

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาทั้งหมดจะประกอบด้วยลักษณะทางธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์ การเลือกจุดเจาะบ่อนาดาลระดับลึก เพื่อเก็บตัวอย่างน้ำวิเคราะห์ไอโซโทป และบ่อนาดาลที่มีอยู่แล้ว เพื่อเป็นตัวแทน และผลการเจาะบ่อนาดาลประกอบด้วย Well log ผลการวิเคราะห์ ธรณีศาสตร์ และคุณสมบัติทางเคมีของชั้นน้ำบาดาลระดับลึกที่ให้ผลผลิตสูง

4.1 ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา (Geology of the Study Area)

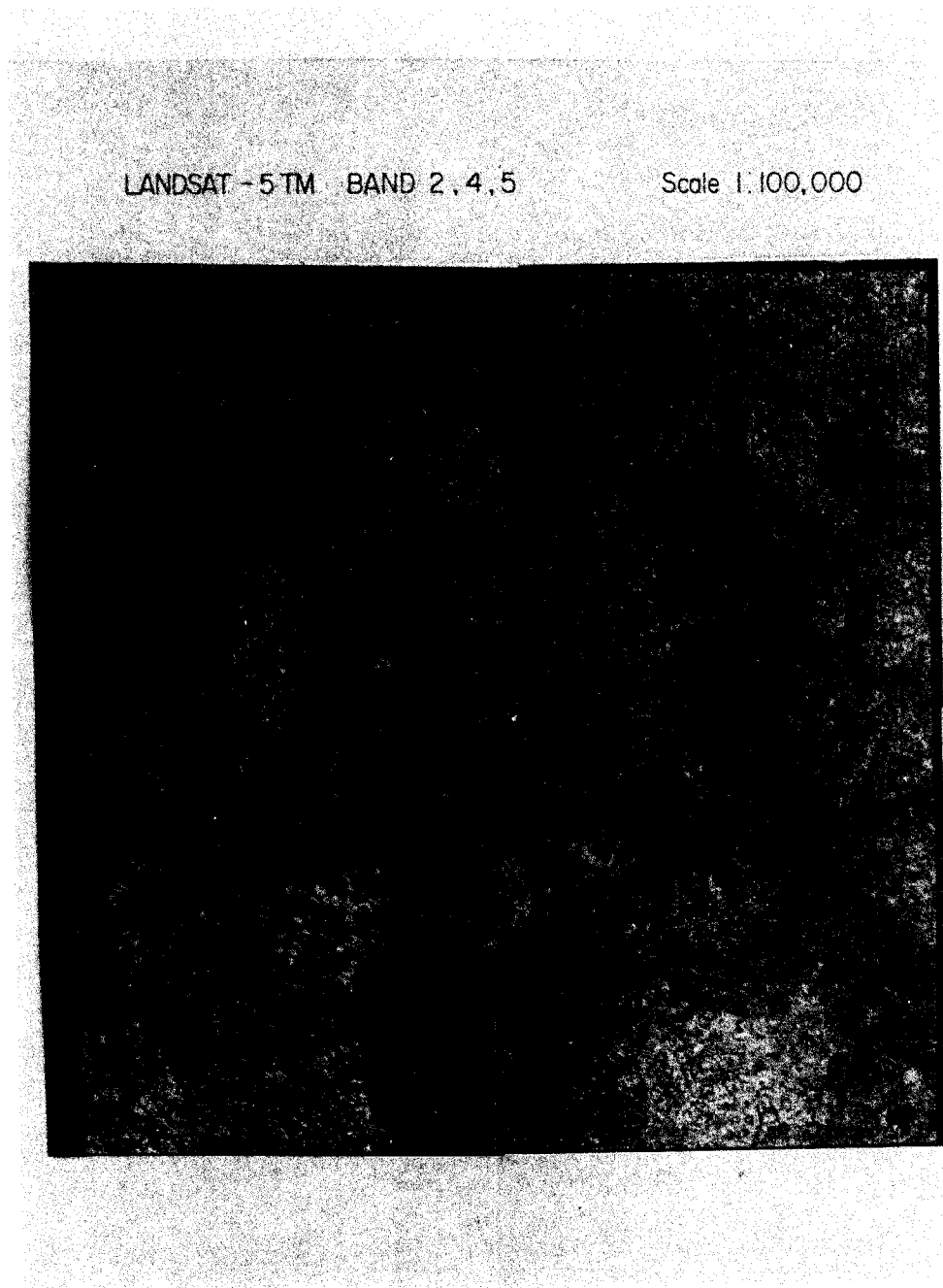
การแปลความหมายทางธรณี จากภาพถ่ายทางอากาศดัชนี area : priority 7, sheet 1 of 4 มาตราส่วน 1:250,000 นั้น ทำให้สามารถมองเห็นลักษณะทางธรณีวิทยาอย่างหายากๆ ของพื้นที่ศึกษาได้ว่า มีการโค้งงอของชั้นหินที่มีความคงทนต่อการกัดเซาะสลับกับ ชั้นหินที่อ่อนซึ่งถูกกัดเซาะออกไปได้ง่าย เป็นผลให้ได้พื้นที่ลอนลาดสูงต่ำสลับกันไป

ปัจจุบันจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:40,000 ประกอบกับ ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5TM BAND 2,4,5 มาตราส่วน 1:100,00 แผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ธรณีวิทยา ที่ผลิตโดยกรมทรัพยากรธรณี และแผนที่ธรณีวิทยาภาพถ่ายทางอากาศ โดย สมยศ สกเจริญ (1986) รวมทั้งการตรวจสอบข้อมูลในภาคสนาม ทำให้สามารถแบ่งหน่วยหิน หรือ ชุดหินในพื้นที่ออกได้เป็น 9 ชุดใหญ่ๆ และจากข้อมูลการวางตัวของชั้นหิน ทำให้สามารถเรียงลำดับชุดหินทั้ง 9 ชุดนี้ได้ โดยในที่นี้ จะบรรยายชุดหินแต่ละชุด พร้อมทั้งเรียงลำดับจากชุดที่อยู่ต่ำสุด หรือมีอายุแก่ที่สุด มายังชุดที่อยู่บนสุด หรือ มีอายุน้อยที่สุด ได้ดังนี้ (รูปที่ 4.1)

1. ชุดหิน PK

ชุดหินนี้พบแพร่กระจายอยู่ทางทิศตะวันตกสุดของพื้นที่ศึกษา ในพื้นที่ติดกับอ่างเก็บน้ำน้ำพอง ทางทิศใต้ลงมาจนถึงกับเทือกเขาภูพานคำ ซึ่งเป็นที่ราบต่ำมีลักษณะพื้นที่เป็นลอนลาด เล็กน้อย และชุดหินจะปรากฏให้เห็นเฉพาะในบ่อชุดใหญ่ๆ ที่ยังไม่มีน้ำขังน้ำ ชุดหินนี้แยกจาก ชุดหินอื่นๆ จากการปรากฏบนภาพถ่ายทางอากาศ เป็นพื้นที่ต่ำ มีพืชพรรณไม้ปกคลุมบางๆ มีความเข้มของภาพขนาดสีเทาปานกลาง และมีการเกิดทางน้ำแบบรูปกิ่งไม้หายาก (coarse-dendritic) ชุดหินนี้ มักถูกปิดทับด้วยดินลูกรัง ทำให้ไม่สามารถมองเห็นการวางตัวของชั้นหินของชุดหินนี้ได้

ข้อมูลจากการตรวจสอบภาคสนาม พบชุดหิน PK ปรากฏให้เห็นในบ่อชุดขนาดใหญ่ ที่บ้านคอนกอก ซึ่งสามารถมองเห็นแนวสัมผัสของชุดหินนี้ (รูปที่ 4.2) และชุดที่รองรับอยู่ด้านล่าง จึงทำให้ทราบว่าชุดหิน PK ประกอบด้วยหินทรายแป้งสีม่วง ที่มีความคงทนต่ำและร่วน มีแร่ไมกาเป็นแร่ประกอบในหิน สลับกับหินทรายเนื้อละเอียด ความหนา ของชั้นหินแต่ละชั้นมีตั้งแต่หนาปานกลางถึงบางมาก



รูปที่ 4.1 ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณพื้นที่ศึกษา

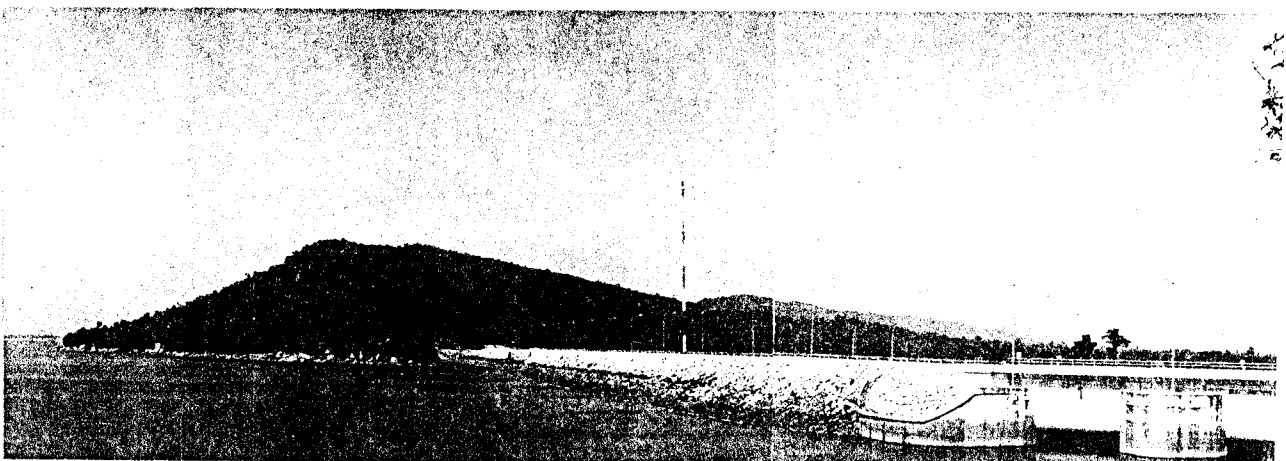
ชุดหินนี้ถ้าพิจารณาจากตำแหน่งของการเรียงลำดับชั้นหิน และ ชนิดของหินแล้ว จะเทียบได้กับชุดหินภูกระดึง(Phu Kradung Formation) ของหมวดหินโคราช นั่นเอง



รูปที่ 4.2 ลักษณะ Contact ที่ชัดเจนของชุดหิน PK และ PW ที่บ้านดอนกอก

2. ชุดหิน PW

ชุดหินนี้พบแพร่กระจายชัดเจนที่สุดในพื้นที่ศึกษา ทางตะวันตกของพื้นที่ศึกษา เพราะประกอบขึ้นเป็นเทือกเขาภูพานคำ ทอดเป็นแนวยาวในแนวเหนือ-ใต้ และพื้นที่สูงบริเวณที่ติดต่อกัน ซึ่งปรากฏ ลักษณะธรณีสัณฐานแบบ Cuesta ในภาพตัดขวาง



รูปที่ 4.3 ลักษณะเทือกเขาภูพานคำที่หันหน้าผาสู่อ่างเก็บน้ำ เขื่อนอุบลรัตน์

โดยหันหน้าผาไปทางทิศตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ (รูปที่ 4.3) ยกเว้นทางด้านทิศใต้สุดของเทือกภูพานคำในพื้นที่ศึกษา หน้าผาจะเริ่มเบนออกจากทิศตะวันตกมาทางทิศเหนือ จนในที่สุดหันไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ที่บริเวณขอบตะวันตกสุดของพื้นที่ศึกษา อีกบริเวณหนึ่งที่พบหินชุดนี้แพร่กระจาย และโผล่ให้เห็น คือ บริเวณตอนกลางของขอบเหนือสุดของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ บริเวณห่างจากบ้านคำแก่นคูณ ประมาณ 3-4 กิโลเมตร ตามเส้นทางเข้าเขื่อนอุบลรัตน์

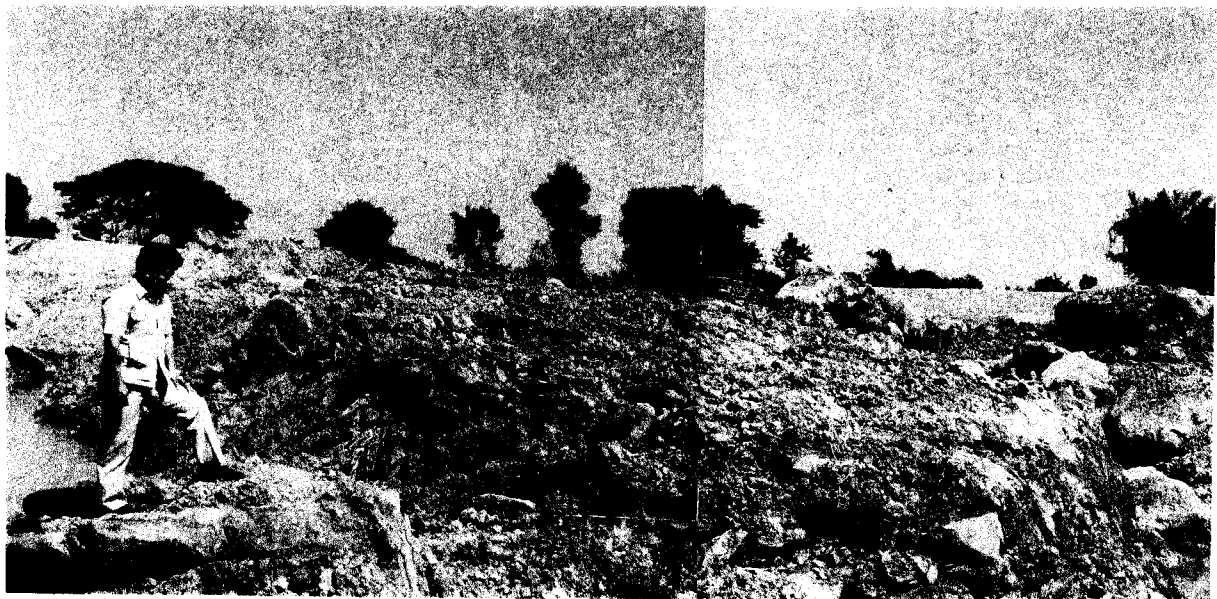
ชุดหินนี้ปรากฏบนภาพถ่ายทางอากาศเป็นสีเทาเข้ม มีพรรณไม้ปกคลุมปานกลาง และ ระบบของทางน้ำเป็นรูปกิ่งไม้ลักษณะหยาบ (coarse-dendritic) บางบริเวณพบระบบของทางน้ำแบบ trellis บ้าง การปรากฏ เป็นเทือกเขาสูงหรือพื้นที่สูงนั้น แสดงถึงความคงทนของหินสูง รวมทั้งยังสามารถติดตามการวางตัวของชั้นหินชุดนี้ได้โดยตลอด ทั้งจากภาพถ่ายทางอากาศ และ จากภาคสนาม ชนิดของหินเป็นหินทรายเนื้อหยาบมาก เนื้อแน่น สีจาง บางตำแหน่งสังเกตเห็น ลักษณะของ graded-bedding ได้อย่างชัดเจน มีหินทรายปนกรวด และ หินกรวดมน สลับอยู่บ้างในบางบริเวณ อีกลักษณะหนึ่งที่มักพบเสมอในชุดหินนี้ คือ ลักษณะของชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ (Mega-cross bedding) (รูปที่ 4.4) ชุดหินนี้เทียบเคียงได้กับชุดหินพระวิหาร (Phra Wihan Formation) ของหมวดหินโคราช



รูปที่ 4.4 ลักษณะ Mega-cross bedding ของชุดหิน PW

3. ชุดหิน SK

ชุดหินนี้แทบจะไม่โผล่ให้เห็นเลยในพื้นที่ศึกษา แต่จากลักษณะภูมิประเทศที่ต่ำกว่าบริเวณข้างเคียง วางตัวทอดยาวเป็นแนวยาวกับเทือกเขาภูพานคำ กับภูมิประเทศลอนลาดที่สูงกว่าถัดมาทางทิศตะวันออก ทำให้ประมาณการว่าบริเวณพื้นที่ด้านนี้รองรับด้วยชุดหินอีกชุดหนึ่ง ที่มีความคงทนต่ำ บริเวณนี้ปรากฏบนภาพถ่ายทางอากาศเป็นสีเข้มถึงจาง พืชพรรณไม้ปกคลุมเบาบาง ระบบของทางน้ำหรือร่องน้ำ ปรากฏเป็นรูปกิ่งไม้ที่ไม่ชัดเจนนัก บางตำแหน่งปรากฏเป็นทางน้ำแบบ trellis ทำให้สังเกตเห็นแนวชั้นหินของชุดหินนี้ได้บ้าง เช่นเดียวกับชุดหิน PK ชนิดของหินชุดนี้อาจสังเกตได้จากบ่อชุดขนาดใหญ่ๆ เช่น ที่บ้านโสกเต้ ทางเหนือของพื้นที่ศึกษา พบว่าชนิดของหินเป็นหินทรายเนื้อละเอียดมาก สีน้ำตาลถึง น้ำตาลอมแดง ร่วน มีแร่ไมกาเป็นส่วนประกอบ มักพบการเรียงชั้นบางๆ และชั้นเฉียงระดับขนาดเล็ก ในแต่ละชั้นหิน (รูปที่ 4.5) ตามลักษณะการวางตัว ชุดหินนี้วางตัวอยู่บนชุดหิน PW จึงเทียบเคียงได้กับชุดหินเสาขัว (Sao Khua Formation) ของหมวดหินโคราช



รูปที่ 4.5 ลักษณะหินโผล่ของชุดหิน SK บริเวณบ่อชุดบ้านโสกเต้

4. ชุดหิน PP

แถบสีเข้มที่ปรากฏเป็นแนวยาวขนานไปกับภูมิประเทศที่เป็นที่ต่ำ ที่รองรับด้วยชุดหิน SK นั้น ถูกจัดแยกเป็นชุดหิน PP ซึ่งหากพิจารณาลงไปในรายละเอียดบนภาพแล้ว จะพบว่าบนแถบสีเข้มนี้ประกอบด้วยลักษณะที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ คือ ลักษณะภูมิประเทศที่สูงกว่า ซึ่งมีความสัมพันธ์กับหินที่มีความคงทนต่อการผุพังสูงกว่า ส่วนอีกลักษณะหนึ่ง คือ บริเวณภูมิประเทศต่ำ มีระบบทางน้ำหนาแน่นกว่า และสีบนภาพเข้มกว่า จึงมีความสัมพันธ์กับหิน ที่มีความคงทนต่อการผุพังต่ำกว่า แนวการวางตัวของชั้นหิน ที่มีความคงทนสูงกว่า สามารถมองเห็นอย่างชัดเจนบนภาพ แต่ชั้นหินที่มีความคงทนต่ำกว่า ต้องอาศัยความแตกต่างของความเข้มของสีบนภาพ และระบบทางน้ำช่วยในการพิจารณาการวางตัวพบว่า ชุดหินย่อยที่มีความคงทนต่ำกว่า

หินชุดนี้โผล่ให้เห็นหลายตำแหน่งในพื้นที่ศึกษา โดยเฉพาะชุดหินย่อยที่ประกอบด้วย ชั้นหินที่มีความคงทนสูง เช่น บ้านคำหัวช้าง บ้านแก่นเท่า ภูวัด ภูหล่มเก่า (รูปที่ 4.6) ประกอบด้วยหินชนิด หินทราย เนื้อหยาบปนกรวด และหินกรวดมน แต่ละชั้นมักมีความหนาพอสมควร กรวดที่ปนในเนื้อหินจะเป็นกรวดควอร์ต และกรวดเชิร์ต พบชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ในชั้นหินเสมอ



รูปที่ 4.6 ชุดหิน PP ที่ภูหล่มเก่า แสดงชั้นหนาและชั้นเฉียงระดับ
ชุดนี้เทียบเคียงได้กับชุดหินภูพานของหมวดหินโคราช

5. ชุดหิน KK

ภูมิประเทศที่เป็นพื้นที่ลอนลาดค่อนข้างต่ำ ปกคลุมด้วยพรรณไม้อย่างเบาบางปรากฏ เป็นสีเข้มถึงปานกลางบนภาพถ่ายทางอากาศ และเป็นบริเวณที่อยู่ติดต่อกับบริเวณการแพร่กระจายของชุดหิน PP ถูกจัดเป็นชุดหินอีกชุดหนึ่ง ซึ่งแม้การวางตัวของชุดนี้จะสังเกตได้ไม่ชัดเจนนักจากภาพถ่ายทางอากาศ แต่จากการตรวจสอบภาคสนามทำให้ทราบว่าชุดหิน KK วางตัวอย่างต่อเนื่องบนชุดหิน PP

ชนิดของหินที่ประกอบด้วยชุดหินชุดนี้คือ หินทรายเนื้อละเอียด และหินทรายแป้งเนื้อละเอียด สีม่วงถึงน้ำตาลแดง มีแร่ไมกาเป็นแร่ประกอบ ความหนาของชั้นหินมีตั้งแต่ หนาปานกลางถึงบางมาก มักพบลักษณะต่างๆของการตกตะกอนทับถม อันได้แก่ รอยริ้วคลื่น (ripple-mark) ชั้นเฉียงระดับขนาดเล็ก (small-scale cross bedding) การเรียงชั้นขนาดละเอียด (lamination) ร่องรอยการรบกวนของสิ่งมีชีวิต (bioturbation) นอกจากนี้ยังมีลักษณะเด่นประจำของหินชุดนี้ คือ เม็ดโคลน และ caliche ที่แทรกประปรายอยู่ในเนื้อหิน

หินชุดนี้โผล่ให้เห็นบ้างในบางตำแหน่ง เช่น บ้านนาจาน ทางตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา บ้านหนองนกเขียน บ้านบึงกลาง บ้านวังค้อ ทางเหนือของพื้นที่ศึกษาใกล้กับแม่น้ำพอง (รูปที่ 4.7)



รูปที่ 4.7 ลักษณะหินโผล่ของชุดหิน KK บริเวณบ่อขุดบ้านบึงกลางที่ชั้นบนสุดแสดงให้เห็นชั้นหินบางมากที่มี lamination และ small-scale cross bedding

จากตำแหน่งและลักษณะการวางตัวของหินชุดนี้ อาจเทียบได้กับ ชุดหินโคกกรวด (Khok Kruat Formation) ของหมวดหินโคราช

6. ชุดหิน MS

ภูมิประเทศที่ต่ำเกือบที่สุด แต่ยังคงระดับสูงกว่าบริเวณลุ่มแม่น้ำพองและแม่น้ำชี และอยู่ห่างไกลจากแม่น้ำทั้ง 2 ออกมาเป็นระยะพอสมควร มักเป็นที่ราบลาดเอียงลงสู่ระบบของทางน้ำใหญ่ทั้ง 2 สาย บนภาพถ่ายทางอากาศปรากฏเป็นที่ว่าง มีพรรณไม้ปกคลุมอย่างเบาบางมาก ไม่แสดงลักษณะเป็นลอนลาดอย่างชัดเจน ทางน้ำหรือร่องน้ำไม่แสดงระบบ ที่ชัดเจน จะถูกจัดว่าเป็นพื้นที่รองรับด้วยชุดหินที่มีความคงทนต่อการผุพังต่ำมาก และง่ายต่อการถูกชะล้างออกไป ข้อมูลในภาคสนามยังปรากฏพบว่ามีพื้นที่บริเวณนี้มีคราบเกลือสีขาวเคลือบอยู่ที่ผิวหน้าอยู่เกือบเสมอไป

ชุดหินนี้มักไม่ปรากฏโผล่ให้เห็นในพื้นที่เลย อาจเป็นเพราะความคงทนต่ำถูกชะล้าง เกือบหมด ข้อมูลจากบ่อเจาะบาดาล และบ่อเจาะสำรวจโปแตส ทำให้ทราบว่าชุดหินนี้ประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หรือ หินโคลน สีอิฐ หรือแดงแกมม่วง และมีชั้นเกลือหิน ยิปซัม และแอนไฮไดรต์แทรกสลับอยู่

การวางตัวของชั้นหินของชุดหินนี้ ไม่อาจสังเกตหรือวัดได้ในสนามเลยแต่จากความ สัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของการแพร่กระจายของชุดหินนี้กับชุดหิน KK จึงประมาณได้ว่าชุด หินนี้วางตัวอยู่บนชุดหิน KK ดังนั้นจึงอาจเทียบเคียงได้กับชุดหินมหาสารคาม ของหมวดหินโคราช

7. ชุดหิน PT

พื้นที่มุมทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา บนภาพถ่ายทางอากาศพบว่า เป็นบริเวณที่เป็นภูมิประเทศที่สูงขึ้นมาอีกระดับหนึ่ง ถึงแม้จะเป็นตำแหน่งที่อยู่ไม่ไกลจากแม่น้ำชี โดยแม่น้ำชีโอบอยู่ทางด้านตะวันตก และด้านเหนือของภูมิประเทศนี้บนภาพปรากฏ เป็นสีเข้มปานกลาง แต่ที่เห็นเด่นชัดมากคือ ระบบของทางน้ำบนพื้นที่ภูมิประเทศสูงนี้เป็น ระบบออกจากศูนย์กลาง (radiate pattern) โดยศูนย์กลางอยู่ประมาณบ้านวังกุ้ง ซึ่งมีระดับสูงสุดที่ 232 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ชุดหินนี้ประกอบด้วยหินทรายเนื้อสีแดง เนื้อละเอียดและเนื้อหยาบสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน การกัดขนาดภายในเนื้อดีมาก และเปราะร่วน แต่บางตำแหน่งพบลักษณะของชั้นเฉียงระดับ ขนาดใหญ่ ปรากฏรอยแตกขนาดใหญ่มากถึงปานกลาง และรอยแตกย่อยๆ ในแนวตั้ง เช่น ที่วัดพลาญหินเก็ง บ้านวังหว้า กิ่งอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น (รูปที่ 4.8) เป็นต้น



รูปที่ 4.8 ลักษณะหินโผล่ของหมวดหินภูทอก บริเวณที่วัดพลาญหินเก็ง

นเรศ สัตยารักษ์ และวราวุธ สุธีธร (1979) เป็นผู้ให้ชื่อชุดหินภูทอก สำหรับหินทรายลักษณะเดียวกันนี้ และว่าเป็นหินทรายลมหอบ โดยบางครั้งพบวางตัวอยู่บนชุดหินโคลกรวด ทำให้ตั้งสมมุติฐานว่าชุดหินนี้อาจจะเกิดช่วงเวลาเดียวกับชุดหินมหาสารคาม แต่ในสภาพแวดล้อมของการเกิดที่แตกต่างกัน หรืออาจมีอายุอ่อนกว่าชุดหินมหาสารคาม แต่วางตัวอย่างไม่ต่อเนื่องกับชุดหินมหาสารคาม

ดังนั้นจึงอาจเทียบเคียงหินชุดนี้ ในพื้นที่ศึกษากับชุดหินภูทอกในหมวดหินโคราชได้

8. ชุดหิน UP

บนพื้นที่ลุ่มน้ำชีบริเวณฝั่งขวา ใกล้เคียงกับแม่น้ำชี ตรงข้ามกับตำบลท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น ยังมีอีกบริเวณหนึ่ง คือ บริเวณบ้านหนองโพ บ้านหนองสีที่มีภูมิประเทศที่สูง โดยจุดสูงสุดจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ถึง 183 เมตร และบนภาพถ่ายทางอากาศปรากฏเป็น สีเข้มเช่นกัน โดยรูปแบบทางน้ำจะเป็นรูปแบบขนานหรือเกือบขนาน (parallel or subparallel) สามารถสังเกตทิศทาง การไหลของทางน้ำชัดเจนว่าจากทิศตะวันตกลงสู่แม่น้ำชีทางทิศตะวันออก จากความเข้มของสีบนภาพและระบบของทางน้ำ รวมทั้งลักษณะธรณีสัณฐานแบบ Cuesta ทำให้ทราบว่าชุดหินนี้ วางตัวเอียงเทมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

ข้อมูลในภาคสนามพบว่าชุดหินนี้ประกอบด้วยหินโคลนสีน้ำตาล-น้ำตาลแดง มีรอยแตกอย่างเป็นระบบ และรอยแตกมีสารประกอบคาร์บอเนตเข้าไปบรรจุเต็มเป็นส่วนใหญ่ และหากเทียบเคียงกันในตำแหน่งของลำดับชั้นหิน และระดับความสูงที่ปรากฏในพื้นที่แล้ว ชุดหินนี้จะเทียบเคียงได้ไม่มากนักน้อยกับชุดหิน PT ว่าน่าจะเกิดในช่วงอายุใกล้เคียงกัน แต่สภาพแวดล้อมของการตกทับถมของตะกอนต่างกัน หรืออาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านข้างในสภาพแวดล้อมของการเกิดก็อาจเป็นไปได้

9. ชุดหิน QG

ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ที่ใกล้เคียงกับระดับของชุดหิน PT และชุดหิน J คือประมาณช่วงระหว่างความสูง 180-220 เมตรนั้น ยังพบการตกทับถม ของตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวมากมายในพื้นที่ศึกษา ส่วนหนึ่งตกทับถมในระดับความสูงดังกล่าว และในบริเวณที่ขนานไปกับแถบการแพร่กระจายของชุดหิน KK ที่อยู่ระดับสูงกว่าที่กล่าวแล้ว ทำให้เชื่อได้ในเรื่องต้นว่าตะกอนเหล่านี้ได้จากการผุพังพัฒนาทับถมของชุดหินต่างๆ ที่มีอายุ แก่กว่าและปัจจุบันปรากฏแพร่กระจายที่ระดับที่สูงกว่า

บนภาพถ่ายทางอากาศ แถบสีเข้มที่ไม่ต่อเนื่องแต่ยังติดต่อกับการแพร่กระจายของชุดหิน KK รวมทั้งบริเวณที่ปรากฏเป็นพื้นที่สีเข้มนภาพขนาดต่าง ๆ กันกระจายอยู่ประปราย บนภูมิประเทศต่ำนั้น ถูกจัดไว้เป็นอีกชุดหินหนึ่ง ความหนาแน่นของทางน้ำบนพื้นที่นี้มักต่ำ แต่ร่องน้ำมักลึก ซึ่งแสดงถึงการขอมให้น้ำซึมผ่านได้คิของหินบริเวณนี้

