บทที่ 3
วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยประกอบด้วย

ก) การแปลความรูปถ่ายทางอากาศ

ข) การสำรวจทางธรณีวิทยา

ค) การสำรวจด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้า

ง) การวิเคราะห์ตัวอย่างมวลรวม

จ) การจัดการฐานข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ฉ) การประเมินปริมาณสำรองแหล่งทรายศักยภาพ

3.1 การแปลความรูปถ่ายทางอากาศ (Photogeology interpretation)

3.1.1 วัสดุและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

ก) รูปถ่ายทางอากาศ ที่มีมาตราส่วนประมาณ 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหารที่จัดทำในโครงการสำรวจการใช้ที่ดิน รูปครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นพื้นที่แอ่งสะสมตัวของตะกอนทราย

รูปถ่ายทางอากาศที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ถ่ายระหว่าง เดือนมีนาคม – เมษายน 2538 ซึ่งมีรายละเอียดรูปถ่ายที่ใช้ในการแปลความในพื้นที่ศึกษาวิจัย ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 รูปถ่ายที่ใช้ในการแปลความในพื้นที่ศึกษาวิจัย

พื้นที่	แนวบิน (Run)	หมายเลข	วันที่ถ่ายรูป
อำเภอรัตภูมิ - อำเภอควนเนียง	15B	159-175	31 มีนาคม 2538
	16A	22-52	7 เมษายน 2538
อำเภอนาหม่อม	19	212-216	11 เมษายน 2538
อำเภอจะนะ – อำเภอเทพา	22	90-102	9 เมษายน 2538
คลองอู่ตะเภา	17A	2-21	7 เมษายน 2538

ข) กล้องมองภาพสามมิติ (mirror stereoscope)

ค) แหล่งกำเนิดแสง (light source) ใช้ส่องให้ความสว่างแก่รูปถ่ายทางอากาศขณะทำการแปลความ

ง) แผ่นพลาสติกใส (transparencies) หรือกระดาษลอกลาย (tracing paper) ที่ใช้เพื่อการลงเครื่องหมายหรือเส้นขอบเขตต่างๆ ที่เป็นผลจากการแปลความ

จ) เทปกาวสำหรับยึดแผ่นพลาสติกใสหรือกระดาษลอกลาย

ฉ) ดินสอสีต่างๆ

3.1.2 การแปลความรูปถ่ายทางอากาศ

ในการแปลความและประเมินลักษณะของพื้นที่จากรูปถ่ายทางอากาศ ภายใต้กล้องมองภาพสามมิติ (stereoscope) เพื่อที่จะหาขอบเขตแหล่งทราย ดำเนินการโดยอาศัยปัจจัยต่างๆ ดังที่กล่าวในบทที่ 2 ข้อ 2.9.2

3.2 การสำรวจทางธรณีวิทยา

3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์ ประกอบด้วย

ก) แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตราส่วน 1 : 250,000 ระวาง NB 47-8, 5 (จังหวัดนราธิวาสและอำเภอตากใบ) ระวาง 47-3 (จังหวัดสงขลา) และระวาง NB47-7 (จังหวัดสตูล) และ แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมทรัพยากรธรณี ระวาง 5122 IV (อำเภอจะนะ) และ ระวาง 5122 I (อำเภอเทพา)

ข) แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000 ลำดับชุด L7017 ระวาง 5023 II (อำเภอรัตภูมิ) ระวาง 5022 I (อำเภอหาดใหญ่) ระวาง 5022 II (อำเภอสะเดา) ระวาง 5122 IV (อำเภอจะนะ) และ ระวาง 5122 I (อำเภอเทพา)

ค) อุปกรณ์สำรวจ ได้แก่ ค้อนธรณี เข็มทิศธรณีวิทยา สมุดจดบันทึก กระเป๋าถุงเก็บตัวอย่าง ปากกา ไม้บรรทัด ตลับเมตร ฯลฯ

จ) รถยนต์ที่ใช้เป็นพาหนะเดินทาง

3.2.2 การสำรวจทางด้านธรณีวิทยา

เป็นขั้นตอนที่ทำการสำรวจเก็บข้อมูล ทั้งธรณีวิทยาทั่วไป และธรณีวิทยาในบริเวณที่สนใจ โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่เป้าหมายที่ได้จากการแปลความรูปถ่ายทางอากาศ ลักษณะข้อมูลประกอบด้วย ชนิดของหิน ส่วนประกอบทางแร่ โครงสร้างการวางตัว ขอบเขตพื้นที่การแผ่กระจายของหินแต่ละกลุ่มอายุหรือชนิดหิน ลักษณะชั้นตะกอนที่ไม่แข็งตัว หรือชั้นดินที่ปกคลุมหินดาน การเรียงลำดับชั้นของหินและดิน การผุพังและสะสมตัวของตะกอนที่เกิดจากการผุพังนั้น หาตำแหน่งของบ่อทรายที่มีการผลิตในปัจจุบัน พร้อมทั้งศึกษาและเก็บข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาการสะสมตัวของตะกอนในจุดนั้นๆ ตลอดจนวิเคราะห์ลักษณะทางธรณีวิทยาสัณฐานในบริเวณแอ่งสะสมตัว ฯลฯ โดยทำการสำรวจในมาตราส่วน 1 : 50,000 ตามแผนที่ภูมิประเทศของระวางต่างๆ ในพื้นที่เป้าหมาย ผลการสำรวจที่ได้จะอยู่ในรูปของแผนที่ธรณีวิทยา และภาพตัดขวางของแหล่งทรายในบางจุดที่สามารถวัดได้

3.3 การสำรวจความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity survey)

3.3.1 วัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย

ก) เครื่องวัดความต้านทานไฟฟ้า ยี่ห้อ OYO (McOHM Mark-2 Model-2115A) ที่สามารถวัดได้ทั้งค่าความต้านทานไฟฟ้า ค่าศักย์ไฟฟ้า โดยที่สามารถกำหนดจำนวนครั้งของการปล่อยกระแสไฟฟ้า (stack) และปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ปล่อยได้ (ภาพประกอบ 3.1)

ข) แบตเตอรี่ (wet cell) ขนาด 12 โวลต์ จำนวน 1 ลูก

ค) สายไฟฟ้า เป็นสายไฟฟ้าของขั้วกระแส จำนวน 2 ม้วน ยาวม้วนละประมาณ 100 เมตร และสายไฟฟ้าของขั้วศักย์ ยาวม้วนละ ประมาณ 20 เมตร ในแต่ละเส้นได้ทำเครื่องหมายแสดงความยาวไว้ตลอดเส้น และขดอยู่ในชุดม้วนที่มั่นคงแข็งแรง มีช่องเสียบสายไฟที่จะต่อเข้าเครื่องวัด (สายไฟเส้นนี้ยาวประมาณ 1.5 เมตร จำนวน 2 เส้น)

