท Polygon ส่วนจุดรวมน้ำของลุ่มน้ำระดับต่างๆ และโครงข่ายลำน้ำ จัดเก็บด้วย feature class ประเภท Point และ Line ตามลำดับ สำหรับข้อมูลอรรถาธิบายได้จัดเก็บในรูปแบบตาราง และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจัดเก็บด้วยชุดความสัมพันธ์ สำหรับชุดเครือข่ายนั้นได้สร้างขึ้นหลังจากนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นจึงไม่ได้ปรากฏอยู่ในผัง UML ในส่วนของหน่วยพื้นที่ลุ่มน้ำนอกจากจะมีอันดับชั้นที่จำแนกได้ด้วยระบบ Pfafstetter แล้ว ยังสามารถกำหนดหรือระบุได้ตามที่ Olivera et al.(2002) ได้นิยามไว้ซึ่งได้อธิบายไว้แล้วในข้างต้น โครงสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศลุ่มน้ำที่ออกแบบในการศึกษานี้ประกอบด้วย

ชุดข้อมูลอุทกวิทยาอ้างอิง ได้แก่ แหล่งน้ำประเภทต่างๆ

ชุดข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำและอุทกวิทยา จัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการจำลองด้วย DEM ได้แก่ ขอบเขตลุ่มน้ำระดับต่างๆ คือ ลุ่มน้ำหลัก (Basin) ลุ่มน้ำสาขา (Watershed) และลุ่มน้ำย่อยระดับต่างๆ ในระบบ Pfafstetter (CatchmentLevel) โครงข่ายลำน้ำ (DrainageLine) และจุดรวมน้ำของลุ่มน้ำระดับต่างๆ โดยขอบเขตลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กับจุดรวมน้ำเป็นแบบ 1:1 (One to One) นั่นคือ 1 ลุ่มน้ำมี 1 จุดรวมน้ำ นอกจากนี้ขอบเขตลุ่มน้ำต่างมีความสัมพันธ์เป็นลักษณะลำดับชั้น (hierarchy) ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองความสัมพันธ์ 1:* (One to Many) และภายใต้ขอบเขตลุ่มน้ำย่อยจะทำการจัดเก็บชุดข้อมูลคุณสมบัติที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยตารางข้อมูลอรรถาธิบายของข้อมูลเชิงพื้นที่ ส่วนโครงข่ายลำน้ำจะถูกจัดเก็บด้วยชุดข้อมูลที่ละเอียดที่สุดเพียงชุดเดียวเพื่อใช้ในการอธิบายระบบเส้นทางน้ำและเชื่อมโยงได้กับชุดข้อมูลอุทกวิทยาอ้างอิง โครงสร้างข้อมูลและความสัมพันธ์ดังกล่าวได้รับการออกแบบโดยใช้ UML (รูปที่ 4.1) และสร้างเป็นโครงของฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Personal Geodatabase ใน ArcGIS โดยแปลงเป็นแฟ้มข้อมูลประเภท XMI เพื่อนำเข้าด้วย CASE Tools ในส่วน *Schema Wizard Creation* ซึ่งโครงสร้าง Geodatabase ที่ได้จะมี schema ดังรูปที่ 4.2 ที่ประกอบด้วยชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่

(1) ชั้นข้อมูลลุ่มน้ำหลัก (Basin) จัดเก็บขอบเขตลุ่มน้ำที่ที่ได้จากการรวบรวมขอบเขตลุ่มน้ำสาขาโดยอ้างอิงตามฐานข้อมูลลุ่มน้ำในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2542)

(2) ชั้นข้อมูลลุ่มน้ำสาขา (Watershed) จัดเก็บขอบเขตลุ่มน้ำที่สร้างโดยการกำหนดจุดรวมน้ำอ้างอิงตามฐานข้อมูลลุ่มน้ำในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

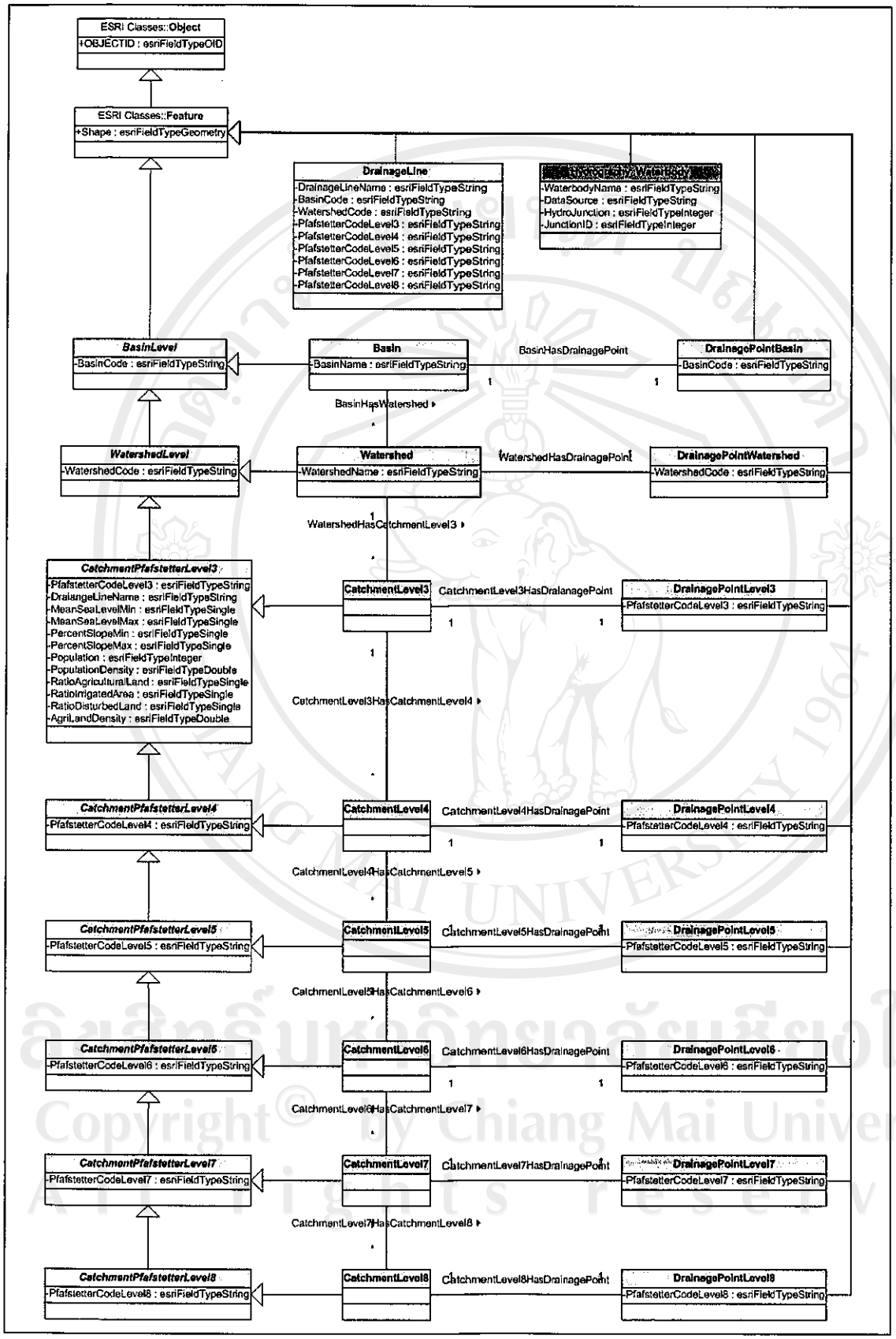
(3) ชั้นข้อมูลลุ่มน้ำย่อย (CatchmentLevel) จัดเก็บขอบเขตพื้นที่รับน้ำเป็นลำดับชั้นตามหลักการกำหนดและจำแนกอันดับชั้นด้วยระบบ Pfafstetter โดยเริ่มต้นจากลุ่มน้ำย่อยซึ่งเป็นลุ่มน้ำระดับที่ 3 โดยนับต่อจากลุ่มน้ำหลัก (ระดับที่ 1) และลุ่มน้ำสาขา (ระดับที่ 2) ในชั้นข้อมูลลุ่มน้ำย่อยได้จัดเก็บข้อมูลอรรถาธิบายที่เป็นข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ของขอบเขตลุ่มน้ำย่อยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูล DEM การใช้ประโยชน์ที่ดิน และชั้นข้อมูลระบบชลประทาน ได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ลุ่มน้ำ (MeanSeaLevelMin, MeanSeaLevelMax) เปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ (PercentSlopeMin, PercentSlopeMax) ความหนาแน่นของประชากร (PooulationDensity) สัดส่วนพื้นที่เกษตร (RatioAgriculturalLand) สัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกใช้น้ำชลประทาน (RatioIrrigatedArea) และสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน (RatioDisturbedLand)

(4) ชั้นข้อมูลจุดรวมน้ำของลุ่มน้ำระดับต่างๆ (DraiangePoint)

(5) ชั้นข้อมูลโครงข่ายลำน้ำ (DrainageLine) จัดเก็บเส้นทางน้ำในระบบลุ่มน้ำ

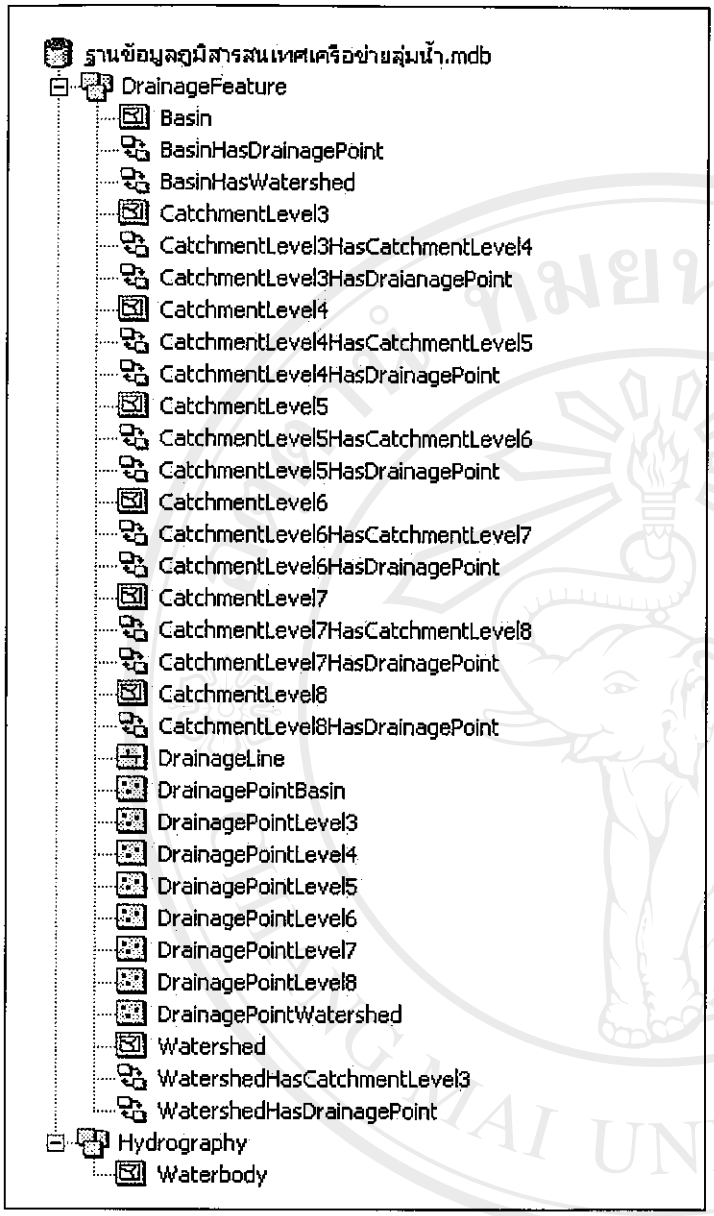
(6) ชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ (Waterbody) จัดเก็บตำแหน่งและขอบเขตของแหล่งน้ำตามธรรมชาติและแหล่งน้ำที่ถูกสร้างขึ้นโดยอ้างอิงตามแผนที่ภูมิประเทศและชั้นข้อมูลที่ได้จากการจำแนกด้วยเทคนิคระยะไกล (remote sensing)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.1 ผัง UML แสดงชั้นของวัตถุและความสัมพันธ์ในฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.2 โครงสร้าง (schema) ของฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ

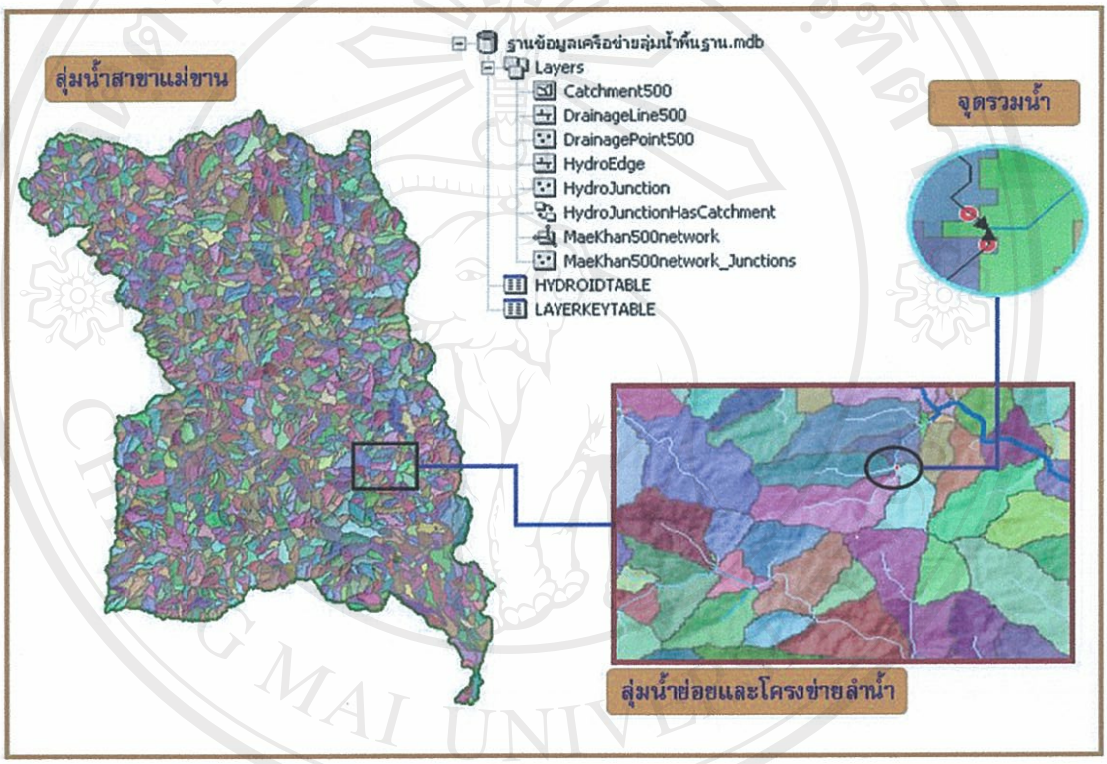
4.2 ฐานข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐาน

เนื่องจากขั้นตอนในการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำตามระบบ Pfafstetter ต้องการจุดรวมน้ำที่เชื่อถือได้ว่าเป็นจุดต่ำสุดที่มีน้ำไหลมารวมกันมากกว่าจุดอื่นๆ ในบริเวณข้างเคียง จึงได้ทำการสร้างชุดข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐานจากขั้นตอนการจำลองขอบเขตลุ่มน้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้ข้อมูล DEM ร่วมกับข้อมูลเส้นทางและแหล่งน้ำอ้างอิง

ฐานข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐาน (รูปที่ 4.3) ประกอบด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ขอบเขตลุ่มน้ำย่อย โครงข่ายลำน้ำ และจุดรวมน้ำ (outlet) ซึ่งได้จากการสะสมตัวของน้ำที่มากกว่า 500 กริดเซลล์ ชุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลเครือข่าย และชุดข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างลุ่มน้ำย่อยและจุดบรรจบน้ำ (HydroJunction) ฐานข้อมูลดังกล่าวนี้เป็นประโยชน์ต่อการกำหนดและจำแนกขอบเขตลุ่มน้ำด้วยระบบ Pfafstetter ด้วยจุดรวมน้ำที่สร้างขึ้นจาก DEM จุดบรรจบของเส้นทางน้ำ (JunctionID) และตำแหน่งพื้นที่รับน้ำ (NextdownID) ที่ได้จากชุดเครือข่าย พร้อมทั้งค่าการสะสมน้ำ ณ ตำแหน่งจุดรวมน้ำของลุ่มน้ำย่อย ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับชั้นข้อมูลการสะสมน้ำ (FLOW ACCUMULATION GRID) เพื่อใช้ในการคัดเลือกจุดรวมน้ำเพื่อสร้างขอบเขตลุ่มน้ำตามเงื่อนไขของระบบ Pfafstetter



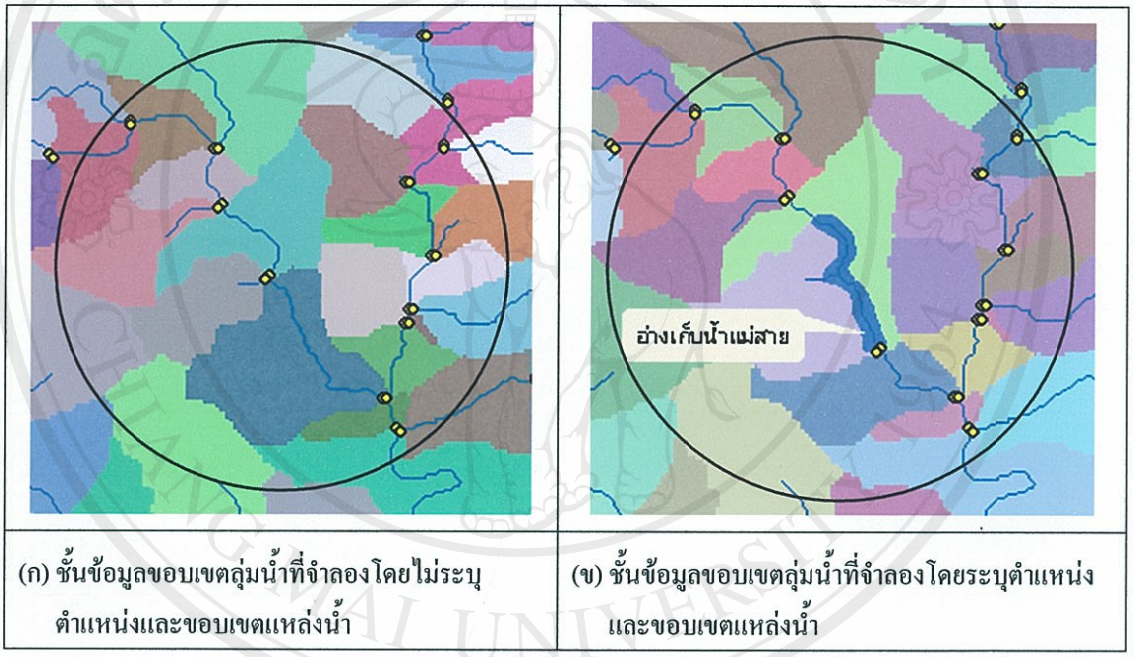
รูปที่ 4.3 ฐานข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐาน

เหตุผลที่ได้กำหนดค่าการสะสมน้ำเริ่มต้นที่ 500 กริดเซลล์ เนื่องจากเมื่อนำโครงข่ายลำน้ำที่ได้จากการจำลองด้วยค่าดังกล่าวตรวจสอบกับเส้นทางน้ำในแผนที่ภูมิประเทศ พบว่ามีความสอดคล้องและเกือบครบถ้วนตามที่ปรากฏในข้อมูลอ้างอิง ดังนั้นย่อมเป็นข้อยืนยันได้ว่าฐานข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐานมีความละเอียดเพียงพอต่อการเป็นข้อมูลตั้งต้นให้กับการจำลองและจำแนกขอบเขตลุ่มน้ำด้วยระบบ Pfafstetter หากมีการกำหนดค่าการสะสมน้ำตั้งต้นที่ต่ำกว่า ถึงแม้ว่าจะได้ชั้นข้อมูลที่ละเอียดมากกว่าแต่อาจทำให้เกิดเส้นทางน้ำขนานซึ่งทำให้ยุ่งยากต่อการนำข้อมูลมาใช้

ชั้นข้อมูลแหล่งน้ำที่ใช้ประกอบกับ DEM ในการจำลองชุดข้อมูลพื้นฐานดังกล่าว ช่วยสร้างโครงข่ายลำน้ำที่มีความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริง เนื่องจากแหล่งน้ำดังกล่าวมีผลต่อทิศทางและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความต่อเนื่องในการไหลของน้ำที่เป็นปัจจัยหลักในการจำลองขอบเขตลุ่มน้ำ ดังนั้นการระบุตำแหน่งและขอบเขตของแหล่งน้ำจะช่วยสะท้อนภาพความจริงของพื้นที่ได้ชัดเจนและถูกต้องมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชั้นข้อมูลลุ่มน้ำที่จำลองได้โดยปราศจากชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ (รูปที่ 4.4) และเมื่อนำไปใช้ในการประเมินการชะล้างพังทลายดินที่มีน้ำเป็นตัวการภายใต้กรอบลุ่มน้ำ จะทราบได้ว่าตะกอนดินถูกพัดพาไปทับถมอยู่บริเวณใดนอกเหนือจากบริเวณจุดรวมน้ำของลุ่มน้ำ นอกจากนี้ชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่เส้นทางน้ำอ้างอิงที่ใช้ในการผนวกเข้าสู่ DEM เป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้โครงข่ายลำน้ำสอดคล้องกับสภาพพื้นที่จริงมากกว่า เมื่อทำการตรวจสอบกับชั้นข้อมูลเส้นทางน้ำอ้างอิงในแผนที่ภูมิประเทศ



(ก) ชั้นข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำที่จำลองโดยไม่ระบุตำแหน่งและขอบเขตแหล่งน้ำ

(ข) ชั้นข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำที่จำลองโดยระบุตำแหน่งและขอบเขตแหล่งน้ำ

รูปที่ 4.4 ขอบเขตลุ่มน้ำจากการจำลองด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

4.3 ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ

ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยชุดข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำที่จำลองและจำแนกอันดับชั้นด้วยระบบ Pfafstetter ชุดข้อมูลเชิงพื้นที่อุทกวิทยา และชุดเครือข่ายลุ่มน้ำที่สร้างขึ้นจากชุดข้อมูลทั้งสอง นอกจากนี้ยังได้สร้างชุดข้อมูลคุณสมบัติของลุ่มน้ำย่อยด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับชั้นข้อมูล DEM การใช้ประโยชน์ที่ดิน หมู่บ้าน และระบบชลประทาน และจัดทำคำอธิบายข้อมูล (metadata) เพื่อแสดงรายละเอียดโดยสังเขปของชุดข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศซึ่งสามารถเรียกใช้ได้ด้วยโปรแกรม ArcGIS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.1 ชุดข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำอันดับชั้นต่างๆ ในระบบ Pfafstetter

การกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำตามอันดับชั้นได้ใช้การระบุจุดรวมน้ำที่ได้คัดเลือกตามเงื่อนไขของระบบ Pfafstetter โดยทำการจำลองขอบเขตเป็นระดับ (level) แล้วใช้ข้อมูลจากระดับดังกล่าวเป็นกรอบอ้างอิงเพื่อการจำลองขอบเขตลุ่มน้ำในระดับที่ละเอียดลงไป โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้เริ่มต้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่ขานเป็นระดับใหญ่สุด

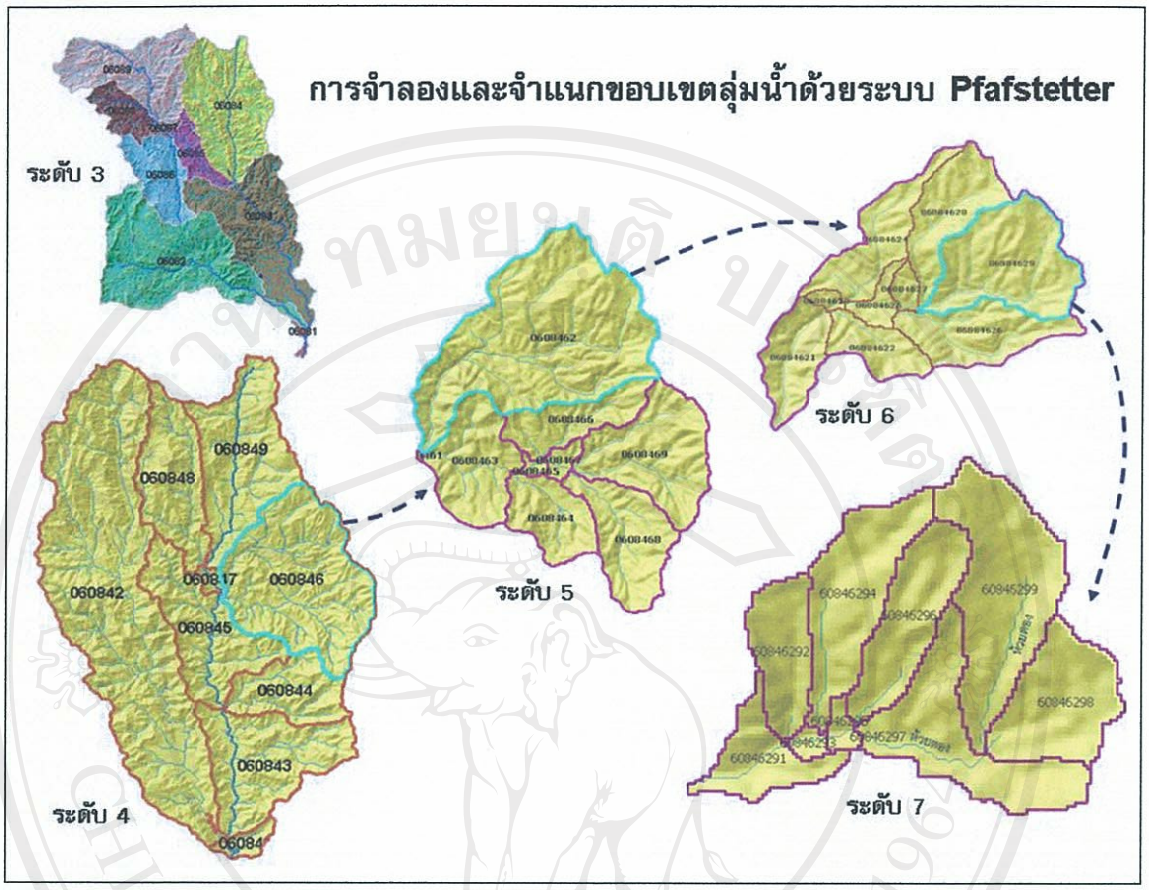
ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าขอบเขตลุ่มน้ำในบริเวณลุ่มน้ำสาขาแม่ขานที่ได้จากการจำลองและจำแนกด้วยระบบ Pfafstetter มีทั้งหมด 8 ระดับ โดยนับรวมและอ้างอิงถึงระดับลุ่มน้ำหลัก (Basin) และลุ่มน้ำสาขา (Watershed) เนื่องจากลุ่มน้ำสาขาแม่ขานเป็นลุ่มน้ำสาขาหนึ่งในลุ่มน้ำหลักปิง ซึ่งมีรหัสกำกับที่อ้างอิงจากโครงสร้างข้อมูลวางแผนการใช้ที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2542) คือ "0608" และเริ่มนับระดับที่ 1 จากลุ่มน้ำหลักปิง ระดับที่ 2 คือลุ่มน้ำสาขาแม่ขาน และลุ่มน้ำย่อยระดับที่ 3, 4, 5, 6, 7 และ 8

รหัสกำกับลุ่มน้ำหรือ Code ที่ได้จากการจำแนกอันดับชั้นลุ่มน้ำด้วยระบบ Pfafstetter นอกจากจะแสดงนัยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในการเป็นพื้นที่ให้น้ำ-รับน้ำด้วยหมายเลข 0 ถึง 9 ยังสามารถใช้อ้างอิงถึงระดับขอบเขตของหน่วยลุ่มน้ำย่อยโดยการเรียงตัวเลขที่แสดงถึงอันดับชั้นในระดับต่างๆ ต่อกัน เช่น ลุ่มน้ำ 060842 เป็นลุ่มน้ำแม่สาป ซึ่งครอบคลุมลำน้ำแม่สาปที่ไหลบรรจบลงกับน้ำแม่สะเมิง หรือเป็นลุ่มน้ำย่อยอันดับชั้นที่ 2 ภายในลุ่มน้ำแม่สะเมิง (06084) บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่ขาน (0608) ผลจากการอ้างอิงได้ดังกล่าวทำให้เกิดชื่อเฉพาะ (unique) ของลุ่มน้ำย่อยที่เป็นข้อสนเทศ (information) สำหรับอธิบายบทบาทและตำแหน่งของลุ่มน้ำในเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งลุ่มน้ำที่ได้การจำลองโดยไม่อาศัยระบบ Pfafstetter จะไม่ปรากฏรายละเอียดดังกล่าวนี้

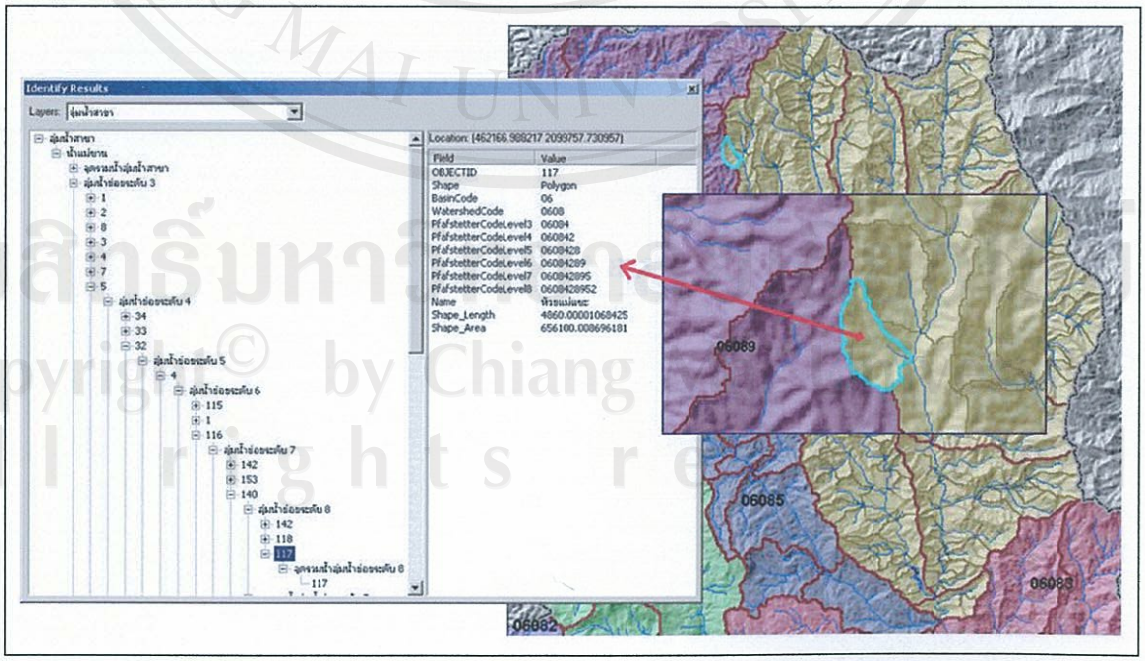
ข้อมูลเชิงพื้นที่ขอบเขตลุ่มน้ำที่ได้จากการจำลองพร้อมกับจุดรวมน้ำได้จัดเก็บแยกเป็นระดับตามโครงสร้าง Geodatabase ที่ได้ออกแบบไว้ ในขณะที่โครงข่ายลำน้ำได้ใช้จากชุดข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐาน เนื่องจากมีความละเอียดและครอบคลุมระดับต่างๆ ของขอบเขตลุ่มน้ำ โดยสามารถอ้างถึงกันได้ด้วย "PfafstetterCode" นอกจากนั้นได้ทำการระบุชื่อลุ่มน้ำตามชื่อเส้นทางน้ำที่ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศโดยอาศัยการซ้อนทับชั้นข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำที่จำลองได้กับชั้นข้อมูลเส้นทางน้ำอ้างอิง

รูปที่ 4.5 แสดงขอบเขตลุ่มน้ำระดับต่างๆ ภายในลุ่มน้ำแม่สะเมิงหรือลุ่มน้ำอันดับชั้น 4 (06084) ภายในลุ่มน้ำสาขาแม่ขาน (0608) จะเห็นได้ว่าลุ่มน้ำในระดับที่ 7 ไม่สามารถมีขอบเขตลุ่มน้ำย่อยในระดับที่ 8 เนื่องจากไม่มีลำน้ำสาขา อันเป็นผลจากการกำหนดหน่วยลุ่มน้ำพื้นฐานตั้งต้นที่จำนวน 500 กริดเซลล์ ดังนั้นหากตำแหน่งกริดเซลล์ใดมีค่าการสะสมต่ำกว่าหรือเท่ากับค่าตั้งต้นเส้นทางน้ำจะไม่ปรากฏ นอกจากนี้ความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำระดับต่างๆ ในระบบ Pfafstetter สามารถอธิบายได้โดยด้วยโครงสร้างฐานข้อมูลดังรูปที่ 4.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.5 ขอบเขตลุ่มน้ำระดับต่างๆ ที่ทำการจำลองและจำแนกอันดับชั้นด้วยระบบ Pfafstetter



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับของลุ่มน้ำผ่านโครงสร้างฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3.2 ข้อมูลคุณสมบัติของลุ่มน้ำย่อย

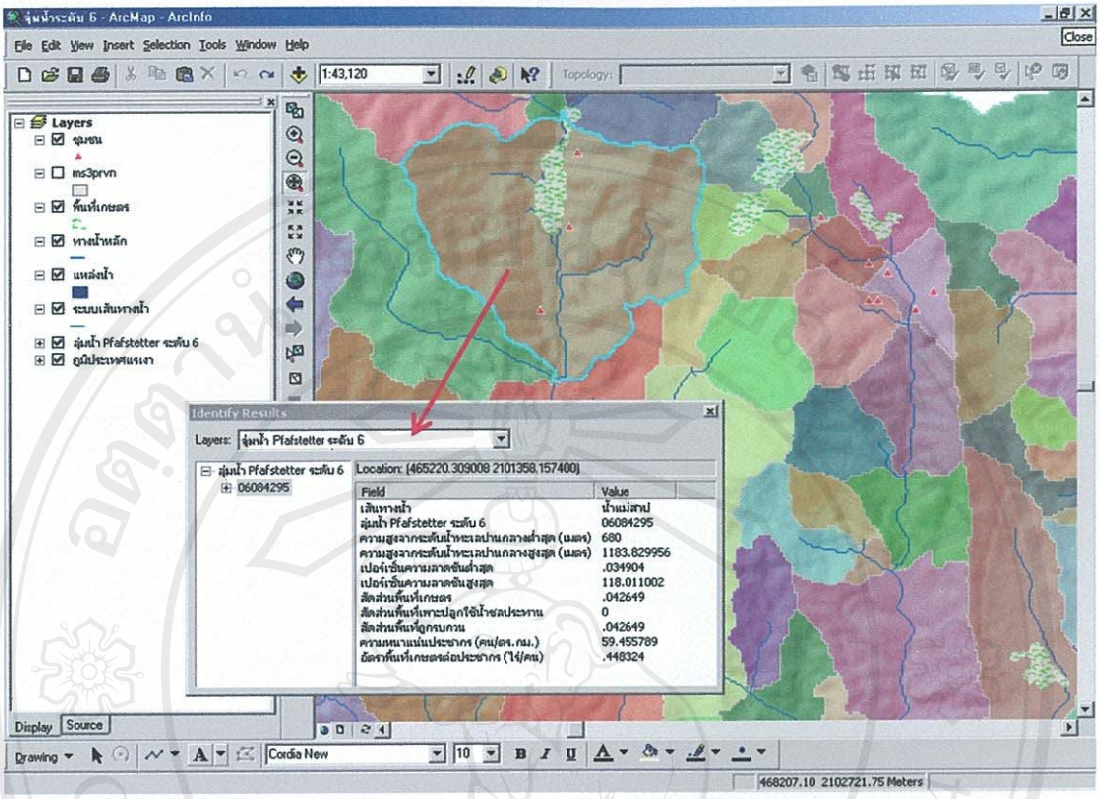
ผลการสร้างข้อมูลคุณสมบัติย่อยโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับชั้นข้อมูล DEM การใช้ประโยชน์ที่ดิน หมู่บ้าน ระบบชลประทาน ได้รับการบรรจุอยู่ในตารางอรรถาธิบายของข้อมูลเชิงพื้นที่ลุ่มน้ำและสามารถแสดงผลเป็นแผนที่ได้ โดยสภาพทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยอธิบายได้ด้วยค่าความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางและเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูล DEM โดยได้รายงานผลเป็นค่าต่ำสุด-สูงสุดแทนการนำเสนอค่าเฉลี่ยเนื่องจากสามารถแสดงภาพรวมของพื้นที่ได้ครอบคลุม (รูปที่ 4.7)

