รายงานฉบับสมบูรณ์

งานสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ ขั้นรายละเอียดแร่หนัก – ธาตุหายาก จังหวัดชุมพร – สุราษฎร์ธานี

สำนักทรัพยากรแร่
กรมทรัพยากรธรณี

งานสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ ขั้นรายละเอียดแร่หนัก – ธาตุหายาก จังหวัดชุมพร – สุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2558

รายงานการสำรวจฉบับสมบูรณ์

การสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ขั้นรายละเอียดแร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดชุมพร-สุราษฎร์ธานี

ธวัชชัย เชื้อเหล่าวานิช
ธนัช วัชรมัย
สมคิด ไชยชนะ

สำนักทรัพยากรแร่
กรมทรัพยากรธรณี
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

อธิบดีกรมทรัพยากรธรณี

นายสุพจน์ เจิมสวัสดิพงษ์

ผู้อำนวยการสำนักทรัพยากรแร่

นายนิวัติ มณีขัติย์

ผู้อำนวยการส่วนแร่โลหะ นายรชต วรรณพีระ

จัดพิมพ์โดย สำนักทรัพยากรแร่ กรมทรัพยากรธรณี
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0-2621-9782

พิมพ์ครั้งที่ 1 กันยายน 2558
จำนวน 50 เล่ม

ข้อมูลการลงรายงานการบรรณานุกรม

ธวัชชัย เชื้อเหล่าวานิช, ธนัช วัชรมัย และ สมคิด ไชยชนะ

รายงานฉบับสมบูรณ์ งานสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ขั้นรายละเอียดแร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดชุมพร-สุราษฎร์ธานี กรุงเทพฯ : สำนักทรัพยากรแร่ กรมทรัพยากรธรณี. 2558.

95 หน้า : ภาพประกอบ : แผนที่ : ตาราง ; 30 ซม.

รายงานฉบับสมบูรณ์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ iii

สารบัญรูป v

สารบัญตาราง vi

บทคัดย่อ vii

คำขอบคุณ viii

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 กิจกรรมการดำเนินงาน 2

1.4 เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน 2

1.5 ที่ตั้ง อาณาเขตและลักษณะทางภูมิศาสตร์ 3

1.6 การคมนาคมและการเข้าถึงพื้นที่ 4

บทที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแร่หนัก-ธาตุหายาก 7

2.1 แร่หนัก 7

2.2 ธาตุหายาก 10

บทที่ 3 ธรณีวิทยาทั่วไป 15

3.1 หินอัคนี 15

3.2 ธรณีวิทยาโครงสร้าง 18

บทที่ 4 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ 19

4.1 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ทั่วไป 19

4.2 ธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่ง 21

บทที่ 5 การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ขั้นรายละเอียด 29

5.1 การสำรวจธรณีฟิสิกส์ 29

5.2 การขุดหลุมทดลอง 33

5.3 ผลวิเคราะห์เคมีในพื้นที่คัดสรรย่อย 33

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ 37

6.1 การประเมินปริมาณทรัพยากรธาตุหายาก 37

6.2 การจำแนกประเภทแหล่งแร่ตามหลัก UNFC-2009 40

6.3 การประเมินและจำแนกเขตแหล่งแร่ 42

บทที่ 7 สรุปและข้อเสนอแนะ 43

7.1 สรุป 43

7.2 ข้อเสนอแนะ 43

7.3 พื้นที่แหล่งแร่สำหรับการลงทุนพัฒนาเหมืองแร่ของภาคเอกชน 44

เอกสารอ้างอิง 45

บรรณานุกรม 46

ภาคผนวก ก: ตารางแสดงผลวิเคราะห์แร่หนักตกค้างในตัวอย่างตะกอนทางน้ำและในตัวอย่างดิน/หินผุ จากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น 47

ภาคผนวก ข: ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากรวมในตัวอย่างดิน/หินผุและหินสด จากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น 55

ภาคผนวก ค: ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างดินและหินในพื้นที่คัดสรรย่อย 63

ภาคผนวก ง: ผลการบันทึกข้อมูลชั้นหน้าตัดดิน/หินผุบริเวณที่ทำการเซาะร่อง/ขุดหลุมทดลองเพื่อเก็บตัวอย่าง ในเขตจังหวัดชุมพร 73

ภาคผนวก จ: ผลการบันทึกข้อมูลชั้นหน้าตัดดิน/หินผุบริเวณที่ทำการเซาะร่อง/ขุดหลุมทดลองเพื่อเก็บตัวอย่าง ในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี 81

สารบัญรูป

หน้า

1. แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ และเขตการปกครองภายในจังหวัดชุมพรและจังหวัดสุราษฎร์ธานี 5
2. แผนภาพตารางธาตุแสดงตำแหน่งของกลุ่มธาตุหายาก 11
3. แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี 15
4. กลุ่มรอยเลื่อนที่พาดผ่านในบริเวณจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี 18
5. แผนที่แสดงขอบเขตการกระจายตัวของหินแกรนิตและหย่อมพื้นที่มีค่าผิดปกติของความเข้มกัมมันตรังสีธาตุทอเรียม (Th) ที่ได้จากการแปลผลการบินสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ บริเวณจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี พร้อมกรอบพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นทั้ง 5 พื้นที่ สำหรับสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่ง 20
6. ลักษณะเนื้อหินในพื้นที่ศึกษา (ก) หินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ (ข) หินมัสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ (ค) หินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ผลึกขนาดปานกลาง (ง) หินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์แกรนิตเนื้อสม่ำเสมอ ผลึกขนาดปานกลาง (จ) หินแกรนิตเนื้อดอกผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ เนื้อหินแสดงลักษณะการเรียงตัวอันเนื่องมาจากแนวแรงเฉือน (ฉ) หินแกรนิตเนื้อสม่ำเสมอผลึกขนาดละเอียด เนื้อหินแสดงลักษณะการเรียงตัวคล้ายหินไนส์ 22
7. กรอบพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” และ “บ้านสร้างสมบูรณ์ 30
8. กรอบพื้นที่คัดสรรย่อยที่ “บ้านหล้อมปุด” และจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกพร้อมตำแหน่งขุดหลุมทดลอง 31
9. แสดงกรอบพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์” และจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดความต้านทาไฟฟ้าแบบหยั่งลึกพร้อมตำแหน่งหลุมทดลอง 32
10. การเปรียบเทียบรูปแบบการแบ่งชั้นดิน/หินแกรนิตผุที่ทีมผู้สำรวจได้ออกแบบขึ้นมากับการแบ่งชั้นดิน/หินผุตามมาตรฐาน 35
11. ภาพจำลองลักษณะชั้นใต้ผิวดินของผลการสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก (ก) พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” (ข) พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์” 38

สารบัญตาราง

หน้า

1. ข้อมูลพื้นฐาน และความสมบูรณ์ (ppm) ของธาตุหายากที่มีอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของโลก (Bulk Earth) และในชั้นเปลือกโลก 12
2. การใช้ประโยชน์หลักๆ ของธาตุหายากแต่ละชนิด 14
3. ค่าความเข้มกัมมันตรังสีซึ่งแปลผลจากการบินสำรวจบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย 19
4. สรุปเปรียบเทียบผลสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่งและผลวิเคราะห์เคมีในพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นทั้ง 5 พื้นที่ 23
5. การเปรียบเทียบรูปแบบการแบ่งชั้นดิน/หินแกรนิตผุที่ทีมผู้สำรวจได้ออกแบบขึ้นมากับการแบ่งชั้นดิน/หินผุตามมาตรฐาน 34
6. ปริมาตรของชั้นดิน/หินแกรนิตผุและช่วงค่าธาตุหายากรวมในแต่ละพื้นที่คัดสรรย่อย 37
7. ปริมาณทรัพยากรธาตุหายากรวมในแต่ละพื้นที่คัดสรรย่อย 39
8. ราคาและมูลค่าทรัพยากรธาตุหายากเบื้องต้นในพื้นที่คัดสรรย่อย 40

งานสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ขั้นรายละเอียด แร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดชุมพร-สุราษฎร์ธานี

บทคัดย่อ

กรอบพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น จำนวน 5 พื้นที่ คือ พื้นที่ (1) “ท่าแซะ” (2) “หลังสวน” (3) “ละแม-ท่าชนะ-ไชยา” (4) “วิภาวดี” และ (5) “บ้านนาสาร” ได้จากการใช้ระดับค่าผิดปกติทอเรียม ซึ่งได้จากผลการบินสำรวจวัดค่ากัมมันตรังสีทางอากาศ เทียบเท่า 20 ppm ขึ้นไปเป็นปัจจัยฐาน ควบคู่กับผลการสำรวจธรณีเคมีจากโครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ ลักษณะความลาดชันของพื้นที่ และเขตหวงห้ามตามกฎหมาย ในการกำหนดขอบเขตหย่อมพื้นที่หินแกรนิตที่อยู่นอกเขตหวงห้ามตามกฎหมายที่น่าจะมีศักยภาพธาตุหายากสูง สำหรับการสำรวจภาคสนาม โดย 4 พื้นที่แรกเป็นพื้นที่มณฑลหินแกรนิตแนวตะวันตกยุคครีเทเชียส ส่วนพื้นที่สุดท้ายเป็นพื้นที่มณฑลหินแกรนิตแนวกลางยุคไทรแอสซิก ซึ่งจากผลการสำรวจเบื้องต้นพบว่า พื้นที่ “ละแม-ท่าชนะ-ไชยา” มีปริมาณธาตุหายากรวม (TREY) ในชั้นดิน/หินผุค่อนข้างสูง 130 - 899 ppm เฉลี่ย 393 ppm และชั้นดิน/หินผุมีค่า CIA ในช่วง 62 - 92% ทั้งหินสดและเนื้อดิน/หินผุมีอัตราส่วนธาตุหายากหนัก (HREY) ต่อธาตุหายากเบา (LREE) เฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 23:77 และ 21:79 ตามลำดับ ในขณะที่มีปริมาณแร่หนักที่มีศักยภาพให้ธาตุหายาก ชนิดโมนาไซต์-ซีโนไทม์ และเซอร์คอน หลงเหลือตกค้างน้อยกว่าพื้นที่อื่น ๆ เป็นข้อบ่งชี้ว่าปริมาณธาตุหายากที่ตรวจวัดได้จากชั้นดิน/หินผุมีแนวโน้มที่จะตกค้างสะสมในรูปของการดูดซับประจุ (ion adsorption) ที่ผิวผลึกแร่ดินในปริมาณที่สูงกว่าอยู่ในโครงสร้างของแร่หนักตกค้าง จึงเลือกพื้นที่นี้เป็นพื้นที่สำหรับการสำรวจประเมินปริมาณทรัพยากรธาตุหายากในแหล่งแบบผุพังอยู่กับที่ (in-situ deposit) โดยได้กำหนดกรอบพื้นที่คัดสรรย่อยสำหรับสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ใต้ดินไว้ 2 พื้นที่ คือ “บ้านหล้อมปุด” ขนาด 10 ตร.กม. ตั้งอยู่ในเขตรอยต่อระหว่าง อ.ท่าฉาง และ อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี มีช่วงค่า TREY 125 - 1,201 ppm และ “บ้านสร้างสมบูรณ์” ขนาด 8 ตร.กม. ตั้งอยู่ในเขต อ.พะโต๊ะ จ. ชุมพร มีช่วงค่า TREY 224 - 506 ppm โดยมีปริมาณทรัพยากรธาตุหายากรวมเบื้องต้นประมาณ 48,900 ตันโลหะ ที่ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 412 ppm และ 24,980 ตันโลหะ ที่ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 320 ppm มีปริมาณทรัพยากรธาตุทอเรียมแฝงอยู่เบื้องต้นประมาณ 5,960 ตันโลหะที่ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 52 ppm และ 4,300 ตันโลหะ ที่ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 52 ppm และมีปริมาณทรัพยากรธาตุยูเรเนียมแฝงอยู่เบื้องต้นประมาณ 1,850 ตันโลหะที่ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 16 ppm และ 990 ตันโลหะ ที่ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 12 ppm โดยมีระดับความเชื่อมั่นของการประเมินปริมาณทรัพยากรตามหลักการของ UNFC-2009 ในพื้นที่คัดสรรย่อยทั้งสองแห่งข้างต้น เทียบเท่า 333 และ 334 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ธาตุหายาก REE แร่หนัก หินแกรนิต แหล่งแบบผุพังอยู่กับที่ ion adsorption ชุมพร สุราษฎร์ธานี

คำขอบคุณ

งานสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดอุทัยธานี-สุพรรณบุรีนี้ได้สำเร็จลงด้วยดี ซึ่งคณะผู้สำรวจขอขอบคุณในความสนับสนุนและการเอื้อเฟื้อด้านต่างๆ จากหลายๆ ท่าน อาทิ คุณรชต วรรณพีระ ผู้อำนวยการส่วนแร่โลหะ ที่คอยกำกับดูแลและให้คำชี้แนะที่เป็นประโยชน์ คุณถนัด สร้อยซา คุณวนิดา ระงับพิศม์ และคณะ จากสำนักเทคโนโลยีธรณีวิทยา สำหรับการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์กัมมันตรังสีทางอากาศ และงานสำรวจธรณีฟิสิกส์ภาคสนามในพื้นที่สำรวจ เจ้าหน้าที่จากกองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี อาทิ คุณสุชาดา ศรีไพโรจน์ธิกูล คุณเบญจมา คมวงษ์เทพ และคุณปิยนันท์ อำนาจสกุลฤทธิ์ สำหรับงานวิเคราะห์เคมี คุณเจษ จิรเจษฎา คุณจิณห์นิภาห์ สวัสดิมงคล และคุณเสาวนีย์ เสียมไหม สำหรับงานตรวจสอบแร่หนัก

นอกจากนี้คณะผู้เขียนขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในส่วนแร่โลหะ ได้แก่ คณะสำรวจภาคสนามซึ่งประกอบด้วย คุณถนอมศักดิ์ พัฒน์ฤกษ์สินธุ์ และคุณแอบ เกลี้ยงส่ง ที่ได้ร่วมกันปฏิบัติงานสนามจนสำเร็จลุล่วง คุณพัชรินทร์ จรุงจันทร์ ที่ช่วยในงานธุรการและเอกสารต่าง ๆ รวมถึงคุณเอลิน สุขสวัสดิ์ คุณนพพรแซ่อึ้ง คุณบุญถม กัณณิการ์ ที่ช่วยในการจัดประชุมเผยแพร่ผลสำรวจ และท้ายสุดนี้ขอขอบพระคุณ พ่อแม่ และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนให้วิชาความรู้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

จากปัญหาสถานการณ์เศรษฐกิจของประเทศในปัจจุบัน การกำหนดต้นทุนและแนวทางการบริหารจัดการด้านทรัพยากรแร่ มีความจำเป็นในขั้นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจต่อไปในอนาคต การกำหนดแนวทางการใช้วัตถุดิบทรัพยากรแร่ในอุตสาหกรรมต่างๆ มีความจำเป็นอย่างมากต่อประเทศในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคมและการควบคุมสิ่งแวดล้อม การใช้ทรัพยากรแร่ที่ไม่ถูกต้องไม่คุ้มประโยชน์เป็นการสูญเสียทรัพยากรที่ไม่มีหนทางจะหามาทดแทนได้อีก ประกอบกับสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงของโลกในด้านต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก สาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือการนำทรัพยากรแร่มาใช้ประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้อง ทั้งนี้สาเหตุจากการที่ไม่มีแนวทางการบริหารจัดการที่ถูกต้อง

กรมทรัพยากรธรณี มีภารกิจหลักในการสงวน อนุรักษ์ ฟื้นฟู และบริหารจัดการด้านธรณีวิทยา และทรัพยากรธรณี โดยการสำรวจตรวจสอบสภาพธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี การประเมินศักยภาพแหล่งทรัพยากรธรณี การกำหนด และกำกับดูแลเขตพื้นที่สงวน และอนุรักษ์ทรัพยากรธรณี เพื่อการพัฒนาทรัพยากรธรณี คุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ และสังคมอย่างยั่งยืน ซึ่งการบริหารจัดการทรัพยากรธรณีที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องอาศัยข้อมูลฐานที่มากพอเพียง โดยต้องทราบถึงต้นทุนศักยภาพแร่สำหรับประกอบการประเมินในมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ดังนั้นการสำรวจเก็บข้อมูลแร่ที่เกี่ยวข้องทั้งในลักษณะภาพรวมของพื้นที่กว้างในรูปแบบของการสำรวจแบบไพศาลและลักษณะการสำรวจลงในรายละเอียดของแหล่งแร่ในแต่ละแหล่ง จึงเป็นสิ่งจำเป็นต้องดำเนินการ เพื่อผนวกกันกำหนดเป็นแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรแร่

การสำรวจและประเมินพื้นที่ศักยภาพแหล่งแร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดชุมพร-สุราษฎร์ธานี เป็นส่วนหนึ่งในโครงการการสำรวจและประเมินพื้นที่ศักยภาพแร่ขั้นรายละเอียดประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 ของ สำนักทรัพยากรแร่ ซึ่งเป็นแผนงานต่อเนื่องที่เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 ประกอบไปด้วยพื้นที่ดำเนินการ ดังนี้

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

1) แร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดชุมพร-สุราษฎร์ธานี
2) แร่ดีบุก จังหวัดเชียงราย
3) ทรายแก้ว จังหวัดฉะเชิงเทรา

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

1) แร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดอุทัยธานี-สุพรรณบุรี

2) แร่พลวง จังหวัดเชียงราย

3) ทรายแก้ว จังหวัดระยอง

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

1) แร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดระนอง

2) แร่ดีบุก จังหวัดพังงา

3) แร่ควอตซ์ จังหวัดกาญจนบุรี

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

1) แร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดกาญจนบุรี

2) แร่ดีบุก จังหวัดราชบุรี และเพชรบุรี

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานจากการสำรวจและการประเมินต้นทุนทรัพยากรแร่ของประเทศสำหรับใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรธรณี

1.3 กิจกรรมการดำเนินงาน

1. รวบรวม ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน และประมวลผลข้อมูลศักยภาพทางแร่แหล่งต่าง ๆ จากงานสำรวจที่มีมาก่อน พร้อมทั้งประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เป้าหมายเพื่อชี้แจงรายละเอียด

2. ศึกษาธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่งโดยรอบพื้นที่สำรวจ พร้อมเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

3. สำรวจธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ และธรณีเคมี ชั้นรายละเอียด พร้อมวิเคราะห์ตัวอย่าง ประมวลผลข้อมูล และสรุปผลการสำรวจเพื่อคัดเลือกพื้นที่ในการสำรวจขั้นต่อไป

4. สำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ใต้ดิน (งานสำรวจธรณีฟิสิกส์ และ/หรือขุดหลุม/คูทดลอง และ/หรืองานเจาะสำรวจ) เพื่อตรวจสอบและกำหนดขอบเขตแหล่งแร่

5. ตรวจสอบวินิจฉัยคุณสมบัติของตัวอย่างแร่และหินจากการสำรวจ ในห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างดิน/หินอ้างอิง ไปจัดเก็บ ณ ศูนย์วิจัยแร่และหิน จังหวัดระยอง และบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการ

6. จัดการระดมความคิดเห็นและเผยแพร่องค์ความรู้

7. ประมวลผลการสำรวจ และประเมินปริมาณสำรองแร่ ความสมบูรณ์ และมูลค่าแหล่งแร่ พร้อมจัดทำข้อเสนอเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ และจัดทำรายงานสรุปผลการดำเนินงานพร้อมจัดพิมพ์เพื่อเผยแพร่ผลงาน

1.4 เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ปฏิบัติงานสำรวจภาคสนาม ภายใต้การกำกับดูแลของ นายรชต วรรณพีระ ผู้อำนวยการส่วนแร่โลหะ ประกอบด้วยเจ้าหน้าที่ 2 คณะ คือ

คณะสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ ประกอบด้วยเจ้าหน้าที่จากสำนักทรัพยากรแร่ จำนวน 6 คน ได้แก่

1. นายธวัชชัย เชื้อเหล่าวานิช นักธรณีวิทยาชำนาญการ
2. นายธนัช วัชรมัย นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ
3. นายภูเบศร์ สาขา นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ
4. นายสมคิด ไชยชนะ นายช่างสำรวจชำนาญงาน
5. นายถนอมศักดิ์ พัฒน์ฤกษ์สินธุ์ ช่างสำรวจ
6. นายแอบ เกลี้ยงส่ง พนักงานขับรถยนต์

คณะสำรวจธรณีฟิสิกส์ ประกอบด้วยเจ้าหน้าที่จากสำนักเทคโนโลยีธรณี จำนวน 7 คน ได้แก่

1. นายถนัด สร้อยชา นักธรณีวิทยาชำนาญการ
2. นางสาววนิดา ระงับพิศม์ นักธรณีวิทยาชำนาญการ
3. นายภัณฑรักษ์ ชาญณรงค์ นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ
4. นางสาวรัศมี สมสัตย์ นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ
5. นายสถาพร มิตรมาก นักธรณีวิทยา
6. นายสมชาย แก้ววิวัฒ พนักงานขับรถยนต์
7. นายประทุม ดีพลาย พนักงานขับรถยนต์

1.5 ที่ตั้ง อาณาเขต และลักษณะทางภูมิศาสตร์

ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดชุมพร ตั้งอยู่บนฝั่งตะวันออกของภาคใต้ อยู่บนฝั่งทะเลด้านตะวันตกของอ่าวไทย บริเวณละติจูด 10 องศา 29 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 99 องศา 11 ลิปดาตะวันออก ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศใต้ประมาณ 470 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 6,010 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับบริเวณใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และสหภาพเมียนมาร์

ทิศใต้ ติดต่อกับจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ทิศตะวันออก ติดต่อกับอ่าวไทย

ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดระนองและสหภาพเมียนมาร์

จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งอยู่บนฝั่งตะวันออกของภาคใต้ อยู่บนฝั่งทะเลด้านตะวันตกของอ่าวไทย บริเวณละติจูด 09 องศา 07 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 99 องศา 21 ลิปดาตะวันออก

ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศใต้ประมาณ 650 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 12,890 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่มากที่สุดในภาคใต้ มีอาณาเขตติดต่อกับบริเวณใกล้เคียงดั้งนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับจังหวัดชุมพรและอ่าวไทย

ทิศใต้ ติดต่อกับจังหวัดนครศรีธรรมราชและกระบี่

ทิศตะวันออก ติดต่อกับอ่าวไทยและจังหวัดนครศรีธรรมราช

ทิศตะวันตก ติดต่อกับจังหวัดพังงาและจังหวัดระนอง

ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดชุมพร ประกอบด้วยพื้นที่ทางด้านทิศตะวันตกเป็นแนวเทือกเขาตะนาวศรีกันเขตแดนระหว่างจังหวัดชุมพรกับสหภาพเมียนมาร์และจังหวัดระนอง จึงมีลักษณะเป็นพื้นที่สูงลาดเทจากด้านตะวันตกสู่พื้นที่ต่ำด้านตะวันออก กลายเป็นที่ราบลูกคลื่นและที่ราบลุ่มแม่น้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์บริเวณตอนกลางของจังหวัด และด้านทิศตะวันออกมีลักษณะเป็นที่ราบตามแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทย (รูปที่ 1)

จังหวัดสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วยพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นภูเขาสูงชันทางด้านตะวันตกของจังหวัดซึ่งเป็นแนวรอยต่อกับจังหวัดระนอง และค่อยๆ กลายเป็นที่ราบและที่ราบลูกคลื่นบริเวณตอนกลางของจังหวัดต่อเนื่องมาจากจังหวัดชุมพรจนไปจนถึงจังหวัดกระบี่และนครศรีธรรมราช ส่วนด้านตะวันออกของจังหวัดเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและจะพบแนวเทือกเขาเล็กๆ บริเวณทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดซึ่งเป็นรอยต่อกับจังหวัดนครศรีธรรมราช (รูปที่ 1) นอกจากนี้จังหวัดสุราษฎร์ธานียังประกอบด้วยเกาะน้อยใหญ่อีกเป็นจำนวนมาก โดยมีเกาะสมุยเป็นเกาะที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และแม่น้ำสายที่สำคัญที่สุดคือแม่น้ำตาปี

ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดชุมพรและจังหวัดสุราษฎร์ธานีตั้งอยู่ใกล้แนวเส้นศูนย์สูตรและอยู่ติดกับทะเลส่งผลให้มีสภาพภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน ในช่วงตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม *(ฤดูร้อน)* เป็นช่วงว่างจากลมมรสุมส่งผลให้มีอากาศร้อนและร้อนที่สุดในช่วงเดือนเมษายน แต่จะไม่ร้อนมากนักเนื่องจากอยู่ใกล้ทะเลและได้รับไอน้ำจากทะเล ช่วงกลางเดือนพฤษภาคมจนถึงกลางเดือนตุลาคม *(ฤดูฝน)* จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งจะพัดพาเอาความร้อนชื้นมาจากมหาสมุทรอินเดีย ส่งผลให้มีฝนตกทั่วไป แต่เนื่องจากมีแนวเทือกเขาตะนาวศรีปิดกั้นกระแสลมไว้ดังนั้นบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะมีฝนตกน้อยกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตกในช่วงเวลานี้ ช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ *(ฤดูหนาว)* พื้นที่จะได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งโดยปกติจะพัดพาเอาอากาศแห้งและเย็นมาจากประเทศจีนแต่เนื่องจากลมมรสุมดังกล่าวจะพัดผ่านและพาไอน้ำความชื้นจากอ่าวไทยมาด้วย ส่งผลให้มีฝนตกเป็นครั้งคราวและอากาศไม่หนาวเย็นเหมือนภาคอื่นๆ ของประเทศไทย จากข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดชุมพร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557: รวบรวมโดยสำนักสถิติพยากรณ์) ระหว่างปี พ.ศ. 2550 - 2556 มีปริมาณ

น้ำฝนอยู่ในช่วง 1,540 - 2,290 มิลลิเมตร/ปี เฉลี่ย 1,859 มิลลิเมตร/ปี อุณหภูมิเฉลี่ย 27.4 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 36.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 17.9 องศาเซลเซียส และข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยาสุราษฎร์ธานี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557: รวบรวมโดยสำนักสถิติพยากรณ์) ระหว่างปี พ.ศ. 2550 - 2556 มีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 1,420 - 1,970 มิลลิเมตร/ปี เฉลี่ย 1,657 มิลลิเมตร/ปี อุณหภูมิเฉลี่ย 28.6 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 38.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 19.0 องศาเซลเซียส

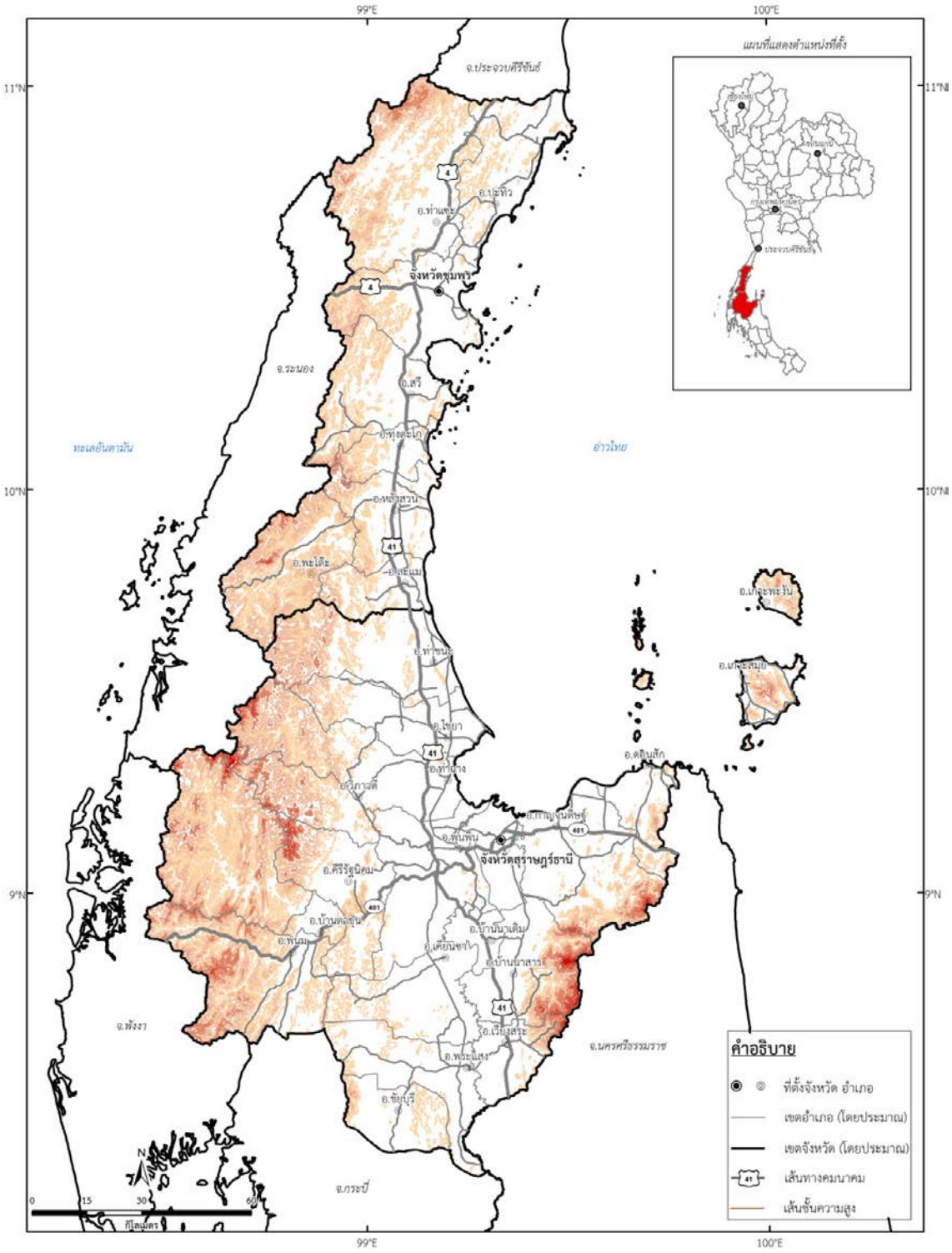
1.6 การคมนาคมและการเข้าถึงพื้นที่

การเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปยังจังหวัดสุพรรณบุรีและอุทัยธานีสามารถเลือกเดินทางได้ในหลายลักษณะ กล่าวคือ

ทางรถยนต์ การเข้าสู้พื้นที่สามารถใช้ถนนเพชรเกษม (ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4) ซึ่งเป็นถนนสายหลักลงสู่ภาคใต้ โดยเดินทางจากจังหวัดกรุงเทพฯ ด้วยระยะทางประมาณ 474 กิโลเมตร ก็จะเข้าสู่จังหวัดชุมพร จากนั้นสามารถเดินทางไปสู่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (ด้วยระยะทางอีกประมาณ 186 กิโลเมตร) โดยแยกจากถนนเพชรเกษมเข้าสู่ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 41 บริเวณแยกปฐมพร จากนั้นจะแยกเข้าสู่ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 401 ที่บริเวณแยกสนามบิน อำเภอพุนพินเพื่อเข้าสู่ตัวจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ทางรถไฟ สามารถเดินทางโดยรถไฟสายใต้ได้ทุกวันจากสถานีหัวลำโพงถึงจังหวัดชุมพรและจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยมีระยะทางจากกรุงเทพฯ ถึงจังหวัดชุมพร ประมาณ 485 กิโลเมตร และระยะทางจากกรุงเทพฯ ถึงสถานีสุราษฎร์ธานี ในเขตอำเภอพุนพิน ประมาณ 650 กิโลเมตร

ทางอากาศ จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีสนามบินพาณิชย์ 2 แห่ง ได้แก่ ท่าอากาศยานสุราษฎร์ธานี อยู่ที่อำเภอพุนพิน และท่าอากาศยานเกาะสมุย ซึ่งให้บริการเที่ยวบินทั้งในและต่างประเทศ



รูปที่ 1 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศและเขตการปกครองภายในจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี

บทที่ 2
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแร่หนัก-ธาตุหายาก

2.1 แร่หนัก (Heavy minerals)

2.1.1 ลักษณะทั่วไป

แร่หนัก หรือ heavy mineral ตามศัพท์บัญญัติของราชบัณฑิตยสถาน (2544) มี 2 ความหมาย คือ (1) ในทางศิลาวิทยา หมายถึง แร่ประกอบหินที่มีความถ่วงจำเพาะสูงกว่า 2.9 และ (2) ในทางวิทยาตะกอน หมายถึง เศษแร่จากหินชั้นที่มีความถ่วงจำเพาะสูงกว่า 2.85 มักเกิดเป็นแร่ส่วนน้อยในหิน โดยทั่วไปพบมีปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 1 ในดินทราย นอกจากนี้แร่หนักมักจะมีความคงทนต่อการสึกกร่อนผุพังจากสภาพดินฟ้าอากาศ และปฏิกิริยาเคมีในสภาวะปกติ (Pettijohn, 1957) ซึ่งแร่หนักส่วนใหญ่จะเกิดเป็นแร่เสริม (accessory mineral) ในหินอัคนีชนิดต่าง ๆ โดยแหล่งแร่หนักที่พบส่วนใหญ่เป็นแหล่งแร่ทุติยภูมิ ทั้งแบบลานแร่ (placer deposits) ที่เกิดจากการผุพังของหินที่มีแร่หนักเกิดร่วมอยู่ ทำให้แร่หลุดออกจากหินและเคลื่อนตัวไปสะสมยังที่ต่ำกว่าโดยมีน้ำเป็นตัวพัดพาไป แบบสะสมตัวตามชายหาดและชายหาดเดิม (beach and old beach deposits) เกิดจากอิทธิพลของน้ำทะเล และแบบแหล่งแร่ในทะเล (off-shore deposits) ที่คาดว่าแต่เดิมน่าจะเกิดจากการสะสมตัวแบบลานแร่บนบกก่อนที่จะจมตัวอยู่ใต้ระดับน้ำทะเลจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา เช่น การเลื่อนตัวของแผ่นดิน หรือการรุกคืบของระดับน้ำทะเล และบางส่วนอาจเกิดจากการผุพังของหินพื้นทะเลที่มีแร่หนักฝังประอยู่แล้วเกิดการสะสมตัวใหม่จากอิทธิพลของกระแสคลื่น

ในการจำแนกกลุ่มชนิดแร่หนักด้วยคุณสมบัติความถ่วงจำเพาะ สามารถใช้สารละลายที่เรียกว่า “สารเหลวหนัก (heavy liquids)” ซึ่งแต่ละชนิดจะมีค่าความถ่วงจำเพาะมาตรฐานที่แตกต่างกันไป ดังแสดงในตารางข้างล่างนี้ ซึ่งจะช่วยแยกกลุ่มชนิดแร่หนักกว่าออกจากแร่ที่เบากว่า โดยแร่เบาจะลอยค้างอยู่บนผิวของสารเหลวหนัก ขณะที่แร่หนักจะแยกตัวจมลงสู่เบื้องล่าง สารเหลวหนักชนิดที่นิยมใช้กันทั่วไป คือ สารประกอบโบรโมฟอร์ม (Bromoform) แต่ด้วยโบรโมฟอร์มมีความเป็นพิษสูง ในปัจจุบันจึงเริ่มมีการนิยมใช้สารประกอบในกลุ่ม โพลีทังสเตทส์ (Polytungstates) เช่น โซเดียมโพลีทังสเตทส์ หรือ ลิเทียมโพลีทังสเตทส์ ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกับโบรโมฟอร์มแต่มีระดับความเป็นพิษต่ำมาใช้ทดแทน นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกกลุ่มชนิดแร่หนักตามคุณสมบัติทางแม่เหล็กไฟฟ้า ด้วยเครื่องแยกแร่ที่เรียกว่า “ฟรานซ์ (Frantz)” โดยใช้หลักการปรับค่ากระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องเพื่อไปสร้างพลังสนามแม่เหล็กในระดับความเข้มต่าง ๆ เพื่อแยกแร่หนักออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กของแร่หนักแต่ละชนิดที่มีไม่เท่ากัน

2.1.2 ลักษณะและชนิดของแร่หนักที่พบมากในประเทศไทย

แร่หนักที่เป็นผลผลิตสำคัญของประเทศไทยในอดีต ได้แก่ แร่ดีบุก รวมถึง แร่หนักที่ให้ธาตุหายาก (หรือบางครั้งเรียกว่า แร่หายาก) เช่น โมนาไซต์ และซีโนไทม์ และแร่หนักชนิดอื่น ๆ ที่มักพบร่วม อาทิ อิลเมไนต์ เซอร์คอน การ์เนต แมกนีไทต์ ทัวร์มาลีน วุลแฟรมไมต์ รูไทล์ ลูโคซีน โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ และสตรูเวอไรต์ เป็นต้น ซึ่งแร่หนักเหล่านี้เป็นแร่พลอยได้จากการทำเหมืองแร่ดีบุก ลักษณะรายละเอียดโดยสังเขปของแร่หนักแต่ละชนิด มีดังนี้

1. โมนาไซต์ (Monazite: (Ce,La,Th) PO_4) เป็นแร่ในตระกูลแร่ฟอสเฟตที่มีกลุ่มธาตุหายากเบา ได้แก่ ซีเรียม (Ce) แลนทานัม (La) เป็นส่วนประกอบหลัก และมักมีธาตุทอเรียม (Th) เกิดร่วมในโครงสร้างแร่ ซึ่งสามารถมีสัดส่วนของทอเรียมไดออกไซด์ (ThO_2) ได้สูงถึงประมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ส่วนใหญ่พบในแหล่งลานแร่ดีบุกเกือบทุกแหล่ง พบตามหาดทรายและตามท้องน้ำลำธารทั่วไปที่ใกล้ภูเขาหินแกรนิต หรือไนส์ เป็นแร่พลอยได้จากการทำเหมืองแร่ดีบุก เช่นเดียวกับแร่หนักหรือแร่หายากชนิดอื่น ๆ ในอดีตเคยมีการผลิตแร่โมนาไซต์โดยการแต่งแร่ดีบุกจากจังหวัดภูเก็ต พังงา ระนอง ชุมพร สุราษฎร์ธานี ประจวบคีรีขันธ์ อุทัยธานี ระยอง และเชียงใหม่ จัดเป็นแร่หนักในกลุ่มที่มีความเป็นแม่เหล็กต่ำมาก (very low magnetic) ที่ติดแม่เหล็กไฟฟ้าที่ระดับกระแสไฟฟ้า 0.7 - 1.2 แอมแปร์ และไม่มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้า (non-conductor)

2. ซีโนไทม์ (Xenotime: YPO_4) เป็นแร่ในตระกูลแร่ฟอสเฟตที่มีอิตเทียม (Y) ซึ่งมักจัดรวมในกลุ่มของธาตุโลหะหายากหนักเป็นส่วนประกอบหลัก ประกอบด้วย Y_2O_3 และ P_2O_5 ประมาณร้อยละ 61.4 และ 38.6 โดยน้ำหนักตามลำดับ บ่อยครั้งที่ธาตุอิตเทรียมถูกแทนที่ด้วยธาตุหายากหนัก ชนิด เออร์เบียม (Er) เป็นจำนวนมาก และอาจถูกแทนที่ด้วยธาตุซีเรียม ซิลิคอน หรือทอเรียมได้บ้างเล็กน้อย จัดเป็นแร่หนักในกลุ่มที่มีความเป็นแม่เหล็กต่ำ (low magnetic) ที่ติดแม่เหล็กไฟฟ้าที่ระดับกระแสไฟฟ้า 0.4-0.7 แอมแปร์ และไม่มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้า (non-conductor) ในอดีตเป็นผลพลอยได้จากการแต่งแร่ดีบุก เช่นเดียวกับแร่หนักและแร่หายากชนิดอื่น ๆ จากจังหวัดภูเก็ต พังงา ระนอง ประจวบคีรีขันธ์ และอุทัยธานี

