

การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล โดยใช้แบบจำลองดัชนีชี้วัด
และแบบจำลองการถดถอยเชิงพื้นที่: บ่อทอง ชลบุรี

นางสาวรัชชิตา จุลโสม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2550

**GROUNDWATER POTENTIAL ASSESSMENT
USING SPATIAL INDEX AND REGRESSION MODELS:
BOTHONG, CHONBURI**

Ratchita Julsom

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Science in Geoinformatics
Suranaree University of Technology
Academic Year 2007**

การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล โดยใช้แบบจำลองดัชนีชี้วัด
และแบบจำลองการถดถอยเชิงพื้นที่: ปอทอง ชลบุรี

สภามหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รศ. ดร. ประพันธ์ แม่นยำ)

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. สัญญา สราภิรมย์)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ดร. สุวิทย์ อ่องสมหวัง)

กรรมการ

(ผศ. ดร. ทรงกต ทศานนท์)

กรรมการ

(ศ. ดร. ไพโรจน์ สัตยธรรม)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รศ. ดร. ประพันธ์ แม่นยำ)

คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์

รัชชิตา จุลโสม : การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล โดยใช้แบบจำลองดัชนีชี้วัดและแบบจำลองการถดถอยเชิงพื้นที่: บ่อทอง ชลบุรี (GROUNDWATER POTENTIAL ASSESSMENT USING SPATIAL INDEX AND REGRESSION MODELS: BOTHONG, CHONBURI) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศศ. ดร.สัญญา สราภิรมย์, 172 หน้า.

การศึกษาได้นำแบบจำลองเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ แบบจำลองดัชนีชี้วัด (Index Model) และแบบจำลองการถดถอย (Regression Model) มาช่วยในการจัดการและวิเคราะห์ชั้นข้อมูลสำหรับประเมินศักยภาพน้ำบาดาล เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ และการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยเลือกอำเภอบ่อทอง ที่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำและมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องมากพอสำหรับทำวิจัย การศึกษาแบบจำลองดัชนีชี้วัดได้นำหลักการคัดเลือกชั้นข้อมูลโดยอาศัยทฤษฎีและข้อมูลทางสถิติที่มีนัยสำคัญต่อพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาล ทำการวิเคราะห์ชั้นข้อมูลร่วมกันโดยใช้แบบจำลองดัชนีชี้วัด ที่มีการกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละชั้นข้อมูลและค่าคะแนนของแต่ละหน่วยการจำแนกในแต่ละชั้นข้อมูลด้วยวิธีจัดลำดับความสำคัญ (Ranking Method) และจำแนกลำดับชั้นศักยภาพน้ำบาดาลจากผลรวมของค่าดัชนีที่ได้จากแบบจำลองออกเป็น 3 แบบ คือ แบบแบ่งช่วงค่าดัชนีให้ได้พื้นที่เท่าๆ กัน (Equal Area) แบบแบ่งช่วงค่าดัชนีให้เท่าๆ กัน (Equal Interval) และแบบใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ของแบบจำลองที่แตกต่างกันถึง 12 แบบ ผลจากการประเมินความสอดคล้องโดยรวมกับค่าปริมาณการให้น้ำของบ่อน้ำบาดาลที่มีอยู่ พบว่า แบบจำลองดัชนีชี้วัดที่ได้จากการให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยอิงหลักทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีโดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าแบบจำลองวิธีอื่นๆ ส่วนแบบจำลองการถดถอย ได้ทำการสร้างแบบจำลองโดยแบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้ทำนายผลในพื้นที่ศึกษา แต่พบว่าจำนวนตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 มีน้อยมากเพียง 10 บ่อเท่านั้นที่นำมาใช้สร้างแบบจำลองได้ ทำให้ใช้เป็นตัวแทนไม่ได้และขาดนัยสำคัญแต่อย่างไรก็ตาม ได้ทดลองหาความสัมพันธ์ทางสถิติเฉพาะคู่ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระแต่ละชนิด รวมทั้งวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบหลายตัวแปรอิสระ (Multiple Linear Regression) เพื่อยืนยันว่าด้วยสถานภาพทั้งด้านจำนวนตัวอย่างและการกระจายตัวของบ่อน้ำบาดาลไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง

สาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล
ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนักศึกษา _____
ลายชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

RATCHITA JUSOM : GROUNDWATER POTENTIAL ASSESSMENT
USING SPATIAL INDEX AND REGRESSION MODELS: BOTHONG,
CHONBURI. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUNYA SARAPIROME,
Ph.D. 172 PP.

GROUNDWATER POTENTIAL / SPATIAL INDEX MODEL / REGRESSION
MODEL / CRITERION WEIGHTING / SPATIAL ANALYSIS

In this study, two types of the Geographic Information System (GIS) models i.e. index and regression models are applied to data layer analyses for groundwater potential assessment. Results of analyses and applications of these two different models are compared. Amphoe Bothong area of Changwat Chonburi where people suffer from water shortage and has sufficient relevant data is selected as the study area. For index model, weight and score are assigned to factors and their classes using ranking method based on theoretical and statistic criteria that are significant to groundwater potential. The sets of total index values resulted from the models with varying criteria are potentially classified using the equal area, equal interval and standard deviation methods to achieve 12 groundwater potential maps. Relative consistency comparison is applied to these results. It reveals that the groundwater potential map derived from the model with theoretical weighting and scoring of data layers and their classes together with potential area classifying using standard deviation method gives the best result. For regression model, only 10 groundwater wells outside the study area which are very limited number and not well represented can be used to create the model. However, statistical relation between the dependent

and each independent variable of these samples including multiple linear regression analysis are performed to confirm the poor result due to very limited and poor represented samples.

School of Remote Sensing

Academic Year 2007

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ บุคลากร และเจ้าหน้าที่หน่วยงานต่างๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ และเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ทั้งในด้านวิชาการและวิธีการดำเนินงานวิจัย เป็นอย่างยิ่ง ดังนี้

- ผศ.ดร.สัญญา สราภิรมย์ อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ประพันธ์ แม่นยำ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง และ ผศ.ดร.ทรงกต ทศานนท์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

- บริษัท จีเอ็มที คอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษา และเอื้ออำนวยทรัพยากรในการจัดเตรียมข้อมูล เอกสาร และรายงาน ในระหว่างการศึกษา

- คุณสงวนศักดิ์ สังขบุรณ์ ที่ปรึกษาด้านอุทกธรณีวิทยา บริษัท จีเอ็มที คอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่กรุณาความรู้ด้านวิชาการน้ำบาดาล และช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์อย่างต่อเนื่องจนสำเร็จสิ้น

- เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี กรมพัฒนาที่ดิน กรมอุตุนิยมวิทยา ที่เอื้ออำนวยเรื่องข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

- คุณวินัย เขาวเรศ และคุณนรินทร์ วงศ์ษา เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและโปรแกรมต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์

- คุณเพ็ญแข เพ็ชรใหม่ และคุณวารุณี เทนอิสสระ เลขานุการประจำสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่อำนวยความสะดวกดำเนินการเรื่องเอกสารต่างๆ

- เพื่อน รุ่นพี่ และรุ่นน้อง นักศึกษาสาขาวิชาการรับรู้จากระยะไกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่คอยสนับสนุน ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

- คณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี และคุณรัชณี หอมกลาง รวมทั้งเพื่อน พี่ น้อง สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี ที่คอยสนับสนุน ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การเลี้ยงดู อบรม และส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา และเป็นกำลังใจอันสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาครั้งนี้ จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

รัชชิตา จุลโสม

สารบัญ

หน้า

| | |
|----------------------------|---|
| บทคัดย่อ (ภาษาไทย)..... | ง |
| บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ช |
| สารบัญ | ซ |
| สารบัญตาราง | ฎ |
| สารบัญภาพ | ค |

บทที่

1 บทนำ

| | |
|------------------------------------|----|
| 1.1 ความสำคัญของการวิจัย..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 2 |
| 1.3 สมมุติฐานการวิจัย | 2 |
| 1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น..... | 2 |
| 1.5 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา | 3 |
| 1.6 ขอบเขตของการวิจัย | 3 |
| 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 4 |
| 1.8 พื้นที่ศึกษา..... | 4 |
| 1.8.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา..... | 4 |
| 1.8.2 ลักษณะภูมิประเทศ..... | 5 |
| 1.8.3 ลักษณะธรณีวิทยา..... | 6 |
| 1.8.4 สภาพอุทกธรณีวิทยา | 11 |

2 ปรัชญ่วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

| | |
|--|----|
| 2.1 การทำแผนที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลแต่เดิม..... | 14 |
| 2.2 การศึกษาธรณีวิทยาโครงสร้างที่สัมพันธ์กับศักยภาพน้ำบาดาล | 16 |
| 2.3 แบบจำลองเชิงพื้นที่ | 17 |
| 2.4 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล..... | 19 |

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

| | | |
|----------|--|-----|
| 3 | วิธีการดำเนินการวิจัย | |
| 3.1 | แนวคิดหลักในการวิจัย | 31 |
| 3.2 | ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... | 32 |
| 3.2.1 | การตรวจสอบเอกสารและการรวบรวมข้อมูล | 34 |
| 3.2.2 | เครื่องมือและอุปกรณ์ | 34 |
| 3.2.3 | การคัดเลือกปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ | 36 |
| 3.2.4 | การจัดเตรียมชั้นข้อมูล GIS | 42 |
| 3.3 | การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ | 51 |
| 3.3.1 | การวิเคราะห์แบบจำลองดัชนีชี้วัด | 51 |
| 3.3.2 | ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองดัชนีชี้วัด | 53 |
| 3.3.3 | การวิเคราะห์แบบจำลองการถดถอย | 56 |
| 3.3.4 | ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองการถดถอย | 60 |
| 3.4 | การประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง | 62 |
| 4 | ผลการศึกษา | |
| 4.1 | พื้นที่ศักยภาพจากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่..... | 63 |
| 4.1.1 | ผลจากการสร้างฐานข้อมูลของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์..... | 63 |
| 4.1.2 | ผลการวิเคราะห์แบบจำลองศักยภาพน้ำบาดาลเชิงปริมาณ | 71 |
| 4.1.3 | ผลการประเมินเชิงเปรียบเทียบของแบบจำลอง | 91 |
| 4.1.4 | ผลการศึกษาศักยภาพน้ำบาดาลเชิงคุณภาพ | 94 |
| 4.1.5 | ผลจากการวิเคราะห์ศักยภาพน้ำบาดาล | 96 |
| 4.2 | ผลจากการศึกษาแบบจำลองการถดถอยเชิงพื้นที่..... | 98 |
| 4.2.1 | ผลจากการเตรียมข้อมูลบ่อน้ำบาดาล | 98 |
| 4.2.2 | การทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์เฉพาะคู่ | 99 |
| 4.2.3 | แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นแบบหลายตัวแปรอิสระ | 100 |
| 4.3 | การเปรียบเทียบแบบจำลองดัชนีชี้วัดและแบบจำลองการถดถอยเชิงพื้นที่..... | 102 |
| 5 | สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ | |
| 5.1 | การศึกษาแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ | 104 |
| 5.2 | การศึกษาแบบจำลองการถดถอยเชิงพื้นที่..... | 106 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| รายการอ้างอิง | 108 |
| ภาคผนวก | 115 |
| ภาคผนวก ก. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำบาดาล..... | 116 |
| ภาคผนวก ข. รายละเอียดข้อมูลบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา จำนวน 417 บ่อ | 123 |
| ภาคผนวก ค. รายละเอียดข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่ทำการสุบทดสอบปริมาณน้ำ และรายละเอียด ข้อมูลชั้นดินชั้นหินของบ่อน้ำบาดาลที่ทำการสุบทดสอบ จำนวน 12 บ่อ | 143 |
| ภาคผนวก ง. เกณฑ์การให้ค่าน้ำหนักกับชั้นข้อมูล และการให้ค่าคะแนนของแต่ละหน่วย จำแนกในแต่ละชั้นข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพน้ำบาดาลเชิงปริมาณ .. | 157 |
| ภาคผนวก จ. แสดงวิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีที่แตกต่างกัน 3 แบบ | 170 |
| ประวัติผู้เขียน | 172 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|--|
| 2.1 | สรุปงานศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล 24 |
| 3.1 | แสดงประเภทและแหล่งที่มาของข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา..... 35 |
| 3.2 | แสดงปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ความสำคัญของปัจจัย และการเตรียมฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์..... 37 |
| 3.3 (ก) | จำนวนบ่อน้ำบาดาลและค่าปริมาณการให้น้ำสูงสุด ของตัวแปรชนิดของชั้นหินอุ้มน้ำ..... 40 |
| 3.3 (ข) | จำนวนบ่อน้ำบาดาลและค่าปริมาณการให้น้ำสูงสุด ของตัวแปรความหนาแน่นของโครงสร้างแนวเส้น 40 |
| 3.3 (ค) | จำนวนบ่อน้ำบาดาลและค่าปริมาณการให้น้ำสูงสุด ของตัวแปรความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ 41 |
| 3.3 (ง) | จำนวนบ่อน้ำบาดาลและค่าปริมาณการให้น้ำสูงสุด ของตัวแปรความหนาแน่นของทางน้ำ..... 41 |
| 3.3 (จ) | จำนวนบ่อน้ำบาดาลและค่าปริมาณการให้น้ำสูงสุด ของตัวแปรระดับการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของดิน 41 |
| 3.3 (ฉ) | จำนวนบ่อน้ำบาดาลและค่าปริมาณการให้น้ำสูงสุด ของตัวแปรความลาดชันของภูมิประเทศ 42 |
| 3.3 (ช) | จำนวนบ่อน้ำบาดาลและค่าปริมาณการให้น้ำสูงสุด ของตัวแปรปริมาณน้ำฝน..... 42 |
| 3.4 | แสดงค่าทางสถิติของตัวแปรที่มีข้อมูลเป็นค่าตัวเลข ที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองเชิงพื้นที่ 42 |
| 3.5 | ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลครอบคลุมพื้นที่ศึกษา..... 44 |
| 3.6 | ค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล จากโครงการสำรวจประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลชั้นรายละเอียดในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2549 ที่ใช้อ้างอิงในพื้นที่ศึกษา 49 |
| 3.7 | การแปรผันวิธีการให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนแบบต่างๆ ในการศึกษา 53 |
| 3.8 | เปรียบเทียบการลำดับความสำคัญของตัวแปร ด้วยวิธีการให้ค่าน้ำหนักตามหลักทฤษฎีและข้อมูลทางสถิติ..... 53 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 3.9 | การให้ค่าน้ำหนักเกณฑ์ตามระเบียบวิธีลำดับความสำคัญของ วิธีการให้ค่าน้ำหนัก เกณฑ์โดยเทียบกับค่าน้ำหนักรวมของทุกเกณฑ์ (Malczewski, J., 1999) โดยพิจารณา จากหลักการทฤษฎี..... | 55 |
| 3.10 | เกณฑ์การให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของแต่ละปัจจัย สำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพ น้ำบาดาลเชิงปริมาณ | 57 |
| 4.1 | ช่วงของค่าคะแนนในการจัดระดับของการเป็นพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนจาก หลักการทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งพื้นที่ให้เท่าๆ กัน | 72 |
| 4.2 | สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลอง ดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนจากหลักการทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งพื้นที่ให้เท่าๆ กัน | 72 |
| 4.3 | ช่วงของค่าคะแนนในการจัดระดับของการเป็นพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนจาก หลักการทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งช่วงค่าของข้อมูลให้เท่าๆ กัน | 73 |
| 4.4 | สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลอง ดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนจากหลักการทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งช่วงค่าของข้อมูลให้เท่าๆ กัน..... | 74 |
| 4.5 | ช่วงของค่าคะแนนในการจัดระดับของการเป็นพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนจาก หลักการทฤษฎีและใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีโดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 75 |
| 4.6 | สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลอง ดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนจากหลักการทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีโดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 75 |
| 4.7 | ช่วงของค่าคะแนนในการจัดระดับของการเป็นพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนจาก ข้อมูลทางสถิติ และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งพื้นที่ให้เท่าๆ กัน..... | 76 |
| 4.8 | สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลอง ดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนจากข้อมูลทางสถิติ และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งพื้นที่ให้เท่าๆ กัน | 77 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|--|
| 4.18 | สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลอง ดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักตามทฤษฎี ให้ค่าคะแนนตาม ข้อมูลทางสถิติ และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีโดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน85 |
| 4.19 | ช่วงของค่าคะแนนในการจัดระดับของการเป็นพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักตามข้อมูลทางสถิติ ให้ค่าคะแนนตามหลักทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งพื้นที่ให้เท่าๆ กัน ...86 |
| 4.20 | สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลอง ดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักตามข้อมูลทางสถิติ ให้ค่าคะแนน ตามหลักทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งพื้นที่ให้เท่าๆ กัน.....87 |
| 4.21 | ช่วงของค่าคะแนนในการจัดระดับของการเป็นพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักตามข้อมูลทางสถิติ ให้ค่าคะแนนตามหลักทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งช่วงค่าของข้อมูล ให้เท่าๆ กัน88 |
| 4.22 | สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลอง ดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักตามข้อมูลทางสถิติ ให้ค่าคะแนน ตามหลักทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งช่วงค่าของข้อมูลให้เท่าๆ กัน88 |
| 4.23 | ช่วงของค่าคะแนนในการจัดระดับของการเป็นพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล เชิงปริมาณจากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนัก ตามข้อมูลทางสถิติให้ค่าคะแนนตามหลักทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนี โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน89 |
| 4.24 | สรุปผลการวิเคราะห์แบบจำลองศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากแบบจำลองดัชนี ชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักตามข้อมูลทางสถิติ ให้ค่าคะแนนตามหลัก ทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีโดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน90 |
| 4.25 | ผลการประเมินเชิงเปรียบเทียบของแบบจำลองศักยภาพน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากการ พิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนจากทฤษฎี โดยใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนี ที่แตกต่างกัน91 |
| 4.26 | ผลการประเมินเชิงเปรียบเทียบของแบบจำลองศักยภาพน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากการ พิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนจากข้อมูลสถิติ โดยใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนี ที่แตกต่างกัน92 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|--|
| 4.27 | ผลการประเมินเชิงเปรียบเทียบของแบบจำลองศักยภาพน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากการพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักตามทฤษฎี และให้ค่าคะแนนตามข้อมูลทางสถิติ โดยใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีที่แตกต่างกัน.....93 |
| 4.28 | ผลการประเมินเชิงเปรียบเทียบของแบบจำลองศักยภาพน้ำบาดาลเชิงปริมาณ จากการพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักตามความสอดคล้องของข้อมูลสถิติ และให้ค่าคะแนนตามหลักทฤษฎี โดยใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีที่แตกต่างกัน94 |
| 4.29 | การแบ่งช่วงค่าปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ สำหรับการเป็นศักยภาพน้ำบาดาล เชิงคุณภาพ.....95 |
| 4.30 | ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพน้ำบาดาลสองส่วนเข้าด้วยกัน96 |
| 4.31 | สรุปผลการจัดแบ่งพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล97 |
| 4.32 | แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ทางสถิติเฉพาะคู่ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามแต่ละชนิด จากบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ข้างเคียง จำนวน 10 บ่อ..... 100 |
| 4.33 | ผลการคำนวณค่าคงที่ และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ข้างเคียง จำนวน 10 บ่อ จากการวิเคราะห์สมการการถดถอยเชิงเส้นแบบหลายตัวแปรอิสระ..... 101 |
| 4.34 | ค่าทางสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์สมการการถดถอยเชิงเส้นแบบหลายตัวแปรอิสระของบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ข้างเคียง จำนวน 10 บ่อ 101 |
| ก.1 | คุณสมบัติในการกักเก็บและการให้น้ำของหินต่างๆ ไป..... 121 |
| ข-1 | รายละเอียดข้อมูลบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา จำนวน 417 บ่อ..... 124 |
| ค-1 | รายละเอียดข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่ทำการสุบทดสอบและคำนวณค่าปริมาณการให้น้ำจริงสูงสุด จำนวน 12 บ่อ..... 144 |
| ง-1 | การกำหนดเกณฑ์การให้ค่าน้ำหนักกับชั้นข้อมูลตามหลักทฤษฎี และให้ค่าคะแนนของแต่ละหน่วยจำแนกในแต่ละชั้นข้อมูลตามหลักทฤษฎี..... 158 |
| ง-2 | การกำหนดเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักกับชั้นข้อมูลตามข้อมูลสถิติ และให้ค่าคะแนนของแต่ละหน่วยจำแนกตามข้อมูลสถิติ ด้วยข้อมูลปริมาณการให้น้ำเฉลี่ย..... 161 |
| ง-3 | การกำหนดเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักของแต่ละชั้นข้อมูลตามหลักทฤษฎี และให้ค่าคะแนนของแต่ละหน่วยจำแนกตามข้อมูลสถิติ ด้วยข้อมูลปริมาณการให้น้ำเฉลี่ย..... 164 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| ง-4 | การกำหนดเกณฑ์การให้ค่าน้ำหนักกับชั้นข้อมูลตามข้อมูลสถิติ และให้ค่าคะแนนของแต่ละหน่วยจำแนกในแต่ละชั้นข้อมูลตามหลักทฤษฎี | 167 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--------|---|
| 1.1 | แผนที่แสดงที่ตั้งและขอบเขตของพื้นที่ศึกษา 5 |
| 1.2 | แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่ศึกษา 6 |
| 1.3 | แผนที่ธรณีวิทยาในพื้นที่ศึกษา 8 |
| 1.4 | แผนที่โครงสร้างแนวเส้นในพื้นที่ศึกษา 9 |
| 1.5 | แผนที่อุทกธรณีวิทยาแต่เดิมในพื้นที่ศึกษา 12 |
| 2.1 | แสดงการสร้างแบบจำลองเพื่อหาศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณ 17 |
| 2.2 | แสดงวิเคราะห์แบบจำลองดัชนีชี้วัด (ก) ข้อมูลแบบเวกเตอร์ และ (ข) แบบราสเตอร์ (Chang, 2002) 19 |
| 3.1 | แผนภูมิแสดงวิธีการศึกษาเพื่อจัดทำแผนที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล 33 |
| 3.2 | แสดงตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา 45 |
| 3.3 | แสดงวิธีการศึกษาแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ 52 |
| 3.4 | แสดงการวิเคราะห์ศักยภาพน้ำบาดาลเชิงปริมาณจากแบบจำลองดัชนีชี้วัด 56 |
| 4.1 | แผนที่แสดงชนิดของชั้นหินอุ้มน้ำ 64 |
| 4.2 | ค่าดัชนีประจํากริดเซลล์จากการคำนวณ ของตัวแปรชนิดของชั้นหินอุ้มน้ำ 65 |
| 4.3 | แผนที่แสดงความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ 66 |
| 4.4 | ค่าดัชนีประจํากริดเซลล์จากการคำนวณ ของตัวแปรความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ 67 |
| 4.5 | แผนที่แสดงความหนาแน่นของโครงสร้างแนวเส้น 67 |
| 4.6 | ค่าดัชนีประจํากริดเซลล์จากการคำนวณ ของตัวแปรความหนาแน่น ของโครงสร้างแนวเส้น 68 |
| 4.7 | แผนที่แสดงความหนาแน่นของทางน้ำ 69 |
| 4.8 | ค่าดัชนีประจํากริดเซลล์จากการคำนวณ ของตัวแปรความหนาแน่นของทางน้ำ 70 |
| 4.9 | แผนที่แสดงระดับการยอมให้น้ำซึมผ่านได้ของดิน 70 |
| 4.10 | ค่าดัชนีประจํากริดเซลล์จากการคำนวณ ของตัวแปรระดับการยอมให้ น้ำซึมผ่านได้ของดิน 71 |

สารบัญญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|--------|--|
| 4.20 | แผนที่ช่วงระดับของค่าดัชนีรวมแสดงพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณจากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักให้ค่าน้ำหนักตามข้อมูลทางสถิติให้ค่าคะแนนตามหลักทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งพื้นที่ให้เท่าๆ กัน.....87 |
| 4.21 | แผนที่ช่วงระดับของค่าดัชนีรวมแสดงพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณจากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักตามข้อมูลทางสถิติให้ค่าคะแนนตามหลักทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีแบบแบ่งช่วงค่าของข้อมูลให้เท่าๆ กัน.....89 |
| 4.22 | แผนที่ช่วงระดับของค่าดัชนีรวมแสดงพื้นที่ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงปริมาณจากแบบจำลองดัชนีชี้วัดเชิงพื้นที่ โดยพิจารณาเกณฑ์ให้ค่าน้ำหนักตามข้อมูลทางสถิติ ให้ค่าคะแนนตามหลักทฤษฎี และใช้วิธีการแบ่งช่วงค่าดัชนีโดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน90 |
| 4.23 | แผนที่แสดงศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลเชิงคุณภาพ95 |
| 4.24 | แผนที่แสดงดัชนีศักยภาพน้ำบาดาลที่สามารถพัฒนาได้97 |
| 4.25 | แผนที่แสดงระดับของพื้นที่ศักยภาพน้ำบาดาล98 |
| ก.1 | แสดงลักษณะการกักเก็บน้ำไว้ในชั้นดินและชั้นหินใต้ดิน โดยน้ำจะแทรกตัวอยู่ในช่องว่างของชั้นดินและรอยแตกหรือโพรงของชั้นหินต่างๆ ที่เป็นวัตถุตัวกลางที่กักเก็บน้ำ (http://groundwater.orst.edu/under/aquifer.html) 117 |
| ก.2 | ประเภทของช่องว่างในชั้นหิน (ก) การเรียงตัวดีและคัดขนาดดี (ข) การเรียงตัวไม่ดีและการคัดขนาดไม่ดี (ค) การเรียงตัวไม่ดีมีดินเหนียวแทรก (ง) รอยต่อในชั้นหิน (จ) รอยแตกในชั้นหิน..... 120 |
| จ-1 | แสดงการแบ่งค่าดัชนีรวม โดยวิธีแบ่งข้อมูลให้มีพื้นที่เท่าๆ กัน (Equal Area) 171 |
| จ-2 | แสดงการแบ่งค่าดัชนีรวม โดยวิธีแบ่งช่วงค่าของข้อมูลให้เท่าๆ กัน (Equal Interval) 171 |
| จ-3 | แสดงการแบ่งค่าดัชนีรวม โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)..... 171 |