



รายงานการศึกษาส่วนบุคคล
(Individual Study)

เรื่อง การจัดการข้อมูลธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีภายใต้
โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาตามแนวชายแดน
มาเลเซีย-ไทยโดยใช้ตัวแบบ Big Data:
กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุก

จัดทำโดย นายนราเมศวร์ ธีระรังสิกุล
รหัส 6037

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรม
หลักสูตรนักบริหารการทูต รุ่นที่ 6 ปี 2557
สถาบันการต่างประเทศเทวะวงศ์วโรปการ กระทรวงการต่างประเทศ
ลิขสิทธิ์ของกระทรวงการต่างประเทศ



รายงานการศึกษาส่วนบุคคล
(Individual Study)

เรื่อง การจัดการข้อมูลธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีภายใต้โครงการร่วมสำรวจ
ธรณีวิทยาตามแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทยโดยใช้ตัวแบบ Big Data:
กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุก

จัดทำโดย นราเมศวร์ อีระรังสิกุล
รหัส 6037

หลักสูตรนักบริหารการทูต รุ่นที่ 6 ปี 2557
สถาบันการต่างประเทศเทวะวงศ์วโรปการ กระทรวงการต่างประเทศ
รายงานนี้เป็นความคิดเห็นเฉพาะบุคคลของผู้ศึกษา



เอกสารรายงานการศึกษาส่วนบุคคลนี้ อนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรม
หลักสูตรนักบริหารการทูตของกระทรวงการต่างประเทศ

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัครเดช ไชยเพิ่ม)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงชื่อ.....
(ดร. จิตรिया ปิ่นทอง)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงชื่อ.....
(ศาสตราจารย์ ดร. ไชยวัฒน์ คำชู)
อาจารย์ที่ปรึกษา

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

การศึกษาเพื่อการจัดการข้อมูลธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีภายใต้โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย โดยใช้ตัวแบบ Big Data; กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุกครั้งนี้วัตถุประสงค์หลักเพื่อนำข้อมูลทางธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีที่ได้จากการศึกษาของโครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย มาประมวลหาความสัมพันธ์ระหว่างชุดหินแกรนิต กับแหล่งแร่ดีบุกโดยใช้ต้นแบบแนวความคิด Big Data เพื่อกำหนดกรอบการศึกษาวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่างๆ

ผลจากการศึกษากรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุกโดยใช้ฐานของข้อมูลที่เป็นระบบผ่านกระบวนการสารสนเทศ (GIS) ทำให้การประมวลผลเป็นไปอย่างมีระบบ พบว่ากรณีปัจจัย 2 ด้าน คือ ชุดหินแกรนิตกับตำแหน่งของแหล่งดีบุก พบว่าดีบุกจะเกิดร่วมกับหินแกรนิต 3 ชุดหิน จากจำนวน 20 ชุดหินคือหินแกรนิตชุด Bukit China/Khao Chin granite ในพื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satun หินแกรนิตชุด BatuPuteh/Pa Ret Tu granite และหินแกรนิตชุด RimbaTelui/Si Nakhon granite ในพื้นที่ Hulu-Betong คุณสมบัติของหินแกรนิตทั้ง 3 ชุดหิน ที่มีคุณสมบัติที่จะมีศักยภาพให้ดีบุกคือชุดหิน Bukit China/Khao Chin granite ดีบุกจะเกิดในลักษณะฝังปะกับสายเพกมาไทต์หรือกับ Aplite และชุดหิน BatuPuteh/Pa Ret Tu granite ดีบุกจะเกิดในลักษณะฝังปะกับหินแกรนิตโดยมีขบวนการเกิดแร่ (tin mineralization) ลักษณะที่สามารถนำไปเป็นปัจจัยที่จะหาดีบุกในพื้นที่อื่นทั่วประเทศคือ หินแกรนิตที่เป็นชนิด porphyritic tourmaline-biotite-muscovite granite และเนื้อหินเป็นแบบ two phases variants ในชุดหิน RimbaTelui/Si Nakhon granite เนื่องจากลักษณะเนื้อหินของหินแกรนิต เป็นหินแกรนิตที่พบโดยทั่วไปการเกิดดีบุกน่าจะเกิดในลักษณะตามแนวสัมผัสกับหินเดิม กรณีศึกษา ชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุกโดยใช้ฐานของข้อมูลที่เป็นระบบผ่านกระบวนการสารสนเทศ (GIS) กรณีปัจจัย 3 ด้านคือ ชุดหินแกรนิต ตำแหน่งของแหล่งดีบุกและโครงสร้างทางธรณีวิทยาหรือแนวรอยแตกแนวรอยเลื่อน พบว่าดีบุกมีความสัมพันธ์กันกับหินแกรนิต 3 ชุดหิน คือหินแกรนิตชุด Bukit China/Khao Chin granite ในพื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satun หินแกรนิตชุด BatuPuteh/Pa Ret Tu granite และหินแกรนิตชุด RimbaTelui/Si Nakhon granite ในพื้นที่ Hulu-Betong ไม่พบนัยแห่งความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับทิศทางแนวแตกหรือแนวรอยเลื่อน

การดำเนินการศึกษาโดยใช้ตัวแบบ Big Data มีประโยชน์และเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการจัดการฐานข้อมูลด้านธรณีวิทยาที่ยังไม่นำมาใช้อย่างแพร่หลาย แนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ เช่นด้านธรณีพิบัติภัย ด้านแผนที่ธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี และสามารถเป็นกรอบแนวทางให้กรมทรัพยากรธรณีหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ผู้ศึกษาขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัครเดช ไชยเพิ่ม ดร. จิตริยา ปิ่นทอง และศาสตราจารย์ ดร. ไชยวัฒน์ คำชู ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. ชิตชนก เหลือสินทรัพย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำแนวทาง วิธีการ และขั้นตอนการศึกษา ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้อง คณะทำงานและคณะกรรมการ MT-JGSC ทุกท่านที่ร่วมในการสำรวจจนทำให้โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอขอบคุณกรมทรัพยากรธรณี ที่ให้การสนับสนุน และท้ายสุดขอขอบพระคุณสถาบันการต่างประเทศเทวะวงศ์วโรปการ และเจ้าหน้าที่กระทรวงการต่างประเทศทุกท่านที่ให้โอกาส และมีส่วนเกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้

นราเมศวร์ ธีระรังสิกุล

สิงหาคม 2557

สารบัญ

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 แนวทางและขอบเขตการศึกษา	3
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 หลักแนวความคิด	5
2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	16
2.3 สรุปกรอบแนวคิด	18
บทที่ 3 การวิเคราะห์และผลการศึกษา	29
3.1 การวิเคราะห์ข้อมูล	29
3.2 ผลการศึกษา	31
บทที่ 4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	33
4.1 สรุปผลการศึกษา	33
4.2 ข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม	36
ภาคผนวก	37
ก รายละเอียดข้อมูลโครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาตามแนวชายแดน มาเลเซีย-ไทย	38
ข ข้อมูลที่เก็บในระบบสารสนเทศที่ใช้เป็นตัวแปรในการศึกษาหาความสัมพันธ์ ระหว่างทุกชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุก	42
ประวัติผู้เขียน	93

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	แสดงการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบของชุดหินแกรนิต	20
ตารางที่ 2	ข้อมูลแหล่งดีบุก	27
ตารางที่ 3	แสดงคุณสมบัติของหินแกรนิตที่พบเกิดร่วมกับดีบุก	31

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1	พื้นที่ศึกษาตามแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทยและพื้นที่ Langkawi-Tarutao Transect บริเวณเกาะตะรุเตา	2
ภาพที่ 2	แสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา	4
ภาพที่ 3	แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ Gubir-Sadao Transect	6
ภาพที่ 4	แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ BatuMalintang - Sungaikolok Transect	7
ภาพที่ 5	แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ Pengkalan Hulu-Betong Transect	9
ภาพที่ 6	แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ Bukit Batu Puteh-Satun Transect	11
ภาพที่ 7	แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ Belum-Hala Transect	12
ภาพที่ 8	แผนที่ธรณีวิทยاب้านเกาะอาดัง	13
ภาพที่ 9	แผนที่ธรณีวิทยาตามแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย แสดงการกระจายตัวของหน่วยหินต่างๆ	19
ภาพที่ 10	แสดงผลการศึกษาความสัมพันธ์ชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุก	29
ภาพที่ 11	แสดงผลการศึกษาความสัมพันธ์ชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุกและโครงสร้างธรณีวิทยา	30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

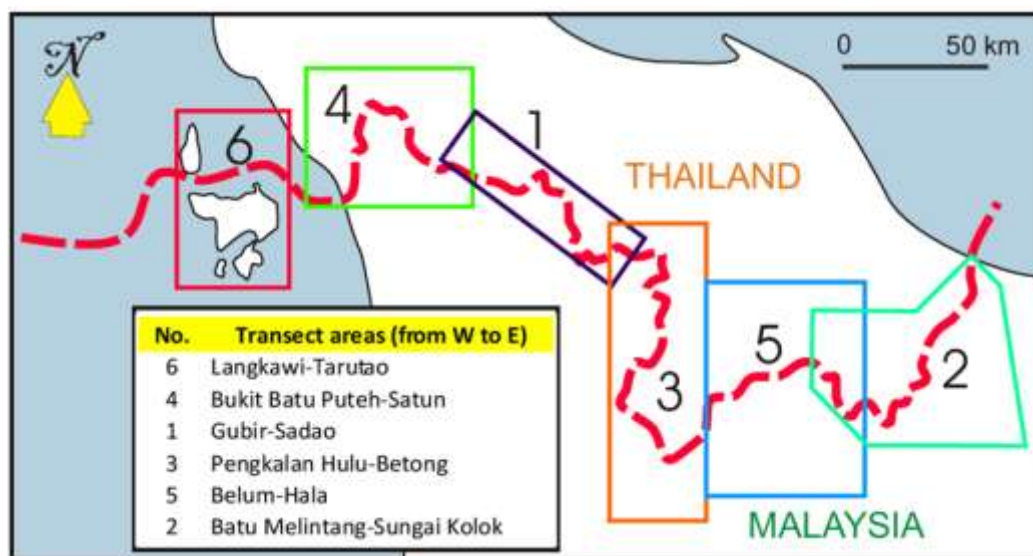
ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันด้วยพัฒนาการของเทคโนโลยีและระบบต่างๆ ทำให้องค์กรมีข้อมูลต่างๆ อย่างมากมายมหาศาล (Big Data) การจัดการข้อมูลที่ดีและมีคุณภาพเป็นสิ่งที่ดีและจะต้องรีบดำเนินการ ได้มีการยืนยันจากผลงานการวิจัยแล้วว่าองค์กรที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลในการตัดสินใจ หรือเป็นลักษณะ Data-Driven นั้นจะมีผลการดำเนินงานที่ดีกว่าองค์กรที่ไม่ได้ให้ความสำคัญแก่ข้อมูล องค์กรต้องคำนึงคือจะปรับเปลี่ยนวัฒนธรรม วิธีการในการตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลที่เพียงพอและครบถ้วนสมบูรณ์ โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย (The Malaysia - Thailand Border Joint Geological Survey Project) เป็นอีกโครงการที่มีข้อมูลมากมายในรอบหลายปี ที่สำรวจมา ดังนั้นจะดำเนินการอย่างไรโดยที่จะทำให้ข้อมูลที่เกิดจากโครงการนี้มีประโยชน์สูงสุดโดยใช้แนวทางแบบ Big Data

ความเป็นมาโครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย (The Malaysia - Thailand Border Joint Geological Survey Project) คือเป็นความร่วมมือทางวิชาการระหว่างกรมทรัพยากรธรณีกับกรมแร่และธรณีวิทยา ประเทศมาเลเซีย (Minerals and Geoscience Department Malaysia) ภายใต้คณะกรรมการร่วมว่าด้วยความร่วมมือไทย-มาเลเซีย เริ่มตั้งแต่ปี 2540 โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยา เริ่มดำเนินการโดยคณะทำงานของทั้งสองฝ่ายโดยสำรวจตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย และแบ่งพื้นที่ในการศึกษาออกเป็น 6 พื้นที่ (ภาพที่ 1) เริ่มตั้งแต่ปี 2544 ในพื้นที่ Gubir-Sadao Transect และได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยปี 2545 ดำเนินการในพื้นที่ BatuMelintang-Sungai Kolok Transect ปี 2546 ดำเนินการในพื้นที่ Pengalan Hulu-Betong Transect ปี 2547 ดำเนินการในพื้นที่ Bukit BatuPutih-Satun Transect ปี 2548 พื้นที่ Bukit BatuPutih-Satun Transect ปี 2551 ดำเนินการในพื้นที่ Belum-Hala Transect และปี 2555-2556 โครงการพื้นที่ Langkawi-Tarutao Transect ได้เริ่มดำเนินการ

ผลจากการสำรวจร่วมธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทยของทุกพื้นที่ที่ได้ดำเนินการศึกษาด้านความต่อเนื่องของหน่วยหิน การลำดับชั้นหิน อายุของหน่วยหิน ชากดึกดำบรรพ์ แหล่งทรัพยากรแร่ และแหล่งอนุรักษ์ทางธรณีวิทยาในแต่ละพื้นที่ที่มีข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาโครงการฯ มากมาย และมีประโยชน์ในการเป็นข้อมูลฐานในการพัฒนาประเทศชาติต่อไปในอนาคต โดยเฉพาะความเชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้านโดยเฉพาะประเทศมาเลเซีย

การบริหารจัดการข้อมูลธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีภายใต้โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ซึ่งจากการสำรวจศึกษาปรากฏว่าความต่อเนื่องของหน่วยหินระหว่างหน่วยหินในประเทศมาเลเซียและหน่วยหินประเทศไทยจะต้องมีการเทียบเคียงและมีความชัดเจนใน

การต่อเนื่องของหน่วยหินซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักในโครงการ ข้อมูลเหล่านี้ก็กรมทรัพยากรธรณีจะต้อง ทบทวนนโยบายและวิธีการบริหารจัดการอย่างไรเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาตามแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทยและพื้นที่ Langkawi-Tarutao Transect บริเวณเกาะตะรุเตา

ในพื้นที่ที่มีปัญหาทางการบริหารจัดการหลักอีกประการหนึ่งคือการเข้าพื้นที่ไม่ได้ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาตามมาคือไม่สามารถเข้าไปสำรวจเก็บข้อมูลในพื้นที่ได้นั้นหมายความว่า ข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา ปัญหาด้านสังคมซึ่งเป็นประเด็นหลักแต่ในทางตรงกันข้ามประเทศจะต้องมีการพัฒนาทั้งทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม การจัดการให้มีการใช้ประโยชน์จากข้อมูล และองค์ความรู้ที่ยั่งยืนและเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ย่อมมีประโยชน์ยิ่ง

ในการบริหารจัดการด้านทรัพยากรธรณีภายใต้โครงการศึกษาในครั้งนี้ที่สำคัญ อีกประการหนึ่งคือกรมทรัพยากรธรณีจะมีโอกาสที่จะเข้าไปสำรวจตรวจสอบธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย อย่างเช่นโครงการนี้เป็นเรื่องยากมากในอนาคตอันใกล้นี้หรืออย่างน้อยอาจจะมากกว่า 10 ปีขึ้นไป ดังนั้นแนวทางการบริหารจัดการข้อมูลของโครงการฯ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลธรณีวิทยา ทรัพยากรธรณีวิทยา แหล่งแร่ และแหล่งซากดึกดำบรรพ์ จึงจะต้องมีการดำเนินการเพื่อศึกษาหาแนวทางในการ ใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ามากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อผลในเชิงบวกต่อการบริหารจัดการชุดข้อมูลที่มีคุณค่า เพื่อให้เป็นต้นทุนสำรองทางวิชาการของประเทศต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาจัดทำรายงานเพื่อนำข้อมูลทางธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ที่ได้จากการศึกษาของโครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทยโดยใช้ตัวแบบ Big Data เพื่อประมวลผลกรณีศึกษาหาความสัมพันธ์ชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษาเพื่อการบริหารจัดการข้อมูลธรณีวิทยาภายใต้โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทยโดยใช้ตัวแบบ Big Data; กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุก มีประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับดังต่อไปนี้

1.3.1 ทำให้ทราบถึงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจธรณีวิทยาและแนวคิดในการจัดการข้อมูลโดยใช้ตัวแบบ Big Data เพื่อให้ก่อนแนวคิดในการจัดการข้อมูลเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและนำไปใช้เป็นข้อมูลฐานในการบริหารจัดการทรัพยากรธรณี

1.3.2 ทำให้มีแนวความคิดในการจัดการข้อมูลบนพื้นฐานปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดศักยภาพที่จะพบแหล่งแร่ดีบุกในพื้นที่ต่างๆ ตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย หรือพื้นที่อื่นๆในประเทศไทย

1.4 วิธีการและขอบเขตการศึกษา

ในการศึกษาการจัดการข้อมูลธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีภายใต้โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย โดยใช้ตัวแบบ Big Data; กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุกซึ่งมีวิธีการศึกษา (ภาพที่ 2) ดังต่อไปนี้

1.4.1 การรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลทั้งโครงการตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย

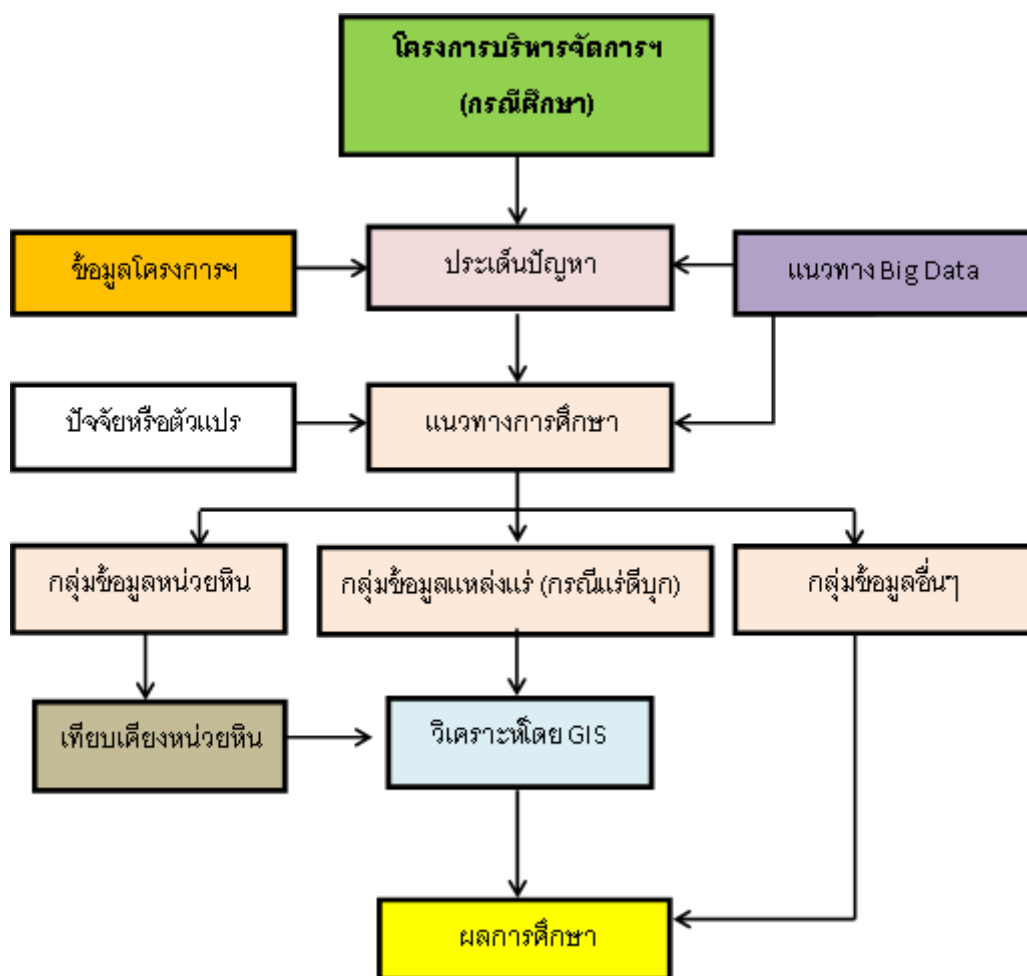
1.4.2 กำหนดประเด็นปัญหากรณีศึกษาชุดหินแกรนิตในยุคไทรแอสซิก ธรณีวิทยาโครงสร้างกับแหล่งแร่ดีบุกที่มีความสัมพันธ์หรือไม่ อย่างไร

