บทที่ 2

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุอุปกรณ์

1.1 วัสดุอุปกรณ์ในภาคสนาม

1.1.1 เครื่องวัดกระแสน้ำ (current meter) แบบใบพัด (propeller type) (รูปภาคผนวกที่ 1ก)

1.1.2 เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Depth-integratig sampler (รูปภาคผนวกที่ 1ข)

1.1.3 เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนแบบธรรมดา (non-recording rain gage) และแบบอัตโนมัติ (recording rain gage) TIPPING BUCKET RAIN GAGE MODEL MGD-04/05 (รูปภาคผนวกที่ 2 ก)

1.1.4 เครื่องหาตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Position System : GPS) GARMIN GPS III Plus (รูปภาคผนวกที่ 2ข)

1.1.5 นาฬิกาจับเวลา

1.1.6 เชือกไนลอนและลวดสลิง

1.1.7 ตลับเมตรและไม้วัดระดับ (รูปภาคผนวกที่ 3ก)

1.1.8 แบตเตอรี่

1.1.9 ที่นั่งทำจากล้อยางนอกรถยนต์ใช้นั่งวัดน้ำขณะระดับน้ำสูง (รูปภาคผนวกที่ 3ข)

1.1.10 เครื่องคิดเลข

1.1.11 กระดานพลาสติกชนิดเขียนขณะเปียกได้ (slate) (รูปภาคผนวกที่ 4ก)

1.1.12 เทปกาว

1.1.13 ดินสอ

1.1.14 ปากกาชนิดหมึกกันน้ำได้ (permanent)

1.1.15 ขวดพลาสติก ขนาดความจุ 1,250 มิลลิลิตร

1.1.16 กระติกน้ำแข็ง (รูปภาคผนวกที่ 4ข)

1.1.17 กล่องโฟม

1.1.18 น้ำแข็ง

1.1.19 เข็มทิศ (รูปภาคผนวกที่ 5ก)

1.1.20 กล้องส่องทางไกล (รูปภาคผนวกที่ 5ข)

1.1.21 ร่มกันฝน

1.1.22 มีดสนาม

1.1.23 เสื้อกันฝน

1.1.24 เวชภัณฑ์ที่จำเป็น

1.1.25 กล้องถ่ายรูปแบบธรรมดาและแบบดิจิตอล

1.1.26 ฟิล์มถ่ายรูป

1.2. วัสดุ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

1.2.1 แผนที่ภูมิประเทศ ลำดับชุด L7017 ระวาง 5022 IV มาตราส่วน 1 : 50,000 จากกรมแผนที่ทหาร

1.2.2 แผนที่ชุดดิน

1.2.3 แผนที่ธรณีวิทยา

1.2.4 แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

1.2.5. แผนที่การใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้

1.2.6. แผนที่เขตปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม

1.2.7 ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1 : 15,000 ขนาด 9 x 9 นิ้ว และขนาด A1

1.2.8 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT7 ระบบ ETM+ Path 128 Row 55 Quadrant 3 บันทึกวันที่ 6 มีนาคม 2545 จำนวน 4 ช่วงคลื่น จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

1.2.9 ชุดเครื่องกรอง (รูปภาคผนวกที่ 6ก)

1.2.10. กระดาษกรอง (whatman GF/C) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร (รูปภาคผนวกที่ 6ข)

1.2.11 ตู้อบความร้อน MEMMERT (รูปภาคผนวกที่ 7ก)

1.2.12 เครื่องชั่ง แบบละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง SARTORIUS (รูปภาคผนวกที่ 7ข)

1.2.13 โถดูดความชื้น (desiccator) (รูปภาคผนวกที่ 8ก)

1.2.14 Beaker ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.2.15 ปากคีบ

1.2.16 ถาดเหล็ก

1.2.17 กระดาษฟอยด์ (aluminum foil)

1.2.18 กระดาษกราฟ

1.2.19 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ชนิด 64 บิต Pentium III 500 MHz Processor หน่วยความจำหลัก (SDRAM) ขนาด 256 MB หน่วยความจำสำรอง (hard disk) ขนาด 10 GB

1.2.20 เครื่องคอมพิวเตอร์สถานีปฏิบัติงาน (sun workstation)

1.2.21 เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก

1.2.22 โปรแกรม ARC/INFO Version 3.5.1 for Windows

1.2.23 โปรแกรม Arcview Version 3.1 และExtension ชุด 3D Analyst, Spatial Analyst, Image Analysis

1.2.24 โปรแกรม ERDAS Version 8.3

1.2.25 โปรแกรม Waypoint Version 1.8.0.3

1.2.26 โปรแกรม Dataflow Version 1.0

1.2.27 โต๊ะแปลงสัญญาณ(digitizer) CALCOMP รุ่น Model 9500 ขนาด 36 x 48 นิ้ว (รูปภาคผนวกที่ 8ข)

1.2.28 เครื่องกวาดภาพ (scanner) แบบสี HEWLETT PACKARD ขนาด A4 (รูปภาคผนวกที่ 9ก1)

1.2.29 เครื่องกวาดภาพ (scanner) แบบขาวดำ CONTEX ขนาด A1 (รูปภาคผนวกที่ 9ก2)

1.2.30 อุปกรณ์สำรองข้อมูล ZIP100 IOMEGA แบบ External ขนาดความจุ 100 MB

1.2.31 เครื่องบันทึกข้อมูลจานแม่เหล็ก (CD Writer) LITEON ความเร็ว 48x24x48x

1.2.32 กล้องดูภาพสามมิติ (mirror stereoscope) TOPCON (รูปภาคผนวกที่ 9ข)

1.2.33 โต๊ะแสง

1.2.34 กระดาษสำหรับเขียนแผนที่

1.2.35 แผ่นบันทึกข้อมูล ZIP ขนาดความจุ 100 MB และแผ่นบันทึกข้อมูลจานแม่เหล็ก (CD RW) ขนาดความจุ 700 MB

1.2.36 เครื่องพิมพ์แบบ Inkjet HEWLETT PACKARD รุ่น Deskjet 845C

2. วิธีการวิจัย แบ่งเป็น 3 หัวข้อการทดลองดังนี้

2.1 การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ

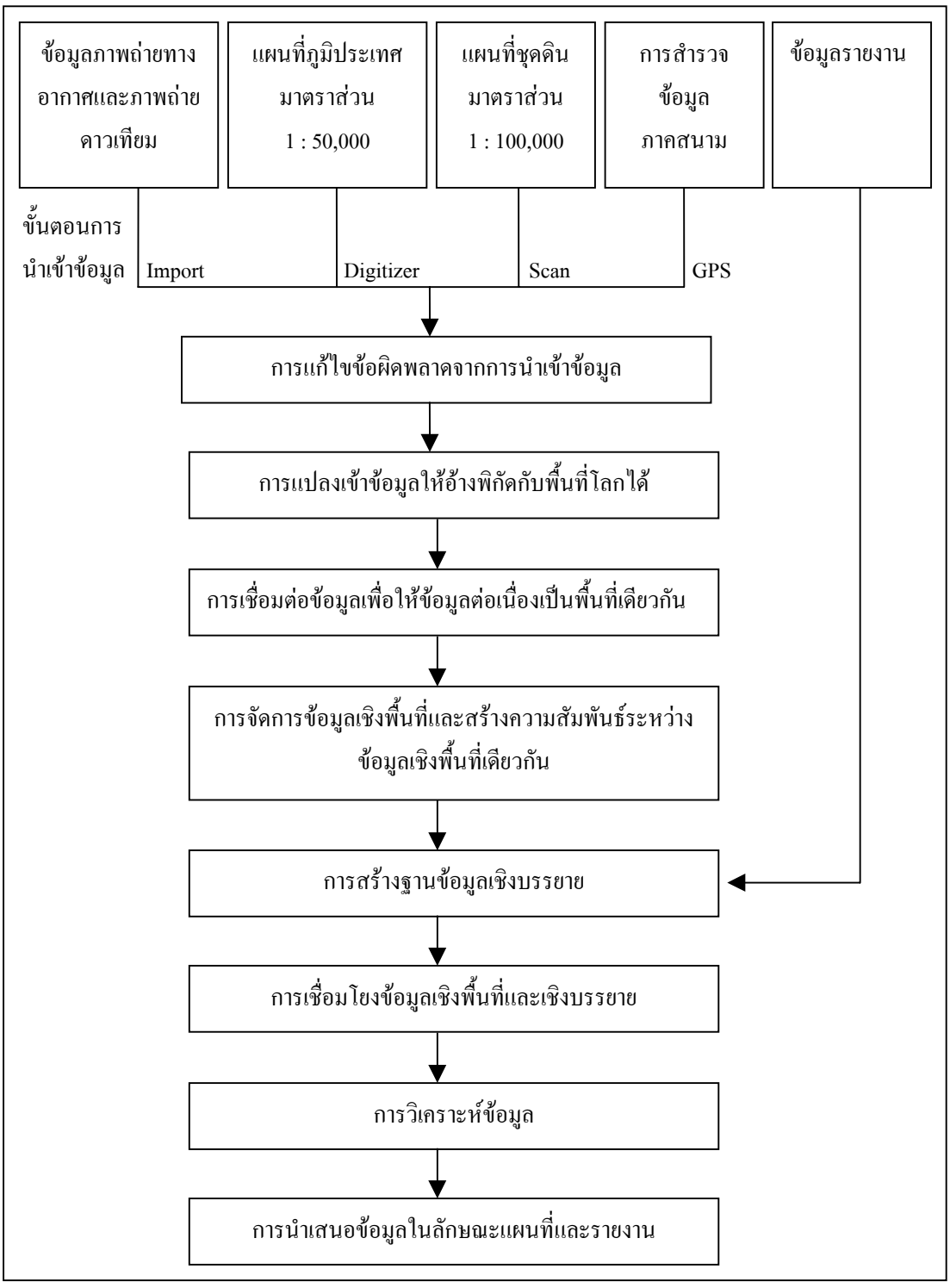
2.1.1 แปลข้อมูลการใช้ที่ดินในปัจจุบันจากภาพถ่ายทางอากาศ เอิบ เขียวรื่นรมณ์ (2542) และ ประมาณ เทพสงเคราะห์ (2541) เลือกบริเวณที่อยู่กึ่งกลางของภาพ (effective area) ด้วยกล้องดูภาพสามมิติ (mirror stereoscope) ลงในกระดาษสำหรับเขียนแผนที่ ซึ่งอาศัยหลักการดูจากองค์ประกอบต่าง ๆ คือความเข้มของสี (tone) รูปแบบ (pattern) จุดประ (mottling) เนื้อ (texture) รูปร่าง (shape) ขนาด (size) เงา (shadow) แล้วออกตรวจสอบความถูกต้องภาคสนามในพื้นที่จริง โดยใช้

เครื่องหาตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Position System : GPS) ตรวจเพื่อปรับแก้ไขข้อมูลที่แปลให้ถูกต้อง นำข้อมูลเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.1.2 รวบรวมข้อมูล ชุดดิน ธรณีวิทยา ทางน้ำ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เส้นชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเล นำเข้ามูล (data input) สู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ESRI (1994b) ด้วยการ ดิจิไทซ์ (digitize) บนโต๊ะแปลงสัญญาณ (digitizer) เข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยโปรแกรม ARC/INFO Version 3.5.1 ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows ปรับแก้ไขฐานข้อมูลให้ถูกต้องสมบูรณ์ เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) (รูปที่ 2)

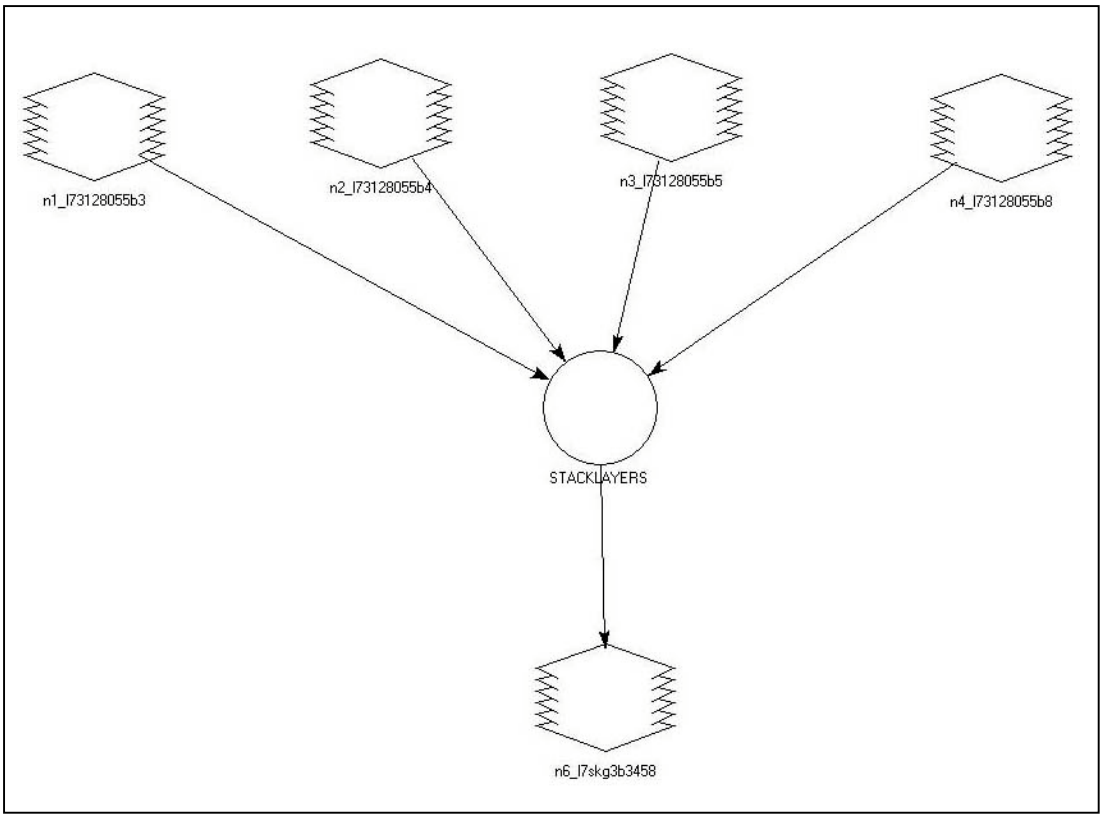
2.3.3 ข้อมูลความลาดชัน (slope) ทิศทางความลาดเอียง (aspect) ได้จากการประมวลผลภายใต้โปรแกรม Arcview Version 3.1 ชุด Extension 3D Analyst และ Spatial Analyst (ESRI, 1997b)โดยใช้เส้นชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเลที่มีช่วงเส้นต่างที่ระดับ 20 เมตร (สถาพร ไพบูลย์ศักดิ์ และชรัตน์ มงคลสวัสดิ์, 2544)

2.3.4 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเชิงตัวเลขที่อยู่ในรูปของ CD ROM แก้ไขระดับ 1 G (Map Image) Format BSQ (band squential) ชนิดแฟ้ม GeoTIFF ซึ่งจะแยกเก็บข้อมูลช่วงคลื่น (band) ละแฟ้ม (file) ใช้โปรแกรม ERDAS version 8.3 ทำการนำเข้า (import) ภาพ และใช้คำสั่ง Stacklayers ใน Modeler เพื่อรวมช่วงคลื่น (รูปที่ 3) แล้วเน้นข้อมูลภาพ (image enhancement) ให้คุณภาพข้อมูลมีความเด่นชัดมากขึ้นเพื่อความสะดวกและถูกต้อง (ศูนย์รีโมทเซนซิ่งและระบบสารสนเทศภาคใต้, 2540 ; สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน), 2543 ; ESRI, 1997c ; ESRI, 1997d) ทำการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (geometric correction) ขจัดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเพื่อให้ภาพมีความถูกต้องกับแผนที่ โดยใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) เลือกพิกัดระบบ Universal Transverse Mercator (UTM) จุด GCP เลือกตำแหน่งที่ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น แยกถนน สะพาน จุดตัดทางรถไฟ สนามบิน แปลงพิกัดภาพไปสู่พิกัดทางภูมิศาสตร์ ใช้สมการแบบพหุนาม (polynomial transformation) จุด GCP หลายๆ จุด ให้กระจายสม่ำเสมอทั่วทั้งภาพ แล้วจัดข้อมูลใหม่ (resampling) ด้วยวิธีการจัดเรียงข้อมูลแบบตำแหน่งที่ใกล้ที่สุด (nearest neighbor) (สมพร สง่าวงศ์, 2543 ; ESRI, 1989) นำมาหลอมรวมกับภาพถ่ายทางอากาศที่ปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้ว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดของภาพสูงขึ้น จำแนกข้อมูล (classification) โดยการแปลด้วยสายตาบนจอภาพคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรม Arcview Version 3.1 ชุด Extension Image Analysis เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ESRI, 1998) (รูปที่ 4)



รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ภายใต้โปรแกรม PC ARC/INFO

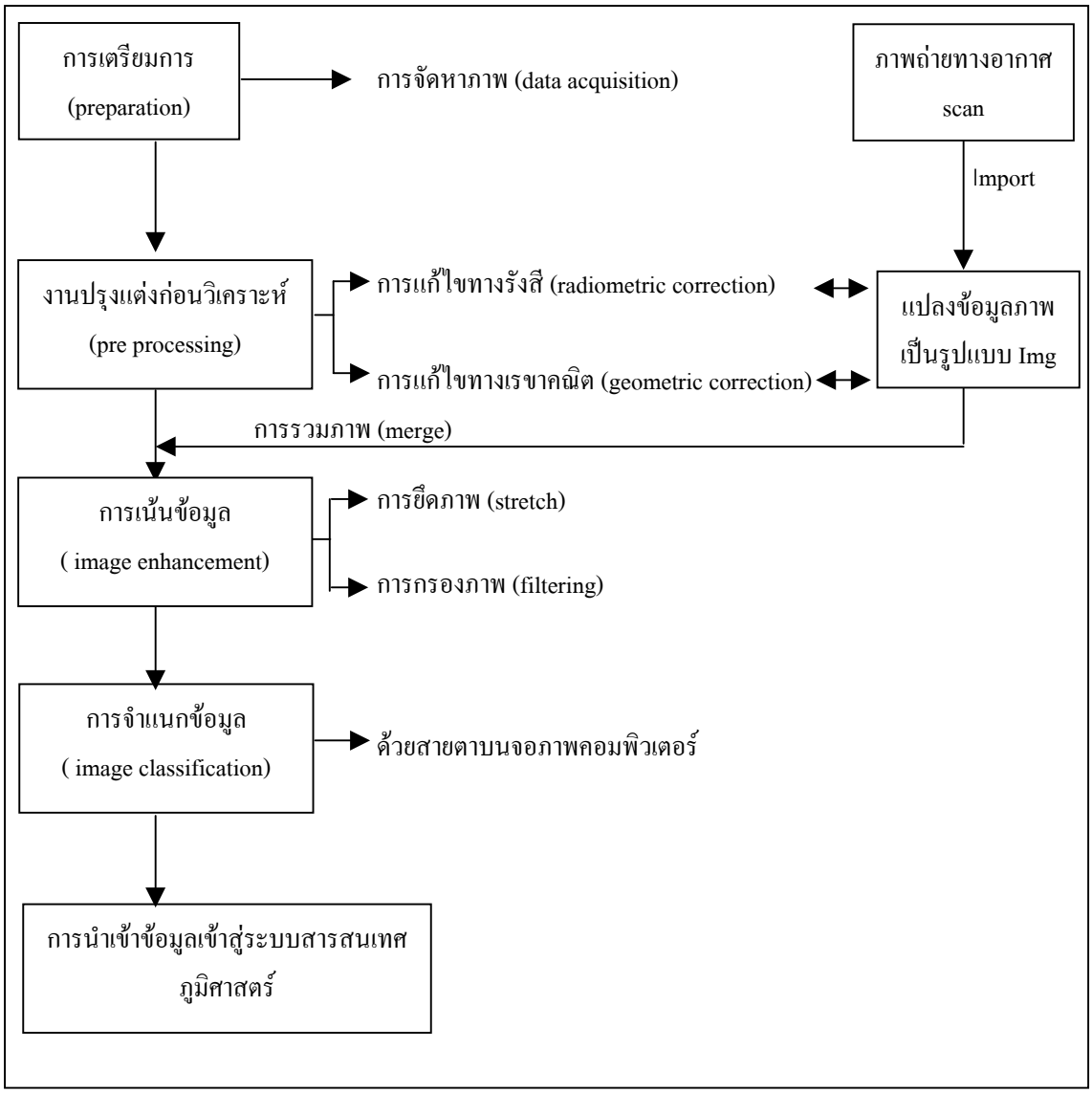
ที่มา : ดัดแปลงจาก ฝ่ายข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติและการจัดการสิ่งแวดล้อมลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา, 2542



รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการรวมช่วงคลื่น (Bands) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7

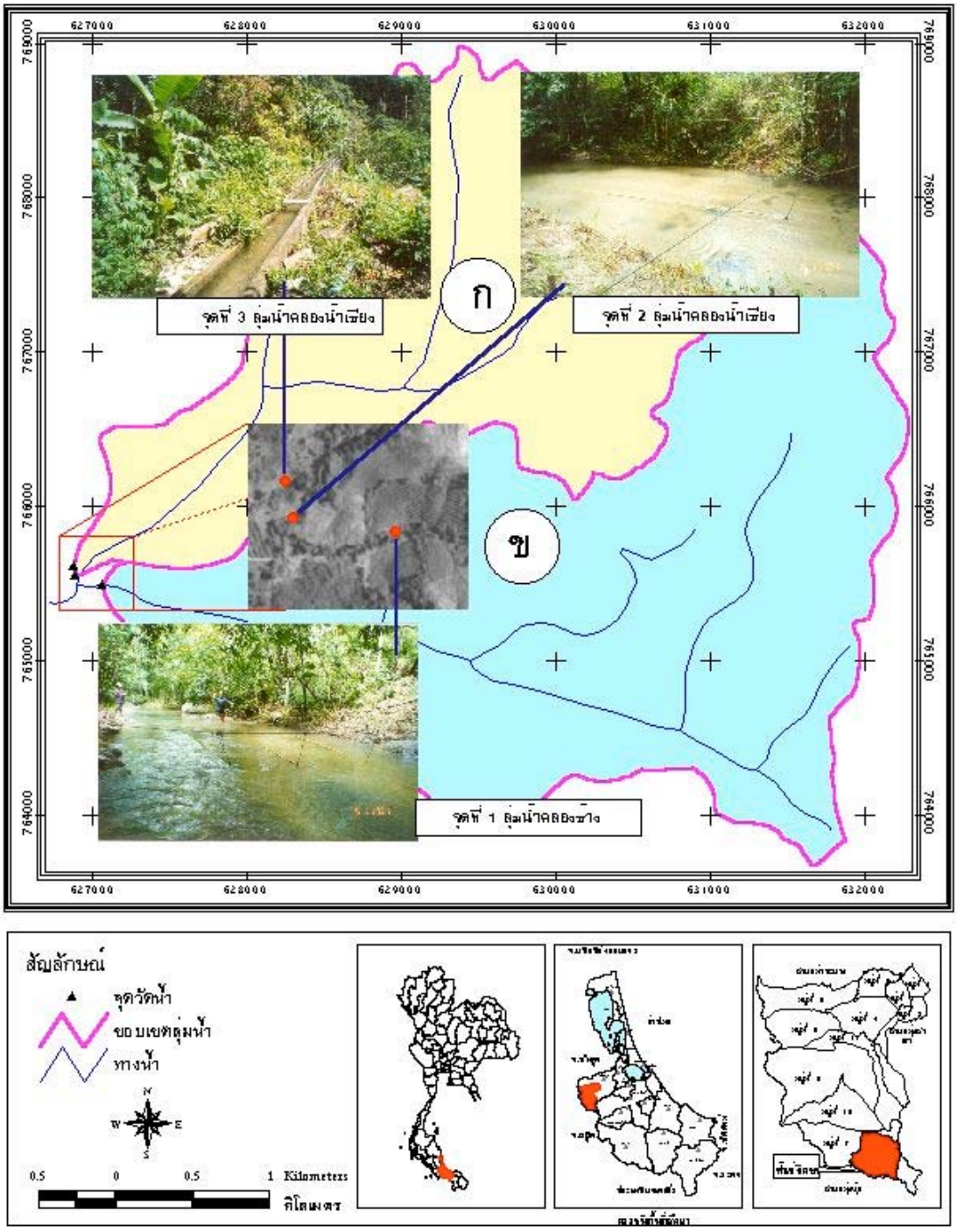
2.2 การศึกษาปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำ

2.2.1 เลือกลำธารบริเวณที่ตรงมีความยาวมากกว่า 5 เท่าของความกว้างและพื้นลำธารค่อนข้างเรียบ ไม่มีสิ่งกีดขวางในการวัด เช่น ก้อนหิน ตอไม้ ขอนไม้ เป็นต้น แบ่งความกว้างของลำธารออกเป็นหลาย ๆ ส่วน (วิชา นิยม, 2535) (รูปที่ 5) เพื่อวัดพื้นที่หน้าตัดของลำธาร คำนวณหาตำแหน่งความลึก (deep : D) ของจุดที่จะวัดความเร็วของกระแสน้ำ ถ้าน้ำลึกมากกว่า 30 เซนติเมตร วัดที่ระดับ 0.2D และ 0.8D แต่ถ้าหากความลึกน้อยกว่า 30 เซนติเมตรให้วัดที่ระดับ 0.6D (วิชา นิยม, 2535 ; วีระพล แต้สมบัติ, 2538 ; Jones, 1997) (รูปที่ 6) ซึ่งในการศึกษานี้วัดกระแสน้ำในลำธารด้วยเครื่องมือ current meter แบบใบพัด (propeller type) (ดูรูปภาคผนวกที่ 1ก) ซึ่งนิยมใช้ในลำธารที่มีความลึกน้อยกว่า 1 เมตร (วิชา นิยม, 2535) วัดระดับละ 3 ครั้งจับเวลาจำนวนรอบต่อนาที โดยวัดเดือนละ 2 ครั้ง สำหรับในช่วงฤดูฝนตกชุก (ตุลาคม – ธันวาคม) วัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ที่จุดกำหนดเป็นปากลุ่มน้ำ (outlet) ของลุ่มน้ำทั้งสอง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำ รายวันและรายเดือนตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ 1)

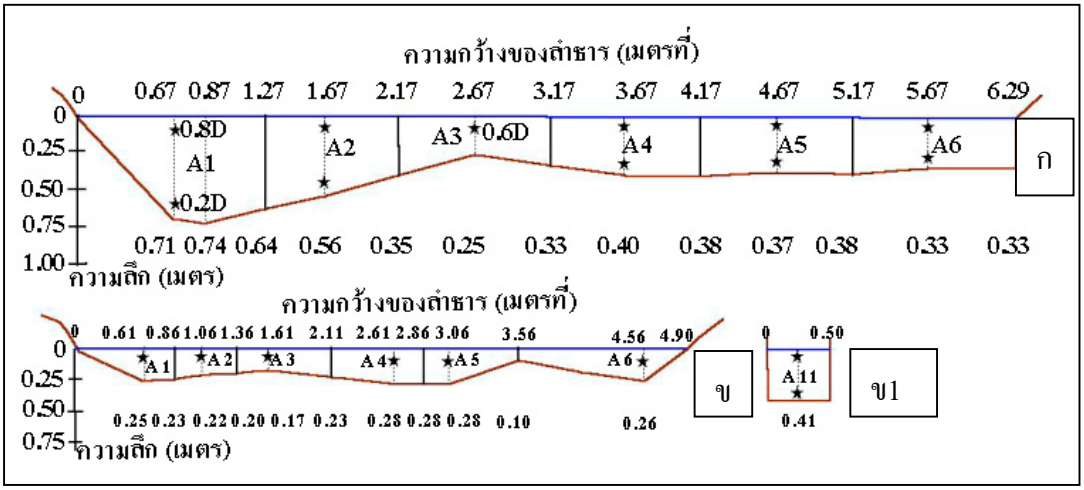


รูปที่ 4 ขั้นตอนการในการประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม

ที่มา : ดัดแปลงจาก สมพร สง่าวงศ์, 2543



รูปที่ 5 แผนที่แสดงจุดวัดน้ำลุ่มน้ำคลองน้ำเชี่ยง (ก) และลุ่มน้ำคลองช้าง (ข) บ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



รูปที่ 6 แสดงการวัดพื้นที่หน้าตัดขวางของคลองช้าง (ก) คลองน้ำเชียง (ข) คูส่งน้ำที่แยกจากคลองน้ำเชียง (ข1) เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2545

2.2.2 เก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันในพื้นที่ลุ่มน้ำ เวลา 8.00 น. และแบบอัตโนมัติซึ่งเป็นระบบคอมพิวเตอร์ ตัว DATA LOGGER จะบันทึกการตกของฝนเมื่อตกลงกาลักน้ำเต็ม ก็กระดกเทครั้งละ 0.5 มิลลิเมตร วงจรอิเลคทรอนิกส์จะทำงานบันทึกปริมาณน้ำฝนและเวลาจริงทุกครั้งที่กระดก ประมาณ 1 – 2 เดือนจะถ่ายโอนข้อมูลลงคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กด้วยโปรแกรม Dataflow Version 1.0 แล้ว จัดระบบเครื่องให้เริ่มบันทึกการทำงานใหม่

2.2.3 สร้างกราฟปริมาณน้ำท่าของปี 2545 ของน้ำในลำธาร ด้วยข้อมูลปริมาณน้ำรายเดือน

2.3 การศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำ

2.3.1 เก็บตัวอย่างน้ำทุกครั้งที่วัดกระแสน้ำตรงตำแหน่งที่เก็บข้อมูลปริมาณน้ำ ทั้ง 3 จุดๆ ละ 1 ตัวอย่าง ประวิทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ (2533) โดยเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Depth-integratig sampler (ดูรูปภาคผนวกที่ 1ข) ซึ่งเก็บน้ำที่ทุกๆ ระดับความลึกตั้งแต่จากผิวน้ำ นำมาเทใส่ขวดพลาสติกแช่ในถังน้ำแข็งอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ตามวิธีการของ APHA, AWWA and WEF (1998) และ สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ (2539) เพื่อไปวิเคราะห์หาปริมาณตะกอนแขวนลอย (suspended sediment) ในห้องปฏิบัติการโดยการกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (desiccator) ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองด้วยเครื่องชั่งแบบละเอียด 4 ตำแหน่ง ตะกอนแขวนลอยที่ได้นำไปอบที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักหลังอบ คำนวณน้ำหนักตะกอนแขวนลอย (SS) ใช้สูตรดังนี้

$$\text{SS มิลลิกรัม/ลิตร} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{ปริมาตรของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)}}$$

A = น้ำหนักกระดาษกรอง + น้ำหนัก SS หลังอบ (มิลลิกรัม)

B = น้ำหนักกระดาษกรอง (มิลลิกรัม)

2.4 การประเมินการชะล้างพังทลายของดิน

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้สมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation : USLE) Wischmier and Smith (1978) ซึ่งกำหนดค่าปัจจัยต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 ค่าปัจจัยน้ำฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (R factor) ได้เลือกสมการของ El -Swaify *et al.* (1987) ที่ได้มาจากการทดลองศึกษาหาค่าปัจจัยน้ำฝนที่มีผลต่อการเกิดกายการของดินในเขตร้อนชื้นในประเทศไทย ได้นำสมการนี้มาประยุกต์ใช้ เช่น การศึกษาพื้นที่สาธารณภัยภาคใต้ของ คณะทรัพยากรธรรมชาติ (2540) การศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินจังหวัดชุมพรของ ชาลี นาวานุเคราะห์ และคณะ (2543) การจัดการลุ่มน้ำสะแกกรังของ Eiumnoh (1998) ซึ่งผลการศึกษาพบว่ามีความถูกต้องแหม่นยำและน่าเชื่อถือ (Eiumnoh, 1998) โดยมีสมการดังนี้

$$R = 38.5 + 0.35P$$

เมื่อ R คือ ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน

โดย P คือปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี (มม.)

ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยในลุ่มน้ำทั้งสอง เท่ากับ 2,188 มม. ดังนั้น ค่าปัจจัยน้ำฝนที่ได้จากการแทนค่าสมการจึงมีค่าเท่ากับ 804.30

2.4.2 ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K factor) ใช้ค่าของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) ที่แยกตามชุดดินและหน่วยธรณีวิทยาคือ หน่วยสัมพันธ์ชุดดินระนอง/พะโต๊ะ/ทุ่งหว้า เท่ากับ 0.30 ส่วนบริเวณพื้นที่ลาดเชิงซ้อน (Slope complex) พิจารณาตามหน่วยธรณีวิทยา R_Jgr ซึ่งดินบนเป็น ดินร่วนเหนียวปนทราย(Sandy clay loam) ดินร่วนปนทรายแป้ง(Silt loam) และดินร่วนปนเหนียว(Clay loam) ค่าของภาคใต้ เท่ากับ 0.19

2.4.3 ค่าปัจจัยสภาพภูมิประเทศ (LS factor) สร้างแผนที่ความลาดชัน (Slope) ด้วยโปรแกรม Arcview 3.1 ชุด Extensions 3D Analyst และSpatial Analyst โดยใช้ข้อมูลเส้นชั้นความสูงจากระดับทะเลปานกลาง เพื่อสร้างข้อมูล DEM จากนั้นใช้คำสั่ง Derive slope จะได้ข้อมูล Slope ใช้คำสั่ง Reclassify เพื่อกำหนดค่าพิสัยของความลาดชัน เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ของแผนที่ความลาดชัน (ESRI, 1997b) เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยายใส่ค่า LS factor ตามค่าที่ได้จากการประมวลผลของ Bradbury *et al.* (1993) อ้างโดย นิพนธ์ ตั้งธรรม (2545) ซึ่งเป็นค่าที่อยู่กึ่งกลางระหว่างของกรมพัฒนาที่ดิน(2545) กับ Mongkolsawat *et al.* (1994) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปัจจัยสภาพภูมิประเทศ (LS factor)

ความลาดชัน (%)	LS factor	ความลาดชัน (%)	LS factor	ความลาดชัน (%)	LS factor
กรมพัฒนาที่ดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	Mongkolsawat *et al.*	Mongkolsawat *et al.*	Bradbury *et al.*	Bradbury *et al.*
0 - 2	0.226	0 – 2	0.255	0	0.10
2 - 5	0.323	2 – 7	1.087	1 – 5	1.40
5 - 12	0.567	7 – 12	3.603	6 – 10	3.30
12 - 20	1.927	12 – 18	7.878	11 – 15	6.25
20 - 35	2.753	18 – 24	12.852	16 - 20	9.45
> 35	4.571	> 24	24.074	21 – 25	12.95
				26 - 30	16.70
				> 30	18.40

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2545), Mongkolsawat *et al.* (1994) อ้างโดย http://www. gisdevelopment. net/aars/arcs/1994/ts3/ts3001pf.htm (30 jun 2004) และ Bradbury *et al.* (1993) อ้างโดย นิพนธ์ ตั้งธรรม (2545)

2.4.4 ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C factor) ข้อมูลจากจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งยึดค่าปัจจัยของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงปัจจัยการจัดการพืช (C factor)

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	C factor
ป่าดิบชื้นที่ความลาดชันน้อยกว่า 8 %	0.001
ป่าดิบชื้นที่ความลาดชัน 8 – 16 %	0.002
ป่าดิบชื้นที่ความลาดชันมากกว่า 35 %	0.003
ป่าเสื่อมโทรม, ป่าถูกเปิดพื้นที่ใหม่	0.040
วนเกษตร	0.080
ยางพาราอายุน้อยกว่า 7 ปี	0.225
ยางพาราอายุมากกว่า 7 ปี, ไม้ผล, ไม้ผลผสม	0.150
บ่อเลี้ยงปลา	0.000
พื้นที่รกร้างว่างเปล่า, พื้นที่หินโผล่	0.800

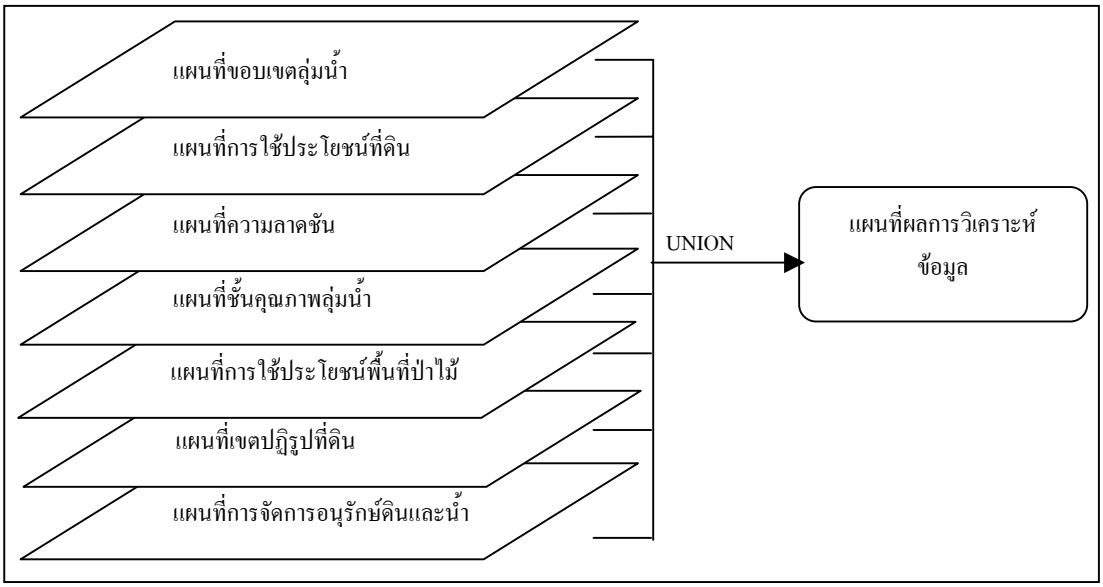
ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2545), คณะทรัพยากรธรรมชาติ (2540)

2.4.5 ค่าปัจจัยการจัดการพื้นที่ (P factor) ข้อมูลที่ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศด้วยกล้องดูภาพสามมิติ และการออกสำรวจภาคสนาม กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ได้อธิบายไว้ว่าพื้นที่ที่มีการจัดการอนุรักษ์ดิน จะมีค่าเท่ากับ 0.1 ส่วนพื้นที่อื่นไม่มีระบบอนุรักษ์ดินมีค่า เท่ากับ 1.0

3. การวิเคราะห์ผลข้อมูล

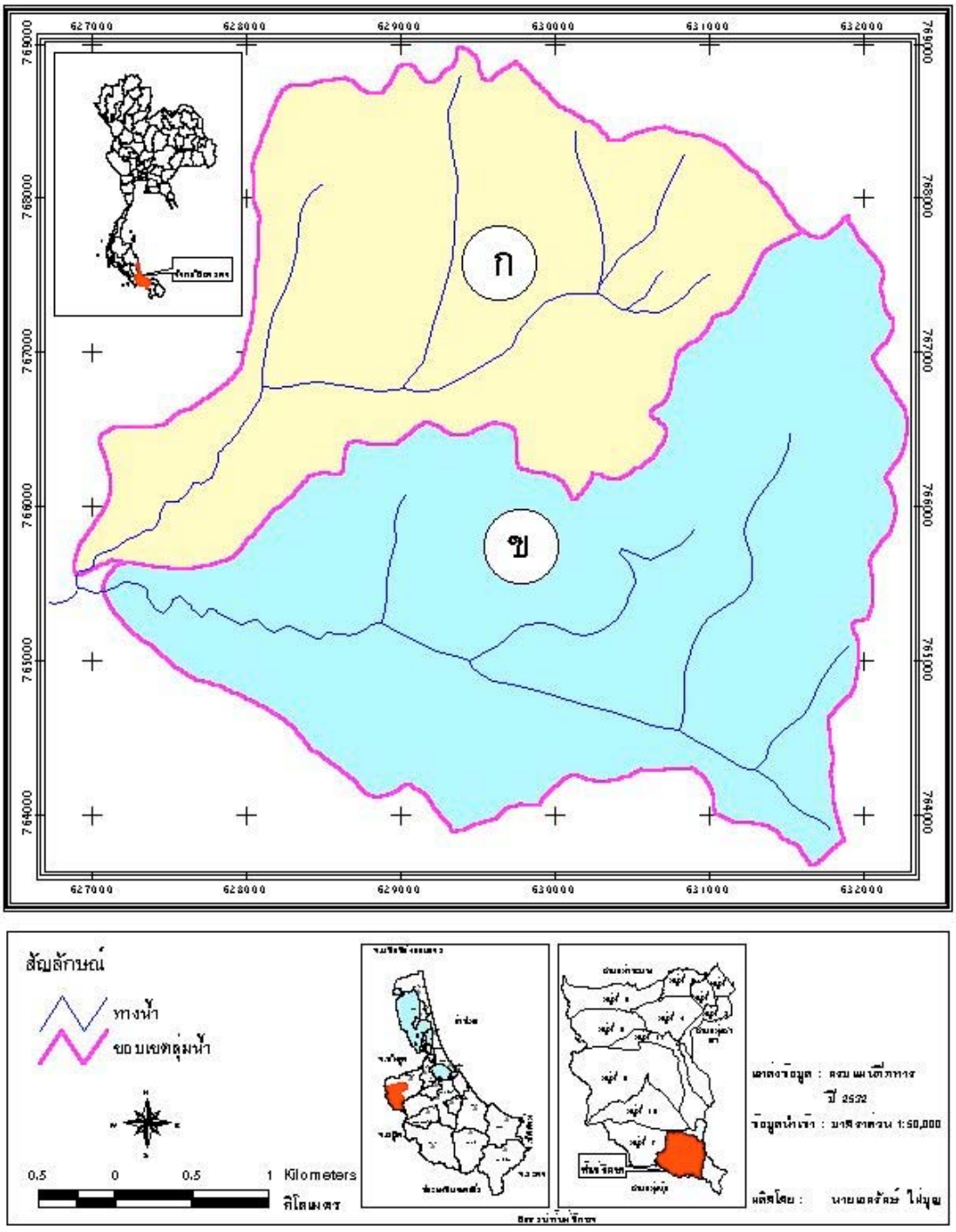
3.1 การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ

3.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial analysis) ใช้โปรแกรม ARC/INFO Version 3.5.1 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละชั้น 7 ชั้นข้อมูล (layer) ทีละคู่ โดยเทคนิคการซ้อนทับ (overlay technique) ด้วยชุดคำสั่ง Union (รูปที่ 7 – 14 และภาคผนวก ก) ใช้โปรแกรม Arcview Version 3.1 เรียกค้น (query) (ESRI, 1994a) ผลข้อมูลลุ่มน้ำทั้งสอง เพื่อแสดงผล (output) ในรูปของแผนที่และตาราง

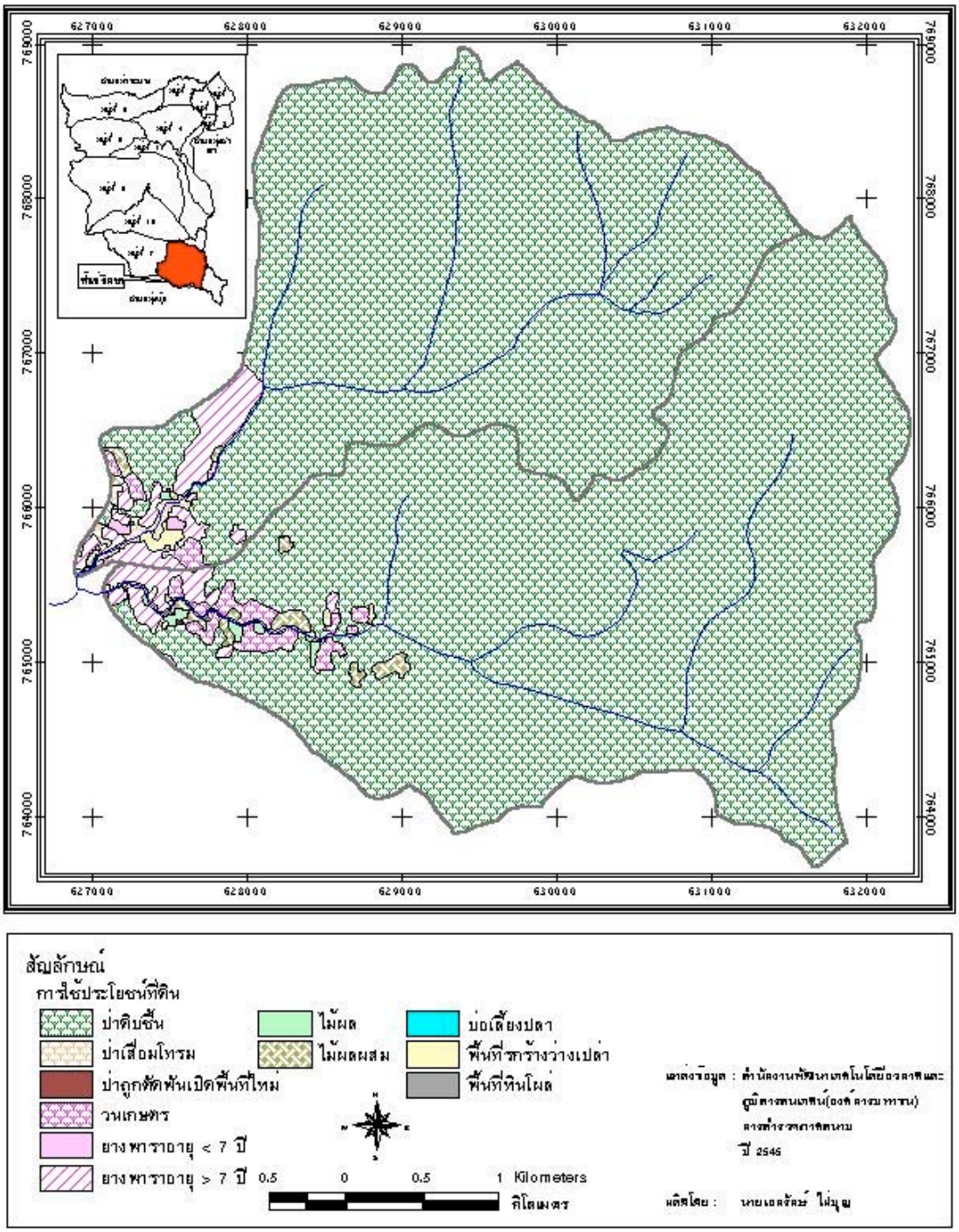


รูปที่ 7 แสดงกระบวนการวิเคราะห์ทางของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

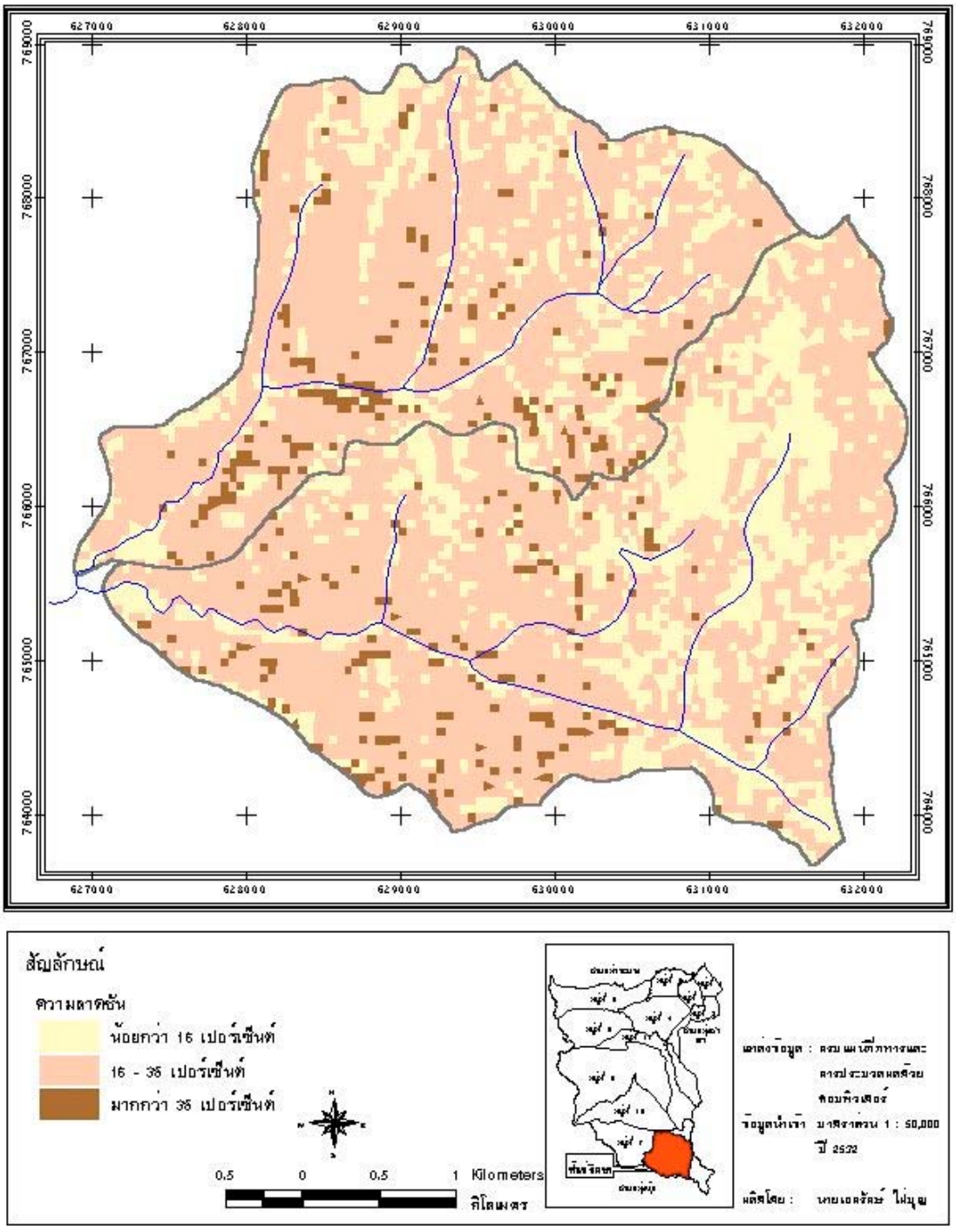
3.1.2 สร้างแผนที่จำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model : DEM) ใช้ข้อมูลเส้นชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเล โดยใช้โปรแกรม Arcview 3.1 ชุด Extension 3D Analyst เพื่อสร้างข้อมูล TIN (Triangulated Irregular Network) แล้วแปลงข้อมูลให้เป็น GRID เปิด 3D Scene Viewer สร้างข้อมูลสามมิติ (3D) จากข้อมูล GRID เอาข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขและขอบเขตลุ่มน้ำนำไป Drape กับข้อมูล 3D (ESRI, 1997a) เพื่อมองเห็นภาพรวมของพื้นที่ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น (รูปที่ 15)



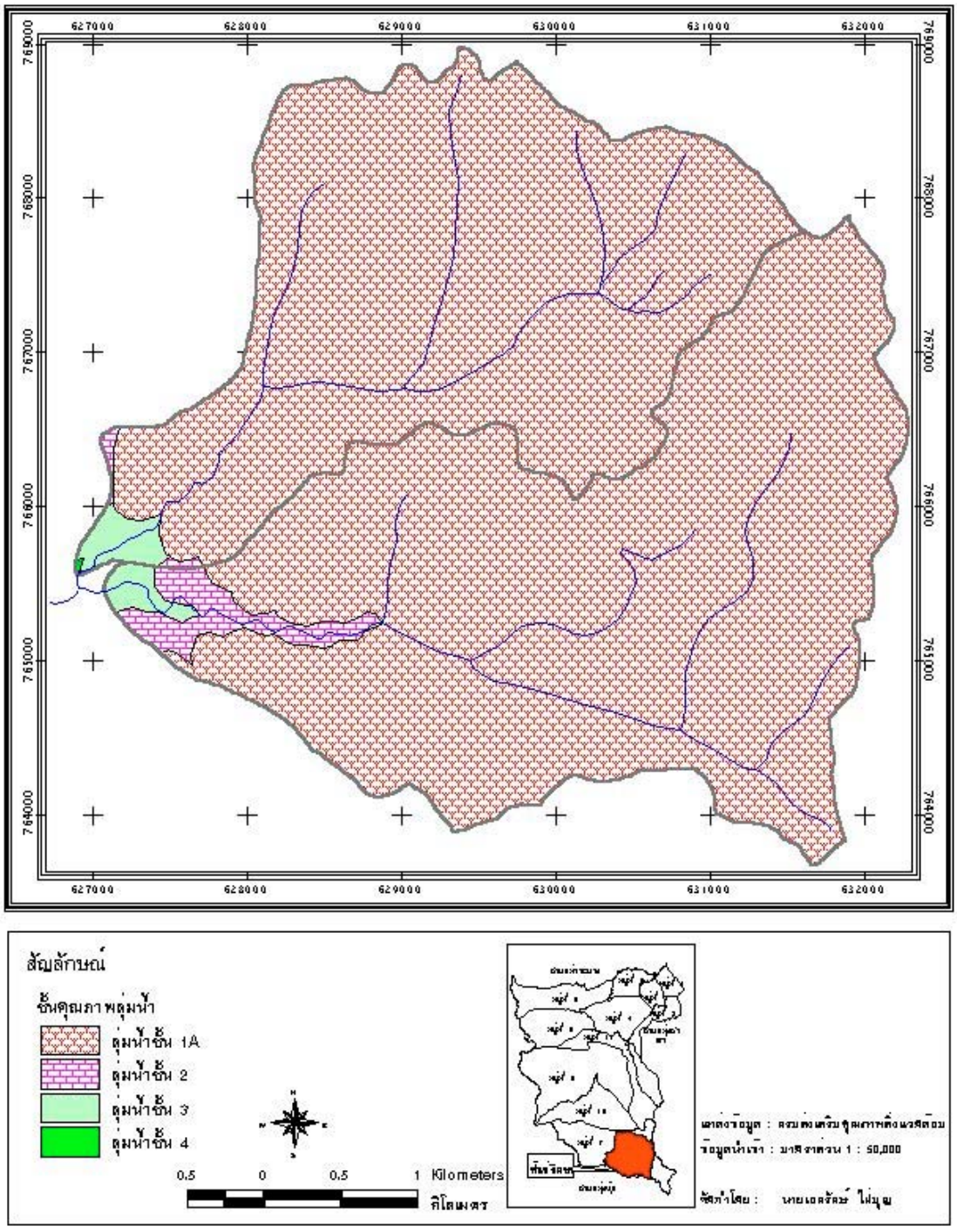
รูปที่ 8 แผนที่แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำคลองน้ำเชียง (ก) พื้นที่ 8.17 ตร.กม และลุ่มน้ำคลองช้าง (ข) พื้นที่ 11.20 ตร.กม. บ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



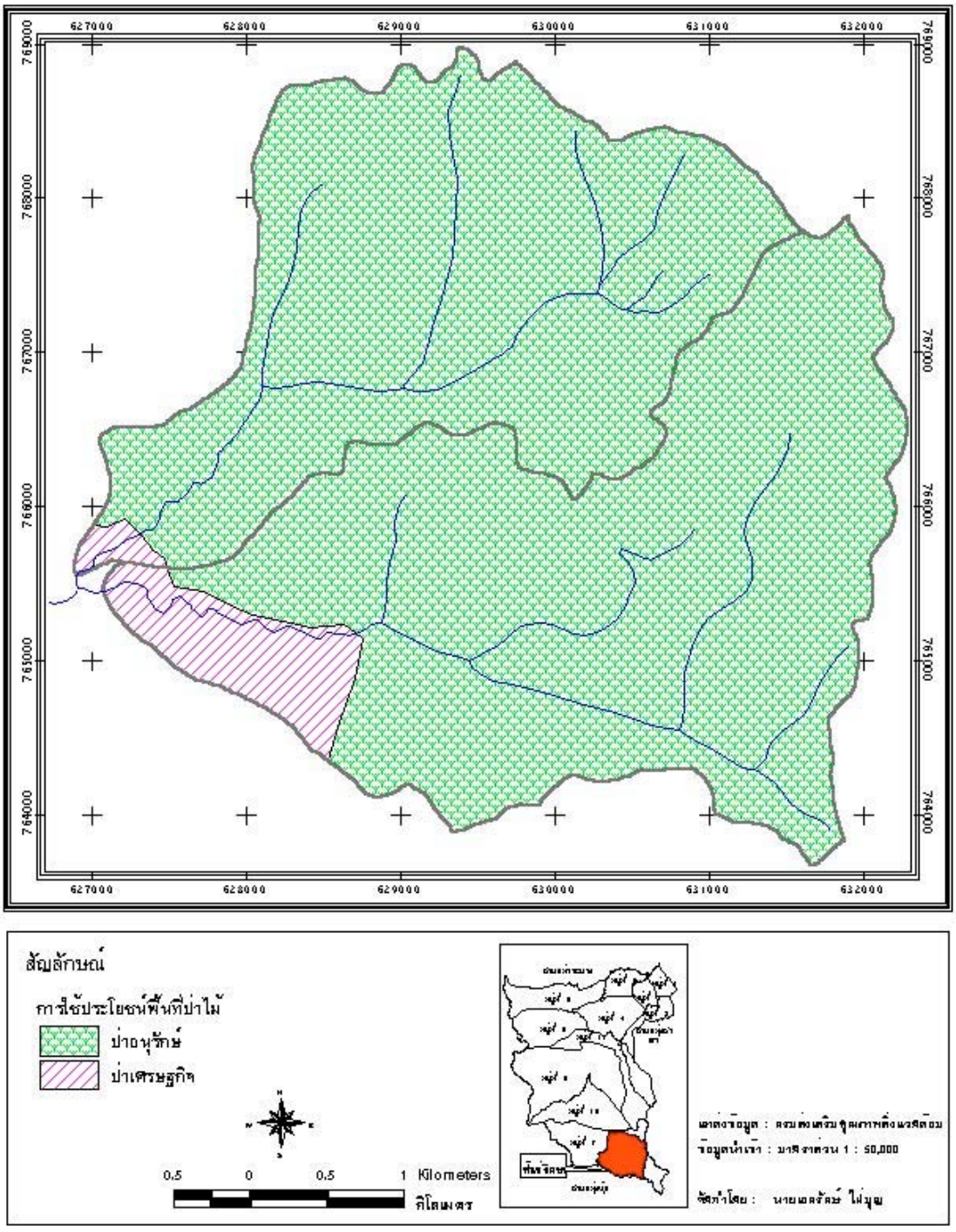
รูปที่ 9 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2545 ลุ่มน้ำคลองช้างและลุ่มน้ำคลองน้ำเชี่ยงบ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



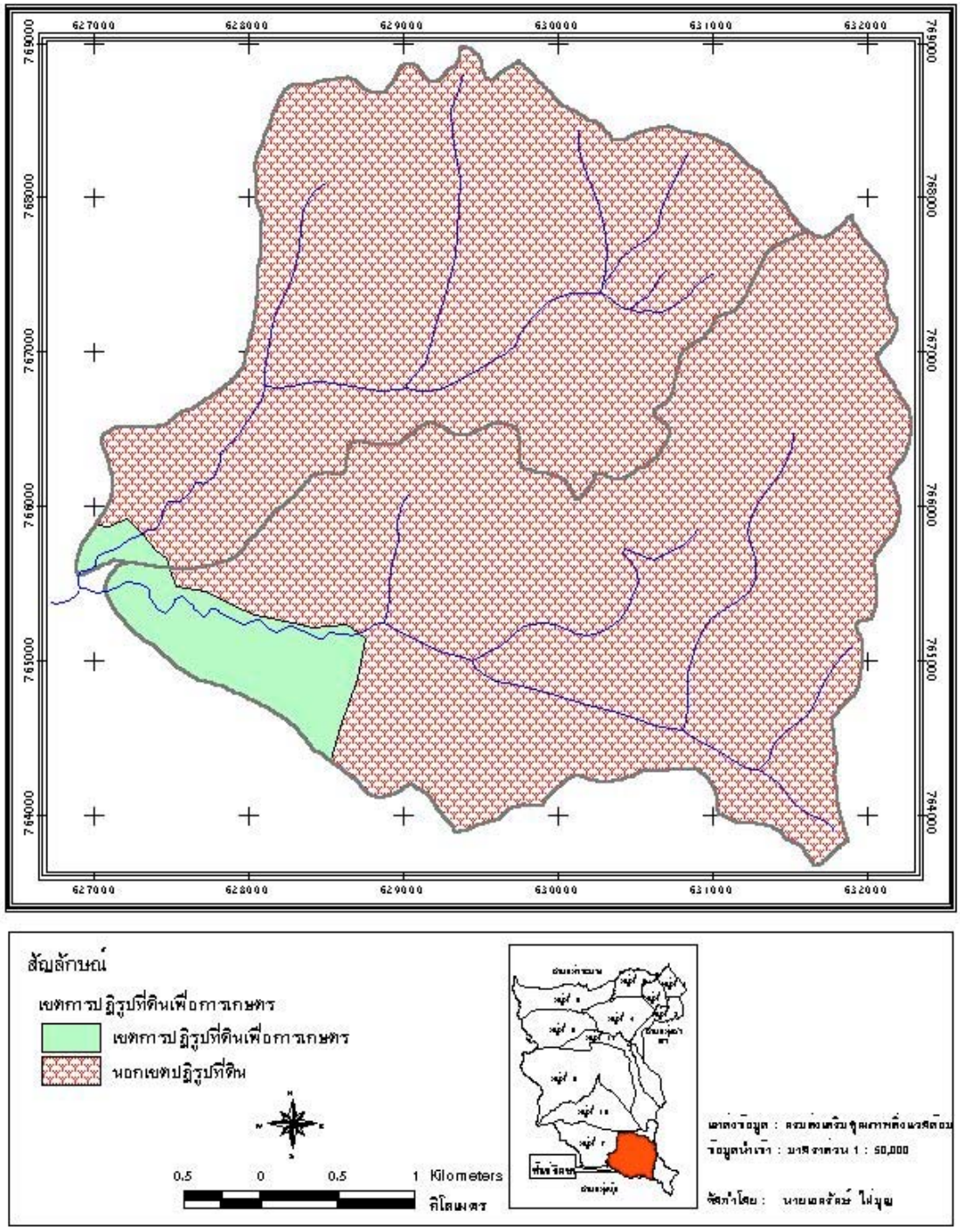
รูปที่ 10 แผนที่แสดงความลาดชันลุ่มน้ำคลองช้างและลุ่มน้ำคลองน้ำเชี่ยงบ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



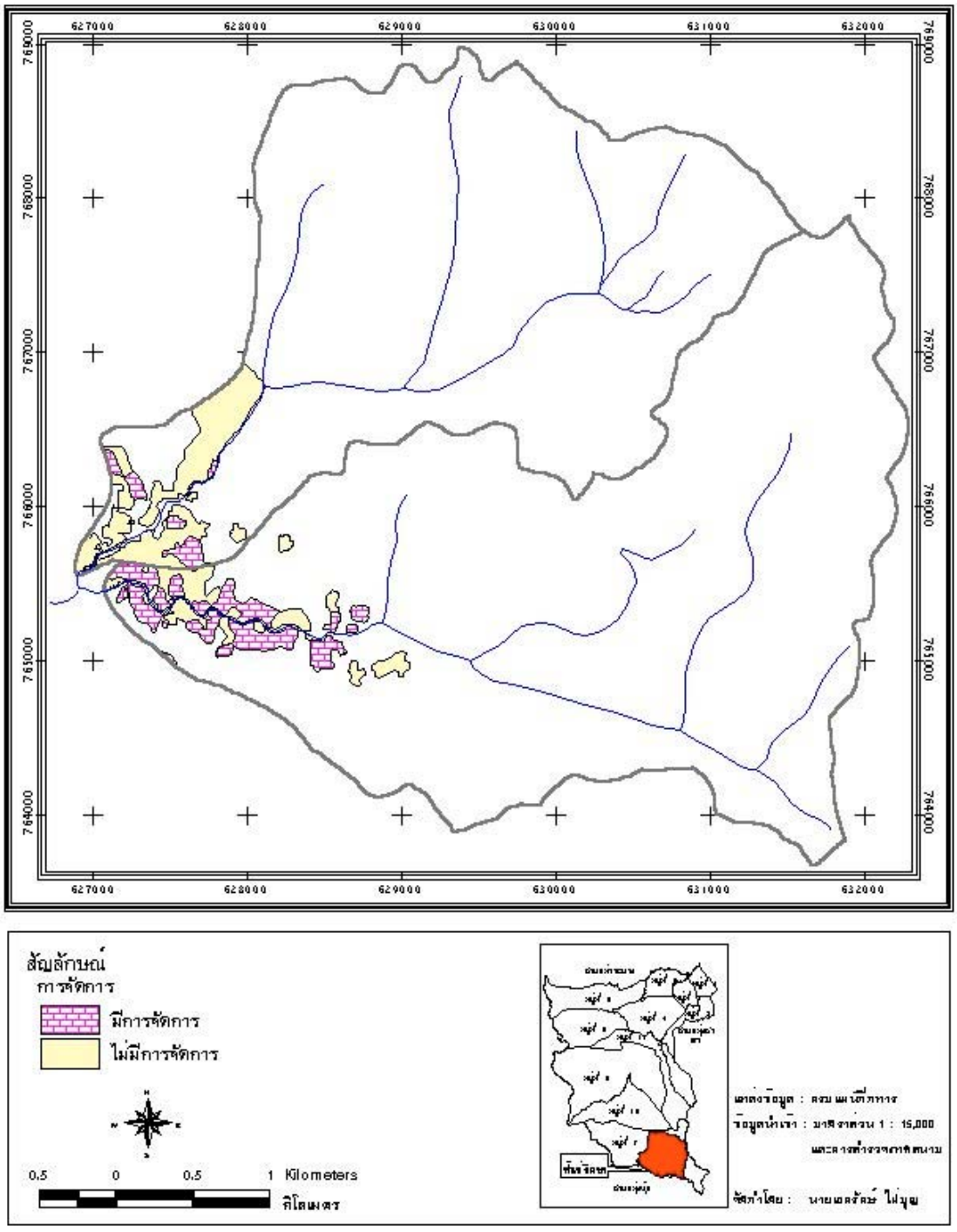
รูปที่ 11 แผนที่แสดงชั้นคุณภาพลุ่มน้ำลุ่มน้ำคลองช้างและลุ่มน้ำคลองน้ำเชี่ยง บ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



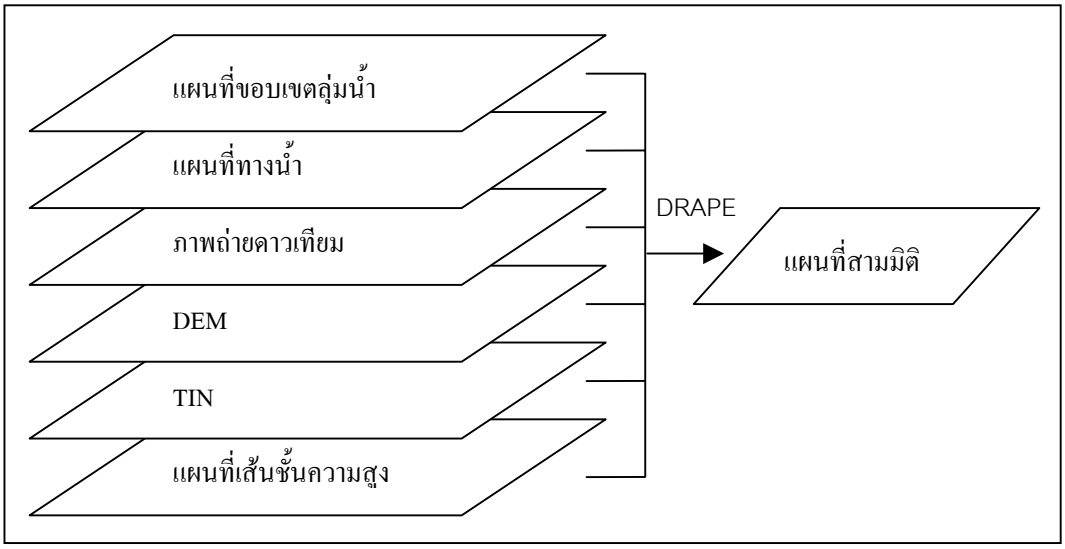
รูปที่ 12 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้ลุ่มน้ำคลองช้างและลุ่มน้ำคลองน้ำเชี่ยง บ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



รูปที่ 13 แผนที่แสดงเขตการปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตรลุ่มน้ำคลองช้างและลุ่มน้ำคลองน้ำเชียง บ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



รูปที่ 14 แผนที่แสดงการจัดการอนุรักษ์ดินและน้ำลุ่มน้ำคลองช้างและลุ่มน้ำคลองน้ำเชี่ยง บ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



รูปที่ 15 แสดงกระบวนการสร้างแผนที่จำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model)

3.2 การศึกษาปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำ

3.2.1 ข้อมูลการวัดน้ำในลำธารที่ได้นำไปคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำโดยใช้สูตรดังนี้ (วิชา นิยม, 2535)

$$Q = VA$$

เมื่อแบ่งพื้นที่หน้าตัดของลำธารออกเป็นส่วนๆ แล้วใช้สูตร

$$Q = V_1A_1 + V_2A_2 \ldots + V_nA_n$$

Q = Discharge คืออัตราการไหลของน้ำมีหน่วยเป็นคิวบิกเมตรต่อวินาที (cms)

V = Flow velocity คือความเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (mps)

A = Stream cross-section area คือพื้นที่หน้าตัดของลำธารมีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2)

สูตรการคำนวณความเร็วกระแสน้ำของ Current meter แบบใบพัด (Propeller type) ของบริษัท Hydro Bios ใช้สูตร ดังนี้

V = n x ค่าคงที่ของเครื่องมือ

n <= 74 ใช้สูตร V = 24.73 x n + 1.23

n > 74 ใช้สูตร V = 25.68 x n - 0.42

V คือความเร็วของกระแสน้ำ (เมตร/นาที)

n คือจำนวนรอบของใบพัดต่อนาที

ปรับค่า V ให้หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/sec) คำนวณค่า Q ตามสูตรข้างต้น แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณน้ำรายวัน รายเดือน และรายปี (ตัวอย่างการคำนวนปริมาณน้ำในลำธารดังแสดงในตารางที่ 4 และตารางภาคผนวกที่ 8) รวมทั้งวิเคราะห์ประสิทธิภาพการให้น้ำของลุ่มน้ำต่อตารางกิโลเมตรและใช้ลักษณะของกราฟปริมาณน้ำท่า วิเคราะห์สถานภาพของลุ่มน้ำ

ตารางที่ 3 แสดงการคำนวนปริมาณน้ำในลำธารโดยใช้เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบใบพัดของลุ่มน้ำคลองช้าง เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2545

ระยะทางจากฝั่ง (ม.)	ความกว้าง (ม.)	ความลึก (ม.)	ระดับที่วัดความเร็ว	จำนวนรอบ/นาที				ความเร็วกระแสน้ำ (V)		พื้นที่หน้าตัด (A) ของลำธาร (ตร.ม.)	อัตราการไหลของน้ำ (Q)	
				ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ซม./นาที	ม./นาที		ลบ.ม./นาที	ลบ.ม./วัน
0.00	0.00											
0.67	0.67	0.71	14.40 (1)	19	10	14						
			59.20 (3)	19	17	17	16.00	396.91 (4)	3.97	0.66 (6)	2.62	3772.80
0.87	0.20	0.74										
1.27	0.40	0.64										
1.67	0.40	0.56	11.20 (1)	28	23	25						
			44.80 (3)	25	25	27	25.50	631.84 (4)	6.32	0.74 (7)	2.97	4276.80
2.17	0.50	0.35										
2.67	0.50	0.25	44.80 (3)	26	26	30	27.33	677.10 (4)	6.77	0.29 (8)	1.96	2822.40
3.17	0.50	0.33										
3.67	0.50	0.40	8.00 (1)	75	75	74						
			32.00 (3)	64	68	66	70.33	1740.49(4)	17.40	0.37 (9)	6.44	9273.60
4.17	0.50	0.38										
4.67	0.50	0.37	7.40 (1)	45	42	43						
			29.60 (3)	63	65	61	51.17	1266.64(4)	12.67	0.38 (10)	4.81	6926.40
5.17	0.50	0.38										
5.67	0.50	0.33	6.60 (1)	98	97	97						
			26.40 (3)	98	102	103	99.17	2546.26(5)	25.46	0.38 (11)	9.67	13924.80
6.29	0.62	0.33										
									รวม	2.55	28.47	40996.30

หมายเหตุ (1) ระดับ 0.2 ของความลึก (2) ระดับ 0.6 ของความลึก (3) ระดับ 0.8 ของความลึก

(4) ใช้สูตร V = 24.73 x n + 1.23

(5) ใช้สูตร V = 25.68 x n - 0.42

(6) – (11) พื้นที่หน้าตัดขวางของลำธาร A1 – A6

3.2.2 ข้อมูลน้ำฝนที่วัดได้รายเดือน มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฝนที่ตกแต่ละเดือนกับปริมาณน้ำที่ไหลออกจากลุ่มน้ำในฤดูกาลต่างๆ เปรียบเทียบกับลักษณะของกราฟปริมาณน้ำท่าทั้งส่วนขึ้น (rising limp) ส่วนยอด (crest หรือ peak segment) ส่วนลด (recession หรือ depletion curve) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินของทั้งสองลุ่มน้ำ

3.3 การศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำ

ข้อมูลตะกอนแขวนลอยที่ได้ หาปริมาณตะกอนรายวัน รายเดือน (ดังตัวอย่างการคำนวนข้างล่าง) วิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน และวิเคราะห์เปรียบเทียบจากปริมาณน้ำตามกราฟปริมาณน้ำท่า เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณตะกอนที่เคลื่อนย้ายออกไปจากลุ่มน้ำในช่วงเวลาต่างกันของลุ่มน้ำทั้งสอง

ตัวอย่าง การคำนวนตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำคลองช้างวันที่ 1 ตุลาคม 2545

น้ำหนักตะกอนแขวนลอย(กรัม/ลิตร) $= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$

A = น้ำหนักกระดาษกรองหลังอบ + น้ำหนักตะกอนแขวนลอย (กรัม)

B = น้ำหนักกระดาษกรอง (กรัม)

$= \frac{(0.1229 - 0.0958) \times 1000}{500}$

$= 0.0542$ กรัม/ลิตร

อัตราการไหลของน้ำ $= 40996.30$ ลบ.ม./วัน

ตะกอนแขวนลอย $= 40996.30 \times 0.0542$

$= 2222.02 \times 1000$

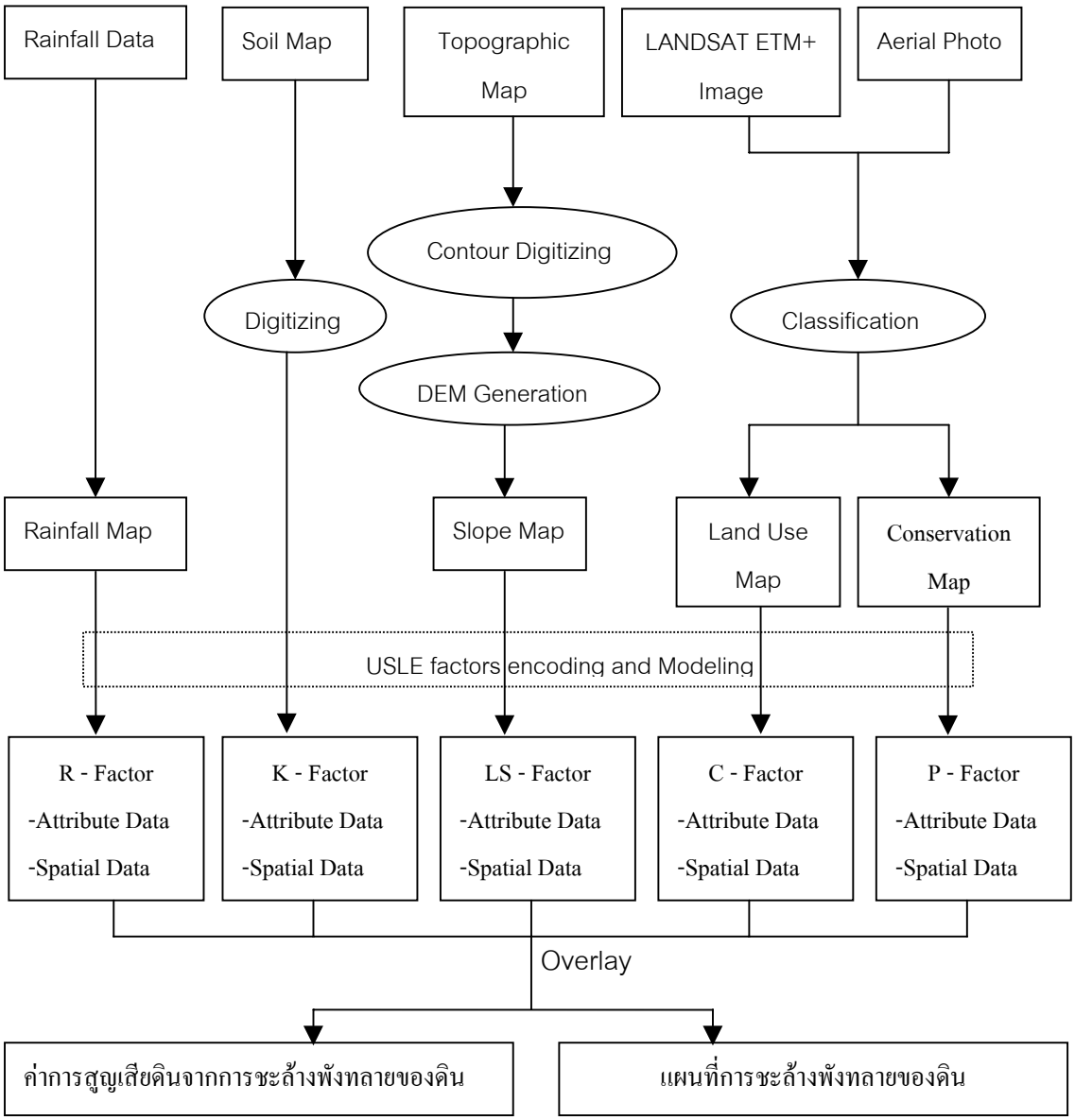
$= \frac{22220200}{1000}$

$= 2222.02$ กิโลกรัม/วัน

<u>หมายเหตุ</u> ใช้เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง มีหน่วยเป็นกรัม

3.4 การประเมินการชะล้างพังทลายของดิน

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้โปรแกรม ARC/INFO Version 3.5.1 นำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการชะล้างพังทลายของดิน มาคำนวณปริมาณตะกอนดินที่สูญเสียต่อหน่วยพื้นที่ ตามสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) โดยเทคนิคการซ้อนทับชั้นข้อมูล ด้วยชุดคำสั่ง Union (รูปที่ 16) ผลที่ได้นำมาจัดกลุ่มออกเป็น 5 กลุ่ม เพื่อแสดงระดับการสูญเสียดิน (ตารางที่ 4) ใช้โปรแกรม Arcview Version 3.1 เรียกค้นผลข้อมูล เพื่อแสดงในรูปแบบของแผนที่และตาราง



รูปที่ 16 กระบวนการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินตามสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ตารางที่ 5 ระดับความรุนแรงของการสูญเสียดิน

ระดับ	ระดับการสูญเสียดิน	อัตราการสูญเสียดินต่อหน่วยพื้นที่ (A)	
		ตัน/เฮกแตร์/ปี	ตัน/ไร่/ปี
1	น้อยมาก (very slight)	<= 6.25	0 – 1.00
2	น้อย (slight)	6.26 – 31.25	1.01 – 5.00
3	ปานกลาง (moderate)	31.26 –125.00	5.01 – 20.00
4	รุนแรง (severe)	125.01 – 625.00	20.01 – 100.00
5	รุนแรงมาก (very severe)	> 625.00	> 100.00

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2540)

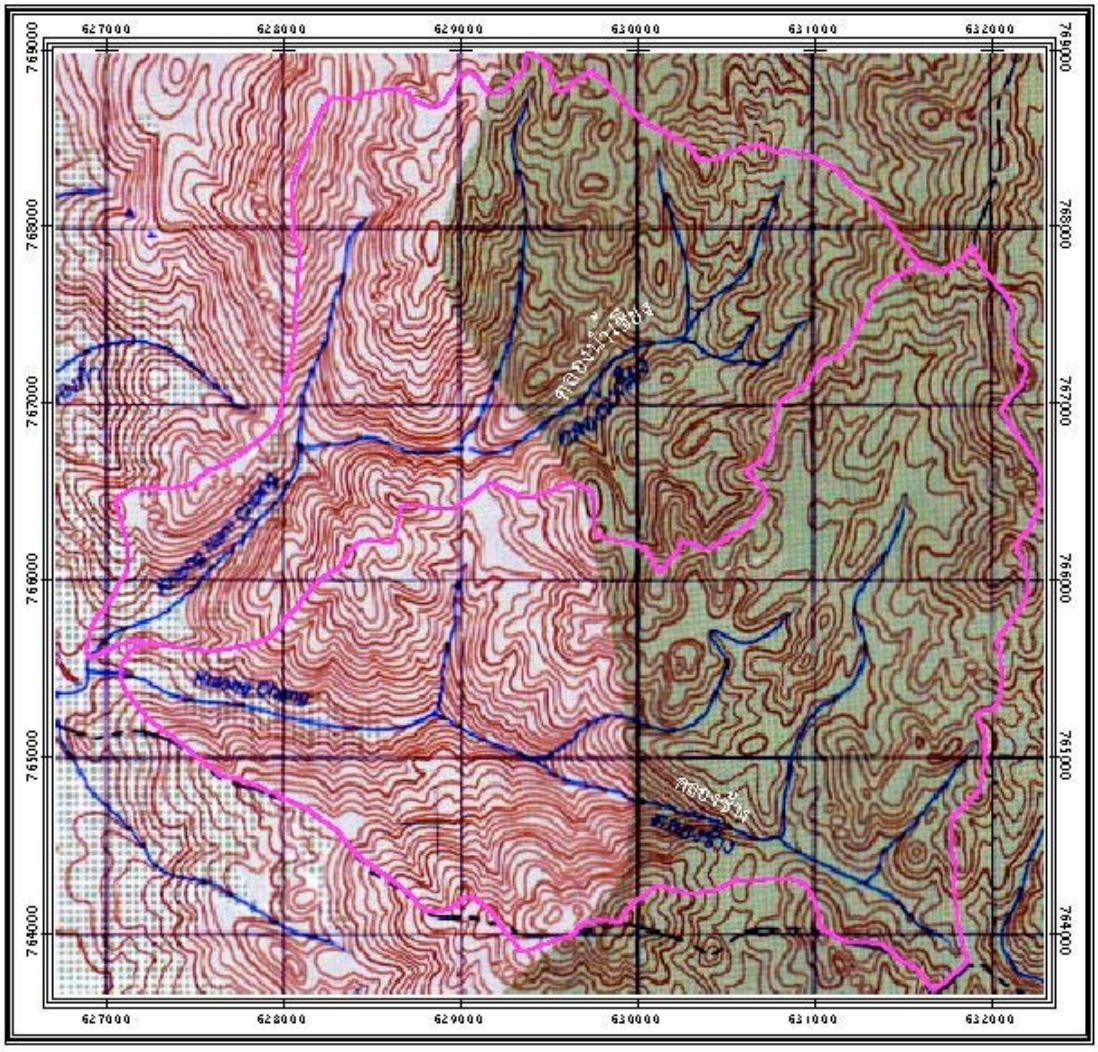
4. ลักษณะพื้นที่ศึกษา

4.1 ลักษณะทั่วไป

พื้นที่ลุ่มน้ำคลองช้างและคลองน้ำเชียงครอบคลุมพื้นที่รับน้ำ 10.87 และ 8.17 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ อยู่ระหว่างเส้นละติจูด 100 องศา 8 ลิบดาถึง 100 องศา 13 ลิบดา เหนือ และลองติจูด 6 องศา 53 ลิบดาถึง 6 องศา 58 ลิบดา ตะวันออก (รูปที่ 8) อยู่ในบริเวณพื้นที่บ้านคลองกั่ว หมู่ที่ 7 ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา อาหลี สามาย (2545) รายงานว่าอาณาเขตบ้านคลองกั่ว ทิศเหนือติดต่อกับหมู่ที่ 10 และหมู่ที่ 11 ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ทิศใต้ติดต่อกับ ตำบลทุ่งนุ้ย อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล ทิศตะวันออกติดต่อกับ ตำบลทุ่งตำเสา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทิศตะวันตกติดต่อกับ ตำบลอุไดเจริญ และตำบลควนกาหลง อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล

4.2 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ลาดชันเชิงซ้อน (slope complex) บางส่วนเป็นลูกคลื่นลอนลาด (undulating) มีภูเขาสลับซับซ้อน อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level : MSL) ตั้งแต่ 80 – 900 เมตร พื้นที่ลาดเอียงไปทางทิศตะวันตก (รูปที่ 17) มีลำห้วยเล็กๆ หลายสายไหลลงสู่คลองช้างและคลองน้ำเชียง คลองทั้งสองมารวมกันไหลลงสู่คลองกาหมิง คลองดุสน ฝายส่งน้ำและบำรุงรักษา ที่ 1 (ดุสน) ซึ่งอยู่ในพื้นที่ อำเภอควนโดน จังหวัดสตูล



รูปที่ 17 แผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศลุ่มน้ำคลองช้างและลุ่มน้ำคลองน้ำเชี่ยงบ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

4.3 ลักษณะภูมิอากาศ

พื้นที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่เนื่องจากบ้านคลองกั่วติดกับจังหวัดสตูล จึงทำให้มีฝนมากกว่าฝั่งตะวันออก มี 2 ฤดูกาลเท่านั้น คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเมษายน ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม ฝนตกชุกในเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีไม่สูงมาก อากาศไม่ร้อนจัดในฤดูร้อนและอบอุ่นในฤดูฝน (สำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา, 2545)

ความชื้นสัมพันธ์อยู่ในเกณฑ์สูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากมรสุมทั้งสองคือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ยทั้งปีประมาณ 79 เปอร์เซ็นต์

4.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา

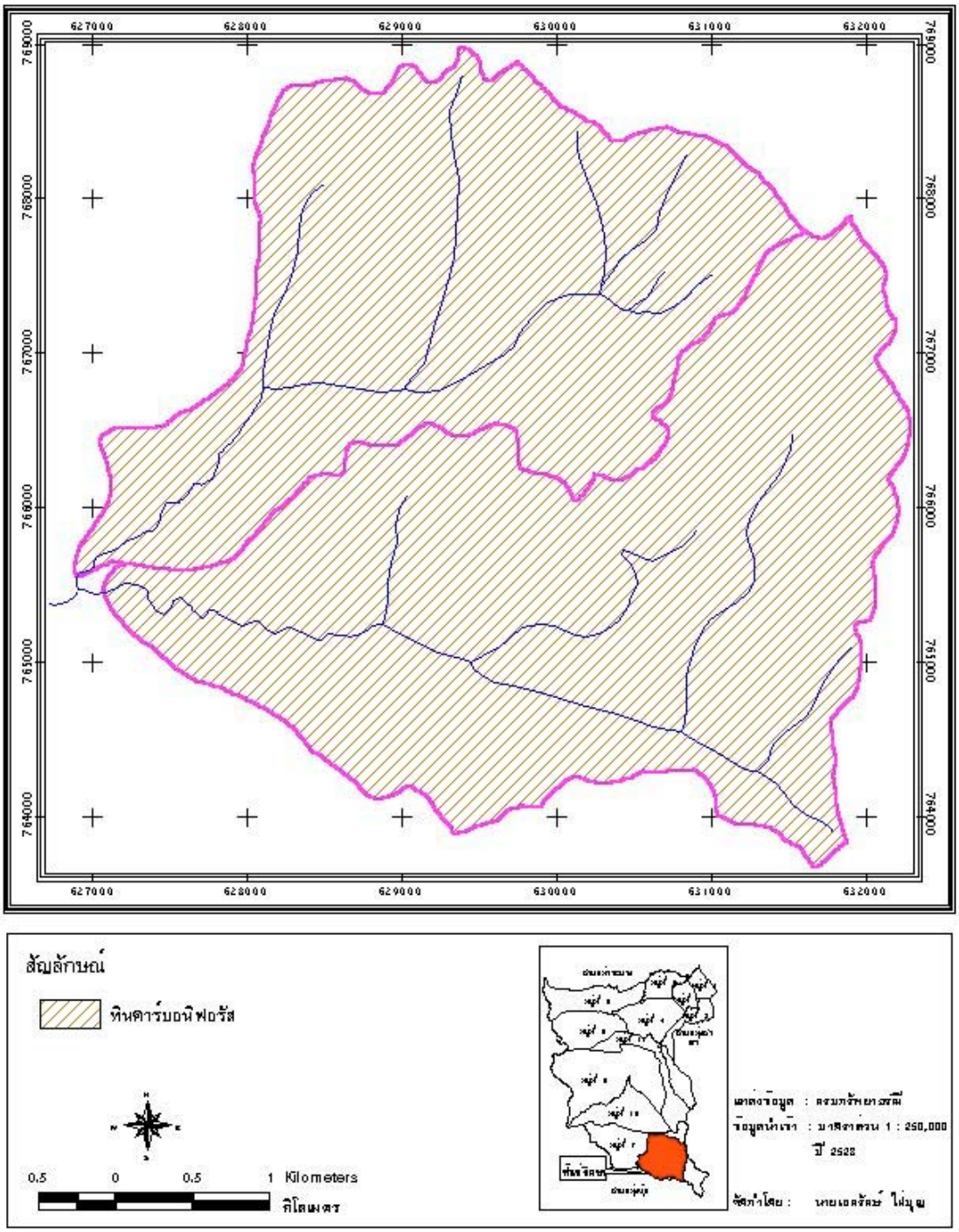
หินคาร์บอนิเฟอรัส เป็นหินตะกอนที่สะสมตัวในยุคคาร์บอนิเฟอรัส (345 – 280 ล้านปี) จัดเป็นหมวดหินแก่งกระจาน (kaeng krachan group) (รูปที่ 18) ซึ่งอยู่ในกลุ่มหินตะนาวศรี ประกอบด้วย หินดินดาน สีน้ำตาล สีน้ำตาลแกมแดง สีเทา สีเทาอ่อน สีเทาดำ สีเทาดำสลับกับหินทราย หินทรายแป้ง และหินเชิร์ต (กรมทรัพยากรธรณี, 2526 ; ธงชัย พึ่งรัศมี, 2532 ; สำนักงานอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ, ม.ป.ป.)

4.5 ทรัพยากรดิน

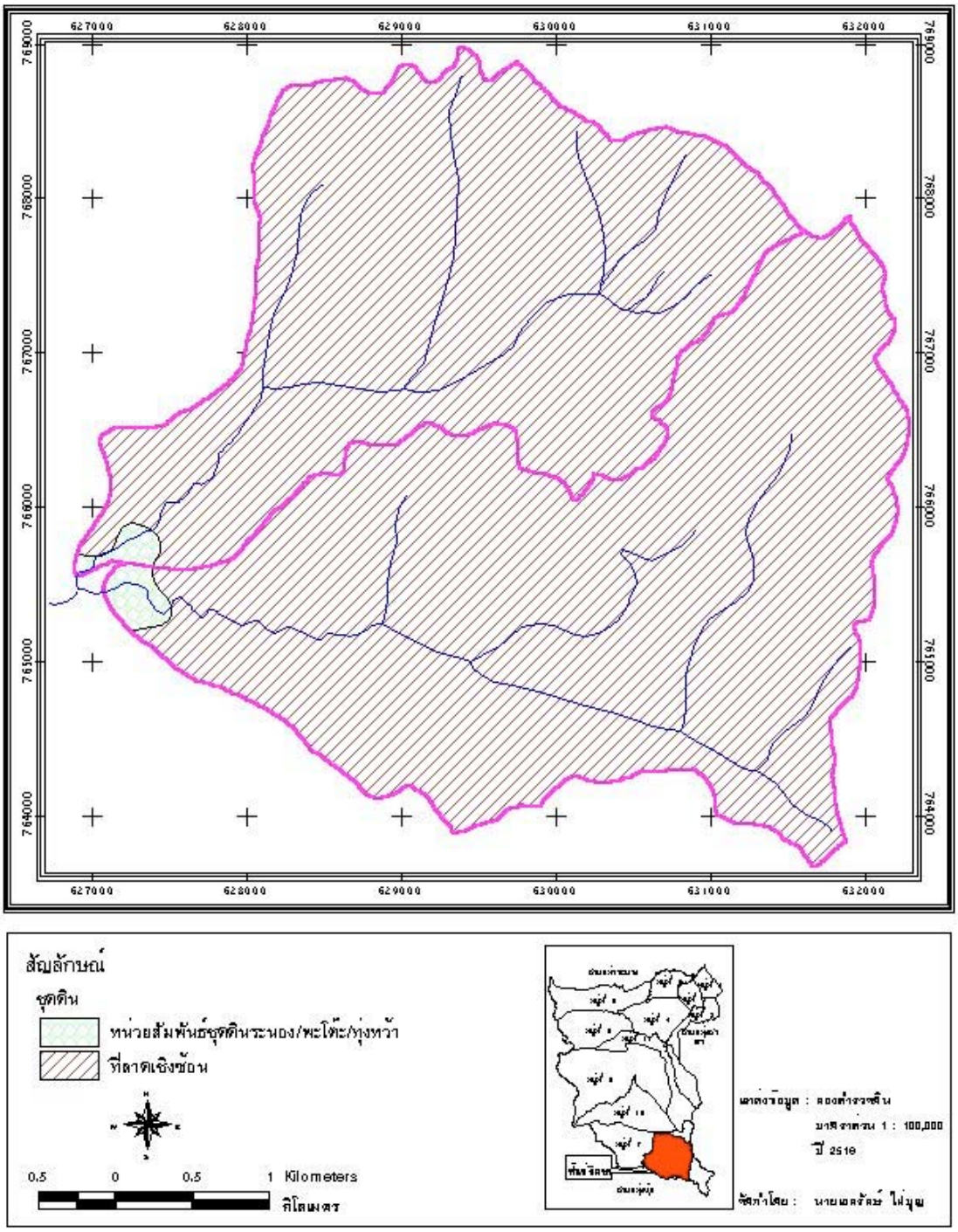
ข้อมูลที่นำมาประกอบการศึกษาครั้งนี้นำมาจากกองสำรวจดินดังนี้ ชุดดินจากแผนที่ของกองสำรวจดิน (2516) ที่ได้นำเข้าเป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (digital data) พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ลาดเชิงซ้อน (Slope Complex : SC) มีเนื้อที่ประมาณ 18.83 ตารางกิโลเมตร และหน่วยสัมพันธ์ของชุดดินระนอง/ชุดดินพะโต๊ะ/ชุดดินทุ่งหว้า (Ranong/Phato/Thung Wa association : Rg/Pto/Tg) มีเนื้อที่ประมาณ 0.21 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 19)

รายงานการสำรวจดินจังหวัดสงขลากองสำรวจดิน (2524) ได้กล่าวคำอธิบายไว้ว่าที่ลาดเชิงซ้อน เป็นพื้นที่ประกอบด้วยภูเขาและเทือกเขา มีความลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงมากน้อยแตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วยหินต่างๆ หากมีการจัดการไม่ถูกต้อง มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม (landslide) จึงจำเป็นต้องอนุรักษ์ไว้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร สำหรับหน่วยสัมพันธ์ของชุดดินระนอง/ชุดดินพะโต๊ะ/ชุดดินทุ่งหว้า เกิดในภูมิประเทศที่ติดต่อกัน การทำแผนที่ไม่สามารถแยกขอบเขตของดินแต่ละชนิดออกจากกันได้ เนื่องจากมาตราส่วนไม่อำนวย ซึ่งความแตกต่างของดินแต่ละชนิดดังกล่าวข้างต้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ชุดดินระนอง (Ranong series: Rg) จัดอยู่ใน Great soil group : Red yellow Podzolic soils เกิดจากการผุพังสลายตัวของวัตถุตกค้างและหินดินดานเชิงเขาของพวกหินทรายและหินควอท



รูปที่ 18 แผนที่แสดงลักษณะทางธรณีวิทยาลุ่มน้ำคลองช้างและลุ่มน้ำคลองน้ำเชี่ยง บ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา



รูปที่ 19 แผนที่แสดงชุดดินลุ่มน้ำคลองช้างและลุ่มน้ำคลองน้ำเชี่ยงบ้านคลองกั่ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา

ไซท์บนที่ลาดเชิงเขา หรือบนพื้นผิวที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดชันถึงสภาพพื้นที่เนินเขา มีความลาดชัน 6 – 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินตื้นมาก มีการระบายน้ำดี มีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี ดินบนลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน สีพื้นเป็นสีน้ำตาลเข้ม สีน้ำตาล หรือสีเข้มของสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.1 – 5.5 ส่วนดินล่างภายในความลึก 50 เซนติเมตรลงไป มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนกรวดมาก หรือดินร่วนเหนียวปนทรายปนกรวดมาก ซึ่งในชั้นนี้จะมีเศษหินในขนาดต่างๆ กัน หินและก้อนกรวดที่พบเป็นพวกหินทราย และหินควอทไซท์ สีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนเหลือง สีน้ำตาลแก่หรือสีแดงปนเหลือง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่จัดถึงเป็นกรดแก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.1 และจะพบหินต้นกำเนิดภายในความลึก 100 เซนติเมตร จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินปรากฏว่า ดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีอินทรียวัตถุต่ำปานกลาง มีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างต่ำ มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก และปริมาณธาตุโปแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงมาก ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างต่ำ มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก และปริมาณธาตุโปแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง โดยสรุปแล้วดินชุดนี้มีปริมาณธาตุอาหารตามธรรมชาติต่ำ และมีสมบัติทางกายภาพเลวสำหรับพืชทั่วไป เนื่องจากมีชั้นหินที่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากพืช ดินชุดนี้มีข้อจำกัดการเจริญเติบโตในระดับความรุนแรงอย่างยิ่ง 2 ชนิด

ชุดดินพะโต๊ะ (Phato series: Pto) จัดอยู่ใน Great soil group : Red yellow Podzolic soils เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินดินดานเชิงเขา หรือวัตถุตกค้างของพวกหินทราย และหินควอทไซท์บนที่ลาดเชิงเขา หรือบนเนินเขาที่ถูกกัดกร่อน สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดชันถึงเนินเขา มีความลาดชัน 5 – 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึกปานกลาง มีการระบายน้ำดี คาดว่าดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้เร็ว มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี ดินบนลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาล ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.0 ส่วนดินล่างตอนบนจะมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลแก่ถึงสีเหลืองปนแดง ถัดจากชั้นนี้ไปในระดับความลึกประมาณ 50 – 100 เซนติเมตร จะพบชั้นดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนเศษหิน เศษหินจะปะปนอยู่กับเนื้อดินมีปริมาณมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรและจะเพิ่มมากขึ้นตามความลึก เศษหินประกอบด้วยหินที่กำลังผุพังสลายตัวหรือสลายตัวไปแล้ว ส่วนที่เหลือ

ค้างจะเป็นพวกหินควอทไซท์ และหินทราย เป็นส่วนใหญ่ ชั้นนี้จะมีสีพื้นเป็นสีแดงปนเหลืองและจะแดงขึ้นตามความลึก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่จัด ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.0 จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินปรากฏว่า ดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีอินทรียวัตถุต่ำปานกลาง มีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างต่ำ มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก และปริมาณธาตุโปแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชปานกลาง ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างต่ำ มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำปานกลาง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก และปริมาณธาตุโปแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ กล่าวโดยสรุปแล้วดินชุดนี้มีปริมาณธาตุอาหารตามธรรมชาติต่ำ และมีสมบัติทางกายภาพปานกลางถึงค่อนข้างเลวสำหรับพืชทั่วไป เนื่องจากมีชั้นหินที่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากพืช

ชุดดินทุ่งหว้า (Thung Wa series: Tg) จัดอยู่ใน Great soil group : Gray Podzolic soils เกิดจากการเคลื่อนย้ายพวกหินแกรนิตบนที่ลาดเชิงเขา สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดชันเล็กน้อย มีความลาดชัน 3 – 7 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินลึกถึงลึกมาก มีการระบายน้ำดี คาดว่าดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้เร็ว มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็ว ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี ดินบนลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีพื้นเป็นสีน้ำตาลถึงสีเข้มมากของน้ำตาลปนเทา ปฏิกิริยาดินกรดจัด ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.0 ดินล่างตอนบนจะมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ปฏิกิริยาดินกรดจัด ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 – 5.0 ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหยาบปานกลางถึงหยาบ สีพื้นเป็นสีน้ำตาลถึงน้ำตาลอ่อน หรือสีน้ำตาลซีดมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.0 – 5.5 จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินปรากฏว่า ดินตอนบนหนาประมาณ 30 เซนติเมตร มีอินทรียวัตถุต่ำปานกลาง มีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างต่ำ มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำมาก มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก และปริมาณธาตุโปแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ ส่วนดินตอนล่างลึกตั้งแต่ 30 เซนติเมตรลงไป มีการอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างต่ำ มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำมาก มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก และปริมาณธาตุโปแทสเซี่ยมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำมาก กล่าวโดยสรุปแล้วดินชุดนี้มีปริมาณแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติต่ำ และมีสมบัติทางกายภาพปานกลางสำหรับพืชทั่วไป เนื่องจากดินค่อนข้างจะเป็นทรายและระบายน้ำดี

4.6 ทรัพยากรป่าไม้

บริเวณพื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างปกคลุมด้วยป่าดิบชื้น (tropical

rain forest) ซึ่งสามารถกำหนดลักษณะป่า ตามความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลางได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

4.6.1 ป่าดิบชื้นในพื้นที่ต่ำ (lowland forest) ป่าที่อยู่ในบริเวณพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 300 เมตร มีพรรณไม้หลายชนิดขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น มีเรือนยอดต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นลดหลั่นกันเป็น 3 ชั้นเรือนยอด พันธุ์ไม้ที่สำคัญเป็นสังคมของพืชที่พบ เช่น กระบาก (*Anisoptera curtisii* Dyer ex King.) ยางวาด (*Dipterocarpus costatus* Gaertn.) ยางยูง (*Dipterocarpus grandiflorus* Blanco.) ไข่เขียว (*Parashorea stellata* Kurz.) ตะเคียนหิน (*Hopea pierrei* Hance) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb) หลุมพอ (*Intsia palembanica* Miq.) เหรียง (*Parkia timoriana* (DC.) Merr.) สะตอ (*Parkia speciosa* Hassk.) พืชวงศ์ปาล์ม ได้แก่ เตาร้าง หมากบน หวายต่างๆ พืชชั้นล่าง เช่น พืชวงศ์บอน พืชวงศ์ขิงข่า ปุดช้าง

4.6.2 ป่าดิบชื้นเชิงเขา (hill or mountain forest) เป็นป่าดิบชื้นที่พบในพื้นสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 300 เมตร ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 750 เมตร มีลักษณะโครงสร้างของป่าคล้ายกับป่าดิบชื้นที่เกิดในพื้นที่ต่ำ แต่พันธุ์พืชแตกต่างกันออกไปและจำนวนชนิดของพันธุ์ไม้น้อยกว่า ไม้ยืนต้นส่วนใหญ่เป็นไม้ในวงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) ที่สำคัญได้แก่ ยางปาย (*Dipterocarpus costatus* Gaertn.) ยางแดงหรือยางขน (*Dipterocarpus baudii* Korth.) และยางเสี้ยน (*Dipterocarpus gracilis* Bl.)

4.6.3 ป่าดิบเขา (lower mountain forest) เป็นป่าที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมากกว่า 750 เมตรขึ้นไป ลักษณะอากาศชื้นตลอดเวลา ทำให้เกิดชนิดพันธุ์พืชที่ขึ้นแตกต่างออกไป คือ ไม้ยืนต้นที่ระดับความสูงของเรือนยอด ค่อนข้างสม่ำเสมอ คือสูงตั้งแต่ 8 – 15 เมตร ที่สำคัญที่พบได้แก่ เหมือด (*Symplocos sp.*) แดงควน (*Eugenia sp.*) ดีงู (*Elaeocarpus petiolatus* Wall.ex Kurz) ไม้สกุลเชียด และอบเชย (Cinnamomum spp.) กำยาน (*Styrax betongensis* fletch) ก่อเขา (*Lithocarpus lampadarius* A.Cames) และก่อใบเอียด (*Lithocarpus rassa* Rehd.) มีพวกมอสส์และเฟิร์นเกาะอาศัยอยู่มาก ในส่วนของไม้เถาเลื้อยมีชนิดสำคัญที่พบ เช่น หวายปู่เจ้า (*Plectocomia macrostachya* Kurz) และหวายแส้ม้า (*Calamus bousigonii* Becc.) เป็นต้น (สำนักงานอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ, ม.ป.ป. ; ประกาศ สว่างโชติ, 2541)

4.7 พืชพรรณเกษตรกรรม

บริเวณใกล้เคียงและในพื้นที่ศึกษาระบบนิเวศน์เกษตรกรรมที่เด่นของพื้นที่ ที่เป็นเนินเขาไหล่เขา มักพบพืชปลูกเหล่านี้ เช่น ยางพารา ทุเรียน เงาะ จำปาดะ ลองกอง มังคุด ซึ่งพบเห็นทั้งในรูปแบบของพืชเชิงเดี่ยว สวนไม้ผลผสม วนเกษตร ส่วนนาข้าว มีบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่ค่อนข้างราบ

4.8 ทรัพยากรสัตว์ป่า

จากการสำรวจความหลากหลายสัตว์ป่า โดยสำนักงานอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (ม.ป.ป.) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง พบรวม 355 ชนิด แบ่งออกได้ 4 กลุ่ม คือ

4.8.1 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เช่น สมเสร็จ (*Tapirus indicus*) เลียงผา (*Capricornis sumatraensis*) ช้างป่า (*Elephas maximus*) เสือโคร่ง (*Panthera tigris*) เสือลายเมฆ (*Neofelis nebulosa*) ลิงกัง (*Macaca nemestrina*) ชะนีมือขาว (*Hylobates lar*) ชะมดแปลงลายแถบ (*Prionodon linsang*) กระรอกหางม้าใหญ่ (*Sundasciurus hippurus*) และอีเห็นลายพาด (*Hemigalus derbyanus*) เป็นต้น

4.8.2 สัตว์จำพวกนก เช่น ไก่ฟ้าหน้าเขียว (*Lophura ignita*) นกเงือกหัวหงอก (*Aceros comatus*) นกเงือกดำ (*Anthracoceros malayanus*) และนกชนหิน (*Buceros vigil*)

4.8.3 สัตว์เลื้อยคลาน อาทิเช่น เต่าจักร (*Heosemys spinosa*) เต่าใบไม้ (*Cyclemys dentata*) เต่าหก (*Manouria emys*) จิ้งจกนิ้วยาวกำพล (*Cnemaspis kampoli*) และงูชนิดต่างๆ

4.8.4 สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ได้แก่ อึ่งกรายหัวแหลม (*Megophrys nasuta*) จงโคร่ง (*Bufo asper*) และกบทูด (*Rana blythii*) เป็นต้น