

การสำรวจข้อมูลพื้นฐาน ด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดชลบุรี



2566

กรมทรัพยากรธรณี
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



การสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี
จังหวัดชลบุรี

กรมทรัพยากรธรณี
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดชลบุรี

ปีงบประมาณ

พ.ศ. 2566

พิมพ์ครั้งที่ 1

30 เล่ม

อธิบดีกรมทรัพยากรธรณี

อรนุช หล่อเพ็ญศรี

จัดพิมพ์โดย

กรมทรัพยากรธรณี

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เลขที่ 75/10 ถนนพระราม 6 แขวงทุ่งพญาไท

เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 02-6219614 โทรสาร 02-6219612

<http://www.dmr.go.th>

ข้อมูลทางบรรณานุกรม

กรมทรัพยากรธรณี 2566

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยา

และทรัพยากรธรณี จังหวัดชลบุรี

กรุงเทพฯ

245 หน้า

ภาพถ่ายจากปก

หาดทรายแก้ว ต.บางเสร่ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี

ชลนิภา ฝากเชียงซา

สารบัญ

สารบัญ.....	III
สารบัญรูป.....	VI
สารบัญตาราง.....	XX
บทคัดย่อ.....	XXII
Abstract.....	XXIV
คำขอบคุณ.....	XXVI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 วัตถุประสงค์และเป้าหมาย.....	1
1.2 พื้นที่ดำเนินงานประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566.....	1
1.3 นิยามคำศัพท์.....	1
1.4 ประวัติโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	4
1.6 การดำเนินงานจัดทำ/ปรับปรุง ฐานข้อมูล/ข้อมูลภูมิสารสนเทศ.....	5
1.6.1 ด้านธรณีวิทยา.....	5
1.6.2 ด้านทรัพยากรแร่.....	7
1.6.3 สำรวจธรณีเคมี.....	8
1.7 ผลการดำเนินงานโครงการฯ.....	9
1.8 แผนการดำเนินงานโครงการฯ.....	9
1.9 ผู้ดำเนินงาน.....	11
บทที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานจังหวัด.....	13
2.1 ประวัติความเป็นมา.....	13
2.2 ลักษณะทางภูมิศาสตร์.....	14
2.2.1 ขนาดและที่ตั้ง.....	14
2.2.2 ลักษณะภูมิประเทศ.....	14
2.2.3 ลักษณะภูมิอากาศ.....	15
2.2.4 การคมนาคม.....	15
2.2.5 การปกครอง.....	18
2.3 สภาพเศรษฐกิจและสังคม.....	18
2.3.1 ประชากรและอาชีพ.....	18
2.3.2 เศรษฐกิจ.....	19
2.3.3 วัฒนธรรม เทศกาล และงานประเพณี.....	19
2.4 พื้นที่ประกาศของทางราชการ.....	19
บทที่ 3 ธรณีสัณฐานวิทยาและข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ.....	21
3.1 ธรณีสัณฐานวิทยา.....	21
3.1.1 ลักษณะของแผ่นดิน.....	21
3.1.2 ลักษณะทางน้ำและลุ่มน้ำ.....	24

3.2 ข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ	27
3.2.1 ข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็ก.....	27
3.2.2 ข้อมูลความเข้มกัมมันตรังสี.....	38
บทที่ 4 ข้อมูลพื้นฐานธรณีวิทยา	61
4.1 การศึกษาธรณีวิทยาพื้นที่จังหวัดชลบุรีที่ดำเนินการมาก่อน	63
4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	71
4.3 ธรณีวิทยาทั่วไป	72
4.4 ลำดับชั้นหิน.....	78
4.5 ธรณีวิทยาโครงสร้าง	108
4.5.1 การวางตัวของชั้นหิน	108
4.5.2 ริวขนาน.....	108
4.5.3 รอยแตก.....	108
4.5.4 รอยเลื่อน	110
4.5.5 ชั้นหินคดโค้ง.....	111
4.6 ธรณีประวัติ.....	112
บทที่ 5 ข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรแร่	115
5.1 การสำรวจทรัพยากรแร่จังหวัดชลบุรีที่เคยดำเนินการ.....	115
5.1.1 การสำรวจแร่รายชนิด.....	115
5.1.2 การสำรวจเพื่อกำหนดพื้นที่ศักยภาพแร่.....	118
5.1.3 โครงการปฏิรูปการบริหารจัดการทรัพยากรแร่.....	119
5.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	121
5.3 คำนิยามและการคำนวณปริมาณทรัพยากรแร่	122
5.3.1 การแบ่งประเภทพื้นที่ทรัพยากรแร่	122
5.3.2 การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่.....	123
5.4 ทรัพยากรแร่ของจังหวัดชลบุรีในโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานฯ ปี พ.ศ. 2566	124
5.4.1 กลุ่มแร่เพื่อการพัฒนาสาธารณูปโภคพื้นฐานและโครงการขนาดใหญ่ของรัฐ ...	124
5.4.2 กลุ่มแร่โลหะมีค่า.....	140
5.4.3 กลุ่มแร่โลหะ	144
5.4.4 กลุ่มแร่อุตสาหกรรม.....	149
5.4.5 กลุ่มแร่เทคโนโลยีขั้นสูง.....	152
บทที่ 6 ข้อมูลพื้นฐานธรณีเคมี	171
6.1 การประยุกต์ใช้การสำรวจธรณีเคมีในอดีต พื้นที่จังหวัดชลบุรี.....	171
6.1.1 ด้านการกำหนดพื้นที่ศักยภาพแร่	171
6.1.2 ด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม	173
6.2 ขั้นตอนการดำเนินงานสำรวจธรณีเคมี.....	176
6.2.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง.....	176
6.2.2 การเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำ.....	176
6.2.3 การเตรียมตัวอย่างตะกอนธารน้ำ.....	179

6.2.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนธาณน้ำ	179
6.2.5 การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์เคมี	181
6.3 การประมวลผลและแปลความหมายทางธรณีเคมี	183
6.3.1 การประมวลผลค่าทางสถิติเบื้องต้น	183
6.3.2 ค่ามาตรฐานต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบและแปลความหมาย	184
6.3.3 การแบ่งค่าในการแสดงผลการกระจายตัวของธาตุต่าง ๆ ในแผนที่.....	186
6.3.4 การแปลความหมายและแสดงผลการกระจายตัวของธาตุต่าง ๆ.....	186
6.3.5 การศึกษาสถิติหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์.....	231
บทที่ 7 แหล่งอนุรักษณ์และแหล่งท่องเที่ยวทางธรณีวิทยา	233
7.1 แหล่งลำดับชั้นหินแบบฉบับ	233
7.2 แหล่งหินแบบฉบับ	233
7.2.1 แหล่งหินแบบฉบับ ประเภทหินอ่อน หินแคลก์-ซิลิเกต บริเวณเขาชีจรรย์	233
7.2.2 แหล่งหินแบบฉบับ ประเภทหินไนส์ พื้นที่อำเภอหนองใหญ่	234
7.3 แหล่งแร่แบบฉบับ	234
7.3.1 แหล่งแร่แบบฉบับ ชนิดแร่ทองคำ บริเวณเขาบ่อทอง.....	234
7.3.2 แหล่งแร่แบบฉบับชนิดแร่โซโลมีเลน บริเวณแหลมถ้ำแร่ เกาะล้าน.....	235
7.4 แหล่งซากดึกดำบรรพ์	235
7.5 แหล่งธรณีสัณฐาน	236
7.5.1 แหล่งธรณีสัณฐานประเภทเกาะ	236
7.5.2 แหล่งธรณีสัณฐานประเภทน้ำตก.....	237
7.5.3 แหล่งธรณีสัณฐานประเภทชายหาด	238
เอกสารอ้างอิง	242

สารบัญรูป

รูปที่ 1-1	แสดงแผนที่จากข้อมูลภูมิสารสนเทศของธรณีวิทยา (หน่วยหิน) จากฐานข้อมูลต่าง ๆ (ก) ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศหน่วยหิน 1:50,000 (L7017) แนวเส้นกากบาทตรงกลางแสดงความไม่ต่อเนื่องของหน่วยหิน (ข) ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศหน่วยหินรายจังหวัด 1:250,000 มีความต่อเนื่องหน่วยหินเพิ่มขึ้น แต่หน่วยหินขนาดเล็กไม่ปรากฏในแผนที่ (ค) ข้อมูลภูมิสารสนเทศจากโครงการฯ (จัดทำใหม่) หน่วยหินมีความต่อเนื่อง และรวมทั้งหน่วยหินขนาดเล็กได้มีการตรวจสอบและเพิ่มเติมเข้าในระบบฐานข้อมูล (ง) เปรียบเทียบข้อมูลหน่วยหินจากทั้ง 3 ฐานข้อมูล สีเหลืองจากฐานข้อมูลจาก ก. สีม่วงจากฐานข้อมูลจาก ข. และ สีฟ้าจากฐานข้อมูล ค. แสดงให้เห็นว่าข้อมูลจาก ค. มีความสัมพันธ์กับข้อมูล Online Base Map.....	7
รูปที่ 1-2	แสดงตำแหน่งพื้นที่ศึกษาภาพแร่ ก่อนปรับปรุง พ.ศ. 2565 (สีม่วง) และหลังปรับปรุง (สีแดง).....	8
รูปที่ 1-3	แผนการดำเนินงานโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี พ.ศ. 2565-2580.....	10
รูปที่ 2-1	แผนที่แสดงขอบเขตการปกครองจังหวัดชลบุรีและดัชนีแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000.....	16
รูปที่ 2-2	แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศจังหวัดชลบุรี.....	17
รูปที่ 3-1	แผนที่แสดงระดับความสูงของภูมิประเทศพื้นที่จังหวัดชลบุรี.....	22
รูปที่ 3-2	ทางน้ำแบบกึ่งไม้บริเวณที่ราบ พื้นที่คลองบางละมุงและชายทะเลด้านตะวันตกของจังหวัด.....	25
รูปที่ 3-3	ทางน้ำแบบกึ่งไม้บริเวณที่เนินลอนลาดพื้นที่เขาเขียว.....	26
รูปที่ 3-4	ทางน้ำแบบกึ่งไม้บริเวณภูเขา พื้นที่ตอนกลางและตะวันออกของจังหวัดชลบุรี.....	26
รูปที่ 3-5	แผนที่ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กรวมบริเวณจังหวัดชลบุรี.....	29
รูปที่ 3-6	แผนที่ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กตกค้าง (Residual Magnetic) บริเวณจังหวัดชลบุรี.....	30
รูปที่ 3-7	แผนที่เส้นหน้าตัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กตกค้าง (Residual Magnetic Profile) บริเวณจังหวัดชลบุรี.....	31
รูปที่ 3-8	แผนที่โครงสร้างลายเส้นจากการแปลความหมายโพรไฟล์ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กตกค้างบริเวณจังหวัดชลบุรี.....	32
รูปที่ 3-9	(ก) ภาพจำลองแสดงทิศทางการวางตัวของริ้วขนานและระบบแนวแตกหลักริ้วขนานในภาพแสดงด้วยลายเส้นประสีฟ้าและอักษรย่อ “F” ระบบแนวแตกหลักแสดงด้วยลายเส้นทึบสีดำและอักษรย่อ “J” พนังหินเพกมาไทต์แทนด้วยสีแดง และสายแร่ควอตซ์แทนด้วยสีส้ม (ข) หินโพลีฟิ กัด: 742395E 1468588N 47N มีค่าสภาพรีปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.075×10^{-3} SI และมีค่า $K=3.2\%$ $U=8.3$ ppm และ $Th=15.9$ ppm.....	33

รูปที่ 3-10	แผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กด้วยวิธีการวิเคราะห์สัญญาณ พร้อมกับการแปลความหมายหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก บริเวณจังหวัดชลบุรี	35
รูปที่ 3-11	แผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กด้วยวิธีการอนุพันธ์อันดับหนึ่งบนระนาบแกน X บริเวณจังหวัดชลบุรี	37
รูปที่ 3-12	ผลการแปลความหมายขอบเขตหน่วยหิน (R) จากผลการแปลความหมายความเข้มกัมมันตรังสีซ้อนทับบนแผนที่สามเทอร์นารี (Ternary map).....	40
รูปที่ 3-13	ผลการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศจากค่าความเข้มกัมมันตรังสี แสดงขอบเขตหน่วยหิน พื้นที่จังหวัดชลบุรี	45
รูปที่ 3-14	(ก) หินโคลนบริเวณ พิกัด: 765153E 1476818N 47N ใกล้เนินเขาสี่เสียด บ้านคลองโอง ตำบลวัดสุวรรณ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออก (ข) ตัวอย่างหินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์แกรนิต เนื้อผลึกสม่ำเสมอขนาดปานกลางถึงหยาบ ผลึกมีขนาด 2-5 มม. ประกอบด้วยเฟลด์สปาร์ ควอตซ์ไบโอไทต์ และฮอร์นเบลนด์ แร่ดำพบมีปริมาณร้อยละ 10-15 ของเนื้อหิน มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 17.312×10^{-3} SI และค่า $K= 4.5$ % $U= 25.3$ ppm และ $Th=82.9$ ppm (ค) ศิลาวรรณาของหินภายใต้ Plane-polarized light พบผลึกแร่ทึบแสงที่มีรูปผลึกแบบไอโซเมตริก เป็นแร่แมกนีไทต์ (ง) ลักษณะศิลาวรรณาของหินภายใต้ Cross-polarized light พบผลึกแร่ควอตซ์ แร่แพลจิโอเคลส และแร่ไบโอไทต์ (สีชมพูส้ม).....	48
รูปที่ 3-15	(ก) หินโคลนบริเวณ พิกัด: 745828E 1463461N 47N บริเวณทางเข้าบริษัทโรงโม่หินทวีทรัพย์อนันต์ มหานคร จำกัด บ้านหินดาด ตำบลหนองไผ่แก้ว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศเหนือ (ข) การวางริ้วขนานในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ในหินไนส์ มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 30.280×10^{-3} SI และมีค่า $K=3.7$ % $U=4.7$ ppm และ $Th=16.9$ ppm.....	48
รูปที่ 3-16	(ก) หินโคลนบริเวณ พิกัด: 753521E 1480173N 47N ทางเข้าวัดเขานางนม บ้านเขานางนม ตำบลท่าบุญมี อำเภอเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี มุมมองรูปไปทางทิศเหนือ (ข) ตัวอย่างหินฟิลไลต์มีสภาพผุพังสูง พบแนวริ้วขนานที่แสดงการเรียงตัวของแร่ไมกาวางในแนวตะวันตกเฉียงเหนือตะวันออกเฉียงใต้ (300°) มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.041×10^{-3} SI และมี $K=1.4$ % $U= 4.3$ ppm และ $Th=12.1$ ppm.....	49
รูปที่ 3-17	(ก) บริเวณ พิกัด: 750362E 1455527N 47N ริมหางหลวงหมายเลข 344 บ้านห้วยมะระ ตำบลหนองเสือช้าง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออก (ข) ริ้วขนานใน หินซีสต์ มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.009×10^{-3} SI และมีค่า $K= 3.4$ % $U=4.8$ ppm และ $Th=24.0$ ppm.....	49
รูปที่ 3-18	(ก) หินโคลนบริเวณ พิกัด: 788022E 1459982N 47N บ้านเขาชะอางค์ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ข) ลักษณะเนื้อหินปูนแบบเม็ดไข่ปลา มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.025×10^{-3} SI และมีค่า $K= 0.2$ % $U= 1.5$ ppm และ $Th= 1.8$	

- ppm (ค) ลักษณะศิลารรณนาของหินภายใต้ Cross-polarized light พบผลึกแร่แคลไซต์และลักษณะเม็ดไขปลา..... 50
- รูปที่ 3-19 (ก) หินโผล่บริเวณพิกัด: 718166E 1471760N 47N ตีนเขาน้อย บ้านวังตะโก ตำบลหนองข้างคอก อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ข) ลักษณะเนื้อหินไปโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต ที่พบผลึกดอกของแร่เฟลด์สปาร์ มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.058×10^{-3} SI และมีค่า $K=4.8$ % $U=8.3$ ppm และ $Th= 32.8$ ppm..... 50
- รูปที่ 3-20 (ก) หินโผล่บริเวณ พิกัด: 714950E 1411461N 47N ตรงข้ามโครงการป่าสิริเจริญวรรษอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ริมทางหลวงชนบท ชบ.1003 บ้านเขาชีจรรย์ ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (ข) ตัวอย่างหินทรายทรายแป้งที่มีจุดประ มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.199×10^{-3} SI และมีค่า $K=5.3$ % $U=7.1$ ppm และ $Th=26.2$ ppm..... 51
- รูปที่ 3-21 (ก) ลักษณะหินมัสโคไวต์แกรนิต เนื้อหยาบ (พิกัด: 707838E 1428074N 47N) บริเวณเขาน้อย ไกล้วัดบุญสัมพันธ์ บ้านเขาน้อย ตำบลหนองปรือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.011×10^{-3} SI และมีค่า $K=5.7$ % $U=11.6$ ppm และ $Th=35.6$ ppm (ข) สายแร่ควอตซ์ความหนาประมาณ 1 เมตร ซึ่งแทรกตัดเข้ามาในหินมัสโคไวต์แกรนิต มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ..... 51
- รูปที่ 3-22 (ก) หินโผล่หน่วยหิน “R3” (พิกัด: 778954E 1456543N 47N) มุมมองในรูปไปทางทิศใต้ ริมถนนดินในสวนปาล์ม บริเวณตอนเหนือเหมืองบริษัทหินคม-เขาแหลม จำกัด บ้านคลองใหญ่ ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ระหว่างเทือกเขาหินปูนที่วางตัวทิศทางเกือบเหนือ-ใต้ มีระนาบการวางตัวชั้นหินไปในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (285°) ทำมุมเอียงเท 75 องศาจากแนวระดับ (ข) ลักษณะเนื้อหินปูนสีเทา-ดำ เนื้อหินบางบริเวณมีการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์และมีสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กแทรกในเนื้อหิน (ค) ผลการวัดค่าความเข้มข้นมันตรังสีภาคพื้นดินบริเวณหินโผล่ พบค่า $K= 0.2$ % $U=1.5$ ppm และ $Th=2.0$ ppm ซึ่งแสดงค่าความเข้มข้นข้างต่ำทั้งสามธาตุ และมีค่าสภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ -0.002×10^{-3} SI..... 52
- รูปที่ 3-23 (ก) บ่อขุดดินตะกอนขนาดใหญ่พวกตะกอนยังไม่แข็งตัว หน่วยตะกอน “R5” (พิกัด: 743637E 1496288N 47N) บริเวณบ้านแปลงกระถิน ตำบลหัวถนน อำเภอนนทบุรี จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ข) ลักษณะชั้นตะกอนดินละเอียดหรือคัดขนาดไม่ดี (Poorly-sorted) พวกกรวดและทราย บางชั้นแสดงการคัดขนาดชั้นตะกอนหยาบไปหาขนาดละเอียด (Finishing-upward layer) ลักษณะก้อนเม็ดตะกอนค่อนข้างกลมมน (Well-rounded) บางชั้นพบการเชื่อมประสานตะกอนพวกเหล็กออกไซด์เป็นชั้นเนื้อแน่นแข็งสีแดง-ส้ม ขนานไปกับชั้นตะกอน (ค) ส่วนประกอบของตะกอนก้อนกรวดทราย

- ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ควอตซ์ หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หินแกรนิต หินกรวดเหลี่ยม และพบเศษซากไม้กลายเป็นหิน..... 53
- รูปที่ 3-24 (ก) ลักษณะหินโผล่ หน่วยหิน “R6” (พิกัด: 702681E 1428705N 47N) บริเวณทางขึ้นเขาวัดสามเซียน เมืองพัทธยา (ลักษณะภูมิประเทศเป็นสันเขา แควว้างตัวแนววันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้) มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (ข) ลักษณะเนื้อควอตซ์สีขาวขุ่น เนื้อแน่น มีแนวรอยแตกเล็กน้อย มีค่าสภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.005×10^{-3} SI และมีค่า $K=1.0\%$ $U=2.4$ ppm และ $Th=6.5$ ppm 54
- รูปที่ 3-25 (ก) พันธ์แร่ควอตซ์ ในขอบเขตหน่วยหิน “R7” (พิกัด 722651E 1448926N 47N) บริเวณทางขึ้นสำนักสงฆ์สวนสันติবারมี อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี มุมมองภาพถ่ายไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ข) ลักษณะแร่ควอตซ์ สีน้ำตาลเทา-ขาว การเกาะตัวของผลึกเป็นรูปเหลี่ยมลักษณะคล้ายเศษแตกหัก มีรูพรุนมาก เกิดการฟุ้งเป็นสีน้ำตาลแดงตามช่องว่างของรูพรุน มีค่าสภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.003×10^{-3} SI และมีค่า $K=1.0\%$ $U=3.2$ ppm และ $Th=6.5$ ppm..... 54
- รูปที่ 3-26 (ก) ลักษณะหินโผล่หินแกรนิตเนื้อดอก หน่วยหิน “R8” พิกัด: 735813E 1454575N 47N บริเวณสำนักสงฆ์ศรีรัตนาราม เขานกตะกรุม บ้านมาบลำบิด ตำบลคลองกิว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี (ข) เนื้อหินแกรนิตเนื้อดอก ชนิดหินมีสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิต มีแร่เฟลด์สปาร์แร่ดอกขนาด 1-10 ซม. มีเนื้อพื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่เฟลด์สปาร์ ควอตซ์ ไบโอไทต์ และมีสโคไวต์ พบแร่ดำประมาณร้อยละ 10-20 มีค่าสภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.070×10^{-3} SI และมีค่า $K=4.7\%$ $U=5.1$ ppm และ $Th=42.7$ ppm (ค) กลุ่มผลึกแร่ทัวร์มาลีนขนาดผลึกเฉลี่ย 0.5-1.0 ซม. ปรากฏเป็นกระจุกแร่เป็นกลุ่มตามแนวรอยแตกและขอบของผนังหินเพกมาไทต์ที่แทรกตัดเข้ามาในเนื้อหินแกรนิต ซึ่งมีระนาบแนวรอยแตกสองทิศทาง ได้แก่ เอียงเทไปทางเกือบทิศใต้ (190°) ทำมุม 80 องศา และทิศตะวันออกเฉียงใต้ (140°) ทำมุม 85 องศา..... 55
- รูปที่ 3-27 (ก) ลักษณะหินโผล่หินแกรนิตเนื้อดอก หน่วยหิน “R9” พิกัด: 721094E 1459662N 47N บริเวณเนินเขาติน ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ข) เนื้อหินแกรนิตเนื้อดอกขนาดใหญ่ (ผิวฟู) ชนิดหิน ไบโอไทต์แกรนิต มีแร่เฟลด์สปาร์แร่ดอกขนาด 1-10 ซม. (ค) หินไบโอไทต์แกรนิต มีเนื้อพื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่เฟลด์สปาร์ ควอตซ์ และไบโอไทต์ พบแร่ดำประมาณร้อยละ 20-25 มีค่าสภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.193×10^{-3} SI และมีค่า $K=6.9\%$ $U=13.0$ ppm และ $Th=50.8$ ppm..... 56
- รูปที่ 3-28 (ก) ลักษณะหินโผล่หินแกรนิตเนื้อดอก หน่วยหิน “R9-1” พิกัด 715858E 1416938N 47N บริเวณถนนตัดผ่านเนินเขากำแพง บ้านซากแก้ว ตำบลห้วยใหญ่ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี (ข) หินแกรนิตเนื้อดอก ชนิดหินไบโอไทต์แกรนิต มีแร่เฟลด์สปาร์แร่ดอกขนาด 1-5 ซม. เนื้อพื้นขนาดปานกลางถึง

	หายาบ ประกอบด้วย แร่เฟลด์สปาร์ แร่ควอตซ์ และแร่ไบโอไทต์ มีแร่ดำ ประมาณร้อยละ 10 มีค่าสภาพรีบไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.236×10^{-3} SI และมีค่า $K=4.3$ % $U=7.1$ ppm และ $Th=33.4$ ppm.....	57
รูปที่ 3-29	(ก) ลักษณะพ่นแร่ควอตซ์ เนื้อสีขาวขุ่น มีการแตกเป็นเหลี่ยมคมคล้ายหิน กรวดเหลี่ยม และมีรอยแตกหลายทิศทาง (ข) หินควอตซ์-ไมกาซีสต์ เนื้อหินสี น้ำตาล-ส้มเหลือง มีการผุพังค่อนข้างสูง และมีสายแร่ควอตซ์ขนาดเล็กตัดผ่าน	57
รูปที่ 3-30	(ก) ลักษณะหินโผล่หินไนส์ หน่วยหิน “R10” พิกัด 757400E 1466040N 47N บริเวณน้ำตกเขาเจ้าบ่อทอง ตำบลธาตุทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินไนส์ แสดงแถบแนวริ้วขนาน พบการแยกชั้นระหว่างริ้วที่มีองประกอบ แร่ดำและริ้วแร่สีขาวชัดเจน ความหนาเฉลี่ยตั้งแต่ 1-10 ซม. ทิศทางการ วางตัวของแนวริ้วขนานทิศตะวันตกเฉียงเหนือตะวันออกเฉียงใต้ (325°) ริ้ว ขนานแถบสีขาวมีองค์ประกอบพวกแร่เฟลด์สปาร์ และควอตซ์ ส่วนแถบริ้ว ขนานสีดำนี้อาจมีแร่ประกอบพวกแร่ไบโอไทต์ และแร่มีสโคไวต์ ตัวอย่างหินมี ค่าสภาพรีบไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ -0.074×10^{-3} SI และมีค่า $K=4.6$ % $U=7.3$ ppm และ $Th= 14.7$ ppm (ค) ลักษณะโครงสร้างภายในชั้นริ้วขนาน ของแร่ควอตซ์หรือเฟลด์สปาร์ ถูกรัดทำให้ยึดและขาดความต่อเนื่องเป็น โครงสร้างรูปไส้กรอก (Boudinage structure) เกิดการคอดกัวบริเวณหัว- ท้าย และช่วงระยะไส้กรอกเกิดการรัดเป็นรูปปลายแหลม.....	58
รูปที่ 3-31	ก. หินไดออไรต์กึ่งแปรสภาพ หน่วยหิน “R12 พิกัด 786544E 1467984N 47N บริเวณทางเข้าน้ำตกอ่างผักหนาม ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ข) และ (ค) เนื้อหินไดออไรต์ กึ่งแปรสภาพ ลักษณะการเกาะตัวเม็ดแร่ค่อนข้างเป็นเนื้อเดียวกัน (Aphanitic texture) แร่สีเข้มหรือแร่ทึบแสงมีการเรียงตัวเล็กน้อย พบแร่ไฟ ไรต์และแร่ซิลไฟด์ฝังประจํานวนเล็กน้อย มีค่าสภาพรีบไว้ได้ทางแม่เหล็ก ประมาณ 0.187×10^{-3} SI และมีค่า $K=6.5$ % $U=18.7$ ppm และ $Th=100.2$ ppm (ง) ลักษณะสีลาบรรณนาของหินภายใต้ Plane-polarized light พบแร่ ทึบแสงประมาณร้อยละ 10-15 และแร่แสงผ่าน เช่นแร่แพลจิโอเคลสรูปร่าง เป็นแท่งกระจายตัวแบบไม่มีทิศทาง (Coarse-grained intergranular groundmass) (จ) ลักษณะสีลาบรรณนาของหินภายใต้ Cross-polarized light ประกอบด้วย แร่หลัก แร่แพลจิโอเคลส แสดงรูปร่างผลึกเป็นแท่งขนาด เล็ก บางส่วนแปรเปลี่ยนไปเป็นแร่เซริไซต์ (Sericite) แร่รองลงมา แร่ควอตซ์ และแร่ทึบแสง.....	59
รูปที่ 4-1	ดัชนีแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 และงานที่เคศศึกษาที่สำคัญที่เป็น แหล่งข้อมูล ที่นำมาใช้ในการดำเนินงานพื้นที่จังหวัดชลบุรี.....	63
รูปที่ 4-2	แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี	73
รูปที่ 4-3	การเทียบเคียงหน่วยหินในพื้นที่จังหวัดชลบุรี	74

รูปที่ 4-4	(ก) การสลับกันของแร่สีเข้มกับแร่สีจางของหินไนส์ (ข) แร่ควอตซ์ถูกบดและเป็นรูปตา (ค) แร่การ์เนตแบบฝังประในเนื้อหินชีสต์ บ่อหินบริเวณเขาจันทร์ ตำบลห้างสูง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ง) หินไนส์ที่ถูกแทรกตัดด้วยสายแอไพลด์ บริเวณทางเข้าพระธาตุเขาเจ้า ตำบลห้างสูง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี.....	80
รูปที่ 4-5	ภาพไตกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินไนส์ บริเวณเขามาบยาง ในพื้นที่ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)= Cross-Polar light	81
รูปที่ 4-6	ภาพไตกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของชั้นหินสีจางของหินไนส์ บริเวณศาลบ้านอ่าง ใน ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)=Cross-Polar light	81
รูปที่ 4-7	ภาพไตกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินไนส์ บริเวณทางเข้าพระธาตุเขาเจ้า ตำบลห้างสูง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)= Cross-Polar light	81
รูปที่ 4-8	(ก) หินโผล่บริเวณเขามาบยาง ในพื้นที่ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ข) การสลับกันของแร่สีเข้มกับแร่สีจางของหินไนส์ บริเวณเขามาบยาง (ค) แนวการคดโค้งขนาดเล็กของหินไนส์ บริเวณเขามาบยาง (ง) แร่ควอตซ์ถูกบดและเป็นรูปตา.....	82
รูปที่ 4-9	(ก) หินโผล่บริเวณวัดเขาถ้ำ บ้านสี่ปลอง ตำบลหนองอิรุณ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี (ข) หินควอตซ์ชีสต์ สีเทาดำ แสดงแนวริ้วขนาน.....	82
รูปที่ 4-10	(ก) หินทรายและหินทรายแป้ง ชั้นบางถึงปานกลาง บริเวณวัดหลุมมะนาว ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง (ข) หินทรายแป้งและหินดินดาน บริเวณบ้านเขาใหญ่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง (ค) หินทรายกึ่งแปร หินฟิลไลต์ บริเวณบ่อหินวัดหนองบอนบุญญาราม ตำบลเกาะจันทร์ อำเภอ เกาะจันทร์ (ง) หินกรวดมน บริเวณเนินเขาบ้านน้ำซับ ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง	84
รูปที่ 4-11	ภาพไตกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินทรายกึ่งแปรสภาพ บริเวณเนินด้านข้างเขาตะแบก ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)=Cross-Polar light	84
รูปที่ 4-12	ภาพไตกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินดินดาน บริเวณเขาตาช่อ ตำบลเกาะจันทร์ อำเภอเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)=Cross-Polar light	85
รูปที่ 4-13	ภาพไตกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินทราย บริเวณบ่อขุดข้างซอยเขาใหญ่ 15 ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)=Cross-Polar light	85
รูปที่ 4-14	(ก) หินโผล่บริเวณตัดหน้าดิน ในพื้นที่บ้านวังใหญ่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินควอตซ์ชีสต์ สีเทาดำ ชั้นบางถึงปานกลาง แสดงการเรียงตัวของแร่ไบโอไทต์ กับแร่สีจาง.....	85

รูปที่ 4-15	(ก) หินโพลีบริเวณวัดหลุมมะนาว ในพื้นที่บ้านหลุมมะนาว ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินทราย สีเทาเขียว เม็ดละเอียดถึงปานกลาง การคัดขนาดดี	86
รูปที่ 4-16	(ก) หินโพลีบริเวณแหลมฉบบัง ในพื้นที่ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (ข) หินทรายกึ่งแปรสภาพ สีม่วงเทา เทาเหลือง (ค) หินทรายแทรกสลับกับหินดินดานชั้นบาง (ง) หินแกรนิต เนื้อเดียว เม็ดปานกลางถึงหยาบ สีเทาขาว	88
รูปที่ 4-17	(ก) หินโพลีบริเวณสำนักสงฆ์เขาบรมพุทโธ ตำบลสุรศักดิ์ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (ข) หินควอร์ตไซต์ สีเทา บริเวณสำนักสงฆ์เขาบรมพุทโธ (ค) ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินควอร์ตไซต์ สีเทา (Plan Polarized light) (ง) ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินควอร์ตไซต์ สีเทา (Cross-Polar light).....	88
รูปที่ 4-18	(ก) หินโพลีบริเวณสำนักสงฆ์เขาบรมพุทโธ ตำบลสุรศักดิ์ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (ข) หินฟิลไลต์ สีเทา บริเวณสำนักสงฆ์เขาบรมพุทโธ (ค) ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินฟิลไลต์ (Plan Polarized light) (ง) ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินฟิลไลต์ (Cross-Polar light).....	89
รูปที่ 4-19	(ก) หินโพลีบริเวณหน้าศูนย์อบรมและสัมมนา สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในพื้นที่บ้านท่าวัง ตำบลท่าเทววงษ์ อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูน สีเทา เทาเข้ม (ค) ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินปูน (Plan Polarized light) (ง) ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินปูน (Cross-Polar light).....	90
รูปที่ 4-20	(ก) หินโพลีบริเวณหาดทรายแก้ว บ้านเกล็ดแก้ว ตำบลบางเสร่ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (ข) หินทราย สีเทาเขียว บริเวณหาดทรายแก้ว	91
รูปที่ 4-21	(ก) หินโพลีบริเวณเขาพลูตาหลวง ตำบลพลูตาหลวง อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (ข) หินเชิร์ต สีเทาเข้ม แสดงชั้นดี บริเวณเขาพลูตาหลวง	91
รูปที่ 4-22	(ก) หินโพลีบริเวณพระพุทธรูปแกะสลักหน้าผาเขาชีจรรย์ ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (ข) calc-silicate marble สีเทาดำ-สีเทา แทรกสลับกัน บริเวณพระพุทธรูปแกะสลักหน้าผาเขาชีจรรย์	91
รูปที่ 4-23	(ก) หินโพลีบริเวณเหมืองเก่า บ้านหลุมบ่อแร่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูน สีเทาดำ มีแร่แคลไซต์ตกผลึกใหม่เป็นแถบสีขาว	92
รูปที่ 4-24	(ก) หินโพลีบริเวณผาหินปูนติดสวนยางพารา บ้านหลุมบ่อแร่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูนเนื้อเม็ด สีเทาเข้ม.....	93
รูปที่ 4-25	(ก) หินโพลีบริเวณวัดวังรีศิริวันนาราม บ้านวังรี ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูน สีเทาเข้ม.....	93
รูปที่ 4-26	(ก) หินโพลีบริเวณอุทยานธรรมปัญจมนีรัตนา เขาชะอางค์ไอน บ้านคลองกุ่ม ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูน เนื้อแน่น ชั้นหนาถึงไม่แสดงชั้น (ค) หินปูน สีเทา มีแร่แคลไซต์ตกผลึกใหม่เป็นแถบสีขาว (ง) ซากดึกดำบรรพ์แกสโตรพอด? หินปูน เนื้อแน่น สีเทา.....	94

รูปที่ 4-27	(ก) หินโผล่บริเวณวัดเขาชะอางค์ บ้านเขาชะอางค์ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูน สีเทา ที่บางส่วนมีการตกผลึกใหม่ของแร่แคลก์ไฮต์ (ค) ภาพใ้ก้ล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินปูนบริเวณวัดเขาชะอางค์ (Plan Polarized light) (ง) ภาพใ้ก้ล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินปูนบริเวณวัดเขาชะอางค์ (Cross-Polar light)	94
รูปที่ 4-28	(ก) หินโผล่ข้างถนนบริเวณเขาชะอางค์ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินดินดาน สีน้ำตาลแดง	95
รูปที่ 4-29	(ก) หินโผล่ข้างทางหลวงชนบท ชบ.5109 ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินดินดาน สีเทาเขียว เทาเหลือง.....	96
รูปที่ 4-30	(ก) หินโผล่บริเวณสวนปาล์ม บ้านหินคม ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) ชั้นหินคดโค้งแบบ chevron	96
รูปที่ 4-31	(ก) หินกรวดมน สีม่วงแดง บริเวณเขาช่องลม ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินทราย สีม่วงแดง บริเวณเขาช่องลม ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี	97
รูปที่ 4-32	(ก) หินโผล่ข้างทางพื้นที่เขาชะอางค์ซอย 9 ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินกรวดมน พื้นที่เขาชะอางค์ซอย 9 ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี	97
รูปที่ 4-33	(ก) หินโผล่บริเวณเนินเขา บ้านเขาห้ายอด ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินทราย สีเทาขาว บ้านเขาห้ายอด ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี	97
รูปที่ 4-34	(ก) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) บริเวณบ่อขุดดินบ้านอ่างแก้ว อำเภอนองใหญ่ พิกัด 761649/1452843 (ข) กรวดปนทราย ของตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) บริเวณบ่อขุดดินบ้านอ่างแก้ว.....	100
รูปที่ 4-35	(ก) ตะกอนหินผุ (Qr) บริเวณบ่อขุดดินใกล้กับเขาไม้ไร่ อำเภอบ้านบึง พิกัด 737865/1455344 (ข) ตะกอนหินผุ (Qr) บริเวณบ่อขุดดินเก่า บ้านหนองยาง อำเภอกะฉันทร์ จังหวัดชลบุรี พิกัด 758531/1487752	100
รูปที่ 4-36	(ก) หินโผล่บริเวณน้ำตกอ่างฝักหนาม เขาใหญ่ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี พิกัด 786559/1467984 (ข) หินไรโอไรต์ สีเทา เทาขาว แสดงการไหล	101
รูปที่ 4-37	ภาพใ้ก้ล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินแกรนิต บริเวณสุสานเขาหนองคล้า ตำบลหนองซ้าซาก อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี (ก) Plane-polarized light (ข) Cross-Polarized light).....	103
รูปที่ 4-38	ภาพใ้ก้ล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินแกรนิต บริเวณบ้านเขาหลุมสวนกล้วย ตำบลเขาซก อำเภอนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ก) Plane-polarized light (ข) Cross-Polarized light.....	103
รูปที่ 4-39	ภาพใ้ก้ล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินแกรนิต บริเวณเขาชนกัน ตำบลเขาคันทรง อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี (ก) Plane-polarized light (ข) Cross-Polarized light.....	103

รูปที่ 4-40	จำแนกหินอัคนีแทรกซอนบริเวณพื้นที่ตอนกลางของจังหวัด ตามการจำแนกของ Middlemost (1994).....	104
รูปที่ 4-41	จำแนกหินอัคนีแทรกซอนบริเวณพื้นที่ตอนกลางของจังหวัด ใน TAS diagram (Cox et al. , 1979).....	104
รูปที่ 4-42	จำแนกหินอัคนีแทรกซอนบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัด ตามการจำแนกของ Middlemost (1994)	105
รูปที่ 4-43	จำแนกหินอัคนีแทรกซอนบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัด ใน TAS diagram (Cox et al. , 1979).....	105
รูปที่ 4-44	(ก) หินแกรนิตไพล่ พิกัด 745717E 1449801N (ข) หินแกรนิตเนื้อดอก มีแร่ดอกขนาด 2-3 เซนติเมตร	106
รูปที่ 4-45	(ก) เศษหินแปลกปลอม (xenolith) ของหินชีสต์ พิกัด 734218E 1458146N (ข) เศษหินแปลกปลอม (xenolith) ของหินชีสต์ พิกัด 752603E 1450281N.....	106
รูปที่ 4-46	(ก) แนวรอยแตกในหินแกรนิตที่พิกัด 734218E 1458146N (ข) แนวรอยแตกในหินแกรนิตที่พิกัด 752603E 1450281N.....	107
รูปที่ 4-47	(ก) พนังแร่ควอตซ์ บริเวณสันเขื่อนหนองค้อ (ข) แร่ควอตซ์ สีขาว	108
รูปที่ 4-48	Rose diagram แสดงทิศทางมุมเอียงของระนาบชั้นหินในพื้นที่จังหวัดชลบุรี.....	109
รูปที่ 4-49	Rose diagram แสดงทิศทางมุมเอียงของริ้วขนาน (foliations) พื้นที่จังหวัดชลบุรี.....	109
รูปที่ 4-50	Rose diagram แสดงทิศทางมุมเอียงของรอยแตก (joints) พื้นที่จังหวัดชลบุรี.....	110
รูปที่ 4-51	กลุ่มรอยเลื่อนในประเทศไทย (Kanjapayont et. al., 2013).....	111
รูปที่ 4-52	(ก) หินโคลไริมทางหลวงหมายเลข 4008 พิกัด 778024E 1475521N (ข) รอยเลื่อนขนาดเล็กในหินทรายแบ่งกิ่งแปรสภาพ พิกัด 778024E 1475521N	111
รูปที่ 5-1	แผนที่พื้นที่ศักยภาพแร่จังหวัดชลบุรี โครงการปฏิรูปการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ (ข้อมูลรวบรวม ณ กันยายน 2565).....	120
รูปที่ 5-2	แผนที่พื้นที่ศักยภาพแร่ของจังหวัดชลบุรี (โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานฯ ปี พ.ศ. 2566)ตำแหน่งที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ	125
รูปที่ 5-3	แผนที่พื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างของจังหวัดชลบุรี.....	126
รูปที่ 5-4	ภาพถ่ายแสดงลักษณะหินปูนในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี (ก) และ (ข) ภาพถ่ายกองหินปูน เนื้อหินเป็นแบบเนื้อผลึก สีเทาถึงสีเทาเข้มของบจก.เอส.เอส. (1995) การศิลา อำเภอเมือง พิกัด 713417E/1466834N.....	128
รูปที่ 5-5	ภาพถ่ายแสดงลักษณะหินปูนในพื้นที่อำเภอสัตหีบ (ก) ภาพถ่ายเหมืองหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างประทานบัตรเลขที่ 33189/16070 ของสวัสดิการสัมปทานกองทัพเรือ อำเภอสัตหีบ และ(ข) ลักษณะหินปูนที่อำเภอสัตหีบที่มีสีเทาเข้มพิกัด 712522E/1409575N.....	130
รูปที่ 5-6	ภาพถ่ายแสดงลักษณะหินปูนในพื้นที่อำเภอบ่อทอง (ก) ภาพถ่ายลักษณะหน้าผาหินปูน ที่เขาชะอางค์โตน พิกัด 787391E/ 1461767N และ(ข) ลักษณะ	

	หินปูนที่เขาบ้านคลองกุ่ม อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี เป็นหินปูนสีเทา พิกัด 789146E/ 1460190N	132
รูปที่ 5-7	แผนที่พื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ของจังหวัดชลบุรี.....	133
รูปที่ 5-8	ภาพถ่ายตัวอย่างแสดงลักษณะหินแกรนิตจังหวัดชลบุรี (ก) หินแกรนิตโค้งมนเหมือนหลังเต่า เป็นลักษณะเฉพาะตัวของหินแกรนิต (ข) แสดงเนื้อผลึกสองขนาดมีแร่เฟลด์สปาร์เป็นแร่ดอก อำเภอนองใหญ่ พิกัด 745484E/ 1449823N (ค) ภาพถ่ายตัวอย่าง ไบโอบีโอดี มีสโคไวต์ แกรนิต และ (ง) การย้อมสีหินแกรนิต อำเภอสัตหีบ พิกัด 708727E/1409790N	135
รูปที่ 5-9	แผนภาพกราฟ Plutonic Total Alkaline Diagram แสดงการจำแนกชนิดหินแกรนิตจังหวัดชลบุรี	135
รูปที่ 5-10	แผนที่พื้นที่ศักยภาพหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างของจังหวัดชลบุรี.....	136
รูปที่ 5-11	ภาพถ่ายตัวอย่างแสดงลักษณะหินไนส์จังหวัดชลบุรี (ก) หินฮอร์นเบลนด์ไนส์สีดำเข้มที่มีสายแร่ควอตซ์แทรกสลับเรียงตัวเป็นริ้วขนาน (foliation) (ข) แสดงเนื้อหินสดหินฮอร์นเบลนด์ไนส์ บริเวณตำบลห้างสูง อำเภอนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี พิกัด 754685E/1464061N	138
รูปที่ 5-12	แผนที่พื้นที่ศักยภาพหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างของจังหวัดชลบุรี.....	139
รูปที่ 5-13	ภาพถ่ายพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ก) ลักษณะหินฟิลไลต์ในพื้นที่เขาหินโรง-เขาบ่อทอง พิกัด 771058E/1458980N (ข) ลักษณะสายแร่ควอตซ์ในพื้นที่ที่มีแนวโน้มให้แร่ทองคำ พิกัด 770992E/1458180N (ค) ลักษณะเศษหินลอยแร่ควอตซ์ในพื้นที่ที่มีแนวโน้มให้แร่ทองคำ (ง) แร่ทองคำที่พบจากการเสาะสำรวจที่เขหินโรง-เขาบ่อทอง.....	144
รูปที่ 5-14	แผนที่พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำของจังหวัดชลบุรี.....	145
รูปที่ 5-15	ภาพถ่าย (ก)-(ง) ลักษณะแร่พลวงทอง: สติบิโคไนต์ (Stibiconite) $Sb_3O_6(OH)$ สีน้ำตาลอ่อนหรือขาวอมเหลืองลักษณะคล้ายหินผุแต่ยังคงรูปร่างของแร่เดิม มีลักษณะ subangular to subround ขนาดเฉลี่ย gravel-cobble เป็นก้อนแร่ลอยตามพื้นดินพบบริเวณเหมืองแร่เก่าบ้านหลุมบ่อแร่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี	147
รูปที่ 5-16	แผนที่พื้นที่ศักยภาพแร่พลวงของจังหวัดชลบุรี	148
รูปที่ 5-17	แผนที่พื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์ของจังหวัดชลบุรี.....	151
รูปที่ 5-18	แผนภาพกราฟ ACNK Diagram แสดงการจำแนกชนิดหินแกรนิตชนิด S-type จังหวัดชลบุรี.....	153
รูปที่ 5-19	แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากเบาในจุดเก็บตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์ จังหวัดชลบุรี.....	155
รูปที่ 5-20	แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากหนักในจุดเก็บตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์ จังหวัดชลบุรี.....	156
รูปที่ 5-21	แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากรวมในจุดเก็บตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์ จังหวัดชลบุรี.....	157

รูปที่ 5-22	รูปถ่ายแสดงกิจกรรมการเก็บตัวอย่างชั้นดิน/หินแกรนิตผุ (Soil profile) เพื่อ ส่งวิเคราะห์ หาปริมาณธาตุหายาก.....	159
รูปที่ 5-23	รูปถ่ายแสดงตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์ในพื้นที่สำรวจ.....	159
รูปที่ 5-24	แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากเบาในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัด ชลบุรี.....	160
รูปที่ 5-25	แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากหนักในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัด ชลบุรี.....	161
รูปที่ 5-26	แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากรวมในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัด ชลบุรี.....	162
รูปที่ 5-27	รูปถ่ายแสดงกิจกรรมการวัดค่ากัมมันตรังสีในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ (Soil profile) โดยใช้เครื่องมือ Portable gamma-ray spectrometer.....	163
รูปที่ 5-28	แผนที่แสดงค่าผิดปกติกัมมันตรังสีโพแทสเซียมในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัดชลบุรีจากเครื่องวัด Portable gamma-ray spectrometer.....	164
รูปที่ 5-29	แผนที่แสดงค่าผิดปกติกัมมันตรังสีทอเรียมในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัด ชลบุรี จากเครื่องวัด Portable gamma-ray spectrometer.....	165
รูปที่ 5-30	แผนที่แสดงค่าผิดปกติกัมมันตยูเรเนียมในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัด ชลบุรี จากเครื่องวัด Portable gamma-ray spectrometer.....	166
รูปที่ 5-31	แผนที่แสดงค่าผิดปกติกัมมันตรังสีรวม (Total count) ในจุดเก็บตัวอย่างดิน/ หินผุ จังหวัดชลบุรี จากเครื่องวัด Portable gamma-ray spectrometer.....	167
รูปที่ 5-32	แผนที่แสดงพื้นที่ศักยภาพแร่ธาตุหายากหรือธาตุหายากของจังหวัดชลบุรี.....	169
รูปที่ 6-1	ขั้นตอนการสำรวจธรณีเคมี.....	177
รูปที่ 6-2	แผนที่แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำ พื้นที่จังหวัดชลบุรี.....	178
รูปที่ 6-3	(ก) และ (ข) การเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำ (ค) ถ่ายรูปตัวอย่างตะกอนธารน้ำ และ (ง) จัดบันทึกข้อมูล.....	180
รูปที่ 6-4	ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างตะกอนธารน้ำ (ก) การนำตัวอย่างตะกอนธารน้ำมา ผึ่งให้แห้งสนิท (ข) และ (ค) การบดและคลึงตัวอย่างตะกอนธารน้ำด้วยโกรงบด ยา (ง) การร่อนตะกอนธารน้ำขนาด 80 เมช.....	181
รูปที่ 6-5	(ก) การแบ่งตัวอย่างตะกอนธารน้ำด้วยวิธี Coning and Quartering (ข) การ บรรจุตัวอย่าง ตะกอนธารน้ำเพื่อส่งวิเคราะห์ทางเคมีและเก็บเป็นตัวอย่าง อ้างอิง.....	181
รูปที่ 6-6	แผนภูมิแสดงตัวอย่างค่ากำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ของธาตุ ที่มีความแม่นยำในการวิเคราะห์ระดับต่าง ๆ (ก) – (ค) ความแม่นยำในการ วิเคราะห์สูงมาก (ง) ความแม่นยำในการวิเคราะห์ปานกลาง.....	183
รูปที่ 6-7	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุอะลูมิเนียม (Al) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	187
รูปที่ 6-8	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุอะลูมิเนียม (Al) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	188

รูปที่ 6-9	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุสารหนู (As) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี	189
รูปที่ 6-10	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุสารหนู (As) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	190
รูปที่ 6-11	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุแบเรียม (Ba) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี	191
รูปที่ 6-12	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุแบเรียม (Ba) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	192
รูปที่ 6-13	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุเบริลเลียม (Be) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	193
รูปที่ 6-14	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุเบริลเลียม (Be) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	194
รูปที่ 6-15	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุแคลเซียม (Ca) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี	195
รูปที่ 6-16	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุแคลเซียม (Ca) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	196
รูปที่ 6-17	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุแคดเมียม (Cd) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี	197
รูปที่ 6-18	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุแคดเมียม (Cd) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	198
รูปที่ 6-19	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุโคบอลต์ (Co) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี	199
รูปที่ 6-20	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุโคบอลต์ (Co) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	200
รูปที่ 6-21	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุโครเมียม (Cr) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี	201
รูปที่ 6-22	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุโครเมียม (Cr) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	202
รูปที่ 6-23	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุทองแดง (Cu) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี	203
รูปที่ 6-24	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุทองแดง (Cu) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	204
รูปที่ 6-25	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุเหล็ก (Fe) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	205
รูปที่ 6-26	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุเหล็ก (Fe) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	206
รูปที่ 6-27	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุโพแทสเซียม (K) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	207

รูปที่ 6-28	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุโพแทสเซียม (K) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	208
รูปที่ 6-29	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุลิเทียม (Li) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	209
รูปที่ 6-30	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุลิเทียม (Li) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	210
รูปที่ 6-31	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุแมกนีเซียม (Mg) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	211
รูปที่ 6-32	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	212
รูปที่ 6-33	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุแมงกานีส (Mn) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	213
รูปที่ 6-34	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุแมงกานีส (Mn) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	214
รูปที่ 6-35	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุโมลิบดีนัม (Mo) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	215
รูปที่ 6-36	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุโมลิบดีนัม (Mo) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	216
รูปที่ 6-37	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุโซเดียม (Na) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	217
รูปที่ 6-38	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุโซเดียม (Na) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	218
รูปที่ 6-39	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุนิกเกิล (Ni) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	219
รูปที่ 6-40	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุนิกเกิล (Ni) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	220
รูปที่ 6-41	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุตะกั่ว (Pb) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	221
รูปที่ 6-42	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุตะกั่ว (Pb) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	222
รูปที่ 6-43	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุสตรอนเซียม (Sr) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	223
รูปที่ 6-44	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุสตรอนเซียม (Sr) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	224
รูปที่ 6-45	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุไทเทเนียม (Ti) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี.....	225
รูปที่ 6-46	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุไทเทเนียม (Ti) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	226

รูปที่ 6-47	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุวานาเดียม (V) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี	227
รูปที่ 6-48	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุวานาเดียม (V) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	228
รูปที่ 6-49	Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุสังกะสี (Zn) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี	229
รูปที่ 6-50	แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุสังกะสี (Zn) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี.....	230
รูปที่ 7-1	แหล่งธรณีวิทยาอันครอรูริกซ์ประเภทแหล่งหินแบบฉบับที่พบในพื้นที่จังหวัดชลบุรี (ก) ภูมิทัศน์ของพระพุทธรูปแกะสลักบริเวณหน้าผาเขาชีจรรย์ (ข) ลักษณะของหินแบบฉบับประเภทหินไนส์ แสดงการสลับกันของแร่สีเข้มกับแร่สีจาง พื้นที่อำเภอหนองใหญ่.....	234
รูปที่ 7-2	แหล่งแร่แบบฉบับชนิดแร่ทองคำ บริเวณเขาบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ก) การขุดค้นหาแร่ทองคำในชั้นตะกอนของชาวบ้าน (ข) แร่พลวง บริเวณเขาบ่อทอง เกิดร่วมกับสายแร่ควอตซ์.....	235
รูปที่ 7-3	แหล่งธรณีวิทยาอันครอรูริกซ์ ประเภทแหล่งซากดึกดำบรรพ์ที่พบในพื้นที่จังหวัดชลบุรี (ก) หินเชิร์ตของหมู่หินแสมสาร ที่พบซากดึกดำบรรพ์เรติโอลาเรีย บริเวณเขาพลูตาหลวง อำเภอสัตหีบ (ข) ซากดึกดำบรรพ์ไครนอยด์ในหินโคลน บริเวณบ่อหิน ในพื้นที่เขาพลูตาหลวง อำเภอสัตหีบ	235
รูปที่ 7-4	แหล่งธรณีสัณฐานประเภทเกาะของจังหวัดชลบุรี (ก) ชายหาดที่สวยงามของเกาะล้าน บริเวณแหลมมูน ที่มีนักท่องเที่ยวนิยมมาเล่นน้ำ และดำดูปะการัง (ข) ทักษณภาพอันสวยงามของ เกาะสีชัง บริเวณช่องเขาขาด ซึ่งเป็นหินแคลก์-ซิลิเกตสีเทาดำสลับขาว	237
รูปที่ 7-5	แหล่งธรณีสัณฐานประเภทน้ำตกของจังหวัดชลบุรี (ก) น้ำตกอ่างผักหนามอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน น้ำตกมีทั้งหมด 7 ชั้น (ข) น้ำตกเขาเจ้าบ่อทอง เป็นหินไนส์แสดงการสลับกันของแร่สีเข้มกับแร่สีจาง เม็ดแร่ถูกบดอัดและถูกเฉือน.....	237
รูปที่ 7-6	แหล่งธรณีสัณฐานประเภทชายหาดของจังหวัดชลบุรี (ก) หาดพัทยา เป็นที่ตั้งศูนย์การค้า โรงแรม รวมทั้งสถานที่บันเทิงหลายรูปแบบ (ข) หาดทรายแก้ว มีลักษณะหาดทรายขาวสะอาดทอดยาวประมาณ 1,700 เมตร.....	238
รูปที่ 7-7	แหล่งธรณีสัณฐานประเภทถ้ำของจังหวัดชลบุรี (ก) ถ้ำเขาชะอางค์ห้ายอดเป็นภูเขาหินปูน มีสันฐานเป็นยอดเขาเรียงรายติดต่อกันอยู่ 5 ยอด (ข) ลักษณะหินงอกหินย้อยภายใน ถ้ำเขาชะอางค์ทรงเครื่อง และมีค้างคาวอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก.....	239

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1-1	แสดงพื้นที่ดำเนินการด้านการสำรวจธรณีเคมี และ ด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม และธรณีพิบัติภัย ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2550-2559	3
ตารางที่ 1-2	แสดงพื้นที่ดำเนินการจัดทำข้อมูลพื้นฐาน ด้านทรัพยากรแร่ ด้านการสำรวจธรณีเคมี และด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมและธรณีพิบัติภัย ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2560-2564.....	4
ตารางที่ 1-3	ชุดข้อมูลการสำรวจธรณีเคมีประเทศไทย	8
ตารางที่ 1-4	ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ดำเนินการพื้นที่จังหวัดตากและจังหวัดลพบุรี.....	9
ตารางที่ 2-1	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และเขตห้ามล่าสัตว์ป่า พื้นที่ จังหวัดชลบุรี (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2565)	20
ตารางที่ 2-2	วนอุทยานแห่งชาติ พื้นที่จังหวัดชลบุรี (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2565).....	20
ตารางที่ 2-3	ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่จังหวัดชลบุรี (กรมป่าไม้, 2565).....	20
ตารางที่ 3-1	แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของแต่ละหน่วยความเข้มข้นแม่เหล็ก และผลการแปลความหมาย	36
ตารางที่ 3-2	สรุปผลการแปลความหมายข้อมูลความเข้มข้นมันตรังสีพื้นที่จังหวัดชลบุรี	45
ตารางที่ 4-1	คำอธิบายหน่วยหินของแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี.....	74
ตารางที่ 5-1	แสดงพื้นที่ศักยภาพแร่จังหวัดชลบุรี (ข้อมูลโครงการปฏิรูปฯ ปีพ.ศ. 2565 ฐานข้อมูลตั้งต้น)	121
ตารางที่ 5-2	แหล่งหินอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมของจังหวัดชลบุรี.....	130
ตารางที่ 5-3	พื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างจังหวัดชลบุรี.....	131
ตารางที่ 5-4	พื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์จังหวัดชลบุรี.....	132
ตารางที่ 5-5	การจำแนกชนิดหินไนส์จากการศึกษาสิลาวรรณนา จำนวน 7 ตัวอย่าง.....	138
ตารางที่ 5-6	พื้นที่ศักยภาพหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างจังหวัดชลบุรี.....	138
ตารางที่ 5-7	ผลวิเคราะห์ตัวอย่างแร่ควอตซ์ 5 ตำแหน่งที่พบทองคำบริเวณอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี	143
ตารางที่ 5-8	พื้นที่ศักยภาพแร่พลวง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี	147
ตารางที่ 6-1	ค่าต่ำสุดที่เครื่องมือสามารถวิเคราะห์ได้ของธาตุต่าง ๆ ในตัวอย่างตะกอนธารน้ำ ที่วิเคราะห์ ด้วยเครื่องมือ ICP - OES วิธี Aqua Regia Digestion.....	180
ตารางที่ 6-2	เกณฑ์ในการกำหนดความแม่นยำในการวิเคราะห์ ของปริมาณธาตุต่าง ๆ จากการศึกษาทางด้านสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	182
ตารางที่ 6-3	สรุปผลการศึกษาทางด้านสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น เพื่อหาค่ากำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ของปริมาณธาตุต่าง ๆ	182
ตารางที่ 6-4	ค่าสถิติเบื้องต้นของธาตุ ๆ ของตัวอย่างตะกอนธารน้ำจังหวัดชลบุรี.....	184
ตารางที่ 6-5	ค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในดินและหินทั่วไป.....	185
ตารางที่ 6-6	ค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ของประเทศไทย	185

ตารางที่ 6-7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ของธาตุต่าง ๆ	232
ตารางที่ 7-1 แหล่งธรณีวิทยาอันครอนูร์กซ์ของจังหวัดชลบุรี (ดัดแปลงจากสำนักงาน ทรัพยากรธรณี เขต ๔ (สุราษฎร์ธานี), 2561)	240

บทคัดย่อ

โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ดำเนินการในพื้นที่ จังหวัดชลบุรี และ จังหวัดระยอง มีวัตถุประสงค์ในการจัดทำ ข้อมูลพื้นฐานธรณีวิทยา ข้อมูลทรัพยากรแร่ และ ข้อมูลธรณีเคมีพื้นฐาน ให้อยู่ในระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ ทรัพยากรธรณีที่เป็นปัจจุบัน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

จังหวัดชลบุรี มีเนื้อที่ทั้งหมด 4,740.913 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,726,875 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 0.92 ของพื้นที่ประเทศไทย ครอบคลุมพื้นที่ในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของ กรมแผนที่ทหาร รวมทั้งสิ้น 15 ราวาง

ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี แบ่งเป็นหินตะกอนและหินแปร จำนวน 28 หน่วย อายุตั้งแต่ยุค ก่อนคาร์บอนิเฟอรัสจนถึงยุคควอเทอร์นารี ได้แก่ หินยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัส (Pre-Carboniferous rocks) ประกอบด้วยหน่วยหิน Pre Cgn และหน่วยหิน Pre Csch หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous rocks) แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน คือ หน่วยหิน Cm (หินควอตซ์ชีสต์ หินอ่อน หินฟิลไลต์) และหน่วยหิน C (หินทรายแป้ง และหินทราย) หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (Carboniferous-Permian rocks) ประกอบด้วย หินทรายกึ่งแปรสภาพ หินควอร์ตไซต์ หินควอตซ์ชีสต์ หินเชิร์ต และหินปูนเลนส์ แบ่งเป็น CP CP1 CP2 CP3 CP4 CPptk, CPptm, CPpts และ CPptc ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ หินยุคเพอร์เมียน (Permian rocks) ประกอบด้วย หินปูนเนื้อเม็ดไขปลา หินดินดาน หินดินดานเนื้อหินชนวน หินยุคเพอร์เมียนถึงไทรแอสซิก (Permian-Triassic rocks) ประกอบด้วย หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง หินชนวน หินแก้วภูเขาไฟ และหินปูนแบบเม็ดไขปลา หินยุคไทรแอสซิก (Triassic rocks) ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง หินทรายเนื้อควอตซ์ สลับด้วยหินดินดาน และหินกรวดมน ตะกอนยุคควอเทอร์นารี (Quaternary Sediments) มีจำนวน 12 หน่วย ได้แก่ ตะกอนน้ำพา (Qa) ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพา (Qff/Qtf/Qa) ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนน้ำขึ้นน้ำลง (Qff/Qtf) ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff) ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึง (Qtf) ตะกอนทรายน้ำพา (Qas) ตะกอนชายหาดปัจจุบัน (Qb) ตะกอนชายหาดเก่าและตะกอนที่ลุ่มหลังหาด (Qtb) ตะกอนตะพัก (Qt) ตะกอนหินแกรนิตผุ (Qgs) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนหินผุ (Qr) หินอัคนี มี 2 หน่วย ได้แก่ หินภูเขาไฟยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก (PTrv) และหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (TRgr)

ทรัพยากรแร่ในจังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ ประมาณ 570 ตารางกิโลเมตร (357,000 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 13 ของพื้นที่จังหวัดชลบุรี มีแหล่งทรัพยากรแร่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ 8 ชนิด 83 พื้นที่ โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มแร่ตามการใช้ประโยชน์ ได้แก่ 1. กลุ่มแร่เพื่อการพัฒนาสาธารณสุขปิโตรเคมีพื้นฐานและโครงการขนาดใหญ่ของรัฐ มีพื้นที่รวมประมาณ 540 ตารางกิโลเมตร (~341,700 ไร่) ได้แก่ หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง (48 พื้นที่) หินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง (4 พื้นที่) หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง (10 พื้นที่) หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ (10 พื้นที่) 2. กลุ่มแร่โลหะมีค่า ได้แก่ ทองคำ (2 พื้นที่) พื้นที่รวมประมาณ 14 ตารางกิโลเมตร (9,000 ไร่) 3. กลุ่มแร่โลหะ (4 พื้นที่) พื้นที่รวมประมาณ 9 ตารางกิโลเมตร (~6,000 ไร่) ได้แก่ พลวง 4. กลุ่มแร่อุตสาหกรรม ได้แก่ เฟลด์สปาร์ (1 พื้นที่) พื้นที่รวมประมาณ 0.25 ตารางกิโลเมตร (~150 ไร่) และ 5. กลุ่มแร่เทคโนโลยีขั้นสูง ได้แก่ แร่ธาตุหายากหรือธาตุหายาก

การจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีเคมีพื้นที่จังหวัดชลบุรี เป็นการสำรวจธรณีเคมีระดับไพศาล โดยมีระยะห่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างประมาณ 1–3 กิโลเมตร จำนวน 654 จุดเก็บตัวอย่างตัวอย่างตะกอนธารน้ำ ทำการเตรียมตัวอย่างขนาด 80 เมช นำไปวิเคราะห์เคมีด้วยวิธี Aqua Regia Digestion เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ จำนวน 26 ธาตุ ค่าของธาตุที่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยในหินและดินทั่วไปมาก ได้แก่ สารหนู เบริลเลียม แคลเซียม โครเมียม แมงกานีส โมลิบดีนัม ตะกั่ว และ สังกะสี

คำสำคัญ: ธรณีวิทยา ทรัพยากรแร่ ธรณีเคมี ข้อมูลพื้นฐาน ชลบุรี

Abstract

The fiscal year 2023, a project focused on fundamental geological and mineral resources in Chonburi and Rayong Province. This project aims to conduct a geological survey, mineral investigation, and geochemical exploration to enhance and update the existing geo-information database system. This updated system will be available for utilization by relevant agencies, providing valuable insights and advantages in their respective fields.

Chonburi Province covers an area of 4,740.913 square kilometers, constituting around 0.92 percent of the total area. The area covered by the 1:50,000 scale topographic map of the Royal Thai Survey Department, series number L7018, consists of 15 sheets.

The geology of sedimentary and metamorphic units in Chonburi Province is divided into 28 units, comprising in age from the pre-Carboniferous to the Quaternary, including pre-Carboniferous strata made up of Pre Cgn unit and Pre Csch unit. Carboniferous rocks (C) consist of two geological units: Cm (quartzite, marble, phyllite) and C (siltstone and sandstone). Carboniferous-Permian (CP) consists of sandstone that has been partially metamorphosed. Quartzite in each region, quartzite, chert, and lens limestone, are classified as CP, CP1, CP2, CP3, CP4, CPptk, CPptm, and CPptc. The Permian (P) is composed of fine-grained limestone, shales, and shales with slate-like grains. Permo-Triassic (PTr) rocks include shale, sandstone, siltstone, slate, and volcanic rocks. The Triassic (Tr) consists of interbedded sandstone, siltstone, quartzite sandstone, shale, and conglomerate. Quaternary sediment is divided into 12 units, including Alluvial deposits (Qa), Tidal clay on alluvial sandy clay deposit (Qff/Qtf/Qa), Flood plain on tidal deposit (Qff/Qtf), Tidal clay deposit (Qtf), Flood plain deposit (Qff), Alluvial sand deposit (Qas), Beach sand deposit (Qb), Beach sand and Back-beach sediments deposit (Qtb), Terrace deposit (Qt), Granite wash deposit (Qgs), Colluvial deposit (Qc), and Residual soil deposit (Qr). There are two igneous geological units: Permian Triassic volcanic rocks (PTrv) and Triassic granitic rocks (TRgr).

Chonburi Province's mineral resources cover approximately 570 square kilometers (357,000 rai), or 13% of the province's total land area. Categorize eight categories of economically significant mineral resources in 83 areas by their uses into five mineral groups.: 1) Mineral group for the development of essential public utilities and government mega-projects with a total area of approximately 540 square kilometers (341,700 rai), including Granite for the Construction Industry (48 Areas), Gneiss for the Construction Industry (4 Areas), Limestone for Construction Industry (10 Areas), and Limestone for Cement Industry (10 Areas) 2) Group of precious metal minerals, including gold, covers an area of approximately 14 square kilometers (9,000 rai). 3) Metal mineral group (4 areas) with a total area of approximately 9 square kilometers (6,000 hectares)

containing antimony 4) An industrial mineral group includes feldspar (1 area), a total area of roughly 0.25 square kilometers (150 rai), and 5) a technologically advanced mineral assemblage that includes rare minerals or rare earth elements.

Fundamental exploration geochemistry collects stream sediment sampling sites between 1 and 3 kilometers, with 654 sampling points. A sample of 80 mesh was prepared for chemical analysis using the Aqua Regia Digestion method to determine the presence of 26 distinct elements in rock and soils; arsenic, beryllium, cadmium, chromium, manganese, molybdenum, and lead had significantly elevated concentrations compared to the average.

Keyword : geology, mineralogy, geochemistry, exploration geochemistry, Chonburi

คำขอบคุณ

คณะผู้จัดทำรายงาน ขอขอบคุณ นายนิมิตร ตรีคลัง ผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีธรณี นางอัปสร สอาดสุด ผู้อำนวยการกองธรณีวิทยา นางสาวกฤตยา ปัทมาลัย ผู้อำนวยการกองทรัพยากรแร่ นางสาวปานใจ สารพันโชติวิทยา ผู้อำนวยการกองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี และ นางธัญญธร โทนรัตน์ ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการให้ความสนับสนุนในการดำเนินงานของโครงการจนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณ ส่วนราชการ และ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกการปฏิบัติงานของคณะสำรวจ ขอขอบคุณผู้ร่วมปฏิบัติงาน และผู้เขียนรายงาน ผู้มีส่วนร่วมในการจัดทำรายงาน ผู้ดำเนินการสำรวจตรวจสอบภาคสนาม ในการสำรวจธรณีวิทยา แหล่งแร่ การสำรวจธรณีเคมี ตลอดจนเจ้าหน้าที่กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี ที่สนับสนุนงานวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของตัวอย่างต่าง ๆ จนสำเร็จลุล่วงตามที่ได้วางแผนไว้

ขอขอบคุณ คุณพรธนิภา แซ่เทียน นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ กองคุ้มครองซากดึกดำบรรพ์ คุณวันเพ็ญ อ่วมใจบุญ นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ และ นายกฤษนนท์ แนวบุญเนียร นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ กองเทคโนโลยีธรณี ในการช่วยตรวจสอบรายงาน ให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

งานโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีครั้งนี้มีอาจสำเร็จได้ หากปราศจากความช่วยเหลือจากทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้น ทั้งที่เอ่ยนามและมีได้เอ่ยนาม ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณยิ่ง

บทที่ 1

บทนำ

รายงานการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี “จังหวัดชลบุรี” ดำเนินงานภายใต้โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 โดยในปีงบประมาณนี้ ดำเนินการ 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง

การดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ 1) การจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยา 2) การจัดทำข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรแร่ และ 3) การสำรวจธรณีเคมีพื้นฐาน โดยเป็นการสำรวจจัดเก็บข้อมูล และปรับปรุงข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล ให้มีความถูกต้องและเป็นปัจจุบัน

โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีนี้ มีหน่วยงานร่วมดำเนินงาน ประกอบด้วย กองเทคโนโลยีธรณี กองธรณีวิทยา กองทรัพยากรแร่ และกองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี โดยกองเทคโนโลยีธรณีเป็นผู้รวบรวม และสรุปงานทั้งหมดของโครงการ การดำเนินงานในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 นี้ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้าร่วมดำเนินการในการบริหารจัดการข้อมูลที่ได้จากผลการดำเนินงานให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เตรียมพร้อมสำหรับการเผยแพร่ต่อไป

รายงานฉบับนี้ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานโครงการ (บทนำ) ข้อมูลพื้นฐานจังหวัด การศึกษาข้อมูลระยะไกล ข้อมูลพื้นฐานธรณีวิทยา ข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรแร่ ข้อมูลพื้นฐานธรณีเคมี แหล่งอนุรักษ์และแหล่งท่องเที่ยวทางธรณีวิทยา และบทสรุป

1.1 วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

เพื่อจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ประกอบด้วย ข้อมูลธรณีวิทยา ข้อมูลทรัพยากรแร่ ข้อมูลธรณีฟิสิกส์ ข้อมูลธรณีเคมี ข้อมูลธรณีเทคนิคและแผนที่ประกอบตามมาตราส่วนที่เหมาะสม

เพื่อให้ประเทศมีข้อมูลด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีที่อยู่ในระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรธรณีที่เป็นปัจจุบัน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์

1.2 พื้นที่ดำเนินงานประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566

จังหวัดชลบุรีและจังหวัดระยอง

1.3 นิยามคำศัพท์

ข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและด้านทรัพยากรธรณี : ประกอบด้วย 3 ชุดข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาระดับจังหวัด (หน่วยหิน โครงสร้างทางธรณีวิทยา ฯลฯ) ข้อมูลทรัพยากรแร่ระดับจังหวัด และข้อมูลธรณีเคมีจากผลวิเคราะห์เคมีตะกอนธารน้ำระดับจังหวัด

การจัดทำข้อมูลพื้นฐานธรณีวิทยา หมายถึง การรวบรวมข้อมูล การสำรวจ การตรวจสอบ การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง เพื่อปรับปรุงข้อมูลธรณีวิทยาให้เป็นปัจจุบันและนำเข้าข้อมูลในระบบฐานข้อมูลสารสนเทศ

การจัดทำข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรแร่ หมายถึง การรวบรวมข้อมูล การสำรวจ การตรวจสอบ การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง เพื่อประเมินสถานภาพทรัพยากรแร่ให้เป็นปัจจุบันและนำเข้าสู่ข้อมูลในระบบฐานข้อมูลสารสนเทศ รวมถึงการจัดทำสื่อเอกสารและด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำข้อมูลธรณีเคมีพื้นฐาน หมายถึง การรวบรวมข้อมูล การสำรวจ การตรวจสอบ การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง เพื่อหาปริมาณธาตุชนิดต่าง ๆ พร้อมทั้งการประมวลผลข้อมูลทางสถิติ จัดทำแผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุ และจัดทำรายงาน

ระบบฐานข้อมูลทรัพยากรธรณี หมายถึง ระบบที่เก็บและรวบรวมข้อมูลอย่างมีมาตรฐานและถูกจัดเก็บในรูปแบบข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ทุกประเภท อาทิ ข้อมูลทางภูมิสารสนเทศ ตัวเลข รูปภาพ วิดีโอ และยังสามารถจัดทำในรูปแบบแผนที่ รวมไปถึงสามารถสืบค้นข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณีที่ต้องการ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงบุคคลทั่วไปสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

1.4 ประวัติโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี

โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ปรับรูปแบบการจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี โดยมีเป้าหมายพื้นที่ระดับจังหวัด เริ่มดำเนินการในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ในพื้นที่จังหวัดตาก และจังหวัดลพบุรี ซึ่งในอดีต การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำข้อมูลพื้นฐาน สรุปได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ก่อนปี พ.ศ. 2560 ระยะที่ 2 ระหว่างปี พ.ศ. 2560-2564 และ ระยะที่ 3 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565 เป็นต้นไป

ระยะที่ 1 ก่อนปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 การดำเนินงานการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีนั้น ยังไม่ได้รวมเป็นโครงการ แต่ละกิจกรรมภายในโครงการนั้นดำเนินงานตามโครงการต่าง ๆ ซึ่งสรุปเฉพาะโครงการที่นำมารวมเป็นโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานในระยะที่ 2 ได้แก่ โครงการสำรวจจัดทำข้อมูลธรณีเคมีพื้นฐาน เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ. 2559 พื้นที่จังหวัดอุดรดิตถ์ และการสำรวจพื้นที่เสี่ยงภัยจากสารพิษธรรมชาติ โครงการสำรวจด้านสิ่งแวดล้อมและธรณีพิบัติภัย ดำเนินงานระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2550-2559 ทั้งสองโครงการสรุปดังตารางที่ 1-1

ระยะที่ 2 ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2560-2564 โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานฯ อยู่ภายใต้ กิจกรรมหลักที่ 1 สำรวจและประเมินสถานภาพทรัพยากรธรณี โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี มี 3 กิจกรรมย่อย ซึ่งมีความแตกต่างของขั้นตอนการดำเนินงาน และพื้นที่ดำเนินงาน ได้แก่ 1) สำรวจข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรแร่ ดำเนินการโดยกองทรัพยากรแร่ ในการจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านทรัพยากรแร่ให้เป็นปัจจุบัน และอยู่ในรูปแบบเดียวกัน สำหรับนำไปใช้ประโยชน์ทางวิชาการหรืออ้างอิง รวมถึงการวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรแร่ 2) สำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านเทคโนโลยีธรณี ดำเนินการสำรวจจัดทำข้อมูลธรณีเคมีพื้นฐาน ระหว่างปี พ.ศ. 2560-2562 แบ่งเป็น 2 กิจกรรมย่อย ได้แก่ การจัดทำข้อมูลพื้นฐานธรณีเคมี ดำเนินการโดยกองเทคโนโลยีธรณี และการสำรวจพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงภัยจากสารพิษธรรมชาติ ดำเนินการโดยกองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2563 ปรับขั้นตอนการดำเนินงานให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ให้เหลือเพียง 1 กิจกรรมย่อย โดยดำเนินการปีละ 2 พื้นที่ 3) สำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมและธรณีพิบัติภัย ดำเนินการใน 2 กิจกรรมย่อย ได้แก่ 1. ติดตามพฤติกรรมรอยเลื่อนมีพลังด้วยระบบตรวจวัดคลื่นสั่นสะเทือนพื้นดินที่ติดตั้ง

เครื่องมือไว้แล้ว 2. ประเมินภัยพิบัติแผ่นดินไหวตามสภาพธรณีวิทยาในระดับตำบล และจัดทำแผนที่ภัยพิบัติแผ่นดินไหวตามสภาพธรณีวิทยาในระดับตำบล

ระยะที่ 3 ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) การสำรวจข้อมูลพื้นฐานธรณีวิทยา ดำเนินการโดยกองธรณีวิทยา 2) การสำรวจข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรแร่ ดำเนินการโดย กองทรัพยากรแร่ และ 3) การดำเนินการสำรวจข้อมูลพื้นฐานธรณีเคมี ดำเนินการโดยกองเทคโนโลยีธรณี และกองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานในลักษณะเดียวกัน พื้นที่เดียวกัน มีเป้าหมายพื้นที่ดำเนินการปีละ 2 จังหวัด และปรับโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติภัยให้อยู่ภายใต้แผนงาน โครงการลดผลกระทบธรณีพิบัติภัยที่เกิดจากธรรมชาติและ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 1-1 แสดงพื้นที่ดำเนินการด้านการสำรวจธรณีเคมี และ ด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมและภัยพิบัติภัย ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2550-2559

ปีงบประมาณ	การสำรวจพื้นที่เสี่ยงภัยจากพิชตามธรรมชาติ	ด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมและธรณีพิบัติภัย	
		สำรวจศึกษาธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมเพื่อการวางแผนชุมชน	สำรวจและประเมินรอยเลื่อนมีพลัง
2550	ราชบุรี		รอยเลื่อนระนอง และรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย (ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี กระบี่ พังงา และภูเก็ต)
2551	เชียงราย		รอยเลื่อนแม่ทา และรอยเลื่อนเถิน (เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง แพร่)
2552	เชียงใหม่		รอยเลื่อนแม่จัน และ รอยเลื่อนพะเยา (เชียงราย เชียงใหม่ และพะเยา)
2553	ลำปาง และลำพูน บางส่วน		
2554	แพร่		รอยเลื่อนอุตรดิตถ์ และรอยเลื่อนปัว (อุตรดิตถ์ น่าน พิชณุโลก และสุโขทัย)
2555	อุทัยธานี		นครนายก
2556	สุพรรณบุรี	กรุงเทพฯ ปทุมธานี นนทบุรี พระนครศรีอยุธยา สิงห์บุรี อ่างทอง ชัยนาท นครปฐม และสมุทรสาคร	รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ รอยเลื่อนพะเยา และ รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน
2557	พิษณุโลก	สุพรรณบุรี	รอยเลื่อนนครนายก รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน รอยเลื่อนเพชรบูรณ์ และรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์
2558	เพชรบูรณ์	กาญจนบุรี	รอยเลื่อนเมย รอยเลื่อนระนอง รอยเลื่อนคลองมะรุ่ย
2559	อุตรธานี	ราชบุรี	

ที่มา: แผนการปฏิบัติงานและแผนการใช้จ่ายงบประมาณสำหรับงานโครงการ (เล่มเขียว) ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 - ปัจจุบัน

ตารางที่ 1-2 แสดงพื้นที่ดำเนินการจัดทำข้อมูลพื้นฐาน ด้านทรัพยากรแร่ ด้านการสำรวจธรณีเคมี และด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมและธรณีพิบัติภัย ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2560-2564

ปีงบประมาณ	ด้านทรัพยากรแร่	สำรวจจัดทำข้อมูลธรณีเคมีพื้นฐาน		สิ่งแวดล้อมและธรณีพิบัติภัย
		ธรณีเคมีพื้นฐาน	สำรวจพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงภัยจากสารพิษธรรมชาติ	
2560	ปรับปรุงฐานข้อมูลหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ (ลพบุรี และสระบุรี)	น่าน	สุโขทัย	น่าน แพร่ พะเยา เพชรบูรณ์
2561	หินอุตสาหกรรมเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง กลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน (ลพบุรี และสระบุรี)	สระบุรี	ลพบุรี	เชียงราย อุดรดิตถ์ พะเยา
2562	จัดทำบัญชีทรัพยากรแร่และปรับปรุงฐานข้อมูลแร่กลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนล่าง (ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ และสุรินทร์)	ประจวบคีรีขันธ์	ชุมพร	เชียงราย พะเยา อุดรดิตถ์
2563	จัดทำบัญชีทรัพยากรแร่กลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย (ชุมพร นครศรีธรรมราช พัทลุง สุราษฎร์ธานี และสงขลา)	พะเยา กำแพงเพชร		ระดับอำเภอ ลำปาง ลำพูน
2564	จัดทำบัญชีทรัพยากรแร่และปรับปรุงฐานข้อมูลดินอุตสาหกรรม (ดินซีเมนต์ ดินเบา ดินเหนียวสี ดินมาร์ล)	ชัยภูมิ นครราชสีมา		สุพรรณบุรี อุทัยธานี กำแพงเพชร

ที่มา: แผนการปฏิบัติงานและแผนการใช้จ่ายงบประมาณสำหรับงานโครงการ (เล่มเขียว) ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2550-ปัจจุบัน

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงานโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยา และทรัพยากรธรณี มีขั้นตอนการดำเนินงานในภาพรวม 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ธรณีฟิสิกส์ ธรณีเคมี ธรณีเทคนิคและงานที่เคยดำเนินการมาก่อน ในรูปแบบรายงาน แผนที่ดิจิทัล และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำการแปลความหมายข้อมูลเบื้องต้นเพื่อจัดเตรียมแผนที่ ข้อมูลต่าง ๆ พร้อมทั้งเป้าหมายในการสำรวจภาคสนาม

2. สำรวจ ตรวจสอบ เก็บข้อมูล และตัวอย่างทางธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ธรณีเคมี ธรณีฟิสิกส์ และธรณีเทคนิค เพื่อทำการวิเคราะห์ในพื้นที่ตามเป้าหมายที่กำหนด

3. วิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาค่าประกอบ คุณสมบัติและปริมาณธาตุต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ ทางเคมี และทางกลศาสตร์

4. ประมวลผลข้อมูลการสำรวจธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ ธรณีเคมี ธรณีฟิสิกส์และธรณีเทคนิค จัดทำรายงานพร้อมแผนที่ และระบบฐานข้อมูลร่วมในระบบภูมิศาสตร์เดียวกัน

5. เผยแพร่ข้อมูลแผนที่ ข้อมูลที่จัดเก็บในภาคสนาม ตลอดจนผลวิเคราะห์ ในระบบสารสนเทศทรัพยากรธรณี และเผยแพร่รายงานให้หน่วยงานส่วนกลางและส่วนภูมิภาคที่เกี่ยวข้อง เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์

1.6 การดำเนินงานจัดทำ/ปรับปรุง ฐานข้อมูล/ข้อมูลภูมิสารสนเทศ

โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี มีเป้าหมายในการปรับปรุงฐานข้อมูลและข้อมูลภูมิสารสนเทศให้มีความถูกต้อง และเป็นปัจจุบัน ซึ่งการจัดทำฐานข้อมูลและฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศของกรมทรัพยากรธรณี มี 3 ปัจจัยที่มีความสำคัญหรือมีผลกระทบต่อข้อมูล/ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ ได้แก่ 1) การพัฒนาด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ 2) การเปลี่ยนระบบอ้างอิงพิกัดภูมิศาสตร์ จากพื้นหลักฐาน Indian 1975 เป็นพื้นหลักฐาน WGS84 (World Geodetic System 1984) และ 3) มีข้อมูลการสำรวจศึกษาเพิ่มเติมหรือความต้องการในการใช้งานเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการดำเนินงานจัดทำฐานข้อมูล และข้อมูลภูมิสารสนเทศในแต่ละด้านมีรายละเอียด ดังนี้

1.6.1 ด้านธรณีวิทยา

การดำเนินงานจัดทำฐานข้อมูลและข้อมูลภูมิสารสนเทศด้านธรณีวิทยา ดำเนินการใน 2 ส่วน ได้แก่ การนำเข้าข้อมูลหินโพลีในระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรธรณี (<https://gis.dmr.go.th/DMR-GIS/>) และการจัดทำข้อมูลภูมิสารสนเทศธรณีวิทยารายจังหวัด

ข้อมูลภูมิสารสนเทศธรณีวิทยาที่มีในระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรธรณีของกรมทรัพยากรธรณี (<https://gis.dmr.go.th/DMR-GIS/>) ประกอบด้วย 4 ชุดข้อมูลหลัก ได้แก่ 1) หน่วยหิน 1:250,000 2) หน่วยหิน 1:50,000 (L7017) 3) หน่วยหิน 1:50,000 (L7018) และ 4) หน่วยหินรายจังหวัด 1:250,000 นอกจากนี้ได้สรุปชุดข้อมูลภูมิสารสนเทศธรณีวิทยา ในมาตราส่วน 1:250,000 ซึ่งไม่ได้แสดงไว้ในระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศด้านธรณีวิทยา โดยข้อมูลแต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

ชุดข้อมูลภูมิสารสนเทศธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 จัดทำในระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศอย่างเป็นระบบเป็นครั้งแรก ภายใต้โครงการพัฒนาระบบข้อมูลวิชาการด้านธรณีวิทยา (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2541) ข้อมูลชุดนี้เผยแพร่ในรูปแบบ CD โดยข้อมูลที่น่าเข้าเป็นแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 จำนวน 52 ราว ที่มีการจัดพิมพ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2517-2537 ข้อมูลชุดนี้ไม่ได้เผยแพร่ในระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรธรณี

ข้อมูลภูมิสารสนเทศหน่วยหิน 1:250,000 สืบเนื่องจากข้อมูลภูมิสารสนเทศธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 ไม่มีความต่อเนื่องกันทั้งประเทศ ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญของกองธรณีวิทยาในขณะนั้น ได้จัดทำต้นร่างจากแผนที่ธรณีวิทยา (กระดาษ) ให้ข้อมูลมีความต่อเนื่องกัน และเผยแพร่ใช้งานครั้งแรกในปี พ.ศ. 2542 และครั้งที่สองในปี พ.ศ. 2546 ทั้งนี้แผนที่ชุดนี้ไม่มีรายงานประกอบ

ข้อมูลภูมิสารสนเทศหน่วยหิน 1:50,000 (L7017) จัดทำในระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศอย่างเป็นระบบเป็นครั้งแรก ภายใต้โครงการพัฒนาระบบข้อมูลวิชาการด้านธรณีวิทยา (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2541) จำนวน 250 ราว โดยแผนที่ธรณีวิทยาดั้งเดิมเป็นสีขาวดำ ระบบพื้นฐาน Indian 1975 UTM Zone 47 North ต่อมา วิไล เวชชี (2546) กองธรณีวิทยา ได้ปรับปรุงฐานข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วนต่าง ๆ โดยใช้ ArcSDE ในการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ และ MS SQL Server ในการจัดเก็บฐานข้อมูล ซึ่งมีแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 เผยแพร่จำนวน 270 ราว และมีการปรับปรุงและเพิ่มเติมข้อมูลเป็นประจำ ซึ่งในปี พ.ศ. 2548 ปิยาอร อัคระพัชระ และคณะ

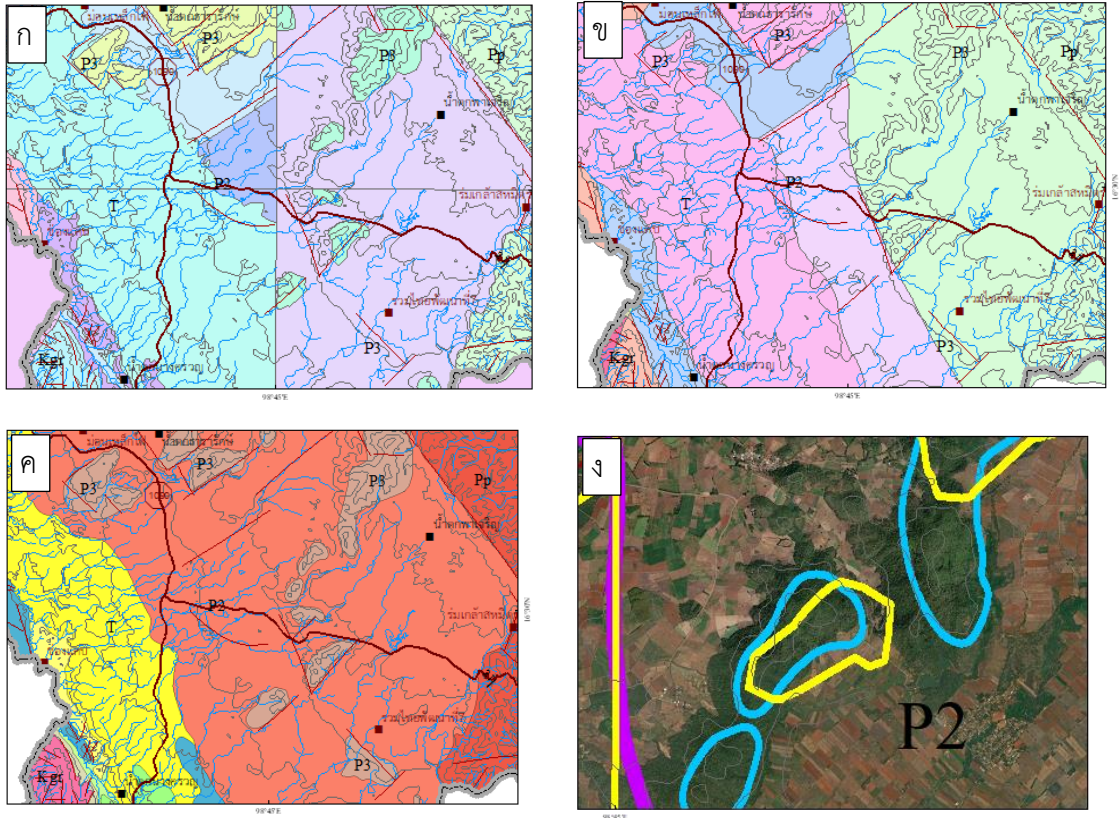
(2548) ได้รายงานว่ามีแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 จำนวนทั้งสิ้น 333 ระวัง และมีการนำเข้ามาใหม่ จำนวน 8 ระวัง รวมเป็น 341 ระวัง และมีการเผยแพร่แบบออนไลน์ ผ่านโครงการจ้างพัฒนาระบบบริการด้านสารสนเทศทรัพยากรธรณี ในปี พ.ศ. 2549 และโครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลกลางเพื่อบริหารจัดการเชิงพื้นที่ด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ในปี พ.ศ. 2552

ข้อมูลภูมิสารสนเทศหน่วยหิน 1:50,000 (L7018) ในการจัดทำแผนที่ชุดนี้ เริ่มมีการจัดทำแผนที่ในรูปแบบดิจิทัล มีการนำเข้ามาข้อมูลผ่านโต๊ะกระดานลอกแบบ (Digitizer) และสามารถพิมพ์แผนที่เผยแพร่ในรูปแบบภาพสีได้ โดยข้อมูลที่นำเข้า ใช้ระบบพื้นฐาน WGS84 และมีการนำเข้าระบบภูมิสารสนเทศในภายหลัง สำหรับการดำเนินงานนั้น ไม่มีรายงานที่ชัดเจนถึงการดำเนินงานจัดทำแผนที่ชุดนี้

ข้อมูลภูมิสารสนเทศหน่วยหินรายจังหวัด 1:250,000 ดำเนินงานจัดทำแผนที่ธรณีวิทยา ภายใต้โครงการจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2559 โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการจำแนกเขตทรัพยากรธรณี เป็นเขตสงวนอนุรักษ์ และพัฒนาการใช้ประโยชน์ ซึ่งได้นำแผนที่ธรณีวิทยาดิจิทัล มาตราส่วน 1:50,000 ที่มีทั้งหมดมาเป็นข้อมูลตั้งต้น และปรับแก้ไขให้หน่วยหินมีความต่อเนื่องกัน และเข้าไปตรวจสอบบางพื้นที่เท่านั้น หน่วยหินที่มีขนาดเล็ก (รูปที่ 1-1) ไม่ได้ถูกนำมาจัดทำแผนที่ เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักเป็นการพิมพ์เผยแพร่ข้อมูลในระดับจังหวัด นอกจากนี้ข้อมูลดิจิทัลไม่ได้จัดทำเป็นข้อมูลภูมิสารสนเทศตั้งแต่เริ่มต้น แต่ได้นำมารวบรวมจัดทำเป็นฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศในภายหลัง

ข้อมูลภูมิสารสนเทศธรณีวิทยารายจังหวัด ภายใต้โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ปรับรูปแบบการดำเนินงาน โดยทำการนำเข้าข้อมูลจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยมีข้อมูลฐานเป็นข้อมูลภูมิประเทศแบบออนไลน์ ประกอบกับข้อมูลอื่น ๆ ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล ทำให้ข้อมูลสารสนเทศมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ได้นำเข้าข้อมูลหินโผล่ จากการตรวจสอบขอบเขตของหน่วยหิน ทำให้ข้อมูลธรณีวิทยาเป็นปัจจุบัน

ข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ดำเนินการภายใต้โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน จากรูปที่ 1-1 นั้น ข้อมูลจากการดำเนินการจากโครงการฯ มีขอบเขตหน่วยหินเทียบเท่ากับข้อมูลจากฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศหน่วยหิน 1:50,000 (L7017) และ หน่วยหิน 1:50,000 (L7018) และมีความต่อเนื่องของข้อมูล นอกจากนี้ ขอบเขตของแต่ละหน่วยหินมีความแม่นยำมากกว่าเดิม และสามารถนำไปซ้อนทับกับข้อมูลจาก Online Base Map หรือ Google Earth หรือแผนที่อื่น ๆ ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้ประมวลผลกับข้อมูลอื่น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 1-1 แสดงแผนที่จากข้อมูลภูมิสารสนเทศของธรณีวิทยา (หน่วยหิน) จากฐานข้อมูลต่าง ๆ (ก) ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศหน่วยหิน 1:50,000 (L7017) แนวเส้นกากบาทตรงกลางแสดงความไม่ต่อเนื่องของหน่วยหิน (ข) ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศหน่วยหินรายจังหวัด 1:250,000 มีความต่อเนื่องหน่วยหินเพิ่มมากขึ้น แต่หน่วยหินขนาดเล็กไม่ปรากฏในแผนที่ (ค) ข้อมูลภูมิสารสนเทศจากโครงการฯ (จัดทำใหม่) หน่วยหินมีความต่อเนื่อง และรวมทั้งหน่วยหินขนาดเล็กได้มีการตรวจสอบและเพิ่มเติมเข้าในระบบฐานข้อมูล (ง) เปรียบเทียบข้อมูลหน่วยหินจากทั้ง 3 ฐานข้อมูล สีเหลืองจากฐานข้อมูลจาก ก. สีม่วงจากฐานข้อมูลจาก ข. และ สีฟ้าจากฐานข้อมูล ค. แสดงให้เห็นว่าข้อมูลจาก ค. มีความสัมพันธ์กับข้อมูล Online Base Map

1.6.2 ด้านทรัพยากรแร่

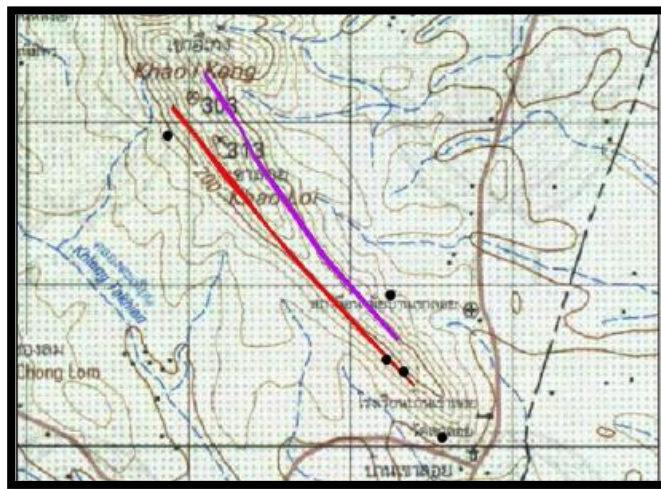
ด้านทรัพยากรแร่ นั้น เป็นการสำรวจข้อมูลทุกชนิดแร่ ในพื้นที่รายจังหวัด และมีการสำรวจตรวจสอบในภาคสนามเพื่อปรับปรุงฐานข้อมูลทรัพยากรแร่ให้มีความถูกต้องและเป็นปัจจุบัน

ข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรแร่ ที่มีในระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรธรณีของกรมทรัพยากรธรณี (<https://gis.dmr.go.th/DMR-GIS/>) ประกอบด้วย ชุดข้อมูลพื้นที่ศักยภาพแร่ มาตราส่วน 1:250,000 และชุดข้อมูลพื้นที่ศักยภาพแร่ มาตราส่วน 1:50,000

การจัดทำแผนที่ดิจิทัลข้อมูลทรัพยากรแร่ ได้ดำเนินการจัดทำแผนที่ทรัพยากรแร่ พื้นที่แหล่งแร่ และพื้นที่ศักยภาพทางแร่ มาตราส่วน 1:250,000 จำนวน 52 ระวัง ทั่วประเทศ โดยใช้โปรแกรม MapInfo (พีชระ จริยวัฒน์, 2543) นอกจากนี้ยังประกอบด้วย ข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรแร่ จากโครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพแร่ (วุฒิกานต์ สุขเสริม, 2546)

ข้อมูลภูมิสารสนเทศทรัพยากรแร่ เผยแพร่ผ่านระบบสารสนเทศทรัพยากรแร่ ภายใต้โครงการสร้างฐานข้อมูล เพื่อบริหารและจัดการลุ่มน้ำ (ด้านทรัพยากรธรณี) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2547 ประกอบด้วย 5 ชั้นข้อมูล ได้แก่ พื้นที่แหล่งแร่ พื้นที่ศักยภาพทางแร่ บริเวณพบแร่ พื้นที่ผลิตแร่ และหลุมเจาะสำรวจแร่

ข้อมูลสารสนเทศทรัพยากรธรณีวิทยารายจังหวัด ภายใต้โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี มีปัญหาความถูกต้องของข้อมูลคล้ายกันกับข้อมูลสารสนเทศธรณีวิทยา เนื่องจากการปรับ พื้นหลักฐาน Indian1975 เป็นพื้นหลักฐาน WGS84 ประกอบกับในปัจจุบันข้อมูลฐานที่ใช้เป็นข้อมูลดิจิทัล ไม่ได้เกิดจากการนำเข้าอีกครั้งหนึ่ง หรือมีข้อมูลแผนที่ฐานในระบบออนไลน์ ที่สามารถนำมาใช้ได้ง่ายขึ้น ทำให้ข้อมูลใหม่ที่ได้ มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นดังเช่น รูปที่ 1-2 ข้อมูลพื้นที่ศักยภาพได้ตามเส้นสีม่วง ซึ่งเป็นผลมาจากการตรวจสอบในภาคสนาม และการนำเข้าข้อมูลใหม่



รูปที่ 1-2 แสดงตำแหน่งพื้นที่ศักยภาพแร่ ก่อนปรับปรุง พ.ศ. 2565 (สีม่วง) และหลังปรับปรุง (สีแดง)

1.6.3 สำรวจธรณีเคมี

การสำรวจธรณีเคมี (Geochemical Exploration) ของกรมทรัพยากรธรณี ส่วนใหญ่ มุ่งเน้นในการกำหนดพื้นที่แหล่งแร่เป้าหมาย ข้อมูลธรณีเคมีสามารถจำแนกเป็น 3 ชุดข้อมูลหลัก ได้แก่ 1) ข้อมูลสำรวจธรณีเคมีในอดีต 2) ข้อมูลธรณีเคมีรายจังหวัด และ 3) ข้อมูลสำรวจธรณีเคมีจากโครงการสำรวจทรัพยากรแร่ ตามตารางที่ 1-3 ซึ่งมีการดำเนินงานสำรวจ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย การดำเนินงานสำรวจธรณีเคมีตามโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี กำหนดให้มีการจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกัน

ตารางที่ 1-3 ชุดข้อมูลการสำรวจธรณีเคมีประเทศไทย

ข้อมูล จำแนกเป็น 3 ชุด	แหล่งข้อมูล
ข้อมูลการสำรวจธรณีเคมีในอดีต	<ul style="list-style-type: none"> ข้อมูลธรณีเคมีบริเวณไพศาล ข้อมูลธรณีเคมีกิ่งรายละเอียด
ข้อมูลธรณีเคมีรายจังหวัด	<ul style="list-style-type: none"> โครงการสำรวจพื้นที่ที่มีโอกาสเสี่ยงภัยจากสารพิษตามธรรมชาติ

ข้อมูล จำแนกเป็น 3 ชุด	แหล่งข้อมูล
ข้อมูลธรณีเคมีจากโครงการสำรวจทรัพยากรแร่	• ข้อมูลธรณีเคมีโครงการสำรวจจัดทำข้อมูลธรณีเคมีพื้นฐานประเทศไทย
	• ข้อมูลธรณีเคมีโครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพแร่
	• ข้อมูลธรณีเคมีงานสำรวจทรัพยากรแร่ในพื้นที่นอกเขตหวงห้ามตามกฎหมาย
	• ข้อมูลธรณีเคมีโครงการสำรวจและประเมินพื้นที่ศักยภาพทรัพยากรแร่ระดับไพศาล (ยังไม่ได้รวมในรายงานครั้งนี้)

1.7 ผลการดำเนินงานโครงการฯ

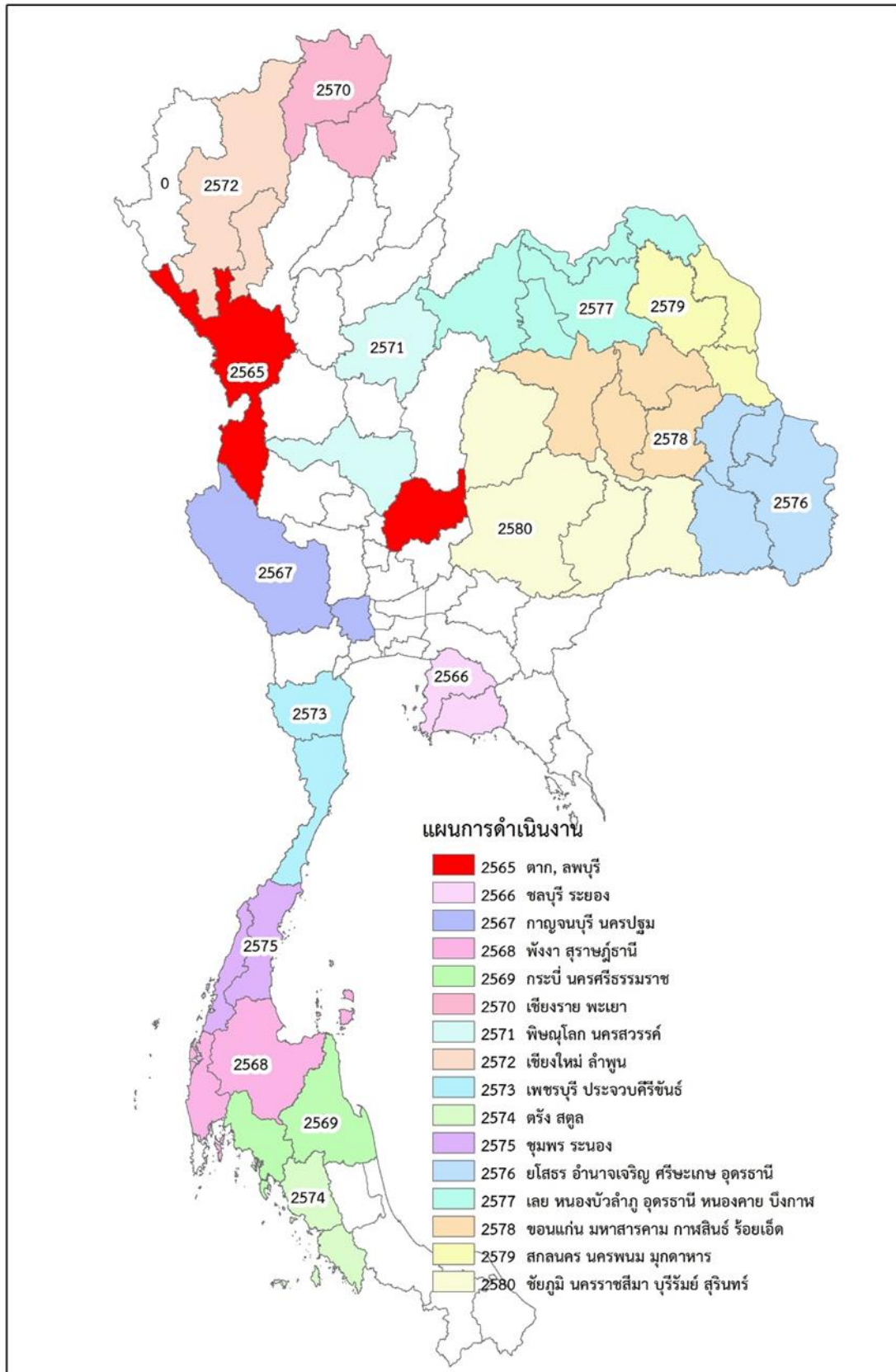
โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐาน ก่อนปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ได้สรุปไว้ในรายงานการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดตาก และจังหวัดลพบุรี ในหัวข้อความเป็นมา ผลการดำเนินงานโครงการฯ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 พื้นที่จังหวัดตากและจังหวัดลพบุรีสรุป ดังตารางที่ 1-4 ซึ่งในการดำเนินการครั้งนี้ใช้บุคลากรในการดำเนินงานประมาณ 50 คน โดยใช้งบประมาณ 7.623 ล้านบาท

ตารางที่ 1-4 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ดำเนินการพื้นที่จังหวัดตากและจังหวัดลพบุรี

รายการ	ผลการดำเนินงาน
1 ข้อมูลพื้นฐานธรณีวิทยา	GIS DATA ของข้อมูล Geology (ขอบเขตแผนที่), lineament (แนวความไม่ต่อเนื่อง, altitude (การวางตัวของชั้นหิน) และ หินโผล่
2. ข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรธรณี	ขอบเขตพื้นที่ศักยภาพแร่ พร้อมทั้งคำนวณข้อมูลศักยภาพแร่ให้เป็นปัจจุบัน
3. สำรวจธรณีเคมี	ผลวิเคราะห์เคมี จำนวน 26 ธาตุ

1.8 แผนการดำเนินงานโครงการฯ

แผนการดำเนินงานโครงการฯ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565-2580 การกำหนดพื้นที่ดำเนินงาน โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานฯ พิจารณาจากแผนพัฒนาภาค ยกเว้นในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 เป็นพื้นที่จากโครงการสำรวจธรณีเคมีพื้นฐานเดิม และพื้นที่ในการดำเนินงานในช่วงแรกเป็นพื้นที่ทางด้านตะวันตก ซึ่งจำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานในการศึกษา ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ ธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม และธรณีพิบัติภัย และยังเป็นพื้นที่ที่มีการทำเหมืองแร่ดิบบุกในอดีต ประกอบกับข้อมูลกรอบแผนพัฒนาภาคปี พ.ศ. 2566-2570 กำหนดเป็นกรอบสำหรับการดำเนินการโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565-2580 แสดงในแผนที่รูปที่ 1-3



รูปที่ 1-3 แผนการดำเนินงานโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี พ.ศ. 2565-2580

1.9 ผู้ดำเนินงาน

ผู้รับผิดชอบโครงการ

นายนิมิตร	ศรคลัง	ผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีฯ (กทธ.)
นางสาวกฤตยา	ปัทมาลัย	ผู้อำนวยการกองทรัพยากรฯ (กทธ.)
นางอัปสร	สอาดสุด	ผู้อำนวยการกองธรณีวิทยา (กธว.)
นางสาวปานใจ	สารพันโชติวิทยา	ผู้อำนวยการกองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี (กทท.)
นางธัญญธร	โพนรัตน์	ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ศทส.)

ผู้ประสานงาน

นายธีระพล	วงษ์ประยูร	นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ (กธว.)
นายรัชชัย	เชื้อเหล่าวานิช	นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ (กทธ.)
นางสาววนิดา	ระงับพิศม์	นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ (กทธ.)

ผู้ดำเนินงานด้านธรณีวิทยา

นายอนุวัชร	ตรีโรจนานนท์	นักธรณีวิทยาชำนาญการ (กธว.)
นายชาญเดช	จันทร์รัตน์	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ (กธว.)
นางสาวชลนิภา	ฝากเชียงซา	นักธรณีวิทยา (กธว.)
นางสาวธัญสิณี	คำเมือง	นักธรณีวิทยา (กธว.)

ผู้ดำเนินงานด้านทรัพยากรแร่

นายอำนาจ	ส่งอุไรล้ำ	นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ (กทธ.)
นายสมชาย	ประทีปเทียนทอง	นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ (กทธ.)
นายันทพล	ดำนิล	นายช่างสำรวจ (กทธ.)

ผู้ดำเนินงานด้านธรณีเคมี

นายถนัด	สร้อยซา	นักธรณีวิทยาชำนาญการ (กทธ.)
นางสาวรัศมี	สมสัตย์	นักธรณีวิทยาชำนาญการ (กทธ.)
นายภักธนทร์	ชาญณรงค์	นักธรณีวิทยาชำนาญการ (กทธ.)
นางสาวธัญรัตน์	วินัยพานิช	นักธรณีวิทยาชำนาญการ (กทธ.)
นางสาวพลอยไพลิน	เอียดเสน	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ (กทธ.)
นายกฤตนนท์	แนวบุญเนียร	นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ (กทธ.)
นายฟาอิส	จินเดทวา	นักธรณีวิทยา (กทธ.)
นางสาวกันธิชา	กันธวัง	นักธรณีวิทยา (กทธ.)
นายเอกชัย	ครุฑโยธิน	นายช่างสำรวจชำนาญงาน (กทธ.)
นายเฉลิมพงษ์	นาดี	พนักงานขับรถยนต์ ระดับ ส 2 (กทธ.)
นายรัชชัย	ครุฑยักษ์	พนักงานขับรถยนต์ (เอกชน) (กทธ.)

ผู้ดำเนินงานวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนธารน้ำและน้ำ

นางอรอุมา	คำแฝง	ผู้อำนวยการส่วนวิเคราะห์ดินและตะกอนธารน้ำ (กทท.)
นางพันธ์ทิพย์พา	ฉวีจันทร์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ (กทท.)
นายวิโรจน์	ขยันหา	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ (กทท.)
นางสาวนิตยา	ทวยเวียง	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ (กทท.)
นางสาวดุขุณี	ร่วมสนิท	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ (กทท.)

นายวพพงษ์	ปัทมจินตธำรง	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ (กวท.)
ผู้ดำเนินงานด้านบริหารจัดการและเผยแพร่ข้อมูล		
นายกิตติ	ชาววิเศษ	ผู้อำนวยการส่วนจัดการข้อมูลสารสนเทศแผนกที่และห้องสมุด (ศทส.)
นางสาวนุชจรี	เจริญบุญวานนท์	นักคอมพิวเตอร์ชำนาญการ (ศทส.)
นางสาวสาวิตรี	ลือชาอภิชาติกุล	นักธรณีวิทยาชำนาญการ (ศทส.)

บทที่ 2

ข้อมูลพื้นฐานจังหวัด



ทะเลงาม ข้าวหลามอร่อย อ้อยหวาน จักสานดี ประเพณีวิ่งควาย

ดอกไม้และต้นไม้ประจำจังหวัดชลบุรี : ประดู่ป่า ชื่อวิทยาศาสตร์ “*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.”