1.4.3 กำหนดแนวทางการศึกษาโดยใช้ระบบสารสนเทศ (GIS) โปรแกรม ArcMap โดยการกำหนดปัจจัยตัวแปร คือตำแหน่งแหล่งแร่ดีบุกและชุดหินแกรนิตตลอดแนวชายแดนเทียบสัมพันธ์กับปัจจัยตัวแปรคือแหล่งแร่ดีบุก ชุดหินแกรนิต และธรณีวิทยาโครงสร้าง

1.4.4 การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลในระบบสารสนเทศ (GIS)

1.4.5 แสดงผลการศึกษา ครอบคลุมถึงความเชื่อมโยงการแผ่กระจายตัวของหินแกรนิตชุดต่างๆ และธรณีวิทยาโครงสร้างกับแหล่งที่มีศักยภาพของแร่ดีบุกตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย

1.4.6 รายงานนี้เป็นกรณีศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างชุดหินแกรนิต ธรณีวิทยาโครงสร้าง กับแหล่งแร่ดีบุก อันจะนำไปสู่วิธีการนำข้อมูลธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีวิทยาไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ต่างๆ ที่มีการแผ่กระจายตัวของหินแกรนิตตลอดแนวชายแดนประเทศไทยหรือทั้งประเทศไทย



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักแนวความคิด

2.1.1 แร่ดีบุก

ดีบุกนับเป็นแร่เศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งของประเทศไทยในอดีตที่ผ่านมา แร่ดีบุกที่พบในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ แคสซิเทอไรต์ (cassiterite) และสแตนนไนต์ (stannite) ซึ่งชนิดแคสซิเทอไรต์ (cassiterite) พบมากและเป็นแร่เศรษฐกิจเพียงชนิดเดียว สูตรทางเคมีคือ SnO_2 โดยมีส่วนประกอบของ Sn และ O ประมาณ 78.6% และ 21.4% ตามลำดับ คุณสมบัติทางกายภาพ มีดังนี้ มีรูปผลึกระบบเททราโกนอล แข็ง 6-7 ทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดี ความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.) 6.8-7.1 วาวโลหะแบบเพชรหรือกึ่งโลหะ สีของแร่ส่วนมากที่พบมักจะมีสีน้ำตาลดำหรือดำ สีน้ำผึ้งเหลือง แดง และม่วงคล้ายเปลือกมังคุด สีจำปาผงละเอียดสีขาว ส่วนสแตนนไนต์ (stannite) พบน้อยมากและไม่มีการผลิต

แหล่งในประเทศไทยส่วนใหญ่พบทางด้านตะวันตกของประเทศติดกับชายแดนประเทศสหภาพพม่า โดยพบในภาคใต้ทุกจังหวัด ภาคกลางพบในจังหวัดอุทัยธานี ชัยนาท สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ราชบุรี และเพชรบุรี ภาคเหนือพบในจังหวัดกำแพงเพชร ตาก เชียงใหม่ ลำปาง เชียงราย และแม่ฮ่องสอน ส่วนภาคตะวันออกพบในจังหวัดชลบุรี ระยอง และจันทบุรี

ประโยชน์แคสซิเทอไรต์ เป็นสินแร่ที่สำคัญของโลหะดีบุก เนื่องจากโลหะดีบุกมีคุณสมบัติในด้านการทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดและสารละลายต่างๆ ไม่เป็นสนิม ผสมเป็นเนื้อเดียวกับโลหะอื่นได้ดี และไม่เป็นพิษต่อร่างกาย จึงถูกนำมาใช้ในการเคลือบโลหะต่างๆ ที่ทำเป็นภาชนะบรรจุอาหาร เป็นส่วนใหญ่ ใช้ผสมตะกั่ว เงิน หรือทองแดงเป็นโลหะบัดกรี ผสมกับโลหะอื่นทำภาชนะประดับ และศิลปวัตถุต่างๆ เช่น พิวเตอร์และบรอนซ์ ผสมกับเงินและปรอททำสารอุดฟันทางทันตกรรม นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และอุตสาหกรรมยานยนต์ สารประกอบของดีบุกสามารถใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้อีกหลายอย่าง เช่น ใช้ในการผลิตแก้วเนื้อทึบ เครื่องปั้นดินเผา เครื่องเคลือบ สิ่งทอ กระดาษแผ่นเรียบ พลาสติก สีทาบ้าน ยากำจัดพยาธิในสัตว์ ยาสีฟัน และใช้ในการฟอกน้ำตาล เป็นต้น

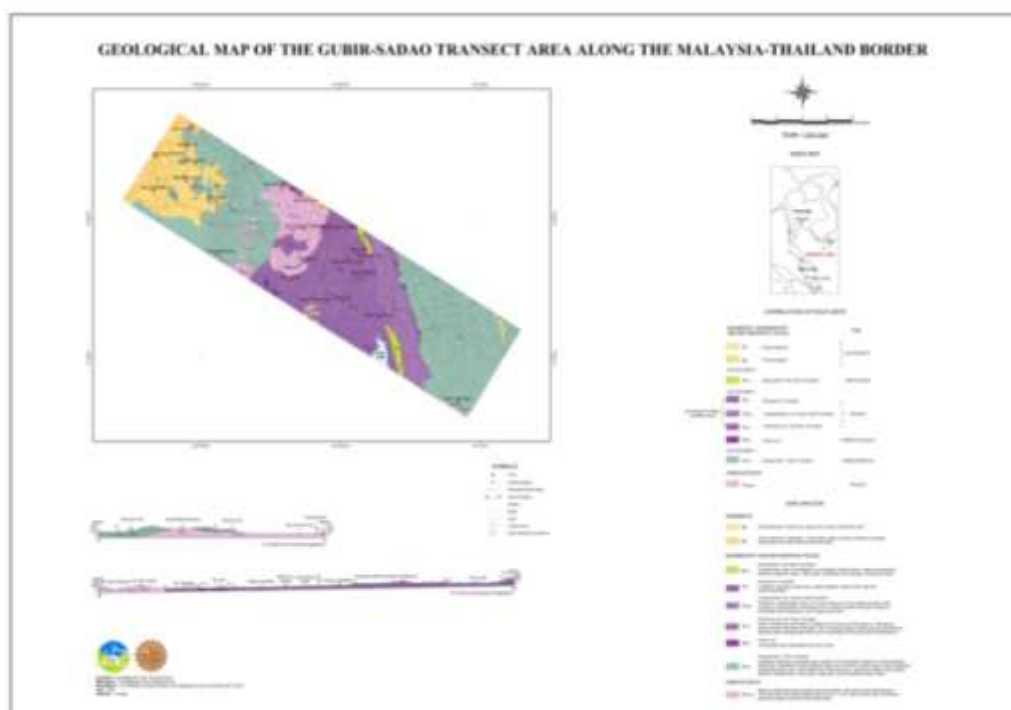
2.1.2 หินอัคนีในพื้นที่ศึกษา

ผลการสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ซึ่งแบ่งพื้นที่สำรวจบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ออกเป็น 6 พื้นที่ คือพื้นที่ Gubir-Sadao Transect พื้นที่ BatuMalintang-SungaiKolok Transect พื้นที่ Pengalung Hulu-Betong Transect พื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satun Transect พื้นที่ Belum-Hala Transect และพื้นที่ Langkawi-Tarutao Transect และจากผลจากการศึกษาทั้ง 6 พื้นที่จะนำมาประมวลผลรวบรวมเป็นลักษณะธรณีวิทยา การลำดับชั้นหิน

ธรณีวิทยาโครงสร้าง ธรณีวิทยาแหล่งแร่ และแหล่งทรัพยากรธรณีตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย ผลจากการศึกษาในแต่ละพื้นที่ มีรายละเอียดดังนี้

2.1.2.1 พื้นที่ Gubir-Sadao Transect

สภาพธรณีวิทยาในพื้นที่ Gubir-Sadao Transect ซึ่งเป็นพื้นที่แรกในโครงการสำรวจร่วมบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ตามมติที่ประชุมครั้งที่ 2 ของคณะกรรมการโครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยابرเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทยที่จัดขึ้นที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เมื่อวันที่ 10-13 มีนาคม 2543 โดยที่เป็นการสำรวจธรณีวิทยารายละเอียดแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:500000 ครอบคลุมพื้นที่ตอนกลางของชายแดนมาเลเซีย-ไทย (ภาพที่ 3) ซึ่งคณะทำงานร่วมสำรวจธรณีวิทยابرเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ได้เริ่มดำเนินการสำรวจจนแล้วเสร็จในปี 2544-2545



ภาพที่ 3 แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ Gubir-Sadao Transect

1) หินอัคนีที่พบ คือหินแกรนิต Koh Mai/Khuan Mai Plai ซึ่งเป็นหน่วยหินเดียวที่พบในพื้นที่ ประกอบด้วยหินไบโอไทต์-มีสโคไวท์ แกรนิต เนื้อดอก เนื้อหยาบถึงปานกลาง สีอ่อนถึงเทาจาง และบางบริเวณพบหินแกรนิตเนื้อละเอียดตัดผ่านอีกด้วย พบว่าหินแกรนิตหน่วยนี้พาดผ่านจาก Suagnai Durian Burong ในประเทศมาเลเซียถึงอำเภอนาทวี บ้านประกอบตก และอำเภอยะหา จังหวัดยะลา และเป็นหินที่มีศักยภาพให้แร่ดีบุกอีกด้วย

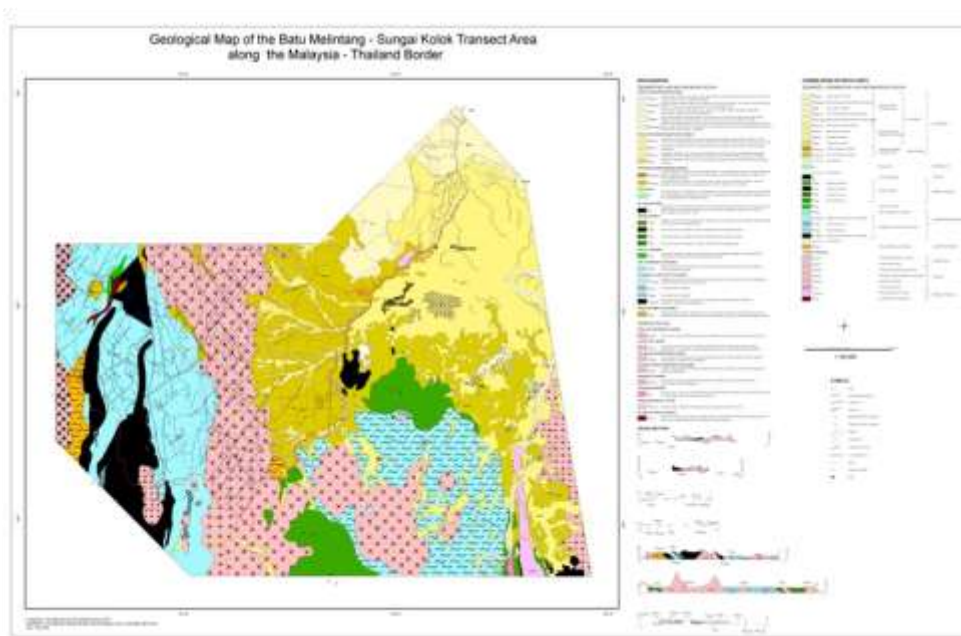
2) ธรณีวิทยาโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นการคดโค้งของชั้นหินในแนว N-S ถึง NNW-SSE รอยเลื่อนส่วนใหญ่ที่พบในพื้นที่เป็นรอยเลื่อนเหลี่ยมข้างและรอยเลื่อนปกติ วางตัวใน

แนว N-S, NW-SE และ NE-SW โดยพบรอยเลื่อนย้อนขนาดใหญ่แนว N-S บริเวณรอยต่อของหน่วยหินยุคไทรแอสซิกถึงคาร์บอนิเฟอรัส ที่ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องเชิงมุมระหว่างหน่วยหินทั้งสอง

3) แหล่งแร่ในพื้นที่สำรวจอยู่ในการกำกับดูแลของหน่วยงานป่าไม้ อุทยานแห่งชาติของทั้งประเทศไทยและมาเลเซีย จึงไม่มีการผลิตทรัพยากรธรณีในพื้นที่สำรวจ

2.2.1.2 พื้นที่ BatuMalintang- Sungaikolok Transect

การสำรวจธรณีวิทยาในพื้นที่ BatuMelintang-Sungai Kolok Transect ได้ดำเนินการตั้งแต่ปี 2544 จนถึงปี 2545 โดยคณะทำงานร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ผลจากการสำรวจพบว่าในพื้นที่สำรวจมีหน่วยหินแก่สุดอายุพาลีโอโซอิกจนถึงตะกอนปัจจุบันในยุคควอเทอร์นารี (ภาพที่ 4) รวมทั้งเป็นพื้นที่ศักยภาพของแร่โลหะทองคำ แร่โลหะพื้นฐาน และดินขาว โดยมีรายละเอียดสภาพธรณีวิทยาของหินแกรนิต ดังนี้



ภาพที่ 4 แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ BatuMalintang - SungaikolokTransect

1) หินอัคนีที่พบในพื้นที่นี้ถือว่ามีความสำคัญมากในด้านของศักยภาพ แหล่งแร่ทอง ดีบุก แมงกานีส ตะกั่ว และแร่โคไมต์ รายละเอียดของหินอัคนีในพื้นที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) หินภูเขาไฟในพื้นที่ที่สามารถแบ่งออกเป็น 2 หน่วยคือ

หินภูเขาไฟมูโน๊ะ (Muno Volcanics, PTrvtn/mn) พบว่ามีการแพร่กระจายตัวเฉพาะบริเวณบ้านมูโน๊ะ อำเภอสุโขทัย จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ทางด้านตะวันออกของพื้นที่สำรวจ มีลักษณะเป็นเนินเขาลูกเล็กๆ ไม่ห่างจากแม่น้ำโขงมากนัก พบว่าหินส่วนใหญ่เป็นพวก andesite andesitic - tuff และ agglomerate ที่น่าสนใจคือหินจะถูก sheared and altered นอกจากนี้คณะสำรวจได้ดำเนินการเจาะสำรวจ เก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์เพื่อหาแร่ที่

เกิดขึ้น ปรากฏว่ามีเปอร์เซ็นต์ของแร่เพียงพอที่จะเป็นพื้นที่ที่ให้ศักยภาพแหล่งแร่ทองอีกพื้นที่หนึ่งของประเทศไทย

หินภูเขาไฟกุมง Ku Mung volcanic complex (PTRvkm) พบว่ามีการแผ่กระจายตัวเป็นแนวแคบๆ ในแนว NE-SW บริเวณตอนกลางของพื้นที่สำรวจ หินส่วนใหญ่เป็น Serpentine และ relicts ของหิน ultramafic และ mafic โดยจะพบแหล่งแร่ podiform chromite และ manganese พื้นที่นี้เคยมีการทำเหมืองแร่มาก่อน นอกจากนี้บริเวณแม่น้ำสายบุรียังพบหินจำพวก Pillow lava basalt basaltic andesite และ gabbro อีกด้วย ซึ่งเป็นหลักฐานที่ชัดเจนว่าพื้นที่นี้มีการชนและมุดตัวของแผ่นเปลือกโลก ตำแหน่งและหลักฐานเบื้องต้นจะต้องมีการรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบและเผยแพร่เพื่อการศึกษาของประเทศไทย

(2) หินแกรนิต ในพื้นที่นี้ประกอบด้วยหินแกรนิตแนวตอนกลางและหินแกรนิตแนวตะวันตก ซึ่งหินแกรนิตแนวตอนกลางประกอบด้วยหิน equigranular to porphyritic biotite-hornblende granite พบว่ามี muscovite ซึ่งเกิดจาก altered ของ K-feldspar และ/หรือ biotite สำหรับหินแกรนิต แนวตะวันตกเป็นหินจำพวก porphyritic biotite-muscovite granite ที่มี aplite และ pegmatite แทรกตัดเข้ามาและอาจเป็นแหล่งกำเนิดของดีบุกอีกด้วย ผลจากการสำรวจยังปรากฏว่าในพื้นที่นี้มีสายแร่ควอร์ตตัดเข้าในแนวเหนือใต้อยู่หลายบริเวณ และพบว่ามีขนาดใหญ่สุดกว้างมากกว่า 200 เมตร ยาวประมาณ 1 กิโลเมตร ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นแนวสายแร่ควอร์ตที่ใหญ่ที่สุดอีกแนวหนึ่งของประเทศไทยและเป็นแหล่งทรัพยากรธรณีที่สามารถนำไปพัฒนาประเทศชาติต่อไปในอนาคต

2) ธรณีวิทยาโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นการคดโค้งของหิน รอยเลื่อนซึ่งพบทั้งที่เป็นแบบรอยเลื่อนปกติ รอยเลื่อนย้อนกลับ และรอยเลื่อนด้านข้าง ในแนว N-S, NW-SE และ NE-SW นอกจากนี้ยังพบว่ามีความไม่ต่อเนื่องของชั้นหินอยู่ 2 ช่วง คือ ช่วงอายุ Devonian-Carboniferous และ Early Triassic

3) แหล่งแร่ในพื้นที่นี้มีการสำรวจและพัฒนาเป็นแหล่งแร่ที่มีชื่อเสียงมากมาย เช่น เหมืองทองโต๊ะโม๊ะ และ Kalai ในประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการแทรกดันของหินแกรนิตและขบวนการน้ำร้อนใต้พิภพ นอกจากนี้ยังพบแหล่งแร่ สายแร่ อีกมากมาย เช่น chromite manganese base metals aggregates kaolin ball-clay barite limestone และ dimension-stone ที่น่าสนใจอย่างยิ่ง คือแนวสายควอร์ตในแนวเหนือ-ใต้ ที่ต่อเนื่องมาจากพื้นที่ Kalai ของประเทศมาเลเซีย และแนวสัมผัสระหว่างหินแกรนิตกับหินดั้งเดิมในพื้นที่ที่ยังต้องอาศัยการสำรวจรายละเอียดเพิ่มเติมด้านศักยภาพแหล่งแร่ต่างๆ

2.1.2.3 พื้นที่ Pengalung Hulu-Betong Transect

การสำรวจธรณีวิทยาในพื้นที่ Pengkalan Hulu-Betong Transect ได้ดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนปี 2546 จนถึงปี 2547 โดยคณะทำงานร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ผลจากการสำรวจพบว่าในพื้นที่สำรวจมีหน่วยหินแก่สุดอายุพาลีโอโซอิกจนถึงตะกอนในปัจจุบัน

1) หินอัคนีที่พบในพื้นที่ ประกอบด้วยหินแกรนิตยุคไทรแอสซิกสามารถแบ่งออกเป็น 3 หน่วยหินตามลักษณะเนื้อและโซนของหินแกรนิต (ภาพที่ 5) ดังนี้

ดอก พบสายเพกมาไทต์ แกรนิตเนื้อละเอียด ตัดเข้ามาในหินแกรนิตชนิดนี้และพบกลุ่มแร่แบไรต์และกลุ่มแร่ซัลไฟด์อยู่ด้วย

(2) ปาเร็ตต้าแกรนิต (Pa Ret Tu granite, Trgrbp/pr) พบว่ามีการแผ่กระจายตัวบริเวณตอนกลางของพื้นที่ ประกอบด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต เนื้อขนาดละเอียดปานกลางถึงหยาบ พบว่ามีการฟุ้งมาก นอกจากนี้ยังมีสายเพกมาไทต์และแอมไฟต์ตัดผ่าน พบว่าเป็นหินแกรนิตที่มีแร่ดีบุกเกิดร่วมด้วย

(3) จันทรรัตน์แกรนิต (Chantharat granite, Trgrch) แผ่กระจายตัวบริเวณด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ ประกอบด้วยหินไบโอไทต์แกรนิตเนื้อดอก ขนาดละเอียดปานกลางถึงหยาบ มีสายเพกมาไทต์และแอมไฟต์ตัดผ่าน ในบางส่วนพบว่าเป็นหินทัวร์มาลีน-ไบโอไทต์แกรนิตร่วมด้วย