จ) ขั้วไฟฟ้า (electrode) เป็นแท่งเหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) ลักษณะกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 75 เซนติเมตร จำนวน 4 แท่ง

ฉ) เครื่องประจุไฟแบตเตอรี่ (battery charger)

ช) อุปกรณ์ประกอบ ได้แก่ ตัวหนีบเหล็ก ที่ต่อไว้กับสายไฟใช้สำหรับหนีบขั้วไฟฟ้า ค้อน วิทยุสื่อสาร เทปวัดระยะ ชุดเครื่องมือซ่อมบำรุงที่ประกอบด้วย ไขควง ประแจ ชุดบัดกรีวงจร มิเตอร์วัดไฟ มีด เทปพันสายไฟ ฯลฯ

ซ) ตารางบันทึกข้อมูลค่าความต้านทานพร้อมกราฟ Double logarithmic scale

ญ) ชุดคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป ที่ใช้แปลความข้อมูลความต้านทานไฟฟ้าชั้นดิน/หิน โดยเลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Resist version 1.0

3.3.2 การดำเนินการสำรวจความต้านทานไฟฟ้า

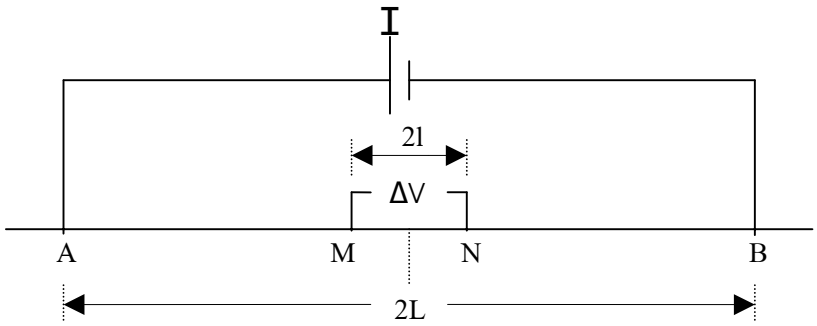
ในการวิจัยครั้งนี้ เลือกใช้วิธีการสำรวจความต้านทานไฟฟ้าที่มีการจัดกระบวนขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจร์ (schlumberger configuration) เนื่องจากสอดคล้องกับเป้าหมายหลักของการสำรวจที่มุ่งเพื่อจะหาความหนาของตะกอนที่ไม่แข็งตัว (unconsolidated sediments) ที่ทับถมอยู่บนหินดาน ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสม

ภาพประกอบ 3.1 การปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องสำรวจความต้านทานไฟฟ้า

ก) วิธีปฏิบัติงานสำรวจ

ในการปฏิบัติงานในสนาม การสำรวจความต้านทานไฟฟ้าโดยจัดกระบวนขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจร์ (ภาพประกอบ 3.2) ขั้วไฟฟ้าศักย์ ซึ่งกำหนดเป็น M และ N จะถูกกำหนดให้อยู่กับที่ ในขณะที่ขั้วกระแสซึ่งกำหนดเป็น A และ B จะถูกเคลื่อนย้ายออกอย่างสมมาตร

ในกรณีที่ความต่างศักย์ที่วัดได้ระหว่างขั้วไฟฟ้าศักย์ M, N มีค่าน้อยกว่าความแม่นยำของโวลต์มิเตอร์ ควรจะเพิ่มระยะ MN ขึ้นเป็น 5 เท่า หรือ 10 เท่า แต่ยังคงต้องรักษาเงื่อนไข MN << AB ไว้ อนึ่ง กรณีจำเป็นต้องเปลี่ยนระยะ MN ควรทำการวัดค่าความต้านทานโดยใช้ระยะ MN ค่าใหม่ ที่ระยะ AB เก่าด้วย เพื่อให้มีส่วนของกราฟสภาพต้านทานปรากฏสำหรับค่า MN ใหม่และเก่าซ้อนทับกัน อย่างไรก็ตามความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของ ρ_a ที่คำนวณได้จากระยะ MN ทั้งใหม่และเก่าที่ตำแหน่ง AB เดียวกัน อาจมีสาเหตุมาจากอิทธิพลของลักษณะอเนกพันธ์ (inhomogeneous) เชิงตำบลที่ขั้วไฟฟ้าศักย์ M,N รวมอยู่ด้วย



ภาพประกอบ 3.2 ลักษณะการจัดวางขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจร์ในการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานภาคสนามของการสำรวจเก็บข้อมูลครั้งนี้ กำหนดระยะระหว่างขั้วไฟฟ้าสำหรับการจัดกระบวนขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจร์ ดังนี้

l = 0.25 เมตร และเพิ่มขึ้นเมื่อจำเป็น

L = 1, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100 เมตร

ข) การแปลความข้อมูลความต้านทานไฟฟ้า

การสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดิน เพื่อแปลความถึงลักษณะความหนา ความลึกของตะกอนทรายที่สะสมตัวอยู่ โดยเลือกวิธีการสำรวจแบบหยั่งทางไฟฟ้าในแนวดิ่ง (VES) ผลที่ได้ นำมาแสดงในรูปของกราฟ Double logarithmic scale ที่กำหนดให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ (ρ_a) ที่วัดได้อยู่บนแกน y และ ระยะระหว่างขั้วกระแสกับจุดกึ่งกลาง (electrode spacing) ให้อยู่บนแกน x

ในการปฏิบัติงานจริง การแปลความข้อมูลความต้านทานไฟฟ้าที่สำรวจได้จากสนามในเบื้องต้นจะใช้การแปลความโดยดูจากเส้นกราฟในกระดาษกราฟ เพื่อติดตามความเปลี่ยนแปลง

ของค่าที่วัดได้และประเมินลักษณะทางธรณีวิทยาอย่างคร่าวๆ ในจุดสำรวจนั้นๆ ต่อจากนั้นจะนำข้อมูลค่าความต้านทานที่วัดได้มาประมวลผลข้อมูลที่ห้องปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการแปลความข้อมูลความต้านทานไฟฟ้า RESIST Version 1.0 ที่พัฒนาโดย Vander Velpen B.P.A. (ITC, Department of Resources Survey, The Netherlands) โดยมีหลักการทำงานอย่างคร่าวๆ คือ โปรแกรมฯ จะรับการนำเข้าข้อมูลสนามที่เป็นค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏกับค่าระยะทางของขั้วกระแส (AB/2) ซึ่งจะเป็นกราฟที่แสดงจุดของค่าความต้านทานปรากฏเทียบกับระยะทางขั้วกระแส โดยจัดเก็บข้อมูลในแฟ้มที่มีนามสกุล *.DAT จากนั้นให้ผู้แปลความทำการสร้างชั้นโครงสร้างจำลอง (model) ทางธรณีวิทยาโดยประมาณ โดยพิจารณาจากลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานไฟฟ้า เพื่อให้โปรแกรมฯ ทำการปรับเปลี่ยนเพื่อสร้างลักษณะชั้นโครงสร้างจำลองใหม่ ตามความเป็นไปได้ทางทฤษฎี โดยผ่านกระบวนการปรับเปลี่ยนลองเรื่อยๆ (iteration process) เพื่อให้เส้นกราฟที่เกิดขึ้นอยู่ใกล้เคียงกับข้อมูลมากที่สุด นั่นคือ ทำให้มีค่าความผิดพลาด (RMS-Error) น้อยที่สุด (ซึ่งค่าความผิดพลาดที่ยอมรับ (default) ตั้งไว้ที่ 2.5 % แต่สามารถปรับเปลี่ยนใหม่เป็นค่าอื่นได้) ผลที่ได้จากการใช้โปรแกรมฯ นี้จะแสดงออกมาถึงลักษณะชั้นใต้ดินในส่วนที่เป็น ความหนา ความลึก และค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นนั้นๆ ที่จัดเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุล *.RST (ภาพประกอบ 3.3)