2.1 ประวัติความเป็นมา

จังหวัดชลบุรี มีหลักฐานปรากฏตั้งแต่สมัยทวารวดี ขอม และสุโขทัย แต่เดิมเป็นเพียงเมืองเกษตรกรรม และชุมชนประมงเล็ก ๆ ในอดีตจังหวัดชลบุรีเป็นที่ตั้งของเมืองโบราณที่มีความรุ่งเรือง 3 เมือง ได้แก่ เมืองพญาเร่ในเขตอำเภอบ่อทอง เมืองพระรถในเขตอำเภอนันทนิคม และเมืองศรีโพธิ์ในเขตอำเภอเมืองชลบุรี เมืองพญาเร่ติดต่อกับเมืองพระรถโดยมีคลองหลวงเป็นตัวแบ่งเขต ซึ่งเป็นคลองสายที่สำคัญและยาวที่สุดของจังหวัดชลบุรี การทำนาในอำเภอนันทนิคม และอำเภอบางละมุงอาศัยน้ำจากคลองนี้ เมืองพระรถติดต่อกับเมืองศรีโพธิ์ทางถนน เมืองโบราณทั้ง 3 เมืองนี้ เกิดขึ้นก่อนหลังกันไม่นาน กล่าวคือเมืองพญาเร่เกิดขึ้นก่อน จากนั้นเกิดเมืองพระรถและเมืองศรีโพธิ์ในระยะเวลาต่อมา ซึ่งอาณาเขตของเมืองโบราณทั้งสามรวมกันเป็นพื้นที่ของจังหวัดชลบุรีในปัจจุบัน (สำนักงานจังหวัดชลบุรี, 2565)

สมัยกรุงศรีอยุธยา เมืองชลบุรี มีฐานะเป็นเมืองจัตวา ผู้รักษาเมืองคือ “ออกเมืองชลบุรี ศรีมหาสมุทร” ศักดินา 2,400 ไร่ ส่งส่วยไม้แดง ในรัชกาลสมเด็จพระบรมราชาธิราช (ขุนหลวงพะงั่ว) ในปี พ.ศ.2309 ขณะที่กรุงศรีอยุธยาถูกทัพพม่าล้อมอยู่นั้น กรมหมื่นพิพิธซึ่งเป็นพระเจ้าลูกยาเธอองค์หนึ่งในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวบรมโกศ รวบรวมชายฉกรรจ์ทางหัวเมืองภาคตะวันออก ได้แก่ จันทบุรี ระยอง บางละมุง ชลบุรี และปราจีนบุรี เข้าร่วมกองทัพ ในครั้งนั้นชาวชลบุรีได้ให้การสนับสนุนเข้าร่วมทัพเป็นจำนวนมาก จนกระทั่งเมืองชลบุรีแทบจะกลายเป็นเมืองร้าง

สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ แบ่งเป็น 3 ช่วงย่อย ๆ ได้แก่ ช่วงแรก (ก่อน พ.ศ. 2440 หรือ ร.ศ. 115) ช่วงนี้จังหวัดชลบุรียังไม่เกิดขึ้น แต่ได้มีเมืองต่าง ๆ ในพื้นที่เกิดขึ้นแล้ว คือเมืองบางปลาสร้อย เมืองนันทนิคม และเมืองบางละมุง ช่วงสอง (หลัง พ.ศ. 2440-2475) คาดคำว่า “เมืองชลบุรี” มีชื่อเรียกในช่วงนี้ โดยมีอำเภอเมืองบางปลาสร้อย (ที่ตั้งตัวเมือง) อำเภอบางละมุง และอำเภอนันทนิคม อยู่ในเขตการปกครองระยะต้น ต่อมาในช่วงที่สอง (หลังปี พ.ศ. 2460) จึงมีอำเภอศรีราชา และอำเภออื่น ๆ เกิดขึ้นรวมกันอยู่ในเขตเมืองชลบุรี และช่วงสาม (ตั้งแต่ พ.ศ. 2475 จนถึงปัจจุบัน) มีการเปลี่ยนแปลงการปกครองจากระบอบสมบูรณาญาสิทธิราชย์เป็นระบอบประชาธิปไตย โดยพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแห่งราชอาณาจักรสยาม พ.ศ.2476 ได้ยกเลิกเขตการปกครองแบบ “เมือง” ตั้งขึ้นเป็น “จังหวัด” แทน โดยมีข้าหลวงประจำจังหวัดเป็นผู้ปกครองบังคับบัญชา เมืองชลบุรีจึงยกฐานะเป็นจังหวัดชลบุรี และเปลี่ยนข้าหลวงประจำจังหวัดเป็นผู้ว่าราชการจังหวัด

2.2 ลักษณะทางภูมิศาสตร์

2.2.1 ขนาดและที่ตั้ง

จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่ทั้งหมด 4,740.913 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,726,875 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.92 ของพื้นที่ประเทศไทย ระยะทางจากกรุงเทพมหานครตามเส้นทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 34 (ถนนสายบางนา-ตราด) รวมระยะทางประมาณ 81 กิโลเมตร และมีเส้นทางหลวงพิเศษ หมายเลข 7 หรือ Motorway (กรุงเทพมหานคร-ชลบุรี) ระยะทาง 79 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดอื่น ๆ (รูปที่ 2-1) ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับ	จังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศใต้	ติดกับ	จังหวัดระยอง
ทิศตะวันออก	ติดกับ	จังหวัดฉะเชิงเทรา จันทบุรี และระยอง
ทิศตะวันตก	ติดกับ	ชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย

จังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย หรือริมฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทย ประมาณเส้นรุ้งที่ 12 องศา 30 ลิปดา ถึง 13 องศา 43 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 45 ลิปดา ถึง 101 องศา 45 ลิปดาตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7018 (UTM เขต 47 เหนือ WGS84) รวมทั้งสิ้น 15 ระวัง (รูปที่ 2-1) ได้แก่

ระวัง 5134 I (อำเภอบางละมุง)	ระวัง 5134 II (อำเภอสัตหีบ)
ระวัง 5134 IV (เกาะไผ่)	ระวัง 5135 I (จังหวัดชลบุรี)
ระวัง 5135 II (อำเภอสรีราชา)	ระวัง 5234 III (อำเภอบ้านฉาง)
ระวัง 5234 IV (อำเภอปลวกแดง)	ระวัง 5235 I (อำเภอบ่อทอง, บ้านปึกมื่น)
ระวัง 5235 II (อำเภอหนองใหญ่)	ระวัง 5235 III (บ้านจอมพล)
ระวัง 5235 IV (อำเภอพนัสนิคม)	ระวัง 5236 II (อำเภอพนมสารคาม)
ระวัง 5236 III (จังหวัดฉะเชิงเทรา)	ระวัง 5335 III (เขาชะมูน)
ระวัง 5335 IV (บ้านท่ากลอย, อำเภотаตะเกียบ)	

2.2.2 ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดชลบุรี มีลักษณะภูมิประเทศแบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้ (รูปที่ 2-2)

1. พื้นที่สูงชันและภูเขา อยู่บริเวณตอนกลางและด้านตะวันออกของจังหวัด เป็นแนวยาวจากทิศตะวันตกเฉียงเหนือไปยังทิศตะวันออกเฉียงใต้ พื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 200 เมตรขึ้นไป จะอยู่ติดกับจังหวัดฉะเชิงเทราและจังหวัดจันทบุรี
2. ที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะสูง ๆ ต่ำ ๆ คล้ายลูกกระพรวน พื้นที่ราบลุ่มอยู่บริเวณตอนบนของจังหวัด และแนวกึ่งกลางของด้านตะวันตกเป็นพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง มีลำน้ำคลองหลวงยาว 130 กิโลเมตร
3. ที่ราบชายฝั่งทะเล มีพื้นที่ตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกงติดกับทะเลอยู่ทางด้านทิศตะวันตกมีความยาวประมาณ 160 กิโลเมตร ประกอบด้วย ที่ราบตามชายฝั่งทะเลที่มีภูเขาเล็ก ๆ สลับ

เป็นบางตอน ชายฝั่งทะเลบางแห่งมีลักษณะเว้าแหว่งและเป็นหลุมต้ำน้ำทะเลท่วมถึง มีป่าชายเลนหรือ โกงกาง ถัดลงไป มีหาดทรายสวยงามหลายแห่งซึ่งได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัด

4. ส่วนที่เป็นเกาะ อยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลออกไปประมาณ 10 กิโลเมตร ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่ที่เป็นเกาะเล็กและเกาะใหญ่ประมาณ 46 เกาะ เกาะที่สำคัญที่สุดคือ เกาะสีชัง และ นอกจากนี้ยังมีเกาะเสม็ด เกาะล้าน เกาะครก เกาะสาก และเกาะไผ่ เป็นที่เหมาะสมแก่การท่องเที่ยวและพักผ่อน

2.2.3 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดชลบุรี อยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุม 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ฤดูกาลของจังหวัดชลบุรี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2565) สามารถแบ่งออกเป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ จังหวัดชลบุรีมีชายฝั่งทะเลทำให้อากาศไม่หนาวเย็นมากนัก อุณหภูมิต่ำสุดที่เคยตรวจวัดได้ คือ 9.9 องศาเซลเซียส ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาชลบุรี เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2498

ฤดูร้อน ประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ฤดูร้อนของจังหวัดชลบุรีจะมีอากาศไม่ร้อนมากนัก เนื่องจากมีลมทะเลช่วยบรรเทาความร้อน อุณหภูมิสูงสุดที่เคยตรวจวัดได้ คือ 40.5 องศาเซลเซียส ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาสัตหีบ เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2495 และวันที่ 2 พฤษภาคม 2495

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เดือนที่มีฝนตกชุกคือเดือนสิงหาคม กันยายน และตุลาคม ปริมาณฝนสูงสุดใน 24 ชั่วโมง ที่เคยตรวจวัดได้ของจังหวัดชลบุรี คือ 319.6 มิลลิเมตร ที่อำเภอสัตหีบ เมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2513

2.2.4 การคมนาคม

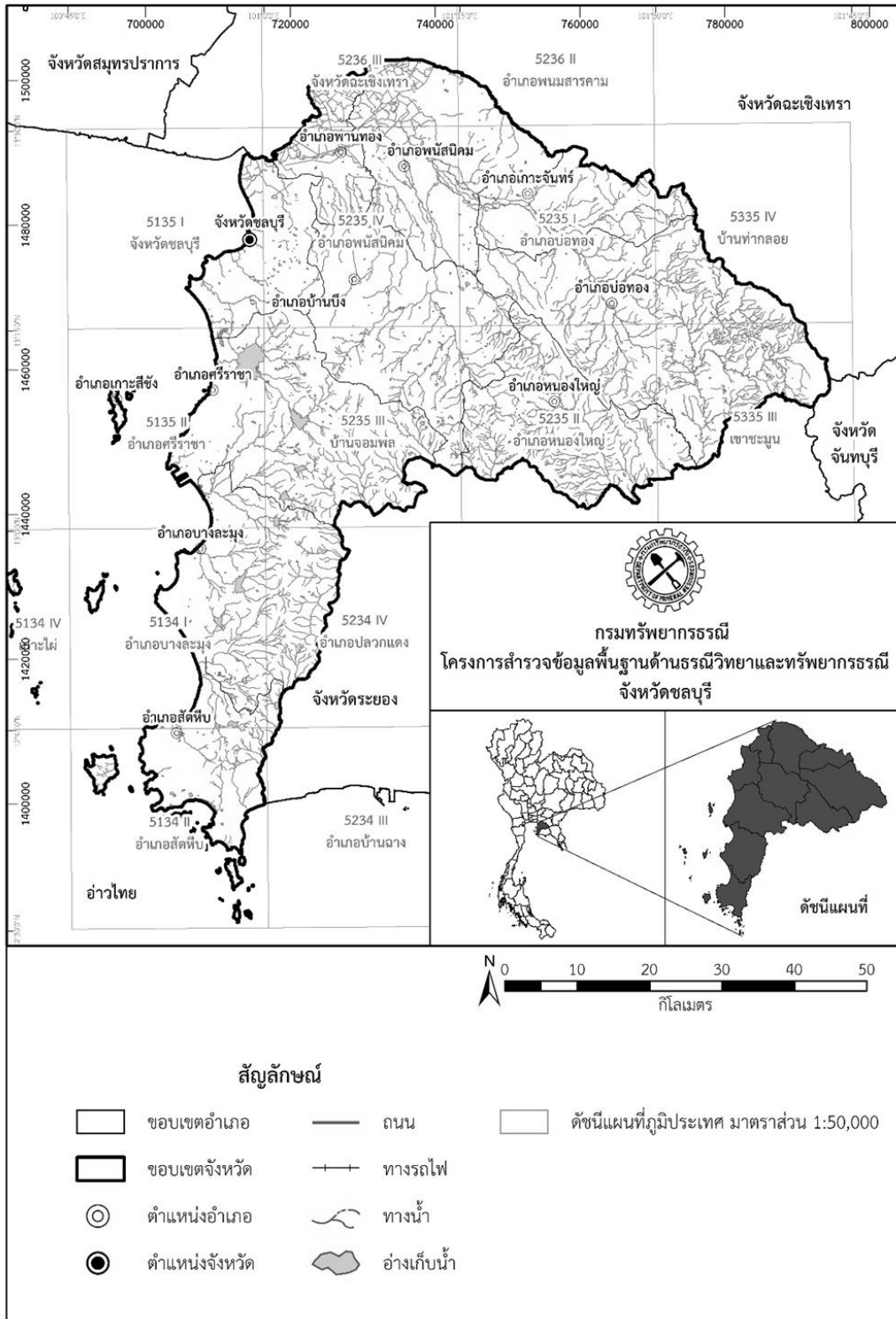
จังหวัดชลบุรีมีระบบคมนาคมขนส่งทั่วถึงและสะดวกในทุกด้าน ทั้งการขนส่งทางบก ทางเรือ และทางอากาศ รวมทั้งมีการคมนาคมขนส่งทางท่อสำหรับสินค้าเหลว ได้แก่ น้ำมันและสารเคมี (สำนักงานจังหวัดชลบุรี, 2565)

2.2.4.1 การขนส่งทางรถยนต์

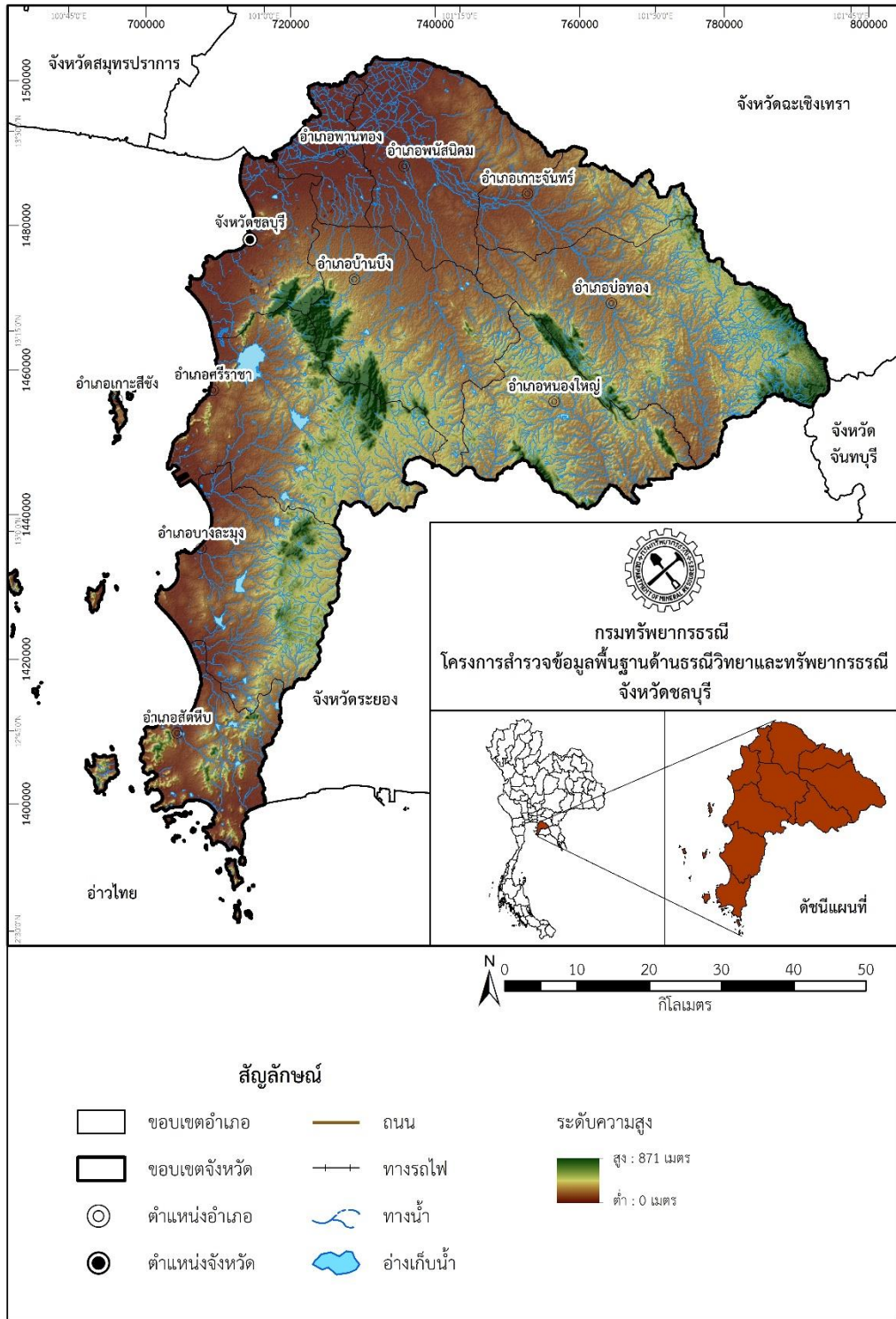
เป็นระบบการคมนาคมสำคัญที่สุดของจังหวัดชลบุรี เส้นทางคมนาคมทางบกส่วนใหญ่เป็นทางหลวงแผ่นดิน อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง โดยจังหวัดชลบุรีมีถนนที่สร้างเสร็จแล้วเป็นระยะทาง 745.497 กิโลเมตร เป็นทางหลวงแผ่นดินรวมระยะทาง 745.497 กิโลเมตร และระยะทางต่อ 2 ช่องจราจรคิดเป็นระยะทาง 1,191.408 กิโลเมตร

2.2.4.2 การขนส่งทางรถไฟ

จังหวัดชลบุรีมีเส้นทางรถไฟสายตะวันออก เริ่มจากกรุงเทพฯ-จังหวัดฉะเชิงเทรา-จังหวัดชลบุรี มีโครงการสร้างทางรถไฟเชื่อมต่อ 3 สาย คือ 1) ทางรถไฟสายศรีราชา-แหลมฉบัง มีระยะทางยาวทั้งหมด 9.7 กิโลเมตร 2) ทางรถไฟสายสัตหีบ-มาบตาพุด มีระยะทางยาวทั้งหมด 24.07 กิโลเมตร 3) โครงการรถไฟความเร็วสูง จากสถานีลาดกระบัง ไปยังสนามบินอู่ตะเภา พร้อมเชื่อมเข้าออกสนามบิน โดยจังหวัดชลบุรี มี 3 สถานี ได้แก่ สถานีชลบุรี สถานีศรีราชา และ สถานีพัทยา



รูปที่ 2-1 แผนที่แสดงขอบเขตการปกครองจังหวัดชลบุรีและดัชนีแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000



รูปที่ 2-2 แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศจังหวัดชลบุรี

2.2.4.3 การขนส่งทางอากาศ

จังหวัดชลบุรี มีสนามบิน 2 แห่ง คือ สนามฝึกบินบางพระ และสนามบินนานาชาติอู่ตะเภา-ระยอง-พัทยา เฉพาะสนามบินนานาชาติอู่ตะเภา-ระยอง-พัทยา เป็นสนามบินพาณิชย์ภายใต้การดูแลของกองทัพเรือตั้งอยู่ระหว่างจังหวัดระยอง และจังหวัดชลบุรี ในปัจจุบันสนามบินอู่ตะเภาให้บริการทั้งเที่ยวบินในประเทศ และเที่ยวบินระหว่างประเทศ โดยมีอาคารผู้โดยสารหลังที่ 2 สามารถรองรับนักเดินทางได้ถึง 3 ล้านคนต่อปี

2.2.4.4 การขนส่งทางน้ำ

จังหวัดมีท่าเทียบเรือประมงและท่าเทียบเรือสินค้าทั้งที่เป็นท่าเทียบเรือของเอกชน และท่าเทียบเรือพาณิชย์สำหรับขนส่งสินค้าไปต่างประเทศ และขนส่งสินค้าเลียบตามชายฝั่งทะเลตะวันออกเข้าสู่ท่าเรือกรุงเทพฯ

ท่าเรือแหลมฉบัง ในปี พ.ศ. 2533 ให้การทำเรือแห่งประเทศไทยเป็นองค์การบริหารท่าเรือ อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้าร่วมประกอบการท่าเทียบเรือด้วย ท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง (ภายหลังเปลี่ยนชื่อเป็นท่าเรือแหลมฉบัง)

โครงการเรือเฟอร์รี่ (Ferry) เส้นทางหัวหิน-พัทยา-บางปู เป็นโครงการที่เกิดขึ้นเพื่อร่นระยะเวลาในการเดินทางข้ามอ่าวไทย ซึ่งระยะเวลารวมทั้งใช้ในการเดินเรืออยู่ที่ประมาณ 1-2 ชั่วโมง เท่านั้น ในขณะที่ถ้าโดยสารรถยนต์จะใช้เวลาประมาณ 5-6 ชั่วโมง เป็นอย่างต่ำ

2.2.5 การปกครอง

จังหวัดชลบุรี แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 11 อำเภอ 92 ตำบล 663 หมู่บ้าน 1,080,821 ครัวเรือน โดยมีอำเภอต่าง ๆ ดังนี้ อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอบางละมุง อำเภอพานทอง อำเภอพนัสนิคม อำเภอศรีราชา อำเภอสัตหีบ อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบ่อทอง อำเภอเกาะสีชัง และอำเภอเกาะจันทร์ ในส่วนการปกครองท้องถิ่น ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาลนคร 2 แห่ง เทศบาลเมือง 10 แห่ง เทศบาลตำบล 35 แห่ง องค์การบริหารส่วนตำบล 50 แห่ง ชุมชน 300 ชุมชน และรูปแบบการปกครองพิเศษ 1 แห่ง (เมืองพัทยา) (สำนักงานจังหวัดชลบุรี, 2565) หน่วยงานราชการจังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย

ส่วนราชการส่วนกลาง	จำนวน 123 หน่วยงาน
ส่วนภูมิภาค	จำนวน 33 หน่วยงาน
ส่วนท้องถิ่น	จำนวน 99 หน่วยงาน

2.3 สภาพเศรษฐกิจและสังคม

2.3.1 ประชากรและอาชีพ

จังหวัดชลบุรี มีจำนวนประชากร ณ วันที่ 31 ตุลาคม 2565 จำนวน 1,593,338 คน ชาย 776,968 คน หญิง 813,370 คน จำนวน 1,114,732 ครัวเรือน อำเภอที่มีประชากรมากที่สุด 5 อำเภอแรก ได้แก่ อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอศรีราชา อำเภอบางละมุง อำเภอสัตหีบ และอำเภอพนัสนิคม ตามลำดับ (กรมการปกครอง, 2565)

จากที่ตั้งของจังหวัดชลบุรี เอื้ออำนวยให้เกิดอาชีพต่าง ๆ ทั้งเกษตรกรรม อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม และบริการต่าง ๆ ทำให้ประชากรมีรายได้เฉลี่ยต่อคนสูงเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายแรงงานจากต่างจังหวัดเข้ามามาก ทั้งในภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และบริการ

2.3.2 เศรษฐกิจ

ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดชลบุรี ปี 2562 มีมูลค่า 1,059,797 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 43.44 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของกลุ่มภาคตะวันออก 1 (2,439,557 ล้านบาท) และคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 6.27 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมประเทศ (16,898,086 ล้านบาท) ประกอบด้วย ภาคเกษตรมูลค่า 18,211 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.72 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด และภาคนอกเกษตรมูลค่า 1,041,586 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 98.28 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (สำนักงานจังหวัดชลบุรี, 2565)

2.3.3 วัฒนธรรม เทศกาล และงานประเพณี

จังหวัดชลบุรี มีขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรมที่สำคัญ ได้แก่

1. ประเพณีนมัสการพระพุทธสิหิงค์ งานสงกรานต์ และงานกาชาด จัดประมาณกลางเดือนเมษายนของทุกปี ประกอบไปด้วย ขบวนแห่พระพุทธสิหิงค์ พิธีรดน้ำดำหัวผู้ใหญ่ การละเล่นพื้นบ้าน การแสดงโขนของกรมศิลปากร และการแสดงทางวัฒนธรรม นิทรรศการ และการออกร้าน

2. ประเพณีวิ่งควาย จัดขึ้นเดือนตุลาคมของทุกปี นอกจากนี้ที่จัดที่อำเภอเมืองชลบุรีแล้วยังมีการจัดในช่วงเวลาใกล้เคียงกันในอำเภอบ้านบึงอำเภอนนทบุรี มีการแข่งขันวิ่งควาย ประกวดสุขภาพควายประกวดการตกแต่งควาย

3. ประเพณีก่อบพระทรายวันไหล บางแสน หมู่บ้านต่าง ๆ ได้มาทำบุญร่วมกันเนื่องในเทศกาลวันสงกรานต์หรือวันปีใหม่ของไทย โดยการนิมนต์พระทุกวัดที่อยู่ในเขตตำบลแสนสุขมาประกอบพิธีสงฆ์ หลังจากนั้นก็เป็นกิจกรรมก่อบพระเจดีย์ทรายเล่นสาดน้ำ การละเล่น และกีฬาพื้นบ้าน

4. ประเพณีกองข้าว อำเภอสัตร์ป้า จัดให้มีขึ้นเป็นประจำทุกวันที่ 19-21 เดือนเมษายนของทุกปี ประกอบไปด้วย การจัดขบวนแห่ที่นำโดยกลุ่มผู้เฒ่าผู้แก่และหน่วยงานต่าง ๆ ที่แต่งกายด้วยชุดไทยประจำบ้านเข้าร่วมขบวน พิธีบวงสรวงและเซ่นสังเวณี การสาธิตประเพณีกองข้าว การละเล่นพื้นบ้าน การสาธิตและจำหน่ายขนมพื้นบ้าน อาหารพื้นเมือง

5. งานบุญกลางบ้านและเครื่องจักสานพนัส จัดขึ้นในราวเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน โดยผู้เฒ่าหรือชาวบ้านที่เป็นที่นับถือจะเป็นผู้กำหนดวันทำบุญ และทำพิธีสะเดาะเคราะห์ เพื่อความร่มเย็นเป็นสุขของชาวบ้านหลังพิธีสงฆ์จะมีการรับประทานอาหารร่วมกันและมีการละเล่นพื้นบ้าน

2.4 พื้นที่ประกาศของทางราชการ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า และวนอุทยานแห่งชาติ เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน อยู่ในความรับผิดชอบของ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า 2 แห่ง เขตห้ามล่าสัตว์ป่า 2 แห่ง และวนอุทยานแห่งชาติ แสดงดังตารางที่ 2-1 และตารางที่ 2-2 (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2565)

ป่าสงวนแห่งชาติ และป่าชุมชน เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน อยู่ในความรับผิดชอบของกรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ป่าสงวนแห่งชาติ 9 แห่ง (ตารางที่ 2-3) และ ป่าชุมชน 53 แห่ง ซึ่งป่าชุมชน คือ ป่านอกเขตป่าอนุรักษ์หรือพื้นที่อื่นของรัฐนอกเขตป่าอนุรักษ์ที่ได้รับอนุมัติให้จัดตั้งเป็นป่าชุมชน โดยชุมชนร่วมกับรัฐในการอนุรักษ์ ฟื้นฟู จัดการ บำรุงรักษา ตลอดจนใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชุมชนอย่างสมดุล และยั่งยืน จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ป่าชุมชน จำนวน 584 ไร่ อยู่ในพื้นที่ 6 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ อำเภอสรีราชา และอำเภอบางละมุง (กรมป่าไม้, 2565)

ตารางที่ 2-1 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และเขตห้ามล่าสัตว์ป่า พื้นที่ จังหวัดชลบุรี (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2565)

พื้นที่	พื้นที่ (ไร่)	ประกาศในราชกิจจานุเบกษา	วันที่ประกาศ
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาเขียว-เขาชมพู่	90,437	เล่มที่ 91 ตอนที่ 114	2 กรกฎาคม 2517
		เล่มที่ 94 ตอนที่ 95	11 ตุลาคม 2520
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน	674,352	หน้า 30 เล่ม 109 ตอนที่ 126	30 ธันวาคม 2535
		หน้า 1 เล่ม 118 ตอนที่ 75 ก	5 กันยายน 2544
เขตห้ามล่าสัตว์ป่าอ่างเก็บน้ำบางพระ	11,600	เล่มที่ 93 ตอนที่ 82	8 มิถุนายน 2519
เขตห้ามล่าสัตว์ป่าเขาชีโอน	2,299	เล่มที่ 102 ตอนที่ 31	12 มีนาคม 2528

ตารางที่ 2-2 วนอุทยานแห่งชาติ พื้นที่จังหวัดชลบุรี (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2565)

วนอุทยานแห่งชาติ	พื้นที่ (ไร่)	ประกาศ	วันที่ประกาศ
วนอุทยานน้ำตกเขาเจ้าบ่อทอง	23,254	ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	18 พฤศจิกายน 2563
		ประกาศในราชกิจจานุเบกษา หน้า 20 เล่มที่ 137 ตอนพิเศษ 101 ง	24 ธันวาคม 2563

ตารางที่ 2-3 ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่จังหวัดชลบุรี (กรมป่าไม้, 2565)

ป่าสงวนแห่งชาติ	พื้นที่ (ไร่)	ประกาศในราชกิจจานุเบกษา	วันที่ประกาศ
ป่าเขาเขียว	55,625	เล่มที่ 82 ตอนที่ 43	25 พฤษภาคม 2508
ป่าเขาชมภู	28,589	เล่มที่ 90 ตอนที่ 142	13 พฤศจิกายน 2516
ป่าเขาพุ	5,482	เล่มที่ 90 ตอนที่ 157	5 ธันวาคม 2516
ป่าเขาเรือแตก	1,500	เล่มที่ 97 ตอนที่ 189	5 ธันวาคม 2523
ป่าเขาหินดาด และป่าเขาไผ่	2,125	เล่มที่ 95 ตอนที่ 126	14 พฤศจิกายน 2521
ป่าคลองตะเคียน	378,750	เล่มที่ 85 ตอนที่ 38	30 เมษายน 2511
ป่าแดง และป่าชุมชนกลาง	160,625	เล่มที่ 86 ตอนที่ 27	1 เมษายน 2512
ป่าท่าบุญมี และป่าบ่อทอง	170,625	เล่มที่ 82 ตอนที่ 53	6 กรกฎาคม 2508
ป่าบางละมุง	103,075	เล่มที่ 96 ตอนที่ 81 ฉบับพิเศษ หน้า 13	15 พฤษภาคม 2522

บทที่ 3

ธรณีสัณฐานวิทยาและข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ

¹ชาญเดช จันทร์รัตน์ ¹อนุวัชร ตรีโรจนานนท์ ¹ชลนิภา ฝากเชียงชา
¹ชัยสิทธิ์ คำเมือง ²ณัด สร้อยชา ²กฤตนนท์ แนวบุญเนียร ²ฟาอิส จินเดหวา ²กันธิชา กันธวัง
¹กองธรณีวิทยา ²กองเทคโนโลยีธรณี

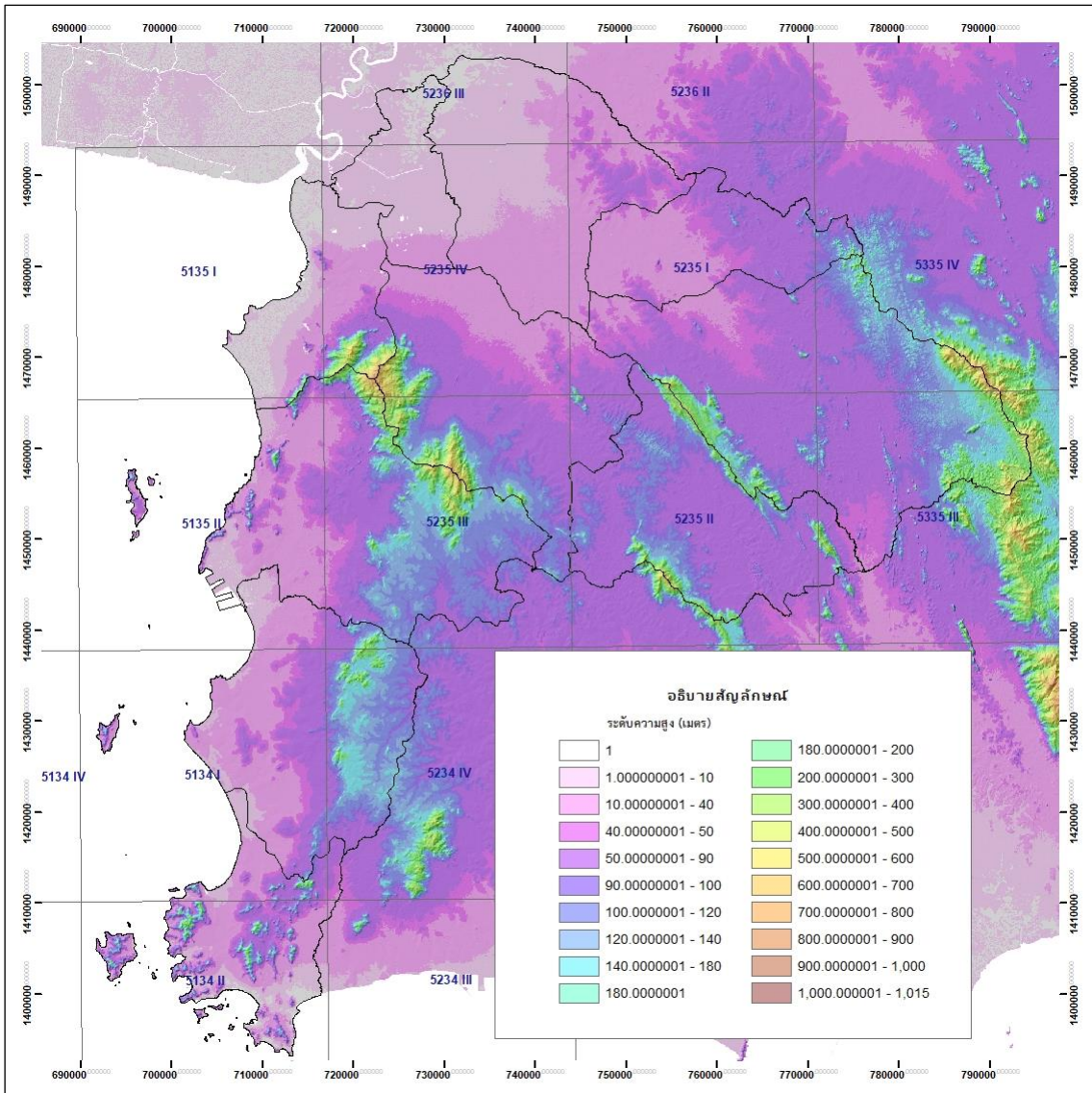
บทนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ธรณีสัณฐานวิทยา ศึกษาโดยกองธรณีวิทยา วิทยา ประกอบด้วย ลักษณะของแผ่นดิน และ ลักษณะทางน้ำของกลุ่มน้ำ ส่วนข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ โดย กองเทคโนโลยีธรณี แปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศใช้ข้อมูลจากการบินสำรวจความเข้มสนามแม่เหล็ก และความเข้มกัมมันตรังสี มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ธรณีสัณฐานวิทยา

ธรณีสัณฐานวิทยา (Geomorphology) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก โดยกระบวนการแปรสัณฐาน การผุพังทางกายภาพและเคมี เช่น การเกิดภูเขา การกัดกร่อนผุพัง และการ ตกตะกอนทับถมของสิ่งต่าง ๆ เป็นต้น โดยมีลักษณะหรือสภาพทางธรณีวิทยาเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิด ลักษณะของภูมิประเทศที่มีรูปร่างและลักษณะอื่น ๆ ที่มีความแตกต่างกัน โดยพื้นที่จังหวัดชลบุรี มีลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยา ดังนี้

3.1.1 ลักษณะของแผ่นดิน

ลักษณะของแผ่นดิน (Landform) ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี มีลักษณะเป็นพื้นที่เขาหรือ เทือกเขาประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ มีการกระจายตัวเป็นเขาลูกโดด และต่อเนื่องเป็นแนวเทือกเขา ในทางตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และแนวเหนือ-ใต้ เป็นพื้นที่ลอนลาดหรือที่ลอนลูกฟูก ประมาณร้อยละ 60 ของพื้นที่ และเป็นที่ราบประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่ ซึ่งเป็นพื้นที่ตามแนวชายฝั่ง ทะเลและที่ราบระหว่างภูเขา ตามแนวแม่น้ำ ที่เกิดจากการทับถมและจากกระบวนการสะสมตัวโดย ทางน้ำ หรือจากแหล่งหินต้นกำเนิดที่มีความลาดชัน โดยลักษณะของแผ่นดินประกอบด้วย สัณฐานที่มีความลาดชันและสัณฐานที่เป็นที่ราบ โดยมีปัจจัยทางธรณีวิทยาเช่น การผุพัง การกัดกร่อน การบีบอัด การยึดออก รอยเลื่อน รอยแตก รอยแยก และการแทรกดันของหินหนืด เป็นปัจจัยที่ควบคุมร่วมด้วย (รูปที่ 3-1)



รูปที่ 3-1 แผนที่แสดงระดับความสูงของภูมิประเทศพื้นที่จังหวัดชลบุรี

3.1.1.1 ธรณีสัณฐานวิทยาของเขาและภูเขา

ธรณีสัณฐานวิทยาของเขาและภูเขา (Hill geomorphology) ที่มีความลาดชันและมีรูปร่าง แนวการวางตัว และระดับความสูงที่ต่างกัน ซึ่งมีลักษณะธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องกับชนิดหินในพื้นที่ ได้แก่ หินตะกอน หินอัคนี และหินแปร ที่ผ่านกระบวนการทางธรณีวิทยาในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่

กลุ่มเขาหินทรายปนหินดินดานและเขาหินปูน

เขาหินทรายปนหินดินดาน และเขาหินปูน ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 20 ของพื้นที่ เขาหินทรายปนหินดินดาน มีลักษณะเป็นเขาลูกโดด ยอดมน พื้นที่เขาหินปูนมีปลายค่อนข้างแหลม หน้าผาสูงชัน ยอดเขามักต่อกันเป็นเส้นค่อนข้างตรง ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ กระจายตัวอยู่พื้นที่ทางด้านตะวันออกของจังหวัด ในพื้นที่อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบ่อทอง อำเภอบ้านบึง และอำเภอเกาะจันทร์ และด้านตะวันตกบริเวณชายฝั่งทะเลจากทางตอนเหนือลงมาทางใต้ มีระดับความสูงประมาณ 100-400 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง ได้แก่ เขาฉลาก เขาใหญ่ เขาขวาง เขาพู่ เขาภูโน เขาบ่อยา เขาแหลมฉับง เขาหินปูน เป็นเกาะหินปูน ทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ ได้แก่ เกาะสีซัง เกาะยายท้าว เกาะท้ายหมื่น เกาะค่างควาว เป็นเกาะที่มี

ยอดค่อนข้างมน หน้าผาสองชั้น และมีที่ราบอยู่ข้าง มีระดับความสูงประมาณ 60 – 80 เมตร เหนือระดับทะเลปานกลาง

กลุ่มเขาหินอัคนี

เขาหินอัคนี มีรูปร่างเป็นโดมขนาดใหญ่ ยอดเขาลักษณะมน มีความสูงชันมากและลักษณะเป็นกลุ่มยอดเขาสูงและลดระดับต่ำลงมาโดยรอบ มีการกระจายตัวอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ครอบคลุมเนื้อที่ประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ มีระดับความสูงประมาณ 200-500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง มียอดเขาชมพูเป็นจุดที่สูงที่สุด แนวเขาวางตัวประมาณเหนือ-ใต้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งถูกแยกออกจากกันตามแนวรอยเลื่อนในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ได้แก่กลุ่มที่ 1 บริเวณเขาไม้แดง เขาเขียว เขาตาอิน เขาพระเจดีย์ เขาขวาง เขาโป่งดินดำ เขาหิน และกลุ่มที่ 2 บริเวณเขาตะแบก เขาชมพู เขาค้างพู เขาน้ำโจน เขาช่องลม เขาหินลาด บางพื้นที่เป็นเขาลูกโดด ที่ความสูงประมาณ 50-100 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง

กลุ่มเขาหินแปร

เขาหินแปร เป็นกลุ่มเขาที่วางตัวเป็นแนวยาวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 20 ของพื้นที่ กระจายตัวอยู่พื้นที่ทางตอนกลางถึงทางด้านตะวันออกของจังหวัด ในพื้นที่อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบ่อทอง อำเภอบ้านบึง และอำเภอเกาะจันทร์ มีระดับความสูงประมาณ 200-500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง จุดที่สูงที่สุดคือยอดเขาโสน ด้านทิศตะวันตกของแนวภูเขาหินแปรมีแนวสัน หน้าผาสองชั้น และมียอดเขาแหลม ลาดเทไปทางด้านตะวันออก และมีเขาลูกโดดที่เรียงกันเป็นแนว และมีการเหลื่อมกัน จากแนวรอยเลื่อนที่มีทิศทางขนานกับแนวเขา ซึ่งมีลักษณะเป็นร่องยาวต่อเนื่อง ได้แก่ เขาหนองผักหนาม เขามาบายาง เขาอ่างแก้ว

3.1.1.2 ธรณีสัณฐานที่เป็นที่ราบ

ธรณีสัณฐานที่เป็นที่ราบ (Plain geomorphology) เกิดจากการผุพัง กัดกร่อนจากพื้นที่เขาเดิม และ พัดพามาสะสมตามกระบวนการทางธรณีวิทยาที่แตกต่างกัน แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ที่เนินลอนลาด (Rolling plain) ที่ราบตะกอนน้ำพา และที่ราบตะกอนชายหาด มีรายละเอียดดังนี้

ที่เนินลอนลาด (Rolling plain)

ลักษณะเป็นที่เนินมีลอนคลื่นขนาดเล็ก จากการสะสมตัวของตะกอนจากการผุพังของหินเดิมที่อยู่ในพื้นที่นั้นๆ ในลักษณะการผุพังอยู่กับที่ ตะกอนมีการเคลื่อนที่ตามแรงโน้มถ่วงของโลกเล็กน้อย และมีการกัดเซาะและเป็นร่องน้ำอยู่ทั่วไป ปรากฏตามเชิงเขาที่มีความสูงประมาณ 15-20 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 40 ของพื้นที่

ที่ราบตะกอนน้ำพา (Flood plain)

เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำที่ทางน้ำพัดพาตะกอนมาสะสมรวมกัน และที่ลุ่มร่องน้ำ มีระดับความสูงประมาณ 20-60 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 5 ของพื้นที่ เกิดจากการกัดเซาะของทางน้ำสาขาและทางน้ำขนาดเล็ก ที่มีการไหลในทิศทางตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้

ที่ราบตะกอนชายหาด

ตะกอนชายหาด (Coastal plain) เกิดจากการสะสมตัวโดยน้ำทะเล โดยที่ราบตะกอนชายหาดปรากฏเป็นอ่าวขนาดเล็กตามขอบชายทะเลทางด้านตะวันตกของจังหวัด ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 5 ของพื้นที่ ในบริเวณบ้านบางพระ อ่าวบางละมุง ระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร และด้านตะวันออกของเกาะสีชัง

3.1.2 ลักษณะทางน้ำและลุ่มน้ำ

ลักษณะทางน้ำและลุ่มน้ำ (Drainage System) จังหวัดชลบุรีอยู่ในขอบเขตของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก และลุ่มน้ำบางปะกง จำนวน 4 ลุ่มน้ำย่อย ได้แก่ ลุ่มน้ำสาขาชายฝั่งทะเลตะวันออก (พื้นที่รับน้ำประมาณ 4,800 ตารางกิโลเมตร) ลุ่มน้ำคลองใหญ่ (พื้นที่รับน้ำประมาณ 2,100 ตารางกิโลเมตร) ลุ่มน้ำประแสร์ (พื้นที่รับน้ำประมาณ 1,600 ตารางกิโลเมตร) และลุ่มน้ำคลองหลวง (พื้นที่รับน้ำประมาณ 800 ตารางกิโลเมตร) โดยมีพื้นที่ต้นน้ำเป็นเทือกเขาและภูเขาสูง ทางตอนกลางและตะวันออกของจังหวัด ไหลลงสู่พื้นที่ราบและกักเก็บไว้ตามอ่างเก็บน้ำต่างๆ ที่สำคัญได้แก่ อ่างเก็บน้ำบางพระ อ่างเก็บน้ำหนองค้อ อ่างเก็บน้ำหนองกลางดง อ่างเก็บน้ำห้วยขุนจิต อ่างเก็บน้ำห้วยสะพาน อ่างเก็บน้ำหนองน้ำเขียว อ่างเก็บน้ำคลองหลวงรัชชโลทร

ทางน้ำในพื้นที่มีการไหลใน 2 ทิศทางหลัก ได้แก่ ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ โดยปรากฏทางตอนกลางและทางตะวันออกของพื้นที่ ทางน้ำด้านเหนือไหลไปทางตะวันตกเฉียงเหนือไปบรรจบกับแม่น้ำบางปะกง ทางน้ำทางด้านใต้ไหลไปทางตะวันออกเฉียงใต้ไปบรรจบกับแม่น้ำระยอง และทางทิศตะวันตกถึงตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งปรากฏอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดและไหลลงสู่อ่าวไทยที่อ่าวบางแสนและอ่าวบางละมุง

รูปแบบทางน้ำ (Drainage patterns) ในพื้นที่ส่วนมากรูปแบบทางน้ำแบบกิ่งไม้ (Dendritic patterns) เป็นรูปแบบทางน้ำที่ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดชลบุรี มีการพัฒนาของรูปแบบทางน้ำที่ขึ้นหีนมีลักษณะที่คล้ายกัน มีความต้านทานที่ใกล้เคียงกัน การไหลเป็นอิสระในหลายทิศทาง แบ่งเป็น 3 บริเวณ (ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ, 2552) คือ

ทางน้ำแบบกิ่งไม้บริเวณที่ราบ

รูปแบบทางน้ำแบบกิ่งไม้บริเวณที่ราบ มีรูปร่างทางน้ำที่ชัดเจน ในทางทิศตะวันตกของจังหวัด มีการเกิดแบบ Consequent stream และ Insequent stream ไหลลงสู่ทะเลในทางทิศตะวันตก บางบริเวณถูกควบคุมด้วยโครงสร้างทางธรณีวิทยาอยู่บ้าง เช่น คลองบางละมุง ห้วยใหญ่ ห้วยท่าไทร ห้วยจุกกระเฉด ห้วยขุนจิต และห้วยหนองค้อ (รูปที่ 3-2) ทางน้ำบริเวณที่ราบใกล้ปากแม่น้ำเป็นทางน้ำสายสั้นๆ ได้แก่ ส่วนปลายของห้วยจุกกระเฉด และคลองบางละมุง มีลักษณะคดเคี้ยวมาก ซึ่งได้รับอิทธิพลของการขึ้นลงของน้ำทะเลร่วมด้วย

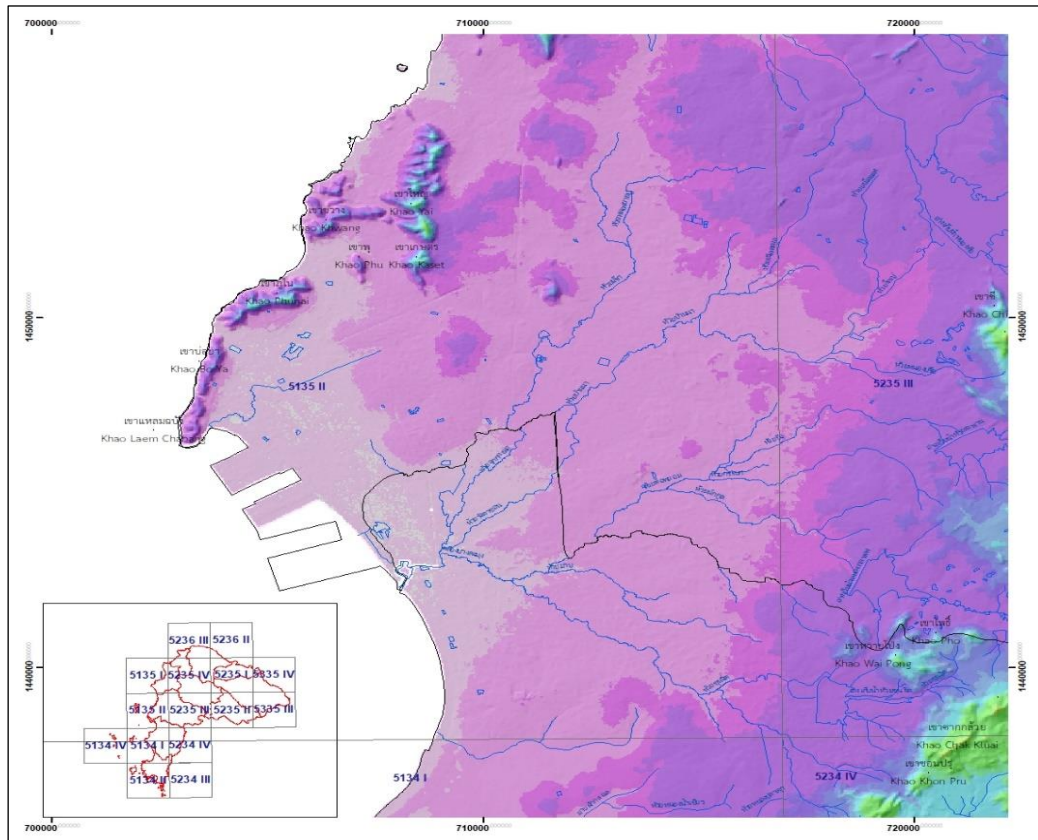
ทางน้ำแบบกิ่งไม้บริเวณที่เนินลอนลาด

รูปแบบทางน้ำแบบกิ่งไม้บริเวณที่เนินลอนลาด มีการเกิดแบบ Subsequent stream และ Insequent stream ปรากฏในพื้นที่ทางตอนกลางและทางตะวันออก มีรูปร่างของทางน้ำชัดเจนและมีความหนาแน่นมาก ทำมุมกับทางน้ำหลัก รูปแบบทางน้ำถูกควบคุมโดยแนวของโครงสร้างทางธรณีวิทยาประเภทรอยแยกและรอยเลื่อนใน 2 ทิศทาง ได้แก่ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ โดยทางน้ำที่ปรากฏในทางตอนกลางมีการไหลออกจากศูนย์กลาง

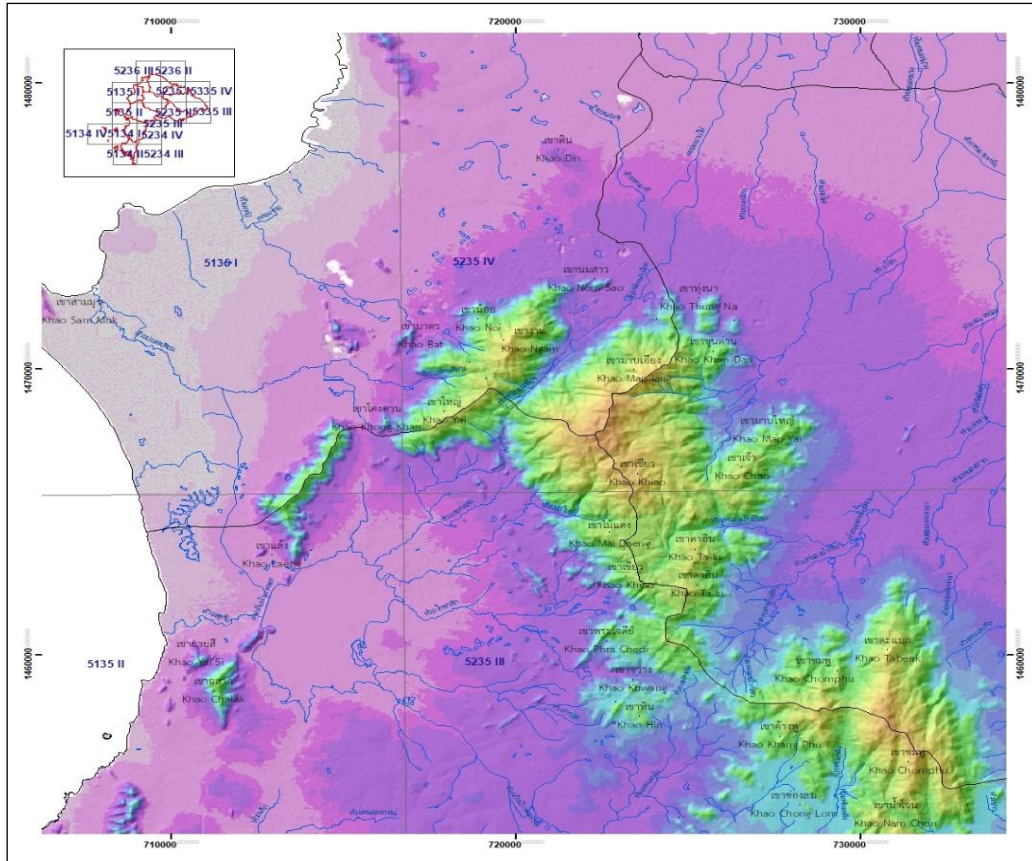
ไปทางเหนือและทางด้านใต้ของภูเขารูปร่างเป็นโดมของภูเขาเขียว (รูปที่ 3-3) ซึ่งลักษณะดังกล่าว มีความสัมพันธ์กับการแตกของหินแกรนิตที่รองรับอยู่ด้านล่าง

ทางน้ำแบบกึ่งไม้บริเวณเขา

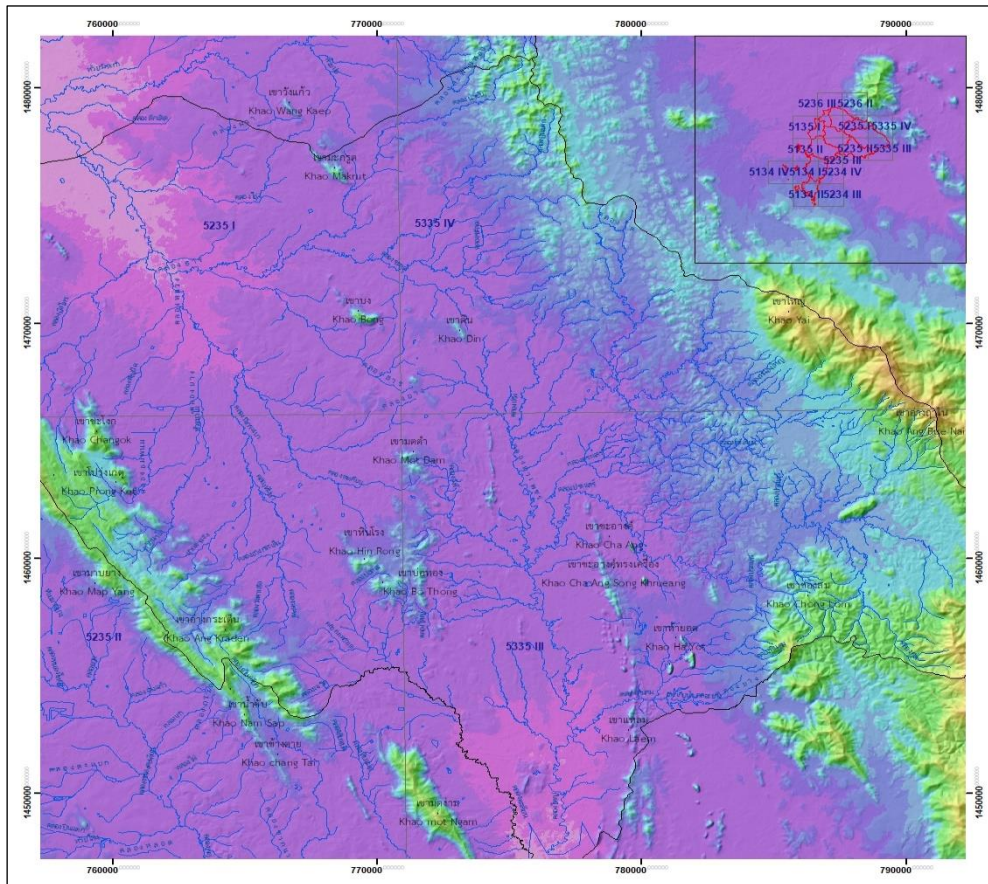
รูปแบบทางน้ำแบบกึ่งไม้บริเวณเขา ปรากฏทางตอนกลางและทางตะวันออกของจังหวัด โดยภูเขาทางด้านตะวันตก ไม่ปรากฏทางน้ำแบบกึ่งไม้ มีการเกิดแบบ Subsequent stream และ Insequent stream บางบริเวณทางด้านตะวันออกของพื้นที่ รูปร่างทางน้ำในส่นปลายมีลักษณะที่ยึดออกและทำมุมเกือบขนานกับทางน้ำหลัก ซึ่งได้รับอิทธิพลของรอยเลื่อนแนวระดับ ได้แก่ ภูเขาหนองผักหนาม ภูเขาบายาง ภูเขาอ่างแก้ว และช่องเขาอ่างกระเด็น เป็นต้น รูปแบบทางน้ำทางตอนกลางมีลักษณะใกล้เคียงกับด้านตะวันออก แต่ไม่มีการยึดออกในส่นปลาย มีลักษณะแบบกึ่งไม้ชัดเจน โดยพื้นที่ทั้ง 2 บริเวณ อาจมีชนิดหินที่มีส่วนประกอบคล้ายกัน แต่มีลักษณะทางธรณีวิทยา โครงสร้างที่ควบคุมอยู่ต่างกัน (รูปที่ 3-4)



รูปที่ 3-2 ทางน้ำแบบกึ่งไม้บริเวณที่ราบ พื้นที่คลองบางละมุงและชายทะเลด้านตะวันตกของจังหวัด



รูปที่ 3-3 ทางน้ำแบบกิ่งไม้บริเวณที่เนินลอนลาดพื้นที่เขาเขียว



รูปที่ 3-4 ทางน้ำแบบกิ่งไม้บริเวณภูเขา พื้นที่ตอนกลางและตะวันออกของจังหวัดชลบุรี

3.2 ข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ

การดำเนินงานศึกษาข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศในพื้นที่จังหวัดชลบุรีนี้เป็นการประมวลผลข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ (Airborne Geophysical Data) ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กและความเข้มกัมมันตรังสี ร่วมกับการตรวจสอบค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็ก (Magnetic Susceptibility) จากเครื่องมือ Magnetic Susceptibility Meter ของบริษัท Terraplus รุ่น KT-10 และวัดค่าความเข้มกัมมันตรังสีจากเครื่องมือ Gamma Ray Spectrometer ของบริษัท Mount Sopris รุ่น RS-230 ในภาคสนามควบคู่กันไป

ข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศที่ใช้แปลความหมาย เป็นข้อมูลการบินสำรวจข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กและความเข้มกัมมันตรังสี ดำเนินงานภายใต้โครงการพัฒนาทรัพยากรธรณี พ.ศ. 2527 ถึง พ.ศ. 2529) โดยบริษัท Kenting Earth Science International Limited พื้นที่ B1 ครอบคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีทิศทางการบินแบบตะวันออก-ตะวันตก ระยะห่างระหว่างแนวบิน (Spacing) 1 กิโลเมตร และเป็นการบินแบบรักษาระยะห่างระหว่างเครื่องวัดบนเครื่องบินกับพื้นผิวภูมิประเทศที่ระดับความสูง 122 เมตร (Loose Drap Survey)

3.2.1 ข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็ก

3.2.1.1 การประมวลผลข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็ก

ข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็ก อยู่ในรูปแบบ Geodatabase file ของซอฟต์แวร์ Geosoft Oasis montaj® ต้องดำเนินการตรวจสอบพื้นหลักฐาน (Datum) ก่อน เนื่องจากข้อมูลเดิมใช้ เป็นพื้นหลักฐานอินเดีย (Indian 1975) ต้องทำการแปลงพื้นหลักฐานใหม่เป็น WGS 1984

การประมวลผล เพิ่มประสิทธิภาพ และการแสดงผลข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็ก ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ได้แก่ การกริดข้อมูล (Gridding) ^{1st} Order Derivative Along Horizontal Direction หรือ Analytic Signal และ อื่นๆ

การกริดข้อมูล (Gridding) ใช้วิธี Bi-Directional Line Gridding มีขนาดของเซลล์กริด (Grid Cell Size) เท่ากับ 500 เมตร ให้มี Trend Angle เท่ากับ 135 องศา นับจากแกน +X ไปในทิศทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งจะสอดคล้องกับการวางตัวแนวระดับ (Strike) ของกลุ่มรอยเลื่อนแกลง

ข้อมูลที่น่ามากริดได้แก่ ความเข้มสนามแม่เหล็กรวม (Total Magnetic Field) (รูปที่ 3-5) และข้อมูลค่าความเข้มสนามแม่เหล็กตกค้าง (Residual Magnetic Field) (รูปที่ 3-6) ซึ่งหักลบค่า IGRF (International Geomagnetic Reference Field) ของปี 1985 ใช้ค่ามุมเอียงแม่เหล็กโลก (Magnetic Inclination) ประมาณ -8 ถึง + 25 องศา (จรินทร์ ตูลยาทิติย์, 2544)

แผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กตกค้าง นำไปประมวลผลเพิ่มเติม ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เช่น การอนุพันธ์อันดับหนึ่งบนระนาบ (^{1st} Order Derivative Along Horizontal Direction) แกน X และการวิเคราะห์สัญญาณ (Analytic Signal) ดังจะอภิปรายในลำดับถัดไป

3.2.1.2 การแปลความหมายข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็ก

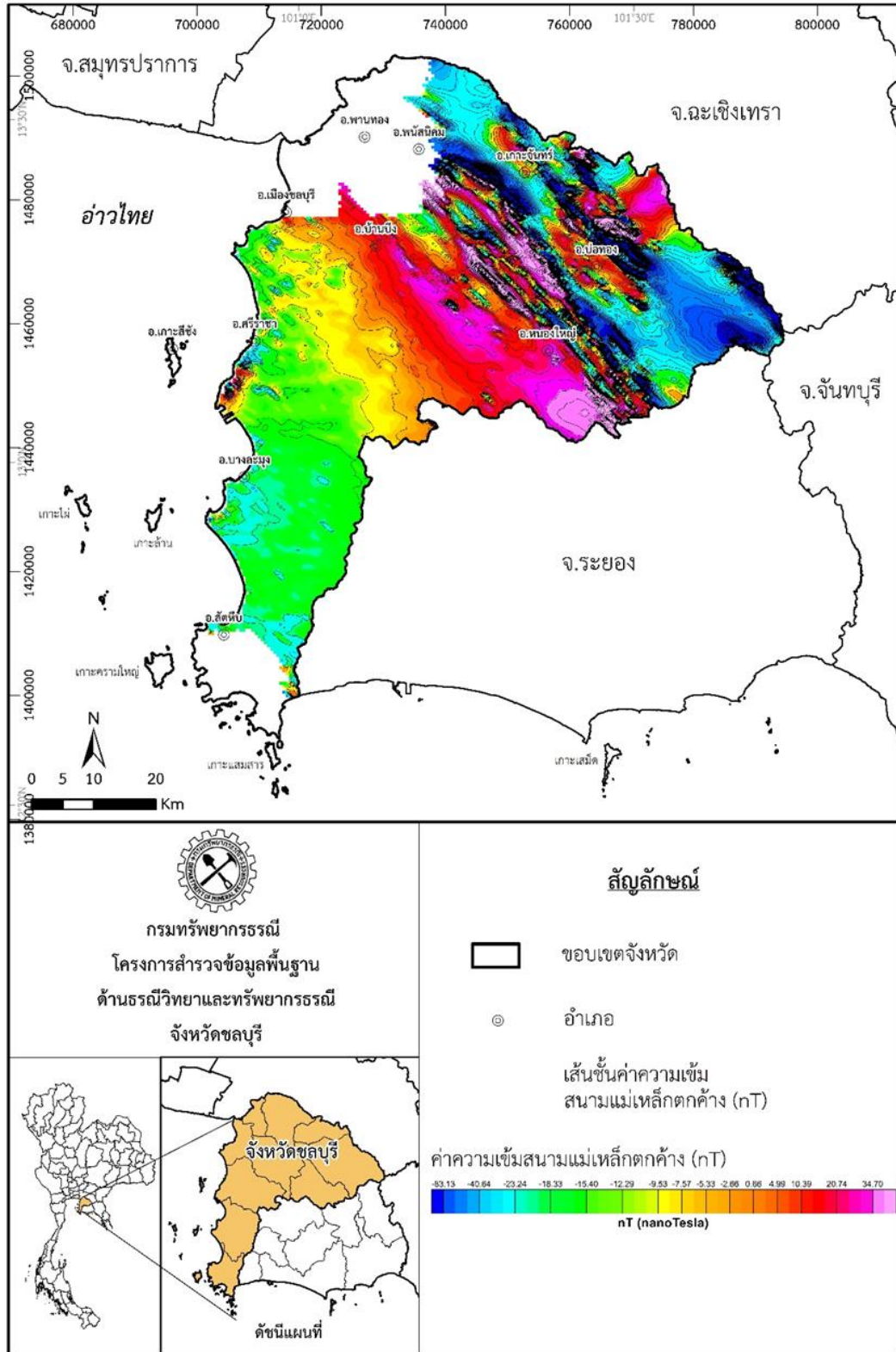
การแปลความหมายข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กจะแบ่งออกเป็น การแปลความหมายทางธรณีวิทยาโครงสร้าง และการแปลความหมายหน่วยความเข้มแม่เหล็ก (Magnetic Unit)

การแปลความหมายทางธรณีวิทยาโครงสร้าง แสดงผลเส้นหน้าตัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กตกค้าง (Residual Magnetic Profile) ตามแนวบินในทิศตะวันออกเฉียง-ตะวันตก การแสดงผลเส้นหน้าตัดนี้ แสดงถึงความไม่ต่อเนื่องของลักษณะทางธรณีวิทยาโครงสร้าง ได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 3-7) และผลการแปลความหมายโครงสร้างลายเส้นของจังหวัดชลบุรีดัง รูปที่ 3-8 สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 บริเวณดังนี้

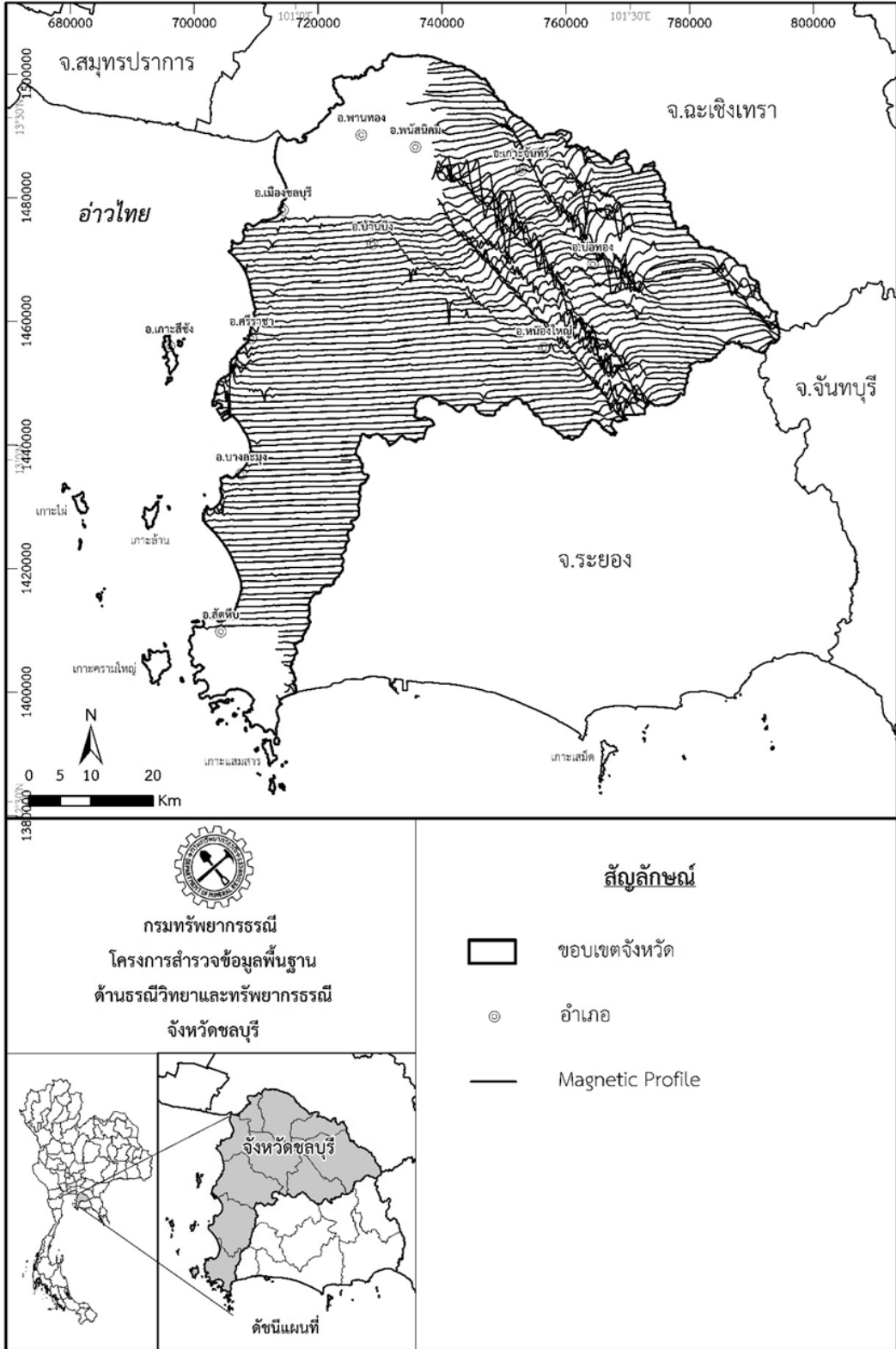
โครงสร้างลายเส้นบริเวณอำเภอศรีราชา มีทิศทางการวางตัวในแนวเหนือ-ตะวันออกเฉียงเหนือ-ใต้ตะวันตกเฉียงใต้ (NNE-SSW) จากแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี (กรมทรัพยากรธรณี, 2554) มีความสอดคล้องกับแนวการวางตัวของหินทรายและหินดินดาน ของหมวดหินพลูตาหลวง อายุคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน ตั้งแต่บริเวณเขาด่านเหนือสนามบินบางพระ อำเภอเมืองชลบุรี มายังเขายายสี ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา ผ่านตัวอำเภอศรีราชา และไปสุดที่บริเวณเขาภูโน เทศบาลตำบลแหลมฉบัง เป็นแนวเส้นตรง ที่มีความยาวประมาณ 20 กิโลเมตร

กลุ่มโครงสร้างลายเส้นที่ครอบคลุม อำเภอพนัสนิคม อำเภอเกาะจันทร์ อำเภอบ้านบึง อำเภอบ่อทอง และอำเภอหนองใหญ่ มีทิศทางการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ (NW-SE) เป็นส่วนใหญ่ บางส่วนมีการวางตัวในแนวเหนือตะวันออกเฉียงเหนือ-ใต้ตะวันออกเฉียงใต้ (NNW-SSE) การวางตัวของกลุ่มโครงสร้างลายเส้นนี้มีความสอดคล้องกับการวางตัวของกลุ่มรอยเลื่อนแกล่ง ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักในบริเวณนี้ พาดผ่านบริเวณที่เป็นที่ราบตอนล่างของอำเภอพนัสนิคมและฝั่งตะวันออกเฉียงของอำเภอเกาะจันทร์ ยาวลงมาบริเวณแนวเทือกเขาของเขาเจ้า เขาหนองผักหนาม และเขาอ่างแก้ว ซึ่งเป็นเขตแบ่งอำเภอ ระหว่างอำเภอบ่อทองและอำเภอหนองใหญ่ โดยการวางตัวมีความสัมพันธ์กับทิศทางของริ้วขนาน (Foliation) ในหินแปรพวกหินฟิลโลสท์ หินชีสต์ และหินไนส์ ในบริเวณดังกล่าวอย่างชัดเจน และไปสิ้นสุดที่บริเวณอำเภอแกลง จังหวัดระยอง มีความยาวประมาณ 100 กิโลเมตร

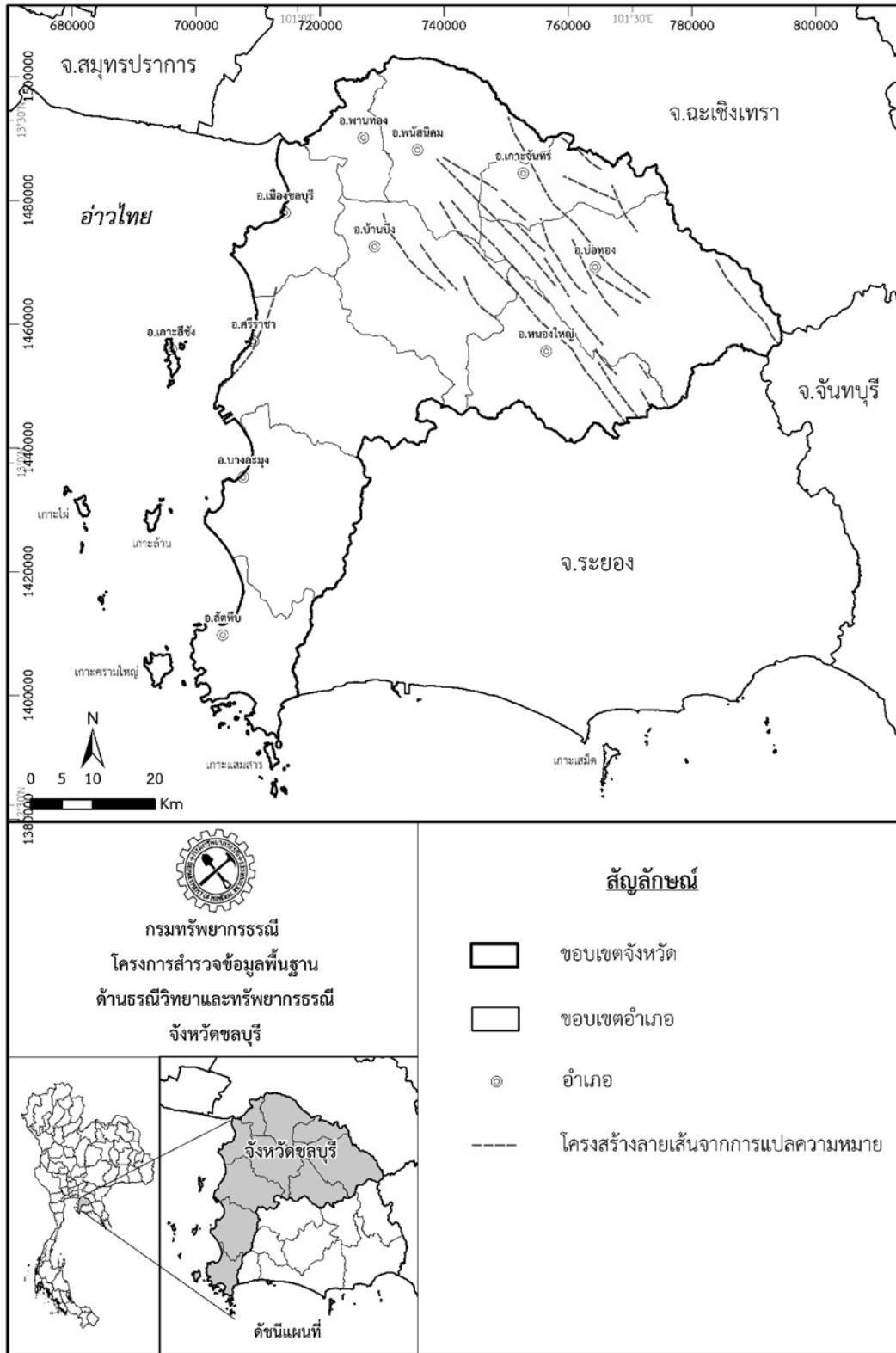
ข้อมูลด้านธรณีวิทยาโครงสร้างในภาคสนาม ของหินโพลีไนต์ สอดคล้องกับการแปลความหมายจากการแสดงผลข้อมูลเส้นหน้าตัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กตกค้าง บริเวณเขากระป่อม บ้านสามแยกอ่างเวียง ตำบลหนองอิรุณ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี พบหินไปโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิตเนื้อหินหยาบปานกลางถึงหยาบมาก มีริ้วขนาน (Foliated Granite) ชัดเจน บางบริเวณพบแร่ทัวร์มาลีนและแร่การ์เนตในผนังหินเพกมาไทต์ขนาดเล็ก โดยริ้วขนานมีการวางตัวของ Strike ที่ Azimuth เท่ากับ 141-321 (NNW-SSE) และมีมุมเอียงเทประมาณ 50 องศาไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (321/50 NE) ซึ่งสอดคล้องกับกลุ่มโครงสร้างลายเส้นที่ครอบคลุม อำเภอพนัสนิคม อำเภอเกาะจันทร์ อำเภอบ้านบึง อำเภอบ่อทอง และอำเภอหนองใหญ่ บริเวณหินโพลีฟระบบแนวแตกหลัก (Main joint set) ที่มีระนาบการวางตัวในทิศทาง 022/80 SE และพบการแทรกตัดของผนังหินเพกมาไทต์ขนาดเล็กขนานกับแนวแตกดังกล่าว และพบสายแร่ควอตซ์ในเนื้อหินวางตัวขนานกับแนวริ้วขนานอีกด้วย (รูปที่ 3-9) คาดคะเนได้ว่าทิศทางการยึดตัวของริ้วขนานที่พัฒนาขึ้นในเนื้อหินอาจเกิดในช่วงเวลาเดียวกันกับการเกิดกลุ่มรอยเลื่อนแกล่ง ในขณะที่ระบบแนวแตกหลักนั้นเกิดขึ้นภายหลังการเกิดริ้วขนาน



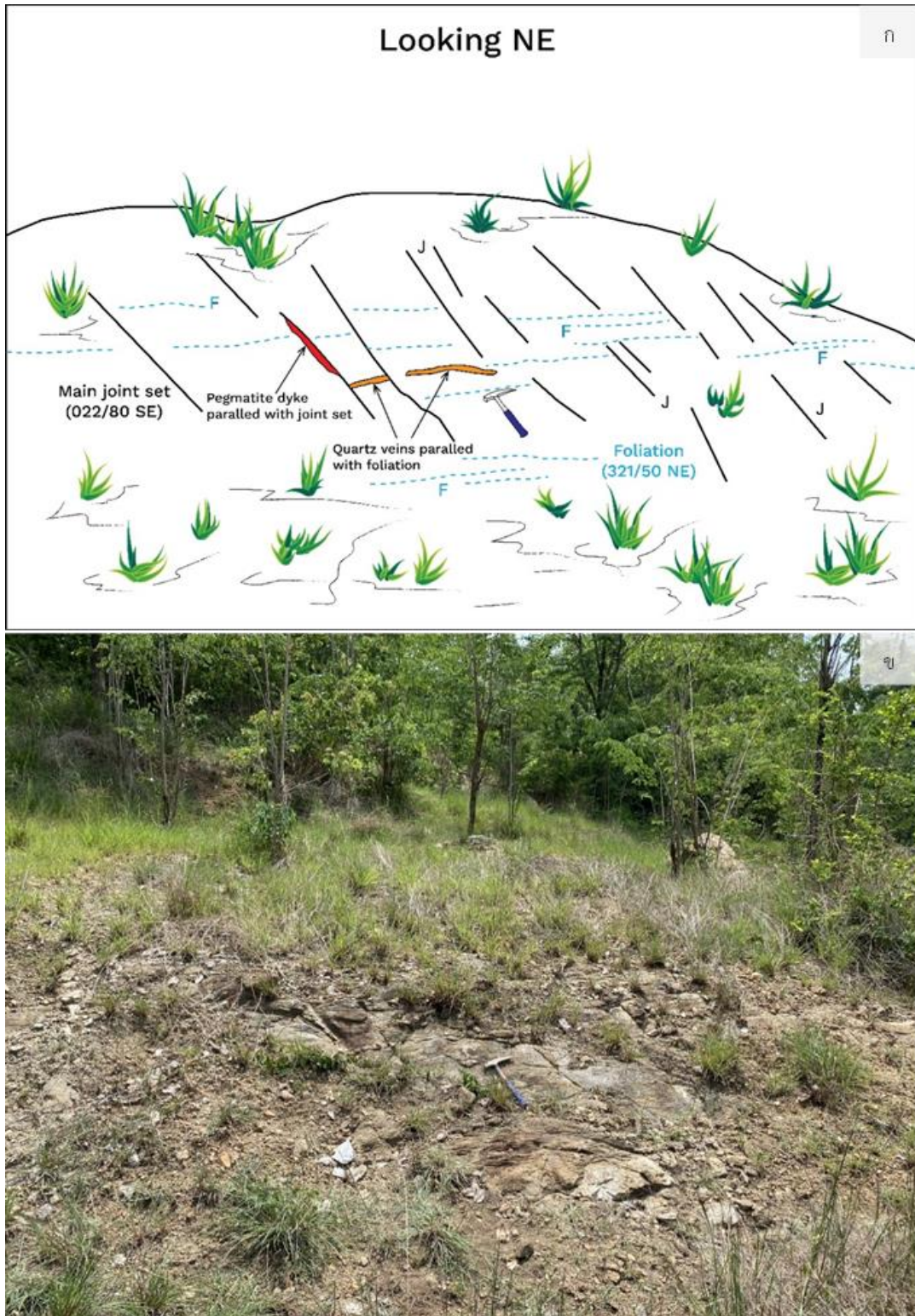
รูปที่ 3-6 แผนที่ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กตกค้าง (Residual Magnetic) บริเวณจังหวัดชลบุรี



รูปที่ 3-7 แผนที่เส้นหน้าตัดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กตกค้าง (Residual Magnetic Profile) บริเวณจังหวัดชลบุรี



รูปที่ 3-8 แผนที่โครงสร้างสายเส้นจากการแปลความหมายโพรไฟล์ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กตกค้าง บริเวณจังหวัดชลบุรี



รูปที่ 3-9 (ก) ภาพจำลองแสดงทิศทางการวางตัวของริวขนานและระบบแนวแตกหลัก ริวขนานในภาพแสดงด้วยลายเส้นประสีฟ้าและอักษรย่อ “F” ระบบแนวแตกหลักแสดงด้วยลายเส้นทึบสีดำและอักษรย่อ “J” พังหินเพกมาไทต์แทนด้วยสีแดง และสายแร่ควอตซ์แทนด้วยสีส้ม (ข) หินโผล่พิกัด: 742395E 1468588N 47N มีค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.075×10^{-3} SI และมีค่า $K=3.2\%$ $U=8.3$ ppm และ $Th=15.9$ ppm

การกำหนดขอบเขตลักษณะเฉพาะของค่าความเข้มสนามแม่เหล็กในแต่ละบริเวณที่ทำการสำรวจออกเป็นแต่ละหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก โดยค่าความสูงต่ำ (Relief) (หรือแอมพลิจูด;

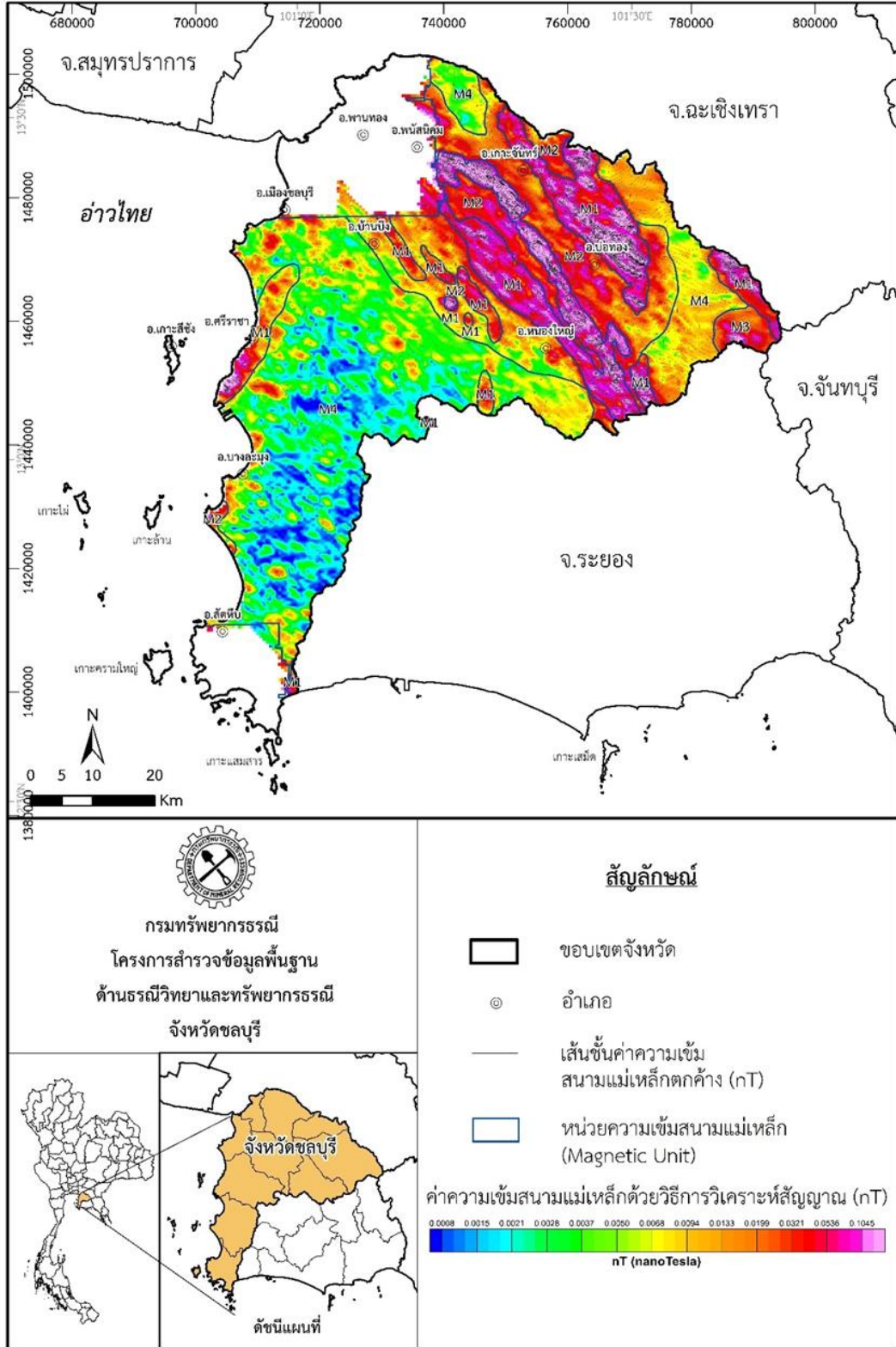
Amplitude) ของความเข้มสนามแม่เหล็ก การเบี่ยงเบนระดับของเส้นชั้นความเข้มสนามแม่เหล็ก (Base-level Shift) ความยาวคลื่นของช่วงค่าความผิดปกติ (Wavelength) และความสมมาตรของรูปร่างของค่าความผิดปกติ (Symmetry) นอกจากนี้ยังอาศัยการประมวลผลร่วมกับข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กที่ผ่านการวิเคราะห์สัญญาณ เนื่องจากเป็นวิธีการคำนวณที่ไม่ต้องคำนึงถึงทิศทางของมุมเอียงแม่เหล็กโลกที่มีค่าแตกต่างกันออกไป และมีความไวต่อการตรวจจับขอบเขตของมวลศักร์สนามแม่เหล็ก (Magnetic Body) ที่เป็นต้นกำเนิดของค่าความผิดปกติ (Anomaly) (Qin, 1994)

จากแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กที่ผ่านการวิเคราะห์สัญญาณในพื้นที่จังหวัดชลบุรี (รูปที่ 3-10) สามารถแบ่งหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก ได้ทั้งหมด 4 หน่วย ได้แก่ M1 M2 M3 และ M4 โดยแต่ละหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก จะมีลักษณะพิเศษแตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 3-1 นอกจากนี้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่งบนระนาบแกน X ยังช่วยในการแบ่งกลุ่มค่าความผิดปกติออกจากกัน โดยเบื้องต้นได้ในเชิงลักษณะของความยาวคลื่น กล่าวคือสามารถแบ่งบริเวณที่มีความยาวคลื่นยาวและบริเวณที่มีความยาวคลื่นสั้นออกจากกันได้ พบว่าบริเวณที่มีความยาวคลื่นยาวจะสอดคล้องกับแนวการวางตัวของกลุ่มรอยเลื่อนกลาง ซึ่งแสดงด้วยสีน้ำเงินสลับกับสีบานเย็นแบบเป็นแถบยาว และบริเวณที่มีความยาวคลื่นสั้น โดยครอบคลุมบริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่ เป็นค่าภูมิหลัง และไม่สัมพันธ์กับกลุ่มรอยเลื่อนกลาง แสดงด้วยสีฟ้าถึงสีแดง (รูปที่ 3-11)

3.2.1.3 การตรวจสอบข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กในภาคสนาม

การตรวจสอบข้อมูลในภาคสนาม มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการแปลความหมายและการจัดแบ่งหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็กจากข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ นอกจากนี้ยังเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพธรณีวิทยากับค่าความผิดปกติที่พบในแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กด้วยวิธีการวิเคราะห์สัญญาณ และตรวจสอบข้อมูลภาคสนามบริเวณที่อยู่ภายในหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็กทั้ง 4 หน่วย โดยพยายามเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็กนั้น ๆ อย่างน้อย 1-3 จุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

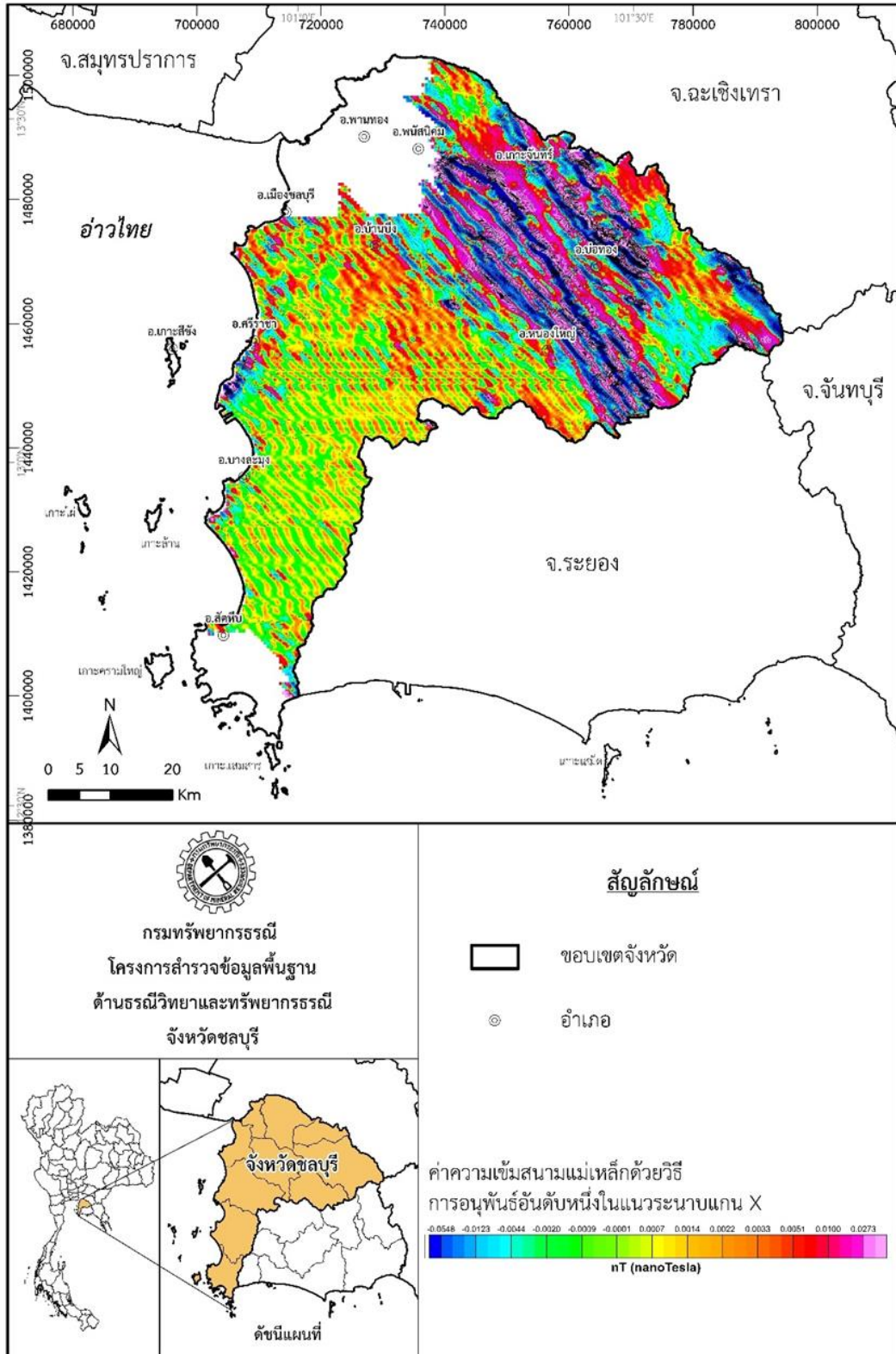
M1 มี 2 บริเวณที่มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กสูง ได้แก่ 1) บริเวณเขาสี่เสียด บ้านคลองโอง ตำบลวัดสุวรรณ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี พบหินโผล่ขนาดใหญ่ของไบโอไทต์แกรนิต ที่ให้ค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 17.312×10^{-3} SI ซึ่งค่อนข้างสูงสำหรับหินแกรนิต เนื่องจากประกอบด้วย แร่ควอตซ์ และแร่เฟลด์สปาร์เป็นหลัก หรือเป็นกลุ่มแร่ไดอะแมกเนติก (Diamagnetic minerals) เมื่อนำหินไปวิเคราะห์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบแสงโพลาไรซ์ผ่านแผ่นหินบางพบว่าหินประกอบด้วย แร่ทึบแสง (Opaque minerals) ซึ่งคาดว่าเป็นแร่แมกนีไทต์ (Magnetite) จึงทำให้มีสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กสูงกว่าปกติ (รูปที่ 3-14) และ 2) บริเวณทางเข้าบริษัทโรงโม่หินทวีทรัพย์อนันต์ มหานคร จำกัด บ้านหินดาด ตำบลหนองไผ่แก้ว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี พบหินโผล่บริเวณริมถนน เป็นหินแปรประเภทหินไนส์ที่มีการวางตัวของริ้วขนานอย่างชัดเจน แต่ไม่ได้พัฒนาเป็นแถบขาวสลับดำ (รูปที่ 3-15) มีการวางตัวของริ้วขนาน $335/65$ NE (335° คือ Azimuth ของ Strike ของริ้วขนาน, 65° คือมุมเอียงเทของริ้วขนานกับแนวระดับ และมีทิศทางของมุมเอียงเทในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ) มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 30.280×10^{-3} SI ซึ่งมีค่าสูงที่สุดในหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก M1 คาดว่าประกอบด้วย แร่แมกนีไทต์ในปริมาณสูง



รูปที่ 3-10 แผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กด้วยวิธีการวิเคราะห์สัญญาณ พร้อมกับการแปลความหมายหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก บริเวณจังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 3-1 แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของแต่ละหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก และผลการแปลความหมาย

หน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก	ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กจากวิธีการวิเคราะห์สัญญาณ (nT)	Magnetic Relief	ความยาวคลื่น	ความสมมาตรและรูปร่างของค่าความผิดปกติ	ผลการแปลความหมาย
M1	0.0321 – 0.1045	สูงมาก	ยาว	เป็นแนวยาว (Elongated) มีความต่อเนื่อง (Coherent)	มวลหินอัคนีหรือหินแปรที่สัมพันธ์กับแร่แม่เหล็กระดับลึกมาก ขนาดใหญ่มากและไม่ปรากฏให้เห็น สัมพันธ์กับแนวการวางตัวของรอยเลื่อนบริเวณอำเภอศรีราชา และกลุ่มรอยเลื่อนกลาง
M2	0.0050 – 0.0321	ปานกลางถึงสูง	ปานกลางถึงยาว	เป็นแนวยาว (Elongated) มีความต่อเนื่องบ้าง (Semi-coherent)	มวลหินอัคนีหรือหินแปรที่สัมพันธ์กับแร่แม่เหล็กระดับลึกขนาดใหญ่และไม่ปรากฏให้เห็น สัมพันธ์กับแนวการวางตัวของกลุ่มรอยเลื่อนกลาง
M3	0.0321 – 0.1045	สูงมาก	ปานกลางถึงยาว	เป็นก้อนกลม (Rounded) มีความต่อเนื่อง (Coherent)	มวลหินอัคนีหรือหินแปรที่สัมพันธ์กับแร่แม่เหล็กระดับลึกขนาดใหญ่และไม่ปรากฏให้เห็น สัมพันธ์กับแนวการวางตัวของกลุ่มรอยเลื่อนกลาง และรอยเลื่อนบริเวณฝั่งตะวันออกสุดของ อำเภอบ่อทอง
M4	0.0008 – 0.0321	ต่ำถึงสูง	สั้น	ไร้รูปทรง (Irregular) ไม่มีความต่อเนื่อง (Incoherent)	มวลหินที่ไม่สัมพันธ์กับแร่แม่เหล็ก และแสดงเป็นค่าภูมิหลัง



รูปที่ 3-11 แผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กด้วยวิธีการอนุพันธ์อันดับหนึ่งในแนวระนาบแกน X บริเวณจังหวัดชลบุรี

M2 มีจุดเก็บข้อมูลที่น่าสนใจ 2 บริเวณ ได้แก่ 1) บริเวณตีนเขาวัดนางนม บ้านเขานางนม ตำบลท่าบุญมี อำเภอกะจันทร์ จังหวัดชลบุรี พบหินโผล่ของหินฟิลโลไซต์ สีเทาเข้ม (รูปที่ 3-16) มีการวางตัวของริ้วขนาน 200/64 NW มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.041×10^{-3} SI และ 2)

บริเวณริมทางหลวงหมายเลข 344 บ้านห้วยมะระ ตำบลหนองเสือช้าง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี พบเป็นหน้าเหมืองขนาดใหญ่ ของหินซีสต์ สีเทาอ่อน (รูปที่ 3-17) มีการวางตัวของริ้วขนาน 157/77 SW มีค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.009×10^{-3} SI

M3 มีจุดเก็บข้อมูลที่น่าสนใจ 1 บริเวณ ได้แก่ บริเวณใกล้โรงเรียนบ้านคลองกุ่ม บ้านเขาชะอางค์ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี พบหินโผล่ของหินปูน สีเทาอ่อน มีเนื้อเม็ดแบบไข่ปลา (Oolitic Texture) (รูปที่ 3-18) ไม่พบการวางตัวของชั้นหิน มีค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.025×10^{-3} SI

M4 มีจุดเก็บข้อมูลที่น่าสนใจ 3 บริเวณ ได้แก่ 1) อยู่ใกล้ทางเข้าห้างหุ้นส่วนจำกัด เทพศิลาอุตสาหกรรม บริเวณตีนเขาน้อย บ้านวังตะโก ตำบลหนองช้างคอก อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี พบเป็นหินโผล่ของหินโปไอโทต์-มัสโคไวต์แกรนิต มีเนื้อดอกของแร่เฟลด์สปาร์ขนาดใหญ่ (รูปที่ 3-19) มีผนังหินเพกมาไทต์แทรกตัดในบางบริเวณ มีค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.058×10^{-3} SI 2) ตั้งอยู่ตรงข้ามโครงการป่าสิริเจริญวรรษอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ริมทางหลวงชนบท ขบ.1003 บ้านเขาชีจรรย์ ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี พบเป็นหินโผล่ของหินทรายแป้งสีเทา เนื้อหินเป็นจุดประ (Spotted texture) (รูปที่ 3-20) ของผลึกแร่สีเทาน้ำเงิน คาดว่าเกิดจากการแปรสภาพสัมผัสเล็กน้อย ไม่พบการวางตัวของชั้นหิน มีค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.199×10^{-3} SI และ 3) บริเวณเขาน้อยใกล้วัดบุญสัมพันธ์ บ้านเขาน้อย ตำบลหนองปรือ เมืองพัทยา อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี เป็นหินโผล่ของหินแกรนิตผุ เนื้อหยาบ พบแร่มัสโคไวต์เล็กน้อย พบสายแร่ควอตซ์ ความหนาประมาณ 1 เมตร แทรกตัดเข้ามาในหินแกรนิตอย่างชัดเจน (รูปที่ 3-21) โดยสายแร่มีการวางตัว 265/70 NNW หินแกรนิตผุมีค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.011×10^{-3} SI

โดยสรุป พบว่าหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก M1 มักสอดคล้องกับหินแปรที่มีริ้วขนานที่เป็นทั้งหินแปรเกรดสูง จำพวกหินไนส์ และหินแปรที่มีริ้วขนานชนิดอื่น ๆ เช่น หินฟิลไลต์ และหินซีสต์ และสอดคล้องกับหินแกรนิตที่วางตัวอยู่แนวเดียวกับกลุ่มรอยเลื่อนแกลง นอกจากนี้ พบว่าพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม โรงงาน สถานีไฟฟ้าแรงสูง (เช่น สถานีไฟฟ้าแรงสูงบ้านบึง) และเขตเมืองที่มีการอยู่อาศัยหนาแน่น (เช่น บริเวณเมืองพัทยาและเทศบาลนครแหลมฉบัง) จะทำให้เกิดค่าความผิดปกติที่มีลักษณะรูปร่างแบบก้อนกลมและเป็นจุดเล็ก ๆ ที่มีค่าความเข้มใกล้เคียงกับหน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก M1 อาจเป็นเพราะการใช้ประโยชน์จากกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ดังกล่าว ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กขึ้น ดังนั้นค่าความผิดปกติที่เกิดขึ้นจึงไม่ได้เกิดจากสภาพทางธรณีวิทยาซึ่งมีต้นกำเนิดอยู่ลึกกว่ามาก เช่น รอยเลื่อนขนาดใหญ่ แต่มาจากต้นกำเนิดที่อยู่ตื้นหรืออยู่บนผิวดินอันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ หน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก M2 พบว่ามีความสอดคล้องกับหินแปรที่มีริ้วขนาน พวกหินฟิลไลต์ และหินซีสต์ หน่วยความเข้มสนามแม่เหล็ก M3 พบว่ามีความสอดคล้องกับหินปูน และหน่วยหินความเข้มสนามแม่เหล็ก M4 ซึ่งเป็นค่าภูมิหลังที่มีอาณาบริเวณมากที่สุดของพื้นที่ พบว่ามีความสอดคล้องกับหินแกรนิตเนื้อดอกขนาดใหญ่ สายแร่ควอตซ์ และหินตะกอนเนื้อประสม (Clastic rock)

3.2.2 ข้อมูลความเข้มกัมมันตรังสี

ข้อมูลความเข้มกัมมันตรังสีจังหวัดชลบุรีที่ดำเนินการแปลความหมายในครั้งนี้ ได้มาจากการบินสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 9 อำเภอ จากทั้งสิ้น 11 อำเภอของจังหวัดชลบุรี ได้แก่ อำเภอพนัสนิคม อำเภอกะฉันทร์ อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบ่อทอง อำเภอบ้านบึง อำเภอ

เมืองชลบุรี อำเภอสรีราชา อำเภอบางละมุง และบางส่วนของพื้นที่อำเภอสัตหีบ ส่วนบริเวณอำเภอพานทอง และอำเภอเกาะสีชัง ไม่มีข้อมูลจากการบินสำรวจดังกล่าว

3.2.2.1 การประมวลผลข้อมูลความเข้มข้นมันตรังสี

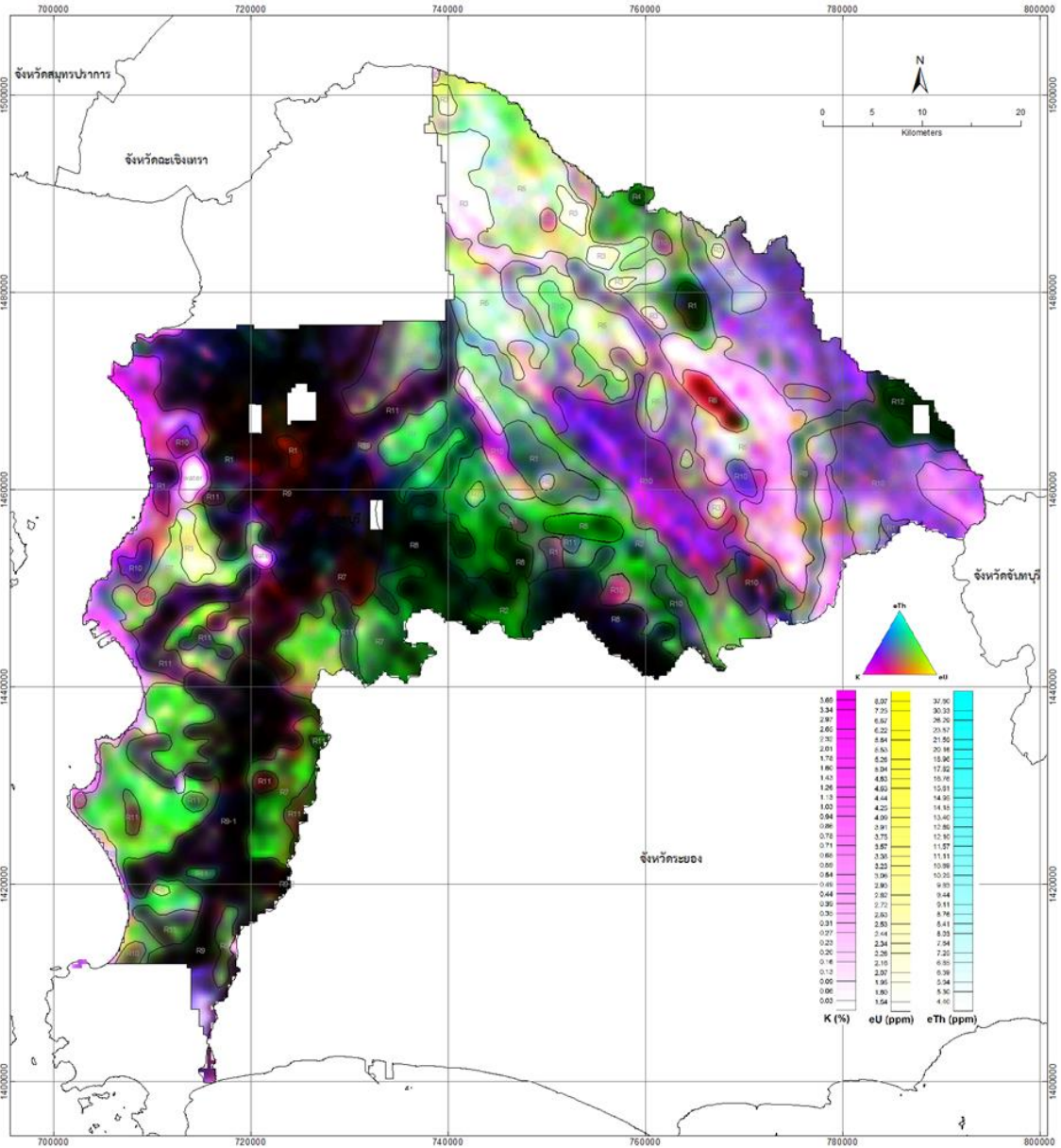
ข้อมูลที่ได้จากการบินสำรวจแสดงข้อมูลในรูปแบบเชิงตัวเลขของค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแนวจินสำรวจและค่าความเข้มข้นมันตรังสี และนำเข้าไปประมวลผลด้วยโปรแกรม Geosoft Oasis montaj® แสดงในรูปแบบแผนที่ความเข้มข้นมันตรังสีเทอร์นารี (Radioactivity Ternary Map) (รูปที่ 3-12) โดยดำเนินการกำหนดระบบสี CMY (Cyan-Magenta-Yellow) แสดงค่าสีตามปริมาณความเข้มข้น ซึ่งปริมาณความเข้มข้นต่ำจะปรากฏสีอ่อน ส่วนค่าปริมาณความเข้มข้นที่สูงขึ้น รูปแบบสีที่ปรากฏในแผนที่จะมีสีเข้มขึ้นตามไปด้วย และในแผนที่เทอร์นารีกำหนดให้สีฟ้า (Cyan) แสดงถึงปริมาณความเข้มข้นของธาตุทอเรียม (Thorium) สีม่วงแดง (Magenta) แสดงถึงค่าความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียม (Potassium) และสีเหลือง (Yellow) แสดงถึงปริมาณความเข้มข้นของธาตุยูเรเนียม (Uranium)

3.2.2.2 การแปลความหมายความเข้มข้นมันตรังสี

การแปลความหมายข้อมูลความเข้มข้นมันตรังสีพื้นที่จังหวัดชลบุรี ได้จำแนกเป็นหน่วยหินชนิดต่าง ๆ ตามค่าของความเข้มข้นมันตรังสีจากการประมวลผลดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งมีขั้นตอนการแปลความหมายด้วยข้อมูลที่นำมาสนับสนุนเพื่อความถูกต้องและเป็นตัวแทนหน่วยหินในพื้นที่ศึกษาดังนี้

3.2.2.3 การกำหนดขอบเขตและการแบ่งหน่วยความเข้มข้นมันตรังสี

การกำหนดขอบเขต (Polygon) อาศัยแผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีเป็นหลัก ซึ่งใช้ข้อมูลจากการผสมสีด้วยโปรแกรมประมวลผลที่แสดงในแผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ ได้แก่แผนที่ความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียม ยูเรเนียม ทอเรียม กัมมันตรังสีรวม อัตราส่วนระหว่างธาตุกัมมันตรังสี แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) แผนที่แสดงเส้นชั้นความสูง (Contour Map) แผนที่จำลองระดับความสูงภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model; DEM) แผนที่แสดงทางน้ำ และแผนที่ธรณีวิทยา (Geological Map) มาตรฐาน 1:250,000 และ 1:50,000 โดยผลการแปลความหมายกำหนดให้ขอบเขตที่แสดงในแผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีสีเดียวกันอยู่เป็นหน่วยหินชนิดเดียวกัน เนื่องจากสีที่ปรากฏนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณของธาตุที่สะสมตัวอยู่ในองค์ประกอบทางเคมีของแร่ประกอบหิน แต่อย่างไรก็ตามในบางบริเวณหินมีระดับการฟุ้งที่ไม่เท่ากันมีความหนาของชั้นดินปกคลุมค่อนข้างมาก ทำให้สีที่ปรากฏในแผนที่กัมมันตรังสีอาจแสดงสีที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงได้นำหลักการแบ่งกลุ่มตามข้อมูลสถิติ (Statistic) โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย (Mean) หรือค่าของผลรวมทั้งหมดของข้อมูลหารด้วยจำนวนของข้อมูลทั้งหมด เข้ามาช่วยในการแบ่งขอบเขตหน่วยหินอีกทางหนึ่ง



รูปที่ 3-12 ผลการแปลความหมายขอบเขตหน่วยหิน (R) จากผลการแปลความหมายความเข้มข้นแร่ธาตุรังสี
 ชั้นทับบนแผนที่สี่ผสมเทอร์นารี (Ternary map)

3.2.2.4 ผลการแปลความหมายความเข้มข้นแร่ธาตุรังสี

การแปลความหมายจากผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศค่ากัมมันตรังสีพื้นที่จังหวัด
 ชลบุรีพบว่าปริมาณความเข้มข้นของค่ากัมมันตรังสีที่แสดงค่าสูงส่วนใหญ่จะเป็นหน่วยหินอัคนีบาดาลและหิน
 อัคนีสีจางรองรับ และบริเวณที่มีค่าปานกลางถึงต่ำจะอยู่ในขอบเขตหน่วยหินตะกอน ตะกอนชายหาด
 และตะกอนพัดพาจากทางน้ำ สำหรับบริเวณที่แสดงค่าต่ำที่สุดเป็นขอบเขตแหล่งน้ำ เช่น เขื่อน และอ่าง
 เก็บน้ำ เป็นต้น จากผลการศึกษาภาคสนามเพื่อตรวจสอบชนิดหินและลักษณะทางธรณีวิทยาจากการแปล
 ความหมายได้กำหนดขอบเขตหน่วยหินเปรียบเสมือนขอบเขตลักษณะธรณีวิทยา (Pseudo-geological
 units) ที่ได้จากข้อมูลค่าความเข้มข้นแร่ธาตุรังสี ซึ่งการศึกษาภาคสนามดำเนินการสำรวจตามจุดเก็บข้อมูล
 ที่กำหนดในแผนที่ชนิดต่าง ๆ โดยศึกษาลักษณะทางกายภาพ เก็บข้อมูลค่าปริมาณความเข้มข้นแร่ธาตุรังสี
 (Radiometric Concentration) ค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็ก ค่าความแข็งของหิน (Rock Strength)

และเก็บตัวอย่างหินเพื่อนำไปส่งวิเคราะห์ชั้นรายละเอียดในห้องปฏิบัติการ สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ประมวลผลและจำแนกหน่วยหินให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งได้ผลการศึกษาดังนี้

ผลการแปลความหมายสามารถจำแนกหน่วยหินในพื้นที่จังหวัดชลบุรีได้คือ R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7 R8 R9 R9-1 R9-2 R10 R11 และ R12 (รูปที่ 3-12 ถึง รูปที่ 3-13) ผลการแปลความหมายและการสำรวจภาคสนามอธิบายได้ดังนี้

R1 แผนที่ถูกมันตรังสีเทอร์นารีที่ปรากฏเป็นสีเขียวแกมม่วง เขียวแกมดำ ดำแดง และดำ-ม่วงเข้ม มีค่าความเข้มข้นมันตรังสีธาตุโพแทสเซียมเฉลี่ย 0.8 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ย 3.6 ppm ทอเรียมมีค่าเฉลี่ย 11.5 ppm ผลการสำรวจภาคสนามพบว่าเป็นหินอัคนี ส่วนใหญ่อยู่ในยุคไทรแอสซิก (Triassic; Tr) เป็นหินชนิดไบโอไทต์แกรนิต (Biotite Granite) บางแห่งมีลักษณะการเรียงตัวของผลึกแร่เล็กน้อย บางแห่งพบลักษณะเนื้อดอกและเนื้อดอกขนาดใหญ่ (Porphyritic and Megacrystic Texture) บางบริเวณของหน่วยหินพบแร่ฮอร์นเบลนด์ (Hornblende) ในหินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์แกรนิต (รูปที่ 3-14) บางที่พบแร่การ์เนต (Garnet) สีม่วงแดงฝังประอยู่เนื้อหิน ซึ่งทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดชลบุรี มีลักษณะวางตัวเป็นแนวยาวตั้งแต่อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอสัตหีบ อำเภอบางละมุง ถึงอำเภอสัตหีบ

R2 แผนที่ถูกมันตรังสีเทอร์นารีที่ปรากฏเป็นสีเขียวอ่อน เขียวเข้ม และเขียวอมม่วง มีค่าความเข้มข้นมันตรังสีธาตุโพแทสเซียมเฉลี่ย 1.1 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ย 5.8 ppm ทอเรียมมีค่าเฉลี่ย 22.8 ppm ผลการสำรวจภาคสนามพบว่าส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบระหว่างภูเขา เนินลอนลาด และที่ลาดเชิงเขา ซึ่งขอบเขตหน่วย R2 วางตัวตามแนวเทือกเขา บริเวณอำเภอหนองใหญ่ และอำเภอบ้านบึง โดยขอบเขตของหน่วยหิน R2 นี้ค่อนข้างพบหินโผล่ได้ยาก เนื่องด้วยส่วนใหญ่เป็นตะกอนกรวดทรายที่ไม่แข็งตัว จากแผนที่การประมวลผลได้แปลความหมายเป็นตะกอนพวกกรวดทรายหรือตะกอนที่พัดพาจากทางน้ำและตะกอนเชิงเขา

R3 แผนที่ถูกมันตรังสีเทอร์นารีแสดงเป็นสีเขียวอ่อน เขียวแกมส้ม และเขียวอมเหลือง มีค่าโพแทสเซียมเฉลี่ย 0.2 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ย 2.0 ppm และทอเรียมมีค่าเฉลี่ย 5.4 ppm ผลสำรวจในภาคสนามพบว่าเป็นหินตะกอนชนิดหินปูน (Limestone) อายุเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก (Permian-Triassic; P-Tr) จุดที่พบหินโผล่สำคัญคือ บริเวณตอนเหนือของเหมืองบริษัทหินคม-เขาแหลม จำกัด บ้านคลองใหญ่ ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรีซึ่งเป็นจุดเก็บข้อมูลที่ 43 พบเป็นหินปูนสีเทา-เทาจาง ที่มีการแทรกสลับของชั้นหินโคลนบาง ๆ (Argillaceous Limestone) เนื้อบางส่วนมีการตกผลึกใหม่ (Recrystallization) มีสายแร่แคลไซต์ในเนื้อหินค่อนข้างมาก (รูปที่ 3-22) พบกระจายตัวบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดชลบุรี บางบริเวณหน่วยหินปูนสามารถสังเกตได้ง่ายจากลักษณะภูมิประเทศแบบคาสต์ (Karst) รวมถึงบางแห่งขอบเขตหน่วย “R3” ที่ปรากฏเป็นพื้นที่ราบจะเป็นตะกอนที่ไม่แข็งตัวที่สะสมตามทางน้ำและตะกอนปิดทับตามพื้นที่เนินเขา

R4 แผนที่ถูกมันตรังสีเทอร์นารีแสดงเป็นสีเขียวเข้ม โพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ย 0.9 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ย 7.0 ppm ทอเรียมมีค่าเฉลี่ย 29.2 ppm พบว่ามีขอบเขตหน่วยหินอยู่บริเวณอำเภอเกาะจันทร์ ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือรอยต่อพื้นที่จังหวัดชลบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา มีจำนวนเพียง 1 ขอบเขตหน่วยหิน สันนิษฐานว่าน่าจะเป็นหน่วยหินพวกหินแกรนิต หินไนส์ หินตะกอน หรือหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ ที่โผล่ปรากฏเป็นบริเวณแคบและอาจจะถูกปกคลุมด้วยชั้นตะกอนชั้นบางที่ยังไม่โผล่ปรากฏ

R5 แผนที่ถูกมันตรังสีเทอร์นารีแสดงเป็นสีเขียวอ่อน ชมพู-เขียว และสีชมพู-เหลืองอ่อน โพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ย 0.3 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ย 2.4 ppm ทอเรียมมีค่าเฉลี่ย 7.4 ppm ผลการสำรวจ

ภาคสนาม พบว่าส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว (Unconsolidated Sediment) ยุคควอเทอร์นารี (Quaternary; Q) พบกระจายตัวทั่วไปในจังหวัดชลบุรี จุดที่พบสำคัญคือบ่อดินจุดเก็บข้อมูลที่ 35 บริเวณบ้านแปลงกระถิน ตำบลหัวถนน อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี เป็นเหมือนชุดเปิดหน้าดินลึกลงไปมากกว่า 20 เมตร พบเห็นชั้นตะกอนที่มีกรวด ทราย ลักษณะกลมมนหลายขนาด สะสมตัวเป็นชั้นชัดเจน (รูปที่ 3-23) ซึ่งในบ่อดินดังกล่าวยังพบเศษซากดึกดำบรรพ์ไม้กลายเป็นหิน (Petrified Wood)

R6 แผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีแสดงเป็นค่าผิดปกติ (Anomaly) สีชมพู-แดง และสีชมพู-ม่วง โพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ย 0.7 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ย 3.2 ppm ทอเรียมมีเฉลี่ย 7.5 ppm จากการสำรวจภาคสนามบางบริเวณไม่พบหินโผล่ปรากฏเนื่องจากขอบเขต R6 ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ราบมีตะกอนปกคลุมปิดทับ จึงคาดว่าน่าจะพบหินที่อยู่ลึกลงไปใต้ผิวดิน จากผลการแปลความหมายบริเวณดังกล่าวนี้ สันนิษฐานว่าน่าจะเป็นหน่วยหินแปร หินอัคนีชนิดหินแกรนิต หรือเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพหินค่อนข้างมาก (Alteration zone) และอาจทำให้เกิดการผุพังง่ายไม่คงสภาพเป็นหินสดีโผล่ปรากฏ ซึ่งอาจจะมีข้อบ่งชี้สำคัญถึงการเป็นแหล่งแร่ที่มีความเข้มข้นกัมมันตรังสีที่แสดงค่าผิดปกติในบริเวณดังกล่าว เช่น บริเวณที่โผล่ปรากฏของพ่น้ำแร่ควอตซ์บริเวณทางขึ้นเนินเขาวัดพรประภาณิมิต เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี (รูปที่ 3-24)

R7 แผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีที่แสดงขอบเขตเป็นสี ม่วง ม่วงแกมแดง และม่วง-ชมพู มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นกัมมันตรังสีธาตุโพแทสเซียมเฉลี่ย 0.3 % ยูเรเนียมเฉลี่ย 3.1 ppm และทอเรียมเฉลี่ย 9.0 ppm มีขอบเขตครอบคลุมพื้นที่บริเวณเทือกเขาเขียวและด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ จากผลการศึกษาภาคสนามพบว่าเป็นหินพวกหินแปร ชนิดหินชีสต์ หินควอร์ตไซต์ หรือพ่น้ำแร่ควอตซ์ พิกัด: 722651E 1448926N 47N (รูปที่ 3-25) เนื้อสีน้ำตาล-เทา-ขาว พบแนวรอยแตกและแนวรอยเลื่อนตัดผ่าน บางบริเวณพบมีสายแร่ควอตซ์ขนาดเล็กจนถึงมีลักษณะเป็นพ่น้ำ (Dyke) หินโผล่เป็นมีลักษณะวางตัวเป็นแนวยาว ซึ่งผลการแปลความหมายสันนิษฐานว่าขอบเขตหน่วยหิน R7 น่าจะเกิดการแทรกดันของหินแกรนิต ด้านล่างหินท้องที่ (Country rocks) แล้วมีเกิดมีสายแร่ที่ร้อนที่มีองค์ประกอบของซิลิกาสูงแทรกไปตามแนวรอยแตกและกลายเป็นสายแร่ตามแนวรอยแตกหรือรอยแยกของหินท้องที่ และหินท้องที่บางส่วนเกิดการแปรสภาพเป็นหินแปรตามบริเวณสัมผัสกับหินแกรนิตที่แทรกดันตัว

R8 แผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีที่แสดงขอบเขตเป็นสีเขียว เขียวเข้ม เขียวแกมดำ และเขียวแกมม่วง มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นกัมมันตรังสีธาตุโพแทสเซียมเฉลี่ย 1.6 % ยูเรเนียมเฉลี่ย 7.8 ppm และทอเรียมเฉลี่ย 35.7 ppm ปรากฏบริเวณด้านทิศตะวันออกขอบเขตรอยต่อระหว่างจังหวัดระยอง แปลความหมายว่าเป็นหินอัคนีชนิดหินแกรนิต หรือตะกอนที่ผุพังจากหินแกรนิต บางบริเวณอาจเป็นหินแปรของหินท้องที่ที่เกิดขึ้นในแนวสัมผัสของหินอัคนีแทรกซอน เช่น บริเวณจุดเก็บข้อมูลที่ 66 บริเวณสำนักสงฆ์ศรีรัตนาราม เขานกตะกรุม บ้านมาบลำบิต ตำบลคลองกิว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี พบหินโผล่ของหินมีสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิต มีแร่เฟลด์สปาร์แรดอกขนาด 1-10 ซม. มีเนื้อพื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่เฟลด์สปาร์ ควอตซ์ ไบโอไทต์ และมีสโคไวต์ พบแร่ดำประมาณร้อยละ 10-20 บางบริเวณพบกลุ่มผลึกแร่ทัวร์มาลีนขนาดผลึกเฉลี่ย 0.5-1.0 ซม. (รูปที่ 3-26)

R9 แผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีที่แสดงขอบเขตเป็นสีม่วง ม่วงแดง และม่วงเข้ม มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นกัมมันตรังสีธาตุโพแทสเซียมเฉลี่ย 2.6 % ยูเรเนียมเฉลี่ย 5.8 ppm และทอเรียมเฉลี่ย 17.2 ppm ขอบเขตหน่วยหิน "R9" ปรากฏครอบคลุมเป็นบริเวณกว้างค่อนข้างไปทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัดตามแนวเทือกเขาเขียววางตัวระหว่างอำเภอบ้านบึง และอำเภอศรีราชาตามทิศทางเทือกเขาเกือบเหนือ-ใต้ แปลความหมายเป็นหินแกรนิต เช่น บริเวณจุดเก็บข้อมูลที่ 71 พบหินโผล่ของหินไบโอไทต์

แกรนิต มีแร่ดอกของแร่เฟลด์สปาร์ขนาดใหญ่ มีเนื้อพื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่เฟลด์สปาร์ ควอตซ์ และไบโอไทต์ พบแร่ดำประมาณร้อยละ 20-25 (รูปที่ 3-27) ส่วน “R9” ที่ปรากฏด้านทิศตะวันออกของจังหวัดชลบุรีระหว่างรอยต่อจังหวัดฉะเชิงเทรา พบลักษณะขอบเขตเป็นบริเวณแคบและขนานไปกับทางน้ำ ซึ่งสันนิษฐานว่าน่าจะเป็นตะกอนที่พัดพามาจากต้นกำเนิดที่เป็นหินแกรนิต

R9-1 แผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีที่แสดงขอบเขตเป็นสีม่วง ม่วงแดง และม่วงเข้ม มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นกัมมันตรังสีธาตุโพแทสเซียมเฉลี่ย 4.0 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ย 7.4 ppm และทอเรียมมีค่าเฉลี่ย 27.9 ppm ขอบเขตหน่วยหิน “R9-1” ครอบคลุมพื้นที่ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดบริเวณอำเภอบางละมุง อำเภอสัตหีบ และบางส่วนของอำเภอบ้านฉาง จังหวัดระยอง ลักษณะขอบเขตวางตัวในทิศทางเกือบเหนือ-ใต้ ซึ่งแปลความหมายว่าเป็นหน่วยหินแกรนิต โดยปริมาณค่าความเข้มข้นกัมมันตรังสีทั้งสามธาตุมีค่าแตกต่างจากหน่วยหิน “R9” ค่อนข้างชัดเจนจากการผสมสีด้วยแผนที่เทอร์นารีและสันนิษฐานว่า ผลการศึกษาภาคสนามพบว่า หน่วย “R9-1” เป็นหน่วยหินแกรนิตเนื้อดอก ชนิดไบโอไทต์แกรนิต มีแร่เฟลด์สปาร์เนื้อดอก ลักษณะเนื้อพื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ เช่น จุดเก็บข้อมูลที่ 78 บริเวณถนนตัดผ่านเนินเขากำแพง บ้านซากแก้ว ตำบลห้วยใหญ่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี พบหินโผล่ของหินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก มีแร่เฟลด์สปาร์แร่ดอกขนาด 1-5 ซม. เนื้อพื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่เฟลด์สปาร์ แร่ควอตซ์ และแร่ไบโอไทต์ มีแร่ดำประมาณร้อยละ 10 (รูปที่ 3-28) และบริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอสัตหีบที่ครอบคลุมพื้นที่ทางตอนใต้ของหน่วยหิน “R9-1” ผลการศึกษาภาคสนามพบว่า เป็นหินตะกอนพวกหินทรายแป้งและหินปูนที่เกิดการแปรสภาพเล็กน้อย สันนิษฐานว่าน่าจะเป็นแนวสัมผัสของหน่วยหินตะกอนกับหินแกรนิต

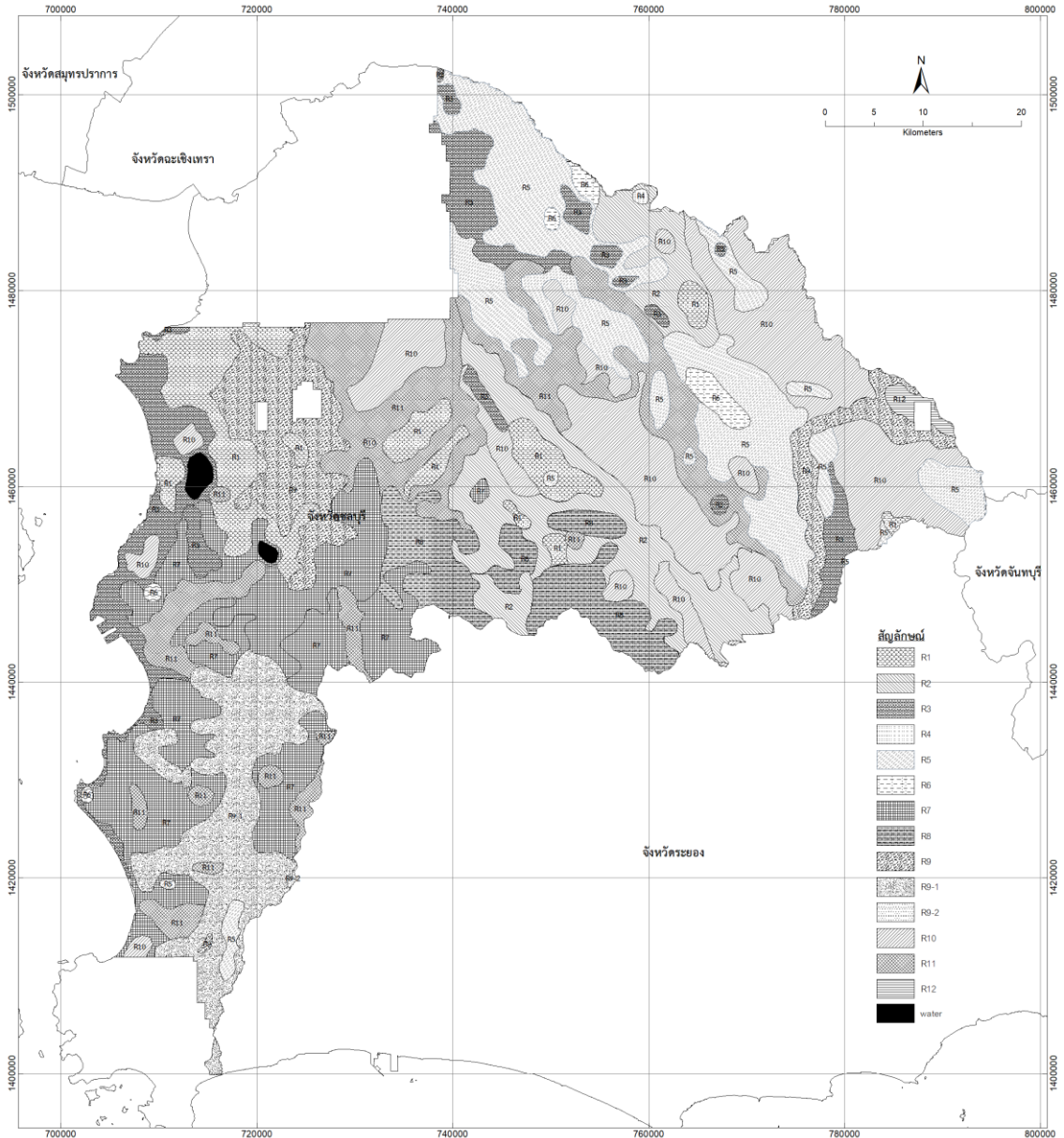
R9-2 แผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีที่แสดงขอบเขตเป็นสีม่วง และม่วงเข้ม มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นกัมมันตรังสีธาตุโพแทสเซียมเฉลี่ย 4.1 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ย 8.5 ppm และทอเรียมมีค่าเฉลี่ย 22.4 ppm ขอบเขตหน่วยหิน “R9-2” พบปรากฏบริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นแนวรอยต่อขอบเขตหน่วยหิน “R9” ตั้งแต่อำเภอบางละมุงต่อเนื่องกับอำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ซึ่งแปลความหมายว่าเป็นหินแกรนิตที่ขอบเขตต่อเนื่องจากหน่วยหิน “R9” ไปในเขตจังหวัดระยอง

R10 แผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีที่แสดงขอบเขตเป็นสีม่วง-ชมพู เขียวแกมม่วง เขียวแกมเหลือง และม่วง-แดง มีค่าโพแทสเซียมมีค่าเฉลี่ย 0.9 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ย 3.1 ppm ทอเรียมมีค่าเฉลี่ย 10.0 ppm ผลการสำรวจภาคสนามพบว่า เป็นหินแปรเกรดสูง ชนิดไมกาชีสต์ (Mica Schist) จุดที่พบหินโผล่สำคัญคือ จุดเก็บข้อมูลที่ 34 บริเวณน้ำตกเขาเจ้าบ่อทองตำบลธาตุทอง อำเภอหนองใหญ่ และนอกจากนี้ยังพบหินไนส์ (Gneiss) ที่มีลักษณะแบ่งแถบสีของแร่ขาวและดำชัดเจน (Banded Gneiss) มีค่าโพแทสเซียมประมาณ 4.0 % ยูเรเนียมประมาณ 7.0 ppm ทอเรียมประมาณ 15 ppm และค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.4×10^{-3} SI (รูปที่ 3-30) ซึ่งแนวเทือกเขาเจ้า-เขาหนองผักหนาม-เขาอ่างแก้ว วางตัวในทิศทางตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ที่แบ่งกั้นระหว่างเขตอำเภอหนองใหญ่กับอำเภอบ่อทอง และหน่วย R10 บางบริเวณปรากฏพบเป็นหินทรายกึ่งแปรสภาพ (Meta-Sandstone) ในบริเวณขอบเขตด้านตะวันออกของจังหวัดชลบุรีติดต่อกับจังหวัดฉะเชิงเทรา จุดที่พบหินโผล่สำคัญ คือ จุดเก็บข้อมูลที่ 39 (พิกัด: 774274E 1479351N 47N) ใกล้ทางหลวงชนบท ชบ. 4084 บริเวณบ้านอ่างกระพงค์ ตำบลเกษตรสุวรรณ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรีซึ่งมีค่าโพแทสเซียมประมาณ 1.2 % ยูเรเนียมประมาณ 2.2 ppm ทอเรียมประมาณ 8 ppm และค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.4×10^{-3} SI รวมถึงจุดเก็บข้อมูลที่ 48 ใกล้วัดสันติภักดิ์ บริเวณตำบลเหมือง อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี พบเป็นหินชนิดควอตซ์ไมกาชีสต์ (พิกัด: 712813E 1464600N 47N) มีค่าโพแทสเซียมประมาณ 4.0 % ยูเรเนียม

ประมาณ 4.0 ppm ทอเรียมประมาณ 11 ppm และค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.4×10^{-3} SI และบางบริเวณตอนกลางของจังหวัดชลบุรี

R11 แผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีแสดงเป็นสีม่วง ม่วงแกมเขียว ม่วงชมพู และม่วงเข้ม มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นกัมมันตรังสีธาตุโพแทสเซียมเฉลี่ย 1 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4 ppm และทอเรียมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 14 ppm จากขอบเขตหน่วย R11 พบมีการกระจายตัวบริเวณด้านทิศตะวันออกและตอนกลางของจังหวัดชลบุรี บริเวณตอนกลางพื้นที่พบลักษณะขอบเขตมีการวางตัวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และขนานไปกับแนวเทือกเขาบริเวณอำเภอหนองใหญ่ที่เป็นเทือกเขาหินแปรพวกหินไนส์ บริเวณขอบเขต R11 ที่ปรากฏทางด้านทิศตะวันออกส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบเนินลอนลาด ซึ่งสันนิษฐานว่าจะเป็นน้ำจะเป็นหินตะกอน หินแปร หรือหินแกรนิตที่รองรับตะกอนปิดทับด้านบนอยู่ในระดับตื้น หรือเป็นตะกอนที่ผุพังมาจากหินต้นกำเนิดในบริเวณใกล้เคียงสะสมตัว

R12 แผนที่กัมมันตรังสีเทอร์นารีแสดงเป็นสีม่วง ม่วงแกมเขียว และม่วงเข้ม มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นกัมมันตรังสีธาตุโพแทสเซียมเฉลี่ย 1.5 % ยูเรเนียมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 10.4 ppm และทอเรียมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 45 ppm พบว่าปรากฏในบริเวณรอยต่อด้านทิศตะวันออกของจังหวัดชลบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา จุดที่พบหินโผล่สำคัญคือบริเวณเทือกเขาใหญ่-เขาอ่างฤๅไน ด้านในของน้ำตกอ่างผักหนาม ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ด้านตะวันออกสุดของอำเภอบ่อทองติดกับจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งพบว่าเป็นหินอัคนีชนิดหินไดออไรต์ หินแกรนิตไดออไรต์ หินแกรนิต หรืออาจจะเป็นหินตะกอนที่เกิดการแปรสภาพ (รูปที่ 3-31)



รูปที่ 3-13 ผลการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศจากค่าความเข้มกัมมันตรังสี แสดงขอบเขตหน่วยหิน พื้นที่จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 3-2 สรุปผลการแปลความหมายข้อมูลความเข้มกัมมันตรังสีพื้นที่จังหวัดชลบุรี

หน่วยความเข้มกัมมันตรังสี (R)	ชนิดหินจากผลการแปลความหมายความเข้มกัมมันตรังสี
R1	หินโปไอโทต์แกรนิต (Porphyritic Biotite Granite) เนื่อดอก และบางบริเวณพบมีเนื้อดอกขนาดใหญ่ (Mega-phenocryst)
R2	ตะกอนไม่แข็งตัว (Unconsolidated Sediment) ตะกอนที่สะสมตัวตามทางน้ำและตะกอนเชิงเขา
R3	หินตะกอน ชนิดหินปูน (Limestone) ตะกอนที่ไม่แข็งตัว (Unconsolidated Sediment) และตะกอนที่สะสมตัวตามทางน้ำ
R4	หินแกรนิต หินไนส์ หินตะกอน หรือหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ
R5	ตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว (Unconsolidated Sediment)
R6	หินแปร หินแกรนิต และหินที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพหินค่อนข้างมาก (Alteration zone) และพ่นังแร่ควอตซ์

หน่วยความเข้มข้นมันตรังสี (R)	ชนิดหินจากผลการแปลความหมายความเข้มข้นมันตรังสี
R7	หินแปรตามบริเวณสัมผัสกับหินแกรนิต หินชีสต์ หินควอร์ตไซต์ และพวงแร่ควอตซ์
R8	หินแกรนิต หรือตะกอนที่ผุพังจากหินแกรนิต บางบริเวณอาจเป็นหินแปรของหินท้องที่ที่เกิดขึ้นในแนวสัมผัสของหินอัคนีแทรกซอน
R9	หินแกรนิต และตะกอนที่สะสมตัวตามทางน้ำ
R9-1	หินแกรนิต และหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ
R9-2	หินแกรนิต
R10	หินไนส์ หินชีสต์ และหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ
R11	หินตะกอน หินแปร หินแกรนิต และตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว
R12	หินแอนดีไซต์ ไรโอไลต์ บะซอลต์ หินแปร และหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ

3.2.2.1 บริเวณที่มีความผิดปกติทางความเข้มข้นมันตรังสี

จากการประมวลผลและแปลความหมายข้อมูลความเข้มข้นมันตรังสี พบว่าบริเวณที่แสดงค่าผิดปกติประกอบด้วย ลักษณะแตกต่างกันหลากหลายคุณสมบัติ ซึ่งขึ้นกับสภาพธรณีวิทยาและลักษณะองค์ประกอบแร่ในบริเวณนั้น ๆ

บริเวณสะสมตัวของตะกอน เช่น ตะกอนตะกักลำน้ำ ตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว หรือตะกอนเชิงเขา ส่วนใหญ่พบมีค่าความเข้มข้นมันตรังสีธาตุยูเรเนียม 4-6 ppm ทอเรียม 20-30 ppm มีค่าอยู่ในช่วงระดับปานกลาง ส่วนค่าโพแทสเซียมมีค่าต่ำ 0.6-1 % ซึ่งสันนิษฐานว่าน่าจะมีการผุพังมาจากต้นกำเนิดหินที่มีอายุแก่พวกหินแกรนิต หินแปร หินตะกอน หรือหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ ที่สะสมตัวบริเวณทางน้ำในอดีต ที่พบลักษณะสะสมตัวเป็นชั้นหนาและทับถมแบบต่อเนื่องหลายชั้นของตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว (Unconsolidated sediments) ส่วนตะกอนที่สะสมตัวบริเวณทางน้ำปัจจุบัน (Alluvium deposits) จะพบว่ามีค่าความเข้มข้นมันตรังสีของธาตุโพแทสเซียมค่อนข้างสูง และมีค่ายูเรเนียม ทอเรียมในระดับปานกลาง แต่ยังมีพบบางบริเวณที่มีค่าทอเรียมค่อนข้างสูงเนื่องจากตะกอนที่พัดพามาไม่ไกลจากต้นกำเนิดโดยเฉพาะพัดพามาจากหน่วยหินแกรนิต

บริเวณผิดปกติที่เป็นหน่วยหินปูนจะแสดงค่าความเข้มข้นมันตรังสีต่ำทั้งสามธาตุ ซึ่งหน่วยหินปูนจะสอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศที่ไหล่ปรากฏเป็นลักษณะเทือกเขาสูงชันและมียอดปลายแหลมจากการชะละลายผุพังในแนวตั้ง

บริเวณผิดปกติที่เป็นหน่วยหินตะกอนและหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ พบว่ามีการแปรเปลี่ยนของค่าความเข้มข้นมันตรังสีทั้งสามธาตุค่อนข้างมาก ส่วนใหญ่จะแสดงค่าปานกลางถึงต่ำ แต่บริเวณที่พบการแปรเปลี่ยนสภาพเฉพาะแหล่งจากสารละลายน้ำแร่ร้อน (Hydrothermal alteration) จะพบมีค่าความเข้มข้นมันตรังสีธาตุยูเรเนียมและโพแทสเซียมค่อนข้างสูง

บริเวณผิดปกติของหน่วยหินแปรชนิดหินไนส์ จะแสดงค่าผิดปกติธาตุโพแทสเซียมค่อนข้างสูง 2-3 % ยูเรเนียม 4-6 ppm และทอเรียม 10-30 ppm แต่สำหรับหน่วยหินชีสต์จะแสดงค่าอยู่ในช่วงระดับปานกลาง (โพแทสเซียม 0.4-1 % ยูเรเนียม 1.5-3 ppm และทอเรียม 8-12 ppm)

บริเวณผิดปกติของหินแกรนิตพบว่ามีค่าความเข้มข้นมันตรังสีธาตุโพแทสเซียมมีค่าสูงมากกว่า 24 ppm โพแทสเซียมสูงกว่า 1.6 % และยูเรเนียมมากกว่า 6 ppm จากปริมาณค่าภูมิหลัง (Background) ทั้งพื้นที่ ซึ่งสัมพันธ์กับการปรากฏของหน่วยหินแกรนิตที่วางตัวในแนวเกือบเหนือใต้บริเวณตอนกลางค่อนข้างมาทางทิศตะวันตกของจังหวัด

จากการประมวลผลบริเวณผิดปกติข้างต้น สามารถจำแนกและกำหนดบริเวณที่มีค่าผิดปกติทางความเข้มข้นมันตรังสีเฉพาะแหล่ง (Local zone) ซึ่งอาจนำไปสู่บริเวณที่อาจจะเป็นพื้นที่ศักยภาพแร่ ได้ 4 บริเวณ มีรายละเอียดดังนี้

บริเวณผิดปกติ 1 ปรากฏในบริเวณพื้นที่ ตำบลคลองพลู อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี มีขอบเขตอยู่ในหน่วยหิน R10 และ R2 ด้านทิศใต้ของจังหวัด ซึ่งพบค่าผิดปกติของค่าโพแทสเซียม ทอเรียม และยูเรเนียมต่ำ ซึ่งจากแผนที่ธรณีวิทยาพบว่าขอบเขตผิดปกติดังกล่าวเป็นบริเวณสัมผัสของหินแกรนิตและหินตะกอน ผลการศึกษาภาคสนามมีค่าความเข้มข้นมันตรังสีโพแทสเซียมประมาณ 1% ยูเรเนียม 2.5 ppm และทอเรียม 7 ppm ลักษณะชนิดหินประกอบด้วย หินควอตซ์-ไมกาชีสต์ สายแร่ควอตซ์ และสายแร่ควอตซ์ขนาดเล็ก สันนิษฐานว่าบริเวณนี้อาจจะเป็นแนวที่เกิดการแปรเปลี่ยนสภาพหินจากหินแกรนิตแทรกดันเข้ามาในหินท้องที่ที่เป็นหินตะกอนและเกิดกระบวนการแปรสภาพหิน หรืออาจมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงจากสายแร่ร้อน ที่อาจจะเป็นแหล่งศักยภาพแร่ควอตซ์ ลักษณะเป็นสาย หรือผนังแร่แทรกตามแนวรอยแตกของหินท้องที่

บริเวณผิดปกติ 2 อยู่ในบริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอำเภอบ่อทอง ซึ่งอยู่ในขอบเขตหน่วยหิน R10 และ R11 โดยมีค่าผิดปกติของความเข้มข้นมันตรังสีรวม (Total count) และทอเรียม จากแผนที่ธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิตสัมผัสกับหินตะกอน และแหล่งสะสมตะกอนเชิงเขาทำให้บริเวณนี้อาจมีศักยภาพของแร่หนัก ธาตุหายาก และบริเวณใกล้แนวสัมผัสหินแกรนิตอาจมีศักยภาพแร่ที่เกิดแบบสายแร่ร้อน

บริเวณผิดปกติ 3 อยู่บริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอบ่อทอง พบว่าอยู่ในขอบเขตหน่วยหิน R1 จากแผนที่ธรณีวิทยาเป็นบริเวณหน่วยหินแกรนิตและตะกอนปิดทับด้านบน ซึ่งบริเวณดังกล่าวพบความผิดปกติค่ากัมมันตรังสีรวม โพแทสเซียม และทอเรียม ที่มีปริมาณความเข้มข้นข้างสูง สันนิษฐานว่าบริเวณดังกล่าวอาจจะมีการผูกอยู่กับที่ของหินแกรนิตและอาจเป็นบริเวณสะสมตัวของแร่หนักและธาตุหายาก