หลักฐานในภาคสนามพบว่าชุดหินประกอบด้วย การทับถมของกรวดต่างๆ laterite และดินทรายถึงทรายแป้ง กรวดมีส่วนประกอบเป็น ควอร์ต เซิร์ต เศษไม้กลายเป็นหิน หรือบางครั้งพบเป็นส่วนของลำต้นไม้ขนาดใหญ่ เช่น ที่บ้านโนนรัง บ้านโนนดุ่น ภูกระแต บ้านป่าสาน บ้านป่าหม้อ เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันเป็นแหล่งวัสดุก่อสร้างประเภทลูกรังที่สำคัญ ส่วนประกอบของชั้นกรวดพบว่าชุดหินที่แก่กว่าของหมวดหินโคราช ไม่ใช่แหล่งที่มาของกรวด เหล่านี้ สันนิษฐานว่าแม่น้ำโบราณขนาดใหญ่พัฒนากรวดมาจากที่ไกล ๆ แต่มาสะสมตัว ที่บริเวณนี้ (นเรศ สัตยรักษ์ 1985)

11. ชุดหิน QR

บริเวณภูมิประเทศที่ต่ำที่สุด ซึ่งมักจะขนานไปกับแม่น้ำชี แม่น้ำพองและสาขา ของทางน้ำ ต่างๆ ปรากฏบนภาพถ่ายทางอากาศเป็นสีจางไม่สม่ำเสมอ มักเป็นพื้นที่ราบเรียบ มีแหล่งน้ำผิวดินเป็นจำนวนมากพอสมควร ชุดหินนี้ประกอบขึ้นจากตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวทั้งสิ้น เป็นตะกอนใหม่สุดที่ตกทับถมจากแม่น้ำปัจจุบัน มีขนาดของตะกอนขนาดละเอียด ประเภททราย ทรายแป้ง และโคลน จัดเป็นชุดที่มีอายุอ่อนที่สุดในพื้นที่ศึกษา

4.1.2 ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างในพื้นที่ศึกษา

ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่ศึกษานี้ โดยภาพรวมแล้วสามารถสังเกตให้เห็นได้อย่างชัดเจนในระดับหนึ่งจากภาพถ่ายดัชนีที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา โครงสร้างทางธรณีวิทยา ที่เด่นชัดที่สุด คือ การโค้งงอของชั้นหินของชุดหินต่างๆ ดังได้บรรยายไว้ใน 4.1.1 อย่างต่อเนื่อง

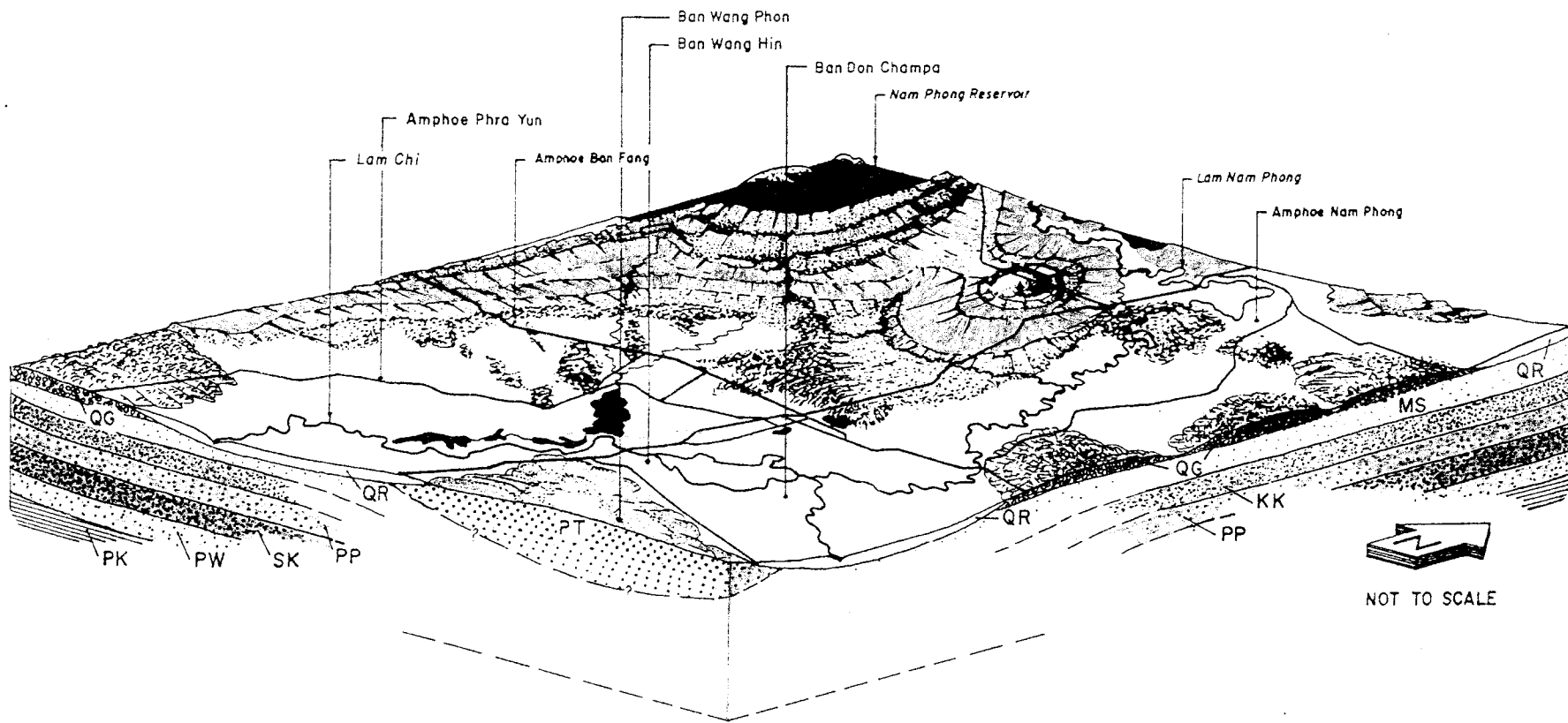
นเรศ สัตยรักษ์ (1985) บรรยายว่า บริเวณขอบและกลางแอ่งโคราชถูกยกตัวขึ้นเมื่อประมาณ 100 ล้านปีที่ผ่านมา โดยยกตัวขึ้นเรื่อยๆ และภูมิประเทศที่พบเห็นในปัจจุบัน ได้มาจากผลของการกัดเซาะของ

แม่น้ำ ในการเคลื่อนไหวของโดมเกลือที่อยู่ข้างล่าง ซึ่งการโค้งงอของชั้นหินในพื้นที่ศึกษาที่เป็นผลจากการยกตัวดังกล่าว

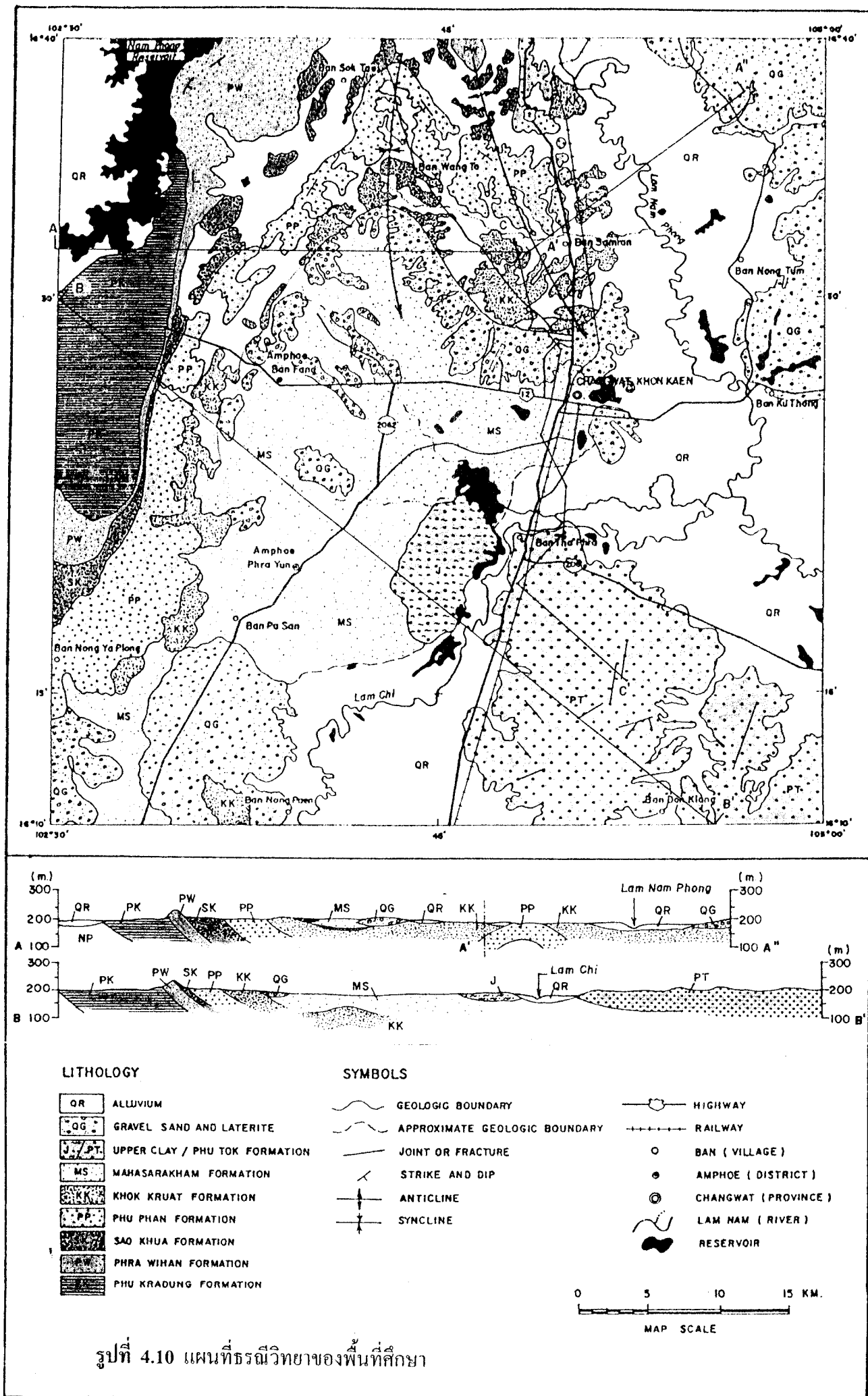
โครงสร้างทางธรณีวิทยาขนาดใหญ่ ที่เด่นชัดที่สุดในพื้นที่ศึกษา คือ โครงสร้างรูป ประทุนหงาย (syncline โดยเฉพาะ plunging syncline) และโครงสร้างรูปประทุนคว่ำ (anticline โดยเฉพาะ plunging anticline) อันเป็นผลจากการบิดโค้งงอไปมาอย่างต่อเนื่องของชั้นหินต่าง ๆ โดยโครงสร้างดังกล่าวจะมีการวางตัวของแกน (fold axis) ในแนวเหนือ-ใต้โดยประมาณหรือเบี่ยงเบนไปในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือและทิศตะวันออกเฉียงใต้ เล็กน้อย

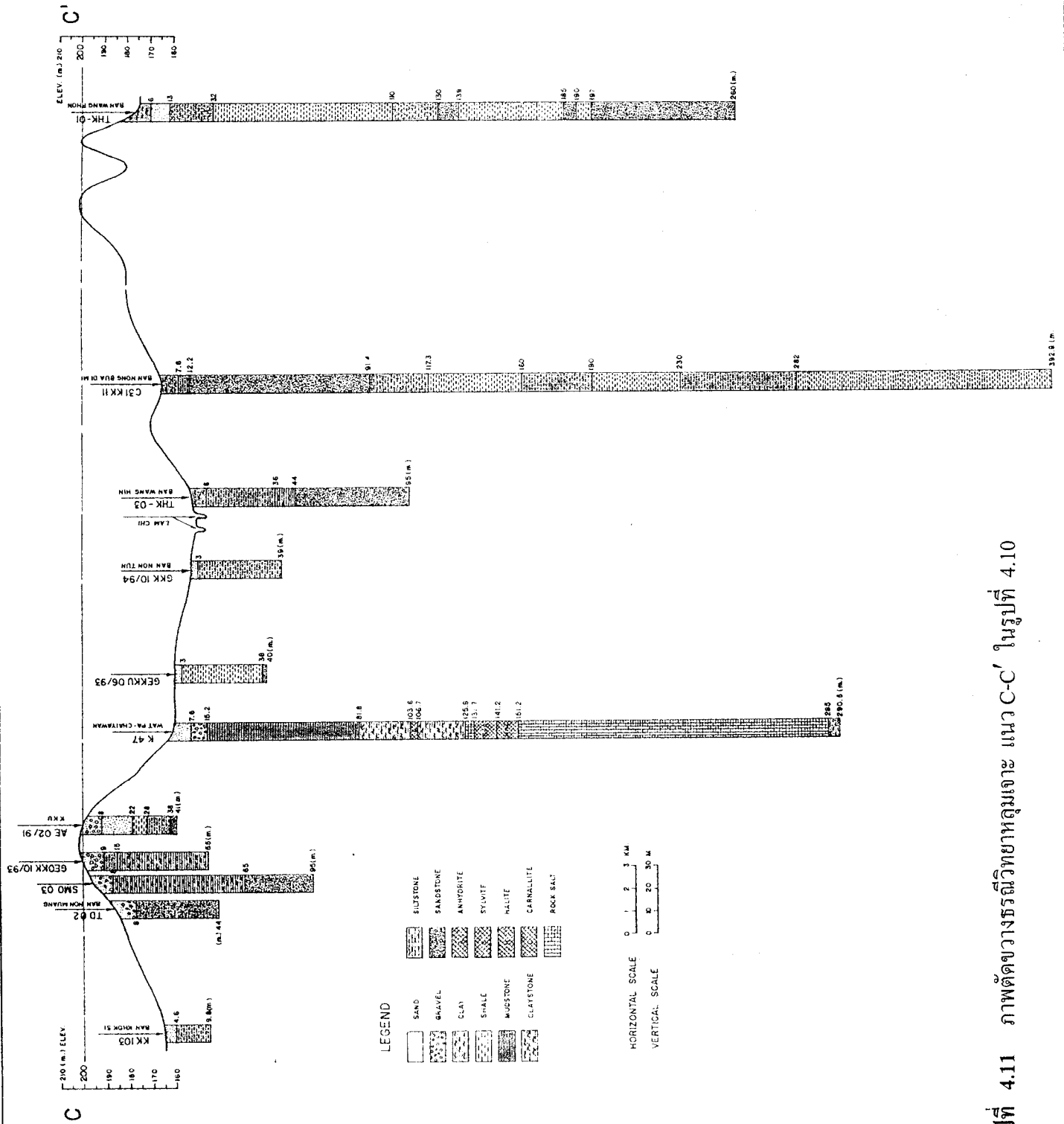
โครงสร้างรูปประทุนหงายมีแนวแกนเหนือ-ใต้ ในช่วงกลางของซีกเหนือของพื้นที่ศึกษาพาดจากบ้านโสกแต้มายังบ้านท่ม สัมผัสได้อย่างชัดเจนจากการโค้งงอและลักษณะการวางตัวของชั้นหินที่มีความคงทนของชุดหินที่มี PP ส่วนโครงสร้างรูปประทุนคว่ำ ปรากฏ 2 ข้างทางทิศตะวันออก และทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของโครงสร้างรูปประทุนหงาย โดยโครงสร้างทางทิศตะวันออกนั้น ถึงแม้ในพื้นที่ศึกษาจะปรากฏให้เห็นเป็นเพียงโครงสร้างรูปประทุนคว่ำ (plunging anticline) เท่านั้นแต่ความเป็นจริงโครงสร้างนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างรูปโดม (domal structure) ที่ต่อขึ้นไปทางทิศเหนือ โดยแนวแกนพาดผ่านบ้านโคกเปี้ย-บ้านม่วงหวาน ไปทางทิศเหนือจนถึงบ้านห้วยชาดินนอกพื้นที่ศึกษา ส่วนโครงสร้างรูปประทุนคว่ำทางซีกตะวันตก ก็มีแนวแกนในแนวเกือบเหนือ-ใต้ เช่นที่กล่าวมาแล้วและเอียงเทลงมาทางใต้ จากบ้านยางคำ การวางตัวของชั้นหินของชุด PW ยืนยันลักษณะโครงสร้างนี้อย่างชัดเจน

หลักฐานหนึ่งที่ปรากฏในพื้นที่ทางขอบตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณใกล้บ้านหนองแปน พบการโผล่ให้เห็นของชุดหิน KK อีกตำแหน่งหนึ่ง ทำให้สามารถแปลความได้ว่า การบิดโค้งงอ ของชั้นหินทำให้เกิดโครงสร้างรูปประทุนคว่ำขนาดเล็กที่ไม่ชัดเจนนักอีกโครงสร้างหนึ่งแต่ถูกปิด ทับด้วยตะกอนกรวดชุด QG



รูปที่ 4.9 ธรณีวิทยาสามมิติของพื้นที่ศึกษา





รูปที่ 4.11 ภาพตัดขวางธรณีวิทยาหลุมเจาะ แนว C-C' ในรูปที่ 4.10

ลักษณะโครงสร้างทั้งหมดโดยรวมของพื้นที่ศึกษา ได้แสดงด้วยภาพสามมิติ (รูปที่ 4.9) และภาพตัดขวาง 2 แนว ที่ตัดผ่านซีกเหนือในแนวภาคตะวันตก-ตะวันออก เฉียงเหนือ (A-A'-A'') และผ่านซีกใต้ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ (B-B') ในแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา (รูปที่ 4.10, 4.11 และ Plate I ภาคผนวก) ไว้ด้วยแล้ว

4.2 อุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา (Hydrogeology of the Study Area)

จากจำนวนพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 2,915 ตารางกิโลเมตร วางตำแหน่งบ่อเก็บตัวอย่างน้ำไว้ 82 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 1.58 ของบ่อน้ำบาดาลทั้งหมด 5,189 บ่อในพื้นที่ศึกษา ซึ่งแต่ละบ่อ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 35.5 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 4.12) ทั้งนี้การกระจายของบ่อเก็บตัวอย่างบางจุด อาจจะห่าง และบางจุดอาจจะถี่ขึ้นอยู่กับจำนวนบ่อน้ำบาดาลที่มีอยู่ในพื้นที่ และเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และงบประมาณที่ใช้ อนึ่งในการศึกษาได้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ เกี่ยวกับปริมาณโลหะหนัก วานาเดียมและ ไอโอดีนไว้ด้วย

ลักษณะอุทกธรณีวิทยาในการศึกษารังนี้ ประกอบด้วยลักษณะชั้นหินอุ้มน้ำ ชลศาสตร์ของชั้นน้ำ การใช้น้ำบาดาลและคุณภาพน้ำบาดาล

4.2.1 การเกิดน้ำบาดาล (Origin of Groundwater)

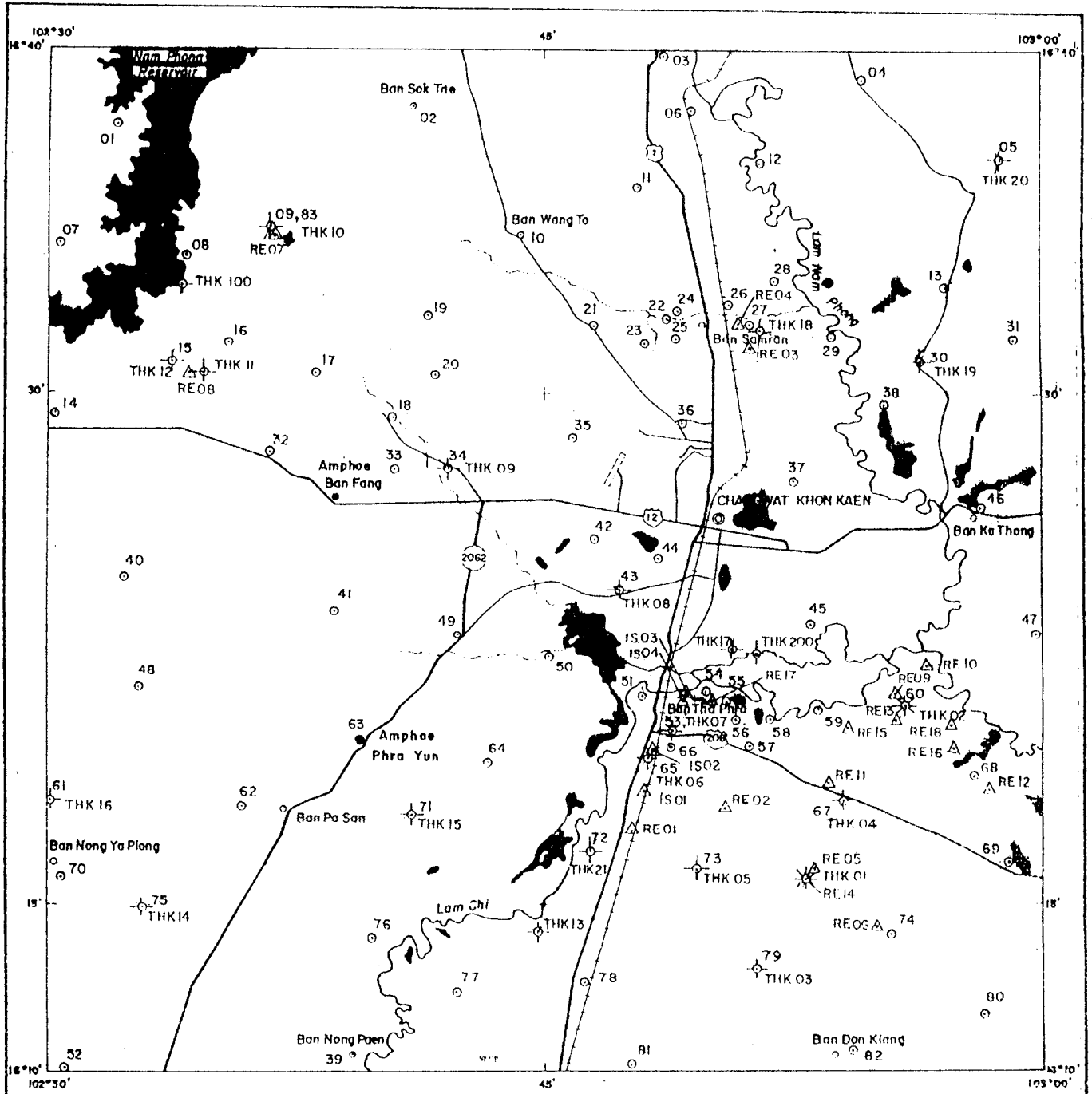
ในพื้นที่ศึกษามีชั้นน้ำบาดาล ซึ่งชาวบ้านใช้อยู่ 2 ชั้น คือ

ชั้นน้ำบาดาลที่ 1 เป็นชั้นน้ำเปิด (unconfined aquifer) ซึ่งชั้นนี้ประกอบด้วยชั้นหินร่วนจำพวกกรวดทราย มีความลึกไม่เกิน 10 เมตร ส่วนใหญ่อยู่ตามพื้นที่ราบลุ่มชายฝั่งแม่น้ำ ปริมาณน้ำที่ค่อนข้างต่ำ มีน้ำเพียงพอสำหรับครัวเรือนในฤดูฝน ในขณะที่บ่อจะให้น้ำน้อย และบางบ่อแห้งในฤดูแล้ง คุณภาพน้ำค่อนข้างดี จืด บางบริเวณชาวบ้านยังใช้เป็นน้ำดื่ม หลังจากน้ำฝนที่สะสมไว้ได้หมดลง มีพื้นที่บางส่วนที่มีบ่อน้ำตื้น ให้น้ำเค็ม ซึ่งอยู่ตามแนวริมฝั่งแม่น้ำพองและริมฝั่งแม่น้ำชี อนึ่ง บทบาทของบ่อน้ำตื้นนี้ ปัจจุบันเริ่มมีน้อยลงอย่างมากจะเห็นได้จากในบางหมู่บ้าน จากเดิมที่เคยใช้ก็จะเลิกใช้หรือใช้น้อยลง

ชั้นน้ำบาดาลที่ 2 ซึ่งเป็นชั้นน้ำปิด (confined aquifer) เป็นชั้นน้ำซึ่งเกิดอยู่ในหินตะกอนหมวดโคราช เป็นพวกหินแข็งที่มีรอยแตก รอยแยก หรือมีการเชื่อมตัวบางส่วน และหินผุ ประกอบด้วยหินดินดาน หินทรายแป้ง หินทรายละเอียด และหินทราย นอกจากนี้ มีบางบริเวณเท่านั้นที่ได้น้ำจากหินร่วน พวกกรวดทรายมีความลึกตั้งแต่มากกว่า 15 เมตร ไปจนถึงประมาณความลึกเฉลี่ยประมาณ 39 เมตร และมีบ่อน้ำบาดาลอยู่ 2-3 บ่อ ที่ลึกเกิน 100 เมตร (รูปที่ 4.13 และ 4.14)

4.2.2 ชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล (Hydraulic of Aquifers)

ลักษณะชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล โดยทั่ว ๆ ไประดับของน้ำบาดาลจะมี ตั้งแต่ น้ำพุสูงจากผิวดินประมาณ 1 เมตร ไปจนถึงลึกจากผิวดิน 20 เมตร ซึ่งบริเวณน้ำพุได้แก่ บริเวณ



SYMBOLS

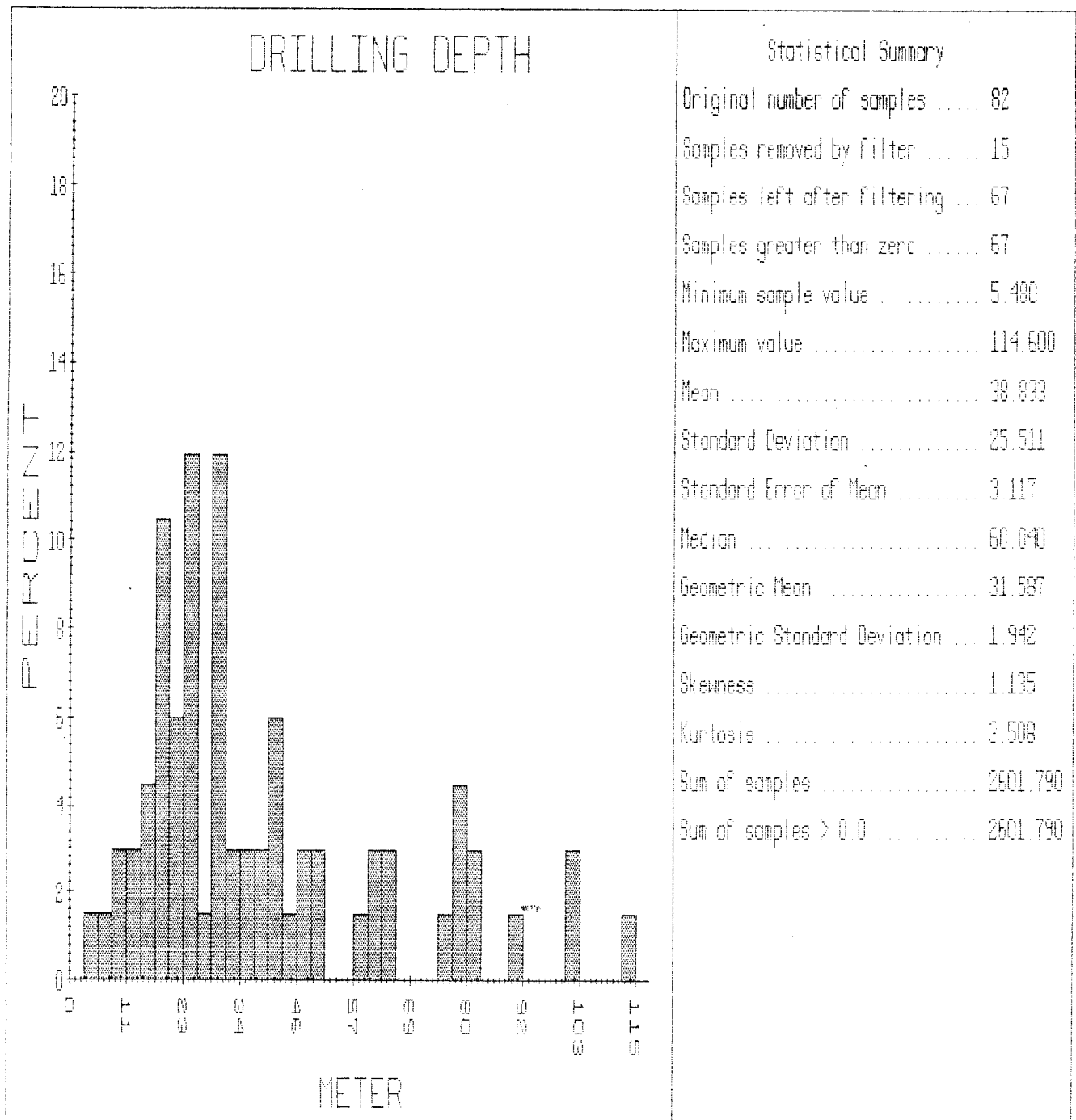
0 5 10 15 Km.

