



บทที่ 5

ผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เห็นถึงประโยชน์ และประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านการศึกษา และน่าจะเป็นเทคนิควิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยเอื้อประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ที่ผู้วิจัยได้กล่าวถึงในแต่ละขั้นตอนในบทที่ 4 แล้ว ในบทที่ 5 นี้จะเป็นการนำเสนอผลการศึกษา เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ประการแรก คือ เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัจจัยกายภาพ ที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และประการที่สองคือ เพื่อจัดทำบทเรียนช่วยสอนการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และเพื่อให้เป็นไปตามแนวเหตุผลในการวิจัย คือ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์การตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และสามารถนำมาจัดทำบทเรียนช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1 ผลการวิเคราะห์และออกแบบฐานข้อมูลของแหล่งชุมชนโบราณ โดยใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

จากการดำเนินการวิเคราะห์ปัจจัยกายภาพ ที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพื่อนำมาจัดทำและออกแบบฐานข้อมูลของแหล่งชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ทำให้ได้ฐานข้อมูล 2 ประเภทคือ

ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

ฐานข้อมูลตามลักษณะ

5.1.1 ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ คือ โปรแกรม Pc Arc/Info ประกอบด้วยชั้นข้อมูลต่างๆ เรียกชั้นข้อมูลเหล่านี้ว่า coverage ซึ่งจะเก็บข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ทั้ง 2 ส่วน คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลตามลักษณะ เป็นการจัดเก็บในลักษณะข้อมูลแบบเวกเตอร์ เนื่องจากโปรแกรม Pc Arc/Info เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลแบบเวกเตอร์ รวมทั้งยังสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ นอกจากนี้ ยังมีการสร้างโทโพโลยีให้กับ coverage ที่สร้างขึ้น ใน coverage หนึ่ง coverage จะเก็บข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (Theme) โดย

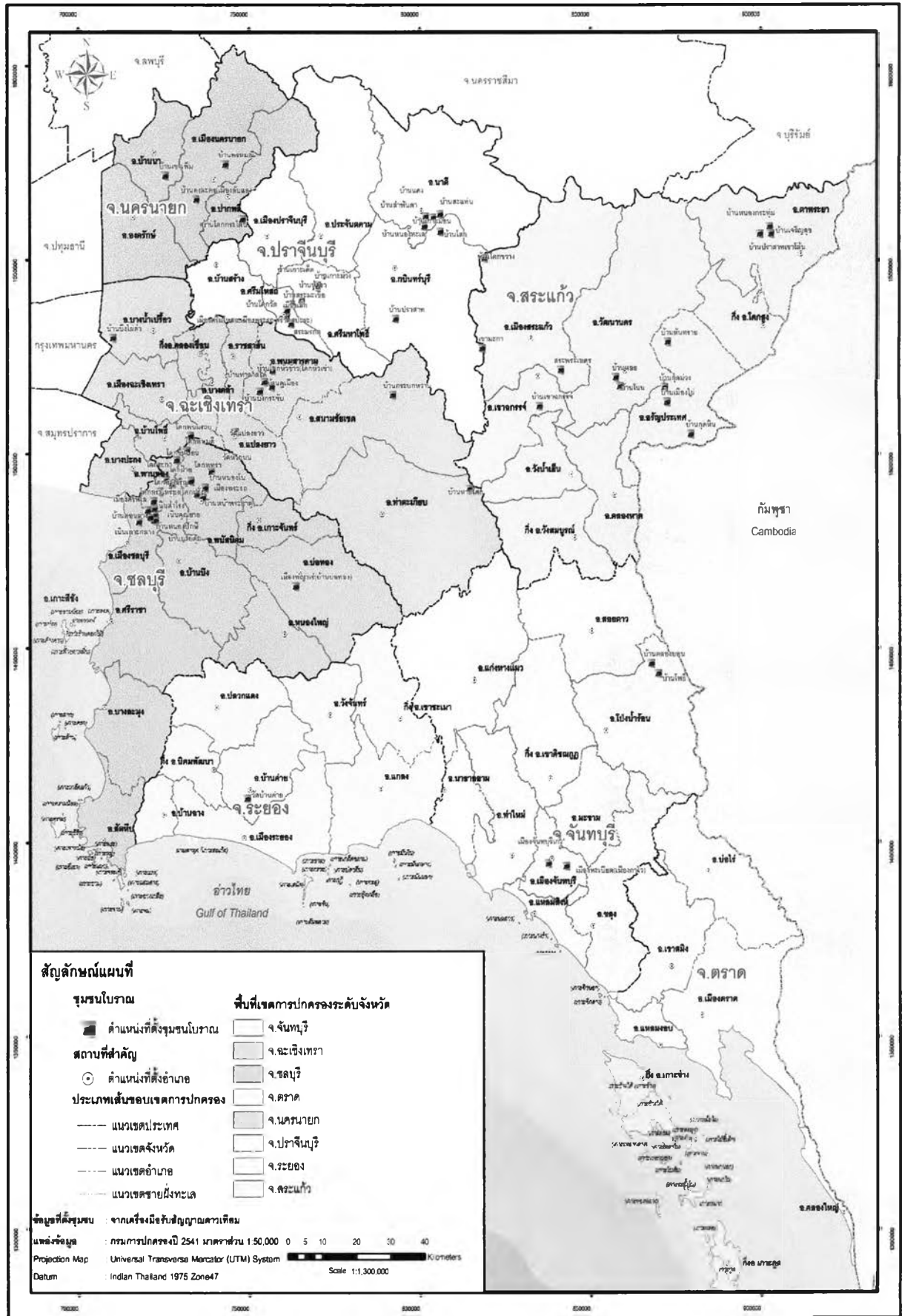
เฉพาะ ภายใน coverage อาจประกอบด้วยข้อมูลเพียงชั้นเดียว หรือมากกว่าก็ได้ ขั้นตอนในการจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มีดังนี้ คือ

5.1.1.1 การเตรียมแผนที่เฉพาะเรื่องด้วยวิธีการนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่ โดยการใช้รหัสพิกัด x และ y ของแผนที่เป็นค่าเชิงตัวเลขที่เรียกว่า ดิจิไทซ์ (Digitization) ด้วยชุดคำสั่งในซอฟต์แวร์ Arc/Info ในการดิจิไทซ์แผนที่ได้มีการกำหนดจุด (Tic Point) ขึ้นที่มุมทั้งสี่ของแผนที่ บริเวณขอบเขตของพื้นที่ศึกษา แล้วป้อนค่าพิกัดภูมิศาสตร์ทั่วไป (Common Coordinates) คือ พิกัดที่เส้นละติจูด และลองจิจูดของมุมเหล่านั้นลงในคอมพิวเตอร์ เพื่อกำหนดขอบเขตของพื้นที่ในการดิจิไทซ์ภายในเขตของจุดทั้งสี่ จากนั้นทำการแปลงแผนที่ ให้แสดงลักษณะพื้นผิวโลกเป็น 2 มิติ จากค่าพิกัดภูมิศาสตร์ให้เป็นระบบพิกัดแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) โดยใช้ซอฟต์แวร์ Arc/Info

5.1.1.2 สร้าง Topology ให้กับแต่ละ Coverage โปรแกรม Pc Arc/Info จะสร้างตาราง Feature Attribute Table ซึ่งเป็น Relation Database โดยจะสร้าง Point Attribute Table (Pat) สำหรับข้อมูลที่เป็นจุด Arc Attribute Table (AAT) สำหรับข้อมูลที่เป็นเส้น และ Polygon Attribute Table (PAT) สำหรับข้อมูลที่เป็นรูปหลายเหลี่ยม โดยที่ Attribute Table เหล่านี้เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างตำแหน่งข้อมูลกับข้อมูลอื่นๆ

5.1.1.3 ตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หลังจากการดิจิไทซ์ ซึ่งมักจะพบว่า มีเส้นส่วนเกิน หรือ Dangle Error (Dangling Nodes) เกิดขึ้นจากเส้นแสดงรูปหลายเหลี่ยมติดต่อกันอย่างไม่เหมาะสม (Undershoot) หรือเส้นแสดงรูปหลายเหลี่ยมถูกลากเกินออกไปนั้นได้พาดทับอยู่กับเส้นแสดงรูปหลายเหลี่ยมอื่น (Overshoot) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างการดิจิไทซ์ และเพิ่มเติมข้อมูลเชิงพื้นที่ให้ถูกต้อง โดยใช้ระบบย่อย ARCEDIT เนื่องจากฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นจะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ข้อมูลต้องมีความถูกต้อง แม่นยำ จากนั้นทำการกำหนด Label ให้แก่รูปหลายเหลี่ยมต่างๆ ของแฟ้มข้อมูล เพื่อเป็นการแยกประเภทรูปหลายเหลี่ยมต่างๆ ในแฟ้มข้อมูลนั้น

สรุป ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้ทำการสร้าง ได้แก่ ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตตำบล ธรณีวิทยา เส้นชั้นความสูง ทรัพยากรแหล่งน้ำ ทรัพยากรดิน ตำแหน่งชุมชน โบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย



ภาพที่ 5.1 ขอบเขตการปกครองภาคตะวันออก

สรุป ฐานข้อมูลตามลักษณะ ที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้าง ได้แก่ข้อมูลที่ตั้งชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ข้อมูลอำเภอ ข้อมูลตำบล ข้อมูลความสูงของพื้นที่ ข้อมูลแหล่งน้ำ ข้อมูลชุดดิน และข้อมูลธรณีสัณฐาน

5.1.3 การเชื่อมโยงข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลตามลักษณะ

วิธีการเชื่อมโยงข้อมูล สามารถดำเนินการตามขั้นตอนโดยการใช้โปรแกรม ArcView 3.3 ได้ ดังนี้ คือ

- นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่
- เปิดตารางของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จะทำการเชื่อมโยงข้อมูล เป็นตารางที่สร้างขึ้นอัตโนมัติโดยโปรแกรม Pc ArcInfo
- นำเข้าข้อมูลตามลักษณะที่จะนำมาเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้จัดสร้างไว้
- ทำการเชื่อมโยงกันโดยใช้คำสั่ง join
- ทำการแปลงข้อมูลที่ได้ทำการเชื่อมโยงแล้วให้อยู่ในรูปแบบของ Shape file เพื่อให้ข้อมูลทั้งสองเชื่อมโยงกันอย่างสมบูรณ์

สรุป เมื่อเชื่อมโยงข้อมูล 2 ประเภทเข้าด้วยกันทำให้ได้ฐานข้อมูลที่อยู่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งฐานข้อมูลที่ได้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นโครงสร้างฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ ที่มีความสามารถในการสืบค้น เพิ่ม ปรับปรุง และแก้ไขข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณ ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

การวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพ ที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ผู้วิจัยได้เลือกตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ จำนวน 4 ประเภท ที่มีผลต่อการเลือกตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณ ประกอบด้วย ลักษณะธรณีสัณฐาน เส้นชั้นความสูง ทรัพยากรแหล่งน้ำ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน ตัวแปร 4 ประเภทที่ใช้เป็นข้อมูลในครั้งนี้ เป็นข้อมูลลักษณะทางกายภาพของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปัจจุบัน ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณในสมัยก่อนทวารวดีถึงสมัยทวารวดี ซึ่งมีอายุอยู่ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 11 นั้น แม้ว่าในยุคดังกล่าวจะล่วงเลยมานับเป็นเวลาพันปีแล้วก็ตาม แต่ลักษณะทางกายภาพในปัจจุบันแทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงปรากฏให้เห็นเลยนอกจากลักษณะทางกายภาพบางประเภท เช่น ทรัพยากรแหล่งน้ำ ซึ่งอาจจะมีเปลี่ยนแปลงปรากฏให้เห็น เนื่องจากการเปลี่ยนทิศทางเดินของแม่น้ำ หรือแม่น้ำเกิดความตื้นเขินขึ้น เป็นต้น

5.2.1 ลักษณะธรณีสัณฐาน

จากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการวางซ้อนแผนที่ ระหว่างแผนที่ธรณีสัณฐาน และแผนที่ที่ตั้งชุมชนโบราณด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (ดังภาพ 5.4) พบว่า ชุมชนโบราณทั้ง 64 แห่งในพื้นที่ศึกษา ตั้งอยู่ในลักษณะธรณีสัณฐานต่างๆ (ดังตาราง 5.1) ดังนี้

ตาราง 5.1 การวิเคราะห์ที่ตั้งชุมชนโบราณกับลักษณะธรณีสัณฐาน

ลักษณะธรณีสัณฐาน	จำนวนชุมชนโบราณ	ร้อยละ
ที่ราบน้ำท่วมถึง	50	78.13
ลานตะพักลำน้ำ	12	18.75
ตะกอนลาดเชิงเขา	2	3.13
รวม	64	100

ผลการวิเคราะห์พบว่า ชุมชนโบราณในพื้นที่ศึกษา ตั้งอยู่ในลักษณะธรณีสัณฐานแบบที่ราบน้ำท่วมถึงจำนวนมากที่สุดในเขตพื้นที่ศึกษาประกอบไปด้วยชั้นหิน 2 ประเภท คือ ชั้นหินอัคนี และชั้นหินตะกอน-หินแปร พื้นที่ส่วนใหญ่ของภาคประกอบไปด้วยหินตะกอน-หินแปรมากกว่าหินอัคนีที่พบเพียงบางพื้นที่ ชั้นหินตะกอน-หินแปรมีลักษณะของการทับถมของตะกอนหลายลักษณะ เช่น ตะกอนน้ำพา ตะกอนตะพักริมน้ำ ตะกอนเชิงเขา ตะกอนชายเลน ตะกอนลุ่มที่ราบ ตะกอนชะวากทะเล ดินทรายแป้ง ทราย และโคลน ผลที่ได้มีความสัมพันธ์กับข้อมูลตามลักษณะที่ผู้วิจัยทำการรวบรวมจากหลักฐานทุติยภูมิ เอกสาร งานวิจัยต่างๆ รวมถึงรายงานการขุดค้นพบว่า ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของภาคตะวันออกเฉียงเหนือประกอบไปด้วยที่ราบลอนลาด โดยมีลำน้ำสายต่างๆ ไหลจากเทือกเขาด้านตะวันออกเฉียงมาลงทะเลในอ่าวไทยพัดพาตะกอนมาทับถม ส่วนมากเป็นที่ลุ่มต้ำน้ำท่วมถึง อยู่ชายขอบที่สูงลาดลงจากเทือกเขาต่างๆ ต่อเนื่องไปยังที่ราบริมฝั่งทะเล ลักษณะของที่ราบน้ำท่วมถึงในอดีตแม้ว่าจะเป็นที่ลุ่มต้ำ แต่สภาพพื้นที่บริเวณนี้ลักษณะเป็นโคกเนิน อุดมสมบูรณ์ไปด้วยพืชพันธุ์ มีลักษณะเป็นป่าที่บ่งชี้ให้สามารถป้องกันไม่ให้น้ำท่วมชุมชนได้ แม้ว่าจะเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงก็ตาม ชุมชนโบราณสมัยก่อนทวารวดี พบกระจายกันอยู่ตามบริเวณขอบที่สูงใกล้ๆ ลำน้ำ หรือลานตะพักลำน้ำ และบริเวณต้นน้ำ ปลายสมัยก่อนประวัติศาสตร์เข้าสู่ยุคประวัติศาสตร์ สังคมเริ่มมีพัฒนาการ มีการตั้งถิ่นฐานถาวร เป็นชุมชนหมู่บ้านอาศัยอยู่ตามที่ราบลุ่มแม่น้ำที่มีลักษณะเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง ทำเกษตรกรรม ต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน อาศัยน้ำตามแม่น้ำลำคลองในการเพาะปลูก มีการติดต่อค้าขายกับชุมชนอื่น ๆ ใกล้เคียง และชุมชนภายนอกทั้งทางบกทางทะเล อาจกล่าวได้ว่า บริเวณที่เป็นที่ราบน้ำท่วมถึง มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะที่จะทำการเพาะปลูก เนื่องจากดินตะกอนที่แม่น้ำพัดพามาจากหลายที่มาทับถมบริเวณสองฝั่งแม่น้ำ

น้ำ เป็นองค์ประกอบสำคัญ ที่ทำให้ชุมชนโบราณเลือกตั้งถิ่นฐานในบริเวณนี้หนาแน่นกว่าบริเวณอื่น เมื่อเวลาผ่านไปแม่น้ำพัดพาตะกอนรุ่นใหม่ ๆ มาทับถม บริเวณที่เคยเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงก็จะกลายเป็นลานตะพักลำน้ำ ทำให้ชุมชนโบราณที่เคยอยู่ริมฝั่งแม่น้ำ ถอยร่นเข้ามาภายในแผ่นดิน กลายเป็นอยู่บนลานตะพักลำน้ำในที่สุด

5.2.2 เส้นชั้นความสูง

ผลการวิเคราะห์ระหว่างที่ตั้งชุมชนโบราณกับความสูงของพื้นที่ โดยการซ้อนข้อมูลแผนที่ที่ตั้งชุมชนโบราณและแผนที่เส้นชั้นความสูงด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (ดังภาพ 5.5) พบว่า ชุมชนโบราณทั้ง 64 แห่งในพื้นที่ศึกษา ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีความสูงต่ำต่างๆ (ดังตาราง 5.2) ดังนี้

ตาราง 5.2 การวิเคราะห์ที่ตั้งชุมชนโบราณกับความสูงต่ำของพื้นที่

ความสูงต่ำของพื้นที่	จำนวนชุมชนโบราณ	ร้อยละ
< 20 m.	60	93.75
21 – 99 m.	1	1.56
100 – 199 m	2	3.13
≥ 200 m.	1	1.56
รวม	64	100

ผลการวิเคราะห์การตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในพื้นที่ศึกษา กับระดับความสูงต่ำของพื้นที่ จะเห็นว่าชุมชนโบราณอยู่ในพื้นที่ระดับความสูง < 20 เมตร เป็นจำนวนมากที่สุด จากหลักฐานประเภทต่างๆ ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษามีความสัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ พบว่า การตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในพื้นที่ศึกษา ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่า 20 เมตร เมื่อนำมาศึกษาประกอบกับหลักฐานต่างๆ ที่พบสามารถยืนยันได้ว่า เมื่อหลายพันปีมาแล้วด้านทิศตะวันตกของที่ราบเจ้าพระยาตอนล่าง สภาพภูมิประเทศเป็นที่ลุ่มต่ำ ขอบเขตต่อเนื่องจากทะเลอ่าวไทยลึกเข้ามาในแผ่นดิน ภาพจากดาวเทียม LANDSAT TM แบนด์ 4 เน้นให้เห็นบริเวณที่ลุ่มต่ำได้อย่างชัดเจน สามารถกำหนดขอบเขตบริเวณที่เคยเป็นทะเลและเป็นแผ่นดิน เมื่อเวลาผ่านไป ลำน้ำสายต่างๆ ก็พัดพาตะกอนมาทับถมทำให้ทะเลค่อยๆ ดันเขินจนกลายเป็นที่ราบกว้างใหญ่ มีแม่น้ำหลายสายไหลผ่านก่อนออกสู่ทะเล มีแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแกนกลาง อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางในปัจจุบันประมาณ 2-3 เมตร การศึกษาในรายละเอียด พบว่า ชุมชนโบราณสร้างขึ้นภายหลังจากการทับถมของตะกอน ในสมัยทวารวดี ชายฝั่งทะเลเป็นอ่าวลึกเข้าไปในแผ่นดิน

มากกว่าชายฝั่งทะเลปัจจุบัน มีชุมชนโบราณจำนวนมากตั้งอยู่รอบอ่าว แผ่นดินสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เท่ากัน เนื่องจากตามหลักฐานทางธรณีวิทยา พบชายฝั่งทะเลเดิมมีหลายแนวที่ระดับความสูงต่างกัน แผ่นดินจะมีลักษณะเป็นที่ราบขั้นบันไดหลายระดับ ความสูงในบริเวณที่มีลานตะพักหลายระดับ ขอบเขตของลานตะพักที่เกิดขึ้นก่อนจะมีระดับสูงกว่า และอยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินมากกว่า ส่วนลานตะพักที่เกิดขึ้นภายหลังมีระดับต่ำกว่า อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลปัจจุบันมากกว่า และที่ลุ่มต่ำก็เหมาะที่จะตั้งถิ่นฐาน เนื่องจากมีองค์ประกอบหลายประการ ที่เหมาะแก่การดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ถ้าเป็นที่ลุ่มต่ำมากชุมชนโบราณในยุคนั้นก็จะมีกรรมคันทินให้สูงขึ้นทั้งยังใช้เก็บกักน้ำไว้ใช้ในหน้าแล้ง ปรากฏให้เห็นชุมชนโบราณที่มีคันทินทั่วไป และถ้าอยู่ไกลจากแม่น้ำมากก็จะมีการขุดร่องน้ำนำน้ำเข้าไปใช้ประโยชน์ในชุมชน ใช้คูน้ำในการป้องกันข้าศึก และใช้เป็นเส้นทางคมนาคมอีกด้วย

5.2.3 ทรัพยากรดิน

หากพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ชุดดินที่พบในบริเวณที่ชุมชนโบราณตั้งอยู่ ได้แก่ ดินชุดกรุงเทพฯ ชุดโคกพระ ชุดจตุรวัต ชุดบรปือ ชุดบางนรา ชุดบางแพร์ ชุดบาเจาะ ชุดบางละมุง ชุดบางเลน ชุดบางน้ำเปรี้ยว ชุดบ้านกลาง ชุดบ้านช่อง ชุดบ้านทอน ชุดบ้านบึง ชุดบึงชะนาง ชุดบุรีรัมย์ ชุดพะเยา ชุดศรีสำโรง ชุดสาทร ชุดอยุธยา ชุดอรัญประเทศ และชุดอ่าวลึก ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่างกัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยนำแฟ้มข้อมูลแผนที่ชุดดินวางซ้อนกับแฟ้มข้อมูลแผนที่ที่ตั้งชุมชนโบราณ (ดังภาพ 5.6) พบว่า ชุมชนโบราณจำนวนทั้งสิ้น 64 แห่งในพื้นที่ศึกษา ตั้งอยู่บนชุดดินที่มีลักษณะความอุดมสมบูรณ์ต่างกัน (ดังตาราง 5.3) ดังนี้

ตาราง 5.3 การวิเคราะห์ที่ตั้งชุมชนโบราณกับความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	จำนวนชุมชนโบราณ	ร้อยละ
ปานกลาง-สูง	14	21.88
ปานกลาง	4	6.25
ปานกลาง-ต่ำ	32	50
ต่ำ	13	20.31
ต่ำมาก	1	1.56
รวม	64	100

จากตารางปรากฏผลการวิเคราะห์ว่า ชุมชนโบราณส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินในระดับ ปานกลาง-ต่ำ มีจำนวนมากที่สุด ถ้าพิจารณาจากชุดดินสามารถอธิบาย

ได้ว่า บริเวณที่ชุมชนโบราณส่วนใหญ่ตั้งอยู่นั้น ประกอบด้วยดินชุดบางเลน มีลักษณะของเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีสารประกอบจาโรไซต์ในชั้นดิน มีความเป็นกรดสูง การระบายน้ำไม่ค่อยดี จากหลักฐานทางธรณีวิทยาและการสำรวจทางโบราณคดี สันนิษฐานว่า บริเวณที่ประกอบไปด้วยดินชุดบางเลนนี้ในอดีตเคยเป็นทะเลมาก่อน และกระแสน้ำในทะเลพาตะกอนมาทับถมบริเวณชายฝั่งตะกอนที่ทับถม มีลักษณะเดียวกับตะกอนที่ทับถมในทะเล มีคุณสมบัติเป็นดินเหนียวการระบายน้ำไม่ดี เป็นสาเหตุให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินไม่ค่อยสูงมากนัก แต่ก็ยังสามารถทำเกษตรกรรมและเพาะปลูกเพื่อเลี้ยงชีพได้ บริเวณที่ประกอบไปด้วยดินชุดบางเลนนี้ ในสมัยทวารวดีปรากฏหลักฐานว่าชุมชนโบราณมักตั้งถิ่นฐานอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล เริ่มมีการติดต่อทำการค้ากับชุมชนภายนอก อาศัยการคมนาคมทางทะเล จึงเป็นไปได้ที่จะมีชุมชนโบราณตั้งอยู่หนาแน่นบริเวณนี้มากกว่าบริเวณอื่นประกอบอาชีพการค้าขนออกเนื่องจากการทำการเกษตรกรรม เป็นชุมชนที่พึ่งพาอาศัยกัน มีวัฒนธรรมบางอย่างร่วมกันหรือคล้ายคลึงกันจึงมักตั้งถิ่นฐานไม่ไกลจากกันมากนัก นอกจากนี้แล้วบริเวณนี้ยังเป็นบริเวณที่มีแม่น้ำสายสำคัญไหลผ่านไปยังอ่าวไทย แม่น้ำเหล่านี้จะพัดพาตะกอนมาทับถมทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ จึงเป็นเหตุผลสนับสนุนอีกประการที่ทำให้ให้เกิดการตั้งถิ่นฐานขึ้น ส่วนชุมชนโบราณที่เหลือ กระจายกันอยู่ในเขตชุดดินต่างๆ ร่องลงมาเป็นดินชุดบ้านทอนที่มีความอุดมสมบูรณ์ ปานกลาง-สูง ดินเป็นดินร่วน จากตำแหน่งชุมชนโบราณที่ปรากฏในบริเวณดินชุดบ้านทอนนี้ แม้ว่าจะประกอบไปด้วยดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ปานกลาง-สูง แต่ลักษณะการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในบริเวณนี้จะกระจายกัน ไม่รวมกลุ่มกันเหมือนในบริเวณที่มีดินชุดบางเลน เนื่องจากบริเวณที่ประกอบไปด้วยดินชุดบ้านทอนในสมัยทวารวดีที่พบ ไม่ได้อยู่ติดชายฝั่งทะเล แม้จะมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าดินชุดบางเลน แต่ชุมชนโบราณในสมัยนี้จะรวมกลุ่มอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลด้วยเหตุผลดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

