สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ 2-ก

แบบสรุปสำหรับผู้บริหาร 2-ข

บทคัดย่อ 2-ฎ

สารบัญ 2-ฐ

สารบัญภาพ 2-

สารบัญตาราง IX

บทที่ 1 บทนำ 2-1

ความนำ 2-1

วัตถุประสงค์ 2-2

พื้นที่ศึกษาวิจัย 2-2

ธรณีวิทยา 2-5

อุทกธรณีวิทยาน้ำใต้ดิน 2-6

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 2-12

อุทกธรณีวิทยาน้ำใต้ดิน 2-12

เทคโนโลยีทางธรณีฟิสิกส์ 2-15

งานสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ในพื้นที่ศึกษาวิจัยที่ได้ทำก่อนนี้ 2-21

บทที่ 3 วิธีการศึกษาวิจัย 2-23

การแปลข้อมูลสำรวจธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ 2-24

การวัดค่าทางธรณีฟิสิกส์ภาคสนาม 2-28

การประมวลข้อมูล 2-35

การเจาะน้ำใต้ดิน 2-37

บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย 2-39

ผลการศึกษาทางธรณีฟิสิกส์ 2-39

ผลการศึกษาทางธรณีฟิสิกส์บริเวณพื้นที่ศึกษาวิจัย 2-53

ผลการเจาะน้ำใต้ดิน 2-71

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ 2-73

เอกสารอ้างอิง 2-75

ภาคผนวก

ก บทความสำหรับเผยแพร่ 2-77

ข กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ประโยชน์ 2-86

ค ตารางเปรียบเทียบกิจกรรม 2-8

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	สภาพพื้นที่ทั่วไปบริเวณแหล่งท่องเที่ยวน้ำพุร้อนโป่งช้าง อ.หนองปรือ จ.กาญจนบุรี ในปัจจุบัน	2-1
1-2	ที่ตั้งพื้นที่วิจัย น้ำพุร้อนโป่งช้าง บ้านโป่งช้าง หมู่ที่ 5 ตำบลหนองปรือ อำเภอหนองปรือ จังหวัดกาญจนบุรี	2-3
1-3	ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบเชิงเขาถ่ายจากเนินเขากลางพื้นที่เมื่อมองไปด้านเหนือ (รูป ก) และ รูป ข มองจากกลางพื้นที่ไปทางด้านใต้ เห็นเทือกหินปูนอยู่ด้านหน้าและหินแกรนิตปรากฏด้าหลังที่เป็นแหล่งเติมน้ำระบบน้ำใต้ดินบริเวณที่เป็นที่ราบเชิงเขาทางด้านเหนือ การใช้ที่ดินด้านการเกษตร ปลูกอ้อย มันสำปะหลัง สลับปลูกข้าวโพดเป็นส่วนใหญ่	2-4
1-4	ลักษณะภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นที่ราบเชิงเขาสูงเฉลี่ยประมาณ 200 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลา ปรากฏเทือกหินปูนด้านตะวันตกเฉียงใต้	2-5
1-5	แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ระวาง 4838 II (อำเภอหนองปรือ)	2-7
1-6	ลักษณะธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษาน้ำพุร้อนบ้านโป่งช้าง อำเภอหนองปรือ จังหวัดกาญจนบุรี ประกอบด้วย หินปูน หินแกรนิต (ด้านใต้) หินดินดาน และหินทราย (ด้านเหนือ)	2-8
1-7	โครงสร้างทางธรณีวิทยา (ได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ) แสดงรอยเลื่อนหลักๆ วางตัวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียง	2-9
1-8	แผนที่อุทกธรณีวิทยา แผนที่ระวาง 4838 II (อำเภอหนองปรือ)	2-10
1-9	แผนที่น้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ศึกษา	2-11
2-1	วัฏจักรของน้ำ	2-12
2-2	กระบวนการการเกิดน้ำพุร้อน	2-14
2-3	แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของแหล่งน้ำพุร้อนโป่งช้าง	2-14
2-4	กระแสไฟฟ้า I ไหลผ่านตัวกลางรูปทรงกระบอกของสสารเอกพันธ์	2-15
2-5	การไหลของกระแสไฟฟ้าจากขั้วไฟฟ้าเดียว	2-15
2-6	การวางขั้วขั้วไฟฟ้า ในการสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า	2-15
2-7	ระบบขั้วไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือแบบ Wenner-Schlumverger และ Dipole-Dipole	2-16
2-8	การออกแบบการอ่านข้อมูลของการสำรวจในเชิง 2 มิติ	2-16
2-9	อธิบายการวัดค่าและประมวลผลแบบหยั่งลึกและแบบการสร้างภาพในเชิง 2 มิติ	2-16
2-10	การเปรียบเทียบความหนาแน่น การไหลของกระแสไฟฟ้าและตำแหน่งที่อ่านค่าจากระบบการวางขั้วไฟฟ้าทั้ง 2 แบบ	2-17
2-11	การไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านชั้นดิน	2-17
2-12	ช่วงค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของดิน ตะกอน น้ำ และหิน รวมทั้งค่าของชั้นน้ำร้อน ดัดแปลงจาก (Telford *et al*,, 1990)	2-17
2-13	เส้นแรงสนามแม่เหล็กธรณี	2-18
2-14	สนามแม่เหล็กธรณีในรูปเวคเตอร์ เมื่อมีค่าผิดปกติทางแม่เหล็กเสริมสนามแม่เหล็ก	2-18
2-15	ลักษณะความเข้มสนามแม่เหล็กบริเวณที่มีค่าผิดปกติทางแม่เหล็กผิดปกติทางแม่เหล็ก	2-19

สารบัญภาพ (ต่อ)

2-16 ผลการศึกษา แบบจำลองค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าตามแนวสำรวจ 2 มิติ สามารถกำหนดเขตรอยเลื่อนบริเวณบ่อน้ำร้อนโป่งช้าง 2-21

2-17 ผลการสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า โดย กัมปนาท แหลมลทรัพย์ และ วิไลวรรณ เวชกามา (2553) แสดงแนวรอยเลื่อนจากการวัดวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบโพล – โพล บริเวณน้ำพุร้อนบ้านโป่งช้าง 2-22

3-1 ขั้นตอนของวิธีการวิจัย 2-23

3-2 สรุปขั้นตอนการจัดการข้อมูลเพื่อการแปลความหมายข้อมูล 2-24

3-3 แสดงการปลดปล่อยพลังงานรังสีแกมมาของธาตุกัมมันตรังสีใช้ในการแปลความหมายธรณีฟิสิกส์ทางอากาศ 2-26

3-4 Iris Instrument Syscal R1 Multi-electrode 2-28

3-5 การจัดวางเครื่องมือสำรวจวัดค่าสภาพต้านทาน ไฟฟ้า WDA-1 2-28

3-6 การสำรวจวัดค่าสนามแม่เหล็กด้วยเครื่องมือที่สามารถวัดค่าแบบ เกรเดียน โดยใช้ sensor 2 ตัวพร้อมกัน เริ่มอ่านค่าที่ Base Station แล้วทำการอ่านค่าตามเส้นสำรวจโดยมี GPS บันทึกตำแหน่งพร้อมกัน 2-29

3-7 ตำแหน่งเส้นสำรวจวัดค่าสนามแม่เหล็กภาคสนาม 2-30

3-8 ลักษณะการอ่านค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า จากการวางขั้วไฟฟ้าแบบไดโพล-ไดโพล (รูป ก) แบบชลัมเบอร์เจร์ (รูป ข) 2-31

3-9 ตำแหน่งเส้นสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเชิง 2 มิติ ทั้ง 7 เส้นสำรวจคลุมพื้นที่วิจัย 2-32

3-10 ตำแหน่งเส้นสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเชิงลึก (สีส้ม) 2-33

3-11 ลักษณะการวางขั้วไฟฟ้าแบบโพล-ไดโพล เพื่อใช้ในการอ่านค่า 3 มิติ 2-34

3-12 ตำแหน่งการกำหนดขั้วไฟฟ้าวิธีการวัดค่าแบบ 3D อ่านค่าแบบโพล-ไดโพล 2-35

3-13 ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลสภาพต้านทานไฟฟ้า 2-36

3-14 ตำแหน่งเจาะน้ำใต้ดิน 3 ตำแหน่ง 2-37

3-15 เครื่องเจาะที่ใช้เป็นแบบเฉพาะ คือมีขนาดเล็ก สามารถเข้าเจาะบริเวณที่แคบ บริเวณที่ก่อสร้างแหล่งท่องเที่ยวได้ และสามารถขยับย้ายตำแหน่งการเจาะสะดวก จากรูปเป็นการย้ายและตั้งเครื่องเจาะ ณ ตำแหน่งที่ 2 2-38

4-1 แผนที่ข้อมูลค่าความเข้มสนามแม่เหล็กรวม (Total magnetic field map) คลุมระวางแผนที่ 4838 II อำเภอหนองปรือ 2-40

4-2 การแปลความหมายข้อมูลจากแผนที่ค่าสนามแม่เหล็กที่เกิดจากวัตถุจริง (residual magnetic map) ของระวางแผนที่ 4838 II อำเภอหนองปรือ แสดงตำแหน่งและทิศทางที่เป็นรอยเลื่อน รวมทั้งเขตของหินแกรนิตระดับลึก ที่อาจสัมพันธ์กับแหล่งน้ำพุร้อนโป่งช้าง 2-41

4-3 การแปลความหมายข้อมูลจากแผนที่ Analytic Signal ของระวางแผนที่ 4838 II อำเภอหนองปรือ แสดงบริเวณที่เป็นค่าผิดปกติ (เขตสีแดง) แสดงตำแหน่งและทิศทางที่เป็นรอยเลื่อน รวมทั้งเขตของหินแกรนิตระดับลึก 2-42

4-4 การแปลความหมายข้อมูลจาก แผนที่ Reduction to the Magnetic Pole map (RTP) แสดงตำแหน่งและทิศทางที่เป็นรอยเลื่อน รวมทั้งเขตของหินแกรนิตระดับลึก 2-43

สารบัญภาพ (ต่อ)

4-5 แบบจำลองของค่าสนามแม่เหล็ก ตามแนว Profiles แสดงการวางตัวของรอยเลื่อนที่มีมุมเทไปทางตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตัวหินแกรนิต (สีฟ้า) ที่ปรากฏด้านตะวันตกเฉียงใต้ 2-44

4-6 แบบจำลองของค่าสนามแม่เหล็ก ตามแนว Profiles แสดงการวางตัวของรอยเลื่อนที่มีมุมเทไปทางตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตัวหินแกรนิต (สีฟ้า) ในเชิง 3 มิติ 2-44

4-7 แบบจำลองของค่าสนามแม่เหล็ก เมื่อทาบกับแผนที่ Residual Map 2-45

4-8 แบบจำลองของค่าสนามแม่เหล็ก เมื่อทาบกับแผนที่ Residual Map และแผนที่ภูมิประเทศ 2-45

4-9 แผนที่ข้อมูลค่าความเข้มกัมมันตรังสีรวม แสดงการแผ่กัมมันตรังสีค่อนข้างสูงบริเวณที่เป็นรอยเลื่อนซึ่งส่วนใหญ่วางตัวตามแนวNW-SE 2-46

4-10 การแปลความหมายข้อมูลค่าความเข้มกัมมันตรังสีในรูป Ternary map จากที่ปรากฏอย่างชัดเจนว่าการแผ่กัมมันตรังสีค่อนข้างสูงบริเวณที่เป็นรอยเลื่อนซึ่งส่วนใหญ่วางตัวตามแนว NW-SEและสามารถแยกเขตที่เป็นหินที่แตกต่างกัน 2-47

4-11 ค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำ จาก Line Station 2-49

4-12 ค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำ จาก Orthogonal Station 2-50

4-13 ค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำ ที่ผ่านการกรองแบบ Fraser ของ Line Station 2-51

4-14 ข้อมูลสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ต่ำ ที่ผ่านการกรองแบบ Fraser จาก Orthogonal Station 2-52

4-15 แผนที่สนามแม่เหล็กรวมจากการเดินสำรวจบริเวณพื้นที่ศึกษา พบความไม่ต่อเนื่องของรอยเลื่อนแต่ยังคงมีทิศทางเช่นเดียวกับข้อมูลการบินสำรวจ 2-53

4-16 แผนที่ Analytic Signal ที่ได้จากการประมวลผลสนามแม่เหล็กรวมจากการเดินสำรวจบริเวณพื้นที่ศึกษา พบแนวเขตผิดปกติทางแม่เหล็กที่น่าจะสัมพันธ์กับแหล่งน้ำพุร้อน 2-54

4-17 แผนที่ Reduction to the Magnetic Pole จากการประมวลผลค่าสนามแม่เหล็กรวมจากการเดินสำรวจบริเวณพื้นที่ศึกษา พบแนวของรอยเลื่อน 2 แนวหลัก (เขตสีน้ำเงิน) 2-54

4-18 ข้อมูลดิบค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการอ่านค่า แบบแบบชลัมเบอร์เจร์ ตาม **เส้นสำรวจ LINE 730E** และ **เส้นสำรวจ LINE 720N** 2-56

4-19 แบบจำลองทางธรณีไฟฟ้าของวางขั้วไฟฟ้าแบบ ไดโพล-ไดโพล เชิงละเอียดและ แบบแบบชลัมเบอร์เจร์ที่ได้ข้อมูลที่ลึกกว่า กำหนดเขตที่เป็นรอยเลื่อน ชั้นน้ำใต้ดินค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำตาม **เส้นสำรวจ LINE 600E** 2-58

4-20 แบบจำลองทางธรณีไฟฟ้าของวางขั้วไฟฟ้าแบบ ไดโพล-ไดโพล เชิงละเอียดและ แบบแบบชลัมเบอร์เจร์ที่ได้ข้อมูลที่ลึกกว่า กำหนดเขตที่เป็นรอยเลื่อน ชั้นน้ำใต้ดินค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำตาม **เส้นสำรวจ LINE 600N** 2-59

4-21 แบบจำลองทางธรณีไฟฟ้าของวางขั้วไฟฟ้าแบบ ไดโพล-ไดโพล เชิงละเอียดและ แบบแบบชลัมเบอร์เจร์ที่ได้ข้อมูลที่ลึกกว่า กำหนดเขตที่เป็นรอยเลื่อน ชั้นน้ำใต้ดินค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำตาม **เส้นสำรวจ LINE 720N** 2-60

4-22 แบบจำลองทางธรณีไฟฟ้าของวางขั้วไฟฟ้าแบบ ไดโพล-ไดโพล เชิงละเอียดและ แบบแบบชลัมเบอร์เจร์ที่ได้ข้อมูลที่ลึกกว่า กำหนดเขตที่เป็นรอยเลื่อน ชั้นน้ำใต้ดินค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำตาม **เส้นสำรวจ LINE 730E** 2-61

สารบัญภาพ (ต่อ)

4-23 แบบจำลองทางธรณีไฟฟ้าของวางขั้วไฟฟ้าแบบ ไดโพล-ไดโพล เชิงละเอียดและ แบบแบบชลัมเบอร์เจร์ที่ได้ข้อมูลที่ลึกกว่า กำหนดเขตที่เป็นรอยเลื่อน ชั้นน้ำใต้ดินค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำตาม **เส้นสำรวจ LINE 800N** 2-62

4-24 แบบจำลองทางธรณีไฟฟ้าของวางขั้วไฟฟ้าแบบ ไดโพล-ไดโพล เชิงละเอียดและ แบบแบบชลัมเบอร์เจร์ที่ได้ข้อมูลที่ลึกกว่า กำหนดเขตที่เป็นรอยเลื่อน ชั้นน้ำใต้ดินค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำตาม **เส้นสำรวจ LINE 970N** 2-63

4-25 แบบจำลองทางธรณีไฟฟ้าของวางขั้วไฟฟ้าแบบ ไดโพล-ไดโพล เชิงละเอียดและ แบบแบบชลัมเบอร์เจร์ที่ได้ข้อมูลที่ลึกกว่า กำหนดเขตที่เป็นรอยเลื่อน ชั้นน้ำใต้ดินค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำตาม **เส้นสำรวจ LINE 1100N** 2-64

4-26 แสดงแบบจำลองทางธรณีไฟฟ้าทั้ง 7 เส้นสำรวจ ในเชิง 3มิติ และทิศทางของรอยเลื่อนไฟฟ้าต่ำตาม ลักษณะการวางขั้วไฟฟ้าแบบโพล-ไดโพล เพื่อใช้ในการอ่านค่า 3 มิติ 2-65

4-27 ผลการวัดค่าจากค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเชิง 2 มิติ เชิงลึก พบความต่อเนื่องของรอยเลื่อนลงระดับลึก กว่า 150 เมตร เขตของหินปูน (สีแดง) และหินดินดาน (สีน้ำเงิน) 2-66

4-28 ผลการประมวลผลค่าจากค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเชิง 3 มิติ พบความต่อเนื่องของรอยเลื่อนลงระดับลึก กว่า 200 เมตร เขตของหินปูน (สีแดง) และหินดินดาน (สีน้ำเงิน) แนวรอยเลื่อน (สีส้ม) 2-67

4-29 มุมมองจากด้านใต้ดิน แสดงตำแหน่งและทิศทางของรอยเลื่อน (สีส้ม) ลงระดับลึก กว่า 200 เมตร เขตของหินปูน (สีแดง) และหินดินดาน (สีน้ำเงิน) 2-68

4-30 ภาคตัดขวางตามแนว ตะวันตก-ตะวันออก เรียงจากใต้ไปทางเหนือ จากผลการประมวลผลค่าจากค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเชิง 3 มิติ แสดงแนวของรอยเลื่อนจากความไม่ต่อเนื่องระหว่างหินปูน (สีแดง) กับหินดินดาน (สีน้ำเงิน) 2-69

4-31 plan view ที่ระดับความลึกต่างๆ ลงลึกกว่า 200 เมตร จากผลการประมวลผลค่าจากค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าเชิง 3 มิติ แสดงแนวของรอยเลื่อนจากความไม่ต่อเนื่องระหว่างหินปูน (สีแดง) กับหินดินดาน (สีน้ำเงิน) 2-70

4-32 ตำแหน่งการจุดเจาะน้ำใต้ดินทั้งหมด 3 ตำแหน่งและการวางเครื่องเจาะซึ่งจุดเจาะที่ 3 มีการขยับเปลี่ยนตำแหน่งหลายครั้งเนื่องจาก พบชั้นตะกอบเศษหินเชิงเขาไม่สามารถเจาะต่อได้ 2-72

ข-1 บทคัดย่อจากการเผยแพร่บทความทางวิชาการ 2-86

ข-2 การเผยแพร่บทความทางวิชาการ ในงานประชุมวิชาการ The International Kasetsart University Science and Technology Annual Research Symposium 2-87

สารบัญตาราง

ภาพที่		หน้า
3-1	ตารางสรุปพิกัดและความยาวเส้นสำรวจ วัดค่าสนามแม่เหล็ก	2-30
3-2	ตารางสรุปพิกัดและความยาวเส้นสำรวจ 2D	2-31
3-3	สรุปพิกัดและความยาวเส้นสำรวจ 2D (เชิงลึก)	2-33
3-4	พิกัดและความยาวเส้นสำรวจแบบ 3D	2-34
ค-1	เปรียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ กิจกรรมที่ได้ดำเนินการมา และผลที่ได้รับตลอดโครงการ	2-88