SCALE

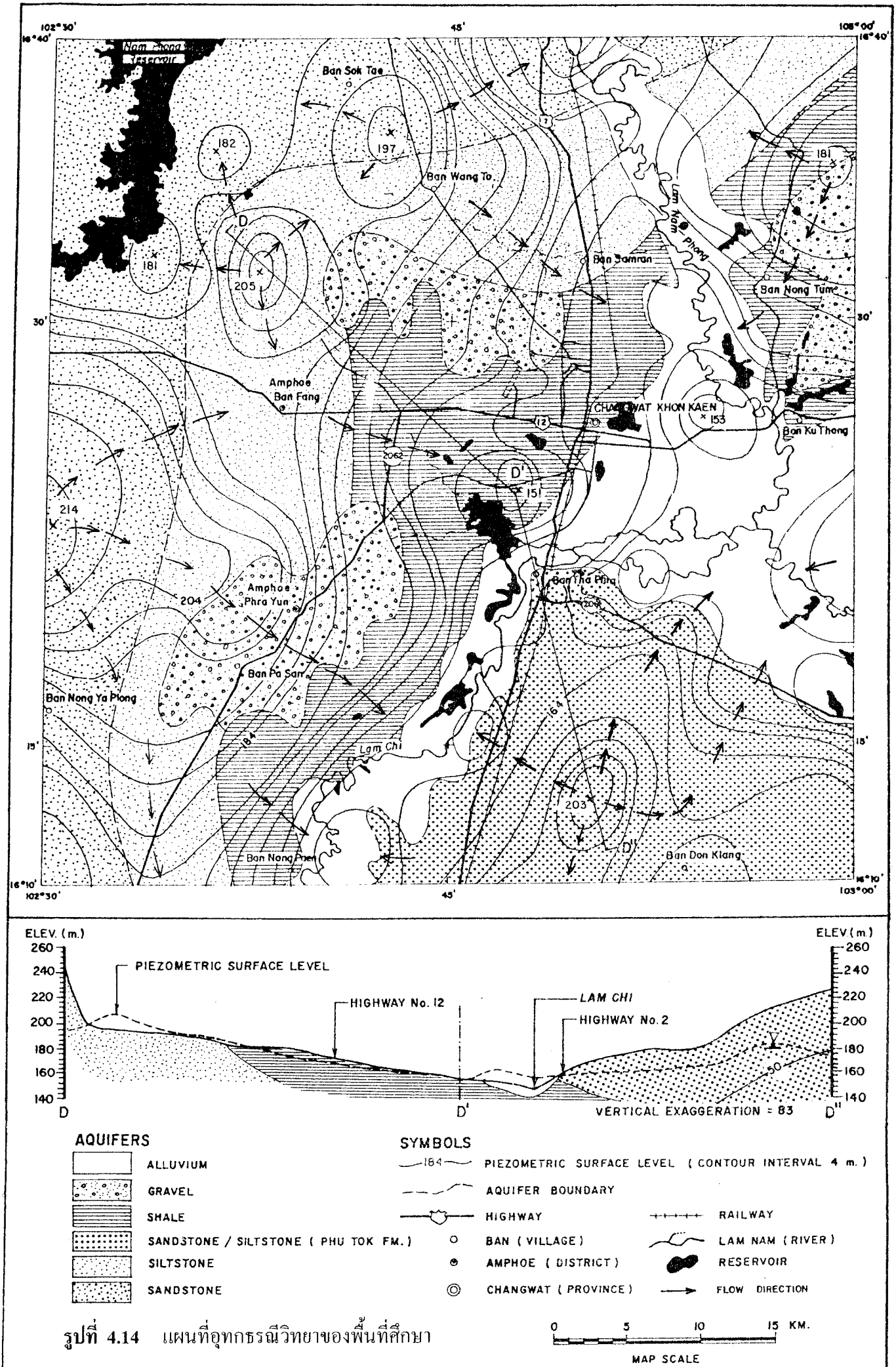
- 20 จุดเก็บตัวอย่าง
 THK 05 จุดเก็บตัวอย่างไอโซโทป
 THK 01 จุดเจาะ Deep Well
 ISOI, REOI จุดสำรวจธรณีฟิสิกส์

- Ban (Village)
 ● Amphoe (District)
 ⊙ Changwat (Province)
 Reservoir
 — Road
 + Railway
 ~ River

รูปที่ 4.12 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ และระดับพื้นผิวดินของบริเวณพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 4.13 ความลึกของบ่อน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 4.14 แผนที่อุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ศึกษา

บ้านคำหาญแดง ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของตัวเมืองขอนแก่นไปประมาณ 28 กิโลเมตร บ้านคำแก่นคูณ ทางเหนือของตัวเมืองขอนแก่นไปประมาณ 26 กิโลเมตร และบ้านหนองไคร่นุ่น ทางใต้ของตัวเมืองขอนแก่นไปประมาณ 11 กิโลเมตร ส่วนบริเวณที่มีระดับน้ำบาดาลลึกจากผิวดินมาก ๆ จะเป็นบ่อบาดาลซึ่งเจาะอยู่บนที่สูง เช่น ที่เชิงเขา ที่เนินซึ่งเป็นพื้นที่เพิ่มเติมน้ำ ได้แก่ ตามแนวเขาภูพานคำด้านตะวันตกเฉียงเหนือ ที่เนินด้านตะวันออกเฉียงเหนือ และที่เนินมุดด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่โครงการ

ถ้าเทียบระดับความสูงของระดับน้ำทะเลปานกลาง แล้วนำมาเขียนกราฟระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง และค่าทางสถิติด้วยกราฟแท่งจะพบว่า โดยทั่วไประดับ น้ำบาดาลจะสูง จากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ระหว่าง 140.7 เมตร ถึง 215.6 เมตร ค่าความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 169.6 เมตร การไหลของน้ำบาดาล จะถูกควบคุมด้วยอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ เขื่อนเขาภูพานคำ แม่น้ำพอง แม่น้ำชี ที่เนินด้านสนามบินน้ำพอง ซึ่งอยู่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ และที่เนินด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ โดยการไหลของน้ำบาดาลจะเริ่มจากแนวแบ่งน้ำบาดาล ตามแนวเขื่อนเขาภูพานคำ ไปทิศตะวันตกเฉียงเหนือลงสู่อ่างเก็บน้ำ เขื่อนอุบลรัตน์ และจากแนวเขื่อนเขาภูพานคำ ด้านตะวันออกเฉียงใต้ การไหลของน้ำบาดาล จะแยกเป็น 2 สาย สายที่หนึ่งจะไหลตามแนวตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านด้านเหนือของเมืองขอนแก่น มุ่งสู่ลำน้ำพอง ในขณะที่สายที่สองจะไหลผ่านด้านทิศตะวันตก ของเมืองขอนแก่น แล้วมุ่งลงสู่หนองโคตร บึงแก่งน้ำดอน แล้วไหลลงสู่ลำน้ำชี

บริเวณที่เนินด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นที่ตั้งสนามบินน้ำพอง น้ำบาดาลจะไหลในทิศตะวันตกเฉียงใต้ลงสู่ลำน้ำพอง ในขณะที่น้ำบาดาลด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเมืองขอนแก่น บริเวณอำเภอมะขาม จะไหลจากทางทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออก มุ่งสู่แม่น้ำชี ในขณะที่น้ำบาดาลด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำบาดาลของหินภูทอก จะมีทิศทางการไหลจากจุดตรงกลางของชั้นน้ำบาดาลออกเป็นทุกทิศทางสู่แม่น้ำชีตั้งแต่ทิศตะวันตก ทิศเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ (รูปที่ 4.15)

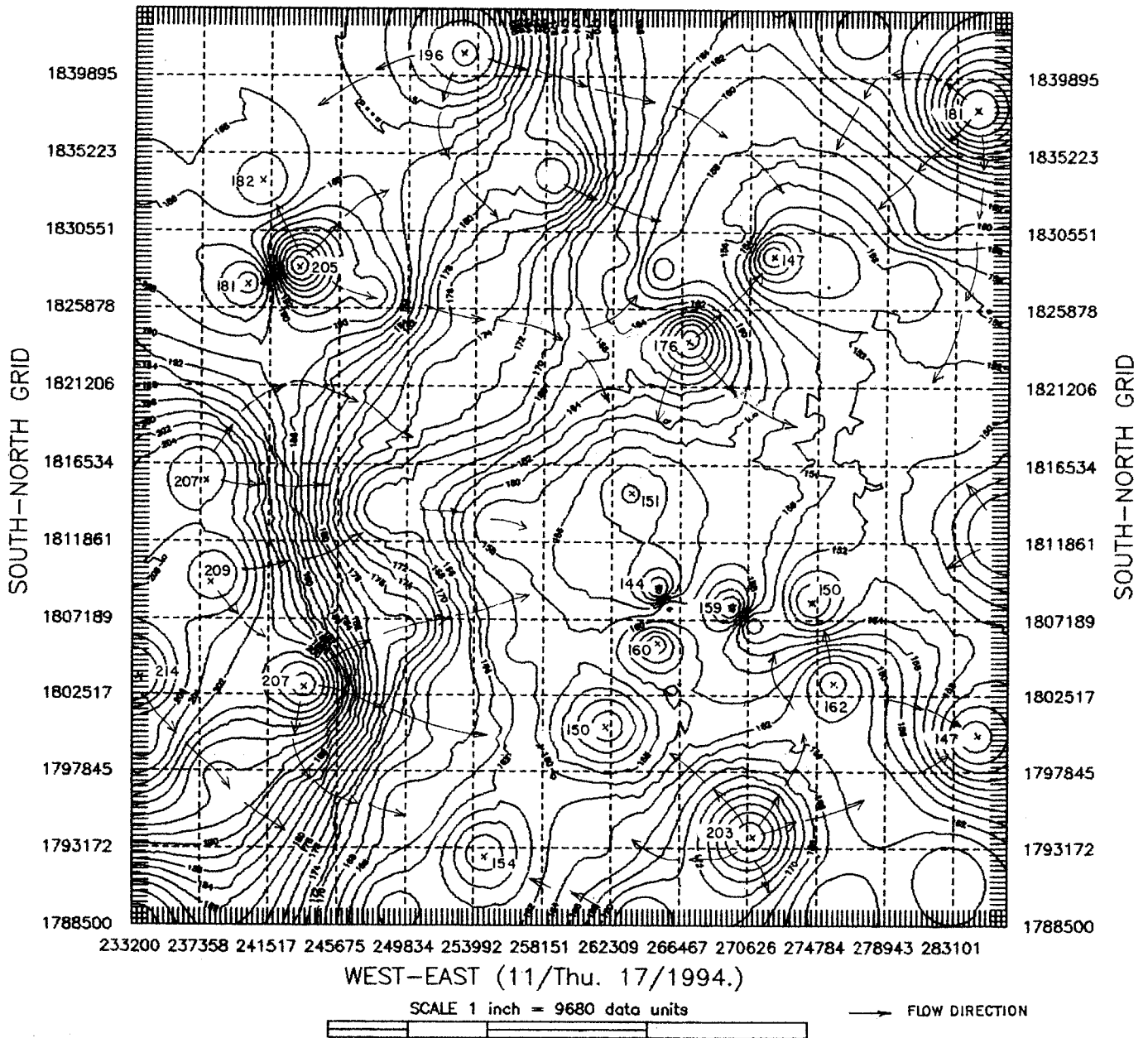
ลักษณะชลศาสตร์เกี่ยวกับสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน (Coefficient of Transmissivity, T) สัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำ (Storage Coefficient, S) และผลผลิตน้ำบาดาลหรือ ปริมาณการสูบ และระดับน้ำลดของพื้นที่โครงการจะพบว่า สัมประสิทธิ์การส่งผ่าน (T) ของชั้นน้ำในพื้นที่ศึกษาซึ่งเกี่ยวข้องกับความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำและค่า hydraulic conductivity (K) ของชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่โดยทั่วไป จะมีค่า T ค่อนข้างต่ำ บริเวณพื้นที่ซึ่งมีค่า T ปานกลางจะอยู่บริเวณบ้านม่วงใหญ่ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือของตัวเมืองขอนแก่น ห่างออกไปประมาณประมาณ 14 กิโลเมตร บ้านอัมพวัน และบ้านหนองคูอยู่ด้านทิศเหนือของตัวเมืองขอนแก่น ขึ้นไปประมาณ 10 กิโลเมตร และทิศตะวันออกเฉียงเหนือของตัวเมืองขอนแก่น ประมาณ 15 กิโลเมตร ตามลำดับ ในบริเวณหมู่บ้านซึ่งมีค่า T สูงมากจะอยู่ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของตัวเมืองขอนแก่น ได้แก่ บริเวณตั้งแต่หมู่บ้านท่าพระลงไปจนสุดพื้นที่โครงการซึ่งอยู่ห่างจากตัวเมืองขอนแก่น ตั้งแต่ประมาณ 12 กิโลเมตร ไปจนถึงประมาณ 30 กิโลเมตร

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำบาดาล (S) ของชั้นน้ำบาดาลจะอยู่ในช่วง 7.0617×10^{-5} ถึง 2.085×10^{-4} ซึ่งถือว่าเป็นชั้นน้ำปิด ประสิทธิภาพการสูบน้ำบาดาลของบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่โครงการ มีตั้งแต่บ่อซึ่งใช้สูบน้ำมือโยก และเครื่องสูบน้ำไฟฟ้าขนาดเล็กวันละไม่ถึง 10 ลูกบาศก์เมตร

PIEZOMETRIC LEVEL CONTOUR (M) (M.S.L.)

KHONKAEN PROVINCE (CONTOUR IN.=2 M)

233200 237358 241517 245675 249834 253992 258151 262309 266467 270626 274784 278943 283101



รูปที่ 4.15 แผนที่ potentiometric elevation ของชั้นน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่โครงการ

เครื่องสูบน้ำแบบจุ่มน้ำ (Submersible Pump) สูบน้ำได้วันละมากกว่า 100 ลูกบาศก์เมตร ไปจนถึงเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์ ซึ่งสูบน้ำได้วันละมากกว่า 1,000 ลูกบาศก์เมตร โดยทั่วไปสูบน้ำมือโยก เครื่องสูบน้ำไฟฟ้าขนาดเล็ก และเครื่องสูบน้ำแบบจุ่มน้ำจะมีการใช้กระจายอยู่ทั่วพื้นที่โครงการ ยกเว้นบริเวณบ้านท่าพระ ซึ่งนอกจากมีเครื่องสูบน้ำดังกล่าวแล้วยังมีเครื่องสูบน้ำเทอร์ไบน์สำหรับน้ำใช้ในศูนย์ราชการและโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อีกด้วย

4.2.3 ปริมาณการใช้น้ำบาดาล

การใช้น้ำบาดาลบริเวณพื้นที่โครงการ ในเขตประปา ก็ยังมีการใช้น้ำบาดาลบ้าง ส่วนใหญ่จะใช้ทดแทนในช่วงน้ำประปาขาด หรือกรณีมีน้ำเสียเข้า และรดต้นไม้ ปริมาณการใช้น้ำค่อนข้างน้อย ไม่ถึงร้อยละ 5 จากผู้ใช้น้ำประปาทั้งหมด

น้ำสำหรับครัวเรือนนอกเขตประปา และชนบทบริเวณที่มีน้ำบาดาลจืด การใช้น้ำประปาบาดาลเริ่มมีบทบาทมากขึ้นในพื้นที่โครงการ มีจำนวนบ่อสาธารณะ และบ่อส่วนตัว ทั้งหมด 5,189 บ่อ เป็นน้ำบาดาลสาธารณะ 1,442 บ่อ และบ่อส่วนตัว 3,747 บ่อ มีหมู่บ้านที่มีระบบประปาหมู่บ้านแล้ว 184 หมู่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 39.91 ของหมู่บ้านทั้งหมด จำนวน 461 หมู่บ้าน ในขณะที่บ้านที่ไม่มีระบบประปาหมู่บ้าน ปริมาณการใช้น้ำบาดาลโดยอาศัยสูบน้ำมือโยก จะมีมากกว่า 2 ใน 3 ของน้ำใช้ทั้งหมด

น้ำเพื่อการบริโภค ส่วนใหญ่ชาวบ้านจะไม่นิยมดื่มน้ำบาดาล จะดื่มเฉพาะ ปีที่ขาดน้ำมากๆ จนไม่มีน้ำฝน และน้ำจากบ่อน้ำตื้น แต่ในพื้นที่โครงการมี บริษัท ไทยน้ำทิพย์จำกัด และบริษัท บุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด ตั้งโรงงานผลิตน้ำเพื่อบริโภค จากชั้นน้ำบาดาล ของชุดหินภูเขาไฟ บริเวณบ้านท่าพระโดยมีอัตราการผลิตประมาณปีละ 600,000 ลูกบาศก์เมตร

น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม ถ้าไม่รวมอุตสาหกรรมน้ำดื่มซึ่งกล่าวข้างต้นแล้ว น้ำบาดาลยังใช้สำหรับอุตสาหกรรมเหวอน ปูนซีเมนต์ผสมเสร็จ เครื่องกีฬา โรงหล่อเหล็กและโรงงาน อื่น ๆ เป็นจำนวนมาก

น้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่โครงการ มีการใช้ค่อนข้างน้อย มีบางพื้นที่ ด้านตะวันตกเฉียงใต้ของตัวเมืองขอนแก่นใช้น้ำบาดาลเพื่อการปลูกแตงโม เพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ และบริเวณด้านทิศใต้ตรงขอบพื้นที่โครงการ มีการใช้น้ำบาดาลปลูกผักกาดหัวในฤดูแล้งที่บ้านหนองโจ้ง นอกนั้นแทบจะไม่มีให้เห็นซึ่งการใช้ก็เฉพาะฤดูแล้งในบางฤดูเท่านั้น

จากผลการสำรวจการใช้น้ำบาดาลทั่วทั้งพื้นที่ พบว่าปัจจุบันทั้งพื้นที่ที่มีการใช้น้ำ บาดาลเฉลี่ย 12,932 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ 4.7 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปีโดยเฉลี่ย บ่อน้ำบาดาลแต่ละบ่อจะสูบน้ำประมาณ 25 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ด้วยปริมาณการสูบสูงสุด ประมาณ 531 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน พื้นที่ซึ่งมีการใช้น้ำบาดาลมากจะอยู่บริเวณบ้านม่วงใหญ่ ห่างจากตัวเมืองขอนแก่นไปทางทิศตะวันตก ประมาณ 14 กิโลเมตร และบ้านท่าพระซึ่งมีการใช้น้ำบาดาลมากที่สุดอยู่ที่ทิศใต้ของตัวเมืองขอนแก่นประมาณ 12 กิโลเมตร (รูปที่ 4.16 และ 4.17)

อนึ่ง ปริมาณการใช้น้ำที่กล่าวมายังถือว่าค่อนข้างต่ำ ยกเว้นบริเวณบ้านท่าพระ ซึ่งบ่งชี้ว่าอัตราการใช้น้ำนั้นค่อนข้างมาก ซึ่งในอนาคตปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำบาดาล น่าจะต้องติดตามใกล้ชิด โดยเฉพาะน้ำเค็มแทรกตัวจากทิศเหนือ ทิศตะวันตก และทิศตะวันออกของชั้นน้ำบาดาลจากชุดหินภูทอกบริเวณบ้านท่าพระ

4.2.4 คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาล (Chemical Properties of Groundwater)

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาล จะแยกกล่าวเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนประกอบทางเคมีที่มีอยู่ปริมาณมาก (Major constituents) ส่วนประกอบทางเคมีที่มีอยู่น้อย (Trace constituents) ส่วนประกอบที่เป็นโลหะหนัก (heavy metals) และส่วนประกอบวานาเดียม และ ไอโอดีน

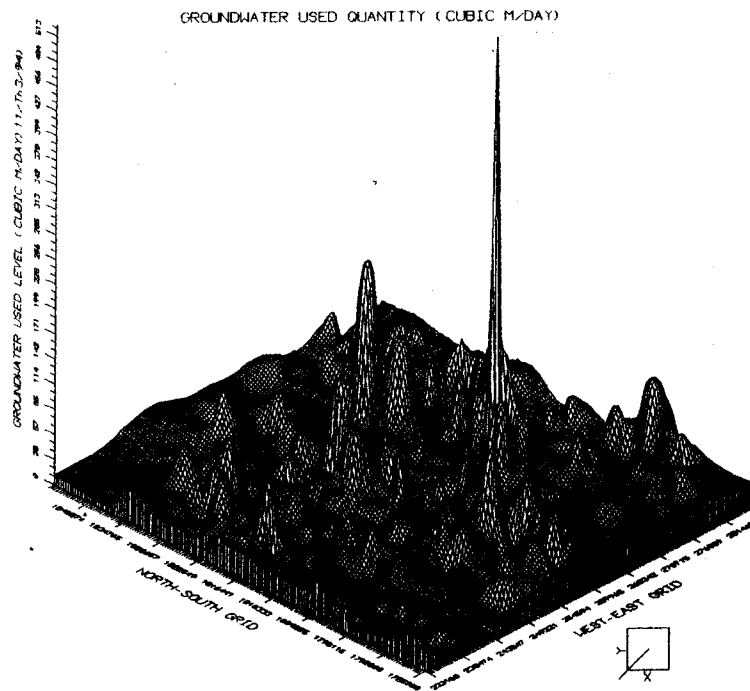
4.2.4.1 ส่วนประกอบทางเคมีที่มีอยู่ปริมาณมาก

ก. pH

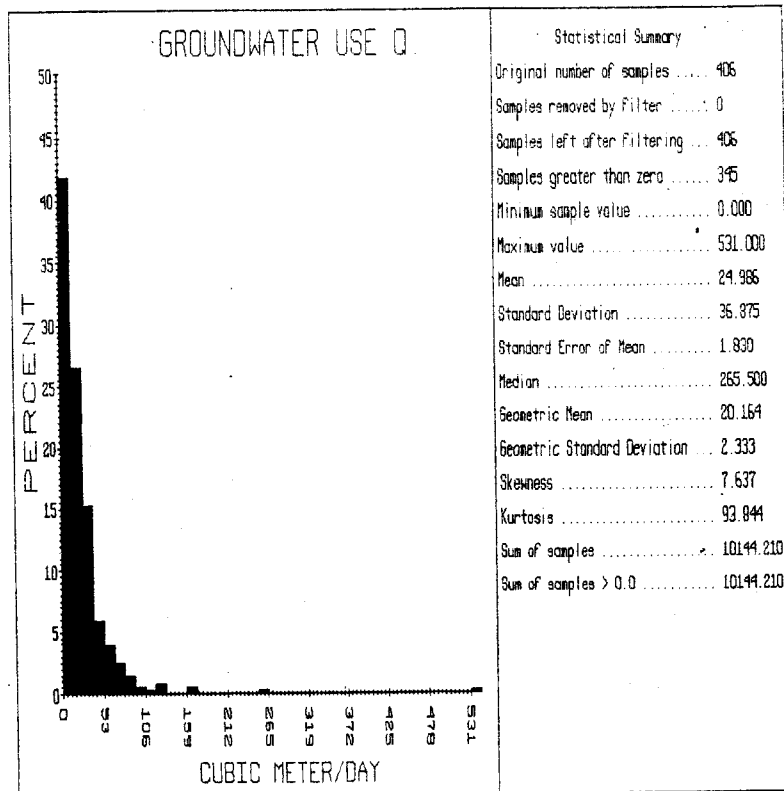
ความเป็นกรดและเป็นด่างของน้ำบาดาล บริเวณพื้นที่โครงการมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.80 และ 8.30 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.07 ซึ่งจากกราฟจะพบว่าน้ำบาดาลส่วนใหญ่มี pH มากกว่า 7 ซึ่งค่อนข้างเป็นด่างจนถึงด่างมาก ที่ pH 8.30 มีเพียงบางบ่อ ซึ่งจะเป็นบ่อน้ำบาดาลจากทิศใต้ของตัวเมืองขอนแก่น ในขณะที่น้ำบาดาลบางส่วนจะมีคุณภาพเป็นกรด โดยเฉพาะ ที่ pH 6.8 มีจำนวนบ่อน้ำบาดาลถึง ร้อยละ 12 มีบ่อน้ำบาดาลส่วนน้อยที่มีคุณภาพเป็นกรดมาก โดยทั่วไปน้ำบาดาลที่มี pH ต่ำกว่า 7 จะอยู่ด้านทิศเหนือของตัวเมืองขอนแก่น (รูปที่ 4.18)

ข. ความนำไฟฟ้า (Electrical Conductance, EC)

ความนำไฟฟ้าของน้ำบาดาลจะอยู่ระหว่าง 61.4 ถึง 15,550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2,525 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ซึ่งจะเห็นว่าคุณภาพน้ำมีตั้งแต่จืด ไปจนถึงน้ำเค็ม ถ้ายึดถือแผนทีของกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี ที่มีค่าความนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ในการแบ่งคุณภาพน้ำคุณภาพน้ำบาดาลอาจจะเป็นน้ำกร่อย แต่จากกราฟแท่งจะพบว่าน้ำส่วนใหญ่ หรือ เกือบ ร้อยละ 50 มีค่าความนำไฟฟ้าต่ำกว่า 1,610 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ซึ่งถือว่าเป็นคุณภาพน้ำจืด ในขณะที่น้ำซึ่งมีคุณภาพไม่จืดกร่อย หรือ เค็ม มีค่าความนำไฟฟ้าเกิน 3,159 $\mu\text{S}/\text{cm}$ มีไม่ถึง ร้อยละ 20

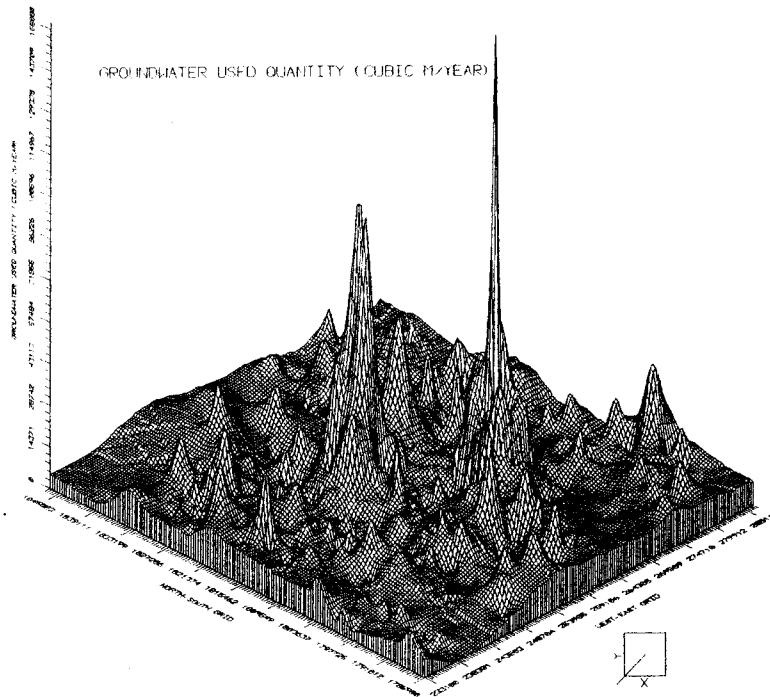


(ก)

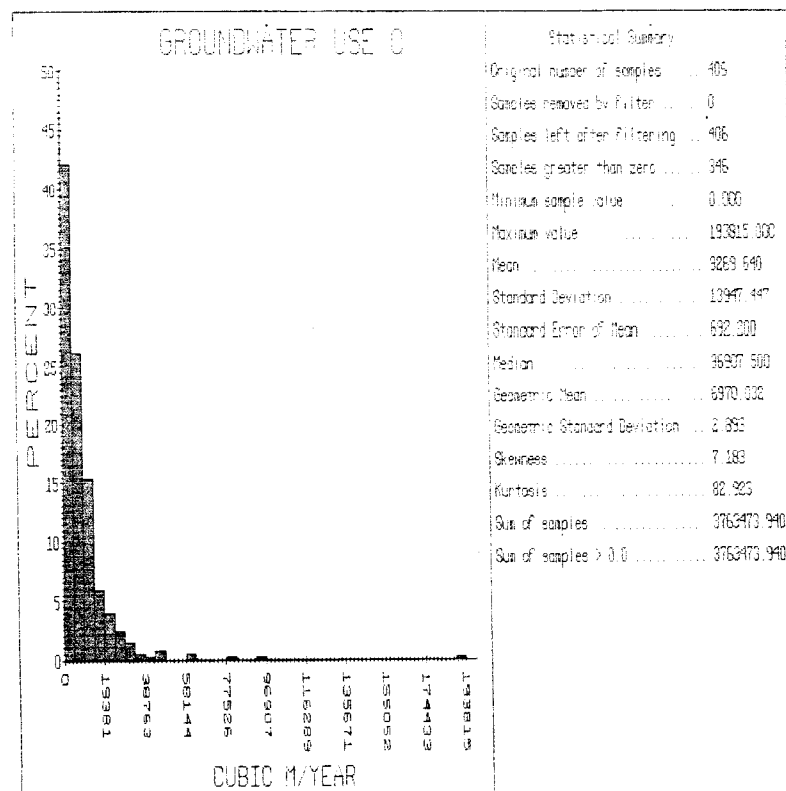


(ข)

รูปที่ 4.16 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลต่อวัน (ก) ปริมาณการใช้น้ำเท่าแบบสามมิติ
(ข) กราฟแท่ง

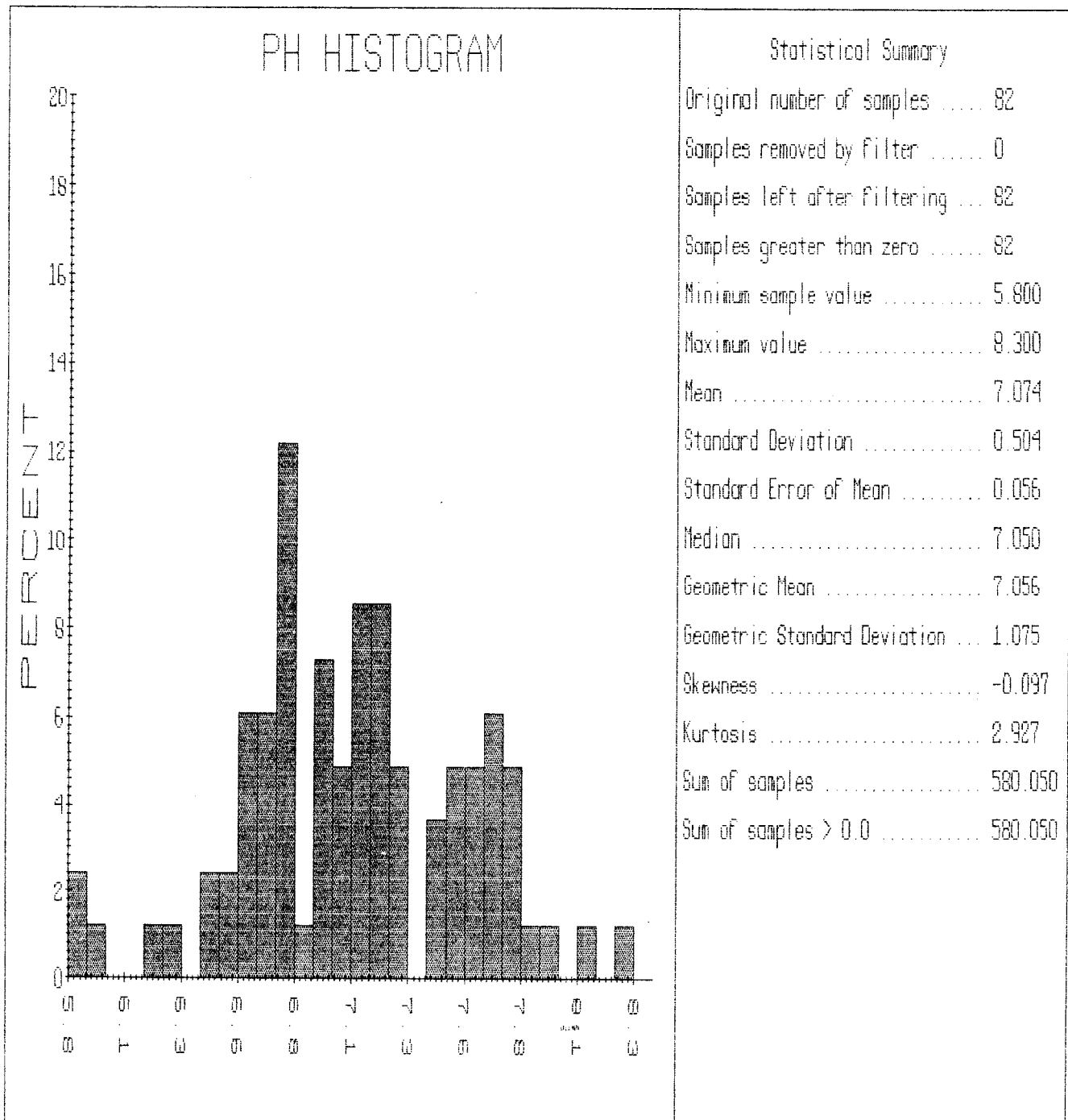


(ก)