3. อิลเมไนต์ (Ilmenite: $FeTiO_3$) เป็นแร่เศรษฐกิจที่สำคัญของโลหะไทเทเนียม นอกเหนือจาก แร่รูไทล์ (Rutile) และลูโคซีน (Leucoxene) มี Fe ร้อยละ 36.8 Ti ร้อยละ 31.6 และ O ร้อยละ 31.6 ปริมาณของไทเทเนียมกับเหล็กอาจแปรเปลี่ยนได้เนื่องจากมลทินของโลหะอื่นพบปนอยู่ในทรายร่วมกับ แมกนีไทต์ รูไทล์ เซอร์คอน และโมนาไซต์ ในแหล่งดีบุก นอกจากนี้ อิลเมไนต์มักพบได้ในแหล่งพลอยทับทิม-แซปไฟร์หลายแหล่ง แร่อิลเมไนต์ในแหล่งดีบุกจะมีขนาดเท่าเม็ดทราย เป็นขี้แร่ที่ชาวเหมืองมักเรียกว่า “อามัง” ส่วนในแหล่งพลอยมักพบเป็นก้อนหรือผลึกขนาดโต (megacryst) จัดเป็นแร่หนักในกลุ่มที่มีเป็นแม่เหล็กค่อนข้างสูง ที่ติดแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงระดับกระแสไฟฟ้า 0.4 แอมแปร์

4. เซอร์คอน (Zircon: $ZrSiO_4$) หรือเพทาย สูตรเคมี มี ZrO_2 ร้อยละ 67.2 และ SiO_2 ร้อยละ 32.8 ซึ่งแร่เซอร์คอนชนิดผลึกละเอียดพบในเหมืองลานแร่ดีบุกทุกแห่ง และตามชายทะเลฝั่งทะเลทั่วไป ที่สำคัญได้แก่ ชายทะเลที่ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร ส่วนชนิดที่เป็นรัตนชาติ หรือผลึกโต ๆ มักพบเกิดร่วมกับหินภูเขาไฟ ชนิดหินบะซอลต์ที่จังหวัดจันทบุรี ตราด อุบลราชธานี ศรีสะเกษ และแพร่ จัดเป็นแร่หนักในกลุ่มที่ไม่ติดแม่เหล็กไฟฟ้า (non-magnetic) และไม่มีคุณสมบัติที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (non-conductor)

5. การ์เนต (Garnet: $A_3B_2(SiO_4)_3$) นั้นมาจากภาษาละติน granatus มีความหมายว่าเหมือนเมล็ด (seed-like) ที่ว่าเหมือนเมล็ดนั้นหมายถึงเหมือนเมล็ดสีแดงในผลทับทิม ทั้งนี้เนื่องจากมักจะได้พบผลึกพลอยโกเมนสีแดงฝังอยู่ในเนื้อหิน โดยมีลักษณะการฝังตัวเหมือนเมล็ดในผลทับทิม โดยทั่วไปถ้ากล่าวถึงโกเมนจะหมายถึงการ์เนตสีแดง ซึ่งจะเป็นการ์เนตชนิดไพโรป แต่ในธรรมชาตินั้น แร่นี้มีสีสันได้หลายสี ยกเว้นสีน้ำเงิน โดยที่ในสูตรเคมี A อาจเป็นแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) เหล็ก (Fe) หรือ แมงกานีส (Mn) และ B อาจเป็นอลูมิเนียม (Al) เหล็ก (Fe) ไทเทเนียม (Ti) หรือ โครเมียม (Cr) ส่วนจะมีธาตุอย่างใดเป็นส่วนประกอบเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของแหล่งที่เกิดของแต่ละแหล่ง มีความแข็ง 6.5-7.5 ความถ่วงจำเพาะ 3.6-4.2 มีการแบ่งแร่ชนิดนี้ออกเป็นชนิดย่อย ๆ อีกหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีสีและคุณสมบัติทางฟิสิกส์อื่น ๆ ที่แตกต่างออกไปด้วย มักพบในหินแปร ชนิดหินไนส์ (gneiss) และหินชิสต์ (schist) เป็นหลัก ส่วนในหินอัคนีจะพบได้บ้างในหินแกรนิต หรือในหินแกรโบร บริเวณอำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ สำหรับชนิดผลึกโต ๆ ที่สามารถใช้เป็นรัตนชาติได้นั้น พบได้ในบริเวณหินบะซอลต์ ในเขตอำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด จัดเป็นแร่หนักในกลุ่มที่มีความเป็นแม่เหล็กค่อนข้างสูง ที่ติดแม่เหล็กไฟฟ้าที่ระดับกระแสไฟฟ้า 0.4 แอมแปร์

6. ดีบุก (Tin: SnO_2) ที่พบในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ แคสซิเทอไรต์ (Cassiterite) ซึ่งพบเป็นแร่เศรษฐกิจเพียงชนิดเดียว โดยมีส่วนประกอบของ Sn และ O ประมาณร้อยละ 78.6 และ 21.4 ตามลำดับ อีกชนิดหนึ่งคือ สแตนไนต์ (Stannite) พบน้อยมากและไม่มีการผลิต โดยทั่วไปแล้วจะเกิดอยู่ในสายแร่แบบน้ำร้อนแทรกในหินพวกแกรนิตหรือหินชั้นที่อยู่ข้างเคียง และอาจเกิดเป็นก้อนหรือผลึกเล็กๆ ฝังในหินเพกมาไทต์ หินสการ์น รวมถึงในหินแกรนิตที่อยู่ใกล้กับบริเวณเขตสัมผัสกับหินข้างเคียงด้วย จัดเป็นแร่หนักในกลุ่มที่ไม่ติดแม่เหล็กไฟฟ้า

7. แมกนีไทต์ (Magnetite: Fe_3O_4) มี Fe 72% เป็นแร่ที่มีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กในตัวเอง ประโยชน์การใช้แร่เหล็กภายในประเทศส่วนใหญ่ ใช้ในโรงงานถลุงเหล็กเพื่อการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า โดยที่ในอุตสาหกรรมผลิตเหล็กและเหล็กกล้าดังกล่าว จะใช้แร่เหล็กเปอร์เซ็นต์สูง ส่วนแร่เหล็กเปอร์เซ็นต่ำ จะนำไปใช้ในการทำซีเมนต์ จัดเป็นแร่หนักในกลุ่มที่มีความเป็นแม่เหล็กสูง ที่เป็นแม่เหล็กในตัวเอง

8. ทัวร์มาลีน (Tourmaline: $Na(Mg,Fe,Li,Al)_3Al_6(Si_6O_{18})(BO_3)_3(OH, F)_4$**)** เป็นแร่ในกลุ่มซิลิเกต มีสีดำ น้ำตาล ม่วง เขียว ชมพู สีผงละเอียด สีขาว จัดเป็นแร่หนักในกลุ่มที่มีความเป็นแม่เหล็กปานกลางจนถึงต่ำ ที่ติดแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงระดับกระแสไฟฟ้า 0.7 - 1.2 แอมแปร์

9. รูไทล์ (Rutile: TiO_2**)** ชื่อมาจากภาษาลาติน rutilus หมายถึงสีแดง สีทองแดง มี Ti ร้อยละ 60 และ O ร้อยละ 4.0 มี นอกจากเกิดในธรรมชาติแล้ว ยังสังเคราะห์ขึ้นได้ด้วยกรรมวิธีเวอร์เนียล (Verneuil process) แร่ที่สังเคราะห์ได้มีคุณสมบัติเป็นรัตนชาติ สังเคราะห์ที่มีน้ำ (fire) ดีแววเหลือบรุ้งยิ่งกว่าเพชร มีการจำหน่ายกันในชื่อต่าง ๆ กัน ที่รู้จักกันดีคือ ไททาเนีย (Titania) พลอยเคนยา (Kenya gem) และมิริดิส (Miridis) เป็นแร่ที่มีคุณสมบัติไม่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้า

10. โคลัมไบต์-แทนทาไลต์ (Columbite-tantalite: $(Fe,Mn)(Nb,Ta)_2O_6$**)** เป็นแร่ที่มีธาตุไนโอเบียม (โคลัมเบียม) และแทนทาลัม เป็นส่วนประกอบหลัก มีส่วนประกอบของธาตุไนโอเบียม และแทนทาลัมจะมีผลในการเรียกชื่อแร่ โดยจะเรียกแร่โคลัมไบต์เมื่อแร่นั้นมี ธาตุไนโอเบียมมากกว่าแทนทาลัม และเรียกแทนทาไลต์ เมื่อแร่นั้นมีธาตุแทนทาลัมมากกว่าไนโอเบียม แร่โคลัมไบต์-แทนทาไลต์นั้นมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับหินแกรนิต และหินคาร์บอเนไทต์ ผลผลิตโคลัมไบต์-แทนทาไลต์ในประเทศไทยเป็นเพียงแร่พลอยได้จากการทำเหมืองแร่ดีบุกเท่านั้น

11. วุลแฟรมไมต์ (Wolframite: $(Fe,Mn)WO_4$) เป็นคำที่มาจากภาษาเยอรมันดั้งเดิม เกิดในสายแร่เพกมาไทต์ หรือเกิดในสายแร่ควอตซ์ ชนิดอุณหภูมิสูง มักจะพบเกิดร่วมกับแร่ดีบุก ชีไลต์ อาร์เซโนไพไรต์ ไพไรต์ กาลีนา และสฟาเลอไรต์ ในสายแร่บางแห่งอาจพบเกิดเป็นเนื้อวุลแฟรมทั้งหมด ซึ่งมีลักษณะแบนเป็นกระเปาะ โดยปกติไม่ค่อยพบวุลแฟรมในบริเวณที่เป็นแหล่งลานแร่

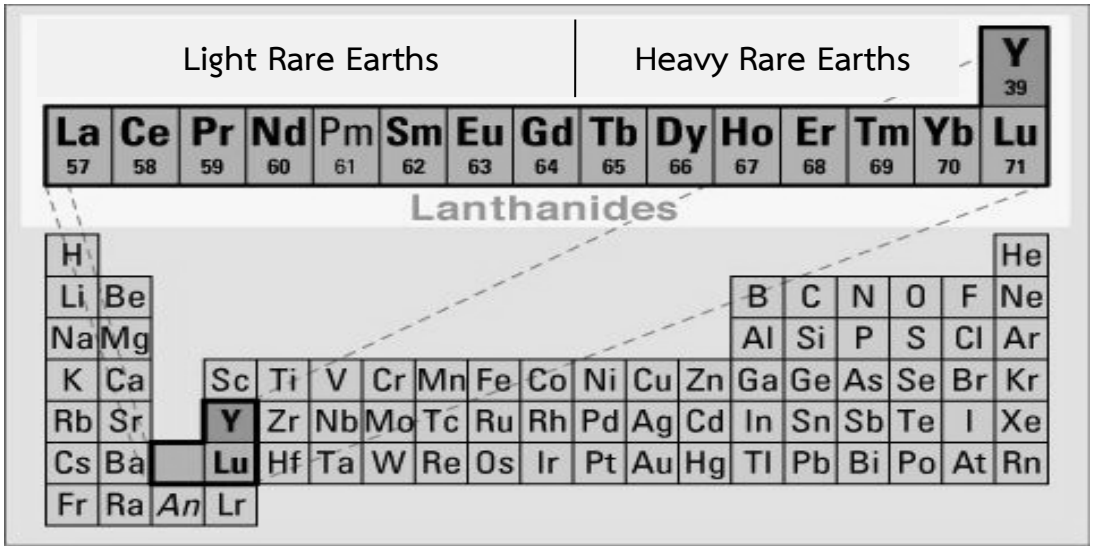
2.2 ธาตุหายาก (Rare earth elements)

2.2.1 ลักษณะทั่วไป

ธาตุหายาก หรือ “rare earths” ตั้งขึ้นโดย Johann Gadolin ในปี ค.ศ. 1794 เป็นธาตุโลหะในกลุ่มธาตุทรานซิชัน ที่จัดอยู่ในอนุกรมธาตุแลนทาไนด์ (lanthanide series) บางครั้งอาจเรียกว่า กลุ่มธาตุแลนทานันส์ (lanthanous) หรือ กลุ่มธาตุแลนทานอยด์ (lanthanoids) ซึ่งประกอบด้วยธาตุ 15 ธาตุ มีเลขอะตอมตั้งแต่ 57 ถึง 71 ธาตุ (รูปที่ 2) ทั้งหมดนี้มีตำแหน่งตามตารางธาตุจัดอยู่ในกลุ่ม III B โดยยังมีธาตุในกลุ่มเดียวกันอีก 2 ธาตุ คือ สแกนเดียม (Sc) เลขอะตอม 21 และธาตุอิตเทรียม (Y) เลขอะตอม 39 ที่มักนับรวมไว้ในกลุ่มของธาตุหายากด้วย เนื่องจากมีคุณสมบัติทางเคมีที่คล้ายคลึงมาก (Moeller, 1963; Connelly and others, 2005) ธาตุหายากสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มธาตุหายากเบา (light rare earth elements: LREE) หรือกลุ่มซีเรียม (Cerium group) และกลุ่มธาตุหายากหนัก (heavy rare earth elements: HREE) หรือกลุ่มอิตเทรียม (Yttrium Group) อย่างไรก็ตามเกณฑ์การแบ่งจำนวนธาตุในกลุ่มย่อยสองกลุ่มนี้มีหลากหลาย แต่ในที่นี้จะแบ่งกลุ่มย่อยตามหลักการที่ USGS ยึดถือตามคำจำกัดความที่กำหนดขึ้นโดย The

International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) โดยพิจารณาจากลักษณะและจำนวนอิเล็กตรอนที่อยู่ในวงชั้น 4f เป็นเกณฑ์ กล่าวคือ ธาตุใน ***กลุ่มธาตุหายากเบา*** แต่ละตัวจะไม่มีการจับคู่ของอิเล็กตรอน (unpaired electron; 0-7 electron) ในวงชั้น 4f โดยอิเล็กตรอนมีการหมุนตัวแบบตามเข็มนาฬิกา (clockwise spinning) ประกอบด้วยธาตุหายากจำนวน 8 ธาตุที่มีเลขอะตอม 57 ถึง 64 ได้แก่ แลนทานัม (La) ซีเรียม (Ce) เพรซีโอดิเมียม (Pr) นีโอดิเมียม (Nd) โพรมีเทียม (Pm) ซาแมเรียม (Sm) ยูโรเพียม (Eu) และแกโดลิเนียม (Gd) ในขณะที่ธาตุใน ***กลุ่มธาตุหายากหนัก*** ทุกตัวจะมีอิเล็กตรอนจับกันเป็นคู่ (paired electron) ในวงชั้นดังกล่าว ซึ่งการหมุนตัวของอิเล็กตรอนจะพบได้ทั้งการหมุนตัวแบบตามเข็มหรือแบบทวนเข็มนาฬิกา (clockwise or counter-clockwise spinning) ประกอบด้วยธาตุหายากจำนวน 7 ธาตุที่มีเลขอะตอม 65 ถึง 71 ได้แก่ เทอร์เบียม (Tb) ดีสโพรเซียม (Dy) โฮลเมียม (Ho) เออร์เบียม (Er) ทูเลียม (Tm) อิตเทอร์เบียม (Yb) ลูทีเทียม (Lu) และมักนับ อิตเทรียม เข้าอยู่ในกลุ่มย่อยนี้ด้วยรวมเป็นจำนวน 8 ธาตุ ขณะที่ธาตุสแกนเดียมนั้นจะไม่จัดรวมอยู่ในทั้งสองกลุ่มย่อย (Cordier, 2011; Haque and others, 2014)

โดยทั่วไปสามารถพบธาตุหายากได้ในเนื้อหินเกือบทุกชนิดที่เป็นส่วนประกอบของเปลือกโลก แต่จะพบในปริมาณความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ถึงกระนั้นก็เป็นการยากที่จะพบบริเวณที่มีการสะสมของกลุ่มธาตุหายากในปริมาณเข้มข้นที่มากพอจะสกัดออกมาใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะในส่วนของชั้นเปลือกโลกที่มีปริมาณธาตุหายากทั้งหมดรวมกันอยู่ในช่วง 180 - 240 ส่วนในล้านส่วน โดยปริมาณของธาตุหายากเบาแต่ละชนิดจะพบได้ในมากกว่าธาตุหายากหนัก (ตารางที่ 1) ซึ่งในภาพรวมเมื่อเทียบปริมาณในธรรมชาติของธาตุหายากรวมกับปริมาณของธาตุโลหะอื่นๆ ที่เรารู้จักกันดีในชีวิตประจำวัน เช่น สังกะสี (70 ส่วนในล้านส่วน) หรือทองแดง (50 ส่วนในล้านส่วน) พบว่ามีปริมาณที่มากกว่าเล็กน้อย แต่หากเทียบกับปริมาณของโลหะมีค่า เช่น เงิน ทองคำ หรือแพลตินัม แล้ว นับได้ว่าธาตุหายากรวมมีปริมาณมากกว่าหลายเท่าตัว (อาทิ Lide, 2004) ทั้งนี้สัดส่วนปริมาณของธาตุหายากเบาแต่ละชนิดที่พบจะมีมากกว่าของธาตุหายากหนัก ซึ่งในธรรมชาติมีแร่กว่า 200 ชนิด ที่มีธาตุหายากเป็นส่วนประกอบในโครงสร้างผลึกในปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน แต่มีราว 73 ชนิดแร่เท่านั้นที่จัดเป็นแร่หายากที่มีธาตุหายากเป็นองค์ประกอบหลัก และโดยทั่วไปมีเพียงแร่แบสต์นีไซต์ โมนาไซต์ ซีโนไทม์ และอะพาไทต์ ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน (กิ่งดาว เคลือบทอง และคณะ, 2553) นอกจากนี้ยังมีแร่อื่น ๆ ที่ให้ธาตุหายากเป็นผลพลอยได้ เช่น *บรานเนอไรต์ (Brannerite)* ที่เป็นแร่ให้ธาตุยูเรเนียมที่เกิดในเพกมาไทต์ ซึ่งมีอิตเทรียมเป็นธาตุพลอยได้จากกระบวนการแต่งแร่ หรือแร่ดินตระกูลเคโอลินในชั้นหินแกรนิตผุที่ดูดซับปะจุธาตุหายากไว้ที่ผิวผลึก เป็นต้น



รูปที่ 2 แผนภาพตารางธาตุแสดงตำแหน่งของกลุ่มธาตุหายาก (ดัดแปลงจาก Hexel and others, 2002)

2.2.3 รูปแบบแหล่งธาตุหายากที่สำคัญ

ในธรรมชาติแหล่งธาตุหายาก มีรูปแบบการกำเนิดอยู่หลายลักษณะ แต่แบบที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มี 3 ลักษณะ กล่าวคือ

แหล่งแร่แบบหินแอลคาไลและคาร์บอเนไทต์ (Alkaline and carbonatite rocks) โดยพบในหินอัคนีประเภทหินแอลคาไลหลายชนิดและโดยเฉพาะอย่างยิ่งหินคาร์บอเนไทต์ที่เกิดร่วมจะมีธาตุโลหะหายากอยู่ในปริมาณค่อนข้างมาก ทั้งในรูปแบบของแร่โลหะหายาก และโดยการแทนที่ธาตุในส่วนประกอบของแร่อื่น เช่น อะพาไทต์ และไพโรคลอร์

แหล่งแร่แบบลานแร่ (Placer Deposits) โดยพบแร่โมนาไซต์และซีโนไทม์ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะสูง คือ 5.0 และ 4.8 และมีความทนทานต่อการผุสลายตัว เกิดเป็นแร่หนักสะสมตัวอยู่ในแหล่งแร่แบบลานแร่ร่วมกับแร่หนักชนิดอื่น ๆ เช่น อิลเมไนต์ เซอร์คอน รูไทล์ และดีบุก ซึ่งประเทศไทยเคยมีการผลิตแร่หายากประเภทนี้เป็นแร่พลอยได้จากการทำเหมืองแร่ดีบุกในอดีต สำหรับการสกัดธาตุหายากออกจากแร่โมนาไซต์นั้น ประเทศไทย โดยสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ มีเทคโนโลยีและโรงสกัดธาตุหายากออกจากแร่โมนาไซต์ได้ ด้วย“กระบวนการด่าง (alkali process)” โดยใช้โซดาไฟ (NaOH) เข้มข้น (พิพัฒน์ พิเชษฐพงษ์, 2555)

แหล่งแร่แบบผุพังอยู่กับที่ (In situ Deposits) ที่เกิดจากการผุพังทางเคมีของหินต้นกำเนิดซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิตที่มีความสมบูรณ์ของธาตุหายาก (REE-rich host rocks) ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีความชุมชื้นสูง มีฝนตกชุกและมีธรณีแปรสัณฐานที่เสถียรเป็นระยะเวลานานส่งผลให้เนื้อหินมีอัตราการผุพังอยู่กับที่กลายเป็นชั้นดินปิดทับชั้นเนื้อหินที่มีความผุสูง ซึ่งแร่ให้ธาตุหายากในเนื้อหินบางส่วนที่ไม่สามารถทนต่อการผุพังทางเคมีจะปลดปล่อยอะตอมของธาตุหายากออกจาก

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน และความสมบูรณ์ (ppm) ของธาตุหายาก ที่มีอยู่ในส่วนต่างๆของโลก (Bulk Earth) และในชั้นเปลือกโลก (ดัดแปลงจาก จำรูญ อุ้ยศิริไพศาล, 2535 และ Long and others, 2010)

ข้อมูลพื้นฐานของธาตุหายาก		ความสมบูรณ์ (ppm) ของธาตุหายาก							
รายชื่อธาตุ	เลขอะตอม	Bulk Earth		Crust					
		Ganapathy and Anders (1974)	Smith (1977)	Taylor (1964)	Mason and Moore (1982)	Jackson and Christiansen (1993)	Sabot and Maestro (1995)	Wedephol (1995)	Lide (1997)
กลุ่มธาตุหายากเบา (La-Eu)		**3.15**	**4.47**	**133.40**	**133.40**	**154.30**	**100.50**	**130.30**	**165.25**
แลนทานัม (Lanthanum; La)	57	0.48	0.78	30.00	30.00	29.00	18.00	30.00	39.00
ซีเรียม (Cerium; Ce)	58	1.28	2.20	60.00	60.00	70.00	46.00	60.00	66.50
เพรซีโอดิเมียม (Praseodymium; Pr)	59	0.16	-	8.20	8.20	9.00	5.50	6.70	9.20
นีโอดิเมียม (Neodymium; Nd)	60	0.87	1.20	28.00	28.00	37.00	24.00	27.00	41.50
โพรมีเทียม (Promethium; Pm)	61	-	-	-					
ซาแมเรียม (Samarium; Sm)	62	0.26	0.22	6.00	6.00	8.00	6.50	5.30	7.05
ยูโรเพียม (Europium; Eu)	63	0.10	0.07	1.20	1.20	1.30	0.50	1.30	2.00
กลุ่มธาตุหายากหนัก (Gd-Lu)+Y		**1.661**	**0.668**	**50.28**	**72.7**	**50.9**	**59.4**	**54**	**76.92**
แกโดลิเนียม (Gadolinium; Gd)	64	0.37	0.35	5.4	5.4	8	6.4	4	6.2
เทอร์เบียม (Terbium; Tb)	65	0.067	-	0.9	0.9	2.5	0.9	0.65	1.2
ดีสโพรเซียม (Dysprosium; Dy)	66	0.45	0.21	3	3	5	5	3.8	5.2
โฮลเมียม (Holmium; Ho)	67	0.101	-	1.2	1.2	1.7	1.2	0.8	1.3
เออร์เบียม (Erbium; Er)	68	0.29	0.093	2.8	2.8	3.3	4	2.1	3.5
ทูเลียม (Thulium; Tm)	69	0.044	-	0.48	0.5	0.27	0.4	0.3	0.52
อิตเทอร์เบียม (Ytterbium; Yb)	70	0.29	-	3	3.4	0.33	2.7	2	3.2
ลูทีเทียม (Lutetium; Lu)	71	0.049	0.015	0.5	0.5	0.8	0.8	0.35	0.8
สแกนเดียม (Scandium; Sc)	21	-	-	-	22	-	10	16	22
อิตเทรียม (Yttrium; Y)	39	-	-	33	33	29	28	24	33
Total rare earth elements		4.81	5.13	183.68	206.10	205.20	159.90	184.30	242.17

โครงสร้างแร่นั้น ๆ และถูกจับยึดไว้ที่ผิวผลึกของแร่ดินที่เป็นผลมาจากการผุพังของแร่อื่น ๆ ในเนื้อหินต้นกำเนิดในรูปแบบของ *การดูดซับไอออน (Ion-adsorption type)* ในขณะที่แร่ให้ธาตุหายากบางส่วนที่ยังทนต่อสภาพการผุพังทางเคมีได้จะคงลักษณะเม็ดแร่เกิดเป็นส่วนของ *แร่ตกค้างสะสม (Residual REE minerals)* ร่วมอยู่ในชั้นดิน/หินผุเดียวกัน การสะสมตัวในลักษณะนี้สมารถทำให้มีปริมาณธาตุหายากในชั้นดิน/หินผุเข้มข้นมากขึ้นได้ 1-5 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับในเนื้อหินต้นกำเนิด และสามารถแยกธาตุหายากออกมาจากแร่ดินได้ด้วยกรดอ่อน (Wu and others, 1990; Bao and Zhao, 2008) โดยเฉลี่ยแล้วแหล่งแร่แบบดูดซับไอออนมีความสมบูรณ์อยู่ในช่วง 300 - 2,000 ppm โดยประมาณ แตกต่างกันไปตามชนิดของหินต้นกำเนิด (Wu and others, 1996; Bao and Zhao, 2008; Murakami and Ishihara, 2008)

สำหรับประเทศไทยนั้น มีศักยภาพสูงที่จะสามารถพบแหล่งธาตุหายากได้ 2 แบบ คือ แหล่งแร่แบบลานแร่ และแหล่งแร่แบบผุพังอยู่กับที่ที่สัมพันธ์กับมวลหินแกรนิต ส่วนแหล่งแร่แบบที่สัมพันธ์กับหินแอลคาไล นั้นมีโอกาสเป็นไปได้น้อย เนื่องจากการกระจาบตัวของพื้นที่หินชนิดนี้ที่พบในประเทศไทยนั้นมีน้อยและมักเกิดเป็นหย่อมขนาดเล็ก สำหรับแหล่งธาตุหายากแบบที่สัมพันธ์กับหินคาร์บอเนไทต์ นั้นมีโอกาสเป็นไปได้ยาก เนื่องจากยังไม่มีรายงานการพบหินชนิดนี้ในประเทศไทย

สำหรับพื้นที่ศักยภาพแร่หนัก-ธาตุหายากในเขตจังหวัดชุมพร-สุราษฎร์ธานีนั้น มีโอกาสพบแหล่งธาตุหายากได้ทั้ง 2 ลักษณะ ประกอบกัน คือ แหล่งแร่แบบลานแร่ และแหล่งแร่แบบผุพังอยู่กับที่ แต่ในแผนการสำรวจในครั้งนี้จะให้น้ำหนักความสำคัญไปที่พื้นที่ที่มีศักยภาพให้แหล่งแร่แบบหลัง เนื่องจากมีโอกาสเป็นแหล่งแร่ที่ยังคงความสมบูรณ์ของธาตุหายากได้ดีกว่า ในขณะที่พื้นที่แหล่งแร่แบบลานแร่นั้น ส่วนใหญ่ผ่านการฉีดล้างจากการทำเหมืองแร่ดีบุกในอดีตไปแล้ว โอกาสที่พื้นที่แหล่งแร่จะยังคงความสมบูรณ์ของธาตุหายากจึงถือได้ว่าต่ำ

2.2.4 การใช้ประโยชน์ของธาตุหายาก

โดยภาพรวมธาตุโลหะกลุ่มนี้ทั้ง 16 ชนิด เป็นวัตถุดิบต้นน้ำสำคัญในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชั้นสูงหลากประเภท อาทิ การผลิตโลหะผสม แม่เหล็กถาวรกำลังสูง (permanent magnet) ซึ่งถือเป็นวัสดุสำคัญสำหรับการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ชีวิตประจำวันแทบทุกชนิดที่มีสมรรถนะสูง ประหยัดพลังงานไฟและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็น โทรศัพท์มือถือ แทปเล็ต โทรทัศน์จอแบน คอมพิวเตอร์ ชุดเครื่องเสียงลำโพงขนาดจิ๋ว กล้องดิจิตอล หลอดประหยัดไฟเบอร์ 5 แบตเตอรี่แบบชาร์จปะ รวมไปถึงชิ้นส่วนรถยนต์ไฮบริดจ์ เครื่องบิน กังหันลมผลิตไฟฟ้า สารเร่งปฏิกิริยา (catalysts) ในกระบวนการกลั่นน้ำมัน สารให้สีในเครื่องแก้วและเซรามิกส์ สารเรืองแสง แว่นตาสำหรับใช้งานในเวลากลางคืน อาวุธยุทโธปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความแม่นยำสูง ยาและอุปกรณ์การแพทย์ ปุ๋ย อุปกรณ์การกีฬา เป็นต้น ซึ่งธาตุหายากแต่ละตัวมีการนำไปใช้ประโยชน์ที่หลากหลายแตกต่างกัน ดังแสดงสรุปไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การใช้ประโยชน์หลัก ๆ ของธาตุหายากแต่ละชนิด (ดัดแปลงจาก Bleiwas and Gambogi, 2013)

การใช้ประโยชน์	กลุ่มธาตุหายากเบา (LREEs)								กลุ่มธาตุหายากหนัก (HREYs)								Sc
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	
โลหะผสม	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
แบตเตอรี	x	x	x	x	x				x								
ตัวเร่งปฏิกิริยา	x	x	x	x		x		x							x	x	
เซรามิกส์	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
อิเล็กทรอนิกส์	x	x	x	x					x	x		x				x	
ปุ๋ย	x	x		x													
เครื่องแก้ว	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
หลอดไฟ	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x			x	x
เลเซอร์	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
แม่เหล็ก		x	x	x		x	x	x	x	x	x						
ยา-เวชภัณฑ์	x	x		x		x	x	x			x	x			x		
อุปกรณ์ดูดซับนิวตรอน		x				x	x	x		x	x	x				x	
สารเรืองแสง	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

บทที่ 3

ธรณีวิทยาทั่วไป

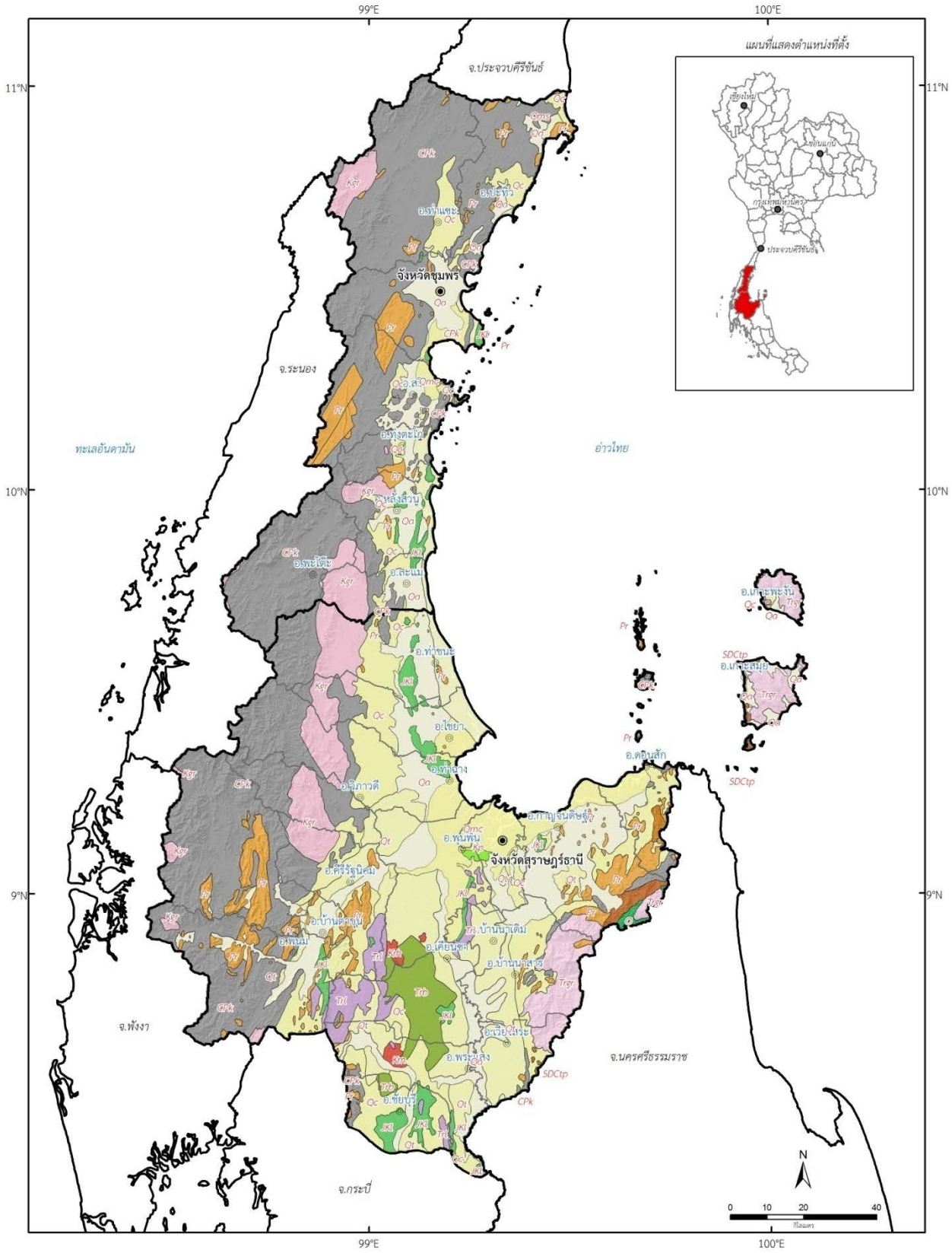
เนื้อที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี ประมาณร้อยละ 80 - 85 รองรับด้วยหินตะกอน หินแปร และตะกอนร่วน ที่มีอายุหินตั้งแต่ออร์โดวิเชียนจนถึงตะกอนอายุปัจจุบัน ในขณะที่ร้อยละ 15 - 20 ของเนื้อที่ทั้งหมดจะรองรับด้วยหินอัคนี ที่ประกอบด้วยหินอัคนีแทรกซอนชนิดหินแกรนิตเป็นหลักและมีหินอัคนีพุบ้างเล็กน้อย โดยพืดหินแข็งส่วนใหญ่พบปรากฏกระจายตัวอยู่ 2 บริเวณ ได้แก่ พื้นที่ทางซีกตะวันตกของทั้งสองจังหวัด และพื้นที่ทางซีกตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของสุราษฎร์ธานี ในขณะที่ตะกอนอายุปัจจุบันส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ในบริเวณที่ราบตอนกลางและชายฝั่งทะเลอ่าวไทย (รูปที่ 3) สำหรับมวลหินแกรนิตที่พบกระจายตัวในพื้นที่นั้นประกอบด้วย หินแกรนิตที่มีช่วงอายุหินสองช่วงอายุ คือ *หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (TRgr)* ซึ่งจัดอยู่ในมณฑลหินแกรนิตแนวกลาง (Central Granitic Belt) และ*หินแกรนิตยุคครีเตเชียส (Kgr)* ซึ่งจัดอยู่ในมณฑลหินแกรนิตแนวตะวันตก (Western Granitic Belt) (กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ก - ค; Cobbing, 2011)

3.1 หินแกรนิต

หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (TRgr) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิตจำพวก S-type (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) พบกระจายตัวเฉพาะในบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ในเขตอำเภอบ้านนาสารบ้านนาเดิม กาญจนดิษฐ์ เวียงสระ และบนเกาะสมุยและเกาะพงันในพื้นที่สำรวจพบว่าหินแกรนิตยุคนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินเนื้อดอก ทั้งชนิดหินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต และหินไบโอไทต์-มัสโคไวต์-ทัวร์มาลีนแกรนิต นอกจากนี้ยังพบ หินไบโอไทต์-มัสโคไวต์-ทัวร์มาลีนแกรนิต ผลึกละเอียดถึงหยาบ หินลูโคแกรนิต สายเพกมาไทต์ และสายแร่ควอตซ์ เกิดร่วมอยู่ด้วย นอกจากนี้เนื้อหินแกรนิตในบางจุดมีเปลี่ยนสภาพเป็นไกรเซนและจากการศึกษาทางศิลาวรรณนาเบื้องต้นพบว่านอกจากแร่ไบโอไทต์ และ/หรือมัสโคไวต์ ซึ่งเป็นแร่รองของหินแกรนิตในบริเวณนี้แล้วยังประกอบด้วยแร่เสริมอื่น ได้แก่ เซอร์คอน อะพาไทต์ และทัวร์มาลีนโดยมีค่าความเป็นแม่เหล็กอยู่ในช่วง 0.01-0.18 x 10^{3} SI (Cobbing, 2011)

หินแกรนิตยุคครีเทเชียส (Kgr) ที่ประกอบขึ้นด้วยหินแกรนิตจำพวกS-type และ I-type (กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ค) พบหย่อมใหญ่ก่อตัวเป็นเทือกยาวอยู่บริเวณด้านใต้ของจังหวัดชุมพรในเขตอำเภอละแมต่อเนื่องเข้าไปในเขตอำเภอท่าชนะ ไชยา และส่วนบนของเขตอำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี และยังพบในลักษณะหย่อมขนาดเล็ก 3 หย่อมกระจายตัวในเขตอำเภอท่าแซะทางตอนเหนือ อำเภอหลังสวน ทางตอนใต้ของชุมพร และอำเภอคีรีรัตน์นิคม-วิภาวดี ของสุราษฎร์ธานี ในพื้นที่สำรวจพบว่าหินแกรนิตยุคนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วย หินไบโอแกรนิต หินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์แกรนิตเนื้อสม่ำเสมอและเนื้อดอก ผลึกขนาดละเอียดถึงหยาบ หินลูโคแกรนิต หินแอไพลต์

และสายแร่ควอตซ์ บางบริเวณที่ใกล้กับรอยเลื่อนพบเนื้อหินมีการเรียงตัวของแร่ พบกระจายตัวจากการศึกษาทางศิลาวรรณนาเบื้องต้นพบว่านอกจากแร่ไบโอไทต์ และ/หรือมัสโคไวต์ ซึ่งเป็นแร่รองของหินแกรนิตในบริเวณนี้แล้ว ยังประกอบด้วยแร่เสริมชนิดอื่น ได้แก่ ฮอร์นเบลนด์ สฟีน แอลลาไนต์ เซอร์คอน และอะพาไทต์ โดยมีค่าความเป็นแม่เหล็กอยู่ในช่วง 0.06-1.58x 10^{3} SI (Cobbing, 2011)

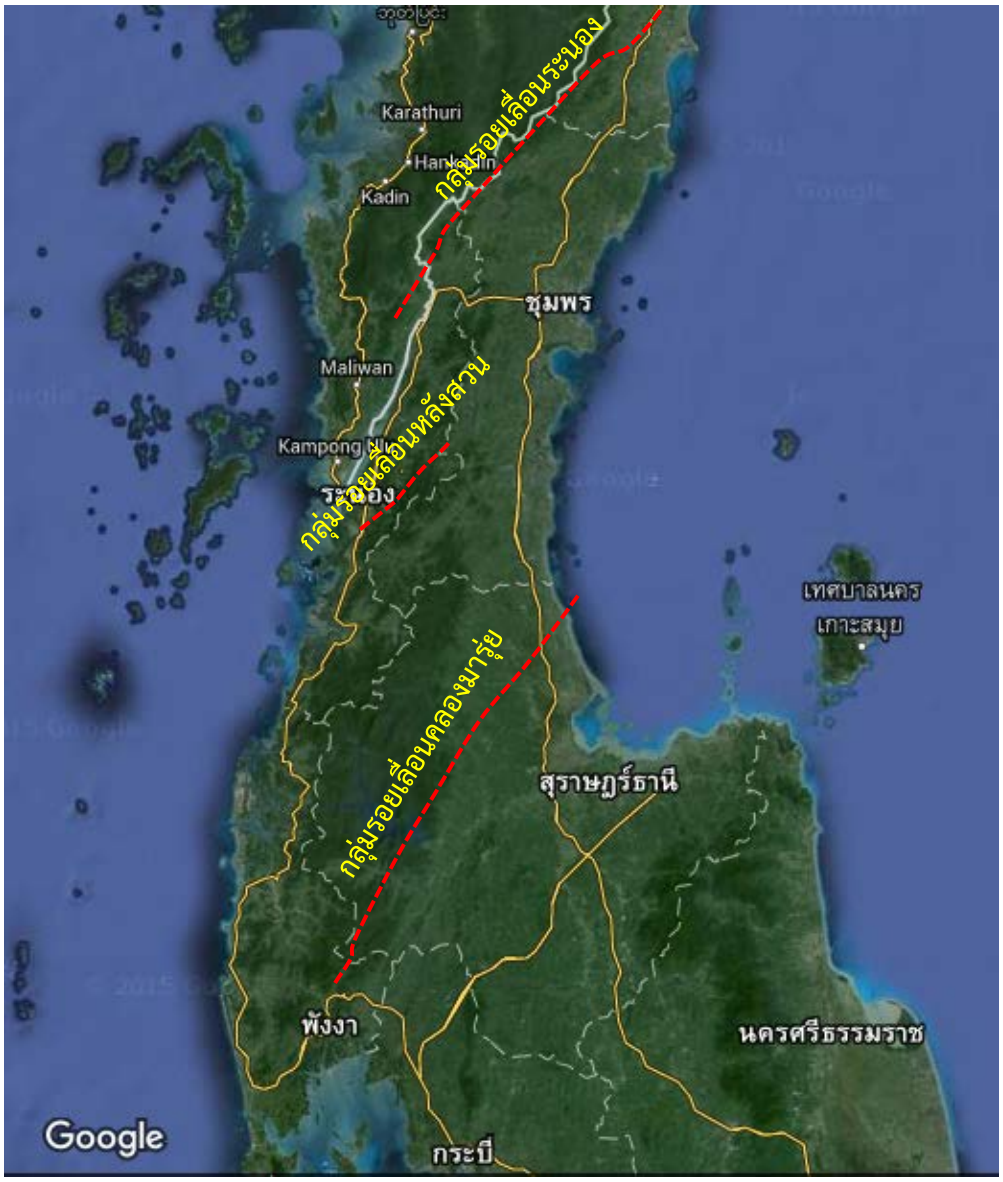


รูปที่ 3 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี (ดัดแปลงจาก กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ง และ จ)

รูปที่ 3 (ต่อ) คำอธิบายหน่วยหินในแผนที่ธรณีวิทยาบริเวณจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี (ดัดแปลงจาก กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ง และ จ)

3.2 ธรณีวิทยาโครงสร้าง

จังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี ตั้งอยู่ในบริเวณที่พบกลุ่มรอยเลื่อนที่ยังมีพลังที่สำคัญ 2 กลุ่ม ได้แก่ *กลุ่มรอยเลื่อนระนอง* วางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งต่อเนื่องมาจากบริเวณจังหวัดระนองและพาดผ่านบริเวณตอนเหนือของจังหวัดชุมพร ตามแนวลุ่มน้ำห้วยท่าแซะ และ *กลุ่มรอยเลื่อนคลองมารุ่ย* วางตัวในแนวใกล้เคียงกับกลุ่มรอยเลื่อนระนอง ต่อเนื่องมาจากบริเวณ จังหวัดภูเก็ต พังงาและกระบี่ พาดผ่านบริเวณอำเภอพนมไปจนถึงอำเภอไชยา ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างทางธรณีวิทยาในบริเวณนี้อยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้เป็นหลัก โดยกลุ่มรอยเลื่อนทั้ง 2 มีการเคลื่อนตัวไปทางขวา นอกจากนี้ยังพบ *กลุ่มรอยเลื่อนหลังสวน* วางตัวในทิศทางเดียวกับกลุ่มรอยเลื่อนหลักทั้ง 2 กลุ่ม ที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น พาดผ่านบริเวณอำเภอพะโต๊ะไปถึงอำเภอหลังสวน (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 กลุ่มรอยเลื่อนที่พาดผ่านในบริเวณจังหวัดชุมพรและจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ดัดแปลงจาก กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ค)

บทที่ 4

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

4.1 ธรณีวิทยาแหล่งแร่ทั่วไป

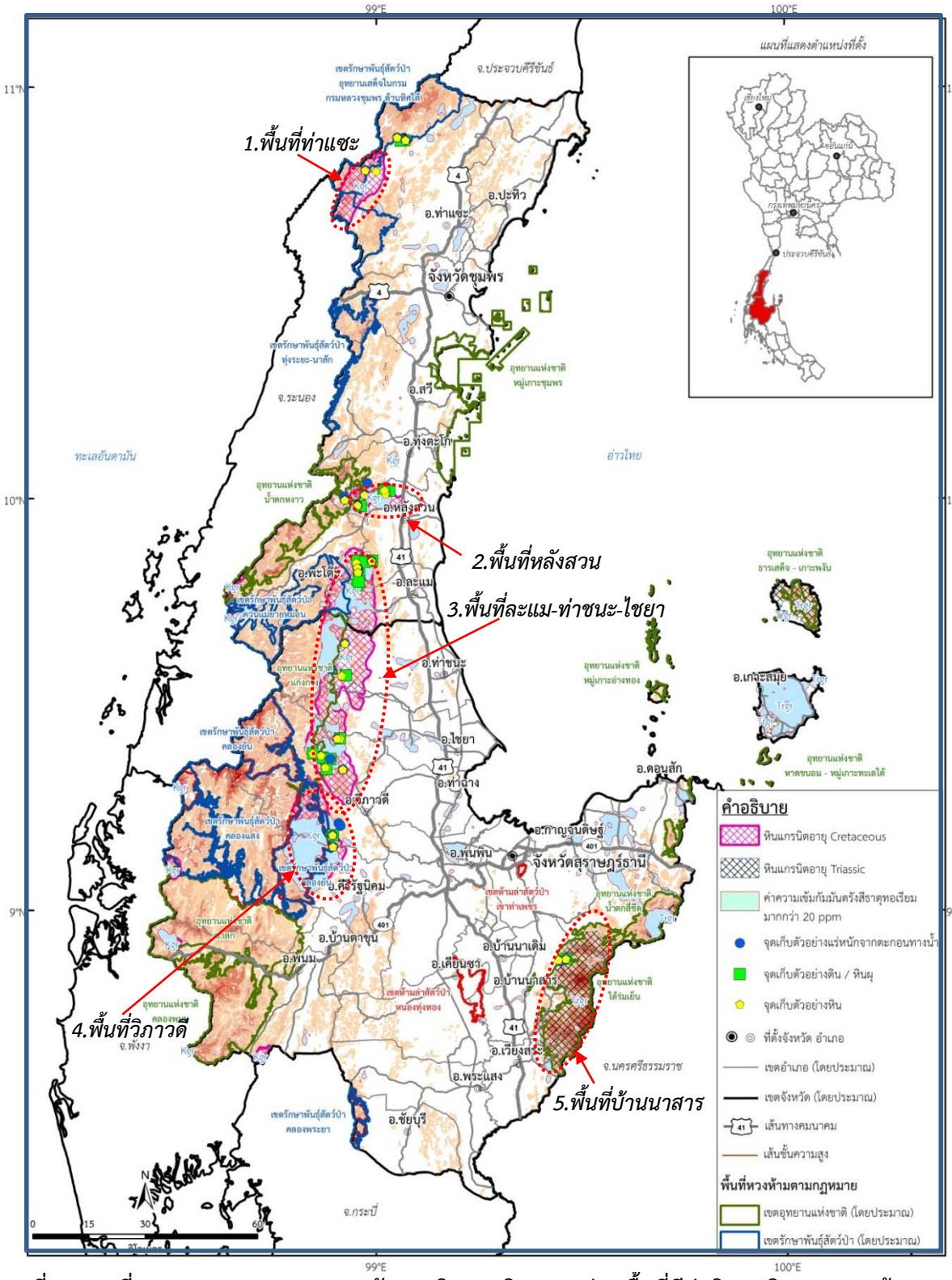
สำหรับลักษณะทางธรณีวิทยาของประเทศไทยนั้น มวลหินตระกูลแกรนิตมีแนวโน้มในการเป็นแหล่งให้ธาตุหายาก สูงกว่ามวลหินชนิดอื่น ๆ ไม่ว่าจะในรูปแบบของการเป็นแหล่งให้กำเนิดแร่หนักให้ธาตุหายาก อาทิ แร่โมนาไซต์ ซีโนไทม์ แอลลาไนต์ ที่ถูกพัดพามาสะสมตัวรวมกันในชั้นกะสะ (placer deposit type) หรือรูปแบบของการสะสมตัวธาตุหายากในชั้นดิน/หินผุซึ่งเป็นผลจากกระบวนการผุสลายทางเคมีอยู่กับที่ของมวลหินที่ปลดปล่อยปะจุธาตุหายากออกมาแล้วถูกดูดซับด้วยแร่ดินในชั้นดิน/หินผุ (ion adsorption type) ประกอบกับชนิดแร่ประกอบหินให้ธาตุหายากชนิดที่พบในประเทศไทยมักมีธาตุกัมมันตรังสี โดยเฉพาะทอเรียมเป็นธาตุหลักตัวหนึ่งในโครงสร้างผลึกแร่ ดังนั้นในการสำรวจและประเมินศักยภาพธาตุหายากในบริเวณจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี จึงใช้ผลการสำรวจธรณีเคมีจากโครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ แปลงที่ 2/2543 “พื้นที่ท่าแซะ” และแปลงที่ 5/2544 “พื้นที่พะโต๊ะ” ควบคู่กับระดับค่าความเข้มกัมมันตรังสีจากผลการบินสำรวจเป็นปัจจัยพื้นฐานตัวหนึ่งในการช่วยคัดเลือกพื้นที่ที่น่าจะมีศักยภาพธาตุหายากเป็นการเบื้องต้น

จากการศึกษาค่าความเข้มกัมมันตรังสีจากผลการบินสำรวจ (แปลผลโดยสำนักเทคโนโลยีธรณี) พบว่าพื้นผิวดินบริเวณภาคใต้ของประเทศมีช่วงค่าความเข้มกัมมันตรังสีที่วัดได้จากธาตุอนุพันธ์กัมมันต์โพแทสเซียม (K) ยูเรเนียม (U) ธาตุทอเรียม (Th) และค่ากัมมันตรังสีรวม (Total Count) ดังสรุปไว้ในตารางที่ 3 และได้กำหนดค่าผิดปกติทอเรียมอยู่ที่ระดับค่าตั้งแต่ 20 ppm ขึ้นไปเป็นค่าฐานสำหรับกำหนดขอบเขตหย่อมพื้นที่ที่น่าจะมีศักยภาพธาตุหายากสูง ซึ่งหย่อมพื้นที่ที่แสดงค่าความผิดปกติส่วนใหญ่จะอยู่ตั้งแต่บริเวณอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ทอดยาวมาทางทิศใต้จนถึงอำเภอวิภาวดี บางส่วนของอำเภอกาญจนดิษฐ์ รวมไปถึงเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี แต่ทั้งนี้พบว่าพื้นที่ที่มีค่าความผิดปกติจะซ้อนทับกับเขตหวงห้ามตามกฎหมายและเป็นพื้นที่ลาดชันเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจากการประมวลผลรวมจากข้อมูลฐานเบื้องต้นที่มี จึงได้กำหนดบริเวณพื้นที่หย่อมหินแกรนิตที่อยู่นอกเขตหวงห้ามตามกฎหมาย จำนวน 5 พื้นที่ ประกอบด้วย พื้นที่ (1) “ท่าแซะ” (2) “หลังสวน” (3) “ละแม-ท่าชนะ-ไชยา” (4) “วิภาวดี” ซึ่งเป็นหินแกรนิตที่อยู่ในแนวตะวันตกมีอายุประมาณครีเทเชียส และ (5) “บ้านนาสาร” ซึ่งเป็นหินแกรนิตที่อยู่ในแนวตอนกลางมีอายุประมาณไทรแอสซิก (รูปที่ 5) เป็นพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นสำหรับการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่งต่อไป

ตารางที่ 3 ค่าความเข้มกัมมันตรังสีซึ่งแปลผลจากการบินสำรวจบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย

ค่าความเข้มกัมมันตรังสี	Min	Mean	Max	SD

ธาตุโพแทสเซียม (K) (%)	0.34	0.87	6.51	0.77
ธาตุยูเรเนียม (U) (ppm)	1.02	3.27	32.63	2.88
ธาตุทอเรียม (Th) (ppm)	1.91	12.99	143.39	10.5
Total Count	1.06	12.24	104.06	9.36



รูปที่ 5 แผนที่แสดงขอบเขตการกระจายตัวของหินแกรนิตและหย่อมพื้นที่มีค่าผิดปกติของความเข้มกัมมันตรังสีธาตุทอเรียม (Th) ที่ได้จากการแปลผลการบินสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศบริเวณจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี พร้อมกรอบพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นทั้ง 5 พื้นที่ สำหรับสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่ง

4.2 ธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่ง

จากการศึกษาธรณีวิทยาแหล่งแร่ในเบื้องต้นพบว่า *หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก* ที่พบกระจายตัวในพื้นที่สำรวจส่วนใหญ่เป็นมีเนื้อหินเป็นชนิดมัสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอกผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ (3 - 6 มม.) (รูปที่ 6ก) เป็นหลัก ซึ่งพบหินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต ผลึกขนาดละเอียดถึงปานกลาง (1 - 2 มม.) แทรกตัดในบางจุด และในบางบริเวณพบหินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ที่มีผลึกแร่พื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ (2 - 7 มม.) (รูปที่ 6ข) โผล่ปรากฏร่วมด้วย ส่วน*หินแกรนิตยุคครีเทเชียส* สามารถแบ่งได้ออกเป็น 5 ประเภท ประกอบด้วย หินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอกผลึกขนาดปานกลาง (2 - 5 มม.) (รูปที่ 6ค) หินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิตผลึกขนาดละเอียดถึงปานกลาง (0.5 - 3 มม.) หินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์แกรนิตเนื้อสม่ำเสมอผลึกขนาดปานกลาง (2 - 4 มม.) (รูปที่ 6ง) ไบโอไทต์-มัสโคไวต์-ทัวร์มาลีนแกรนิต และหินแกรนิตเนื้อดอกผลึกขนาดละเอียดถึงปานกลาง และหินแกรนิตเนื้อสม่ำเสมอผลึกขนาดละเอียด เนื้อหินมีการเรียงตัวและบางบริเวณเริ่มมีการแยกชั้นระหว่างแร่ไบโอไทต์กับแร่ควอตซ์และเฟลด์สปาร์ (รูปที่ 6จ และ ฉ) ชั้นหินแกรนิตผุในพื้นที่ส่วนใหญ่มีระดับการผุพังในระดับปานกลางถึงสูง (2 - 5 เมตร) โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่มีความลาดชันต่ำอาจจะมีการสะสมตัวของชั้นหินแกรนิตผุมากถึง 10 เมตร

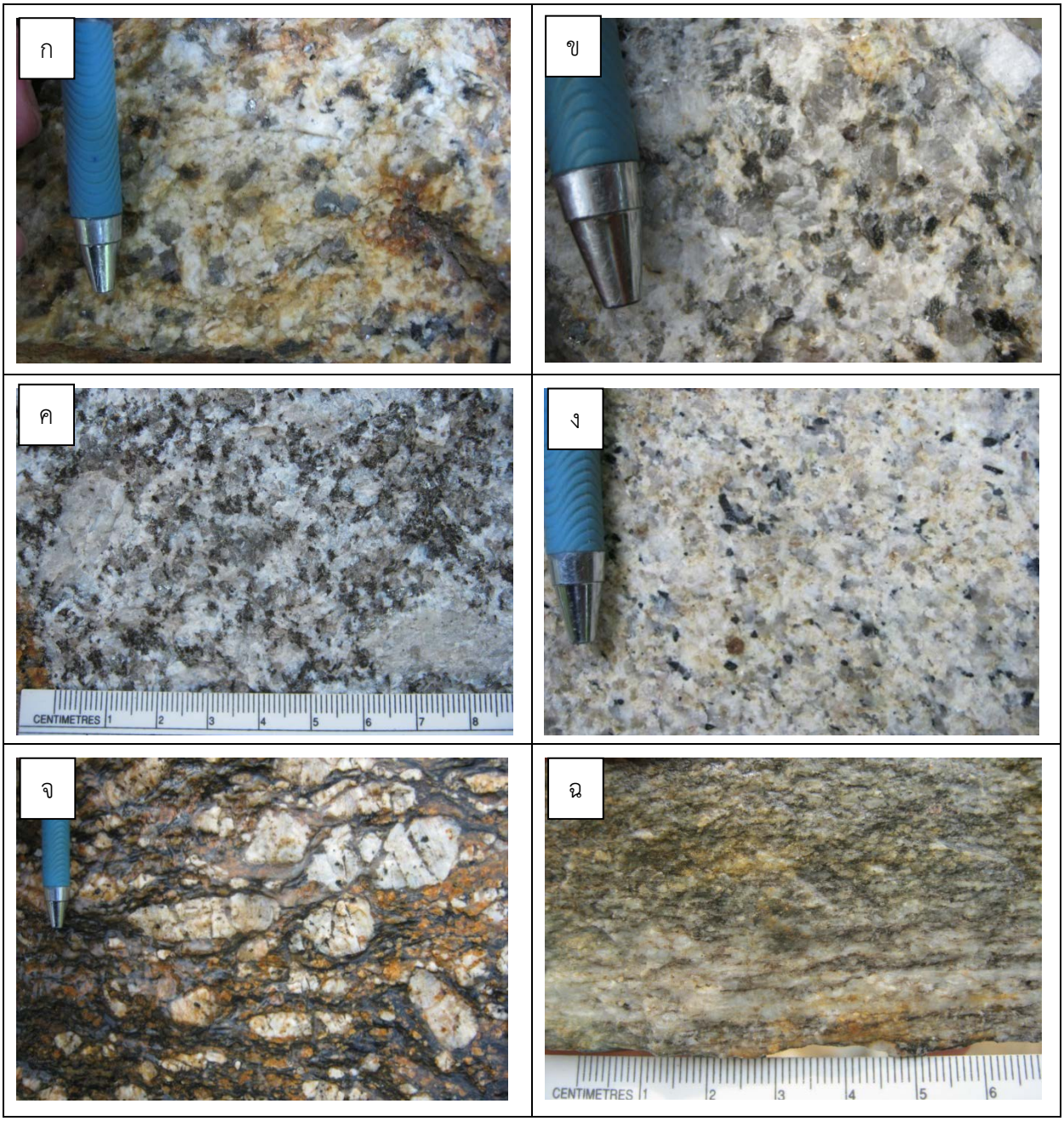
ในการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่งได้ดำเนินสำรวจหาปริมาณแร่หนักตกค้างด้วยการร่อนเลียงตะกอนชั้นกะสะทางน้ำ (จากตัวอย่างตะกอนทางน้ำปริมาตร 10 ลิตร) จำนวน 24 จุดเก็บตัวอย่าง ควบคู่กับร่อนเลียงหาปริมาณแร่หนักตกค้างในชั้นดิน/หินแกรนิตผุ (จากตัวอย่างชั้นดิน/หินแกรนิตผุปริมาตร 10 ลิตร) จำนวน 72 ตัวอย่าง ครอบคลุมพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นทั้ง 5 พื้นที่ (โดยหัวแร่ได้จากการร่อนเลียงทุกตัวอย่าง จะผ่านขั้นการลอยแร่ด้วยสารละลายโบรโมฟอร์ม ก่อนที่จะส่งวินิจฉัยชนิดแร่หนักแร่เพื่อหาค่าความสมบูรณ์) และทำการเก็บตัวอย่างหินแกรนิตสดจำนวน 32 ตัวอย่าง และชั้นดิน/หินแกรนิตผุจำนวน 103 ตัวอย่าง ส่งวิเคราะห์เคมีด้วยวิธี ICP-MS (บดตัวอย่างด้วยชุดหัวบดเซรามิกส์) เพื่อหาปริมาณธาตุหายาก และด้วยวิธี XRF (บดตัวอย่างด้วยชุดหัวบดทังสเตนคาร์ไบด์) เพื่อหาปริมาณธาตุองค์ประกอบหลัก สำหรับนำมาประเมินระดับการผุผังทางเคมีโดยพิจารณาจากค่า CIA (Chemical Index of Alteration) ดังแสดงการเปรียบเทียบผลไว้ในตารางที่ 4 และรายละเอียดผลการสำรวจในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้

4.2.1 พื้นที่ “ท่าแซะ”

พื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นที่ 1 “ท่าแซะ” ตั้งอยู่ในเขตอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร โดยสภาพพื้นที่ซีกตะวันตกเป็นภูเขาสูงชัน ส่วนซีกตะวันออกเป็นที่ราบลอนคลื่นสลับกับเนินเขาเตี้ยๆ ที่เอื้อกับการพัฒนาชั้นดิน/หินแกรนิตผุอยู่กับที่ แต่พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตหวงห้ามตามกฎหมาย เนื้อ

หินแกรนิตในพื้นที่ พบได้ 2 ลักษณะหลัก คือ หินแกรนิตเนื้อดอก ผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ และหินเนื้อสม่ำเสมอ ผลึกขนาดละเอียด เนื้อหินทั้งสองแสดงการเรียงตัวของผลึกแร่ที่เริ่มปรากฏการแยกส่วนระหว่างแร่สีเข้มกับแร่สีจาง ซึ่งเนื้อหินมีค่าความเป็นแม่เหล็กที่ได้วัดอยู่ในช่วงค่าค่อนข้างต่ำ (0.04 - 0.24 x 10^{3} SI)

จากผลการร่อนเลียงในพื้นที่ท่าแซะนี้ พบว่ามีปริมาณแร่หนักตกค้างในตะกอนทางน้ำจำนวน 3 จุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในช่วง 895 - 4,039 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2,949 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุจำนวน 12 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 7 - 371 กรัมต่อ



รูปที่ 6 ลักษณะเนื้อหินในพื้นที่ศึกษา

(ก) หินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ บริเวณพิกัด

548898E/981656N

(ข) หินมัสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ บริเวณพิกัด 543766E/1670742N

(ค) หินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ผลึกขนาดปานกลาง บริเวณพิกัด 502319E/1107847N

(ง) หินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์แกรนิตเนื้อสม่ำเสมอ ผลึกขนาดปานกลาง บริเวณพิกัด 496931E/1106580N

(จ) หินแกรนิตเนื้อดอกผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ เนื้อหินแสดงลักษณะการเรียงตัวอันเนื่องมาจากแนวแรงเฉือน บริเวณพิกัด 497106E/1193808N

(ฉ) หินแกรนิตเนื้อสม่ำเสมอผลึกขนาดละเอียด เนื้อหินแสดงลักษณะการเรียงตัวคล้ายหินไนส์ บริเวณพิกัด 507921E/1201924N

ตารางที่ 4 สรุปเปรียบเทียบผลสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่งและผลวิเคราะห์เคมีในพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นทั้ง 5 พื้นที่

พื้นที่	ท่าแซะ	หลังสวน	ละแม-ท่าชนะ-ไชยา	วิภาวดี	บ้านนาสาร
ค่าความเป็นแม่เหล็ก (x 10^3 SI)	0.04-0.24	0.005-0.36	0.014-0.227	0.041-0.617	0.029-0.066
ปริมาณแร่หนักรวม	**(g/m^3)**				
ตะกอนทางน้ำ	895-4,039	85-1,672	30-797	290-602	959
ชั้นดิน	7-371	85-2,297	4-291	37-139	125-491
ปริมาณธาตุหายากรวม	**(ppm)**				
ในเนื้อหิน	***180-678***	***122-421***	***222-451***	***273-314***	***99-108***
ค่าเฉลี่ย	378.17	211.17	*296.60*	*293.30*	*103.70*
ค่า SD	205.24	137.21	*68.06*	*29.31*	*6.49*
ค่าเฉลี่ย HREY:LREE	14.29:85.71	24.28:75.72	*22.75:77.25*	*16.65:83.35*	*35.89:64.11*
ค่า CIA	**51.00-53.17**	**43.47-55.34**	***50.42-55.92***	***50.31-51.63***	***53.83-55.46***
ในชั้นดิน	***340-637***	***102-445***	***130-899***	***277-483***	***135-197***
ค่าเฉลี่ย	521.64	210.68	*393.12*	*415.57*	*170.03*
ค่า SD	100.57	108.75	*161.19*	*71.38*	*28.19*
ค่าเฉลี่ย HREY:LREE	14.78:85.22	17.80:82.20	*21.13:78.87*	*19.67:80.33*	*30.43:69.57*
ค่า CIA	**73.58-96.17**	**65.05-97.49**	***62.35-92.30***	***64.05-70.78***	***75.25-86.50***

ลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 170 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชนิดแร่หนักที่พบ ได้แก่ อิลเมไนต์ โมนาไซต์-ซีโนไทม์ ดีบุก เซอร์คอน การ์เนต ฮีมาไทต์ รูไทล์ และทัวร์มาลีน

จากผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างหินแกรนิตสด 5 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณรวมของธาตุหายากอยู่ในช่วง 180 - 678 ppm ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 378 ppm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 205 ppm และมีค่า CIA ในช่วง 51 - 53% ส่วนตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุ 10 ตัวอย่าง มีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 340 - 637 ppm ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 522 ppm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 101 ppm และมีค่า CIA ในช่วง 74 - 96% ซึ่งทั้งหินสดและเนื้อดินมีอัตราส่วนธาตุหายากหนักต่อธาตุหายากเบาเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 14 : 86 และ 15 : 85 ตามลำดับ

จากลักษณะชนิดของแร่ประกอบหิน และช่วงค่าความเป็นแม่เหล็กของเนื้อหินแกรนิตที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ประกอบกับชนิดแร่เหล็กที่เป็นแร่หนักตกค้างในพื้นที่ที่พบส่วนใหญ่เป็นแร่อิลเมไนต์ บ่งชี้เบื้องต้นว่าหินแกรนิตในบริเวณนี้น่าจะเป็นกลุ่มหินแกรนิตประเภท Ilmenite series

4.2.2 พื้นที่ “หลังสวน”

พื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นที่ 2 “หลังสวน” ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ในอดีตพื้นที่นี้เคยเป็นเหมืองดีบุกแต่ปัจจุบันหยุดดำเนินการไปแล้วทั้งหมด บริเวณที่ราบเชิงเขามีความลาดชันไม่มาก แต่เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ผ่านการทำเหมืองดีบุกส่งผลให้ชั้นหินแกรนิตผุถูกชะล้างไปเป็นส่วนใหญ่ไม่เหมาะสำหรับการสะสมตัวของธาตุหายาก โดยหินแกรนิตที่พบในพื้นที่ประกอบด้วยเนื้อหิน 3 ประเภท ได้แก่ หินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอกผลึกขนาดปานกลาง (2 - 5 มม.) บางบริเวณเนื้อหินเริ่มมีการเรียงตัว หินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์แกรนิตเนื้อสม่ำเสมอผลึกขนาดละเอียดถึงปานกลาง (1 - 3 มม.) และไบโอไทต์-มัสโคไวต์-ทัวร์มาลีนแกรนิต และหินแกรนิตเนื้อดอกผลึกขนาดละเอียดถึงปานกลาง (1 - 2 มม.) บริเวณตอนกลางพื้นที่เป็นภูเขาและโดยรอบเป็นที่ราบเชิงเขา ซึ่งเนื้อหินแกรนิตมีค่าความเป็นแม่เหล็กที่ได้วัดอยู่ในช่วงต่ำมากถึงปานกลาง (0.005 - 0.36 x 10^3 SI)

จากผลการร่อนเลียงในพื้นที่หลังสวนนี้ พบว่ามีปริมาณแร่หนักตกค้างในตะกอนทางน้ำจำนวน 7 จุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในช่วง 85 - 1,672 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 858 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุจำนวน 10 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 85 - 2,297 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,034 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชนิดแร่หนักที่พบ ได้แก่ อิลเมไนต์ ดีบุก การ์เนต ทัวร์มาลีน ฮีมาไทต์ โมนาไซต์-ซีโนไทม์ เซอร์คอน และรูไทล์

จากผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างหินแกรนิตสด 7 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณรวมของธาตุหายากอยู่ในช่วง 56 - 421 ppm ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 211 ppm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 137 ppm และมีค่า CIA ในช่วง 43 - 55% ส่วนตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุ 28 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 102 - 445 ppm ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 211 ppm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 109 ppm และมีค่า CIA ในช่วง 65 - 98% โดยหินสดและเนื้อดินมีอัตราส่วนธาตุหายากหนักต่อธาตุหายากเบาเฉลี่ยที่ต่างกันอยู่บ้าง คือ 24 : 76 และ 18 : 82 ตามลำดับ โดยจะพบว่าปริมาณธาตุหายากในชั้นดิน/หินแกรนิตผุใกล้เคียงกับในหินแกรนิตสดมาก

จากลักษณะชนิดของแร่ประกอบหิน และช่วงค่าความเป็นแม่เหล็กของเนื้อหินแกรนิตที่อยู่ในระดับที่ไม่สูงนัก ประกอบกับชนิดแร่เหล็กที่เป็นแร่หนักตกค้างในพื้นที่ที่พบส่วนใหญ่เป็นแร่อิลเมไนต์ บ่งชี้เบื้องต้นว่าหินแกรนิตในบริเวณนี้น่าจะเป็นกลุ่มหินแกรนิตประเภท Ilmenite series เช่นเดียวกับหินแกรนิตในพื้นที่ท่าแซะ

4.2.3 พื้นที่ “ละแม-ท่าชนะ-ไชยา”

พื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นที่ 3 “ละแม-ท่าชนะ-ไชยา” ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ต่อเนื่อง 3 อำเภอ คือ อำเภอละแม จังหวัดชุมพร และ อำเภอท่าชนะและไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยบริเวณตะวันตกของพื้นที่จะเป็นพื้นที่เขาสูงชันและอยู่ในเขตพื้นที่หวงห้ามตามกฎหมายของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าควนแม่ยายหม่อนและอุทยานแหล่งชาติแก่งกรุง ส่วนบริเวณด้านตะวันออกของพื้นที่เป็นพื้นที่ราบสลับเนินเขาเล็กๆ เหมาะสำหรับการสะสมตัวของชั้นหินแกรนิตผุหินในพื้นที่ประกอบด้วยหินแกรนิต 3 ประเภท ได้แก่ หินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ผลึกขนาดปานกลาง (2 - 4 มม.) ที่บางบริเวณพบผลึกแร่สีเข้มลักษณะคล้ายกับแร่ฮอร์นเบลนด์ หินไบโอไทต์แกรนิตผลึกขนาดละเอียดถึงปานกลาง (1 - 3 มม.) และหินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิตผลึกขนาดละเอียดถึงปานกลาง (0.5 - 3 มม.) ซึ่งเนื้อหินแกรนิตมีค่าความเป็นแม่เหล็กที่ได้วัดอยู่ในช่วงค่าค่อนข้างต่ำ (0.014 - 0.227 x 10^3 SI)

จากผลการร่อนเลียงในพื้นที่ละแม-ท่าชนะ-ไชยานี้ พบว่ามีปริมาณแร่หนักตกค้างในตะกอนทางน้ำจำนวน 11 จุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในช่วง 30 - 797 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 213 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร และตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุเพื่อร่อนเลียงหาปริมาณแร่หนักตกค้างจำนวน 46 ตัวอย่าง อยู่ในช่วง 4 - 291 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 59 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชนิดแร่หนักที่พบ ได้แก่ อิลเมไนต์ เซอร์คอน โมนาไซต์-ซีโนไทม์ ฮีมาไทต์ รูไทล์ ดีบุก เอพิโดต ทัวร์มาลีน และการ์เนต

จากผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างหินแกรนิตสด 16 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณรวมของธาตุหายากอยู่ในช่วง 162 - 451 ppm ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 296.6 ppm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 68.1 ppm และมีค่า CIA ในช่วง 50 - 56% ส่วนตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุ 53 ตัวอย่าง มีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 130 - 899 ppm ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 393 ppm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 161 ppm และมีค่า CIA ในช่วง 62 - 92% ซึ่งทั้งหินสดและเนื้อดินมีอัตราส่วนธาตุหายากหนักต่อธาตุหายากเบาเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 23 : 77 และ 21 : 79 ตามลำดับ

จากลักษณะชนิดของแร่ประกอบหิน และช่วงค่าความเป็นแม่เหล็กของเนื้อหินแกรนิตที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ประกอบกับชนิดแร่เหล็กที่เป็นแร่หนักตกค้างในพื้นที่ที่พบส่วนใหญ่เป็นแร่อิลเมไนต์ บ่งชี้เบื้องต้นว่าหินแกรนิตในบริเวณนี้น่าจะเป็นกลุ่มหินแกรนิตประเภท Ilmenite series เช่นเดียวกับหินแกรนิตในสองพื้นที่แรก

4.2.4 พื้นที่ “วิภาวดี”

พื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นที่ 4 “วิภาวดี” ตั้งอยู่ในเขตคาบเกี่ยว 2 อำเภอ ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี คือวิภาวดีและคีรีรัตน์นิคมซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองยันและเป็นพื้นที่สูงชันที่ไม่เหมาะกับการสะสมตัวอยู่กับที่ของชั้นดิน/หินแกรนิตผุ ยกเว้นพื้นที่ราบแคบ ๆ บริเวณเชิงเขาทางด้านตะวันออก เนื้อหินแกรนิตในพื้นที่เป็นหินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ผลึกขนาดปานกลาง (2 - 3 มม.) ซึ่งเนื้อหินมีค่าความเป็นแม่เหล็กที่ได้วัดอยู่ในช่วงค่าต่ำถึงค่อนข้างสูง (0.041 - 0.617 x 10^3 SI)

จากผลการร่อนเลียงในพื้นที่วิภาวดีนี้ พบว่ามีปริมาณแร่หนักตกค้างในตะกอนทางน้ำจำนวน 2 จุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในช่วง 290 - 602 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 446 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในชั้นดิน/หินแกรนิตผุจำนวน 7 ตัวอย่างอยู่ในช่วง 37 - 139 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 57 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ชนิดแร่หนักที่พบ ได้แก่ อิลเมไนต์ โมนาไซต์-ซีโนไทม์ เซอร์คอน ดีบุก และฮีมาไทต์

จากผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างหินแกรนิตสด 2 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณรวมของธาตุหายากอยู่ในช่วง 273 - 314 ppm ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 293 ppm และมีค่า CIA ในช่วง 50 - 52% ส่วนตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุ 7 ตัวอย่าง มีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 277 - 483 ppm ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 415 ppm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 71 ppm และมีค่า CIA ในช่วง 64 - 71% ซึ่งทั้งหินสดและเนื้อดินมีอัตราส่วนธาตุหายากหนักต่อธาตุหายากเบาเฉลี่ยไม่ต่างกันมากนัก คือ 17 : 83 และ 20 : 80 ตามลำดับ

จากลักษณะชนิดของแร่ประกอบหิน และช่วงค่าความเป็นแม่เหล็กของเนื้อหินแกรนิตที่กว้างตั้งแต่ระดับต่ำถึงค่อนข้างสูง ประกอบกับชนิดแร่เหล็กที่เป็นแร่หนักตกค้างในพื้นที่ที่พบส่วนใหญ่เป็นแร่อิลเมไนต์ บ่งชี้เบื้องต้นว่าเนื้อหินแกรนิตในบริเวณนี้น่าจะเป็นกลุ่มหินแกรนิตประเภท Ilmenite series เป็นหลัก และอาจมีเนื้อหินแกรนิตประเภท Magnetite series เกิดแทรกปะปนเป็นหย่อมเล็ก ๆ

4.2.5 พื้นที่ “บ้านนาสาร”

พื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นที่ 5 “บ้านนาสาร” ตั้งอยู่ในเขตคาบเกี่ยว 2 อำเภอ ของสุราษฎร์ธานี คือ บ้านนาสาร และบ้านนาเดิมซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติใต้ร่มเย็นและเป็นพื้นที่เขาสูงชันไม่เหมาะกับการสะสมตัวอยู่กับที่ของชั้นดิน/หินแกรนิตผุ เนื้อหินแกรนิตในพื้นที่ประกอบด้วย 3 ประเภท ได้แก่หินทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ (2 - 7 มม.) หินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิตเนื้อดอก ที่มีผลึกแร่เนื้อพื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ (3 - 6 มม.) ที่แทรกตัดโดยหินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิตเนื้อเดียวและเนื้อดอก ที่มีผลึกแร่

เนื้อพื้นขนาดละเอียดถึงปานกลาง (1 - 2 มม.) ซึ่งเนื้อหินแกรนิตมีค่าความเป็นแม่เหล็กที่ได้วัดอยู่ในช่วงค่าต่ำ (0.029 - 0.066 x 10^3 SI)

จากผลการร่อนเลียงในพื้นที่ พบว่ามีปริมาณแร่หนักตกค้างในตะกอนทางน้ำจำนวน 1 จุดเก็บตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณแร่หนักตกค้างอยู่ที่ 959 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร และได้ทำการเก็บตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุเพื่อร่อนเลียงหาปริมาณแร่หนักตกค้างจำนวน 5 ตัวอย่างพบว่ามีปริมาณแร่หนักตกค้างอยู่ในช่วง 125 - 491 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 250 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร แร่หนักที่พบ ได้แก่ อิลเมไนต์ เซอร์คอน ฮีมาไทต์ ทัวร์มาลีน และรูไทล์

จากผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างหินแกรนิตสด 2 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณรวมของธาตุหายากอยู่ในช่วง 99 - 108 ppm ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 103 ppm และมีค่า CIA ในช่วง 54 - 55% ส่วนตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุ 5 ตัวอย่าง มีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 135 - 197 ppm ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 170 ppm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 28 ppm และมีค่า CIA ในช่วง 75 - 86% ซึ่งทั้งหินสดและเนื้อดินมีอัตราส่วนธาตุหายากหนักต่อธาตุหายากเบาเฉลี่ยต่างกันเล็กน้อย คือ 36:64 และ 30:70 ตามลำดับซึ่งนับว่ามีสัดส่วนธาตุหายากหนักที่สูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ

จากลักษณะชนิดของแร่ประกอบหิน และช่วงค่าความเป็นแม่เหล็กของเนื้อหินแกรนิตที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ประกอบกับชนิดแร่เหล็กที่เป็นแร่หนักตกค้างในพื้นที่ที่พบส่วนใหญ่เป็นแร่อิลเมไนต์ บ่งชี้เบื้องต้นว่าหินแกรนิตในบริเวณนี้น่าจะเป็นกลุ่มหินแกรนิตประเภท Ilmenite series

จากการประมวลผลรวมของทุกพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น จะสังเกตได้ว่าช่วงค่าความเป็นแม่เหล็กของเนื้อหินที่วัดได้ส่วนใหญ่ อยู่ในระดับต่ำ ประกอบกับมักพบแร่อิลเมไนต์เป็นแร่หนักตกค้างในชั้นดิน/หินผุ ซึ่ง เป็นการบ่งชี้เบื้องต้นว่าหินแกรนิตในบริเวณพื้นที่สำรวจนี้น่าจะจัดเป็นหินแกรนิตประเภท Ilmenite series โดยส่วนใหญ่ ยกเว้นในบางบริเวณของพื้นที่วิภาวีที่เนื้อหินแกรนิตแสดงค่าความเป็นแม่เหล็กค่อนข้างสูง ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเป็น magnetite series

โดยเปรียบเทียบแล้ว พบว่าในพื้นที่ท่าแซะ พื้นที่ละแม-ท่าชนะ-ไชยา พื้นที่หลังสวน และ มีชั้นดิน/หินผุที่ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุหายากรวมสูงกว่าในเนื้อหินสดราว 1.4, 1.4 และ 1.3 เท่า ตามลำดับ ขณะที่ในพื้นที่อื่น พบว่าปริมาณธาตุหายากรวมเฉลี่ยในเนื้อหินแกรนิตสดและในชั้นดิน/หินแกรนิตผุช่วงค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุหายากรวมในชั้นดิน/หินผุต่ำกว่าในเนื้อหินสดเล็กน้อย

ผลจากการศึกษาธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่งพบว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพในการสะสมตัวของธาตุหายากในชั้นดิน/หินผุ ได้แก่ พื้นที่ “ท่าแซะ” “ละแม-ท่าชนะ-ไชยา” และ “วิภาวดี” เนื่องจากพื้นที่ทั้ง 3 พื้นที่ มีปริมาณธาตุหายากสะสมตัวในชั้นดิน/หินผุมากกว่าปริมาณธาตุหายากในหินแกรนิตสดอย่างชัดเจน ในขณะที่พื้นที่ “หลังสวน” มีปริมาณธาตุหายากสะสมตัวในชั้นดิน/หินแกรนิตผุใกล้เคียงกับปริมาณธาตุหายากในหินแกรนิตสด ส่วนพื้นที่ “บ้านนาสาร” ถึงแม้จะมีปริมาณธาตุหายากสะสมตัวในชั้นดิน/หินแกรนิตผุมากกว่ากว่าปริมาณธาตุหายากในหินแกรนิตสดก็

ตามแต่ก็มีปริมาณที่ต่ำมาก เมื่อพิจารณาถึงลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่แล้ว พื้นที่ “ท่าแซะ” และ “วิภาวดี” มีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตหวงห้ามตามกฎหมาย ประกอบกับพื้นที่ “ละแม-ท่าชนะ-ไชยา” เป็นพื้นที่ที่มีปริมาณแร่หนักในกลุ่มที่ให้ธาตุหายาก (โมนาไซต์-ซีโนไทม์ และเซอร์คอน) หลงเหลือในชั้นดิน/หินผุน้อยกว่าพื้นที่อื่น ๆ ในขณะที่มีปริมาณธาตุหายากจากผลวิเคราะห์เคมีใกล้เคียงกัน (บ่งบอกว่าปริมาณธาตุหายากน่าจะอยู่ในรูปของไอออน ไม่ได้อยู่ในรูปของแร่หนัก) ดังนั้นพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้นที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการสำรวจขั้นรายละเอียดในลำดับต่อไปคือ พื้นที่ “ละแม-ท่าชนะ-ไชยา”

บทที่ 5

การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ขั้นรายละเอียด

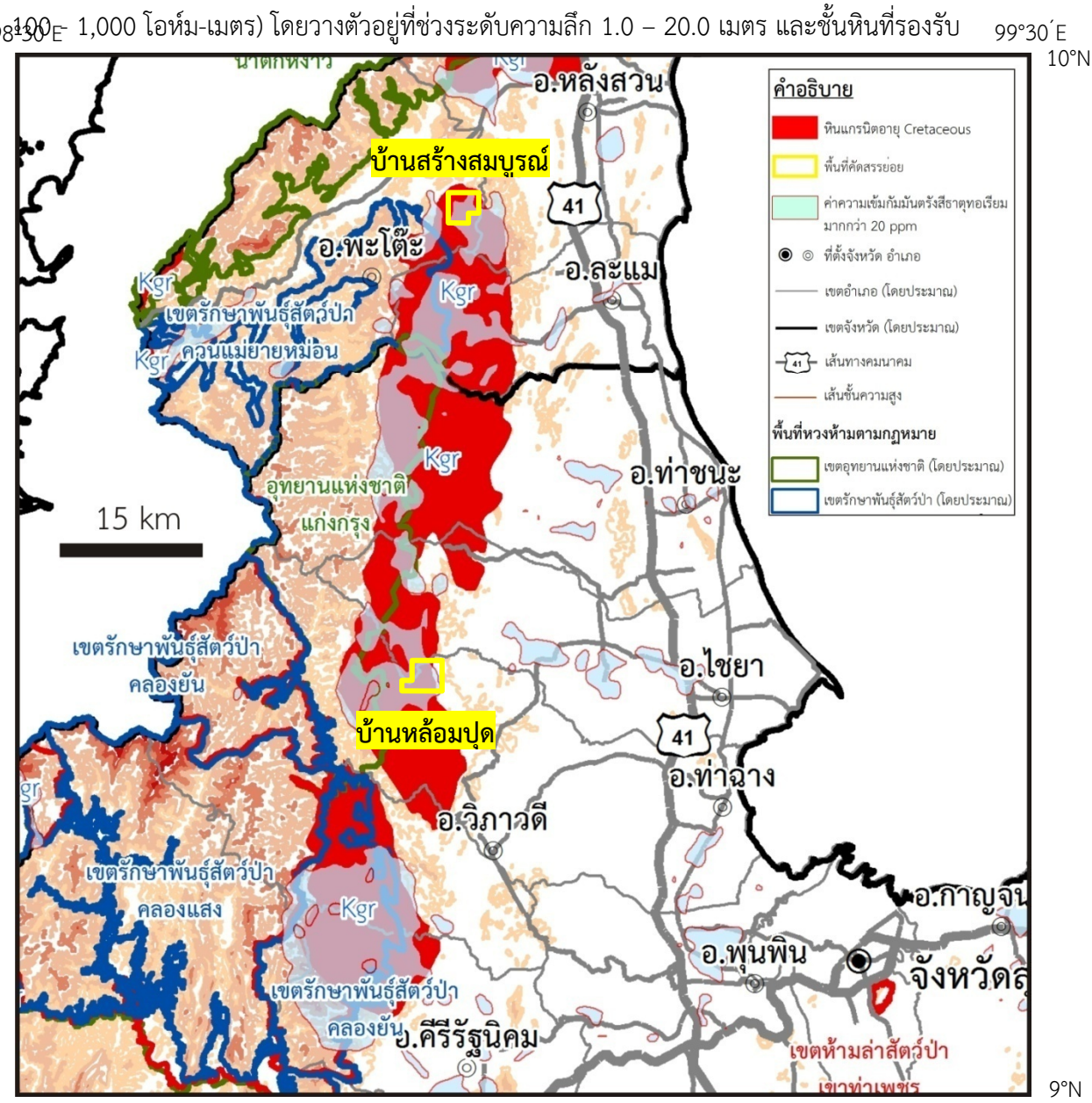
จากผลการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่เฉพาะแหล่งในพบว่าพื้นที่ “ละแม-ท่าชนะ-ไชยา” มีความเหมาะสมมากที่สุดในการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ขั้นรายละเอียด ซึ่งเมื่อนำข้อมูลเขตหวงห้ามตามกฎหมาย ลักษณะภูมิประเทศ และผลวิเคราะห์เคมี พิจารณาร่วมกันแล้ว สามารถกำหนดเป็นพื้นที่คัดสรรย่อย 2 พื้นที่ (รูปที่ 7) เพื่อทำการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ขั้นรายละเอียด ได้แก่ พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” ขนาดพื้นที่ 10 ตร.กม. ในเขตรอยต่อระหว่าง อ.ท่าฉาง และ อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด และพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์” ขนาดพื้นที่ 8 ตร.กม. ในเขต อ.พะโต๊ะ ซึ่งมีความเหมาะสมรองลงมา

ในการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ขั้นรายละเอียดเพื่อศึกษาการกระจายตัวและประเมินปริมาณทรัพยากรธาตุหายากที่สะสมตัวในแหล่งแร่แบบผุพังอยู่กับที่ จึงมุ่งเน้นไปที่การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ใต้ดินโดยใช้วิธีการสำรวจ 2 ลักษณะประกอบกัน คือ (1) **การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์** ด้วยวิธีการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก (sounding resistivity method) เพื่อประเมินความหนาและรูปแบบการแผ่กระจายตัวของชั้นดิน/หินแกรนิตผุเหนือพื้นที่หินแกรนิต และ (2) **ขุดหลุมทดลอง/เซาะร่อง** บริเวณตำแหน่งขุด ณ จุดเดียวกัน (หรือใกล้เคียง) กับตำแหน่งที่ได้มีการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก โดยทำการขุดเป็นหลุมสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร และลึกไปจนกว่าจะไม่สามารถขุดต่อได้ เพื่อศึกษาลักษณะของชั้นตะกอนพร้อมกับตรวจสอบผลการแปลความหมายระดับตื้นจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ ณ ตำแหน่งดังกล่าว จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างตะกอนในหลุมทุกระยะ 0.5 เมตร ด้วยวิธีเซาะร่อง 20x10 เซนติเมตร (จะได้ปริมาตรตะกอนตัวอย่าง 10 ลิตร) ไปร่อนเลียงหาแร่หนักตกค้าง และเก็บตัวอย่างอีกประมาณ 5 ลิตร ทุกช่วงระยะ 0.5 เมตร ส่งวิเคราะห์เคมีเพื่อหาปริมาณธาตุหายากด้วยวิธี ICP-MS (บดตัวอย่างด้วยชุดหัวบดเซรามิกส์) และเพื่อหาปริมาณธาตุองค์ประกอบหลักด้วยวิธี XRF (บดตัวอย่างด้วยชุดหัวบดทังสเตนคาร์ไบด์) ในทั้ง 2 พื้นที่คัดสรรย่อย

5.1 การสำรวจธรณีฟิสิกส์

พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” ดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกจำนวน 11 แนวสำรวจ กำหนดระยะห่างระหว่างแนวสำรวจ 300 เมตร ระยะห่างระหว่างจุดวัดค่า 300 เมตร และได้ทำการสำรวจวัดค่ารวมทั้งสิ้น 133 จุด (รูปที่ 8) เพื่อหาความหนาและรูปแบบการแผ่กระจายตัวของชั้นดิน/หินแกรนิตผุในพื้นที่ จากผลการสำรวจพบว่าลักษณะชั้นดิน/หินแกรนิตผุประกอบด้วย ชั้นแรก (L1) ที่คาดว่าจะเป็นชั้นเปลือกดิน (top soil) (เทียบได้กับ A horizon ใน soil profile) เป็นชั้นดินปิดทับด้านบนที่มีความชื้นน้อย การเกาะตัวและ

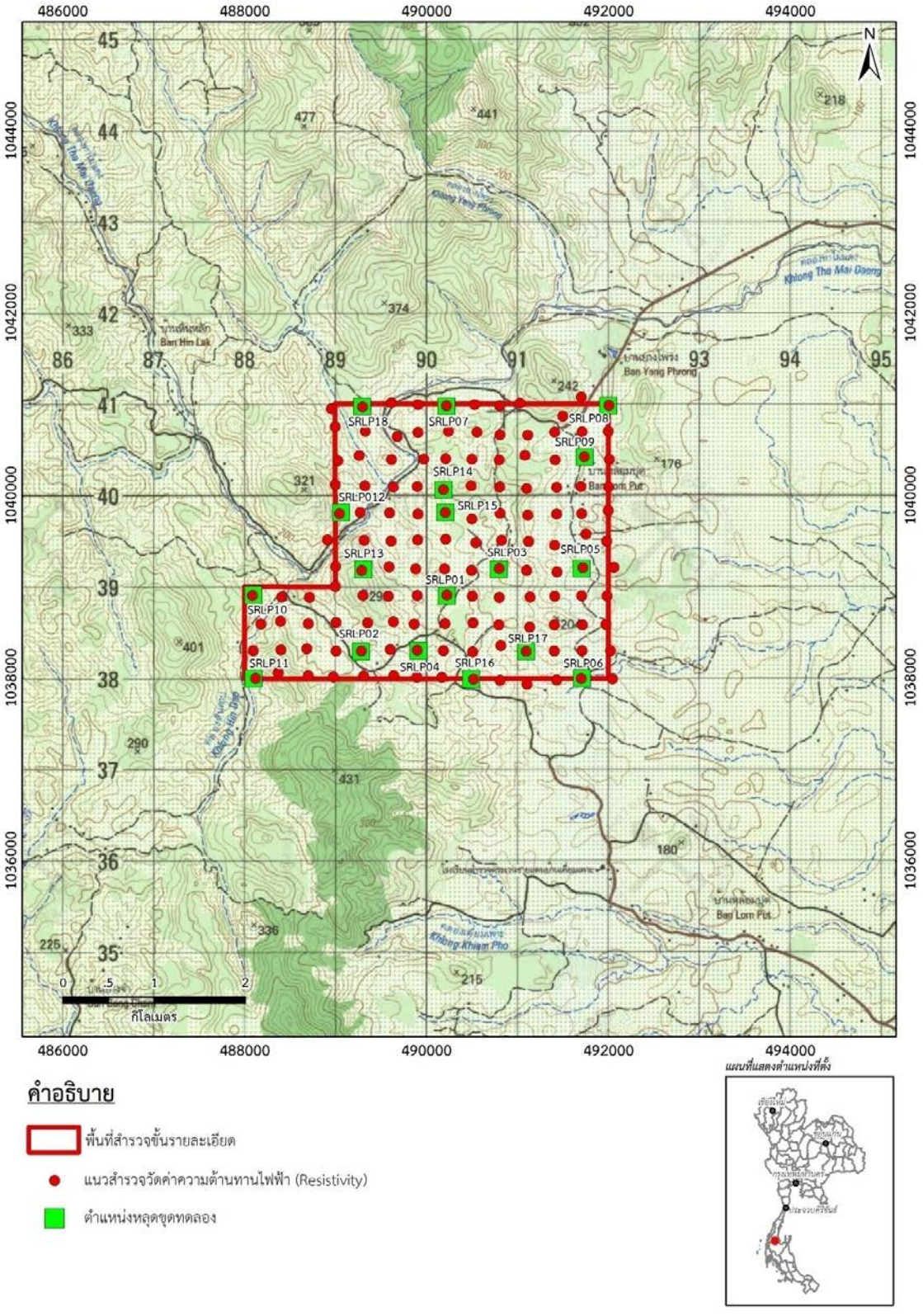
การคัดขนาดไม่ดี ทำให้มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูง (มีค่ามากกว่า 1,000 โอห์ม-เมตร) ได้แก่ กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว อยู่ตั้งแต่ระดับผิวดินถึงระดับความลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 1.5 เมตร วางตัวปิดทับบนตะกอนชั้นกลาง (L2) ที่คาดว่าจะเป็นชั้นหินผุ (เทียบได้กับ B-C horizon ใน soil profile) ที่มีค่าความชื้นสูงขึ้นทำให้มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ (มีค่าตั้งแต่ 100 – 1,000 โอห์ม-เมตร) โดยวางตัวอยู่ที่ช่วงระดับความลึก 1.0 – 20.0 เมตร และชั้นหินที่รองรับ



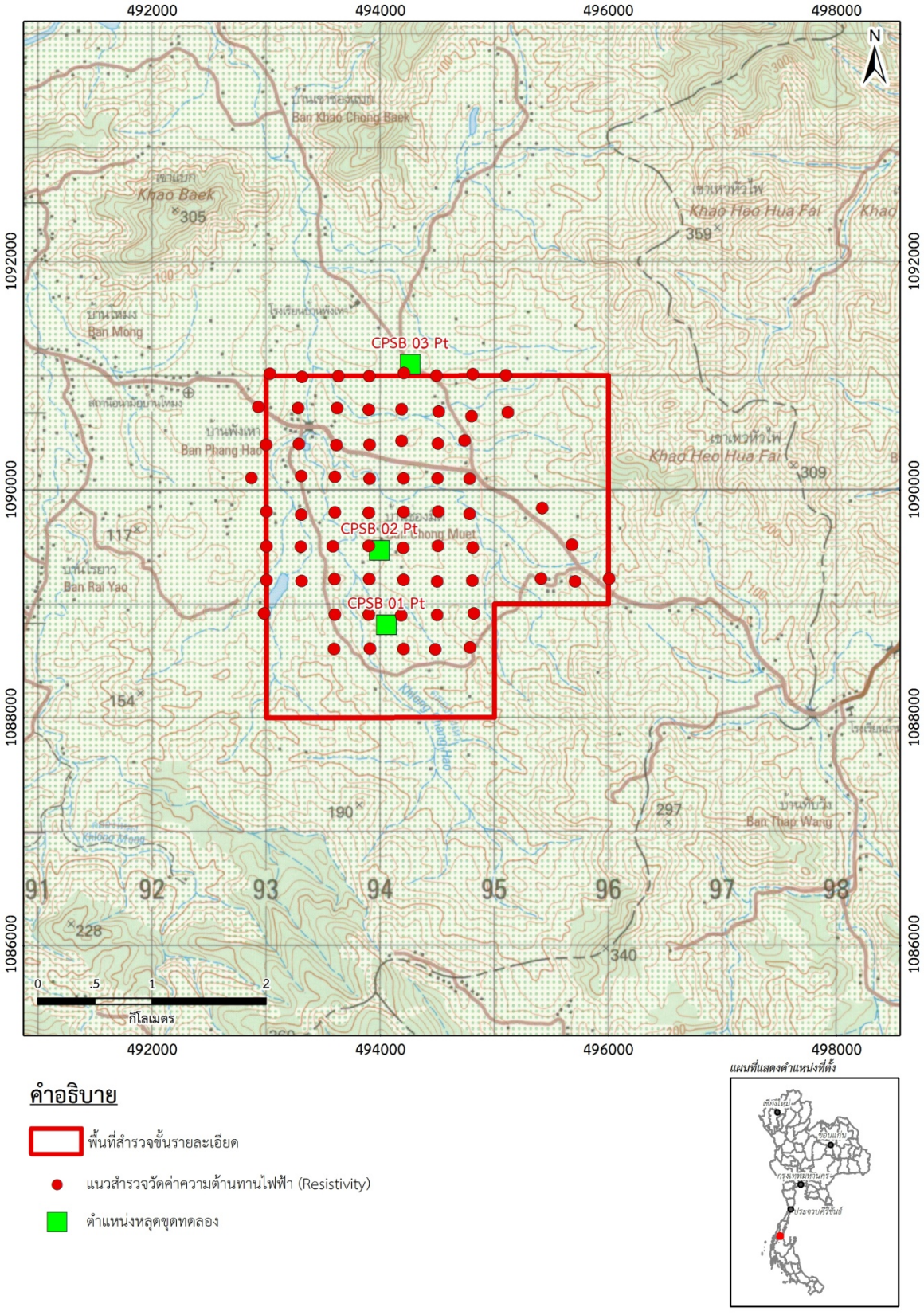
รูปที่ 7 กรอบพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” และ “บ้านสร้างสมบูรณ์

ด้านล่าง (L3) ที่คาดว่าจะเป็นชั้นหินแข็งหรือหินดาน (เทียบได้กับ D horizon) ซึ่งชั้นนี้จะมีลักษณะค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแปรเปลี่ยนค่อนข้างมาก โดยจะเริ่มที่ระดับช่วงความลึกเฉลี่ยประมาณ 9.13 เมตรลงไป

พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์” ในเบื้องต้นวางแผนดำเนินการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกจำนวน 11 แนวสำรวจ และกำหนดระยะห่างระหว่างแนวสำรวจ 300 เมตร ระยะห่างระหว่างจุดวัดค่า 300 เมตร เช่นเดียวกับพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” ซึ่งจะมีจุดสำรวจทั้งสิ้น 105 จุด แต่ด้วยข้อจำกัดด้านเวลาและสภาพภูมิอากาศส่งผลให้สามารถทำการสำรวจได้เพียง 67 จุดสำรวจ (รูปที่ 9) โดยจะเน้นสำรวจไปบริเวณตอนกลางและตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ซึ่งมีระดับการผุพังของชั้นดิน/หินแกรนิตผุมากกว่าบริเวณอื่น ๆ จากผลการสำรวจพบว่าลักษณะชั้นดิน/หินแกรนิตผุประกอบด้วย ชั้นแรก (L1) ที่คาดว่าจะเป็นชั้นเปลือกดิน (top soil)



รูปที่ 8 กรอบพื้นที่คัดสรรย่อยที่ “บ้านหล้อมปุด” และจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกพร้อมตำแหน่งหลุมทดลอง



รูปที่ 9 แสดงกรอบพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์” และจุดสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดความต้านทาไฟฟ้าแบบหยั่งลึกพร้อมตำแหน่งหลุมทดลอง

(เทียบได้กับ A horizon ใน soil profile) เป็นชั้นดินปิดทับด้านบนที่มีความชื้นน้อย การเกาะตัวและการคัดขนาดไม่ดี ทำให้มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูง (มีค่ามากกว่า 1,000 โอห์ม-เมตร) ได้แก่ กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว อยู่ตั้งแต่ระดับผิวดินถึงระดับความลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 1.5 เมตร วางตัวปิดทับบนตะกอนชั้นกลาง (L2) ที่คาดว่าจะเป็นชั้นหินผุ (เทียบได้กับ B-C horizon ใน soil profile) ที่มีค่าความชื้นสูงขึ้นทำให้มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ (มีค่าตั้งแต่ 100-1,000 โอห์ม-เมตร) โดยวางตัวอยู่ที่ช่วงระดับความลึก 1.5 – 20.0 เมตร และชั้นรองรับด้านล่าง (L3) ที่คาดว่าจะเป็นชั้นหินแข็งหรือหินดาน (เทียบได้กับ D horizon) ซึ่งชั้นนี้จะมีลักษณะค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแปรเปลี่ยนค่อนข้างมาก โดยจะเริ่มที่ระดับช่วงความลึกเฉลี่ยประมาณ 11.28 เมตรลงไป

5.2 การขุดหลุมทดลอง

เพื่อตรวจสอบผลการแปลความหมายระดับตื้นจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ พร้อมกับศึกษาลักษณะของชั้นตะกอน โดยการจดบันทึกรายละเอียดของชั้นดิน/หินแกรนิตผุภายในหลุมทดลองจากการสำรวจครั้งนี้นั้น ผู้สำรวจได้ออกแบบรูปแบบการแบ่งชั้นดิน/หินแกรนิตผุขึ้นมาเพื่อให้มีความละเอียดในการจดบันทึกมากขึ้น แต่ยังคงสามารถเทียบเคียงได้กับการแบ่งชั้นดิน/หินผุตามมาตรฐาน (ตารางที่ 5 และรูปที่ 10)

พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” ดำเนินการขุดหลุมทดลองเพื่อศึกษาลักษณะของชั้นตะกอน และธรณีวิทยาแหล่งแร่ใต้ดินของแร่หนัก-ธาตุหายาก พร้อมกับตรวจสอบผลการแปลความหมายระดับตื้นจากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ในพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” รวมทั้งสิ้น 18 หลุมสำรวจครอบคลุมทั้งพื้นที่ (รูปที่ 6) โดยหลุมทดลองมีช่วงความลึกอยู่ระหว่าง 1.5 – 6.0 เมตร พร้อมทำการเก็บตัวอย่างทุกช่วงความลึก 0.5 เมตรรวมจำนวนทั้งสิ้น 142 ตัวอย่างสำหรับคัดเลือกส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุหายากที่สะสมอยู่ในชั้นดิน/หินแกรนิตผุ ซึ่งขณะนี้ตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ระหว่างการดำเนินการวิเคราะห์ทางเคมียังไม่แล้วเสร็จ

พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์” ด้วยข้อจำกัดด้านเวลาและสภาพภูมิอากาศทำให้ไม่สามารถดำเนินการขุดหลุมทดลองในพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์” ได้ทัน จึงได้ดำเนินการขุดเซาะร่องหน้าตัดดินเพื่อศึกษาลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่ใต้ดินของแร่หนัก-ธาตุหายากเป็นการทดแทน รวมทั้งสิ้น 3 แนว (รูปที่ 7) โดยแนวเซาะร่องมีช่วงความลึกอยู่ระหว่าง 2 – 4.5 เมตร พร้อมทำการเก็บตัวอย่างทุกช่วงความลึก 0.5 เมตร รวมจำนวนทั้งสิ้น 17 ตัวอย่าง สำหรับคัดเลือกส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุหายากที่สะสมอยู่ในชั้นดิน/หินแกรนิตผุ

5.3 ผลวิเคราะห์เคมีในพื้นที่คัดสรรย่อย

ในการสำรวจเก็บข้อมูลรายละเอียดในพื้นที่คัดสรรย่อย เพื่อศึกษาลักษณะรูปแบบการกระจายตัวของธาตุหายากที่สะสมตัวอยู่ในชั้นดิน/หินแกรนิตผุในแต่ละบริเวณนั้น ตัวอย่างที่เก็บมาส่วนใหญ่จะมี

ขั้นตอนวิธีการเก็บและเตรียมตัวอย่างในรูปแบบเดียวกัน คือ แต่ละจุดเก็บจะทำการเซาะเก็บตัวอย่างเป็นช่วงระยะ 50 ซม. ให้ได้ตัวอย่าง 2 ส่วน ส่วนแรก (ใช้ปริมาตรตะกอนประมาณ 10 ลิตรต่อตัวอย่าง) นำไปร่อนเลียงเพื่อดูชนิดและปริมาณแร่หนักที่ยังตกค้างในชั้นดิน/หินผุ และส่วนที่สอง (ใช้ปริมาตรตะกอนประมาณ 5 ลิตรต่อตัวอย่าง) สำหรับนำไปเตรียมส่งวิเคราะห์เคมี ซึ่งตัวอย่างส่วนที่สองที่เก็บมานี้จะนำมาผึ่งแห้งและผสมคลุกเคล้าตะกอนตัวอย่างให้เข้ากันก่อนจะทำการสุ่มชักตัวอย่างโดยใช้หลัก Quartering ให้ได้ตะกอนตัวแทน (ปริมาณเต็มถุงซิปขนาด 4”x6” น้ำหนักรวมประมาณ 600-700 กรัม) เพื่อส่งบดละเอียดทั้งหมดก่อนจะสุ่มชักผงตัวอย่างอีกครั้งเพื่อทำวิเคราะห์เคมีด้วยวิธี ICP-MS หาปริมาณธาตุหายากต่อไป

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบรูปแบบการแบ่งชั้นดิน/หินแกรนิตผุที่ทีมผู้สำรวจได้ออกแบบขึ้นมากับการแบ่งชั้นดิน/หินผุตามมาตรฐาน

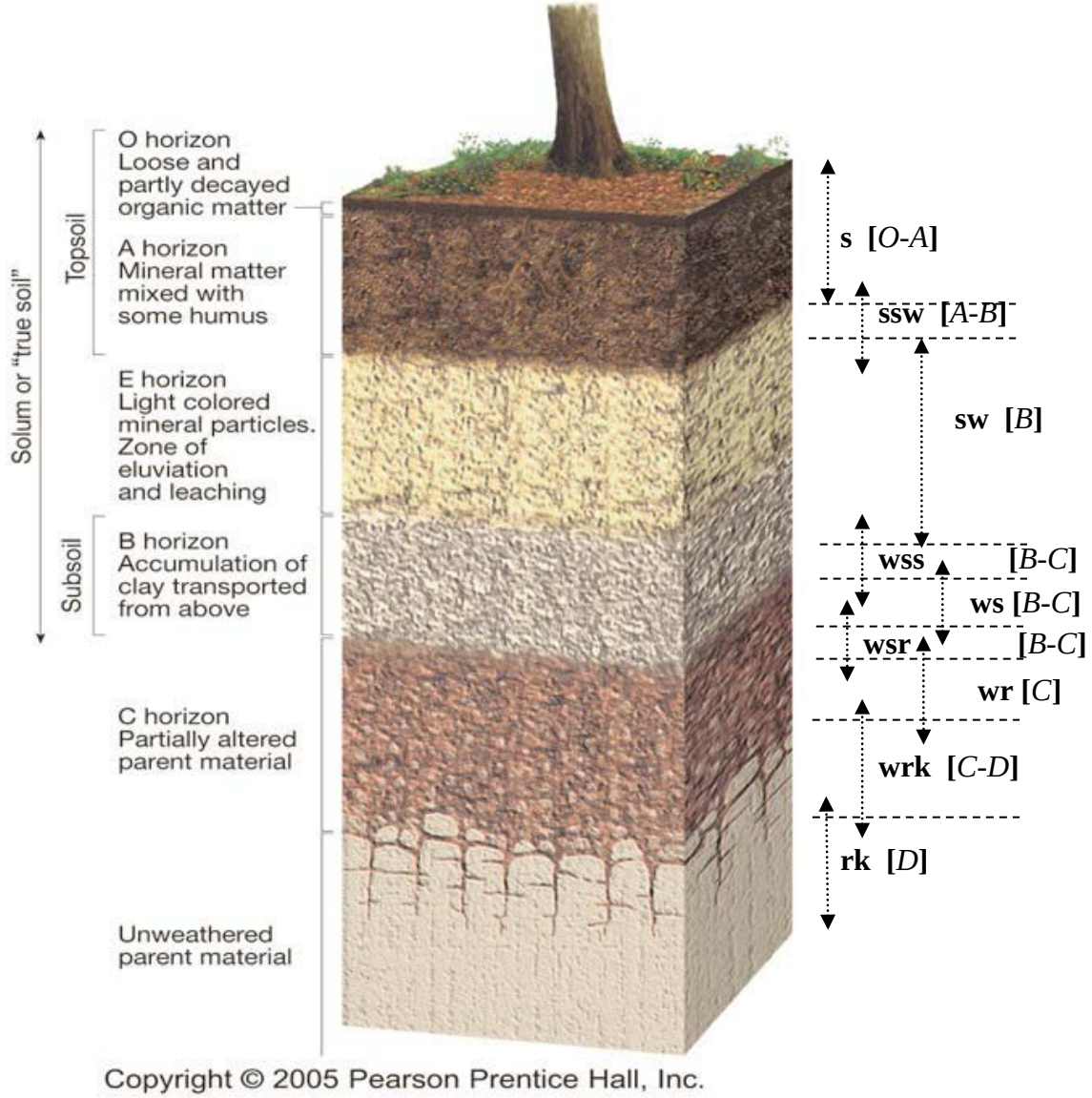
Standard Soil Profile	Descriptive abbreviation for soil profile defined in REE work
O - A	***s*** = ชั้นดินที่ไม่เหลือร่องรอยใดๆของโครงสร้างชั้นหินเดิม ซึ่งอาจมีการพัฒนาชั้นอินทรีย์สารใหม่หรือไม่ก็ได้
A - B	***ssw*** = ชั้นที่เนื้อหินมีระดับการผุสูงมากจนไม่สามารถระบุจำแนกประเภทหินดั้งเดิมได้ โดยไม่มีร่องรอยโครงสร้างภายในชั้นหินหลงเหลือให้สังเกตได้แล้ว แต่มีหย่อมกระจุกสีที่เกิดจากการสะสมของสนิมเหล็ก-แมงกานิสไฮดรอกไซด์ หรือเม็ดลูกรังฝังปะกระจายในเนื้อหินผุเกิดขึ้นในสัดส่วนที่สูงไม่เกินร้อยละ 10 โดยพื้นที่
B	***sw*** = ชั้นที่เนื้อหินมีระดับการผุสูงมากในลักษณะเดียวกับ “*ssw*” แต่มีหย่อมกระจุกสีที่เกิดจากการสะสมของสนิมเหล็ก-แมงกานิสไฮดรอกไซด์ หรือเม็ดลูกรังฝังปะกระจายในเนื้อหินผุเกิดขึ้นในสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 10 โดยพื้นที่
B-C	***wss*** = ชั้นที่เนื้อหินมีระดับการผุสูงมากจนไม่สามารถระบุจำแนกประเภทหินดั้งเดิมได้ แต่ร่องรอยโครงสร้างภายในชั้นหินยังคงเหลือให้พอสังเกตได้ราง ๆ ทั้งนี้อาจมีหรือไม่มีการพัฒนาหย่อมหรือกระจุกสีที่เกิดจากการสะสมของสนิมเหล็ก หรือเม็ดลูกรังปะกระจายในเนื้อหินผุก็ได้
B-C	***ws*** = ชั้นที่เนื้อหินมีระดับการผุมากจนไม่สามารถระบุจำแนกประเภทหินดั้งเดิมได้ แต่ยังคงเหลือโครงสร้างภายในชั้นหินให้พอสังเกตได้ ทั้งนี้อาจมีหรือไม่มีการพัฒนาหย่อมหรือกระจุกสีที่เกิดจากการสะสมของสนิมเหล็ก หรือเม็ดลูกรังปะกระจายในเนื้อหินผุก็ได้
B-C	***wsr*** = ชั้นที่เนื้อหินมีระดับการผุปานกลางถึงมากโดยแร่ประกอบหินส่วนใหญ่ผุสลายจนไม่สามารถระบุเรียกชื่อชนิดหินอย่างจำเพาะเจาะจงได้ แต่ยังพอที่จะระบุจำแนกประเภทกลุ่ม หรือชนิดหินอย่างกว้างๆ ได้ (เป็นต้นว่า หินอัคนีเนื้อหยาบ หินภูเขาไฟ หินแปร หินตะกอน หินแกรนิตเนื้อดอก หินทราย หรือหินโคลน เป็นต้น) โดยเนื้อหินผุยุ่ยมากพอจะขุดเจาะได้ด้วยพลั่วทั้งนี้อาจมีหรือไม่มีการพัฒนาหย่อมหรือกระจุกสีที่เกิดจากการสะสมของสนิมเหล็ก หรือเม็ดลูกรังปะกระจายในเนื้อหินผุก็ได้

C	***wr*** = ชั้นที่เนื้อหินมีระดับการผุปานกลางที่แร่ประกอบหินส่วนใหญ่ยังคงสภาพดีพอที่จะสามารถระบุเรียกชื่อชนิดหินอย่างจำเพาะเจาะจงได้ (เป็นต้นว่า หินแกรนิตเนื้อไบโอไทต์ หรือหินแกรนิตเนื้อไมกา 2 ชนิด หรือหินแกรนิตเนื้อทัวร์มาลีน-มัสโคไวต์ เป็นต้น) โดยเนื้อหินผุยังพอที่จะขุดเจาะได้ด้วยอีเตอร์ ชะแรง หรือจอบ
C-D	***wrk*** = ชั้นที่เนื้อหินมีระดับการผุเล็กน้อยถึงปานกลาง ที่สามารถระบุเรียกชื่อชนิดหินได้อย่างจำเพาะเจาะจง โดยเนื้อหินผุมีความแข็งค่อนข้างมากแต่พอจะขุดเจาะด้วยอีเตอร์ ชะแรง หรือจอบได้ด้วยความลำบาก
D	***rk*** = ชั้นที่เนื้อหินมีความสดถึงผุเล็กน้อยและมีความแกร่งสูงไม่สามารถขุดเจาะได้ด้วยอีเตอร์ ชะแรง หรือจอบ

<u>หมายเหตุ</u>

+ = ช่วงรอยต่อระหว่างชั้นดินมีการเปลี่ยนชั้นของเนื้อดินอย่างชัดเจน (abrupt changing) เช่น *s+sw, ws+wr*

- = ช่วงรอยต่อระหว่างชั้นดินมีการเปลี่ยนชั้นของเนื้อดินแบบค่อยเป็นค่อยไป (gradual changing) เช่น *s-sw, ws-wsr*



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบรูปแบบการแบ่งชั้นดิน/หินแกรนิตผุที่ทีมผู้สำรวจได้ออกแบบขึ้นมาใหม่กับการแบ่งชั้นดิน/หินผุตามที่ใช้ทั่วไป (รูป soil profile คัดลอกจาก Pearson Prentice Hall, Inc., 2005)

พื้นที่คัดสรรย่อย "บ้านหล้อมปุด" จากค่าผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างชั้นดิน/หินแกรนิตผุ พบว่า มีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 132 - 1,246 ppm เฉลี่ย 430.6 $\pm$ 226.4 ppm โดยในชั้นเปลือกดิน (L1) มีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 132-406 ppm มีค่าเฉลี่ย 264.3 $\pm$ 86.4 ppm อัตราส่วนธาตุหายากหนักต่อธาตุหายากเบาเฉลี่ยเทียบเท่า 24 : 76 และในชั้นหินผุ (L2) มีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 191 - 1,246 ppm มีค่าเฉลี่ย 489.0 $\pm$ 231.7 ppm อัตราส่วนธาตุหายากหนักต่อธาตุหายากเบาเฉลี่ยเทียบเท่า 22 : 78

พื้นที่คัดสรรย่อย "บ้านสร้างสมบูรณ์" จากค่าผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างชั้นดิน/หินแกรนิตผุ พบว่า มีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 255 - 563 ppm เฉลี่ย 359.2 $\pm$ 106.1 ppm โดยในชั้นเปลือกดิน (L1) มีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 255 - 312 ppm เฉลี่ย 283.4 $\pm$ 40.0 ppm อัตราส่วนธาตุหายากหนักต่อธาตุหายากเบา เฉลี่ยเทียบเท่า 20 : 80 และในชั้นหินผุ (L2) มีปริมาณธาตุหายากรวมอยู่ในช่วง 263 - 563 ppm เฉลี่ย 389.5 $\pm$ 111.6 ppm อัตราส่วนธาตุหายากหนักต่อธาตุหายากเบา เฉลี่ยเทียบเท่า 20 : 80

บทที่ 6
การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่

6.1 การประเมินปริมาณและมูลค่าทรัพยากรธาตุหายาก

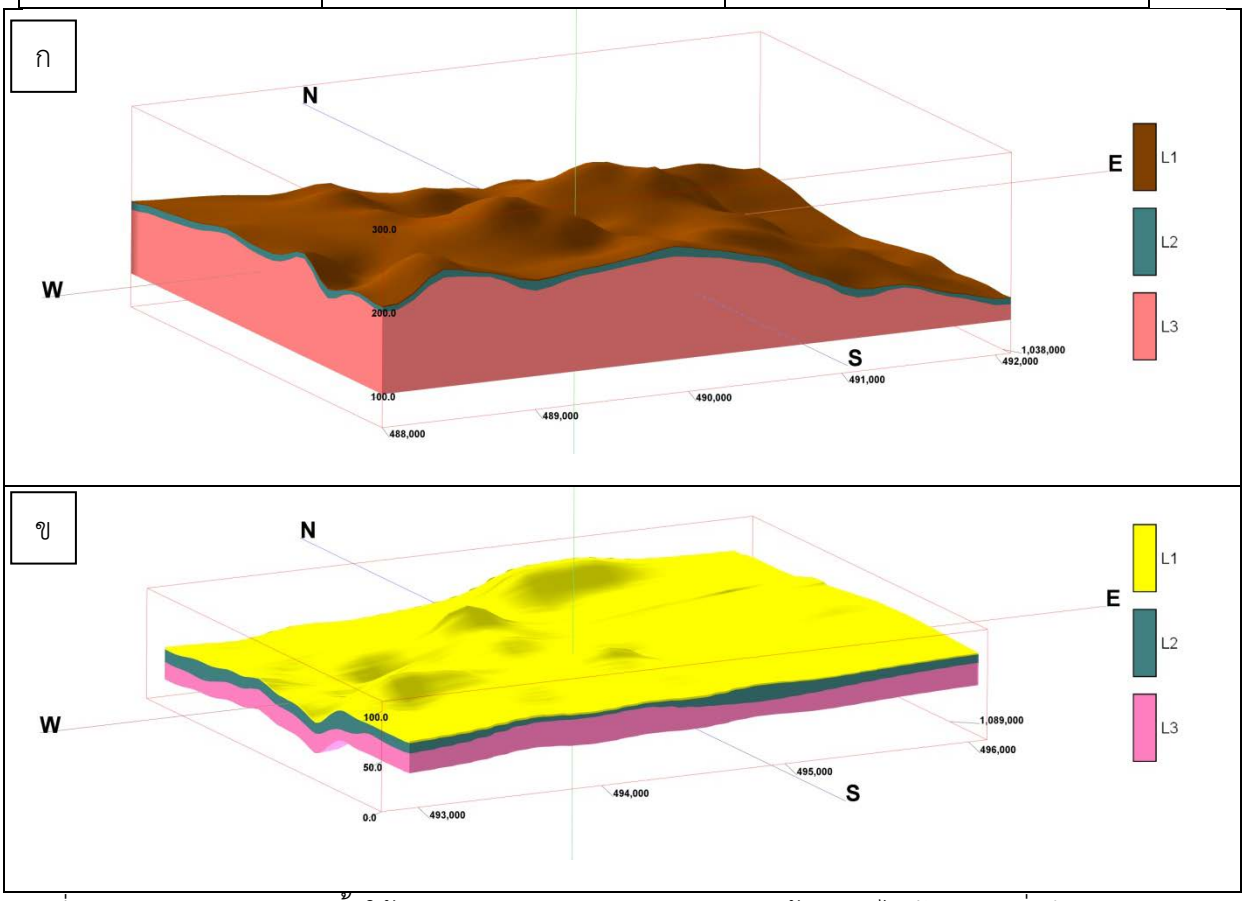
6.1.1 การคำนวณปริมาตรของชั้นตะกอน

จากการแปลผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ ทั้งในพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” และ “บ้านสร้างสมบูรณ์” พบว่ามีลักษณะโครงสร้างชั้นดิน/หินแกรนิตผุ แบ่งได้เป็น 3 ชั้น ประกอบด้วยชั้นแรก (L1) ที่คาดว่าจะเป็นชั้นเปลือกดินส่วนบนที่มีความชื้นน้อย การเกาะตัวและการคัดขนาดไม่ดี ทำให้มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูง วางตัวปิดทับบนตะกอนชั้นกลาง (L2) ที่คาดว่าจะเป็นชั้นหินผุ ที่มีค่าความชื้นสูงขึ้นทำให้มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ และชั้นล่าง (L3) ที่คาดว่าจะเป็นชั้นหินแข็งหรือหินดาน ซึ่งชั้นนี้จะมีลักษณะค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแปรเปลี่ยนค่อนข้างมากจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการแปลผลความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกกับผลการขุดหลุมทดลอง พบว่าความคาดเคลื่อนของค่าความหนาและระยะการเปลี่ยนชั้นดินที่ได้จาการแปลความส่วนใหญ่อยู่ในพิสัยที่รับได้ คือ ± ไม่เกิน 2 เมตร จึงได้ทำการประเมินความหนาของชั้นดิน/หินแกรนิตผุในแต่ละจุดสำรวจด้วยผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ โดยอาศัยโปรแกรม RockWork 15 สำหรับประมวลผลและสร้างภาพจำลอง 3 มิติ (รูปที่ 11) ด้วยวิธีการคิดคำนวณแบบระยะทางผกผัน (inversed distance method) ตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงความลึก 32 เมตร ซึ่งแบบจำลองนี้จะช่วยทำนายลักษณะการแผ่กระจายตัวของชั้นดิน/หินแกรนิตผุ ความหนา-บางของชั้นดิน/หินผุเหนือมวลหินแกรนิตแข็ง และสามารถใช้คำนวณหาปริมาตรของชั้นดิน/หินแกรนิตผุในแต่ละชั้นในพื้นที่คัดสรรย่อยทั้งสองพื้นที่ได้ ซึ่งสามารถคำนวณปริมาตรรวมของแต่ละชั้นได้ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาตรของชั้นดิน/หินแกรนิตผุและช่วงค่าธาตุหายากรวมในแต่ละพื้นที่คัดสรรย่อย

ชั้นดิน/หินแกรนิตผุ	“บ้านหล้อมปุด” (10 ตร.กม.)	“บ้านสร้างสมบูรณ์” (8 ตร.กม.)
ชั้นบน (L1) หรือ ชั้นเปลือกดิน (A horizon)		
ความหนาชั้นดิน (เมตร)	0.50-3.58 (เฉลี่ย 1.17 $\pm$ 0.54)	0.54-3.06 (เฉลี่ย 1.56 $\pm$ 0.61)
ชั้นกลาง (L2) หรือ ชั้นหินผุ (B-C horizon)		
ความหนาชั้นดิน (เมตร)	0.84-23.57 (เฉลี่ย 7.96 $\pm$ 4.74)	1.73-21.83 (เฉลี่ย 9.72 $\pm$ 5.31)
ชั้นล่าง (L3) หรือ ชั้นหินแข็ง (D horizon)		
ลึกจากผิวดิน (เมตร)	1.55-25.50 (เฉลี่ย 9.13 $\pm$ 4.87)	3.39-23.20 (เฉลี่ย 11.28 $\pm$ 5.55)
หลุมทดลอง/เซาะร่อง		
ความลึก (เมตร)	1.5–6.0 (18 หลุม)	2–4.5 (3 ร่อง)

จำนวนตัวอย่าง	142	17
ปริมาณธาตุหายากรวม (TREY)		
ช่วงค่า (ppm)	132-1,246 (เฉลี่ย 430.6 ± 226.4)	255-563 (เฉลี่ย 359.2 ± 106.1)



รูปที่ 11 ภาพจำลองลักษณะชั้นใต้ผิวดินของผลการสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก

(ก) พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด”

(ข) พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์”

6.1.2 การคำนวนปริมาณทรัพยากรธาตุหายาก

สำหรับการประเมินปริมาณทรัพยากรธาตุหายากเบื้องต้นนี้ จะใช้หลักของการเฉลี่ยค่าครอบคลุมกรอบพื้นที่คัดสรรย่อยของทั้งสองพื้นที่ เนื่องจากยังไม่สามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่แหล่งแร่ที่มีความสมบูรณ์ของธาตุหายากสูงแยกจากพื้นที่แหล่งแร่ที่มีความสมบูรณ์ต่ำได้ ทั้งนี้เพราะเครื่องแกมมาเรย์สเปคโตรมิเตอร์ชำรุด และในการคำนวณหาปริมาณทรัพยากรธาตุหายากนั้น จะทำการคำนวณปริมาณแยกเป็นรายชนิดธาตุ ตามสูตรคำนวณดังข้างล่าง จากนั้นจะนำเอาค่าปริมาณทรัพยากรธาตุหายากแต่ละธาตุที่คำนวณมารวมกันเป็นปริมาณทรัพยากรธาตุหายากรวม ทั้งนี้จะคัดเอาเฉพาะชนิดธาตุหายากที่มีค่าความสมบูรณ์เฉลี่ยของธาตุมากกว่า 10 ppm ขึ้นไป

ปริมาณธาตุหายากในชั้นดินตะกอน (ตันโลหะ)

= ค่าปริมาณธาตุเฉลี่ย x ปริมาตรชั้นตะกอน (ลบ.ม.) x 1.4 (ถ.พ.ชั้นดิน) x 10^{-6} x 0.7 (ค่าปรับลดปัจจัยเสี่ยง)

ผลการคำนวณปริมาณทรัพยากรธาตุหายากเบื้องต้นที่ได้ ณ ขณะนี้ (ตารางที่ 6) แสดงให้เห็นว่า พื้นที่คัดสรรย่อยบ้านหล้อมปุด มีปริมาณทรัพยากรธาตุหายากรวมเบื้องต้น ประมาณ 48,900 ตันโลหะ (หรือ ~ 4,890 ตันโลหะต่อพื้นที่ 1 ตร.กม.) ประกอบด้วยธาตุหายากชนิดหลัก 4 ชนิด คือ ซีเรียม (Ce), แลนทานัม (La), นีโอดิเมียม (Nd) และอิตเทรียม (Y) และธาตุหายากชนิดรองอีก 4 ชนิด คือ เพรซีโอดิเมียม (Pr), ซาแมเรียม (Sm), แกโดลิเนียม (Gd) และ ดีสโพรเซียม (Dy) และมีปริมาณทรัพยากรของธาตุกัมมันตรังสีแฝง ชนิด ทอเรียม และยูเรเนียม ประมาณ 5,960 ตันโลหะ (หรือ ~ 596 ตันโลหะต่อพื้นที่ 1 ตร.กม.) และ 1,850 ตันโลหะ (หรือ 185 ตันโลหะต่อพื้นที่ 1 ตร.กม.) ตามลำดับ ขณะที่พื้นที่คัดสรรย่อยบ้านสร้างสมบูรณ์ มีปริมาณทรัพยากรธาตุหายากรวมเบื้องต้น ประมาณ 24,980 ตันโลหะ (หรือ ~ 3,120 ตันโลหะต่อพื้นที่ 1 ตร.กม.) ประกอบด้วยธาตุหายากชนิดหลัก 4 ชนิด คือ ซีเรียม (Ce), แลนทานัม (La), นีโอดิเมียม (Nd) และอิตเทรียม (Y) และธาตุหายากชนิดรองเพียงชนิดเดียว คือ เพรซีโอดิเมียม (Pr) และมีปริมาณทรัพยากรของธาตุกัมมันตรังสีแฝง ชนิด ทอเรียม และยูเรเนียม ประมาณ 4,300 ตันโลหะ (หรือ ~ 478 ตันโลหะต่อพื้นที่ 1 ตร.กม.) และ 990 ตันโลหะ (หรือ ~ 110 ตันโลหะต่อพื้นที่ 1 ตร.กม.) ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ปริมาณทรัพยากรธาตุหายากรวมในแต่ละพื้นที่คัดสรรย่อย

	"บ้านหล้อมปุด" (10 ตร.กม.)	**"บ้านสร้างสมบูรณ์"** (8 ตร.กม.)
ปริมาตรชั้นตะกอนรวม *(ม^3)*	***125,890,972***	***91,172,995***
ชั้นเปลือกดินบน L1 (ม^3)	16,192,683	13,112,292
ชั้นหินผุเหนือดาน L2 (ม^3)	109,698,289	78,060,703
ถ.พ. เฉลี่ยของชั้นดิน/หินผุ	***1.47 ± 0.17 (133 ต.ย.)***	***1.37 ± 0.08 (17 ต.ย.)***
ปริมาณทรัพยากรเบื้องต้น (เมตริกตันโลหะ) @ cut-off grade ≥ 10 ppm [ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ยของธาตุหายากรายชนิด (ppm)]		
LREE: *La*	9,105 [76.57]	5,253 [66.89]
Ce	17,850 [151.98]	10,712 [138.71]
Pr	2,250 [18.77]	1,139 [14.45]
Nd	8,008 [66.55]	3,992 [50.54]
Sm	1,561 [12.89]	--- [9.59]
Gd	1,368 [11.28]	--- [8.14]
HREY: *Dy*	1,217 [10.11]	--- [7.61]

Y	7,547 [64.11]	3,888 [49.76]
ธาตุหายากรวม	***48,906* [412.28]**	***24,984* [320.35]**
ธาตุทอเรียมแฝง	***5,959* [51.65]**	***4,297* [51.89]**
ธาตุยูเรเนียมแฝง	***1,850* [15.85]**	***991* [11.75]**
ระดับศักยภาพของแหล่งแร่	*ค่อนข้างต่ำ-ปานกลาง*	*ค่อนข้างต่ำ*
UNFC-2009 Code	***333***	*334*

6.1.3 การประเมินมูลค่าทรัพยากรธาตุหายาก

สำหรับการประเมินมูลค่าเบื้องต้นของทรัพยากรธาตุหายากในพื้นที่คัดสรรย่อยนี้จะคิดเฉพาะจากปริมาณธาตุหายากเพียง 5 ธาตุ คือ La, Ce, Pr, Nd และ Y เท่านั้น โดยใช้ราคาที่ประกาศไว้ใน http://www.metal-pages.com ซึ่งเป็นราคาโลหะ ณ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 โดยใช้อัตราแลกเปลี่ยนที่ 35 บาท/US$ (ตารางที่ 8) โดยมีมูลค่าทรัพยากรธาตุหายากเบื้องต้นในพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” ประมาณ 61,544 ล้านบาท (~6,154 ล้านบาท/ตร.กม.) และพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์” ประมาณ 31,983 ล้านบาท (~3,998 ล้านบาท/ตร.กม.) รวมมีมูลค่าทรัพยากรธาตุหายากเบื้องต้นทั้งสิ้นประมาณ 93,527 ล้านบาท

ตารางที่ 8 ราคาและมูลค่าทรัพยากรแร่ในพื้นที่คัดสรรย่อย

	“บ้านหล้อมปุด” (10 ตร.กม.)		**“บ้านสร้างสมบูรณ์”** (8 ตร.กม.)	
	ปริมาณทรัพยากร (เมตริกตันโลหะ)	**มูลค่าทรัพยากรเบื้องต้น (ล้านบาท)**	**ปริมาณทรัพยากร (เมตริกตันโลหะ)**	**มูลค่าทรัพยากรเบื้องต้น (ล้านบาท)**
La (10 US$/Kg)	9,105	3,187	5,253	1,839
Ce (11 US$/Kg)	17,850	6,872	10,712	4,124
Pr (150 US$/Kg)	2,250	11,813	1,139	5,980
Nd (85 US$/Kg)	8,008	23,824	3,992	11,876
Y (60 US$/Kg)	7,547	15,849	3,888	8,165
มูลค่าแต่ละพื้นที่		**61,544**		**31,983**
มูลค่ารวมทั้งสิ้น	**93,527 ล้านบาท**			

6.2 การจำแนกประเภทแหล่งแร่ตามหลัก UNFC-2009

ในการจำแนกประเภทแหล่งแร่จะใช้พื้นฐานการประเมินตามมาตรฐานการจำแนกประเภทปริมาณแร่ของสภาเศรษฐกิจและสังคมแห่งสหประชาชาติ ปีพ.ศ. 2552 (United Nations International Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources (UNFC), 2009) (ECE, 2013) ซึ่งอาศัยปัจจัยหลักในการประเมิน 3 ปัจจัย (3 แกน) คือ การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของแหล่งแร่ (Economic Viability: แกน E มี 3 ระดับของการประเมิน) การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการทำเหมือง (Feasibility Assessment: แกน F มี 4 ระดับของการประเมิน) และการประเมินทางธรณีวิทยา (Geological Assessment: แกน G มี 4 ระดับของการประเมิน) โดยรายละเอียดและระดับความเชื่อมั่นของการประเมินในแต่ละปัจจัยจะบ่งบอกด้วยรหัสตัวเลข ซึ่งรหัสเลข 1 ระดับความละเอียดหรือระดับความเชื่อมั่นของการประเมินสูงสุด ส่วนรหัสเลข 3 หรือ 4 ระดับความเชื่อมั่นต่ำสุดในปัจจัยเฉพาะด้านนั้น ๆ ดังเช่น ตัวเลขปริมาณแร่สำรองที่กำกับด้วยรหัส 111 บ่งชี้ว่าแหล่งแร่นั้น ๆ มีค่าปริมาณแร่สำรองที่ได้พิสูจน์ชัดเจนตามหลักวิชา ผ่านการประเมินความเป็นในการทำเหมืองอย่างละเอียด และมีความคุ้มทุนในการพัฒนาแหล่งขึ้นมาใช้ประโยชน์ เป็นต้น

6.2.1 พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด”

- การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ในการสำรวจพื้นที่แหล่งธาตุหายากครั้งนี้ได้ดำเนินการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและความเสี่ยงด้านผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตแยกธาตุหายากจากชั้นดินในเบื้องต้นแล้ว โดยพิจารณาปริมาณและค่าความสมบูรณ์เฉลี่ยของชนิดธาตุหายากหลัก ได้แก่ Ce, La, Pr, Nd และ Y ที่มีอยู่ในชั้นดิน/หินผุเทียบกับระดับราคาตลาดในรูปของโลหะของธาตุดังกล่าวแล้ว พบว่าพื้นที่แหล่งธาตุหายากนี้ยังคงไม่มีความคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ ดังนั้นการประเมินในปัจจัยด้านนี้ จึงจัดอยู่ในระดับ 3

- การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการทำเหมือง ในการสำรวจครั้งนี้มีเพียงการศึกษาทางด้านธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแหล่งแร่เท่านั้น แต่ไม่ได้ดำเนินการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการทำเหมืองในด้านอื่น ๆ ดังนั้นการประเมินในปัจจัยด้านนี้ จึงจัดอยู่ในระดับ 3

- การประเมินทางธรณีวิทยา ประกอบด้วยการสำรวจธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ธรณีฟิสิกส์ และธรณีวิทยาแหล่งแร่ใต้ดิน แต่ขาดการสำรวจวัดค่ากัมมันตรังสีภาคพื้นดินประกอบกับผลวิเคราะห์เคมีที่ใช้ในการคำนวณปริมาณทรัพยากรยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จึงจัดให้อยู่ในระดับ 3

ฉะนั้นในการจำแนกประเภทแหล่งแร่การสำรวจพื้นที่แหล่งธาตุหายากในพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านหล้อมปุด” จึงเทียบเท่า UNFC-2009 ที่ระดับ 333 โดยยังจัดอยู่ในชั้นของโครงการสำรวจ (class of Exploration Projects)

6.2.2 พื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์”

- การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ในการสำรวจพื้นที่แหล่งธาตุหายากครั้งนี้ได้ดำเนินการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและความเสี่ยงด้านผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตแยกธาตุหายากจากชั้นดินในเบื้องต้นแล้ว โดยพิจารณาปริมาณและค่าความสมบูรณ์เฉลี่ยของชนิดธาตุหายากหลัก ได้แก่ Ce, La, Pr, Nd และ Y ที่มีอยู่ในชั้นดิน/หินผุเทียบกับระดับราคาตลาดในรูปของโลหะของธาตุดังกล่าวแล้ว พบว่าพื้นที่แหล่งธาตุหายากนี้ยังคงไม่มีความคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ ดังนั้นการประเมินในปัจจัยด้านนี้ จึงจัดอยู่ในระดับ 3

- การประเมินความเป็นไปได้ของโครงการทำเหมือง ในการสำรวจครั้งนี้มีเพียงการศึกษาทางด้านธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแหล่งแร่เท่านั้น แต่ไม่ได้ดำเนินการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการทำเหมืองในด้านอื่น ๆ ดังนั้นการประเมินในปัจจัยด้านนี้ จึงจัดอยู่ในระดับ 3

- การประเมินทางธรณีวิทยา ประกอบด้วยการสำรวจธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ธรณีฟิสิกส์ และธรณีวิทยาแหล่งแร่ใต้ดิน แต่การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึกยังไม่ครอบคลุมพื้นที่ ขาดการสำรวจวัดค่ากัมมันตรังสีภาคพื้นดินประกอบกับผลวิเคราะห์เคมีที่ใช้ในการคำนวณปริมาณทรัพยากรมีน้อย จึงจัดให้อยู่ในระดับ 4

ฉะนั้นในการจำแนกประเภทแหล่งแร่การสำรวจพื้นที่แหล่งธาตุหายากในพื้นที่คัดสรรย่อย “บ้านสร้างสมบูรณ์” จึงเทียบเท่า UNFC-2009 ที่ระดับ 334 โดยยังจัดอยู่ในชั้นของโครงการสำรวจ (class of Exploration Projects)

6.3 การประเมินและจำแนกเขตแหล่งแร่

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่นำเสนอไว้ในตารางที่ 7 และในตารางที่ 8 ควบคู่กัน จะเห็นได้ว่า แหล่งธาตุหายาก “หล้อมปุด” และ “สร้างสมบูรณ์” นอกจากจะมีมูลค่าทรัพยากรธาตุหายากเบื้องต้นรวมกันประมาณ 93,527 ล้านบาท แล้วยังมีปริมาณทรัพยากรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์แฝงในพื้นที่แหล่งแร่ทั้งสองส่วนนี้ด้วย ทั้งนี้เมื่อพิจารณาข้อมูลผลสำรวจรวมกับข้อจำกัดการใช้พื้นที่ตามกฎหมายที่กำหนดในหลักเกณฑ์การจำแนกเขตทรัพยากรแร่เพื่อการบริหารจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีตามมติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ที่นำมาใช้พิจารณา ดังนี้

1. พื้นที่ป่าตามผลการจำแนกเขตการใช้ประโยชน์ทรัพยากรและที่ดินป่าไม้ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติโดยกรมป่าไม้ ตามมติคณะรัฐมนตรี ขอบเขตพื้นที่แหล่งธาตุหายากที่ได้ทำการประเมินปริมาณทรัพยากรธาตุหายากไว้ข้างต้นนั้นไม่ได้อยู่ภายในเขตพื้นที่หวงห้ามทางกฎหมายใด ๆ

2. เขตคุณภาพลุ่มน้ำ ตามผลการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ขอบเขตพื้นที่แหล่งธาตุหายากนี้เป็นพื้นที่ที่มีการทำเกษตรกรรมและไม่ได้อยู่ในเขตลุ่มน้ำชั้นที่ 1

จากหลักเกณฑ์ข้อจำกัดในการใช้พื้นที่ตามกฎหมายข้างต้น กล่าวได้ว่าพื้นที่แหล่งธาตุหายากนี้ อยู่ในเขตที่สามารถพัฒนาทรัพยากรแร่มาใช้ประโยชน์ได้ โดยต้องอยู่ภายใต้การกำกับของกฎหมายแร่ และกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าพื้นที่แหล่งแร่นี้มีเป็นแหล่งทรัพยากรสำรองสำหรับธาตุหายากและเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ เพื่อความมั่นคงทางพลังงานในอนาคตของประเทศ

บทที่ 7
สรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุป

จากผลการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ขั้นรายละเอียด แร่หนัก-ธาตุหายาก ในพื้นที่จังหวัดชุมพร-สุราษฎร์ธานี สามารถกำหนด พื้นที่แหล่งธาตุหายากได้สองแหล่ง คือ แหล่ง “หล้อมปุด” ครอบคลุมเนื้อที่ขั้นต่ำ 10 ตร.กม. อยู่ในบริเวณอำเภอท่าฉาง และอำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และแหล่ง “สร้างสมบูรณ์” ครอบคลุมเนื้อที่ขั้นต่ำ 8 ตร.กม. อยู่ในบริเวณอำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ซึ่งทั้งสองแหล่งจัดเป็นแหล่งธาตุหายากแบบทุติยภูมิที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่เหนือมวลหินไบโอไทต์แกรนิต (Trgr) เนื้อดอก โดยปริมาณธาตุหายากสะสมตัวในชั้นดิน/หินผุมีแนวโน้มที่จะอยู่ในรูปแบบของการดูดซับปะจุด้วยแร่ดินเป็นหลัก

แหล่ง “หล้อมปุด” มีปริมาณทรัพยากรธาตุหายากรวมเบื้องต้นประมาณ 48,900 ตันโลหะ ณ ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 412 ppm มีปริมาณทรัพยากรธาตุทอเรียมแฝงเบื้องต้น ประมาณ 5,960 ตันโลหะ ณ ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 52 ppm มีปริมาณทรัพยากรธาตุยูเรเนียมแฝงเบื้องต้น ประมาณ 1,850 ตันโลหะ ณ ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 16 ppm โดยมีศักยภาพของการพัฒนาแหล่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ระดับความเชื่อมั่นของการประเมินปริมาณทรัพยากรเบื้องต้นตามหลักการของ UNFC-2009 เทียบเท่า 333

แหล่ง “สร้างสมบูรณ์” มีปริมาณทรัพยากรธาตุหายากรวมเบื้องต้นประมาณ 24,980 ตันโลหะ ณ ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 320 ppm มีปริมาณทรัพยากรธาตุทอเรียมแฝงเบื้องต้น ประมาณ 4,300 ตันโลหะ ณ ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 52 ppm มีปริมาณทรัพยากรธาตุยูเรเนียมแฝงเบื้องต้น ประมาณ 990 ตันโลหะ ณ ค่าความสมบูรณ์เฉลี่ย 12 ppm โดยมีศักยภาพของการพัฒนาแหล่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ ระดับความเชื่อมั่นของการประเมินปริมาณทรัพยากรเบื้องต้นตามหลักการของ UNFC-2009 เทียบเท่า 334

7.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะในการดำเนินการต่อไปในพื้นที่ศักยภาพธาตุหายากจังหวัดชุมพร-สุราษฎร์ธานี มีดังนี้

7.2.1 มิติด้านการสำรวจและการพัฒนาทรัพยากรธาตุหายาก

จากผลการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดชุมพร-สุราษฎร์ธานี ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 สามารถกำหนดพื้นที่แหล่งแร่ได้ 2 พื้นที่ ซึ่งมีศักยภาพของแหล่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง แต่ผลการสำรวจนั้นเป็นการศึกษาในพื้นที่ขนาดใหญ่ (10 ตร.

กม. และ 8 ตร.กม.) และยังพบว่า ณ บางจุดสำรวจในพื้นที่มีชั้นดินที่ให้ค่า TREY ที่ค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณโดยรอบ ดังนั้นหากมีการสำรวจเพิ่มเติมอาจจะสามารถกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่มีขนาดเล็กลง มีศักยภาพสูงมากพอและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการที่จะพัฒนาแหล่งขึ้นมาใช้ประโยชน์ จึงควรที่จะมีการดำเนินการในอนาคตเพิ่มเติม ดังนี้

1. ควรสำรวจในรายละเอียดเพิ่มเติมในพื้นที่มีชั้นดินที่ให้ค่า TREY สูง เพื่อหาขอบเขตการแผ่กระจายของชั้นดินให้ธาตุหายากสูง และประเมินปริมาณทรัพยากรธาตุหายากเพิ่มเติมในบริเวณดังกล่าว ต่อไป

2. ควรมีการศึกษาด้านแร่วิทยาอย่างละเอียด เพื่อให้ทราบลักษณะของแร่ให้ธาตุหายากว่าเกิดอยู่ในรูปแบบใดในเนื้อหินแกรนิตต้นกำเนิด รวมถึงสัดส่วนของธาตุหายากที่ถูกดูดซับด้วยแร่ดินที่ชัดเจน ซึ่งจะเป็นข้อมูลฐานสำคัญสำหรับการพัฒนากระบวนการสกัดแยกธาตุหายากที่เหมาะสมกับลักษณะทางธรณีวิทยาของแหล่ง ที่จะทำให้ทราบถึงต้นทุนสำหรับใช้ในการประเมินความคุ้มทุนในการพัฒนาแหล่งได้ดียิ่งขึ้น

3. ควรมีการนำตัวอย่างดินในพื้นที่ที่มีค่าความสมบูรณ์ต่ำมาทดลองวิจัยหาความเป็นไปได้ในการสกัดแยกธาตุหายาก เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

7.2.2 มิติด้านการพัฒนาวิชาการ

1. ควรส่งเสริมให้สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องการนำเอาผลการสำรวจและตัวอย่างที่ได้จัดเก็บมาไปใช้ศึกษาวิจัยต่อยอดในเชิงลึกถึงรูปแบบรายละเอียดของการเกิดแหล่งธาตุหายากแบบตกค้างสะสม เพื่อเปรียบเทียบกับแหล่งศักยภาพแหล่งอื่นในประเทศ รวมถึงเปรียบเทียบกับแหล่งที่พัฒนาเป็นเหมืองแล้วในประเทศจีน และแหล่งที่กำลังจะพัฒนาเป็นเหมืองในประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ลาว และ เวียดนาม เพื่อที่จะนำไปสู่การค้นพบแหล่งธาตุหายากใหม่ ๆ

2. ควรส่งเสริมให้เกิดข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการระหว่างกรมทรัพยากรธรณีและกรมอุทยาน สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่ร่วมกันทำบูรณาการการสำรวจศึกษาชั้นดินตามเทือกหินแกรนิตในเขตอุทยานแห่งชาติ ซึ่งโดยธรรมชาติมักเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มสูง เพื่อให้ได้ข้อมูลทางธรณีวิทยา รวมถึงความมีศักยภาพทางแร่ของธาตุหายากสำหรับเป็นต้นทุนสำรองของประเทศในอนาคต อีกทั้งอาจเป็นการช่วยลดอัตราเสี่ยงภัยจากดินถล่มได้อีกทางหนึ่ง

7.3 พื้นที่แหล่งแร่สำหรับการลงทุนพัฒนาเหมืองแร่ของภาคเอกชน

พื้นที่แหล่งแร่ที่พบนี้ยังไม่เหมาะสมสำหรับการลงทุนพัฒนาเหมืองแร่ของภาคเอกชนในปัจจุบัน ทั้งนี้ในอนาคตควรทำการเจาะสำรวจหาความสมบูรณ์ของธาตุหายากในชั้นหินผุในระดับลึกเพิ่มเติม รวมถึงทำการการศึกษารูปแบบการสะสมตัวของธาตุหายากในเชิงลึกให้ทราบรายละเอียดสำหรับการนำไปต่อยอดหากระบวนการสกัดแยกธาตุหายากที่เหมาะสมกับแหล่ง เพื่อใช้ในการประเมินความคุ้มทุนสำหรับการพัฒนาเป็นเหมืองและใช้กำหนดแนวทางการควบคุมและป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่

อาจเกิดขึ้นจากกระบวนการทำเหมืองและการสกัดแยกธาตุหายากจากชั้นดิน/หินผุต่อไป และควรมีการประสานกับชุมชนในท้องที่เพื่อชี้แจงผลได้ผลเสียจากการทำเหมือง รวมถึงสอบถามแนวความคิดเกี่ยวกับการฟื้นฟูและการใช้ประโยชน์พื้นที่หลังการทำเหมืองแร่

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี, 2550 ก, การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดชุมพร, กรมทรัพยากรธรณี, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 68 หน้า.

_____, 2550 ข, การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดสุราษฎร์ธานี, กรมทรัพยากรธรณี, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 64 หน้า.

_____, 2550 ค, ธรณีวิทยาประเทศไทย, พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง, กรมทรัพยากรธรณี, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 628 หน้า.

_____, 2550 ง, แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชุมพร มาตราส่วน 1:250,000, กรมทรัพยากรธรณี, 1 แผ่น.

_____, 2550 จ, แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดสุราษฎร์ธานี มาตราส่วน 1:250,000, กรมทรัพยากรธรณี, 1 แผ่น.

กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ ในช่วง พ.ศ. 2550 – 2556, กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร รวบรวมโดย: สำนักสถิติพยากรณ์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ

กิ่งดาว เคลือบทอง, จำรูญ อุ้ยศิริไพศาล และคณะทำงานจัดทำและกำหนดมาตรฐานคุณสมบัติการใช้ประโยชน์ทรัพยากรแร่, 2553, การจัดทำและกำหนดมาตรฐานคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ทรัพยากรแร่โลหะหนักและแร่โลหะหายากของประเทศไทย, สำนักทรัพยากรแร่, กรมทรัพยากรธรณี, รายงานวิชาการ, 64 หน้า.

จำรูญ อุ้ยศิริไพศาล, 2535, การสำรวจและวิจัยแร่และธาตุโลหะหายากในประเทศไทย, ฉบับที่ กศ 1/2536, กองเศรษฐธรณีวิทยา, กรมทรัพยากรธรณี, 93 หน้า.

พิพัฒน์ พิเชษฐพงษ์, 2555, กระบวนการแปรสภาพแร่โมนาไซต์และการสกัดธาตุหายาก ใน เอกสารประกอบการระดมความคิดเห็นและเผยแพร่องค์ความรู้ “งานสำรวจและประเมินศักยภาพแร่หนัก-ธาตุหายาก จังหวัดกาญจนบุรี” ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555, กรุงเทพ, 11 หน้า.

ราชบัณฑิตยสถาน, 2544, พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, กรุงเทพฯ, หน้า 175.

Bao, Z. and Zhao, Z., 2008, Geochemistry of mineralization with exchangeable REE in the weathering crusts of granitic rocks in South China. *Ore Geol. Rev.,* 33, p. 519-535.

Bleiwas and Gambogi, 2013, Preliminary estimates of the quantities of rare-earth elements contained in selected products and in imports of semimanufactured products to the United States, 2010. Open-File Report 2013–1072, U.S. Geological Survey, U.S. Department of the Interior, p. 5.

Cobbing, E.J., 2011, Granitic rocks. *In*: Ridd, M.F., Barber, A.J. and Crow, M.J. (eds.), *Geology of Thailand*, Geological Society, London, p. 441-458.

Connelly, N.G., Damhus, T., Hartshorn, R.M., and Hutton, A.T., 2005, Nomenclature of inorganic chemistry-IUPAC recommendations 2005. Cambridge, United Kingdom, Royal Society of Chemistry, 366 p.

Cordier, D.J., 2011, Rare Earths (Advance release). In 2009 Minerals Yearbook, Volume 1, U.S. Geological Survey, U.S. Department of the Interior, p. 60.1.

ECE, 2013, United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources 2009, ECE Energy Series No. 42, United Nations, 57 p.

Haque, N., Hughes, A., Lim, S. and Vernon, C., 2014, Rare Earth Elements: Overview of Mining, Mineralogy, Uses, Sustainability and Environmental Impact. Resources 2014, 3, 614-635. Available source: http://www.mdpi.com/journal/resources. Doi:10.3390/ resources3040614

Haxel, G.B., Hedrick, J.B. and Orris, G.J., 2002, Rare Earth Elements—Critical Resources for High Technology. *USGS Fact Sheet 087-02*, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, http://pubs.usgs.gov/fs/2002/fs087-02, 4 p.

Lide, D.R., ed., 2004, Abundance of elements in the Earth's crust and in the sea, *In* sec. 14 of CRC handbook of physics and chemistry—A ready-reference book of chemical and physical data (85th edition): Boca Raton, Fla., CRC Press, p. 17

Moeller, T., 1963, The Chemistry of the Lanthanides. New York: Reinhold Publishing Corporation.

Murakami, H. and Ishihara, S., 2008, REE mineralization of weathered crust and clay sediment on granitic rocks in the Sanyo belt, SW Japan and southern Jiangxi province, China. Resource Geol., 58, 373-401.

Pettijohn, F.J., 1957, Sedimentary Rocks. Harper& Brothers New York.

Wu, C., Huang, D. and Guo, Z., 1990, REE geochemistry in the weathered crust of granites, Longnan area, Jiangxi province. *Acta Geol. Sinica,* 3, p. 193-210.

Wu, C, Yuan, Z. and Bai, G., 1996, Rare earth deposits in China. *In*: Jones, A.P., Wall, F. and Williams, C.T. (eds.), *Rare Earth Minerals: Chemistry origin and ore deposits* (The Mineralogical Society Series, 7), Chapman & Hall, p. 281-310.

http://www.metal-pages.com

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรธรณี, 2545, โครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ พื้นที่แปลงที่ 2/2543 "ท่าแซะ" โดย บริษัท จีเอ็มที คอร์ปอเรชั่น จำกัด (สัญญาจ้างเลขที่ 126/2543): รายงานฉบับสมบูรณ์, กรมทรัพยากรธรณี, 200 หน้า.

_____, 2546, โครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ พื้นที่แปลงที่ 5/2544 "พะโต๊ะ" โดย บริษัท จีโอไทย บริการ จำกัด (สัญญาจ้างเลขที่ 63/2544): รายงานฉบับสมบูรณ์, กรมทรัพยากรธรณี, 470 หน้า.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541, การประเมินศักยภาพทางธรณีวิทยาเกี่ยวกับปริมาณของแร่ซึ่งมีโลหะหายากในประเทศไทย, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ สกว., 260 หน้า

ปัญญา จารุศิริ, สุวิทย์ โคสุววรณ, วัฒนา ตูตีจีน และชัยยุทธ ขันธปราบ, 2537, ธรณีเคมีของธาตุหายากในหินแกรนิตของประเทศไทย: ความเกี่ยวเนื่องกับการสำรวจในอนาคต, เอกสารประกอบการประชุมวิชาการด้านเหมืองแร่ ครั้งที่ 5 "อุตสาหกรรมแร่และพลังงานเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ," 24-25 พฤศจิกายน 2537 ณ โรงแรม บีพี แกรด์ทาวเวอร์, สงขลา, หน้า 2-22-47.

Nakapadungrat, S., 2014, Igneous and metamorphic rocks. *In*: Nuchanong, T. and others (eds.), *Geology of Thailand*, Department of Mineral Resources, Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok, Thailand, p. 207-217.