ภาพประกอบ 3.3 ตัวอย่างกราฟที่เป็นผลจากการแปลความข้อมูลการสำรวจความต้านทานไฟฟ้า

3.4 การเก็บตัวอย่างและการกำหนดตำแหน่ง

3.4.1 ตัวอย่างหิน

เป็นตัวอย่างที่เก็บเพื่อการวิเคราะห์ทางด้านธรณีวิทยาทั่วไป เพื่อศึกษาถึงลักษณะเนื้อหิน ส่วนประกอบทางแร่ โครงสร้างภายในเนื้อหิน ตลอดจนเปรียบเทียบกับลักษณะตะกอนที่พบในพื้นที่ต่างๆ เพื่อคาดหมายถึงต้นกำเนิดของตะกอนกรวดทรายที่มาสะสมตัวในที่ลุ่มนั้นๆ

3.4.2 ตัวอย่างตะกอนทราย

ด้วยแหล่งทรายในแต่ละจุดที่เปิดดำเนินการอยู่ในพื้นที่จังหวัดสงขลานั้น มีลักษณะการทำเหมือง 2 แบบคือ

ก) การทำเหมืองแบบใช้เครื่องดูดทรายจากบ่อทราย ที่มีน้ำท่วมขังอยู่ทั้งบ่อ และค่อนข้างลึก (ภาพประกอบ 3.4) ไม่สามารถรู้ได้เลยว่า ทรายที่ทำการดูดขึ้นมานั้นเป็นทรายที่มาจากชั้นทรายที่มีลักษณะธรณีวิทยาอย่างไร อยู่ลึกจากผิวดินเท่าใด และอาจจะเป็นทรายที่ผสมปนกันของทรายจากหลายๆ ชั้นก็ได้

ภาพประกอบ 3.4 ลักษณะเครื่องดูดทรายจากบ่อทรายที่มีน้ำท่วมขังตลอดเวลา

ข) การทำเหมืองอีกแบบหนึ่ง ที่ใช้ในพื้นที่ที่การอัดตัวกันของชั้นทรายค่อนข้างแน่น คือการทำเหมืองแบบเหมืองเปิด โดยการขุดเปิดหน้าดินด้วยรถขุด (back hoe) แล้วใช้วิธีการฉีดน้ำแรงดันสูงมายังชั้นทรายให้แตกกระจายออก จากนั้นจึงใช้เครื่องดูดทรายขึ้นไปทำการแยกขนาด ลักษณะการทำเหมืองแบบนี้ จะทำให้ได้ข้อมูลลักษณะทางธรณีวิทยาของทรายในแต่ละชั้นได้ดีมาก และสามารถเก็บตัวอย่างได้ในทุกชั้นที่โผล่ให้เห็น เนื่องจากไม่มีน้ำขังอยู่ในบ่อ

ภาพประกอบ 3.5 ลักษณะเหมืองที่ชั้นทรายมีการอัดตัวค่อนข้างแน่น มีทำเหมืองโดยการใช้น้ำฉีด

จากความแตกต่างของการทำเหมืองดังกล่าวทั้งสองแบบ ทำให้การเก็บตัวอย่างทรายทำการทดสอบนั้น ไม่สามารถเก็บตาม ASTM D75 ได้ในทุกจุดสำรวจ จึงต้องเลือกสภาวะแวดล้อมหรือเงื่อนไขในการเก็บตัวอย่างที่เหมือนหรือใกล้เคียงกันจากทุกแหล่ง เพื่อทำให้สามารถเปรียบเทียบตัวแปรต่างๆ ที่ได้จาการทดสอบ ดังนั้นจึงมุ่งเป้าหมายเฉพาะตัวอย่างทรายที่ผ่านการแยกขนาดเพื่อการจำหน่ายเรียบร้อยแล้ว เนื่องจาก ถ้าเก็บตัวอย่างในแต่ละชั้นทรายตามลักษณะธรณีวิทยาของแต่ละแหล่งแล้วมาทำการสุ่มตัวอย่าง จะเกิดความยุ่งยากมากในขั้นตอนการเก็บตัวอย่างในบริเวณที่เป็นบ่อทรายที่น้ำท่วมขังอยู่

การเก็บตัวอย่างในแต่ละจุดนั้น จึงเก็บจากกองทรายที่ทำการแยกกรวดออกเรียบร้อยแล้ว โดยเก็บเป็นจุดๆ กระจายไปทั่วทั้งกอง เริ่มจากบริเวณฐานกอง เก็บเป็นจุดห่างเท่าๆ กัน ตามแนวเส้นรอบรูปจากฐานกอง แล้วจึงขยับไปเก็บในแนวต่อไปจนถึงยอด

ตัวอย่างที่ทำการเก็บเพื่อทำการทดสอบนั้น จะเก็บ 2 ชุด ในทุกจุดสำรวจเพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลผลการวิเคราะห์ว่า เป็นข้อมูลที่ได้จากตัวอย่างทั้งสองครั้งนั้น เป็นตัวแทนแหล่งทรายในแต่ละจุดหรือไม่

3.4.3 การกำหนดตำแหน่งจุดสำรวจและบ่อทราย

เป็นขั้นตอนที่ใช้เครื่องกำหนดพิกัดด้วยดาวเทียม ยี่ห้อ Trimble GPS Pathfinder รุ่น TDC1 กำหนดตำแหน่งต่างๆ ในการสำรวจธรณีวิทยา จุดสำรวจความต้านทานไฟฟ้า สถานที่สำคัญๆ และจุดที่มีการเปิดทำเหมือง(บ่อทราย) ฯลฯ โดยกำหนดค่าพิกัดในรูปของพิกัดยูทีเอ็ม ซึ่งจะทำให้สะดวกในการโอนตำแหน่งพิกัดที่ได้ เข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.5 การศึกษาสมบัติมวลรวม