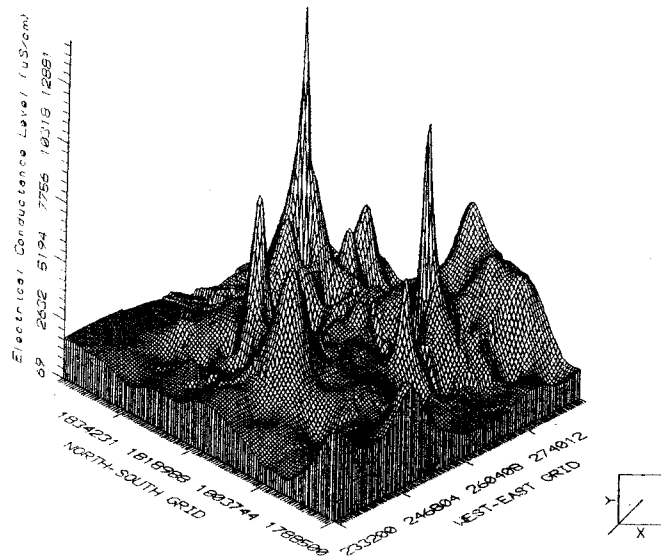
(ข)

รูปที่ 4.17 แผนที่การใช้น้ำบาดาลต่อปีบริเวณพื้นที่โครงการ (ก) ปริมาณการใช้น้ำเท่าสามมิติ (ข) กราฟแท่ง

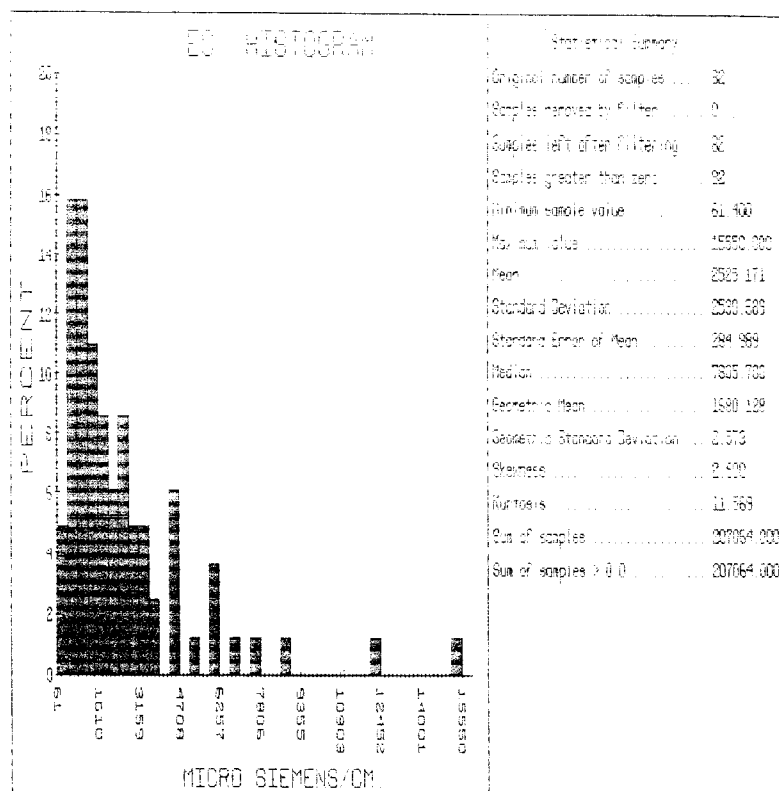


รูปที่ 4.18 ความเป็นกรดและด่างของน้ำบาดาล

ELECTRICAL CONDUCTANCE



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.19 ความนำไฟฟ้าของน้ำบาดาล (ก) ความนำไฟฟ้าท่าสามมิตี (ข) กราฟแท่ง

หนึ่ง จุดที่น้ำเค็มจะอยู่บริเวณบ้านตอกเป็น ทางทิศเหนือของตัวเมืองขอนแก่นขึ้นไป 10 กิโลเมตร และบ้านท่ากระเสริม ทางทิศเหนือของตัวเมืองขอนแก่นขึ้นไปประมาณ 20 กิโลเมตร บ้านทุ่ม ไป จนถึงอำเภอพระยืน อยู่ด้านตะวันตก ถึง ตะวันตกเฉียงใต้ของเมืองขอนแก่นห่างจากเมืองขอนแก่น 15-30 กิโลเมตร และบ้านคอนบมอยู่ด้านทิศใต้ของตัวเมืองขอนแก่นประมาณ 5 กิโลเมตร (ดูรูปที่ 4.19)

ก. ปริมาณสารละลายแข็งทั้งหมด (Total Dissolved Solid, TDS)

ค่าส่วนประกอบปริมาณสารละลายแข็งทั้งหมด (TDS) มีค่าสัมพันธ์ใกล้เคียงกับค่าปริมาณความนำไฟฟ้า และคลอไรด์ น้ำบาดาลมีค่า TDS เฉลี่ย 1,994.2 ppm โดยมีช่วงอยู่ระหว่าง 6.7-14,825.3 ppm แต่น้ำส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 55 จะมีค่า TDS น้อยกว่า 1,489 ppm ซึ่งจัดว่าเป็นน้ำจืดคุณภาพดี มีน้ำไม่ถึงร้อยละ 10 ที่มีคุณภาพไม่ดี มีค่า TDS มากกว่า 2,970 ppm บริเวณที่มีค่า TDS สูงจะอยู่บริเวณบ้านตอกเป็น บ้านท่ากระเสริม บ้านทุ่ม ถึงอำเภอพระยืน และบ้านคอนบม (ดูรูปที่ 4.20)

ง. ปริมาณคลอไรด์ (Cl)

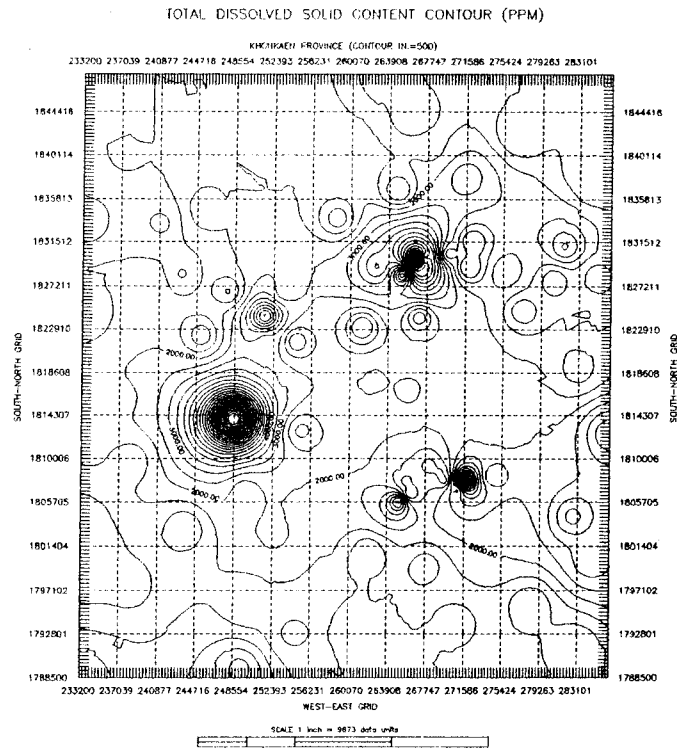
น้ำบาดาลที่ได้มีปริมาณคลอไรด์อยู่ระหว่างมีน้อย ถึง 8,170.52 ppm โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 700.01 ppm น้ำส่วนใหญ่ประมาณ ร้อยละ 80 มีปริมาณคลอไรด์ต่ำกว่า 817 ppm ซึ่งเป็นน้ำค่อนข้างคุณภาพดีในขณะที่น้ำส่วนน้อยไม่ถึง ร้อยละ 20 มีค่าปริมาณคลอไรด์เกิน 817 ppm ซึ่งถือว่าคุณภาพน้ำไม่ดีเป็นน้ำเค็ม บริเวณที่มีค่าปริมาณคลอไรด์สูง จะอยู่ ที่บ้านตอกเป็น บ้านทุ่ม และบ้านคอนบม (ดูรูปที่ 4.21)

จ. ปริมาณโซเดียม (Na) และโปแตสเซียม (K)

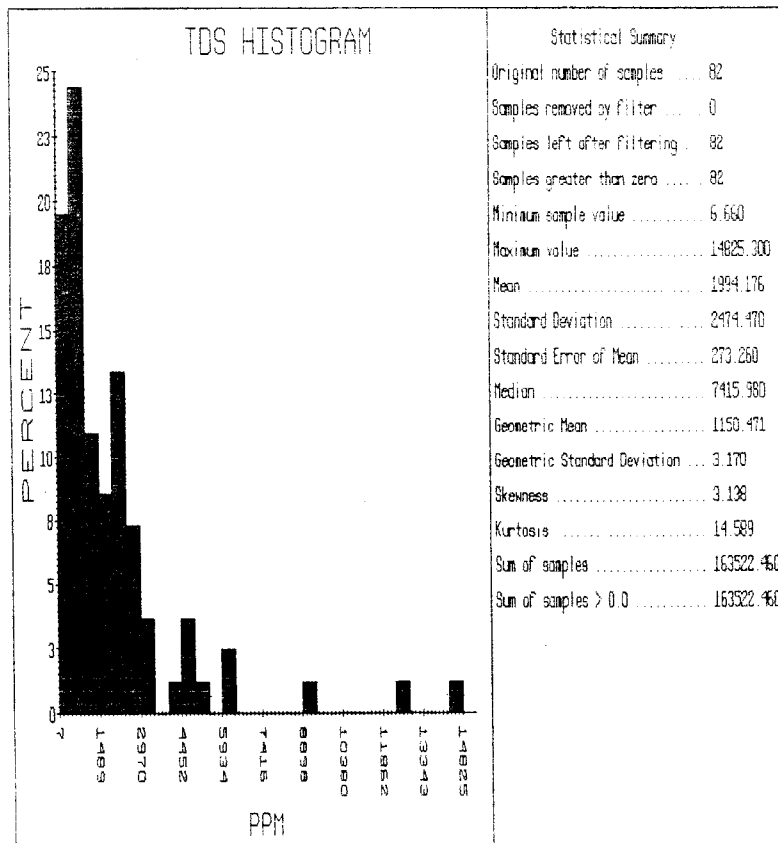
ปริมาณโซเดียม และโปแตสเซียม จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.00 - 2,481.56 และ 0.60-190.00 ppm ตามลำดับ ในขณะที่มีค่าเฉลี่ยของ Na และ K เท่ากับ 258.86 และ 12.35 ppm ตามลำดับ น้ำส่วนใหญ่มากกว่า ร้อยละ 70 มีค่า Na น้อยกว่า 251 ppm ในขณะที่ น้ำเกือบร้อยละ 90 มีค่า K น้อยกว่า 20 ppm (ดูรูปที่ 4.22)

ฉ. ความกระด้างทั้งหมดของน้ำ (Total Hardness)

ความกระด้างของน้ำอยู่ในช่วง 13.36 ถึง 4,615.88 ppm โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 632.36 ppm จากค่าที่ได้จะพบว่าน้ำส่วนใหญ่เป็นน้ำกระด้างมาก จากแผนที่เส้นชั้นความกระด้าง จะพบว่าน้ำบาดาล ตั้งแต่เหนือตัวเมืองขอนแก่นขึ้นไป จะมีความกระด้างสูงกว่าบริเวณด้านทิศใต้ของตัวเมืองขอนแก่น ยกเว้นพื้นที่ตะวันออกของทิศใต้ ซึ่งมีค่าความกระด้างสูง (ดูรูปที่ 4.23 ข)

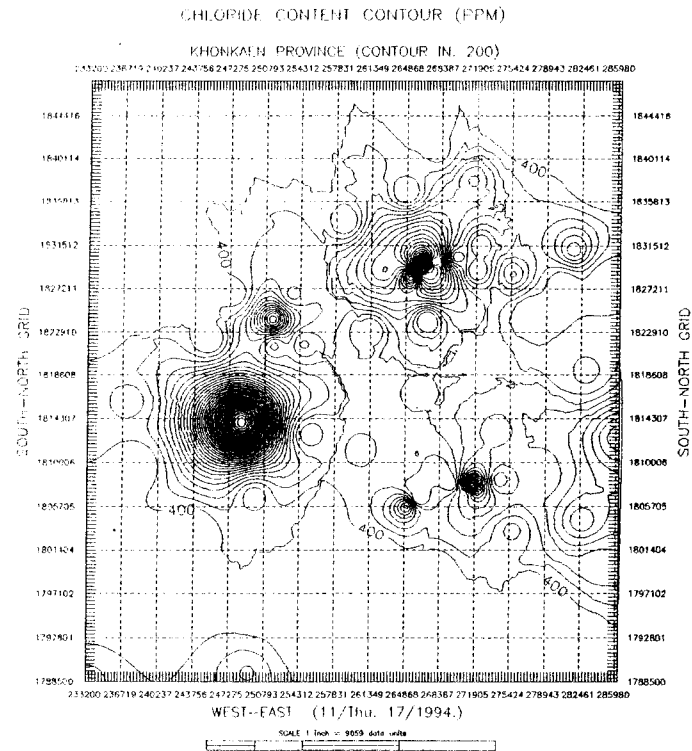


(ก)

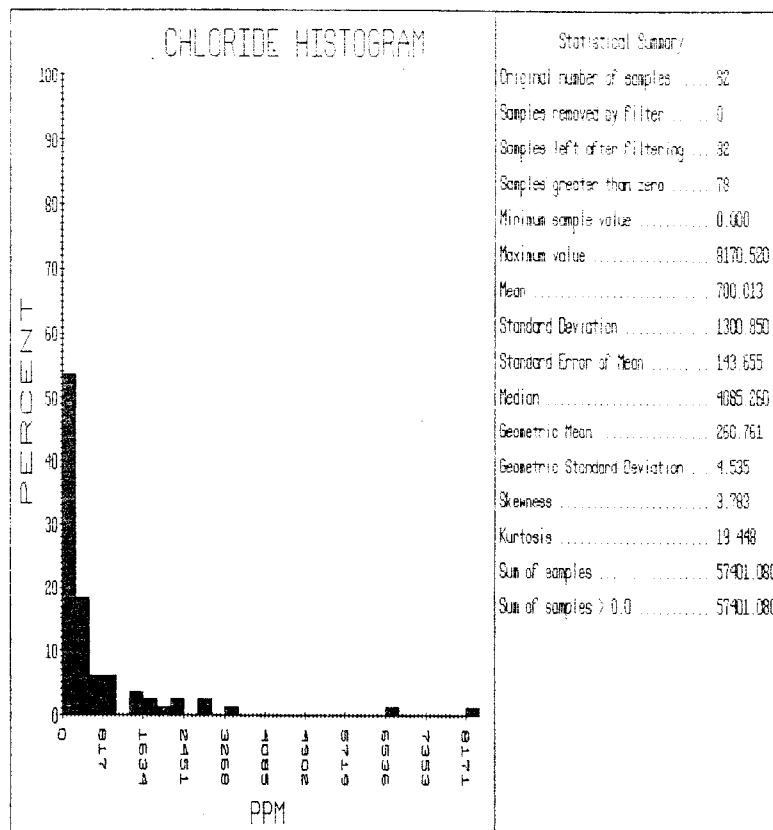


(ข)

รูปที่ 4.20 ปริมาณสารละลายแข็งทั้งหมดในน้ำบาดาล (ก) เส้นชั้นสารละลายแข็งทั้งหมด
สามมิติ (ข) กราฟแท่ง

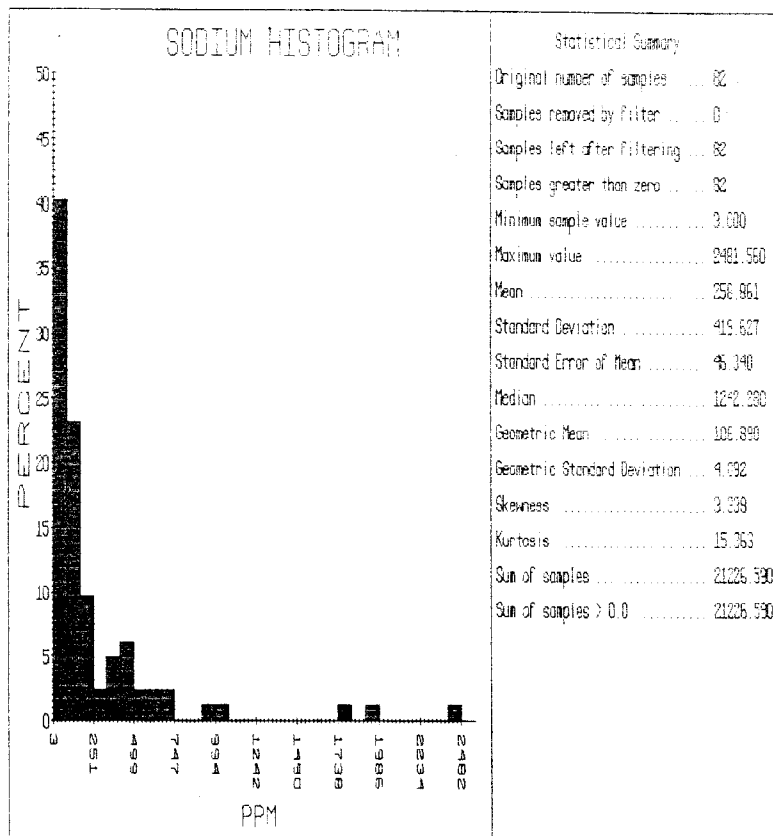


(ก)

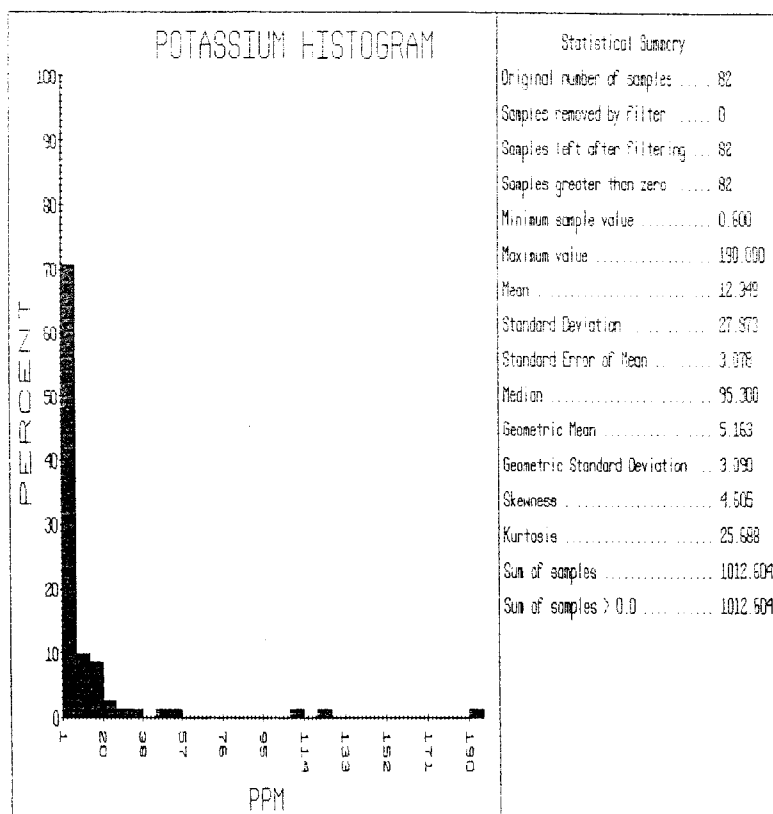


(ข)

รูปที่ 4.21 ปริมาณคลอไรด์ของน้ำบาดาล (ก) คลอไรด์เท่า (ข) กราฟแท่ง



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.22 ปริมาณโซเดียม (ก) และโพแทสเซียม (ข) ในน้ำบาดาล

ข. ไบคาร์บอเนต (HCO_3)

ปริมาณส่วนประกอบไบคาร์บอเนต ในน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 24.00-2,760.59 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 668.89 ppm ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่าน้ำบาดาลที่มีความกระด้างสูงเป็นส่วนใหญ่ จะเนื่องจากเกลือไบคาร์บอเนต จึงจัดได้ว่าเป็นน้ำกระด้างชั่วคราว บริเวณพื้นที่ซึ่งมีปริมาณไบคาร์บอเนตสูง จะอยู่ด้านทิศเหนือของตัวเมืองขอนแก่น ส่วนทิศตะวันตกจะมีปริมาณสูงรองลงมาเป็นจุดๆ ในขณะที่พื้นที่ด้านใต้เมืองขอนแก่น น้ำบาดาลจะมีปริมาณไบคาร์บอเนตต่ำกว่าจุดอื่นๆ (ดูรูปที่ 4.24)

ช. แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg)

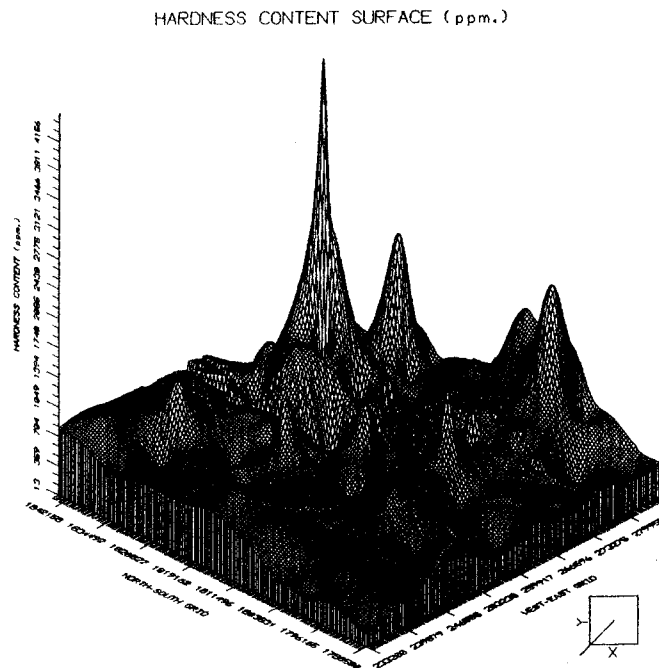
ปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมในน้ำบาดาล จะอยู่ในช่วงไม่พบ ถึง 1677.51 ppm และไม่พบถึง 277.84 ppm ตามลำดับ ซึ่งปริมาณทั้งสองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 152.69 ppm และ 59.34 ppm ตามลำดับ น้ำบาดาลเกือบ ร้อยละ 80 จะมีค่าเฉลี่ย แคลเซียมต่ำกว่า 178 ppm ในขณะที่น้ำเกือบ ร้อยละ 90 จะมีค่าแมกนีเซียมต่ำกว่า 83 ppm บริเวณที่มีแคลเซียมและแมกนีเซียมสูง จะอยู่ด้านทิศเหนือของตัวเมืองขอนแก่น (ดูรูปที่ 4.25)

ฉ. ซัลเฟต (SO_4)

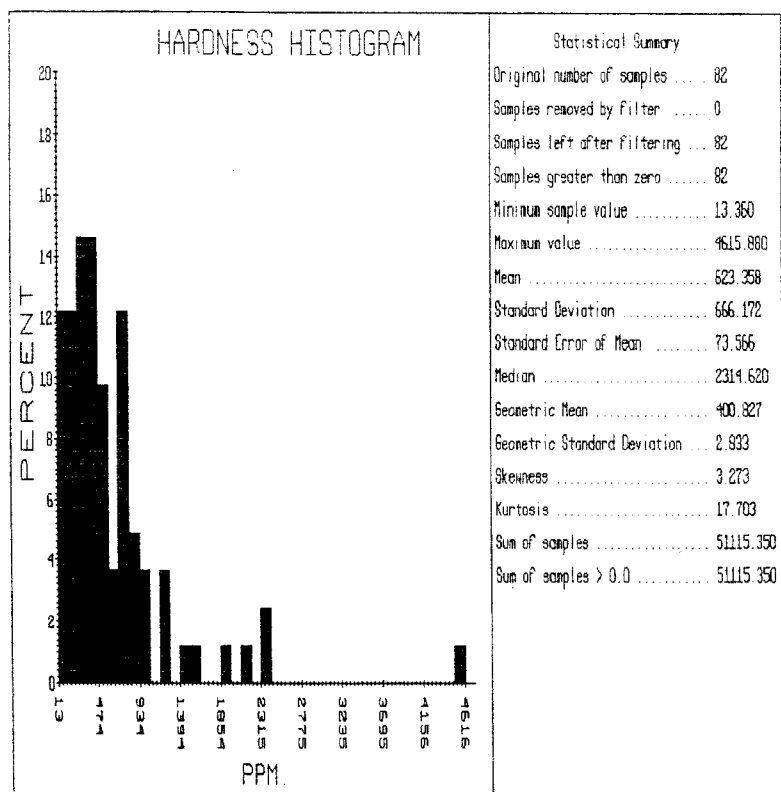
ปริมาณซัลเฟตในน้ำบาดาลอยู่ในช่วง ไม่พบ ถึง 921.62 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62.87 ppm น้ำประมาณร้อยละ 80 จะมีค่าปริมาณซัลเฟตต่ำกว่า 92 ppm บริเวณ ที่มีค่าซัลเฟตสูงสุด จะอยู่ทิศตะวันออกของตัวเมืองขอนแก่น และบริเวณที่มีปริมาณซัลเฟตรองลงมา จะอยู่บริเวณด้านขอบทิศตะวันตก และขอบทิศตะวันตกเฉียงใต้พื้นที่โครงการ (ดูรูปที่ 4.26)

ญ. ไนเตรท (NO_3)

ปริมาณไนเตรทในน้ำบาดาลมีค่าอยู่ระหว่างไม่พบถึง 29.34 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.32 ppm จากผลการทดลอง จะพบว่าน้ำบาดาลมีส่วนประกอบไนเตรทแยกเป็น สองกลุ่มชัดเจน คือ กลุ่มที่มีปริมาณไนเตรทต่ำไม่เกิน 9 ppm จะครอบคลุมพื้นที่ประมาณ ร้อยละ 50 และกลุ่มที่สองซึ่งจัดว่ามีไนเตรทสูง จะมีปริมาณไนเตรทอยู่ระหว่าง 20-29 ppm (ดูรูปที่ 4.27)

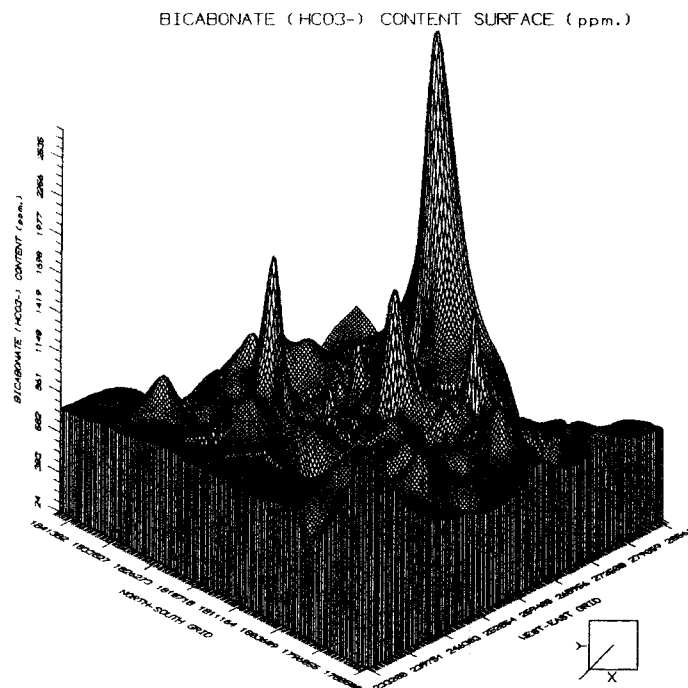


(ก)

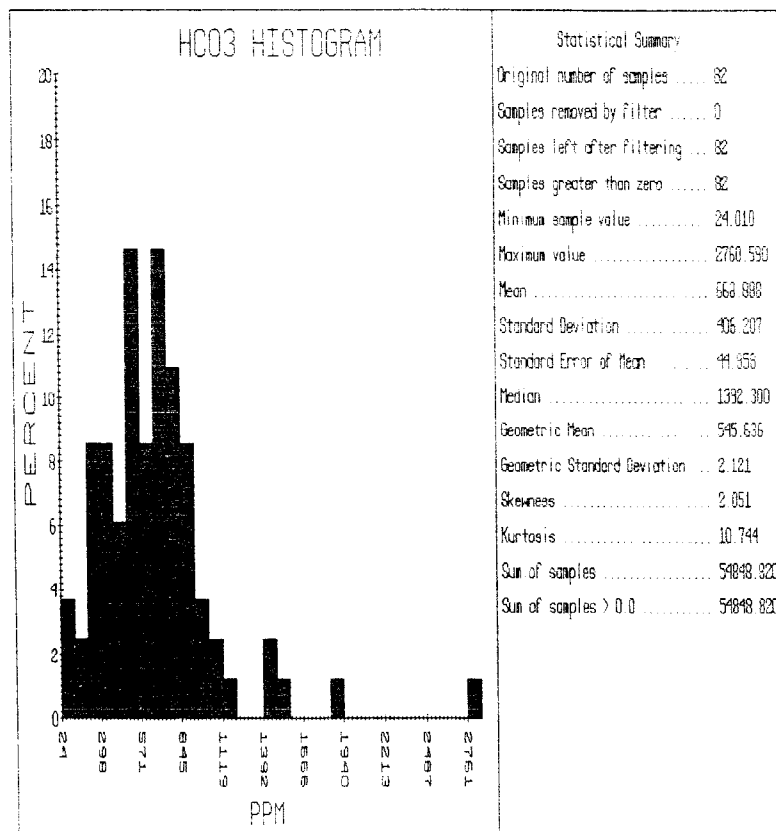


(ข)

รูปที่ 4.23 ความกระด้างทั้งหมดของน้ำบาดาล (ก) ความกระด้างทั้งหมดสามมิติ
(ข) กราฟแท่ง

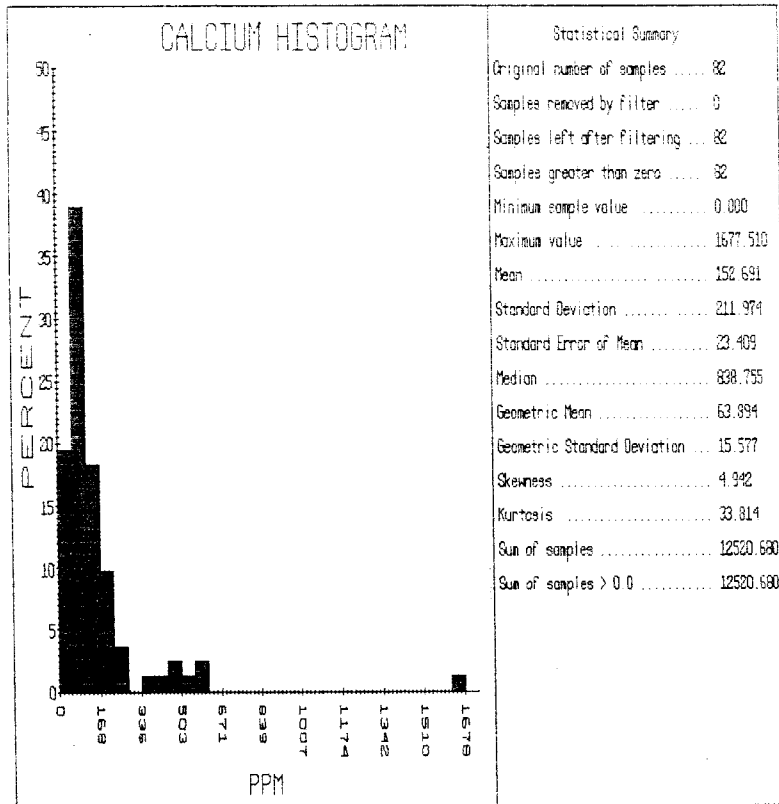


(ก)

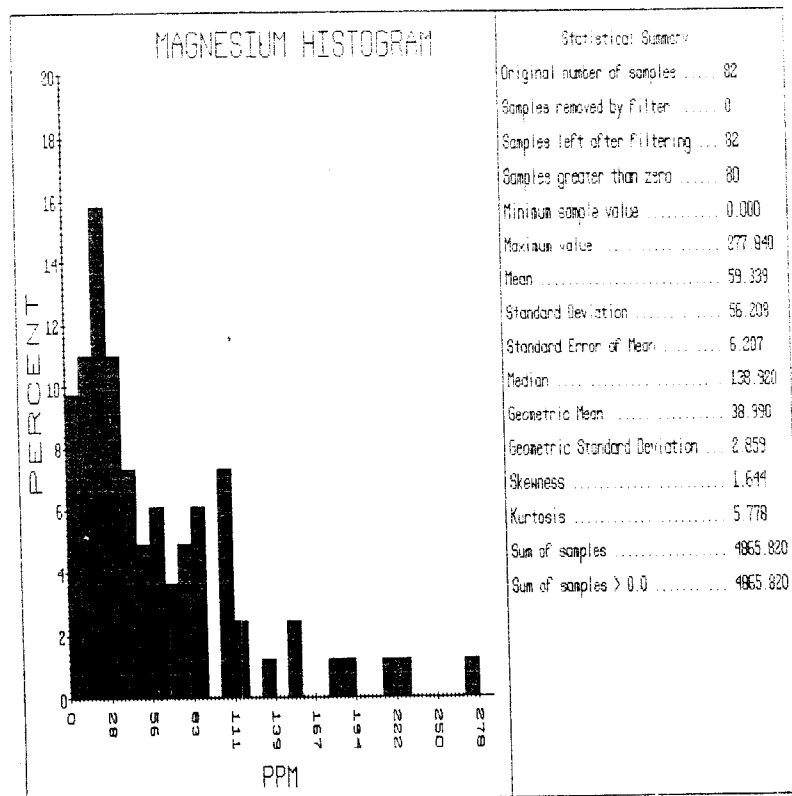


(ข)

รูปที่ 4.24 ปริมาณไบคาร์บอเนตในน้ำบาดาล (ก) ไบคาร์บอเนตสามมิติ
(ข) กราฟแท่ง

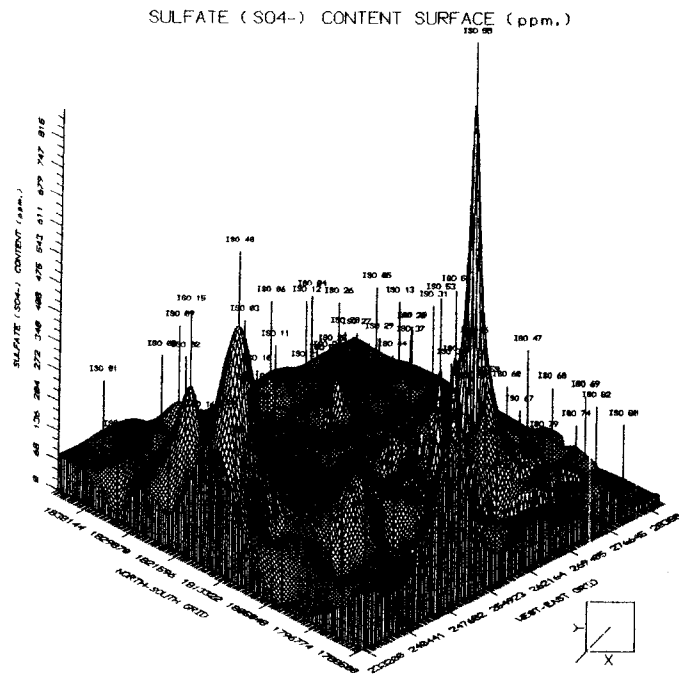


(ก)

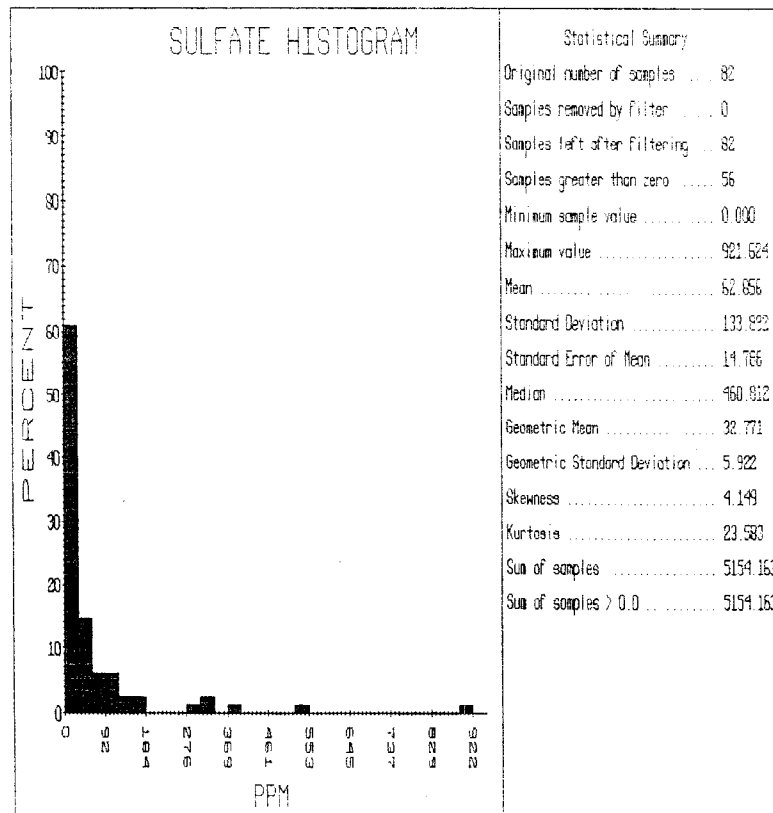


(ข)

รูปที่ 4.25 ปริมาณแคลเซียม (ก) และแมกนีเซียม (ข) ในน้ำบาดาล



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.26 ปริมาณซัลเฟตในน้ำบาดาล (ก) ซัลเฟตสามมิติ (ข) กราฟแท่ง

อนึ่งพื้นที่ซึ่งมีในตรศสูง จะวางตัวเป็นแนวชัดเจน (ดูรูปที่ 4.27) ตามแนวเทือกเขาภูพานคำ และแนวพาดผ่านตัวเมืองขอนแก่น จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก

ด. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย Piper Trilinear Diagram

จากผลการวิเคราะห์ Cation ประกอบด้วย Ca, Mg, Na, K และ Anion ประกอบด้วย CO_3+HCO_3 , Cl, SO_4 ที่ได้แล้วนำมาหาความสัมพันธ์ โดยอาศัย Piper Trilinear Diagram ได้ผลดังรูปที่ 4.28 เกี่ยวกับ Cation น้ำส่วนใหญ่ประมาณ ร้อยละ 75 จะเป็น no-dominant type มีน้ำบางส่วนประมาณร้อยละ 12 เป็น Ca-type และอีก ประมาณร้อยละ 12 เป็น Na หรือ K - type ที่เหลือส่วนน้อยสุด ประมาณร้อยละ 1 เป็น Mg-type

สำหรับ Anion น้ำส่วนใหญ่ประมาณ ร้อยละ 55 จะเป็น Cl-type รองลงมาประมาณ ร้อยละ 40 คุณภาพน้ำจะเป็น HCO_3 -type ส่วนที่เหลืออีกประมาณ ร้อยละ 5 เป็นชนิด no-dominant type

น้ำส่วนใหญ่ประมาณ ร้อยละ 80 จะเป็นชนิด Ca+Mg, Na+K อีกประมาณ ร้อยละ 16 เป็นชนิด Na+K, Ca+Mg ที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 4 เป็นชนิดอื่นซึ่งเป็นส่วนน้อย ในขณะที่ชนิดของน้ำที่เกี่ยวกับ Anion จะแบ่งเป็น CO_3+HCO_3 , Cl+ SO_4 และ Cl+ SO_4 , HCO_3 อย่างละเท่า ๆ กัน ประมาณร้อยละ 40 ที่เหลืออีกร้อยละ 20 จึงเป็นน้ำชนิดอื่น (ดูรูปที่ 4.28)

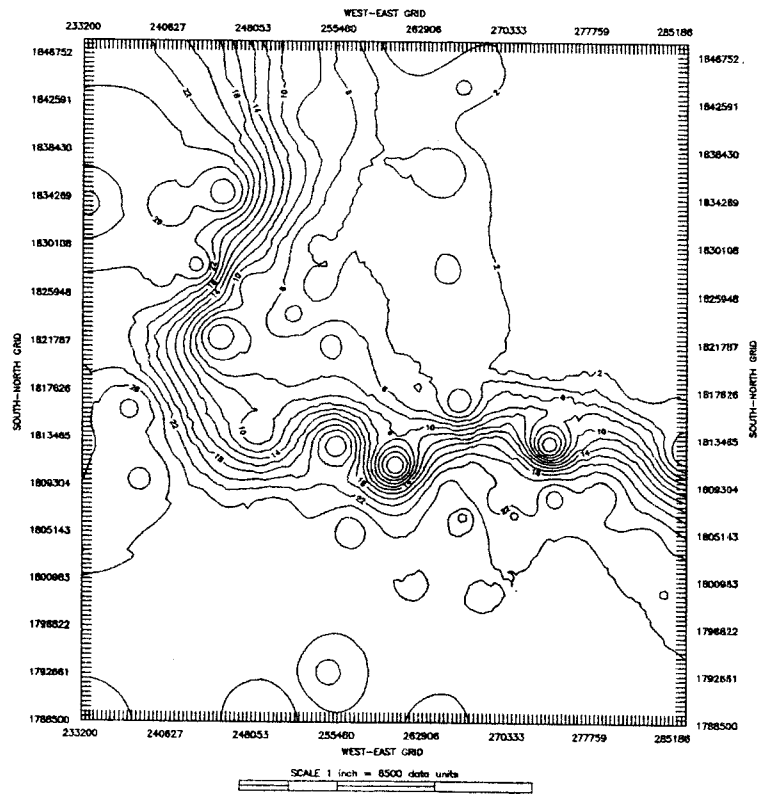
4.2.4.2 ส่วนประกอบเคมีที่มีอยู่น้อย (Trace Constituents)

ส่วนประกอบเคมีที่มีอยู่น้อย จะเกี่ยวข้องกับปริมาณสารโลหะ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu)

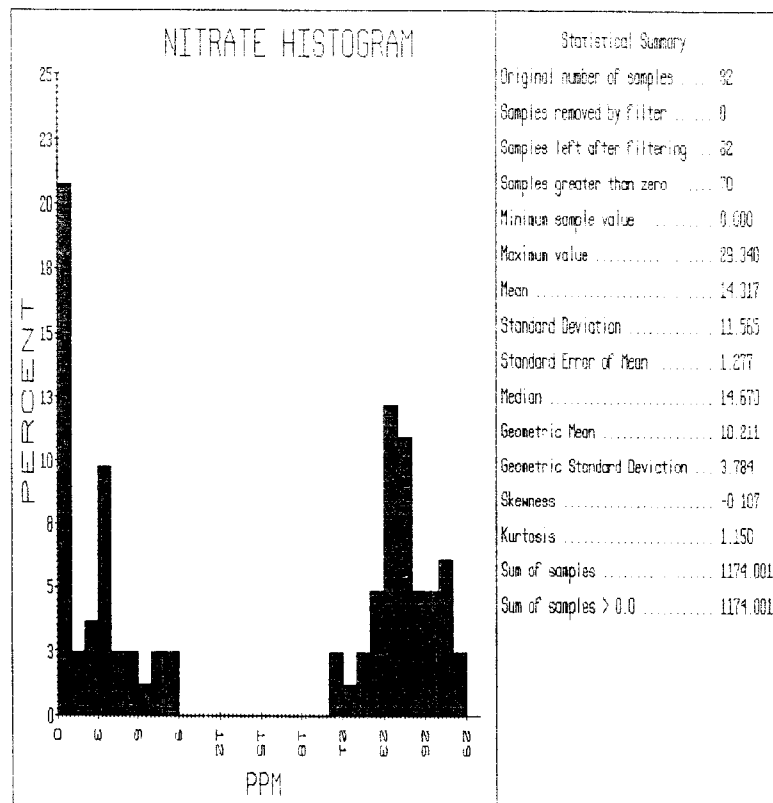
ก. เหล็ก (Fe)

ปริมาณเหล็กในน้ำบาดาลมีตั้งแต่ไม่พบถึง 5.13 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ppm น้ำประมาณร้อยละ 60 มีค่าเหล็กน้อยกว่า 1 ppm บริเวณที่มีค่าเหล็กในน้ำบาดาลสูงจะอยู่บริเวณพื้นที่ตะวันออกเฉียงใต้ของตัวเมืองขอนแก่น และมีบริเวณเล็กๆ ด้านทิศตะวันตกและด้านทิศเหนือของตัวเมืองขอนแก่น ที่มีปริมาณเหล็กสูง (ดูรูปที่ 4.29)

NITRATE CONTENT CONTOUR (ppm)

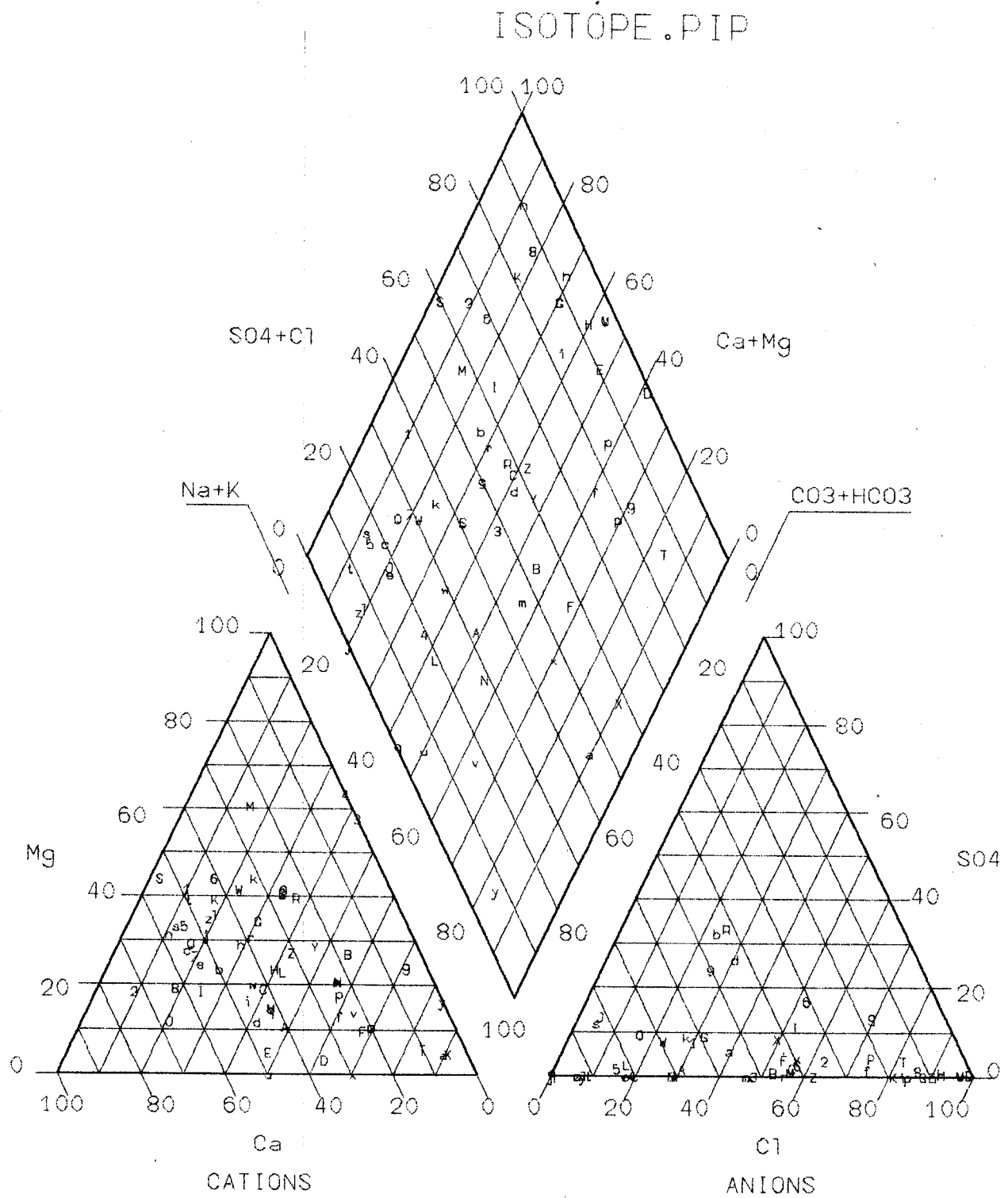


(ก)

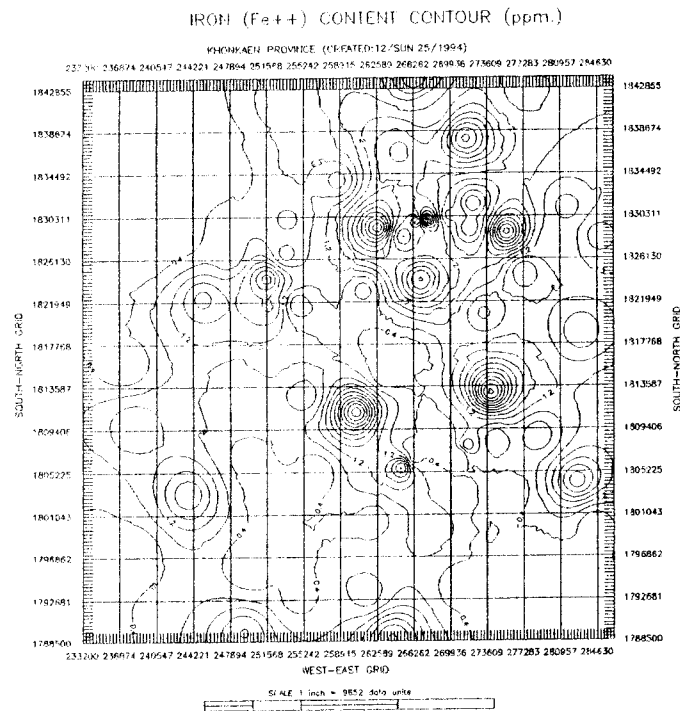


(ข)

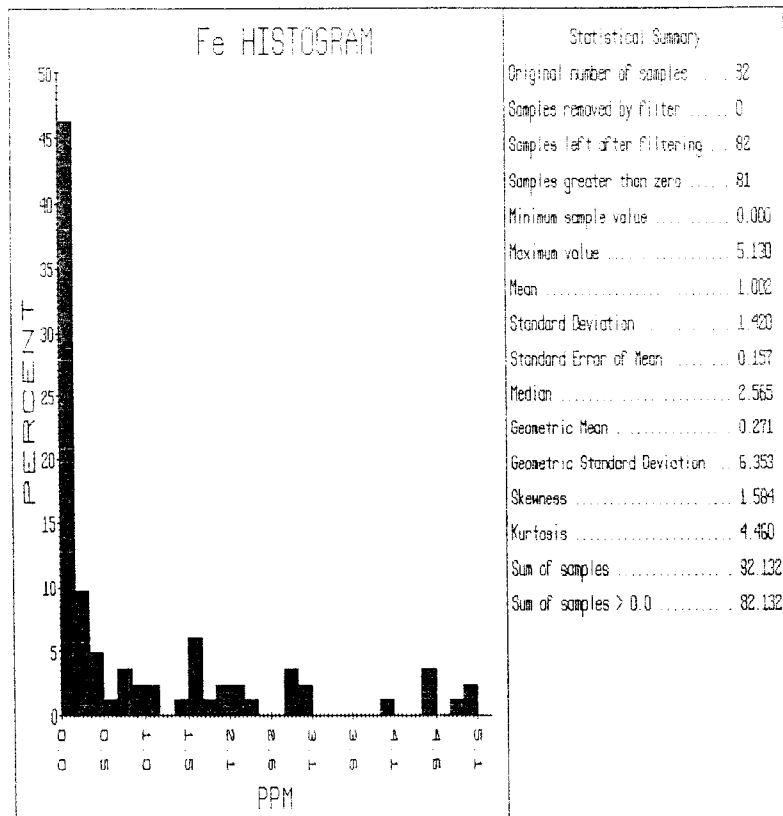
รูปที่ 4.27 ปริมาณไนเตรทในน้ำบาดาล (ก) ไนเตรทเท่า (ข) กราฟแท่ง



รูปที่ 4.28 ผลวิเคราะห์ Cations และ Anions ในน้ำบาดาลด้วย Piper Trilinear Diagram

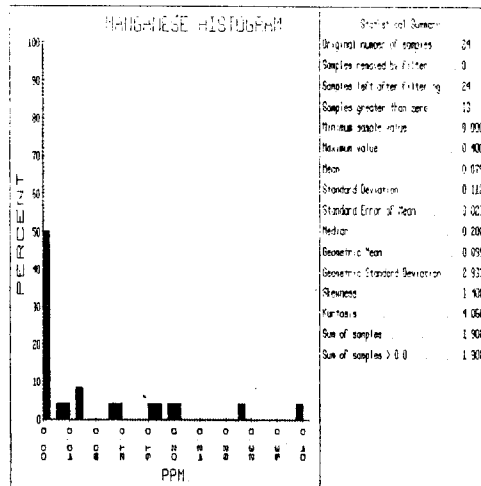


(ก)

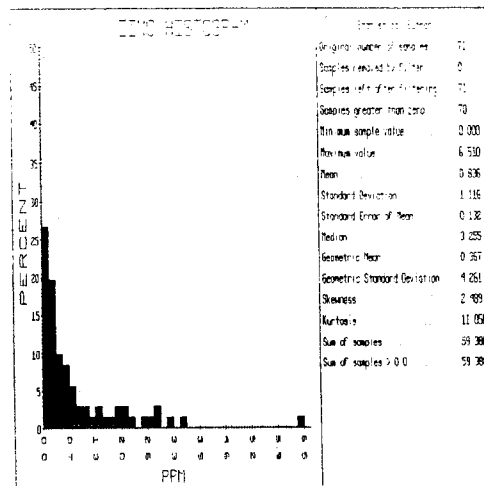


(ข)

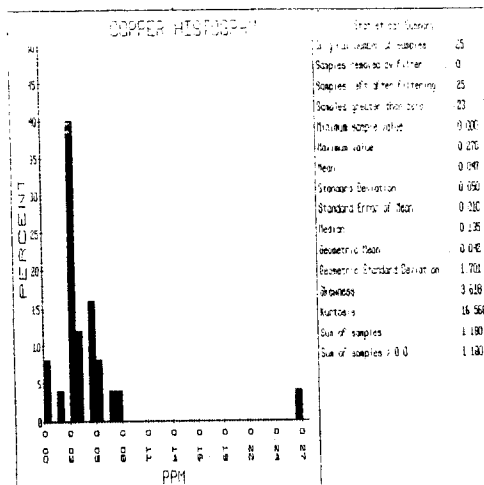
รูปที่ 4.29 ปริมาณเหล็กในน้ำบาดาล (ก) เหล็กเท่า (ข) กราฟแท่ง



(ก)

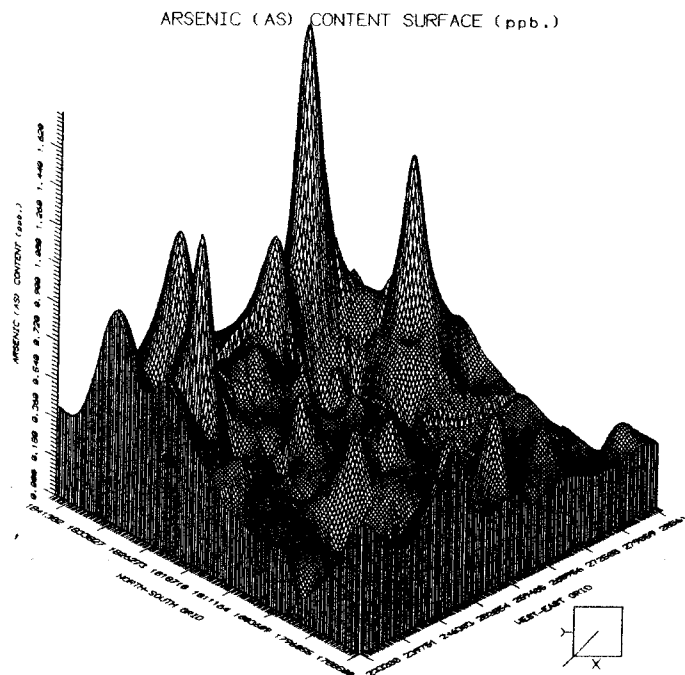


(ข)

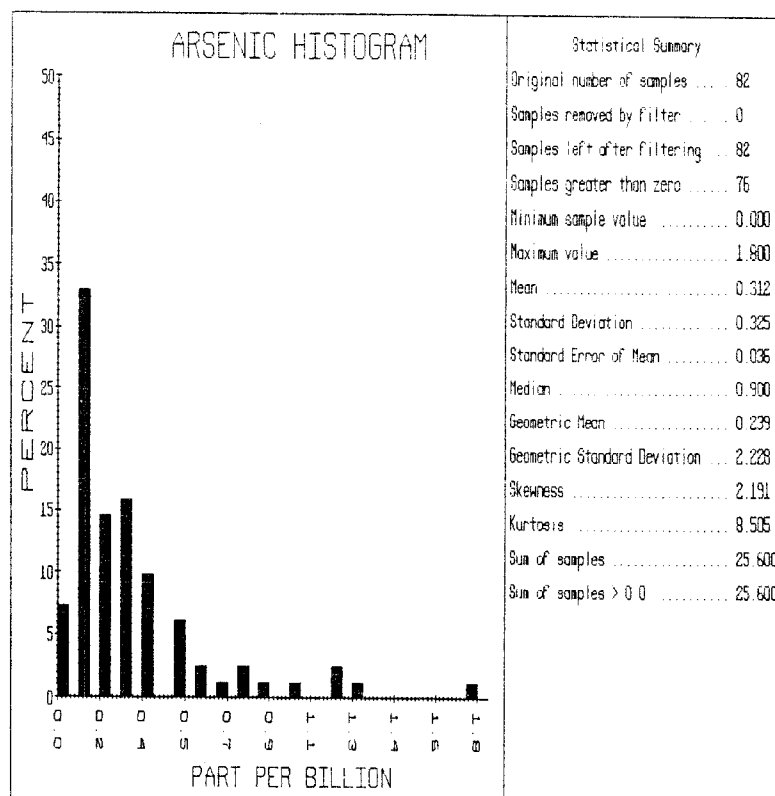


(ค)

รูปที่ 4.30 ปริมาณแมงกานีส (ก) สังกะสี (ข) และทองแดง (ค) ในน้ำบาดาล



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.31 ปริมาณสารหนูในน้ำบาดาล (ก) สารหนูสามมิติ (ข) กราฟแท่ง

ข. แมงกานีส (Mn)

ปริมาณแมงกานีสในน้ำบาดาลอยู่ในช่วง ไม่พบ ถึง 0.40 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 ppm น้ำประมาณร้อยละ 90 มีค่าแมงกานีสต่ำกว่า 0.20 ppm บริเวณพื้นที่ ซึ่งมีแมงกานีสสูง จะอยู่ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของตัวเมืองขอนแก่น (ดูรูปที่ 4.30(ก))

ค. สังกะสี (Zn)

ปริมาณสังกะสีในน้ำบาดาลอยู่ในช่วง ไม่พบ ถึง 6.15 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.84 ppm น้ำประมาณร้อยละ 80 มีค่าสังกะสีต่ำกว่า 1.3 ppm พื้นที่ซึ่งมีสังกะสี ในน้ำบาดาลสูง จะอยู่บริเวณรอบ ๆ ตัวเมืองขอนแก่น และทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ดูรูปที่ 4.30(ข))

ง. ทองแดง (Cu)

ปริมาณทองแดงในน้ำบาดาลอยู่ในช่วง ไม่พบ ถึง 0.27 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.05 ppm น้ำประมาณร้อยละ 95 มีค่าทองแดงน้อยกว่า 0.08 ppm พื้นที่ซึ่งน้ำบาดาลมีปริมาณทองแดงสูง จะอยู่ติดขอบพื้นที่ด้านทิศใต้ของตัวเมืองขอนแก่น (ดูรูปที่ 4.30(ค))

4.2.4.3 ส่วนประกอบโลหะหนักในน้ำบาดาล (Heavy Metal Constituents)

โลหะหนักที่วิเคราะห์ประกอบด้วย สารหนู (As)ปรอท (Hg) ตะกั่ว (Pb) และแคดเมียม(Cd) ในการวิเคราะห์ถือว่าไม่พบปริมาณตะกั่ว และแคดเมียม แต่ปริมาณสารหนู และปรอทพบอยู่ในปริมาณค่อนข้างต่ำ โดยจะกล่าวละเอียดดังนี้

ปริมาณสารหนู (As) มีปริมาณตั้งแต่ไม่พบ ถึง 1.80 ppb มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.31 ppb ซึ่งยังถือว่าต่ำกว่ามาตรฐานน้ำดื่มซึ่งไม่เกิน 5 ppb บริเวณพื้นที่ซึ่งพบปริมาณสารหนูสูงจะอยู่บริเวณขอบของโครงการด้านทิศเหนือ และทิศใต้ (ดูรูปที่ 4.31)

ปริมาณปรอท (Hg) มีตั้งแต่ไม่พบ ถึง 3.00 ppb มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.52 ppb ซึ่งปริมาณปรอทในมาตรฐานน้ำดื่มไม่ควรเกิน 2 ppb แสดงว่ามีน้ำบาดาลบางที่เริ่มมีปัญหาเกี่ยวกับสารปรอทแต่น้ำบาดาลส่วนมาก มากกว่าร้อยละ 90 มีค่าปรอทต่ำกว่า 1.5 ppb พื้นที่ซึ่งมีปรอทสูงจะอยู่บริเวณมุมตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่โครงการ (ดูรูปที่ 4.32)

4.2.4.4 วานาเดียม (V) และ ไอโอดีน (I)

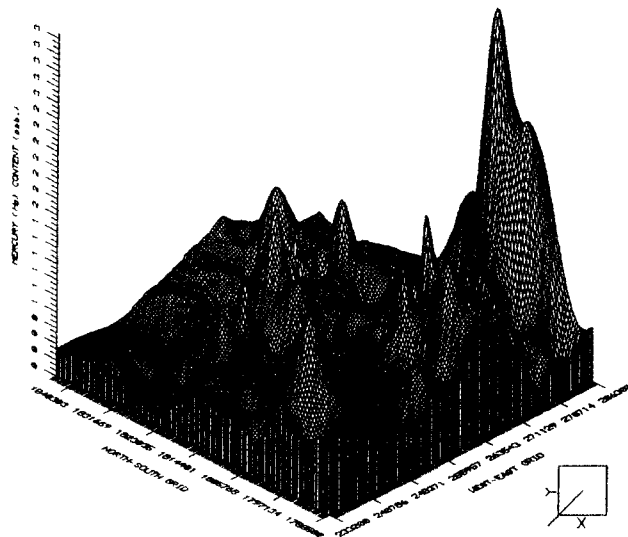
ในการทดลองได้เก็บตัวอย่างน้ำวิเคราะห์ วานาเดียม (V) และ ไอโอดีน (I) ด้วยพบว่าปริมาณวานาเดียมอยู่ระหว่าง น้อยกว่า 5.7 ถึง 42.4 ppb มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.9 ppb พื้นที่ซึ่งมีค่าวานาเดียมสูง จะอยู่บริเวณด้านทิศใต้ของตัวเมืองขอนแก่นเป็น บริเวณซึ่งชั้นน้ำบาดาลลึก และ ให้ผลผลิตสูง ปริมาณไอโอดีนที่ได้จะพบว่ามีความตั้งแต่ไม่พบถึง 0.26 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 ppm น้ำส่วนใหญ่ร้อยละ 85 จะมีค่าไอโอดีนต่ำกว่า 0.16 ppm พื้นที่ซึ่งมีไอโอดีน สูงจะอยู่ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เมืองขอนแก่น (รูปที่ 4.33 และ 4.34)

4.3 การสำรวจธรณีฟิสิกส์ (Geophysical Investigation)

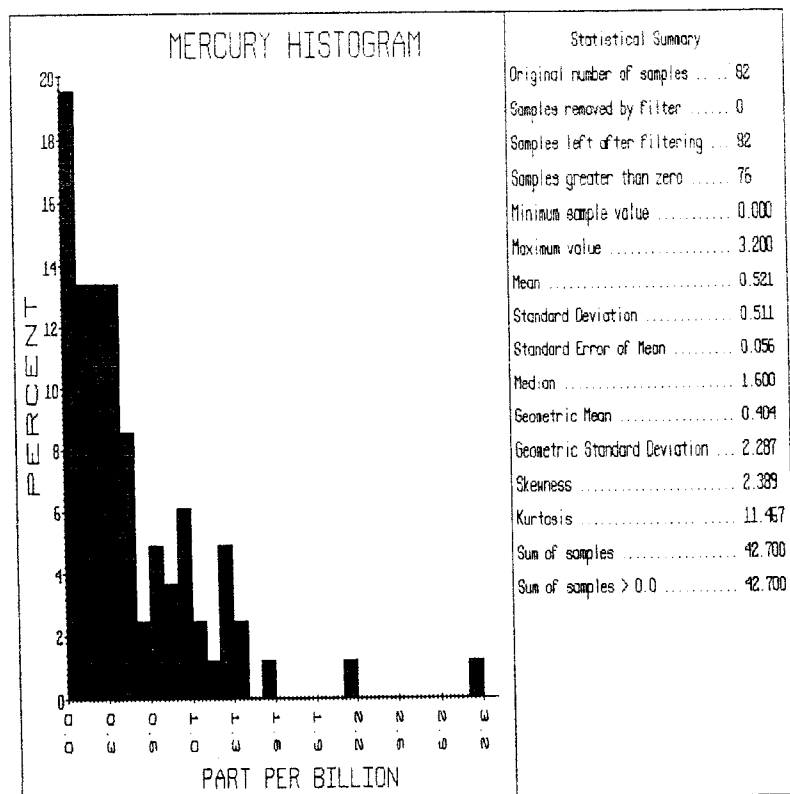
ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทั้ง 22 จุด ใช้การแปลความขั้นต้นด้วยการเทียบ กับกราฟมาตรฐาน จากนั้นนำข้อมูลที่เทียบขั้นต้นไปเข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อแปลความหาค่า ความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะของชั้นต่าง ๆ จากนั้นเทียบค่าต่าง ๆ ที่ได้ กับข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่มีอยู่แล้ว ซึ่งในที่นี้ คือ บ่อ B82KK1 ซึ่งเป็นบ่อน้ำบาดาลขนาดใหญ่ ที่ให้ผลผลิตสูง ตั้งอยู่ที่สถานีปศุสัตว์ บ้านท่าพระ ซึ่งพอสรุปได้ว่าค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ ที่ได้มานั้นถ้าเป็นดินชั้นบนโดยทั่วไปที่เป็นดินเหนียว หรืออยู่ในภูมิภาคสูง จะมีค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะสูง ถ้าดินชั้นหรืออยู่ในภูมิภาคต่ำค่าจะต่ำถ้าเป็นชั้นหินอุ้มน้ำ (aquifer) ค่าจะอยู่ประมาณไม่เกิน 20 และไม่ต่ำกว่า 2 โอห์มเมตร ถ้าเป็นชั้นหินแข็งค่าก็จะสูงพอๆ กับดินชั้นบนโดยทั่วไปที่แห้งจัด หรืออาจจะสูงมากและถ้าเป็นชั้นที่มีน้ำบาดาลเต็ม ค่าจะต่ำมาก (เท่าที่พบในพื้นที่นี้ต่ำกว่า 1.5 โอห์มเมตร)

ข้อมูลทั้ง 22 จุดสำรวจ เมื่อเทียบกับข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่มีอยู่แล้ว เห็นได้ว่าความลึก ของชั้นหินให้น้ำบาดาลจะอยู่ระหว่าง 40-70 เมตร ช่วงแรก และระหว่าง 100-มากกว่า 200 เมตร ในช่วงที่ 2 จุดสำรวจที่อยู่ด้านบริเวณทิศเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ โครงการ (บ้านนาฝาย บ้านคำห้วยแดง และบ้านโคกนางาม ฯลฯ) บ่งบอกว่าชั้นหินให้น้ำบาดาล มีเฉพาะ ชั้นดินเท่านั้น สำหรับจุดสำรวจต่าง ๆ ในพื้นที่ด้านตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่โครงการ ซึ่งมีอยู่ 12 จุดนั้นบ่งชี้ว่าบริเวณด้านใต้จะมีความ ลึกของชั้นหินให้น้ำน้อยกว่าพื้นที่ข้างเคียงและเกือบทุกๆ จุดแสดงผลให้เห็นว่าพื้นที่นี้มีชั้นหินให้น้ำบาดาลอยู่ 2 ชั้นใหญ่ๆ ตามความลึกโดยประมาณ ดังกล่าวแล้ว รูปที่ 4.35 แสดงกราฟข้อมูลที่ได้สำรวจ ณ จุดต่างๆ ตามแผนที่รูปที่ 4.36 และภาคผนวก ง

MERCURY (Hg) CONTENT SURFACE (ppb.)



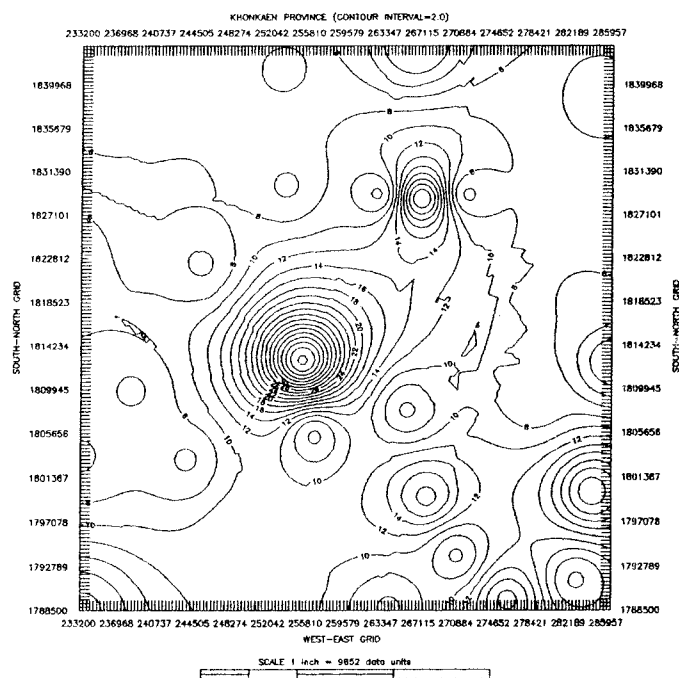
(ก)



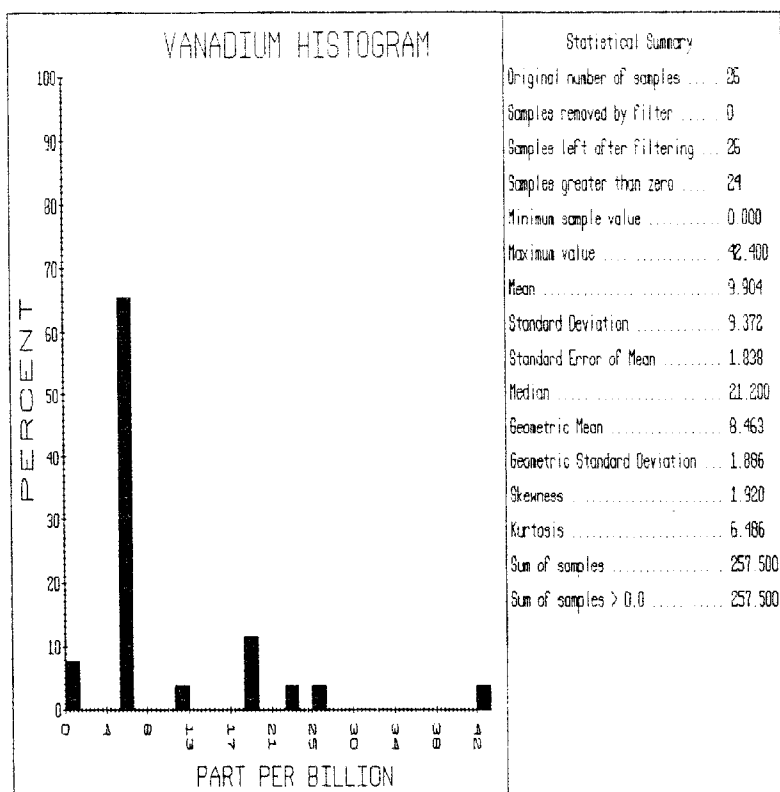
(ข)

รูปที่ 4.32 ปริมาณปรอทในน้ำบาดาล (ก) ปรอทสามมิติ (ข) กราฟแท่ง

VANADIUM (V) TRANSITION METAL CONTENT CONTOUR (ppb.)



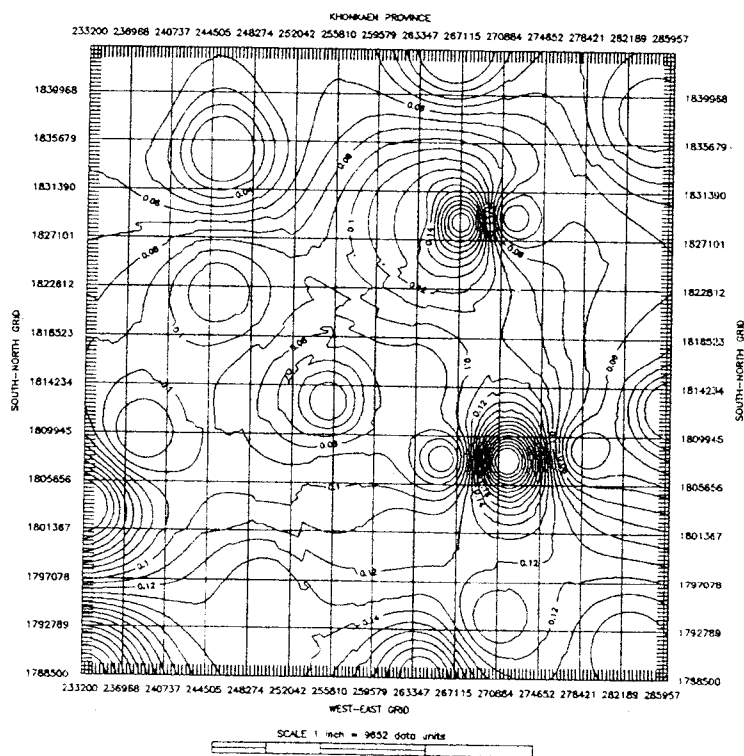
(ก)



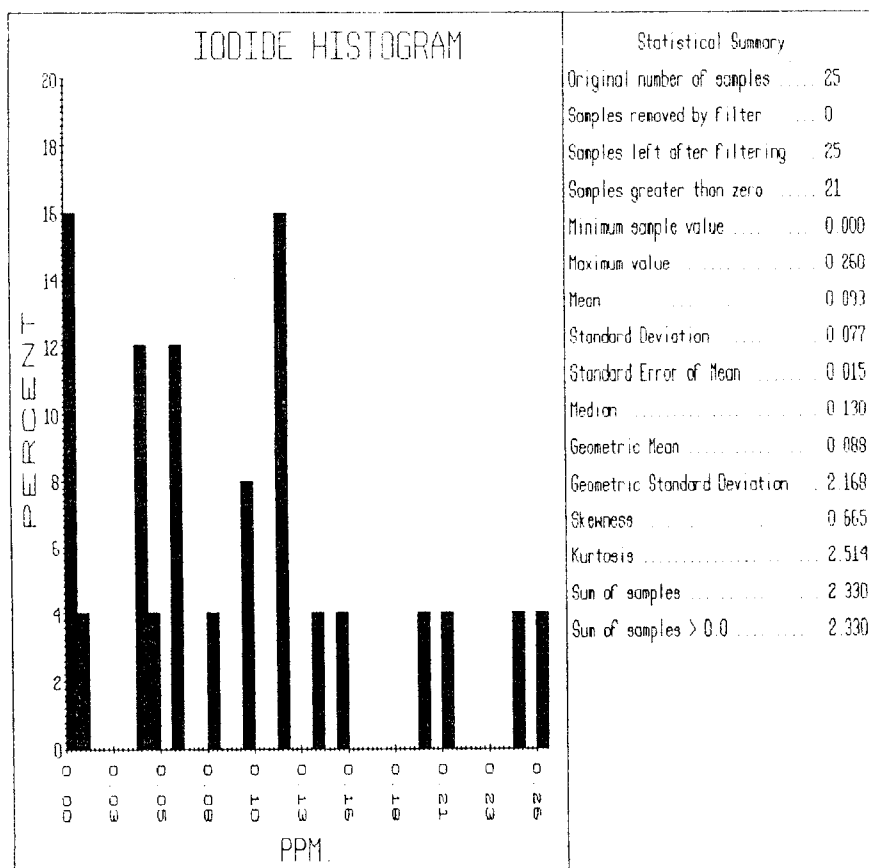
(ข)

รูปที่ 4.33 ปริมาณวานาเดียม ในน้ำบาดาล (ก) ปริมาณวานาเดียมเท่า (ข) กราฟแท่ง

IODIDE CONTENT CONTOUR (ppm.)

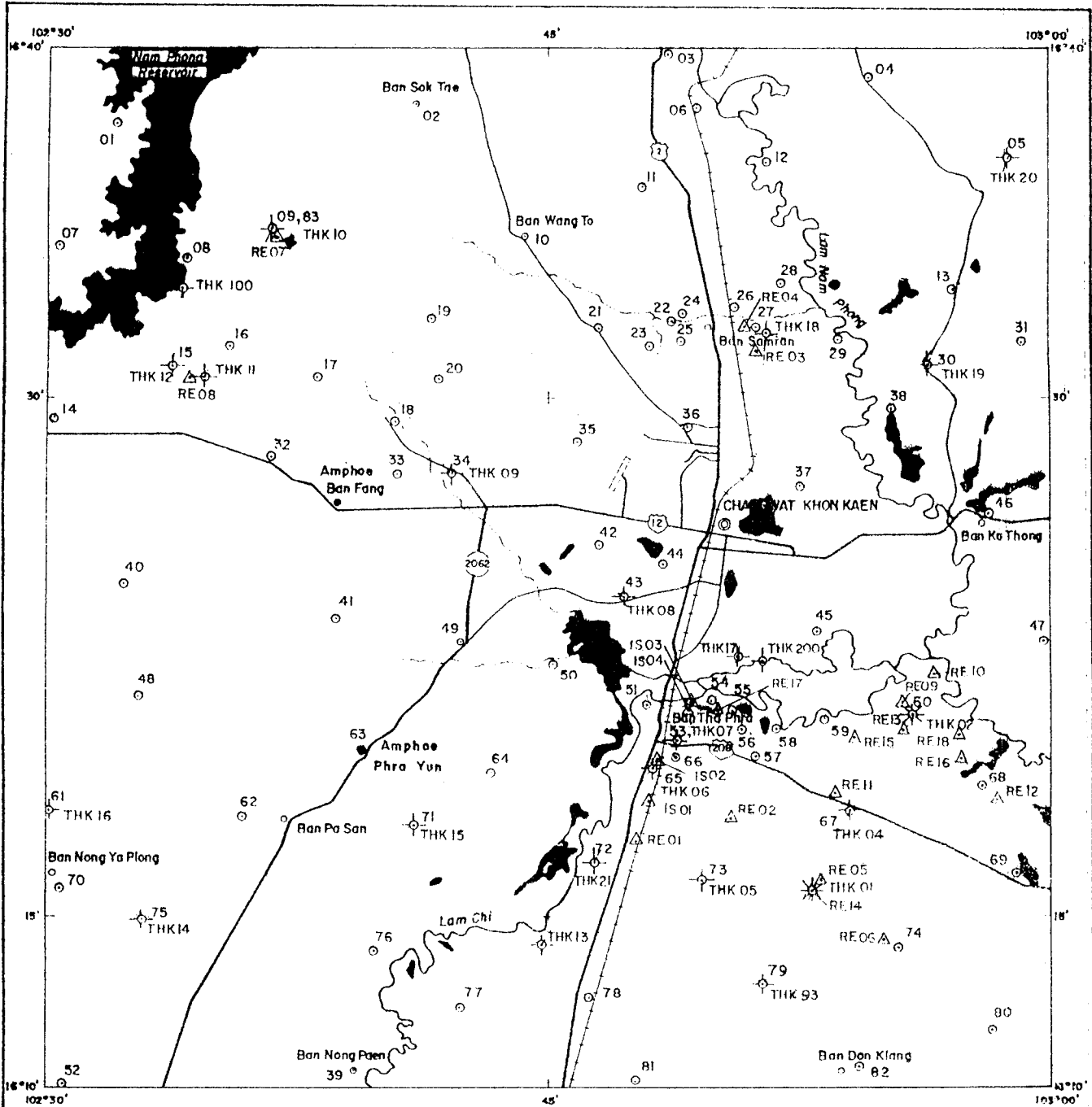


(ก)



(ข)

รูปที่ 4.34 ปริมาณไอโอดีนในน้ำบาดาล (ก) ปริมาณไอโอดีนเท่า (ข) กราฟแท่ง



SYMBOLS

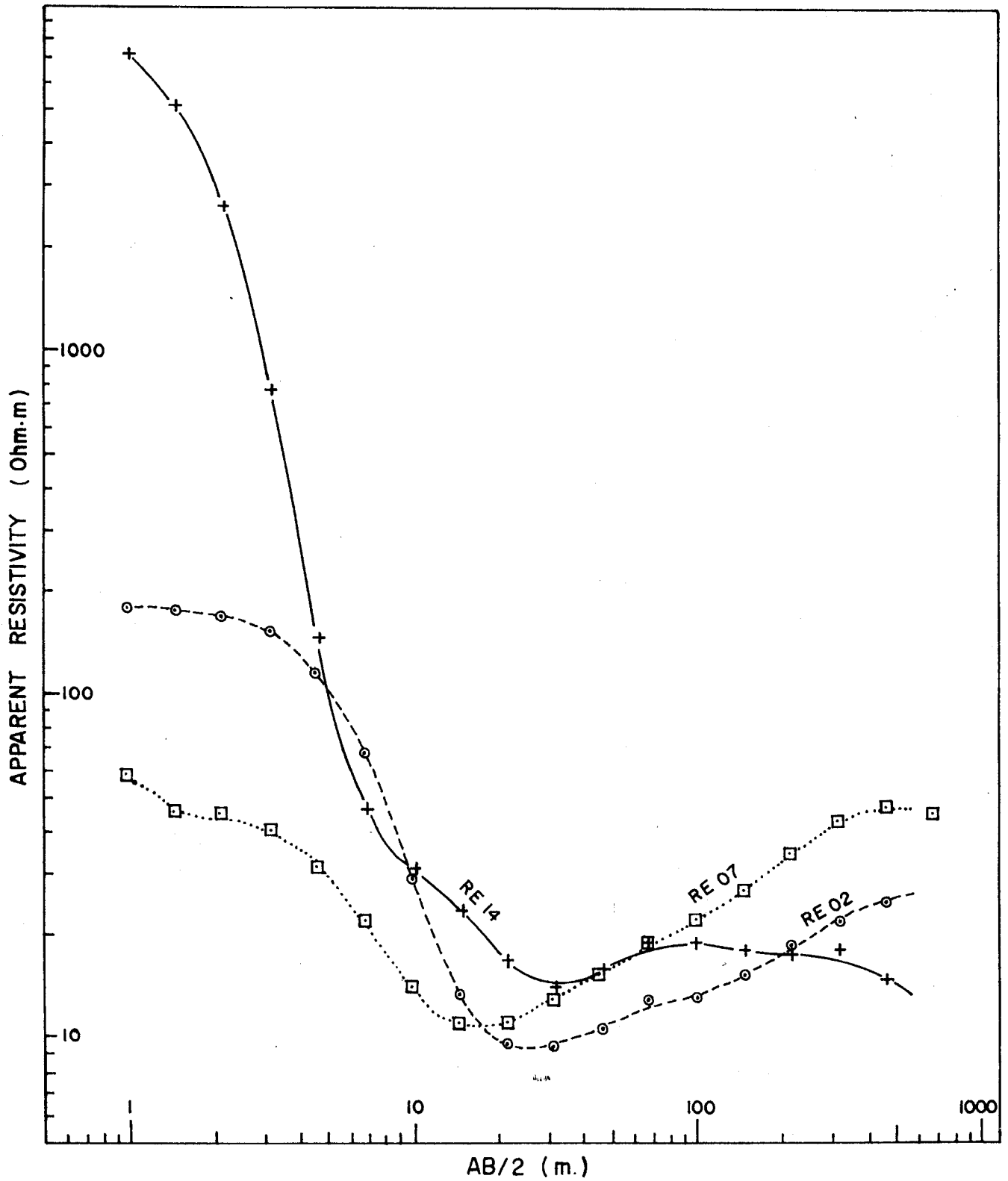
0 5 10 15 Km.

SCALE

- 20 จุดเก็บตัวอย่าง
 THK 05 จุดเก็บตัวอย่างไอโซโทป
 THK 01 จุดเจาะ Deep Well
 ISO1 RE01 จุดสำรวจธรณีฟิสิกส์

- Ban (Village)
 ● Amphoe (District)
 ◎ Changwat (Province)
 Reservoir
 — Road
 —+— Railway
 ~ River

รูปที่ 4.35 จุดสำรวจธรณีฟิสิกส์ และจุดเก็บตัวอย่าง



รูปที่ 4.36 กราฟที่ได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์สัมพันธ์กับแนวตัดขวางธรณีหลุมเจาะ
แนว C-C' รูปที่ 4.10

4.4 การเลือกจุดเจาะบ่อดลองและบ่อกักตัวอย่างน้ำ (Determination of Test Wells and Water Sample Wells)

จากข้อมูลทั่ว ๆ ไปของพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาในอดีต ลักษณะธรณีวิทยา สภาพอุทกธรณี ลักษณะการเกิดน้ำบาดาล ชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาลและคุณสมบัติทางเคมีของชั้นน้ำบาดาล ได้นำมาประมวลเพื่อเลือกกำหนดตำแหน่งของการเจาะบ่อดลองและบ่อกักตัวอย่าง โดยพิจารณา ดังนี้

4.4.1 การประเมินชั้นหินอุ้มน้ำ

ลักษณะการเกิดของชั้นหินอุ้มน้ำ พอสรุปได้ดังนี้

- ก. ชั้นน้ำในหินร่วนที่สำคัญได้แก่ น้ำในชั้นกรวด ที่ให้ผลผลิตสูง ได้แก่บ้านม่วง บ้านอัมพวัน และบ้านหนองตูม ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 10 ซึ่งความลึกประมาณ 50 เมตร ปริมาณน้ำประมาณ 2,180 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คุณภาพดี จืด มีความกระด้างปานกลางและปราศจาก เหล็ก
- ข. ชั้นน้ำจากชั้นหินแข็ง ซึ่งน้ำบาดาลเกิดอยู่ในชั้นหินที่มีรอยแตก รอยแยก และช่องว่างระหว่างอนุภาคของเม็ดตะกอนของหินชุดโคราช ประกอบด้วย หินชุด โครกกรวด ภูพาน เสาขาว พระวิหาร ภูกระดึง และภูทอก

น้ำบาดาลในหินชุดโคราชจะอยู่ตั้งแต่บริเวณ ตะวันตก-ตะวันตกเฉียงใต้ ตะวันตก-ตะวันตกเฉียงเหนือ และเหนือของตัวเมืองขอนแก่น ครอบคลุมเนื้อที่ประมาณร้อยละ 65 ของพื้นที่ศึกษา ความลึกของชั้นน้ำตั้งแต่ประมาณ 25 เมตร ถึง 100 เมตร ให้น้ำโดยเฉลี่ย 109 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือน้อยกว่า คุณภาพเป็นน้ำจืด กระด้าง แต่ในบางบริเวณจะพบว่ามีปริมาณเหล็กเกินมาตรฐาน

น้ำบาดาลในหินชุดหินภูทอกเป็นชั้นหินซึ่งอยู่ด้านตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่บ้านท่าพระ เป็นต้นไป ถึงสุดพื้นที่โครงการกินเนื้อที่ประมาณร้อยละ 25 ของพื้นที่ศึกษานั้นมีความลึกของชั้นน้ำตั้งแต่ 20 เมตร ถึงเกือบ 300 เมตร ค่า T ประมาณ 642 ตารางเมตรต่อวัน และอัตราการสูบน้ำถึง 5,559 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในบ่อ B82KK (ISO53) คุณภาพน้ำดีมาก จืด กระด้าง และปราศจากเหล็ก แต่บริเวณขอบๆ ของชั้นน้ำด้านทิศเหนือจะติดต่อกับชั้นน้ำเค็มซึ่งชั้นน้ำบาดาลนี้เป็นชั้นน้ำที่สำคัญให้น้ำบาดาลระดับลึก (deep groundwater) ปริมาณ มากและมีคุณภาพดี

4.4.2 ตำแหน่งของการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ไอโซโทป และตำแหน่งของการเจาะบ่อดลอง

ก. จุดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ไอโซโทป

จากลักษณะอุทกธรณีวิทยา และการสำรวจธรณีฟิสิกส์ จุดเก็บตัวอย่างควรอยู่กระจายทั่วทั้งพื้นที่ และครอบคลุมชุดหินในพื้นที่โครงการ. และพื้นที่ชั้นน้ำ ซึ่งให้น้ำมากและมีแนวการไหลของน้ำบาดาล

สัมพันธ์กัน รวมตัวอย่างน้ำบาดาลที่เก็บสำหรับวิเคราะห์ไอโซโทป ระยะที่สองสำหรับวิเคราะห์ ^{18}O และ ^2H จำนวน 34 ตัวอย่าง ^{14}C จำนวน 45 ตัวอย่าง และ ^3H จำนวน 33 ตัวอย่าง (ดูรูปที่ 5.1)

ข. ตำแหน่งของการเจาะบ่อดลอง

จากผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์จำนวน 22 จุด จะพบว่าบริเวณชั้นน้ำบาดาลของหินภูเขาไฟ หรือชั้นน้ำท่าพระ (Thapra Aquifer) ซึ่งให้น้ำมากและชั้นหนา 20 เมตร ถึงเกือบ 300 เมตร เป็นชั้นน้ำที่สำคัญ ให้น้ำบาดาลระดับลึกคุณภาพน้ำดีมาก จึงสมควรเจาะสำรวจชั้นน้ำลึก 2 ตำแหน่งคือ ณ บ้านวังโพน ตำบลเขาวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ความลึก 240 เมตร ชั้นน้ำตั้งแต่ 39-250 เมตร และที่บริเวณบ้านดอนจำปา ตำบลเขาวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ความลึก 290 เมตร

อนึ่ง หลังจากที่ได้กำหนดตำแหน่งหลุมเจาะดังกล่าวแล้ว คณะผู้วิจัยได้เสนอไปยังสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ผู้เชี่ยวชาญ ได้เสนอให้ย้ายตำแหน่งการเจาะจากวัดไปเป็นโรงเรียนบ้านวังโพน ตำบลเขาวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม และโรงเรียนบ้านดอนจำปา ตำบลเขาวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งอยู่ห่างวัดประมาณ 800 เมตร คณะผู้วิจัย จึงทำการสำรวจธรณีฟิสิกส์ เพิ่มเติมอีกสองจุด ณ บริเวณโรงเรียนบ้านวังโพน และโรงเรียนบ้านดอนจำปา จุดที่ 17 (RE13) และที่จุด 18 (RE14) ตามลำดับ ผลปรากฏว่า โรงเรียนบ้านวังโพนยังเป็นน้ำจืด แต่โรงเรียนบ้านดอนจำปาได้น้ำเค็ม ทางผู้วิจัยจึงได้สำรวจธรณีฟิสิกส์เพิ่มอีก 4 จุด ประกอบด้วยจุดที่ 19 (RE15) บริเวณโรงเรียนบ้านโคกกลาง จุดที่ 20 (RE16) บริเวณบ้านดอนน้อย ตำบลเขาวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม และจุดที่ 21 (RE21) บริเวณโรงเรียนบ้านวังหิน ตำบลคอนหัน อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และจุดที่ 22 (RE18) บริเวณโรงเรียนบ้านม่วงใหญ่ ตำบลเขาวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจธรณีฟิสิกส์ทั้ง 22 จุด สรุปได้ว่า ความลึกของชั้นน้ำ จะอยู่ระหว่าง 40-70 เมตร และประมาณ 100 เมตร ถึง มากกว่า 200 เมตร โดยความลึกจากการแปลความจากผลของการสำรวจการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะนี้บ่งบอกว่า บริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา มีพื้นที่น่าสนใจจะมีความลึกน้อยกว่า น่าจะเป็นบริเวณรับน้ำ และบังคับให้น้ำมีทิศทางการไหลไปทิศเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

ตำแหน่งเจาะกำหนด 3 จุด คือ บริเวณตรงกลางของพื้นที่ ซึ่งเป็นจุดที่ชั้นน้ำมีความหนา มาก และเป็นตำแหน่งเพิ่มเติมน้ำ และอีกสองตำแหน่งบริเวณที่เป็นบริเวณน้ำไหลออก และเป็นบริเวณขอบของชั้นน้ำ ซึ่งจะติดต่อกับชั้นน้ำอีกชุดหนึ่งซึ่งเป็นน้ำเค็ม รวมความลึกของการเจาะทั้งสิ้น 560 เมตร

ตำแหน่งที่ 1 เลขที่บ่อดลอง THK01 ณ โรงเรียนบ้านวังโพน ตำบลเขาวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เจาะลึก 240 เมตร

ตำแหน่งที่ 2 เลขที่บ่อดลอง THK02 ณ โรงเรียนบ้านโคกกลาง ตำบลเขาวไร่ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เจาะลึก 140 เมตร

ตำแหน่งที่ 3 เลขที่บ่อดลอง THK03 ณ โรงเรียนบ้านวังหิน ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เจาะลึก 180 เมตร

4.5 ผลการเจาะบ่อดลอง (Result of Drilling Obsevation Wells)

การเจาะบ่อดลอง THK01 THK02 และ THK03 มีการขุดเจาะจริง 494 เมตร ดังรายละเอียดมีดังนี้

การเจาะบ่อดลอง THK01 บริเวณโรงเรียนบ้านวังโพน ตำบลเขาวัว อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เริ่มดำเนินการขุดเจาะ 1 ธันวาคม 2538 สร้างบ่อเสร็จเรียบร้อย 10 มกราคม 2539 และทำสุบทดสอบ 25-28 กุมภาพันธ์ 2539 การขุดเจาะความลึกทั้งหมด 260 เมตร เกินกว่าที่เสนอ 20 เมตร เนื่องจาก เมื่อเจาะถึงความลึก 240 เมตร แล้วชั้นหินยังเป็นหินทรายสีแดง คาดว่ายังไม่สิ้นสุดชั้นหินอุ้มน้ำ จึงดำเนินการเจาะโดยตรวจสอบปริมาณน้ำและความเค็มของน้ำ ทุกๆ 5 เมตร เมื่อถึง 260 เมตร แล้วชั้นหินอุ้มน้ำยังเป็นชั้นเดิมและปริมาณน้ำไม่เพิ่มขึ้นถึงแม้ว่าค่าความเค็มของน้ำจะเท่าเดิมจึงหยุดเจาะ เพราะคาดว่าสิ้นสุดชั้นให้น้ำแล้ว ประกอบกับผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ ถ้าลึกมากกว่านี้ อาจจะพบน้ำเค็มจึงหยุดเจาะ

การเจาะบ่อดลอง THK02 บริเวณบ้านโคกกลาง ตำบลเขาวัว อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เริ่มดำเนินการขุดเจาะ วันที่ 26 มกราคม 2539 ถึง 9 กุมภาพันธ์ 2539 และทำสุบทดสอบ 11-20 กุมภาพันธ์ 2539 การขเจาะได้ความลึกทั้งหมด 140 เมตร ตามความลึกที่เสนอ แต่พบน้ำเค็มมาก เนื่องจากในการเจาะที่ความลึก ตั้งแต่ 25 เมตรเป็นต้นไป เริ่มพบชั้นน้ำ แต่เป็นชั้นน้ำเค็ม จนถึง 98 เมตร โดยชั้นน้ำมีความเค็มขึ้นเรื่อยๆ จาก 12,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ แล้วดำเนินการเจาะต่อถึง 122 เมตร ซึ่งที่ความลึกนี้ หัวเจาะของเครื่องเจาะขาด ใช้เวลา Fishing 30 มกราคม 2539-2 กุมภาพันธ์ 2539 ที่ความลึกดังกล่าวความเค็มเพิ่มขึ้นเป็น 60,500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ หลังจากนั้นจึงเจาะต่อถึง 140 เมตร ความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 100,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบ Packer Test แยกชั้นน้ำแต่ละชั้น ชั้นที่ 1 ความลึก 20-70 เมตร ชั้นที่ 2 ความลึก 70-100 เมตร ชั้นที่ 3 ความลึก 100-122 เมตร และชั้นที่ 4 ความลึก 122-140 เมตร ปรากฏว่า ชั้นน้ำทุกชั้นน้ำเป็นน้ำเค็มทั้งหมด โดยความเค็มมากที่สุดอยู่ชั้นล่าง ทางคณะวิจัย จึงประชุมเพื่อพิจารณาเกี่ยวกับการสร้างบ่อ หรือปิดบ่อ แต่เพื่อประโยชน์การศึกษาในระยะต่อไป จึงเสนอให้สร้างบ่อด้วย PVC และกรุด้านข้างบ่อดด้วยดินเหนียวและคอนกรีตเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของน้ำเค็ม

การเจาะบ่อดลอง THK03 บริเวณโรงเรียนบ้านวังหิน ตำบลท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เริ่มดำเนินการ วันที่ 11-23 มกราคม 2539 และทำสุบทดสอบ วันที่ 21-23 กุมภาพันธ์ 2539 การขุดเจาะความลึกทั้งหมด 94 เมตร ต่ำกว่าที่เสนอไว้ 86 เมตร เนื่องจากบ่อดลอง THK03 นี้การขุดเจาะเริ่มพบชั้นน้ำที่ 19 เมตร และพบชั้นน้ำมากที่ 36 เมตร และ 78 เมตร ปริมาณน้ำคาดว่ามากกว่า 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ทำให้การขุดเจาะประสบปัญหาามากประกอบกับน้ำล้นจากบ่อ ขณะเจาะทำให้ถนนขาด ถนนหน้าประตูโรงเรียนพัง และท่วมบ้านราษฎร นอกจากนี้เครื่องเจาะไม่สามารถเจาะต่อได้ จึงจำเป็นต้องหยุดเจาะที่ความลึก 94 เมตร

4.5.1 การสร้างบ่อดกตอง

การสร้างบ่อดกตองตามแผน จะสร้างบ่อดกและเป้นท่อด BSM ฉาบสังกะสี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ใต้อ่อดเซาะร่อดบ่อดละ 18 เมตร แต่จากลักษณะทางธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยาแล้วการสร้างบ่อด THK01 THK02 และ THK03 จะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ตามเหตุผลดังกล่าวแล้ว รายละเอียดของบ่อดแสดงไว้ในรูปที่ 4.37, 4.38 และ 4.39 ตามลำดับ

4.5.2 ธรณีวิทยาของชุดหินภูทอก

หมวดหินภูทอกอยู่ด้านบริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา แพร่กระจายระหว่างเส้นแวง $102^{\circ} 41' 10''$ ถึง $103^{\circ} 0' 20''$ ตะวันออก และเส้นรุ้ง $16^{\circ} 9' 50''$ ถึง $16^{\circ} 24' 20''$ เหนือ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 917 ตารางกิโลเมตร ตามรูปที่ 4.40 แต่บริเวณชั้นหินอุ้มน้ำภูทอกที่เป็นน้ำจืดมีพื้นที่ประมาณ 500 ตารางกิโลเมตร ตั้งแต่หมู่บ้านท่าพระไปจนถึงบ้านหนองโง้ง และตั้งแต่มังฝ่งแม่น้ำชี บ้านโนนสมบูรณ์ ไปจนถึง บ้านแพง และคาดว่าอาณาเขตของชั้นหินอุ้มน้ำภูทอกนี้จะขยายไปจนถึงอำเภอบ้านไผ่

ชุดหินภูทอกประกอบด้วย หินทรายลมหอบสีแดงเนื้อละเอียด และส่อดำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน การคัดขนาดภายในเนื้อดีมาก เนื้อหินมีลักษณะช่องว่างระหว่างอนุภาคมาก ทำให้มีลักษณะเปราะร่วน บางตำแหน่งพบลักษณะชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ และกระเปาะดินดานสีแดงแทรก ปรากฏรอยแตกขนาดใหญ่ มากถึงปานกลาง และรอยแตกย่อยๆจำนวนมาก บริเวณรอยแตกจะมีสารคาร์บอนตบรจอยู่เต็ม ลึกลงไปมีชั้นทรายแป้ง และหินดินดานสีแดงสลับชั้นหินมีความลึกไม่น้อยกว่า 400 เมตร (หลุมเจาะ C31KK11 บ้านหนองบัวดีหมี) ดูรูปที่ 4.41

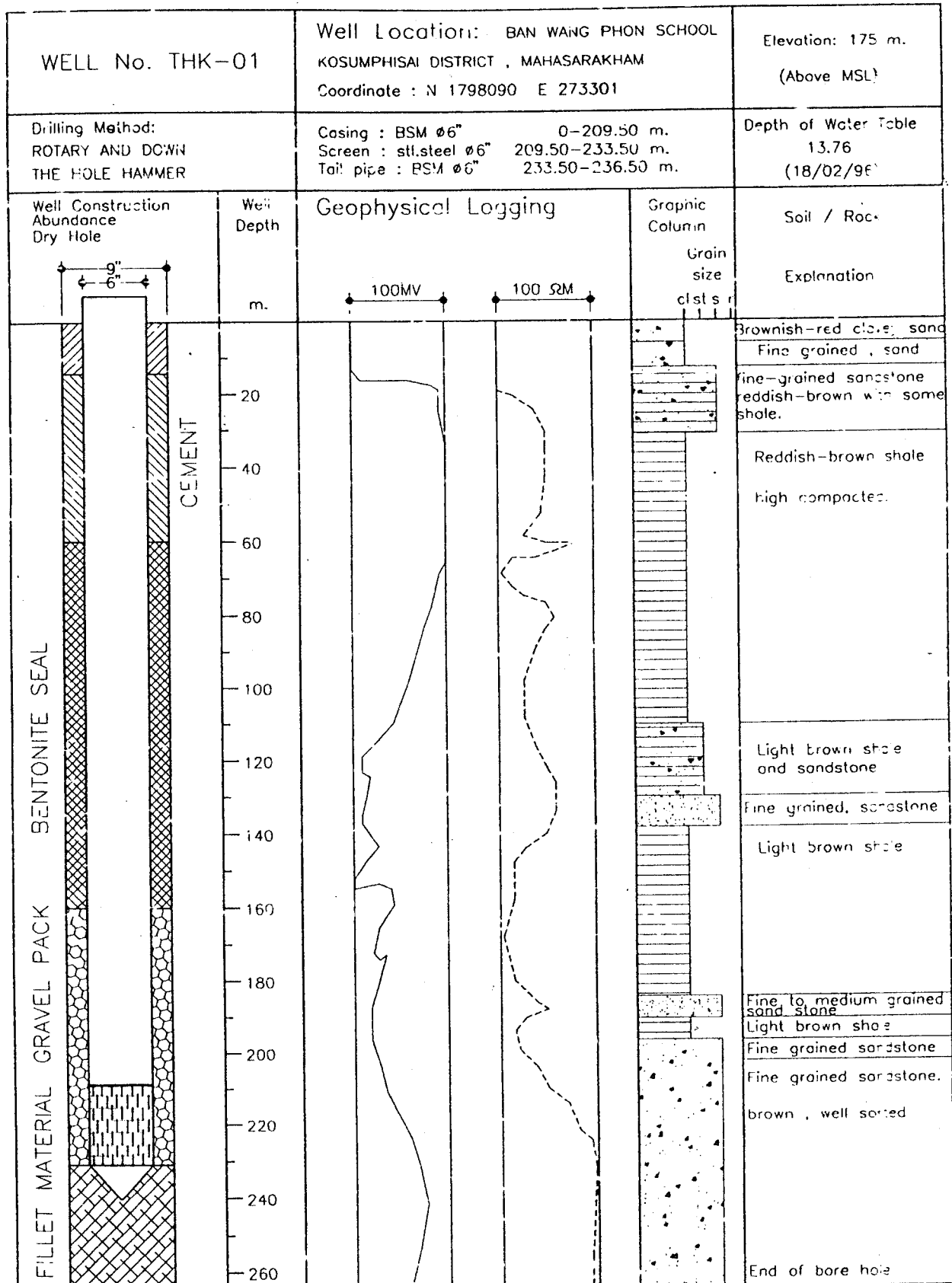
4.5.3 อุทกธรณีวิทยาของชั้นหินอุ้มน้ำภูทอก

ลักษณะอุทกธรณีวิทยาของชั้นหินภูทอก ประกอบด้วย ลักษณะการเกิด ชลศาสตร์ของบ่อดน้ำบาดาล เกี่ยวกับการไหล การสูบทดสอบ นอกจากนี้ยังกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ และผลผลิตปลอดภัยของชั้นน้ำ

ก. ลักษณะการเกิดน้ำบาดาลในชั้นหินอุ้มน้ำภูทอก

น้ำบาดาลของชั้นหินอุ้มน้ำภูทอก พบทั้งชั้นน้ำเปิด (unconfined aquifer) และชั้นน้ำปิด (confined aquifer) โดยชั้นน้ำปิดจะมีอยู่มากกว่าทั้งปริมาณและผลผลิต น้ำบาดาลเกิดอยู่ในช่องว่าง และ รอยแตกของชั้นหินทรายละเอียด ถึงละเอียดมาก สีน้ำตาล เนื้อหินเปราะร่วน และมีส่วนประกอบคาร์บอนต่า ชั้นหินที่ให้น้ำบาดาลอยู่ที่ความลึก ตั้งแต่ประมาณ 20 เมตร ถึงความลึกประมาณ 250 เมตร ความหนาของชั้นน้ำมีตั้งแต่ น้อยกว่า 50 เมตร ไปจนถึง 100 เมตร

SIAM TONE CO.,LTD.
BORING LOG AND WELL CONSTRUCTION

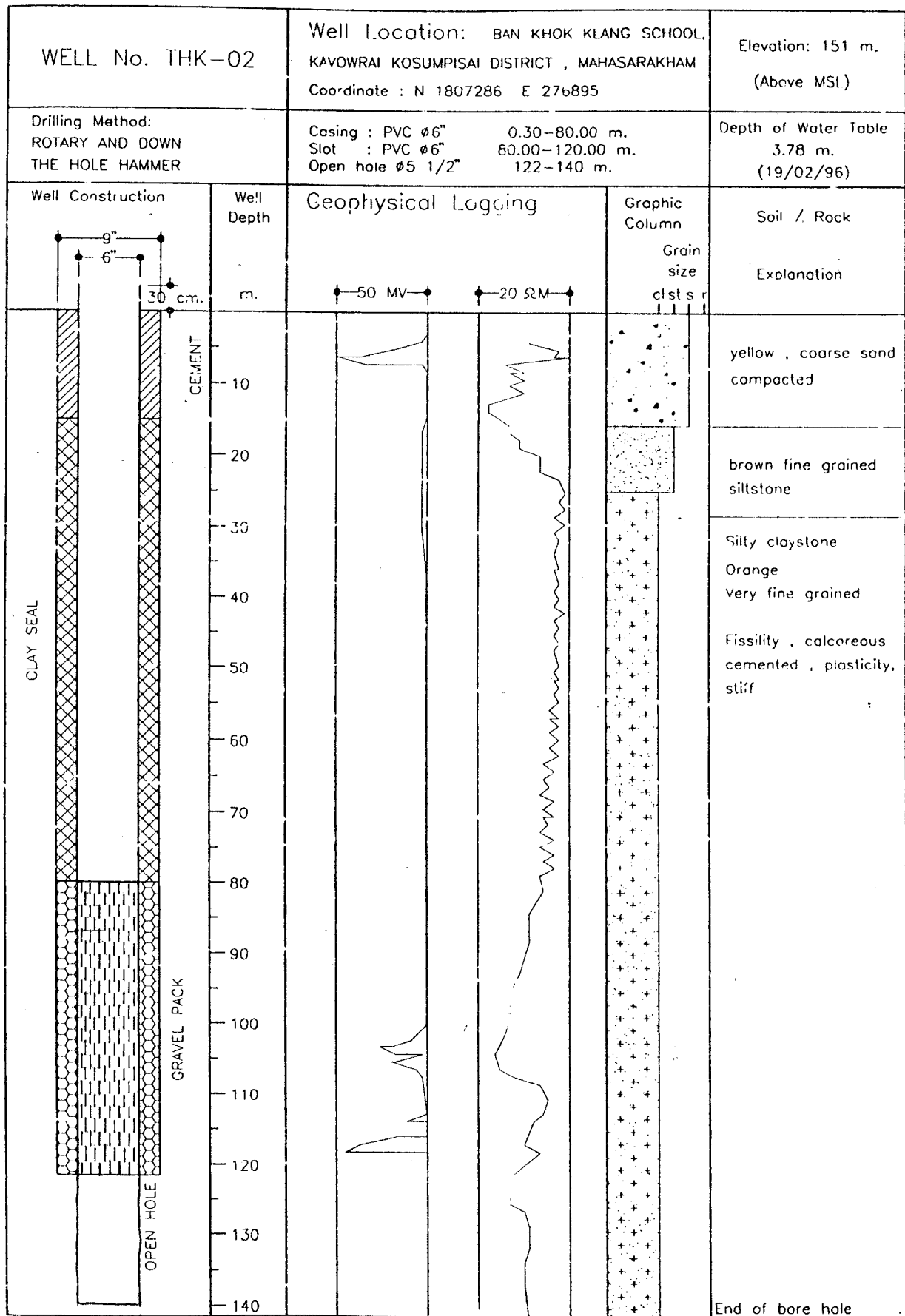


รูปที่ 4.37ก ผลการเจาะและสร้างบ่อกดลอง THK01



รูปที่ 4.37 ข ภาพถ่ายบ่อทดลอง THK01

SIAM TONE CO.,LTD.
BORING LOG AND WELL CONSTRUCTION

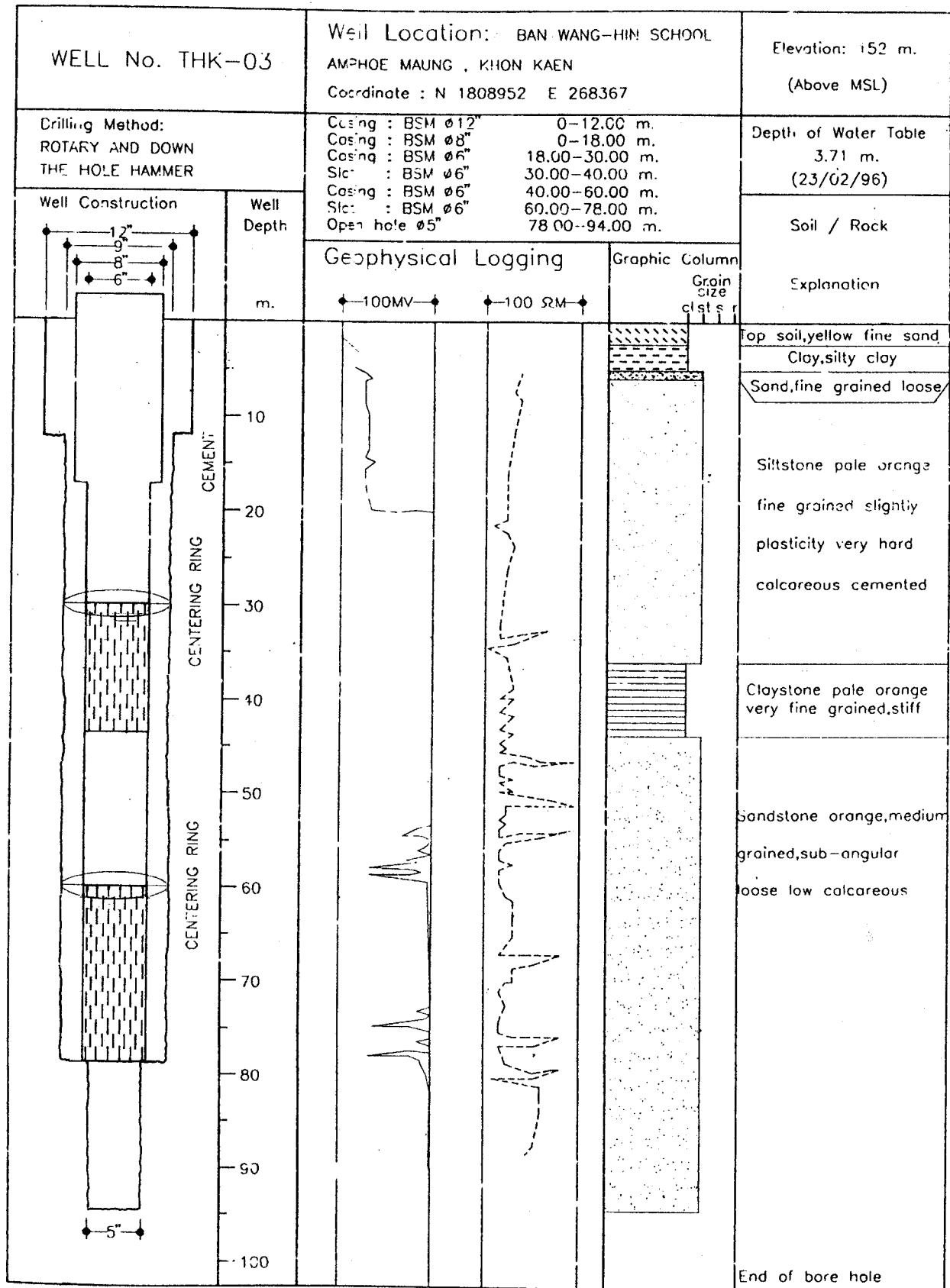


รูปที่ 4.38ก การเจาะและสร้างบ่อดลอง THK02



รูปที่ 4.38 ข ภาพถ่ายบ่อเจาะทดลอง THK02

SIAM TONE CO.,LTD.
BORING LOG AND WELL CONSTRUCTION



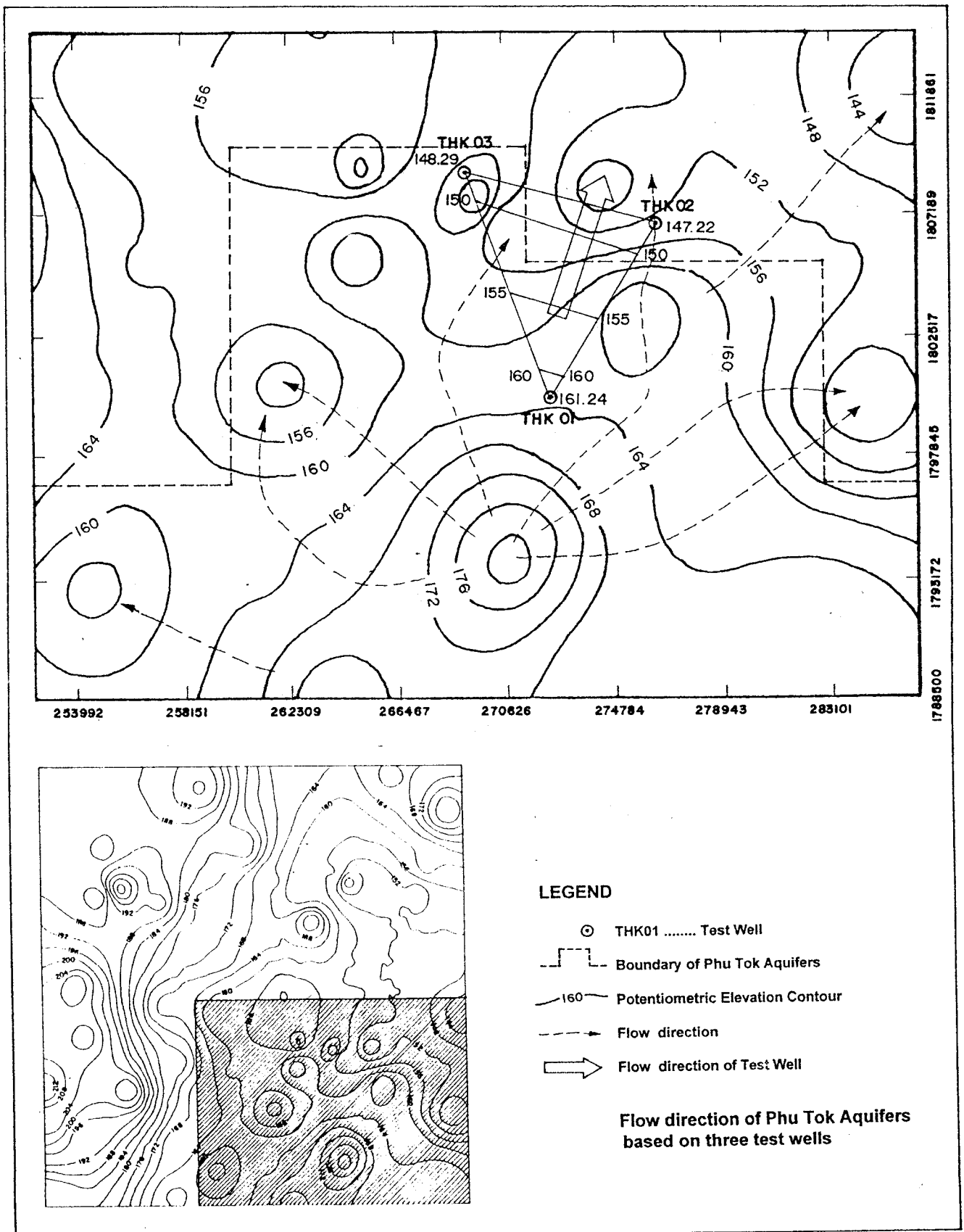
รูปที่ 4.39ก ผลการเจาะและสร้างบ่อบาดาล THK03



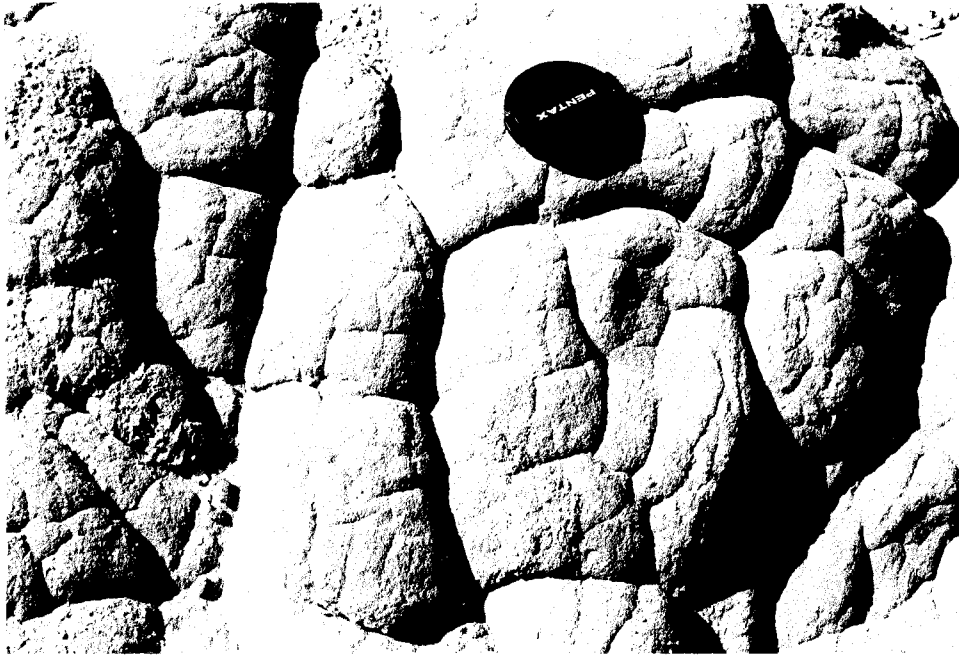
รูปที่ 4.39ข ภาพถ่ายบ่อเจาะทดลอง THK03

ข. ชลศาสตร์ของชั้นน้ำบาดาล

ระดับน้ำบาดาลของชั้นน้ำ หรือ piezometric surface มีค่าตั้งแต่อยู่สูงจากผิวดิน 0.35 เมตร ที่ THK03 ณ โรงเรียนบ้านวังหิน บริเวณตามแนวชายฝั่งแม่น้ำชี ซึ่งเป็นพื้นที่ให้น้ำไปจนถึงอยู่ลึกจากผิวดิน ประมาณ 15 เมตร ที่ THK01 ณ โรงเรียนบ้านวังโพน ซึ่งเป็นจุดประมาณศูนย์กลาง และเป็นพื้นที่เพิ่มเติม น้ำ (recharged area) ของชั้นหินอุ้มน้ำ ระดับของ piezometric surface อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระหว่าง 150-160 เมตร การไหลของน้ำบาดาลจะมีจุดกำเนิดบริเวณพื้นที่เพิ่มเติมน้ำแล้วไหลออกไปเป็นรัศมีสู่ทิศตะวันตก ทิศเหนือ และทิศตะวันออก มุ่งสู่แม่น้ำชี ชั้นน้ำบาดาลของชุดหินภูทอกนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน (Transmissivity) และสัมประสิทธิ์การกักเก็บ (Storage coefficient) ไม่สม่ำเสมอมาก กล่าวคือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.45-1047.02 ตารางเมตรต่อวัน และ 5.10×10^{-2} - 7.06×10^{-5} ตามลำดับ จากการสุบทดสอบ ด้วยอัตรา 48.0 ถึง 1,201.8 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ได้ค่าระดับน้ำลดมากกว่า 50 เมตร บริเวณพื้นที่น้ำไหลเข้าไปจนถึงน้อยกว่า 10 เมตร ในบริเวณพื้นที่น้ำไหลออก (รูปที่ 4.44 - 4.46)



รูปที่ 4.40 บริเวณพื้นที่ศึกษาของชั้นหินอุ้มน้ำภูตอก และลักษณะการไหลของน้ำบาดาล



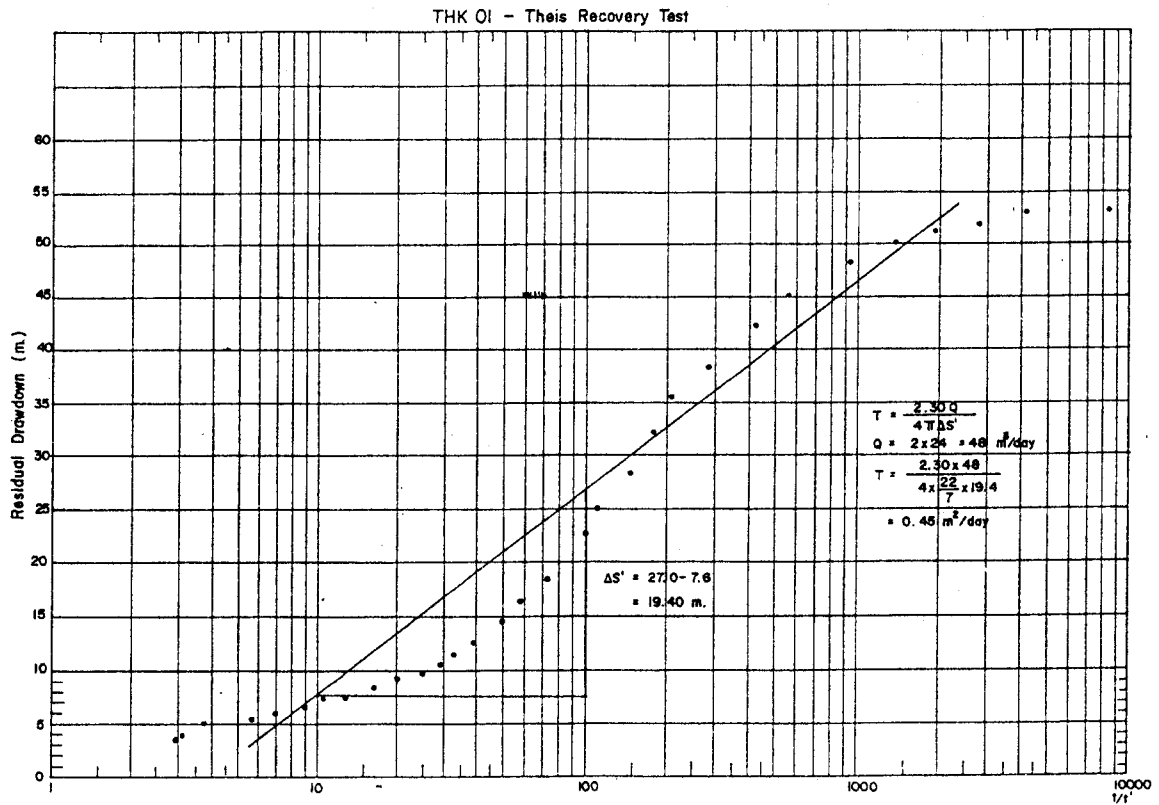
รูปที่ 4.41 ลักษณะเนื้อหินของชุดหินภูทอก



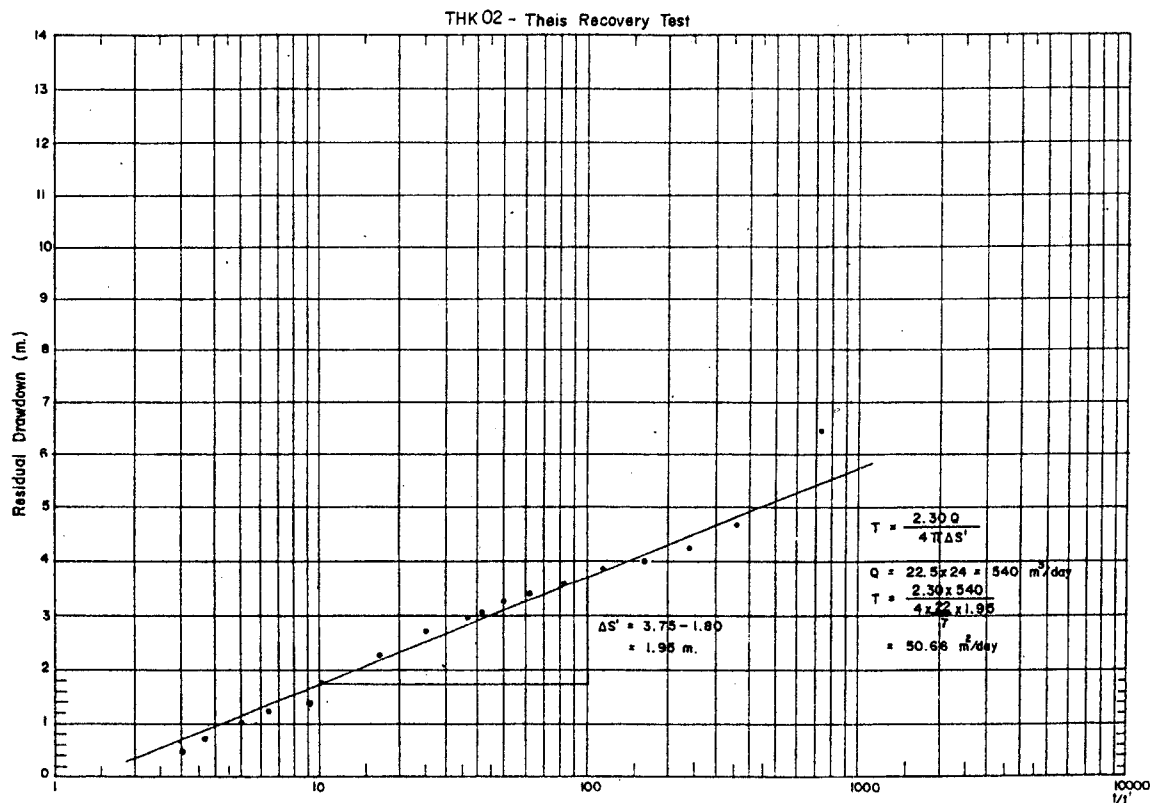
รูปที่ 4.42 ลักษณะรอยแตกขนาดเล็กในชุดหินภูทอก



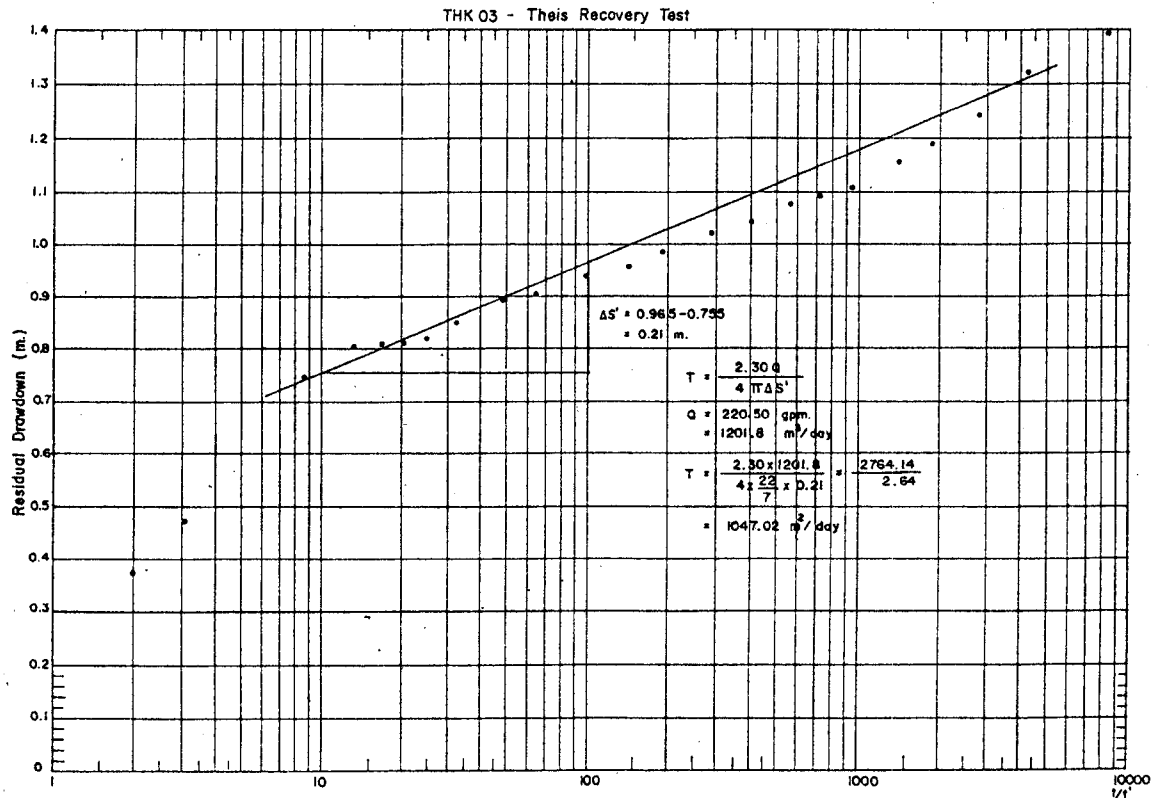
รูปที่ 4.43 ลักษณะรอยแตกขนาดใหญ่ในชุดหินภูทอก



รูปที่ 4.44 ผลการทดสอบระดับน้ำคืนตัวด้วยวิธีของ Theis's ในบ่อ THK01



รูปที่ 4.45 ผลการทดสอบระดับน้ำคืนตัวด้วยวิธีของ Theis's ในบ่อ THK02



รูปที่ 4.46 ผลการสุบทดสอบระดับน้ำคืนตัวด้วยวิธีของ Theis's ในบ่อ THK03

ก. คุณภาพน้ำบาดาล

คุณภาพของน้ำบาดาลจากชุดหินลูทอก และบ่อทดลอง ได้ผลดังตารางที่ 4.1 ถึง 4.2 และ ตารางที่ ค1 และ ค2 ในภาคผนวก น้ำมีคุณภาพตั้งแต่ น้ำจืด ไปจนถึงน้ำเค็ม และน้ำอ่อนไปจนถึงน้ำกระด้างมาก แต่อย่างไรก็ตามน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะเป็นน้ำจืด และเป็นน้ำอ่อน ยกเว้นน้ำบาดาลบริเวณริมฝั่งแม่น้ำชี นับจากฝั่งแม่น้ำชีเข้ามาประมาณ 1-2 กิโลเมตร จะเป็นน้ำเค็มและน้ำกระด้าง น้ำบาดาลที่เป็นน้ำจืดจะมีคุณภาพดีมาก ส่วนประกอบต่างๆ เกือบทั้งหมดอยู่ต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ยกเว้นความกระด้างของน้ำจืดบริเวณใกล้ๆ ฝั่งแม่น้ำชี

ส่วนประกอบโลหะหนัก เช่น Hg และ As มีอยู่ในปริมาณต่ำ มีค่าระหว่าง 0.46 - 0.77 $\mu\text{g/l}$ และ 0.07 - 0.70 $\mu\text{g/l}$ ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณ Cd มีอยู่ต่ำกว่า 0.002 $\mu\text{g/l}$ โดยเฉพาะในน้ำจืด จะมีส่วนประกอบ As ต่ำกว่าน้ำเค็ม ในขณะที่ Pb และ Hg จะพบในน้ำเค็มมากกว่าในน้ำจืด รูปที่ 4.47 ถึง 4.48 การจำแนกชนิดของน้ำโดยอาศัย Piper trilinear diagram ดังรูปที่ 4.49 จะพบว่า น้ำบาดาลส่วนใหญ่จะเป็นชนิด Ca-Mg-Na-K type สำหรับ cation และ $\text{HCO}_3\text{-Cl-SO}_4$ type สำหรับ anion นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ V ยังพบในปริมาณค่อนข้างสูงอยู่ระหว่าง 11.5 - 15.6 $\mu\text{g/l}$ เช่นเดียวกับปริมาณของ I ซึ่งมีอยู่ในปริมาณสูงเช่นกัน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.15 - 15.0 mg/l โดยเฉพาะอย่างยิ่งในน้ำเค็ม ซึ่งน้ำเป็นชนิด Na-K-Ca-Mg type และ Cl-type

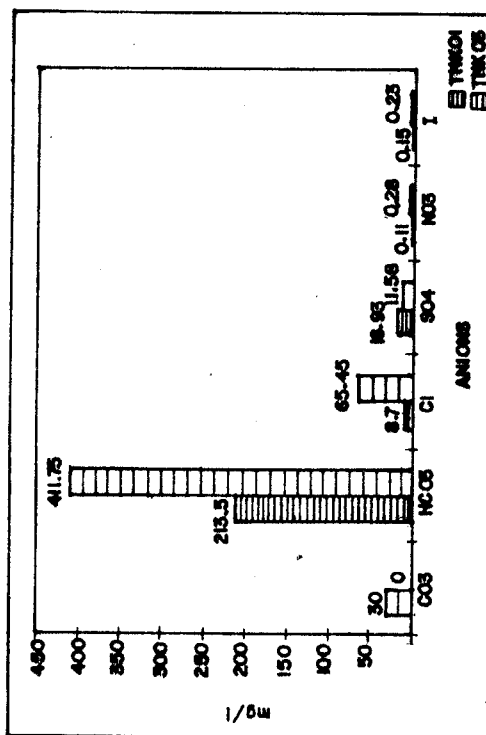
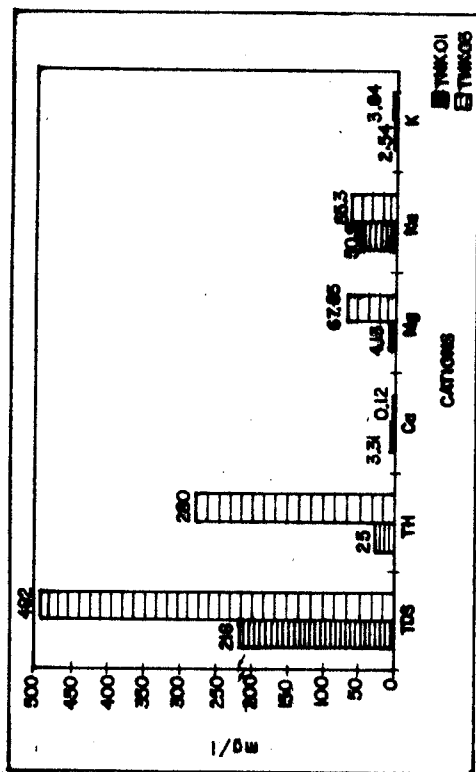
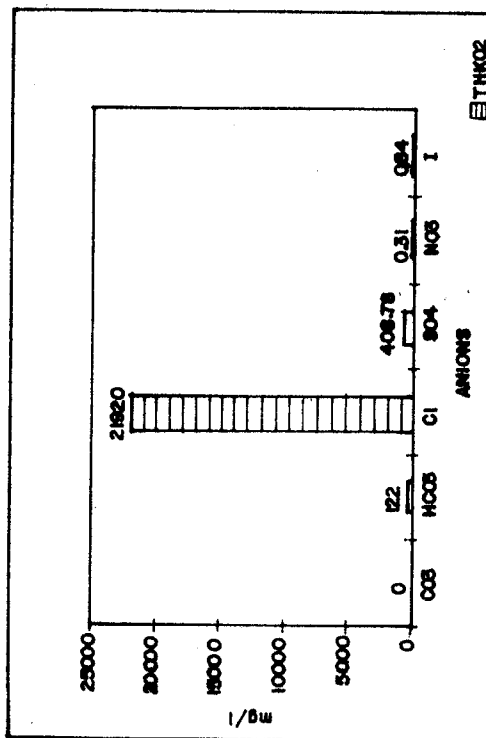
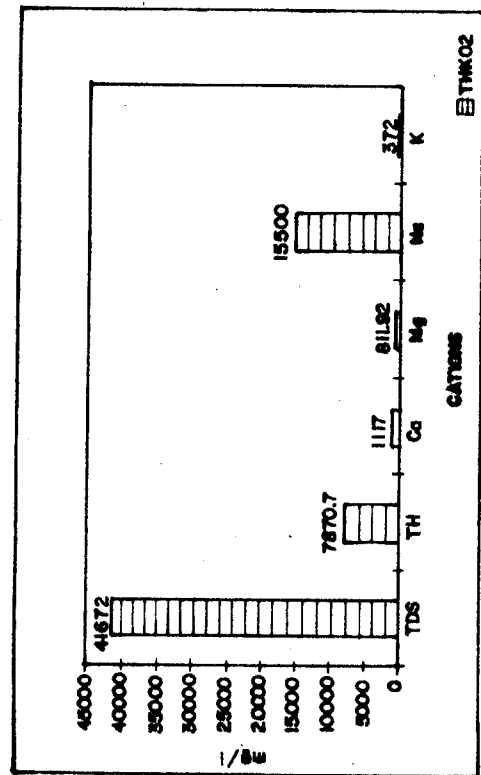
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลเจาะทดลอง THK01 THK02 และ THK03

Well No.	Location	Coordinate	Well Diameter (in)	Well Depth (m)	Range of Slot (m)	Land surface Elevation (m ab MSL)	Depth to SWL (m)	SWL Elevation (m)	Yield DD (m ³ /hr/m)
THK01	Ban Wang Phon School Mahasarakham	N 1798090 E 273301	6	237	209.50-233.50	175.00	13.76	161.24	$\frac{2.00}{54.40}$
THK02	Ban Khok Klang School Mahasarakham	N 1807286 E 276895	6	140	80.00-120.00 open 122.00-140.00	151.00	3.78	147.22	$\frac{21.20}{12.33}$
THK03	Ban Wang Hin School Khon Kaen	N 1808952 E 268369	8/6	94	30-40.00 60-7800 Open 78-94.00	160.00	+ 0.35	160.35	$\frac{50.64}{2.01}$

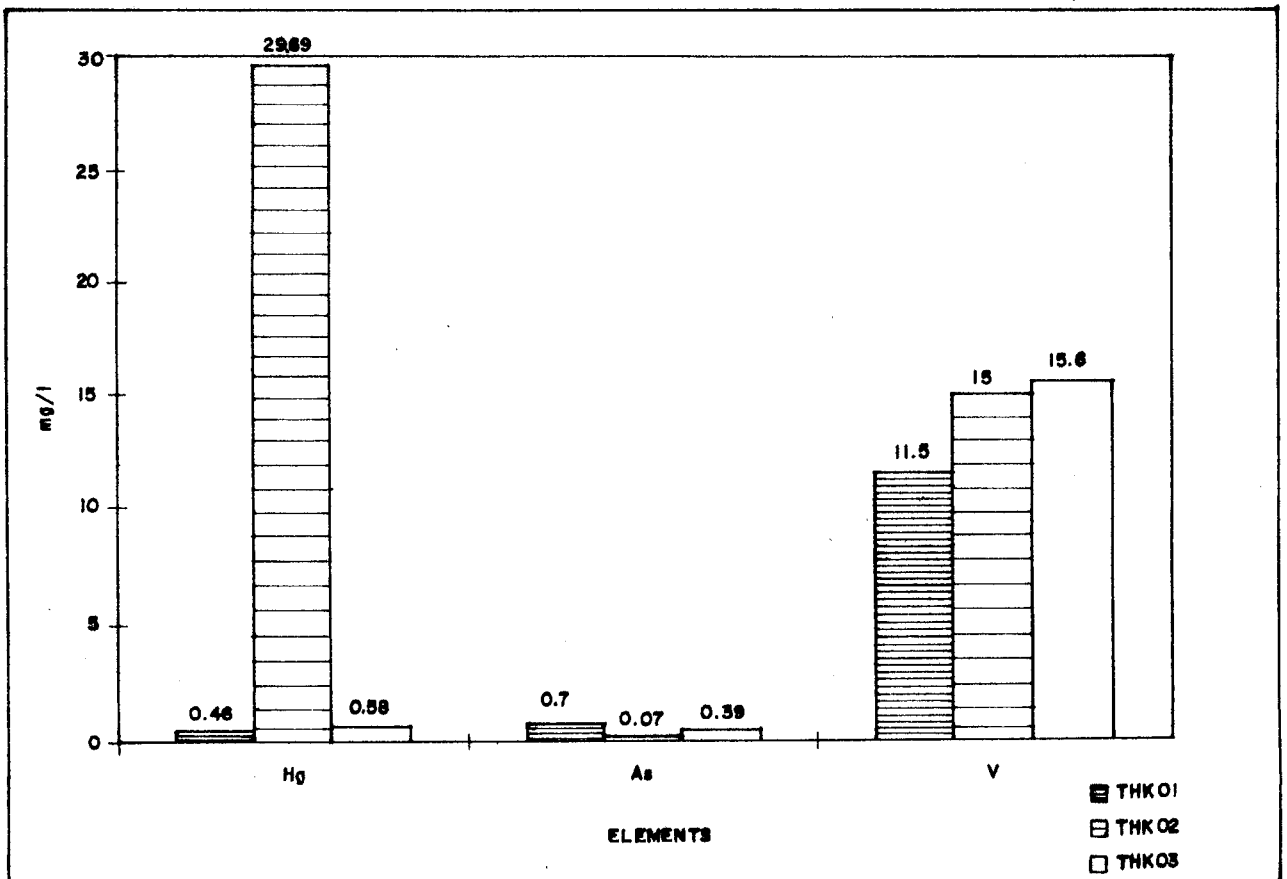
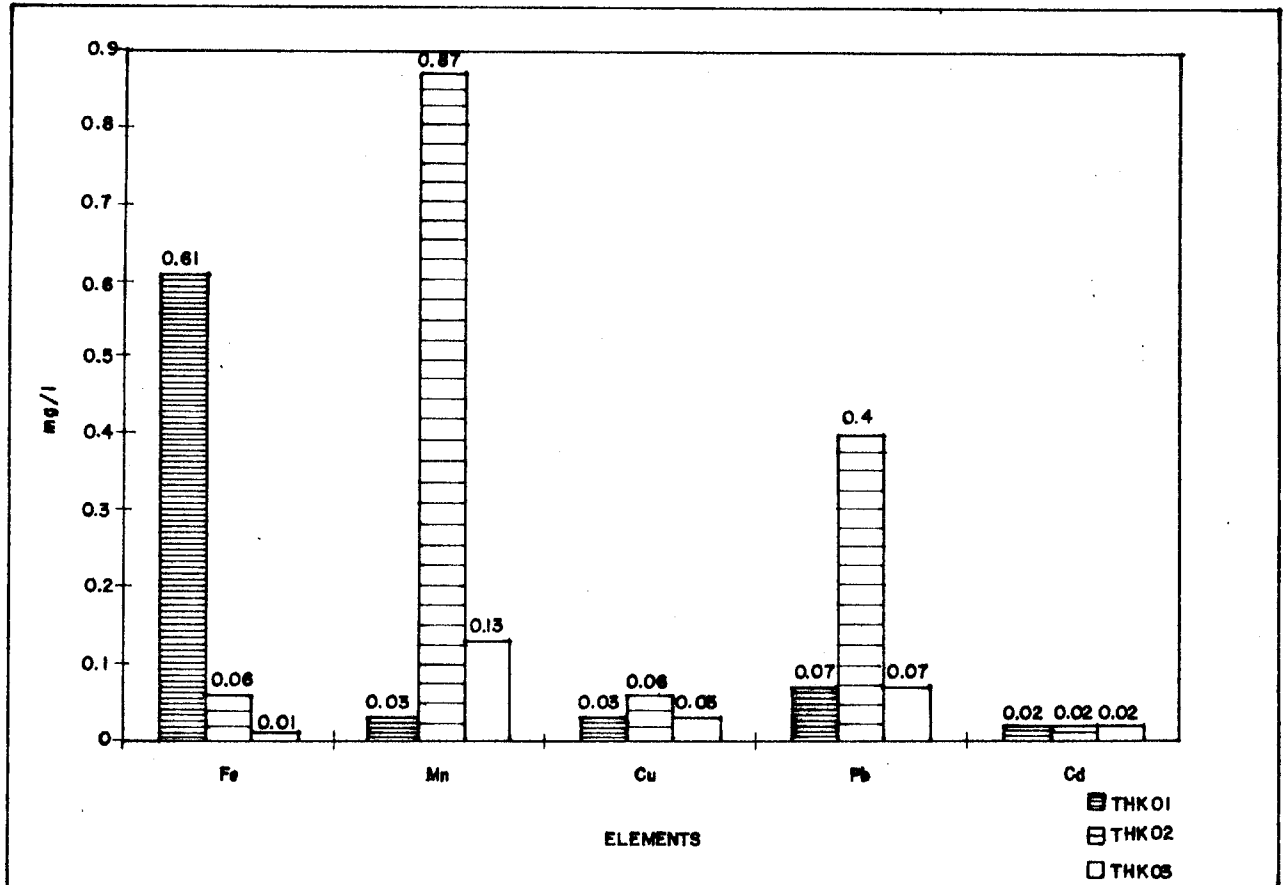
ตารางที่ 4.2 ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบ่อเจาะทดลอง THK01 THK02 และ THK03

No.	Well No.	EC (µS/cm)	pH	TDS (mg/l)	TH (mg/l)	Cl (mg/l)	CO ₃ (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	v (µg/l)	l (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Pb (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	K (mg/l)	Na (mg/l)	Cu (mg/l)	Cd (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Hg (µg/l)	As (µg/l)
1	THK01	392	8.65	218	25	8.70	30	213.5	0.11	11.5	0.15	0.61	0.03	<0.07	3.31	4.13	2.54	50.9	<0.03	<0.02	18.93	0.46	0.07
2	THK02	42000	7.2	41672	7871	21290	*	122	0.31	15.0	15.0	0.06	0.87	0.40	1117	812.00	372	15500.0	0.06	<0.02	408.78	0.77	0.07
3	THK03	746	7.45	492	280	65.45	*	411.75	0.28	15.6	0.23	0.01	0.13	<0.07	0.12	71.50	3.84	65.3	<0.03	<0.02	11.58	0.58	0.39

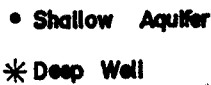
* Not detected



รูปที่ 4.47 ปริมาณ Cation และ Anion ของ THK01, THK02 และ THK03



รูปที่ 4.48 Trace element ของชั้นน้ำบาดาลจากบ่อเจาะทดลอง THK01, THK02 และ THK03



รูปที่ 4.49 Piper Trilinear Diagram ของน้ำบาดาลจากชั้นหินอุ้มน้ำภูทอก

ข. การประเมินผลผลิตน้ำบาดาลปลอดภัย (Evaluation of Groundwater Safe Yield)

โดยยึดถือข้อมูลเกี่ยวกับชลศาสตร์น้ำบาดาลของชั้นหินอุ้มน้ำภูทอก ผลผลิตน้ำบาดาลปลอดภัยสามารถคำนวณได้โดยอาศัยสมการ hydrologic equilibrium ของ Moss (1990)

$$\text{Inflow} = \text{Outflow} \pm \text{Change in storage} \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

$$Q_i + Q_{Cl} + Q_{ur} + EP + Q_{rfs} + Q_{rfg} = Q_o + Q_{ip} \pm \Delta V \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

$$SY = Q_i + Q_{Cl} + Q_{rfs} + Q_{rfg} + Q_{ur} + EP \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

Where

SY = safe yield [L^3T^{-1}]

Q_i = groundwater Inflow [L^3T^{-1}]

Q_{Cl} = conveyance loss [L^3T^{-1}]

Q_{ur} = recharge from unaccounted sources and inter aquifer leakage [L^3T^{-1}]

EP = effective precipitation recharging the groundwater reservoir [L^3T^{-1}]

Q_{rfs} = return flow from surface water irrigation [L^3T^{-1}]

Q_{rfg} = return flow from groundwater irrigation [L^3T^{-1}]

Q_o = groundwater outflow [L^3T^{-1}]

Q_{ip} = groundwater pumping [L^3T^{-1}]

ΔV = groundwater storage change [L^3T^{-1}]

จากสมการเกี่ยวกับผลผลิตน้ำบาดาลปลอดภัยดังกล่าว ถ้าใช้ข้อมูลพื้นที่ของชั้นหินอุ้มน้ำภูทอก ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรน้ำฝนประมาณ 500 ตารางกิโลเมตร ซึ่งการสูญเสียน้ำโดยการระเหยจะมีค่าน้อยมาก เนื่องจากระดับน้ำบาดาล (piezometric surface) อยู่ลึกมากกว่า 15 เมตร และค่าน้ำไหลเข้าสู่ชั้นน้ำในแนวราบจะมีน้อยมาก เนื่องจากทิศทางการไหลของน้ำบาดาลจะไหลสู่แม่น้ำชีทั้งหมด ดังนั้นปัจจัยที่พิจารณาในสมการ hydrologic equilibrium จะพิจารณาเฉพาะปริมาณน้ำฝน (EP) น้ำบาดาลไหลออก (Q_o) และการสูบน้ำบาดาล (Q_{ip})

ปริมาณน้ำฝนที่ตกต่อปีเฉลี่ยจากข้อมูลปี 1990-1994 ที่สถานีเมืองขอนแก่น มีค่า 1,112.90 มม. และปริมาณน้ำไหลเข้าเพิ่มเติมจากน้ำฝน คือ EP ใช้ค่าร้อยละ 15 ของปริมาณน้ำฝนที่ตกต่อปีเฉลี่ย และพื้นที่น้ำไหลเข้าชั้นหินอุ้มน้ำภูทอก คิดเป็นร้อยละ 50 ของชั้นหินอุ้มน้ำทั้งหมด แทนค่าแล้วจะได้ผลผลิตน้ำบาดาลปลอดภัยเท่ากับ 83.34×10^6 ลูกบาศก์เมตรต่อปี