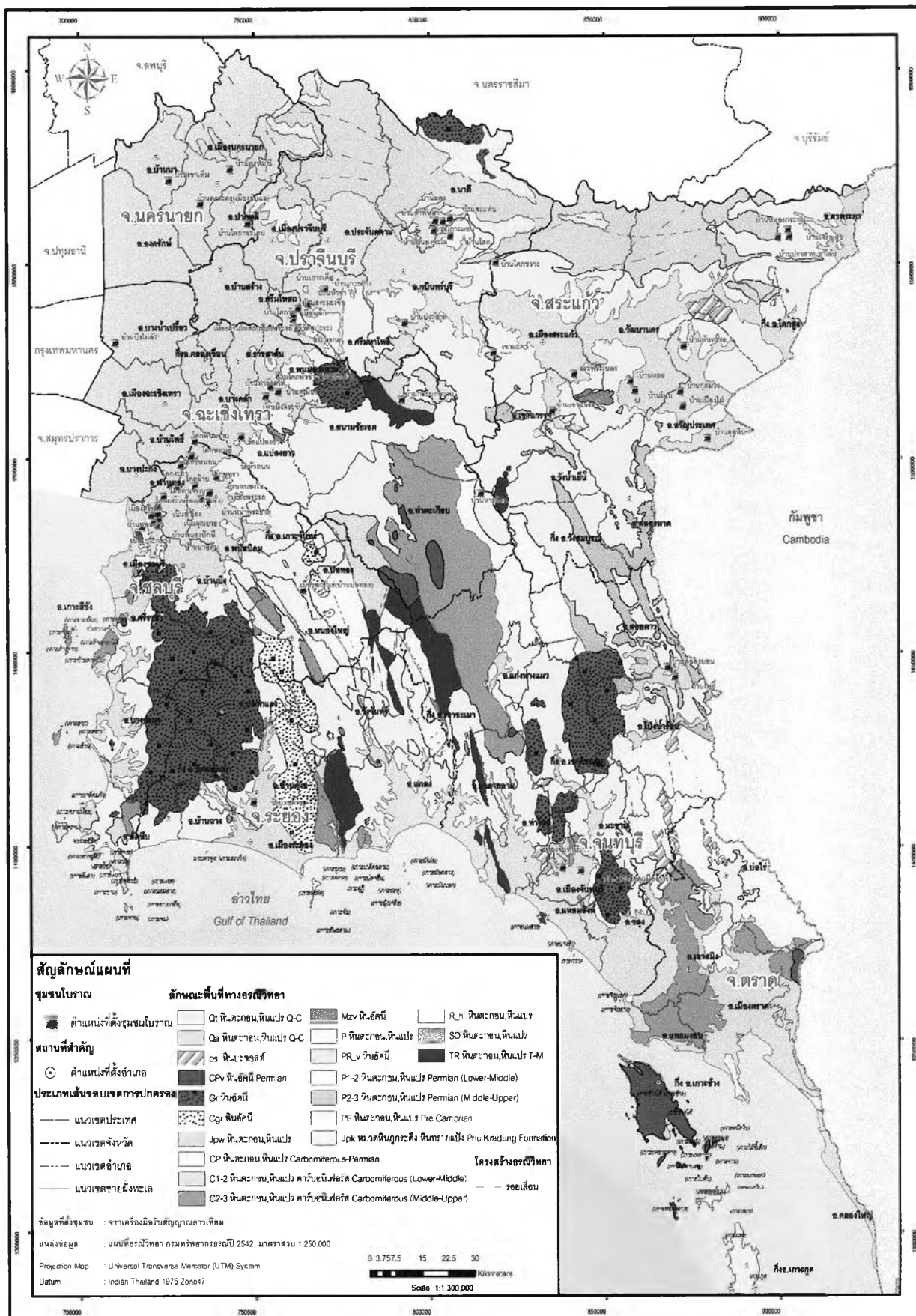
5.2.4 ทรัพยากรแหล่งน้ำ

เนื่องจากอายุสมัยของชุมชนโบราณที่นำมาศึกษา ได้กำหนดอายุสมัยช่วงยุคก่อนทวารวดี ถึงยุคทวารวดี พบหลักฐานว่าในยุคนี้มีการทำเกษตรกรรมแล้ว ดังนั้นทรัพยากรแหล่งน้ำจึงมีความสัมพันธ์กับชุมชนโบราณดังกล่าว จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของชุมชนโบราณจำนวน 64 แห่ง กับทรัพยากรแหล่งน้ำ โดยวิเคราะห์จากข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จากเพิ่มข้อมูลแผนที่แหล่งน้ำธรรมชาติชนิดรูปหลายเหลี่ยม และเพิ่มข้อมูลแผนที่แหล่งน้ำธรรมชาติชนิดเส้น นำมาวางซ้อนกับเพิ่มข้อมูลแผนที่ที่ตั้งชุมชนโบราณ (ดังภาพ 5.7) พบว่า มีการเลือกตั้งถิ่นฐานอยู่ห่างจากแหล่งน้ำต่างกัน (ดังตาราง 5.4) ดังนี้

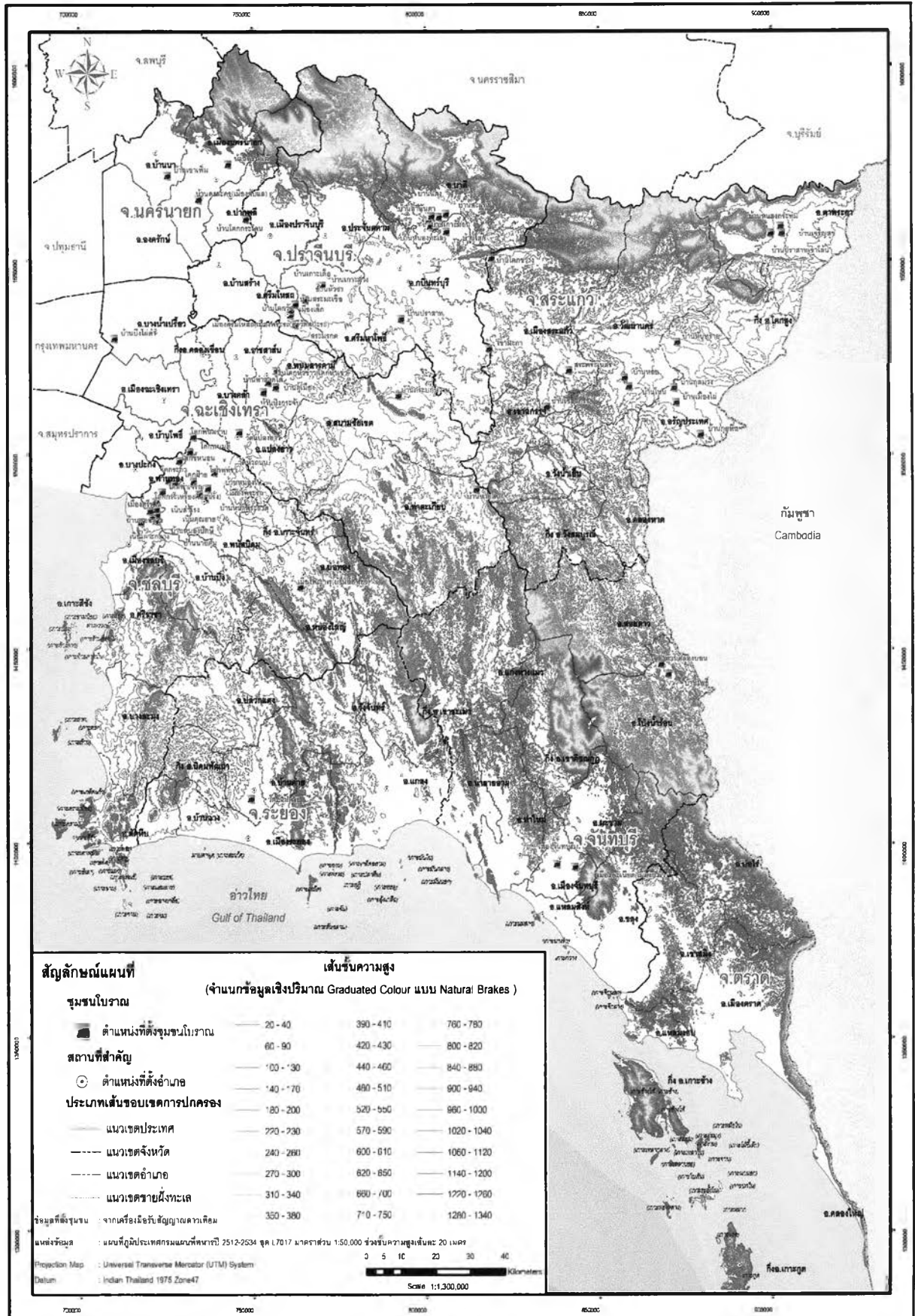
ตาราง 5.4 การวิเคราะห์ที่ตั้งชุมชนโบราณกับระยะห่างจากแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำที่ใกล้ที่สุด	จำนวนชุมชนโบราณ	ร้อยละ
≤ 500 m.	28	43.75
≤ 1 km.	12	18.75
2 - 5 km	18	28.13
<5 km	6	9.38
รวม	64	100

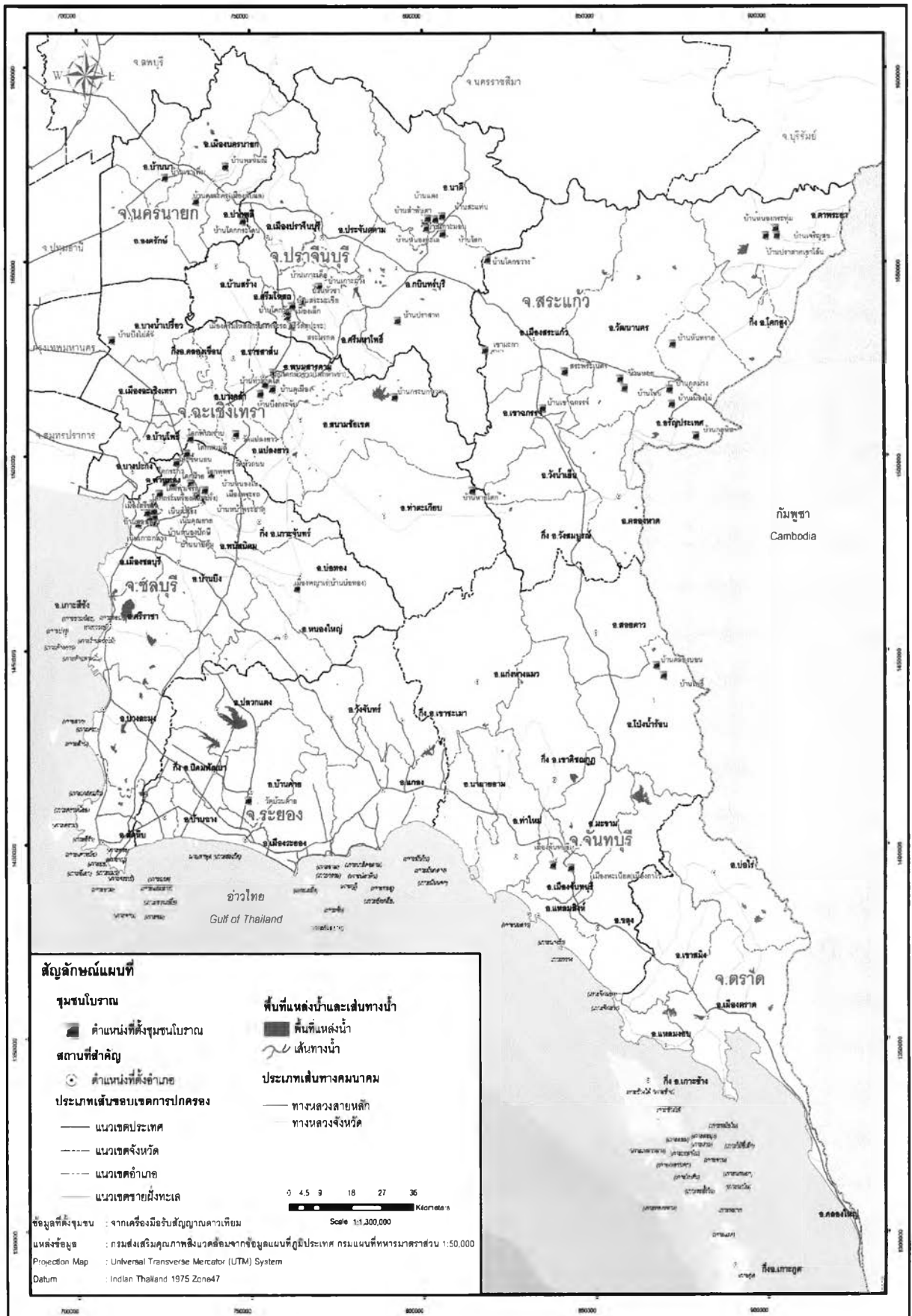
ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของชุมชนโบราณและแหล่งน้ำ พบว่าชุมชนโบราณมักตั้งถิ่นฐานบริเวณที่มีแหล่งน้ำอยู่ภายในรัศมีประมาณ 500 เมตร มากที่สุด ชุมชนโบราณหลายแห่งที่ตั้งอยู่จะมีความสัมพันธ์โดยตรงหรือทางอ้อมกับแหล่งน้ำนั้น คือ เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต และใช้เป็นเส้นทางคมนาคม อยู่ไม่ไกลจากที่ตั้งของชุมชนโบราณเหล่านั้นมากนัก นอกจากนี้ในระยะห่างออกมา เป็นบริเวณที่ลุ่มที่เคยมีทางน้ำจากทะเลเข้าไปถึง จากหลักฐานที่ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า มีความสัมพันธ์กับผลที่ได้จากการวิเคราะห์ นำมาอธิบายได้ว่า ในยุคนี้ โดยปกติการตั้งถิ่นฐานของชุมชนเกษตรกรรมที่ไม่มีการเคลื่อนย้ายนั้น มักเกิดในบริเวณที่ราบลุ่มใกล้กับแม่น้ำลำคลองเป็นส่วนใหญ่ โดยขุดคูน้ำและคันดินรูปกลมติดกับลำน้ำเพื่ออาศัยลำน้ำเป็นคูธรรมชาติด้านหนึ่ง เพราะการสร้างชุมชนโบราณอยู่ใกล้ลำน้ำนั้น อาศัยบริเวณที่สูงริมลำน้ำที่เกิดจากการทับถมของโคลนตะกอนผสมกับดินที่ได้ขุดคูน้ำ ล้อมให้กลายเป็นที่สูง เหมาะแก่การสร้างที่อยู่อาศัย ในขณะที่เดียวกันก็อาศัยน้ำที่มากับลำน้ำนั้นเลี้ยงคูน้ำรอบชุมชน ใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภค การดำรงชีวิต และประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น ใช้ในการเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ ใช้เป็นเส้นทางคมนาคมติดต่อระหว่างชุมชนใกล้เคียง ใช้เป็นคูเมืองเพื่อกำหนดอาณาเขตของชุมชน และใช้ป้องกันข้าศึกที่เข้ามารุกรานได้ ชุมชนโบราณที่ตั้งอยู่ห่างจากลำน้ำ ใช้การขุดคูน้ำหรือร่องน้ำเพื่อนำน้ำเข้ามาในชุมชน นอกจากนั้น ก็จะมีการขุดสระน้ำเพื่อกักเก็บน้ำไว้ในฤดูแล้ง จากผลการวิเคราะห์โดยสรุป ปรากฏให้เห็นว่าการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ถึงบางบริเวณจะอยู่ไกลจากแหล่งทรัพยากรน้ำ แต่ก็จะต้องอยู่ไม่ไกลเกินกว่า 5-8 กิโลเมตร ถ้าอยู่ไกลขึ้นมาในบริเวณที่เป็นพื้นที่สูง เช่น เขิงเขาหรือลาดเขา ก็จะเป็นบริเวณที่มีแม่น้ำลำคลองไหลผ่านหรือเป็นต้นน้ำ มีการขุดสระน้ำไว้กักเก็บน้ำขึ้นทดแทน



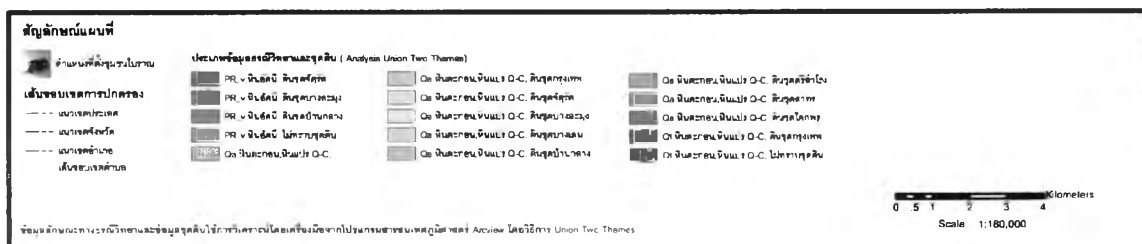
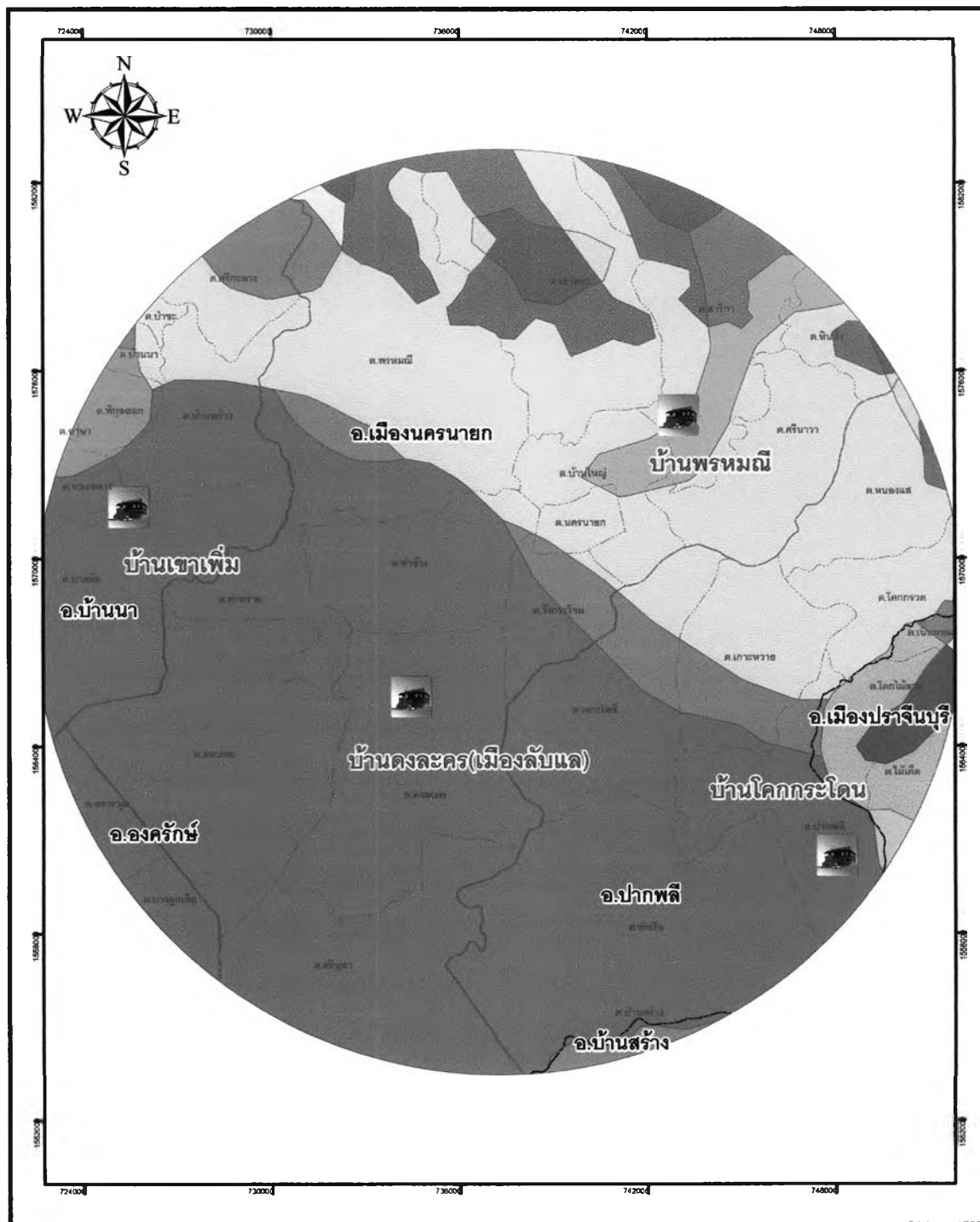
ภาพที่ 5.4 แผนที่ลักษณะทางธรณีวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



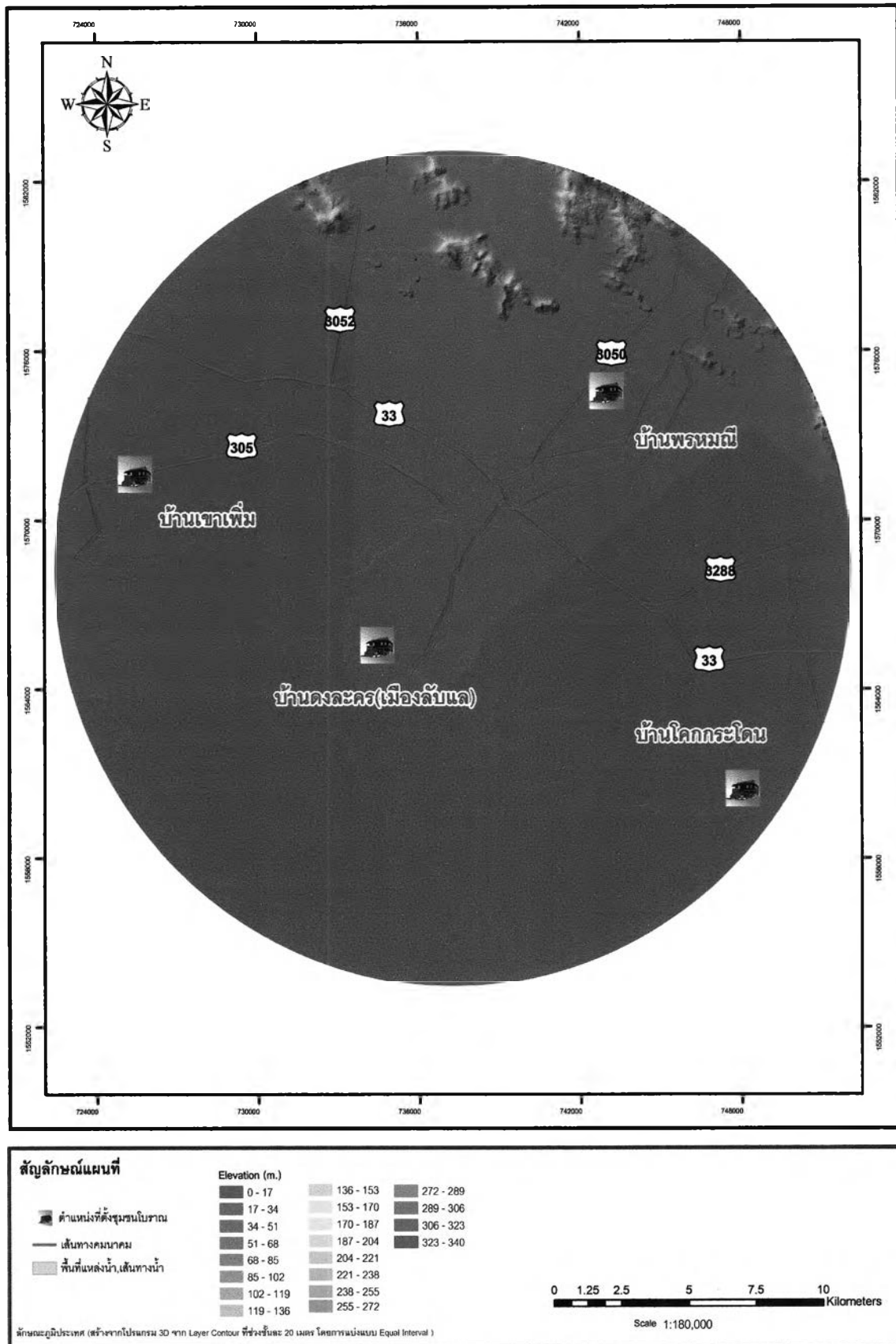
ภาพที่ 5.5 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