3.5.1 การเตรียมตัวอย่างทราย

การลดปริมาณตัวอย่างที่เก็บมาจากภาคสนาม เพื่อให้มีปริมาณที่เหมาะสม ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการและยังคงเป็นตัวแทนของตัวอย่างที่เก็บมา สามารถดำเนินการได้หลายวิธี แต่ที่เหมาะสมในการลดปริมาณตัวอย่างทรายนั้น คือ การใช้กล่องแยกตัวอย่าง (splitter) และการแบ่งสี่ส่วน (quartering) โดยยึดถือตาม ASTM C 702

3.5.2 การวิเคราะห์ส่วนคละของมวลรวม (Sieve analysis)

เพื่อวิเคราะห์หาส่วนคละของมวลรวม โดยใช้ตะแกรงร่อน และเปรียบเทียบส่วนคละของมวลรวมกับเกณฑ์มาตรฐาน

เครื่องมืออุปกรณ์และวิธีการทดสอบ ยึดถือตาม ASTM C136 และ ASTM C33

ตาราง 3.2 ขนาดตะแกรงตามมาตรฐาน ASTM C33

ขนาด/เบอร์ตะแกรง (Sieve No.)	ขนาดช่องตะแกรง (mm)
3/8"	9.5
No.4	4.75
No.8	2.36
No.16	1.18
No.30	0.600
No.50	0.300
No.100	0.150
No.200	0.075

3.5.3 ความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมน้ำ (Bulk specific gravity and absorption)

ทำการทดสอบหาความถ่วงจำเพาะโดยรวม และค่าร้อยละการดูดซึมน้ำของตัวอย่างทราย เพื่อหาความเหมาะสมในการนำมวลรวมละเอียดมาผสมคอนกรีต

เครื่องมืออุปกรณ์และวิธีการทดสอบ ยึดถือตาม ASTM C128

3.5.4 การทดสอบสารอินทรีย์เจือปน (Organic impurity)

การทดสอบตัวอย่างทรายที่ใช้ในงานคอนกรีตอย่างคร่าวๆ เพื่อดูว่า มีสารอินทรีย์อยู่ในทรายที่ใช้ในงานคอนกรีตหรือไม่ ซึ่งอาจมีผลต่อซีเมนต์ในด้านต่างๆ โดยการพิจารณาสีของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH) ที่ผสมกับทรายแล้วทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด

เครื่องมืออุปกรณ์ และวิธีการทดสอบ ยึดถือตาม ASTM C40

3.5.5 การทดสอบความคงตัวของมวลรวมโดยการใช้โซเดียมซัลเฟต
(Soundness of aggregate by use Sodium sulfate)

เพื่อทดสอบความคงตัว (soundness) หรือการทนทานต่อปฏิกิริยาที่เกิดจากสภาพดินฟ้าอากาศของมวลรวมที่ใช้ในงานคอนกรีต กระทำโดยทำการแช่มวลรวมที่ทดสอบในสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) หลังจากนั้นจึงนำไปอบแห้งเพื่อให้น้ำระเหยไป กระทำซ้ำจนครบจำนวนรอบที่ต้องการ เมื่อมีผลึกของเกลือสะสมอยู่ภายในโพรงเพิ่มขึ้นมากๆ จะมีผลให้เกิดแรงดันภายใน เป็นการจำลองแบบของแรงดันที่เกิดขึ้น เมื่อน้ำภายในมวลรวมเกิดการแข็งตัว ผลที่ได้จากการทดสอบนี้ จะใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณานำมวลรวมไปใช้ในโครงสร้างคอนกรีตที่เผยต่อการกระทำของดินฟ้าอากาศ

อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ ยึดถือตาม ASTM C88

3.5.5 การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางแร่/หิน และรูปร่างของมวลรวม

เพื่อตรวจวิเคราะห์หาชนิด และปริมาณของแร่ และ/หรือหิน ที่ประกอบอยู่ในมวลรวม (ASTM C294) ตลอดจนศึกษาสภาพผิวของทราย ลักษณะรูปร่างของอนุภาค เหลี่ยม กลม แบน หรือไม่สม่ำเสมอ (มอก. 566-2528) ซึ่งเป็นสมบัติของทรายที่จะมีผลต่อกำลังของคอนกรีต

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย

ก) กล้องจุลทรรศน์ที่มีแสงตกกระทบด้านบนและแสงส่องผ่านพร้อมติดกล้องถ่ายรูป

ข) อุปกรณ์ใส่ตัวอย่างและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

3.5.6) การวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาปริมาณซิลิกา

การจำแนกทรายตามลักษณะและสมบัติที่เหมาะสมในการใช้งานเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดนั้น ปริมาณซิลิกา(SiO_2) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญมาก ที่จะชี้ว่าทรายนั้นๆ ควรจะนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรม หรืองานด้านการก่อสร้าง โดยทั่วไปทรายที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมนั้นควรมีปริมาณซิลิกาที่สูงมากคือมากกว่า 99 % สำหรับทรายที่มีปริมาณซิลิกาต่ำกว่านี้จึงพิจารณาใช้ในงานก่อสร้าง นอกจากนั้น ปริมาณซิลิกายังใช้เป็นตัวกำหนดความหมายของทรายธรรมชาติตามประกาศของกระทรวงพาณิชย์ ว่าด้วยการส่งสินค้าออกนอกราชอาณาจักร (ฉบับที่ 69) พ.ศ.

2537 (ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 111 ตอนที่ 44ง ลงวันที่ 2 มิถุนายน 2537) มีข้อความตอนหนึ่ง กำหนดว่า

ข้อ 3. ในประกาศฉบับนี้ ทราย หมายถึง ทรายธรรมชาติทุกชนิดที่มีปริมาณซิลิกาออกไซด์เกินกว่าร้อยละเจ็ดสิบห้า โดยน้ำหนัก

ข้อ 4. ให้ทรายทุกชนิดที่บดแล้ว และยังไม่ได้บดเป็นสินค้าต้องห้ามในการส่งออกไปนอกราชอาณาจักร ทั้งนี้ ไม่รวมถึงทรายที่เป็นส่วนประกอบหรือผสมอยู่ในวัสดุสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูป

การวิเคราะห์หาปริมาณซิลิกา เครื่องมือ อุปกรณ์ และวิธีการตาม ASTM C146

3.6 การจัดการฐานข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.6.1 วัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

ก) เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างและจัดเก็บข้อมูล
   1) หน่วยประมวลผลกลาง(CPU) รุ่น Intel Celeron 1000 MHz processor
   2) หน่วยความจำชั่วคราว (RAM) 128 MB
   3) หน่วยความจำถาวร (hard disk) ขนาดความจุ 40 GB
   4) keylock ของโปรแกรม Arc/Info version 3.5.2