Potisat, S., 1995, Rare-earth element resources in Thailand, เอกสารกองพัฒนาทรัพยากรธรณี ฉบับที่ 2/2538, กรมทรัพยากรธรณี, 11 หน้า

U.S. Department of the Interior, 2007, Rare Earths. *Minerals Yearbook*, Volume 1, U.S. Geological Survey (USGS)

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลวิเคราะห์แร่หนักตกค้างในตัวอย่างตะกอนทางน้ำ และในตัวอย่างดิน/หินผุ จากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

ภาคผนวก ก ตารางแสดงผลวิเคราะห์แร่หนักตกค้างในตัวอย่างตะกอนทางน้ำที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

ลำดับ	ตัวอย่าง	พื้นที่	น้ำหนักรวม (g/m³)	Ilmenite (g/m³)	Garnet (g/m³)	Hematite/ Iron oxide (g/m³)	Monazite-Xenotime (g/m³)	Tourmaline (g/m³)	Zircon (g/m³)	Rutile-anatase (g/m³)	Cassiterrite (g/m³)	Mica (g/m³)	Quartz/ feldspar (g/m³)	Epidote (g/m³)
ปริมาณแร่หนักที่ได้จากการร่อนเลียงตะกอนทางน้ำปริมาตร 10 ลิตร														
1	Cp02 stp	ท่าเนียะ	3,914	1093.57	453.63	-	193.74	121.33	544.05	160.08	-	-	-	-
2	Cp26 stp	ท่าเนียะ	895	274.14	13.75	87.17	145.80	-	91.02	16.38	67.57	-	-	99.17
3	Cp27 stp	ท่าเนียะ	4,039	610.70	510.53	117.13	1,745.25	81.99	816.69	110.26	-	-	46.45	-
4	Cp01 stp	หลังสวน	1,394	-	-	-	-	949.59	-	-	150.83	63.43	230.15	-
5	Cp09 stp	หลังสวน	85	16.61	-	3.96	13.25	8.28	20.76	3.72	18.42	-	-	-
6	Cp17 stp	หลังสวน	234	-	22.07	25.37	-	79.58	39.73	-	58.99	8.26	-	-
7	Cp18 stp	หลังสวน	960	186.24	115.97	-	99.07	49.54	139.10	83.52	275.42	-	-	-
8	Cp19 stp	หลังสวน	233	60.32	40.05	11.51	38.51	24.07	12.02	10.81	35.70	-	-	-
9	Cp20 stp	หลังสวน	1,429	455.57	377.97	-	484.57	-	-	68.02	-	-	42.87	-
10	Cp22 stp	หลังสวน	1,672	781.25	284.69	24.67	191.14	79.74	119.32	-	126.75	16.07	48.37	-
11	Cp06 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	225	104.99	29.05	6.68	37.24	-	23.22	20.93	-	2.90	-	-
12	Cp11 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	145	37.31	-	7.12	39.70	4.96	44.59	6.68	-	4.64	-	-
13	Cp12 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	111	37.17	20.57	-	6.59	8.24	12.34	22.23	-	3.85	-	-
14	Cp13 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	797	230.25	114.69	-	29.41	91.89	137.56	82.65	27.26	57.30	25.98	-
15	Sr02 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	30	2.97	-	5.66	6.32	-	8.87	3.99	2.20	-	-	-
16	Sr03 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	203	38.87	-	18.53	41.35	-	58.06	17.44	28.74	-	-	-
17	Sr13 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	60	18.07	-	2.87	6.41	2.00	23.99	2.70	2.66	-	-	-
18	Sr18 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	118	22.93	-	5.48	36.59	-	34.26	10.28	8.47	-	-	-
19	Sr20 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	231	23.22	-	33.19	74.06	-	69.32	31.21	-	-	-	-
20	Sr26 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	189	66.32	-	4.21	-	-	33.02	3.97	3.27	-	6.24	71.97
21	Sr28 stp	สะแล-ท่าทะเล-ไชยา	234	57.92	9.62	33.13	9.85	4.61	23.10	10.39	51.39	-	-	25.13
22	Sr04 stp	วิภาดี	290	52.17	-	12.44	83.26	-	64.96	-	77.17	-	-	-
23	Sr06 stp	วิภาดี	602	159.95	-	25.34	113.42	-	106.19	-	197.09	-	-	-
24	Sr08 stp	บ้านนาสาร	959	-	-	68.86	-	528.60	72.02	-	-	44.98	244.55	-

ภาคผนวก ก (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์แร่หนักตกค้างในตัวอย่างดิน/หินผุที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

ลำดับ	ตัวอย่าง	พื้นที่	น้ำหนักรวม (g/m³)	Ilmenite (g/m³)	Garnet (g/m³)	Hematite/ Iron oxide (g/m³)	Monazite-Xenotime (g/m³)	Tourmaline (g/m³)	Zircon (g/m³)	Rutile-anatase (g/m³)	Cassiterrite (g/m³)	Mica (g/m³)	Quartz/ feldspar (g/m³)	Epidote (g/m³)
ปริมาณแร่หนักที่ได้จากการร่อนเลียดิน/หินผุปริมาตร 10 ลิตร														
1	Cp30(1)	ท่าแซะ	371	19.92	-	37.99	169.58	-	79.36	-	11.80	7.42	44.93	-
2	Cp30(4)	ท่าแซะ	135	22.37	6.18	21.33	47.60	4.95	14.85	-	-	9.29	8.42	-
3	Cp31(1)	ท่าแซะ	71	7.52	3.12	28.67	12.00	-	11.23	3.37	-	2.50	2.12	-
4	Cp32(1)	ท่าแซะ	105	27.75	-	15.88	5.90	7.38	33.16	14.93	-	-	-	-
5	Cp21(1)	ทหลังสวน	406	94.23	78.20	22.45	75.19	31.34	23.47	-	13.93	-	26.55	-
6	Cp21(4)	ทหลังสวน	421	77.42	64.24	24.63	82.39	68.62	25.68	-	-	32.12	-	-
7	Cp23(1)	ทหลังสวน	1,681	350.49	-	111.28	-	1,087.44	-	-	-	-	131.79	-
8	Cp23(7)	ทหลังสวน	862	56.20	-	107.23	-	373.76	-	-	166.28	-	158.52	-
9	Cp23(14)	ทหลังสวน	2,130	-	-	272.64	-	950.41	284.57	-	211.30	88.82	322.27	-
10	Cp24(1)	ทหลังสวน	1,537	102.98	256.37	98.06	-	753.13	-	-	152.32	-	174.14	-
11	Cp24(4)	ทหลังสวน	2,297	-	294.71	-	-	1,180.66	-	-	-	220.97	600.67	-
12	Cp24(5)	ทหลังสวน	85	-	8.25	-	21.17	13.24	19.81	-	7.35	12.37	2.81	-
13	Cp25(1)	ทหลังสวน	294	-	49.63	18.99	-	172.28	-	-	29.46	12.38	11.23	-
14	Cp25(5)	ทหลังสวน	624	-	143.58	-	-	316.37	-	-	63.96	26.89	73.20	-
15	Cp04(1) pt	สวนเกาะนอก-ไชยา	291	172.87	2.59	-	16.73	2.10	40.69	14.11	9.30	1.95	26.58	4.55
16	Cp04(2) pt	สวนเกาะนอก-ไชยา	147	87.53	-	2.78	15.52	2.91	14.52	13.08	10.78	-	-	-
17	Cp04(3) pt	สวนเกาะนอก-ไชยา	140	75.83	-	1.45	-	-	22.66	13.60	6.73	0.95	12.82	5.48
18	Cp04(4) pt	สวนเกาะนอก-ไชยา	109	66.86	-	-	-	-	6.05	10.90	3.59	3.78	10.29	7.03
19	Cp08 soc	สวนเกาะนอก-ไชยา	67	14.59	3.03	3.48	7.76	-	29.07	3.27	-	-	6.18	-
20	Cp10 soc	สวนเกาะนอก-ไชยา	65	3.40	-	12.96	10.84	4.52	20.29	-	5.02	-	7.67	-
21	Cp15(1)	สวนเกาะนอก-ไชยา	42	13.11	2.18	7.50	2.79	-	-	2.35	-	4.89	2.96	-
22	Cp15(4)	สวนเกาะนอก-ไชยา	17	6.16	0.85	2.94	1.09	0.68	1.02	-	-	1.28	1.16	-
23	Cp28 sop	สวนเกาะนอก-ไชยา	62	15.60	-	11.90	9.96	-	21.74	2.80	-	-	-	-
24	Cp29(1)	สวนเกาะนอก-ไชยา	58	11.67	-	8.35	12.42	-	20.33	5.23	-	-	-	-
25	Cp29(2)	สวนเกาะนอก-ไชยา	92	23.47	-	8.95	29.96	6.25	23.37	-	-	-	-	-

ภาคผนวก ก (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์แร่หนักตกค้างในตัวอย่างดิน/หินผุที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น (ต่อ)

ลำดับ	ตัวอย่าง	พื้นที่	น้ำหนักรวม (g/m³)	Ilmenite (g/m³)	Garnet (g/m³)	Hematite/ Iron oxide (g/m³)	Monazite-Xenotime (g/m³)	Tourmaline (g/m³)	Zircon (g/m³)	Rutile-anatase (g/m³)	Cassiterite (g/m³)	Mica (g/m³)	Quartz/ feldspar (g/m³)	Epidote (g/m³)
			ปริมาณแร่หนักที่ได้จากการร่อนตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุปริมาตร 10 ลิตร											
26	Cp29(5)	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	188	-	-	71.29	79.51	-	37.21	-	-	-	-	-
27	Cp32(2)	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	48	12.36	-	4.71	7.88	1.64	14.76	6.65	-	-	-	-
28	Cp32(3)	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	48	5.75	2.38	8.22	-	5.73	11.43	7.73	-	1.91	4.86	-
29	Sr15(1) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	29	2.93	-	2.79	-	-	16.05	5.26	0.87	-	-	0.64
30	Sr15(2) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	4	-	-	1.53	0.49	-	1.14	1.23	-	-	-	-
31	Sr15(3) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	10	0.54	-	3.08	-	-	4.83	1.93	-	-	-	-
32	Sr15(4) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	0	-	-	0.05	-	-	0.02	0.03	-	-	-	-
33	Sr15(5) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	8	-	-	2.02	-	-	4.21	1.90	-	-	-	-
34	Sr15(6) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	16	1.59	-	3.04	-	-	11.11	-	-	-	-	-
35	Sr17(10) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	140	-	-	37.67	11.76	-	23.59	49.59	-	2.94	8.92	5.72
36	Sr17(11) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	13	0.67	-	1.92	2.14	-	5.34	3.00	-	-	-	-
37	Sr17(12) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	17	-	-	1.65	3.69	-	6.90	3.88	-	0.54	-	-
38	Sr17(13) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	21	-	-	2.03	9.05	-	8.47	1.91	-	-	-	-
39	Sr17(14) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	31	3.03	-	1.45	12.91	-	7.55	2.72	2.24	0.94	-	-
40	Sr17(15) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	15	5.14	-	1.40	3.91	-	2.92	1.32	-	-	-	-
41	Sr17(16) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	8	1.52	-	1.09	2.42	-	1.13	0.68	0.56	0.24	-	-
42	Sr17(17) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	46	4.43	-	2.11	16.47	-	13.21	7.94	-	1.38	-	-
43	Sr17(18) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	5	1.00	-	0.45	1.86	-	0.99	0.67	-	-	-	-
44	Sr17(9) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	86	4.95	-	14.16	-	-	4.93	48.82	-	9.23	-	3.58
45	Sr17(V) pt	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	15	1.46	-	4.87	2.33	-	2.91	1.96	0.86	-	-	-
46	Sr19(1) sap	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	59	3.13	-	14.94	16.67	6.25	15.60	2.82	-	-	-	-
47	Sr19(2) sap	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	19	0.61	0.34	3.91	4.36	1.36	7.14	-	-	1.27	-	-
48	Sr21 sap	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	45	2.33	-	6.66	17.34	-	11.59	4.18	-	2.89	-	-
49	Sr23(1) sap	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	27	3.04	-	1.45	8.09	-	9.09	-	-	1.89	3.43	-
50	Sr25(1)	ลานแร่-ท่าอุแท-ไชยา	26	-	0.26	16.09	-	-	1.55	1.40	-	1.94	1.76	1.13

ภาคผนวก ก (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์แร่หนักตกค้างในตัวอย่างดิน/หินผุที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

ลำดับ	ตัวอย่าง	พื้นที่	น้ำหนักรวม (g/m³)	Ilmenite (g/m³)	Garnet (g/m³)	Hematite/ Iron oxide (g/m³)	Monazite-Xenotime (g/m³)	Tourmaline (g/m³)	Zircon (g/m³)	Rutile-anatase (g/m³)	Cassiterrite (g/m³)	Mica (g/m³)	Quartz/ feldspar (g/m³)	Epidote (g/m³)
ปริมาณแร่หนักที่ได้จากการร่อนเลียดิน/หินแกรนิตผุปริมาตร 10 ลิตร														
51	Sr25(2)	ลงแม่ทาน้อย	54	-	-	19.14	-	2.22	13.33	-	-	2.08	7.54	9.68
52	Sr25(3)	ลงแม่ทาน้อย	228	-	-	83.13	-	-	43.39	-	-	-	16.37	42.04
53	Sr29(1)	ลงแม่ทาน้อย	61	15.17	-	2.89	25.82	-	15.10	-	-	1.13	-	0.88
54	Sr29(2)	ลงแม่ทาน้อย	117	19.80	-	50.36	14.04	-	13.14	-	-	-	14.89	4.77
55	Sr29(3)	ลงแม่ทาน้อย	16	2.66	-	0.84	7.54	-	1.76	-	-	0.55	2.00	0.64
56	Sr29(4)	ลงแม่ทาน้อย	49	5.48	-	2.61	23.32	-	5.46	-	-	-	6.18	5.95
57	Sr31(1)	ลงแม่ทาน้อย	52	8.33	-	5.29	17.71	-	13.81	-	-	1.73	3.13	2.01
58	Sr31(2)	ลงแม่ทาน้อย	15	2.35	-	2.24	5.00	-	3.12	0.70	-	-	0.44	1.13
59	Sr31(3)	ลงแม่ทาน้อย	60	12.72	-	6.06	20.29	-	9.49	2.85	-	1.98	1.79	4.60
60	Sr31(4)	ลงแม่ทาน้อย	72	7.85	-	18.72	16.70	-	15.63	-	-	2.44	2.21	8.52
61	Sr07(1)pt	ลิกาลี	139	-	-	20.90	54.41	-	50.93	-	1.84	2.73	8.25	-
62	Sr07(2)pt	ลิกาลี	40	2.15	-	4.10	16.00	-	12.84	-	-	1.34	2.91	0.93
63	Sr07(3)pt	ลิกาลี	39	4.02	-	3.84	17.13	-	12.02	-	-	1.25	1.13	-
64	Sr07(4)pt	ลิกาลี	42	4.53	-	4.32	16.85	-	11.26	-	-	1.40	3.83	-
65	Sr07(5)pt	ลิกาลี	60	6.42	-	6.12	20.50	-	18.55	-	0.95	2.00	5.43	-
66	Sr07(6)pt	ลิกาลี	37	-	-	7.69	12.87	-	10.04	-	-	2.51	3.42	-
67	Sr07(7)pt	ลิกาลี	40	6.36	-	3.81	11.28	-	14.78	-	-	1.32	2.39	-
68	Sr10(1)	บ้านมาลัย	491	-	-	13.65	-	323.42	71.20	-	-	22.24	60.49	-
69	Sr10(2)	บ้านมาลัย	125	-	-	-	-	77.14	33.00	14.86	-	-	-	-
70	Sr10(3)	บ้านมาลัย	243	-	-	-	-	178.00	49.99	15.02	-	-	-	-
71	Sr10(4)	บ้านมาลัย	186	-	-	5.30	-	148.04	8.31	-	-	8.65	15.70	-
72	Sr10(5)	บ้านมาลัย	204	-	-	14.16	-	148.19	14.79	-	-	18.48	8.38	-

ภาคผนวก ก (ต่อ) ตารางแสดงสรุปผลวิเคราะห์แร่หนักตกค้างในตัวอย่างตะกอนทางน้ำและในตัวอย่างดิน/หินผุที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

พื้นที่		น้ำหนักรวม (g/m³)	Ilmenite (g/m³)	Garnet (g/m³)	Hematite/ Iron oxide (g/m³)	Monazite-Xenotime (g/m³)	Tourmaline (g/m³)	Zircon (g/m³)	Rutile-anatase (g/m³)	Cassiterrite (g/m³)	Mica (g/m³)	Quartz/ feldspar (g/m³)	Epidote (g/m³)
พื้นที่ท่าแซะ	ทางน้ำ_av	2,949	659.47	359.31	68.10	694.93	67.78	483.92	95.58	22.52	-	15.48	33.06
	ทางน้ำ_std	1,780	411.89	214.55	60.85	909.92	61.90	366.55	72.97	39.01	-	26.82	57.25
	ดิน/หินผุ_av	170	19.39	2.32	25.97	58.77	3.08	34.65	4.58	2.95	4.80	13.87	-
	ดิน/หินผุ_std	136	8.56	2.96	9.58	76.13	3.70	31.31	7.08	5.90	4.30	21.01	-
พื้นที่หลังสวน	ทางน้ำ_av	858	214.28	120.11	9.36	118.08	170.11	47.28	23.72	95.16	12.54	45.91	-
	ทางน้ำ_std	666	298.63	151.92	11.45	175.70	345.19	57.87	36.04	96.94	23.27	84.05	-
	ดิน/หินผุ_av	1,034	68.13	89.50	65.53	17.87	494.73	35.35	-	64.46	39.36	150.12	-
	ดิน/หินผุ_std	809	108.04	108.46	85.87	32.82	456.41	88.24	-	81.07	69.35	188.07	-
พื้นที่ละแม-ท่าชนะ-ไชยา	ทางน้ำ_av	213	58.18	15.81	10.63	26.14	10.15	42.58	19.32	11.27	6.25	2.93	8.83
	ทางน้ำ_std	206	63.43	34.30	12.18	22.51	27.25	36.46	22.88	17.05	17.03	7.87	22.26
	ดิน/หินผุ_av	59	13.48	0.25	10.00	9.53	0.73	12.12	4.88	0.87	1.04	3.07	2.36
	ดิน/หินผุ_std	61	30.57	0.73	17.39	13.27	1.70	10.57	10.28	2.40	1.71	5.53	6.52
พื้นที่วิภาวดี	ทางน้ำ_av	446	106.06	-	18.89	98.34	-	85.58	-	137.13	-	-	-
	ทางน้ำ_std	221	76.21	-	9.12	21.32	-	29.16	-	84.80	-	-	-
	ดิน/หินผุ_av	57	3.35	-	7.25	21.29	-	18.63	-	0.40	1.79	3.91	0.13
	ดิน/หินผุ_std	37	2.72	-	6.19	14.91	-	14.51	-	0.73	0.62	2.32	0.35
พื้นที่บ้านนาสาร	ทางน้ำ_av	959	-	-	69	-	529	72	-	-	45	245	-
	ทางน้ำ_std												
	ดิน/หินผุ_av	250	-	-	7	-	175	35	6	-	10	17	-
	ดิน/หินผุ_std	141	-	-	7	-	91	26	8	-	10	25	-

หมายเหตุ ทางน้ำ=ปริมาณแร่หนักที่ได้จากการร่อนเลียงตะกอนทางน้ำ, ดิน/หินผุ=ปริมาณแร่หนักที่ได้จากการร่อนเลียงดิน/หินแกรนิตผุ, av=ค่าเฉลี่ย, std=ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีปริมาณธาตุหายากรวมในตัวอย่างดิน/หินผุ และหินสด จากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

ภาคผนวก ข ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีปริมาณธาตุหายากรวมในตัวอย่างดิน/หินผุและหินสดที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

No.	ตัวอย่าง	TREYs	LREE	HREY	%LREE	%HREY	ASI	CIA
							$Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO)$	$100*Al_2O_3/(Al_2O_3+Na_2O+K_2O+CaO)$
ผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุพื้นที่ท่าแซะ								
1	CP30(1)s-wss	**580.61**	**499.7**	**80.91**	**86.06**	**13.94**	4.36	81.34
2	CP30(2)wss-ws	**636.5**	**566.48**	**70.02**	**89.00**	**11.00**	4.84	82.88
3	CP30(3)ws-wsr	**597.44**	**520.56**	**76.88**	**87.13**	**12.87**	3.48	77.67
4	CP30(4)wsr	**621.57**	**527.07**	**94.5**	**84.80**	**15.20**	2.78	73.58
5	CP31(1)s	**339.48**	**287.48**	**52**	**84.68**	**15.32**	12.77	92.74
6	CP31(2)st-wss	**384.55**	**315.45**	**69.1**	**82.03**	**17.97**	20.75	95.40
7	CP31(3)wss	**472.88**	**386.51**	**86.37**	**81.74**	**18.26**	25.12	96.17
8	CP31(4)wss-ws	**481.07**	**396.98**	**84.09**	**82.52**	**17.48**	12.25	92.45
9	CP31(5)ws-wsr	**572.26**	**498.03**	**74.23**	**87.03**	**12.97**	9.53	90.50
10	CP31(6)ws-wsr	**530.02**	**462.26**	**67.76**	**87.22**	**12.78**	8.77	89.76
	ค่าเฉลี่ย	**521.638**	**446.052**	**75.586**	**85.2205**	**14.7795**		
ผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างหินแกรนิตสดพื้นที่ท่าแซะ								
1	CP02rk	**677.87**	**584.15**	**93.72**	**86.17**	**13.83**	1.07	51.65
2	CP03rk	**497.24**	**439.98**	**57.26**	**88.48**	**11.52**	1.04	51.00
3	CP26rk	**288.16**	**237.6**	**50.56**	**82.45**	**17.55**	1.13	53.06
4	CP27(1)rk	**248.05**	**218.71**	**29.34**	**88.17**	**11.83**	1.07	51.77
5	CP27(2)rk	**179.51**	**149.48**	**30.03**	**83.27**	**16.73**	1.14	53.17
	ค่าเฉลี่ย	**378.166**	**325.984**	**52.182**	**85.7112**	**14.2888**		
ผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุพื้นที่หลังสวน								
1	CP21(1)st	**386.45**	**344.15**	**42.3**	**89.05**	**10.95**	2.12	67.93
2	CP21(2)st/s?	**338.34**	**295.14**	**43.2**	**87.23**	**12.77**	2.41	70.68
3	CP21(3)ws-wsr	**393.41**	**348.99**	**44.42**	**88.71**	**11.29**	2.24	69.14
4	CP21(4)wsr	**396.13**	**350.46**	**45.67**	**88.47**	**11.53**	1.99	66.56
5	CP23(1)s	**157.13**	**124.57**	**32.56**	**79.28**	**20.72**	15.02	93.76
6	CP23(2)s-wss	**118.08**	**91.76**	**26.32**	**77.71**	**22.29**	22.73	95.79
7	CP23(3)wss	**109.61**	**80.64**	**28.97**	**73.57**	**26.43**	20.96	95.45
8	CP23(4)wss	**124.69**	**98.17**	**26.52**	**78.73**	**21.27**	19.80	95.19
9	CP23(5)wss-ws	**113.42**	**85.74**	**27.68**	**75.60**	**24.40**	26.10	96.31
10	CP23(6)ws	**101.83**	**78.79**	**23.04**	**77.37**	**22.63**	38.02	97.44
11	CP23(7)ws	**106.54**	**81.94**	**24.6**	**76.91**	**23.09**	31.86	96.96
12	CP23(8)ws	**134.91**	**107.63**	**27.28**	**79.78**	**20.22**	38.80	97.49
13	CP23(9)ws	**132.26**	**103.35**	**28.91**	**78.14**	**21.86**	35.94	97.29
14	CP23(10)ws	**145.96**	**115.54**	**30.42**	**79.16**	**20.84**	29.82	96.76

15	CP23(11)ws	**140.12**	**114.92**	**25.2**	**82.02**	**17.98**	23.55	95.93
16	CP23(12)ws	**119.19**	**94.62**	**24.57**	**79.39**	**20.61**	16.04	94.13
17	CP23(13)ws	**119.54**	**93.92**	**25.62**	**78.57**	**21.43**	16.80	94.38
18	CP23(14)ws	**146.13**	**119.86**	**26.27**	**82.02**	**17.98**	9.07	90.07
19	CP24(1)wss-ws	**159.28**	**138.4**	**20.88**	**86.89**	**13.11**	1.99	66.51

ภาคผนวก ข (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีปริมาณธาตุหายากรวมในตัวอย่างดิน/หินผุและหินสดที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

No.	ตัวอย่าง	TREYs	LREE	HREY	%LREE	%HREY	ASI	CIA
							$Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO)$	$100*Al_2O_3/(Al_2O_3+Na_2O+K_2O+CaO)$
20	CP24(2)wss-ws	**244.22**	**206.95**	**37.27**	**84.74**	**15.26**	3.28	76.64
21	CP24(3)wsr-wr	**313.44**	**264.12**	**49.32**	**84.26**	**15.74**	2.95	74.67
22	CP24(4)wsr-wr	**170.01**	**140.14**	**29.87**	**82.43**	**17.57**	1.86	65.05
23	CP24(5)wsr-wr	**444.55**	**362.72**	**81.83**	**81.59**	**18.41**	2.87	74.18
24	CP25(1)s-wss	**168.73**	**150.1**	**18.63**	**88.96**	**11.04**	2.51	71.52
25	CP25(2)wss-wsr	**242.65**	**204.29**	**38.36**	**84.19**	**15.81**	3.09	75.53
26	CP25(3)wss-wsr	**230.85**	**196.29**	**34.56**	**85.03**	**14.97**	2.16	68.33
27	CP25(4)wss-wsr	**281.33**	**239.1**	**42.23**	**84.99**	**15.01**	2.26	69.37
28	CP25(5)wss-wsr	**360.23**	**312.34**	**47.89**	**86.71**	**13.29**	2.27	69.38
	ค่าเฉลี่ย	**210.68**	**176.594**	**34.0854**	**82.1964**	**17.8036**		
ผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างหินแกรนิตสดพื้นที่หลังสวน								
1	CP01rk	**121.72**	**100.6**	**21.12**	**82.65**	**17.35**	1.23	55.16
2	CP01rk(float)	**306.54**	**255.59**	**50.95**	**83.38**	**16.62**	0.77	43.47
3	CP16(1)rk	**222.31**	**162.88**	**59.43**	**73.27**	**26.73**	1.17	54.01
4	CP16(2)rk (vein)	**78.19**	**54.19**	**24**	**69.31**	**30.69**	1.10	52.45
5	CP19rk	**162.84**	**120.34**	**42.5**	**73.90**	**26.10**	1.24	55.34
6	CP20rk	**420.59**	**339.24**	**81.35**	**80.66**	**19.34**	1.09	52.16
7	CP24(1)rk	**295.18**	**231.65**	**63.53**	**78.48**	**21.52**	1.09	52.13
8	CP24(2)rk (vein)	**55.82**	**37.67**	**18.15**	**67.48**	**32.52**	1.11	52.56
9	CP24(3)rk (vein)	**55.7**	**37.08**	**18.62**	**66.57**	**33.43**	1.08	51.91
10	CP25rk	**392.77**	**320.04**	**72.73**	**81.48**	**18.52**	1.09	52.22
	ค่าเฉลี่ย (ไม่รวม vein)	**274.56**	**218.62**	**55.94**	**79.12**	**20.88**		
ผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุพื้นที่ละแม-ท่าชนะ-ไชยา								
1	CP 04(1)s	**311.66**	**270.92**	**40.74**	**86.93**	**13.07**	1.66	62.35
2	CP 04(2)wss	**262.84**	**227.72**	**35.12**	**86.64**	**13.36**	2.49	71.34
3	CP 04(3)wss-ws	**403.38**	**325.58**	**77.8**	**80.71**	**19.29**	3.20	76.20
4	CP 04(4)ws	**562.82**	**468.94**	**93.88**	**83.32**	**16.68**	2.63	72.48
5	SR15(1)s	**146.63**	**126.99**	**19.64**	**86.61**	**13.39**	6.80	87.17
6	SR15(2)s-wss	**419.75**	**340.61**	**79.14**	**81.15**	**18.85**	3.17	76.04

7	SR15(3)wss-ws	287.77	234.93	52.84	81.64	18.36	8.98	89.98
8	SR15(4)ws	315.96	257.79	58.17	81.59	18.41	7.09	87.65
9	SR15(5)ws	322.74	262.56	60.18	81.35	18.65	5.70	85.08
10	SR15(6)ws	369.75	305.09	64.66	82.51	17.49	4.82	82.83
11	SR17(9)ws	728.2	553.06	175.14	75.95	24.05	5.83	85.35
12	SR17(10)ws-wsr	466.24	345.92	120.32	74.19	25.81	3.34	76.98
13	SR17(11)ws-wsr	482.12	342.09	140.03	70.96	29.04	2.53	71.65
14	SR17(12)ws-wsr	407.31	291.36	115.95	71.53	28.47	2.39	70.49
15	SR17(13)ws-wsr	489.58	361.75	127.83	73.89	26.11	2.47	71.19

ภาคผนวก ข (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีปริมาณธาตุหายากรวมในตัวอย่างดิน/หินผุและหินสดที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

No.	ตัวอย่าง	TREYs	LREE	HREY	%LREE	%HREY	ASI	CIA
							$Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO)$	$100*Al_2O_3/(Al_2O_3+Na_2O+K_2O+CaO)$
16	SR17(14)wsr	378.25	279.24	99.01	73.82	26.18	2.19	68.63
17	SR17(15)wsr	328.72	241.49	87.23	73.46	26.54	2.54	71.78
18	SR17(16)wsr	430.65	327.94	102.71	76.15	23.85	2.17	68.43
19	SR17(17)wsr	277.87	211.63	66.24	76.16	23.84	1.93	65.90
20	SR17(18)wsr	403.32	316.36	86.96	78.44	21.56	2.25	69.26
21	SR19soC(1)ws-wsr	469.81	365.59	104.22	77.82	22.18	4.15	80.57
22	SR19soC(2)ws-wsr	204.56	168.3	36.26	82.27	17.73	11.98	92.30
23	SR21soCws-wsr	249.05	199.78	49.27	80.22	19.78	2.42	70.73
24	SR23soC(1)wss-ws	402.35	334.37	67.98	83.10	16.90	2.71	73.01
25	SR23soC(2)wss-ws	425.69	340.64	85.05	80.02	19.98	3.05	75.33
26	SR17 V	129.57	62.56	67.01	48.28	51.72	1.98	66.48
27	CP08ws-wsr	220.39	178.7	41.69	81.08	18.92	4.01	80.02
28	CP10wss	399.88	325.07	74.81	81.29	18.71	3.55	78.02
29	CP15(1)s	425.86	374.5	51.36	87.94	12.06	3.71	78.76
30	CP15(2)s-wss	482.22	417.84	64.38	86.65	13.35	4.11	80.42
31	CP15(3)wss-ws	512.78	443.61	69.17	86.51	13.49	3.72	78.80
32	CP15(4)wss-ws	543.2	467.45	75.75	86.05	13.95	3.31	76.82
33	CP28soc	172.99	139.93	33.06	80.89	19.11	3.91	79.62
34	CP29(1)s-ws	355.23	280.31	74.92	78.91	21.09	2.19	68.66
35	CP29(2)ws-wsr	361.81	289.19	72.62	79.93	20.07	2.09	67.67
36	CP29(3)ws-wsr	325.76	257.05	68.71	78.91	21.09	2.11	67.85
37	CP29(4)wsr	251.78	195.94	55.84	77.82	22.18	1.91	65.60
38	CP29(5)wsr	352.64	286.53	66.11	81.25	18.75	1.86	65.02
39	CP29(6)wsr	385.83	302.78	83.05	78.47	21.53	1.74	63.45
40	CP32(1)ST	255.15	186.96	68.19	73.27	26.73		

41	CP32(2)ST-WSS	329.69	249.72	79.97	75.74	24.26		
42	CP32(3)WSS	388.63	294.57	94.06	75.80	24.20		
43	SR25SoC(1)WSS-WS	536.03	471.52	64.51	87.97	12.03		
44	SR25SoC(2)WSS-WSR	515.32	414.16	101.16	80.37	19.63		
45	SR25SoC(3)WSS-WSR	413.23	341.24	71.99	82.58	17.42		
46	SR29Pt(1)WS-WSR	667.01	553.83	113.18	83.03	16.97		
47	SR29Pt(2)WSR	687.51	559	128.51	81.31	18.69		
48	SR29Pt(3)WSR	898.81	710.58	188.23	79.06	20.94		
49	SR29Pt(4)WSR	802.39	614.82	187.57	76.62	23.38		
50	SR31Pt(1)S-WSS	156.59	115.67	40.92	73.87	26.13		
51	SR31Pt(2)-WSS	199.99	146.62	53.37	73.31	26.69		
52	SR31Pt(3)-WS	228.82	162.73	66.09	71.12	28.88		
53	SR31Pt(4)-WS	289.19	206.55	82.64	71.42	28.58		
	ค่าเฉลี่ย	393.119	312.266	80.8536	78.8661	21.1339		

ภาคผนวก ข (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีปริมาณธาตุหายากรวมในตัวอย่างดิน/หินผุและหินสดที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

No.	ตัวอย่าง	TREYs	LREE	HREY	%LREE	%HREY	ASI	CIA
							$Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO)$	$100*Al_2O_3/(Al_2O_3+Na_2O+K_2O+CaO)$
ผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างหินแกรนิตสดพื้นที่ละแม-ท่าชนะ-ไชยา								
1	CP05rk	328.12	260.93	67.19	79.52	20.48	1.16	53.78
2	CP06rk	249.27	206.62	42.65	82.89	17.11	1.18	54.04
3	CP09rk	222.08	172.15	49.93	77.52	22.48	1.04	51.05
4	CP11rk	345.92	271.12	74.8	78.38	21.62	1.12	52.76
5	CP14rk	391.37	311.96	79.41	79.71	20.29	1.11	52.59
6	SR12rk	263.69	215.07	48.62	81.56	18.44	1.02	50.45
7	SR13rk	278.2	227.42	50.78	81.75	18.25	1.04	51.00
8	SR16rk	292.58	240.89	51.69	82.33	17.67	1.02	50.42
9	SR17wRk	451.75	331.57	120.18	73.40	26.60	1.13	52.97
10	SR17wRk(Vein)	161.62	51.1	110.52	31.62	68.38	1.09	52.08
11	SR18rk	247.2	196.43	50.77	79.46	20.54	1.12	52.78
12	SR21rk	340.25	264.96	75.29	77.87	22.13	1.27	55.92
13	SR22rk	262.7	219	43.7	83.37	16.63	1.03	50.75
14	SR27Rk	316.75	251.45	65.3	79.38	20.62		
15	SR28Rk	285.76	232.34	53.42	81.31	18.69		
16	SR29Rk	347.8	299.07	48.73	85.99	14.01		
17	SR32Rk	257.17	198.74	58.43	77.28	22.72		
	ค่าเฉลี่ย (ไม่รวม vein)	315.139	246.926	68.2131	82.0831	24.1669		
ผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุพื้นที่วิภาวดี								

1	SR07(1)s-wss	**276.62**	**229.57**	**47.05**	**82.99**	**17.01**	1.78	64.05
2	SR07(2)wss	**467.45**	**381.96**	**85.49**	**81.71**	**18.29**	2.16	68.37
3	SR07(3)ws	**459.68**	**379.38**	**80.3**	**82.53**	**17.47**	2.42	70.78
4	SR07(4)ws-wsr	**406.28**	**334.36**	**71.92**	**82.30**	**17.70**	2.39	70.51
5	SR07(5)wsr	**483.23**	**375.65**	**107.58**	**77.74**	**22.26**	2.25	69.23
6	SR07(6)wsr	**438.25**	**338.97**	**99.28**	**77.35**	**22.65**	2.06	67.31
7	SR07(7)wsr	**377.5**	**293.3**	**84.2**	**77.70**	**22.30**	2.21	68.83
	ค่าเฉลี่ย	**415.573**	**333.313**	**82.26**	**80.3301**	**19.6699**		
ผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างหินแกรนิตสดพื้นที่วิภาวดี								
1	SR04rk	**272.57**	**225.66**	**46.91**	**82.79**	**17.21**	1.07	51.63
2	SR06rk	**314.02**	**263.49**	**50.53**	**83.91**	**16.09**	1.01	50.31
	ค่าเฉลี่ย	**293.295**	**244.575**	**48.72**	**83.3492**	**16.6508**		

ภาคผนวก ข (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีปริมาณธาตุหายากรวมในตัวอย่างดิน/หินผุและหินสดที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

No.	ตัวอย่าง	TREYs	LREE	HREY	%LREE	%HREY	ASI	CIA
							$Al_2O_3/(Na_2O+K_2O+CaO)$	$100*Al_2O_3/(Al_2O_3+Na_2O+K_2O+CaO)$
ผลวิเคราะห์เคมีตัวอย่างดิน/หินแกรนิตผุพื้นที่บ้านนาสาร								
1	SR10(1)s	**196.85**	**142.16**	**54.69**	**72.22**	**27.78**	4.89	83.03
2	SR10(2)s-wss	**144.52**	**98.52**	**46**	**68.17**	**31.83**	6.41	86.50
3	SR10(3)s-wss	**185.97**	**126.81**	**59.16**	**68.19**	**31.81**	4.50	81.83
4	SR10(4)wsr	**134.89**	**90.2**	**44.69**	**66.87**	**33.13**	3.27	76.56
5	SR10(5)wsr	**187.9**	**136.01**	**51.89**	**72.38**	**27.62**	3.04	75.25
	ค่าเฉลี่ย	**170.026**	**118.74**	**51.286**	**69.566**	**30.434**		
ตัวอย่างหินแกรนิตสดพื้นที่บ้านนาสาร								
1	SR08rk	**108.29**	**69.34**	**38.95**	**64.03**	**35.97**	1.25	55.46
2	SR11rk	**99.11**	**63.61**	**35.5**	**64.18**	**35.82**	1.17	53.83
	ค่าเฉลี่ย	**103.7**	**66.475**	**37.225**	**64.1065**	**35.8935**		

ภาคผนวก ข (ต่อ) ตารางสรุปผลวิเคราะห์เคมีปริมาณธาตุหายากรวมในตัวอย่างดิน/หินผุและหินสดที่เก็บจากพื้นที่เป้าหมายเบื้องต้น

		TREYs	LREE	HREY	%LREE	%HREY	ASI	CIA
พื้นที่ท่าแซะ	*Soil_max*	*636.50*	*566.48*	*94.50*	*89.00*	*18.26*	*25.12*	*96.17*
	Soil_min	*339.48*	*287.48*	*52.00*	*81.74*	*11.00*	*2.78*	*73.58*
	Soil_av	*521.64*	*446.05*	*75.59*	*85.22*	*14.78*	*10.47*	*87.25*
	Soil_std	*100.57*	*94.64*	*11.87*	*2.49*	*2.49*	*7.53*	*7.84*
	Rock_max	*677.87*	*584.15*	*93.72*	*88.48*	*17.55*	*1.14*	*53.17*
	Rock_min	*179.51*	*149.48*	*29.34*	*82.45*	*11.52*	*1.04*	*51.00*
	Rock_av	*378.17*	*325.98*	*52.18*	*85.71*	*14.29*	*1.09*	*52.13*
	Rock_std	*205.24*	*180.36*	*26.30*	*2.76*	*2.76*	*0.04*	*0.95*
พื้นที่หลังสวน	*Soil_max*	*444.55*	*362.72*	*81.83*	*89.05*	*26.43*	*38.80*	*97.49*
	Soil_min	*101.83*	*78.79*	*18.63*	*73.57*	*10.95*	*1.86*	*65.05*
	Soil_av	*210.68*	*176.59*	*34.09*	*82.20*	*17.80*	*13.52*	*82.94*
	Soil_std	*108.75*	*97.89*	*12.78*	*4.45*	*4.45*	*12.98*	*13.10*
	Rock_max	*420.59*	*339.24*	*81.35*	*83.38*	*33.43*	*1.24*	*55.34*
	Rock_min	*55.70*	*37.08*	*18.15*	*66.57*	*16.62*	*0.77*	*43.47*
	Rock_av	*211.17*	*165.93*	*45.24*	*75.72*	*24.28*	*1.10*	*52.14*
	Rock_std	*137.21*	*114.52*	*23.83*	*6.45*	*6.45*	*0.13*	*3.31*
พื้นที่ละแม-ท่าชนะ-ไชยา	*Soil_max*	*898.81*	*710.58*	*188.23*	*87.97*	*51.72*	*11.98*	*92.30*
	Soil_min	*129.57*	*62.56*	*19.64*	*48.28*	*12.03*	*1.66*	*62.35*
	Soil_av	*393.12*	*312.27*	*80.85*	*78.87*	*21.13*	*3.56*	*74.87*
	Soil_std	*161.19*	*132.14*	*36.21*	*6.33*	*6.33*	*2.14*	*7.70*
	Rock_max	*451.75*	*331.57*	*120.18*	*85.99*	*68.38*	*1.27*	*55.92*
	Rock_min	*161.62*	*51.10*	*42.65*	*31.62*	*14.01*	*1.02*	*50.42*
	Rock_av	*296.60*	*232.40*	*64.20*	*77.25*	*22.75*	*1.10*	*52.35*
	Rock_std	*68.06*	*63.50*	*22.35*	*12.11*	*12.11*	*0.07*	*1.63*
พื้นที่วิภาวดี	*Soil_max*	*483.23*	*381.96*	*107.58*	*82.99*	*22.65*	*2.42*	*70.78*
	Soil_min	*276.62*	*229.57*	*47.05*	*77.35*	*17.01*	*1.78*	*64.05*
	Soil_av	*415.57*	*333.31*	*82.26*	*80.33*	*19.67*	*2.18*	*68.44*
	Soil_std	*71.38*	*55.79*	*19.56*	*2.59*	*2.59*	*0.22*	*2.28*
	Rock_max	*314.02*	*263.49*	*50.53*	*83.91*	*17.21*	*1.07*	*51.63*
	Rock_min	*272.57*	*225.66*	*46.91*	*82.79*	*16.09*	*1.01*	*50.31*
	Rock_av	*293.30*	*244.58*	*48.72*	*83.35*	*16.65*	*1.04*	*50.97*
	Rock_std	*29.31*	*26.75*	*2.56*	*0.79*	*0.79*	*0.04*	*0.93*
พื้นที่บ้านนาสาร	*Soil_max*	*196.85*	*142.16*	*59.16*	*72.38*	*33.13*	*6.41*	*86.50*
	Soil_min	*134.89*	*90.20*	*44.69*	*66.87*	*27.62*	*3.04*	*75.25*
	Soil_av	*170.03*	*118.74*	*51.29*	*69.57*	*30.43*	*4.42*	*80.63*
	Soil_std	*28.19*	*23.10*	*6.03*	*2.55*	*2.55*	*1.36*	*4.67*
	Rock_max	*108.29*	*69.34*	*38.95*	*64.18*	*35.97*	*1.25*	*55.46*

	Rock_min	*99.11*	*63.61*	*35.50*	*64.03*	*35.82*	*1.17*	*53.83*
	Rock_av	*103.70*	*66.48*	*37.23*	*64.11*	*35.89*	*1.21*	*54.65*
	Rock_std	*6.49*	*4.05*	*2.44*	*0.11*	*0.11*	*0.06*	*1.15*

หมายเหตุ Soil=ชั้นเปลือกดิน, Rock=ชั้นหินแกรนิตผุ

max=ค่าสูงสุด, min=ค่าต่ำสุด, av=ค่าเฉลี่ย, std=ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ภาคผนวก ค

ตารางผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างดิน/หินผุ

จากพื้นที่คัดสรรย่อย

ภาคผนวก ค ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างดิน/หินผุจากพื้นที่คัดสรรย่อย “หล้อมปุด”

No.	ตัวอย่าง	ชั้น	TREYS	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Y	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	U	Th
1	SR17(10)WS-WSR	L2	439.7	73.4	140	19.8	77.7	17.4	1.92	15.7	81.7	2.44	14	2.64	8.23	1.35	8.6	1.36	8	10.2	53.5
2	SR17(11)WS-WSR	L2	452.1	76	128	20.4	79.6	18.6	2.09	17.4	95.2	2.83	16.9	3.11	9.28	1.52	9.6	1.59	8	10.3	62.4
3	SR17(12)WS-WSR	L2	382.4	66.6	111	16.9	66.3	15.1	1.66	13.8	79.1	2.3	13.6	2.53	7.53	1.26	8.3	1.33	7	9.74	54
4	SR17(13)WS-WSR	L2	463	84.9	136	21.5	83.3	17.9	1.85	16.3	87.8	2.7	15.3	2.85	8.19	1.33	8.3	1.36	8	11.1	52.1
5	SR17(14)WSR	L2	357	62.9	112	15.9	61.5	13.3	1.34	12.3	67.7	1.96	11.4	2.14	6.38	1.11	7.1	1.22	8	11.7	56.4
6	SR17(15)WSR	L2	310	55.6	98.2	13.6	51.3	11.3	1.09	10.4	59.4	1.69	10.2	1.94	5.78	1	6.2	1.02	8	12.9	54.9
7	SR17(16)WSR	L2	407.8	70.7	151	16.7	62.7	13.3	1.24	12.3	68.8	2.04	12.3	2.29	6.95	1.19	7.8	1.34	9	16	64.4
8	SR17(17)WSR	L2	263.23	45.2	93.3	11.4	43.4	9.1	0.92	8.31	44.3	1.37	8.22	1.51	4.49	0.75	4.8	0.8	5	9.24	43.8
9	SR17(18)WSR	L2	384.3	71.7	142	16.4	62	12.6	1.06	10.6	58.5	1.79	10.5	1.97	5.88	0.99	6.3	1.03	7	22.6	63.1
10	SR29(1)WS-WSR	L2	644.1	122	272	27.1	96.1	19	1.93	15.7	78.8	2.33	13.4	2.4	7.04	1.19	6.8	1.22	13	23.5	102
11	SR29(2)-WSR	L2	661.6	115	282	27.1	97.2	19.4	2.1	16.2	89.9	2.47	14.8	2.56	8.07	1.33	8	1.38	11	25.1	88.4
12	SR29(3)-WSR	L2	860.1	162	301	40.6	147	31.3	3.18	25.5	130	3.79	22.7	3.97	12.1	1.99	12	1.98	13	36.4	99.9
13	SR29(4)WSR	L2	762.2	141	239	37	138	30.6	3.22	26	127	3.93	23.6	4.08	12.4	2.07	12	2.09	12	35.9	91.9
14	SR31(1)S-WSS	L1	148.87	20.8	67.6	4.65	16.1	3.3	0.31	2.91	30.1	0.5	3.41	0.69	2.31	0.45	2.9	0.56	<5	9.89	34.3
15	SR31(2)WSS	L2	190.42	34.2	71.8	6.78	24.2	4.7	0.52	4.42	39.7	0.73	4.62	0.9	2.95	0.53	3.3	0.64	7	15.5	61.1
16	SR31(3)-WS	L2	216.72	43.3	66.2	8.91	31.4	6.3	0.72	5.9	48.3	0.98	6.41	1.16	3.75	0.66	4.1	0.73	7	14.8	58.6
17	SR31(4)WS	L2	273.66	51.6	84.8	11.5	41	8.7	0.94	8.01	59.9	1.32	8.15	1.51	4.81	0.84	5.2	0.91	6	13.9	54.7
18	SRLP01(1)S	L1	125.05	17	57.5	3.26	11.5	2.3	0.35	2.22	28.3	0.42	2.97	0.61	2.11	0.41	2.9	0.58	5	13.4	40.2

ภาคผนวก ค (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างดิน/หินผุจากพื้นที่คัดสรรย่อย “หล้อมปุด”

No.	ตัวอย่าง	ชั้น	TREYS	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Y	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	U	Th
1	SR17(10)WS-WSR	L2	439.7	73.4	140	19.8	77.7	17.4	1.92	15.7	81.7	2.44	14	2.64	8.23	1.35	8.6	1.36	8	10.2	53.5
2	SR17(11)WS-WSR	L2	452.1	76	128	20.4	79.6	18.6	2.09	17.4	95.2	2.83	16.9	3.11	9.28	1.52	9.6	1.59	8	10.3	62.4
3	SR17(12)WS-WSR	L2	382.4	66.6	111	16.9	66.3	15.1	1.66	13.8	79.1	2.3	13.6	2.53	7.53	1.26	8.3	1.33	7	9.74	54
4	SR17(13)WS-WSR	L2	463	84.9	136	21.5	83.3	17.9	1.85	16.3	87.8	2.7	15.3	2.85	8.19	1.33	8.3	1.36	8	11.1	52.1
5	SR17(14)WSR	L2	357	62.9	112	15.9	61.5	13.3	1.34	12.3	67.7	1.96	11.4	2.14	6.38	1.11	7.1	1.22	8	11.7	56.4
6	SR17(15)WSR	L2	310	55.6	98.2	13.6	51.3	11.3	1.09	10.4	59.4	1.69	10.2	1.94	5.78	1	6.2	1.02	8	12.9	54.9
7	SR17(16)WSR	L2	407.8	70.7	151	16.7	62.7	13.3	1.24	12.3	68.8	2.04	12.3	2.29	6.95	1.19	7.8	1.34	9	16	64.4
8	SR17(17)WSR	L2	263.23	45.2	93.3	11.4	43.4	9.1	0.92	8.31	44.3	1.37	8.22	1.51	4.49	0.75	4.8	0.8	5	9.24	43.8
9	SR17(18)WSR	L2	384.3	71.7	142	16.4	62	12.6	1.06	10.6	58.5	1.79	10.5	1.97	5.88	0.99	6.3	1.03	7	22.6	63.1
10	SR29(1)WS-WSR	L2	644.1	122	272	27.1	96.1	19	1.93	15.7	78.8	2.33	13.4	2.4	7.04	1.19	6.8	1.22	13	23.5	102
11	SR29(2)-WSR	L2	661.6	115	282	27.1	97.2	19.4	2.1	16.2	89.9	2.47	14.8	2.56	8.07	1.33	8	1.38	11	25.1	88.4
12	SR29(3)-WSR	L2	860.1	162	301	40.6	147	31.3	3.18	25.5	130	3.79	22.7	3.97	12.1	1.99	12	1.98	13	36.4	99.9
13	SR29(4)WSR	L2	762.2	141	239	37	138	30.6	3.22	26	127	3.93	23.6	4.08	12.4	2.07	12	2.09	12	35.9	91.9
14	SR31(1)S-WSS	L1	148.87	20.8	67.6	4.65	16.1	3.3	0.31	2.91	30.1	0.5	3.41	0.69	2.31	0.45	2.9	0.56	<5	9.89	34.3
15	SR31(2)WSS	L2	190.42	34.2	71.8	6.78	24.2	4.7	0.52	4.42	39.7	0.73	4.62	0.9	2.95	0.53	3.3	0.64	7	15.5	61.1
16	SR31(3)-WS	L2	216.72	43.3	66.2	8.91	31.4	6.3	0.72	5.9	48.3	0.98	6.41	1.16	3.75	0.66	4.1	0.73	7	14.8	58.6
17	SR31(4)WS	L2	273.66	51.6	84.8	11.5	41	8.7	0.94	8.01	59.9	1.32	8.15	1.51	4.81	0.84	5.2	0.91	6	13.9	54.7
18	SRLP01(1)S	L1	125.05	17	57.5	3.26	11.5	2.3	0.35	2.22	28.3	0.42	2.97	0.61	2.11	0.41	2.9	0.58	5	13.4	40.2

ภาคผนวก ค (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างดิน/หินผุจากพื้นที่คัดสรรย่อย “หล้อมปุด”

No.	ตัวอย่าง	ชั้น	TREYS	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Y	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	U	Th
19	SRLP01(2)S-WSS	L1	194.37	40.2	68.2	7.61	26.2	4.8	0.62	4.49	38.3	0.75	4.57	0.9	2.79	0.5	3.1	0.57	8	16.1	61.3
20	SRLP01(3)WSS	L2	234.08	52.2	75.2	10.2	34.8	6.4	0.85	5.73	43.8	0.91	5.75	1.02	3.23	0.57	3.4	0.62	9	19.4	70.2
21	SRLP01(4)WS-WSR	L2	243.91	50.3	77.9	10.6	37.3	7.2	0.9	6.24	48	1.04	6.37	1.18	3.8	0.65	4	0.72	8	14.9	55.3
22	SRLP01(5)WS-WSR	L2	281.3	55.5	90.5	12.8	46	9.3	1.13	7.93	51.7	1.21	7.57	1.39	4.45	0.74	4.6	0.82	7	14	52.6
23	SRLP01(6)WS-WSR	L2	250.89	48.6	76.3	11.6	41.8	9	1.07	7.37	48.8	1.21	7.42	1.33	4.26	0.74	4.5	0.78	6	11.9	42.5
24	SRLP02(1)S	L1	377.51	72.6	168	15.6	52.2	9.3	0.77	6.88	46.2	1.1	6.73	1.24	4.12	0.78	4.9	0.92	6	13	55.6
25	SRLP02(2)S	L1	346.76	66.9	140	14	48.8	9.2	0.87	7.26	53.2	1.16	7.4	1.33	4.31	0.77	4.9	0.89	7	12.5	53.3
26	SRLP02(3)S	L1	388.25	77.3	143	16.3	56.8	11.2	1.18	9.68	64.2	1.58	9.77	1.75	5.47	0.92	5.8	1	8	14.3	58.3
27	SRLP02(4)S-WSS	L2	413.9	79.8	155	16.9	59.2	12.2	1.3	10.4	69.9	1.72	10.5	1.91	5.82	1.01	6.2	1.09	8	16.3	61.9
28	SRLP02(5)WSS	L2	332.27	67.5	112	14.7	51.5	10.6	1.14	9.3	57.6	1.54	9.07	1.61	4.89	0.83	5.1	0.92	9	26.3	66.7
29	SRLP02(6)WSS	L2	326.41	64.2	112	14.4	52.1	10.9	1.14	9.23	54.8	1.47	8.78	1.55	4.91	0.85	5.1	0.89	8	33.5	66.4
30	SRLP02(7)WSS-WS	L2	381.6	71	129	16.6	60.3	13.3	1.54	11.3	68.6	1.91	11.5	2.04	6.38	1.12	6.8	1.17	9	31.7	62.1
31	SrLp02(8)ws-wsr3.5-4.0	L2	500.5	90	159	23.5	84.3	17.6	2.16	16.3	94.4	2.59	15.4	2.91	8.82	1.48	9.3	1.51	10	30.2	59.5
32	SrLp02(9)ws-wsr4.0-4.5	L2	682.2	118	235	32.1	117	24.2	3.21	22.1	114	3.37	19.8	3.64	10.9	1.85	12	1.85	11	35.3	65.9
33	SrLp02(10)ws-wsr4.5-5.0	L2	815.9	136	283	36.4	130	29.2	3.97	28.3	147	4.41	26	4.74	14.2	2.29	14	2.32	9	38.3	66.1
34	SrLp02(11)ws-wsr5.0-5.5	L2	557.4	93.8	188	23.1	80.6	17.6	2.44	18.8	116	3.22	19.5	3.63	10.9	1.81	11	1.78	10	39.5	65.6
35	SrLp02(12)ws-wsr5.5-6.0	L2	481.9	86.9	165	21	72	14.3	1.8	14.4	93	2.49	15.3	2.87	8.89	1.48	9.3	1.54	10	42.7	71
36	SrLp03(1)s0.0-0.5	L1	174.3	19.6	48	5.32	19.1	4.4	0.2	5.31	65.7	0.99	6.87	1.48	5.27	0.98	6.7	1.23	<5	11.8	24

ภาคผนวก ค (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างดิน/หินผุจากพื้นที่คัดสรรย่อย “หล้อมปุด”

No.	ตัวอย่าง	ชั้น	TREYS	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Y	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	U	Th
37	SrLp03(2)s-Qz 0.5-1.0	L1	**158.48**	17.2	45.2	4.67	16.6	3.8	0.2	4.76	59.7	0.95	6.55	1.41	4.9	0.88	6	1.05	<5	11	21.5
38	SrLp03(3)Qz 1.0-1.5	L1	**144.79**	16.5	45	4.45	15.5	3.7	0.21	4.34	49.7	0.82	5.6	1.2	4.06	0.74	4.9	0.88	<5	14.1	25.2
39	SrLp04(1)s0.0-0.5	L1	**305.33**	55.9	137	13.1	44.4	7.5	0.62	5.73	36.9	0.84	4.8	0.93	2.93	0.48	3.2	0.56	6	12.4	46.9
40	SrLp04(2)s0.5-1.0	L1	**338.03**	62.5	140	15.3	51.4	8.9	0.82	7.17	46.8	1.06	5.96	1.16	3.66	0.61	3.6	0.61	7	14.2	51.8
41	SrLp04(3)wss-ws1.0-1.5	L2	**434.08**	91.3	162	21.6	74.6	12.5	1.26	10.1	54	1.47	7.98	1.48	4.36	0.68	4	0.65	10	20.7	75.3
42	SrLp04(4)ws-wsr1.5-2.0	L2	**880.9**	146	393	42.9	150	29.4	3.23	21.5	81.5	3.18	16.6	2.76	7.48	1.16	6.9	1.07	9	23.5	67.2
43	SrLp04(5)ws-wsr2.0-2.5	L2	**1200.8**	217	448	62.5	221	44.8	5.21	36.8	141	5.57	29.7	4.93	13.1	2.08	12	1.83	7	18.2	56.3
44	SrLp04(6)ws-wsr2.5-3.0	L2	**814.4**	167	231	46	168	32.4	3.7	27.5	122	3.78	20.5	3.65	10.2	1.55	8.9	1.41	8	22.5	66.3
45	SrLp05(1)s0.0-0.5	L1	**306.41**	57	126	13.5	45.4	7.7	0.42	6.17	45.3	0.89	5.34	1.1	3.74	0.65	4.2	0.77	<5	8.97	38.9
46	SrLp05(2)s0.5-1.0	L1	**296.91**	56.2	124	13.3	44.5	7.3	0.47	5.78	40.7	0.85	5.13	1.04	3.3	0.59	3.8	0.7	<5	9.44	39.8
47	SrLp05(3)s1.0-1.5	L1	**305.5**	55.8	131	13.2	44.4	7.3	0.5	6.05	42.6	0.85	5.15	1.04	3.23	0.59	3.7	0.68	<5	10	40.3
48	SrLp05(4)s-wss1.5-2.0	L2	**310.66**	62	120	14.5	49.2	8.1	0.69	6.66	44.8	0.93	5.4	1.06	3.32	0.56	3.5	0.63	<5	11.8	42.3
49	SrLp05(5)wss-ws2.0-2.5	L2	**284.26**	59.1	104	13.7	46.1	8	0.79	6.58	41.5	0.92	5.28	1.03	3.03	0.52	3.2	0.56	<5	9.27	39.1
50	SrLp05(6)wss-ws2.5-3.0	L2	**260.1**	53.4	95.5	12.5	42	7.2	0.8	5.77	38.9	0.84	4.83	0.92	2.79	0.48	3	0.52	<5	8.08	36.6
51	SrLp06(1)s0.0-0.5	L1	**260.64**	44.4	119	10.2	35.5	6.3	0.81	5.38	35.1	0.8	4.76	0.91	2.75	0.48	3.2	0.53	5	10.8	37.8
52	SrLp06(2)s-wss0.5-1.0	L2	**285.9**	51.2	118	12.1	41.7	7.9	1.06	6.65	42.4	1	5.95	1.13	3.43	0.57	3.5	0.61	6	10.7	37.3
53	SrLp06(3)wss-ws1.0-1.5	L2	**307.76**	46	157	10.7	37	6.7	1	6.02	38.8	0.93	5.54	1.04	3.22	0.54	3.4	0.59	8	10.4	48.1
54	SrLp06(4)ws-wsr1.5-2.0	L2	**263.09**	39.5	133	9.55	32.9	5.9	0.93	5.25	32.2	0.84	4.79	0.92	2.82	0.48	3	0.51	8	9.49	46.4

ภาคผนวก ค (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างดิน/หินผุจากพื้นที่คัดสรรย่อย “หล้อมปุด”

No.	ตัวอย่าง	ชั้น	TREYS	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Y	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	U	Th
55	SrLp06(5)ws-wsr2.0-2.5	L2	247.25	37	128	8.46	28.2	5.4	0.75	4.76	31	0.74	4.43	0.85	2.72	0.46	2.9	0.51	7	8.57	43.6
56	SrLp06(6)ws-wsr2.5-2.7	L2	183.41	30.1	80	7.13	24.7	4.4	0.66	4.05	29.4	0.6	3.63	0.71	2.31	0.4	2.6	0.5	<5	8.67	33.9
57	SrLp07(1)s0.0-0.5	L1	207.98	36.6	93	7.84	25.4	4.4	0.57	3.72	33.5	0.56	3.52	0.74	2.5	0.44	3	0.55	6	12	39.5
58	SrLp07(2)s0.5-1.0	L1	354.79	70.5	146	15.7	53.2	9.2	1.1	7.45	46.3	1.11	6.44	1.25	3.84	0.67	4.1	0.73	9	16.4	63.2
59	SrLp07(3)wss1.0-1.5	L2	444.92	80.3	199	19.4	66.2	11.5	1.43	9.6	51.1	1.36	7.82	1.45	4.32	0.69	4.2	0.72	9	14.3	52.5
60	SrLp07(4)wss-ws1.5-2.0	L2	646.8	130	250	33.2	117	20.3	2.49	15.5	69	2.19	11.8	2.16	6.23	1	5.9	1	11	21.6	63.6
61	SrLp07(5)ws2.0-2.5	L2	837.6	161	342	42.4	149	26.2	3.1	19.6	83.7	2.58	13.7	2.52	7.08	1.12	6.9	1.12	11	20.9	63.8
62	SrLp07(6)ws2.5-3.0	L2	669.2	156	201	39.4	136	24.4	2.9	19.2	79.3	2.6	13.9	2.47	7.01	1.11	6.8	1.1	11	20.2	65.3
63	SrLp07(7)ws3.0-3.5	L2	581.1	130	166	32.7	114	21.2	2.79	18.2	84.8	2.55	14.2	2.53	7.42	1.2	7.2	1.2	11	17.8	70.3
64	SrLp07(8)ws-wsr3.5-4.0	L2	553	114	158	28.7	102	19.6	2.59	18.3	97.2	2.72	15.2	2.8	8.16	1.3	7.6	1.25	10	14.7	50.9
65	SrLp08(1)s-sw0.0-0.5	L1	174.31	33.8	62.5	7.44	24.9	4.3	0.81	4.36	32.1	0.76	4.91	0.98	2.9	0.48	2.9	0.49	9	3.79	21.3
66	SrLp08(2)ws0.5-1.0	L2	224.32	46.1	86.5	10.1	33.4	5.5	1.06	5.16	32.3	0.87	5.26	1.03	3.09	0.48	3	0.5	15	3.79	25.4
67	SrLp08(3)wsr-wr 1.0-1.5	L2	474.98	80.7	236	19.9	70.8	11.4	2.1	9.53	39.7	1.3	6.95	1.32	3.84	0.59	3.5	0.58	13	3.12	23.2
68	SrLp08(4)wr 1.5-1.9	L2	457.87	92.4	191	21	73.7	12.2	2.36	11.2	48.1	1.52	8.27	1.47	4.19	0.65	3.7	0.63	12	2.67	21.5
69	SrLp09(1)s0.0-0.5	L1	236.55	51.4	99.2	11.4	36.8	5.7	0.69	4.06	24.8	0.58	3.19	0.62	1.92	0.36	2.2	0.39	6	5.28	24.8
70	SrLp09(2)s0.5-1.0	L1	218.21	46.1	88.3	10.3	33.5	5.6	0.63	4.34	26.7	0.61	3.37	0.63	1.91	0.32	1.9	0.32	<5	6.27	27
71	SrLp09(3)s-wss1.0-1.5	L2	218.46	48	83.8	10.2	33.7	5.4	0.65	4.25	29.8	0.58	3.31	0.61	1.83	0.3	1.9	0.32	5	6.53	27.3
72	SrLp09(4)wss-ws1.5-2.0	L2	579.43	144	238	29.2	92.4	14.1	1.77	10.4	44.1	1.4	7.23	1.29	3.52	0.55	3.2	0.51	7	6.89	35.5

ภาคผนวก ค (ต่อ) ตารางแสดงผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างดิน/หินผุจากพื้นที่คัดสรรย่อย “หล้อมปุด”และ “สร้างสมบูรณ์”

No.	ตัวอย่าง	ชั้น	TREYS	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Y	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	U	Th
1	CP04(1)S	L1	285.7	61	140	12.6	43.8	7.5	0.49	5.53	28.3	0.84	4.54	0.88	2.56	0.46	2.7	0.46	<5	9.9	54.4
2	CP04(2)WSS	L2	239.9	53.7	114	10.7	37.2	6.3	0.54	5.28	24.3	0.76	4.04	0.73	2.22	0.37	2.3	0.4	5	11.1	49.6
3	CP04(3)WSS-WS	L2	358.9	85.7	135	18.2	64.5	11.5	1.22	9.46	55.5	1.49	8.53	1.64	4.72	0.76	4.4	0.76	9	16.8	67.6
4	CP04(4)WS	L2	506.2	98.9	239	22	80	14.9	1.74	12.4	66.3	1.92	10.5	1.93	5.74	0.89	5.7	0.9	8	14.9	65.3
5	CP32(1)ST	L1	224.18	40.5	95	8.88	29.9	6.3	0.46	5.92	49.9	1.06	6.72	1.25	3.89	0.68	4	0.69	<5	7.72	33.8
6	CP32(2)ST-WSS	L2	288.7	58.6	115	13.1	44.7	9.4	0.75	8.17	57.3	1.39	8.57	1.54	4.73	0.8	4.8	0.84	5	11.2	42
7	CP32(3)WSS	L2	338.9	69.8	133	15.7	53.7	11.2	0.97	10.2	66.7	1.69	10.4	1.88	5.77	0.96	5.7	0.96	6	10.6	50.5

No.	ตัวอย่าง	ชั้น	TREYS	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Y	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	U	Th
73	SrLp09(5)ws2.0-2.5	L2	631	135	247	32.9	113	19.1	2.34	15	58.2	2.06	10.8	1.89	5.2	0.81	4.6	0.72	7	8.17	44.5
74	SrLp09(6)ws2.5-3.0	L2	836.8	124	308	40.7	151	29.3	3.63	27	134	4.16	22.8	4.21	11.8	1.8	10	1.62	6	15.4	40.5
75	SrLp09(7)ws-wsr3.0-3.5	L2	737.3	110	236	29.2	111	22	3.03	26.2	178	4.1	24.9	4.88	14.4	2.2	13	1.99	7	20	44.2
76	SrLp09(8)ws-wsr3.5-4.0	L2	444.7	78.2	140	18.1	65.6	12.5	1.76	15.3	99.2	2.54	15.8	3.25	9.33	1.4	7.6	1.23	8	15.7	43.7
77	SrLp09(9)ws-wsr4.0-4.5	L2	301.6	58.7	116	14.2	48.7	8.7	1.12	7.94	40.6	1.18	6.76	1.28	3.62	0.53	3	0.47	7	8.22	40.3

ภาคผนวก ค (ต่อ) ตารางสรุปผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างดิน/หินผุจากพื้นที่คัดสรรย่อย “หล้อมปุด”

ตัวอย่าง	ชั้น	TREYS	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Y	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	U	Th
พื้นที่ "หลังมน1ค"																				
All_max		1200.80	217.00	448.00	62.50	221.00	44.80	5.21	36.80	178.00	5.57	29.70	4.93	14.40	2.29	14.40	2.32	15.00	42.70	102.00
All_min		125.05	16.50	45.00	3.26	11.50	2.30	0.20	2.22	24.80	0.42	2.97	0.61	1.83	0.30	1.90	0.32	5.00	2.67	21.30
All_av		412.28	76.57	151.98	18.77	66.55	12.89	1.50	11.28	64.11	1.73	10.11	1.87	5.62	0.93	5.72	0.97	8.40	15.85	51.65
All_std		217.85	41.40	81.31	11.62	41.90	8.50	1.04	7.36	32.63	1.10	6.21	1.10	3.13	0.49	2.93	0.46	2.20	9.06	17.55
L1_max	L1	388.25	77.30	168.00	16.30	56.80	11.20	1.18	9.68	65.70	1.58	9.77	1.75	5.47	0.98	6.70	1.23	9.00	16.40	63.20
L1_min	L1	125.05	16.50	45.00	3.26	11.50	2.30	0.20	2.22	24.80	0.42	2.97	0.61	1.91	0.32	1.90	0.32	5.00	3.79	21.30
L1_av	L1	253.15	45.92	102.43	10.36	35.11	6.31	0.61	5.40	42.31	0.86	5.32	1.05	3.40	0.61	3.90	0.70	6.83	11.28	40.25
L1_std	L1	85.13	19.99	39.61	4.37	14.68	2.45	0.28	1.75	12.01	0.27	1.68	0.31	1.07	0.19	1.29	0.23	1.40	3.37	13.65
L2_max	L2	1200.80	217.00	448.00	62.50	221.00	44.80	5.21	36.80	178.00	5.57	29.70	4.93	14.40	2.29	14.40	2.32	15.00	42.70	102.00
L2_min	L2	183.41	30.10	66.20	6.78	24.20	4.40	0.52	4.05	29.40	0.58	3.31	0.61	1.83	0.30	1.90	0.32	5.00	2.67	21.50
L2_av	L2	468.11	87.33	169.37	21.73	77.59	15.20	1.82	13.34	71.76	2.04	11.80	2.16	6.41	1.05	6.36	1.06	8.75	17.45	55.65
L2_std	L2	223.01	41.68	85.17	11.94	42.80	8.66	1.03	7.47	34.16	1.12	6.35	1.13	3.24	0.51	3.08	0.48	2.20	9.87	17.10

ภาคผนวก ค (ต่อ) ตารางสรุปผลวิเคราะห์เคมีธาตุหายากในตัวอย่างดิน/หินผุจากพื้นที่คัดสรรย่อย “สร้างสมบูรณ์”

ตัวอย่าง	ชั้นที่	TREYS	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Y	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Sc	U	Th
ชั้นที่ "สร้างสมบูรณ์"																				
All_max		506.20	98.90	239.00	22.00	80.00	14.90	1.74	12.40	66.70	1.92	10.50	1.93	5.77	0.96	5.70	0.96	9.00	16.80	67.60
All_min		224.18	40.50	95.00	8.88	29.90	6.30	0.46	5.28	24.30	0.76	4.04	0.73	2.22	0.37	2.30	0.40	5.00	7.72	33.80
All_av		320.35	66.89	138.71	14.45	50.54	9.59	0.88	8.14	49.76	1.31	7.61	1.41	4.23	0.70	4.23	0.72	6.60	11.75	51.89
All_std		95.13	19.84	46.89	4.53	17.11	3.18	0.47	2.71	17.12	0.44	2.61	0.47	1.42	0.22	1.34	0.21	1.82	3.09	12.01
L1_max	L1	285.70	61.00	140.00	12.60	43.80	7.50	0.49	5.92	49.90	1.06	6.72	1.25	3.89	0.68	4.00	0.69	0.00	9.90	54.40
L1_min	L1	224.18	40.50	95.00	8.88	29.90	6.30	0.46	5.53	28.30	0.84	4.54	0.88	2.56	0.46	2.70	0.46	0.00	7.72	33.80
L1_av	L1	254.94	50.75	117.50	10.74	36.85	6.90	0.48	5.73	39.10	0.95	5.63	1.07	3.23	0.57	3.35	0.58	0.00	8.81	44.10
L1_std	L1	43.50	14.50	31.82	2.63	9.83	0.85	0.02	0.28	15.27	0.16	1.54	0.26	0.94	0.16	0.92	0.16	0.00	1.54	14.57
L2_max	L2	506.20	98.90	239.00	22.00	80.00	14.90	1.74	12.40	66.70	1.92	10.50	1.93	5.77	0.96	5.70	0.96	9.00	16.80	67.60
L2_min	L2	239.90	53.70	114.00	10.70	37.20	6.30	0.54	5.28	24.30	0.76	4.04	0.73	2.22	0.37	2.30	0.40	5.00	10.60	42.00
L2_av	L2	346.52	73.34	147.20	15.94	56.02	10.66	1.04	9.10	54.02	1.45	8.41	1.54	4.64	0.76	4.58	0.77	6.60	12.92	55.00
L2_std	L2	100.52	18.85	52.24	4.40	16.84	3.15	0.46	2.63	17.38	0.44	2.62	0.48	1.45	0.23	1.40	0.22	1.82	2.77	10.99

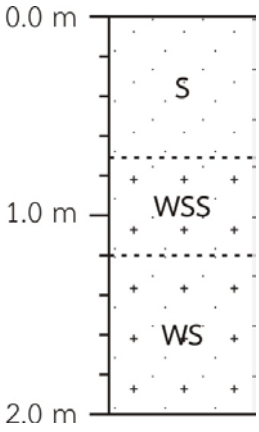
ภาคผนวก ง

ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ

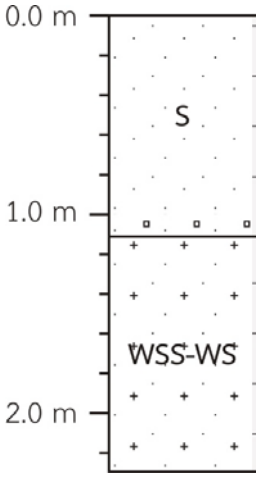
บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่าง

ในเขตจังหวัดชุมพร

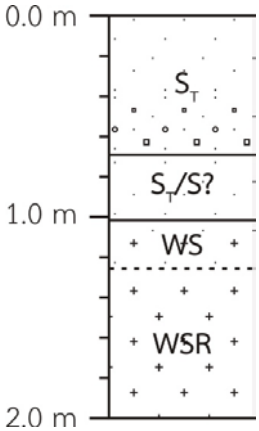
ภาคผนวก ง ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดชุมพร



<u>CP 04 Pt</u> biotite ± muscovite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 495045 E / 1088887 N zone 47 P**
S = clayey sand, สีชั้น 5YR 4/6-5/6 (yellowish red), sand ขนาด very fine-very coarse grain, angular-sub angular, high sphericity, coarsening downward
WSS = สีชั้น 5YR 5/6-5/8 (yellowish red), พบ biotite
WS = สีชั้น 5YR 5/3-5/8 (reddish brown-yellowish red), พบแร่ดอก (2-3%) ยาว 1-2 ซม., พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-3 มม.

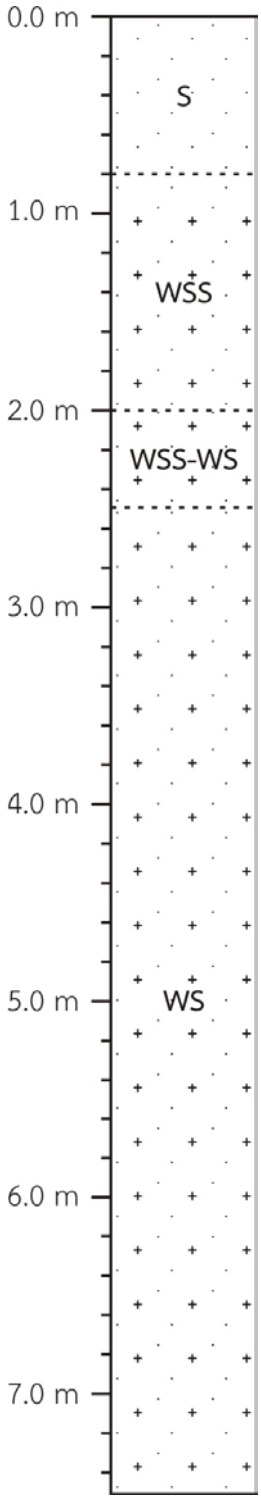


<u>CP 15 Pt</u> biotite granite (fine-medium grain) **ตำแหน่ง 495546 E / 1085217 N zone 47 P**
S = sandy clay, สีชั้น 7.5YR 4/6-5/6 (strong brown), sand ขนาด very fine-very coarse grain, very angular-sub angular, mediun-high sphericity, quartz ≈ 80% feldspar ≈ 20%
WSS-WS = สีชั้น 2.5YR 4/6-4/8 (red), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 1-2 มม.



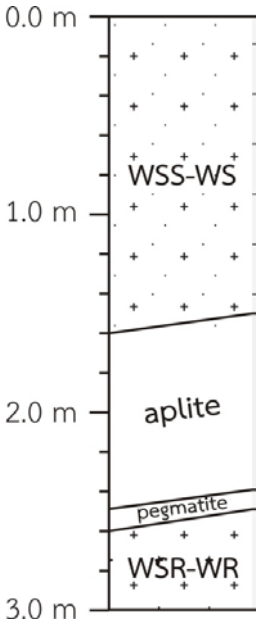
<u>CP 21 Pt</u> biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 496002 E / 1103587 N zone 47 P**
S_T = gravelly/sandy clay, สีชั้น 7.5YR 4/6-5/6 (strong brown), gravel เป็น quartz ขนาดถึง pebble, sand ขนาด very fine-very coarse grain, angular, high sphericity, quartz ≈ 80% feldspar ≈ 20% ($_T$=transport), coarsening downward
S_T/S?= gravelly/sandy clay, สีชั้น 7.5YR 5/6-5/8 (strong brown), gravel ขนาดไม่เกิน 7 มม., sand ขนาด very fine-very coarse grain, angular, medium-high sphericity, quartz ≈ 50% feldspar ≈ 50% (ไม่ชัดเจนว่าผุพังอยู่กับที่หรือถูกพัดพามา)
WSS = สีชั้น 7.5YR 5/6-5/8 (strong brown)
WS = สีชั้น 5YR 5/8-6/8 (strong brown-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-4 มม.

ภาคผนวก ง (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดชุมพร

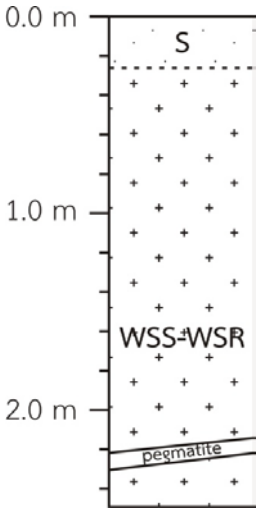


CP 23 Pt **muscovite granite (medium-coarse grain)** **ตำแหน่ง 503629 E / 1107728 N zone 47 P**
S = gravelly/sandy clay, สีชั้น 2.5YR 4/8-5/8 (red), gravel ขนาด granule, sand ขนาด very fine-very coarse grain, gravel และ sand เกือบทั้งหมดเป็น quartz, medium-high sphericity, very angular-angular
WSS = สีชั้น 2.5YR 5/6-5/8 (red)
WSS-WS = สีชั้น 2.5YR 4/8-5/6 (red)
WS = สีชั้น 2.5YR 6/6-7.5YR 5/8 (light red-strong brown), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 3-6 มม., mica พบแต่ muscovite

ภาคผนวก ง (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดชุมพร

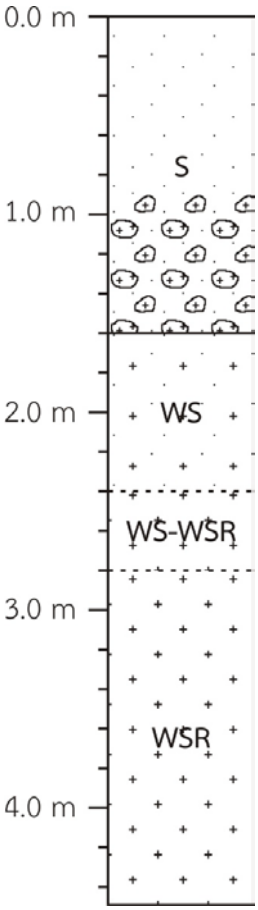


<u>CP 24 Pt</u> **porphyritic biotite granite (medium-coarse grain)** **ตำแหน่ง 502031 E / 1107867 N zone 47 P**
WSS-WS = สีชั้น 2.5YR 3/6-4/4-4/6 (dark red-reddish brown-red)
aplite = พบ muscovite แต่ไม่พบ tourmaline, วางตัวประมาณ **160°/63°W**
pegmatite = วางตัวในแนว **160°/63°W** และ **220°/55°W**
WS = สีชั้น 5YR 4/4-7/6 (reddish brown-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 3-5 มม.

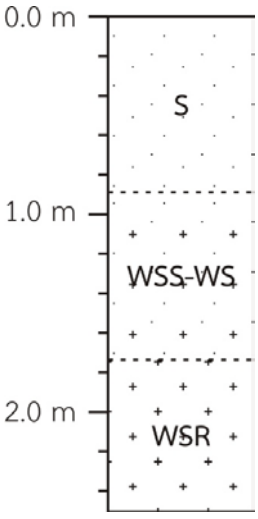


<u>CP 25 Pt</u> **porphyritic biotite granite (medium-coarse grain)** **ตำแหน่ง 502319 E / 1107847 N zone 47 P**
S = clayey/sandy gravel, สีชั้น 7.5YR 4/4 (brown), gravel ขนาดไม่เกิน 7 มม., sand ขนาด very fine-very coarse grain, gravel และ sand เป็น quartz ≈ 80% feldspar ≈ 20%
WSS-WSR = สีชั้น 5YR 4/4 (reddish brown) พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-5 มม.
pegmatite = หนาประมาณ 15-20 ซม., วางตัวประมาณ **173°/44°W**
WS = สีชั้น 5YR 4/4-7/6 (reddish brown-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 3-5 มม.

ภาคผนวก ง (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดชุมพร

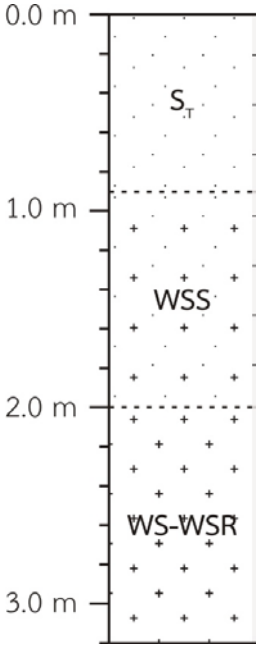


CP 29 Pt biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 495420 E / 1083261 N zone 47 P**
S = ช่วง 0.8-1.6 ม. เป็น Qc พบกรวดของหินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อปานกลาง ขนาดถึง boulder
WS = สีชั้น 2.5YR 4/8-5/8 (red)
WS-WSR = สีชั้น 5YR 5/6-5/8 (yellowish red)
WS = สีชั้น 5YR 5/6-5/8 (yellowish red-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-3 มม., slightly phenocryst (<3%)

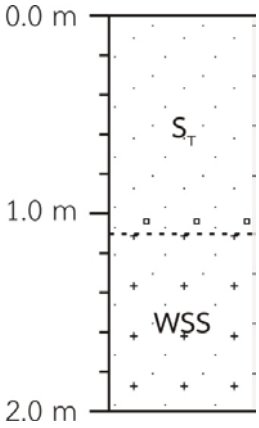


CP 30 Pt foliated/gneissic granite (medium grain) **ตำแหน่ง 507592 E / 1201860 N zone 47 P**
S = sandy clay, สีชั้น 5YR 5/4-5/6 (reddish brown-yellowish red), sand ขนาด very fine-coarse grain, very angular-sub angular, mediun-high sphericity, พบ mica เล็กน้อย
WSS-WS = สีชั้น 7.5YR 4/6-5/6 (strong brown) พบ biotite
WSR = สีชั้น 5YR 3/4-8/4 (dark reddish brown-pink) พบ biotite, พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 1-3 มม., เริ่มพบการเรียงตัวของแร่ mica

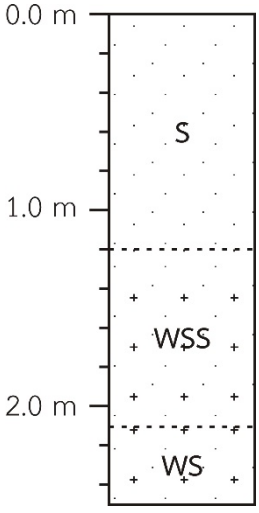
ภาคผนวก ง (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดชุมพร



<u>CP 31 Pt</u> **foliated/gneissic granite (fine grain)** **ตำแหน่ง 506612 E / 1201744 N zone 47 P**
S_T = sandy clay, สีชั้น 2.5YR 4/8 (red), sand ขนาด very fine-coarse grain และส่วนใหญ่เป็น quartz, very angular-sub angular, mediun-high sphericity
WSS = สีชั้น 10R 4/6-4/8 (red) พบ biotite
WS-WSR = สีชั้น 7.5YR 5/8-10R 3/6 (strong brown-dark red), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด <1 มม., เริ่มพบการเรียงตัวของแร่ mica

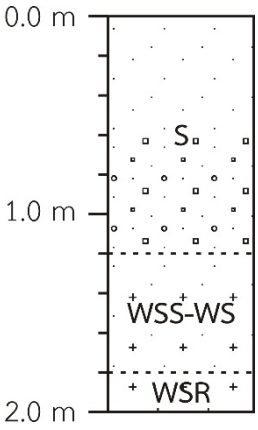


<u>CP 32 Pt</u> **granite (medium grain)** **ตำแหน่ง 492107 E / 1089056 N zone 47 P**
S_T = clayey/gravelly sand, สีชั้น 2.5YR 4/8-5/6 (red), gravel ขนาดgranule, sand ขนาด very fine-very coarse grain, gravel และ sand เกือบทั้งหมดเป็น quartz, very angular-angular, high sphericity, พบ gravel เฉพาะช่วงด้านล่างของชั้น
WSS = สีชั้น 5YR 4/6-7/6 (yellowish red-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-3 มม., พบ mica ขนาดเล็กแต่ไม่ชัดเจน

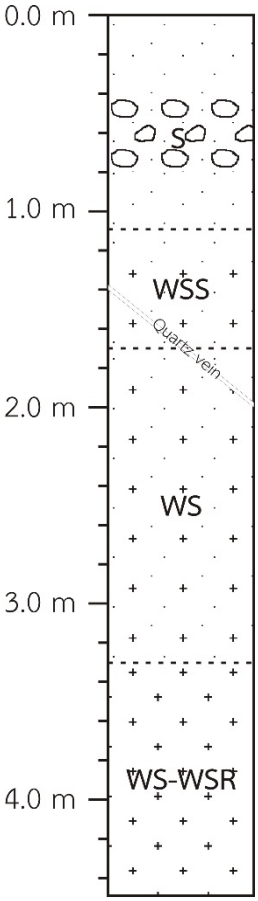


<u>CPSB 01 Pt</u> **porphyritic biotite granite (medium grain)** **ตำแหน่ง 494051 E / 1088816 N zone 47 P**
S = sandy/gravelly clay, สีชั้น 2.5YR 5/8-6/8 (red-light red), gravel ขนาด granule, gravel และ sand ส่วนใหญ่เป็น quartz แทบไม่พบ feldspar, angular, high sphericity, เริ่มมีการสะสมตัวของ Fe^{+} oxide
WSS = สีชั้น 2.5YR 6/4-6/6 (light reddish brown-light red) พบ biotite
WS = สีชั้น 5YR 5/8-6/4 (yellowish red-light reddish brown, พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-4 มม.

ภาคผนวก ง (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดชุมพร



CPSB 02 Pt porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 493990 E / 1089469 N zone 47 P**
S = sandy/gravelly clay, - ช่วง 0.0-0.6 ม. Sandy clay, สี 2.5 YR 5/8 (red) sand ขนาดถึง very coarse sand - ช่วง 0.6-1.2 ม. sandy/gravelly clay, สี 2.5 YR 5/6-5/8 (red) gravel ขนาด granule gravel และ sand เกือบทั้งหมดเป็น quartz, angular-sub angular, high sphericity
WSS-WS = สีชั้น 2.5YR 6/4-6/8 (light reddish brown-light red) พบ biotite และ feldspar ชัดเจน
WSR = สีชั้น 2.5YR 6/4-6/6 (light reddish brown-light red), พบผลึกของ quartz และ feldspar ปริมาณใกล้เคียงกัน ขนาด 2-3 มม., phenocryst ยาว 1.5-3 ซม.



CPSB 03 Pt porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 494261 E / 1091101 N zone 47 P**
S = sandy/gravelly clay, สีชั้น 2.5YR 4/8 (red), gravel ส่วนใหญ่ขนาด granule, gravel และ sand เกือบทั้งหมดเป็น quartz, angular-sub angular, row-high sphericity *ช่วง 0.4-0.8 ม. พบ gravel ขนาดถึง cobble
WSS = สีชั้น 2.5YR 5/6-5/8 (red) พบ biotite *พบ quartz vein (rock crystal) ยาวไปจนถึงชั้น WS หนาประมาณ 1 ซม., วางตัวประมาณ 040°/63°SE) และไม่พบ alteration ที่ชัดเจนบริเวณแนวสัมผัส
WS = สีชั้น 2.5YR 5/3-4/8 (reddish brown-red) พบ biotite
WS-WSR = สีชั้น 5YR 4/6-6/8 (yellowish red-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-3 มม., phenocryst ยาว 1.5-4 ซม.

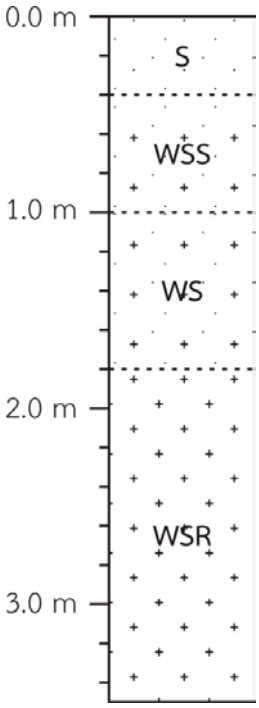
ภาคผนวก จ

ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ

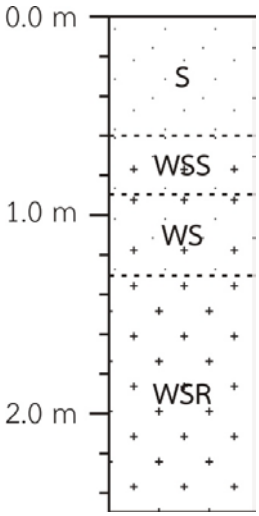
บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่าง

ในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ภาคผนวก จ ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

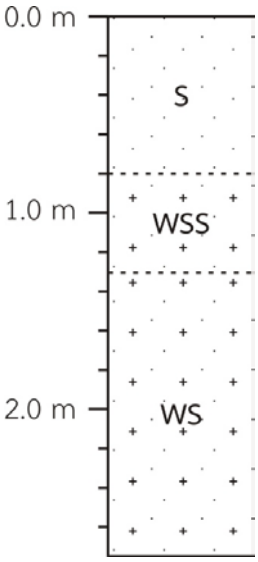


<u>SR 07 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 488496 E / 1015153 N zone 47 P**
S = sandy clay, สีชั้น 5YR 5/6-5/8 (yellowish red), sand ขนาด very fine-very coarse grain และเกือบทั้งหมดเป็น quartz, high sphericity, angular-sub angular
WSS = สีชั้น 7.5YR 5/6 (strong brown)
WS = สีชั้น 7.5YR 5/6-5/8 (strong brown)
WSR = สีชั้น 10YR 5/6-6/6 (yellowish brown-brownish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 3-4 มม.

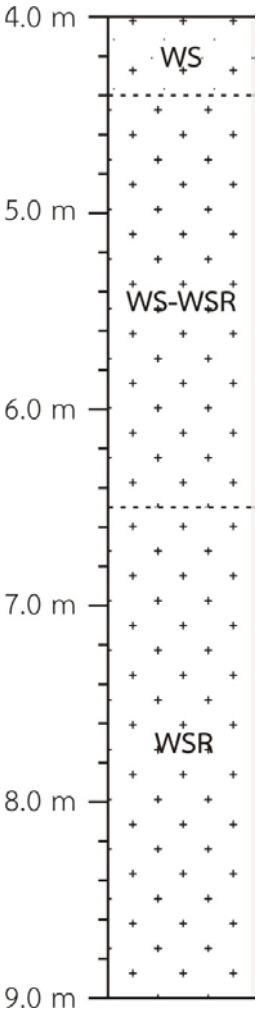


<u>SR 10 Pt</u> porphyritic biotite-muscovite±tourmaline granite (medium-coarse grain) **ตำแหน่ง 550901 E / 981940 N zone 47 P**
S = sandy/gravelly clay, สีชั้น 5YR 4/4 (reddish brown), gravel ขนาด granule, sand ขนาด very fine-very coarse grain, gravel และ sand เกือบทั้งหมดเป็น quartz, medium-high sphericity, angular-sub angular, พบ muscovite
WSS = สีชั้น 2.5YR 4/4-4/8 (red-redish brown)
WS = สีชั้น 7.5YR 5/4-5/6 (brown-strong brown)
WSR = สีชั้น 7.5YR 5/4-5/8 (brown-strong brown), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 3-7 มม., พบแร่ดอกชัดเจน, พบ tourmaline ในบางบริเวณ

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

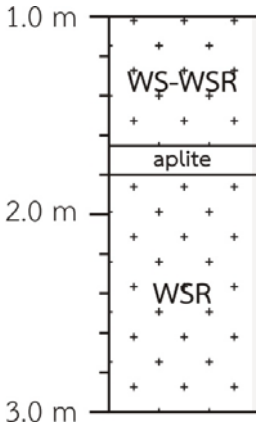


<u>SR 15 Pt</u> porphyritic granite (medium grain) **ตำแหน่ง 485787 E / 1036022 N zone 47 P**
S = sandy/gravelly clay, สีชื้น 2.5YR 4/8-5/8 (red), gravel ขนาดgranule, sand ขนาด very fine-very coarse grain, gravel และ sand เกือบทั้งหมดเป็น quartz, high sphericity, very angular-sub angular, พบ muscovite
WSS = สีชื้น 2.5YR 5/8-5YR 5/8 (red-yellowish red)
WS = สีชื้น 5YR 5/8-6/8 (yellowish red-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 3-4 มม., พบแร่ดอกชัดเจน, พบแร่ mica แต่ไม่ชัดเจนว่าเป็นแร่ตัวไหนเนื่องจากผุมาก

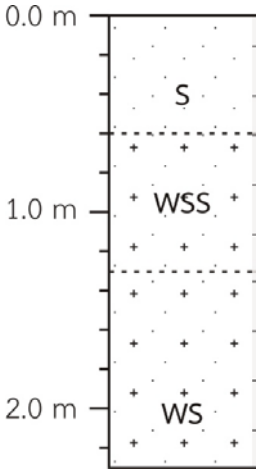


<u>SR 17 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 490412 E / 1041154 N zone 47 P**
WS = สีชื้น 7.5YR 5/8-6/8 (strong brown-reddish yellow)
WS-WSR = สีชื้น 7.5YR 5/8-6/8 (strong brown-reddish yellow)
WSR = สีชื้น 2.5YR 7/3-5YR 5/8 (light reddish brown-yellowish red), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-4 มม., พบแร่ดอกชัดเจน

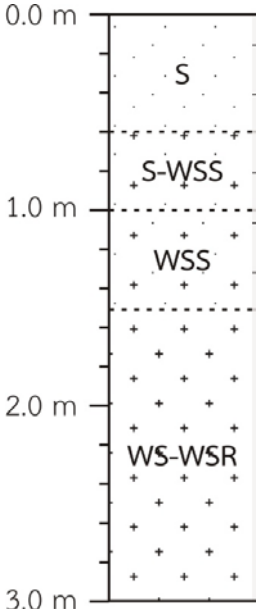
ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี



<u>SR 29 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 488808 E / 1038715 N zone 47 P**
WS-WSR = สีชั้น 7.5YR 5/4-5/6 (brown-strong brown)
WSR = สีชั้น 5YR 5/8-6/8 (yellowish red-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-4 มม., พบแร่ดอกชัดเจน (5-10%)
aplite = หนา 10-13 ซม., วางตัวประมาณ 310°/42°NE

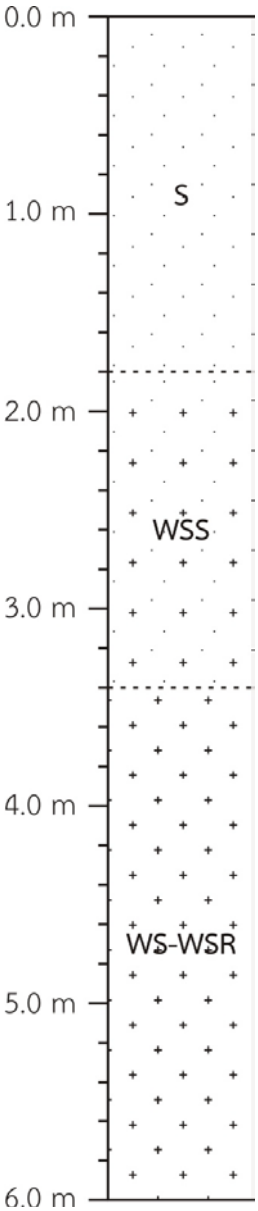


<u>SR 31 Pt</u> biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 490306 E / 1038370 N zone 47 P**
S = sandy clay, สีแห้ง 5YR 6/6-6/7 (reddish yellow), sand ขนาด very fine-very coarse grain, sand เกือบทั้งหมดเป็น quartz, high sphericity, very angular-angular
WSS = สีชั้น 2.5YR 5/6-5/8 (red)
WS = สีชั้น 10R 4/8-6/6 (red-light red), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-4 มม.

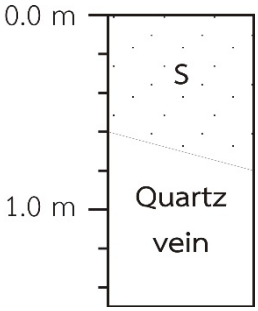


<u>SRLP 01 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 490221 E / 1038908 N zone 47 P**
S = gravelly/sandy clay, สีชั้น 5YR 5/8-6/8 (yellowish red-reddish yellow), gravel ขนาด granule, sand ขนาด very fine-very coarse grain, gravel และ sand ทั้งหมดเป็น quartz, high sphericity, sub angular-sub rounded
S-WSS = gravelly/sandy clay, สีชั้น 2.5YR 5/8-6/8 (red-light red), gravel ขนาด granule, sand ขนาด very fine-very coarse grain, gravel และ sand พบทั้ง quartz และ feldspar, medium-high sphericity, angular-sub rounded
WSS = สีชั้น 2.5YR 5/6-6/8 (red-light red)
WS-WSR = สีชั้น 10R 5/8-7/8 (red-light red), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 3 มม., พบแร่ดอกชัดเจน

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

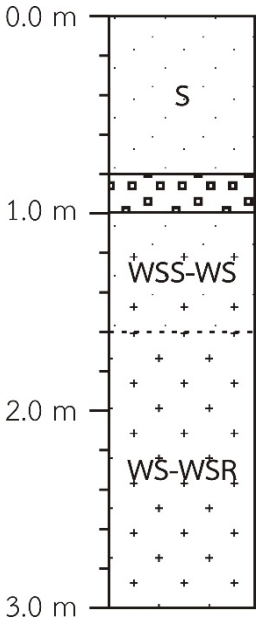


SRLP 02 Pt porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 489279 E / 1038292 N zone 47 P**
S = gravelly/sandy clay, สีชั้น 5YR 5/8 (yellowish red), gravel ขนาด granule, sand ขนาด very fine-very coarse grain, gravel และ sand พบทั้ง quartz และ feldspar, row-high sphericity, angular-sub angular, จะพบ gravel ตั้งแต่ระดับ 0.7 ม. ลงไป
WSS = สีชั้น 2.5YR 4/8-7/6 (red-light red)
WS-WSR = สีชั้น 5YR 5/8-7/4 (yellowish red-pink), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-4 มม., พบแร่ดอกชัดเจน (5%)

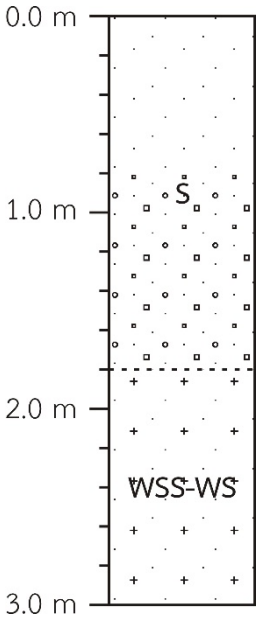


SRLP 03 Pt granite washed **ตำแหน่ง 490794 E / 1039197 N zone 47 P**
S = clayey sand, สีชั้น 5YR 6/6-6/8 (reddish yellow), sand ขนาดถึง coarse grain แต่ส่วนใหญ่ขนาด fine-medium grain, sand ส่วนใหญ่เป็น quartz, angular-sub angular, high sphericity, well sorted *พบสาย quartz (milky quartz) ตั้งแต่ช่วง 0.6 ม. เป็นลงไป มี Fe+Mg ตามรอยแตกบ้าง วางตัวประมาณ 216°/31°SE

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

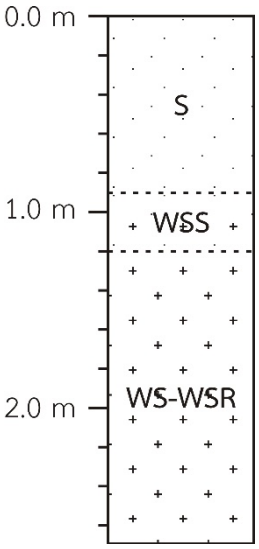


<u>SRLP 04 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 489908 E / 1038301 N zone 47 P**
S = sandy clay, สีชั้น 5YR 5/6-5/8 (yellowish red), sand ขนาด ถึง very coarse grain, เกือบทั้งหมดเป็น quartz, high sphericity, angular-sub angular, *ช่วง 0.8-1.0 ม. จะพบ gravel ที่เป็น quartz ขนาด 1-5 ซม. น่าจะเป็น quartz ที่ผุมาจาก quartz vein
WSS-WS = สีชั้น 5YR 5/6 (yellowish red) พบ biotite เล็กน้อย
WS-WSR = สีชั้น 5YR 5/8-8/6 (strong brown- reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-4 มม.

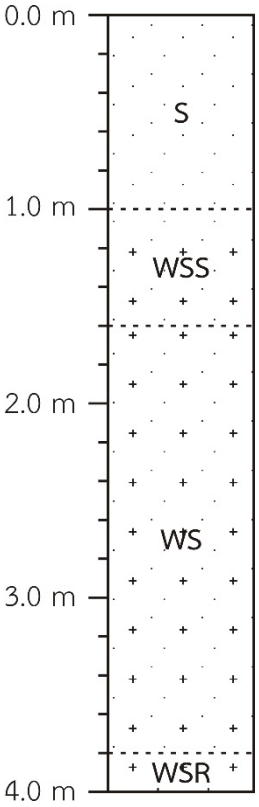


<u>SRLP 05 Pt</u> biotite granite (fine-medium grain) **ตำแหน่ง 491704 E / 1039204 N zone 47 P**
S = gravelly/clayey sand, สีชั้น 5YR 5/8-6/8 (yellowish red-reddish yellow), gravel ขนาดไม่เกิน granule, gravel และ sand ส่วนใหญ่เป็น quartz, high sphericity, angular-sub angular, gravel ขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อลึกลง *ช่วง 0.0-0.8 ม. ไม่พบ gravel *ช่วง 1.0-1.3 ม. พบ gravel ขนาด cobble เล็กน้อย
WSS-WS = สีชั้น 2.5YR 5/8 -7/4 (red-light reddish brown) ไม่พบ mica, ไม่พบ phenocryst, พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 0.5-3 มม. *พบ quartz ขนาด ถึง 3 ซม. บางบริเวณ

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

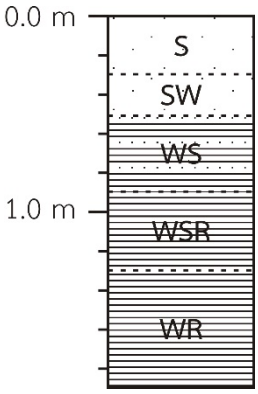


<u>SRLP 06 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 491709 E / 1038001 N zone 47 P**
S = gravelly/sandy clay, สีชั้น 5YR 4/6-5/6 (yellowish red), gravel ขนาดถึง 5 มม., gravel และ sand พบทั้ง quartz และ feldspar, moderate-high sphericity, angular-sub angular, ยิ่งลึกตะกอนจะมีขนาดใหญ่ขึ้น
WSS = สีชั้น 2.5YR 4/6 (red) พบ quartz และ feldspar ชัดเจน
WS-WSR = สีชั้น 7.5YR 5/4-7/6 (brown-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-4 มม., พบแร่ดอกชัดเจน (3-5%), มีการสลับกันระหว่างส่วนที่ผุมากกับก้อนที่ผุน้อยกว่าซึ่งลอยอยู่

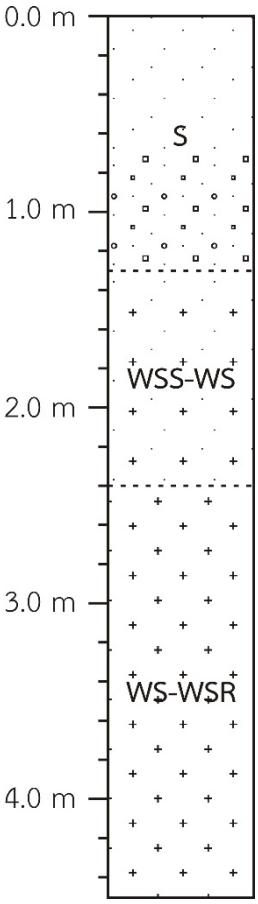


<u>SRLP 07 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 490219 E / 1040985 N zone 47 P**
S = gravelly/sandy clay, สีชั้น 2.5YR 5/6-5/8 (red), gravel ขนาด granule, gravel และ sand ส่วนใหญ่เป็น quartz พบ feldspar บ้างแต่ขนาดเล็กกว่า quartz มาก, high sphericity, angular-sub angular
WSS = สีชั้น 7.5YR 5/6-5/8 (strong brown), พบร่องรอย feldspar ที่เป็น phenocryst *ช่วง 1.0-1.3 ม. พบกรวดของ quartz ขนาด 2-5 ซม. (อาจจะเป็น quartz vein ผุ?) และที่ผิวบางส่วนมี Fe และ Mn เคลือบ
WS = สีชั้น 10YR 4/6-6/4 (dark yellowish brown-light yellowish brown), พบ mica สีทอง (น่าจะผุมาจาก biotite?), พบร่องรอย phenocryst ประมาณ 5-10%
WSR = สีชั้น 5YR 4/6-7/6 (yellowish red-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ปริมาณใกล้เคียงกัน ขนาด 2-4 มม., พบแร่ดอกชัดเจน

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

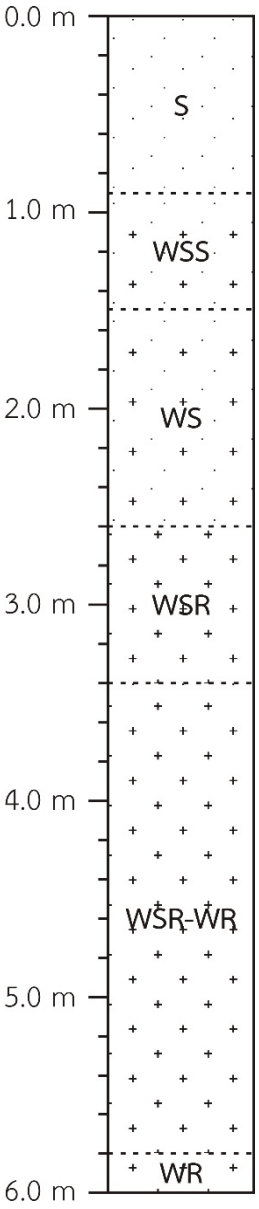


SRLP 08 Pt meta-sandstone/sandstone (arkosic wacke) **ตำแหน่ง 491997 E / 1040991 N zone 47 P**
S = sandy clay, สีชั้น 5YR 6/8 (reddish yellow), sand ขนาดไม่เกิน medium grain, sand เกือบทั้งหมดเป็น quartz, high sphericity, angular-sub rounded, พบ muscovite
SW = sandy clayey gravel, สีชั้น 10R 4/8-7.5YR 7/8 (red-redish yellow), gravel ขนาดไม่เกิน granule, เริ่มมีการสะสมตัวของ Fe และ Mn nodule
WS = สีชั้น 10R 4/8-7.5YR 7/8 (red-redish yellow), พบลักษณะโครงสร้างของหินเดิมได้
WSR = สีชั้น 10R 5/6-6/6 (yellowish brown-brownish yellow)
WR = สีชั้น 10R 5/6 (yellowish brown) meta-sandstone/sandstone (arkosic wacke), เนื้อตะกอน fine-medium grain เป็นหลักแต่พบเนื้อตะกอนขนาด coarse-very coarse grain บ้าง (ประมาณ 5-10%), angular-sub rounded, เนื้อหินเริ่มมีการเรียงตัวเล็กน้อยในระนาบแนวระดับ, พบ joint หลายแนว แต่ชัดเจน 2 แนว ได้แก่ 235°/57°N และ 032°/64°SE



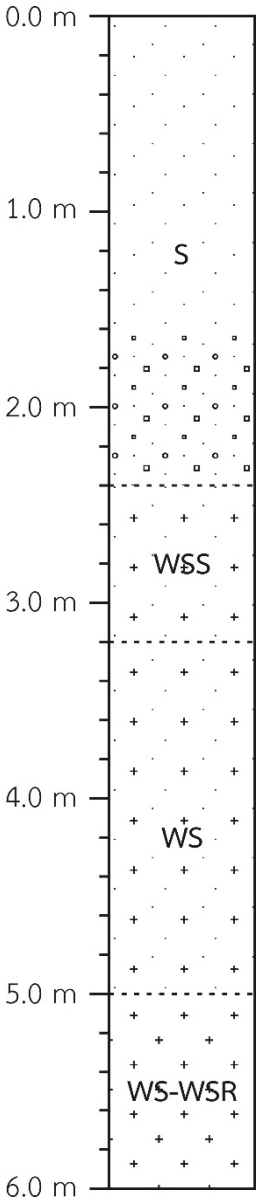
SRLP 09 Pt biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 491739 E / 1040429 N zone 47 P**
S = sandy/gravelly clay, - ช่วง 0.0-0.75 ม. Sandy clay, สี 5YR 7/4-7/6 (pink-reddish yellow) sand ขนาดไม่เกิน coarse sand, sand ส่วนใหญ่เป็น quartz, very angular-sub angular, high sphericity - ช่วง 0.75-1.25 ม. sandy/gravelly clay, สี 10R 4/8-5/8 (red), gravel ส่วนใหญ่ขนาด granule แต่พบขนาด 1-4 ซม. ในช่วง 0.75-1.10 ม., เริ่มมีการสะสมตัวของ Fe^{+} oxide, gravel และ sand ส่วนใหญ่เป็น quartz, very angular-sub angular, high sphericity
WSS-WS = สีชั้น 2.5YR 5/8-6/4 (red-light reddish brown), ไม่พบ phenocryst
WS-WSR = สีชั้น 2.5YR 6/6 (light red), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2 มม., ไม่พบ phenocryst

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี



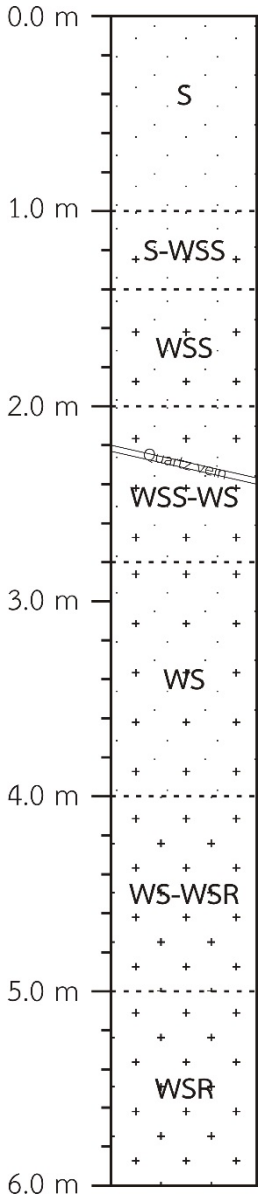
<u>SRLP 10 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 488091 E / 1038916 N zone 47 P**
S = gravelly/sandy clay, สีชั้น 2.5YR 4/8-5/6 (red), gravel ขนาด granule, gravel และ sand ส่วนใหญ่เป็น quartz แต่พบ feldspar บ้าง, very angular-sub angular, high sphericity, พบ biotite
WSS = สีชั้น 2.5YR 4/8 (red), พบ biotite และ phenocryst
WS = สีชั้น 2.5YR 4/6-4/8 (red)
WSR = สีชั้น 2.5YR 4/8-5/8 (red)
WSR-WR = สีชั้น 2.5YR 4/8-5/8 (red)
WR = สีชั้น 7.5YR 5/6-10YR 8/3 (strong brown-very pale brown), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-3 มม., พบ phenocryst

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี



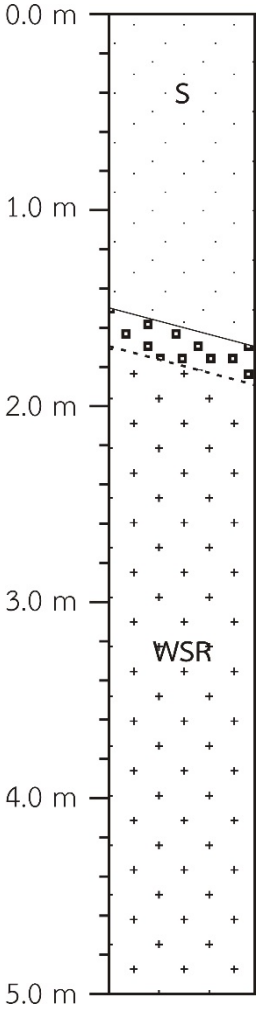
<u>SRLP 11 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 488098 E / 1037997 N zone 47 P**
S = gravelly/sandy clay - ช่วง 0.0-1.6 ม. sandy clay, สีชั้น 2.5YR 5/8 (red), sand ขนาดถึง very coarse grain, ส่วนใหญ่เป็น quartz พบ feldspar น้อยมาก, angular-sub angular, high sphericity - ช่วง 1.6-2.4 ม. gravelly/sandy clay, สี 5YR 5/8-6/4 (yellowish red-light reddish brown), gravel ส่วนใหญ่ขนาด granule แต่ขนาดใหญ่ที่สุดถึง 1 ซม., gravel และ sand ส่วนใหญ่เป็น quartz พบ feldspar บ้างแต่ขนาดเล็กกว่า quartz, angular-sub angular, high sphericity
WSS = สีชั้น 2.5YR 5/6-7/4 (red-light reddish brown), พบ phenocryst
WS = สีชั้น 7.5YR 5/8-6/8 (strong brown-reddish yellow)
WSR-WR = สีชั้น 7.5YR 5/8-7/3 (strong brown-pink), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-3 มม.

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

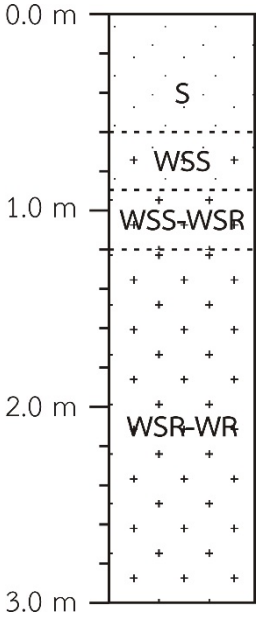


<u>SRLP 12 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 489058 E / 1039820 N zone 47 P**
S = gravelly/sandy clay, สีชั้น 10R 4/6-4/8 (red), gravel ขนาด granule, gravel และ sand เป็น quartz และ feldspar, very angular-sub angular, moderate-high sphericity
WSS = สีชั้น 10R 4/6-4/8 (red), พบ biotite และ phenocryst
WSS-WS = สีชั้น 5YR 4/6 (yellowish red) *พบสาย quartz หนา 1-2 ซม. วางตัวประมาณ 220°/40°W แทรกตัด
WS = สีชั้น 2.5YR 4/6-7/3 (red-light reddish brown)
WS-WSR = สีชั้น 2.5YR 4/8-5/8 (red)
WSR = พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด medium grain

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

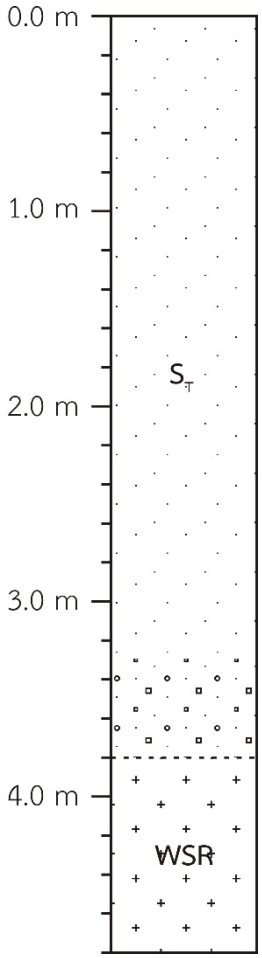


SRLP 13 Pt porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 489304 E / 1039196 N zone 47 P**
S = sandy clay, สีชั้น 5YR 5/2-7.5 YR 5/3 (brown), sand ส่วนใหญ่เป็น quartz พบ feldspar บ้างแต่น้อยและขนาดเล็กกว่า quartz *รอยต่อระหว่างชั้น S กับ WSR พบชั้น gravel ขนาดถึง pebble ของ quartz หนาประมาณ 10-25 ซม.
WSR = สีชั้น 7.5YR 6/6 (strong brown), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด medium grain, พบแร่ดอกชัดเจน (3%), ช่วงบนเริ่มมีการสะสมตัวของ Fe^{+} oxide

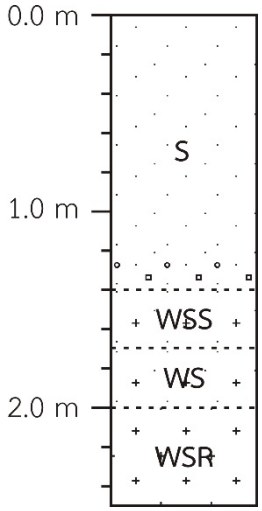


SRLP 14 Pt porphyritic biotite granite (medium-coarse grain) **ตำแหน่ง 489058 E / 1039820 N zone 47 P**
S = clayey sand, สีชั้น 7.5YR 6/3 (light brown)
WSS = สีชั้น 7.5YR 5/6 (strong brown), พบ biotite และ phenocryst
WSS-WSR = พบ biotite และ phenocryst
WSR-WR = พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-6 มม., พบแร่ดอกชัดเจน (3%), พบการสะสมตัวของสนิมเหล็กและแมงกานีส

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

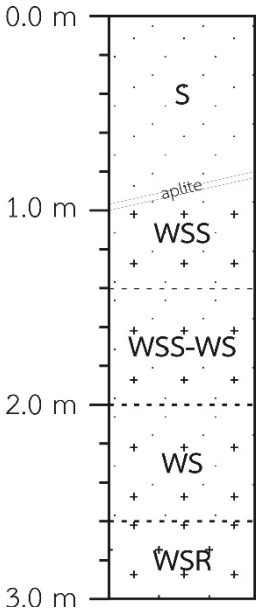


SRLP 15 Pt porphyritic biotite granite (medium-coarse grain) **ตำแหน่ง 490207 E / 1039816 N zone 47 P**
S_T = clayey sand, สีชั้น 7.5YR 7/6 (reddish yellow), sand ส่วนใหญ่เป็น quartz *ช่วง 3.3-3.8 ม. พบ gravel ขนาดถึง pebble
WSR = พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด medium-coarse grain, พบแร่ดอกยาว 1.5-5.5 ซม.

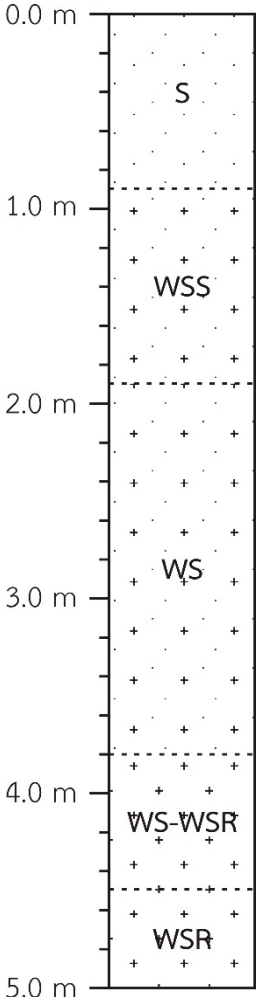


SRLP 16 Pt porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 490490 E / 1037993 N zone 47 P**
S = sandy clay, สีชั้น 5YR 4/4 (yellowish red), sand ส่วนใหญ่เป็น quartz และ feldspar ขนาด medium-coarse sand, angular-sub angular, row-high sphericity, พบ biotite *ช่วง 1.2-1.4 ม. พบกรวดขนาด pebble-cobble ซึ่งเป็น quartz, pegmatite, aplite และ biotite granite (medium grain)
WSS = สีชั้น 5YR 4/6 (yellowish red), พบ biotite
WS = สีชั้น 5YR 4/6-5/6 (yellowish red), พบ biotite และ phenocryst
WSR = สีชั้น 2.5YR 4/8-6/8 (red-light red), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 3-4 มม., พบแร่ดอกชัดเจน

ภาคผนวก จ (ต่อ) ผลการบันทึกข้อมูลหน้าตัดชั้นดิน/หินผุ บริเวณที่ทำการขุดหลุมทดลอง/เซาะร่องเพื่อเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี



<u>SRLP 17 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 491093 E / 1038299 N zone 47 P**
S = sandy clay, สีชั้น 7.5YR 4/3-5 YR 5/6 (brown-yellowish red), sand ขนาดไม่เกิน coarse sand ส่วนใหญ่เป็น quartz, angular-sub angular, พบสาย aplite ช่วง 0.8-1.0 ม. หนาประมาณ 3-5 ซม. วางตัวระนาบในแนวระดับ
WSS = สีชั้น 7.5YR 5/4-5/6 (brown-strong brown), พบ biotite และ phenocryst
WSS-WS = สีชั้น 7.5YR 5/6 (strong brown)
WS = สีชั้น 7.5YR 5/4-6/6 (brown-reddish yellow)
WSR = สีชั้น 7.5YR 5/4-6/6 (brown-reddish yellow), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-4 มม., พบแร่ดอกชัดเจน



<u>SRLP 18 Pt</u> porphyritic biotite granite (medium grain) **ตำแหน่ง 489293 E / 1040981 N zone 47 P**
S = sandy clay, สีชั้น 2.5YR 5/8 (red), sand ขนาดถึง very coarse sand ส่วนใหญ่เป็น quartz, angular-sub angular, high sphericity, ตะกอนขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อลึกลงด้านล่าง
WSS = สีชั้น 10R 4/8-5/8 (red), พบ biotite และ phenocryst
WS = สีชั้น 10R 4/8 (red)
WS-WSR = สีชั้น 2.5YR 4/8 (red)
WSR = สีชั้น 2.5YR 4/8 (red), พบผลึกของ quartz และ feldspar ขนาด 2-4 มม., พบแร่ดอกชัดเจน