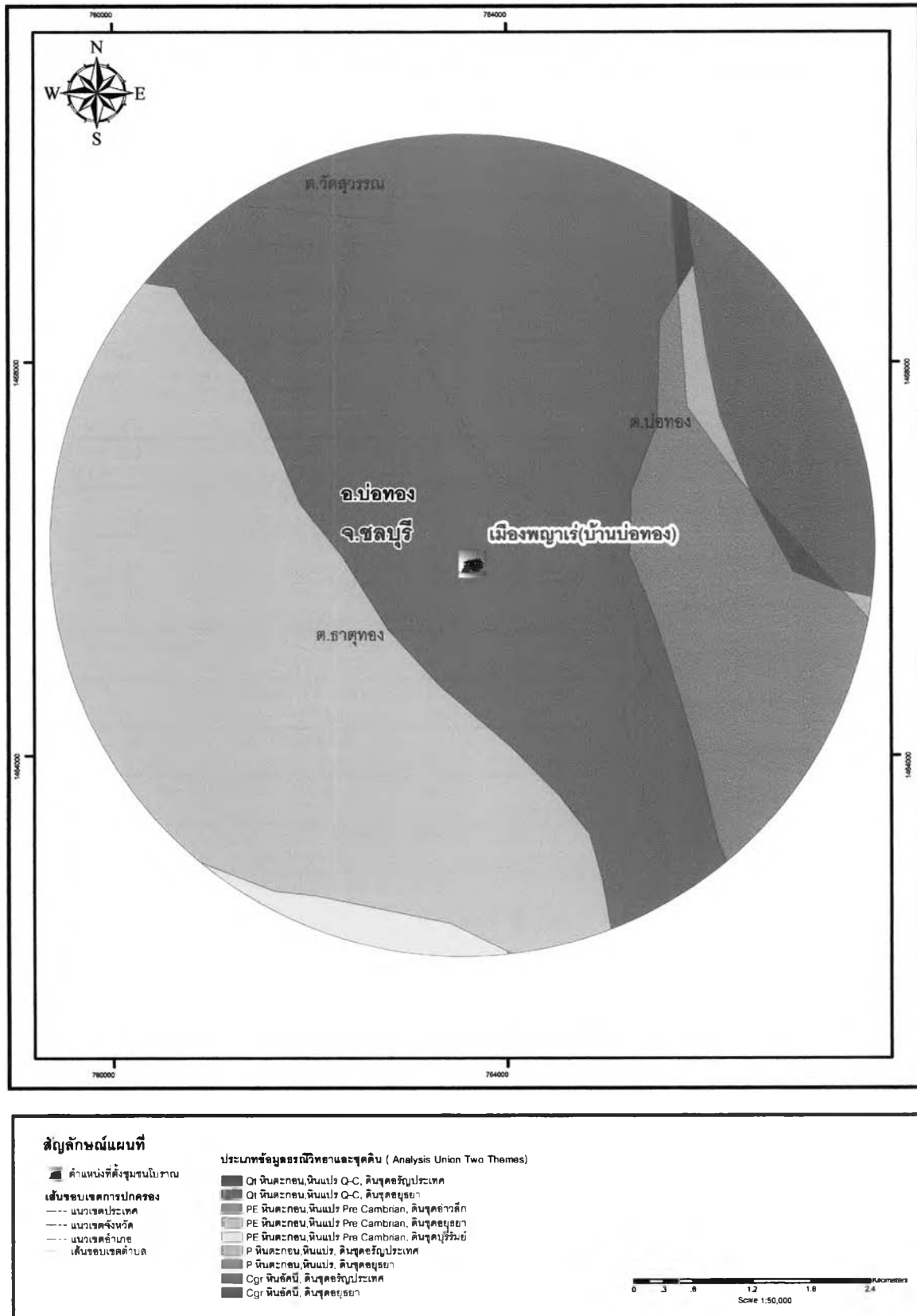
ภาพที่ 5.7 แผนที่แหล่งน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



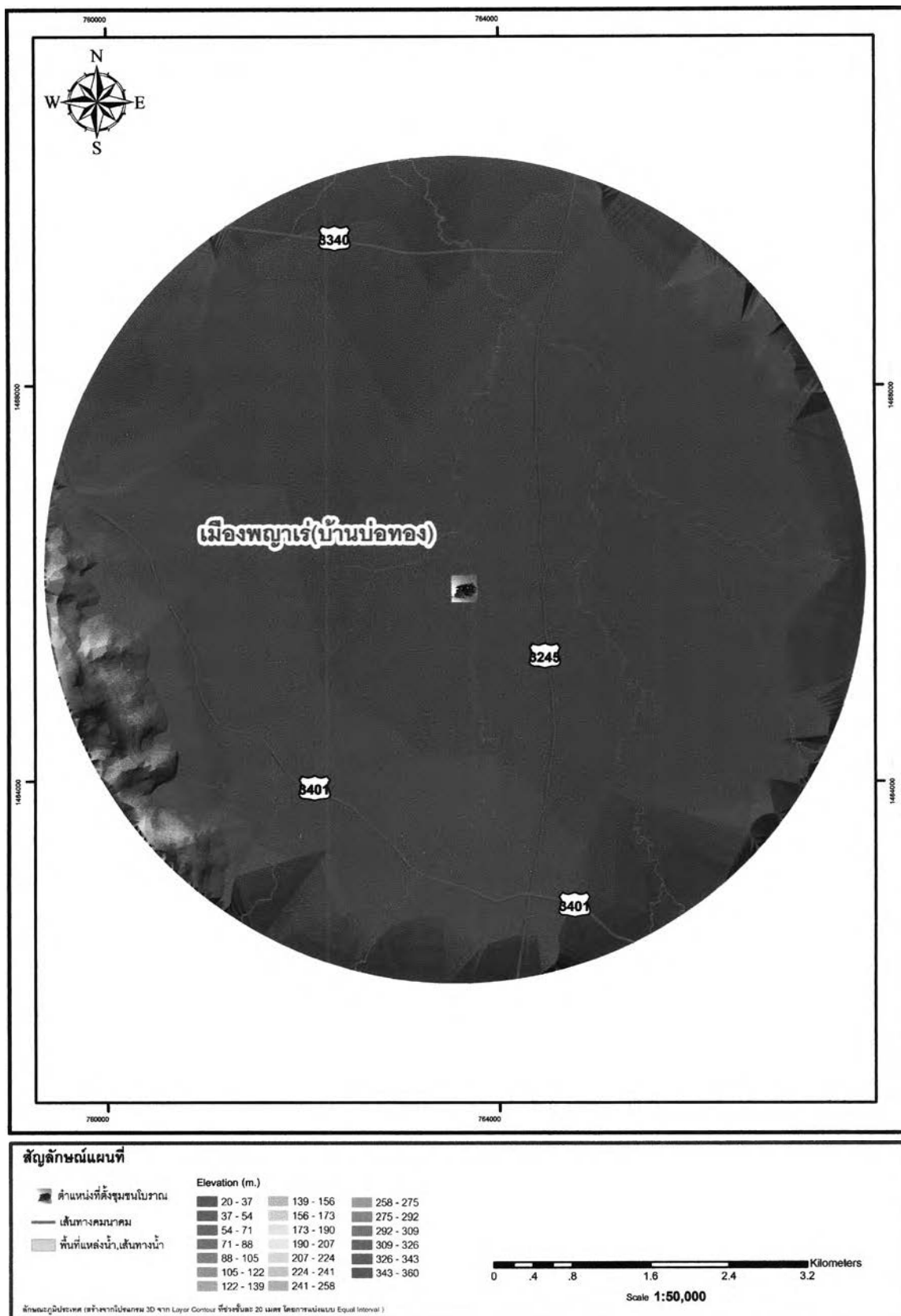
ภาพที่ 5.8 การวิเคราะห์ข้อมูลธรณีวิทยาและชุดดิน จ.นครนายก



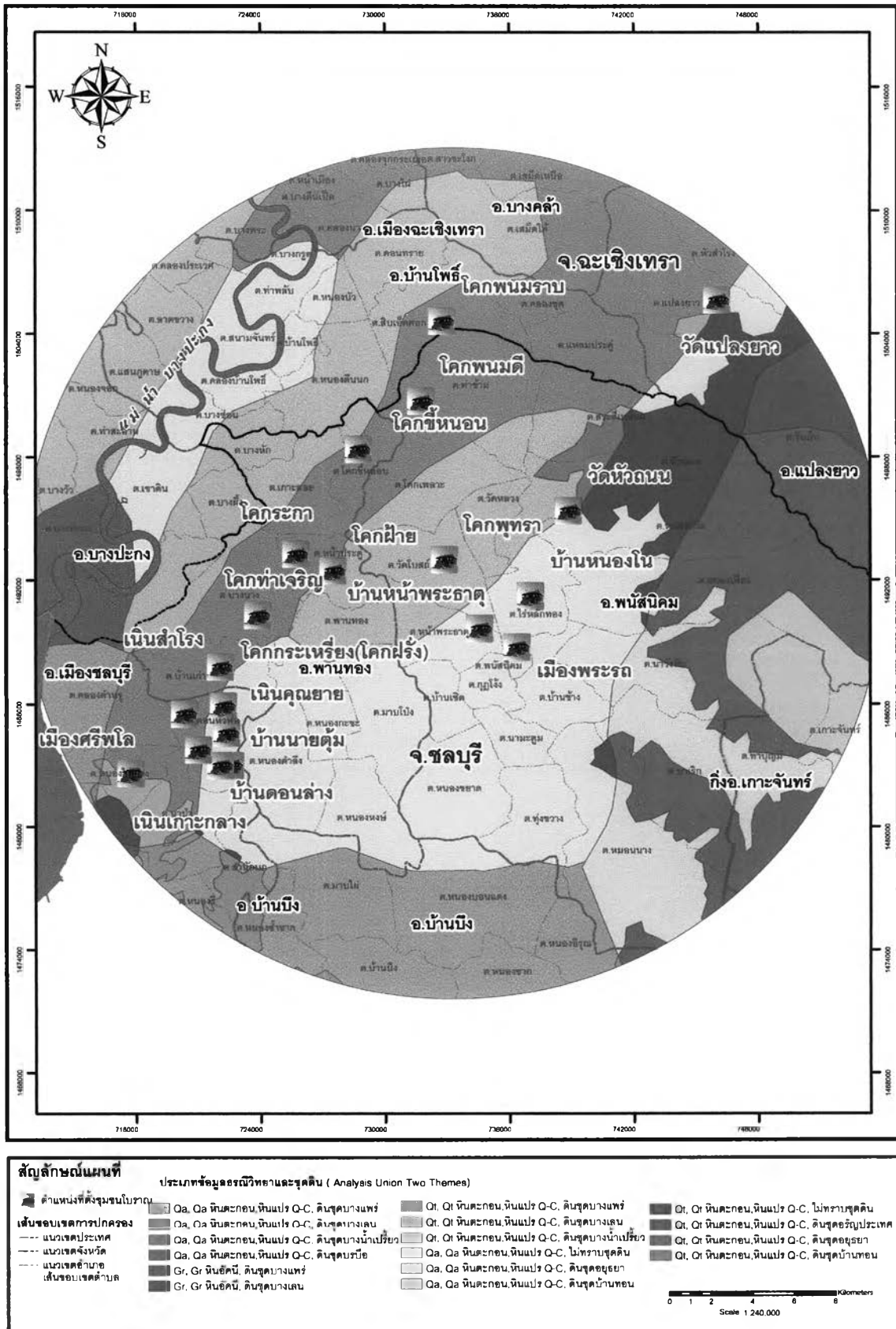
ภาพที่ 5.9 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ. นครนายก



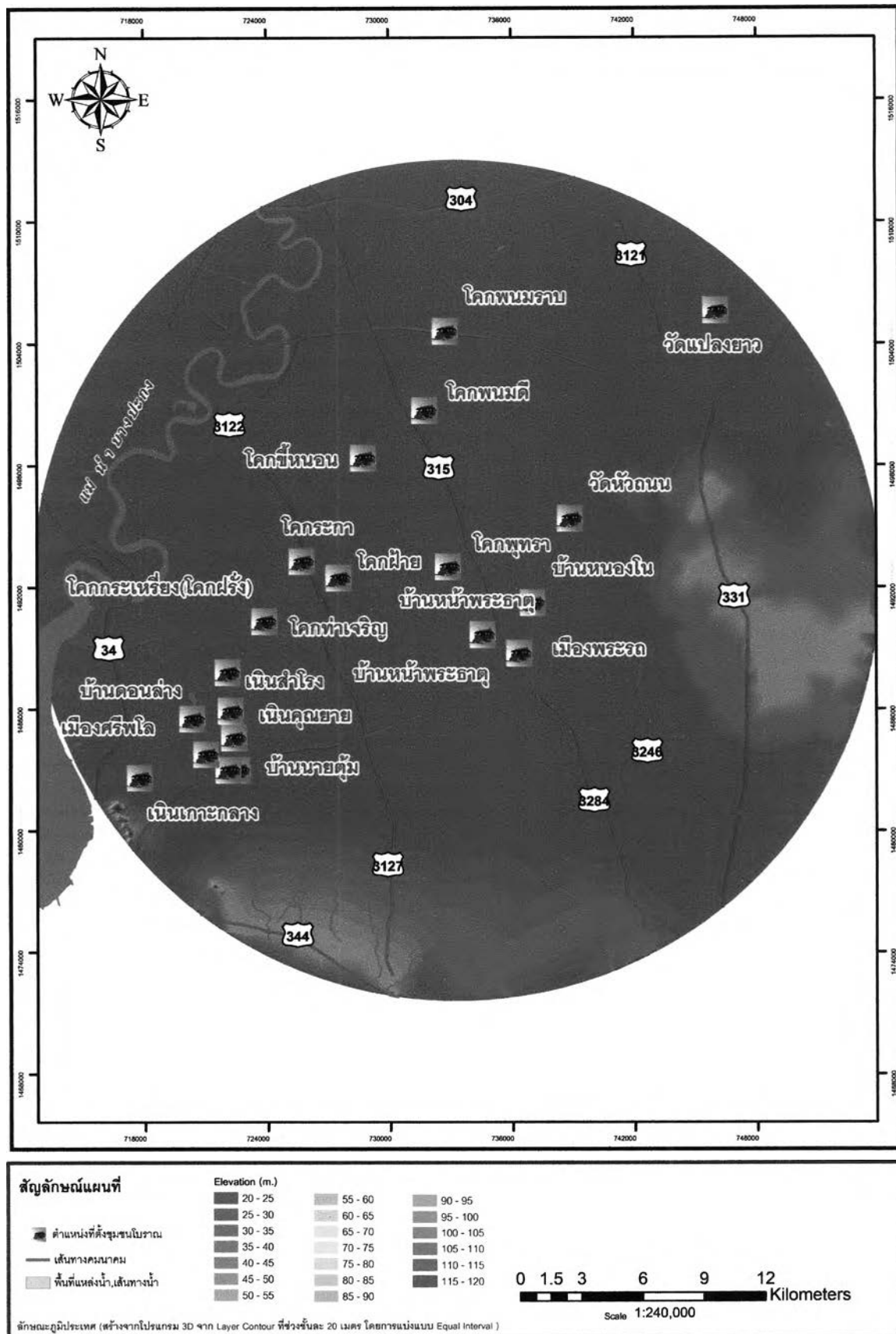
ภาพที่ 5.10 การวิเคราะห์ข้อมูลธรณีวิทยาและชุดดิน จ.ชลบุรี



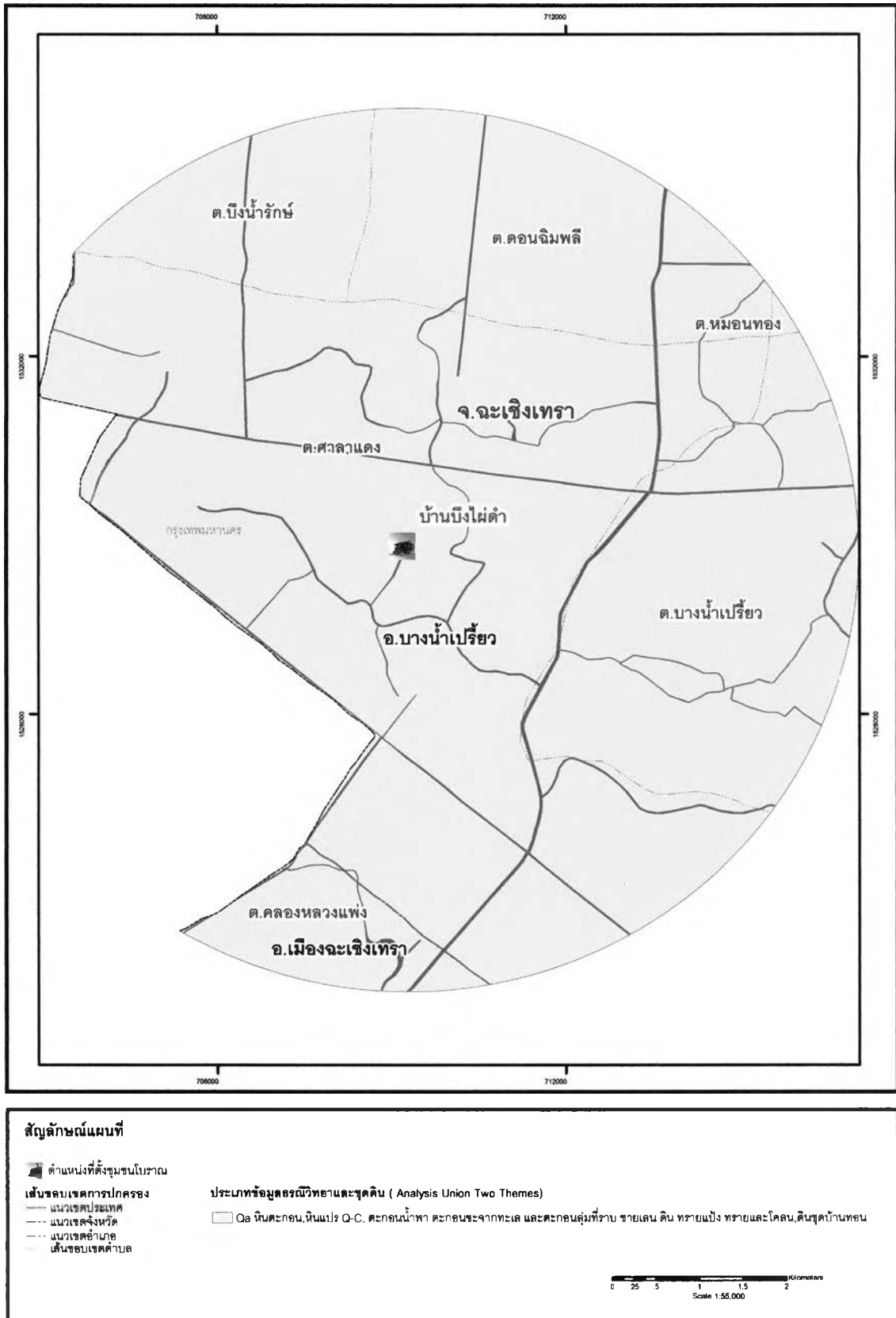
ภาพที่ 5.11 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ.ชลบุรี



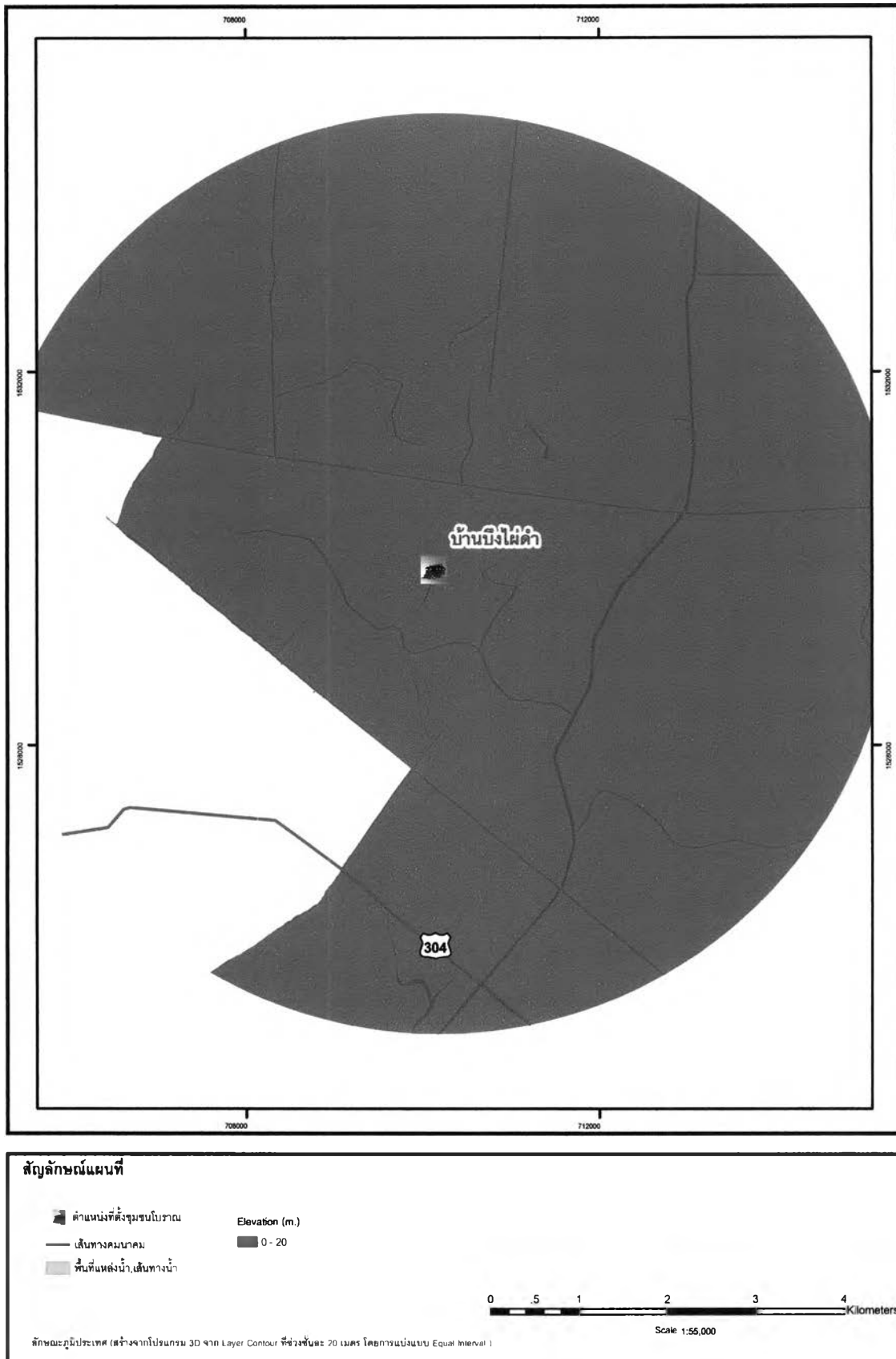
ภาพที่ 5.12 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาและชุดดิน จ. ชลบุรี – จ. ฉะเชิงเทรา



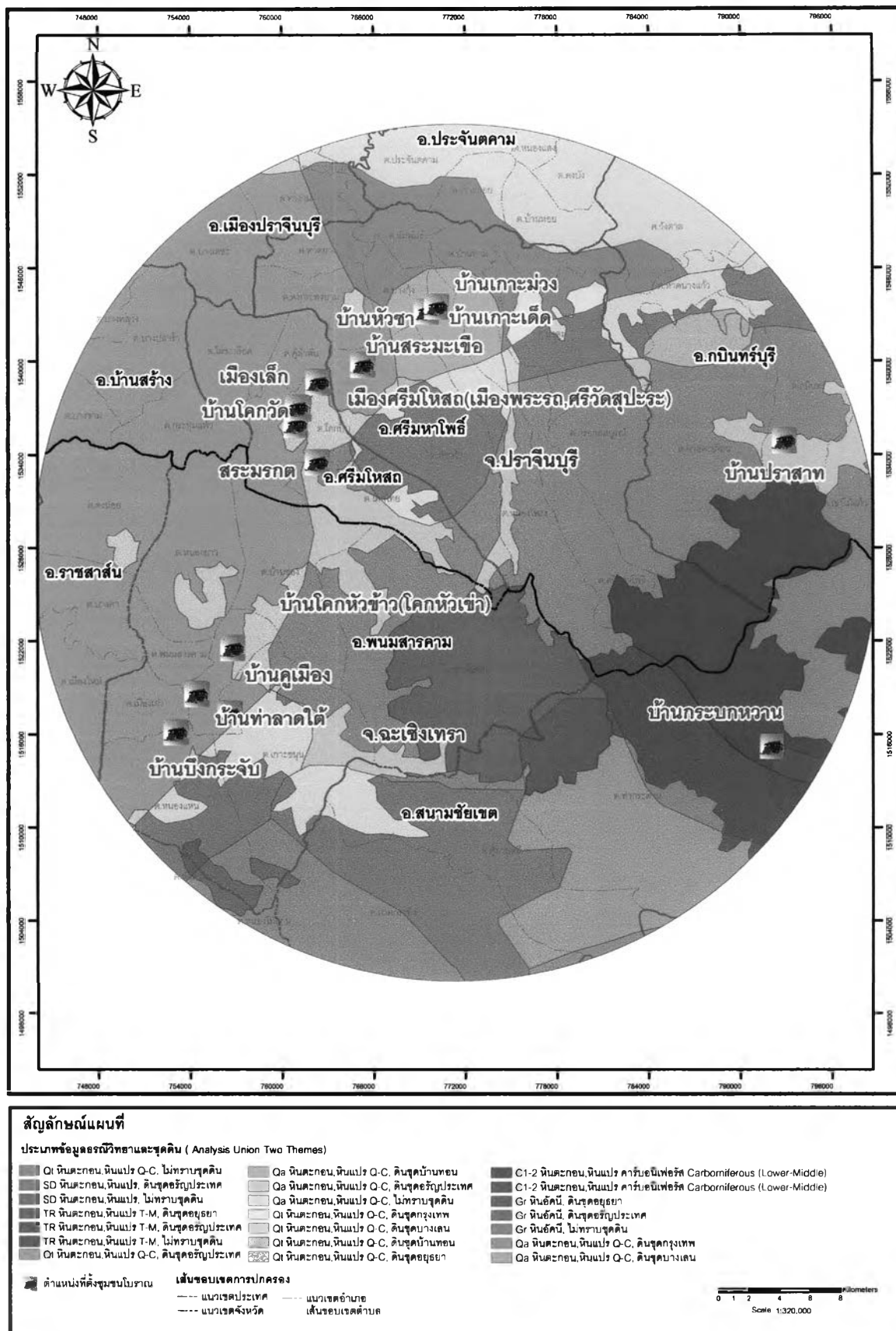
ภาพที่ 5.13 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ.ชลบุรี - จ.ฉะเชิงเทรา