ข) อุปกรณ์นำเข้าข้อมูล
   1) เครื่องกวาดตรวจภาพ (scanner)
   2) เครื่องอ่านพิกัด (digitizer)

ค) อุปกรณ์แสดงผลข้อมูล
   1) จอภาพ ขนาด 20 นิ้ว
   2) เครื่องพิมพ์หรือเครื่องวาดภาพ

ง) โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผล ได้แก่
   1) โปรแกรม Arc/Info version 3.5.2 และ ArcView version 3.1
   2) โปรแกรม Pathfinder Community Base Station (PFCBS) version 2.68i
   3) โปรแกรม Pathfinder Office version 1.10

4) โปรแกรม Resist Version 1.0 (หรือ Resist87)

5) โปรแกรม Surfer version 6.03 (Golden software)

6) กลุ่มโปรแกรม Microsoft Office 97

7) โปรแกรม Corel Draw version 8

3.6.2 การจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ในการใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนต่างๆ ทั้งเป็นข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิของโครงการวิจัยนี้ มีขั้นตอนหลักโดยทั่วไปอย่างกว้างๆ 4 ขั้นตอน (ภาพประกอบ 3.6)

ภาพประกอบ 3.6 ขั้นตอนการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
(ที่มา : ESRI, 1994)

ก) กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย

กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยตามข้อ 2 ในบทที่ 1 มีเป้าหมายสุดท้ายคือ การหาพื้นที่แหล่งทรายศักยภาพ และประเมินปริมาณสำรองแหล่งทราย โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในขั้นตอนต่างๆ หลังจากที่ได้สร้างเขตพื้นที่กันชนที่ใกล้เคียงทางน้ำและทางคมนาคมออกมาข้างละไม่น้อยกว่า 50 เมตร ตามพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 มาตรา 62 (ฝ่ายวิชาการสูตรไพศาล, 2537) ที่กำหนดว่า

“ห้ามมิให้ผู้ถือประทานบัตร ทำเหมืองใกล้ทางหลวง หรือทางน้ำสาธารณะภายในระยะห้าสิบเมตร เว้นแต่ประทานบัตรกำหนดไว้ให้ทำได้ หรือได้รับใบอนุญาตจากทรัพยากรธรณีประจำท้องที่ และต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดในใบอนุญาตนั้น”

ดำเนินการโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Arc/Info และ ArcView ในการนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ

ข) สร้างฐานข้อมูล (building database)

มีขั้นตอนย่อยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาข้อมูลเชิงตัวเลขโดยทั่วๆ ไป ดังนี้

1) การออกแบบฐานข้อมูล (design the database) ประกอบด้วย

- การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา โดยอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ ตามระวางแผนที่ที่กล่าวข้างต้น ในข้อ 1.4.1 ของบทที่ 1

- ระบบพิกัดที่ใช้ เป็นระบบยูทีเอ็ม

- ชั้นข้อมูลที่ต้องการ นำแผนที่ที่มาจำแนกลักษณะของข้อมูลตามชั้นภาพลักษณ์ (feature class) ต่างๆ เช่น ข้อมูลที่เป็นจุด เส้น และพื้นที่ (ภาพประกอบ 3.7, 3.8 และ 3.9) พร้อมทั้งออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูล ได้แก่ การกำหนดชื่อของชั้นข้อมูล (coverage) จำแนกประเภทข้อมูลในฐานข้อมูลนั้นๆ ออกเป็นประเภทต่างๆ ที่ชัดเจน เช่น ข้อมูลเส้นทางคมนาคมในแผนที่ระวาง 5023 II ใช้ชื่อชั้นข้อมูลว่า R50232 ซึ่งเป็นชั้นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเส้น (line) โดยจะกำหนดรหัสประจำตัว (User_ID) ของเส้นทางในพื้นที่ดังกล่าว ให้มีความแตกต่างกัน อาทิ

ทางหลวงสาย 40 รหัสประจำตัว = 40

ทางรถไฟ รหัสประจำตัว = 8

- การกำหนดรหัส รูปแบบ ในข้อมูลเชิงอรรถต่างๆ ในแต่ละชั้นข้อมูล เช่น การกำหนดรหัสของถนน ประเภททางน้ำ ประเภทของหิน ฯลฯ

2) การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ (input spatial data)

2.1 การนำเข้าข้อมูลต่างๆ เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล อาจทำได้โดยการใช้เครื่องอ่านค่าพิกัดหรือ ปรับเปลี่ยนฐานข้อมูลจากระบบอื่นเพื่อให้โปรแกรม Arc/Info รับได้ ข้อมูลที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1.1 ข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลส่วนนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่หน่วยงานที่รับผิดชอบในงานทางด้านนี้มีอยู่ ได้แก่

- แผนที่ภูมิประเทศจากแผนที่ต้นฉบับของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 โดยแยกออกเป็นชั้นข้อมูลที่แสดงถึง ชั้นความสูงของพื้นที่ เส้นทางคมนาคม และเส้นทางน้ำสาธารณะ

- แผนที่ธรณีวิทยาในพื้นที่จังหวัดสงขลา จากแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทยของกรมทรัพยากรธรณี มาตราส่วน 1: 50,000 ระวาง 5122 IV (สมชาย นาคะผดุงรัตน์ และคณะ, 2529) และ ระวาง 5122 I (สมชาย นาคะผดุงรัตน์ และคณะ, 2531) และ แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตราส่วน 1 : 250,000 ระวาง NB 47-3, NB 47-7 และ NB 47-8,5 (กรมทรัพยากรธรณี, 2528)

- รูปถ่ายทางอากาศของพื้นที่ศึกษา

- แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ มาตราส่วน 1: 50,000 ในพื้นที่จังหวัดสงขลา จากแผนที่ของกรมป่าไม้

- ขอบเขตการปกครองท้องถิ่นของจังหวัดสงขลา ได้แก่ ขอบเขตอำเภอ และ ตำบล เป็นต้น ในมาตราส่วน 1 : 50,000

2.1.2 ข้อมูลปฐมภูมิ ข้อมูลส่วนนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเก็บข้อมูลในภาคสนามและข้อมูลที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

- แผนที่ขอบเขตพื้นที่แหล่งทรายศักยภาพ ที่ได้จากการแปลความรูปถ่ายทางอากาศ

- แผนที่จุดสำรวจเก็บตัวอย่าง ที่ได้จากเครื่องมือหาพิกัดตำแหน่งด้วยดาวเทียม

- แผนที่จุดสำรวจด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้า ที่ได้จากเครื่องมือหาพิกัดตำแหน่งด้วยดาวเทียม

- ข้อมูลผลการสำรวจทางด้านธรณีวิทยาภาคสนาม ในพื้นที่ศึกษา

- ข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง ทั้งทางด้านกายภาพ วิศวกรรม และทางเคมี