บริเวณผิดปกติ 4 อยู่บริเวณใกล้กับที่ตั้งอำเภอบ่อทอง ลักษณะขอบเขตพื้นที่ผิดปกติวางตัวแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ พบว่ามีความผิดปกติของค่ากัมมันตรังสีรวม โพแทสเซียม และยูเรเนียม ค่อนข้างสูง สันนิษฐานว่าบริเวณนี้อาจมีการแปรสภาพของหินที่ให้แร่เฟลด์สปาร์ แร่ดินขาว หรือเป็นพื้นที่ศักยภาพแร่ที่เกิดแบบสายแร่ร้อนที่อาจจะพบแร่ทองคำ



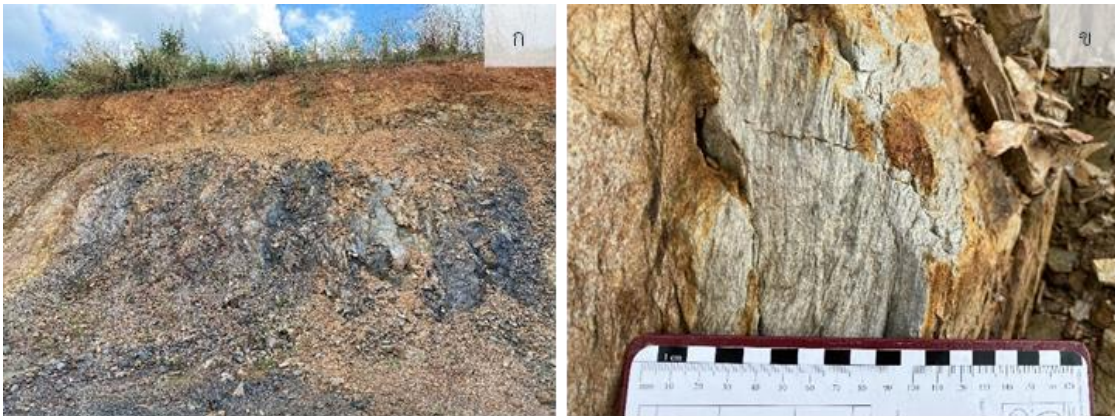
รูปที่ 3-14 (ก) หินโผล่บริเวณ พิกัด: 765153E 1476818N 47N ใกล้เนินเขาสี่เสียด บ้านคลองโอง ตำบลวัดสุวรรณ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออก (ข) ตัวอย่างหินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์แกรนิต เนื้อผลึกสม่ำเสมอขนาดปานกลางถึงหยาบ ผลึกมีขนาด 2-5 มม. ประกอบด้วย เฟลด์สปาร์ ควอตซ์ไบโอไทต์ และฮอร์นเบลนด์ แร่ดำพบมีปริมาณร้อยละ 10-15 ของเนื้อหิน มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 17.312×10^{-3} SI และค่า $K=4.5$ % $U=25.3$ ppm และ $Th=82.9$ ppm (ค) ศิลาวรรณนาของหินภายใต้ Plane-polarized light พบผลึกแร่ทึบแสงที่มีรูปผลึกแบบไอโซเมตริก เป็นแร่แมกนีไทต์ (ง) ลักษณะศิลาวรรณนาของหินภายใต้ Cross-polarized light พบผลึกแร่ควอตซ์ แร่แพลจิโอเคลส และแร่ไบโอไทต์ (สีชมพูส้ม)



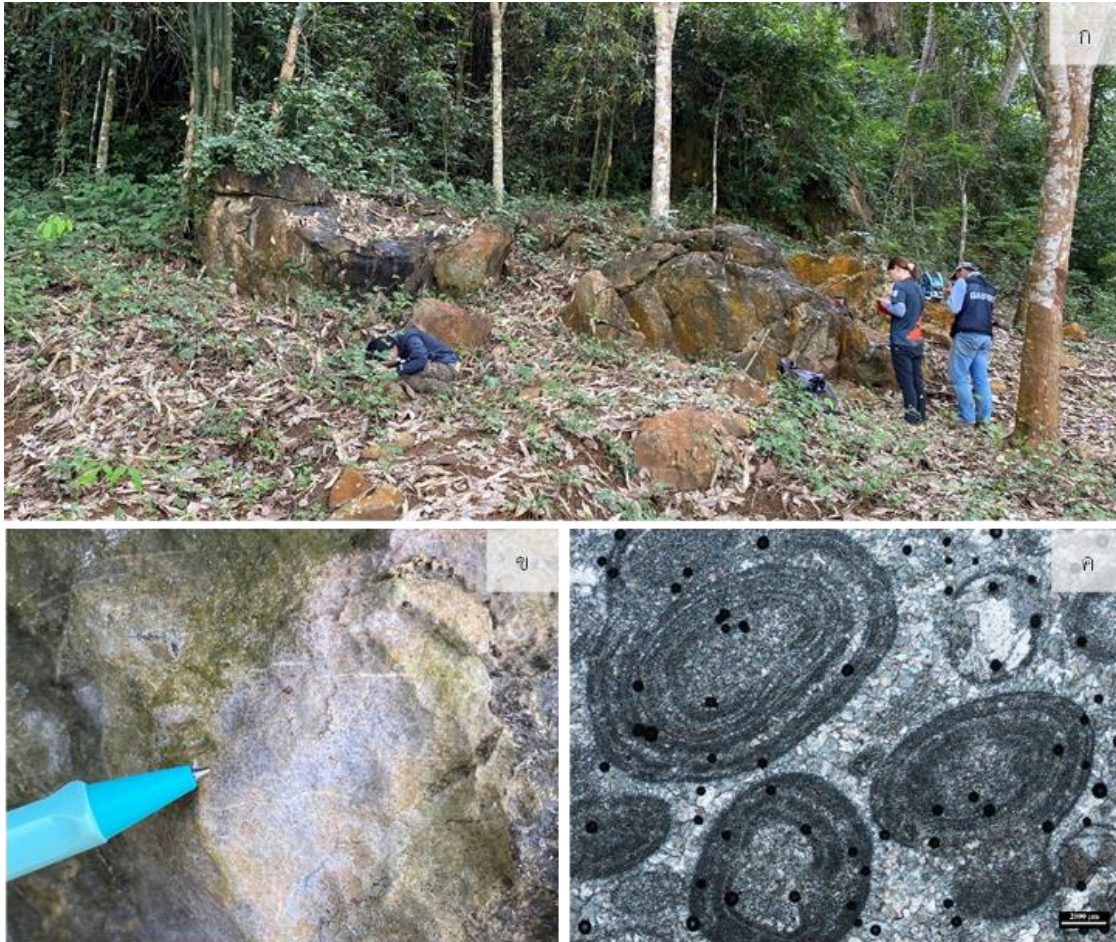
รูปที่ 3-15 (ก) หินโผล่บริเวณ พิกัด: 745828E 1463461N 47N บริเวณทางเข้าบริษัทโรงโม่หินทวีทรัพย์ อนันต์ มหานคร จำกัด บ้านหินคาด ตำบลหนองไผ่แก้ว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศเหนือ (ข) การวางริ้วขนานในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ในหินไนส์ มีค่าสภาพรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 30.280×10^{-3} SI และมีค่า $K=3.7$ % $U=4.7$ ppm และ $Th=16.9$ ppm



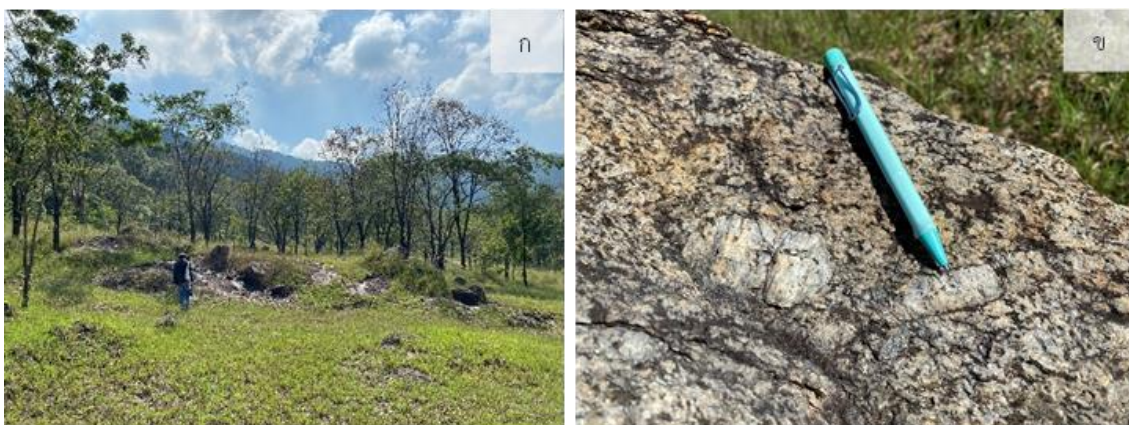
รูปที่ 3-16 (ก) หินโคลนบริเวณ พิกัด: 753521E 1480173N 47N ทางเข้าวัดเขานางนม บ้านเขานางนม ตำบลท่าบุญมี อำเภอเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี มุมมองรูปไปทางทิศเหนือ (ข) ตัวอย่างหินฟิลไลต์มีสภาพผุพังสูง พบแนวร้าวขนานที่แสดงการเรียงตัวของแร่ไมกาภายในแนวตะวันตกเฉียงเหนือตะวันออกเฉียงใต้ (300°) มีค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.041×10^{-3} SI และมี $K=1.4\%$ $U=4.3$ ppm และ $Th=12.1$ ppm



รูปที่ 3-17 (ก) บริเวณ พิกัด: 750362E 1455527N 47N ริมทางหลวงหมายเลข 344 บ้านห้วยมะระ ตำบลหนองเสือช้าง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออก (ข) ร้าวขนานในหินซีสต์ มีค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.009×10^{-3} SI และมีค่า $K=3.4\%$ $U=4.8$ ppm และ $Th=24.0$ ppm



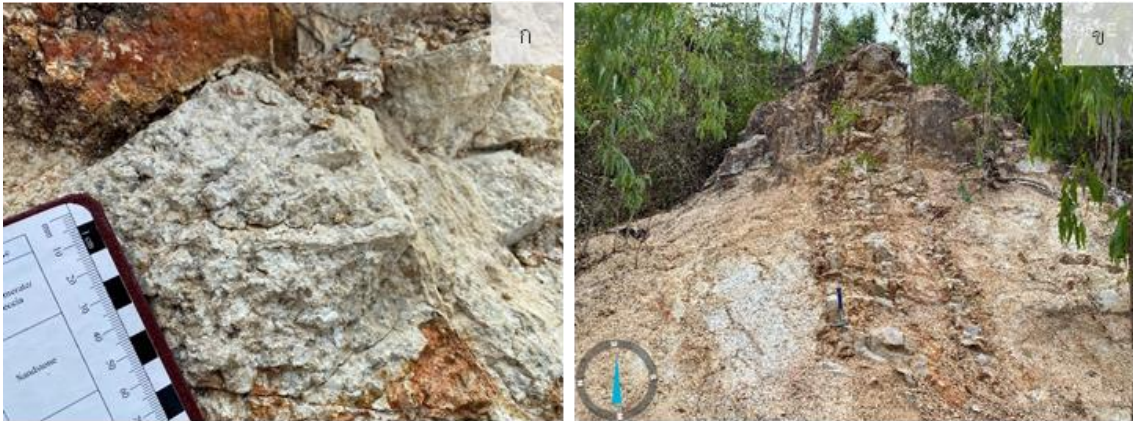
รูปที่ 3-18 (ก) หินโคล่บริเวณ พิกัด: 788022E 1459982N 47N บ้านเขาชะอางค์ ตำบลพลวงทอง อำเภอ บ่อทอง จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ข) ลักษณะเนื้อหินปูนแบบเม็ดไข่ปลา มีค่าสภาพรีปไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.025×10^{-3} SI และมีค่า $K= 0.2 \%$ $U= 1.5$ ppm และ $Th= 1.8$ ppm (ค) ลักษณะคิลาวรรณนาของหินภายใต้ Cross-polarized light พบผลึกแร่ แคลไซต์และลักษณะเม็ดไข่ปลา



รูปที่ 3-19 (ก) หินโคล่บริเวณพิกัด: 718166E 1471760N 47N ดินเขาน้อย บ้านวังตะโก ตำบลหนองช้าง คอก อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (ข) ลักษณะเนื้อหินไบ โอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต ที่พบผลึกดอกของแร่เฟลด์สปาร์ มีค่าสภาพรีปไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.058×10^{-3} SI และมีค่า $K=4.8 \%$ $U=8.3$ ppm และ $Th= 32.8$ ppm



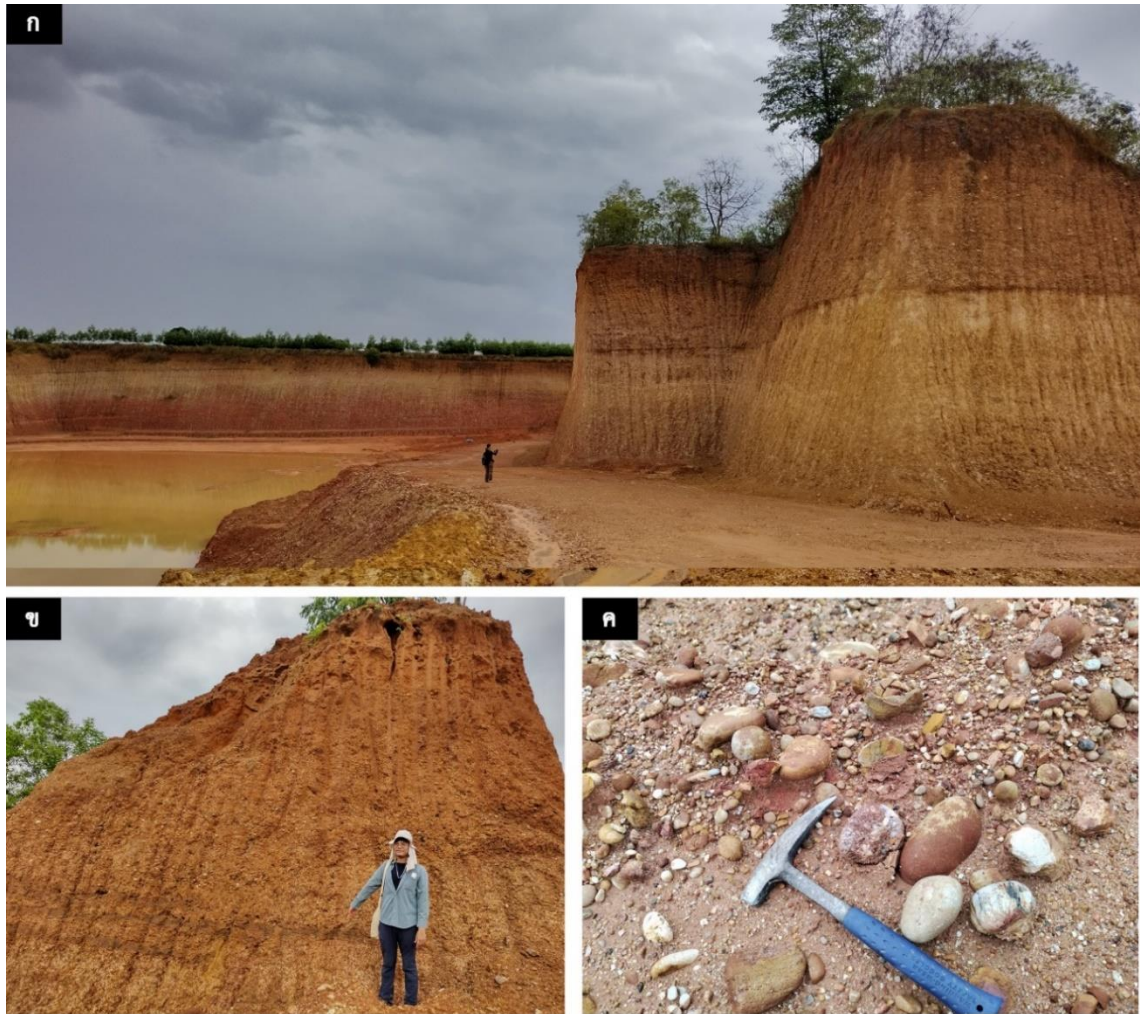
รูปที่ 3-20 (ก) หินโคลนบริเวณ พิกัด: 714950E 1411461N 47N ตรงข้ามโครงการป่าสิริเจริญวรราชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ริมทางหลวงชนบท ขบ.1003 บ้านเขาชีจรรย์ ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (ข) ตัวอย่างหินทรายทรายแป้งที่มีจุดประ มีค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.199×10^{-3} SI และมีค่า $K=5.3$ % $U=7.1$ ppm และ $Th=26.2$ ppm



รูปที่ 3-21 (ก) ลักษณะหินมัสโคไวต์แกรนิต เนื้อหยาบ (พิกัด: 707838E 1428074N 47N) บริเวณเขาน้อย ไกล้วัดบุญสัมพันธ์ บ้านเขาน้อย ตำบลหนองปรือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี มีค่าสภาพปรับไว้ได้ของแม่เหล็กประมาณ 0.011×10^{-3} SI และมีค่า $K=5.7$ % $U=11.6$ ppm และ $Th=35.6$ ppm (ข) สายแร่ควอตซ์ความหนาประมาณ 1 เมตร ซึ่งแทรกตัดเข้ามาในหินมัสโคไวต์แกรนิต มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออก



รูปที่ 3-22 (ก) หินโคล่หน่วยหิน “R3” (พิกัด: 778954E 1456543N 47N) มุมมองในรูปไปทางทิศใต้ริมถนนดินในสวนปาล์ม บริเวณตอนเหนือเหมืองบริษัทหินคม-เขาแหลม จำกัด บ้านคลองใหญ่ ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ระหว่างเทือกเขาหินปูนที่วางตัวทิศทางเกือบเหนือ-ใต้ มีระนาบการวางตัวชั้นหินไปในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (285°) ทำมุมเอียงเท 75 องศาจากแนวระดับ (ข) ลักษณะเนื้อหินปูนสีเทา-ดำ เนื้อหินบางบริเวณมีการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ และมีสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กแทรกในเนื้อหิน (ค) ผลการวัดค่าความเข้มข้นน้ำมันตรังสีภาคพื้นดินบริเวณหินโคล่ พบค่า $K=0.2\%$ $U=1.5\text{ ppm}$ และ $Th=2.0\text{ ppm}$ ซึ่งแสดงค่าความเข้มข้นต่ำทั้งสามธาตุ และมีค่าสภาพปรับไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ $-0.002 \times 10^{-3}\text{ SI}$



รูปที่ 3-23 (ก) บ่อขุดดินตะกอนขนาดใหญ่พวกตะกอนยังไม่แข็งตัว หน่วยตะกอน “R5” (พิกัด: 743637E 1496288N 47N) บริเวณบ้านแปลงกระถิน ตำบลหัวถนน อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออก (ข) ลักษณะชั้นตะกอนดินละเอียดหรือคัดขนาดไม่ดี (Poorly-sorted) พวกกรวดและทราย บางชั้นแสดงการคัดขนาดชั้นตะกอนหายาไปหาขนาดละเอียด (Fining-upward layer) ลักษณะก้อนเม็ดตะกอนค่อนข้างกลมมน (Well-rounded) บางชั้นพบการเชื่อมประสานตะกอนพวกเหล็กออกไซด์เป็นชั้นเนื้อแน่นแข็งสีแดง-ส้ม ขนานไปกับชั้นตะกอน (ค) ส่วนประกอบของตะกอนก้อนกรวดทราย ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ควอตซ์ หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หินแกรนิต หินกรวดเหลี่ยม และพบเศษซากไม้กลายเป็นหิน



รูปที่ 3-24 (ก) ลักษณะหินโผล่ หน่วยหิน “R6” (พิกัด: 702681E 1428705N 47N) บริเวณทางขึ้นเขาวัดสามเซียน เมืองพัทธยา (ลักษณะภูมิประเทศเป็นสันเขาแคบวางตัวแนววันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้) มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (ข) ลักษณะเนื้อควอตซ์สีขาวขุ่น เนื้อแน่น มีแนวรอยแตกเล็กน้อย มีค่าสภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.005×10^{-3} SI และมีค่า K 1.0 % U=2.4 ppm และ Th=6.5 ppm



รูปที่ 3-25 (ก) พนังแร่ควอตซ์ ในขอบเขตหน่วยหิน “R7” (พิกัด 722651E 1448926N 47N) บริเวณทางขึ้นสำนักสงฆ์สวนสันติবারมี อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี มุมมองภาพถ่ายไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ข) ลักษณะแร่ควอตซ์ สีน้ำตาล-เทา-ขาว การเกาะตัวของผลึกเป็นรูปเหลี่ยมลักษณะคล้ายเศษแตกหัก มีรูพรุนมาก เกิดการฝังเป็นสีน้ำตาลแดงตามช่องว่างของรูพรุน มีค่าสภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.003×10^{-3} SI และมีค่า K=1.0 % U=3.2 ppm และ Th=6.5 ppm



รูปที่ 3-26 (ก) ลักษณะหินโผล่หินแกรนิตเนื้อดอก หน่วยหิน “R8” พิกัด: 735813E 1454575N 47N บริเวณสำนักสงฆ์ศรีรัตนาราม เขานกตะกรุม บ้านมาบลำบิต ตำบลคลองกิว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี (ข) เนื้อหินแกรนิตเนื้อดอก ชนิดหินมีสโคไวต์-ไบโอไทต์แกรนิต มีแร่เฟลด์สปาร์แร่ดอกขนาด 1-10 ซม. มีเนื้อพื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่เฟลด์สปาร์ ควอตซ์ ไบโอไทต์ และมีสโคไวต์ พบแร่ดำประมาณร้อยละ 10-20 มีค่าสภาพรีดิวซ์ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.070×10^3 SI และมีค่า K=4.7 % U=5.1 ppm และ Th=42.7 ppm (ค) กลุ่มผลึกแร่ทัวร์มาลีนขนาดผลึกเฉลี่ย 0.5-1.0 ซม. ปรากฏเป็นกระจุกแร่เป็นกลุ่มตามแนวรอยแตกและขอบของผนังหินเพกมาไทต์ที่แทรกตัดเข้ามาในเนื้อหินแกรนิต ซึ่งมีระนาบแนวรอยแตกสองทิศทาง ได้แก่ เอียงเทไปทางเกือบทิศใต้ (190°) ทำมุม 80 องศา และทิศตะวันออกเฉียงใต้ (140°) ทำมุม 85 องศา



รูปที่ 3-27 (ก) ลักษณะหินโผล่หินแกรนิตเนื้อดอก หน่วยหิน “R9” พิกัด: 721094E 1459662N 47N บริเวณเนินเขาดิน ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ข) เนื้อหินแกรนิตเนื้อดอกขนาดใหญ่ (ผิวผุ) ชนิดหินไบโอไทต์แกรนิต มีแร่เฟลด์สปาร์แร่ดอกขนาด 1-10 ซม. (ค) หินไบโอไทต์แกรนิต มีเนื้อพื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่เฟลด์สปาร์ ควอตซ์ และไบโอไทต์ พบแร่ดำประมาณร้อยละ 20-25 มีค่าสภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.193×10^{-3} SI และมีค่า $K=6.9\%$ $U=13.0$ ppm และ $Th=50.8$ ppm



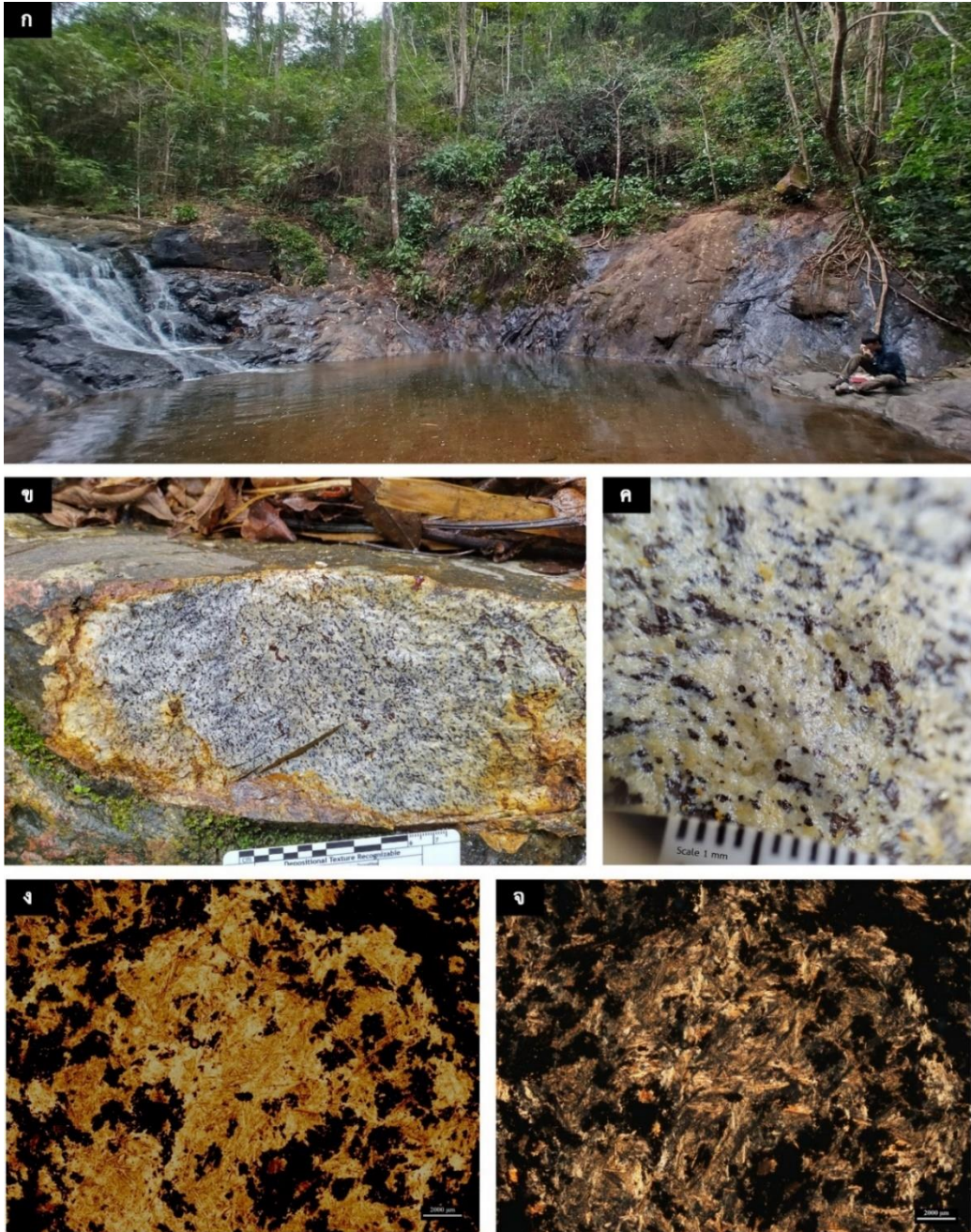
รูปที่ 3-28 (ก) ลักษณะหินโผล่หินแกรนิตเนื้อดอก หน่วยหิน “R9-1” พิกัด 715858E 1416938N 47N บริเวณถนนตัดผ่านเนินเขากำแพง บ้านซากแก้ว ตำบลห้วยใหญ่ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี (ข) หินแกรนิตเนื้อดอก ชนิดหินไปโอไทต์แกรนิต มีแร่เฟลด์สปาร์แร่ดอกขนาด 1-5 ซม. เนื้อพื้นขนาดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่เฟลด์สปาร์ แร่ควอตซ์ และแร่ไปโอไทต์ มีแร่ดำประมาณร้อยละ 10 มีค่าสภาพรีบไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.236×10^{-3} SI และมีค่า $K=4.3$ % $U=7.1$ ppm และ $Th=33.4$ ppm



รูปที่ 3-29 (ก) ลักษณะผนังแร่ควอตซ์ เนื้อสีขาวขุ่น มีการแตกเป็นเหลี่ยมคมคล้ายหินกรวดเหลี่ยม และมีรอยแตกหลายทิศทาง (ข) หินควอตซ์-ไมกาซีสต์ เนื้อหินสีน้ำตาล-ส้มเหลือง มีการผุพังค่อนข้างสูง และมีสายแร่ควอตซ์ขนาดเล็กตัดผ่าน



รูปที่ 3-30 (ก) ลักษณะหินโผล่หินไนส์ หน่วยหิน “R10” พิกัด 757400E 1466040N 47N บริเวณน้ำตกเขาเจ้าบ่อทอง ตำบลธาตุทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินไนส์ แสดงแถบแนวริ้วขนานพบการแยกชั้นระหว่างริ้วที่มีองค์ประกอบแร่ดำและริ้วแร่สีขาวชัดเจน ความหนาเฉลี่ยตั้งแต่ 1-10 ซม. ทิศทางการวางตัวของแนวริ้วขนานทิศตะวันตกเฉียงเหนือตะวันออกเฉียงใต้ (325°) ริ้วขนานแถบสีขาวมีองค์ประกอบพวกแร่เฟลด์สปาร์ และควอตซ์ ส่วนแถบริ้วขนานสีดำมีแร่องค์ประกอบพวกแร่ไบโอไทต์ และแร่มัสโคไวต์ ตัวอย่างหินมีค่าสภาพรีดิวซ์ได้ทางแม่เหล็กประมาณ -0.074×10^{-3} SI และมีค่า $K=4.6$ % $U=7.3$ ppm และ $Th=14.7$ ppm (ค) ลักษณะโครงสร้างภายในชั้นริ้วขนานของแร่ควอตซ์หรือเฟลด์สปาร์ ถูกกรีดทำให้ยัดและขาดความต่อเนื่องเป็นโครงสร้างรูปไส้กรอก (Boudinage structure) เกิดการคอดกั้วบริเวณหัวท้าย และช่วงระยะไส้กรอกเกิดการรีดเป็นรูปปลายแหลม



รูปที่ 3-31 ก. หินไดออไรต์กึ่งแปรสภาพ หน่วยหิน “R12 พิกัด 786544E 1467984N 47N บริเวณทางเข้าน้ำตกอ่างผักหนาม ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มุมมองในรูปไปทางทิศตะวันออก (ข) และ (ค) เนื้อหินไดออไรต์กึ่งแปรสภาพ ลักษณะการเกาะตัวเม็ดแร่ค่อนข้างเป็นเนื้อเดียวกัน (Aphanitic texture) แร่สีเข้มหรือแร่ทึบแสงมีการเรียงตัวเล็กน้อย พบแร่ไฟไรต์และแร่ซิลไฟต์ฝังประจําจำนวนเล็กน้อย มีค่าสภาพรับไว้ได้ทางแม่เหล็กประมาณ 0.187×10^{-3} SI และมีค่า $K=6.5$ % $U=18.7$ ppm และ $Th=100.2$ ppm (ง) ลักษณะคิลารรณนาของหินภายใต้ Plane-polarized light พบแร่ทึบแสงประมาณร้อยละ 10-15 และแร่แสงผ่าน เช่นแร่แพลจิโอเคลสรูปร่างเป็นแท่งกระจายตัวแบบไม่มีทิศทาง (Coarse-grained intergranular groundmass) (จ) ลักษณะคิลารรณนาของหินภายใต้ Cross-polarized light ประกอบด้วยแร่หลัก แร่แพลจิโอเคลส แสดงรูปร่างผลึกเป็นแท่งขนาดเล็ก บางส่วนแปรเปลี่ยนไปเป็นแร่เซริไซต์ (Sericite) แร่รองลงมา แร่ควอตซ์ และแร่ทึบแสง

บทที่ 4

ข้อมูลพื้นฐานธรณีวิทยา

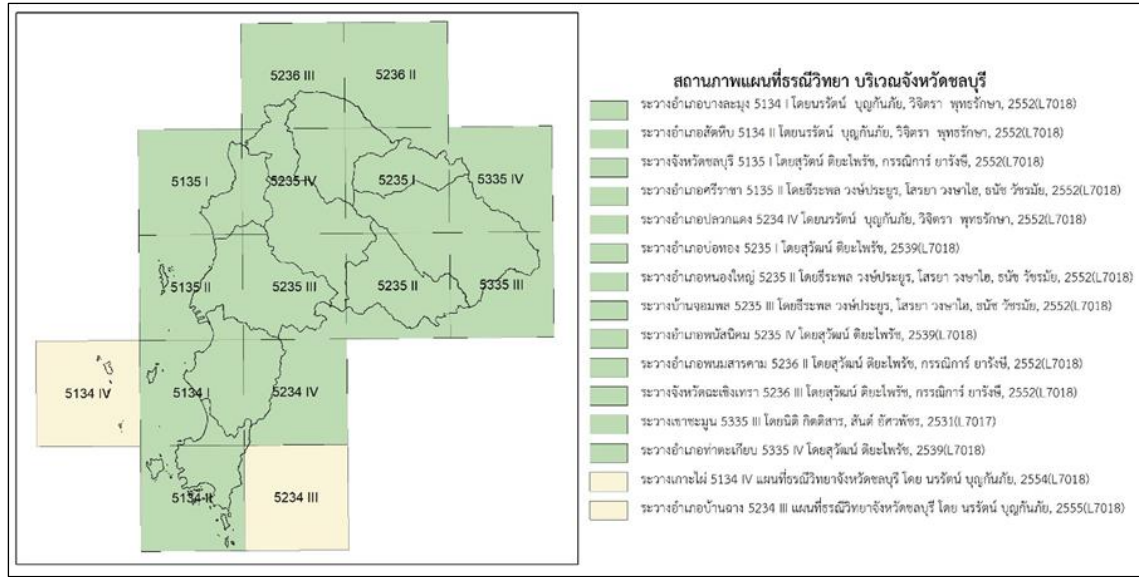
¹ชาญเดช จันทร์รัตน์ ¹อนุวัชร ตรีโรจนานนท์ ¹ชลนิภา ฝากเชียงชา ¹ธัญลณี คำเมือง
¹กองธรณีวิทยา

การสำรวจและจัดทำข้อมูลพื้นฐานธรณีวิทยา รวบรวมจากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา จำนวน 15 ราวาง ซึ่งใช้แผนที่ธรณีวิทยาโดยใช้แผนที่ฐานจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7017 จำนวน 1 ราวาง และ ลำดับชุด L7018 จำนวน 14 ราวาง (รูปที่ 4-1) ร่วมกับแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตราส่วน 1:250,000 โดยกองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี พ.ศ. 2527 เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการดำเนินงาน

ข้อมูลดังกล่าวนำมาจัดทำแผนที่ธรณีวิทยาต้นร่างในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการดำเนินการสำรวจตรวจสอบในภาคสนามพร้อมกับการนำข้อมูลหินโผล่ (Outcrop Description) ซึ่งนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศกรมทรัพยากรธรณี รวมถึงการศึกษาวิจัยและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การศึกษาทางศิลาวรรณนา (Petrography) จากแผ่นหินบาง (Thin section) และผลวิเคราะห์ทางธรณีเคมี เพื่อศึกษาองค์ประกอบของแร่ของตัวอย่างหิน ประกอบกับข้อมูลแผนที่ความเข้มกัมมันตรังสี และข้อมูลสนับสนุนอื่น ๆ นำมาปรับปรุงข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาต้นร่างในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้มีความถูกต้องตามหลักวิชาการและมีความต่อเนื่องตามมาตรฐานธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี

ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หิน 4 ชนิด คือหินอัคนี หินแปร หินตะกอน และตะกอน จำนวน 30 หน่วย ตามลำดับ อายุตั้งแต่ยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัสถึงยุคควอเทอร์นารี โดยหินยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัส (Pre-Carboniferous rocks) เป็นหินแปรเกรดสูง แบ่งได้เป็น 2 หน่วยหิน คือ หน่วยหิน Pre C_{gn} ประกอบด้วย หินไบโอไทต์-ไดออปไซด์ไนส์ หินไบโอไทต์-ซิลลิมาไนต์ไนส์ หินฮอร์นเบลนด์-ไดออปไซด์ไนส์ หินไบโอไทต์ไนส์ หินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ไนส์ หินไบโอไทต์-เฟลด์สปาร์-ควอตซ์ไนส์ หินอ่อน หินแคลก์-ซิลิเกต และหินแอมฟิโบลิต และหน่วยหิน Pre C_{sch} ประกอบด้วย หินไมกาชีสต์ หินควอตซ์-ไมกาชีสต์ หินชีสต์ และหินฟิลไลต์ มีสายเพกมาไทต์แทรก หน่วยหินทั้งสองมีกระจายตัวบริเวณอำเภอบ้านฉาง อำเภอบ่อทอง และอำเภอนองใหญ่ หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous rocks) แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน คือ หน่วยหิน Cm ประกอบด้วย หินควอตซ์ชีสต์ หินอ่อน หินฟิลไลต์เนื้อเฟลด์สปาร์ หินควอร์ตไซต์ และหน่วยหิน C ประกอบด้วย หินทรายแป้ง และหินทราย โดยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัสนี้วางตัวแบบไม่ต่อเนื่องอยู่บนหินยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัส มีกระจายตัวบริเวณด้านตะวันออกในเขตอำเภอบ่อทอง อำเภอนองใหญ่ และอำเภอเกาะจันทร์ หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (Carboniferous-Permian rocks) ประกอบด้วย หินทรายกึ่งแปรสภาพ หินควอร์ตไซต์ หินควอตซ์ชีสต์ หินเชิร์ต และหินปูนเลนส์ ชั้นหินวางตัวต่อเนื่องอยู่บนหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส และมีการกำหนดชื่อไว้ว่า “กลุ่มหินชลบุรี” ประกอบด้วย 3 หมวดหิน ได้แก่ หมวดหินศรีราชา หมวดหินพลูตาหลวง และหมวดหินธรรมรัตน์ใน (วีระพงษ์ ต้นสุวรรณ, 2543) โดยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน แบ่งเป็น 4 หมวดหิน ได้แก่ CP1, CP2, CP3, CP4 ตามการจัดแบ่งโดยธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) และนรรรัตน์ บุญกันภัย และวิจิตรา พุทธิรักษา (2552) ได้จัดเป็น 1 หมวดหิน (หมวดหินพลูตาหลวง) ประกอบด้วย 4 หมู่หิน (จากแก๊ปอ่อน) ได้แก่ หมู่หินเกล็ดแก้ว

(CPptk) หมูหินเขาหมอน (CPptm) หมูหินแสมสาร (CPpts) และหมูหินเขาชีจรรย์ (CPptc) กระจายตัวในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอศรีราชา อำเภอบางละมุง และอำเภอสัตหีบ **หินยุคเพอร์เมียน (Permian rocks)** ประกอบด้วย หินปูนเนื้อเม็ดไขปลา หินดินดาน หินดินดานเนื้อหินขนวน หินปูนเนื้อตกลึกใหม่ หินปูนเนื้อดิน และหินดินดานเนื้อฟิลไลต์ พบซากดึกดำบรรพ์ฟิวซิลินิด ฟอรัมมินิเฟอรา ไครนอยด์ และสาหร่าย ชั้นหินวางตัวต่อเนื่องอยู่บนหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส หรือหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน กระจายตัวในเขตอำเภอบ่อทอง และบางพื้นที่ในเขตอำเภอเมืองชลบุรีและศรีราชา **หินยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก (Permian-Triassic rocks)** ประกอบด้วย หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง หินขนวน หินทัฟฟ์ และหินปูนแบบเม็ดไขปลา ชั้นหินวางตัวต่อเนื่องอยู่บนหินยุคเพอร์เมียน หรือหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน กระจายตัวในเขตอำเภอบ่อทอง **หินอัคนียุคเพอร์เมียน - ไทรแอสซิก (Permian-Triassic volcanic rocks)** ประกอบด้วย หินทัฟฟ์ หินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ หินแอนดีไซต์ และหินไรโอไรต์ กระจายตัวในเขตอำเภอบ่อทอง **หินยุคไทรแอสซิก (Triassic rocks)** ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง หินทรายเนื้อควอตซ์ สลับด้วยหินดินดาน และหินกรวดมน บางส่วนปนด้วยหินตะกอนภูเขาไฟ ชั้นหินวางตัวไม่ต่อเนื่องอยู่บนหินยุคเพอร์เมียน กระจายตัวในเขตอำเภอบ่อทอง **หินอัคนีแทรกซอนชนิดหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (Triassic granite)** ได้แก่ หน่วยหิน Trgr ประกอบด้วย หินแกรนิต หินไบโอไทต์แกรนิต หินไบโอไทต์-มีสโคไวต์แกรนิต หินไบโอไทต์-มีสโคไวต์-ทัวร์มาลีนแกรนิต หินแกรโนไดออไรต์ ผลึกขนาดเดี่ยวและสองขนาดถึงเนื้อดอก เนื้อหยาบปานกลางถึงหยาบมาก พบการเรียงตัวของแร่ บางแห่งถูกแทรกด้วยหินแกรนิตที่มีอายุอ่อนกว่า เพกมาไทต์ แอไพลด์ และสายแร่ควอตซ์ มีเพกมาไทต์ที่มีแร่ทัวร์มาลีน และหินลูโคแกรนิต กับหินแอนดีไซต์เกิดร่วม พบผนังแร่ควอตซ์ สีเทา เทาขาว แทรกตัดเข้าไปในหินที่อายุแก่กว่า กระจายตัวบริเวณตอนกลางของพื้นที่ในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอศรีราชา อำเภอสัตหีบ และอำเภอหนองใหญ่ **ตะกอนยุคควอเทอร์นารี (Quaternary Sediments)** แบ่งได้เป็น 12 หน่วย ได้แก่ 1) ตะกอนน้ำพา (Qa) 2) ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพา (Qff/Qtf/Qa) 3) ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนน้ำขึ้นน้ำลง (Qff/Qtf) 4) ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff) 5) ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึง (Qtf) 6) ตะกอนทรายน้ำพา (Qas) 7) ตะกอนชายหาดปัจจุบัน (Qb) 8) ตะกอนชายหาดเก่าและตะกอนที่ลุ่มหลังหาด (Qtb) 9) ตะกอนตะพัก (Qt) 10) ตะกอนหินแกรนิตผุ (Qgs) 11) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) 12) ตะกอนหินผุ (Qr)



รูปที่ 4-1 ดัชนีแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 และงานที่เคยศึกษาที่สำคัญที่เป็นแหล่งข้อมูล ที่นำมาใช้ในการดำเนินงานพื้นที่จังหวัดชลบุรี

4.1 การศึกษาธรณีวิทยาพื้นที่จังหวัดชลบุรีที่ดำเนินการมาก่อน

การศึกษาธรณีวิทยาพื้นที่จังหวัดชลบุรีนั้น ได้มีการเริ่มสำรวจและจัดทำแผนที่ธรณีวิทยา มาตั้งแต่ พ.ศ. 2517 เป็นต้นมา และมีการสำรวจศึกษาและจัดทำแผนที่ธรณีวิทยาในมาตราส่วนต่าง ๆ จนถึงปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

วีรศักดิ์ นคินทร์บดี และคณะ (2519) สำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตราส่วน 1:250,000 ระบุว่า ND-17-12 และได้จัดพิมพ์และเผยแพร่ โดยกองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี (2527) ไว้ว่า **หินยุคพรีแคมเบรียน** ประกอบด้วย หินไนส์ หินแอมฟิไบไลต์ และหินแคลก์-ซิลิเกต **หินยุคออร์โดวิเซียน** ประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ สีนํ้าตาลอมเหลือง หินควอตซ์ซีสต์ หินดินดานกึ่งหินชนวนสีเทา หินชนวนสีดำ หินทรายเนื้อควอตซ์ เป็นชั้นสลับกับหินปูน เนื้อดิน สีเทาเข้มซึ่งมีทั้งเป็นชั้นบางและชั้นหนา และมีซากดึกดำบรรพ์พวกหอยวงช้าง (นอตลอยด์) **หินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน** ประกอบด้วย หินควอตซ์-ไมกาซีสต์ หินควอร์ตไซต์ หินทราย เม็ดปานกลาง สีนํ้าตาลอมเหลือง ซึ่งเป็นชั้นสลับกับหินทรายเนื้อแก้วภูเขาไฟและชั้นหินเชิร์ต มีซากดึกดำบรรพ์พวก หอยวงช้าง (นอตลอยด์) **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส** แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ หน่วยหิน C1 ประกอบด้วย หินทรายแป้ง สีนํ้าตาลอมแดง มีไมกาปน หินทรายเนื้อปานกลาง ซึ่งมีซากดึกดำบรรพ์พวกหอยตะเกียง (แบรคิโอพอด) และไบรโอซัว หินดินดานแทรกสลับหินเชิร์ต หินควอร์ตไซต์ หินปูนสีเทาเข้ม และหินแอนดีซิติก-ทัฟฟ์ หน่วยหิน C2 ประกอบด้วย หินดินดาน สีเทาอมเขียว หินทรายเกรย์แวก หินทรายเนื้อแก้วภูเขาไฟ **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน** ประกอบด้วย หินทราย สีแดงถึงแดงเข้ม เนื้อละเอียดปานกลาง หินกรวดมน หินทรายปนกรวด หินดินดานเนื้อแก้วภูเขาไฟ สีเทาอ่อน ซึ่งมีหินเชิร์ต แทรกสลับ **หินยุคเพอร์เมียน** ประกอบด้วย หินปูน สีเทาถึงเทาแก่เป็นชั้นบางและชั้นหนา มีซากดึกดำบรรพ์ พวกไบรโอซัว ไครนอยส์ ฟิวซิลินิด บางส่วนเป็นพวกหินปูนตกลึกใหม่ ซึ่งแทรกสลับด้วยชั้นหินดินดาน สีนํ้าตาลอมเหลืองถึงนํ้าตาลอมเขียว และชั้นของหินทรายเม็ดละเอียด สีนํ้าตาลอมแดง **หินอัคนี** ประกอบด้วย หินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์แกรนิต เนื้อปานกลางถึงหยาบ หินฮอร์นเบลนด์แกรนิต สีอ่อน หินไบโอไทต์แกรนิต สีอ่อน เนื้อดอก หินไดออไรต์ เนื้อหยาบมากถึงหยาบปานกลาง สีเทาอมเขียว หินแอนดีไซต์ สีเทาอมเขียวถึงม่วง เนื้อละเอียด หินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต สีอ่อนถึงค่อนข้างดำ

เนื้อหยาบถึงปานกลาง บางแห่งเนื้อเป็นดอก สายเพกมาไทต์และพนักหินควอตซ์ **ตะกอนยุคควอเทอร์นารี** ประกอบด้วย ตะกอนที่สะสมตัวบนที่ราบขั้นบันไดระดับสูงและต่ำ ได้แก่ ศิลาแลง กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว และตะกอนลุ่มน้ำ ทรายชายหาด

นิติ กิตติสาร และคณะ (2531) อธิบายในแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ราววงเขาชะมูน (5335 III) ว่า **หินยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัส** ประกอบด้วย หินไบโอไทต์ไนส์ หินฮอร์นเบลนด์ไนส์ และหินแอมฟิโบลิต **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส** แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ **หน่วยหิน C1** ประกอบด้วย หินทรายแป้งเนื้อไมกา หินทราย สีน้ำตาลอมแดง หินปูน สีเทาจาง มีซากดึกดำบรรพ์พวกไบโรโซว์ แทรกสลับด้วยหินทรายแป้งเนื้อซิลิกา สีเขียวจาง และหินโคลน สีดำ และ **หน่วยหิน C2** ประกอบด้วย หินฟิลไลต์สีเทาจาง สีเทาและเหลือง หินชนวน สีดำ หินแกรนิติกซีสต์ หินฟิลลิติกซีสต์หินแอมฟิโบลิต หินแอคติโนไลต์-เทรโมไลต์ซีสต์ หินควอตซ์ซีสต์ สายแร่ควอตซ์และพนักหินควอตซ์ **หินยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก** ประกอบด้วย หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง สีเขียวมะกอก หินชนวนสีดำ หินชั้นภูเขาไฟ และหินทัฟฟ์กึ่งแปร แทรกสลับกัน หินปูนเม็ดแบบไขปลาสีเทาดำ สายแร่ควอตซ์และพนักหินควอตซ์ **หินตะกอนยุคไทรแอสซิก** ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง สีม่วงถึงน้ำตาลอมแดง น้ำตาลเทาและขาว หินทรายเนื้อควอตซ์ สีเทาจางถึงเขียว แทรกสลับด้วยหินดินดานและหินกรวดมน ประกอบด้วย ก้อนกรวดของควอตซ์ หินทรายแป้ง หินทรายเนื้อควอตซ์ หินทรายร่วน หินแปรและหินภูเขาไฟ **หินอัคนี** แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ **หินภูเขาไฟยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก** ประกอบด้วย หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ หินไรโอไลต์เนื้อดอก หินแอนดีไซต์เนื้อดอก หินทัฟฟ์ สีเขียวเข้มถึงเทา ม่วง ม่วงเขียว หินบะซอลต์และหินไซอีนิต และ **หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก** ประกอบด้วย หินแกรนิต สีขาวถึงชมพูอ่อน เนื้อหยาบถึงปานกลาง หินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก หินมัสโคไวต์แกรนิต หินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์แกรนิต หินแกรโนไดออไรต์บางส่วนมีการเรียงตัวของเม็ดแร่ สายแร่ควอตซ์ แอพลิต และเพกมาไทต์ **ตะกอนยุคควอเทอร์นารี** ได้แก่ **ตะกอนที่สะสมตัวบนที่ราบขั้นบันได** ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว ศิลาแลง และดินลูกรัง

นิติ กิตติสาร (2535) รายงานในแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ราววงบ้านปึกมื่น (5235 I) ไว้ว่า **หินยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัส** แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ **หน่วยหิน Pre-Cgn** ประกอบด้วย หินไบโอไทต์ไนส์ หินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ไนส์ หินแอมฟิโบลิตซีสต์ หินมิกมาไทต์ สายควอตซ์ และพนัก แทรกชั้นควอตซ์ และ **หน่วยหิน Pre-Csch** ประกอบด้วย หินฟิลลิติกซีสต์ หินควอตซ์-ไมกาซีสต์ หินควอตซ์ซีสต์ สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเหลือง หินแคลก์-ซิลิเกต และหินอ่อน **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส** ประกอบด้วย หินฟิลไลต์ มีการเรียงตัว สีเทา ขาว และเทาเหลือง หินชนวน สีดำ หินทราย หินทรายแป้ง หินแกรนิติกซีสต์ และหินฟิลลิติกซีสต์ หินแอมฟิโบลิต และหินแอคติโนไลต์-เทรโมไลต์ซีสต์ หินควอตซ์ซีสต์ สายควอตซ์ และพนักควอตซ์ **ตะกอนยุคควอเทอร์นารี** ได้แก่ **ตะกอนตะพัก** ประกอบด้วย ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว กรวด ลูกกรังและศิลาแลง **ตะกอนธารน้ำพา** ประกอบด้วย ดินเหนียว ทรายแป้ง ทรายและกรวด

สุวัฒน์ ตียะไพรัช (2539) อธิบายในแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ราววงอำเภอทอง (5235 I) ราววงอำเภอพนสนิมคม (5235 IV) และราววงอำเภอท่าตะเกียบ (5335 IV) ไว้ว่า **หินยุคพรีแคมเบรียน** ประกอบด้วย หินไนส์ หินพาราไนส์ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง และไม่สม่ำเสมอ แสดงริ้วสีขาวสลับดำชัดเจน สภาพการเรียงตัวดีมาก บางแห่งแร่เฟลด์สปาร์ถูกบดจนเป็นรูปตา ปะปนกับหินซีสต์เนื้อควอตซ์ไมกา หินแคลก์ซิลิเกต หินอ่อนเป็นเลนส์ และสายแร่ควอตซ์ **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส** แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ **หน่วยหิน Cm** ประกอบด้วย หินฟิลไลต์ หินดินดาน เนื้อชนวน สีเทาจาง น้ำตาลจาง ชั้นบาง ผุมาก ผิวแตกเป็นมัน และหินฮอร์นเฟลส์ สีดำ **หน่วยหิน C** ประกอบด้วย หินทรายเนื้อควอตซ์ และหินทรายเนื้อดิน เม็ดละเอียดถึงปานกลาง การคัดขนาดดี

เม็ดกลมมน การเชื่อมประสานดี เป็นชั้นดี ชั้นหนา สีน้ำตาลแดง และเทา สลับกับหินดินดาน หินทรายแป้ง และหินกรวดมน บางส่วนถูกแปรสภาพไปเล็กน้อย บางแห่งมีหินปูน และหินเชิร์ตแทรก **หินอัคนี** ประกอบด้วย หินแกรนิต หินแกรนิตเนื้อดอก สีเทาอ่อน เม็ดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และไบโอไทต์ มีการเรียงตัวเล็กน้อย แทรกด้วยสายแร่ควอตซ์ เพกมาไทต์ และแอไพไต์ **ตะกอนยุคควอเทอร์นารี** ได้แก่ **ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนน้ำขึ้นน้ำลง** ประกอบด้วย ดินเคลย์ปนทรายละเอียด สีเทา เนื้อแน่นเหนียว มีจุดประมาก สีน้ำตาลแกมเหลือง ชั้นหนา มีดินเคลย์เหนียว สีเทาเข้ม เป็นชั้นแทรก **ตะกอนหินแกรนิตผุ** ประกอบด้วย ทรายปนดินเคลย์ สีเทาอ่อน เนื้อหยาบ คัดขนาดไม่ดี เม็ดเหลี่ยม เนื้อแน่น เหนียว มีเศษหินและสายแร่ควอตซ์ปนมาก **ตะกอนหินผุ** ประกอบด้วย ดินเคลย์ปนทรายและทรายแป้ง สีส้ม แดงและน้ำตาล เนื้อแน่น เหนียว มีชั้นแม่รังและเศษหินปน วางตัวบนหินเดิมอย่างต่อเนื่อง **ตะกอนตะกักระด้างสูง** ประกอบด้วย กรวด (ขนาด 3-8 เซนติเมตร) ปนดินเคลย์ และทราย สีเทาจาง น้ำตาลจาง เม็ดกลม ชั้นหนา **ตะกอนทรายน้ำพา** ประกอบด้วย ทรายละเอียดปนทรายแป้ง สีน้ำตาลอ่อน และเทาอ่อน การคัดขนาดดี เม็ดกลม เนื้อร่วน ชั้นหนา **ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา** ประกอบด้วย ทรายละเอียดปนดินเคลย์ สีเทา น้ำตาล มีจุดประมาก สีน้ำตาลแกมแดง และสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อแน่นมาก เหนียวมาก ชั้นบาง สลับกับชั้นดินเคลย์ปนทราย มักพบเม็ดเหล็กปน

วิระพงษ์ ต้นสุวรรณ (2543) ได้รายงานเกี่ยวกับกลุ่มหินชลบุรีที่สะสมตัวบนไหล่ทวีป ยุคคาร์บอนิเฟอรัสในภาคตะวันออก ว่าประกอบด้วย 3 หมวดหิน จากอ่อนไปแก่ ได้แก่ 1) **หมวดหินศรีราชา** เป็นหินแปรเกรดต่ำ ประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ ที่แสดงลักษณะเป็นชั้น (Banded quartzite) หินควอตซ์-ไมกาชีสต์ และหินควอตซ์ชีสต์ ส่วนบนปิดทับด้วยหินปูนที่ค่อนข้างหนา บางแห่งเป็นหินอ่อน เช่นบริเวณเขาพุเขาเชิงเทียน เขาชีโอน เขาชีจรรย์ หินปูนมีลักษณะเด่นคือ เป็นชั้นดี สีเขียวและเทา สลับกับชั้นดินหรือชั้นทราย และมีหินปูนเนื้อปูนโดโลไมต์สลับอยู่ด้วย หินมีการแปรสภาพค่อนข้างรุนแรงสองครั้ง แสดงการพัฒนาแนวแตกเรียบในหินตะกอนเม็ดละเอียดชัดเจนกว่าเม็ดหยาบ โดยเฉพาะตอนล่างสุด ถูกแปรสภาพในระดับต่ำ (Low-grade Greenschist facies) บางบริเวณถูกแปรสภาพสัมผัสจากการแทรกดันของหินแกรนิต ในช่วงยุคไทรแอสซิกตอนปลายถึงจูแรสซิกตอนต้น (Suensilpong et al., 1981) หนาประมาณ 1,000 เมตร โดยปัญญา จารุศิริ (2527) จำแนกเป็น 3 ประเภท (อ่อนไปแก่) คือ 1) หน่วยหินคาร์บอนेटกึ่งแปรสภาพ (Metacarbonate unit) พบบริเวณเขาเชิงเทียน เขาฉลาก บริเวณเกาะสีชัง เป็นหินแคลก์-ซิลิเกตที่แปรสภาพมาจากหินคาร์บอนेटเนื้อดิน (Argillaceous-rich carbonate rocks) ซึ่งประกอบด้วย แร่แคลไซต์ โดโลไมต์ ควอตซ์ ไดออปไซด์ เอพิโดต เทรโมไลต์ แอกทิโนไลต์ และสฟีน อาจพบโอลิวีนอยู่ด้วย หนา 200 เมตร ส่วนล่างเป็นหินควอร์ตไซต์ สีขาวเหลือง เม็ดหยาบ คัดขนาดดี ปริมาณเหล็กน้อย พบหินคาร์บอนेटเป็นเลนส์บาง หนา 600 เมตร พบบริเวณแหลมฉะบอง อำเภอดุสิต อำเภอศรีราชา ในช่วงล่างเป็นการแทรกสลับระหว่างหินชีสต์และหินควอร์ตไซต์ พบบริเวณเขาขวาง ด้านตะวันตกของเขาคู เขาใหญ่ และเขาน้ำซับ เป็นหินควอร์ตไซต์ สีขาวเทาถึงเหลืองน้ำตาล สลับชั้นกับหินชีสต์หรือหินฟิลไลต์ สีเหลืองหรือน้ำตาลเหลือง เป็นหินตะกอนเนื้อประสมที่เกิดในสภาพแวดล้อมการสะสมตัวที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับสารละลายคาร์บอนेटที่ต่อมาแปรสภาพอยู่ใน Low-grade Greenschist facies แร่ประกอบหินชีสต์หรือหินฟิลไลต์ได้แก่ แร่ควอตซ์ มัสโคไวต์ เซริไซต์ คลอไรต์ และแอลไบต์ เป็นแร่หลัก แร่ทัวร์มาลีน แร่สฟีน และแร่ทึบแสง เป็นแร่รอง 2) **หมวดหินพลูตาหลวง** กระจายตัวอยู่เขาหนองหิน เขาสัตว์หีบ เขาตาหม้าย เขาตะแบก แหลมแสมสาร เกาะแสมสาร ประกอบด้วย หินเชิร์ต หินทราย หินดินดาน และหินดินดานปนเนื้อถ่าน พบหินปูนเลนส์แทรก ส่วนใหญ่แสดงการคดโค้ง หินเชิร์ตเป็นชั้นบาง สลับอยู่ระหว่างหินทราย เนื้อปนเศษหิน ประกอบด้วย แร่ควอตซ์มาก เม็ดกึ่งมนถึงกึ่งเหลี่ยม คัดขนาดไม่ดี และพบเศษหินอยู่ด้วย บางบริเวณชั้นหินทรายมีสีน้ำตาลแดง มีรอยแตกมาก หินค่อนข้างผุ หินดินดานที่แทรกสลับชั้นกับหินเชิร์ต

มีสีน้ำตาล บางบริเวณมีปริมาณธาตุคาร์บอนมากจะแสดงสีเทาดำ มีแร่ไพไรต์เกิดประอยู่ทั่วไป หินปูนเลนส์หนาแทรก พบบริเวณ เขาหัว เขาหนองหิน เขาล้าน และพบซากดึกดำบรรพ์หอยสองฝา ส่วนบนของหมวดหินเป็นหินทรายและหินดินดานที่มีแร่ไมกาปนมากกว่าส่วนล่าง และเปลี่ยนเป็นหินชนวนเนื้อจุดประและหินโคลนเนื้อจุดประ จากการแปรสภาพสัมผัส หนาไม่น้อยกว่า 800 เมตร มีการสะสมตัวบริเวณไหล่ทวีปที่ระดับน้ำค่อนข้างลึก 3) *หมวดหินธรรมรัตน์ใน* พบที่บ้านท่ากลอย บ้านถ้ำแรด บ้านคลองตะเกรา ทางตะวันออกของบ้านหนองคอก ตำบลคลองตะเกรา ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้งเนื้อไมกา หินดินดาน หินดินดานกึ่งชนวนและหินชนวน แทรกสลับกัน หินเชิร์ต หินควอร์ตไซต์ หินปูนและหินกรวดมน ทางตะวันออกเฉียงเหนือของเขาใหญ่เป็นหินทรายแป้งเนื้อซิลิกา สีเทาเขียว และหินโคลนเนื้อซิลิกา สีดำ ที่สัมผัสกับหินแกรนิต ด้านตะวันตกของเขาพริกเป็นหินทรายแป้งเนื้อซิลิกา สีเทา เขียวจางคล้ายหินเชิร์ต พบซากดึกดำบรรพ์ ด้านตะวันออกและเหนือของเขาใหญ่เป็นหินปูนเลนส์แทรกในหินทราย สีเทาขาว เทาดำ หนาประมาณ 30-50 เมตร พบซากดึกดำบรรพ์ไบรโอซัว ฟอแรมินิเฟอรา หินปูนบริเวณถ้ำแรดเกิดร่วมกับหินทรายเนื้อควอตซ์ สีเทาขาว หนา 50 เมตร เป็นหินปูนเนื้อผลึก สีเทาขาว เนื้อแน่น พบซากดึกดำบรรพ์ ส่วนบนของหมวดหินเป็นหินแปรเกรดต่ำ หินตะกอนกึ่งแปร ประกอบด้วย หินดินดาน หินชนวนสีดำ หินฟิลไลต์ และหินแกรพิติกชีสต์ แทรกสลับกัน ใกล้เคียงกับแนวรอยเลื่อนหรือแนวสัมผัส หินแกรนิต ประกอบด้วย หินฟิลลิติกชีสต์ หินฟิลไลต์ หินแกรพิติกชีสต์ หินแอมฟิโบลีต์ และหินควอตซ์ชีสต์ มีสายแร่ควอตซ์และพนักแร่ควอตซ์แทรกตัด กระจายตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ (NW-SE) ของอำเภอบ้านบึง และอำเภอนองใหญ่ บริเวณเทือกเขาสิงโต เขามดงาม เทือกเขาสิบบแปด ประกอบด้วย หินไบโอไทต์ไนส์ หินไพรอกซีนไนส์ หินแอมฟิโบลไนส์ หินควอร์ตไซต์ และหินควอตซ์ชีสต์ หินถูกเปลี่ยนแปลงลักษณะ อย่างน้อย 2 ครั้ง หนาประมาณ 1,500 เมตร มีสภาพแวดล้อมการสะสมตัวแบบทะเลตื้น จากการพบซากดึกดำบรรพ์ปะการังและสาหร่ายทะเล สรุปว่ากลุ่มหินชลบุรีวางตัวรองรับหินปูนที่มีซากดึกดำบรรพ์อายุเพอร์เมียน ในส่วนล่างสัมผัสหินแกรนิตและไม่พบวางตัวอยู่บนหน่วยหินใด พบซากดึกดำบรรพ์บงบอกอายุ Lower Carboniferous สรุปว่าหินกลุ่มนี้มีการสะสมตัวประมาณยุคคาร์บอนิเฟอรัส

บรรณานุกรม บัญชี และวิจิตร พุทธิรักษา (2552) อธิบายในแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ระวังอำเภอบางละมุง (5134 I) ระวังอำเภอสัตหีบ (5134 II) และระวังอำเภอลาดพร้าว (5234 IV) ไว้ว่า **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน** ที่กระจายตัวในพื้นที่ได้แก่ หมวดหินพลูตาหลวง แบ่งเป็น 4 หมู่หิน ได้แก่ *หมู่หินเกล็ดแก้ว (CPptk)* ประกอบด้วย หินทรายเนื้อควอตซ์ หินทรายอาร์โคสที่มีแร่ไมกาปน หินโคลน หินดินดาน และหินเชิร์ต *หมู่หินเขาหมอน (CPptm)* ประกอบด้วย หินโคลนแสดงจุดประ หินดินดานแสดงจุดประ หินควอร์ตไซต์ หินฮอร์นเฟลส์ หินเชิร์ตที่ถูกแปรสภาพและหินปูนเนื้อดินที่ถูกแปรสภาพ *หมู่หินแสมสาร (CPpts)* ประกอบด้วย หินเชิร์ตสีเทาอ่อนถึงเทาเข้ม สีน้ำตาลเป็นชั้นบาง แสดงชั้นอย่างดี มีคดโค้งมาก พบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียหลายชนิด เช่น *Follicucullus sp.*, *Albaillela sp.*, *Latentibifistula sp.* มีหินดินดานสลับเป็นชั้นบาง ๆ และหินปูนเป็นเลนส์ *หมู่หินเขาชีจรรย์ (CPptc)* ประกอบด้วย หินปูนเนื้อดิน หินปูนตกผลึกใหม่ หินอ่อน และหินแคลก์-ซิลิเกต **หินแกรนิต** แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ *หน่วยหิน gr1* ประกอบด้วย หินแกรนิต ขนาดผลึกเท่ากัน และผลึกสองขนาดขนาดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่ไบโอไทต์ ไบโอไทต์-มัสโคไวต์ สายเพกมาไทต์ที่มีแร่ทัวร์มาลีนและสายแอสไพไรต์ *หน่วยหิน gr2* ประกอบด้วย พนักแร่ควอตซ์ (Quartz dyke) **ตะกอนยุคควอเทอร์นารี** ได้แก่ **ตะกอนผุพังที่อยู่กับที่** ประกอบด้วย หินผุ และศิลาแลง **ตะกอนเศษหินเชิงเขา** ประกอบด้วย กรวดทราย ดินเหนียว ลูกกรัง และศิลาแลง **ตะกอนทรายหาดเก่าและตะกอนที่ลุ่มหลังหาด** ประกอบด้วย

ทรายหยาบสลับละเอียด มีทรายพีชและเศษเปลือกหอยปน *ตะกอนชายหาดปัจจุบัน* ประกอบด้วย ทราย ทรายแป้ง และเปลือกหอย *ตะกอนน้ำพา* ประกอบด้วย ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว

ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) รายงานในการศึกษาธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ระวังอำเภอศรีราชา (5135 II) ระวังอำเภอหนองใหญ่ (5235 II) ระวังบ้านจอมพล (5235 III) ว่า **หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส** แบ่งเป็น 3 หน่วยหิน ได้แก่ *หน่วยหิน Pre-Cgn1* ประกอบด้วย หินควอตซ์-เฟลด์สปาร์-ไบโอไทต์ไนส์ สีเทาขาว เนื้อหยาบ มีแถบชั้นสีขาวสลับดำ ริวขนานชัดเจน เม็ดแร่มักถูกบดและเป็นเลนส์รูปตา แสดงหินคดโค้งแบบปิดอยู่ทั่วไป ถูกแทรกตัดหรือขนานด้วยสายเพกมาไทต์ และเลนส์หินอ่อน *หน่วยหิน Pre-Cgn2* ประกอบด้วย หินไบโอไทต์ไนส์ และหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ไนส์ สีเทาดำ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง ริวขนานชัดเจน แสดงหินคดโค้ง บางบริเวณถูกแทรกตัดหรือขนานด้วยสายเพกมาไทต์ และหินไมกาชีสต์ และ *หน่วยหิน Pre-Csck* ประกอบด้วย หินไมกาชีสต์ หินควอตซ์-ไมกาชีสต์ สีเทา สีเทาดำ มีสายเพกมาไทต์แทรกอยู่บ้าง หินฟิลไลต์เป็นส่วนน้อยมาก **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส** ประกอบด้วย หินดินดานเนื้อหินชนวน สีเทา สีเทาดำ มีชั้นบาง และหินฟิลไลต์ สีน้ำตาลออกแดง มีสายเพกมาไทต์และสายแร่ควอตซ์แทรกอยู่บ้าง หินฟิลไลต์เป็นส่วนน้อยมาก **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน** แบ่งเป็น 4 หน่วยหิน ได้แก่ *หน่วยหิน CP1* ประกอบด้วย หินทรายกึ่งแปรสภาพ มีชั้นบางๆ เนื้อหินค่อนข้างสกปรก สีเทา สีเทาเขียว สลับด้วยชั้นหินดินดาน ชั้นหินชัดเจน แสดงระนาบชั้นหินลอนคลื่น ชั้นหินบางถึงหนาปานกลาง (10-15 เซนติเมตร) แสดงชั้นหินคดโค้งงอแบบเปิด เนื้อหินส่วนใหญ่แสดงริ้วขนานและเป็นชั้นบางๆ บางบริเวณหินทรายมีจุดประและแตกออกเป็นแผ่น ไกล่ตอนบนสลับชั้นด้วยหินปูนเลนส์ เนื้อตกผลึกใหม่ เนื้อปนเม็ดแร่ควอตซ์กับเศษหินทราย พบชั้นหินโค้งขนาดเล็กอยู่บ้าง มีหินแกรนิตเม็ดหยาบแทรกดันอยู่หลายบริเวณ *หน่วยหิน CP2* ประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ สีขาวปนเหลือง ชั้นหินชัดเจน ชั้นหินหนาปานกลาง (30-60 เซนติเมตร) สลับชั้นกับหินควอร์ตไซต์ที่มีชั้นบาง ๆ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจนจำนวน 2 ทิศทาง แสดงชั้นหินคดโค้งมีรอยพับมุมแหลม และมักพบชั้นหินคดโค้งขนาดเล็กอยู่ทั่วไป *หน่วยหิน CP3* ประกอบด้วย หินควอตซ์ชีสต์ สีเทา สีเทาเขียว ลักษณะเป็นชั้นบาง ๆ ระหว่างชั้นที่มีแร่ควอตซ์กับแร่เฟลด์สปาร์ และกับชั้นบาง ๆ ของแร่มีสโคไวต์ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจนจำนวน 2 ทิศทาง ไกล่ตอนล่างสลับชั้นด้วยหินฟิลไลต์ สีเทาปนม่วง ซึ่งอาจแปรสภาพมาจากหินแก้วภูเขาไฟปนอยู่ ชั้นหินทั่วไปถูกแทรกดันด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต *หน่วยหิน CP4* ประกอบด้วย หินปูนเนื้อตกผลึกใหม่ (หินอ่อน) สีเทา สีเทาเข้ม เม็ดปานกลาง มีผลึกแร่แคลไซต์เกือบทั้งหมด พบแร่เทอร์โมไลต์ และแร่ไดออปไซด์ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจนจำนวน 2 ทิศทาง สลับชั้นด้วยหินเชิร์ตอยู่บ้าง ถูกเฉือนออกเป็นรูปตา แสดงชั้นหินคดโค้งแบบนอน ชั้นหินตอนล่างถูกแทรกดันด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต พบซากดึกดำบรรพ์แบรคิโอพอด **หินยุคเพอร์เมียน** ประกอบด้วย หินดินดาน หินดินดานเนื้อหินชนวน สีเทา สีเทาดำ และหินปูนเลนส์ เนื้อปนดิน สีเทาเข้ม และหินเชิร์ต พบซากดึกดำบรรพ์ฟิวซิลินิด ฟอรัมมิเนเฟอรา และเรดิโอလာเรีย **หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก** แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ *หน่วยหิน Trgr* ประกอบด้วย หินไบโอไทต์แกรนิต (หินมอนโซแกรนิต ชนิดเอส) และหินไบโอไทต์-มีสโคไวต์แกรนิต และหินไนส์สิกแกรนิต สีเทา เม็ดปานกลางถึงหยาบ เนื้อผลึกสองขนาด แร่เฟลด์สปาร์เป็นแร่ดอกอยู่ทั่วไป ขนาดเฉลี่ย 2-4 เซนติเมตร เม็ดแร่เรียงตัวอยู่บางบริเวณ มีจุกแร่สีดำและถูกแทรกตัดด้วยผนังแร่ควอตซ์อยู่บ้าง และ *หน่วยหิน Trgr+Pg* ประกอบด้วย หินไบโอไทต์แกรนิต (หินมอนโซแกรนิต หินโซอีโนแกรนิต ชนิดเอส และไอ) สีเทา เม็ดปานกลางถึงหยาบ เนื้อผลึกสองขนาด มีแร่เฟลด์สปาร์เป็นแร่ดอกอยู่ทั่วไป ถูกแทรกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์ เพกมาไทต์ และแอพลต์ **ตะกอนยุคควอเทอร์นารี** ได้แก่ *ตะกอนเศษหินเชิงเขา* ประกอบด้วย ตะกอนทราย สีเทาอ่อน สีเทาปนเหลืองถึงแดง เม็ดหยาบ กึ่งเหลี่ยม และเม็ดปานกลาง เนื้อร่วน คัดขนาดไม่ดี ตอนล่างปนด้วยเม็ดกรวด เศษหินแกรนิตและเศษของสายแร่ควอตซ์ *หน่วยตะกอนที่ลุ่มน้ำขัง* ประกอบด้วย ตะกอนดินเคลย์

ปนทราย สีเทาปนดำ มีชั้นพีต *หน่วยตะกอนน้ำพา* ประกอบด้วย ตะกอนทราย สีเทาอ่อน เม็ดปานกลาง และเม็ดหยาบ เนื้อร่วน ปนดิน และทรายแป้ง และ*หน่วยตะกอนทรายชายหาด* ประกอบด้วย ตะกอนทราย สีเทาปนเหลือง เม็ดปานกลางถึงหยาบ คัดขนาดไม่ดีถึงดี มีเศษเปลือกหอยปน

สุวัฒน์ ดิยะไพรัช และกรรณิการ์ ยารังษี (2552) อธิบายในแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ระบุว่าจังหวัดชลบุรี (5135 I) ระบุว่าอำเภอพนมสารคาม (5236 II) และระบุว่าจังหวัดฉะเชิงเทรา (5236 III) ระบุว่า **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส** ประกอบด้วย หินชีสต์เนื้อควอตซ์-ไมกา สีเทา น้ำตาลแดง ชั้นหนา ปะปนกับหินฟิลไลต์ หินฮอร์นเฟลส์ สีดำ หินแคลก์-ซิลิเกต หินชนวน และสายแร่ควอตซ์ **หินยุคเพอร์เมียน** ประกอบด้วย หินฮอร์นเฟลส์ สีดำ ชั้นหนามาก ปะปนกับหินควอร์ตไซต์สีน้ำตาล หินแคลก์-ซิลิเกต สีเทาอมเขียว หินชีสต์เนื้อควอตซ์-ไมกา และหินฟิลไลต์ พบเลนส์ของหินปูนสีเทา และสายแร่ควอตซ์แทรก **หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก** แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ *หน่วยหิน Trgrs* ประกอบด้วย หินแกรนิต หินแกรนิตเนื้อดอก สีเทา เม็ดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และไบโอไทต์ มีการเรียงตัวของแร่ชัดเจน เม็ดแร่ถูกบดจนแตก แทรกคั่นด้วยหินแกรนิตที่มีอายุอ่อนกว่า เพกมาไทต์ แอไพไลท์ และสายแร่ควอตซ์ และ*หน่วยหิน Trgr* ประกอบด้วย หินแกรนิต หินแกรนิตเนื้อดอก สีเทาอ่อน เม็ดละเอียดถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และไบโอไทต์ ตัดแทรกด้วยสายแร่ควอตซ์ เพกมาไทต์ และแอไพไลท์ **ตะกอนยุคควอเทอร์นารี** ได้แก่ *ตะกอนดินหินผุ* ประกอบด้วย ดินเคลย์ปนทราย และทรายแป้ง สีน้ำตาล ส้ม แดง เนื้อแน่น เหนียว มีชั้นแกร่งและเศษหินปน วางตัวบนหินเดิมอย่างต่อเนื่อง *ตะกอนหินแกรนิตผุ* ประกอบด้วย ทรายปนดินเคลย์ สีเทาอ่อน เนื้อหยาบ การคัดขนาดไม่ดี เม็ดเหลี่ยม เนื้อแน่น เหนียว มีเศษหินปนมาก *ตะกอนตะกักระดับสูง* ประกอบด้วย กรวดขนาด 3-8 เซนติเมตร กรวดมนดี สีเทาอ่อน สีแดง ชั้นหนา กรวดประกอบด้วย หินทราย หินชีสต์ แร่ควอตซ์ หินแกรนิต หินกรวดมน และหินฟิลไลต์ เนื้อพื้นเป็นดินเคลย์ปนทรายละเอียด มีชั้นลูกรังแทรก *ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงและตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพา* ประกอบด้วย ดินเคลย์ เนื้อแน่นเหนียว สีน้ำตาล สีเทา วางตัวอยู่บนดินเคลย์ เนื้อนุ่ม สีเทาเข้ม และดินเคลย์ปนทรายเนื้อแน่น เหนียวมาก สีเทาอ่อน จุดประมาก *ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพา* ประกอบด้วย ดินเคลย์ สีเทาเข้ม มีเศษพีช และเศษเปลือกหอยปน วางตัวอยู่บนตะกอนดินเคลย์ปนทราย เนื้อแน่น เหนียว สีเทาอ่อน หรือสีน้ำตาล มีจุดประมาก *ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา* ประกอบด้วย ทรายละเอียด ปนดินเคลย์ สีน้ำตาล เทา เนื้อแน่น เหนียวมาก มีจุดประ สีน้ำตาลแกมแดง ชั้นบาง สลับกับชั้นดินเคลย์ปนทรายละเอียด มักพบเม็ดเหล็กปน *ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึง* ประกอบด้วย ดินเคลย์เนื้อนุ่ม สีเทาเข้ม เทา เทาแกมเขียว มีเศษพีช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายละเอียดมาก สีเทา เป็นชั้นบาง ๆ แทรกสลับ สอดตัวภายใต้อิทธิพลของกระแส น้ำขึ้น-น้ำลง *ตะกอนทรายชายหาด* ประกอบด้วย ทรายขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่ละเอียดถึงหยาบมาก เม็ดกลมมนดี การคัดขนาดดี สีน้ำตาล เนื้อร่วน ชั้นบางถึงปานกลาง มีเศษเปลือกหอยปนเล็กน้อย

กรมทรัพยากรธรณี (2554) ได้รวบรวมและจัดทำแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี และอธิบายว่า **หินยุคพรีแคมเบรียน** ประกอบด้วย หินไมกาชีสต์ หินควอตซ์-ไมกาชีสต์ หินชีสต์ สีเทาถึงเทาดำ มีสายเพกมาไทต์แทรก หินฟิลไลต์เป็นส่วนน้อยมาก หินไบโอไทต์ไนส์ และหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ไนส์ สีเทาเข้ม ริวขนานชัดเจน แสดงหินคดโค้งบางบริเวณ และหินไมกาชีสต์ หินควอตซ์-เฟลด์สปาร์-ไบโอไทต์ไนส์ สีเทาขาว มีแถบชั้นสีอ่อนสลับเข้ม และเป็นริ้วขนานชัดเจน เม็ดแร่มักถูกบดและเป็นเลนส์รูปตา แสดงหินคดโค้งแบบปิดอยู่ทั่วไปถูกแทรกตัดหรือขนานด้วยสายเพกมาไทต์ และปนด้วยหินมิกมาไทต์ และเลนส์หินอ่อน **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส** ประกอบด้วย หินทราย สีขาวปนเทา เนื้อเม็ดควอตซ์ เม็ดละเอียดถึงหยาบ การคัดขนาดค่อนข้างดี เม็ดค่อนข้างกลม เม็ดกรวดประกอบด้วย ควอตซ์ เซิร์ต สีเทาและดำ

และหินควอร์ตไซต์ แสดงชั้นเฉียดระดับ หินทรายปนกรวด หินทรายแป้งและหินโคลน ชั้นบาง สีเทาดำ แทรกสลับเป็นแห่งๆ **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน** ได้แก่หมวดหินพลูตาหลวง แบ่งเป็น 4 หมู่หิน ได้แก่ **หมู่หินเกล็ดแก้ว (CPptk)** ประกอบด้วย หินทรายเนื้อควอตซ์ หินทรายอาร์โคสที่มีแร่ไมกาปน หินโคลน หินดินดาน และหินเชิร์ต **หมู่หินเขาหมอน (CPptm)** ประกอบด้วย หินโคลนแสดงจุดประ หินดินดาน แสดงจุดประ หินควอร์ตไซต์ หินฮอร์นเฟลด์ หินเชิร์ตที่ถูกแปรสภาพ และหินปูนเนื้อดินที่ถูกแปรสภาพ **หมู่หินแสมสาร (CPpts)** ประกอบด้วย หินเชิร์ตสีเทาอ่อน-เทาเข้ม สีน้ำตาล ชั้นบาง แสดงชั้นอย่างดี คดโค้งมาก พบซากดีกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียหลายชนิด เช่น *Follicucullus* sp., *Albaillela* sp., *Latentibifistula* sp. มีหินดินดานสลับเป็นชั้นบาง ๆ และหินปูนเป็นเลนส์ **หมู่หินเขาชีจรรย์ (CPptc)** ประกอบด้วย หินปูนเนื้อปนดิน หินปูนตกผลึกใหม่ หินอ่อน และหินแคลก์-ซิลิเกต **หินยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก** ประกอบด้วย หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง สีเขียวมะกอก หินชนวน สีดำ หินชั้นภูเขาไฟและหินทัฟท์ที่ถูกแปรสภาพ สลับชั้นกัน หินปูนแบบเม็ดไข่ปลา สีเทาเข้ม **หินตะกอนยุคไทรแอสซิก** ประกอบด้วย หินโคลนสลับหินทราย แป้งและหินทรายอาร์โคส เนื้อละเอียด สีน้ำตาลอ่อนและสีเทาเข้ม เป็นชั้นอย่างดี มีชั้นบางสลับ พบการเรียงขนาดเม็ดตะกอนแบบเม็ดละเอียดอยู่ด้านบน (Fining upward sequence) และการลำดับชั้นแบบบูมา (Bouma sequence) ได้ทั่วไป **หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก** ประกอบด้วย หินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์แกรนิต เนื้อปานกลางถึงเนื้อหยาบ ผลึกขนาดเท่ากันและผลึกสองขนาด บางส่วนเป็นหินไบโอไทต์แกรนิต ผลึกขนาดเท่ากัน มีแร่ทัวร์มาลีน และพองหินไดออไรต์ **ตะกอนยุคควอเทอร์นารี** ประกอบด้วย **ตะกอนหินผุ** ประกอบด้วย ดินเคลย์ปนทราย และทรายแป้ง มีชั้นแม่รังและเศษหินปูน วางตัวบนหินเดิมอย่างต่อเนื่อง **ตะกอนตะพักระดับสูง** ประกอบด้วย กรวดปนดินเคลย์และทราย **ตะกอนเศษหินเชิงเขา** ประกอบด้วย เศษหินแกรนิตและสายแร่ควอตซ์ กรวด ทราย ดินเคลย์ คินลูกรังและศิลาแลง **ตะกอนชายหาดปัจจุบัน** ประกอบด้วย ทราย ทรายแป้ง และเศษเปลือกหอย **ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา** ประกอบด้วย ทรายละเอียดปนดินเคลย์ แน่นมาก เหนียวมาก สลับกับชั้นดินเคลย์ปนทราย มักพบเม็ดเหล็กปน **ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง** ประกอบด้วย ดินเคลย์ปนทรายละเอียด มีชั้นทรายร่วนหรือชั้นทรายร่วนปนกรวด ละเอียดแทรก **ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง** ประกอบด้วย ดินเคลย์เนื้อนิ่ม มีเศษพืชและเศษเปลือกหอยปน มีทรายละเอียดมากเป็นแถบชั้นบางแทรกสลับ สอดตัวภายในอิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลง

ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2561) ได้รายงานในการศึกษาศักยภาพแหล่งหินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้างระเปียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก ไว้ว่า **หินยุคพรีแคมเบรียน** แบ่งเป็น 3 หน่วยหิน ได้แก่ **หน่วยหิน PCgn1** ประกอบด้วย หินควอตซ์-เฟลด์สปาร์-ไบโอไทต์ไนส์ มีสายเพกมาไทต์ หินมิกมาไทต์ และเลนส์หินอ่อนแทรกปน **หน่วยหิน PCgn2** ประกอบด้วย หินไบโอไทต์ไนส์ และหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ไนส์ มีสายเพกมาไทต์ และหินไมกาชีสต์แทรกปน และ**หน่วยหิน PCSch** ประกอบด้วย หินไมกาชีสต์ หินควอตซ์-ไมกาชีสต์ หินชีสต์ มีสายเพกมาไทต์และหินฟิลโลต์แทรกปน **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส** แบ่งเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ **หน่วยหิน C** ประกอบด้วย หินทรายเนื้อควอตซ์ และเนื้อดิน สีน้ำตาลแกมแดง และเทา เม็ดละเอียดถึงปานกลาง การคัดขนาดดี เม็ดกลม การเชื่อมประสานดี เป็นชั้นดี ชั้นหนา สลับกับหินดินดาน หินทรายแป้ง หินกรวดมน บางส่วนถูกแปรสภาพเล็กน้อย บางแห่งพบหินปูน และหินเชิร์ต และ**หน่วยหิน Cm** ประกอบด้วย หินฟิลโลต์ หินดินดานเนื้อชนวน สีเทาจาง น้ำตาลจาง ชั้นบาง ผิวแตกเป็นมัน สลับกับหินทราย ถูกแปรสภาพเล็กน้อย และหินฮอร์นเฟลด์ สีดำ **หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน** แบ่งเป็น 4 หน่วยหิน ได้แก่ **หน่วยหิน CP1** ประกอบด้วย หินทรายแปรสภาพ ชั้นบาง เนื้อหินค่อนข้างสกปรก สีเทา สีเทาเขียว สลับด้วย หินดินดาน ชั้นหินชัดเจน แสดงระนาบชั้นหินลอนคลื่น ชั้นหินบางถึงหนาปานกลาง (10-15 เซนติเมตร) แสดงชั้นหินคดโค้งแบบเปิด เนื้อหินแสดงริ้วขนานและเป็นชั้นบาง ๆ บางบริเวณหินทรายมีจุดประและแตกออกเป็นแผ่น ไกล่ต่อนบนสลับชั้นด้วยหินปูนเลนส์ เนื้อตกผลึกใหม่ เนื้อปนเม็ดแร่ควอตซ์กับ

เศษหินทราย พบชั้นหินคดโค้งขนาดเล็ก มีหินแกรนิตเนื้อหยาบแทรกดันอยู่หลายบริเวณ **หน่วยหิน CP2** ประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ สีขาวปนเหลือง ชั้นหินชัดเจน หนาปานกลาง สลับชั้นกับหินควอร์ตไซต์ชั้นบาง ชั้นหินมีแนวแตกเรียบจำนวน 2 ทิศทาง แสดงชั้นหินคดโค้งมีรอยพับมุมแหลม พบชั้นหินคดโค้งขนาดเล็ก ตอนล่างสลับด้วยหินฟิลโลสต์ สีเทาปนม่วง **หน่วยหิน CP3** ประกอบด้วย หินควอตซ์ซีสต์ สีเทา สีเทาเขียว ชั้นบาง ระหว่างชั้นที่มีแร่ควอตซ์กับแร่เฟลด์สปาร์ และมัสโคไวต์ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจนจำนวน 2 ทิศทาง ตอนล่างสลับด้วยหินฟิลโลสต์ สีเทาปนม่วง **หน่วยหิน CP4** ประกอบด้วย หินอ่อน สีเทา สีเทาเข้ม เม็ดปานกลาง มีผลึกแร่แคลไซต์เกือบทั้งหมด พบแร่เทรโมไลต์ และแร่ไดออปไซด์ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจน จำนวน 2 ทิศทาง สลับชั้นด้วยหินเชิร์ตบาง ถูกฉีกออกเป็นรูปตา แสดงชั้นหินคดโค้งแบบนอน ชั้นหินตอนล่างถูกแทรกดันด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต พบซากดึกดำบรรพ์แบคทีเรีย **หมวดหินพลูตาหลวง** แบ่งเป็น 4 หมู่หิน ได้แก่ **หมู่หินเกล็ดแก้ว (CPptk)** ประกอบด้วย หินทรายเนื้อควอตซ์ หินทรายอาร์โคสมิแร่ ไมกาปน หินโคลน หินดินดาน และหินเชิร์ต **หมู่หินเขาหมอน (CPptm)** ประกอบด้วย หินโคลนแสดงจุดประ หินดินดานแสดงจุดประ หินควอร์ตไซต์ หินฮอร์นเฟลส์ หินเชิร์ตที่ถูกแปรสภาพ และหินปูนเนื้อดินที่ถูกแปรสภาพ **หมู่หินแสมสาร (CPpts)** ประกอบด้วย หินเชิร์ต สีเทาอ่อน-เทาเข้ม สีน้ำตาล เป็นชั้นบาง แสดงชั้นอย่างดี คดโค้งมาก พบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียหลายชนิด เช่น *Follicucullus* sp., *Albaillela* sp., *Latentibifistula* sp. มีหินดินดานสลับเป็นชั้นบางๆ และหินปูนเป็นเลนส์ **หมู่หินเขาชีจรรย์ (CPptc)** ประกอบด้วย หินปูนเนื้อปนดิน หินปูนตกผลึกใหม่ หินอ่อน และหินแคลก์-ซิลิเกต **หินยุคเพอร์เมียน** ประกอบด้วย หินดินดาน หินดินดานเนื้อหินขนวน สีเทา สีเทาดำ และหินปูนเลนส์ เนื้อปนดิน สีเทาเข้ม และหินเชิร์ต พบซากดึกดำบรรพ์ฟิวซิลินิด ฟอแรมินิเฟอรา เรดิโอลาเรีย ไครนอยด์ และสาหร่าย หินดินดานเนื้อฟิลโลสต์ หินฮอร์นเฟลส์ สีดำ ชั้นหนามาก ปะปนกับหินควอร์ตไซต์สีน้ำตาล หินแคลก์-ซิลิเกต สีเทาอมเขียว หินควอตซ์-ไมกาซีสต์ และหินฟิลโลสต์ พบเลนส์ของหินปูนสีเทา และสายแร่ควอตซ์แทรก **หินยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก** ประกอบด้วย หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง สีเขียวมะกอก หินขนวน สีดำ หินชั้นภูเขาไฟและหินทัฟฟ์กึ่งแปร หินปูนแบบเม็ดไขปลา สีเทาดำ **หินตะกอนยุคไทรแอสซิก** ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง สีม่วงถึงน้ำตาลอมแดง น้ำตาลเทาและขาว หินทรายเนื้อควอตซ์ สีเทาจนถึงเขียว แทรกสลับด้วยหินดินดานและหินกรวดมนที่ประกอบด้วย ก้อนกรวดของควอตซ์ หินทรายแป้ง หินทรายเนื้อควอตซ์ หินทรายร่วน หินแปรและหินภูเขาไฟ **หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก** แบ่งเป็น 6 หน่วยหิน ได้แก่ **หน่วยหิน Trgr1** ประกอบด้วย หินแกรนิต สีขาวถึงชมพู เนื้อผลึกปานกลางถึงหยาบ หินไบโอไทต์แกรนิต เนื้อดอก หินแกรโนไดออไรต์ สายแร่ควอตซ์ และเพกมาไทต์ **หน่วยหิน Trgr2** ประกอบด้วย หินไบโอไทต์แกรนิต หินไบโอไทต์-มัสโคไวต์-ทัวร์มาลีนแกรนิต สีเทา บางส่วนเนื้อหยาบปานกลางถึงหยาบมาก ขนาดผลึกแร่สม่ำเสมอ และเนื้อดอกหยาบ **หน่วยหิน Trgr3** ประกอบด้วย หินแกรนิต หินแกรนิตเนื้อดอก สีเทา เม็ดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ เฟลสปาร์ และไบโอไทต์ มีการเรียงตัวของแร่ชัดเจน ถูกบดจนแตก แทรกด้วยหินแกรนิตที่มีอายุน้อยกว่า เพกมาไทต์ แอไพโลต์ และสายแร่ควอตซ์ **หน่วยหิน Trgr4** ประกอบด้วย หินแกรนิต ขนาดผลึกเท่ากัน และผลึกสองขนาด ขนาดปานกลางถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่ไบโอไทต์ ไบโอไทต์-มัสโคไวต์ สายเพกมาไทต์ที่มีแร่ทัวร์มาลีน และสายแอฟโลต์ **หน่วยหิน Trgr5** ประกอบด้วย หินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต ขนาดผลึกเท่ากัน เนื้อละเอียด **หน่วยหิน Trgr6** ประกอบด้วย หินไบโอไทต์แกรนิต ขนาดผลึกเท่ากัน เนื้อหยาบ พบหินลูโคแครตติกแกรนิตกับแอนดีไซต์ เกิดร่วมด้วย และหินอัคนีแทรกซอนระดับลึก **ตะกอนยุคควอเทอร์นารี** ได้แก่ **ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึง** ประกอบด้วย ดินเคลย์เนื้อนิ่ม สีเทา เทาแกมเขียว มีเศษพืชและเศษเปลือกหอยปน มีทรายละเอียดมาก สีเทาเป็นชั้นบางๆ แทรกสลับ สะสมตัวภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลง **ตะกอนดินเคลย์สมุทร** ประกอบด้วย ดินเคลย์เนื้อนิ่ม สีเทาปนเขียว สีเทา ชั้นหนา แทรกสลับด้วยชั้นทรายละเอียด มีเศษพืชและเศษเปลือกหอยปน **ตะกอนชายหาดเก่าและตะกอนที่ลุ่มหลังหาด** ประกอบด้วย ทรายหยาบ

สลัปละเอียด มีซากพืชและเศษเปลือกหอยปน ตะกอนชายหาด ประกอบด้วย ทรายตั้งแต่ละเอียดถึงหยาบ มาก เม็ดกลมมนปานกลางถึงดี การคัดขนาดดี สีนํ้าตาล เนื้อร่วน ชั้นบางถึงปานกลาง มีเศษเปลือกหอยปน ตะกอนหินผุ ประกอบด้วย ดินเคลย์ปนทราย และทรายแป้ง สีนํ้าตาล ส้ม แดง เนื้อแน่นเหนียวถึงเนื้อหยาบ การคัดขนาดไม่ดี เม็ดเหลี่ยม มีชั้นแกร่งแทรก และมีเศษหินปน ตะกอนเศษหินเชิงเขา ประกอบด้วย เศษหินทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว สีเทาอ่อน สีเทาปนเหลืองถึงสีแดง เม็ดหยาบถึงปานกลาง กิ่งเหลี่ยม เนื้อร่วน คัดขนาดไม่ดี ตอนล่างปนด้วยเม็ดกรวด เศษหินแกรนิต และแร่ควอตซ์ บางบริเวณเป็นลูกกรัง ตะกอนตะพัก ประกอบด้วย กรวดปนดินเคลย์ ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว สีเทาจาง นํ้าตาลจาง เม็ดกลม ชั้นหนา และชั้นแกร่ง สีนํ้าตาลเข้มถึงสีแดงเข้ม ส่วนใหญ่เป็นแบบมีรูพรุน เป็นชั้นหนาและอยู่ระดับสูง ตะกอนที่ลุ่มน้ำขัง ประกอบด้วย ทราย สีเทาอ่อน เม็ดปานกลาง และเม็ดหยาบ เนื้อร่วน ปนดิน และทรายแป้ง ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง ประกอบด้วย ดินเคลย์ ดินเคลย์ปนทรายละเอียด สีนํ้าตาล เทา เนื้อแน่นเหนียวมาก ชั้นหนา มีจุดประมาก สีนํ้าตาลแกมเหลือง นํ้าตาลแกมแดงมีชั้นทรายร่วน หรือชั้นทรายร่วนปนกรวดละเอียด แทรก มักพบเม็ดเหล็กปน ตะกอนทรายแป้งปนทราย เม็ดละเอียดมาก เนื้อร่วน สีนํ้าตาลถึงนํ้าตาลปนเหลือง มีแร่ไมกาปนมาก ชั้นหนา 0.5-2 เมตร ปิดทับบนหมวดตะกอนอื่น ตะกอนร่องน้ำ ประกอบด้วย ทราย กรวด ดินเหนียว และชั้นพีต ตะกอนน้ำพา ประกอบด้วย ทรายแป้ง ดินเคลย์ และดินลูกกรัง ทรายละเอียด ปนดินเคลย์ สีนํ้าตาล เทา เนื้อแน่น เม็ดปานกลาง และเม็ดหยาบ เหนียวมาก มีจุดประสีนํ้าตาลแกมแดง ชั้นบาง สลับกับชั้นดินเคลย์ปนทรายละเอียด มักพบเม็ดเหล็กและเม็ดปูนปน

4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านธรณีวิทยาในพื้นที่จังหวัดชลบุรี มีรายละเอียดดังนี้

1. รวบรวมและศึกษาผลงานเก่าที่มีผู้ศึกษามาก่อน ทางด้านธรณีวิทยา ธรณีวิทยา โครงสร้าง ธรณีฟิสิกส์ ธรณีเคมี ซากดึกดำบรรพ์หรือโบราณชีววิทยา ด้านแร่ และแผนที่ธรณีวิทยา เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการดำเนินงาน พร้อมทั้งประมวลผลข้อมูล สรุปลงความรู้ที่มีอยู่ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ศึกษา พร้อมทั้งเตรียมแผนที่ต้นร่างทางธรณีวิทยา
2. วางแผนการดำเนินงานในส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการวางแผนการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม การวิเคราะห์ตัวอย่าง การแปลความหมายข้อมูล การเขียนรายงานและจัดทำแผนที่ธรณีวิทยา
3. สำรวจและเก็บข้อมูลธรณีวิทยาในภาคสนามให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา โดยศึกษาลักษณะของหินแต่ละหน่วยหินหรือแต่ละช่วงอายุ ศึกษาลักษณะโครงสร้างตะกอนในเนื้อหิน ซากดึกดำบรรพ์และอื่น ๆ พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างหินเพื่อที่ใช้เป็นตัวแทนของหินในแต่ละหน่วยหิน และตัวอย่างหินที่พบซากดึกดำบรรพ์เพื่อนำกลับมาวิจัยในห้องปฏิบัติการ
4. ศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ (1) การศึกษาทางศิลาวรรณนา โดยนำตัวอย่างหินจากสนามมาทำแผ่นหินบาง แล้วนำมาศึกษาโดยกล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาชนิดหิน ลักษณะเนื้อหิน แร่ประกอบหิน โครงสร้างของชั้นหิน และซากดึกดำบรรพ์ (2) การศึกษาวิเคราะห์ซากดึกดำบรรพ์ ชนิดต่าง ๆ ที่พบในแต่ละหน่วยหิน เพื่อทำการแปลความหมายสภาพแวดล้อมการสะสมตัวและสภาพภูมิอากาศโบราณและการเทียบสัมพันธ์ระหว่างหน่วยหินในพื้นที่ (3) การศึกษาวิเคราะห์ทางธรณีเคมี เพื่อศึกษาองค์ประกอบของแร่ ธาตุของตัวอย่างหินที่สำคัญ
5. แปลความหมายข้อมูลต่าง ๆ ที่พบในแต่ละหน่วยหินบริเวณพื้นที่ศึกษา ได้แก่ (1) ข้อมูลธรณีวิทยาและแผนที่ธรณีวิทยา (2) ข้อมูลการลำดับชั้นหิน ซากดึกดำบรรพ์ และจุดศึกษาอ้างอิง

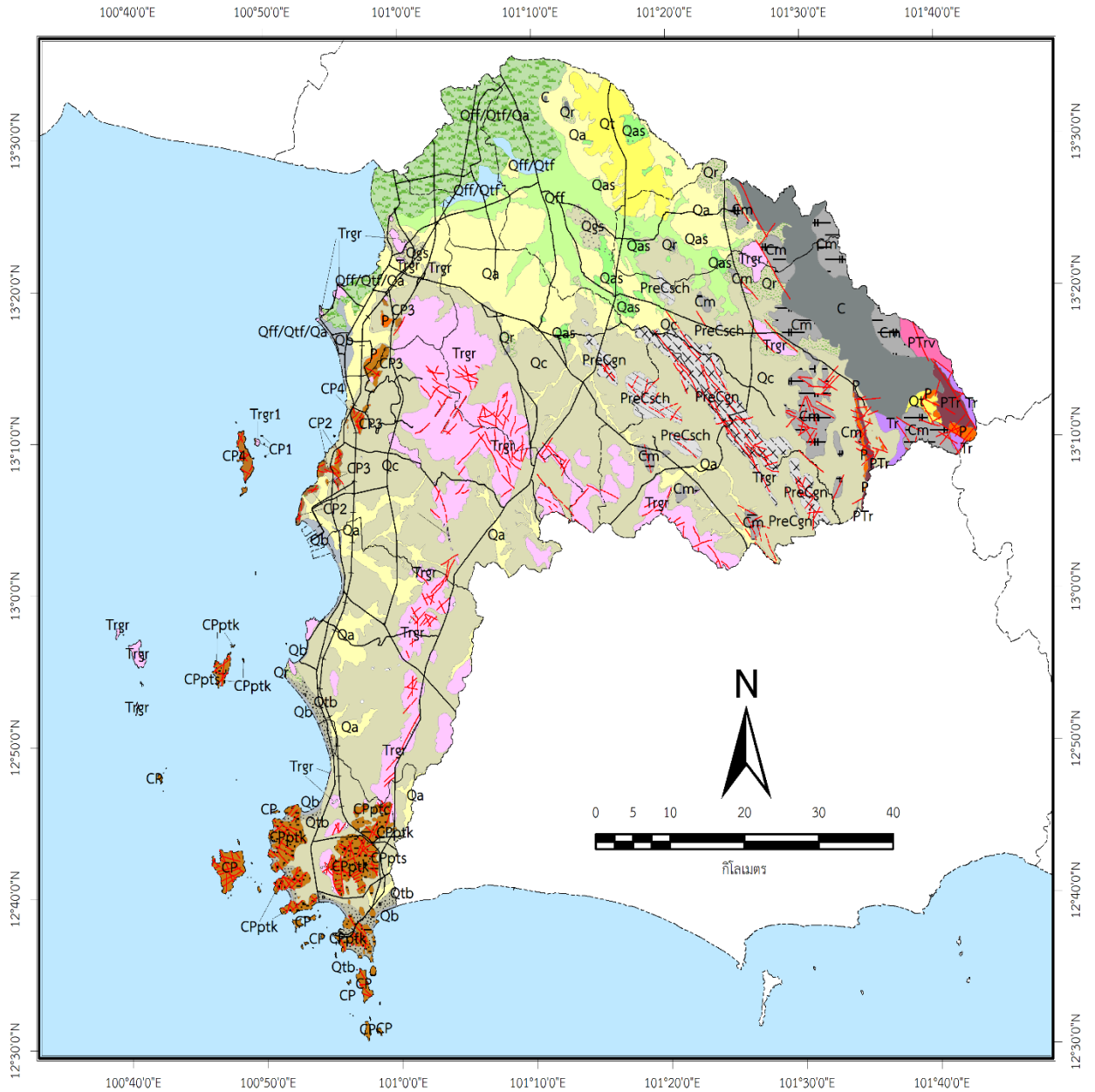
ทางธรณีวิทยา (3) ข้อมูลหินอัคนีและจุดศึกษาอ้างอิงทางธรณีวิทยา (4) ข้อมูลธรณีวิทยาโครงสร้าง เป็นต้น เพื่อศึกษาและอธิบายลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาหรือธรณีประวัติ

6. จัดทำรายงานพร้อมแผนที่ธรณีวิทยา และเผยแพร่รายงาน ข้อมูลแผนที่ ข้อมูลที่จัดเก็บในภาคสนาม ตลอดจนผลวิเคราะห์ ในระบบสารสนเทศทรัพยากรธรณี และเผยแพร่รายงานในห้องสมุดและระบบออนไลน์ของห้องสมุดกรมทรัพยากรธรณี

4.3 ธรณีวิทยาทั่วไป

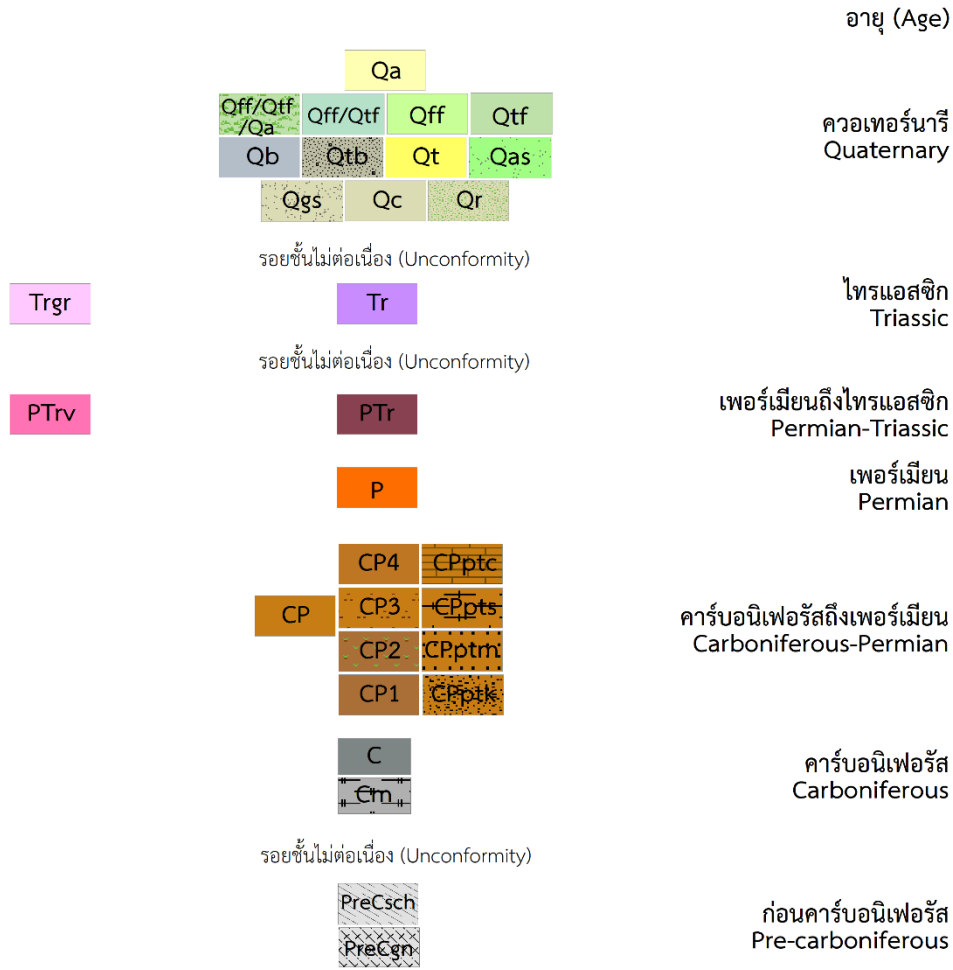
ธรณีวิทยาพื้นที่จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินแข็งและตะกอน โดยหินแข็งในพื้นที่นั้นปรากฏเป็นแนวเขาสูง เขาลูกโดด และที่เนินลอนลาด รวมถึงหมู่เกาะต่าง ๆ ที่มีแนวการวางตัวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ กระจายตัวครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 40 จากข้อมูลวิทยาหิน อายุ และโครงสร้างทางธรณีวิทยา หินแข็งในพื้นที่ประกอบด้วย หินแปรเกรดสูง หินแปรเกรดต่ำ หินกึ่งแปร หินตะกอนที่เกิดในทะเล หินอัคนีพุ หินอัคนีแทรกซอน และหินตะกอนที่เกิดบนภาคพื้นทวีป (รูปที่ 4-2) โดยกลุ่มของหินแปรเกรดสูงประกอบด้วย หินควอตซ์-เฟลด์สปาร์-ไบโอไทต์ไนส์ สีเทาขาว เนื้อหยาบ มีแถบชั้นสีขาวสลับดำ และเป็นริ้วขนานชัดเจน เม็ดแร่มักถูกบดและเป็นรูปตา แสดงหินคดโค้งแบบปิดอยู่ทั่วไป หินไบโอไทต์ไนส์ และหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ไนส์ สีเทาดำ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง ริ้วขนานชัดเจน แสดงหินคดโค้ง บางบริเวณถูกแทรกตัดหรือแทรกขนานด้วยสายเพกมาไทต์ และแอไพคลด์ พบหินแคลก์-ซิลิเกต และเลนส์หินอ่อนแทรก และหินไมกาชีสต์ หินควอตซ์-ไมกาชีสต์ หินชีสต์ สีเทา เทาดำ มีสายแร่ควอตซ์และเพกมาไทต์แทรกตัดอยู่บ้าง ให้อายุเป็นยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัส ปรากฏเป็นเทือกเขาแนวยาว เขาลูกโดด และลานหินบริเวณที่เนินลอนลาด มีแนวการวางตัวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ กลุ่มของหินแปรเกรดต่ำและหินกึ่งแปรที่ประกอบด้วย หินควอตซ์ชีสต์ หินอ่อน หินฟิลไลต์เนื้อเฟลด์สปาร์ หินควอร์ตไซต์ หินทรายแป้ง และหินทราย ให้อายุเป็นยุคคาร์บอนิเฟอรัส ปรากฏเป็นเขาลูกโดด และลานหินบริเวณที่เนินลอนลาด กระจายตัวบริเวณด้านตะวันออกในเขตอำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอเกาะจันทร์ กลุ่มหินแปรเกรดต่ำและหินกึ่งแปรที่ประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ หินควอตซ์ชีสต์ หินฟิลไลต์ หินปูนเลนส์ หินทรายเนื้อปนดินกึ่งแปรสภาพ หินดินดานและหินกรวดมนกึ่งแปรสภาพ แสดงริ้วขนาน และหินชีิร์ต ให้อายุเป็นยุคคาร์บอนิเฟอรัส ถึงยุคเพอร์เมียน เป็นภูเขาลูกโดดและที่เนินลอนลาด รวมถึงหมู่เกาะทางทิศตะวันตกและทางทิศใต้ของจังหวัด มีแนวการวางตัวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ หินตะกอนที่เกิดในทะเลประกอบด้วย หินปูนเนื้อเม็ดไขปลา หินดินดาน หินดินดานเนื้อหินขนวน ให้อายุเป็นยุคเพอร์เมียน เป็นเขาแนวแคบ ๆ และเขาลูกโดด กระจายตัวอยู่ทางตะวันออกของพื้นที่ กลุ่มหินตะกอนที่ประกอบด้วย หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง หินขนวน และหินทัฟฟ์ ให้อายุเป็นยุคเพอร์เมียนถึงยุคไทรแอสซิก เป็นเขาแนวแคบ ๆ และเขาลูกโดด กระจายตัวอยู่ทางตะวันออกของพื้นที่ หินอัคนีพุประกอบด้วย หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ หินไรโอไลต์ เนื้อดอก หินแอนดีไซต์เนื้อดอก หินทัฟฟ์ ให้อายุเป็นยุคเพอร์เมียนถึงยุคไทรแอสซิก เป็นแนวเขาสูงทางตะวันออกของพื้นที่ หินอัคนีแทรกซอนประกอบด้วย หินแกรนิต หินไบโอไทต์แกรนิต หินแกรนิตเนื้อดอกแทรกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์ เพกมาไทต์ และแอไพคลด์ ให้อายุเป็นยุคไทรแอสซิก เป็นแนวเขาสูง เขาลูกโดด และลานหินบริเวณที่เนินลอนลาดทางตอนกลางและทางตอนใต้ของพื้นที่ หินตะกอนที่เกิดบนภาคพื้นทวีปประกอบด้วย หินทราย หินดินดาน และหินกรวดมน สีน้ำตาลแดงถึงแดงม่วง ให้อายุเป็นยุคไทรแอสซิก เป็นแนวเชิงเขาและที่เนินลอนลาด กระจายตัวทางตะวันออกของพื้นที่ มีการวางตัวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ตะกอนในพื้นที่ประกอบด้วย ตะกอนหินผุ ตะกอนเศษหินเชิงเขา

ตะกอนหินแกรนิตผุ ตะกอนตะกัก ตะกอนชายหาดเก่าและตะกอนที่ลุ่มหลังหาด ตะกอนชายหาดปัจจุบัน ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง และตะกอนน้ำพา ให้อายุอยู่ในยุคควอเทอร์นารี เป็นที่เนินและที่ราบซึ่งมีการทำการเกษตรและอุตสาหกรรม มีการกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 60 ชั้นตะกอนสะสมตัวแบบปฐมภูมิ และทุติยภูมิ ที่เป็นตะกอนบกและตะกอนทะเล ซึ่งมีความสัมพันธ์กันกับแนวการวางตัวของโครงสร้างทางธรณีวิทยาและหินต้นกำเนิด



รูปที่ 4-2 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี

การเทียบเคียงของหน่วยหิน (Correlation of Map Units)



รูปที่ 4-3 การเทียบเคียงหน่วยหินในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 4-1 คำอธิบายหน่วยหินของแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี

สัญลักษณ์	ชื่อหน่วยหิน	คำอธิบาย
ตะกอน (Sediments)		
Qa	ตะกอนน้ำพา (Alluvial deposits)	ตะกอนทราย สีเทาอ่อน เม็ดปานกลางและเม็ดหยาบ เนื้อร่วน ปนดิน และทรายแป้ง (Sand, light gray, medium and coarse grained, loose, with soil and silt)
Qff/Qtf/Qa	ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบน ตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพา (Tidal clay on alluvial sandy clay deposit)	ดินเคลย์ เนื้อนุ่ม สีเทาเข้ม มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปน วางตัวอยู่บนตะกอนดินเคลย์ปนทราย เนื้อแน่น เหนียว สีเทาอ่อน หรือสีน้ำตาล มีจุดประมาก (clay, soft, dark gray, small amount plant segments and shell fragments overlying sandy clay, very firm, light gray or brown, abundant mottles)
Qff/Qt	ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงบน ตะกอนน้ำขึ้นน้ำลง (Flood plain on tidal deposit)	ดินเคลย์ปนทรายละเอียด สีเทา เนื้อแน่น เหนียว มีจุดประมาก สีน้ำตาลแกมเหลือง ชั้นหนา มีดินเคลย์ เนื้อนุ่ม สีเทาเข้ม เป็นชั้นแทรก (sandy clay, gray, very fine grained, very firm, abundant mottle, yellowish brown, thick bedded, with soft gray clay)

ตารางที่ 4-1 คำอธิบายหน่วยหินของแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อหน่วยหิน	คำอธิบาย
หินชั้นและหินแปร (Sedimentary and Metamorphic rocks)		
Qtf	ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึง (Tidal clay deposit)	ดินเคลย์เนื้อนิ่ม สีเทาเข้ม เทา เทาแกมเขียว มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายละเอียดมาก สีเทา เป็นชั้นบางๆ แทรกสลับ สะสมตัวภายใต้อิทธิพลของ กระแสน้ำขึ้นน้ำลง (clay, soft, dark gray, gray, greenish gray, abundant plant remains and shell fragments, with very fine sand lamination, deposited by tidal)
Qff	ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood plain deposit)	ดินเคลย์ ดินเคลย์ปนทรายละเอียด สีน้ำตาล เทา เนื้อแน่น เหนียวมาก ชั้นหนา มีจุดประมาศ สีน้ำตาลแกมเหลือง น้ำตาลแกมแดง มีชั้นทรายร่วน หรือชั้นทรายร่วนปนกรวดละเอียดแทรก (clay, sandy clay, brown to gray, fine grained , very firm, thick bedded, abundant mottles, yellowish brown, reddish brown, with loose sand or gravelly sand layers)
Qas	ตะกอนทรายน้ำพา (Alluvial sand deposit)	ทรายละเอียดปนทรายแป้ง สีน้ำตาลอ่อน และเทาอ่อน การคัดขนาดดี เม็ดกลม เนื้อร่วน ชั้นหนา (silty sand, light brown and light gray, fine grained, well sorted, well rounded, loose, thick bed)
Qb	ตะกอนชายหาดปัจจุบัน (beach sand deposit)	ตะกอนทรายที่สะสมตัวอย่างต่อเนื่องโดยกระบวนการทางธรรมชาติ (Beach sand accumulates continuously by natural processes)
Qtb	ตะกอนชายหาดเก่าและตะกอนที่ลุ่มหลังหาด (beach sand and back-beach sediments deposit)	ตะกอนทรายเป็นส่วนใหญ่ มีเศษพืชปนมากและมีเศษเปลือกหอยปนอยู่ในเนื้อตะกอน (sand, plant and shell fragments)
Qt	ตะกอนตะพัก (Terrace deposit)	กรวดปนดินเคลย์ และทราย สีเทาจาง น้ำตาลจาง เม็ดกลม ชั้นหนา (gravel slightly clayey and sandy, light gray, light brown, well rounded, thick bedded)
Qgs	ตะกอนหินแกรนิตผุ (granite wash deposit)	ทรายปนดินเคลย์ สีเทาอ่อน เนื้อหยาบ การคัดขนาดไม่ดี เม็ดเหลี่ยม เนื้อแน่น เหนียว มีเศษหินและสายแร่ควอตซ์ปนมาก (sand, very clayey, light gray, coarse grained, poorly sorted, angular, very firm, common rock fragment and quartz vein)
Qc	ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Colluvial deposit)	ตะกอนทราย สีเทาอ่อน สีเทาปนเหลืองถึงแดง เม็ดหยาบ กึ่งเหลี่ยม และเม็ดปานกลาง เนื้อร่วน คัดขนาดไม่ดี ตอนล่างปนด้วยเม็ดกรวด เศษหินแกรนิต และเศษของสายแร่ควอตซ์ (sand, light gray, yellowish-reddish gray, coarse and medium, subangular, loose, poor sorted: at lower part: with gravel, fragment of granite and quartz vein)
Qr	ตะกอนหินผุ (Residual soil deposit)	ดินเคลย์ปนทราย และทรายแป้ง สีน้ำตาล ส้ม แดง เนื้อแน่น เหนียว มีชั้นแม่รังแทรก และมีเศษหินปน วางตัวบนหินเดิมอย่างต่อเนื่อง (clay, silty, sandy, brown, orange, red, very firm, with laterite layer and rock fragments, overlying base rock gradually)




ตารางที่ 4-1 คำอธิบายหน่วย ยหินของแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อหน่วยหิน	คำอธิบาย
หินชั้นและหินแปร (Sedimentary and Metamorphic rocks)		
Tr	หินยุคไทรแอสซิก (Triassic rocks)	หินทราย หินทรายแป้ง สีม่วงถึงน้ำตาลแดง น้ำตาลเทาและขาว หินทรายเนื้อควอตซ์ สีเทาจนถึงเทาเขียว แทรกสลับด้วยหินดินดานและหินกรวดมน ที่ประกอบด้วย ก้อนกรวดของควอตซ์ หินทรายแป้ง หินทรายเนื้อควอตซ์ หินทราย หินแปรและหินภูเขาไฟ (Sandstone, siltstone, purple, reddish-brown to light-gray brown and white, quartzitic sandstone, light-gray to greenish gray, interbedded with shale and conglomerate, consists of quartz, siltstone, quartzitic sandstone, friable sandstone, metamorphic and volcanic pebbles)
PTr	หินยุคเพอร์เมียนถึงไทรแอสซิก (Permian-Triassic rocks)	หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง สีเขียวมะกอก หินชนวน สีดำ หินชั้นภูเขาไฟและหินทัฟฟ์ที่ถูกแปรสภาพ สลับชั้นกัน (Shale, sandstone, siltstone, olive-green; black slate and meta-tuff interbedded)
P	หินยุคเพอร์เมียน (Permian rocks)	หินดินดาน หินดินดานเนื้อหินชนวน สีเทา สีเทาดำ และหินปูนแบบเม็ดไข่ปลา สีเทาเข้ม เนื้อปนดิน สีเทาเข้ม และหินเชิร์ต พบซากดึกดำบรรพ์ฟิวซิลินิด ฟอแรมินิเฟอร่า และเรติโอลาเรียน (shale, slaty shale, gray, dark gray, with ; oolitic limestone, dark gray, and chert, fossils : fusulinids, foraminifera and radiolarian)
CPptc	หมู่หินเขาชีจรรย์ หมวดหิน พลูตาหลวง (Khao Chi Chan Member, Phlu Ta Luang Formation)	หินปูนเนื้อแน่นที่ถูกแปรสภาพไปเป็นหินอ่อน ประกอบด้วย หินอ่อนเนื้อโดโลไมต์ และหินอ่อนเนื้อแคลก์-ซิลิเกต สีเทาดำ-สีขาว แทรกสลับกัน มีแถบหินเนื้อดิน สีดำ-น้ำตาลดำ แทรกสลับ (massive limestone and marble: dolomitic marble and calc-silicate marble interbedded; grayish black, white, founded argillaceous layers interbedded)
CPpts	หมู่หินแสมสาร หมวดหิน พลูตาหลวง (Samae San Member, Phlu Ta Luang Formation)	หินเชิร์ตที่เป็นชั้นบาง แสดงชั้นอย่างดี ส่วนใหญ่มีการคดโค้งมาก มีหินดินดานเป็นชั้นบางมากสลับอยู่ บางบริเวณพบหินโคลนที่มีริ้วขนานสลับชั้นอยู่ด้วย เนื้อหินแสดงการถูกแปรสภาพ ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ขนาดใหญ่ แต่เมื่อนำไปละลายพบว่ามีซากดึกดำบรรพ์ขนาดเล็กมากอยู่บ้าง (thin bedded chert, well bedded, folded are common, very thin bedded shale interbedded, founded foliated mudstone interbedded, metamorphosed, founded micro-fossils)
CPptm	หมู่หินเขาหมอน หมวดหิน พลูตาหลวง (Khao Mon Member, Phlu Ta Luang Formation)	หินตะกอนที่ถูกแปรสภาพเนื่องจากอิทธิพลของหินแกรนิตที่อยู่ใกล้เคียง ได้แก่ spotted shale, spotted mudstone, spotted phyllite, spotted hornfels, หินควอร์ตไซต์ และหินเชิร์ตที่ถูกแปรสภาพ บางส่วนมีหินปูนเนื้อโดโลไมต์เป็นเลนส์แทรกอยู่ (spotted shale, spotted mudstone, spotted phyllite, spotted hornfels, quartzite, metamorphosed chert, founded dolomitic limestone lens interbedded)
CPptk	หมู่หินเกล็ดแก้ว หมวดหิน พลูตาหลวง (Kled Kaew Member, Phlu Ta Luang Formation)	หินทรายเนื้อควอตซ์ หินทรายอาร์โคสที่มีแร่ไมกาปน หินทรายแป้ง หินดินดานและหินโคลน เป็นส่วนใหญ่ มีหินเชิร์ตสลับบ้าง บางส่วนถูกอิทธิพลของหินแกรนิตแทรกดันทำให้เกิดการแปรสภาพแบบสัมผัส ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ (quartzitic sandstone, micaceous arkosic sandstone, siltstone, shale, mudstone, and chert, contact metamorphism with granitic rock, no fossil)

ตารางที่ 4-1 คำอธิบายหน่วยหินของแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อหน่วยหิน	คำอธิบาย
หินชั้นและหินแปร (Sedimentary and Metamorphic rocks)		
CP4	หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงเพอร์เมียน (Carboniferous-Permian rocks)	หินปูนเนื้อตผลึกใหม่ (หินอ่อน) สีเทา สีเทาเข้ม เม็ดปานกลาง มีผลึกแร่แคลไซต์เกือบทั้งหมด พบแร่เทรโมไลต์และไดออปไซด์ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจน จำนวน 2 ทิศทาง สลับชั้นด้วยหินเชิร์ตอยู่บ้าง มักถูกเลื่อนออกเป็นรูปตา แสดงชั้นหินคดโค้งแบบนอน ชั้นตอนล่างถูกแทรกด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต พบซากดึกดำบรรพ์ ได้แก่ แแบรคิโอพอด/หอยสองฝา? (Recrystallized limestone (marble), entirely of calcite crystals with tremolite and diopside, gray, dark gray, medium grained, occasionally intercalated with chert beds, two distinguish direction of cleavage clearly presented, recrystallized limestone usually being glided by fault plane, horizontal fold in place; lower part is introduced with biotite granite; fossils : brachiopod/bivalves?)
CP3	หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงเพอร์เมียน (Carboniferous-Permian rocks)	หินควอร์ตซ์ชีสต์ สีเทา สีเทาเขียว ลักษณะเป็นชั้นบางๆ ระหว่างชั้นที่แร่ควอตซ์กับแร่เฟลด์สปาร์ กับชั้นบางๆของแร่มิสโคไวต์ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจน จำนวน 2 ทิศทาง ใกล้กับตอนล่าง สลับชั้นด้วยหินฟิลไลต์ สีเทาปนม่วง ซึ่งอาจแปรสภาพมาจากหินเถ้าภูเขาไฟที่ปนอยู่ ชั้นหินทั่วไปถูกแทรกด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต (quartz-schist, gray, greenish gray, presented as thin layering between quartz with feldspar layer and muscovite layer, two distinguish direction of cleavage clearly presented; near the lower part: purplish gray phyllite intercalated with, which probably metamorphosed from pyroclastic rocks, this unit normally being introduced with biotite granite)
CP2	หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงเพอร์เมียน (Carboniferous-Permian rocks)	หินควอร์ตซ์ไซต์ สีขาวปนเหลือง ชั้นหินชัดเจน ชั้นหินหนาปานกลาง 30-60 เซนติเมตร สลับชั้นกับหินควอร์ตซ์ไซต์ที่มีชั้นบางๆ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจน 2 ทิศทาง แสดงชั้นหินคดโค้งมีรอยพับมุมแหลม และมักพบชั้นหินโค้งขนาดเล็กอยู่ทั่วไป (quartzite, yellowish-white, clearly bedding, medium 30-60 cm, interbedded with thin layering quartzite, two distinguish direction cleavage clearly presented, showing of angular fold type, small scale folding or drag fold in common)
CP1	หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงเพอร์เมียน (Carboniferous-Permian rocks)	หินทรายกึ่งแปรสภาพ มีชั้นบางๆ เนื้อหินค่อนข้างสกปรก สีเทา สีเทาเขียว สลับด้วยหินดินดาน ชั้นหินชัดเจน แสดงระนาบชั้นหินลอนคลื่น ชั้นหินบางถึงหนาปานกลาง 10-15 เซนติเมตร แสดงชั้นหินโค้งแบบเปิด เนื้อหินส่วนใหญ่แสดงริ้วขนานและเป็นชั้นบางๆ บางบริเวณหินทรายมีจุดประและแตกออกเป็นแผ่น ใกล้ตอนบนสลับชั้นด้วยหินปูนเลนส์ เนื้อตผลึกใหม่ เนื้อปนเม็ดแร่ควอตซ์กับเศษหินทราย พบชั้นหินโค้งขนาดเล็กอยู่บ้าง มีหินแกรนิตเนื้อหยาบแทรกติดอยู่หลายบริเวณ (semi-metamorphosed sandstone with thin layering, rather dirty, gray, greenish gray, intercalated with clearly bedded shale, wavy, thin-medium 10-15 cm, open folded, showing foliation and layering, spotted and spitted as sheet in places; near the upper part: recrystallized, limestone lens intercalated with quartz, and sand grains usually are in, small scale folding or drag folds in places; this unit being intruded with granite several places)
CP	หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงเพอร์เมียน (Carboniferous-Permian rocks)	หินทรายกึ่งแปรสภาพ สลับด้วยหินดินดาน ตอนบนสลับชั้นด้วยหินปูนเลนส์ เนื้อตผลึกใหม่ หินควอร์ตซ์ไซต์ สีขาวปนเหลือง สลับชั้นกับหินควอร์ตซ์ไซต์ที่มีชั้นบางๆ หินควอร์ตซ์ชีสต์ สีเทา สีเทาเขียว สลับชั้นด้วยหินฟิลไลต์ สีเทาปนม่วง หินปูนเนื้อตผลึกใหม่ สลับชั้นด้วยหินเชิร์ตอยู่บ้าง (semi-metamorphosed sandstone, intercalated with clearly bedded shale, near the upper part: recrystallized limestone lens intercalated with quartzite and gray, greenish gray quartz schist interbedded, intercalated with purplish gray phyllite, recrystallized limestone interbedded with chert)