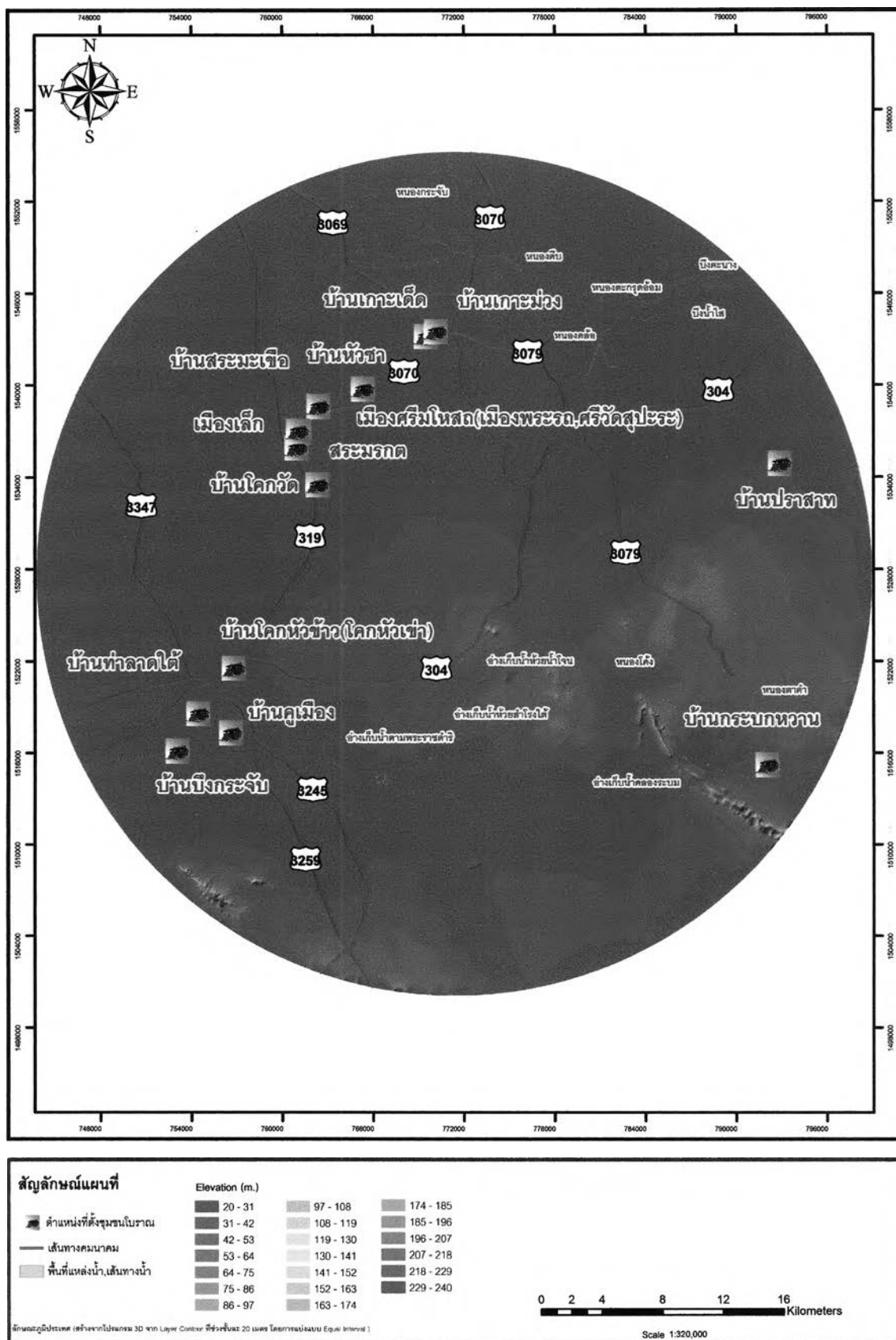
ภาพที่ 5.14 การวิเคราะห์ข้อมูลธรณีวิทยาและชุดดิน จ.ฉะเชิงเทรา



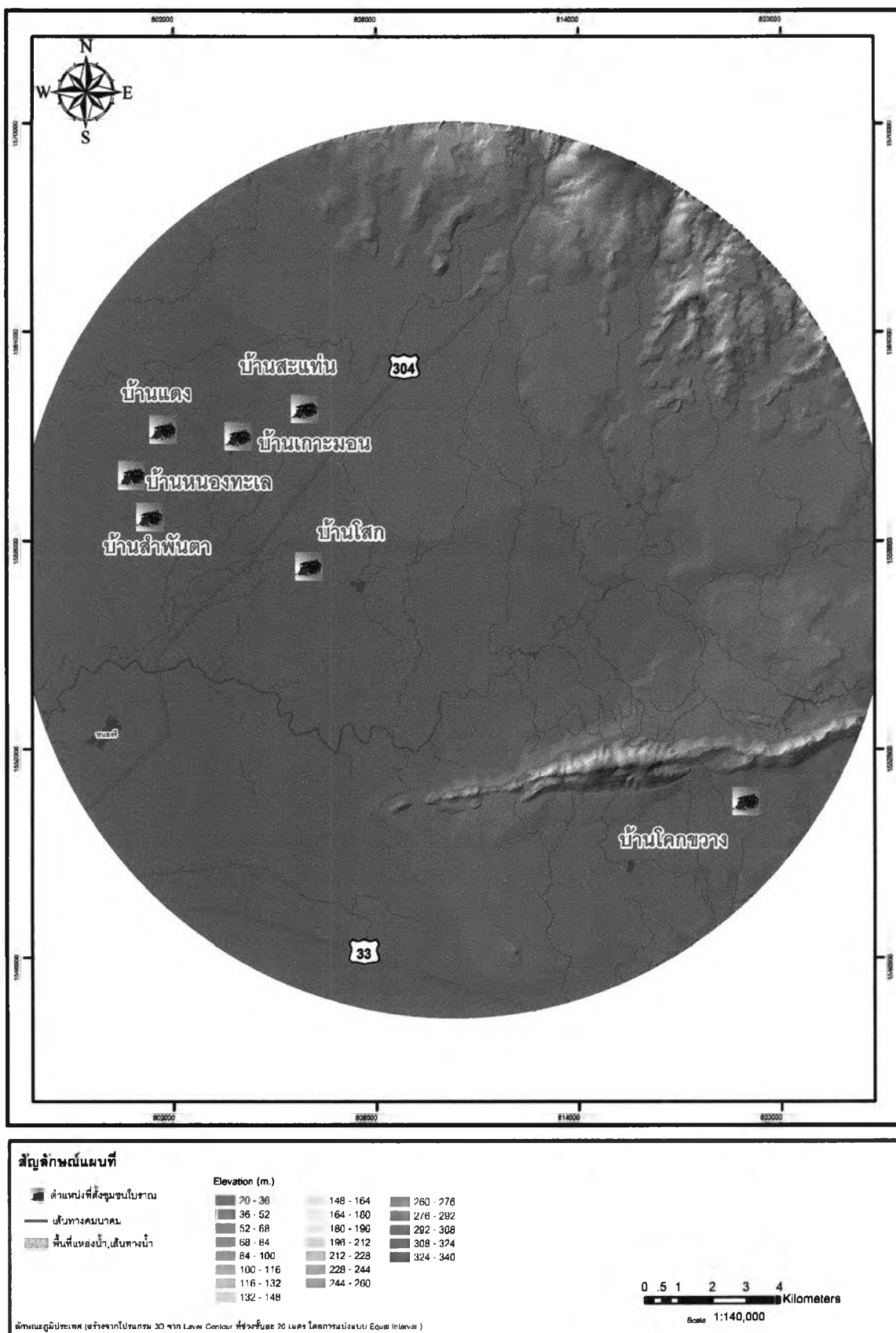
ภาพที่ 5.15 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ.ฉะเชิงเทรา



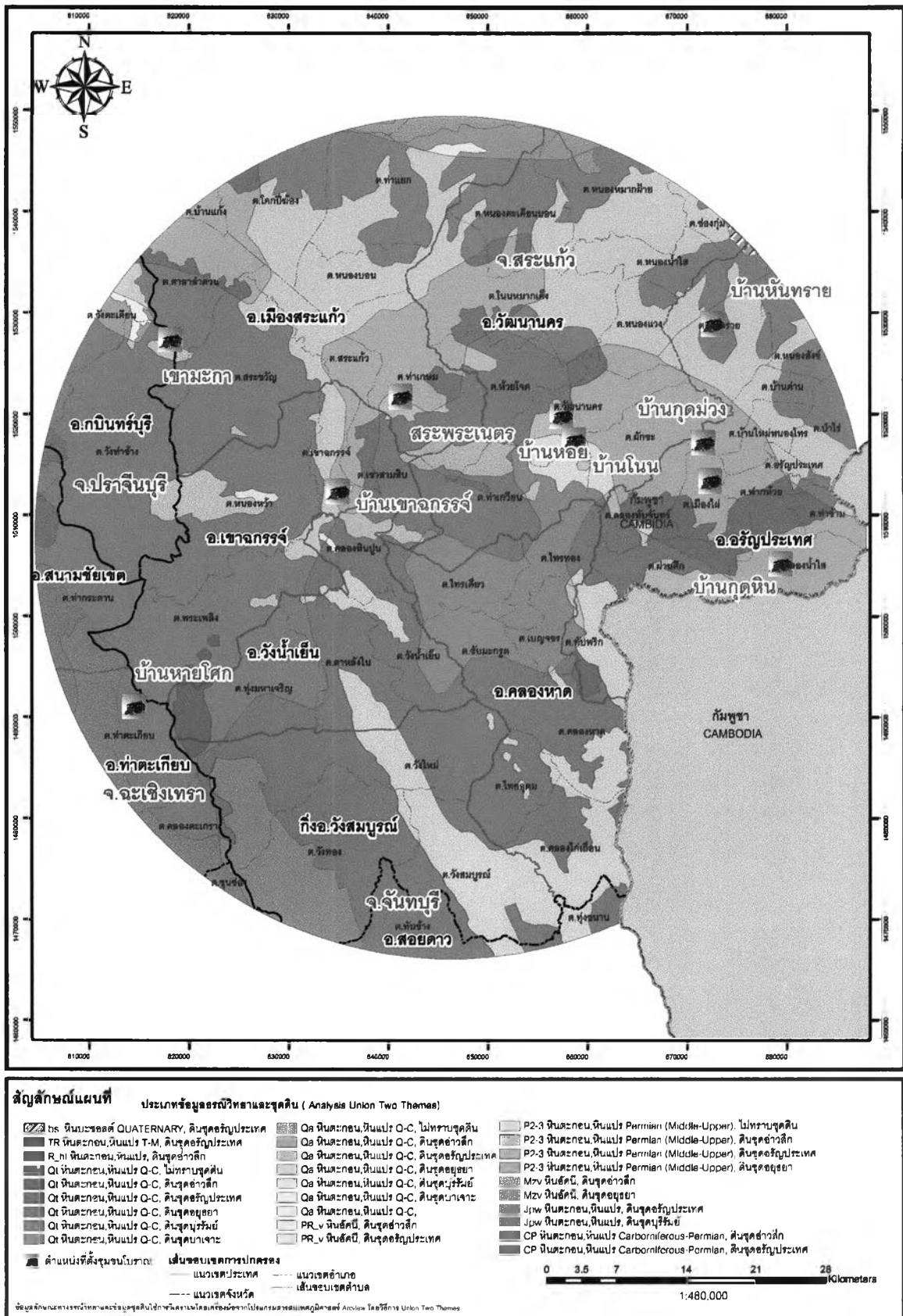
ภาพที่ 5.16 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาและชุดดิน จ.ฉะเชิงเทรา - จ.ปราจีนบุรี



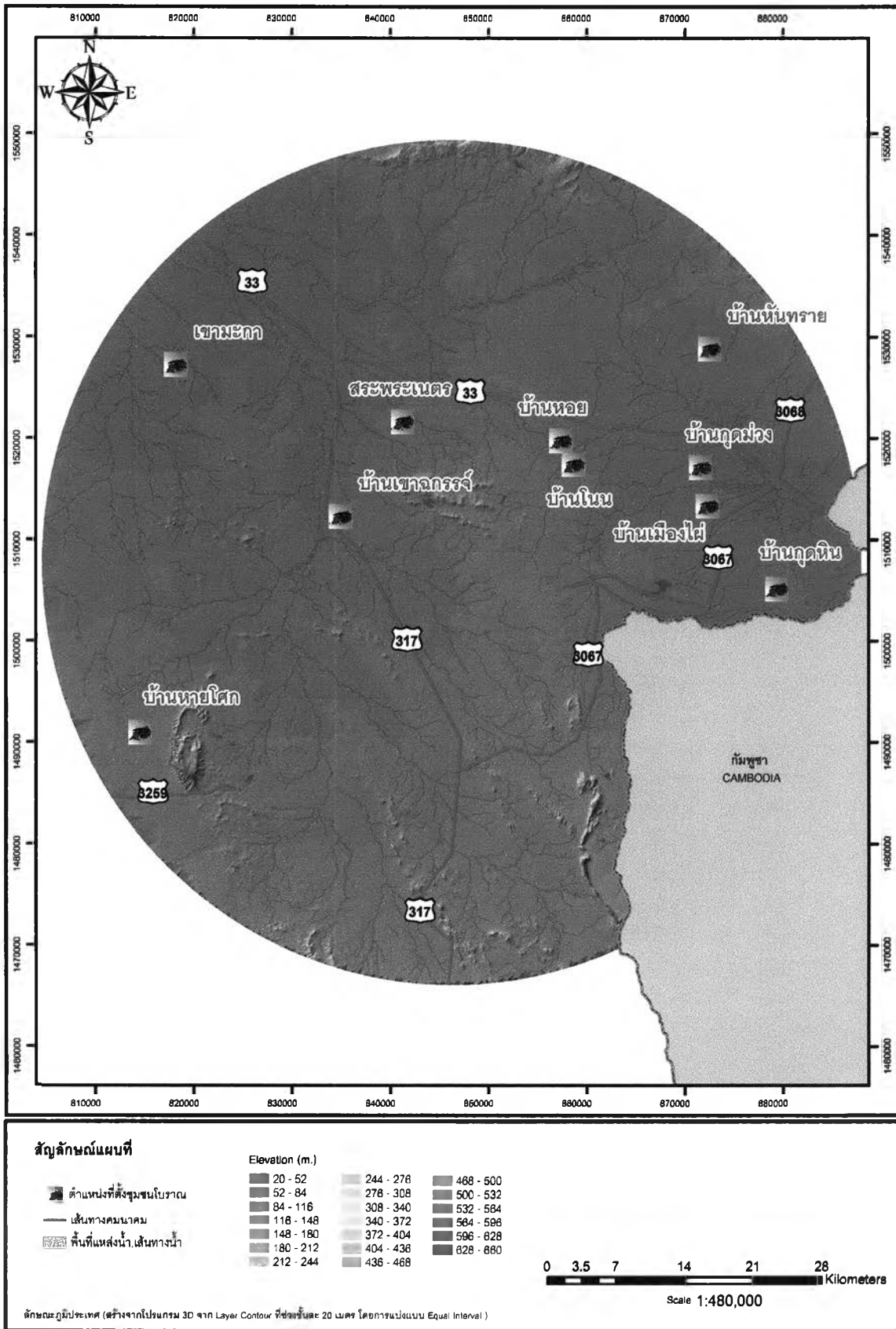
ภาพที่ 5.17 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ.ฉะเชิงเทรา - จ.ปราจีนบุรี



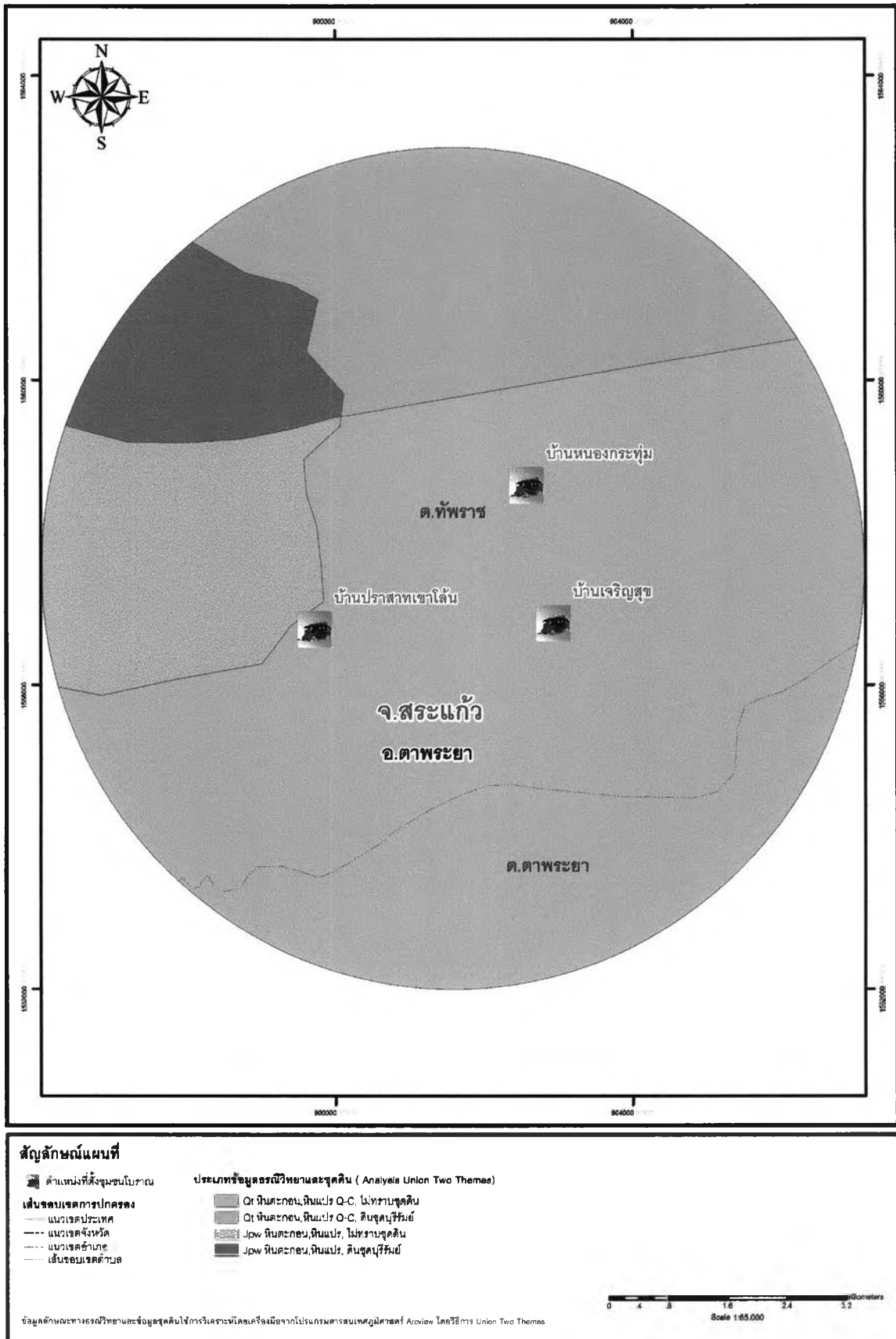
ภาพที่ 5.19 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ.ปราจีนบุรี



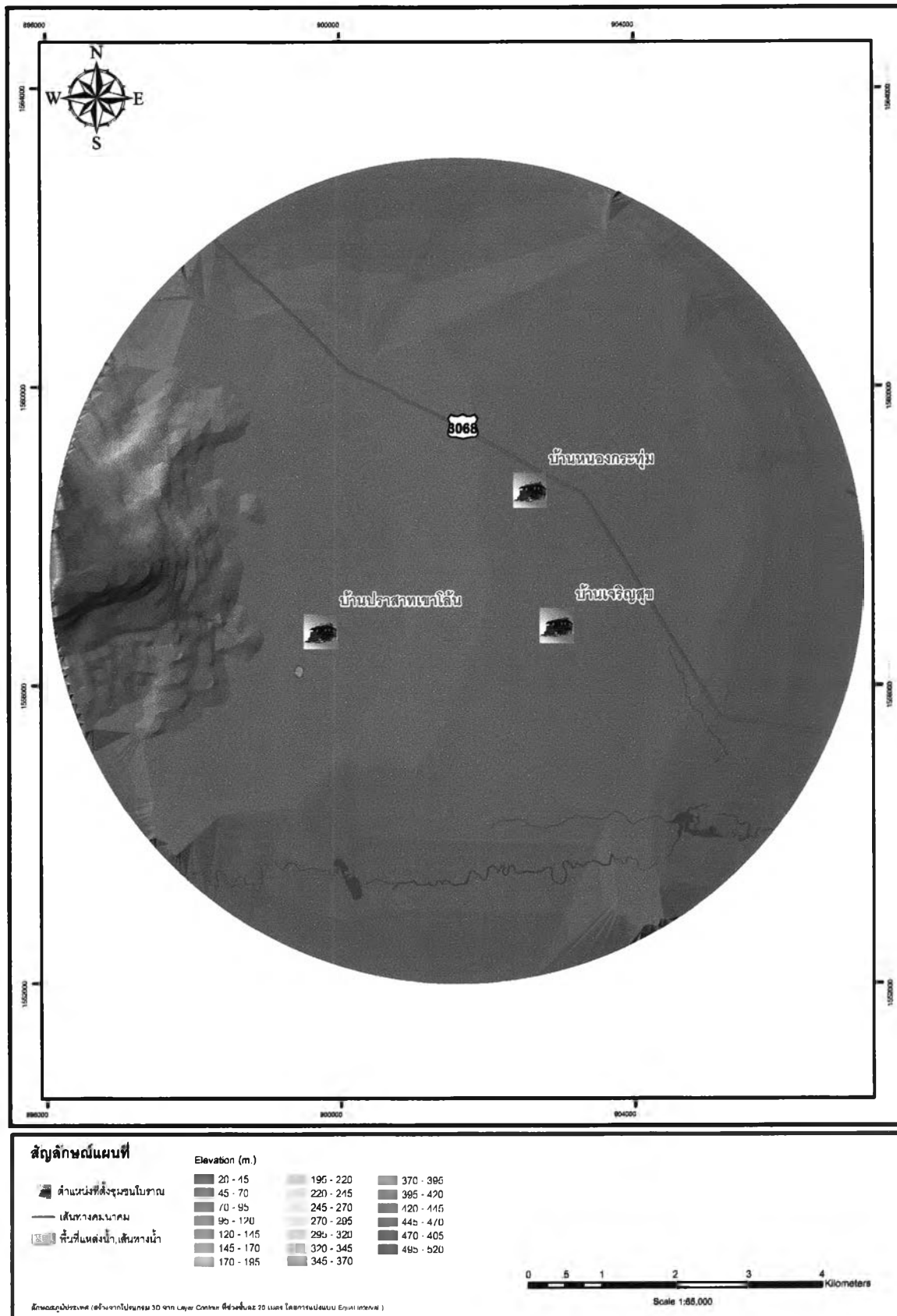
ภาพที่ 5.20 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาและชุดหิน จ.สระแก้ว



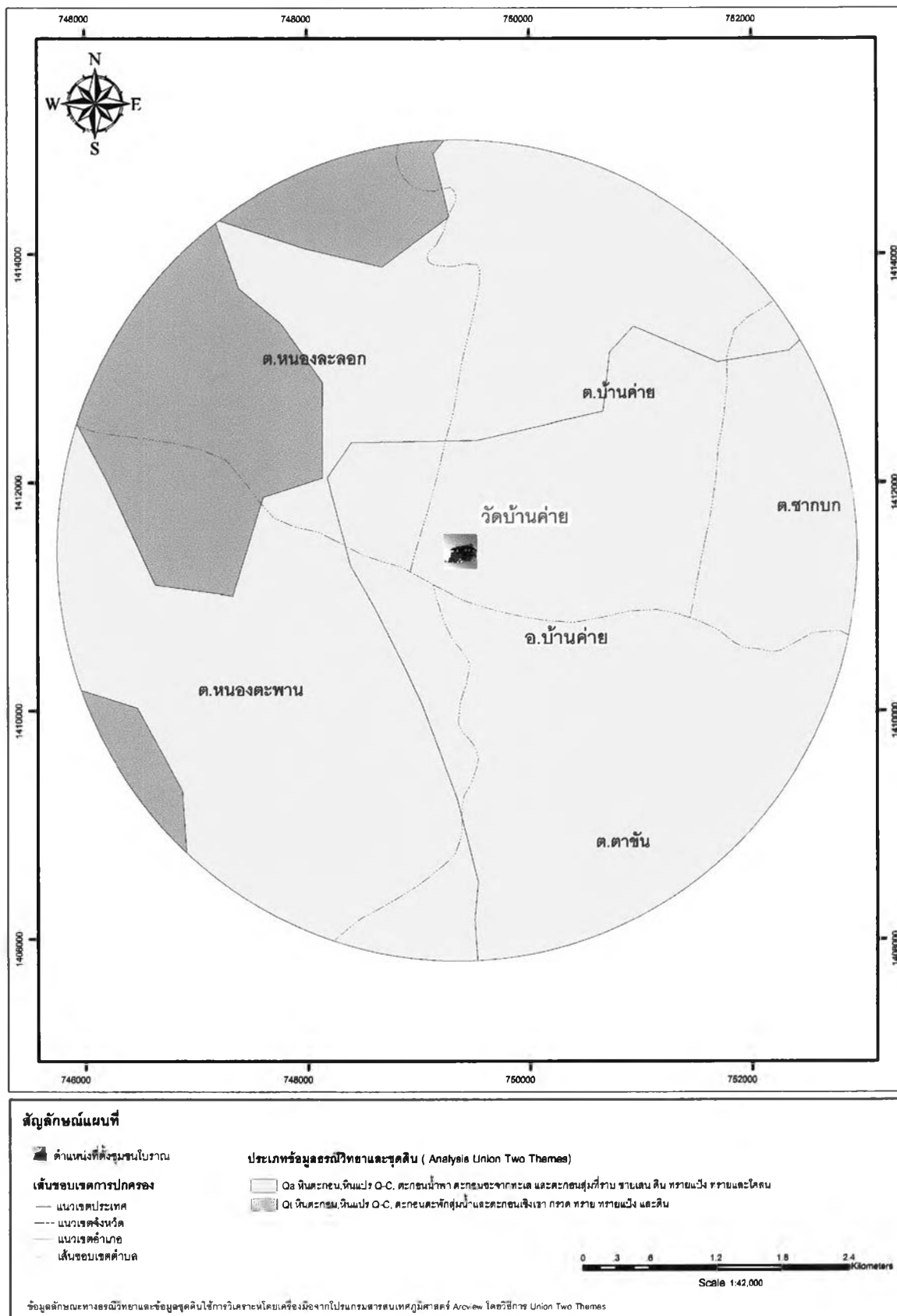
ภาพที่ 5.21 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ.สระแก้ว