2.2 การทำให้ข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่นำเข้านั้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยการตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขข้อผิดพลาด เช่น ในกรณีที่ข้อมูลมีการตัดกัน ซึ่งในการเชื่อมโยงของข้อมูลที่มีโครงสร้างแบบเชิงเส้น เส้นจะมีการตัดกันไม่ได้ นอกจากนั้นข้อมูลที่เป็นเส้นอาจจะมีจุดปลายไม่ต่อกับเส้นตรงอื่น ที่เรียกความผิดพลาดนี้ว่า dangling node และถ้าเส้นส่วนโค้งเชื่อมต่อกับตัวมันเอง หรือต่อกับเส้นอื่นอีกเส้นหนึ่ง เรียกความผิดพลาดนี้ว่า pseudo node และพื้นที่รูปเหลี่ยมต่างๆ มีการซ้อนทับกันในหนึ่งชั้นข้อมูล ที่อาจเกิดจากพื้นที่รูปเหลี่ยมมีจุดระบาย (label) มากกว่า 1 จุด ที่เรียกความผิดพลาดนี้ว่า ผิดพลาดจุดระบายเชิงซ้อน (multiple label point error) หรือพื้นที่รูปเหลี่ยมนั้นๆ ไม่มีจุดระบาย ที่เรียกว่า ผิดพลาดจุดระบายสาบสูญ (missing label error) ซึ่งโปรแกรม Arc/Info สามารถตรวจสอบได้ เมื่อมีการสร้างรูปแบบเชื่อมโยงข้อมูล (topology) ด้วยคำสั่ง build

การแก้ไขข้อผิดพลาดดังกล่าว สามารถแก้ไขได้โดยใช้คำสั่งใน module ArcEdit

เมื่อไม่มีข้อผิดพลาดจึงสามารถสร้างความเชื่อมโยงข้อมูล ด้วยคำสั่ง Build

2.3 สร้างข้อมูลเชิงอรรถ (attribute data) หลังจากที่มีการสร้างความเชื่อมโยงข้อมูลด้วยคำสั่ง build ซึ่งจะได้ แฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุล *.PAT สำหรับข้อมูลที่เป็นจุด (point) หรือพื้นที่ (polygon) และ *.AAT (สำหรับข้อมูลที่เป็นเส้น (arc) โปรแกรม Arc/Info จะสร้างข้อมูลเชิงอรรถขึ้นโดยอัตโนมัติ ในลักษณะที่เรียกว่า รายการ (item) ซึ่งสามารถเพิ่มเติมเข้าไปได้อีกนอกเหนือจากที่โปรแกรมสร้างขึ้น ตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อความสมบูรณ์ของแผนที่เชิงตัวเลขนี้และเพื่อความสะดวกในการสืบค้น

ในงานวิจัยนี้ ได้จำแนกรูปลักษณ์ของข้อมูลนำเข้าได้ตามตาราง 3..3

ค) จัดการและปรับเปลี่ยนฐานข้อมูล

- การแปลงข้อมูลเชิงพื้นที่ที่นำเข้านั้นให้อยู่ในพิกัดโลกจริง (real-world coordinate) โดยใช้คำสั่งแปลงรูป (transform) ทำการแปลงค่าพิกัดในระบบของเครื่องอ่านพิกัด ของข้อมูลให้เป็นค่าพิกัดจริงบนพื้นโลก มีหน่วยเป็นฟุตหรือเมตรที่ต้องการจะแสดงผล

3.6.3 วิเคราะห์ข้อมูล (Analyze the data)

เมื่อข้อมูลต่างๆ ถูกจัดเก็บสู่ฐานข้อมูล มีการจำแนกออกเป็นชั้นข้อมูลต่างๆ ที่ได้สร้างความเชื่อมโยงข้อมูล สร้างข้อมูลเชิงอรรถ และมีการปรับเปลี่ยนระบบพิกัดของเครื่องอ่านพิกัดมาเป็นระบบพิกัดจริงของโลกในระบบยูทีเอ็ม เรียบร้อยแล้ว พร้อมที่จะเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ โดยการนำชั้นข้อมูลต่างๆ นั้นมาซ้อนทับ (overlay) กัน

ในการซ้อนทับมีวิธีดำเนินการหลายวิธี ด้วยกัน เช่น การเชื่อม/รวมข้อมูลเชิงพื้นที่ การทำเขตกันชน (buffer) การแยกหรือดึงข้อมูลออกมา (feature extraction) การรวมข้อมูลให้เป็นกลุ่มก้อนเดียวกัน (feature merging)

สำหรับเป้าหมายของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มุ่งเน้นเฉพาะการสร้างพื้นที่เขตกันชนตามพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 ที่กำหนดเขตพื้นที่กันชนให้ห่างจากทางหลวงหรือทางน้ำสาธารณะในระยะไม่น้อยกว่า 50 เมตร (ภาพประกอบ 3.10)

ตาราง 3.3 ลักษณะข้อมูลที่นำเข้าโดยใช้โปรแกรมย่อย ArcEdit

ข้อมูล	รูปลักษณ์ของข้อมูล	ชั้นข้อมูล
1. เส้นทางคมนาคม	เส้น	R50232, R50221, R51221, R51224
2.เส้นทางน้ำ	เส้น	W50232, W50221, W51221, W51224
3. เส้นชั้นระดับความสูง	เส้น	C50232, C50221, C51221, C51224
4. พื้นที่ขอบเขตการปกครอง	พื้นที่	A50232, A50221, A51221, A51224
5. พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	พื้นที่	D50232, D50221, D51221, D51224
6. แผนที่ธรณีวิทยา	พื้นที่	G5023II, G5022I, G5122I, G5122IV
7. พื้นที่แหล่งทรายศักยภาพ	พื้นที่	RK_A, UT_A, NM_A, CT_A
8. ศาสนสถาน โรงเรียน สถานที่ราชการ	จุด	RK, UT, NM, CT
9. จุดสำรวจวัดความต้านทานไฟฟ้า	จุด	RK_R, UT_R, NM_R, CT_R
10. ตำแหน่งบ่อทรายที่กำลังผลิตในช่วง 2540 –2543	จุด	RK_M, UT_M, NM_M, CT_M

ภาพประกอบ 3.7 ลักษณะชั้นข้อมูลที่เป็นจุด (จุดสำรวจความต้านทานไฟฟ้า)

ภาพประกอบ 3.8 ลักษณะชั้นข้อมูลที่เป็นเส้น (เส้นทางคมนาคมและทางน้ำ)

ภาพประกอบ 3.9 ลักษณะชั้นข้อมูลที่เป็นพื้นที่หรือรูปหลายเหลี่ยม (พื้นที่แหล่งทรายศักยภาพ)

ภาพประกอบ 3.10 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ โดยการสร้างเขตกันชน