สำหรับการใช้ที่ดินด้านเกษตรซึ่งเป็นกิจกรรมหลักของกลุ่มชนบนที่สูงในลุ่มน้ำหนึ่งๆ อธิบายได้ด้วยสัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรในลุ่มน้ำย่อย โดยสื่อความหมายเชิงเปรียบเทียบถึงขนาดพื้นที่เกษตรในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและการกระจายตัวของสัดส่วนดังกล่าวในกรอบพื้นที่รวม (รูปที่ 4.8) ข้อมูลดังกล่าวอาจบ่งบอกได้ถึงรูปแบบการผลิตของชุมชนหรือศักยภาพในการผลิตอาหาร ในขณะเดียวกันก็แสดงให้เห็นถึงภาวะความสมบูรณ์และการเข้าถึงทรัพยากรน้ำเพื่อการเกษตรของลุ่มน้ำต่างๆ ด้วยสัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกที่ใช้น้ำชลประทาน (รูปที่ 4.9)

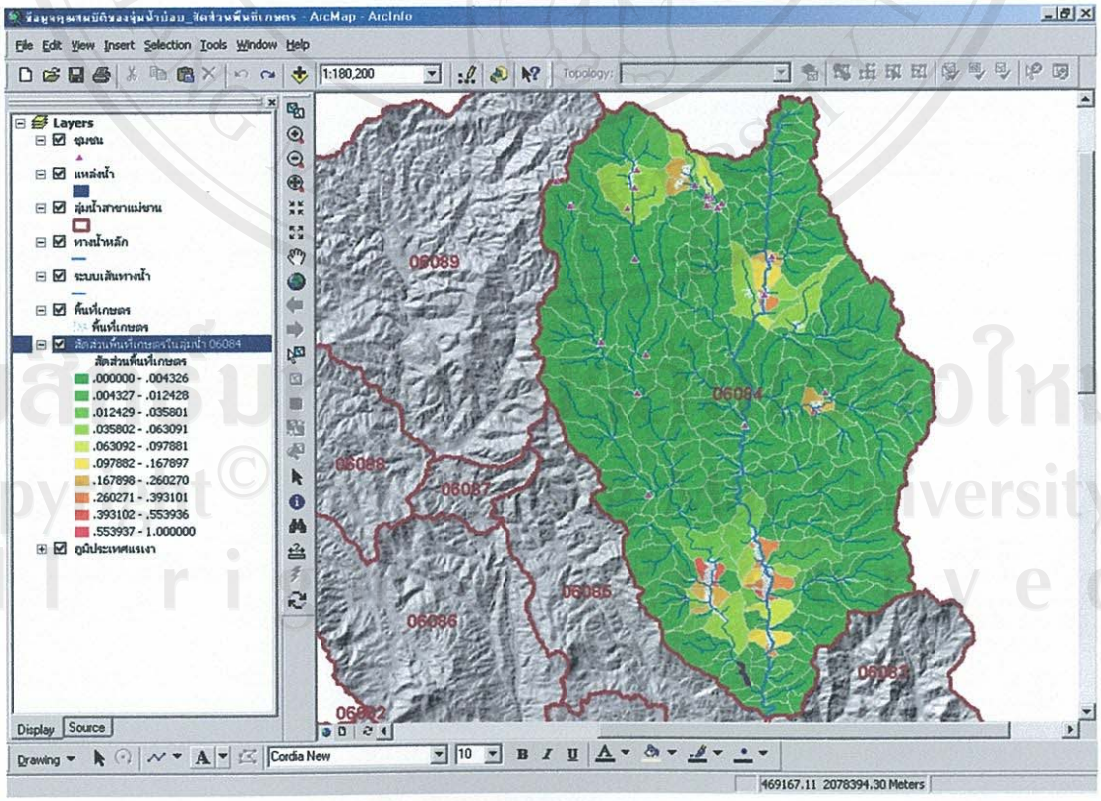
อย่างไรก็ตาม เมื่อพื้นที่ถูกเข้าถึง โอกาสในการหยิบใช้ทรัพยากรต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการย่อมเป็นไปได้ง่ายและทวีความเข้มข้นมากขึ้น เป็นเหตุให้ความเสื่อมสภาพของทรัพยากรถูกกระตุ้นให้เกิดขึ้นกว่าปกติ ซึ่งนำไปสู่ภาวะความเสื่อมโทรม ดังเช่น การชะล้างพังทลายของดิน มลภาวะน้ำในด้านคุณภาพที่อาจมีการปนเปื้อนของสารเคมี หรือการเสื่อมโทรมของคุณภาพดิน และอาจเลยเถิดจนเกิดความขัดแย้งระหว่างชุมชนเนื่องจากมีการแย่งชิงทรัพยากรและการส่งผลพวงกระทบต่อพื้นที่รับน้ำ ความมากน้อยของโอกาสเกิดความเสื่อมโทรมดังกล่าวสามารถชี้วัดได้จากสัดส่วนพื้นที่ที่ถูกรบกวนในลุ่มน้ำหนึ่งๆ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยได้กำหนดว่าพื้นที่เกษตรและชุมชน รวมถึงพื้นที่ทิ้งร้าง เป็นพื้นที่ที่ได้ถูกเข้าถึงและมีการเปลี่ยนแปลงด้วยน้ำมือมนุษย์ สัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนสามารถแสดงเป็นแผนที่ได้ดังรูปที่ 4.10

ข้อมูลคุณสมบัติลุ่มน้ำย่อยดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์สถานการณ์ลุ่มน้ำดังเช่น การใช้สัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนชี้วัดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดความเสื่อมโทรมของลุ่มน้ำในการจัดลำดับความสำคัญเพื่อการฟื้นฟูลุ่มน้ำ หรือพิจารณาการกระจายของชุมชนด้วยชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ตำแหน่งหมู่บ้านร่วมกับความหนาแน่นประชากรในลุ่มน้ำหนึ่งๆ ในการประเมินระดับแรงกดดันที่มีต่อทรัพยากรที่ดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

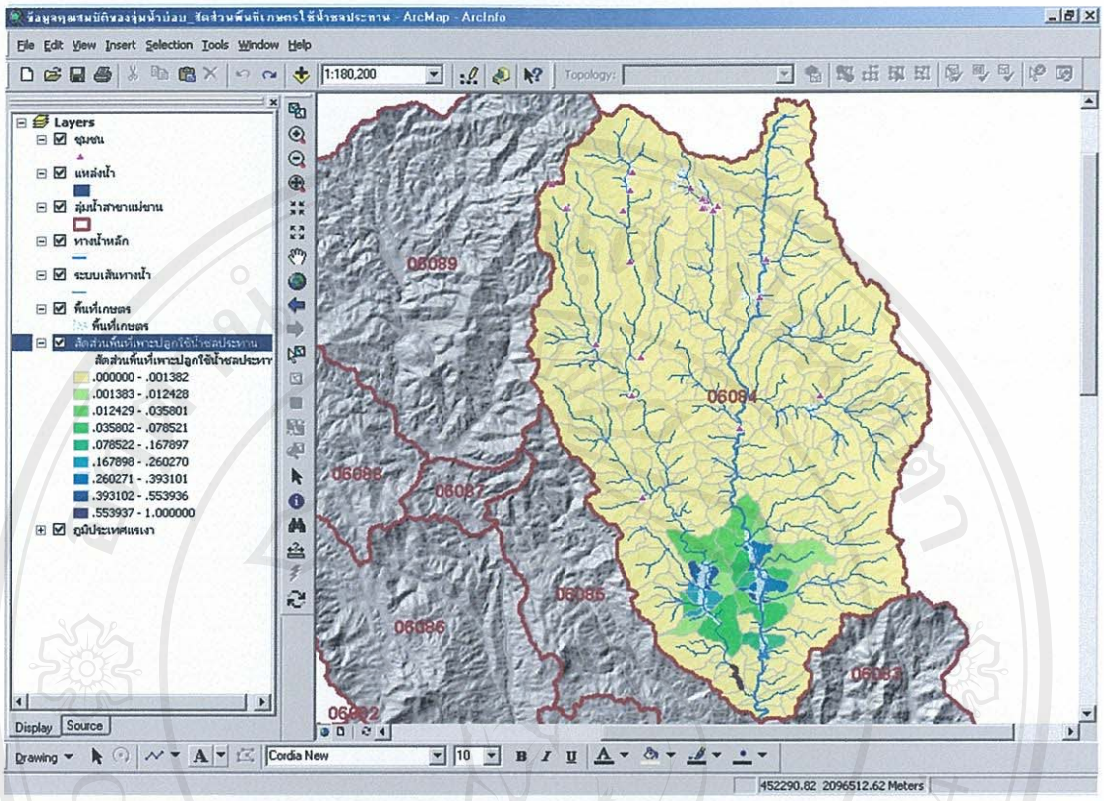


รูปที่ 4.7 การเรียกแสดงข้อมูลคุณสมบัติของลุ่มน้ำย่อยด้วยโปรแกรม ArcGIS

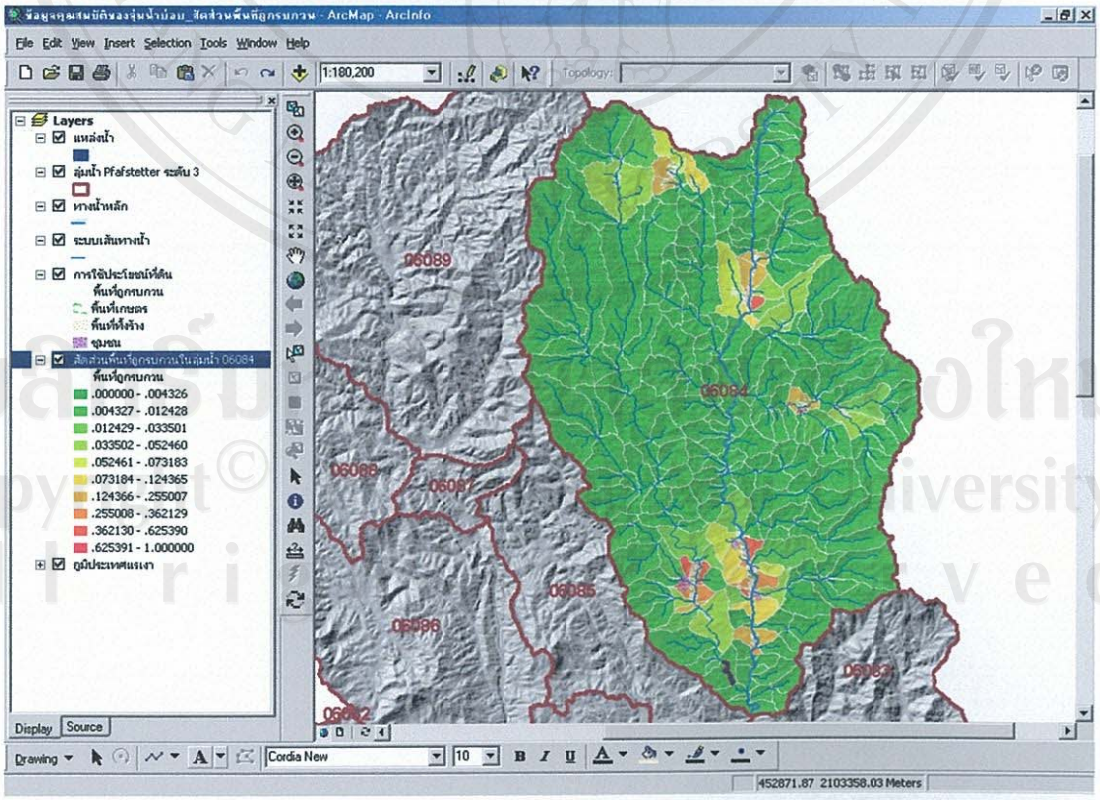


รูปที่ 4.8 สัดส่วนพื้นที่เกษตรในลุ่มน้ำย่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.9 สัดส่วนพื้นที่เพาะปลูกที่ใช้น้ำชลประทานในลุ่มน้ำย่อย



รูปที่ 4.10 สัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนในลุ่มน้ำย่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

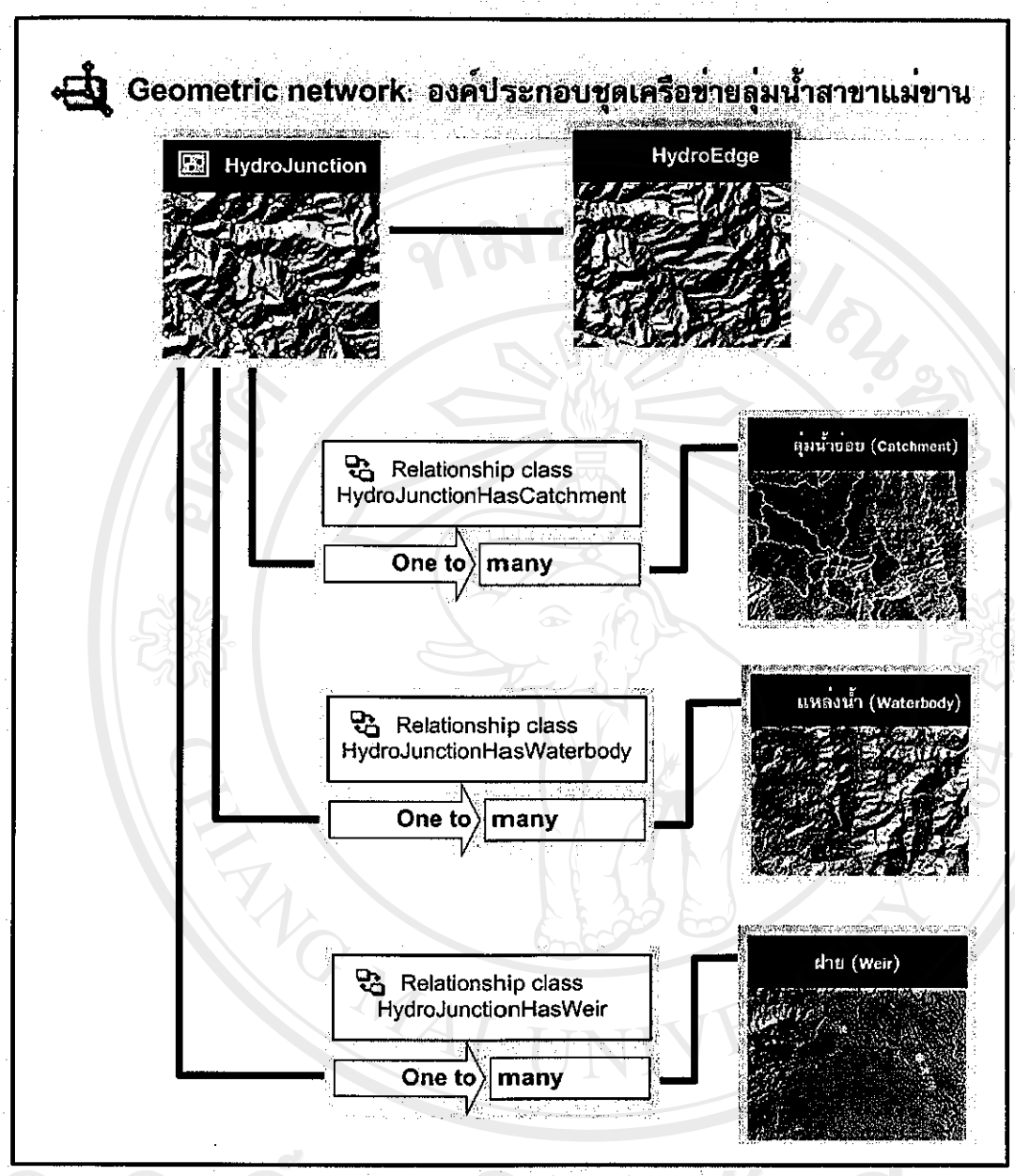
4.3.3 ชุดข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำ

นอกจากการใช้ระบบ Pfafstetter อธิบายความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของลุ่มน้ำแล้ว ชุดเครือข่ายลุ่มน้ำยังเป็นข้อมูลที่จะช่วยให้เข้าใจถึงการเชื่อมโยงพื้นที่ลุ่มน้ำและข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ เช่น ตำแหน่งฝาย และอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น โดยอาศัยปรากฏการณ์การไหลของน้ำ ในการจำลองความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุเชิงพื้นที่และทิศทางการเคลื่อนตัวของวัตถุดังกล่าวได้ใช้องค์ประกอบของชุดเครือข่ายเชิงเรขาคณิต (Geometric network) ใน Arc Hydro ได้แก่ ชั้นข้อมูล HydroJunction (Point), HydroEdges (Line) และชุดความสัมพันธ์ (Relationship) สำหรับชุดเครือข่ายลุ่มน้ำสาขาแม่ขานมีองค์ประกอบดังรูปที่ 4.11 โดยข้อมูลอ้างอิงประเภทแหล่งน้ำและระบบชลประทาน เช่น ตำแหน่งฝายและอ่างเก็บน้ำ สามารถทำการเชื่อมโยงเข้าสู่เครือข่ายด้วยชุดความสัมพันธ์ผ่าน HydroID ใน HydroJunction ดังรูปที่ 4.12

เนื่องจากข้อมูลอ้างอิงแหล่งน้ำและฝายชลประทานไม่ได้ตั้งอยู่ตรงกับตำแหน่งของ HydroJuction เสมอไป ดังนั้นเพื่อให้การระบุ HydroID ของHydroJunction เข้าสู่ field JunctionID ของข้อมูลอ้างอิงเป็นไปในแนวทางเดียวกันและสามารถอ้างอิงหรือเปรียบเทียบกันได้ จึงได้ใช้เงื่อนไขสำหรับการระบุ HydroID ดังกล่าวโดยพิจารณาว่าข้อมูลอ้างอิงแหล่งน้ำหรือฝายได้รับน้ำจาก HydroJunction ใดที่ใกล้ที่สุด และเป็นไปได้ว่า HydroJunction หนึ่งๆ สามารถให้น้ำได้มากกว่าหนึ่งอ่างเก็บน้ำหรือหนึ่งฝาย จึงได้ใช้แบบจำลองความสัมพันธ์ข้อมูลแบบ One to Many ในการสร้างชุดความสัมพันธ์เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลเข้าสู่เครือข่าย

