

การแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศในพื้นที่
ทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย เพื่อใช้ในการศึกษาทางด้านธรณีวิทยา

นางสาวศศิภักดิ์ ไชคชัย

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2555

AIRBORNE GEOPHYSICAL INTERPRETATION OF EASTERN PART OF
CHANGWAT LOEI FOR GEOLOGICAL INVESTIGATION

MISS SASIMOOK CHOKCHAI

A REPORT IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF THE BACHERLOR OF SCIENCE

DEPARTMENT OF GEOLOGY, CHULALONGKORN UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2012

วันที่ส่ง/...../.....

วันที่อนุมัติ/...../.....

.....
(รศ.ดร.ปัญญา จารุศิริ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

**การแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศในพื้นที่ทางด้านตะวันออกของจังหวัด
เลยเพื่อใช้ในการศึกษาทางด้านธรณีวิทยา**

นางสาวศศิมา โชคชัย * และ อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร.ปัญญา จารุศิริ

ที่ปรึกษาร่วม คุณวีระ กาหลง

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์: 089 - 4056261, อีเมลล์: ps.sasimook@gmail.com

บทคัดย่อ

พื้นที่ทางตะวันออกของจังหวัดเลยได้ถูกเลือกเพื่อแปลความหมายข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กอย่างละเอียด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะธรณีวิทยา และประยุกต์ผลข้อมูลในการสำรวจหาแหล่งแร่ ในการศึกษาได้ใช้วิธีเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูล 4 ชนิด ได้แก่ Reduction to the pole, Derivatives, Analytical signal และ Upward continuation

ผลการศึกษาสามารถจำแนกค่าสนามแม่เหล็กในพื้นที่วิจัย ออกเป็น 9 หน่วยแม่เหล็กจากการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลแบบต่างๆ ได้แก่ หน่วยแม่เหล็ก A-1 , หน่วยแม่เหล็ก A-2 , หน่วยแม่เหล็ก B-1 , หน่วยแม่เหล็ก B-2 , หน่วยแม่เหล็ก B-3 , หน่วยแม่เหล็ก C-1 , หน่วยแม่เหล็ก C-2 , หน่วยแม่เหล็ก D-1 และ หน่วยแม่เหล็ก D-2 ตามลักษณะความเข้มที่ปรากฏ โดยค่าผิดปกติของสนามแม่เหล็กปรากฏชัดเจนในหน่วย B-1 และข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Second Vertical Derivative แสดงลักษณะความผิดปกติอย่างชัดเจน กว่า การเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลทุกชนิด นอกจากนี้ ในการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) พบแนวเส้นโครงสร้างหลักจำนวน 4 แนว ได้แก่ แนวเส้นโครงสร้างที่วางตัวในทิศ E - W , NNW – SSE , NE – SW , NW – SE โดยมีความยาวตั้งแต่ 6 กิโลเมตร ไปจนถึง 66 กิโลเมตร ซึ่งข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Analytical signal สามารถแสดงลักษณะแนวเส้นโครงสร้างที่ชัดเจนกว่าการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลทุกชนิด

เมื่อนำผลการศึกษามาเปรียบเทียบกับข้อมูลธรณีวิทยาของพื้นที่ รวมทั้งข้อมูลแหล่งแร่ที่พบ สามารถตีความได้ว่า intrusive rock ที่ถูกปิดทับ และให้ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กเป็นค่าบวก-ลบ นั้นเป็นหินอัคนีระดับลึก (deep-seated igneous rock)

คำสำคัญ : หน่วยแม่เหล็ก , การเพิ่ม ประสิทธิภาพข้อมูล , หินอัคนีระดับลึก

AIRBORNE GEOPHYSICAL INTERPRETATION OF EASTERN PART OF CHANGWAT LOEI FOR GEOLOGICAL INVESTIGATION

Sasimook Chokchai * and Assoc. Prof. Dr. Punya Charusiri

Co-advisor Weera Galong

Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University;

Tel: 089-405-6261, E-mail: ps.sasimook@gmail.com

Abstract

Airborne geophysical interpretation were used on the eastern region of Changwat Loei. By using this method, the understandings in both (1) the geology of the study area and (2) the application for mineral exploration from the interpreted data are the main purposes of this project. In this study, we used 4 different ways of enhancement which are (1) Reduction to the pole, (2) Derivatives, (3) Analytical signal, and (4) Upward continuation.

From the results, the patterns of magnetic intensity of the study area were classified into 9 magnetic units: A-1, A-2, B-1, B-2, B-3, C-1, C-2, D-1 and D-2. The unit which has the highest magnetic intensity is B-1. The method which gives the most obvious magnetic anomaly is Second Vertical Derivation. Moreover, from the geophysical data, 4 lineaments were interpreted which are E-W, NNW-SSE, NE-SW, and NW-SE trending. The length of lineaments is from 6 kilometers up to 66 kilometers. The method which gives the most obvious lineaments is Analytical signal.

By comparing the results to the geology and the mineral deposits of the study area, the covered intrusive rock which gives positive – negative of magnetic intensity that is a deep-seated igneous rock.

Keywords : Magnetic unit , Enhancement , Deep-seated igneous rock

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รัช .ดร.ปัญญา จารุศิริ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์วีระ กาหลง ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้ความรู้ คำแนะนำ คำติชม รวมทั้งให้โอกาสในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ได้สั่งสอนอบรมความรู้ ตลอดจนคำแนะนำ คำปรึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนๆGEO'53 ทุกคน ที่ให้กำลังใจทำให้มีผลต่อการทำวิจัยครั้งนี้ โดยเฉพาะ นางสาวกนกวรรณ ศรีวงษา นางสาวน่านทิ ทอง ปัญญา นายชานุกัณฑ์ ชัยจันทร์ นายมนวรรธน์ กมลศิลป์ และนายรณกฤษฎ์ รัตนศรีอำไพพันธ์ ที่ให้และคอยช่วยเหลือในการทำรายงานการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่นิว และพี่หนู่ย ที่สละเวลาช่วยสอน และแนะนำในการใช้โปรแกรม Arc GIS เป็นอย่างดี

ท้ายที่สุดขอขอบคุณเพื่อนร่วมสายปัญญา นัสดา เก้ง และไมค์ สำหรับทุกความช่วยเหลือ และปรารถนาดีที่มีให้กันเสมอมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	1
สารบัญรูปภาพ	3
บทที่ 1 บทนำ	7
1.1 ที่มาและความสำคัญ	7
1.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
1.3 พื้นที่วิจัย	10
1.4 วัตถุประสงค์	10
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	10
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	11
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย	12
2.1 รวบรวมข้อมูลและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
2.2 วิธีการได้มาซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการแปลผลข้อมูล	12
2.3 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการแปลผล	24
2.4 อภิปรายและสรุปงานวิจัย	24
บทที่ 3 ผลการทดลอง	25
3.1 ผลจากการแบ่งหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain)	25
3.2 ผลจากการแปลความหมายแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament)	39
3.3 ผลจากการแปลความหมายข้อมูลความเข้ม สนามแม่เหล็กแบบ Residual magnetic	48
บทที่ 4 อภิปรายผล	51
4.1 เปรียบเทียบการแบ่งหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) กับแผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map)	51

หน้า

4.2 เปรียบเทียบการแบ่งหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) แนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) และแผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map) กับแหล่งแร่ที่พบ	54
4.3 เปรียบเทียบแนวเส้นโครงสร้างที่ได้จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Residual magnetic ข้อมูลบริเวณที่แสดงลักษณะของ anomalous zone ข้อมูลธรณีวิทยา และข้อมูลแหล่งแร่ที่พบ	61
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	63
เอกสารอ้างอิง	64

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 แนวรอยเลื่อนย้อนมุดต่ำ (thrust fault)	9
รูปที่ 1.2 แหล่งแร่ทองคำและทองแดงทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย	9
รูปที่ 1.3 แผนที่ขอบเขตพื้นที่วิจัย บริเวณทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย	10
รูป 2.1 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูล โดยวิธี Residuals	13
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลสนามแม่เหล็กไปที่เส้นศูนย์สูตรแม่เหล็กโลก (A) จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กรวม (B) บริเวณแนวรอยเลื่อนประเทศออสเตรเลีย	14
รูป 2.3 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูล โดยวิธี Reduction to the pole	15
รูปที่ 2.4 การรบกวนกันของค่าผิดปกติที่เกิดจากวัตถุแม่เหล็ก ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกัน (Paterson et al., 1988)	16
รูปที่ 2.5 เปรียบเทียบค่าความผิดปกติที่เกิดจากวัตถุแม่เหล็ก ได้แก่ ค่าความเข้ม สนามแม่เหล็ก first order derivative และ second order derivative (Paterson et al., 1988)	17
รูป 2.6 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี First Vertical Derivative	18
รูปที่ 2.7 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพ ข้อมูลโดยวิธี Second Vertical Derivative	19
รูป 2.8 ภาพตัดขวางแสดงลักษณะค่าความผิดปกติที่เกิดจากการ เพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลแบบ upward continuation (Paterson et al., 1988)	20
รูป 2.9 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูล โดยวิธี Upward continuation	21
รูปที่ 2.10 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูล โดยวิธี Analytical signal	23

	หน้า
รูปที่ 3.1 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด 4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Residuals	32
รูปที่ 3.2 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด 4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Reduction to the pole	33
รูปที่ 3.3 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด 4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี First Vertical Derivative	34
รูปที่ 3.4 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด 4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Second Vertical Derivative	35
รูปที่ 3.5 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด 4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Analytical signal	36
รูปที่ 3.6 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด 4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Upward continuation	37
รูปที่ 3.7 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด 4 มณฑล ที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่ม ประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธีต่างๆ	38
รูปที่ 3.8 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Residuals	41
รูปที่ 3.9 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Reduction to the pole	42

	หน้า
รูปที่ 3.10 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี First Vertical Derivative	43
รูปที่ 3.11 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Second Vertical Derivative	44
รูปที่ 3.12 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Analytical signal	45
รูปที่ 3.13 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Upward continuation	46
รูปที่ 3.14 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธีต่างๆ	47
รูปที่ 3.15 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดง anomalous zone ที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธี Residuals พบว่ามีความสัมพันธ์กับ หน่วยแม่เหล็ก	49
รูปที่ 3.16 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดง anomalous zone ที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธี Residuals พบว่ามีความสัมพันธ์กับแนวเส้นโครงสร้าง	50
รูปที่ 4.1 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ที่ซ้อนทับกับแผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map) ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างการแบ่งหน่วยแม่เหล็กกับชุดหินต่างๆ (ดูคำอธิบายในเนื้อหา)	52

หน้า

รูปที่ 4.2 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ที่ซ้อนทับกับแผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map) ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดแร่ทองคำ (Au) ที่อยู่บริเวณ Boundary C1 มากกว่า B1	56
รูปที่ 4.3 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ที่ซ้อนทับกับแผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map) ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดแร่แมงกานีส (Mn) กับหินตะกอนทะเลน้ำลึก (Deep sea sediment)	57
รูปที่ 4.4 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแร่แบรไรต์ (Ba) ที่ซ้อนทับกับแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ แสดงถึง ความสัมพันธ์ของการเกิดแร่บริเวณแนวรอยเลื่อน และบริเวณจุดตัดรอยเลื่อน (Cross-cut mineral)	58
รูปที่ 4.5 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแร่ตะกั่ว (Pb) ที่ซ้อนทับกับแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ แสดงถึงความสัมพันธ์ของการเกิดแร่บริเวณแนวรอยเลื่อน และบริเวณจุดตัดรอยเลื่อน (Cross-cut mineral)	59
รูปที่ 4.6 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดง anomalous zone ที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธี Residuals ซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดแหล่งแร่เหล็ก (Fe)	60
รูปที่ 4.7 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดง anomalous zone ที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธี Residuals ซ้อนทับกับแผนที่ธรณีวิทยา พบว่ามีความสัมพันธ์ตามแนวเส้นโครงสร้างและหน่วยแม่เหล็ก	62

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศทั่วประเทศ ที่ได้ดำเนินการภายใต้โครงการพัฒนาทรัพยากรธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี ในระหว่างปี พ.ศ. 2527- 2532 โดยได้ทำการว่าจ้างให้บริษัท Kenting Earth Sciences International Limited จากประเทศแคนาดา ทำการบินสำรวจธรณีฟิสิกส์ทั่วประเทศ ทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ (ยกเว้นบริเวณใกล้ชายแดนระหว่างประเทศ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กโลก ข้อมูลความเข้มกัมมันตรังสี (รังสีแกมมา) ซึ่งการสำรวจธรณีฟิสิกส์ เป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางฟิสิกส์เพื่อที่ใช้ในการศึกษามวลวัตถุซึ่งอยู่ภายใต้สิ่งที่ถูกปกคลุมใต้ผิวดิน ซึ่งสามารถทำการสำรวจโดยใช้เครื่องมือวัดชนิดความไวสูงได้ทั้งบนบก ในทะเล และบนอากาศ โดยอาศัยคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่ต่างกันจากสภาพแวดล้อม และเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะใช้ในการการศึกษาโครงสร้างของโลกไปจนถึงการสำรวจเป็นพื้นที่เฉพาะ บริเวณเปลือกโลกส่วนบน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆ เช่น การศึกษาธรณีวิทยา การศึกษาธรณีวิทยาโครงสร้าง ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการสำรวจหาแหล่งแร่ เป็นต้น

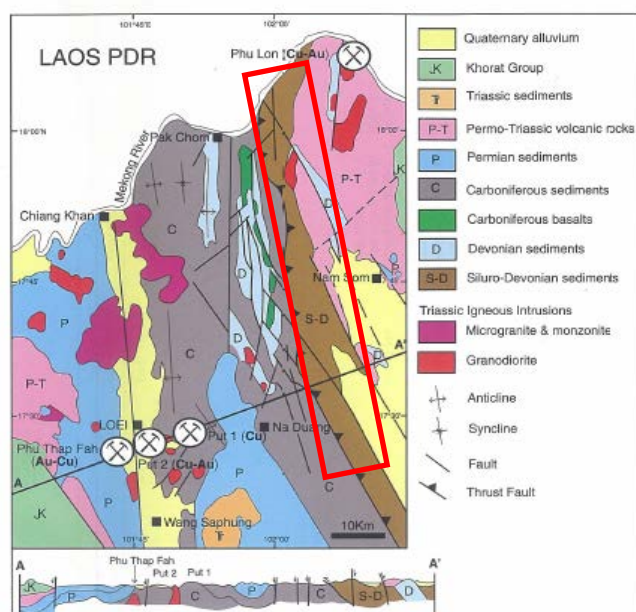
พื้นที่ที่ตั้งอยู่บริเวณทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งจากข้อมูลทรัพยากรแหล่งแร่ของประเทศไทย พบว่าเป็นบริเวณที่มีศักยภาพแหล่งแร่สูง และเป็นพื้นที่ใช้ข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศด้านการสำรวจสนามแม่เหล็กและการสำรวจสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ในการสำรวจหาแหล่งแร่ (Galong et al., 1999) ซึ่งจากข้อมูลแหล่งแร่ที่พบในพื้นที่ แลพบว่ามี การสะสมตัวของแหล่งแร่บริเวณทางด้านตะวันตกของพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ ทองคำ เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว ทองแดง และแบไรท์ นอกจากนี้จาก ข้อมูลธรณีฟิสิกส์สามารถแบ่งพื้นที่ออกได้เป็น 3 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ตะวันออก พื้นที่ตอนกลางและพื้นที่ตะวันตก โดยอาศัยความแตกต่างของค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก ซึ่งพื้นที่ทั้งสามถูกแบ่งโดยรอยเลื่อนย้อนกลับมุมต่ำ (thrust fault) (Neawsuparp, 2005) พื้นที่นี้จึงเป็นบริเวณที่มีความน่าสนใจในการนำข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศด้านการสำรวจสนามแม่เหล็กมาใช้ในการแปลความหมาย โดยเลือกที่จะทำการวิจัยในพื้นที่ทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย เพื่อใช้ในการศึกษาธรณีวิทยา และเป็นแนวทางในการสำรวจหาแหล่งแร่ต่อไป

1.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

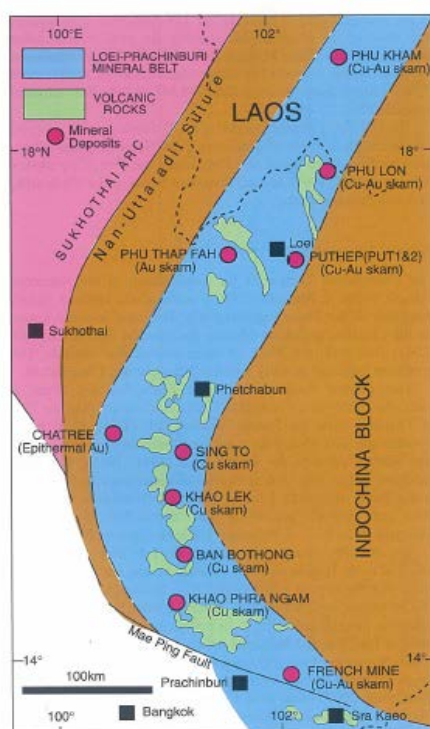
คเซนทร์ เหนียวสุภาพ (2547) ศึกษาการแปลความหมายข้อมูลด้านการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศโดย ข้อมูลแม่เหล็กทางอากาศกระทำร่วมกันกับ ข้อมูลแม่เหล็กไฟฟ้า ข้อมูลกัมมันตรังสี ข้อมูลดาวเทียม และข้อมูลธรณีวิทยาโดยใช้วิธีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) พบว่าข้อมูลธรณีฟิสิกส์ใหม่นี้มีความสอดคล้องกับแผนที่ธรณีวิทยาที่มีอยู่ และมีความต่อเนื่องของลักษณะทางธรณีวิทยา รวมทั้งการพบหินอัคนีแทรกซอน (intrusive rock) ทางด้านตะวันออกของพื้นที่

เพ็ญตา สาตรัักษ์ (2550) กล่าวถึง การสำรวจวัดสนามแม่เหล็ก (magnetic survey) ว่าเป็นการวัดสนามแม่เหล็กโลกรวม (earth's total magnetic field) หรือสนามแม่เหล็กโลกแนวตั้ง (vertical earth's magnetic field) หรือ สนามแม่เหล็กโลกแนวนอน (horizontal Earth's magnetic field) อันเป็นส่วนประกอบของสนามแม่เหล็กโลกในพื้นที่ที่สนใจ เพื่อแปลความหมายหาสภาพธรณีวิทยาใต้ผิวดิน โดยการวิเคราะห์จากความผิดปกติของค่าความเข้มสนามแม่เหล็กที่วัดได้ในพื้นที่ทำการสำรวจ ซึ่งความผิดปกติของสนามแม่เหล็ก เกิดเนื่องจากการมีวัตถุที่มีคุณสมบัติทางกายภาพด้าน “ค่าของสภาพรับไว้ได้เชิงแม่เหล็ก (magnetic susceptibility) ของวัตถุสูง” ทำให้พื้นที่บริเวณนั้น มีสนามแม่เหล็กโลกรวมแตกต่างไปจากสนามแม่เหล็กโลกรวมปกติ

M.J. Crow and Khin Zaw (2009) กล่าวถึงแนวรอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ (thrust fault) วางตัวในแนว NNW – SSE ทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย ซึ่งเป็นแนว boundary ของหินตะกอนไขลูเรียน – ดิโวนีเยน รวมทั้งยังกล่าวถึงแหล่งแร่ทองคำและทองแดงที่เกิดจากสการ์นบริเวณแนวสัมผัส ใกล้กับหินตะกอนภูเขาไฟ



รูปที่ 1.1 แนวรอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ (thrust fault) (M.J. Crow and Khin Zaw, 2009)



รูปที่ 1.2 แหล่งแร่ทองคำและทองแดงทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย

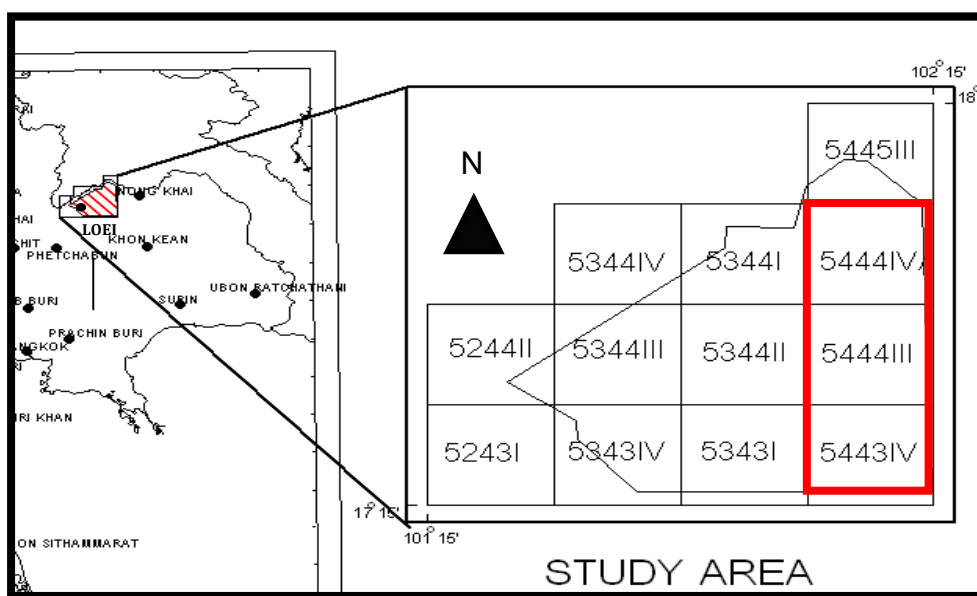
(M.J. Crow and Khin Zaw, 2009)

1.3 พื้นที่วิจัย

ขอบเขตของพื้นที่วิจัยอยู่ทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลยเลย บริเวณอำเภอนาดัง
อำเภอปากชม อำเภอนาด้ง อำเภอน้ำโสม อำเภอสุวรรณคูหา อำเภอนาวัง อำเภอนากลาง
ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2,500 ตารางกิโลเมตร

พิกัดภูมิศาสตร์

- ละติจูดที่ $17^{\circ} 15' 00''$ ถึง $18^{\circ} 00' 00''$ N
- ลองจิจูด $102^{\circ} 00' 00''$ ถึง $102^{\circ} 15' 00''$ E



รูปที่ 1.3 แผนที่ขอบเขตพื้นที่วิจัย บริเวณทางด้านตะวันออกของจังหวัดเลย

1.4 วัตถุประสงค์

เพื่อแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศด้านการสำรวจสนามแม่เหล็ก โดยผ่านกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพของข้อมูล เพื่อใช้ในการศึกษาธรณีวิทยา และแนวทางในการสำรวจหาแหล่งแร่

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

แปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ ซึ่งใช้ข้อมูลการสำรวจสนามแม่เหล็ก ที่ผ่านการปรับปรุงประสิทธิภาพข้อมูล 4 ชนิด ได้แก่ Reduction to the pole, Derivatives, Analytical

signal และ Upward continuation โดยไม่ใช่ข้อมูลความเข้มกัมมันตรังสีและข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลธรณีวิทยา และข้อมูลแหล่งแร่ที่พบของกรมทรัพยากรธรณี

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. แผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กที่ผ่านกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูล (Enhancement)
2. สามารถแบ่งหน่วยแม่เหล็กได้ (Magnetic domain)
3. สามารถเปรียบเทียบการแบ่งหน่วยแม่เหล็กกับข้อมูลธรณีวิทยา (Geologic map) เพื่อหาความสอดคล้องกันได้
4. สามารถเป็นแนวทางในการสำรวจหาแหล่งแร่ได้ (Mineral occurrence)

บทที่ 2

วิธีการดำเนินงานวิจัย (Methodology)

2.1 รวบรวมข้อมูลและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 รวบรวมและประมวลผลงานที่เกี่ยวข้องที่มีการศึกษาวิจัยในจังหวัดเลย

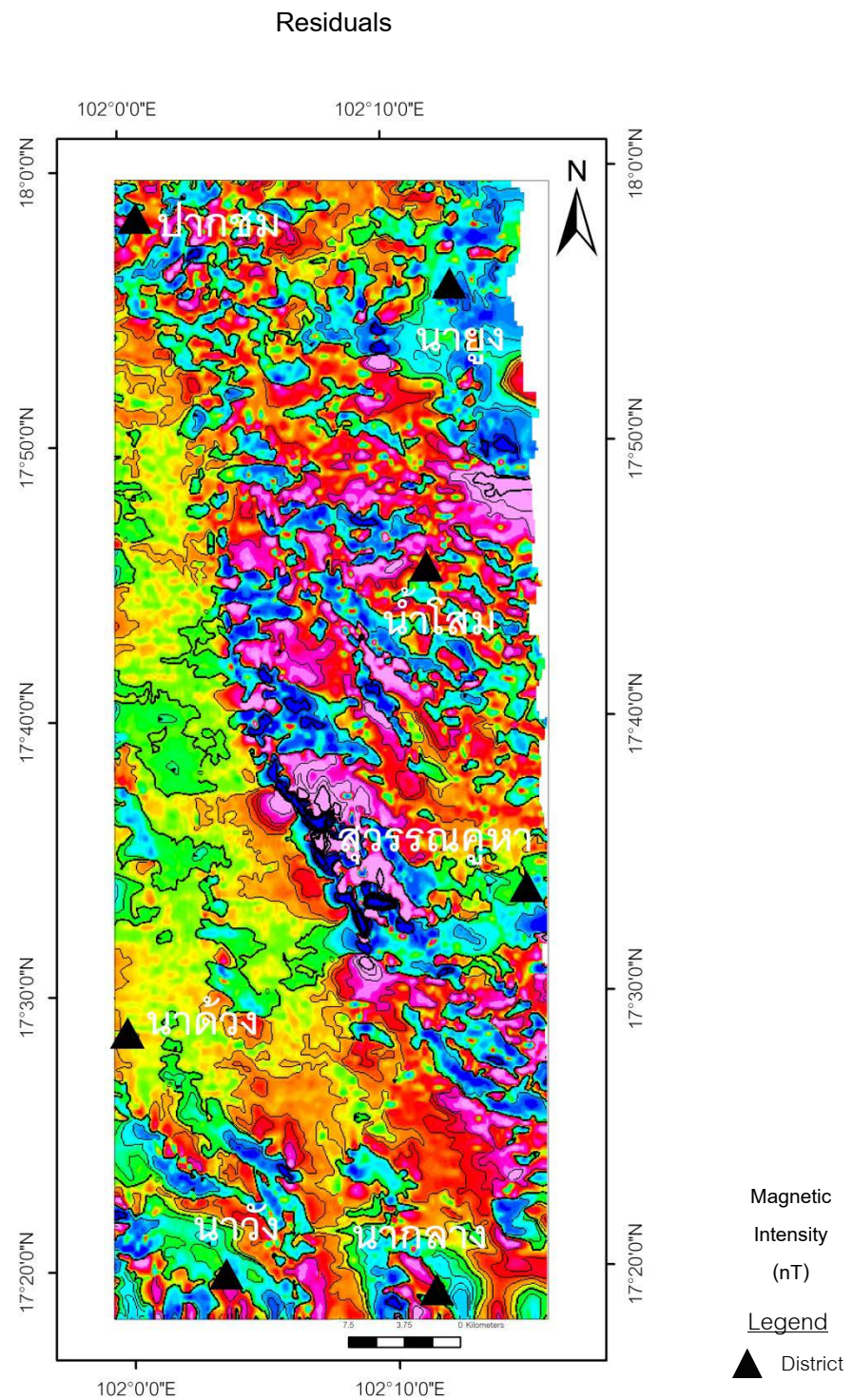
2.1.2 ศึกษาการใช้โปรแกรม ที่ใช้ในการ การเพิ่มประสิทธิภาพ ข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กทางอากาศ (Geosoft oasis montaj)

2.2 วิธีการได้มาซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการแปลผลข้อมูล (Enhancement)

การเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูล คือ กระบวนการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งเฉพาะข้อมูลที่ถูกแปลความหมายข้อมูลสนใจ

2.2.1 False color composite

เป็นการผสมสีให้กับข้อมูลดิบ (Raw data) โดยอาศัยสเปกตรัมในธรรมชาติได้แก่ แดง เขียว น้ำเงิน มาผสมกันทำให้ได้ข้อมูลสี (Color raster)



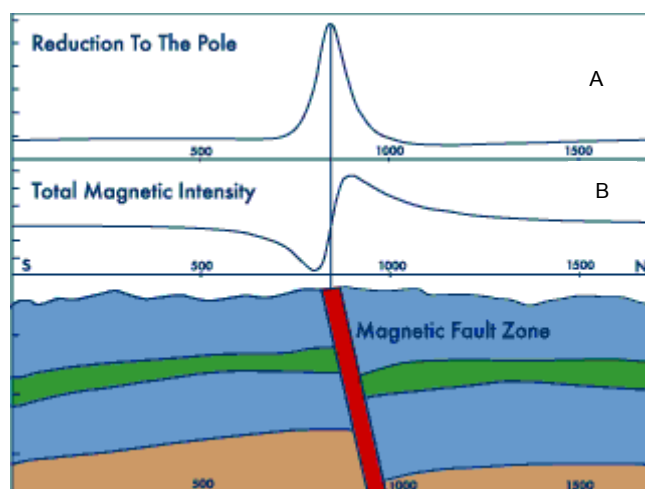
รูป 2.1 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Residuals

2.2.2 Reduction to the pole (RTP)

คือ การแปลงข้อมูลสนามแม่เหล็กไปที่เส้นศูนย์สูตรแม่เหล็กโลก (RTP) เป็นกระบวนการที่คำนวณปรับค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก ณ ที่ละจุดต่างๆ ที่ทิศทางของสนามแม่เหล็กเอียงตัว ทำมุมกับระนาบราบไปสู่ค่าสนามแม่เหล็กที่ขั้วแม่เหล็กโลก ซึ่งทิศทางสนามแม่เหล็กอยู่ในแนวตั้ง ณ ที่ตำแหน่งอื่นๆ ที่ไม่ใช่ขั้วนั้น สนามแม่เหล็กทำมุมกับระนาบ ดังนั้นจึงให้ค่าผิดปกติที่ไม่สมมาตร ทำให้ยากต่อการหาตำแหน่งตัววัตถุที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก

- ณ ตำแหน่งขั้วแม่เหล็กโลกเหนือและใต้ มีมุมเอียงเทสนามแม่เหล็กโลกเท่ากับ 90 องศา ค่าผิดปกติสนามแม่เหล็กจะเป็นค่าบวกและวางตัว อยู่เหนือตัววัตถุแม่เหล็ก (รูป A)

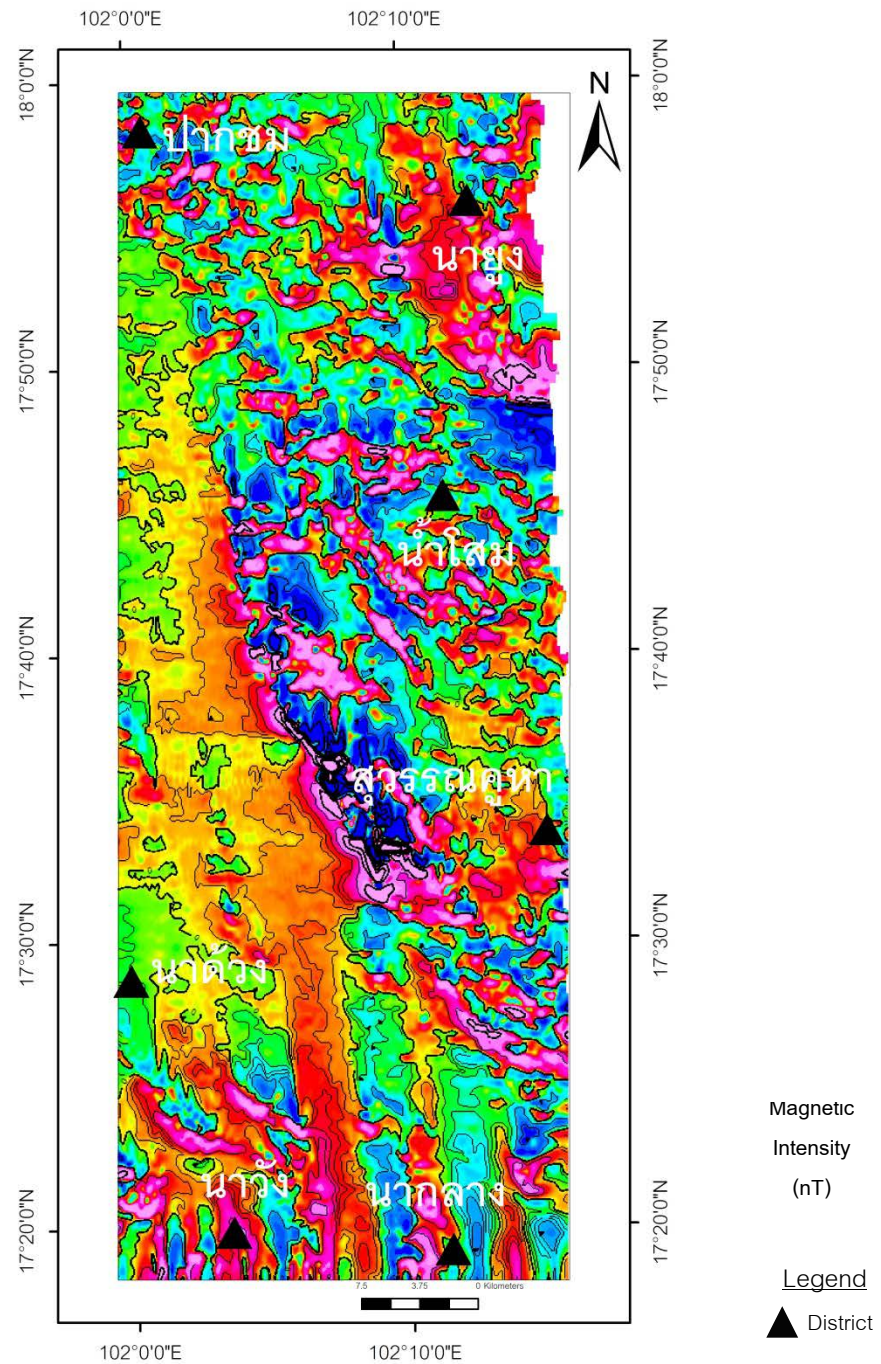
- ณ ตำแหน่งที่มีมุมเอียงเทสนามแม่เหล็กโลกเท่ากับ 45 องศา ค่าผิดปกติสนามแม่เหล็ก พาดผ่านตรงกึ่งกลางตัววัตถุแม่เหล็ก (รูป B)



<http://gravmag.ou.edu>

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลสนามแม่เหล็กไปที่เส้นศูนย์สูตรแม่เหล็กโลก (A) จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กรวม (B) บริเวณแนวรอยเลื่อนประเทศออสเตรเลีย

Reduction to the pole



รูปที่ 2.3 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดย วิธี Reduction to the pole

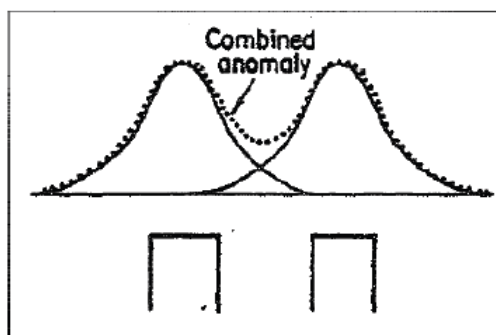
2.2.3 Derivatives

ค่าผิดปกติความเข้มสนามแม่เหล็กรวม มักจะมีลักษณะที่กว้างขวางกว่าตัววัตถุแม่เหล็กที่ให้ค่าผิดปกติ ทำให้เกิดปัญหารบกวนกันระหว่างค่าผิดปกติที่อยู่ใกล้เคียง ยากต่อการแบ่งขอบเขตของวัตถุแม่เหล็ก เช่น ค่าผิดปกติความเข้มสนามแม่เหล็กของวัตถุที่วางตัวอยู่ลึกแต่แรง ย่อมสามารถลบค่าผิดปกติที่เกิดจากวัตถุที่อยู่ตื้นแต่ให้การตอบสนองน้อยกว่า

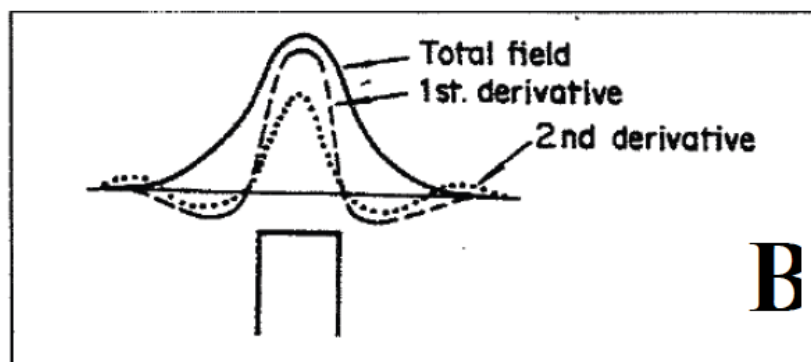
Derivatives ที่ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลได้แก่ horizontal derivative และ vertical derivative ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธี vertical derivative แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. First vertical derivative
2. Second vertical derivative

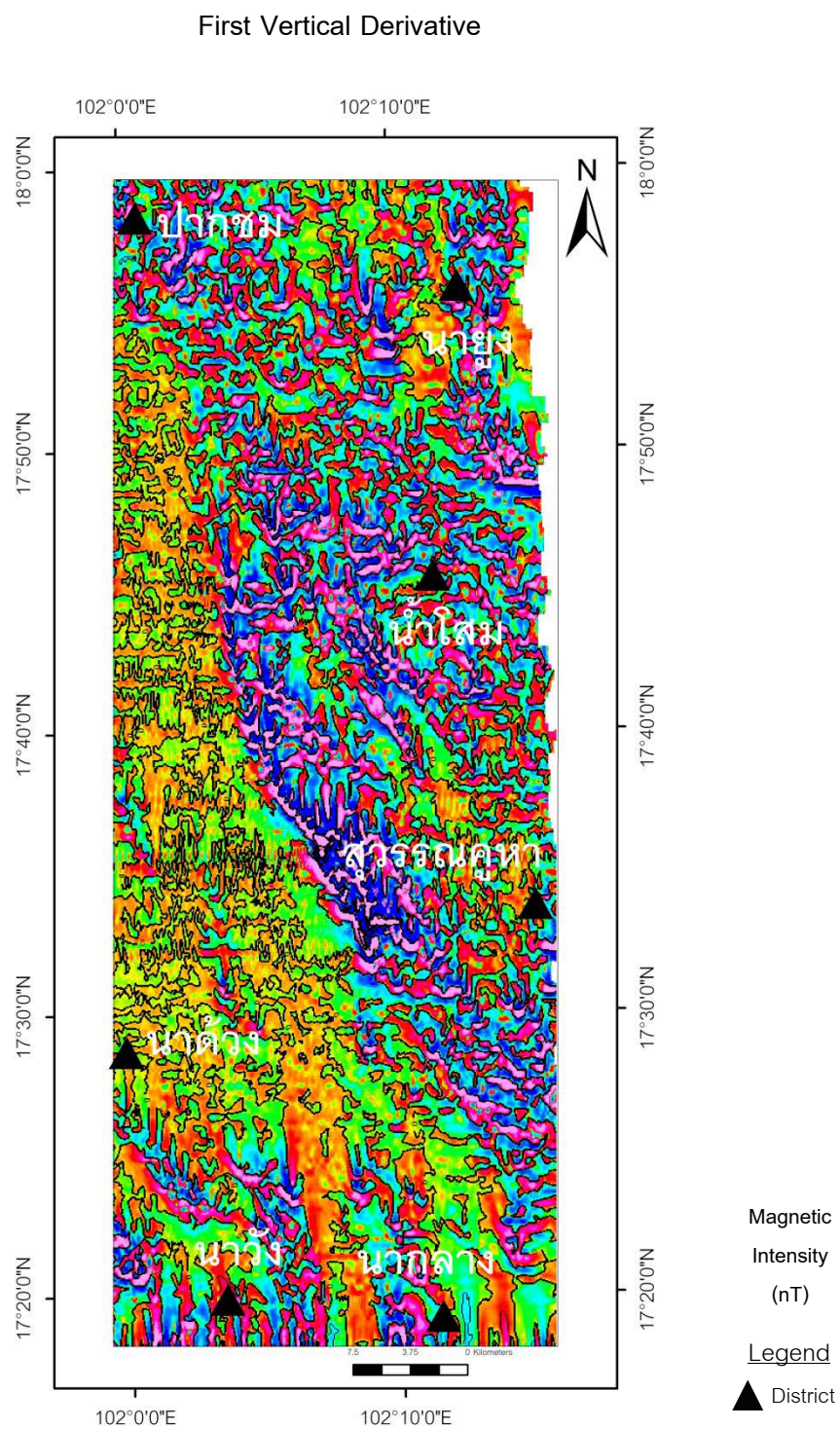
ซึ่งหมายถึงการ หาผลต่างของค่าสนามแม่เหล็กที่วัดได้ ณ สองจุดตำแหน่งที่ห่างกันในแนวตั้งแล้วหารด้วยระยะห่างของจุดที่ทำการวัด โดยจะทำการเน้นผลต่างของค่าที่ order ต่อไป



รูปที่ 2.4 การรบกวนกันของค่าผิดปกติที่เกิดจากวัตถุแม่เหล็ก ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกัน (Paterson et al., 1988)

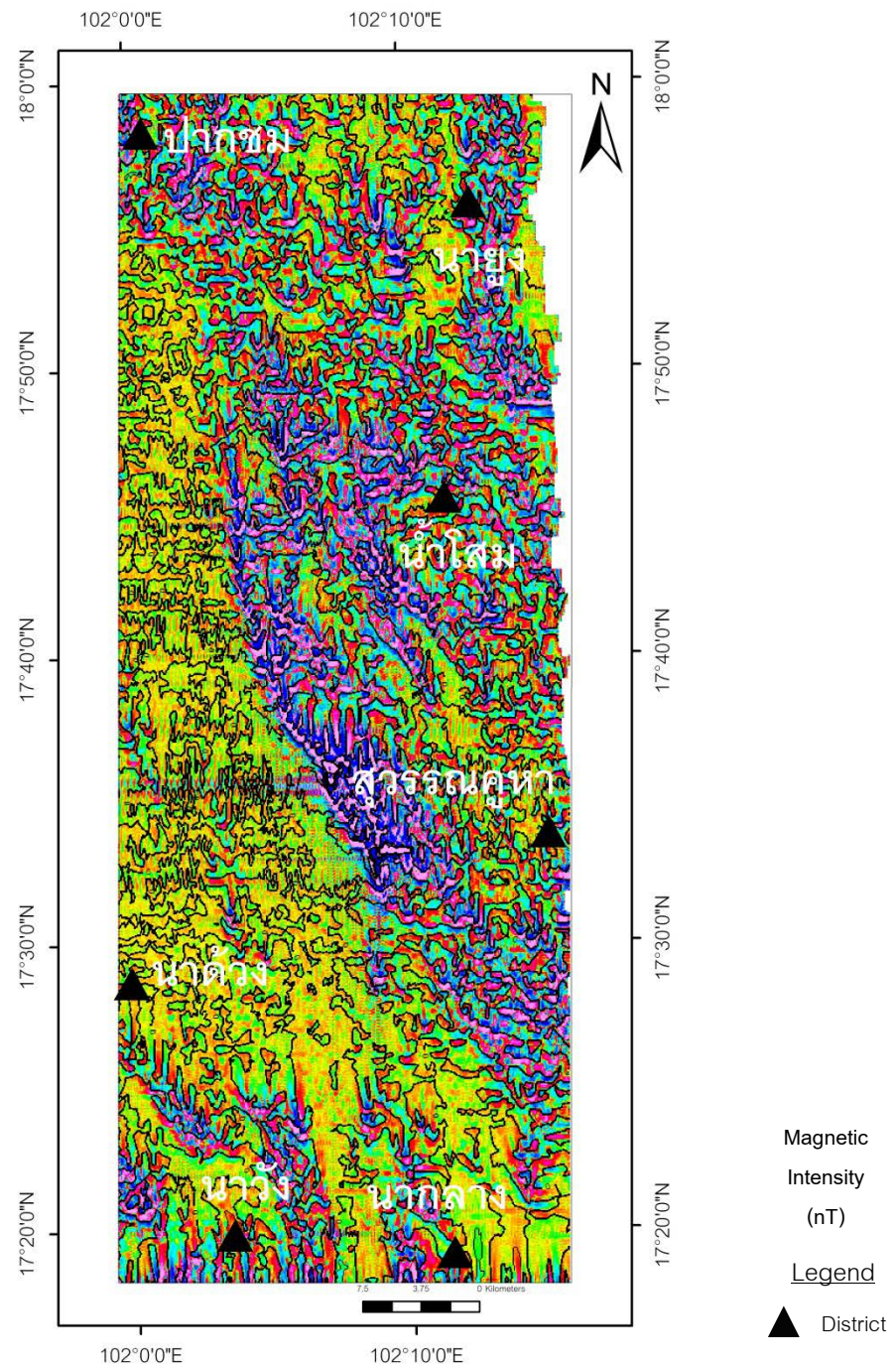


รูปที่ 2.5 เปรียบเทียบค่าความผิดปกติที่เกิดจากวัตถุแม่เหล็ก ได้แก่ ค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก first order derivative และ second order derivative (Paterson et al., 1988)



รูปที่ 2.6 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดย วิธี First Vertical Derivative

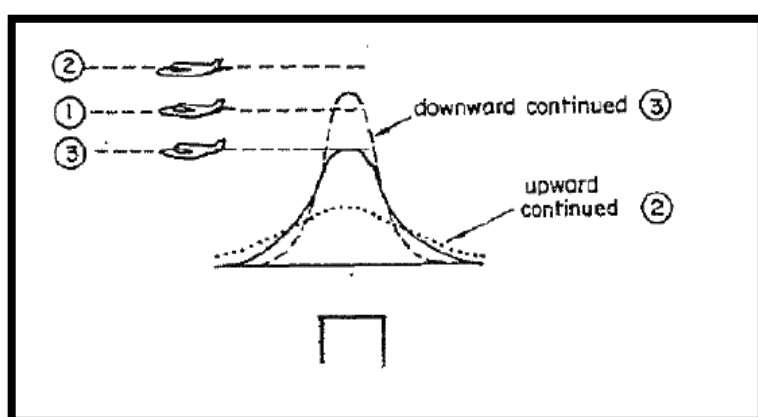
Second Vertical Derivative



รูปที่ 2.7 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดย วิธี Second Vertical Derivative

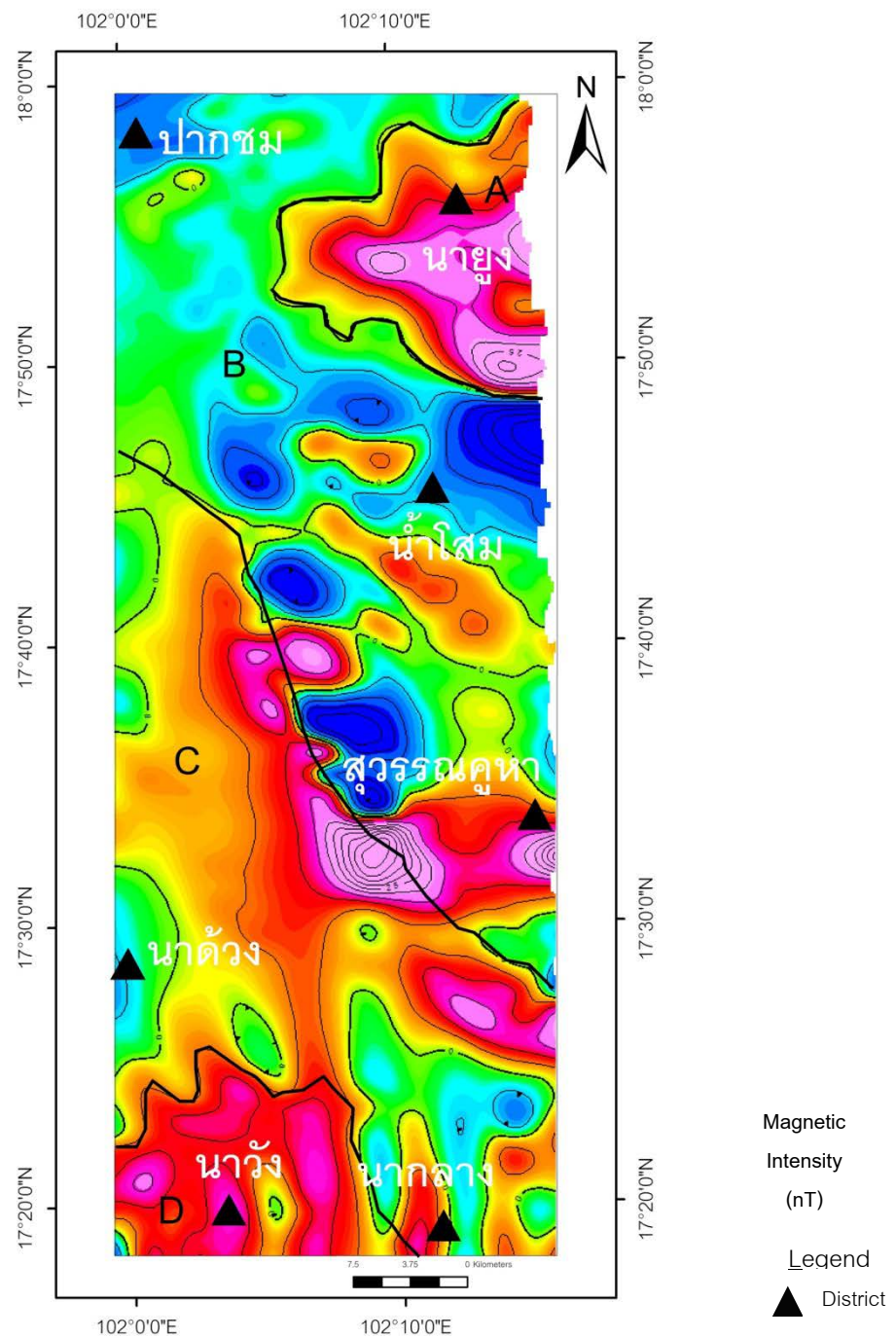
2.2.4 Upward continuation

คือ การคำนวณหาค่าผิดปกติ ณ ที่ระดับความสูงเหนือกว่าระดับที่ใช้ในการวัดค่า ทำให้ค่าผิดปกติความเข้มสนามแม่เหล็กในระดับต้นดูเรียบและกว้างขึ้น เนื่องจากการช่วยลดผลจากการรบกวนค่าผิดปกติจากวัตถุแม่เหล็กระดับต้น เพื่เน้นค่าผิดปกติจากวัตถุแม่เหล็กที่อยู่ในระดับลึก และค่าความเข้มสนามแม่เหล็กที่ตอบสนองจากวัตถุแม่เหล็กในระดับไพศาล



รูปที่ 2.8 ภาพตัดขวาง แสดงลักษณะค่าความผิดปกติที่เกิดจากการ เพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลแบบ upward continuation (Paterson et al., 1988)

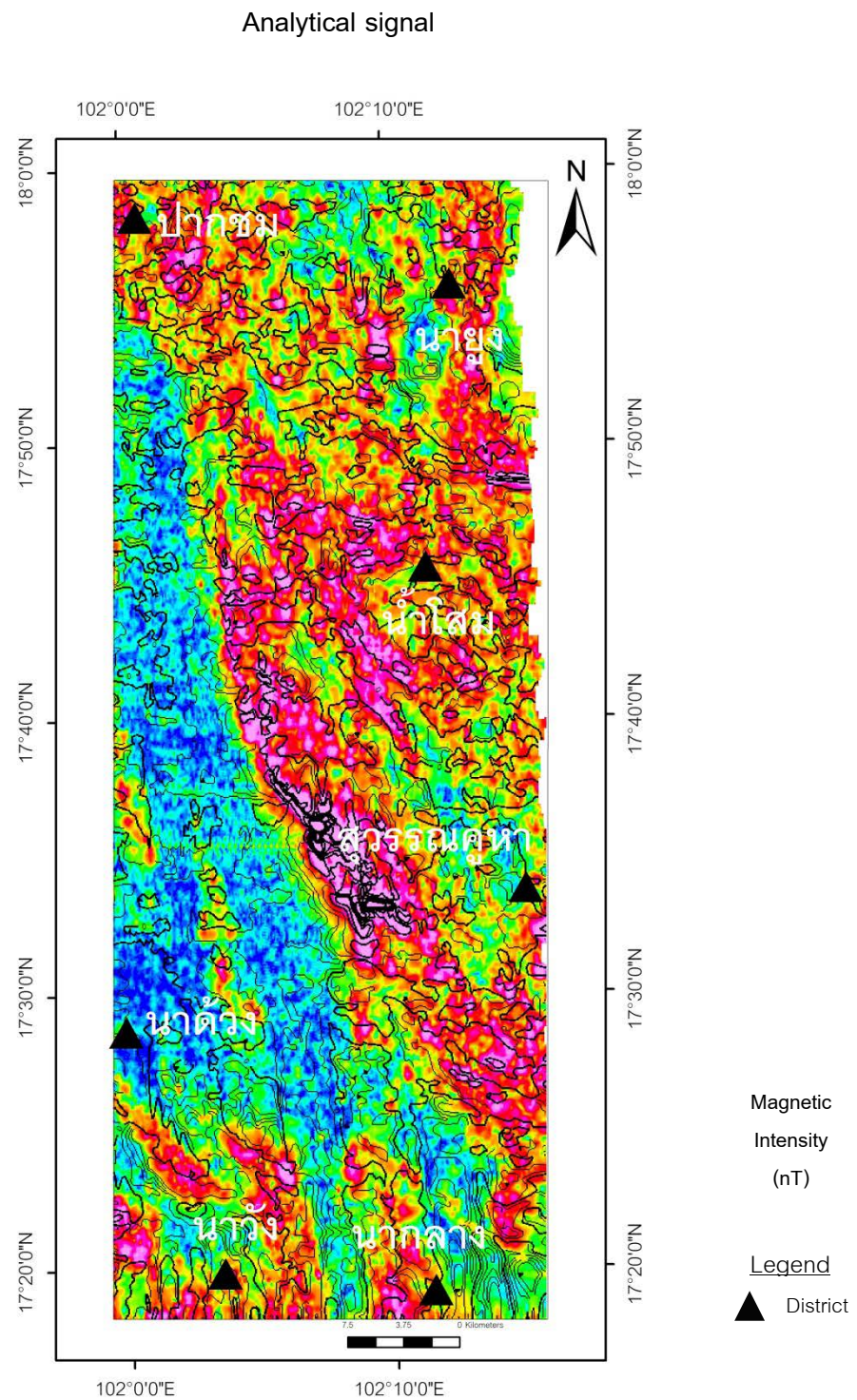
Upward continuation



รูปที่ 2.9 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Upward continuation

2.2.5 Analytical signal

หรือเรียกอีกอย่างว่า “energy envelope” คือ การเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลสนามแม่เหล็ก โดยมีลักษณะเด่นอยู่ที่ผลที่ได้ไม่ขึ้นอยู่กับทิศทางและการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก ขนาดความสูง (amplitude) ของ analytic signal เป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดความเป็นแม่เหล็ก



รูปที่ 2.10 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยหลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Analytical signal

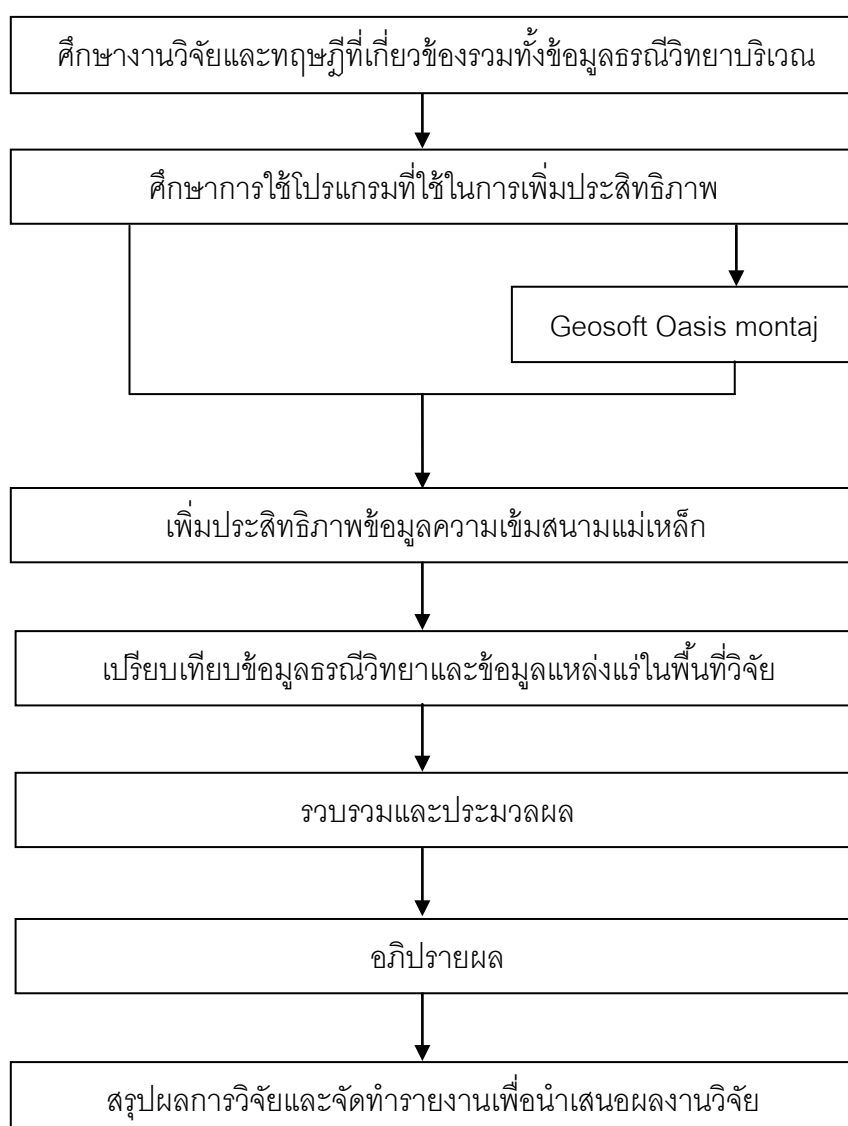
2.3 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการแปลผล

2.3.1 แบ่งหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) โดยการจัดกลุ่มความเข้มสนามแม่เหล็กที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันไว้ด้วยกัน จากการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลประเภทต่างๆ ที่เพื่อหาความสัมพันธ์ในการแปลผลและวิเคราะห์ผลต่อไป

2.3.2 เปรียบเทียบหน่วยแม่เหล็กกับข้อมูลธรณีวิทยาและข้อมูลแหล่งแร่ที่มีอยู่ เพื่อหาความสอดคล้องในการแบ่ง boundary และเพื่อเป็นแนวทางในการสำรวจหาแหล่งแร่ต่อไป

2.4 อภิปรายและสรุปงานวิจัย

สรุปแผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน



บทที่ 3

ผลลัพธ์และการแปลความหมาย

3.1 ผลจากการแบ่งหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain)

หลังจาก การเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็ก ด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ Reduction to the pole, Derivatives, Upward continuation, Analytical signal สามารถสร้างแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กได้ทั้งหมด 5 แบบ เพื่อนำแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กที่ได้มาทำการแบ่งหน่วยแม่เหล็ก (magnetic domain) ซึ่งได้ผลดังนี้

3.1.1 การแบ่งหน่วยแม่เหล็กจากแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Residual magnetic สามารถแบ่งหน่วยแม่เหล็กได้ทั้งหมด 6 หน่วย ดังนี้

- หน่วยแม่เหล็ก A ความเข้มปานกลางถึงความเข้มต่ำ มีความเข้มสูงปะปนอยู่ มีลักษณะคล้ายทรงกลมบริเวณ อ.นาโยง มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวประมาณ 9 กม.
- หน่วยแม่เหล็ก B ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ พาดผ่าน อ.ปากชม อ.น้ำโสม อ.สุวรรณคูหา คิดเป็นพื้นที่ประมาณ กว้าง 19 กม. ยาว 58 กม.
- หน่วยแม่เหล็ก C-1 ความเข้มปานกลาง มีความเข้มสูงถึงสูงมากปะปน วางตัวเป็นแนวยาวในทิศ NNW-SSE พาดผ่านบริเวณทางตอนใต้ของ อ.ปากชม และอ.นาด้วง คิดเป็นพื้นที่ประมาณกว้าง 16 กม. ยาว 70 กม.
- หน่วยแม่เหล็ก C-2 ความเข้มต่ำ แทรกตัวเป็นกระจุกวงรีจำนวน 4 อัน วางตัวในแนว NW – SE ขนาดประมาณ 4 -6 กม. ทางตอนเหนือของอ.นาด้วง
- หน่วยแม่เหล็ก D-1 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายวงแหวนอยู่ในบริเวณ อ.นาวัง และอ.นากลาง ขนาดความยาวประมาณ 25 กม.
- หน่วยแม่เหล็ก D-2 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายครึ่งวงกลม อยู่ทางตอนเหนือของอ.นาวัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 16 กม.

3.1.2 การแบ่งหน่วยแม่เหล็กจากแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Reduction to the pole

- หน่วยแม่เหล็ก A ความเข้มสูงถึงความเข้มสูงมาก มีความเข้มต่ำปะปนอยู่ มีลักษณะคล้ายทรงกลมบริเวณ อ.นาโยง มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวประมาณ 8.5 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก B ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ พาดผ่าน อ.ปากชม อ.น้ำโสม อ.สุวรรณคูหา คิดเป็นพื้นที่ประมาณ กว้าง 19 กม. ยาว 58 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก C-1 ความเข้มปานกลาง มีความเข้มสูงถึงสูงมากปะปน วางตัวเป็นแนวยาวในทิศ NNW-SSE พาดผ่านบริเวณทางตอนใต้ของ อ.ปากชม และอ.นาด้วง คิดเป็นพื้นที่ประมาณกว้าง 16 กม. ยาว 70 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก C-2 ความเข้มต่ำ แทรกตัวเป็นกระจุกวงรีจำนวน 4 อัน วางตัวในแนว NW – SE ขนาดประมาณ 4 -6 กม. ทางตอนเหนือของอ.นาด้วง

- หน่วยแม่เหล็ก D-1 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายวงแหวนอยู่ในบริเวณ อ.นาวัง และอ.นากลาง ขนาดความยาวประมาณ 25 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก D-2 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายครึ่งวงกลม อยู่ทางตอนเหนือของอ.นาวัง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 16 กม.

3.1.3 การแบ่งหน่วยแม่เหล็กจากแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ First Vertical Derivative

- หน่วยแม่เหล็ก A ความเข้มสูงถึงความเข้มต่ำ พบเป็นลักษณะเป็นแนวยาววางตัวในแนวเกือบ N – S พาดผ่านบริเวณ อ.นาโยง คิดเป็นพื้นที่ประมาณกว้างประมาณ 3 กม. ยาว 19.5 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก B ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ พาดผ่าน อ.ปากชม อ.น้ำโสม อ.สุวรรณคูหา คิดเป็นพื้นที่ประมาณ กว้าง 23 กม. ยาว 67 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก C-1 ความเข้มปานกลาง มีความเข้มสูงปะปน วางตัวเป็นแนวยาวในทิศ NNW-SSE พาดผ่านบริเวณทางตอนใต้ของ อ.ปากชม และอ.นาด้วง คิดเป็นพื้นที่ประมาณกว้าง 16 กม. ยาว 70 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก C-2 ความเข้มต่ำ แทรกตัวเป็นกระจุกวงรีจำนวน 4 อัน วางตัวในแนว NW – SE ขนาดประมาณ 4 -6 กม. ทางตอนเหนือของอ.นาด้วง

- หน่วยแม่เหล็ก D-1 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายวงแหวน อยู่ในบริเวณ อ.นาวัง และอ.นากลาง ขนาดความยาวประมาณ 25 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก D-2 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายครึ่งวงกลม อยู่ทางตอนเหนือของอ.นาวัง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 16 กม.

3.1.4 การแบ่งหน่วยแม่เหล็กจากแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Second Vertical Derivative

- หน่วยแม่เหล็ก A-1 ความเข้มปานกลาง อยู่ทางด้านตะวันตกตอนบนของพื้นที่วิจัย พบเป็นลักษณะเป็นแนวยาวโค้งปลายคล้ายตัว S วางตัวในแนวเกือบ N – S พาดผ่านบริเวณ อ.นาเยีย ขนาดประมาณ 19 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก A-2 ความเข้มต่ำถึงความเข้มสูงปะปนกันเป็นแนวยาวโค้งปลาย วางตัวในทิศ NNW – SSE พาดผ่านบริเวณ อ.นาเยีย ขนาดประมาณ 21 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก B-1 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ โดยมีความต่อเนื่องลักษณะคล้ายวงรี คิดเป็นพื้นที่ประมาณ กว้าง 6 กม. ยาว 43 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก B-2 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ คล้ายวงรีที่มีความไม่ต่อเนื่อง 2 ส่วน โดยส่วนแรกมีขนาดใหญ่ กว่าวางตัวทางด้านบนของส่วนที่เล็กกว่า คิดเป็นขนาด กว้าง 6 กม. ยาว 40 กม. และ กว้าง 3 กม. ยาว 6.5 กม. ตามลำดับ

- หน่วยแม่เหล็ก B-3 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ โดยมีลักษณะเป็นกระจุกๆ แสดงความไม่ต่อเนื่องจำนวน 2 กระจุก กระจุกแรกด้านบนคล้ายวงรีที่มีความยาวสั้นกว่ากระจุกด้านล่างที่คล้ายวงรีแต่มีความยาวมากกว่า คิดเป็นขนาด กว้าง 5.5 กม. ยาว 13 กม. และ กว้าง 4 กม. ยาว 17.5 กม. ตามลำดับ

- หน่วยแม่เหล็ก C-1 ความเข้มปานกลางถึงความเข้มต่ำ มีความเข้มสูงถึงสูงมากปะปน วางตัวเป็นแนวยาวในทิศ NNW-SSE พาดผ่านบริเวณทางตอนใต้ของ อ.ปากชม และอ.นาด้วง คิดเป็นพื้นที่ประมาณกว้าง 16 กม. ยาว 70 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก C-2 ความเข้มต่ำปะปนกับความเข้มสูง แทรกตัวเป็นกระจุกวงรีจำนวน 4 อัน วางตัวในแนว NW – SE ขนาดประมาณ 4 -6 กม. ทางตอนเหนือของอ.นาด้วง

- หน่วยแม่เหล็ก D-1 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายวงแหวน อยู่ในบริเวณ อ.นาวัง และอ.นากลาง ขนาดความยาวประมาณ 25.5 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก D-2 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายครึ่งวงกลม อยู่ทางตอนเหนือของอ.นาวัง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 13 กม.

3.1.5 การแบ่งหน่วยแม่เหล็กจากแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Analytical signal

- หน่วยแม่เหล็ก A-1 ความเข้มปานกลาง อยู่ทางด้านตะวันตกตอนบนของพื้นที่วิจัย พบเป็นลักษณะเป็นแนวยาวโค้งปลายคล้ายตัว S วางตัวในแนวเกือบ N – S พาดผ่านบริเวณ อ.นาญ ขนาดประมาณ 17.7 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก A-2 ความเข้มสูงมากเป็นแนวยาวโค้งปลาย วางตัวในทิศ NNW – SSE พาดผ่านบริเวณ อ.นาญ ขนาดประมาณ 23 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก B-1 ความเข้มสูงมากและความเข้มปานกลางปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ โดยมีความต่อเนื่องลักษณะคล้ายวงรี คิดเป็นพื้นที่ประมาณกว้าง 5.5 กม. ยาว 45 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก B-2 ความเข้มสูงมากและความเข้มปานกลางปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ คล้ายวงรีที่มีความไม่ต่อเนื่อง 3 ส่วน โดยส่วนแรกมีขนาดใหญ่ที่สุด วางตัวทางด้านบนพาดผ่าน อ.ปากชม ยาวจนถึง อ.น้ำโสม ขนาด กว้าง 6

กม. ยาว 43 กม. ส่วนที่สองวางตัวทางตอนเหนือของ อ.สุวรรณคูหา ขนาด กว้าง 5.5 กม. ยาว 6 กม. และส่วนที่ 3 วางตัวทางตอนใต้ของ อ.สุวรรณคูหา ขนาด กว้าง 5.5 กม. ยาว 5.5 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก B-3 ความเข้มสูงมากและความเข้มปานกลางปะปนกัน วางตัวในแนว ยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ โดยมีลักษณะเป็นกระจุกๆ แสดงความไม่ต่อเนื่อง จำนวน 2 กระจุก กระจุกแรกด้านบนคล้ายวงรีที่มีความยาวสั้นกว่ากระจุกด้านล่างที่คล้ายวงรีแต่มีความยาวมากกว่า คิดเป็นขนาด กว้าง 5.5 กม. ยาว 13 กม. และ กว้าง 4 กม. ยาว 17.5 กม. ตามลำดับ

- หน่วยแม่เหล็ก C-1 ความเข้มปานกลางถึงความเข้มต่ำ มีความเข้มสูงถึงสูงมากปะปน วางตัวเป็นแนวยาวในทิศ NNW-SSE พาดผ่านบริเวณทางตอนใต้ของ อ.ปากชม และอ.นาด้วง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ กว้าง 16 กม. ยาว 70 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก C-2 ความเข้มต่ำปะปนกับความเข้มสูง แทรกตัวเป็นกระจุกวงรีจำนวน 4 อัน วางตัวในแนว NW – SE ขนาดประมาณ 4 - 13 กม. ทางตอนเหนือของอ.นาด้วง

- หน่วยแม่เหล็ก D-1 ความเข้มสูงมากและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายวงแหวนอยู่ในบริเวณ อ.นาหว้า และอ.นาแก ขนาดความยาวประมาณ 25.5 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก D-2 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายครึ่งวงกลมอยู่ทางตอนเหนือของอ.นาหว้า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 14 กม.

3.1.6 การแบ่งหน่วยแม่เหล็กจากแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Upward continuation

- หน่วยแม่เหล็ก A ความเข้มสูงปานกลางถึงความเข้มสูงมาก มีลักษณะคล้ายดอกไม้ ครอบคลุมอ.นาแก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 17 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก B ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ ครอบคลุม อ.ปากชม อ.น้ำโสม อ.สุวรรณคูหา คิดเป็นพื้นที่ประมาณ กว้าง 19 กม. ยาว 53 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก C ความเข้มปานกลางถึงความเข้มสูง มาก วางตัวเป็นแนวยาวในทิศ NNW-SSE ครอบคลุมบริเวณทางตอนใต้ของ อ.ปากชม และอ.นาด้วง คิดเป็นพื้นที่ประมาณกว้าง 17 กม. ยาว 48 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก D ความเข้มสูงและต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายดอกไม้ อยู่ในบริเวณ อ.นาด้วง และอ.นากลาง คิดเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 18 กม.

จากการนำผลการศึกษาที่ได้จากการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลในแต่ละแบบมาเปรียบเทียบ เพื่อหาหน่วยแม่เหล็กพบว่า สามารถจำแนกหน่วยแม่เหล็กหลักๆได้ดังนี้

- หน่วยแม่เหล็ก A-1 ความเข้มปานกลาง อยู่ทางด้านตะวันตกตอนบนของพื้นที่วิจัย พบเป็นลักษณะเป็นแนวยาวโค้งปลายคล้ายตัว S วางตัวในแนวเกือบ N – S พาดผ่านบริเวณ อ.นาญญู ขนาดประมาณ 19 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก A-2 ความเข้มต่ำถึงความเข้มสูงปะปนกันเป็นแนวยาวโค้งปลาย วางตัวในทิศ NNW – SSE พาดผ่านบริเวณ อ.นาญญู ขนาดประมาณ 21 กม.

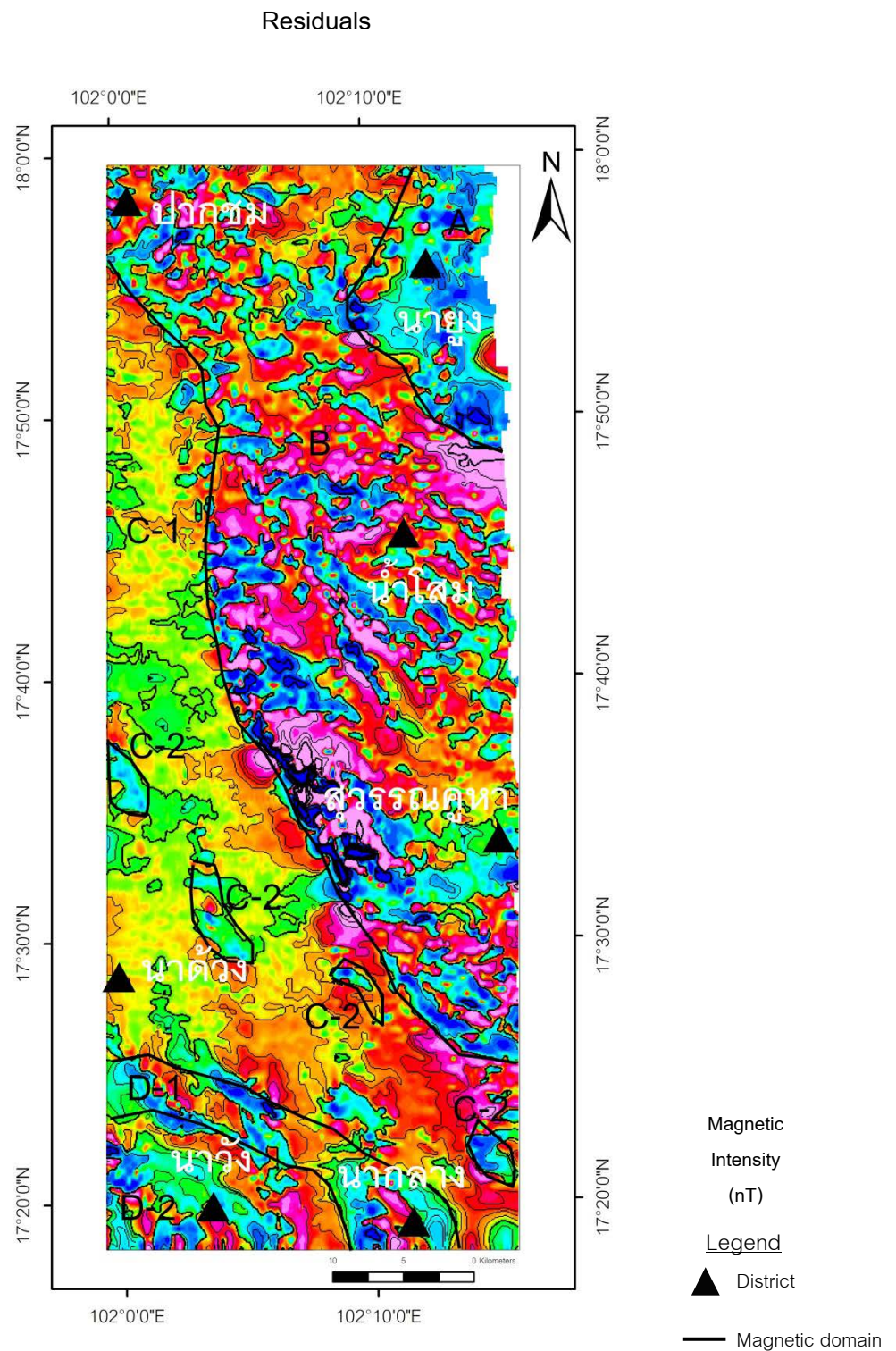
- หน่วยแม่เหล็ก B-1 ความเข้มสูงและ ความเข้มต่ำปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ โดยมีความต่อเนื่องลักษณะคล้ายวงรี คิดเป็นพื้นที่ประมาณ กว้าง 6 กม. ยาว 43 กม.

- หน่วยแม่เหล็ก B-2 ความเข้มสูงและ ความเข้มต่ำปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ คล้ายวงรีที่มีความไม่ต่อเนื่อง 2 ส่วน โดยส่วนแรกมีขนาดใหญ่ กว่าวางตัวทางด้านบนของส่วนที่เล็กกว่า คิดเป็นขนาด กว้าง 6 กม. ยาว 40 กม. และ กว้าง 3 กม. ยาว 6.5 กม. ตามลำดับ

- หน่วยแม่เหล็ก B-3 ความเข้มสูงและ ความเข้มต่ำปะปนกัน วางตัวในแนวยาวในทิศ NNW – SSE ทางตอนกลางของพื้นที่ โดยมีลักษณะเป็นกระจุกๆ แสดงความไม่ต่อเนื่องจำนวน 2 กระจุก กระจุกแรกด้านบนคล้ายวงรีที่มีความยาวสั้นกว่ากระจุกด้านล่างที่คล้ายวงรีแต่มีความยาวมากกว่า คิดเป็นขนาด กว้าง 5.5 กม. ยาว 13 กม. และ กว้าง 4 กม. ยาว 17.5 กม. ตามลำดับ

- หน่วยแม่เหล็ก C-1 ความเข้มปานกลางถึงความเข้มต่ำ มีความเข้มสูงถึงสูงมากปะปน วางตัวเป็นแนวยาวในทิศ NNW-SSE พาดผ่านบริเวณทางตอนใต้ของ อ.ปากชม และอ.นาด้วง คิดเป็นพื้นที่ประมาณกว้าง 16 กม. ยาว 70 กม.

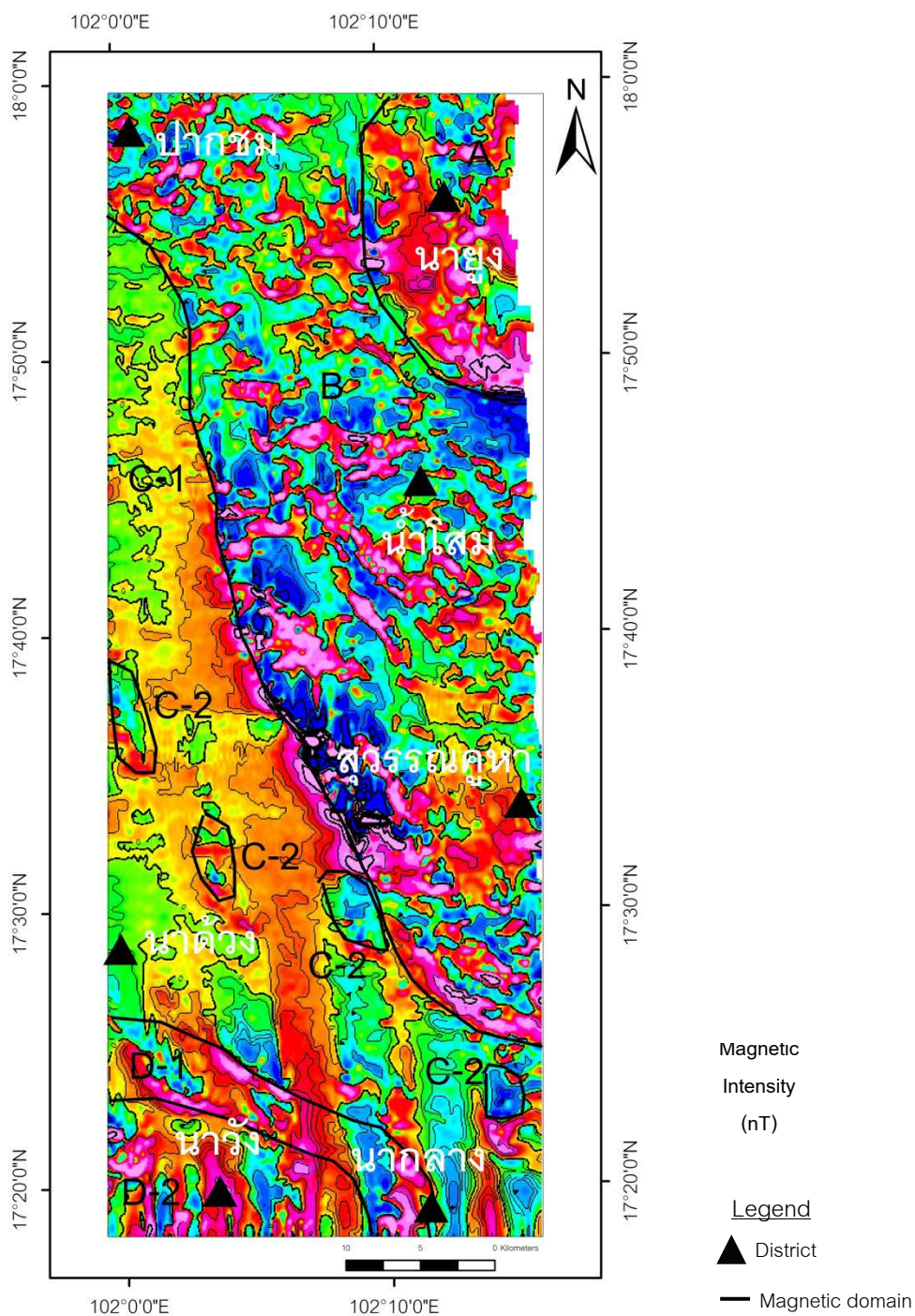
- หน่วยแม่เหล็ก C-2 ความเข้มต่ำปะปนกับความเข้มสูง แทรกตัวเป็นกระจุกวงรีจำนวน 4 อัน วางตัวในแนว NW – SE ขนาดประมาณ 4 -6 กม. ทางตอนเหนือของอ.นาด้วง
- หน่วยแม่เหล็ก D-1 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายวงแหวน อยู่ในบริเวณ อ.นาวัง และอ.นากลาง ขนาดความยาวประมาณ 25.5 กม.
- หน่วยแม่เหล็ก D-2 ความเข้มสูงและความเข้มต่ำปะปนกัน พบลักษณะคล้ายครึ่งวงกลม อยู่ทางตอนเหนือของอ.นาวัง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 13 กม.



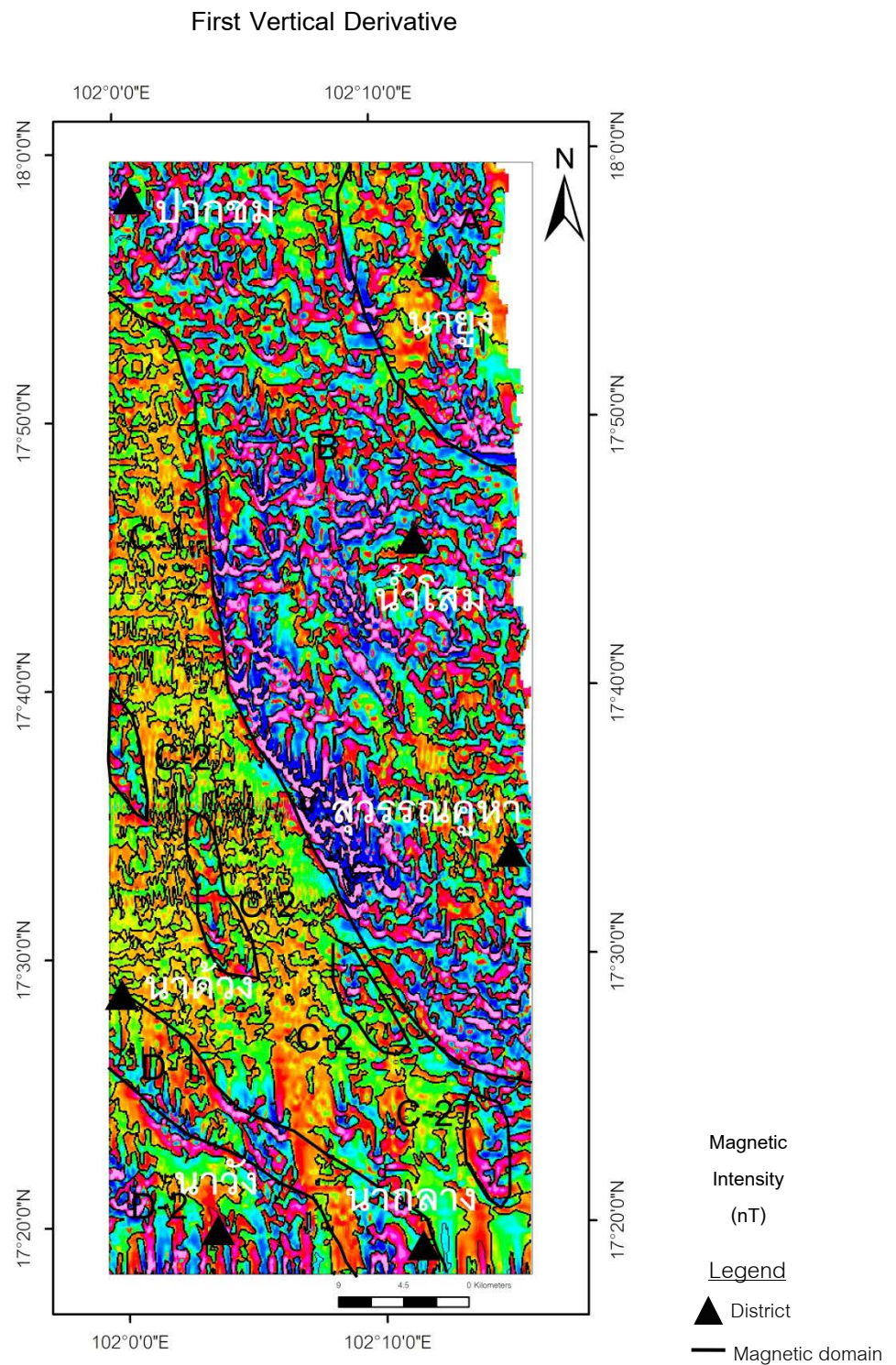
รูปที่ 3.1 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด

4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Residuals

Reduction to the pole

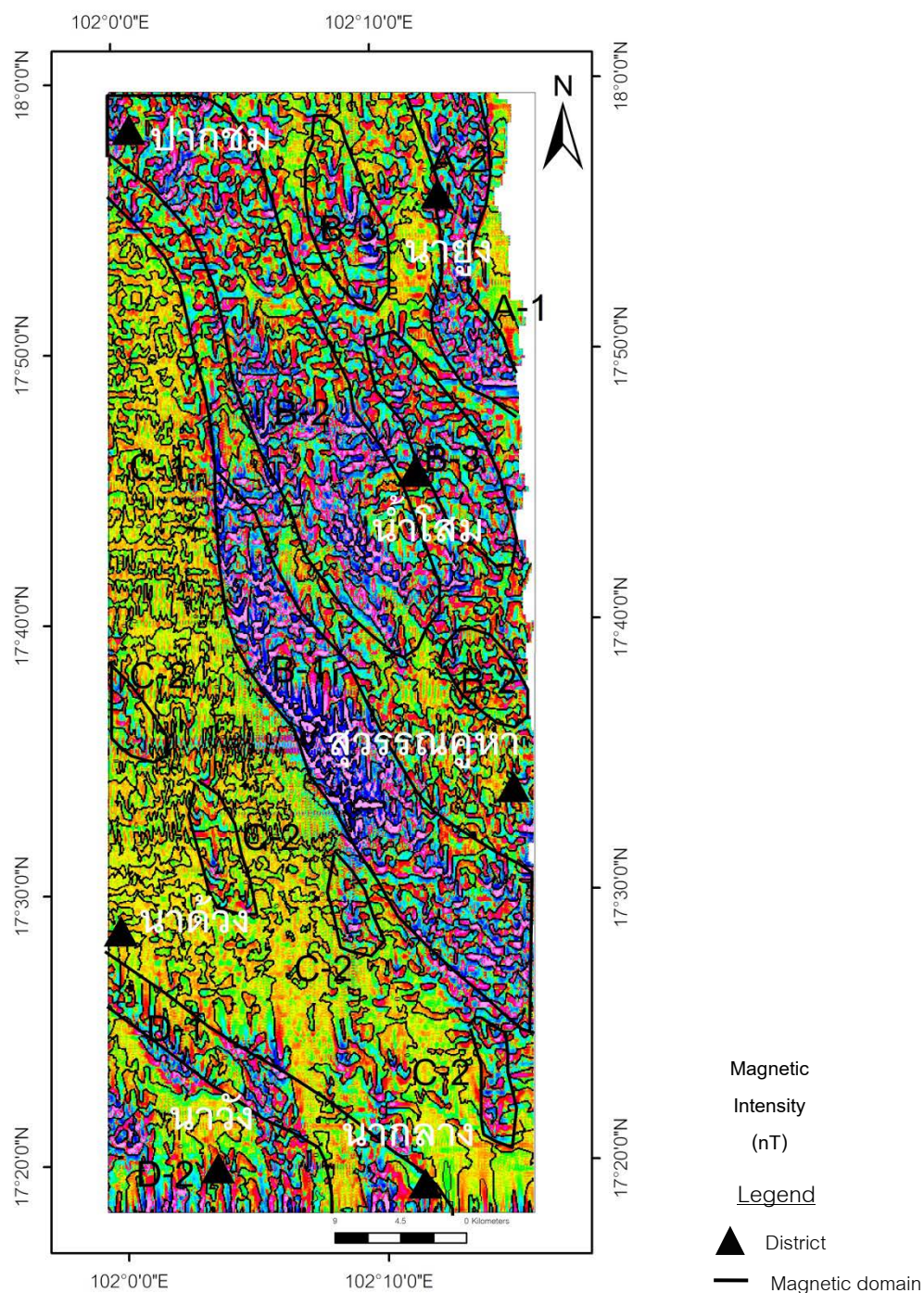


รูปที่ 3.2 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด
 4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่ม
 ประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Reduction to the pole



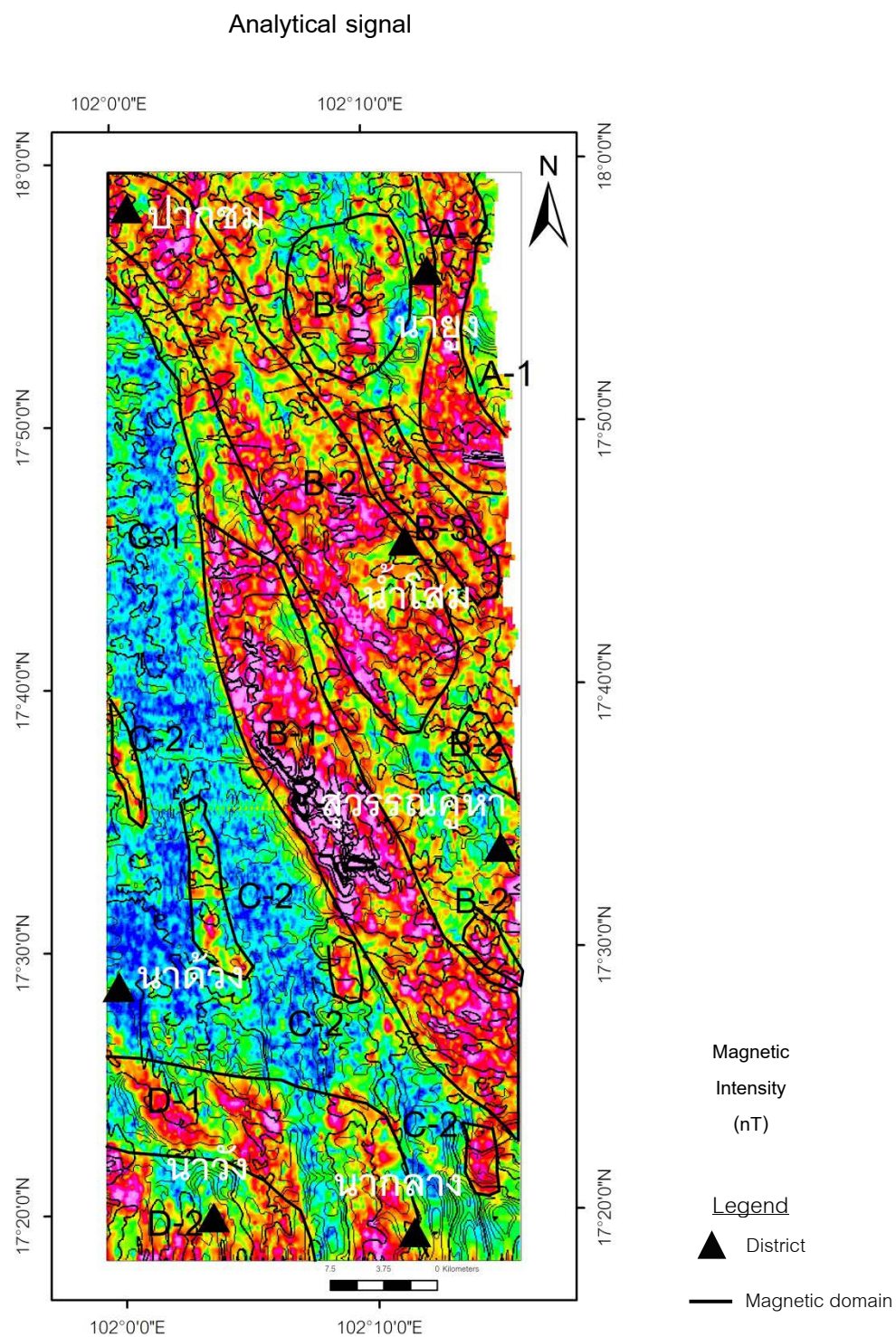
รูปที่ 3.3 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด
 4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่ม
 ประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี First Vertical Derivative

Second Vertical Derivative



รูปที่ 3.4 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด

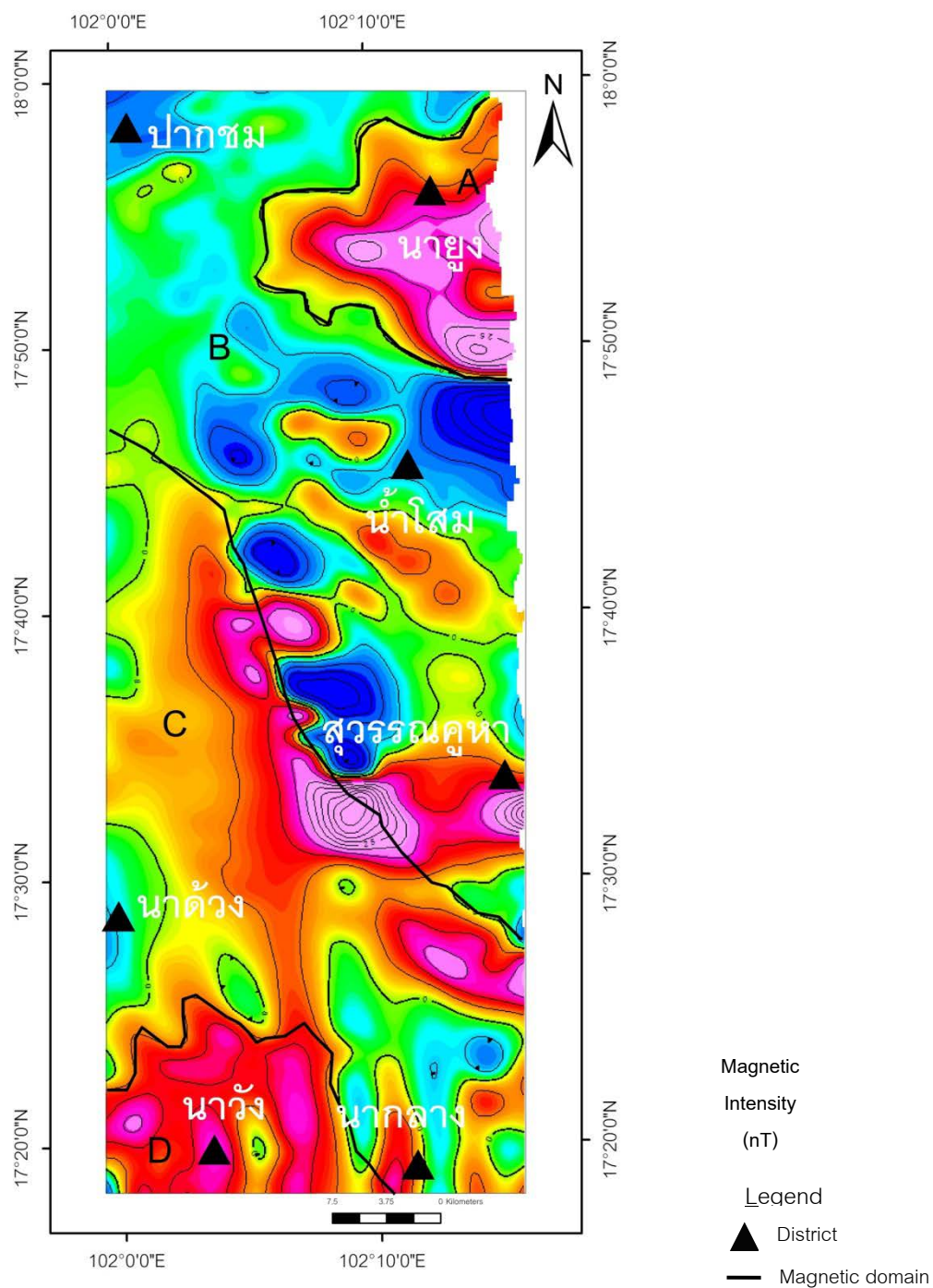
4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการ เพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Second Vertical Derivative



รูปที่ 3.5 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด

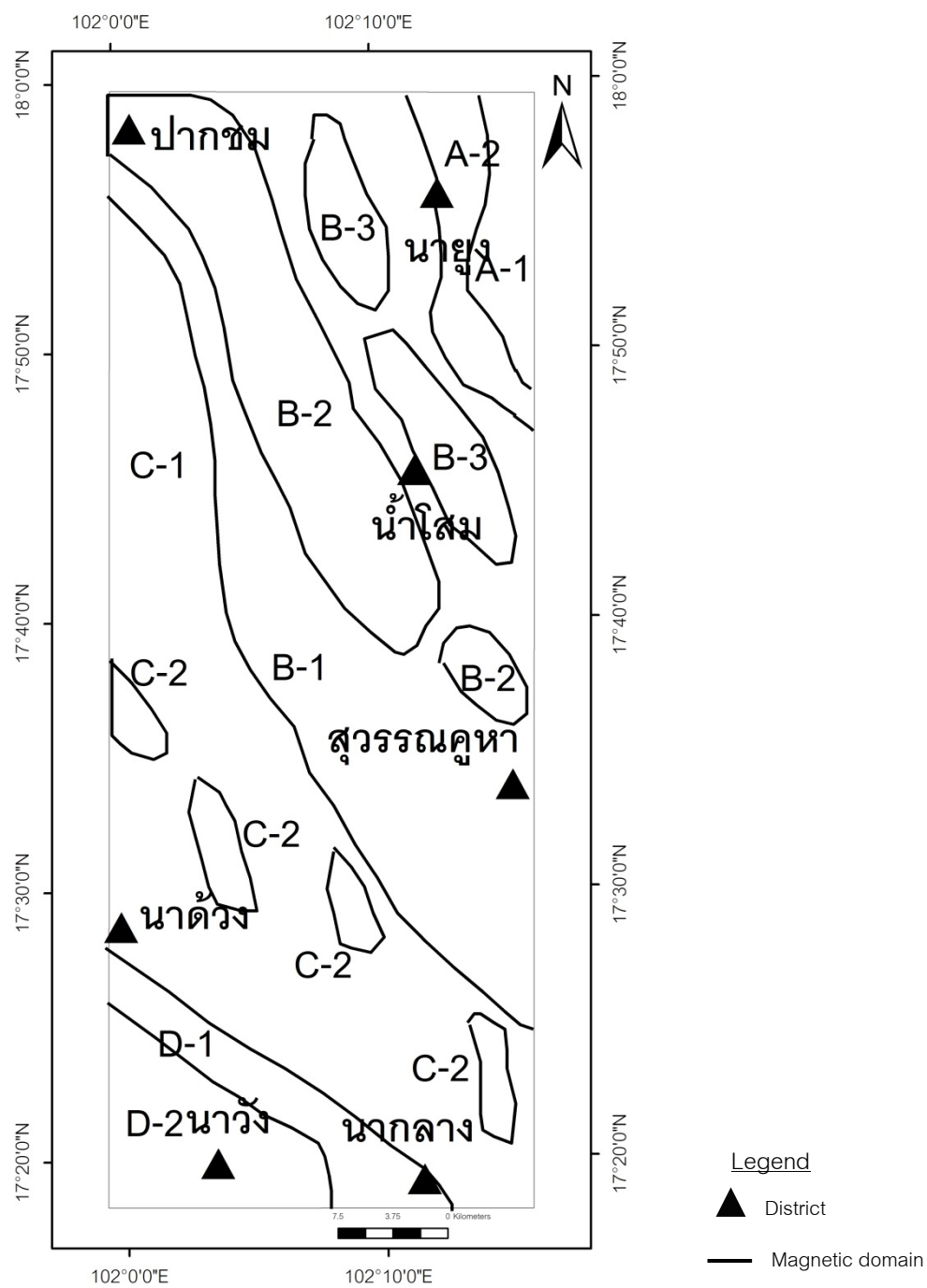
4 มณฑลที่ได้ จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Analytical signal

Upward continuation



รูปที่ 3.6 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด

4 มณฑลที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Upward continuation



รูปที่ 3.7 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ทั้งหมด

4 มณฑล ที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธีต่างๆ

3.2 ผลจากการแปลความหมายแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament)

หลังจาก การเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็ก ด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ Reduction to the pole, Derivatives, Upward continuation, Analytical signal สามารถลากแนวเส้นโครงสร้างจากแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กได้ผลดังนี้

3.2.1 จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Residual magnetic

จะพบแนวเส้นโครงสร้างหลัก จำนวน 4 แนว ได้แก่ 1.แนว NNW – SSE บริเวณตอนใต้ของ อ.ปากชม ไปจนถึงทางตอนเหนือของ อ.นากลาง โดยมีความยาวประมาณ 64 กม. 2. แนวเส้นโครงสร้างที่วางตัวในทิศ N – E กระจายอยู่ในพื้นที่หลายแหล่ง มีความยาวประมาณ 27 – 48 กม. 3.แนว E – W วางตัวทางตอนกลางของพื้นที่ โดยมีขนาดประมาณ 22 – 25 กม. 4.แนว NE – SW วางตัวทางตอนใต้ของอ.สุวรรณคูหา จนถึงอ.นาวัง โดยมีความยาว 33 กม.

3.2.2 จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Reduction to the pole

จะพบแนวเส้นโครงสร้าง หลักอยู่ในแนว 2 แนว แนวแรกวางตัวในทิศ NNW – SSE บริเวณตอนใต้ของ อ.ปากชม ไปจนถึงทางตอนเหนือของ อ.นากลาง โดยมีความยาวประมาณ 70 กม. ส่วนแนวขนาดไม่ใหญ่มากที่วางตัวในทิศ NNW – SSE เช่นกัน บริเวณ อ.นากลาง มีความยาวตั้งแต่ 9 - 21 กม. และยังพบแนวโครงสร้างอื่นๆที่วางตัวอยู่ในทิศ NW – SE ตั้งแต่ขนาด 15 – 36 กม. กระจายอยู่ตามพื้นที่

3.2.3 จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ First Vertical Derivative

จะพบแนวเส้นโครงสร้าง หลักอยู่ในแนว 2 แนว แนวแรกวางตัวในทิศ NNW – SSE บริเวณตอนใต้ของ อ.ปากชม ไปจนถึงทางตอนเหนือของ อ.นากลาง โดยมีความยาวประมาณ 70 กม. ส่วนแนวขนาดไม่ใหญ่มากที่วางตัวในทิศ NNW – SSE เช่นกัน บริเวณ อ.นากลาง มีความยาวตั้งแต่ 20 กม. และยังพบแนวโครงสร้างอื่นๆที่วางตัวอยู่ในทิศ NW – SE ตั้งแต่ขนาด 28 – 37 กม. กระจายอยู่ตามพื้นที่

3.2.4 จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Second Vertical Derivative

จะพบแนวเส้นโครงสร้างหลักอยู่ในแนว 2 แนว แนวแรกวางตัวในทิศ NNW – SSE บริเวณตอนใต้ของ อ.ปากชม ไปจนถึงทางตอนเหนือของ อ.นากลาง โดยมีความยาวประมาณ 56

กม. ส่วนแนวขนาดไม่ใหญ่มากที่วางตัวในทิศ NNW – SSE เช่นกัน บริเวณ อ.นากลาง มีความยาวตั้งแต่ 12 -26 กม. และ บริเวณ อ. นาเยีย มีความยาวประมาณ 16 กม. ยังพบแนวโครงสร้างอื่นๆที่วางตัวอยู่ในทิศ NW – SE ตั้งแต่ขนาด 6 – 40 กม. กระจายอยู่ตามพื้นที่

3.2.5 จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Upward continuation

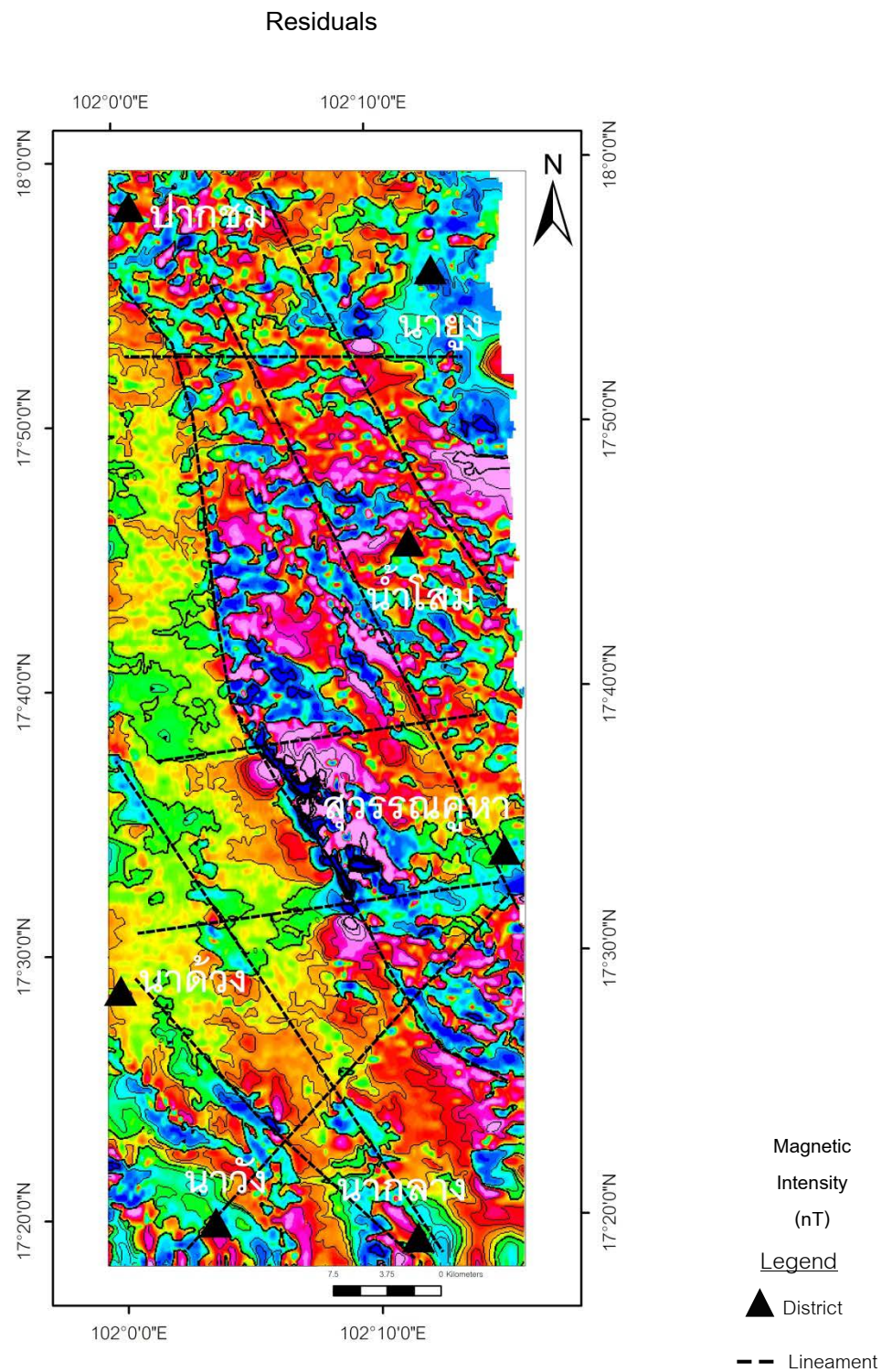
จะพบแนวเส้นโครงสร้างหลักอยู่ในแนว 2 แนว แนวแรกวางตัวในทิศ NNW – SSE บริเวณตอนใต้ของ อ.ปากชม ไปจนถึงทางตอนเหนือของ อ.นากลาง โดยมีความยาวประมาณ ตั้งแต่ 48-50 กม. จำนวน 2 แนว และขนาด 29 กม.จำนวน 1 และยังพบแนวโครงสร้างอื่นๆที่วางตัวอยู่ในทิศ NW – SE ตั้งแต่ขนาด 14 - 16 กม. วางตัวทางตอนล่างของพื้นที่ จำนวน 2 แนว

3.2.6 จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Analytical signal

จะพบแนวเส้นโครงสร้างหลักอยู่ในแนว 2 แนว แนวแรกวางตัวในทิศ NNW – SSE บริเวณตอนใต้ของ อ.ปากชม ไปจนถึงทางตอนเหนือของ อ.นากลาง โดยมีความยาวประมาณ 70 กม.ทางตอนกลางของพื้นที่ ส่วนแนวขนาดไม่ใหญ่มากที่วางตัวในทิศ NNW – SSE เช่นกัน บริเวณ อ.นากลาง มีความยาวตั้งแต่ 12 -26 กม. และ บริเวณ อ. นาเยีย มีความยาวประมาณ 9 - 17 กม. ยังพบแนวโครงสร้างอื่นๆที่วางตัวอยู่ในทิศ NW – SE ตั้งแต่ขนาด 6 – 40 กม. กระจายอยู่ตามพื้นที่

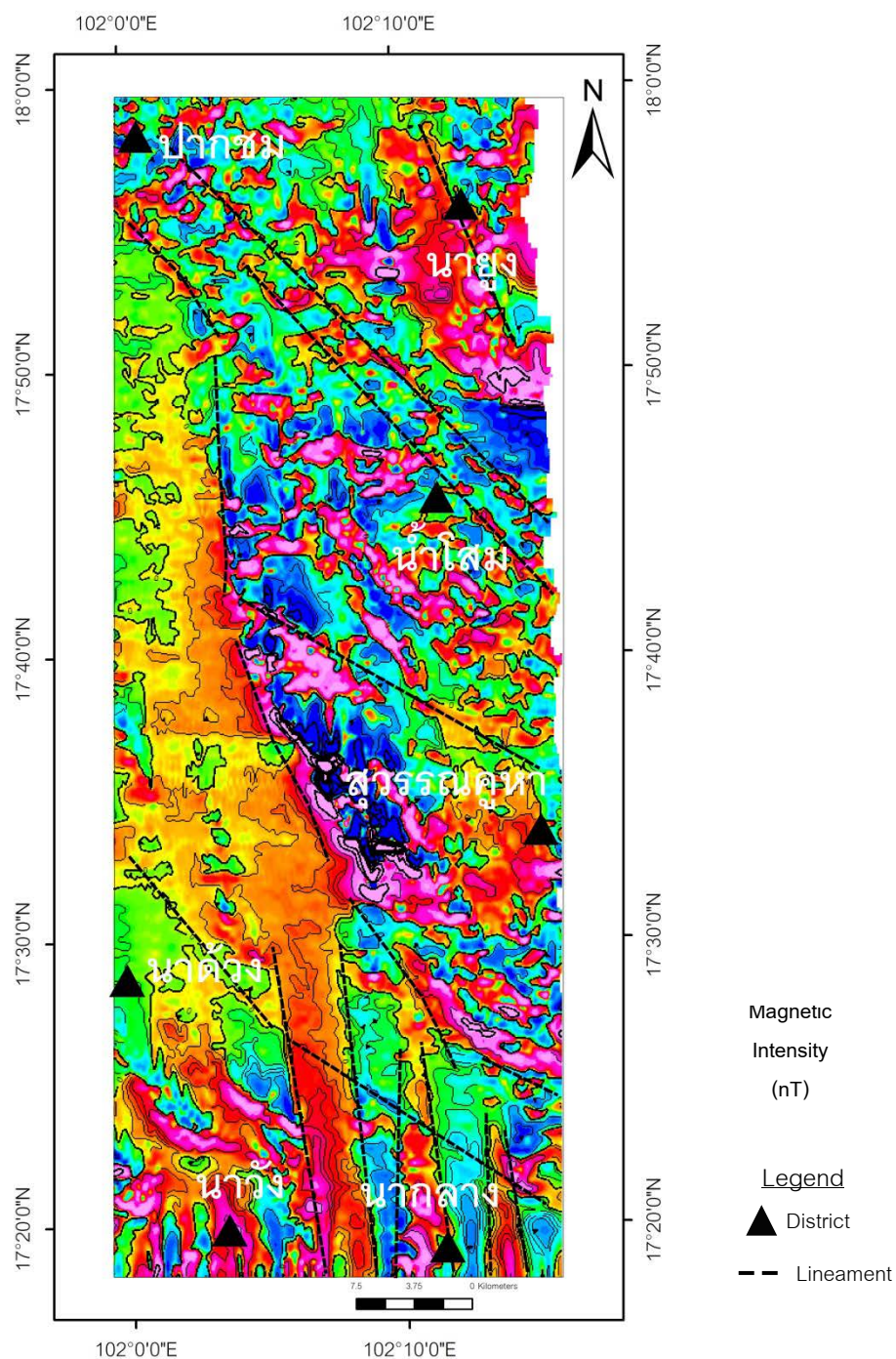
จากการนำผลการศึกษาที่ได้จากการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลในแต่ละแบบมาเปรียบเทียบ เพื่อหาแนวเส้นโครงสร้างแม่ร่วมพบว่า สามารถจำแนกหน่วยแนวเส้นโครงสร้างหลักๆได้ดังนี้ พบ

แนวเส้นโครงสร้างหลักอยู่ในแนว 4 แนว (1.) แนวแรกวางตัวในทิศ NNW – SSE บริเวณตอนใต้ของ อ.ปากชม ไปจนถึงทางตอนเหนือของ อ.นากลาง โดยมีความยาวประมาณ 70 กม. ทางตอนกลางของพื้นที่ ส่วนแนวขนาดไม่ใหญ่มากที่วางตัวในทิศ NNW – SSE เช่นกัน บริเวณ อ.นากลาง มีความยาวตั้งแต่ 18 -27 กม. และ บริเวณ อ. นาเยีย มีความยาวประมาณ 10 - 16 กม. 2 แนว (2.) แนวเส้นโครงสร้างที่วางตัวในทิศ N W - SE อยู่บริเวณอ.น้ำโสม และอ.นาด้วง ตั้งแต่ขนาด 6 – 40 กม. (3.) E – W วางตัวทางตอนกลางของพื้นที่ โดยมีขนาดประมาณ 22 – 25 กม จำนวน 3 แนว (4.) แนว NE –SW วางตัวทางตอนใต้ของอ.สุวรรณคูหา จนถึงอ.นาหว้า โดยมีความยาว 33 กม.



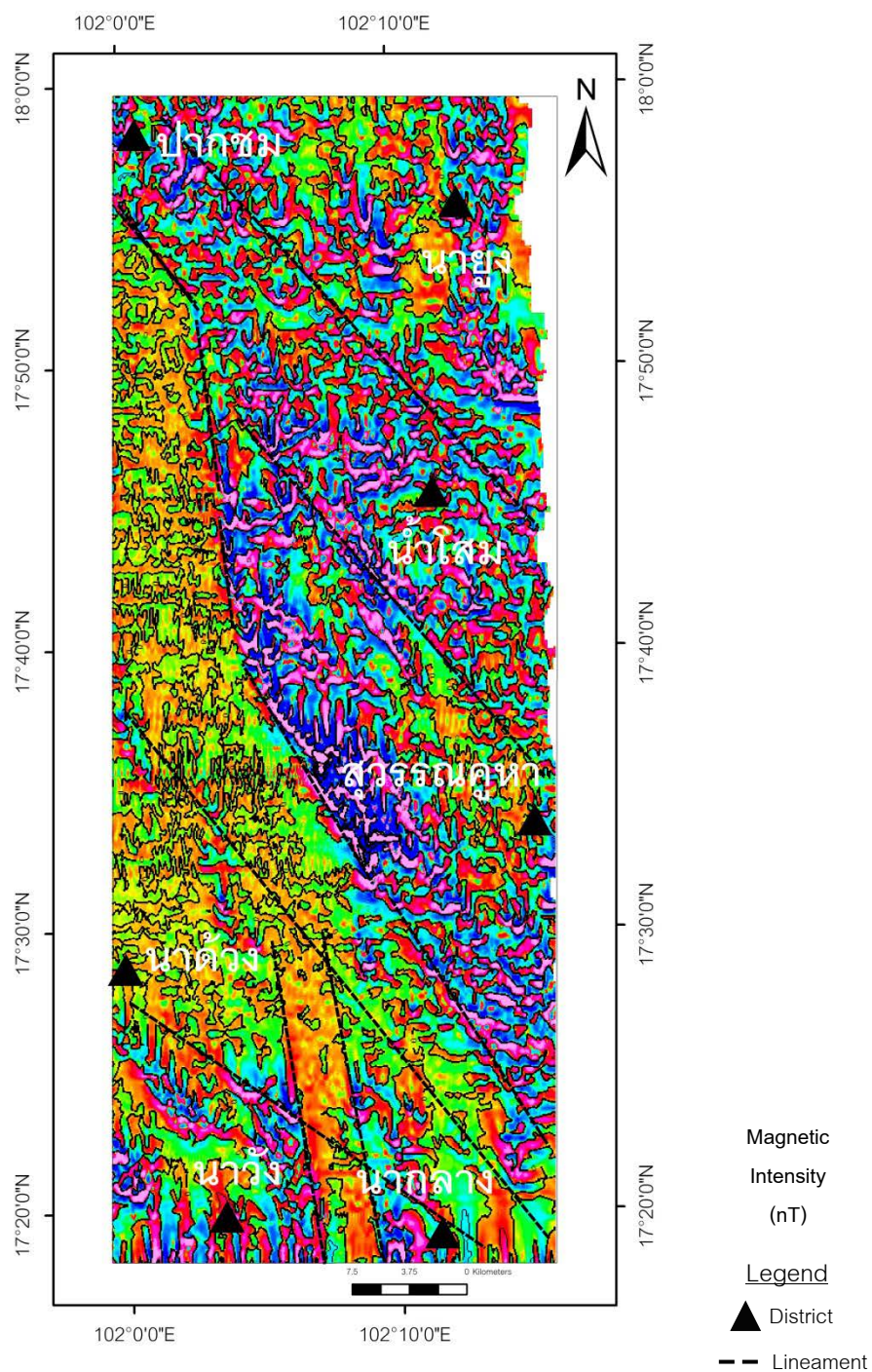
รูปที่ 3.8 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Residuals

Reduction to the pole



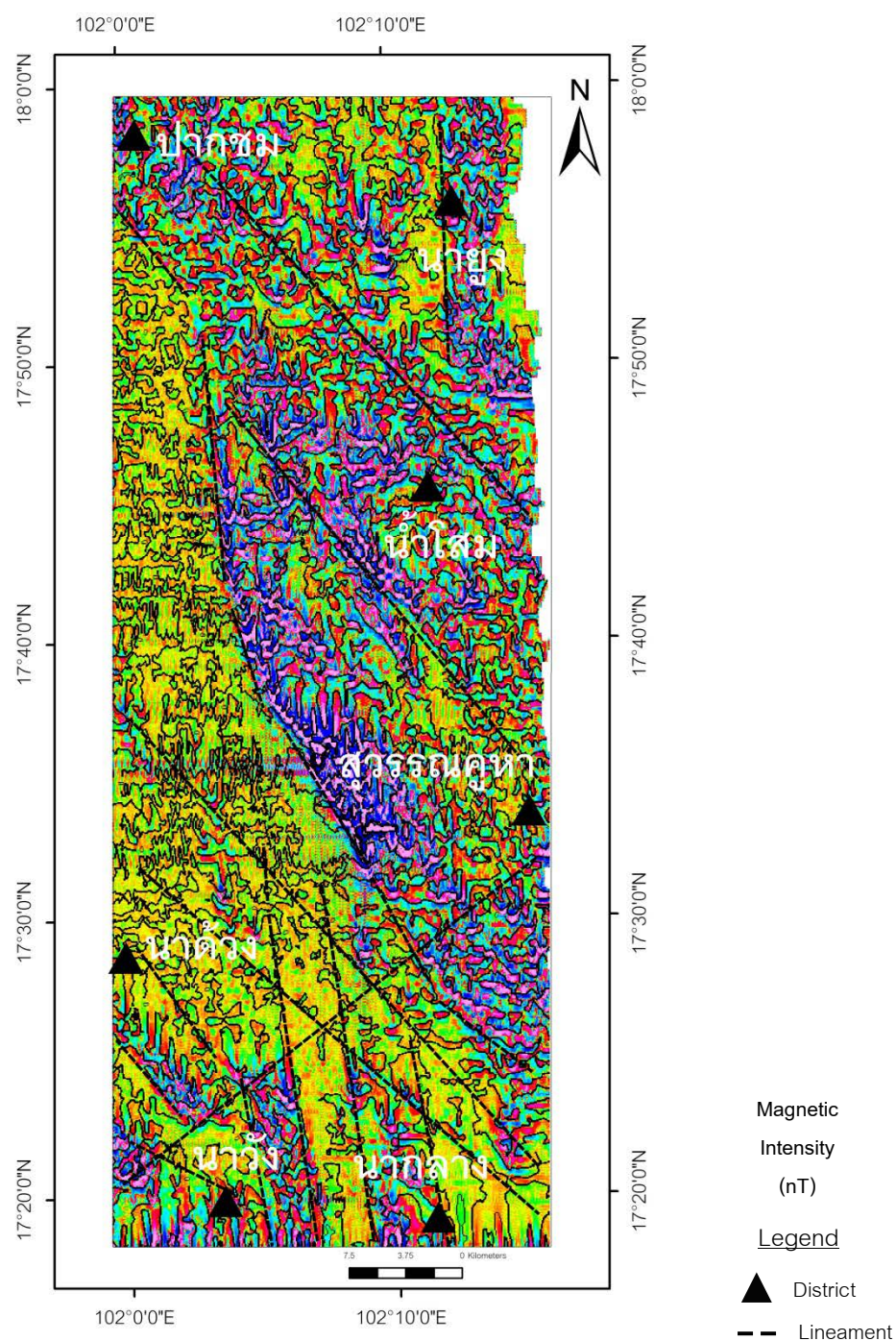
รูปที่ 3.9 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปล ความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Reduction to the pole

First Vertical Derivative



รูปที่ 3.10 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปล ความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี First Vertical Derivative

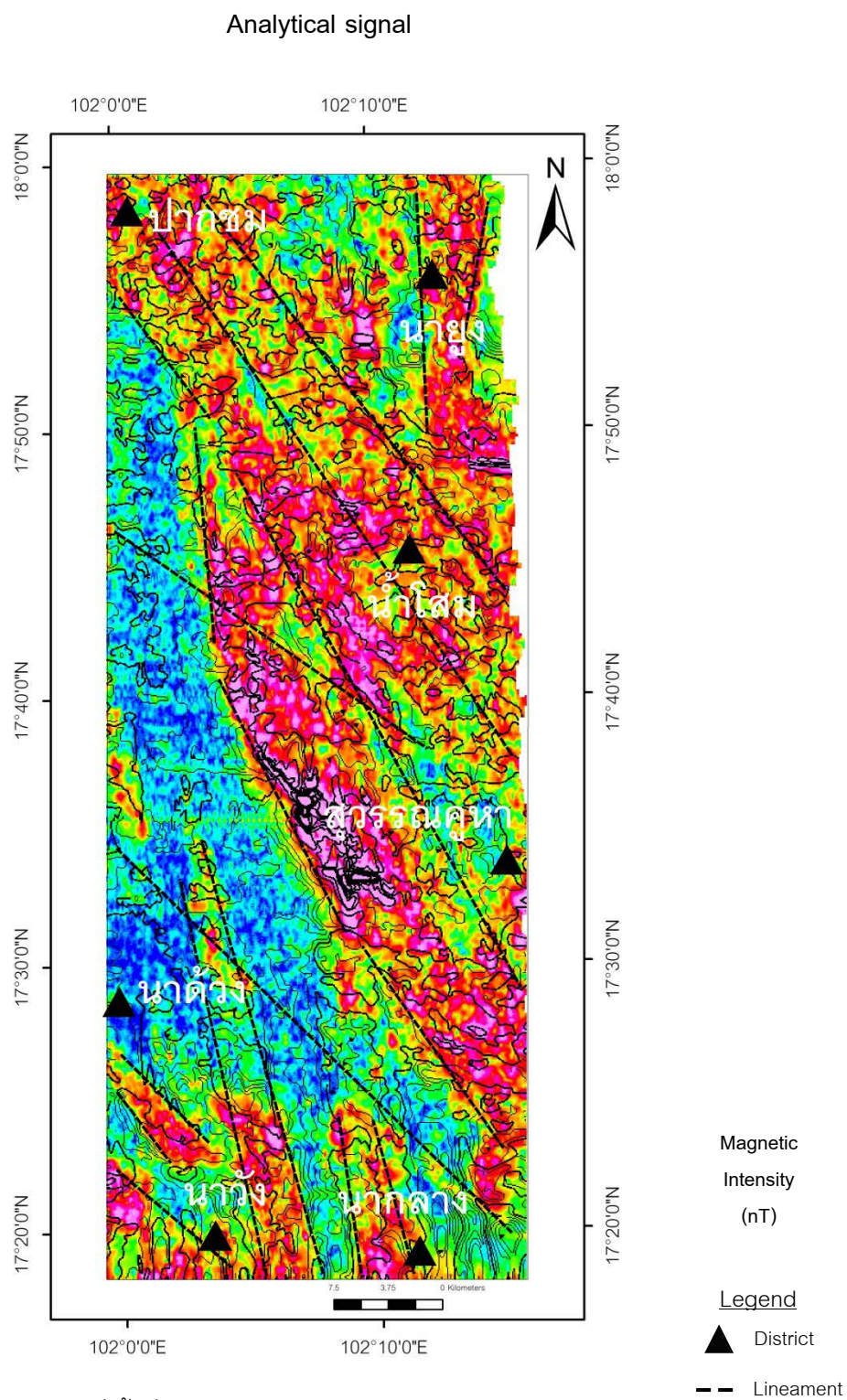
Second Vertical Derivative



รูปที่ 3.11 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้

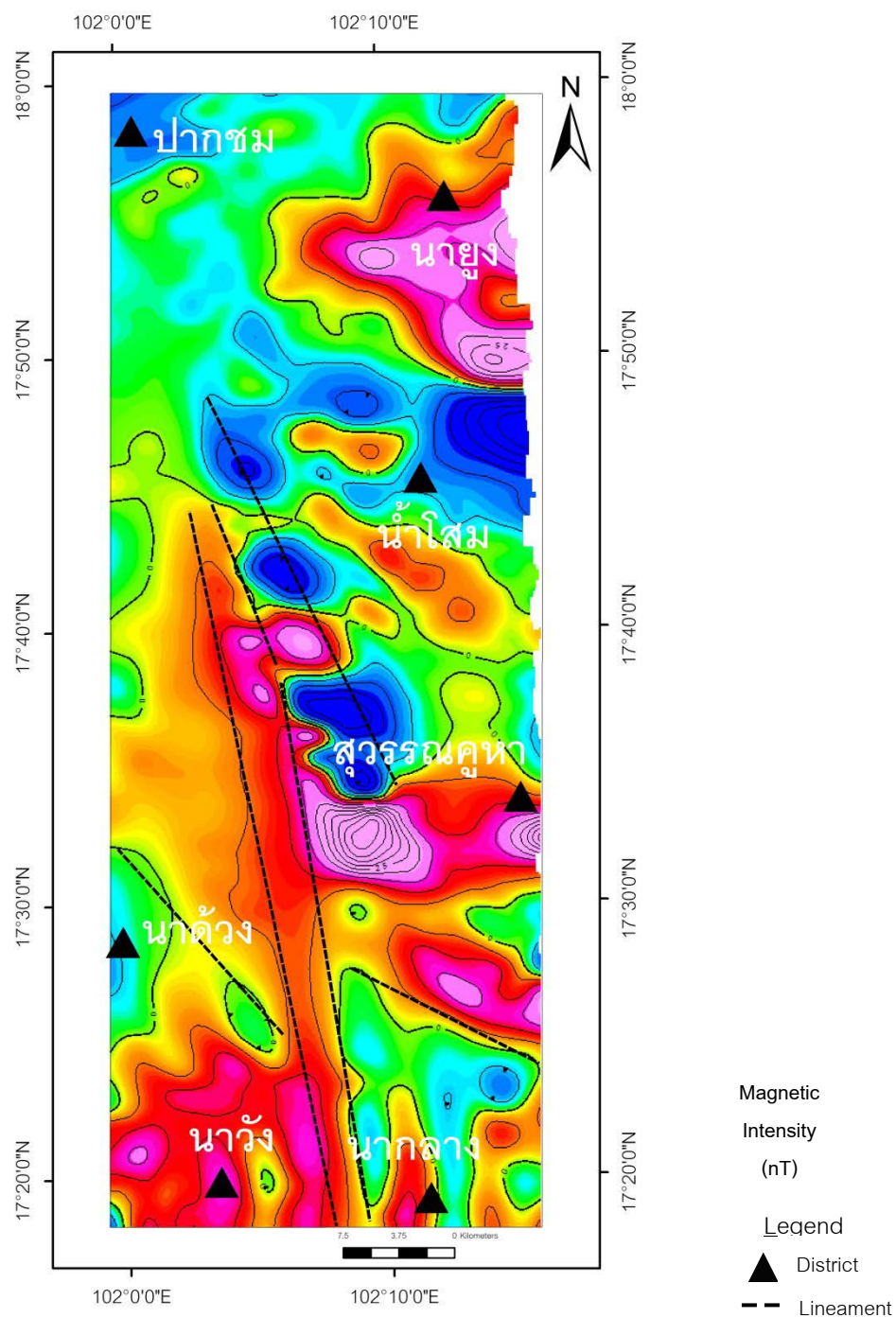
จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพ

ข้อมูลโดยวิธี Second Vertical Derivative

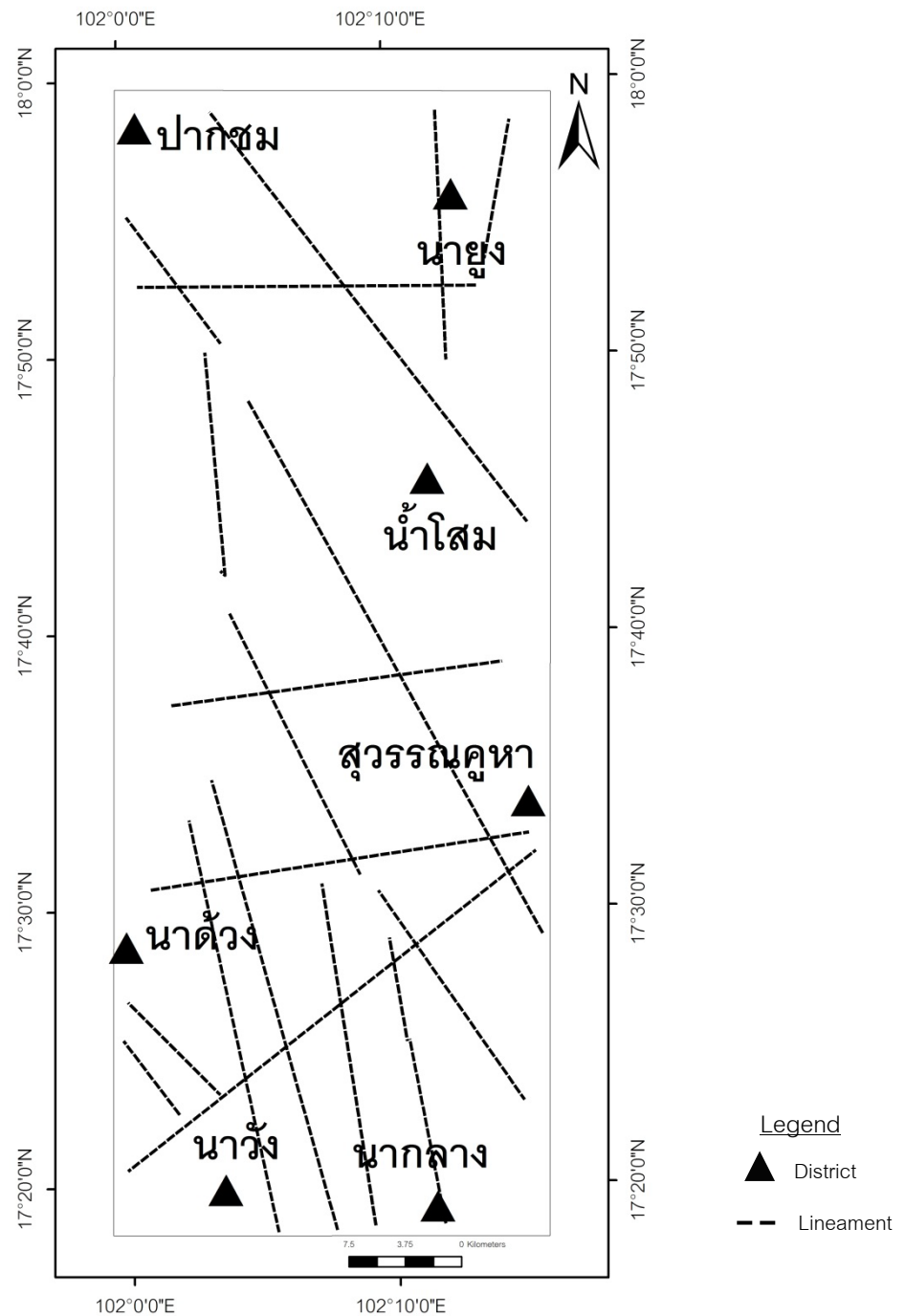


รูปที่ 3.12 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Analytical signal

Upward continuation



รูปที่ 3.13 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธี Upward continuation



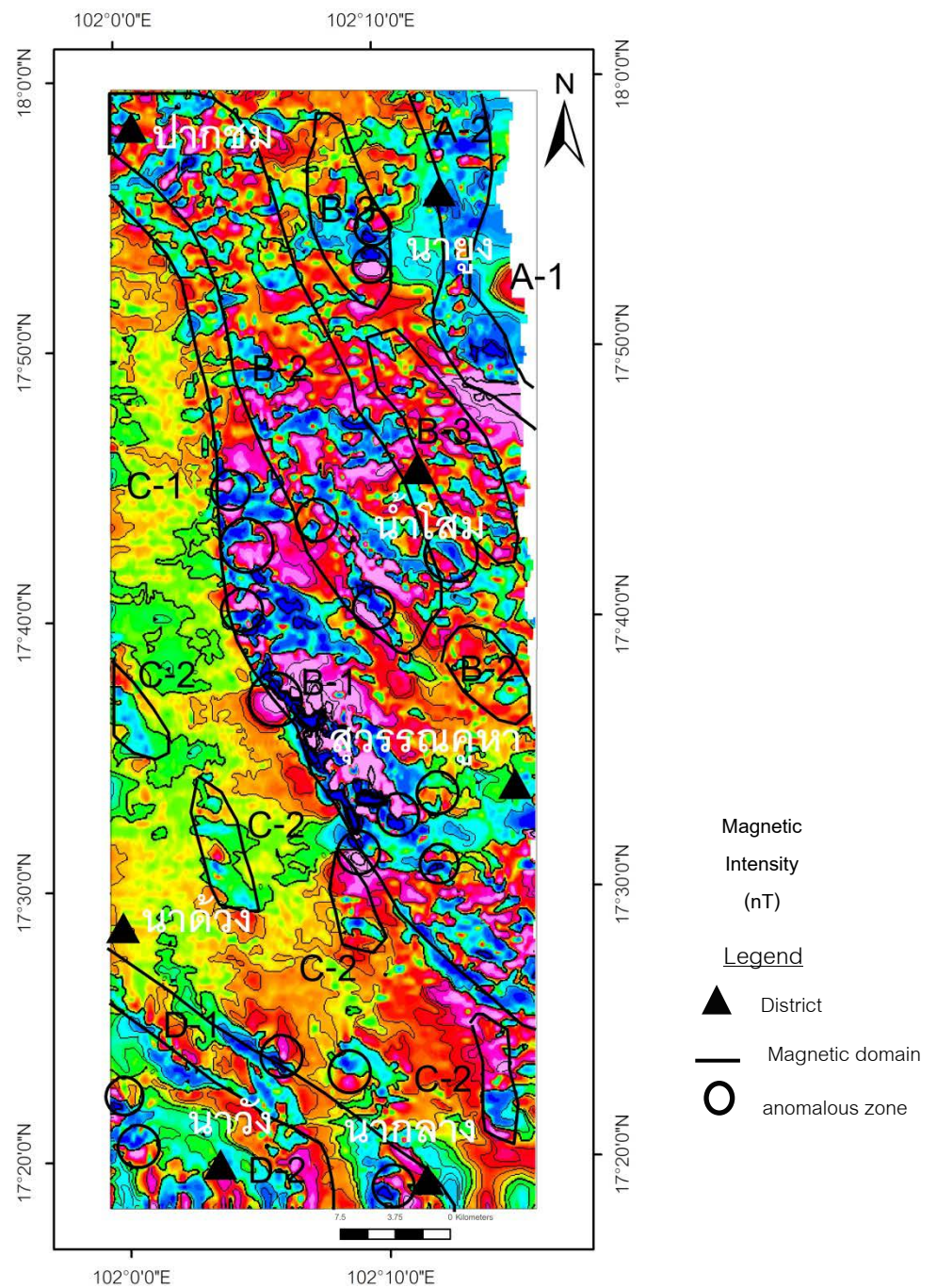
รูปที่ 3.14 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปล ความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลโดยวิธีต่างๆ

3.3 ผลจากการแปลความหมายข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Residuals

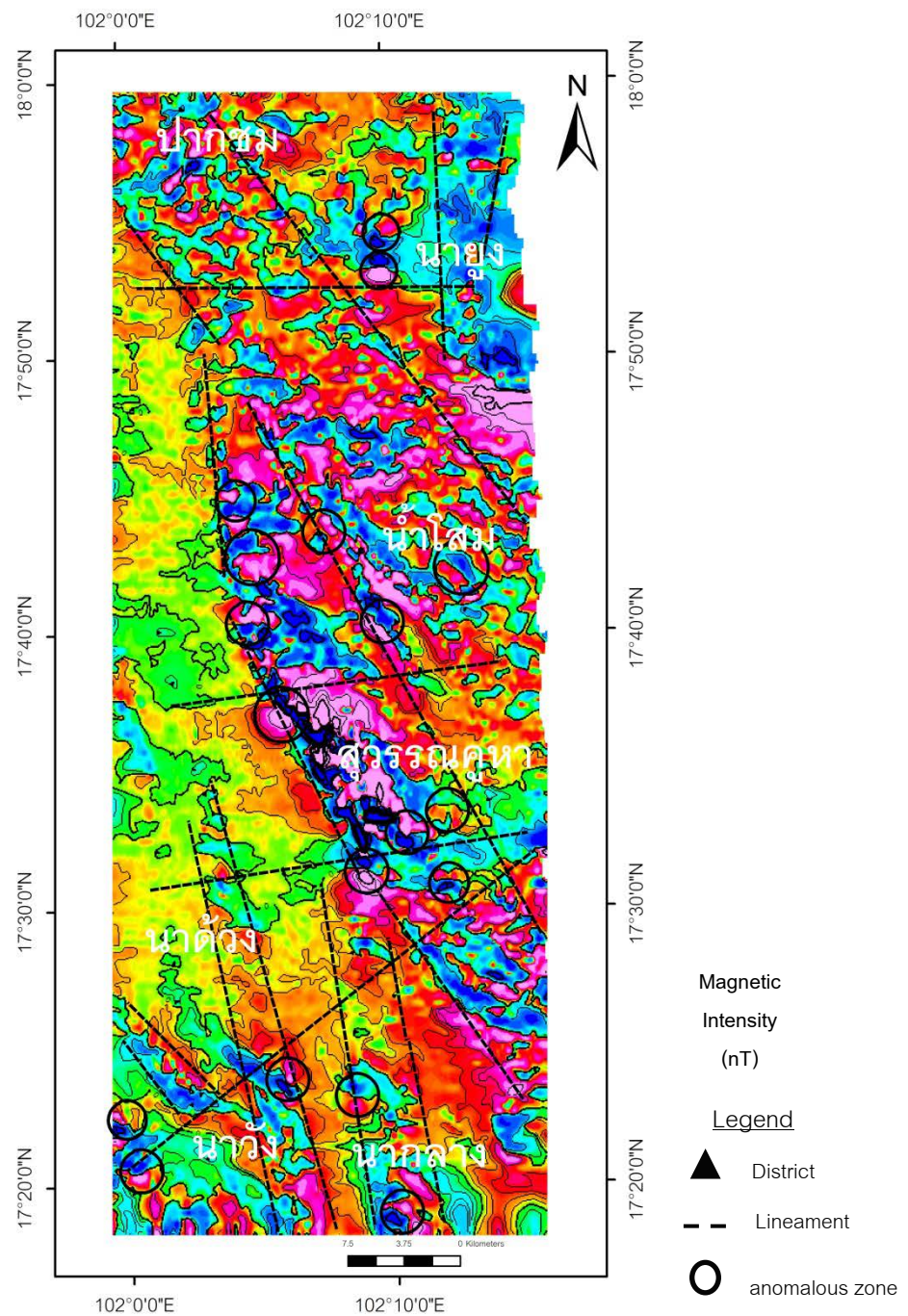
จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Residuals สามารถแปลความหมายเพื่อหาบริเวณที่พบลักษณะ anomalous zone ซึ่งแสดงค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กเป็นค่าบวกและค่าลบอยู่ด้วยกันโดยมีขนาดประมาณ 1-2 กม. ดังนี้

- หน่วยแม่เหล็ก A-1 และ หน่วยแม่เหล็ก A-2 จะไม่พบลักษณะของ anomalous zone
- หน่วยแม่เหล็ก B-1 จะพบลักษณะของ anomalous zone จำนวน 8 จุด วางตัวสัมพันธ์กับแนวขอบหน่วยแม่เหล็ก
- หน่วยแม่เหล็ก B-2 จะพบลักษณะ anomalous zone จำนวน 2 จุด วางตัวสัมพันธ์กับแนวขอบหน่วยแม่เหล็ก
- หน่วยแม่เหล็ก B-3 จะพบลักษณะ anomalous zone จำนวน 2 จุดทางด้านตะวันออกของ อ.นาโยง และอีก 1 จุด ตรงบริเวณ อ.น้ำโสม
- หน่วยแม่เหล็ก C-1 จะไม่พบลักษณะของ anomalous zone แต่จะพบตามแนวขอบของหน่วยแม่เหล็กระหว่าง B-1 กับ C-1
- หน่วยแม่เหล็ก C-2 จะไม่พบลักษณะของ anomalous zone
- หน่วยแม่เหล็ก D-1 จะพบลักษณะของ anomalous zone จำนวน 3 จุด ซึ่งอยู่ในแนวขอบรอยแบ่งหน่วยแม่เหล็กระหว่าง D-1 กับ C-1
- หน่วยแม่เหล็ก D-2 จะพบลักษณะของ anomalous zone จำนวน 2 จุด โดยอยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของ อ.นากลาง 2 บริเวณ ทางด้านตะวันตกของ อ. นาวัง

นอกจากนี้พบว่าตำแหน่งของ anomalous zone จะมีความสัมพันธ์กับแนวเส้นโครงสร้าง โดยจะวางตัวขนานไปกับแนวเส้นโครงสร้าง ที่วางตัวในทิศ NNW – SSE ที่อยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ ส่วน anomalous zone บริเวณอื่นๆก็จะวางตัวขนานไปกับแนวเส้นโครงสร้างอื่นๆบ้างเล็กน้อย



รูปที่ 3.15 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดง anomalous zone ที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณี ฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธี Residuals พบว่ามีความสัมพันธ์กับ หน่วยแม่เหล็ก



รูปที่ 3.16 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดง anomalous zone ที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณี ฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธี Residuals พบว่ามีความสัมพันธ์กับแนวเส้นโครงสร้าง

บทที่ 4

อภิปรายผล (Discussion)

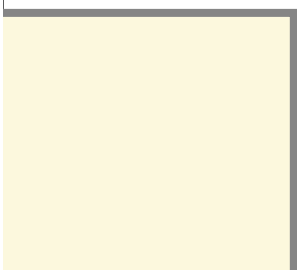
4.1 เปรียบเทียบการแบ่งหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) กับแผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map)

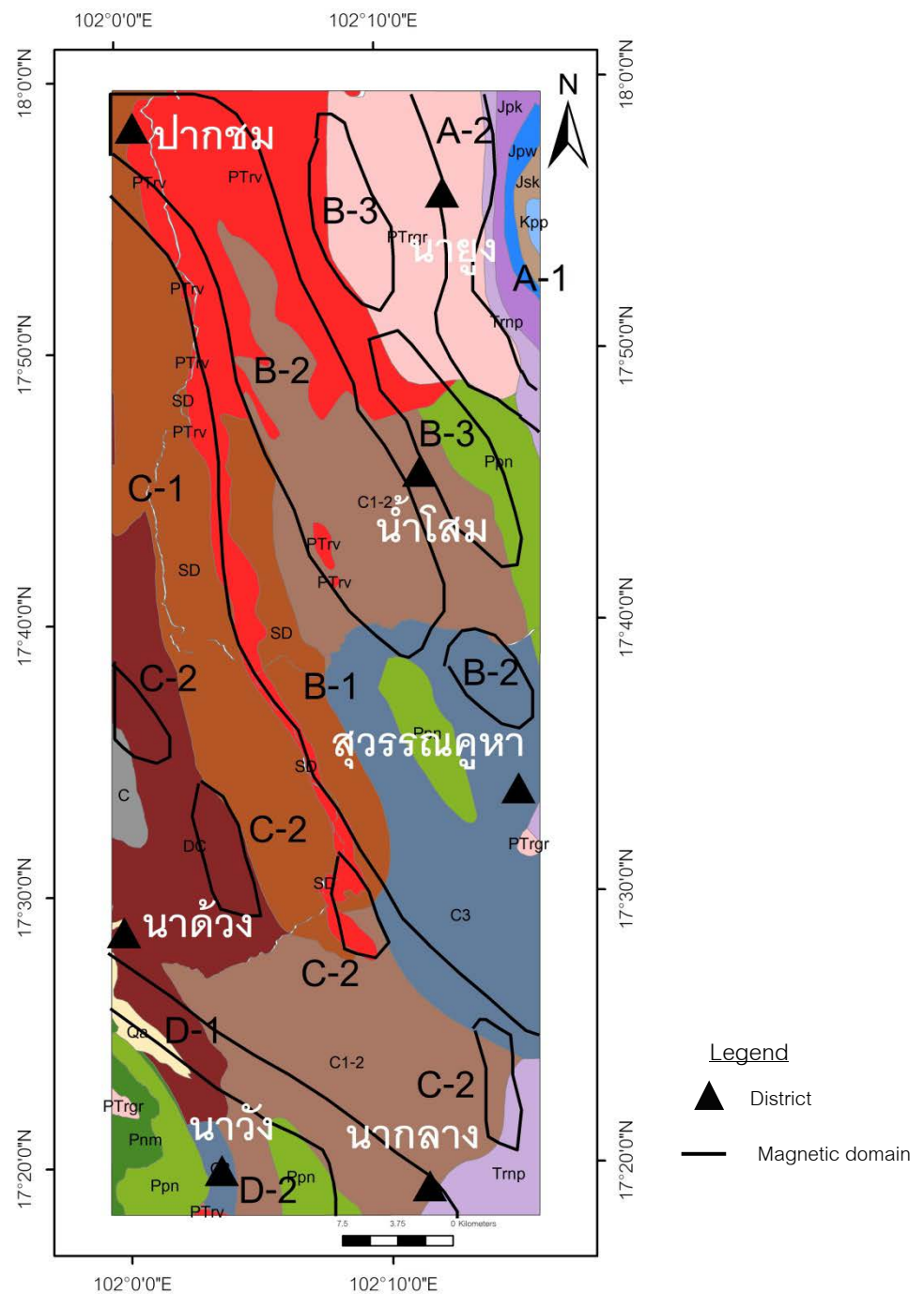
เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งหน่วยแม่เหล็กด้วยข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กที่ผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลประเภทต่างๆ พบว่าสามารถแบ่งหน่วยแม่เหล็กได้ทั้งหมด 9 หน่วยแม่เหล็กได้แก่ หน่วยแม่เหล็ก A-1 , หน่วยแม่เหล็ก A-2 , หน่วยแม่เหล็ก B-1 , หน่วยแม่เหล็ก B-2 , หน่วยแม่เหล็ก B-3 , หน่วยแม่เหล็ก C-1 , หน่วยแม่เหล็ก C-2 , หน่วยแม่เหล็ก D-1 และ หน่วยแม่เหล็ก D-2 ตามลักษณะความเข้มที่ปรากฏ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่จะแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ซึ่งข้อมูลจากความเข้มสนามแม่เหล็ก ที่ผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูล แบบ Analytical signal และ Second vertical derivative จะทำให้เห็นแนวการแบ่งหน่วยแม่เหล็กที่ชัดเจนที่สุด

และเมื่อนำหน่วยแม่เหล็กที่ได้มาซ้อนทับกับแผนที่ธรณีวิทยา (Geological map) พบว่าการแบ่งหน่วยแม่เหล็กมีความสอดคล้องกับชุดหินบางชนิด ซึ่งสามารถแยกกันอย่างเห็นได้ชัดเจนในการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลในแต่ละแบบ ซึ่งก็คือ บริเวณแนวขอบเขตระหว่างหน่วยแม่เหล็ก B-1 และ C-1 โดยในแผนที่ธรณีวิทยาระบุว่าเป็นแนวรอยต่อของหินภูเขาไฟยุคเพอร์โมไทรแอสซิกกับหินยุคไซลูเรียน – ดิโวเนียน และจากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กพบว่าเป็นแนวรอยต่อระหว่างความเข้มแม่เหล็กสูง (B-1)กับแนวความเข้มแม่เหล็กต่ำ (C-1)

นอกจากนี้ ยังมีอีกบริเวณหนึ่งที่สอดคล้องกับหน่วยแม่เหล็ก แต่พบเพียงการเพิ่มประสิทธิภาพของข้อมูลที่ชัดเจน 2 แบบ ได้แก่ แบบ Analytical signal และ Second vertical derivative ได้ก็คือ บริเวณแนวรอยต่อระหว่าง A-1 และ A-2 ซึ่งจากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาได้ระบุไว้ว่าเป็นหินทราย ยุคไทรแอสซิก (A-1) กับหินแกรนิต ยุคเพอร์โม – ไทรแอสซิก (A-2)

สัญลักษณ์แผนที่ธรณีวิทยา





รูปที่ 4.1 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ที่ซ้อนทับกับแผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map) ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างการแบ่งหน่วยแม่เหล็กกับชุดหินต่างๆ (ดูคำอธิบายในเนื้อหา)

4.2 เปรียบเทียบการแบ่งหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) แนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) และแผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map) กับแหล่งแร่ที่พบ

เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการแบ่งหน่วยแม่เหล็กด้วยข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กที่ผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลประเภทต่างๆ มาเปรียบเทียบกับแผนที่แหล่งแร่ที่พบ เพื่อเป็นแนวทางในการสำรวจครั้งต่อไปได้ผลดังนี้

4.2.1 ทองคำ

จากการเปรียบเทียบแหล่งแร่ทองคำ (Au) กับหน่วยแม่เหล็กพบว่าแหล่งแร่ทองคำ ส่วนใหญ่จะกระจายตัวตามแนวขอบเขตระหว่าง B-1 และ C-1 แต่จะอยู่ในบริเวณ C-1 มากกว่า ซึ่งจากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาแสดงว่าบริเวณ C-1 เป็นหินยุค ไชลูเรียน – ดิโวเนียน ส่วน B-1 เป็นหินยุคเพอร์โม – ไทรแอสสิก

4.2.2 แมงกานีส

จากการเปรียบเทียบแหล่งแร่แมงกานีส (Mn) กับหน่วยแม่เหล็กพบว่า แหล่งแร่แมงกานีสจะในพื้นที่ที่มีการกระจายตัวน้อย อยู่ในบริเวณ C-1 และจากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาพบว่า มีความสัมพันธ์กับหินทะเลน้ำลึก (Deep sea sediment) ยุค ดิโวเนียน – คาร์บอนิเฟอรัส จำพวก เซิร์ต

4.2.3 แบรไรต์

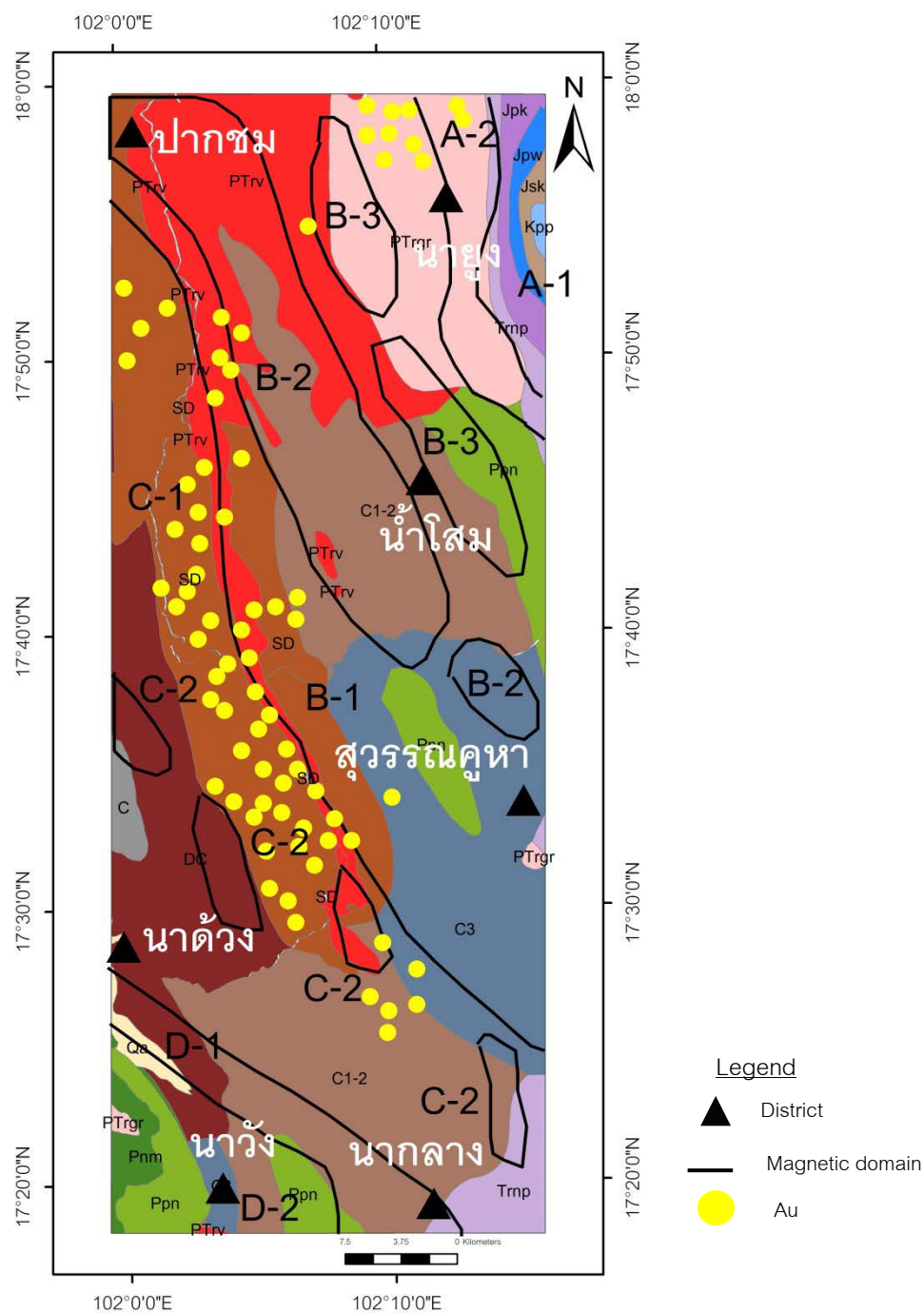
จากการเปรียบเทียบแหล่งแร่แบรไรต์ (Ba) กับแนวเส้นโครงสร้างพบว่าแหล่งแร่แบรไรต์มีความสัมพันธ์กับ แนวเส้นโครงสร้าง หรือแนวรอยเลื่อน เป็นส่วนใหญ่ และเป็นบริเวณจุดตัดรอยเลื่อน (Cross – cut mineral) ซึ่งเป็นจุดที่แนวรอยเลื่อนตัดผ่านกัน 2 เส้น ได้แก่ แนวรอยเลื่อนที่วางตัวในทิศ E – W กับ แนว NNW – SSE และ แนว NE – SW กับแนว NW – SE ส่วนแหล่งแร่แบรไรต์ที่พบในบริเวณอื่นๆ ก็มีความสัมพันธ์กับแนวเส้นโครงสร้างเช่นเดียวกันแต่ไม่ใช่บริเวณที่เป็นจุดตัดรอยเลื่อน ได้แก่ แนว E – W และ แนว NNW – SSE

4.2.4 ตะกั่ว

จากการเปรียบเทียบแหล่งแร่ตะกั่ว (Pb) กับแนวเส้นโครงสร้างพบว่าแหล่งแร่ตะกั่วมีความสัมพันธ์กับแนวเส้นโครงสร้างหรือแนวรอยเลื่อนเป็นส่วนใหญ่ และเป็นบริเวณจุดตัดรอยเลื่อน (Cross – cut mineral) ซึ่งเป็นจุดที่แนวรอยเลื่อนตัดผ่านกัน 2 เส้น ได้แก่ แนวรอยเลื่อนที่วางตัวในทิศ NW –SE กับแนว NE - SW

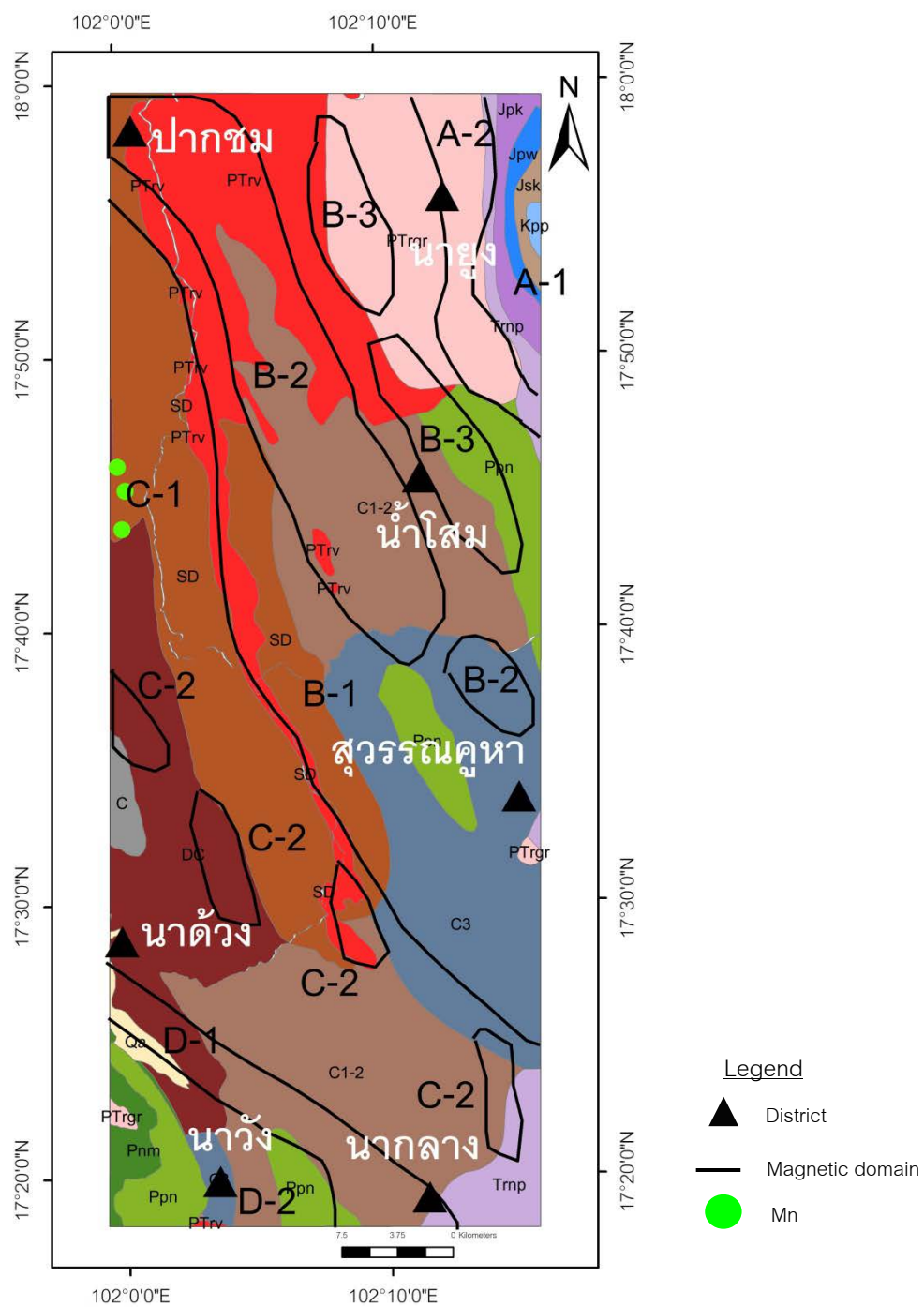
4.2.5 เหล็ก

จากการเปรียบเทียบแหล่งแร่เหล็ก (Fe) กับ anomalous zone พบว่าการเกิดแหล่งแร่เหล็กมีความสัมพันธ์ กัน โดยแหล่งแร่เหล็กที่พบจะอยู่ในบริเวณ อ.สุวรรณคูหา และเมื่อเปรียบเทียบกับแผนที่ธรณีวิทยาพบว่า เป็นบริเวณที่พบหินปูน จึงมีความเป็นไปได้ว่าบริเวณกล่าว

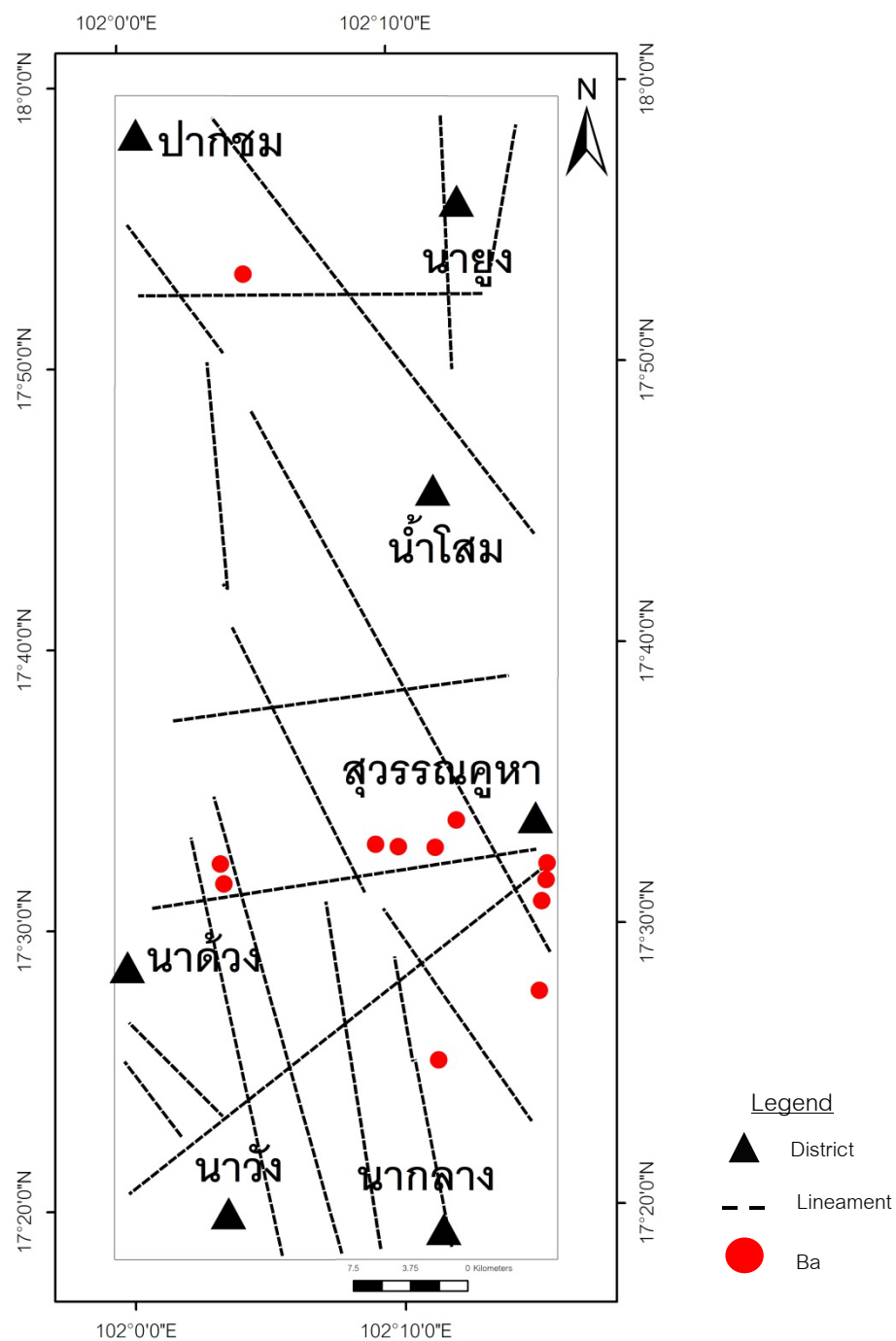


รูปที่ 4.2 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain)

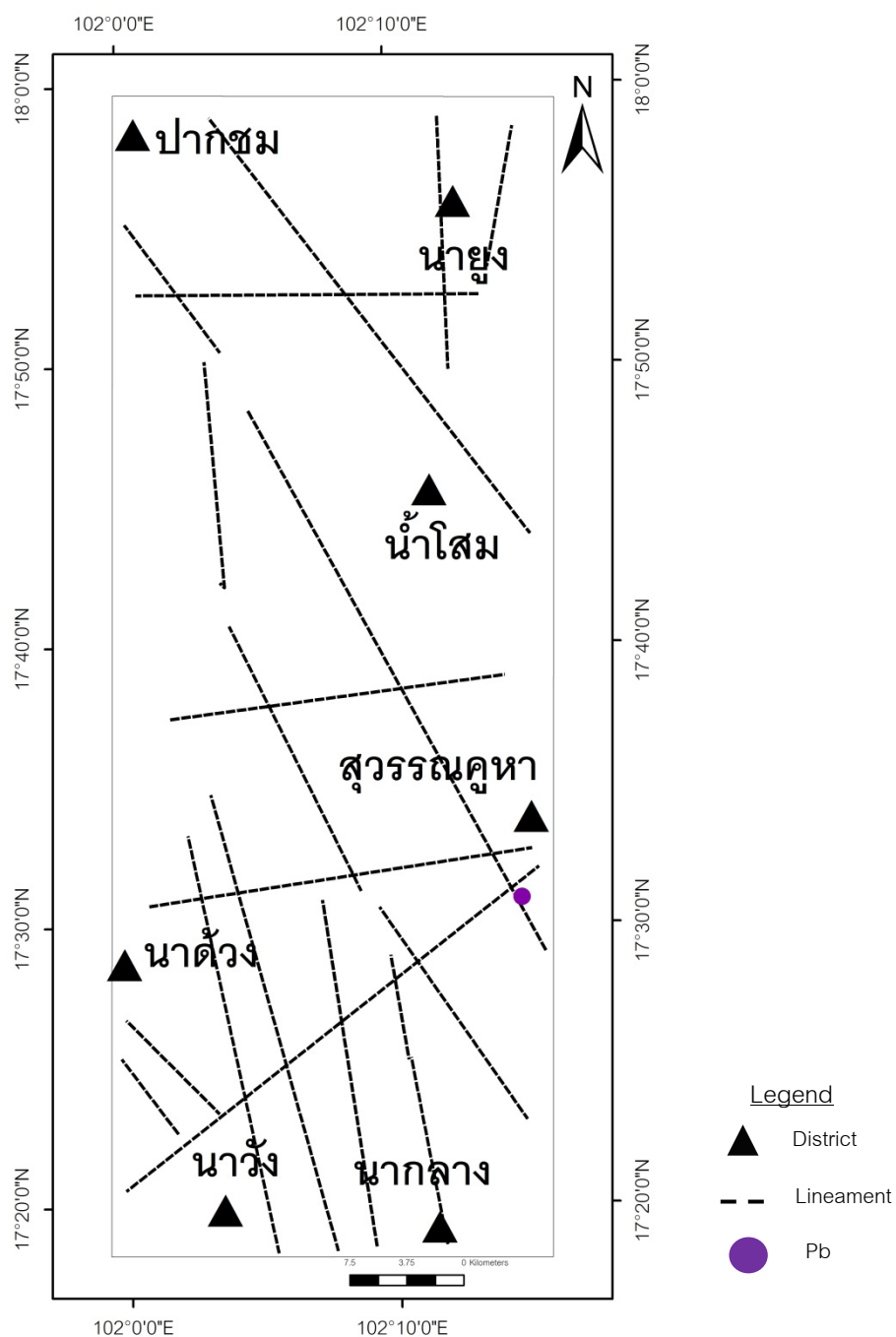
ที่ซ้อนทับกับแผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map) ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดแร่ทองคำ (Au) ที่อยู่บริเวณ Boundary C1 มากกว่า B1



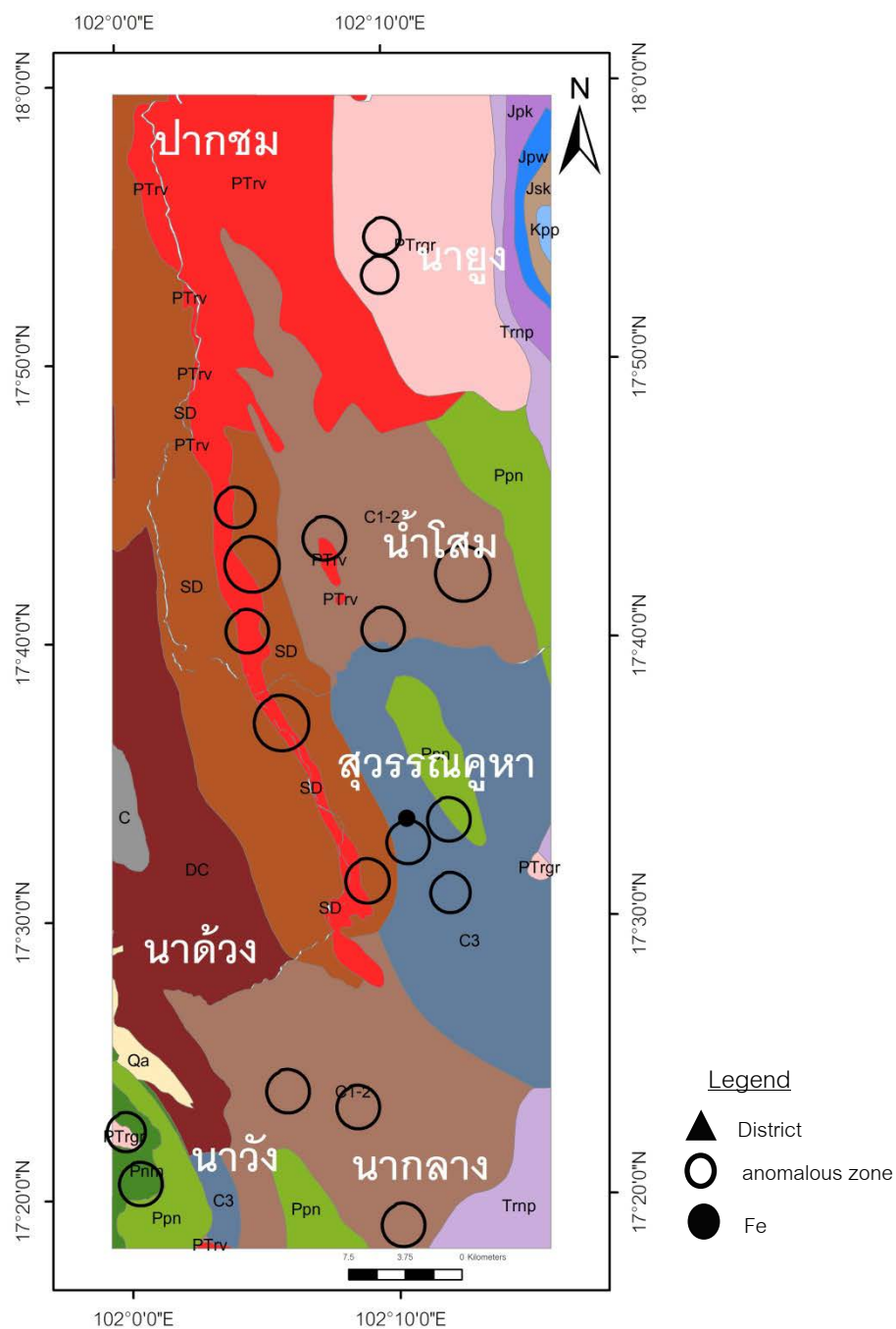
รูปที่ 4.3 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) ที่ซ้อนทับ กับแผนที่ธรณีวิทยา (Geologic map) ทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดแร่แมงกานีส (Mn) กับหินตะกอนทะเลน้ำลึก (Deep sea sediment)



รูปที่ 4.4 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแร่แบรไรต์ (Ba) ที่ซ้อนทับกับแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ แสดงถึงความสัมพันธ์ของการเกิดแร่บริเวณแนวรอยเลื่อน และบริเวณจุดตัดรอยเลื่อน (Cross-cut mineral)



รูปที่ 4.5 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดงแร่ ตะกั่ว (Pb) ที่ซ้อนทับกับแนวเส้นโครงสร้าง (Lineament) ทั้งหมดที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ แสดงถึงความสัมพันธ์ของการเกิดแร่บริเวณแนวรอยเลื่อน และบริเวณจุดตัดรอยเลื่อน (Cross-cut mineral)



รูปที่ 4.6 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดง anomalous zone ที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณี ฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธี Residuals ซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดแหล่งแร่เหล็ก (Fe)

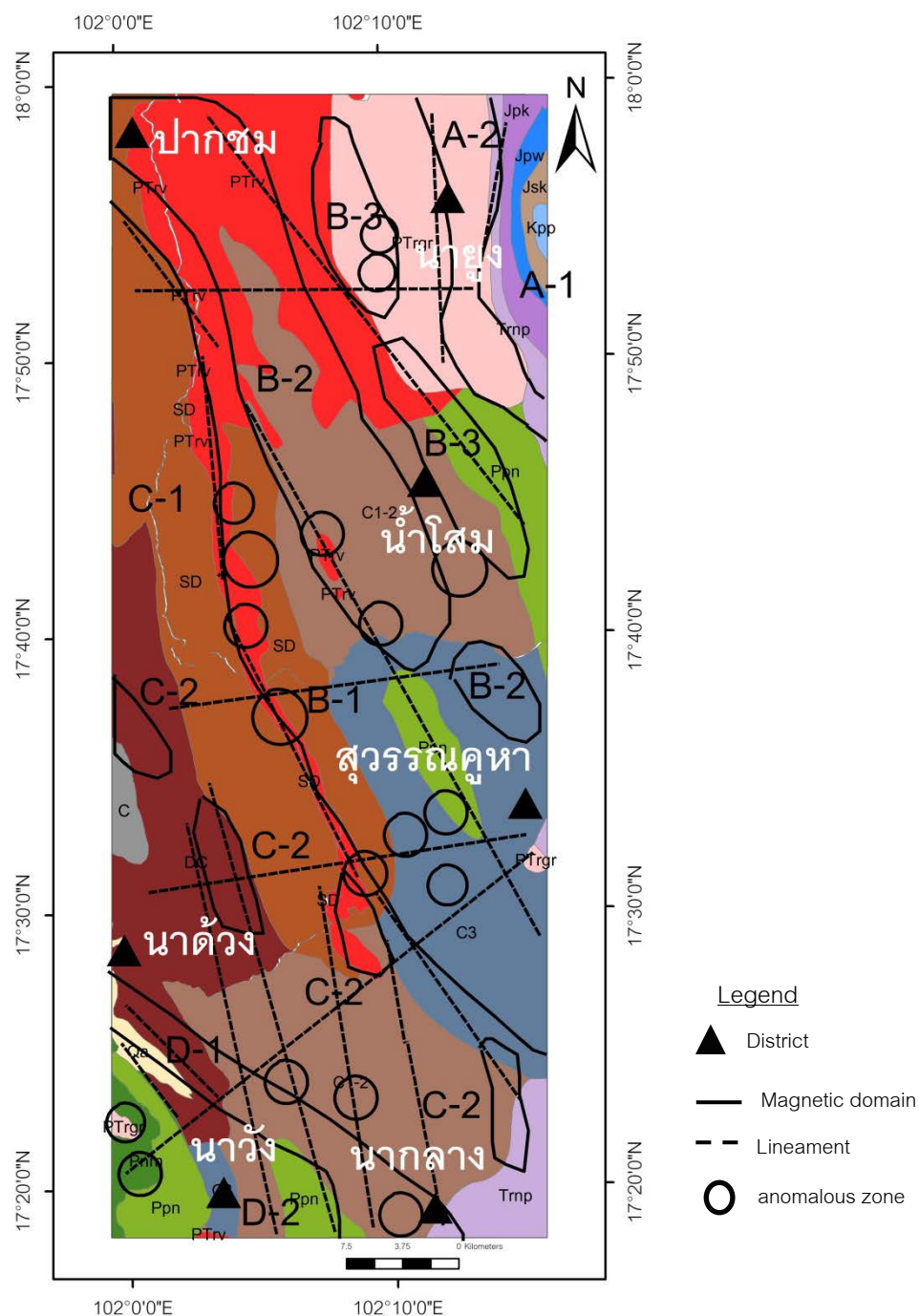
4.3 เปรียบเทียบแนวเส้นโครงสร้างที่ได้จากข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Residual magnetic ข้อมูลบริเวณที่แสดงลักษณะของ anomalous zone ข้อมูลธรณีวิทยา และข้อมูลแหล่งแร่ที่พบ

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบพบว่า ในแนวที่เป็นบริเวณ anomalous zone จะมีความสอดคล้องกับแนวเส้นโครงสร้าง จึงมีความเป็นไปได้ว่าน่าจะมีการสะสมตัวของหินอัคนีแทรกซอน (intrusive rock) หรือเรียกว่าเป็นบริเวณ stock

จากการนำข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กแบบ Residuals มาแบ่งหน่วยแม่เหล็ก รวมทั้งแบ่งบริเวณที่เป็น anomalous zone มาเปรียบเทียบกับข้อมูลธรณีวิทยาของพื้นที่ พบว่า ขอบเขตของแนว boundary ธรณีวิทยาสอดคล้องกับแนวการแบ่งหน่วยแม่เหล็ก อย่างชัดเจน 1 แนว ได้แก่ แนวรอยต่อระหว่างหน่วย B-1 และ C-1 ซึ่งเป็นบริเวณของแนวหินตะกอนยุคไชลูเรียน- ดีโวเนียน และหินภูเขาไฟ ยุคเพอร์มีไทรแอซซิก หน่วยแม่เหล็ก A-1 และ A-2 พบว่าเป็นบริเวณที่มีการสะสมตัวของหินตะกอนจำพวก หินทราย และหินแกรนิต ตามลำดับ ซึ่งมีความเข้มสนามแม่เหล็กต่ำ แต่จากแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กพบว่ามีส่วนใหญ่มีค่าความเข้มต่ำ แต่ก็มีบางบริเวณที่มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กสูง ส่วนในหน่วยแม่เหล็ก D-2 พบว่าเป็นบริเวณเป็นหินปูน ซึ่งมีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กต่ำ แต่จากแผนที่ความเข้มสนามแม่เหล็กที่ได้พบว่าเป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กสูงและต่ำปะปนกัน รวมทั้งพบ anomalous zone กระจัดกระจายอยู่ ซึ่งลักษณะนี้มีความเป็นไปได้ว่าจะพบ intrusive rock ที่ให้ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กสูง

ส่วนหน่วยแม่เหล็ก อื่นๆ นั้นถึงแม้ว่าจะเห็นความแตกต่างของหน่วยแม่เหล็กอย่างชัดเจน แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับแผนที่ธรณีวิทยาแล้วพบว่าไม่สอดคล้องกัน

ดังนั้นจากการที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจะพบว่าในแนวที่เป็น anomalous zone นั้นพบแร่บางชนิดสะสมตัวอยู่ แต่ก็ยังมีอีกหลายบริเวณที่ไม่พบแหล่งแร่ โดยเฉพาะในหน่วยแม่เหล็ก D-2 ซึ่งพบ anomalous zone กระจัดกระจายอยู่ ซึ่งลักษณะนี้มีความเป็นไปได้ว่าจะพบ intrusive rock จึงน่าจะเกิดสการ์นขึ้น ซึ่งเป็นแหล่งสะสมตัวของแร่เหล็กและแร่ทองแดง



รูปที่ 4.7 แผนที่พื้นที่ตะวันออกของจังหวัดเลยแสดง anomalous zone ที่ได้จากการแปลความหมายข้อมูลธรณี ฟิสิกส์ทางอากาศ หลังการเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลด้วยวิธี Residuals ซ้อนทับกับแผนที่ธรณีวิทยา พบว่ามีความสัมพันธ์ตามแนวเส้นโครงสร้าง และหน่วยแม่เหล็ก

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

จากการแบ่งหน่วยแม่เหล็กได้ทั้งหมด 6 หน่วยจะมีลักษณะที่สำคัญ คือ บริเวณที่มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก +/- อยู่ด้วยกัน เรียกว่า “ Anomalous zone” ซึ่งวางตัวอยู่ในแนว NNW – SSE จากนั้นเมื่อนำข้อมูลธรณีวิทยา และธรณีวิทยาแหล่งแร่มาเปรียบเทียบกับข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็ก พบว่ามีความสอดคล้องกัน โดยเป็นเป็นแนวรอยเลื่อนย้อนมุกต่ำวางตัวเป็นเดียวกับรอยต่อระหว่างหน่วยแม่เหล็ก B-1 และ C-1 ทั้งยังพบว่าค่าความผิดปกติทางแม่เหล็กสัมพันธ์กับหินตะกอนยุคไชลูเรียน – ดิโวเนียน มากกว่าหินภูเขาไฟยุคเพอร์โมไทรแอสซิก

นอกจากนี้ยังพบแนวรอยแตก 4 แนว แต่จะวางตัวในทิศ NW – SE อย่างชัดเจนตามแนว Small anomalous bodies จึงสรุปว่า เป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำร้อนใต้ผิวโลกแทรกตามรอยแตก จึงทำให้เกิดการสะสมตัวของแหล่งแร่ทองคำ และเมื่อนำข้อมูลธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแหล่งแร่ของกรมทรัพยากรธรณีมาวางซ้อนทับข้อมูลผลการแปลความหมายทางธรณีวิทยาฟิสิกส์ในครั้งนี้ พบว่าค่าความผิดปกติทางแม่เหล็กสัมพันธ์กับหินตะกอนยุคไชลูเรียน - ดิโวเนียน และหินภูเขาไฟยุคเพอร์โมไทรแอสซิก และพบการสะสมตัวของแร่ทองคำในหินยุคไชลูเรียน - ดิโวเนียน มากกว่าหินยุคเพอร์โมไทรแอสซิก จึงเป็นแนวทางในการสำรวจหาทองคำบริเวณกว้างกับหินยุคไชลูเรียน-ดิโวเนียน อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาวิจัยนี้ยัง พบว่า รอยเลื่อนย้อน มุมต่ำที่วางตัว ในแนวเหนือใต้ มีความสอดคล้องกับ การแปลข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็กไม่ว่าจะเป็นการหน่วยแม่เหล็ก (Magnetic domain) และแนวสันโครงสร้าง (Lineament) หรือแนวรอยเลื่อน (Fault) อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

กองพัฒนาทรัพยากรธรณี, 2540. แหล่งแร่และแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติของประเทศไทย , กรมทรัพยากรธรณี, หน้า 199 – 210

จรินทร์ ตุลยาทิพย์, 2544, ใน รายงานวิชาการ เรื่อง การบินสำรวจและแปลความหมายข้อมูลความเข้มสนามแม่เหล็ก, กองเศรษฐณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, หน้า 1 - 55

เพ็ญตา สาทรักษ์, 2550. ธรณีฟิสิกส์เพื่อการสำรวจใต้ผิวดิน, โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, หน้า 117 - 214.

Paterson, Grant and Watson Limited, 1988. Lecture Series 1 : Geologists : Airbone Geophysical Methods and Applications, Couse notes and examples, 126p.

Telford W. M., Geldart L. P., Sheriff R. E., 1990. Magnetic Methods In Applied geophysics. 2nd ed., Cambridge University Press, 62 - 134p.

M. F. Ridd, Andrew J. Barber, Michael J. Crow, 2011. The Geology of Thailand, Geological Society, 626p.