โดยพื้นที่กันชนนี้ถือเป็นพื้นที่อนุรักษ์ที่ไม่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณสำรอง ต้องนำมาหักลบออกจากพื้นที่แหล่งทรายศักยภาพทั้งหมด ก่อนการนำมาคำนวณหาปริมาณสำรองโดยใช้ข้อมูลผลการสำรวจความต้านทานไฟฟ้าที่ทำให้ทราบความหนาของทรายในแต่ละจุด

ในการประเมินหาพื้นที่แหล่งทรายศักยภาพ การกันพื้นที่ที่มีผลต่อความอ่อนไหวทางด้านสิ่งแวดล้อม หรือพื้นที่ที่ควรอนุรักษ์เพื่อคงสภาพแวดล้อมหรือการใช้ประโยชน์อื่นออก จึงมีความสำคัญมาก ชั้นฐานข้อมูลที่จะถูกผลกระทบถ้ามีการทำเหมืองผลิตทราย ต้องนำมาพิจารณาโดยการกำหนดปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสม ทั้งนี้ พื้นที่ที่ควรมีการกันออกในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A และ 1B ตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่สำคัญ เช่น วัด โรงเรียน หรือ สถานที่ราชการ และพื้นที่อนุรักษ์ตามพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 มาตรา 62 โดยยึดถือระยะรัศมีของพื้นที่กันชนที่กำหนดตามตาราง 3.4 ดังนี้

ตาราง 3.4 ข้อกำหนดของพื้นที่กันชนและ/หรือพื้นที่อนุรักษ์ ที่ใช้ในการประมวลผล

ชั้นข้อมูล	รูปลักษณ์ข้อมูล	กำหนดระยะกันชน
1. ข้อกำหนดตาม พรบ.แร่ 2510 มาตรา 62		
เส้นทางคมนาคม	เส้น	
- สายประธาน		100 เมตร
- สายรอง		50 เมตร
ทางน้ำหรือแหล่งน้ำสาธารณะ	เส้น	50 เมตร
2. พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A และ 1B	พื้นที่	กันออกทั้งหมด
3. ศาสนสถาน สถานที่ราชการ	จุด	100 เมตร

เนื่องจากพื้นที่แหล่งทรายศักยภาพ ที่ได้จาการแปลความรูปถ่ายทางอากาศและจากการสำรวจเก็บข้อมูลในภาคสนามทั้งหมด ไม่อยู่ในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ 1A, 1B และไม่เป็นพื้นที่แหล่งชุมชนหนาแน่น นั่นคือ พื้นที่ส่วนใหญ่มีประชากรตั้งบ้านเรือนอยู่อาศัยกันห่างๆ จึงไม่นำข้อมูลแหล่งชุมชนมาพิจารณาในการสร้างพื้นที่กันชน

อนึ่ง ในการพิจารณาเพื่อหาพื้นที่กันชนนี้ เพื่อที่จะต้องการให้ทราบถึงพื้นที่แหล่งทรายศักยภาพส่วนที่เหลืออยู่หลังจากกันพื้นที่นั้นออก จุดประสงค์ของการวิจัยไม่ได้มุ่งเน้นในการศึกษาถึง ระดับความรุนแรงของผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นต่อสังคมที่อยู่อาศัยในพื้นที่นั้นๆ ฉะนั้น ในการพิจารณาพื้นที่กันชนในแต่ละชั้นข้อมูลจึงได้ให้ค่าถ่วงน้ำหนัก (weight) แสดงความสำคัญของชั้นข้อมูลเท่าเทียมกัน

ชั้นข้อมูลที่สร้างพื้นที่กันชนแล้ว จะนำมาทำการซ้อนทับกับชั้นข้อมูลอื่นที่ต้องการหาความสัมพันธ์เพื่อเป้าหมายในการหาพื้นที่แหล่งทรายศักยภาพที่คงเหลือ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการโดยสรุปของแต่ละพื้นที่ คือ

ก) ใช้โปรแกรม Arc/Info Version 3.5.2 ในการดำเนินการต่อไปนี้

1. สร้างพื้นที่กันชนของถนน ทางน้ำ และ จุดที่ตั้งศาสนสถานหรือส่วนราชการ ตามระยะ ที่กำหนด

2. นำพื้นที่กันชนที่ได้จากข้อ (1) มารวม(union) กัน

3. นำพื้นที่ที่ได้จากข้อ (2) มาตัด(clip) ออกด้วย พื้นที่แหล่งทรายศักยภาพของแต่ละบริเวณ

ข) ใช้โปรแกรม ArcView Version 3.1 ในการดำเนินการต่อไปนี้

1. นำพื้นที่ที่ได้จากข้อ ก(3) มาทำการเข้าสู่กระบวนการสอบถาม (query) เพื่อให้ได้พื้นที่แหล่งทรายศักยภาพส่วนที่เหลือจากพื้นที่กันชน และ/หรือพื้นที่อนุรักษ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด

2. นำพื้นที่ที่ได้จากข้อ ก(3) และ หรือ ข(1) มาทำการซ้อนทับกับข้อมูลอื่นๆ เช่น เส้นชั้นความสูง ขอบเขตการปกครอง ทางน้ำ ถนน ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ จุดที่ตั้งของเหมืองที่ผลิตทราย จุดสำรวจต่างๆ และธรณีวิทยา ในบริเวณนั้นๆ เพื่อทำการแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของชั้นข้อมูลต่างๆ

3.7 การประเมินปริมาณสำรองแหล่งทรายศักยภาพ

3.7.1 เงื่อนไขในการประเมินปริมาณสำรอง

การประเมินปริมาณสำรองแหล่งทรายศักยภาพ อาศัยข้อมูลผลการแปลความรูปถ่ายทางอากาศและผลการแปลความการสำรวจความต้านทานไฟฟ้าเป็นหลัก จึงได้กำหนดเงื่อนไขต่างๆ ที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

ก) ชั้นตะกอนที่ไม่นำมาประเมินปริมาณสำรองแหล่งทราย

1. ชั้นหน้าดินที่มีลักษณะแห้งหรือมีความชื้นน้อย มีค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏสูง ที่คาดว่าชั้นตะกอนเหล่านี้เป็นชั้นดินเหนียวหรือดินลูกรัง ทรายแป้ง ที่อยู่ส่วนบนสุด

2. ชั้นที่คาดว่าเป็นชั้นที่มีพีตสลับดินเหนียว

3. ชั้นตะกอนทรายที่มีความหนาโดยเฉลี่ยในพื้นที่นั้นๆ ไม่เกิน 2.0 เมตร ถือว่าเป็นแหล่งทรายที่มีศักยภาพต่ำ ไม่คุ้มกับต้นทุนในการผลิต