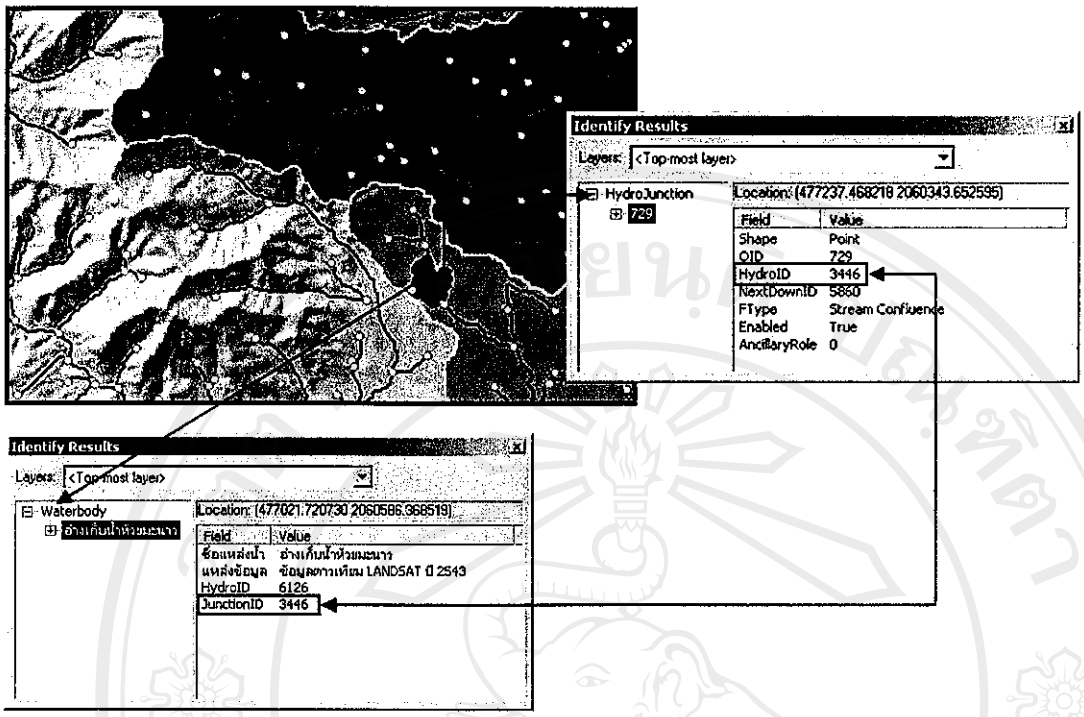
นอกจากนี้ชุดเครือข่ายลุ่มน้ำสามารถสร้างได้จากชั้นข้อมูลลุ่มน้ำระดับต่างๆ ตามความต้องการ เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ต่างๆ ดังเช่นการวิเคราะห์โอกาสเกิดความขัดแย้งด้านการใช้น้ำในการเกษตร (รูปที่ 4.13) หรือการวิเคราะห์หาลุ่มน้ำที่เป็นบ่อเกิดของตะกอนในอ่างเก็บน้ำ (รูปที่ 4.14) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

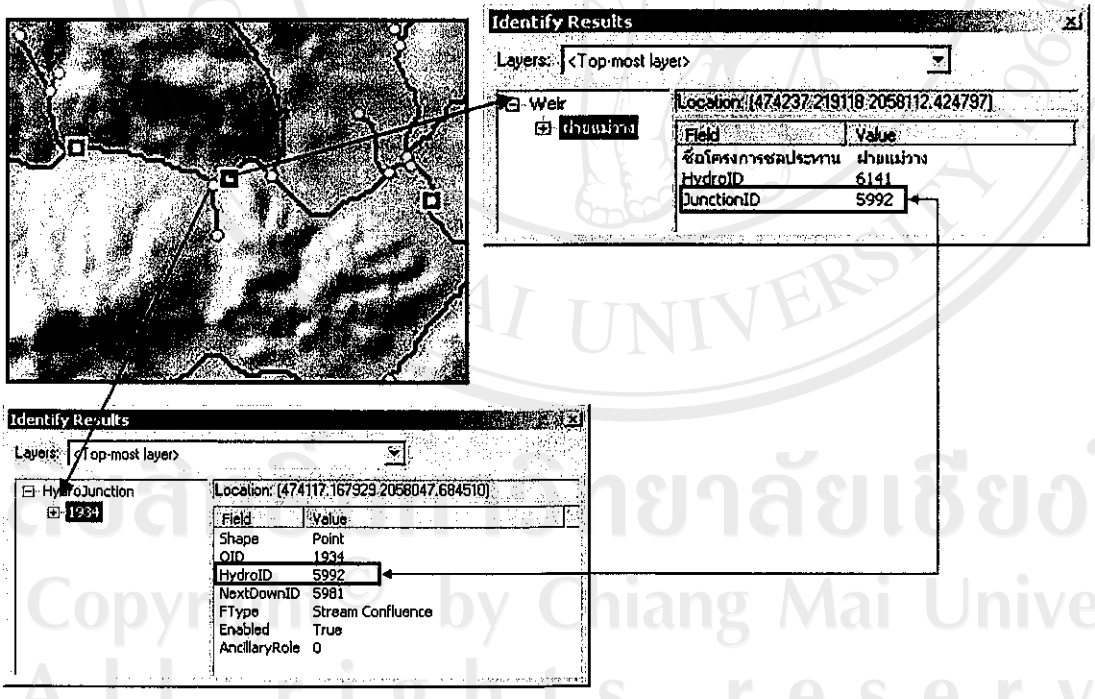


รูปที่ 4.11 องค์ประกอบชุดเครือข่ายลุ่มน้ำสาขาแม่ขาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(ก) ชุดความสัมพันธ์ระหว่าง HydroJunction กับแหล่งน้ำ



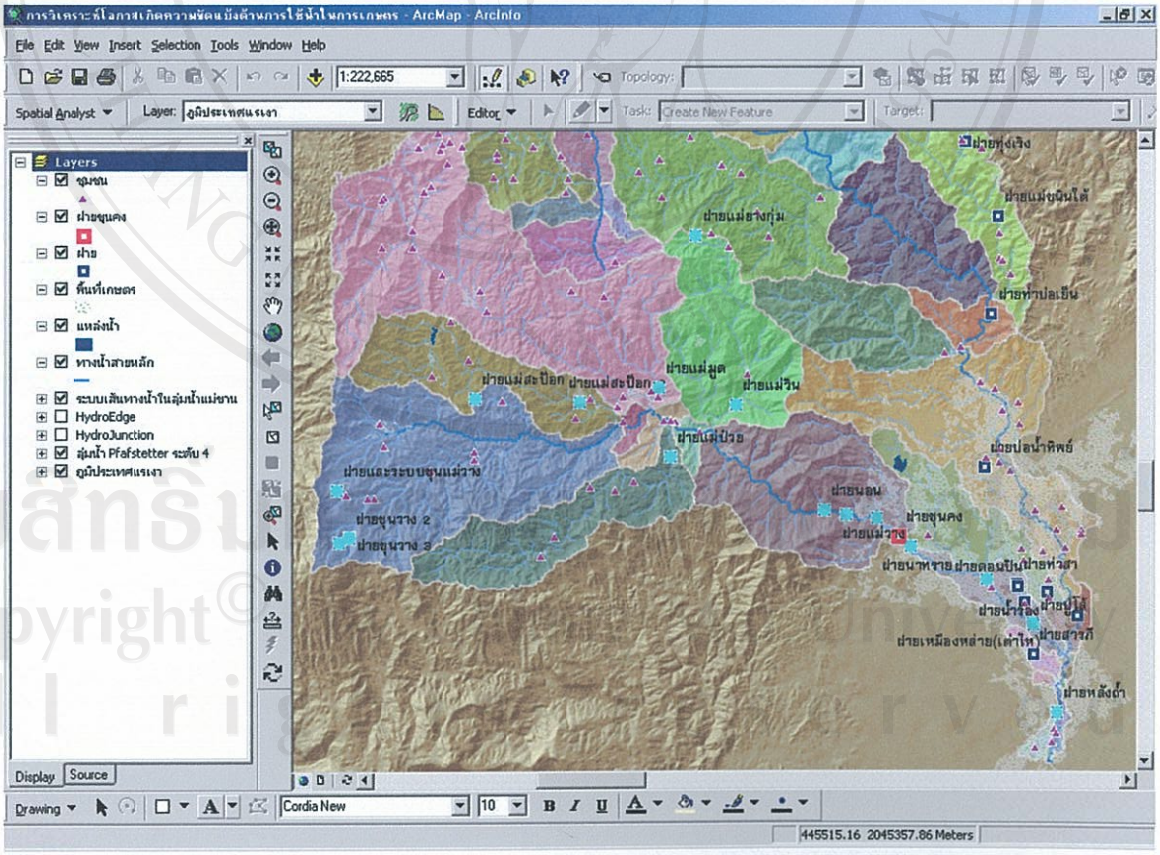
(ข) ชุดความสัมพันธ์ระหว่าง HydroJunction กับฝาย

รูปที่ 4.12 ชุดความสัมพันธ์เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลระบบชลประทานเข้าสู่เครือข่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

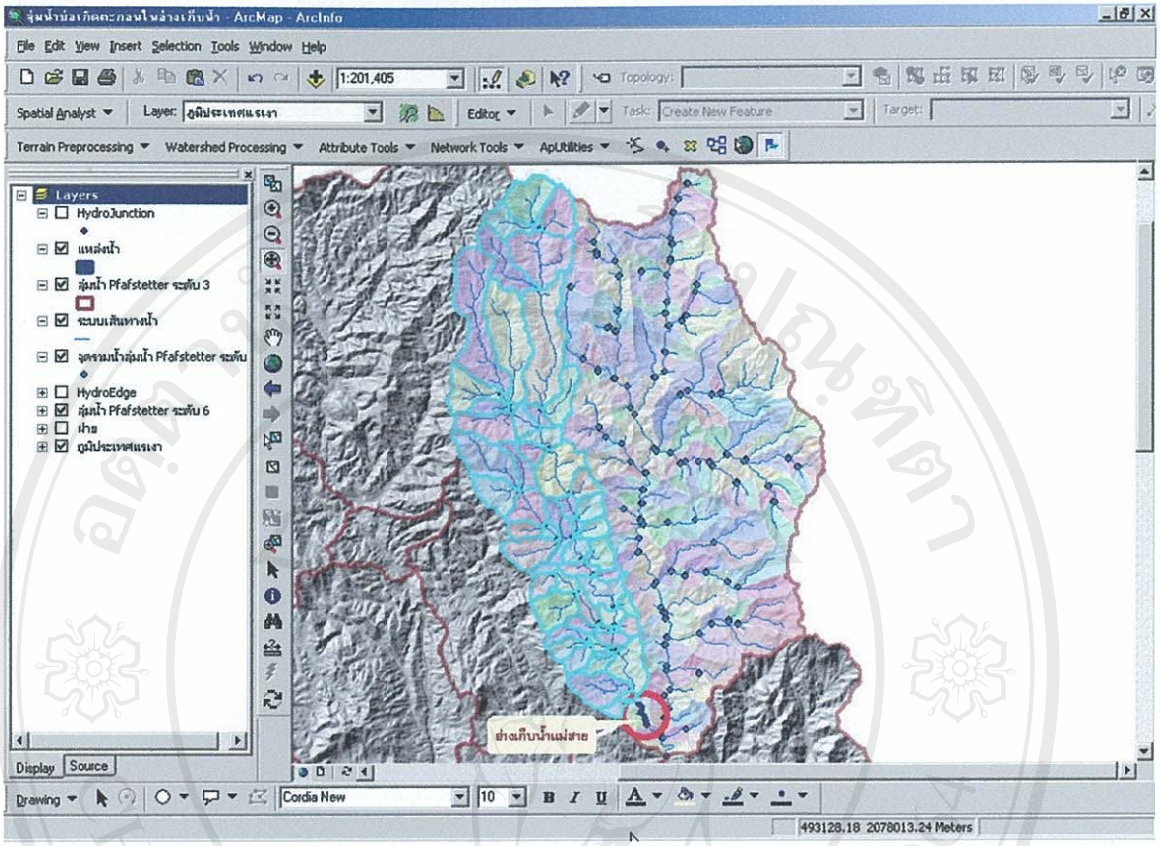
เนื่องจากชุดข้อมูลเครือข่ายสามารถแสดงให้เห็นได้ว่าจุดบรรจบน้ำหนึ่งๆ ส่งน้ำให้กับฝายใดบ้างบนลำน้ำเดียวกัน และหากบรรดาฝายต่างๆ เหล่านี้ได้รับน้ำจากจุดดังกล่าวอย่างเดียว ย่อมมีโอกาสเกิดความขัดแย้งในการใช้น้ำเพื่อการเกษตรได้โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง และนอกจากความสัมพันธ์ระหว่างฝายภายในลุ่มน้ำเดียวกันแล้ว ยังเกี่ยวข้องกับฝายในลุ่มน้ำอื่นด้วย ซึ่งกิจกรรมหรือแบบปฏิบัติของแต่ละฝายย่อมส่งผลกระทบต่อกัน

รูปที่ 4.13 แสดงตำแหน่งฝายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับฝายขุนคง ซึ่งฝาย ณ ตำแหน่งต้นน้ำภายในลุ่มน้ำเดียวกันและลุ่มน้ำข้างเคียงที่อาจส่งผลกระทบต่อต่อฝายขุนคง ได้แก่ ฝายแม่ยางกุ่ม ฝายแม่สะป๊อก ฝายและระบบขุนแม่วาง ฝายขุนวาง 2 ฝายขุนวาง 3 ฝายแม่ป๊วย ฝายนอน และฝายแม่วาง ในขณะที่ฝายนาทราย ฝายดอนปิน ฝายน้ำร้อง และฝายหลังถ้ำ ต่างเป็นฝายที่อยู่ในพื้นที่ปลายน้ำซึ่งมีโอกาสได้รับผลกระทบจากการจัดการน้ำของฝายขุนคง ข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อสนับสนุนการจัดการน้ำในชุมชนที่ทำให้เห็นภาพรวมการเกิดผลกระทบระหว่างกันของฝายต่างๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของฝายต่างๆ ที่เชื่อมโยงกับทิศทางการไหลของน้ำ



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างฝายต่างๆ ในเครือข่ายลุ่มน้ำย่อยระดับ 4 (CatchmentLevel4) ของลุ่มน้ำสาขาแม่ขาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

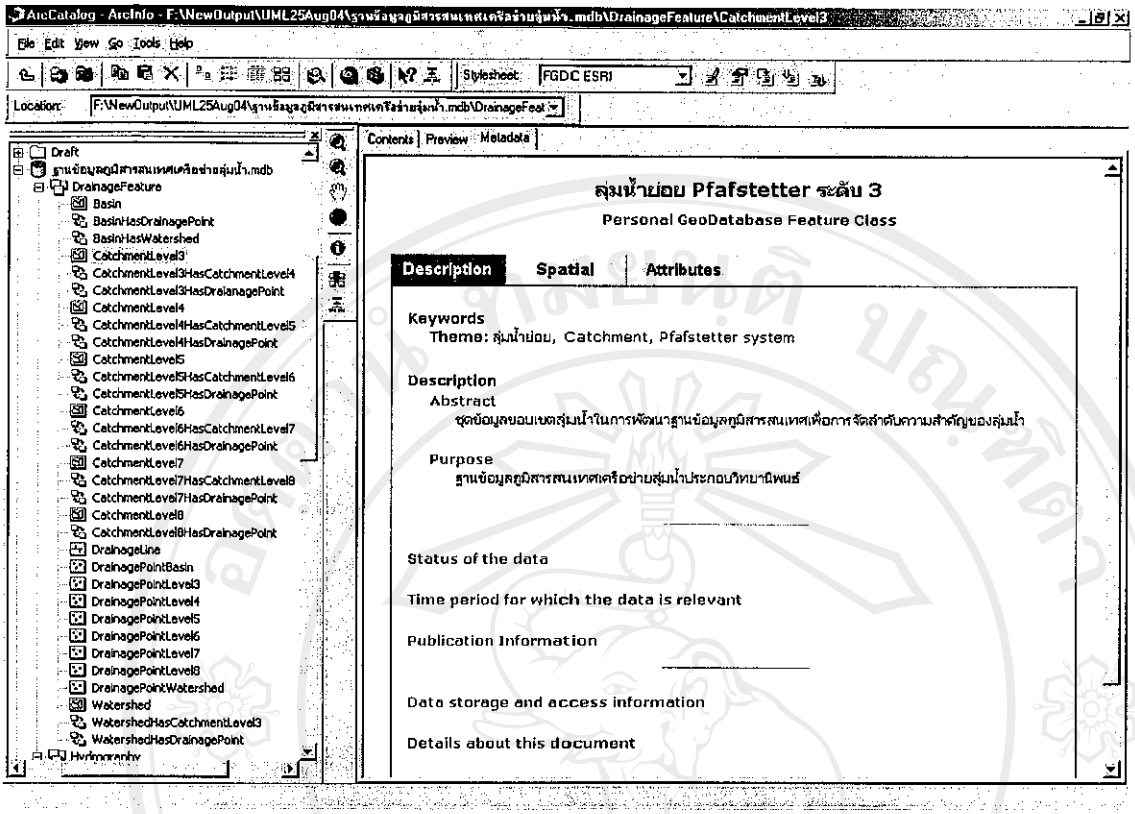


รูปที่ 4.14 การวิเคราะห์หาลุ่มน้ำที่เป็นบ่อเกิดตะกอนด้วยชุดเครือข่ายลุ่มน้ำย่อยระดับ 6 ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สะเมิง

4.3.4 คำอธิบายรายละเอียดชุดข้อมูล (Metadata)

เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่ต่างๆ และชุดข้อมูลคุณสมบัติลุ่มน้ำย่อยแล้ว ได้ทำการจัดเก็บชุดข้อมูลดังกล่าวใน Geodatabase ที่ได้สร้างไว้ในขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูล และทำการสร้างชุดเครือข่ายลุ่มน้ำได้ตามความต้องการด้วยขั้นตอนและวิธีการในข้างต้น ชุดข้อมูลต่างๆ ที่ได้จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลประเภท Geodatabase ซึ่งสามารถเรียกใช้และแสดงผลได้ด้วยโปรแกรม ArcGIS พร้อมกันนั้นได้จัดทำคำอธิบายรายละเอียดโดยสังเขป (metadata) ของชุดข้อมูลดังรูปที่ 4.15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 4.15 ตัวอย่างคำอธิบายรายละเอียดของชุดข้อมูล (metadata) ในฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ

4.4 การจัดลำดับความสำคัญเพื่อการจัดการลุ่มน้ำ

4.4.1 การกำหนดและประเมินหลักเกณฑ์การจัดลำดับความสำคัญ

บริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮและหนองหอยเป็นพื้นที่สูงที่มีชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ต่างๆ ตั้งถิ่นฐานและประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักโดยมีแบบปฏิบัติทางการเกษตรที่หลากหลายและเน้นผลิตเพื่อขายตามนโยบายของศูนย์พัฒนาฯ และความต้องการของตลาด พฤติกรรมการผลิตทางเกษตรดังกล่าวเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้มีการใช้ที่ดินอย่างเข้มข้นทั้งในเรื่องการปรับพื้นที่เพื่อเพาะปลูก การเขตกรรม และการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืช สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริมให้เกิดความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรต่างๆ โดยเฉพาะการชะล้างพังทลายดินที่อาจส่งผลต่อกระทบต่อพื้นที่รับน้ำตอนล่าง เนื่องจากตะกอนในลำน้ำอาจทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน น้ำมีการปนเปื้อนของสารเคมีที่ปะปนในตะกอน และอาจนำไปสู่ความขัดแย้งระหว่างชุมชนที่อาศัยในพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่รับน้ำ นอกจากนี้รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและการคมนาคมที่อำนวยความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่ เช่น ถนน ยังเป็นปัจจัยที่ผลักดันให้มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมได้ง่ายและมากขึ้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เกิดความเสื่อมโทรมเร็วยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวางแผนแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมที่กำลังจะทวีความรุนแรงในอนาคตทำได้โดยอาศัยแนวคิดการจัดการลุ่มน้ำและใช้กลยุทธ์การจัดลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำ ลำดับความสำคัญของพื้นที่จะเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงระดับความรุนแรงของปัญหาและความต้องการการจัดการ โดยลุ่มน้ำที่เสี่ยงสูงสุดคือลุ่มน้ำที่สำคัญที่สุด ข้อมูลดังกล่าวนี้ช่วยให้ผู้ที่ทำการจัดการลุ่มน้ำทราบว่าต้องดำเนินการหรือจัดการกับพื้นที่ใดก่อนจึงจะสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงทีและสอดคล้องกับศักยภาพที่มีอยู่

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความเสื่อมโทรมได้แก่ (1) ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน (2) ความรุนแรงของการชะล้างพังทลายดิน และ (3) ปริมาณตะกอนในลำน้ำ

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้เลือกใช้ปัจจัยด้านประชากรไม่ว่าจะเป็นเรื่องการกระจายตัวหรือความหนาแน่นมาเป็นตัวชี้วัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย เนื่องจากการตั้งถิ่นฐานชุมชนบนพื้นที่สูงโดยส่วนใหญ่มักอยู่อาศัยกันเป็นกลุ่มก้อนตามเผ่าพันธุ์ ไม่กระจายตัวและหนาแน่นอย่างชุมชนเมือง ปัจจัยความหนาแน่นของประชากรที่สร้างแรงกดดันในการใช้ทรัพยากรไม่ได้แสดงนัยสำคัญที่เด่นชัดนักเมื่อเทียบกับชุมชนเมือง

เนื่องจากหลักเกณฑ์สามประการข้างต้นต่างมีระดับความซับซ้อนของการชี้วัดผลที่แตกต่างกันแต่มีความมุ่งเน้นปัจจัยเรื่องการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นสำคัญเหมือนกัน การประเมินเพื่อระบุความสำคัญลุ่มน้ำในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการประเมินลุ่มน้ำแยกแต่ละหลักเกณฑ์เพื่อเสนอให้เห็นถึงความแตกต่างของลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำที่บ่งชี้ถึงโอกาสเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรม และทำการประเมินรวมทั้งสามหลักเกณฑ์เพื่อสรุปว่าลุ่มน้ำย่อยใดในแต่ละศูนย์พัฒนาโครงการหลวงเป็นลุ่มน้ำที่ตกอยู่ในสถานภาพที่เสี่ยงสูงสุดต่อการเกิดความเสื่อมโทรมที่ต้องการฟื้นฟูอย่างเร่งด่วนและเป็นอันดับแรกเมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำย่อยในขอบเขตพื้นที่เดียวกัน ซึ่งในการประเมินภาพรวมดังกล่าวได้ให้ค่าความสำคัญต่อหลักเกณฑ์ทั้งสามเท่าเทียมกัน

ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน

ภาวะพื้นที่ถูกรบกวนเป็นหลักเกณฑ์ที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ด้วยการเข้าไปใช้ประโยชน์ที่ดินโดยมนุษย์ ในการประเมินครั้งนี้ได้กำหนดเงื่อนไขไว้ว่าลุ่มน้ำใดมีระดับของการรบกวนมากที่สุด ลุ่มน้ำดังกล่าวย่อมมีความสำคัญที่สุด เพราะมีความเสี่ยงสูงสุดต่อการเกิดความเสื่อมโทรม ภาวะพื้นที่ถูกรบกวนสามารถประเมินค่าได้จาก 2 ปัจจัยได้แก่ (1) ความหนาแน่นของถนนในลุ่มน้ำย่อย และ (2) สัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน แต่เนื่องจากช่วงค่าและหน่วยวัดของทั้งสองปัจจัยแตกต่างกันมาก ดังนั้นจึงได้ปรับช่วงค่าของแต่ละปัจจัยให้เป็นค่าดัชนีที่มีช่วงค่าระหว่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

0-1.0 โดยวิธีการ Score Range Transformation (Malczewski, 1999) จากนั้นรวมค่าดัชนีดังกล่าวโดยการให้ค่าความสำคัญกับทั้งสองปัจจัยเท่ากันคือ 0.5 ก่อนที่จะคำนวณค่าดัชนีการรบกวนพื้นที่ด้วยวิธีการ Weighted Linear Combination (Malczewski, 1999) ผลลัพธ์ที่ได้นำมาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ลุ่มน้ำใดที่มีค่าดัชนีการรบกวนพื้นที่มากที่สุด ลุ่มน้ำดังกล่าวเป็นลุ่มน้ำที่สำคัญที่สุด

ภาวะการชะล้างพังทลายของดิน

ภาวะการชะล้างพังทลายดินชี้วัดถึงผลร่วมของการใช้ประโยชน์ที่ดินและปัจจัยสภาพพื้นที่ ได้แก่ ความลาดชัน ลักษณะดิน ปริมาณน้ำฝน โดยวัดได้เป็นอัตราการสูญเสียดินในช่วงเวลาหนึ่งๆ ที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ ซึ่งคำนวณได้จากสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) และได้ประยุกต์ใช้ใน GIS ด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ซ้อนทับชั้นข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วทำการสรุปอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของแต่ละลุ่มน้ำย่อยจากค่าผลรวมของอัตราการสูญเสียดินตามสัดส่วนพื้นที่ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำย่อยหนึ่งๆ โดยขั้นตอนการกำหนดอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของลุ่มน้ำย่อย ประกอบด้วย

1. สรุปค่าอัตราการสูญเสียดินที่คำนวณได้ตามชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการทำ Zonal Statistics ระหว่างชั้นข้อมูลราสเตอร์อัตราการสูญเสียดินที่คำนวณได้จาก USLE และชั้นข้อมูลเวกเตอร์การใช้ประโยชน์ที่ดิน จะได้อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยที่อ้างอิงตามชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน
2. คำนวณสัดส่วนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำย่อยโดยทำการซ้อนทับชั้นข้อมูลลุ่มน้ำย่อยกับชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน
3. อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของแต่ละลุ่มน้ำย่อยได้จากผลรวมของอัตราการสูญเสีย ดินเฉลี่ยที่อ้างอิงตามการใช้ประโยชน์ที่ดินตามสัดส่วนพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำย่อย

เมื่อได้ค่าอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของแต่ละลุ่มน้ำย่อย แล้วทำการจัดลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำ โดยลุ่มน้ำย่อยใดมีอัตราการสูญเสียดินสูงสุดเป็นลุ่มน้ำที่สำคัญที่สุด

ปริมาณตะกอนในลำน้ำ

ปริมาณตะกอนในลำน้ำเป็นตัวชี้วัดภาพรวมโอกาสเสี่ยงในการที่ตะกอนที่เกิดจากการชะล้างพังทลาย จะส่งผลกระทบต่อพื้นที่อื่น ซึ่งประเมินได้จากค่าอัตราการสูญเสียดินในลุ่มน้ำย่อยด้วยการประมาณค่าปริมาณดินที่สูญเสียในช่วงเวลาหนึ่งๆ ของลุ่มน้ำ จากนั้นคำนวณค่าตะกอนที่ไหลออกจากลุ่มน้ำด้วยค่า Sediment delivery ratio (SDR) ซึ่งเป็นค่าสัดส่วนการเคลื่อนย้ายตะกอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้พื้นที่ลุ่มน้ำเป็นปัจจัยหลักในการคำนวณสัดส่วนการเคลื่อนย้ายตะกอนโดยใช้สมการ SDR = 0.417762 *$A^{-0.134958}$ – 0.127097 โดยที่ A คือขนาดลุ่มน้ำ ($mile^2$) (USDA, 1983)

4.4.2 ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ

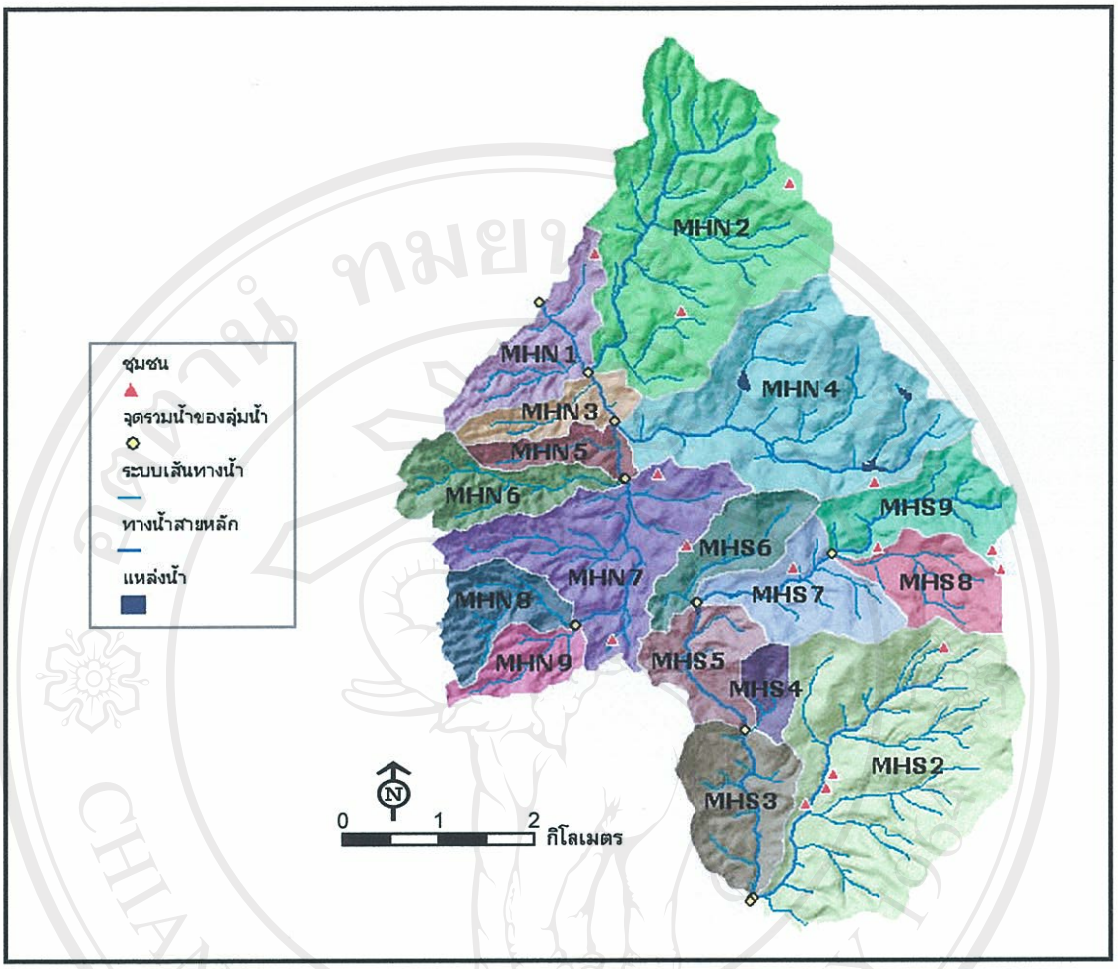
การจัดลำดับความสำคัญเพื่อการจัดการลุ่มน้ำต้องการขอบเขตลุ่มน้ำย่อยสำหรับใช้ในการประเมิน ดังนั้นจึงได้จัดทำฐานข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮและหนองหอยด้วยวิธีการและขั้นตอนที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำสาขาแม่ขาน ซึ่งขอบเขตลุ่มน้ำย่อยและข้อมูลอุทกวิทยาที่มีความสอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศ สามารถใช้วิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลอื่นเพื่อสร้างข้อมูลใหม่ที่จำเป็นต่อการประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญ สำหรับผลที่ได้จากการประเมินพื้นที่ด้วยหลักเกณฑ์ต่างๆ จะถูกบรรจุไว้ในฐานข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำในรูปของตารางข้อมูลอรรถาธิบาย

4.5 การจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

4.5.1 ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ

ฐานข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำสำหรับใช้ในการจัดลำดับความสำคัญได้สร้างจากชุดเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐานที่ระดับค่าการสะสมน้ำตั้งแต่ 2000 กริดเซลล์ขึ้นไป ซึ่งได้จากการจำลองด้วยข้อมูล DEM ขนาด 5×5 เมตร ที่ได้สร้างขึ้นจากเส้นชั้นความสูง จุดระดับสูงเที่ยง และเส้นทางน้ำ ในขนาดมาตราส่วน 1:10,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน (2545ข) การเลือกใช้ชุดข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำจากค่าการสะสมน้ำระดับ 2000 กริดเซลล์ เนื่องจากเมื่อตรวจสอบกับแผนที่ภูมิประเทศพบว่าโครงข่ายลำน้ำที่ได้จากการจำลองมีความสอดคล้องและครอบคลุมเส้นทางน้ำอ้างอิง สำหรับขอบเขตลุ่มน้ำที่จำลองได้พบว่าแยกออกเป็นสองส่วนตามระบบเส้นทางน้ำในพื้นที่ เมื่อทำการกำหนดและจำแนกลุ่มน้ำด้วยระบบ Pfafstetter พบว่าขอบเขตลุ่มน้ำที่สร้างขึ้น มีได้มากกว่า 3 ระดับ และเมื่อพิจารณาจากโครงข่ายลำน้ำแล้วได้เลือกใช้ขอบเขตลุ่มน้ำระดับที่ 2 ในการจัดลำดับความสำคัญ (รูปที่ 4.16)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



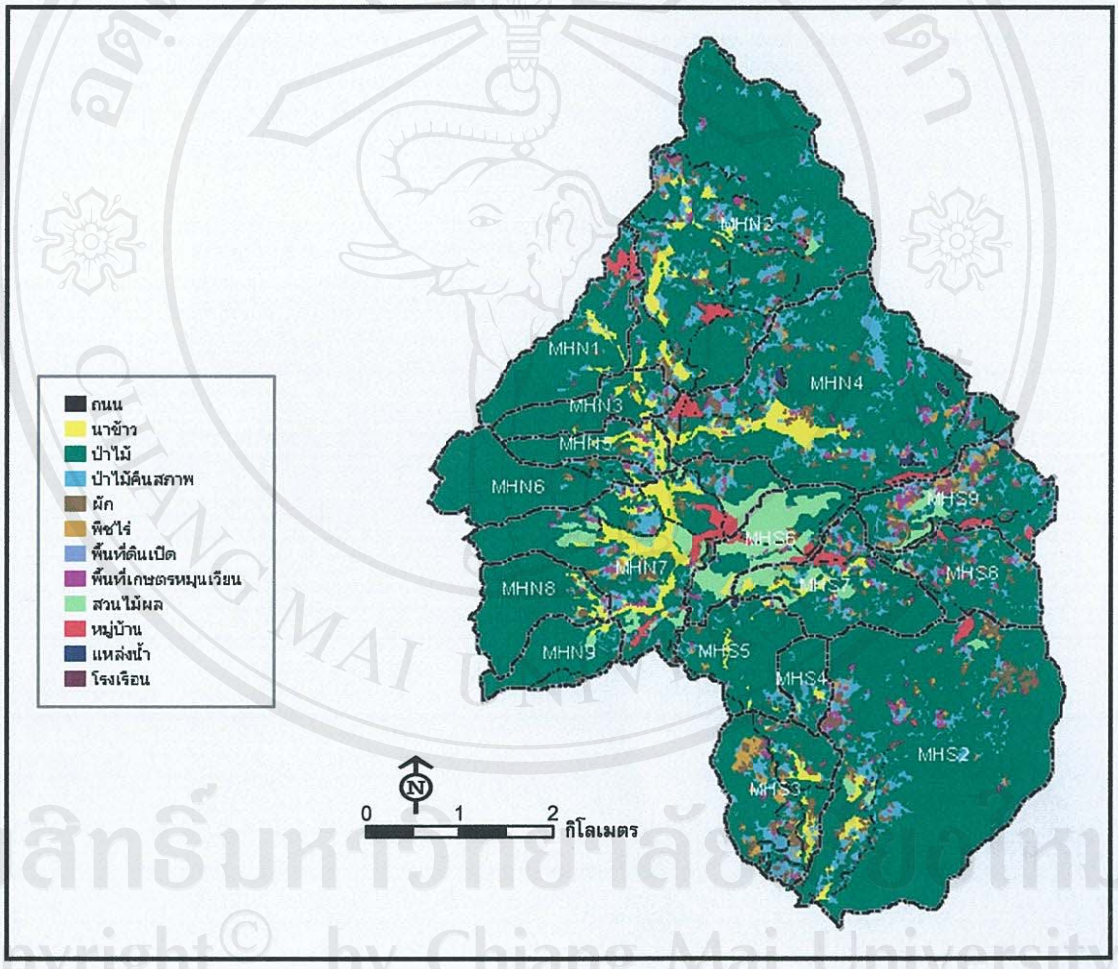
รูปที่ 4.16 ขอบเขตลุ่มน้ำและระบบเส้นทางน้ำจากการจำลองด้วยข้อมูล DEM บริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

สำหรับลุ่มน้ำระดับที่ 2 ซึ่งได้ใช้เป็นกรอบพื้นที่ในการจัดลำดับความสำคัญพบว่ามีทั้งหมด 18 ลุ่มน้ำย่อย เพื่อให้เห็นถึงความเป็นกลุ่มลุ่มน้ำย่อยที่เกิดขึ้นจากสองระบบเส้นทางน้ำ จึงได้เรียกชื่อตามเขตเหนือ-ใต้ในพื้นที่และตามด้วยอันดับชั้นที่ได้จากการจำแนกด้วยระบบ Pfafstetter โดยที่ MHN เป็นกลุ่มลุ่มน้ำย่อยทางเหนือของพื้นที่ ครอบคลุมเส้นทางน้ำห้วยแม่แฮ ห้วยขมิ้น และห้วยหอย ในขณะที่ MHS เป็นกลุ่มลุ่มน้ำย่อยทางใต้ของพื้นที่ ครอบคลุมเส้นทางน้ำห้วยแม่เตียน เนื่องจากชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและชั้นข้อมูลดินซึ่งเป็นปัจจัยในการประเมินพื้นที่ไม่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำ MHS1 ดังนั้นจึงยกเว้นไม่ทำการประเมินและพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อยดังกล่าวมีขนาดเพียง 4.1 ไร่ จึงไม่ส่งผลกระทบต่อลำดับความสำคัญของอีก 17 ลุ่มน้ำย่อยที่เหลือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญ

ในการประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยได้ทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกันระหว่างชั้นข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลลัพธ์ที่ได้นอกจากจะนำไปสรุปเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์การใช้ที่ดินของลุ่มน้ำย่อย อันนำไปสู่การจัดลำดับความสำคัญในหลักเกณฑ์ภาวะพื้นที่ถูกรบกวนแล้ว ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละลุ่มน้ำย่อยดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 รูปแบบและการกระจายตัวของการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ (เมธีและคณะ, 2544)

เมื่อได้ทำการจัดลำดับความสำคัญเพื่อการจัดการลุ่มน้ำย่อยเหล่านี้ด้วยการประเมินสถานภาพความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมของลุ่มน้ำย่อยตามหลักเกณฑ์ที่ได้กำหนดขึ้น พบว่าภายใต้หลักเกณฑ์ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน ลุ่มน้ำย่อย MHS6 (รูปที่ 4.16) มีดัชนีการรบกวนพื้นที่สูงสุดและมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายดินสูงสุดโดยมีอัตราการสูญเสียดินที่คำนวณได้จาก USLE ซึ่งอ้างอิงตามสัดส่วนพื้นที่ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปรากฏในลุ่มน้ำย่อยด้วยอัตรา 16.46 ตัน/ไร่/ปี ในขณะที่ลุ่มน้ำ MHN2 เป็นลุ่มน้ำที่มีสถานภาพเสี่ยงสูงสุดในการเกิดผลกระทบข้างเคียงจากปริมาณตะกอนในลำน้ำด้วยขนาด 5723.02 ตัน/ปี และเมื่อสรุปรวมทั้งสามหลักเกณฑ์ พบว่าลุ่มน้ำย่อย MHS6 เป็นลุ่มน้ำที่เสี่ยงสูงสุดต่อการเกิดความเสื่อมโทรม รายละเอียดและลำดับความสำคัญที่ได้จากการประเมินภายใต้หลักเกณฑ์ต่างๆ และภาพรวมโดยสรุปของลุ่มน้ำย่อยมีดังนี้

ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน

ผลจากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพื่อสรุปภาวะพื้นที่ถูกรบกวนของลุ่มน้ำย่อยโดยใช้ความหนาแน่นของถนนและสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนเป็นตัวชี้วัดในตารางที่ 4.1 พบว่าลุ่มน้ำย่อย MHS9 มีค่าความหนาแน่นของถนนสูงสุดคือ 0.0052 เมตร/ตารางเมตร ในขณะที่ลุ่มน้ำ MHS6 เป็นลุ่มน้ำย่อยที่มีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนสูงสุดคือ 0.632 เมื่อรวมดัชนีของทั้งสองเงื่อนไขเข้าด้วยกันเพื่อกำหนดเป็นดัชนีชี้วัดภาวะพื้นที่ถูกรบกวน พบว่า MHS6 เป็นลุ่มน้ำย่อยที่มีค่าดัชนีการรบกวนพื้นที่สูงสุด ซึ่งเป็นลุ่มน้ำย่อยที่เสี่ยงสูงสุดต่อการเกิดความเสื่อมโทรม ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อย MHN8 มีดัชนีการรบกวนพื้นที่ต่ำสุดเนื่องจากมีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนเพียง 0.064 และไม่มีถนนตัดผ่านพื้นที่

สำหรับลุ่มน้ำย่อย MHS6 พบว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นการรบกวนพื้นที่ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรประเภทสวนไม้ผล 51.7%, ผัก 1.7%, นาข้าว 1.2%, พืชไร่ 1.0% และพื้นที่เกษตรหมุนเวียน 1.6% ส่วนพื้นที่ชุมชนและเส้นทางคมนาคมมีประมาณ 6.3% ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้ซึ่งถือว่าเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่เป็นการรบกวนพื้นที่มีประมาณ 36.8% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินดังกล่าว จะเห็นได้ว่าสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนภายในลุ่มน้ำย่อย MHS6 โดยส่วนใหญ่เกิดจากการเปิดพื้นที่เพื่อปลูกไม้ผลติดต่อกันเป็นผืนขนาดใหญ่ (รูปที่ 4.17)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

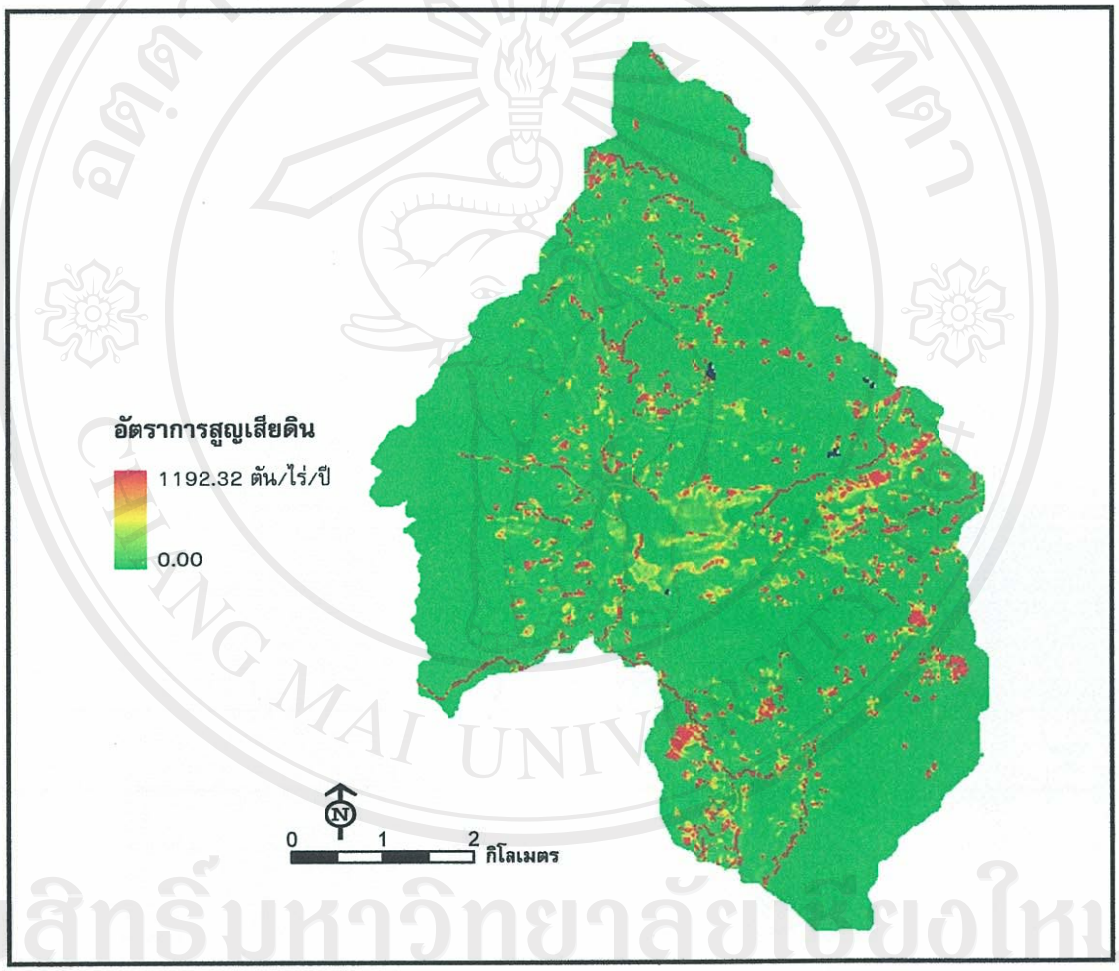
ตารางที่ 4.1 การประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ภายใต้หลักเกณฑ์ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน

ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ (ไร่)	พื้นที่ถูกรบกวน (ไร่)	สัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน	ดัชนีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน	ความยาวรวมของถนน (ม)	ความหนาแน่นของถนน (ม/ม^2)	ดัชนีความหนาแน่นของถนน	ดัชนีรวมภาวะพื้นที่ถูกรบกวน
MHN1	832.6	102.1	0.123	0.144	3157.3	0.0024	0.453	0.298
MHN2	3493.4	434.2	0.124	0.147	23673.9	0.0042	0.811	0.479
MHN3	453.8	54.3	0.120	0.139	347.0	0.0005	0.092	0.115
MHN4	2877.6	459.3	0.160	0.206	18086.2	0.0039	0.751	0.479
MHN5	359.4	94.3	0.262	0.379	525.1	0.0009	0.174	0.276
MHN6	774.5	28.7	0.037	0.000	1793.1	0.0015	0.277	0.139
MHN7	1805.3	682.2	0.378	0.573	10665.6	0.0037	0.706	0.639
MHN8	624.8	39.8	0.064	0.045	0.0	0.0000	0.000	0.022
MHN9	439.0	33.8	0.077	0.067	1154.8	0.0016	0.314	0.190
MHS2	3762.8	343.5	0.091	0.091	14586.8	0.0024	0.463	0.277
MHS3	1023.3	278.9	0.273	0.396	5718.9	0.0035	0.667	0.532
MHS4	258.7	17.8	0.069	0.053	591.7	0.0014	0.273	0.163
MHS5	676.0	59.9	0.089	0.087	2094.6	0.0019	0.371	0.229
MHS6	645.4	407.8	0.632	1.000	4528.6	0.0044	0.839	0.920
MHS7	869.0	255.2	0.294	0.431	4679.5	0.0034	0.644	0.538
MHS8	694.8	113.9	0.164	0.213	5032.4	0.0045	0.866	0.540
MHS9	912.8	290.7	0.318	0.473	7639.9	0.0052	1.000	0.737

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาวะการชะล้างพังทลายดิน

ผลการประมาณค่าอัตราการสูญเสียดินด้วย USLE สามารถแสดงเป็นแผนที่การกระจายตัวของการชะล้างพังทลายดินที่เกิดจากฝนดังรูปที่ 4.18 เมื่อทำการสรุปตามชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าอัตราเฉลี่ยการสูญเสียดินของแต่ละชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮเป็นไปตามรายละเอียดในตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.18 สภาพการชะล้างพังทลายดินในบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.2 อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยตามชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)
ถนน	180.64
พื้นที่เกษตรหมุนเวียน	66.85
พืชไร่	51.37
ผัก	49.26
พื้นที่ดินเปิด	33.89
สวนไม้ผล	21.01
นาข้าว	2.99
ป่าไม้ดีนสภาพ	2.10
ป่าไม้	0.27
แหล่งน้ำ, หมู่บ้าน, โรงเรือน	0.00

เมื่อนำค่าอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยที่ได้จากการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดในตารางที่ 4.2 คำนวณหาอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของลุ่มน้ำย่อย โดยพิจารณาตามสัดส่วนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดในลุ่มน้ำย่อยหนึ่งๆ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของลุ่มน้ำย่อยอ้างอิงตามชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

ลุ่มน้ำย่อย	อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)	ลุ่มน้ำย่อย	อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)
MHN1	2.73	MHS2	4.62
MHN2	6.57	MHS3	15.82
MHN3	2.73	MHS4	2.25
MHN4	6.27	MHS5	4.09
MHN5	6.22	MHS6	16.46
MHN6	2.74	MHS7	8.56
MHN7	9.99	MHS8	9.52
MHN8	1.45	MHS9	15.84
MHN9	4.05		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าลุ่มน้ำย่อย MHS6 มีอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งจากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยซ้อนทับชั้นข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำย่อยและชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าภายในลุ่มน้ำ MHS6 มีสัดส่วนการใช้ที่ดินและอัตราการสูญเสียดินดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของลุ่มน้ำย่อย MHS6

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	สัดส่วนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยตามชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตัน/ไร่/ปี)	อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)
ถนน	11.60	0.018	180.64	3.25
นาข้าว	7.52	0.012	2.99	0.03
ป่าไม้	219.85	0.341	0.27	0.09
ป่าไม้คืนสภาพ	17.20	0.027	2.10	0.06
ผัก	10.73	0.017	49.26	0.82
พืชไร่	6.52	0.010	51.37	0.52
พื้นที่ดินเปิด	3.62	0.006	33.89	0.19
พื้นที่เกษตรหมุนเวียน	6.25	0.010	66.85	0.65
สวนไม้ผล	333.55	0.517	21.01	10.86
			อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของลุ่มน้ำ MSH6	16.46

ปริมาณตะกอนในลำน้ำ

เมื่อคำนวณหาปริมาณการสูญเสียดินออกจากลุ่มน้ำด้วยค่าอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของลุ่มน้ำย่อยและ ค่า SDR พบว่าปริมาณตะกอนที่ไหลออกจากลุ่มน้ำย่อยเป็นไปดังแสดงในตารางที่ 4.5 โดยลุ่มน้ำย่อย MHN2 มีปริมาณตะกอนสูงสุด 5723.02 ตัน/ปี และมีอัตราการสูญเสียดิน 6.57 ตัน/ไร่/ปี ในขณะที่รูปแบบการใช้ที่ดินโดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ 72.2% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.5 ปริมาณตะกอนในลำน้ำจากลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

ลุ่มน้ำย่อย	ปริมาณการสูญเสียดิน (ตัน/ปี)	SDR	ปริมาณตะกอนในลำน้ำ (ตัน/ปี)
MHN1	2275.11	0.330	750.51
MHN2	22940.71	0.249	5723.02
MHN3	1238.96	0.369	457.04
MHN4	18041.07	0.259	4680.75
MHN5	2235.40	0.385	860.07
MHN6	2121.28	0.335	709.27
MHN7	18042.39	0.284	5134.14
MHN8	904.14	0.348	314.58
MHN9	1777.40	0.371	659.61
MHS2	17389.62	0.246	4272.80
MHS3	16186.63	0.317	5136.67
MHS4	581.60	0.408	237.27
MHS5	2767.76	0.343	949.09
MHS6	10624.34	0.346	3674.54
MHS7	7437.18	0.328	2433.82
MHS8	6615.03	0.341	2256.85
MHS9	14462.79	0.324	4689.41

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5.3 สรุปผลการจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

จากผลการประเมินสามารถสรุปรายละเอียดและระบุลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำย่อยภายใต้หลักเกณฑ์ต่างๆ ได้ดังตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 สรุปรายละเอียดผลการประเมินลุ่มน้ำย่อยภายใต้หลักเกณฑ์ที่กำหนด บริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ

ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ (ไร่)	ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน		อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)	ปริมาณตะกอนในลำน้ำ (ตัน/ปี)
		สัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน	ความหนาแน่นของถนน (ม/ม^2)		
MHN1	832.6	0.123	0.0024	2.73	750.51
MHN2	3493.4	0.124	0.0042	6.57	5723.02
MHN3	453.8	0.120	0.0005	2.73	457.04
MHN4	2877.6	0.160	0.0039	6.27	4680.75
MHN5	359.4	0.262	0.0009	6.22	860.07
MHN6	774.5	0.037	0.0015	2.74	709.27
MHN7	1805.3	0.378	0.0037	9.99	5134.14
MHN8	624.8	0.064	0.0000	1.45	314.58
MHN9	439.0	0.077	0.0016	4.05	659.61
MHS2	3762.8	0.091	0.0024	4.62	4272.80
MHS3	1023.3	0.273	0.0035	15.82	5136.67
MHS4	258.7	0.069	0.0014	2.25	237.27
MHS5	676.0	0.089	0.0019	4.09	949.09
MHS6	645.4	0.632	0.0044	16.46	3674.54
MHS7	869.0	0.294	0.0034	8.56	2433.82
MHS8	694.8	0.164	0.0045	9.52	2256.85
MHS9	912.8	0.318	0.0052	15.84	4689.41

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.7 สรุปลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮภายใต้การประเมินแยกตามหลักเกณฑ์และการประเมินโดยรวมหลักเกณฑ์

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับความสำคัญภายใต้หลักเกณฑ์ต่างๆ			ลำดับความสำคัญโดยรวม
	ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน	การชะล้างพังทลายดิน	ปริมาณตะกอนในลำน้ำ	
MHN1	9	14	12	12
MHN2	8	7	1	5
MHN3	16	15	15	15
MHN4	7	8	5	6
MHN5	11	9	11	10
MHN6	15	13	13	14
MHN7	3	4	3	4
MHN8	17	17	16	17
MHN9	13	12	14	13
MHS2	10	10	6	9
MHS3	6	3	2	3
MHS4	14	16	17	16
MHS5	12	11	10	11
MHS6	1	1	7	1
MHS7	5	6	8	8
MHS8	4	5	9	7
MHS9	2	2	4	2

การประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยด้วยหลักเกณฑ์ต่างๆ จะเห็นได้ว่าลุ่มน้ำย่อย MHS6 เป็นลุ่มน้ำที่มีความเสี่ยงสูงสุดในการเกิดความเสื่อมโทรมจากภาวะพื้นที่ถูกรบกวน ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อย MHN8 เป็นลุ่มน้ำย่อยที่อยู่ในภาวะเสี่ยงน้อยที่สุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในลุ่มน้ำทั้งสอง พบว่าลุ่มน้ำย่อย MHS6 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตร การตั้งถิ่นฐานที่อยู่อาศัย รวมถึงเส้นทางคมนาคมที่อำนวยความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่ 63.2% ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โดยมีการรบกวนพื้นที่ด้วยการทำเกษตรสวนไม้ผลครอบคลุม 51.7% ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ในขณะที่มีพื้นที่ป่าไม้ 36.8% และมีความหนาแน่นของถนนในพื้นที่ 0.004 เมตร/ตารางเมตร ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อย MHN8 ซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่เสี่ยงน้อยที่สุด เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้และไม่มีเส้นทางคมนาคม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อทำการประเมินด้วยภาวะการชะล้างพังทลายดินโดยมีอัตราการสูญเสียดินที่คำนวณจาก USLE ที่อาศัยปัจจัยลักษณะดิน ความลาดชัน ปริมาณน้ำฝน และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าลุ่มน้ำย่อย MHS6 เป็นลุ่มน้ำที่เสี่ยงสูงสุด ต้องการการฟื้นฟูในเรื่องของการชะล้างพังทลายดินอย่างเร่งด่วน โดยมีอัตราการสูญเสียดินสูงสุดคือ 16.46 ตัน/ไร่/ปี ซึ่งเมื่อพิจารณาตามสัดส่วนการใช้ที่ดิน พบว่าการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นโดยส่วนใหญ่มาจากสวนไม้ผล (ตารางที่ 4.4) เนื่องจากเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีสัดส่วนพื้นที่สูงสุด ถึงแม้ว่าจะมีอัตราการสูญเสียดินที่สรุปได้ตามเขตการใช้ที่ดิน 21.01 ตัน/ไร่/ปี ซึ่งน้อยกว่าเขตการใช้ที่ดินด้านเกษตรประเภทพืชผัก พืชไร่ และพื้นที่เกษตรหมุนเวียน ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อย MHN8 ซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่มีอัตราการชะล้างพังทลายดินต่ำสุดเพียง 1.45 ตัน/ไร่/ปี โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้และป่าไม้คืนสภาพ 92.1% ที่มีอัตราการสูญเสียดิน 0.27 ตัน/ไร่/ปี และ 2.10 ตัน/ไร่/ปี ตามลำดับ และมีพื้นที่นาข้าวที่ถือได้ว่าเป็นระบบการอนุรักษ์ดินด้วยการทำคันดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) อยู่ในตอนล่างของลุ่มน้ำ คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 4.4% ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยนี้

สำหรับการประเมินลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยด้วยปริมาณตะกอนในลำน้ำ พบว่าลุ่มน้ำ MHN2 เป็นลุ่มน้ำย่อยที่มีปริมาณตะกอนในลำน้ำที่คำนวณได้สูงสุดถึง 5723.02 ตัน/ปี โดยมีอัตราการสูญเสียดิน 6.57 ตัน/ไร่/ปี ซึ่งสูงเป็นอันดับที่ 7 และขนาดลุ่มน้ำ 3493.4 ไร่ ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อย MHN4 มีปริมาณตะกอนต่ำสุดเพียง 237.27 ตัน/ปี อัตราการสูญเสียดิน 2.25 ตัน/ไร่/ปี และมีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ 258.7 ไร่ ซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่มีขนาดเล็กที่สุดในบรรดา 17 ลุ่มน้ำย่อย และเมื่อพิจารณาผลการคำนวณปริมาณตะกอนของลุ่มน้ำย่อย พบว่าสิ่งที่มีอิทธิพลต่อความมากน้อยของตะกอนมากที่สุดคืออัตราการสูญเสียดินในพื้นที่ ขนาดลุ่มน้ำเป็นปัจจัยเสริมที่บอกให้ทราบว่าถ้าลุ่มน้ำมีขนาดใหญ่ ตะกอนที่คำนวณได้ย่อมมีปริมาณสูง ถึงแม้ว่าจะมีการเคลื่อนย้ายได้น้อยกว่าลุ่มน้ำที่มีขนาดเล็กเมื่อพิจารณาจากค่า SDR อย่างไรก็ตามการคำนวณปริมาณตะกอนในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยสิ่งกีดขวางหรือสภาพพื้นผิวของพื้นที่ที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนย้ายตะกอน ดังนั้นปริมาณตะกอนที่คำนวณได้จึงมีค่าสูง

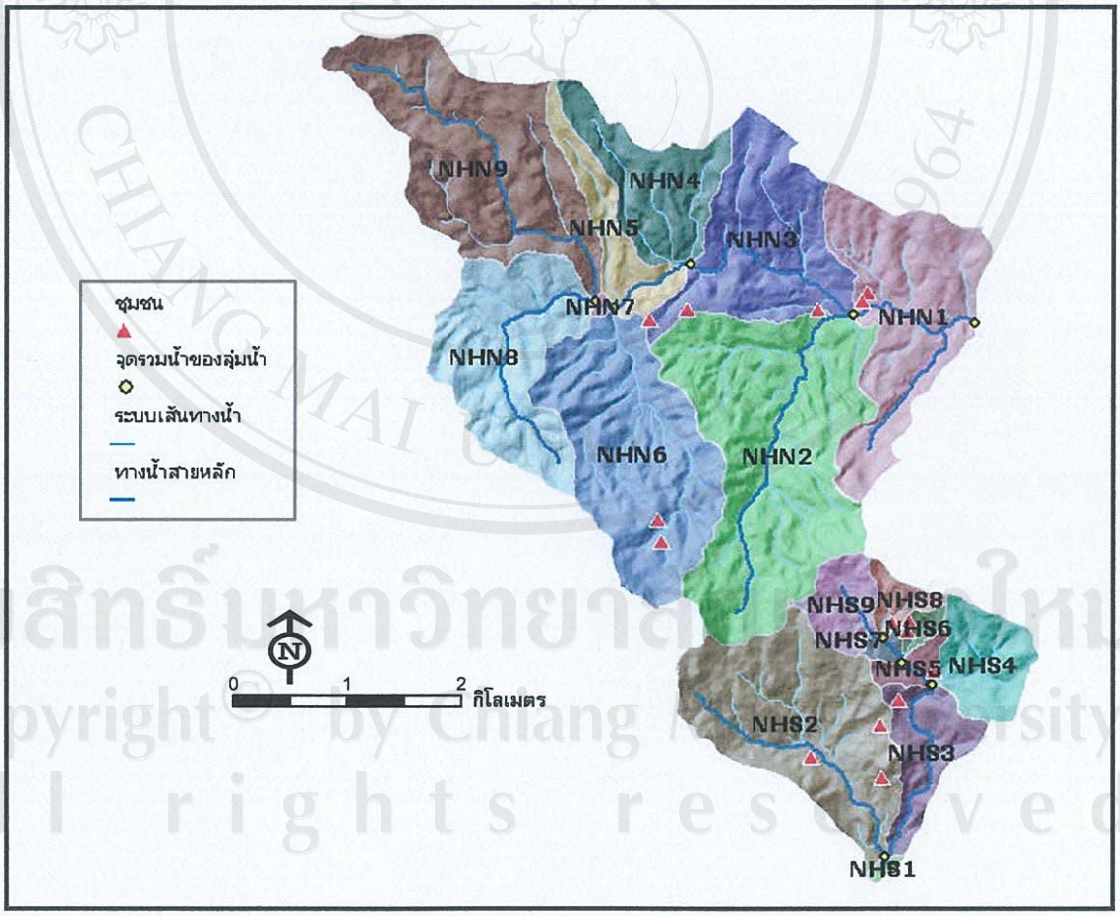
ผลสรุปลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำย่อยโดยรวมทั้งสามหลักเกณฑ์ พบว่าลุ่มน้ำย่อย MHS6 เป็นลุ่มน้ำที่สำคัญที่สุด ตกอยู่ในสถานภาพเสี่ยงสูงสุดต่อการเกิดความเสื่อมโทรม ซึ่งลุ่มน้ำย่อยดังกล่าวนี้ตกอยู่ในภาวะถูกรบกวนมากกว่าลุ่มน้ำย่อยอื่นๆ โดยมีพื้นที่ถูกรบกวน 63.2% ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรสวนไม้ผล 57.1% และมีเส้นทางคมนาคมหนาแน่น 0.004 เมตร/ตารางเมตร อัตราการสูญเสียดินสูงสุด 16.46 ตัน/ไร่/ปี และปริมาณตะกอน 3674.54 ตัน/ปี ซึ่งสูงเป็นอันดับที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำย่อยอื่นๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.6 การจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

4.6.1 ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ

ในการจัดทำฐานข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำสำหรับใช้ในการจัดลำดับความสำคัญได้สร้างจากชุดเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐานที่ระดับค่าการสะสมน้ำตั้งแต่ 2000 กริดเซลล์ขึ้นไปซึ่งได้จากการจำลองด้วยข้อมูล DEM ขนาด 5×5 เมตร ที่สร้างขึ้นจากเส้นชั้นความสูง มาตราส่วน 1:10,000 โดยกรมพัฒนาที่ดิน (2545ข) เมื่อทำการกำหนดและจำแนกลุ่มน้ำด้วยระบบ Pfafstetter พบว่าขอบเขตลุ่มน้ำที่สร้างขึ้นได้มีมากกว่า 3 ระดับเมื่อพิจารณาจากโครงข่ายลำน้ำ โดยนับรวมจากระดับลุ่มน้ำที่แยกเป็นสองเส้นทางน้ำ และในการจัดลำดับความสำคัญได้เลือกใช้ขอบเขตลุ่มน้ำระดับที่ 2 ดังรูปที่ 4.19 ซึ่งแสดงระบบเส้นทางและขอบเขตลุ่มน้ำย่อยเพื่อการจัดลำดับความสำคัญในบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย



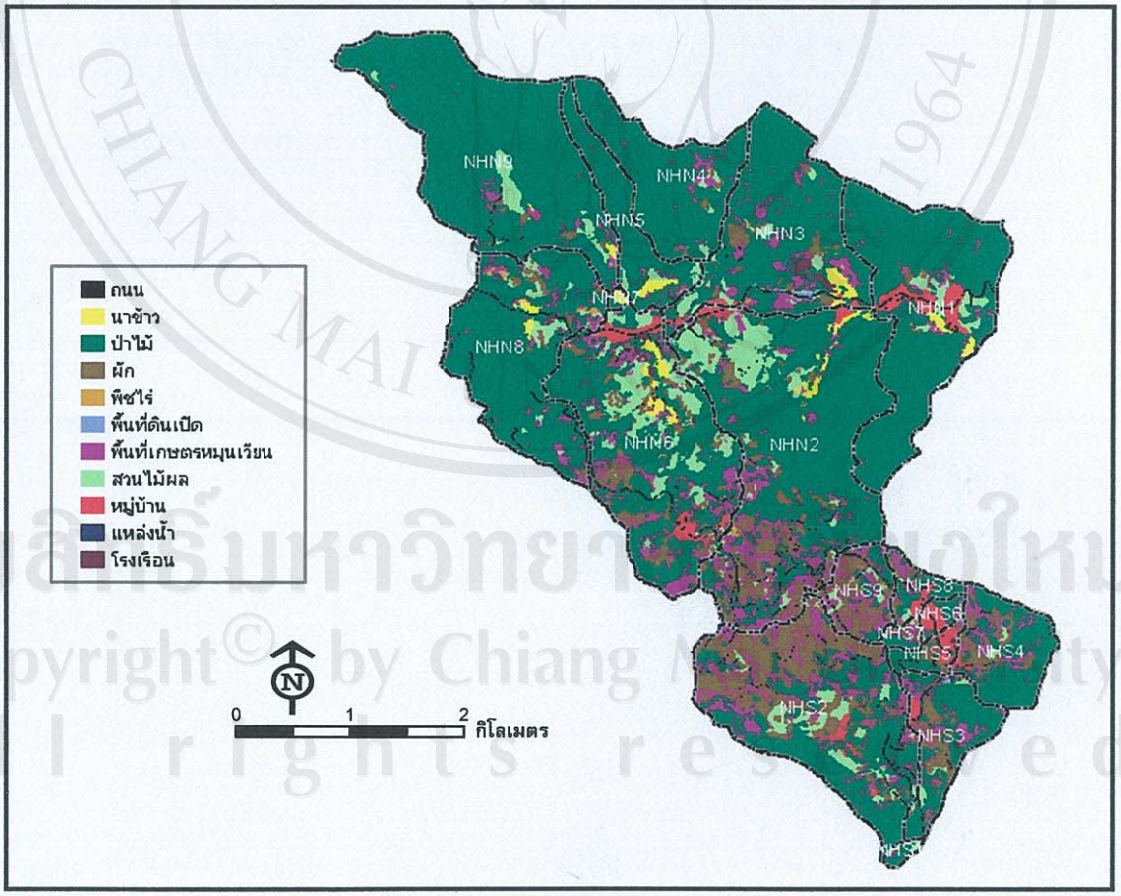
รูปที่ 4.19 ขอบเขตลุ่มน้ำและระบบเส้นทางน้ำจากการจำลองด้วยข้อมูล DEM บริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับลุ่มน้ำระดับที่ 2 ซึ่งได้ใช้เป็นกรอบพื้นที่ในการจัดลำดับความสำคัญ พบว่ามีทั้ง 18 ลุ่มน้ำย่อยและเพื่อให้เห็นถึงความเป็นกลุ่มลุ่มน้ำย่อยที่เกิดขึ้นจากสองระบบเส้นทางน้ำ จึงได้เรียกชื่อตามเขตเหนือ-ใต้ในพื้นที่และตามด้วยอันดับชั้นที่ได้จากการจำแนกด้วยระบบ Pfafstetter โดยที่ NHN เป็นกลุ่มลุ่มน้ำย่อยทางเหนือของพื้นที่ ซึ่งครอบคลุมเส้นทางน้ำแม่แรม ห้วยริมน้อย ห้วยหกและห้วยไคร้ ในขณะที่ NHS เป็นกลุ่มลุ่มน้ำย่อยทางใต้ของพื้นที่ ครอบคลุมเส้นทางน้ำห้วยหนองหอยและห้วยตาน

4.6.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญ

ในการประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยได้ทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกันระหว่างชั้นข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลลัพธ์ที่ได้นอกจากจะนำไปสรุปเพื่อวิเคราะห์สถานการณ์การใช้ที่ดินของลุ่มน้ำย่อย อันนำไปสู่การจัดลำดับความสำคัญในหลักเกณฑ์ภาวะพื้นที่ถูกรบกวนแล้ว ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละลุ่มน้ำย่อยดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 รูปแบบและการกระจายตัวของการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย (เมธีและคณะ, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อได้ทำการจัดลำดับความสำคัญเพื่อการจัดการลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอยด้วยการประเมินสถานภาพความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมของลุ่มน้ำย่อยตามหลักเกณฑ์ที่ได้กำหนดขึ้น พบว่าภายใต้หลักเกณฑ์ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน ลุ่มน้ำย่อย NHS8 (รูปที่ 4.19) มีโอกาสเสื่อมโทรมสูงสุด ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อย NHS9 เป็นลุ่มน้ำที่มีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายดินสูงสุดโดยมีอัตราการสูญเสียดินที่คำนวณได้จาก USLE เท่ากับ 51.37 ตัน/ไร่/ปี และลุ่มน้ำ NHS2 เป็นลุ่มน้ำที่มีสถานภาพเสี่ยงสูงสุดในการเกิดผลกระทบข้างเคียงในเรื่องปริมาณตะกอนในทางน้ำด้วยขนาด 15,770.31 ตัน/ปี รายละเอียดและผลลำดับความสำคัญที่ได้จากการประเมินภายใต้หลักเกณฑ์ต่างๆ ของลุ่มน้ำย่อยมีดังนี้

ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน

ผลจากการประเมินโดยใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ พบว่าลุ่มน้ำย่อย NHS8 มีความหนาแน่นของถนนสูงสุด 0.006 เมตร/ตารางเมตร ในขณะที่ลุ่มน้ำย่อย NHS9 มีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนสูงสุด 0.816 แต่เมื่อรวมเงื่อนไขทั้งสองดังกล่าวเข้าด้วยกันพบว่าลุ่มน้ำย่อย NHS8 เป็นลุ่มน้ำที่มีค่าดัชนีภาวะพื้นที่ถูกรบกวนสูงสุด ซึ่งหมายถึงมีโอกาสเสี่ยงสูงสุดต่อการเกิดความเสื่อมโทรมเมื่อชี้วัดด้วยภาวะการถูกรบกวน โดยเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมสูงสุด ในขณะที่มีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน 0.566 จากผลการประเมินดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่ามีโอกาสเป็นไปได้ที่ลุ่มน้ำย่อย NHS8 จะมีพื้นที่ถูกรบกวนเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากมีความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ด้วยเส้นทางคมนาคมได้มากเมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำย่อยอื่นๆ รายละเอียดผลการประเมินลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอยแสดงในตารางที่ 4.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

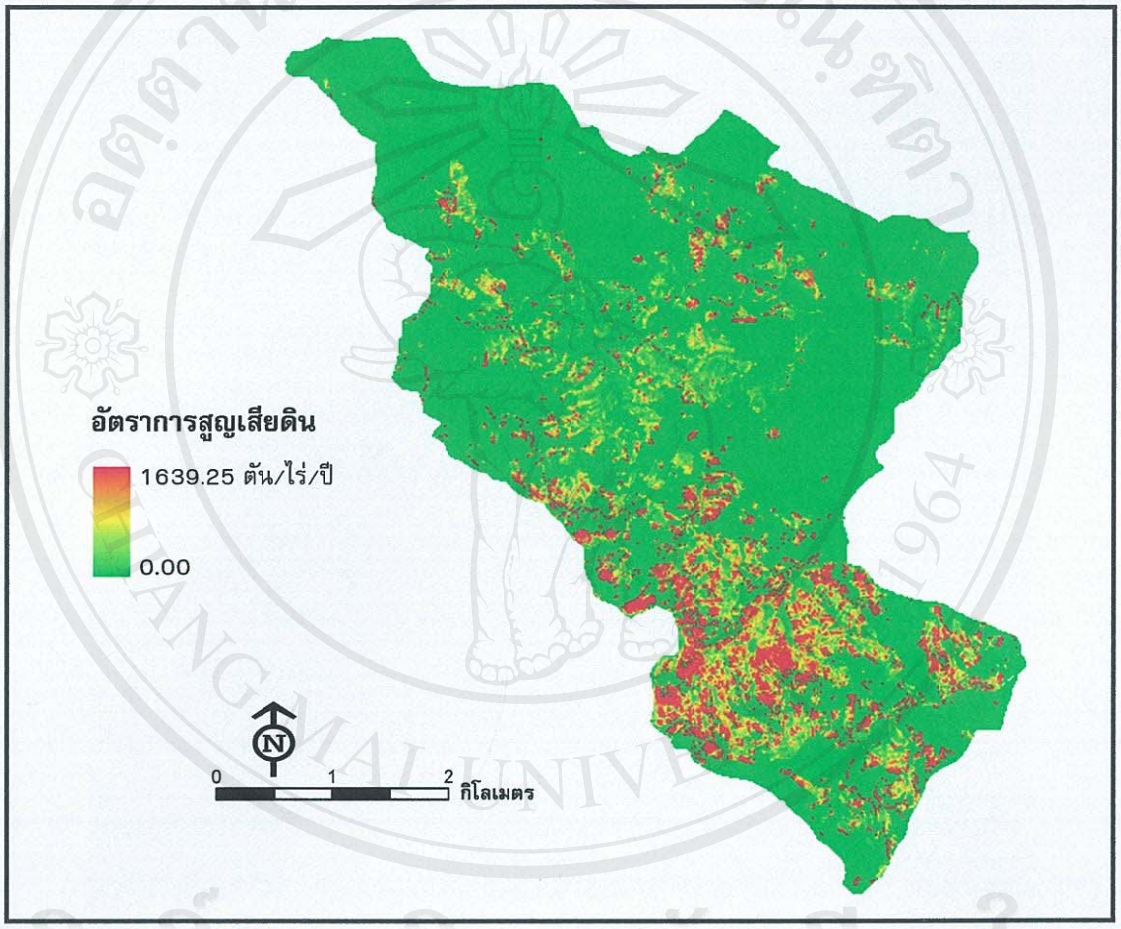
ตารางที่ 4.8 การประเมินเพื่อจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย ภายใต้หลักเกณฑ์ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน

ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ (ไร่)	พื้นที่ถูกรบกวน (ไร่)	สัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน	ดัชนีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน	ความยาวรวมของถนน (ม)	ความหนาแน่นของถนน (ม/ม^2)	ดัชนีความหนาแน่นของถนน	ดัชนีรวมภาวะพื้นที่ถูกรบกวน
NHN1	1277.9	206.5	0.162	0.098	3308.5	0.0016	0.269	0.183
NHN2	2213.7	896.5	0.405	0.433	8455.1	0.0024	0.397	0.415
NHN3	1127.5	352.6	0.313	0.306	3702.7	0.0021	0.341	0.323
NHN4	669.0	60.7	0.091	0.000	746.5	0.0007	0.116	0.058
NHN5	389.7	62.8	0.161	0.097	2094.0	0.0034	0.558	0.328
NHN6	1547.4	780.6	0.504	0.571	7169.1	0.0029	0.482	0.526
NHN7	17.1	9.4	0.549	0.633	83.4	0.0031	0.507	0.570
NHN8	1117.5	242.2	0.217	0.174	6266.9	0.0035	0.581	0.378
NHN9	1645.6	155.9	0.095	0.006	4475.4	0.0017	0.282	0.144
NHS1	28.4	7.6	0.267	0.243	72.7	0.0016	0.266	0.255
NHS2	1467.0	893.3	0.609	0.715	2187.8	0.0009	0.154	0.435
NHS3	417.6	213.0	0.510	0.578	1926.4	0.0029	0.478	0.528
NHS4	424.1	162.9	0.384	0.405	2591.3	0.0038	0.635	0.520
NHS5	106.9	58.6	0.548	0.631	537.2	0.0031	0.522	0.576
NHS6	63.2	37.1	0.586	0.683	367.4	0.0036	0.603	0.643
NHS7	46.2	27.2	0.589	0.688	0.0	0.0000	0.000	0.344
NHS8	129.3	73.2	0.566	0.656	1245.5	0.0060	1.000	0.828
NHS9	265.1	216.3	0.816	1.000	1245.2	0.0029	0.488	0.744

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาวะการชะล้างพังทลายดิน

จากการคำนวนอัตราการสูญเสียดินด้วย USLE (รูปที่ 4.21) แล้วทำการสรุปโดยอ้างอิงตามชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าอัตราการสูญเสียดินโดยเฉลี่ยของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปรากฏในบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอยแสดงในตารางที่ 4.9



รูปที่ 4.21 สภาพการชะล้างพังทลายดินในบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.9 อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยตามชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)
ถนน	165.26
พื้นที่เกษตรหมุนเวียน	82.27
ผัก	58.49
พืชไร่	43.72
พื้นที่ดินเปิด	39.96
สวนไม้ผล	25.60
นาข้าว	2.94
ป่าไม้	0.26
แหล่งน้ำ, หมู่บ้าน, โรงเรือน	0.00

เมื่อนำค่าอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยที่ได้จากการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดในตารางที่ 4.9 มาคำนวณหาอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของลุ่มน้ำย่อย โดยพิจารณาตามสัดส่วนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิดในลุ่มน้ำย่อยหนึ่งๆ พบว่าได้ผลดังรายละเอียดในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของลุ่มน้ำย่อยอ้างอิงตามชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

ลุ่มน้ำย่อย	อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)	ลุ่มน้ำย่อย	อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)
NHN1	5.37	NHS1	8.68
NHN2	21.38	NHS2	36.29
NHN3	15.12	NHS3	26.86
NHN4	5.34	NHS4	23.44
NHN5	5.26	NHS5	23.25
NHN6	22.97	NHS6	12.58
NHN7	8.93	NHS7	36.15
NHN8	12.27	NHS8	30.04
NHN9	4.08	NHS9	51.37

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าลุ่มน้ำย่อย NHS9 มีอัตราการสูญเสียดินสูงสุด ซึ่งจากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยซ้อนทับชั้นข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำย่อยและชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าภายในลุ่มน้ำ NHS9 มีสัดส่วนการใช้ที่ดินและอัตราการสูญเสียดินดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของลุ่มน้ำย่อย NHS9

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	สัดส่วนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยตามชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตัน/ไร่/ปี)	อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)
ถนน	6.3	0.024	165.26	3.96
ป่าไม้	54.8	0.207	0.26	0.05
ผัก	85.0	0.231	58.49	17.39
พืชไร่	1.0	0.004	43.72	0.16
พื้นที่เกษตรหมุนเวียน	98.7	0.372	82.27	28.10
สวนไม้ผล	17.7	0.067	25.60	1.71
โรงเรือน	1.5	0.006	0.00	0.00
			อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของลุ่มน้ำ NSH9	51.37

ปริมาณตะกอนในลำน้ำ

ผลการประมาณปริมาณตะกอนของลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณการสูญเสียดินและค่า SDR แสดงในตารางที่ 4.12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.12 ปริมาณตะกอนในลำน้ำจากลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

ลุ่มน้ำย่อย	ปริมาณการสูญเสียดิน (ตัน/ปี)	SDR	ปริมาณตะกอนในลำน้ำ (ตัน/ปี)
NHN1	6862.76	0.304	2087.72
NHN2	47334.75	0.274	12940.37
NHN3	17049.15	0.312	5311.83
NHN4	3574.49	0.344	1228.12
NHN5	2048.00	0.379	776.58
NHN6	35542.78	0.293	10421.50
NHN7	152.83	0.645	98.55
NHN8	13710.54	0.312	4278.79
NHN9	6712.58	0.290	1944.84
NHS1	246.36	0.594	146.32
NHS2	53233.11	0.296	15770.31
NHS3	11219.51	0.375	4201.37
NHS4	9941.15	0.373	3712.32
NHS5	2486.37	0.476	1182.81
NHS6	795.69	0.520	413.77
NHS7	1669.17	0.548	914.82
NHS8	3882.86	0.461	1788.02
NHS9	13620.49	0.406	5532.51

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.6.3 สรุปผลการจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

รายละเอียดของผลการประเมินและลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำย่อยภายใต้หลักเกณฑ์ต่างๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.13 และตารางที่ 4.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.13 รายละเอียดผลการประเมินลุ่มน้ำย่อยภายใต้หลักเกณฑ์ที่กำหนดบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย

ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ (ไร่)	ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน		อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย (ตัน/ไร่/ปี)	ปริมาณตะกอนในลำน้ำ (ตัน/ปี)
		สัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน	ความหนาแน่นของถนน (ม/ม^2)		
NHN1	1277.9	0.162	0.0016	5.37	2087.72
NHN2	2213.7	0.405	0.0024	21.38	12940.37
NHN3	1127.5	0.313	0.0021	15.12	5311.83
NHN4	669.0	0.091	0.0007	5.34	1228.12
NHN5	389.7	0.161	0.0034	5.26	776.58
NHN6	1547.4	0.504	0.0029	22.97	10421.50
NHN7	17.1	0.549	0.0031	8.93	98.55
NHN8	1117.5	0.217	0.0035	12.27	4278.79
NHN9	1645.6	0.095	0.0017	4.08	1944.84
NHS1	28.4	0.267	0.0016	8.68	146.32
NHS2	1467.0	0.609	0.0009	36.29	15770.31
NHS3	417.6	0.510	0.0029	26.86	4201.37
NHS4	424.1	0.384	0.0038	23.44	3712.32
NHS5	106.9	0.548	0.0031	23.25	1182.81
NHS6	63.2	0.586	0.0036	12.58	413.77
NHS7	46.2	0.589	0.0000	36.15	914.82
NHS8	129.3	0.566	0.0060	30.04	1788.02
NHS9	265.1	0.816	0.0029	51.37	5532.51

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.14 สรุปลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย ภายใต้การประเมินแยกตามหลักเกณฑ์และการประเมินโดยรวมหลักเกณฑ์

ลุ่มน้ำย่อย	ลำดับความสำคัญภายใต้หลักเกณฑ์ต่างๆ			ลำดับความสำคัญ
	ภาวะพื้นที่ถูกรบกวน	การชะล้างพังทลายดิน	ปริมาณตะกอนในลำน้ำ	โดยรวม
NHN1	16	15	9	16
NHN2	10	9	2	5
NHN3	14	10	5	11
NHN4	18	16	12	18
NHN5	13	17	15	14
NHN6	7	8	3	3
NHN7	5	13	18	13
NHN8	11	12	6	12
NHN9	17	18	10	17
NHS1	15	14	17	15
NHS2	9	2	1	2
NHS3	6	5	7	6
NHS4	8	6	8	7
NHS5	4	7	13	8
NHS6	3	11	16	10
NHS7	12	3	14	9
NHS8	1	4	11	4
NHS9	2	1	4	1

ในการจัดลำดับความสำคัญลุ่มน้ำย่อยบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย พบว่า ลุ่มน้ำย่อย NHS8 มีความเสี่ยงสูงสุดเมื่อใช้ตัวชี้วัดจากสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนและความหนาแน่นของถนน โดยมีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวน 56.6% ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่เกษตรหมุนเวียน 22.5% พืชผัก 14.3% สวนไม้ผล 3.9% ชุมชน 15% และพื้นที่ดินเปิด 0.8% ในขณะที่มีความหนาแน่นของถนนสูงสุด 0.006 เมตร/ตารางเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำย่อย NHS9 ที่มีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนสูงถึง 81.6% แต่มีความหนาแน่นของถนนเพียง 0.003 เมตร/ตารางเมตร ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ความยากง่ายในเข้าถึงพื้นที่อาจไม่เป็นอุปสรรคในการเข้าไปใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะ NHS9 ซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่อยู่ในส่วนต้นน้ำของห้วยหนองหอย แต่คงมีปัจจัยด้านอื่นที่เป็นส่วนผลักดันให้มีการใช้พื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับการประเมินด้วยหลักเกณฑ์การชะล้างพังทลายดินโดยคำนวณค่าอัตราการสูญเสียดินจาก USLE พบว่าลุ่มน้ำย่อย NHS9 อยู่ในภาวะการชะล้างพังทลายดินที่ระดับความรุนแรงสูงสุด โดยมีอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 51.37 ตัน/ไร่/ปี การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกผัก 32.1% และพื้นที่เกษตรหมุนเวียน 37.2% ในขณะที่มีการทำสวนไม้ผล 6.7% พืชไร่ 0.4% และพื้นที่ป่าไม้ 20.7% ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย จากรายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดินดังกล่าว จะเห็นได้ว่าอัตราการสูญเสียดินที่เกิดขึ้น เป็นผลส่วนใหญ่จากการทำเกษตรหมุนเวียนและพื้นที่พืชผัก ซึ่งมีอัตราการสูญเสียดินที่สรุปได้ตามเขตการใช้ที่ดิน 82.27 ตัน/ไร่/ปี และ 58.49 ตัน/ไร่/ปี ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าลุ่มน้ำที่มีความเสี่ยงสูงสุดคิดตามหลักเกณฑ์ภาวะพื้นที่ถูกรบกวนและภาวะความรุนแรงของการชะล้างพังทลายดินต่างเป็นพื้นที่ต้นน้ำของห้วยหนองหอย ดังนั้นจึงควรได้รับการดูแลอย่างเร่งด่วนในการปรับรูปแบบปฏิบัติของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ผนวกระบบอนุรักษ์ดิน เช่น การปลูกพืชแบบขั้นบันได หรือการทำแนวคันดินเพื่อช่วยดักตะกอนดินที่เกิดขึ้นจากการปรับพื้นที่เพื่อทำเกษตรและการชะล้างพังทลายดิน

ในการประเมินด้วยหลักเกณฑ์ปริมาณตะกอนในลำน้ำที่อาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่ทางตอนล่างของลุ่มน้ำ พบว่าลุ่มน้ำย่อย NHS2 มีปริมาณตะกอนที่ไหลลงสู่ทางน้ำสูงสุด 15,770.31 ตัน/ปี โดยลุ่มน้ำย่อยดังกล่าวมีอัตราการสูญเสียดิน 36.29 ตัน/ไร่/ปี ซึ่งสูงเป็นอันดับที่ 2 ของการประเมินภาวะการชะล้างพังทลายดิน และมีพื้นที่ถูกรบกวน 60.9% มีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ประกอบด้วยพื้นที่ปลูกผัก 26.2% พื้นที่เกษตรหมุนเวียน 20.6% สวนไม้ผล 7.9% ชุมชนและเส้นทางคมนาคม 3.2% และพื้นที่ป่าไม้ 39% สำหรับการกระจายตัวของการใช้ที่ดินเหล่านี้ (รูปที่ 4.20) พบว่าพื้นที่ปลูกผักและเกษตรหมุนเวียนโดยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ต้นน้ำและมีการชะล้างพังทลายดินสูงมากในบริเวณดังกล่าว (รูปที่ 4.21)

หนทางในการแก้ไขปัญหาที่น่าจะเร่งจัดการก็คือการปรับรูปแบบกิจกรรมการผลิตที่มีระบบอนุรักษ์เข้าไปเช่นเดียวกับลุ่มน้ำ NHS8 และ NHS9 เนื่องจากลุ่มน้ำย่อย NHS2 เป็นลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับลุ่มน้ำย่อยอื่นในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย การเกิดผลกระทบกับพื้นที่และทรัพยากรอื่นย่อมปรากฏในวงกว้าง หากลุ่มน้ำดังกล่าวตกอยู่ในภาวะความเสื่อมโทรม

ผลสรุปลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำย่อยโดยรวมทั้งสามหลักเกณฑ์ พบว่าลุ่มน้ำย่อย NHS9 เป็นลุ่มน้ำที่สำคัญที่สุด ตกอยู่ในสถานภาพเสี่ยงสูงสุดต่อการเกิดความเสื่อมโทรม ซึ่งลุ่มน้ำย่อยดังกล่าวมีสัดส่วนพื้นที่ถูกรบกวนสูงสุด 81.6% และมีความหนาแน่นของถนนเพียง 0.003 เมตร/ตารางเมตร และเมื่อจัดลำดับความสำคัญด้วยภาวะถูกรบกวน พบว่าอยู่ในอันดับที่ 2 ในขณะเดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่าเป็นลุ่มน้ำย่อยที่เสี่ยงสูงสุดต่อการเกิดความเสื่อมโทรมจากการชะล้างพังทลายดิน โดยมีอัตราการสูญเสียดินที่คำนวณได้จากสมการ USLE เท่ากับ 51.37 ตัน/ไร่/ปี และเมื่อประเมินปริมาณตะกอนในลำน้ำ พบว่าเป็นลุ่มน้ำย่อยที่อยู่ในลำดับความสำคัญที่ 4 ที่มีโอกาสส่งผลกระทบต่อลุ่มน้ำข้างเคียงจากการชะล้างพังลายดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่ โดยมีปริมาณตะกอน 5532.51 ตัน/ไร่/ปี อย่างไรก็ตามจากความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของลุ่มน้ำ NHS9 ที่ระบุได้ว่าเป็นพื้นที่ต้นน้ำ ผลพวงที่เกิดขึ้นย่อมมีความรุนแรงและปรากฏในวงกว้างกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำที่อยู่ด้านล่าง ดังนั้นเพื่อเป็นการบรรเทาหรือหลีกเลี่ยงวิกฤตการณ์ความเสื่อมโทรมและผลกระทบ ควรมีการปรับแบบแผนในการใช้พื้นที่ที่ส่วนใหญ่เป็นการทำเกษตร ด้วยการผนวกระบบอนุรักษ์ในการปลูกพืช เช่น การปลูกพืชขั้นบันได การปลูกพืชขวางความลาดเท เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved