รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

การศึกษาระบบน้ำพุร้อนเกิดใหม่ บ้านเหมืองแร่ ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยวิธีการทางธรณีฟิสิกส์ เพื่อพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวของชุมชน

New Hot Spring System at Ban Muang Rae, Muang Paeng Subdistrict, Pai District, Mae Hongson Province by Geophysical Exploration for a New Tourist Spot Development in the Local Community

โดย

ผศ.ดร. ภาสกร ปนานนท์ และคณะ

มีนาคม 2559

สัญญาเลขที่ RDG5750022

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การศึกษาระบบน้ำพุร้อนเกิดใหม่ บ้านเหมืองแร่ ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ด้วยวิธีการทางธรณีฟิสิกส์ เพื่อพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวของชุมชน

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. นายภาสกร ปนานนท์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. นายปริญญา พุทธาภิบาล	มหาวิทยาลัยมหิดล
3. นายอรรณพ หอมจันทร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. นายภาคภูมิ ชุณหกิจ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดโครงการ การวิจัยเชิงบูรณาการวิทยาศาสตร์และการท่องเที่ยวแบบมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวแหล่งน้ำพุร้อนของประเทศไทย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

สารบัญ

สารบัญรูป

หน้า

สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ภาคเหนือของประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีพุน้ำร้อนอยู่เป็นจำนวนมากและได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ กัน พุน้ำร้อนส่วนหนึ่งได้รับการพัฒนาให้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติ (เช่น พุน้ำร้อน อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่) พุน้ำร้อนบางแห่งมีการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า (พุน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่) หรือ มีการพัฒนาเป็นแหล่งพลังงานความร้อนเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ในระดับท้องถิ่น (เช่น พุน้ำร้อน อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย) ในขณะเดียวกันก็ยังมีพุน้ำร้อนอีกหลายแห่งที่ยังมีการพัฒนาศักยภาพในการใช้ประโยชน์ในรูปแบบเหล่านี้ เนื่องจากการขาดแคลนงบประมาณในการพัฒนาหรือขาดองค์ความรู้ของพุน้ำร้อนที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาให้มีศักยภาพมากยิ่งขึ้น

จังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นจังหวัดที่มีศักยภาพในการท่องเที่ยวที่สูงมาก ทั้งธรรมชาติที่สวยงามรวมทั้งวัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมประเพณีท้องถิ่นอันดีงามและน่าสนใจ จังหวัดแม่ฮ่องสอนยังเป็นอีกหนึ่งจังหวัดที่มีพุน้ำร้อนเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะที่ อำเภอปาย มีรายงานแหล่งพุน้ำร้อนถึง 9 แห่ง มีศักยภาพตั้งแต่สามารถเป็นแหล่งพลังงานความร้อนระดับกลางจนถึงระดับต่ำ (http;//tenet.cmu.ac.th/sci/)

เมื่อวันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2556 มีรายงานการเกิดพุน้ำร้อนแห่งใหม่ ในบริเวณถนนติดกับทางหลวง 1265 อำเภอปาย-อำเภอกัลยานิวัฒนา บ้านเหมืองแร่ หมู่ 4 ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยมีพุน้ำร้อนขนาดใหญ่เกิดขึ้นกลางสวนถั่วเหลืองของชาวบ้าน มีพุน้ำร้อนพุ่งออกจากท่อซีเมนต์ขนาด 4 นิ้ว สูงกว่า 1 เมตร และมีอุณหภูมิกว่า 95 องศา สามารถต้มไข่สุกได้ ซึ่งชาวบ้านในบริเวณใกล้เคียงได้เล่าว่าบ่อพุน้ำร้อนแห่งนี้ ได้มีการเจาะสำรวจเวลามากกว่า 20 ปี มาแล้ว แต่ไม่เคยมีพุน้ำร้อนเกิดขึ้นมาก่อนจนกระทั่งปัจจุบัน

การที่แหล่งพุน้ำร้อนแห่งใหม่นี้อยู่ในพื้นที่อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีนักท่องเที่ยวเดินทางมาเป็นจำนวนมากทุกปี ประกอบกับบริเวณที่พบอยู่ติดกับทางหลวงแผ่นดิน มีการคมนาคมที่สะดวก จึงมีโอกาสที่จะสามารถพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งใหม่ของชุมชนได้ ดังนั้นควรมีการศึกษาระบบพุน้ำร้อนในเชิงวิชาการโดยบูรณาการศาสตร์ทั้งด้านธรณีฟิสิกส์ ธรณีวิทยา คุณภาพพุน้ำร้อน และ

สภาพแวดล้อม เพื่อศึกษาว่ามีศักยภาพพอที่จะพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนได้มากน้อยเพียงใดและเป็นแนวทางให้องค์กรส่วนท้องถิ่นนำไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้ในอนาคต อันนำไปสู่การสร้างรายได้สู้ชุมชนได้เพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาศักยภาพของแหล่งพุน้ำร้อนโดยการประยุกต์ใช้วิธีการทางธรณีฟิสิกส์และธรณีวิทยา มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาศักยภาพของแหล่งพุน้ำร้อนเกิดใหม่ ที่บ้านเหมืองแร่ ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน จากการศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยาใต้ผิวดินของแหล่งพุน้ำร้อน เช่น โครงสร้างทางธรณีวิทยาระดับลึกประมาณ 100-200 เมตร ลักษณะกระบวนการเกิดของพุน้ำร้อน รวมทั้งศึกษาระบบน้ำใต้ดินที่เกี่ยวข้องที่อาจมีผลต่อระบบพุน้ำร้อน โดยการประยุกต์ใช้วิธีการทางธรณีฟิสิกส์ และธรณีวิทยาร่วมกันในการศึกษา

2. ประเมินศักยภาพของบ่อพุน้ำร้อนที่ได้ จากข้อมูลธรณีฟิสิกส์ ธรณีวิทยา และคุณภาพพุน้ำร้อน ว่ามีศักยภาพในการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวของชุมชนอย่างยั่งยืนหรือไม่

3. ศึกษาสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำของพุน้ำร้อน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้ประโยชน์ต่อไป

4. ถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการ สู่ชุมชนท้องถิ่นและนักท่องเที่ยว โดยการจัดทำเอกสารเผยแพร่ ทำบอร์ดประชาสัมพันธ์ และจัดอบรมให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเพื่อถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการในด้านต่างๆ เช่น ธรณีวิทยาของแหล่งพุน้ำร้อนใต้ดิน โครงสร้างทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. สำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือนและการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity) เพื่อให้ทราบลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างหรือแหล่งกักเก็บของแหล่งพุน้ำร้อน ที่ระดับความลึกประมาณ 100-200 เมตร

2. สำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม ประเมินอัตราการไหล และวิเคราะห์คุณภาพของพุน้ำร้อน

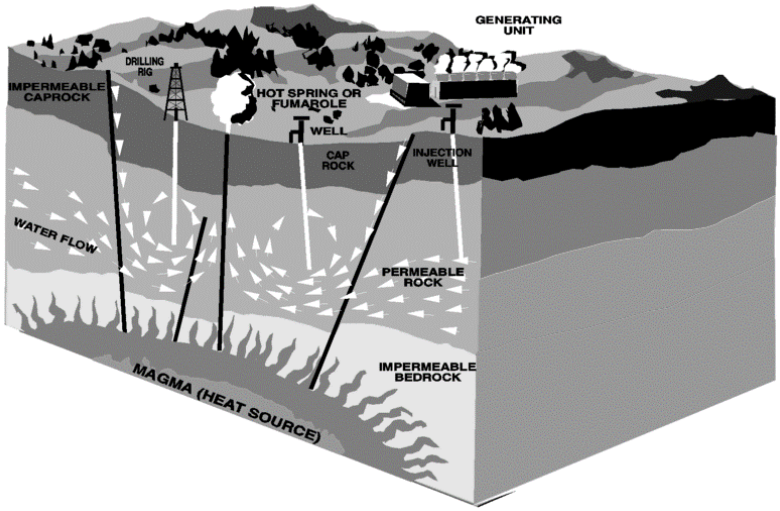
3. ประมวลผลการสำรวจร่วมกับข้อมูล เช่น สภาวะการเกิดน้ำแร่ร้อน เพื่อสร้างเป็นแบบจำลอง 3 มิติ ของแหล่งพุน้ำร้อน เพื่อประเมินศักยภาพในการพัฒนาการเป็นแหล่งท่องเที่ยว

4. ถ่ายทอดองค์ความรู้ในด้านวิชาการของแหล่งพุน้ำร้อนให้กับชุมชน เพื่อให้มีความเข้าใจระบบพุน้ำร้อน และสามารถบริหารจัดการแหล่งพุน้ำร้อนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนในระดับชุมชนได้ในที่สุด

1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน และ / หรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย

พุน้ำร้อนเป็นแหล่งพลังงานความร้อนตามธรรมชาติประเภทหนึ่ง ซึ่งจากแหล่งกักเก็บมีอุณหภูมิสูงกว่าสภาพแวดล้อม โดยหลักสากลมักจะเรียกน้ำว่าเป็นน้ำพุร้อน เมื่อน้ำมีอุณหภูมิที่สูงกว่า 21.1 °C (70 °F) ในบริเวณนั้น เช่นเดียวกับ geothermal spring (http://en.wikipedia.org/wiki/Hot_spring) แต่เงื่อนไขดังกล่าวอาจใช้ไม่ได้ในประเทศที่มีอากาศอบอุ่น เช่น ประเทศไทย

พุน้ำร้อนเกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำผิวดินลึกลงไปใต้โลก เมื่ออยู่ในที่มีความลึกมากๆ น้ำก็จะได้รับความร้อนจากแหล่งความร้อนข้างใต้ เช่น หินฐานที่อยู่ใต้พื้นดินระดับลึกที่ยังคงร้อนอยู่ (เช่น หินอัคนี) หรือเป็นหินที่ร้อนเนื่องจากการคายความร้อนจากการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี (เช่น ยูเรเนียม และทอเรียม) ที่เป็นส่วนประกอบของหินนั้น เช่น หินแกรนิต เป็นต้น หรืออาจได้รับความร้อนจากหินหนืด (magma) ที่ยังร้อนและหลอมตัวอย่างสูงอยู่ข้างใต้ เมื่อมีน้ำไหลผ่านสภาพแวดล้อมเหล่านี้ก็จะทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อน้ำร้อนขึ้นก็จะมีความดันเพิ่มขึ้นและอาจกักเก็บอยู่ตรงแหล่งที่ความลึกนั้นหรืออาจเคลื่อนที่ขึ้นมาที่พื้นโลกตามรอยแตกในชั้นเปลือกโลก แหล่งพุน้ำร้อนจึงเกี่ยวข้องกับกระบวนการพลังงานความร้อนใต้พิภพ (geothermal energy)

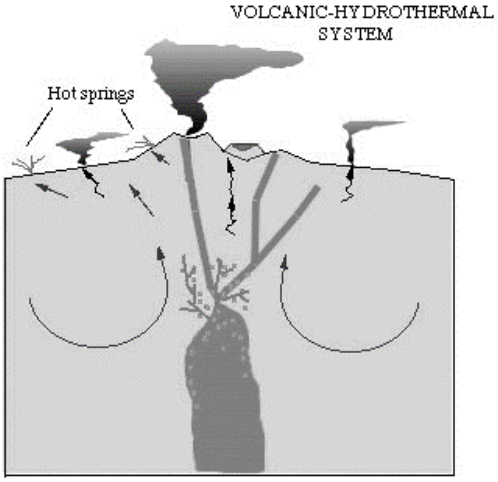


ภาพที่ 1.1 แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ (geothermal energy)

(ที่มา : http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geothermal_energy_methods.png)

ซึ่งกระบวนการนี้เกิดขึ้นเนื่องจากมีรอยแตกหรือรอยเลื่อนใต้ดิน เมื่อน้ำจากพื้นผิวบนดินหรือน้ำบาดาลที่อยู่ด้านล่างมีการไหลเข้ามาใกล้กับแหล่งให้กำเนิดความร้อนใต้ดิน เช่น หินหนืด (magma) ก็จะทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นแล้วทำให้น้ำเกิดการขยายตัวจึงทำให้มวลน้ำนั้นเบาขึ้น ดังนั้นน้ำที่ร้อนขึ้นจึงลอยขึ้นสู่ผิวดินตามรอยแตกหรือรอยเลื่อนขึ้นมา เกิดเป็นแหล่งพุน้ำร้อนนั้นเอง แต่ก็มีอีกกระบวนการหนึ่งที่เรียกว่า สารละลายแร่ร้อน (hydrothermal) ก็อาจจะทำให้เกิดเป็นแหล่งพุน้ำร้อนได้เช่นกัน

แหล่งแร่แบบน้ำร้อน (hydrothermal deposit) หมายถึง แหล่งแร่ที่มีแร่มีค่าทางเศรษฐกิจตกผลึกสะสมตัวจากสารละลายน้ำร้อนที่เคลื่อนที่มาจากที่อื่น สารละลายน้ำร้อนมีกำเนิดมาจากน้ำบนผิวดิน ใต้ดินและน้ำจากหินหนืดที่แข็งตัวเป็นหิน ชนิดของแหล่งแร่แบบน้ำร้อนประเภทสายแร่น้ำร้อน (hydrothermal vein deposit) มีลักษณะรูปร่างเป็นสาย (vein) ที่เกิดจากสารละลายน้ำร้อนทุกประเภทที่เคลื่อนตัวสู่เบื้องบนแทรกไปตามรอยแตกรอยร้าวในหินแล้วตกผลึกเย็นตัวลงเกิดเป็นแหล่งแร่ แหล่งแร่น้ำร้อนจากหินหนืด (magmatic hydrothermal deposit) สินแร่ที่เกิดในแหล่งแร่น้ำร้อนจากหินหนืด เกิดจากกระบวนการของน้ำร้อนจากหินหนืดที่อยู่ไม่ลึกนักในเปลือกโลกเข้าไปอยู่ตามช่องว่างต่างๆ ในหินหรือตามรอยแตกร้าวเล็กๆ แบบร่างแห แหล่งแร่น้ำร้อนจากหินหนืดที่สำคัญ คือ แหล่งแร่ซัลไฟด์กับหินภูเขาไฟ (volcanic associated sulfide deposits) ทองแดงและโมลิบดีนัมที่ใช้กันในโลกส่วนใหญ่ก็มาจากแหล่งแร่ประเภทนี้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2555)



ภาพที่ 1.2 การเกิดพุน้ำร้อนจากสารละลายแร่ร้อน

(ที่มา : http://cmex.ihmc.us/data/catalog/VallesMarineris/HydrothermalActivity.html)

จากภาพที่ 1.2 จะเห็นได้ว่าตัวสารละลายแร่ร้อนนั้นเป็นแหล่งที่ให้ความร้อนกับน้ำที่อยู่บริเวณนั้น เมื่อน้ำไหลเข้าไปใกล้กับแหล่งกำเนิดความร้อนจากสารละลายแร่ร้อน ก็จะทำให้น้ำนั้นร้อยขึ้นและเบาจึงลอยขึ้นตามรอยแตกหรือรอยเลื่อนต่างๆ ขึ้นสู่ผิวดินจึงเกิดเป็นแหล่งพุน้ำร้อนได้

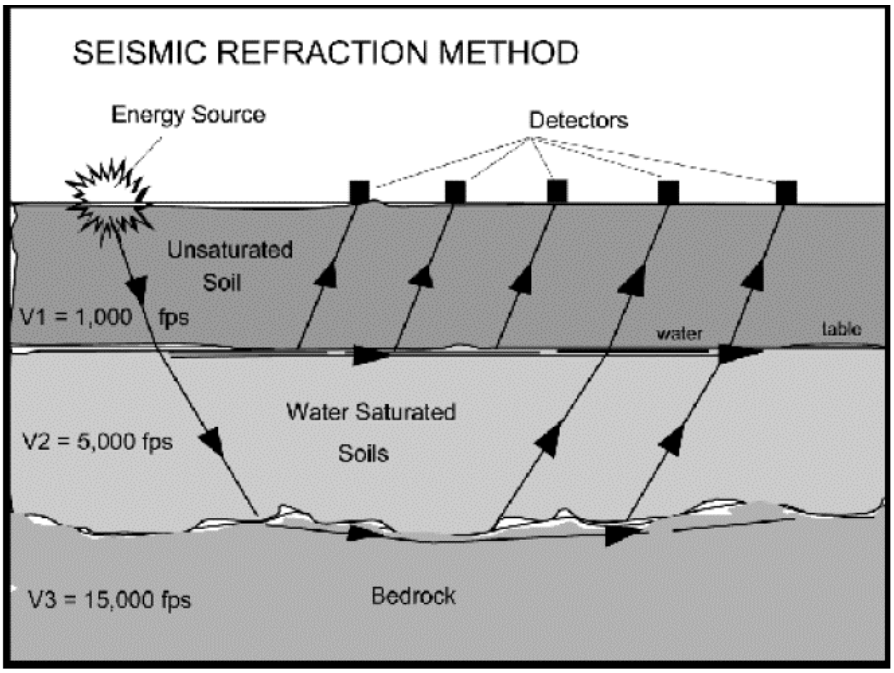
บริเวณที่เป็นแหล่งกักเก็บพุน้ำร้อนมักจะมีความสัมพันธ์กับสภาพทางธรณีวิทยาและธรณีวิทยาโครงสร้างในบริเวณนั้น เช่น เรามักพบแหล่งพุน้ำร้อนบริเวณที่มี active tectonic เช่น มีรอยเลื่อน หรือรอยแตกของหินบริเวณพื้นที่นั้น ทำให้มีช่องว่างที่ให้น้ำร้อนสามารถไหลขึ้นมาบนพื้นดินได้ ในประเทศไทยมักพบแหล่งพุน้ำร้อนในบริเวณใกล้เคียงกับตำแหน่งของรอยเลื่อนมีพลัง แหล่งพุน้ำร้อนยังมักพบในบริเวณที่มีหินแกรนิตเป็นบริเวณกว้าง เช่น ในภาคเหนือของประเทศไทย เป็นต้น

การศึกษาแหล่งพุน้ำร้อนในเชิงธรณี สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การจัดทำแผนที่ธรณีวิทยาของแหล่งพุน้ำร้อน โดยการศึกษาภาคสนามเพื่อให้ทราบลักษณะและประเภทของหินที่มีโอกาสเป็นแหล่งต้นกำเนิดในการให้ความร้อน รวมถึงโครงสร้างทางธรณีวิทยาและลักษณะทางธรณีสัณฐานที่อาจสัมพันธ์กับรอยเลื่อนมีพลัง หรือลักษณะการไหลและทิศทางการไหลของพุน้ำร้อนได้ หรืออาจใช้กระบวนการทางธรณีฟิสิกส์เพื่อสำรวจหาโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่มีความสัมพันธ์กับแหล่งกักเก็บ เช่น รอยเลื่อน ที่มีรายละเอียดในด้านต่างๆ เช่นการวางตัว ระนาบรอยเลื่อน รวมถึงขนาดของแหล่งกักเก็บและระดับความลึกของหินดานหรือหินฐาน ที่คาดว่าเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนของพุน้ำร้อนนั้น ทั้งในระดับลึกและระดับตื้น ซึ่งใช้งบประมาณแตกต่างกันไปตั้งแต่ไม่กี่แสนบาทไปจนถึงหลายสิบล้านบาท ซึ่งขึ้นอยู่กับความลึกและขนาดของพื้นที่ในการ

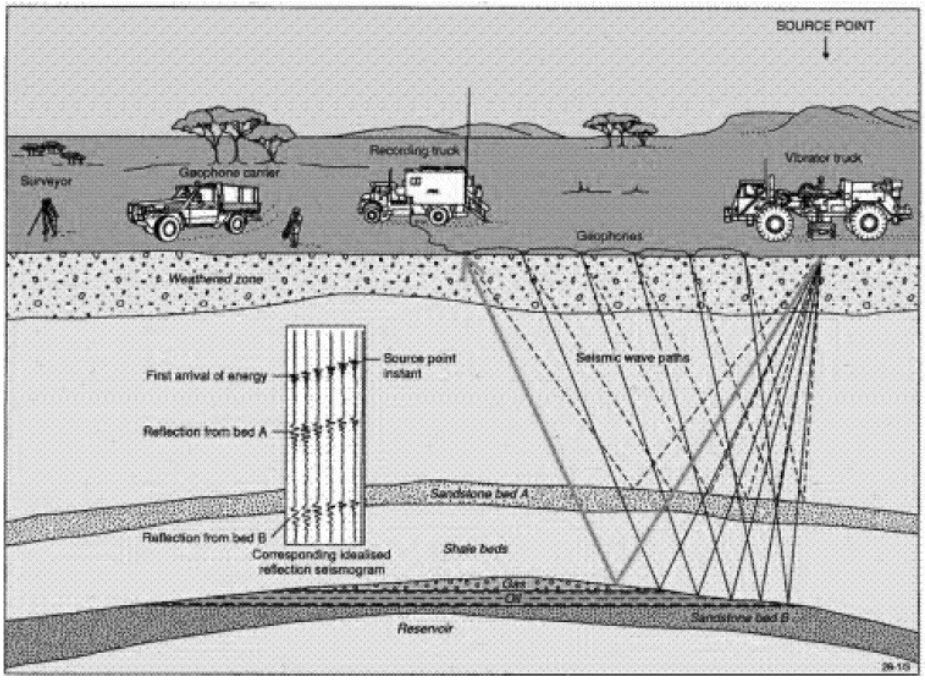
สำรวจ นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีการทางธรณีเคมีเพื่อวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของน้ำร้อนเพื่อนบอกชนิดหรือแหล่งกำเนิดและวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารเคมีต่างๆในน้ำได้อีกด้วย

การสำรวจโครงสร้างโครงธรณีวิทยาใต้บริเวณพุน้ำร้อนสามารถทำได้โดยวิธีการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ เช่น

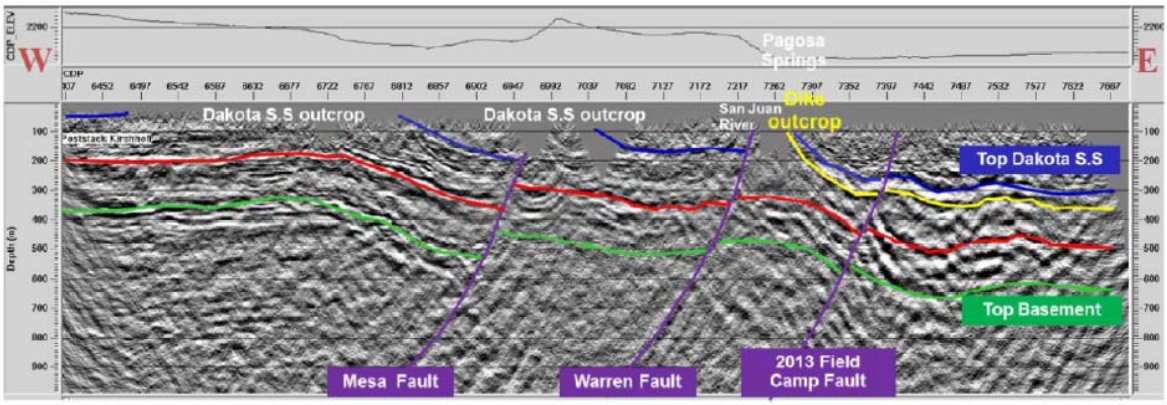
การสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือนใช้หลักการสะท้อนและหักเหของคลื่นไหวสะเทือนเมื่อคลื่นเดินทางผ่านชั้นตัวกลาง (ชั้นหิน) ที่มีความเร็วและความหนาแน่นที่แตกต่างกัน ซึ่งคลื่นที่สะท้อนและหักเหกลับขึ้นมาจะถูกบันทึกไว้ เมื่อผ่านการประมวลผลก็สามารถจะสร้างเป็นแบบจำลองของภาพตัดขวางใต้พื้นดินข้างใต้แนวสำรวจได้ วิธีการนี้มักใช้ในการหาลักษณะโครงสร้างที่ต้องการความชัดเจน เช่น รอยเลื่อน หรือการวางตัวของชั้นหิน เป็นต้น โดยสามารถสำรวจได้ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ ที่ระดับความลึกตั้งแต่ ไม่กี่สิบเมตรไปจนถึงหลายกิโลเมตร



ภาพที่ 1.3 ลักษณะการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (www.geologicresources.com)



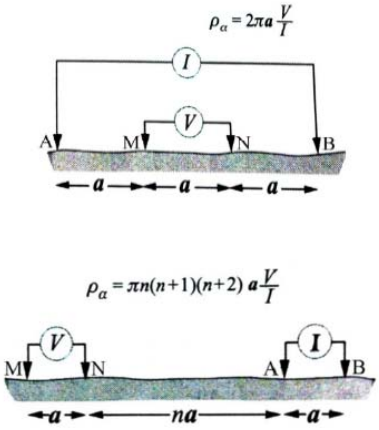
ภาพที่ 1.4 ลักษณะการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยคลื่นไหวสะเทือนแบบสะท้อน (http://mines.industry.qld.gov.au)



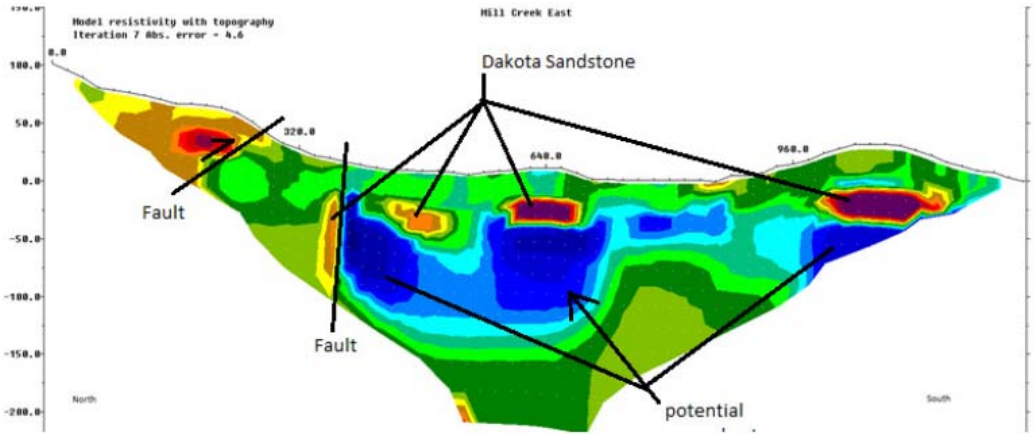
ภาพที่ 1.5 ตัวอย่างผลการสำรวจด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือนแบบสะท้อนของแหล่งพุน้ำร้อนในมลรัฐ Colorado ประเทศสหรัฐอเมริกา (Colorado School of Mines & Imperial College London, 2013)

สำหรับการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีวัดค่าสภาพทานไฟฟ้า ใช้หลักการเดินทางของกระแสไฟฟ้าผ่านไปในตัวกลางที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าที่แตกต่างกัน โดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าลงไปในพื้นดินด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว และวัดศักย์ไฟฟ้าบนผิวดิน ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับสภาพต้านทานไฟฟ้าใต้ดิน ข้อมูลที่ได้เมื่อผ่านการประมวลผลก็สามารถจะให้ภาพแบบจำลองของตัวกลางข้างใต้ที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถวัดได้ทั้ง 1 มิติ 2 มิติ และ 3 มิติ เช่นเดียวกับการสำรวจด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือน โดยทั่วไปนิยมสำรวจที่ระดับความลึกไม่มากนัก ตั้งแต่ไม่กี่สิบเมตรถึงประมาณ 200 เมตร วิธีการนี้มักใช้ในการ

หาลักษณะของชั้นน้ำหรือชั้นหินที่มีสภาพความต้านทานไฟฟ้าที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนรวมทั้งอาจช่วยบอกถึงลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาร่วมกับการสำรวจด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือนได้อีกด้วย

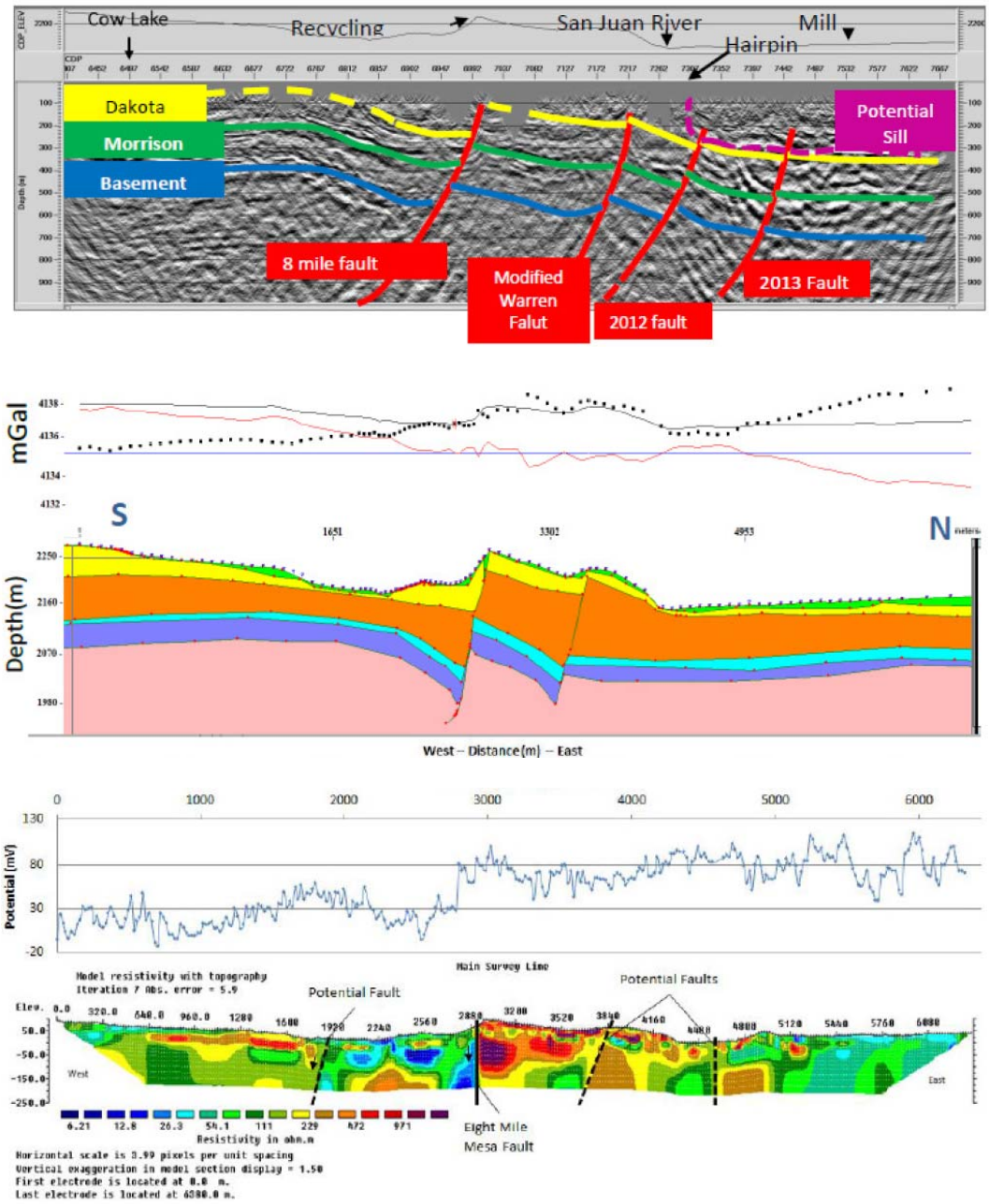


ภาพที่ 1.6 ตัวอย่างการสำรวจด้วยวิธีวัดสภาพความต้านทางไฟฟ้า ด้วยรูปแบบการวัดแบบ Wenner (ภาพบน) และ dipole-dipole (ภาพล่าง) (Colorado School of Mines & Imperial College London, 2013)



ภาพที่ 1.7 ตัวอย่างผลการสำรวจด้วยวิธีวัดสภาพความต้านทานไฟฟ้า แบบ 2 มิติ ของแหล่งพุน้ำร้อนในมลรัฐ Colorado ประเทศสหรัฐอเมริกา (Colorado School of Mines & Imperial College London, 2013)

เนื่องจากในการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทั้งสองวิธีมีข้อดีและข้อที่จำกัดที่แตกต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้จึงจะทำการสำรวจร่วมกันทั้งสองวิธี ซึ่งข้อมูลที่ได้จะช่วยให้การแปลความหมายของสภาพทางธรณีวิทยาข้างใต้มีความถูกต้องมากขึ้น โดยจะทำการสำรวจให้ได้ระดับความลึกประมาณ 100-200 เมตร



ภาพที่ 1.8 ตัวอย่างผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบผสมผสานโดยใช้วิธีคลื่นไหวสะเทือนแบบสะท้อนและด้วยวิธีวัดสภาพความต้านทานไฟฟ้า แบบ 2 มิติ ของแหล่งพุน้ำร้อนในมลรัฐ Colorado ประเทศสหรัฐอเมริกา จะเห็นได้ว่าข้อมูลจากการสำรวจทั้งสองวิธีช่วยให้การแปลความหมายและสร้างแบบจำลองข้างใต้พื้นดินมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นทั้งในระดับลึกและระดับตื้น (Colorado School of Mines & Imperial College London, 2013)

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

ในอดีตมีการศึกษาแหล่งพุน้ำร้อนในประเทศไทยโดยนักวิจัยหลายกลุ่ม งานวิจัยที่สำคัญได้แก่งานของ Thienprasert et al. (1982) และ Thienparsert and Raksakulwong (1984, 1985) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการการถ่ายเทความร้อนใต้พื้นโลกของประเทศไทย ต่อมาในปี 1999 Raksakulwong ได้ทำการศึกษาต้นกำเนิดความร้อนและการเกิดพุน้ำร้อนในประเทศไทย และได้สรุปว่าต้นกำเนิดความร้อนของการเกิดพุน้ำร้อนของประเทศไทยมีหลายประเภท ได้แก่ น้ำพุร้อนที่เกิดอยู่บริเวณหินอัคนี ที่น้ำผิวดินและน้ำบาดาลไหลลงสู่ระดับลึกตามแนวรอยเลื่อนหรือรอยแตก เมื่อผ่านบริเวณใกล้เคียงหรือสัมผัสกับมวลหินอัคนีข้างใต้ที่ยังร้อนอยู่ จะเกิดการถ่ายเทความร้อนจากหินอัคนี แล้วไหลกลับมาสู่ดินเกิดเป็นพุน้ำร้อน หรือพุน้ำร้อนที่เกิดอยู่ใกล้บริเวณหรือในตัวหินแกรนิตโดยตรงซึ่งได้รับความร้อนจากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีประกอบกับหินแกรนิตในประเทศไทยมีปริมาณของยูเรเนียมและทอเรียมค่อนข้างสูง ทำให้น้ำรอบๆ หินร้อนขึ้นและจะเคลื่อนตัวตามรอยเลื่อนและรอยแตกของหินขึ้นสู่พื้นดินได้ ส่วนการเกิดพุน้ำร้อนอีกกลุ่มจัดเป็นการเกิดที่มีความสัมพันธ์กับรอยเลื่อนต่างๆ เช่นรอยเลื่อนในอดีตหรือรอยเลื่อนมีพลังในปัจจุบัน ซึ่งการแตกของหินจากรอยเลื่อนจะเป็นเส้นทางให้น้ำไหลลงสู่ระดับลึกและร้อนขึ้น หลังจากนั้นก็จะไหลกลับขึ้นมาตามแนวรอยเลื่อนหรือรอยแตกของหินในที่สุด

ไม่ว่าจะเป็นการเกิดในลักษณะใด น้ำพุร้อนก็ต้องมีความเชื่อมโยงกับแหล่งความร้อนที่อยู่ข้างใต้ และต้องมีเส้นทางให้น้ำขึ้นลงหมุนเวียนได้รับความร้อนและต้องมีโครงสร้างกักเก็บน้ำร้อน เช่นเดียวกับ geothermal โดยต่างกันที่ความลึกและขนาดของพื้นที่ที่เป็นแหล่งศักยภาพ รวมถึงอุณหภูมิ โดยทั่วไปถือเป็นเรื่องปกติที่จะสามารถพบแหล่งความร้อนใต้พิภพที่อยู่ลึก 1-2 กิโลเมตรและครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างหลายสิบหรือหลายร้อยเมตรตารางกิโลเมตร และน้ำมีอุณหภูมิสูงมาก ในขณะที่น้ำในบ่อน้ำร้อนหรือพุน้ำร้อนที่พบบนพื้นดินในประเทศไทย จะมีอุณหภูมิสูงไม่มากนักโดยในมุมมองด้านการท่องเที่ยวจะสะท้อนออกมาด้วยเวลาที่ใช้ในการต้มไข่ให้สุก และมักเกิดในระดับความลึกไม่มากและครอบคลุมพื้นที่น้อยกว่า geothermal

ดังเหตุผลข้างต้นจึงสามารถใช้วิธีการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ในการสำรวจหาแหล่งศักยภาพของน้ำพุร้อนได้ เช่นเดียวกันกับการสำรวจแหล่ง geothermal โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อหาแหล่งกักเก็บและ

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างข้างใต้ การสำรวจธรณีฟิสิกส์เพื่อศึกษาระบบน้ำร้อนหรือ geothermal นั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น Magnetotelluric (MT) ซึ่งเป็นการวัดค่าสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เกิดจากชั้นบรรยากาศ ที่เหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในชั้นเปลือกโลก วิธีนี้สามารถศึกษาได้ระดับความลึกหลายกิโลเมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นที่ใช้ในการคำนวณ ตัวอย่างการศึกษาด้วยวิธี Magnetotelluric กับแหล่งความร้อนใต้พิภพ เช่น Jaume et al. (2002) ที่ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้าง geothermal บริเวณหมู่เกาะ Canary หรือการศึกษาของ Yamaya et al. (2009) ที่ทำการศึกษาและสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ของระบบ geothermal ใต้ภูเขาไฟ Tarumai ในประเทศญี่ปุ่น ด้วยวิธี audio-magnetotelluric เป็นต้น

ในส่วนของการใช้วิธีการศึกษาด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือนในการสำรวจแหล่ง geothermal หรือพุน้ำร้อนก็มีการดำเนินมาอย่างต่อเนื่องโดยใช้ประโยชน์ของความก้าวหน้าของศาสตร์ทางด้านนี้จากการสำรวจปิโตรเลียม เช่น Tsuji et al. (2012) ที่ใช้วิธีการสำรวจคลื่นไหวสะเทือนแบบสะท้อนในการศึกษาระบบ hydrothermal ที่ Okinava หรือการศึกษาของ Morgan et al. (2003) ที่ทำการศึกษาระบบ geothermal ในทะเลสาบในอุทยานแห่งชาติ Yellow Stone ในประเทศสหรัฐอเมริกา และ Lopez-Horgue et al. (2010) ที่ได้ทำการศึกษาการเกิด Hydrothermal ที่ถูกควบคุมโดยโครงสร้างทางธรณีวิทยา ใน dolomite ในบริเวณประเทศอิตาลีด้วยวิธีการคลื่นไหวสะเทือน เป็นต้น

สำหรับการสำรวจด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าก็มีการศึกษากับเป็นจำนวนมาก เช่น ดังเช่นในการศึกษาของ Risk et al. (1994) ที่ได้ทำการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าระดับลึก ในบริเวณแหล่งพลังงานความร้อน Waiotapu-Waikite-Roporoa region ในประเทศ New Zealand ส่วนตัวอย่างการศึกษาในแถบทวีปเอเชีย ได้แก่ การศึกษาของ Kasumi et al. (2003) ที่ได้ทำการศึกษาโครงสร้าง hydrothermal บริเวณภูเขาไฟ Waita ในประเทศญี่ปุ่น ด้วยวิธีการ resistivity survey ในขณะที่ทำการศึกษาของ Cid-Fermandez and Araujo (2007) ได้ระบุว่า สามารถใช้ Vertical Electrical Sounding ในการสำรวจ geothermal ที่มีแหล่งความร้อนต่ำและระดับไม่ลึก ได้ผลค่อนข้างดี โดยทำการศึกษาในบริเวณ Laias geothermal area ในประเทศสเปน

ในส่วนของประเทศไทยเอง Thailand Energy and Environment Network (TEENET) ได้จัดทำฐานข้อมูลแหล่งพุน้ำร้อนในบริเวณภาคเหนือของไทยไว้พอสมควร โดยมีทั้งข้อมูลการเจาะสำรวจและการวิเคราะห์องค์ประกอบในน้ำ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามยังขาดในส่วนการสำรวจธรณีฟิสิกส์อีกเป็นจำนวนมาก โดยรายงานดังกล่าว มีผลสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดสภาพความต้านทานไฟฟ้าเพียง 4 พื้นที่ ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงรายและแพร่ ทำให้เรายังขาดข้อมูลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ของแหล่งพุน้ำร้อนอีกเป็นจำนวนมาก

สำหรับบริเวณ ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอนนั้น มีแหล่งพุน้ำร้อนตามธรรมชาติเกิดขึ้นและมีพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวบ้างแล้ว เช่น พุน้ำร้อนเมืองแปง ซึ่งเป็นบ่อพุน้ำร้อนขนาดใหญ่ (hot pool) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 100x30 ตารางเมตร มีอุณหภูมิของน้ำร้อนสูงถึง 95 องศาเซลเซียส เป็นบ่อน้ำร้อนที่มีฟองกาซผุดขึ้นมากจากน้ำอย่างต่อเนื่อง มีอัตราการไหลค่อนข้างสูง น้ำร้อนที่ไหลขึ้นมาจะไหลไปตามห้วยแปง ซึ่งเป็นแหล่งพุน้ำร้อนแห่งนี้อยู่คนละตำแหน่งกับแหล่งพุน้ำร้อนเกิดใหม่ที่บ้านเหมืองแร่ ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้

ด้านคุณภาพน้ำร้อน กรมทรัพยากรธรณี (2546) ได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของแหล่งน้ำพุร้อนหลายแห่งในประเทศไทย พบว่า พุน้ำร้อนที่พบเห็นโดยทั่วไป มีลักษณะเป็นน้ำใส ไม่มีสี อุณหภูมิผิวดินอยู่ระหว่าง 40-100 °C มีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ระหว่าง 6.4 -9.5 ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าระหว่าง 225 – 26,000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร น้ำพุร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 75 °C จะมีสัดส่วนของกาซที่ผสมอยู่ในน้ำพุร้อนเป็นปริมาณน้อยจึงทำให้ไม่มีกลิ่นของซัลไฟต์และกาซไข่เน่าหรืออาจได้กลิ่นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ปริมาณของฟลูออไรด์อยู่ระหว่าง 0.005 -20.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพุน้ำร้อนที่เกิดบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตกมีส่วนประกอบของฟลูออไรด์มากกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่น้ำพุร้อนที่เกิดบริเวณภาคใต้มีส่วนประกอบของคลอไรด์ค่อนข้างสูงมาก มีลักษณะของพุน้ำร้อนที่เป็นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม ซึ่งแหล่งพุน้ำร้อนที่มีปริมาณคลอไรด์ค่อนข้างสูง สาเหตุเนื่องมาจากผสมกับน้ำทะเลซึ่งทำให้ปริมาณของสารทั้งหมดที่ละลายได้ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟต สูงมากขึ้นด้วย โดยประมาณของโซเดียมมีค่าระหว่าง 4 – 5,479 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับพุน้ำร้อนในบริเวณอื่นๆ ของโลก ปริมาณของโพแทสเซียมมีค่าระหว่าง 1 – 208 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแคลเซียมมีค่าระหว่าง 1.2 – 1,005 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแมกนีเซียมมีค่าระหว่าง 0.01 – 375 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของเหล็กค่อนข้างต่ำมีค่าระหว่าง 0.005 – 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณซิลิกาค่อนข้างสูงในบริเวณพุน้ำร้อนภาคเหนือที่มีอุณหภูมิผิวดินสูงกว่า 90 °C คือมีค่าระหว่าง 25 – 273 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของไบคาร์บอเนตสูงมีค่าระหว่าง 47 – 608 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณซัลเฟสส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่บริเวณที่น้ำพุร้อนเป็นน้ำเค็มปริมาณซัลเฟสจะเพิ่มมากขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของพุน้ำร้อนจากแหล่งพุน้ำร้อนแจ้ซ้อน (กรมทรัพยากรธรณี, 2546) (ดังตารางที่ 2.1) จำนวน 4 ตัวอย่าง พบว่า คุณภาพน้ำมีฤทธิ์เป็นกลาง (pH 7.3 – 7.5) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (Total dissolved solid, TDS) มีปริมาณไม่นัก (430 – 465 มิลลิกรัมต่อลิตร) อัตราส่วนระหว่างปริมาณของโซเดียม ต่อปริมาณโพแทสเซียม (Na:K) มีค่าประมาณ 10:1 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่

สมดุล แมกนีเซียมมีปริมาณค่อนข้างต่ำ (0.27 – 3.3 มิลลิกรัมต่อลิตร) แสดงว่า น้ำร้อนจากใต้ดินไม่ถูกปนเปื้อนด้วยน้ำบาดาล แคลเซียม ซิลิกา และคลอไรด์ มีปริมาณไม่สูง เหล็กมีปริมาณต่ำมาก ไม่พบแมงกานีส แต่ฟลูออไรด์มีมากเกินกว่ามาตรฐานของน้ำสะอาดที่ใช้ดื่ม ซึ่งกำหนดให้ฟลูออไรด์ มีปริมาณน้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 2.1 ตารางการตรวจคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของแหล่งพุน้ำร้อนแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง

คุณสมบัติที่ตรวจวัด	**ค่าที่ตรวจวัดได้**
อุณหภูมิ (°C)	75
ความเป็นกรด – ด่าง (pH)	7.3
สภาพการนำไฟฟ้า (Conductivity) (µS/cm)	511
ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TDS) (mg/L)	440
โซเดียม (Na) (mg/L)	116
โพแทสเซียม (K) (mg/L)	10.9
แคลเซียม (Ca) (mg/L)	4.6
แมกนีเซียม (Mg) (mg/L)	0.26
เหล็ก (Fe) (mg/L)	0.09
ซิลิกา (SiO_2) (mg/L)	113
HCO_3 (mg/L)	279
Cl (mg/L)	4.2
F (mg/L)	3.7
SO_2 (mg/L)	22

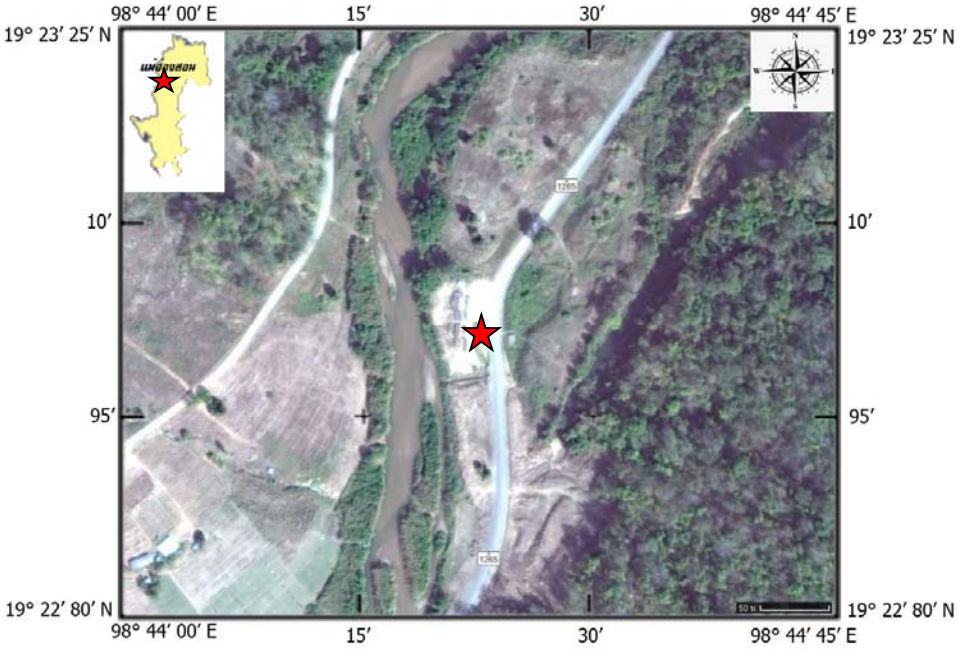
ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี, 2546

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

แหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ตั้งอยู่ที่ หมู่ 4 ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน อยู่ข้างทางระหว่าง อำเภอกัลยานิวัฒนา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ไป จังหวัดเชียงใหม่ ถนนเส้นทางหลวงหมายเลข 1265 ที่พิกัด 19.230247°N, 98.442900°E

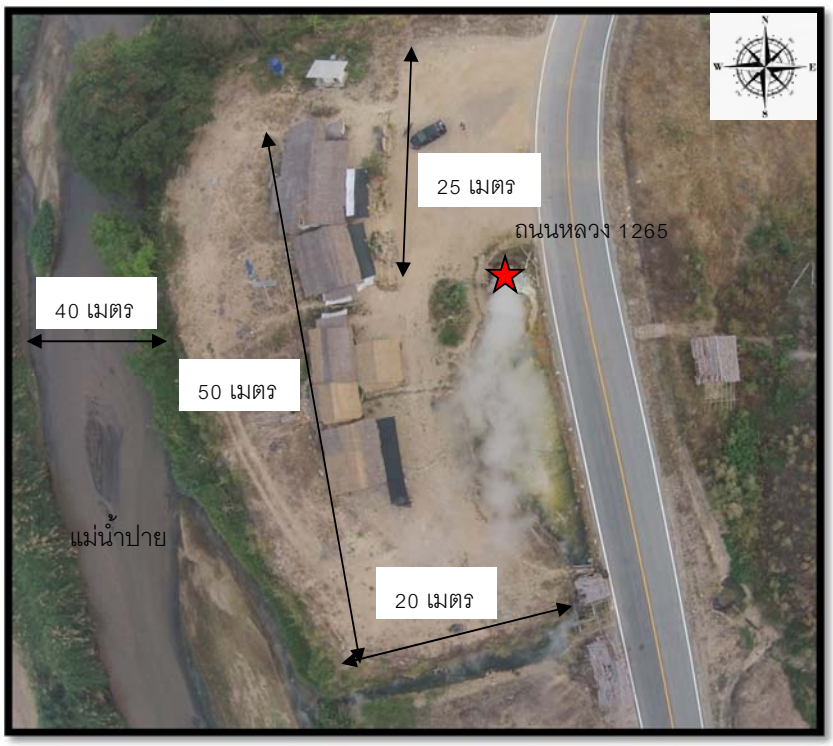


ภาพที่ 3.1 ที่ตั้งของแหล่งน้ำพุร้อนบนแผนที่ google map ให้เห็นตำแหน่งของพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่

ประวัติพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่

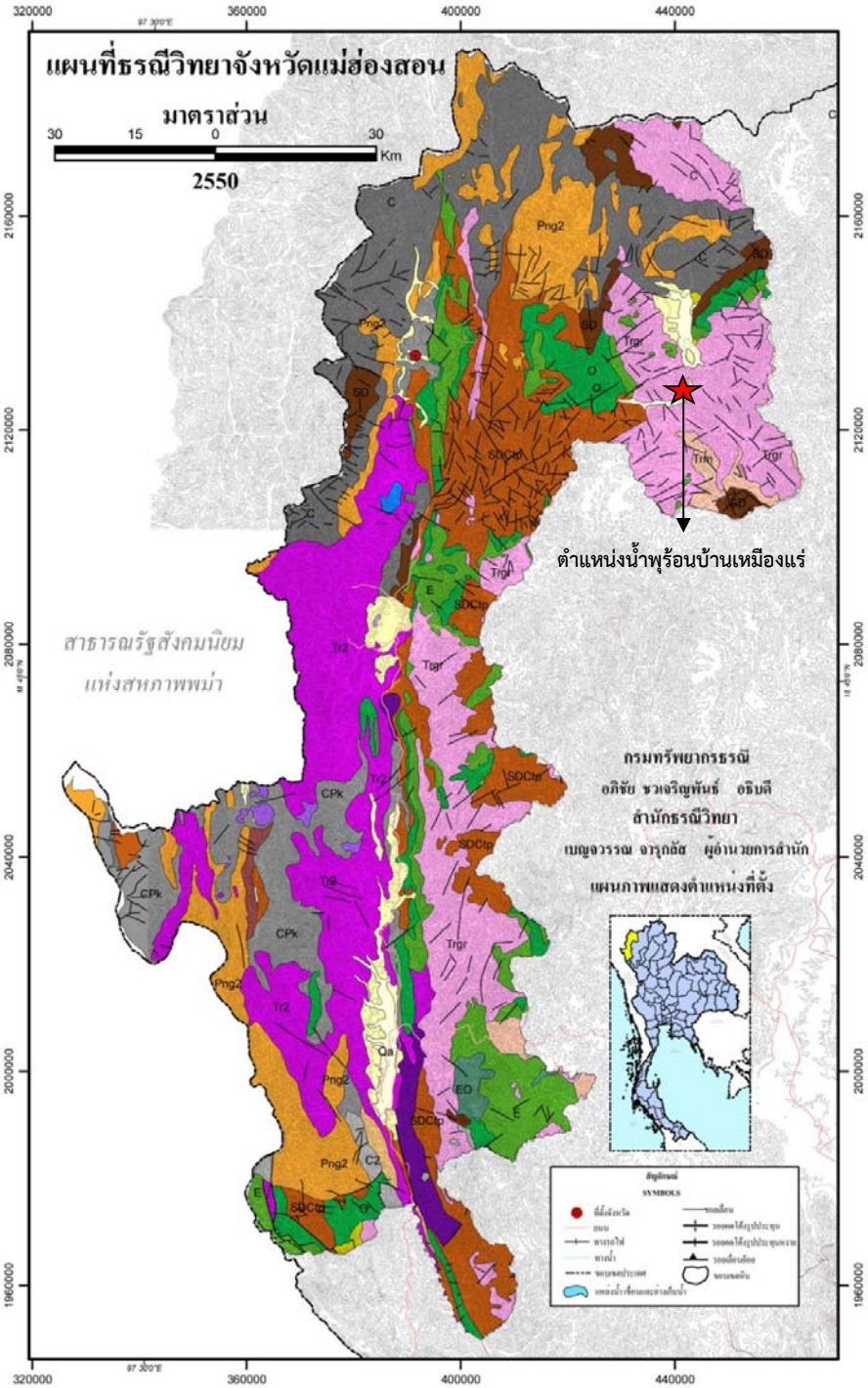
พุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่พุ่งออกมาเมื่อวันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2556 อยู่ข้างทางระหว่าง อำเภอกัลยานิวัฒนา จังหวัดแม่ฮ่องสอน ไป จังหวัดเชียงใหม่ ถนนเส้นทางหลวงหมายเลข 1265 โดยพุ่งออกมาจากท่อซีเมนต์ขนาด 4 นิ้ว สูงกว่า 1 เมตร และมีอุณหภูมิประมาณ 95 องศาเซลเซียส ซึ่งท่อซีเมนต์นี้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ก.ฟ.ผ.) ทำการขุดเจาะสำรวจเมื่อ พ.ศ. 2536 ซึ่งในเวลานั้นยังไม่มีการปะทุของพุน้ำร้อนแต่อย่างใด แต่น้ำพุร้อนกลับพุ่งขึ้นมาเวลาผ่านไปกว่า 20 ปี ปากท่อ (จากภาพที่ 3.2)

ภาพที่ 3.2 ความสูงของพุน้ำร้อนที่พุ่งออกมาจากปากท่อซีเมนต์



ภาพที่ 3.3 พื้นที่ของพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่

3.2 ธรณีวิทยาพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 3.4 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดแม่ฮ่องสอนของกรมทรัพยากรธรณี

(ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/pdf/North/Maehongson.pdf)

คำอธิบาย
EXPLANATION

หินตะกอนและหินแปร
Sedimentary and Metamorphic rocks

Qa	ตะกอนธารน้ำพา กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวสะสมตัวตามร่องน้ำ ท้นดินแม่น้ำ และแอ่งน้ำท่วมถึง
Qt	ตะกอนตะพักลำน้ำ กรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียวและศิลาแลง
Tmm	หินก้งแข็งตัว หินเคลย์และหินทรายแป้งสีแดงถึงน้ำตาลแดง ลิกไนต์ หินเคลย์เนื้อปูนผสม หินปูนผสม หินโคลน หินเคลย์ปนลิกไนต์มีเนื้อปูนผสม พบซากหอยกาสโตรปอด(หอยกาบเดียว) ปลาโบราณ หอยออสตราคอด หินกรวดมน หินทราย สีขาวถึงสีเทาจาง การคัดขนาดปานกลาง ดินดานสีเทาจางถึงขาว
J	หินกรวดมน สีแดง หินทราย สีน้ำตาลแดง แทรกสลับด้วย หินดินดานและหินโคลน
TrJ	หินกรวดมน หินทรายสีน้ำตาลแดง แทรกสลับด้วยหินดินดานและหินโคลน
Tr2	หินดินดาน หินเชิร์ต แสดงชั้นบาง และมีหินปูนมีซากหอยสองฝา สกุลสาโลเบีย คาโอเนลล่า และซากเรดิโอลาเรีย
Tr1	หินกรวดมนฐาน สีแดง เนื้อปูนผสม หินดินดาน สีเทา แทรกสลับด้วยหินทรายแป้งและหินทราย
PTr	หินทราย หินทรายเนื้ออูเขาไฟ หินปูนเนื้อดิน หินไร โอลิติกทัฟฟ์ก้งแปรสภาพ หินดินดาน หินปูนเป็นเลนส์ หินเชิร์ต และหินปูนเนื้อไข่ปลา
Png2	หินปูน แสดงชั้นและชั้นมวลหนาหรือเป็นปิ้น สีเทา ดำแทรกสลับด้วยหินดินดานและหินทราย
Png1	หินทรายเนื้ออูเขาไฟ หินทราย หินดินดาน สีเทาถึงเขียวเทา หินปูนในตอนบนของการลำดับชั้นหิน
C2	หินกรวดมนเนื้อหินฟิลไลต์ ฟิลไลต์ หินทรายเนื้ออูเขาไฟก้งแปรสภาพ และหินชนวน
CPk	หินโคลนปนกรวด หินดินดาน หินทรายแป้ง หินเชิร์ต หินทรายเนื้ออูเขาไฟ หินทรายเนื้อซิลิกา สีเทา เทาเขียว และน้ำตาล มีซากหอยแบรคิพอด ไบรโอซัว ปะการังและไครนอยด์
C	หินกรวดมน หินทราย หินดินดาน หินชนวน หินเชิร์ตและหินปูนหินกรวดมน
D	หินเชิร์ต หินดินดาน บางแห่งเป็นหินทัฟฟ์
SDCtp	หินดินดาน สีดำ หินเชิร์ต และหินทรายแป้ง สีเทาเข้ม เนื้อปูนผสม หินปูนแสดงชั้นบางและเป็นก้อน บางแห่งมีซากแกรบโทไลต์ เทนทาคิวไลต์ หอยงวงช้าง หอยแบรคิโอพอด
SD	หินฟิลไลต์ หินฟิลไลต์เนื้อคาร์บอน และหินฟิลไลต์เนื้อซิลิกา
O	หินปูนเนื้อดินและหินปูน สีเทาและสีชมพู หินปูนเนื้อโคโลไนต์และหินอ่อน แทรกสลับด้วยหินดินดาน เนื้อปูนผสม หินดินดานปนทราย มีซากหอยงวงช้าง หอยแบรคิโอพอด และไทรโลไบต์
EO	หินอ่อน หินควอตซ์ไมกาชิสต์
E	หินควอตไซต์ หินออร์โทควอตไซต์ หินทราย และหินดินดานเนื้อปูน

หินอัคนี
Igneous rocks

Trgr	หินไบโอไทต์แกรนิต ทัวมารีนแกรนิต แกรโนไดโอไรต์ ไบโอไทต์มัสโคไวต์แกรนิต มัสโคไวต์ทัวมารีนแกรนิต ไบโอไทต์ทัวมารีนแกรนิต
Trm	หินมิกมาไทต์ หินแกรนิตแยกประเภทไม่ได้ หินไนส์ หินชิสต์ หินควอตไซต์ และหินทราย

ภาพที่ 3.5 คำอธิบายสัญลักษณ์ธรณีวิทยาในภาพที่ 3.4

(ที่มา : http://www.dmr.go.th/download/pdf/North/Maehongson.pdf)

ลำดับชั้นหิน (ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี. 2550)

หินตะกอน หินแปร และตะกอน ที่พบในจังหวัดแม่ฮ่องสอน สามารถเรียงลาดับชั้นหินจากอายุแก่ไปหาอ่อน ได้ดังนี้

หินยุคแคมเบรียน (E)

หินยุคแคมเบรียนในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีชื่อว่า หมวดหินควอร์ตไซต์ผาบ่อง มีชั้นหินแบบฉบับที่บริเวณเขื่อนผาบ่อง 15 กิโลเมตร ทางทิศใต้ของตัวจังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นหินอายุแก่ที่สุดของจังหวดแม่ฮ่องสอน มีอายุประมาณ 570 - 505 ล้านปี พบแผ่กระจายตัวทางทิศตะวันออกของอำเภอเมืองและอำเภอขุนยวม ทิศตะวันออกของอำเภอลาน้อย อำเภอแม่สะเรียงและอำเภอสบเมย นอกจากนี้ยังกระจายตัวเป็นบริเวณเล็กๆ รอบๆ อำเภอปาย แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาสูง ประกอบด้วยหินหินควอตไซต์ หินทราย สลับกับหินดินดานและหินดินดานกึ่งชนวน

หินยุคแคมเบรียนถึงยุคออร์โดวิเชียน (EO)

พบทางด้านตะวันออกของอำเภอแม่สะเรียง บางส่วนของอำเภอแม่ลาน้อย ประกอบด้วยหินแปร ได้แก่ หินอ่อน สีขาว และหินควอตซ์-ไมกาชีสต์ หินยุคนี้มีอายุประมาณ 570 - 438 ล้านปี

หินยุคออร์โดวิเชียน (O)

หมวดหินปูนฮอดเป็นหินยุคออร์โดวิเชียนในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีชั้นหินแบบฉบับอยู่ทางทิศตะวันตกของอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ พบแผ่กระจายในอำเภอแม่สะเรียง อำเภอสบเมย อำเภอปาย อำเภอแม่ลาน้อย อำเภอขุนยวมและอำเภอเมือง แสดงลักษณะภูมิประเทศแบบเทือกเขาหินปูน ส่วนใหญ่วางตัวอยู่ในทิศทางเหนือ-ใต้ ประกอบด้วยหินปูนเนื้อดิน สลับด้วยหินโคลนและหินดินดาน ซากดึกดาบรรพ์ที่พบส่วนมากมีขนาดเล็ก เป็นโคโนดอนต์ และซากดึกดาบรรพ์ที่มีขนาดใหญ่ พบน้อยเป็นพวกนอติลอยด์ หินยุคนี้มีอายุประมาณ 505-438 ล้านปี

หินยุคไซลูเรียนถึงยุคดีโวเนียน (SD)

กลุ่มหินดอนชัยเป็นหินยุคไซลูเรียนถึงยุคดีโวเนียนในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีชั้นหินแบบฉบับอยู่ที่น้ำแม่บอนใกล้บ้านดอนชัย อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน พบแผ่กระจายบริเวณบ้านน้ำเพียงดินเขต อำเภอเมือง บริเวณบ้านแม่สุรินทร์ อำเภอขุนยวม อำเภอปาย อำเภอปางมะผ้าและอำเภอแม่

สะเรียง มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูง ประกอบด้วยหินทรายสลับกับหินทรายแป้งและหินดินดาน หินดินดานเนื้อฟิลไลต์และหินเชิร์ต พบซากดึกดาบรรพ์พวกเทนตะคูไลต์และซากดึกดาบรรพ์ขนาดจุลภาคพวกเรดิโอลาเรีย มีอายุตั้งแต่ 438-360 ล้านปี

หินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัส (SDCtp)

ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนหินยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน-คาร์บอนิเฟอรัสได้แก่ หมวดหินแม่ฮ่องสอน มีชั้นหินแบบฉบับอยู่ที่เหมืองหิน บนถนน 8 กิโลเมตร ทางใต้ของจังหวัดแม่ฮ่องสอน พบแผ่กระจายอย่างกว้างขวางทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอำเภอเมือง ต่อเนื่องในแนวทิศเหนือ-ใต้ทางทิศตะวันออกของอำเภอขุนยวม อำเภอแม่ลาน้อย และทางทิศตะวันออกของอำเภอสบเมย นอกจากนี้ยังพบกระจายด้านทิศตะวันตกของอำเภอสบเมย ส่วนใหญ่แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงและภูเขา ประกอบด้วยหินเชิร์ต สีน้ำตาลและดา เป็นชั้น และสลับด้วยหินทราย และหินดินดานสีเทาพบ ซากดึกดาบรรพ์หอยงวงช้าง หอยฝาเดียว และโคโนดอนต์ หมวดหินแม่ฮ่องสอนมีอายุประมาณ 438-286 ล้านปี

หินยุคดีโวเนียน (D)

พบแผ่กระจายเป็นแนวแคบๆในทิศเหนือ-ใต้ ทางด้านทิศตะวันตกของอำเภอแม่ลาน้อย และบริเวณด้านตะวันตกของอำเภอสบเมย แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูง ประกอบด้วยหินปูน สีเทา หินทราย หินโคลนและหินดินดาน พบซากดึกดาบรรพ์โคโนดอนต์และแบรคิโอพอด หินยุคนี้มีอายุประมาณ 408-360 ล้านปี

หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C, CPk, C2)

หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน สามารถแบ่งเป็น 3 หน่วยหินย่อย ได้แก่ หน่อยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C) หน่วยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนล่าง (CPk) และหน่วยหินคาร์บอนิเฟอรัสตอนบน (C2) โดยพบหน่วยหินหน่อยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C) แผ่กระจายบริเวณทางทิศเหนือของอำเภอปายและบริเวณชายแดนไทย-พม่าของอำเภอแม่ลาน้อย ส่วนหน่วยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนล่าง (CPk) พบบริเวณตามแนวชายแดนไทย-พม่าของอำเภอเมือง อำเภอปางมะผ้า และทางทิศใต้ของอำเภอขุนยวม ส่วนหน่วยหินคาร์บอนิเฟอรัสตอนบน (C2) พบบริเวณอำเภอเมืองและอำเภอขุนยวม ส่วนใหญ่แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูง มีบางส่วนมีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาและเนินเขาหน่อยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (C) ประกอบด้วยหินหินทราย สลับกับหินดินดาน

สีเทา หินกรวดมน หินดินดาน หินเชิร์ต หินปูนและหินโคลน หน่วยหินยุคคาร์บอนิเฟอรัสตอนล่าง (CPk) ประกอบด้วยหินทราย สีเทา หินดินดาน สีเทา หินเชิร์ต สีเขียวถึงสีเทา และหินปูนสลับหินดินดาน ส่วนหน่วยหินคาร์บอนิเฟอรัสตอนบน (C2) ประกอบด้วยหินดินดาน หินทรายแป้ง หินทราย สีเทา และหินทรายแป้งสลับกับหินดินดาน หินยุคนี้มีอายุประมาณ 360-286 ล้านปี

หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงยุคเพอร์เมียน (P)

พบแผ่กระจายบริเวณตามแนวชายแดนไทย-พม่า อำเภอแม่ลาน้อย อำเภอแม่สะเรียงและอำเภอสบเมย ส่วนอีกบริเวณพบแผ่กระจายบริเวณตัวเมืองแม่ฮ่องสอนในแนวเหนือ-ใต้ถึงบริเวณถ้ำปลา แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาสูงในบริเวณชายแดน และแสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาและเนินบริเวณอำเภอเมือง ประกอบด้วยหินทราย หินดินดาน และหินกรวดมน สีแดง หินเชิร์ตและหินดินดานกึ่งชนวน พบซากดึกดำบรรพ์แบรคิโอพอดและปะการัง หินยุคนี้มีอายุประมาณ 286-270 ล้านปี

หินยุคเพอร์เมียน (P, Png1, Png2)

กลุ่มหินงาวเป็นหินยุคเพอร์เมียนในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน สามารถแบ่งออกเป็น 3 หน่วยหิน คือ กลุ่มหินงาว(P) หมวดหินกิ่วลม (Png1) และหมวดหินผาหวด (Png2) พบแผ่กระจายอย่างกว้างขวางบริเวณอำเภอปางมะผ้าและบางส่วนของอำเภอปาย นอกจากนี้ยังพบบริเวณแนวชายแดนไทย-พม่าของอำเภอเมือง บริเวณถ้ำปลาและใกล้เคียง อำเภอเมือง บริเวณด้านทิศตะวันตกของอำเภอเมือง บริเวณอำเภอแม่ลาน้อยพบตามแนวชายแดนไทย-พม่า รวมทั้งบริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอำเภอแม่สะเรียง แสดงภูมิประเทศแบบเขาหินปูน ทั้งแบบเทือกเขาและเขาโดด กลุ่มหินงาว(P) ประกอบด้วยหินทรายและหินทรายแป้ง สีเทา หินดินดาน สีแดง หินโคลนและหินปูน สีเทาชั้นหนา หมวดหินกิ่วลม (Png1) ประกอบด้วยหินทราย หินเชิร์ต หินดินดาน สีเทา หมวดหินผาหวด (Png2) ประกอบด้วยหินปูน สีเทา ชั้นหนา และหินดินดาน พบซากดึกดำบรรพ์ฟิวซูลินิด แบรคิโอพอดและประการัง หินยุคนี้มีอายุประมาณ 286-245 ล้านปี

หินยุคเพอร์เมียนถึงยุคไทรแอสซิก (PTr)

พบแผ่กระจายเป็นบริเวณแคบๆ ระหว่างชายแดนจังหวัดแม่ฮ่องสอนกับจังหวัดตาก แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาสูง ประกอบด้วยหินดินดาน หินทรายแป้ง และหินทราย สีเทาดำถึงสีเทาเขียว แทรกสลับด้วยหินเชิร์ต ขนาดชั้นบาง หินยุคนี้มีอายุประมาณ 286-210 ล้านปี

หินยุคไทรแอสซิก (Tr1, Tr2)

หินยุคไทรแอสซิกในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน สามารถแบ่งออกได้ 2 หน่วยหินย่อย ได้แก่ หน่วยหินไทรแอสซิกตอนล่าง (Tr1) และหน่วยหินไทรแอสซิกตอนบน (Tr2) หน่วยหินไทรแอสซิกตอนล่าง (Tr1) พบพบแผ่กระจายไม่มากนักบริเวณบ้านป่าลาน ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง ส่วนหน่วยหินไทรแอสซิกตอนบน (Tr2) พบแผ่กระจายอย่างกว้างขวางทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอขุนยวม ต่อเนื่องลงมาเป็นแนวในทิศเหนือ-ใต้ ผ่านด้านตะวันออกของอำเภอ แม่ลาน้อย ต่อลงมาผ่านอำเภอแม่สะเรียง มาสิ้นสุดที่อำเภอสบเมย โดยหน่วยหินไทรแอสซิกตอนล่าง (Tr1) แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาและเนิน ส่วนหน่วยหินไทรแอสซิกตอนบน (Tr2) แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงและภูเขาหน่วยหินไทรแอสซิกตอนล่าง (Tr1) ประกอบด้วยหินกรวดมน สีแดง หินทรายและหินดินดาน สีแดงและสีน้ำตาลแกมแดง หน่วยหินไทรแอสซิกตอนบน (Tr2) ประกอบด้วยหินดินดาน หินเชิร์ตและหินปูนชั้นบาง พบซากดึกดาบรรพ์หอยสองฝาและเรดิโอลาเรีย หินยุคนี้มีอายุประมาณ 245-210 ล้านปี

หินยุคไทรแอสซิกถึงยุคจูแรสซิก (TrJ)

พบแผ่กระจายเป็นบริเวณเล็กๆ บริเวณบ้านห้วยส้าน อำเภอปางมะผ้า แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 380-910 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง ประกอบด้วยหินทราย สีน้ำตาลแดงและสีเทาเขียว เนื้อละเอียดถึงเนื้อปานกลาง เป็นชั้นปานกลางถึงชั้นหนา หินทรายแป้ง สีน้ำตาลแดง เนื้อปนปูน หินปูน สีเทาอ่อน และหินกรวดมน สีน้ำตาลแดง มีกรวดของหินควอตไซต์ หินปูน หินเชิร์ตและหินทราย หินยุคนี้มีอายุประมาณ 245-140 ล้านปี

หินยุคจูแรสซิก (Jhp, J)

หินยุคไทรแอสซิกในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน สามารถแบ่งออกเป็น 2 หน่วยหินย่อย ได้แก่ กลุ่มหินห้วยโป่ง(Jhp) และหน่วยหินยุคจูแรสซิก (J) กลุ่มหินห้วยโป่ง (Jhp) มีชั้นหินแบบฉบับบริเวณบ้านป่าลาน บ้านไม้ฮุงและดอยกองมู อำเภอเมือง พบแผ่กระจายบริเวณบ้านป่าลาน บ้านไม้ฮุง ดอยกองมูและบ้านห้วยโป่ง อำเภอเมือง แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาที่ไม่สูงมากและเนิน ประกอบด้วย 3 หมวดหิน(จากอายุแก่ไปอายุอ่อน) ได้แก่ หมวดหินป่าลาน ประกอบด้วยหินดินดาน สีเทาดาสลับกับหินทรายชั้นบาง หมวดหินไม้ฮุง ประกอบหินปูน สลับกับหินทรายแป้งชั้นบางๆ และหมวดหินกองมู ประกอบด้วยหินทรายชั้นหนา พบซากดึกดาบรรพ์หอยสองฝา ปะการัง หอยเจดีย์

และพลับพลึงทะเล กลุ่มหินนี้มีอายุประมาณ 185-170 ล้านปี หน่วยหินยุคจูแรสซิก (J) พบแผ่กระจายเป็นแนวแคบๆ ทางด้านทิศตะวันตกของอำเภอแม่ลาน้อย อำเภอแม่สะเรียง และอำเภอสบเมย แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขา ประกอบด้วยหินกรวดมน สีแดง หินทราย สีน้ำตาลแดง แทรกสลับด้วยหินดินดานและหินโคลน หน่วยหินนี้มีอายุประมาณ 210-140 ล้านปี

หินยุคเทอร์เชียรี (Tmm)

พบแผ่กระจายเป็นบริเวณแคบๆ ในเขตอำเภอปาย แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเนิน ประกอบด้วยหินกรวดมน หินทราย หินทรายแป้ง หินโคลน หินดินดานและถ่านหินลิกไนต์ มีอายุประมาณ 66.4-1.6 ล้านปี

ตะกอนยุคควอเทอร์นารี (Qc, Qt, Qa)

ประกอบด้วยตะกอนชนิดต่างๆ ที่มีอายุประมาณ 1.6-0.01 ล้านปี สามารถแบ่งย่อยตามชนิดและสภาพแวดล้อมของการสะสมตัวได้เป็น 3 หน่วยตะกอน ได้แก่

ตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) พบเป็นบริเวณแคบๆ ทางทิศเหนือของอำเภอแม่ลาน้อย ประกอบด้วยตะกอนดินและเศษหินชนิดต่างๆ ที่ถูกพัดมาสะสมบริเวณเชิงเขา

ตะกอนตะพักล้ำน้ำ (Qt) แผ่กระจายตามแอ่งที่ราบระหว่างหุบเขาของจังหวัดแม่ฮ่องสอน คือ แอ่งปาย แอ่งขุนยวม แอ่งแม่ลาน้อยและแอ่งแม่สะเรียง ประกอบด้วยกรวดของหินชนิดต่างๆ

ตะกอนน้ำพา (Qa) พบตามแนวลำน้ำใหญ่ที่ไหลผ่านแอ่งที่ราบระหว่างหุบเขา คือ บริเวณตัวอำเภอแม่สะเรียง แม่ลาน้อย ขุนยวม ปายและอำเภอเมือง ประกอบด้วยทราย ดินเหนียวและกรวด

หินอัคนี

หินอัคนีที่พบในจังหวัดแม่ฮ่องสอนเกือบทั้งหมดเป็นหินอัคนีแทรกซอน ส่วนหินอัคนีพุปรากฏเพียงเล็กน้อย หินอัคนีแทรกซอนประกอบด้วยหินแกรนิตยุคไทรแอสซิกและหินมิกมาไทต์ยุคไทรแอสซิก ส่วนหินอัคนีพุเป็นหินบะซอลต์ ยุคควอเทอร์นารี ดังมีรายละเอียดดังนี้

หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (Trgr)

กลุ่มหินอัคนีประเภทหินแกรนิตมักจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการกำเนิดแร่เศรษฐกิจ โดยทั่วไปบริเวณที่พบหินแกรนิตและพื้นที่ใกล้เคียงมักจะเป็นบริเวณที่มีการสะสมตัวของแหล่งแร่

โลหะและอโลหะต่างๆตลอดจนแหล่งหินประดับและหินก่อสร้างการจำแนกหินแกรนิตของประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 แนวคือแกรนิตแนวตะวันออก แกรนิตแนวตอนกลางและแกรนิตแนวตะวันตก ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนจัดอยู่ในหินแกรนิตแนวตอนกลางของประเทศไทยเกิดเป็นมวลหินขนาดใหญ่เป็นแนวยาวติดต่อกัน มีการแผ่กระจายอยู่ 2 บริเวณ คือ บริเวณทางด้านทิศตะวันออกของอำเภอขุนยวม ต่อเนื่องลงผ่านทางด้านทิศตะวันออกของอำเภอแม่ลาน้อย ทิศตะวันออกของอำเภอแม่สะเรียงและอำเภอสบเมย ส่วนอีกบริเวณได้แก่ รอบๆ อำเภอปาย แสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงเป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วยหินไบโอไทต์แกรนิต หินฮอร์นเบลด์-ไบโอไทต์แกรนิต หินมัสโคไวต์แกรนิต เนื้อสม่ำเสมอถึงเนื้อดอก และหินลูโคแกรนิตเนื้อละเอียด หินแกรนิตมีอายุประมาณ 230-210 ล้านปี หินแกรนิตมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการกำเนิดแร่เศรษฐกิจหลายชนิดของแม่ฮ่องสอน เช่น แร่ดีบุก วุลแฟรม ฟลูออไรต์ และแบไรต์

ธรณีวิทยาโครงสร้าง (ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี. 2550)

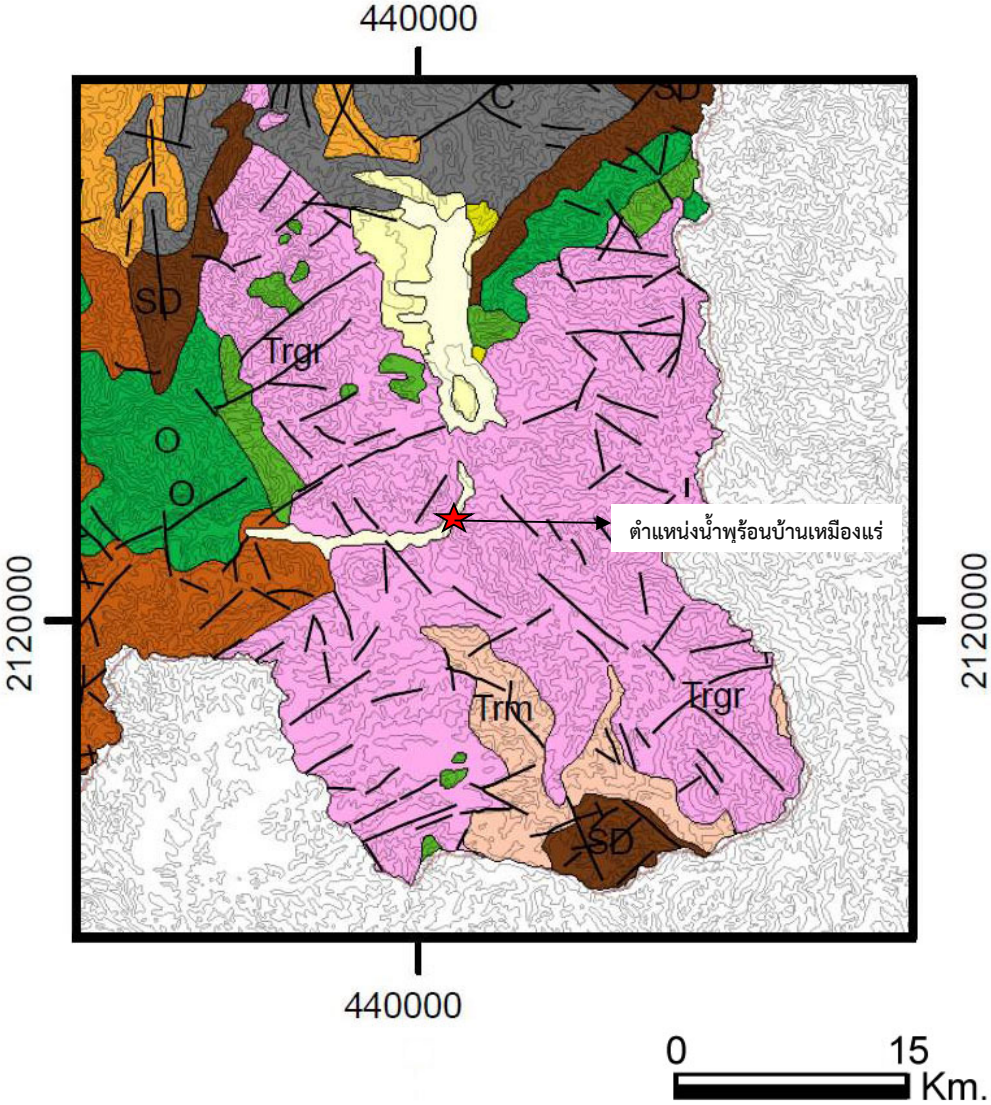
กลุ่มรอยเลื่อน (Fault Zones)

กลุ่มรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน เป็นกลุ่มรอยเลื่อนที่วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ตัดผ่านแอ่งแม่อ่องสอน-แอ่งขุนยวม-แอ่งแม่ลาน้อย และแอ่งแม่สะเรียง มีจุดเริ่มต้นทางทิศเหนือของตัวอำเภอแม่ฮ่องสอน ผ่านอำเภอเมืองมาตามน้ำยวม อำเภอขุนยวม อำเภอแม่ลาน้อย อำเภอแม่สะเรียง และอำเภอสบเมย แล้วต่อลงไปทิศใต้สิ้นสุดที่กลุ่มรอยเลื่อนเมย บริเวณอำเภอท่าสองยาง จังหวัดตาก มีความยาวประมาณ 200 กิโลเมตร ส่วนใหญ่หินมหายุคมีโซโซอิก บริเวณอำเภอขุนยวมและ อำเภอแม่สะเรียง จะถูกกลุ่มรอยเลื่อนนี้แยกออกจากหินมหายุคพาลีโอโซอิก และแอ่งต่างๆ ในบริเวณนี้ก็เกิดจากอิทธิพลของกลุ่มรอยเลื่อนนี้ทั้งสิ้น

ชั้นหินคดโค้ง (Folds)

ชั้นหินคดโค้งพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นชั้นหินคดโค้งแบบอสมมาตร แบบตีบ และแบบตลบทับ โดยมีแกนของชั้นหินคดโค้งส่วนใหญ่อยู่ในแนวเหนือใต้ บางส่วนแกนของชั้นหินคดโค้งวางตัวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ และบางส่วนแกนชั้นหินคดโค้งวางตัวขนานกับกลุ่มแนวรอยเลื่อนเมย และกลุ่มรอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน ชั้นคดโค้งพบชั้นหินคดโค้งรูปประทุน ขนาดใหญ่อยู่หลายบริเวณ โดยมีชั้นหินยุคแคมเบรียนเป็นแกนกลางของรอยคดโค้ง เช่น บริเวณอำเภอเมืองพบชั้นหินแคมเบรียนเป็นแกนในแนวเหนือใต้โดยมีหินปูนยุคออร์โดวิเชียนวางทับอยู่บนทั้งสองด้านของส่วน

ข้างของชั้นหินคดโค้ง แกนของชั้นหินคดโค้งรูปประทุนนี้จะถูกหินแกรนิตยุคไทรแอสซิกดันแทรกขึ้นมา



ภาพที่ 3.6 ภาพขยายจากภาพที่ 3.4 สภาพธรณีวิทยาฝั่งตะวันออกของจังหวัดแม่ฮ่องสอน

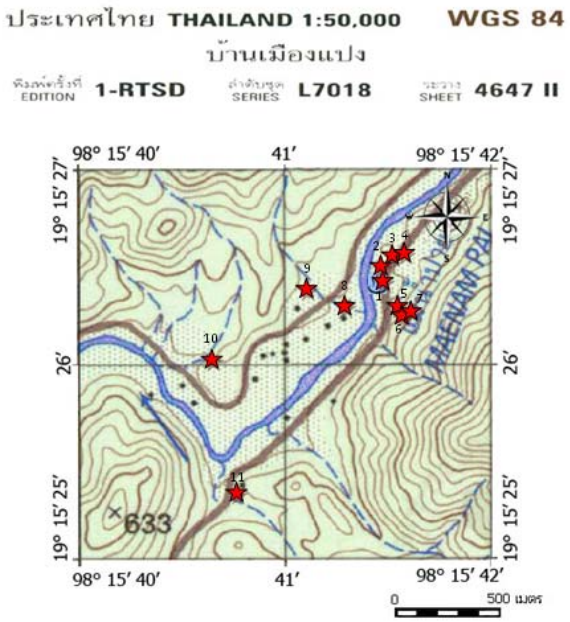
สำหรับพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอนนั้น ตั้งอยู่บริเวณฝั่งตะวันออกของพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน (ดังภาพที่ 3.6) ในพื้นที่ศึกษาจะพบหินอัคนีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ หินแกรนิต (Trgr) และ หินมิกมาไทต์ (Trm) ซึ่งคาดว่ามีอายุของหินอยู่ในช่วงของไทรแอสซิก บริเวณใกล้เคียงกับหินแกรนิต (Trgr) และหินมิกมาไทต์ (Trm) จะพบหินฟิลไลต์ในยุคของซีลูเลียน-ดีโวเนียน (SD) ซึ่งหินชนิดนี้เป็นหินแปรที่แปรสภาพมาจากหินชนวน (slate) นอกจากนั้นยังพบหินอื่นๆ เช่น หินปูนสีเทาและสีชมพู่ หิน

โดโลไมต์ (dolomite) หินดินดานปนทราย หินดินดาน หินเชิร์ต (C) และตะกอนควอเทอร์นารีประเภทตะกอนธารน้ำพา (Qa) และตะกอนตะพักลำน้ำ (Qt)

จากหลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบหินอัคนีและหินแปรประเภทฟิลไลต์ แสดงว่าในอดีตเมื่อหลายล้านปีก่อนนั้นในบริเวณพื้นที่นี้ก็มีการไหลขึ้นมาของ magma หรือความร้อนที่ทำให้หินในบริเวณนี้เกิดการแปรสภาพไป ซึ่งเป็นแหล่งความร้อนของแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเมืองแปง พุน้ำร้อนโดยคาดว่าข้างใต้มีแหล่งให้ความร้อนจาก magma หรือการถ่ายเทความร้อนเนื่องมากจากการแผ่กัมมันตรังสีของยูเรเนียมหรือทอเรียม เมื่อน้ำจากผิวดินก็ลงไปข้างใต้และได้รับความร้อนก็ไหลขึ้นมาสู่พื้นผิวดินที่เป็นน้ำมีอุณหภูมิสูง จึงเกิดเป็นแหล่งพุน้ำร้อน

3.3 การสำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม

เมื่อได้ทำการศึกษาข้อมูลทางธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ทางธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณีแล้ว จึงทราบว่าในพื้นที่ศึกษามีธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิต ซึ่งหินแกรนิตนั้นสอดคล้องกับการเกิดพุน้ำร้อน เพราะถ้าหินแกรนิตมีอุณหภูมิหรือหินร้อนจะสามารถเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนใต้พิภพได้ จึงจำเป็นต้องทำการสำรวจทางธรณีวิทยาโดยการลงพื้นที่ศึกษาจริง เพราะจากข้อมูลแผนที่ทางธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณีนั้นทำเมื่อ พ.ศ. 2549 จึงจำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอีกครั้ง เมื่อวันที่ 2 ถึง 3 ตุลาคม พ.ศ. 2557 ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลทางธรณีวิทยาได้ผลการสำรวจดังนี้



ภาพที่ 3.7 ตำแหน่งจุดสำรวจธรณีภาคสนาม 11 จุดสำรวจ

Station 1

พิกัด GPS : 47Q 0441456 UTM 2126454

หิน : Quatrzite

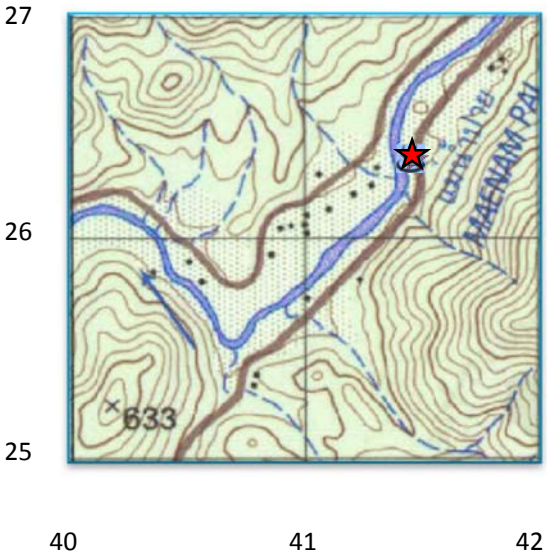
สีผุ : สีขาวส้ม

สีสด : สีขาวขุ่น (milky quartz)

Weathering : ผุระดับปานกลาง

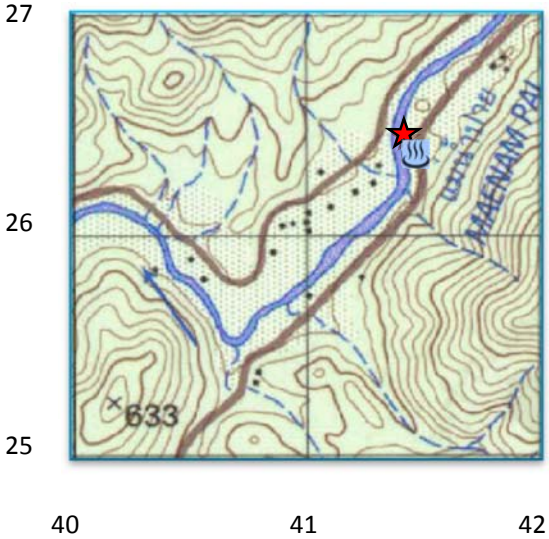
องค์ประกอบของแร่ : quartz

แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



บรรยายลักษณะการเกิด : เป็นหินที่ตกลงมาจากภูเขาบริเวณนั้น (rock fall) ทั้งมีการแปรสภาพของหินไป เพราะมีการตกผลึกใหม่ของแร่ quartz มีสายแร่ quartz และรอยแตก (joint)

แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



Station 2

พิกัด GPS : 47Q 0441460 UTM 2126476

หิน : Granite

สีผุ : สีขาวขุ่น (milky quartz)

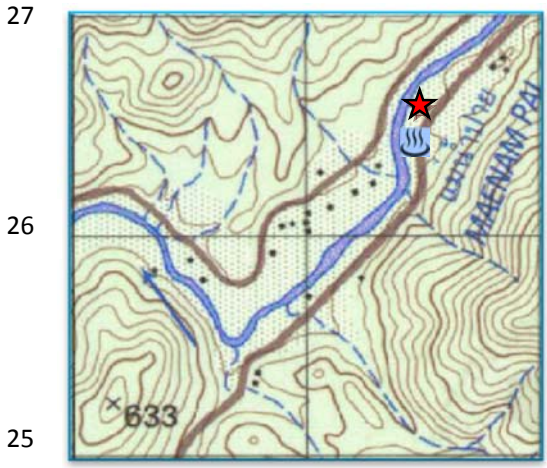
สีสด : สีขาวขุ่น (milky quartz)

Weathering : ผุระดับมาก

องค์ประกอบของแร่ : quartz muscovite biotite และ feldspar

บรรยายลักษณะการเกิด : เป็นการผุพังแบบอยู่กับที่หรือใกล้กับบริเวณที่หินโผล่ (outcrop) เพราะในบริเวณนี้เป็นดินประเภทดินเหนียวและ quartz อยู่มาก ซึ่งหินแกรนิตเมื่อเกิดการผุพังจะให้ทรายที่มาจากแร่ quartz และดินเหนียวจากแร่ feldspar

แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



Station 3

พิกัด GPS : 47Q 0441566 UTM 2126603

หิน : Granite

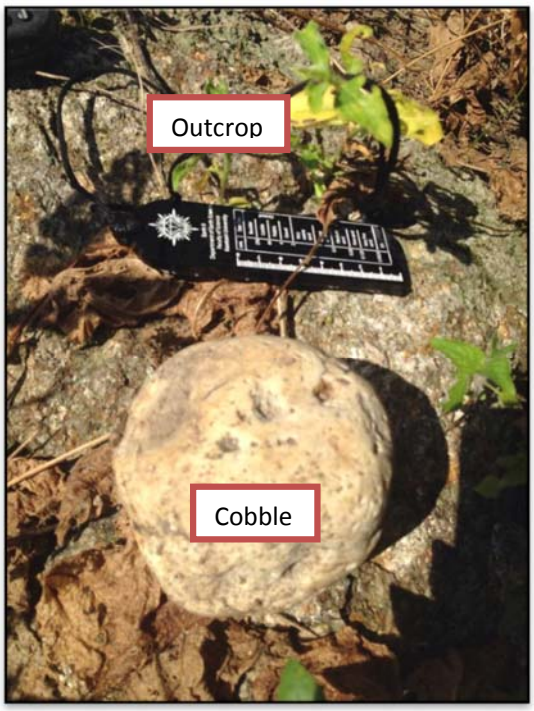
สีผุ : สีขาวขุ่น (มีสีส้มของแร่เหล็กอยู่ด้วย)

สีสด : สีขาวขุ่น (milky quartz)

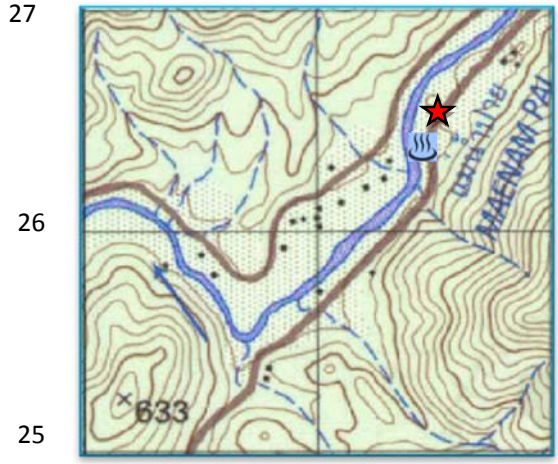
Weathering : ผุระดับมาก

องค์ประกอบของแร่ : quartz muscovite biotite และ feldspar

บรรยายลักษณะการเกิด : เป็นการผุพังแบบอยู่กับที่หรือใกล้กับบริเวณที่หินโผล่ (outcrop) เพราะในบริเวณนี้เป็นดินประเภทดินเหนียวและ quartz อยู่มาก ซึ่งหินแกรนิตเมื่อเกิดการผุพังจะให้ทรายที่มาจากแร่ quartz และดินเหนียวจากแร่ feldspar และมีตะกอนขนาด cobble มีลักษณะเป็นแบบก้อนกลมและมีความมนมาก



แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



Station 4

พิกัด GPS : 47Q 0441537 UTM 2126516

หิน : Granite

สีผุ : สีขาวส้ม

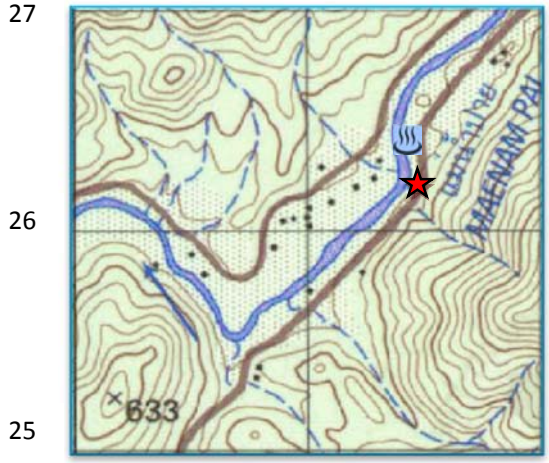
สีสด : สีขาวขุ่น (milky quartz)

Weathering : ผุระดับมาก

องค์ประกอบของแร่ : quartz biotite muscovite feldspar

บรรยายลักษณะการเกิด : การผุพังของหินแกรนิตกลายเป็นดินเหนียวทั้งหมด มีแมงกานีสเคลือบอยู่บนหินด้วย (สีดำ)

แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



Station 5

พิกัด GPS : 47Q 0441469 UTM 2126299

หิน : Granite

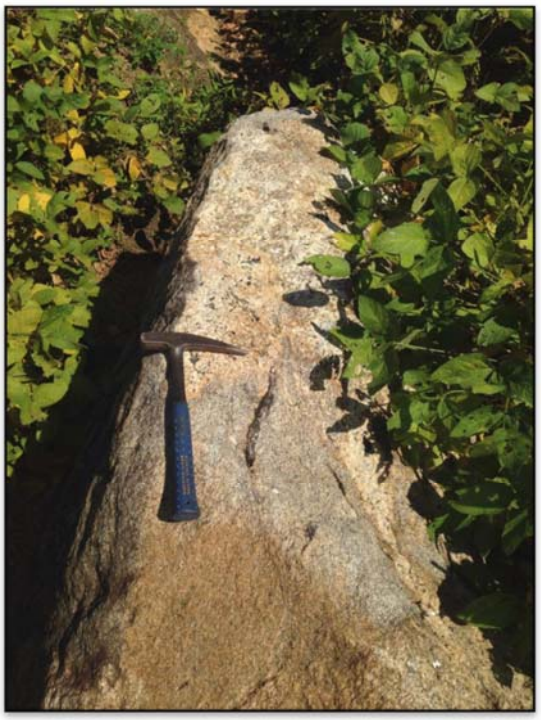
สีผุ : สีขาวส้ม (มีเหล็กเคลือบอยู่สีส้ม)

สีสด : สีขาวขุ่น (milky quartz)

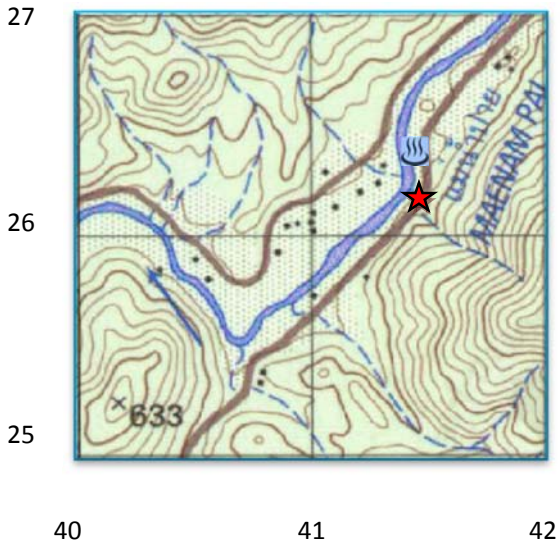
Weathering : ผุระดับปานกลาง

องค์ประกอบของแร่ : quartz biotite muscovite feldspar pyroxene

บรรยายลักษณะการเกิด : เป็นตะกอนเชิงเขา ลักษณะของหินเป็นเหลี่ยมๆ มีลักษณะของสิ่งแปลกปลอม ซึ่งมีแร่ pyroxene อยู่เล็กน้อยในหินแกรนิต



แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



Station 6

พิกัด GPS : 47Q 0441509 UTM 2126291

หิน : ตะกอนน้ำพัดพา

สีผุ : -

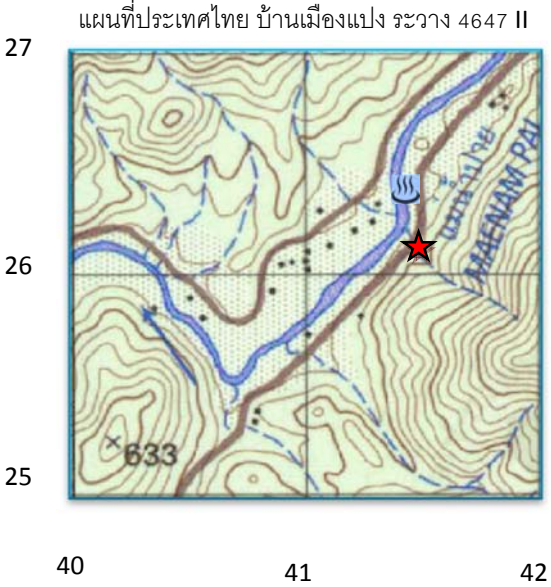
สีสด : -

Weathering : -

องค์ประกอบของแร่ : -

บรรยายลักษณะการเกิด : มีการตกตะกอนต่างช่วงเวลา การสลับกันของตะกอนขนาดใหญ่กับเล็ก แสดงให้เห็นว่าในบางช่วงเวลากระแสน้ำมีแรงสลับกับกระแสน้ำนิ่ง

แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



Station 7

พิกัด GPS : 47Q 0441547 UTM 2126259

หิน : Granite

สีผุ : สีขาวส้ม

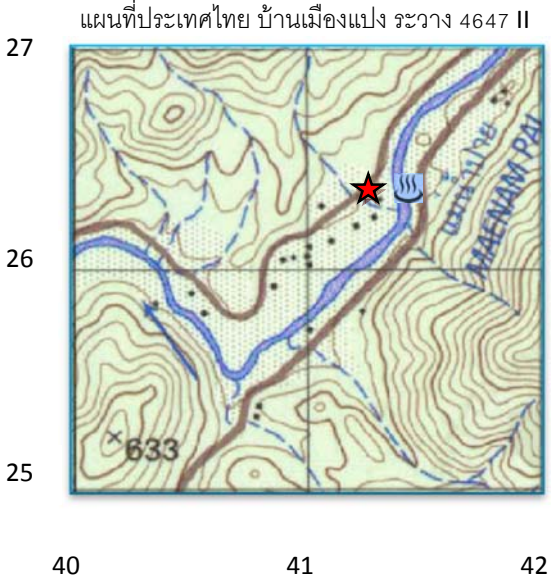
สีสด : สีขาวขุ่น (milky quartz)

Weathering : ผุระดับมาก

องค์ประกอบของแร่ : quartz biotite muscovite feldspar

บรรยายลักษณะการเกิด : เป็นหินหล่น (rock fall) มีขนาด Boulder มีแร่ quartz 50% biotite 30% feldspar 15% และ muscovite 5%

แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



Station 8

พิกัด GPS : 47Q 0441310 UTM 2126391

หิน : Granite

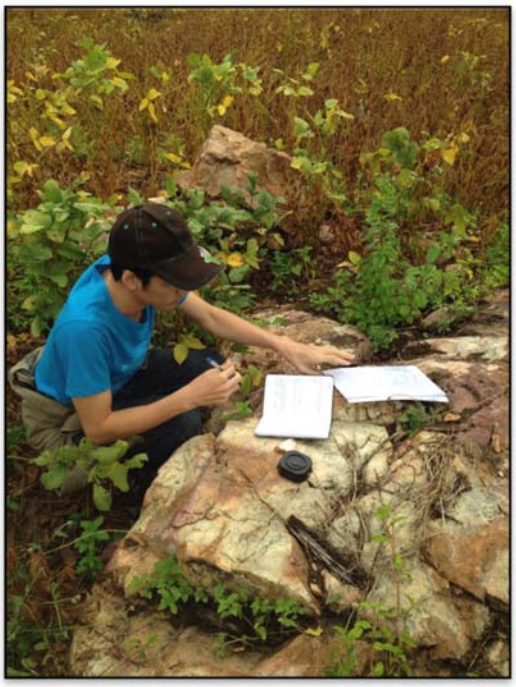
สีผุ : สีขาวส้ม

สีสด : สีขาวขุ่น (milky quartz)

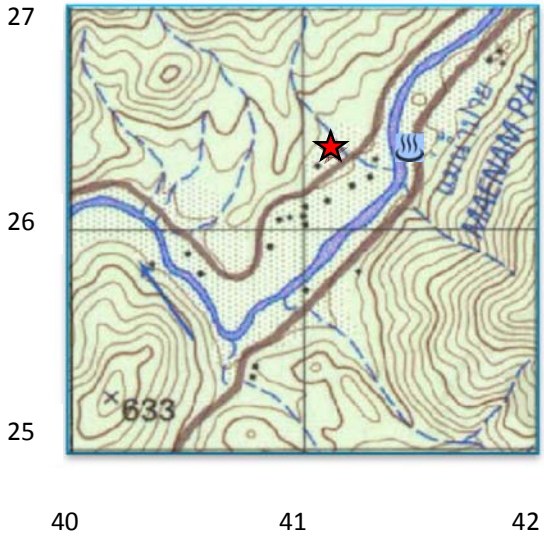
Weathering : ผุระดับปานกลาง

องค์ประกอบของแร่ : quartz

บรรยายลักษณะการเกิด : เป็นหินหล่นลงมาจากภูเขาบริเวณนั้น (rock fall) ทั้งมีการแปรสภาพของแร่ quartz ที่ยังไม่สมบูรณ์ ยังเห็นเป็นผลึกแท่ง quartz และมีการตกผลึกใหม่ของสายแร่ quartz



แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



Station 9

พิกัด GPS : 47Q 0441223 UTM 2126424

หิน : แร่ Quartz

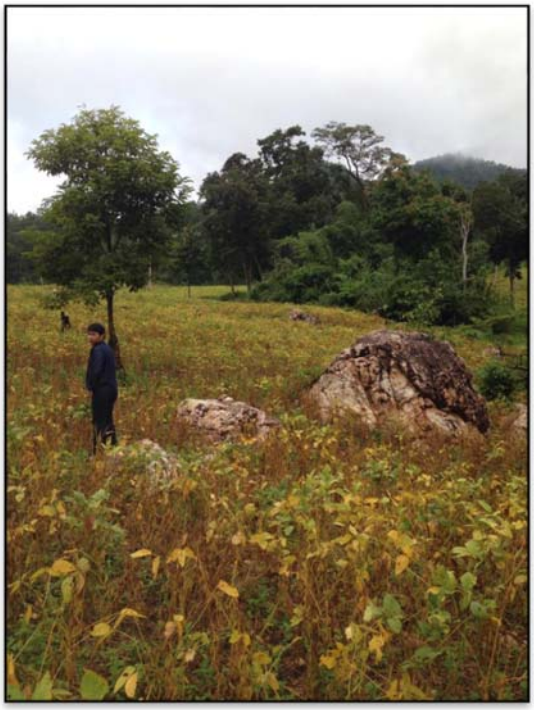
สีผุ : สีขาวส้ม

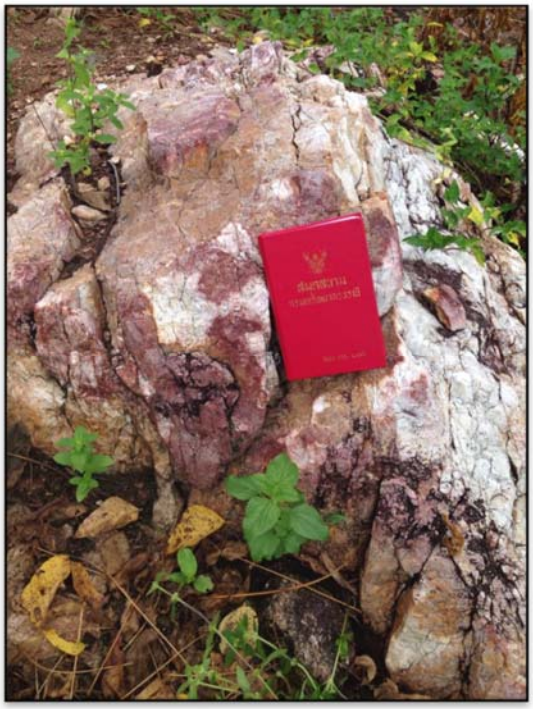
สีสด : สีขาวขุ่น (milky Quartz)

Weathering : ผุระดับมาก

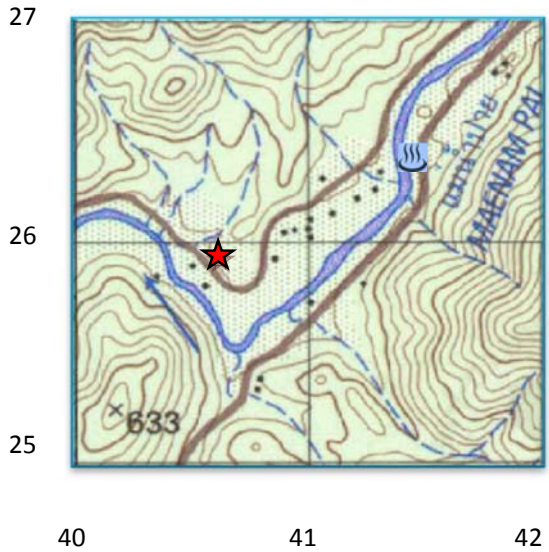
องค์ประกอบของแร่ : quartz

บรรยายลักษณะการเกิด : มีการเสียรูปร่าง (deformation) ของแร่ quartz ทั้งเนินเขา





แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



Station 10

พิกัด GPS : 47Q 0440663 UTM 2125846

หิน : Quartz

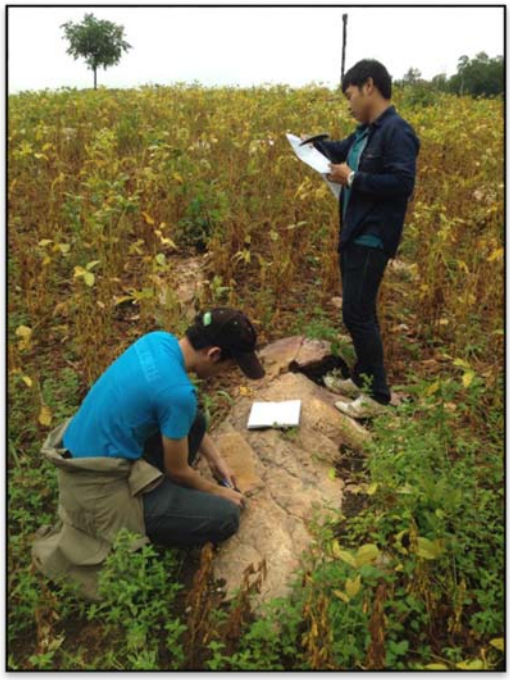
สีผุ : สีขาวส้ม

สีสด : สีขาวขุ่น (milky quartz)

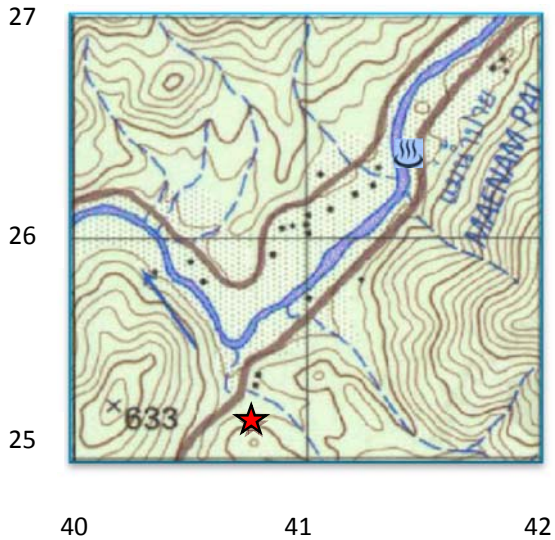
Weathering : ผุระดับมาก

องค์ประกอบของแร่ : quartz biotite muscovite feldspar

บรรยายลักษณะการเกิด : มีการเสียรูปร่าง (deformation) ของแร่ quartz ทั้งเนินเขา



แผนที่ประเทศไทย บ้านเมืองแปง ระวาง 4647 II



Station 11

พิกัด GPS : 47Q 0440670 UTM 2125336

หิน : Granite

สีผุ : สีน้ำตาลดำ

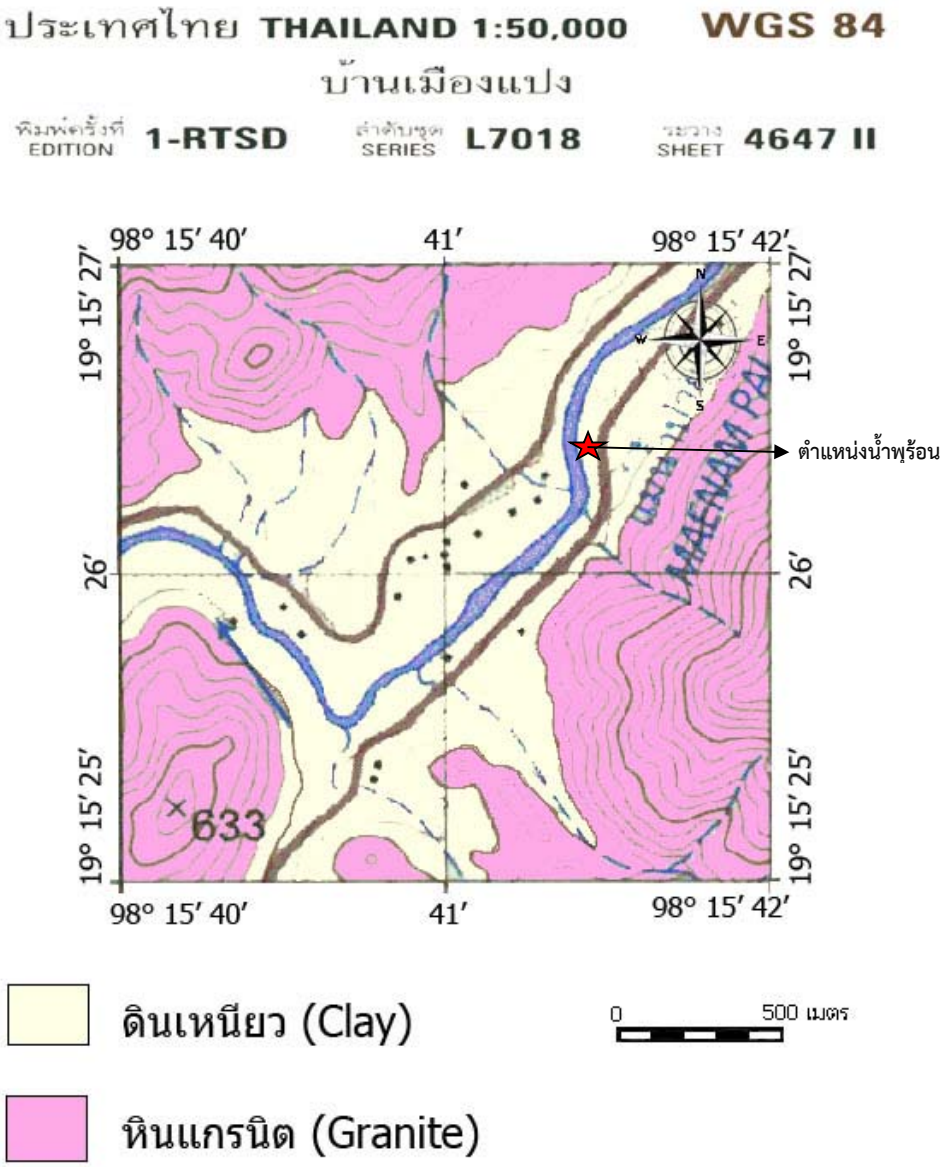
สีสด : สีขาวขุ่น (milky quartz)

Weathering : ผุระดับน้อย

องค์ประกอบของแร่ : quartz biotite muscovite feldspar tourmarine

บรรยายลักษณะการเกิด : พบหินโผล่ (outcrop) อยู่ข้างถนน มีรอยแตก (joint) ของหินมาก ในเนื้อหินพบแร่ tourmarine

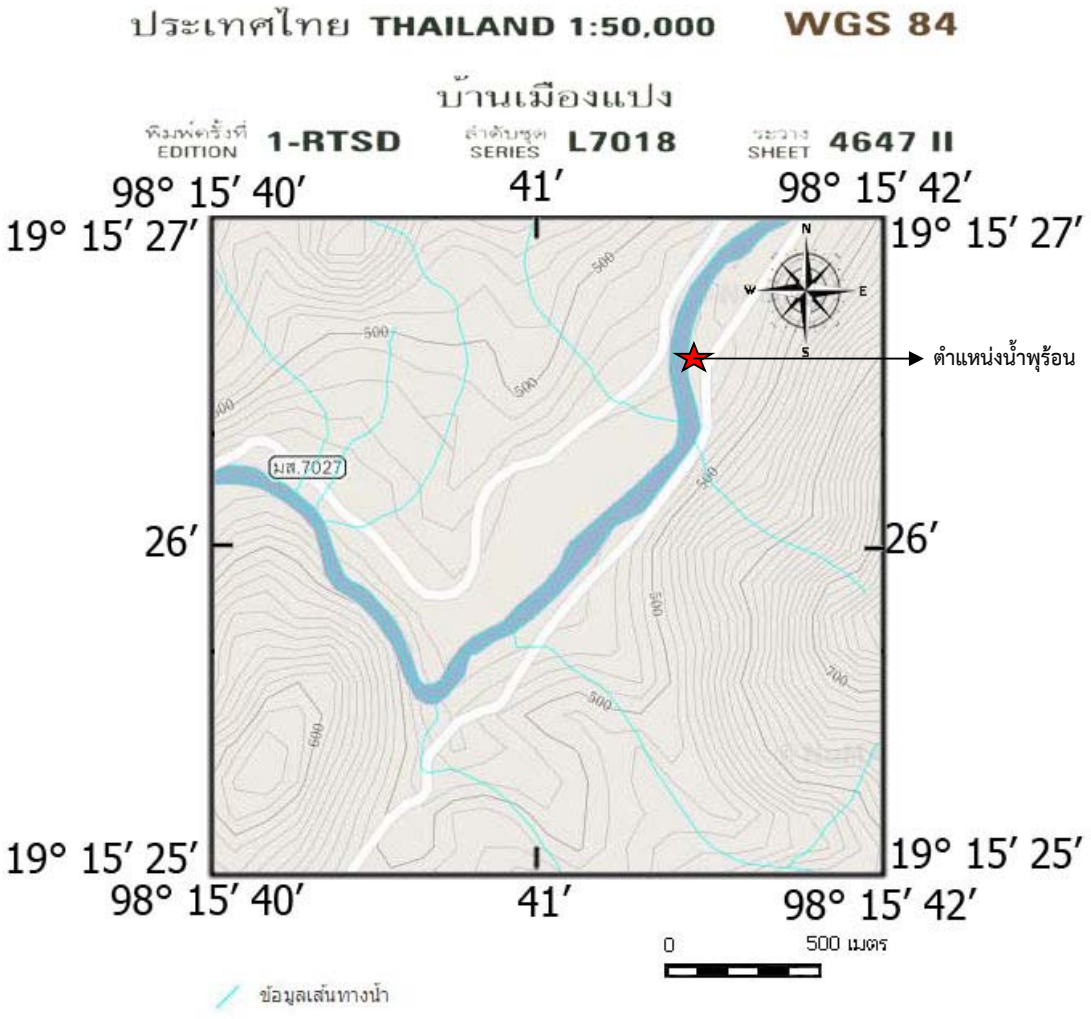
จากการสำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม ทำให้ทราบว่าในพื้นที่ 4 ตารางกิโลเมตรในบริเวณของน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่ พบหินแกรนิตที่มีการผุพังระดับสูง หินชนิดนี้เป็นต้นกำเนิดความร้อนและเป็นหินให้น้ำได้ดี ในพื้นที่ส่วนใหญ่พบตะกอนประเภทดินเหนียว (clay) และก้อนแร่ quartz เป็นจำนวนมาก ซึ่งคาดว่าผุพังมาจากหินแกรนิต



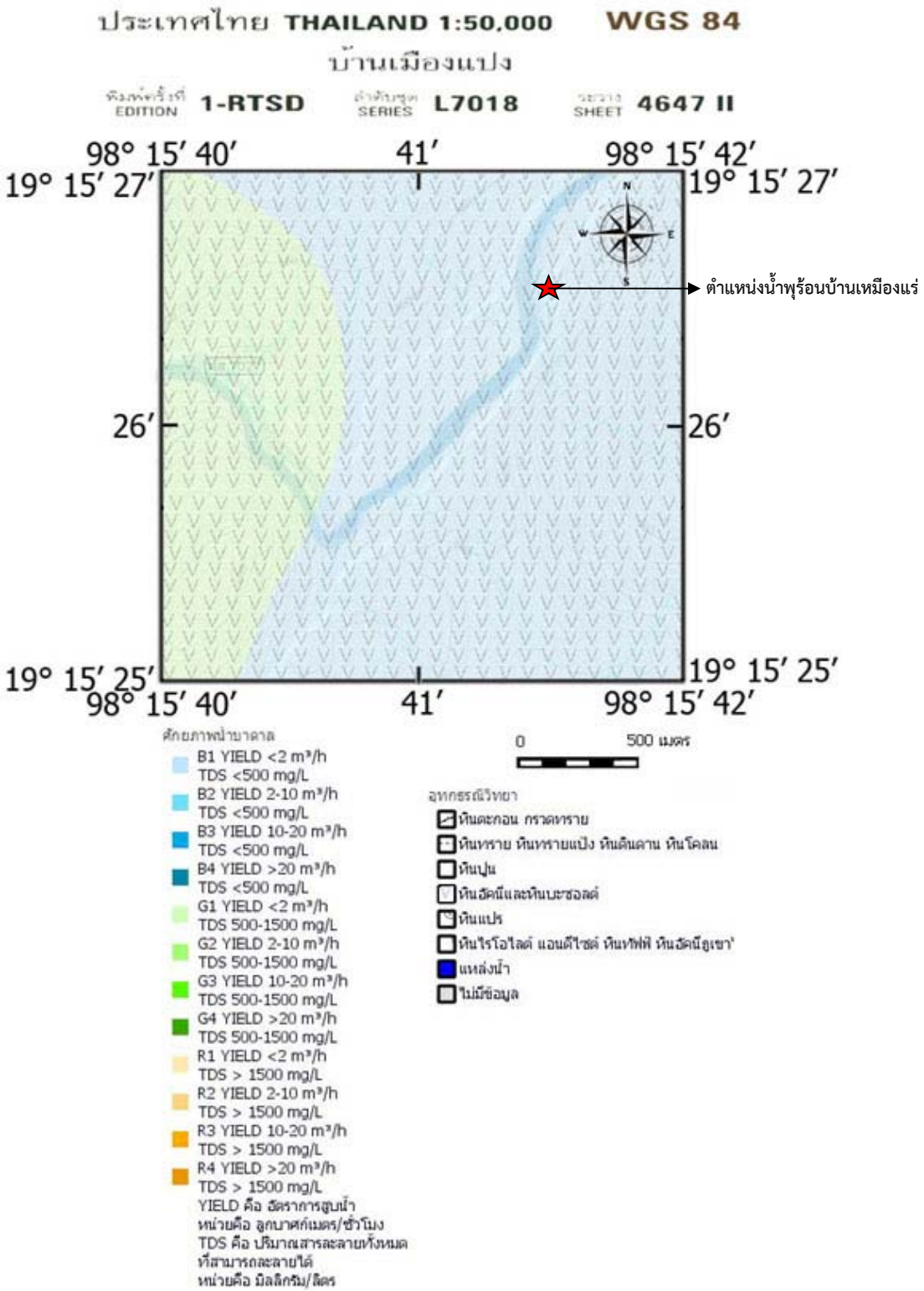
ภาพที่ 3.8 ธรณีวิทยาภาคสนามพื้นที่ศึกษา 4 ตารางกิโลเมตร

3.4 อุทกธรณีวิทยา ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

การศึกษาเกี่ยวกับอุทกธรณีวิทยาทั้งบนพื้นผิวและใต้ดินนั้น มีความเกี่ยวข้องกับแหล่งพุน้ำร้อน เนื่องจากน้ำบนพื้นผิวและใต้ดินในบริเวณนั้นมีการไหลไปพบกับแหล่งให้กำเนิดความร้อนในพื้นที่นั้นๆ จึงเกิดเป็นแหล่งพุน้ำร้อนขึ้นมา ข้อมูลทางอุทกธรณีวิทยาจะช่วยในการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลทางธรณีฟิสิกส์ที่ผ่านกระบวนการประมวลผลแล้ว ทำให้ประเมินศักยภาพของแหล่งพุน้ำร้อนได้แม่นยำยิ่งขึ้น จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีลักษณะอากาศแบบเขตร้อนชื้นมีฝนตกชุกในช่วงมรสุม (tropical monsoon climate) สภาพภูมิเทศเป็นภูเขา ดังภาพที่ 3.9 และ 3.10 ในพื้นที่ศึกษาแหล่งพุน้ำร้อนเหมืองแร่ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่ต่ำสุดคือ แม่น้ำปายที่ความสูง 460 เมตร



ภาพที่ 3.9 ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นภูเขาของพื้นที่ศึกษา จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (http://gmis.longdo.com/)



ภาพที่ 3.10 อุทกธรณีวิทยาและศักยภาพน้ำบาดาลของพื้นที่ศึกษา จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (http://gmis.longdo.com/)

จากภาพที่ 3.10 จะเห็นได้ว่า ในพื้นที่ศึกษาแหล่งพุน้ำร้อนเหมืองแร่ เป็นชั้นหินให้น้ำมาจากหินแกรนิต ซึ่งถ้าหินแกรนิตผุจะทำให้การให้น้ำมีปริมาณมาก ซึ่งตรงตำแหน่งของพื้นที่ศึกษาเป็นชั้นหินให้น้ำจากหินแกรนิต

3.5 วิธีการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์

3.5.1 Seismic Refraction Survey

การสำรวจด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (seismic refraction survey) เป็นการสำรวจธรณีฟิสิกส์วิธีหนึ่งที่ใช้ในการหาความลึกของตะกอนและชั้นหินต่างๆโดยใช้หลักการหักเหของคลื่นไหวสะเทือน คือ ปรากฏการณ์ที่คลื่นเคลื่อนผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางที่มีคุณสมบัติต่างกัน ทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นไปตามกฎของสเนลล์ (snell’s law) ส่วนวิธีการสำรวจแบบ seismic refraction tomography จะสำรวจเหมือนกับการสำรวจคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห แต่การประมวลผลของ seismic refraction tomography จะให้ความละเอียดที่มากกว่าของการสำรวจคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห

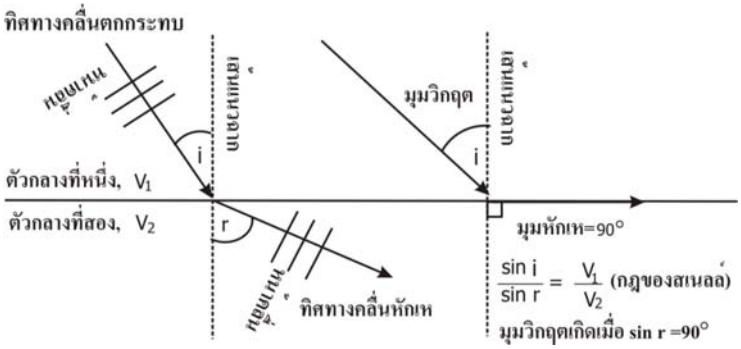
การสำรวจคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหสามารถทำได้รวดเร็วและให้ข้อมูลใต้ผิวดินของชั้นดินหรือหิน ที่ค่อนข้างสมบูรณ์ แต่มีเงื่อนไขจำกัดอยู่ที่ชั้นดินหรือหินชั้นที่อยู่ลึกลงไป ต้องมีค่าความเร็วคลื่นสูงกว่าชั้นดินหรือหินที่อยู่ด้านบนเสมอ หากความเร็วไม่เป็นเช่นนั้น จะไม่สามารถเห็นชั้นของความเร็วที่ต่ำกว่าด้านบนได้ ซึ่งตามกฎของสเนลล์ (Snell’s law) ความเร็วของชั้นล่างต้องมีความเร็วมากกว่าชั้นบนเสมอ ซึ่งโดยส่วนมากของธรรมชาติมักพบว่าชั้นดินหรือหิน ที่อยู่ลึกลงไปจะมีความเร็วที่สูงขึ้น

กฎของสเนลล์ (Snell’s law) อธิบายปรากฏการณ์การหักเหเชิงปริมาณของคลื่น โดยกล่าวว่า “อัตราส่วนของค่าไซน์ของมุมตก กระทบกับค่าไซน์ของมุมหักเห มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างความเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นตกกระทบกับความเร็วคลื่นในตัวกลางที่คลื่นหักเห”

$$\frac{Sin\ i}{Sin\ r} = \frac{V1}{V2}$$

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ออกจากจุดกำเนิดโดยมีหน้าคลื่นจากการอัดและขยายแผ่ออกไปเรื่อยๆ และเมื่อกระทบกับรอยต่อของชั้นดินหรือหินที่หินชั้นล่างมีความเร็วคลื่นมากกว่าหินชั้นบน คลื่นส่วนหนึ่งหักเหลงไปในชั้นดินหรือหินที่อยู่ข้างล่าง คลื่นอีกส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับขึ้นมา และถ้าหน้าคลื่นตกกระทบทำมุมวิกฤต (critical angle) กับเส้นสมมุติแนวฉากกับรอยต่อของชั้นดินหรือหิน คลื่นจะวิ่งขนานไปกับรอยต่อ และ

พร้อมกับเดินทางกลับขึ้นมาด้วยมุมวิกฤต การเขียนเส้นทางเดินของหน้าคลื่นที่เคลื่อนลงไปเหล่านี้ สามารถเขียนแทนด้วยรังสีคลื่นที่เป็นเส้นสมมุติลากตั้งฉากกับหน้าคลื่น (เพียงตา สาตรักษ์, 2550)



ภาพที่ 3.11 *การเคลื่อนที่ของคลื่นตกกระทบและคลื่นหักเหที่เป็นไปตามกฎของสเนลล์ มุมวิกฤตเกิดเมื่อมุมของคลื่นหักเหทำมุมเท่ากับ 90 กับเส้นสมมุติแนวฉากกับรอยต่อของชั้นดิน-หิน* (เพียงตา สาตรักษ์, 2550)

3.5.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ Seismic Refraction Tomography

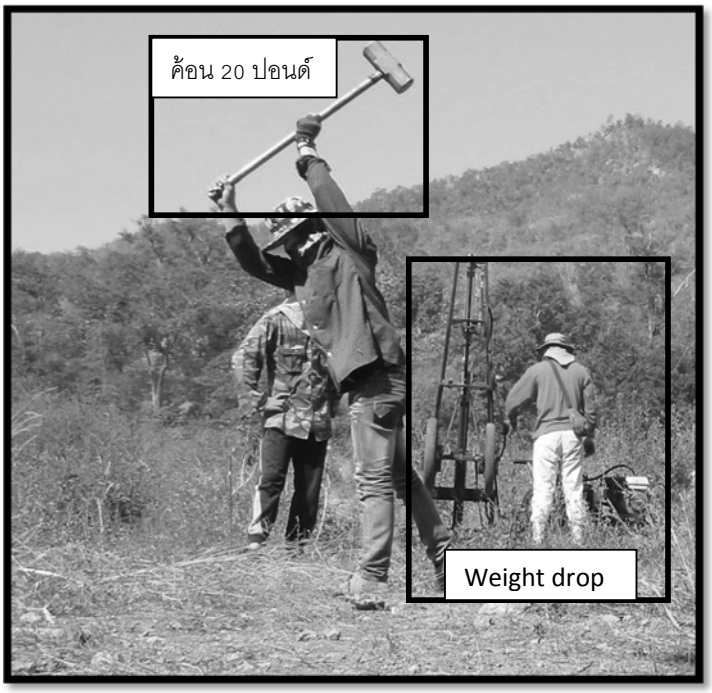
การสำรวจ Seismic Refraction Tomography ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือน แบบ 48 ช่องสัญญาณ ประกอบด้วย seismograph Geometrics รุ่น Geode 2 เครื่องและเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาสำหรับเก็บข้อมูล (ภาพที่ 3.12)
2. ตัวรับสัญญาณคลื่น (geophone) ประกอบด้วยตัวรับสัญญาณแบบเดี่ยวแกนดิ่ง (single geophone, vertical component) ความถี่ 28 Hz และสายรับสัญญาณ (land cable) (ภาพที่ 3.13)
3. แหล่งกำเนิดคลื่น (seismic source) คือ ค้อน 20 ปอนด์และ weight drop (ภาพที่ 3.14)

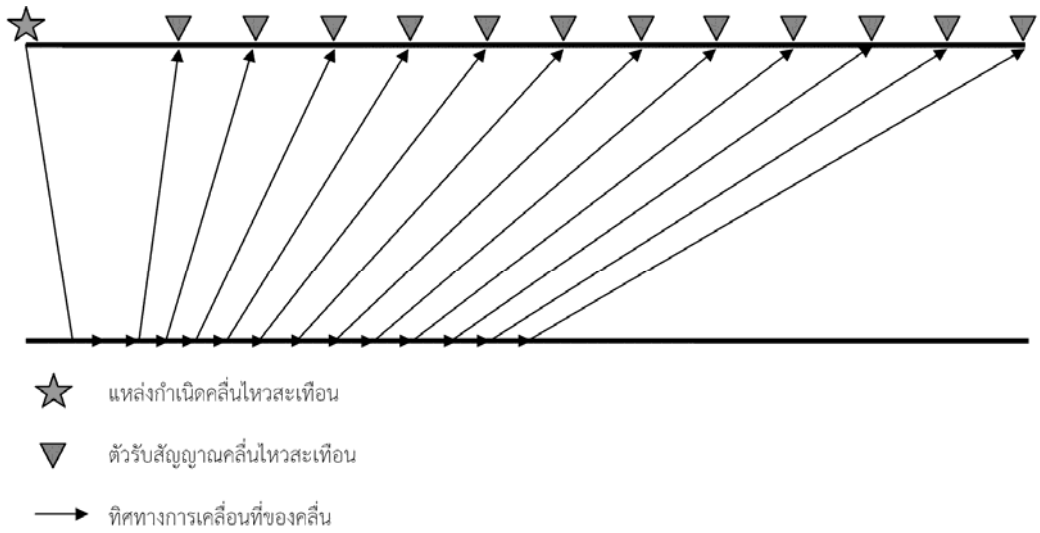
ภาพที่ 3.12 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ Geode และ คอมพิวเตอร์ (ที่มา: www.geometrics.com)

ภาพที่ 3.13 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ Geophone และ Land cable

(ที่มา: www.longetequ.com)



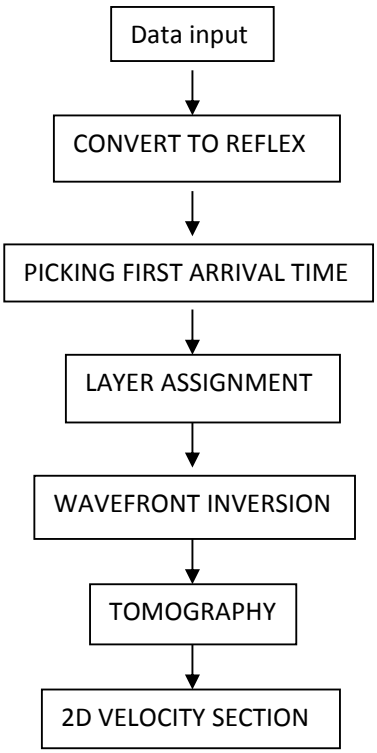
ภาที่ 3.14 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำรวจ ค้อน 20 ปอนด์และ weight drop



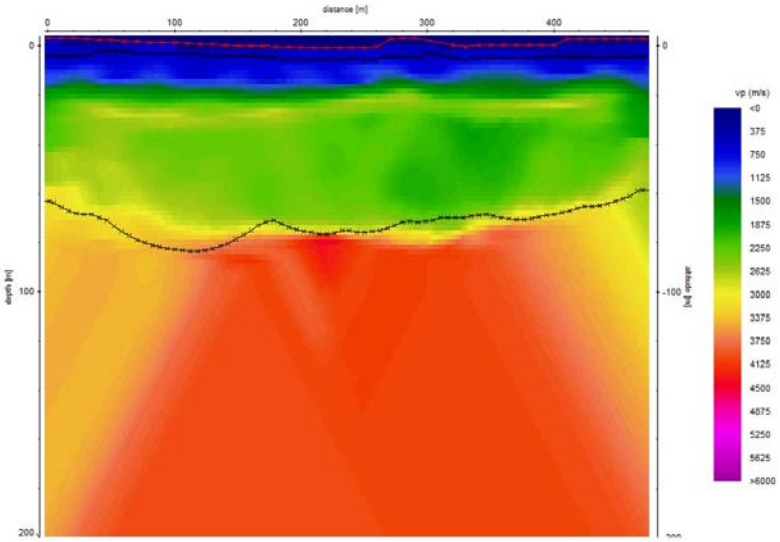
ภาพที่ 3.15 การเคลื่อนที่ของคลื่นแบบหักเห (เส้นสีดำ) จากแหล่งกำเนิดคลื่น (seismic source รูปดาวสีฟ้า) จนไปถึงตัวรับสัญญาณ (geophone รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วสีแดง)

3.5.1.2 การประมวลผล 2D Seismic Refraction Tomography

เมื่อได้ข้อมูลการสำรวจแล้ว จึงทำการสร้างแบบจำลองภาพตัดขวางข้างใต้แนวสำรวจ ดังตัวอย่าง ภาพที่ 3.16 และ ภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.16 แผนผังแสดงการประมวลผลข้อมูลการสำรวจ Seismic refraction

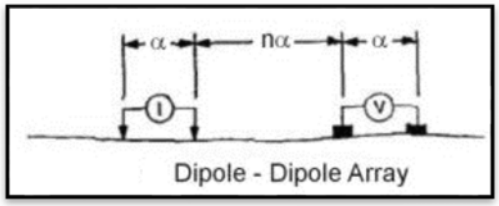


ภาพที่ 3.17 ผลการประมวลผลข้อมูล seismic refraction tomography เป็นแบบจำลอง 2 มิติ

3.5.2 Resistivity Survey

การสำรวจด้วยวิธีวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity survey) ทำโดยการปล่อยกระแสไฟฟ้าลงสู่ดิน กระแสไฟฟ้าจะไหลออกไปจากจุดที่ปล่อยลงไปใต้ผิวดินที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ทำให้สามารถวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากผลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน และเมื่อทราบค่าของกระแสไฟฟ้าที่ปล่อยลงไป และค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจากขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ย่อมสามารถหาค่าความต้านทานไฟฟ้าได้ และความต้านทานไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดิน-หินใต้ผิวดินในบริเวณที่ปล่อยกระแสไฟฟ้า และความยาวของระยะทางที่กระแสไฟฟ้าไหลต่อพื้นที่หน้าตัดของบริเวณที่กระแสไฟฟ้าไหล

ในการสำรวจครั้งนี้ใช้วิธีการวางขั้วไฟฟ้าแบบ Dipole-Dipole



ภาพที่ 3.18 ลักษณะการวางขั้วในการอ่านแบบ Dipole-Dipole

สภาพดิน-หินประกอบด้วยแร่ และแร่ประกอบในดิน-หินซึ่งส่วนใหญ่เป็นฉนวนไฟฟ้า (insulator)

มีเฉพาะแร่โลหะและกราไฟท์เท่านั้นที่เป็นพวกตัวนำไฟฟ้าที่ดี โดยทั่วไปแร่โลหะหรือกราไฟท์พบเป็นสายแร่ (ore body) ในบางพื้นที่เท่านั้น ดังนั้นการวัดค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้าจึงเป็นการประยุกต์สำรวจ เพื่อวัดการถ่ายเทหรือแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าในช่องว่างของชั้นดินหรือหินที่มีน้ำเข้าแทรกเป็นส่วนใหญ่ แม้ว่าช่องว่างของดินหรือหินมีน้ำแทรก แต่หากเป็นน้ำบริสุทธิ์ ไม่มีลักษณะเป็นตัวนำที่จะนำพากระแสไฟฟ้าเคลื่อนไหลได้ แต่ถ้ากระแสไฟฟ้าเคลื่อนไหลไม่ได้ การประยุกต์สำรวจด้วยวิธีวัดค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้าไม่สามารถทำได้เช่นกัน (เพียงตา สาตรักษ์, 2550)

ส่วนแร่บางชนิดที่เป็นตัวนำไฟฟ้า แสดงว่า กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านทะลุเข้าไปในเนื้อแร่ได้ แร่ที่จัดว่าเป็นตัวนำไฟฟ้า เช่น กราไฟต์ (graphite) ไพร์โรลูไทต์ (pyrholutite) ไพไรต์ (pyrite) ชาล์โคไพไรต์ (chalcopyrite) กาลีนา (galena) แมกนีไทต์ (magnetite) และ แร่ดินเหนียว (clay minerals) ในธรรมชาติ (เพียงตา สาตรักษ์, 2550)

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติสภาพต้านทานไฟฟ้าของธาตุที่เป็นโลหะ

ธาตุ	ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม-เมตร)	ธาตุ	ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม-เมตร)
ทองแดง (copper)	1.7×10^{-8}	นิเกล (nickel)	7.8×10^{-8}
ทอง (gold)	2.4×10^{-8}	ทองคำขาว (platinum)	1.1×10^{-7}
อะลูมิเนียม (aluminum)	2.7×10^{-8}	เงิน (silver)	1.6×10^{-8}
เหล็ก (iron)	9.7×10^{-8}	ทังสเตน (tunsten)	5.7×10^{-8}
ตะกั่ว (lead)	2.2×10^{-7}	ดีบุก (tin)	1.1×10^{-7}
ปรอท (mercury)	9.6×10^{-7}	ยูเรเนียม (uraniam)	3.0×10^{-7}
พลวง (antimony)	4.5×10^{-7}	สังกะสี (zine)	5.8×10^{-8}
สารหนู (arsenic)	2.2×10^{-7}	แอนติโมนี (antimony)	4.5×10^{-7}

ที่มา: Telford et al. (1990)

ตารางที่ 3.2 ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้าของแร่

แร่	ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม-เมตร)	แร่	ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม-เมตร)
ควอตซ์ (SiO_2)	$4 \times 16^{10} - 2 \times 10^{14}$	ฮีมาไทต์ (Fe_2O_3)	$3.5 \times 10^{3} - 10^{7}$
แอนไฮไดร์ต ($CaSO_4$)	10^{9}	ไลมอไนต์ ($2Fe_2O_3.3H_2O$)	$10^{-3} - 5$
เกลือหิน (NaCl)	$30 - 10^{13}$	อิลมีไนท์ ($FeTiO_3$)	$10^{-3} - 50$
ซิลไวต์ (KCl)	$10^{11} - 10^{12}$	เพชร (C)	$10 - 10^{14}$
แคลไซต์ ($CaCO_3$)	21×10^{12}	สติบไนต์ (Sb_2S_3)	$10^{5} - 10^{12}$
ฟลูออไรต์ (CaF_2)	8×10^{13}	กาลีนา (PbS)	$3 \times 10^{-6} - 3 \times 10^{2}$
เซอร์เพนทีน	$2 \times 10^{2} - 3 \times 10^{3}$	บอกไซต์ ($Al_2O_3.nH_2O$)	$2 \times 10^{2} - 6 \times 10^{3}$
ฮอร์นเบลนด์	$2 \times 10^{2} - 10^{6}$	โครไมต์ ($FeCr_2O_4$)	$1 - 10^{6}$
ไมกา	$9 \times 10^{2} - 10^{14}$	วุลเฟรมไมต์ (Fe,Mn,WO_4)	$10 - 10^{5}$
ถ่าน	$10 - 10^{111}$	ไพโรลูไซต์ (MnO_2)	$5 \times 10^{-3} - 10$
ลิกไนต์	$9 - 200$	โคบอลไทต์ (CoAsS)	$3.5 \times 10^{-4} - 10^{-1}$
ไพไรต์ (FeS_2)	$2.9 \times 10^{-5} - 1.5$	โมลิบดีไนต์ (MoS_2)	$10^{-3} - 10^{6}$
สฟาเลอไรต์ (ZnS)	$1.5 - 10^{7}$	ซินนาบาร์ (HgS)	2×10^{7}
รูไทล์ (TiO_2)	30-1000	โคเวลไลต์ (CuS)	$3 \times 10^{-7} - 8 \times 10^{-5}$

ที่มา: Telford et al. (1990)

ตารางที่ 3.3 ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้าของหินอัคนี หินแปร และหินตะกอน

<u>หินอัคนี</u>	**ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม-เมตร)**
แกรนิต (granite)	$3 \times 10^2 - 10^6$
แกรนิตเนื้อดอก (granite porphyry)	4.5×10^3 (เปียก) – 1.3×10^6 (แห้ง)
อัลไบต์ (albite)	3×10^2 (เปียก) – 3.3×10^3 (แห้ง)
ไซยีไนต์ (syenite)	$10^2 - 10^6$
ไดออไรต์ (diorite)	$10^4 - 10^5$
ไดออไรต์เนื้อดอก (diorite porphyry)	1.9×10^3 (เปียก) – 2.8×10^4 (แห้ง)
ควอตซ์ไดออไรต์ (quartz diorite)	2×10^4 (เปียก) – 10.8×10^5 (แห้ง)
แอนดีไซต์ (andesite)	4.5×10^4 (เปียก) – 1.7×10^2 (แห้ง)
แกบโบร (gabbro)	$10^3 - 10^6$
บะซอลต์ (basalt)	$10 - 1.3 \times 10^7$ (แห้ง)
เพริโดไทต์ (peridotite)	3×10^3 (เปียก) – 6.5×10^3 (แห้ง)
<u>หินแปร</u>	**ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม-เมตร)**
ฮอร์นเฟลส์ (hornfels)	8×10^3 (เปียก) – 6×10^7 (แห้ง)
ชีทส์ (schists)	20×10^4
ชนวน (slate)	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
ไนส์ (gneiss)	6.8×10^4 (เปียก) – 3×10^6 (แห้ง)
หินอ่อน (marble)	$10^2 - 2.5 \times 10^8$ (แห้ง)
ควอร์ตไซต์ (quartzite)	$10 - 2 \times 10^8$
<u>หินตะกอน</u>	**ค่าของสภาพต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม-เมตร)**
หินดินดาน (shale)	$20 - 2 \times 10^3$
หินกรวดมน (conglomerate)	$10 - 8 \times 10^2$
หินทราย (sandstone)	$1 - 6.4 \times 10^8$
หินปูน (limestone)	$50 - 16^7$
หินโดโลไมต์ (dolomite)	$3.5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
ตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว	20-200??
ดินเหนียว (clays)	1- 100
ทรายแม่น้ำ (alluvium sands)	10 – 800
ดินทรายปนดินเหนียวมีน้ำเค็มแทรกแอ่งสกลนคร	*1.3-7.8*

ที่มา: Telford et al. (1990); เพียงตา และคณะ (2549)

3.5.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ 2D Resistivity Imaging Survey

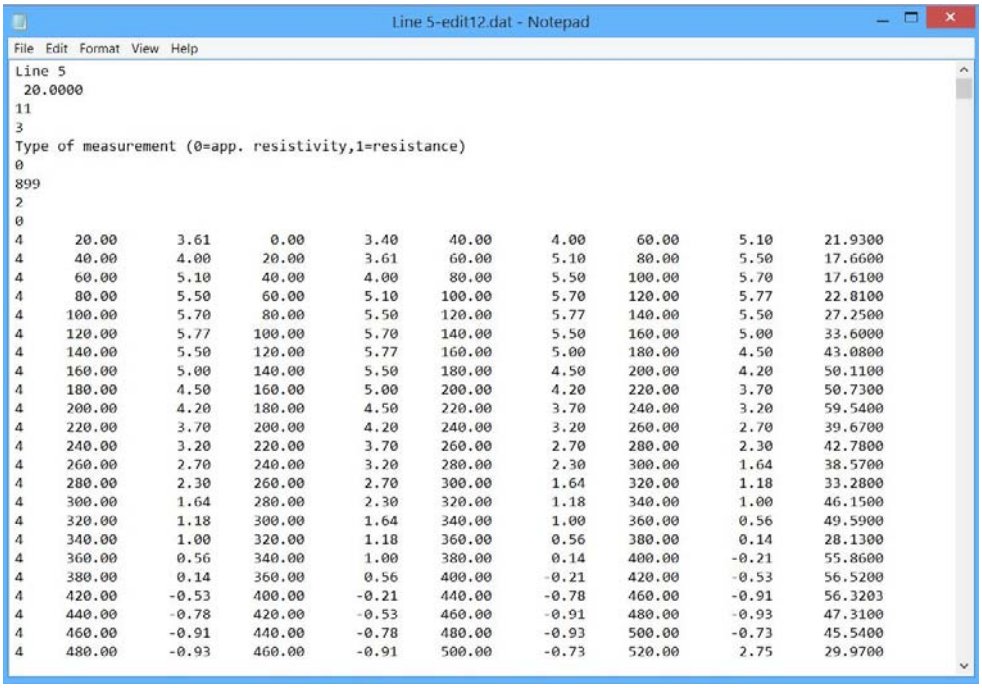
การสำรวจ Resistivity ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า IRIS รุ่น R1 PLUS 48 channel
2. สายเคเบิล (สีเหลือง) 2 สาย แต่ละสายยาว 120 เมตร สายเคเบิล (สีแดง) 48 เส้น มีความยาวตั้งแต่ 10, 30, 50, 70, 90, 110, จนถึงระยะ 470 เมตร ทั้งหมด 2 ชุด
3. ค้อน
4. ตัวคีบระหว่างสายเคเบิลกับขั้วอิเล็กโทรด
5. ขั้วอิเล็กโทรด (electrode)
6. น้ำ

ภาพที่ 3.19 เครื่องมือวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า IRIS รุ่น R1 PLUS 48 channel (www.ipgp.fr) สายเคเบิล ตัวคีบ ขั้วอิเล็กโทรด(http://new.wtsgeo.com/en/product/optional-accessories-of-electronic-instruments.html) และค้อน (www.stanley-thailand.com)

3.5.2.2 การประมวลผลข้อมูล 2D Resistivity Imaging Survey

หลังจากการสำรวจ นำข้อมูลจากการสำรวจมาถ่ายโอนเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อทำการแปลงเป็น .dat ไฟล์ จากนั้นทำการจัดเรียงข้อมูลและนำข้อมูลมาประมวลผลด้วยโปรแกรม RES2DINV เพื่อสร้างแบบจำลอง

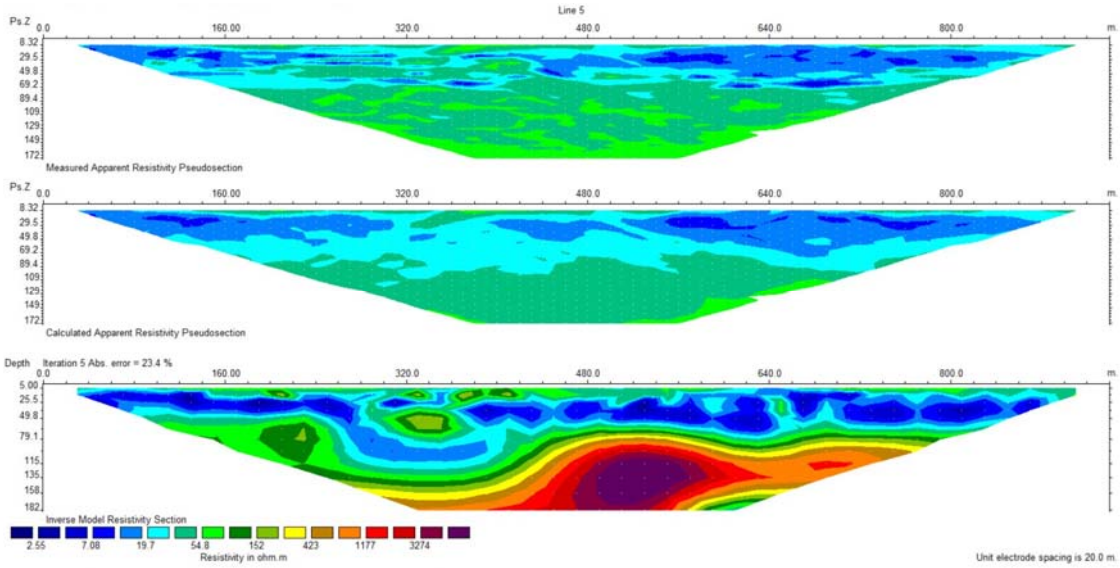


Line 5-edit12.dat - Notepad

File Edit Format View Help

```
Line 5
 20.0000
11
3
Type of measurement (0=app. resistivity,1=resistance)
0
899
2
0
4      20.00      3.61       0.00      3.40      40.00      4.00      60.00      5.10      21.9300
4      40.00      4.00      20.00      3.61      60.00      5.10      80.00      5.50      17.6600
4      60.00      5.10      40.00      4.00      80.00      5.50     100.00      5.70      17.6100
4      80.00      5.50      60.00      5.10     100.00      5.70     120.00      5.77      22.8100
4     100.00      5.70      80.00      5.50     120.00      5.77     140.00      5.50      27.2500
4     120.00      5.77     100.00      5.70     140.00      5.50     160.00      5.00      33.6000
4     140.00      5.50     120.00      5.77     160.00      5.00     180.00      4.50      43.0800
4     160.00      5.00     140.00      5.50     180.00      4.50     200.00      4.20      50.1100
4     180.00      4.50     160.00      5.00     200.00      4.20     220.00      3.70      50.7300
4     200.00      4.20     180.00      4.50     220.00      3.70     240.00      3.20      59.5400
4     220.00      3.70     200.00      4.20     240.00      3.20     260.00      2.70      39.6700
4     240.00      3.20     220.00      3.70     260.00      2.70     280.00      2.30      42.7800
4     260.00      2.70     240.00      3.20     280.00      2.30     300.00      1.64      38.5700
4     280.00      2.30     260.00      2.70     300.00      1.64     320.00      1.18      33.2800
4     300.00      1.64     280.00      2.30     320.00      1.18     340.00      1.00      46.1500
4     320.00      1.18     300.00      1.64     340.00      1.00     360.00      0.56      49.5900
4     340.00      1.00     320.00      1.18     360.00      0.56     380.00      0.14      28.1300
4     360.00      0.56     340.00      1.00     380.00      0.14     400.00     -0.21      55.8600
4     380.00      0.14     360.00      0.56     400.00     -0.21     420.00     -0.53      56.5200
4     420.00     -0.53     400.00     -0.21     440.00     -0.78     460.00     -0.91      56.3203
4     440.00     -0.78     420.00     -0.53     460.00     -0.91     480.00     -0.93      47.3100
4     460.00     -0.91     440.00     -0.78     480.00     -0.93     500.00     -0.73      45.5400
4     480.00     -0.93     460.00     -0.91     500.00     -0.73     520.00      2.75      29.9700
```

ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างข้อมูลดิบที่อ่านด้วยโปรแกรม Notepad



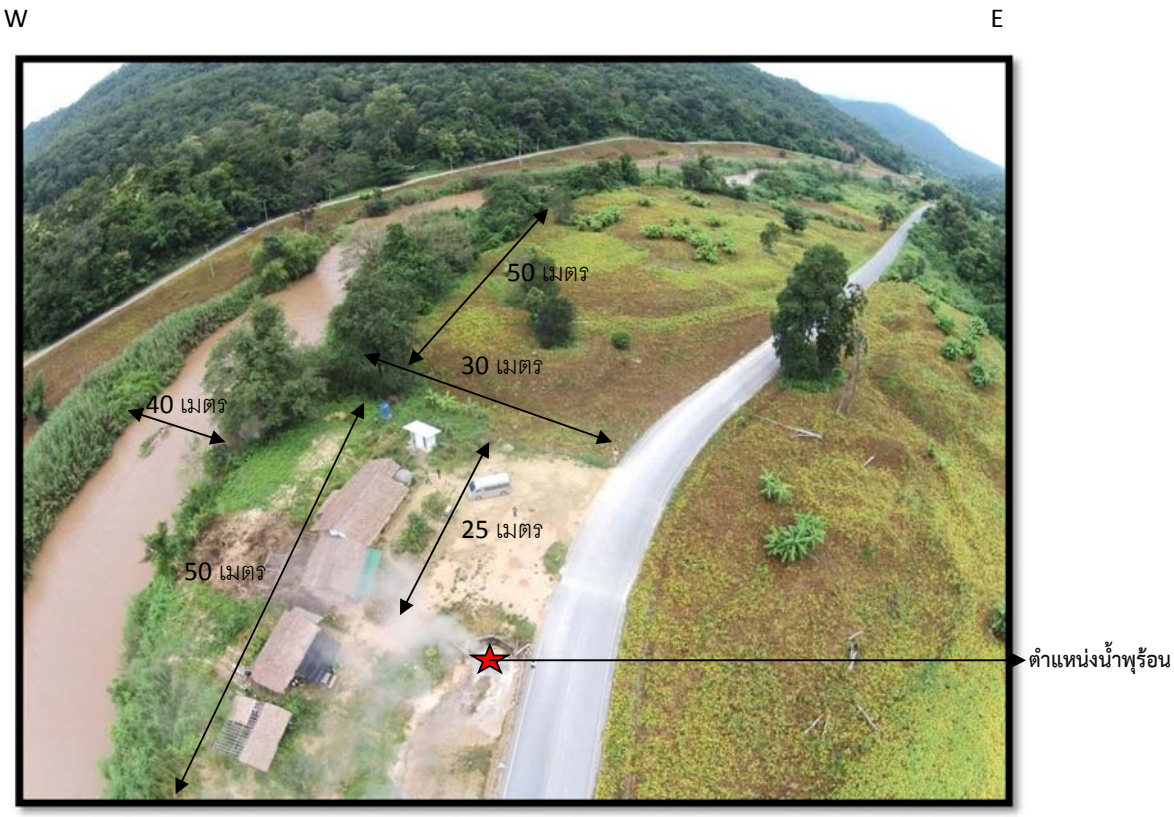
ภาพที่ 3.21 ตัวอย่างแบบจำลอง 2 มิติที่ได้จากการอ่านค่าแบบ Dipole-Dipole

3.6 การออกแบบการวางแนวสำรวจ

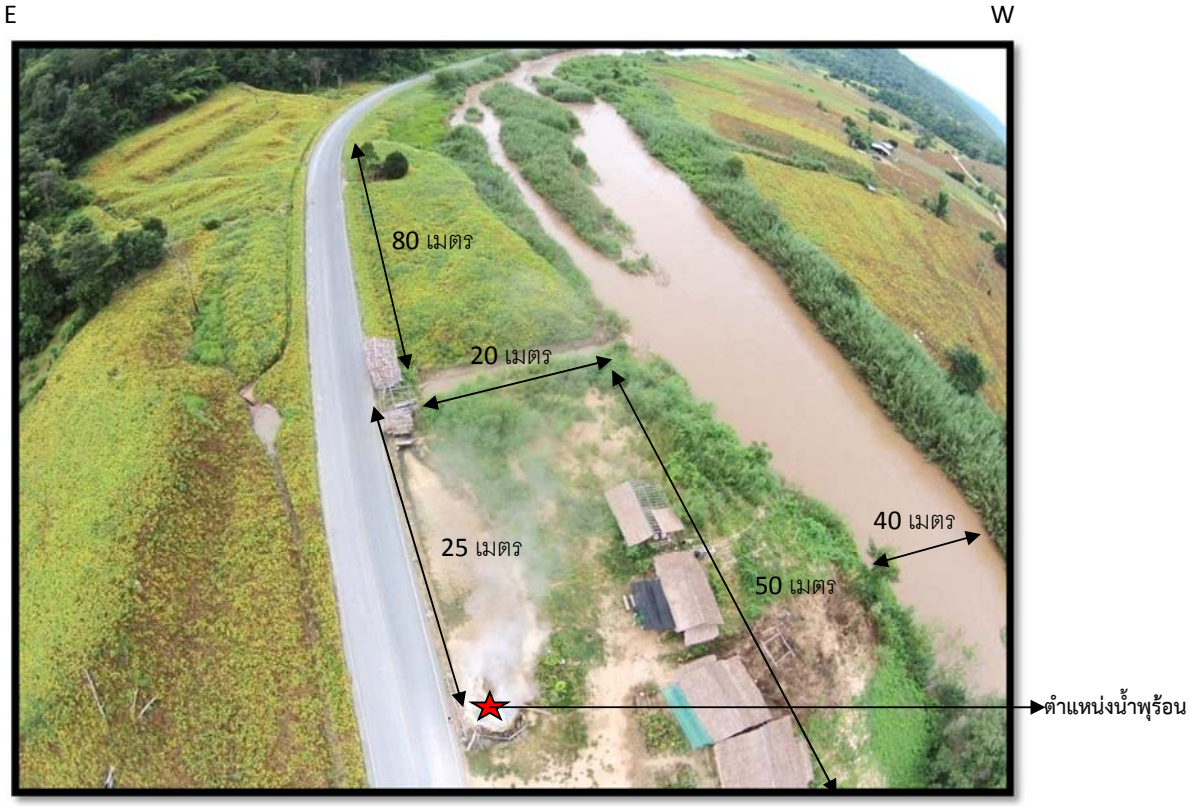
การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ในภาคสนามครั้งนี้ ได้พบปัญหาสภาพพื้นที่ของน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่ ที่มีภูมิประเทศที่เปลี่ยนระดับของความสูงที่แตกต่างกันในแนวสำรวจค่อนข้างมาก (เป็นเนินเขาเตี้ยสลับสูงชันและทางน้ำ) และมีเหมืองแร่ฟลูออไรด์ตั้งอยู่ ทำให้เป็นอุปสรรคการออกแบบสำรวจและเป็นอุปสรรคในการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ในการสำรวจ

ภาพที่ 3.22 ถนนหลวงหมายเลข 1265 ตำแหน่งของน้ำพุร้อน และภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา

ภาพที่ 3.23 น้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่ และร้านค้าบริเวณรอบๆ



ภาพที่ 3.24 ตำแหน่งน้ำพุร้อนและภูมิประเทศจากภาพมุมสูงที่ถ่ายจาก Drone ถ่ายไปทางทิศเหนือ



ภาพที่ 3.25 ตำแหน่งน้ำพุร้อนและภูมิประเทศจากภาพมุมสูงที่ถ่ายจาก Drone ถ่ายไปทางทิศใต้

N S

ภาพที่ 3.26 เหมืองแร่ฟลูออไรด์

S N

ภาพที่ 3.27 ผาเหมืองแร่ฟลูออไรด์ (ฝั่งตรงข้าม) ที่มีร่องน้ำลึกขวางอยู่

ภาพที่ 3.28 เหมืองแร่ที่มองจากถนนฝั่งตรงข้ามน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่

ภาพที่ 3.29 ไร่กระเทียมของชาวบ้าน

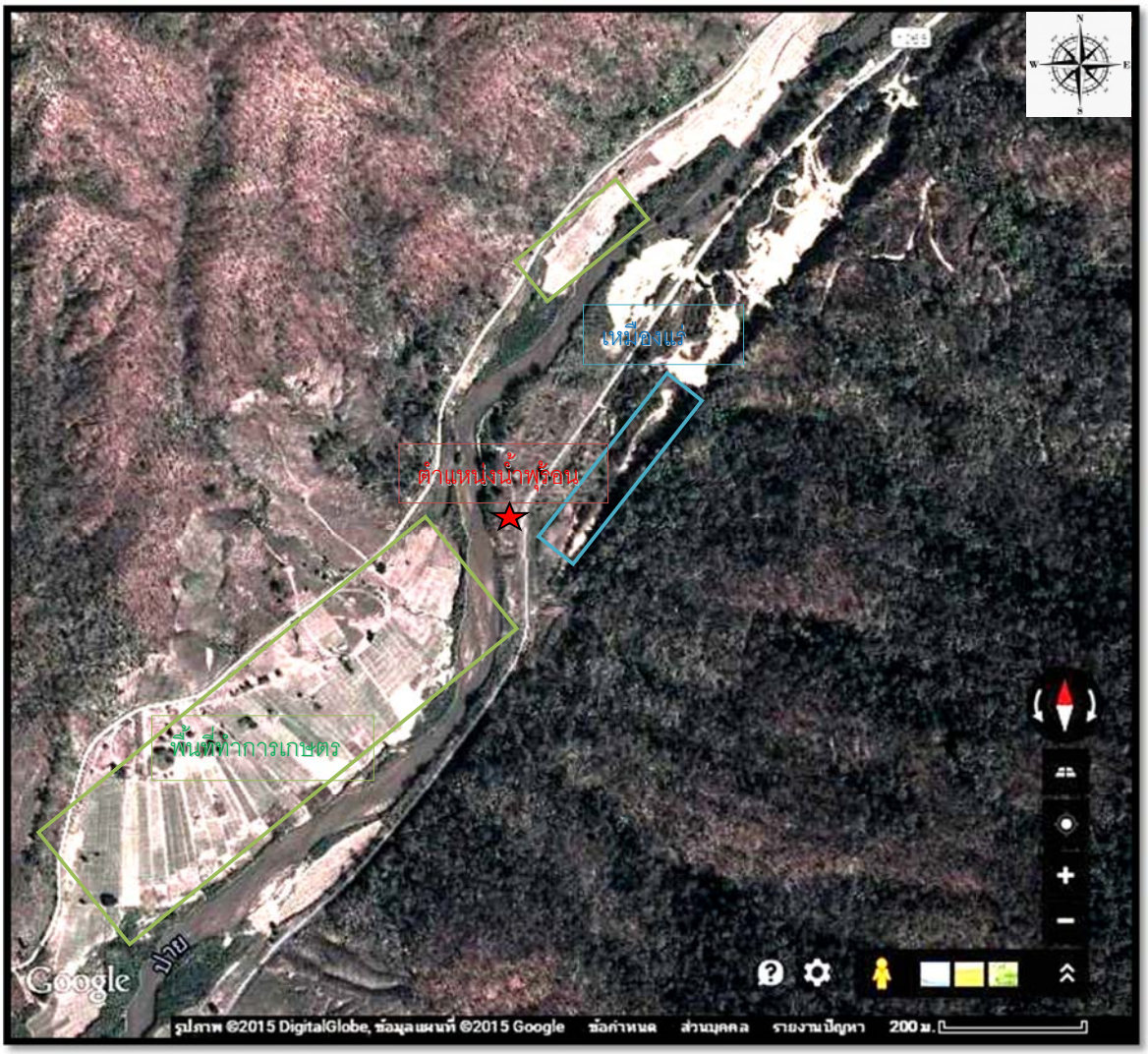
ภาพที่ 3.30 การวางแนวสำรวจที่ตัดผ่านถนน ที่ขวางแนวสำรวจอยู่

ภาพที่ 3.31 การวางแนวสำรวจข้ามแม่น้ำปาย (ก่อนลงข้ามแม่น้ำ) ที่พาดผ่านขวางแนวสำรวจ

ภาพที่ 3.32 การวางแนวสำรวจข้ามแม่น้ำปาย (ขณะข้ามแม่น้ำ)

ภาพที่ 3.33 เครื่องมือแหล่งกำเนิดคลื่นไหวสะเทือนแบบกระแทก (weight drop) ที่ทำงานในภูมิประเทศ

ภาพที่ 3.34 การทำงานของเครื่องมือกำเนิดคลื่นไหวสะเทือนแบบกระแทก (weight drop) ที่สำรวจตามแนวถนน

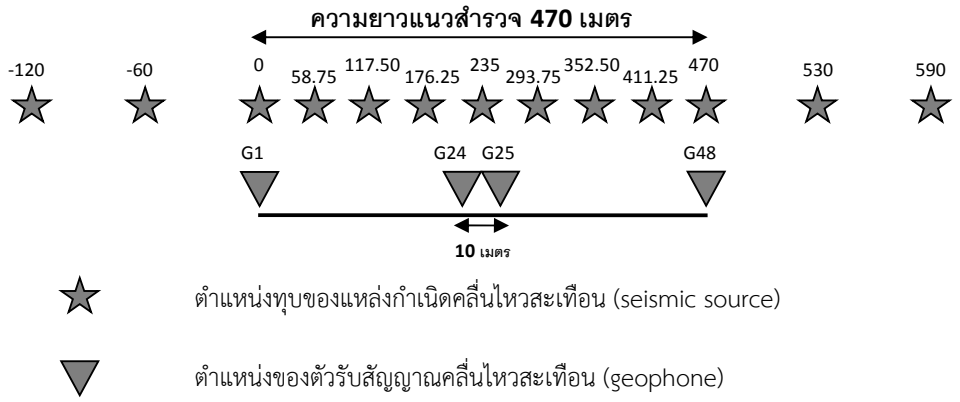


ภาพที่ 3.35 แสดงแผนที่ระบุพื้นที่ศึกษา แม่น้ำปาย ถนน และเหมืองแร่ฟลูออไรด์

จากปัญหาต่างๆ ที่ได้แสดงให้เห็นจากภาพที่ 3.22 ถึง ภาพที่ 3.35 จึงได้ทำการวางแผนในการวางแนวสำรวจ โดยทำการหลีกเลี่ยงบริเวณที่ทำให้การสำรวจมีอุปสรรค เช่น ผาเหมืองแร่ ที่ขวางแนวสำรวจ เป็นต้น และทำอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยการสำรวจในพื้นที่ที่มีอุปสรรค เช่น ปักแนวไม้ไผ่เพื่อให้สายไฟข้ามผ่านน้ำ วางไม้หรือแผ่นยางเพื่อให้รถข้ามผ่านบนถนน เป็นต้น และใช้เครื่องมือกำเนิดคลื่นไหวสะเทือนแบบกระแทก (weight drop) ในพื้นที่ที่สามารถลากผ่านได้ สำหรับบริเวณพื้นที่ไม่สามารถลากไปได้ เช่น เนินเขาสูงชัน ก็จำเป็นต้องใช้ค้อนแทน ซึ่งได้ออกแบบแนวสำรวจดังต่อไปนี้

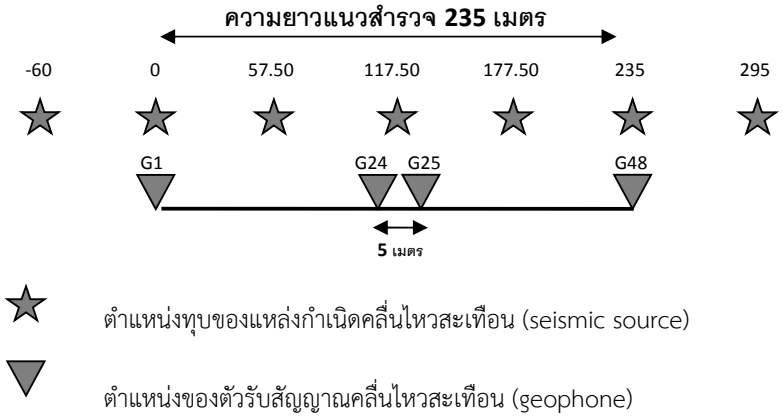
<u>การสำรวจคลื่นไหวสะเทือน</u>

แนวสำรวจยาว 470 เมตร ระยะห่างระหว่างตัวรับสัญญาณคลื่น 10 เมตร (geophone spacing) โดยทำการเก็บข้อมูลหรือตำแหน่งกำเนิดคลื่นไหวสะเทือน (seismic source) ที่ตำแหน่ง -120 เมตร, -60 เมตร, 0 เมตร, 58.75 เมตร, 117.50 เมตร, 176.25 เมตร, 235 เมตร, 293.75 เมตร, 352.50 เมตร, 411.25 เมตร, 470 เมตร, 530 เมตร, และ 590 เมตร ดังภาพที่ 3.36

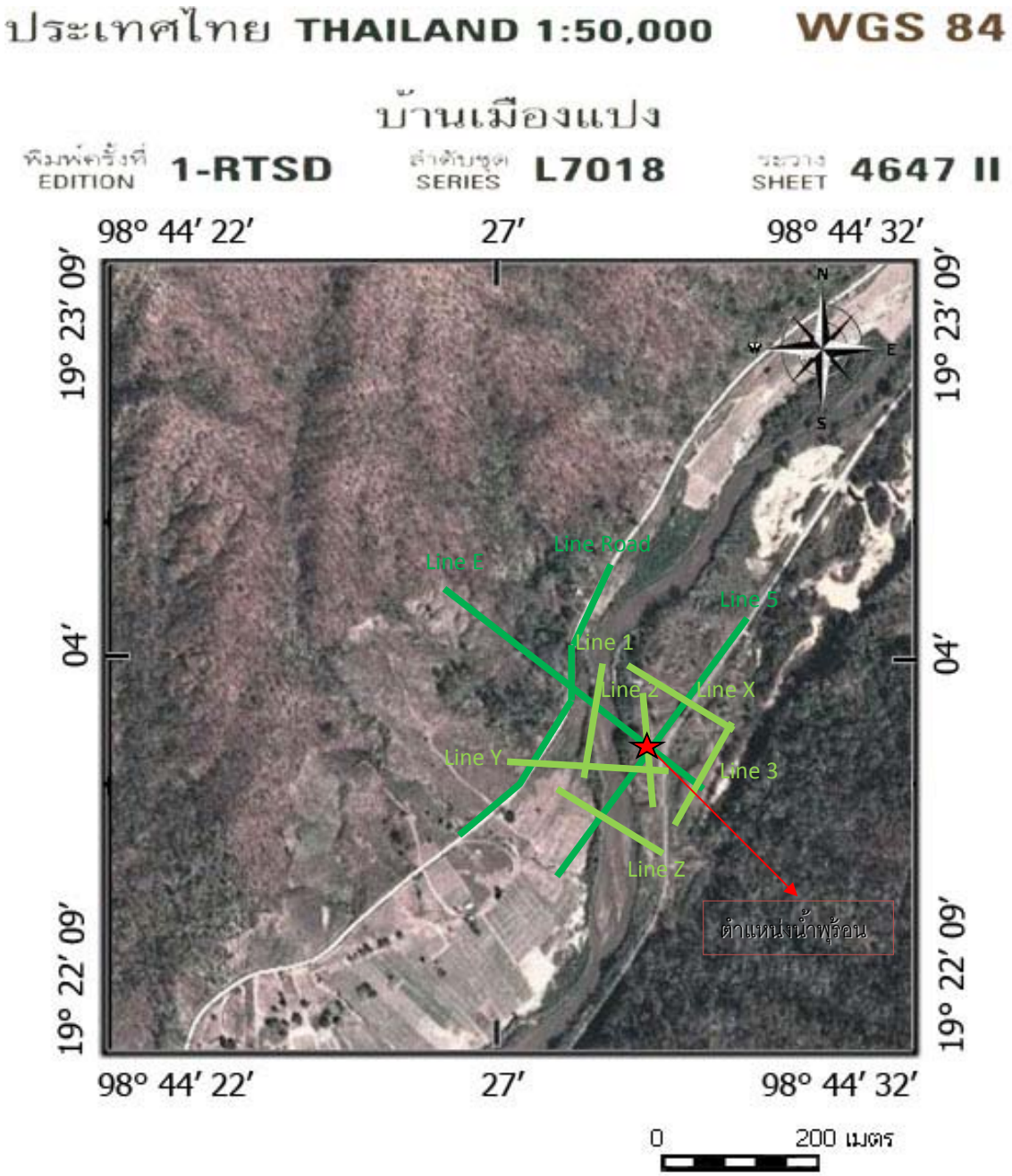


ภาพที่ 3.36 ตำแหน่งทุบของแหล่งกำเนิดคลื่นไหวสะเทือน (seismic source) และ ตำแหน่งของตัวรับสัญญาณคลื่นไหวสะเทือน (geophone) บนแนวสำรวจยาว 470 เมตร

แนวสำรวจแบบละเอียดยาว 235 เมตร ระยะห่างระหว่างตัวรับสัญญาณคลื่น 5 เมตร (geophone spacing) โดยทำการเก็บข้อมูลหรือตำแหน่งกำเนิดคลื่นไหวสะเทือน (seismic source) ที่ตำแหน่ง -60 เมตร, 0 เมตร, 57.50 เมตร, 117.50 เมตร, 177.50 เมตร, 235 เมตร, และ 295 เมตร ดังภาพที่ 3.37



ภาพที่ 3.37 ตำแหน่งทุบของแหล่งกำเนิดคลื่นไหวสะเทือน (seismic source) และ ตำแหน่งของตัวรับสัญญาณคลื่นไหวสะเทือน (geophone) บนแนวสำรวจยาว 235 เมตร

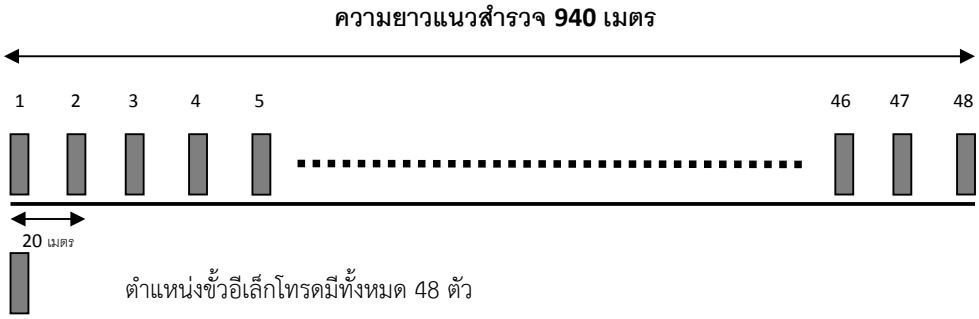


ภาพที่ 3.38 แสดงแนวสำรวจคลื่นไหวสะเทือนยาว 470 เมตร (สีเขียวเข้ม) และแนวสำรวจแบบละเอียดยาว 235 เมตร (สีเขียวอ่อน)

<u>การสำรวจด้วยการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity survey)</u>

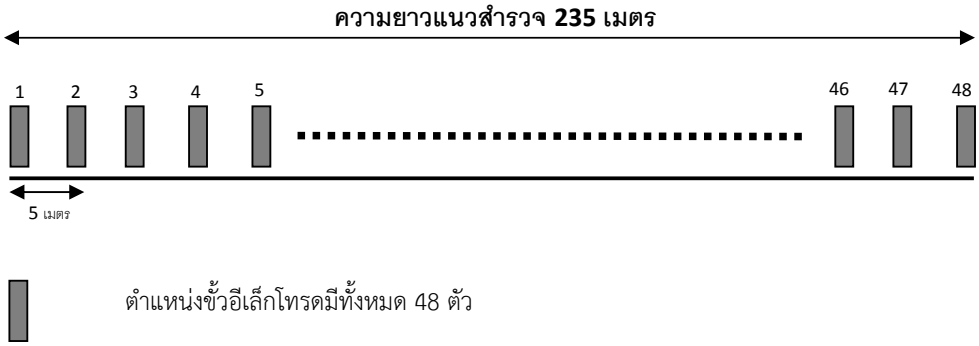
อุปสรรคของพื้นที่ศึกษาส่งผลต่อการสำรวจด้วยการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าน้อยกว่าการสำรวจด้วยวิธีวัดคลื่นไหวสะเทือน แต่วิธีการสำรวจการวัดความต้านทานไฟฟ้านั้น จะมีปัญหาที่อุปกรณ์ซึ่งก็คือ สายไฟเนื่องมาจากความต้องการ จะสำรวจให้ได้ความลึกยิ่งขึ้นนั้น จำเป็นที่จะต้องเพิ่มระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรด จึงจัดทำสายไฟเส้นเดี่ยวที่ทำการตัดตามระยะตั้งแต่ 10 เมตร จนถึง 470 เมตร ทั้งหมด 48 เส้น เพื่อให้ได้การวัดความต้านทานไฟฟ้าที่มีแนวสำรวจยาว 940 เมตร ระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรด 20 เมตร (electrode spacing) ดังภาพที่ 3.39

เนื่องมาจากสายไฟมีทั้งหมด 48 เส้น มีความยาวรวมทั้งสิ้น 11,520 เมตร และมีน้ำหนักประมาณ 207 กิโลกรัม จึงทำให้การวางแนวสำรวจนั้นใช้เวลาที่นานมาก และได้ดำเนินการกำหนดแนวสำรวจดังนี้

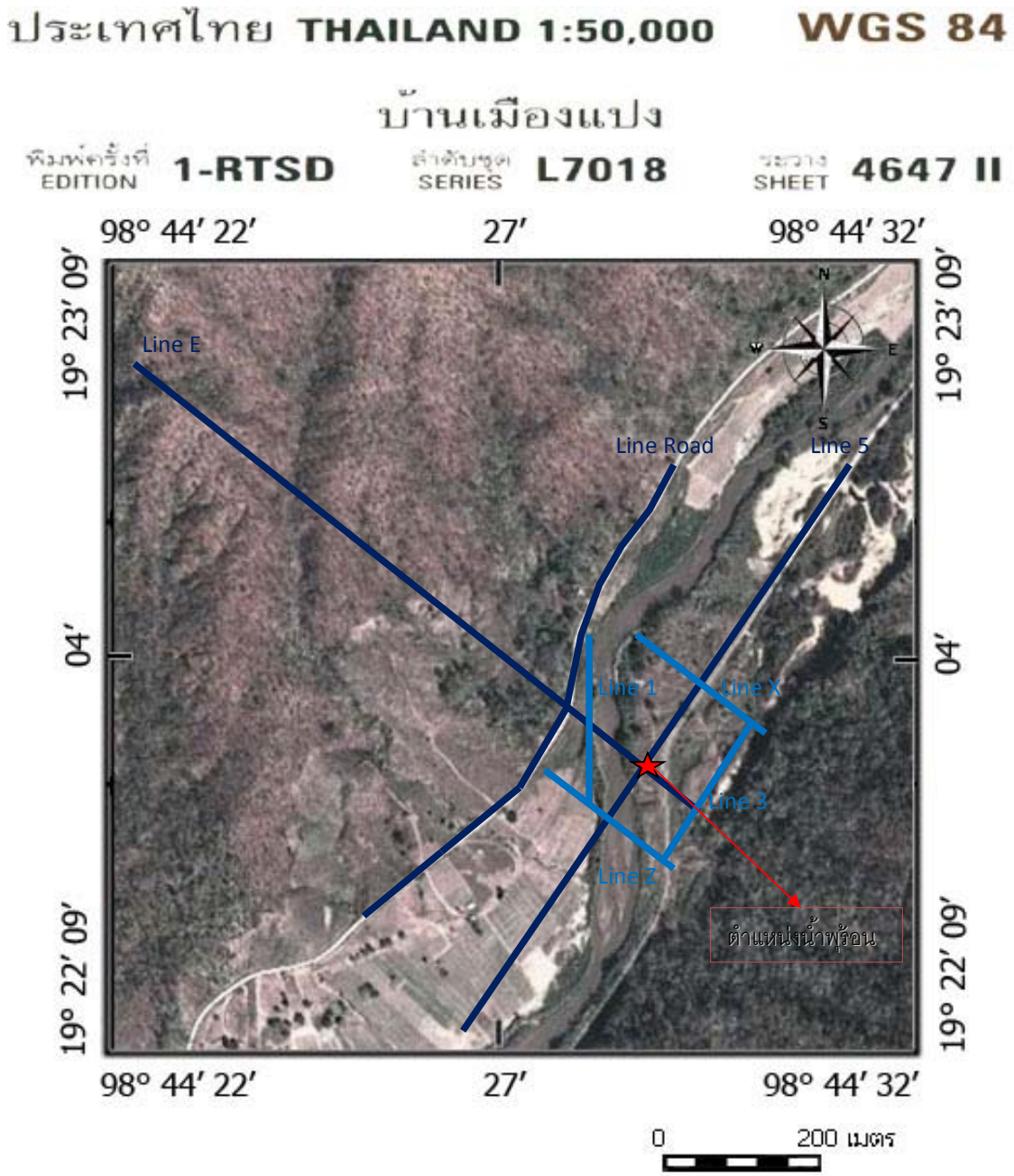


ภาพที่ 3.39 ตำแหน่งขั้วอีเล็กโทรดมีทั้งหมด 48 ตัว บนแนวสำรวจยาว 940 เมตร

แนวสำรวจแบบละเอียดยาว 235 เมตร ระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรด 5 เมตร (electrode spacing) ดังภาพที่ 3.40



ภาพที่ 3.40 ตำแหน่งขั้วอีเล็กโทรดมีทั้งหมด 48 ตัว บนแนวสำรวจยาว 235 เมตร



ภาพที่ 3.41 แสดงการวางแนวสำรวจ resistivity แนวสำรวจยาว 940 เมตร (สีน้ำเงิน) และแนวสำรวจแบบละเอียดยาว 235 เมตร (สีฟ้า)

3.7 การเก็บตัวอย่างน้ำพุร้อน

3.7.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการออกภาคสนาม

3.7.1.1 อุปกรณ์

- ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ ได้แก่ ขวดพลาสติก(โพลีเอทิลลีน) และขวดสีชา
- กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ(water sampler)
- กระบะปูน(ที่ทราบปริมาตร)
- จีพีเอส(GPS)
- นาฬิกาจับเวลา
- ถุงมือยางกันความร้อน
- เทอร์โมมิเตอร์
- Miltiparameter
- pH Meter
- DO Meter
- อุปกรณ์เครื่องเขียน
- กระดาษทิชชู

3.7.1.2 สารเคมี

- กรดไนตริก
- กรดซัลฟิวริก
- น้ำ D.I (Deionizer)

3.7.2 วิธีการศึกษา

1.) ลักษณะน้ำพุร้อน

น้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่เกิดการพุขึ้นมาจากท่อซีเมนต์ที่ทำการฝังไว้ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยท่อซีเมนต์นี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 นิ้ว ความสูงของท่อประมาณ 1 เมตร โดยอุณหภูมิของน้ำที่พุขึ้นมานี้มีอุณหภูมิสูงมากประมาณ 95 องศาเซลเซียส มีกลิ่นกำมะถันอยู่บ้างเล็กน้อย และมีไอร้อนที่เกิดขึ้นจากน้ำพุร้อนลอยอยู่เป็นจำนวนมาก น้ำพุร้อนที่พุออกมาจากท่อซีเมนต์นี้มีอัตราการเกิดที่สูงมากทำให้มีปริมาณน้ำที่มาก มีลักษณะเป็นแอ่งน้ำพุร้อนติดกับถนนซึ่งในแอ่งน้ำพุร้อนนี้จะมีสาหร่ายขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยน้ำพุร้อนนี้จะไหลไปตามทางน้ำที่ติดกับถนนและไหลลงสู่แม่น้ำปาย มีบางส่วนของน้ำพุร้อนที่ไหลลอดถนนไปตามช่องระบายน้ำแต่เป็นเพียงแค่ส่วนน้อยเท่านั้น

ภาพที่ 3.42 จุดที่น้ำพุร้อนพุขึ้นมาจากท่อซีเมนต์ที่ทำการฝังไว้โดยดารไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ภาพที่ 3.43 ทางน้ำไหลของน้ำพุร้อนที่ไหลตามทางน้ำขนานกับถนนและไหลลงสู่แม่น้ำปาย

ภาพที่ 3.44 จุดที่น้ำพุร้อนไหลลงสู่แม่น้ำปาย

2.) สภาพพื้นที่

พื้นที่โดยรอบบริเวณแหล่งพุน้ำร้อนมีลักษณะพื้นที่ป่าโปร่งเชิงเขา ประกอบไปด้วยต้นสัก ต้นไผ่ เป็นต้น ซึ่งเป็นลักษณะของป่าเบญจพรรณมีต้นไม้ขึ้นอยู่โดยรอบ โดยด้านหลังของแหล่งพุน้ำร้อนจะติดกับแม่น้ำปายซึ่งมีทิศทางการไหลจากทางทิศเหนือไปทิศตะวันตก

ภาพที่ 3.45 สภาพพื้นที่โดยรอบของแหล่งพุน้ำร้อนทั้งสองฝั่งถนน

เมื่อเดินไปตามถนนห่างจะจากจุดน้ำพุร้อนไปประมาณ 200 เมตร บริเวณริมแม่น้ำปายจะพบจุดที่มีน้ำพุร้อนผุดขึ้นมาจากพื้นท้องน้ำซึ่งบริเวณพื้นท้องน้ำนั้นมีลักษณะเป็นทรายละเอียด หรือโคลน จึงทำให้เกิดลักษณะของทรายร้อน หรือโคลนร้อน มีควันลอยขึ้นมาจากบริเวณที่มีการผุดขึ้นมาของน้ำพุร้อน โดยตลอดแนวของแม่น้ำปายบริเวณริมแม่น้ำจะมีการผุดขึ้นมาของน้ำพุร้อนเป็นระยะๆ

ภาพที่ 3.46 จุดที่น้ำพุร้อนผุดขึ้นมาจากท้องน้ำ มีลักษณะเป็นทรายร้อนหรือโคลนร้อน

3.) การใช้ประโยชน์น้ำพุร้อน

การใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่ ในปัจจุบันใช้เป็นสถานที่ท่องเที่ยว สำหรับนักท่องเที่ยวโดยทั่วไป ซึ่งน้ำที่เกิดขึ้นจากน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่นี้จะไหลลงสู่แม่น้ำ ปายต่อไป นอกจากนี้ยังมีร้านค้าให้บริการแก่นักท่องเที่ยว รวมถึงมีการสร้างห้องอาบแช่แต่ยังไม่มีความสมบูรณ์ไม่สามารถใช้งานได้

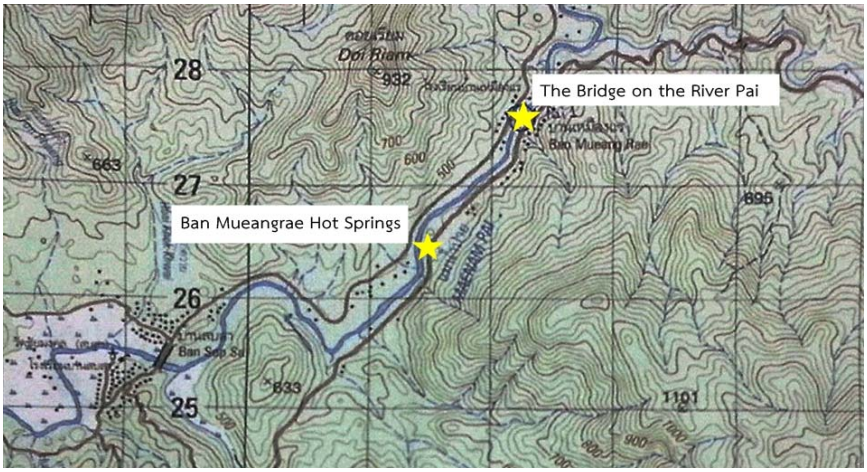
ภาพที่ 3.47 ร้านค้าที่เปิดให้บริการแก่นักท่องเที่ยว

ภาพที่ 3.48 ห้องอาบแช่บริเวณแหล่งพุน้ำร้อน

3.7.3 การเก็บตัวอย่าง

1.) จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำทำการเก็บด้วยกันทั้งหมด 2 จุด คือ (1) บริเวณสะพานข้ามแม่น้ำปาย จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินคือ น้ำจากแม่น้ำปาย (2) จุดพุน้ำร้อนบ้านเหมือนแร่ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากจุดที่น้ำพุร้อนพุออกมาโดยตรง



ภาพที่ 3.49 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

โดยการเก็บตัวอย่างน้ำจะทำการเก็บด้วยกัน 3 แบบ คือ (1)การเก็บตัวอย่างน้ำโดยไม่เติมกรด สำหรับการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทั่วไป (2)การเก็บตัวอย่างโดยการเติมกรดลงไปในตัวอย่างน้ำ เป็นการรักษาสภาพของน้ำตัวอย่างให้คงสภาพเดิมเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์พารามิเตอร์ที่สามารถเกิดการ

เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและชีวภาพได้ และ(3)การเก็บตัวอย่างบรรจุในขวดสีชาหรือขวดแก้วทึบแสง สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์แบคทีเรีย

2.) การเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละจุด

(1) บริเวณสะพานข้ามแม่น้ำปาย

วันที่: 4 กุมภาพันธ์ 2558 เวลา: 7.35 น.

พิกัด: 47Q 044222, UTM 2127567,

Elevation: 463 meter

การเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณสะพานข้ามแม่น้ำปายจะทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler) เนื่องจากสะพานอยู่สูงจากแม่น้ำมากและต้องการเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณกลางน้ำ หลังจากเก็บตัวอย่างน้ำขึ้นมาแล้วให้บรรจุใส่ขวดเก็บตัวอย่างและปิดให้มิดชิด นอกจากนั้น

ภาพที่ 3.50 (ภาพซ้าย)การเก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้กระบอกเก็บน้ำ (water sampler) และ(ภาพขวา)บรรจุใส่ขวดเก็บตัวอย่าง

(2) จุดพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่

วันที่: 4 กุมภาพันธ์ 2558 เวลา: 8.50 น.

พิกัด: 47Q 0441450, UTM 2126399,

Elevation: 468 meter

การเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่จะใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำเก็บโดยตรงจากจุดที่พุขึ้นมากของน้ำพุร้อน

ภาพที่ 3.51 การเก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้ขวดเก็บตัวอย่างเก็บโดยตรง

3.) จุดการวัดอันตราการให้น้ำ

วันที่: 4 กุมภาพันธ์ 2558 เวลา: 8.18 น.

พิกัด: 47Q 0441444, UTM 2126363

Elevation: 467 meter

การวัดอัตราให้น้ำของแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่จะทำการวัดอัตราการให้น้ำในจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงความชันของทางน้ำอย่างชัดเจน คือเป็นบริเวณที่น้ำจากแหล่งพุน้ำร้อนไหลลงสู่แม่น้ำปาย โดยการวัดอัตรานี้ทำให้ทราบอัตราการให้น้ำอย่างคร่าวๆ ของแหล่งพุน้ำร้อนต่อหนึ่งหน่วยเวลา

ภาพที่ 3.52 จุดตรวจวัดอัตราการให้น้ำของน้ำพุร้อน

การวัดอัตราการให้น้ำของน้ำพุร้อนจะใช้ภาชนะที่ทราบปริมาตรแน่นอน ในที่นี้ใช้กระบะพลาสติกที่มีปริมาตร 180 ลิตร รองรับน้ำจากน้ำพุร้อนที่ไหลมาตามทางน้ำลงภาชนะและจับเวลาที่น้ำใช้ในการไหลลงสู่ภาชนะจนเต็ม จากนั้นคำนวณอัตราการให้น้ำจากปริมาตรของกระบะพลาสติกต่อเวลาที่น้ำใช้ในการไหลลงสู่ภาชนะจนเต็ม

$$\text{อัตราการให้น้ำ(ลิตรต่อวินาที)} = \frac{\text{ปริมาตรของภาชนะที่ใช้รองรับน้ำ(ลิตร)}}{\text{เวลา(วินาที)}}$$

ภาพที่ 3.53 การวัดอัตราการเกิดน้ำพุร้อนใช้ภาชนะที่ทราบปริมาตรแน่นนอนรองน้ำและจับเวลา

3.7.4 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1.) การวิเคราะห์ในภาคสนาม

(1) บริเวณสะพานข้ามแม่น้ำปาย

เก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณสะพานข้ามแม่น้ำปายและตรวจวัดพารามิเตอร์เบื้องต้นในภาคสนามดังนี้

ภาพที่ 3.54 การวัดพารามิเตอร์เบื้องต้นบริเวณสะพานข้ามแม่น้ำปาย

ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดในภาคสนาม

พารามิเตอร์	**เครื่องมือ - วิธีในการวิเคราะห์**
Temperature	Thermometer
pH	pH meter
Conductivity	Multiparameter Water Quality Meter
Dissolved Oxygen	Multiparameter Water Quality Meter

(2) จุดพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่

เก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนจากพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่และวัดอุณหภูมิ เนื่องจากน้ำจากแหล่งพุน้ำร้อนมีอุณหภูมิที่สูงมาก โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดโดยตรงจากจุดที่น้ำพุร้อนพุขึ้นมา

ภาพที่ 3.55 การวัดอุณหภูมิของน้ำพุร้อนจากจุดที่พุขึ้นมาของแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่

2.) การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

สำหรับการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจะทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ตามมาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2006) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2549) โดยมีพารามิเตอร์ เครื่องมือ และวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 3.5 พารามิเตอร์ เครื่องมือ และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	เครื่องมือ - วิธีในการวิเคราะห์
Apperance colour	Color Test Kit
Turbidity	Turbidity Meter
Total dissolved solids	Drying Method
Alkalinity	Indicator Method
Hardness	EDTA Titrimetric
E.coli Bacteria	Multiple Tube Fermentation Technique
Cadmium	Atomic Absorption Spectrometric Method
Chromium	Atomic Absorption Spectrometric Method
Cyanide	In-house method SOP LBEN-00091 based on Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF 22nd ed.,2012 , part 4500-CN E
Lead	Atomic Absorption Spectrometric Method
Inorganic Mercury	Atomic Absorption Spectrometric Method
Selenium	In-house method SOP LBEN-99084 based on Standard Method

	for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF 22nd ed.,2012 , part 3114B, 3125B
Fluoride	In-house method SOP LBEN-97050 based on Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF 22nd ed.,2012 , part 4500-F D
Chloride	Argentometric Method
Copper	Atomic Absorption Spectrometric Method
Iron	Atomic Absorption Spectrometric Method
Manganese	Atomic Absorption Spectrometric Method
Aluminium	In-house method SOP LBEN-99084 based on Standard Method for the xamination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF 22nd ed.,2012 , part 312B
Sodium	Atomic Absorption Spectrometric Method
Phosphate	Based on APHA ,22nd Edition 2012 4500-P C.
Sulfate	UV Visible Spectroscopic Method
Zince	Atomic Absorption Spectrometric Method
Hydrogen sulfide	Modified APHA, 22nd Edition 2012
Nitrate as NO3-	UV Visible Spectroscopic Method
Nitrate as NO2-	Based on APHA 22nd Edition 2012,4500-NO2 B.
Free residual chlorine	Based on standard methods for Examination of water and waste water 22nd Edition 2012

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกปี 2006 (WHO, 2006)

พารามิเตอร์	หน่วย	WHO(2006)
1.คุณสมบัติทางแบคทีเรีย (Bacteriaological Quality)		
แบคทีเรียชนิด อีโคไล (E.coli)	พบ-ไม่พบ/100	พบ-ไม่พบ/100
2.คุณสมบัติทางเคมี-ฟิสิกส์ (Physical and Chemical Quality)		
สีปรากฏ(Apperance colour)	True colour unit	15
ความขุ่น(Turbidity)	NTU	5
รสและกลิ่น(Taste and colour)	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ
สารหนู(Arsenic)	mg/l	0.01
แคดเมียม(Cadmium)	mg/l	0.003
โครเมียม(Chromium)	mg/l	1
ไซยาไนต์(Cyanide)	mg/l	0.07
ตะกั่ว(Lead)	mg/l	0.01
ปรอท(Inorganic Mercury)	mg/l	0.006
เซเลเนียม(selenium)	mg/l	0.01
ฟลูออไรด์(Fluoride)	mg/l	1.5
คลอไรด์(chloride)	mg/l	250
ทองแดง(Copper)	mg/l	2
เหล็ก(Iron)	mg/l	0.3
แมงกานีส(Manganese)	mg/l	0.4
อลูมิเนียม(Aluminium)	mg/l	0.1
โซเดียม(Sodium)	mg/l	200
ซัลเฟต(Sulfate)	mg/l	250
สังกะสี(Zinc)	mg/l	3
ไฮโดรเจนซัลไฟด์(Hydrogen Sulfide)	mg/l	0.05
ปริมาณมวลสารที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	mg/l	1,000
ไนเตรทในรูปไนเตรท(Nitrate as NO3-)	mg/l	50
ไนไตร์ในรูปไนเตรท(Nitrite as NO2-)	mg/l	3

ตารางที่ 3.6(ต่อ) เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกปี 2006 (WHO, 2006)

พารามิเตอร์	หน่วย	WHO(2006)
คลอรีนอิสระคงเหลือ(Free residual chorine)	mg/l	>0.2
ไตรคลอโรอีทีน(Trichloroethene)	mg/l	0.02
เตตราคลอโรอีทีน(Tetrachloroethene)	mg/l	0.04
ไมโครซิสติน-แอลอาร์(Microcystin-LR)	mg/l	0.001
3.สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช		
อัลดรินและดิลคริน(Aldrin/Dieldrin)	mg/l*	0.03
คลอเดน(Chlodane)	mg/l	0.2
ดีดีที(DDT)	mg/l	1
สอง, สี่-ดี(2, 4-D)	mg/l	30
เฮปตาคลอและเฮปตาคลออีพอกไซด์ (Heptachlor and Heptachlor epoxide)	mg/l	0.03
เฮกซะคอลโรเบนซิน(Hexachlorobenzene)	mg/l	1
ลินเดน(Lindane)	mg/l	2
เมททอกซิคลอ(Methoxychlor)	mg/l	20
เพนตาคลอโรฟีนอล(Pentachlorophenol)	mg/l	9
4.ไตรฮาโลมีเทน(Trihalomethanes) sum of the ratio		
คลอโรฟอร์ม(chloroform, CHCL 3)	mg/l	0.3
โบรโมไดคลอโรมีเทน (Bromodichloromethane, CHBrCl2)	mg/l	0.06
ไดโบรโมคลอโรมีเทน (Dibromochloromethane, CHBr 2 Cl)	mg/l	0.1
โบรโมฟอร์ม(bromoform, CHBr 3)	mg/l	0.1
5.กัมมันตรังสี(Radioactive)		
ความแรงรวมรังสีแอลฟา(Gross alpha activity)	Bq/l	0.5
ความแรงรังสีเบต้า(Gross beta activity)	Bq/l	1

ตารางที่ 3.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2549)

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพ	หน่วย	มาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดสูงสุด	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
ทางกายภาพ	1. สี	แพลทตินัม-โคบอลด์	5	15
	2. รส	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
	3. กลิ่น	-	ไม่เป็นที่รังเกียจ	ไม่เป็นที่รังเกียจ
	4. ความขุ่น	ซิลิกา สเกล ยูนิต	5	20
	5. ความเป็นกรด-ด่าง	-	6.5 - 8.5	9.2
ทางเคมี	6. ปริมาณสารทั้งหมด	มก./ล.	500	1,500
	7. เหล็ก	มก./ล.	0.3	1
	8. แมงกานีส	มก./ล.	0.05	0.5
	9. เหล็กและแมงกานีส	มก./ล.	0.35	1
	10. ทองแดง	มก./ล.	1	1.5
	11. สังกะสี	มก./ล.	3	15
	12. แคลเซียม	มก./ล.	75b	200
	13. แมกนีเซียม	มก./ล.	50	150
	14. ซัลเฟต	มก./ล.	200	250c
	15. คลอไรด์	มก./ล.	250	600
	16. ฟลูออไรด์	มก./ล.	0.7	1
	17. ไนเตรท	มก./ล.	4	4
	18. อัลคิลเบนซิลซัลโฟเนต	มก./ล.	0.2	1
	19. ฟีโนลิกซับสแตนซ์	มก./ล.	0.001	0.005
สารเป็นพิษ	20. ปรอท	มก./ล.	0.001	0.005
	21. ตะกั่ว	มก./ล.	0.01	-
	22. อาร์เซนิก	มก./ล.	0.01	-
	23. ซิลิเนียม	มก./ล.	0.01	-
	24. โครเมียม	มก./ล.	0.05	-
	25. ไซยาไนด์	มก./ล.	0.07	-
	26. แคดเมียม	มก./ล.	0.003	-

ตารางที่ 3-7(ต่อ) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2549)

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพ	หน่วย	มาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดสูงสุด	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
สารเป็นพิษ	27. แบเรียม	มก./ล.	0.7	-
จุลชีววิทยา	28. แสตนดาร์ดเพลตเคานต์	Colonies/cm3	100	-
	29.เอ็มพีเอ็น	โคลิฟอร์มออร์แนิสซัมต่อ 100 ลบ.ซม.	น้อยกว่า 1.1	-
	30. อีโคไล		ไม่มี	-

หมายเหตุ: a เกณฑ์อนุโลมให้สูงสุดเป็นเกณฑ์ที่อนุญาตให้สำหรับน้ำประปาหรือน้ำบาดาล ที่มีความจำเป็นต้องใช้บริโภคเป็นการชั่วคราว และน้ำที่มีคุณลักษณะอยู่ในเกณฑ์กำหนดสูงสุด กับเกณฑ์อนุโลมสูงสุดนั้นไม่ใช่น้ำที่ให้เครื่องหมายมาตรฐานได้

b หากแคลเซียมมีปริมาณสูงกว่าที่กำหนด และแมกนีเซียมมีปริมาณต่ำกว่าที่กำหนดในมาตรฐานให้พิจารณาแคลเซียมและแมกนีเซียมในเทอมของ ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness) ถ้ารวมความกระด้างทั้งหมดเมื่อคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตมีปริมาณต่ำกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ถือว่าน้ำนั้นเป็นไปตามมาตรฐานการบางระดับความกระด้างของน้ำ ดังต่อไปนี้

0 -75	มิลลิกรัมต่อลิตร	เรียก น้ำอ่อน
75 – 150	มิลลิกรัมต่อลิตร	เรียก น้ำกระด้างปานกลาง
150 – 300	มิลลิกรัมต่อลิตร	เรียก น้ำกระด้าง
300	มิลลิกรัมต่อลิตร	เรียก น้ำกระด้างมาก

C หากซัลเฟตมีปริมาณถึง 250 มิลลิกรัมต่อลิตร แมกนีเซียม ต้องมีปริมารไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร (มิลลิกรัมต่อกรัม = มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร)

ที่มา: กระทรวงอุตสาหกรรม(2549)

บทที่ 4

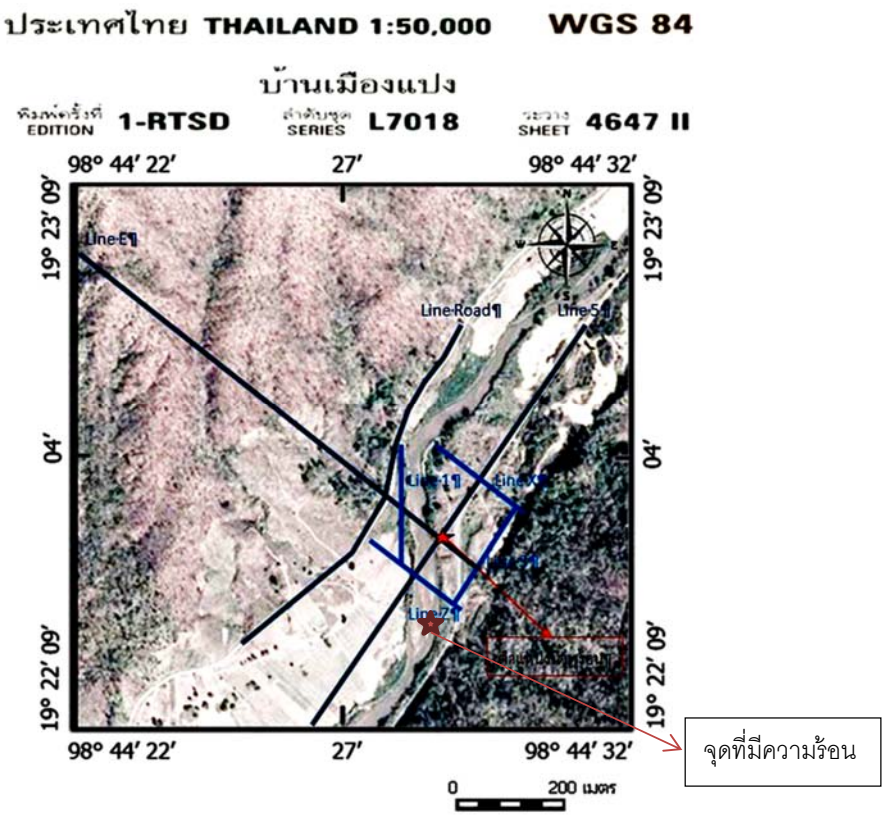
ผลการศึกษา

4.1 ศักยภาพแหล่งความร้อนในบริเวณใกล้เคียง

จากการสอบถามประชาชนในพื้นที่ศึกษาทำให้ทราบว่า ในบริเวณพื้นที่ศึกษามีพื้นที่ที่มีแหล่งความร้อนผุดขึ้นมาหลายแห่ง โดยสังเกตได้จากช่วงเช้าจะเห็นน้ำร้อนที่ระเหยเป็นไอน้ำได้หลายจุดตามแม่น้ำปาย ซึ่งมีลักษณะของไอน้ำเหมือนๆ กับไอน้ำที่เกิดบริเวณพุน้ำร้อน ภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 ไอน้ำที่เกิดบริเวณพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ในช่วงเช้า

ซึ่งจากการตรวจสอบในพื้นที่ศึกษาพบจุดที่มีไอน้ำระเหยขึ้นมาอีก 1 ตำแหน่ง ซึ่งอยู่ตรงบริเวณใกล้ๆกับแนวสำรวจ Z บริเวณริมตลิ่งของแม่น้ำปาย ซึ่งอยู่ห่างจากพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ เป็นระยะทาง 135 เมตร (ภาพที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.3) โดยพบว่าตรงจุดที่มีไอน้ำร้อนระเหยพบว่าดินร้อนกว่าบริเวณรอบๆ (ภาพที่ 4.4)



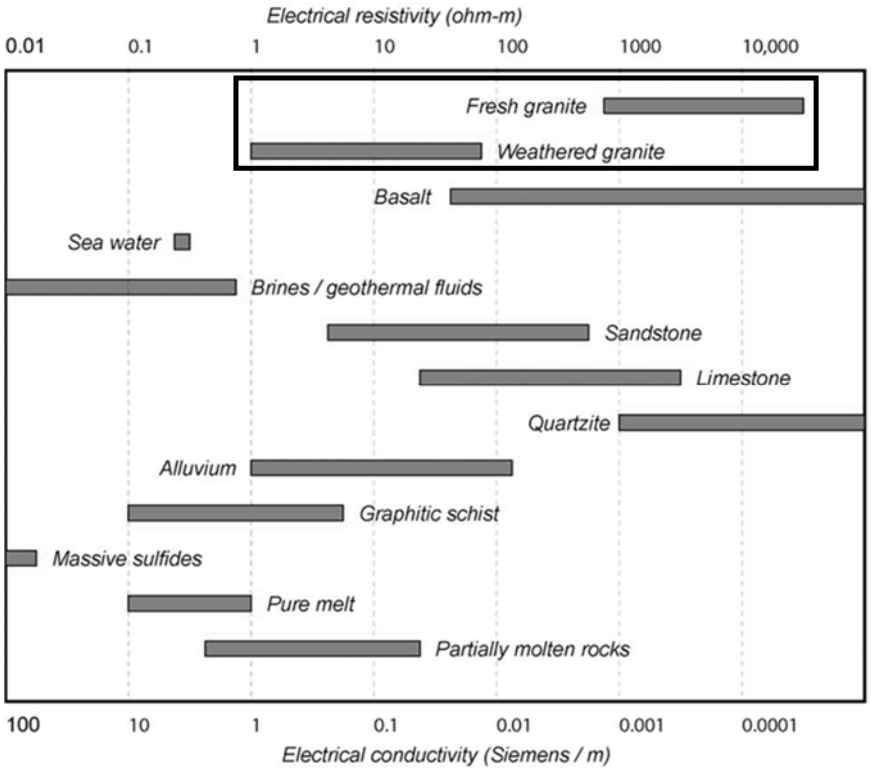
ภาพที่ 4.2 ตำแหน่งที่มีไอน้ำร้อนระเหยในช่วงเช้า ซึ่งอยู่ใกล้กับแนวสำรวจ Z

ภาพที่ 4.3 ตำแหน่งที่มีไอน้ำร้อนระเหยในช่วงเช้า ซึ่งอยู่ใกล้กับแนวสำรวจ Z บริเวณริมตลิ่งในแม่น้ำปาย (มองไปทางทิศตะวันออก)

ภาพที่ 4.4 บริเวณที่พบดินร้อนในพื้นที่สำรวจใกล้แนวสำรวจ Z (ถ่ายภาพจาก Drone)

4.2 แบบจำลองสองมิติด้วยการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity survey) และการสำรวจด้วยวิธีคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (seismic refraction survey)

แบบจำลองสองมิติด้วยการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้านั้นจะวัดได้ค่าความต้านทานไฟฟ้าซึ่งมีหน่วยเป็นโอห์มเมตร การแปลความหมายข้อมูลจำเป็นต้องรู้สภาพธรณีวิทยาในพื้นที่ด้วยเพื่อแปลข้อมูลได้ถูกต้องมากที่สุด แต่ในกรณีที่มีข้อมูลในหลุมเจาะก็จะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากขึ้น ในพื้นที่ศึกษาน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่จะพบหินแกรนิตและดินเหนียว โดยค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของหินแกรนิตอยู่ในช่วงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าประมาณ 800 – 50,000 โอห์มเมตร ส่วนดินเหนียวที่ผุพังจากแกรนิต ใช้ค่าจากตารางจากรูป 4.5 (weathered granite) ซึ่งมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าประมาณ 1 – 90 โอห์มเมตร ซึ่งค่าของ weathered granite ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของดินเหนียวและตะกอนอิ่มตัวด้วยน้ำ ดังนั้นค่าในช่วงนี้จึงมีโอกาสเป็นได้ซึ่ง weathered granite ดินเหนียว และตะกอนอิ่มตัวด้วยน้ำ



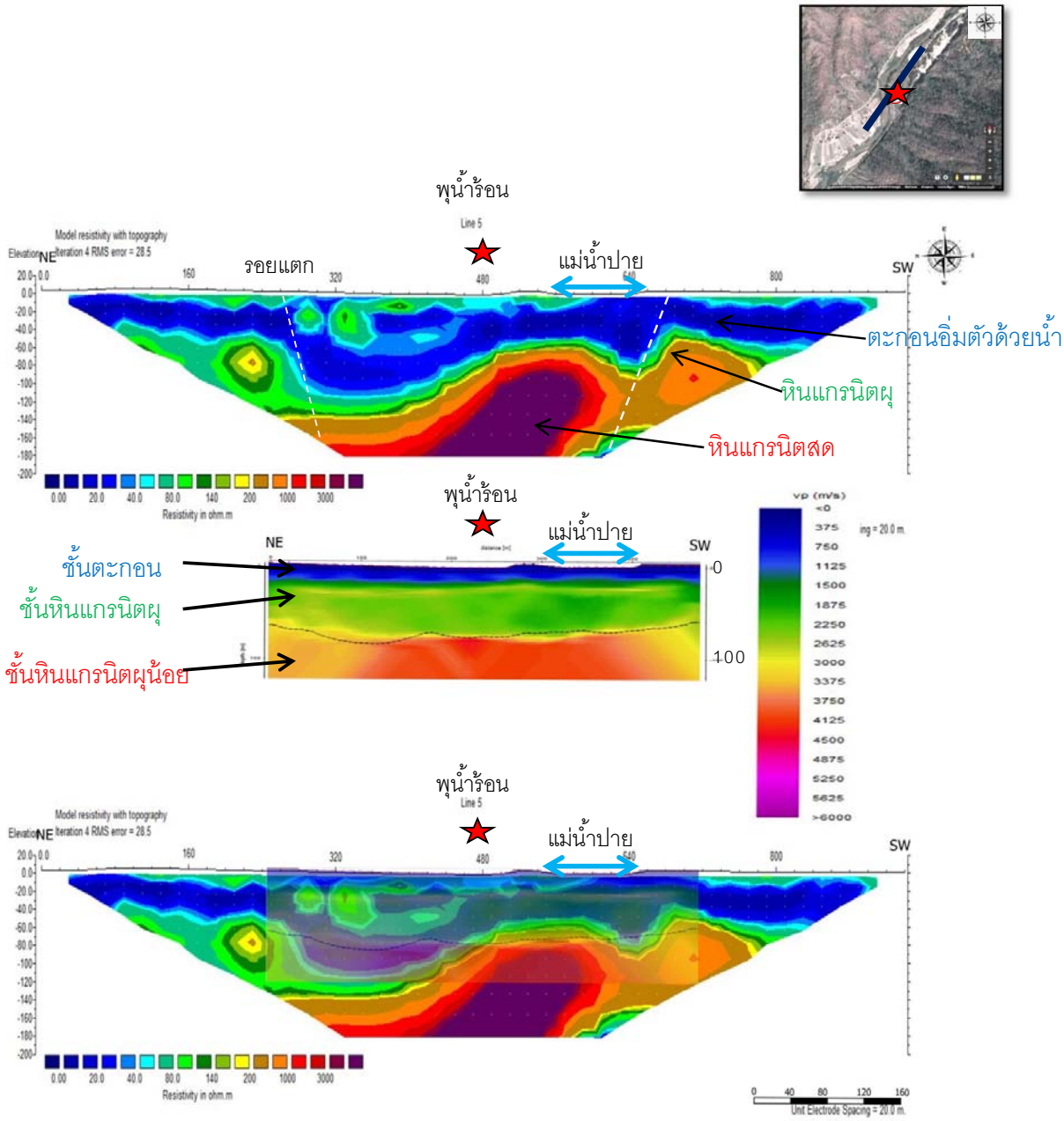
ภาพที่ 4.5 ตารางค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของหินแกรนิตและดินเหนียวที่ผุพังมาจากแกรนิต (http://zonge.com/rock-properties-lab/ore-minerals-physical-properties/)

ส่วนแบบจำลองสองมิติด้วยการวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหนั้นจะวัดได้ค่าตัวเลขเป็นค่าของความเร็วคลื่นอัดหรือก็คือ P-wave ซึ่งในความเร็วของหินแกรนิตสดอยู่ในช่วงความเร็วประมาณ 4,500 – 6000 เมตรต่อวินาที ส่วนความเร็วของดินเหนียวประมาณ 1,100 – 2,500 เมตรต่อวินาที ซึ่งค่าในตารางที่แสดงในภาพ 4.6 แต่ในพื้นที่ศึกษานั้นมีน้ำใต้ดินอยู่ดังนั้นค่าที่ได้จึงมีโอกาสเป็นตะกอนดินเหนียวและตะกอนอื่นๆที่อิ่มตัวด้วยน้ำหรือหินแกรนิตผุ

Type of formation	P wave velocity (m/s)	S wave velocity (m/s)	Density (g/cm^3)	Density of constituent crystal (g/cm^3)
Scree, vegetal soil	300-700	100-300	1.7-2.4	-
Dry sands	400-1200	100-500	1.5-1.7	2.65 quartz
Wet sands	1500-2000	400-600	1.9-2.1	2.65 quartz
Saturated shales and clays	1100-2500	200-800	2.0-2.4	-
Marls	2000-3000	750-1500	2.1-2.6	-
Saturated shale and sand sections	1500-2200	500-750	2.1-2.4	-
Porous and saturated sandstones	2000-3500	800-1800	2.1-2.4	2.65 quartz
Limestones	3500-6000	2000-3300	2.4-2.7	2.71 calcite
Chalk	2300-2600	1100-1300	1.8-3.1	2.71 calcite
Salt	4500-5500	2500-3100	2.1-2.3	2.1 halite
Anhydrite	4000-5500	2200-3100	2.9-3.0	-
Dolomite	3500-6500	1900-3600	2.5-2.9	(Ca, Mg) $CO_3$2.8-2.9
Granite	4500-6000	2500-3300	2.5-2.7	-
Basalt	5000-6000	2800-3400	2.7-3.1	-
Gneiss	4400-5200	2700-3200	2.5-2.7	-
Coal	2200-2700	1000-1400	1.3-1.8	-
Water	1450-1500	-	1.0	-
Ice	3400-3800	1700-1900	0.9	-
Oil	1200-1250	-	0.6-0.9	-

ภาพที่ 4.6 ค่าความเร็วของหินแกรนิตและดินเหนียวที่ผุพังมาจากแกรนิต
(http://en.openei.org/wiki/Seismic_Techniques)

การแสดงภาพจำลองสองมิติจะแสดงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าและแบบจำลองสองมิติการวัดความเร็วคลื่นไหวสะเทือนแบบ tomography ร่วมกันเพื่อช่วยในการแปลความหมายข้อมูล



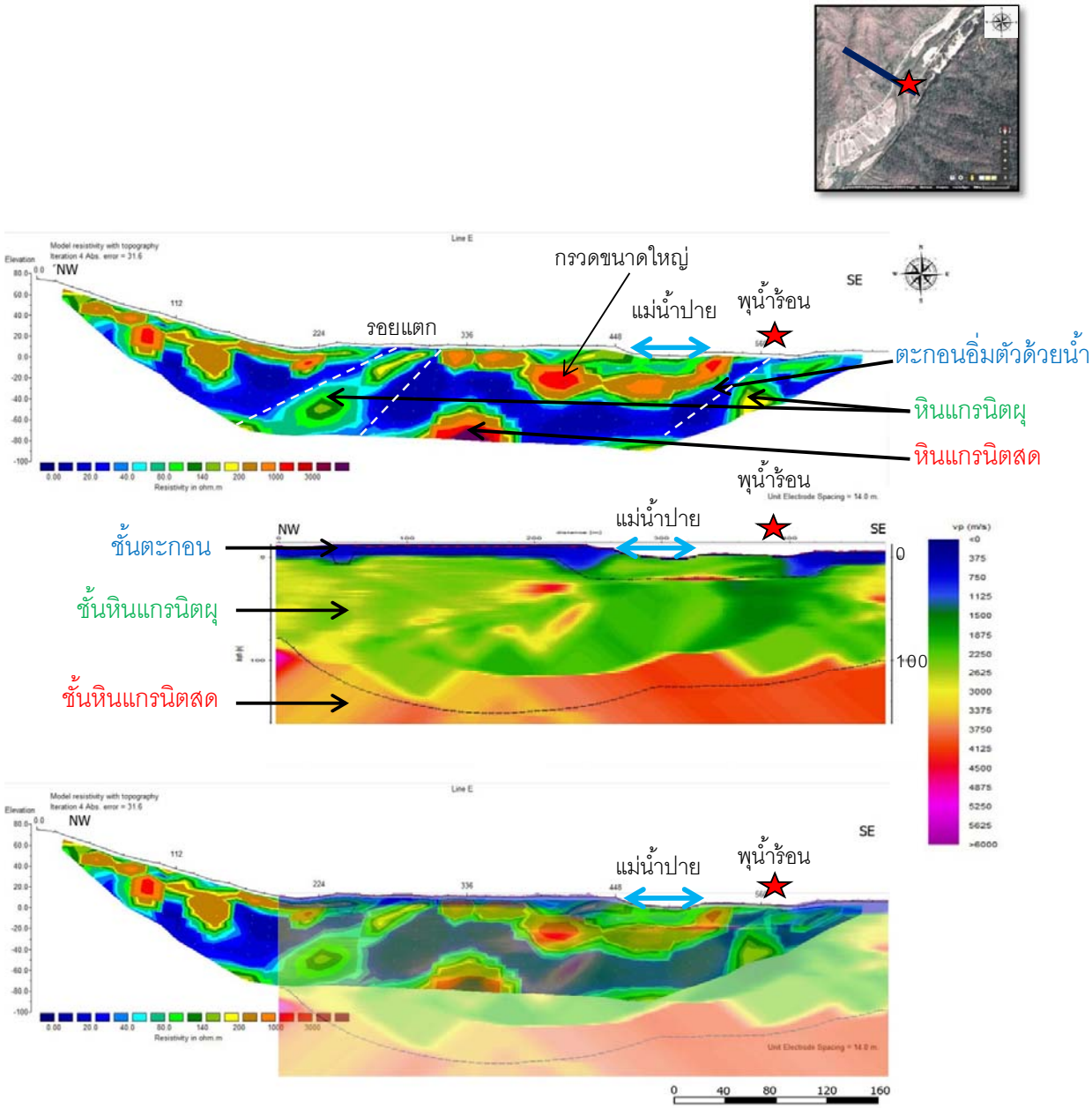
ภาพที่ 4.7 แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ 5

แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ 5 บ่งชี้ว่า

ชั้นตะกอนที่มีน้ำอยู่ความหนาประมาณ 20 เมตร Vp = 375 – 1,125 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตผุที่อาจมีน้ำอยู่ความหนาประมาณ 20 - 80 เมตร Vp = 1,500 – 2,625 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตสดอาจมีรอยแตกที่อาจมีน้ำบางส่วนอยู่บ้าง อยู่ที่ความลึกมากกว่า 80 เมตร Vp = 3,000 – 4,500 เมตรต่อวินาที



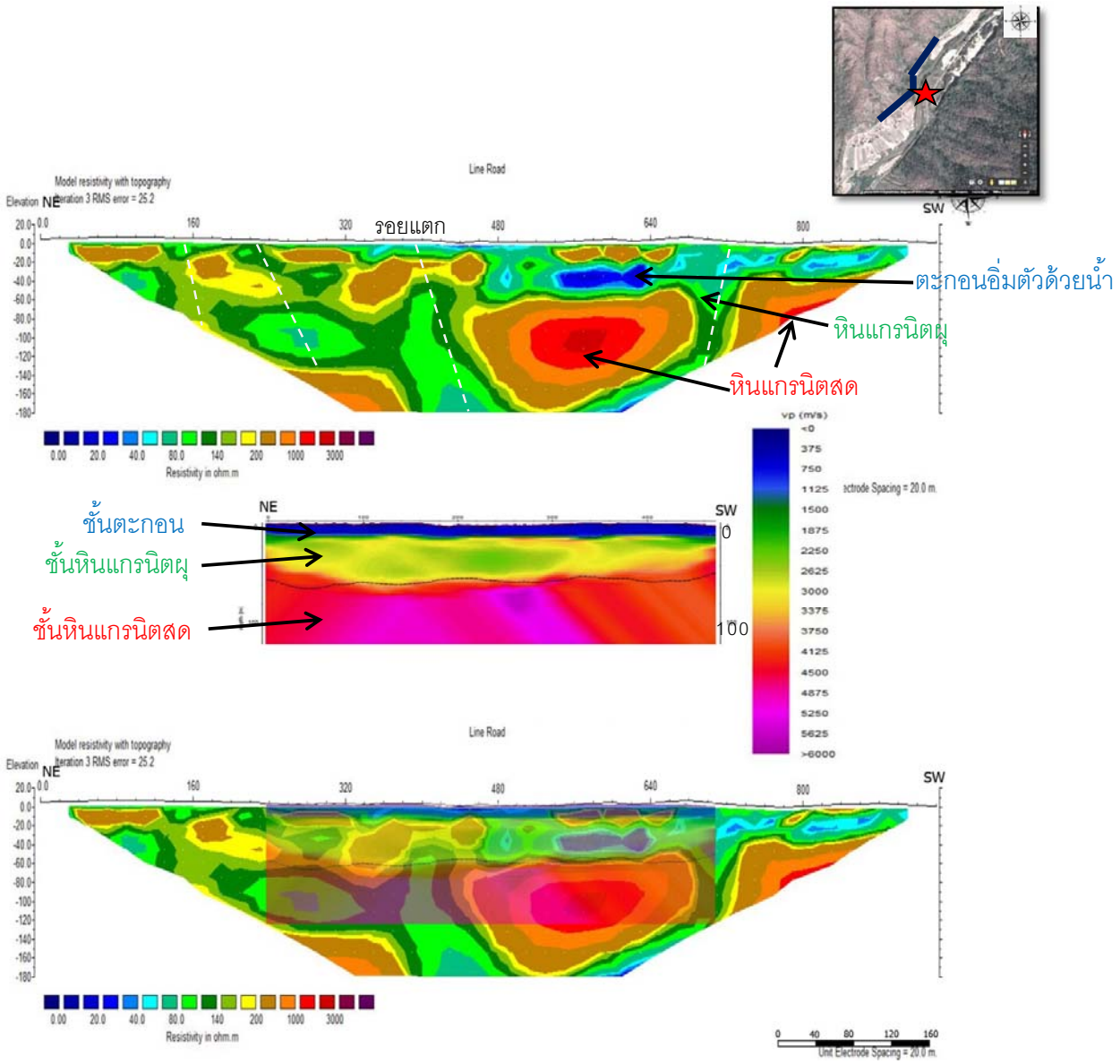
ภาพที่ 4.8 แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ E

แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ E ทราบว่า

ชั้นตะกอนที่มีน้ำอยู่ความหนาประมาณ 20 เมตร Vp = 375 – 1,125 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตผุที่มีน้ำอยู่ความหนาประมาณ 20 - 80 เมตร Vp = 1,500 – 2,625 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตสดที่ความลึกมากกว่า 80 เมตร Vp = 3,000 – 4,500 เมตรต่อวินาที



ภาพที่ 4.9 แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ Road

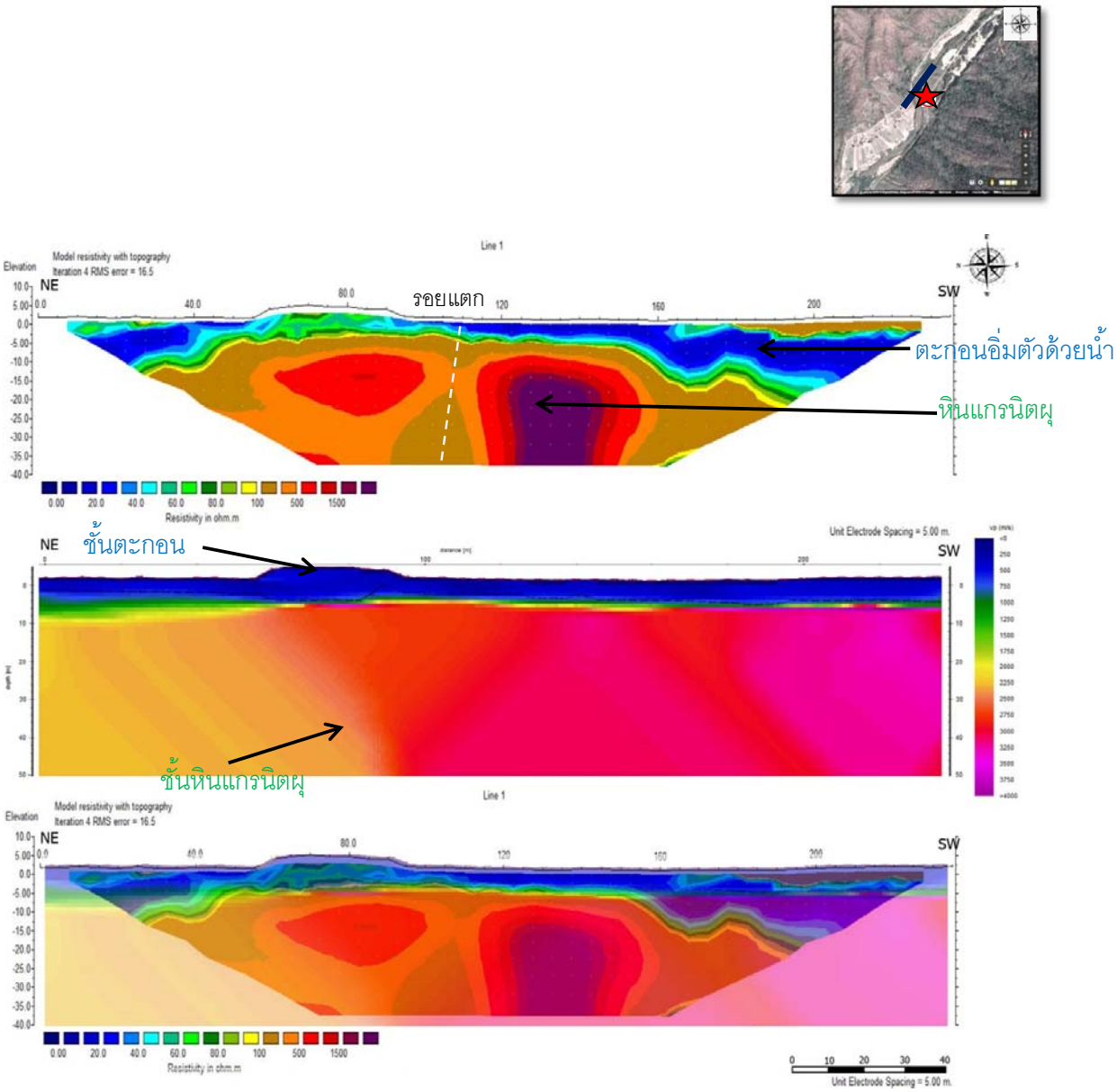
แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ Road ทราบว่า

ชั้นตะกอนที่มีน้ำอยู่ความหนาประมาณ 10 เมตร Vp = 375 – 1,125 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตผุที่อาจมีน้ำบางส่วนอยู่ความหนาประมาณ 10 - 50 เมตร

Vp = 1,500 – 2,625 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตสดอยู่ที่ความลึกมากกว่า 60 เมตร Vp = 3,000 – 4,500 เมตรต่อวินาที

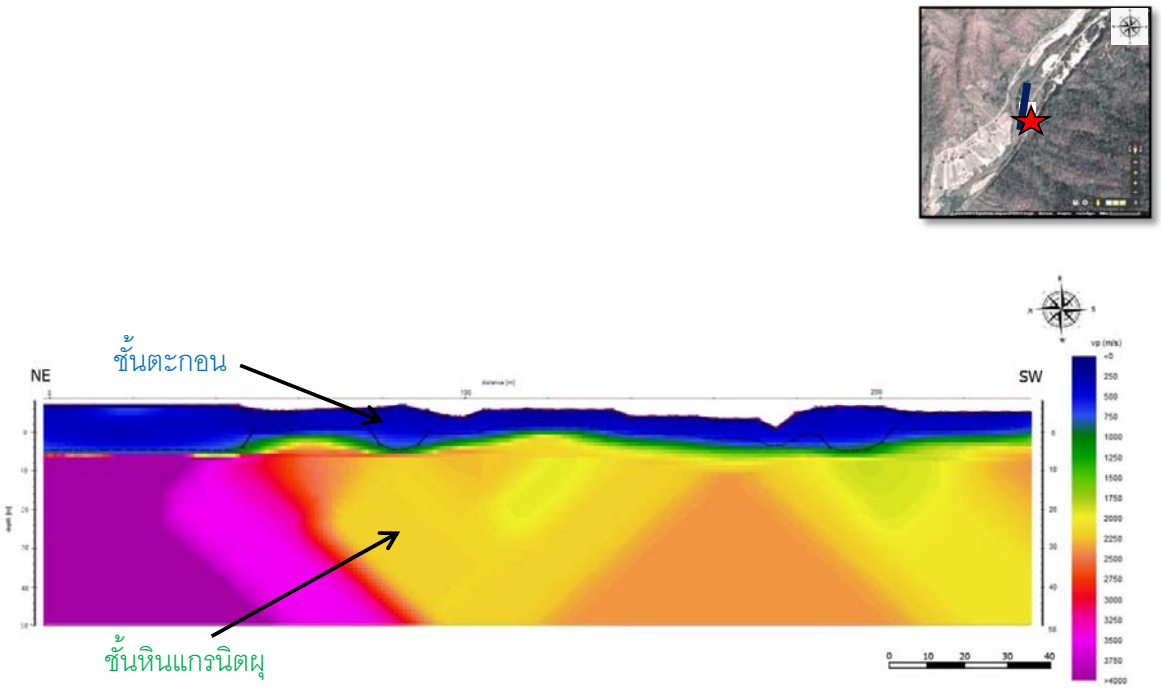


ภาพที่ 4.10 แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ 1

แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ 1 ทราบว่า

ชั้นตะกอนที่มีน้ำอยู่ความหนาประมาณ 8 เมตร Vp = 375 – 750 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตผุความลึกมากกว่า 8 เมตร Vp = 1,000 – 4,000 เมตรต่อวินาที

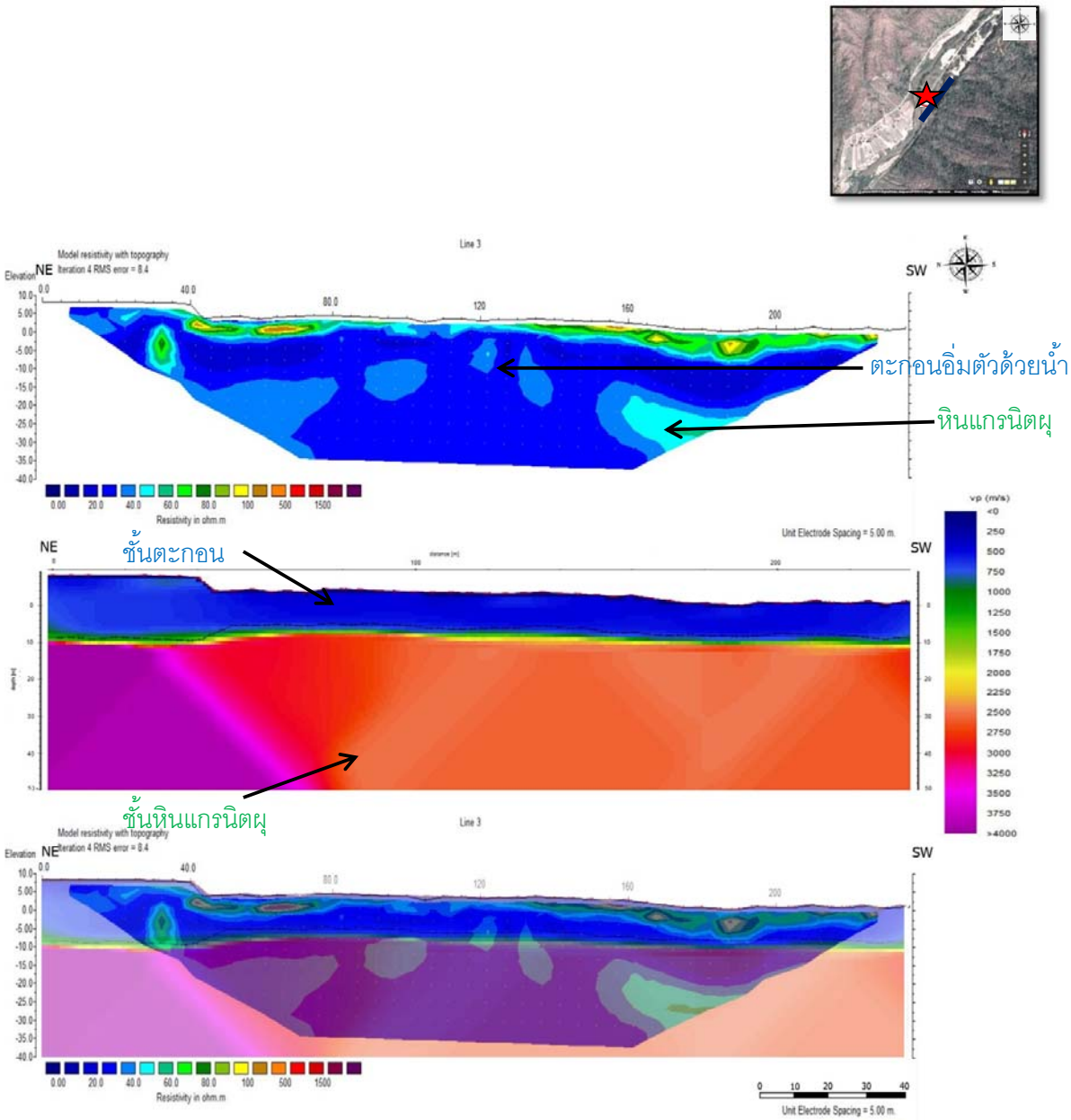


ภาพที่ 4.11 แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ 2

แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ 2 ทราบว่า

ชั้นตะกอนความหนาประมาณ 12 เมตร Vp = 375 – 750 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตผุความลึกมากกว่า 12 เมตร Vp = 1,000 – 4,000 เมตรต่อวินาที

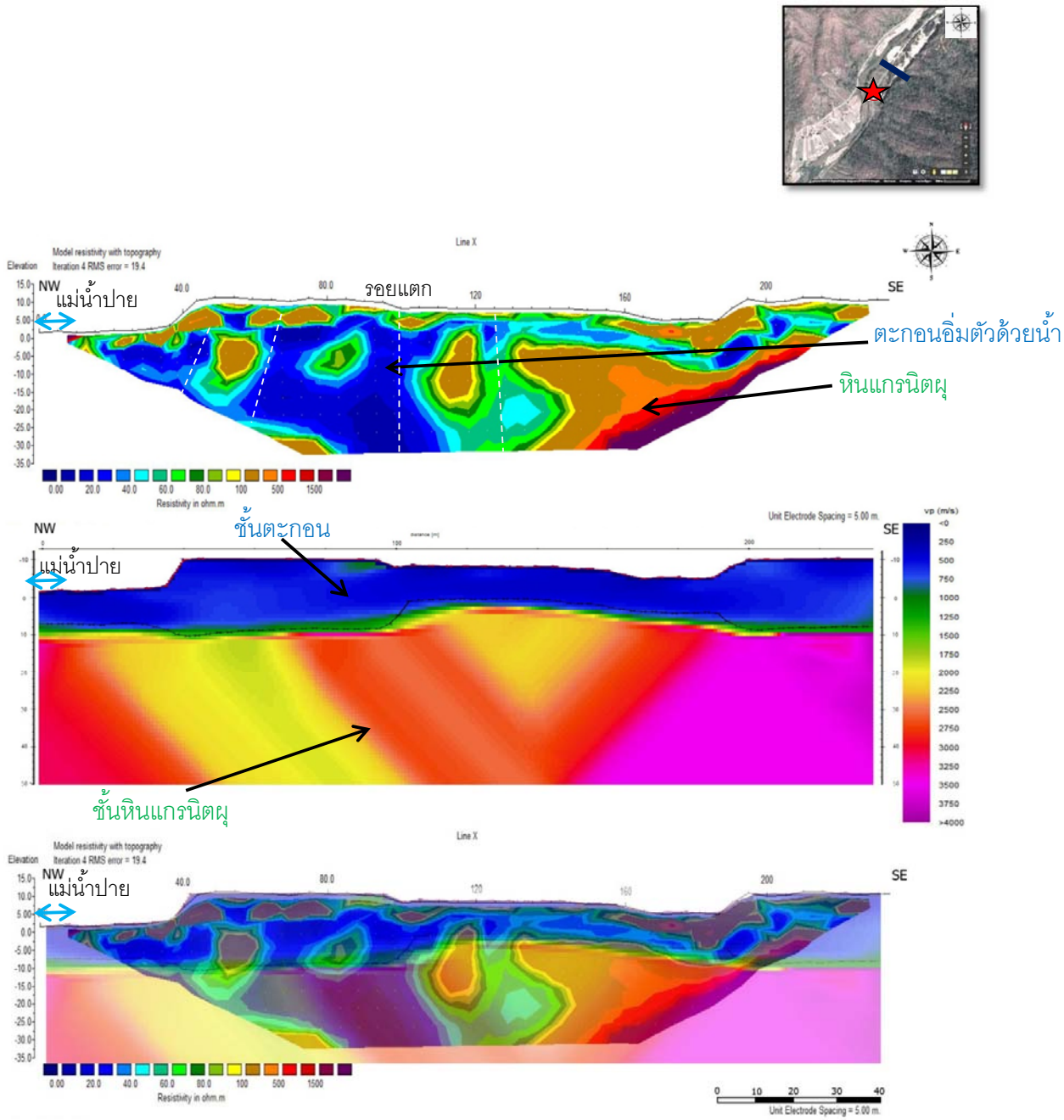


ภาพที่ 4.12 แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ 3

แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ 3 ทราบว่า

ชั้นตะกอนที่มีน้ำอยู่ความหนาประมาณ 20 เมตร Vp = 375 – 750 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตผุที่มีน้ำอยู่ที่ความลึกมากกว่า 20 เมตร Vp = 1,000 – 4,000 เมตรต่อวินาที

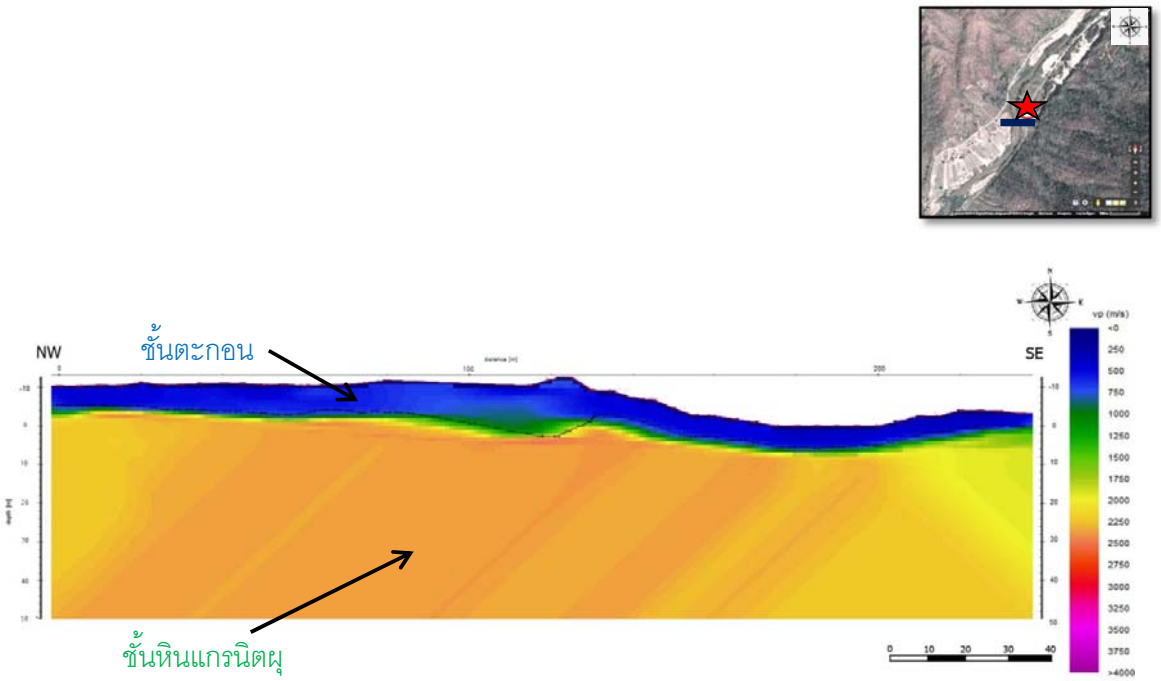


ภาพที่ 4.13 แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ X

แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ X ทราบว่า

ชั้นตะกอนที่มีน้ำอยู่ความหนาประมาณ 20 เมตร Vp = 375 – 750 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตผุที่มีน้ำอยู่บางส่วนที่ความลึกมากกว่า 20 เมตร Vp = 1,000 – 4,000 เมตรต่อวินาที

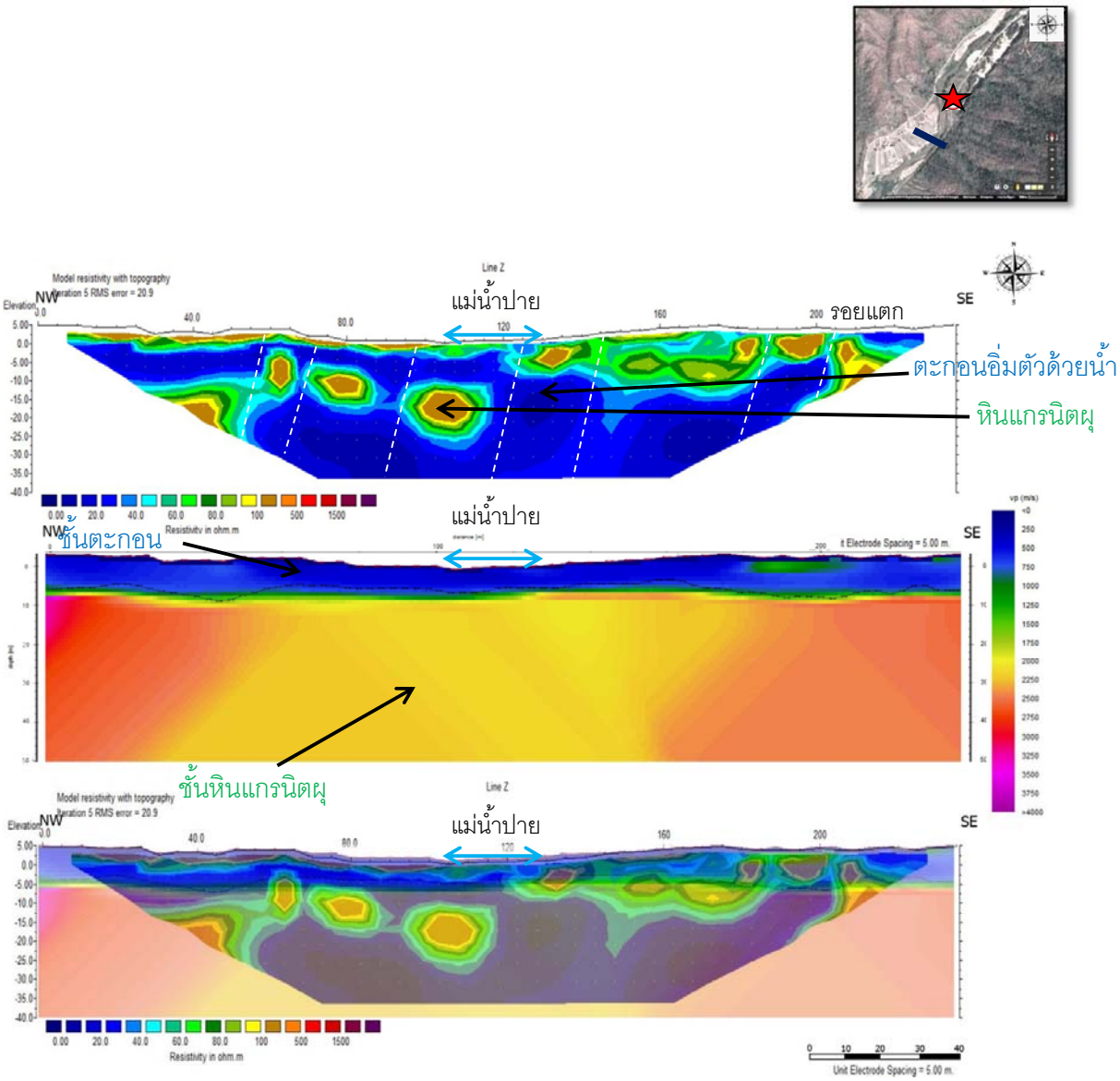


ภาพที่ 4.14 แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ Y

แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ Y ทราบว่า

ชั้นตะกอนความหนาประมาณ 10 เมตร Vp = 375 – 750 เมตรต่อวินาที

ชั้นหินแกรนิตผุความลึกมากกว่า 10 เมตร Vp = 1,000 – 4,000 เมตรต่อวินาที

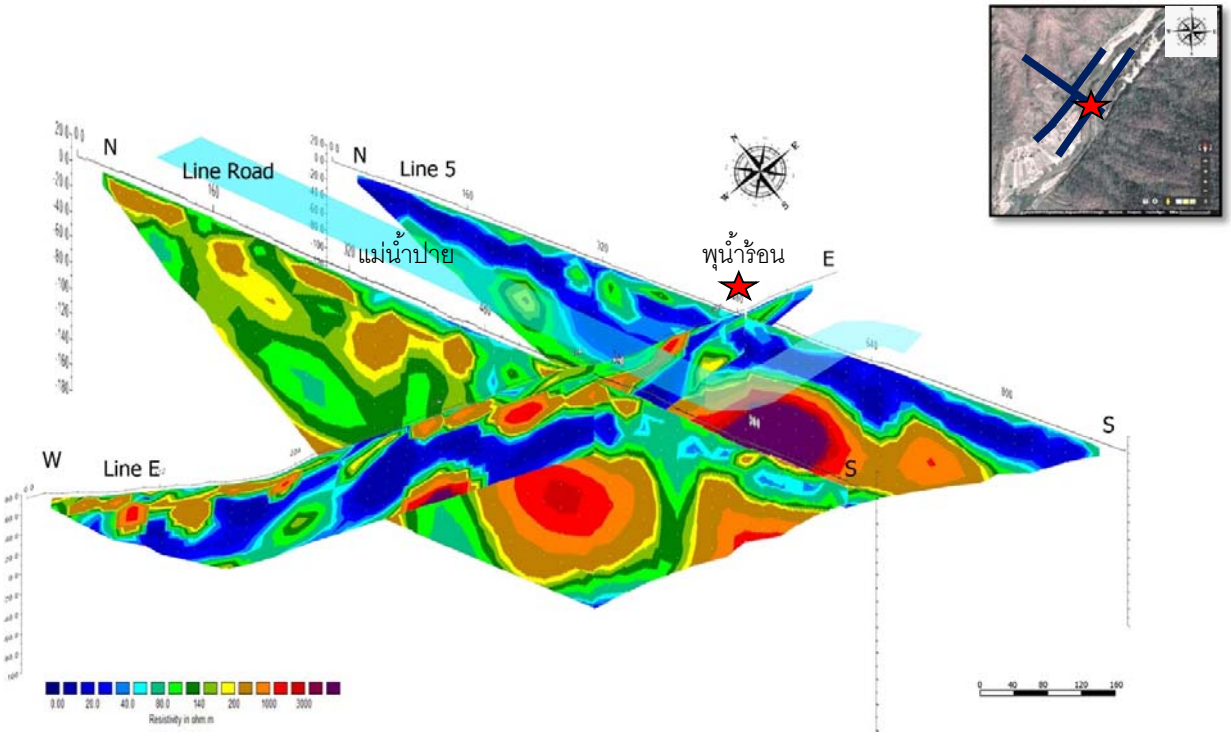


ภาพที่ 4.15 แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ Z

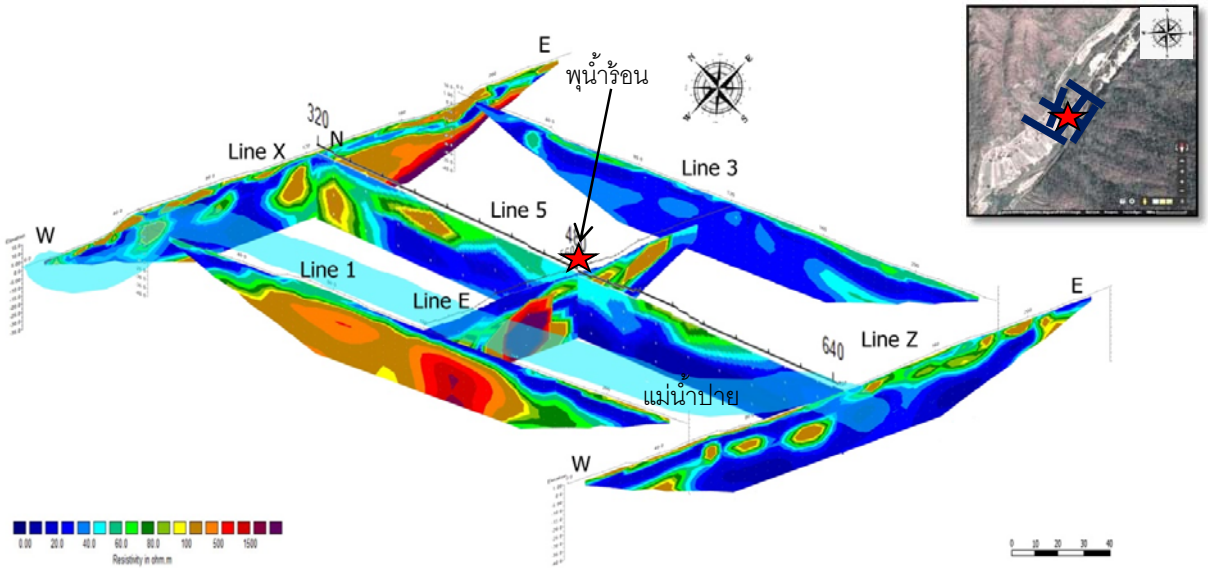
แบบจำลองสองมิติแนวสำรวจ Z ทราบว่า

ชั้นตะกอนที่มีน้ำอยู่ความหนาประมาณ 10 เมตร Vp = 375 – 750 เมตรต่อวินาที

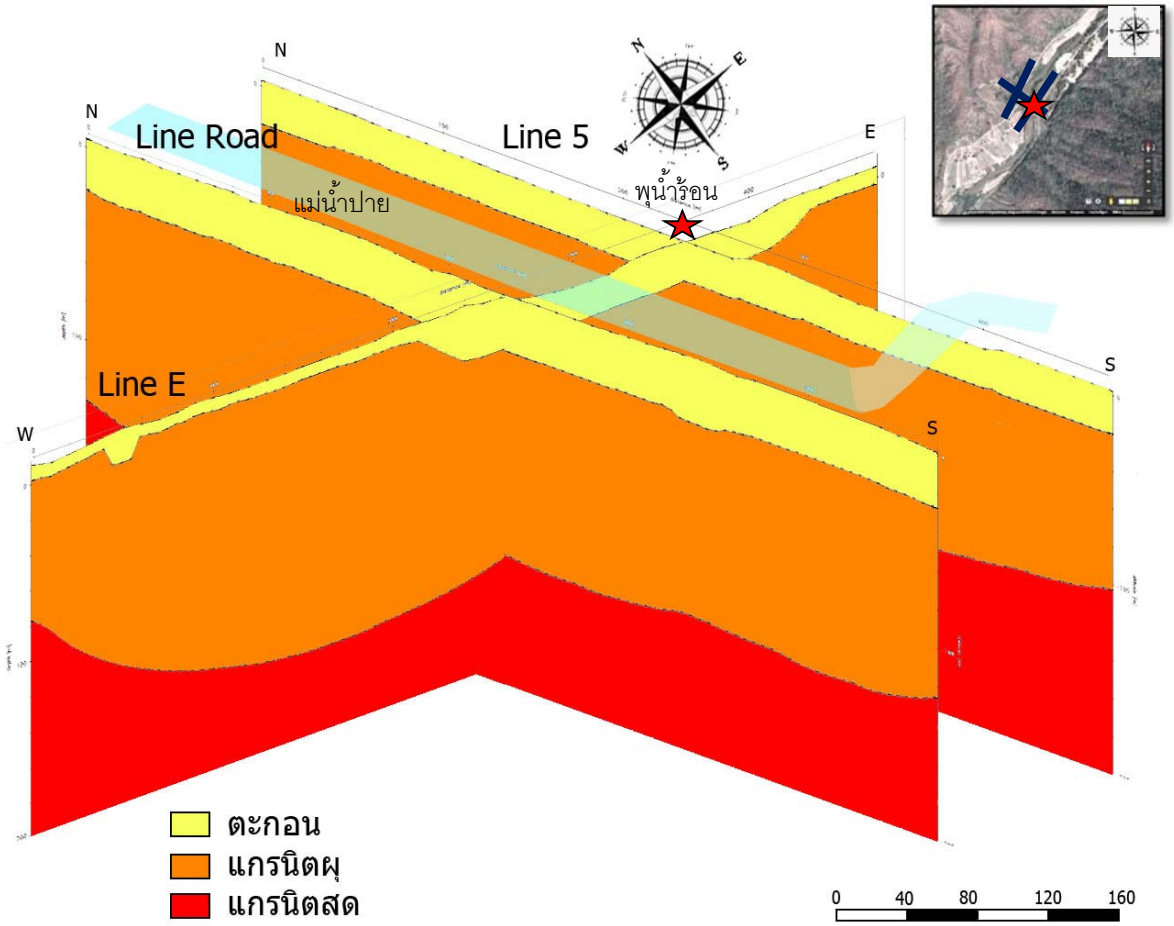
ชั้นหินแกรนิตผุที่มีน้ำอยู่ที่ความลึกมากกว่า 10 เมตร Vp = 1,000 – 4,000 เมตรต่อวินาที



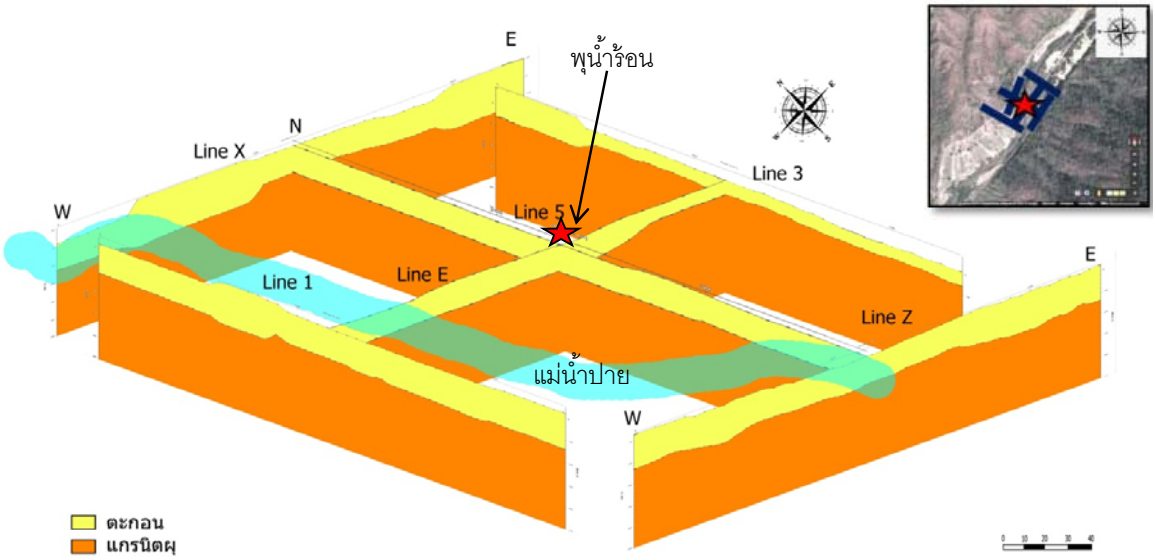
ภาพที่ 4.16 แบบจำลองสองมิติของการวัดสภาพต้านไฟฟ้าแนวสำรวจ 5, E และ Road แนวสำรวจยาว 940 เมตร



ภาพที่ 4.17 แบบจำลองสองมิติของการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าแนวสำรวจ 5, E, 1, 3, X และ Z แนวสำรวจยาว 235 เมตร



ภาพที่ 4.18 แบบจำลองสองมิติของการวัดคลื่นไหวสะเทือนแนวสำรวจ 5, E และ Road แนวสำรวจยาว 470 เมตร

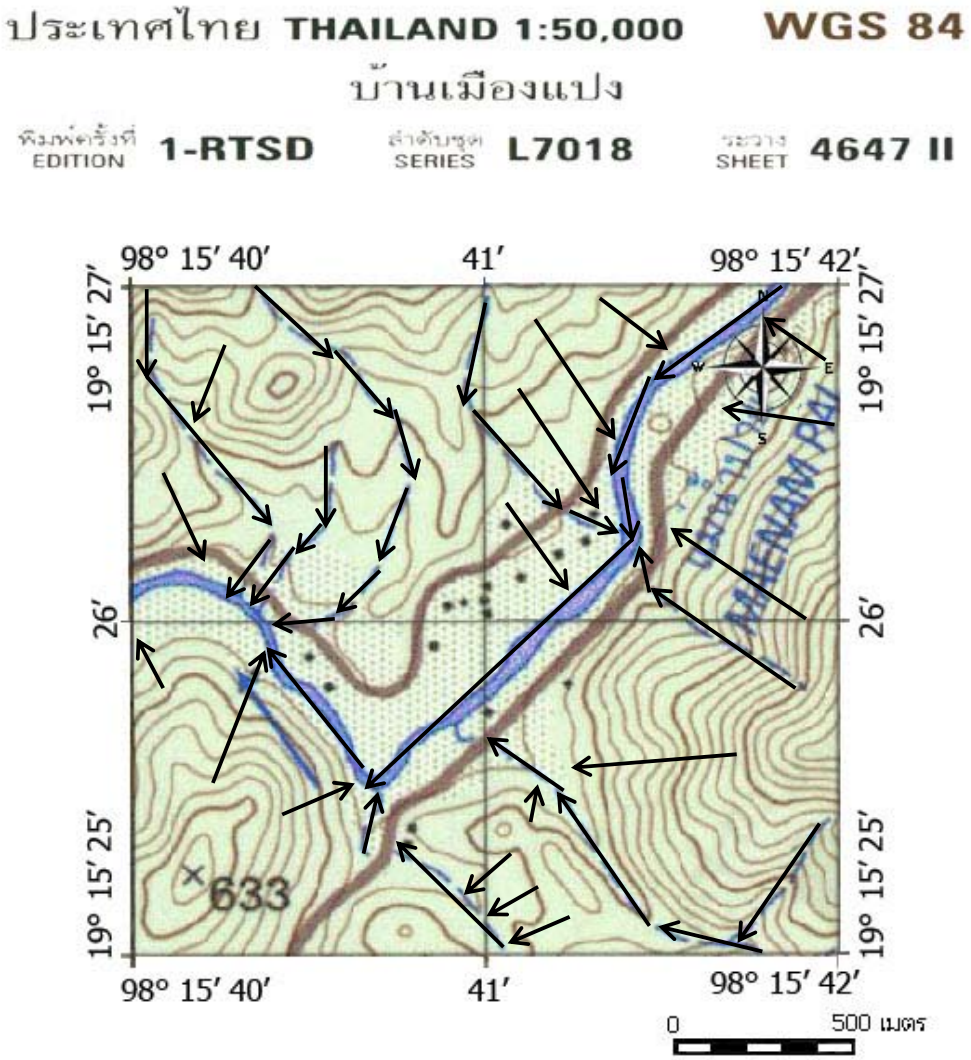


ภาพที่ 4.19 แบบจำลองสองมิติของการวัดคลื่นไหวสะเทือนแนวสำรวจ 5, E, 1, 3, X และ Z แนวสำรวจยาว 235 เมตร

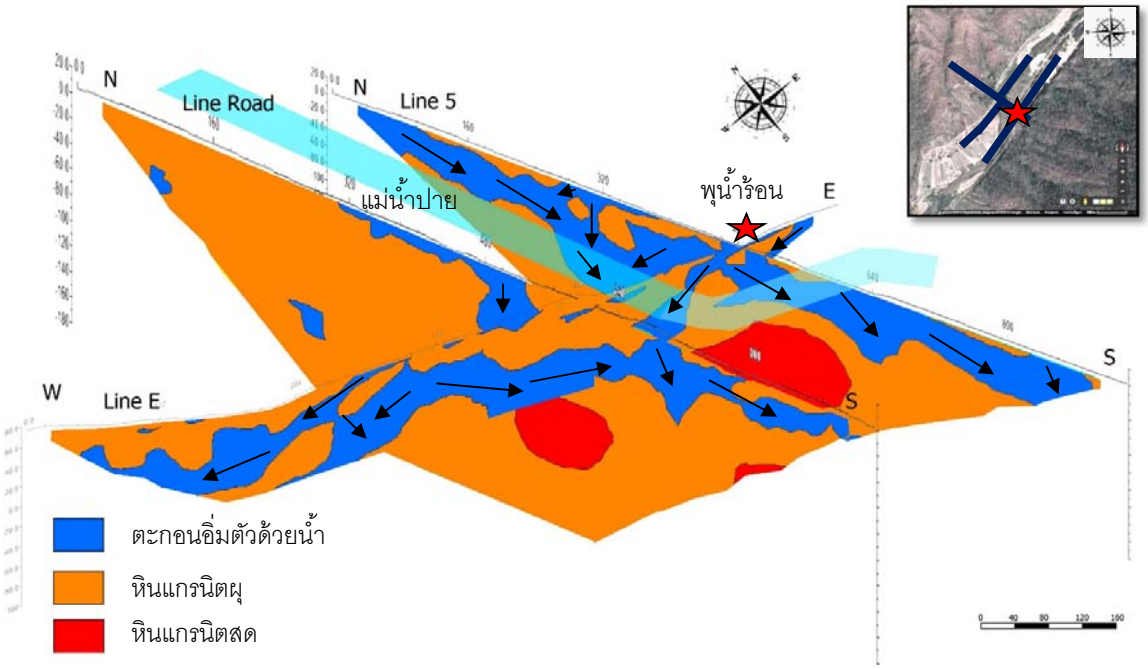
สรุปผลการวัดความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity survey) พบค่าที่เป็นน้ำอยู่ที่ความลึกต่างๆ กัน แนวสำรวจ 235 เมตร พบน้ำตั้งแต่ผิวดิน (บวกจะเป็นความสูงของพื้น และศูนย์คือความสูงของแม่น้ำปาย) ไปจนถึง 35 – 40 เมตร จะพบน้ำที่ซึมผ่านหินแกรนิตผุชัดเจน สำหรับแนวสำรวจความยาว 960 เมตร แนวสำรวจ 5 ในภาพที่ 4.7 จะพบน้ำถึงที่ระดับความลึก 120 เมตร และเนื่องจากน้ำในพื้นที่ศึกษาเป็นน้ำตามธรรมชาติซึ่งจะทำให้นำไฟฟ้าได้ดี จึงไม่สามารถที่จะระบุชั้นของตะกอนและชั้นของหินแกรนิตได้ชัดเจน จึงต้องนำข้อมูลการวัดคลื่นไหวสะเทือนมาช่วยในการแปลข้อมูลเพิ่มเพื่อที่จะระบุความหนาของชั้นตะกอนกับหินแกรนิตผุได้แม่นยำยิ่งขึ้น โดยทั้งหมดของแนวสำรวจจะพบดินเหนียวหนาตั้งแต่ 6 – 20 เมตร ชั้นหินแกรนิตผุจะมีความหนาไม่เกินที่ระดับความลึกประมาณ 80 เมตร และหินแกรนิตสดจะพบที่จะดับความลึกประมาณ 80 เมตรขึ้นไป

4.3 การไหลของน้ำในพื้นที่

ธรรมชาติของน้ำจะไหลตามแนวโน้มถ่วงของโลกหรือก็คือการจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ เมื่อนำแผนที่ภูมิประเทศของพื้นสำรวจมาประเมินการไหลของน้ำ โดยจากลูกศรจากที่สูงๆ (ภูเขา) ไปสู่ที่ต่ำๆ (แม่น้ำ) จะพบว่าน้ำก็จะไหลจากบนภูเขาทั้งสองฝั่งลงไปสู่แม่น้ำปาย แล้วไหลไปตามแม่น้ำปาย ดังภาพที่ 4.20 ด้านล่าง และทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน ดังภาพที่ 4.21



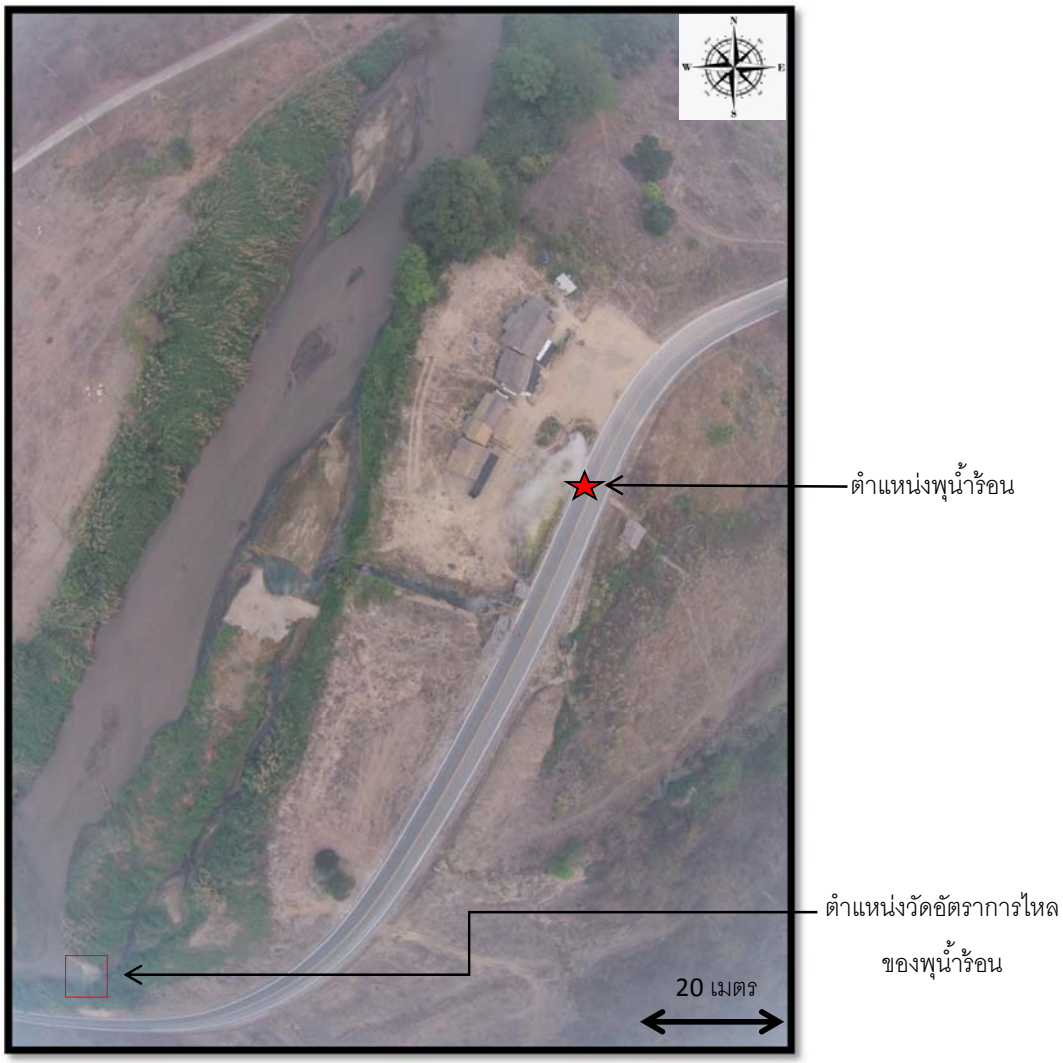
ภาพที่ 4.20 แสดงทิศทางการไหลของน้ำบนพื้นผิวดิน



ภาพที่ 4.21 ทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน

4.4 การวัดอัตราการไหลของพุน้ำร้อนและอุณหภูมิ

เมื่อวันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2558 ได้ทำการวัดอัตราการไหลและอุณหภูมิของพุน้ำร้อน บริเวณทางที่พุน้ำร้อนไหลก่อนที่จะลงแม่น้ำปาย ดังภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 ตำแหน่งวัดอัตราการไหลของน้ำ

ภาพที่ 4.23 ถังผสมปูนปริมาณ 200 ลิตร

ภาพที่ 4.24 ถังผสมปูนรองรับน้ำร้อนที่ไหลมาจากพุน้ำร้อน

โดยใช้ถังผสมปูนปริมาณ 200 ลิตร แล้วจับเวลาที่น้ำเต็มถัง เมื่อทำการคำนวณของปริมาณและเวลาที่ได้ ผลของอัตราการไหลของทั้ง 2 ครั้ง ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการวัดอัตราการไหลและอุณหภูมิของพุน้ำร้อน

วัดครั้งที่	วัน/เดือน/ปี	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตร/วัน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
1	04/02/2558	1,000	95
2	24/06/2558	1,728	96

ผลการตรวจวัดอัตราการให้น้ำของแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ ต.เมืองแปง อ.ปาย จ. แม่ฮ่องสอน พบว่าอัตราการให้น้ำของแหล่งพุน้ำร้อนนี้มีค่าเท่ากับ 12.17 ลิตรต่อวินาที หรือ ประมาณ 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเมื่อเทียบกับแหล่งพุน้ำร้อนแหล่งอื่นแล้วพบว่ามีอัตราการให้น้ำที่สูงกว่ามาก ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากความดันและอุณหภูมิที่มีค่าสูงของแหล่งพุน้ำร้อน รวมถึงชั้นหินอุ้มน้ำซึ่งสามารถกักเก็บน้ำได้เป็นจำนวนมาก จากทั้งสองปัจจัยนี้อาจเป็นสาเหตุส่งผลให้อัตราการให้น้ำของแหล่งพุน้ำร้อนนี้ให้น้ำได้เป็นจำนวนมาก แสดงให้เห็นว่าแหล่งพุน้ำร้อนมีพลังงานความร้อนใต้พิภพที่มีศักยภาพมากพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆต่อไปได้

4.5 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	**หน่วย**	**2-ก.ย.-57**	**4-ก.พ.-58**	
		น้ำพุร้อน	**แม่น้ำปาย**	**น้ำพุร้อน**
สี	แพลตทินัม-โคบอลต์	0	6	0
รสชาติและกลิ่น		-	ไม่มี	น้อย
ความขุ่น	NTU	2.4	1.37	1
กรด-ด่าง		7.83	8.42	7.93
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	-	19	95
ค่าความนำไฟฟ้า	ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร	1040	232	890

ตารางที่ 4.2(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	หน่วย	2-ก.ย.-57	4-ก.พ.-58	
		น้ำพุร้อน	แม่น้ำปาย	น้ำพุร้อน
ของแข็งละลายทั้งหมด	มก./ล.	676	124	660
ความเป็นด่าง	มก./ล.	392.4	90	357
คลอไรด์	มก./ล.	1.887	0.957	8.38
ซัลเฟต	มก./ล.	80.597	9.35	79.841
ฟลูออไรด์	มก./ล.	-	-	2.25
ไนเตรท	มก./ล.	0.188	0.0163	ND
ไนไตรท์	มก./ล.	-	-	<0.02
โซเดียม	มก./ล.	182.95	9.54	163.55
โพแทสเซียม	มก./ล.	21.84	4.2	25.2
แคลเซียม	มก./ล.	6.22	15.75	0.18
แมกนีเซียม	มก./ล.	0.00	3.583	0.154
เหล็ก	มก./ล.	-	0.00	0.00
แมงกานีส	มก./ล.	0.043	0.00	0.00
สังกะสี	มก./ล.	0.089	0.44	0.258
ทองแดง	มก./ล.	0.00	0.00	0.007
แคดเมียม	มก./ล.	-	0.00	0.00
ตะกั่ว	มก./ล.	0.00	0.00	0.00
อลูมิเนียม	มก./ล.	-	-	0.06
สารหนู	มก./ล.	-	0.0025	0.0026
เซเลเนียม	มก./ล.	-	-	ND
ปรอท	มก./ล.	-	0.00	0.00

ตารางที่ 4.2(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

พารามิเตอร์	หน่วย	2-ก.ย.-57	4-ก.พ.-58	
		น้ำพุร้อน	แม่น้ำปาย	น้ำพุร้อน
ไซยาไนด์	มก./ล.	-	-	<0.01
โครเมียม	มก./ล.	-	ND	ND
คลอรีนอิสระคงเหลือ	มก./ล.	-	-	<0.01
อี-โคไล	พบ-ไม่พบ/100มล.	-	-	ND
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	มก./ล.	-	-	0.01

*หมายเหตุ - = ไม่ได้ทำการวิเคราะห์/ไม่ได้ทำการตรวจวัด

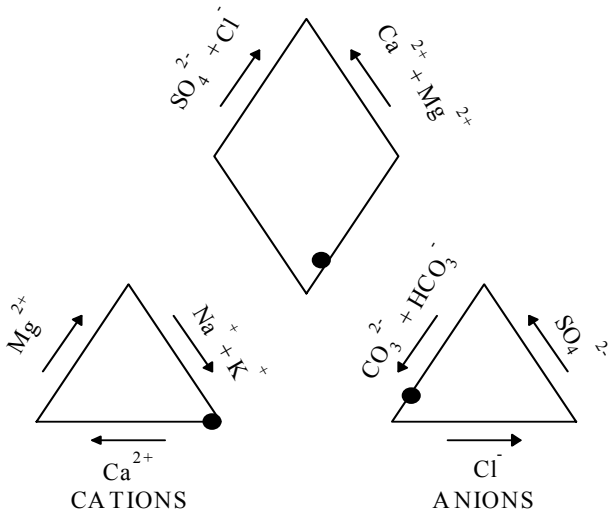
ND = ตรวจไม่พบ(Non Detectable)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างที่ทำการเก็บทั้งสองครั้ง คือในเดือนกันยายน 2557 และเดือนกุมภาพันธ์ 2558 โดยผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของน้ำพุร้อนที่ได้คือ ค่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2006) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2006) แต่มีพารามิเตอร์บางตัวที่มีค่าโดดเด่นอย่างเห็นได้ชัดคือ อุณหภูมิ ที่มีค่าสูงถึง 95 องศาเซลเซียส ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิที่สูงมากสำหรับน้ำพุร้อนและคาดว่าอุณหภูมิของน้ำพุร้อนที่อยู่ในแหล่งกักเก็บใต้ผิวดินจะมีอุณหภูมิสูงกว่านี้มาก ส่วนค่าความเป็นกรดเบสของน้ำพุร้อนจะค่อนมาทางเบส คือมีค่า pH > 7 แต่ไม่เกิน 8 มีลักษณะเป็นเบสอ่อน และพารามิเตอร์ที่มีค่าโดดเด่นอีกหนึ่งตัวคือ ฟลูออไรด์ที่มีค่าสูง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะพื้นที่แหล่งพุน้ำร้อน เนื่องจากบริเวณแหล่งพุน้ำร้อนเป็นแหล่งแร่ฟลูออไรด์ที่สำคัญของประเทศไทย และใกล้กับแหล่งพุน้ำร้อนยังมีการทำเหมืองแร่ฟลูออไรด์อีกด้วยจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำพุร้อนมีค่าฟลูออไรด์ที่สูงมาก นอกจากนี้ยังพบว่ามีค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) ประมาณ 370 มก./ล. ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่สูงมากทำให้น้ำมีค่าความเป็นด่างมาก

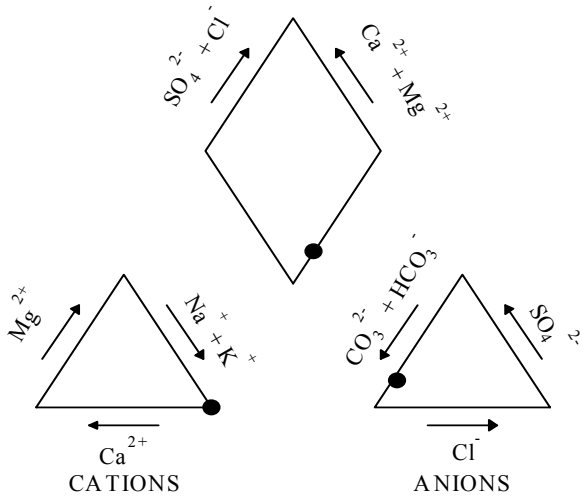
แร่ในกลุ่มโลหะที่มีค่าสูง คือ โซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียม และโพแทสเซียม แสดงถึงความสัมพันธ์กับชั้นหินอุ้มน้ำ แหล่งหินปูน และน้ำบาดาลในพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่อาจได้อาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยดังกล่าวทำให้มีค่าโลหะเหล่านี้สูง ส่วนค่าแมงกานีส แคดเมียม ตะกั่ว เซเลเนียม โครเมียม มีค่าน้อยมากเกินกว่าจะตรวจวัดได้ และตรวจไม่พบอิโคไลแบคทีเรีย ในน้ำพุร้อน

ส่วนคุณภาพน้ำของน้ำในแม่น้ำปาย โดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 1 ซึ่งเป็นไปตามสภาพธรรมชาติของน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

เมื่อนำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่เก็บตัวอย่างทั้ง 2 ครั้งมาพล๊อตลงใน Piper Diagram จะเห็นได้ว่าน้ำจากแหล่งพุน้ำร้อนจัดอยู่ในน้ำประเภทที่1 ของ Piper Diagram ดังภาพที่ 4.23 และ 4.24



ภาพที่ 4.25 Piper Diagram ของน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่วันที่ 2 กันยายน 2557



ภาพที่ 4.26 Piper Diagram ของน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2558

โดยรูปแบบที่1 ของ Piper Diagram หมายถึง น้ำที่มีค่าคาร์บอเนต ค่าความกระด้างมากกว่า 50% นั้น แสดงว่าคุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาลจะเป็นลักษณะของความเป็นด่าง และน้ำในรูปแบบที่1 นี้จะเรียกว่า “Carbonate Hardness Facies” หรือ “Hydrochemical Facies type1” (Ca + Mg, HCO_3 + CO_3 > 50%) ดังนั้นลักษณะของน้ำในรูปแบบที่1 นี้จะเป็นน้ำกระด้างชั่วคราวและเป็นน้ำจืด

4.6 ประเมินศักยภาพและความเหมาะสมในการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวของชุมชน

เพื่อให้สามารถทราบศักยภาพในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการประเมินศักยภาพและความเหมาะสม เพื่อให้การศึกษาศักยภาพของแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่มีความสมบูรณ์มากขึ้น ในการพิจารณาเป็นแหล่งท่องเที่ยวของชุมชน ซึ่งในการประเมินครั้งนี้ใช้เกณฑ์มาตรฐานของสำนักพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว กรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา จากคู่มือการประเมินมาตรฐานคุณภาพ แหล่งท่องเที่ยวเชิงสุภาพประเภทพุน้ำร้อนธรรมชาติ ซึ่งได้จัดทำเกณฑ์มาตรฐานสำหรับแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนธรรมชาติ โดยมีจุดประสงค์เพื่อเป็นกรอบแนวทางในการจัดการแหล่งท่องเที่ยวประเภทพุน้ำร้อนธรรมชาติอย่างชัดเจน โดนเน้นในด้านการกำหนดมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับการบริการต่างๆ เนื่องจากการท่องเที่ยวประเภทนี้จะต้องคำนึงถึงด้านความปลอดภัยของนักท่องเที่ยวเป็นสำคัญ และต้องไม่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากน้ำพุร้อนจัดเป็นแหล่งท่องเที่ยวประเภทธรรมชาติประเภทหนึ่ง ซึ่งหากไม่มีการกำหนดมาตรฐานที่ชัดเจน การดำเนินกิจกรรมการท่องเที่ยวใดๆ อาจส่งผลกระทบต่อแหล่งพุน้ำร้อนธรรมชาติได้ นอกจากนี้ การจัดทำเกณฑ์มาตรฐานแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพพุน้ำร้อนธรรมชาติ ยังมีเป้าหมายเพื่อให้หน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลแหล่งท่องเที่ยวได้นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบมาตรฐานแหล่งท่องเที่ยวของตน และยังสามารถใช้เป็นข้อมูลที่สำคัญเพื่อประกอบการตัดสินใจของนักท่องเที่ยว รวมทั้งเป็นการเพิ่มมาตรฐานแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพพุน้ำร้อนธรรมชาติของประเทศไทยให้เป็นที่ยอมรับทั้งในและต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น (ที่มา: สำนักพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว กรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.)

การประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทพุน้ำร้อนธรรมชาติ ได้แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 แหล่งท่องเที่ยวที่มีการให้บริการพุน้ำร้อนธรรมชาติ และกรณีที่ 2 แหล่งท่องเที่ยวที่ไม่มีการให้บริการพุน้ำร้อนธรรมชาติ ซึ่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่นั้น ยังไม่มีการให้บริการพุน้ำร้อนธรรมชาติ จึงจัดเป็นกรณีที่ 2 เพราะมีแค่ร้านค้าตั้งขายของจำพวกอาหาร ไข่และเครื่องดื่ม เท่านั้น ยังไม่มีบริการการแช่น้ำพุร้อนแต่อย่างใด มีเพียงห้องน้ำให้บริการ (ภาพที่ 5.1)

ภาพที่ 4.27 น้ำพุร้อน ร้านค้า และห้องน้ำในพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ วันที่ 20 มีนาคม 2558

ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการประเมินแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเมืองแปง ซึ่งเป็นแหล่งพุน้ำร้อนที่มีการพัฒนาแล้ว โดยอยู่ห่างออกไปประมาณ 13.4 กิโลเมตร ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ เป็นการเปรียบเทียบศักยภาพของพุน้ำร้อนธรรมชาติที่ได้ผลสองแห่ง ได้ผลประเมินมาตรฐานของพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ ได้ทำการประเมินเมื่อวันที่ 19 มีนาคม 2558 การประเมินมีดังต่อไปนี้

แบบประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

โดย

กรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

ร่วมกับ

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อแหล่งท่องเที่ยว	น้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่				
หน่วยงานผู้รับผิดชอบ/ผู้ดูแล	อบต.เมืองแปง				
ที่อยู่	-				
หมู่ที่	4	บ้าน	เหมืองแร่	ตำบล	เมืองแปง
อำเภอ	ปาย	จังหวัด	แม่ฮ่องสอน		
ที่ตั้งพิกัดทางภูมิศาสตร์	47P 0441445				
	UTM 2126403				

ผู้ประเมิน	(ชื่อ-นามสกุล)	นายภาคภูมิ ชุณหกิจ
	(หน่วยงาน)	ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประเมินเมื่อ วันที่	19	เดือน มีนาคม พ.ศ. 2558

<u>ผลการประเมิน</u>

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

- [ ] ผ่านการประเมิน
- [x] ต้องปรับปรุงการให้บริการ

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

- [ ] มากกว่า 100 คะแนนหรือร้อยละ 80 ขึ้นไป
- [ ] 89-100 คะแนนหรือร้อยละ 71-80
- [x] 76-88 คะแนนหรือร้อยละ 61-70
- [ ] 62-75 คะแนนหรือร้อยละ 51-60
- [ ] น้อยกว่า 62 คะแนนหรือร้อยละ 50

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ	
เกณฑ์ที่ 1 <u>คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการให้บริการ</u> <u>หลักเกณฑ์</u> น้ำพุร้อนธรรมชาติที่จะนำมาให้บริการแก่นักท่องเที่ยวเพื่อการอาบ หรือดื่ม หรือเพื่อการักษาโรค ต้องมีคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการรักษาทางการแพทย์	
ดัชนี	**ผลการประเมิน**
1. มีผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุก 2 ปีโดยการใช้ผลวิเคราะห์จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล หรือกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	×
2. อุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 37-42 องศาเซลเซียส	×
3. มีกระบวนการกรองเบื้องต้น เพื่อนำสิ่งปะปน เช่น ใบไม้ หรือวัสดุปนมากับแหล่งน้ำออกก่อนนำไปให้บริการ เช่น ตะแกรงกรองเศษใบไม้ที่ไหลปะปนมาจากแหล่งต้นน้ำ	×
4. วัสดุที่ใช้ในท่อส่งน้ำเหมาะสมกับอุณหภูมิของน้ำและไม่ทำปฏิกิริยากับสารแร่ธรรมชาติ	×
5. น้ำพุร้อนที่ให้บริการโดยการแช่หรืออาบแล้ว ไม่นำกลับมาให้บริการอีก	×
ผลการประเมิน	**ต้องปรับปรุงการให้บริการ**

<u>หมายเหตุ</u> *

- อุณหภูมิน้ำพุร้อนต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ควรใช้ท่อประเภท PVC, PE, PB หรือเหล็ก
- อุณหภูมิน้ำพุร้อนระหว่าง 60 – 80 องศาเซลเซียส ควรใช้ท่อประเภท PE, PB หรือท่อเหล็ก
- อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส ควรใช้ท่อประเภท PB หรือเหล็ก

ภาพที่ 4.28 พุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ที่ยังไม่มีบริการอาบแช่

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ	
เกณฑ์ที่ 2 <u>ห้องแช่น้ำพุร้อน/บ่อแช่น้ำพุร้อน/สระว่ายน้ำ</u> <u>หลักเกณฑ์</u> ห้องน้ำ/บ่อน้ำ/สระว่ายน้ำ ต้องมีการจัดการด้านความสะอาดอย่างถูกสุขลักษณะ และจัดสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นสำหรับการป้องกันอันตรายกับผู้ใช้บริการอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดจากการแช่น้ำพุร้อน และไม่ก่อให้เกิดการแพร่เชื้อโรคต่อผู้ใช้บริการ	
ดัชนี	**ผลการประเมิน**
1. มีป้ายหรือสื่ออื่นๆ ในการให้ความรู้เกี่ยวกับน้ำพุร้อนธรรมชาติ ได้แก่ การแสดงถึงประเภทและประโยชน์ของการใช้บริการน้ำพุร้อนธรรมชาติของแหล่งนั้นๆ	×
2. มีป้ายหรือสื่ออื่นๆ เพื่อแสดงวิธีปฏิบัติในการแช่/อาบน้ำพุร้อน มีคำแนะนำ ประกาศแจ้ง หรือ แจ้งเตือนสำหรับผู้ใช้บริการที่มีโรคประจำตัว และป้ายต้องมีความละเอียด และเข้าใจง่าย มองเห็นชัดเจน ซึ่งต้องมีทั้งภาษาภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	×
3. มีป้ายหรืออุปการณ์บอกอุณหภูมิบริเวณที่ให้บริการน้ำพุร้อนและบริการแหล่งน้ำพุร้อน	×
4. มีระบบถ่ายเทอากาศที่ดี ไม่รู้สึกร้อน อบอ้าว อับชื้น และไม่มีกลิ่นเหม็นหรือหากเกิดปัญหาควรมีระบบควบคุมคุณภาพ	×
5. มีแสงสว่างเพียงพอสำหรับบริเวณที่ให้บริการโดยทั่วถึง	×
6. พื้นผิวของวัสดุปูพื้นที่ให้บริการเป็นพื้นผิวสัมผัสหยาบหรือวัสดุกันลื่น	×
7. มีห้อง/บ่อแช่น้ำสำหรับผู้พิการหรือผู้สูงอายุโดยเฉพาะ หากไม่มีควรมีการติดตั้งราวจับหรืออุปกรณ์อื่นเพื่อความสะดวกและปลอดภัย	×
8. บ่อแช่รวมหรือพื้นที่ที่จัดสำหรับการแช่น้ำรวม ต้องมีระบบน้ำล้นหรือมีการไหลผ่านของน้ำตลอดเวลา	×
9. มีบ่อน้ำเย็น หรือน้ำฝักบัว เพื่อสลับหรือผสมกับการแช่/อาบน้ำพุร้อน	×
10. มีกริ่งสัญญาณเรียกทั้งห้อง/บ่อแช่ส่วนตัว และห้องรวม	×
11. มีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้เกี่ยวกับแหล่งนั้นๆ ให้บริการและอำนวยความสะดวกตลอดเวลาที่ให้บริการ	×
12. มีผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางชีววิทยาในสะว่ายน้ำ ขณะที่เปิดใช้บริการอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข	×
13. บ่อ/อ่างแช่ส่วนตัว มีการล้างทำความสะอาดบ่อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคทุกครั้งหลังการใช้บริการ	×
14. บ่อแช่รวม มีการล้างทำความสะอาดบ่อไม่น้อยกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์	×
15. มีนาฬิกาที่สามารถมองเห็นชัดเจน อ่านเวลาได้ง่าย	×
ผลการประเมิน	**ต้องปรับปรุงการให้บริการ**

ภาพที่ 4.29 พื้นที่ที่กำลังรอการพัฒนาเป็นห้องแช่น้ำพุร้อน/บ่อแช่น้ำพุร้อน/สระว่ายน้ำ

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ	
เกณฑ์ที่ 3 <u>ห้องอาบน้ำ/ห้องสุขา/ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า/ลอกเกอร์</u> <u>หลักเกณฑ์</u> ต้องมีการจัดการด้านความสะอาดอย่างถูกสุขลักษณะ และจัดสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นสำหรับการป้องกันอันตรายกับผู้ใช้บริการอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดจากการแช่น้ำพุร้อน	
ดัชนี	**ผลการประเมิน**
1. มีจำนวนเพียงพอสำหรับผู้ใช้บริการ มีการแยกสัดส่วนชาย-หญิง และมีสัญลักษณ์บ่งบอกชัดเจน	✗
2. มีน้ำใช้ที่สะอาด เช่น น้ำประปา หรือหากใช้น้ำบาดาล หรือน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ต้องไม่มีตะกอน ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น	✓
3. ห้องอาบน้ำ/ห้องสุขา และสุขภัณฑ์อยู่ในบริเวณที่มิดชิด มีสุขภาพดี ไม่ชำรุด	✓
4. ระบบถ่ายเทอากาศที่ดี ไม่รู้สึกร้อน อบอ้าว อับชื้น และไม่มีกลิ่นเหม็น	✓
5. มีแสงสว่างเพียงพอสำหรับบริเวณที่ให้บริการโดยทั่วถึง	✗
6. วัสดุปูพื้นเป็นวัสดุพื้นผิวหยาบหรือวัสดุกันลื่น	✗
7. มีห้องอาบน้ำ/ห้องสุขาสำหรับผู้พิการหรือผู้สูงอายุโดยเฉพาะ หากไม่มีควรมีการติดตั้งราวจับ หรืออุปกรณ์อื่นเพื่อความสะดวกและความปลอดภัย	✗
ผลการประเมิน	**ต้องปรับปรุงการให้บริการ**

ภาพที่ 4.30 ห้องสุขา ยังไม่มีการบริการห้องอาบน้ำ/ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า/ลอกเกอร์

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ	
เกณฑ์ที่ 4 <u>การจัดการด้านความปลอดภัย</u> <u>หลักเกณฑ์</u> แหล่งท่องเที่ยวต้องมีความพร้อมในการป้องกันและรักษาความปลอดภัยตลอดระยะเวลาให้บริการ รวมไปถึงความสามารถในการปฐมพยาบาลให้กับนักท่องเที่ยวอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดจากกิจกรรมการท่องเที่ยว	
ดัชนี	**ผลการประเมิน**
1. มีระบบป้องกัน และเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพและพร้อมที่จะใช้งาน	X
2. การติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงที่มีประสิทธิภาพ และพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา	X
3. มีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยทั้งบริเวณทั้งในและนอกพื้นที่บริการน้ำพุร้อน	X
4. มีโทรศัพท์พร้อมแจ้งเหตุขัดข้องที่พร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา	X
5. มีห้องพยาบาลและอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานได้ตลอดเวลาที่ให้บริการ	X
6. มีบุคลากรที่มีความรู้ในการปฐมพยาบาล	X
ผลการประเมิน	**ต้องปรับปรุงการให้บริการ**

ภาพที่ 4.31 ร้านค้าของชาวบ้าน ยังไม่มีการจัดการด้านความปลอดภัย

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ	
เกณฑ์ที่ 5 <u>การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม</u> <u>หลักเกณฑ์</u> มีการจัดการด้านกำจัดของเสียต่างๆ อย่างถูกต้อง ไม่ก่อให้เกิดมลพิษด้านต่างๆ ต่อแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติและพื้นที่โดยรอบ และไม่รบกวนกิจกรรมท่องเที่ยว รวมถึงการจัดการด้านสิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อทัศนียภาพของลักษณะภูมิประเทศ	
ดัชนี	**ผลการประเมิน**
1. การขุดเจาะและการสูบน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์ใดๆ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล	✓
2. ถังขยะบริเวณพื้นที่ให้บริการมีจำนวนเพียงพอ มีสุภาพดี มิดชิด ไม่ส่งกลิ่น หรือทำให้เสียทัศนียภาพ	✗
3. มีระบบการจัดเก็บขยะและสิ่งปฏิกูลที่ถูกลักษณะ และไม่รบกวนกิจกรรมการท่องเที่ยว	✓
4. มีการจัดการน้ำเสียที่ถูกหลักสุขาภิบาล	✗
5. มีแผนการติดตามด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม	✗
ผลการประเมิน	**ต้องปรับปรุงการให้บริการ**

ภาพที่ 4.32 มีถังขยะเล็กๆวางอยู่ในร้านค้าของชาวบ้าน

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 1 <u>แหล่งน้ำพุร้อนมีจุดดึงดูดด้านการท่องเที่ยว</u> <u>หลักเกณฑ์</u> แหล่งท่องเที่ยวมีลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่มีการดัดแปลงจนทำให้สภาพธรรมชาติที่มีอยู่เดิมเปลี่ยนไป และสามารถเป็นจุดดึงดูดความสนใจให้กับนักท่องเที่ยวได้			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
1.1 ปริมาณน้ำร้อนที่ออกมา			
• ปริมาณน้ำมีน้อยมาก และบริเวณน้ำพุร้อนมีลักษณะเป็นพื้นดินเปียกเท่านั้น	1	2	
• ปริมาณน้ำน้อย ขังอยู่เป็นแอ่งๆ และล้นออกไปเรื้อยๆ	2	2	
• มีน้ำไหลออกมาตลอดเวลา และเป็นที่น่าสนใจ	3	2	
• ปริมาณน้ำมีมาก และเหลือพอสามารถต่อท่อไปใช้ได้บ้างแต่ไม่มากนัก	4	2	
• ปริมาณน้ำมีมาก และเหลือมากจนสามารถต่อท่อนำไปใช้ที่อื่นได้ หรือถ้าเป็นแหล่งโคลนเดือด มีพื้นที่มากกว่า 10 ตารางเมตร และมีการเดือดอย่างรุนแรง	5	2	10
ค่าคะแนนที่ได้	**10 คะแนน**		
1.2 ลักษณะของน้ำพุร้อนหรือแหล่งโคลนเดือด			
• น้ำพุร้อนมีสภาพเป็นพื้นเปียกและไม่มีลักษณะเป็นบ่อ	1	1	
• น้ำพุร้อนมีลักษณะเป็นบ่อเล็กๆ	2	1	
• น้ำพุร้อนมีลักษณะเป็นแอ่งน้ำร้อนหรือโคลนร้อน และผุดขึ้นมาเล็กน้อยตลอดเวลา	3	1	
• มีลักษณะเป็นน้ำพุร้อนที่มีแรงดันพ่นน้ำขึ้นจากระดับพื้น	4	1	4
• มีน้ำพุ่งขึ้นมาสูงกว่า 2 เมตร โดยธรรมชาติ (อาจไม่ต้องพุ่งสูงตลอดเวลา)	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**4 คะแนน**		
1.3 ความร้อนของน้ำหรือโคลน			
• แทบไม่ร้อนเลย (ต่ำกว่า 41 องศาเซลเซียส)	1	1	
• อุ่นๆ (41-60 องศาเซลเซียส)	2	1	
• ร้อนพอประมาณ (61-80 องศาเซลเซียส)	3	1	
• ร้อนขนาดต้มไข่สุกได้ (81-100 องศาเซลเซียส)	4	1	4
• ร้อนมาก แตะไม่ได้ (มากกว่า 100 องศาเซลเซียส)	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**4 คะแนน**		
1.4 กลิ่นของกำมะถัน			
• มีกลิ่นรุนแรงมากแสบจมูก ซึ่งผู้ใช้บริการส่วนใหญ่ทนไม่ได้	1	1	
• มีกลิ่นรุนแรง ซึ่งผู้ใช้บริการส่วนใหญ่ยังพอทนได้ แต่ไม่นาน	2	1	2
• มีกลิ่นพอสมควร ซึ่งผู้ใช้บริการส่วนใหญ่ทนอยู่ได้นาน	3	1	
• มีกลิ่นเล็กน้อย ซึ่งผู้ใช้บริการส่วนใหญ่อาจรู้สึกรำคาญบ้าง	4	1	
• โดยทั่วๆ ไปอาจพูดได้ว่าไม่มีกลิ่น	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**2 คะแนน**		

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 1 <u>แหล่งน้ำพุร้อนมีจุดดึงดูดด้านการท่องเที่ยว</u> <u>หลักเกณฑ์</u> แหล่งท่องเที่ยวมีลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่มีการดัดแปลงจนทำให้สภาพธรรมชาติที่มีอยู่เดิมเปลี่ยนไป และสามารถเป็นจุดดึงดูดความสนใจให้กับนักท่องเที่ยวได้			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
1.5 ขนาดของบ่อน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
• ขนาดของบ่อเล็กกว่า 1 ตารางเมตร	1	2	
• ขนาดของบ่อประมาณ 1-2 ตารางเมตร	2	2	
• ขนาดของบ่อประมาณ 2-3 ตารางเมตร	3	2	
• ขนาดของบ่อประมาณ 3-4 ตารางเมตร	4	2	
• ขนาดของบ่อมากกว่า 4 ตารางเมตร	5	2	10
ค่าคะแนนที่ได้	**10 คะแนน**		
1.6 สภาพความสมบูรณ์ของธรรมชาติบริเวณโดยรอบ			
• แทบไม่มีสภาพธรรมชาติเดิมเหลือ	1	2	
• พบความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ	2	2	
• พบความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่มีความพยายามในการรักษาธรรมชาติ	3	2	
• ธรรมชาติยังคงสภาพเดิม	4	2	8
• ธรรมชาติยังคงสภาพเดิมและสวยงามมาก	5	2	
ค่าคะแนนที่ได้	**8 คะแนน**		
1.7 เป็นที่มีผู้คนนินมมาอาบน้ำแร่เพื่อรักษาโรค			
• จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ยน้อยกว่า 2,000 คนต่อเดือน	1	1	1
• จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ย 2,000-3,000 คนต่อเดือน	2	1	
• จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ย 3,000-4,000 คนต่อเดือน	3	1	
• จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ย 4,000-5,000 คนต่อเดือน	4	1	
• จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ยมากกว่า 5,000 คนต่อเดือน	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**1 คะแนน**		

คะแนนรวม เกณฑ์ที่ 1 แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติที่มีจุดดึงดูดด้านการท่องเที่ยว	**39 คะแนน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)**

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 2 <u>ศักยภาพในการรองรับนักท่องเที่ยว</u> <u>หลักเกณฑ์</u> บริเวณแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติและบริเวณโดยรอบมีศักยภาพที่จะสามารถรองรับนักท่องเที่ยวรวมถึงการพัฒนาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
2.1 การเข้าถึงแหล่งน้ำพุร้อน			
• มีทางเข้าถึงได้แต่ไม่สะดวก	1	1	
• มีทางเข้าถึงได้สะดวก รถเดินได้ 2 ทาง แต่สามารถใช้ความเร็วได้ต่ำกว่า 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง	2	1	
• มีทางเข้าถึงได้สะดวก รถเดินได้ 2 ทาง แต่สามารถใช้ความเร็วได้เกินกว่า 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง	3	1	
• มีทางเข้าถึงได้สะดวกด้วยรถยนต์นั่ง	4	1	4
• มีทางเข้าถึงได้ด้วยรถขนาดใหญ่ ได้แก่ รถโดยสาร หรือรถทัศนาจร	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**4 คะแนน**		
2.2 ขนาดพื้นที่บริเวณแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
• พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีขนาดเล็กกว่า 100 ตารางวา	1	2	
• พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีขนาด 100 ตารางวา – 2 ไร่	2	2	4
• พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีขนาด 2-5 ไร่	3	2	
• พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีขนาด 5-10 ไร่	4	2	
• พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีขนาดใหญ่กว่า 10 ไร่	5	2	
ค่าคะแนนที่ได้	**4 คะแนน**		
2.3 การบุกรุกในพื้นที่บริเวณแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อทำกิจกรรมและสิ่งก่อสร้าง			
• มีการบุกรุกมาก ทำให้เสียสภาพธรรมชาติเดิม	1	1	
• มีการบุกรุกดัดแปลงน้ำพุร้อน ทำให้เสียสภาพธรรมชาติบ้างพอสมควร	2	1	
• มีการบุกรุกเข้าไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง แต่น้ำพุร้อนยังคงมีความเป็นธรรมชาติ	3	1	3
• มีการบุกรุกเล็กน้อยเพื่อเข้าไปใช้ประโยชน์	4	1	
• ไม่มีการบุกรุก	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**3 คะแนน**		
2.4 กิจกรรมการท่องเที่ยวบริเวณแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติและบริเวณโดยรอบ			
• ไม่มีกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการเที่ยวชมแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ	1	1	1
• นอกเหนือจากการเที่ยวชมน้ำพุร้อน ยังมีกิจกรรมท่องเที่ยวชนิดอื่นภายใน 1-2 ประเภท	2	1	
• นอกเหนือจากการเที่ยวชมน้ำพุร้อน ยังมีกิจกรรมท่องเที่ยวชนิดอื่นภายใน 1-2 ประเภท และบริเวณใกล้เคียงมีแหล่งท่องเที่ยวประเภทอื่น	3	1	
• นอกเหนือจากการเที่ยวชมน้ำพุร้อน ยังมีกิจกรรมท่องเที่ยวชนิดอื่นภายในแหล่ง	4	1	

น้ำพุร้อนมากกว่า 1-2 ประเภท			
• นอกเหนือจากการเที่ยวชมน้ำพุร้อน ยังมีกิจกรรมท่องเที่ยวชนิดอื่นภายในแหล่งน้ำพุร้อนมากกว่า 1-2 ประเภท และบริเวณใกล้เคียงมีแหล่งท่องเที่ยวประเภทอื่น	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**1 คะแนน**		

คะแนนรวม เกณฑ์ที่ 2 ศักยภาพในการรองรับนักท่องเที่ยว	**12 คะแนน (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)**

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 3 <u>การจัดการด้านการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน</u> <u>หลักเกณฑ์</u> การใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อการใดๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสื่อมโทรมหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติเดิม รวมไปถึงการขัดต่อลักษณะภูมิประเทศหรือความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น และให้ชุมชนได้เป็นส่วนหนึ่งในการท่องเที่ยว โดยตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของแหล่งท่องเที่ยวของตน ส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อย่างยั่งยืน			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
3.1 การดัดแปลงบริเวณน้ำพุร้อน			
• บริเวณน้ำพุร้อนถูกก่อสร้างและดัดแปลงมาก จนไม่เหลือลักษณะธรรมชาติเดิม	1	2	
• บริเวณน้ำพุร้อนมีการดัดแปลงเล็กน้อย แต่สภาพธรรมชาติมีความเสื่อมโทรม	2	2	
• บริเวณน้ำพุร้อนมีการดัดแปลงเล็กน้อย แต่มีความพยายามในการรักษาธรรมชาติ	3	2	
• บริเวณน้ำพุร้อนมีการดัดแปลงเล็กน้อย แต่ยังคงสภาพธรรมชาติเดิม	4	2	8
• บริเวณน้ำพุร้อนยังคงสภาพธรรมชาติเดิมไว้	5	2	
ค่าคะแนนที่ได้	**8 คะแนน**		
3.2 ความกลมกลืนของสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นกับสภาพแวดล้อมและความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น			
• สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างและสีไม่กลมกลืนกับภาพแวดล้อมและความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น	1	2	
• สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างและสีไม่กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมหรือความเป็นเอกลักษณะของท้องถิ่นอย่างใดอย่างหนึ่ง	2	2	
• สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างและสีไม่กลมกลืนสภาพแวดล้อมหรือความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่มีความสวยงาม	3	2	
• สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างและสีที่กลมกลืนกับภาพแวดล้อมและความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น	4	2	8
• สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างและสีที่กลมกลืนกับภาพแวดล้อมและความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น และมีความสวยงามมาก	5	2	
ค่าคะแนนที่ได้	**8 คะแนน**		
3.3 การใช้ประโยชน์น้ำพุร้อนธรรมชาติ			

• ปัจจุบันไม่มีการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนแล้ว	1	1	
• มีการใช้ประโยชน์เล็กน้อยจากน้ำพุร้อน แต่มีการดัดแปลงสภาพธรรมชาติมาก	2	1	
• มีการใช้ประโยชน์เล็กน้อยจากน้ำพุร้อน แต่มีความพยายามในการรักษาธรรมชาติ	3	1	
• มีการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนมาก และมีการดัดแปลงสภาพธรรมชาติเพียงเล็กน้อย	4	1	
• มีการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อน แต่ยังคงสภาพธรรมชาติ	5	1	5
ค่าคะแนนที่ได้	**5 คะแนน**		

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 3 <u>การจัดการด้านการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน</u> <u>หลักเกณฑ์</u> การใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อการใดๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสื่อมโทรมหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติเดิม รวมไปถึงการขัดต่อลักษณะภูมิประเทศหรือความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น และให้ชุมชนได้เป็นส่วนหนึ่งในการท่องเที่ยว โดยตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของแหล่งท่องเที่ยวของตน ส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อย่างยั่งยืน			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
3.4 การจัดการด้านน้ำเสีย			
• มีตะแกรงสำหรับกรองขยะก่อนระบายน้ำทิ้ง	1	1	1
• มีทางระบายน้ำก่อนลงสู่สาธารณะ	2	1	
• มีบ่อพักน้ำเสีย	3	1	
• มีระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น	4	1	
• มีระบบบำบัดน้ำเสีย	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**1 คะแนน**		
3.5 การจัดการด้านขยะ			
• สามารถพบเห็นขยะได้ทั่วไปในบริเวณพื้นที่	1	1	
• สามารถพบเห็นกองขยะมากกว่า 3 ที่	2	1	
• สามารถพบเห็นกองขยะมากกว่า 2 ที่	3	1	3
• สามารถพบเห็นกองขยะมากกว่า 1 ที่	4	1	
• ไม่พบเห็นขยะในบริเวณพื้นที่	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**3 คะแนน**		
3.6 การจัดการด้านน้ำเสีย			
• มีตะแกรงสำหรับกรองขยะก่อนระบายน้ำทิ้ง	1	1	1
• มีทางระบายน้ำก่อนลงสู่สาธารณะ	2	1	
• มีบ่อพักน้ำเสีย	3	1	
• มีระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น	4	1	

• มีระบบบำบัดน้ำเสีย	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**1 คะแนน**		

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 3 <u>การจัดการด้านการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน</u> <u>หลักเกณฑ์</u> การใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อการใดๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสื่อมโทรมหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติเดิม รวมไปถึงการขัดต่อลักษณะภูมิประเทศหรือความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น และให้ชุมชนได้เป็นส่วนหนึ่งในการท่องเที่ยว โดยตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของแหล่งท่องเที่ยวของตน ส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อย่างยั่งยืน			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
3.7 แผนการติดตามการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
• มีแนวความคิดในการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อให้เกิดความยั่งยืน	1	1	1
• มีแผนการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อให้เกิดความยั่งยืนเบื้องต้น	2	1	
• มีแผนการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อให้เกิดความยั่งยืน	3	1	
• มีการดำเนินงานจากแผนการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อให้เกิดความยั่งยืนแล้วบางส่วน	4	1	
• มีการดำเนินงานจากแผนการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อให้เกิดความยั่งยืน	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**1 คะแนน**		
3.8 การมีส่วนร่วมชุมชนท้องถิ่น			
• แหล่งท่องเที่ยวเป็นที่ยอมรับของชุมชน	1	1	1
• ชุมชนท้องถิ่นเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการท่องเที่ยว เช่น การนำเที่ยว การให้บริการต่างๆ	2	1	
• ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ประเมิน หรือตรวจสอบการจัดการแหล่งท่องเที่ยวในท้องถิ่นของตน	3	1	
• ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการวางแผนหรือบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยว	4	1	
• ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในการวางแผนหรือบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยว	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**1 คะแนน**		

คะแนนรวม เกณฑ์ที่ 3 การจัดการด้านการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน	**28 คะแนน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)**

<u>ผลการประเมิน</u>

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

เกณฑ์	ผลประเมิน
เกณฑ์ที่ 1 คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการบริการ	ต้องปรับปรุงการให้บริการ
เกณฑ์ที่ 2 ห้องแช่น้ำพุร้อน/บ่อแช่น้ำพุร้อน/สระว่ายน้ำ	ต้องปรับปรุงการให้บริการ
เกณฑ์ที่ 3 ห้องอาบน้ำ/ห้องสุขา/ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	ต้องปรับปรุงการให้บริการ
เกณฑ์ที่ 4 การจัดการด้านความปลอดภัย	ต้องปรับปรุงการให้บริการ
เกณฑ์ที่ 5 การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม	ต้องปรับปรุงการให้บริการ
สรุปผลการประเมิน	**ต้องปรับปรุงการให้บริการ**

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

เกณฑ์	**คะแนนรวม/ร้อยละ**
เกณฑ์ที่ 1 แหล่งน้ำพุร้อนมีจุดดึงดูดด้านการท่องเที่ยว	39 คะแนนหรือร้อยละ 31.2
เกณฑ์ที่ 2 ศักยภาพในการรองรับนักท่องเที่ยว	12 คะแนนหรือร้อยละ 9.6
เกณฑ์ที่ 3 การจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน	28 คะแนนหรือร้อยละ 22.4
รวม	79 คะแนนหรือร้อยละ 63.2
สรุปผลการประเมิน	**ระดับดี หรือ สัญลักษณ์ ★ ★ ★**

จากผลการประเมินของน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่ในส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ ต้องปรับปรุงการให้บริการ เพราะยังไม่ได้เปิดให้บริการอาบแช่ของน้ำพุร้อนธรรมชาติ และในส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ ได้76-88 คะแนนหรือร้อยละ 61-70 เป็นคะแนนที่บอกได้ว่า แหล่งน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่เหมาะสมเพียงได้ที่จะพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ ซึ่งอยู่ในระดับดีนั้นจึงเหมาสมที่จะพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติต่อไปในอนาคต

น้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่อยู่ในเขตตำบลเมืองแปงแล้วในตำบลเมืองแปงนั้นมีน้ำพุร้อนที่ชาวบ้านเรียกกันว่า โป่งน้ำร้อนเก่า ซึ่งนั้นก็คือ น้ำพุร้อนบ้านเมืองแปง จึงได้ทำการประเมินด้วยเช่นกัน ข้อมูลการประเมินแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติบ้านเมืองแปงมีดังนี้

ภาพที่ 4.33 แผนที่เส้นทางระหว่างแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่กับแหล่งพุน้ำร้อนบานเมืองแปง

แบบประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

โดย

กรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา

ร่วมกับ

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อแหล่งท่องเที่ยว	น้ำพุร้อนบ้านเมืองแปง				
หน่วยงานผู้รับผิดชอบ/ผู้ดูแล	อบต.เมืองแปง				
ที่อยู่	-				
หมู่ที่	-	บ้าน	เมืองแปง	ตำบล	เมืองแปง
อำเภอ	ปาย	จังหวัด	แม่ฮ่องสอน		
ที่ตั้งพิกัดทางภูมิศาสตร์	47P	0433888			
	UTM	2124653			

ผู้ประเมิน	(ชื่อ-นามสกุล)	นายภาคภูมิ	ชุณหกิจ		
	(หน่วยงาน)	ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	คณะวิทยาศาสตร์		
ประเมินเมื่อ วันที่	19	เดือน	มีนาคม	พ.ศ.	2558

<u>ผลการประเมิน</u>

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

- [ ] ผ่านการประเมิน
- [x] ต้องปรับปรุงการให้บริการ

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

- [ ] มากกว่า 100 คะแนนหรือร้อยละ 80 ขึ้นไป
- [ ] 89-100 คะแนนหรือร้อยละ 71-80
- [x] 76-88 คะแนนหรือร้อยละ 61-70
- [ ] 62-75 คะแนนหรือร้อยละ 51-60
- [ ] น้อยกว่า 62 คะแนนหรือร้อยละ 50

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ	
เกณฑ์ที่ 1 <u>คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการให้บริการ</u> <u>หลักเกณฑ์</u> น้ำพุร้อนธรรมชาติที่จะนำมาให้บริการแก่นักท่องเที่ยวเพื่อการอาบ หรือดื่ม หรือเพื่อการรักษาโรค ต้องมีคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการรักษาทางการแพทย์	
ดัชนี	**ผลการประเมิน**
1. มีผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุก 2 ปีโดยการใช้ผลวิเคราะห์จากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล หรือกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	✓
2. อุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 37-42 องศาเซลเซียส	✓
3. มีกระบวนการกรองเบื้องต้น เพื่อนำสิ่งปะปน เช่น ใบไม้ หรือวัสดุปนมากับแหล่งน้ำออกก่อนนำไปให้บริการ เช่น ตะแกรงกรองเศษใบไม้ที่ไหลปะปนมาจากแหล่งต้นน้ำ	✓
4. วัสดุที่ใช้ในท่อส่งน้ำเหมาะสมกับอุณหภูมิของน้ำและไม่ทำปฏิกิริยากับสารแร่ธรรมชาติ	✓
5. น้ำพุร้อนที่ให้บริการโดยการแช่หรืออาบแล้ว ไม่นำกลับมาให้บริการอีก	✓
ผลการประเมิน	**ผ่านการประเมิน**

<u>หมายเหตุ</u> *

- อุณหภูมิน้ำพุร้อนต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ควรใช้ท่อประเภท PVC, PE, PB หรือเหล็ก
- อุณหภูมิน้ำพุร้อนระหว่าง 60 – 80 องศาเซลเซียส ควรใช้ท่อประเภท PE, PB หรือท่อเหล็ก
- อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส ควรใช้ท่อประเภท PB หรือเหล็ก

ภาพที่ 4.34 พุน้ำร้อนบ้านเมืองแปงที่เปิดบริการอาบแช่

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ	
เกณฑ์ที่ 2 <u>ห้องแช่น้ำพุร้อน/บ่อแช่น้ำพุร้อน/สระว่ายน้ำ</u> <u>หลักเกณฑ์</u> ห้องน้ำ/บ่อน้ำ/สระว่ายน้ำ ต้องมีการจัดการด้านความสะอาดอย่างถูกสุขลักษณะ และจัดสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นสำหรับการป้องกันอันตรายกับผู้ใช้บริการอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดจากการแช่น้ำพุร้อน และไม่ก่อให้เกิดการแพร่เชื้อโรคต่อผู้ใช้บริการ	
ดัชนี	**ผลการประเมิน**
1. มีป้ายหรือสื่ออื่นๆ ในการให้ความรู้เกี่ยวกับน้ำพุร้อนธรรมชาติ ได้แก่ การแสดงถึงประเภทและประโยชน์ของการใช้บริการน้ำพุร้อนธรรมชาติของแหล่งนั้นๆ	×
2. มีป้ายหรือสื่ออื่นๆ เพื่อแสดงวิธีปฏิบัติในการแช่/อาบน้ำพุร้อน มีคำแนะนำ ประกาศแจ้ง หรือ แจ้งเตือนสำหรับผู้ใช้บริการที่มีโรคประจำตัว และป้ายต้องมีความละเอียด และเข้าใจง่าย มองเห็นชัดเจน ซึ่งต้องมีทั้งภาษาภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	×
3. มีป้ายหรืออุปการณ์บอกอุณหภูมิบริเวณที่ให้บริการน้ำพุร้อนและบริการแหล่งน้ำพุร้อน	×
4. มีระบบถ่ายเทอากาศที่ดี ไม่รู้สึกร้อน อบอ้าว อับชื้น และไม่มีกลิ่นเหม็นหรือหากเกิดปัญหาควรมีระบบควบคุมคุณภาพ	✓
5. มีแสงสว่างเพียงพอสำหรับบริเวณที่ให้บริการโดยทั่วถึง	✓
6. พื้นผิวของวัสดุปูพื้นที่ให้บริการเป็นพื้นผิวสัมผัสหยาบหรือวัสดุกันลื่น	✓
7. มีห้อง/บ่อแช่น้ำสำหรับผู้พิการหรือผู้สูงอายุโดยเฉพาะ หากไม่มีควรมีการติดตั้งราวจับหรืออุปกรณ์อื่นเพื่อความสะดวกและปลอดภัย	✓
8. บ่อแช่รวมหรือพื้นที่ที่จัดสำหรับการแช่น้ำรวม ต้องมีระบบน้ำล้นหรือมีการไหลผ่านของน้ำตลอดเวลา	✓
9. มีบ่อน้ำเย็น หรือน้ำฝักบัว เพื่อสลับหรือผสมกับการแช่/อาบน้ำพุร้อน	✓
10. มีกริ่งสัญญาณเรียกทั้งห้อง/บ่อแช่ส่วนตัว และห้องรวม	×
11. มีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้เกี่ยวกับแหล่งนั้นๆ ให้บริการและอำนวยความสะดวกตลอดเวลาที่ให้บริการ	×
12. มีผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางชีววิทยาในสะว่ายน้ำ ขณะที่เปิดใช้บริการอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข	✓
13. บ่อ/อ่างแช่ส่วนตัว มีการล้างทำความสะอาดบ่อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคทุกครั้งหลังการใช้บริการ	✓
14. บ่อแช่รวม มีการล้างทำความสะอาดบ่อไม่น้อยกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์	✓
15. มีนาฬิกาที่สามารถมองเห็นชัดเจน อ่านเวลาได้ง่าย	×
ผลการประเมิน	**ต้องปรับปรุงการให้บริการ**

ภาพที่ 4.35 บ่อแช่น้ำพุร้อน

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ	
เกณฑ์ที่ 3 <u>ห้องอาบน้ำ/ห้องสุขา/ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า/ลอกเกอร์</u> <u>หลักเกณฑ์</u> ต้องมีการจัดการด้านความสะอาดอย่างถูกสุขลักษณะ และจัดสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นสำหรับการป้องกันอันตรายกับผู้ใช้บริการอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดจากการแช่น้ำพุร้อน	
ดัชนี	**ผลการประเมิน**
1. มีจำนวนเพียงพอสำหรับผู้ใช้บริการ มีการแยกสัดส่วนชาย-หญิง และมีสัญลักษณ์บ่งบอกชัดเจน	✓
2. มีน้ำใช้ที่สะอาด เช่น น้ำประปา หรือหากใช้น้ำบาดาล หรือน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ต้องไม่มีตะกอน ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น	✓
3. ห้องอาบน้ำ/ห้องสุขา และสุขภัณฑ์อยู่ในบริเวณที่มิดชิด มีสุขภาพดี ไม่ชำรุด	✓
4. ระบบถ่ายเทอากาศที่ดี ไม่รู้สึกร้อน อบอ้าว อับชื้น และไม่มีกลิ่นเหม็น	✓
5. มีแสงสว่างเพียงพอสำหรับบริเวณที่ให้บริการโดยทั่วถึง	✓
6. วัสดุปูพื้นเป็นวัสดุพื้นผิวหยาบหรือวัสดุกันลื่น	✓
7. มีห้องอาบน้ำ/ห้องสุขาสำหรับผู้พิการหรือผู้สูงอายุโดยเฉพาะ หากไม่มีควรมีการติดตั้งราวจับ หรืออุปกรณ์อื่นเพื่อความสะดวกและความปลอดภัย	✓
ผลการประเมิน	**ผ่านการประเมิน**

ภาพที่ 4.36 ห้องสุขาสำหรับผู้พิการหรือผู้สูงอายุ

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ	
เกณฑ์ที่ 4 <u>การจัดการด้านความปลอดภัย</u> <u>หลักเกณฑ์</u> แหล่งท่องเที่ยวต้องมีความพร้อมในการป้องกันและรักษาความปลอดภัยตลอดระยะเวลาให้บริการ รวมไปถึงความสามารถในการปฐมพยาบาลให้กับนักท่องเที่ยวอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุที่เกิดจากกิจกรรมการท่องเที่ยว	
ดัชนี	**ผลการประเมิน**
1. มีระบบป้องกัน และเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพและพร้อมที่จะใช้งาน	☒
2. การติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงที่มีประสิทธิภาพ และพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา	☒
3. มีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยทั้งบริเวณทั้งในและนอกพื้นที่บริการน้ำพุร้อน	☒
4. มีโทรศัพท์พร้อมแจ้งเหตุขัดข้องที่พร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา	☒
5. มีห้องพยาบาลและอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานได้ตลอดเวลาที่ให้บริการ	☒
6. มีบุคลากรที่มีความรู้ในการปฐมพยาบาล	☒
ผลการประเมิน	**ต้องปรับปรุงการให้บริการ**

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ	
เกณฑ์ที่ 5 <u>การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม</u> <u>หลักเกณฑ์</u> มีการจัดการด้านกำจัดของเสียต่างๆ อย่างถูกต้อง ไม่ก่อให้เกิดมลพิษด้านต่างๆ ต่อแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติและพื้นที่โดยรอบ และไม่รบกวนกิจกรรมท่องเที่ยว รวมถึงการจัดการด้านสิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อทัศนียภาพของลักษณะภูมิประเทศ	
ดัชนี	**ผลการประเมิน**
1. การขุดเจาะและการสูบน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์ใดๆ ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล	✓
2. ถังขยะบริเวณพื้นที่ให้บริการมีจำนวนเพียงพอ มีสุภาพดี มิดชิด ไม่ส่งกลิ่น หรือทำให้เสียทัศนียภาพ	✓
3. มีระบบการจัดเก็บขยะและสิ่งปฏิกูลที่ถูกลักษณะ และไม่รบกวนกิจกรรมการท่องเที่ยว	✓
4. มีการจัดการน้ำเสียที่ถูกหลักสุขาภิบาล	✓
5. มีแผนการติดตามด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม	✓
ผลการประเมิน	**ผ่านการประเมิน**

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 1 <u>แหล่งน้ำพุร้อนมีจุดดึงดูดด้านการท่องเที่ยว</u> <u>หลักเกณฑ์</u> แหล่งท่องเที่ยวมีลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่มีการดัดแปลงจนทำให้สภาพธรรมชาติที่มีอยู่เดิมเปลี่ยนไป และสามารถเป็นจุดดึงดูดความสนใจให้กับนักท่องเที่ยวได้			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
1.1 ปริมาณน้ำร้อนที่ออกมา			
• ปริมาณน้ำมีน้อยมาก และบริเวณน้ำพุร้อนมีลักษณะเป็นพื้นดินเปียกเท่านั้น	1	2	
• ปริมาณน้ำน้อย ขังอยู่เป็นแอ่งๆ และล้นออกไปเรื่อยๆ	2	2	4
• มีน้ำไหลออกมาตลอดเวลา และเป็นที่น่าสนใจ	3	2	
• ปริมาณน้ำมีมาก และเหลือพอสามารถต่อท่อไปใช้ได้บ้างแต่ไม่มากนัก	4	2	
• ปริมาณน้ำมีมาก และเหลือมากจนสามารถต่อท่อนำไปใช้ที่อื่นได้ หรือถ้าเป็นแหล่งโคลนเดือด มีพื้นที่มากกว่า 10 ตารางเมตร และมีการเดือดอย่างรุนแรง	5	2	
ค่าคะแนนที่ได้	**4 คะแนน**		
1.2 ลักษณะของน้ำพุร้อนหรือแหล่งโคลนเดือด			
• น้ำพุร้อนมีสภาพเป็นพื้นเปียกและไม่มีลักษณะเป็นบ่อ	1	1	
• น้ำพุร้อนมีลักษณะเป็นบ่อเล็กๆ	2	1	
• น้ำพุร้อนมีลักษณะเป็นแอ่งน้ำร้อนหรือโคลนร้อน และผุดขึ้นมาเล็กน้อยตลอดเวลา	3	1	3
• มีลักษณะเป็นน้ำพุร้อนที่มีแรงดันพ่นน้ำขึ้นจากระดับพื้น	4	1	
• มีน้ำพุ่งขึ้นมาสูงกว่า 2 เมตร โดยธรรมชาติ (อาจไม่ต้องพุ่งสูงตลอดเวลา)	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**3 คะแนน**		
1.3 ความร้อนของน้ำหรือโคลน			
• แทบไม่ร้อนเลย (ต่ำกว่า 41 องศาเซลเซียส)	1	1	
• อุ่นๆ (41-60 องศาเซลเซียส)	2	1	
• ร้อนพอประมาณ (61-80 องศาเซลเซียส)	3	1	
• ร้อนขนาดต้มไข่สุกได้ (81-100 องศาเซลเซียส)	4	1	4
• ร้อนมาก แตะไม่ได้ (มากกว่า 100 องศาเซลเซียส)	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**4 คะแนน**		
1.4 กลิ่นของกำมะถัน			
• มีกลิ่นรุนแรงมากแสบจมูก ซึ่งผู้ใช้บริการส่วนใหญ่ทนไม่ได้	1	1	
• มีกลิ่นรุนแรง ซึ่งผู้ใช้บริการส่วนใหญ่ยังพอทนได้ แต่ไม่นาน	2	1	
• มีกลิ่นพอสมควร ซึ่งผู้ใช้บริการส่วนใหญ่ทนอยู่ได้นาน	3	1	3
• มีกลิ่นเล็กน้อย ซึ่งผู้ใช้บริการส่วนใหญ่อาจรู้สึกรำคาญบ้าง	4	1	
• โดยทั่วๆ ไปอาจพูดได้ว่าไม่มีกลิ่น	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**3 คะแนน**		

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 1 <u>แหล่งน้ำพุร้อนมีจุดดึงดูดด้านการท่องเที่ยว</u> <u>หลักเกณฑ์</u> แหล่งท่องเที่ยวมีลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่มีการดัดแปลงจนทำให้สภาพธรรมชาติที่มีอยู่เดิมเปลี่ยนไป และสามารถเป็นจุดดึงดูดความสนใจให้กับนักท่องเที่ยวได้			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
1.5 ขนาดของบ่อน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
• ขนาดของบ่อเล็กกว่า 1 ตารางเมตร	1	2	
• ขนาดของบ่อประมาณ 1-2 ตารางเมตร	2	2	
• ขนาดของบ่อประมาณ 2-3 ตารางเมตร	3	2	
• ขนาดของบ่อประมาณ 3-4 ตารางเมตร	4	2	
• ขนาดของบ่อมากกว่า 4 ตารางเมตร	5	2	10
ค่าคะแนนที่ได้	**10 คะแนน**		
1.6 สภาพความสมบูรณ์ของธรรมชาติบริเวณโดยรอบ			
• แทบไม่มีสภาพธรรมชาติเดิมเหลือ	1	2	
• พบความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ	2	2	
• พบความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่มีความพยายามในการรักษาธรรมชาติ	3	2	6
• ธรรมชาติยังคงสภาพเดิม	4	2	
• ธรรมชาติยังคงสภาพเดิมและสวยงามมาก	5	2	
ค่าคะแนนที่ได้	**6 คะแนน**		
1.7 เป็นที่มีผู้คนนินมมาอาบน้ำแร่เพื่อรักษาโรค			
• จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ยน้อยกว่า 2,000 คนต่อเดือน	1	1	1
• จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ย 2,000-3,000 คนต่อเดือน	2	1	
• จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ย 3,000-4,000 คนต่อเดือน	3	1	
• จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ย 4,000-5,000 คนต่อเดือน	4	1	
• จำนวนนักท่องเที่ยวเฉลี่ยมากกว่า 5,000 คนต่อเดือน	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**1 คะแนน**		

คะแนนรวม เกณฑ์ที่ 1 แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติที่มีจุดดึงดูดด้านการท่องเที่ยว	**31 คะแนน (คะแนนเต็ม 50)**

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 2 <u>ศักยภาพในการรองรับนักท่องเที่ยว</u> <u>หลักเกณฑ์</u> บริเวณแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติและบริเวณโดยรอบมีศักยภาพที่จะสามารถรองรับนักท่องเที่ยวรวมถึงการพัฒนาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
2.1 การเข้าถึงแหล่งน้ำพุร้อน			
• มีทางเข้าถึงได้แต่ไม่สะดวก	1	1	1
• มีทางเข้าถึงได้สะดวก รถเดินได้ 2 ทาง แต่สามารถใช้ความเร็วได้ต่ำกว่า 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง	2	1	
• มีทางเข้าถึงได้สะดวก รถเดินได้ 2 ทาง แต่สามารถใช้ความเร็วได้เกินกว่า 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง	3	1	
• มีทางเข้าถึงได้สะดวกด้วยรถยนต์นั่ง	4	1	
• มีทางเข้าถึงได้ด้วยรถขนาดใหญ่ ได้แก่ รถโดยสาร หรือรถทัศนาจร	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**1 คะแนน**		
2.2 ขนาดพื้นที่บริเวณแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
• พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีขนาดเล็กกว่า 100 ตารางวา	1	2	
• พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีขนาด 100 ตารางวา – 2 ไร่	2	2	4
• พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีขนาด 2-5 ไร่	3	2	
• พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีขนาด 5-10 ไร่	4	2	
• พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติมีขนาดใหญ่กว่า 10 ไร่	5	2	
ค่าคะแนนที่ได้	**4 คะแนน**		
2.3 การบุกรุกในพื้นที่บริเวณแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อทำกิจกรรมและสิ่งก่อสร้าง			
• มีการบุกรุกมาก ทำให้เสียสภาพธรรมชาติเดิม	1	1	
• มีการบุกรุกดัดแปลงน้ำพุร้อน ทำให้เสียสภาพธรรมชาติบ้างพอสมควร	2	1	
• มีการบุกรุกเข้าไปใช้ประโยชน์หลายอย่าง แต่น้ำพุร้อนยังคงมีความเป็นธรรมชาติ	3	1	
• มีการบุกรุกเล็กน้อยเพื่อเข้าไปใช้ประโยชน์	4	1	
• ไม่มีการบุกรุก	5	1	5
ค่าคะแนนที่ได้	**5 คะแนน**		
2.4 กิจกรรมการท่องเที่ยวบริเวณแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติและบริเวณโดยรอบ			
• ไม่มีกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการเที่ยวชมแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ	1	1	1
• นอกเหนือจากการเที่ยวชมน้ำพุร้อน ยังมีกิจกรรมท่องเที่ยวชนิดอื่นภายใน 1-2 ประเภท	2	1	
• นอกเหนือจากการเที่ยวชมน้ำพุร้อน ยังมีกิจกรรมท่องเที่ยวชนิดอื่นภายใน 1-2 ประเภท และบริเวณใกล้เคียงมีแหล่งท่องเที่ยวประเภทอื่น	3	1	
• นอกเหนือจากการเที่ยวชมน้ำพุร้อน ยังมีกิจกรรมท่องเที่ยวชนิดอื่นภายในแหล่ง	4	1	

น้ำพุร้อนมากกว่า 1-2 ประเภท			
• นอกเหนือจากการเที่ยวชมน้ำพุร้อน ยังมีกิจกรรมท่องเที่ยวชนิดอื่นภายในแหล่งน้ำพุร้อนมากกว่า 1-2 ประเภท และบริเวณใกล้เคียงมีแหล่งท่องเที่ยวประเภทอื่น	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**1 คะแนน**		

คะแนนรวม เกณฑ์ที่ 2 ศักยภาพในการรองรับนักท่องเที่ยว	**11 คะแนน (คะแนนเต็ม 25 คะแนน)**

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 3 <u>การจัดการด้านการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน</u> <u>หลักเกณฑ์</u> การใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อการใดๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสื่อมโทรมหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติเดิม รวมไปถึงการขัดต่อลักษณะภูมิประเทศหรือความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น และให้ชุมชนได้เป็นส่วนหนึ่งในการท่องเที่ยว โดยตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของแหล่งท่องเที่ยวของตน ส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อย่างยั่งยืน			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
3.1 การดัดแปลงบริเวณน้ำพุร้อน			
• บริเวณน้ำพุร้อนถูกก่อสร้างและดัดแปลงมาก จนไม่เหลือลักษณะธรรมชาติเดิม	1	2	
• บริเวณน้ำพุร้อนมีการดัดแปลงเล็กน้อย แต่สภาพธรรมชาติมีความเสื่อมโทรม	2	2	
• บริเวณน้ำพุร้อนมีการดัดแปลงเล็กน้อย แต่มีความพยายามในการรักษาธรรมชาติ	3	2	
• บริเวณน้ำพุร้อนมีการดัดแปลงเล็กน้อย แต่ยังคงสภาพธรรมชาติเดิม	4	2	
• บริเวณน้ำพุร้อนยังคงสภาพธรรมชาติเดิมไว้	5	2	10
ค่าคะแนนที่ได้	**10 คะแนน**		
3.2 ความกลมกลืนของสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นกับสภาพแวดล้อมและความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น			
• สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างและสีไม่กลมกลืนกับภาพแวดล้อมและความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น	1	2	
• สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างและสีไม่กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมหรือความเป็นเอกลักษณะของท้องถิ่นอย่างใดอย่างหนึ่ง	2	2	
• สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างและสีไม่กลมกลืนสภาพแวดล้อมหรือความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่มีความสวยงาม	3	2	
• สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างและสีที่กลมกลืนกับภาพแวดล้อมและความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น	4	2	8
• สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างและสีที่กลมกลืนกับภาพแวดล้อมและความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น และมีความสวยงามมาก	5	2	
ค่าคะแนนที่ได้	**8 คะแนน**		
3.3 การใช้ประโยชน์น้ำพุร้อนธรรมชาติ			

• ปัจจุบันไม่มีการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนแล้ว	1	1	
• มีการใช้ประโยชน์เล็กน้อยจากน้ำพุร้อน แต่มีการดัดแปลงสภาพธรรมชาติมาก	2	1	
• มีการใช้ประโยชน์เล็กน้อยจากน้ำพุร้อน แต่มีความพยายามในการรักษาธรรมชาติ	3	1	
• มีการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อนมาก และมีการดัดแปลงสภาพธรรมชาติเพียงเล็กน้อย	4	1	
• มีการใช้ประโยชน์จากน้ำพุร้อน แต่ยังคงสภาพธรรมชาติ	5	1	5
ค่าคะแนนที่ได้	**5 คะแนน**		

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 3 <u>การจัดการด้านการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน</u> <u>หลักเกณฑ์</u> การใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อการใดๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสื่อมโทรมหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติเดิม รวมไปถึงการขัดต่อลักษณะภูมิประเทศหรือความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น และให้ชุมชนได้เป็นส่วนหนึ่งในการท่องเที่ยว โดยตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของแหล่งท่องเที่ยวของตน ส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อย่างยั่งยืน			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
3.4 การจัดการด้านน้ำเสีย			
• มีตะแกรงสำหรับกรองขยะก่อนระบายน้ำทิ้ง	1	1	1
• มีทางระบายน้ำก่อนลงสู่สาธารณะ	2	1	
• มีบ่อพักน้ำเสีย	3	1	
• มีระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น	4	1	
• มีระบบบำบัดน้ำเสีย	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**1 คะแนน**		
3.5 การจัดการด้านขยะ			
• สามารถพบเห็นขยะได้ทั่วไปในบริเวณพื้นที่	1	1	
• สามารถพบเห็นกองขยะมากกว่า 3 ที่	2	1	
• สามารถพบเห็นกองขยะมากกว่า 2 ที่	3	1	
• สามารถพบเห็นกองขยะมากกว่า 1 ที่	4	1	
• ไม่พบเห็นขยะในบริเวณพื้นที่	5	1	5
ค่าคะแนนที่ได้	**5 คะแนน**		
3.6 การจัดการด้านน้ำเสีย			
• มีตะแกรงสำหรับกรองขยะก่อนระบายน้ำทิ้ง	1	1	
• มีทางระบายน้ำก่อนลงสู่สาธารณะ	2	1	
• มีบ่อพักน้ำเสีย	3	1	3
• มีระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น	4	1	

• มีระบบบำบัดน้ำเสีย	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**3 คะแนน**		

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
เกณฑ์ที่ 3 <u>การจัดการด้านการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน</u> <u>หลักเกณฑ์</u> การใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อการใดๆ ต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสื่อมโทรมหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติเดิม รวมไปถึงการขัดต่อลักษณะภูมิประเทศหรือความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น และให้ชุมชนได้เป็นส่วนหนึ่งในการท่องเที่ยว โดยตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของแหล่งท่องเที่ยวของตน ส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อย่างยั่งยืน			
ดัชนี/ตัวชี้วัด	**คะแนน (A)**	**ค่าน้ำหนัก (B)**	**ค่าคะแนน (A*B)**
3.7 แผนการติดตามการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติ			
• มีแนวความคิดในการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อให้เกิดความยั่งยืน	1	1	
• มีแผนการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อให้เกิดความยั่งยืนเบื้องต้น	2	1	2
• มีแผนการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อให้เกิดความยั่งยืน	3	1	
• มีการดำเนินงานจากแผนการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อให้เกิดความยั่งยืนแล้วบางส่วน	4	1	
• มีการดำเนินงานจากแผนการจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่แหล่งน้ำพุร้อนธรรมชาติเพื่อให้เกิดความยั่งยืน	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**2 คะแนน**		
3.8 การมีส่วนร่วมชุมชนท้องถิ่น			
• แหล่งท่องเที่ยวเป็นที่ยอมรับของชุมชน	1	1	
• ชุมชนท้องถิ่นเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการท่องเที่ยว เช่น การนำเที่ยว การให้บริการต่างๆ	2	1	2
• ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ประเมิน หรือตรวจสอบการจัดการแหล่งท่องเที่ยวในท้องถิ่นของตน	3	1	
• ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการวางแผนหรือบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยว	4	1	
• ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในการวางแผนหรือบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยว	5	1	
ค่าคะแนนที่ได้	**2 คะแนน**		

คะแนนรวม เกณฑ์ที่ 3 การจัดการด้านการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน	**35 คะแนน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)**

<u>ผลการประเมิน</u>

ส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

เกณฑ์	ผลประเมิน
เกณฑ์ที่ 1 คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการบริการ	ผ่านการประเมิน
เกณฑ์ที่ 2 ห้องแช่น้ำพุร้อน/บ่อแช่น้ำพุร้อน/สระว่ายน้ำ	ต้องปรับปรุงการให้บริการ
เกณฑ์ที่ 3 ห้องอาบน้ำ/ห้องสุขา/ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	ผ่านการประเมิน
เกณฑ์ที่ 4 การจัดการด้านความปลอดภัย	ต้องปรับปรุงการให้บริการ
เกณฑ์ที่ 5 การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม	ผ่านการประเมิน
สรุปผลการประเมิน	ต้องปรับปรุงการให้บริการ

ส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ

เกณฑ์	**คะแนนรวม/ร้อยละ**
เกณฑ์ที่ 1 แหล่งน้ำพุร้อนมีจุดดึงดูดด้านการท่องเที่ยว	31 คะแนนหรือร้อยละ 24.8
เกณฑ์ที่ 2 ศักยภาพในการรองรับนักท่องเที่ยว	11 คะแนนหรือร้อยละ 8.8
เกณฑ์ที่ 3 การจัดการด้านการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อให้เกิดความยั่งยืน	35 คะแนนหรือร้อยละ 28
รวม	77 คะแนนหรือร้อยละ 61.6
สรุปผลการประเมิน	**ระดับดี หรือ** **สัญลักษณ์** ★ ★ ★

จากผลการประเมินของน้ำพุร้อนบ้านเมืองแปงในส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ ต้องปรับปรุงการให้บริการ เนื่องจากผ่านเกณฑ์ที่ 1 3 และ 5 เท่านั้น แต่ต้องปรับปรุงการให้บริการในเกณฑ์ที่ 2 และ 4 จะผ่านการประเมินก็ต่อเมื่อผ่านเกณฑ์ทั้งหมด และในส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ ได้ 76-88 คะแนนหรือร้อยละ 61-70 เป็นคะแนนที่บอกได้ว่า แหล่งน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่เหมาะสมเพียงได้ที่จะพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ ซึ่งอยู่ในระดับดี

จากผลการประเมินแหล่งพุน้ำร้อนทั้ง 2 แห่ง แหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ในส่วนที่ 1 ต้องปรับปรุงการให้บริการ เพราะยังไม่เปิดการให้บริการอาบหรือแช่พุน้ำร้อน มีเพียงร้านค้าของชาวบ้านเพียงเท่านั้น แต่แหล่งพุน้ำร้อนบ้านเมืองแปงในส่วนที่ 1 ต้องปรับปรุงการให้บริการ เพราะไม่ผ่านการประเมินในเกณฑ์ที่ 2 และ 4 จึงต้องปรับปรุงในส่วนนั้น ในส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ แหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ในเกณฑ์ที่ 1 และ 2 จะมีศักยภาพมากกว่าของแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเมืองแปง เพราะอุณหภูมิที่สูงกว่าและการเข้าถึงแหล่งพุน้ำร้อนที่สะดวกกว่า ส่วนในเกณฑ์ที่ 3 แหล่งพุน้ำร้อนบ้านเมืองแปงจะมีศักยภาพมากกว่าแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ เพราะมีการพัฒนาเป็นแหล่งพุน้ำร้อนธรรมชาติและมีบริการให้อาบแช่ไปแล้ว แต่ในแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่นั้นยังอยู่ในช่วงของการดำเนินการพัฒนาเป็นแหล่งพุน้ำร้อนธรรมชาติและบริการอาบแช่อยู่

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาน้ำพุร้อนเกิดใหม่ในพื้นที่ศึกษาน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่ ตำบลเมืองแปง อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอนครั้งนี้ มีจุดที่น่าสนใจอยู่ที่เกิดน้ำพุร้อนเกิดใหม่ เมื่อวันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2556 ในบริเวณข้างทางตรงถนนทางหลวง 1265 อำเภอปาย-อำเภอกัลยานิวัฒนา โดยมีน้ำพุร้อนออกมาจากท่อซีเมนต์ขนาด 4 นิ้ว สูงกว่า 1 เมตร และมีอุณหภูมิ 95 องศา ซึ่งท่อซีเมนต์นี้เคยเจาะสำรวจไปแล้วเมื่อ พ.ศ. 2536 แต่ในตอนที่เจาะสำรวจยังไม่เกิดการปะทุของน้ำร้อนแต่เพิ่งเกิดการพุ่งขึ้นมาเมื่อ พ.ศ. 2556 ซึ่งจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจึงต้องการทราบโครงสร้างธรณีวิทยาใต้น้ำพุร้อนเกิดใหม่นี้ จึงได้นำการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์มาใช้ด้วยวิธีการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้า (resistivity survey) และการวัดคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห (seismic refraction survey) เพื่อศึกษาธรณีวิทยาข้างใต้น้ำพุร้อน จากผลการสำรวจสามารถแบ่งประเภทของธรณีวิทยาได้เป็น 3 ชั้น คือ ชั้นแรกเป็นตะกอนที่เกิดการผุพังมาจากหินแกรนิต ซึ่งจากการตรวจสอบธรณีวิทยาจากแผนที่ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณีและจากการเดินสำรวจธรณีภาคสนามจึงสรุปได้ว่าดินเหนียวในพื้นที่เกิดมาจากการผุพังของหินแกรนิตในพื้นที่ ซึ่งในชั้นแรกมีค่าความต้านทานไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1 ถึง 80 โอห์มเมตร และค่าความเร็วคลื่นอัดอยู่ในช่วง 297 ถึง 520 เมตรต่อวินาที ความหนาอยู่ในช่วง 6 ถึง 20 เมตร ชั้นที่สองเป็นหินแกรนิตผุ มีค่าความต้านทานไฟฟ้าอยู่ในช่วง 100 ถึง 900 โอห์มเมตร และค่าความเร็วคลื่นแรกอยู่ในช่วง 2,732 ถึง 3,281 เมตรต่อวินาที มีความหนาในช่วง 80 ถึง 94 เมตร และในชั้นที่สามเป็นหินแกรนิตสด มีค่าความต้านทานไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1,000 ถึง 6,000 โอห์มเมตร และค่าความเร็วคลื่นแรกอยู่ในช่วง 4,439 ถึง 5,309 เมตรต่อวินาที อยู่ที่ความลึกมากกว่า 80 เมตร ทิศทางการไหลของน้ำจะไหลจากภูเขาแล้วลงสู่แม่น้ำปาย แต่จะเป็นพื้นที่ที่สามารถบอกทิศทางการไหลของน้ำเป็นพื้นที่ที่เรียกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนการไหลของน้ำในชั้นตะกอนน้ำจะไหลลงสู่พื้นผิวข้างใต้ตามรอยแตกของดินเหนียว จากผลการประเมินของน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่ในส่วนที่ 1 มาตรฐานหลักของแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ ต้องปรับปรุงการให้บริการ เพราะยังไม่ได้เปิดให้บริการอาบแช่ของน้ำพุร้อนธรรมชาติ และในส่วนที่ 2 ศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ ได้ 76-88 คะแนนหรือร้อยละ 61-70 เป็นคะแนนที่บอกได้ว่า แหล่งน้ำพุร้อนบ้านเหมืองแร่เหมาะสมเพียงได้ที่จะพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ ซึ่งอยู่ในระดับดีนั้นจึงเหมาะสมที่จะพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติต่อไปในอนาคต

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแหล่งพุน้ำร้อนบ้านเหมืองแร่ พบว่าอุณหภูมิของน้ำพุร้อนที่วัดได้สูงสุดคือประมาณ 95 องศาเซลเซียส และมีอัตราการให้น้ำที่มากถึง 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จึงทำให้แหล่งพุน้ำร้อนนี้มีศักยภาพมากพอที่จะนำพลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal) ไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ต่อไปได้ เช่น การทำโรงอบแห้งวัสดุทางการเกษตร เป็นต้น และจากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำพุร้อนพบว่า มีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ในการอาบแช่เพื่อสุขภาพ ซึ่งสามารถช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี แต่อาจไม่เหมาะสมในการนำไปใช้บริโภค เนื่องจากมีค่า ฟลูออไรด์ และค่าความเป็นด่าง สูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน

ส่วนผลการวิเคราะห์คุณภาพจากน้ำในแม่น้ำปายพบว่าเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่1 ซึ่งเป็นไปตามสภาพธรรมชาติ จึงมีศักยภาพที่สามารถช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี โดยจัดกิจกรรมต่างๆ เช่น การล่องแพ ซึ่งแม่น้ำปายมีสภาพเป็นธรรมชาติ และทิวทัศน์ที่สวยงาม

สำหรับการศึกษาในครั้งต่อไปควรมีศึกษาติดตามอัตราการเกิดและคุณภาพของน้ำพุร้อนในแต่ละฤดูกาลอย่างต่อเนื่อง เพื่อพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของการให้น้ำของพุน้ำร้อน และคุณภาพน้ำพุร้อนให้ชัดเจนต่อไป

นอกจากนี้ควรศึกษาถึงสมบัติของโคลนพุน้ำร้อนที่บริเวณริมแม่น้ำปาย ซึ่งอาจมีคุณบัติเหมาะสมที่จะสามารถพัฒนาเป็น สปาโคลนพุน้ำร้อน ก็จะช่วยดึงดูดนักท่องเที่ยวได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี. 2550. **ธรณีวิทยาประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ดอกเบี้ย ๑๐๓๒/๒๐๓-๒๐๔ ซอยร่วมศิริมิตร ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรธรณี. 2555. **การกำเนิดแหล่งแร่.** แหล่งที่มา: http://www.dmr.go.th/main.php?filename=min2. 25 สิงหาคม 2557.

กรมทรัพยากรธรณี. 2546. **คุณลักษณะทางเคมีแหล่งน้ำพุร้อนในประเทศไทย.** รายงานวิชาการ ฉบับที่ กวท 10/ 2546. 79 หน้า

เพียงตา สาตรักษ์. 2550. **ธรณีฟิสิกส์เพื่อการสำรวจใต้ผิวดิน**. จัดพิมพ์โดย ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น

สำนักพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว กรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. **คู่มือ การประเมินมาตรฐานคุณภาพ แหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพประเภทน้ำพุร้อนธรรมชาติ.** หน้า 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. จัดพิมพ์โดย สนามกีฬาแห่งชาติ ถนนพระรามที่ 1 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330.

Ahmed I.I., Osazuwa I.B. and Lawal K.M., 2012, 2-D refraction tomography investigation of a Sewage treatment site, Volume 2, Issues 10, 2012, Pages 1-14

Colorado School of Mines and Imperial College London, 2013, Geophysical Investigation of the Pagosa Springs Geothermal System Upper San Juan Basin, Archuleta County, Colorado, 295 p.

GF Risk, TG Caldwell, HM Bibby, 1994, Deep resistivity surveys in the Waiotapu-Waikite-Reporoa region, New Zealand, Geothermics, Volume 23, Issues 5–6, October–December 1994, Pages 423-443

Jaume Pous, Wiebke Heise, Pierre-Andr. Schnegg, Gerard Mu.oz, Joan Martí, Carles Soriano, 2002, Magnetotelluric study of the Las Ca.adas caldera (Tenerife, Canary Islands): structural and hydrogeological implications, Earth and Planetary Science Letters, Volume 204, Issues 1–2, Pages 249-263

Kasumi Yasukawa, Tohru Mogi, Djedi Widarto, Sachio Ehara, 2003, Numerical modeling of a hydrothermal system around Waita volcano, Kyushu, Japan, based on resistivity and self-potential survey results, Geothermics, Volume 32, Issue 1, Pages 21-46

L.A Morgan, W.C Shanks III, D.A Lovalvo, S.Y Johnson, W.J Stephenson, K.L Pierce, S.S Harlan, C.A Finn, G Lee, M Webring, B Schulze, J D.hn, R Sweeney, L Balistrieri, 2003, Exploration and discovery in Yellowstone Lake: results from high-resolution sonar imaging, seismic reflection profiling, and submersible studies, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 122, Issues 3–4, Pages 221-242

M.A. L.pez-Horgue, E. Iriarte, S. Schr.der, P.A. Fern.ndez-Mendiola, B. Caline, H. Corneyllie, J. Fr.mont, M. Sudrie, S. Zerti, 2010, Structurally controlled hydrothermal dolomites in Albian carbonates of the As.n valley, Basque Cantabrian Basin, Northern Spain, Marine and Petroleum Geology, Volume 27, Issue 5, Pages 1069-1092

Takeshi Tsuji, Ken Takai, Hisashi Oiwane, Yasuyuki Nakamura, Yuka Masaki, Hidenori Kumagai, Masataka Kinoshita, Fujio Yamamoto, Tadashi Okano, Shin'ichi Kuramoto, 2012, Hydrothermal fluid flow system around the Iheya North Knoll in the mid-Okinawa

trough based on seismic reflection data, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volumes 213–214, Pages 41-50

W.F. Giggenbach, 1988, Geothermal solute equilibria: derivation of Na–K–Mg–Ca–geoindicators Geochimica et Cosmochimica Acta (1988), p. 52

Yusuke Yamaya, Toru Mogi, Takeshi Hashimoto, Hiroshi Ichihara, 2012, Hydrothermal system beneath the crater of Tarumai volcano, Japan: 3-D resistivity structure revealed using audio-magnetotellurics and induction vector, Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volume 187, Issues 3–4, Pages 193-202

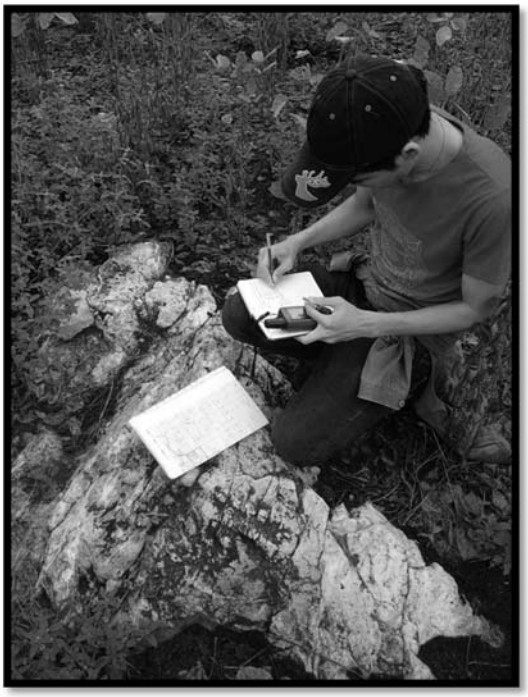
http://www.geologicresources.com/seismic_refraction_method.html (เข้าถึงเมื่อ 30 สิงหาคม 2558)

http://mines.industry.qld.gov.au/geoscience/what-are-seismic-surveys.htm (เข้าถึงเมื่อ 30 สิงหาคม 2558)

http://teenet.cmu.ac.th/sci/ (เข้าถึงเมื่อ 30 สิงหาคม 2558)

ภาคผนวก

ภาพการสำรวจธรณีวิทยาภาคสนาม



ภาพที่ 6.1 การจดบันทึกตำแหน่งพิกัดด้วย GPS พิกัด 47Q 0440663 UTM 2125846

ภาพที่ 6.2 ทำการวัดทิศทางการวางตัวของหิน พิกัด 47Q 0440663 UTM 2125846

ภาพที่ 6.3 ทำการจดบันทึกข้อมูลธรณีวิทยา พิกัด 47Q 0440670 UTM 2125336

ภาพที่ 6.4 หินที่หล่นลงมาจากภูเขา มีขนาด Boulder พิกัด 47Q 0441547 UTM 2126259

ภาพที่ 6.5 ตะกอนทางน้ำมีการสะสมตัวของตะกอนที่สลับกันของตะกอนเม็ดหยาบกับเม็ดละเอียด พิกัด 47Q 0441509 UTM 2126291

ภาพที่ 6.6 บ่อน้ำจากการทำเหมืองแร่ฟลูออไรด์ พิกัด 47Q 0441498 UTM 2126305

การเก็บตัวน้ำพุร้อน

ภาพที่ 6.7 ทำการจดบันทึกสถานที่และเวลาเก็บตัวอย่างน้ำ

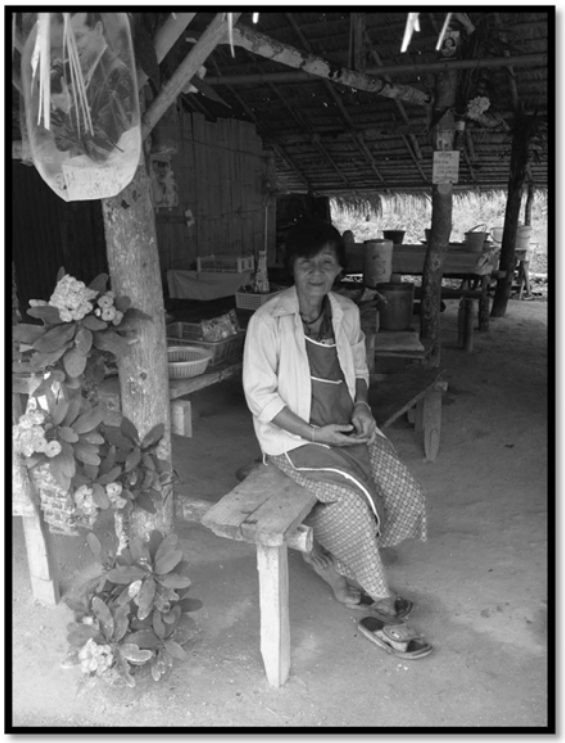
ภาพที่ 6.8 การเก็บตัวอย่างน้ำพุร้อนโดยใช้ถังน้ำ

ภาพที่ 6.9 ตัวอย่างน้ำของน้ำพุร้อน

การติดต่อประสานงาน

ภาพที่ 6.10 การประสานงานที่ อบต.เมืองแปง

ภาพที่ 6.11 การติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ อบต.เมืองแปง



ภาพที่ 6.12 การติดต่อประสานงานกับแม่ค้าที่ค้าขายอยู่บริเวณน้ำพุร้อน

ภาพที่ 6.13 การติดต่อประสานงานกับชาวบ้านที่ทำไร่อยู่บริเวณน้ำพุร้อน

การถ่ายภาพตำแหน่งน้ำพุร้อน

ภาพที่ 6.14 การเตรียมเครื่องบินวิทยุบังคับที่ทำการติดกล้องถ่ายภาพ (drone)

ภาพที่ 6.15 ภาพตำแหน่งน้ำพุร้อนและร้านค้า

ภาพที่ 6.16 ตำแหน่งน้ำพุร้อนที่ติดกับถนนทางหลวงหมายเลข 1265

E W

ภาพที่ 6.17 ตำแหน่งน้ำพุร้อนที่ได้จากการถ่ายภาพมุมสูง หันกล้องไปทางทิศใต้

W E

ภาพที่ 6.18 ตำแหน่งน้ำพุร้อนที่ได้จากการถ่ายภาพมุมสูง หันกล้องไปทางทิศเหนือ

S N

ภาพที่ 6.19 ตำแหน่งน้ำพุร้อนที่ได้จากการถ่ายภาพมุมสูง หันกล้องไปทางทิศตะวันตก

ภาพที่ 6.20 ตำแหน่งน้ำพุร้อนที่ได้จากการถ่ายภาพมุมสูง หันกล้องไปทางทิศตะวันออก

การวางแนวสำรวจธรณีฟิสิกส์

ภาพที่ 6.21 การวัดระยะทางทำแนวสำรวจ

ภาพที่ 6.22 การปักไม้ไผ่ทำสัญลักษณ์ตำแหน่งแนวสำรวจ

ภาพที่ 6.23 ขนย้ายอุปกรณ์ลงจากรถ

ภาพที่ 6.24 วางสายยางกันสายไฟ บริเวณลานจอดรถน้ำพุร้อน

ภาพที่ 6.25 การวางสายยางกันสายไฟ ตัดผ่านถนน

ภาพที่ 6.26 การวางสายไฟตามแนวสำรวจ

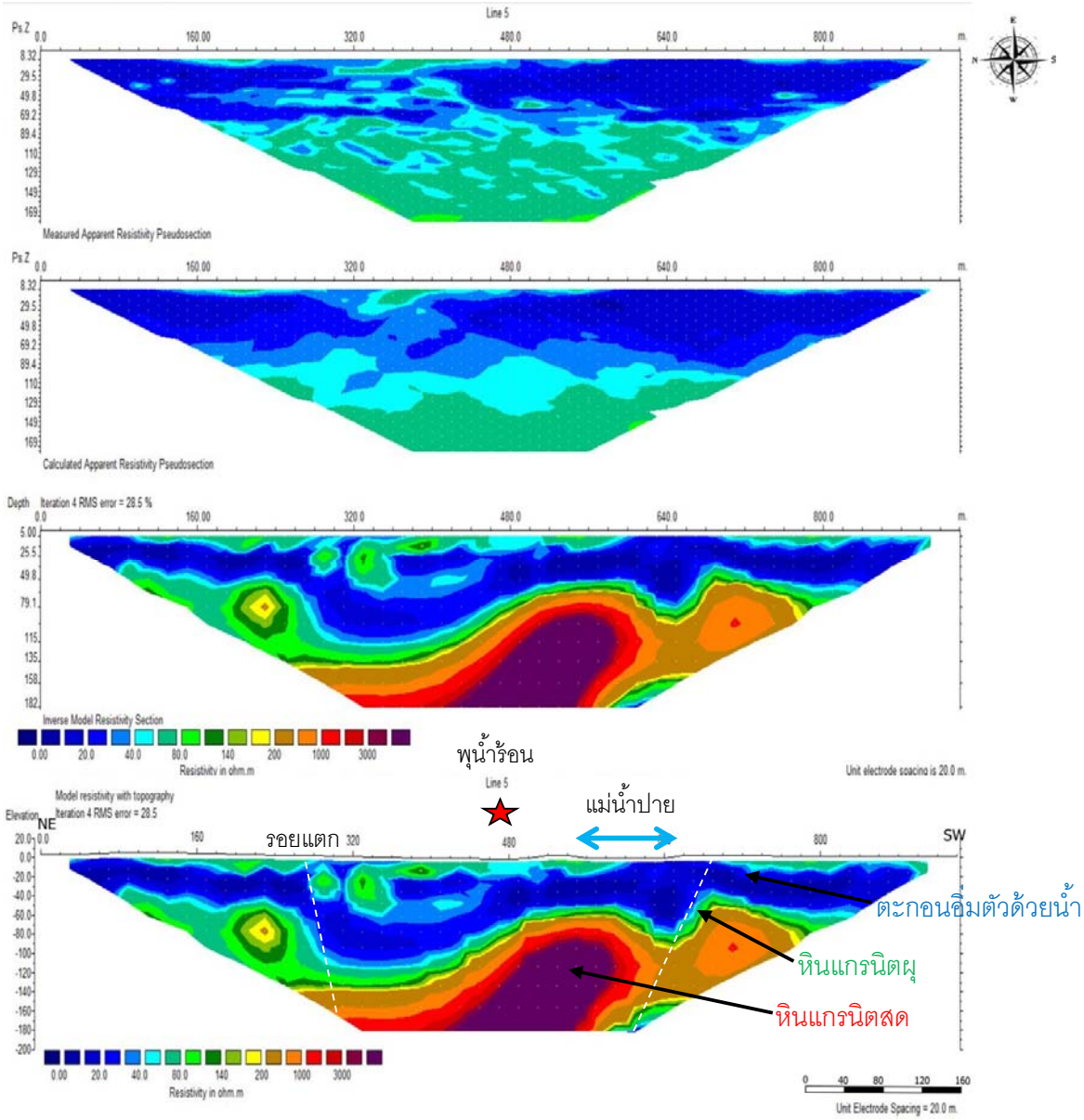
ภาพที่ 6.27 การลากสายไฟผ่านแม่น้ำ

ภาพที่ 6.28 การเตรียมเครื่องให้กำเนิดคลื่นไหวสะเทือน (weight drop)

ภาพที่ 6.29 การกำเนิดคลื่นไหวสะเทือนบนถนนจากเครื่องให้กำเนิดคลื่นไหวสะเทือน (weight drop)

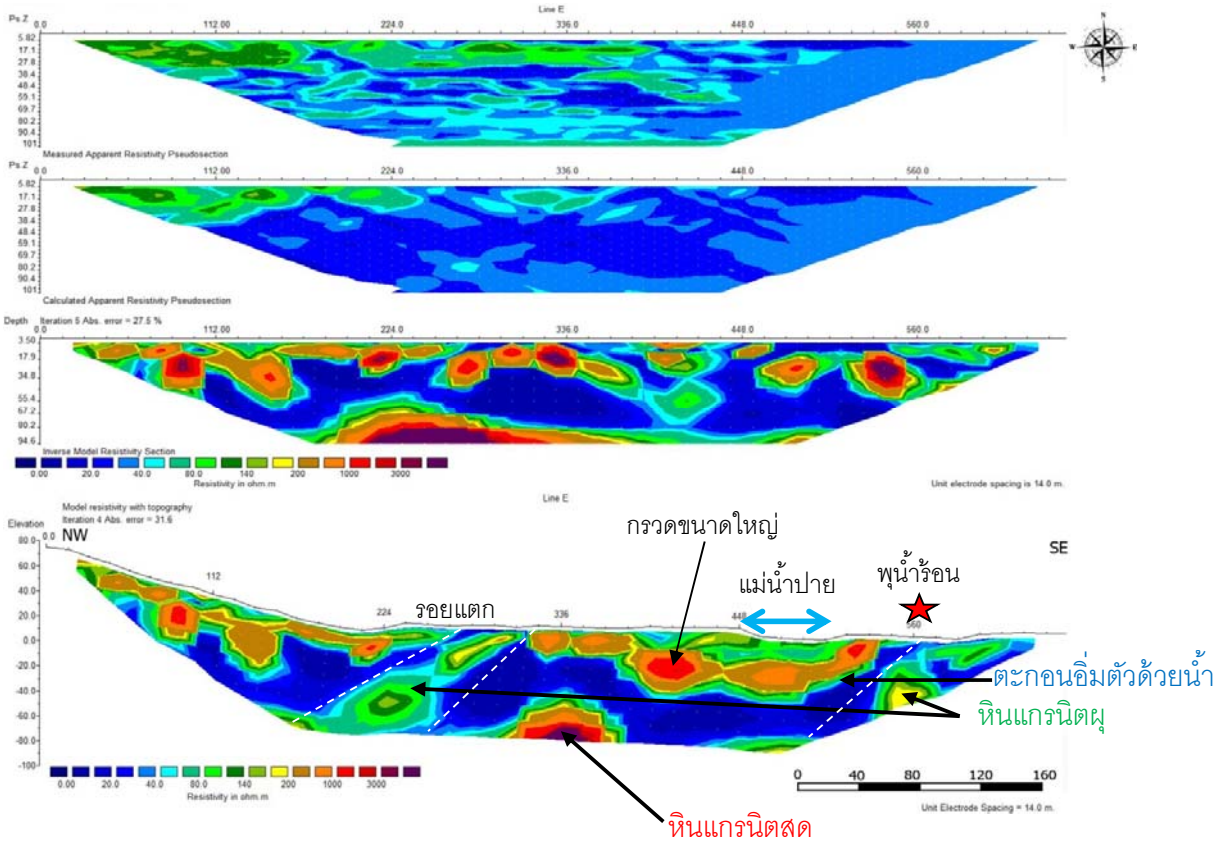
แบบจำลองสองมิติสภาพต้านทานไฟฟ้า

แนวสำรวจ 5



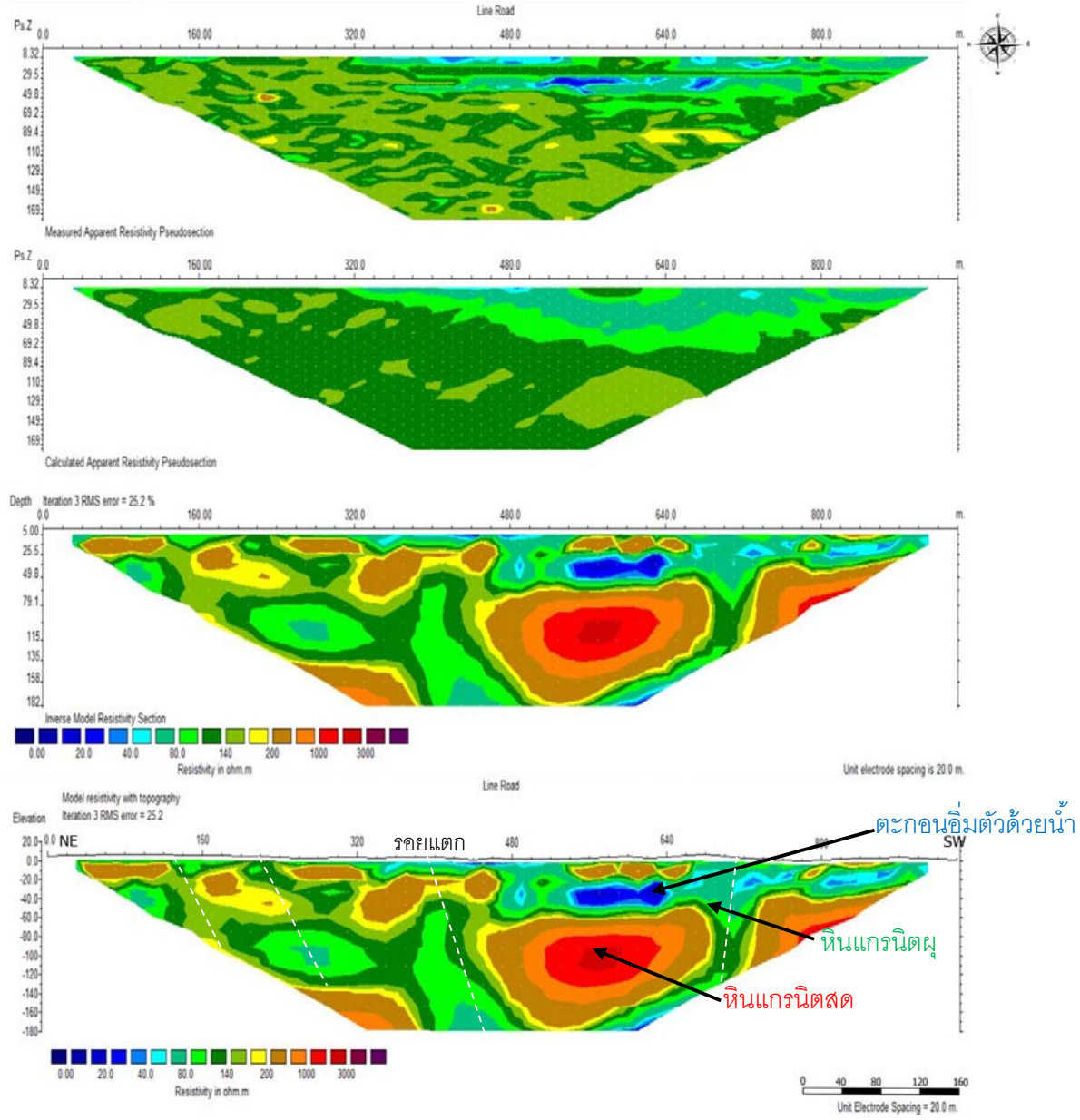
ภาพที่ 6.30 แบบจำลองสองมิติสภาพต้านทานไฟฟ้าแนวสำรวจ 5

แนวสำรวจ E



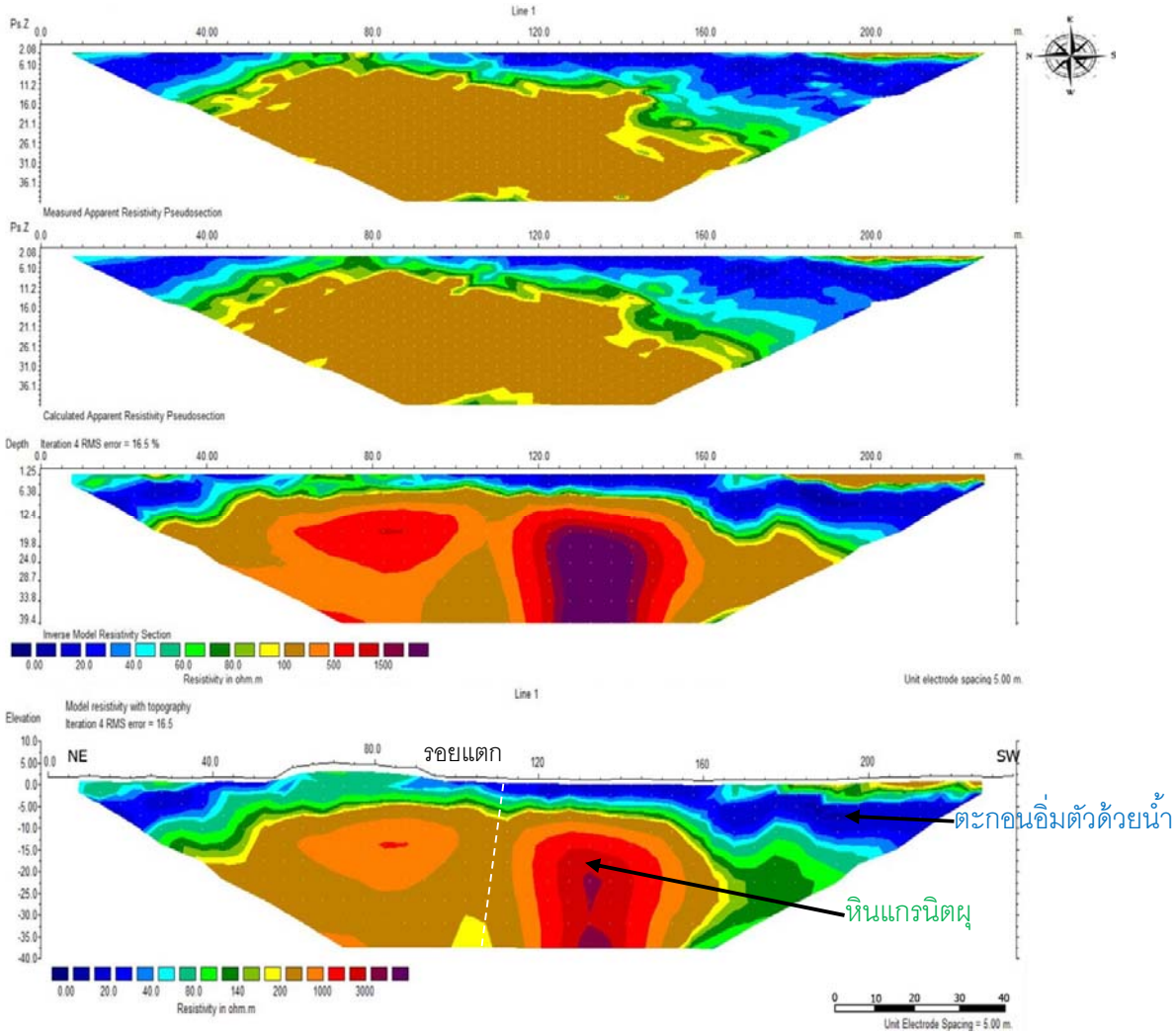
ภาพที่ 6.31 แบบจำลองสองมิติสภาพต้านทานไฟฟ้าแนวสำรวจ E

แนวสำรวจ Road



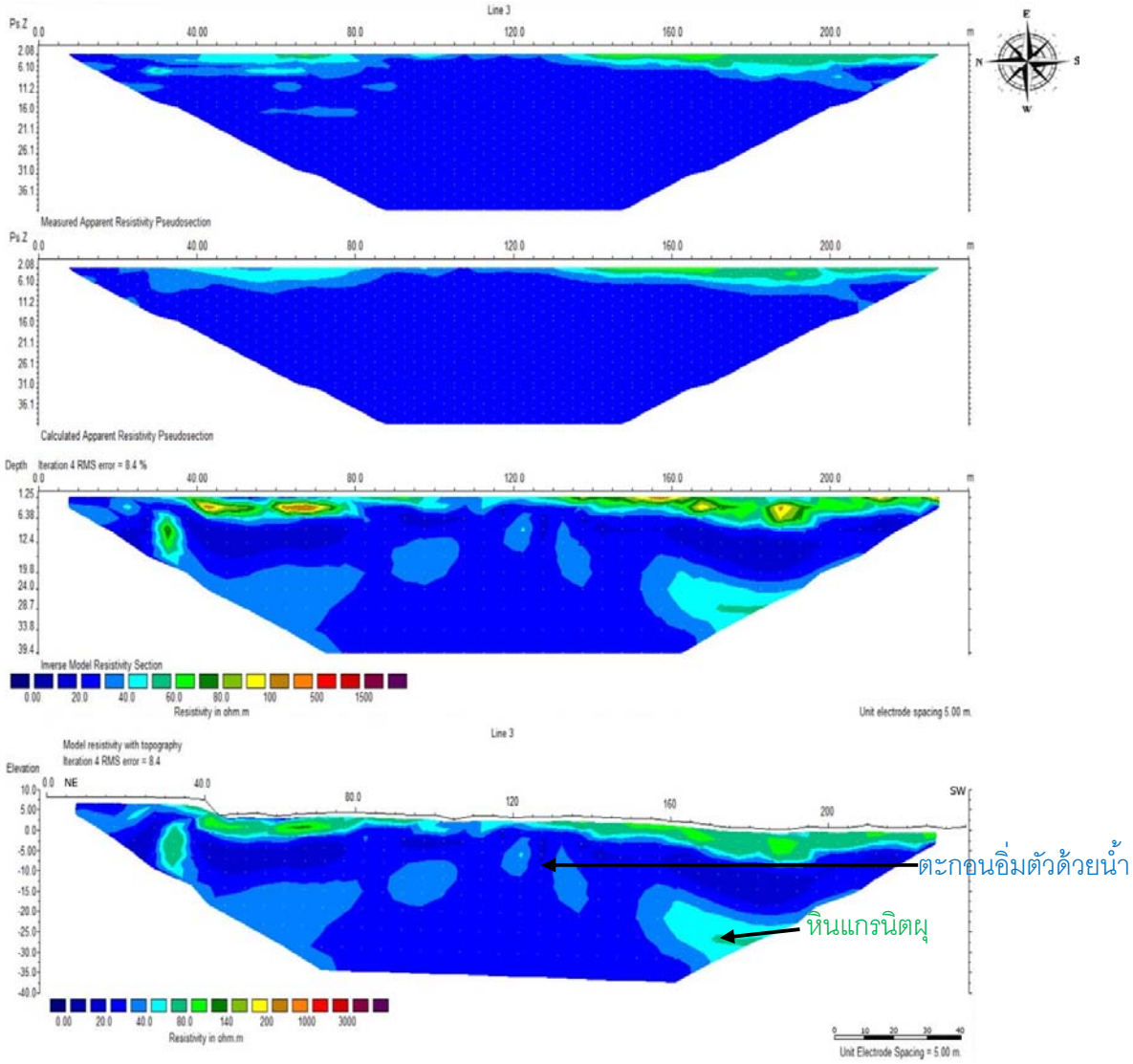
ภาพที่ 6.32 แบบจำลองสองมิติสภาพต้านทานไฟฟ้าแนวสำรวจ Road

แนวสำรวจ 1



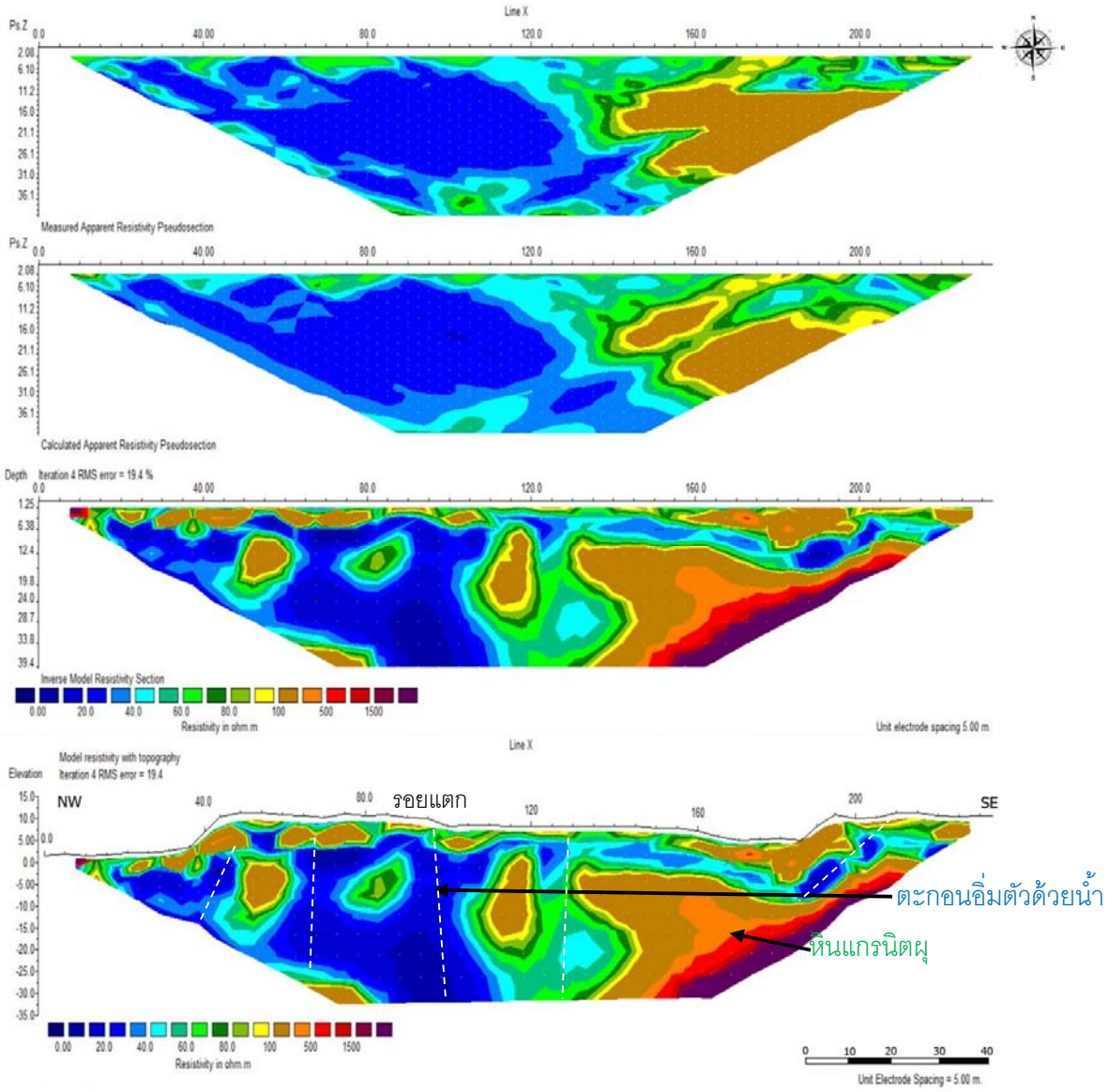
ภาพที่ 6.33 แบบจำลองสองมิติสภาพต้านทานไฟฟ้าแนวสำรวจ 1

แนวสำรวจ 3



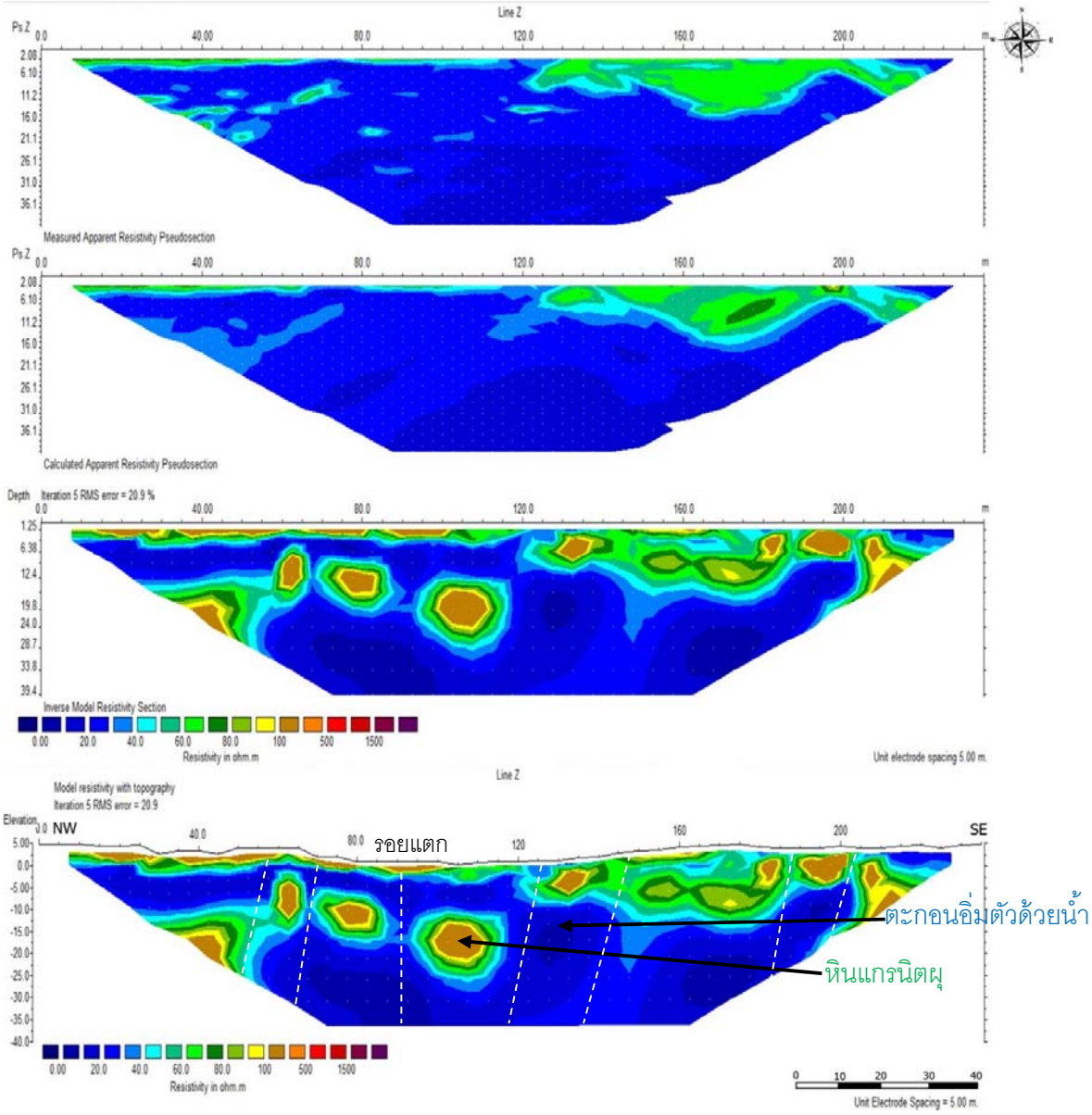
ภาพที่ 6.34 แบบจำลองสองมิติสภาพต้านทานไฟฟ้าแนวสำรวจ 3

แนวสำรวจ X



ภาพที่ 6.35 แบบจำลองสองมิติสภาพต้านทานไฟฟ้าแนวสำรวจ X

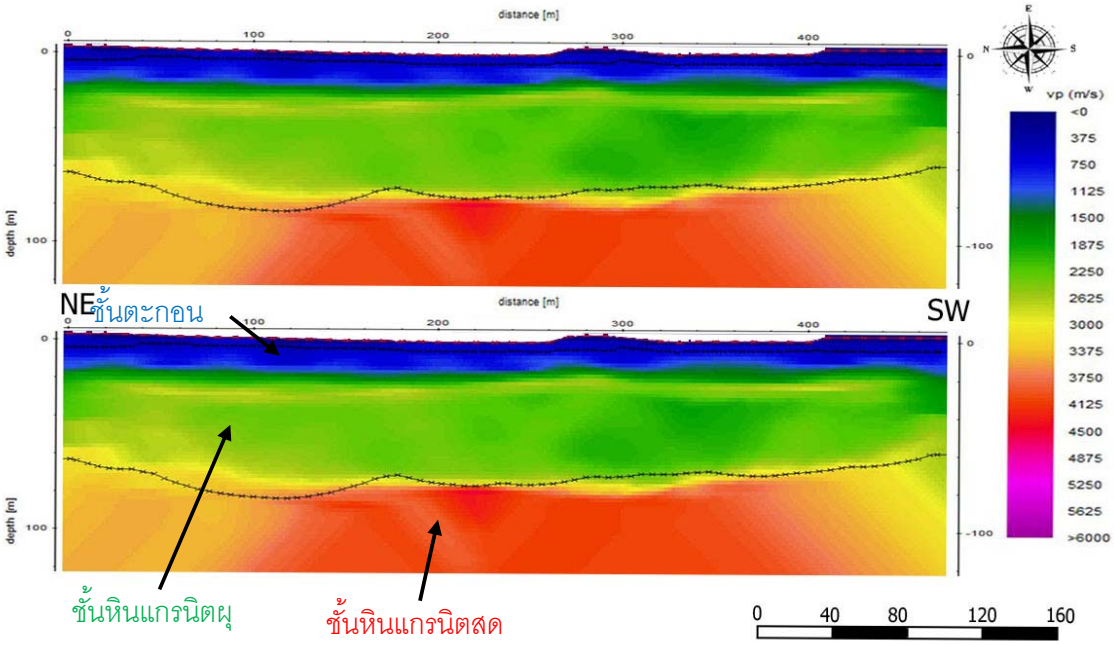
แนวสำรวจ Z



ภาพที่ 6.36 แบบจำลองสองมิติสภาพต้านทานไฟฟ้าแนวสำรวจ Z

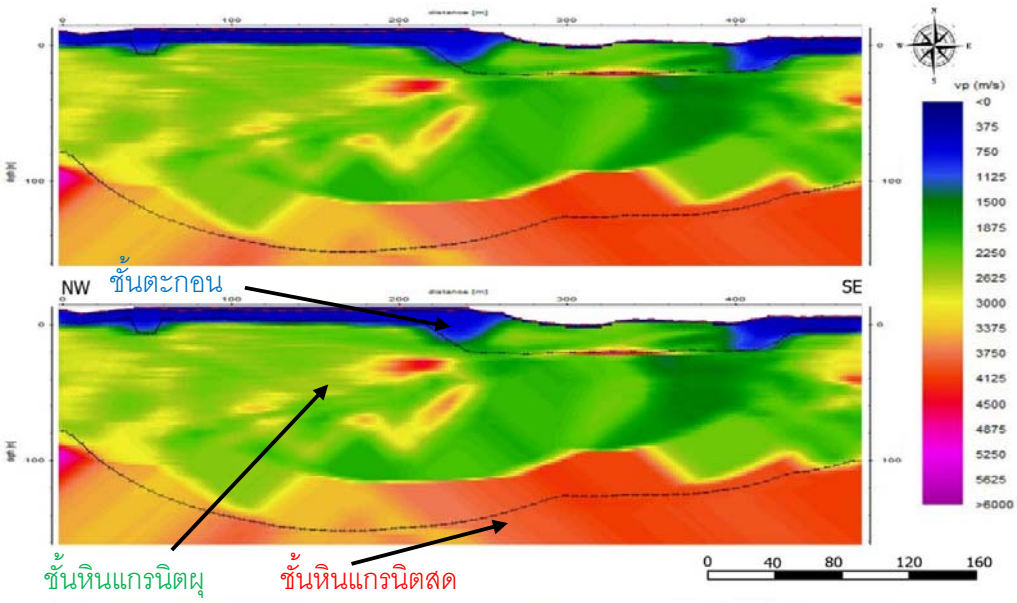
แบบจำลองสองมิติคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเห

แนวสำรวจ 5



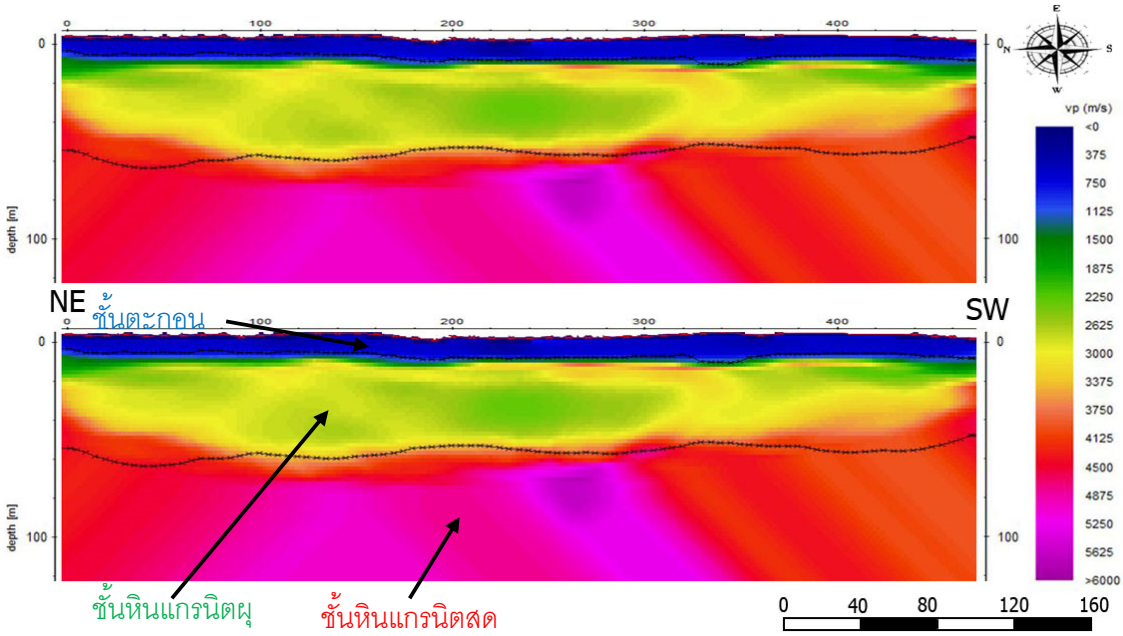
ภาพที่ 6.37 แบบจำลองคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหแนวสำรวจ 5

แนวสำรวจ E



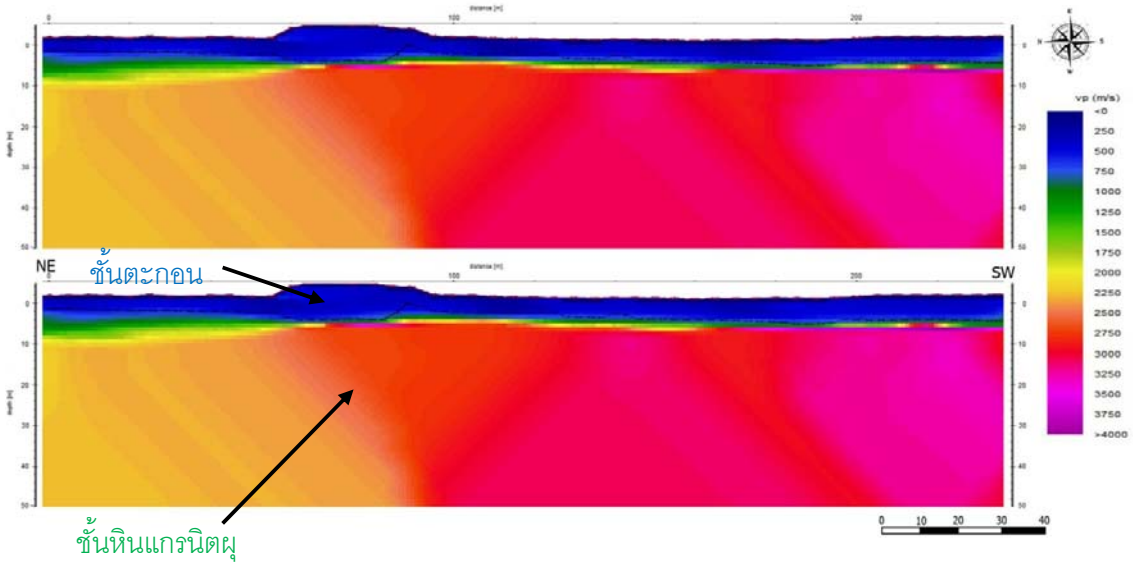
ภาพที่ 6.38 แบบจำลองคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหแนวสำรวจ E

แนวสำรวจ Road



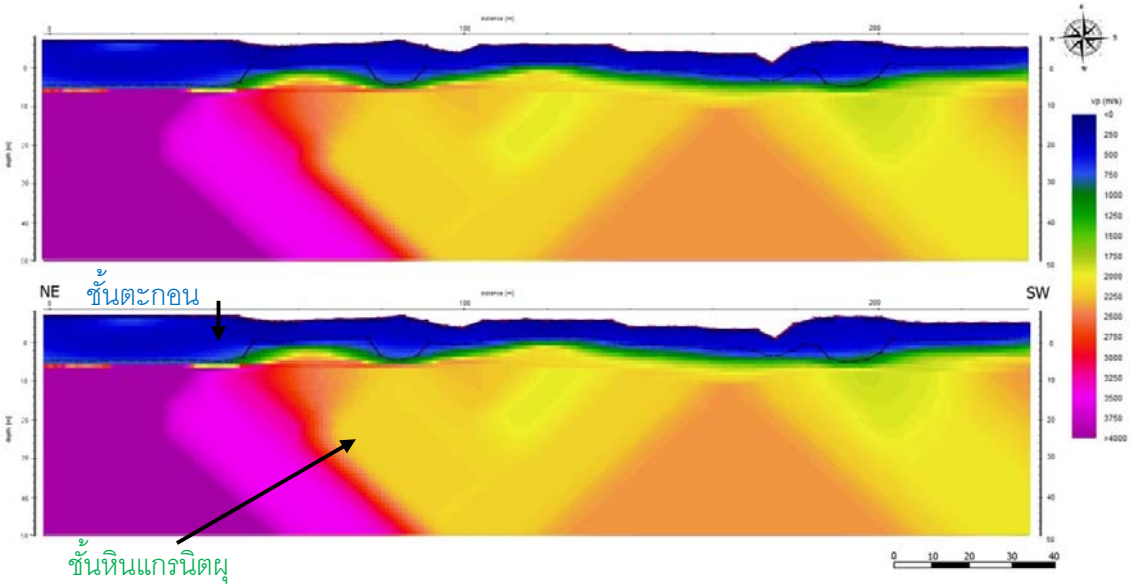
ภาพที่ 6.39 แบบจำลองคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหแนวสำรวจ Road

แนวสำรวจ 1



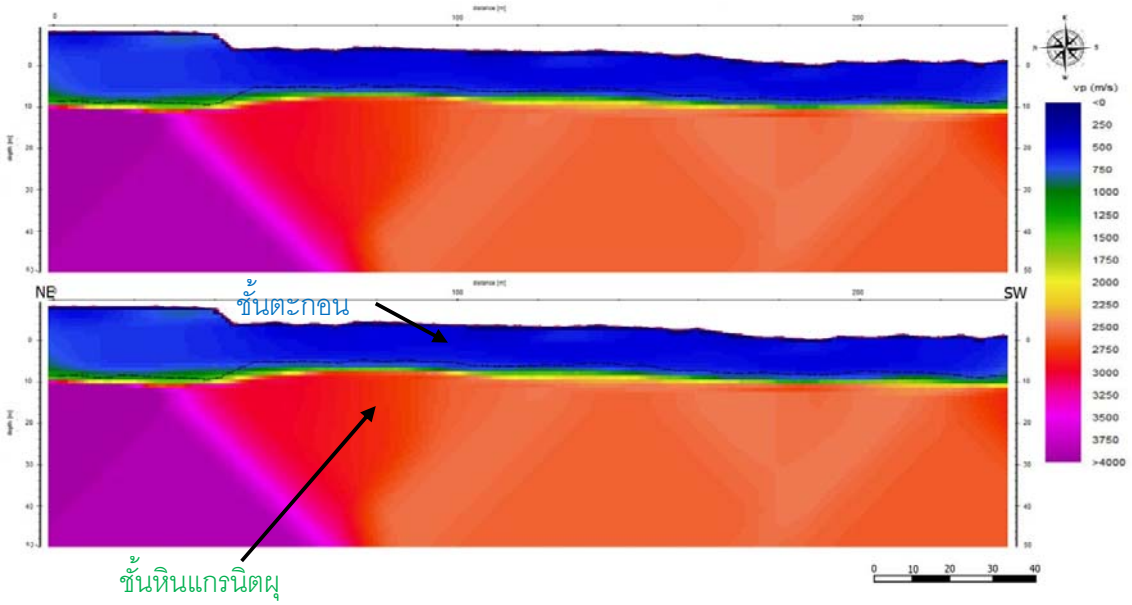
ภาพที่ 6.40 แบบจำลองคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหแนวสำรวจ 1

แนวสำรวจ 2



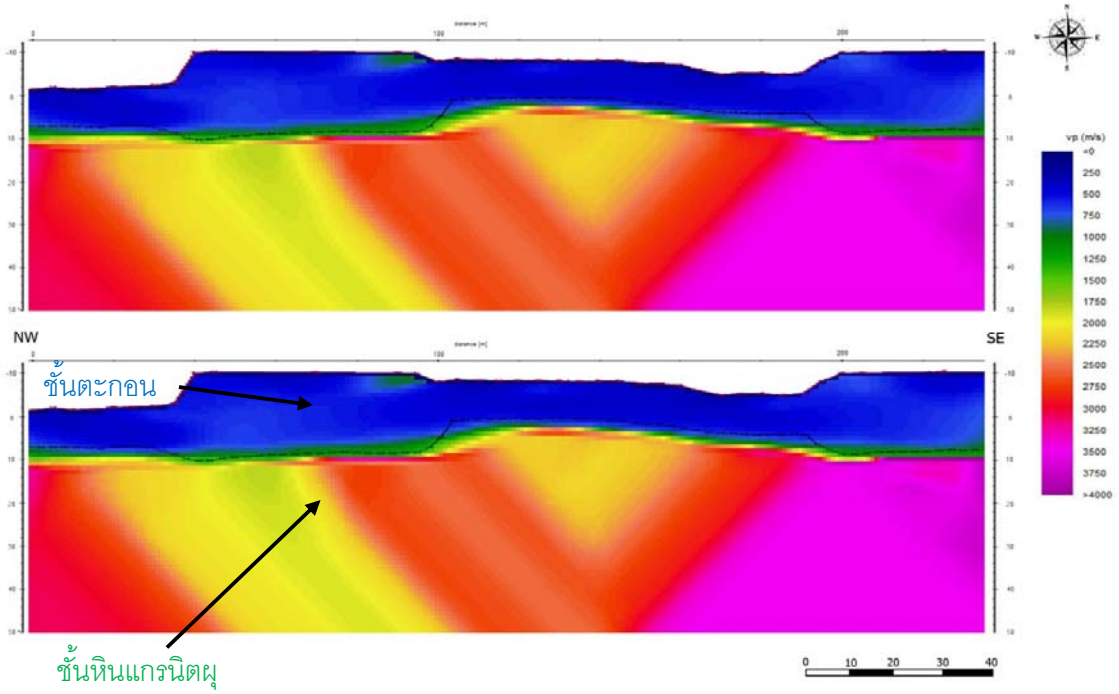
ภาพที่ 6.41 แบบจำลองคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหแนวสำรวจ 2

แนวสำรวจ 3



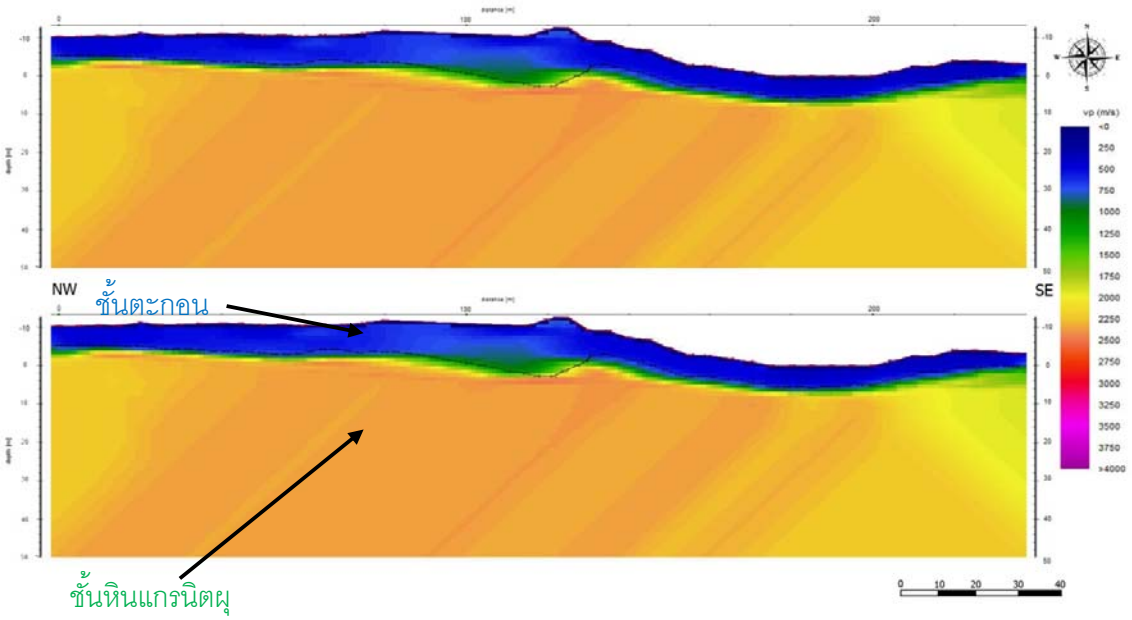
ภาพที่ 6.42 แบบจำลองคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหแนวสำรวจ 3

แนวสำรวจ X



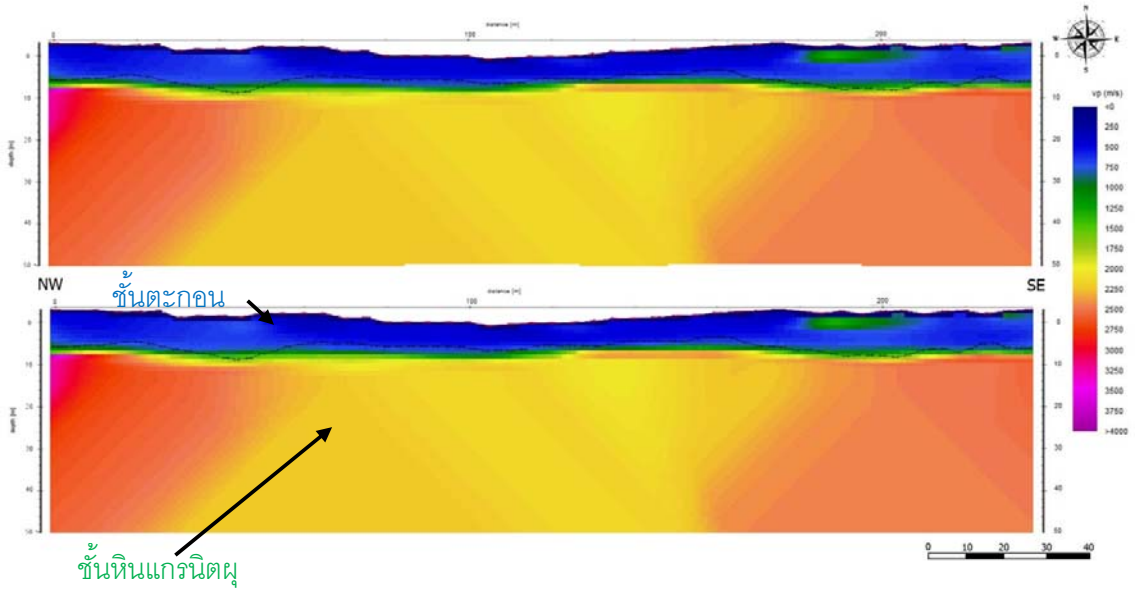
ภาพที่ 6.43 แบบจำลองคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหแนวสำรวจ X

แนวสำรวจ Y



ภาพที่ 6.44 แบบจำลองคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหแนวสำรวจ Y

แนวสำรวจ Z



ภาพที่ 6.45 แบบจำลองคลื่นไหวสะเทือนแบบหักเหแนวสำรวจ Z