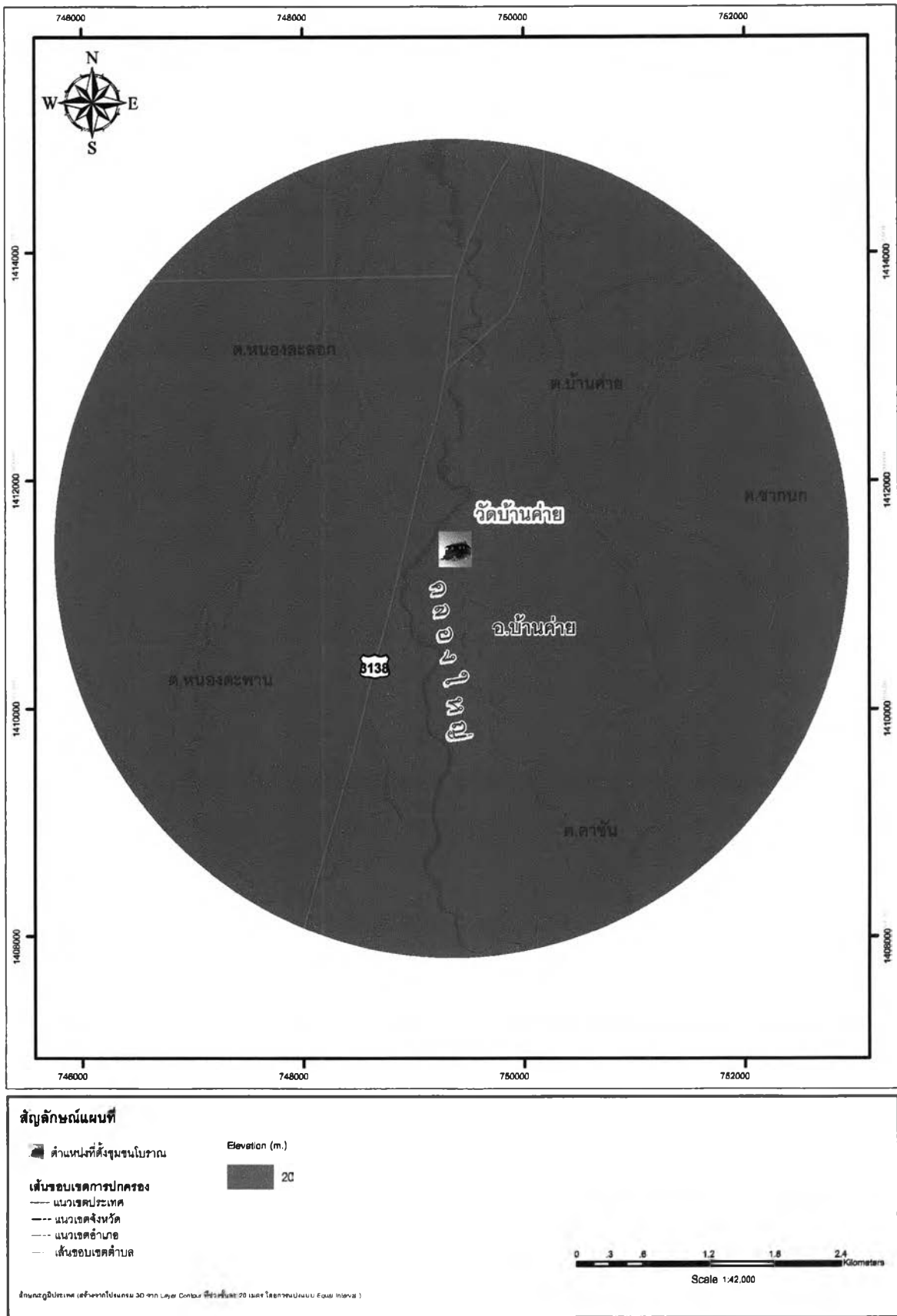
ภาพที่ 5.22 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาและชุดดิน จ.สระแก้ว



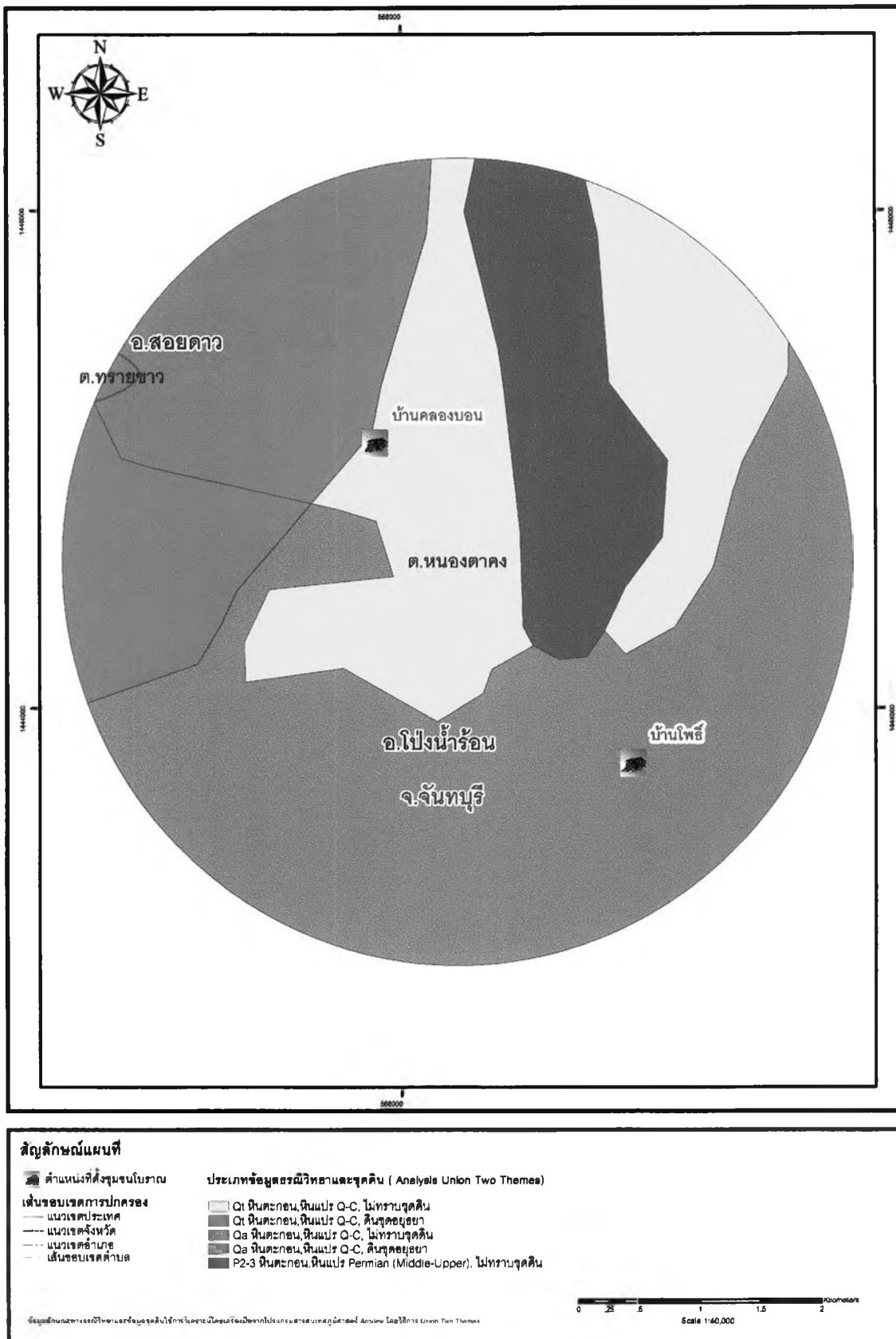
ภาพที่ 5.23 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ.สระแก้ว



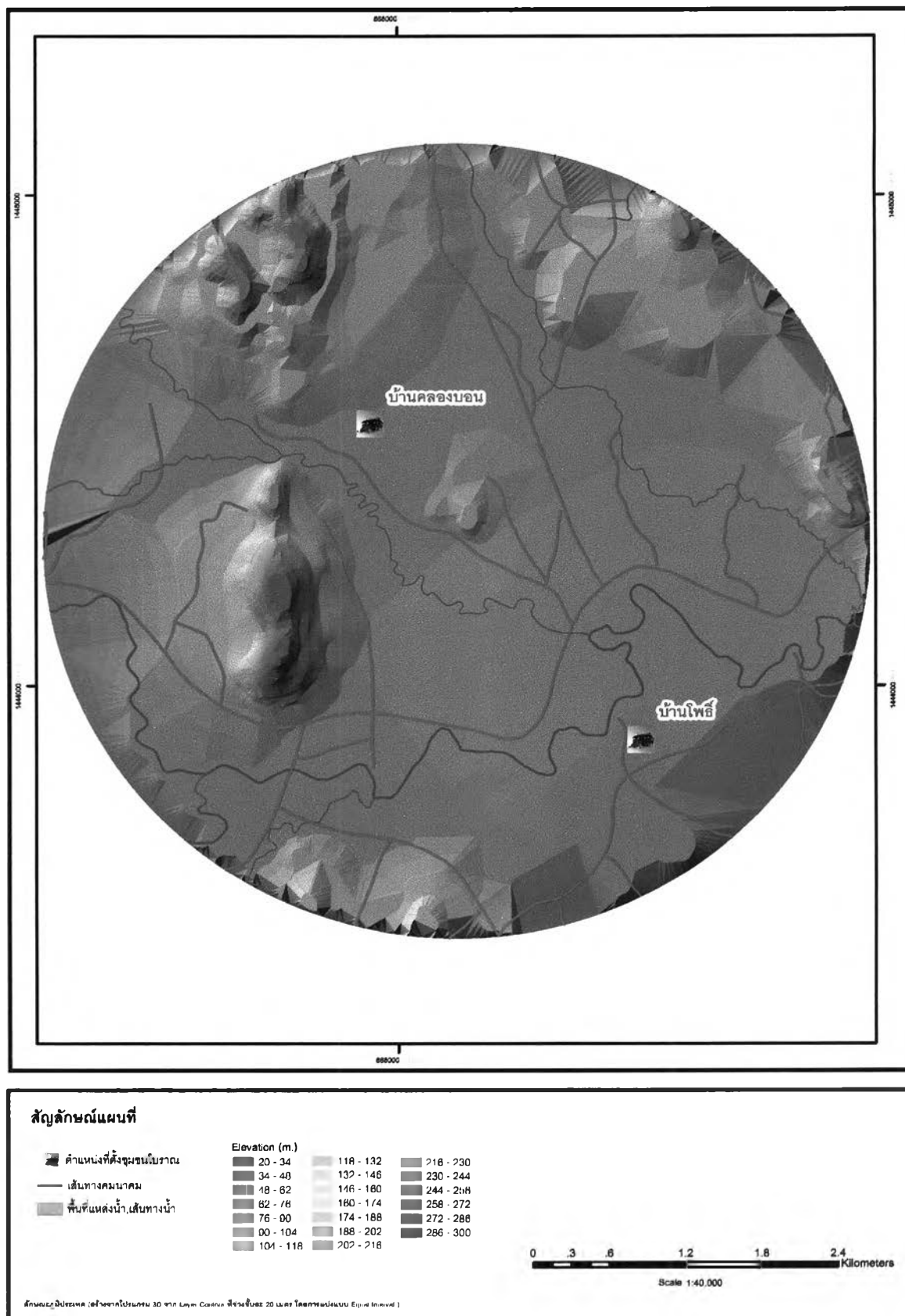
ภาพที่ 5.24 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาและชุดดิน จ.ระยอง



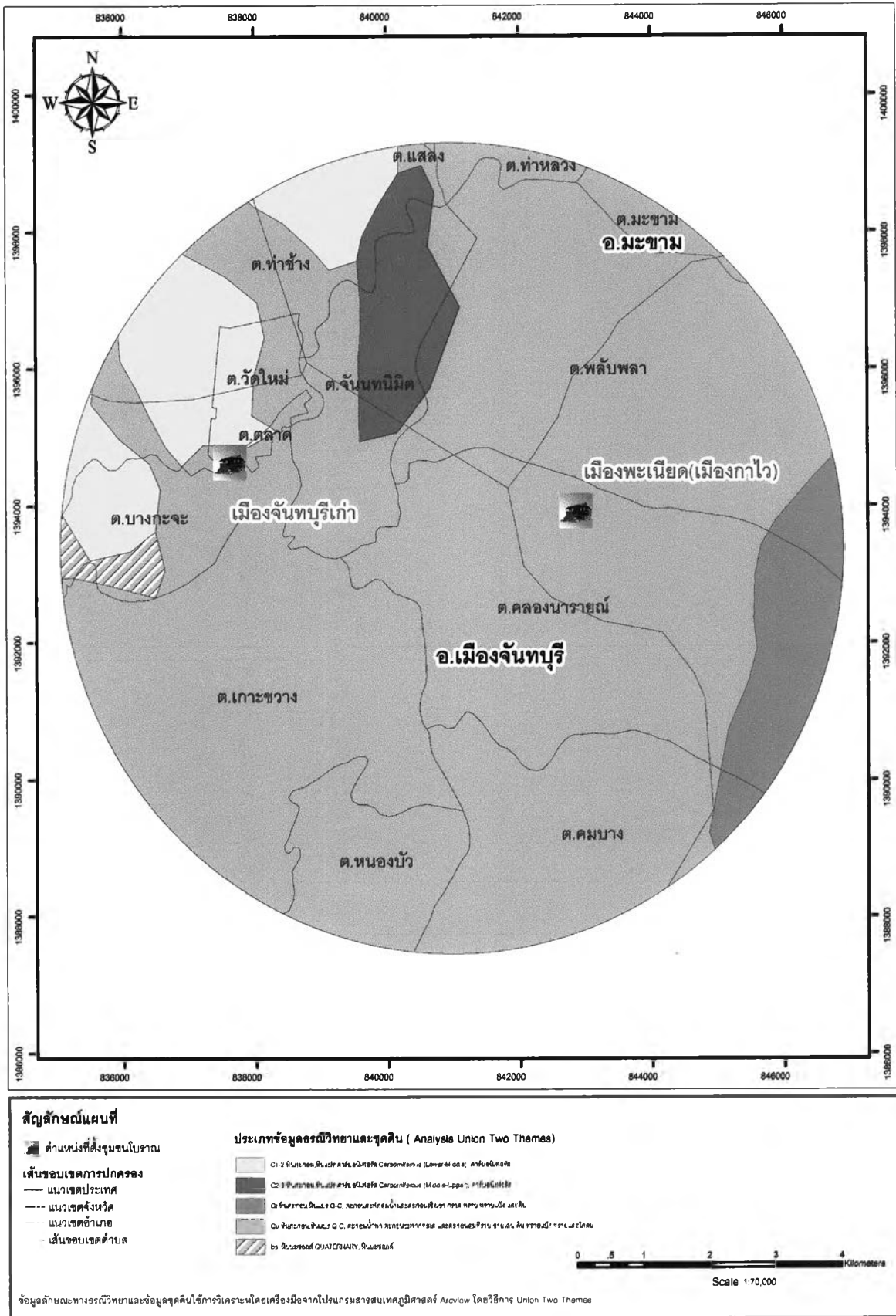
ภาพที่ 5.25 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ.ระยอง



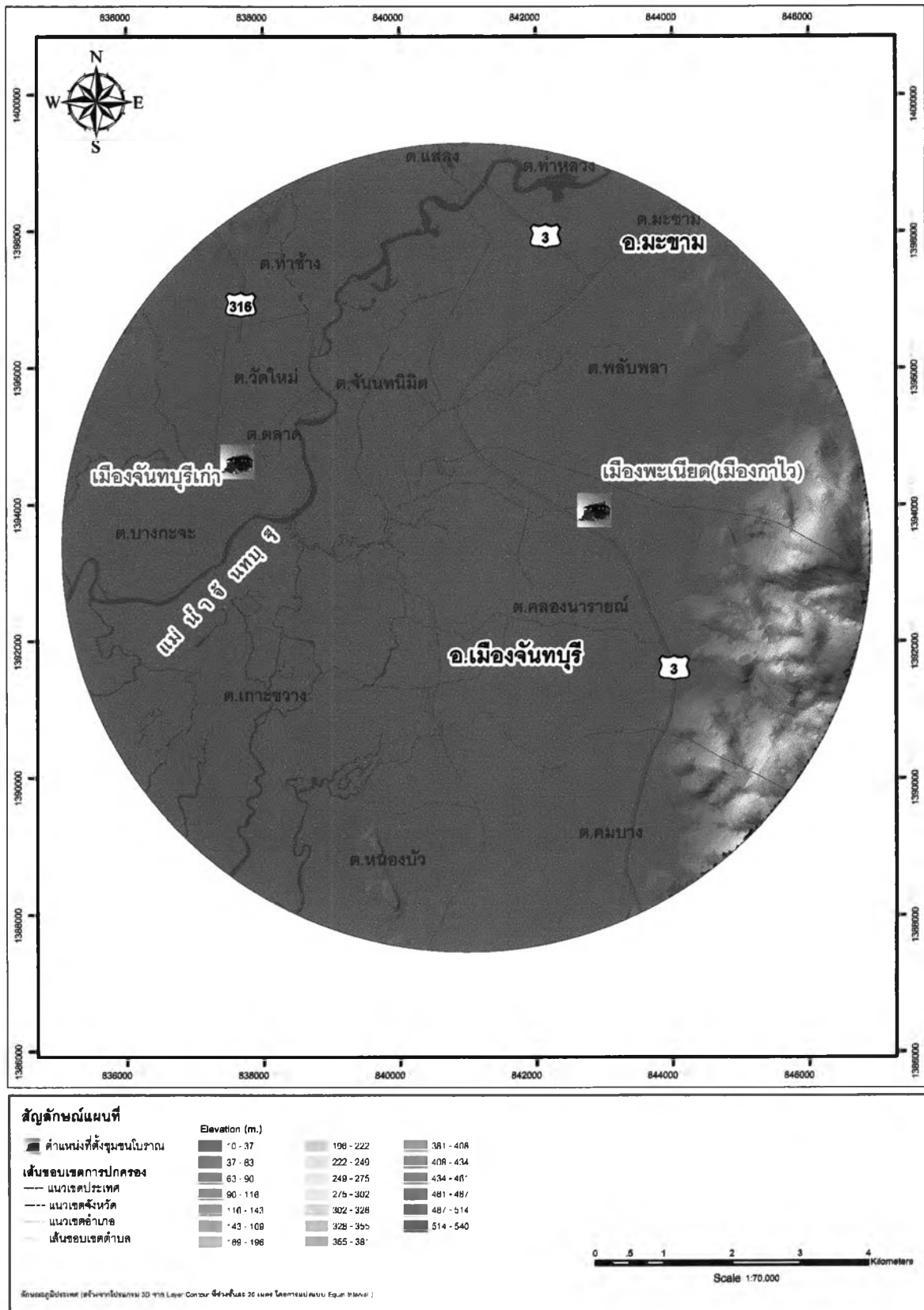
ภาพที่ 5.26 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาและชุดดิน จ.จันทบุรี



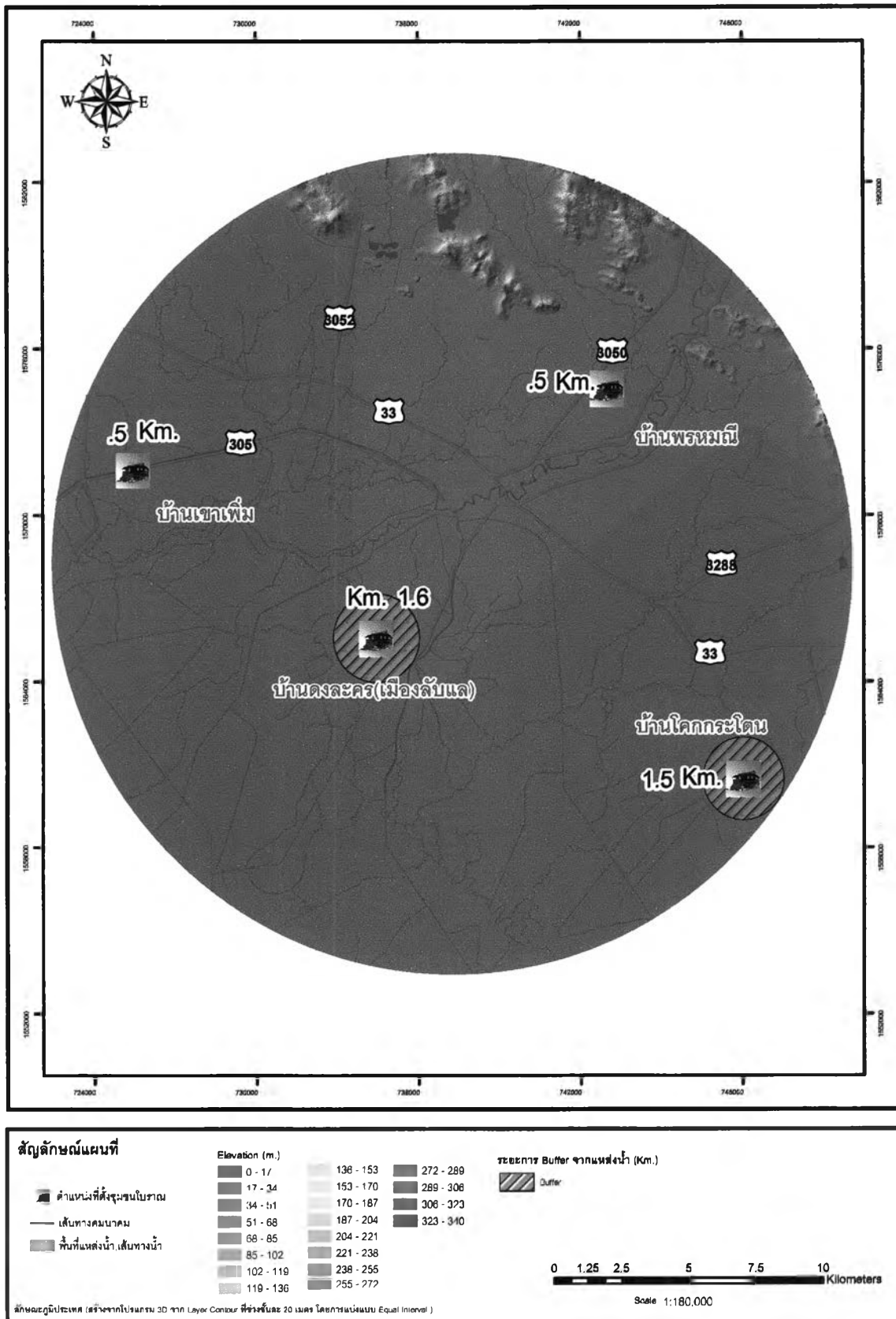
ภาพที่ 5.27 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ.จันทบุรี



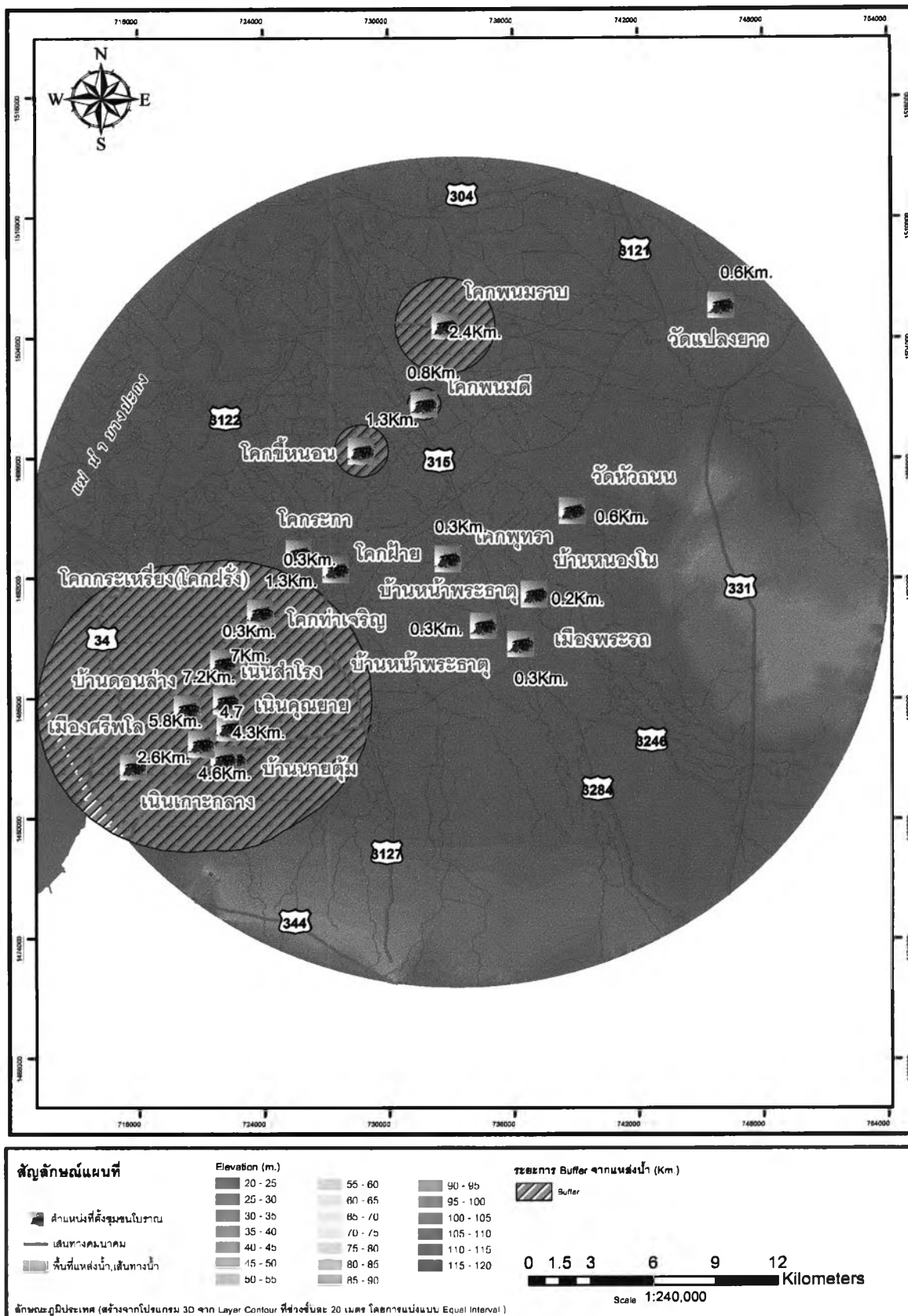
ภาพที่ 5.28 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาและชุดดิน จ.จันทบุรี



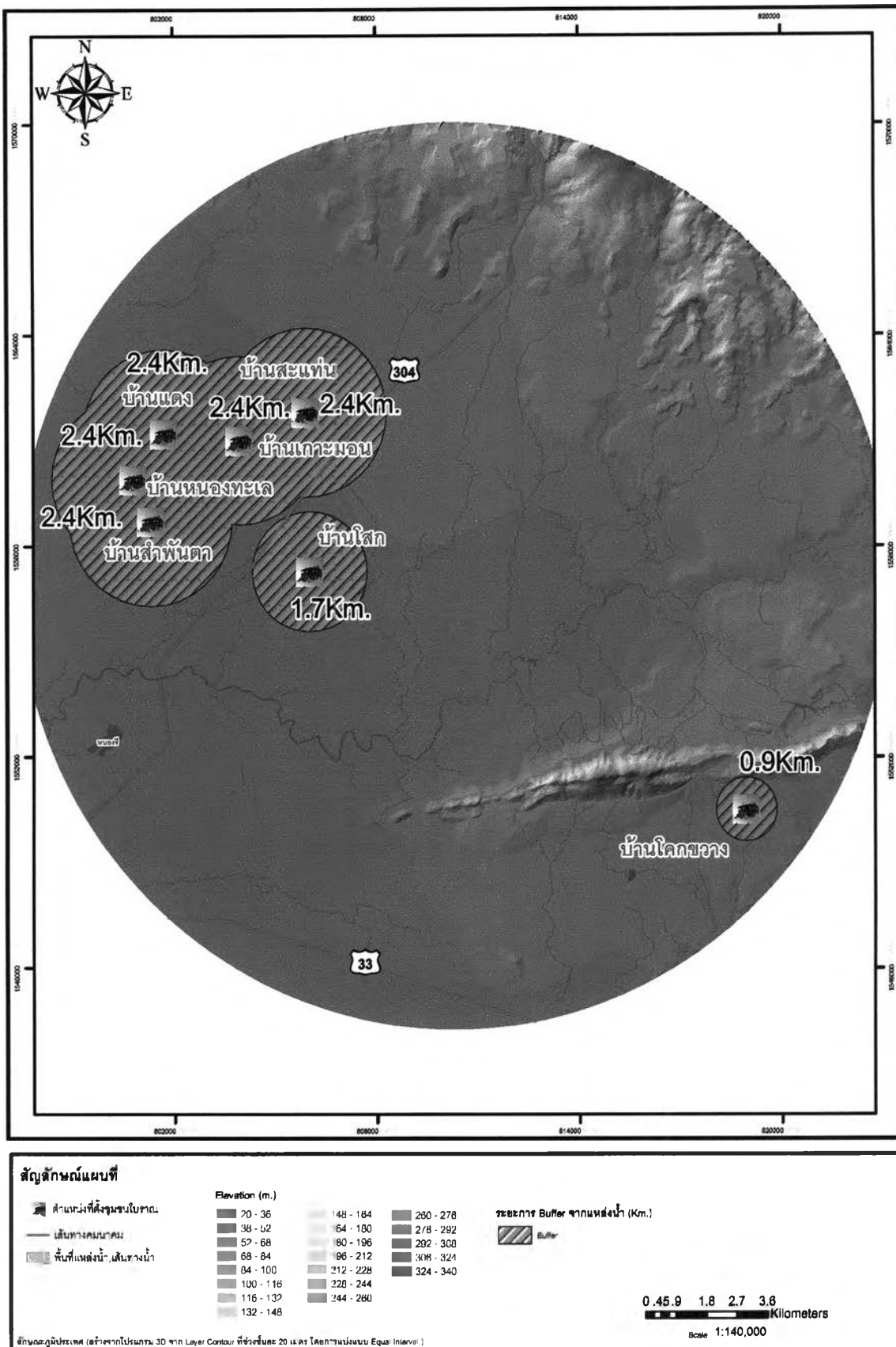
ภาพที่ 5.29 การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ จ.จันทบุรี



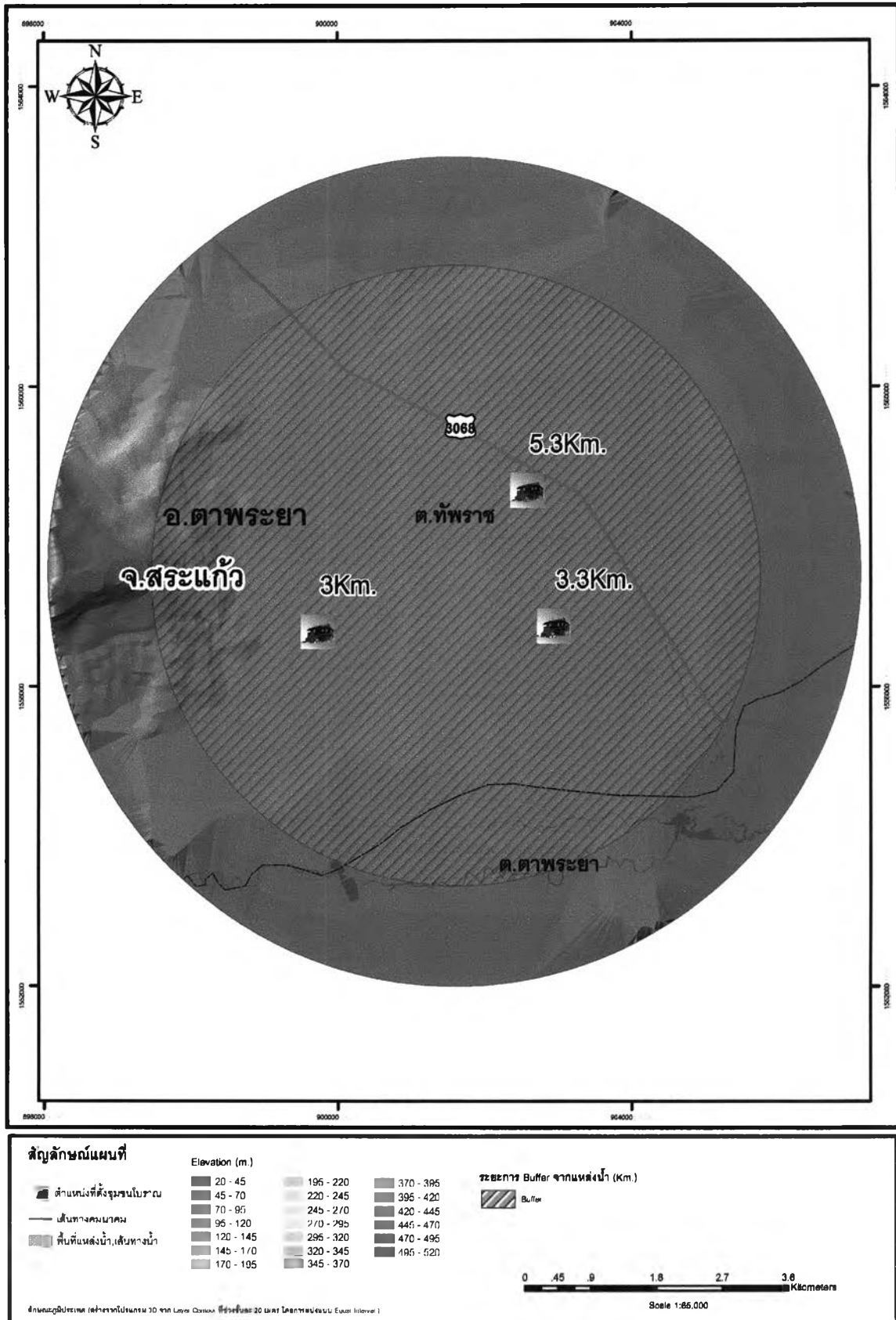
ภาพที่ 5.30 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ จ.นครนายก



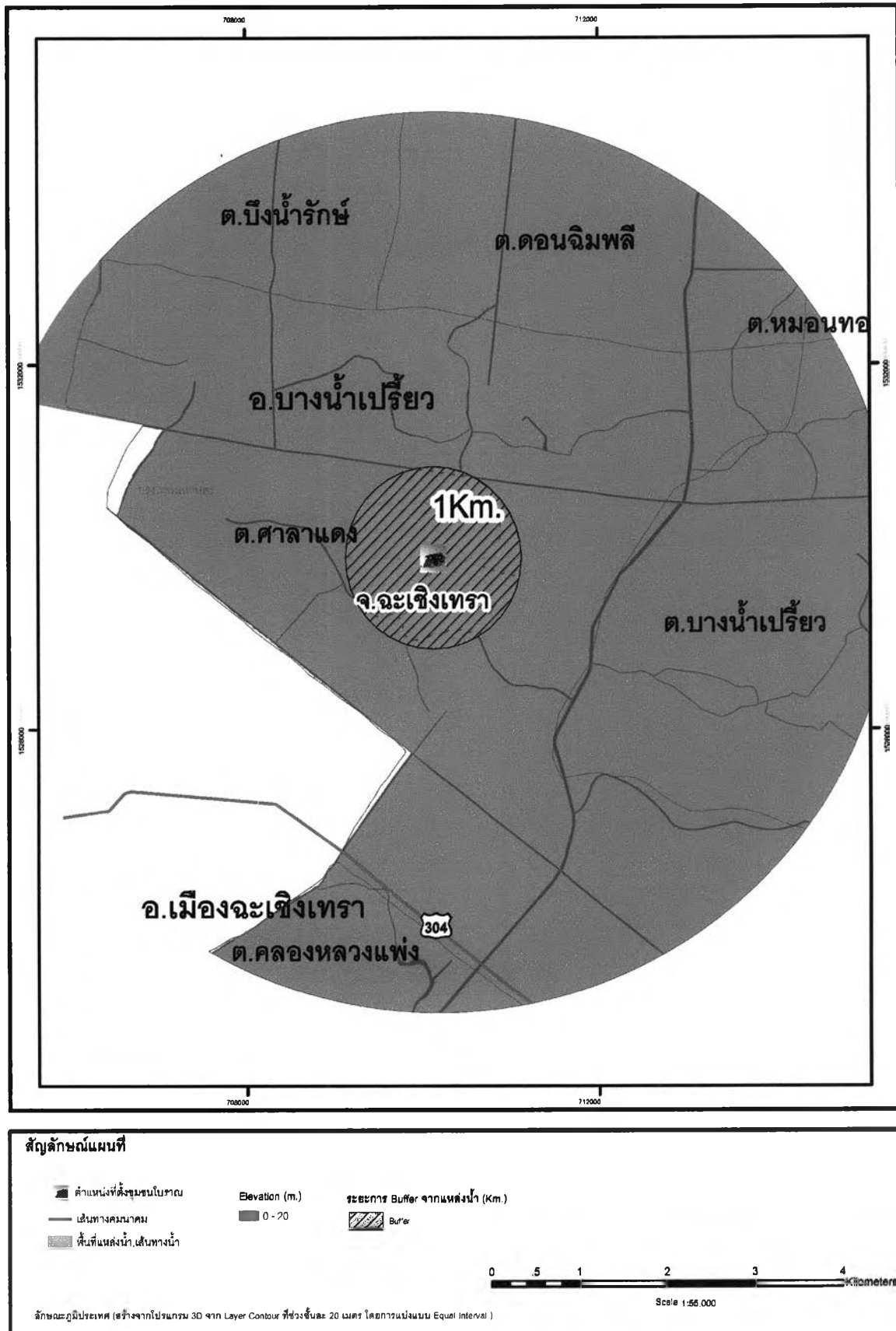
ภาพที่ 5.31 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ จ.ชลบุรี



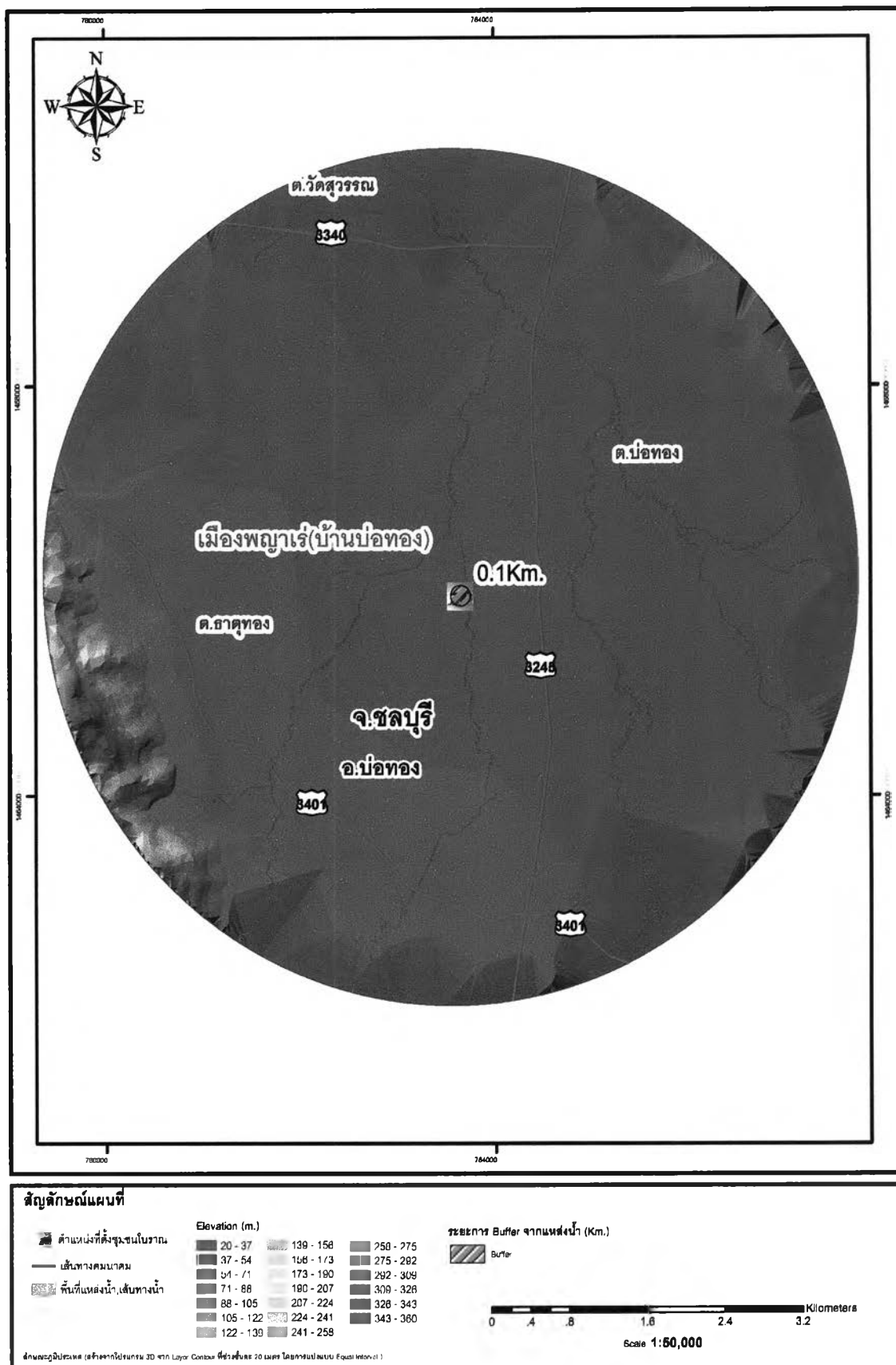
ภาพที่ 5.32 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ จ.ปราจีนบุรี



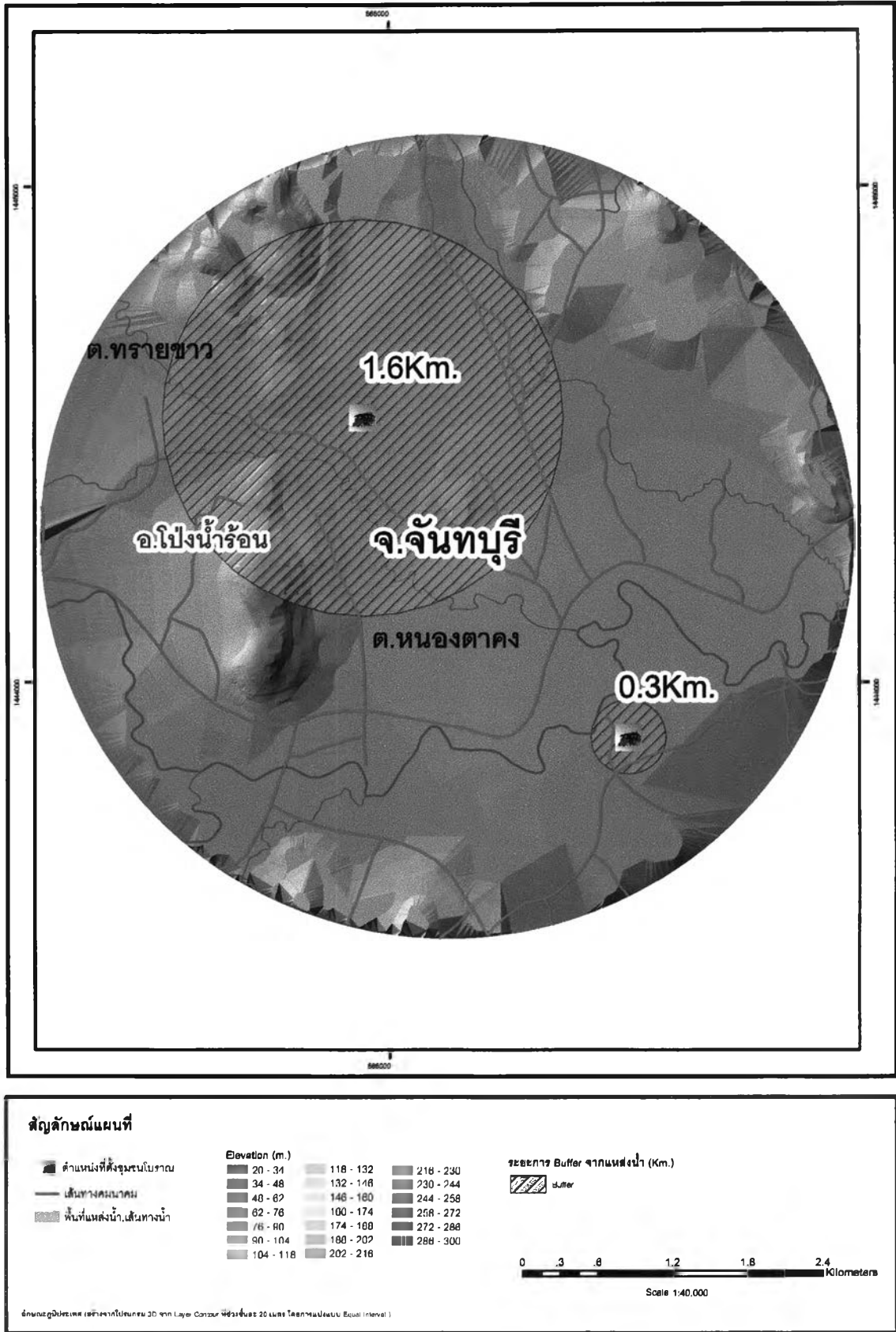
ภาพที่ 5.34 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ จ.สระแก้ว



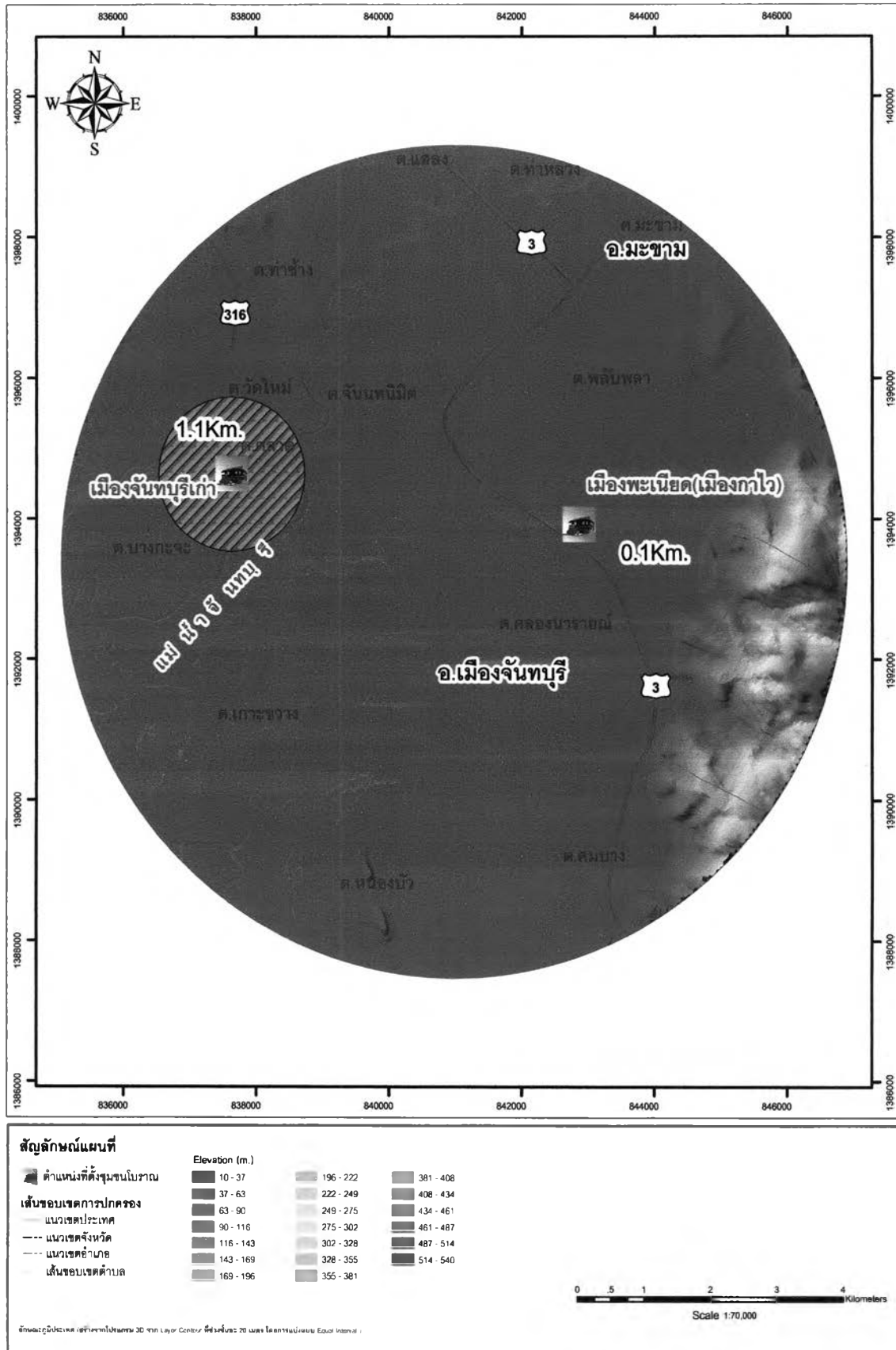
ภาพที่ 5.35 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ จ.ฉะเชิงเทรา



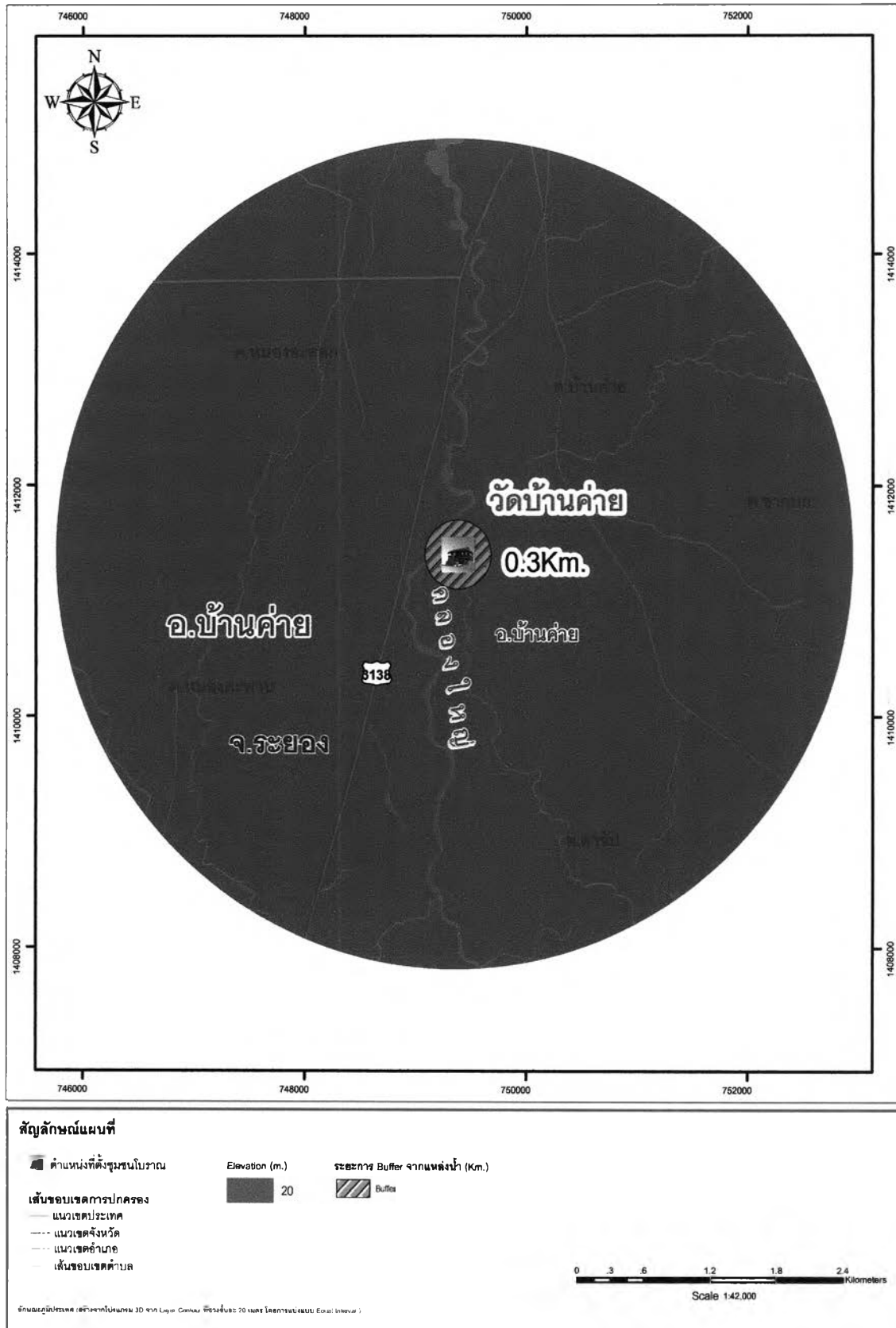
ภาพที่ 5.36 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ จ.ชลบุรี



ภาพที่ 5.37 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ จ.จันทบุรี



ภาพที่ 5.38 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ จ.จันทบุรี



ภาพที่ 5.39 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ จ.ระยอง

5.3 ผลการจัดทำโปรแกรมประยุกต์เพื่อนำเสนอข้อมูลชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

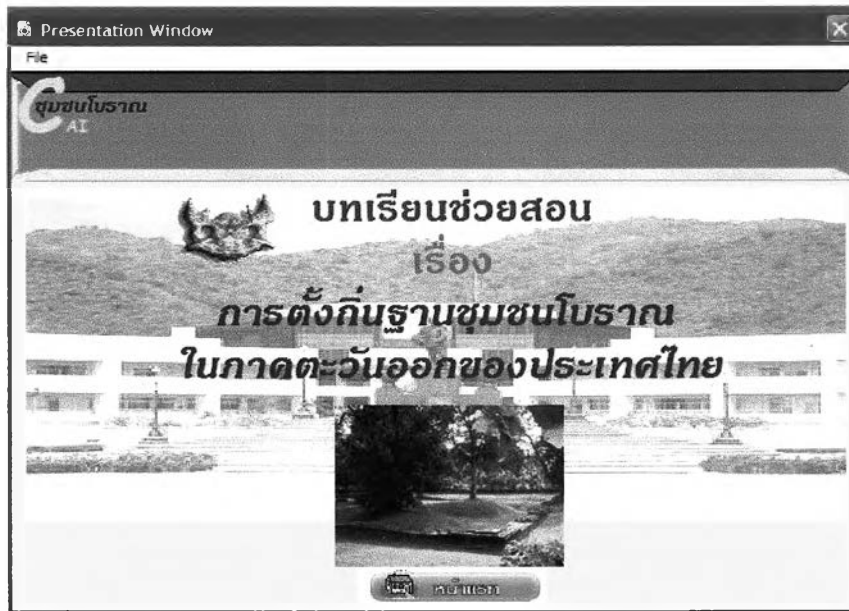
การออกแบบโปรแกรมประยุกต์ เพื่อนำเสนอข้อมูลชุมชนโบราณ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยในลักษณะเมนูการเรียกค้นข้อมูลทางหน้าจอภาพ นำไปเชื่อมโยงกับโปรแกรมสำเร็จรูปบทเรียนช่วยสอนให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ประโยชน์ในการประกอบการค้นหาที่ตั้งชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว โปรแกรมประยุกต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเมนูที่ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน สำหรับผู้ใช้ที่ไม่มีพื้นฐาน หรือมีพื้นฐานแต่ไม่ชำนาญการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โปรแกรมประยุกต์มีลักษณะเป็นเมนู ให้ผู้ใช้เลือกหัวข้อการทำงานที่ต้องการโดยอาศัยเมาส์เป็นตัวชี้ ลักษณะการทำงานจะเริ่มจากเมนูหลัก จากนั้นจะมีเมนูย่อยๆ ให้เลือกเพื่อให้ผู้ใช้เรียกใช้โปรแกรมที่ต้องการให้แสดงผล โปรแกรมจะทำการจัดระบบที่จำเป็นต่อการแสดงผล ให้ผู้ใช้เลือกใช้หัวข้อการทำงานที่ต้องการ เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกจังหวัดใดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผู้วิจัยได้ออกแบบฐานข้อมูลเพื่อแสดงรายละเอียดข้อมูลของแหล่งชุมชนโบราณแต่ละแหล่งในจังหวัดนั้นๆ ประกอบไปด้วย ชื่อชุมชนโบราณ รหัสแหล่ง ชื่อจังหวัด ชื่ออำเภอ ชื่อตำบล สถานที่ตั้ง ยุคสมัย พิกัดภูมิศาสตร์ ละติจูด และลองจิจูด เมื่อผู้ใช้เลือกการค้นหา ผู้ใช้สามารถกลับสู่เมนูหลักหรือหน้าแรกของบทเรียนช่วยสอน ด้วยการปิดโปรแกรมที่เครื่องหมายกากบาทที่มุมบนด้านขวาของหน้าต่างได้ทันที ผู้ใช้ก็สามารถกลับสู่เมนูหลักเพื่อไปสู่โปรแกรมอื่นๆ ต่อไปได้

5.4 ผลการจัดทำบทเรียนช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบ และจัดทำบทเรียนช่วยสอนตามขั้นตอน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Macromedia Authorware 7.0 บทเรียนช่วยสอนนี้ ผู้วิจัยได้นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ในการนำเสนอข้อมูลชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ประกอบบทเรียนให้มีความน่าสนใจ การใช้บทเรียนช่วยสอนนี้ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้จะต้องมีโปรแกรม Arc View 3.0 ขึ้นไปอยู่ในเครื่องด้วย จึงจะสามารถใช้บทเรียนช่วยสอนอย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ร่วมกับโปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปในการช่วยสร้างบทเรียนช่วยสอน โดยปกติจะสามารถนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ทุกเครื่อง แต่สำหรับบทเรียนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้จำเป็นต้องมีโปรแกรม Arc View ดังกล่าว

5.4.1 การใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูปบทเรียนช่วยสอน

เมื่อผู้ใช้เริ่มต้นใช้งานโดยทำการเปิดโปรแกรมสำเร็จรูปบทเรียนช่วยสอน เรื่องการตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย โปรแกรมจะเริ่มต้นทำงานโดยแสดงหน้าจอหลัก (ดังภาพ 5.40) เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าสู่บทเรียน ผู้ใช้สามารถคลิกที่เมนู "หน้าแรก" ด้านล่าง โปรแกรมจะนำเข้าสู่หน้าแรกของบทเรียนช่วยสอนต่อไป



ภาพที่ 5.40 หน้าจอหลักเพื่อเข้าสู่หน้าแรกของบทเรียนช่วยสอน

การทำงานของหน้าแรก

เมื่อโปรแกรมแสดงให้ทราบว่า ได้เข้าสู่หน้าต่างแรกของโปรแกรมสำเร็จรูป บทเรียนช่วยสอนเรื่องการตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย หน้าต่างแรกจะประกอบไปด้วยปุ่มเมนูต่างๆ ที่ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้ ถ้าผู้ใช้ได้ศึกษาเนื้อหาจากแบบเรียนแล้ว ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องคลิกเลือกหัวข้อตามลำดับก่อนหลัง ผู้ใช้สามารถเลือกหัวข้อได้ตามต้องการ (ดังภาพ 5.41)



ภาพที่ 5.41 เมนูต่างๆ ในหน้าแรกของบทเรียนช่วยสอน

การใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูปบทเรียนช่วยสอนในหน้าแรกทำได้โดยการใช้เมาส์คลิกที่เมนูต่างๆ เพื่อเข้าสู่หน้าจอแสดงผลในแต่ละส่วน เมนูในหน้าแรกประกอบด้วย

1. เมนู HOME
2. เมนูจุดประสงค์
3. เมนูขอบเขต
4. เมนูสาระสำคัญ
5. เมนูกิจกรรม
6. เมนูแบบทดสอบ
7. เมนูโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS)

1. เมนู HOME เป็นหน้าแรก เพื่อให้ผู้ใช้เข้าสู่เมนูอื่นๆ ได้จากการคลิกเลือกเมนูต่างๆ ด้านบนของหน้าจอ และสามารถออกจากเมนูการเรียนในหน้าอื่นๆ เพื่อกลับมาสู่หน้าเริ่มต้นได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบให้สะดวกต่อการใช้ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเลือกเมนูเรียงตามลำดับก่อนหลัง ผู้ใช้สามารถเลือกเมนูได้ตามความต้องการ (ดังภาพ 5.42)



ภาพที่ 5.42 หน้าแรกบทเรียนช่วยสอนเรื่องการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

2. เมนูจุดประสงค์ แสดงให้ผู้ใช้ได้ทราบถึงจุดประสงค์ในการเรียนรู้ว่าผู้ใช้ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งใด และเมื่อเรียนจบแล้วผู้ใช้จะได้รับผลจากการเรียนรู้ในบทเรียนนั้นอย่างไร เมนูจุดประสงค์ประกอบไปด้วยจุดประสงค์หลักสองประการคือ จุดประสงค์นำทาง และจุดประสงค์ปลายทาง (ดังภาพ 5.43)



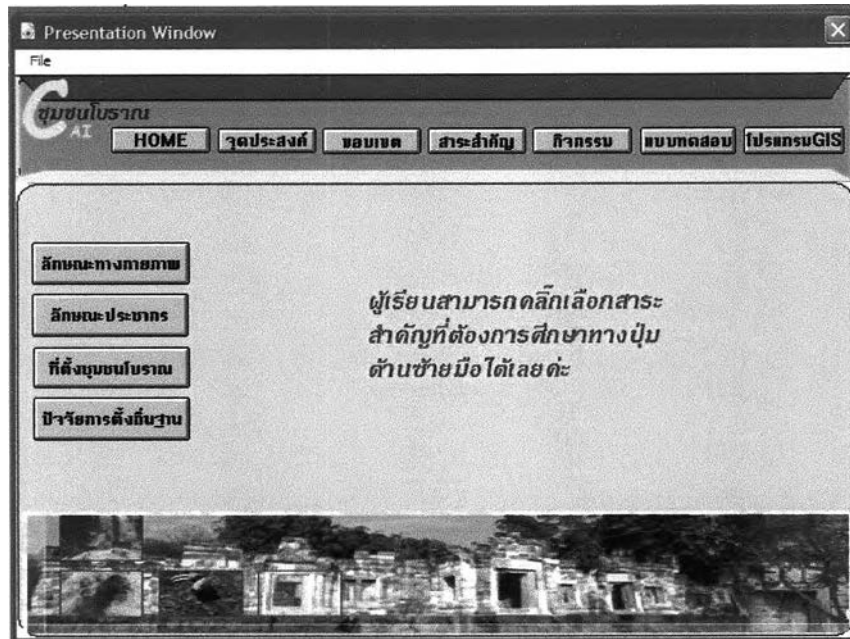
ภาพที่ 5.43 หน้าจอจุดประสงค์การเรียนรู้

3. เมนูขอบเขต เป็นการแสดงขอบเขตและโครงสร้างของเนื้อหาวิชาที่ผู้ใช้จะได้เรียนรู้ เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่าบทเรียนมีขอบเขต และโครงสร้างอย่างไร ประกอบไปด้วยเนื้อหาสาระที่ผู้ใช้ต้องเรียนรู้ในเรื่องใดบ้าง (ดังภาพ 5.44)



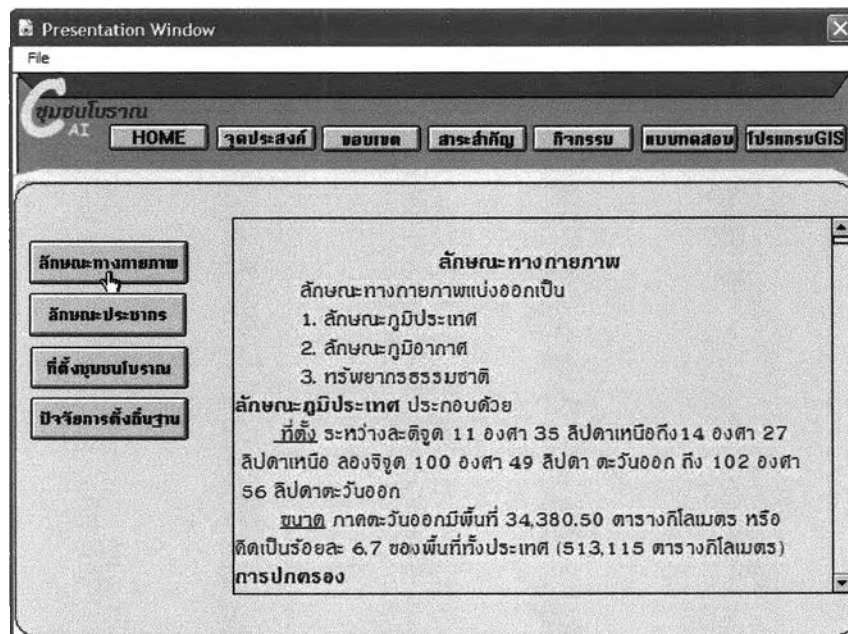
ภาพที่ 5.44 หน้าจอขอบเขตการเรียนรู้

4. เมนูสาระสำคัญ แสดงสาระสำคัญในหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวกับบทเรียน แบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อย 4 หัวข้อครอบคลุมเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ในบทเรียน ให้ผู้ใช้สามารถเลือกเรียนได้โดยไม่ต้องเรียงตามลำดับก่อนหลัง (ดังภาพ 5.45) เมนูย่อยประกอบไปด้วยหัวข้อย่อยๆ ตามบทเรียน



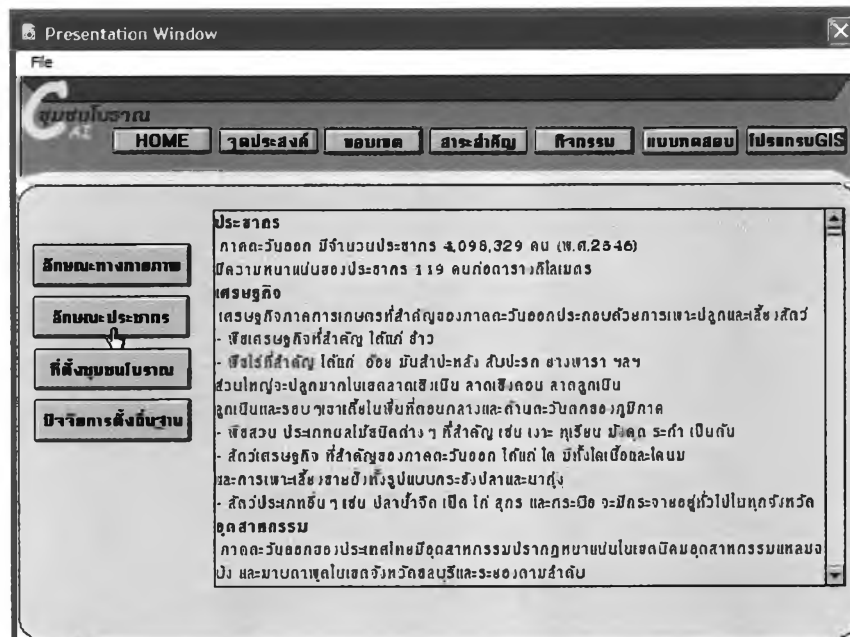
ภาพที่ 5.45 สาระสำคัญในการเรียนรู้

เมื่อผู้ใช้ได้เลือกเมนูย่อยตามสาระการเรียนรู้แล้วจะปรากฏหน้าจอแสดงกล่องข้อความคำอธิบายเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ที่ผู้ใช้ได้ทำการเลือกในแต่ละหัวข้อ (ดังภาพ 5.46)



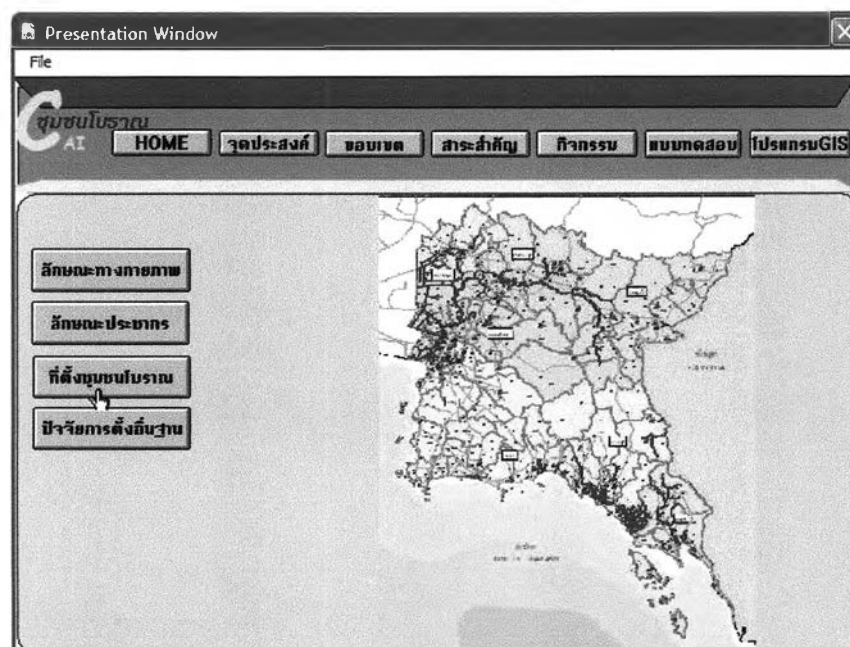
ภาพที่ 5.46 เนื้อหาในหัวข้อย่อยของสาระสำคัญในการเรียนรู้ หัวข้อแรก

หัวข้อแรก ลักษณะทางกายภาพของบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เนื้อหาในหัวข้อนี้อธิบายสาระสำคัญโดยสรุปเพิ่มเติมความรู้แก่ผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงลักษณะทางกายภาพของบริเวณพื้นที่ศึกษา



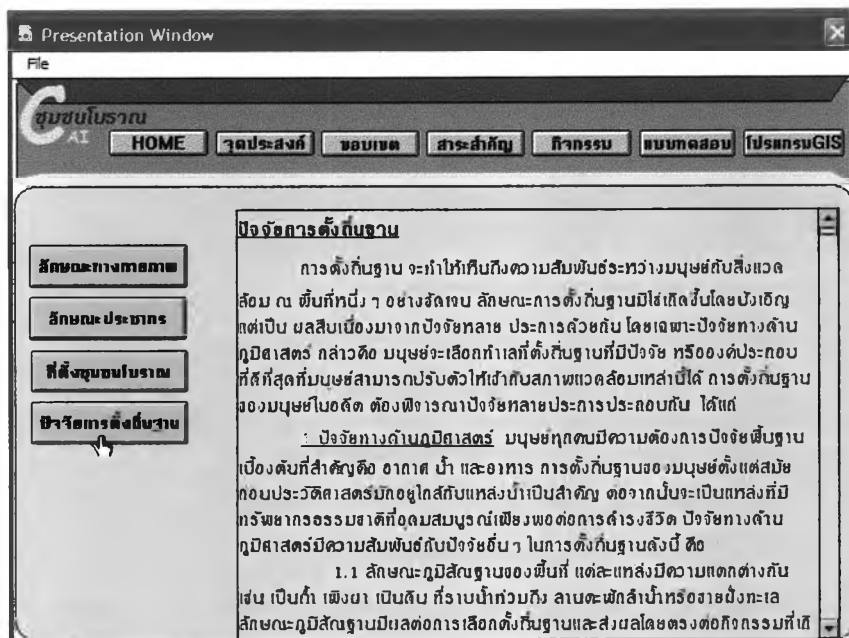
ภาพที่ 5.47 เนื้อหาในหัวข้อย่อยของสาระสำคัญในการเรียนรู้หัวข้อที่สอง

เนื้อหาในหัวข้อย่อยหัวข้อที่สอง กล่าวถึงลักษณะของประชากรในพื้นที่ศึกษาเพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจถึงความเป็นมาของประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (ดังภาพที่ 5.47)



ภาพที่ 5.48 เนื้อหาในหัวข้อย่อยของสาระสำคัญในการเรียนรู้หัวข้อที่สาม

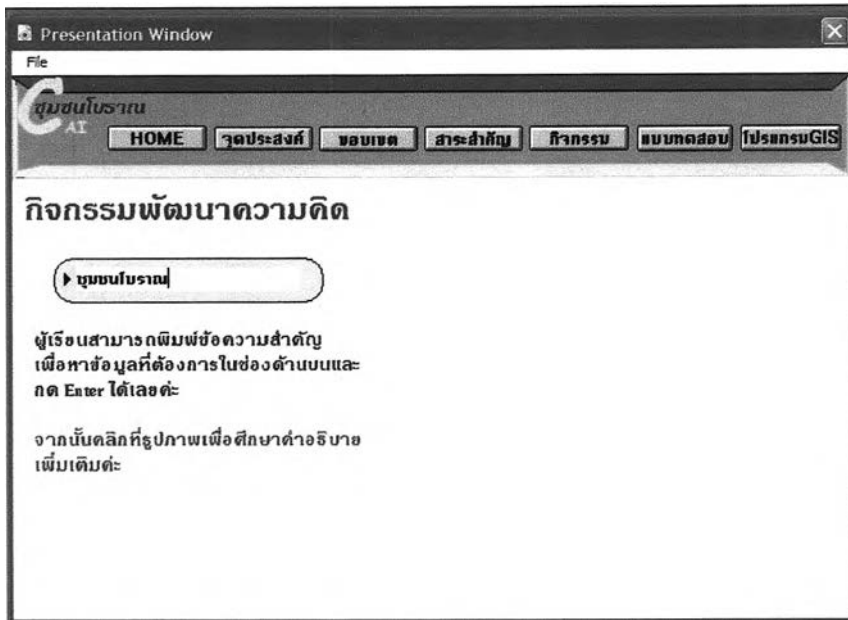
เนื้อหาในหัวข้อย่อยที่สามกล่าวถึงที่ตั้งของชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ประกอบด้วยแผนที่ที่ตั้งชุมชนโบราณพร้อมคำอธิบาย (ภาพที่ 4.48)



ภาพที่ 5.49 เนื้อหาในหัวข้อย่อยของสาระสำคัญในการเรียนรู้หัวข้อสุดท้าย

หัวข้อสุดท้ายกล่าวถึง ปัจจัยการตั้งถิ่นฐาน ที่ผู้วิจัยนำไปใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่สัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ประกอบด้วยรายละเอียดของปัจจัยการตั้งถิ่นฐานพร้อมการวิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าว ที่มีผลต่อการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (ภาพที่ 5.49)

5. เมนูกิจกรรม หลังจากที่ใช้ผู้ใช้ได้ศึกษาสาระสำคัญต่างๆ ในบทเรียนช่วยสอน เรื่องการตั้งถิ่นฐานของชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยแล้ว ผู้ใช้สามารถเพิ่มความเข้าใจได้ด้วยการเลือกเมนูกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ โดยการออกแบบกล่องข้อความในชื่อ “กิจกรรมพัฒนาความคิด” ให้ผู้ใช้พิมพ์คำสำคัญ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการตั้งถิ่นฐานชุมชนโบราณในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่ผู้ใช้ได้เรียนรู้ไปแล้วลงในกล่องข้อความที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ จากนั้นทำการ Enter (ดังภาพ 5.50)



ภาพที่ 5.50 กล่องข้อความสำหรับพิมพ์คำสำคัญในกิจกรรมพัฒนาความคิด

เมื่อใช้ทำการ Enter แล้ว จะปรากฏภาพแผนที่ที่แสดงภาพตามคำที่ผู้ใช้ได้ทำการพิมพ์เข้าสู่กล่องข้อความ (ดังภาพ 5.51)



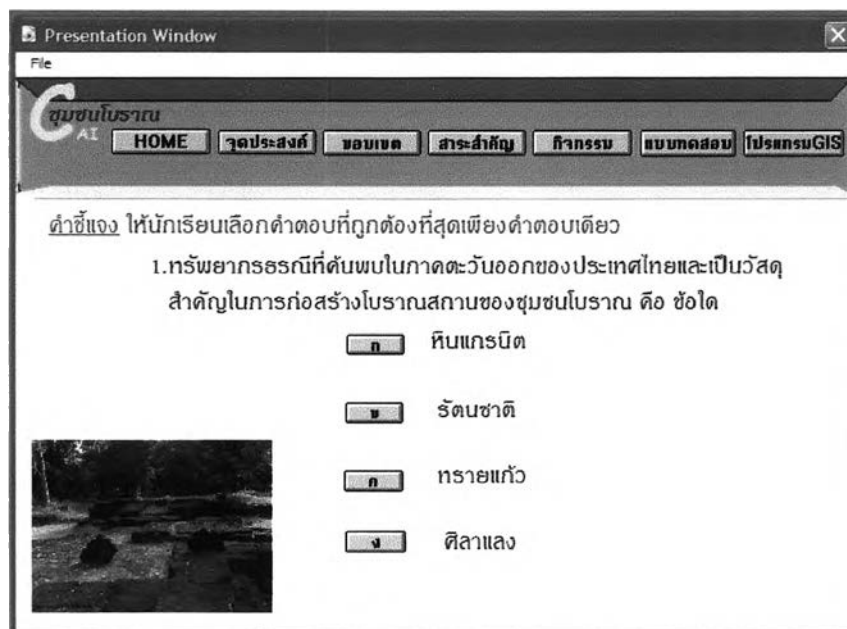
ภาพที่ 5.51 ผลภาพแผนที่จากการพิมพ์คำสำคัญลงในกล่องข้อความ

จากนั้น ให้ผู้ใช้ ใช้เมาส์คลิกบนภาพแผนที่ จะปรากฏกล่องข้อความด้านล่างเพื่ออธิบายรายละเอียดให้ผู้ใช้ได้เพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับแผนที่ให้มากขึ้น (ดังภาพ 5.52)



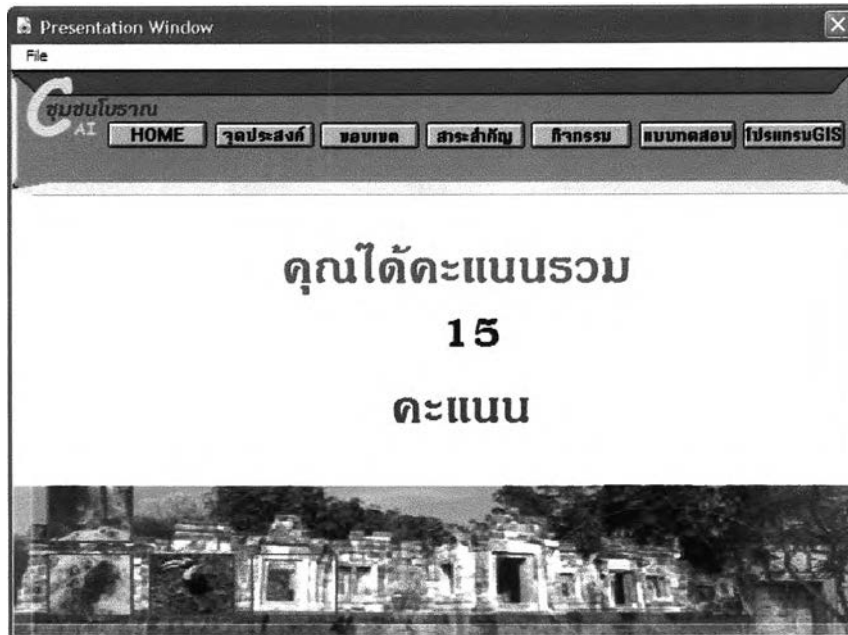
ภาพที่ 5.52 กล้องข้อความคำอธิบายแผนที่จากการคลิกที่ภาพแผนที่

6. เมนูแบบทดสอบ เมื่อผู้ใช้ทำการเพิ่มเติมการเรียนรู้ ด้วยการทำกิจกรรมพัฒนาความคิดแล้ว ผู้ใช้สามารถทบทวนบทเรียน โดยการวัดและประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง จากบทเรียนช่วยสอน โดยเลือกเมนูแบบทดสอบ เพื่อทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ เป็นแบบทดสอบแบบ 4 ตัวเลือก ให้เลือกตอบโดยการใช้เมาส์คลิกเลือกตามที่ใช้ต้องการ เมื่อผู้ใช้ทำการเลือกคำตอบในข้อแรกแล้ว จะปรากฏแบบทดสอบในข้อต่อไป ให้ผู้ใช้ทำจนครบตามที่ผู้วิจัยได้จัดทำไว้ (ดังภาพ 5.53)



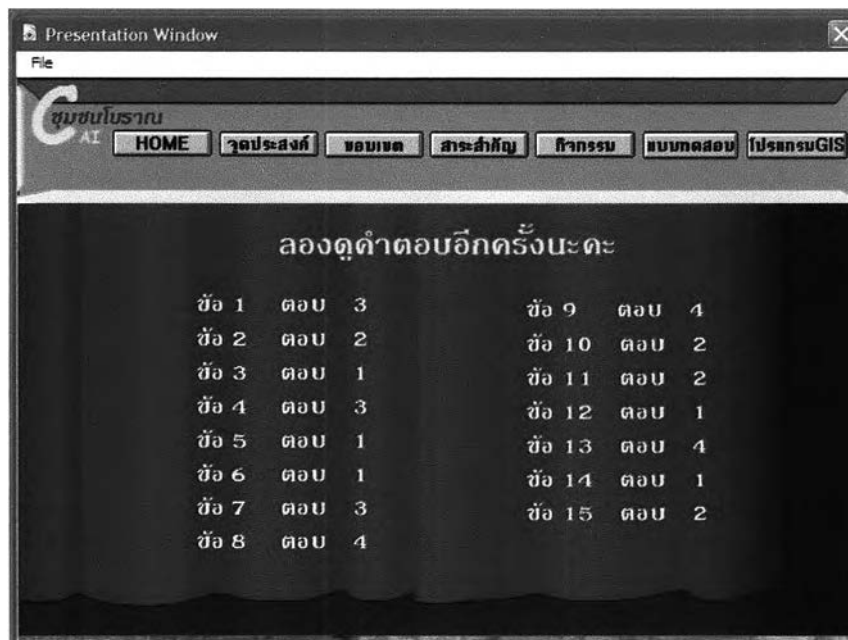
ภาพที่ 5.53 แบบทดสอบแบบ 4 ตัวเลือก

เมื่อผู้ใช้ทำแบบทดสอบครบตามที่ผู้วิจัยจัดทำไว้เรียบร้อยแล้วโปรแกรมจะทำการประเมินผล และแสดงคะแนนให้ผู้ใช้ได้ทราบคะแนนที่ผู้ใช้สามารถทำได้ (ดังภาพ 5.54)



ภาพที่ 5.54 ผลคะแนนรวมจากการประเมินผล

เมื่อผู้ใช้ได้ทราบคะแนนที่ผู้ใช้ทำได้ ถ้าต้องการทราบคำตอบที่ถูกต้อง ผู้ใช้สามารถคลิกลงบนหน้าจอที่ตำแหน่งใดก็ได้ 1 ครั้ง จะปรากฏหน้าจอคำตอบเฉลยให้ผู้ใช้ได้ทราบทันที (ดังภาพ 5.55)

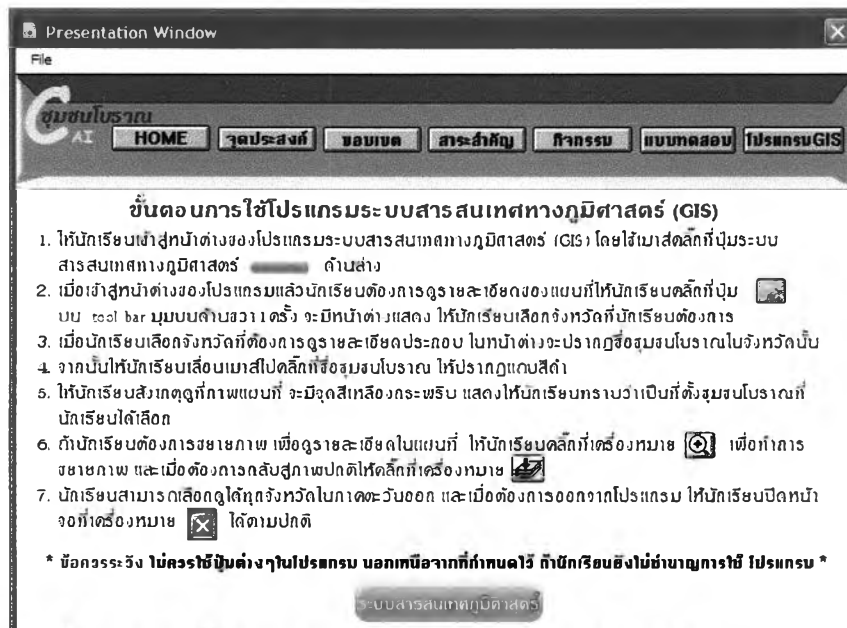


ภาพที่ 5.55 คำเฉลยคำตอบที่ถูกต้องของแบบทดสอบ

7. เมนูโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้เกิดความน่าสนใจเมื่อทำการเรียนด้วยบทเรียนช่วยสอน ผู้วิจัยได้เพิ่มเมนูโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบให้ง่ายต่อการใช้สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ความชำนาญในการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และผู้ที่มีความรู้ในเบื้องต้น หรือผู้ที่มีความชำนาญแล้ว สามารถใช้เข้าสู่หน้าจอระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อดูรายละเอียดของแผนที่ที่ผู้วิจัยได้จัดทำไว้

7.1.1 การเรียกใช้โปรแกรม

ผู้เรียนสามารถเลือกคลิกที่เมนูโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จะปรากฏหน้าจอขั้นตอนการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ที่ผู้วิจัยได้เขียนขั้นตอนการใช้ได้อย่างละเอียด เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนการใช้ได้ง่าย (ดังภาพ 5.56)



ภาพที่ 5.56 ขั้นตอนการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

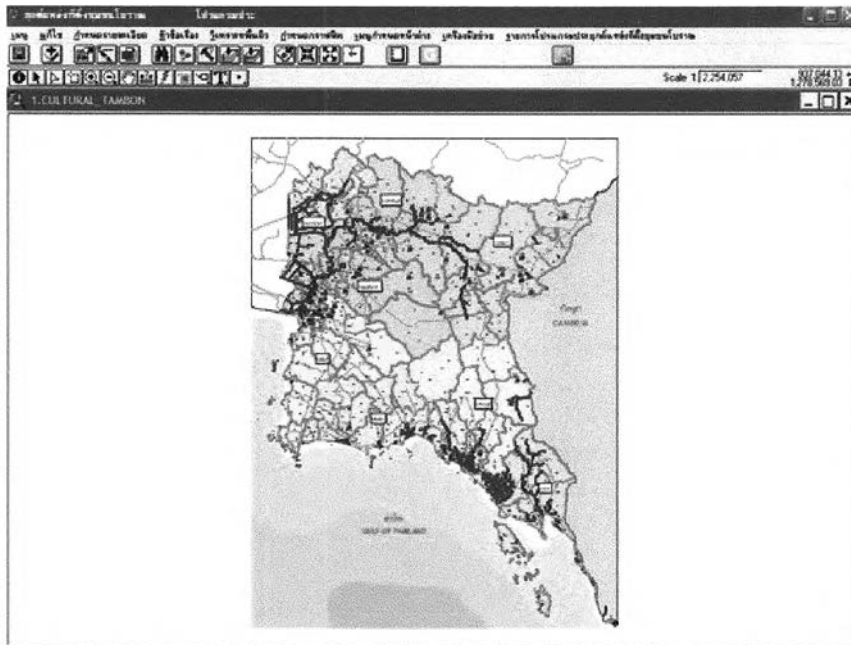
7.1.2 การเข้าสู่หน้าจอโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ผู้เรียนสามารถเข้าสู่หน้าจอโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้โดย การคลิกที่เมนูระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (ดังภาพ 5.57)



ภาพที่ 5.57 เมนูการเข้าสู่โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

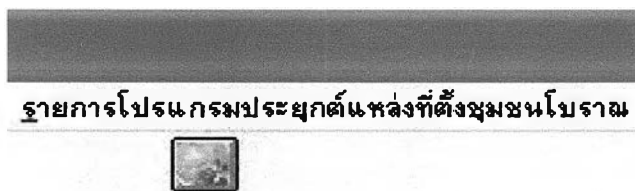
จากนั้นจะปรากฏหน้าจอ โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ที่ผู้จัดทำได้ทำการ ออกแบบจัดเตรียมไว้ (ดังภาพ 5.58)



ภาพที่ 5.58 หน้าจอโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

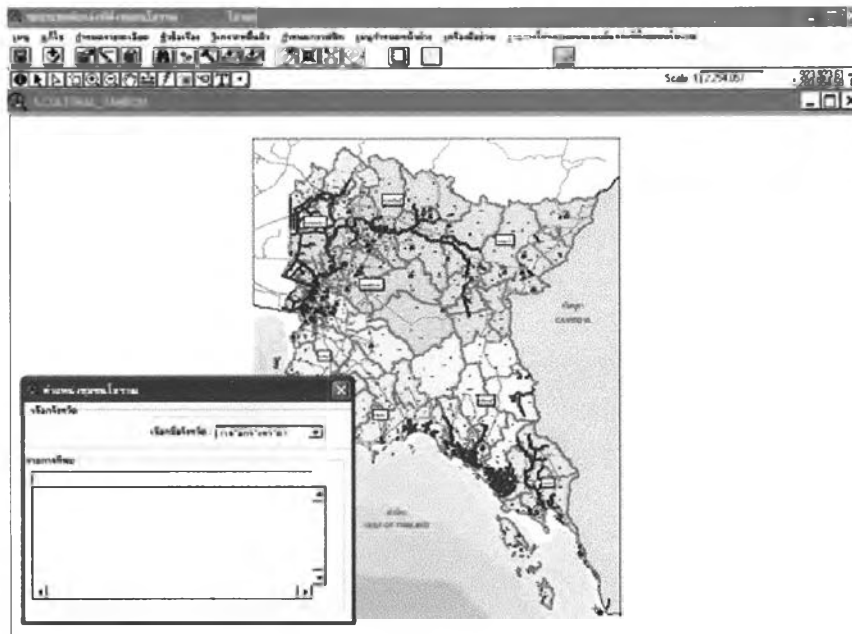
7.1.3 การเรียกโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

ผู้ใช้สามารถเรียกใช้โปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้ โดยใช้เมาส์คลิกที่เมนูที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ (ดังภาพ 5.59)



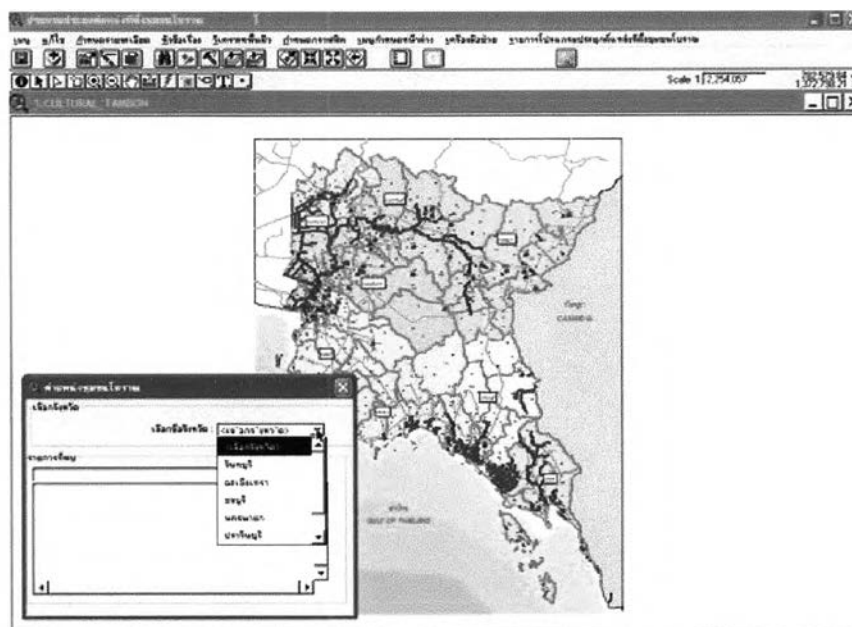
ภาพที่ 5.59 เมนูโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผลจากการคลิกที่เมนูโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ปรากฏกล่องข้อความขึ้นที่หน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้เลือกชื่อจังหวัดจากเมนูชื่อจังหวัดต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (ดังภาพ 5.60)



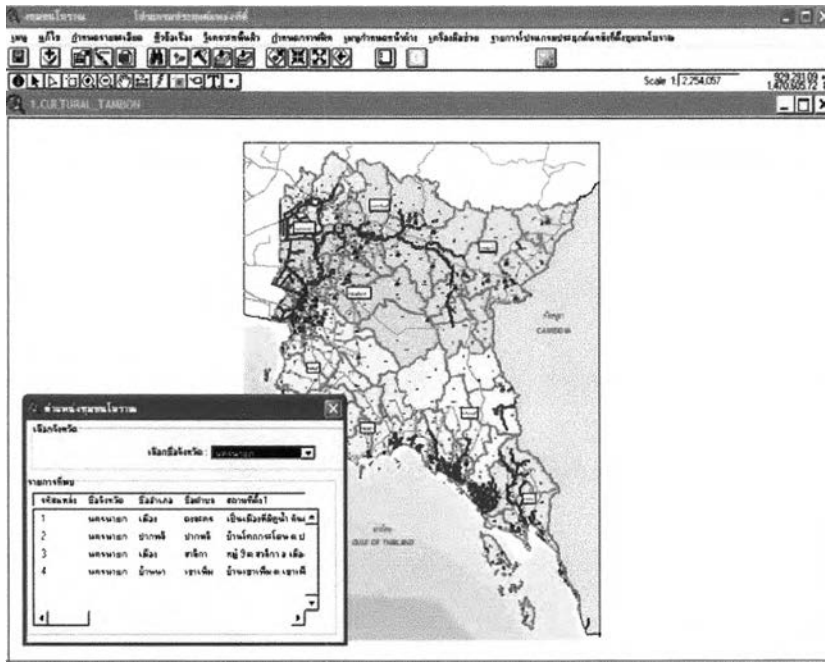
ภาพที่ 5.60 กล่องข้อความเลือกชื่อจังหวัด

เมื่อปรากฏกล่องข้อความเลือกชื่อจังหวัด ผู้ใช้สามารถเลือกชื่อจังหวัดได้ โดยคลิกเลือกจังหวัดได้จากเมนูต่างๆ ที่ปรากฏในกล่องข้อความ (ดังภาพ 5.61)



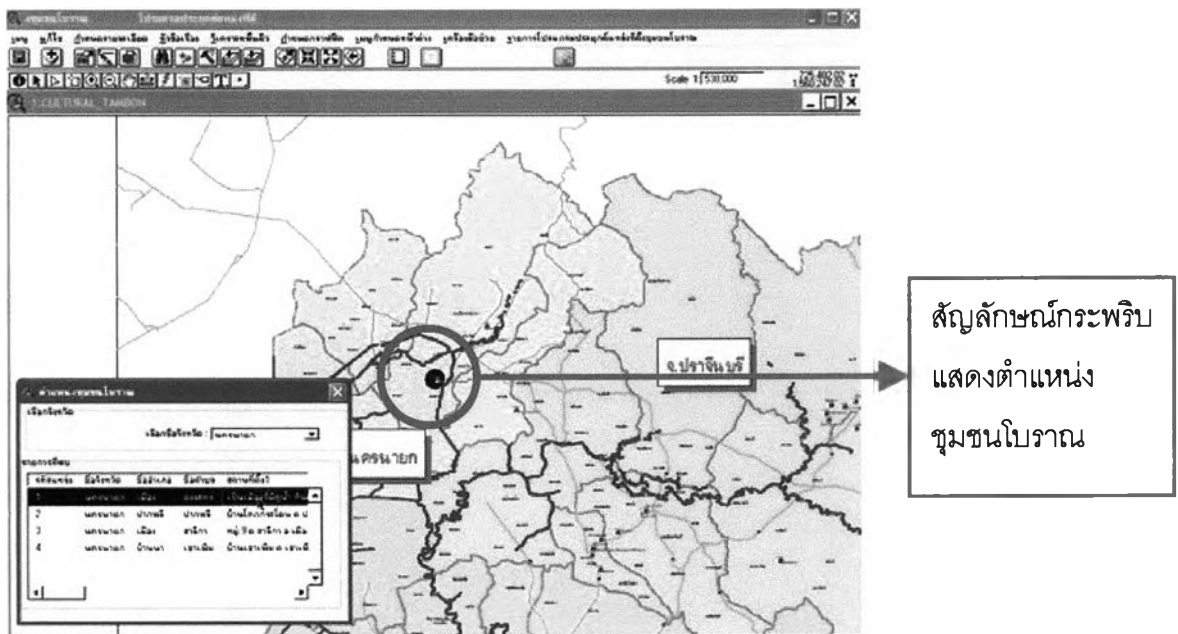
ภาพที่ 5.61 เมนูชื่อจังหวัด

จากนั้นให้ผู้ใช้เลือกจังหวัดที่ผู้ใช้ต้องการดูรายละเอียด โดยคลิกที่ชื่อจังหวัดให้ปรากฏแถบสีดำ ผลจากการเลือกชื่อจังหวัด จะปรากฏชื่อชุมชนโบราณในจังหวัดที่ผู้ใช้ได้ทำการเลือกชื่อชุมชนโบราณที่ต้องการดูรายละเอียด (ดังภาพ 5.62)



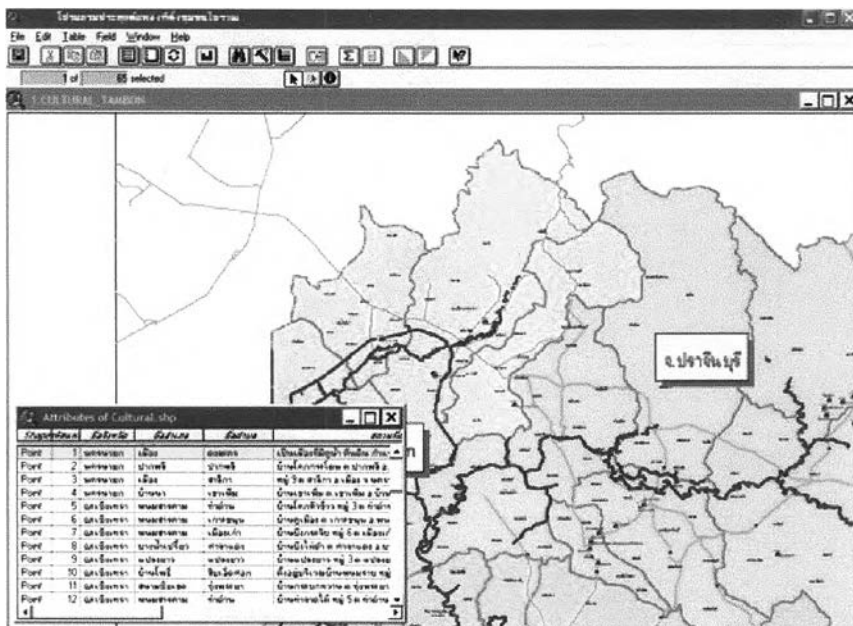
ภาพที่ 5.62 รายชื่อชุมชนโบราณในจังหวัดที่ทำการเลือก

เมื่อปรากฏรายชื่อชุมชนโบราณในจังหวัดที่ผู้ใช้เลือกแล้ว ผู้ใช้ต้องการดูรายละเอียดของชุมชนโบราณแห่งใด ให้ผู้ใช้ทำการเลือก โดยการคลิกเลือกที่ชื่อของชุมชนโบราณนั้น ผลจากการเลือกชื่อชุมชนโบราณแห่งใดแห่งหนึ่งที่ปรากฏในกล่องข้อความ โปรแกรมจะทำการค้นหาตำแหน่งของชุมชนโบราณที่ได้เลือกไว้ โดยโปรแกรมจะทำการขยายแผนที่ และแสดงตำแหน่งของชุมชนโบราณที่ทำการเลือกอยู่ตรงกลางจอภาพและจะแสดงสัญลักษณ์เป็นการกระพริบ ให้ผู้ใช้ได้ทราบถึงการค้นหา และเห็นตำแหน่งที่ค้นหาได้ชัดเจน (ดังภาพ 5.63)



ภาพที่ 5.63 ผลการค้นหาชุมชนโบราณในจังหวัดที่ทำการเลือก

จากนั้นเมื่อผู้ใช้งานต้องการขยายภาพพื้นที่ เพื่อให้เห็นตำแหน่งที่ตั้งชุมชนโบราณให้ชัดเจนขึ้น ผู้ใช้สามารถขยายภาพให้ชัดเจน โดยใช้เครื่องมือย่อ/ขยายบนเมนูการทำงาน ผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้ ความชำนาญในการใช้เครื่องมือ สามารถทำตามขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้แนะนำไว้ ก่อนเข้าสู่หน้าจอ แสดงโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ถ้าผู้ใช้ที่มีความรู้ ความชำนาญในการใช้ เครื่องมือแล้ว สามารถใช้เครื่องมือการทำงานเพื่อให้โปรแกรมแสดงผลข้อมูลตามลักษณะ และรายละเอียดของชุมชนโบราณตามที่ต้องการได้โดย เลือกจากเมนูเลือกชั้นข้อมูล ในส่วนของการแสดงผลข้อมูลแผนที่ รายละเอียดของส่วนการแสดงผลข้อมูลตามลักษณะจะปรากฏเมื่อผู้ใช้เลือกข้อมูล ในตารางโดยการคลิกที่ตาราง โปรแกรมจะแสดงผลเชิงพื้นที่ ในส่วนการแสดงผลข้อมูลแผนที่ ด้วย โดยแสดงเป็นสัญลักษณ์สีเหลือง แสดงถึงการเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูล ตามลักษณะ (ดังภาพ 5.64)



รูปที่ 5.64 ผลข้อมูลตามลักษณะ

5.4.2 การออกจากโปรแกรม

ผู้ใช้งานสามารถออกจากโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เมื่อทำการเรียกดู ข้อมูลรายละเอียดเพิ่มเติมเรียบร้อยแล้ว โดยการปิดโปรแกรมตามปกติ จะกลับเข้าสู่หน้าจอของขั้นตอนการใช้โปรแกรม จากนั้นผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่เมนูอื่นๆ ได้ตามปกติ

สรุป การสร้างโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ง่ายต่อการใช้ สำหรับผู้ที่มีความรู้ในการใช้โปรแกรมสามารถเรียกดูการแสดงผลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลตามลักษณะ และรูปภาพแผนที่ได้ ทำให้เกิดความน่าสนใจต่อผู้ใช้งานขึ้น