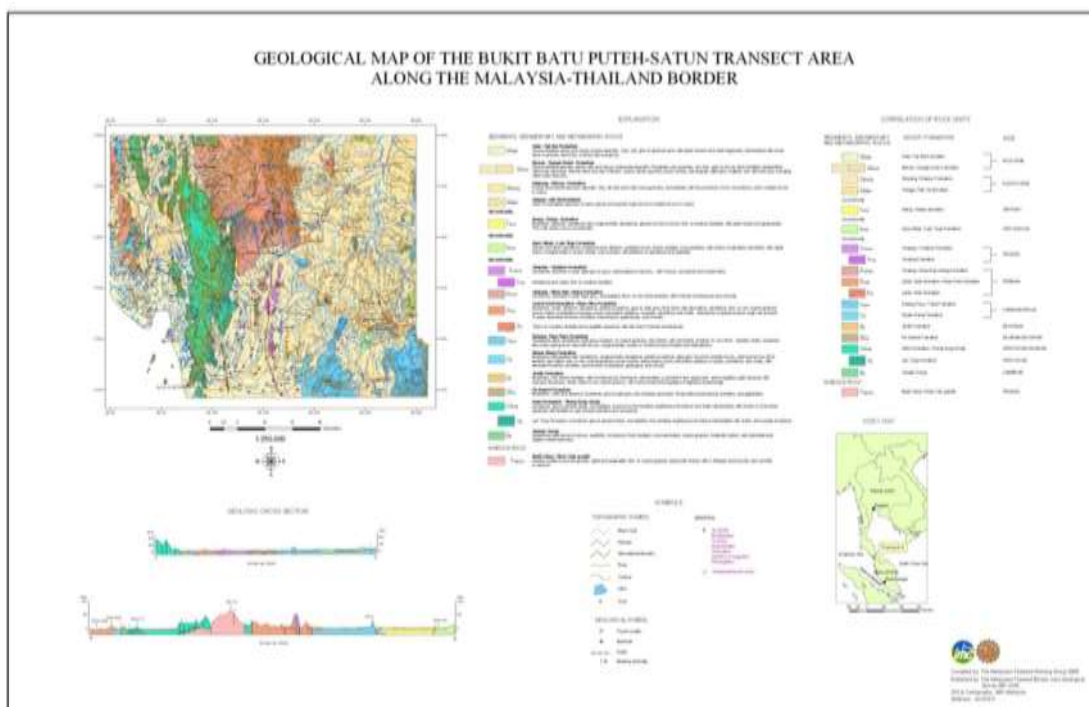
ในพื้นที่พบแนวสายแร่ควอร์ตอยู่ในแนว N-S และ NE-SW ตัดผ่านเข้ามาในหินยุคคาร์บอนิเฟอรัสโดยพบมากบริเวณตอนกลางและด้านทิศใต้ของพื้นที่ ทำให้พบว่ามีขบวนการเกิดแร่ late stage mineralizations ในบริเวณนี้อีกด้วย

2) ธรณีวิทยาโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นการคดโค้งของหินและรอยเลื่อนซึ่งพบทั้งที่เป็นแบบรอยเลื่อนปกติ รอยเลื่อนย้อนกลับ และรอยเลื่อนด้านข้างในแนว N-S, NW-SE และ NE-SW โดยเฉพาะบริเวณเขื่อนบางลาง

3) แหล่งแร่ในพื้นที่นี้มีการสำรวจและพัฒนาเป็นแหล่งแร่ที่มีชื่อเสียงมากมาย เช่น เหมืองถ้ำทะลุและเหมืองลาบู จังหวัดยะลา ซึ่งให้กลุ่มแร่ base metal, sulphide และ carbonate mineralization นอกจากนี้ยังพบแหล่งแร่และสายแร่อื่น เช่น tin, rock aggregates, barite, limestone และ dimension stone

2.1.2.4 พื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satun Transect

การสำรวจธรณีวิทยาในพื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satun Transect ได้ดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนปี 2547 จนถึงปี 2548 โดยคณะทำงานร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1,400 ตารางกิโลเมตร ผลจากการสำรวจพบว่าในพื้นที่สำรวจมีหน่วยหินแก่สุดอายุพาลีโอโซอิกตอนล่างจนถึงตะกอนปัจจุบันในยุคควอเทอร์นารี (ภาพที่ 6) และยังสำรวจพบแหล่งที่มีโอกาสเป็นแหล่งที่มีศักยภาพเป็นแหล่งแร่อีกด้วย โดยรายละเอียดสภาพธรณีวิทยาของหินแกรนิตมีดังนี้



ภาพที่ 6 แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ Bukit Batu Puteh-Satun Transect

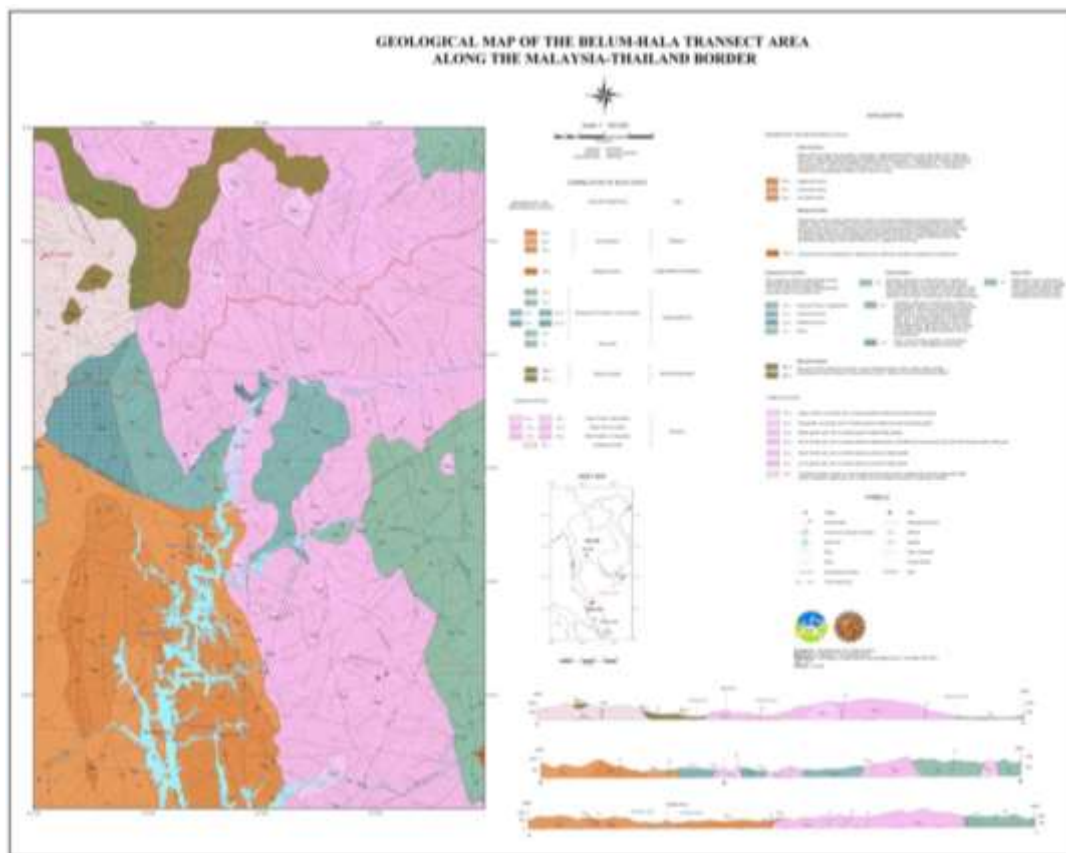
1) หินอัคนีที่พบในพื้นที่ที่มีอยู่เพียงชนิดเดียว คือหินแกรนิตซึ่งพบบริเวณตอนกลางของพื้นที่ เรียกว่า หน่วยหินเขาจีนแกรนิต Khao Chin granite (Trgrbc/kn) ประกอบด้วย หินไปโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต เนื้อละเอียดถึงหยาบ พบสายแอมไฟต์และเพกมาไทต์ตัดผ่านในหินแกรนิตชุดนี้

2) ธรณีวิทยาโครงสร้างจะพบทั้งรอยคดโค้ง รอยเลื่อนตลอดทั้งพื้นที่ โดยที่รอยเลื่อนจะพบเด่นอยู่ในแนว NW-SE และ NNE-SSW และการวางตัวของชั้นหินแนวเหนือใต้มุมเอียงเทไปทางด้านทิศตะวันออก

3) แหล่งแร่ ทรัพยากรธรณีที่สำคัญในพื้นที่ คือหินปูนกับหินโดโลไมต์ สำหรับแร่โลหะที่พบและมีการทำเหมืองแร่ในอดีต ได้แก่ แร่ดีบุกและแร่หนัก บริเวณทางทิศตะวันตกและตะวันออกของเขากัน นอกจากนี้ ยังพบชั้นลิกไนต์-ซับบิทูบินัส ตามแอ่งสะเดา แต่อยู่ลึกลงไปกว่า 1,000 เมตร และมีปริมาณสำรองไม่คุ้มค่าต่อการพัฒนา

2.1.2.5 พื้นที่ Belum-Hala Transect

ธรณีวิทยาในพื้นที่ Belum-Hala Transect คณะทำงานร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ได้ดำเนินการสำรวจอย่างจริงจังระหว่างปี 2553-2554 ซึ่งก่อนหน้านั้นโครงการร่วมสำรวจฯ ได้หยุดการสำรวจไประยะหนึ่งสืบเนื่องจากปัญหาความไม่ปลอดภัยตามแนวชายแดน ลักษณะการดำเนินการนั้นใช้ข้อมูลจากการแปลความหมายระยะไกล การแปลความหมายภาพถ่ายทางอากาศเป็นหลัก และได้ร่วมตรวจสอบภาคสนามได้เฉพาะหน่วยหินที่อยู่ติดแนวชายแดนฝั่งประเทศมาเลเซีย



ภาพที่ 7 แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ Belum-Hala Transect

1) หินอัคนีในพื้นที่ที่มีเพียงชนิดเดียว คือหินแกรนิต โดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 หน่วยหิน คือ

(1) หน่วยหินบุโดแกรนิต Bu Do Granite (Trgrmr/bd) เป็นหน่วยหินแกรนิตที่เทียบเคียงกับ Merah Granite (Trgrmr/bd) ในประเทศมาเลเซีย

(2) หน่วยหินลาสะแกรนิต La Sa Granite (Trgrmr/bd) เป็นหน่วยหินแกรนิตที่เทียบเคียงกับ Kaput Granite (Trgrmr/bd) ในประเทศมาเลเซีย พบบริเวณตอนกลางของพื้นที่ต่อเนื่องขึ้นไปจนถึงเขื่อนบางลาง และยังพบหินเดิมที่ถูกแปรสภาพปิดทับอยู่ด้านบนจำนวนมาก

(3) หน่วยหินจันทรรัตน์แกรนิต Chantharat Granite (Trgrch) หินแกรนิตหน่วยนี้เป็นหินไบโอไทต์แกรนิต เนื้อปานกลางถึงหยาบ มีการเรียงตัวบ้างเล็กน้อย พบมากบริเวณด้านทิศตะวันตกของพื้นที่สำรวจ

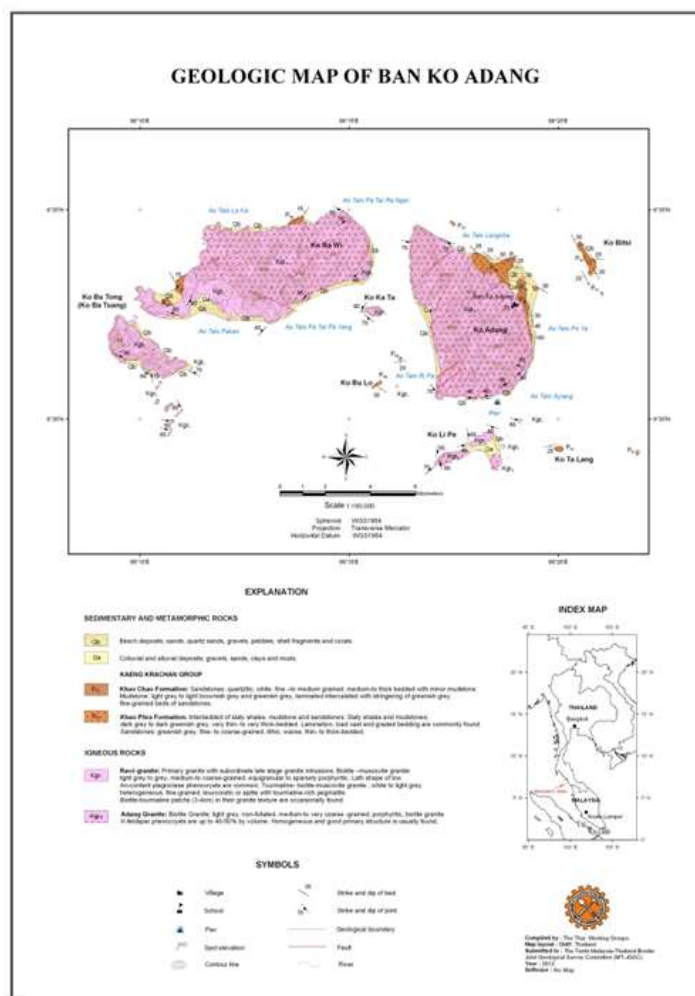
(4) หน่วยหินฮาลาแกรนิต Hala granite (Trgrsg/hl) หินแกรนิตหน่วยนี้เป็นหินไบโอไทต์-มัสโคไวต์แกรนิต เนื้อละเอียดถึงหยาบปานกลาง สีจางถึงเทา บางส่วนพบทัวร์มาลีนอีกด้วย พบแพร่กระจายโดยทั่วไปเป็นพื้นที่เล็กๆ ตัดเข้าไปในหน่วยหินแกรนิตอื่นๆ

2) ธรณีวิทยาโครงสร้างในพื้นที่นี้หินส่วนใหญ่จะมีการวางตัวในแนวเหนือใต้ มีการคดโค้งและพบรอยเลื่อนที่เป็นรอยเลื่อนปกติ รอยเลื่อนรอยย้อนกลับ และรอยเลื่อนด้านข้าง ส่วนใหญ่จะอยู่ในแนว N-S, NW-SE และ NE-SW

3) แหล่งแร่ ในพื้นที่ได้มีการสำรวจศักยภาพแหล่งแร่ตั้งแต่ปี 2546 โดยวิธีธรณีฟิสิกส์ airborne geophysics พบว่าโซนที่ให้แร่จะพบตามแนวสัมผัสระหว่างหินแกรนิตกับหินเดิม และจากขบวนการน้ำแร่ร้อน ซึ่งแหล่งที่น่าสนใจเป็นแร่ Pb-Zn sulphide บริเวณคลองฮาลา และ Sn-W บริเวณติดชายแดนมาเลเซีย-ไทย

2.1.2.6 พื้นที่ Langkawi-Tarutao Transect

ธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษาจากการสำรวจร่วมธรณีวิทยา พบว่าประกอบด้วย 3 กลุ่มหิน คือหินทรายแดงกลุ่มหินตระกูลตะกอน อายุระหว่างแคมโบ-ออร์โดวิเซียน หินปูนของกลุ่มหินทุ่งสงอายุออร์โดวิเซียน และปิดทับด้วยกลุ่มหินแก่กระเจานในยุคเพอร์เมียนที่มีการแผ่กระจายตัวมากทางด้านเกาะอาดัง-ราวี (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 แผนที่ธรณีวิทยาบ้านเกาะอาดัง

1) หินอัคนีในพื้นที่สำรวจนี้จะพบว่ามี การแผ่กระจายตัวด้านตะวันตกตามหมู่เกาะอาดัง-ราวี ทั้งสิ้นและเป็นหินแกรนิต ซึ่งจากการสำรวจสามารถแบ่งหินแกรนิตบริเวณนี้ออกเป็น 2 หน่วยหิน คือ

(1) หน่วยหินแกรนิตอาดัง ประกอบด้วยส่วนที่เป็น primary core และ outer core granite phases สำหรับส่วนที่เป็นแก่น เป็นหินไบโอไทต์แกรนิต เนื้อดอก สีเทาจาง ไม่มีการเรียงตัว พบโปรแตสเซียมเฟลสปาร์เป็น phenocrysts มากกว่า 40-50 เปอร์เซ็นต์ สำหรับหินแกรนิตที่เป็นส่วนนอกของแก่น เป็นหินไบโอไทต์แกรนิต เนื้อดอก สีเทาจาง ไม่มีการเรียงตัว พบโปรแตสเซียมเฟลสปาร์เป็น phenocrysts มากกว่า 10-20 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะเด่นคือพบไบโอไทต์-อีพิโดท เป็นกลุ่ม (colony) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-5 เซนติเมตร อายุของหน่วยหินแกรนิตอาดังให้อายุไทรแอสซิก

(2) หน่วยหินแกรนิตราวี ประกอบด้วยหินแกรนิตที่มีลักษณะเด่นเป็นแกรนิตแบบ two phase variance เป็นหินแกรนิตแทรกดันหลังสุด ประกอบด้วย ทัวร์มาลีนแกรนิต เพกมาไทต์ และแอฟไฟท์ โดยมีอายุในช่วงไทรแอสซิก

2) ธรณีวิทยาโครงสร้างในพื้นที่ลังกาวิ-ตะรุเตา ได้รับอิทธิพลจากการชนกันของอนุทวีปอินเดีย-ยูเรเชีย และการแทรกซอนของหินแกรนิตในพื้นที่ทำให้เกิดธรณีวิทยาโครงสร้างต่างๆ เช่น โครงสร้างประทุนคว่ำมะขาม รอยเลื่อน และการวางตัวของชั้นหินที่อยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เป็นต้น

3) แหล่งแร่ในพื้นที่จากการสำรวจของกรมทรัพยากรธรณีด้านธรณีฟิสิกส์ การเจาะสำรวจ และธรณีเคมี ในปี 2515 2523 และ 2542 พบว่ามีแนวโน้มพื้นที่ที่จะให้ศักยภาพแหล่งแร่จำพวกดีบุก และแร่หายาก บริเวณพื้นที่ทะเลทางใต้ของเกาะราวี

2.1.3 แนวความคิดการเกิดแร่ดีบุกสัมพันธ์กับหินอัคนี

การกำเนิดของแร่ดีบุกในประเทศไทยนั้นมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับหินอัคนีแทรกซอนชนิดกรด (acid rock) โดยทั่วไปแล้วจะเกิดอยู่ในสายแร่แบบน้ำร้อนแทรกในหินพวกแกรนิตหรือหินชั้นที่อยู่ข้างเคียง และอาจเกิดเป็นก้อนหรือผลึกเล็กๆ ผงในหินเพกมาไทต์ หินสการ์น รวมถึงในหินแกรนิตที่อยู่ใกล้กับบริเวณเขตสัมผัสกับหินข้างเคียงด้วยเนื่องจากดีบุกเป็นแร่ที่มีความทนทานต่อการสึกกร่อนทางกายภาพสูงเมื่อหินต้นกำเนิดผุพัง จึงมักจะถูกนำพาไปสะสมตามเชิงเขาหรือแอ่งและที่ราบลุ่มต่าง ๆ เกิดเป็นแหล่งแร่ดีบุกแบบลานแร่ (placer)

สายแร่ดีบุกโดยปกติมักมีแร่ที่มีฟลูออรีนหรือโบรอนอยู่ด้วย เช่น ทัวร์มาลีน โทแพซ ฟลูออไรต์และอะพาไทต์ ส่วนแร่อื่นที่พบเกิดร่วมกับแร่ดีบุก เช่น ซูลแฟรไมต์ ซีไลต์ แร่ตระกูลไนโอเปียม-แทนทาลัม อิลเมไนต์ โมนาไซต์ ซีโนไทม์ และเซอร์คอน

2.1.4 แนวความคิด Big Data

ศาสตราจารย์ ดร. ชิตชนก เหลือสินทรัพย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ให้ความคิดในการจัดการข้อมูลด้านธรณีวิทยาว่า จะต้องเรียบเรียงข้อมูลให้เป็นระบบโดยไม่ต้องเอาปัญหาเป็นตัวมาเป็นโจทย์ แต่ข้อมูลที่เป็นระบบนั้นจะสามารถนำไปแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้ ปัญหาด้านน้ำท่วม ธรณีพิบัติภัย หรือการทำนายการเกิดแผ่นดินไหวก็

เป็นเรื่องที่น่าจะศึกษาวิจัย หรือแม้กระทั่งความสัมพันธ์ระหว่างประเทศก็สามารถแก้ปัญหาหรือดำเนินการได้จากการจัดการข้อมูลที่เป็นระบบ(ติดต่อส่วนตัว, 2557)

Big Data หรืออภิมหาข้อมูล (พสุ เดชะรินทร์ และคณะ, 2556) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากในปัจจุบันด้วยพัฒนาการของเทคโนโลยีและระบบต่างๆ ทำให้องค์กรมีการเก็บข้อมูลต่างๆ อย่างมากมายมหาศาลแบบที่ไม่เคยเป็นมาก่อน และองค์กรที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลเหล่านี้เพื่อมาใช้ในการตัดสินใจให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรอย่างสูงสุด ซึ่งมีผลงานวิจัยออกมาว่า องค์กรที่ให้ความสำคัญ กับข้อมูลในการตัดสินใจ หรือเป็นลักษณะ Data-Driven นั้นจะมีผลการดำเนินงานที่ดีกว่าองค์กรที่ไม่ได้ให้ความสำคัญแก่ข้อมูล

องค์กรต่างๆ ต้องคำนึงคือจะปรับเปลี่ยนวัฒนธรรม วิธีการในการตัดสินใจอย่างไร ให้สามารถตอบสนองต่อปรากฏการณ์ Big Data ที่กำลังเกิดขึ้น เทคโนโลยีนั้นอาจจะมีผลสำคัญต่อ Big Data ในฐานะที่เป็นเครื่องมือในการบันทึก เก็บ วิเคราะห์ ประมวลข้อมูลต่างๆ แต่ความสำคัญนั้นอยู่ที่ตัวผู้บริหารว่าเห็นความสำคัญของอภิมหาข้อมูลเหล่านี้หรือไม่ ตัวอย่างหนึ่งที่จะกระทบต่อผู้บริหารคือวิธีการตัดสินใจในอดีตในยุคที่เรายังไม่มีข้อมูลในการตัดสินใจ ส่วนใหญ่จะอาศัยสัญชาตญาณ หรือที่เรียกว่า Intuition เข้ามาช่วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวผู้บริหารระดับสูงหรือผู้อาวุโสที่อยู่มานาน ท่านเหล่านี้ก็จะมีประสบการณ์ที่มากและทำให้สัญชาตญาณมากขึ้นไปด้วย แต่เมื่อเรามีข้อมูลมากขึ้น และถ้าผู้บริหารรู้จักที่จะใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการตัดสินใจมากขึ้น เราอาจจะพบว่า ประสบการณ์ หรือสัญชาตญาณอาจจะสู้การมีข้อมูลที่พร้อมเพรียงและรวดเร็วในการตัดสินใจไม่ได้ ซึ่งประเด็นดังกล่าวไม่ใช่เรื่องของเทคโนโลยี แต่เป็นเรื่องของการปรับเปลี่ยนวัฒนธรรมและรูปแบบในการตัดสินใจมากกว่า

Big Data นั้นไม่ใช่การที่มีข้อมูลดิจิทัลขนาดมหึมา แต่แท้ที่จริงแล้ว ความหมายของ Big Data ประกอบไปด้วยองค์ประกอบคือ Volume, Velocity และ Variety

1) Volume : คือมีจำนวนข้อมูลมากเกินกว่าระบบฐานข้อมูลแบบเดิมๆ จะสามารถที่จะจัดการได้

2) Velocity : คือข้อมูลจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่นข้อมูลจาก Social Media ข้อมูลการซื้อขาย ข้อมูล Transaction การเงินหรือการใช้โทรศัพท์ หรือข้อมูลจาก Sensor

3) Variety : คือข้อมูลจะมีหลากหลายรูปแบบทั้ง Structure และ Unstructure ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปทั้ง RDBMS, text, XML, JSON หรือ Image

ดังนั้นการจัดการ Big Data จึงจำเป็นต้องใช้ระบบการเก็บข้อมูลหรือการประมวลในรูปแบบอื่นๆ ที่อาจไม่ใช่เพียงแค่ฐานข้อมูลแบบเดิมๆ ซึ่งหากเราพิจารณา Ecosystems ของ Big Data เราจะสามารถจะเห็นได้ว่ามีความเกี่ยวข้องกับโครงสร้างพื้นฐานไอทีในหลายๆ ด้าน

ความท้าทายขององค์กรในประเทศไทย (ณรงค์ฤทธิ์ มโนมัยพิบูลย์, www.g-able.com) หลายองค์กรในต่างประเทศให้ความเห็นตรงกันว่าเรื่องบุคลากร มีความสำคัญที่สุด จาก การคอยเป็นผู้บริโภคข่าวสารข้อมูล จะเปลี่ยนเป็นผู้ใช้ข้อมูลให้เกิดประโยชน์ บทบาทหน้าที่ที่เคยแบ่งไปตามของความรู้ความชำนาญแต่ละคน จะเปลี่ยนมารวมในคนๆ เดียวมากขึ้น นั่นคือพนักงานจำเป็นต้องมีความรู้ความชำนาญ หลายแขนงมากขึ้นโดยเฉพาะความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล บุคลากรต้องได้รับการอบรมเตรียมตัวเพื่อให้สามารถสนับสนุนเทคโนโลยีใหม่ๆ

ท้ายที่สุด “Big Data” ไม่ได้ให้ผลลัพธ์อะไรใหม่มากไปกว่า ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ (Data Analytics) และการแสดงผลในรูปแบบต่างๆ (Data Visualization) ที่ง่ายต่อการเข้าใจ โดยการนำเอาข้อมูลที่มีจำนวนมากมาผ่านการประมวลผล การวิเคราะห์ และแสดงผลด้วยวิธีที่เหมาะสม

2.2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

แนวการแผ่กระจายของหินแกรนิตในประเทศไทย

ขอบเขตและการแผ่กระจายของหินแกรนิตในบริเวณต่างๆ ของประเทศไทยส่วนหนึ่งได้จากการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี การสำรวจศึกษาวิจัยรายละเอียดต่างๆ ของหินแกรนิตและหินอัคนี ภายใต้โครงการวิจัยหินแกรนิตและหินอัคนี โดยได้ดำเนินการศึกษาลักษณะเนื้อหิน ศิลาวิทยาแร่ประกอบหิน ส่วนประกอบทางเคมี การศึกษาอายุเปรียบเทียบหรืออายุสัมพันธ์กับหินข้างเคียงการวัดอายุหินแกรนิตและหินอัคนีด้วยวิธีไอโซโทปโดยใช้สารกัมมันตภาพรังสีบางชนิดเช่น Rb/Sr, U/Pb, K/Ar, Ar/Ar และ fission track รวมถึงการศึกษาประวัติความเป็นมาและความสัมพันธ์กับแหล่งแร่ เป็นต้น นอกจากนี้การดำเนินการศึกษารายละเอียดของหินแกรนิตและหินอัคนีอื่นๆ ได้มีการร่วมดำเนินการระหว่างกรมทรัพยากรธรณีกับมหาวิทยาลัยทั้งในประเทศและต่างประเทศและที่ดำเนินการโดยบุคลากรจากสถาบันการศึกษาต่างๆ ได้จำแนกหินแกรนิตของประเทศไทยออกเป็นสามแนวที่มีลักษณะค่อนข้างเฉพาะตัว คือ แกรนิตแนวตะวันออก (Eastern Province หรือ Eastern Belt Granite) แกรนิตแนวตอนกลาง (Central Province หรือ Central Belt Granite) และแกรนิตแนวตะวันตก (Western Province หรือ Western Belt Granite) ซึ่งแนวของหินแกรนิตทั้งสามนี้มีความต่อเนื่องกัน หรือสอดคล้องกันบางส่วนหรือทั้งหมด กับลักษณะของแกรนิตในประเทศใกล้เคียง เช่น ประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย เมียนมาร์ และ สปป. ลาว ซึ่งมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1) หินแกรนิตแนวตะวันออก (Eastern Province หรือ Eastern Belt Granite)

หินแกรนิตในแนวตะวันออกมักเกิดเป็นมวลหินขนาดเล็ก (small plutons) โดยเฉพาะบริเวณขอบที่ราบสูงโคราช หรืออาจเกิดเป็นมวลหินขนาดใหญ่ (batholith) ซึ่งประกอบด้วยมวลหินขนาดเล็กๆ ของหินแกรนิตชนิดต่างๆ แทรกทับซ้อนกันอยู่ (complexed plutons) นอกจากนี้มวลหินแกรนิต บางแห่งยังมีลักษณะเป็นโซน (zoned pluton) ที่มีส่วนประกอบและขนาดเม็ดแร่แยกออกเป็นแถบๆ จากขอบเข้าสู่กึ่งกลางของมวลหิน มักจะเกิดขึ้นปะปนและสัมพันธ์กับกลุ่มหินภูเขาไฟ (volcanic rocks) และหินแกรนิตในกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่ตัดแทรกหินชั้นยุคพาลีโอโซอิกตอนบน (Upper Palaeozoic) และหินตะกอนภูเขาไฟ (pyroclastic rocks) และถูกปิดทับด้วยกลุ่มหินทรายชุดโคราช ลักษณะเนื้อหินแกรนิตส่วนใหญ่เนื้อหินจะประกอบด้วยแร่ต่างๆ ที่มีผลึกขนาดใกล้เคียงกัน ทั้งพวกที่มีเนื้อหยาบและเนื้อละเอียด นอกจากนี้ ผลึกแร่ก็มักจะไม่แสดงการเรียงตัว และจะพบเศษหินแปลกปลอม (xenoliths) ประเภทหินอัคนีสีเข้ม หินภูเขาไฟปนอยู่ในเนื้อหินแกรนิตเสมอ ซึ่งอาจเกิดจากการวิวัฒนาการแยกตัว ตกผลึกจากมวลหินชนิดโดยตรง แล้วแทรกซอนขึ้นสู่ส่วนบนของเปลือกโลก และได้นำพาเศษหินอัคนีที่แทรกดันเปลือกโลกขึ้นมาก่อนหน้าเป็นช่วงๆ โดยลำดับ (episodic) หินแกรนิตแนวตะวันออกนี้มีประเภทหินและแร่ประกอบหินแตกต่างกันมาก ตั้งแต่ที่มี

เนื้อหินใกล้เคียงกับหินภูเขาไฟ มีสีเข้มมากถึงดำจนถึงเป็นหินแกรนิตแท้ๆ เนื้อหยาบและสีจาง ซึ่งทำให้หินมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกันมาก (expanded suites) เมื่อศึกษาส่วนประกอบของแร่ประกอบหิน ตามสัดส่วนแร่ ควอตซ์ เค-เฟลด์สปาร์ และพลาจิโอเคลส พบว่าหินแกรนิตแนวตะวันออกประกอบด้วยหินหลากหลายชนิด ตั้งแต่หินไซโนแกรนิต (syenogranite) ถึงหินแกบโบร (gabbro) ตามรายละเอียดในแผนภูมิ บริเวณที่พบหินแกรนิตเช่นนี้ ได้แก่ บริเวณจังหวัดเลย เพชรบูรณ์ แพร่ ตาก ตะวันออกของนครสวรรค์ (อำเภอไพศาลี อำเภอหนองบัว) ตะวันออกของฉะเชิงเทรา (เขาหินซ้อน) จันทบุรี (เขาสอยดาว) และ ตราด (เขาพริ้ว) เป็นต้น

2) หินแกรนิตแนวตอนกลาง (Central Province หรือ Central Belt Granite)

หินแกรนิตในแนวตอนกลางของประเทศไทยจะเกิดเป็นมวลหินขนาดใหญ่ (batholith) เป็นแนวยาวติดต่อกัน หินแกรนิตบางส่วนมีลักษณะผลึกแร่เรียงตัวเป็นแถบ เป็นแนวตรงและแถบคดโค้ง มีลักษณะการเรียงตัวของแร่คล้ายหินไนส์ จึงมักถูกเรียกว่า ไนสิคแกรนิต (gneissic granite) ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากหินแกรนิตถูกบีบอัดตามแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่ และ/หรือเกิดจากการถูกล้อมเหลวเพียงบางส่วน แล้วตกผลึกแทรกตัวเป็นชั้นเป็นริ้ว ปะปนอยู่กับหินแปรประเภทหินไนส์ และหินชีสต์ (gneiss and schist) ที่เรียกว่าหินมิกมาไทท์ (migmatite) หินแกรนิตในแนวตอนกลางของประเทศไทยนี้ ส่วนใหญ่จะแทรกซอนขึ้นมาในหินชั้นยุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง (Lower Palaeozoic) และหินแปรเกรดสูงที่ถูกบีบอัดคดโค้งบิดงอ บริเวณรอยสัมผัสของหินแกรนิตและหินชั้น และหินแปรยุคเก่า มักมีการแปรสภาพและเกิดการตกผลึกของแร่ใหม่ขึ้นเสมอ

ลักษณะทั่วไปส่วนใหญ่ของหินแกรนิตในแนวนี้ มักจะประกอบด้วยหินแกรนิตเนื้อหยาบมีผลึกเฟลด์สปาร์ขนาดใหญ่ ผลึกแร่จะเรียงตัวเป็นแนวตั้งแต่เรียงตัวธรรมดา จนถึงเป็นชั้นๆ ขาวสลับดำ หินแกรนิตในแนวตอนกลางนี้มีสัดส่วนของแร่สีขาวยและแร่สีดำอยู่ในช่วงจำกัดแคบๆ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของหินแกรนิตแท้ (true granite) ซึ่งประกอบด้วยแร่มีสโคไวท์ (muscovite) แร่ทัวร์มาลีน (tourmaline) นอกเหนือจากแร่เฟลด์สปาร์ และควอตซ์ บางครั้งจะพบแร่ฟลูออไรต์ แร่ดีบุก แร่ทังสแตน และแร่ทึบแสงอื่นๆ

หินแกรนิตแนวกลางส่วนใหญ่หรือทั้งหมดประกอบด้วย หินไซโนแกรนิต (syenogranite) มอนโซแกรนิต (monzogranite) ควอตซ์ไซไนต์ (quartz syenite) และควอร์ตมอนโซไนต์ (quartz monzonite)

หินแกรนิตในแนวนี้เกิดเป็นเทือกเขาใหญ่ยาวตามแนวเหนือ-ใต้ ได้แก่ บริเวณอำเภอฝาง แม่แจ่มขุนยวม สะเมิง ฮอด และเทือกเขาตอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เทือกเขาขุนตาล จังหวัดลำปาง อำเภอลี่ จังหวัดลำพูน และจากบริเวณอำเภอมก๋อย บริเวณตะวันตกของอำเภอแม่สอด เป็นแนวลงมาทางใต้ผ่านเทือกหินแกรนิตด้านตะวันตกของ จังหวัดอุทัยธานี ชลบุรี ระยอง และภาคใต้ของประเทศไทย ตั้งแต่ จังหวัดตราขบุรี เพชรบุรี นครศรีธรรมราช สงขลา ตรัง ยะลา และปัตตานี ซึ่งจะเป็นแนวต่อเข้าไปในประเทศมาเลเซีย และอินโดนีเซีย

3) หินแกรนิตแนวตะวันตก (Western Province หรือ Western Belt Granite)

หินแกรนิตในแนวตะวันตกนี้เกิดเป็นมวลหินขนาดเล็กๆ (small batholiths and plutons) แทรกซอนกันเป็นแนวยาว (composite plutons) ส่วนใหญ่ตัดแทรกเข้าไปในกลุ่มหินชั้นยุคพาลีโอโซอิกตอนบน (Upper-Palaeozoic) ประเภทหินโคลนปนกรวด (pebbly rocks) บางแห่ง

หินแกรนิตในแนวตะวันตก ได้ตัดแทรกเข้ามาในหินแกรนิตแนวกลางด้วย และไม่ถูกบีบอัดเปลี่ยนแปลงเป็นหินแปรรุนแรงเท่าแนวหินแกรนิตแนวกลาง ลักษณะทั่วไปของหินแกรนิตแนวตะวันตกมีทั้งที่เป็นผลึกหยาบขนาดใหญ่ไม่เท่ากัน มีผลึกแร่เฟลด์สปาร์ขนาดใหญ่กว่าแร่อื่นๆ ผลึกแรมมักไม่มีการเรียงตัว แร่ประกอบหินสำคัญๆ คือแร่เฟลด์สปาร์ ควอร์ตไปโอไทต์ และมัสโคไวต์ เหมือนหินแกรนิตของแนวกลาง แต่ไม่พบเกิดร่วมกับหินแกรนิตที่ถูกบีบอัดเป็นหินไนสิกรแกรนิต และหินมิกมาไทต์ หินแกรนิตบางส่วนเป็นแกรนิตที่มีแร่ฮอนเบรนและแร่แมกเนไทต์เป็นแร่ประกอบหินที่สำคัญ คล้ายหินแกรนิตแนวตะวันออกแต่ไม่พบว่าเกิดร่วมกับหินภูเขาไฟ

หินแกรนิตแนวตะวันตก ส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มหินไซโนแกรนิต มอนโซแกรนิต ควอร์ตไซไนต์และควอร์ตมอนโซไนต์ โดยมีหินมอนโซไนต์ (monzonite) และมอนโซแกบโบร (monzogabbro) เพียงส่วนน้อย พบตามบริเวณชายแดนไทย-เมียนมาร์ ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี เกาะภูเก็ต ชายทะเลตะวันตกบริเวณ จังหวัดระนอง บริเวณตะวันตกของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และบริเวณตะวันตกอำเภอแม่สะเรียง และจังหวัดเชียงใหม่

2.3 สรุปกรอบแนวคิด

การศึกษาการจัดการข้อมูลด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีบริเวณตามแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย โดยใช้ตัวแบบ Big Data; กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุกจะดำเนินการศึกษาตามขอบเขตการศึกษา (ภาพที่ 2) โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) รวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลทั้งโครงการตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย
- 2) กำหนดประเด็นปัญหา กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตในยุคไทรแอสซิก ธรณีวิทยาโครงสร้างกับแหล่งแร่ดีบุกที่มีความสัมพันธ์หรือไม่ อย่างไร
- 3) กำหนดแนวทางการศึกษาโดยใช้ระบบสารสนเทศ (GIS) โปรแกรม ArcMap โดยการกำหนดปัจจัยตัวแปรคือตำแหน่งแหล่งแร่ดีบุกและชุดหินแกรนิตตลอดแนวชายแดน เทียบสัมพันธ์กับปัจจัยตัวแปร คือแหล่งแร่ดีบุก ชุดหินแกรนิต และธรณีวิทยาโครงสร้าง(แนวแตกหรือแนวรอยเลื่อน)
- 4) การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลในระบบสารสนเทศ (GIS)
- 5) แสดงผลการศึกษา ครอบคลุมถึงความเชื่อมโยงการแผ่กระจายตัวของหินแกรนิตชุดต่างๆ และธรณีวิทยาโครงสร้างกับแหล่งที่มีศักยภาพของแร่ดีบุกตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย

2.3.1 การรวบรวมข้อมูล

โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย (The Malaysia-Thailand Border Joint Geological Survey Project) เป็นความร่วมมือทางวิชาการระหว่างกรมทรัพยากรธรณี ประเทศไทยกับกรมแร่และธรณีวิทยา ประเทศมาเลเซีย มีผลของการดำเนินงานดังนี้

- ปี 2543-2545 ดำเนินการในพื้นที่ Gubir-Sadao Transect
- ปี 2545 ดำเนินการในพื้นที่ BatuMelintang – Sungai Kolok Transect
- ปี 2546 ดำเนินการในพื้นที่ Pengalan Hulu-Betong Transect
- ปี 2547-2552 ดำเนินการในพื้นที่ Bukit BatuPuteh –Satun Transect
- ปี 2553-2554 ดำเนินการในพื้นที่ Belum –Hala Transect

- ปี 2555-2556 อยู่ระหว่างการดำเนินการในพื้นที่ Langkawi-Tarutao Transect ซึ่งแล้วเสร็จสิ้นในปี 2556

รายละเอียดของข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องแสดงไว้ในภาคผนวก ก ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดเอกสารโครงการ ข้อมูลเบื้องต้นในภาคสนาม ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา ข้อมูลรายงานผลการสำรวจธรณีวิทยา ข้อมูลแหล่งทรัพยากรธรณีและแหล่งแร่ ข้อมูลผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการข้อมูลภาพถ่าย/รูปถ่ายข้อมูลรายงานการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการข้อมูลรายงานวิชาการที่น่าเสนอ ในการประชุมนานาชาติและข้อมูลของที่ระลึกที่เกิดจากการประชุม คณะกรรมการ MT-JGSC และคณะทำงาน

2.3.1.1 ข้อมูลชุดหินแกรนิต

ข้อมูลการแผ่กระจายตัวของหน่วยหินและชุดหินแกรนิตตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย ได้จัดเก็บเป็นข้อมูลในระบบสารสนเทศ (GIS) ดังแสดงรายละเอียดตามภาคผนวก ข ข้อมูลที่เก็บในระบบสารสนเทศนี้จะใช้เป็นตัวแปรในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างทุกชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุก

ชุดหินแกรนิตในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย 20 ชุดหินรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 มีการแผ่กระจายตัวตลอดแนวชายแดนเป็นกลุ่มของหินแกรนิตแนวตอนกลาง (Central Province หรือ Central Belt Granite) การกระจายตัวตามภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แผนที่ธรณีวิทยาตามแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย แสดงการกระจายตัวของหน่วยหินต่างๆ

ตารางที่ 1 แสดงการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบของชุดหินแกรนิต

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
109	Trgrkm/kk	Tr _{grkm/kk}	Igneous Rocks	Igneous Rocks	Triassic	Medium- grained porphyritic biotite-muscovite granite, pale grey to pale yellowish-grey with black spot, lath shape feldspar phenocryst (1 x 2 cm.) with common twin; leucocratic granite and aplite, white and some black spots.			1 Gubir-Sadao
110	Trgrkm/kk	Tr _{grkm/kk}		Igneous Rocks	Triassic	Medium- grained porphyritic biotite-muscovite granite, pale grey to pale yellowish-grey with black spot, lath shape feldspar phenocryst (1 x 2 cm.) with common twin; leucocratic granite and aplite, white and some black spots.			1 Gubir-Sadao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
225	Kgrkn/bl	K _{grkn/bl}	Kenerong Granite / Ba La granite	Igneous Rocks	Cretaceous	Grey, fine-to medium-grained, equigranular with foliated varieties, leucocratic variety also occurs.			2 Batu Melintang- Sungai Kolok
226	Kgrlw/tm	K _{grlw/tm}	Lawar / To Mo granite	Igneous Rocks	Cretaceous	Light grey to greenish grey, fine-grained equigranular biotite-hornblende granite; granite to granodioritic in composition. Sheared biotite granite occurs on the southern part of the body.			2 Batu Melintang- Sungai Kolok
227	Trgrkg/su	Tr _{grkg/su}	Kemahang Granite / Sukhirin granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, medium-to coarse-grained, weakly foliated, porphyritic biotite granite with large feldspar phenocrysts; granodioritic in composition.			2 Batu Melintang- Sungai Kolok
228	Trgrbr/ty	Tr _{grbr/ty}	Boundary Range Granite / Tan Yong granite	Igneous Rocks	Triassic	Granite, granodiorite and tonalite with rare quartz diorite on margins, includes aplite			2 Batu Melintang- Sungai Kolok

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						porphyritic granite and pegmatite.			
229	Trgrmr/bd	Tr _{grmr/bd}	Merah / Bu Do granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, fine-to medium-grained foliated granite, and biotite-muscovite granite (part of the Main Range Granite of Malaysia).			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
315	Trgrkw	Tr _{grkw}	Kawi granite	Igneous Rocks	Triassic	Kawi granite: Fine- to medium-grained leucocratic granite.			3 Hulu-Betong
316	Trgrbp/pr	Tr _{grbp/pr}	Batu Puteh/Pa Ret Tu granite	Igneous Rocks	Triassic	Batu Puteh/Pa Ret Tu granite: Fine- to medium-grained equigranular to sparsely porphyritic tourmaline-biotite-muscovite granite; leucocratic, occasionally two phases variants.	This granite is associated with tin mineralization..		3 Hulu-Betong
317	Trgrdm	Tr _{grdm}	Damar granite	Igneous Rocks	Triassic	Damar granite: Fine- to medium-grained, equigranular biotite granite; light grey.			3 Hulu-Betong

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
318	Trgrch	Tr _{grch}	Chantharat granite	Igneous Rocks	Triassic	Chantharat granite: Medium- to coarse-grained, porphyritic biotite granite; pale grey, primary texture, good K-feldspar megacrysts with euhedral biotite and quartz groundmass.			3 Hulu-Betong
319	Trgrbt	Tr _{grbt}	Bintang granite	Igneous Rocks	Triassic	Bintang granite: Coarse-grained, porphyritic biotite granite; grey, conspicuous K-feldspar megacrysts.			3 Hulu-Betong
320	Trgrt/sn	Tr _{grt/sn}	Rimba Telui/Si Nakhon granite	Igneous Rocks	Triassic	Rimba Telui/Si Nakhon granite: Medium- to coarse-grained, porphyritic biotite granite; light grey to grey.			3 Hulu-Betong
420	Trgrbc/kn	Tr _{grbc/kn}	Bukit China/Khao Chin granite	Igneous Rocks	Triassic	Granite; biotite-muscovite granite, aplite and pegmatite; fine- to coarse-grained, porphyritic texture with K-feldspar phenocrysts, and xenolith is common.			4 Bukit Batu Puteh-Satun

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
515	Trgrsg	Tr _{grsg}	Singor Granite	Igneous Rocks	Triassic	Leucocratic, fine- to medium-grained, biotite-muscovite-tourmaline granite.			5 Belum-Hala
516	Trgrhl	Tr _{grhl}	Hala granite	Igneous Rocks	Triassic	Leucocratic, fine- to medium-grained, biotite-muscovite-tourmaline granite.			5 Belum-Hala
517	Trgrmr	Tr _{grmr}	Merah granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, fine- to medium-grained, foliated biotite granite.			5 Belum-Hala
518	Trgrbd	Tr _{grbd}	Bu Do Granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, fine- to medium-grained, foliated granite, and biotite-muscovite granite (part of the Main Range Granite of Malaysia).			5 Belum-Hala
519	Trgrkt	Tr _{grkt}	Kabut Granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, fine- to medium-grained, porphyritic biotite granite.			5 Belum-Hala
520	Trgrls	Tr _{grls}	La Sa granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, fine- to medium-grained, porphyritic biotite granite.			5 Belum-Hala

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
521	Trgrch	Tr _{grch}	Chantharat Granite	Igneous Rocks	Triassic	Medium- to coarse-grained with primary texture, equigranular to good megacrystic biotite granite. K-feldspar megacrysts vary in shape and size. Biotite and quartz are generally euhedral.			5 Belum-Hala
620	Trgrkh/rw	Tr _{grkh/rw}	Kuah/Rawi Granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey to light grey in colour, fine- to coarse-grained porphyritic biotite granite. Primary late stage granite intrusions: Biotite-muscovite granite: light grey to grey, medium-to coarse-grained, equigranular to	sparsely porphyritic. Lath shape of low An-content plagioclase phenocrysts are common; Tourmaline-biotite-muscovite granite ; white to light grey, heterogeneous, fine-grained, leucocratic or		6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
							aplite with tourmaline-rich pegmatite.		
621	Trgrry/ad	Tr _{grry/ad}	Raya/Adang Granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey- to light grey, medium- to coarse- grained, porphyritic biotite granite. Biotite Granite; light grey, non- foliated, medium-to very coarse -grained, porphyritic, biotite granite.	Alkali-feldspar phenocrysts are up to 25- 50% by volume. Homogeneous and good primary structure is usually found.		6 Langkawi- Tarutao

2.3.1.2 ข้อมูลแหล่งดีบุก

ข้อมูลแหล่งดีบุกจำนวน 11 (ตารางที่ 2) โดยที่เป็นแหล่งดีบุกที่เป็นเหมืองแร่ดีบุกกำลังดำเนินการ 6 เหมืองและปิดดำเนินการไปแล้วจำนวน 2 เหมือง และพื้นที่ที่มีศักยภาพให้แร่ดีบุกจากการสำรวจของกรมทรัพยากรธรณีอีกจำนวน 2 แหล่ง รายละเอียดตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลแหล่งดีบุก

OBJECTID	Shape	Site_Type	Sub_Type	Site_Name	Transect
10		Mine	Sn		3 Hulu-Betong
36		Mine	Sn	Pin Yoh Tin Mine	3 Hulu-Betong
37		Mine	Sn	ThamThalu Tin Mine	3 Hulu-Betong
38		Mine	Sn	Dida Tin Mine	3 Hulu-Betong
39		Mine	Sn	Puluan Tin Mine	3 Hulu-Betong
40		Mine	Sn	Labu Tin Mine	3 Hulu-Betong
183		Mine (abandoned)	Sn		4 Bukit BatuPuteh-Satun
184		Mine (abandoned)	Sn		4 Bukit BatuPuteh-Satun
191		Mineral occurrence	SnW		4 Bukit BatuPuteh-Satun
192		Mineral occurrence	SnW		4 Bukit BatuPuteh-Satun
193		Mineral occurrence	SnW		4 Bukit BatuPuteh-Satun

2.3.2 การกำหนดประเด็นปัญหาและขั้นตอนการศึกษา

2.3.2.1 ประเด็นปัญหา:

- 1) หินแกรนิตชุดอะไรตามแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทยที่มีศักยภาพให้แร่ดีบุก
- 2) ธรณีวิทยาโครงสร้างเช่นรอยแตก รอยเลื่อนมีความสัมพันธ์กับแหล่งแร่ดีบุกเพียงใด

2.3.2.2 ขั้นตอนการศึกษา;

กำหนดแนวทางการศึกษาโดยใช้ระบบสารสนเทศ (GIS) โปรแกรม ArcMap โดยการกำหนดปัจจัยตัวแปรคือตำแหน่งแหล่งแร่ดีบุกและชุดหินแกรนิตตลอดแนวชายแดนเทียบสัมพันธ์กับปัจจัยตัวแปรคือแหล่งแร่ดีบุก ชุดหินแกรนิต และธรณีวิทยาโครงสร้างการวิเคราะห์

และประมวลผลข้อมูลในระบบสารสนเทศ (GIS) โดยแสดงผลการศึกษา ครอบคลุมถึงความเชื่อมโยง การแผ่กระจายตัวของหินแกรนิตชุดต่างๆ และธรณีวิทยาโครงสร้างกับแหล่งที่มีศักยภาพของแร่ดีบุก ตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย

บทที่ 3

การวิเคราะห์และผลการศึกษา

การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุกมีแนวทางในการศึกษาโดยใช้ฐานของข้อมูลที่ได้มีการสำรวจโครงการสำรวจร่วมธรณีวิทยาบริเวณแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทยเพื่อเป็นแนวทางในการนำข้อมูลไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

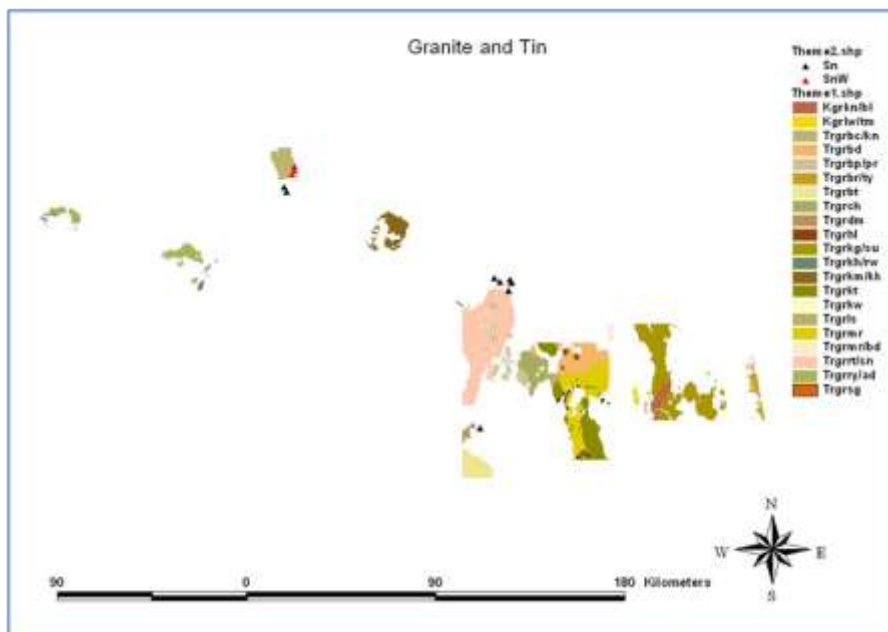
กรณีศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงเส้น โดยวิธีการ GIS และใช้โปรแกรม ArcMap โดยมีตัวแปรและแนวความคิด 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ดีบุกมีการเกิดร่วมกับหินแกรนิต และหินแกรนิตทั้ง 20 ชุดหินตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย ชุดไหนมีศักยภาพให้แร่ดีบุก

กรณีที่ 2 ดีบุกมีการเกิดร่วมกับหินแกรนิตและ/หรือแนวแตกในชั้นหินรายละเอียดในการศึกษาวิจัยปรากฏรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.1 การวิเคราะห์กรณีที่ 1

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วยข้อมูลขอบเขตชุดหินทั้ง 20 ชุดหินแกรนิต ข้อมูลแหล่งแร่ดีบุกจำนวน 11 แหล่ง ซึ่งข้อมูลจะถูกนำเข้ามาและจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลสารสนเทศ และนำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม ArcMap ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แสดงในภาพที่ 10



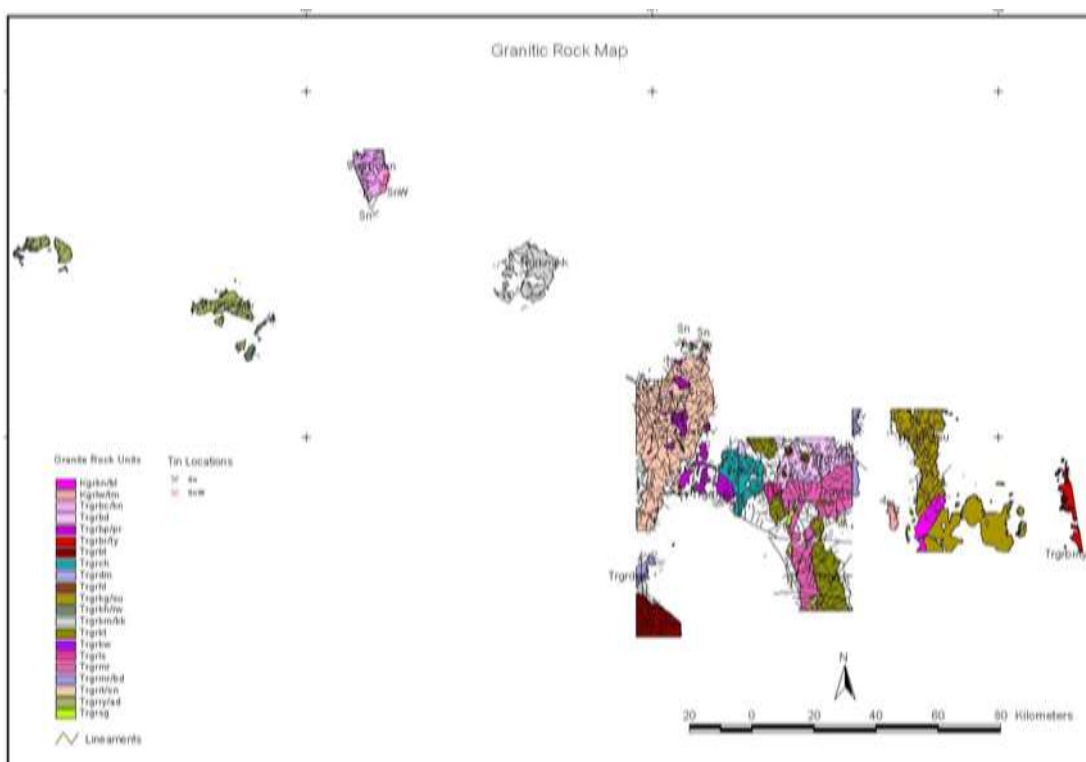
ภาพที่ 10 แสดงผลการศึกษาความสัมพันธ์ชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุก

ผลการศึกษารณีที่ 1

จากการวิเคราะห์ข้อมูลหินแกรนิตทั้ง 20 ชุดหินเปรียบเทียบกับตำแหน่งแหล่งดีบุกพบว่าดีบุก จะพบการแผ่กระจายตัวสัมพันธ์กับหินแกรนิตชุด Bukit China/Khao Chin granite ในพื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satun หินแกรนิตชุด BatuPuteh/Pa Ret Tu granite และหินแกรนิตชุด RimbaTelui/Si Nakhon granite ในพื้นที่ Hulu-Betong

3.1.2 การวิเคราะห์กรณีที่ 2

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยข้อมูลขอบเขตชุดหินทั้ง 20 ชุดหินแกรนิต ข้อมูลแหล่งแร่ดีบุกจำนวน 11 แหล่ง และข้อมูลแนวแตก โดยข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลสารสนเทศได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม ArcMap ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงผลการศึกษาความสัมพันธ์ชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุกและโครงสร้างธรณีวิทยา

ผลการศึกษารณีที่ 2

จากการวิเคราะห์ข้อมูลหินแกรนิตทั้ง 20 ชุดหินเปรียบเทียบกับตำแหน่งแหล่งดีบุกและแนวรอยแตก พบว่าดีบุกจะพบการแผ่กระจายตัวสัมพันธ์กับหินแกรนิตชุด Bukit China/Khao Chin granite ในพื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satun หินแกรนิตชุด BatuPuteh/Pa Ret Tu granite และหินแกรนิตชุด RimbaTelui/Si Nakhon granite ในพื้นที่ Hulu-Betong แต่ไม่พบลักษณะที่สัมพันธ์กับแนวรอยแตกอย่างชัดเจน

3.2 ผลการศึกษา

กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุกโดยใช้ฐานของข้อมูลที่เป็นระบบผ่านกระบวนการสารสนเทศ (GIS) ทำให้การประมวลผลเป็นไปอย่างมีระบบเช่น กรณีปัจจัย 2 ด้านคือ ชุดหินแกรนิตกับตำแหน่งของแหล่งดีบุก พบว่ามีความสัมพันธ์กันโดยพบว่าดีบุกจะเกิดร่วมกับหินแกรนิต 3 ชุดหินคือหินแกรนิตชุด Bukit China/Khao Chin granite ในพื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satun หินแกรนิตชุด BatuPuteh/Pa Ret Tu granite และหินแกรนิตชุด RimbaTelui/Si Nakhon granite ในพื้นที่ Hulu-Betong

จากฐานข้อมูลสามารถหาคุณสมบัติของหินแกรนิตทั้ง 3 ชุดหินได้ (ภาคผนวก ข) และสรุปเปรียบเทียบได้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของหินแกรนิตที่พบเกิดร่วมกับดีบุก

ชุดหิน	ลักษณะหิน	อื่นๆ
1. Bukit China/Khao Chin granite	Granite; biotite-muscovite granite, aplite and pegmatite; fine- to coarse-grained, porphyritic texture with K-feldspar phenocrysts, and xenolith is common.	
2. BatuPuteh/Pa Ret Tu granite	BatuPuteh/Pa Ret Tu granite: Fine- to medium-grained equigranular to sparsely porphyritic tourmaline-biotite-muscovite granite; leucocratic, occasionally two phases variants.	This granite is associated with tin mineralization.
3. RimbaTelui/Si Nakhon granite	RimbaTelui/Si Nakhon granite: Medium- to coarse-grained, porphyritic biotite granite; light grey to grey.	

จากตารางที่ 3 ลักษณะเฉพาะของชุดหินแกรนิตที่สัมพันธ์กับดีบุกคือ

1) ในชุดหิน Bukit China/Khao Chin granite ดีบุกจะเกิดในลักษณะฝังปะกับสาย เพกมาไทต์หรือกับ Aplite

2) ในชุดหิน BatuPuteh/Pa Ret Tu granite ดีบุกจะเกิดในลักษณะฝังปะกับหินแกรนิต โดยมีขบวนการเกิดแร่ (tin mineralization) ลักษณะที่สามารถนำไปเป็นปัจจัยที่จะหาดีบุกในพื้นที่

อื่นทั่วประเทศคือ หินแกรนิตที่เป็นชนิดporphyritic tourmaline-biotite-muscovite granite และเนื้อหินเป็นแบบ two phases variants

3) ในชุดหิน RimbaTelui/Si Nakhon granite เนื่องจากลักษณะเนื้อหินของหินแกรนิตเป็นหินแกรนิตที่พบโดยทั่วไปการเกิดดีบุกน่าจะเกิดในลักษณะตามแนวสัมผัสกับหินเดิม อาจต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติมหรือศึกษาต่อไปในอนาคต

กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุกโดยใช้ฐานของข้อมูลที่เป็นระบบผ่านกระบวนการสารสนเทศ (GIS) กรณีปัจจัย 3 ด้านคือ ชุดหินแกรนิตตำแหน่งของแหล่งดีบุก และโครงสร้างทางธรณีวิทยาหรือแนวรอยแตก พบว่าดีบุกมีความสัมพันธ์กันกับหินแกรนิต 3 ชุดหินคือหินแกรนิตชุด Bukit China/Khao Chin granite ในพื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satunหินแกรนิตชุด BatuPuteh/Pa Ret Tu granite และหินแกรนิตชุด RimbaTelui/Si Nakhon granite ในพื้นที่ Hulu-Betong ไม่พบนัยแห่งความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับทิศทางแนวแตก

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาเพื่อการจัดการข้อมูลธรณีวิทยาภายใต้โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย โดยใช้ตัวแบบ Big Data; กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุกครั้งนี้วัตถุประสงค์หลักเพื่อนำข้อมูลทางธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีที่ได้จากการศึกษาของโครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทยมาประมวลหาความสัมพันธ์ชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุกโดยใช้ต้นแบบแนวความคิด Big Data เพื่อกำหนดกรอบการศึกษาวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือ ทำให้ทราบถึงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจธรณีวิทยาและแนวความคิดในการจัดการข้อมูลที่ได้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดพร้อมนำไปใช้เป็นข้อมูลฐานในการบริหารจัดการทรัพยากรธรณีบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย นอกจากนี้ทำให้ทราบถึงศักยภาพที่จะพบแหล่งแร่ดีบุก ในพื้นที่ต่างๆ ตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย หรือพื้นที่อื่นในประเทศไทย โดยวิธีการวิเคราะห์อย่างมีระบบ

การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุกมีแนวทางในการศึกษาโดยใช้ฐานของข้อมูลที่ได้มีการสำรวจโครงการสำรวจร่วมธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย เพื่อเป็นแนวทางในการนำข้อมูลไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด หรือเป็นกรอบแนวความคิดในการใช้ตัวแบบ Big Data ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่างๆ

การวิเคราะห์ข้อมูลกรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุก ได้ดำเนินการโดยใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงเส้น โดยวิธีการสารสนเทศ(GIS) และใช้โปรแกรม ArcMap โดยมีตัวแปรและแนวความคิด 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ดีบุกมีการเกิดร่วมกับหินแกรนิต และหินแกรนิตทั้ง 20 ชุดหินตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย ชุดอะไรที่มีศักยภาพให้แร่ดีบุก

กรณีที่ 2 ดีบุกมีการเกิดร่วมกับหินแกรนิตและ/หรือทิศทางแนวแตกในชั้นหิน

ผลจากการศึกษากรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุกโดยใช้ฐานของข้อมูลที่เป็นระบบผ่านกระบวนการสารสนเทศ (GIS) ทำให้การประมวลผลเป็นไปอย่างมีระบบพบว่ากรณีปัจจัย 2 ด้านคือชุดหินแกรนิตกับตำแหน่งของแหล่งดีบุก ดีบุกมีความสัมพันธ์กันโดยพบว่าดีบุกจะเกิดร่วมกับหินแกรนิต 3 ชุดหิน คือหินแกรนิตชุด Bukit China/Khao Chin granite ในพื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satunหินแกรนิตชุด BatuPuteh/Pa Ret Tu granite และหินแกรนิตชุด RimbaTelui/Si Nakhon granite ในพื้นที่ Hulu-Betong

คุณสมบัติของหินแกรนิตทั้ง 3 ชุดหินที่มีคุณสมบัติที่จะมีศักยภาพให้ดีบุกคือ

1) ชุดหิน Bukit China/Khao Chin granite ดีบุกจะเกิดในลักษณะฝังปะกับสาย เพกมาไทต์หรือกับ Aplite

2) ชุดหิน BatuPuteh/Pa Ret Tu granite ดีบุกจะเกิดในลักษณะฝังประกบกับหินแกรนิต โดยมีขบวนการเกิดแร่ (tin mineralization) ลักษณะที่สามารถนำไปเป็นปัจจัยที่จะหาดีบุกในพื้นที่อื่น ทั่วประเทศ คือ หินแกรนิตที่เป็นชนิด porphyritic tourmaline-biotite-muscovite granite และ เนื้อหินเป็นแบบ two phases variants

3) ในชุดหิน RimbaTelui/Si Nakhon granite เนื่องจากลักษณะเนื้อหินของหินแกรนิตเป็นหินแกรนิตที่พบโดยทั่วไปการเกิดดีบุกน่าจะเกิดในลักษณะตามแนวสัมผัสกับหินเดิม อาจต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเช่น ชนิดหินข้างเคียง เพื่อนแร่ ขนาดพื้นที่พบแร่เป็นต้น หรือศึกษาต่อไปในอนาคต

กรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุกโดยใช้ฐานของข้อมูลที่เป็นระบบผ่านกระบวนการสารสนเทศ (GIS) กรณีปัจจัย 3 ด้านคือ ชุดหินแกรนิตตำแหน่งของแหล่งดีบุก และโครงสร้างทางธรณีวิทยาหรือแนวรอยแตกแนวรอยเลื่อน พบว่าดีบุกมีความสัมพันธ์กันกับหินแกรนิต 3 ชุดหิน คือ หินแกรนิตชุด Bukit China/Khao Chin granite ในพื้นที่ Bukit BatuPuteh-Satun หินแกรนิตชุด BatuPuteh/Pa Ret Tu granite และหินแกรนิตชุด RimbaTelui/Si Nakhon granite ในพื้นที่ Hulu-Betong ไม่พบภัยแห่งความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับทิศทางแนวแตกหรือแนวรอยเลื่อน

4.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลธรณีวิทยาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการประยุกต์ใช้ในงานด้านอื่นๆ มากมาย เช่น งานด้านวิศวกรรม งานฐานราก เขื่อนเขื่อน และด้านอุตสาหกรรม ความต้องการของผู้ใช้งานในกลุ่มต่างๆ ที่หลากหลาย ที่ต้องการข้อมูลที่มีความครอบคลุม มีความหลากหลาย มีรายละเอียด เข้าใจง่าย เข้าถึงง่าย สะดวกรวดเร็ว มาตรการการแก้ปัญหาในเรื่องนี้ สามารถใช้ตัวแบบในการศึกษาครั้งนี้ (Big Data) เพื่อเป็นต้นแบบในการวิเคราะห์ข้อมูลอื่นๆ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้เป็นครั้งแรกในการใช้ Big Data ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านธรณีวิทยา ผู้ศึกษามีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

4.2.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1) แนวทาง Big Data สามารถใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการข้อมูลธรณีวิทยา ด้านต่างๆ ได้ ทำให้มีการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่ข้อมูลหน่วยงานนำไปใช้ หรือผู้บริหารองค์กรสามารถรู้ข้อมูลที่ถูกต้อง สะดวก และรวดเร็ว

2) เมื่อมีการจัดการฐานข้อมูลที่ดี มีระบบ การนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพมาใช้ เพื่อให้การบริการข้อมูลมีความสะดวก รวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล สามารถทำให้มีประสิทธิภาพด้านข้อมูลดียิ่งขึ้น

3) การศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบสถานการณ์การบริหารจัดการข้อมูลธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีภายใต้โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย รวมทั้งปัญหาอุปสรรคต่างๆ และแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ขาดในพื้นที่ ที่ไม่สามารถเข้าไปดำเนินการสำรวจได้อีกด้วย

4. การดำเนินการศึกษาโดยใช้ตัวแบบ Big Data มีประโยชน์และเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการจัดการฐานข้อมูลด้านธรณีวิทยาที่ยังไม่นำมาใช้อย่างแพร่หลาย แนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เช่นด้านธรณีพิบัติภัย ด้านแผนที่ธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี และสามารถเป็นกรอบแนวทางให้ กรมทรัพยากรธรณีหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นแนวทางได้

4.2.2 ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ

1) การวิเคราะห์โดยใช้รูปแบบ Big Data ขึ้นกับตัวแปรและปัจจัยที่เกี่ยวข้องและสำคัญต่างๆ ซึ่งจะส่งผลให้การศึกษามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2) ผลการศึกษาในกรณีศึกษาชุดหินแกรนิตกับแหล่งดีบุก ยังมีข้อจำกัดของตัวแปรและปัจจัยเช่นไม่มีข้อมูลพื้นที่/จำนวนแหล่งแร่ดีบุกครบถ้วนทั้งพื้นที่ ไม่มีผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินแกรนิต ทุกบริเวณ หรือขนาดและความยาวของแนวรอยแตกหรือแนวรอยเลื่อน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะทำให้ข้อมูลธรณีวิทยาผ่านการวิเคราะห์ที่เป็นรูปธรรมและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3) หินแกรนิตตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทยที่มีศักยภาพและเกิดร่วมกับแร่ดีบุก มีลักษณะเด่นคือหินแกรนิตที่เป็นชนิด porphyritic tourmaline-biotite-muscovite granite และเนื้อหินเป็นแบบ two phases variants ดังนั้นตลอดแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย จะต้องให้ความสำคัญกับหินแกรนิตที่มีลักษณะเนื้อหินชนิดนี้ในการหาแหล่งแร่ดีบุกในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

บรรณานุกรม

เอกสารภาษาไทย

- กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. คู่มือการสำรวจทำแผนที่ธรณีวิทยา. กรุงเทพฯ: สำนักธรณีวิทยา, 2555.
- กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ธรณีวิทยาประเทศไทยเฉลิมพระเกียรติ. กรุงเทพฯ, 2542.
- กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. แนวทางการประเมินปริมาณทรัพยากรแร่ของกรมทรัพยากรธรณี. กรุงเทพฯ, 2556.
- กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. รายงานสถานการณ์ธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี ปี พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ, 2553.

เอกสารอังกฤษ

- Malaysian-Thai Working Groups. Geology of the Batu Melintang-Sungai Kolok Transect area Along the Malaysia-Thailand Border. The Malaysia-Thailand Border Joint Geological Survey Committee (MT-JGSC), 2006.
- Malaysian-Thai Working Groups. Geology of the Belum-Hala Transect area Along the Malaysia-Thailand Border. The Malaysia-Thailand Border Joint Geological Survey Committee (MT-JGSC), 2012.
- Malaysian-Thai Working Groups. Geology of the Bukit Batu Puteh-Satun Transect area Along the Malaysia-Thailand Border. The Malaysia-Thailand Border Joint Geological Survey Committee (MT-JGSC), 2009.
- Malaysian-Thai Working Groups. Geology of the Gubir-Sadao Transect area Along the Malaysia-Thailand Border. The Malaysia-Thailand Border Joint Geological Survey Committee (MT-JGSC), 2006.
- Malaysian-Thai Working Groups. Geology of the Langkawi-Tarutao Transect area Along the Malaysia-Thailand Border (Draft). The Malaysia-Thailand Border Joint Geological Survey Committee (MT-JGSC), 2013.
- Malaysian-Thai Working Groups. Geology of the Pengkalan Hulu-Betong Transect area Along the Malaysia-Thailand Border. The Malaysia-Thailand Border Joint Geological Survey Committee (MT-JGSC), 2009.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายละเอียดข้อมูลโครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาตามแนวชายแดนมาเลเซีย-ไทย

1. เอกสารโครงการ

เอกสารโครงการหมายถึงเอกสารที่เป็นรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับโครงการทั้งหมด เช่น

- TOR โครงการความร่วมมือร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย
- เอกสารรายงานการประชุมคณะกรรมการ MT-JGSC ซึ่งมีข้อสรุปเป็นข้อมูลจำนวนมากและสำคัญ
- เอกสารรายงานการประชุมคณะทำงาน MT-JGSC ซึ่งมีข้อสรุปเป็นข้อมูลจำนวนมากและสำคัญ
- คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการ MT-JGSC ฝ่ายประเทศไทย
- คำสั่งแต่งตั้งคณะทำงาน MT-JGSC ฝ่ายประเทศไทย เอกสารชุดนี้มีความสำคัญมากในกรณีที่ข้อมูลสูญหายจะสามารถติดตามได้จากบุคคลในคณะทำงานเหล่านี้
- บันทึกข้อความรายงานความก้าวหน้าเสนอคณะรัฐมนตรี

2. ข้อมูลเบื้องต้นภาคสนาม

ข้อมูลภาคสนามที่ได้จากการสำรวจธรณีวิทยาเป็นข้อมูลเบื้องต้น เช่น

- สมุดบันทึกข้อมูลสนาม
- ค่าการวางตัวชั้นหิน (bed)
- รอยแตก
- ตำแหน่งหินโผล่
- ตำแหน่งเก็บตัวอย่างหิน

3. ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา

แผนที่ธรณีวิทยา เป็นผลผลิตที่ได้จากการร่วมสำรวจโดยมีการจัดทำแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 ภายใต้โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ซึ่งข้อมูลประกอบด้วย

- ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 จำนวน 6 พื้นที่ คือ พื้นที่ Gubir-Sadao Transect พื้นที่ Batu Melintang – Sungai Kolok Transect พื้นที่ Pengalan Hulu-Betong Transect พื้นที่ Bukit Batu Puteh –Satun Transect พื้นที่ Belum –Hala Transect และพื้นที่ Langkawi-Tarutao Transect พร้อมข้อมูลดิจิทัล
- ข้อมูลการแปลความหมายภาพดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ จำนวน 6 พื้นที่ พร้อมข้อมูลดิจิทัล
- ข้อมูลแผนที่ต้นร่างเพื่อเตรียมจัดทำเป็นแผนที่ธรณีวิทยาใน 6 พื้นที่มาตราส่วน 1:50,000

4. ข้อมูลรายงานผลการสำรวจธรณีวิทยา

ข้อมูลรายงานธรณีวิทยาพื้นที่ทั้ง 6 พื้นที่บริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทยเป็นผลผลิตของโครงการ ซึ่งตามเงื่อนไขของโครงการสำรวจคณะทำงานจะต้องดำเนินการจัดทำรายงานผลการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย ซึ่งรายงานจะต้องใช้ภาษาอังกฤษ และรูปแบบรายงานจะต้องครอบคลุมเนื้อหาทางด้านธรณีวิทยา การลำดับชั้นหิน ธรณีวิทยาโครงสร้าง ธรณีประวัติ และเศรษฐกิจธรณีวิทยา อีกทั้งรายงานที่คณะทำงานดำเนินการจะต้องนำเสนอต่อที่ประชุมคณะกรรมการ MT-JGSC เพื่อพิจารณาตรวจสอบ และเมื่อคณะกรรมการมีมติเห็นชอบรายงานจึงสามารถจัดพิมพ์เพื่อเผยแพร่ต่อไป ข้อมูลรายงานผลการสำรวจธรณีวิทยา ประกอบด้วย

ข้อมูลรายงานธรณีวิทยาฉบับภาษาอังกฤษจำนวน 6 พื้นที่ คือ พื้นที่ Gubir-Sadao Transect พื้นที่ Batu Melintang – Sungai Kolok Transect พื้นที่ Pengalan Hulu-Betong Transect พื้นที่ Bukit Batu Puteh –Satun Transect พื้นที่ Belum –Hala Transect และพื้นที่ Langkawi-Tarutao Transect พร้อมข้อมูลดิจิทัล

5. ข้อมูลแหล่งทรัพยากรธรณีและแหล่งแร่

ข้อมูลเศรษฐกิจธรณีวิทยาในพื้นที่ที่สำรวจเป็นข้อมูลที่สำคัญที่ได้จากการรวบรวมและสำรวจของคณะทำงานร่วมสำรวจ และเป็นส่วนหนึ่งที่จะต้องผนวกไว้ในรายงานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่พบแหล่งศักยภาพแร่ใหม่หรือพบเพิ่มเติมจากแหล่งเดิม เช่น แหล่งที่มีศักยภาพเป็นแหล่งทองคำ บริเวณบ้านมูโน๊ะ อำเภอสุไหงโกโลก จังหวัดนราธิวาส แหล่งอนุรักษ์ธรณีวิทยาที่สำคัญ แหล่งซากดึกดำบรรพ์ หรือแหล่งตะกอนปัจจุบันที่สามารถนำไปเป็นวัสดุก่อสร้าง แหล่งอิฐก่อสร้าง หรือแหล่งทรายแก้ว เป็นต้น

6. ข้อมูลผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ

การสำรวจธรณีวิทยาจะต้องมีการดำเนินการวิเคราะห์ทางธรณีเคมี หรือฟิสิกส์วิเคราะห์ต่างๆ จากตัวอย่างหิน แร่ หรือตะกอนที่สำรวจพบในภาคสนาม ข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นในการประมวลผลสภาพธรณีวิทยา และธรณีวิทยาแหล่งแร่ในพื้นที่สำรวจ

7. ข้อมูลภาพถ่าย/รูปถ่าย

ข้อมูลภาพถ่าย/รูปถ่ายและการจัดทำฐานข้อมูลภาพถ่ายหรือรูปถ่ายภายใต้โครงการร่วมสำรวจนั้นน่าจะเป็นข้อมูลอีกข้อมูลหนึ่งที่จะต้องรีบดำเนินการรวบรวมหรือจัดเก็บให้เป็นระบบ เหตุผลคือในบางพื้นที่ไม่คงเหลือสภาพดั้งเดิมไว้เป็นหลักฐานอ้างอิงได้อีกแล้ว ซึ่งอาจจะเกิดจากถูกทำลายตามธรรมชาติหรือจากการกระทำของมนุษย์ หรือพื้นที่นั้นไม่สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้ ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากการสำรวจเช่นรูปภาพบริเวณหินโผล่ ลักษณะชั้นหิน จุดที่พบซากดึกดำบรรพ์ และสภาพภูมิประเทศ

8. ข้อมูลรายงานการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ภายใต้โครงการร่วมสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนมาเลเซีย-ไทย มีโครงการศึกษาวิจัย ตั้งแต่ปี 2553 จนถึงปี 2559 ดังนี้

1) โครงการด้าน Geology and mineral resources along Malaysia-Thailand border เป็นโครงการที่จะต้องนำข้อมูลผลการสำรวจธรณีวิทยาบริเวณชายแดนทั้ง 6 พื้นที่มา รวบรวมและ หาความสัมพันธ์ตลอดทั้งแนวชายแดนระยะทาง 650 กิโลเมตร รายงานและข้อมูลจะ เป็นข้อมูลรวมของโครงการ ดังนี้

โครงการ Compilation of the Geology and Mineral Resources along the Malaysia-Thailand border for the Transect 1-6 ซึ่งจะดำเนินการในปี 2557-2558

2) โครงการด้าน Joint Geological Survey of the geological conservation and geological tourism มีโครงการจำนวน 1 โครงการ คือ

โครงการ Geological conservation and geological tourism in Langkawi-Tarutao Islands ดำเนินการแล้วในปี 2554-2556 และรายงานจะนำเสนอต่อคณะกรรมการ MT-JGSC ในเดือน กันยายน 2556 นี้

3) โครงการด้าน Joint Geological Survey of the geological conservation and geological tourism มีโครงการจำนวน 4 โครงการ คือ

- โครงการ Detailed study and geological research between the Singa and Kluang Formations ดำเนินการแล้วในปี 2553-2555

- โครงการ Stratigraphic correlation between the Kubang Pasu/Yaha Formation กำลังดำเนินการแล้วในปี 2556-2557

- โครงการ Litho-and Biostratigraphy correlation of chert beds in various rock units along Malaysia-Thailand border ดำเนินการแล้วในปี 2554-2555

- โครงการ Detailed study on radiolaria in radiolarian-bearing rocks along the Malaysia-Thailand border กำลังดำเนินการแล้วในปี 2556-2559

4) โครงการด้าน Study on geological hazards along the Malaysia-Thailand Border มีโครงการจำนวน 2 โครงการ คือ

- โครงการ Data compilation of geological hazards กำลังดำเนินการแล้วในปี 2557

- โครงการ Case study on geological hazards กำลังดำเนินการแล้วในปี 2558-2559

9. ข้อมูลรายงานวิชาการที่นำเสนอในการประชุมนานาชาติ

รายงานวิชาการที่คณะทำงานได้ส่งเข้าเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ GEOSEA 2012 จำนวน 2 รายงาน คือ

- Geology and Stratigraphy of Gerik Formation

- Geology and Stratigraphy of the Kroh / Betong Formation

10. ของที่ระลึกที่เกิดจากการประชุมคณะกรรมการ MT-JGSC และคณะทำงาน

ในการประชุมคณะกรรมการ MT-JGSC และคณะทำงานร่วมสำรวจธรณีวิทยาในแต่ละครั้ง จะมีการแลกเปลี่ยนของที่ระลึก ซึ่งของที่ระลึกที่มีสัญลักษณ์ ความหมาย และเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ผู้เขียนมีความประสงค์จะรวมของที่ระลึกนี้ไว้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่จะต้องมีการเก็บรักษา หรือทำทะเบียนประวัติไว้สำหรับนำไปจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์หรือในวาระโอกาสที่เหมาะสมได้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่เก็บในระบบสารสนเทศที่ใช้เป็นตัวแปรในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างทุกชุดหินแกรนิตกับแหล่งแร่ดีบุก

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
101	Qal	Q _{al}	Alluvial deposits	Sediment	Quaternary	Alluvial deposits: Sandy clay, clayey sand, gravel, and lateritic soils.			1 Gubir-Sadao
102	Qtp	Q _{tp}	Terrace deposit	Sediment	Quaternary	Terace deposits: Subangular - subrounded, clasts of mainly sandstone, quartzite, veins quartz, and chert with sand and silt matrix.			1 Gubir-Sadao
103	Kss/sn	K _{ss/sn}	Saiong Beds / Sam Nak O formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Cretaceous	Conglomerate, semi-consolidated to consolidated, reddish-brown, clasts are sandstone, siltstone, limestone, chert, veins quartz, subangular, low			1 Gubir-Sadao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						sphericity, and poorly sorted.			
104	Trkh	Tr _{kh}	Khlong Kon Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Triassic	Limestone, light grey to dark grey, cryptocrystalline, massive with coral and small foraminifera.			1 Gubir-Sadao
105	Trcg/kc	Tr _{cg/kc}	Conglomeratic unit / Khuan Chedi Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Triassic	Polymictic conglomerate, with 2-15 cm and a few up to 30 cm clasts of quartz, chert, mudstone, and sandstone; sandstone, fine- to medium-grained and grey mudstone, thin-bedded with Daonella sp. and Triassic ammonoid.			1 Gubir-Sadao
106	Trrc/nt	Tr _{rc/nt}	Rhythmite unit / Na Thawi Formation	Sedimentary and Metamorphic	Triassic	Shale, interbedded with siltstone, sandstone and chert	siliceous shale, and light-grey chert occur occasionally		1 Gubir-Sadao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
				Rocks		with Posinodia sp., Daonella sp., and ammonite; sandstone, light grey, fine- to medium-grained; shale, grey to greyish-brown;	in the upper part of the sequence.		
107	PTrch	PTr _{ch}	Cherty unit	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian-Triassic	Thin-bedded chert interbedded with minor shale.			1 Gubir-Sadao
108	Ckp/yh	C _{kp/yh}	Kubang Pasu / Yaha Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Sandstone, light-grey to greenish-grey, medium- to thick-bedded, medium- to coarse-grained, well-sorted, moderately to well cemented; shale and mudstone, greenish-grey to gray; sandstone	interbedded shale, grey, well-bedded with Posidonomya sp., ammonite, bivalve, and trilobites; siltstone, reddish-brown; chert, grey to dark grey, very thin-bedded (ribbon chert).		1 Gubir-Sadao
109	Trgrkm/kk	Tr _{grkm/kk}	Igneous Rocks	Igneous Rocks	Triassic	Medium- grained porphyritic biotite-			1 Gubir-Sadao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						<p>muscovite granite, pale grey to pale yellowish-grey with black spot, lath shape feldspar phenocryst (1 x 2 cm.) with common twin; leucocratic granite and aplite, white and some black spots.</p>			
110	Trgrkm/kk	Tr _{grkm/kk}		Igneous Rocks	Triassic	<p>Medium- grained porphyritic biotite-muscovite granite, pale grey to pale yellowish-grey with black spot, lath shape feldspar phenocryst (1 x 2 cm.) with common twin; leucocratic granite and aplite, white and some black spots.</p>			1 Gubir-Sadao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
201	Qhrbgl/tb	Qh _r bg/tb	Gula Formation / Tak Bai formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Recent beach member: Sand and sandy gravel, loose, light to brpwnish yellow, sand size 200 - 1000 microns, gravel 2 - 4 mm, moderately sorted.			2 Batu Melintang- Sungai Kolok
202	Qhmtobgl/tb	Qh _m to bg /tb	Gula Formation / Tak Bai formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Matang Gelugor Member/Old beach member: Sand and sandy gravel, loose, light to brownish yellow, medium - to very coarse - grained, gravel 2-4 mm, moderately sorted.			2 Batu Melintang- Sungai Kolok
203	Qhpstb	Qh _p stb	Gula Formation / Tak Bai formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Peat swamp member: Peat, peaty clay, and silty clay, friable, dark to dark grey, moderately decomposed, small amount of shell			2 Batu Melintang- Sungai Kolok

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						fragments.			
204	Qhtitfgl/tb	Qh _{titfgl/tb}	Gula Formation / Tak Bai formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Teluk Intan Member/Tidal flat member. Clay, silty clay, and sand, firm, light to olive grey, minor mottled, yellowish to yellowish brown, minor very coarse sand, with occasional Jarosite.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
205	Qhbdsmsgl/tb	Qh _{bdsmsgl/tb}	Gula Formation / Tak Bai formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Bagan Datoh Member/Shallow marine member: Clay, silty clay and sand, soft, greenish grey to grey, sand size 80 - 300 microns, moderately to very well sorted , small amount of shell fragments (this unit is not exposed			2 Batu Melintang-Sungai Kolok

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						on the surface - observed			
206	Qhchbr/sk	Qh _{chbr/sk}	Beruas Formation / Sungai Kolok formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Abandoned channel member: Sand and sandy gravel, light grey to dark brown, medium to very coarse sand with abundant granules and pebbles, subrounded to angular grains, poorly sorted, loose.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
207	Qhnlbr/sk	Qh _{nlbr/sk}	Beruas Formation / Sungai Kolok formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Natural levee member: Sand, silt, olive brown, brownish yellow to red, loose to friable, abundant mica flakse.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
208	Qhfpbr/sk	Qh _{fpbr/sk}	Beruas Formation / Sungai Kolok formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Floodplain member: Clay, sandy and silty, light gray to yellowish brown,			2 Batu Melintang-Sungai Kolok

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						moderately to abundant mottled yellowish to reddish, sometimes micaceous, minor lateritic pebbles and iron concretion.			
209	Qhpkbr	Qh _{pkbr}	Beruas Formation / Sungai Kolok formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Pengkalan member: Clay, silt, humic clays (with in-situ plant remains) and carbonaceous materials, dark grey.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
210	Qpffpsp/wg	Qp _{ffpsp/wg}	Simpang Formation / Waeng formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Foemer floodplain member: Clay, sandy with medium-to coarse-grained sand and some granules and pebbles, light grey to yellowish brown, moderately to abundant mottled yellowish to reddish, stiff, iron concretions			2 Batu Melintang-Sungai Kolok

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						present.			
211	Qpctsp/wg	Qp _{ctsp/wg}	Simpang Formation / Waeng formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Quaternary	Colluvium/Terrace member: Sand, gravelly, clayey and laterite, friable to very firm, abundant red to reddish brown mottled, poorly sorted, moderate iron concretion.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
212	Kpn	K _{pn}	Panau beds	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Cretaceous	Channel deposits: Conglomerate and interbedded of sandstone and argillite, exhibits cross lamination and graded bedding. Sandstone varies from very coarse-grained, poorly sorted at the bottom part to fine-to medium-grained, moderately sorted			2 Batu Melintang-Sungai Kolok

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
213	Trby	Tr _{by}	Bu Yong formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Triassic	Conglomerate: Conglomeratic sandstone, brown to reddish brown, with matrix and clasts supported, intercalated with thin bedded argillite. Clasts composed of sandstone, quartz, chert, volcanic rocks, clasts size varies 0.2 - 5 cm.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
214	PTrtlag	PT _{rtlag}	Telong formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian-Triassic	Argillaceous facies: Mainly argillite, slate, phyllite and minor schist with intercalated metatuff, hornfels occurs near the contact with granite.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
215	PTrtlar	PT _{rtlar}	Telong formation	Sedimentary and Metamorphic	Permian-Triassic	Arenaceous facies: Sandstone, mostly quartzwacke with			2 Batu Melintang-Sungai

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
				Rocks		intercalated shale.			Kolok
216	PTrtlcl	PTr _{tlcl}	Telong formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian-Triassic	Calcareous facies: Crystalline limestone interbedded with calcareous shale.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
217	PTrtlpy	PTr _{tlpy}	Telong formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian-Triassic	Pyroclastic facies: Phyroclastics, rhyolitic, andesitic tuff and agglomerate.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
218	PTrab	PTr _{ab}	Ai Ba Lo formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian-Triassic	Chert, thinly bedded (ribbon chert), with fossils of recrystallized radiolarian, intercalated with stringering shale beds and rare volcanoclastic sediments.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
219	CPtk/bt	CP _{tk/bt}	Taku schist / Buke Ta formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous-Permian	Mainly quartz-mica schist, quartz-mica-garnet schist and quartz schist as well as amphibolite			2 Batu Melintang-Sungai Kolok

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						schist, subordinate hornfels.			
220	CPmgag/kl	CP _{mgag/kl}	Mangga / Ka Lu Bi / Ai Ka Po formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous-Permian	Argillaceous facies/Ka Lu Bi formation: Hornfels, phyllite, chert, siliceous shale and metasiltstone, conglomerate with quartz veins and dykes.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
221	CPmgcl	CP _{mgcl}	Mangga / Ka Lu Bi / Ai Ka Po formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous-Permian	Calcareous facies: Marble			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
222	CPmgpy	CP _{mgpy}	Mangga / Ka Lu Bi / Ai Ka Po formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous-Permian	Pyroclastic facies: Metatuff			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
223	CPmgar/ak	CP _{mgar/ak}	Mangga / Ka Lu Bi / Ai Ka Po formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous-Permian	Arenaceous facies/Ai Ka Po formation: Metasandstone, metagraywacke, tuffaceous			2 Batu Melintang-Sungai Kolok

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						sandstone, quartzite and conglomerate.			
224	SDts/bs	SD _{ts/bs}	Tiang schist / Ban Sa formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Silurian-Devonian	Medium-grade of regional metamorphic rocks composed of paragneiss and augen gneiss with amphibolite schist layer, quartz-mica schist, quartz schist, and minor quartz-mica-chiastolite schist.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
225	Kgrkn/bl	K _{grkn/bl}	Kenerong Granite / Ba La granite	Igneous Rocks	Cretaceous	Grey, fine-to medium-grained, equigranular with foliated varieties, leucocratic variety also occurs.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
226	Kgrlw/tm	K _{grlw/tm}	Lawar / To Mo granite	Igneous Rocks	Cretaceous	Light grey to greenish grey, fine-grained equigranular biotite-hornblende granite;			2 Batu Melintang-Sungai Kolok

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						granite to granodioritic in composition. Sheared biotite granite occurs on the southern part of the body.			
227	Trgrkg/su	Tr _{grkg/su}	Kemahang Granite / Sukhirin granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, medium-to coarse-grained, weakly foliated, porphyritic biotite granite with large feldspar phenocrysts; granodioritic in composition.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
228	Trgrbr/ty	Tr _{grbr/ty}	Boundary Range Granite / Tan Yong granite	Igneous Rocks	Triassic	Granite, granodiorite and tonalite with rare quartz diorite on margins, includes aplite porphyritic granite and pegmatite.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
229	Trgrmr/bd	Tr _{grmr/bd}	Merah / Bu Do granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, fine-to medium-grained			2 Batu Melintang-

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						foliated granite, and biotite-muscovite granite (part of the Main Range Granite of Malaysia).			Sungai Kolok
230	Trvtg	Tr _{vtg}	Temangan Ignimbrite	Igneous Rocks	Triassic	Extrusive rock-occurs as 'dyke' that plugs an old feeding fissure. Based on its texture and structure, it is interpreted that it was emplaced as a tuff flow.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
231	PTrvtn/mn	PTr _{vtn/mn}	Tanah Merah / Muno volcanic	Igneous Rocks	Permian-Triassic	Mainly andesite, andesitic tuff, agglomerate, grey, green to greenish brown.			2 Batu Melintang-Sungai Kolok
232	PTrvkm	PTr _{vkm}	Ku Mung volcanic complexes	Igneous Rocks	Permian-Triassic	Pillow lava basalt, basalt, basaltic andesite, gabbro, serpentinite and relicts of other			2 Batu Melintang-Sungai Kolok

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						ultramafic and mafic rocks including pyroxinite, with podiform chromite deposits.			
301	Qal	Q _{at}	Alluvium	Sediment	Holocene	Alluvial deposits: Sand, silt, and clay.			3 Hulu-Betong
302	Qnn/ay	Q _{nn/ay}	Nenering/Ai Yoe Boe Chang Gravel beds	Sediment	Pleistocene	Nenering /Ai Yoe Boe Chang Gravel beds: Unconsolidated to semi-consolidated gravel, sand, silt, and clay.			3 Hulu-Betong
303	Kbr	K _{br}	Berapit formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Cretaceous	Berapit formation: Conglomerate, grey to reddish grey, very poorly sorted, rounded to subangular; clast made up of limestone, sandstone, and quartz; clast up to 40 cm in diameter			3 Hulu-Betong

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						with calcareous cement.			
304	Pgk	P _{gk}	Gerik formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Gerik formation: Tuffs of rhyolitic and rhyodacitic composition, occasionally metamorphosed. Limestone and calcareous shale lenses occur occasionally. Interbeds of tuff, limestone and calcareous shale also occur.	Permian brachiopod and trilobites are found in the calcareous shale.		3 Hulu-Betong
305	Ptk	P _{tk}	Tham Kachaeng formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Tham Krachaeng formation: Limestone, light grey to dark grey, recrystallized to marble; medium- to very thick-bedded with fusulinid,			3 Hulu-Betong

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						brachiopod, and crinoid stems.			
306	Psp	P _{sp}	Sri Paen formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Sri Paen formation: Sandstone and shale intercalated with limestone, argillaceous limestone and chert; grey to brownish grey, well bedded, well foliated, and kink band with brachiopod and radiolarians.			3 Hulu-Betong
307	Ckp/yh	C _{kp/yh}	Kubang Pasu/Yaha Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Kubang Pasu/Yaha Formation: Sandstone, light grey to yellowish brown, medium- to thick-bedded, medium- to coarse-grained, well sorted, well cemented; shale and mudstone, greenish grey to grey;	sandstone intercalated with shale, and chert, yellowish brown to grey, well bedded, with radiolarians.		3 Hulu-Betong

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
308	Ckp/yh2	C _{kp/yh2}	Kubang Pasu/Yaha Formation (2)	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Kubang Pasu/Yaha Formation: Shale, schist, phyllite, quartzite, and sandstone; yellowish brown, well foliation and kink band.			3 Hulu-Betong
309	Ckp/yh1	C _{kp/yh1}	Kubang Pasu/Yaha Formation (1)	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Kubang Pasu/Yaha Formation: Sandstone, light grey to greenish grey, medium- to thick-bedded, medium- to coarse-grained, well sorted, moderately to well cemented; shale and mudstone, greenish grey to grey;	sandstone interbedded with shale, grey, well bedded; siltstone, reddish brown; chert, grey, very thin-bedded; minor conglomerate, light grey to grey, poorly sorted; occasionally metamorphosed especially close to the granite body.		3 Hulu-Betong
310	SDkr/bt	SD _{kr/bt}	Kroh formation/Betong Formation	Sedimentary and Metamorphic	Silurian-Devonian	Kroh formation/Betong Formation: Shale,			3 Hulu-Betong

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
				Rocks		calc-silicate hornfels, limestone and sandstone with subordinate chert. The rocks are generally grey to dark grey in colour and occasionally metamorphosed.			
311	SDkr/bt (ag)	SD _{kr/bt} (ag)	Kroh formation/Betong Formation (Argillaceous)	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Silurian-Devonian	Kroh formation/Betong Formation: Argillaceous facies; shale and phyllite, commonly carbonaceous with subordinate chert, grey to dark grey, well sorted with abundant Tentaculites and graptolites.			3 Hulu-Betong
312	SDkr/bt (cs)	SD _{kr/bt} (cs)	Kroh formation/Betong	Sedimentary and	Silurian-Devonian	Kroh formation/Betong Formation: Calc-			3 Hulu-Betong

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
			Formation (Calc-silicate)	Metamorphic Rocks		silicate facies; calc-silicate hornfels, dark grey.			
313	SDkr/bt (cl)	SD _{kr/bt} (cl)	Kroh formation/Betong Formation (Calcareous)	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Silurian-Devonian	Kroh formation/Betong Formation: Calcareous facies; limestone, grey to dark grey with large quantity of non-carbonate impurities, well bedded and foliated.			3 Hulu-Betong
314	SDkr/bt (ar)	SD _{kr/bt} (ar)	Kroh formation/Betong Formation (Arenaceous)	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Silurian-Devonian	Kroh formation/Betong Formation: Arenaceous facies; sandstone, light grey to grey.			3 Hulu-Betong
315	Trgrkw	Tr _{grkw}	Kawi granite	Igneous Rocks	Triassic	Kawi granite: Fine- to medium-grained leucocratic granite.			3 Hulu-Betong
316	Trgrbp/pr	Tr _{grbp/pr}	Batu Puteh/Pa Ret Tu granite	Igneous Rocks	Triassic	Batu Puteh/Pa Ret Tu granite: Fine- to	This granite is associated with tin		3 Hulu-Betong

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						medium-grained equigranular to sparsely porphyritic tourmaline-biotite-muscovite granite; leucocratic, occasionally two phases variants.	mineralization..		
317	Trgrdm	Tr _{grdm}	Damar granite	Igneous Rocks	Triassic	Damar granite: Fine- to medium-grained, equigranular biotite granite; light grey.			3 Hulu-Betong
318	Trgrch	Tr _{grch}	Chantharat granite	Igneous Rocks	Triassic	Chantharat granite: Medium- to coarse-grained, porphyritic biotite granite; pale grey, primary texture, good K-feldspar megacrysts with euhedral biotite and quartz groundmass.			3 Hulu-Betong
319	Trgrbt	Tr _{grbt}	Bintang granite	Igneous Rocks	Triassic	Bintang granite: Coarse-grained, porphyritic biotite			3 Hulu-Betong

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						granite; grey, conspicuous K-feldspar megacrysts.			
320	Trgrrt/sn	Tr _{grrt/sn}	Rimba Telui/Si Nakhon granite	Igneous Rocks	Triassic	Rimba Telui/Si Nakhon granite: Medium- to coarse-grained, porphyritic biotite granite; light grey to grey.			3 Hulu-Betong
401	Qhgl/tb	Qh _{gl/tb}	Gula/Tak Bai Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Holocene	Unconsolidated sandy and clayey marine deposits: Clay; soft, grey to greenish grey with plant remains and shell fragments, interbedded with loose sand or gravelly sand bed, covered with mangrove.			4 Bukit Batu Puteh-Satun
402	Qhbr/sk1	Qh _{br/sk}	Beruas/Sungai Kolok Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Holocene	Unconsolidated gravelly, sandy, silty and clayey continental deposits: Floodplain clay	light grey, mottled, very stiff, thin bed, including valley plain deposits.		4 Bukit Batu Puteh-Satun

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						member; very firm, grey to brown, thick-bedded, interbedded with loose sand bed. Alluvial sand and clay member; coarse sands, gravelly, poorly sorted, sub-angular,			
403	Qhbr/sk2	Qh _{br/sk}	Beruas/Sungai Kolok Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Holocene	Unconsolidated gravelly, sandy, silty and clayey continental deposits: Floodplain clay member; very firm, grey to brown, thick-bedded, interbedded with loose sand bed. Alluvial sand and clay member; coarse sands, gravelly, poorly sorted, sub-angular,	light grey, mottled, very stiff, thin bed, including valley plain deposits.		4 Bukit Batu Puteh-Satun

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
404	Qpsp/wg	Qp _{sp/wg}	Simpang/Waeng Formation,	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Pleistocene	Former flood plain/colluvium deposits: clay, silt and sand with some granules, and pebbles with the presence of iron concretions; red to reddish brown in colour.			4 Bukit Batu Puteh-Satun
405	Qptg/hy	Qp _{tg/hy}	Tangga/Hat Yai formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Pleistocene	Semi-consolidated deposits of sand, gravel and boulder; light brown to reddish brown in colour.			4 Bukit Batu Puteh-Satun
406	Tar/sd	T _{ar/sd}	Arang/Sadao formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Tertiary	Mudstone, siltstone, sandstone and conglomeratic sandstone; greyish brown to brown, thin- to medium-bedded, with plant fossils and			4 Bukit Batu Puteh-Satun

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						gastropods. Thin coal seams occur occasionally.			
407	Kkh/lt	K _{kh/lt}	Kayu Hitam/Lam Thap Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Cretaceous	Arkosic and lithic sandstone, mudstone and siltstone: reddish brown, thickly bedded, cross-bedded, well sorted, moderately cemented, with ripple marks; conglomerate is poorly sorted, sub rounded, with pebbles of sandstone and quartzite.			4 Bukit Batu Puteh-Satun
408	Trch3/cb	Tr _{ch3/cb}	Chuping/Chaiburi Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Triassic	Limestone, dolomitic in part; light grey to grey, well-bedded to massive, with Triassic conodonts and			4 Bukit Batu Puteh-Satun

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						foraminifera. Sandstone and shale; thin- to medium-bedded.			
409	Trch2	Tr _{ch2}	Chuping Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Triassic	Sandstone and shale; thin- to medium-bedded.			4 Bukit Batu Puteh-Satun
410	Pch1/kc	P _{ch1/kc}	Chuping/Khao Rup Chang Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Limestone, dolomitic in part; light grey, well-bedded, thick- to very thick-bedded, with Permian brachiopods and crinoids.			4 Bukit Batu Puteh-Satun
411	Psr/kr	P _{sr/kr}	Lubok Sireh formation/Khao Phra Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Mudstone, shale, siltstone, sandstone, pebbly mudstone; grey to dark grey, thick beds with lamination; sandstone, fine- to very coarse-grained,	dropstones of glacial-marine origin are present in parts; abundant bivalves, trilobites, brachiopods, gastropods, and crinoids.		4 Bukit Batu Puteh-Satun

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						poorly sorted, moderately rounded, poorly cemented, pebbles of quartz, sandstone and shale;			
412	Psr	P _{sr}	Lubok Sireh formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Thinly- to medium-bedded arenosargillite sequence with late Early Permian brachiopods.			4 Bukit Batu Puteh-Satun
413	Ckp/yh	C _{kp/yh}	Kubang Pasu/Yaha Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Sandstone, lithic sandstone; light grey, medium- to coarse-grained, well sorted, well cemented, medium- to very thick-bedded; shale, mudstone and chert; light grey to yellowish brown; conglomerate; fossils of Posidonomya, trilobites and radiolarians.			4 Bukit Batu Puteh-Satun

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
414	Ckk	C _{kk}	Khuan Klang Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Mudstone intercalated with sandstone, conglomeratic sandstone, pebbly mudstone; light grey, brown to reddish brown, yellowish brown, thick-bedded, laminated, fine- to very coarse-grained, poorly sorted, subrounded, poorly cemented, pebbles of quartz,	sandstone, and shale, with abundant bivalves, trilobites, ammonoids, brachiopod, gastropod, and crinoid.		4 Bukit Batu Puteh-Satun
415	Djt	D _{jt}	Jentik Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Devonian	Mudstone; red, thickly-bedded, with Posidonomya; limestone, well-bedded is present in the upper part; arenno-argilites, light coloured with slumped structures;			4 Bukit Batu Puteh-Satun

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						shale, black to red, carbonaceous, with Dacryconarid-Monograptus-Plagiolaria assemblage.			
416	SDps	SD _{ps}	Pa Samed Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Silurian-Devonian	Mudstone, chert and siliceous mudstone; grey to light grey, thin-bedded, abundant Tentaculites, brachiopods, trilobites, and graptolites.			4 Bukit Batu Puteh-Satun
417	OSst/ts	OS _{st/ts}	Setul Formation/Thung Song Group	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Ordovician-Silurian	Limestone; grey to greyish black, recrystalline, massive to thin-bedded, argillaceous limestone and shale interbedded, with fossils of Ordovician nautiloids and			4 Bukit Batu Puteh-Satun

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						Middle to Late Silurian lobiliths and conodonts.			
418	Olt	O _{lt}	Lae Tong Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Ordovician	Limestone; grey to greyish black, recrystalline, thin-bedded; argillaceous limestone interbedded with shale, and nodular limestone.			4 Bukit Batu Puteh-Satun
419	Ett	E _{tt}	Tarutao Group	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Cambrian	Sandstone; light brown to brown, quartzitic, micaceous; thick-bedded, cross-laminated, coarse-grained, moderate sorted, well cemented and slightly metamorphosed.			4 Bukit Batu Puteh-Satun
420	Trgrbc/kn	Tr _{grbc/kn}	Bukit China/Khao Chin granite	Igneous Rocks	Triassic	Granite; biotite-muscovite granite,			4 Bukit Batu

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						aplite and pegmatite; fine- to coarse-grained, porphyritic texture with K-feldspar phenocrysts, and xenolith is common.			Puteh-Satun
501	Pgkag	P _{gkag}	Gerik formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Mainly tuffs of rhyolitic and rhyodacitic composition, metamorphosed further to east especially in the Temengor Lake area; interbedded with thick beds of sandstone, tuffaceous in parts. Limestone and calcareous shale lenses also occur.	Fossils contain the radiolarians Follicucullus sp., Gustefana sp., Latentifistula sp., Triplanospongos sp. and Albaillella sp. Some specimens resemble of Follicucullus scholasticus and Albaillella levis;	estimated as Capitanian to Changhsingian (Middle to Late Permian) in age. Argillaceous facies	5 Belum-Hala
502	Pgkar	P _{gkar}	Gerik formation	Sedimentary and	Permian	Mainly tuffs of rhyolitic and	Fossils contain the radiolarians	estimated as Capitanian to	5 Belum-Hala

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
				Metamorphic Rocks		rhyodacitic composition, metamorphosed further to east especially in the Temengor Lake area; interbedded with thick beds of sandstone, tuffaceous in parts. Limestone and calcareous shale lenses also occur.	Follicucullus sp., Gustefana sp., Latentifistula sp., Triplanospongos sp. and Albaillella sp. Some specimens resemble of Follicucullus scholasticus and Albaillella levis;	Changhsingian (Middle to Late Permian) in age. Arenaceous facies	
503	Pgkpy	P _{gkpy}	Gerik formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Mainly tuffs of rhyolitic and rhyodacitic composition, metamorphosed further to east especially in the Temengor Lake area; interbedded with thick beds of sandstone,	Fossils contain the radiolarians Follicucullus sp., Gustefana sp., Latentifistula sp., Triplanospongos sp. and Albaillella sp. Some specimens resemble of Follicucullus	estimated as Capitanian to Changhsingian (Middle to Late Permian) in age. Pyroclastic facies	5 Belum-Hala

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						tuffaceous in parts. Limestone and calcareous shale lenses also occur.	scholasticus and Albaillella levis;		
504	CPmgar	CP _{mgar}	Mangga formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous-Permian	Sedimentary and low-grade metamorphic sequence composed of metagreywacke, metasandstone, metatuff, phyllite, schist, chert and siltstone. Calcareous facies forms the N-S trending elongated bodies in the eastern most part of the study area,	consisting of composed of crystalline limestone interbedded with calcareous shale. Psammitic unit composed of meta-quartz-wacke intercalated with thin layers of metasilstone with lenses of metatuff. Pelitic unit consists of interbedded of	siliceous shale and chert. Pelagic sediments block within the Bentong Raub Suture Zone yields Follicucullus sp. suggest a Permian age. Arenaceous facies; metasandstone, metagreywacke, tuffaceous sandstone, quartzite and conglomerate.	5 Belum-Hala
505	Ckp/yh	C _{kp/yh}	Yaha Formation	Sedimentary and	Carboniferous	Sandstone, light grey to yellowish brown,	sandstone intercalated with		5 Belum-Hala

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
				Metamorphic Rocks		medium- to thick-bedded, medium- to coarse-grained, well sorted, well cemented; shale and mudstone, greenish grey to grey;	shale, and chert (ribbon chert) yellowish brown to grey, well-bedded, with radiolarian fossils.		
506	Ckp/yh1	C _{kp/yh1}	Yaha Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Sandstone, light grey to greenish grey, medium- to thick-bedded, medium- to coarse-grained, well sorted, moderately to well cemented; shale and mudstone, greenish grey to grey; sandstone with interbedded shale, grey, well bedded;	siltstone, reddish brown; chert, grey, very thin-bedded (ribbon chert); minor metaconglomerate, light grey to grey, poorly sorted; occasionally metamorphosed especially close to the granite body.		5 Belum-Hala
507	Ckp/yh2	C _{kp/yh2}	Yaha Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Shale, schist, phyllite, quartzite, and sandstone; yellowish brown,			5 Belum-Hala

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						well foliation and kink band.			
508	Ckprd	C _{kprd}	Kubang Pasu Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Thick sequence of thick-bedded quartz arenite interbedded with shale and mudstone. The rocks had been invariably metamorphosed especially closer to the granite body. Rudaceous facies; conglomerate.			5 Belum-Hala
509	Ckpar	C _{kpar}	Kubang Pasu Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Thick sequence of thick-bedded quartz arenite interbedded with shale and mudstone. The rocks had been invariably metamorphosed especially closer to the granite body. Arenaceous facies			5 Belum-Hala

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
510	Ckpag	C _{kpag}	Kubang Pasu Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Thick sequence of thick-bedded quartz arenite interbedded with shale and mudstone. The rocks had been invariably metamorphosed especially closer to the granite body. Argillaceous facies			5 Belum-Hala
511	Ckps	C _{kps}	Kubang Pasu Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Thick sequence of thick-bedded quartz arenite interbedded with shale and mudstone. The rocks had been invariably metamorphosed especially closer to the granite body. Schist			5 Belum-Hala
512	Cts	C _{ts}	Tiang schist	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Metamorphic rocks composed of quartz-mica schist, quartz-graphite schist,			5 Belum-Hala

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						quartz-mica-garnet schist and quartzmica-chiastolite schist. Amphibolite schist occurs locally.			
513	SDbt(1)	SD _{bt(1)}	Betong Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Silurian-Devonian	Dark grey to black shale and mudstone, locally metamorphosed to slate, phyllite, pelitic hornfels, metamudstone (mainly siliceous), and quartz-mica schist. SDbt(2) has more resistant than SDbt(1)			5 Belum-Hala
514	SDbt(2)	SD _{bt(2)}	Betong Formation	Sedimentary and Metamorphic Rocks	Silurian-Devonian	Dark grey to black shale and mudstone, locally metamorphosed to slate, phyllite, pelitic hornfels,			5 Belum-Hala

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						metamudstone (mainly siliceous), and quartz-mica schist. SDbt(2) has more resistant than SDbt(1)			
515	Trgrsg	Tr _{grsg}	Singor Granite	Igneous Rocks	Triassic	Leucocratic, fine- to medium-grained, biotite-muscovite-tourmaline granite.			5 Belum-Hala
516	Trgrhl	Tr _{grhl}	Hala granite	Igneous Rocks	Triassic	Leucocratic, fine- to medium-grained, biotite-muscovite-tourmaline granite.			5 Belum-Hala
517	Trgrmr	Tr _{grmr}	Merah granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, fine- to medium-grained, foliated biotite granite.			5 Belum-Hala
518	Trgrbd	Tr _{grbd}	Bu Do Granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, fine- to medium-grained, foliated granite, and biotite-muscovite granite (part of the Main Range Granite of Malaysia).			5 Belum-Hala

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
519	Trgrkt	Tr _{grkt}	Kabut Granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, fine- to medium-grained, porphyritic biotite granite.			5 Belum-Hala
520	Trgrls	Tr _{grls}	La Sa granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey, fine- to medium-grained, porphyritic biotite granite.			5 Belum-Hala
521	Trgrch	Tr _{grch}	Chantharat Granite	Igneous Rocks	Triassic	Medium- to coarse-grained with primary texture, equigranular to good megacrystic biotite granite. K-feldspar megacrysts vary in shape and size. Biotite and quartz are generally euhedral.			5 Belum-Hala
601	Qmt/ac	Q _{mt/ac}	Matang Gelugor Member/Ao Chak formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Holocene	Mainly sand beach and sandy ridge deposits - sands, quartz sands, ravel, pebbles, shell fragments and corals.			6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
602	Qpw/as	Q _{pw/as}	Port Weld Member/Ao Son formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Holocene	Mangrove deposits: grey, brown grey or greenish grey peaty clays, silty clays, with abundant plant remains in a mangrove environment			6 Langkawi-Tarutao
603	Qbr/tu	Q _{br/tu}	Beruas Formation/Talo U Dang formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Pleistocene-Holocene	Colluvial and alluvial deposits; clay, sandy clay, silty sand, sand, granules and pebbles, minor lateritic pebbles present – deposited after the most Resen major low sea stand and peaty swamp deposits.			6 Langkawi-Tarutao
604	Pch	P _{ch}	Chuping Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Thin- to thickly-bedded limestone and dolomitic limestone, often light in colour.			6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
605	Pkc	P _{kc}	Khao Chao Formation (Singa Formation/Kaeng Krachan Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Sandstones; quartzitic, white, fine -to medium grained, medium-to thick bedded with minor mudstone: Mudstone; light grey to light brownish grey and greenish grey, laminated intercalated with stringering of greenish grey fine-grained beds of sandstones.			6 Langkawi-Tarutao
606	Psl/kr	P _{sl/kr}	Selang Member/Khao Phra Formation (Singa Formation/Kaeng Krachan Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Basal black mudstone that contains pebble clasts, grading upwards into interbedding of thick beds of black mudstone and sandstone. Interbeds	dark grey to dark greenish grey, very thin- to very thick-bedded. Lamination, load cast and graded bedding are commonly found. Sandstones;		6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						of slaty shales, mudstone and sandstones: Slaty shales and mudstones;	greenish grey, fine-to coarse-grained, lithic, wacke, thin-to thick-bedded		
607	Pul	P _{ul}	Ular Member (Singa Formation/Kaeng Krachan Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Soft yellowish brown, alternating slumped and bedded mudstone, siltstone and fine sandstone.			6 Langkawi-Tarutao
608	Pkt	P _{kt}	Kentut Member (Singa Formation/Kaeng Krachan Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Permian	Hard black mudstone and shale, intercalated with sandstone in parts – zone of pebbly mudstone in the upper part.			6 Langkawi-Tarutao
609	Crb	C _{rb}	Rebak Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Carboniferous	Predominantly, red and grey shale, mudstone, siltstone with minor sandstone and some pebbly or			6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						conglomeratic layers, Posidonomya sp. occurs in some argillaceous beds.			
610	Djt	D _{jt}	Jentik Formation	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Devonian	Red, brown and grey quartzite, mudstone and dark grey to black shale with dacryoconarid, tentaculites as well as lamellibranches and graptolites in Pulau Langgun.			6 Langkawi-Tarutao
611	SDmp	SD _{mp}	Mempelam Member (Setul Formation/Thung Song Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Silurian-Devonian	Medium- to thickly-bedded, dark grey, less fossiliferous. Stylolites and irregular laminae are common. Black vertical burrow-like thrombolites occurs in parts.	Conodonts and trilobites also occur. Fossils of globular plate-type scyphocrinoid lobolith present in the upper part.		6 Langkawi-Tarutao
612	Orn	O _{rn}	Rang Nok Formation (Setul	Sediments, Sedimentary	Ordovician	Limestone: dark grey to grey limestone.	Limestone: oolitic rich in crinoid		6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
			Formation/Thung Song Group)	and Metamorphic Rocks		Medium- to thick bedded with Ophiomorpha-like burrows; with occasional stylolites and massive dolomite with numerous echinoderm fragments, bryozoans, sponges, nautiloid, brachiopods, and receptaculitids.	stems is found in the lower sequence.		
613	Otd/lt	O _{td/lt}	Tanjong Dendang Member/Lae Tong Formation (Setul Formation/Thung Song Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Ordovician	Predominantly black or dark-coloured, well-bedded siltstone, shale and chert containing graptolites with thin- to very thin limestone interbeds. Ripple, cross-lamination occur	brachiopods and other shelly fossils are observed in the basal and uppermost parts.		6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						occasionally, trilobites,			
614	Okb/pm	O _{kb/pm}	Kaki Bukit Member/Pante Malaka Formation (Setul Formation/Thung Song Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Ordovician	Thickly-bedded, grey to dark grey limestone with occasional intercalation of nodular, dolomitic, digitate stromatolitic limestone and sporadic fossiliferous beds. Stylolites and irregular laminae are common which produce prominent bedded structures.	Grey, heavily banded limestone with abundant siliceous partings occur. Volcanic sandstone beds are intercalated in the lower part. The basal part consists of conformable passage beds of thick limestone interbedded with siltstone.	Gastropods, nautiloids, polyplacophorans, monoplacophorans, bivalves, echinoderm fragments are observed.	6 Langkawi-Tarutao
615	Ojm/tw	O _{jw/tw}	Jemuruk Member/Talo Wow Formation (Machinchang Formaiton/Tarutao Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Ordovician	Red to purplish red and brown, parallel-bedded, well-laminated, thin- to thick-beds of fine sandstone, siltstone and mudstone with minor greenish	Cross-bedding, load cast, ball and pillow and slump structures are common. Limestone lenses intercalated in the upper part.		6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						tuffaceous mudstone horizons. Mudstones; dark brownish red to grey, thin-bedded.	Limestone-siltstone bands occur at Teluk Sabong. Trilobites, brachiopods and trace fossils are observed.		
616	Etb/ml	EO _{tb/ml}	Chinchin Member/Ao Mo Lae Formation; Tengkorak Beds/Upper Sandstones (Machinchang Formaiton/Tarutao Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Cambrian	Purplish red to brown, fine-grained, medium-to very thick bedded fine sandstone, greenish white, very fine-grained acid tuffs and tuffaceous mudstone. Siltstones; green, brown, purplish red, thin-bedded are intercalated in the lower and upper parts.	Cross-bedding, load cast, ball and pillow and slump structure are common. Incomplete trilobites and brachiopods are abundant on the Thai side. Volcano clastic sedimentary rocks are found in the upper part.		6 Langkawi-Tarutao
617	Etm/ml	EO _{tb/ml}	Chinchin Member/Ao Mo	Sediments, Sedimentary	Cambrian	Grey and light purplish sandstone			6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
			Lae Formation; Temurun Beds/Lower Sandstones (Machinchang Formaiton/Tarutao Group)	and Metamorphic Rocks		and siltstone with a few purple and green beds of fine acid tuffs and tuffaceous dark argillite. Arkosic, brown and brownish red, laminated, medium to thick beds with green and brown siltstones are intercalated.			
618	Edt/tm	E _{dt/tm}	Anak Datai Member/Ao Tami Formation (Machinchang Formaiton/Tarutao Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Cambrian	Medium- to thick- beds of sandstone with pebbly sandstone and conglomerate. Sandstones; quartzitic, white, pink and reddish brown, well-bedded, thin-to medium-bedded, low angle tabular cross bedding.			6 Langkawi- Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						Coarse-grained tuff occur at Pulau Anak Datai.			
619	Eh/mk	E _{h/mk}	Hulor Member/Ao Makham Formation (Machinchang Formaiton/Tarutao Group)	Sediments, Sedimentary and Metamorphic Rocks	Cambrian	Grey fine clayey sandstone, fine sandstone and siltstone. Massive laminated greenish brown grey slate, phyllite and micaceous siltstone in the lowermost part. Siltstones; dark brown to cream, medium to very thick beds of siltstones and minor sandstones.	Strongly fractures and cleavage are well developed.		6 Langkawi-Tarutao
620	Trgrkh/rw	Tr _{grkh/rw}	Kuah/Rawi Granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey to light grey in colour, fine- to coarse-grained porphyritic biotite granite. Primary granite with	sparsely porphyritic. Lath shape of low An-content plagioclase phenocrysts are		6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
						subordinate late stage granite intrusions: Biotite-muscovite granite: light grey to grey, medium-to coarse-grained, equigranular to	common; Tourmaline-biotite-muscovite granite ; white to light grey, heterogeneous, fine-grained, leucocratic or aplite with tourmaline-rich pegmatite.		
621	Trgrry/ad	Tr _{grry/ad}	Raya/Adang Granite	Igneous Rocks	Triassic	Grey- to light grey, medium- to coarse-grained, porphyritic biotite granite. Biotite Granite; light grey, non-foliated, medium-to very coarse -grained, porphyritic, biotite granite.	Alkali-feldspar phenocrysts are up to 25-50% by volume. Homogeneous and good primary structure is usually found.		6 Langkawi-Tarutao
622	EOml	EO _{ml}	Ao Mo Lae Formation (Machinchang Formaiton/Tarutao	Sediments, Sedimentary and Metamorphic	Cambrian-Ordovician	Sandstones; purplish red to brown, fine-grained, medium-to very thick bedded.	medium to thick beds with green and brown siltstones are		6 Langkawi-Tarutao

RU_ID	RU_Symbol	Map_Label	RU_Name	Rock_Type	Age	Desc_1	Desc_2	Desc_3	Transect
			Group)	Rocks		Siltstones; green, brown, purplish red, thin-bedded are intercalated in the lower and upper parts. Sandstones, arkosic, brown and brownish red, laminated,	intercalated. Incomplete trilobites and brachiopods are abundant. Volcano clastic sedimentary rocks are found in the upper part.		

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นายนราเมศวร์ ธีระรังสีกุล
วันเดือนปีเกิด	17 เมษายน 2504
สถานที่เกิด	อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2527	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ธรณีวิทยา) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2540	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ธรณีวิทยา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ตำแหน่งปัจจุบัน	ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่ปรึกษาทางการบริหารจัดการทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม