โปรแกรมจัดลำดับชั้นและวิเคราะห์เครือข่ายลุ่มน้ำเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากร[1]

ปิ่นเพชร สกุลส่องบุญศิริ[2] เมธี เอกะสิงห์[3] และ ชาฤทธิ์ สุ่มเหม[1]

บทคัดย่อ

ลุ่มน้ำเป็นหน่วยพื้นที่พื้นฐานเพื่อใช้กำหนดแผนยุทธศาสตร์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติของประเทศ การจัดการลุ่มน้ำอย่างเป็นระบบควรมีการจำแนกลุ่มน้ำเป็นลำดับชั้น (hierarchy) ประกอบด้วยลุ่มน้ำหลัก ลุ่มน้ำสาขา และลุ่มน้ำย่อย การจัดลุ่มน้ำเป็นลำดับชั้นและกำหนดรหัสกำกับลุ่มน้ำมีหลายขั้นตอน ถึงแม้ว่าจะสามารถดำเนินการได้ในระบบภูมิสารสนเทศ ที่จะต้องวิเคราะห์ทีละขั้นตอน ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดและใช้เวลานาน หากครอบคลุมลุ่มน้ำขนาดใหญ่และต้องการจัดลำดับชั้นที่ย่อยลงไปมาก ดังนั้นจึงได้พัฒนาโปรแกรมกำหนดขอบเขตและจัดลำดับชั้นลุ่มน้ำแบบอัตโนมัติที่ใช้ขีดความสามารถของระบบภูมิสารสนเทศ เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานแบบต่อเนื่องและป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ทำให้ประหยัดเวลา และสามารถผลิตซ้ำได้อย่างเป็นระบบ โปรแกรมนี้เป็นไฟล์ประเภท DLL (Dynamic Link Library) สำหรับใช้งานร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ ประกอบด้วย (1) ชุดเครื่องมือกำหนดขอบเขตและจัดลำดับชั้นลุ่มน้ำตามลำดับขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ ค้นหาโครงข่ายลำน้ำหลัก แก้ไขโครงข่ายลำน้ำหลัก กำหนดขอบเขตและให้รหัสกำกับลุ่มน้ำ แก้ไขขอบเขตลุ่มน้ำ อ้างอิงชื่อทางน้ำ ตั้งชื่อลุ่มน้ำ และรวมชั้นข้อมูล และ (2) ชุดเครื่องมือวิเคราะห์เครือข่ายลุ่มน้ำ ซึ่งอาจใช้ค้นหาลุ่มน้ำจากจุดรวมน้ำ ค้นหาแหล่งกำเนิดตะกอน-มลพิษ ค้นหาเส้นทางน้ำที่ได้รับผลกระทบ และค้นหาจุดขัดแย้งเรื่องน้ำ ผู้ใช้สามารถเรียกใช้โปรแกรมทั้งสองชุดผ่านระบบภูมิสารสนเทศดังกล่าวข้างต้น เพื่อประโยชน์ในงานวางแผนการเกษตรและจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ลุ่มน้ำระดับต่างๆ เป็นหน่วยการปฏิบัติงาน

คำสำคัญ: ระบบภูมิสารสนเทศ; การวิเคราะห์ลุ่มน้ำ; GIS; Geographic Information Systems

คำนำ

การสร้างขอบเขตลุ่มน้ำทำได้อัตโนมัติในระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) จากข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) แต่การกำหนดขอบเขตอัตโนมัติดังกล่าวไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของระบบลุ่มน้ำอย่างเป็นลำดับชั้น (Hierarchy) ที่ชัดเจน ทำให้

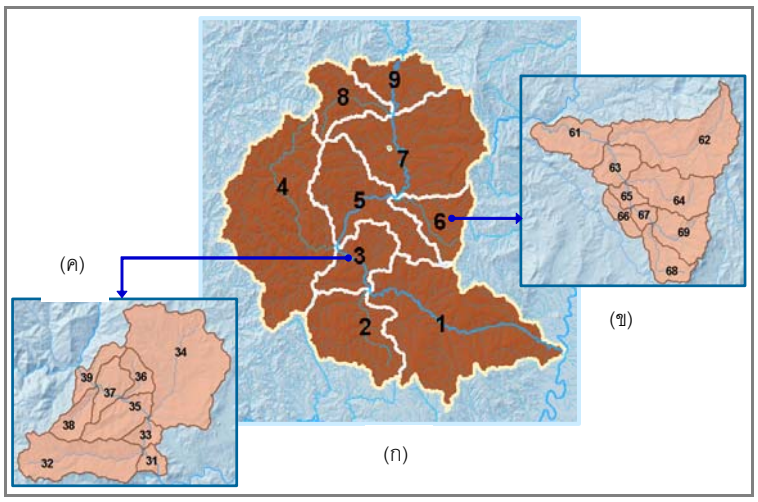
[1] สนับสนุนโครงการวิจัยโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กรุงเทพฯ 10400

[2] ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

[3] ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ และศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

การวางแผนและจัดการลุ่มน้ำอย่างเป็นระบบขาดความสมบูรณ์ นอกจากนั้นไม่สามารถสื่อกับประชาชนในท้องถิ่นได้ดีนัก เนื่องจากการระบุชื่อลุ่มน้ำย่อยลงไปยังไม่สามารถดำเนินการแบบอัตโนมัติในระบบภูมิสารสนเทศได้สะดวก

การจัดลุ่มน้ำเป็นลำดับชั้นและกำหนดรหัสให้แก่ลุ่มน้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการจัดการลุ่มน้ำเชิงบูรณาการ วิธีการดังกล่าวสามารถทำได้โดยอาศัยระบบ Pfafstetter ซึ่งพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ.1989 โดย Otter Pfafstetter วิศวกรชาวบราซิล ต่อมา Verdin (1997) และ Verdin and Verdin (1999) ได้ใช้ระบบภูมิสารเทศในการสร้างระบบ Pfafstetter เพื่อสนับสนุนงานการจัดการลุ่มน้ำ ระบบ Pfafstetter แบ่งลุ่มน้ำออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) Pfafstetter basins (รูปที่ 1ข) เป็นลุ่มน้ำที่ส่งน้ำให้กับลำน้ำสาขาก่อนที่บรรจบกับลำน้ำหลัก (2) Pfafstetter inter-basins (รูปที่ 1ค) เป็นลุ่มน้ำที่ส่งน้ำให้กับลำน้ำสายหลักโดยตรงและอยู่ระหว่าง Pfafstetter basins และ (3) Pfafstetter internal basins เป็นลุ่มน้ำที่ไม่ได้รับน้ำและส่งน้ำให้กับพื้นที่อื่น



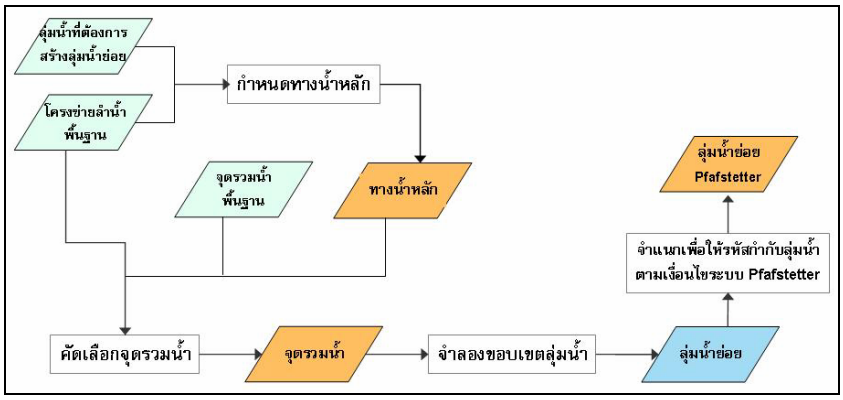
รูปที่ 1 การให้รหัสกำกับและจัดลำดับชั้นลุ่มน้ำตามระบบ Pfafstetter (ก) ลุ่มน้ำหลัก
(ข) ลุ่มน้ำสาขาแบบ Pfafstetter basin และ (ค) ลุ่มน้ำสาขาแบบ Pfafstetter inter-basin

การกำหนดขอบเขตและจำแนกลุ่มน้ำโดยวิธีการนี้อาศัยสภาพภูมิประเทศ ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อย (Watershed topology) ภายในลุ่มน้ำเป้าหมาย และอุทกวิทยาของโครงข่ายลำน้ำในการสร้างความเป็นลำดับชั้น การให้รหัสกำกับลุ่มน้ำใช้ตัวเลขจำนวนหนึ่งที่เกิดจากการผสมกันของหมายเลข 0 ถึง 9 โดยจำนวนหลักของตัวเลขจะระบุได้ว่าลุ่มน้ำนั้นอยู่ในลำดับชั้นใด และอยู่ในตอนต้นน้ำหรือปลายน้ำของลุ่มน้ำเป้าหมายที่มีลำดับชั้นสูงขึ้นอีกหนึ่งระดับ

เนื่องจากการกำหนดขอบเขต การจัดลำดับชั้น การกำหนดรหัสลุ่มน้ำ และการให้ชื่อลุ่มน้ำแบบอัตโนมัติในพื้นที่ขนาดใหญ่ เป็นงานที่ต้องอาศัยเวลาและทรัพยากรมากหากต้องดำเนินการทีละขั้นตอนในระบบภูมิสารสนเทศ ดังนั้นจึงได้พัฒนาโปรแกรมจัดลำดับชั้นและวิเคราะห์เครือข่ายลุ่มน้ำหรือ L-Wshed (Lanna Watershed) เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานแบบต่อเนื่องและป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น พร้อมทั้งได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ขององค์ประกอบต่างๆ ของลุ่มน้ำ ทั้งนี้เพื่อการจำลองสถานการณ์ที่อาจเป็นประโยชน์ต่องานสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการลุ่มน้ำ

วิธีการจัดลำดับชั้นและให้รหัสกำกับลุ่มน้ำ

ขั้นตอนแรกของการดำเนินงานเป็นการสร้างชุดข้อมูลเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐานแบบอัตโนมัติโดยใช้ข้อมูล DEM ร่วมกับข้อมูลเส้นทางน้ำและแหล่งน้ำอ้างอิงขนาดมาตราส่วน 1:50,000 เพื่อให้ชั้นข้อมูลโครงข่ายลำน้ำที่ได้จากการจำลองมีความต่อเนื่องสอดคล้องกับภูมิประเทศและแสดงทิศทางการไหลของน้ำได้ชัดเจนมากขึ้น การจัดทำชุดข้อมูลเชิงพื้นที่เครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐานได้ใช้โปรแกรม Arc Hydro (Maidment (ed.), 2002) เป็นเครื่องมือฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐานที่สร้างขึ้นจะจัดเก็บข้อมูลจำนวนมาก เช่น โครงข่ายลำน้ำ (Drainage line) จุดรวมน้ำ (Drainage point) และความสัมพันธ์ระหว่างจุดรวมน้ำ ทิศทางการไหลของน้ำ รวมทั้งปริมาณน้ำสะสม (Flow accumulation) ที่แต่ละจุดรวมน้ำ



รูปที่ 2 แผนภาพขั้นตอนการสร้างขอบเขตและให้รหัสกำกับลุ่มน้ำตามระบบ Pfafstetter

หลังจากสร้างเครือข่ายลำน้ำแล้วจึงได้กำหนดลำน้ำหลัก (Main drainage line) เพื่อใช้ระบุโครงข่ายลำน้ำสาขา (Tributary) จากลำน้ำที่ไหลมาบรรจบกับลำน้ำหลัก เนื่องจากจุดรวมน้ำในโครงข่ายลำน้ำมีจำนวนมาก การคัดเลือกจุดรวมน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ขอบเขตลุ่มน้ำสาขาประเภท Pfafstter basin จึงพิจารณาจากปริมาณน้ำสะสมที่จุดรวมน้ำของลำน้ำสาขาที่บรรจบกับลำน้ำหลัก จุดรวมน้ำใดมีปริมาณน้ำสะสมมากเป็น 4 อันดับแรกจะได้รับการคัดเลือกก่อน จากนั้นทำการเลือกจุดรวมน้ำที่มีการสะสมน้ำสูงสุดในเครือข่ายลำน้ำ นำจุดรวมน้ำที่ได้ไปทำการวิเคราะห์หาขอบเขตลุ่มน้ำร่วมกับชั้นข้อมูลทิศทางการไหลของน้ำซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของผลลัพธ์จากขั้นตอนการสร้างเครือข่ายลุ่มน้ำพื้นฐาน กระบวนการโดยสรุปในการสร้างขอบเขตลุ่มน้ำตามเงื่อนไข Pfafstetter แสดงดังรูปที่ 2

สำหรับการให้รหัสกำกับลุ่มน้ำ ได้พิจารณาจากค่าสะสมน้ำ ณ จุดรวมน้ำที่อยู่บนลำน้ำหลักและลำน้ำสาขา ลุ่มน้ำใดที่มีน้ำไหลลงลำน้ำหลักโดยตรงและมีค่าสะสมน้ำสูงสุดจะให้รหัสกำกับเป็นหมายเลข 1 (รูปที่ 1ก) ส่วนลุ่มน้ำประเภทเดียวกันที่มีค่าปริมาณน้ำสะสมน้ำลดหลั่นลงมา จะให้รหัสกำกับเป็นหมายเลข 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ ส่วนการให้รหัสกำกับลุ่มน้ำที่มีน้ำไหลลงลำน้ำสาขา จะทำการพิจารณาว่าลำน้ำสาขามีจุดรวมน้ำทางท้ายน้ำ (NextDownID) ร่วมกับลำน้ำหลักใดที่ให้รหัสไว้แล้ว กล่าวคือ ลำน้ำสาขาใดมี NextDownID เดียวกับลำน้ำหลักหมายเลข 3 จะให้รหัสกำกับ เป็นหมายเลข 2 ส่วนลำน้ำสาขาที่มี NextDownID เดียวกับลำน้ำหลักหมายเลข 5 จะมีรหัสเป็นหมายเลข 4 ลำน้ำสาขาหมายเลข 6 จะ มี NextDownID เดียวกับลำน้ำหลักหมายเลข 7 และลำน้ำสาขา

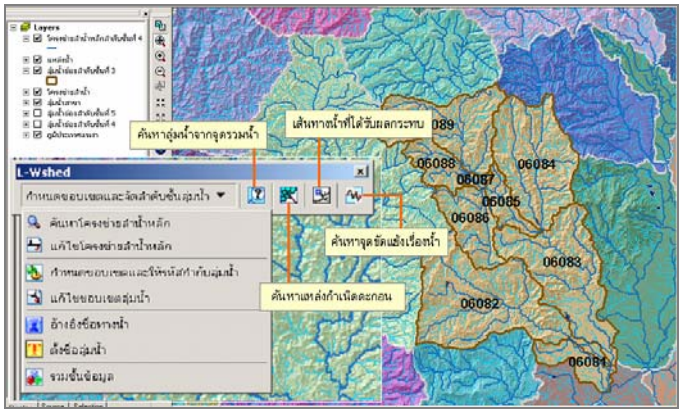
หมายเลข 8 จะมี NextDownID เดียวกับลำน้ำหลักหมายเลข 9 หลังจากนั้นถ้ายังมีลุ่มน้ำเหลืออยู่แต่ไม่มีรหัสกำกับให้ใช้รหัสกำกับเป็นหมายเลข 0

ขั้นตอนต่อไปเป็นการระบุชื่อเฉพาะภาษาไทยให้กับลุ่มน้ำที่จำลองได้โดยได้อาศัยชื่อเส้นทางน้ำอ้างอิงที่ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศ ทั้งนี้เพื่อสื่อสารกับประชาชนในท้องถิ่นได้สะดวก อย่างไรก็ตามเส้นทางน้ำอ้างอิงอาจมีความยาวพาดผ่านมากกว่าหนึ่งลุ่มน้ำย่อย อันเป็นผลทำให้ชื่อของลุ่มน้ำที่ได้ไม่เป็นชื่อเฉพาะ ดังนั้นการตั้งชื่อเฉพาะลุ่มน้ำดังกล่าวจึงประกอบด้วยชื่อเส้นทางน้ำอ้างอิงที่ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศ และมีหมายเลขต่อท้าย เช่น น้ำแม่ขาน 1, น้ำแม่ขาน 2 เป็นต้น การตั้งชื่อเฉพาะดังกล่าวจะเริ่มต้นจากลุ่มน้ำที่มีรหัสกำกับหมายเลข 9 ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นน้ำ

สำหรับลุ่มน้ำในลำดับชั้นที่ต่ำ (ย่อย) ลงมา ได้ดำเนินการเช่นเดียวกับกระบวนการดังกล่าวข้างต้น โดยอาศัยขอบเขตลุ่มน้ำที่ได้กำหนดขึ้นจากลำดับชั้นสูงกว่าเป็นกรอบอ้างอิง หากภายในลุ่มน้ำดังกล่าวยังคงมีลำน้ำสาขา ให้ทำการสร้างลุ่มน้ำย่อยในลำดับชั้นที่ต่ำลงมา จนกระทั่งปรากฏจุดรวมน้ำหรือเส้นทางน้ำเพียงหนึ่งเดียวหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าไม่มีลำน้ำสาขาอีกต่อไปแล้ว ดังนั้นการให้รหัสลุ่มน้ำย่อยเป้าหมายสามารถทำได้จากการนำหมายเลขกำกับลุ่มน้ำในแต่ละลำดับชั้นมาเรียงต่อกันโดยเริ่มจากรหัสของลำดับชั้นสูงสุด จนถึงหมายเลขตัวสุดท้ายซึ่งเป็นรหัสของลุ่มน้ำย่อยสุดที่เป็นเป้าหมาย

โปรแกรมจัดลำดับชั้นและวิเคราะห์เครือข่ายลุ่มน้ำ (L-Wshed)

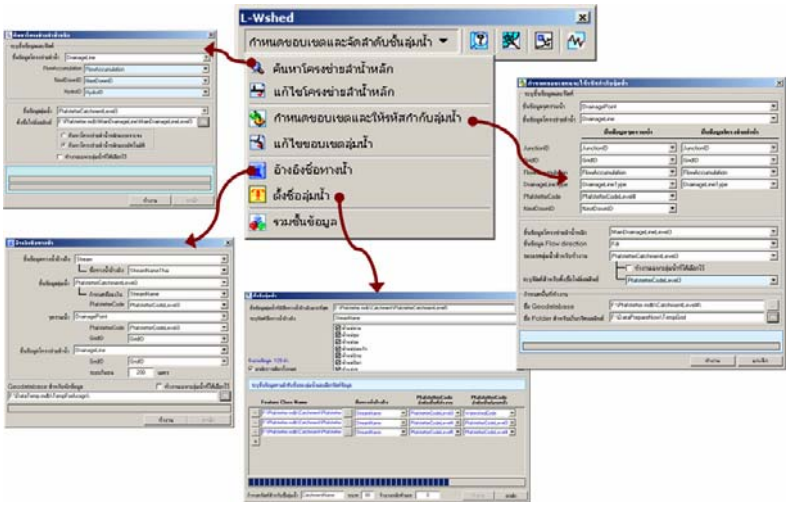
กระบวนการทั้งหมดข้างต้นได้นำมาประกอบเป็นขั้นตอนการดำเนินการในระบบภูมิสารสนเทศ ArcMap ที่มี Spatial Analyst Extensions (ESRI, 2004) อย่างไรก็ตาม กระบวนการทั้งหมดกินเวลานานและอาจเกิดความผิดพลาดได้หากลุ่มน้ำเป้าหมายมีขนาดใหญ่และต้องการจัดลำดับชั้นที่ย่อยลงมามาก ดังนั้นจึงได้พัฒนาโปรแกรม L-Wshed ขึ้นในลักษณะ Dynamic Link Library (DLL) โดยใช้ชุดคำสั่งภาษา Visual Basic เพื่อเรียกใช้อ็อบเจ็กต์จากระบบภูมิสารสนเทศข้างต้นมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ลักษณะของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นแสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย (1) ชุดเครื่องมือ (Tool) เพื่อกำหนดขอบเขตและจัดลำดับชั้นลุ่มน้ำ จำนวน 7 ชุดตามลำดับขั้นตอนการทำงาน และ (2) ชุดเครื่องมือวิเคราะห์เครือข่ายลุ่มน้ำ จำนวน 4 ชุดดังนี้



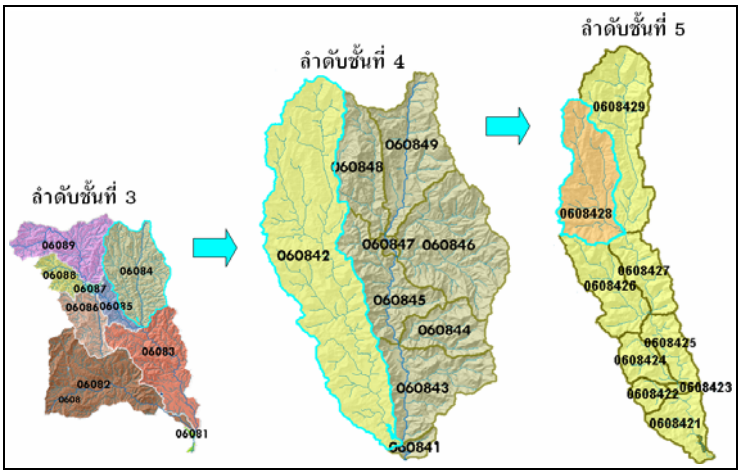
รูปที่ 3 ชุดเครื่องมือกำหนดขอบเขตและจัดลำดับชั้นลุ่มน้ำด้วยระบบ Pfafstetter และชุดเครื่องมือวิเคราะห์เครือข่ายลุ่มน้ำในโปรแกรม L-Wshed

ชุดเครื่องมือกำหนดขอบเขตและจัดลำดับชั้นลุ่มน้ำ

โปรแกรมการจำลองเชิงพื้นที่เพื่อกำหนดขอบเขตและให้รหัสกำกับลุ่มน้ำตามระบบ Pfafstetter ประกอบด้วยชุดเครื่องมือ 7 ชุดที่ช่วยการทำงานต่างกันคือ (1) ค้นหาโครงข่ายลำน้ำหลัก (2) แก้ไขโครงข่ายลำน้ำหลัก (3) กำหนดขอบเขตและให้รหัสกำกับลุ่มน้ำ (4) แก้ไขขอบเขตลุ่มน้ำ (5) อ้างอิงชื่อทางน้ำ (6) ตั้งชื่อลุ่มน้ำ และ (7) รวมชั้นข้อมูล (รูปที่ 3) แต่ละชุดเครื่องมือมีหน้าต่างให้ผู้ใช้กรอกชื่อไฟล์และพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการวิเคราะห์ลุ่มน้ำดังแสดงในรูปที่ 4 ส่วนผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 หน้าต่างทำงานเพื่อนำเข้าข้อมูลตั้งต้นของชุดเครื่องมือกำหนดขอบเขตและจัดลำดับชั้นลุ่มน้ำ

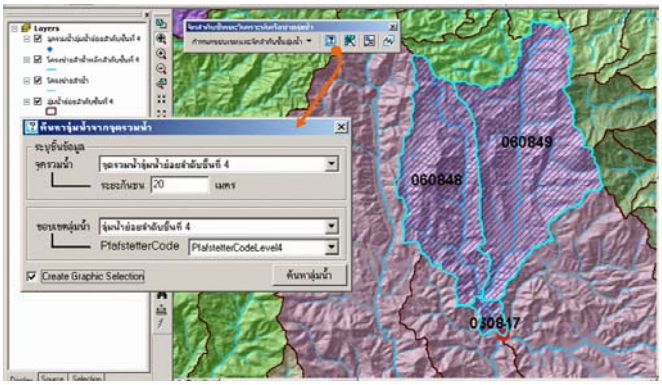


รูปที่ 5 ตัวอย่างลุ่มน้ำผลลัพธ์จากชุดเครื่องมือกำหนดขอบเขตและจัดลำดับชั้นลุ่มน้ำของโปรแกรม L-Wshed

ชุดเครื่องมือวิเคราะห์เครือข่ายลุ่มน้ำ

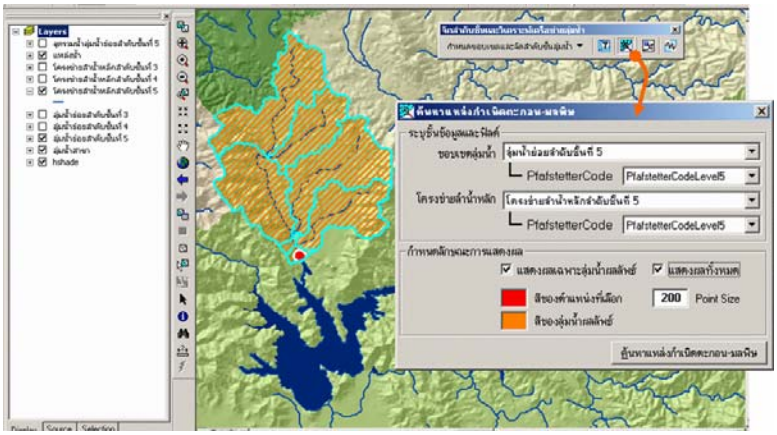
ชุดเครื่องมือนี้ประกอบด้วยการ ค้นหาลุ่มน้ำจากจุดรวมน้ำ ค้นหาแหล่งกำเนิดตะกอน-มลพิษ ค้นหาเส้นทางน้ำที่ได้รับผลกระทบ และค้นหาจุดขัดแย้งเรื่องน้ำ ผู้ใช้สามารถคลิกที่หน้าจอเพื่อระบุตำแหน่งของพื้นที่เป้าหมายของการสืบค้น เครื่องมือ *ค้นหาลุ่มน้ำจากจุดรวมน้ำ* ทำงานโดยอาศัยรหัสกำกับลุ่มน้ำที่ได้จากการจำแนก

ลุ่มน้ำด้วยระบบ Pfafstetter และการสืบค้นเชิงตำแหน่ง (Select by location) เพื่อเลือกลุ่มน้ำที่ให้น้ำไหลมาสะสมที่ตำแหน่งเป้าหมาย โดยมีหน้าต่างการทำงานและผลลัพธ์ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ลุ่มน้ำผลลัพธ์จากการค้นหาด้วย *เครื่องมือค้นหาลุ่มน้ำจากจุดรวมน้ำ*

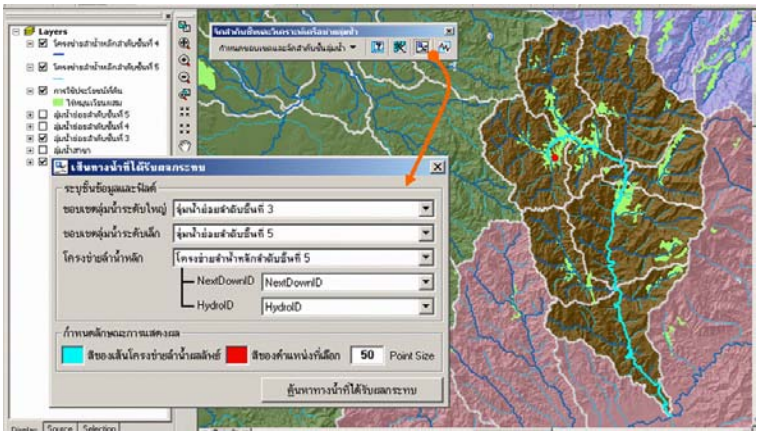
เครื่องมือ *ค้นหาแหล่งกำเนิดตะกอน-มลพิษ* ใช้สืบค้นลุ่มน้ำที่เป็นพื้นที่ต้นน้ำของเส้นทางน้ำเป้าหมาย โดยเปิดโอกาสให้ผู้ใช้คลิกเส้นทางน้ำเป้าหมายและยืนยันตำแหน่งเส้นทางน้ำเป้าหมายบนหน้าจอ โปรแกรมจะทำการสืบค้นลุ่มน้ำผลลัพธ์ด้วยการเลือกลุ่มน้ำที่มีรหัสกำกับเดียวกันกับเส้นทางน้ำดังกล่าวและลุ่มน้ำที่มีรหัสกำกับที่สูงกว่า โดยมีหน้าต่างการทำงานและลุ่มน้ำผลลัพธ์ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 หน้าต่างการทำงานและลุ่มน้ำผลลัพธ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดตะกอนของ *เครื่องมือค้นหาแหล่งกำเนิดตะกอน-มลพิษ*

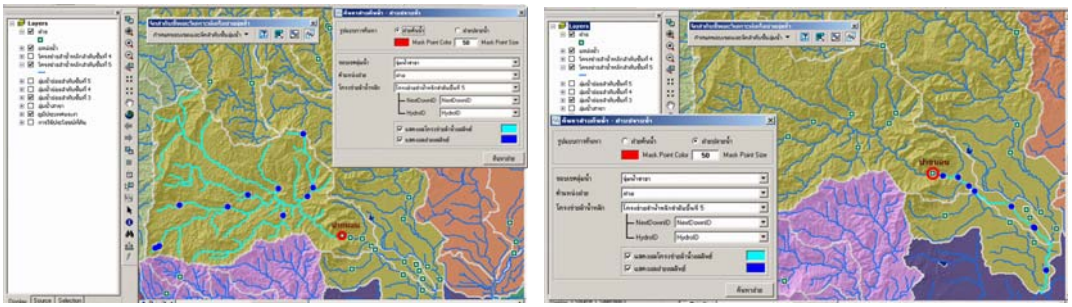
เครื่องมือ *ค้นหาเส้นทางน้ำที่ได้รับผลกระทบ* ใช้สืบค้นเส้นทางน้ำที่ได้รับน้ำจากจุดสนใจที่ผู้ใช้กำหนดเองบนหน้าจอภาพ โดยอาศัยข้อมูลรหัสกำกับจุดรวมน้ำที่อยู่ถัดไปในเครือข่ายลำน้ำ ผู้ใช้ต้องระบุชั้นข้อมูลลุ่มน้ำ 2 ลำดับชั้นที่ใช้ในการสืบค้น กล่าวคือ ลุ่มน้ำระดับใหญ่สำหรับใช้เป็นขอบเขตกว้างสุดในการสืบค้น และลุ่มน้ำระดับย่อยที่ใช้เป็นกรอบพื้นที่สำหรับค้นหาลำน้ำหลักที่ได้รับผลกระทบจากจุดที่ผู้ใช้เลือก เมื่อผู้ใช้คลิกพื้นที่เป้าหมายบนหน้าจอภาพและยืนยันตำแหน่งที่ต้องการ โปรแกรมจะทำการสืบค้นเส้นทางน้ำที่ได้รับผลกระทบ โดยแสดงผลลัพธ์

ตามสีที่ได้ระบุไว้ในหน้าต่างการทำงาน ตัวอย่างในรูปที่ 9 แสดงหน้าต่างการทำงานและผลการสืบค้นเส้นทางน้ำที่ได้รับผลกระทบจากการใช้ที่ดินเพื่อทำไร่หมุนเวียนผสมในบริเวณลุ่มน้ำแม่สรวยน้อยซึ่งเป็นลุ่มน้ำย่อยลำดับชั้นที่ 3 ของลุ่มน้ำสาขาน้ำแม่สรวย



รูปที่ 9 ผลการสืบค้นเส้นทางน้ำที่ได้รับผลกระทบจากการทำไร่หมุนเวียนผสมในลุ่มน้ำสาขาน้ำแม่สรวย

เครื่องมือ *ค้นหาจุดขัดแย้งเรื่องน้ำ* ใช้ค้นหาบริเวณที่อาจเกิดความขัดแย้งเรื่องการใช้น้ำชลประทานในเครือข่ายลำน้ำ ผู้ใช้อาจสืบค้นฝายต้นน้ำที่อยู่บนเครือข่ายลำน้ำที่อาจส่งผลกระทบต่อฝายเป้าหมาย หรือค้นหาฝายปลายน้ำที่อาจได้รับผลกระทบจากการใช้น้ำของฝายเป้าหมายต้นน้ำได้ การทำงานของโปรแกรมอาศัยชั้นข้อมูลโครงข่ายลำน้ำและการสืบค้นเชิงตำแหน่ง ดังนั้นชั้นข้อมูลที่ต้องการจึงประกอบด้วยชั้นข้อมูลลุ่มน้ำสำหรับกำหนดขอบเขตการสืบค้นฝายผลลัพธ์ ชั้นข้อมูลฝาย ชั้นข้อมูลโครงข่ายลำน้ำที่มีตำแหน่งฝายบนลำน้ำ รูปที่ 10 แสดงหน้าต่างการทำงานของเครื่องมือค้นหาฝายต้นน้ำ-ฝายปลายน้ำ เพื่อการค้นหาฝายผลลัพธ์ที่ส่ง/รับผลกระทบต่อฝายเป้าหมายในลุ่มน้ำสาขาแม่ขาน



(ก) ฝายต้นน้ำที่ส่งผลกระทบต่อ ฝายนอน (ข) ฝายปลายน้ำที่อาจได้รับผลกระทบจาก ฝายนอน

รูปที่ 10 ฝายผลลัพธ์ที่อาจส่งผลและได้รับกระทบต่อ *ฝายนอน* ซึ่งเป็นฝายเป้าหมายในลุ่มน้ำสาขาแม่ขาน

เนื่องจากเครื่องมือในการวิเคราะห์ลุ่มน้ำดังกล่าวข้างต้นได้รับการพัฒนาให้เป็นไฟล์ DLL ดังนั้นผู้ใช้สามารถเพิ่มไฟล์ดังกล่าวเข้าไปในระบบภูมิสารสนเทศ ArcGIS ที่มีชุดโปรแกรม Spatial Analyst เมื่อต้องการใช้งาน

เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการเกษตรและจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ลุ่มน้ำระดับต่างๆ เป็นหน่วยการปฏิบัติงาน

สรุป

การกำหนดขอบเขตและจัดลำดับชั้นลุ่มน้ำตามระบบ Pfafstetter สามารถทำได้อย่างอัตโนมัติในระบบภูมิสารสนเทศ ด้วยโปรแกรม Lanna Watershed (L-Wshed) ที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบไฟล์ DLL (Dynamic Link Library) นอกจากการกำหนดขอบเขตและจัดลำดับชั้นลุ่มน้ำอย่างเป็นระบบแล้ว โปรแกรมนี้ยังสามารถตั้งชื่อเฉพาะของลุ่มน้ำเป็นตัวเลข ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกและประหยัดเวลาเมื่อต้องทำการสร้างฐานข้อมูลลุ่มน้ำที่ครอบคลุมพื้นที่หลายจังหวัด ผลิตซ้ำได้อย่างเป็นระบบ เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปทำการการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับชั้นข้อมูลภูมิประเทศเชิงตัวเลข การใช้ประโยชน์ที่ดิน หมู่บ้าน และระบบชลประทาน สามารถจัดทำเป็นข้อมูลสมบัติเฉพาะของลุ่มน้ำย่อย และจัดเก็บเป็นข้อมูลอรรถาธิบายในฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเครือข่ายลุ่มน้ำ ชุดเครื่องมือวิเคราะห์เครือข่ายลุ่มน้ำที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการทรัพยากร เช่น การระบุพื้นที่ถูกรบกวนบริเวณต้นน้ำหรือการระบุพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดความขัดแย้งด้านการใช้น้ำทางเกษตรในพื้นที่ปลายน้ำ เป็นต้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการลุ่มน้ำที่สมบูรณ์ขึ้นในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

ESRI. 2004. ArcGIS. ESRI Press, California.

Maidment, D.R. (ed.). 2002. Arc Hydro: GIS for Water Resources. ESRI Press, California.

Verdin, K.L. 1997. A system for topologically coding global drainage basins and stream networks [Online]. Available: http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/P311.asp. [May 27, 2004].

Verdin, K.L. and J.P. Verdin. 1999. A topological system for delineation and codification of the Earth's river basins. *Journal of Hydrology* 218: 1-12.