ข) ชั้นตะกอนทรายที่นำมาประเมินปริมาณสำรอง

กำหนดคำว่า “ทราย” ในความหมายของปริมาณสำรองนั้น ให้หมายถึง ชั้นตะกอนที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ทรายละเอียด (fine sand) – ก้อนกรวด (gravel) เป็นชั้นตะกอนที่นำไฟฟ้าได้ดี หรือความต้านทานไฟฟ้าปรากฏต่ำ (low apparent resistivity) ซึ่งโดยธรรมชาติจะเป็นชั้นตะกอนที่มีน้ำแทรกอยู่มากในระหว่างเม็ดตะกอน และเป็นน้ำที่มีความซึมผ่านได้สูง (high permeability)

ค) ความลึกของชั้นตะกอนจากพื้นผิวดิน ไม่เกิน 50 เมตร

3.7.2 วิธีการประเมินปริมาณสำรอง

ในการคำนวณปริมาณสำรองแหล่งทรายศักยภาพทุกพื้นที่ ได้แบ่งวิธีการประเมินออกเป็น 2 แบบ โดยมีข้อกำหนดคือ

ก) สำหรับพื้นที่แหล่งทรายที่มีความกว้างเฉลี่ยมากกว่า 1 กิโลเมตร และมีข้อมูลการสำรวจความต้านทานไฟฟ้ามากพอ ที่จะสามารถนำมาสร้างแผนที่เส้นชั้นความหนาของชั้นทรายอย่างมีเหตุผล

การคำนวณหาปริมาณสำรองแหล่งทรายศักยภาพทั้งหมด และปริมาณสำรองแหล่งทรายศักยภาพที่เหลือจากแยกบริเวณพื้นที่กันชนออกแล้ว ดำเนินการโดยดัดแปลงสูตรทั่วไปที่ใช้คำนวณหาปริมาตรจากเส้นชั้นความสูง (contour line) มาเป็นสูตรที่ใช้คำนวณหาปริมาตรจากเส้นชั้นความหนาของชั้นทรายแทน นั่นคือ

$$V = [A_1 + 2A_2 + 2A_3 + \ldots\ldots\ 2A_{n-1} + A_n] \times L/2 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3.9)$$

โดยที่ V = ปริมาตรหรือปริมาณสำรอง

A_i = พื้นที่หน้าตัดของระนาบเส้นชั้นความหนาระดับต่างๆ

L = ค่าความต่างของระนาบเส้นชั้นความหนาแต่ละชั้น

การดำเนินการจัดทำแผนที่เส้นชั้นความหนา

1. ขั้นตอนการสร้างแผนที่เส้นชั้นความหนา

1.1 นำข้อมูลพิกัดตำแหน่งจุดสำรวจ (Easting ให้อยู่ในแนวแกน x และ Northing ให้อยู่ในแนวแกน y) และข้อมูลที่ได้จากการแปลความกราฟผลการสำรวจความต้านทานไฟฟ้า ที่แสดงถึงความหนาของชั้นทรายในแต่ละจุดสำรวจ (ให้อยู่ในแนวแกน z) นำมาเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลนามสกุล *.dat ในแผ่นงาน (worksheet) ของโปรแกรม Surfer

1.2 เสริมสร้างข้อมูล (ข้อ 1.1) ที่กระจายอยู่นั้น (scattered data interpolation) ให้มาอยู่ให้มาอยู่ในรูปแฟ้มข้อมูลกริด ที่มีนามสกุล *.grd

1.3 ทำการสร้างแผนที่เส้นชั้นความหนา จากแฟ้มข้อมูล *.grd จะได้แฟ้มข้อมูลที่อยู่ในนามสกุล *.srf

2. ขั้นตอนการสร้างพื้นที่ขอบเขตแหล่งทราย

2.1 นำข้อมูลพิกัดของเส้นขอบเขตแหล่งทราย (x,y) ที่ได้จากการแปลรูปถ่ายฯ และโอนย้ายมาอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศ และนำมาเก็บไว้ในแผ่นงานเป็นแฟ้มข้อมูลนามสกุล *.dat (เหมือนข้อ 1.1)

2.2 ดำเนินการเหมือนข้อ 1.2

2.3 สร้างแผนที่แสดงตำแหน่งขอบเขตแหล่งทราย

3. การซ้อนทับแผนที่

นำข้อมูลแผนที่เส้นชั้นความหนาและแผนที่ขอบเขตแหล่งทรายมาซ้อนทับกัน

4. การหาพื้นที่ระนาบของแต่ละชั้นความหนา

ในโปรแกรม surfer ทำการลงตำแหน่งพิกัด (digitize) x และ y โดยใช้ mouse ลากไปตามเส้นชั้นความสูงต่างๆ ในขอบเขตพื้นที่แหล่งทราย

นำค่าพิกัดที่ได้มาเข้าสู่โปรแกรม microsoft excel เพื่อทำการคำนวณพื้นที่ในทุกระนาบเส้นชั้นความหนาที่กำหนด โดยระบบพิกัดฉาก

5. นำค่าพื้นที่หน้าตัดของแต่ละชั้นความหนา มาคำนวณโดยใช้สูตรตามสมการ (3.9) ที่กล่าวข้างต้น

6. หาค่าเฉลี่ยความหนาชั้นทรายจากข้อมูลสำรวจความต้านทานไฟฟ้า ประกอบกับข้อมูลจากแผนที่เส้นชั้นความหนา

7. คำนวณปริมาตรทรายที่อยู่ในพื้นที่กันชน โดยใช้ค่าความหนาเฉลี่ยคูณกับพื้นที่กันชนทั้งหมดที่ได้จากโปรแกรม ArcView

8. นำค่าปริมาณสำรองทั้งหมดหักลบปริมาตรทรายที่อยู่ในพื้นที่กันชน จะเหลือเป็นปริมาณสำรองแหล่งทรายศักยภาพ

ข) สำหรับพื้นที่แหล่งทรายที่แคบ มีความกว้างโดยเฉลี่ยน้อยกว่า 1 กิโลเมตร และมีข้อมูลการสำรวจความต้านทานไฟฟ้าน้อยเกินไป ไม่สามารถที่จะนำมาสร้างแผนที่แสดงเส้นชั้นความหนาชั้นทราย ในการคำนวณหาปริมาณสำรองแหล่งทรายศักยภาพ จึงสามารถดำเนินการได้ดังนี้

ปริมาตรแหล่งทรายทั้งหมด = (พื้นที่แหล่งทรายทั้งหมด x ความหนาเฉลี่ยชั้นทราย)

ปริมาตรทรายในพื้นที่กันชน = (พื้นที่กันชน x ความหนาเฉลี่ยชั้นทราย)

ปริมาณสำรองแหล่งทราย = (ปริมาตรแหล่งทรายทั้งหมด – ปริมาตรทรายในพื้นที่กันชน)

ภาพประกอบ 3.11 แผนผังลำดับขั้นตอนการวิจัย

ภาพประกอบ 3.12 แผนผังแสดงขั้นตอนการจัดการข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์