ตารางที่ 4-1 คำอธิบายหน่วยหินของแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อหน่วยหิน	คำอธิบาย
หินชั้นและหินแปร (Sedimentary and Metamorphic rocks)		
	หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous rocks)	หินทรายเนื้อควอตซ์ และหินทรายเนื้อดิน เม็ดละเอียดถึงปานกลาง การคัดขนาดดี เม็ดกลมมน การเชื่อมประสานดี เป็นชั้นดี ชั้นหนา สีน้ำตาลแดง และเทา สลับกับ หินดินดาน หินทรายแป้ง และหินกรวดมน บางส่วนถูกแปรสภาพไปเล็กน้อย บางแห่งมีหินปูน และหินเชิร์ตแทรก (Quartzitic and lithic sandstone, fine to medium grained, well sorted, subrounded, well cement, well bed, thick bedded, brown, red, and gray, interbedded with shale, siltstone and conglomerate, slightly metamorphosed, some with limestone and chert)
	หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous rocks)	หินฟิลไลต์ หินดินดานเนื้อขนวน สีเทาจาง น้ำตาลจาง ชั้นบาง ผุมาก ผิวแตกเป็นมัน และหินฮอร์นเฟลส์ สีดำ (Phyllite, slaty shale, light gray, light brown, thin bedded, very weathered, greasy surface and black hornfels)
	หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre-Carboniferous rocks)	หินไมกาชีสต์ หินควอตซ์-ไมกาชีสต์ หินชีสต์ สีเทา เทาดำ มีสายแร่ควอตซ์และเพกมาไทต์แทรกตัดอยู่บ้าง (mica-schist, quartz mica-schist, schist, gray, dark gray, occasionally intersected with pegmatite and vein)
	หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre-Carboniferous rocks)	หินควอตซ์-เฟลด์สปาร์-ไบโอไทต์ไนส์ สีเทาขาว เนื้อหยาบ มีแถบชั้นสีขาวสลับดำ และเป็นริ้วขนานชัดเจน เม็ดแร่มักถูกบดและเป็นรูปตา แสดงหินคดโค้งแบบปิดอยู่ทั่วไป หินไบโอไทต์ไนส์ และหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ไนส์ สีเทาดำ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง ริ้วขนานชัดเจน แสดงหินคดโค้ง บางบริเวณถูกแทรกตัดหรือขนานด้วยสายเพกมาไทต์ และแอฟไลต์ พบหินแคลก์-ซิลิเกต และเลนส์หินอ่อนแทรก (quartz-feldspar-biotite gneiss, light gray, coarse texture, heterogeneous between white and black banded, well foliated, mineral grains usually formed as lens, close folded in common; biotite gneiss, and biotite-hornblende gneiss, dark gray, fine-medium texture, clearly foliated, occasionally folded, intersected discordance or concordance with pegmatite and aplite; calc-silicate and marble lens are founded)
หินอัคนี (Igneous rocks)		
	หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (Triassic granite)	หินไบโอไทต์แกรนิต (หินมอนโซแกรนิต หินไซยาโนแกรนิต ชนิดเอสและไอ) สีเทา เม็ดปานกลางถึงหยาบ เนื้อผลึกสองขนาด มีแร่เฟลด์สปาร์ เป็นแร่ดอกอยู่ทั่วไป ประกอบด้วย แร่ควอตซ์, เฟลด์สปาร์, ไบโอไทต์, ไบโอไทต์-มัสโคไวต์ บางบริเวณเรียงตัว พบหินแปลกปลอม และแร่ทัวร์มาลีน ถูกแทรกตัดด้วยสายแร่ควอตซ์ เพกมาไทต์ และแอฟไลต์ (Biotite granite (monzogranite, syenogranite, S and I-type), gray, medium-coarse grained, porphyritic texture, with feldspar phenocryst in common, quartz, feldspars and biotite, partly foliated; occasionally xenoliths, and tourmaline presented ; ; intersected with quartz vein. pegmatites and aplite)
	หินภูเขาไฟยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก (Permian-Triassic volcanic rock)	หินไรโอไรต์ หินแอนดีไซต์ หินไรโอไรต์เนื้อดอก หินทัฟฟ์ สีเขียวเข้มถึงเทา ม่วง ม่วงเขียว หินบะซอลต์ และหินไซอีไนต์ (Rhyolite, andesite, rhyolite porphyry, andesite porphyry, tuff, basalt and syenite, dark green to gray, purple, grayish-purple)

4.4 ลำดับชั้นหิน

สภาพธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินอัคนี หินแปร และหินตะกอนของกลุ่มหินชลบุรี และตะกอนตามลำดับ อายุตั้งแต่ยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัสจนถึงยุคควอเทอร์นารี โดยมีลำดับชั้นหินจากเก่าไปอ่อนดังนี้

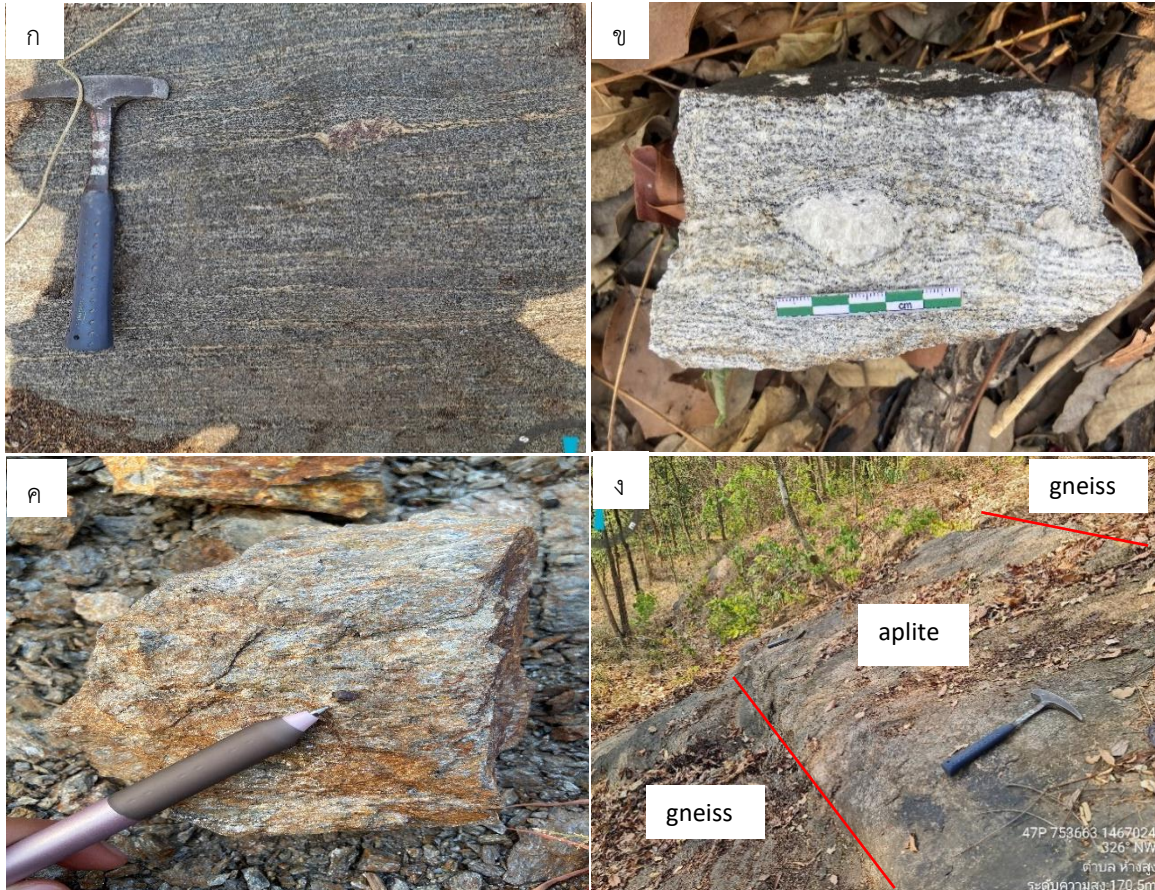
4.4.1 หินยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัส (Pre-Carboniferous rocks)

ข้อมูลทั่วไป (General information): หินยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัสในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ได้มีการให้ชื่อเรียกว่า “หินไนส์ชลบุรี หรือ Chonburi Gneiss” (Bunopas, 1981) เป็นหินที่มีอายุแก่ที่สุดในพื้นที่จังหวัดชลบุรี แต่ยังไม่มีความชัดเจนด้านอายุ โดย Areesiri (1982) ให้ชื่อว่า “ชลบุรีแมสซีฟ (Chonburi massif)” และให้อายุแก่กว่ายุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre-Carboniferous Age) สอดคล้องกับบันทึก กิตติสาร (2535), นิตติ กิตติสาร และสันต์ อัครพัชระ (2531) ให้อายุแก่กว่ายุคคาร์บอนิเฟอรัส อีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) ได้รายงานว่าเป็นหินแปรที่มีระดับการแปรสภาพสูงโดยกระบวนการแปรสภาพแบบไพศาล และเรียกชื่อว่า “หินไนส์หนองใหญ่” ให้อายุแก่กว่ายุคคาร์บอนิเฟอรัส เป็นหินที่วางตัวอยู่ล่างสุด รองรับแบบไม่ต่อเนื่องกับหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส และหินที่มีอายุอ่อนกว่า ประกอบด้วย หินไนส์ที่มีส่วนประกอบต่างกัน 6 หน่วย ได้แก่ 1) หินไบโอไทต์-เฟลด์สปาร์ติก-ควอตซ์ไนส์ 2) หินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ไนส์ 3) หินไบโอไทต์ไนส์ 4) หินฮอร์นเบลนด์-ไดออปไซด์ไนส์ 5) หินไบโอไทต์-ซิลลิมาไนต์ไนส์ 6) หินไบโอไทต์-ไดออปไซด์ไนส์ ที่มีหินอ่อน-แคลก์ซิลิเกต และหินแอมฟิโบลต์ปน อีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) และอีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2561) จำแนกเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ หน่วยหิน Pre Cgn และหน่วยหิน Pre Cschn

วิทยาหิน (Lithology): ประกอบด้วย หินไนส์ หินชีสต์ หินมิกมาไทต์ และหินแคลก์-ซิลิเกต ที่มีหินอ่อนปนบ้าง หินไนส์มีสีเทา สีเทาขาว เนื้อปานกลางถึงหยาบ แสดงแถบชั้นระหว่างแร่สีเข้ม สลับสีอ่อน และเป็นริ้วขนานชัดเจน (รูปที่ 4-4ก) พบเม็ดควอตซ์ถูกบดและเป็นรูปตา (รูปที่ 4-4ข) แสดงหินคดโค้งขนาดเล็ก แร่ประกอบหินได้แก่แร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ ไบโอไทต์ และฮอร์นเบลนด์ หินชีสต์ สีน้ำตาลเทา สีน้ำตาลแดง มีส่วนประกอบเป็นหินไมกาชีสต์ และหินควอตซ์-ไมกาชีสต์ แร่ประกอบหินได้แก่ แร่ควอตซ์ ไมกา และเฟลด์สปาร์ บางแห่งพบแร่การ์เนตแบบฝังประในเนื้อหิน (รูปที่ 4-4ค) หน่วยหินนี้แสดงริ้วขนานชัดเจน พบบางแห่งถูกแทรกตัดและหรือขนานด้วยสายแร่ควอตซ์ สายเพกมาไทต์ พังแร่ควอตซ์ และแอไฟลต์ (รูปที่ 4-4ง)

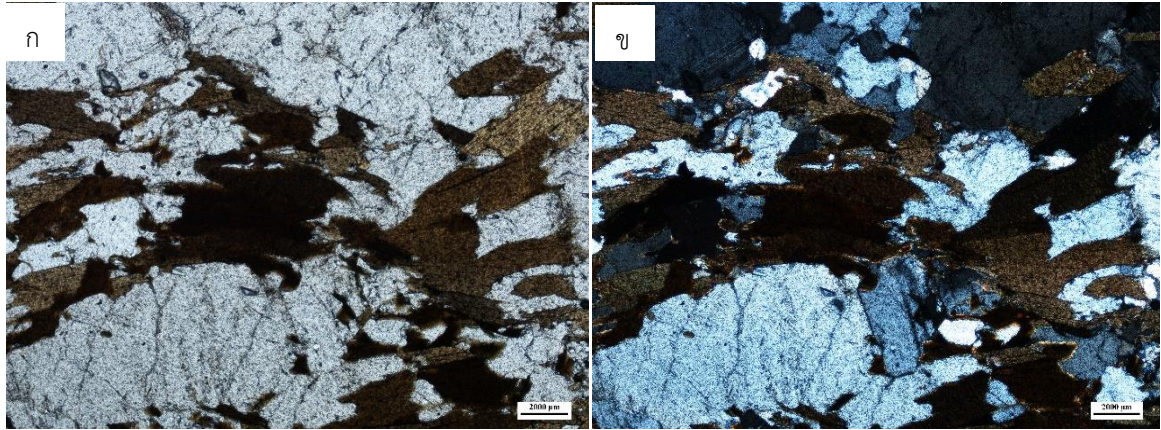
ข้อมูลแผ่นหินบาง (รูปที่ 4-5-รูปที่ 4-7) แร่หลักประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แร่แพลจิโอเคลส แร่ไบโอไทต์ และแร่ฮอร์นเบลนด์ แถบสีจางเป็นแร่ควอตซ์และแร่แพลจิโอเคลส บริเวณขอบรอยสัมผัสของเม็ดแร่ (suture line) แสดงรอยหยักชัดเจน แถบสีเข้มเป็นแร่ฮอร์นเบลนด์และแร่ไบโอไทต์ เม็ดแร่ฮอร์นเบลนด์ มีรูปผลึกค่อนข้างสมบูรณ์ ที่แสดงแนวแตกเรียบ 2 ทิศทาง ส่วนแร่ไบโอไทต์มีลักษณะปิดโค้งและแทรกอยู่ระหว่างผลึกแร่ชนิดอื่นอยู่ทั่วไป

ความหนาและการแผ่กระจายตัว (thickness and distribution): หน่วยหินนี้มีการแผ่กระจายตัวทางด้านตะวันออกของจังหวัด บริเวณอำเภอพนสนิมคม อำเภอบ่อทอง และอำเภอหนองใหญ่ เป็นแนวเทือกเขายาว ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่แนวเขาไผ่-เขาหินตาด แนวเขากล้วย-เขาคูณ-เขาอู่ น้ำพุ-เขาเจ้า-เขาหนองผักหนาม-เขามาบายาง-เขาอ่างแก้ว-เขาน้ำซับ-เขาช้างตาย แนวเขาชะงอก-เขาโปร่งเกตุ-เขาอ่างกระเด็น แนวเขามดง่าม-เขาสิงโต เป็นหินดานตามเนินเขา ที่เนินและที่เนินลอนลาด ได้แก่บริเวณเขากะปอม เขาน้อย เขาขุนอินทร์ เขากะถิน เขายุงทอง เขาตาแจ้ง บริเวณบ้านคลองตะเคียน บ้านบ่อทอง บ้านเขาจันทร์-เขาไผ่ บ้านหนองใหญ่ บ้านสี่ปล่อง และบ้านเนินสูง ความหนาของหน่วยหินนี้ไม่สามารถวัดได้แน่นอน เนื่องจากเป็นหินที่มีอายุแก่และอยู่ด้านล่างสุด อีกทั้งมีความซับซ้อนด้านโครงสร้างทางธรณีวิทยาและรอยเลื่อน การคำนวณหาความหนาของหน่วยหินนั้นจึงกระทำได้ยาก

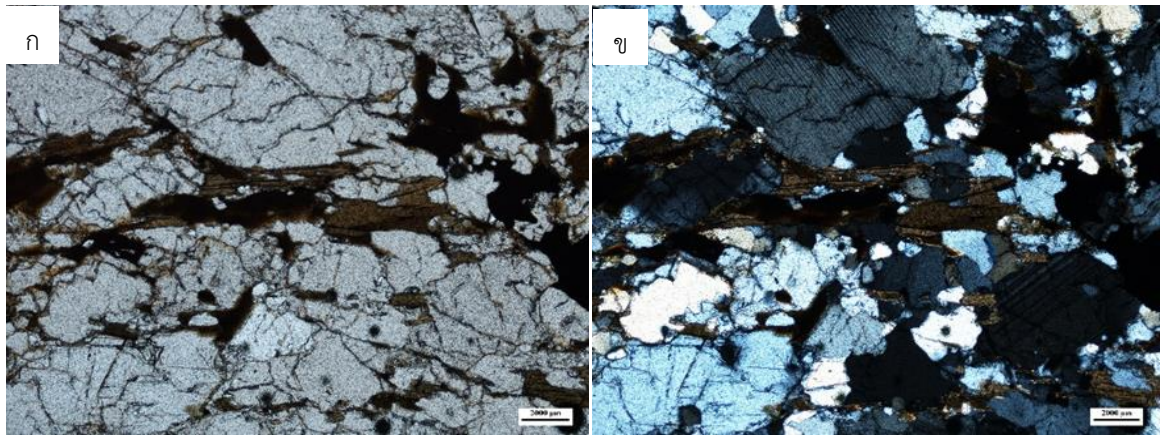


รูปที่ 4-4 (ก) การสลับกันของแร่สีเข้มกับแร่สีจางของหินไนส์ (ข) แร่ควอตซ์ถูกบดและเป็นรูปตา (ค) แร่การ์เนตแบบฝังประในเนื้อหินชีสต์ บ่อหินบริเวณเขาจันทร์ ตำบลห้างสูง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ง) หินไนส์ที่ถูกแทรกตัดด้วยสายแอฟไลต์ บริเวณทางเข้าพระธาตุเขาเจ้า ตำบลห้างสูง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี

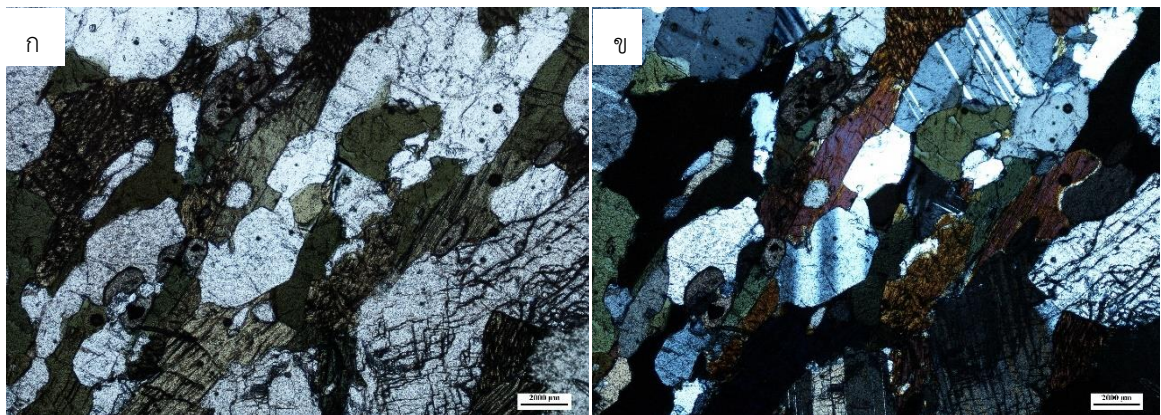
การลำดับชั้นหินของหินยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัสในภาคสนาม สามารถแบ่งได้เป็น 2 หน่วย (ส่วนด้านล่างและด้านบน) ได้แก่ หน่วยหิน Pre Cgn และหน่วยหิน Pre Csch โดย หน่วยหิน Pre Cgn ประกอบด้วย หินควอตซ์-เฟลด์สปาร์-ไบโอไทต์ไนส์ สีเทาขาว เนื้อหยาบ มีแถบชั้นสีขาวสลับดำ และเป็นริ้วขนานชัดเจน เม็ดแร่มักถูกบดและเป็นรูปตา แสดงหินคดโค้งแบบปิดอยู่ทั่วไป หินไบโอไทต์ไนส์ และหินไบโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ไนส์ สีเทาดำ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง ริ้วขนานชัดเจน แสดงหินคดโค้งบางบริเวณถูกแทรกตัดหรือขนานด้วยสายเพกมาไทต์และแอฟไลต์ พบหินแคลก์-ซิลิเกต และเลนส์หินอ่อนแทรก มีทิศทางการเรียงตัวกันของริ้วขนานอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ หน่วยหินชีสต์ (Pre Csch) ประกอบด้วย หินไมกาชีสต์ หินควอตซ์-ไมกาชีสต์ หินชีสต์ หินฟิลไลต์เป็นส่วนน้อย สีเทาเทาดำ มีสายแร่ควอตซ์และเพกมาไทต์แทรกตัดอยู่บ้าง ทิศทางการเรียงตัวกันของริ้วขนานอยู่ในแนวประมาณเหนือ-ใต้



รูปที่ 4-5 ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินไนส์ บริเวณเขามาบายาง ในพื้นที่ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)=Cross-Polar light



รูปที่ 4-6 ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของชั้นหินสีจางของหินไนส์ บริเวณศาลบ้านอ่างใน ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)=Cross-Polar light



รูปที่ 4-7 ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินไนส์ บริเวณทางเข้าพระธาตุเขาเจ้า ตำบลห้างสูง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)=Cross-Polar light

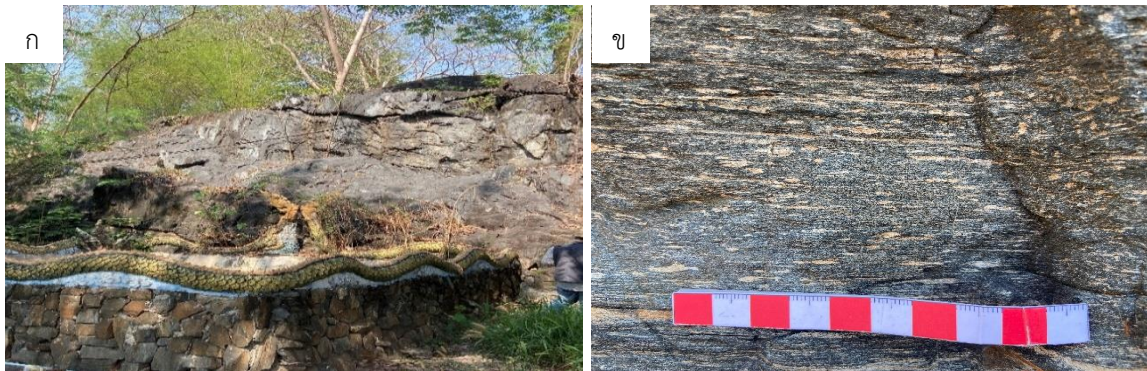
หินโผล่บริเวณเขามาบายาง ในพื้นที่ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี เป็นเหมือนหินเก่าที่หยุดดำเนินการแล้ว สามารถเห็นหินโผล่ชัดเจน ประกอบด้วย หินไนส์ แสดงการสลับกันของแร่สีเข้ม (แร่ไบโอไทต์และฮอร์นเบลนด์) กับแร่สีจาง (แร่ควอตซ์และเฟลด์สปาร์) แล็บแร่สีเข้มและสีจางแสดงการคดโค้งขนาดเล็ก เม็ดแร่ถูกบดอัดและถูกเชื่อม (รูปที่ 4-8) แนวริ้วขนานวางตัวอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทำมุมเอียงเท 50 ถึง 70 องศา ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

หินโผล่บริเวณวัดเขาถ้ำ ในพื้นที่บ้านสี่ปลอง ตำบลหนองอิรุณ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินควอตซ์ซีสต์ สีเทาดำ แสดงการสลับกันของแร่สีเข้มกับแร่สีจาง แสดงการ

คดโค้งขนาดเล็ก แนวร้าวขนานวางตัวอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทำมุมเอียงเท 86 องศา ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 4-9)



รูปที่ 4-8 (ก) หินโคล่บริเวณเขามาบยาง ในพื้นที่ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ข) การสลับกันของแรสีเข้มกับแรสีจางของหินไนส์ บริเวณเขามาบยาง (ค) แนวการคดโค้งขนาดเล็กของหินไนส์ บริเวณเขามาบยาง (ง) แร่ควอตซ์ถูกบดและเป็นรูปตา



รูปที่ 4-9 (ก) หินโคล่บริเวณวัดเขาถ้ำ บ้านสี่ปลอง ตำบลหนองอิรุณ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี (ข) หินควอตซ์ซีสต์ สีเทาดำ แสดงแนวร้าวขนาน

4.4.2 หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous rocks)

ข้อมูลทั่วไป (General information): กลุ่มหินตะกอนที่สะสมตัวในยุคคาร์บอนิเฟอรัส ที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีได้ถูกเรียกว่า “กลุ่มหินชลบุรี” (วีระพงษ์ ต้นสุวรรณ, 2543) โดย นิติ กิตติสาร (2535) และ นิติ กิตติสาร และสันต์ อัสวพัชระ (2531) ได้รายงานว่าการแทรกสลับกันกับหินทรายและหินทรายแป้ง เนื้อไมกา ที่มีการแปรสภาพเล็กน้อยไปจนถึงเนื้อหินกลายเป็นหินแปรคือลักษณะเด่นของหินตะกอนยุคคาร์บอนิเฟอรัสในพื้นที่ด้านตะวันตกเฉียงเหนือของแผนที่ระวางบ้านท่ากลอย ลงมาถึงทางด้านตะวันออกของแผนที่ระวางเขาชะมูน สอดคล้องกันกับ สุวัฒน์ ดิยะไพรัช และ สุธีรา สิ้นธุเสน (2538) ได้รายงานว่ากลุ่มหินฟิลไลต์ที่กระจายตัวอยู่เนินเขาและเขาลูกเล็กทางด้านตะวันตก

และตะวันตกเฉียงใต้ของแผนที่ระวางบ้านท่ากลอย ประกอบด้วย หินฟิลไลต์ หินดินดานเนื้อฟิลไลต์ หินดินดานเนื้อขนวน และหินทรายกึ่งแปรสภาพ และให้อายุในยุคคาร์บอนิเฟอรัส สุวัตน์ ตีเยไพร์ช (2539), สุวัตน์ ตีเยไพร์ช และกรรณิการ์ ยาร์งซี (2552), อีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552), กรมทรัพยากรธรณี (2554) และ อีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2561) ได้แบ่งหินตะกอนยุคคาร์บอนิเฟอรัสในพื้นที่ออกเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ หน่วยหิน C และหน่วยหิน Cm

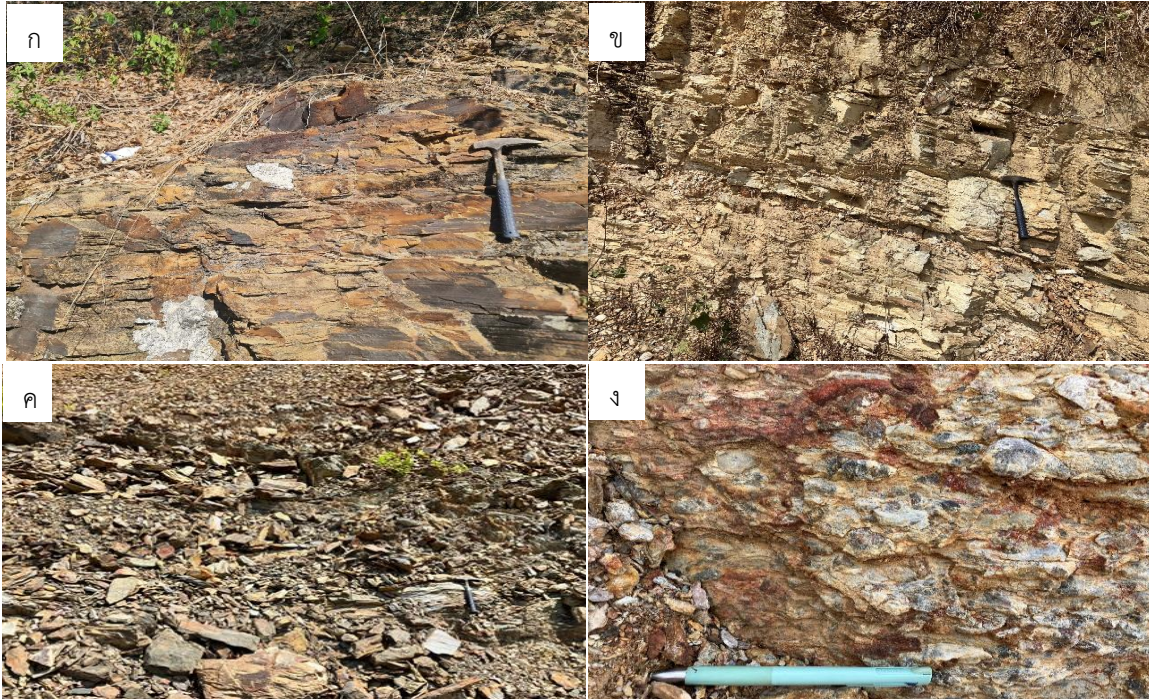
วิทยาหิน (Lithology): หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสในพื้นที่จังหวัดชลบุรี แบ่งออกเป็น 2 หน่วยหิน ได้แก่ หน่วยหิน C ประกอบด้วย หินทรายเนื้อควอตซ์ และหินทรายเนื้อดิน เม็ดละเอียดถึงปานกลาง การคัดขนาดดี เม็ดกลมมน การเชื่อมประสานดี เป็นชั้นดี ชั้นหนา สีน้ำตาลแดง และเทา สลับกับหินดินดาน หินทรายแป้ง และหินกรวดมน บางส่วนถูกแปรสภาพไปเล็กน้อย บางแห่งมีหินปูน และหินเชิร์ตแทรก และหน่วยหิน Cm ประกอบด้วย หินฟิลไลต์ หินดินดานเนื้อขนวน สีเทาจาง น้ำตาลจาง ชั้นบาง ผุมาก ผิวแตกเป็นมัน และหินฮอร์นเฟลส์ สีดำ มีสายแร่ควอตซ์แทรกเป็นบางแห่ง (รูปที่ 4-10 ก-ง) ข้อมูลแผ่นหินบาง แร่หลักประกอบด้วย แร่ควอตซ์เป็นส่วนใหญ่ และแร่ดินเหนียว บางแห่งพบแร่ทึบแสง เนื้อหินแสดงการคัดขนาดไม่ค่อยดี ความกลมมนปานกลาง เม็ดเร่กึ่งกลมถึงกลม บริเวณขอบรอยสัมผัสของเม็ดแร่ (suture line) แสดงรอยหยักบ้าง แต่ยังคงรูปเปลือกค่อนข้างสมบูรณ์ (รูปที่ 4-11 ถึง รูปที่ 4-13

ภาพใต้อกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินทราย บริเวณบ่อขุดข้างซอยเขาใหญ่ 15 ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ก) = Plan Polarized light, (ข) = Cross-Polar light

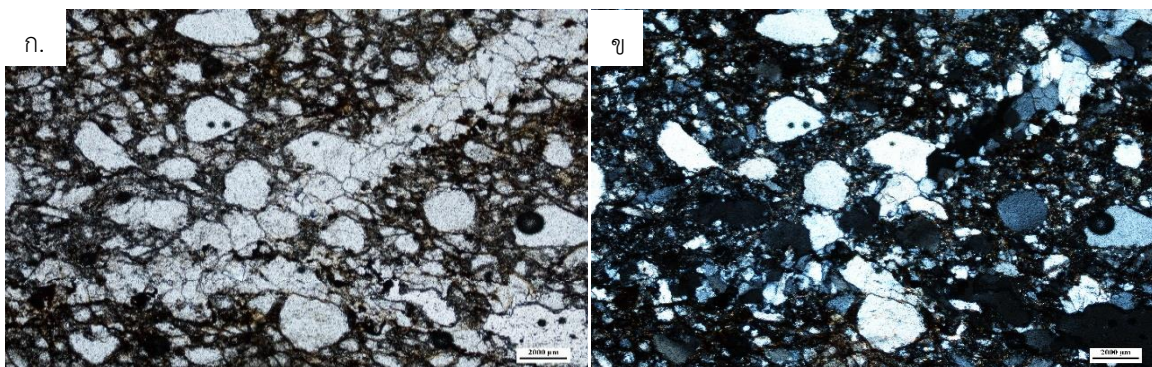
ตำแหน่งหินโผล่ในพื้นที่สำรวจมีการกระจายตัวในพื้นที่ลาดลอนคลื่นและเขาลูกโดด ได้แก่ เขายายจัน เขายายเฒ่า เขาสระตาพรหม เขาเจ๊กโอ ในพื้นที่อำเภอเกาะจันทร์ เขาช่องแคบ เขาหิน เขามะกรูด เขามดดำ เขาหินโรง และพื้นที่ใกล้เคียง ในเขตอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินทรายแป้ง หินดินดานหินทราย สีเทาดำ เทา เทาเขียว ชั้นบางถึงหนา แทรกสลับกัน บางแห่งพบ หินกรวดมนหรือหินทรายเนื้อกรวด ชั้นบางถึงหนา แทรกสลับด้วย เม็ดกรวดขนาด 0.2-4 เซนติเมตร การคัดขนาดไม่ดี ความกลมมนดี และหินแปรเกรดต่ำ ได้แก่ หินฟิลไลต์ หินควอร์ตไซต์ หินควอตซ์ซีสต์ และหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ สีเทาดำ เทา เทาเขียว ชั้นหินแสดงการคดโค้งและมีการผุพังสูง พบสายแร่ควอตซ์แทรกตัดอยู่ทั่วไป บางแห่งพบพ่นแร่ควอตซ์หนาประมาณ 1-2 เมตร แทรกตัด ชั้นหินมีการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และในแนวเหนือ-ใต้ ทิศทางการเรียงตัวกันของ ริวขนานในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และมีรอยแตกในหลายทิศทางโดยมีทิศทางหลักวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทิศทางรองวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และตะวันออกเฉียง-ตะวันตก

ความหนาและการแผ่กระจายตัว (thickness and distribution): หน่วยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัสเป็นหินตะกอนสะสมตัวและวางตัวแบบไม่ต่อเนื่องบนหินยุคก่อนคาร์บอนิเฟอรัส และรองรับหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน นิตี กิตติสาร และสันต์ อัครพัชระ (2531) ให้หน่วยหินนี้มีความหนาประมาณ 3,000 เมตร แต่การลำดับชั้นหินและภาคตัดขวาง โดยอีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) สรุปว่าหน่วยหินนี้หนาประมาณ 100 ถึง 150 เมตร โดยในรายงานนี้ให้หน่วยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัสนี้มีความหนาประมาณ 100 ถึง 150 เมตร ตามการศึกษาของโดยอีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) โดยมีการกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่อำเภอเกาะจันทร์ และอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ในแนวเขาลูกโดด บริเวณเขายายจัน เขาสระตาพรหม เขาเอียง เขาเจ๊กโอ เขาวังแก้ว เขามะกรูด เขาช่องแคบ เขาบาง เขามดดำ เขาหินโรง เขาบ่อทอง และเขาช่องลม บริเวณที่ลาดเชิงเขาและที่เนินลอนลาด พื้นที่บ้านหนองกันกรา บ้านหนองยายหมาด บ้านหนองเบา บ้านหนองผักตบ บ้านธรรมรัตน์ บ้านธรรมรัตน์นอก บ้านอ่างไทรสามัคคี บ้านเขาไม้หอม บ้านหนองหญ้าปล้อง บ้านคลองโค บ้านคลองตาเพชร บ้านหลุมมะนาว บ้านเขาใหญ่ ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัดชลบุรี มีแนวการกระจายตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้

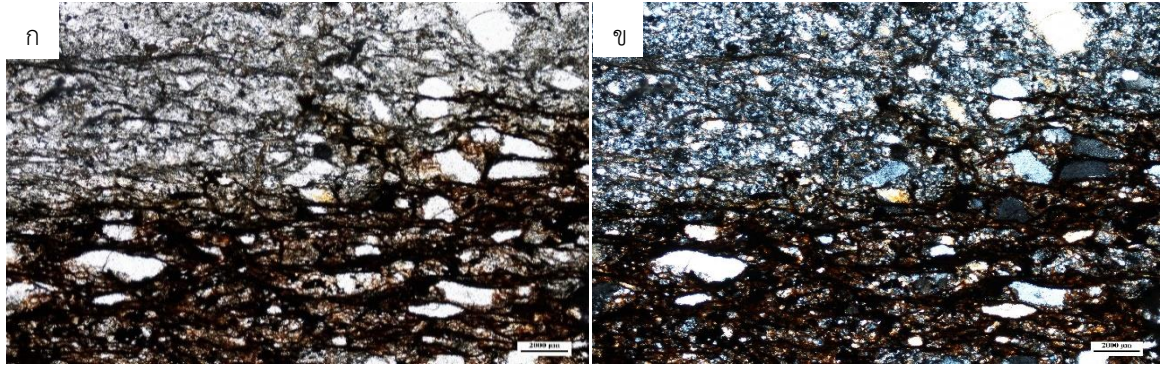
หินโผล่บริเวณตัดหน้าดินในพื้นที่บ้านวังใหญ่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะการปรับหน้าดินหรือการตัดเอาหน้าดินออก ทำให้สามารถเห็นหินโผล่ชัดเจน ประกอบด้วย หินควอตซ์ซีสต์ สีเทา เทาเหลืองถึงเทาดำ ชั้นบางถึงปานกลาง แสดงการเรียงตัวของแร่ไบโอไทต์ กับแร่สีจาง (แร่ควอตซ์และเฟลด์สปาร์) แถบแร่สีเข้มและสีจางแสดงการคดโค้งขนาดเล็ก บางแห่งพบเม็ดแร่ถูกบดอัด (รูปที่ 4-14) ริวขนานวางตัวอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ทำมุมเอียงเท 15 องศา ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ



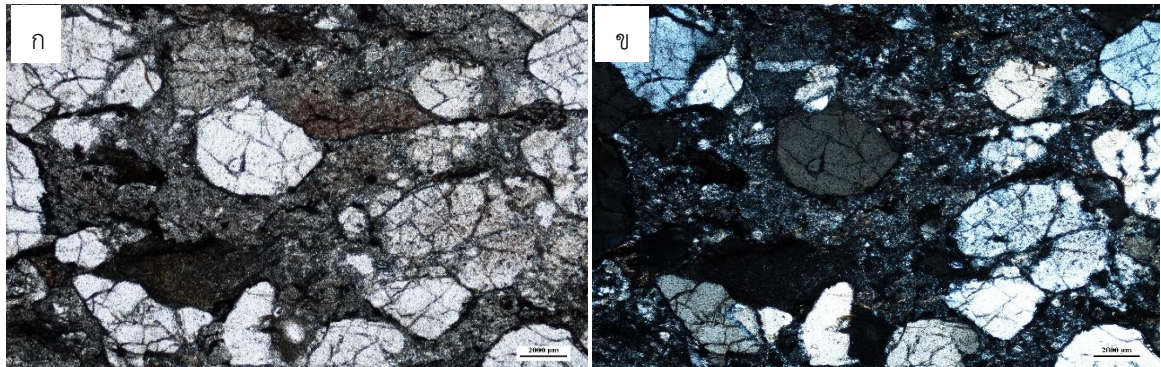
รูปที่ 4-10 (ก) หินทรายและหินทรายแป้ง ชั้นบางถึงปานกลาง บริเวณวัดหลุมมะนาว ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง (ข) หินทรายแป้งและหินดินดาน บริเวณบ้านเขาใหญ่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง (ค) หินทรายกึ่งแปร หินฟิลไลต์ บริเวณบ่อนหินวัดหนองบอนบุญญาราม ตำบลเกาะจันทร์ อำเภอเกาะจันทร์ (ง) หินกรวดมน บริเวณเนินเขาบ้านน้ำซับ ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง



รูปที่ 4-11 ภาพใ้กล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินทรายกึ่งแปรสภาพ บริเวณเนินด้านข้างเขาตะแบก ตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)=Cross-Polar light



รูปที่ 4-12 ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินดินดาน บริเวณเขาตาช่อ ตำบลเกาะจันทร์ อำเภอกะฉัง จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)=Cross-Polar light

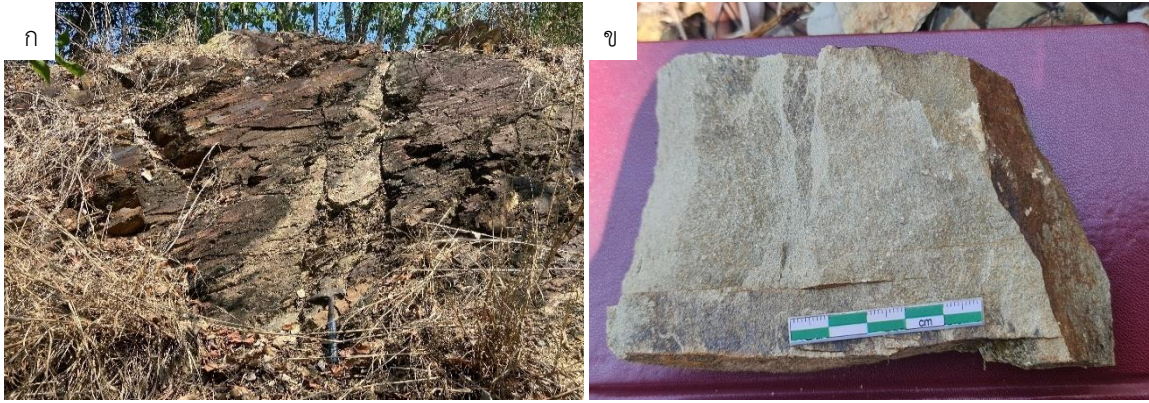


รูปที่ 4-13 ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินทราย บริเวณบ่อขุดข้างซอยเขาใหญ่ 15 ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ก)= Plan Polarized light, (ข)=Cross-Polar light



รูปที่ 4-14 (ก) หินโผล่บริเวณตัดหน้าดิน ในพื้นที่บ้านวังใหญ่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินควอตซ์ซีสต์ สีเทาดำ ชั้นบางถึงปานกลาง แสดงการเรียงตัวของแร่ไบโอไทต์ กับแร่สีจาง

หินโผล่บริเวณวัดหลุมมะนาว ในพื้นที่บ้านหลุมมะนาว ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง และหินโคลน สีเทาเหลือง เทาเขียว ถึงน้ำตาล เม็ดละเอียดถึงปานกลาง ชั้นบางถึงปานกลาง การคัดขนาดดี มีการแทรกสลับกันของชั้นหิน และวางตัวอยู่ในแนวประมาณเหนือ-ใต้ ทำมุมเอียงเท 34 องศา ไปทางทิศตะวันตก ชั้นหินมีการคดโค้งเล็กน้อย และบางแห่งพบสายแร่ควอตซ์แทรกตามแนวรอยแตก (รูปที่ 4-15)



รูปที่ 4-15 (ก) หินโคล่บริเวณวัดหลุมมะนาว ในพื้นที่บ้านหลุมมะนาว ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินทราย สีเทาเขียว เม็ดละเอียดถึงปานกลาง การคัดขนาดดี

4.4.3 หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (Carboniferous-Permian rocks)

ข้อมูลทั่วไป (General information): หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน เป็นหินที่วางตัวแบบต่อเนื่องอยู่บนหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) ได้รายงานไว้ว่าสามารถเทียบได้กับหมวดหินศรีราชา กลุ่มหินชลบุรี อายุกยุคคาร์บอนิเฟอรัสที่ได้จัดแบ่งไว้โดย วีระพงษ์ ต้นสุวรรณ (2543) ว่าประกอบด้วย 3 หมวดหิน คือ หมวดหินศรีราชา หมวดหินพลูตาหลวง และหมวดหินธรรมรัตน์ และได้แบ่งเป็น 4 หน่วยหิน ได้แก่ หน่วยหิน CP1 หน่วยหิน CP2 หน่วยหิน CP3 และหน่วยหิน CP4 นรรัตน์ บุญกันภัย และวิจิตรา พุทธิรักษา (2552) ได้รายงานและจัดให้เป็นหมวดหินพลูตาหลวง กลุ่มหินชลบุรี ให้อายุกยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงเพอร์เมียน โดยแบ่งออกเป็น 4 หมู่หิน (จากแก่ไปอ่อน) ได้แก่ 1) หมู่หินเกล็ดแก้ว (CPptk) 2) หมู่หินเขาหมอน (CPptm) 3) หมู่หินแสมสาร (CPpts) และ 4) หมู่หินเขาชีจรรย์ (CPptc) โดยจากการเทียบเคียงโดยลักษณะเนื้อหินจาก ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) กับ นรรัตน์ บุญกันภัย และวิจิตรา พุทธิรักษา (2552) พบว่า หน่วยหิน CP1 สามารถเทียบเคียงได้กับหมู่หินเกล็ดแก้ว (CPptk) และหมู่หินเขาหมอน (CPptm) ส่วนหน่วยหิน CP4 สามารถเทียบเคียงได้กับหมู่หินเขาชีจรรย์ (CPptc) การลำดับชั้นหินของหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียนในภาคสนามในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ในรายงานเล่มนี้ได้จัดแบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ ตามการจัดแบ่งโดย ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) ประกอบด้วย 4 หมวดหิน ได้แก่ หน่วยหิน CP1 หน่วยหิน CP2 หน่วยหิน CP3 และหน่วยหิน CP4 ที่มีการกระจายตัวในพื้นที่ด้านตะวันตกของจังหวัด ในเขตอำเภอเมืองชลบุรี และอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี และตามการจัดแบ่งโดยนรรัตน์ บุญกันภัย และวิจิตรา พุทธิรักษา (2552) ประกอบด้วย 4 หมู่หิน ได้แก่ 1) หมู่หินเกล็ดแก้ว (CPptk) 2) หมู่หินเขาหมอน (CPptm) 3) หมู่หินแสมสาร (CPpts) และ 4) หมู่หินเขาชีจรรย์ (CPptc) ที่มีการกระจายตัวในพื้นที่ด้านตะวันตกเฉียงใต้และทางด้านทิศใต้ของจังหวัดในเขตอำเภอบางละมุง และอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

วิทยาหิน (Lithology): ส่วนตอนล่าง ประกอบด้วย หินทรายกึ่งแปรสภาพ แทรกสลับด้วยหินดินดาน หินทรายเนื้อควอตซ์ หินทรายอาร์โคสที่มีแร่ไมกาปน หินทรายแป้ง หินดินดานและหินโคลน แสดงชั้นหินโค้งแบบเปิด เนื้อหินส่วนใหญ่แสดงริ้วขนานและเป็นชั้นบางๆ บางบริเวณหินทรายมีจุดประ และแตกออกเป็นแผ่น ไก่ตอนบนสลับชั้นด้วยหินปูนเลนส์ เนื้อตกผลึกใหม่ เนื้อปนเม็ดแร่ควอตซ์กับเศษหินทราย บางส่วนถูกอิทธิพลของหินแกรนิตแทรกดันทำให้เกิดการแปรสภาพแบบสัมผัส ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ ส่วนตอนบน ประกอบด้วย หินปูนเนื้อตกผลึกใหม่ หินปูนเนื้อดิน เนื้อแน่น ที่ถูกแปรสภาพไปเป็นหินอ่อน หินแคลก์-ซิลิเกต แสดงแถบสีเทาดำ-สีขาว และแถบหินเนื้อดิน สีดำถึงน้ำตาลดำ แทรกสลับ หินควอตซ์ซีสต์สลับชั้นด้วยหินฟิลโลส หินเชิร์ตชั้นบาง แสดงชั้นอย่างดี มีการคดโค้งมาก

แทรกสลัด้วยหินดินดานเป็นชั้นบาง ชั้นหินนี้มีแนวแตกเรียบจำนวน 2 ทิศทาง มักถูกเฉือนออกเป็นรูปตา แสดงชั้นหินคดโค้งแบบนอน ชั้นตอนล่างถูกแทรกด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต

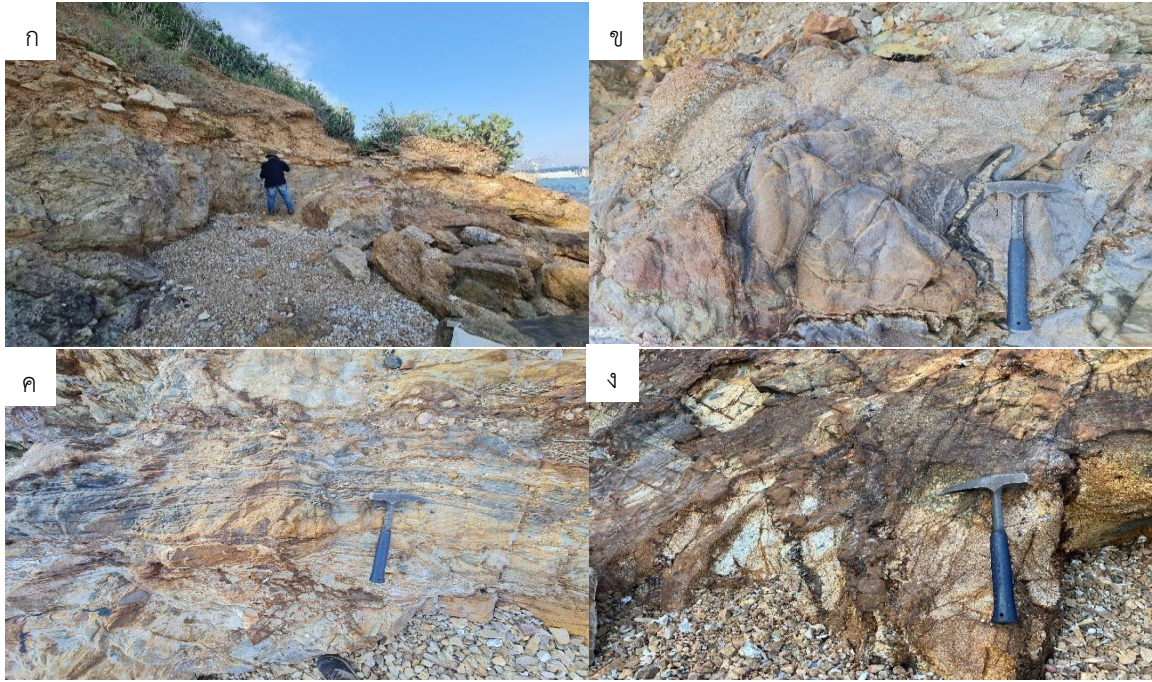
ลำดับชั้นหินของหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียนที่กระจายตัวในพื้นที่ด้านตะวันตกของจังหวัดในเขตอำเภอเมืองชลบุรี และอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี มีลำดับจากแก่ไปอ่อนดังนี้

หน่วยหิน CP1 เป็นหน่วยหินที่วางตัวอยู่ด้านล่างสุด ประกอบด้วย หินทรายกึ่งแปรสภาพ มีชั้นบางๆ เนื้อหินค่อนข้างสกปรก สีเทา สีเทาเขียว สลับด้วยหินดินดาน ชั้นหินชัดเจน แสดงระนาบชั้นหินลอนคลื่น ชั้นหินบางถึงหนาปานกลาง 10-15 เซนติเมตร แสดงชั้นหินคดโค้งแบบเปิด เนื้อหินส่วนใหญ่แสดงริ้วขนานและเป็นชั้นบางๆ บางบริเวณหินทรายมีจุดประ และแตกออกเป็นแผ่นไกล้ต่อนบนสลัชั้นด้วยหินปูนเลนส์ เนื้อตกผลึกใหม่ เนื้อปนเม็ดแร่ควอตซ์ กับเศษหินทราย พบชั้นหินคดโค้งขนาดเล็กอยู่บ้าง มีหินแกรนิตเม็ดหยาบแทรกดันอยู่หลายบริเวณ กระจายตัวในพื้นที่บริเวณแหลมฉะเชิงเทรา แหลมท้าวเทวา และอ่าวอุดม

หินโผล่บริเวณแหลมฉะเชิงเทรา ในพื้นที่ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เป็นหินโผล่ติดกับทะเล ประกอบด้วย หินทรายกึ่งแปรสภาพ สีม่วงเทา เทาเหลือง ชั้นบางถึงปานกลาง คัดขนาดดี แทรกสลักับหินดินดานชั้นบาง แร่หลักประกอบด้วย แร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และไมกา เนื้อหินมีสายแร่ควอตซ์แทรกตัด (รูปที่ 4-16) พบหินแกรนิต เนื้อเดี่ยว เม็ดปานกลางถึงหยาบ สีเทาขาว แทรกตัด ชั้นหินวางตัวอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ทำมุมเอียงเท 55 องศา ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

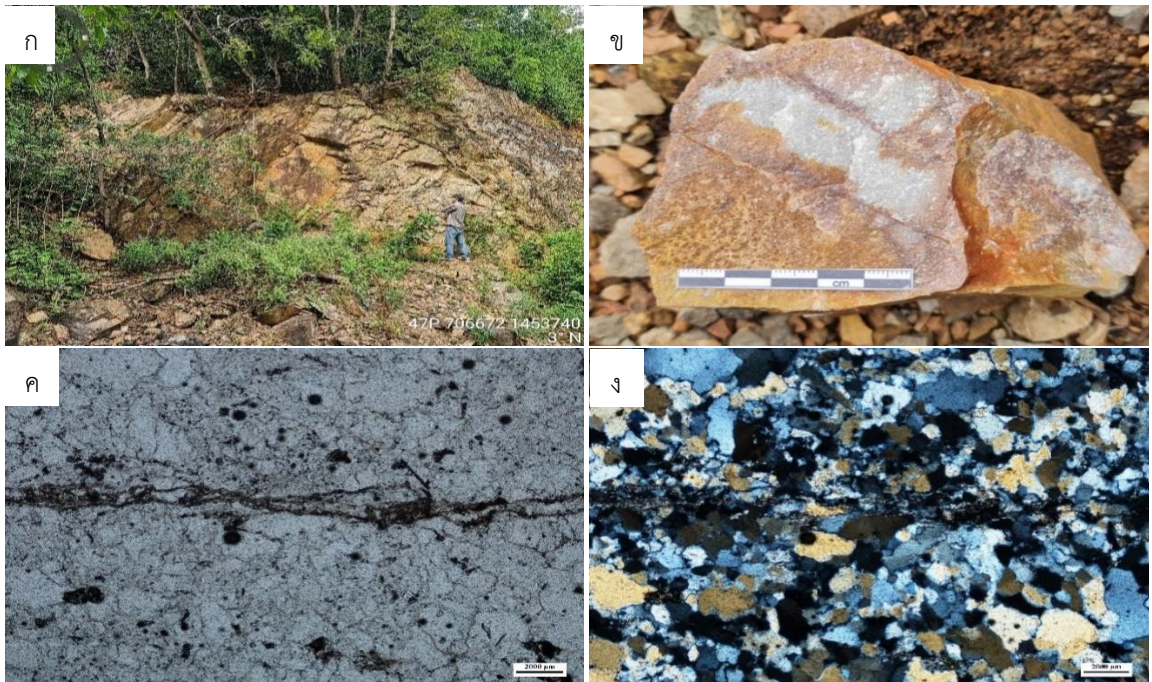
หน่วยหิน CP2 ประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ สีขาวปนเหลือง ชั้นหินชัดเจน ชั้นหินหนาปานกลาง (30-60 เซนติเมตร) สลับชั้นกับหินควอร์ตไซต์ที่มีชั้นบางๆ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจนจำนวน 2 ทิศทาง แสดงชั้นหินคดโค้งมีรอยพับมุมแหลม และมักพบชั้นหินคดโค้งขนาดเล็กอยู่ทั่วไป กระจายตัวเป็นเขาลูกโดด ในพื้นที่บริเวณเขาบาตร เขาขวาง เขาเกษตร เขาบ่อยา และเขาแหลมฉะเชิงเทรา

หินโผล่บริเวณเขาบ่อยา ในพื้นที่ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ สีเทา เทาขาวถึงเทาเข้ม ชั้นหนาถึงไม่แสดงชั้น หินควอตซ์ซีสต์ สีเทาเข้ม เทาดำ ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ และไมกา แสดงริ้วขนาน วางตัวอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ทำมุมเอียงเท 78 องศา ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ



รูปที่ 4-16 (ก) หินโผล่บริเวณแหลมฉะบั้ง ในพื้นที่ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (ข) หินทรายกึ่งแปรสภาพ สีม่วงเทา เทาเหลือง (ค) หินทรายแทรกสลับกับหินดินดานชั้นบาง (ง) หินแกรนิตเนื้อเดียว เม็ดปานกลางถึงหยาบ สีเทาขาว

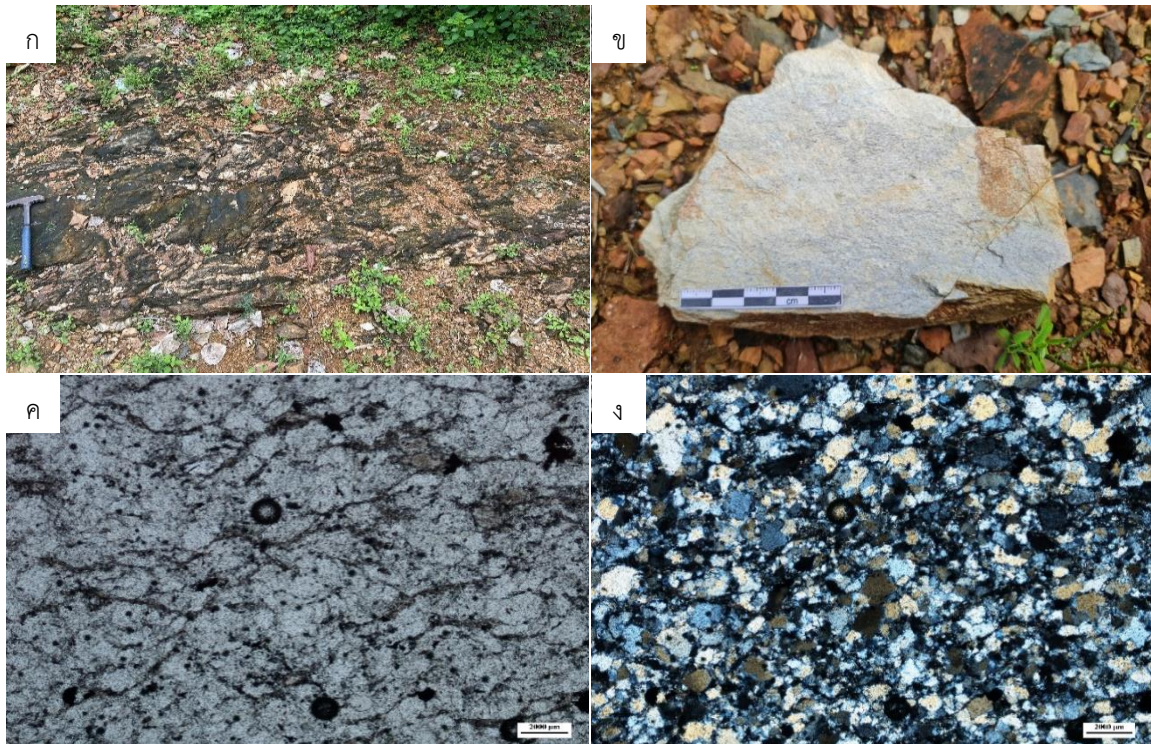
หินโผล่บริเวณสำนักสงฆ์เขาบรมพุทโธ ในพื้นที่ตำบลสุรศักดิ์ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ สีเทา เทาขาวถึงเทาเข้ม ชั้นบางถึงปานกลาง วางตัวอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทำมุมเอียงเท 63 องศา ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ แผ่นหินบางจากตัวอย่างหินอ้างอิงหมายเลข CBI66-03-2 ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ บริเวณขอบรอยสัมผัสของเม็ดแร่ แสดงรอยหยักชัดเจน (รูปที่ 4-17)



รูปที่ 4-17 (ก) หินโผล่บริเวณสำนักสงฆ์เขาบรมพุทโธ ตำบลสุรศักดิ์ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (ข) หินควอร์ตไซต์ สีเทา บริเวณสำนักสงฆ์เขาบรมพุทโธ (ค) ภาพใต้กล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินควอร์ตไซต์ สีเทา (Plan Polarized light) (ง) ภาพใต้กล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินควอร์ตไซต์ สีเทา (Cross-Polar light)

หน่วยหิน CP3 ประกอบด้วย หินควอตซ์ซีสต์ สีเทา สีเทาเขียว ลักษณะเป็นชั้นบางๆ ระหว่างชั้นที่แร่ควอตซ์กับแร่เฟลด์สปาร์ กับชั้นบางๆของแร่มีสโคไวต์ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจน จำนวน 2 ทิศทาง ใกล้กับตอนล่าง สลับชั้นด้วยหินฟิลไลต์ สีเทาปนม่วง ซึ่งอาจแปรสภาพมาจาก หินเถ้าภูเขาไฟที่ปนอยู่ ชั้นหินถูกแทรกด้วยหินไบโอไทต์แกรนิตอยู่ทั่วไป กระจายตัวเป็นเขาลูกโดด ในพื้นที่บริเวณเขาบาตร เขาแล้ง เขาฉลาก เขาขวาง เขาใหญ่ และเขาพู

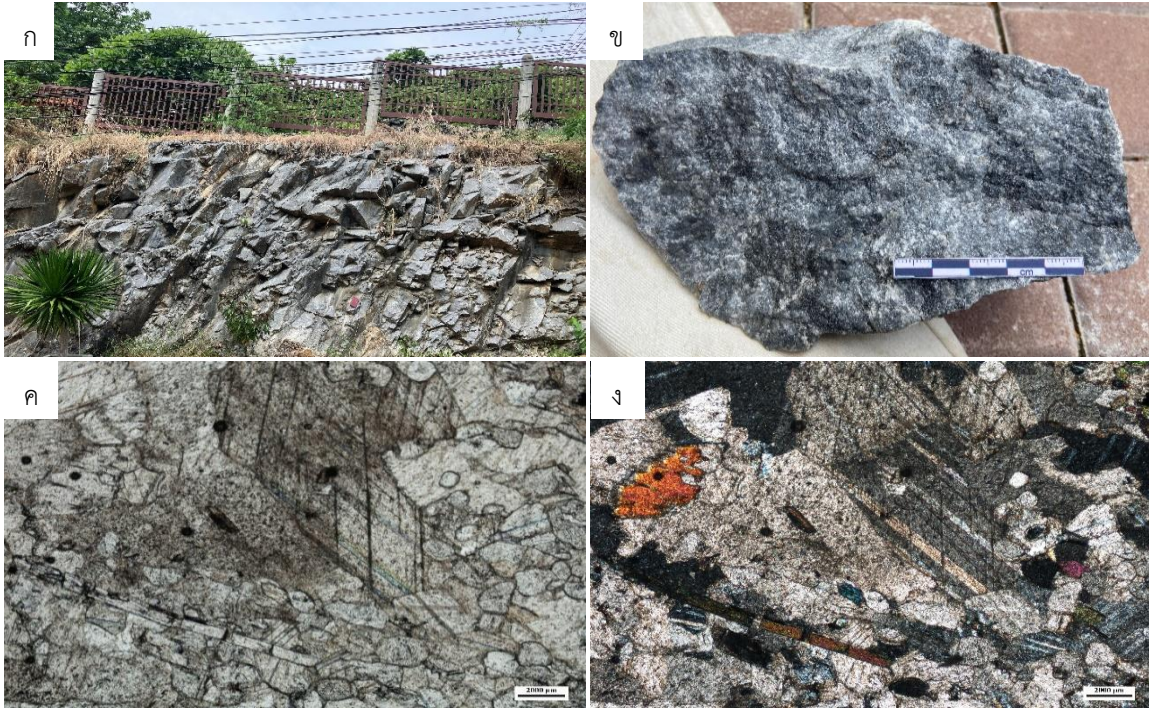
หินโผล่บริเวณสำนักสงฆ์เขาบรมพุทโธ ในพื้นที่ตำบลสุรศักดิ์ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินฟิลไลต์ สีเทา ชั้นบาง วางตัวอยู่ใน แนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทำมุมเอียงเท 63 องศา ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ แผ่นหินบางจากตัวอย่างหินอ้างอิงหมายเลข CBI66-03-1 ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ บริเวณขอบรอยสัมผัสของเม็ดแร่ควอตซ์ แสดงรอยหยักชัดเจน (รูปที่ 4-18)



รูปที่ 4-18 (ก) หินโผล่บริเวณสำนักสงฆ์เขาบรมพุทโธ ตำบลสุรศักดิ์ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี (ข) หินฟิลไลต์ สีเทา บริเวณสำนักสงฆ์เขาบรมพุทโธ (ค) ภาพใต้กล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินฟิลไลต์ (Plan Polarized light) (ง) ภาพใต้กล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินฟิลไลต์ (Cross-Polar light)

หน่วยหิน CP4 ประกอบด้วย หินปูนเนื้อตผลึกใหม่ (หินอ่อน) สีเทา สีเทาเข้ม เม็ดปานกลาง มีผลึกแร่แคลไซต์เกือบทั้งหมด พบแร่เทอร์โมไลต์และไดออปไซด์ ชั้นหินมีแนวแตกเรียบชัดเจน จำนวน 2 ทิศทาง สลับชั้นด้วยหินเชิร์ตอยู่บ้าง มักถูกเฉือนออกเป็นรูปตา แสดงชั้นหินคดโค้งแบบนอน ชั้นตอนล่าง ถูกแทรกด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต กระจายตัวเป็นเขาลูกโดด ในพื้นที่บริเวณบ้านวังตะโก บ้านดอนบน บ้านทุ่งนาพร และเกาะสีซัง

หินโผล่บริเวณหน้าศูนย์อบรมและสัมมนา สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในพื้นที่บ้านท่าวัง ตำบลท่าเทววงษ์ อำเภอกะสีซัง จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินปูน สีเทา เทาเข้ม เป็นชั้นดี ชั้นบางถึงหนา ชั้นหินวางตัวอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ทำมุมเอียงเท 38 องศา ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ แผ่นหินบางจากตัวอย่างหินอ้างอิงหมายเลข CBI66-262 ประกอบด้วย แร่แคลไซต์เป็นส่วนมาก (รูปที่ 4-19)



รูปที่ 4-19 (ก) หินโคล่งบริเวณหน้าศูนย์อบรมและสัมมนา สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในพื้นที่บ้านท่าวัง ตำบลท่าเทววงษ์ อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูน สีเทา เทาเข้ม (ค) ภาพได้กล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินปูน (Plan Polarized light) (ง) ภาพได้กล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินปูน (Cross-Polar light)

ลำดับชั้นหินของหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน ที่กระจายตัวในพื้นที่ด้านตะวันตกเฉียงใต้และทางด้านทิศใต้ของจังหวัดในเขตอำเภอบางละมุง และอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี มีลำดับจากแก่ไปอ่อนดังนี้

หมู่หินเกล็ดแก้ว (CPptk) หมวดหินพลูตาหลวง ประกอบด้วย หินทรายเนื้อควอตซ์ หินทรายอาร์โคสที่มีแร่ไมกาปน หินทรายแป้ง หินดินดานและหินโคลน เป็นส่วนใหญ่ มีหินเชิร์ตสลับบ้าง (รูปที่ 4-20) บางส่วนถูกอิทธิพลของหินแกรนิตแทรกดันทำให้เกิดการแปรสภาพแบบสัมผัส ไม่พบซากดึกดำบรรพ์กระจายตัวในแนวเขาลูกโดดและแนวเขาแคบๆที่วางตัวประมาณเหนือ-ใต้ ในพื้นที่บริเวณเขาหาดยาว เขาหาดสูง เขาเป่า เขาสัตหีบ เขาหนองหิน เขาภูตาหลวง เขากระชาย เขาเรือ และเกาะล้าน

หมู่หินเขาหมอน (CPptm) หมวดหินพลูตาหลวง เป็นหินตะกอนที่ถูกแปรสภาพเนื่องจากอิทธิพลของหินแกรนิตที่อยู่ใกล้เคียง ประกอบด้วย spotted shale, spotted mudstone, spotted phyllite, spotted hornfels, หินควอร์ตไซต์ และหินเชิร์ตที่ถูกแปรสภาพ บางส่วนมีหินปูนเนื้อโดโลไมต์เป็นเลนส์แทรกกระจายตัวในแนวเขาแคบๆที่วางตัวประมาณเหนือ-ใต้ ในพื้นที่บริเวณเขาหนองหินและเขาหมอน

หมู่หินแสมสาร (CPpts) หมวดหินพลูตาหลวง ประกอบด้วย หินเชิร์ตที่เป็นชั้นบาง แสดงชั้นอย่างดี ส่วนใหญ่มีการคดโค้งมาก มีหินดินดานเป็นชั้นบางมากสลับอยู่ บางบริเวณพบหินโคลนที่มีริ้วขนานสลับชั้นอยู่ด้วย เนื้อหินแสดงการถูกแปรสภาพ ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ขนาดใหญ่ แต่เมื่อนำไปละลายพบว่า มีซากดึกดำบรรพ์ขนาดเล็กมากอยู่บ้าง (รูปที่ 4-21) กระจายตัวในแนวเขาลูกโดดและแนวเขาแคบๆที่วางตัวประมาณเหนือ-ใต้ ในพื้นที่บริเวณเขาพลูตาหลวง เขาตะแบก เขาล้าน เขาขลอด แหลมแสมสาร และเกาะล้าน

หมู่หินเขาชีจรรย์ (CPptc) หมวดหินพลูตาหลวง เป็นหินปูนเนื้อแน่นที่ถูกแปรสภาพไปเป็นหินอ่อน ประกอบด้วย dolomitic marble และ calc-silicate marble สีเทาดำ-สีเทา แทรกสลับกัน มีแถบหินเนื้อดิน (argillaceous) สีดำ-น้ำตาลดำ แทรกสลับ (รูปที่ 4-22) กระจายตัวในแนวเขาแคบๆที่วางตัวประมาณเหนือ-ใต้ ในพื้นที่บริเวณเขาหัว เขาชีจรรย์ เขาชีโอน และเขาบายศรี



รูปที่ 4-20 (ก) หินโคล่บริเวณหาดทรายแก้ว บ้านเกล็ดแก้ว ตำบลบางเสร์ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (ข) หินทราย สีเทาเขียว บริเวณหาดทรายแก้ว



รูปที่ 4-21 (ก) หินโคล่บริเวณเขาพลูตาหลวง ตำบลพลูตาหลวง อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (ข) หินเชิร์ต สีเทาเข้ม แสดงชั้นดี บริเวณเขาพลูตาหลวง



รูปที่ 4-22 (ก) หินโคล่บริเวณพระพุทธรูปแกะสลักหน้าผาเขาชีจรรย์ ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (ข) calc-silicate marble สีเทาดำ-สีขาว แทรกสลับกัน บริเวณพระพุทธรูปแกะสลักหน้าผาเขาชีจรรย์

ความหนาและการแผ่กระจายตัว (thickness and distribution): หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน เป็นหินที่วางตัวแบบต่อเนื่องบนหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส อีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) ให้หน่วยหินนี้มีความหนาประมาณ 180 ถึง 310 เมตร กรมทรัพยากรธรณี (2554) ได้รายงานว่าหน่วยหินนี้มีความหนาไม่น้อยกว่า 800 เมตร เนื่องจากหน่วยหินนี้มีลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนและบางบริเวณมีหินแกรนิตแทรกตัดเข้ามา ทำให้การหาความหนาของหน่วยหินดำเนินการได้ยาก ความหนาที่ได้จึงเป็นการคำนวณจากการทำภาคตัดขวาง และการอ้างอิงตามการศึกษาของ อีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) โดยในรายงานนี้ให้ความหนาประมาณ 180 ถึง 310 เมตร หน่วยหินนี้มีการกระจายตัวในแนวเขาลูกโดดและแนวเขาแคบๆ ที่วางตัวประมาณเหนือ-ใต้ ในพื้นที่บริเวณเขาบาตร เขาแล้ง เขาฉลาก เขาใหญ่ เขาขวาง

เขาภูโน เขาบ่อยา เขาหาดยาว เขาหาดสูง เขาเป่า เขาสต์หีบ เขาหนองหิน เขาพลูตาหลวง เขากระชาย เขาหัว
เขาซีจรรย์ เขาซีโอน และเขาบายศรี ครอบคลุมพื้นที่ด้านตะวันตกของจังหวัด ในเขตอำเภอเมือง ศรีราชา
บางละมุง และอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี รวมถึงเกาะต่างๆ เช่นเกาะสีชัง เกาะเสม็ดสาร เกาะล้าน เกาะครก
เกาะสาก เกาะคราม เกาะแรด เกาะตาหม้อ เกาะจวง และเกาะจาน

4.4.4 หินยุคเพอร์เมียน (Permian rocks)

ข้อมูลทั่วไป (General information): หินยุคเพอร์เมียน เป็นหินตะกอนที่สะสมตัว และวางตัวต่อเนื่องอยู่บนหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส และหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ, 2552) สุวัฒน์ ตียะไพรัช และกรรณิการ์ ยารังษี (2552) ได้อธิบายไว้ว่า ประกอบด้วย หินฮอว์นเฟลส์ สีดำ ชั้นหนามาก ปะปนกับหินควอร์ตไซต์สีน้ำตาล หินแคลก์-ซิลิเกต สีเทาอมเขียว หินชีสต์เนื้อควอตซ์ ไม้กา และหินฟิลไลต์ พบเลนส์ของหินปูนสีเทา และสายแร่ควอตซ์แทรก ให้อายุยุคเพอร์เมียน และกระจายตัว เป็นเขาลูกโดดในพื้นที่เขาพงเสือ เขาไม่มีชื่อบ้านวังตะโก และเขาแนวยาวในพื้นที่บ้านดอนกลาง และบ้านดอนบน เขตอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) รายงานว่าประกอบด้วย หินดินดาน หินดินดานเนื้อหินขนวน หินดินดานเนื้อฟิลไลต์ หินฮอว์นเฟลส์ หินควอร์ตไซต์ หินแคลก์-ซิลิเกต หินชีสต์ หินฟิลไลต์ และหินปูนเลนส์ พบซากดึกดำบรรพ์ฟิวซิลินิด ฟอแรมมินิเฟอรา เรติโอราเรียน ไครนอยด์ และสาหร่าย มีการกระจายตัวอยู่ 3 บริเวณ ได้แก่ 1) บริเวณเขาเรวติ ใกล้อ่างเก็บน้ำบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 2) บริเวณเขายายพลึง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง 3) บริเวณกลุ่มของเขาหินปูนลูกโดดในเขตอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี และอำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง ให้อายุยุคเพอร์เมียน สอดคล้องกับ Nakinbodee และคณะ (1976) ที่ให้อายุเพอร์เมียนตอนกลางถึงตอนปลาย รวมถึงการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ แอโรคิโอพอด (*Oldhamina* sp.) ที่บ่งบอกอายุเพอร์เมียนตอนปลาย (Sone และคณะ, 2012)

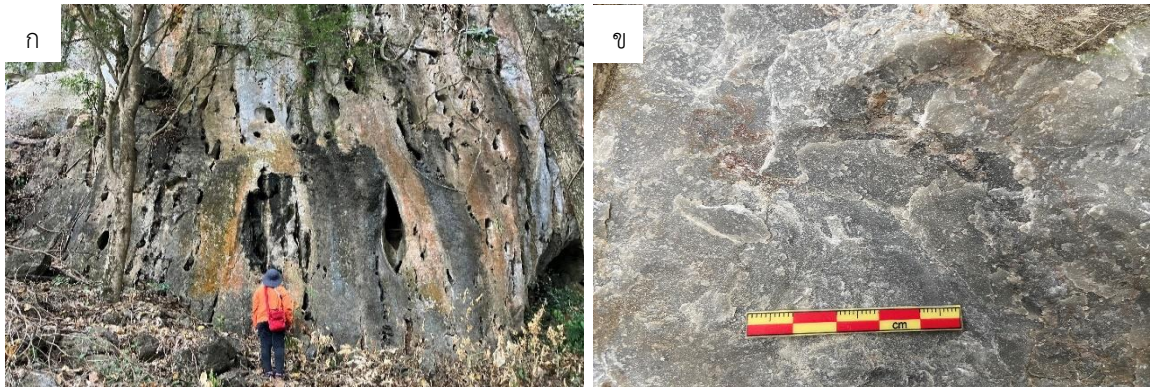
วิทยาหิน (Lithology): หินยุคเพอร์เมียน ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินปูน หินปูนเนื้อดิน หินอ่อน หินโคลไลต์ หินปูนเนื้อเม็ดไขปลา สีเทาถึงเทาเข้ม ชั้นปานกลางถึงไม่แสดงชั้น บางแห่งแสดงริ้วขนาน พบซากดึกดำบรรพ์ไครนอยด์ และแกสโตรพอด? หินดินดาน สีเทาเขียว หินดินดานเนื้อหินขนวน แสดงชั้นหินคดโค้งแบบตลบทับ หินมีลักษณะของการบดอัดในบริเวณที่มีรอยเลื่อนผ่าน บางส่วนเป็นหินปูนตกผลึกใหม่ มีผลึกแร่ไพไรต์แบบฝังประในเนื้อหิน แทรกสลับด้วยชั้นหินดินดาน สีน้ำตาลอมเหลืองถึงน้ำตาลอมเขียว (รูปที่ 4-23 ถึง รูปที่ 4-25)



รูปที่ 4-23 (ก) หินโพลีบริเวณเหมืองเก่า บ้านหลุมบ่อแร่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี
(ข) หินปูน สีเทาดำ มีแร่แคลไซต์ตกผลึกใหม่เป็นแถบสีขาว



รูปที่ 4-24 (ก) หินโคล่บริเวณผาหินปูนติดสวนยางพารา บ้านหลุมบ่อแร่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูนเนื้อเม็ด สีเทาเข้ม



รูปที่ 4-25 (ก) หินโคล่บริเวณวัดวังรีศิริวันนาราม บ้านวังรี ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูน สีเทาเข้ม

หินโคล่บริเวณอุทยานธรรมปัญจมณีรัตนฯ เขาชะอางค์โอง ในพื้นที่บ้านคลองกุ่ม ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินปูนเนื้อดิน หินปูนเนื้อเม็ดไขปลา สีเทาถึงเทาเข้ม ชั้นปานกลางถึงไม่แสดงชั้นสีเทา เทาเข้ม แสดงริ้วขนาน พบซากดึกดำบรรพ์แกสโตรพอด ? บางแห่งมีสายแร่แคลไซต์ตามแนวรอยแตก (รูปที่ 4-26)

หินโคล่บริเวณวัดเขาชะอางค์ ในพื้นที่บ้านเขาชะอางค์ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินปูน หินอ่อน หินโดโลไมต์ สีเทา ไม่แสดงชั้น แผ่นหินบางหมายเลข CBI66-160 ประกอบด้วย แร่แคลไซต์ ผลึกแร่ขนาดละเอียด (รูปที่ 4-27)



รูปที่ 4-26 (ก) หินโผล่บริเวณอุทยานธรรมปัญจมณีรัตนนา เขาชะอางค์โอบ บ้านคลองกุ่ม ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูน เนื้อแน่น ชั้นหนาถึงไม่แสดงชั้น (ค) หินปูน สีเทา มีแร่แคลไซต์ตกผลึกใหม่เป็นแถบสีขาว (ง) ซากดึกดำบรรพ์แกสโตรพอด? หินปูน เนื้อแน่น สีเทา



รูปที่ 4-27 (ก) หินโผล่บริเวณวัดเขาชะอางค์ บ้านเขาชะอางค์ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ข) หินปูน สีเทา ที่บางส่วนมีการตกผลึกใหม่ของแร่แคลไซต์ (ค) ภาพได้กล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินปูนบริเวณวัดเขาชะอางค์ (Plan Polarized light) (ง) ภาพได้กล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินปูนบริเวณวัดเขาชะอางค์ (Cross-Polarized light)

ความหนาและการแผ่กระจายตัว (thickness and distribution): หินยุคเพอร์เมียนมีความหนาไม่แน่นอนและบางแห่งเป็นลักษณะเป็นเลนส์ ความหนาที่ได้มาจากการลำดับชั้นหินและภาคตัดขวางในพื้นที่ โดยพบว่าหน่วยหินนี้มีความหนาประมาณ 100-230 เมตร กระจายตัวเป็นแนวยาวทางเหนือ-ใต้ ในพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดชลบุรี บริเวณบ้านเขาห้ายอด บ้านเขาชะอางค์ บ้านหลุมบ่อแร่ และเป็นเขาลูกโดด บริเวณเขาชะอางค์โอน ที่อยู่ทางด้านตะวันออกของอำเภอบ่อทอง และบริเวณเขาพงเสื่อ บ้านวังตะโก และเขาเรวดี พื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี และอำเภอศรีราชา

4.4.5 หินยุคเพอร์เมียน-ไตรแอสซิก (Permian-Triassic rocks)

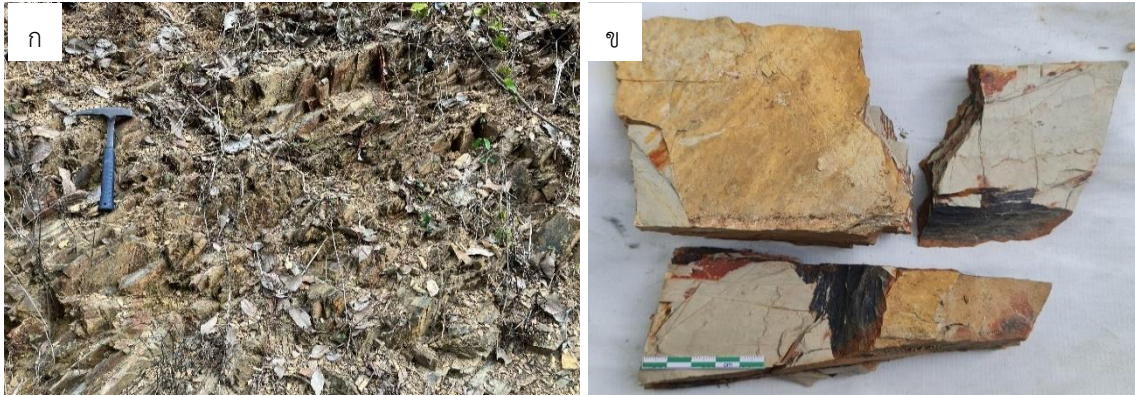
ข้อมูลทั่วไป (General information): หินยุคเพอร์เมียน-ไตรแอสซิกมีความสัมพันธ์กับภูมิประเทศแบบที่เนินสลับเขาสูง นิตี กิตติสาร และสันต์ อัครพัชระ (2531) ได้รายงานว่าประกอบด้วย หินดินดาน หินทรายแป้ง และหินทราย สีเขียวขี้ม้า แทรกสลับด้วยหินฟิลไลต์ หินควอตซ์ซีสต์ หินชั้นภูเขาไฟ และหินทัฟฟ์ มีหินปูนแบบเม็ดไข่ปลา กระจายตามความยาวของเทือกเขาในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ กรมทรัพยากรธรณี (2554) ได้อธิบายว่าประกอบด้วย หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง สีเขียวมะกอก หินชนวน สีดำ หินชั้นภูเขาไฟและหินทัฟฟ์ที่ถูกแปรสภาพ สลับชั้นกัน หินปูนแบบเม็ดไข่ปลา กระจายตัวอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของอำเภอบ่อทอง

วิทยาหิน (Lithology): หินยุคเพอร์เมียน-ไตรแอสซิก ประกอบด้วย หินดินดาน หินทรายแป้ง หินทราย สีเทาเขียว เขียวอมน้ำตาลถึงน้ำตาลเหลือง ชั้นบาง (2-3 เซนติเมตร) หินชนวน หินภูเขาไฟและหินทัฟฟ์ที่ถูกแปรสภาพสลับชั้นกัน แสดงชั้นหินคดโค้งแบบ chevron และมีสายแร่ควอตซ์แทรกตัดตามรอยแตก (รูปที่ 4-28 ถึง รูปที่ 4-30)

ความหนาและการแผ่กระจายตัว (thickness and distribution): หน่วยหินยุคเพอร์เมียน-ไตรแอสซิก เป็นหินที่วางตัวแบบต่อเนื่องอยู่บนหน่วยหินยุคเพอร์เมียน มีหินโผล่อยู่ในแนวแคบๆ และบางส่วนถูกปิดทับด้วยตะกอนยุคควอเทอร์นารี อีกทั้งในพื้นที่มีลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่มีความซับซ้อนทำให้การหาความหนาของหน่วยหินนั้นไม่อาจกระทำได้อย่างถูกต้อง หน่วยหินนี้มีการกระจายตัวตามแนวเขาที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ บริเวณเขาชะอางค์ทรงเครื่อง เขาห้ายอด เขาแหลม บ้านหลุมบ่อแร่ บ้านหลุมตาซับ เทือกเขาอ่างฤๅไน ที่อยู่ทางด้านตะวันออกของอำเภอบ่อทอง



รูปที่ 4-28 (ก) หินโผล่ข้างถนนบริเวณเขาชะอางค์ ตำบลพลองทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี
(ข) หินดินดาน สีน้ำตาลแดง



รูปที่ 4-29 (ก) หินโคลนชั้นบางทางหลวงชนบท ขบ.5109 ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี
(ข) หินดินดาน สีเทาเขียว เทาเหลือง



รูปที่ 4-30 (ก) หินโคลนบริเวณสวนป่าส้ม บ้านหินคม ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี
(ข) ชั้นหินคดโค้งแบบ chevron

4.4.6 หินยุคไทรแอสซิก (Triassic rocks)

ข้อมูลทั่วไป (General information): หินยุคไทรแอสซิกในพื้นที่จังหวัดชลบุรีเป็นหินตะกอนที่สะสมตัวอยู่บนภาคพื้นทวีป นิตี กิตติสาร และสันต์ อัครพัชระ (2531) ได้อธิบายว่าเป็นชุดหินตะกอนสีแดงที่ประกอบด้วย หินทรายกึ่งควอร์ตไซต์ และหินกรวดมน สีน้ำตาลจางถึงเทา มีหินดินดานกึ่งหินชนวน สีดำปะปนอยู่ หินทราย หินทรายแป้ง สีน้ำตาลแดงถึงม่วง และหินกรวดมนที่ประกอบด้วย ก้อนกรวดของแร่ควอตซ์ กรมทรัพย์ากรธรณี (2554) ได้อธิบายว่าประกอบด้วย หินโคลน สลับกับหินทรายแป้งและหินทรายอาร์โคส เนื้อละเอียด สีน้ำตาลอ่อนและสีเทาเข้ม เป็นชั้นดี มีชั้นบางสลับพบการเรียงขนาดเม็ดตะกอนแบบเม็ดละเอียดอยู่ด้านบนและการลำดับชั้นแบบบูมาทั่วไป ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2561) ได้แบ่งหินยุคไทรแอสซิกในพื้นที่ระยองเศรษฐกิจภาคตะวันออกเป็น 1 หน่วยหิน และ 1 หมวดหิน ได้แก่ หน่วยหิน Tr ที่ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง หินทรายเนื้อควอตซ์ สลับด้วย หินดินดาน และหินกรวดมน บางส่วนปนด้วยหินตะกอนภูเขาไฟ และหมวดหินสุขไพรวัง (Trsw) ประกอบด้วย หินควอร์ตไซต์ หินดินดานเนื้อซิลิกา หินทรายเนื้อควอตซ์ และมีหินปูนเลนส์อยู่ด้านบนเป็นหิน grainstone–lime mudstone สีเทา สีเทาดำ สีน้ำตาลแกมชมพู มีส่วนประกอบเป็นก้อนสาหร่าย เฟลลอยด์ และพวกเศษซากชีวิน ที่กระจายตัวอยู่บริเวณเขากองดิน บ้านสุขไพรวัง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

วิทยาหิน (Lithology): หินยุคไทรแอสซิก เป็นหินตะกอนที่ประกอบด้วย หินกรวดมน หินทราย หินทรายแป้ง สีม่วงถึงน้ำตาลอมแดง น้ำตาลเทาและเทาขาว เป็นชั้นบางถึงหนา เม็ดกึ่งกลมถึง

กิ่งเหลี่ยม หินกรวดมน มีการการค้ำขนาดไม่ดี เม็ดกรวดขนาด 5-15 เซนติเมตร ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ หินทัฟฟ์ หินทรายแป้ง หินทรายเนื้อควอตซ์ (รูปที่ 4-31 ถึง รูปที่ 4-33)

ความหนาและการแผ่กระจายตัว (thickness and distribution): หินยุคไทรแอสสิก มีความหนาไม่ชัดเจน เนื่องจากบางแห่งแสดงชั้นหินคดโค้งและหน่วยหินวางตัวไม่ต่อเนื่องอยู่บนหน่วยหินยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสสิก และมีการกระจายตัวเป็นเนินเขาบริเวณเขาช่องลม และที่เนินลอนลาดบริเวณบ้านเขาห้ายอด ที่อยู่ทางด้านตะวันออกของอำเภอบ่อทอง



รูปที่ 4-31 (ก) หินกรวดมน สีม่วงแดง บริเวณเขาช่องลม ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี
(ข) หินทราย สีม่วงแดง บริเวณเขาช่องลม ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี



รูปที่ 4-32 (ก) หินโผล่ข้างทางพื้นที่เขาชะอางค์ซอย 9 ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี
(ข) หินกรวดมน พื้นที่เขาชะอางค์ซอย 9 ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี



รูปที่ 4-33 (ก) หินโผล่บริเวณเนินเขา บ้านเขาห้ายอด ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี
(ข) หินทราย สีเทาขาว บ้านเขาห้ายอด ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี

4.4.7 ตะกอนยุคควอเทอร์นารี (Quaternary Sediments)

ข้อมูลทั่วไป (General information): ตะกอนยุคควอเทอร์นารี (Quaternary Sediments) เป็นตะกอนบกและตะกอนทะเล บริเวณที่เนินและที่ราบ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 60

เป็นที่ตั้งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่ทำการเกษตร นิติ กิตติสาร และ สันต์ อัคระพัชระ (2531) ได้อธิบายในแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ระบุว่าตะกอนยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วย ตะกอนที่สะสมตัวบนที่ราบขั้นบันได จำพวกกรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว ศิลาแลง และดินลูกรัง สุวัฒน์ ตียะไพรัช (2539) ได้แบ่งในแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ระบุว่าอำเภอบ่อทอง (5235 I) ระบุว่าอำเภอนนทบุรี (5235 IV) และระบุว่าอำเภอบางละมุง (5134 I) ระบุว่าอำเภอสัตหีบ (5134 II) และระบุว่าอำเภอลวกแดง (5234 IV) ระบุว่าตะกอนยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วย ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนน้ำขึ้นน้ำลง 2) ตะกอนหินแกรนิตผุ 3) ตะกอนหินผุ 4) ตะกอนตะพัก ระดับสูง 5) ทรายน้ำพา 6) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา นรรัตน์ บุญกันภัย และวิจิตร พุทธิรักษา (2552) รายงานในแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ระบุว่าอำเภอบางละมุง (5134 I) ระบุว่าอำเภอสัตหีบ (5134 II) และระบุว่าอำเภอลวกแดง (5234 IV) ระบุว่าตะกอนยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วย ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนน้ำขึ้นน้ำลง ตะกอนหินแกรนิตผุ ตะกอนหินผุ ตะกอนตะพัก ระดับสูง ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา นรรัตน์ บุญกันภัย และวิจิตร พุทธิรักษา (2552) รายงานในการศึกษาธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ระบุว่าอำเภอสัตหีบ (5135 II) ระบุว่าอำเภอนนทบุรี (5235 II) ระบุว่าบ้านจอมพล (5235 III) ระบุว่าประกอบด้วย หน่วยตะกอนหินเชิงเขา หน่วยตะกอนที่ลุ่มน้ำขัง หน่วยตะกอนน้ำพา และหน่วยตะกอนทรายชายหาด สุวัฒน์ ตียะไพรัช และกรรณิการ์ ยารังษี (2552) อธิบายในแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ระบุว่าจังหวัดชลบุรี (5135 I) ระบุว่าอำเภอนนทบุรี (5236 II) และระบุว่าจังหวัดฉะเชิงเทรา (5236 III) ระบุว่าตะกอนยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วย ตะกอนหินผุ ตะกอนหินแกรนิตผุ ตะกอนตะพักระดับสูง ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงและตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพา ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพา ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึง ตะกอนทรายชายหาด กรมทรัพย์ากรธรณี (2554) ได้รวบรวมและจัดทำแผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี อธิบายไว้ว่าตะกอนยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วย ตะกอนหินผุ ตะกอนตะพัก ระดับสูง ตะกอนหินเชิงเขา ตะกอนทรายชายหาดปัจจุบัน ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2561) ได้รายงานในการศึกษา ศักยภาพแหล่งหินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้างระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก แบ่งเป็น 11 หน่วย ประกอบด้วย ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึง ตะกอนดินเคลย์สมุทร ตะกอนทรายชายหาดเก่า ตะกอนที่ลุ่มน้ำขัง ตะกอนหินผุ ตะกอนหินเชิงเขา ตะกอนตะพัก ตะกอนที่ลุ่มน้ำขัง ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง ตะกอนร่องน้ำ และตะกอนน้ำพา

วิทยาหิน (Lithology): ตะกอนยุคควอเทอร์นารี แบ่งเป็นตะกอนบกและตะกอนทะเล โดยตะกอนบกประกอบด้วย ตะกอนร่วนของกรวด ทราย ดิน และดินเหนียว ที่ยังไม่แข็งตัวกลายเป็นหิน ซึ่งเกิดจากการกัดเซาะและการสะสมตะกอนจากระบบของทางน้ำในช่วงมหายุคโนโซอิกจนถึงปัจจุบัน รวมถึง ตะกอนที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินที่มีอายุแก่กว่า ตะกอนทะเลเป็นตะกอนร่วนที่ได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล เป็นแนวตามขอบชายทะเล ประกอบด้วย ทราย กรวด ดินที่มีเศษพืชและเศษเปลือกหอยปน โดยในรายงานเล่มนี้เป็นการรวบรวมจากการศึกษาที่ได้ดำเนินการมาก่อนและจากการสำรวจในภาคสนาม ได้แบ่งตะกอนยุคควอเทอร์นารี เป็น 12 หน่วย ได้แก่ 1) ตะกอนน้ำพา (Qa) 2) ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพา (Qff/Qtf/Qa) 3) ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนน้ำขึ้นน้ำลง (Qff/Qtf) 4) ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff) 5) ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึง (Qtf) 6) ตะกอนทรายน้ำพา (Qas) 7) ตะกอนทรายชายหาดปัจจุบัน (Qb) 8) ตะกอนทรายชายหาดเก่าและตะกอนที่ลุ่มน้ำขัง (Qtb) 9) ตะกอนตะพัก (Qt) 10) ตะกอนหินแกรนิตผุ (Qgs) 11) ตะกอนหินเชิงเขา (Qc) 12) ตะกอนหินผุ (Qr) รายละเอียดดังนี้

1) ตะกอนน้ำพา (Qa) เป็นตะกอนที่สะสมตัวอยู่ตามที่ราบหรือที่ลุ่มตามแนวร่องน้ำ ลักษณะเป็นแนวแคบๆ สองฝั่งร่องน้ำ และกระจายครอบคลุมพื้นที่กว้างในทางตอนเหนือในเขตพื้นที่

อำเภอบ้านบึง อำเภอพานทอง อำเภอพนัสนิคม และอำเภอเกาะจันทร์ ประกอบด้วย ตะกอนทราย สีเทาอ่อน เม็ดปานกลางและเม็ดหยาบ เนื้อร่วน ปนดิน และทรายแป้ง

2) ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงบนตะกอนดินเคลย์ปนทรายน้ำพา ($Qff/Qtf/Qa$)

ประกอบด้วย ดินเคลย์ที่มีสีเทาเข้ม มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปน วางตัวอยู่บนตะกอนดินเคลย์ปนทราย เนื้อแน่นเหนียว สีเทาอ่อน หรือสีน้ำตาล มีจุดประมาก

3) ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนน้ำขึ้นน้ำลง (Qff/Qtf) ประกอบด้วย ดินเคลย์ปนทรายละเอียด สีเทา เนื้อแน่นเหนียว มีจุดประมาก สีน้ำตาลแกมเหลือง ชั้นหนา มีดินเคลย์ เนื้อนุ่ม สีเทาเข้ม เป็นชั้นแทรก

4) ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff) ประกอบด้วย ดินเคลย์ ดินเคลย์ปนทรายละเอียด สีน้ำตาล เทา เนื้อแน่นเหนียวมาก ชั้นหนา มีจุดประมาก สีน้ำตาลแกมเหลือง น้ำตาลแกมแดง มีชั้นทรายร่วนหรือชั้นทรายร่วนปนกรวดละเอียดแทรก

5) ตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึง (Qtf) ประกอบด้วย ดินเคลย์เนื้อนุ่ม สีเทาเข้ม เทาเทาแกมเขียว มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายละเอียดมาก สีเทา เป็นชั้นบางๆ แทรกสลับสะสมตัวภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลง

6) ตะกอนทรายน้ำพา (Qas) ประกอบด้วย ทรายละเอียดปนทรายแป้ง สีน้ำตาลอ่อน และเทาอ่อน การคัดขนาดดี เม็ดกลม เนื้อร่วน ชั้นหนา

7) ตะกอนชายหาดปัจจุบัน (Qb) ประกอบด้วย ทราย ทรายแป้ง สีส้มปนเหลือง สีเทาเขียว เม็ดละเอียด และเศษเปลือกหอย พบเศษหินควอร์ตไซต์ เศษหินทราย และเศษหินปูนปนในบางพื้นที่ เป็นตะกอนที่สะสมตัวตามแนวชายหาดทะเล บริเวณอ่าวบางละมุงและอ่าวบางแสน

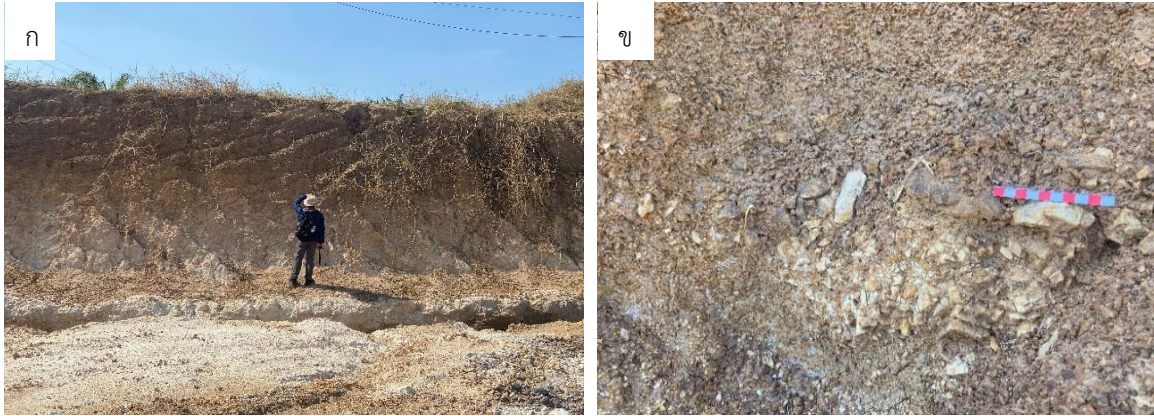
8) ตะกอนชายหาดเก่าและตะกอนที่ลุ่มหลังหาด (Qtb) ประกอบด้วย ทรายเป็นส่วนใหญ่มิเศษพืชปนมากและมีเศษเปลือกหอยปนอยู่ในเนื้อตะกอน พบอยู่ตามลุ่มหลังแนวชายหาดปัจจุบัน

9) ตะกอนตะพัก (Qt) ประกอบด้วย กรวด ปนดินเคลย์ และทราย สีเทาจาง น้ำตาลจาง เม็ดกลม ชั้นหนา

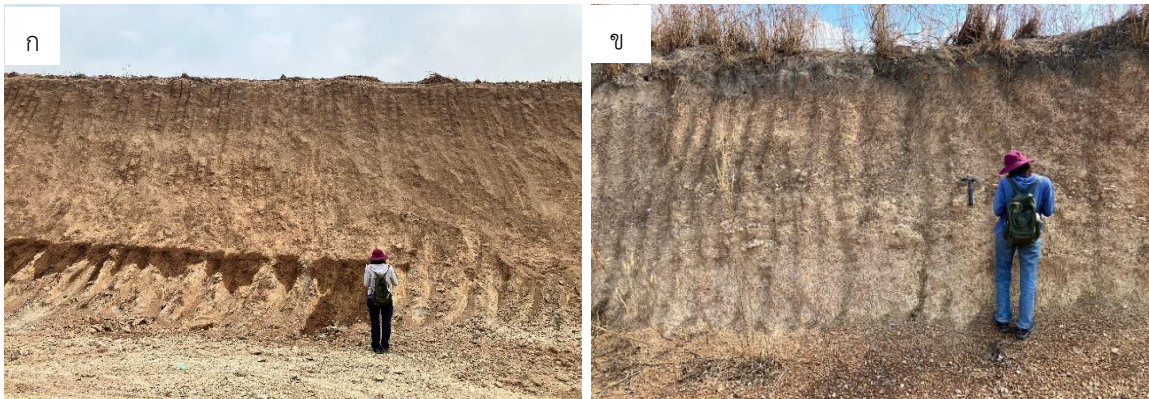
10) ตะกอนหินแกรนิต (Qgs) ประกอบด้วย ทรายปนดินเคลย์ สีเทาอ่อน เนื้อหยาบ การคัดขนาดไม่ดี เม็ดเหลี่ยม เนื้อแน่นเหนียว มีเศษหินและสายแร่ควอตซ์ ปนมาก

11) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) เป็นตะกอนที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่หรือถูกพัดพาไปในระยะที่ไม่ไกลจากหินต้นกำเนิด (รูปที่ 4-34) ประกอบด้วย เศษหินเดิม เช่นหินแกรนิต และสายแร่ควอตซ์ กรวด ทราย เม็ดหยาบถึงปานกลาง คัดขนาดไม่ดี รูปร่างกึ่งเหลี่ยม ดินเคลย์ ดินลูกรังและศิลาแลง ในบริเวณที่ลาดเชิงเขาและตามพื้นที่ลอนลาด ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 50 ของตะกอนในพื้นที่

12) ตะกอนหินผุ (Qr) เป็นตะกอนที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ และวางตัวบนหินเดิม (รูปที่ 4-35) ประกอบด้วย ดินเคลย์ปนทราย และทรายแป้ง มีชั้นแกร่ง และเศษหินเดิมที่รองรับอยู่ด้านล่าง เช่น เศษหินทราย เศษหินแกรนิต เศษหินควอร์ตไซต์ และเศษหินปูน เป็นต้น



รูปที่ 4-34 (ก) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) บริเวณบ่อขุดดินบ้านอ่างแก้ว อำเภอหนองใหญ่ พิกัด 761649/1452843 (ข) กรวดปนทราย ของตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) บริเวณบ่อขุดดินบ้านอ่างแก้ว



รูปที่ 4-35 (ก) ตะกอนหินผุ (Qr) บริเวณบ่อขุดดินใกล้กับเขาไม้ไร่ อำเภอบ้านบึง พิกัด 737865/1455344 (ข) ตะกอนหินผุ (Qr) บริเวณบ่อขุดดินเก่า บ้านหนองยาง อำเภอเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี พิกัด 758531/1487752

4.4.8 หินอัคนี (Igneous rocks)

หินอัคนีพื้นที่จังหวัดชลบุรีมีกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 15 ของพื้นที่ โดยสามารถแบ่งตามลักษณะการเกิดได้ 2 ชนิด คือ 1) หินภูเขาไฟยุคเพอร์เมียน- ไทรแอสซิก (PTrv) เป็นหินที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟที่พุหรือปะทุขึ้นมาเย็นตัวบนผิวโลก มีเนื้อละเอียดหรือเป็นเนื้อเดียวกัน 2) หินอัคนีแทรกซอนชนิดหินแกรนิต ยุคไทรแอสซิก (Trgr) เป็นหินอัคนีที่เกิดอยู่ในระดับลึกที่เย็นตัวและตกผลึกจากหินหนืดใต้ผิวโลก มีลักษณะเนื้อหยาบถึงค่อนข้างหยาบ สามารถจำแนกโดยอาศัยชนิดหินและช่วงอายุของการเกิดได้เป็น 2 หน่วยหิน ดังนี้

หินภูเขาไฟยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก (Permian- Triassic volcanic rocks)

ข้อมูลทั่วไป (General information): หินภูเขาไฟยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก (Permian-Triassic volcanic rocks) นิตี กิตติสาร และสันต์ อัคระพัชระ (2531) รายงานว่าประกอบด้วย หินแอนดีไซต์ หินไรโอไลต์ และหินทัฟฟ์ กระจายตัวเป็นเทือกเขาในแนวเหนือ-ใต้ ทางด้านตะวันออกของพื้นที่บริเวณเขาใหญ่ และเขาอ่างฤใน ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) ได้อธิบายไว้ว่า หินภูเขาไฟที่พบในบริเวณพื้นที่เขาตะแบก เป็นหินบะซอลต์เนื้อดอก สีเทาเขียวเข้ม และจากผลวิเคราะห์แสดงผลเป็น trachy basalt ที่ประกอบด้วย แร่แพลจิโอเคลส และแร่โอลิวีน

วิทยาหิน (Lithology): ประกอบด้วย หินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ หินไรโอไลต์เนื้อดอก หินแอนดีไซต์เนื้อดอก หินทัฟฟ์ สีเขียวเข้มถึงเทา สีม่วง ม่วงเขียว หินบะซอลต์และหินไซอีนิต

ตำแหน่งหินโผล่บริเวณน้ำตกอ่างผักหนาม ภูเขาใหญ่ ในเขตอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี พิกัด 786559 ตะวันออก /1467984 เหนือ ในพื้นที่เขาสูงด้านตะวันออก ประกอบด้วย หินไรโอไรต์ สีเทา เทาขาว แสดงการไหลที่มีสนิมเหล็กสีน้ำตาลแดง (รูปที่ 4-36) ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ พบแร่ควอตซ์สีม่วง และไพไรต์



รูปที่ 4-36 (ก) หินโผล่บริเวณน้ำตกอ่างผักหนาม ภูเขาใหญ่ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี พิกัด786559/1467984 (ข) หินไรโอไรต์ สีเทา เทาขาว แสดงการไหล

ผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินไรโอไรต์บริเวณน้ำตกอ่างผักหนาม ภูเขาใหญ่ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี จำนวน 1 ตัวอย่าง หมายเลข CBI-66-102 ประกอบด้วย ปริมาณซิลิกาออกไซด์ ร้อยละ 56.19 ไทเทเนียมออกไซด์ ร้อยละ 0.25 อลูมิเนียมออกไซด์ ร้อยละ 16.89 เหล็กออกไซด์ ร้อยละ 9.15 แมงกานีสออกไซด์ ร้อยละ 0.23 แคลเซียมออกไซด์ ร้อยละ 2.41 โซเดียมออกไซด์ ร้อยละ 6.50 และโปแตสเซียมออกไซด์ ร้อยละ 4.75

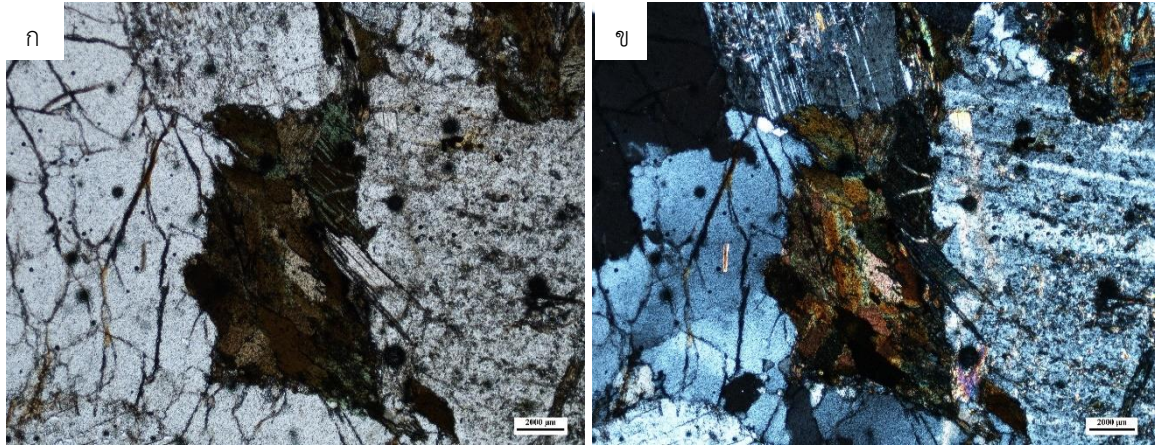
การแพร่กระจายตัว (distribution): หินภูเขาไฟยุคเพอร์เมียน- ไทรแอสซิก (PTrv) วางตัวแบบไม่ต่อเนื่องบนหินยุคเพอร์เมียนหรือหินที่อายุแก่กว่า และรองรับแบบไม่ต่อเนื่องกับหินยุคไทรแอสซิก โดยมีการกระจายตัวทางด้านตะวันออกของจังหวัดชลบุรี บริเวณภูเขาใหญ่ และเขาอ่างฤๅไน

หินอัคนีแทรกซอนชนิดหินแกรนิต ยุคไทรแอสซิก (Triassic granite)

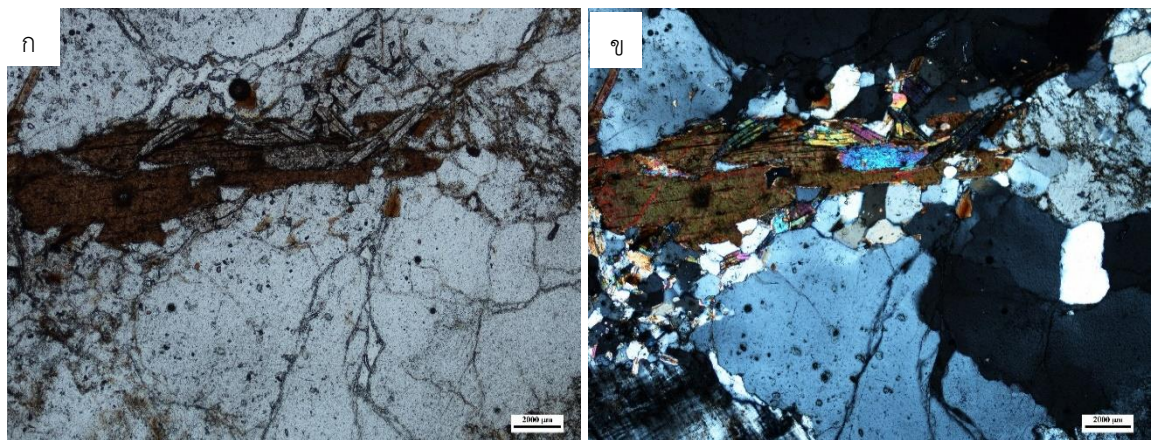
ข้อมูลทั่วไป (General information): หินอัคนีแทรกซอนชนิดหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (Trgr) พื้นที่จังหวัดชลบุรี อยู่ในส่วนหนึ่งของแนวหินแกรนิตจังหวัดชลบุรี-ระยอง เป็นหินแกรนิตตอนกลางของประเทศไทย (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) ที่มีการจัดแบ่งให้เป็นหินแกรนิตประเภทเอส (Chappel and White, 1974) แทรกดันเข้ามาในหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน และหินยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก หินแกรนิตในแนวจังหวัดชลบุรี-ระยอง มีอายุไทรแอสซิก (211 ± 11 ล้านปี) (Beckinsale and Nakapadungrat, 1981) นิติ กิตติสาร (2535) หินแกรนิตในพื้นที่เขาเขียว จังหวัดชลบุรี เป็นหินแกรนิตชนิดเอส ที่เป็นส่วนหนึ่งของหินแกรนิตแนวกลางของประเทศ ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) ได้รายงานไว้ในการศึกษาธรณีวิทยาของอำเภอศรีราชา (5135 II) ระวางอำเภอหนองใหญ่ (5235 II) ระวางบ้านจอมพล (5235 III) ว่าหินแกรนิตในพื้นที่ประกอบด้วย หินไบโอไทต์แกรนิต และหินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต มีองค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วย ปริมาณซิลิกา (SiO_2) เฉลี่ยร้อยละ 73.05 อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) เฉลี่ยร้อยละ 13.40 และมีแร่เฟลด์สปาร์รวม ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) เฉลี่ยร้อยละ 7.41 โดยเป็นหินแกรนิตชนิดมอนโซแกรนิต และมีหินต้นกำเนิดจากหินตะกอนเกือบทั้งหมด ส่วนใหญ่เกิดเป็นมวลหิน

ขนาดใหญ่ มีบางส่วนเป็นลำหินอัคนี นรรัตน์ บุญกันภัย และวิจิตรา พุทธิรักษา (2552) รายงานไว้ว่า หินแกรนิตในพื้นที่ชายหาดด้านตะวันตกของอำเภอบางละมุง และบริเวณตอนเหนือของอำเภอสัตหีบ รวมถึงพื้นที่อำเภอลวกแดง จังหวัดระยอง เป็นหินแกรนิตชนิดมอนโซแกรนิต และหินแกรนิตชนิดเอส ที่เกิดเป็นมวลหินขนาดใหญ่และเป็นลำหินอัคนี แทรกตัดเข้าไปในหมวดหินพลูตาหลวง อายุคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน อีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2561) ได้จำแนกเป็น 6 หน่วยหิน ได้แก่ หน่วยหิน Trgr1 Trgr2 Trgr3 Trgr4 Trgr5 Trgr6 และกระจายตัวเป็นเทือกเขาอยู่ตอนกลางของพื้นที่ บริเวณอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอศรีราชา อำเภอสัตหีบ และอำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี

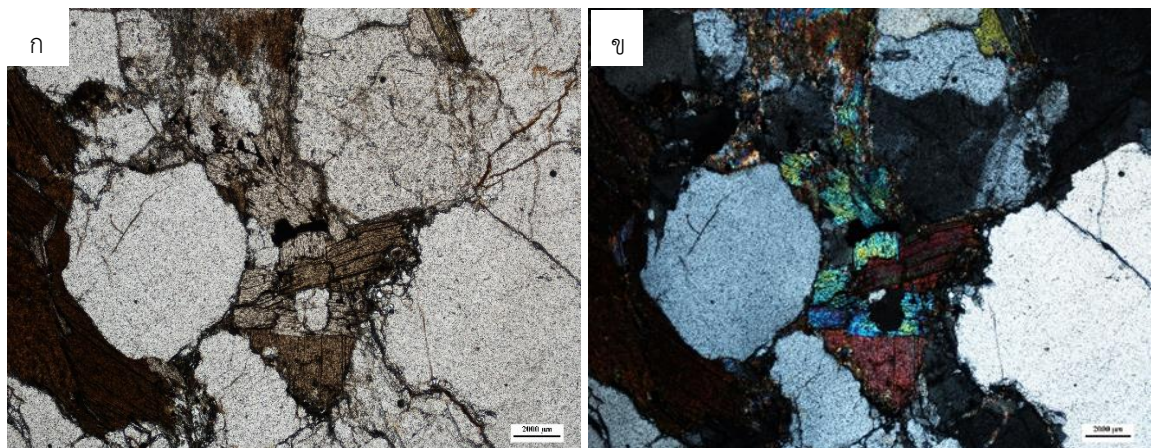
วิทยาหิน (Lithology): ประกอบด้วย หินแกรนิต หินแกรนิตเนื้อดอก สีเทาอ่อน เม็ดละเอียดถึงหยาบ ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ และไบโอไทต์ ตัดแทรกด้วยสายแร่ควอตซ์ เพกมาไทต์ และแอไพไลต์ บางส่วนมีการเรียงตัวของเม็ดแร่ ข้อมูลแผ่นหินบางแร่หลักประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แร่ไบโอไทต์ และแร่แพลจิโอเคลส (รูปที่ 4-37 ถึง รูปที่ 4-39) จากข้อมูลผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินแกรนิตในพื้นที่จำนวน 42 ตัวอย่าง พบว่าหินแกรนิตในพื้นที่จังหวัดชลบุรี มีธาตุประกอบหลัก (major oxides) ประกอบด้วย ปริมาณซิลิกา (SiO_2) เฉลี่ยร้อยละ 72.67 ไทเทเนียมออกไซด์ เฉลี่ยร้อยละ 0.30 อลูมิเนียมออกไซด์ เฉลี่ยร้อยละ 14.20 เหล็กออกไซด์ เฉลี่ยร้อยละ 2.09 แมงกานีสออกไซด์ เฉลี่ยร้อยละ 0.04 แมกนีเซียมออกไซด์ เฉลี่ยร้อยละ 0.68 แคลเซียมออกไซด์ เฉลี่ยร้อยละ 1.46 โซเดียมออกไซด์ เฉลี่ยร้อยละ 2.88 และโปแตสเซียมออกไซด์ เฉลี่ยร้อยละ 4.65 การจำแนกชนิดหินแกรนิตตามการจำแนกของ Middlemost (1994) และตาม TAS diagram (Cox et al., 1979) ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ ได้แก่หินแกรนิตในพื้นที่ตอนกลางของจังหวัดที่กระจายตัวบริเวณเขาเขียว เขาขวาง เขามาบึง และเขาตาอิน เขตอำเภอบ้านบึง อำเภอศรีราชา และอำเภอเมืองชลบุรี (รูปที่ 4-40 และ รูปที่ 4-41) และพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดที่กระจายตัวบริเวณเขาไม้ไร่ เขาโก่งเก้ง เขาสน เขาแรด เขาขุนอินทร์ และเขาหลุมกล้วย ในเขตอำเภอบ้านบึง และอำเภอหนองใหญ่ รวมถึงหินแกรนิตที่เป็นลานหินบริเวณบ้านทับเจ๊ก บ้านคลองธาร บ้านคลองมะเดื่อ บ้านเขาวังแก้ว และบ้านเขาสี่เสียด ในเขตอำเภอบ่อทอง และอำเภอเกาะจันทร์ (รูปที่ 4-42 และ รูปที่ 4-43) พบว่าเกือบทั้งหมดเป็นหินแกรนิต และตัวอย่างหมายเลข CBI-66-82 บริเวณวัดเขาลมเย็นเท่านั้นที่เป็นหินแกรนิตชนิดมอนโซไนต์หรือมอนโซแกรนิต



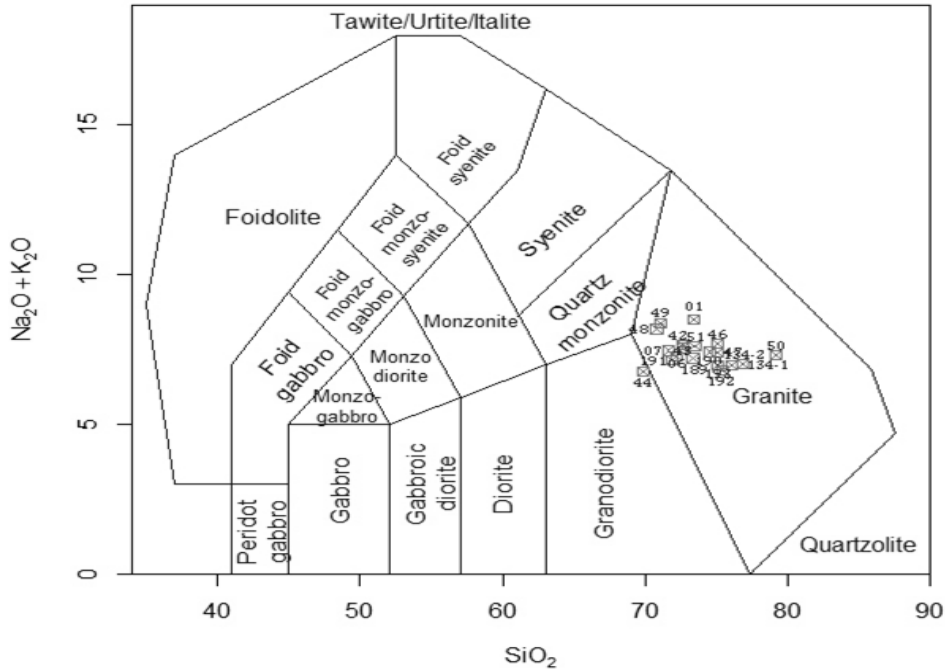
รูปที่ 4-37 ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินแกรนิต บริเวณสุสานเขาหนองคล้า ตำบลหนองซ้าซา อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี (ก) Plane-polarized light (ข) Cross-Polarized light)



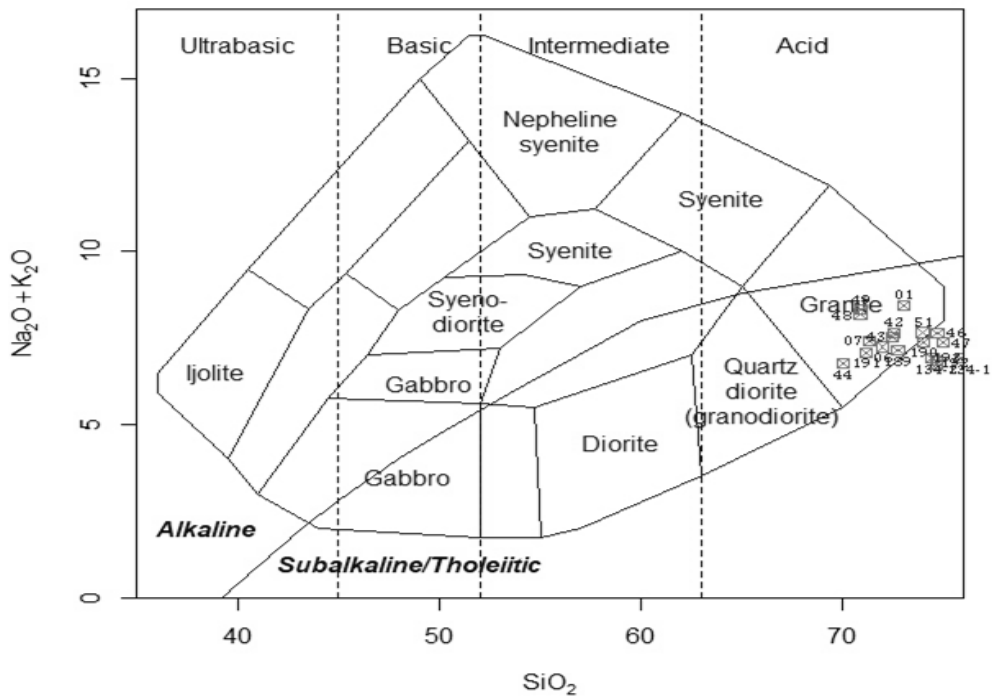
รูปที่ 4-38 ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินแกรนิต บริเวณบ้านเขาหลุมสวนกล้วย ตำบลเขาซก อำเภอนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี (ก) Plane-polarized light (ข) Cross-Polarized light



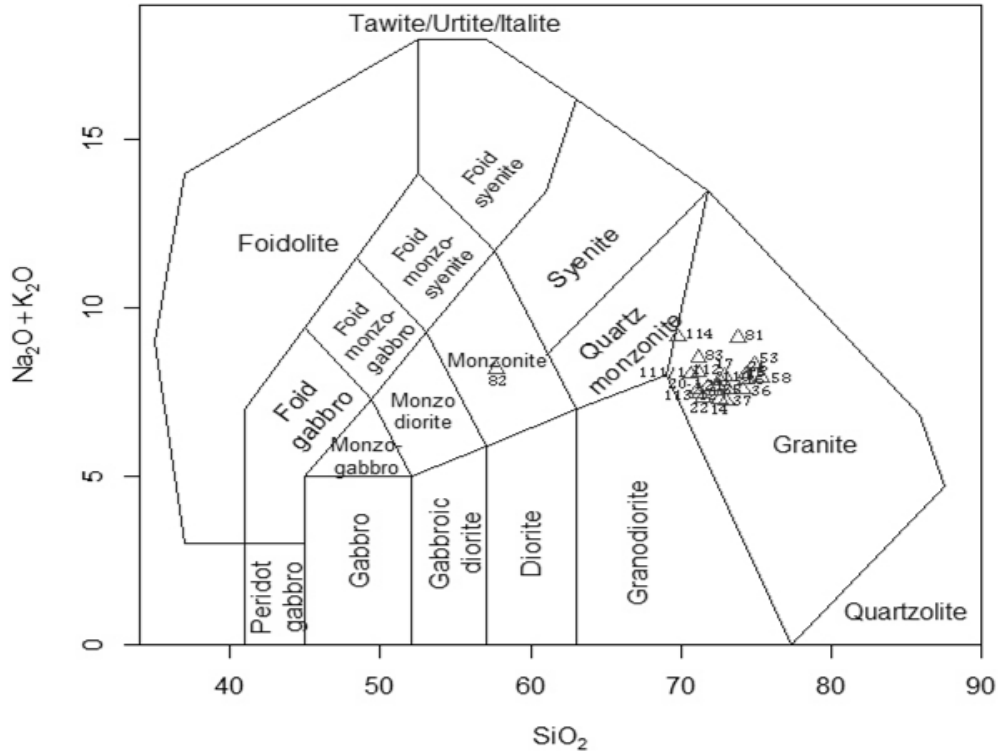
รูปที่ 4-39 ภาพตัดกล้องจุลทรรศน์ $\times 5$ ของหินแกรนิต บริเวณเขาชนกัน ตำบลเขาคันทรัง อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี (ก) Plane-polarized light (ข) Cross-Polarized light



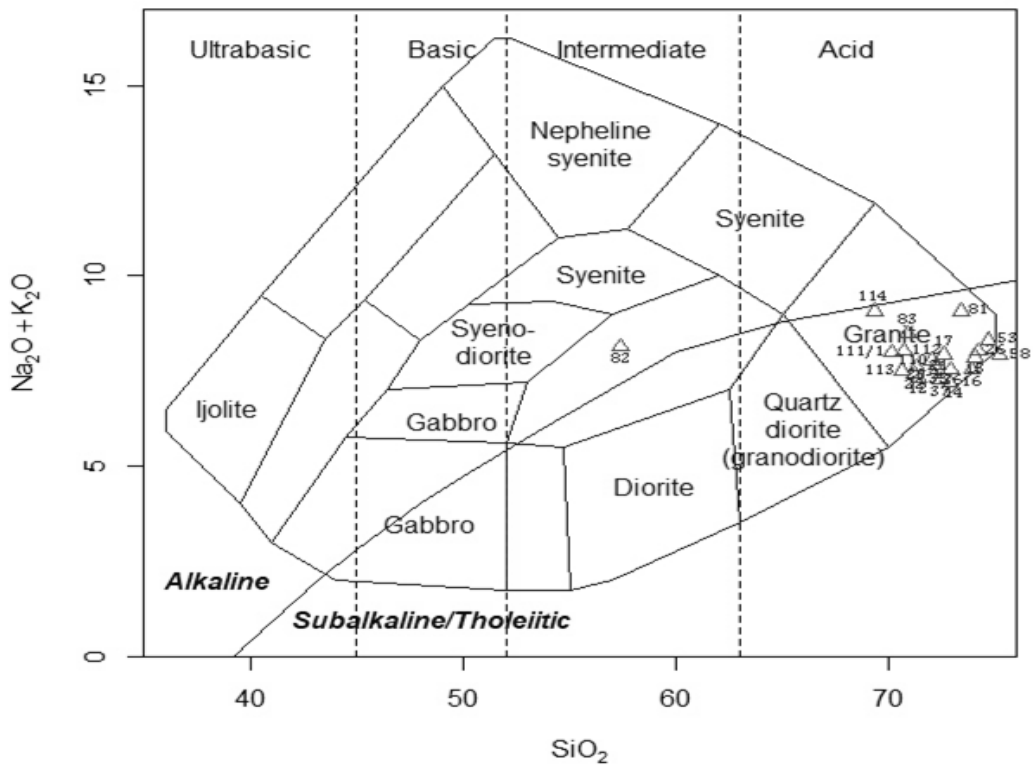
รูปที่ 4-40 จำแนกหินอัคนีแทรกซอนบริเวณพื้นที่ตอนกลางของจังหวัด ตามการจำแนกของ Middlemost (1994)



รูปที่ 4-41 จำแนกหินอัคนีแทรกซอนบริเวณพื้นที่ตอนกลางของจังหวัด ใน TAS diagram (Cox et al., 1979)

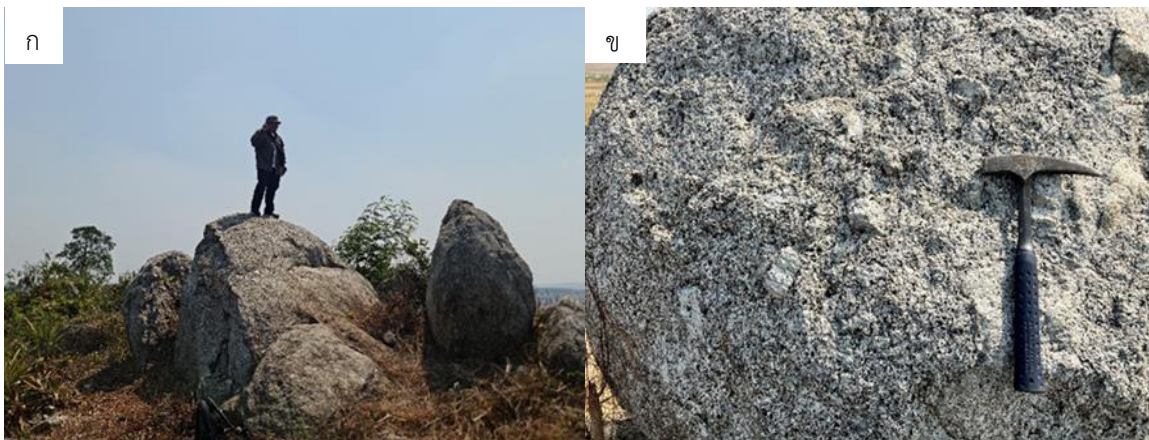


รูปที่ 4-42 จำแนกหินอัคนีแทรกซอนบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัด ตามการจำแนกของ Middlemost (1994)



รูปที่ 4-43 จำแนกหินอัคนีแทรกซอนบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัด ใน TAS diagram (Cox et al., 1979)

ตำแหน่งหินโผล่บริเวณเขาโก่งเก้ง เขาหลุมสวนกล้วย บริเวณตำบลเขาซก และหนองเสือข้าง อำเภอนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี บริเวณเขาอแง เขาระทะ เขาคันทรง เขาไม้ไร่ เขาเรือแตก เขานกตะกรุม เขาหินลาด เขาตาดิน และเขาทุ่งนา ในพื้นที่อำเภอบ้านบึง อำเภอนองใหญ่ และอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย หินแกรนิต หินแกรนิตเนื้อดอก สีเทา เทาขาว ผลึกขนาดเดี่ยวถึงสองขนาด เนื้อหยาบ ขนาด 3-4 มิลลิเมตร ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ (quartz) เฟลด์สปาร์ (feldspar) ไบโอไทต์ (biotite) มัสโคไวต์ และฮอร์นเบลนด์ แร่เฟลด์สปาร์เป็นแร่ดอก ขนาด 2-3 เซนติเมตร (รูปที่ 4-44) พบเศษหินแปลกปลอม (xenolith) ของหินชีสต์ (รูปที่ 4-45) พบผนังแร่ควอตซ์ (quartz dyke) และสายเพกมาไทต์ (pegmatite vein) แทรกตัด บางแห่งมีการเรียงตัวกันของแร่สี่เหลี่ยมที่มีทิศทางการวางตัวในแนวเกือบเหนือ-ใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีรอยแตกในหลายทิศทางโดยมีทิศทางหลักวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ แนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และแนวเกือบเหนือ-ใต้ (รูปที่ 4-46)



รูปที่ 4-44 (ก) หินแกรนิตโผล่ พิกัด 745717E 1449801N (ข) หินแกรนิตเนื้อดอก มีแร่ดอกขนาด 2-3 เซนติเมตร



รูปที่ 4-45 (ก) เศษหินแปลกปลอม (xenolith) ของหินชีสต์ พิกัด 734218E 1458146N (ข) เศษหินแปลกปลอม (xenolith) ของหินชีสต์ พิกัด 752603E 1450281N



รูปที่ 4-46 (ก) แนวรอยแตกในหินแกรนิตที่พิกัด 734218E 1458146N (ข) แนวรอยแตกในหินแกรนิตที่พิกัด 752603E 1450281N

อายุและการแพร่กระจายตัว (age and distribution): อายุของหินแกรนิตในพื้นที่จังหวัดชลบุรี Beckinsale and Nakapadungrat (1984) ได้หาอายุด้วยวิธี whole rock และให้อายุเท่ากับ 211 ± 11 ล้านปี และ Nakapadungrat and Putthapiban (1992) ได้ให้อายุของหินแกรนิตด้วยวิธี K/Ar ให้อายุอยู่ในยุคไทรแอสซิกตอนปลาย (ประมาณ 200 ล้านปี) นิติ กิตติสาร และ สันต์ อัคระพัชระ (2531) นรรัตน์ บุญกันภัย และวิจิตรา พุทธรักษา (2552) ได้ให้อายุหินแกรนิตเป็นยุคไทรแอสซิก ซึ่งมีความสอดคล้องกันกับ อีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) ที่ให้อายุหินแกรนิตเป็นยุคไทรแอสซิก โดยในรายงานเล่มนี้ให้หินแกรนิตในพื้นที่จังหวัดชลบุรีเป็นอายุยุคไทรแอสซิก ปรากฏเป็นเขาสูงและที่เนินลอนลาดที่กระจายตัวพื้นที่ชายหาดด้านตะวันตกของอำเภอบางละมุง และบริเวณตอนเหนือของอำเภอสัตหีบ พื้นที่ตอนกลางของจังหวัดที่กระจายตัวบริเวณเขาเขียว เขาขวาง เขามาบเอียง และเขาตาอิน เขตอำเภอบ้านบึง อำเภอสรีราชา และอำเภอมืองชลบุรี และพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดที่กระจายตัวบริเวณเขาไม้ไร่ เขาโกกง เขาสน เขาแรด เขาขุนอินทร์ และเขาหลุมกล้วย ในเขตอำเภอบ้านบึง และอำเภอนองใหญ่ และที่ปรากฏเป็นลานหินบริเวณบ้านทับเจ๊ก บ้านคลองธาร บ้านคลองมะเดื่อ บ้านเขาวังแก้ว และบ้านเขาสี่เสียด ในเขตอำเภอบ่อทอง และอำเภอเกาะจันทร์

ผนังแร่ควอตซ์ (Quartz dyke)

ข้อมูลทั่วไป (General information): ผนังแร่ควอตซ์มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับแนวรอยแตกที่เกิดขึ้นในพื้นที่ นรรัตน์ บุญกันภัย และวิจิตรา พุทธรักษา (2552) รายงานว่าเป็นผนังแร่ควอตซ์ สีขาวขุ่น แทรกตัดเข้ามาในหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก มีแนวการวางตัวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้

ตำแหน่งหินโผล่บริเวณสันเขื่อนหนองค้อ ข้างวงเวียนหมาหลง (เขาชี) บ้านบ้านหนองค้อ ตำบลหนองขาม อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี พิกัด 721564 ตะวันออก /1451455 เหนือ หินโผล่บริเวณเชิงเขาที่เป็นผนังแร่ควอตซ์ สีขาว มีแร่ควอตซ์เป็นส่วนประกอบหลัก พบรอยแตกในทิศทางตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ (รูปที่ 4-47)



รูปที่ 4-47 (ก) พนังแร่ควอตซ์ บริเวณสันเขื่อนหนองค้อ (ข) แร่ควอตซ์ สีขาว

4.5 ธรณีวิทยาโครงสร้าง

ธรณีวิทยาโครงสร้าง (Structural Geology) เกิดจากกระบวนการแปรสัณฐานของเปลือกโลกที่เกิดขึ้นตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน โดยแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลาหลัก ได้แก่ มหายุคพาโลโซอิก มหายุคมีโซโซอิก และมหายุคซีโนโซอิก ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) ซึ่งได้อ้างอิงจาก Bunopas (1981) Intasopa (1993) ได้เขียนรายงานว่า โครงสร้างทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดชลบุรี มีความสัมพันธ์กับการแปรสัณฐานของเปลือกโลกทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยเฉพาะช่วงยุคก่อน คาร์บอนิเฟอรัส และช่วงยุคเพอร์เมียนถึงไทรแอสซิก ส่วนการแปรสัณฐานในช่วงยุคครีเทเชียสถึงยุคเทอร์เชียรี ทำให้ลักษณะโครงสร้างทางธรณีที่เกิดขึ้นมีความใกล้เคียงกับปัจจุบัน ผลของกระบวนการธรณีแปรสัณฐานทั้งหมดทำให้เกิดการยกตัวเป็นเขาและเทือกเขาสูง หินเดิมเกิดการโก่งตัวและคดโค้ง การแตกและแยก และเลื่อนออกจากกัน มีการแทรกดันของหินอัคนีจากใต้ผิวโลก และเกิดที่ราบอยู่ในหลายพื้นที่

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เกิดจากการบีบอัด การขยายตัว การแตก การแยก และการเลื่อนออกจากกันของเปลือกโลก โดยพบลักษณะทางธรณีวิทยาโครงสร้างที่สำคัญประกอบด้วย การวางตัวของชั้นหิน ริวขนาน รอยแตก รอยเลื่อน และชั้นหินคดโค้ง ดังนี้

4.5.1 การวางตัวของชั้นหิน

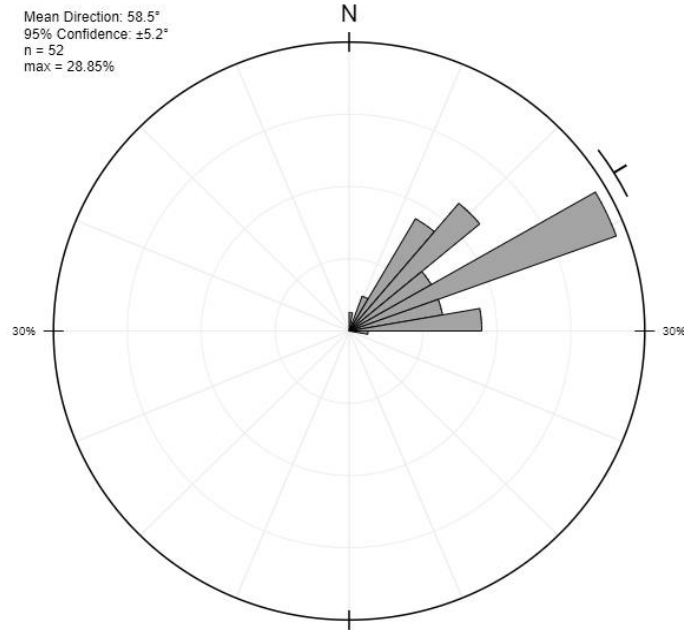
การวางตัวของชั้นหิน (bedding) ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่พบในหินตะกอนและหินตะกอนกึ่งแปรสภาพของหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส ได้แก่หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน และหินโคลน โดยชั้นหินมีการวางตัวในทิศทางหลักในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ทิศทางรองในแนวเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก (รูปที่ 4-48)

4.5.2 ริวขนาน

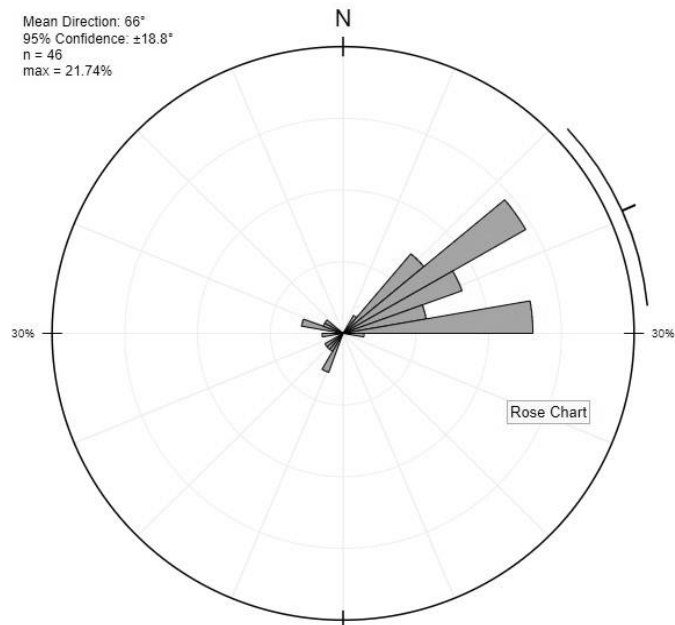
ริวขนาน (foliations) ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่พบในหินแปรที่มีการแปรสภาพของหิน ซึ่งจะมีการเรียงตัวใหม่หรือแยกชั้นของแร่สีเข้มกับแร่สีอ่อน และพบในหินแกรนิตมีการเรียงตัวกันของแร่ไมกาบ้าง โดยหินแปรมีการเรียงตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ (รูปที่ 4-49)

4.5.3 รอยแตก

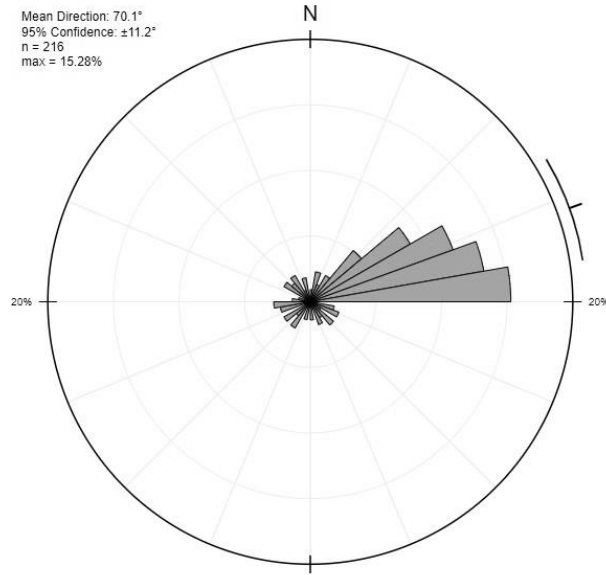
รอยแตก (joints) ในพื้นที่สำรวจพบได้ทั่วไปในหินแข็งและมีหลายทิศทาง โดยมีทิศทางหลักวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ แนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และทิศทางรองในแนวเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก (รูปที่ 4-50)



รูปที่ 4-48 Rose diagram แสดงทิศทางมุมเอียงของระนาบชั้นหินในพื้นที่จังหวัดชลบุรี



รูปที่ 4-49 Rose diagram แสดงทิศทางมุมเอียงของริ้วขนาน (foliations) พื้นที่จังหวัดชลบุรี



รูปที่ 4-50 Rose diagram แสดงทิศทางมุมเอียงของรอยแตก (joints) พื้นที่จังหวัดชลบุรี

4.5.4 รอยเลื่อน

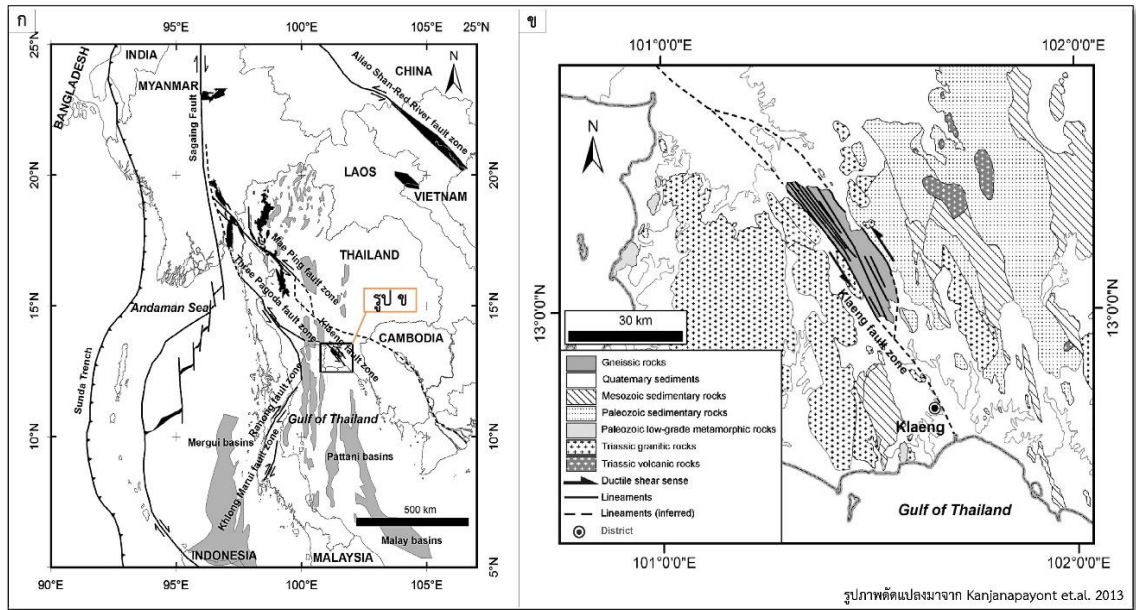
รอยเลื่อน (faults) ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีอยู่ในเขตของกลุ่มรอยเลื่อนแกลง (Klaeng Fault Zone) (รูปที่ 4-51) มีความยาวประมาณ 250 กิโลเมตร เป็นรอยเลื่อนในแนวระดับ วางตัวในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ โดยเริ่มต้นที่คลองโตนด รอยต่อจังหวัดปราจีนบุรีกับฉะเชิงเทรา และจันทบุรี ผ่านอำเภอพนัสนิคม อำเภอบ้านบึง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี ต่อเนื่องไปทางอำเภอวังจันทร์ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง และไปสิ้นสุดที่บริเวณอ่าวเกาะนก อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี

รอยเลื่อนในพื้นที่มีทิศทางหลักวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันกับกลุ่มรอยเลื่อนแกลง แบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามลักษณะและทิศทางการเคลื่อนที่ของระนาบรอยเลื่อน (ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ, 2552) ได้แก่

1) รอยเลื่อนปกติ (normal fault) ปรากฏในหินทรายกึ่งแปรสภาพ ของหน่วยหิน CP1 และหินควอร์ตไซต์ ของหน่วยหิน CP2 บริเวณใกล้ขอบชายทะเล เขตอำเภอศรีราชา และพนังแร้วควอดซ์ที่วัดเขาตะแบก มีระนาบรอยเลื่อนอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้

2) รอยเลื่อนย้อน (reverse fault) เป็นรอยเลื่อนที่ปรากฏทั่วไปในพื้นที่ โดยเฉพาะใกล้ขอบชายฝั่งทะเลอำเภอศรีราชา ในหินทรายกึ่งแปรสภาพ ของหน่วยหิน CP1 มักเกิดร่วมกับชั้นหินคดโค้ง ซึ่งเกิดจากแรงอัดที่เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ชนกันของแผ่นเปลือกโลกในช่วงเหตุการณ์การเกิดเทือกเขาอินโดจีน มีระนาบรอยเลื่อนอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ในบางบริเวณรอยเลื่อนย้อนมีทิศทางการวางตัวของระนาบรอยเลื่อนในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ในหินแกรนิตใกล้เขาสมอ นอกจากนี้รอยเลื่อนย้อนขนาดเล็กพบได้ทั่วไปในหินทรายกึ่งแปรสภาพ หินควอร์ตไซต์ และหินไนส์

3) รอยเลื่อนแนวระดับ (strike-slip fault) เป็นรอยเลื่อนที่ปรากฏอยู่ในหินทุกชนิด มีแนวการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีการเลื่อนที่ในแนวระดับไปด้านซ้าย และแบบเลื่อนขวา ระนาบของรอยเลื่อนส่วนใหญ่เลื่อนไปทางซ้าย โดยเม็ดแร่ตามแนวรอยเลื่อนมักถูกรีด สายแร่ควอดซ์ถูกฉีกออกจากกันเป็นเลนส์รูปตา และแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ เช่น หินโผล่ใกล้ขอบชายฝั่งทะเลอำเภอศรีราชา บริเวณเขาหินแกรนิตทางตอนกลางของพื้นที่ และกลุ่มเขาหนองผักหนาม-เขาบายาง-เขาอ่างแก้ว ที่อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่



รูปภาพดัดแปลงมาจาก Kanjanapayont et al., 2013

รูปที่ 4-51 กลุ่มรอยเลื่อนในประเทศไทย (Kanjanapayont et. al., 2013)

การสำรวจในพื้นที่พบรอยเลื่อนขนาดเล็กในหินโผล่ริมทางหลวงหมายเลข 4008 ของหินทรายแบ่งกิ่งแปรสภาพ ในพื้นที่เขาใกล้กับบ้านเขาไม้หอม รอยต่อระหว่างอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี และอำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา (รูปที่ 4-52) รอยเลื่อนดังกล่าวเป็นรอยเลื่อนย้อนไปทางซ้าย ระบายรอยเลื่อนอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เอียงเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทำมุมประมาณ 85 องศา



รูปที่ 4-52 (ก) หินโผล่ริมทางหลวงหมายเลข 4008 พิกัด 778024E 1475521N (ข) รอยเลื่อนขนาดเล็กในหินทรายแบ่งกิ่งแปรสภาพ พิกัด 778024E 1475521N

4.5.5 ชั้นหินคดโค้ง

ชั้นหินคดโค้ง (folds) ปรากฏในหินแข็งเกือบทุกชนิดในพื้นที่ ยกเว้นหินแกรนิต โดยมีการโค้งงอมากกว่า 1 ครั้ง พบการโค้งครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ในหินทราย หินเชิร์ต และหินตะกอน กิ่งแปรสภาพ เช่นหินควอร์ตไซต์ หินฟิลไลต์ และหินควอตซ์ชีสต์ ส่วนใหญ่เป็นชั้นหินคดโค้งแบบอสมมาตร มุมระหว่างแกนแคบและพบการโค้งงอแบบ zig zag มีแกนของชั้นหินคดโค้งในหลายทิศทาง ซึ่งทิศทางหลักวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ (ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ, 2552)

4.6 ธรณีประวัติ

ธรณีประวัติ (Historical Geology) จังหวัดชลบุรีตั้งอยู่บนอนุทวีปฉานไทย Bunopas (1989) อธิบายว่าเป็นอนุทวีปที่แยกตัวจากหินฐานทวีปออสเตรเลียเมื่อประมาณ 430 ล้านปีก่อน และจัดให้อยู่ในเขตธรณีวิทยาแปรสัณฐานชั้นหินคดโค้งสุโขทัย (Bunopas, 1981) แต่ Barr and Macdonald (1991) กำหนดให้อยู่ในแนวอินทนนท์ ลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นในอดีตมีความสัมพันธ์กับกระบวนการแปรสัณฐานของเปลือกโลก โดยเริ่มตั้งแต่ช่วงก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส ในมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย มหายุคมีโซโซอิก และช่วงมหายุคซีโนโซอิก

ลักษณะทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส มีเหตุการณ์ที่ทำให้หินเกิดการแปรสภาพในระดับสูง ความร้อนและความดันที่เกิดขึ้นกับหินเดิม ทำให้มีการแปรสภาพกลายเป็นหินแปรเกรดสูงจำพวกหินไนส์ หินซีสต์ หินแคลก์-ซิลิเกต รวมถึงหินอ่อน เป็นแนวเทือกเขาและที่เนินลอนลาดทางตะวันออกของจังหวัดชลบุรี และถูกตั้งชื่อว่า “ชลบุรีแมสซีฟ (Chonburi massif)” โดย Cambell (1975) และ Areesiri (1982) หรือ “หินไนส์หนองใหญ่” โดย ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552)

ลักษณะธรณีวิทยาในช่วงมหายุคพาลีโอโซอิกตอนปลาย มีเหตุการณ์ที่สำคัญและเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพเปลือกโลก ในช่วงยุคเพอร์เมียน การเคลื่อนที่เข้าหากันและเข้าใกล้กันในลักษณะ pair continental movements (ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ, 2552) จนเกิดการชนกันของแผ่นอนุทวีปฉาน-ไทยและแผ่นอนุทวีปอินโดจีน ทำให้ระดับน้ำทะเลตื้นขึ้น เกิดการสะสมตัวของหินตะกอนที่สะสมตัวในทะเลตื้นและทะเลลึกหลายบริเวณ เกิดเป็นหินตะกอนมวลเม็ด ได้แก่ หินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หินปูนเลนส์ และหินเชิร์ต ซึ่งมีรายงานการพบซากดึกดำบรรพ์ไบรโอซัว ฟอรัมมิเนียเฟอรา แบรคิโอพอด และไครนอยด์ Intasopa (1993) รายงานว่าชั้นหินดังกล่าวปรากฏเป็นแนวแคบๆ ทางด้านทิศตะวันออกของแผ่นอนุทวีปฉาน-ไทย มีลักษณะของแอ่งที่สะสมตัวแบบ active และ passive การแทรกดันของหินอัคนีและการประทุของหินภูเขาไฟ เกิดขึ้นหินโผล่เป็นแนวทางด้านตะวันออกของจังหวัดที่วางตัวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ จนถึงปลายยุคไทรแอสซิก แผ่นอนุทวีปทั้งสองได้เชื่อมติดกันอย่างสมบูรณ์ จากเหตุการณ์ดังกล่าวทำให้ชั้นหินเกิดการคดโค้งเป็นลำดับที่ 1 และการเกิดขึ้นหินคดโค้งลำดับที่ 2 ทำให้ชั้นหินวางตัวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ชั้นหินเดิมเกิดการแปรสภาพกลายเป็นหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ หินแปรเกรดต่ำ และหินแปรเกรดสูง (ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ, 2552) การแทรกดันของหินแกรนิตใต้ผิวโลก บริเวณตอนกลางของจังหวัด ทำให้หินที่มีการแปรสภาพอยู่ก่อนแล้ว เกิดการแปรสภาพซ้ำอีกในลักษณะการแปรสภาพแบบสัมผัส (contact metamorphism) กลายเป็นหินดินดานเนื้อขนวน หินควอตซ์ซีสต์ หินซีสต์ หินฟิลโลไลต์ หินทรายเป็นจุดประ และหินปูนเนื้อดกผลึกใหม่ ซึ่งปรากฏในบริเวณชายทะเลในพื้นที่ทางด้านตะวันตกของจังหวัด เขตอำเภอเมือง ศรีราชา บางละมุง และอำเภอสัตหีบ รวมถึงในพื้นที่เกาะต่างๆ เช่น เกาะล้าน เกาะสีชัง เป็นต้น

ลักษณะธรณีวิทยาในช่วงมหายุคมีโซโซอิก เริ่มจากช่วงยุคไทรแอสซิกตอนปลายที่มีการสะสมตัวของตะกอนบนภาคพื้นทวีปด้วยระบบของทางน้ำ เกิดเป็นชั้นหินสีแดงเป็นเนินเขาและที่เนินลอนลาด เป็นแนวแคบๆ ทางด้านตะวันออกของจังหวัด ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) อธิบายเพิ่มเติมว่า หินตะกอนสีแดงนั้นมีอายุตั้งแต่ยุคจูแรสซิกถึงยุคครีเทเชียส วางตัวประมาณเหนือ-ใต้ เป็นแนวแคบๆ บริเวณจังหวัดจันทบุรีลงมาถึงพื้นที่ทางด้านตะวันออกของจังหวัดตราด จากนั้นในช่วงปลายยุคครีเทเชียส การชนกันระหว่างแผ่นอนุทวีปพม่าและอนุทวีปฉาน-ไทย ทำให้เกิดการแทรกตัดของสายเพกมาไทต์เข้าไปในหินเดิม เช่นหินไนส์ที่ถูกแปรสภาพและเกิดการคดโค้ง ซึ่งสายเพกมาไทต์ที่แทรกตัดเข้ามานั้นมีอายุ 75 ± 22 ล้านปี (Darbyshire, 1988)

ช่วงมหายุคมีโซโซอิก มีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นครั้งใหญ่คือ การชนกันของแผ่นทวีปอินเดีย และแผ่นทวีปยูเรเชีย ทำให้เกิดธรณีแปรสัณฐานยุคใหม่ (Neotectonics) การชนกันนั้นไม่เพียงแต่ทำให้เกิดการทรุดตัวกลายเป็นแอ่งที่รองรับและสะสมตัวของตะกอนในช่วงไมโอซีนตอนต้น ซึ่งแอ่งสะสมตะกอนยุคนั้นไม่ปรากฏในพื้นที่จังหวัดชลบุรีแต่มีรายงานว่าปรากฏในพื้นที่จังหวัดระยอง แต่ยังทำให้เกิดกลุ่มของรอยเลื่อนกลางในพื้นที่ ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ กลุ่มรอยเลื่อนนี้ได้ตัดผ่านหินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส และหินยุคเพอร์เมียน โดยมีการเลื่อนไปทางขวาในยุคเทอร์เชียรีตอนกลางและเปลี่ยนเป็นเลื่อนไปทางซ้ายในยุคควอเทอร์นารี (Tapponnier et al., 1986) เกิดลักษณะภูมิประเทศที่มีการเหลื่อมกัน ชั้นหินแตกและผุพัง เกิดการเคลื่อนที่ตามแรงโน้มถ่วงของโลก และถูกพัดพาด้วยกระบวนการของทางน้ำและคลื่นทะเล ทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนและแอ่งสะสมตะกอนมีความสัมพันธ์กันและถูกควบคุมด้วยกลุ่มของรอยเลื่อน และพัฒนาเป็นแอ่งสะสมตัวของตะกอนยุคควอเทอร์นารีในปัจจุบัน

บทที่ 5

ข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรแร่

¹นายอำนวยการ ส่งอุไรล้ำ ¹นายสมชาย ประทีปเทียนทอง
¹กองทรัพยากรแร่

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านทรัพยากรแร่จังหวัดชลบุรีประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 กำหนดทรัพยากรแร่ได้ 8 ชนิดแร่ 83 พื้นที่ ได้แก่ หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง ทองคำ พลวง เฟลด์สปาร์ และธาตุหายาก โดยจัดอยู่ใน 5 กลุ่มแร่ ได้แก่ 1. กลุ่มแร่เพื่อการพัฒนาสาธารณูปโภคพื้นฐาน และโครงการขนาดใหญ่ของรัฐ ในกลุ่มแร่ เพื่อการก่อสร้าง เช่น หินชนิดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง (หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง และหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) 2. กลุ่มแร่โลหะมีค่า ได้แก่ ทองคำ 3. กลุ่มแร่โลหะ ได้แก่ พลวง 4. กลุ่มแร่อุตสาหกรรม ได้แก่ เฟลด์สปาร์ 5. กลุ่มแร่เทคโนโลยีขั้นสูง ได้แก่ แร่ธาตุหายากหรือธาตุหายาก

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านทรัพยากรแร่จังหวัดชลบุรีครั้งนี้ เป็นการรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานที่มีมาก่อน และนำฐานข้อมูลด้านทรัพยากรแร่จากโครงการปฏิรูปการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ (ปี พ.ศ. 2563-2565) เป็นฐานข้อมูลทรัพยากรแร่ล่าสุด ณ กันยายน 2565 ของกองทรัพยากรแร่ มาใช้เพื่อวางแผนกำหนดพื้นที่สำรวจเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วนมากยิ่งขึ้น จากข้อมูลประทานบัตรจากกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ปี พ.ศ. 2566 จังหวัดชลบุรีมีประทานบัตรดำเนินการที่ยังมีอายุสัมปทานรวมทั้งสิ้น 26 แปลง ประกอบด้วย ประทานบัตร หินอุตสาหกรรมชนิด หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง 15 แปลง ประทานบัตรหินอุตสาหกรรมชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง รวม 9 แปลง หินอุตสาหกรรมชนิดหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง 2 แปลง (แหล่งที่มา: www.dpim.go.th วันพุธที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2566)

5.1 การสำรวจทรัพยากรแร่จังหวัดชลบุรีที่เคยดำเนินการ

การสำรวจแร่ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี มี 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การสำรวจแร่รายชนิด 2) การสำรวจเพื่อกำหนดพื้นที่ ศักยภาพแร่เป็นการจัดจ้างบริษัทสำรวจแร่ รวมทั้งดำเนินการโดยกรมทรัพยากรธรณีด้วย นอกจากนี้ในหัวข้อนี้ได้เพิ่มเติมข้อมูลทรัพยากรแร่จากโครงการปฏิรูปการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ ซึ่งดำเนินการในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ไว้อีกด้วย

5.1.1 การสำรวจแร่รายชนิด

5.1.1.1 ทองคำ

1) สมชาย เสงี่ยมศักดิ์ และคณะ (2523) ได้ศึกษาลักษณะธรณีวิทยา ธรณีวิทยาแหล่งแร่ และธรณีเคมีของแหล่งแร่ทองคำบริเวณบ้านทับร้าง ตำบลอมพนม กิ่งอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี พบแร่ทองคำ มีการเกิดสัมพันธ์กับแร่ซัลไฟต์ในสายแร่ควอตซ์ และ เกิดเป็นลานแร่ในลักษณะเกล็ดเล็ก ๆ และเม็ดในชั้นของกรวด และทราย

2) เกษม จันทจรูญพงษ์ และคณะ (2525) ได้ศึกษาเรื่องศักยภาพของแร่ทองคำในครอบคลุมพื้นที่แหล่งแร่ทองคำบ้านบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่รวม 30 ตารางกิโลเมตร พบแร่ทองคำเป็นเกล็ดเล็กในชั้นกะสะในร่องห้วยรอบ ๆ เขาบ่อทองและเขาหินโรง ชั้นกะสะประกอบด้วยก้อนกรวดของแร่ควอตซ์ สีขาวขุ่น หินฟิลไลต์ และหินควอร์ตไซต์ และพบสายแร่ควอตซ์ขนาดใหญ่ไหลหลายสายทั่วไปในแนวประมาณเหนือ-ใต้ และแนวตะวันออก-ตะวันตก และพบหินกรวดมนไหลเกือบถึงยอดเขา ความสมบูรณ์ของแร่ทองคำจากตัวอย่างชั้นกะสะในร่องห้วยมีค่าไม่ต่ำกว่า 22 ppm (22 กรัมต่อเมตริกตัน)

3) มนตรี เหลืองอิงคะสุต และคณะ (2545) ได้ดำเนินการสำรวจธรณีวิทยา ธรณีวิทยา แหล่งแร่ และธรณีเคมี ในพื้นที่เขามดดำ เขาบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ผลการสำรวจพบว่า แหล่งแร่ทองคำพื้นที่เขามดดำ เขาบ่อทอง มีการเกิดแหล่งแร่แบบน้ำร้อน (hydrothermal deposit) สัมพันธ์กับสายแร่ควอตซ์ที่แทรกตัดขึ้นมาตามโครงสร้างทางธรณีวิทยาในแนวเหนือ-ใต้ แนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และแนวเกือบตะวันออก-ตะวันตก และเกิดร่วมกับแร่ซัลไฟด์ สัมพันธ์กับ หินแกรนิตและหินไดออไรต์ที่แทรกดันอยู่ข้างล่าง

4) สืบศักดิ์ ศลโกสม และคณะ (2553) สำรวจแร่ทองคำชั้นรายละเอียด พื้นที่บริเวณเขามดดำ เขาบ่อทอง เขาหิน สรุปผลว่าแหล่งแร่ทองคำในพื้นที่เขามดดำ เขาหินโรง และ เขาบ่อทอง ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มีการกำเนิดพบทั้งแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ คือพบแร่ทองคำอยู่ในสายแร่ควอตซ์ และตามลานแร่มีปริมาณสำรองรวม 64.443 กิโลกรัม ซึ่งเป็นแหล่งแร่ขนาดเล็ก ไม่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมเหมืองแร่ขนาดใหญ่ การพัฒนาแหล่งแร่มาใช้ประโยชน์ จึงควรดำเนินการในบริเวณการสะสมแบบลานแร่ โดยวิธีการนำตะกอนพลัดไหลเขาและตะกอนที่สะสมตัวตามร่องห้วย มาทำการคัดกรองแร่ทองคำออก

5.1.1.2 พลาวง

1) เกษม จันทจรูญพงษ์ และคณะ (2524) ศึกษาศักยภาพของแร่พลาวงในภาคตะวันออก พบว่าแหล่งแร่พลาวงคลองกระแสะ เขิงเขาชะอางโอน อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี แร่พลาวงส่วนใหญ่เป็นแร่พลัด พบสะสมตัวอยู่ในร่องห้วยและในที่ราบบริเวณเนินเขาเตี้ย ๆ วางตัวอยู่ใต้ชั้นดินและกะสะ ซึ่งมีความหนาประมาณ 50- 100 เซนติเมตร ส่วนแร่พลาวงในบริเวณที่ราบเชิงเขา พบสะสมตัวอยู่ลึกจากผิวดินประมาณ 30- 250 เซนติเมตร โดยพบวางสะสมตัวอยู่บนชั้นหินปูน มีชั้นดินและชั้นดินลูกรังคลุมทับอยู่บนชั้นกะสะส่วนใหญ่เป็นพวกหินดินดาน และหินทราย วางตัวสลับกันหินปูนสีน้ำตาลดำ มีปริมาณแร่สำรองบริเวณนี้คาดว่าไม่ต่ำกว่า 100,000 เมตริกตัน โดยมีปริมาณของโลหะพลาวงสูงกว่า 30 % โดยแร่ที่ผลิตได้ส่วนใหญ่เป็นแร่พลัด

2) พิณญาณ์ หลาวทอง และคณะ (2527) สำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่พลาวง บริเวณคลองกระแสะ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี พบเป็นแร่พลาวงทอง เป็นแร่พลัด อยู่ในชั้นดินลูกรัง (lateritic soil) แร่พลาวงทองซึ่งแปรเปลี่ยนมาจากแร่พลาวงเงิน มีลักษณะกึ่งเหลี่ยมถึงกึ่งกลม (sub-angular to sub-rounded) ขนาดเฉลี่ยกรวดเล็กถึงกรวดใหญ่ (granule to cobble) อยู่ระดับความลึกประมาณ 2-3 เมตรจากผิวดิน โดยวางตัวอยู่บนชั้นหินปูน หินดินดาน หินทราย และหินแก้วภูเขาไฟ ยุคไทรแอสซิกตอนกลาง

3) พงศ์สันต์ ยาวีไชย (2556) สำรวจทรัพยากรแร่จังหวัดชลบุรี พบว่าแร่พลาวงเกิดเป็นสายแร่แทรกในหินท้องที่ต่อมาหินท้องที่ผุพังเปลี่ยนสภาพกลายเป็นดิน สะสมตัวบริเวณเดิมและถูกทับถม

โดยดินที่ผุพัง มีพื้นที่ศักยภาพแร่พลวงทอง 4 มีสายแร่พลวง 10 % ของพื้นที่ 964,100 ตารางเมตร มีความสมบูรณ์ของสายแร่ 1.5% คำนวณปริมาณทรัพยากรแร่ได้ประมาณ 49,619 เมตริกตัน

5.1.1.3 เหล็ก

1) วิจิตร นมะมาตร (2506) การสำรวจแหล่งแร่เหล็กที่บริเวณเขาชีโอน ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี แหล่งแร่เหล็กเกิดจากรอยเลื่อนใหญ่ 2 แนว ระหว่างเขาชีจรรย์กับเขาชีโอน แนวหนึ่งประมาณเหนือ-ใต้ และอีกแนวหนึ่งประมาณตะวันออก-ตะวันตก ทำให้เกิดเป็นกรaben (graben) แหล่งแร่ส่วนใหญ่อยู่ในหินดินดาน รอยเลื่อนในแนวเหนือ-ใต้ เป็นแนวที่ทำให้น้ำแร่แทรกตัวเข้ามาตามรอยร้าว รอยแตกของหิน

2) กรมทรัพยากรธรณี (2554) พื้นที่แหล่งแร่เหล็กในจังหวัดชลบุรีโดยทั่วไปเป็นแหล่งขนาดเล็ก ๆ มีปริมาณทรัพยากรแร่เหล็กไม่มากนัก ได้แก่

(1) แหล่งแร่เหล็กเขาดินแดง-เขาสระตาพรหม บ้านปรกฟ้าอยู่ในท้องที่อำเภอพนัสนิคมและอำเภอเกาะจันทร์ มีลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่เป็นหินมีสโคไวต์-ชีสต์ และหินสการ์น ลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่เป็นแหล่งแร่เหล็กชนิดแมกนีไทต์เป็นแร่ลอยที่ฝังตัวอยู่ในชั้นดินที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินท้องที่

(2) แหล่งแร่เหล็กเขาชีโอน อยู่ในท้องที่ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ เป็นบริเวณที่เคยเป็นเหมืองแร่เหล็ก แต่ในปัจจุบันไม่มีการผลิตแล้ว

5.1.1.4 เฟลด์สปาร์

1) กรมทรัพยากรธรณี (2536) กล่าวว่าแหล่งแร่เฟลด์สปาร์เขาพระบาท จังหวัดชลบุรี เป็นแหล่งแร่เฟลด์สปาร์เกิดแบบสายแร่เพกมาไทต์ที่ตัดแทรกหินแกรนิต สายเพกมาไทต์ประกอบด้วยแร่เฟลด์สปาร์ชนิดเพอร์ไทต์ แอลไบต์ และไมโครไคลน์กับแร่ควอตซ์เป็นส่วนใหญ่ โดยทั่วไปแร่เฟลด์สปาร์จะเกิดร่วมกับแร่ควอตซ์ โดยยึดประสานกันในลักษณะแบบกรากฟิก

2) พงศ์สันต์ ยาวิไชย (2556) ได้ศึกษาศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์เขาพระบาท พบว่ามีพื้นที่ศักยภาพแร่ประมาณ 0.246 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 153 ไร่ เป็นแหล่งแร่แบบสายแร่เพกมาไทต์ที่ตัดแทรกหินแกรนิต ซึ่งมีบางส่วนคล้ายหินไนส์ ซึ่งในอดีตเคยมีการผลิตแร่เฟลด์สปาร์จากแหล่งนี้ไปใช้ประโยชน์ แต่หยุดการผลิตไปและไม่มีรายงานการผลิตเพื่อใช้ประโยชน์อีกจนถึงปัจจุบัน โดยพื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์ในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรีนี้เคยมีการผลิตแร่มาแต่เดิมนั้นพบว่ามีปริมาณแร่เฟลด์สปาร์ประมาณร้อยละ 5 ของพื้นที่และปริมาณทรัพยากรแร่เฟลด์สปาร์มีศักยภาพเป็นไปได้ประมาณ 68,400 ตัน

5.1.1.5 ธาตุหายาก

ปานใจ สารพันโชติวิทยา และคณะ (2558) ทำการศึกษาการกำเนิดธาตุโลหะหายากในหินแกรนิต บริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย (จังหวัดชลบุรี ระยอง และจันทบุรี) พบว่าในพื้นที่หินแกรนิตแนวกลางมีค่าความสมบูรณ์แร่หนักรวมเฉลี่ย 166.02 กรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุหายากเบาในสัดส่วนที่มากกว่าปริมาณธาตุหายากหนัก (LREE : HREE = 71 : 29) ปริมาณเฉลี่ยธาตุหายากรายชนิดในหินแกรนิต พบว่าปริมาณธาตุหายากชนิดหลัก คือธาตุซีเรียม (Ce) ลำดับรองลงไป ได้แก่ แลนทานัม (La) อิตเทรียม (Y) นีโอดีเมียม (Nd) และเพรซีโอดีเมียม (Pr) ตามลำดับ

5.1.1.6 หินอุตสาหกรรม

1) ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2561) ได้กำหนดพื้นที่ศักยภาพแหล่งหินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้างระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก ได้กล่าวว่าปริมาณสำรองหินอุตสาหกรรมระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี 11 แห่ง พื้นที่รวมประมาณ 5 ตารางกิโลเมตร ปริมาณสำรองหินประมาณ 341.29 ล้านเมตริกตัน ประกอบด้วย แหล่งหินเขาเชิงเทียน แหล่งหินเขาชะอางค์ร่มคลอง แหล่งหินเขาวังปลา แหล่งหินบ้านหนองกองเสา แหล่งหินบ้านห้วยสองตอน แหล่งหินเขาพงเสื่อ แหล่งหินเขาพู แหล่งหินเขาบาน แหล่งหินบ้านท่าน้ำ แหล่งหินทรัพย์อนันต์ และแหล่งหินบ้านคลองกุ่ม

2) ขจรพัฒน์ สุขศรีบุรณ์อำไพ และนริศรา ยามันซาบีดิน (2562) กล่าวว่าแหล่งทรัพยากรหินอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดชลบุรีและระยอง มีจำนวนแหล่งหินอุตสาหกรรมรวมทั้งสิ้น 6 แห่ง จำแนกเป็นหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง 5 แห่ง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ 4 แห่ง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมอื่น 1 แห่ง หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง 7 แห่ง หินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง 2 แห่ง และหินแอนดีไซต์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง 1 แห่ง

5.1.2 การสำรวจเพื่อกำหนดพื้นที่ศักยภาพแร่

1) กรมทรัพยากรธรณี (2546) ได้ว่าจ้างการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยดำเนินการสำรวจทรัพยากรแร่ ภายใต้โครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่ ในพื้นที่แปลงที่ 4/2544 "พื้นที่บ่อทอง" ผลการสำรวจได้กำหนดพื้นที่ศักยภาพออกเป็น 3 บริเวณ ได้แก่

(1) พื้นที่ BT2A ในเขตตำบลคลองตะเกรา อำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นพื้นที่ศักยภาพของแอลคาไลเฟลด์สปาร์จากหินไซอิไนต์ โดยมีค่าเฉลี่ย K_2O+Na_2O ประมาณ 78 % และ $K_2O : Na_2O$ ประมาณ 5 : 3 มีปริมาณสำรองทางธรณีวิทยาเบื้องต้น 2,500 ล้านตัน นอกจากนี้ยังพบทองคำ ทองแดง โมลิบดีนัม ตะกั่ว สังกะสี พลวง และแร่หนัก

(2) พื้นที่ B12B อยู่ในเขตอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี และอำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำ เงิน เหล็ก และแร่หนัก จากสายแร่ในโครงสร้างธรณีวิทยาตามแกนคดโค้งของหิน

(3) พื้นที่ B12C มีพื้นที่ 84 ตารางกิโลเมตร อยู่ในเขตตำบลอมพนม อำเภอ บ่อทอง จังหวัดชลบุรี เป็นพื้นที่ศักยภาพทองคำ ทองแดง โคบอลต์ นิกเกิล สังกะสี และแร่หนัก

2) กรมทรัพยากรธรณี (2554) กำหนดพื้นที่ศักยภาพแร่จังหวัดชลบุรี เป็น 8 ชนิดแร่ ได้แก่ (1) หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง (2) หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง (3) หินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง (4) ททรายก่อสร้าง (5) แร่พลวง (6) แร่ทองคำ (7) แร่เฟลด์สปาร์ และ(8) แหล่งดิน

3) อนุรักษ์ เลิศนอก (2563) กำหนดพื้นที่ศักยภาพแร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินไนส์ และหินชีสต์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินแอนดีไซต์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินปูนที่จำแนกชนิดไม่ได้เนื่องจากไม่มีข้อมูลผลวิเคราะห์ทางเคมี แร่ทองคำ และแร่เหล็ก มีจำนวนรวม 92 แหล่ง พื้นที่รวมประมาณ 694.95 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 15.07 ของพื้นที่จังหวัด

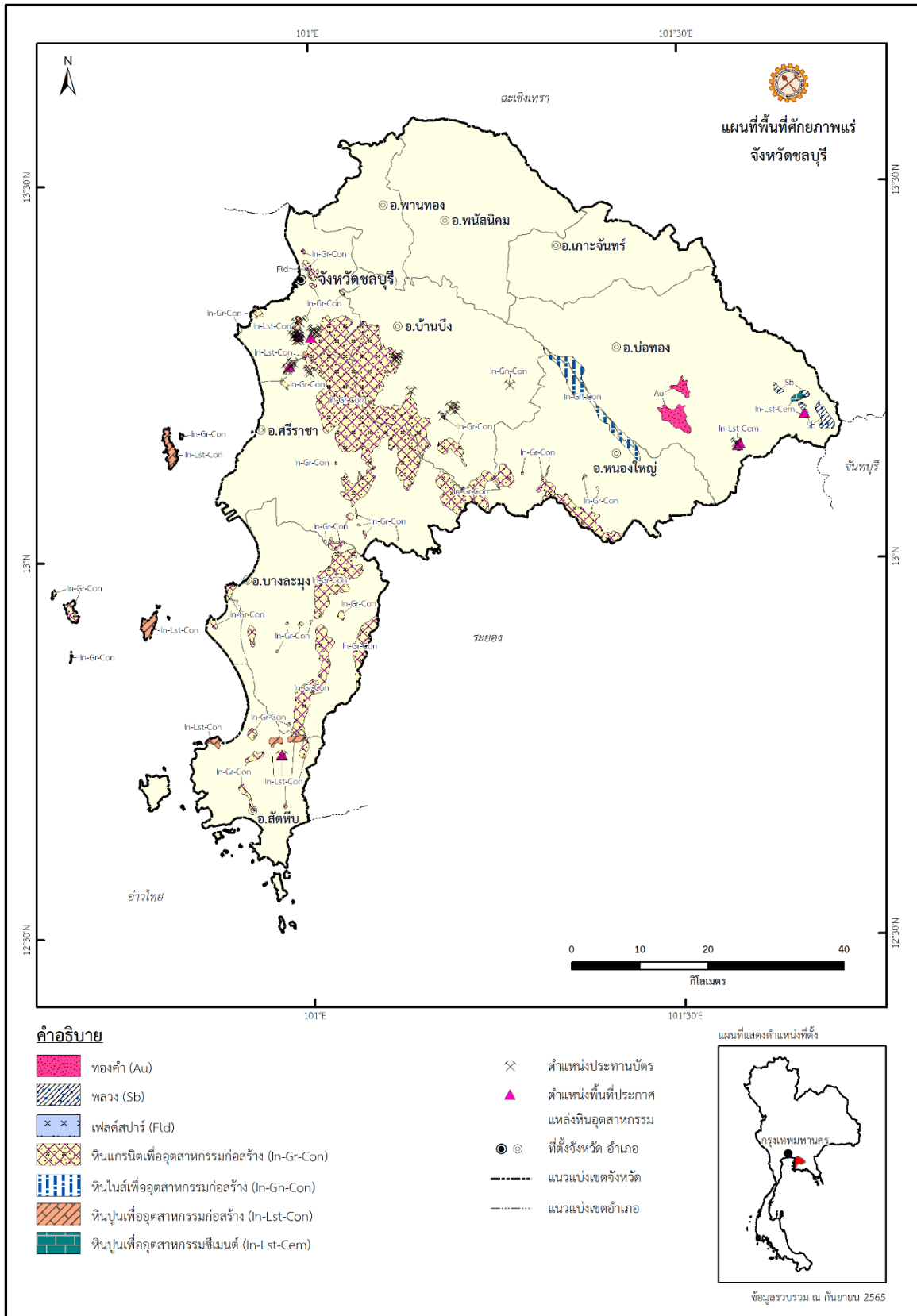
4) กรมทรัพยากรธรณี (2565) จัดทำแผนที่ศักยภาพแร่ของจังหวัดชลบุรี สำรวจพบ 7 ชนิดแร่ 72 แห่ง ได้แก่ เฟลด์สปาร์ พลวง ทองคำ หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินไนส์เพื่อ

อุตสาหกรรมก่อสร้าง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ โดยพื้นที่ศักยภาพแร่ มีพื้นที่รวมกันประมาณ 514.21 ตารางกิโลเมตร (321,381.82 ไร่)

5.1.3 โครงการปฏิรูปการบริหารจัดการทรัพยากรแร่

โครงการปฏิรูปการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ จำแนกเป็นพื้นที่ศักยภาพแร่ได้ 7 ชนิดแร่ 72 แห่ง (ฐานข้อมูลกรมทรัพยากรธรณี ปี.พ.ศ. 2565) ได้แก่ เฟลด์สปาร์ พลวง ทองคำ หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ โดยพื้นที่ ศักยภาพแร่พื้นที่รวมกันประมาณ 514.21 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นประมาณร้อยละ 11.78 ของพื้นที่จังหวัดชลบุรี จากฐานข้อมูลด้านทรัพยากรแร่จังหวัดชลบุรีที่มา จากข้อมูลตั้งต้นของโครงการปฏิรูปการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ ของกรมทรัพยากรธรณี(ปี พ.ศ. 2563-2565) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเร่งรัดจัดทำแผนที่ศักยภาพแร่และพื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำเหมืองเพื่อ จำแนกเป็นเขตแหล่งแร่เพื่อการทำเหมืองของประเทศ จากฐานข้อมูลด้านทรัพยากรแร่ของประเทศเดือน กันยายน ปี พ.ศ. 2565 ของกรมทรัพยากรธรณี ซึ่งโครงการปฏิรูปการบริหารจัดการแร่มีรายละเอียดพื้นที่ ศักยภาพแร่ของจังหวัดชลบุรี ดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 5-1 และ รูปที่ 5-1)

1. พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำมี 2 แห่ง พบบริเวณทิศตะวันออกของจังหวัดชลบุรี ในเขต อำเภอบ่อทอง พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำมีพื้นที่รวม 9,120.03 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวม 0.06 เมตริกตัน (64.44 กิโลกรัม)
2. พื้นที่ศักยภาพแร่พลวงมี 4 แห่ง พบบริเวณทิศตะวันออกของจังหวัดชลบุรี ในเขต อำเภอบ่อทอง พื้นที่ศักยภาพแร่พลวงมีพื้นที่รวม 6,025.59 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวม 509,041.98 เมตริกตัน
3. พื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์มี 1 แห่ง พบบริเวณอำเภอมืองชลบุรี พื้นที่ศักยภาพแร่ เฟลด์สปาร์มีพื้นที่รวม 153.62 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวม 13.68 ล้านเมตริกตัน
4. พื้นที่ศักยภาพหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างมี 48 แห่ง ที่อำเภอมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอนองใหญ่ อำเภอสรีราชา อำเภอบางละมุง และอำเภอสัตหีบ อีกทั้งยังพบพื้นที่ ศักยภาพหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างมี 4 พื้นที่ บนเกาะ ได้แก่ เกาะขามใหญ่ เกาะเหลื่อม เกาะไผ่ และเกาะมารวิชัย มีพื้นที่ศักยภาพหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างพื้นที่รวม 270,872.88 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวม 131,513.19 ล้านเมตริกตัน
5. พื้นที่ศักยภาพหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างมี 2 แห่ง พบในเขตอำเภอบ้านบึง อำเภอนองใหญ่ และอำเภอบ่อทอง มีพื้นที่ศักยภาพหินไนส์พื้นที่รวม 19,157.36 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่ รวม 10,166.21 ล้านเมตริกตัน
6. พื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างมี 12 แห่ง พบกระจายตัวทางตอนกลาง และตอนใต้ที่อำเภอมืองชลบุรี อำเภอกะสีซัง และอำเภอสัตหีบ อีกทั้งยังพบพื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่อ อุตสาหกรรมก่อสร้างมี 2 แห่ง บนเกาะ ได้แก่ เกาะสีซัง และเกาะล้าน มีพื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่อ อุตสาหกรรมก่อสร้างพื้นที่รวม 14,233.33 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวม 2,093.92 ล้านเมตริกตัน
7. พื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์มี 3 แห่ง พบทางตะวันออกของจังหวัด ชลบุรี บริเวณอำเภอบ่อทอง มีพื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างพื้นที่รวม 1,819.01 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวม 278.10 ล้านเมตริกตัน



รูปที่ 5-1 แผนที่พื้นที่ ศักยภาพแร่จังหวัดชลบุรี โครงการปฏิรูปการบริหารจัดการทรัพยากรแร่ (ข้อมูลรวบรวม ณ กันยายน 2565)

ตารางที่ 5-1 แสดงพื้นที่ศักยภาพแร่จังหวัดชลบุรี (ข้อมูลโครงการปฏิรูปฯ ปีพ.ศ. 2565 ฐานข้อมูลตั้งต้น)

ชนิดแร่	พื้นที่ (ไร่)	ปริมาณทรัพยากรแร่ (ล้านเมตริกตัน)
1. ทองคำ	9,120.03	0.06 (เมตริกตัน)
2. พลวง	6,025.59	0.51
3. เฟลด์สปาร์	153.62	13.68
4. หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง	270,872.88	131,513.19
5. หินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง	19,157.36	10,166.21
6. หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง	14,233.33	2,093.92
7. หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์	1,819.01	278.10

5.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านแร่ของจังหวัดชลบุรี มีวิธีการศึกษาและขั้นตอนเริ่มต้นตั้งแต่การรวบรวมข้อมูลการสำรวจที่มีมาก่อนจากรายงานเดิม การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ในภาคสนามเก็บตัวอย่างแร่และหินเพื่อส่งวิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางเคมี การเลียงแร่ทองคำและแร่หนัก และการลอยแร่หนักโดยการแยกแร่หนักออกจากแร่เบาโดยใช้น้ำยาโบรโมฟอร์ม การตรวจสอบชนิดของแร่หนักภายใต้กล้องจุลทรรศน์ การศึกษาสีลาวรรณนาของหินและแร่ที่สำคัญ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านทรัพยากรแร่ของจังหวัดชลบุรี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การสำรวจที่มีมาก่อนจากรายงานเดิม การศึกษาข้อมูล และงานสำรวจที่มีมาก่อนเป็นการทบทวนข้อมูลผลการสำรวจธรณีวิทยา และธรณีวิทยาแหล่งแร่ที่มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับแร่ของจังหวัดชลบุรีไว้แล้ว

2) การสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่ในภาคสนาม เพื่อเก็บข้อมูลธรณีวิทยาแหล่งแร่ การกำเนิดแร่ ขนาดของสายแร่และทิศทางการวางตัว ปริมาณทรัพยากรแร่ ศึกษาธรณีวิทยาในภาคสนาม ลักษณะเนื้อหิน ลำดับชั้นหิน ธรณีวิทยาโครงสร้างรวมทั้งการเก็บตัวอย่างแร่และหินที่สำคัญเพื่อส่งวิเคราะห์เคมีเพื่อทางองค์ประกอบทางเคมีของแร่ และหินเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแร่ต่อไป

3) การเลียงแร่ทองคำและแร่หนักในพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำ โดยวิธีการขุดดินในชั้นกะสะลึกประมาณ 50 เซนติเมตร จนได้ปริมาณดิน 10 ลิตร จึงนำมาเลียงแร่ทองคำและแร่หนักด้วยกระบังในสระน้ำ หลังจากนั้นนำแร่หนักที่เลียงได้ในก้นเลียงไปทำการลอยแร่ด้วยน้ำยาโบรโมฟอร์มต่อไป และส่งวิเคราะห์ศึกษาแร่ทองคำ แร่หนัก และคำนวณปริมาณแร่หนักแต่ละชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4) การสำรวจธาตุหายาก โดยวิธีการเก็บตัวอย่างชั้นดินผุพังอยู่กับที่/หินผุ/หินสดเพื่อศึกษาการกระจายตัว และปริมาณแร่ที่มีแนวโน้มสูงในการให้แหล่งธาตุหายากแบบผุพังอยู่กับที่ โดยใช้ข้อมูลระดับค่าความเข้มข้นมันตรังสีจากผลการบินสำรวจเป็นปัจจัยพื้นฐาน ร่วมกับลักษณะการกระจายตัวของหินแกรนิต หินไนส์ และหินไมกาชีสต์ในจังหวัดชลบุรีที่อาจจะมีศักยภาพในการให้แหล่งธาตุหายากสูง ซึ่งมุ่งเน้นในการเก็บตัวอย่างชั้นดิน/หินผุพังอยู่กับที่เหนือมวลหินอัคนีชนิดเฟลสิก (felsic igneous rocks) เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานด้านแร่ธาตุหายากในจังหวัดชลบุรี

5) การศึกษาสีลาวรรณนา ของหินและแร่ ซึ่งการวินิจฉัยแร่ด้วยตาเปล่าเพื่อการจัดจำแนกตัวอย่างทรัพยากรแร่อาจมีข้อผิดพลาด ในการนี้จะทราบถึงรูปแบบการเกิดของแร่ในเนื้อหินที่

ถูกต้องและชัดเจนเพื่อศึกษาการกำเนิดของแร่ ชนิดแร่ที่พบในพื้นที่ ต้องอาศัยวินิจฉัยแร่องค์ประกอบและโครงสร้างเนื้อหินเชิงลึกจากแผ่นหินบางคุณภาพสูงภายใต้กล้องจุลทรรศน์อย่างละเอียด และต้องใช้ผู้ที่มีความรู้เชี่ยวชาญพิเศษด้านศิลาวรรณนาในการดำเนินการจัดทำแผ่นหินบาง (thin section) แผ่นหินบางขัดมัน (Double Polish thin section)

6) ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม รวมถึงประมวลผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินและแร่ที่สำคัญ รวมทั้งศึกษาธรณีเคมีของหินอัคนีโดยการจำแนกชนิดด้วยแผนภาพธรณีเคมีของหินอัคนี (Igneous diagram) จนถึงการประเมินปริมาณทรัพยากรแร่แต่ละชนิดเบื้องต้น พร้อมทั้งปรับปรุงชั้นข้อมูล และแผนที่

5.3 คำนิยามและการคำนวณปริมาณทรัพยากรแร่

5.3.1 การแบ่งประเภทพื้นที่ทรัพยากรแร่

แร่ ตามพระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2560 ได้ให้ความหมายว่า ทรัพยากรธรณีที่เป็น อนินทรียวัตถุ มีส่วนประกอบทางเคมีกับลักษณะทางฟิสิกส์แน่นอนหรือเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อย ไม่ว่าจะต้องถลุงหรือหลอมก่อนใช้หรือไม่ และหมายความรวมถึงถ่านหิน หินน้ำมัน หินอ่อน โลหะ และตะกอนที่ได้จากโลหกรรม น้ำเกลือใต้ดิน หินตามที่กฎกระทรวงกำหนดเป็นหินประดับหรือหินอุตสาหกรรม และดินหรือทรายตามที่กฎกระทรวงกำหนดเป็นดินอุตสาหกรรมหรือทรายอุตสาหกรรม แต่ไม่รวมถึงน้ำ หรือเกลือสินเธาว์

แผนแม่บทการบริหารจัดการแร่ได้กำหนดคำนิยามและคำจำกัดความเพื่อใช้เป็นมาตรฐานความหมายของคำเพื่อสร้างความเข้าใจให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั่วประเทศ โดยบ่งบอกลักษณะความหมายของคำนิยามและคำจำกัดความการแบ่งประเภทพื้นที่ทรัพยากรแร่เชิงพื้นที่ มีรายละเอียดดังนี้

คำนิยามและคำจำกัดความการแบ่งประเภทพื้นที่ทรัพยากรแร่เชิงพื้นที่

คำนิยามและคำจำกัดความเชิงพื้นที่ด้านแร่ โดยพิจารณาเชิงพื้นที่แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

พื้นที่ศักยภาพแร่ หมายถึง พื้นที่ใด ๆ ที่มีแนวโน้มที่จะเป็นแหล่งแร่ โดยมีหลักฐานบ่งชี้จากข้อมูลการสำรวจทรัพยากรแร่

พื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำเหมือง หมายถึง พื้นที่ศักยภาพแร่ที่มีหลักฐานบ่งชี้ว่าเป็นแหล่งแร่

พื้นที่หรือชนิดแร่ที่สมควรสงวนหวงห้ามหรืออนุรักษ์ไว้ หมายถึง พื้นที่หรือชนิดแร่ใดที่อยู่ในพื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำเหมือง เป็นพื้นที่ที่มีแหล่งแร่อุดมสมบูรณ์และมูลค่าทางเศรษฐกิจ แต่ไม่ได้ประกาศเป็นเขตแหล่งแร่เพื่อการทำเหมือง เนื่องจากมีนโยบายหรือแผนแม่บทการบริหารจัดการแร่ ให้สมควรสงวนหรืออนุรักษ์ไว้ก่อน

เขตแหล่งแร่เพื่อการทำเหมือง หมายถึง พื้นที่ที่มีศักยภาพในการทำเหมืองที่มีหลักฐานและข้อมูลบ่งชี้ว่าเป็นแหล่งแร่อุดมสมบูรณ์และมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ได้ผ่านการประเมินปัจจัยเบื้องต้นของการประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจและสังคมของแต่ละพื้นที่ การประเมินสถานการณ์และพิจารณาขีดจำกัด ความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์พื้นที่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน

รวมทั้งปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่จะใช้ในการทำเหมืองและมาตรการป้องกันผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของประชาชนที่เหมาะสมเพื่อการอนุญาตทำเหมือง

การสำรวจและจัดทำข้อมูลพื้นฐานด้านทรัพยากรแร่ของจังหวัดชลบุรีในครั้งนี้ เป็นเพียงพื้นที่ที่เรียกว่า “พื้นที่ศักยภาพแร่ (mineral potential area)” ตามคำนิยามที่กำหนด

5.3.2 การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่

คำนิยามและคำจำกัดความตามแผนแม่บทการบริหารจัดการแร่ ได้กำหนดคำว่าปริมาณแร่ ปริมาณทรัพยากรแร่ และปริมาณสำรองแร่ มีรายละเอียดดังนี้

คำนิยามและคำจำกัดความเชิงปริมาณ

ปริมาณแร่ (mineral quantity) หมายถึง แร่หรือหินที่มีการสะสมตัวตามธรรมชาติ และมีศักยภาพที่จะพัฒนานำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยประเมินจากผลการสำรวจทางธรณีวิทยา และการประเมินความเป็นไปได้ของการพัฒนาโครงการทำเหมือง

โดยในที่นี้กำหนดให้ปริมาณแร่ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ปริมาณทรัพยากรแร่ (mineral resources) และปริมาณสำรองแร่ (mineral reserves) รายละเอียดดังนี้

ปริมาณทรัพยากรแร่ (mineral resource) หมายถึง ปริมาณแร่ที่มีศักยภาพในการพัฒนานำมาใช้ประโยชน์ได้ แต่ยังไม่มีการประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจ หรือมีการประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจแล้ว แต่ยังไม่คุ้มค่าในขณะทำการประเมิน

ปริมาณสำรอง หรือ ปริมาณสำรองแร่ (mineral reserve) หมายถึง ปริมาณแร่ที่สามารถพัฒนานำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ โดยมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ เทคโนโลยี สังคม สิ่งแวดล้อม และกฎระเบียบต่าง ๆ

การประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ในพื้นที่แหล่งแร่ของจังหวัดชลบุรีในครั้งนี้ เป็นการประเมินที่เรียกว่า “ปริมาณทรัพยากรแร่ (mineral resource)” ตามคำนิยามที่กำหนด ซึ่งใช้ข้อมูลที่ได้จากงานสำรวจภาคสนามที่เคยทำมาแล้ว ประกอบกับข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงอื่น ๆ เพื่อมากำหนดปริมาณทรัพยากรแร่ของจังหวัดชลบุรีในการอ้างอิง หากเป็นแร่ที่อยู่ในกลุ่มหินอุตสาหกรรมจะมีขั้นตอนการประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ในพื้นที่แหล่งแร่ที่เป็นหินอุตสาหกรรมที่เรียกว่าวิธีการ "Run Volume" ซึ่งใช้โปรแกรม Arc Gis เป็นเครื่องมือในการประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

- 1) นำเส้นชั้นความสูงของจังหวัดชลบุรี มาสร้าง TIN ในโปรแกรม Arc GIS
- 2) นำพื้นที่ทรัพยากรหินอุตสาหกรรมของจังหวัดชลบุรี มาวางซ้อนทับกับ TIN ที่สร้างไว้ในข้อ 1
- 3) ไปที่ Arc Toolbox เปิด Functional Surface เลือก Add Surface Information เพื่อสร้างค่า Z Min
- 4) ไปที่ Arc Toolbox เปิด Triangulated Surface เลือก Polygon Volume เพื่อสร้างค่า Volume ของทรัพยากรหินอุตสาหกรรมของจังหวัดชลบุรี ที่ Height Field เลือก Z Min ที่สร้างไว้ในข้อ 3
- 5) นำ Volume ในข้อ 4 มาประเมินปริมาณทรัพยากรหินอุตสาหกรรมของจังหวัดชลบุรี ตามสมการ ดังนี้

$$\text{ปริมาณทรัพยากรหินอุตสาหกรรม} = \text{ปริมาตร (Volume)} \times \text{ค่าความถ่วงจำเพาะ} \times \text{ค่า } K$$

5.4 ทรัพยากรแร่ของจังหวัดชลบุรีในโครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานฯ ปี พ.ศ. 2566

จากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านทรัพยากรแร่จังหวัดชลบุรีปี พ.ศ. 2566 กำหนดทรัพยากรแร่ได้ 8 ชนิดแร่ 83 พื้นที่ ได้แก่ หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง ทองคำ พลวง เฟลด์สปาร์ และธาตุหายาก โดยจัดอยู่ใน 5 กลุ่มแร่ (รูปที่ 5-2) ได้แก่

1. กลุ่มแร่เพื่อการพัฒนาสาธารณูปโภคพื้นฐานและโครงการขนาดใหญ่ของรัฐ ในกลุ่มแร่เพื่อการก่อสร้าง เช่น หินชนิดต่าง ๆ ที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง (หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง และหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง)
2. กลุ่มแร่โลหะมีค่า ได้แก่ ทองคำ
3. กลุ่มแร่โลหะ ได้แก่ พลวง
4. กลุ่มแร่อุตสาหกรรม ได้แก่ เฟลด์สปาร์
5. กลุ่มแร่เทคโนโลยีขั้นสูง ได้แก่ แร่ธาตุหายากหรือธาตุหายาก

5.4.1 กลุ่มแร่เพื่อการพัฒนาสาธารณูปโภคพื้นฐานและโครงการขนาดใหญ่ของรัฐ

กลุ่มแร่ชนิดนี้เป็นหินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้าง นำมาใช้ประโยชน์ในการสร้างถนน ทางรถไฟ สนามบิน เขื่อน รวมทั้งอาคาร บ้านเรือน ที่อยู่อาศัยของประชาชน โดยจังหวัดชลบุรี มีกลุ่มแร่เพื่อการพัฒนาสาธารณูปโภคพื้นฐานและโครงการขนาดใหญ่ของรัฐ 4 ชนิด รายละเอียดดังนี้

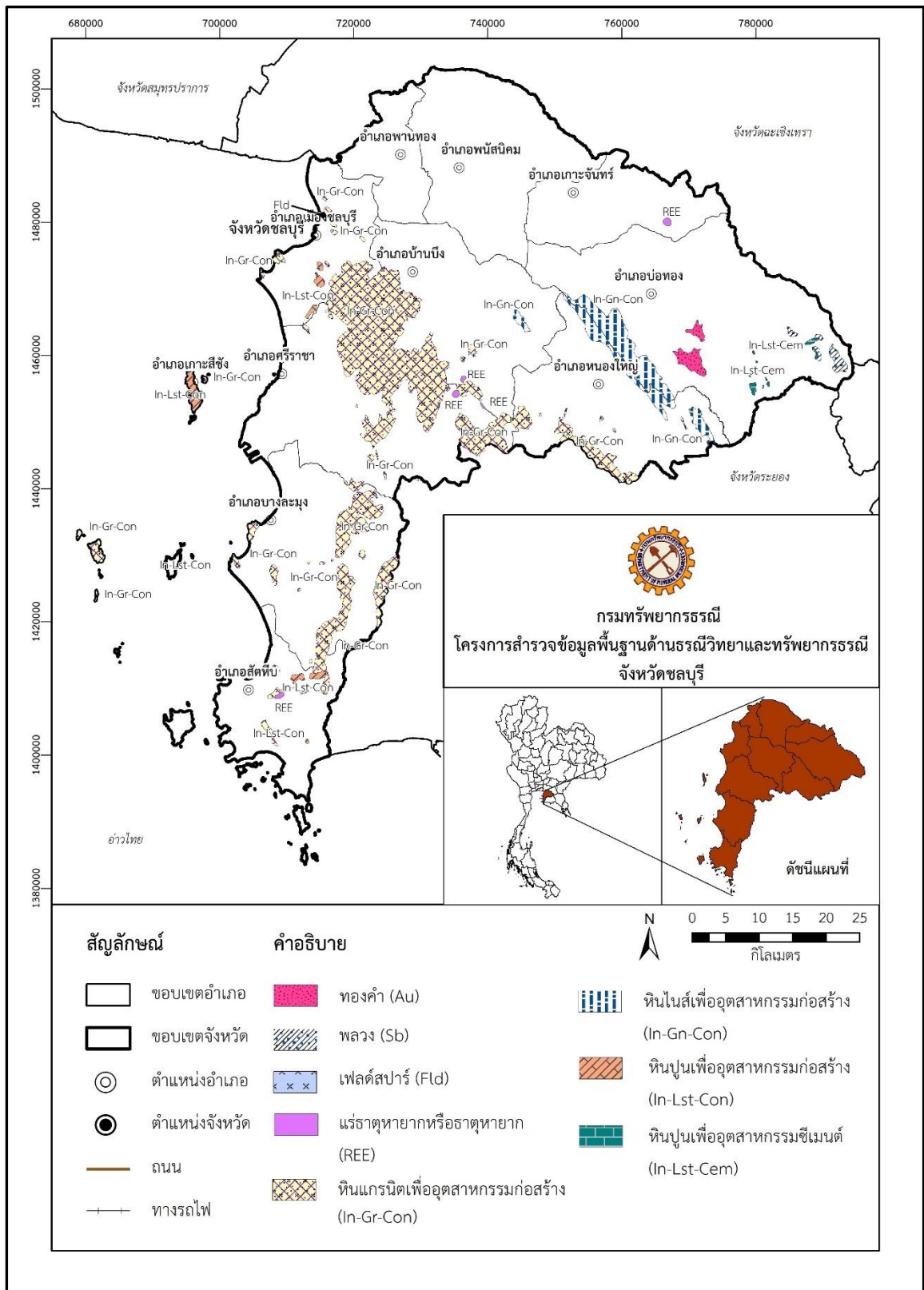
5.4.1.1 หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง

จังหวัดชลบุรีพบหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างเกิดในยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน ในท้องที่อำเภอเมืองชลบุรี และอำเภอสัตหีบ รวมทั้งเกาะต่าง ๆ ที่อยู่ทางด้านตะวันตกของจังหวัด เช่น เกาะสีชัง ลักษณะของหินปูนที่พบในจังหวัดชลบุรี โดยทั่วไปจะเป็นหินปูนเนื้อดิน เนื้อทรายแป้งและเนื้อทราย บางแห่งมีหินดินดานแทรกสลับ หลายแห่งมีลักษณะเป็นหินที่ถูกแปรสภาพเป็นหินอ่อนหรือ กึ่งหินอ่อน และเปลี่ยนสภาพเป็นหินแคลก์-ซิลิเกต แหล่งหินปูนดังกล่าวข้างต้นส่วนใหญ่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

หินปูนอุตสาหกรรมก่อสร้าง คือ หินปูนที่มีค่าปริมาณของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) น้อยกว่าร้อยละ 90 หรือมีปริมาณแคลเซียมออกไซด์ (CaO) น้อยกว่าร้อยละ 50.42 (อุบลศรี ชัยสาม และเยาวลักษณ์ นิสสกา, 2537) ซึ่งจังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ศักยภาพหินปูน เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง มีทั้งหมด 9 พื้นที่แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม (รูปที่ 5-3) คือ 1) พื้นที่ศักยภาพหินปูนในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี 2) พื้นที่ศักยภาพหินปูนในท้องที่อำเภอสัตหีบ 3) พื้นที่ศักยภาพหินปูนในเกาะสีชัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ศักยภาพหินปูนในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี

พื้นที่ศักยภาพหินปูนในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี เป็นแหล่งเหมืองหินปูนเก่าแก่อยู่ที่เขาพุเขาเชิงเทียน และที่เขาพงเสื่อ ทั้ง 3 แห่ง ในปัจจุบันนี้ก็ยังคงมีการผลิตอยู่ แต่มีแหล่งหินปูนเหลืออยู่เป็นจำนวนน้อย และเป็นหินปูนที่ถูกแปรและเปลี่ยนสภาพแล้ว เมื่อนำหินไปผสมปูนมีผลเสียต่อคอนกรีต ถึงแม้ว่าหินปูนดังกล่าวจะมีส่วนประกอบที่ ไม่บริสุทธิ์ และมีการแปรสภาพและเปลี่ยนสภาพไปมาก แต่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมก่อสร้างได้เช่นเดียวกัน



รูปที่ 5-2 แผนที่พื้นที่ศักยภาพแร่ของจังหวัดชลบุรี (โครงการสำรวจข้อมูลพื้นฐานฯ ปีพ.ศ. 2566) ตำแหน่งที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ศักยภาพหินปูนในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี ตั้งอยู่บริเวณบ้านห้วยกะปิ บ้านวังตะโก ตำบลห้วยกะปิ อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ราวาง 5135 I (จังหวัดชลบุรี) อยู่ระหว่างพิกัด 711976 ตะวันออก ถึง 716563 ตะวันออก และ 1465325 เหนือ ถึง 1474335 เหนือ UTM เขต 47 เหนือ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นเขาลูกโดดสลับกับเนินเขา ประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่แหล่งหินปูน นอกนั้นเป็นที่ราบรอบเชิงเขา ยอดเขาสูงสุดของเขาสำนักสงฆ์ สันติภักดิ์ ตำบลเหมือง อำเภอเมืองชลบุรี มีความสูง 300 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยมีความสูงจากระดับพื้นราบประมาณ 150 เมตร แนวของภูเขาวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ศักยภาพหินปูนในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี มีการใช้ประโยชน์ที่ดินบางส่วนอยู่ในเขต ป่าอนุรักษ์ของกรมป่าไม้ พื้นที่ประทานบัตรหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างมีอายุ 8 แปลง พื้นที่รวม 705 ไร่ 1 งาน 1 วา อยู่บริเวณตำบลห้วยกะปิ และตำบลเหมือง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี และมีพื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่นา ไม้ผล พื้นที่ป่าสมบูรณ์ พื้นที่น้ำ พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ

ธรณีวิทยาทั่วไป

หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างที่พบในอำเภอเมืองชลบุรี มีอยู่ 3 บริเวณได้แก่ 1) บริเวณศิรินคร ตำบลห้วยกะปิ อำเภอเมืองชลบุรี 2) บริเวณเขาพงเสือ (แกรนด์แคนยอน) ตำบลห้วยกะปิ อำเภอเมืองชลบุรี 3) บริเวณบ้านดอนบน บ้านดอนกลาง ตำบลเหมือง อำเภอเมืองชลบุรี ลักษณะธรณีวิทยาทั่วไปของพื้นที่บริเวณนี้ ประกอบด้วย หินฟิลไลต์ หินดินดานเนื้อชนวน สลับด้วยหินทรายถูกแปรสภาพเล็กน้อย พบหินฮอร์นเฟลส์ และมีหินปูนรองรับอยู่ข้างล่างสุด ยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน หินปูนพบตามภูเขาบริเวณเขาเชิงเทียน เขาพุ เขาฉลาก หินปูนบริเวณนี้ได้รับอิทธิพลของการแทรกดัน (Intrusive) ของหินแกรนิตแบบมวลไพศาล (Batholith) ที่อยู่ในเทือกเขาเขียวทางด้านทิศตะวันออกของหินชุดนี้ ทำให้ชุดหินบางส่วนถูกแปรสภาพเป็นหินแปร

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างของจังหวัดชลบุรี เป็นแอ่งรูปประทุนคว่ำ (Anticline) โดยมีเทือกเขาเขียว ซึ่งมีหินแกรนิตเป็นแกนกลาง มีหินแปรระดับต่ำเป็นปีกด้านตะวันตกซึ่งมีแนวเอียงเทไปทางทิศตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ ปีกด้านทิศตะวันออกของแอ่งประทุนคว่ำจะเป็นหินแปรระดับสูง นอกจากนี้ยังมีรอยเลื่อนขนาดเล็กตัดผ่านเข้าไปในหินที่มีอายุแก่กว่าอยู่หลายแนว ทำให้โครงสร้างทางธรณีวิทยาซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

ธรณีวิทยาแหล่งแร่พื้นที่ศักยภาพหินปูนในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี มีลักษณะเป็นเขาหินปูนแผ่ไปทั่วบริเวณ หินปูนมีลักษณะการเกิดเป็นแบบเคมีเนื้อหินเป็นแบบเนื้อผลึก สีเทาถึงสีเทาเข้ม (รูปที่ 5-4) โดยเกิดเป็นชั้นหินปูน และพบหินปูน พื้นราบแผ่มาทางทิศตะวันตกในแนวเหนือ-ใต้ ความลึกเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 20 เมตร เนื้อหินเป็นแบบเนื้อผลึก มีสีเทาถึงเทาเข้ม เป็นชั้นหนามาก มีหินดินดานเนื้อชนวน หินทรายเนื้อดินเม็ดขนาดปานกลาง และหินเชิร์ตซึ่งถูกแปรสภาพไปเป็นหินควอร์ตไซต์แทรกสลับอยู่ด้วย การวางตัวของชั้นหินมีมุมเอียงเทไปทางตะวันตกประมาณ 30 องศา หินปูนที่พบจากการตรวจสอบทางกายภาพ มีเนื้อละเอียด มีสีเทาขาว-สีเทาเขียว แร่ประกอบหิน ประกอบไปด้วยแร่แคลไซต์ เป็นส่วนใหญ่ อาศัยการตรวจสอบเบื้องต้น โดยใช้กรดไฮโดรคลอริก หยดลงบนเนื้อหินที่สดพบว่ามีฟองฟูมาก โดยรายละเอียดของหินแต่ละชนิดที่พบในพื้นที่ศักยภาพหินปูนในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี มีลักษณะดังนี้

(1) หินปูน เป็นหินปูนตกผลึกใหม่ ประกอบด้วยประมาณ 70% มีเนื้อแข็งละเอียด เนื่องจากถูกแปรสภาพไปเล็กน้อยจนมีการตกผลึกใหม่ มีสีเทาเข้ม เทาและเทาอ่อน ประกอบเป็นชั้นหนามาก มีเนื้อดินปนอยู่มากจึงทำให้หินมีผิวผุเป็นสีน้ำตาลอ่อน ชั้นหินมีทิศทางเอียงเทไปทางทิศตะวันตกประมาณ 260/30 องศา มีรอยแตกหลายแนว แต่แนวที่สำคัญได้แก่แนว 85/85 และ 350/85 มีรอยเลื่อน (Fault) ตัดผ่านหินปูนหลายแนวแต่แนวที่สำคัญจะอยู่ในแนวประมาณเหนือ-ใต้ โดยมีทิศทางเอียงเทไปทางทิศตะวันออกประมาณ 80 องศา

(2) หินทราย เกิดเป็นชั้นแทรกสลับกับชั้นหินปูน เป็นหินทรายเนื้อดิน (Lithic sandstone) เม็ดขนาดปานกลาง เกิดเป็นชั้นหนา ซึ่งเกือบทั้งหมดถูกแปรสภาพเป็นหินควอร์ตไซต์ และหินทรายที่ถูกแปรสภาพ มีสีแดงปนน้ำตาล หินดินดานเนื้อขนวน เกิดเป็นชั้นแทรกสลับกับชั้นหินปูนมีสีเทาเข้มและสีน้ำตาล

(3) หินเชิร์ต เกิดเป็นชั้นหนาแทรกสลับกับชั้นหินปูนอยู่ด้วยเช่นกัน มีสีเทาเข้ม เนื้อแข็งแน่น ละเอียดมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น (Cryptocrystalline)



รูปที่ 5-4 ภาพถ่ายแสดงลักษณะหินปูนในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี (ก) และ (ข) ภาพถ่ายกองหินปูน เนื้อหินเป็นแบบเนื้อผลึก สีเทาถึงสีเทาเข้มของบจก.เอส.เอส. (1995) การศิลา อำเภอเมือง พิกัด 713417E/1466834N

2) พื้นที่ศักยภาพหินปูนในท้องที่อำเภอสัตหีบ

พื้นที่ศักยภาพหินปูนในท้องที่อำเภอสัตหีบ เป็นแหล่งที่เคยมีเหมืองหินปูน เป็นหินปูนที่ถูกแปรและเปลี่ยนสภาพแล้ว สภาพของหินในปัจจุบันมีหลายส่วนเปลี่ยนสภาพเป็นหินแคลก์-ซิลิเกต หินปูนกึ่งหินอ่อนหรือหินอ่อน โดยพบที่เขาศีจรรย์ทางด้านเหนือ และในบริเวณ เขาพลูตาหลวง ทั้งหมดอยู่ในเขตของกองทัพเรือ ปัจจุบันทั้ง 2 แห่ง เลิกผลิตไปแล้ว ส่วนแหล่งในพื้นที่นี้ที่มีการผลิตอยู่คือ ที่เขาวังปลาทั้งด้านเหนือและด้านตะวันตก และยังมีแหล่งหินปูนอื่นในบริเวณใกล้เคียงเช่น เขาศีโอน เขาไร่ และด้านตะวันตกเฉียงเหนือของเขานองหิน

ตำแหน่งที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ศักยภาพหินปูนในท้องที่อำเภอสัตหีบตั้งอยู่บริเวณบ้านวังปลา ตำบลบางเสร่ อำเภอสัตหีบจังหวัดชลบุรี ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ระวัง 5134 II (อำเภอสัตหีบ) อยู่ระหว่างพิกัด 711690 ตะวันออก ถึง 712929 ตะวันออก และ 1409069 เหนือ ถึง 1410069 เหนือ UTM เขต 47 เหนือ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นเขาลูกโดดสลับกับเนินเขา ประมาณร้อยละ 10 ของ

พื้นที่แหล่งหินปูน นอกนั้นเป็นที่ราบรอบเชิงเขา ยอดเขาสูงสุดของเขาวั้วมีความสูง 168 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยมีความสูงจากระดับพื้นราบประมาณ 100 เมตร แนวของภูเขาวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

แหล่งหินปูนในท้องที่อำเภอสัตหีบ อยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ของกรมป่าไม้ พื้นที่ประทานบัตร สิ้นอายุที่ 33189/16070 ของกองทัพเรือ (โดยกองทัพเรือสัตหีบ) พื้นที่ 208 ไร่ 3 งาน 90 วา อยู่ในเขตพื้นที่ซึ่งกระทรวงอุตสาหกรรมได้ออกประกาศฉบับที่ 1 เมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2539 กำหนดให้เป็นพื้นที่แหล่งหินอุตสาหกรรมของจังหวัดชลบุรี (เขาวังปลา) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่น้ำ พื้นที่ป่าสมบูรณ์ พื้นที่พืชไร่ ไม้ผล สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ธรณีวิทยาทั่วไป

พื้นที่ศักยภาพหินปูนในท้องที่อำเภอสัตหีบมีลักษณะธรณีวิทยาทั่วไปประกอบด้วย หน่วยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน และปิดทับด้วยตะกอนยุคควอเทอร์นารี ซึ่งหินหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส - เพอร์เมียน เทียบเคียงได้กับหมวดหินพลูตาหลวง ของกลุ่มหินชลบุรี ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 หมู่ หิน ได้แก่ หมู่หินเกล็ดแก้ว (CPptk) หมู่หินเขาหมอน (CPptm) หินแสมสาร (CPpts) หมู่หินเขาชีจรรย์ (CPptc)

อีกทั้งยังพบหินอัคนี เป็นหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (TRgr) ประกอบด้วย หินแกรนิต เนื้อผลึกขนาดเท่ากัน และเนื้อผลึกสองขนาด เนื้อผลึกขนาดปานกลางถึงหยาบ

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

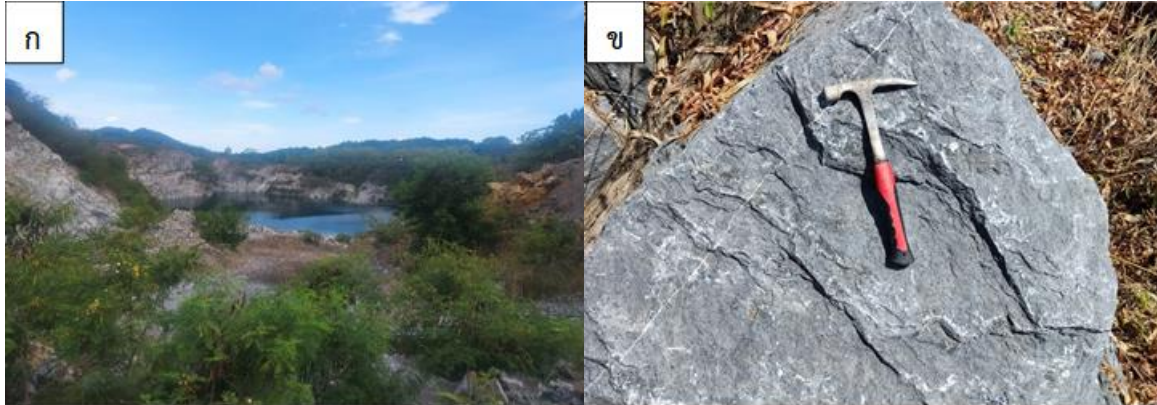
ธรณีวิทยาแหล่งแร่พื้นที่ศักยภาพหินปูนในท้องที่อำเภอสัตหีบ เป็นหินปูน มีสีเทาถึง สีเทาเข้ม แสดงเนื้อผลึก มักพบสายแร่แคลไซต์ขนาดเล็กแทรกอยู่ทั่วไปตาม รอยแตก (รูปที่ 5-5) หินสดมีลักษณะแข็งและแกร่ง ชั้นหินแสดงลักษณะชั้นหนาปานกลางถึงเนื้อมวลสมานแน่น บางบริเวณพบหินทรายและหินทรายเนื้อปูน แทรกอยู่ระหว่างชั้นหินปูนมีลักษณะสีเทาเข้ม สีเทาแกมเขียว เม็ดตะกอนขนาดละเอียดถึงปานกลาง แสดงลักษณะกิ่งเหลี่ยมถึงกิ่งกลมมน อีกทั้งยังพบกลุ่มหินทรายและหินดินดาน กิ่งหินขนวน สีเทา ปิดทับอยู่ด้านบน โดยหินปูนและหินตะกอนเหล่านี้ ถูกหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก แทรกดันอยู่ข้างล่าง

3) พื้นที่ศักยภาพหินปูนในเกาะสีชัง

พื้นที่ศักยภาพหินปูนในเกาะสีชัง เป็นหินปูนที่พบในพื้นที่ทั้งเกาะจะเป็นหินปูนที่ถูกแปรและเปลี่ยนแปลงทั้งหมด เคยมีเหมืองหินดั้งเดิมอยู่ที่ชายฝั่งด้านตะวันออกของแหลมสีชัง และเขาเสาธง ซึ่งเลิกผลิตมานานแล้ว ต่อมาภายหลังในช่วงของการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกแหลมฉะบั้ง มีการขอใช้สิทธิ์ของสัมปทานในพื้นที่เหมืองหินปูนอีก แต่ถูกคัดค้านจากประชาชนจนเลิกกิจการไป (พงศ์สันต์ ยาวีไชย, 2556)

หมายเหตุ : พื้นที่ศักยภาพหินปูนในเกาะสีชัง ตั้งอยู่บนเกาะ ไม่ได้เข้าไปสำรวจภาคสนาม จึงอาศัยข้อมูลเดิมมาอ้างอิงในการจัดทำรายงานการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านแร่ในครั้งนี้

จากผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินปูนจังหวัดชลบุรีที่ได้มีการสุ่มเก็บตัวอย่างหินปูน ส่งวิเคราะห์ทางเคมีหาแร่องค์ประกอบหลักของตัวอย่างหินปูนด้วยวิธี X-ray Fluorescence (XRF) ของพื้นที่ศักยภาพหินปูนในพื้นที่อำเภอเมืองชลบุรี จำนวน 7 ตัวอย่าง และพื้นที่ศักยภาพหินปูนในท้องที่อำเภอสัตหีบ จำนวน 13 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างหินปูนทั้งหมดมีปริมาณของแคลเซียมออกไซด์ (CaO) น้อยกว่าร้อยละ 50.42 จึงควรนำมาใช้ประโยชน์เป็นหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งค่ามาตรฐานที่ใช้ในการกำหนดให้เป็นหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างกำหนดเป็นกลุ่มของหินปูนที่มีค่าปริมาณของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) น้อยกว่าร้อยละ 90 หรือมีปริมาณแคลเซียมออกไซด์ (CaO) น้อยกว่าร้อยละ 50.42 (อุบลศรี ชัยสาม และเยาวลักษณ์ นิสสภา, 2537)



รูปที่ 5-5 ภาพถ่ายแสดงลักษณะหินปูนในพื้นที่อำเภอสัตหีบ (ก) ภาพถ่ายเหมืองหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างประทานบัตรเลขที่ 33189/16070 ของสวัสดิการสัมปทานกองทัพเรือ อำเภอสัตหีบ และ(ข) ลักษณะหินปูนที่อำเภอสัตหีบที่มีสีเทาเข้มพิกัด 712522E/1409575N

โดยจังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ที่ได้ประกาศให้เป็นแหล่งหินอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมจำนวน 6 แห่งครอบคลุมพื้นที่รวม 2,750 ไร่ มีปริมาณสำรอง 91.86 ล้านเมตริกตัน รายละเอียดดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 แหล่งหินอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมของจังหวัดชลบุรี

ลำดับ	ชื่อแหล่ง	ที่ตั้ง	พื้นที่ (ไร่)	ปริมาณสำรอง (ล้านเมตริกตัน)
1	เขาชะอางคร่อมคลอง	อ.บ่อทอง	498	19.52
2	เขาเชิงเทียน	อ.เมืองชลบุรี	1,000	29.39
3	เขاب้านคลองกุ่ม	อ.บ่อทอง	300	13.70
4	เขาพู่	อ.เมืองชลบุรี	750	21.00
5	เขาวังปลา	อ.สัตหีบ	100	5.25
6	เขาวังปลา(เพิ่มเติม)	อ.สัตหีบ	102	3.00
รวม			2,750	91.86

จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างมี 9 พื้นที่ พบกระจายตัวทางตอนกลาง และตอนใต้ที่อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอเกาะสีชัง และอำเภอสัตหีบ มีพื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่อ

อุตสาหกรรมก่อสร้างพื้นที่รวมประมาณ 15.44 ตารางกิโลเมตร ประมาณ 9,654.12 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวมประมาณ 1,414.70 ล้านเมตริกตัน ดังตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 พื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างจังหวัดชลบุรี

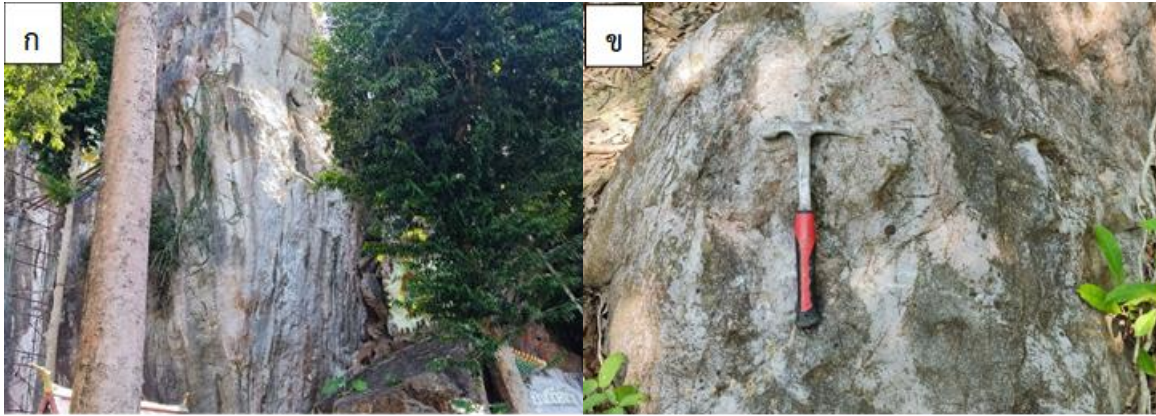
ลำดับ	ชื่อแหล่ง	ที่ตั้ง	พื้นที่ ตร.กม. (ไร่)	ปริมาณทรัพยากรแร่ (เมตริกตัน)
1	เขาจุลจอมเกล้า (เกาะสีชัง)	ต.ท่าเทววงษ์ อ.เกาะสีชัง	6.45 (4,033)	441,289,430
2	เขาพงเสือ 1	ต.ห้วยกะปิ อ.เมืองชลบุรี	0.86 (542)	3,695,023
3	บ้านวังตะโก	ต.ห้วยกะปิ อ.เมืองชลบุรี	2.03 (1,271)	120,914,206
4	บ้านดอนบน	ต.เหมือง อ.เมืองชลบุรี	1.29 (810)	132,138,964
5	เขาตะแบก	ต.พลูตาหลวง อ.สัตหีบ	0.26 (168)	20,914,834
6	เขาบายศรี 1	ต.บางเสร่ อ.สัตหีบ	1.88 (1,180)	190,571,739
7	เขาบายศรี 2	ต.บางเสร่ อ.สัตหีบ	0.18 (118)	7,104,541
8	เขาบายศรี 3	ต.บางเสร่ อ.สัตหีบ	2.02 (1,268)	478,194,578
9	เขาบายศรี 4	ต.บางเสร่ อ.สัตหีบ	0.41 (260)	19,879,938

5.4.1.2 หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์

หินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ของจังหวัดชลบุรีอยู่ในเขตตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ระบุว่า 5335 III (บ้านสีระมัน) ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาลูกโดด มีเส้นชั้นความสูงอยู่ระหว่าง 90 เมตร ถึง 300 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง หินปูนมีอายุทางธรณีวิทยาเป็นหินปูนยุคเพอร์โมไทรแอสสิกลักษณะหินปูนแบบเม็ดไขปลา สีเทา เข้มแทรกสลักกับหินดินดานและหินทรายแป้ง พบกระจายตัวอยู่ในทางด้านตะวันออกของเขตจังหวัดชลบุรี บริเวณอำเภอบ่อทอง วางตัวอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ได้แก่บริเวณ เขาชะอางค์ เขาห้ายอด เขาหินคม เขาลำหมี เขาชะอางค์โอน เขาน้ำคลองกุ่ม (รูปที่ 5-6) เนื่องจากสภาพเนื้อหินปูน โครงสร้าง และสภาพแวดล้อมของการเกิดทำให้ได้หินปูนเนื้อค่อนข้างบริสุทธิ์ หินปูนเหล่านี้ มีผลวิเคราะห์ด้านธรณีเคมีว่ามีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้ประโยชน์ในการผลิตปูนซีเมนต์

จากผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินปูนจังหวัดชลบุรีที่ได้มีการสุ่มเก็บตัวอย่างหินปูน ส่งวิเคราะห์ทางเคมีหาแร่องค์ประกอบหลักของตัวอย่างหินปูนด้วยวิธี X-ray Fluorescence (XRF) ของพื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ในพื้นที่อำเภอบ่อทอง จำนวน 14 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างหินปูนทั้งหมดมีปริมาณของแคลเซียมออกไซด์ (CaO) มากกว่าร้อยละ 53.23 มีค่าแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ต่ำกว่าร้อยละ 2 และมีค่าซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO₂) ต่ำกว่าร้อยละ 1 จึงควรนำมาใช้ทำหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์ทรัพยากรแร่อย่างคุ้มค่า

จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์มี 10 พื้นที่ (รูปที่ 5-7) พบทางตะวันออกของจังหวัดชลบุรี บริเวณตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง มีพื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์พื้นที่รวมประมาณ 3.49 ตารางกิโลเมตร ประมาณ 2,181.57 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวมประมาณ 354.23 ล้านเมตริกตัน ดังตารางที่ 5-4



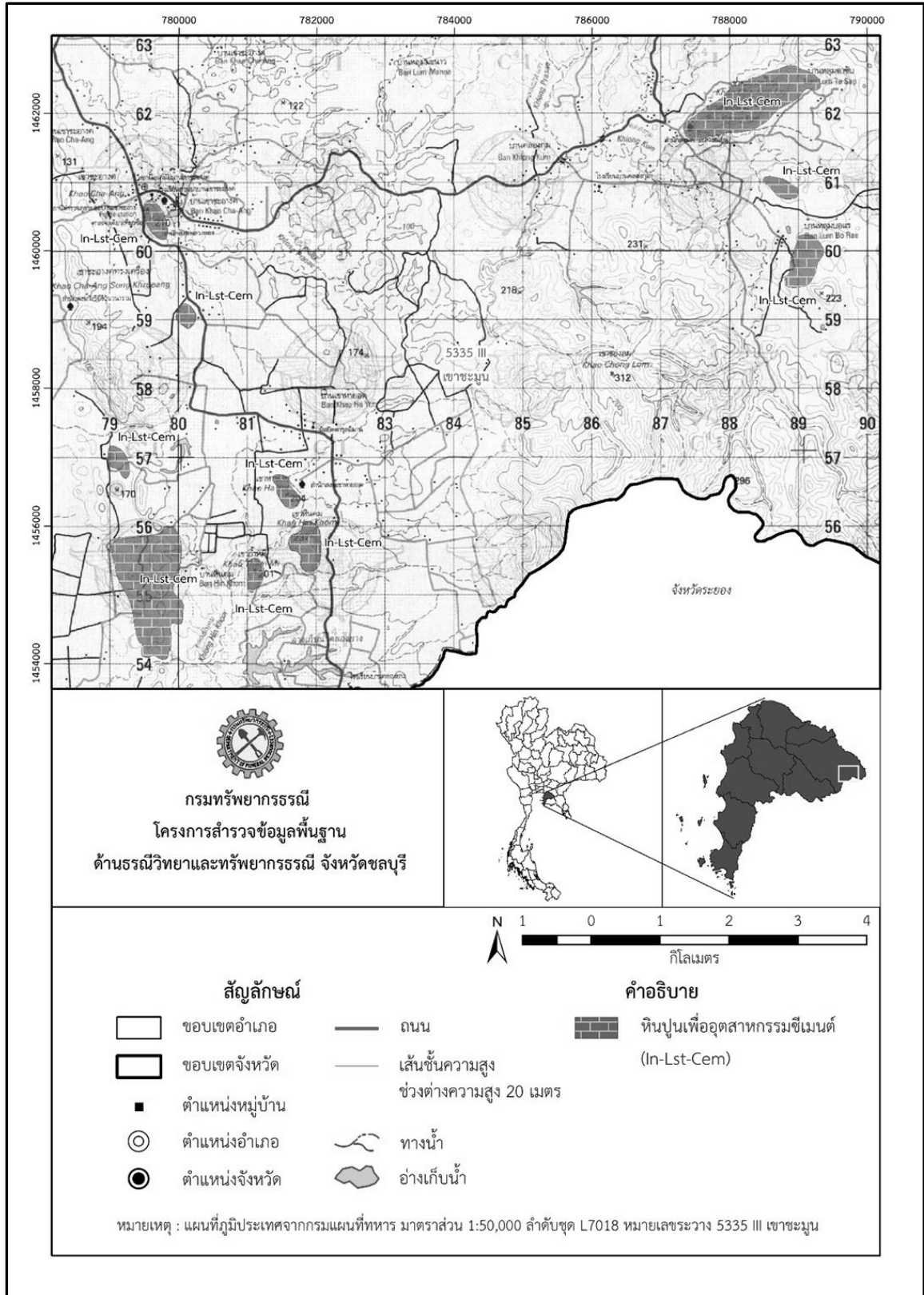
รูปที่ 5-6 ภาพถ่ายแสดงลักษณะหินปูนในพื้นที่อำเภอบ่อทอง (ก) ภาพถ่ายลักษณะหน้าผาหินปูน ที่เขาชะอางค์โตน พิกัด 787391E/ 1461767N และ(ข) ลักษณะหินปูนที่เขาย่านคลองกุ่ม อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี เป็นหินปูนสีเทา พิกัด 789146E/ 1460190N

ตารางที่ 5-4 พื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์จังหวัดชลบุรี

ลำดับ	ชื่อแหล่ง	ที่ตั้ง	พื้นที่ ตร.กม. (ไร่)	ปริมาณทรัพยากรแร่ (เมตริกตัน)
1	เขาถ้ำหมี	ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	0.09 (58)	1,048,870
2	เขาไดโนเสาร์	ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	0.08 (49)	6,597,297
3	เขาชะอางค์	ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	0.13 (84)	10,661,955
4	เขาหินคม 3	ต. บ่อทอง, ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	0.09 (59)	1,868,214
5	เขาหินคม 2	ต. บ่อทอง อ.บ่อทอง	1.33 (834)	84,049,093
6	เขาหินคม 1	ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	0.23 (146)	31,662,126
7	เขาห้ายอด	ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	0.12 (73)	7,994,446
8	เขาชะอางค์โตน	ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	1.02 (635)	188,529,536
9	บ้านหลุมบ่อแร่ 1	ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	0.10 (65)	5,648,177
10	บ้านหลุมบ่อแร่ 2	ต.พลวงทอง อ.บ่อทอง	0.29 (179)	6,733,713

5.4.1.1 หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง

พื้นที่ศักยภาพหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างจังหวัดชลบุรีพบหินแกรนิตมีการกระจายตัวทางด้านตะวันตกและด้านใต้ของจังหวัดชลบุรี โดยพบที่เขายะเียว-เขาชมภู เขาเรือแตก และเขาหนองปรือ ในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอสรรพยา เขาไม้แก้ว ในเขตอำเภอบางละมุง เขาโกงเกง เขาขุนอินทร์ ในเขตอำเภอหนองใหญ่ และทางด้านตะวันตกและทางเหนือของเขาเกล็ดแก้ว พบในเขตอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี โดยมีพื้นที่เป็นภูเขาหินแกรนิตประมาณร้อยละ 40 ของพื้นที่ แหล่งหินแกรนิตนอกนั้นเป็นที่ราบรอบเชิงเขา ที่ราบลุ่ม ลักษณะภูมิประเทศที่พบหินแกรนิตจังหวัดชลบุรีโดยทั่วไปเป็นเทือกเขาสูงวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ยอดเขาสูงสุดของเทือกเขาหินแกรนิตคือเขาเขี้ยวมีความสูง 801 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยมีความสูงจากระดับพื้นราบประมาณ 700 เมตร



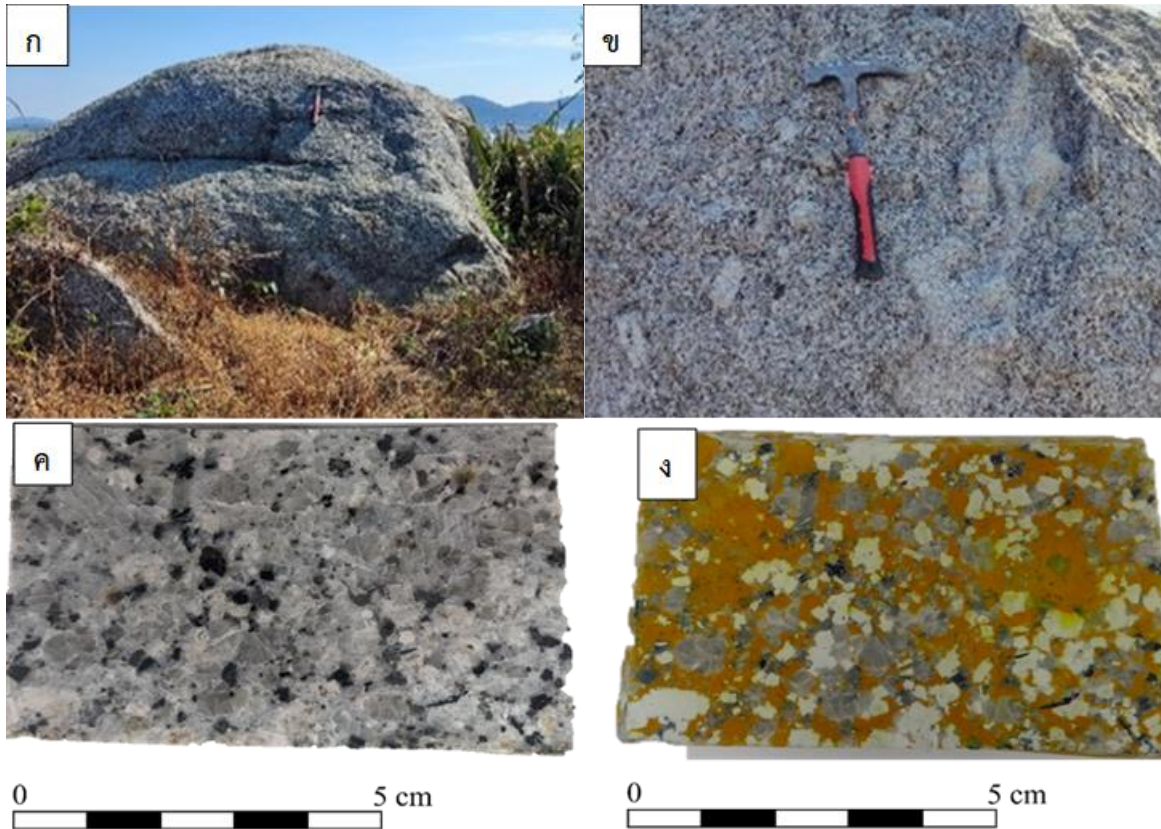
รูปที่ 5-7 แผนที่พื้นที่ศักยภาพหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์ของจังหวัดชลบุรี

ลักษณะทางธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแหล่งแร่ของหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง จังหวัดชลบุรี เป็นหินแกรนิตที่มีอายุอยู่ในยุคไทรแอสซิก (TRgr) ชนิดไปโอไทต์แกรนิต และไปโอไทต์ มัสโคไวต์แกรนิต มีสีเทาอ่อนถึงสีเทา เนื้อหินมีขนาดเม็ดปานกลางถึงหยาบ บางแห่งพบเนื้อหินมีเม็ดผลึกขนาดเท่ากัน อีกทั้งยังพบเนื้อผลึกสองขนาด (รูปที่ 5-8) ประกอบด้วย แร่ควอตซ์ แอลคาไลเฟลด์สปาร์ แพลจิโอเคลส ไปโอไทต์ และมัสโคไวต์ จัดอยู่ในหินแกรนิตแนวตอนกลางเกิดเป็นมวลหินขนาดใหญ่เป็นแนวติดต่อกัน หินแกรนิตบางส่วนมีลักษณะผลึกแร่เรียงตัวเป็นแถบคล้ายหินไนส์ที่เกิดจากหินแกรนิตถูกบีบอัดตามแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังพบสายเพกมาไทต์ และสายแร่ควอตซ์แทรกตัดเข้ามาในแกรนิต

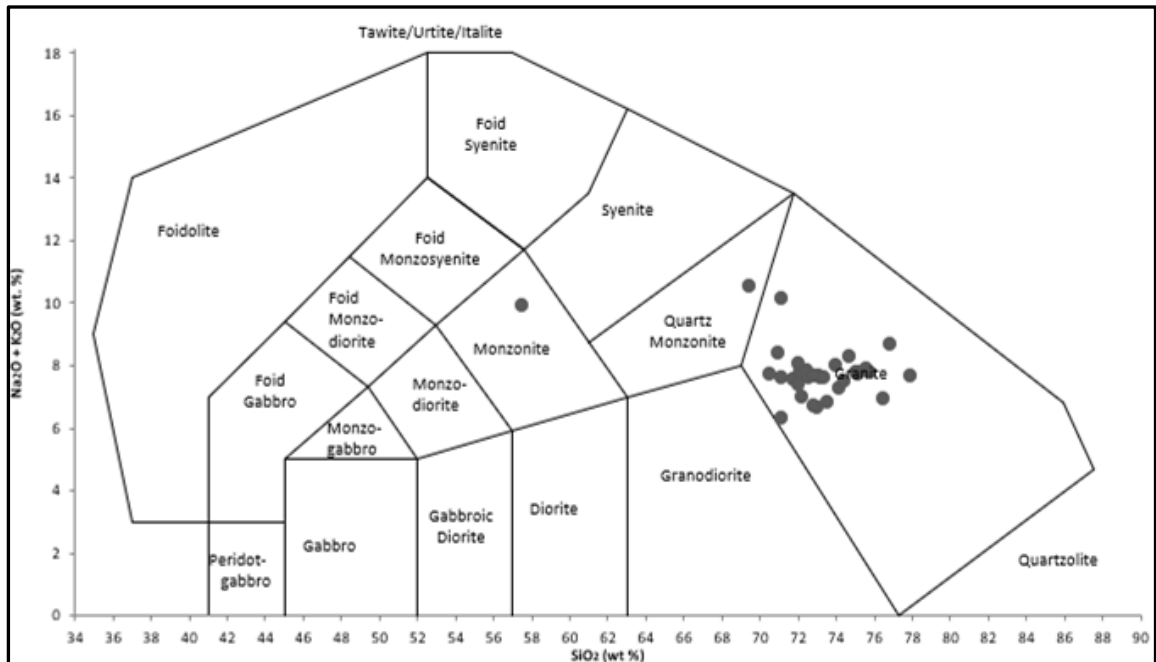
หินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ส่วนใหญ่ดำเนินการผลิตในพื้นที่ไม่ไกลเขตเมืองมากนักด้วยเหตุจากเป็นหินที่ต้องลงทุนในการผลิตค่อนข้างสูงและค่าขนส่ง แหล่งหินแกรนิตที่สำคัญของจังหวัดได้แก่ แหล่งหินในท้องที่อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง และอำเภอศรีราชา เนื้อหินที่ทำการผลิตโดยทั่วไปจะมีทั้งผลึกแร่ขนาดเท่ากันและผลึกสองขนาด สำหรับการใช้ประโยชน์ของหินแกรนิตจังหวัดชลบุรีจะใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างทั้งหมด และงานก่อสร้างที่ต้องการความคงทนสูง เนื่องจากหินแกรนิตมีความแข็งแรง เนื้อเหนียว-แน่น และมีความยืดหยุ่นพอสมควร โดยประธานบัตรหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างที่ยังมีอายุปัจจุบันมีทั้งหมด 17 แปลงในจังหวัดชลบุรี ได้แก่ 1) บริเวณอำเภอบ้านบึง 10 แปลง 2) บริเวณอำเภอเมืองชลบุรี 5 แปลง และ 3) บริเวณอำเภอศรีราชา 2 แปลง (แหล่งที่มา: www.dpim.go.th วันพุธที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2566)

จากการสำรวจภาคสนามได้เก็บตัวอย่างหินแกรนิต จำนวน 50 ตำแหน่ง เพื่อส่งวิเคราะห์ทางเคมีหาองค์ประกอบหลักของตัวอย่างแกรนิตด้วยวิธี X-ray Fluorescence (XRF) ของพื้นที่ศักยภาพหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง ผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินแกรนิตจังหวัดชลบุรีพบว่าตัวอย่างหินแกรนิตมีปริมาณของซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) อยู่ระหว่างร้อยละ 57.54-77.93 อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) อยู่ระหว่างร้อยละ 12.09-19.37 โพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O) อยู่ระหว่างร้อยละ 3.91-10.43 โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) อยู่ระหว่างร้อยละ 1.89-4.13 แคลเซียมออกไซด์ (CaO) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.07-2.41 เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.32-5.10 แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.15-2.79 ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.07-0.94 ไตฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์ (P_2O_5) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.03-0.29 และมีค่าแมงกานีสออกไซด์ (MnO) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.01-0.09 และเมื่อนำผลวิเคราะห์ทางเคมี 49 ตัวอย่าง จัดทำแผนภาพกราฟ Plutonic Total Alkaline Diagram พบว่าเป็นหินแกรนิต 47 ตำแหน่ง, หินมอนโซไนต์ 1 ตำแหน่ง (พิกัด 716748E/1478574N ตำบลบ้านสวน อำเภอเมืองชลบุรี) และหินควอตซ์มอนโซไนต์ 1 ตำแหน่ง (พิกัด 708882E/1409054N ตำบลบางเสร่ อำเภอสัตหีบ) (รูปที่ 5-9)

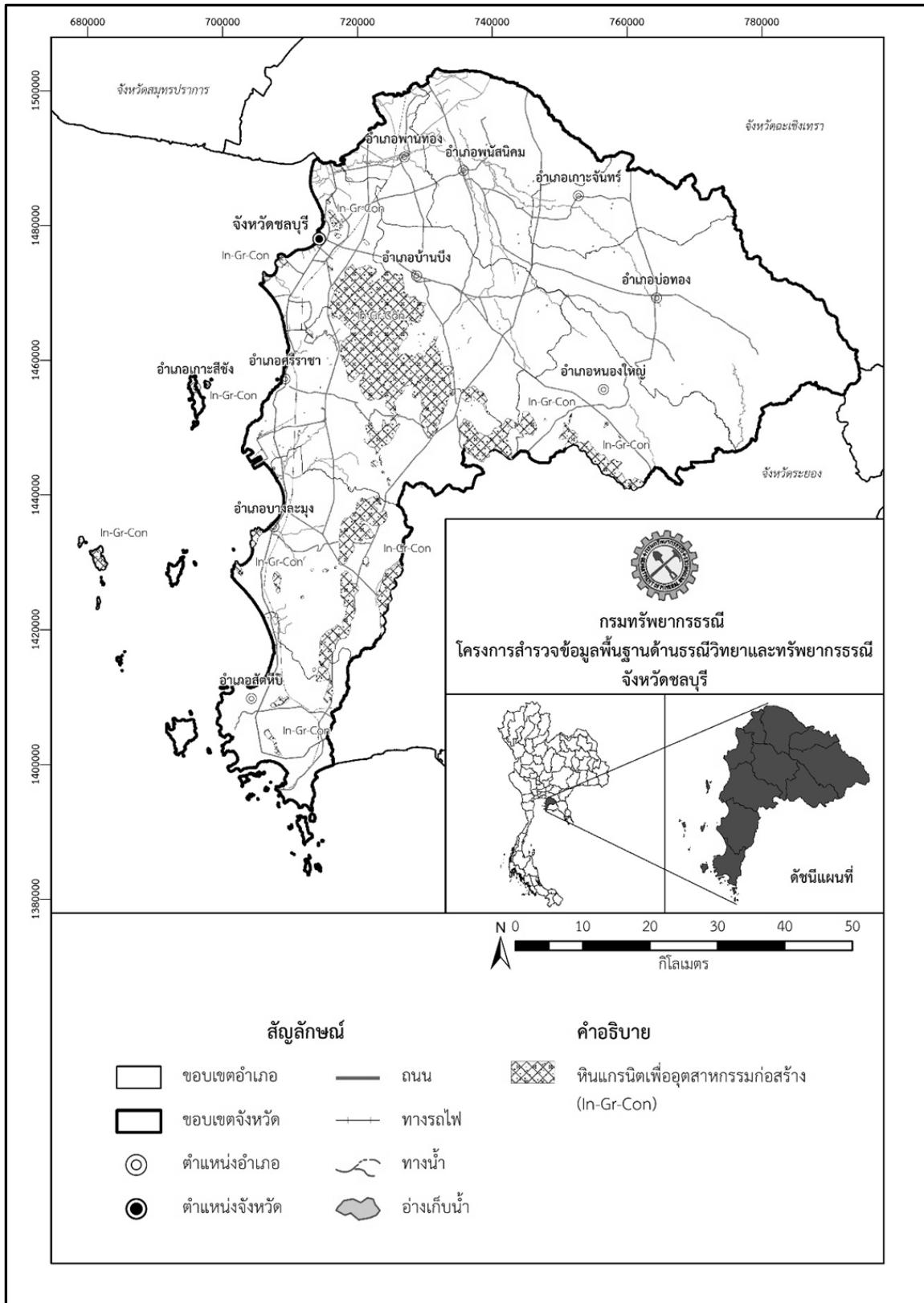
จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ศักยภาพแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างมี 48 พื้นที่ (รูปที่ 5-10) พบที่อำเภอมะนิ อำเภอเมือง อำเภอบ้านบึง อำเภอศรีราชา อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบางละมุง อำเภอสัตหีบมีพื้นที่ศักยภาพหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมสร้างพื้นที่รวมประมาณ 433.44 ตารางกิโลเมตร ประมาณ 270,901.24 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวมประมาณ 131,253.82 ล้านเมตริกตัน



รูปที่ 5-8 ภาพถ่ายตัวอย่างแสดงลักษณะหินแกรนิตจังหวัดชลบุรี (ก) หินแกรนิตโค้งมนเหมือนหลังเต่า เป็นลักษณะเฉพาะตัวของหินแกรนิต (ข) แสดงเนื้อผลึกสองขนาดมีแร่เฟลด์สปาร์เป็นแร่ดอกอำเภอนองใหญ่ พิกัด 745484E/ 1449823N (ค) ภาพถ่ายตัวอย่าง ไบโอบีโอดี มัสโคไวต์แกรนิต และ (ง) การย้อมสีหินแกรนิต อำเภอสัตหีบ พิกัด 708727E/1409790N



รูปที่ 5-9 แผนภาพกราฟ Plutonic Total Alkaline Diagram แสดงการจำแนกชนิดหินแกรนิตจังหวัดชลบุรี



รูปที่ 5-10 แผนที่พื้นที่ศึกษาหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างของจังหวัดชลบุรี

5.4.1.2 หินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง

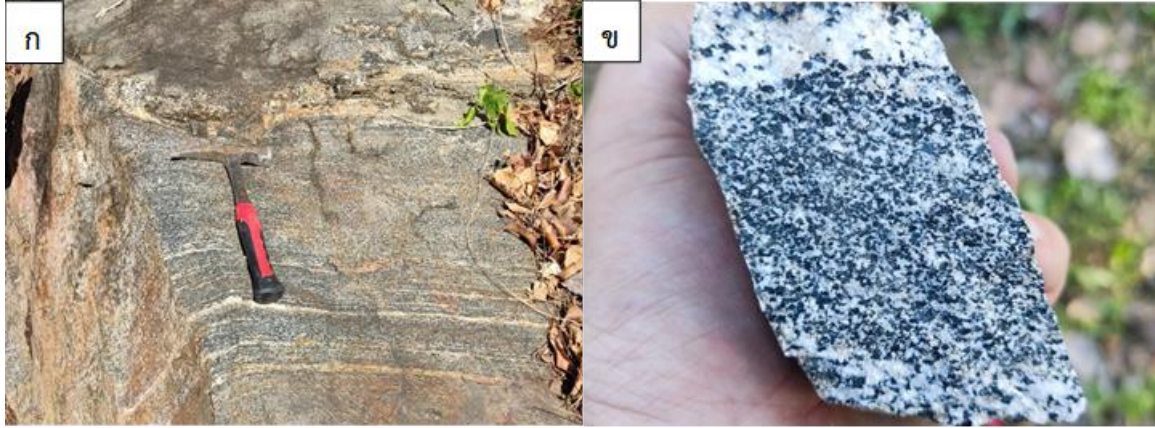
พื้นที่ศักยภาพหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างจังหวัดชลบุรีพบหินไนส์กระจายตัวทางด้านตะวันออกจังหวัดชลบุรี บริเวณเขาหินดาด เขาไผ่ ในท้องที่อำเภอบ้านบึง และเขาเจ้า เขาหนองฝักหนาม เขามาบยาง เขาชะโงก เขาเจ้า เขากล้วย เขาคุณ เขากระถิน เขาอ่างแก้ว เขามดงาม ในเขตอำเภอหนองใหญ่ และอำเภอบ่อทองเขา ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ระวัง 5235 I (อำเภอบ่อทอง) ระวัง 5235 II (อำเภอหนองใหญ่) และ 5335 III (บ้านสีระมัน) ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่อกเขาสูงวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ยอดเขาสูงสุดของเขาเจ้ามีความสูง 502 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยมีความสูงจากระดับพื้นราบประมาณ 420 เมตร

ลักษณะทางธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแหล่งแร่ของหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างจังหวัดชลบุรี เป็นหินไนส์ที่เป็นหินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส หินแปรที่เกิดจากการแปรสภาพบริเวณไพศาล โดยความร้อนและความกดดันสูง ทำให้เกิดแร่ใหม่หรือผลึกใหม่เกิดขึ้นทำให้หินมีการเรียงตัว ของแร่ใหม่และแสดงริ้วขนาน อันเนื่องมาจากแร่เดิมถูกบีบอัดจนเกิดการเรียงตัวเป็นแถบหรือแนวขนานกันประกอบด้วยหินไนส์มีสีจาง และสีเข้ม เนื้อหยาบและละเอียด หินไปโอไทต์ไนส์ และหินฮอร์นเบลนด์ไนส์ สีเทาเข้ม (รูปที่ 5-11)

หินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เคยมีการเปิดเหมืองหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างบริเวณภูเขาบมาบยาง เป็นเหมืองหินเก่าดั้งเดิมที่ได้หยุดกิจการไปแล้ว เหมืองหินแห่งนี้ได้ดำเนินการเพื่อนำหินไปก่อสร้างถนนสายอำเภอบ้านบึง-อำเภอกาหลง และหยุดการผลิตไปเมื่อสร้างถนนแล้วเสร็จ และปัจจุบันมีการยื่นขอประทานบัตรเหมืองแร่หินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างบริเวณเขาหินดาด หมู่ที่ 2 ตำบลหนองอิรุณ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี พื้นที่ 223 ไร่ แยกเป็นพื้นที่ทำเหมืองแร่ 80 ไร่ ลึกประมาณ 70 เมตร กำลังการผลิต 332,800 เมตริกตันต่อปี เป็นหินไนส์สีเข้มเป็นส่วนใหญ่ (หินไปโอไทต์-ฮอร์นเบลนด์ไนส์) ซึ่งเนื้อหินไนส์มีริ้วขนานของแร่สีอ่อนสลับอยู่ทั่วไป แต่มีการคัดค้านจากประชาชน โดยมีความกังวลว่าหากมีเหมืองแร่หินไนส์ขึ้นมาแล้วจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ด้านฝุ่นละออง PM 2.5) และสุขภาพของประชาชน ทำให้ปัจจุบันยังคงไม่สามารถที่จะดำเนินการกิจการเหมืองแร่หินไนส์ได้ในจังหวัดชลบุรี โดยหินไนส์เป็นหินแกรนิตที่แปรสภาพทำให้คุณสมบัติคล้ายคลึงกันใช้สำหรับในงานก่อสร้างทดแทนกันได้

จากการสำรวจภาคสนามได้เก็บตัวอย่างหินไนส์ จำนวน 21 ตำแหน่ง เพื่อส่งวิเคราะห์ทางเคมีหาองค์ประกอบหลักของตัวอย่างหินไนส์ด้วยวิธี X-ray Fluorescence (XRF) ของพื้นที่ศักยภาพหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง ผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินไนส์จังหวัดชลบุรีพบว่าตัวอย่างหินไนส์มีปริมาณของซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO₂) อยู่ระหว่างร้อยละ 47.64-75.03, อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al₂O₃) อยู่ระหว่างร้อยละ 11.83-19.18, โพแทสเซียมออกไซด์ (K₂O) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.11-4.75, โซเดียมออกไซด์ (Na₂O) อยู่ระหว่างร้อยละ 1.09-3.84, แคลเซียมออกไซด์ (CaO) อยู่ระหว่างร้อยละ 1.66-12.38, เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe₂O₃) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.95-12.17, แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.11-8.69, ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO₂) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.14-1.25, ไดฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์ (P₂O₅) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.02-0.51 และมีค่าแมงกานีสออกไซด์ (MnO) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.02-0.28 และได้ศึกษาการรณนาของหินไนส์ จังหวัดชลบุรี เพื่อจำแนกหินไนส์จากศิลารรณนา จำนวน 7 แห่งเพื่อวินิจฉัยองค์ประกอบและโครงสร้างเนื้อหินเชิงลึกจากแผ่นหินบางคุณภาพสูงภายใต้กล้องจุลทรรศน์อย่างละเอียด ดังตารางที่ 5-5

จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ศักยภาพหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างมี 4 พื้นที่ (รูปที่ 5-12) พบในเขตอำเภอบ้านบึง อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอบ่อทอง มีพื้นที่ศักยภาพหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างพื้นที่รวมประมาณ 89.40 ตารางกิโลเมตร ประมาณ 55,877.02 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวมประมาณ 22,152.12 ล้านเมตริกตัน ดังตารางที่ 5-6



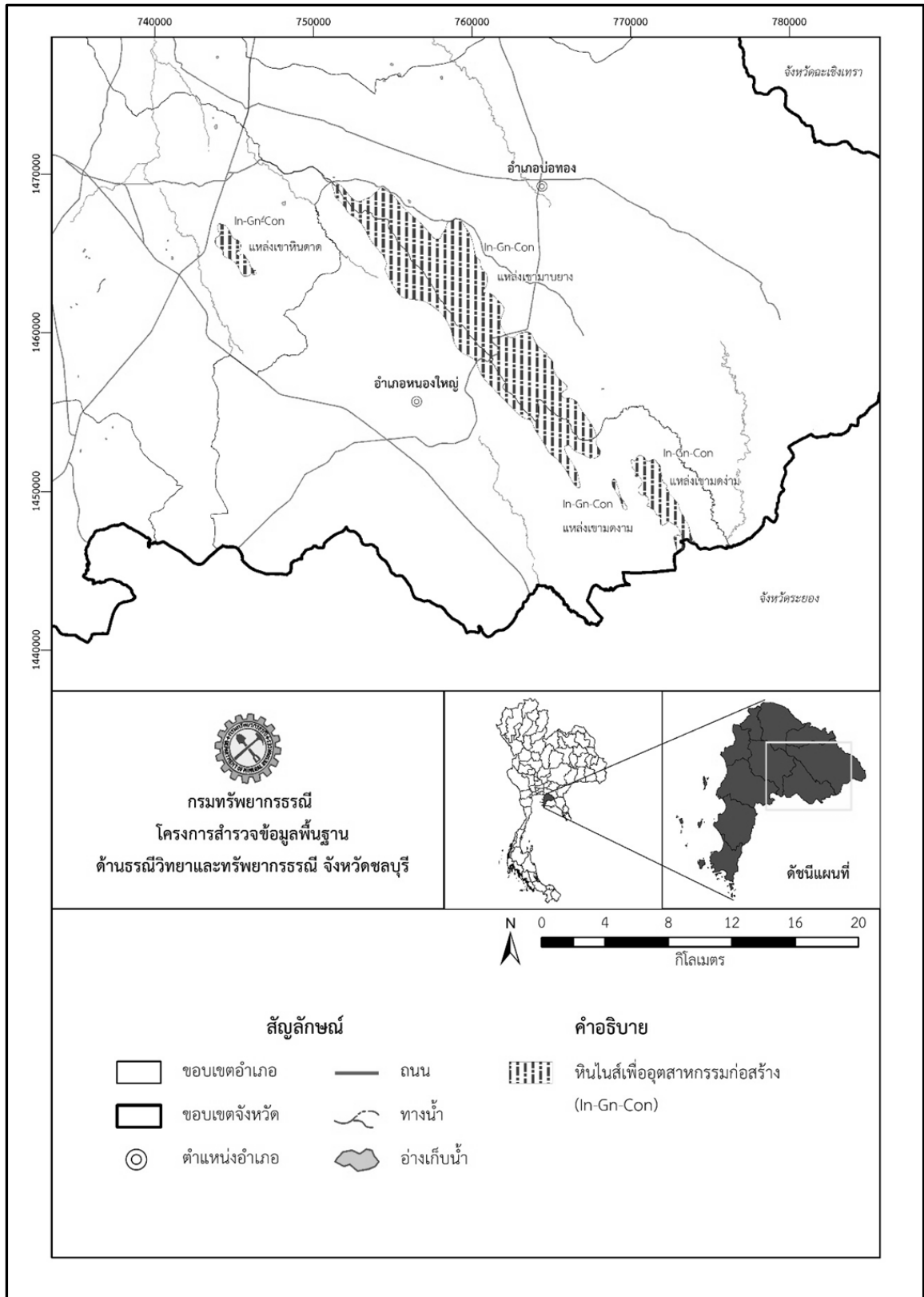
รูปที่ 5-11 ภาพถ่ายตัวอย่างแสดงลักษณะหินไนส์จังหวัดชลบุรี (ก) หินฮอร์นเบลนด์ไนส์ สีดำเข้มที่มีสายแร่ควอตซ์แทรกสลับเรียงตัวเป็นริ้วขนาน (foliation) (ข) แสดงเนื้อหินสดหินฮอร์นเบลนด์ไนส์บริเวณตำบลห้างสูง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี พิกัด 754685E/1464061N

ตารางที่ 5-5 การจำแนกชนิดหินไนส์จากการศึกษาสิลาวรรณนา จำนวน 7 ตัวอย่าง

เลขตัวอย่าง	พิกัด	ที่ตั้ง	ตัวอย่าง	ผลจำแนกหินไนส์จากสิลาวรรณนา
CBI-NY-GNT-43	754685E/1464057N	ต.ห้างสูง อ.หนองใหญ่	หินไนส์	Hornblende Plagioclase Gneiss
CBI-BT-GNT-47	757441E/1466022N	ต.ธาตุทอง อ.บ่อทอง	หินไนส์	Gneiss
CBI-BT-GNT-48	759984E/1465120N	ต.ธาตุทอง อ.บ่อทอง	หินไนส์	Gneiss
CBI-NY-GNT-49	771898E/1450764N	ต.คลองพลู อ.หนองใหญ่	หินไนส์	Biotite Paragneiss
CBI-BT-GNT-60	764791E/1456740N	ต.บ่อทอง อ.บ่อทอง	หินไนส์	Augen Gneiss
CBI-BB-GNT-196	745751E/1464478N	ต.หนองอิรุณ อ.บ้านบึง	หินไนส์	Hornblende Gneiss
CBI-BB-GNT-197	745819E/1463451N	ต.หนองไผ่แก้ว อ.บ้านบึง	หินไนส์	Hornblende Gneiss

ตารางที่ 5-6 พื้นที่ศักยภาพหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างจังหวัดชลบุรี

ลำดับ	ชื่อแหล่ง	ที่ตั้ง	พื้นที่ ตร.กม. (ไร่)	ปริมาณทรัพยากรแร่ (เมตริกตัน)
1	เขามาบยาง	อ.บ่อทอง, หนองใหญ่	77.80 (48,624)	19,414,308,184
2	เขาหินดาด	อ.บ้านบึง	3.20 (2,002)	461,545,662
3	เขามดงาม	อ.หนองใหญ่	7.99 (4,996)	2,249,945,757
4	เขามดงาม	อ.หนองใหญ่	0.41 (255)	26,321,216



รูปที่ 5-12 แผนที่พื้นที่ศักยภาพหินไนส์เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างของจังหวัดชลบุรี

5.4.2 กลุ่มแร่โลหะมีค่า

พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำที่สำคัญของจังหวัดชลบุรีพบ 2 พื้นที่คือ 1) พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขามดดำ และ 2) พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขาบ่อทอง-เขาหินโรง ในเขตตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขามดดำ

ตำแหน่งที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขามดดำ ตั้งอยู่บริเวณบ้านน้ำซับ บ้านหนองใหญ่ ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ระวัง 5235 II (อำเภอหนองใหญ่) และระวัง 5335 III (บ้านสีระมัน) อยู่ระหว่างพิกัด 770500 ตะวันออก ถึง 772700 ตะวันออก และ 1462400 เหนือ ถึง 1465000 เหนือ UTM เขต 47 เหนือ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นเขาลูกโดดสลับกับเนินเขา ประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำ นอกนั้นเป็นที่ราบ รอบเชิงเขา ยอดเขาสูงสุดของเขามดดำมีความสูง 197 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยมีความสูงจากระดับพื้นราบประมาณ 100 เมตร แนวของภูเขาวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขามดดำ ตั้งอยู่ในเขตป่าคลองตะเคียน ซึ่งถูกจัดให้เป็น ป่าเศรษฐกิจ (ป่า E) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีการเพาะปลูกต้นยูคาลิปตัส ต้นสัก อ้อย สับปะรด มันสำปะหลัง ยางพารา และมะม่วงหิมพานต์

พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขามดดำจำแนกออกเป็น 4 ระดับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ได้แก่พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 9.13 ของพื้นที่ พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 20.15 ของพื้นที่ พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 66.34 ของพื้นที่ และพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 4.38 ของพื้นที่

ธรณีวิทยาทั่วไป

ลักษณะธรณีวิทยาทั่วไปบริเวณพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขามดดำประกอบด้วย หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส ซึ่งเป็นหินตะกอนที่ส่วนใหญ่มีการแปรสภาพแต่เนื่องจากอิทธิพลของอค์นีแทรกซอนและการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกยุคไทรแอสซิก วางตัวอยู่ด้านล่างของหินอ่อน (marble) ซึ่งมีอายุอ่อนกว่าหรือวางตัวอยู่ส่วนบน มีแนวสัมผัสต่อเนื่องกับหินฟิลไลต์ (PTr) มีชั้นหินวางตัวในแนวเกือบระดับ แต่มีการคดโค้ง และมีการเลื่อนที่รุนแรงทั้งในแนวราบและแนวตั้งหลายทิศทาง โดยมีสายแร่ควอตซ์อุณหภูมิปานกลางแทรกในแนวชั้นหิน และในแนวรอยแตกต่าง ๆ โดยสายแร่ควอตซ์เหล่านี้มีความกว้างตั้งแต่เซนติเมตรจนถึงขนาด 2- 5 เมตร และมีแร่ทองคำเกิดร่วม ถูกปิดทับด้วยตะกอนเชิงเขา และตะกอนยุคควอเทอร์นารี

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

พื้นที่ศักยภาพทางแร่ทองคำเขามดดำ มีลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่เป็นหินตะกอน หินตะกอนกึ่งแปร และหินแปรยุคคาร์บอนิเฟอรัส ลักษณะชั้นหินมีการคดโค้งและแตกหักมากเนื่องจากถูกแรงกระทำหลายครั้ง ชั้นหินส่วนใหญ่มีการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ มีมุมเอียงเทไปทางทิศตะวันตก แร่

ทองคำที่พบในบริเวณเขามดดำเป็นทองคำที่มองเห็นด้วยตาเปล่า (visible gold) โดยพบแร่ทองคำเกิดอยู่ในสายแร่ควอตซ์ เกิดลักษณะฝังประและแทรกอยู่ตามแนวรอยแตกเกิดร่วมกับแร่ซัลไฟด์ (มนตรี เหลืองอิงคะสุต และคณะ, 2544) ผลจากการวิเคราะห์เคมีตัวอย่างหินที่ถูกเปลี่ยนสภาพโดยการแทนที่ด้วยซิลิกา และตัวอย่างสายแร่ควอตซ์ มีปริมาณของธาตุทองคำ $<3- 1.45$ ppb ส่วนผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน พบปริมาณธาตุทองคำ $<3-856$ ppb และผลการเสีงสำรวจทองคำพบแร่ทองคำในดินที่ฝังอยู่กับที่ (in-situ soil) ขนาดเป็นเกล็ดทองคำที่มองเห็นด้วยตาเปล่าในปริมาณค่อนข้างมากและกระจายทั่วในพื้นที่

พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขามดดำ ครอบคลุมพื้นที่ 3.79 ตารางกิโลเมตร ประมาณ 2,370 ไร่) มีปริมาณทรัพยากรแร่ทองคำประมาณ 12.959 กิโลกรัม

ปริมาณทรัพยากรแร่ทองคำมีวิธีคำนวณจากสายแร่ควอตซ์ที่มีทองคำสะสมตัวจำนวน 2 สาย โดยสายแร่ควอตซ์ที่หนึ่งมีขนาดสาย $5 \times 10 \times 20$ เมตร คิดเป็นปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เมตร สายแร่ควอตซ์มีค่า ถ.พ. 2.65 คิดเป็นปริมาณสายแร่ควอตซ์ 2,650 เมตริกตัน จากผลวิเคราะห์ทางเคมีมีทองคำในสายแร่ควอตซ์มีค่า 0.29 ppm (มีทองคำ 0.29 กรัมต่อปริมาณสายแร่ควอตซ์ 1 เมตริกตัน) สายแร่ควอตซ์ที่ 1 จึงมีปริมาณแร่ทองคำ $0.29 \times 2,650 = 769$ กรัม สายแร่ควอตซ์ที่สอง มีขนาดสาย $10 \times 200 \times 10$ เมตร คิดเป็นปริมาตร 20,000 ลบ.ม. สายแร่ควอตซ์มีค่า ถ.พ. 2.65 คิดเป็นปริมาณ สายแร่ควอตซ์ 53,000 เมตริกตัน จากผลวิเคราะห์ทางเคมีมีทองคำในสายแร่ควอตซ์มีค่า 0.23 ppm (มีทองคำ 0.23 กรัมต่อปริมาณสายแร่ควอตซ์ 1 เมตริกตัน) สายแร่ควอตซ์ที่ 2 จึงมีปริมาณแร่ทองคำ $0.23 \times 53,000 = 12,190$ กรัม รวมปริมาณทรัพยากรแร่ควอตซ์ที่มีการสะสมทองคำจากสายแร่ควอตซ์จำนวน 2 สาย เป็นจำนวน 12.959 กิโลกรัม (สืบศักดิ์ ศลโกสม และคณะ 2553)

หมายเหตุ : พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขามดดำ ตั้งอยู่บนเขามดดำ ไม่ได้เข้าไปสำรวจภาคสนาม เนื่องจากมีโขลงช้างป่าอาศัยอยู่จำนวนมาก จึงอาศัยข้อมูลเดิมมาอ้างอิงในการจัดทำรายงานการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านแร่ในครั้งนี้

(2) พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขาหินโรง-เขาบ่อทอง

ตำแหน่งที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขาหินโรง-เขาบ่อทอง ตั้งอยู่บริเวณบ้านบ่อทอง ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ระวัง 5235 II (อำเภอหนองใหญ่) และระวัง 5335 III (บ้านสีระมัน) อยู่ระหว่างพิกัด 768000 ตะวันออก ถึง 772700 ตะวันออก และ 1457000 เหนือ ถึง 1462400 เหนือ UTM เขต 47 เหนือ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นเขาลูกโดดสลับกับเนินเขา ประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำ นอกนั้นเป็นที่ราบรอบเชิงเขา ยอดสูงสุดอยู่ที่เขาหินโรง มีความสูง 220 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยมีความสูงจากระดับพื้นราบประมาณ 120 เมตร แนวของภูเขาวางตัวแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และในแนวเกือบทิศเหนือ-ใต้

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำเขาหินโรง-เขาบ่อทองตั้งอยู่ในเขตป่าคลองตะเคียน ซึ่งมีส่วนจัดให้เป็นป่าเศรษฐกิจ (ป่า E) คิดเป็นร้อยละ 7 3.52 และบางส่วนในบริเวณยอดเขาบ่อทอง จัด

ให้เป็นป่าเพื่อการอนุรักษ์ (ป่า C) คิดเป็นร้อยละ 26.48 การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีการเพาะปลูกยูคาลิปตัส อ้อย สับปะรด มันสำปะหลัง ยางพารา และมะม่วงหิมพานต์

พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำในพื้นที่ดำเนินการ จำแนกออกเป็น 3 ระดับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ได้แก่พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 5.37 ของพื้นที่ พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 21.42 ของพื้นที่ และพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 73.21 ของพื้นที่

ธรณีวิทยาทั่วไป

จากการศึกษาผลการสำรวจที่มีมาก่อนพบว่าบริเวณพื้นที่เขาหินโรง-บ่อทอง ประกอบด้วย หินตะกอนยุคคาร์บอนิเฟอรัสชนิดหินตะกอนกึ่งแปรสภาพ (meta-sediment) หินฟิลไลต์ (phyllite) หินดินดาน หินทรายแป้ง สีเทาเนื้ออ่อน หินกรวดมน (conglomerate) และหินดินดานเนื้อกรวด (conglomeratic shale) และหินอัคนีแทรกซอนยุคโทรแอสซิก ชนิดหินแกรนิต (granite) การศึกษาโครงสร้างทางธรณีวิทยาในพื้นที่เขาหินโรง-บ่อทอง โครงสร้างทางธรณีที่พบมี 3 ชนิด คือ การวางตัวของชั้นหินและริ้วขนาน (bed/foliation) รอยแตก (joint) และรอยเลื่อน (Fault)

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

พื้นที่ศักยภาพทางแร่ทองคำเขาหินโรง-เขาบ่อทอง บ้านทับร้าง อำเภอบ่อทอง แหล่งแร่ทองคำในบริเวณนี้เป็นแบบลานแร่ในท้องธาร พบในชั้นกะสะที่เป็นชั้นทรายปนหินกรวดมน ลึกจากผิวดิน 0.5-3.5 เมตร วางตัวอยู่บนหินดินดาน โดยทองจะไม่อยู่กับชั้นดินเหนียวที่ไม่มีทรายไม่มีหิน ลักษณะทรายมีลักษณะ angular sand ถูกพัดพามาไม่ไกลจากหินต้นกำเนิด ขนาดเม็ดทองมีตั้งแต่เล็ก (ไร) จนถึงเกล็ด, เม็ด, และก้อน (nugget) ขนาด 100 กรัม หรือใหญ่กว่า พบทองใน ห้วยหลายห้วย ชื่อคลองละเอียด คลองเจ็ด คลองตันไทร และคลองข้างตาย แต่ละห้วยยาวประมาณ 3- 5 กิโลเมตร โดยคาดว่าหินต้นกำเนิดของทองคำ น่าจะมาจากชั้นหิน Meta-conglomerate ที่มีรอยแตกแนวทิศเหนือ (N-S) ตั้งฉากกับการวางตัวชั้นหิน มีสายควอตซ์เล็ก ๆ จำนวนมากตัดผ่านหินชุดนี้ ซึ่งวางตัวอยู่บนยอดเขาบ่อทอง และคาดว่า จะถูกกัดเซาะไปแทบหมด และให้แร่ทองคำมาสะสมเป็นลานแร่ในลำห้วยที่มีสาขามาจากเขาหินโรงและเขาบ่อทอง ในแง่ของสายแร่ควอตซ์ ชนิดอื่นที่จะให้ แร่ทองคำ พบว่ามีสายแร่ควอตซ์ ยาวประมาณ 2 กิโลเมตร วางตัวในแนวตะวันออก-ตะวันตก (E-W) อยู่บริเวณทางใต้ของเขาบ่อทอง และมีการขุดทองคำ รอบ ๆ สายควอตซ์นี้ และความสมบูรณ์ของแร่ทองคำจากตัวอย่างชั้นกะสะในท้องห้วย มีค่าไม่ต่ำกว่า 22 ppm (รูปที่ 5-13)

ผลการดำเนินการพื้นที่เขาบ่อทอง-เขาหินโรง สามารถสรุปการเกิดแหล่งแร่ทองคำเป็นการเกิดแบบปฐมภูมิแบบน้ำแร่ร้อน และการเกิดแบบทุติยภูมิ แบบลานแร่ปลัดไหลเขา และแบบสะสมในตะกอนท้องน้ำ

การเกิดแร่ทองคำแบบปฐมภูมิแบบน้ำแร่ร้อน อุณหภูมิปานกลาง พบแร่ทองคำเกิดฝังประในสายแร่ควอตซ์ โดยมีหินท้องที่เป็นหินตะกอน และหินตะกอนกึ่งแปร และถูกปิดทับด้วยหินกรวดมน โดยสายแร่ควอตซ์เป็นตัวนำแร่ทองคำขึ้นมาสะสมตัว สายแร่ควอตซ์ที่พบมีขนาดกว้างตั้งแต่ 2 เซนติเมตร จนถึง 7 เมตร มีทิศทางการวางตัวไม่แน่นอน จากผลการวิเคราะห์มีปริมาณทองคำในสายแร่ควอตซ์สูงสุดมีค่า 4.365 ppm และมีปริมาณสินแร่รวม 4,505 เมตริกตัน คิดเป็นโลหะทองคำ 9,288 กรัม

แหล่งแร่ทองคำแบบลานแร่ปลัดไหลเขา พบบริเวณรอบเขาบ่อทองและด้านทิศใต้ของเขาหินโรง ครอบคลุมพื้นที่ 1.0961 ตารางกิโลเมตร ความหนาของชั้นตะกอนตั้งแต่ 0.6-1.97 เมตร ความ

หนาเฉลี่ย 1 เมตร และพบทองคำสูงสุด 14 เกล็ด 70 ไร ต่อลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาณทองคำในแหล่งแร่ 20.278 กิโลกรัม ที่ความสมบูรณ์เฉลี่ย 0.037 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

แหล่งแร่ทองคำที่พบสะสมตัวตามตะกอนท้องน้ำ พบบริเวณรอบเขาบ่อทอง และด้านทิศใต้ของเขานินโรง ครอบคลุมพื้นที่ 1.0824 ตารางกิโลเมตร ความหนาของชั้นตะกอนตั้งแต่ 1.2-9 เมตร ความหนาเฉลี่ย 1.5 เมตร และพบทองคำสูงสุด 6 เกล็ด 30 ไร ต่อตัวอย่าง 5 ลิตร คิดเป็นปริมาณทองคำในแหล่งแร่ 21.918 กิโลกรัม ที่ความสมบูรณ์เฉลี่ย 0.027 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สรุปแหล่งแร่ทองคำในพื้นที่เขามดดำ เขานินโรงและเขาบ่อทอง ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มีการกำเนิดพบทั้งแบบปฐมภูมิ และทุติยภูมิ คือ พบแร่ทองคำอยู่ในสายแร่ควอตซ์ และตามลานแร่ มีปริมาณสำรองรวม 64.443 กิโลกรัม ซึ่งเป็นแหล่งแร่ขนาดเล็ก ไม่เหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมเหมืองแร่ขนาดใหญ่ การพัฒนาแหล่งแร่มาใช้ประโยชน์จึงควรดำเนินการในบริเวณการสะสมแบบลานแร่ โดยวิธีการนำตะกอนพลัดไหลเขาและตะกอนที่สะสมตัวตามท้องห้วย มาทำการ คัดกรองแร่ทองคำออก (สืบศักดิ์ ศลโกสม และคณะ 2553)

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านแร่ในครั้งนี้ ได้สำรวจเชิงแร่ทองคำและแร่หนักในพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำ โดยวิธีการขุดดินระดับตื้นลึกประมาณ 50 เซนติเมตร จนได้ปริมาณดิน 10 ลิตร จึงนำมาเลี้ยงแร่ทองคำ และแร่หนักด้วยกระบังในสระน้ำ เพื่อเลี้ยงหาแร่ทองคำจำนวน 36 ตำแหน่ง บริเวณเขานินโรง-เขาบ่อทอง บริเวณบ้านบ่อทอง บ้านน้ำซับ บ้านทับเจริญ และบ้านทับสูบ ปรากฏว่าพบแร่ทองคำทุกกันเลี้ยงมีลักษณะเป็นไขปลา เกล็ด และเป็นไร จากการส่องดูแร่ด้วย Hand Lenses เบื้องต้นหลังจากนั้นนำแร่ทองคำและแร่หนักที่เลี้ยงได้ในกันเลี้ยงไปทำการลอยแร่ด้วยน้ำยาโบรโมฟอร์ม และตรวจสอบวินิจฉัยแร่ทองคำและแร่หนัก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่อไป อีกทั้งได้สำรวจเก็บตัวอย่าง แร่ควอตซ์ 21 ตำแหน่ง เพื่อส่งวิเคราะห์หาปริมาณแร่ทองคำด้วยวิธี Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) graphite furnace ผลวิเคราะห์ตัวอย่างแร่ควอตซ์ 16 ตำแหน่งผลวิเคราะห์มีค่าปริมาณแร่ทองคำน้อยกว่าค่า detection limit และผลวิเคราะห์พบว่าปริมาณแร่ทองคำเพียง 5 ตำแหน่ง รายละเอียดตามตารางที่ 5-7

ตารางที่ 5-7 ผลวิเคราะห์ตัวอย่างแร่ควอตซ์ 5 ตำแหน่งที่พบทองคำบริเวณอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี

เลขตัวอย่าง	พิกัด	ที่ตั้ง	ชนิดตัวอย่าง	ปริมาณแร่ทองคำ (ppb)
CBI-BT-QTZ-28	769764E/1458610N	ต.บ่อทอง อ.บ่อทอง	ควอตซ์	33
CBI-BT-QTZ-29	769806E/1458815N	ต.บ่อทอง อ.บ่อทอง	ควอตซ์	41
CBI-BT-QTZ-30	769708E/1458471N	ต.บ่อทอง อ.บ่อทอง	ควอตซ์	12
CBI-BT-QTZ-124	770989E/1462790N	ต.บ่อทอง อ.บ่อทอง	ควอตซ์	17
CBI-BT-QTZ-139	771415E/1459800N	ต.บ่อทอง อ.บ่อทอง	ควอตซ์	7

จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำมี 2 พื้นที่ (รูปที่ 5-14) พบบริเวณทิศตะวันออกของจังหวัดชลบุรี ในเขตอำเภอบ่อทอง มีพื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำพื้นที่รวมประมาณ 14.59 ตารางกิโลเมตร ประมาณ 9,120.03 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวมประมาณ 0.06 เมตริกตัน (64.443 กิโลกรัม)

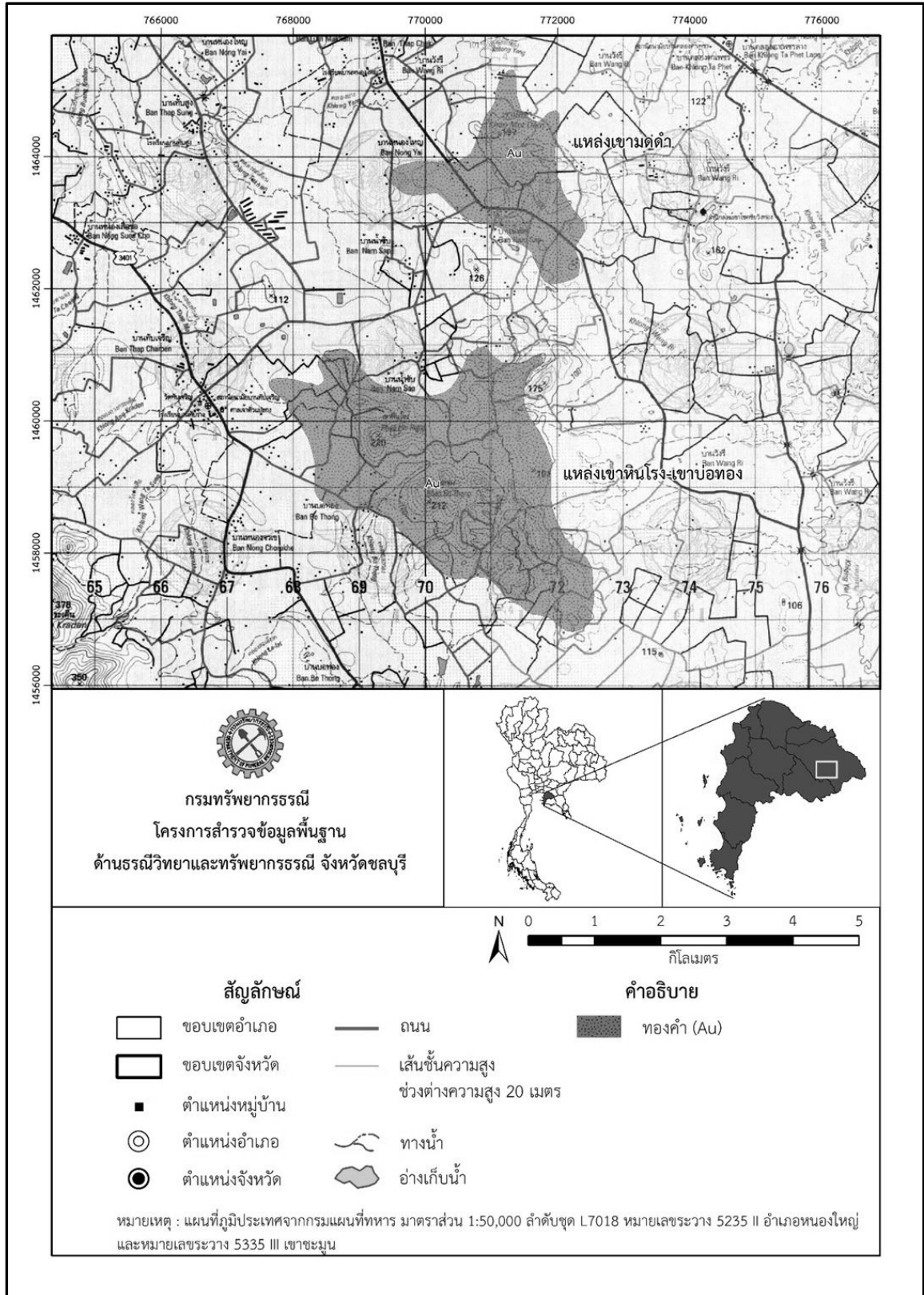


รูปที่ 5-13 ภาพถ่ายพื้นที่ศึกษาภาพแร่ทองคำ อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ก) ลักษณะหินฟิลโลต์ในพื้นที่เขาหินโรง-เขาบ่อทอง พิกัด 771058E/1458980N (ข) ลักษณะสายแร่ควอตซ์ในพื้นที่ที่มีแนวโน้มให้แร่ทองคำพิกัด 770992E/1458180N (ค) ลักษณะเศษหินลอยแร่ควอตซ์ในพื้นที่ที่มีแนวโน้มให้แร่ทองคำ (ง) แร่ทองคำที่พบจากการเสาะสำรวจที่เขาหินโรง-เขาบ่อทอง

5.4.3 กลุ่มแร่โลหะ

5.4.3.1 พลวง

ศึกษาภาพแร่พลวง จังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ที่ทิศตะวันออกของจังหวัดชลบุรี บริเวณบ้านหลุมบ่อแร่ บ้านคลองกุ่ม บ้านตาซับ เขาชะอางโอน ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ระวัง 5335 III (บ้านสีระมัน) อยู่ระหว่างพิกัด 784240 ตะวันออก ถึง 793795 ตะวันออก และ 1456954 เหนือ ถึง 1464116 เหนือ UTM เขต 47 เหนือ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นเทือกเขาสูงทางด้านตะวันออก และทางใต้ของพื้นที่ ก็มีเขาลูกโดดสลับกับเนินเขา นอกนั้นเป็นที่ราบรอบเชิงเขา ยอดเขาสูงสุดคือเขาอ่างฤๅไนมีความสูง 613 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง โดยมีความสูงจากระดับพื้นราบประมาณ 500 เมตร แนวของภูเขาวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ – ตะวันออกเฉียงใต้ โดยพื้นที่ศึกษาภาพแร่พลวงมี 4 พื้นที่อยู่ใกล้เคียงกันและลักษณะทางธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแหล่งแร่คล้ายคลึงกัน และพื้นที่บางส่วนอยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ของกรมป่าไม้ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน



รูปที่ 5-14 แผนที่พื้นที่ศักยภาพแร่ทองคำของจังหวัดชลบุรี

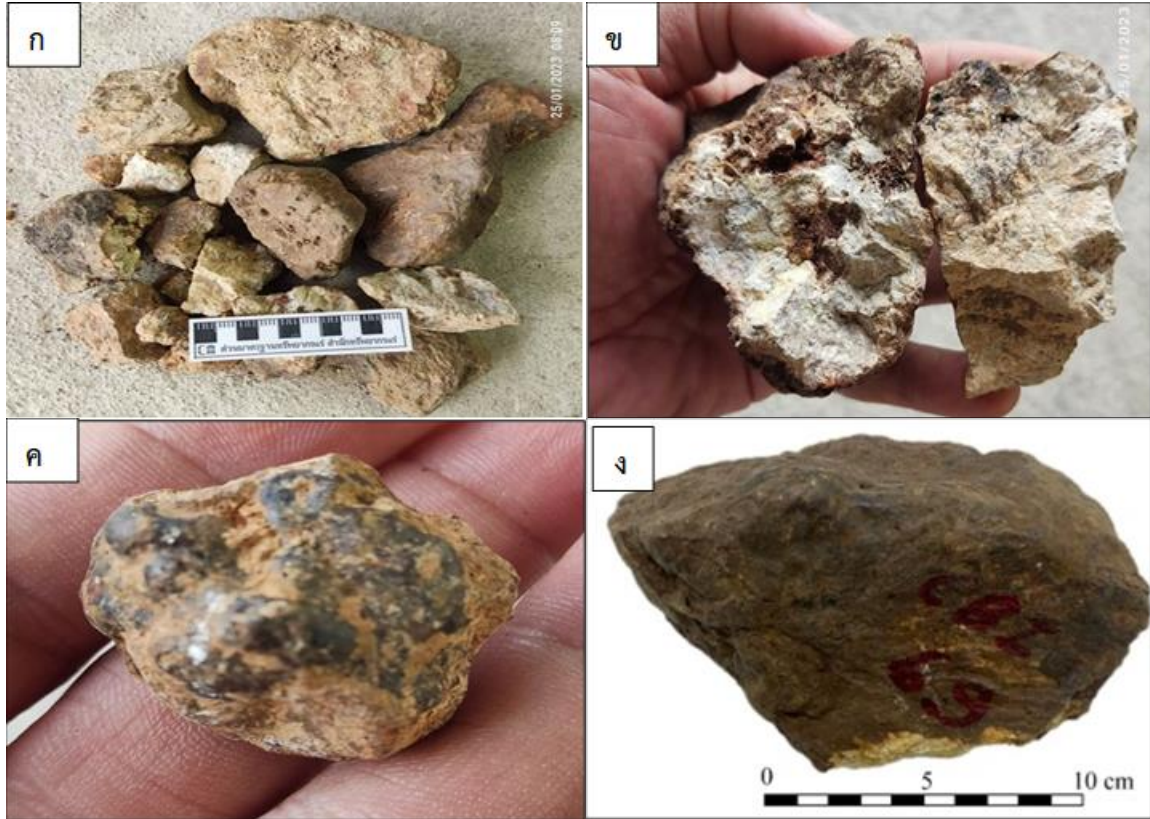
ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ศักยภาพแร่พลวง ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี เป็นหินที่เกิดอยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัส ส่วนใหญ่จะพบสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศแบบที่เนินสลับภูเขา มีการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้เป็นแนวผ่านทางตะวันออกและทางด้านใต้ ลักษณะเด่นของหินชุดนี้ประกอบด้วย การแทรกสลับกันของหินตะกอนที่ถูกแปรสภาพน้อยจนถึงบางส่วนที่กลายเป็นหินแปร ประกอบด้วย หินกรวดมน หินทราย หินทรายแป้ง เนื้อมีไมกาปะปน สีหินสีน้ำตาลอมเหลือง บางบริเวณค่อนข้างแข็งหรือเป็นหินชนวน ในหินทรายและหินทรายแป้งเนื้อละเอียดพบซากบรรพชีวินของพวกไบรโอซัวเนื้อละเอียด บางบริเวณแสดงการตกผลึกใหม่ มักพบหินปูนสีเทาดำเป็นหย่อมในลักษณะรูปเลนส์บางบริเวณเนื้อเป็นแบบตะกอนเศษหินมีบรรพชีวินของพวกไบรโอซัว และซากสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ภายในเนื้อหินปูน ในลำดับชั้นหินต่อเนื่องขึ้นมา มีการแทรกสลับของหินดินดาน หินชนวนสีดำ หินฟิลไลต์ และหินชีสต์ ในบริเวณที่หินชุดนี้สัมผัสกับหินอัคนีจะมีเนื้อหินแข็ง เนื่องจากการแทรกแทนที่เข้ามาในเนื้อหินของแร่ซิลิกา (silicification) พบสายควอตซ์แทรกอยู่ทั่วไป และจากการศึกษาแผนที่ธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ Airborne Radiometric Map น่าจะมีหินอัคนีแทรกซอนอยู่ข้างใต้

ธรณีวิทยาแหล่งแร่ของพื้นที่ศักยภาพแร่พลวง ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี เป็นแหล่งแร่พลวงทอง (stibiconite) เกิดตามแนวรอยเลื่อนในหิน ซึ่งแร่พลวงทองเป็นแร่ที่แปรสภาพมาจากแร่พลวงเงินมักพบในลักษณะที่แร่ผ่านการผุมาแล้วสือออกไปทางสีน้ำตาลอ่อน หรือ ขาวคล้ำ ลักษณะคล้ายหินผุแต่ยังคงรูปร่างของแร่เดิม ซึ่งเกิดเป็นแบบแร่พลัดอยู่ในชั้นดินลูกรัง (lateritic soil) โดยแร่พลวงทองถูกพัดมาจากแหล่งต้นกำเนิดเดิม ก้อนแร่พลวงทองมีลักษณะ subangular to subrounded ขนาดประมาณ gravel-cobble (รูปที่ 5-15) บางครั้งพบว่ามีขนาดใหญ่มาก (boulder) บริเวณที่พบแร่เป็นชั้น terrace deposit ของ Quaternary ชั้นที่พบแร่อยู่ในระดับความลึกประมาณ 2-3 เมตร จากผิวดิน ชั้นที่พบแรมักจะเป็น lateritic clayey soil สือออกขาว ซึ่งอยู่ใต้ชั้น lateritic soil โดยวางตัวอยู่บนชั้นหินปูน หินดินดาน หินทราย บริเวณที่พบแร่พลวงทองส่วนมากพบว่าเกี่ยวข้องกับภูมิประเทศแบบ Karst ของ หินปูน หรือใกล้เคียงกับบริเวณที่มีหินปูนโผล่ และแร่พลวงทองเกิดสัมพันธ์กับสายแร่ น้ำร้อน ซึ่งแร่พลวงทองก้อนโต ๆ เมื่อทุบให้แตกจะพบว่าชั้นในสุดมีแร่พลวงเงิน (stibnite) ติดอยู่ แสดงว่าแร่พลวงทองแปรสภาพมาจากแร่พลวงเงิน แร่พลวงทองบางครั้งพบก้อนใหญ่มากและมีก้อนเกือบกลม (subangular-subround) แสดงว่าแร่ถูกพัดพามาไม่ไกลจากแหล่งแร่กำเนิดเดิม ซึ่งบริเวณเขากำแพง (เป็นหินปูน) จะพบแร่พลวงเงิน (stibnite) ในก้อนหินปูนด้วย

พื้นที่ศักยภาพแร่พลวง ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรีส่วนใหญ่เป็นพื้นที่แหล่งแร่พลวงที่เคยผ่านการทำเหมืองมาแล้วในอดีต และจากการค้นคว้าหาข้อมูลพบว่าในอดีตมีเหมืองแร่พลวง 9 แพลง (ประธานบัตร) มีการเริ่มต้นทำเหมืองตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 และหยุดทำเหมืองปิดทำงานในปี พ.ศ. 2548 เนื่องจากมีความสมบูรณ์ของแร่ต่ำ ทำให้ในปัจจุบัน ไม่มีเหมืองแร่พลวงที่เปิดทำการในจังหวัดชลบุรี

การสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านแร่ในครั้งนี้ ได้สำรวจเก็บตัวอย่างแร่พลวงพื้นที่ศักยภาพ แร่พลวงบริเวณบ้านหลุมบ่อแร่ บ้านคลองกุ่ม บ้านตาซับ เขาชะอางโอน ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี จำนวน 23 ตำแหน่งเพื่อส่งวิเคราะห์หาปริมาณแร่พลวงด้วยวิธี Titration Method ผลวิเคราะห์ตัวอย่างแร่พลวงพบว่า 20 ตำแหน่ง มีค่าปริมาณแร่พลวงในปริมาณต่ำ โดยมีค่าระหว่าง 3-81 ppb และผลวิเคราะห์พบว่าปริมาณแร่พลวงเพียง 3 ตำแหน่งที่มีค่าสูง 0.5% 14.39% และ 40.45% ตามลำดับ

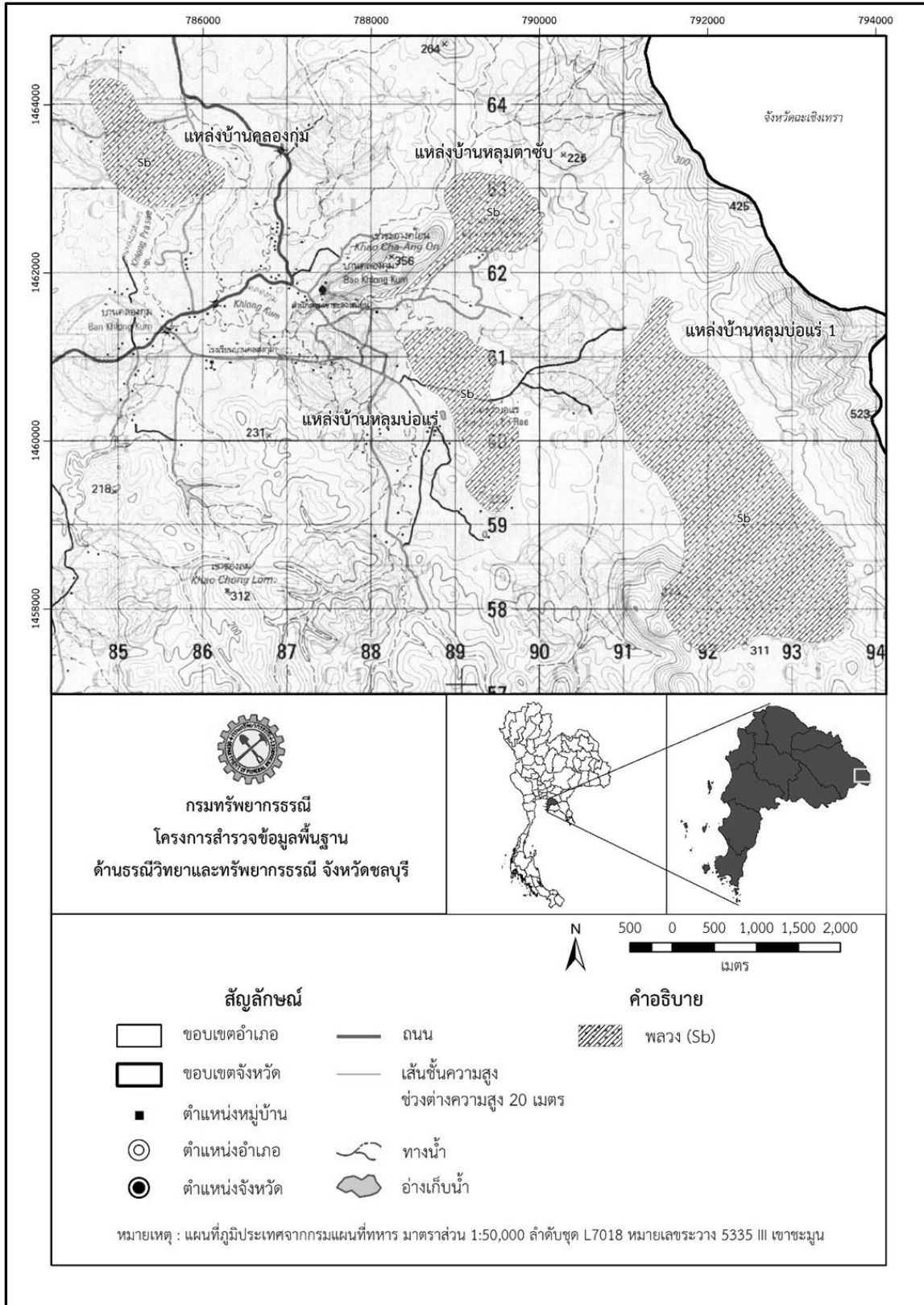
แหล่งแร่พลวงที่มีอยู่ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีมีทั้งหมด 4 พื้นที่ (รูปที่ 5-16) พบบริเวณ ทิศตะวันออกเฉียงของจังหวัดชลบุรี ในเขตตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง พื้นที่ศักยภาพแร่พลวงมีพื้นที่รวมประมาณ 9.64 ตารางกิโลเมตร ประมาณ 6,025.59 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวม 319,294.103 เมตริกตัน (ตารางที่ 5-8)



รูปที่ 5-15 ภาพถ่าย (ก)-(ง) ลักษณะแร่พลวงทอง: สติบิโคไนต์ (Stibiconite) $Sb_3O_6(OH)$ สีน้ำตาลอ่อนหรือขาวอมเหลืองลักษณะคล้ายหินผุแต่ยังคงรูปร่างของแร่เดิม มีลักษณะ subangular to subround ขนาดเฉลี่ย gravel-cobble เป็นก้อนแร่ลอยตามพื้นดินพบบริเวณเหมืองแร่เก่า บ้านหลุมบ่อแร่ ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 5-8 พื้นที่ศักยภาพแร่พลวง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี

ลำดับ	ชื่อแหล่ง	ที่ตั้ง	พื้นที่ ตร.กม. (ไร่)	ปริมาณทรัพยากรแร่
1	บ้านหลุมบ่อแร่	อ.บ่อทอง	1.45 (905)	7,388 เมตริกตัน
2	บ้านหลุมบ่อแร่ 1	อ.บ่อทอง	5.91 (3,692)	311,906 เมตริกตัน
3	บ้านหลุมตาซับ	อ.บ่อทอง	1.02 (640)	50 กิโลกรัม
4	บ้านคลองกุ่ม	อ.บ่อทอง	1.26 (789)	53 กิโลกรัม



รูปที่ 5-16 แผนที่พื้นที่ศักยภาพแร่พลวงของจังหวัดชลบุรี

5.4.4 กลุ่มแร่อุตสาหกรรม

แร่อุตสาหกรรมหรือกลุ่มแร่โลหะ เป็นกลุ่มแร่ที่มีความสำคัญมากในการพัฒนาประเทศ มีการใช้ประโยชน์ของกลุ่มแร่กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น ผลิตแก้ว และเซรามิก ปูน ตัวเติมในกระบวนการถลุงโลหะ อิฐและวัสดุทนไฟ เคมีภัณฑ์ ยารักษาโรค พงษัต วัสดุกรองสาร และ แป้งท้าว เป็นต้น โดยกลุ่มแร่อุตสาหกรรมที่พบในจังหวัดชลบุรีมีเพียงชนิดเดียว ได้แก่ เฟลด์สปาร์ โดยมี รายละเอียด ดังนี้

5.4.4.1 เฟลด์สปาร์

แร่เฟลด์สปาร์จังหวัดชลบุรีเป็นชนิดแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์พบอยู่ในสายเพกมาไทต์ เป็นหินอัคนีแทรกซอนชนิดหนึ่งที่มีเนื้อหยาบมาก เกิดจากการเย็นตัวช้าของแมกมาที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่เข้มข้นมาก ซึ่งมักพบแร่ต่าง ๆ เช่น ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ ไมกา ทัวร์มาลีน สายแร่เพกมาไทต์มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากเป็นแหล่งกำเนิดของแร่โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ที่ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเซรามิก เพื่อปรับปรุงความแข็งแรง ความทนทาน และความสวยงามของผลิตภัณฑ์เซรามิก ใช้ในอุตสาหกรรมแก้วเพื่อปรับปรุงความใส ความแข็งแรง และความสามารถในการ ทนต่อความร้อนของแก้ว รวมทั้งใช้ในอุตสาหกรรมยาเพื่อผลิตยาบางชนิด เช่น ยาระบายและยาลดไข้

พื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์ในจังหวัดชลบุรีพบเพียงแหล่งเดียว คือพื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์เขาพระบาท ตำบลบางทราย อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี เป็นบริเวณที่เคยมีการผลิตแร่มาเป็นเวลานานมาแล้ว ปัจจุบันอยู่ในเขตทหาร ซึ่งเป็นที่ตั้งของสำนักงานมณฑลทหารบกที่ 14 โดยมีรายละเอียดดังนี้

พื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์เขาพระบาท

ตำแหน่งที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์เขาพระบาท ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลบางทราย อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ระบุว่า 5135I (จังหวัดชลบุรี) พิกัด 716196 E 1480938 N ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่อกเขารูปยาวเป็นวงรีวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งอยู่ใจกลางเมืองชลบุรี มีความสูง ประมาณ 146 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์เขาพระบาท เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่ได้รับการคุ้มครองถูกต้องตามกฎหมาย ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ ถูกกำหนดให้พื้นที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเพื่อให้ประโยชน์ใน การอนุรักษ์ เช่น การท่องเที่ยว นันทนาการ การศึกษาวิจัย และพื้นที่โดยรอบภูเขาตั้งอยู่ในพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ส่วนใหญ่อยู่ในเขตพื้นที่ทหาร (military area) พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ

ธรณีวิทยาทั่วไป

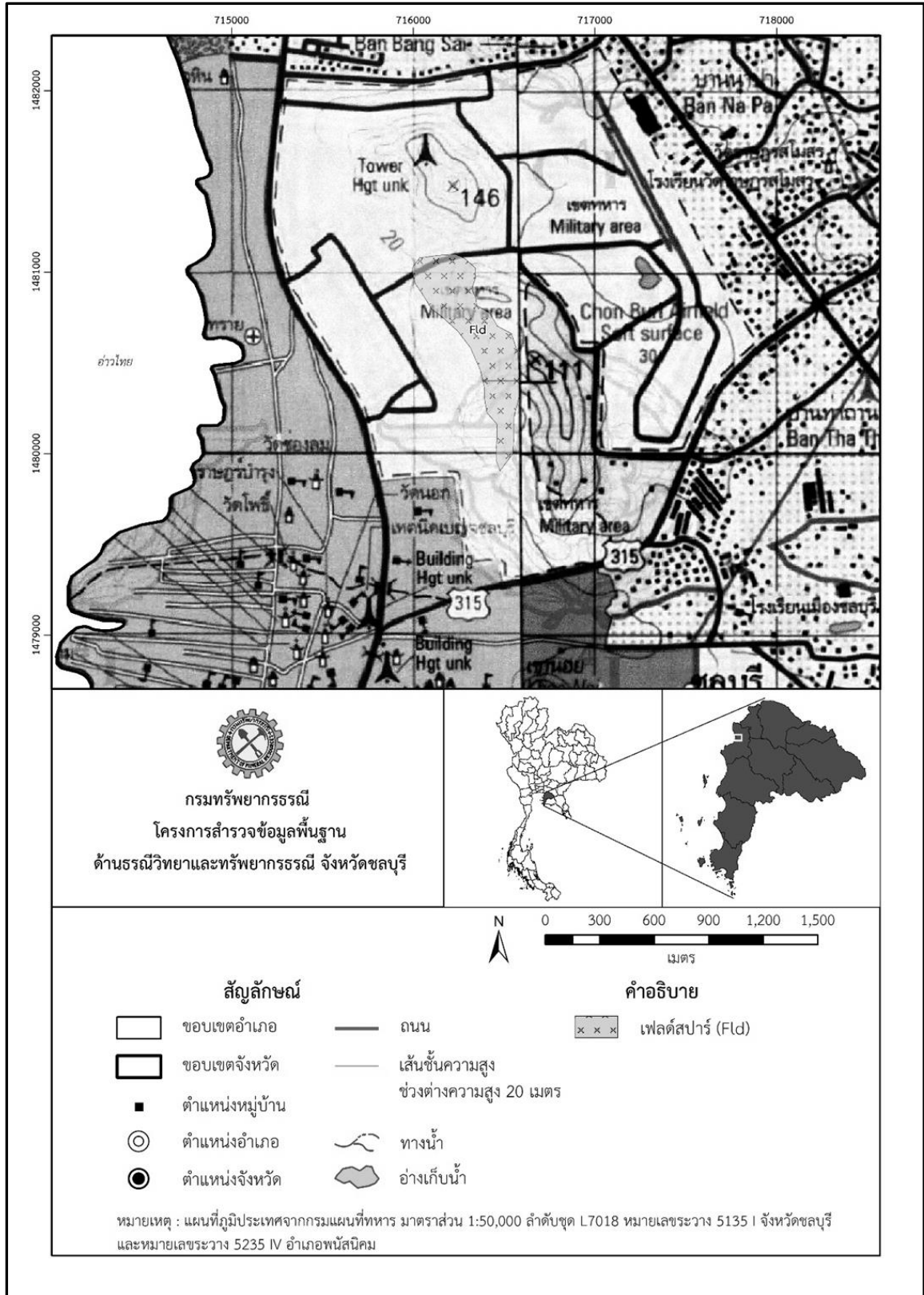
ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่บริเวณนี้ ประกอบด้วย หินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์แกรนิต เนื้อปานกลางถึงเนื้อหยาบ ผลึกขนาดเท่ากันและผลึกสองขนาด ยุคไทรแอสซิก โดยบริเวณพื้นที่ศักยภาพหินมีการผุพังสูง ซึ่งบริเวณพิกัดที่ 716038 E 1481754 N พบหินฮอร์นเบลนด์-ไบโอไทต์แกรนิต ถูกยกตัวขึ้นมาเป็นภูเขา

ธรณีวิทยาแหล่งแร่

พื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์เขาพระบาทมีพื้นที่ศักยภาพแร่ประมาณ 0.246 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 153 ไร่ (รูปที่ 5-17) เป็นแหล่งแร่แบบสายแร่เพกมาไทต์ที่ตัดแทรกหินแกรนิตยุคไทรแอสซิกซึ่งมีบางส่วนคล้ายหินไนส์ โดยสายเพกมาไทต์ประกอบด้วย แร่เฟลด์สปาร์ชนิดเพอร์ไทต์ แอลไบต์ และไมโครคลายน์ เป็นส่วนใหญ่ มีแร่ควอตซ์ ทัวร์มาลีน มีสโคไวต์ และอะพาไทต์ แทรกอยู่ด้วย แร่เฟลด์สปาร์จะเกิดร่วมกับแร่ควอตซ์โดยยึดประสานกันในลักษณะแบบกราฟิกเกิดเป็นหินกราฟิกแกรนิต (graphic granite) และบางส่วนของแร่เฟลด์สปาร์เริ่มเปลี่ยนเป็นแร่อิน จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีและฟิสิกส์ของแร่พบว่าสามารถใช้ผสมทำเนื้อดินปั้นหรือน้ำยาเคลือบสำหรับเครื่องปั้นดินเผาชนิดสีขาว แต่เนื่องจากแหล่งแร่ไม่มีแร่ไมกาปะปน การนำแร่ไปใช้จึงต้องคัดเลือกแร่คุณภาพ โดยหลีกเลี่ยงแร่ไมกา ซึ่งเป็นตัวการที่จะทำให้เกิดจุดดำเมื่อเผาผลิตภัณฑ์ ซึ่งในอดีตเคยมีการผลิตแร่เฟลด์สปาร์จากแหล่งนี้ไปใช้ประโยชน์ แต่หยุดการผลิตไปและไม่มีรายงานการผลิตเพื่อใช้ประโยชน์อีกจนถึงปัจจุบัน โดยพื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีนี้มีปริมาณแร่เฟลด์สปาร์ประมาณร้อยละ 5 ของพื้นที่

แหล่งแร่เฟลด์สปาร์ที่มีอยู่ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีมีทั้งหมด 1 พื้นที่ พบบริเวณเขาพระบาทในเขตตำบลบางทราย อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์มีพื้นที่รวมประมาณ 0.246 ตารางกิโลเมตร ประมาณ 153.62 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวมประมาณ 68,400 เมตริกตัน (พงค์สันต์ ยาวีไชย, 2556)

หมายเหตุ : พื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์เขาพระบาท ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ทหาร (military area) มีกำแพงปูนคอนกรีตสูงเกือบ 3 เมตร ปิดล้อมรอบบริเวณเขาพระบาท ทำให้ไม่สามารถเข้าไปสำรวจแร่เฟลด์สปาร์ได้ จึงอาศัยข้อมูลเดิมมาอ้างอิงในการจัดทำรายงานการสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านแร่ในครั้งนี้ และเขาพระบาท ตำบลบางทราย อำเภอเมืองชลบุรี เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ประเภทป่าสงวนแห่งชาติ ลงวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2535 ปัจจุบันกองทัพเรือได้ขอใช้ประโยชน์พื้นที่เขาพระบาท เป็นเขตทหาร และห้ามประชาชนเข้าพื้นที่เป็นพื้นที่เพื่อความปลอดภัยของประชาชนและความมั่นคงของชาติ ทำให้แนวโน้มพื้นที่แหล่งเฟลด์สปาร์เขาพระบาทประเภทโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ที่เกิดในสายเพกมาไทต์ในอนาคตคงจะพัฒนาทำเป็นเหมืองแร่เฟลด์สปาร์ได้ยาก



รูปที่ 5-17 แผนที่พื้นที่ศักยภาพแร่เฟลด์สปาร์ของจังหวัดชลบุรี

5.4.5 กลุ่มแร่เทคโนโลยีขั้นสูง

กลุ่มแร่เทคโนโลยีขั้นสูง (Advanced Technology Minerals หรือ ATMs) เป็นกลุ่มของแร่ธาตุที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมเทคโนโลยีขั้นสูง เนื่องจากเป็นแร่ธาตุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พลังงาน และวัสดุใหม่ ๆ ที่สำคัญ เช่น สมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ รถยนต์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ แผงโซลาร์เซลล์ และวัสดุคอมโพสิต โดยกลุ่มแร่เทคโนโลยีขั้นสูงเป็นแร่โลหะหายากที่สำคัญ มักพบในปริมาณน้อย และกระจายตัวอยู่ทั่วโลก ส่งผลให้ราคาแร่ในกลุ่มนี้มีความผันผวนสูงและอาจขาดแคลนได้ ประกอบด้วย แร่ธาตุหลายชนิด เช่น โคบอลต์ ลิเทียม นิกเกิล ไททาเนียม และธาตุหายาก ซึ่งแร่เทคโนโลยีขั้นสูงที่พบในจังหวัดชลบุรี ได้แก่ ธาตุหายาก โดยมีรายละเอียด ดังนี้

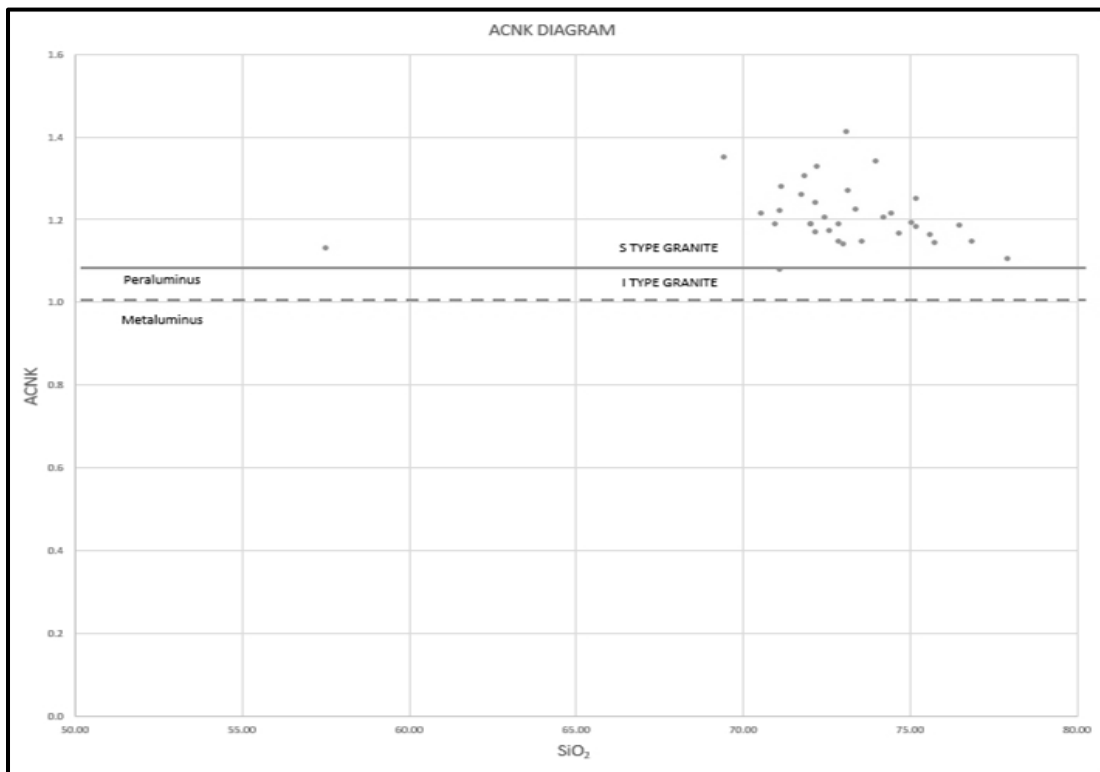
5.4.5.1 ธาตุหายาก

ธาตุหายากที่เกิดในจังหวัดชลบุรีเกิดแบบชนิดแหล่งแร่ที่เกิดจากการสึกกร่อนของหินแกรนิต หินไนส์ และหินชีสต์ โดยได้ทำการศึกษาครั้งนี้โดยเก็บตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์ รวมถึงเก็บตัวอย่างชั้นดินของหินแกรนิตผุ หินไนส์ผุ และหินชีสต์ผุ รวมทั้งทำการวัดค่ากัมมันตรังสีทอเรียม ยูเรเนียม และโพแทสเซียมจากเครื่องวัด Portable gamma-ray spectrometer รวมถึงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเคมีของธาตุหายากจากหินแกรนิต หินไนส์ และดินผุ เพื่อประมวลผลข้อมูลธรณีเคมี และกำหนดพื้นที่ศักยภาพธาตุหายากปริมาณสูง รวมทั้งประเมินปริมาณทรัพยากรแร่เบื้องต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ผลการศึกษาหินแกรนิตจังหวัดชลบุรีที่สัมพันธ์กับธาตุหายาก

การสำรวจทรัพยากรธาตุหายากที่มีรูปแบบสะสมตัวในชั้นดินเหนียวหินจะมุ่งเน้นไปที่การศึกษาธรณีเคมีของหินแกรนิตต้นกำเนิดและชั้นหินแกรนิตผุที่เกิดร่วมกับหินต้นกำเนิด การสำรวจธาตุหายากส่วนใหญ่แล้วจะมุ่งเน้นไปที่มณฑลหินแกรนิตแนวตะวันตกและแนวตอนกลาง โดยเป็นหินแกรนิตชนิด S-type และมีความสัมพันธ์กับการเกิดแร่ดีบุก-ทังสแตน มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณธาตุหายากรวมเฉลี่ยสูงกว่ามณฑลหินแกรนิตแนวตะวันออก ซึ่งเป็นหินแกรนิตชนิด I-type เป็นหลัก อย่างไรก็ตามลักษณะหินแกรนิตในแต่ละพื้นที่สำรวจจะมีความแตกต่างกันไปบ้างในแต่ละพื้นที่ถึงแม้จะอยู่ในมณฑลหินแกรนิตแนวเดียวกัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแบ่งแยกชนิดของหินแกรนิตให้ชัดเจนเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์กับปริมาณและลักษณะการกระจายตัวของธาตุหายากมากยิ่งขึ้น โดยจะดำเนินการจัดแบ่งชนิดหินแกรนิตด้วยผลวิเคราะห์ทางเคมีโดยใช้ผลวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบหลัก ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธี XRF (X-ray fluorescence) ได้แก่ Al_2O_3 , CaO , Na_2O และ K_2O เพื่อคำนวณ หาค่าดัชนีการอิ่มตัวของอลูมินา (alumina saturation index: ASI) ในการแบ่งชนิดหินแกรนิตของ Chappell and White (1974) ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วไปในระดับสากลและสามารถแบ่งชนิดหินแกรนิต ด้วยค่า ASI ออกเป็นหินแกรนิตเป็นชนิดหลัก ๆ ที่กระจายตัวอยู่ในประเทศไทย ได้แก่ หินแกรนิตชนิด I type และ S-type และ คำนวณค่าดัชนีการแปรเปลี่ยนทางเคมี (chemical index of alteration: CIA) (Nesbitt and Young, 1982) เพื่อตัดสินใจว่าผลวิเคราะห์ตัวอย่างหินแต่ละตัวอย่างจะสามารถนำมาใช้ในการแบ่งแยกชนิดหินแกรนิตได้หรือไม่ ซึ่งค่า CIA สำหรับการจัดแบ่งชนิดหินแกรนิตด้วย ค่า ASI ในการจัดทำข้อมูลครั้งนี้จะเลือกใช้ผลวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบหลักของตัวอย่างหินแกรนิตที่มี ค่า CIA น้อยกว่า 60% มาคำนวณค่า ASI เพื่อจำแนกชนิดหินแกรนิตเป็น -type และ S-type ต่อไป (ธนัช วัชรมัย, 2565)

โดยการสำรวจภาคสนามงานพื้นฐานด้านแร่ในครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างหินแกรนิต จำนวน 49 ตำแหน่ง เพื่อส่งวิเคราะห์ทางเคมีหาธาตุองค์ประกอบหลักของตัวอย่างแกรนิตด้วยวิธี X-ray Fluorescence (XRF) ของพื้นที่ศักยภาพหินแกรนิตเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง ผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินแกรนิตจังหวัดชลบุรีพบว่าตัวอย่างหินแกรนิตมีปริมาณของซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) อยู่ระหว่างร้อยละ 57.54-77.93, อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) อยู่ระหว่างร้อยละ 12.09-19.37, โพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O) อยู่ระหว่างร้อยละ 3.91-10.43, โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) อยู่ระหว่างร้อยละ 1.89-4.13, แคลเซียมออกไซด์ (CaO) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.07-2.41, เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.32-5.10, แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.15-2.79, ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.07-0.94, ไตฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์ (P_2O_5) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.03-0.29 และมีค่าแมงกานีสออกไซด์ (MnO) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.01-0.09 และเมื่อนำผลวิเคราะห์ทางเคมี 49 ตำแหน่ง จัดทำแผนภาพกราฟ ACNK Diagram (Shand, 1943) พบว่าสัดส่วน $(\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ มีค่า ASI มากกว่า 1.1 และมีค่า CIA น้อยกว่า 60% ทั้งหมด จึงแปลความว่าหินแกรนิตจังหวัดชลบุรีจัดเป็นหินแกรนิตชนิด S-type (รูปที่ 5-18) อยู่ในมณฑลหินแกรนิตแนวตอนกลาง ซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณธาตุหายากรวมสะสมตัวที่มีแนวโน้มสูงกว่ามณฑลหินแกรนิตแนวตะวันออก (หินแกรนิตชนิด I-type)

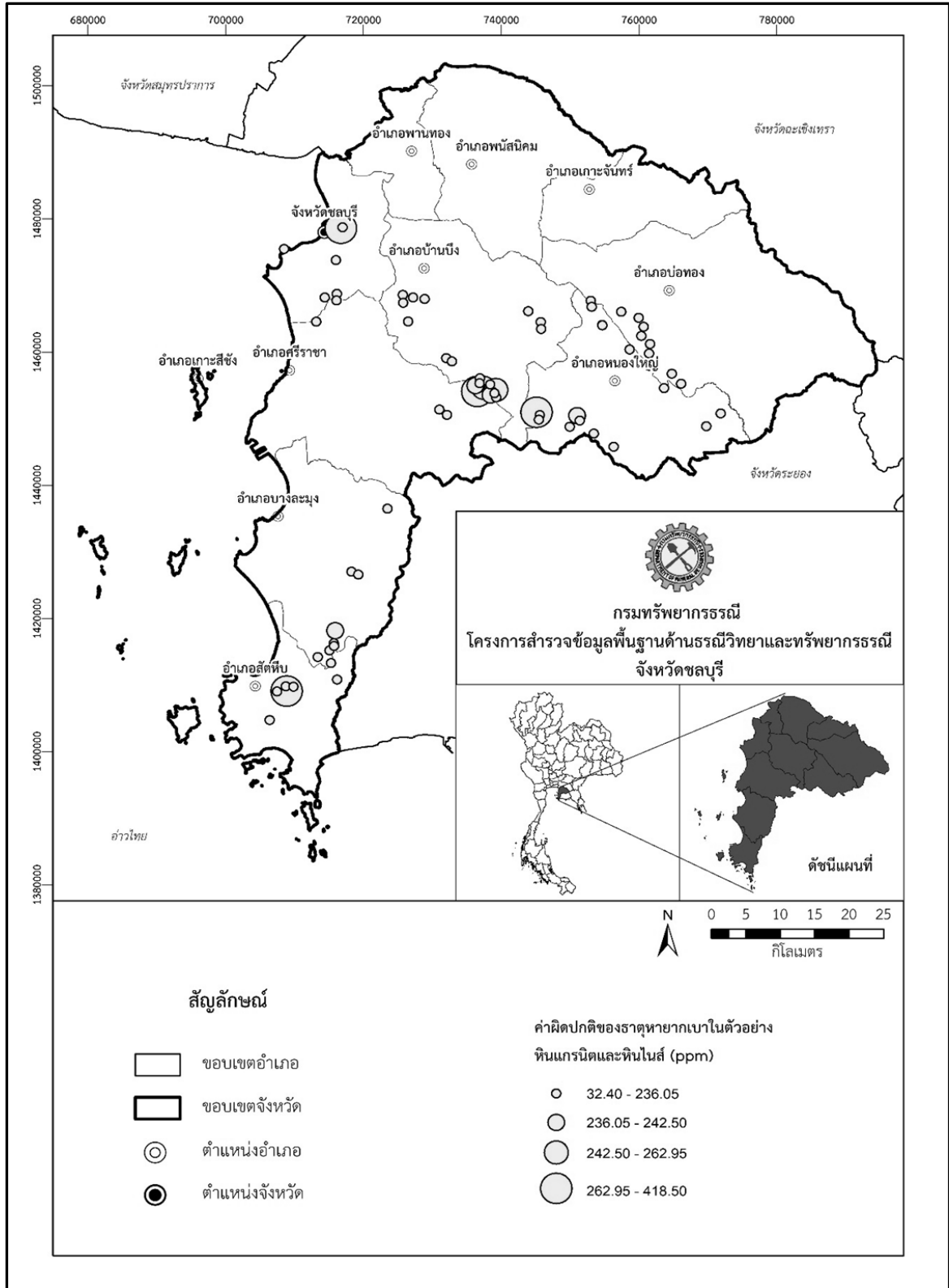


รูปที่ 5-18 แผนภาพกราฟ ACNK Diagram แสดงการจำแนกชนิดหินแกรนิตชนิด S-type จังหวัดชลบุรี

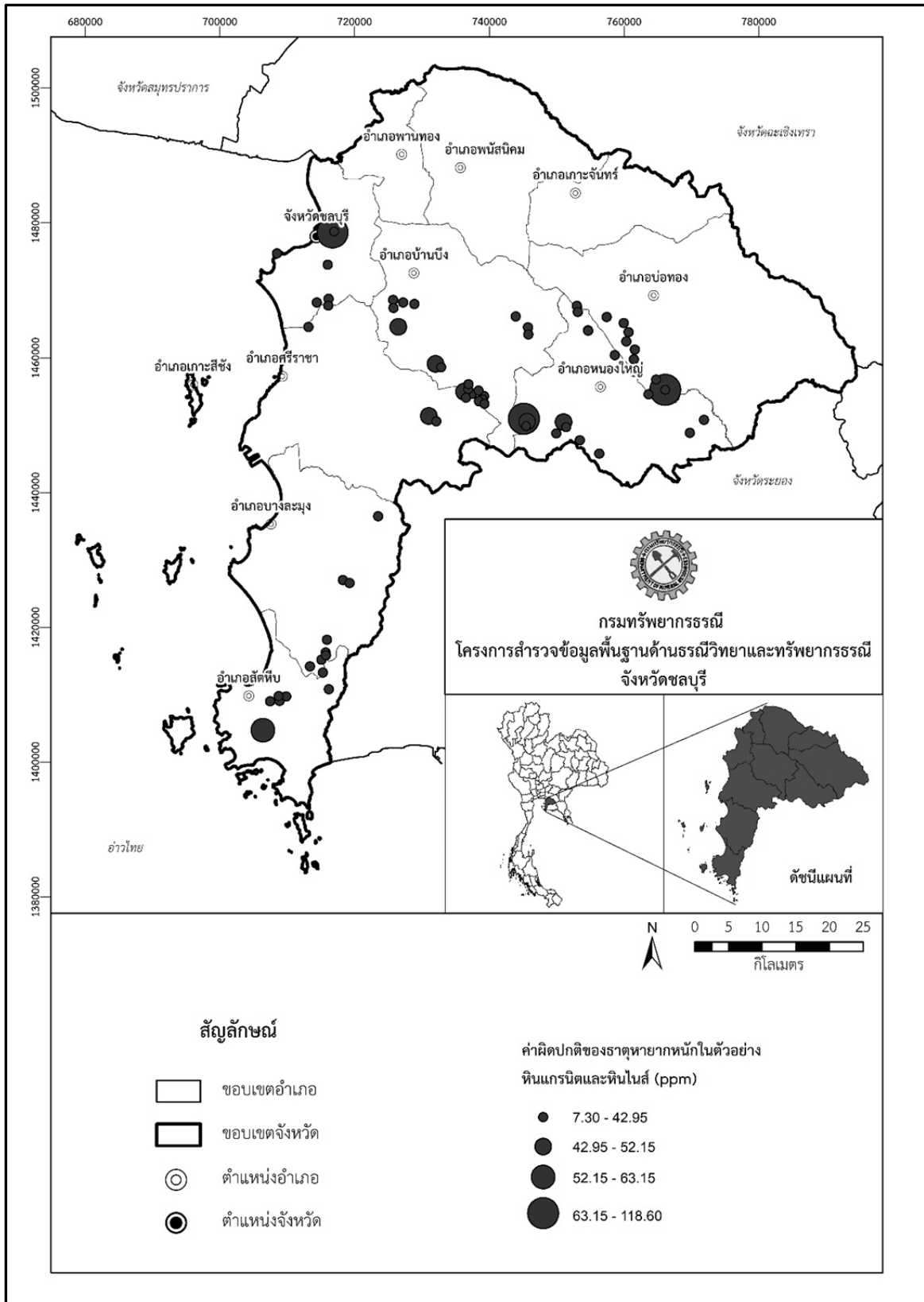
2) ผลการเก็บตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์เพื่อหาปริมาณธาตุหายาก

จากการสำรวจภาคสนามงานพื้นฐานด้านแร่ในครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างหินแกรนิต จำนวน 50 ตำแหน่ง และเก็บตัวอย่างหินไนส์จำนวน 21 ตำแหน่ง รวม 71 ตำแหน่ง และส่งวิเคราะห์หาปริมาณธาตุหายากในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) ผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินแกรนิตและหินไนส์จังหวัดชลบุรีพบว่าตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์มีปริมาณ

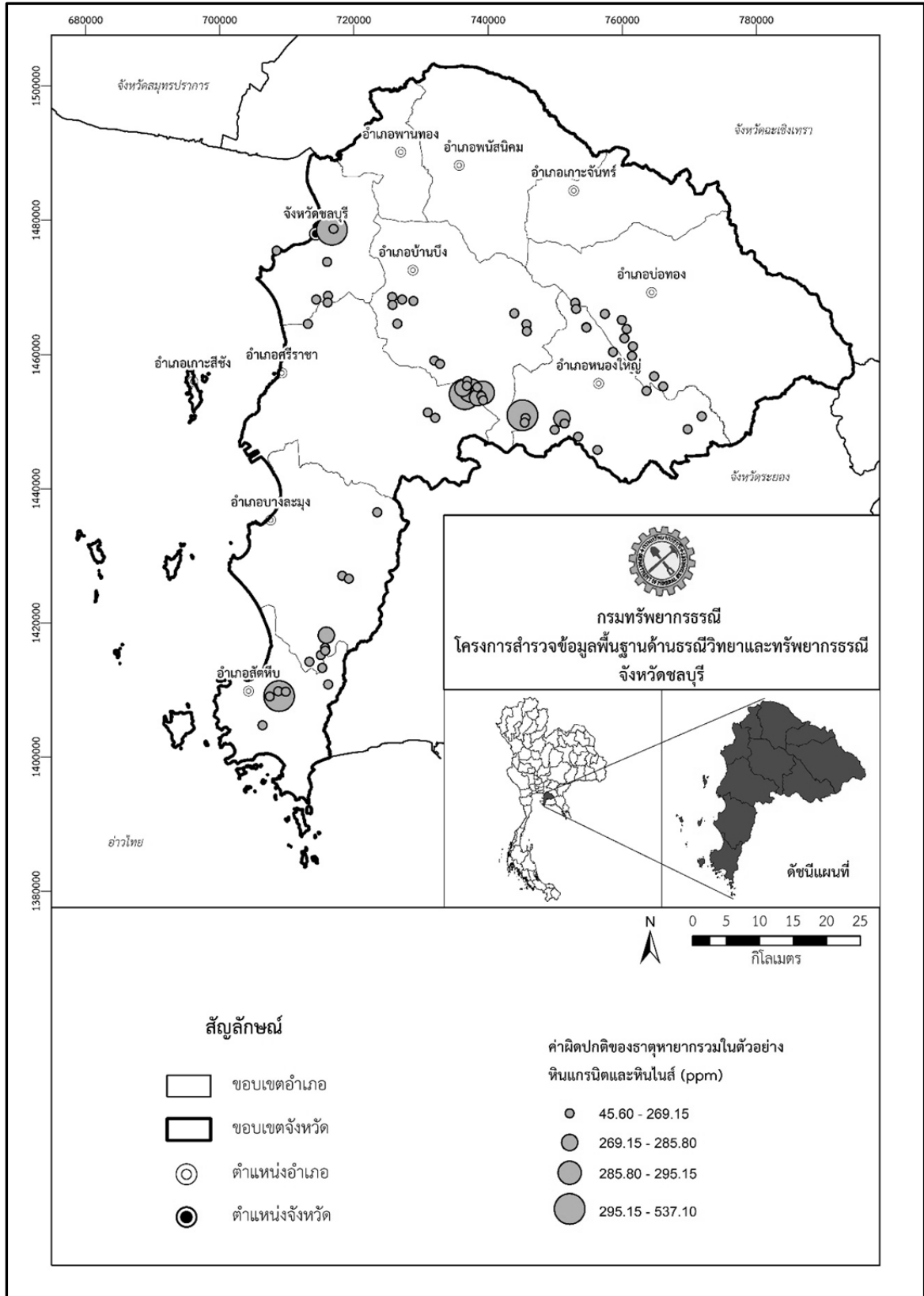
สแกนเดียม (Sc) ระหว่าง $10.00-38.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 12.07 ppm, แลนทานัม (La) ระหว่าง $5.00-94.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 36.03 ppm, ซีเรียม (Ce) ระหว่าง $13.00-183.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 67.06 ppm, เพอร์ซีโอติเมียม (Pr) ระหว่าง $2.00-22.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 7.94 ppm, นีโอติเมียม (Nd) ระหว่าง $6.00-93.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 29.96 ppm, ซาแมเรียม (Sm) ระหว่าง $2.00-21.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 6.22 ppm, ยูโรเพียม (Eu) ระหว่าง <math><1.00-4.00</math> ppm ค่าเฉลี่ย 1.19 ppm, แกโดลิเนียม (Gd) ระหว่าง $1.40-23.50$ ppm ค่าเฉลี่ย 5.94 ppm, อิตเทรียม (Y) ระหว่าง $2.90-78.20$ ppm ค่าเฉลี่ย 21.20 ppm, เทอร์เบียม (Tb) ระหว่าง <math><1.00-4.00</math> ppm ค่าเฉลี่ย 1.15 ppm, ดิสโพรเซียม (Dy) ระหว่าง $0.90-18.50$ ppm ค่าเฉลี่ย 4.84 ppm, โฮลเมียม (Ho) ระหว่าง <math><0.50-3.20</math> ppm ค่าเฉลี่ย 1.00 ppm, เออร์เบียม (Er) ระหว่าง $0.90-8.50$ ppm ค่าเฉลี่ย 2.59 ppm, ทูเลียม (Tm) ระหว่าง <math><0.50-2.70</math> ppm ค่าเฉลี่ย 0.61 ppm, อิตเทอร์เบียม (Yb) ระหว่าง <math><0.50-8.20</math> ppm ค่าเฉลี่ย 2.25 ppm และลูทีเทียม (Lu) ระหว่าง <math><0.50-2.60</math> ppm ค่าเฉลี่ย 0.60 ppm และเมื่อคำนวณผลรวมธาตุหายากเบา มีค่าระหว่าง $32.40-418.50$ ppm ค่าเฉลี่ย 156.01 ppm, ธาตุหายากหนัก มีค่าระหว่าง $7.30-118.60$ ppm ค่าเฉลี่ย 34.33 ppm และธาตุหายากรวมมีค่าระหว่าง $45.60-537.10$ ppm ค่าเฉลี่ย 190.34 ppm รวมถึงได้จัดทำแผนที่แสดง anomaly ของปริมาณธาตุหายากเบา ธาตุหายากหนัก และ ธาตุหายากรวมจากจุดเก็บตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์แสดงในรูปที่ 5-19, รูปที่ 5-20 และรูปที่ 5-21



รูปที่ 5-19 แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากเบาในจุดเก็บตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์ จังหวัดชลบุรี



รูปที่ 5-20 แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากหนักในจุดเก็บตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์ จังหวัดชลบุรี



รูปที่ 5-21 แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากรวมในจุดเก็บตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์ จังหวัดชลบุรี

3) ผลการเก็บตัวอย่างชั้นดิน/หินผุ (Soil profile)

จากการสำรวจภาคสนามงานพื้นฐานด้านแร่ในครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างดิน/หินผุ บริเวณ อำเภอเมือง อำเภอบ้านบึง อำเภอศรีราชา อำเภอบางละมุง อำเภอสัตหีบ อำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี

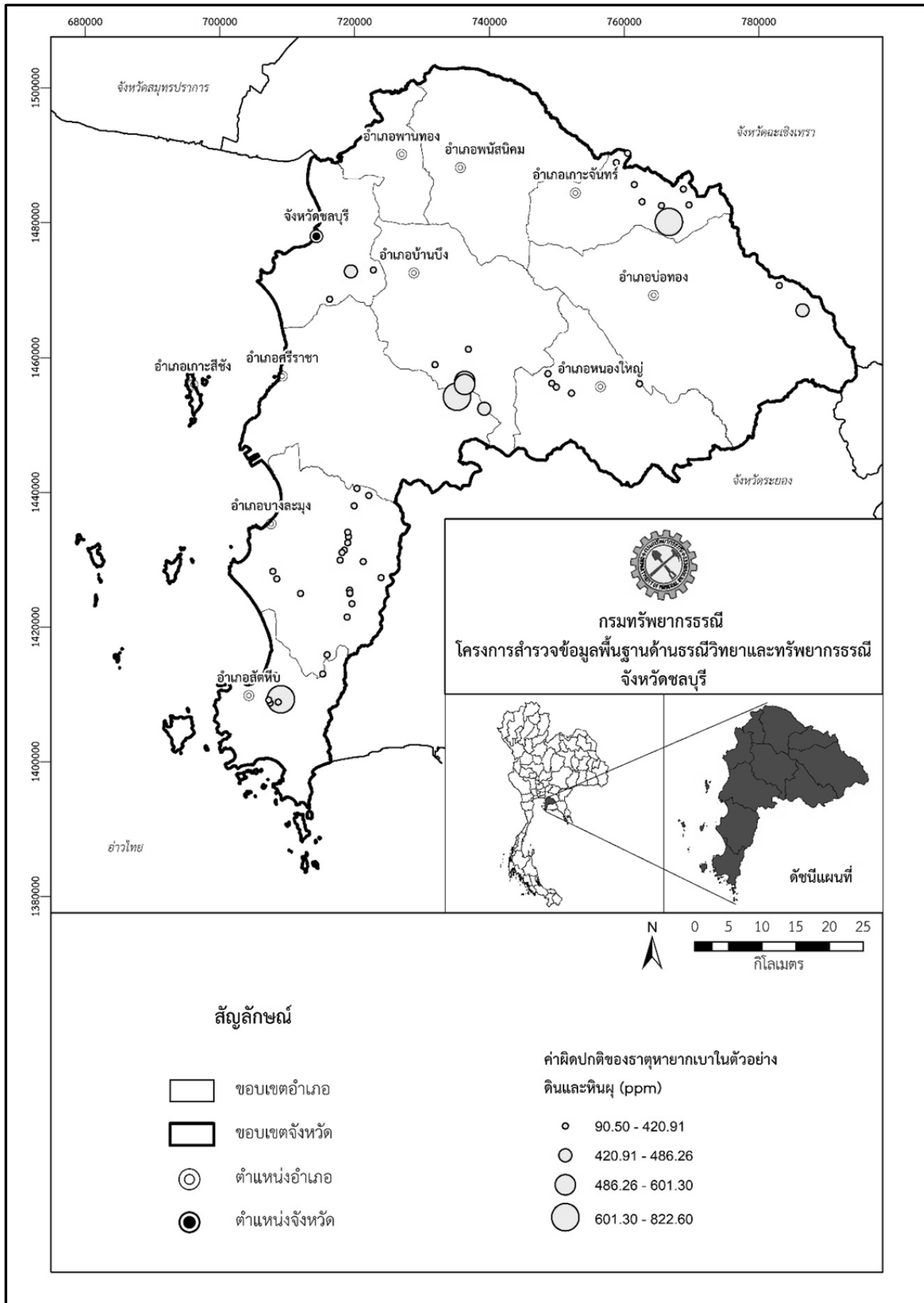
บริเวณที่เก็บตัวอย่างดิน/หินผุ เป็นพื้นที่ที่มีการฝังของหินแกรนิต หินไนส์ หินชีสต์ แบบฝังอยู่กับที่ (residual deposit) และมีค่าความเข้มข้นของค่ากัมมันตรังสีทอเรียมสูง ซึ่งเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ 52 ตำแหน่ง (52 หน้าตัดชั้นดิน) รวมจำนวน 147 ตัวอย่าง (รูปที่ 5-22 และ รูปที่ 5-23) โดยหน้าตัดชั้นดินมีความหนาไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสภาพที่ดิน ซึ่งเก็บตัวอย่างดิน/หินผุทุกช่วงระยะ 0.5 เมตร และ ส่งวิเคราะห์หาปริมาณธาตุหายากในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) ผลวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างดิน/หินผุ ในจังหวัดชลบุรีมีปริมาณ สแกนเดียม (Sc) ระหว่าง $10.00-21.81$ ppm ค่าเฉลี่ย 10.73 ppm, แลนทานัม (La) ระหว่าง $15.00-159.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 52.42 ppm, ซีเรียม (Ce) ระหว่าง $39.00-924.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 134.96 ppm, เพอร์ซีโอติเมียม (Pr) ระหว่าง $3.00-39.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 12.53 ppm, นีโอติเมียม (Nd) ระหว่าง $15.00-144.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 47.97 ppm, ซาแมเรียม (Sm) ระหว่าง $1.00-29.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 8.73 ppm, ยูโรเพียม (Eu) ระหว่าง $1.00-4.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 1.20 ppm, แกโดลิเนียม (Gd) ระหว่าง $1.00-29.20$ ppm ค่าเฉลี่ย 7.71 ppm, อิตเทรียม (Y) ระหว่าง $6.30-118.60$ ppm ค่าเฉลี่ย 21.53 ppm, เทอร์เบียม (Tb) ระหว่าง $1.00-4.00$ ppm ค่าเฉลี่ย 1.26 ppm, ดิสโพรเซียม (Dy) ระหว่าง $0.50-24.50$ ppm ค่าเฉลี่ย 5.15 ppm, โฮลเมียม (Ho) ระหว่าง $0.50-4.50$ ppm ค่าเฉลี่ย 0.98 ppm, เออร์เบียม (Er) ระหว่าง $0.50-12.40$ ppm ค่าเฉลี่ย 2.64 ppm, ทูเลียม (Tm) ระหว่าง $0.50-1.70$ ppm ค่าเฉลี่ย 0.55 ppm, อิตเทอร์เบียม (Yb) ระหว่าง $0.50-9.80$ ppm ค่าเฉลี่ย 1.94 ppm และลูทีเทียม (Lu) ระหว่าง $0.50-1.60$ ppm ค่าเฉลี่ย 0.54 ppm และเมื่อคำนวณผลรวมธาตุหายากเบามีค่าระหว่าง $82.50-1,023.30$ ppm ค่าเฉลี่ย 265.53 ppm, ธาตุหายากหนักมีค่าระหว่าง $10.30-176.50$ ppm ค่าเฉลี่ย 34.40 ppm และธาตุหายากรวมมีค่าระหว่าง $92.80-1,044.30$ ppm ค่าเฉลี่ย 299.93 ppm รวมถึงผลวิเคราะห์ทางเคมี 52 ตำแหน่ง (ค่าเฉลี่ย) ได้จัดทำแผนที่แสดง anomaly ของปริมาณธาตุหายากเบา ธาตุหายากหนัก และธาตุหายากรวมจากจุดเก็บตัวอย่างชั้นดิน/หินผุ แสดงในรูปที่ 5-24, รูปที่ 5-25 และรูปที่ 5-26



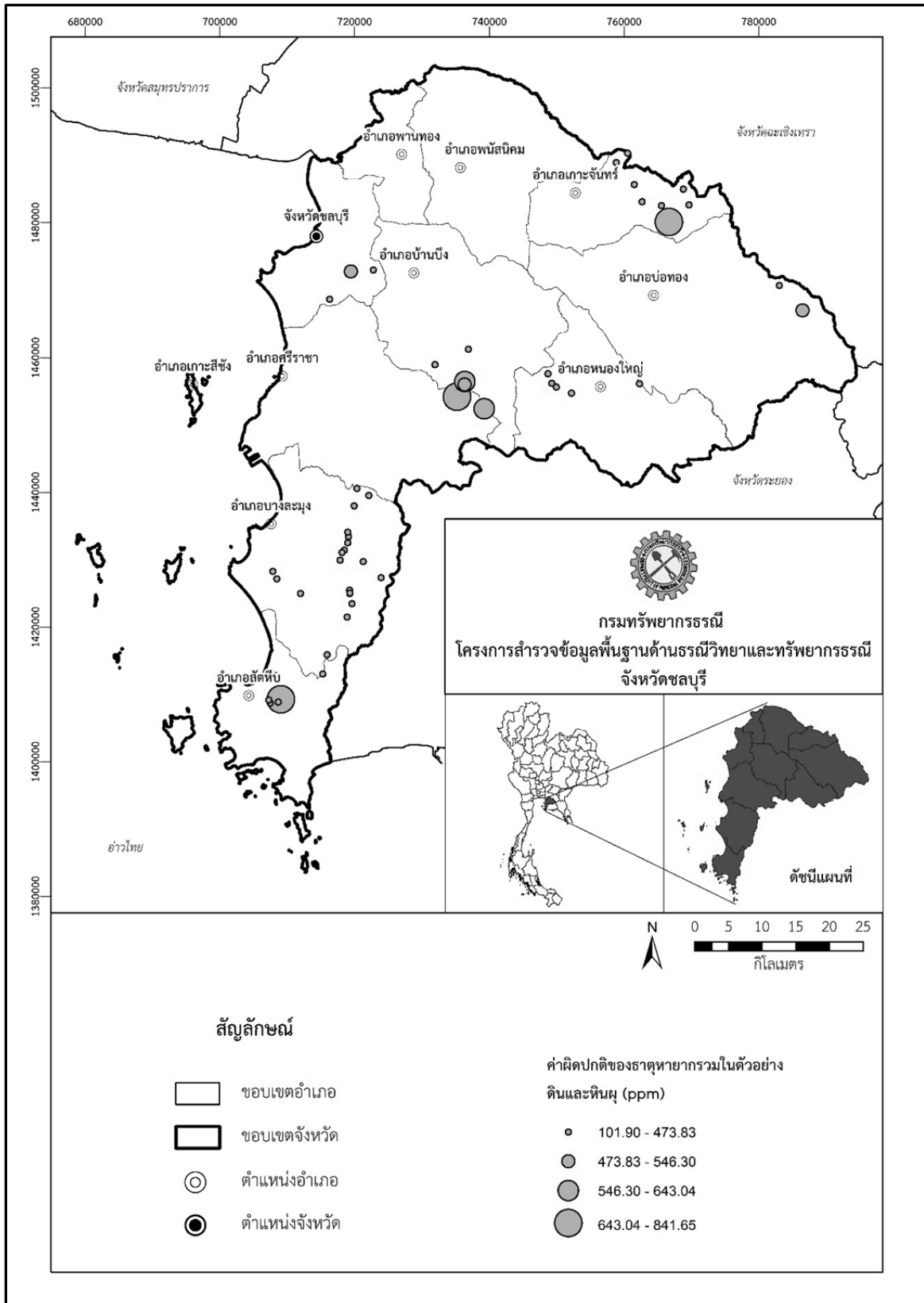
รูปที่ 5-22 รูปถ่ายแสดงกิจกรรมการเก็บตัวอย่างชั้นดิน/หินแกรนิตผุ (Soil profile) เพื่อส่งวิเคราะห์หาปริมาณธาตุหายาก



รูปที่ 5-23 รูปถ่ายแสดงตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์ในพื้นที่สำรวจ



รูปที่ 5-24 แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากเบาในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัดชลบุรี



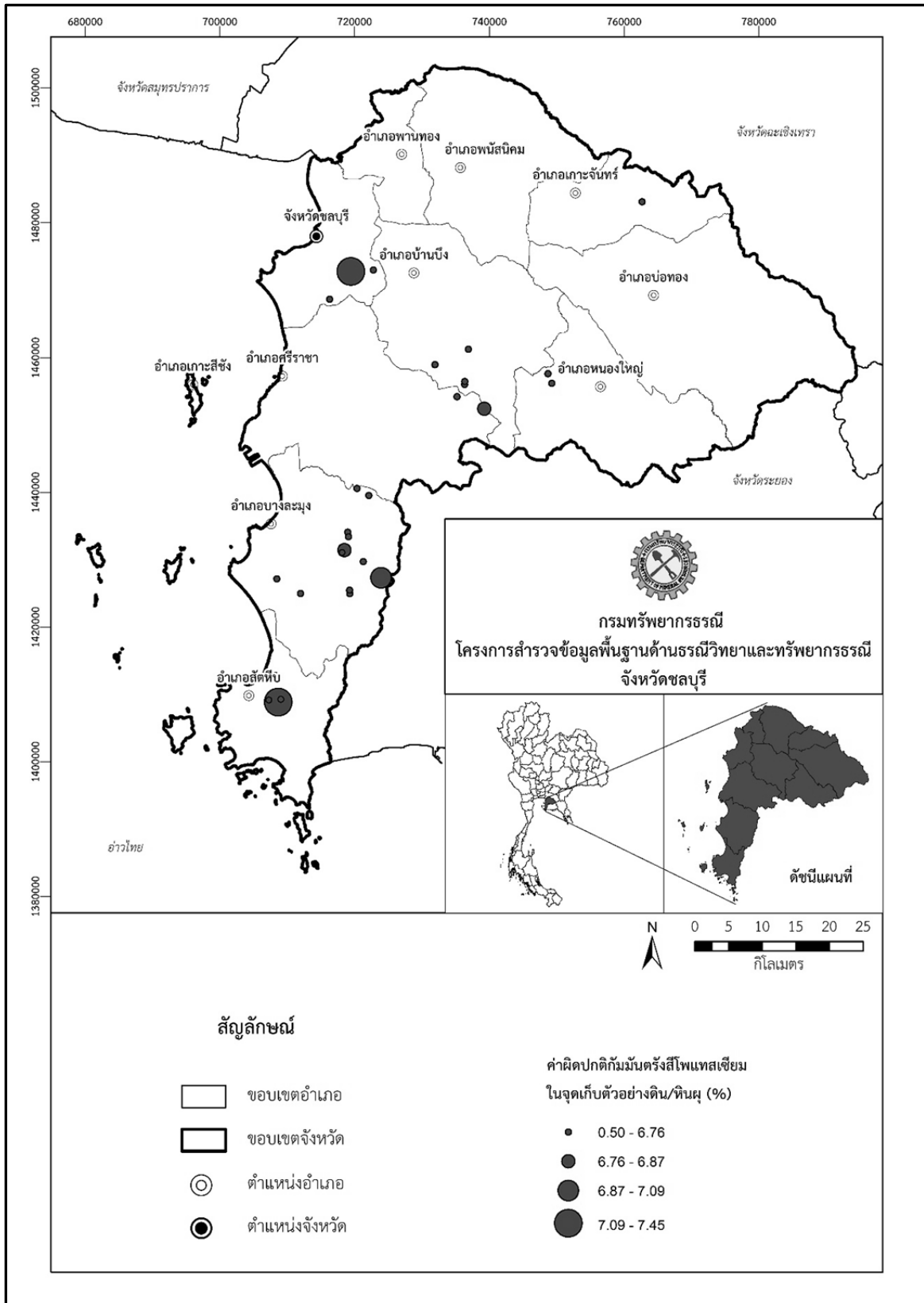
รูปที่ 5-26 แผนที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุหายากรวมในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัดชลบุรี

4) ผลการวัดค่ากัมมันตรังสีในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ

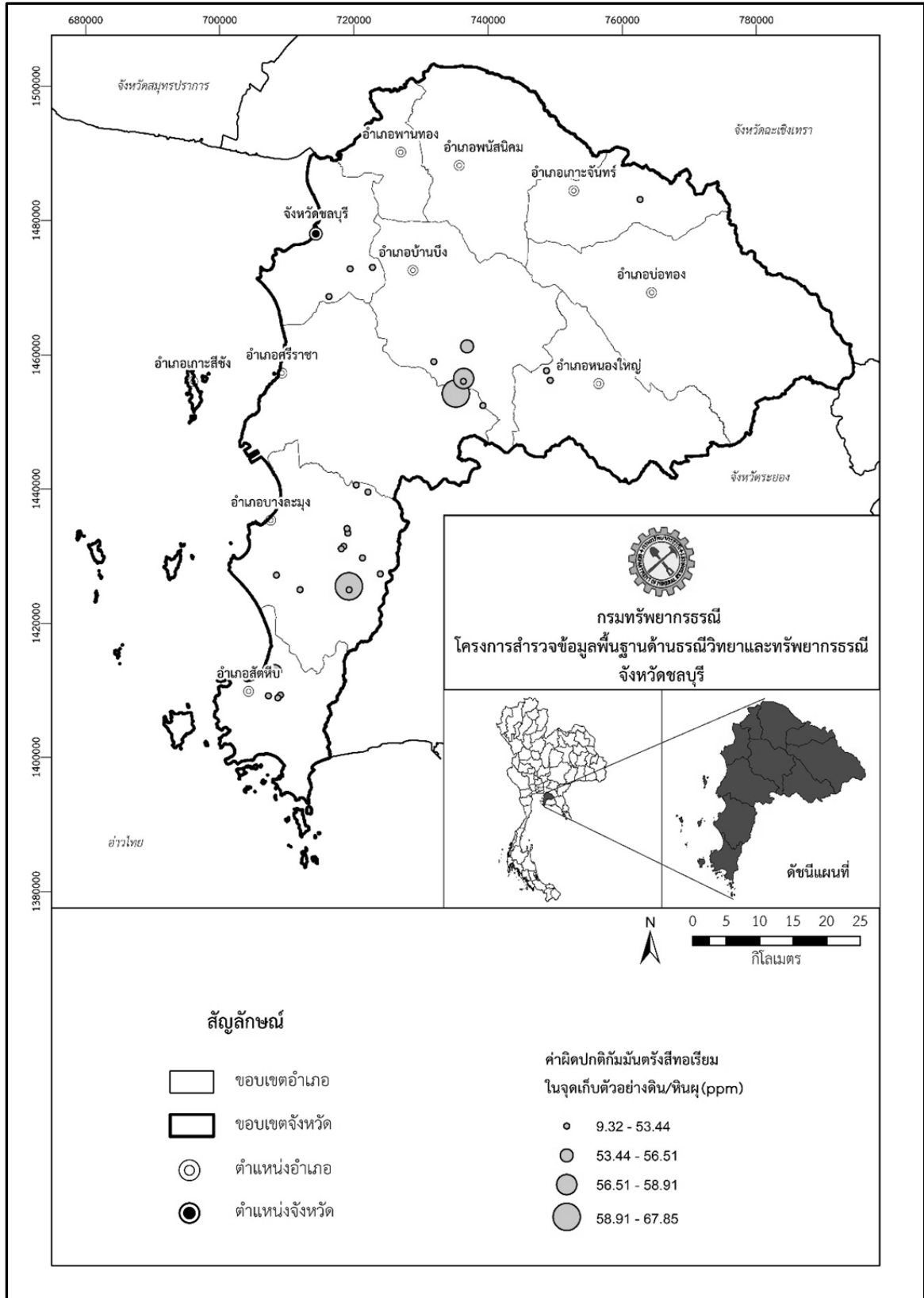
จากการเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ เป็นพื้นที่ที่มีการผุพังของหินแกรนิต หินไนส์ หินชีสต์ แบบผุพังอยู่กับที่ (residual deposit) โดยเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ 52 ตำแหน่ง (52 หน้าตัดชั้นดิน) รวมจำนวน 147 ตัวอย่าง และส่งผลวิเคราะห์ทางเคมีหาปริมาณธาตุหายาก เมื่อศึกษาผลวิเคราะห์ทางเคมีแล้ว จึงกำหนดตำแหน่งที่จะวัดค่ากัมมันตรังสี (รูปที่ 5-27) ในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุโดยใช้เครื่องมือ Portable gamma-ray spectrometer โดยคัดเลือก 29 ตำแหน่ง จากทั้งหมด 52 ตำแหน่ง พิจารณาจากผลวิเคราะห์ทางเคมีที่มีปริมาณธาตุหายากรวมสูงกว่า 500 ppm ขึ้นไป หรือตำแหน่งที่น่าสนใจทางธรณีวิทยา เนื่องจากไม่ได้วัดค่ากัมมันตรังสีของชั้นดินและหินผุทุกตำแหน่งหน้าตัดชั้นดินที่เก็บตัวอย่าง เนื่องจากเครื่องมือและเวลาจำกัดในการดำเนินการ และจากผลการวัดค่ากัมมันตรังสีในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ พบมีปริมาณค่ากัมมันตรังสีโพแทสเซียม (K) ระหว่าง 0.30-7.6 % ค่าเฉลี่ย 4.4 %, ทอเรียม (Th) ระหว่าง 7.40-75.50 ppm ค่าเฉลี่ย 40.90 ppm, ยูเรเนียม (U) ระหว่าง 2.40-34.30 ppm ค่าเฉลี่ย 9.10 ppm, ค่ากัมมันตรังสีรวม (Total count) ระหว่าง 47.30-472.60 nSv/h ค่าเฉลี่ย 262.22 nSv/h และได้จัดทำแผนที่แสดง anomaly ของปริมาณธาตุกัมมันตรังสี โพแทสเซียม ทอเรียม ยูเรเนียม และค่ากัมมันตรังสีรวม (Total count) จากจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ 29 ตำแหน่ง แสดงในรูปที่ 5-28, รูปที่ 5-29 รูปที่ 5-30 และรูปที่ 5-31



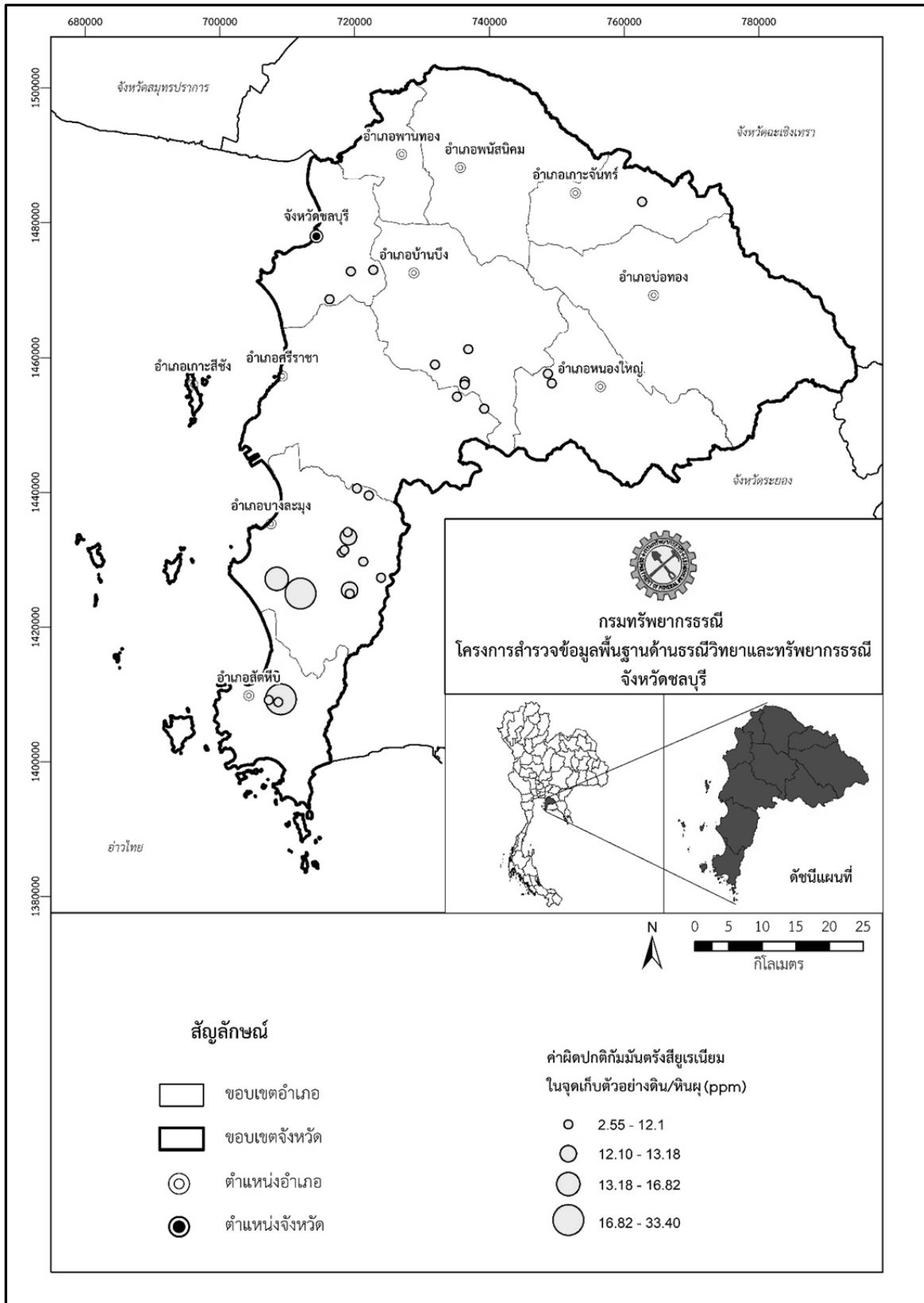
รูปที่ 5-27 รูปถ่ายแสดงกิจกรรมการวัดค่ากัมมันตรังสีในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ (Soil profile) โดยใช้เครื่องมือ Portable gamma-ray spectrometer



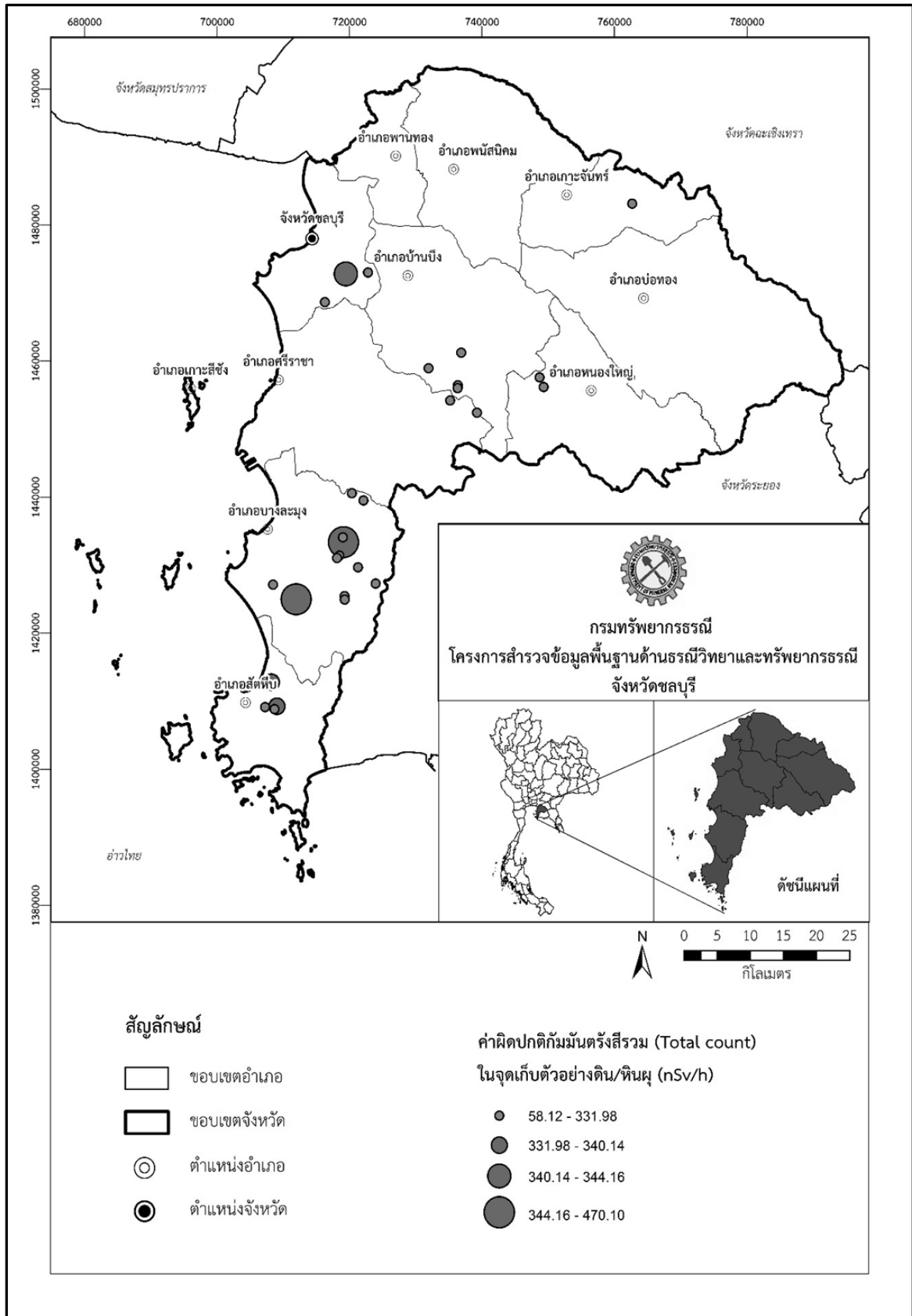
รูปที่ 5-28 แผนที่แสดงค่าผิดปกติกัมมันตรังสีโพแทสเซียมในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัดชลบุรีจากเครื่องวัด Portable gamma-ray spectrometer



รูปที่ 5-29 แผนที่แสดงค่าผิดปกติกัมมันตรังสีทอเรียมในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัดชลบุรี จากเครื่องวัด Portable gamma-ray spectrometer



รูปที่ 5-30 แผนที่แสดงค่าผิดปกติกัมมันตรังสียูเรเนียมในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัดชลบุรี จากเครื่องวัด Portable gamma-ray spectrometer



รูปที่ 5-31 แผนที่แสดงค่าผิดปกติกัมมันตรังสีรวม (Total count) ในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จังหวัดชลบุรี จากเครื่องวัด Portable gamma-ray spectrometer

5) ประมวลผลข้อมูลธรณีเคมี ค่ากัมมันตรังสี เพื่อกำหนดพื้นที่ศักยภาพธาตุหายากปริมาณสูง จากค่าผิดปกติ และประเมินปริมาณทรัพยากรแร่เบื้องต้น

จากการเก็บตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์รวม 71 ตำแหน่ง เก็บตัวอย่างดิน/หินผุ 52 ตำแหน่ง รวมจำนวน 147 ตัวอย่าง และวัดค่ากัมมันตรังสีในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จำนวน 29 ตำแหน่ง สามารถประมวลผลข้อมูลธรณีเคมีของหิน ดิน และค่ากัมมันตรังสีได้ดังนี้

1. ตัวอย่างหินแกรนิตและหินไนส์รวม 71 ตำแหน่ง จากข้อมูลธรณีเคมีพบว่าปริมาณธาตุหายากรวม (TREY) มีค่าอยู่ในช่วง 45.60-537.10 ppm ค่าเฉลี่ย 190.34 ppm โดยมีค่าเฉลี่ยของธาตุหายากเบาในสัดส่วนที่มากกว่าปริมาณธาตุหายากหนัก (LREE : HREY= 156 : 34)

2. ตัวอย่างดิน/หินผุ 52 ตำแหน่ง รวมจำนวน 147 ตัวอย่าง จากข้อมูลธรณีเคมีพบว่าปริมาณธาตุหายากรวม (TREY) มีค่าอยู่ในช่วง 92.80-1,044.30 ppm ค่าเฉลี่ย 299.93 ppm โดยมีค่าเฉลี่ยของธาตุหายากเบาในสัดส่วนที่มากกว่าปริมาณธาตุหายากหนัก (LREE : HREY= 265 : 34)

3. การวัดค่ากัมมันตรังสีในจุดเก็บตัวอย่างดิน/หินผุ จำนวน 29 ตำแหน่ง จากการประมวลผลข้อมูลพบว่าปริมาณค่ากัมมันตรังสีโพแทสเซียม (K) ค่าเฉลี่ย 4.4 %, ทอเรียม (Th) ค่าเฉลี่ย 40.90 ppm, ยูเรเนียม (U) ค่าเฉลี่ย 9.10 ppm, ค่ากัมมันตรังสีรวม (Total count) ค่าเฉลี่ย 262.22 nSv/h

สรุปธรณีเคมีพบว่าธาตุหายากรวม (TREY) และธาตุหายากเบา (LREE) จะมีปริมาณธาตุหายากในดิน/หินแกรนิตผุ มากกว่าในหินแกรนิตและหินไนส์ ส่วนธาตุหายากหนัก (HREY) ในดิน และหิน จะมีค่าใกล้เคียงกัน และค่ากัมมันตรังสีจะมีค่าแปรผันตรงกับปริมาณธาตุหายาก

ค่าผิดปกติโดยวิธีทางธรณีเคมีกำหนดเป็นช่วงชั้นของข้อมูล 4 ช่วง โดยคิดคำนวณจากข้อมูลที่ Percentile 95, Percentile 90, และ Percentile 85 พบว่าธาตุหายากรวมมีค่าสูงที่บริเวณอำเภอบ้านบึง อำเภอศรีราชา อำเภอสัตหีบ และอำเภอเกาะจันทร์ โดยผลวิเคราะห์เคมีพบธาตุหายากรวมสูงตั้งแต่ 546.30 ppm ถึง 841.65 ppm จึงได้กำหนดพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ศักยภาพแร่หายากหรือธาตุหายากรวมทั้งประเมินปริมาณทรัพยากรแร่เบื้องต้น (UNFC: 334) โดยใช้สูตรคำนวณปริมาณแร่หายากหรือธาตุหายาก = ค่าปริมาณธาตุหายากรวมเฉลี่ย \times ปริมาตรชั้นตะกอน (ลบ.ม) \times 1.4 (ถ.พ.ชั้นดิน) $\times 10^{-6} \times 0.7$ (ค่าปรับลดปัจจัยความเสี่ยง) ซึ่งกำหนดได้จำนวน 5 พื้นที่ ได้แก่

(1) พื้นที่ศักยภาพแร่หายากหรือธาตุหายากคลองกิว1 ตำบลคลองกิว อำเภอบ้านบึง พื้นที่ 573 ไร่ ปริมาณทรัพยากรแร่ 1,928 เมตริกตัน

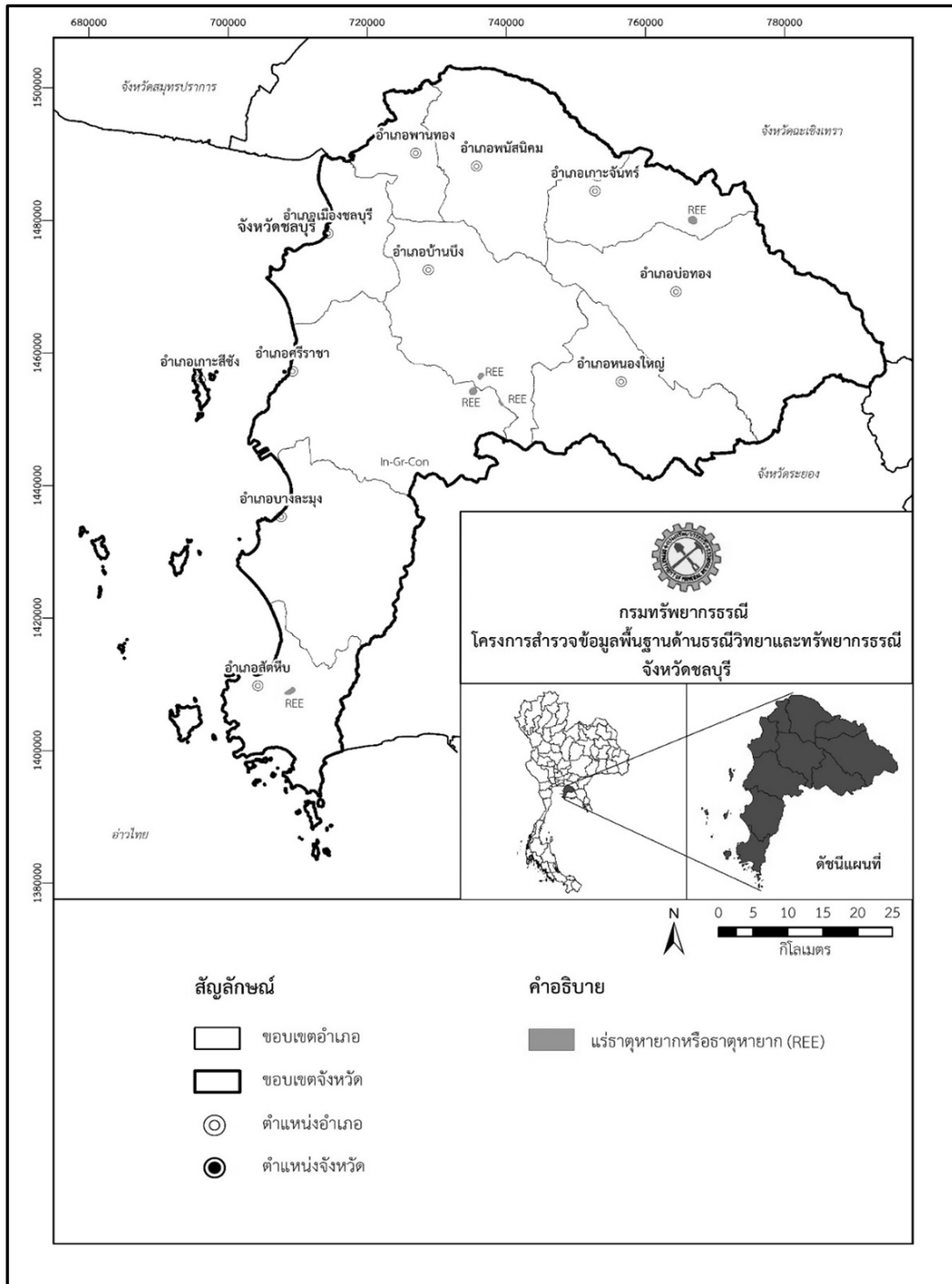
(2) พื้นที่ศักยภาพแร่หายากหรือธาตุหายากคลองกิว2 ตำบลคลองกิว อำเภอบ้านบึง พื้นที่ 324 ไร่ ปริมาณทรัพยากรแร่ 891 เมตริกตัน

(3) พื้นที่ศักยภาพแร่หายากหรือธาตุหายากคลองกิว3 ตำบลคลองกิว อำเภอบ้านบึง พื้นที่ 144 ไร่ ปริมาณทรัพยากรแร่ 390 เมตริกตัน

(4) พื้นที่ศักยภาพแร่หายากหรือธาตุหายากเกาะจันทร์ ตำบลเกาะจันทร์ อำเภอเกาะจันทร์ พื้นที่ 702 ไร่ ปริมาณทรัพยากรแร่ 2,593 เมตริกตัน

(5) พื้นที่ศักยภาพแร่หายากหรือธาตุหายากบางเสร่ ตำบลบางเสร่ อำเภอสัตหีบ พื้นที่ 545 ไร่ ปริมาณทรัพยากรแร่ 2,158 เมตริกตัน

จังหวัดชลบุรีมีพื้นที่ศักยภาพแร่หายากหรือธาตุหายากมี 5 พื้นที่ (รูปที่ 5-32) บริเวณอำเภอเกาะจันทร์ อำเภอบ้านบึง อำเภอศรีราชา และอำเภอสัตหีบ มีพื้นที่ศักยภาพแร่หายากหรือธาตุหายากพื้นที่รวมประมาณ 3.66 ตารางกิโลเมตร ประมาณ 2,290.59 ไร่ มีปริมาณทรัพยากรแร่รวมประมาณ 7,963.10 เมตริกตัน



รูปที่ 5-32 แผนที่แสดงพื้นที่ศักยภาพแร่ธาตุหายากหรือธาตุหายากของจังหวัดชลบุรี

บทที่ 6

ข้อมูลพื้นฐานธรณีเคมี

¹รัศมี สมสัต์ย์ ²พลอยไพลิน เอียดเสน ²ธัญรัตน์ วินัยพานิช ²ภรณ์ทรีภักษ์ ชาญณรงค์

¹สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3 ²กองเทคโนโลยีธรณี

การจัดทำข้อมูลพื้นฐานการสำรวจธรณีเคมีพื้นที่จังหวัดชลบุรี เป็นการสำรวจธรณีเคมีระดับไพศาล โดยมีระยะห่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างประมาณ 1 – 3 กิโลเมตร จำนวน 654 จุดเก็บตัวอย่าง มีขั้นตอนการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลและวางแผนการดำเนินงาน การเก็บและเตรียมตัวอย่างสำหรับส่งวิเคราะห์เคมี การวิเคราะห์ตัวอย่าง การประมวลผลข้อมูลรวมทั้งจัดทำรายงานและแผนที่ และการเผยแพร่ข้อมูล

ตัวอย่างตะกอนธารน้ำ ทำการเตรียมตัวอย่างขนาด 80 เมช ในการนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี Aqua Regia Digestion เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่าง ๆ จำนวน 26 ธาตุ

6.1 การประยุกต์ใช้การสำรวจธรณีเคมีในอดีต พื้นที่จังหวัดชลบุรี

พื้นที่จังหวัดชลบุรี ได้มีการสำรวจและประยุกต์ใช้การสำรวจธรณีเคมีในสองด้าน ได้แก่ การสำรวจกำหนดพื้นที่ศักยภาพแร่ และด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม

6.1.1 ด้านการกำหนดพื้นที่ศักยภาพแร่

การสำรวจธรณีเคมี ในด้านการกำหนดพื้นที่ศักยภาพแร่ในบพนี้ สรุปเฉพาะในส่วนการสำรวจตะกอนธารน้ำ ซึ่งโดยปกติเป็นการสำรวจในขั้นต้นเพื่อกำหนดพื้นที่ในชั้นรายละเอียด เพื่อไม่เป็นการซ้ำซ้อนกับบพที่กล่าวถึงทรัพยากรแร่ การสำรวจธรณีเคมีในการกำหนดพื้นที่ศักยภาพแร่ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี นั้น เป็นการสำรวจหาพื้นที่ศักยภาพแร่โลหะ โดยการดำเนินงาน แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การดำเนินงานโดยกรมทรัพยากรธรณี และกรมทรัพยากรธรณีจัดจ้างบริษัทให้ดำเนินการสำรวจ

การดำเนินงานสำรวจโดยกรมทรัพยากรธรณีนั้น ส่วนใหญ่ดำเนินการเฉพาะในระดับไพศาล มีการสำรวจธรณีเคมีด้วยการเก็บตะกอนธารน้ำ และการเลียงแร่หนัก อาจมีการเก็บตัวอย่างหินหรือการขุดร่องสำรวจในบางพื้นที่ การสำรวจทางธรณีเคมีของแร่ดีบุก บริเวณเขาเขียว อำเภอมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอสัตหีบ (อกนิษฐ์ สุวรรณสิงห์, 2506) วิเคราะห์หาธาตุดีบุก พบว่า ตัวอย่างตะกอนธารน้ำขนาด 20-80 เมช มีปริมาณธาตุดีบุกตั้งแต่ 40-50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตัวอย่างขนาดละเอียดกว่า 80 เมช มีปริมาณธาตุดีบุกตั้งแต่ 50-90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณธาตุดีบุกสูงกว่าค่าภูมิหลังเล็กน้อย การสำรวจแหล่งแร่เหล็กบริเวณเขาชีโอน-ชีจัน ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ (อกนิษฐ์ สุวรรณสิงห์, 2517) พบธาตุเหล็กมีปริมาณร้อยละ 52.90-68.37 แมงกานีสร้อยละ 0.07-0.18 ดีบุกร้อยละ 0.03-0.06 กำมะถันน้อยกว่าร้อยละ 0.1 สารหนูร้อยละ 0.05 และฟอสฟอรัสร้อยละ 0.08 พื้นที่นี้แหล่งแร่เหล็กมีการเกิดในรูปแบบ Hydrothermal-cavity filling และ Oxidation สัมพันธ์กับแนวโครงสร้างในพื้นที่ทิศทางการวางตัวเหนือ-ใต้ การสำรวจแหล่งแร่ทองคำบริเวณบ้านทับร้าง ตำบลลอมพนม อำเภอบ่อทอง (สมชาย เสี่ยงมศักดิ์ และ เกษม จันทจรูญพงษ์, 2523) มีการวิเคราะห์ปริมาณธาตุสังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และสารหนู ซึ่งเป็นธาตุที่มักเกิดร่วมกับทองคำ และมี

ความสามารถในการแพร่กระจายที่ดี เพื่อช่วยในการศึกษาแหล่งแร่ทองคำ พบว่าธาตุทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี มีการแพร่กระจายตามธรรมชาติ ไม่พบว่ามีความผิดปกติจากค่าภูมิหลัง ในขณะที่บริเวณที่มีค่าของธาตุสังกะสีสูงจะคลุมพื้นที่เทือกเขาด้านตะวันออกของเขาค้อทอง แสดงให้เห็นว่าบริเวณเขาค้อทองและเทือกเขาด้านตะวันออกของเขาค้อทอง น่าจะเป็นต้นกำเนิดของแร่ทองคำในบริเวณนี้ สอดคล้องกับผลการเลี้ยวตัวอย่างในห้องห่วย ที่แสดงค่าผิดปกติของธาตุสารหนูที่มีค่าสูงมาก ตรงบริเวณยอดเขา และจากข้อมูลการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray fluorescence) และชุดหลุมทดลองสำรวจ สรุปได้ว่าแร่ทองคำในบริเวณแหล่งแร่ที่เกิดอยู่ในสายแร่ควอตซ์มีทิศทางการวางตัวในแนวตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งพบมากในหินกรวดมนกึ่งแปรสภาพ ที่เกิดการผุพัง ทำให้แร่ทองคำหลุดออกมา และพัดพามาสะสมตัวตามร่องน้ำ และที่ราบเชิงเขากลายเป็นแหล่งแร่ทองคำชนิด Stream Deposits การสำรวจแหล่งแร่คลองกระแสด อำเภอบ่อทอง (พิณญาณ หลาวทอง และคณะ, 2527) พบแนวโน้มของค่าผิดปกติของแร่พลวงมีอยู่ 2 แนว คือ ตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และ ตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเกิดตามแนวรอยเลื่อนใหญ่ในแนวเดียวกัน โดยรอยเลื่อนตามแนวคลองกระแสด-คลองประแดง-เขาน้ำตก (เขาวงศ์) ซึ่งอยู่ในแนวรอยเลื่อนใหญ่แนวตะวันตกเฉียงเหนือ – ตะวันออกเฉียงใต้ เคยพบแร่สตีไบต์เกิดตามแนวรอยเลื่อนในหินปูน จากหลักฐานเหล่านี้สรุปได้ว่า แหล่งแร่พลวงต้นกำเนิดเดิมอยู่ทางตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่สำรวจ และสัมพันธ์กับ Middle Triassic Limestone การวิเคราะห์ปริมาณทองคำ เงิน ทองแดง และโมลิบดีนัม ในตัวอย่างแท่งหินที่ได้จากการเจาะสำรวจ บริเวณพนัสนิคม (กรมทรัพยากรธรณี, 2531) เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของแหล่งแร่ทองคำและแหล่งแร่อื่น ๆ ในภาคตะวันออก พบว่ามีปริมาณธาตุทองคำ 1.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เงิน 0.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง 87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโมลิบดีนัม 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การสำรวจแหล่งแร่ทองคำ บริเวณเขามดดำ-เขาค้อทอง อำเภอบ่อทอง มีการศึกษา 2 ครั้ง โดยการสำรวจครั้งที่ 1 (มนตรี เหลืองอิงคะสุต และพงศ์สันต์ ยาวีไชย, 2545) พบว่าค่าผิดปกติของธาตุทองคำแสดงนัยสำคัญทางด้านศักยภาพแร่ทองคำสูงคือ 176 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีธาตุทองแดง สังกะสี นิกเกิล และโคบอลต์ เกิดร่วมสัมพันธ์กับสายแร่ควอตซ์ บริเวณที่หินมีการเปลี่ยนแปลงโดยการแทนที่ด้วยซิลิกา และโครงสร้างรอยเลื่อนต่าง ๆ พบแร่ทองคำทั้งที่มีขนาดมองเห็นด้วยตาเปล่าในสายแร่ควอตซ์ และที่มีลักษณะเป็นเกล็ดกระจายอยู่ ส่วนการสำรวจครั้งที่ 2 (ชมพูษุช ดลสุขเลิศ, 2548) วิเคราะห์หาปริมาณทองคำ พบว่าค่าสูงสุดของค่าภูมิหลังในดินและหิน เท่ากับ 12 และ 3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ มีพื้นที่ศักยภาพทองคำกระจายอยู่ทั่วไปสัมพันธ์กับสายแร่ควอตซ์ บริเวณที่หินมีการเปลี่ยนแปลงโดยการแทนที่ด้วยซิลิกา การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยา และทรัพยากรธรณี จังหวัดชลบุรี (กรมทรัพยากรธรณี, 2554) เป็นการรวบรวมข้อมูลการสำรวจธรณีเคมี บริเวณไพศาล ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการสำรวจภายใต้โครงการพัฒนาทรัพยากรธรณี ในช่วงปี พ.ศ. 2542 – 2544 โดยกองเศรษฐธรณี กรมทรัพยากรธรณี ได้ข้อมูลบ่งชี้ว่าพื้นที่จังหวัดชลบุรี มีศักยภาพทางแร่ทองแดง 2 บริเวณ คือ 1) บริเวณอำเภอมืองชลบุรีและอำเภอสรีราชา และ 2) บริเวณด้านตะวันออกของอำเภอกะฉันทร์ ครอบคลุมไปถึงพื้นที่อำเภอแปลงยาวและอำเภอนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่ามีปริมาณธาตุทองแดงค่อนข้างน้อย โดยเกิดฝังประอยู่ในหินกึ่งแปรสภาพชนิดหินดินดานกึ่งหินฟิลไลต์ และผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างหิน พบว่ามีปริมาณธาตุทองแดงค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับค่าทั่วไปในเปลือกโลก (50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม; Wedepohl, 1995) การสำรวจจัดทำข้อมูลธรณีเคมี พื้นฐานจังหวัดชลบุรี (อรพรรณ วงศ์กาแก้ว และ วันเพ็ญ อ่วมใจบุญ, 2556) จัดทำแผนที่ธรณีเคมี แสดงการแพร่กระจายของธาตุต่าง ๆ จำนวน 15 ธาตุ ประกอบด้วย ธาตุสารหนู แบเรียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมกนีเซียม แมงกานีส โมลิบดีนัม โซเดียม นิกเกิล ตะกั่ว ไทเทเนียม วาเนเดียม

และธาตุสังกะสี พบว่าการแผ่กระจายของค่าสูงผิดปกติของธาตุสารหนู แบเรียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส โซเดียม วาเนเดียม และธาตุสังกะสี ส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์กับหินต้นกำเนิด ซึ่งเป็นหินแกรนิต หินแปรมหายุคพรีแคมเบรียน หินตะกอนยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส และยุคคาร์บอนิเฟอรัส

กรมทรัพยากรธรณีได้จัดจ้างบริษัทดำเนินการสำรวจ จำนวน 1 พื้นที่ คือ พื้นที่บ่อทอง ซึ่งดำเนินการโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2546) แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลเก่าและเตรียมงานออกภาคสนาม ขั้นตอนที่ 2 สำรวจชั้นกึ่งรายละเอียด ดำเนินการเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำและเก็บตัวอย่างดิน เพื่อกำหนดพื้นที่เป้าหมายศักยภาพทางแร่ ขั้นตอนที่ 3 สำรวจชั้นรายละเอียดดำเนินการเก็บตัวอย่างดิน ขั้นตอนที่ 4 การเจาะสำรวจและประเมินศักยภาพทางแร่ในระดับลึก อย่างไรก็ตามในบทนี้ สรุปเฉพาะผลการสำรวจตะกอนธารน้ำ พื้นที่บ่อทอง พบพื้นที่ศักยภาพทางธรณีเคมีมีความหนาแน่นทางตอนกลางและตอนใต้ของพื้นที่ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ เกิดเป็นกลุ่มที่มีความต่อเนื่องกัน พบแนวให้แร่หลัก คือ แนว N50E พื้นที่อำเภอบ่อทอง-เขาช่องแคบ และแนว N20E พื้นที่บ้านหนองขาหย่าง-บ้านเขากล้วยไม้ บ้านคลองยาง และบ้านเขาพริก-บ้านเขาใหญ่-บ้านหลุมบ่อแร่ สัมพันธ์กับแนวแตกหลัก พบธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักอยู่ในกลุ่ม ธาตุทองคำ สารหนู โคบอลต์ ทองแดง โมลิบดีนัม นิกเกิล ตะกั่ว พลวง และสังกะสี เกิดจากสายแร่ร้อนเป็นหลัก และกลุ่มที่เกิดธาตุอิสระคือ ธาตุทองคำ ในบริเวณเขาบ่อทอง และบ้านมะเตื่อ-บ้านโค้งตาหวาน ในบางกรณีอาจมีธาตุโมลิบดีนัม นิกเกิล สังกะสี และตะกั่ว เกิดรวมบ้าง นอกจากนี้ธาตุพบน้อยในพื้นที่ ได้แก่ ธาตุบิสมัท พรอท และเงิน การเลียงแร่หนัก พบการกระจายตัวแร่ทองคำเป็นโซนยาวและกว้างบริเวณทิศตะวันออกเฉียงใต้ จากเขามดดำ เขาบ่อทองถึงลุ่มน้ำคลองประแสร์

6.1.2 ด้านธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม

การสำรวจธรณีเคมีประยุกต์ใช้ในด้านสิ่งแวดล้อม ดำเนินการสำรวจตะกอนธารน้ำ และการจัดเก็บตัวอย่างน้ำ ในพื้นที่ชลบุรี มี 3 กรณี ได้แก่ 1) การศึกษาธรณีเคมีพื้นฐานเพื่อหาการแผ่กระจายของธาตุที่อาจเกิดจากการปนเปื้อน 2) การศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโครงการทำเหมืองแร่ชนิดต่าง ๆ และ 3) การศึกษาคุณภาพน้ำบาดาล

การศึกษธรณีเคมีพื้นฐานเพื่อหาการแผ่กระจายของธาตุที่อาจเกิดจากการปนเปื้อน จังหวัดชลบุรี (อรพรรณ วงศ์กาแก้ว และ วันเพ็ญ อ่วมใจบุญ, 2556) พบการแผ่กระจายของค่าสูงผิดปกติของธาตุโครเมียม แมงกานีสโซเดียม โมลิบดีนัม นิกเกิล ตะกั่ว โทเทเนียม และธาตุสังกะสี เกิดจากการปนเปื้อนส่วนใหญ่พบในบริเวณพื้นที่ชุมชน และเขตโรงงานอุตสาหกรรม

การศึกษาและการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากโครงการทำเหมืองแร่ชนิดต่าง ๆ นั้น ดำเนินงานโดยบริษัทด้านสิ่งแวดล้อม โดยการจัดเก็บตัวอย่างดิน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินบริเวณใกล้เคียง สำหรับการเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการวิเคราะห์ ใช้วิธี The examination followed standard methods for soil analysis เพื่อตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และปริมาณธาตุโพแทสเซียม รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และสารหนู โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามมาตรฐานของ USEPA 3050 B และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้เปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพดิน (ที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 พ.ศ. 2547 และสำหรับการเตรียมตัวอย่างน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ใช้วิธี Standard Methods for Examination of Water wastewater (AWWA, WPCE and APHA, 1985, 1998, 2005) เพื่อ

วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณตะกอนแขวนลอย (Dissolved Solids) ความกระด้าง (Hardness) ความขุ่น (Turbidity) ปริมาณเหล็กกรรม (Total Iron) และปริมาณซัลเฟต (Sulfate) จำนวน 5 พื้นที่ ได้แก่

1. บริเวณตำบลหนองช้างคอก อำเภอเมืองชลบุรี โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ โดย บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2547) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินจากขุมเหมืองและน้ำห้วยกะปิ พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์กำหนดสูงสุดตามการแบ่งคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำไหลล้นออกจากบ่อขุมเหมืองที่อยู่ใกล้เคียง ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน พบว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลบ้านมาบหวาย ตั้งแต่ปี 2545-2547 พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ส่วนบ้านหัวโกรก มีแนวโน้มของปริมาณตะกอนละลายและค่าความกระด้างของน้ำเกณฑ์อนุโลมสูงสุด แต่ในปี 2547 มีค่าตามเกณฑ์

2. บริเวณตำบลเหมือง อำเภอเมืองชลบุรี โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดปูน (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทพิพัฒนา, บริษัท ผลิตภัณฑ์ศิลาแสนสุข จำกัด, บริษัท สหชัยศิลาทอง จำกัด, นายจักรวาล ตั้งประกอบ, ห้างหุ้นส่วน เอส. เอส. (1995) การศิลา (2541) ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทั้ง 9 จุด พบว่า อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและเกณฑ์อนุโลมสูงสุดตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ยกเว้นค่าความกระด้างรวมที่มีค่าค่อนข้างสูงบริเวณบ้านดอนบน แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์อนุโลมสูงสุด แต่เนื่องจากน้ำดังกล่าวมิได้นำมาบริโภค สำหรับผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน พบว่าดินมีสภาพเป็นกลางถึงกรดจัดมาก เนื้อดินแตกต่างกันไปตามส่วนประกอบของอนุภาคดิน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงค่อนข้างต่ำ เพราะมีสารอาหารหลักอยู่ในระดับต่ำ (ไนโตรเจนร้อยละ 0.20-0.8 ฟอสฟอรัส 1-92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียม 14-32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

3. บริเวณตำบลห้วยกะปิ อำเภอเมืองชลบุรี โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดปูน (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) มี 2 บริษัท ได้แก่ 1) บริษัท ปรีดา จำกัด (มหาชน) โดย บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2547) จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำผิวดิน บริเวณห้วยบ่อตะเคียน พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์กำหนดสูงสุดตามการแบ่งคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากบ่อขุมเหมืองที่อยู่ใกล้เคียง ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ยกเว้นปริมาณตะกอนละลาย ความกระด้าง และปริมาณธาตุเหล็กของบ่อน้ำต้นบ้านในหุบ ที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 2) ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ โดย บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2551) จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำใต้ดิน พบว่า คุณภาพน้ำเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ยกเว้นบริเวณวัดเขาเชิงเทียน ที่มีค่าความกระด้างทั้งหมดสูงกว่าเกณฑ์อนุโลมสูงสุด แต่ยังสามารถนำมาอุปโภคในครัวเรือนได้ จากผลการวิเคราะห์ดิน พบว่าดินมีสภาพความเป็นต่างปานกลาง เนื้อดินแตกต่างกันไปตามส่วนประกอบของอนุภาคดิน มีอินทรีย์วัตถุปานกลางถึงต่ำ (ไนโตรเจนร้อยละ 0.90-2.20 ฟอสฟอรัส 80-95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียม 8-61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จากการวิเคราะห์โลหะหนักในดิน พบว่ามีปริมาณธาตุแคดเมียม น้อยกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณธาตุตะกั่วทั้งหมด 5-41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และธาตุสารหนูทั้งหมด 6.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพดิน ที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและ

เกษตรกรรมและมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจากการใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

4. บริเวณตำบลคลองแก้ว อำเภอบ้านบึง โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) มี 2 บริษัท ได้แก่ 1) บริษัท โรงโมไทย จำกัด โดย บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2550) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินจากห้วยมาบค้ำและบ่อทราย พบว่าคุณภาพน้ำใช้โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่อยู่ในมาตรฐาน 2) บริษัท ศิลาพรชัย จำกัด โดย บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2550) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินจากห้วยมาบค้ำและบ่อทราย พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณธาตุสารหนู (0.0008-0.0021 มิลลิกรัมต่อลิตร) แคลเซียม (น้อยกว่า 0.0001 มิลลิกรัมต่อลิตร) และธาตุตะกั่ว (น้อยกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าน้ำมีคุณภาพ สามารถนำน้ำมาใช้ในการอุปโภคได้ ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน พบว่า อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ยกเว้นบางพื้นที่ที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ เช่น บ่อน้ำต้นตลาดหนองอ้อ และบ้านมาบค้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม สามารถนำมาอุปโภคในครัวเรือน จากผลการวิเคราะห์ดิน พบว่าดินมีสภาพเป็นกลางถึงกรดจัด เนื้อดินเป็นดินทราย มีอินทรีย์วัตถุต่ำ (ไนโตรเจนร้อยละ 0.30-0.70 ฟอสฟอรัส 9-22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียม 56-100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จากการวิเคราะห์โลหะหนักในดิน พบว่ามีปริมาณธาตุแคดเมียม น้อยกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณธาตุตะกั่วทั้งหมด 4-14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และธาตุสารหนูทั้งหมด 0.06-1.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพดิน ที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม และมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจากการใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

5. บริเวณตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) บริษัท บอโรล ผลิตภัณฑ์หินทราย (ประเทศไทย) โดย บริษัท วิมคอนซ์ จำกัด (2550) ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในดิน พบว่า ปริมาณของธาตุแมงกานีส เหล็ก ตะกั่ว นิกเกิล และปรอท อยู่ในมาตรฐานการจำแนกคุณภาพดินเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนปริมาณธาตุสารหนู (3.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าเกินมาตรฐาน การจำแนกคุณภาพดินเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมเล็กน้อย ซึ่งมีได้เกิดจากการปนเปื้อน แต่เป็นปริมาณสารหนูในดินตามธรรมชาติ

การศึกษาคุณภาพน้ำบาดาลบริเวณจังหวัดชลบุรี สามารถแบ่งได้ 2 กรณีคือ 1) การศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ (ค่าความเค็ม) ในแหล่งน้ำบาดาลของจังหวัดชลบุรี (บุญสี เหล็กศรี, 2547) จากผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบาดาลในพื้นที่ พบว่า บ่อบาดาลที่มีปริมาณคลอไรด์ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน น้ำบาดาลที่ใช้บริโภคได้ คือไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอยู่ร้อยละ 91.3 และอีกร้อยละ 8.7 เป็นบ่อบาดาลที่มีปริมาณคลอไรด์เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ 2) การศึกษาของโครงการประเมินศักยภาพด้านคุณภาพน้ำบาดาล วางระบบติดตามการปนเปื้อนและวางแผนรายละเอียดการฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่จังหวัดระยองและจังหวัดชลบุรี (บริษัท เมทริกซ์ แอสโซซิเอทส์ จำกัด, 2551) ดำเนินการสำรวจให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาล สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี ทำการคัดเลือกแหล่งมลสารโดยประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ จำนวน 12 พื้นที่ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยและสถานที่ลักลอบทิ้งสารเคมี บริเวณอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอศรีราชา อำเภอบ้านบึง อำเภอสัตหีบ อำเภอบางละมุง อำเภอพนัสนิคม เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของมลสารสู่ชั้นน้ำบาดาล จึงได้ทำการ เก็บตัวอย่างดินและน้ำจากหลุมเจาะซึ่งมีความลึก

10 เมตร เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำตื้น และการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อบาดาลที่มีความลึกมากกว่า 30 เมตร ทำการวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักด้วยวิธี ICP-AES เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุแมกนีเซียม แมงกานีส โพแทสเซียม แคลเซียม สังกะสี โซเดียม เหล็ก ทองแดง และตะกั่ว และวิธี ICP-MS เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุสารหนู แคดเมียม และซิลิเนียม นอกจากนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด (TOC) และตรวจสอบปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) พบว่า ปริมาณมลสารในตัวอย่างน้ำ จำนวน 5 พื้นที่ ได้แก่ บริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง มีปริมาณธาตุฟลูออรีน เหล็ก แมงกานีส สารหนู ตะกั่ว ซิลิเนียม และปรอท เกินมาตรฐาน สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารจังหวัดชลบุรีและเทศบาลเมืองแสนสุข มีปริมาณธาตุฟลูออรีน เหล็ก แมงกานีส สารหนู ตะกั่ว ซิลิเนียม และโซเดียมเกินมาตรฐาน สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองบ้านบึง มีปริมาณธาตุฟลูออรีน เหล็ก แมงกานีส สารหนู ตะกั่ว แคดเมียม ซิลิเนียม และปรอท เกินมาตรฐาน สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองพัทยา มีปริมาณธาตุฟลูออรีน เหล็ก แมงกานีส สารหนู ตะกั่ว และปรอท เกินมาตรฐาน สถานที่ลักลอบทิ้งสารเคมีบริเวณบ้านนาพร้าว หมู่ 5 ตำบลสุรศักดิ์ อำเภอสรรพยา ปริมาณธาตุฟลูออรีน เหล็ก แมงกานีส สารหนู ตะกั่ว และปรอท เกินมาตรฐาน และสำหรับปริมาณมลสารในตัวอย่างดิน พบปริมาณธาตุสารหนู เกินมาตรฐาน จำนวน 3 พื้นที่ ได้แก่ บริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลแหลมฉบัง สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยขององค์การบริหารจังหวัดชลบุรีและเทศบาลเมืองแสนสุข และสถานที่ลักลอบทิ้งสารเคมีบริเวณบ้านนาพร้าว หมู่ 5 ตำบลสุรศักดิ์ อำเภอสรรพยา แต่ไม่พบค่าปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) เกินมาตรฐาน

6.2 ขั้นตอนการดำเนินงานสำรวจธรณีเคมี

การดำเนินงานสำรวจธรณีเคมี พื้นที่จังหวัดชลบุรี มีขั้นตอนดำเนินงาน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลและวางแผนการดำเนินงาน การเก็บและเตรียมตัวอย่างสำหรับส่งวิเคราะห์เคมี การวิเคราะห์ตัวอย่าง การประมวลผลข้อมูลรวมทั้งจัดทำรายงานและแผนที่ และการเผยแพร่ข้อมูล (รูปที่ 6-1)

6.2.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำโดยกำหนดตำแหน่งเก็บตัวอย่างปลายทางน้ำ ลำดับที่หนึ่ง และปลายทางน้ำลำดับที่สอง มีระยะห่างระหว่างจุดประมาณ 1 – 3 กิโลเมตร จำนวนตัวอย่างตะกอนธารน้ำรวมทั้งหมด 654 จุดเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 6-2)

6.2.2 การเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำ

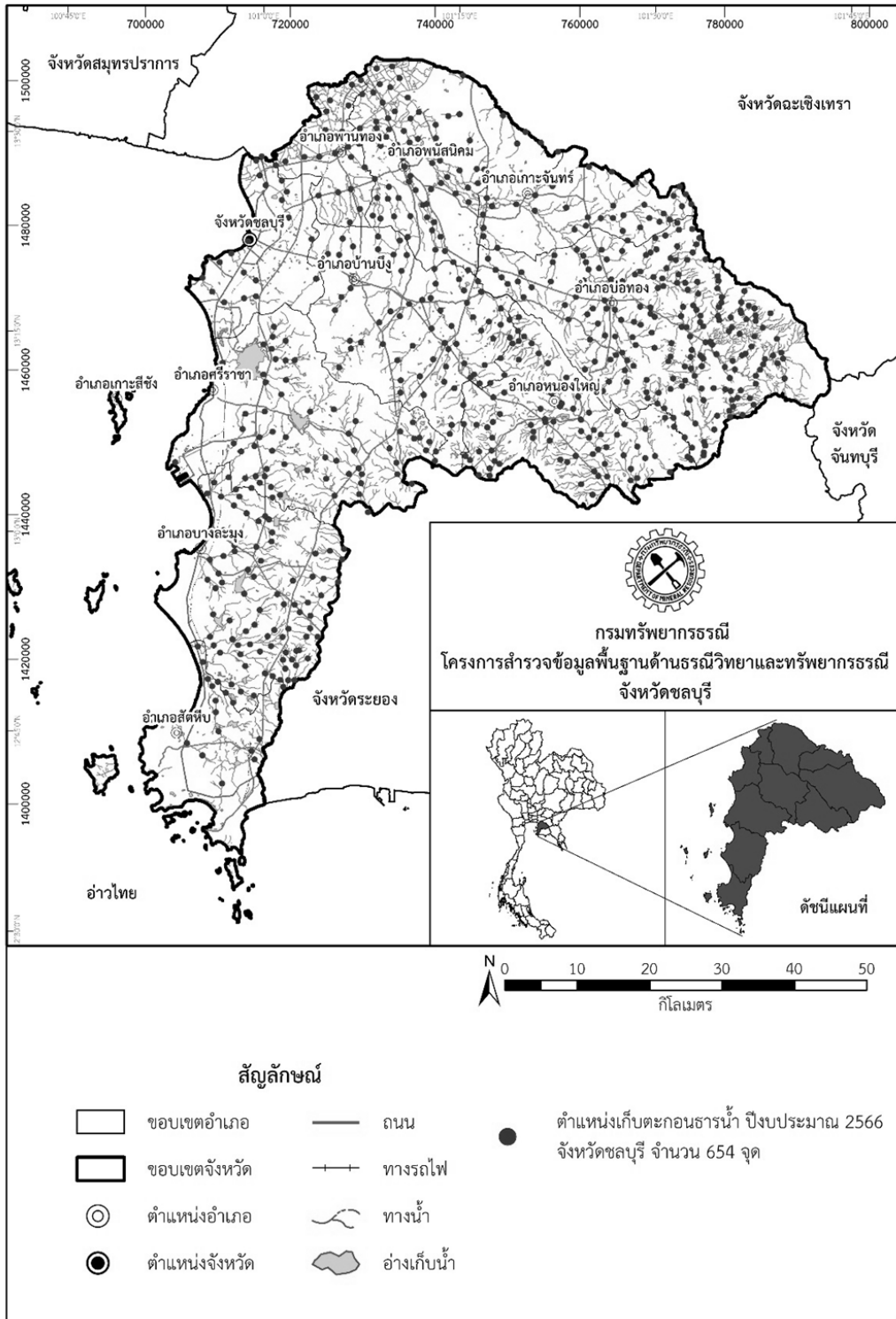
การเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำเป็นวิธีการสำรวจที่ใช้ในการสำรวจธรณีเคมีแบบไพศาล ซึ่งสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้กว้าง ดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่าย ดำเนินการดังนี้

1. เก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำที่ถูกกระแสน้ำพัดพามาสะสมตัวใหม่ ๆ ขนาดละเอียด โดยเก็บบริเวณริมตลิ่งในระดับผิวน้ำ และเก็บตามร่องน้ำในรัศมีประมาณ 50 เมตร ให้น้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2 – 3 กิโลกรัมใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้น เขียนหมายเลขตัวอย่างลงบนกระดาษแข็งด้วยปากกาหมึกแห้ง และใส่ไว้ระหว่างถุงพลาสติกทั้งสองถุง มัดปากถุงให้แน่นหนา แล้วล้างตะกอนที่ติดอยู่ด้านนอกถุงให้สะอาด เพื่อป้องกันการปนเปื้อน (รูปที่ 6-3)

2. บันทึกตำแหน่งและสภาพแวดล้อมของบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ตามแบบบันทึกตัวอย่างตะกอนธารน้ำ ก่อนนำตัวอย่างส่งวิเคราะห์ต้องมีการเตรียมตัวอย่างในเบื้องต้นก่อน



รูปที่ 6-1 ขั้นตอนการสำรวจธรณีเคมี



รูปที่ 6-2 แผนที่แสดงตำแหน่งเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำ พื้นที่จังหวัดชลบุรี

6.2.3 การเตรียมตัวอย่างตะกอนธาณน้ำ

การเตรียมตัวอย่างตะกอนธาณน้ำ มีการเตรียมตัวอย่างตะกอนธาณน้ำขนาด 80 เมช (180 ไมครอน หรือน้อยกว่า 0.180 มิลลิเมตร) เพื่อส่งวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีวิธีการเตรียมตัวอย่าง ดังนี้

1. นำตัวอย่างที่เก็บมาได้ทั้งหมดผึ่งแดดให้แห้งสนิท และทำให้ตะกอนแตกตัว โดยการนำตัวอย่างมาบดและคลึงในโกร่งบดยา ต่อจากนั้นนำมากรองผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช ให้น้ำหนักของตัวอย่างตะกอนธาณน้ำไม่น้อยกว่า 300 กรัม (รูปที่ 6-4)

2. นำตัวอย่างที่ผ่านการร่อนแล้วมาคลุกให้เข้ากัน แล้วแบ่งตัวอย่างด้วยวิธี Coning and Quartering ซึ่งน้ำหนักให้ได้ตัวอย่างประมาณ 100 กรัม ใส่ถุงซิปล็อค จำนวน 2 ถุง เขียนหมายเลขตัวอย่างติดถุงซิปล็อคทั้งสอง เพื่อส่งวิเคราะห์ทางเคมีหนึ่งถุง และเก็บสำรองไว้ใช้สำหรับอ้างอิงอีกหนึ่งถุง (รูปที่ 6-5) ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อส่งวิเคราะห์ทางเคมีครั้งนี้ได้มีการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ซ้ำประมาณร้อยละ 10 ของตัวอย่างทั้งหมด หรือตัวอย่างตะกอนธาณน้ำขนาด 80 เมช จำนวน 66 ตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความแม่นยำและถูกต้อง รวมถึงการควบคุมคุณภาพของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เคมี (Fletcher, 1981)

6.2.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างตะกอนธาณน้ำ

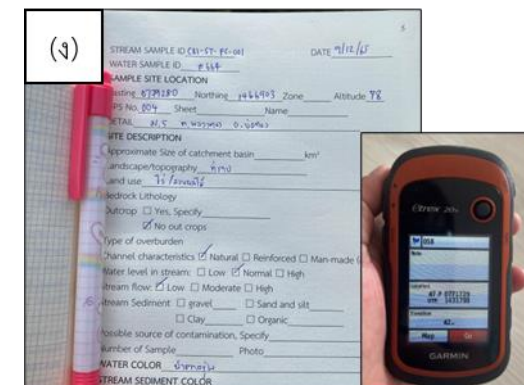
ตัวอย่างตะกอนธาณน้ำที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างแล้วได้นำส่งวิเคราะห์เคมีที่ส่วนวิเคราะห์ดินและตะกอนธาณน้ำ กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี ทำการวิเคราะห์เคมีเพื่อหาปริมาณธาตุชนิดต่าง ๆ จำนวน 26 ธาตุ ได้แก่

ธาตุเงิน (Ag)	อะลูมิเนียม (Al)	สารหนู (As)	แบเรียม (Ba)
เบริลเลียม (Be)	บิสมัท (Bi)	แคลเซียม (Ca)	แคดเมียม (Cd)
โคบอลต์ (Co)	โครเมียม (Cr)	ทองแดง (Cu)	เหล็ก (Fe)
โพแทสเซียม (K)	ลิเทียม (Li)	แมกนีเซียม (Mg)	แมงกานีส (Mn)
โมลิบดีนัม (Mo)	โซเดียม (Na)	นิกเกิล (Ni)	ตะกั่ว (Pb)
พลวง (Sb)	ซีลีเนียม (Se)	สตรอนเซียม (Sr)	ไทเทเนียม (Ti)
วานาเดียม (V)	สังกะสี (Zn)		

เตรียมตัวอย่างตะกอนธาณน้ำขนาด 80 เมช โดยการย่อยสลายตัวอย่างให้เป็นสารละลายโดยใช้วิธี Aqua Regia Digestion ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์ทางธรณีเคมี เพื่อหาปริมาณธาตุที่กระจายตัวในธรรมชาติ โดยการย่อยสลายตัวอย่างด้วยวิธีนี้เป็นการใช้สารละลายกรดผสมระหว่างกรดไนตริกกับไฮโดรคลอริกอัตราส่วน 1 ต่อ 3 (HNO_3 : HCl ; 1:3) จากนั้นจึงตรวจวัดหาปริมาณธาตุด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) และค่าต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Method of Detection Limit, MDL) ของธาตุต่าง ๆ ด้วยเครื่อง ICP-OES แสดงไว้ในตารางที่ 6-1

ตารางที่ 6-1 ค่าต่ำสุดที่เครื่องมือสามารถวิเคราะห์ได้ของธาตุต่าง ๆ ในตัวอย่างตะกอนธารน้ำ ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ICP-OES วิธี Aqua Regia Digestion

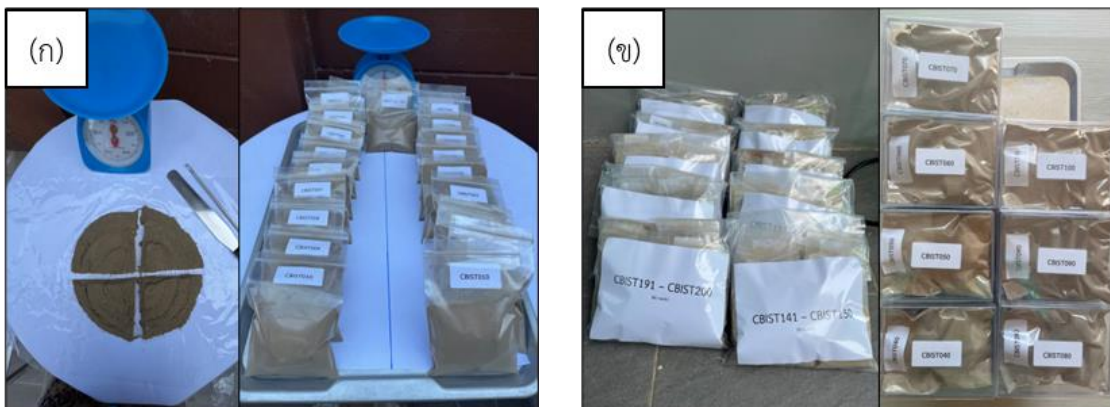
ธาตุ	ค่าต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้	หน่วย	ธาตุ	ค่าต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้	หน่วย
เงิน (Ag)	0.4	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ลิเทียม (Li)	0.2	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
อะลูมิเนียม (Al)	0.003	ร้อยละ	แมกนีเซียม (Mg)	4	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
สารหนู (As)	1	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	แมงกานีส (Mn)	0.4	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
แบเรียม (Ba)	2	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	โมลิบดีนัม (Mo)	0.2	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
เบริลเลียม (Be)	0.2	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	โซเดียม (Na)	60	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
บิสมัท (Bi)	3	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	นิกเกิล (Ni)	0.4	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
แคลเซียม (Ca)	0.004	ร้อยละ	ตะกั่ว (Pb)	1	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
แคดเมียม (Cd)	0.2	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	พลวง (Sb)	1	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
โคบอลต์ (Co)	0.4	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ซีลีเนียม (Se)	2	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
โครเมียม (Cr)	0.3	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	สตรอนเชียม (Sr)	0.2	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ทองแดง (Cu)	0.6	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ไทเทเนียม (Ti)	1.2	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
เหล็ก (Fe)	0.002	ร้อยละ	วานาเดียม (V)	0.4	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
โพแทสเซียม (K)	150	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	สังกะสี (Zn)	8	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



รูปที่ 6-3 (ก) และ (ข) การเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำ (ค) ถ่ายรูปตัวอย่างตะกอนธารน้ำ และ (ง) จดบันทึกข้อมูล



รูปที่ 6-4 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างตะกอนธารน้ำ (ก) การนำตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาฝั่งให้แห้งสนิท (ข) และ (ค) การบดและคลึงตัวอย่างตะกอนธารน้ำด้วยโกร่งบดยา (ง) การร่อนตะกอนธารน้ำขนาด 80 เมช



รูปที่ 6-5 (ก) การแบ่งตัวอย่างตะกอนธารน้ำด้วยวิธี Coning and Quartering (ข) การบรรจุตัวอย่างตะกอนธารน้ำเพื่อส่งวิเคราะห์ทางเคมีและเก็บเป็นตัวอย่างอ้างอิง

6.2.5 การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์เคมี

ในการศึกษาเกี่ยวกับธรณีเคมีพื้นฐาน การวิเคราะห์ทางเคมีโดยทั่วไป หากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมีค่าไม่สูงเกินไปจะทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเพียงครั้งเดียว ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องควบคุมและตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์ โดยการแทรกตัวอย่างคู่ซ้ำปนในตัวอย่างที่ส่งทำการวิเคราะห์ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างทางเคมีและการวิเคราะห์ซ้ำจะนำมาศึกษาทางด้านสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น (linear regression analysis หรือ scatter plot) เพื่อหาค่ากำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ของปริมาณธาตุต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ซึ่งเกณฑ์ใน

การกำหนดความแม่นยำในการวิเคราะห์ แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 6-2 โดยในการสำรวจครั้งนี้ได้ส่งตัวอย่างคู่ซ้ำจำนวน 66 คู่

ตารางที่ 6-2 เกณฑ์ในการกำหนดความแม่นยำในการวิเคราะห์ ของปริมาณธาตุต่าง ๆ จากการศึกษาทางด้านสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

กำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2)	ความแม่นยำในการวิเคราะห์	ความน่าเชื่อถือของข้อมูล
0-0.500	ต่ำ	ต่ำ
0.501-0.750	ปานกลาง	ปานกลาง
0.751-0.900	สูง	ดี
0.901-1.000	สูงมาก	ดีมาก

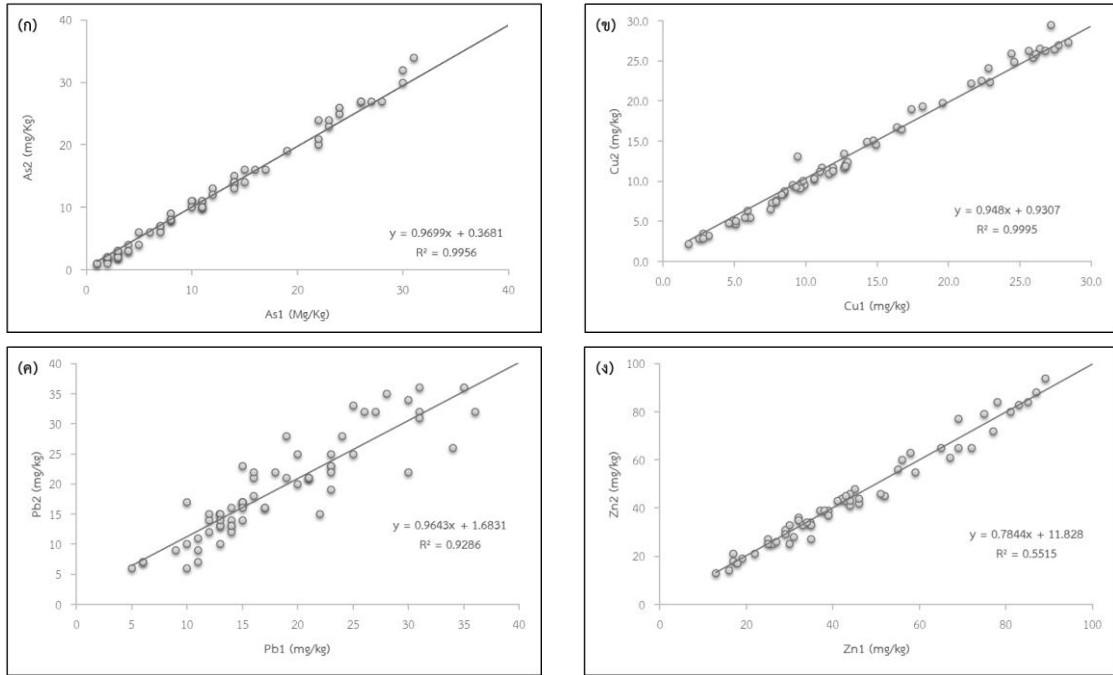
จากการศึกษาค่ากำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ของปริมาณธาตุต่าง ๆ พบว่าธาตุที่มีความแม่นยำในการวิเคราะห์สูงมากมีจำนวน 21 ธาตุ ได้แก่ อะลูมิเนียม สารหนู แบเรียม เบริลเลียม แคลเซียม แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง เหล็ก โพแทสเซียม ลิเทียม แมกนีเซียม แมงกานีส โมลิบดีนัม โซเดียม นิกเกิล ตะกั่ว สตรอนเชียม ไทเทเนียม และ วาเนเดียม ธาตุที่มีความแม่นยำในการวิเคราะห์ปานกลางมีจำนวน 1 ธาตุ ได้แก่ สังกะสี และมีธาตุที่มีค่าต่ำกว่าค่าขีดจำกัดที่เครื่องมือสามารถวิเคราะห์ได้ จำนวน 4 ธาตุ ได้แก่ เงิน บิสมัท พลวง และ ซีลีเนียม แสดงดังรูปที่ 6-6 ผลการศึกษามีรายละเอียดดังตารางที่ 6-3 และธาตุที่มีค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ปานกลางถึงสูงมากจะนำไปใช้ในการศึกษาการกระจายตัวของธาตุต่อไป

ตารางที่ 6-3 สรุปผลการศึกษาทางด้านสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น เพื่อหาค่ากำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ของปริมาณธาตุต่าง ๆ

ธาตุ	กำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2)	ความแม่นยำในการวิเคราะห์	ความน่าเชื่อถือของข้อมูล
เงิน (Ag)	-	ค่าส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่า DL	
อะลูมิเนียม (Al)	0.9254	สูงมาก	ดีมาก
สารหนู (As)	0.9956	สูงมาก	ดีมาก
แบเรียม (Ba)	0.9911	สูงมาก	ดีมาก
เบริลเลียม (Be)	0.9849	สูงมาก	ดีมาก
บิสมัท (Bi)	-	ค่าส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่า DL	
แคลเซียม (Ca)	0.9994	สูงมาก	ดีมาก
แคดเมียม (Cd)	0.9629	สูงมาก	ดีมาก
โคบอลต์ (Co)	0.9854	สูงมาก	ดีมาก
โครเมียม (Cr)	0.9986	สูงมาก	ดีมาก
ทองแดง (Cu)	0.9995	สูงมาก	ดีมาก
เหล็ก (Fe)	0.9910	สูงมาก	ดีมาก
โพแทสเซียม (K)	0.9859	สูงมาก	ดีมาก
ลิเทียม (Li)	0.9068	สูงมาก	ดีมาก
แมกนีเซียม (Mg)	0.9986	สูงมาก	ดีมาก

ธาตุ	กำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2)	ความแม่นยำในการวิเคราะห์	ความน่าเชื่อถือของข้อมูล
แมงกานีส (Mn)	0.9988	สูงมาก	ดีมาก
โมลิบดีนัม (Mo)	0.9939	สูงมาก	ดีมาก
โซเดียม (Na)	0.9659	สูงมาก	ดีมาก
นิกเกิล (Ni)	0.9998	สูงมาก	ดีมาก
ตะกั่ว (Pb)	0.9280	สูงมาก	ดีมาก
พลวง (Sb)	-	ค่าส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่า DL	
ซีลีเนียม (Se)	-	ค่าส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่า DL	
สตรอนเชียม (Sr)	0.9843	สูงมาก	ดีมาก
ไทเทเนียม (Ti)	0.9793	สูงมาก	ดีมาก
วานาเดียม (V)	0.9836	สูงมาก	ดีมาก
สังกะสี (Zn)	0.5515	ปานกลาง	ปานกลาง

หมายเหตุ DL คือ ขีดจำกัดที่เครื่องมือสามารถวิเคราะห์ได้



รูปที่ 6-6 แผนภูมิแสดงตัวอย่างค่ากำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ของธาตุที่มีความแม่นยำในการวิเคราะห์ระดับต่าง ๆ

(ก) - (ค) ความแม่นยำในการวิเคราะห์สูงมาก

(ง) ความแม่นยำในการวิเคราะห์ปานกลาง

6.3 การประมวลผลและแปลความหมายทางธรณีเคมี

6.3.1 การประมวลผลค่าทางสถิติเบื้องต้น

ข้อมูลจากผลการวิเคราะห์ที่นำมาคำนวณหาค่าสถิติเบื้องต้น คือ ค่าสูงสุด (Max) ค่าต่ำสุด (Min) ค่าพิสัย (Range) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, SD) ซึ่งค่าต่าง ๆ เหล่านี้ ของตัวอย่างตะกอนธารน้ำจำนวน 26 ธาตุ แสดงไว้ในตารางที่ 6-4

6.3.2 ค่ามาตรฐานต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบและแปลความหมาย

การศึกษาการกระจายตัวของธาตุต่าง ๆ เพื่อศึกษาปริมาณธาตุที่กระจายตัวในธรรมชาตินั้น ใช้หลักการทางสถิติในการศึกษาการกระจายตัว โดยเทียบกับค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในดินและหินทั่วไป แสดงใน ตารางที่ 6-5 ค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ประกาศ ณ วันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2564 คัดจากราชกิจจานุเบกษา เล่ม 138 ตอนพิเศษ 54 ง หน้า 20-24 วันที่ 11 มีนาคม 2564) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน พ.ศ. 2565 ประกาศ ณ วันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 คัดจากราชกิจจานุเบกษา เล่ม 140 ตอนพิเศษ 3 ง หน้า 20-24 วันที่ 5 มกราคม 2566) และประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (2548) แสดงในตารางที่ 6-6

ตารางที่ 6-4 ค่าสถิติเบื้องต้นของธาตุ ๆ ของตัวอย่างตะกอนธรรน้ำจังหวัดชลบุรี

ธาตุ	ค่าต่ำสุด (Min)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าพิสัย (Rang)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
เงิน (Ag)	<0.40	80.80	80.60	0.38	3.19
อะลูมิเนียม (Al)*	0.24	7.01	6.77	1.54	0.81
สารหนู (As)	<1.00	702.00	701.50	17.66	37.49
แบเรียม (Ba)	13.00	1,172.00	1,159.00	147.79	107.86
เบริลเลียม (Be)	<0.20	66.40	66.30	1.23	2.67
บิสมัท (Bi)	<3.00	36.00	34.50	1.62	1.46
แคลเซียม (Ca)*	0.03	5.32	5.29	0.29	0.40
แคดเมียม (Cd)	<0.20	26.50	26.40	2.67	2.34
โคบอลต์ (Co)	1.00	84.30	83.30	9.74	6.71
โครเมียม (Cr)	2.40	1,910.00	1,907.60	23.21	79.57
ทองแดง (Cu)	<0.60	698.10	697.80	22.95	60.23
เหล็ก (Fe)*	0.29	20.96	20.68	2.16	1.68
โพแทสเซียม (K)	<150.00	4,155.00	4,080.00	881.26	598.43
ลิเทียม (Li)	<0.20	42.20	42.10	7.57	6.27
แมกนีเซียม (Mg)	148.00	15,684.00	15,536.00	1,359.35	1,542.90
แมงกานีส (Mn)	49.12	19,082.16	19,033.04	1,166.86	1,678.32
โมลิบดีนัม (Mo)	<0.20	40.30	40.20	0.95	2.04
โซเดียม (Na)	77.00	21,825.00	21,748.00	762.39	1,782.21
นิกเกิล (Ni)	0.90	558.40	557.50	12.54	35.99
ตะกั่ว (Pb)	3.86	105.00	101.14	20.32	10.92
พลวง (Sb)	<1	116.00	115.50	1.72	5.34
ซีลีเนียม (Se)	<2	7.46	6.46	1.06	0.46
สตรอนเซียม (Sr)	2.80	211.30	208.50	17.90	15.20

ธาตุ	ค่าต่ำสุด (Min)	ค่าสูงสุด (Max)	ค่าพิสัย (Rang)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
ไทเทเนียม (Ti)	9.82	1,303.00	1,293.18	178.94	165.36
วานาเดียม (V)	3.10	112.30	109.20	25.67	14.84
สังกะสี (Zn)	<8	21,781.00	21,777.00	131.65	907.88

หมายเหตุ หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้น * มีหน่วยเป็นร้อยละ

ตารางที่ 6-5 ค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในดินและหินทั่วไป

ธาตุ	แผ่นเปลือกโลก**	หินแกรนิต* *	หินปะชวด**	หินดินดาน* *	หินทราย***	หินปูน***	ดิน***
อะลูมิเนียม (Al)*	8.1	7.7	8.4	8.8	4.3	0.9	7.1
สารหนู (As)	1.5	1.3	1.7	10	1	1	6
เบริลเลียม (Be)	3	5	0.5	3	<1	<1	0.6
แคลเซียม (Ca)*	4.4	1.6	7.2	2.5	3.1	34	1.5
แคดเมียม (Cd)	0.15	0.1	0.2	0.3	0.05	0.03	0.4
โคบอลต์ (Co)	22	3	40	20	0.3	0.1	8
โครเมียม (Cr)	100	20	200	130	35	11	70
ทองแดง (Cu)	50	12	90	50	30	5.5	30
เหล็ก (Fe)*	5.6	2.7	8.6	4.7	2.9	1.7	4
โพแทสเซียม (K)	25,000	32,000	8,000	25,000	15,000	3,000	14,000
ลิเทียม (Li)	20	30	12	60	38	7.5	25
แมกนีเซียม (Mg)	24,000	4,000	45,000	14,000	12,000	6,000	5,000
แมงกานีส (Mn)	1,000	500	1,500	850	460	620	1,000
โมลิบดีนัม (Mo)	1.5	1.5	1	2	0.2	0.2	1.2
นิกเกิล (Ni)	75	5	150	80	9	7	50
สตรอนเชียม (Sr)	375	300	450	400	20	610	250
ไทเทเนียม (Ti)	5,600	2,100	9,000	4,500	3,500	300	5,000
วานาเดียม (V)	150	50	250	130	20	45	90
สังกะสี (Zn)	75	50	100	90	30	20	90

หมายเหตุ หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้น * มีหน่วยเป็นร้อยละ;

** ที่มา Taylor (1964) และ Wedepohl (1969-1974); *** ที่มา Bowen (1979)

ตารางที่ 6-6 ค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ของประเทศไทย

ธาตุ	คุณภาพดินที่ใช้ ประโยชน์เพื่อ การอยู่อาศัย*	คุณภาพดินที่ใช้ ประโยชน์เพื่อการค้าขาย เกษตรกรรม และกิจการ อื่นๆ*	คุณภาพตะกอนดิน ในแหล่งน้ำผิวดิน เพื่อคุ้มครองสัตว์ น้ำจืด**	คุณภาพตะกอนดินใน แหล่งน้ำผิวดิน ระดับ ที่ไม่ปลอดภัยต่อสัตว์ น้ำจืด**	มาตรฐาน ปุ๋ยอินทรีย์***
สารหนู (As)	6	25	10	33	50
แคดเมียม (Cd)	67	762	1	5	5
โครเมียม (Cr)	17.5	212	43.40	110	300
ทองแดง (Cu)	2,920	35,040	31.50	150	500

ธาตุ	คุณภาพดินที่ใช้ ประโยชน์เพื่อ การอยู่อาศัย*	คุณภาพดินที่ใช้ ประโยชน์เพื่อการค้าขาย เกษตรกรรม และกิจการ อื่นๆ*	คุณภาพตะกอนดิน ในแหล่งน้ำผิวดิน เพื่อคุ้มครองสัตว์ หน้าดิน**	คุณภาพตะกอนดินใน แหล่งน้ำผิวดิน ระดับ ที่ไม่ปลอดภัยต่อสัตว์ หน้าดิน**	มาตรฐาน ปุ๋ยอินทรีย์***
แมงกานีส (Mn)	1,710	19,640	-	-	-
นิกเกิล (Ni)	436.5	5,205	23	50	-
ตะกั่ว (Pb)	400	800	36	130	500
สังกะสี (Zn)	-	-	123	460	-

หมายเหตุ หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม;

* ที่มา ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน (2564);

** ที่มา ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน (2565);

*** ที่มา ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (2548)

6.3.3 การแบ่งค่าในการแสดงผลการกระจายตัวของธาตุต่าง ๆ ในแผนที่

ผลวิเคราะห์ที่นำมาใช้ในการจัดทำแผนที่การกระจายตัวของธาตุ เพื่อศึกษาการกระจายตัวของธาตุในธรรมชาติจากตะกอนธารน้ำ พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ใช้ผลวิเคราะห์ธาตุจำนวน 22 ธาตุ ได้แก่ ธาตุอะลูมิเนียม สารหนู แบเรียม เบริลเลียม แคลเซียม แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง เหล็ก โพแทสเซียม ลิเทียม แมกนีเซียม แมงกานีส โมลิบดีนัม โซเดียม นิกเกิล ตะกั่ว สตรอนเชียม ไทเทเนียม วาเนเดียม และสังกะสี ในการนำมาประมวลผลและแสดงผล และอาศัยการเทียบเกณฑ์มาตรฐานค่าเฉลี่ยในดินและหินทั่วไป (Taylor, 1964; Wedepohl, 1969-1974; Bowen, 1979) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน (2564) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง คุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน (2565) และประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (2548) มาประมวลผลร่วมกัน

การแสดงผลการกระจายตัวของธาตุ แสดงเป็นจุดสัญลักษณ์ โดยนำค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าต่ำกว่าค่าสูงสุดของค่าภูมิหลัง (Mean+SD) ค่าสูงสุดของค่าภูมิหลัง (Mean+2SD) และค่าผิดปกติ (ค่าที่สูงกว่า Mean+2SD) ดังนี้

- สัญลักษณ์ ● แสดงถึง ค่าผิดปกติของธาตุที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ มาก
- สัญลักษณ์ ● แสดงถึง ค่าผิดปกติของธาตุที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ เล็กน้อย
- สัญลักษณ์ ● แสดงถึง ค่าผิดปกติของธาตุที่มีค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ
- สัญลักษณ์ ● แสดงถึง ค่าผิดปกติของธาตุที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ เล็กน้อย
- สัญลักษณ์ ● แสดงถึง ค่าผิดปกติของธาตุที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ มาก

6.3.4 การแปลความหมายและแสดงผลการกระจายตัวของธาตุต่าง ๆ

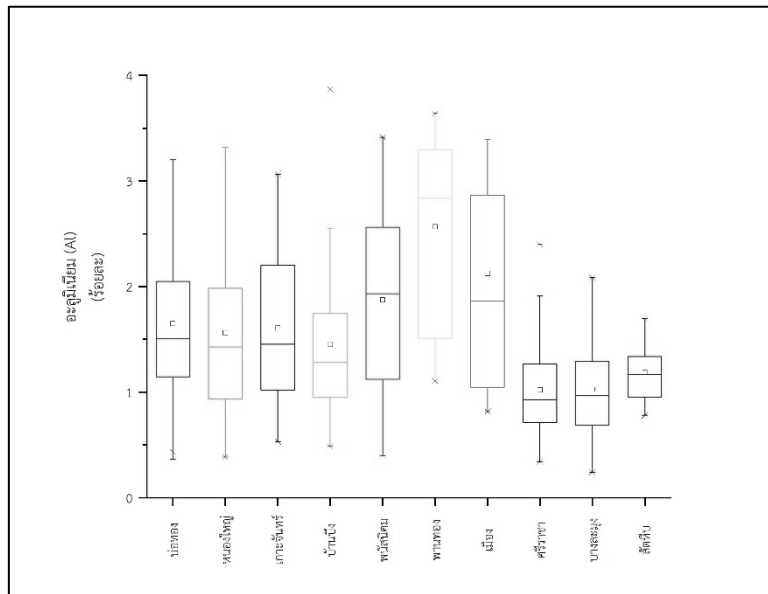
ข้อมูลที่นำมาใช้ในการแปลความหมายและแสดงผลการกระจายตัวของธาตุต่าง ๆ เป็นข้อมูลผลวิเคราะห์ตะกอนธารน้ำ ด้วยวิธี Aqua Regia Digestion จำนวน 22 ธาตุ ดังนี้

6.3.4.1 ธาตุอะลูมิเนียม (Al)

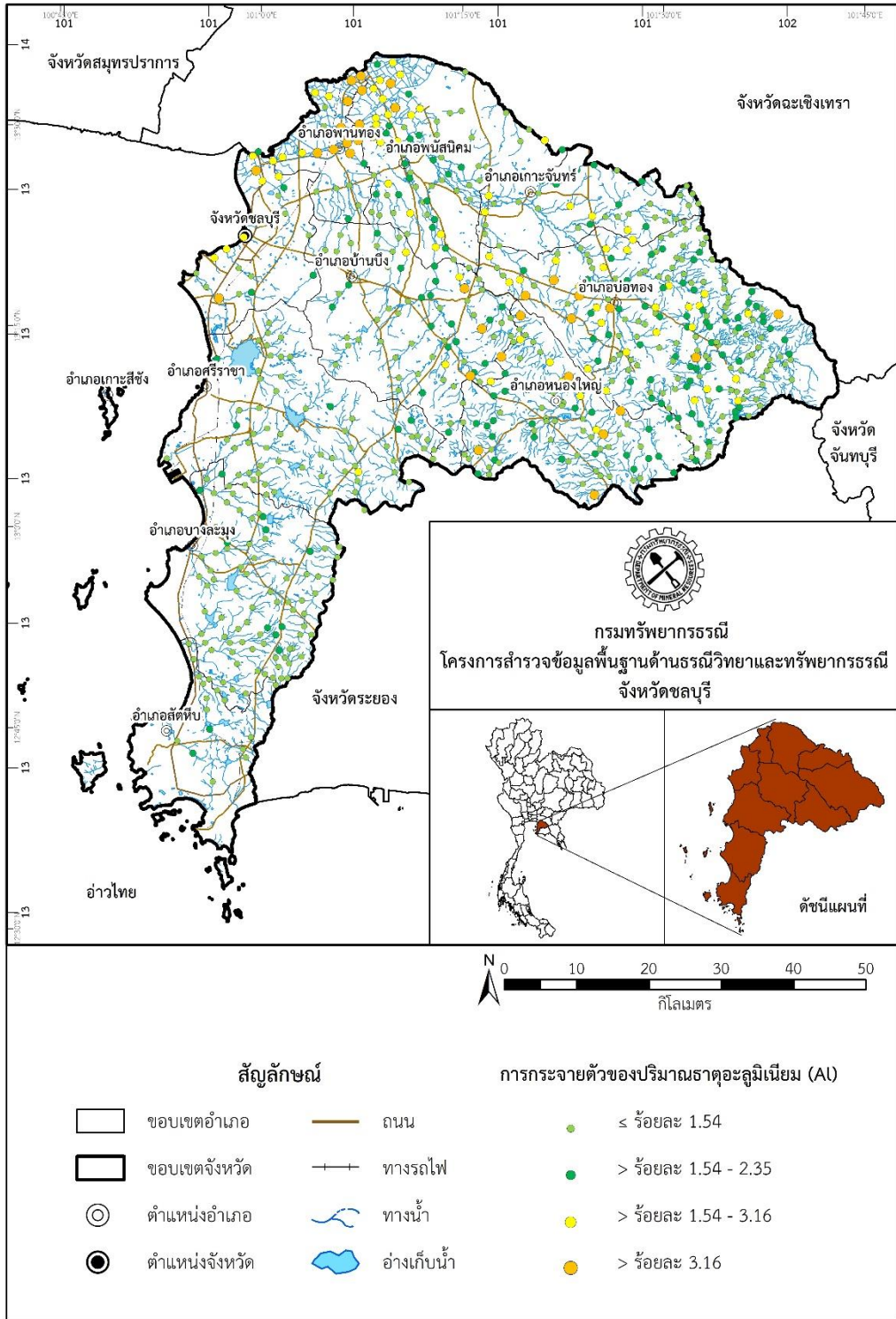
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุอะลูมิเนียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่างร้อยละ $<0.40 - 80.80$ ค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.38 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 3.19

ปริมาณธาตุอะลูมิเนียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 3.16 (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอพานทอง อำเภอพนัสนิคม อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ (รูปที่ 6-7 และ 6-8) รองรับด้วย หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre C) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง (Qtf) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุอะลูมิเนียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอะลูมิเนียมที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในแผ่นเปลือกโลก หินแกรนิต หินบะซอลต์ หินดินดาน หินทราย และในดิน แต่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยหินปูน ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุอะลูมิเนียมเป็นองค์ประกอบ โดยธรรมชาติแล้วธาตุอะลูมิเนียมมีมากเป็นอันดับ 3 ของธาตุที่พบในเปลือกโลก อีกทั้งธาตุอะลูมิเนียมยังเป็นแร่ประกอบหินต่าง ๆ ด้วย เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุอะลูมิเนียมที่วิเคราะห์ได้ น่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-7 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุอะลูมิเนียม (Al) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



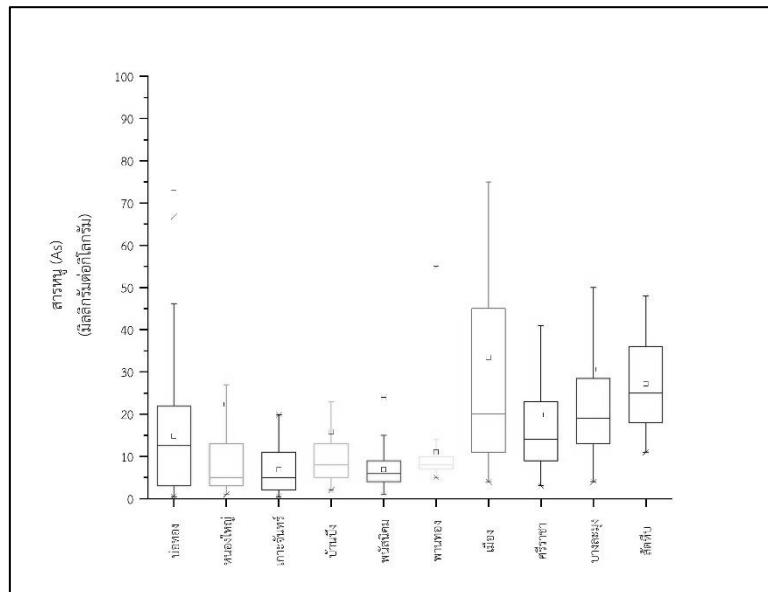
รูปที่ 6-8 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุอะลูมิเนียม (AI) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.2 สารหนู (As)

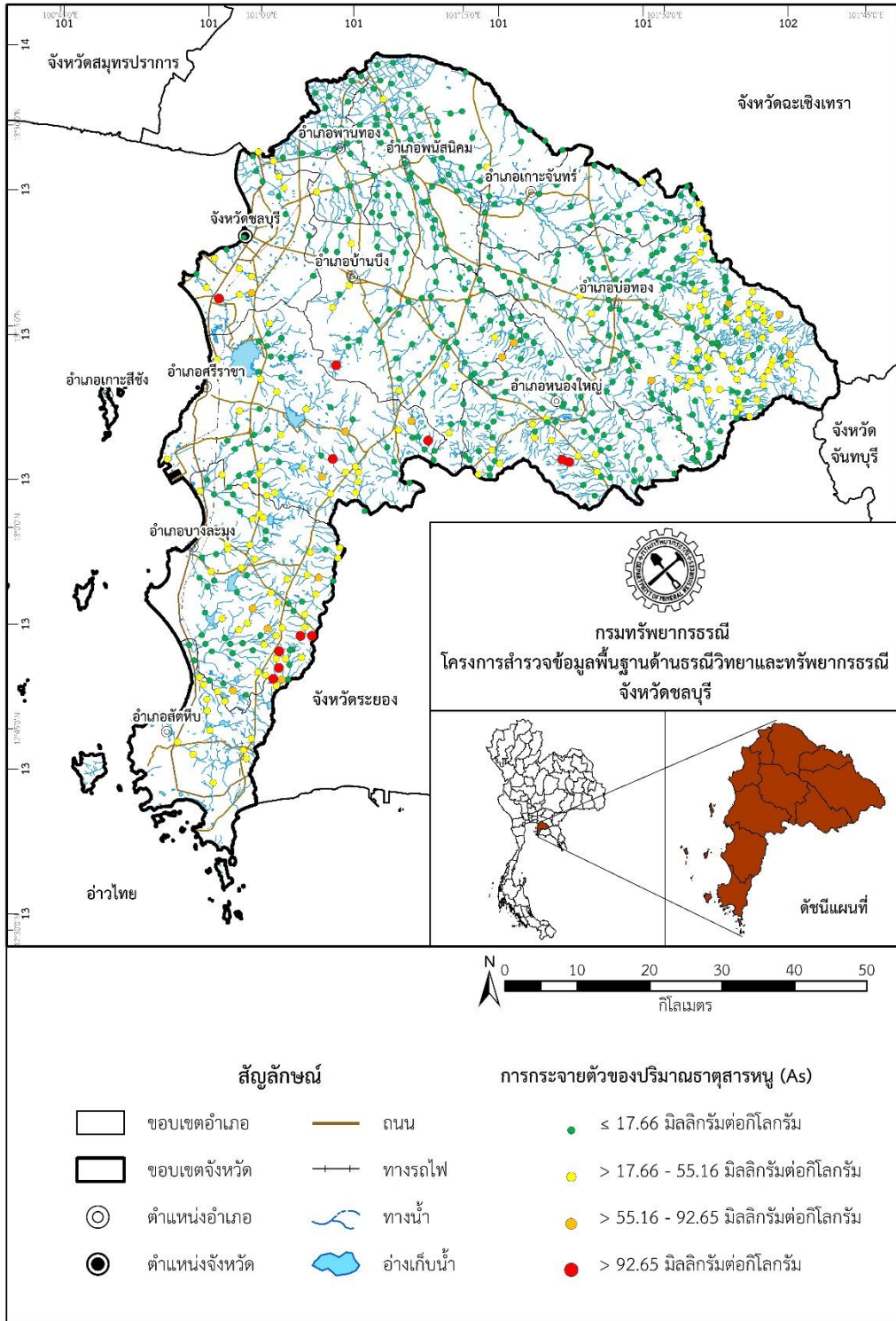
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุสารหนูในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง $<1.00 - 702.00$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 17.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุสารหนูในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 92.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ($Mean+2SD$) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอหนองใหญ่ อำเภอศรีราชา และอำเภอบางละมุง (รูปที่ 6-9 และ 6-10) รองรับด้วย หินอัคนียุคไทรแอสซิก (Trgr) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) และตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa)

ค่าผิดปกติของธาตุสารหนู ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุสารหนูที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ และค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ของประเทศไทย พบว่ามีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ มาก ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุสารหนูเป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติในการกักน้ำพาของธาตุสารหนูอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง ทำให้ปริมาณธาตุสารหนูในตะกอนธารน้ำมีค่าสูง เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุสารหนูที่วิเคราะห์ได้ น่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรือเกิดจากใช้ประโยชน์ทรัพยากรชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ เช่น แร่ธาตุ โลหะ สารเคมี และอื่น ๆ ซึ่งมนุษย์เป็นผู้กระทำขึ้น ซึ่งการใช้ประโยชน์พื้นที่ส่วนใหญ่บริเวณนั้นเป็นชุมชนที่อยู่อาศัย พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่เกษตรกรรม



รูปที่ 6-9 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุสารหนู (As) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



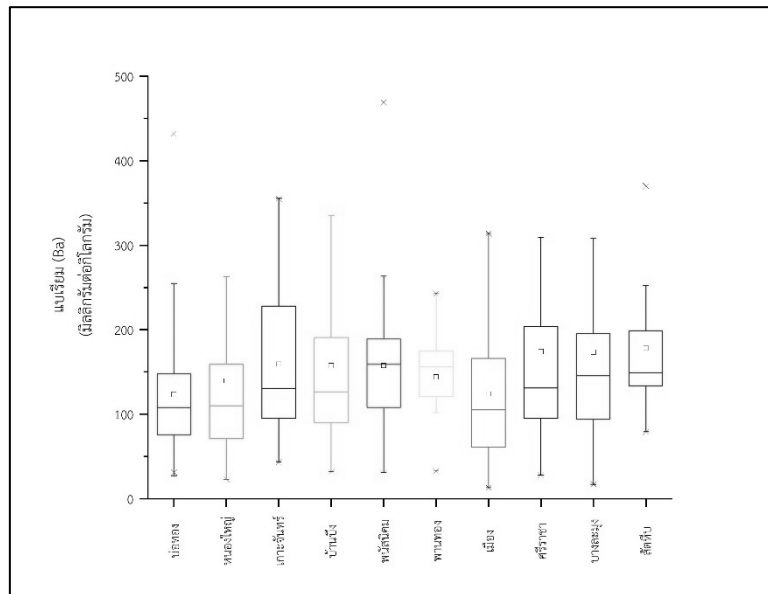
รูปที่ 6-10 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุสารหนู (As) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.3 แบริยม (Ba)

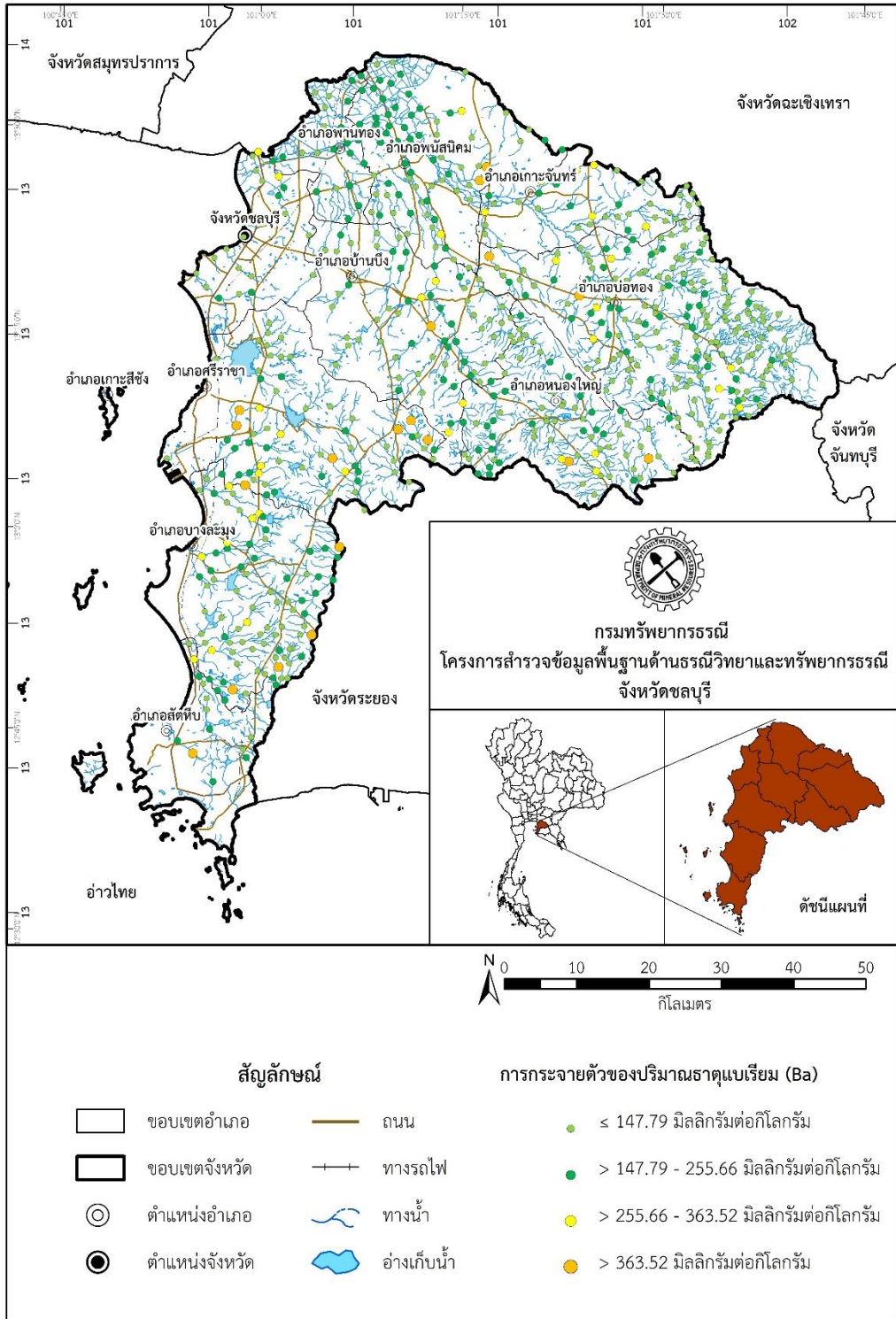
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุแบริยมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 13.00 – 1,172.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 147.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 107.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุแบริยมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 363.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอพนัสนิคม อำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบ้านบึง อำเภอศรีราชา อำเภอบางละมุง และอำเภอสัตหีบ (รูปที่ 6-11 และ 6-12) รองรับด้วย ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) และ ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa)

ค่าผิดปกติของธาตุแบริยม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุแบริยม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในแผ่นเปลือกโลก หินแกรนิต หินดินดาน และในดิน แต่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยในหินบะซอลต์ หินทราย และหินปูน ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุแบริยมเป็นองค์ประกอบ ซึ่งมักจะพบเกิดเป็นกากแร่ในสายแร่โลหะ มักจะเกิดร่วมกับธาตุเงิน ตะกั่ว สังกะสี ทองแดง โคบอลต์ แมงกานีส และพลวง บางครั้งอาจพบเกิดเป็นสายแร่ตัดผ่านหินปูนมีแคลไซต์ปะปน หรือพบเกิดเป็นก้อนแร่ตกค้าง (residual masses) ในดินเหนียวที่ซ่อนอยู่ในหินปูน หรือเป็นวัตถุประสานในหินทราย เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุแบริยมที่วิเคราะห์ได้ น่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-11 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุแบริยม (Ba) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



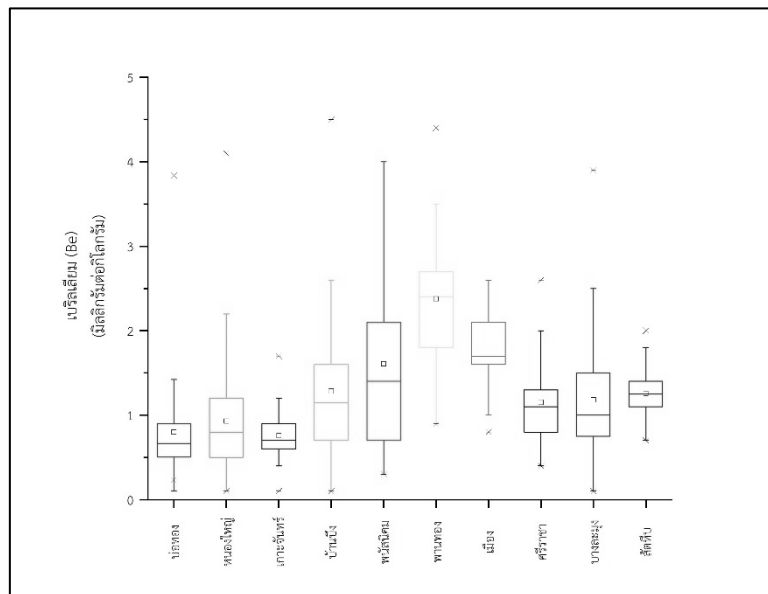
รูปที่ 6-12 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแผ่กระจายของธาตุแบเรียม (Ba) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.4 เบริลเลียม (Be)

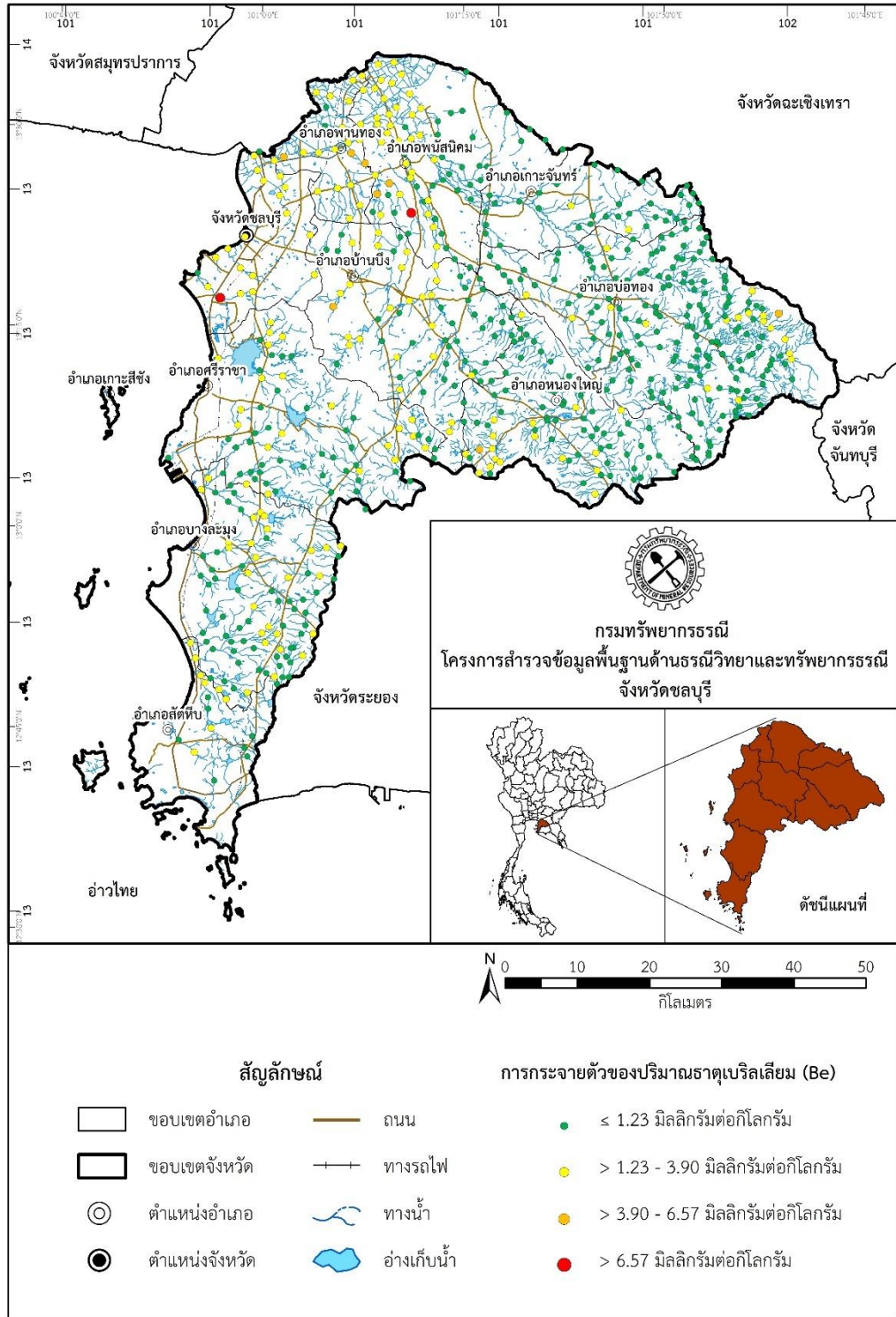
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุเบริลเลียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง $<0.20 - 66.40$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 1.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุเบริลเลียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 6.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ($Mean+2SD$) พบในเขตอำเภอพนัสนิคม และอำเภอเมืองชลบุรี (รูปที่ 6-13 และ 6-14) รองรับด้วยตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุเบริลเลียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุเบริลเลียม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในดินและหินทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุเบริลเลียมเป็นองค์ประกอบ ซึ่งพบเป็นแร่ประกอบหินในหินแกรนิตและเพกมาไทต์ และยังพบในหินแปรจำพวกไมกาชีสต์ซึ่งมีแร่ดีบุกปนอยู่อีกทั้งคุณสมบัติในการถูกนำพาของธาตุเบริลเลียมอยู่ในระดับต่ำ ทำให้ธาตุเบริลเลียมถูกพัดพาไปในตะกอนธารน้ำมีปริมาณน้อย เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุเบริลเลียมที่วิเคราะห์ได้ น่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรืออาจเป็นไปได้ว่าน่าจะมาจากหินต้นกำเนิดที่อยู่เหนือพื้นที่ขึ้นไป เนื่องจากไม่ปรากฏหินโพลีไทต์ให้เห็นในพื้นที่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดธาตุเบริลเลียม เมื่อหินต้นกำเนิดเกิดการผุพังสลายตัวแล้วจึงถูกพัดพามาสะสมตัว ทำให้ค่าสูงผิดปกติของธาตุเบริลเลียมในบริเวณนั้นมีค่าสูง



รูปที่ 6-13 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุเบริลเลียม (Be) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



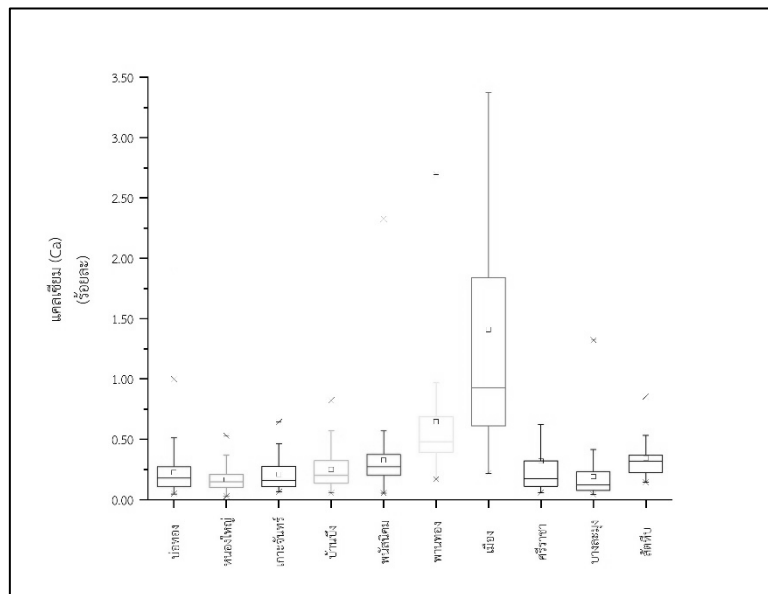
รูปที่ 6-14 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุเบริลเลียม (Be) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.5 แคลเซียม (Ca)

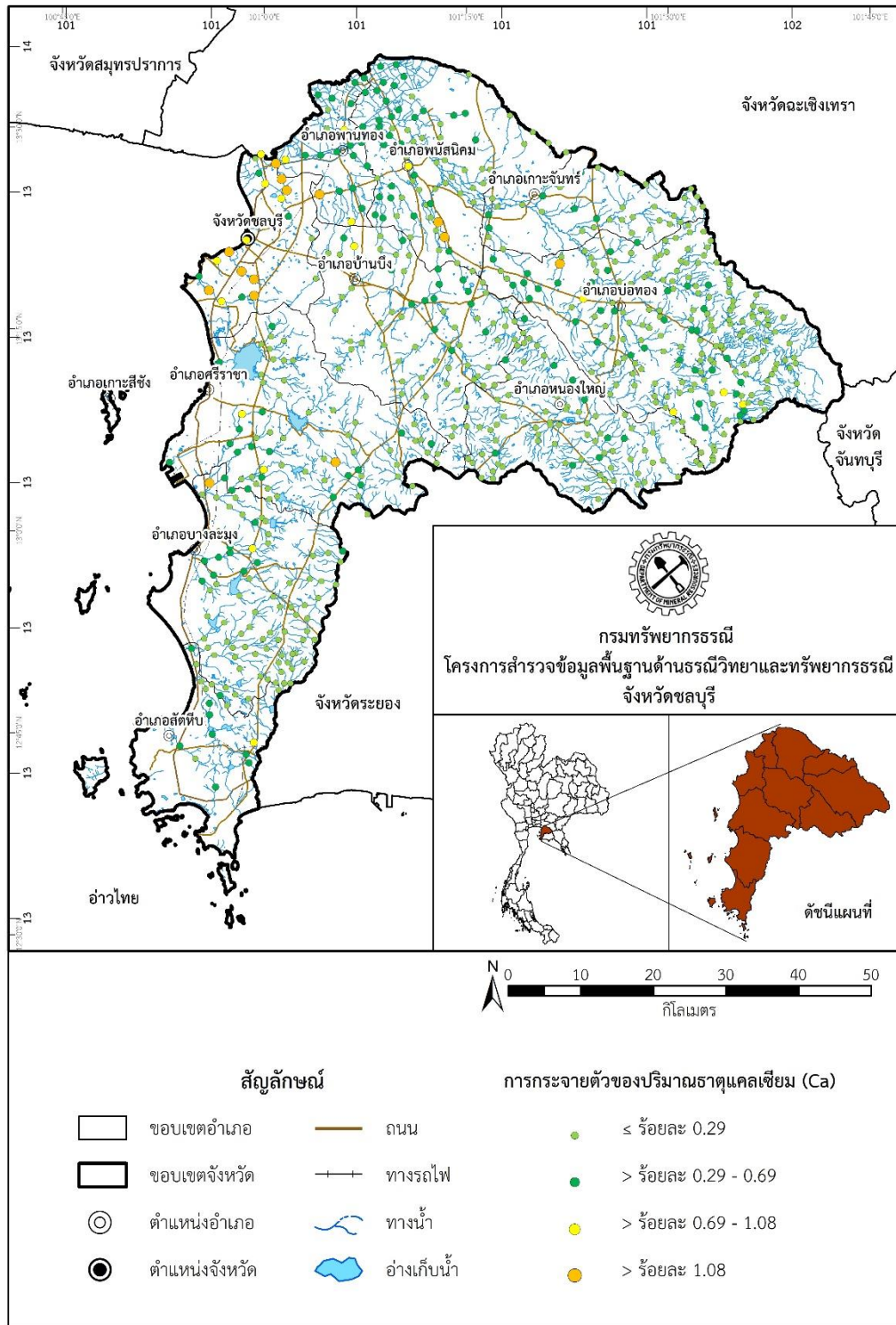
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุแคลเซียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่างร้อยละ 0.03 – 5.32 ค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.29 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 0.40

ปริมาณธาตุแคลเซียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 1.08 (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอพนัสนิคม อำเภอพานทอง อำเภอบ่อทอง อำเภอศรีราชา และอำเภอบางละมุง (รูปที่ 6-15 และ 6-16) รองรับด้วย ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง (Qtf) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุแคลเซียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุแคลเซียม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในดินและหินทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุแคลเซียมองค์ประกอบ โดยธรรมชาติแล้วธาตุแคลเซียมพบมากเป็นอันดับ 5 ของโลก ซึ่งพบในรูปของแร่แคลไซต์และแร่ประกอบหินชนิดต่าง ๆ เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุแคลเซียมน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-15 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุแคลเซียม (Ca) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



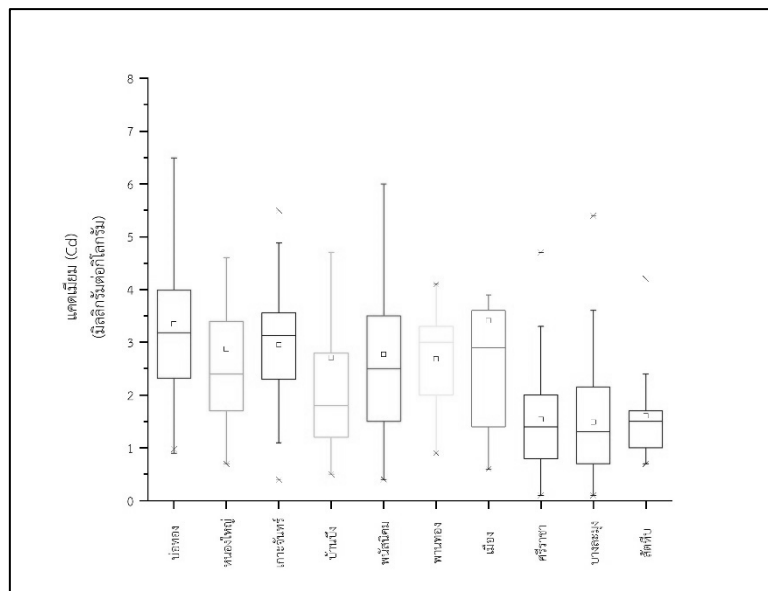
รูปที่ 6-16 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุแคลเซียม (Ca) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.6 แคดเมียม (Cd)

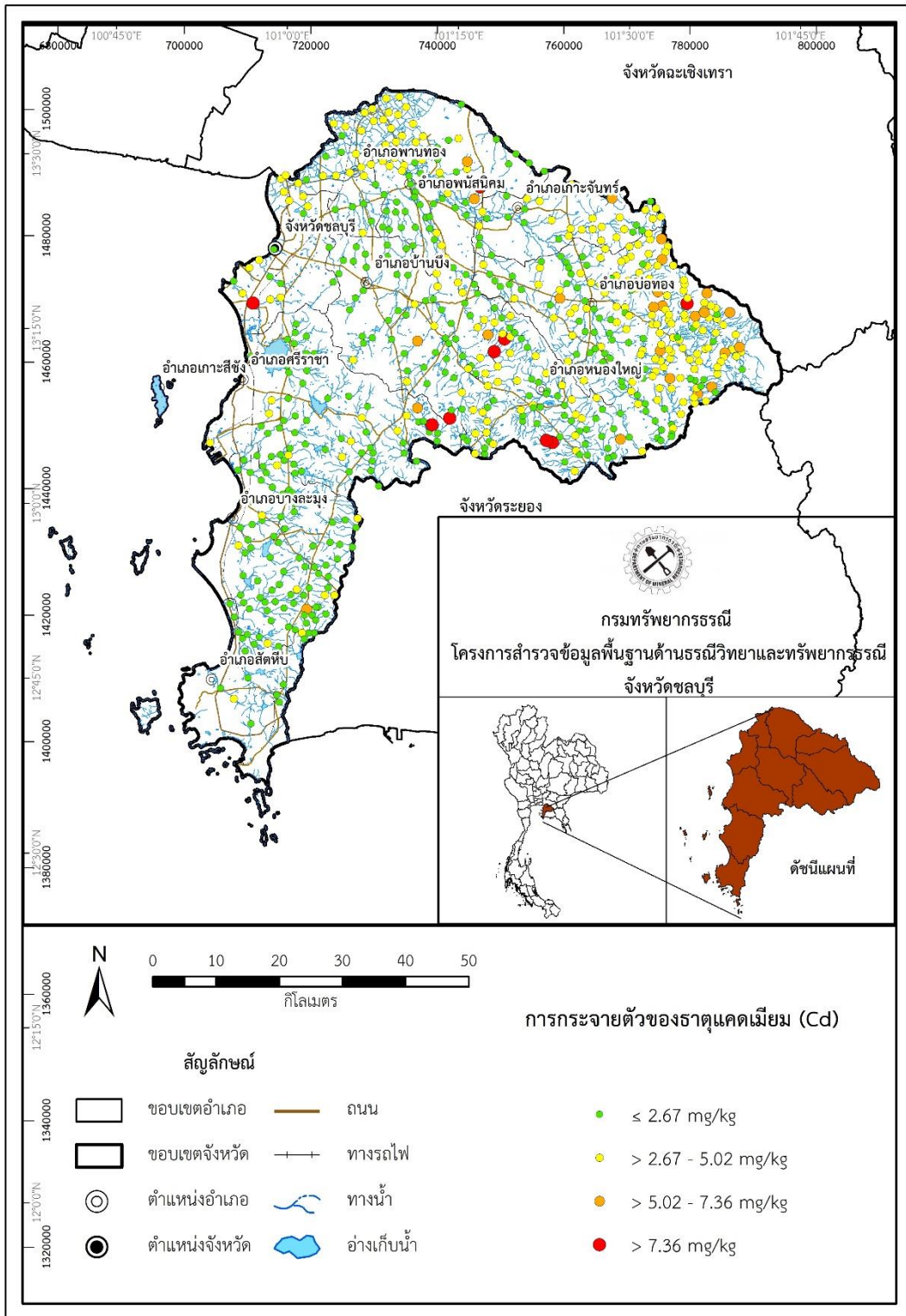
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุแคดเมียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง $<0.20 - 26.50$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 2.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุแคดเมียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 7.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอพนสนิม อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ่อทอง อำเภอบ้านบึง อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอศรีราชา (รูปที่ 6-17 และ 6-18) รongรับด้วย หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre C) หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนตะพักระดับสูง (Qt) และตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa)

ค่าผิดปกติของธาตุแคดเมียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุแคดเมียม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ และค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ของประเทศไทย พบว่ามีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ มาก แต่ก็ยังคงมีค่าต่ำกว่าประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน คุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัย การค้าขาย เกษตรกรรม และกิจการอื่น ๆ (2564) ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุแคดเมียมเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเป็นธาตุที่หายากแต่มีกระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ อีกทั้งคุณสมบัติในการถูกนำพาของธาตุแคดเมียมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเกิดการผุพังและสลายตัวทำให้ธาตุแคดเมียมถูกชะละลายจากแหล่งต้นกำเนิดและไปสะสมตัวในตะกอนธารน้ำ เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุแคดเมียมน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรือเกิดจากใช้ประโยชน์ทรัพยากรชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ เช่น แร่ธาตุโลหะ สารเคมี และอื่น ๆ ซึ่งมนุษย์เป็นผู้กระทำขึ้น ซึ่งการใช้ประโยชน์พื้นที่ส่วนใหญ่บริเวณนั้นเป็นชุมชนที่อยู่อาศัย พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่เกษตรกรรม



รูปที่ 6-17 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุแคดเมียม (Cd) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



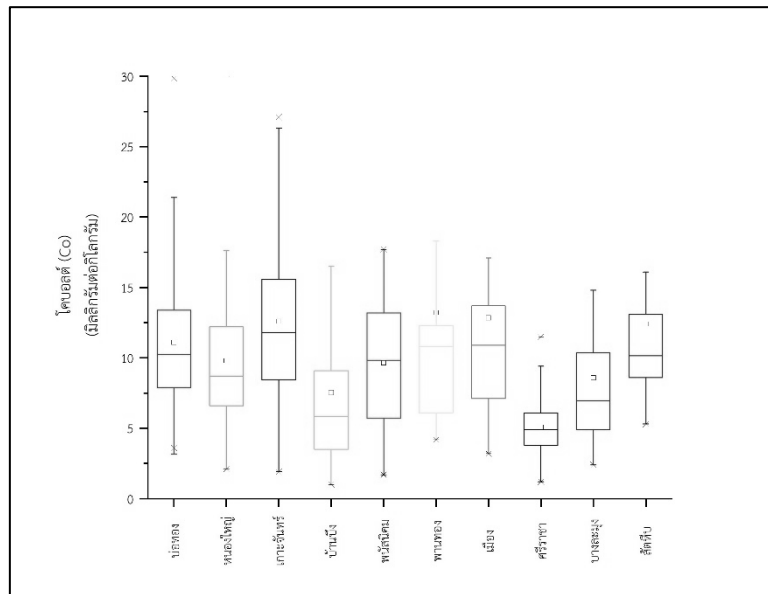
รูปที่ 6-18 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแผ่กระจายของธาตุแคดเมียม (Cd) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.7 โคบอลต์ (Co)

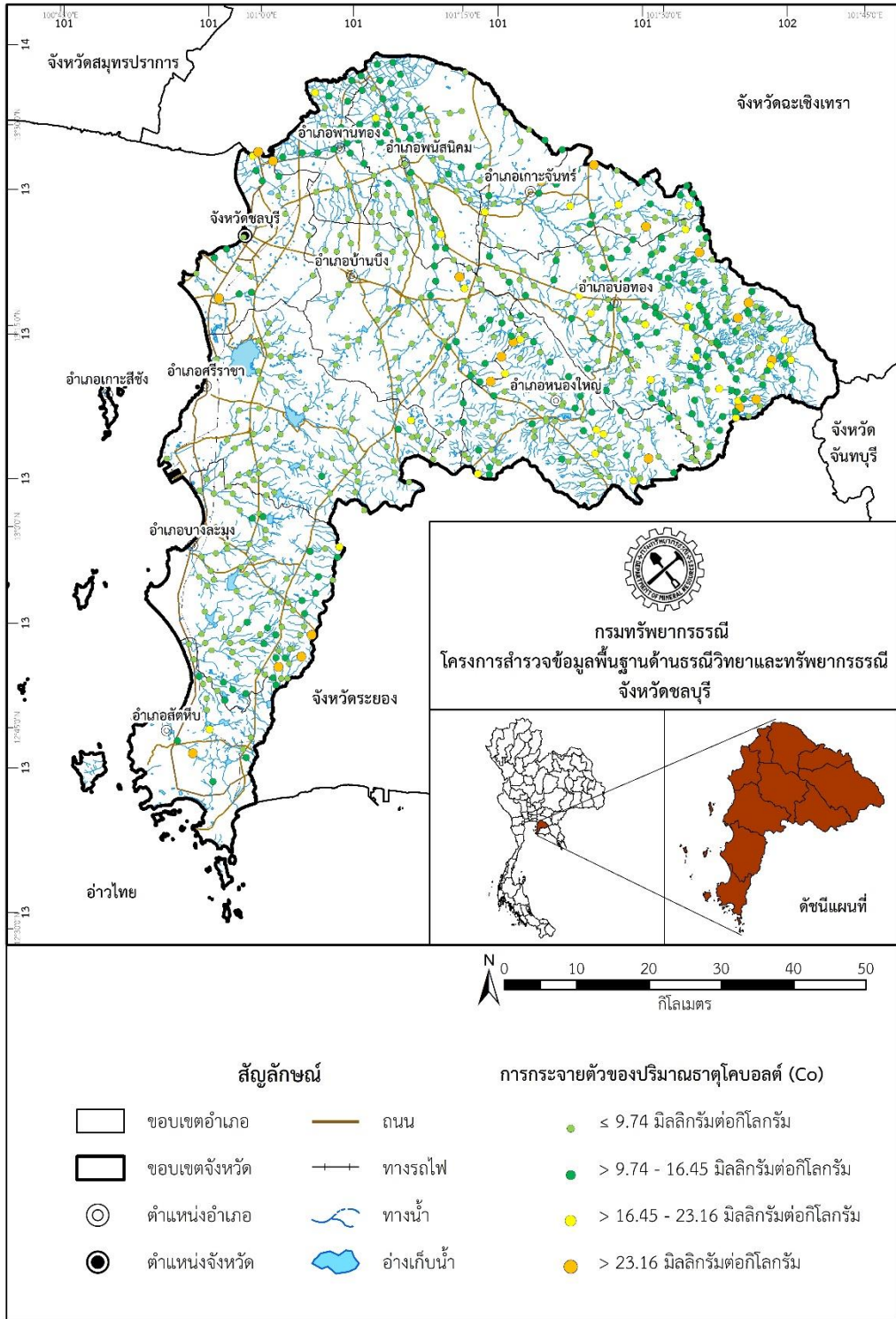
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุโคบอลต์ในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 1.00 – 84.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 9.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุโคบอลต์ในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 23.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอเกาะจันทร์ อำเภอบ้านบึง อำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบางละมุง และอำเภอสัตหีบ (รูปที่ 6-19 และ 6-20) รองรับด้วย หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre C) หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง (Qtf) และตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa)

ค่าผิดปกติของธาตุโคบอลต์ ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุโคบอลต์ ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่าพบว่ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยในแผ่นเปลือกโลก หินแกรนิต หินดินดาน หินทราย หินปูน และในดิน แต่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในหินบะซอลต์ ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพา มาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุโคบอลต์เป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติในการถูกนำพาของธาตุโคบอลต์ อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเกิดการผุพังและสลายตัวทำให้ธาตุโคบอลต์ถูกชะละลายจากแหล่งต้นกำเนิด และไปสะสมตัวในตะกอนธารน้ำ เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุแคดเมียม น่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-19 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุโคบอลต์ (Co) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



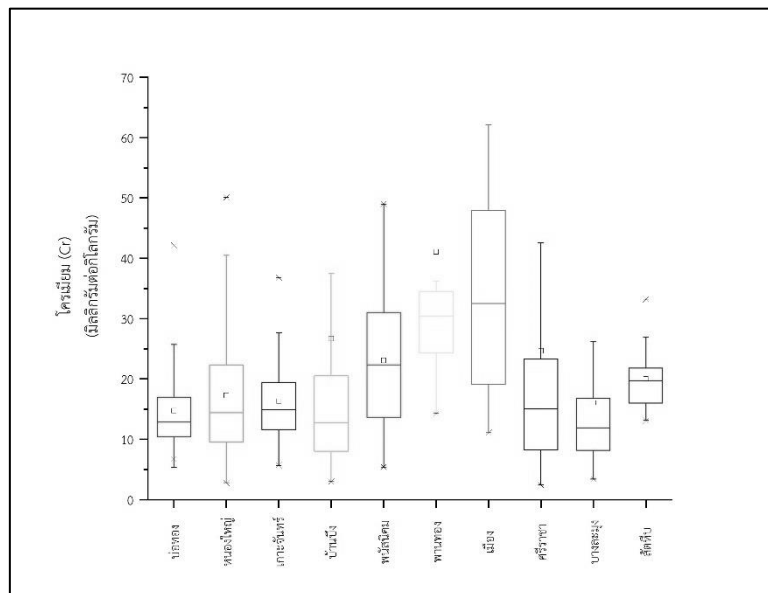
รูปที่ 6-20 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุโคบอลต์ (Co) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.8 โครเมียม (Cr)

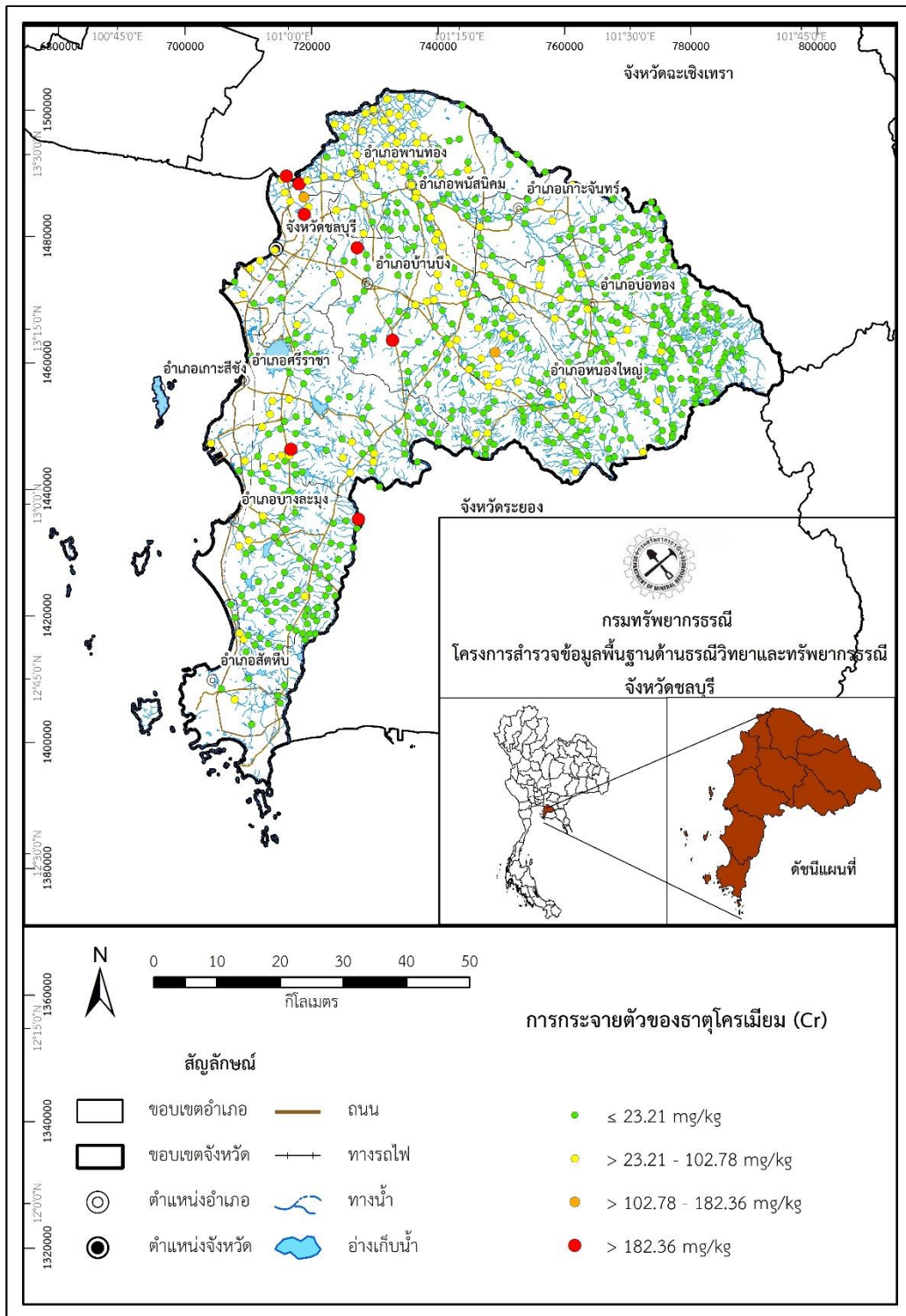
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุโครเมียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 2.40 – 1,910.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 23.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 79.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุโครเมียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 182.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง อำเภอสรีราชา และอำเภอบางละมุง (รูปที่ 6-21 และ 6-22) รองรับด้วย ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขุ่นน้ำล่ง (Qtf) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุโครเมียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุโครเมียม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ และค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ของประเทศไทย พบว่ามีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ มาก แต่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในหินบะซอลต์ ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน คุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการค้าขาย เกษตรกรรม และกิจการอื่น ๆ (2564) และประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (2548) ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุโครเมียมเป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติของการถูกนำพาของธาตุโครเมียมอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุโครเมียม น่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรือเกิดจากใช้ประโยชน์ทรัพยากรชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ เช่น แร่ธาตุ โลหะ สารเคมี และอื่น ๆ ซึ่งมนุษย์เป็นผู้กระทำขึ้น ซึ่งการใช้ประโยชน์พื้นที่ส่วนใหญ่บริเวณนั้นเป็น พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 6-21 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุโครเมียม (Cr) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



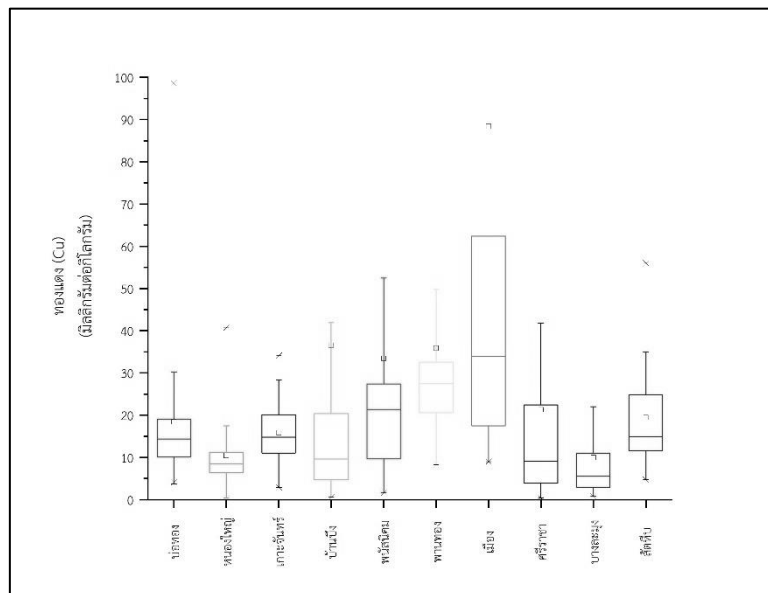
รูปที่ 6-22 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแผ่กระจายของธาตุโครเมียม (Cr) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.9 ทองแดง (Cu)

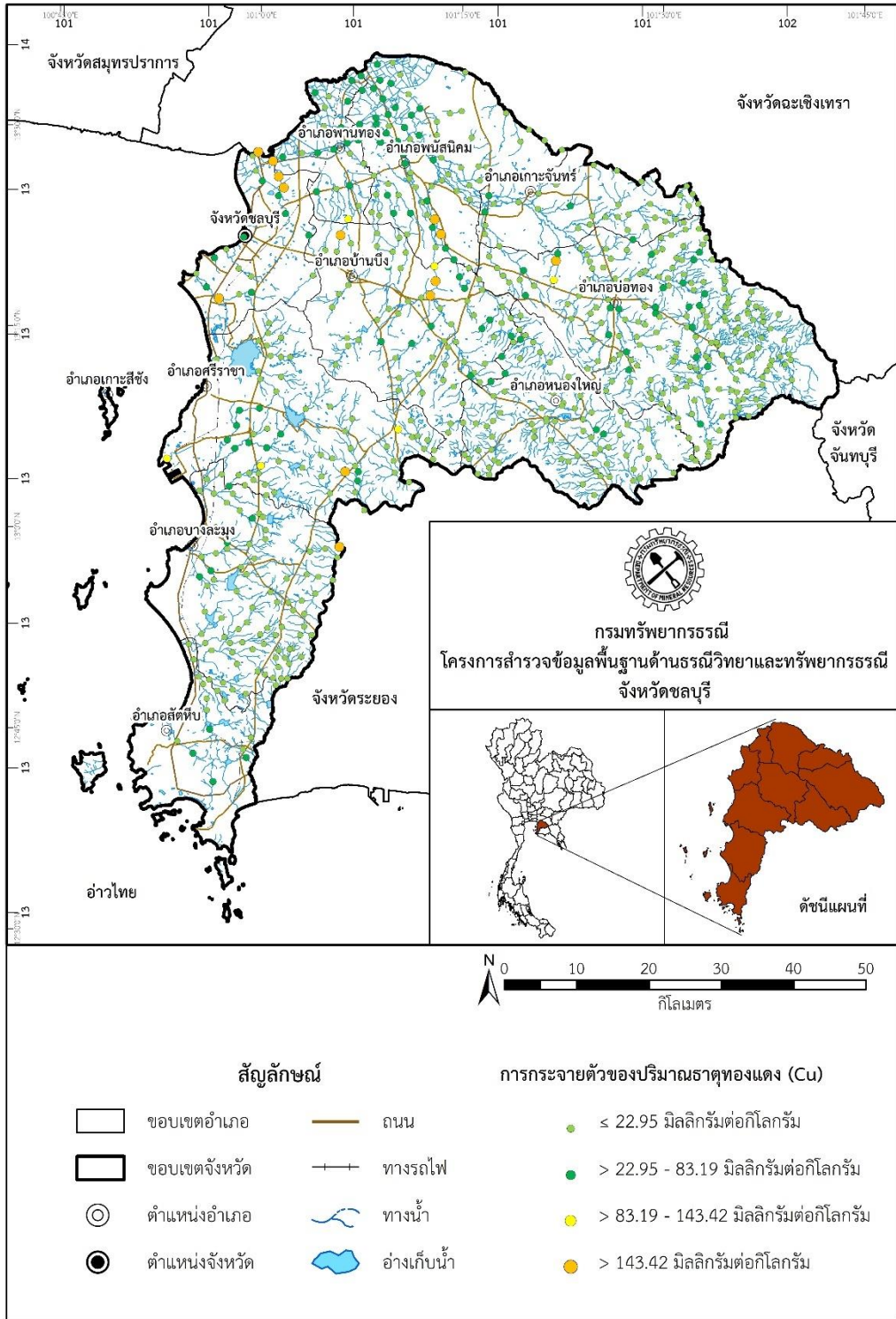
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุทองแดงในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง $<0.60 - 698.10$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 22.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 60.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุทองแดงในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 143.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอพนัสนิคม อำเภอบ่อทอง อำเภอบ้านบึง อำเภอศรีราชา และอำเภอบางละมุง (รูปที่ 6-23 และ 6-24) รองรับด้วย ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง (Qtf) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุทองแดง ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุทองแดง ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ และค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ของประเทศไทย พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในดินและหินชนิดต่าง ๆ รวมถึงมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน เพื่อปกป้องสัตว์หน้าดิน (2565) แต่มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดินในแหล่งน้ำผิวดิน ระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสัตว์หน้าดิน (2565) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน (2564) และประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (2548) ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุทองแดงเป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติของในการถูกนำพาของธาตุทองแดงอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุทองแดงน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-23 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุทองแดง (Cu) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



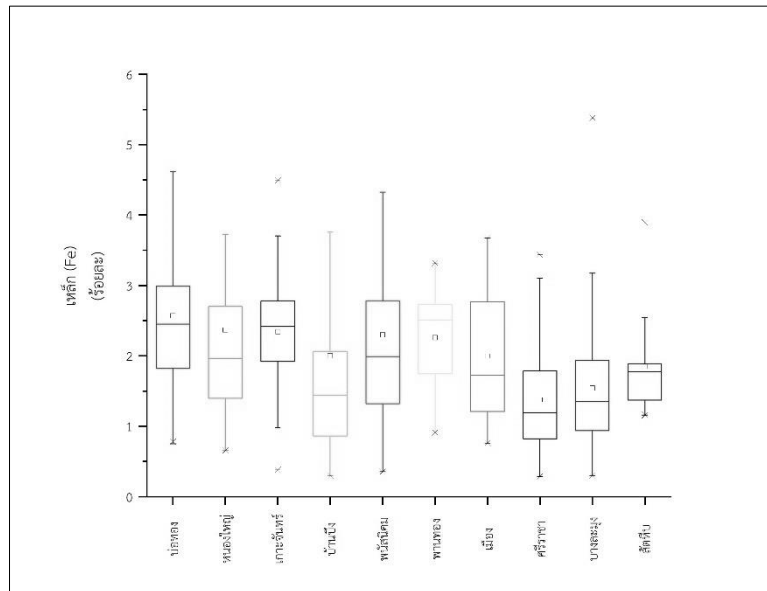
รูปที่ 6-24 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุทองแดง (Cu) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.10 เหล็ก (Fe)

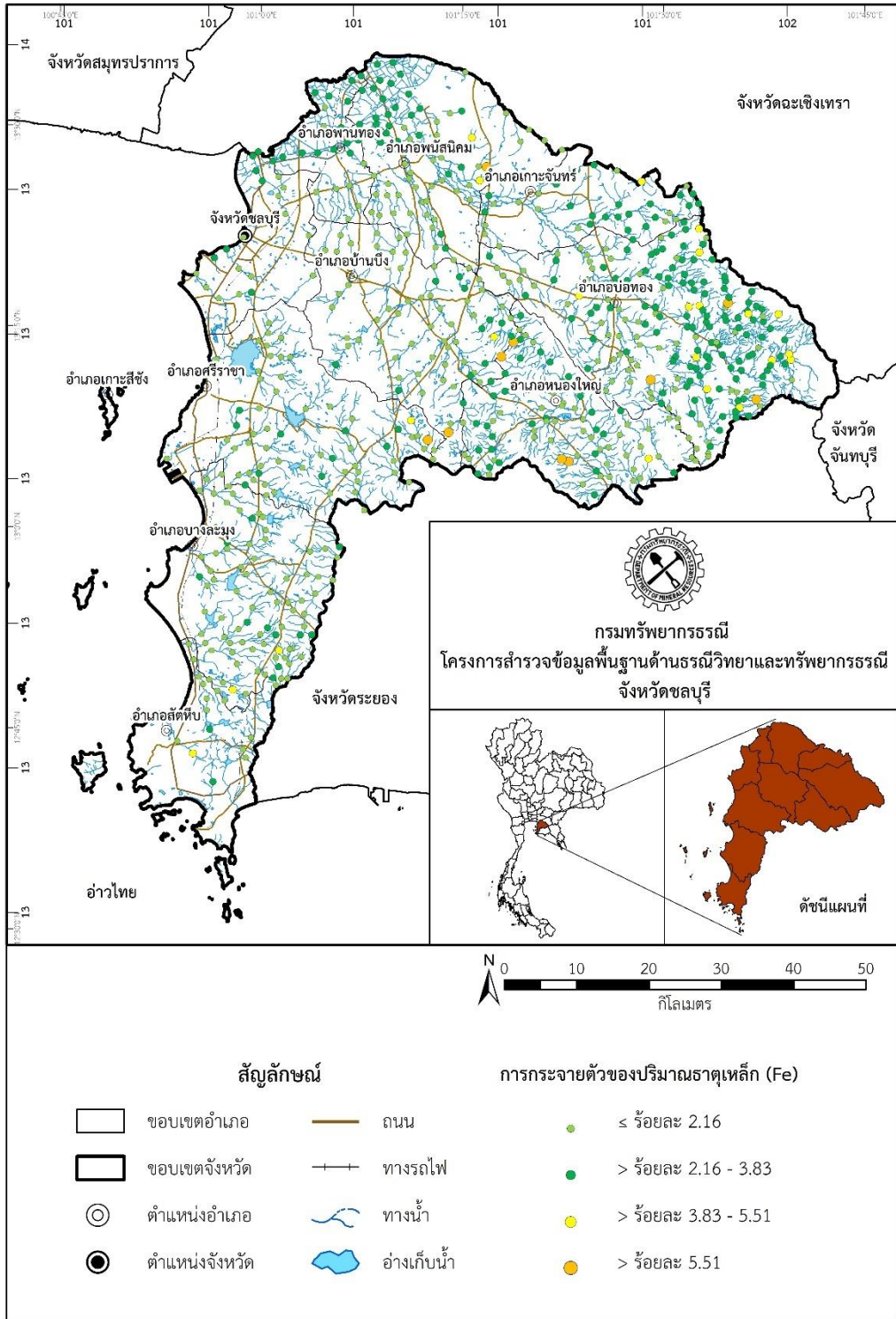
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุเหล็กในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่างร้อยละ 0.29 – 20.96 ค่าเฉลี่ยร้อยละ 2.16 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 1.68

ปริมาณธาตุเหล็กในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 5.51 (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอพนัสนิคม อำเภอบ้านบึง อำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอศรีราชา (รูปที่ 6-25 และ 6-26) รongรับด้วย หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre C) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) และตะกอนตะพักระดับสูง (Qt)

ค่าผิดปกติของธาตุเหล็ก ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุเหล็กที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของหินแกรนิต หินดินดาน หินทราย หินปูน และดิน แต่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของแผ่นเปลือกโลกและในหินบะซอลต์ ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบ โดยธรรมชาติแล้วธาตุเหล็กพบมากเป็นอันดับ 4 ของโลก รองจากธาตุอะลูมิเนียม อีกทั้งคุณสมบัติของการถูกนำพาของธาตุเหล็กอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุเหล็กน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-25 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุเหล็ก (Fe) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



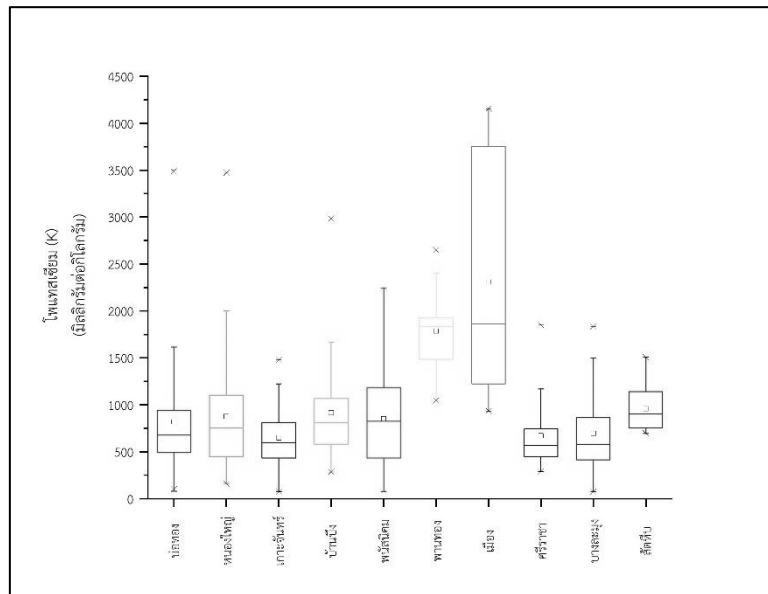
รูปที่ 6-26 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุเหล็ก (Fe) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.11 โปแทสเซียม (K)

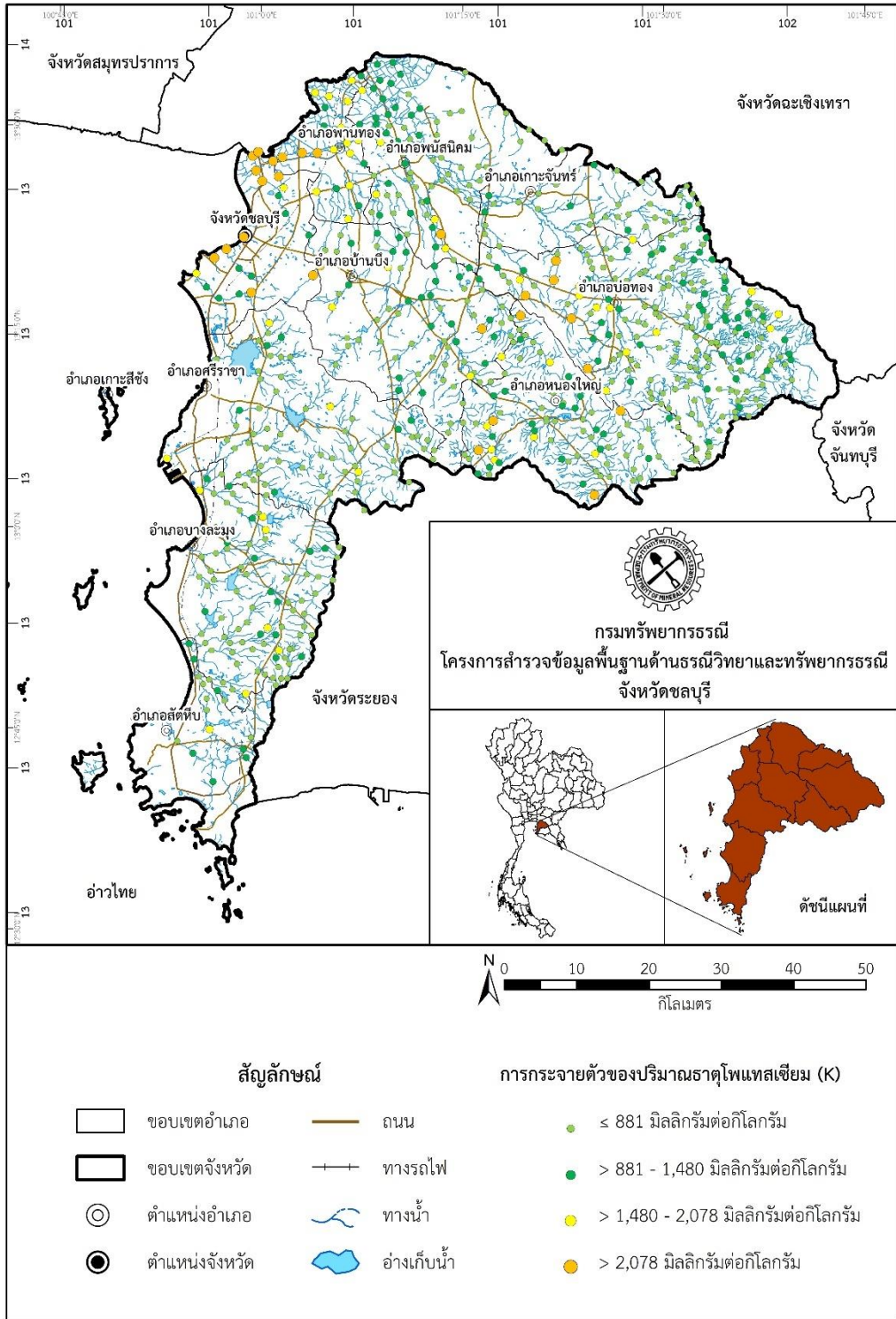
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุโปแทสเซียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง $<150.00 - 4,155.00$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 881.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 598.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุโปแทสเซียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 2,078.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอพานทอง อำเภอพนัสนิคม อำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอบ้านบึง (รูปที่ 6-27 และ 6-28) รองรับด้วย หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre C) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง (Qtf) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุโปแทสเซียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุโปแทสเซียม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในดินและหินทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุโปแทสเซียมเป็นองค์ประกอบโดยธรรมชาติแล้วธาตุโปแทสเซียมพบมากเป็นอันดับ 8 ของโลก อีกทั้งคุณสมบัติของการถูกนำพาของธาตุโปแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำ ทำให้ปริมาณธาตุโปแทสเซียมถูกชะละลายออกสู่ธรรมชาติมีปริมาณน้อย และถูกพัดพาไปไม่ไกลจากแหล่งต้นกำเนิด เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุโปแทสเซียมน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-27 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุโปแทสเซียม (K) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



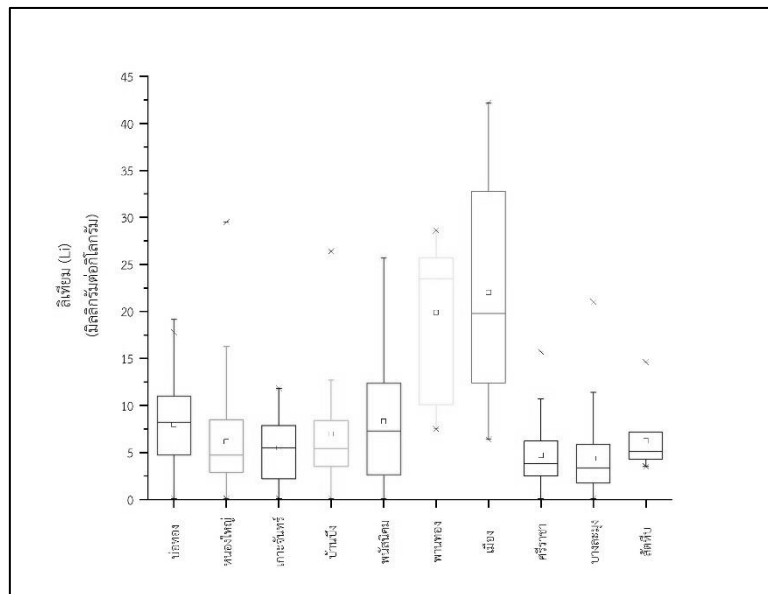
รูปที่ 6-28 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแผ่กระจายของธาตุโพแทสเซียม (K) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.12 ลิเทียม (Li)

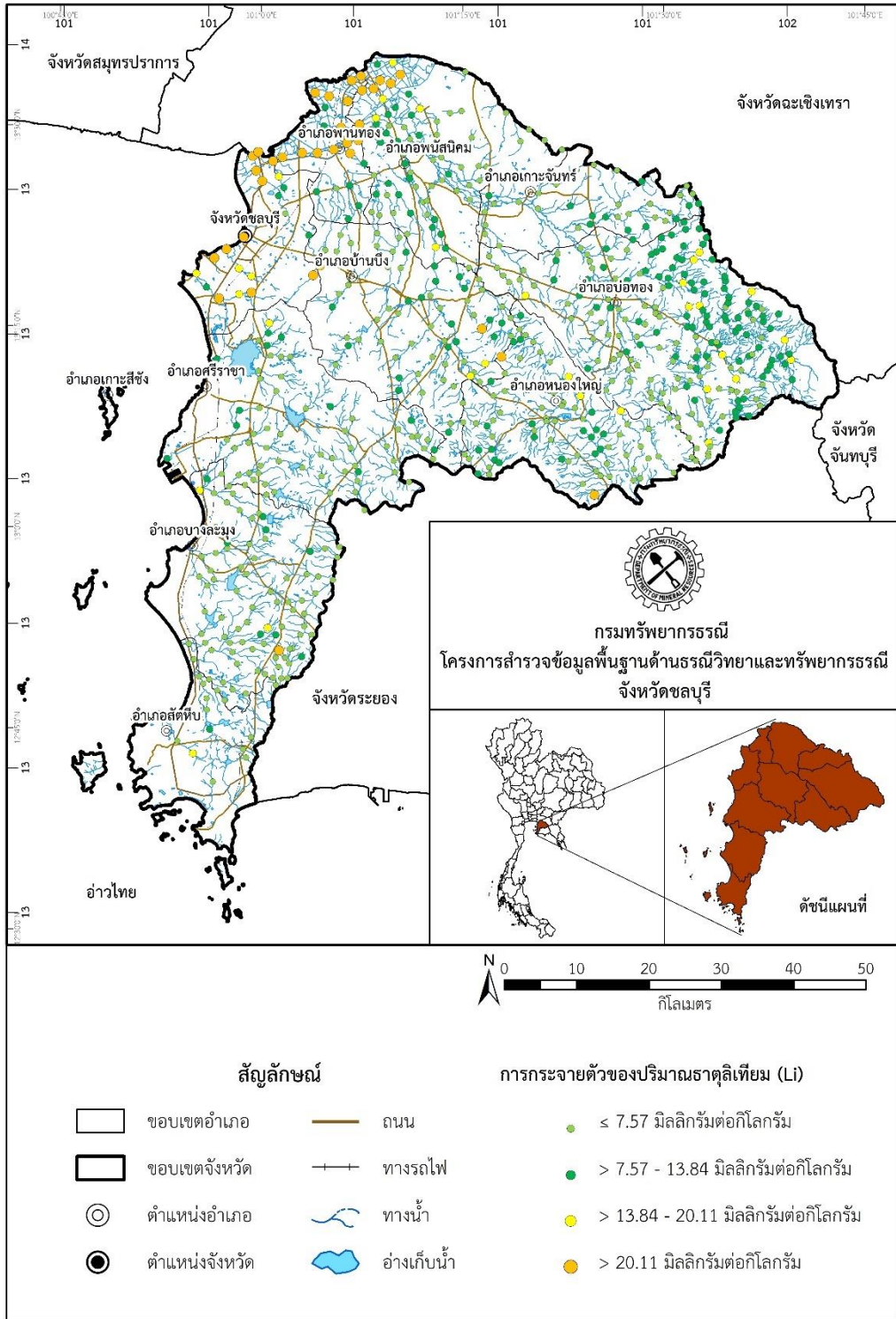
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุลิเทียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง $<0.2 - 42.20$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 7.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุลิเทียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 20.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอพานทอง อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอพนสนธิคม อำเภอบ้านบึง อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอบางละมุง (รูปที่ 6-29 และ 6-30) รองรับด้วย หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre C) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง (Qtf) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุลิเทียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุลิเทียมที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับแผ่นเปลือกโลก มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในหินแกรนิต หินดินดาน หินทราย และในดิน แต่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในหินบะซอลต์และในหินปูน ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุลิเทียมเป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติของการถูกนำพาของธาตุลิเทียมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุโพแทสเซียมน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-29 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุลิเทียม (Li) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



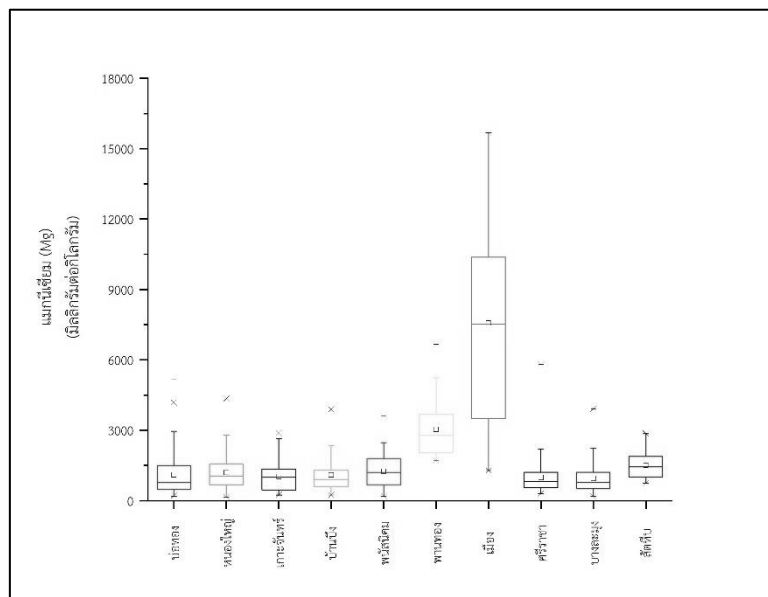
รูปที่ 6-30 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุลิเทียม (Li) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.13 แมกนีเซียม (Mg)

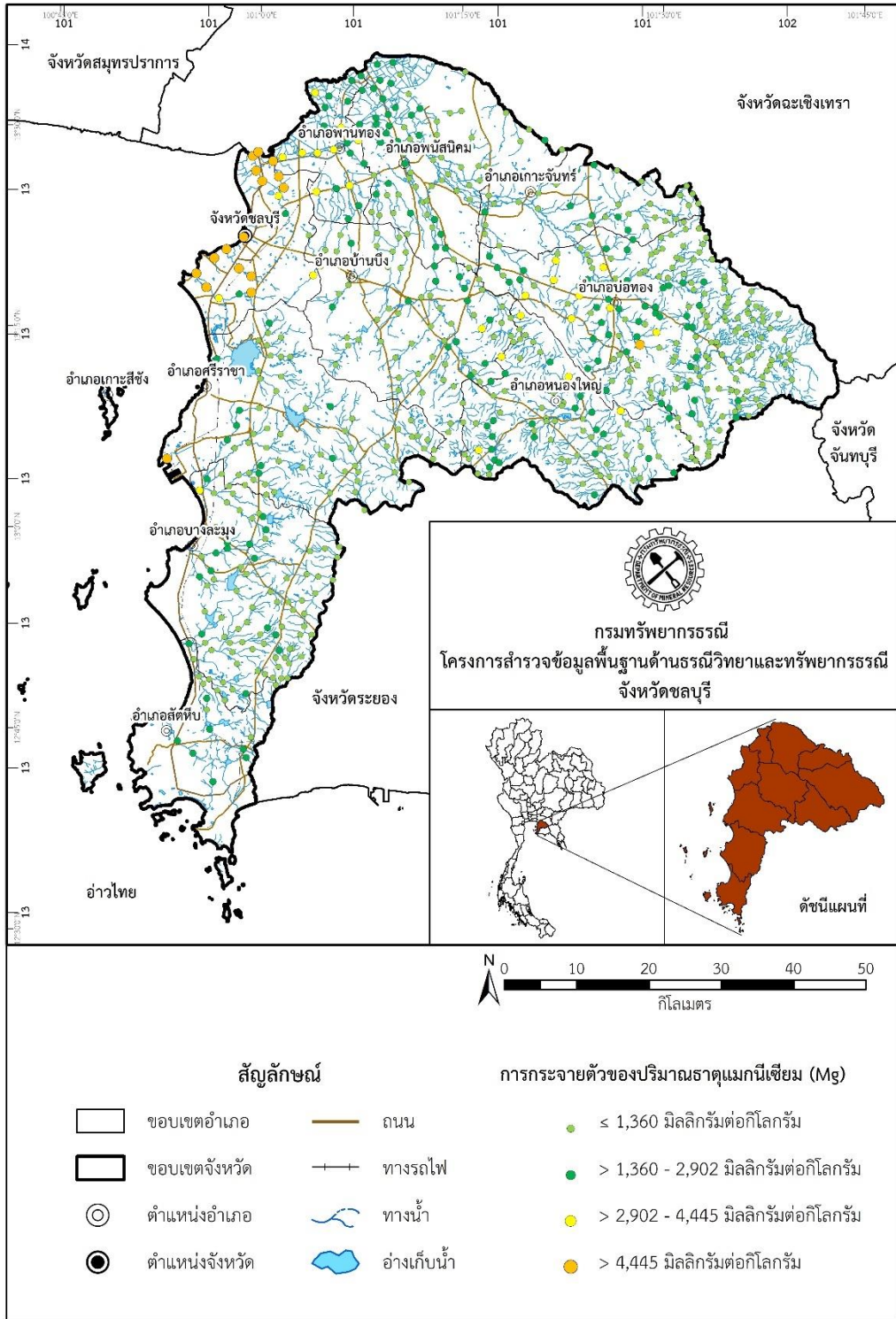
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุแมกนีเซียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 148.00 – 15,684.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 1,359.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1,542.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุแมกนีเซียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 4,445.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอพานทอง อำเภอบ่อทอง และอำเภอศรีราชา (รูปที่ 6-31 และ 6-32) รองรับด้วย ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขุ่นน้ำล่ง (Qtf) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุแมกนีเซียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุแมกนีเซียม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในดินและหินทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบโดยธรรมชาติแล้วธาตุแมกนีเซียมพบมากเป็นอันดับ 6 ของโลก อีกทั้งคุณสมบัติของการถูกนำพาของธาตุแมกนีเซียมอยู่ในระดับสูง ทำให้ถูกพัดพาไปไกลจากแหล่งต้นกำเนิด เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุแมกนีเซียมน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-31 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุแมกนีเซียม (Mg) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



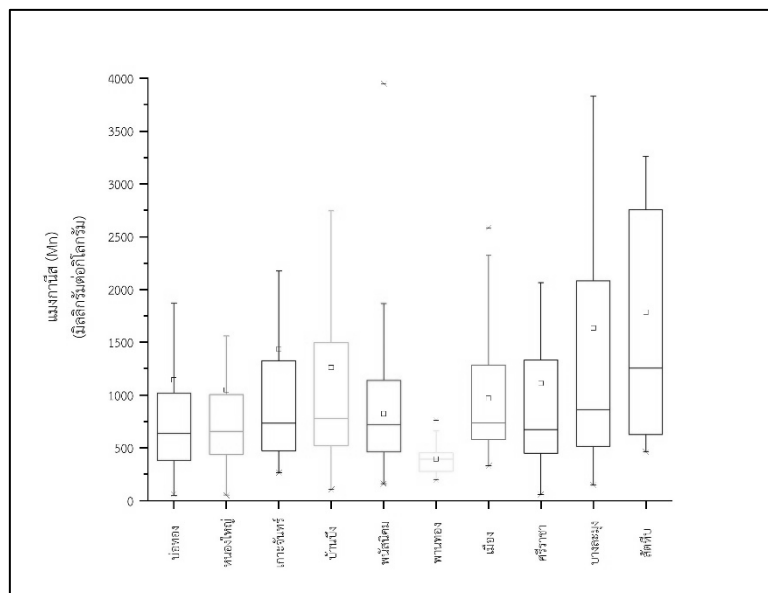
รูปที่ 6-32 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุแมกนีเซียม (Mg) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.14 แมงกานีส (Mn)

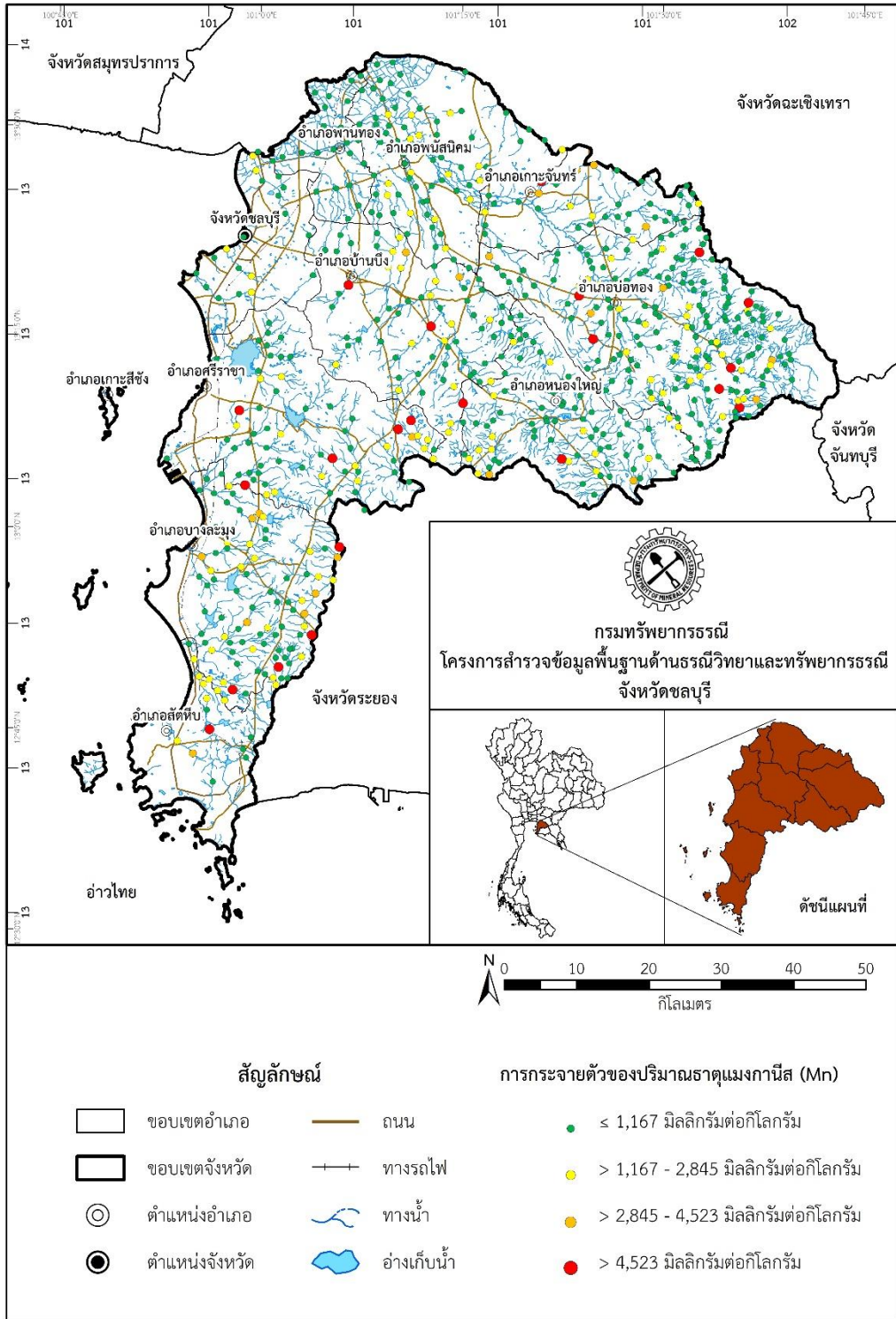
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุแมงกานีสในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 49.12 – 19,082.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 1,166.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1,678.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุแมงกานีสในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 4,523.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอปอทอง อำเภอศรีราชา อำเภอบางละมุง อำเภอบ้านบึง อำเภอเกาะจันทร์ อำเภอหนองใหญ่ และอำเภอสัตหีบ (รูปที่ 6-33 และ 6-34) รองรับด้วย หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) และตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa)

ค่าผิดปกติของธาตุแมงกานีส ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุแมงกานีส ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ และค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ของประเทศไทย พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในดินและหินชนิดต่าง ๆ รวมถึงมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน คุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัย (2564) แต่มีค่าต่ำกว่าประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน คุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการค้าขาย เกษตรกรรม และกิจการอื่น ๆ (2564) ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุแมงกานีสเป็นองค์ประกอบ โดยธรรมชาติแล้วธาตุแมงกานีสพบมากเป็นอันดับ 11 ของโลก อีกทั้งคุณสมบัติในการถูกนำพาของธาตุสารแมงกานีสอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุสารแมงกานีสที่วิเคราะห์ได้ น่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรือเกิดจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนที่อยู่อาศัย พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่เกษตรกรรม



รูปที่ 6-33 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุแมงกานีส (Mn) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



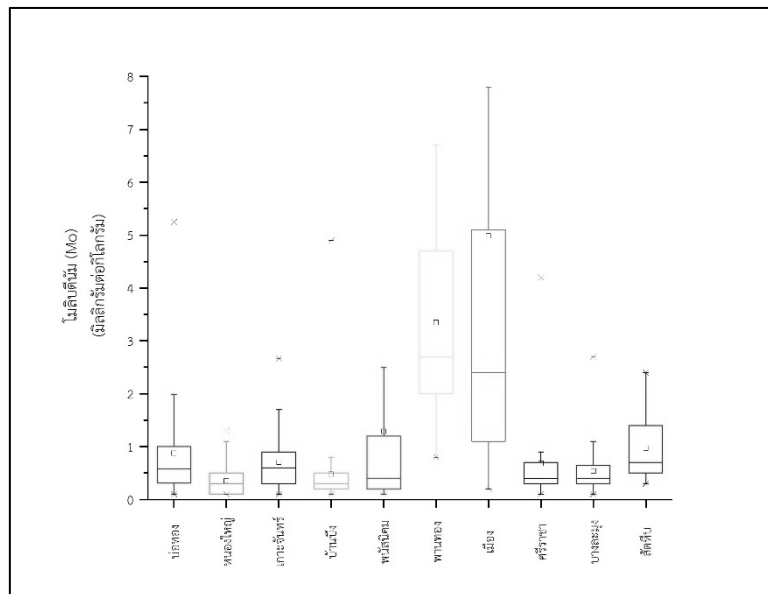
รูปที่ 6-34 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุแมงกานีส (Mn) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.15 โมลิบดีนัม (Mo)

จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุโมลิบดีนัมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง $<0.20 - 40.30$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 0.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุโมลิบดีนัมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 5.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอพานทอง อำเภอพนัสนิคม และอำเภอบ่อทอง (รูปที่ 6-35 และ 6-36) รองรับด้วยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C) ตะกอนดินเคลย์น้ำขุ่นน้ำล่ง (Qtf) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุโมลิบดีนัม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุโมลิบดีนัม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในดินและหินทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุโมลิบดีนัมเป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติในการถูกนำพาของธาตุโมลิบดีนัมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุโมลิบดีนัมที่วิเคราะห์ได้ น่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรืออาจเป็นไปได้ว่านำมาจากการใช้ประโยชน์ทรัพยากรชนิดต่าง ๆ เช่น แร่ธาตุ-โลหะ สารเคมี และอื่น ๆ ซึ่งมนุษย์เป็นผู้กระทำขึ้น ทำให้ค่าสูงผิดปกติของธาตุโมลิบดีนัมในบริเวณนั้นมีค่าสูง



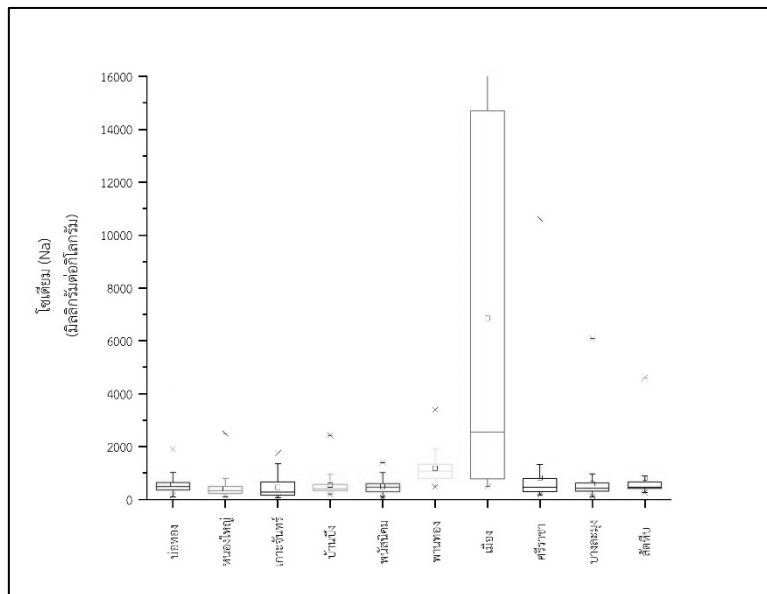
รูปที่ 6-35 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุโมลิบดีนัม (Mo) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี

6.3.4.16 โซเดียม (Na)

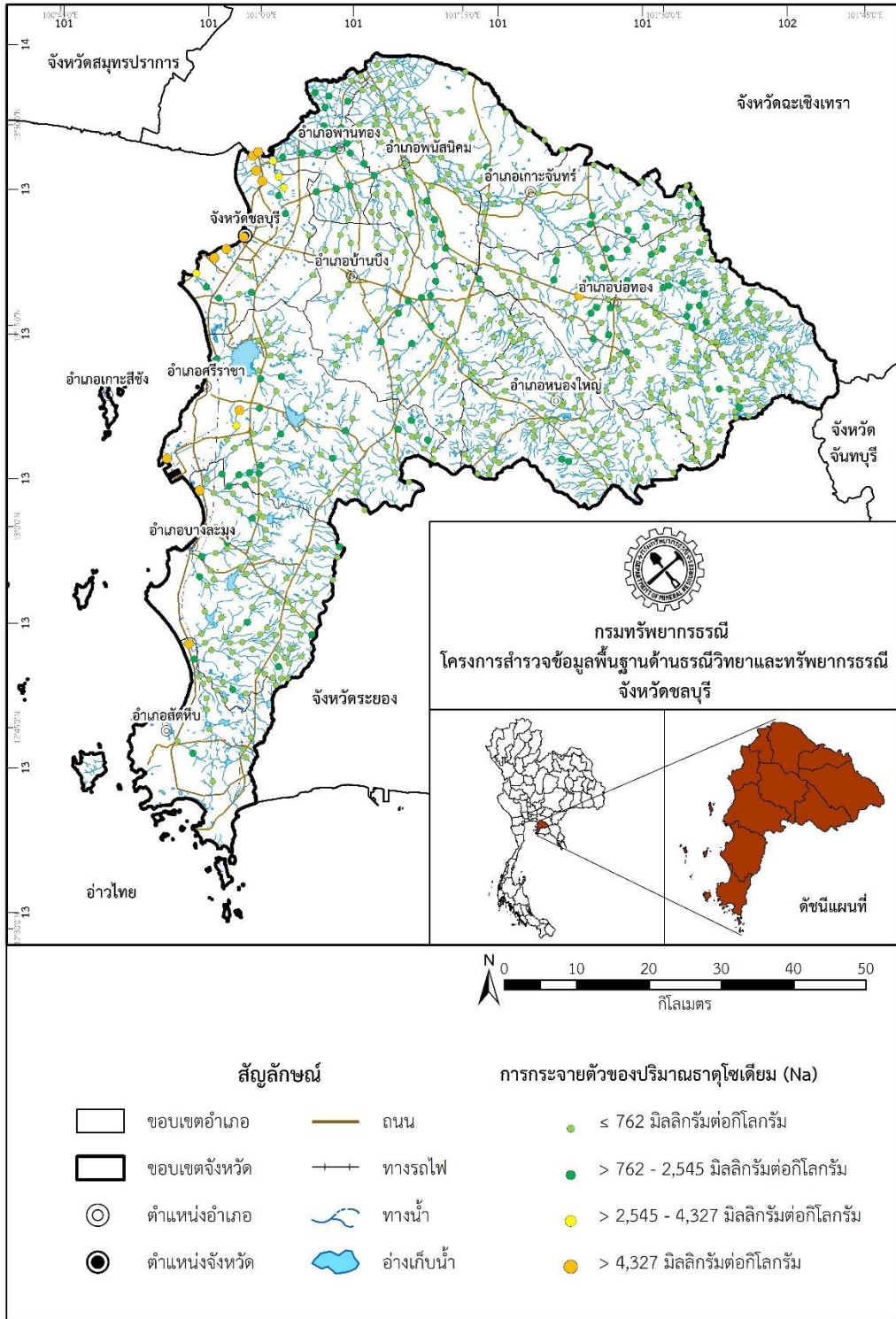
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุโซเดียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 77.00 – 21,825.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 762.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1,782.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุโซเดียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 4,327.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอสัตหีบ อำเภอบางละมุง อำเภอสัตหีบ และอำเภอบ่อทอง (รูปที่ 6-37 และ 6-38) รองรับด้วย ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง (Qtf) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุโซเดียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุโซเดียมที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในแผ่นเปลือกโลก หินแกรนิต หินบะซอลต์ หินดินดาน หินทราย และในดิน แต่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในหินปูน ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุโซเดียมเป็นองค์ประกอบ โดยธรรมชาติแล้ว ธาตุโซเดียมพบมากเป็นอันดับ 7 ของโลก อีกทั้งคุณสมบัติของในการถูกนำพาของธาตุโซเดียมอยู่ในระดับสูง ทำให้ปริมาณธาตุโซเดียมถูกชะละลายสู่ธรรมชาติได้ง่ายและถูกพัดพาไปจากแหล่งต้นกำเนิดได้ไกล เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุโซเดียมน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-37 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุโซเดียม (Na) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



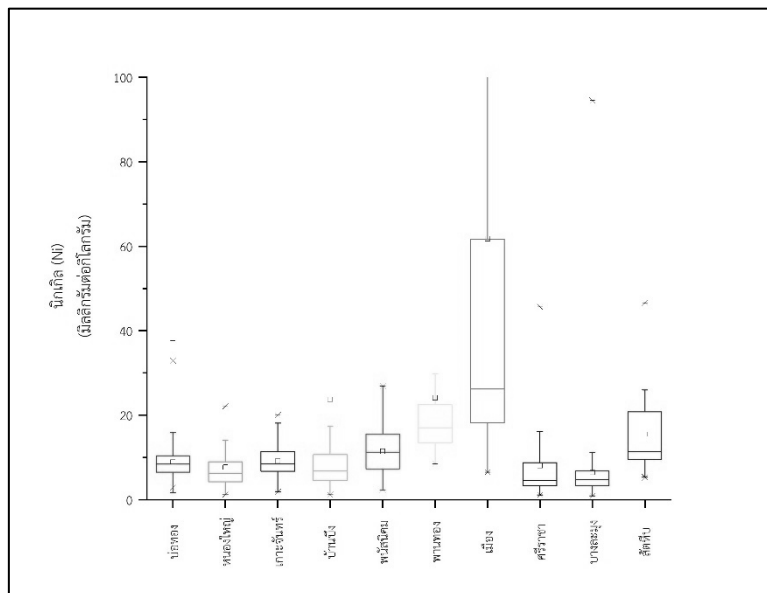
รูปที่ 6-38 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุโซเดียม (Na) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.17 นิกเกิล (Ni)

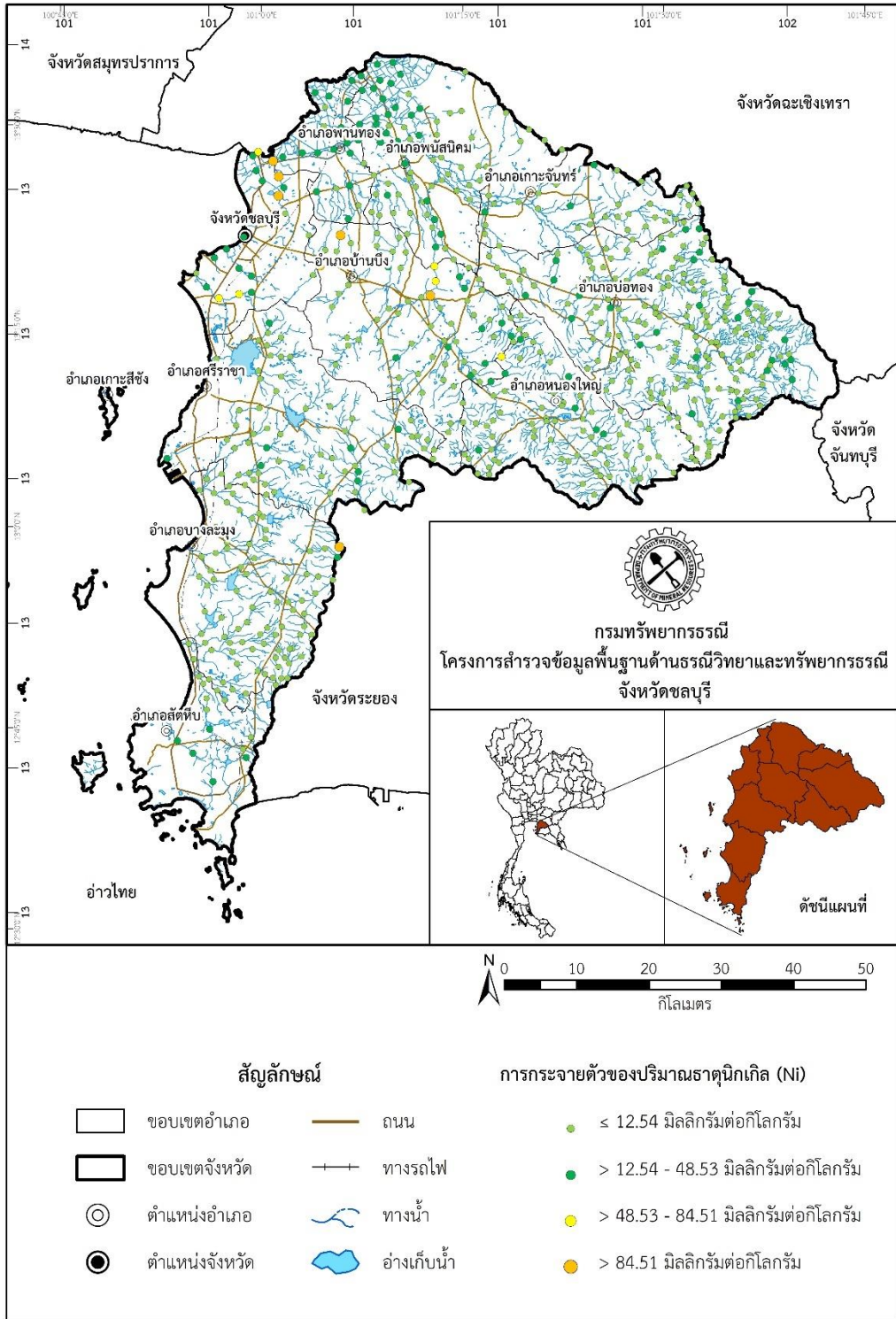
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุนิกเกิลในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 0.90 – 558.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 12.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 35.99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุนิกเกิลในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 84.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบ้านบึง และอำเภอบางละมุง (รูปที่ 6-39 และ 6-40) รongรับด้วย ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง (Qtf) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุนิกเกิล ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุนิกเกิลที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ และค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ของประเทศไทย พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในแผ่นเปลือกโลก หินบะซอลต์และหินดินดาน และมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในหินแกรนิต หินทราย หินปูนและในดิน รวมถึงมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน (2565) แต่มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน (2564) ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุนิกเกิลเป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติของในการถูกนำพาของธาตุนิกเกิลอยู่ในระดับต่ำ ทำให้ธาตุนิกเกิลถูกละลายสู่ธรรมชาติน้อย และถูกพัดพาไปสะสมตัวไม่ไกลจากแหล่งต้นกำเนิด เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุนิกเกิลน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-39 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุนิกเกิล (Ni) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



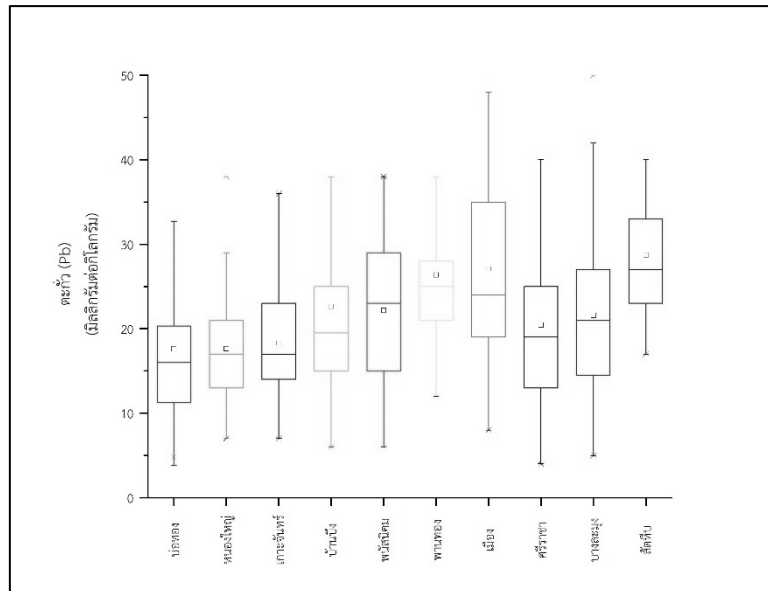
รูปที่ 6-40 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุ निकิล (Ni) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.18 ตะกั่ว (Pb)

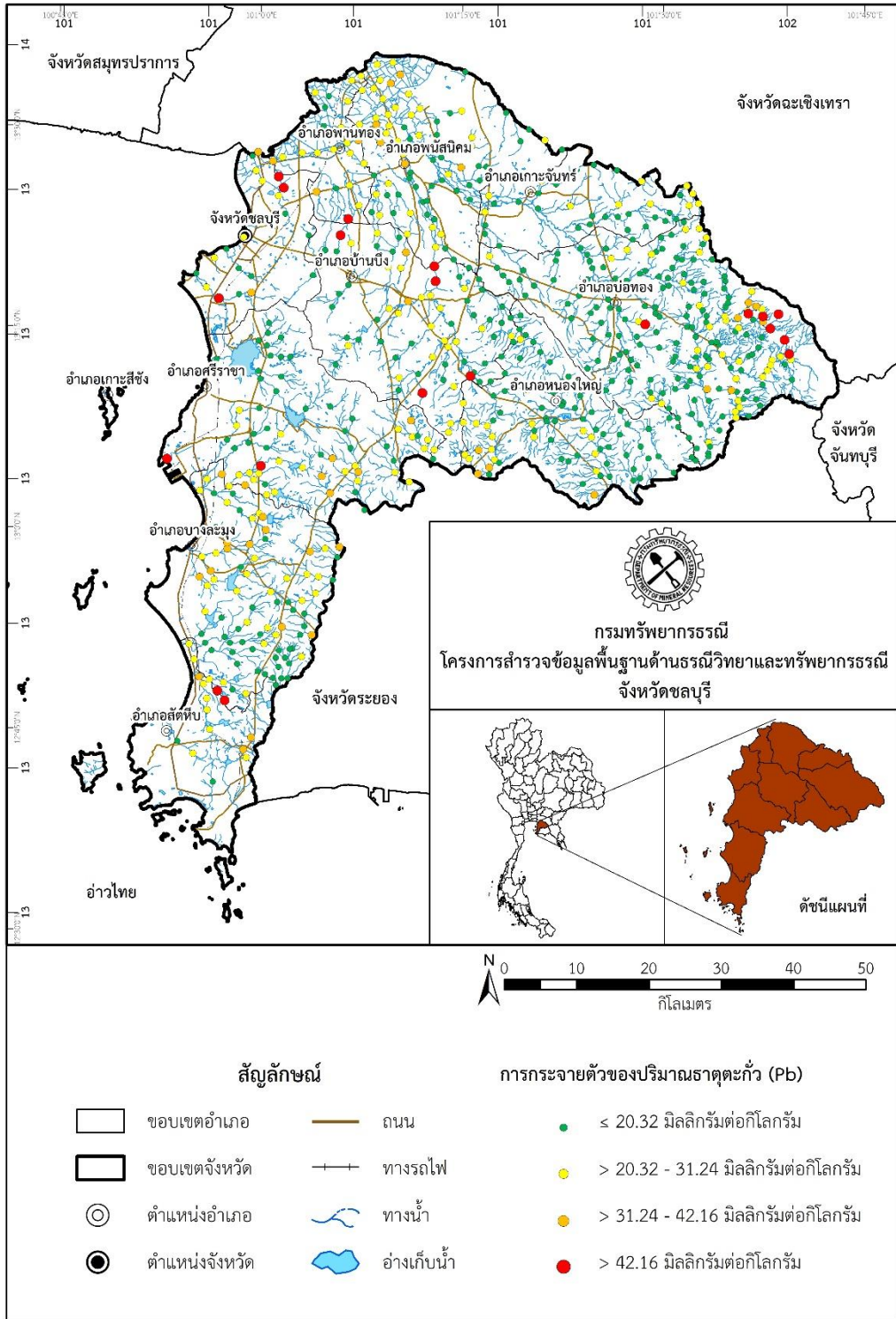
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุตะกั่วในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 3.86 – 105.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 20.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุตะกั่วในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 42.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอบ่อทอง อำเภอบ้านบึง อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอศรีราชา อำเภอบางละมุง และอำเภอบางพลี (รูปที่ 6-41 และ 6-42) รongรับด้วย หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C) หินยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิก (PTr) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุตะกั่ว ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุตะกั่ว ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ และค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ของประเทศไทย พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ และตามประกาศประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน (2565) แต่มีค่าต่ำกว่าประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน (2564) และประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (2548) ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุตะกั่วเป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติของในการถูกนำพาของธาตุตะกั่วอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ทำให้ธาตุตะกั่วถูกละลายสู่ธรรมชาติน้อยและถูกพัดพาไปสะสมตัวไม่ไกลจากแหล่งต้นกำเนิด เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุตะกั่ว น่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ หรือเกิดจากใช้ประโยชน์ทรัพยากรชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ เช่น แร่ธาตุ โลหะ สารเคมี และอื่น ๆ ซึ่งมนุษย์เป็นผู้กระทำขึ้น ซึ่งการใช้ประโยชน์พื้นที่ส่วนใหญ่บริเวณนั้นเป็น พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 6-41 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุตะกั่ว (Pb) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



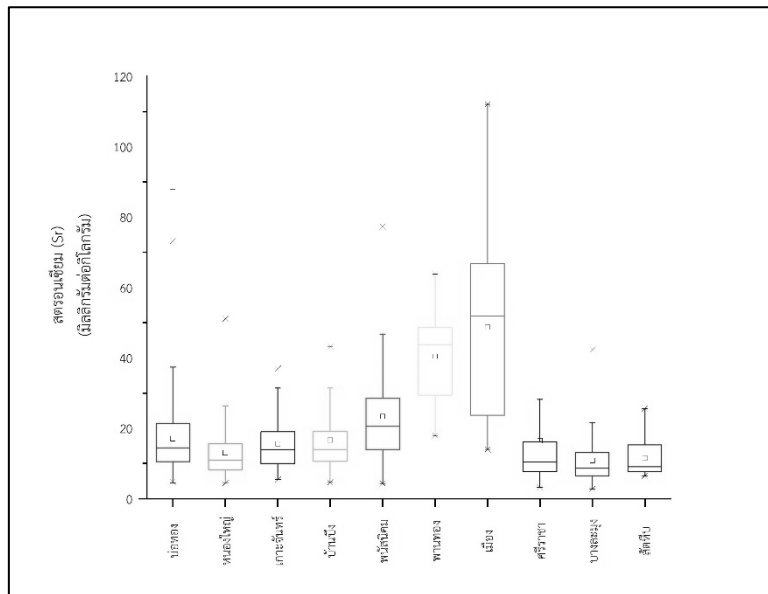
รูปที่ 6-42 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุตะกั่ว (Pb) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.19 สตรอนเซียม (Sr)

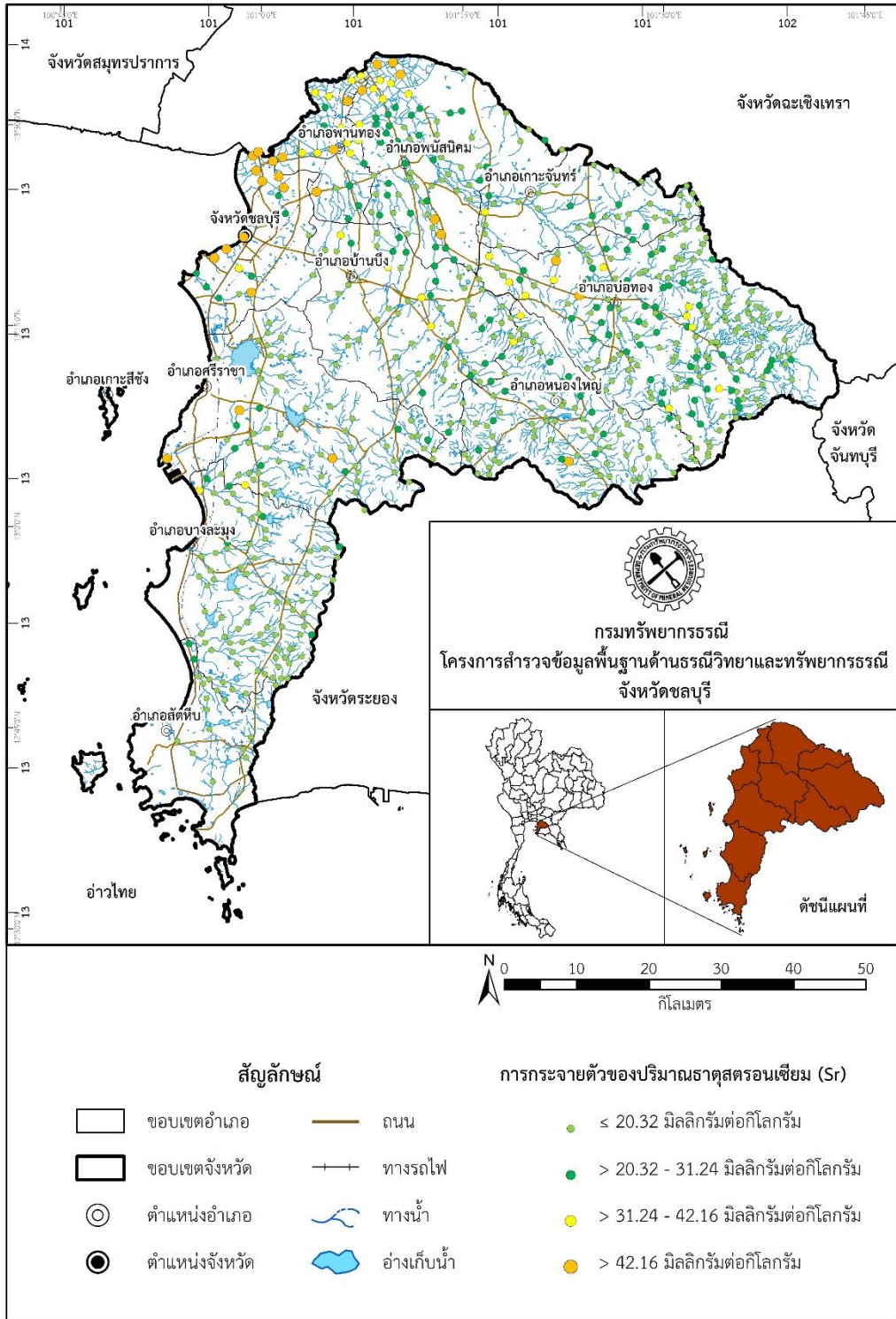
สถิติของปริมาณธาตุสตรอนเซียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 2.80–211.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 17.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุสตรอนเซียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 48.29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอพนัสนิคม อำเภอพานทอง อำเภอบ่อทอง อำเภอศรีราชา และอำเภอหนองใหญ่ (รูปที่ 6-43 และ 6-44) รองรับด้วย ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนดินเคลย์น้ำขึ้นน้ำลง (Qtf) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุสตรอนเซียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุสตรอนเซียม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในแผ่นเปลือกโลก หินแกรนิต หินบะซอลต์ หินดินดาน หินปูน และในดิน แต่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในหินทราย ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุสตรอนเซียมเป็นองค์ประกอบ เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุสตรอนเซียมน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-43 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุสตรอนเซียม (Sr) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



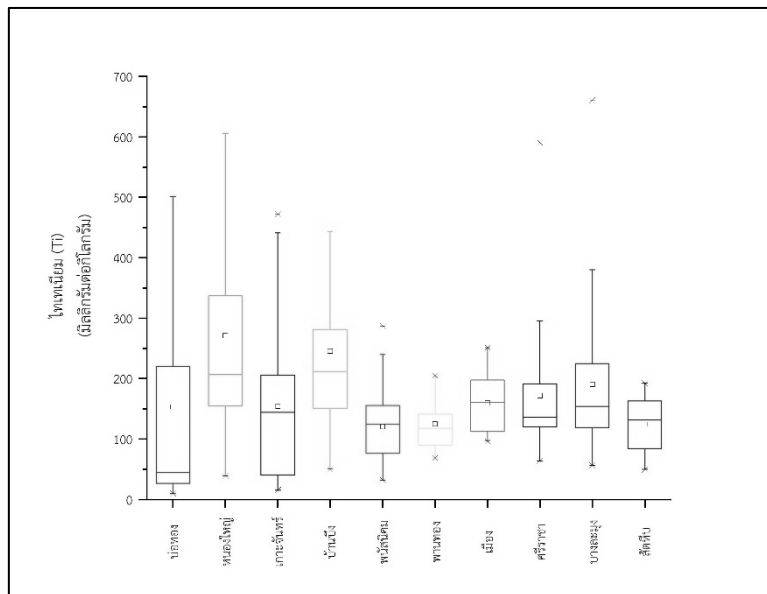
รูปที่ 6-44 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุสตรอนเชียม (Sr) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.20 ไทเทเนียม (Ti)

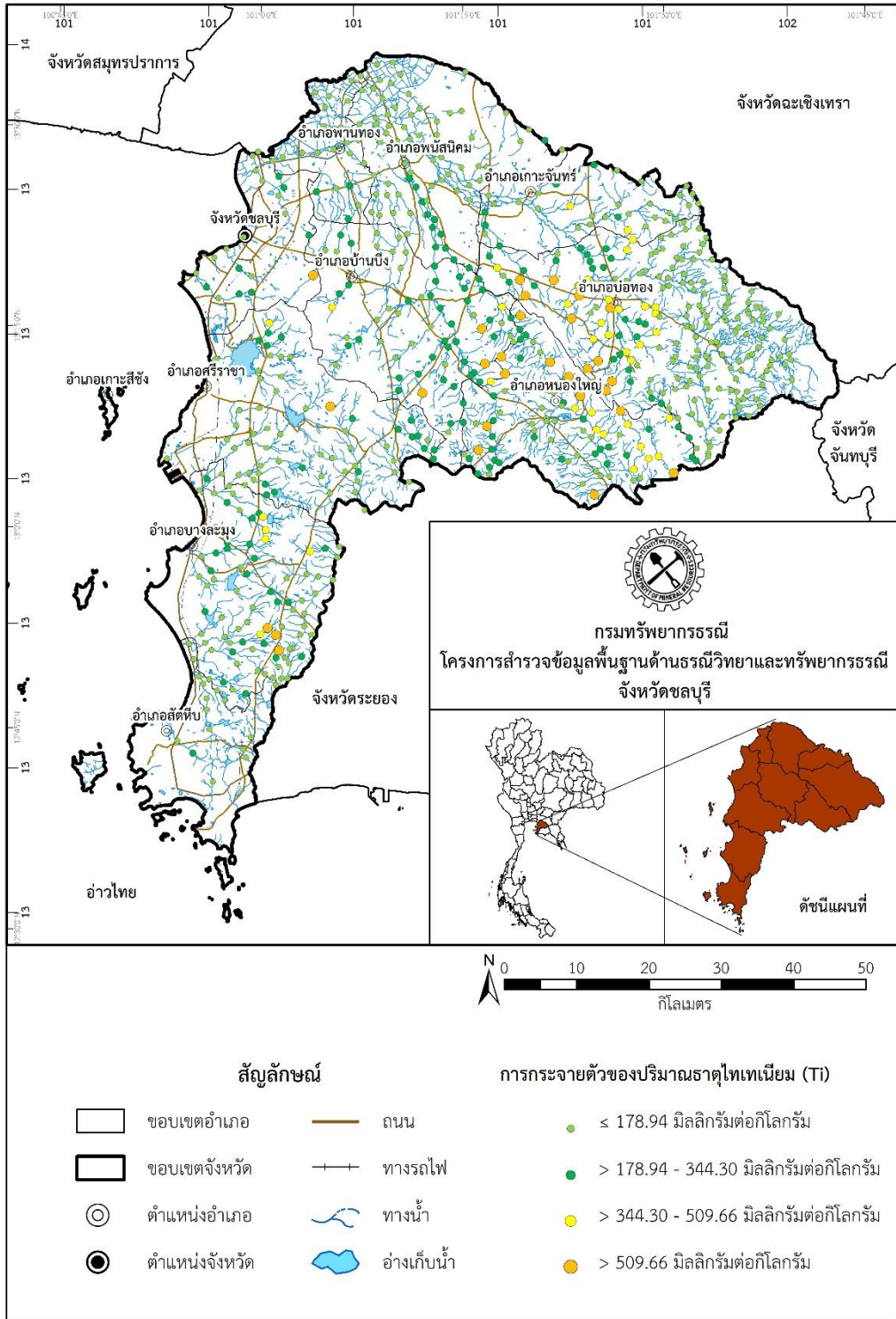
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุไทเทเนียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 9.82 – 1,303.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 178.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 165.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุไทเทเนียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 509.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอบ่อทอง อำเภอหนองใหญ่ อำเภอบ้านบึง อำเภอบางละมุง อำเภอเมืองชลบุรี และอำเภอศรีราชา (รูปที่ 6-45 และ 6-46) รongรับด้วย หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre C) หินอัคนียุคไทรแอสซิก (Trgr) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) และตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa)

ค่าผิดปกติของธาตุไทเทเนียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุไทเทเนียม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในแผ่นเปลือกโลก หินแกรนิต หินบะซอลต์ หินดินดาน หินทราย และในดิน แต่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในหินปูน ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุไทเทเนียมเป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติของการถูกนำพาของธาตุไทเทเนียมอยู่ในระดับต่ำมาก ทำให้ธาตุไทเทเนียมถูกละลายสู่ธรรมชาติ น้อยและถูกพัดพาไปสะสมตัวไม่ไกลจากแหล่งต้นกำเนิด เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุไทเทเนียมน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-45 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุไทเทเนียม (Ti) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



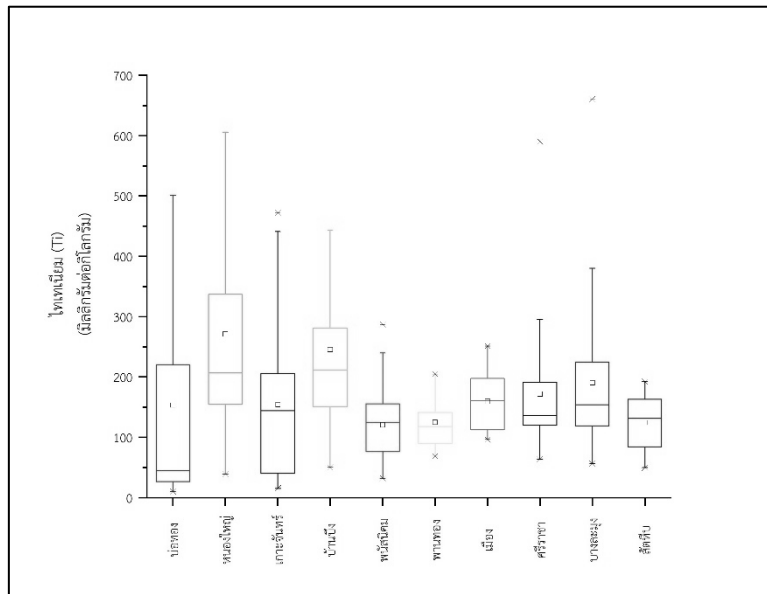
รูปที่ 6-46 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุไทเทเนียม (Ti) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.21 วาเนเดียม (V)

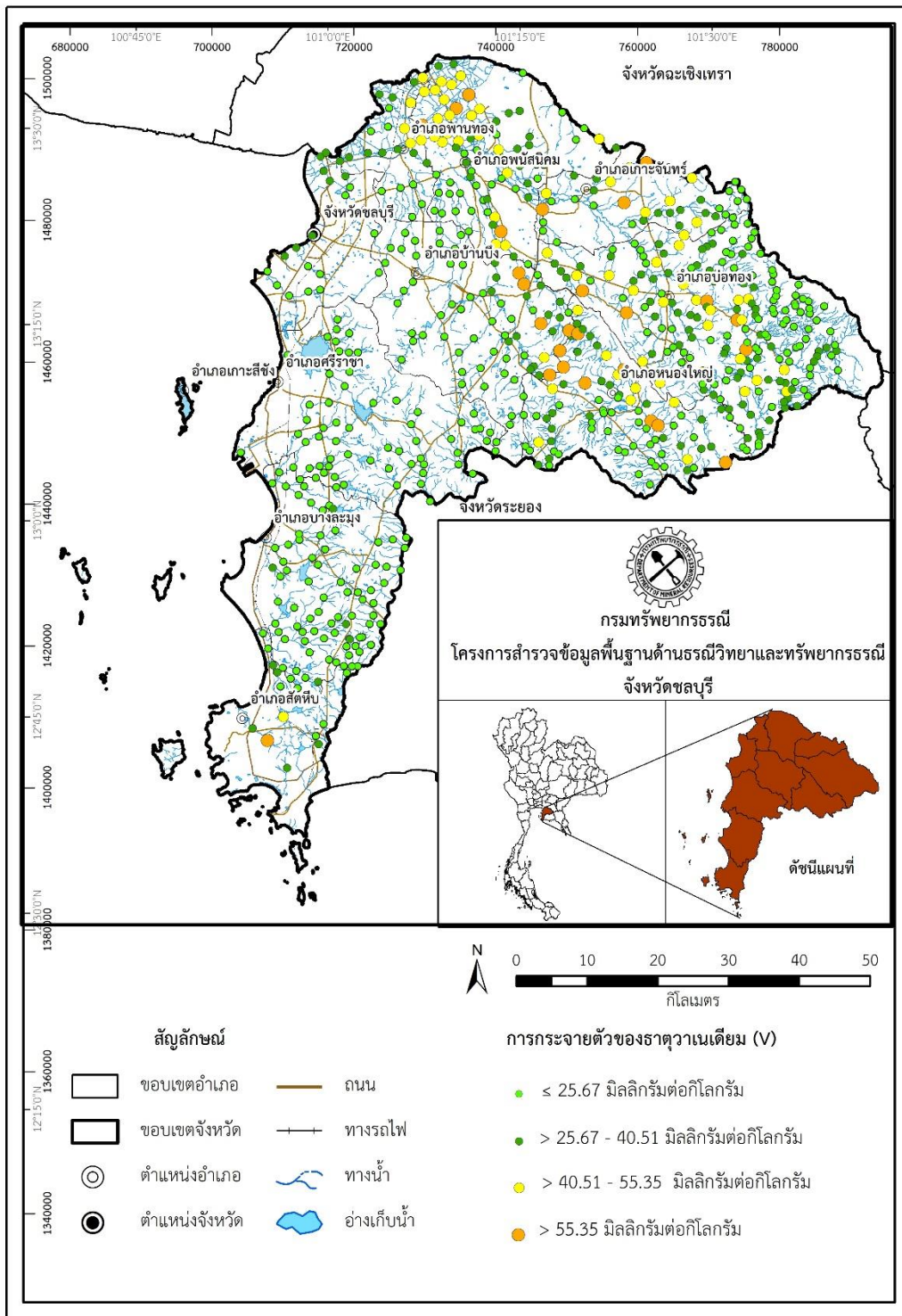
สถิติของปริมาณธาตุวาเนเดียมในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง 3.10–112.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 25.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุวาเนเดียมในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 55.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอหนองใหญ่ อำเภอบ่อทอง อำเภอเกาะจันทร์ อำเภอบ้านบึง และอำเภอพนัสนิคม (รูปที่ 6-47 และ 6-48) ร่องรับด้วย หินก่อนยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Pre C) หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C) ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ตะกอนทรายและดินเคลย์น้ำพา (Qa) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุวาเนเดียม ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุวาเนเดียม ที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในแผ่นเปลือกโลก หินแกรนิต หินบะซอลต์ หินดินดาน และในดิน แต่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของธาตุต่าง ๆ ในหินทราย และหินปูน ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุวาเนเดียมเป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติของการถูกนำพาของธาตุวาเนเดียมอยู่ในระดับสูง เมื่อธาตุวาเนเดียมถูกชะละลายสู่ธรรมชาติ ทำให้ถูกพัดพาไปสะสมตัวไกลจากแหล่งต้นกำเนิด เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุวาเนเดียมน่าจะเป็นปริมาณที่มีอยู่ในธรรมชาติ



รูปที่ 6-47 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุวาเนเดียม (V) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



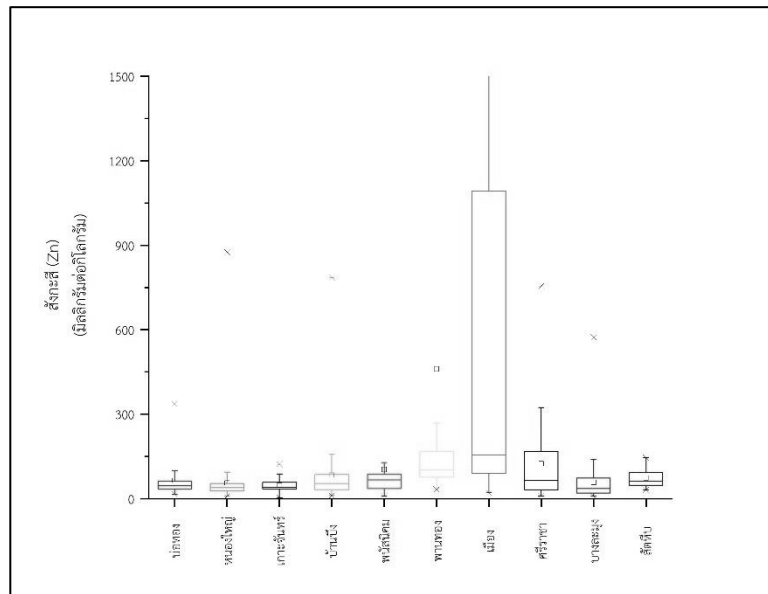
รูปที่ 6-48 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุวานาเดียม (V) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.4.22 สังกะสี (Zn)

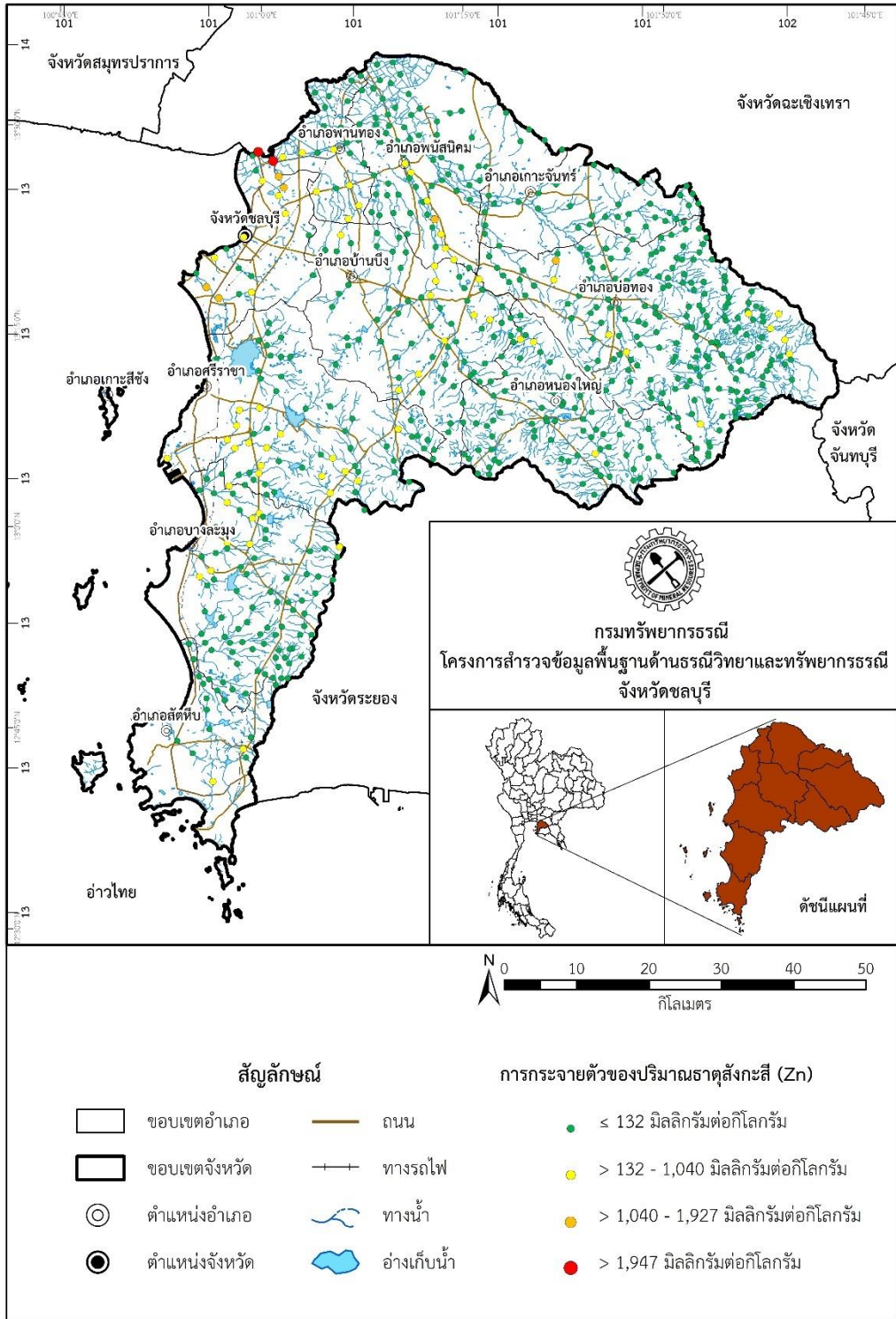
จากการศึกษาด้านสถิติของปริมาณธาตุสังกะสีในตะกอนธารน้ำ มีค่าระหว่าง $<8.00 - 21,781.00$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ย 131.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 907.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณธาตุสังกะสีในตะกอนธารน้ำที่มีค่ามากกว่า 1,947.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mean+2SD) พบในเขตอำเภอเมืองชลบุรี และอำเภอพานทอง (รูปที่ 6-49 และ 6-50) รองรับด้วยตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qff)

ค่าผิดปกติของธาตุสังกะสี ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุสังกะสีที่มีอยู่ในดินและหินชนิดต่าง ๆ และค่ามาตรฐานต่าง ๆ ในดิน ของประเทศไทย พบว่ามีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ มาก ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกพัดพามาจากแหล่งต้นกำเนิดที่มีธาตุสังกะสีเป็นองค์ประกอบ อีกทั้งคุณสมบัติในการถูกนำพาของธาตุสังกะสีอยู่ในระดับสูง ทำให้ปริมาณธาตุสังกะสีในตะกอนธารน้ำมีค่าสูง เมื่อธาตุสังกะสีถูกชะละลายสู่ธรรมชาติทำให้ถูกพัดพาไปสะสมตัวไกลจากแหล่งต้นกำเนิด เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนธารน้ำมาวิเคราะห์ ค่าผิดปกติของธาตุสังกะสีที่วิเคราะห์ได้ น่าจะสัมพันธ์กับหินต้นกำเนิด หรือเกิดจากใช้ประโยชน์ทรัพยากรชนิดต่าง ๆ ในพื้นที่ เช่น แร่ธาตุ โลหะ สารเคมี และอื่น ๆ ซึ่งมนุษย์เป็นผู้กระทำขึ้น ซึ่งการใช้ประโยชน์พื้นที่เป็นพื้นที่ชุมชนที่อยู่อาศัย พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่เกษตรกรรม



รูปที่ 6-49 Box-Plot แสดงการกระจายตัวของธาตุสังกะสี (Zn) แยกตามอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดชลบุรี



รูปที่ 6-50 แผนที่ธรณีเคมีแสดงการแพร่กระจายของธาตุสังกะสี (Zn) ในตะกอนธารน้ำ จังหวัดชลบุรี

6.3.5 การศึกษาสถิติหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ในการแปลความหมายข้อมูลธรณี ได้มีการศึกษาทางด้านสถิติหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, r) อีกด้วย โดยใช้วิธีวิเคราะห์ค่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ (Correlation matrix analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ของธาตุต่าง ๆ ในพื้นที่ เนื่องจากหน่วยวัดของธาตุอะลูมิเนียม แคลเซียม และเหล็ก กับธาตุอื่น ๆ แตกต่างกัน จึงได้ทำการแปลงค่าผลวิเคราะห์ให้เป็นมาตรฐาน (Standardized value) แล้วทำการประมวลผลค่าสหสัมพันธ์ของธาตุอะลูมิเนียม สารหนู แบเรียม เบริลเลียม แคลเซียม แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง เหล็ก โพแทสเซียม ลิเทียม แมกนีเซียม แมงกานีส โมลิบดีนัม โซเดียม นิกเกิล ตะกั่ว สตรอนเชียม ไทเทเนียม วาเนเดียม และสังกะสี

ค่าความสัมพันธ์สูง (มีค่ามากกว่า 0.50) เป็นธาตุที่สามารถเกิดร่วมกับธาตุอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี แบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. อะลูมิเนียม (Al) โพแทสเซียม (K) ลิเทียม (Li) และ วาเนเดียม (V)
2. สารหนู (As) แคดเมียม (Cd) และ เหล็ก (Fe)
3. แบเรียม (Ba) และ แมงกานีส (Mn)
4. แคลเซียม (Ca) และ สตรอนเชียม (Sr)
5. โคบอลต์ (Co) และ วาเนเดียม (V)
6. โครเมียม (Cr) และ โมลิบดีนัม (Mo)
7. โพแทสเซียม (K) อะลูมิเนียม (Al) ลิเทียม (Li) และ แมกนีเซียม (Mg)
8. ลิเทียม (Li) อะลูมิเนียม (Al) โพแทสเซียม (K) และ สตรอนเชียม (Sr)
9. แมกนีเซียม (Mg) โพแทสเซียม (K) โซเดียม (Na) และ สตรอนเชียม (Sr)
10. โมลิบดีนัม (Mo) โครเมียม (Cr) และ สังกะสี (Zn)
11. โซเดียม (Na) แมกนีเซียม (Mg) และ สตรอนเชียม (Sr)
12. สตรอนเชียม (Sr) แคลเซียม (Ca) ลิเทียม (Li) แมกนีเซียม (Mg) และ โซเดียม (Na)
13. วาเนเดียม (V) อะลูมิเนียม (Al) และ โคบอลต์ (Co)
14. สังกะสี (Zn) และ โมลิบดีนัม (Mo)

ตารางที่ 6-7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ของธาตุต่าง ๆ

ธาตุ	อะลูมิเนียม	สารหนู	แบเรียม	เบริลเลียม	แคลเซียม	แคดเมียม	โคบอลต์	โครเมียม	ทองแดง	เหล็ก	โพแทสเซียม	ลิเทียม	แมกนีเซียม	แมงกานีส	โมลิบดีนัม	โซเดียม	นิกเกิล	ตะกั่ว	สตรอนเชียม	ไทเทเนียม	วานาเดียม	สังกะสี	
อะลูมิเนียม	1.00																						
สารหนู	-0.03	1.00																					
แบเรียม	0.21	0.43	1.00																				
เบริลเลียม	0.38	0.19	0.07	1.00																			
แคลเซียม	0.20	0.12	0.24	0.11	1.00																		
แคดเมียม	0.32	0.53	0.38	0.27	0.07	1.00																	
โคบอลต์	0.48	0.11	0.27	0.28	0.13	0.37	1.00																
โครเมียม	0.10	0.02	0.12	0.02	0.15	0.03	0.23	1.00															
ทองแดง	0.19	0.00	0.18	0.13	0.33	0.07	0.16	0.44	1.00														
เหล็ก	0.23	0.55	0.42	0.00	0.05	0.93	0.33	0.04	0.02	1.00													
โพแทสเซียม	0.64	0.04	0.12	0.18	0.34	0.16	0.29	0.26	0.28	0.15	1.00												
ลิเทียม	0.68	0.05	0.01	0.24	0.30	0.26	0.38	0.16	0.16	0.24	0.76	1.00											
แมกนีเซียม	0.47	0.03	0.07	0.14	0.59	0.08	0.24	0.30	0.23	0.07	0.76	0.66	1.00										
แมงกานีส	0.06	0.18	0.60	0.01	0.11	0.15	0.36	0.00	0.00	0.17	0.02	-0.03	0.02	1.00									
โมลิบดีนัม	0.25	0.09	0.07	0.17	0.28	0.17	0.30	0.77	0.45	0.13	0.39	0.38	0.37	-0.05	1.00								
โซเดียม	0.19	0.06	0.12	0.05	0.23	0.09	0.14	0.49	0.24	0.10	0.56	0.47	0.74	0.08	0.46	1.00							
นิกเกิล	0.11	0.01	0.09	0.11	0.16	0.03	0.15	0.26	0.56	0.00	0.17	0.15	0.17	0.00	0.15	0.10	1.00						
ตะกั่ว	0.29	0.11	0.25	0.23	0.23	0.16	0.20	0.17	0.34	0.11	0.31	0.28	0.17	0.06	0.30	0.14	0.28	1.00					
สตรอนเชียม	0.48	0.13	0.42	0.10	0.64	0.26	0.28	0.33	0.41	0.26	0.56	0.54	0.62	0.19	0.47	0.51	0.17	0.28	1.00				
ไทเทเนียม	0.39	-0.05	0.10	0.02	0.05	-0.02	0.09	0.03	0.03	-0.03	0.39	0.09	0.26	0.03	-0.10	-0.03	0.04	-0.07	0.05	1.00			
วานาเดียม	0.72	-0.11	0.11	-0.01	0.12	0.29	0.51	0.07	0.13	0.32	0.31	0.41	0.29	0.01	0.12	0.04	0.06	0.07	0.32	0.35	1.00		
สังกะสี	0.08	0.04	0.09	0.06	0.19	0.04	0.28	0.93	0.44	0.04	0.28	0.16	0.32	-0.01	0.82	0.50	0.14	0.13	0.35	0.00	0.02	1.00	

บทที่ 7

แหล่งอนุรักษ์และแหล่งท่องเที่ยวทางธรณีวิทยา

¹ชาญเดช จันทรรัตน์ ¹อนุวัชร ศรีโรจนานนท์ ¹ชลนิภา ผากเชียงษา ¹ธัญลณี คำเมือง

¹กองธรณีวิทยา

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดชลบุรี มีทั้งที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา ที่ราบชายฝั่งทะเล ที่ราบลุ่มแม่น้ำบางปะกง พื้นที่สูงชันและภูเขา รวมถึงเกาะน้อยใหญ่ ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นในอดีต กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นทำให้พื้นที่หลายแห่งของจังหวัดชลบุรี ปรากฏเป็นลักษณะธรณีสัณฐานที่สวยงามแปลกตา มีคุณค่าทางการศึกษาวิจัยทางด้านธรณีวิทยา ภูมิศาสตร์และประวัติศาสตร์ นอกจากนี้บางพื้นที่ยังมีทัศนียภาพสวยงาม มีศักยภาพและมีประโยชน์ในการใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยวและนันทนาการ สมควรเป็นแหล่งอนุรักษ์ทางธรณีวิทยา โดยสามารถพัฒนาให้กลายเป็นแหล่งธรณีวิทยาเพื่อการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น กรมทรัพยากรธรณีได้จำแนก “แหล่งธรณีวิทยาอันควรอนุรักษ์” ออกเป็น 7 ประเภท ประกอบด้วย 1) แหล่งลำดับชั้นหินแบบฉบับ 2) แหล่งหินแบบฉบับ 3) แหล่งแร่แบบฉบับ 4) แหล่งธรณีโครงสร้าง 5) แหล่งพุร้อน 6) แหล่งธรณีสัณฐาน และ 7) แหล่งซากดึกดำบรรพ์ (กรมทรัพยากรธรณี, 2554)

แหล่งอนุรักษ์และแหล่งท่องเที่ยวทางธรณีวิทยาในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย 5 ประเภท ได้แก่ แหล่งลำดับชั้นหินแบบฉบับ แหล่งหินแบบฉบับ แหล่งแร่แบบฉบับ แหล่งซากดึกดำบรรพ์ และแหล่งธรณีสัณฐาน รายละเอียดดังนี้

7.1 แหล่งลำดับชั้นหินแบบฉบับ

จังหวัดชลบุรีมีแหล่งธรณีวิทยาอันควรอนุรักษ์ ประเภทแหล่งลำดับชั้นหินแบบฉบับที่มีความโดดเด่น ได้แก่ หมวดหินพลูตาหลวง ซึ่งเป็นหมวดหินย่อยของกลุ่มหินชลบุรี มีการกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่บริเวณเขาทองหิน เขาสัตว์หีบ เขาตาหม้าย เขาตะแบก แหลมแสมสาร และเกาะแสมสาร โดยแบ่งออกเป็น 4 หมู่หิน เรียงจากอายุแก่ไปหาอายุน้อย ดังนี้ 1) หมู่หินเกล็ดแก้ว 2) หมู่หินเขาหมอน 3) หมู่หินแสมสาร และ 4) หมู่หินเขาชีจรรย์ (นรรัตน์ บุญกันภัย และวิจิตรา พุทธิรักษา, 2552)

7.2 แหล่งหินแบบฉบับ

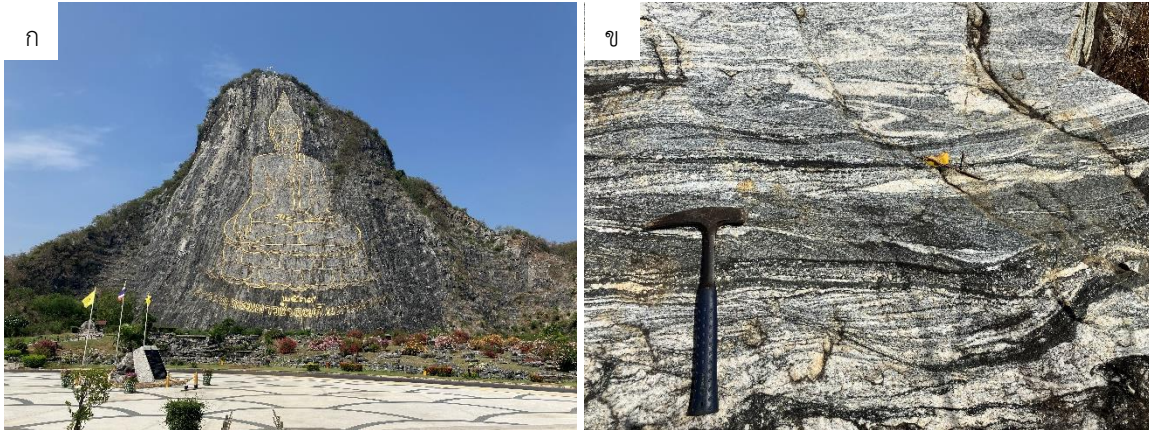
จังหวัดชลบุรีมีแหล่งธรณีวิทยาอันควรอนุรักษ์ ประเภทแหล่งหินแบบฉบับที่มีความโดดเด่นจำนวน 2 แหล่ง (รูปที่ 7-1) ได้แก่

7.2.1 แหล่งหินแบบฉบับ ประเภทหินอ่อน หินแคลก์-ซิลิเกต บริเวณเขาชีจรรย์

สภาพธรณีวิทยาบริเวณเขาชีจรรย์ (รูปที่ 7-1ก) เป็นหินปูนเนื้อแน่นที่ถูกแปรสภาพไปเป็นหินอ่อน ประกอบด้วย หินอ่อนเนื้อโดโลไมต์ และหินแคลก์-ซิลิเกต สีเทาดำ-สีขาว แทรกสลับกัน มีแถบหินเนื้อดิน สีดำ-น้ำตาลดำ แทรกสลับ หินปูนแสดงริ้วขนาน เนื่องจากได้รับอิทธิพลความร้อนจากหินแกรนิตยุคไทรแอสซิกที่แทรกดันอยู่ด้านใต้และบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง ทำให้กลุ่มแร่ซิลิเกตมีการเรียงตัวเป็นแนวยาวขนานกัน และแสดงริ้วขนานในหินปูนใกล้เคียงกับแนวสัมผัสกับหินแกรนิต และริ้วขนานแสดงการคดโค้ง บิดงอ และเกิดรอยแตก รอยแยก (กรมทรัพยากรธรณี, 2554)

7.2.2 แหล่งหินแบบฉบับ ประเภทหินไนส์ พื้นที่อำเภอหนองใหญ่

“หินไนส์หนองใหญ่” เป็นแหล่งที่หินมีลักษณะโดดเด่น ประกอบด้วย หินไนส์ ปนอยู่กับ หินชีสต์ แสดงแถบชั้นสีเข้มกับสีจางชัดเจน (รูปที่ 7-1ข) บางบริเวณเปลี่ยนเป็นหินไนส์เนื้อไมโลไนต์ และ หินไมโลไนต์ พบมีการคดโค้งของชั้นหิน ชั้นหินถูกเฉือน และพบหินที่มีแร่ประกอบหินคล้ายกับหินแกรนิต ที่เกิดร่วมกันทั้งแบบขนานกันและพัวกัน จึงเป็นแหล่งที่มีประโยชน์สำหรับการศึกษาด้านธรณีวิทยา โครงสร้างที่เกิดภายหลังการกำเนิดของหินเดิม จากการแปรสภาพอันเนื่องมาจากแรงภายนอกที่กระทำต่อ หินเดิมด้วย (กรมทรัพยากรธรณี, 2554)



รูปที่ 7-1 แหล่งธรณีวิทยาอันครอนูรักษ์ประเภทแหล่งหินแบบฉบับที่พบในพื้นที่จังหวัดชลบุรี (ก) ภูมิทัศน์ของพระพุทธรูปแกะสลักบริเวณหน้าผาเขาชีจรรย์ (ข) ลักษณะของหินแบบฉบับประเภทหินไนส์ แสดงการสลับกันของแร่สีเข้มกับแร่สีจาง พื้นที่อำเภอหนองใหญ่

7.3 แหล่งแร่แบบฉบับ

จังหวัดชลบุรีมีแหล่งธรณีวิทยาอันครอนูรักษ์ ประเภทแหล่งแร่แบบฉบับที่มีความโดดเด่นจำนวน 2 แหล่ง (รูปที่ 7-2) ได้แก่

7.3.1 แหล่งแร่แบบฉบับ ชนิดแร่ทองคำ บริเวณเขาบ่อทอง

แร่ทองคำ (Gold; Au) บริเวณเขาบ่อทอง อำเภอบ่อทอง เป็นแหล่งแร่ที่มีการเกิดทั้งแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ ส่วนใหญ่เป็นแร่ที่เกิดร่วมกับสายแร่ควอตซ์ และหินข้างเคียงกับสายแร่ควอตซ์ อาจพบแร่พลวงและแร่โลหะอื่นๆ ร่วมด้วย ในปี พ.ศ.2552 มีชาวบ้านเป็นจำนวนมาก ได้เข้าไปขุดค้นหาทองคำที่สะสมตัวในชั้นกะสะตามร่องน้ำต่างๆ และในชั้นตะกอนพลัดไหลเขา และตะกอนเหลือค้างที่สะสมตัวอยู่ตามที่ราบเชิงเขาและเนินเขา (รูปที่ 7-2) (กรมทรัพยากรธรณี, 2554)



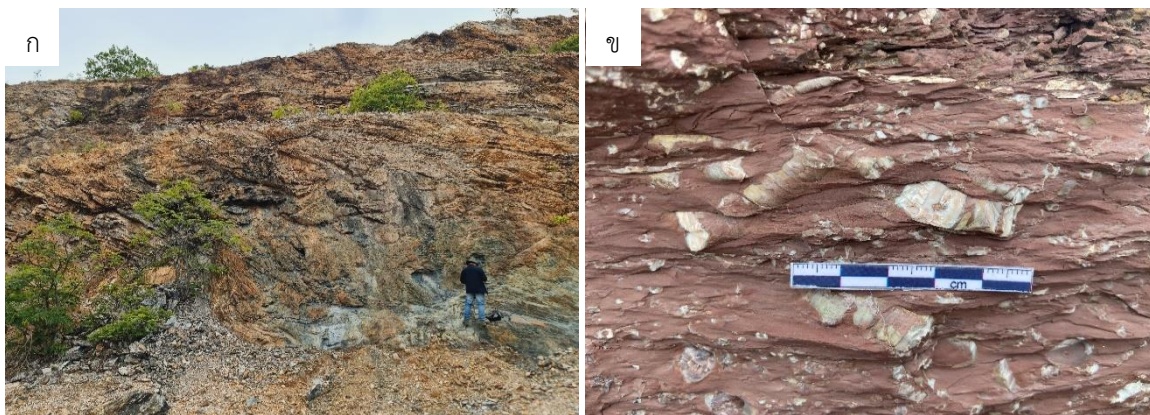
รูปที่ 7-2 แหล่งแร่แบบฉบับชนิดแร่ทองคำ บริเวณเขาบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี (ก) การขุดค้นหาแร่ทองคำในชั้นตะกอนของชาวบ้าน (ข) แร่พลวง บริเวณเขาบ่อทอง เกิดร่วมกับสายแร่ควอตซ์

7.3.2 แหล่งแร่แบบฉบับชนิดแร่ไซโลมีเลน บริเวณแหลมถ้ำแร่ เกาะล้าน

แร่ไซโลมีเลน (Psilomelane; $\text{BaMn}^{2+}\text{Mn}_8^{4+}\text{O}_{16}(\text{OH})_4$) บริเวณแหลมถ้ำแร่ ทางด้านทิศใต้ของเกาะล้าน อำเภอบางละมุง แร่ไซโลมีเลนเป็นแร่แมงกานีสชนิดหนึ่ง แต่มีลักษณะที่ต่างจากชนิดอื่น ๆ คือเป็นแร่แมงกานีสที่มีความแข็งมากและไม่แสดงรูปผลึกแร่ ในประเทศไทยพบแร่ชนิดนี้ตามเกาะต่าง ๆ หรือชายฝั่งทะเลทั่วไป (กรมทรัพยากรธรณี, 2554)

7.4 แหล่งซากดึกดำบรรพ์

จังหวัดชลบุรีมีการสำรวจพบซากดึกดำบรรพ์ได้แก่ ซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรียหลายชนิด เช่น *Follicucullus* sp., *Albaillela* sp., *Latentibifistula* sp. ที่พบในหินเซิร์ตของหมู่หินแสมสาร (รูปที่ 7-3ก) ในพื้นที่บริเวณเขาพลูตาหลวง อำเภอสัตหีบ (นรรธน์ บุญกันภัย และวิจิตรา พุทธรักษา, 2552) ซากดึกดำบรรพ์ฟิวซิลินิด และฟอแรมินิเฟอรา บริเวณเขาเวรดี ใกล้อ่างเก็บน้ำบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ, 2552) และซากดึกดำบรรพ์ไครนอยด์ และปะการัง บริเวณบ่อหินในพื้นที่เขาพลูตาหลวง อำเภอสัตหีบ (รูปที่ 7-3ข)



รูปที่ 7-3 แหล่งธรณีวิทยาอันครอนูรักษ์ ประเภทแหล่งซากดึกดำบรรพ์ที่พบในพื้นที่จังหวัดชลบุรี (ก) หินเซิร์ตของหมู่หินแสมสาร ที่พบซากดึกดำบรรพ์เรดิโอลาเรีย บริเวณเขาพลูตาหลวง อำเภอสัตหีบ (ข) ซากดึกดำบรรพ์ไครนอยด์ในหินโคลน บริเวณบ่อหิน ในพื้นที่เขาพลูตาหลวง อำเภอสัตหีบ

7.5 แหล่งธรณีศึกษา

จังหวัดชลบุรีมีแหล่งธรณีวิทยาอันควรอนุรักษ์ประเภทแหล่งธรณีศึกษา จำนวนหลายประเภท ได้แก่ แหล่งธรณีศึกษาประเภทเกาะ แหล่งธรณีศึกษาประเภทน้ำตก แหล่งธรณีศึกษาประเภทชายหาด แหล่งธรณีศึกษาประเภทถ้ำ แหล่งธรณีศึกษาที่มีความโดดเด่นและเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงของจังหวัดชลบุรี มีดังนี้

7.5.1 แหล่งธรณีศึกษาประเภทเกาะ

1) เกาะล้าน

เป็นเกาะในทะเลอ่าวไทยที่ขนานกับหาดพัทยา โดยห่างชายฝั่งประมาณ 7 กิโลเมตร พื้นที่ประมาณ 4 ตารางกิโลเมตร มีชายหาดที่สวยงาม นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มาเล่นน้ำ ดูปะการัง เล่นกีฬาทางน้ำ โดยเฉพาะที่หาดตาแหวน หาดทองหลาง หาดนวล และหาดเทียน ส่วนหาดแสมบรรยากาศเงียบสงบ บริเวณเกาะเล็ก ๆ ที่อยู่รอบ ๆ เช่น เกาะครก และเกาะสาก เกาะล้านมีลักษณะธรณีวิทยาเป็นหินทรายเนื้อควอตซ์ สีขาว-เทาอ่อน เนื้อละเอียดถึงปานกลาง การจับตัวของเม็ดตะกอนดี การคัดขนาดปานกลาง เป็นชั้นดี ชั้นบางถึงหนา บางส่วนถูกแปรสภาพกลายเป็นหินควอร์ตไซต์ มีหินดินดานและหินโคลนสลับบ้าง และพบแร่ไฮโลมีเลน ซึ่งชาวบ้านนิยมนำไปทำเป็นวัตถุมงคล (กรมทรัพยากรธรณี, 2555) (รูปที่ 7-4 ก)

2) เกาะสีชัง

เป็นเกาะในทะเลอ่าวไทย ตั้งอยู่ทางด้านตะวันตกของจังหวัดชลบุรี ตรงข้ามกับอำเภอศรีราชา ห่างจากจังหวัดชลบุรีประมาณ 35 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 7.9 ตารางกิโลเมตร บริเวณชายฝั่งทะเลของเกาะสีชังทางด้านทิศตะวันตก มีโขดหินและหน้าผาเป็นส่วนใหญ่ และมีหาดทรายเป็นส่วนน้อย เกาะสีชังมีลักษณะธรณีวิทยาที่ประกอบด้วย หินปูนเกือบทั้งหมด ยกเว้นทางด้านทิศตะวันออกเริ่มตั้งแต่แหลมท่าวัง เป็นแนวยาวไปทางด้านใต้จนถึงแหลมหินขาวและบริเวณทางทิศตะวันตกของปลายแหลมตอนใต้ของเกาะเป็นหินแกรนิต (กรมทรัพยากรธรณี, 2555) (รูปที่ 7-4 ข)

3) เกาะครก

เป็นเกาะขนาดเล็กอยู่ห่างจากฝั่งประมาณ 8 กิโลเมตร พื้นที่โดยรอบเกาะเป็นโขดหิน มีหาดทรายอยู่เพียงหาดเดียวทางทิศตะวันออกของเกาะ คือ หาดเกาะครก มีความยาวประมาณ 100 เมตร (กรมทรัพยากรธรณี, 2555)

4) เกาะสาก

เป็นเกาะขนาดเล็กอยู่ด้านทิศเหนือของเกาะล้าน มีรูปร่างโค้งเป็นรูปเกือกม้าหาย มีหาดทรายขาวนวลอยู่ 2 หาด ทางด้านเหนือและใต้ มีทางเดินติดต่อกันได้ และมีแนวปะการัง (กรมทรัพยากรธรณี, 2555)



รูปที่ 7-4 แหล่งธรณีสัณฐานประเภทเกาะของจังหวัดชลบุรี (ก) ชายหาดที่สวยงามของเกาะล้าน บริเวณแหลมnun ที่มีนักท่องเที่ยวนิยมมาเล่นน้ำ และดำดูปะการัง (ข) ทัศนียภาพอันสวยงามของเกาะสีชัง บริเวณช่องเขาขาด ซึ่งเป็นหินแคลก์-ซิลิเกตสีเทาดำสลับขาว

7.5.2 แหล่งธรณีสัณฐานประเภทน้ำตก

1) น้ำตกอ่างผักหนาม

น้ำตกอ่างผักหนามอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน บริเวณบ้านเขาใหญ่ หมู่ 6 ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง น้ำตกแห่งนี้มี 7 ชั้น ชั้นบนสุดอยู่ที่ความสูง 620 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยปกติน้ำตกอ่างผักหนามจะไม่ค่อยมีน้ำมากนัก เนื่องจากทางด้านใต้ของน้ำตกมีเทือกเขาจันทร์บูรณ์เป็นกำแพงขวางกั้นความชื้นจากอ่าวไทย ทำให้สภาพอากาศที่นี่ค่อนข้างแห้งแล้งกว่าน้ำตกแห่งอื่น ๆ (กรมทรัพยากรธรณี, 2555) (รูปที่ 7-5 ก)

2) น้ำตกเขาเจ้าบ่อทอง

อยู่ในเขตวนอุทยานน้ำตกเขาเจ้าบ่อทอง ตั้งอยู่ที่ตำบลบ่อทอง ตำบลธาตุทอง อำเภอบ่อทอง และตำบลหนองใหญ่ อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าคลองตะเคียนและป่าสงวนแห่งชาติป่าแดง-ชุมชุมกลาง พื้นที่ประมาณ 19,473 ไร่ โดยน้ำตกเขาเจ้าบ่อทองไหลลงมาบนลานหินเป็นหน้าผากกว้างประมาณ 30 เมตร สูงประมาณ 10 เมตร (รูปที่ 7-5 ข)



รูปที่ 7-5 แหล่งธรณีสัณฐานประเภทน้ำตกของจังหวัดชลบุรี (ก) น้ำตกอ่างผักหนามอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน น้ำตกมีทั้งหมด 7 ชั้น (ข) น้ำตกเขาเจ้าบ่อทอง เป็นหินไนส์แสดงการสลับกันของแร่สีเข้มกับแร่สีจาง เม็ดแร่ถูกบดอัดและถูกเฉือน

7.5.3 แหล่งธรณีสัณฐานประเภทชายหาด

1) หาดบางแสน

เป็นหาดทรายที่มีความยาว 4.5 กิโลเมตร แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ช่วงเหนือสุดของหาด คือ แหลมแท่น มีโขดหินสวยงาม ลงเล่นน้ำไม่ได้ ช่วงกลางของหาดคือ หาดบางแสน และชายหาดตอนใต้สุดคือ หาดวอนนภา (กรมทรัพยากรธรณี, 2555) (รูปที่ 7-6 ก)

2) หาดพัทยา

หาดพัทยามีลักษณะเป็นหาดรูปโค้ง เป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยวของพัทยา มีถนนเลียบริมชายหาดยาว 3 กิโลเมตร ริมหาดร่มรื่นไปด้วยพันธุ์ไม้นานาชนิด (กรมทรัพยากรธรณี, 2555)

3) หาดจอมเทียน

หาดจอมเทียนอยู่ต่อจากหาดพัทยา โดยมีเขาพระตำหนักคั่นไว้ มีถนนเลียบริมชายหาดเป็นระยะทาง 6 กิโลเมตร เป็นหาดที่เงียบสงบ ได้รับการพัฒนาเป็นศูนย์กลางของกีฬาทางน้ำ และเป็นที่ยอมรับของนักท่องเที่ยวที่ต้องการพักผ่อน (กรมทรัพยากรธรณี, 2555)

4) หาดนางรำ

หาดนางรำตั้งอยู่ในบริเวณท่าเรือจุกเสม็ด ฐานทัพเรือสัตหีบ อยู่ในความดูแลของกองทัพเรือ หาดนางรำมีหาดคู่แฝดอยู่ใกล้ ๆ กัน คือหาดนางรอง ทั้งสองหาดมีเขตกันแบ่งกันด้วยเนินโขดหินเล็ก ๆ เท่านั้น ซึ่งสามารถเดินไปมาจากหาดหนึ่งไปยังอีกหาดหนึ่งได้ง่าย ๆ เอกลักษณ์ของหาดนางรำคือ ด้านหน้าเป็นวิวชายหาดสวย ๆ ความยาวประมาณ 500 เมตร

5) หาดเทียนทะเล

หาดเทียนทะเลอยู่ในความดูแลของหน่วยบัญชาการต่อสู้อากาศยานและรักษาฝั่งของกองทัพเรือ เป็นชายหาดที่เงียบสงบ มีความเป็นส่วนตัวสูง ร่มรื่นด้วยทิวสนเป็นแนวยาว มีลักษณะเป็นหาดทรายสลับกับโขดหิน ยาวประมาณ 900 เมตร เหมาะกับการ ชมธรรมชาติได้ร่มเงาของทิวสน

6) หาดทรายแก้ว

หาดทรายแก้วตั้งอยู่ในพื้นที่โรงเรียนชุมพลทหารเรือ กรมยุทธศึกษาทหารเรือ บริเวณอ่าวน้อย ตำบลบางเสร่ อำเภอสัตหีบ ชายหาดแห่งนี้จึงอยู่ในการดูแลของทหารเรือ หาดทรายขาวสะอาดทอดยาวประมาณ 1,700 เมตร (รูปที่ 7-6 ข)



รูปที่ 7-6 แหล่งธรณีสัณฐานประเภทชายหาดของจังหวัดชลบุรี (ก) หาดพัทยา เป็นที่ตั้งศูนย์การค้าโรงแรม รวมทั้งสถานที่บันเทิงหลายรูปแบบ (ข) หาดทรายแก้ว มีลักษณะหาดทรายขาวสะอาดทอดยาวประมาณ 1,700 เมตร

7.5.3.1 แหล่งธรณีสถานประเภทถ้ำ

1) ถ้ำเขาชะอางค์ห้ายอด

ถ้ำเขาชะอางค์ห้ายอดมีลักษณะเป็นภูเขาหินปูนที่มีลักษณะเด่น คือ มีสัณฐานเป็นยอดเขาเรียงรายติดต่อกันอยู่ 5 ยอด จึงเรียกว่า “เขาชะอางค์ห้ายอด” ตามลักษณะสัณฐานดังกล่าว บริเวณเขาชะอางค์ห้ายอดนี้มีถ้ำลักษณะเป็นเพิงถ้ำอยู่บริเวณตีนเขาทางด้านทิศตะวันออกและทิศใต้ มีหินงอกหินย้อยสวยงาม รอบ ๆ ตีนเขาเป็นป่าที่ดิบ นอกจากนี้ยังมีวัดเขาชะอางค์ห้ายอดตั้งอยู่เชิงเขา (รูปที่ 7-7 ก)

2) ถ้ำเขาชะอางค์ทรงเครื่อง

ถ้ำเขาชะอางค์ทรงเครื่องอยู่ในภูเขาหินปูน หมู่ 7 บ้านบ่อทอง เป็นถ้ำขนาดใหญ่ มีหินงอกหินย้อยสวยงาม และมีค้างคาวอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก (กรมทรัพยากรธรณี, 2555) (รูปที่ 7-7 ข)

3) ถ้ำเขาชะอางค์โอน

ถ้ำเขาชะอางค์โอนตั้งอยู่หมู่ 1 ตำบลบ่อทอง บริเวณถ้ำเป็นสำนักสงฆ์ปฏิบัติธรรม ลักษณะเป็นภูเขาหินปูน มีหินงอกหินย้อย (กรมทรัพยากรธรณี, 2555)

4) ถ้ำลับแล

ถ้ำลับแลตั้งอยู่บริเวณเขาหินคม ตำบลพลวงทอง มีลักษณะเป็นภูเขาหินปูน เป็นถ้ำที่มีหินงอกหินย้อย บริเวณถ้ำเป็นสำนักสงฆ์เขาซุ้มโบสถ์



รูปที่ 7-7 แหล่งธรณีสถานประเภทถ้ำของจังหวัดชลบุรี (ก) ถ้ำเขาชะอางค์ห้ายอดเป็นภูเขาหินปูน มีสัณฐานเป็นยอดเขาเรียงรายติดต่อกันอยู่ 5 ยอด (ข) ลักษณะหินงอกหินย้อยภายในถ้ำเขาชะอางค์ทรงเครื่อง และมีค้างคาวอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 7-1 แหล่งธรณีวิทยาอันควรรอนุรักษ์ของจังหวัดชลบุรี (ดัดแปลงจากสำนักงานทรัพยากรธรณี เขต ๔ (สุราษฎร์ธานี), 2561)

ประเภทแหล่ง ธรณีวิทยา	แหล่งธรณีวิทยา (Geosite)	ตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (UTM Grid) WGS 84 L7018 47P		แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:50,000
		ตะวันออก (East)	เหนือ (North)	
แหล่งลำดับชั้นหิน แบบฉบับ	เขาพลูดาวหลวง			ระวางอำเภอสัตหีบ (5134 II)
	ต.พลูดาวหลวง อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี	713624	1404620	
แหล่งหินแบบฉบับ	พระพุทธรูปแกะสลัก หน้าผาเขาชีจรรย์			ระวางอำเภอบางละมุง (5134 I)
	ต.นาจอมเทียน อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี	712394	1412063	
แหล่งแร่แบบฉบับ	เหมืองหินไนส์ ต.หนองใหญ่			ระวางอำเภอหนองใหญ่ (5235 II)
	อ.หนองใหญ่ จ.ชลบุรี	760130	1458339	
แหล่งแร่แบบฉบับ	เขาบ่อทอง ต.บ่อทอง อ.บ่อทอง จ.ชลบุรี			ระวางอำเภอบ่อทอง (5235 I)
	แหลมถ้ำแร้ ต.นาเกลือ	769857	1458567	
แหล่งธรณีสีฐาน (เกาะ)	อ.บางละมุง จ.ชลบุรี	693239	1427024	ระวางอำเภอบางละมุง (5134 I)
	เกาะสีซัง ต.ท่าเทววงษ์	695248	1454137	
แหล่งธรณีสีฐาน (น้ำตก)	อ.เกาะสีซัง จ.ชลบุรี			ระวางอำเภอศรีราชา (5135 II)
	เกาะล้าน ต.นาเกลือ อ.บางละมุง จ.ชลบุรี	692971	1428313	
แหล่งธรณีสีฐาน (น้ำตก)	เกาะครก ต.นาเกลือ อ.บางละมุง จ.ชลบุรี			ระวางอำเภอบางละมุง (5134 I)
	เกาะสาก ต.นาเกลือ อ.บางละมุง จ.ชลบุรี	695868	1429865	
แหล่งธรณีสีฐาน (น้ำตก)	น้ำตกอ่างผักหนาม ต.พลวงทอง			ระวางอำเภอกำแพงแสน (5335 IV)
	อ.บ่อทอง จ.ชลบุรี	786559	1467984	
แหล่งธรณีสีฐาน (ชายหาด)	น้ำตกเขาเจ้าบ่อทอง ต.ธาตุทอง อ.บ่อทอง จ.ชลบุรี			ระวางอำเภอบ่อทอง (5235 I)
	หาดบางแสน ต.แสมสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี	757411	1466040	
แหล่งธรณีสีฐาน (ชายหาด)	หาดพัทยา เมือง พัทยา อ.บางละมุง จ.ชลบุรี			ระวางจังหวัดชลบุรี (5135 I)
		705677	1471376	
		703753	1430252	ระวางอำเภอบางละมุง (5134 I)

ประเภทแหล่ง ธรณีวิทยา	แหล่งธรณีวิทยา (Geosite)	ตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (UTM Grid) WGS 84 L7018 47P		แผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:50,000	
		ตะวันออก (East)	เหนือ (North)		
แหล่งธรณีสัญฐาน (ถ้ำ)	หาดจอมเทียน ต.หนองปรือ อ.บางละมุง จ.ชลบุรี หาดนางรำ	704649	1424261	ระวางอำเภอบางละมุง (5134 I)	
	ต.แสมสาร อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี	708627	1395535	ระวางอำเภอสัตหีบ (5134 II)	
	หาดเทียนทะเล ต.สัตหีบ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี	709445	1398486	ระวางอำเภอสัตหีบ (5134 II)	
	หาดทรายแก้ว ต.บางเสร่ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี	699979	1409636	ระวางอำเภอสัตหีบ (5134 II)	
	ถ้ำเขาชะอางค์ห้ายอด ต.พลวงทอง	781565	1456271	ระวางบ้านสระรีมัน (5335 III)	
	อ.บ่อทอง จ.ชลบุรี ถ้ำเขาชะอางค์ ทรงเครื่อง ต.พลวงทอง	779744	1460159	ระวางบ้านสระรีมัน (5335 III)	
	อ.บ่อทอง จ.ชลบุรี ถ้ำเขาชะอางค์โพน ต.พลวงทอง	787586	1461967	ระวางบ้านสระรีมัน (5335 III)	
	อ.บ่อทอง จ.ชลบุรี ถ้ำลับแล ต.พลวงทอง	781744	1455570	ระวางบ้านสระรีมัน (5335 III)	
	อ.บ่อทอง จ.ชลบุรี เขาพลูตาหลวง ต.พลูตาหลวง	713624	1404620	ระวางอำเภอสัตหีบ (5134 II)	
	อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี				
	แหล่งซากดึกดำ บรรพ์				

เอกสารอ้างอิง

- กรมการปกครอง (2565) สถิติประชากรทางการทะเบียนราษฎร (รายเดือน), สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง
[ออนไลน์]: แหล่งที่มา: <https://stat.bora.dopa.go.th/stat/statnew/statMONTH/statmonth/#/mainpage>. [30 พฤศจิกายน 2565].
- กรมป่าไม้ (2565) ป่าสงวนแห่งชาติ, ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมป่าไม้, [ออนไลน์]: แหล่งที่มา:
https://forestinfo.forest.go.th/National_Forest.aspx [30 พฤศจิกายน 2565].
- กรมป่าไม้ (2565) ทะเบียนป่าชุมชน, ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมป่าไม้, [ออนไลน์]: แหล่งที่มา:
<https://forestinfo.forest.go.th/Com.aspx?prov=20&zone=20&year=-1&year=-1&type=-1> [30 พฤศจิกายน 2565].
- กรมทรัพยากรธรณี (2531) การวิเคราะห์ปริมาณทองคำ เงิน ทองแดง และโมลิบดีนัม ในตัวอย่างแร่หินที่ได้จากการเจาะสำรวจ
บริเวณจังหวัดนครราชสีมา ชลบุรี นครนายก และฉะเชิงเทรา, รายงานเศรษฐกิจธรณีวิทยา ฉบับที่ 36/2531, กองผสม
ธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 18 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี (2550) ธรณีวิทยาประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง) (Geology of Thailand (2nd ed.): กรม
ทรัพยากรธรณี 628 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี (2554) แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี. กรมทรัพยากรธรณี.
- กรมทรัพยากรธรณี (2554) การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดชลบุรี (พิมพ์ครั้งที่ 1) กทม.,
จัดพิมพ์โดย กรมทรัพยากรธรณี, โรงพิมพ์ ออนป้า จำกัด, 132 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี (2555) ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี และแหล่งเรียนรู้ทางธรณีวิทยา: สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, เอกสาร
ประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความรู้ธรณีวิทยา ทรัพยากรธรณีและธรณีพิบัติภัย ผู้บุคลากรทางการศึกษา, 39 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี (2559) งานสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรธาตุหายากและธาตุกัมมันตรังสีแฝง, สำนักทรัพยากรแร่,
กรมทรัพยากรธรณี, 88 หน้า
- กรมทรัพยากรธรณี (2565) โครงการปฏิบัติการบริหารจัดการทรัพยากรแร่, กองทรัพยากรแร่ กรมทรัพยากรธรณี, 99 หน้า.
- กรมวิชาการ (2548) ประกาศกรมวิชาการ เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548, ประกาศ ณ วันที่ 2 มิถุนายน พ.ศ. 2548
คัดจากราชกิจจานุเบกษา เล่ม 122 ตอนพิเศษ 109 ง หน้า 9-10 วันที่ 30 กันยายน 2548.
- กรมอุตุนิยมวิทยา (2565) ภูมิอากาศจังหวัดชลบุรี, ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, 3 หน้า.
- กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ (2550) คุณลักษณะของแร่ตามมาตรฐานการใช้งานและมาตรฐานการซื้อขายแร่ใน
ตลาดแร่, สำนักพัฒนาและส่งเสริม สำนักวิชาการแร่ และศูนย์สารสนเทศอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, กรม
อุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, กระทรวงอุตสาหกรรม, หน้า 68-73.
- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2565) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าในประเทศไทย, สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยาน
แห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, [ออนไลน์]: แหล่งที่มา:
<https://portal.dnp.go.th/Content/WildlifeConserve?contentId=27470> [30 พฤศจิกายน 2565].
- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2565) เขตห้ามล่าสัตว์ป่าในประเทศไทย, สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ
สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, [ออนไลน์]: แหล่งที่มา:
<https://portal.dnp.go.th/Content/WildlifeConserve?contentId=27509> [30 พฤศจิกายน 2565].
- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2565) รายชื่ออุทยานแห่งชาติและวนอุทยาน, สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยาน
แห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, [ออนไลน์]: แหล่งที่มา:
<http://portal.dnp.go.th/Content/nationalpark?contentId=20031> [30 พฤศจิกายน 2565].
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2546) รายงานฉบับสมบูรณ์ พื้นที่แปลงที่ 4/2544 “พื้นที่บ่อทอง” สัญญาเลขที่ 5/2546,
โครงการเร่งรัดการสำรวจและประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่, กรมทรัพยากรธรณี, 546 หน้า
- เกษม จันทจรูญพงษ์, สมชาย เสี่ยมศักดิ์ (2524) คัญของแร่พลวงในภาคตะวันออกเฉียง, เอกสารเศรษฐกิจธรณีวิทยา ฉบับพิเศษที่ 6,
กรมทรัพยากรธรณี, 7 หน้า
- เกษม จันทจรูญพงษ์, สมชาย เสี่ยมศักดิ์ (2525) คัญของแร่ทองคำในภาคตะวันออกเฉียง, เอกสารเศรษฐกิจธรณีวิทยา ฉบับพิเศษที่ 7,
กรมทรัพยากรธรณี, 8 หน้า
- จรรยาพรณ์ สุขศรีบุญธำมาศ และนริศรา ยามันชาปีดิน (2562) แหล่งทรัพยากรหินอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดชลบุรีและระยอง,
กองธรณีวิทยา, กรมทรัพยากรธรณี, 66 หน้า
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2564) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน
ประกาศ ณ วันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2564 คัดจากราชกิจจานุเบกษา เล่ม 138 ตอนพิเศษ 54 ง หน้า 20-24 วันที่ 11 มีนาคม 2564.

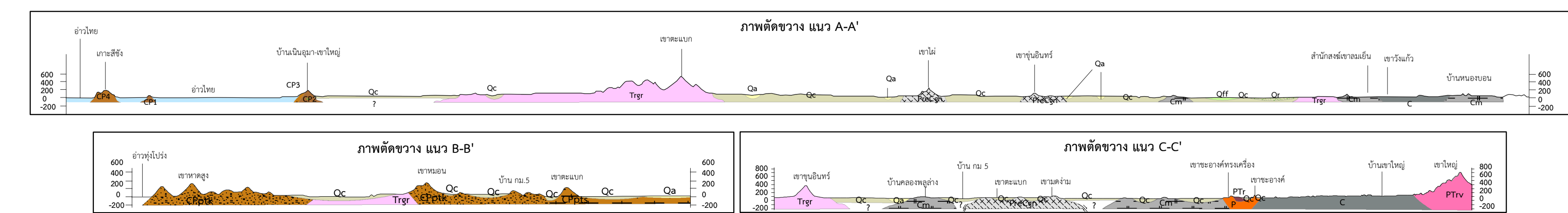
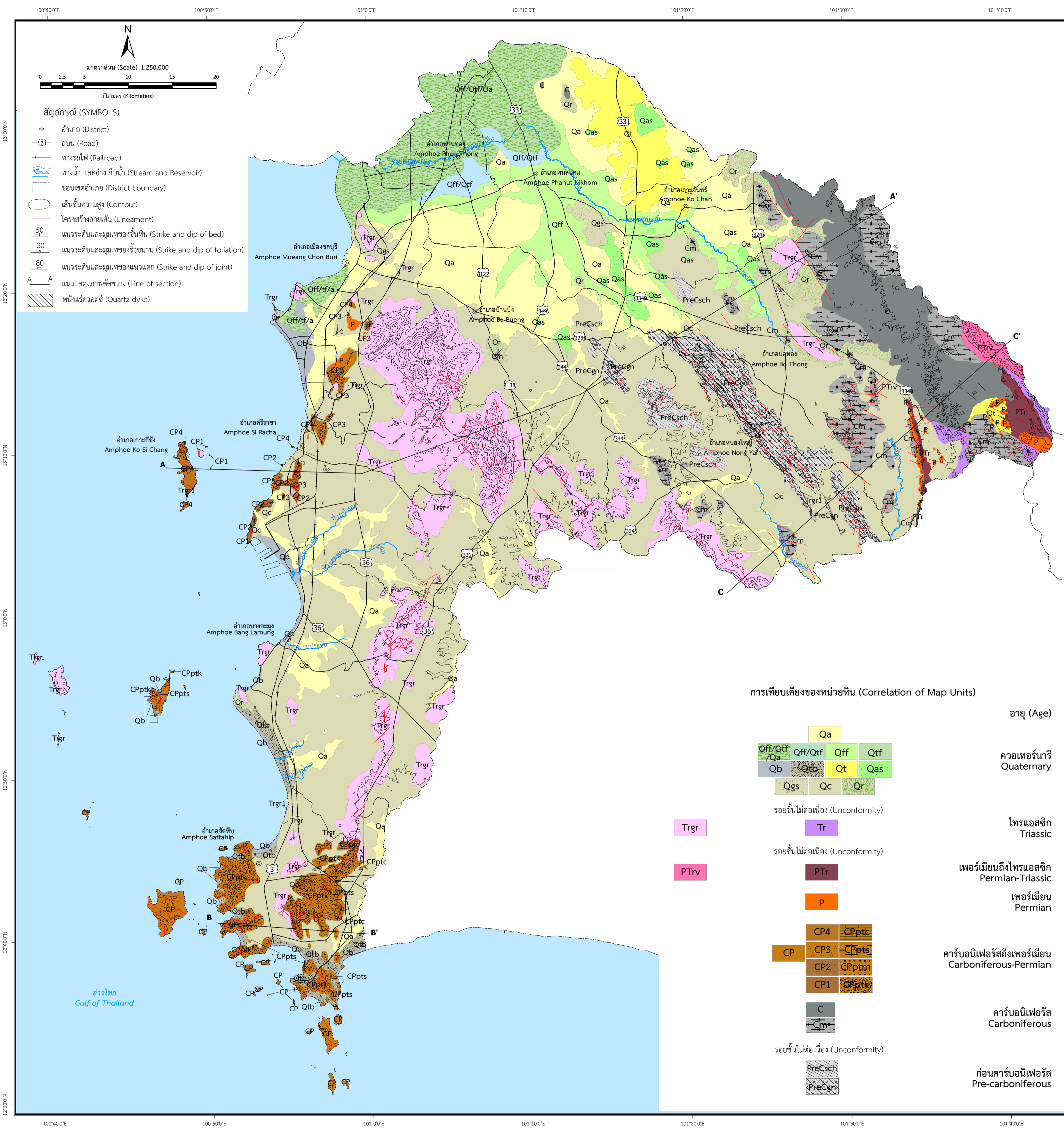
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2565) *ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพ ตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน พ.ศ. 2565* ประกาศ ณ วันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 คัดจากราชกิจจานุเบกษา เล่ม 140 ตอนพิเศษ 3 ง หน้า 20-24 วันที่ 5 มกราคม 2566.
- จรินทร์ ตูลยาทิตย์ (2544) *การสำรวจและแปลความหมายข้อมูลความเข้มข้นแม่เหล็ก*, กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, รายงานวิชาการ ฉบับที่ กศ 6/2544, 57 หน้า.
- ชมพูนุช ดลสุขเลิศ (2548) *การวิเคราะห์ตัวอย่างธรณีเคมีเพื่อหาปริมาณทองคำ พื้นที่เขามดคำ-เขาป่อทอง อำเภอป่อทอง จังหวัดชลบุรี*: รายงานวิชาการ ฉบับที่ กวท 3/2548. กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี, 47 หน้า
- ธนัช วัชรชัย (2565) *ลักษณะการกระจายตัวของธาตุหายากในหินแกรนิตของประเทศไทย*, กองทรัพยากรแร่, กรมทรัพยากรธรณี, 165 หน้า
- ธีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552) *ธรณีวิทยาของอำเภอศรีราชา (5135 II), ะวางบ้านจอมพล (5235 III) และระวางอำเภอหนองใหญ่ (5235 II)* : สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, รายงานวิชาการ ฉบับที่ สธว 3/2552, 116 หน้า.
- ธีระพล วงษ์ประยูร, สันต์ อัครพิชระ, ชาญเดช จันทรัตน์ และชลธิภา ผากเชียงซา (2561) *ศักยภาพแหล่งหินอุตสาหกรรมเพื่อการก่อสร้างระยะเบี่ยงเศรษฐกิจภาคตะวันออก*, กองธรณีวิทยา, กรมทรัพยากรธรณี, 77 หน้า
- นรินทร์ นฤกันภัย และวิจิตรา พุทธิรักษา (2552) *ธรณีวิทยาของอำเภอบางละมุง (5134 I), ระวางอำเภอ สัตหีบ (5134 II), ระวางอำเภอปลวกแดง (5234 IV)* : สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, รายงานวิชาการ ฉบับที่ สธว 4/2552, 103 หน้า.
- นิตี กิตติสาร และสันต์ อัครพิชระ (2531) *ธรณีวิทยาของอำเภอชะเมูน (5335 III)* : กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, รายงานการสำรวจ ฉบับที่ 0101, 114 หน้า.
- นิตี กิตติสาร (2535) *ธรณีวิทยาของอำเภอป่อทองและระวางอำเภอหนองใหญ่ (Geology of Amphoe Bo Thong Sheet and Amphoe Nong Yai Sheet)*: กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, รายงานวิชาการ ฉบับที่ T-07-2-0185-92/GEOL.
- บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2541) *รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดปูน (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทพิพัฒนา, บริษัท ผลิตภัณฑ์ศิลาแสนสุข จำกัด, บริษัท สหชัยศิลาทอง จำกัด, นายจักรวาล ตั้งประกอบ, ห้างหุ้นส่วน เอส.เอส. (1995) การศิลา ตำบลเมือง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี คำขอประทานบัตรที่ 12, 13, 14, 15, 16/2540, รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทพิพัฒนา, บริษัท ผลิตภัณฑ์ศิลาแสนสุข จำกัด, บริษัท สหชัยศิลาทอง จำกัด, นายจักรวาล ตั้งประกอบ, ห้างหุ้นส่วน เอส.เอส. (1995) การศิลา, 5-21 หน้า*
- บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2547) *รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการทำเหมืองแร่ หินอุตสาหกรรมชนิดแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ ตำบลหนองข้างคอก อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี คำขอประทานบัตรที่ 1/2546 ร่วมโครงการทำเหมืองเดียวกันกับประทานบัตรที่ 21357/15467, รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ, 6-2 หน้า*
- บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2547) *รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดปูน (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) บริษัท ปริندا จำกัด (มหาชน) ตำบลห้วยกะปิ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี คำขอประทานบัตรที่ 1/2545, รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, บริษัท ปริندا จำกัด (มหาชน), 6-3 หน้า*
- บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2550) *รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) บริษัท ศิลาพรชัย จำกัด ตำบลคลองกิว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี คำขอประทานบัตรที่ 3/2549: รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, บริษัท ศิลาพรชัย จำกัด, 6-7 หน้า*
- บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2550) *รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) บริษัท โรงโมไทย จำกัด ตำบลคลองกิว อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี คำขอประทานบัตรที่ 2/2549: รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, บริษัท โรงโมไทย จำกัด, 5-6 หน้า*
- บริษัท วิมคอนซ์ จำกัด, 2550, *รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ฉบับเพิ่มเติม 2) โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดแกรนิต (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) โควีธีเหมืองทาบ คำขอประทานบัตรที่ 2/2548 ร่วมแผนผังโครงการเดียวกันกับประทานบัตรที่ 21375/15320 หมู่ 11 ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ของบริษัท บอรอล ผลิตภัณฑ์หินทราย (ประเทศไทย), รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, บริษัท บอรอล ผลิตภัณฑ์หินทราย (ประเทศไทย), 8 หน้า*
- บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้ง เซอร์วิส จำกัด (2551) *รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการทำเหมืองแร่หินอุตสาหกรรมชนิดปูน (เพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง) คำขอประทานบัตรที่ 4/2549 ตำบลห้วยกะปิ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ: รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม, หุ้นส่วนจำกัด ชลบุรีจิตต์ประเสริฐ, 6-10 หน้า*
- บริษัท เมทริกซ์ แอสโซซิเอทส์ จำกัด (2551) *รายงานฉบับสมบูรณ์ รายงานหลักเล่มที่ 1/6, โครงการประเมินศักยภาพด้านคุณภาพน้ำบาดาล วางระบบติดตามการปนเปื้อนและวางแผนรายละเอียดการฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่จังหวัดระยอง และชลบุรี, กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 10-14 หน้า*


- บุญสี เหล็กศรี (2547) *การศึกษาปริมาณคลอไรด์ในน้ำบาดาล จังหวัดชลบุรี*: รายงานวิชาการ ฉบับที่ กวน.2/2547กองวิเคราะห์
น้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 47 หน้า
- ปานใจ สารพันโชติวิทยา, ศิริพร สูงปานเขา, วนิตา ระงับพิศม์ (2558) *การศึกษาการกำเนิดธาตุโลหะหายากในหินแกรนิต บริเวณ
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย, สำนักทรัพยากรแร่ สำนักเทคโนโลยีธรณี กรมทรัพยากรธรณี*, 162 หน้า
- ปิยาวร อัครพัชระ, จันทรฉาย ภูริญาณสวัสดิ์, นิลอุบล ไวปรีชี และ เจนเนตร สุพรรณอาสน์ (2548) *การปรับปรุงฐานข้อมูลแผนที่
ธรณีวิทยารายระวางมาตราส่วน 1: 50,000 พื้นที่ภาคใต้* (รายงานวิชาการฉบับที่ สธว. 29/2548), กรุงเทพฯ: สำนักธรณี
วิทยา, กรมทรัพยากรธรณี, 60 หน้า
- ปัญญา จารุศิริ (2527) *Carboniferous ที่ชลบุรี (Carboniferous at Changwat Chonburi)*: ข่าวสาร ส.ธ.ท., สมาคม
ธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย, ปีที่ 16 ฉบับที่ 8, หน้า 15-21.
- พงศ์สันต์ ยาวีไชย (2556) *ทรัพยากรแร่จังหวัดชลบุรี*, สำนักทรัพยากรแร่ กรมทรัพยากรธรณี, 88 หน้า.
- พินญาณ หลาวทอง, วิชาญ อรุณศรีแสงไทย, สหส หมื่นเหล็ก, สมชาย เสี่ยงศักดิ์ (2527) *รายงานการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งแร่
พลวงคลองกระแสดิ่งอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี*, กองเศรษฐกิจธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 22 หน้า
- พัชระ จริยวัฒน์ (2543), *แผนที่ทรัพยากรแร่ มาตราส่วน 1 : 250,000 และการใช้ประโยชน์* ใน การประชุมวิชาการ เรื่อง
ธรณีวิทยาและแหล่งแร่ประเทศไทย ในโอกาสฉลองครบรอบ 108 ปี แห่งการสถาปนากรมทรัพยากรธรณี (20-21 ธันวาคม
2543) กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี น.104 – 112
- มนตรี เหลืองอิงคะสุต (2544) *พื้นที่ศักยภาพทางแร่ในแผนที่ระวาง 5335 III (บ้านสีระมัน)*, รายงานวิชาการ ฉบับที่ กศ 3/2544,
กองเศรษฐกิจธรณีวิทยา, กรมทรัพยากรธรณี, 130 หน้า.
- มนตรี เหลืองอิงคะสุต และพงศ์สันต์ ยาวีไชย (2545) *ศักยภาพทางแร่ทองคำพื้นที่เขมดคำ-เขาบ่อทอง อำเภอบ่อทอง จังหวัด
ชลบุรี*, รายงานวิชาการ ฉบับที่ กศ 7/2545, กองเศรษฐกิจธรณีวิทยา, กรมทรัพยากรธรณี, 84 หน้า.
- วิจิตร นະมาตร์, 2506, *รายงานการสำรวจแหล่งแร่เหล็กที่บริเวณเขาชีโอน ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี*, กรม
ทรัพยากรธรณี, 11 หน้า.
- วีไล เวชชี (2546) *ฐานข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย (รายงานวิชาการฉบับที่ สธว.16/2546)*, กรุงเทพฯ: สำนักธรณีวิทยา,
กรมทรัพยากรธรณี, 80 หน้า
- วีรศักดิ์ นคินทร์บดี, สมเกียรติ มาระเนตร์ และสมาน จาตุรงค์วินัย (2519) *รายงานการสำรวจธรณีวิทยาระวางจังหวัด
กรุงเทพมหานคร และจังหวัดระยอง (ND 47-12) และ (ND 47-16) มาตราส่วน 1:250,000 (Report on the geology of
Bangkok Metropolitan and Changwat Rayong Quadrangles (ND 47-12 and ND 47-16), scale 1:250,000):*
กรมทรัพยากรธรณี, 41 หน้า และแผนที่ 2 ฉบับ.
- วีระพงษ์ ต้นสุวรรณ (2543) *กลุ่มหินชลบุรี: หินตะกอนที่สะสมตัวบนไหล่ทวีปยุคคาร์บอนิเฟอรัส ในภาคตะวันออกเฉียง*, ฝ่ายสำรวจ
ธรณีวิทยา, การประชุมแสดงผลงาน ทธ. และฝึกอบรมประจำปีงบประมาณ 2542, หน้า 61-71.
- วุฒิกานต์ สุขเสริม (2546), *แนวทางการตรวจสอบข้อมูลดิจิทัลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โครงการเร่งรัดการสำรวจและ
ประเมินศักยภาพทรัพยากรแร่*, กรุงเทพฯ : สำนักทรัพยากรแร่ กรมทรัพยากรธรณี, 86 หน้า
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2541) *โครงการพัฒนาระบบข้อมูลวิชาการธรณีวิทยา (รายงานฉบับสมบูรณ์ ฉบับภาษาไทย)* กรุงเทพฯ :
กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 86 หน้า
- สมชาย เสี่ยงศักดิ์ และเกษม จันทจรูญพงษ์ (2523) *รายงานการสำรวจแหล่งแร่ทองคำ แหล่งแร่ทองคำบ้านทับร้าง ตำบลลอม
พนม อำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี*: รายงานวิชาการ พ.ศ.2523, กองเศรษฐกิจธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 37 หน้า.
- สืบศักดิ์ ศลโกสม, สุวิทย์ เสรีตระกูล, สุภาภรณ์ วรกกน, อรพินท์ รุจิรานพวงศ์ (2553) *รายงานการสำรวจทรัพยากรแร่ในพื้นที่
ศักยภาพทางแร่สูง พื้นที่ "บ่อทอง" จังหวัดชลบุรี*, สำนักทรัพยากรแร่, กรมทรัพยากรธรณี, 124 หน้า.
- สำนักงานจังหวัดชลบุรี (2565) *แผนพัฒนาจังหวัดชลบุรี (2566 – 2570)*, กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด,
สำนักงานจังหวัดชลบุรี, 387 หน้า.
- สุวัฒน์ ดิยะไพรัช (2539) *แผนที่ธรณีวิทยาระวางอำเภอบ่อทอง (5235 I) ระวางอำเภอพนัสนิคม (5235 IV), และธรณีวิทยาระวาง
อำเภอท่าตะเกียบ (5335 IV) : สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี*, เอกสารประกอบการประชุมสรุปผลงาน , 6 หน้า.
- สุวัฒน์ ดิยะไพรัช และกรณีการ ยารังษี (2552) *ธรณีวิทยาระวางจังหวัดชลบุรี (5135 I) , ระวางอำเภอพนมสารคาม (5236 II),
ระวางจังหวัดฉะเชิงเทรา (5236 III) : สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี*, เอกสารประกอบการประชุมสรุปผลงาน ประจำปี
2552, 24 หน้า.
- อภิรักษ์ สุวรรณสิงห์ (2506) *รายงานการสำรวจทางธรณีเคมีของแร่ดีบุก บริเวณเทือกเขาแกรนิต ในจังหวัดชลบุรี ระยอง และ
จันทบุรี*, กรมทรัพยากรธรณี, 15 หน้า.

- อกนิษฐ์ สุวรรณสิงห์ (2517) รายงานการสำรวจทางธรณีแหล่งแร่เหล็กเขาชีโอน-ชีจัน ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี: รายงานการสำรวจ, กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 9 หน้า
- อรพรธม วงศ์กาแก้ว และวันเพ็ญ อ่วมใจบุญ (2556) ข้อมูลธรณีเคมีพื้นฐานจังหวัดชลบุรี, รายงานวิชาการ ฉบับที่ สทศ. 19/2556. สำนักเทคโนโลยีธรณี กรมทรัพยากรธรณี, 88 หน้า..
- อนัญญา เลิศนอก (2563) แนวทางการบริหารจัดการแร่จังหวัดชลบุรี, กองทรัพยากรแร่ กรมทรัพยากรธรณี, 99 หน้า.
- อุบลศรี ชัยสาม, เยาวลักษณ์ นิสสภ (2537) คุณลักษณะของแร่ตามมาตรฐานการใช้งานและมาตรฐานการซื้อขายในตลาดแร่ (พิมพ์ครั้งที่2), กรุงเทพฯ: กองวิชาการและการวางแผน กรมทรัพยากรธรณี, 289 หน้า.
- Areesiri, S. (1982) *Amphibolite and related rocks of Bo Kwang Thong, Amphoe Phanat Nikhom, Changwat Chonburi*: Chiang Mai University, unpublished M.Sc. thesis.
- Barr, S.M., MacDonald, A.S., Dunning, G.R., and Yaowanoyothin, W. (1991) *The Doi Inthanon metamorphic core complex in NW Thailand: age and tectonic significance [abs]*, in Seventh Regional Conference on Geology, Mineral and Energy Resources of Southeast Asia: Bangkok.
- Beckinsale, R.D., and Nakapadungrat, S. (1984) *A summary of geochronological studies of Thai granites*: Department of Mineral Resources (unpublished).
- Bowen, H.J.M. (1979) *Environmental Geochemistry of the Elements*: Academic Press, London.
- Fletcher, W.K. (1981) *Handbook of Exploration Geochemistry*: Elsevier science publishers B.V., Vancouver, B.C., Canada.
- Bunopas, S. (1981) *Paleogeographic history of western Thailand and adjacent parts of Southeast Asia – A plate tectonics interpretation*: Victoria University of Wellington, unpublished Ph.D. thesis, 810 p.; reprinted 1982 as Geological Survey Paper no.5, Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, Thailand.
- Bunopas, S., Marante, S., and Vella, P. (1989) *Paleozoic and Early Mesozoic rotation and drifting of Shan-Thai from Gondwana-Australia*, in Proceeding of the forth International Symposium on pre-Jurassic Geologic Evolution of Eastern Continental Margin of Asia: Had Yai-Lang Kawi Island: IGCP 224, p. 61-62.
- Chappell, B.W. and White, A.J.R. (1974) *Two Contrasting Granite Types*. *Pacific Geology*, 8, 173-174.
- Chuaviroj, S. (1988). *Geothermal development in Thailand*. Geothermics, Great Britain, Vol. 17no.2/3, pp.421-428.
- Cox, K. G., Bell, J. D., & Pankhurst, R. J. (1979). *The Interpretation of Igneous Rocks*. Allen and Unwin, London, 450 p.
- Intasopa, S. (1993) *Petrology and geochronology of the volcanic rocks of the Central Thailand volcanic belt*: University of New Brunswick, unpublished Ph.D. thesis, 242 p.
- Kanjanapayont, P., Kieduppatum, P., Klötzli, U., Klötzli, E., & Charusiri, P., (2013). *Deformation history and U–Pb zircon geochronology of the high grade metamorphic rocks within the Klaeng fault zone, eastern Thailand*. *Journal of Asian Earth Sciences*, 77, p. 224-233.
- Middlemost, E. A. (1994). *Naming materials in the magma/igneous rock system*. *Earth-science reviews*, 37(3-4), 215-224.
- Nakapadungrat, S. and Putthapiban, P. (1992) *Granites and associate mineralization in Thailand*, National Conference on "Geologic Resource of Thailand: Potential for Future Development," Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand. P.153-172.
- Nakinbodee, V., Maranate, S., and Chaturongkavanich, S. (1976) *Geological map, scale 1:250,000, sheet Bangkok (ND47-12)*: Geological Survey Division, Department of Mineral Resources, Bangkok, Thailand.
- Qin, S., (1994) *An analytic signal approach to the interpretation of total field magnetic anomalies*. *Geophysical Prospecting*, v.42, p. 665-675.
- Sone, M., Metcalfe, I., & Chaodumrong, P. (2012). *The Chanthaburi terrane of southeastern Thailand: Stratigraphic confirmation as a disrupted segment of the Sukhothai Arc*. *Journal of Asian Earth Sciences*, 61, 16-32.
- Suensilphong, S., Nakapadungrat, S., and Walsh, J.N. (1981) *Geochronology and geochemistry of granite magmatism in Thailand in relation to plate tectonic model*. *J. Geol. Soc. London* 136, P. 529-540.
- Tapponnier, P., Peltzer, G., and Armijo, R. (1986) *On the mechanics of the collision between India and Asia: Collision Tectonics*, Geological Society Special Publication no. 19, p. 115-157.
- Taylor, S.R. (1964) *Abundance of elements in the continental crust*, *Geochim, Cosmochim Acta* 28, 1273-1286.
- Wedepohl, K.H., ed., 1969-1974, *Handbook of Geochemistry*, Springer-Verlag, Berlin.



กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
ถนนพระรามที่ 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
www.dmr.go.th





กรมทรัพยากรธรณี ประเทศไทย
DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES, THAILAND
อรนุช หล่อเพ็ญศรี อธิบดี
ORANUJ LORPHENSRI, DIRECTOR GENERAL
อัปสร สอาดสุด ผู้อำนวยการกองธรณีวิทยา
APSORN SARDSUD, DIRECTOR OF GEOLOGICAL SURVEY DIVISION
ธรณีวิทยาจังหวัดชลบุรี
GEOLOGICAL MAP OF CHONBURI PROVINCE
ประมวลข้อมูลธรณีวิทยาและจัดทำแผนที่ดิจิทัลโดย: ส่วนมาตรฐานและข้อมูลธรณีวิทยา กองธรณีวิทยา 2566
COMPILED AND DIGITIZED THE GEOLOGICAL MAP BY: GEOLOGICAL STANDARD AND INFORMATION SECTION, GEOLOGICAL SURVEY DIVISION, 2023
พิมพ์และเผยแพร่โดย: กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ
PRINTED AND PUBLISHED BY DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES, BANGKOK, THAILAND
ปรับปรุงข้อมูล: กันยายน 2566
Updated: September 2023
สงวนลิขสิทธิ์ โดย กรมทรัพยากรธรณี
COPYRIGHT BY DEPARTMENT OF MINERAL RESOURCES

คำอธิบาย (LEGEND)
ตะกอนหินชั้น/หินแปร (SEDIMENTARY/SEDIMENTARY ROCKS/METAMORPHIC ROCKS)

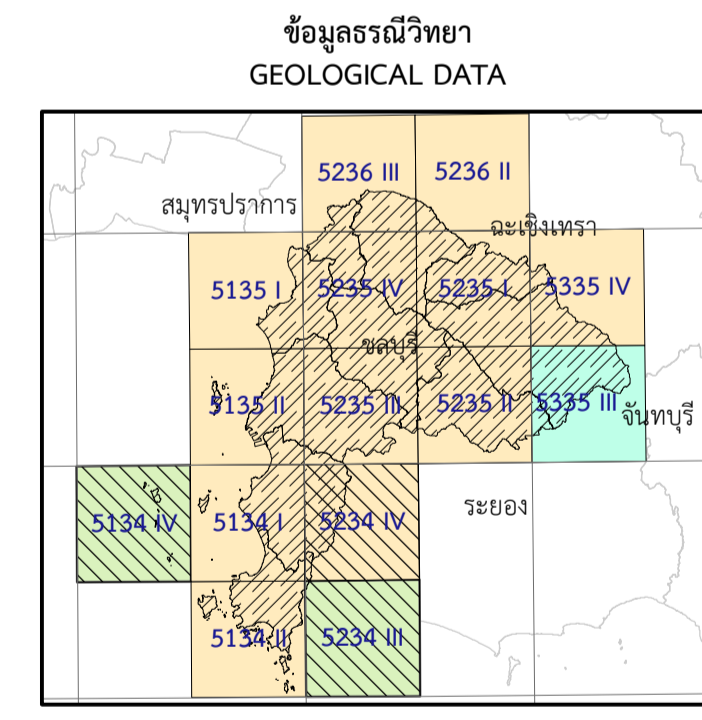
- Qa** ตะกอนน้ำพา: ตะกอนทราย สีเทาอ่อน เม็ดปานกลางถึงเม็ดหยาบ เนื้อหยาบ ปนดิน และทรายละเอียด
Alluvial deposits: Sand, light gray, medium- to coarse-grained, loose, with soil and silt.
- Qff/Qof/Qoa** ตะกอนดินเหนียวที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง: ตะกอนดินเหนียวสีเทาอ่อน มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปน
Tidal clay on alluvial sandy clay deposits: clay, soft, dark gray, small amount of plant segments and shell fragments overlying sandy clay, very fine, light gray or brown, abundant mottles.
- Qff/Qof** ตะกอนดินเหนียวที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง: ตะกอนดินเหนียวสีเทาอ่อน มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปน
Flood plain on tidal deposits: sandy clay, gray, very fine grained, very firm, abundant mottle, yellowish brown, thick bedded, with soft gray clay.
- Qtf** ตะกอนดินเหนียวที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง: ตะกอนดินเหนียวสีเทาอ่อน มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายและเม็ดหยาบ
Tidal clay deposits: clay, soft, dark gray, greenish gray, abundant plant remains and shell fragments, with very fine sand laminae, deposited by tidal.
- Qff** ตะกอนน้ำพาที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง: ตะกอนน้ำพาที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายและเม็ดหยาบ
Flood plain deposits: clay, sandy clay, brown to gray, fine grained, very firm, thick bedded, abundant mottles, yellowish brown, reddish brown, with loose sand or gravelly sand layers.
- Qas** ตะกอนทรายที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง: ตะกอนทรายที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายและเม็ดหยาบ
Alluvial sand deposits: silty sand, light brown and light gray, fine grained, well sorted, well rounded, loose, thick bed.
- Qb** ตะกอนทรายที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง: ตะกอนทรายที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายและเม็ดหยาบ
Beach sand deposits: beach sand accumulates continuously by natural processes.
- Qtb** ตะกอนทรายที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง: ตะกอนทรายที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายและเม็ดหยาบ
Beach sand and back-beach sediments deposits: sand, plant and shell fragments.
- Qt** ตะกอนทรายที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง: ตะกอนทรายที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายและเม็ดหยาบ
Terrace deposits: gravel slightly clayey and sandy, light gray, light brown, well rounded, thick bedded.
- Qgs** ตะกอนหินแกรนิต: ทรายปนหินแกรนิต สีเทาอ่อน เม็ดหยาบ การกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ เนื้อหยาบ มีเศษหินแกรนิตและเศษควอตซ์ปนมาก
Granite wash deposits: sand, very clayey, light gray, coarse grained, poorly sorted, angular, very firm, common rock fragment and quartz vein.
- Qc** ตะกอนโคลนที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง: ตะกอนโคลนที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายและเม็ดหยาบ
Colluvial deposits: sand, light gray, yellowish-reddish gray, coarse and medium, subangular, loose, poor sorted; at lower part: with gravel, fragment of granite and quartz vein.
- Qr** ตะกอนดินเหนียวที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง: ตะกอนดินเหนียวที่ราบน้ำขึ้นน้ำลง มีเศษพืช และเศษเปลือกหอยปนมาก มีทรายและเม็ดหยาบ
Residual soil deposits: clay, silty, sandy, brown, orange, red, very firm, with laterite layer and rock fragments, overlying base rock gradually.
- Tr** หินทราย: หินทรายเนื้อหยาบถึง เนื้อหยาบถึง มีเศษหินแกรนิตและหินควอตซ์ปนมาก มีเศษหินแกรนิตและหินควอตซ์ปนมาก
Sandstone, siltstone, purple, reddish-brown to light-gray brown and white, quartzitic sandstone, light-gray to greenish gray, interbedded with shale and conglomerate, consists of quartz, siltstone, quartzitic sandstone, sandstone, metamorphic and volcanic pebbles.
- PTr** หินดินดาน: หินดินดานเนื้อหยาบถึง สีเขียวถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Shale, sandstone, siltstone, olive-green; black slate and meta-tuff interbedded.
- P** หินดินดาน: หินดินดานเนื้อหยาบถึง สีเทาเข้มถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Siltstone, silty shale, gray, dark gray, with; oolitic limestone, dark gray, and chert, fossils: fusulinids, foraminifera and radiolarians.
- CPtE** หินปูน: หินปูนเนื้อหยาบถึง สีเทาเข้มถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Khao Chi Chan Member, Phu Ta Luang Formation: massive limestone and marble; dolomitic marble and calcisilicate marble interbedded; grayish black, white, fossiliferous argillaceous layers interbedded.
- CPtS** หินปูน: หินปูนเนื้อหยาบถึง สีเทาเข้มถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Samae San Member, Phu Ta Luang Formation: chert thin bedded, well bedded, folded are common, very thin bedded shale interbedded, founded foliated mudstone interbedded, metamorphosed, founded micro-fossils.
- CPtB** หินปูน: หินปูนเนื้อหยาบถึง สีเทาเข้มถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Khao Mon Member, Phu Ta Luang Formation: spotted shale, spotted mudstone, spotted phyllite, spotted hornfels, metamorphosed chert, founded dolomitic limestone lens interbedded.
- CP4** หินปูน: หินปูนเนื้อหยาบถึง สีเทาเข้มถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Kied Kaew Member, Phu Ta Luang Formation: quartzitic sandstone, micaceous arkosic sandstone, siltstone, shale, mudstone, and chert, contact metamorphism with granitic rock, no fossil.
- CP3** หินปูน: หินปูนเนื้อหยาบถึง สีเทาเข้มถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Quartz-schist, gray, greenish gray, presented as thin layering between quartz with feldspar layer and muscovite layer, two distinguish direction of cleavage clearly presented; near the lower part: purplish gray phyllite intercalated with, which probably metamorphosed from pyroclastic rocks, this unit normally being introduced with biotite granite.
- CP2** หินปูน: หินปูนเนื้อหยาบถึง สีเทาเข้มถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Quartzite, yellowish white, clearly bedding, medium 30-60 cm, interbedded with thin layering quartzite, two distinguish direction cleavage clearly presented, showing of angular fold type, small scale folding or drag fold in common.
- CP1** หินปูน: หินปูนเนื้อหยาบถึง สีเทาเข้มถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Metamorphosed with thin layering, rather dirty, gray, greenish gray, intercalated with clearly bedded shale, wavy, thin-medium 10-15 cm, open folded, showing foliation and layering, spotted and spotted with quartz, and sand grains usually are in, small scale folding or drag folds in places; this unit being intruded with granite several places.
- CP** หินปูน: หินปูนเนื้อหยาบถึง สีเทาเข้มถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Metamorphosed sandstone, intercalated with clearly bedded shale, near the upper part: recrystallized limestone lens intercalated with quartzite and gray, greenish gray quartz schist interbedded, intercalated with purplish gray phyllite, recrystallized limestone interbedded with chert.
- C** หินทราย: หินทรายเนื้อหยาบถึง สีเทาเข้มถึงสีเทาเข้ม มีหินทรายและหินดินดานปนมาก มีหินทรายและหินดินดานปนมาก
Quartzitic and lithic sandstone, fine to medium grained, well sorted, subrounded, well cement, well bedded, thick bedded; brown, red, sand and gray, interbedded with shale, siltstone and conglomerate, slightly metamorphosed, some with limestone and chert.

แหล่งที่มาข้อมูล
SOURCES OF INFORMATION

ข้อมูลภูมิประเทศ: มาตรฐาน 1:50,000 กรมแผนที่ทหาร
 Topographic data, scale 1:50,000 by Royal Thai Survey Department
 ฐานข้อมูลธรณีวิทยา: มาตรฐาน 1:50,000 กองธรณีวิทยา
 Geological map database, scale 1:50,000 by Geological Survey Division

รูปทรงพิกัด:ระบบ WGS 1984 ELLIPSOID.....WORLD GEOIDETIC SYSTEM 1984
 กริด:ยูทีเอ็ม เขตกริด 47 GRID.....UTM ZONE 47
 เส้นโครงแผนที่:ทรานส์เวิร์สมาร์คเตอร์ PROJECTION.....TRANSVERSE MERCATOR
 พื้นหลักฐานทางราบ:ระบบ WGS 1984 HORIZONTAL DATUM.....WORLD GEOIDETIC SYSTEM 1984

ข้อมูลธรณีวิทยา
GEOLOGICAL DATA



แผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 (L7018)
 - ระหว่างอำเภอบางละมุง 5134 II โดย นรรัตน์ บุญกันภัย และคณะ (2552)
 - ระหว่างจังหวัดชลบุรี 5135 II โดย สุวัฒน์ ต๊ะโพธิ์ และคณะ (2552)
 - ระหว่างอำเภอศรีราชา 5135 II โดย ชีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552)
 - ระหว่างอำเภอลำลูกเกด 5234 IV โดย นรรัตน์ บุญกันภัย และคณะ (2552)
 - ระหว่างอำเภอบ่อทอง 5235 II โดย สุวัฒน์ ต๊ะโพธิ์ (2539)
 - ระหว่างอำเภอนอกใหญ่ 5235 II โดย ชีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552)
 - ระหว่างบ้านจอมตด 5235 III โดย ชีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2552)
 - ระหว่างอำเภอนันทกนิม 5235 IV โดย สุวัฒน์ ต๊ะโพธิ์ (2539)
 - ระหว่างอำเภอนวมสารคาม 5236 II โดย สุวัฒน์ ต๊ะโพธิ์ และคณะ (2552)
 - ระหว่างจังหวัดฉะเชิงเทรา 5236 III โดย สุวัฒน์ ต๊ะโพธิ์ และคณะ (2552)
 - ระหว่างอำเภอท่ามะกา 5335 IV โดย สุวัฒน์ ต๊ะโพธิ์ (2539)

แผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 (L7017)
 - ระหว่างเขาชะเมียง 5335 III โดย นิตี กิตติสาร และคณะ (2531)

แผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000
 - จังหวัดชลบุรี โดย นรรัตน์ บุญกันภัย (2554)
 - แผนที่ระหว่างจังหวัดฉะเชิงเทรา (ND47-16) โดย นรรัตน์ บุญกันภัย และคณะ (2559)
 - ธรณีวิทยาพื้นที่บริเวณเศรษฐกิจภาคตะวันออก โดย ชีระพล วงษ์ประยูร และคณะ (2561)

การเทียบเคียงของหน่วยหิน (Correlation of Map Units)

<p>อายุ (Age)</p> <p>ควอเทอร์นารี Quaternary</p> <p>ไทรแอสซิก Triassic</p> <p>เพอร์เมียนถึงไทรแอสซิก Permian-Triassic</p> <p>เพอร์เมียน Permian</p> <p>คาร์บอนิเฟอรัสถึงเพอร์เมียน Carboniferous-Permian</p> <p>คาร์บอนิเฟอรัส Carboniferous</p> <p>ก่อนคาร์บอนิเฟอรัส Pre-carboniferous</p>	<p>หน่วยหิน</p> <p>Qa, Qff/Qof/Qoa, Qff/Qof, Qtf, Qas, Qb, Qtb, Qt, Qgs, Qc, Qr, Trgr, Tr, PTr, P, CP4, CPptc, CP3, CPpts, CP2, CPpt1, CP1, C, PreCsCh, PreCgn</p>
--	---