หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ข้อมูลและการศึกษา

1. ลักษณะของดินในกรุงเทพมหานคร

1.1) ลักษณะของธรณีวิทยา

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่บนที่ราบเจ้าพระยาซึ่งเป็นที่ราบทางตอนกลางของประเทศคาดกันว่าในครั้งแรก ๆ นั้นอ่าวไทยอาจจะตั้งอยู่เหนือขึ้นไปถึงจังหวัดอุตรดิตถ์ แต่ชายฝั่งได้ยืดยาวลงไปทางใต้ทุกที่ ๆ เนื่องจากการสะสมของตะกอน มีการประมาณว่าในปัจจุบันพื้นดินมีอัตราการยืดยาวของชายฝั่งประมาณ 4-5เมตรต่อปี (COX ,1969; MUKTABHANT, 1963) และ NEDECO (1965) อ้างถึงใน ACHALABHVTI, "PETROLIUM GEOLOGY OF THE GULF FO THAILAND" ได้ประมาณอัตราการยืดยาวของชายฝั่งในระยะเริ่มแรกว่ามีค่า 70 เมตรต่อไป และขณะนี้อัตราการสะสมตะกอนของที่ราบเจ้าพระยาประมาณ 2.0 - 3.0 มิลลิเมตรต่อปี และมีอัตราการสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลประมาณ 1.2 มิลลิเมตรต่อปี (COX, 1968) ปริมาณของ silt จำนวนมากถูกพามาตกระกอนที่ปากแม่น้ำในช่วงฤดูฝนของแต่ละปี

พบว่าความลึกไม่เกิน 50 เมตร ของพื้นที่เกือบทั้งหมดของที่ราบนี้เป็นตะกอนร่วนของดินเหนียว ทรายและกรวด (MUKTABHANT,1966) มีรายงานว่าชั้นหินอาจอยู่ลึกถึง 365 เมตร การทดลองเจาะที่สมุทรปราการ 157 เมตร ไม่พบชั้นหินพบเพียงชั้นดินแข็งหนา 3-6 เมตร ที่ความลึก 100 เมตร

ดินเหนียวชั้นบนของดินกรุงเทพที่ตั้งอยู่บนชั้นทรายนั้นมีดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวแข็ง ดินเหนียวอ่อนนั้นเชื่อว่าเป็นตะกอนของน้ำทะเลที่มีระดับประมาณ 50 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปัจจุบันเมื่อน้อยกว่า 10,000 ปีก่อน (COX,1968) EIDE (1967) อ้างถึงใน ACHALABHVTI, "PETROLIUM GEOLOGY OF THE GULF FO THAILAND" พบว่าน้ำที่มาจากชั้นดินเหนียวอ่อนมีเหลือประมาณ 34 กรัมต่อลิตร และมีเปลือกหอยปน

1.2) คุณสมบัติทั่วไปของชั้นดิน

1. ระดับดิน

ผิวดินของกรุงเทพอยู่ที่ระดับ 1.0 - 2.0 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลระดับปกติอยู่ที่ 1.0 - 1.2 เมตร ระดับปกตินำ้ท่วมประมาณ 1.5 เมตร มีระดับน้ำใต้ดินทั่วไปไม่น้อยกว่า 1 เมตรจากผิวดิน

2. ส่วนประกอบของดิน

ส่วนประกอบของดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวค่อนข้างอ่อน แสดงในตาราง 3.1 (HALEY and ALDRICH, 1968 ; MOH, 1969) อ้างถึงใน ACHALABHVTI, "PETROLIUM GEOLOGY OF THE GULF FO THAILAND" ความเข้มข้นของเกลือของ MOH, HALEY และ AIDRICH นั้นมีค่าความเป็นชั้นน้อยกว่า 34 กรัม/ลิตร ที่เสนอโดย EIDE (1967) ค่อนข้างมาก และ MOH ยังพบว่าความเข้มข้นของเกลือนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก แสดงว่าผิวดินชั้นบนเกิดการชะล้างขึ้นนั่นเอง

ส่วนประกอบอื่น ๆ ที่พบในชั้นดินนี้ เช่น feldspar, montmorillonite, illite และ kaolinite เป็นต้น

3. ลักษณะและการวางต่อชั้นดิน

ลักษณะและการวางต่อของชั้นดินสรุปจากรายงานของ MUKTABHANT (1966) ได้ดังตาราง 3.2 MUKTABHANT ได้บอกลักษณะของ consistency โดยคำของ uncoufined compressive strength ; Su. โดยดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวค่อนข้างอ่อนมีค่า Su น้อยกว่า 10 - ด้าน/ตารางเมตร ดินเหนียวค่อนข้างแข็งและดินเหนียวแข็งมากมีค่า Su ประมาณ 10 - 40 ด้าน/ตารางเมตร และดินเหนียวแข็งมากมีค่า Su มากกว่า 40 ตัน/ตารางเมตร ลักษณะของดินแต่ละชั้นค่อนข้างจะเป็นเนื้อเดียวกันและไม่ค่อยมีความแตกต่างทางด้านสีของดินมากนัก แต่มักจะแยกชั้นโดยลักษณะของ waten-content และจำนวนครั้งของตุ้มตอกต่อฟุต และช่องต่อของชั้นดินเหนียวกับชั้นทรายมักจะเป็นลักษณะของดินทั้ง 2 ชั้นผสมกัน คือเป็น sandy clay หรือไม่ก็ clayey sand

ดินชั้นบนที่เป็นดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวค่อนข้างอ่อนเป็นดินชนิด compressible clay เพราะเปลี่ยนแปลงรูปร่างง่ายเมื่อมีแรงมากระทำ ดังนั้นเสาเข็มของบ้านและตึกขนาดเล็กจึงมักจะอยู่ที่ชั้นดินเหนียวแข็งสีน้ำตาลเหลืองชั้นลึกลงไป

ใต้ชั้นดินเหนียวแข็งก็คือชั้นของทรายละเอียด ยิ่งลึกเม็ดทรายก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้น เรื่อย ๆ ชั้นทรายมีความหนาประมาณ 2 เมตร มีความลึก 38 เมตร ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง และลึกจากนี้ไปก็จะเป็นการสลับของดินเหนียวและทรายลงไปอีกเป็นหลายร้อยเมตร

<u>คุณลักษณะเฉพาะของดินเหนียวกรุงเทพ</u> (Index Properties of the Bangkok Clay)

สรุปคุณลักษณะเฉพาะของดินเหนียวอ่อน และค่อนข้างอ่อนของกรุงเทพมหานครแสดงในตารางที่ 3.3 (MOH, 1969; HALEY and ALDRICH, 1968) อ้างถึงใน ACHALABHVTI, "PETROLIUM GEOLOGY OF THE GULF FO THAILAND" ค่าของ water content และ Atterberg limits แปรผันตามความลึกแสดงในรูป 3.8 ค่า specific gravity และ unit weights แสดงในรูป 3.10 และค่า degee of saturation และ void ratio แสดงในรูป 3.12

1. <u>Natural Water Content</u>

ค่าของ natural water content ของดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวค่อนข้างมีค่าสูงมากเมื่อเข้าใกล้ค่าของ liquid limit ขณะที่ดินเหนียวแข็งมีค่าเข้าใกล้ plastic limit (MOH, 1969)

2. <u>Atterberg Limits</u>

ค่าของ atterbeng limits ของดินในกรุงเทพเมื่อลงบน casagrande's plaastieity ehart จะอยู่บนเส้น A-Line ซึ่งแสดงว่าเป็นดิน inorganic elay และมีค่า plasticity สูง ความสัมพันธ์ของ liquid limit และ plasticity index ของดินในกรุงเทพนี้เป็นสมการเส้น

ตรง (MUKTABHANT, 1966)

$$Ip = 0.74W_o - 9.2$$

และจากการปล่อยให้แห้งพบว่า

- ปล่อยให้แห้งในอากาศ ลดลง = $0.15\ W_o$
- ให้ความร้อนลดลง = $0.30\ W_o$

จากรูปที่ 3.8 พบว่า liquid limit มีค่ามากกว่า water content เล็กน้อย ค่าของ water content, liquid limit และ liquidity index ที่ได้ตามความลึกนั้นมีค่ากระจัดกระจายมาก แต่ค่าของ plastic limit ค่อนข้างจะคงที่ตลอดความลึก

3. Specific Gravity and Unit Weight

ค่าของ specitic gravity ของดินเหนียวในกรุงเทพมีค่าเกือบจะคงที่ ค่าของ unit weight มีค่าค่อนข้างจะกระจายแต่ค่อนข้างจะคงที่ตามความลึก ตามรูป 3.10 (MUKTABHANT, 1966)

4. Grain - Size Distribution

การกระจายขนาดของดินแสดงดังรูป 3.11 มี sand ประมาณ 5% silt 55% และ Clay 40%

5. Degree of Satuvation and Void Ratio

degree of satturation ของดินในกรุงเทพฯ มีค่าเกือบ 100% และค่อนข้างจะคงที่ แต่ค่าของ viod ratio กระจัดกระจายมาก

ลักษณะของ Shear Strength ในชั้นดินกรุงเทพมหานคร

1. Undrained Shear Strength

ปรกติดินเหนียวในกรุงเทพจะมีค่าของ undrained shear strength เพิ่มเติมตามค่าของ cosolidation pressure

(ARAYASIRI and NELSON, 1971; WANG, 1969; WANG, 1967) อ้างถึงใน ACHALABHVTI, "PETROLIUM GEOLOGY OF THE GULF FO THAILAND" และค่า Strength ของดินเหนียวแข็งมีค่าค่อนข้างสูง triaxial undrained shheav strength มีค่าใกล้เคียงกับ vane shear test (MOH, 1969) แต่ค่าของ unconfined compression test มีค่าน้อยกว่า vane shear test

2. Shear Strength Parameters

ดินที่มีความชื้นสูงค่าของ cohesion intercepts ; c และ c มีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับชั้นดินเหนียวแข็งนั้น ค่า c มีค่ามากกว่า c (MOh, 1969) อ้างถึงใน ACHALABHVTI, "PETROLIUM GEOLOGY OF THE GULF FO THAILAND" สำหรับค่าของ angle of shearing resistance 0 และ 0 ของดินจะแปรผกผันกับค่าของ c หรือ c

3.) Pore Pressure Parameters

ดินเหนียวทุกชนิดของกรุงเทพมีค่า pore pressure parameter, Ay แปรผกผันกับค่าของ overconcolidation ratio, OCR ค่า Ay ของดินเหนียวแข็งมีค่าใกล้เคียงหรือมากกว่าดินเหนียวชนิดอื่น ๆ เล็กน้อย (HENGCHAOVANICH, 1971) อ้างถึงใน ACHALABHVTI, "PETROLIUM GEOLOGY OF THE GULF FO THAILAND"

3. คุณสมบัติค่าทาง Compression ของดินในกรุงเทพมหานคร

Compressibility

MOH (1969) ได้อธิบายคาของ compressibility ด้วยค่าของ compression ratio, CR, และ swelling ratio , CS, โดย

$$C R = \frac{\Delta \bar{\varepsilon}}{\Delta \log \bar{\sigma} \nu} = \frac{C_c}{1 + e_o} \quad \ldots\ldots\ldots (3.1)$$

$$CS = \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta \log \bar{\sigma} \nu} = \frac{C_s}{1 + e_o} \quad \ldots\ldots\ldots (3.2)$$

โดย = vertical compression

C_c = compression index

C_s = swelling index

MUTABHANT (1966) ได้อธิบายความสัมพันธ์เชิงแนวเส้นตรงของ initial void ratio, Co และ compression index, Cc ของดินเหนียวอ่อนและค่อนข้างอ่อนดังนี้

$$eo = 0.0245 + 3.88 \frac{Cc}{1 + O} \quad \text{..... (3.3)}$$

หรือ

$$eo = 0.0245 + 3.88 \, CR \quad \text{..... (3.4)}$$

TEVES and MOH (1968) อ้างถึงใน ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY "INVESTIGATION OF LAND SUBSIDENCE IN BANGKOK AREA" พบว่าความแตกต่างระหว่าง coefficient of compressibility, av กับค่าเฉลี่ยของกราฟของ consolidation pressure ของดินเหนียวอ่อนและค่อนข้างอ่อนมีค่าน้อยมากที่ความกดดันสูง ๆ

KANJANOPHAS (1971) อ้างถึงใน ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY "INVESTIGATION OF LAND SUBSIDENCE IN BANGKOK AREA" สังเกตุพบว่าในชั้นดินที่มีความชื้นสูงค่าของ compressibility เพิ่มตามความลึก และค่าของ compressibility สูงตามค่าของ moisture content

2. ลักษณะของชั้นน้ำบาดาลในกรุงเทพมหานคร

1. การเกิดน้ำบาดาล

น้ำบาดาลในกรุงเทพมหานครและท้องที่ใกล้เคียงเกิดจากน้ำในบริเวณรอบนอกของที่ราบลุ่มภาคกลาง ทั้งด้านตะวันตกด้านเหนือและด้านตะวันออก ไหลซึมตามแนวนอนของชั้นดินชั้นหินที่อยู่ใต้ดินเข้ากักเก็บอยู่ในแหล่งเก็บ ซึ่งเป็นชั้นกรวดทราย ก่อนที่จะไหลผ่านลงอ่าวไทย

น้ำฝนและน้ำจากแม่น้ำลำคลองในกรุงเทพฯ ส่วนหนึ่งจะไหลซึมลงใต้ดินไปกักเก็บเป็นน้ำบาดาลเหมือนกัน แต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยและเป็นน้ำบาดาลที่ระดับตื้น ๆ เท่านั้น

2. สภาพธรณีวิทยาและการกำเนิดของชั้นทรายอุ้มน้ำ

หลักฐานทางธรณีวิทยาและผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์ บ่งชี้ว่าแหล่งกรวดทรายกักเก็บน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ วางตัวอยู่เป็นชั้น ๆ และคั่นอยู่ด้วยดินเหนียว ชั้นกรวดทรายเหล่านี้บางชั้นจะแผ่ขยายต่อเนื่องไปจนถึงขอบที่ราบลุ่มภาคกลาง หรือที่เรียกว่าลุ่มเจ้าพระยาตอนใต้ ลุ่มเจ้าพระยานี้ เกิดขึ้นในบริเวณซึ่งได้ยุบถล่ม (fault/flexure depression) เพราะการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก พื้นผิวดินเดิมยังคงตรวจสอบหรือเจาะพบได้ว่า บางแห่งอยู่ลึกจากระดับดินปัจจุบันเพียงประมาณ 450 เมตร บางแห่งอยู่ลึกเกินกว่า 3,000 เมตร แต่ค่าเฉลี่ยความลึกจะไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร สภาพพื้นดินในขณะนั้น เข้าใจว่ายังคงอยู่เหนือระดับน้ำทะเลไม่มากนัก เพราะมีหลักฐานบ่งชี้ว่าในระหว่างการยุบถล่มซึ่งกินเวลานาน จะมีตะกอนดิน หรือทรายจากแม่น้ำถูกพัดพาไปสะสมและทับถมกันจนตื้นขึ้น ๆ จนถึงระดับลึกจากระดับผิวดินปัจจุบันระหว่างประมาณ 350 เมตร (ทางตอนเหนือ) ถึง 400 เมตร (ทางตอนใต้) การยุบถล่มเพราะการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกจึงได้หยุดลง (ประมาณปลายยุค Pliocene หรือประมาณไม่น้อยกว่าห้าแสนปีล่วงมาแล้ว) ตะกอนช่วงบน ๆ จากระดับดังกล่าวข้างต้นจนถึงระดับลึก 600 เมตร ที่เจาะพบส่วนใหญ่ประกอบด้วยชั้นทรายหนา ๆ มีชั้นดินเหนียวปนทรายเนื้อแน่นคั่นกลาง ทั้งดินเหนียวและทรายมักมีสีน้ำตาลอมชมพูเรื่อ ๆ ไปจนถึงสีน้ำตาลอมเทา

ภายหลังการยุบถล่มของแผ่นดิน ได้เกิดการเปลี่ยนสภาพดินฟ้าอากาศไปในทางแห้งแล้ง และหนาวเย็น ระดับน้ำทะเลลดลงและเกิดการกัดกร่อนทำลายผิวโลก (erosion) อย่างรุนแรงในยุค Pleistocene แต่ความผันแปรของดินฟ้าอากาศในบางช่วงก็เป็นเหตุให้น้ำทะเลไหลท่วมเข้าสู่บริเวณที่ระดับดินไม่สูงกว่าน้ำทะเลมากนักเป็นครั้งคราว ฉะนั้นตะกอนที่สะสมลงในแอ่งในยุคนี้จึงเป็นตะกอนที่ถูกแม่น้ำพัดมาตกในบริเวณลุ่มน้ำหลากและบริเวณดินดอนสามเหลี่ยมส่วนหนึ่ง และเป็นตะกอนจากทะเลตื้น ๆ อีกส่วนหนึ่ง ตะกอนเหล่านี้เจาะพบตั้งแต่ระดับลึก

ประมาณ 130-140 เมตรจากผิวดินในปัจจุบันไปจนถึงความลึกประมาณ 450 เมตร (ทางตอนเหนือ) และประมาณ 400 เมตร (ทางตอนใต้) ดังกล่าวข้างต้น ลักษณะตะกอนประกอบด้วย กรวด-ทรายชั้นหนาบ้างบางบ้างสลับอยู่กับชั้นดินเหนียว ซึ่งหนาบ้างบางบ้างเช่นกัน กรวดทรายส่วนใหญ่มักจะมีการคัดขนาดหรือเรียงตัวกันค่อนข้างดี ลักษณะเม็ดค่อนข้างกลมหรือมีมุมมน สีขาว ถึงเหลืองอ่อน ส่วนดินเหนียวจะมีสีนวลหรือสีน้ำตาล หรือน้ำตาลอมเหลือง บางแห่งก็มีกรวดหรือเปลือกหอยแทรกอยู่เป็นแถบ ๆ และส่วนใหญ่จะมีการอัดตัวกันแน่นพอประมาณ

คาดว่าภายหลังจากยุคน้ำแข็ง (Ice age) สิ้นสุดลง (ประมาณไม่เกิน 40,000 ปีล่วงมาแล้ว) และน้ำแข็งที่ปกคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ทางตอนเหนือและใต้ของโลกละลายจนเพิ่มปริมาณน้ำทะเลแล้ว ระดับน้ำทะเลสูงขึ้นจนไหลท่วมท้นเข้าไปในแผ่นดินทั่วโลก บริเวณที่เป็นภาคกลางตอนใต้ปัจจุบันก็ถูกน้ำทะเลท่วมเช่นกัน และมีหลักฐานทางธรณีวิทยาบ่งชี้ว่า น้ำทะเลได้ท่วมเข้าไปถึงตอนใต้ของชัยนาท และน้ำทะเลบางส่วนก็หนุนน้ำในแม่น้ำเข้าไปจนถึงตอนเหนือ ๆ ของนครสวรรค์ ในระยะแรก ๆ ที่น้ำทะเลปั่นป่วนและท่วมแผ่นดินนั้น ได้เกิดการสะสมของตะกอนเม็ดหยาบขึ้นทั่ว ๆ ไป ดังจะเห็นได้จากชั้นกรวดทรายที่เจาะพบตั้งแต่ระดับลึกประมาณ 30 เมตร ถึง 120 เมตร กรวดทรายช่วงนี้วางตัวเป็นชั้นหนา ๆ มีดินเหนียวบาง ๆ แทรกอยู่ทั่วไป กรวดทรายตอนล่างมีขนาดเม็ดหยาบเรียงตัวกันไม่ค่อยเป็นระเบียบ มีสีค่อนไปทางเทาหรือเทาอมขาว และหลายแห่งพบท่อนไม้ขนาดใหญ่จมอยู่ในแหล่งกรวดทรายนี้ด้วย กรวดทรายตอนบน ซึ่งถูกแยกจากกรวดทรายตอนล่าง เพราะมีชั้นดินเหนียวสีน้ำตาลไม่น้อยกว่า 10 เมตรกั้นอยู่ มีขนาดเม็ดเล็กลง ส่วนใหญ่มีสีเทาหรือเทาอมเหลือง และหลายแห่งมีชั้นดินเหนียวสีเทาอมน้ำตาลชั้นหนา ๆ แทรกอยู่กลาง จึงสามารถแยกกรวดทรายช่วงบนนี้ออกเป็น 2 ส่วนได้ในบางท้องที่

เมื่อน้ำทะเลเริ่มปรับระดับตัวเองได้ในระยะหนึ่งแล้ว น้ำทะเลก็ค่อยๆ ถอยออกไปจากแผ่นดินอย่างช้า ๆ ตะกอนลอยแขวนต่าง ๆ ในน้ำทะเลจึงเริ่มตกลงสู่ก้นทะเลตามไปด้วย ในบริเวณกรุงเทพมหานครปัจจุบันจะพบตะกอนละเอียดที่ตกตัวสะสมกันเป็นดินเหนียว 2 ช่วง ช่วงล่างซึ่งวางตัวอยู่บนชั้นทรายเป็นดินเหนียวเนื้อแน่นสีเทาอมน้ำตาลไปจนถึงสีน้ำตาลอมเหลือง พบตั้งแต่ระดับลึกเฉลี่ยประมาณ 15 เมตร ลงไปจนถึงความเฉลี่ยประมาณ 23 เมตร (บางแห่งขยายลึกลงไปถึง 30 เมตร) ตะกอนช่วงบนตกตัวสะสมเป็นดินเหนียวปนโคลนตมสีเทาถึงดำ พบตั้งแต่ระดับผิวดินไปจนถึงดินเหนียวช่วงล่าง ดินเหนียวทั้ง 2 ช่วงนี้ ยังอมน้ำเค็ม

และรวมเรียกกันทั่วไปว่า Bangkok Clay (เฉพาะช่วงบนเรียกว่า Bangkok Soft Clay และช่วงล่างเรียกว่า Bangkok Stift Clay)

3. ชั้นน้ำบาดาล

เนื่องจากตะกอนดินและกรวดทรายส่วนใหญ่ที่ถูกแม่น้ำหรือทะเลพัดพามาสะสมในบริเวณที่ราบลุ่มเจ้าพระยา ได้แยกตัวตามขนาดเม็ดใหญ่เล็กและวางตัวแยกซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ชั้นที่มีเม็ดใหญ่หรือค่อนข้างใหญ่ คือชั้นกรวดหรือทราย จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดมากพอที่จะกักเก็บน้ำที่ซึมเข้าไปถึงจนเกิดเป็นชั้นน้ำบาดาล (aquifer) ส่วนชั้นที่มีเม็ดเล็กหรือเป็นโคลนตม จะอัดตัวกันแน่นเป็นชั้นดินเหนียว กดทับหรือรองรับชั้นกรวดทราย หรือชั้นน้ำบาดาลไว้ในลักษณะที่เป็นชั้นหินกันน้ำ (confining beds) คือในลักษณะที่ไม่ยอมให้น้ำไหลทะลุผ่านได้ สภาพการณ์ทางธรณีวิทยาดังกล่าวและสภาพภูมิประเทศของที่ราบลุ่มภาคกลางประกอบกันจะเป็นต้นเหตุให้น้ำบาดาลในชั้นน้ำแต่ละชั้นมีแรงดันหรืออยู่ภายใต้แรงดัน ซึ่งเรียกกันทั่วไปว่าเป็น artesian water

เนื่องมาแต่การทับถมของตะกอนเกิดขึ้นหลายยุคหลายสมัย ชั้นกรวดทรายซึ่งเป็นชั้นน้ำบาดาลจึงเกิดขึ้นมากมายหลายชั้นบางชั้นก็แยกจากชั้นอื่นเป็นอิสระ บางชั้นก็ต่อเนื่องหรือสัมพันธ์กับชั้นอื่นเพียงชั้นเดียวหรือหลายชั้น ทำให้เกิดความสัมพันธ์กันในเชิงชลศาสตร์ (hydraulic relation) กล่าวคือการสูบน้ำใช้จากชั้นหนึ่ง จะส่งผลกระทบไปยังอีกชั้นหนึ่งซึ่งสัมพันธ์กันได้

ในการแบ่งแยกชั้นน้ำบาดาลในที่นี้ จึงถือหลักการแยกชั้นน้ำ ซึ่งพอจะพิสูจน์ได้ว่า เป็นชั้นน้ำที่ไม่มีความสัมพันธ์ในเชิงชลศาสตร์กับชั้นน้ำอื่น และเป็นชั้นที่แผ่ขยายออกไปในแนวราบอย่างกว้างขวางและมีคุณสมบัติในเชิงอุทกธรณีวิทยาเฉพาะตัว การแบ่งแยกดังกล่าวนี้จะใช้ข้อมูลจาก Well Logging Technique เป็นเกณฑ์และใช้ข้อมูลจาก driller's lops เป็นตัวประกอบ

ผลการศึกษาของกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี นับตั้งแต่ปี 2507 จนถึงปัจจุบันบ่งชี้ว่าในเขตกรุงเทพมหานครและท้องที่ใกล้เคียง จากระดับผิวดินถึงความลึกประมาณ 650 เมตร จะมีชั้นน้ำบาดาล 8 ชั้น นับจากระดับต้นที่

สุดลงไปดังนี้ :

1. ชั้นน้ำกรุงเทพ (Bangkok aquifer or 50-m.Zone)

ชั้นน้ำกรุงเทพ คือเป็นชั้นน้ำบนสุด และเกิดต่อเนื่องจากชั้นลงไป (ปลายเสาเข็มของการก่อสร้างใหญ่ ๆ ในกรุงเทพ มักจะลงลึกถึงทรายตอนบนของชั้นน้ำนี้) ระดับบนสุดอยู่ลึกตั้งแต่ 16 เมตร ถึงประมาณ 30 เมตร ชั้นน้ำหนาประมาณ 20-60 เมตร (รูปที่ 3.16)

ตอนบนสุดของชั้นน้ำในช่วงเฉลี่ยหนา 3 เมตร ประกอบด้วยทรายละเอียดหรือทรายปนดินสีน้ำตาลอมเหลือง หรืออมเทา ถัดลงไปจึงเป็นทรายหยาบสีน้ำตาลปนเทา มีดินเหนียวสีเทาหรือเทาอมน้ำตาลแทรกอยู่เป็นระยะ ๆ บางแห่งมีชั้นดินเหนียวหนาไม่น้อยกว่า 5 เมตร แทรกอยู่ตรงกลางเป็นบริเวณกว้างขวาง

น้ำบาดาลจากชั้นน้ำกรุงเทพมีปริมาณมากมาย แต่ไม่มีน้ำที่จืดพอที่จะใช้บริโภคได้ ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำเค็ม เว้นแต่บริเวณแถบพระนครใต้และธนบุรีตอนกลางและใต้ จะมีช่วงน้ำกร่อยแทรกอยู่ในน้ำเค็มที่ระดับลึกระหว่าง 50-60 เมตร

2. ชั้นน้ำพระประแดง (Phra Pradaeng aquifer or 100-m.Zone)

ชั้นน้ำพระประแดงอยู่ถัดจากชั้นน้ำกรุงเทพลงไป โดยมีดินเหนียวเนื้อแน่นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลอมเทา หนาเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 10 เมตรกั้นอยู่ (บริเวณที่มีดินเหนียวหนา ๆ มักจะมีชั้นทรายบาง ๆ เข้าไปแทรกอยู่ในบางแห่ง) ระดับบนสุดของชั้นพระประแดงอยู่ลึกตั้งแต่ 60 เมตร ถึงประมาณ 80 เมตร (เฉพาะบริเวณเหนือนนทบุรี ถึงปทุมธานี จะอยู่ลึกประมาณ 100 เมตร) ชั้นน้ำหนาประมาณ 20-50เมตร (รูปที่ 3.16)

ชั้นน้ำประกอบด้วยกรวดผสมทรายเม็ดเล็กใหญ่คละกัน ลักษณะเม็ดไม่ค่อยจะกลมมนเหมือนกรวดทรายชั้นอื่น ๆ ส่วนใหญ่มีขาวอมเทา แต่บางแห่งก็ค่อนไปทางสีน้ำตาลอ่อนหรือเหลืองอ่อน กรวดทรายเหล่านี้เข้าใจว่าจะเป็นช่วงล่างสุดของตะกอนที่สะสมและทับถมลงในน้ำทะเลตามที่กล่าวถึงข้างต้น เพราะเจาะพบ

เปลือกหอยและท่อนไม้ท่อนซุงที่กำลังจะเปลี่ยนเป็นถ่านประเภท Peat หลายแห่ง กรวดทรายชั้นนี้บางตอนมีชั้นดินเหนียวบาง ๆ แทรกอยู่บางตอนเป็นกรวดทรายล้วน ๆ

ตามลักษณะกรวดทราย ชั้นน้ำพระประแดงจะมีปริมาณน้ำมาก แต่ข้อเท็จจริงปรากฏว่า เป็นน้ำกร่อยหรือค่อนข้างเค็มเป็นส่วนใหญ่ ไม่มีผู้ใดเจาะไปใช้ บ่อบาดาลที่เจาะในกรุงเทพฯ สมัยก่อนมักจะเจาะเอาน้ำจากชั้นนี้ แต่เมื่อใช้ไป ๆ น้ำยิ่งกร่อยขึ้น ๆ ก็เลิกใช้กัน ยกเว้นในบริเวณพระนคร-ธนบุรีตอนใต้ นับจากอำเภอราษฎร์บูรณะ-พระประแดง-พระโขนง-บางนา จนถึงบางปู ซึ่งจะมีชั้นน้ำจืดเกิดอยู่ในชั้นนี้ด้วย ที่ความลึกเฉลี่ย 70 เมตรจนถึงประมาณ 120 เมตร ชั้นน้ำที่ความลึกดังกล่าวนี้เป็นชั้นน้ำจืดระดับตื้นชั้นเดียวที่ให้น้ำสำหรับบ่อบาดาลทุกบ่อในเขตพระประแดง ไม่ว่าจะเป็นบ่อเอกชน บ่อสุขาภิบาล บ่อของราชการและบ่อของโรงงานอุตสาหกรรมทุกโรง

ใต้ชั้นน้ำพระประแดง จะมีชั้นดินเหนียวเนื้อแน่นรองรับอยู่ ใต้ชั้นดินเหนียวนี้จะมีชั้นกรวดสลับอยู่กับชั้นดินเหนียวที่เกิดต่อเนื่องกันภายใต้สภาพธรณีวิทยาอย่างเดียวกันดังกล่าวข้างต้น และสามารถจะแบ่งชั้นทรายออกได้ถึง 4 ช่วงใหญ่ ๆ โดยมีชั้นดินเหนียวกั้นกลาง ชั้นทรายช่วงบน 2 ช่วงมีลักษณะเป็นชั้นหนา ๆ ช่วงล่าง 2 ช่วง เป็นชั้นบาง ๆ ชั้นดินเหนียวกั้นชั้นทรายจะหนาเฉลี่ยประมาณ 10 เมตร บางท้องที่จะมีดินเหนียวแทรกอยู่ในชั้นกรวดทรายในลักษณะเป็น lenses หรือแถบบาง ๆ ด้วย กรวดทรายดังกล่าวนี้จะมีลักษณะเหมือนหรือคล้ายคลึงกัน คือมีลักษณะเม็ดค่อนข้างกลมมนเรียงตัวกันอย่างมีระเบียบ ส่วนใหญ่มีสีขาวอมเหลืองหรือสีน้ำตาลอ่อน แต่บางแห่งก็เปลี่ยนเป็นสีเทาหรือเทาอมน้ำตาล กรวดทรายส่วนใหญ่มักจะอัดตัวกันแน่น และบางแห่งหรือบางระดับจะถูกน้ำผะสานประเภทเหล็กหรือปูนสมานเข้าด้วยกันจนกลายเป็นหินก็มี ชั้นกรวดทรายดังกล่าวนี้มีลักษณะทางอุทกวิทยาที่จะแบ่งเป็นชั้นน้ำได้ 4 ชั้น ตามลำดับจากบนสุดลงไปคือ ชั้นน้ำนครหลวง ชั้นน้ำนนทบุรี ชั้นน้ำสามโคก และชั้นน้ำพญาไท

3. <u>ชั้นน้ำนครหลวง</u> (Nakhon Luang aquifer or 150-m.Zone)

ชั้นน้ำนครหลวงอยู่ถัดชั้นพระประแดงลงไป โดยมีดินเหนียวเนื้อแน่นสีน้ำตาลหนาตั้งแต่ 3-10 เมตร กั้นอยู่ ระดับบนสุดของชั้นนครหลวงอยู่ลึก

จากผิวดินลงไปประมาณ 100-140 เมตร (ด้านตะวันออกของกรุงเทพลึกน้อยกว่า 90 เมตร) ชั้นน้ำหนาประมาณ 50-70 เมตร

ชั้นน้ำนครหลวงมีน้ำจืดอยู่เฉพาะในตัวเมืองกรุงเทพและบริเวณทางตอนเหนือ ตะวันออก และตะวันออกเฉียงใต้ของกรุงเทพเท่านั้น ทางฝั่งธนบุรีและพระนครตอนใต้ มีตั้งแต่น้ำกร่อย หรือน้ำเค็มในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2501-1518 บ่อน้ำบาดาลส่วนใหญ่ในกรุงเทพฯ เจาะเอาน้ำบาดาลจากชั้นนี้ เพราะได้น้ำที่ดีทั้งปริมาณและคุณภาพ จึงเป็นชั้นน้ำบาดาลที่ถูกพัฒนามาอย่างนักจนเกิดวิกฤตการณ์ทางแหล่งน้ำขึ้นในปัจจุบัน

4. ชั้นน้ำนนทบุรี (Nonthaburi aquifer or 200-m. Zone)

ชั้นน้ำนนทบุรีวางตัวขนานอยู่กับชั้นทรายนครหลวง และมีคุณสมบัติทางธรณีวิทยาและอุทกวิทยาที่คล้ายคลึงกัน เพียงแต่มีชั้นดินเหนียวกั้นอยู่ตรงกลาง ระดับบนสุดของชั้นนนทบุรีอยู่ลึกจากผิวดินลงไปประมาณ 170-200 เมตร (ด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานคร อยู่ลึกประมาณ 150 เมตร) ชั้นน้ำหนา 30-70 เมตร

สภาพน้ำบาดาลของชั้นน้ำนนทบุรีเหมือนหรือคล้ายคลึงกันกับสภาพน้ำบาดาลของชั้นน้ำนครหลวง เพียงแต่ก่อนปี พ.ศ. 2518 ไม่ค่อยจะมีการเจาะบ่อลึกลงไปถึง เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อได้เกิดวิกฤตการณ์ด้านแหล่งน้ำขึ้นในชั้นนครหลวง ซึ่งสูบน้ำได้น้อยลงหรือคุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปก็ได้มีการเจาะบ่อลึกลงไปเพื่อให้ได้น้ำมากขึ้นหรือคุณภาพน้ำดีขึ้น ปัจจุบันนี้บ่อขนาดใหญ่ ๆ เช่น บ่อของการประปานครหลวง หรือของโรงงานอุตสาหกรรมจึงเจาะเอาน้ำจากชั้นนี้

5. ชั้นน้ำสามโคก (Sam Khok aquifer or 300-m.Zone)

ถึงแม้ชั้นน้ำสามโคกจะวางตัวในลักษณะคล้ายคลึงกับชั้นนนทบุรีก็ตาม แต่มีข้อแตกต่างกันที่ชั้นน้ำสามโคกประกอบด้วยชั้นทรายบาง ๆ หลายชั้นวางตัวเรียงสลับกันลงไป โดยมีชั้นดินเหนียวแทรกสลับอยู่กลาง ชั้นดินเหนียวดังกล่าวนี้แม้บางแห่งจะแผ่ขยายในแนวราบค่อนข้างไกลก็ตาม แต่ก็ไม่ไกลพอที่จะ

แยกชั้นทรายให้อยู่ต่างระบบชลศาสตร์ (hydraulic system) ได้ ระดับบนสุดของชั้นสามโคกเจาะพบที่ระดับลึกจากผิวดินประมาณ 240-250 เมตร โดยเฉลี่ยชั้นน้ำหนาประมาณ 40-80 เมตร

บ่อน้ำบาดาลส่วนใหญ่ในกรุงเทพ ยังเจาะลึกลงไปไม่ถึงชั้นน้ำชั้นนี้ แต่บ่อน้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในท้องที่เหนือนนทบุรีจนถึงตัวจังหวัดปทุมธานีจะเจาะลึกถึง เพราะได้น้ำคุณภาพดีและปริมาณมากพอสมควร อย่างไรก็ตาม ผลการเจาะสำรวจบ่งชี้ว่า ปริมาณน้ำในชั้นสามโคกอาจน้อยลงกว่าชั้นบน ๆ เล็กน้อย แต่คุณภาพน้ำใกล้เคียงหรือสอดคล้องกับของชั้นนนทบุรี กล่าวคือ ทางเหนือตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของกรุงเทพฯ เป็นแหล่งน้ำจืด ส่วนทางใต้ของกรุงเทพฯ และทางธนบุรีจะเป็นแหล่งน้ำเค็ม

6. <u>ชั้นน้ำพญาไท</u> (Phaya Thai aquifer or 350-m.Zone)

ชั้นน้ำพญาไทอยู่ถัดชั้นน้ำสามโคกลงไป และมีลักษณะทางธรณีวิทยาที่เหมือนกัน คือประกอบด้วยชั้นทรายบาง ๆ หลาย ๆ ชั้นที่มีความต่อเนื่องกันในทางชลศาสตร์ ชั้นน้ำทั้งสองแยกจากกัน โดยมีดินเหนียวแข็งเนื้อแน่นหนา 5-10 เมตรกั้นกลาง และวางตัวอยู่บนชั้นดินข้างล่างในลักษณะทางธรณีวิทยาที่เรียกว่า มีรอยผิดวิสัย (unconformity) ระดับบนสุดของชั้นพญาไทอยู่ลึกจากผิวดินประมาณ 275-350 เมตร ชั้นน้ำหนาประมาณ 40-60 เมตร

เนื่องจากชั้นกรวดและดินเหนียวของชั้นน้ำนครหลวง นนทบุรี สามโคก และพญาไท มีการดำเนินในสิ่งแวดล้อมเหมือนกันและเกิดต่อเนื่องกัน สภาพทางอุทกวิทยาของชั้นน้ำพญาไทจึงคล้ายคลึงกับชั้นน้ำข้างบนอีก 3 ชั้น และโดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติเกี่ยวกับการอุ้มน้ำและคุณภาพน้ำจะเหมือนกันกับของชั้นน้ำสามโคกเกือบทุกประการ เช่น จะมีแหล่งน้ำจืดเฉพาะด้านเหนือตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ของกรุงเทพฯ และมีแหล่งน้ำเค็มทางด้านใต้ และในเขตธนบุรี เป็นต้น

ได้กล่าวในตอนต้นแล้วว่า ใต้ระดับความลึก 350-400 เมตร ของท้องที่กรุงเทพฯ และพื้นที่ข้างเคียง จะมีการสะสมของตะกอนยุคเก่า (ก่อนที่บริเวณซึ่งเป็นที่ราบลุ่มเจ้าพระยาปัจจุบันจะหยุดยุบถล่ม) ลักษณะตะกอนทั้ง

หมดที่ตรวจได้จากการเจาะสำรวจ จนถึงความลึกเฉลี่ย 650 เมตร ปรากฏว่าเป็นตะกอนจากแม่น้ำลำธาร ประกอบด้วยชั้นทรายหนา ๆ แทรกสลับด้วยชั้นดินเหนียวบาง ๆ อยู่ทั่วไป ทรายมีลักษณะเม็ดค่อนข้างหยาบแต่กลมมนและเรียงตัวกันอย่างมีระเบียบ โดยมีกรวดแทรกเป็นแห่ง ๆ ดินเหนียวที่แทรกสลับอยู่มักจะมีทรายปนและอัดตัวกันแน่น ทั้งทรายและดินเหนียวมีสีน้ำตาลอมชมพูไปจนถึงน้ำตาลอมเทา แต่บางแห่งดินเหนียวจะมีสีเทาอมเขียว ส่วนตะกอนที่ระดับลึกจาก 650 เมตร ลงไปซึ่งได้จากการเจาะสำรวจน้ำมันที่ภาษีเจริญ จะมีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างออกไป คือมีการอัดตัวกันแน่นมากขึ้น และมีการสมานเนื้อเข้าด้วยกันจนเกือบจะเป็นหินเนื้อร่วน ๆ และมีสีแดงอมน้ำตาล

ชั้นทรายจากระดับลึกจาก 350 เมตร หรือ 400 เมตร จนถึง 650 เมตร มีคุณลักษณะทางอุทกวิทยาที่จะแบ่งเป็นชั้นน้ำได้ 2 ชั้น ตามลำดับจากบนลงล่าง คือ ชั้นน้ำธนบุรี และ ชั้นน้ำปากน้ำ

7. <u>ชั้นน้ำธนบุรี</u> (Thon Buri aquifer or 400-m.Zone)

ชั้นน้ำธนบุรีวางตัวอยู่ใต้รอยผิดวิสัย (unconformity) โดยมีชั้นดินเหนียวคลุมทับอยู่ข้างบนชั้นดินเหนียวดังกล่าวนี้บางแห่งจะหนาถึง 50 เมตร แต่บางแห่งจะหนาเพียงประมาณ 1 เมตร ระดับบนสุดของชั้นน้ำอยู่ลึกจากระดับผิวดินประมาณ 350-400 เมตร ชั้นน้ำซึ่งประกอบด้วยทรายหนา ๆ อย่างน้อย 3 ชั้น หนารวมกันประมาณ 50-100 เมตร

ผลการเจาะสำรวจบ่งชี้ว่า น้ำบาดาลส่วนใหญ่ในชั้นธนบุรีเป็นน้ำจืดหรือค่อนข้างจืด เว้นแต่บริเวณธนบุรีด้านตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้จะมีน้ำกร่อยถึงเค็ม น้ำกร่อยหรือเค็มนี้เข้าใจว่าจะเกิดจากการรั่วซึมของน้ำจากชั้นบนลงไปในชั้นน้ำทางบริเวณที่มีดินเหนียวบาง ๆ คลุมทับ

8. <u>ชั้นน้ำปากน้ำ</u> (Pak Nam aquifer or 500-m.Zone)

ชั้นน้ำปากน้ำเป็นชั้นน้ำชั้นเดียวที่ปรากฏผลจากการสำรวจว่ามีน้ำจืดอยู่ทุกหนทุกแห่ง แม้แต่ทางฝั่งธนบุรีด้านตะวันตกและด้านใต้ และเป็นชั้นที่ให้น้ำร้อนอุณหภูมิเกือบ 50° ซ. เจาะพบตั้งแต่ระดับลึก 420-500 เมตร ลงไปจนถึงประมาณ 650 เมตร ประกอบด้วยชั้นทรายหนา ๆ ไม่น้อยกว่า 3 ชั้น

ทรายชั้นล่างสุด (ประมาณ 550 เมตรลงไป) จะให้คุณภาพน้ำดีที่สุด

3. การนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้

3.1 สถานการณ์น้ำบาดาลก่อนการควบคุมตามมาตรการฯ

เนื่องจากกรุงเทพมหานครได้มีความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทั้งในด้านการขยายตัวของประชากร และการขยายตัวของพื้นที่เขตเมือง ที่อยู่อาศัยในระบบบ้านจัดสรร ซึ่งขยายตัวออกด้านชานเมือง ทำให้เกิดชุมชนย่อย ๆ แล้วขยายเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ รวมทั้งการขยายตัวของอุตสาหกรรมในพื้นที่รอบนอกกรุงเทพฯ การพัฒนาในทุกรูปแบบทั้งทางเศรษฐกิจและสังคมจำเป็นจะต้องใช้ปัจจัยสำคัญคือน้ำ ซึ่งน้ำเป็นสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานที่สำคัญอย่างหนึ่ง นอกจากนี้น้ำยังเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากการประปานครหลวงซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐมีหน้าที่จัดหาน้ำดื่มน้ำใช้ให้กับประชาชนในพื้นที่ 3 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และนนทบุรี ไม่สามารถผลิตน้ำจากโรงกรองที่ใช้น้ำดินจากแม่น้ำเจ้าพระยาได้เพียงพอกับความต้องการ การขยายกำลังผลิตน้ำประปาโดยใช้น้ำดิบจากแม่น้ำและการขยายระบบท่อส่งน้ำราคาสูง และต้องใช้เวลานานในการก่อสร้าง จึงได้มีการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้แก้ไขปัญหาความขาดแคลนน้ำทั้งภาครัฐบาลและภาคเอกชน กล่าวคือสำหรับภาครัฐบาลใช้น้ำบาดาลเป็นน้ำประปา และบริเวณที่น้ำบาดาลไม่พอใช้หรือบริเวณที่น้ำประปาไม่ถึง เอกชนก็เจาะบ่อและสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เองทั้งด้านอุปโภคบริโภคและอุตสาหกรรม

3.2 การใช้น้ำบาดาล

ขณะนี้ยังไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่าได้เริ่มมีการใช้น้ำบาดาลในกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่เมื่อใด แต่จากปากคำของผู้เกี่ยวข้องในการเจาะน้ำบาดาล ซึ่งขณะนี้มีอายุประมาณ 65 ปี ได้ว่าในสมัยเด็ก ๆ ได้เคยเห็นการเจาะน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ โดยใช้เครื่องเจาะที่ทำด้วยไม้ไผ่ และบ่อที่เจาะบริเวณที่เป็นวงเวียนใหญ่ในปัจจุบันจะได้น้ำพุขึ้นมาเหนือปากบ่อ และบ่ออื่น ๆ หากไม่ได้น้ำพุก็จะได้น้ำไหลขึ้นมาปริ่ม ๆ ปากบ่อ ฉะนั้น หากถ้อยคำดังกล่าวพอที่จะเชื่อถือได้ ก็พอจะกล่าวได้ว่าได้มีการใช้น้ำบาดาลในกรุงเทพมาแล้วไม่น้อยกว่า 70 ปี หรือประมาณ 45 ปี ก่อนที่กรมโยธาเทศบาลจะเริ่มเจาะบ่อน้ำบาดาล 100 บ่อ เพื่อการประปาในกรุงเทพฯ ในปี พ.ศ.2497-2498 หรือประมาณ 50 ปีก่อนที่จะเริ่มใช้น้ำบาดาลกัน

อย่างกว้างในกรุงเทพเมื่อประมาณปี พ.ศ 2501-2502 ซึ่งเป็นระยะเริ่มต้นแผนการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและการส่งเสริมการลงทุนทางอุตสาหกรรม

การใช้น้ำบาดาลในระยะแรกเริ่ม คงจะใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณน้ำที่สูงขึ้นมาใช้ก็คงจะไม่มากนัก และบ่อที่เจาะก็คงเป็นบ่อขนาดเล็ก ลึกเท่าที่เครื่องเจาะไม้ไผ่เจาะกระแทกด้วยแรงคนจะเจาะลงไปได้ ซึ่งก็คงอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 150 เมตร อย่างไรก็ดี มีหลักฐานว่าได้มีการนำเครื่องเจาะน้ำบาดาลที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องจักรไอน้ำมาใช้ในกรุงเทพก่อนที่กรมโยธาเทศบาลจะเจาะบ่อน้ำบาดาลเพื่อการประปาในกรุงเทพด้วย ฉะนั้นในช่วงระยะก่อนปี 2502 ประมาณไม่เกิน 10 ปี คงจะมีการใช้น้ำบาดาลมากขึ้น เพราะเฉพาะของทางราชการก็มีการเจาะบ่อเพิ่มมากขึ้น เช่น กรมโยธาเทศบาลเจาะเพิ่มอีก 52 บ่อ ทั้งในพระนครและธนบุรี ระหว่างปี 2500-2502 และยูซอมได้ให้ความช่วยเหลือเจาะ 10 บ่อ ในปี 2501-2503 เพื่อใช้น้ำดับเพลิงและเพื่อการประปา เป็นต้น การใช้น้ำบาดาลส่วนใหญ่ในระยะนั้นคงจะรวมกันอยู่เฉพาะในบริเวณตัวเมือง เพราะข้อมูลเกี่ยวกับระดับน้ำบาดาลบ่งชี้ว่า ระดับน้ำบาดาลลดลงมากเป็นแห่ง ๆ เฉพาะในเมืองบางแห่งระดับน้ำลดลงลึกจากผิวดิน 8-9 เมตร แต่ในบริเวณชานเมือง (เช่น พระโขนง บางกะปิ หรือนนทบุรี) ระดับน้ำยังคงลึกไม่เกิน 4.5 เมตร

ภายหลังการกำหนดแผนพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ และการส่งเสริมการลงทุนดังกล่าวข้างต้น ความต้องการใช้น้ำมีมากขึ้นกว่าปกติทั้งในด้านอุปโภคบริโภค การอุตสาหกรรมและธุรกิจประเภทต้องใช้น้ำ เกินกำลังของทางราชการจะจัดหาน้ำให้ได้ แม้จะมีการเจาะบ่อน้ำบาดาลเพิ่มเติมอีกมากเพื่อสูบน้ำขึ้นมาเสริมน้ำประปาจากโรงกรองน้ำแล้วก็ตาม โรงงานอุตสาหกรรม (โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานแถวพระประแดง ปูเจ้าสมิงพราย และสมุทรปราการ) และบ้านพักอาศัยที่ขยายตัวออกไปอยู่ชานเมือง จึงเริ่มหันมาใช้น้ำบาดาล และสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้โดยไม่มีขอบเขตจำกัด ภายในตัวเมืองกรุงเทพฯ เอง ก็มีการเจาะน้ำบาดาลใช้กันทั่วไป เพราะน้ำประปาไม่พอเพียง หรือมิฉะนั้นก็เพราะค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับน้ำบาดาลถูกกว่าน้ำประปา การเจาะน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ และชานเมืองด้านเหนือและตะวันออกในช่วงปี พ.ศ. 2502-2518 มีหลักฐานจากการสังเกตการณ์ระดับน้ำ (water level monitoring) บ่งชี้ว่าส่วนใหญ่จะเจาะ

เอาน้ำจากชั้นน้ำนครหลวงขึ้นมาใช้ เพราะไม่ต้องเจาะลึกมาก (เฉลี่ยประมาณ 150 เมตร) และได้น้ำคุณภาพดีมีปริมาณมาก (สามารถจะเจาะบ่อให้สูบน้ำได้มากถึงชั่วโมงละ 300 ลูกบาศก์เมตร) ฉะนั้นระดับน้ำบาดาลในชั้นนครหลวงจึงลดลงอย่างรวดเร็ว เช่น ในปี 2511-2512 ในบริเวณกรุงเทพฯ ซึ่งระดับน้ำในปี 2501-2501 เคยลึก 8-9 เมตร ก็ลดลงลึก 20-21 เมตร ย่านชานเมืองซึ่งเคยลึกไม่เกิน 4.5 เมตร ก็ลดลงอีก 10-12 เมตร และในปี 2518 ในบริเวณกรุงเทพฯ ระดับน้ำลดลงลึก 30 เมตร และบริเวณชานเมืองเฉลี่ยลึก 25-26 เมตร แต่บางแห่งก็ลึกถึง 30 เมตร เป็นต้น

หลังปี พ.ศ. 2518 จนถึงปัจจุบัน ความต้องการใช้น้ำบาดาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการใช้สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม และบ้านจัดสรรยังคงมากขึ้น ๆ ทุกปี แต่ลักษณะการพัฒนาแหล่งน้ำจากชั้นน้ำนครหลวงเปลี่ยนไป กล่าวคือบางแห่งได้มีการเจาะบ่อลึกลงไปถึงชั้นน้ำนนทบุรีและสามโคก สาเหตุแห่งการเปลี่ยนแปลงในการเจาะลึกลงอาจมีได้หลายประการ แต่ที่สำคัญที่สุดก็คือ ในบางท้องที่คุณภาพน้ำในชั้นนครหลวงเปลี่ยนเป็นกร่อยหรือเค็ม และบางท้องที่ก็สูบน้ำได้น้อยลง จึงจำเป็นต้องเจาะเอาน้ำที่คุณภาพดีกว่า หรือปริมาณมากกว่าจากระดับที่ลึกลงไป โดยยอมเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้น้ำจากชั้นน้ำพระประแดงในท้องที่ราษฎร์บูรณะ พระประแดง ปู่เจ้าสมิงพราย และสมุทรปราการ ตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบันยังเปลี่ยนแปลงไปไม่มาก มีเพียงบางแห่งที่คุณภาพน้ำเปลี่ยนจากจืดเป็นกร่อยหรือเค็ม ก็ได้มีการเจาะบ่อระดับตื้น ๆ เอาน้ำจากชั้นน้ำกรุงเทพฯ ซึ่งกร่อยน้อยที่สุดมาใช้เป็นส่วนใหญ่ มีเพียง 2 ราย เจาะบ่อลึกถึงชั้นน้ำนนทบุรี แถว ๆ บางปู และอีก 4-5 ราย ลงทุนเจาะบ่อลึกเอาน้ำจากชั้นปากน้ำขึ้นมาใช้

มีข้อสังเกตเพิ่มเติมว่าในระยะหลัง ๆ นี้ได้มีความพยายามที่จะพัฒนาน้ำบาดาลจากชั้นน้ำกรุงเทพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือในท้องที่ธนบุรีด้านตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ เหตุผลคงเป็นเพราะได้มีการขยายตัวด้านที่อยู่อาศัยและการอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ความต้องการน้ำจึงมีมากขึ้น แต่ไม่มีน้ำประปาหรือมีก็ไม่เพียงพอหรือไม่ทั่วถึง และไม่มีน้ำบาดาลประเภทน้ำจืดแต่อย่างใด (เว้นแต่จะเจาะลึก 500 เมตร) จึงจำเป็นและจำยอมเจาะน้ำบาดาลระดับตื้นจากชั้นน้ำกรุงเทพ ซึ่งมีคุณภาพกร่อยน้อยที่สุดขึ้นมาใช้

1. ปริมาณน้ำบาดาลที่สูบใช้

ถึงแม้จะทราบกันทั่วไปว่าได้มีการเจาะน้ำบาดาลกันมากมายในกรุงเทพฯ และได้ใช้น้ำบาดาลกันอย่างไม่มีขอบเขตจำกัด จนสามารถติดตามสังเกตการณ์ลดลงของระดับน้ำได้ต่อเนื่องกันก็ตาม แต่ไม่มีผู้ใดมีข้อมูลเกี่ยวกับบ่อน้ำบาดาลก่อนปี พ.ศ 2521 ได้สมบูรณ์ กรมทรัพยากรธรณีเองแม้จะเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2506 และเริ่มศึกษาแปลค่าข้อมูลมาตั้งแต่ปี 2507 ก็ยังมีข้อมูลไม่ครบ และไม่อาจจะตอบคำถามที่ว่า มีบ่อน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ กี่บ่อ และสูบน้ำใช้รวมกันวันละเท่าใด การขาดแคลนข้อมูลมีสาเหตุสำคัญที่ไม่มีหน่วยราชการใดรับผิดชอบต่อการพัฒนาน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ โดยตรง หน่วยราชการที่เกี่ยวข้องกับการเจาะน้ำบาดาล ในบางครั้งบางคราว ก็มักจะไม่สนใจเก็บข้อมูลเอาไว้ ช่างเจาะหรือผู้รับเหมาเจาะส่วนใหญ่ก็ไม่เห็นความสำคัญในการเก็บประวัติการเจาะบ่อแต่ละบ่อ ฉะนั้นคำตอบเกี่ยวกับจำนวนบ่อหรือปริมาณน้ำที่สูบใช้จึงมักจะเป็นการคาดคะเนกันเป็นเกณฑ์

ผู้ที่ทำการคาดคะเนเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่สูบใช้ทั้งหมดเป็นครั้งแรกคือ บริษัทแคมป์เครสเซอร์ แอนด์ แมคคี ซึ่งประเมินว่าได้มีการสูบน้ำบาดาลเพื่อการประปาในปีพ.ศ. 2511 เฉพาะพระนครและธนบุรี วันละ 330,000 ลูกบาศก์เมตร และเอกชนสูบใช้อีกประมาณวันละ 170,000 ลูกบาศก์เมตร (หรือประมาณ 50% ของการสูบเพื่อการประปา) รวมทั้งสิ้นจะมีการสูบน้ำวันละประมาณ 500,000 ลูกบาศก์เมตร

ในปี 2515 การคาดคะเนจากลักษณะการลดของระดับน้ำบาดาลว่าการสูบน้ำของเอกชน จะเพิ่มขึ้นเป็น 75% ของน้ำที่สูบเพื่อการประปา จึงประเมินว่าได้สูบน้ำเพื่อการประปาวันละประมาณ 340,000 - 350,000 ลูกบาศก์เมตร และเอกชนสูบน้ำวันละ 255,000 ลูกบาศก์เมตร รวมทั้งสิ้นจะสูบน้ำบาดาลประมาณวันละ 600,000 ลูกบาศก์เมตร

ในปี 2520 บริษัทเมทคาล์ฟ แอนด์ เอ็ดดี้ ได้เสนอรายงานการศึกษาเรื่องน้ำบาดาลต่อการประปานครหลวง และได้คาดคะเนการสูบน้ำไว้ว่าในปี 2519 การประปานครหลวงได้สูบน้ำบาดาลเพื่อการประปาวันละ 327,755

ลูกบาศก์เมตร เอกชนสูบน้ำวันละ 600,000 ลูกบาศก์เมตร และการประปาสุขาภิบาลสูบน้ำวันละ 9,000 ลูกบาศก์เมตร ฉะนั้นจะมีการสูบน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ ถึงวันละ 936,755 ลูกบาศก์เมตร

ในต้นปี 2521 กรมทรัพยากรธรณีและสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ได้ร่วมกันทำงานสำรวจบ่อน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ ธนบุรี นนทบุรี และสมุทรปราการ โดยใช้นิสิตวิศวกรรมศาสตร์ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการสำรวจ ผลปรากฏว่ามีบ่อน้ำบาดาลที่สำรวจได้ในกรุงเทพ-ธนบุรี รวม 3,747 บ่อ สมุทรปราการ 1,989 บ่อ และนนทบุรี 156 บ่อ จึงรวมจำนวนบ่อทั้งสิ้น 5,892 บ่อ การสำรวจนี้ได้ผลมาเฉพาะขนาดและความลึกของบ่อเพียงบางส่วน แต่ไม่ได้ข้อมูลการสูบน้ำที่แน่นอน จึงยังคงตอบปัญหาเรื่องปริมาณการสูบน้ำไม่ได้

นับจากเดือนกรกฎาคม 2521 เป็นต้นมา ได้เริ่มใช้พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ 2520 บังคับให้ผู้ประกอบกิจการน้ำบาดาลมีใบอนุญาตเจาะน้ำบาดาลและใช้น้ำบาดาล ฉะนั้นผู้ที่มีบ่อน้ำบาดาลอยู่แล้วก่อนการใช้กฎหมายบังคับ ต้องขอรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาล และผู้ที่จะเจาะหรือใช้น้ำบาดาลหลังการใช้กฎหมายบังคับก็ต้องมีใบอนุญาตเช่นกัน ฉะนั้นภายหลังปี 2521 ทางราชการจึงมีข้อมูลทั้งจำนวนบ่อและปริมาณน้ำที่สูบใช้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น กล่าวคือ ถ้านับถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ 2522 จะมีบ่อน้ำบาดาลที่มิได้สูบน้ำเพื่อการประปาของทางราชการ เฉพาะในพระนคร ธนบุรี สมุทรปราการ และนนทบุรีรวม 7,010 บ่อ สูบน้ำใช้วันละประมาณ 582,000 ลูกบาศก์เมตร และการประปานครหลวงสูบน้ำเพื่อการประปาจากบ่อบาดาล 169 บ่อประมาณวันละ 475,000 ลูกบาศก์เมตร รวมทั้งสิ้นจะมีบ่อน้ำบาดาล 7,179 บ่อ สูบน้ำใช้วันละประมาณ 1,057,000 ลูกบาศก์เมตร และหากรวมการสูบน้ำบาดาลใช้ในจังหวัดปทุมธานี พระนครศรีอยุธยาและสมุทรสาคร ซึ่งรวมอยู่ในเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานคร ตาม พรบ. น้ำบาดาล 2520 ด้วย ก็จะมีการสูบน้ำบาดาลใช้ทั้งสิ้นวันละประมาณ 1,110,000 ลูกบาศก์เมตร จากบ่อน้ำบาดาลทั้งหมด 7,835 บ่อ

3.3) <u>วิกฤตการณ์น้ำบาดาล</u>

การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มาก ๆ เกินกว่าปริมาณน้ำฝนหรือน้ำจากแม่น้ำลำคลองไหลซึมลงไปตามธรรมชาติ และการใช้นั้นติดต่อกันมาเป็นเวลานานนับ

สิบปี จะทำให้ระดับน้ำบาดาลลดต่ำลงไปทุกที ๆ โดยไม่มีการคืนตัว การลดลงของระดับน้ำบาดาลดังกล่าวเป็นสิ่งบ่งชี้การเกิดวิกฤตการณ์น้ำบาดาล

สำหรับในกรุงเทพฯ ก็เช่นกัน ระดับน้ำบาดาลในระหว่างปี พ.ศ 2501-2502 ที่มีการเจาะน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการประปา ระดับน้ำที่ลึกที่สุดของชั้นน้ำนครหลวงอยู่ที่บริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์วัดได้ 12.19 เมตรจากระดับพื้นดิน บริเวณวัดสุทัศน์ฯ วัดได้ 8.43 เมตร และบริเวณซอยจอมพล ลาดพร้าว วัดได้ 10 เมตร ส่วนบริเวณถนนสุขุมวิทที่ซอยประสานมิตรระดับน้ำอยู่ลึก 5 เมตร และยิ่งห่างออกไปทางตะวันออกระดับน้ำบาดาลก็ยิ่งตื้นขึ้น เช่น บริเวณซอยชัยพฤกษ์ ระดับน้ำบาดาลอยู่ลึกเพียง 4 เมตร เท่านั้น

เมื่อการใช้น้ำบาดาลได้เพิ่มมากขึ้นระดับน้ำก็ยิ่งลดลงในปี พ.ศ. 2511-2512 ระดับน้ำในบริเวณใจกลางกรุงเทพฯ เช่น ที่บริเวณวัดสุทัศน์ฯ อยู่ลึก 24 เมตรจากระดับผิวดิน ส่วนแถบชานเมืองด้านตะวันออกได้แก่ ย่านพระโขนง วัดได้ 12 เมตร เป็นต้นมา การใช้น้ำบาดาลยิ่งเพิ่มมากขึ้นระดับน้ำในปี พ.ศ 2517 บริเวณใจกลางกรุงเทพฯ และย่านชานเมืองด้านตะวันออกของกรุงเทพฯ จึงลงไปลึกประมาณ 27-30 เมตร จากปี พ.ศ. 2517 เป็นต้นมา ระดับน้ำบาดาลลดลงเพิ่มมากขึ้น ๆ บางแห่งปีละ 2-3 เมตร บางแห่งสูงกว่า 3 เมตร และในปี พ.ศ 2522 บริเวณด้านตะวันออกของกรุงเทพฯ ย่านพระโขนง ห้วยขวาง ลาดพร้าว หัวหมาก สำโรง ระดับน้ำอยู่ลึกถึง 40 เมตรจากระดับผิวดิน และในปี พ.ศ 2525 ระดับน้ำบาดาลที่บ่อน้ำบาดาลบริเวณซอยโชคชัย 4 ถนนลาดพร้าว และบริเวณหัวหมากอยู่ลึกถึง 53 เมตรจากระดับพื้นดิน

จะเห็นว่าระดับน้ำในชั้นนครหลวงระหว่างปี พ.ศ 2513-2517 บริเวณชานเมือง ด้านตะวันออกของกรุงเทพฯ ได้แก่ เขตหัวหมาก บางกะปิ ลาดพร้าว อัตรการลดถึงปีละ 3.6 เมตร (ตารางที่ 3.4 และ 3.5) แต่บริเวณใจกลางกรุงเทพฯ เขตดุสิต พญาไท จะลดน้อยกว่าคือปีละ 1.2 เมตร ทั้งนี้เพราะบริเวณใจกลางกรุงเทพฯ มีน้ำประปาใช้ แต่ย่านชานเมืองน้ำประปายังไม่ถึงจึงต้องใช้น้ำบาดาลอย่างเดียว ระหว่างปี 2518-2523 อัตราการลดของระดับน้ำจะเป็นช่วงที่ลดมากที่สุดถึงปีละ 3.8 เมตร ในอัตราเท่ากันทั้งในบริเวณใจกลางกรุงเทพฯ และด้านตะวันออกของกรุงเทพฯ ระหว่างปี พ.ศ 2523-2525

อัตราการลดน้อยลงโดยเฉพาะบริเวณใจกลางกรุงเทพฯ ซึ่งระดับน้ำเกือบจะคงที่ ทั้งนี้เพราะการประปานครหลวงได้ขยายบริการประปาเพิ่มขึ้นประการหนึ่ง และการเจาะบ่อใหม่รวมทั้งการใช้น้ำแต่เดิมทำได้เสรี แต่หลังจาก พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ซึ่งมีผลบังคับใช้สมบูรณ์เมื่อเดือนมิถุนายน 2521 นั้น ผู้ประสงค์จะขอเจาะบ่อใหม่หรือประสงค์จะใช้น้ำบาดาลจะต้องขออนุญาต ดังนั้นการเจาะและการใช้น้ำบาดาลจึงไม่อาจกระทำได้อย่างเสรีเหมือนแต่ก่อน สาเหตุเหล่านี้จึงมีผลทำให้อัตราการเพิ่มของการใช้น้ำบาดาลลดลงและเป็นผลให้อัตราการลดของระดับน้ำลดน้อยลงด้วย ในช่วงปี พ.ศ 2523-2525 ระดับน้ำจึงลดลงปีละ 0.3 เมตร ในใจกลางกรุงเทพฯ และ 103 เมตรย่านตะวันออก

3.4) มาตรการควบคุมการใช้น้ำบาดาล

มาตรการป้องกันและแก้ไขวิกฤตการณ์น้ำบาดาล และแผ่นดินทรุดในบริเวณกรุงเทพมหานคร คณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2526 สาระสำคัญของมาตรการดังกล่าวคือ การกำหนดเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุก กำหนดเป้าหมายไว้เด่นชัด และกำหนดแนวทางปฏิบัติ

เขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุด ได้กำหนดพื้นที่ตามความรุนแรงของการทรุดตัวของพื้นดินและอัตราการลดของระดับน้ำบาดาล ทั้งนี้ได้แบ่งเขตวิกฤตออกเป็น 3 ระดับ คือ เขตวิกฤตอันดับ 1 คลุมพื้นที่บริเวณที่มีการทรุดตัวของพื้นดินมากกว่า 10 ซมปี และหรือระดับน้ำบาดาลลดลงอย่างรวดเร็ว ได้แก่ เขตบางเขต เขตพระโขนง เขตบางกะปิ เขตห้วยขวาง เขตพระประแดง เฉพาะฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา เขตอำเภอเมืองสมุทรปราการ และย่านชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมระหว่างเขตมีนบุรี - ลาดกระบัง - บางพลี เขตวิกฤตอันดัน 2 คลุมพื้นที่ซึ่งมีการทรุดตัวของพื้นดินระหว่าง 5-10 ซม./ปี และ/หรือระดับน้ำบาดาลลดลงมาก ได้แก่ เขตดุสิต เขตพญาไท เขตปทุมวัน เขตบางรัก เขตยานนาวา และเขตวิกฤตอันดับ 3 คลุมพื้นที่บริเวณที่มีการทรุดตัวน้อยกว่า ถ 5 ซม./ปี และระดับน้ำบาดาลลดลงไม่มาก ได้แก่ บริเวณนอกเหนือเขตวิกฤตอันดับ 1 และ 2 ของกรุงเทพฯ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ

กำหนดเป้าหมาย ดังนี้คือ ให้สามารถรักษาระดับพื้นดินของกรุงเทพมหานครและจังหวัดสมุทรปราการไม่ให้ทรุดลงต่ำกว่า 50 ซม. จากระดับปัจจุบันให้สามารถรักษาระดับน้ำบาดาลในเขตวิกฤตอันดับ 1 ให้อยู่คงที่ได้ในปี พ.ศ 2530 และให้สามารถยกระดับน้ำบาดาลในเขตวิกฤตทั้ง 3 ให้สูงขึ้นในปี พ.ศ. 2531 เป็นต้นไป

กำหนดแนวทางกฎบัติที่สำคัญ ดังนี้คือ กำหนดให้การประปานครหลวงเลิกใช้น้ำบาดาลในเขตวิกฤตอันดับ 1 และ 2 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นไป และให้กรมทรัพยากรธรณี ควบคุมการใช้น้ำบาดาลในภาคเอกชนตาม พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ 2520 โดย

- ยินยอมให้ใช้น้ำบาดาลเพิ่มขึ้นไม่เกินปีละ 5% นับจากปัจจุบัน (พ.ศ. 2516) ถึงปี พ.ศ. 2530
- ให้ลดการใช้น้ำบาดาลปีละ 5% ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531-2535
- ให้ลดการใช้น้ำบาดาลลดลงปีละ 10% ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2540
- ควบคุมไม่ให้มีการใช้น้ำบาดาลเพิ่มขึ้น พ.ศ. 2541 เป็นต้นไป

เป้าหมายของมาตรการดังกล่าวนั้น ได้คำนึงถึงความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ ทั้งนี้เพราะการควบคุมการใช้น้ำบาดาลจะกระทำได้อย่างเต็มที่ก็เมื่อบริการน้ำประปาไปถึงแล้ว และตามโครงการแผนหลักระยะที่ 2 ช่วงแรก (พ.ศ. 2528-2531) ของการประปานครหลวงนั้น จะสามารถขยายบริการได้เพิ่มขึ้น โดยคาดว่าจะผลิตน้ำประปาโดยใช้น้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาวันละ 2.8 ล้าน ลบ. ม. บริการประปาได้ในพื้นที่ 580 ตร.กม. ดังนั้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 จึงให้ลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลลง เมื่อการประปานครหลวงขยายกำลังการผลิตและพื้นที่บริการขึ้นเรื่อย ๆ การใช้น้ำบาดาลก็ให้ลดลงเรื่อย ๆ เช่นกัน

A. การเก็บค่าใช้น้ำบาดาล

การเก็บค่าใช้น้ำบาดาลเป็นมาตรการควบคุมการใช้น้ำบาดาลอีกอย่างหนึ่ง โดยมีวตถุประสงค์เพื่ออนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาล ให้มีการใช้น้ำบาดาลอย่างประหยัดไม่ฟุ่มเฟือย การเก็บค่าใช้น้ำบาดาลได้ดำเนินการตามกฎกระทรวง

อุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 ให้ไว้เมื่อ 26 ตุลาคม 2527 และให้บังคับใช้เมื่อพ้นกำหนดเก้าสิบวันแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา ดังนั้นจึงได้เริ่มการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลตั้งแต่วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2528 เป็นต้นไป

แนวทางการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 4 มีดังนี้

1. ในกรณีที่ผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำให้เรียกเก็บค่าใช้น้ำตามปริมาณน้ำบาดาลที่วัดได้จากเครื่องวัดปริมาณน้ำนั้น

2. ในกรณีที่ผู้รับใบอนุญาตไม่ได้ติดเครื่องวัดปริมาณน้ำหรือเครื่องวัดปริมาณน้ำชำรุดให้เรียกเก็บค่าใช้น้ำบาดาลตามปริมาณน้ำบาดาลที่กำหนดในใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลโดยเฉลี่ยเดือนละ 25 วัน

3. ผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลจะต้องชำระค่าใช้น้ำปีละ 4 งวด ดังนี้

งวดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม-มีนาคม งวดที่ 2 ตั้งแต่เดือนเมษายน-มิถุนายน
งวดที่ 3 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-กันยายน งวดที่ 4 ตั้งแต่เดือนตุลาคม-ธันวาคม

4. ผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลต้องชำระค่าใช้น้ำในแต่ละงวดให้ครบถ้วนต่อพนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ภายใน 15 วัน นับแต่วันเริ่มงวดถัดไป

5. ผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลซึ่งได้รับอนุญาตให้ใช้น้ำบาดาลเกินวันละ 25 ลูกบาศก์เมตร และบ่อน้ำบาดาลนั้นอยู่นอกพื้นที่ที่การประปาบริการน้ำถึง ให้ได้รับการลดหย่อนค่าใช้น้ำในอัตราร้อยละ 25 ของปริมาณน้ำบาดาลตามข้อ 1 หรือ 2 แล้วแต่กรณี

6. ผู้รับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลที่มีบ่อน้ำบาดาลอยู่นอกพื้นที่ที่การประปาบริการน้ำถึงตามประเภทการใช้น้ำดังต่อไปนี้ ให้ได้รับการยกเว้นไม่ต้อง

เสียค่าใช้น้ำ

6.1 การใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคบริโภคหรือการอุปโภค

6.2 การใช้น้ำบาดาลเพื่อธุรกิจหรือการเกษตรกรรม ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้น้ำบาดาลไม่เกินวันละ 25 ลูกบาศก์เมตร

6.3 พื้นที่ที่การประปาบริการน้ำถึง ให้เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

3.5) สถานการณ์น้ำบาดาลภายหลังการควบคุมตามมาตรการฯ

1. การใช้น้ำบาดาลภาครัฐบาลเพื่อการประปา

การประปานครหลวงได้สูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เพื่อการประปาเมื่อ พ.ศ. 2525 ก่อนใช้มาตรการฯ วันละ 446,343 ลบ.ม. (ตารางที่ 3.6) และตั้งแต่มาตรการฯ มีผลบังคับใช้ การประปานครหลวงได้ลดปริมาณการสูบน้ำบาดาลโดยได้เลิกใช้บ่อและอุดกลบ ในปี พ.ศ. 2526 ได้อุดกลบเป็นจำนวน 40 บ่อ ทำให้การใช้น้ำบาดาลเพื่อการประปานครลดลง 12.3% เหลือวันละ 391,311 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2527 ได้มีการอุดกลบบ่อเพิ่มขึ้นทำให้การใช้น้ำบาดาลลดลงอีก 8.8% เหลือวันละ 356,765 ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2528 การใช้ลดลง 16.0% และในปี พ.ศ 2529 ลดลง 35.4% แต่ในปี พ.ศ 2530 การใช้เพิ่มขึ้น 7.1% กล่าวคือบ่อบางบ่อที่ปิดไว้ชั่วคราวจจากปีก่อน ๆ ได้นำกลับมาใช้ จึงทำให้ปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้น มาตรการฯ ได้กำหนดให้การประปานครหลวงเลิกใช้น้ำบาดาลในปี พ.ศ 2530 ซึ่งต่อมาการประปานครหลวงได้ขอขยายเวลาการเลิกใช้น้ำบาดาลในเขตวิฤตอันดับ 1 และ 2 ออกไปจนถึง 2531 แต่ในปี พ.ศ. 2532 ก็ยังคงใช้อยู่

อย่างไรก็ดี จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่การประปานครหลวงใช้ในปี พ.ศ. 2525 จำนวน 446,343 ลบ.ม./วัน และในปี พ.ศ. 2530 ใช้ 207,470 ลบ.ม./วัน จึงเท่ากับ 53.5% หรือก็คือในระหว่างปี พ.ศ. 2526-2530 การประปานครหลวงลดการใช้น้ำบาดาลลง 53.5%

2. การใช้น้ำบาดาลของภาคเอกชนในเขตมาตรการฯ

สำหรับการใช้น้ำบาดาลในภาคเอกชนนั้น มาตรการฯ ได้กำหนดให้ในช่วงปี พ.ศ. 2531-2535 ให้ลดการใช้ของเอกชนลงปีละ 5% ในช่วงปี พ.ศ. 2536-2540 ให้เอกชนลดการใช้น้ำบาดาลลงปีละ 10% และตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 เป็นต้นไป ให้ควบคุมไม่ให้มีการใช้น้ำบาดาลเพิ่มขึ้น

การควบคุมการใช้น้ำบาดาลของภาคเอกชนกระทำได้โดยใช้ พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ซึ่งกรมทรัพยากรธรณีเป็นผู้ใช้กฎหมายดังกล่าว การขอเจาะและขอใช้น้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งใช้น้ำมาก กรมทรัพยากรธารณีได้ส่งเจ้าหน้าที่ไปสำรวจความต้องการใช้น้ำในขบวนการผลิตทุกขั้นตอน และจะอนุญาตให้ใช้เท่าที่จำเป็นจากตารางที่ จะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2526 เอกชนใช้น้ำบาดาลเพิ่มขึ้น 5.2% และปี พ.ศ. 2527 ใช้เพิ่ม 7.2% เกินอัตราที่กำหนด แต่ในปี พ.ศ. 2528 กรมทรัพยากรธรณีได้เริ่มเก็บค่าใช้น้ำบาดาล การใช้จริงเป็นไปอย่างประหยัดขึ้น มีการใช้น้ำในระบบหมุนเวียนในโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น นอกจากนี้แต่เดิมเอกชนเจ้าของบ่อจะแจ้งปริมาณขอใช้มากเกินที่ใช้จริง แต่เมื่อมีการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลตามใบอนุญาต เจ้าของบ่อจึงติดตั้งมาตรวัดน้ำเพื่อให้เก็บค่าใช้น้ำบาดาลที่ใช้จริงตามมาตร นอกจากนี้บ่อน้ำบาดาลที่เลิกใช้แล้วเจ้าของบ่อละเลยไม่มาแจ้งขอยกเลิก มาตรการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลทำให้มีการแจ้งยกเลิก ด้วยเหตุผลดังกล่าวปริมาณการใช้น้ำบาดาลในปี พ.ศ. 2528 แทนที่จะเพิ่มเหมือนเช่นปีก่อน ๆ กลับลดลงถึง 4.8% และในปี พ.ศ. 2529 ลดลง 0.9% ในปี พ.ศ. 2530 เอกชนใช้เพิ่ม 4.7% อย่างไรก็ดีเมื่อเฉลี่ยการใช้น้ำบาดาลของภาคเอกชนแต่ละในช่วงปี พ.ศ. 2525-2530

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จะเห็นได้ว่าเพิ่มขึ้นปีละ 2.3% ซึ่งต่ำกว่าที่มาตรการฯ กำหนด และปริมาณการใช้น้ำบาดาลรวมทั้งสิ้น 4 จังหวัดในเขตมาตรการได้ลดลงเฉลี่ยปีละ 1.8% ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการประปานครหลวงมีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้ใช้น้ำบาดาล

3. การใช้น้ำบาดาลของเอกชนในเขต พ.ร.บ.

เขต พ.ร.บ. หรือเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานครที่ประกาศตามความใน พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 คลุมท้องที่ 6 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ สมุทรสาคร และพระนคร-ศรีอยุธยา ซึ่งมีพื้นที่มากกว่าเขตของมาตรการป้องกัน และแก้ไขวิกฤตการณ์น้ำบาดาลในบริเวณกรุงเทพมหานคร กล่าวคือเขตมาตรการฯ คลุมพื้นที่ 4 จังหวัดได้แก่ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ นนทบุรี และปทุมธานี

การใช้น้ำบาดาลในเขต พ.ร.บ. ตั้งแต่ พ.ศ. 2521 แสดงไว้ในตารางที่ 3.7 และปริมาณการใช้น้ำบาดาลทั้งภาครัฐและเอกชนแต่ละประเภทในเขตน้ำบาดาลตามมาตรการฯ และเขตน้ำบาดาลตาม พ.ร.บ. แสดงไว้ในรูปที่ 3.6

จากตารางที่ 3.7 จะเห็นได้ว่าอัตราการเพิ่มของการใช้น้ำบาดาลในภาคเอกชนในเขต พ.ร.บ. ในช่วงปี พ.ศ. 2526 และ 2527 ยังคงเพิ่มขึ้น แต่ในปี พ.ศ. 2528 เมื่อกรมทรัพยากรธรณีได้เริ่มเก็บค่าใช้น้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาลได้ประหยัดขึ้น จึงทำให้อัตราการเพิ่มลดลงมาก

4. ระดับน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ

A. ระดับน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2526-2529

ผลจากการควบคุมการใช้น้ำบาดาลตามมาตรการป้องกันและแก้ไขวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุด และจากมาตรการเก็บค่าใช้น้ำบาดาล ทำให้ปริมาณการใช้น้ำลดลง ซึ่งส่งผลให้ระดับน้ำบาดาลสูงขึ้น นับจากปี พ.ศ. 2525 ถึง 2529 การประปานครหลวงลดการใช้น้ำบาดาลลง 56.6% และจากการที่การประปานครหลวงลดการใช้น้ำบาดาลลงนี้ รวมทั้งมาตรการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลซึ่งการใช้ในภาคเอกชนประหยัดขึ้น ทำให้ปริมาณการใช้น้ำบาดาลรวมลดลงในช่วงนี้ถึง 13.8% บ่อส่วนใหญ่ที่การประปานครหลวงยกเลิกการใช้ตั้งอยู่ในใจกลางกรุงเทพฯ จึงทำให้ระดับน้ำบาดาลในใจกลางกรุงเทพฯ บริเวณเขตวิกฤตอันดับ 2

ซึ่งได้แก่ เขตดุสิต พญาไท ปทุมวัน ยานนาวา และบางส่วนของเขตวิกฤตอันดับ 1 ซึ่งได้แก่ เขตบางกะปิ เขตพระโขนง สูงขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณ 8-18 เมตร หรือเฉลี่ยปีละ 2-4 เมตร ระดับน้ำอยู่ลึกจากพื้นดินประมาณ 30-38 เมตร ส่วนในย่านชานเมืองด้านตะวันออกน้ำประปายังส่งไปไม่ถึง แหล่งน้ำดิบจึงต้องพึ่งน้ำบาดาลเป็นส่วนใหญ่ แต่จากมาตรการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลดังกล่าวทำให้การใช้ในภาคเอกชนประหยัดขึ้น รวมทั้งอิทธิพลจากการลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลในย่านใจกลางกรุงเทพฯ ได้ขยายขอบเขตไปในรัศมีรอบ ๆ ด้วย จึงเป็นผลให้ระดับน้ำในบริเวณชานเมืองตะวันออกเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยปีละ 1-3 เมตร

ดังจะเห็นได้จากระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์ของกรมทรัพยากรธรณี บ่อ NL17 ที่บริเวณท้องฟ้าจำลอง เขตพระโขนง ระดับน้ำสูงขึ้นจาก 42 เมตร ในปี พ.ศ. 2536 มาอยู่ที่ 33 เมตร ในปี พ.ศ. 2529 สูงขึ้น 9 เมตร ในช่วงเวลา 3 1/2 ปี และที่บ่อ NL25 บริเวณวัดกุนนทีรุทธาราม เขตห้วยขวาง ซึ่งอยู่ในเขตวิกฤตอันดัน 1 ระดับน้ำในปี พ.ศ. 2525 อยู่ที่ 54 เมตรแต่ในปี พ.ศ. 2529 อยู่ที่ 37 เมตร สูงขึ้น 17 เมตร ในระยะเวลา 4 ปี (รูปที่ 3.20)

ส่วนบริเวณย่านชานเมืองตะวันออกระดับน้ำจะเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 กล่าวคือเป็นเวลาหนึ่งปีหลังจากมาตรการฯ มีผลบังคับใช้ ทั้งนี้เพราะในปี พ.ศ. 2526 การประปานครหลวงยังบริการน้ำประปาไม่ถึง ทั้งการประปานครหลวงเองก็ยังคงสูบน้ำบาดาลจ่ายให้ประชาชน และเอกชนก็ยังไม่มีแหล่งน้ำอื่นนอกจากน้ำบาดาล แต่ในปี พ.ศ. 2527 การบริการน้ำประปาขยายไปถึงชานเมืองด้านตะวันออก จึงทำให้การประปานครหลวงหยุดสูบน้ำบาดาลและยกเลิกบ่อที่มีอยู่ในบริเวณดังกล่าว รวมทั้งบ้านจัดสรรหลายแห่งได้เลิกสูบน้ำบาดาลเปลี่ยนมาใช้บริการน้ำประปาแทน ระดับน้ำบริเวณดังกล่าวจึงสูงขึ้น ดังจะเห็นได้จากบ่อสังเกตการณ์ NL11 ชั้นน้ำนครหลวง NB8 ชั้นน้ำนนทบุรี ที่บริเวณสนามกอล์ฟหัวหมากบางกะปิ ระดับน้ำในชั้นนครหลวงได้สูงขึ้นจาก 52 เมตร ในปี พ.ศ. 2527 มาอยู่ที่ระดับประมาณ 43 เมตร ในปี พ.ศ. 2529 ระดับน้ำสูงขึ้น 9 เมตรในเวลา 2 ปี (รูปที่ 3.21) ส่วนระดับน้ำในชั้นนนทบุรีในช่วงเวลาเดียวกันสูงขึ้น 10 เมตร (รูปที่ 3.22)

สำหรับบริเวณเขตบางเขตซึ่งอยู่ในเขตวิกฤตอันดับ 1 ด้านทิศเหนือ ระดับน้ำในบ่อ NB11 ที่วัดบางบัว เขตบางเขต สูงขึ้นทันที ในปี พ.ศ.2526 จากระดับ 46 เมตร มาอยู่ที่ 35 เมตร ในปี พ.ศ. 2529 (รูปที่ 3.22)

B. ระดับน้ำบาดาลในปี พ.ศ. 2530-2531

ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2526-2529 ระดับน้ำบาดาลที่เคยเพิ่มสูงขึ้นในอัตราวดเร็วเริ่มเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา กล่าวคือในปี พ.ศ. 2530 และ 2531 ระดับน้ำบาดาลบางท้องที่ก็เพิ่มสูงขึ้นบ้างเล็กน้อย แต่ในบางท้องที่ก็ลดลง ทั้งนี้เพราะปริมาณการใช้น้ำบาดาลรวมทั้ง 4 จังหวัดเพิ่มขึ้น กล่าวคือการประปานครหลวงใช้น้ำบาดาาในปี พ.ศ.2530 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2529 ในปริมาณ 7.1% ส่วนเอกชนก็ใช้เพิ่มขึ้น 4.7% จึงทำให้การใช้น้ำบาดาลรวมทั้งสิ้นในปี พ.ศ. 2530 เพิ่มขึ้น 5.1% ส่วนในปี พ.ศ. 2531 เพิ่มขึ้น 2.2% จึงเป็นผลให้ระดับน้ำบาดาลบางแห่งลดลงบ้าง แต่บางแห่งที่อิทธิพลการเพิ่มการสูบน้ำบาดาลไม่ขยายไปถึง ระดับน้ำบาดาลก็สูงขึ้น (รูปที่ 3.20, 3.21, 3.22)

5. ระดับน้ำบาดาลในย่านอุตสาหกรรมรอบนอก

A. ย่านอุตสาหกรรมปู่เจ้าสมิงพราย

ก่อนมาตรการฯ ใช้บังคับระดับน้ำในย่านอุตสาหกรรมบริเวณนี้ลดต่ำลงในอัตราที่สูงมาก แต่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นในอัตราที่น่าพอใจ กล่าวคือในปี พ.ศ. 2525 ระดับน้ำต่ำสุดอยู่ลึก 46 เมตรจากพื้นดิน ในปี พ.ศ. 2529 ระดับน้ำอยู่ลึก 37 เมตร สูงขึ้น 9 เมตร ในปี พ.ศ. 2530 และ 2531 ระดับน้ำกลับลดลงอีก กล่าวคือในปี พ.ศ. 2530 ระดับน้ำอยู่ลึก 39 เมตร และในปี พ.ศ. 2531 อยู่ลึก 40 เมตร อย่างไรก็ดีบริเวณปู่เจ้าสมิงพรายสถานการณ์น้ำบาดาลก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดีขึ้น

B. ระดับน้ำบาดาลในย่านอุตสาหกรรมบางพลีและสมุทรสาคร

ถึงแม้ว่าระดับน้ำบาดาลในบริเวณกรุงเทพมหานครจะเพิ่มสูงขึ้นในอัตราที่น่าพอใจ แต่ที่น่าเป็นห่วงคือ บริเวณย่านอุตสาหกรรมบางพลีของจังหวัดสมุทรปราการ และบริเวณท้องที่อำเภอเมืองและอำเภอกระทุ่มแบนของจังหวัดสมุทรสาคร ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการใช้น้ำบาดาลในบริเวณดังกล่าวอยู่ในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปี

(ตารางที่ 3.7) ระดับน้ำจืงลดลงมากติดต่อกันทุกปีเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณย่านอุตสาหกรรมจังหวัดสมุทรสาคร บ่อสังเกตการณ์ NL24 ที่วัดบางปิ้ง (รูปที่ 3.23) ในระหว่างปี พ.ศ. 2528-2531 ระดับน้ำลดลงถึงปีละ 3 เมตร กล่าวคือ ในกลางปี พ.ศ. 2528 ระดับน้ำอยู่ลึก 30 เมตร แต่ในปี พ.ศ. 2531 ระดับน้ำอยู่ลึก 39 เมตร

สำหรับบริเวณตัวจังหวัดสมุทรสาครในเขตอำเภอเมือง ระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์ของกรมทรัพยากรธรณีที่บริเวณศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้เริ่มติดตามระดับน้ำในชั้นน้ำพระประแดง (PD19) ชั้นน้ำนครหลวง (NL33) และชั้นน้ำนนทบุรี (NB26) (รูปที่ 3.24) มาตั้งแต่เดือนธันวาค พ.ศ. 2529 พบว่าระดับน้ำบาดาลในชั้นน้ำพระประแดงอยู่ที่ระดับประมาณ 20 เมตร ในเดือนธันวาคม 2529 ได้ลดลงมาอยู่ที่ระดับ 25 เมตร ในเดือนมิถุนายน 2532 ชั้นน้ำนครหลวงระดับน้ำลดลงจาก 51 เมตร ในเดือนธันวาคม 2529 มาอยู่ที่ระดับ 59 เมตร ในเดือนมิถุนายน 2532 ลดลงถึง 8 เมตร ในระยะเวลา 1 1/2 ปี ส่วนชั้นน้ำนนทบุรีลดลงจาก 35 เมตร มาอยู่ที่ระดับ 46 เมตร ลดลงถึง 11 เมตร ในระยะเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ ยังพบว่าในบริเวณอำเภอกระทุ่มแบน ระดับน้ำบาดาลได้ลดลงมากเช่นเดียวกัน ระดับน้ำในชั้นน้ำนครหลวงปัจจุบันอยู่ลึก 48 เมตร

4. <u>ระดับน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ</u>

ชั้นน้ำบาดาลซึ่งอยู่ใต้พื้นดินในกรุงเทพฯ ลงไปนั้นเป็นชั้นน้ำที่มีแรงดัน ดังนั้นเมื่อเจาะบ่อลึกถึงระดับชั้นน้ำ น้ำบาดาลที่มีอยู่ในชั้นน้ำจะถูกดันขึ้นมาอยู่เหนือชั้นน้ำ

ข้อมูลเกี่ยวกับความลึกของระดับน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ ก่อนปี พ.ศ. 2497 ซึ่งเป็นปีแรก ที่มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาจ่ายให้ประชาชนใช้เป็นน้ำประปานั้น ข้อมูลมีไม่แจ้งชัด แต่ในระหว่างปี 2501-2502 ที่มีการเจาะบ่อเพื่อการประปาเพิ่มขึ้นนั้น ระดับน้ำที่ลึกที่สุดอยู่ที่บริเวณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์วัดได้ 12.19 เมตร จากระดับพื้นดินและบริเวณวัดสุทัศน์ซึ่งวัดได้ 8.43 เมตร และอีกแห่งหนึ่งคือ บริเวณซอยจอมพล ลาดพร้าว ซึ่งมีระดับน้ำบาดาลอยู่ลึก 10 เมตร ส่วน

บริเวณถนนสุขุมวิท ซอยประสานมิตรระดับน้ำอยู่ลึก 5 เมตร และยิ่งห่างออกไปทางทิศตะวันออกระดับน้ำก็ยิ่งอยู่ตื่นขึ้น เช่น บริเวณซอยชัยพฤกษ์ ซึ่งมีระดับน้ำลึกเพียง 4 เมตร เท่านั้น (ตารางที่ 3.8)

ระดับน้ำบาดาลในระหว่างปี 2501-2502 นั้นจะเห็นได้อยู่ลึกเป็นแห่งๆ และแต่ละแห่งมีบริเวณไม่กว้างนัก บริเวณที่มีระดับน้ำบาดาลอยู่ลึกเป็นบริเวณที่มีการใช้น้ำบาดาลมากกว่าที่แห่งอื่นดังนั้นการใช้ในภาคเอกชนในระยะนี้จึงมีบทบาทสำคัญด้วย

จากพ.ศ. 2502 เป็นต้นมามีการใช้น้ำบาดาลเพิ่มมากขึ้นในปีพ.ศ. 2511-2512 นั้น ระดับน้ำในบริเวณใจกลางกรุงเทพฯ เช่น บริเวณวัดสุทัศน์ วัดได้ลึก 24 เมตร ส่วนแถบชานเมือง ซึ่งได้แก่ ย่านพระโขนง วัดได้ 12 เมตร

หลังจากปี 2511-2512 เป็นต้นมา การเจาะบ่อน้ำบาดาลและการใช้น้ำบาดาลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะการขยายตัวของกรุงเทพฯ เป็นไปอย่างรวดเร็วด้วย ทั้งในด้านการเพิ่มของประชากร และการขยายตัวด้านพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณด้านตะวันออกของกรุงเทพฯ ได้แก่ เขตพระโขนง หัวหมาก บางกะปิ สำโรง ซึ่งมีบ้านจัดสรรเกิดเพิ่มขึ้นเป็นลำดับมา รวมทั้งการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมย่านอุตสาหกรรมปู่เจ้าสมิงพราย ซึ่งเป็นน้ำเป็นสิ่งสำคัญที่มนุษย์จำเป็นจะต้องใช้ในการดำรงชีวิต และเนื่องจากน้ำประปาจากโรงกรองของการประปานครหลวงเองก็ส่งไปไม่ถึง บริเวณดังกล่าวจึงใช้น้ำบาดาลแต่เพียวอย่างเดียวไม่ว่าตามบ้านเรือน บ้านจัดสรร โรงงานอุตสาหกรรมย่านชานเมือง หรือโรงแรมใหญ่ ๆ และสถานอาบอบนวดในใจกลางกรุงเทพฯ ดังนั้นอัตราการลดลงของระดับน้ำบาดาล นับแต่ปี พ.ศ. 2512 เป็นต้นมา จึงเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก บางแห่งอัตราการลดสูงกว่าปีละ 3 เมตร ระดับน้ำในปี พ.ศ. 2517 ในบริเวณใจกลางกรุงเทพฯ และด้านตะวันออก ตะวันออกเฉียงใต้ และด้านตะวันออกเฉียงเหนือของกรุงเทพฯ นั้น จึงลงไปลึกประมาณ 27-30 เมตรจากระดับผิวดิน จะเห็นว่าอัตราการลดของระดับน้ำบาดาลในย่านชานเมืองจะสูงกว่าในใจกลางกรุงเทพฯ และจากปี พ.ศ. 2517 เรื่อยมา ระดับน้ำบาดาลลดลงเพิ่มมากขึ้น ๆ บางแห่งปีละ 2-3 เมตร บางแห่งสูงกว่า 3 เมตร ระดับน้ำบาดาลใน

พ.ศ. 2522 โดยเฉพาะในบริเวณที่มีประชากรอยู่หนาแน่นแถวพระโขนง ห้วยขวาง ลาดพร้าว หัวหมาก สำโรง ระดับน้ำอยู่ลึกถึง 40 เมตรจากระดับผิวดิน และปัจจุบันในเดือนมีนาคม 2525 บริเวณที่ระดับน้ำลึกที่สุดวัดได้ถึง 54 เมตร ที่บ่อน้ำบาดาลบริเวณซอยโชคชัย 4 ถนนลาดพร้าวและบริเวณห้วยขวาง ซึ่งมีอัตราการลดสูงถึงปีละ 4 เมตร

บริเวณที่มีอัตราการลดของระดับน้ำบาดาลสูงนี้ เป็นบริเวณที่เกิดวิกฤตการณ์น้ำบาดาล

<u>ระดับน้ำบาดาลในกรุงเทพฯ หลังการควบคุมการใช้น้ำบาดาล</u>

ผลจากการควบคุมการใช้น้ำบาดาลตามมาตรการป้องกันและแก้ไขวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุด และจากมาตรการเก็บค่าใช้น้ำบาดาล ทำให้ปริมาณการใช้น้ำลดลง ซึ่งส่งผลในระดับน้ำบาดาลสูงขึ้น จากปี 2525-2529 การประปานครหลวงลดการใช้น้ำบาดาลลง 56.6% และจากการที่การประปานครหลวงลดการใช้น้ำบาดาลลงนี้ และจากมาตรการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลการใช้ในภาคเอกชนประหยัดขึ้น ทำให้ปริมาณการใช้รวมลดลงไปในช่วงนี้ถึง 13.8% บ่อส่วนใหญ่ที่การประปานครหลวงยกเลิกการใช้ตั้งอยู่ในใจกลางกรุงเทพฯ จึงทำให้ระดับน้ำบาดาลในใจกลางกรุงเทพฯ บริเวณเขตวิกฤตอันดับ 2 และบางส่วนของเขตวิกฤตอันดับ 1 ซึ่งได้แก่ เขตบางกะปิ เขตพระโขนง สูงขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณ 8-14 เมตร หรือเฉลี่ยปีละ 2-4 เมตร ระดับน้ำอยู่ลึกจากพื้นดินประมาณ 30-38 เมตร ส่วนในย่านชานเมืองด้านตะวันออก น้ำประปายังส่งไปไม่ถึง แหล่งน้ำดิบจึงต้องพึ่งน้ำบาดาลเป็นส่วนใหญ่ แต่จากมาตรการเก็บค่าใช้น้ำบาดาลดังกล่าวทำให้การใช้ในภาคเอกชนประหยัดขึ้น รวมทั้งอิทธิพลจากการลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลในย่านใจกลางกรุงเทพฯ ได้ขยายขอบเขตไปในรัศมีรอบ ๆ ด้วย

จึงเป็นผลให้ระดับน้ำในบริเวณชานเมืองตะวันออกเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยปีละ 1-2 เมตร ดังจะเห็นได้จากระดับน้ำในบ่อสังเกตการณ์ของกรมทรัพยากรธรณี บ่อ NL17 ที่ท้องฟ้าจำลอง เขตพระโขนง ระดับน้ำสูงขึ้นจาก 42 เมตร ในปี พ.ศ.

2526 มาอยู่ที่ 33 เมตร ในปี พ.ศ. 2529 สูงขึ้น 9 เมตร ในช่วงเวลา 3 1/2 ปี และที่บ่อ NL25 บริเวณวัดกุนนทีรุทธาราม เขตห้วยขวาง ซึ่งอยู่ในเขตวิกฤตอันดับ 1 ระดับน้ำในปี 2525 อยู่ที่ 54 เมตร แต่ในปี 2529 อยู่ที่ 37 เมตร สูงขึ้น 17 เมตร ในระยะเวลา 4 ปี (รูปที่ 3.25)

ตั้งแต่ปลายปี 2529 เป็นต้นมาระดับน้ำบาดาลเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อย และบางแห่งก็ลดลง ทั้งนี้เพราะปริมาณการใช้น้ำบาดาลรวมทั้งภาครัฐบาลและเอกชนในปี 2530 เพิ่มขึ้น 5.1%

5. การทรุดตัวของพื้นดินในกรุงเทพมหานคร

1. สาเหตุการทรุดตัวของพื้นดิน

สาเหตุของการทรุดตัวของพื้นดินสามารถแบ่งเป็น 2 ประการคือ ประการแรกเกิดจากภาวะทางธรรมชาติ เช่น การยุบตัวของดินโดยธรรมชาติ ประการที่สองเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การทรุดตัวเนื่องจากน้ำหนักกดทับ และการทรุดตัวเนื่องจากการสูบของเหลวออกจากใต้ดิน สำหรับบริเวณกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง ซึ่งรวมถึงจังหวัดสมุทรปราการด้วยได้มีการตื่นตัว และศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัญหาของการทรุดตัวของพื้นดินมาตั้งแต่ปี 2514 และได้สรุปสาเหตุสำคัญของการทรุดตัวของพื้นดินในบริเวณดังกล่าวว่าเกิดขึ้นจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากเกินไป

การทรุดตัวของพื้นดินเนื่องจากการใช้น้ำบาดาลนี้เกิดขึ้นจากการที่สูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้กันมาก ทำให้ความดันหรือระดับน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาลซึ่งเป็นชั้นทรายลดลงเรื่อย ๆ เป็นผลให้ความกดดันในชั้นทรายลดลง ทำให้น้ำที่อยู่ในดินเหนียวมีความดันมากกว่าชิมหรือถ่ายเทมาให้ชั้นทราย ซึ่งทำให้เกิดการยุบตัวหรือทรุดตัวของดินเหนียวขึ้น

ในการศึกษาเรื่องการทรุดตัวของพื้นดินนี้ได้พิจารณาเฉพาะการทรุดตัวของพื้นดิน เนื่องจากการสูบน้ำบาดาล ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบริเวณกว้างทั้งพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร

2. การทรุดตัวของพื้นดิน

การทรุดตัวของพื้นดินในกรุงเทพมหานครได้มีการประเมินโดยการสำรวจระดับผิวดินของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งเป็นการศึกษาเรื่องแหล่งน้ำบาดาลและการทรุดตัวของพื้นดินในเขต กทม. และปริมณฑลรวมถึงพื้นที่บริเวณจังหวัดสมุทรปราการด้วย เพื่อเสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ โดยเป็นการร่วมดำเนินการของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย กรมทรัพยากรธรณี และกรมแผนที่ทหารในระหว่างปี 2521 ถึง 2525 และเมื่อเสร็จสิ้นโครงการดังกล่าวแล้ว สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติยังได้มอบหมายให้กรมแผนที่ทหารดำเนินการรังวัดระดับผิวดินต่อมาอีกจนถึงปัจจุบัน และนอกจากข้อมูลจากการรังวัดระดับผิวดินของกรมแผนที่ทหารดังกล่าวแล้ว สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยยังได้ทำการสำรวจรังวัดระดับผิวดินในพื้นที่โครงการอีกด้วย ซึ่งผลการสำรวจมีดังต่อไปนี้

3. การสำรวจโดยกรมแผนที่ทหาร

ในการติดตามตรวจสอบการทรุดตัวของพื้นดินบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลโดยกรมแผนที่ทหาร ได้มีการสำรวจระดับโดยเริ่มจากหมุดระดับมาตรฐานของประเทศที่เกาะหลัก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นค่าระดับที่ไม่มีการทรุดตัว แล้วสำรวจหาค่าระดับที่จุดต่าง ๆ ในบริเวณกทม. และปริมณฑล โดยได้ดำเนินการสำรวจหลายครั้งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งเฉลี่ยแล้วได้ทำการสำรวจปีละ 1 ครั้ง จุดที่มีการสำรวจค่าระดับพื้นดินดังกล่าวในพื้นที่โครงการนี้ได้แสดงโดยสังเขปในรูปที่ 3.7

ผลการสำรวจดังกล่าวมีรายละเอียดตามตารางที่ 3.9 ซึ่งพบว่าพื้นดินในพื้นที่โครงการมีการทรุดตัวทุกบริเวณโดยมีการทรุดตัวมากน้อยแตกต่างกันไป จากปี 2521 ถึง 2529 การทรุดตัวรวมมากที่สุดเป็นประมาณ 0.7 เมตร ที่บริเวณจุดบรรจบระหว่างถนนบางนา-ตราดกับถนนสุขุมวิท และการทรุดตัวน้อยที่สุดที่บริเวณประตูน้ำบางพลีที่คันกั้นน้ำพระราชดำริ โดยมีการทรุดตัวของพื้นดินที่วัดได้รวมระหว่างปีพ.ศ. 2521 ถึง 2529 เพียงประมาณ 0.03 เมตร การทรุดตัวของพื้นดินของแต่ละจุดในพื้นที่โครงการได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.28, 3.29, 3.30

นอกจากนี้ในการศึกษาของเอไอทียังได้สรุปการทรุดตัวของพื้นดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ ในบริเวณกทม. และปริมณฑลไว้โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ในช่วงความลึก 50 เมตร จากพื้นดินทรุดลงประมาณ 40 เปอร์เซนต์และในช่วงความลึกมากกว่า 50 เมตรทรุดลงประมาณ 60 เปอร์เซนต์ ของการทรุดตัวทั้งหมดที่จุดนั้น สำหรับในช่วงความลึก 10 เมตร จากพื้นดินมีการทรุดเนื่องจากการสูบน้ำบาดาลน้อยมาก เนื่องจากระดับน้ำใต้ดินในช่วงดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงน้อย (0.5 เมตร ถึง 2.0 เมตร) ทำให้การทรุดตัวในช่วงนี้มีไม่เกิน 1 ซม ต่อปี ซึ่งอาจจะถือได้ว่าไม่มีการทรุดตัวเนื่องมาจากการสูบน้ำบาดาล

4. <u>การสำรวจโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย</u>

ในการสำรวจระดับดินของวท. ในโครงการนี้ ซึ่งดำเนินการในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2528 และมิถุนายน พ.ศ. 2529 โดยได้ทำการสำรวจค่าระดับของหมุดระดับชั่วคราว ซึ่งเคยมีการสำรวจค่าระดับไว้ครั้งหนึ่งเมื่อเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ. 2526 หมุดระดับชั่วคราวเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นหมุดที่อยู่บนคอสะพาน เสาไฟฟ้า ต้นไม้ และถาวรวัตถุอย่างอื่นซึ่งมีฐานรากเป็นเสาเข็มซึ่งคาดว่าจะมีความยาวไม่เกิน 21 เมตร ดังนั้นการทรุดตัวของหมุดระดับที่สำรวจได้จะมีแนวโน้มที่น้อยกว่าการทรุดตัวของพื้นดิน ตารางที่ 3.10 เป็นผลการสำรวจระดับพื้นดินของวท. ในพื้นที่โครงการและรูปที่ 3.21 เป็นผลการทรุดตัวของหมุดระดับชั่วครวที่ตรวจวัดโดยวท. ในโครงการนี้ ซึ่งแสดงความแตกต่างของการทรุดตัวของพื้นดินในพื้นที่โครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 ถึงปี พ.ศ. 2529

5. <u>อัตราการทรุดตัวของพื้นดินในปัจจุบัน</u>

อัตราการทรุดตัวของพื้นที่โครงการในปี พ.ศ. 2529 ประเมินจากผลการสำรวจของกรมแผนที่ทหาร และอัตราการทรุดตัวเฉลี่ยต่อปีระหว่างปีพ.ศ.2526 ถึง 2529 จากผลการสำรวจของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 3.9, 3.10 รูปที่ 3.31 และแล้วนั้นแสดงให้เห็นว่าในปัจจุบันพื้นดินยังคงทรุดตัวต่อไปเรื่อย ๆ แต่แนวโน้มการทรุดตัวในระยะหลังจนถึงปัจจุบันมีอัตราการทรุดตัวที่น้อยลงอย่างเห็นได้ชัดเจน อัตราการทรุดตัวในปัจจุบันในพื้นที่โครงการที่วัดได้จากผลการสำรวจระดับโดยละเอียดของกรม

แผนที่ทหารมีค่าตั้งแต่ประมาณ 0.6 ถึง 5.0 ซม/ปี หรือเฉลี่ยประมาณ 2.4 ซม/ปี

เมื่อนำเอาค่าอัตราการทรุดตัวในปีพ.ศ. 2529 ของแต่ละจุดในพื้นที่โครงการเปรียบเทียบกับอัตราการทรุดตัวของพื้นดินในบริเวณพื้นที่โครงการในปี 2524 แล้วจะเห็นว่าอัตราการทรุดตัวในปีพ.ศ. 2529 ลดลงมากกว่าครึ่งหนึ่งของอัตราการทรุดตัวในปี 2524 ดังแสดงในรูปที่ 3.32

6. การคาดการณ์การทรุดตัวของพื้นดินโดยแบบจำลองคณิตศาสตร์

การที่จะใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อคาดคะเนระดับน้ำบาดาล และการทรุดตัวของพื้นดินอันเนื่องจากการสูบน้ำบาดาลในลักษณะต่าง ๆ กัน ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการตัดสินใจที่จำกำหนดมาตรการและดูแนวโน้มความรุนแรงของปัญหาต่อการใช้น้ำบาดาลในเขตต่าง ๆ ในการนี้ได้ตั้งสมมุติฐานแบบแผนการใช้น้ำในอนาคตเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะป้อนเข้าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้ทราบว่าผลการใช้น้ำบาดาลดังกล่าวจะก่อให้เกิดการลดระดับน้ำบาดาลและการทรุดตัวอย่างไร

1. การดำเนินการคาดการณ์เมื่อ พ.ศ. 2523

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ได้ดำเนินการคำนวณโดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำบาดาลที่สูบใช้ทั้งหมดในปีพ.ศ.2523 โดยกำหนดแบบแผนการใช้น้ำบาดาลในอนาคตตามตารางที่ 3.11 ทั้งนี้ได้กำหนดให้การประปานครหลวงเลิกใช้น้ำบาดาลในบริเวณใจกลางกรุงเทพมหานคร และชานเมืองด้านตะวันออกในปีพ.ศ. 2528 ตามโครงการแผนหลักของการประปานครหลวงเอง

แบบแผนที่ 1 (Scheme A)

เป็นแบบที่มีการใช้น้ำบาดาลมากที่สุดในอนาคต จากชั้นน้ำบาดาลระดับลึกประมาณ 125-225 เมตร และใช้น้ำผิวดินประมาณ 1.6 ล้านลูกบาศก์เมตร/วัน จนถึงปี 2543 ระดับชั้นน้ำพระประแดง นครหลวง และนนทบุรี จะลดลงถึง 100,115,100 เมตร ใต้ระดับทะเลตามลำดับ และจะมีการทรุดตัวของพื้นดินมากกว่า 2 เมตร ในบริเวณบางนา (รูปที่ 3.34)

แบบแผนที่ 6 (Scheme F)

การประปานครหลวงสามารถขยายเขตบริการได้ทั่วถึงตามแผนงาน และสามารถหาน้ำผิวดินทดแทนปริมาณน้ำบาดาล และค่อย ๆ ลดการสูบลง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 จนถึงปี 2543 ไม่มีการใช้น้ำบาดาลอีกต่อไป ใช้เฉพาะน้ำผิวดินประมาณ 5 ล้านลูกบาศก์เมตร/วัน ระดับน้ำบาดาลอยู่ที่ระดับ 15 เมตร ใต้ระดับน้ำทะเล และมีการทรุดตัวประมาณ 1 เมตรที่บางนา (รูปที่ 3.34)

สำหรับแบบแผนที่ 2-5 (Scheme B-E) ให้มีการลดการใช้น้ำบาดาลในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน

แบบแผนที่ 2 (Scheme B)

มีการใช้น้ำบาดาลจนถึงปี 2528 ประมาณ 1.65 ล้าน ลบ.ม./วัน จนถึงปี 2543 และหาน้ำผิวดินมาทดแทนประมาณ 3.0 ล้าน ลบ.ม./วัน ในปี 2543 ระดับน้ำของชั้นพระ-ประแดง นครหลวง และนนทบุรี จะลดต่ำสุดที่ระดับ 60, 70, 70 เมตรตามลำดับ และมีการทรุดตัวประมาณ 1.6-1.8 เมตร ในปี 2543 (รูปที่ 3.34)

แบบแผนที่ 3, 4 และ 5 (Scheme C, Scheme D, & Scheme E)

ด้วยอัตราการใช้น้ำบาดาลปัจจุบัน (1.2 ล้าน ลบ.ม./วัน) ให้เริ่มลดการใช้น้ำบาดาลเหลือเพียง 0.6 ล้าน ลบ.ม./วัน จนถึงปี 2543 ตามระยะเวลาดังนี้ ช่วง 2528-2538 สำหรับแบบ 3 ช่วง 2528-2533 สำหรับแบบ 4 และช่วง 2523-2528 สำหรับแบบ 5 รวมทั้งการหาปริมาณน้ำผิวดินมาทดแทนน้ำบาดาลที่ลดการใช้ประมาณ 4.0 ล้าน ลบ.ม./วัน ในปี 2543 ระดับน้ำบาดาลจะอยู่ที่ระดับปริมาณ 15-25 เมตร และการทรุดตัวที่บริเวณบางนาประมาณ 1.4 , 1.2 และ 1.0 เมตร ตามลำดับ (รูปที่ 3.34)

7. การอัดน้ำลงบ่อบาดาล

ในการดำเนินการอัดน้ำลงใต้ดิน เพื่อแก้ไขปัญหาแผ่นดินทรุดควรจะต้องทราบสภาพอุทกธรณีวิทยาของชั้นหินใต้ดินเทคนิคและวิธีการเจาะบ่อที่จะระบายน้ำรวมทั้งบ่อสังเกตการณ์ความเปลี่ยนแปลงทางชลศาสตร์อันเป็นผลสืบเนื่องจากการ

ระบายน้ำหรืออัดน้ำ และจะต้องทราบข้อกำหนดในด้านกฎหมายเพื่อควบคุมการระบายน้ำหรืออัดน้ำด้วย เพื่อจะได้ไม่เกิดปัญหาในภายหลัง

7.1 สภาพอุทกธรณีวิทยาของหินใต้ดิน

อัดน้ำลงบ่อน้ำบาดาล ควรจะต้องทราบสภาพอุทกธรณีวิทยาของชั้นหินใต้ดินก่อนวางแผนดำเนินการ กล่าวคือจะต้องทราบแน่ชัดว่าชั้นหินที่จะระบายน้ำเป็นชั้นน้ำบาดาลที่สามารถให้น้ำปริมาณมากน้อยเท่าใด คุณภาพดีเลวอย่างไร และมีผู้ใช้น้ำบาดาลหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อประกอบการตัดสินใจได้ว่าควรจะดำเนินการหรือไม่ และหากจะดำเนินการควรเลือกใช้ชั้นน้ำชั้นใด ลึกเท่าใด จึงจะเหมาะสม

ชั้นหินใต้ดินโดยทั่วไปมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. หินร่วน ได้แก่ หินจำพวกกรวด ทราย ดินเหนียว หินประเภทนี้จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดกรวด เม็ดทราย และเม็ดดิน ทำให้น้ำฝนหรือน้ำตามธรรมชาติไหลซึมลงไปกักเก็บอยู่ได้ ปริมาณน้ำจะมีมากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของช่องว่างและประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำของชั้นหินเหล่านี้ แหล่งน้ำบาดาลในหินร่วนหรือแหล่งน้ำประเภทกรวดทราย จัดว่าเป็นแหล่งน้ำบาดาลที่ให้น้ำมากที่สุดและได้มีการพัฒนาน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากที่สุดในประเทศไทย แหล่งกรวดทรายดังกล่าวอาจหนาบ้างบางบ้าง ขึ้นอยู่กับสภาพการเกิดของตะกอนหินที่สะสมตัว บางแห่งมีชั้นกรวดทรายงางตัวสลับกับชั้นดินเหนียวเป็นชั้น ๆ จึงทำให้มีชั้นน้ำบาดาลจำนวนหลายชั้นในการวางแผนดำเนินการระบายน้ำ หรืออัดน้ำลงในชั้นน้ำประเภทนี้จึงต้องพิจารณาเลือกใช้ชั้นน้ำที่เหมาะสม หากระบายน้ำที่คุณภาพไม่ดีลง จะต้องแน่ใจว่าไม่มีการใช้ชั้นน้ำาชั้นนั้นจะต้องไม่มีความต่อเนื่องทางชลศาสตร์กับชั้นน้ำชั้นอื่นที่ใช้อยู่

2. หินแข็ง ได้แก่หินประเภทที่ไม่มีรูพรุน น้ำบาดาลจะกักเก็บอยู่ได้ในรอยแตก รอยร้าว รอยเหลื่อม รอยเลื่อน รอยต่อ และในโพรงของชั้นหิน และจะมีอยู่มากน้อยเท่าใดขึ้นกับขนาดของโพรงขนาดของรอยแตก และความต่อเนื่องของรอยแตกและของโพรงนั้น ๆ

การอัดน้ำในชั้นหินประเภทนี้จะต้องอาศัยโพรงหิน หรือรอยแตกดังกล่าวซึ่งบางแห่งอาจอยู่ลึกบางแห่งอาจอยู่ตื้น บางแห่งอาจมีน้ำและบางแห่งอาจไม่มีน้ำ กล่าวคือเป็นโพรงแห้งหรือรอยแตกแห้ง เมื่อโพรงและรอยแตกดังกล่าวไม่มีความต่อเนื่องหรือน้ไม่สามารถไหลเข้าไปกักเก็บอยู่ได้ การระบายของเสียที่มีพิษหรือสารกัมมันตรังสีมักจะใช้รอยแตกของหินดังกล่าวที่อยู่ในระดับลึกมาก ๆ

7.2 บ่อระบายน้ำ

บ่อที่ใช้ระยายน้ำจะต้องก่อสร้างให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ กล่าวคือมีเทคนิคการเจาะและพัฒนาบ่ออย่างเหมาะสม จะต้องวางท่อกรุท่อกรองที่มีขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมกับสภาพชั้นน้ำหรือชั้นหินที่จะใช้ระบายน้ำ หากชั้นน้ำที่จะใช้ระบายเป็นปรเภทกรวดทราย ต้องใช้กรวดกรุที่มีขนาดและปริมาณเหมาะสมวางรอบ ๆ ท่อกรอง และจะต้องผนึกข้างบ่อให้ถูกหลักวิชาการเพื่อไม่ให้มีการรั่วซึมติดต่อกันระหว่างชั้นน้ำที่ใช้ระบายน้ำกับชั้นน้ำชั้นอื่น

นอกจากบ่อที่ใช้ระบายน้ำซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับบ่อน้ำบาดาลที่มีคุณภาพดีจำเป็นจะต้องมีบ่อสังเกตการณ์เพื่อติดตามศึกษาการไหลของน้ำที่ระบายและความต่อเนื่องกับชั้นน้ำชั้นอื่นด้วย

7.3 คุณภาพน้ำที่ระบาย

คุณภาพของน้ำที่จะระบายลงบ่อน้ำบาดาล จะต้องอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม กล่าวคือหากทำการระบายน้ำที่ไม่ประสงค์จะใช้และต้องการกำจัดทิ้ง ลงในชั้นน้ำที่ไม่มีการใช้เพื่ออุปโภคบริโภคหรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่นใด จะต้องคำนึงถึงสารเป็นพิษที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งอาจจะรั่วซึมลงไปในชั้นน้ำชั้นอื่นที่ใช้อยู่ได้ นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงความขุ่นของน้ำที่ระบายลง เพราะจะทำให้เกิดการอุดตันในชั้นน้ำได้ง่าย และหากประสงค์จะเพิ่มปริมาณน้ำในชั้นน้ำบาดาลเพื่อกักเก็บไว้ใช้ในอนาคตก็ดี หรือเพื่อเพิ่มแรงดันของน้ำเพื่อยกระดับน้ำให้สูงขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาแผ่นดินทรุดก็ดี เรียกว่าเป็นการ "เติม" น้ำ การเติมน้ำตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวนี้มักจะเติมลงในชั้นน้ำที่มีการใช้น้ำอยู่ กล่าวคือเป็นชั้นน้ำที่มีการสูบน้ำขึ้นมาใช้มากจนเกิดวิกฤตการณ์น้ำบาดาล ในกรณีดังกล่าวนี้น้ำที่ใช้เติม จะต้องมีคุณภาพดีและอยู่ใน

เกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มที่ดีด้วย

7.4 วิธีการระบายน้ำ

การระบายน้ำลงทางบ่อน้ำบาดาลในชั้นใต้ดิน กระทำได้ 2 วิธีคือ

1. ปล่อยให้น้ำไหลลงไปเอง โดยอาศัยแรงถ่วงของโลก

2. อัดน้ำ โดยใช้ความดัน

วิธีปล่อยให้น้ำไหลลงบ่อและซึมเข้าไปเองในชั้นน้ำ สามารถกระทำได้สำหรับระบายน้ำในปริมาณไม่มากนัก

สำหรับวิธีอัดน้ำโดยใช้ความดัน สามารถบังคับให้น้ำไหลซึมเข้าไปในชั้นน้ำได้ในอัตราและปริมาณที่สูง แต่อย่างไรก็ดีอัตราที่ใช้อัดจะต้องไม่สูงกว่าอัตราที่สามารถสูบน้ำออกได้

ตามหลักทฤษฎีการระบายน้ำมีอยู่ว่า อัตราสูงสุดที่สามารถอัดน้ำเข้าไปในชั้นน้ำได้ ควรจะเท่ากับอัตราที่สามารถสูบน้ำออกจากบ่อนั้น ๆ ได้ แต่ในทางปฏิบัติอัตราที่อัดน้ำจะน้อยกว่าอัตราที่สูบน้ำทั้งนี้เพราะ

1. เมื่อสูบน้ำออกจากบ่อ ทรายละเอียดมาก ๆ ที่มีอยู่ในชั้นน้ำนะผ่านทรายหยาบและผ่านกรวดกรุเข้าในบ่อ เมื่อสูบน้ำทรายละเอียดดังกล่าวก็จะออกจากบ่อมากับน้ำที่สูบออก แต่หากเมื่ออัดน้ำลงไปในบ่อ ทรายละเอียดหรือทรายแป้งหรือดินที่มีอยู่ในชั้นน้ำ ทำให้เกิดการอุดตันในชั้นน้ำรอบ ๆ บ่อ จึงทำให้อัตราการอัดหรือปริมาณน้ำที่อัดลดลง

2. น้ำที่อัดลงไปเป็นน้ำจากภายนอกชั้นน้ำ มีกมีฟองอากาศปนอยู่ด้วย ซึ่งฟองกาศจะไปแทรกอยู่ในช่องว่างของชั้นน้ำจึงทำให้เกิดการอุดตันในชั้นน้ำได้

3. น้ำที่อัดอาจทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดตะกอนในชั้นน้ำ

4. น้ำที่อัดอาจมีแบคทีเรีย ซึ่งสามารถเจริญเติมโตได้ในชั้นน้ำรอบ ๆ บ่อ ทำให้ลดขนาดของช่องว่างระหว่างเม็ดกรวด เม็ดทรายในชั้นน้ำ จึงทำให้เกิดอุดตันในชั้นน้ำ

7.5 ข้อกำหนดทางกฎหมายในการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาลตาม พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ.2520

การระบายน้ำหรือการอัดน้ำลงใต้ดิน พ.ร.บ.น้ำบาดาล พ.ศ.2520 เรียกว่าเป็นการ "ระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล" และ พ.ร.บ.ดังกล่าวได้กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับดำเนินการไว้ชัดเจน

7.6 หลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการระบายน้ำลงบ่อบาดาล

สรุปประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2521) ได้กำหนดหลักเกณฑ์ และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการระบายน้ำลงบ่อบางดาล ดังนี้

ข้อ 1 คุณภาพของน้ำที่จะระบายลงในบ่อน้ำบาดาล

น้ำที่จะระบายลงบ่อน้ำบาดาล ต้องเป็นน้ำที่ได้ทำการวิเคราะห์แล้ว และมีคุณลักษณะไม่เกินเกณฑ์กำหนดสูงสุดตามมาตรฐานน้ำสำหรับระบายลงบ่อน้ำบาดาลท้ายประกาศนี้

ข้อ 2 ชั้นน้ำที่จะระบายลง

(1) ต้องระบายน้ำลงในชั้นน้ำที่น้ำบาดาล มีคุณลักษณะไม่เหมาะสมแก่การอุปโภคบริโภคการเกษตรกรรมหรือการอุตสาหกรรม และไม่มีการใช้น้ำบาดาลในชั้นน้ำนั้น

(2) ชั้นน้ำบาดาลตาม (1) ต้องไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดต่อเนื่องในทางธรณีวิทยา อุทกวิทยา หรือชลศาสตร์กับชั้นน้ำอื่นที่มีการใช้น้ำบาดาล

ข้อ 3 บ่อสังเกตการณ์

(1) ระบบการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล ต้องประกอบด้วยบ่อที่ใช้ในการระบายน้ำและบ่อสังเกตการณ์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 7.5 เซนติเมตร สำหรับตรวจและติดตามดูผลการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับคุณลักษณะ และระดับน้ำบาดาล

(2) ต้องจัดสร้างบ่อสังเกตการณ์ให้อยู่ในระดับเดียวกับชั้นน้ำที่จะระบายลง 1 บ่อ และให้อยู่ในชั้นน้ำที่ถัดขึ้นมา และลึกลงไปอีกชั้นละ 1 บ่อ

(3) การเจาะบ่อสังเกตการณ์ให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการเจาะน้ำบาดาล

(4) บ่อสังเกตการณ์แต่ละบ่อ ต้องอยู่ห่างจากบ่อระบายน้ำไม่น้อยกว่า 10 เมตร แต่ต้องไม่เกิน 30 เมตร

ข้อ 4 อัตราการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล

(1) ต้องไม่ระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาลใด ๆ ให้มีอัตราการระบายลงมากกว่าอัตราการสูบทดสอบปริมาณน้ำจากบ่อน้ำบาดาลนั้น ๆ

(2) ต้องไม่ระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล ด้วยแรงดันสูงจนน้ำที่ระบายไหลเข้าไปปะปนกับน้ำบาดาลในชั้นน้ำที่ถัดขึ้นมาหรือถัดลงไป หรือไหลล้นขึ้นมาสู่ผิวดิน

(3) การไหลของน้ำที่ระบายตาม (2) นั้น หากไม่สามารถจะแก้ไขด้วยวิธีใด ๆ ต้องระบับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล และรายงานให้พนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ทราบทันที

ข้อ 5 การปรับปรุงบ่อน้ำบาดาลที่จะระบายน้ำ

(1) เมื่ออัตราการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาลลดลงเองโดยธรรมชาติ ต้องหยุดระบายน้ำ และดำเนินการปรับปรุงบ่อน้ำบาดาลเสียใหม่

(2) ในการปรับปรุงบ่อที่จะระบายน้ำบาดาล ต้องใช้วิธีการเช่นเดียวกับการพัฒนาบ่อน้ำบาดาลตามหลักเกณฑ์ และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการเจาะบ่อน้ำบาดาล

ข้อ 6 การรายงานผลสืบเนื่องจากการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล

(1) ต้องส่งรายงานแสดงปริมาณน้ำ ผลการวิเคราะห์คุณลักาณะของน้ำที่ระบายลงบ่อน้ำบาดาล และรายงานการตรวจและติดตามดูผลตามข้อ 3 (1) ตามแบบพิมพ์ที่กรมทรัพยากรธรณีกำหนด

(2) รายงานตาม (1) ต้องส่งภายในวันที่ 5 ของเดือนถัดไปทุกเดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการคุณลักษณะของน้ำ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด (หน่วยส่วนในล้าน)
สี (Colour)	50 (หน่วยปลาติมัม-โคบอลต์)
ความขุ่น (Turbidity)	50 (หน่วยความขุ่น)
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.0 - 9.2
ปริมาณมวงสารทั้งหมด (Total solids)	2,000
บี โอ ดี (BOD)	40
น้ำมันและไขมัน (Oil and grease)	5.0
คลอรีอิสระ (Free chlioine)	5.0
ทองแดง (Cu)	1.5
สังกะสี (Zn)	15.0
โครเมียม (Cr)	2.0
สารหนู (As)	0.5
ไซยาไนด์ (Cn)	0.2
ปรอท (Hg)	0.002
ตะกั่ว (Pb)	0.1
แคดเมียม (Cd)	0.1
แบเรียม (Ba)	1.0

8. พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

คำนิยม มาตรา 3 ของ พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 กำหนดคำนิยามที่เกี่ยวข้องดังนี้

"น้ำบาดาล" หมายความว่า น้ำใต้ดินที่เกิดอยู่ในชั้นดิน กรวด ทราย หรือหิน ซึ่งอยู่ลึกจากผิวดินเกินความลึกที่รัฐมนตรีกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่จะกำหนดความลึกน้อยกว่าสิบเมตรมิได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับความลึกของน้ำบาดาลใน "เขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานคร" ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 พ.ศ.2521 ออกตามความใน พ.ร.บ พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดเขตน้ำบาดาลและความลึกของน้ำบาดาล

1. กำหนดให้ท้องที่กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดอยุธยา เป็นเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานคร

2. กำหนดให้ความลึกของน้ำบาดาลในเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานครอยู่ลึกจากผิวดินลงไปเกินกว่า 15 เมตร

ดังนั้น น้ำบาดาลในเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานครจึงอยู่ลึกตั้งแต่ 15 เมตรลงไป

"เจาะน้ำบาดาล" หมายความว่า กระทำแก่ชั้นดิน กรวด ทราย หรือหิน เพื่อให้ได้มาซึ่งน้ำบาดาล หรือเพื่อระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล

บ่อน้ำบาดาล หมายความว่า บ่อน้ำที่เกิดจากการเจาะน้ำบาดาล

เขตน้ำบาดาล หมายความว่า เขตท้องที่ที่รัฐมนตรีกำหนดให้เป็นเขตน้ำบาดาล โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

กิจการน้ำบาดาล หมายความว่า การเจาะน้ำบาดาล การใช้น้ำบาดาล หรือการระบายน้ำลงบย่อน้ำบาดาล

ใช้น้ำบาดาล หมายความว่า นำน้ำจากบ่อน้ำบาดาลขึ้นมาใช้

ระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล หมายความว่า การกระทำใด ๆ เพื่อถ่ายเทน้ำหรือของเหลวอื่นใดลงบ่อน้ำบาดาล

ฯลฯ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก่อนที่ พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 มีผลบังคับใช้ การเจาะบ่อน้ำบาดาลและการใช้น้ำบาดาลเป็นไปอย่างเสรี ใครมีความต้องการน้ำและมีทุนทรัพย์พอ ก็สามารถจ้างบริษัทเอกชนผู้รับเหมาให้ดำเนินการให้ได้โดยไม่มีข้อห้าม บ่อที่ต้องการน้ำปริมาณมากได้ใส่ท่อกรองน้ำหลายระดับเพื่อสูบน้ำจากชั้นน้ำหลายชั้น ซึ่งหากบ่อดังกล่าวเจาะไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการหรือบ่อไม่ได้มาตรฐาน ก็ทำให้มีการรั่วซึมของน้ำจากชั้นน้ำชั้นอื่นที่คุณภาพไม่เหมาะสมเข้าไปในชั้นน้ำจืดที่ใช้และคุณภาพดี นานเข้าคุณภาพน้ำที่ดีก็ย่อมเปลี่ยนแปลงและเสื่อมไปในที่สุดทำให้สูญเสียทรัพยากรของชาติ นอกจากนี้สำหรับที่ตั้งของบ่อยังไม่มีการกำหนดระยะห่างระหว่างบ่อที่เหมาะสมบ่อใหญ่ ๆ อยู่ใกล้กันเกินไปทำให้มีการแก่งแย่งน้ำ ซึ่งกันและกัน และส่งผลให้ระดับน้ำลดลงมากเกินควร ส่วนข้อมูลการเจาะและการใช้น้ำบาดาลก็กระจัดกระจายไม่สามารถรวบรวมได้

กรมทรัพยากรธรณีได้ดำเนินการให้มีพระราชบัญญัติน้ำบาดาลเพื่อควบคุมประกอบกิจการน้ำบาดาล ซึ่ง พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ได้ประกาศกรมซึ่งออกตามความใน พ.ร.บ.น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการตลอดจนได้มีการประกาศเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานครเป็นเขตควบคุม เขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานครดังกล่าวคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสาคร นนทบุรี ปทุมธานี และพระนครศรีอยุธยา

พ.ร.บ.น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ได้ควบคุมการประกอบกิจการน้ำบาดาล บังการเจาะการใช้ และการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเอกชน สำหรับในภาครัฐบาลนั้นได้กำหนดให้กระทรวง ทบวง กรมหรือองค์กรของรัฐ ที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการจัดหาน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค หรือเพื่อเกษตรกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับการเจาะน้ำบาดาลและการใช้น้ำบาดาลไม่อยู่ในเกณฑ์ควบคุม แต่ส่วนราชการหรือองค์กรของรัฐดังกล่าวต้องปฏิบัติตามประกาศที่ออกตามมาตรา 6 และปฏิบัติตามมาตร 23 ซึ่งมาตรา 6 เป็นเรื่องเกี่ยวกับหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการเจาะน้ำบาดาล การเลิกเจาะน้ำบาดาล และการใช้น้ำบาดาลแบบอนุรักษ์ การระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล การเลิกใช้บ่อน้ำบาดาล การป้องกันด้านสาธารณสุข การป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ กำหนดวิธีการให้ความคุ้มครองแก่คนงาน และความปลอดภัยแก่บุคคลภายนอก ส่วนมาตรา 23 เป็นเรื่องเกี่ยวกับการเจาะพบโบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ ซากดึกดำบรรพ์หรือแร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหรือ

ทางการศึกษาในด้านธรณีวิทยาต้องรายงานให้พนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ หรือกรมทรัพยากรธรณีทราบภายในเจ็ดวันนับแต่วันพบ

สำหรับเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานครที่ควบคุมนั้น กำหนดให้เอกชนที่ประสงค์จะประกอบกิจการน้ำบาดาล ไม่ว่าเจาะ หรือระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล จะต้องขออนุญาต เมื่อได้รับใบอนุญาตแล้วจึงจะดำเนินการได้ ดังนั้นผู้ประสงค์จะเจาะบ่อน้ำบาดาลจะต้องขออนุญาตต่อกรมทรัพยากรธรณี เมื่อได้รับในอนุญาตเจาะน้ำบาดาลแล้วจึงจะเจาะได้ เมื่อเจาะแล้วเสร็จจะต้องขออนุญาตใช้และเมื่อรับใบอนุญาตใช้น้ำบาดาลแล้วจึงจะสูบใช้ได้ สำหรับองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการจัดหาน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคหรือเพื่อเกษตรกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับการเจาะน้ำบาดาลและการใช้น้ำบาดาลก็จะต้องปฏิบัติตามประกาศที่ออกตามมาตรา 6 และปฏิบัติตามมาตรา 23

การพิจารณาคำขออนุญาตประกอบกิจการน้ำบาดาลดังกล่าว พ.ร.บ. น้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ได้กำหนดให้มี "คณะกรรมการน้ำบาดาล" ประกอบด้วย อธิบดีกรมทรัพยากรธรณีเป็นประธาน อธิบดีกรมโยธาธิการ อธิบดีกรมชลประทาน อธิบดีกรมอนามัย ผู้ว่าการการประปานครหลวง หรือผู้แทนอธิบดีหรือผู้ว่าการดังกล่าว กับผู้ทรงคุณวุฒิอีกไม่เกินสามคน ซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้ง และผู้อำนวยการกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณีเป็นกรรมการและเลขานุการ คณะกรรมการดังกล่าวมีหน้าที่ให้ความเห็นหรือคำแนะนำแก่รัฐมนตรี ในเรื่องการออกกฎกระทรวง หรือประกาศที่ต้องประกาศในราชกิจจานุเบกษา และให้ความเห็นหรือคำแนะนำแก่อธิบดีกรมทรัพยากรธรณี เกี่ยวกับการปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้

9. <u>การศึกษาการอัดน้ำลงใต้ดินของชั้นน้ำบาดาลนครหลวง</u>

ในกลางปี พ.ศ. 2522 ได้ทำการทดลองอัดน้ำลงใต้ดินใน โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ชั้นน้ำบาดาลนครหลวง โดยในปี พ.ศ. 2522 ค่าของ Piezometric Head ของชั้นน้ำบาดาลนครหลวง แสดงในรูปที่ 3.35 เป้าหมายที่คาดหวังของการทดลองอัดน้ำลงใต้ดินในชั้นน้ำบาดาลนครหลวงนี้กำหนดค่าต่ำสุดของ Piezometric Head หลังการอัดน้ำแล้วอยู่ที่ระดับ 65 ม. ดังรูปที่ 3.36 ในการทดลองอัตราการอัดน้ำลงใต้ดินในช่วงปีแรกและปีที่ 2 นั้นมีอัตราการอัดน้ำดังรูปที่

3.37 และ 3.38 ตามลำดับ ในระหว่างการอัดน้ำลงใต้ดินได้มีอัตราการสูบน้ำบาดาลในชั้นนครหลวงขึ้นมาใช้ดังรูปที่ 3.39 หลังจากสิ้นสุดการทดลองการอัดน้ำลงใต้ดิน 2 ปี ค่าของ Piezometric Head ในชั้นน้ำบาดาลนครหลวง แสดงดังรูปที่ 3.40 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าระดับของ Piezometric Head มีค่าเกินค่าต่ำสุดของการออกแบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 Compositional Data of Bangkok Clay

Composition	From HALEY & ALDRICH (1968)	From MOH (1979)
Quartz,% by weight	40	-
Feldspar, by weight	5-15	-
Clay minerals, by weight (Montmorillonite > Illite > Kaolinite)	30-40	-
Organic matter,	2.56	-
PH	8.05	7.2-7.8
Pore salt concentration, mg. eq/100 gm (NaCl)	1.66	5.9-17.6
Pore salt concentration, gm/liter	-	4.4-14.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 Typical Values of the Index Properties of the Soft and Medium Bangkok Clays

Property	Representative Value		Typical Range	
	HALEY & ALDRICH	MOH	HALEY & ALDRICH	MOH
Natural water content, w_n, %	60-70	-	50-80	50-80
Liquid limit, %	75	-	55-95	50-85
Plastic limit, %	28	30	23-33	25-35
Plasticity index, %	47	-	20-60	20-50
Liquidity index,	0.85	-	0.7-1.0	0.75-1.1
Activity	0.8 ± 0.1	-	0.6-1.1	-
Specific gravity	2.70	2.69	2.65-2.75	2.60-2.70
Total unit weight, ton/m^2				
-above 2±1 m depth	1.74		1.65-1.8	
		1.6		1.5-1.8
-below 2±1 m depth	1.65		1.45-1.75	
Dry unit weight, ton/m^3		1.0		0.84-1.13
Degree of saturation,%		100		98-101
Void ratio				1.4-2.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 General Stratification and Description of Bangkok Clay

Description	Depth from Surface,m.	
	Representative Depth	Approx. Range
Stiff, dark gray, weathered clay	0-2	0-4
Soft to very soft, dark gray clay	2-10	2-11
Medium Stiff, gray clay	10-14	5-17
Stiff to very stiff, light gray clay	14-16	10-19
Very stiff to hard, yellow-brown clay	16-20	13-21
Hard, clayey sand	20-22	19-27
Dense, yellow, fine sand	22-	20-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 ระดับน้ำบาดาลต่ำสุดและอัตราการลดของระดับน้ำในชั้นนครหลวง (ความลึก 150 ม.)

พ.ศ.	ระดับน้ำต่ำสุด (เมตร)		พ.ศ.	อัตราการลด/เพิ่มสูงสุดต่อปี (เมตร)	
	ใจกลาง กทม.	ชานเมืองย่านตะวันออก		ใจกลาง กทม.	ชานเมืองย่านตะวันออก
2502	12	4	2502-2512	-1.2	-0.8
2512	24	12	2513-2517	-1.2	-3.6
2517	30	30	2518-2522	-3.8	-3.8
2522	49	49	2523-2525	-0.3	-1.3
2525	50	53	2526-2527	+2.5	-0.5
2527	45	54	2528-2529	+8.0	+3.5
2529	29	47	2530	0.0	-1.0
2530	29	48	2531	+1.0	0.0
2531	28	48			

ตารางที่ 3.5 ระดับน้ำบาดาลต่ำสุดและอัตราการลดของระดับน้ำในชั้นน้ำพระประแดง (ความลึก 100 เมตร) บริเวณอำเภอพระประแดง จ.สมุทรปราการ

พ.ศ.	ระดับน้ำต่ำสุด (เมตร)	พ.ศ.	อัตราการลด/เพิ่มสูงสุดต่อปี (เมตร)
2512	18	2512-2517	- 2.4
2517	30	2518-2522	- 2.0
2522	40	2523-2525	- 2.0
2525	46	2526-2527	+ 1.5
2527	43	2528-2529	+ 3.0
2529	37	2530	- 2.0
2530	39	2531	- 1.0
2531	40		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 การใช้น้ำบาดาลในเขตมาตรการฯ บริเวณกรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ นนทบุรี และปทุมธานี (ลบ.ม./วัน)

พ.ศ.	ปริมาณน้ำบาดาลที่ กปน. ใช้	% ลด เพิ่ม	ปริมาณน้ำบาดาลที่เอกชนใช้	% ลด เพิ่ม	ปริมาณน้ำบาดาลที่ใช้รวมทั้งสิ้น	% ลด เพิ่ม
2525	446,343		944,305		1,390,648	
2526	391,311	-12.3	993,842	+5.2	1,385,153	-0.4
2527	356,765	- 8.8	1,066,029	+7.2	1,422,794	+2.7
2528	299,721	-16.0	1,014,433	-4.8	1,314,154	-7.6
2529	193,642	-35.4	1,005,192	-0.9	1,198,834	-8.7
2530	207,470	+ 7.1	1,052,496	+4.7	1,259,966	+5.1
2525-2530 เฉลี่ยปีละ		-13.1 -13.1		+2.3		-1.8
2531	185,500	-10.5	1,102,000	+4.7	1,287,510	+2.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 การใช้น้ำบาดาลของเอกชนในเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานคร (ลบ.ม./วัน)

พ.ศ.	กรุงเทพมหานคร	นนทบุรี	สมุทรปราการ	ปทุมธานี	สมุทรสาคร	อยุธยา	ปริมาณที่ใช้รวม (จำนวนบ่อ)	% เพิ่ม ลด
2521	339,496	26,472	228,115	59,919	27,835	2,183	684,020 (7,319)	
2522	363,164	29,082	244,534	60,767	29,268	2,435	729,250 (8,022)	+6.6
2523	418,354	34,368	264,347	75,048	35,431	2,557	830,105 (8,721)	+13.8
2524	465,361	42,010	285,277	76,793	39,165	3,160	911,766 (9.237)	+9.8
2525	498,837	45,210	316,153	84,105	52,006	3,666	999,977 (9,592)	+9.6
2526	522,299	53,409	319,261	98,873	58,281	4,582	1,056,705 (9,837)	+5.6
2527	542,894	55,777	353,226	114,132	61,337	6,380	1,133,746 (10,085)	+7.3
2528	499,566	51,709	343,028	110,130	69,040	8,996	1,092,469 (9,711)	-3.6
2529	476,941	46,148	364,001	118,102	78,972	12,649	1,106,813 (9,503)	+1.3
2530	485,331	56,650	382,350	126,165	86,759	13,629	1,150,884 (9,487)	+4.0
2531	489,617	59,479	396,704	156,210	99,807	14,914	1,216,713	+5.7

ตารางที่ 3.8 แสดงระดับน้ำบาดาลในระยะแรกที่มีการใช้น้ำบาดาลเพื่อกิจการประปา

สถานที่ตั้งบ่อ	ความลึก เมตร	พ.ศ.	ระดับน้ำ
ข้างวัดสุทัศน์	176	2501	8.43
สถานีดับเพลิงสวนมะลิ	169	2501	4.91
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	170	2502	12.19
วัดประสามบุญญาวาส	185	2502	4.02
วัดสิตาราม	179	2502	7.37
ซอยจอมพล ลาดพร้าว	175	2502	10.08
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	145	2502	5.86
ซอยประสานมิตร	190	2502	5.29
ซอยชัยพฤกษ์	140	2502	4.22
สถานีตำรวจพระโขนง	130	2502	5.15
วัดพญายัง	193	2502	6.57
วัดสามพระยา	181	2502	7.27
สถานีดับเพลิงพญาไท	159	2502	7.97
ถนนพะเนียง	183	2502	5.16
ร.ร. ศิริศาสตร์	186	2502	8.44
วัดดวงแข	197	2502	7.27
วัดตะพาน	174	2502	7.27
ร.ร.เซ็นต์คาเบรียล	172	2503	6.33
วัดสุคันธาราม	180	2503	5.86
วัดสะพานสูง	188	2503	5.51
ย่านสินค้าพหลโยธิน	178	2503	4.92
ร.ร. อัสสัมชัญพานิช	168	2503	5.63
สวนอัมพร	160	2503	8.67
วัดบวรนิเวศ	180	2503	10.08
กรมทรัพยากรธรณี 1 กทม.	161	2502	6.70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่3.9ผลสำรวจการทรุดตัวของพื้นดินบริเวณพื้นที่โครงการจากการสำรวจโดยกรมแผนที่ทหาร

ชื่อหมุด	ระดับพื้นดินเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง, เมตร									การทรุดทั้งหมดจาก 2521-2529 เมตร	อัตราการทรุดตัว ในปี 2529 เมตร
	เที่ยวที่ 1 พค.21-กย.21	เที่ยวที่ 2 ตค.21-มค.22	เที่ยวที่ 3 กย.22-พค.22	เที่ยวที่ 4 สค.22-พย.22	เที่ยวที่ 5 กพ.23-เมย.23	เที่ยวที่ 6 สค.23-พย.23	เที่ยวที่ 7 มีค.24-มิย.24	เที่ยวที่ 8 พย.27-เมย.28	เที่ยวที่ 9 พย.28-เมย.29		
CI 12-1	1.8961	1.7536	1.8679	1.8577	1.8442	1.8287	1.8020	1.7038	1.6805	0.2156	0.0233
CI 13-1	2.0087	1.9754	1.9512	1.9187	1.8815	1.8382	1.7721	1.6349	1.6266	0.3821	0.0083
CI 14-1	1.1079	1.0642	1.0307	0.9923	0.9449	0.8920	0.8110	0.5059	0.4772	0.6347	0.0327
CI 20-1	1.8184	1.7870	1.7677	1.7704	1.7462	1.7358	1.6924	1.6144	1.5807	0.2380	0.0337
CI 21-1	1.4852	1.4448	1.4148	1.3772	1.3331	1.2766	1.1893	0.8465	0.8095	0.6757	0.0370
CI 22-1	1.6846	1.6706	1.6450	1.6269	1.6167	1.5996	1.5675	1.4584	1.4414	0.2432	0.0176
CI 23-1	1.8369	1.8011	1.7799	1.7519	1.7349	1.7038	1.6623	1.4797	1.4618	0.3751	0.0179
CI 24-1	1.8339	1.8080	1.785"	1.7638	1.7518	1.7029	1.6873	1.5034	1.4897	0.3442	0.0137
CI 29-1	-	-	-	-	-	-	1.3397	1.2506	1.1999	0.1398*	0.0507
CI 30-1	-	-	-	-	-	-	1.7746	1.7499	1.7442	0.0304*	0.0057
CI 31-1	-	-	-	-	-	-	2.0368	1.7916	1.7656	0.2712*	0.0260
CI 27-1	-	-	-	-	1.7726	1.7415	1.7326	1.5371	-	0.2355**	-

หมายเหตุ ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

* การทรุดตัวจากพ.ศ.2524-2529 ** การทรุดตัวจากพ.ศ.2523-2528

ตารางที่ 3.10ผลการสำรวจการทรุดตัวของพื้นดินในพื้นที่โครงการโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

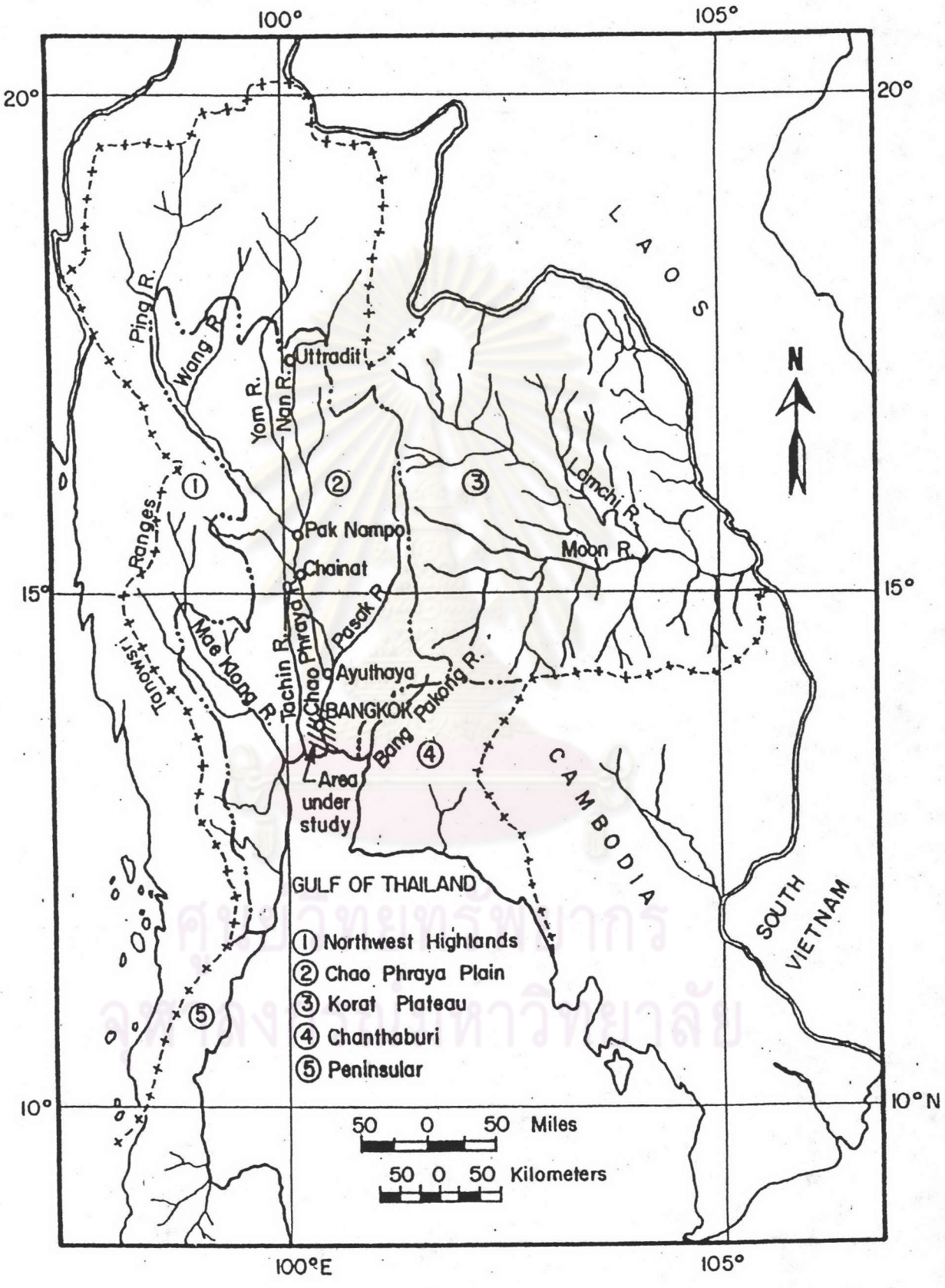
หมุด หมายเลข	รายละเอียดและที่ตั้งหมุด	ค่าระดับของหมุด,เมตร (รทก.)				การทรุดตัว		
		ค่าระดับ ปี 2526	วันสำรวจ	ค่าระดับ ปี 2529	วันสำรวจ	ค่าทรุดตัว เมตร	ระยะเวลา เดือน	อัตรา เมตร/ปี
AG 544	กอสะพานสำโรง เสาเข็มยาว ประมาณ 21 เมตร	1.811	26/5/26	1.723	25/12/28	-0.088	31	-0.03
AG50512	กอสะพานหมู่บ้านหิรัญย์ เสาเข็ม ยาวประมาณ 21 เมตร	2.636	20/5/26	2.555	29/5/29	-0.081	36	-0.03
AG50509	กอสะพานข้ามคลองบางปิ้ง เสาเข็มยาวประมาณ 21 เมตร	2.845	20/5/26	2.773	9/6/29	-0.072	37	-0.02
AG 4408	สะพานไม้ (คลองรัดหนามแดง) เสาเข็มยาว 8-10 เมตร	1.894	26/5/26	1.804	25/12/28	-0.090	31	-0.03
AG54409	ต้นสะแก	1.075	26/5/26	1.031	25/12/28	-0.044	31	-0.02
AG54410	สะพานไม้ (คลองบางแก้วใหญ่)							
AG54410	เสาเข็มยาว 8-10 เมตร	1.900	26/5/26	1.890	6/6/29	-0.010	37	0
AG50504	กอสะพานข้ามคลองหับนาง เสาเข็มยาวประมาณ 21 เมตร	2.780	19/5/26	2.719	26/12/28	-0.061	31	-0.02
AG54411	เสาไฟฟ้า	1.283	26/5/26	1.210	25/12/28	-0.073	31	-0.03
AG 505	กอสะพานคลองชุดใหม่ เสาเข็ม ยาวประมาณ 21 เมตร	2.870	16/5/26	2.785	17/12/28	-0.085	31	-0.03
AG 504	กอสะพานคลองสำโรง เสาเข็ม ยาวประมาณ 21 เมตร	2.790	16/5/26	2.727	17/12/28	-0.063	31	-0.02
AG 503	โคนต้นมะพร้าว	0.959	16/5/26	0.866	17/12/28	-0.093	31	-0.04
AG 501	กอสะพานข้ามคลองสวน เสาเข็ม ยาวประมาณ 21 เมตร	2.905	16/5/26	2.838	17/12/28	-0.067	31	-0.03
AG54410/1	เสาไฟฟ้า	0.870	31/5/26	0.748	13/6/29	-0.122	37	-0.04
AG54410/2	ต้นมะขามเทศ	0.860	31/5/26	0.786	13/6/29	-0.074	37	-0.02

หมุด หมายเลข	รายละเอียดและที่ตั้งหมุด	ค่าระดับของหมุด,เมตร (รทก.)				การทรุดตัว		
		ค่าระดับ ปี 2529	วันสำรวจ	ค่าระดับ ปี 2529	วันสำรวจ	ค่าทรุดตัว เมตร	ระยะเวลา เดือน	อัตรา เมตร/ปี
AG 54412	กอสะพานข้ามคลองขวาง เสาเข็มยาวประมาณ 21 เมตร	2.018	26/5/26	1.996	25/12/28	-0.022	31	-0.01
AG 312	หลักกิโลเมตร	1.243	16/5/26	1.048	2/6/29	-0.195	37	-0.06
AG 537	เสาไฟฟ้า	1.363	20/5/26	1.288	1/6/29	-0.075	37	-0.02
AG 526	กอสะพาน ก.ส.ล เสาเข็ม ยาวประมาณ 21 เมตร	2.433	19/5/26	2.439	31/5/29	+0.006	36	0
AG 529	เสาไฟฟ้า	1.563	19/5/26	1.528	7/6/29	-0.035	37	-0.01
AG 530	ไหล่สะพานเข้าวัดโสธรนิมิตต์ เสาเข็มยาวประมาณ 21 เมตร	1.272	19/5/26	1.262	31/5/29	-0.010	36	0
AG 532	เสาไฟฟ้า	1.091	19/5/26	1.004	31/5/29	-0.087	36	-0.03
AG53703	เสาไฟฟ้า	1.798	23/5/26	1.743	29/12/28	-0.055	31	-0.02
AG53703/1	เสาไฟฟ้า	1.352	24/5/26	1.126	29/12/28	-0.226	31	-0.09
AG53703/6	เสาไฟฟ้า	1.455	24/5/26	1.391	28/12/28	-0.064	31	-0.02
AG53703/10	เสาไฟฟ้า	1.771	24/5/26	1.681	28/12/28	-0.090	31	-0.03
AG53703/11	เสาไฟฟ้า	1.757	24/5/26	1.656	28/12/28	-0.101	31	-0.04
AG53703/10-1	ต้นไม้ (มะขามเทศ)	1.350	7/6/26	1.307	12/6/29	-0.043	36	-0.01
AG53703/10-2	ต้นไม้ (สน)	1.580	10/6/26	1.466	12/6/29	-0.114	36	-0.04
AG 510	เสาไฟฟ้า	1.815	26/5/26	1.759	18/12/28	-0.056	31	-0.02
AG 513	เสาไฟฟ้า	1.527	17/5/26	1.509	18/12/28	-0.098	31	-0.01
AG 514	เสาไฟฟ้า	1.706	18/5/26	1.707	30/5/29	+0.001	36	0
AG 505	กอสะพานคลองชุดใหม่ (คลองบางคำหรุ)	2.870	16/5/26	2.785	17/12/28	-0.085	31	-0.03

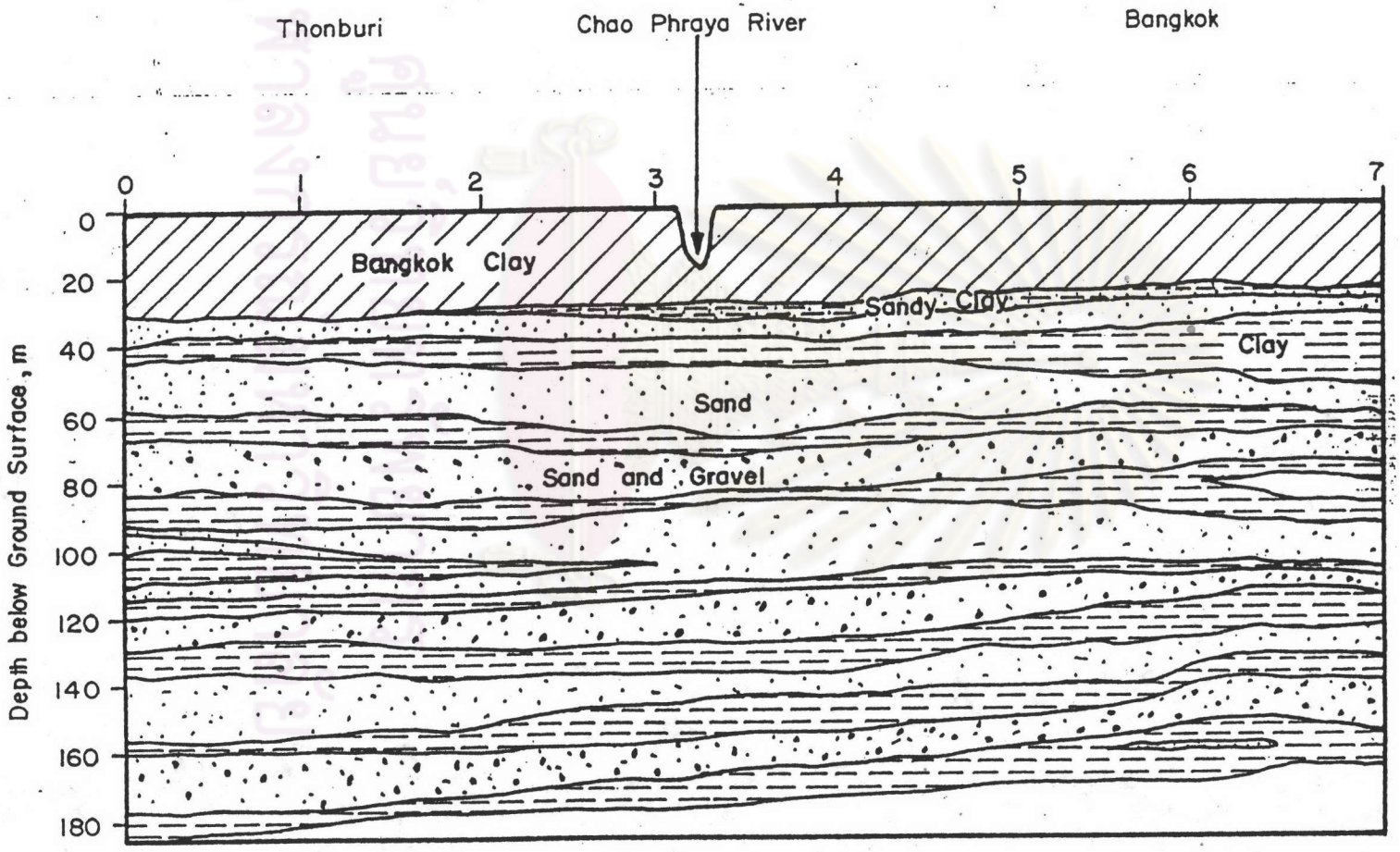
ตารางที่ 3.11 แสดงการคาดการณ์เกี่ยวกับระดับน้ำบาดาลและการทรุดตัวของแผ่นดินบริเวณบางนา ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) นับจาก พ.ศ. 2523

การใช้	ระดับน้ำบาดาล (เมตร)			ระดับการทรุด (เมตร)
	ชั้นน้ำพระประแดง	ชั้นน้ำนครหลวง	ชั้นน้ำนนทบุรี	
แบบแผนที่ 1	100	115	98	2
แบบแผนที่ 2	60	70	70	1.6-1.8
แบบแผนที่ 3	20	20	23	1.3
แบบแผนที่ 4	15	20	25	1.2
แบบแผนที่ 5	20	20	25	1.0
แบบแผนที่ 6	15	15	15	1.0

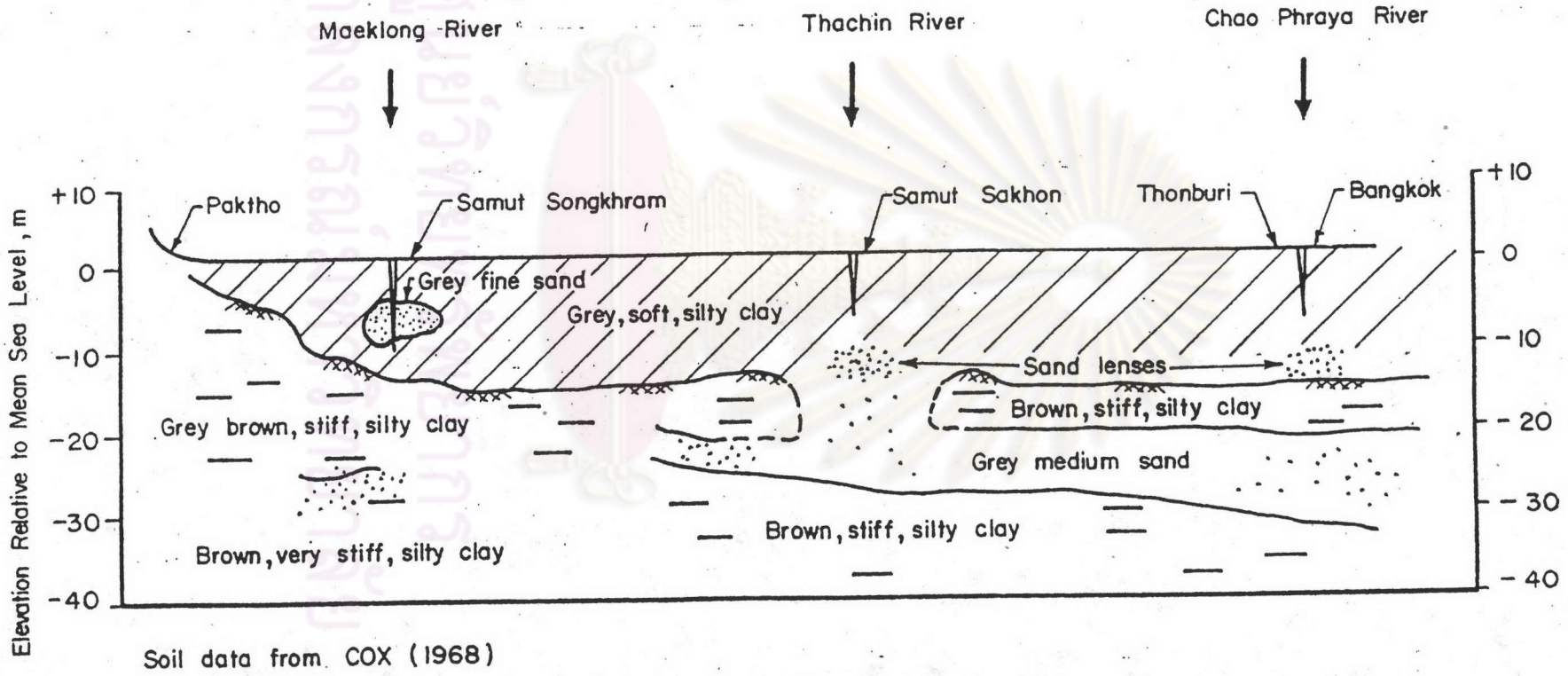
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



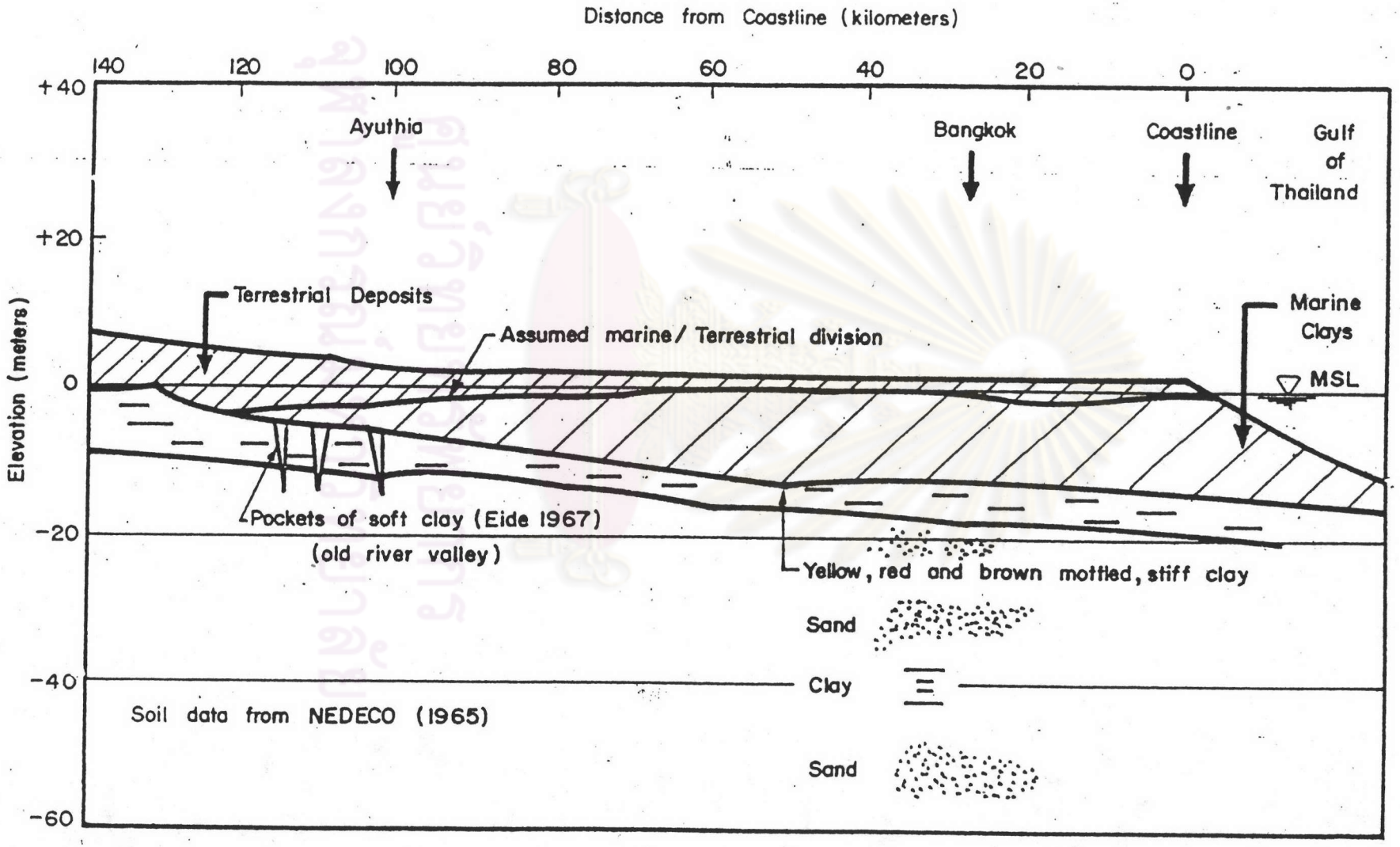
รูปที่ 3.1 ตำแหน่งที่ตั้งของกรุงเทพมหานคร



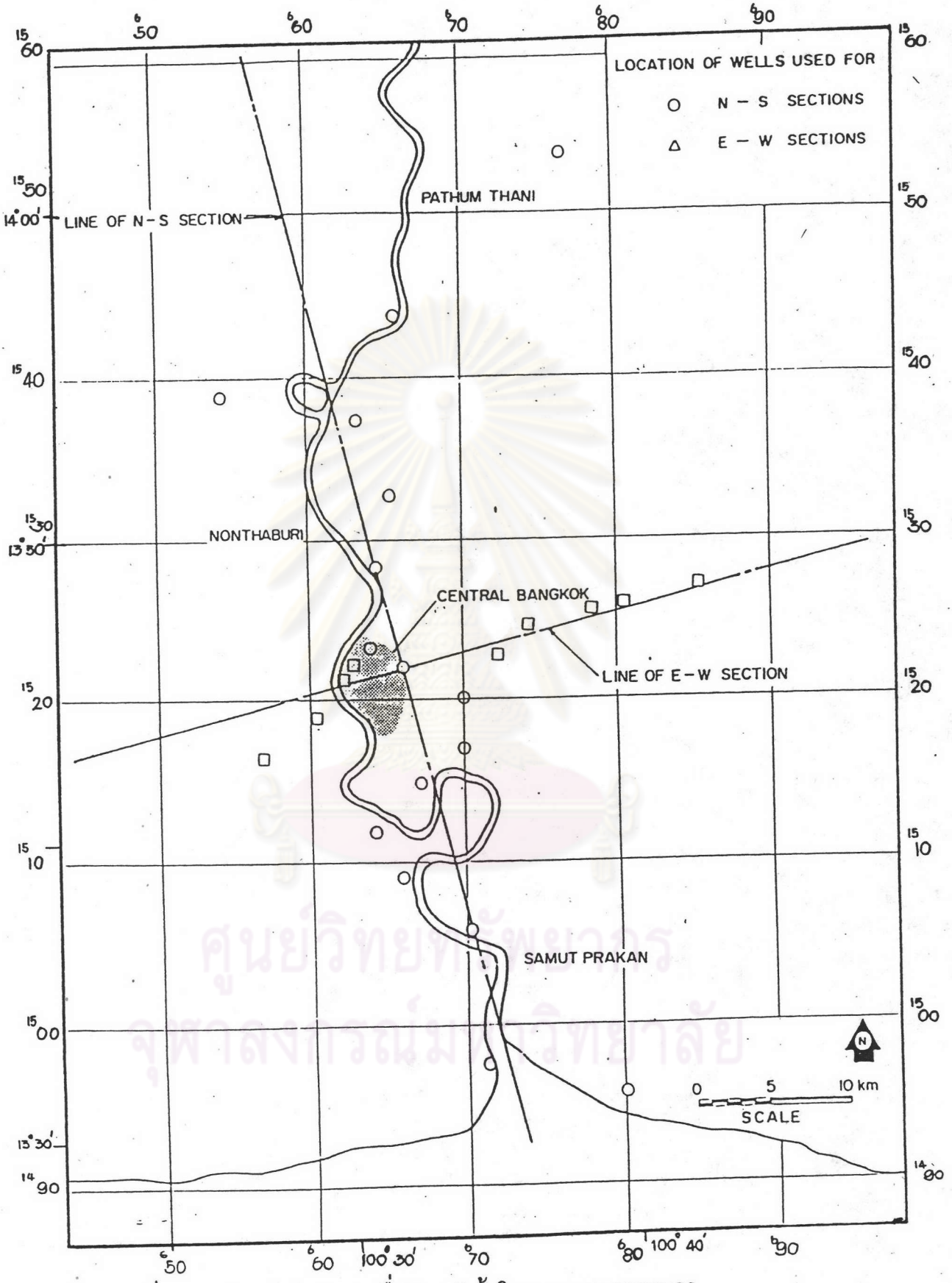
รูปที่ 3.2 รูปตัดทางธรณีวิทยาพื้นที่กรุงเทพมหานคร



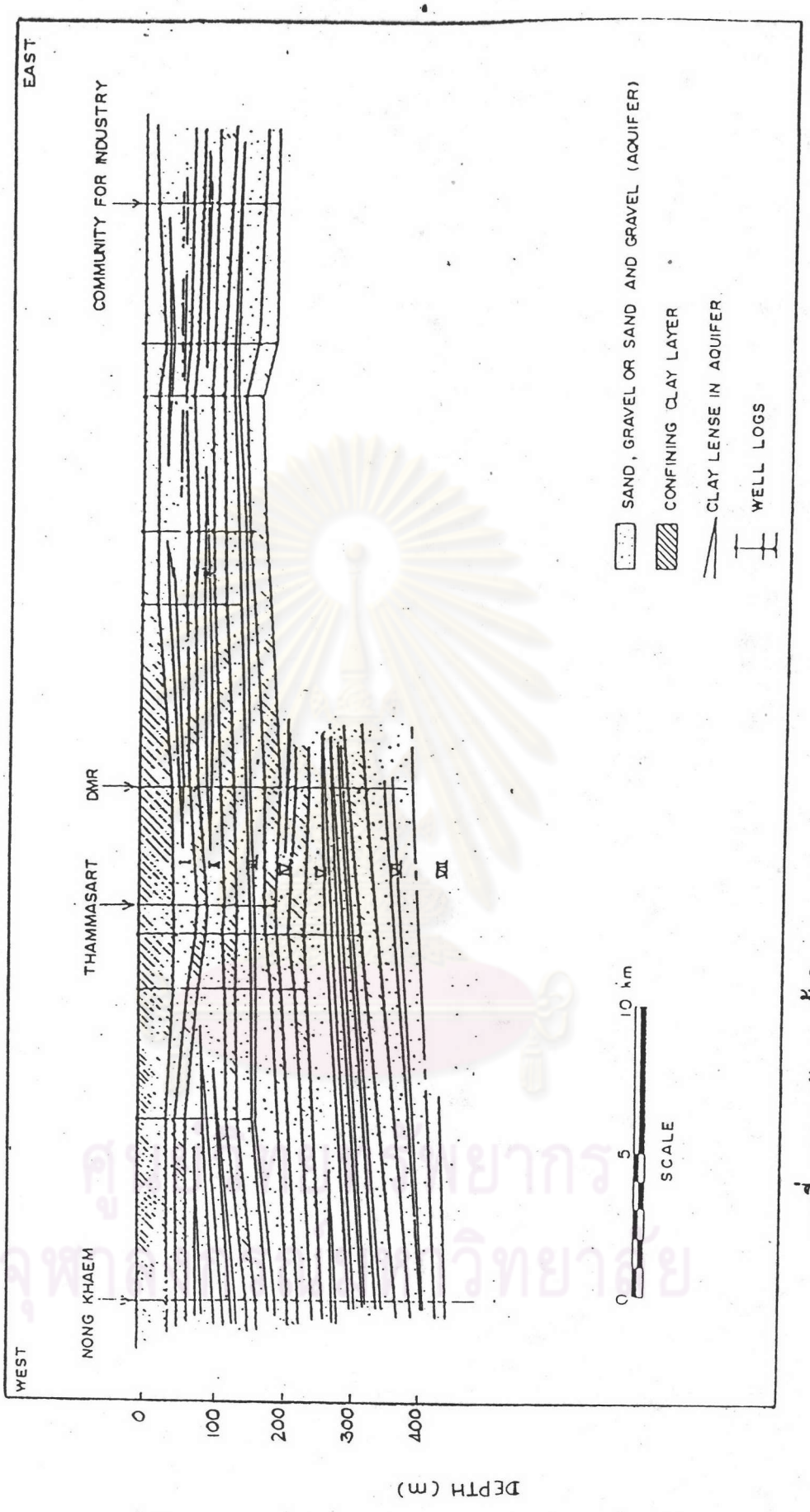
รูปที่ 3.3 รูปตัดขวางที่ราบลุ่มเจ้าพระยา (COX, 1968)



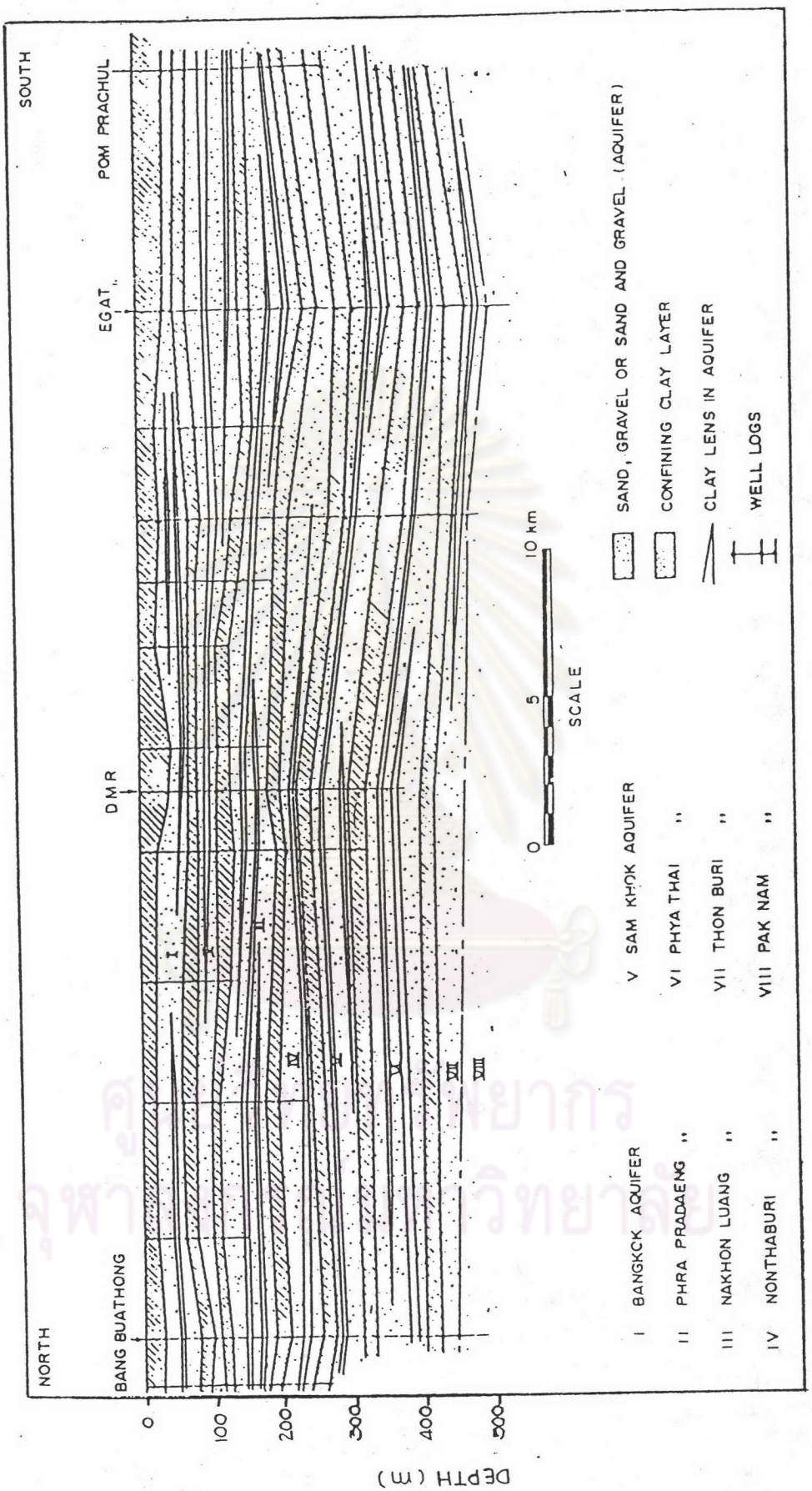
รูปที่ 3.4 รูปตัดที่ราบลุ่มเจ้าพระยา (COX, 1968)



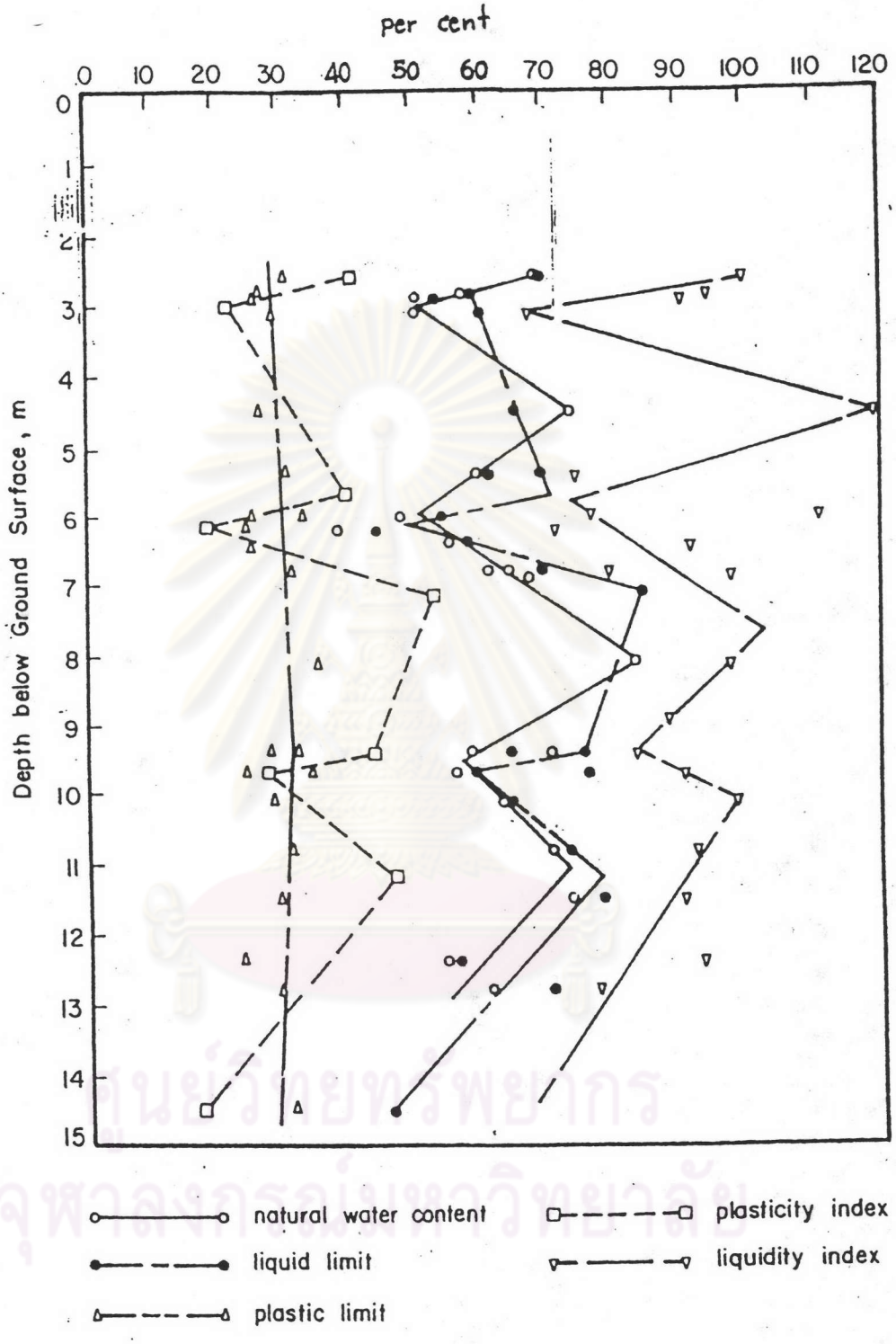
รูปที่ 3.5 ตำแหน่งบ่อสำรวจเพื่อทำรูปตัดชั้นดินของกรุงเทพมหานคร



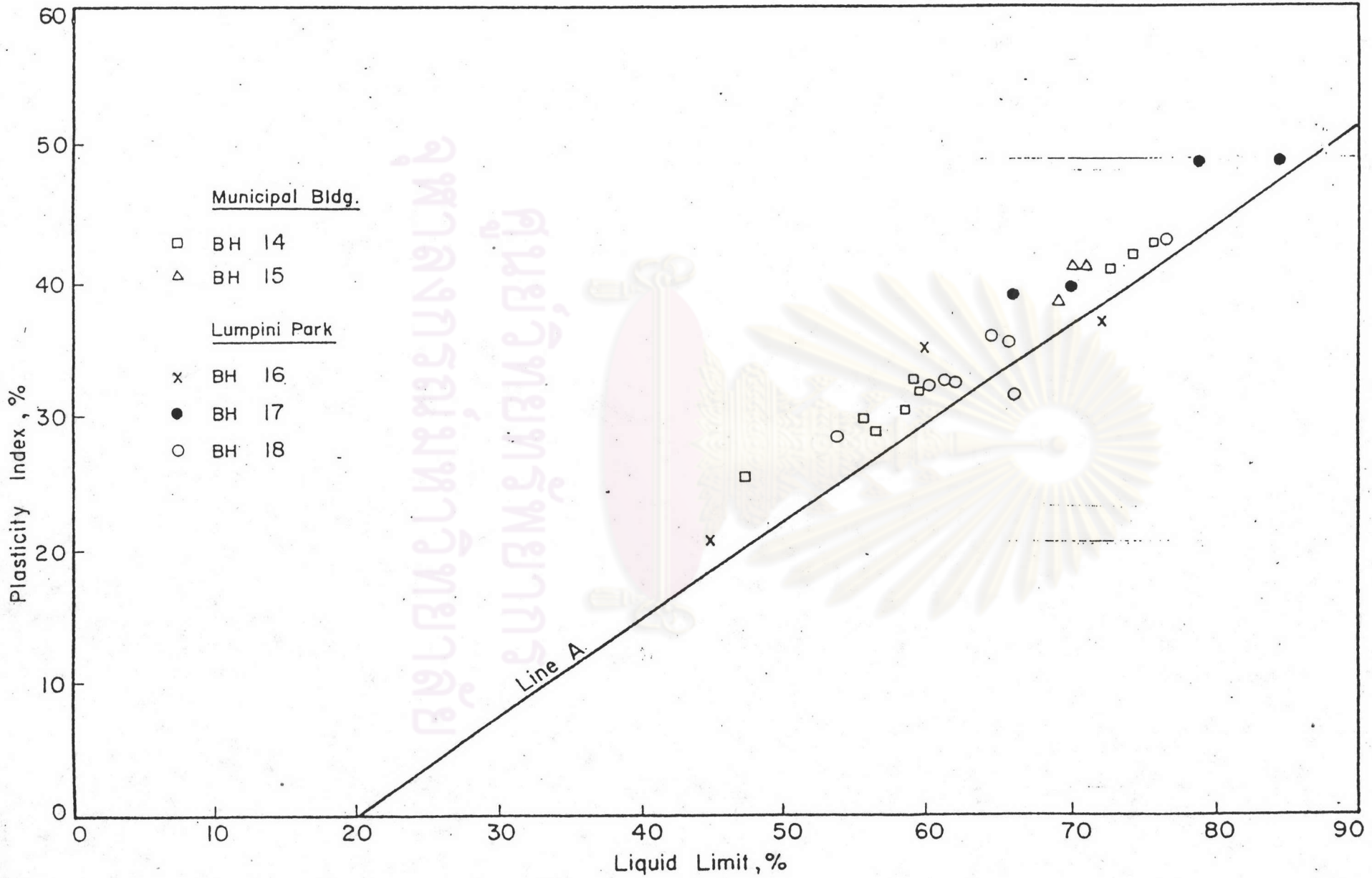
รูปที่ 3.6 รูปตัดแสดงชนิดของการวางเหมหมาตร เหตะวันออก-ตะวันตก



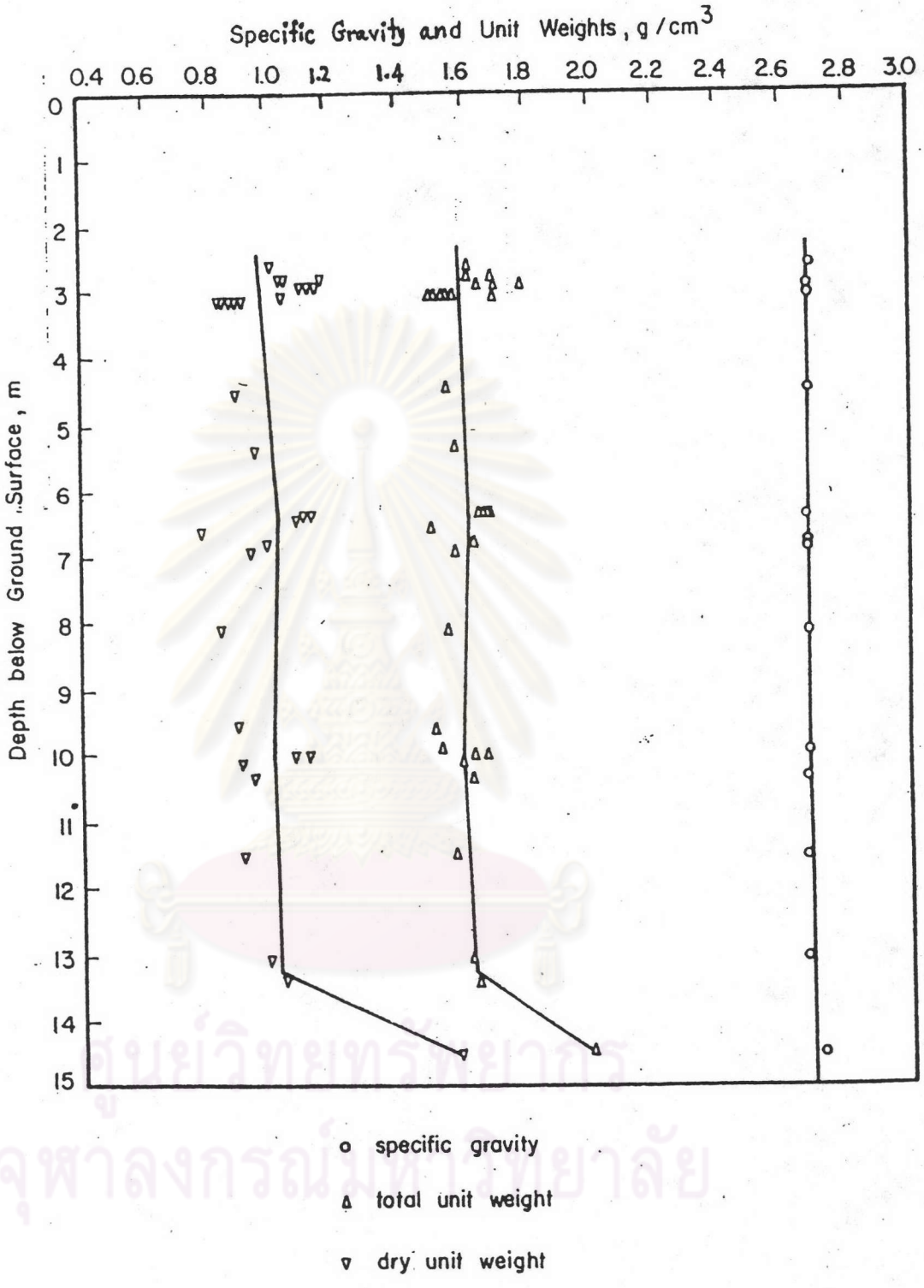
รูปที่ 3.7 รูปตัดแสดงชั้นดินของกรุงเทพมหานคร แนวเหนือ-ใต้



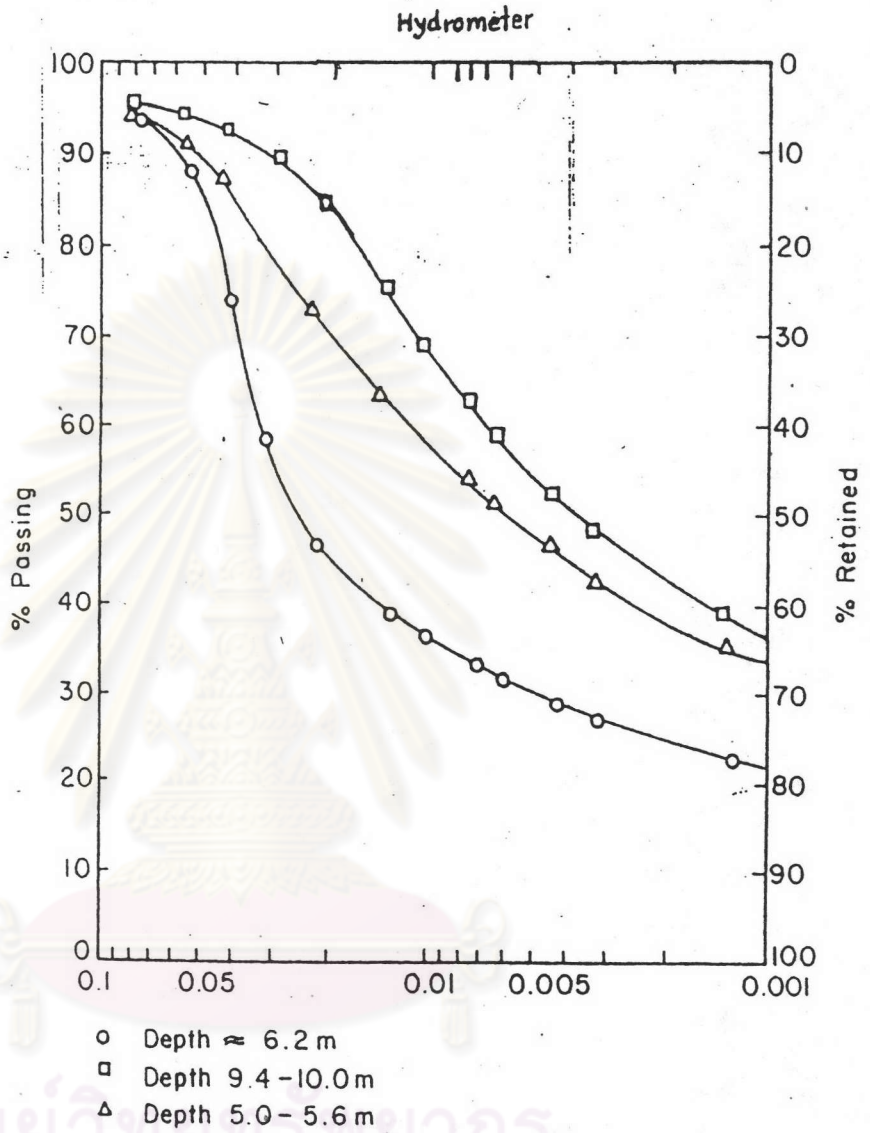
รูปที่ 3.8 การเปลี่ยนแปลง Water content และ Atterberg limit ตามความลึก



รูปที่ 3.9 ค่า Atterberg Limits ของดินเหนียวอ่อนในกรุงเทพมหานคร (MOH, 1969)

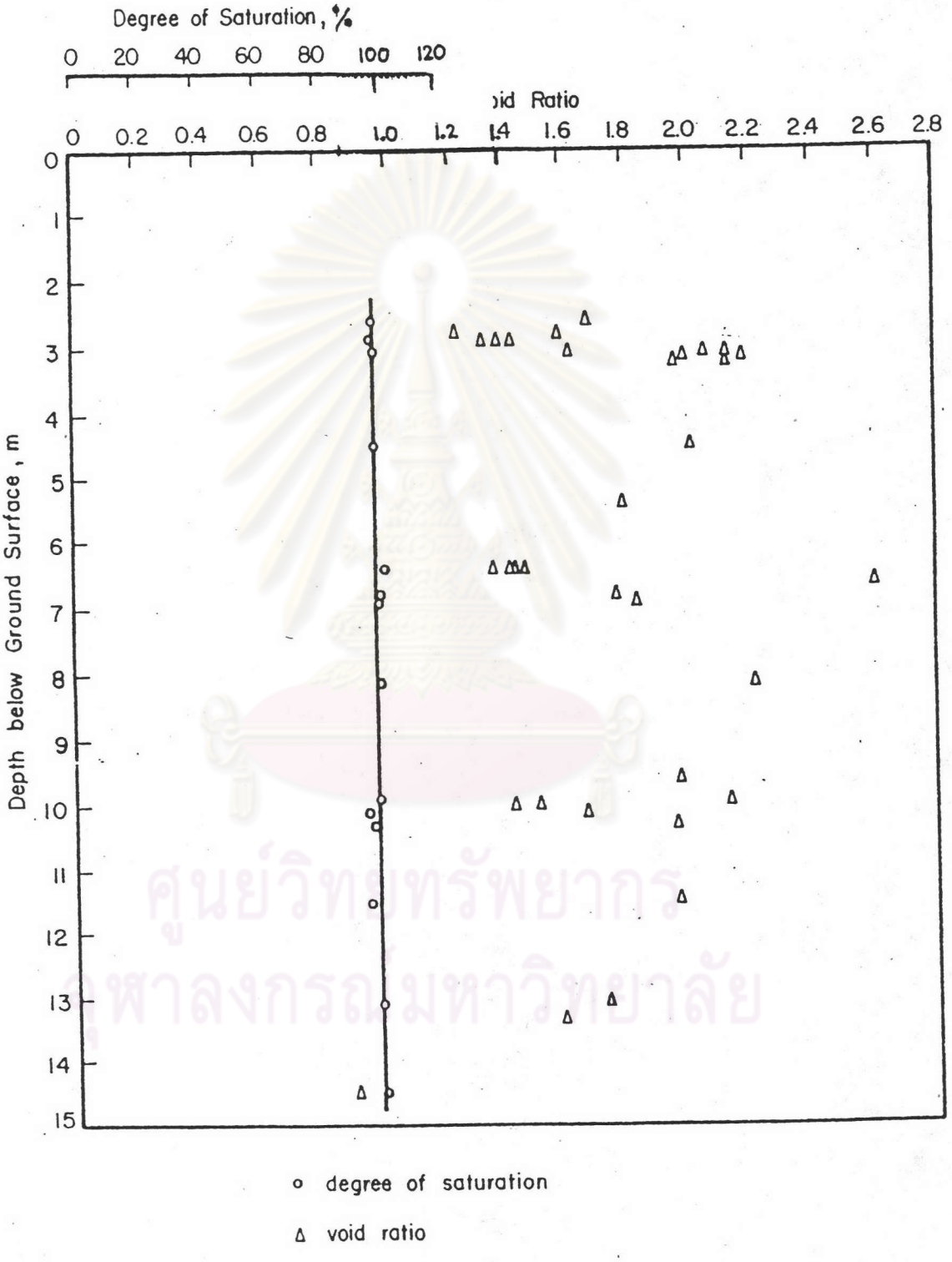


รูปที่ 3.10 การเปลี่ยนแปลง Specific Gravity และ Unit Weight ตามความลึก

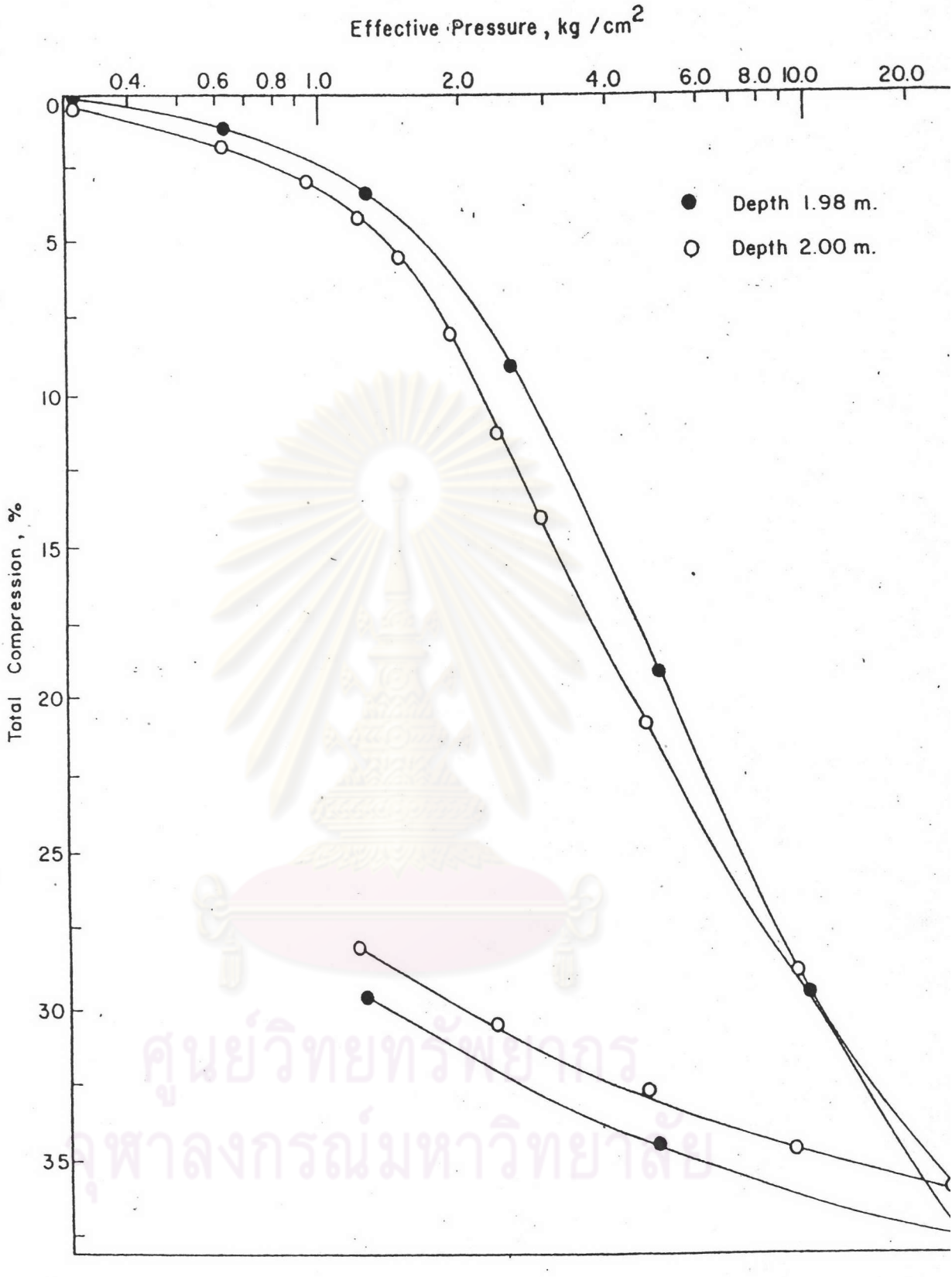


รูปที่ 3.11 การกระจายขนาดเม็ดดินของดินเหนียวกรุงเทพ (MOH, 1969)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

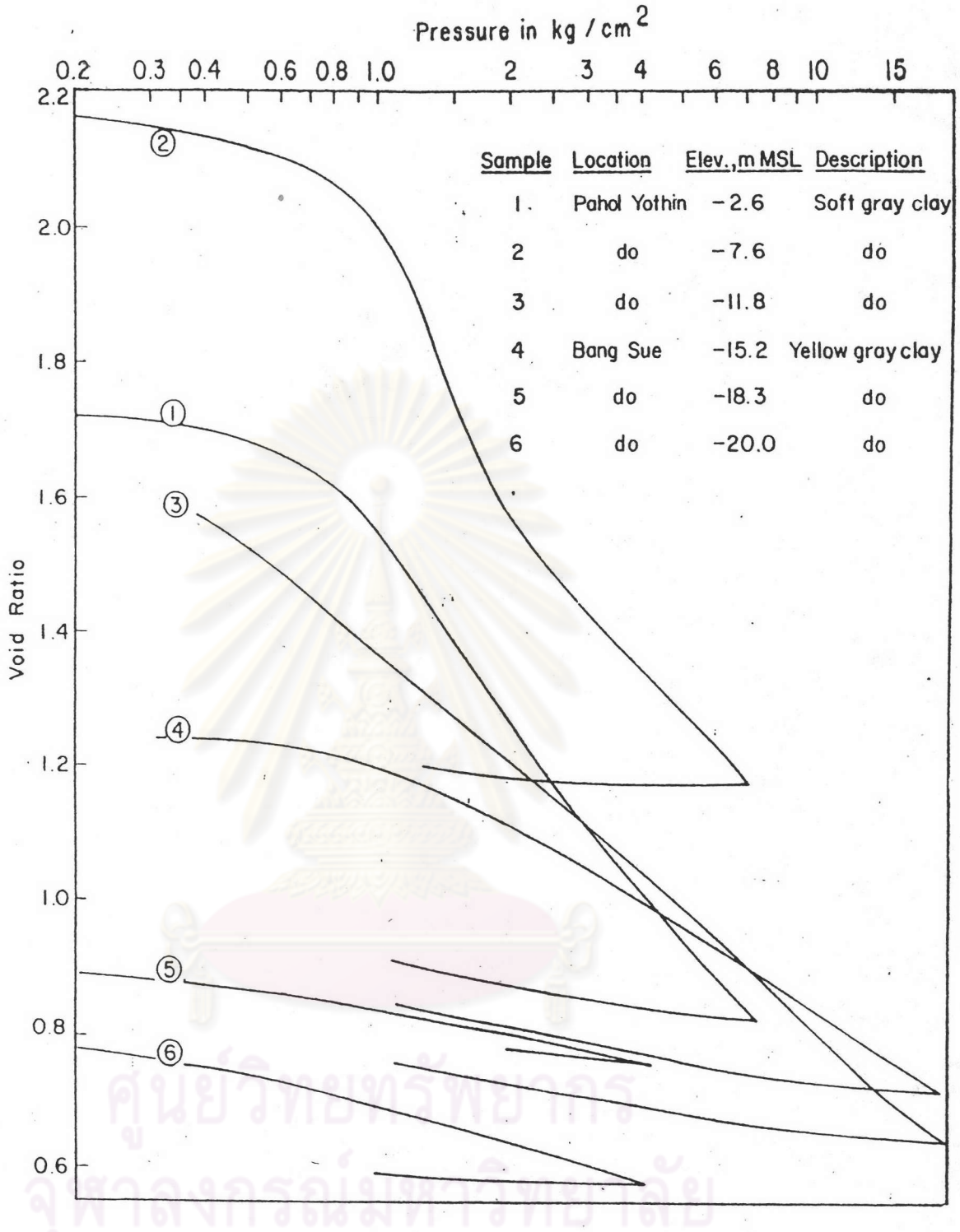


รูปที่ 3.12 การเปลี่ยนแปลง Degree of Saturation และ Void Ratio ตามความลึก

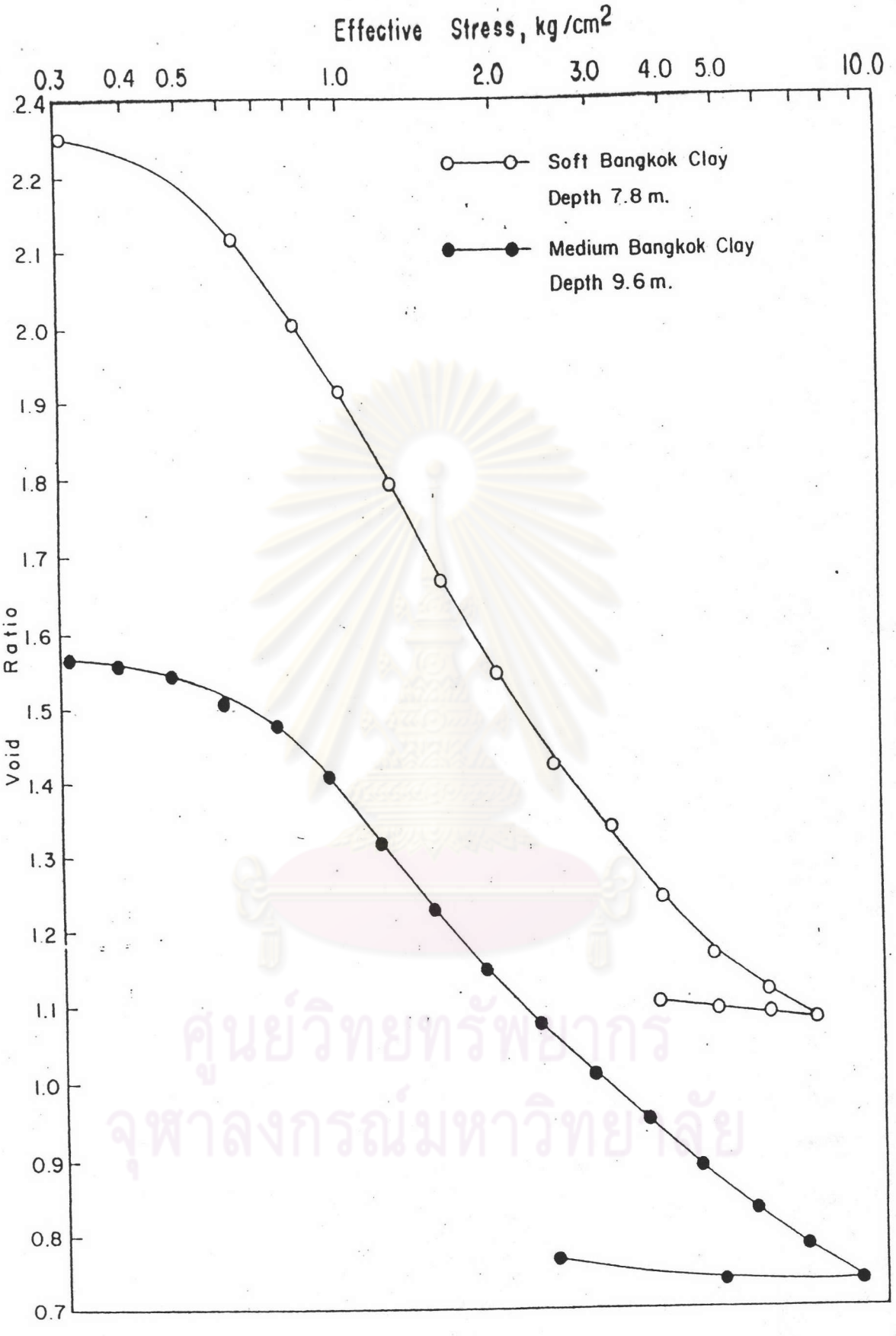


รูปที่ 3.13 Load - Compression Curves สำหรับดินเหนียวกรุงเทพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

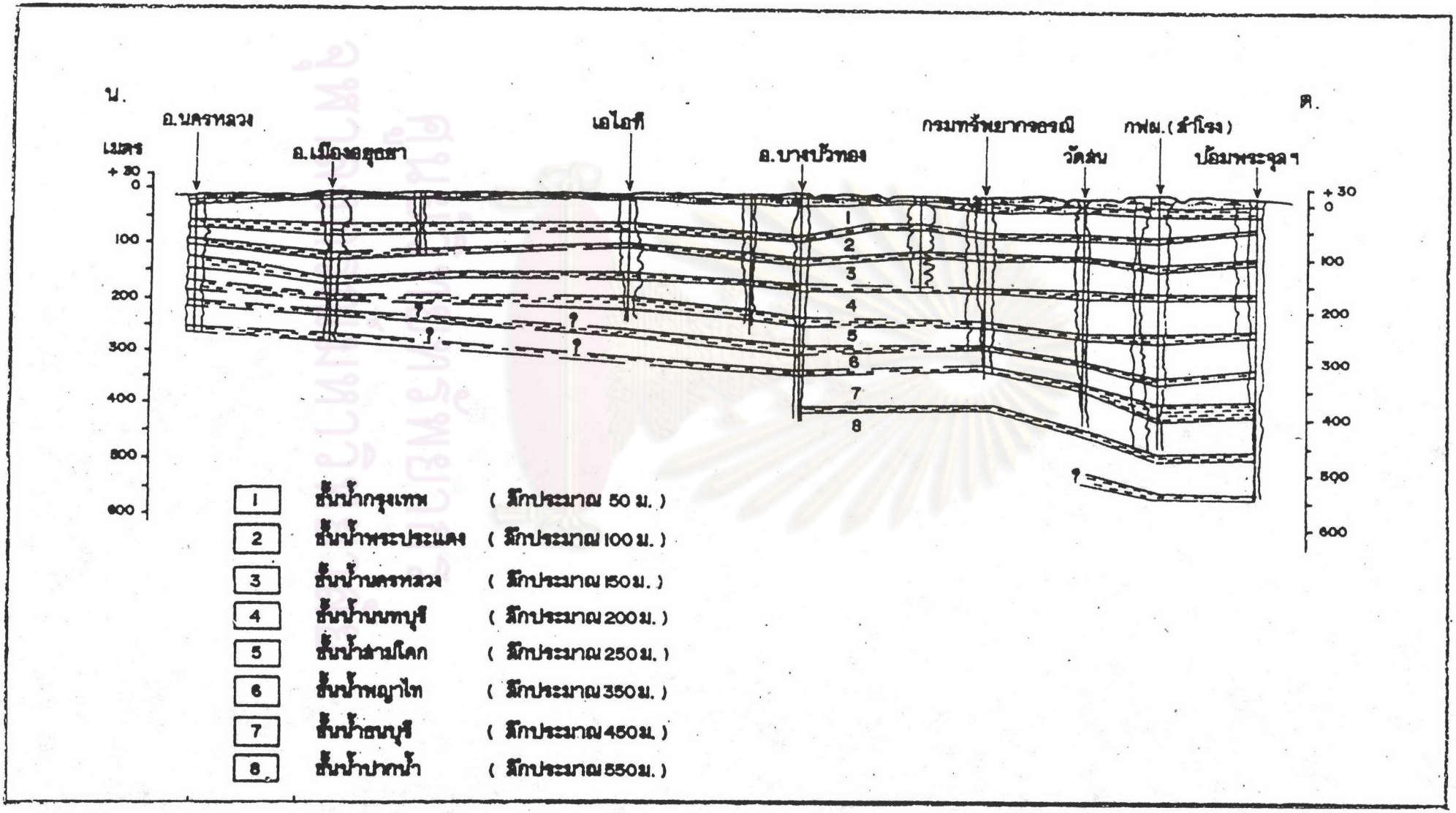


รูปที่ 3.14 Void Ratio-Effective Stress ของดินเหนียวกรุงเทพ ที่ระดับความลึกต่าง

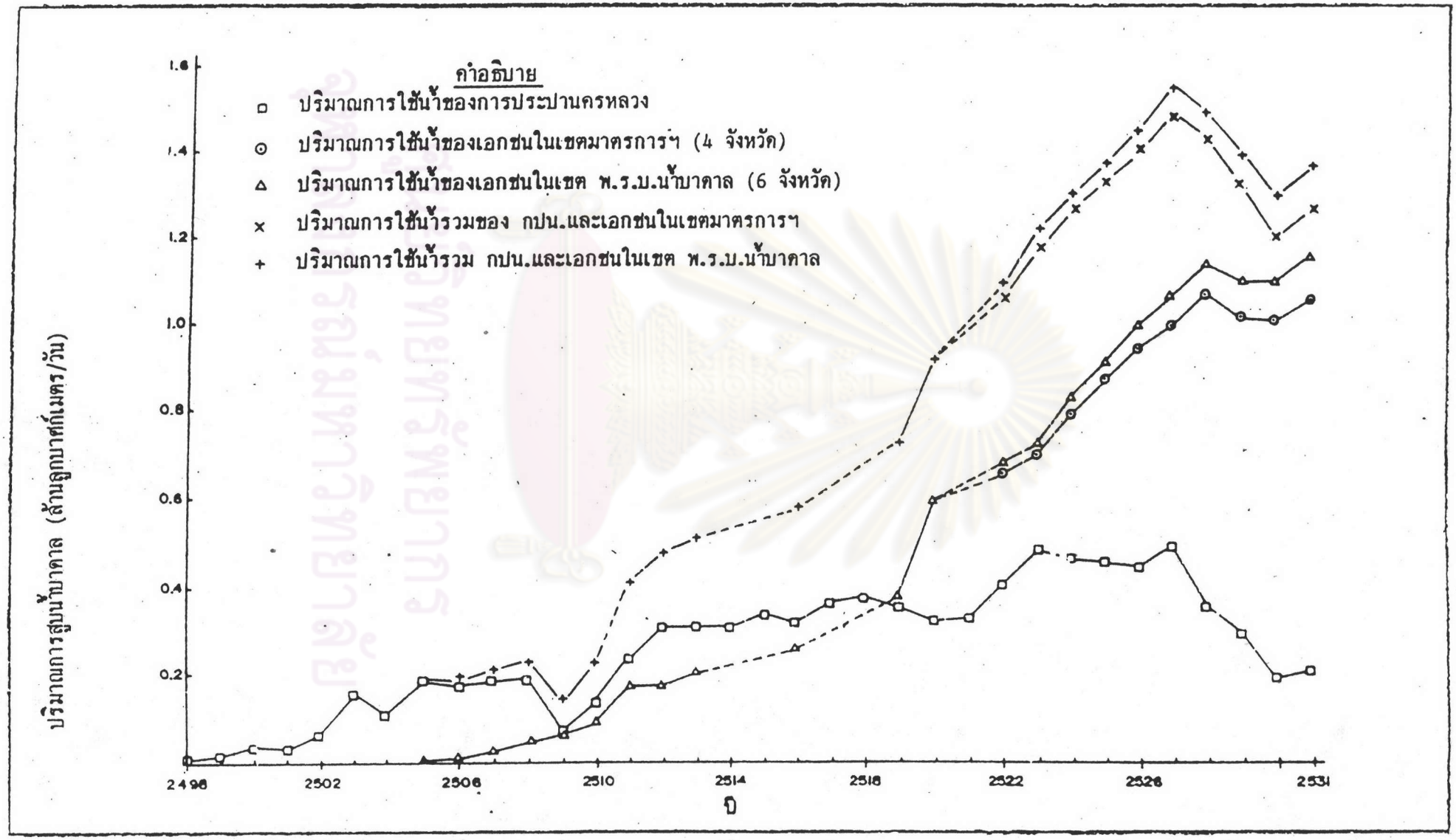


รูปที่ 3.15 Void Ratio - Effective Stress Curves ของดินเหนียวกรุงเทพ.
(TEVES, 1967)

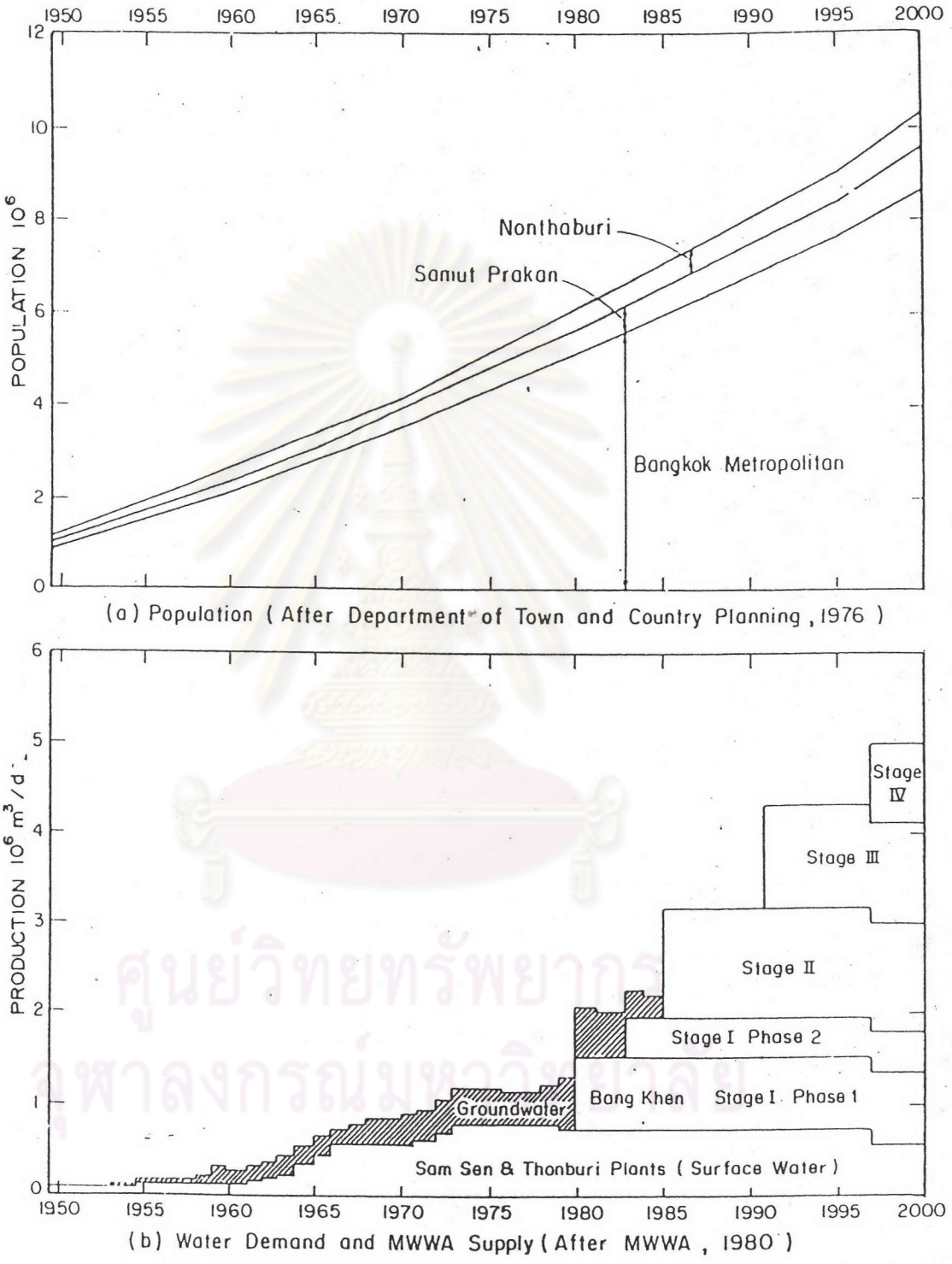
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



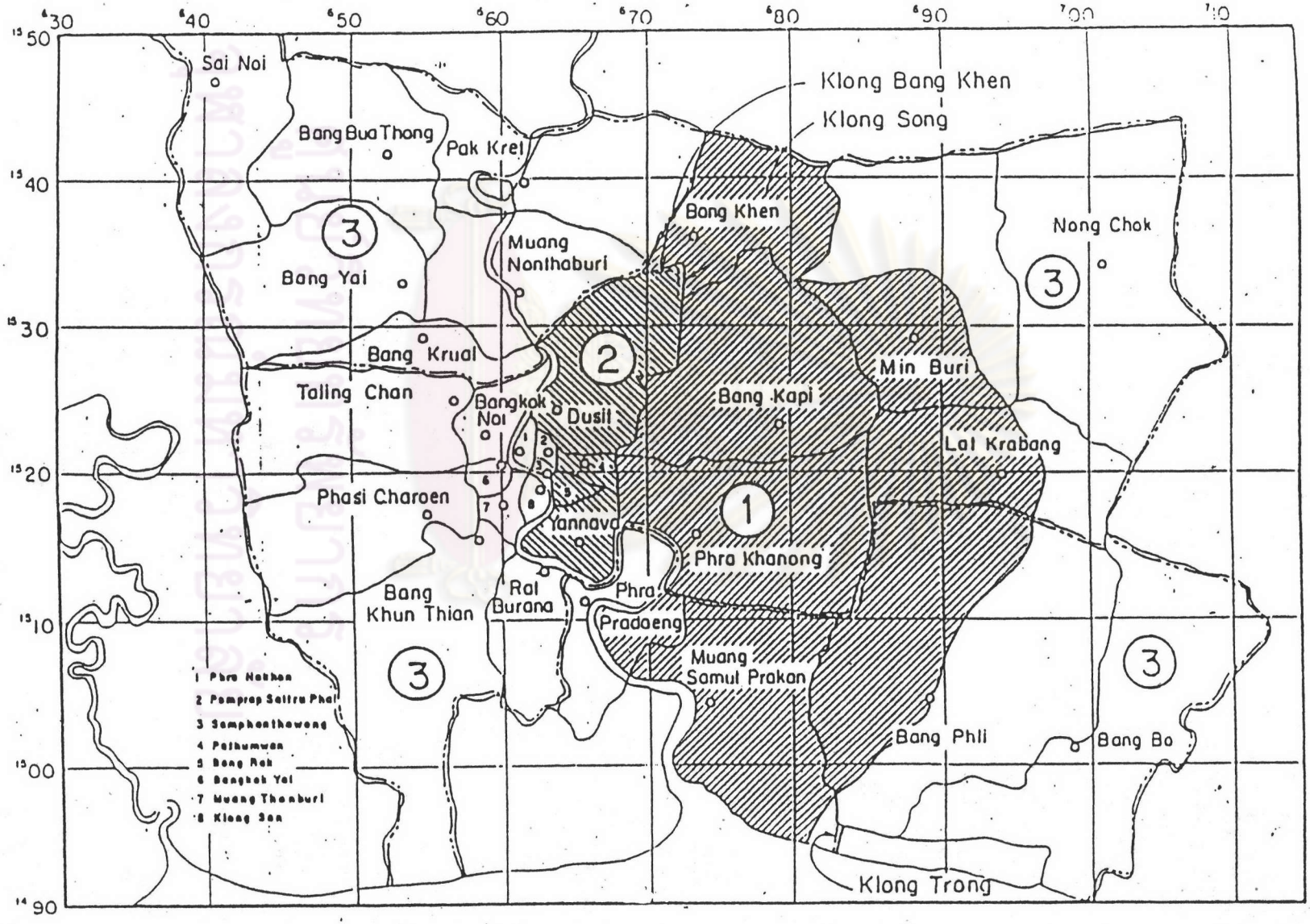
รูปที่ 3.16 แผนที่รูปตัดแนวเหนือ-ใต้ แสดงชั้นน้ำบาดาลในบริเวณลุ่มเจ้าพระยาตอนใต้



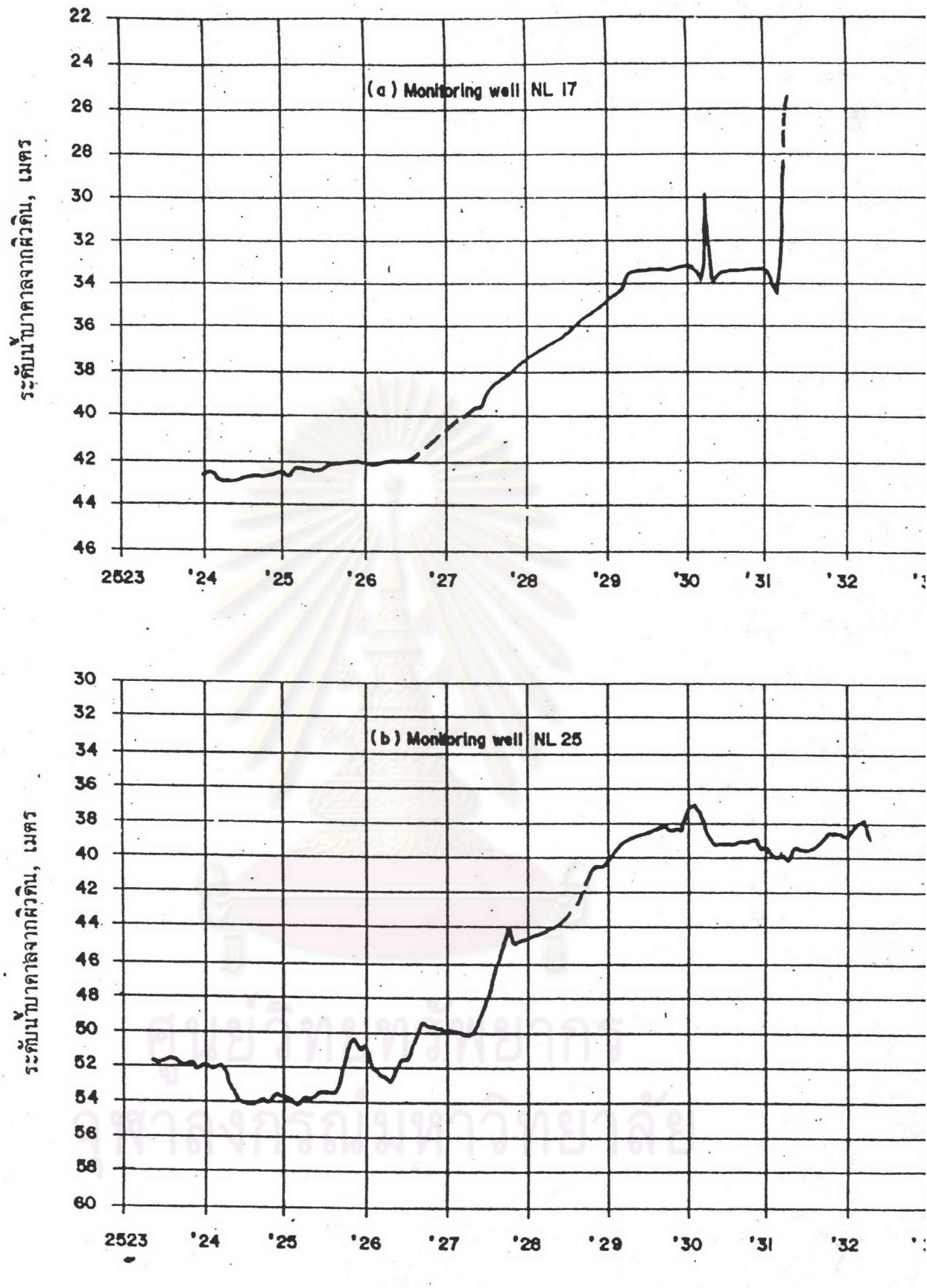
รูปที่ 3.17 ปริมาณการใช้น้ำบาดาลในบริเวณกรุงเทพมหานคร



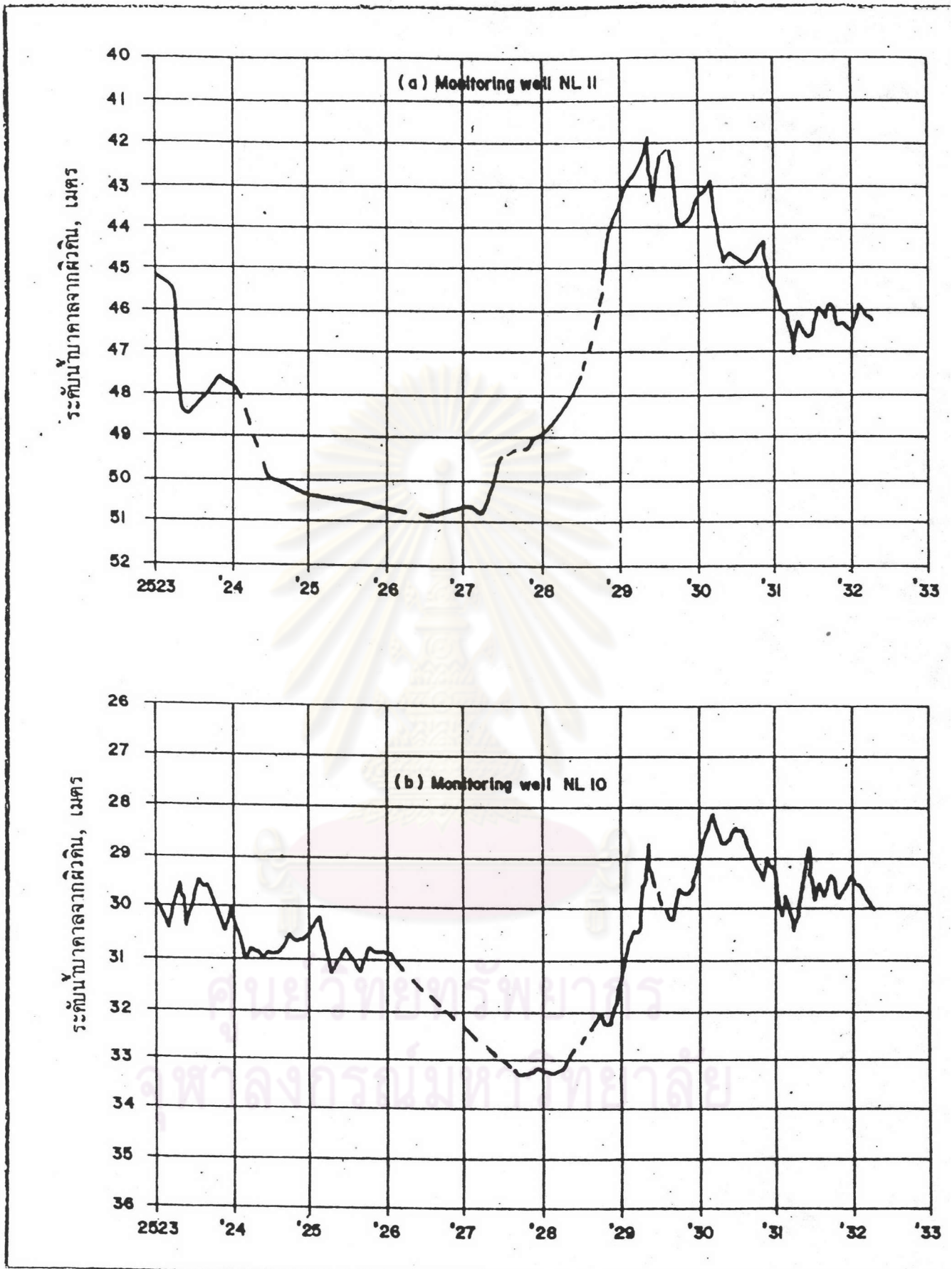
รูปที่ 3.18 ข้อมูลที่ผ่านมาและการคาดประมาณของประชากรและการใช้น้ำของการประปานครหลวง
ในกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ



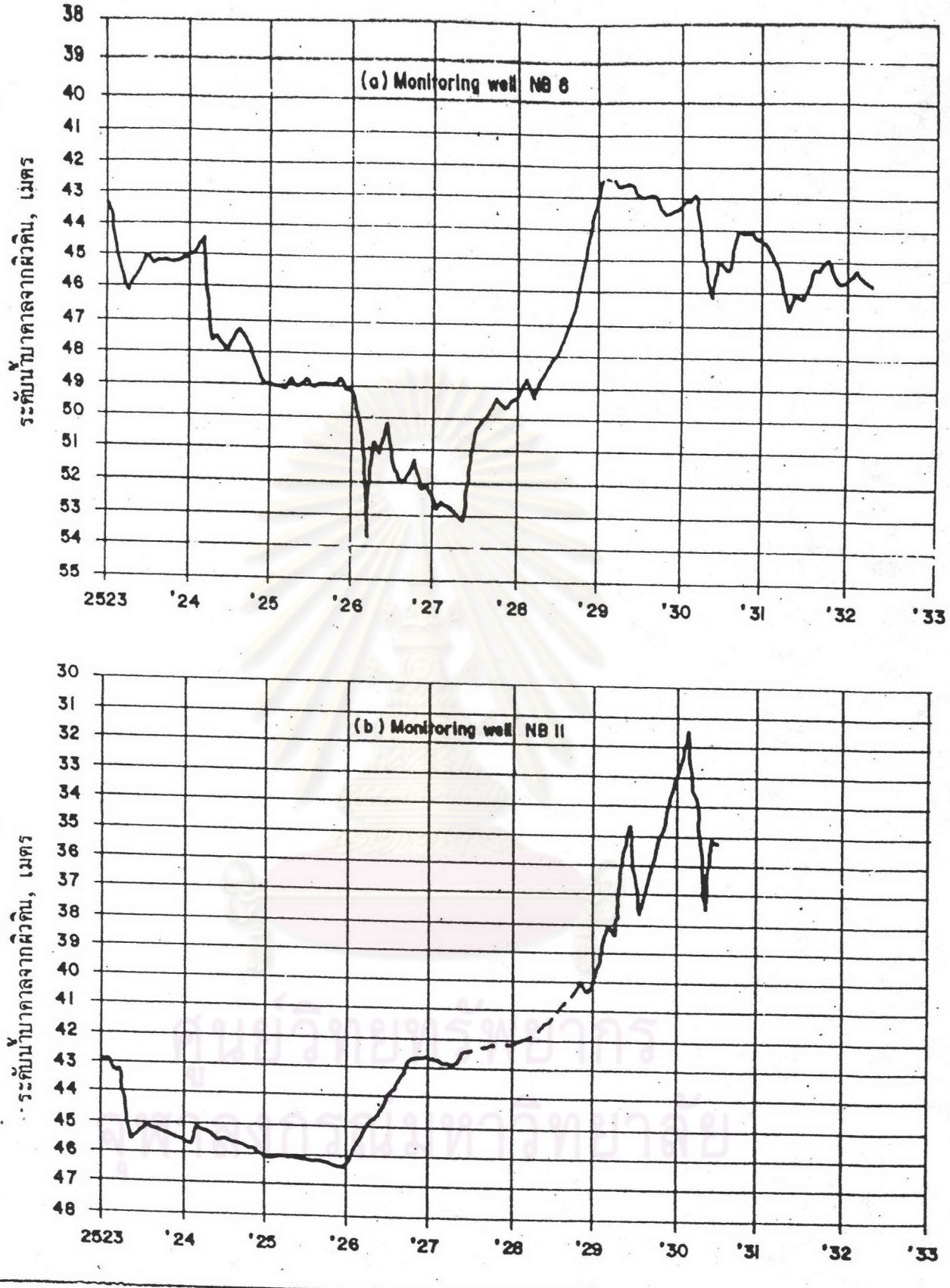
รูปที่ 3.19 แสดงเขตวิกฤตการทรุดตัวของกรุงเทพมหานคร



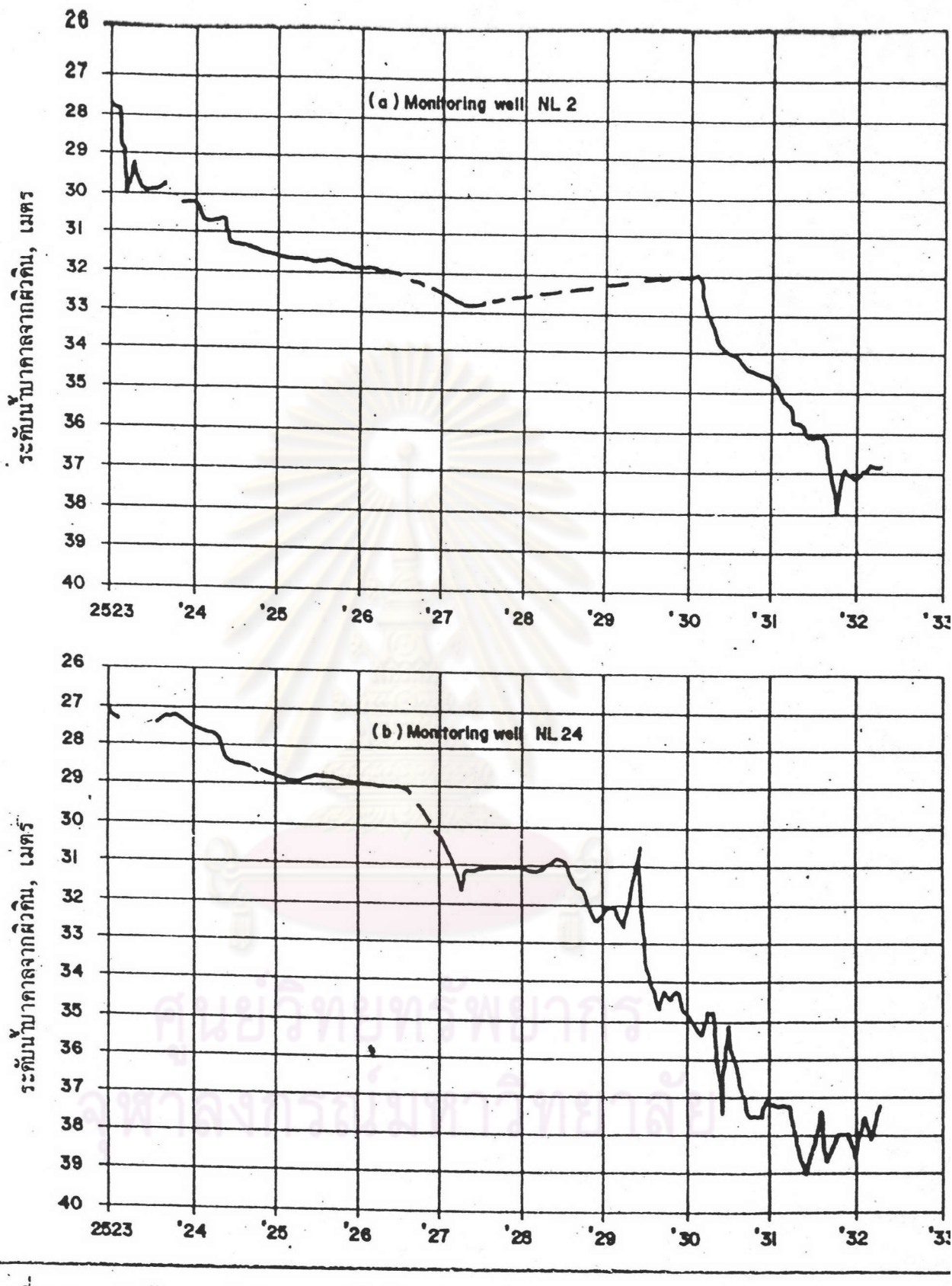
รูปที่ 3.20 ระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ชั้นน้ำนครหลวง บ่อ NL 17(a) ห้องฟ้าจำลอง พระโขนง และบ่อ NL 25 (b) วัดกุนนที ห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร



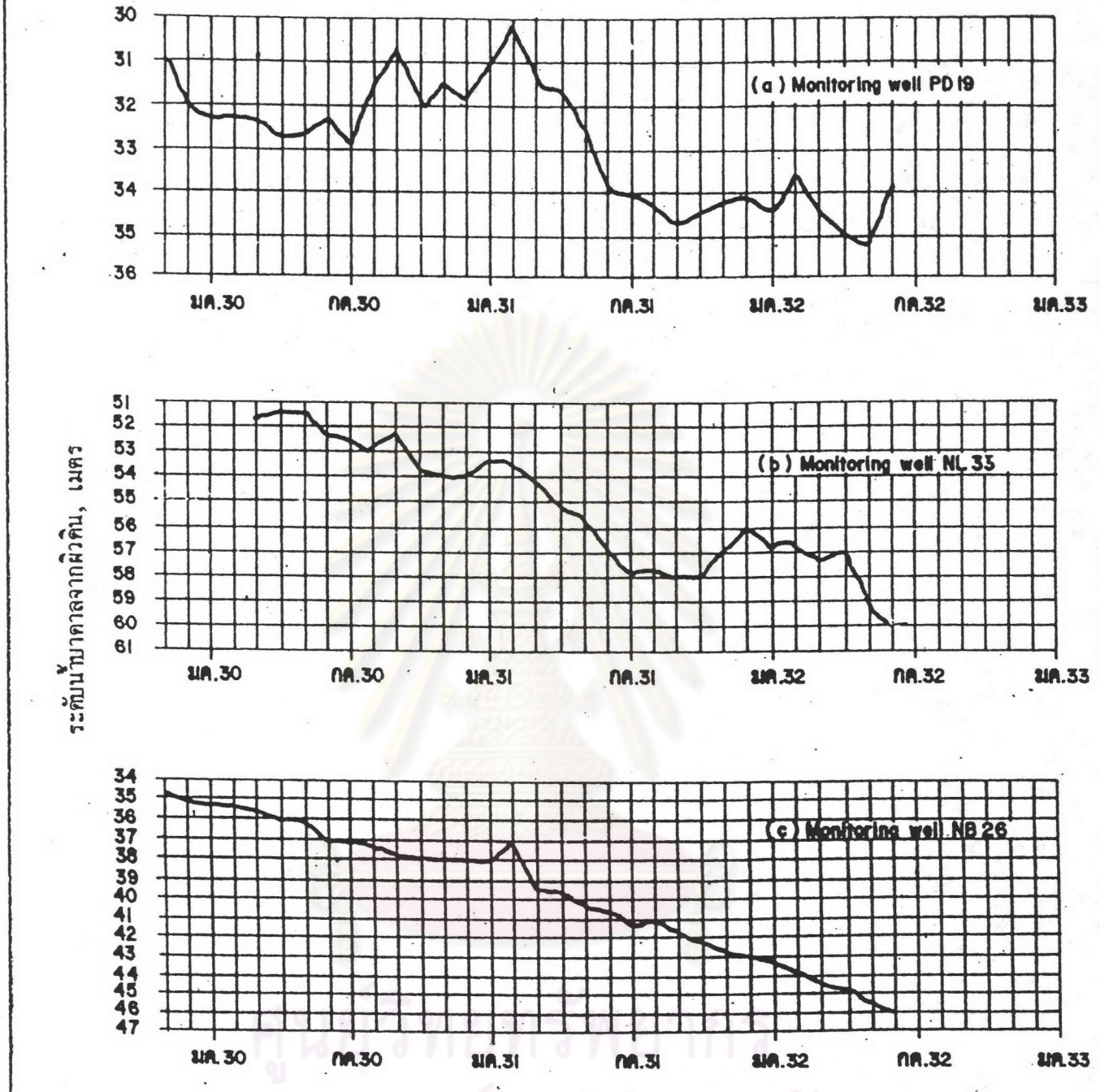
รูปที่ 3.21 ระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ชั้นน้ำนครหลวง บ่อ NL 11 (a) บริเวณสนามกอล์ฟ หัวหมาก เขตบางกะปิ และบ่อ NL 10 (b) บริเวณสาลากลางสมุทรปราการ



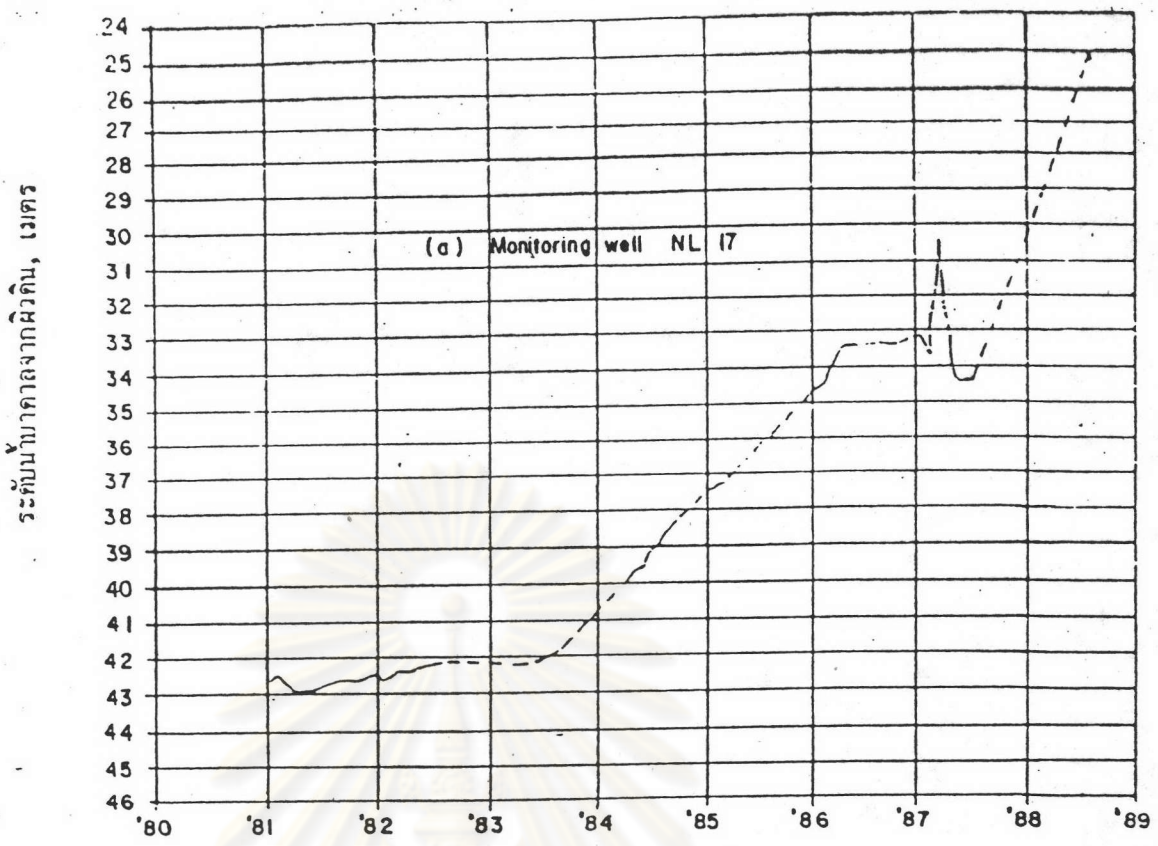
รูปที่ 3.22 ระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ชั้นน้ำนนทบุรี บ่อ NB 8 (a) บริเวณสนามกอล์ฟ หัวหมาก และบ่อ NB 11 (b) บริเวณวัดบางบัว บางเขน

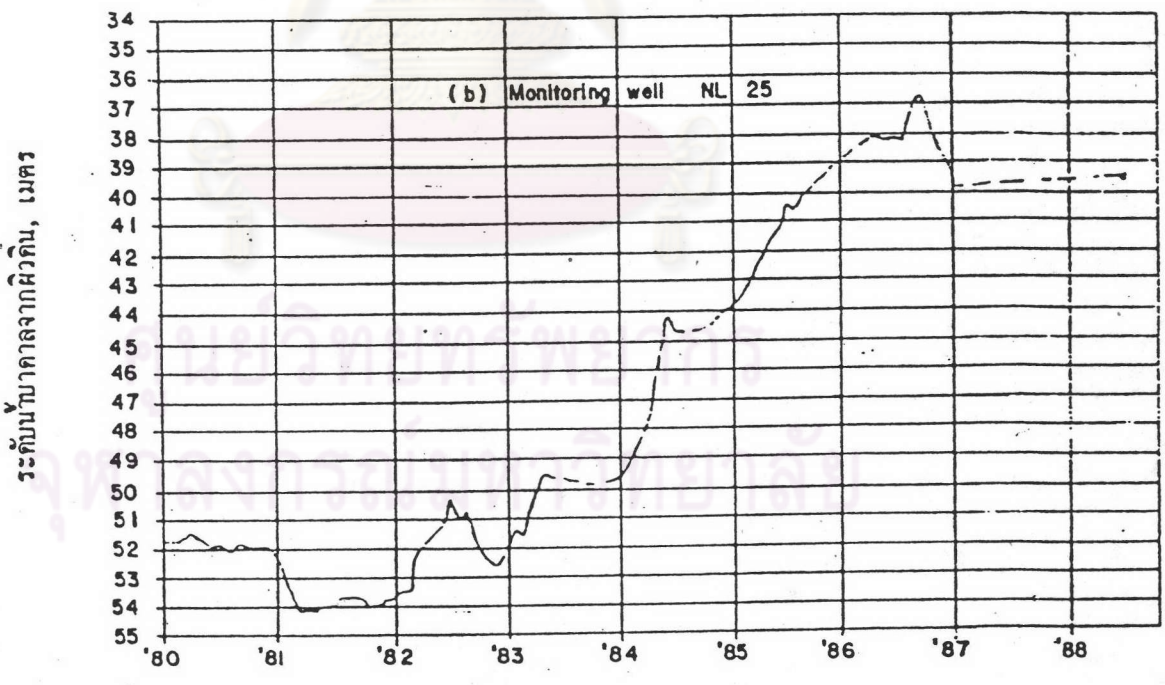


รูปที่ 3.23 ระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ชั้นน้ำนครหลวง บ่อ NL 2 (a) รร.พูลเจริญ อ.บางพลี สมุทรปรา
และ NL 24 (b) วัดบางปิ้ง สมุทรสาคร



รูปที่ 3.24 ระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ชั้นน้ำพระประแดง บ่อ PD 19 (a) ชั้นน้ำนครหลวง บ่อ NL 33 (b) และชั้นน้ำนนทบุรี บ่อ NB 26 (c) บริเวณศาลากลางสมุทรสาคร

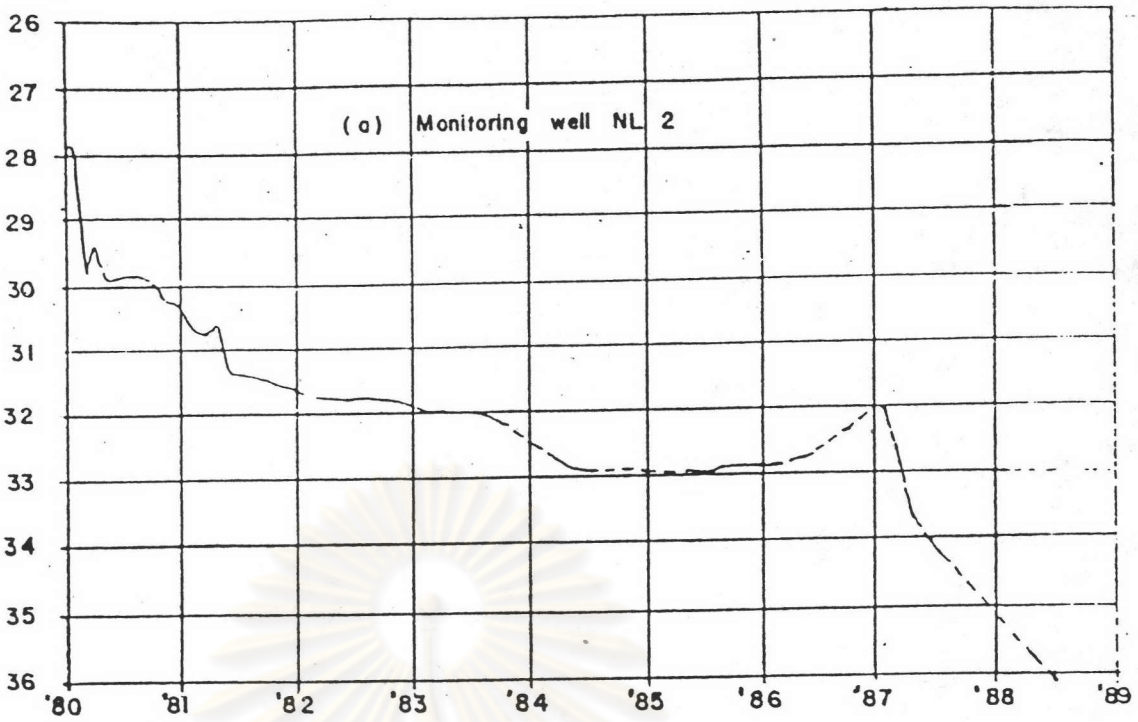


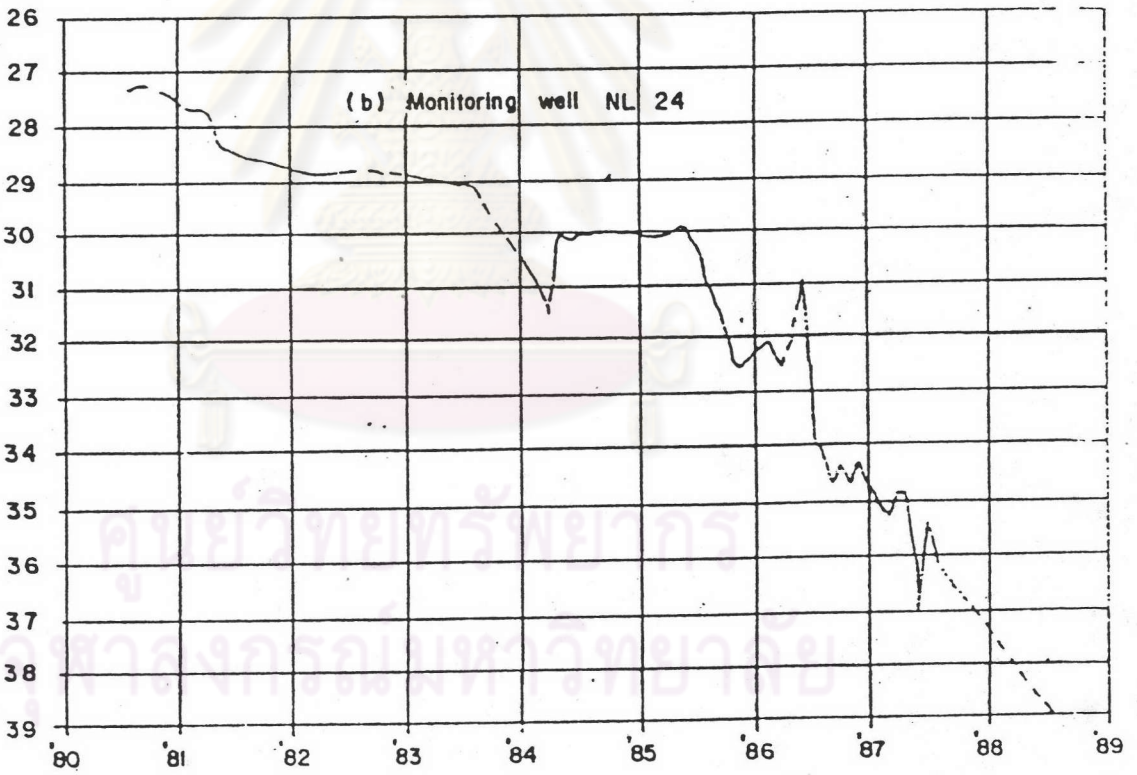


รูปที่ 3.25กราฟระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ชั้นน้ำบาดาลนครหลวง

NL 17 (a) ท้องฟ้าจำลอง พระโขนง และ

NL 25 (b) วัดกุนนที ห้วยขวาง

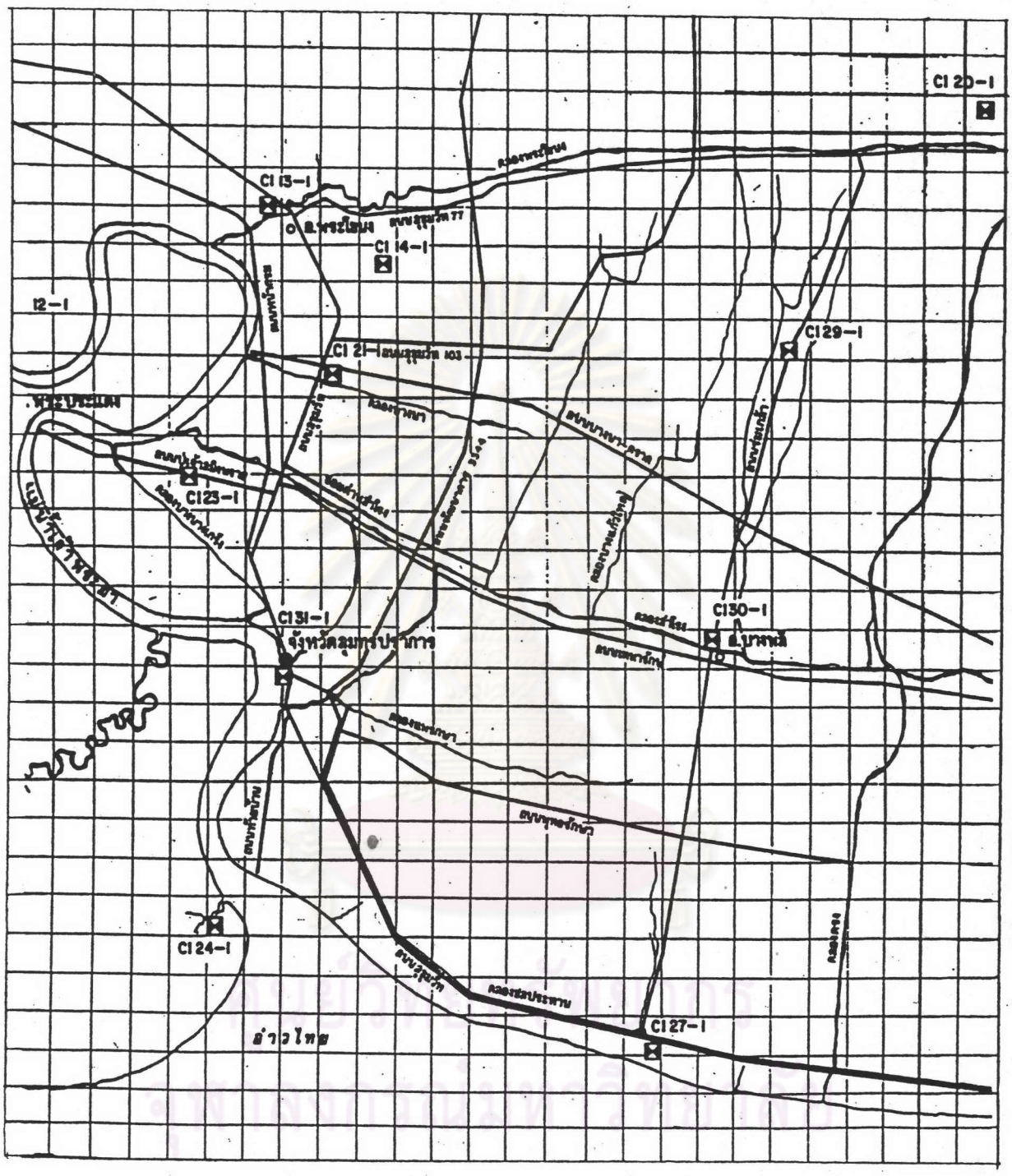


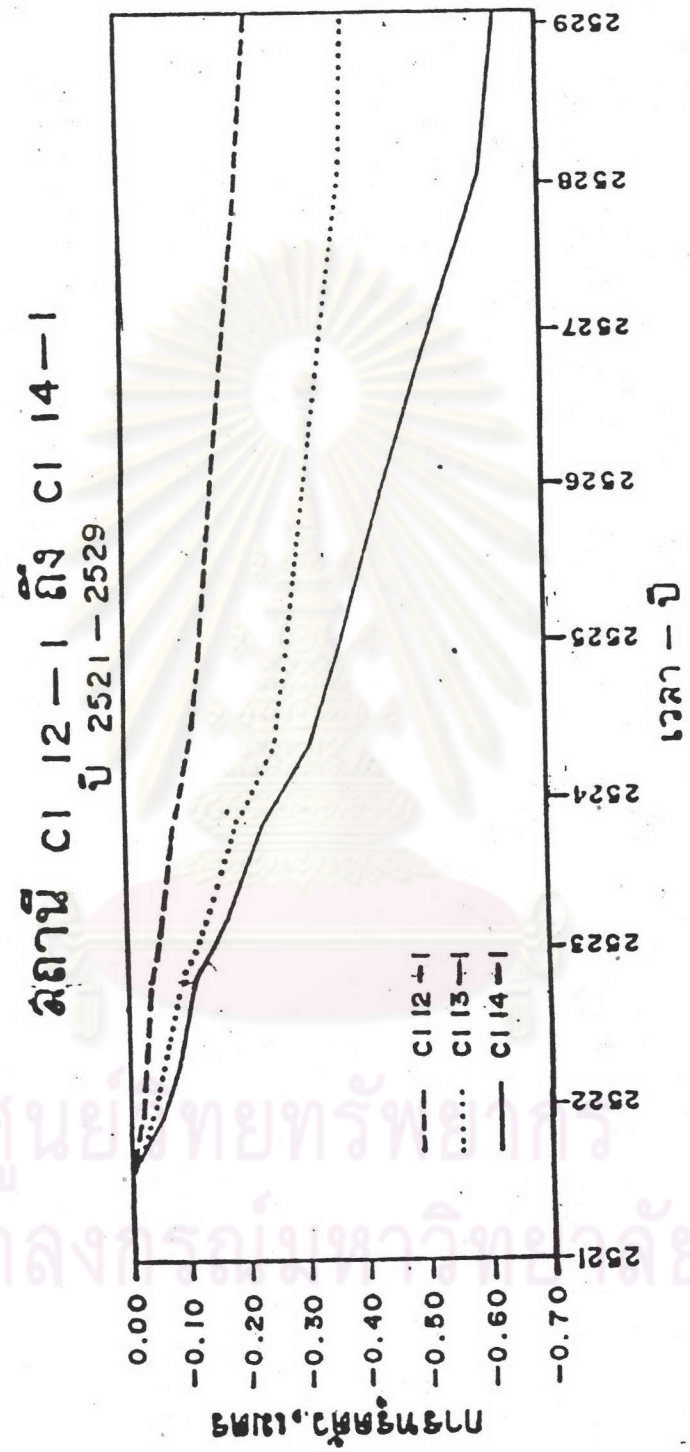


รูปที่ 3.26 กราฟระดับน้ำบาดาลบ่อสังเกตการณ์ชั้นน้ำนครหลวง

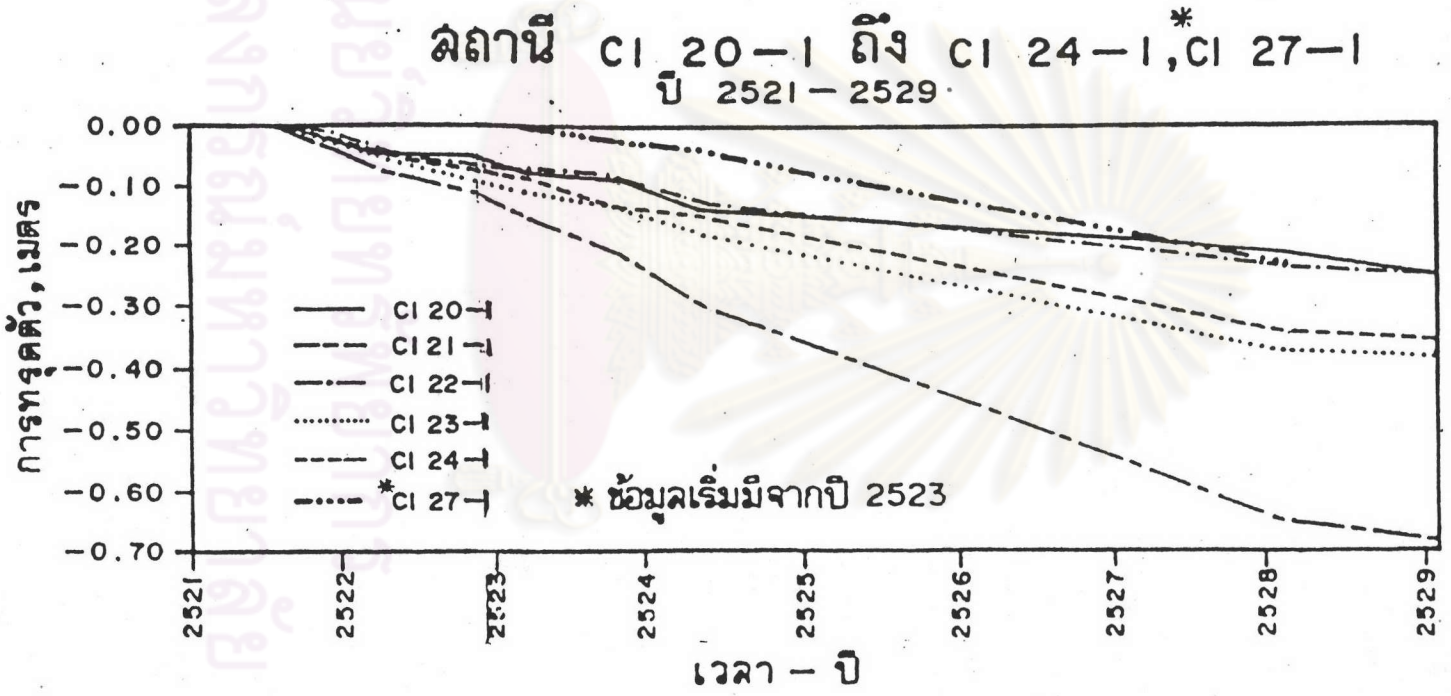
NL 2 (a) รร.พูลเจริญวิทยา อ.บางพลี สมุทรปราการ

และ NL 24 (b) วัดบางปิ้ง สมุทรสาคร

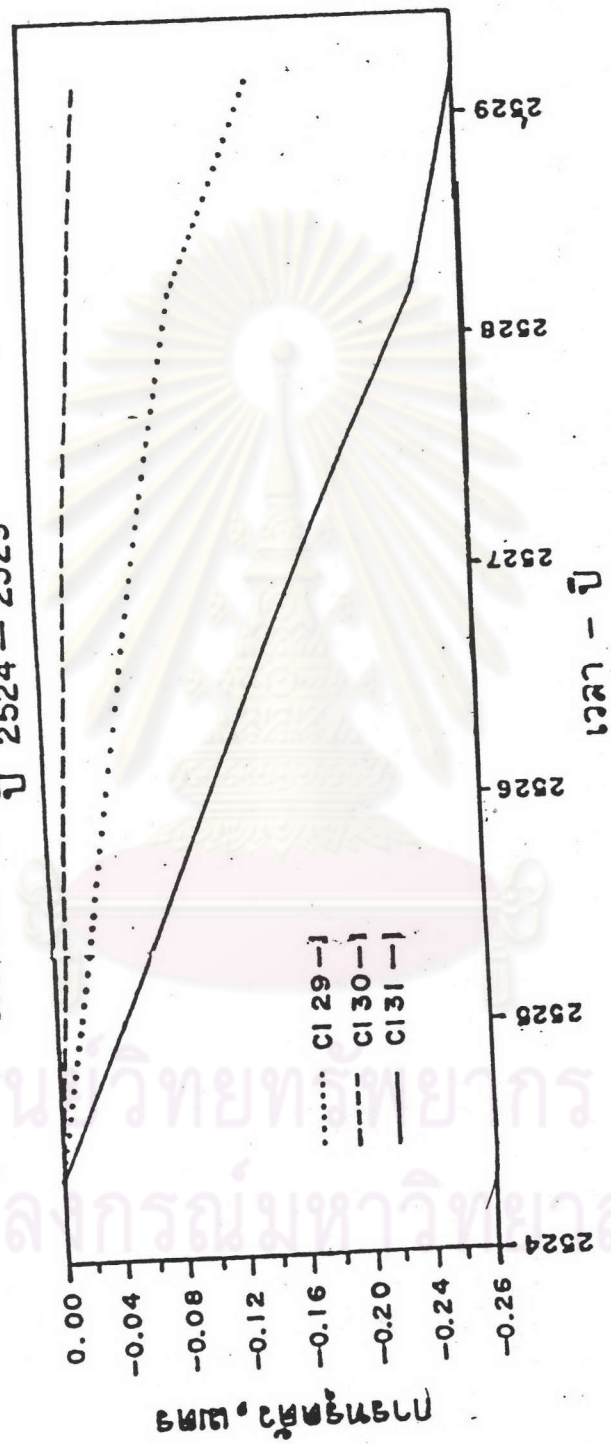

CI 20-1
CI 13-1
CI 14-1
CI 21-1
CI 29-1
CI 23-1
CI 31-1
จังหวัดสมุทรปราการ
CI 30-1
CI 24-1
CI 27-1
ถนนสุขุมวิท
ถนนบางนา-ตราด
ถนนบางปะกง
ถนนบางพลีใหญ่
ถนนบางแก้ว
ถนนสายเก่า
ถนนสายใหม่
ถนนสุขุมวิท 77
ถนนสุขุมวิท 103
ถนนสายเอเชีย
ถนนบางนา-ตราด กม.6
ถนนบางนา-ตราด กม.9
ถนนบางนา-ตราด กม.13
ถนนบางนา-ตราด กม.19
ถนนบางนา-ตราด กม.21
ถนนบางนา-ตราด กม.23
ถนนบางนา-ตราด กม.25
ถนนบางนา-ตราด กม.27
ถนนบางนา-ตราด กม.29
ถนนบางนา-ตราด กม.31
ถนนบางนา-ตราด กม.33
ถนนบางนา-ตราด กม.35
ถนนบางนา-ตราด กม.37
ถนนบางนา-ตราด กม.39
ถนนบางนา-ตราด กม.41
ถนนบางนา-ตราด กม.43
ถนนบางนา-ตราด กม.45
ถนนบางนา-ตราด กม.47
ถนนบางนา-ตราด กม.49
ถนนบางนา-ตราด กม.51
ถนนบางนา-ตราด กม.53
ถนนบางนา-ตราด กม.55
ถนนบางนา-ตราด กม.57
ถนนบางนา-ตราด



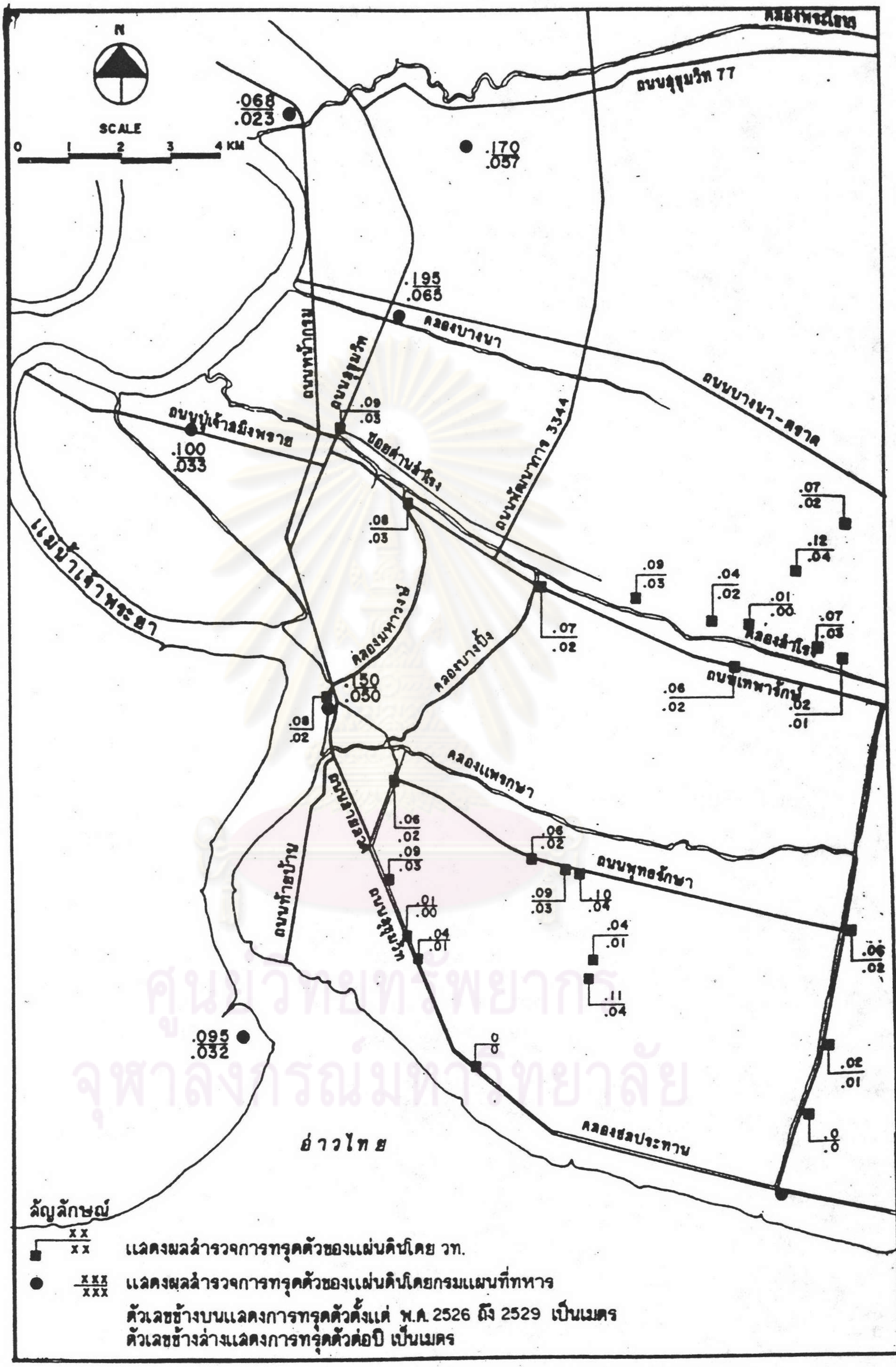
รูปที่ 3.28 ผลการสำรวจแผ่นดินทรุดตัวของกรมแผนที่ทหาร (CI 12-1 ถึง CI 14-1)



รูปที่ 3.29 ผลการสำรวจแผ่นดินทรุดตัวของกรมแผนที่ทหาร (CI 20-1 ถึง CI 24-1, CI* 27-1)

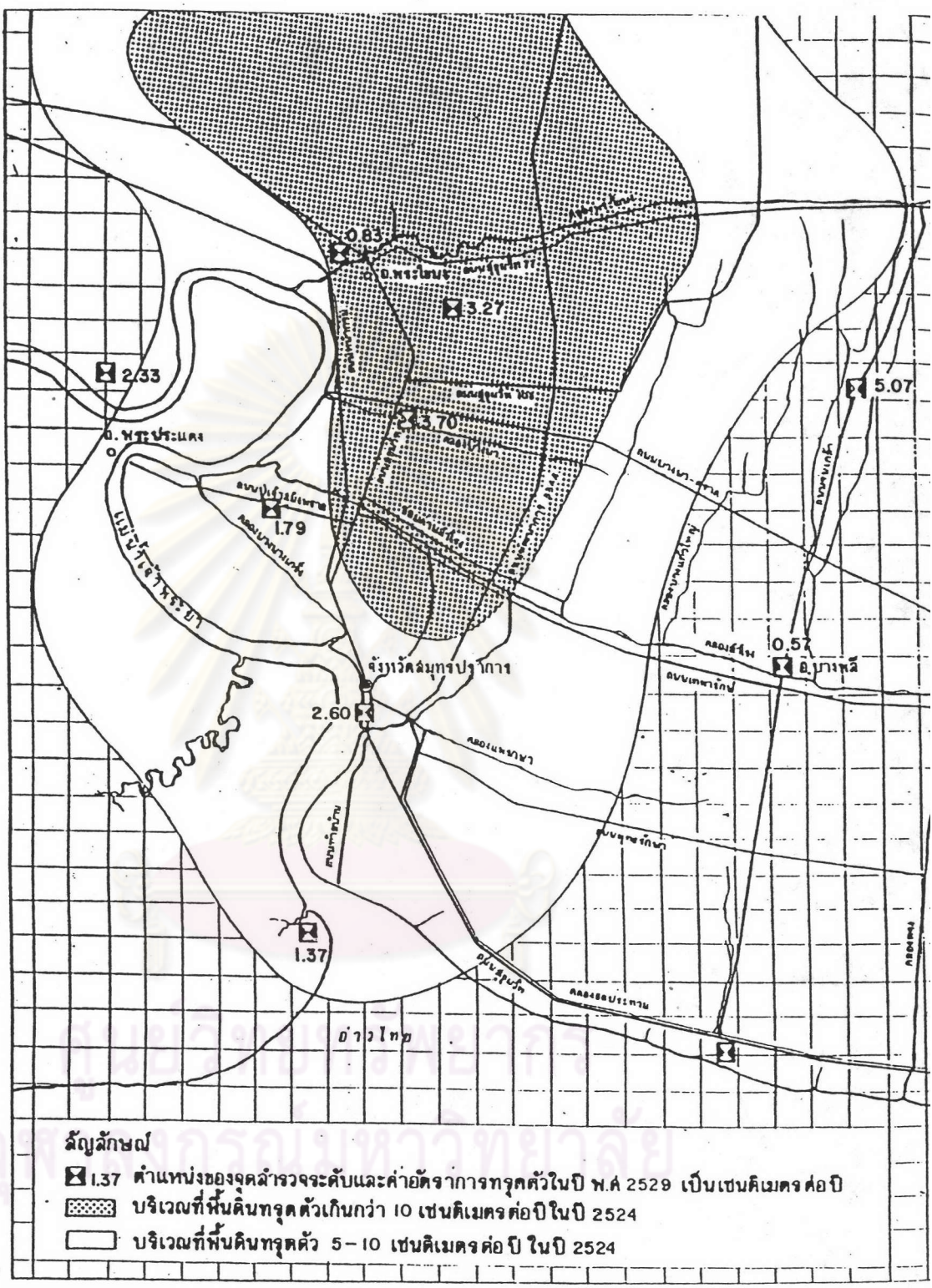


รูปที่ 3.30 ผลการสำรวจแผ่นดินทรุดของการแผนทางหลวง (CI 29-1 ถึง CI 31-1)

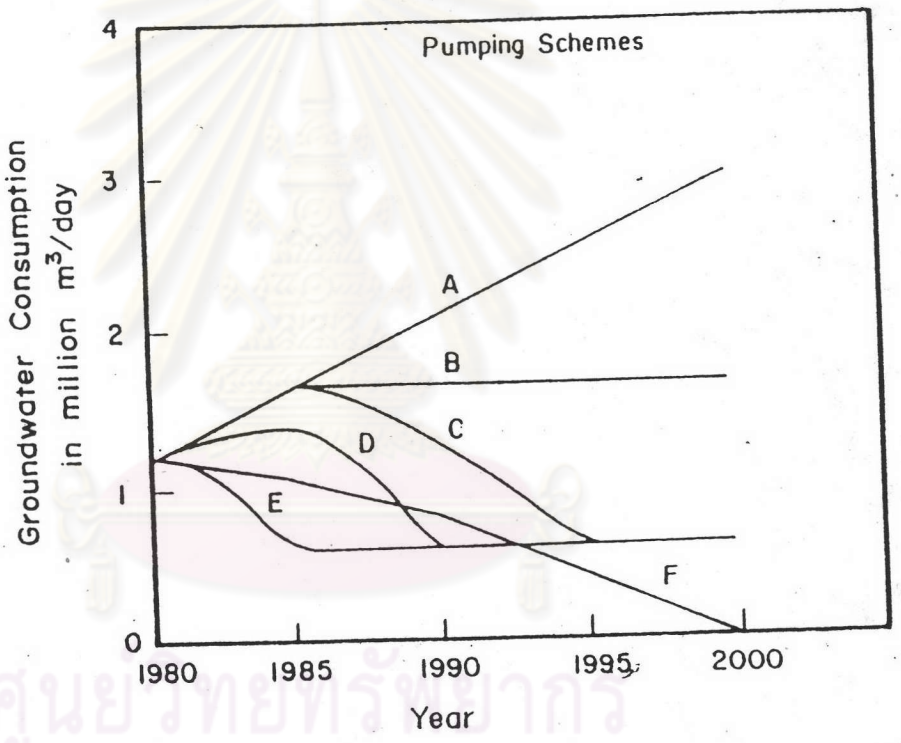


รูปที่ 3.31 การสำรวจการทรุดตัวของพื้นดินโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

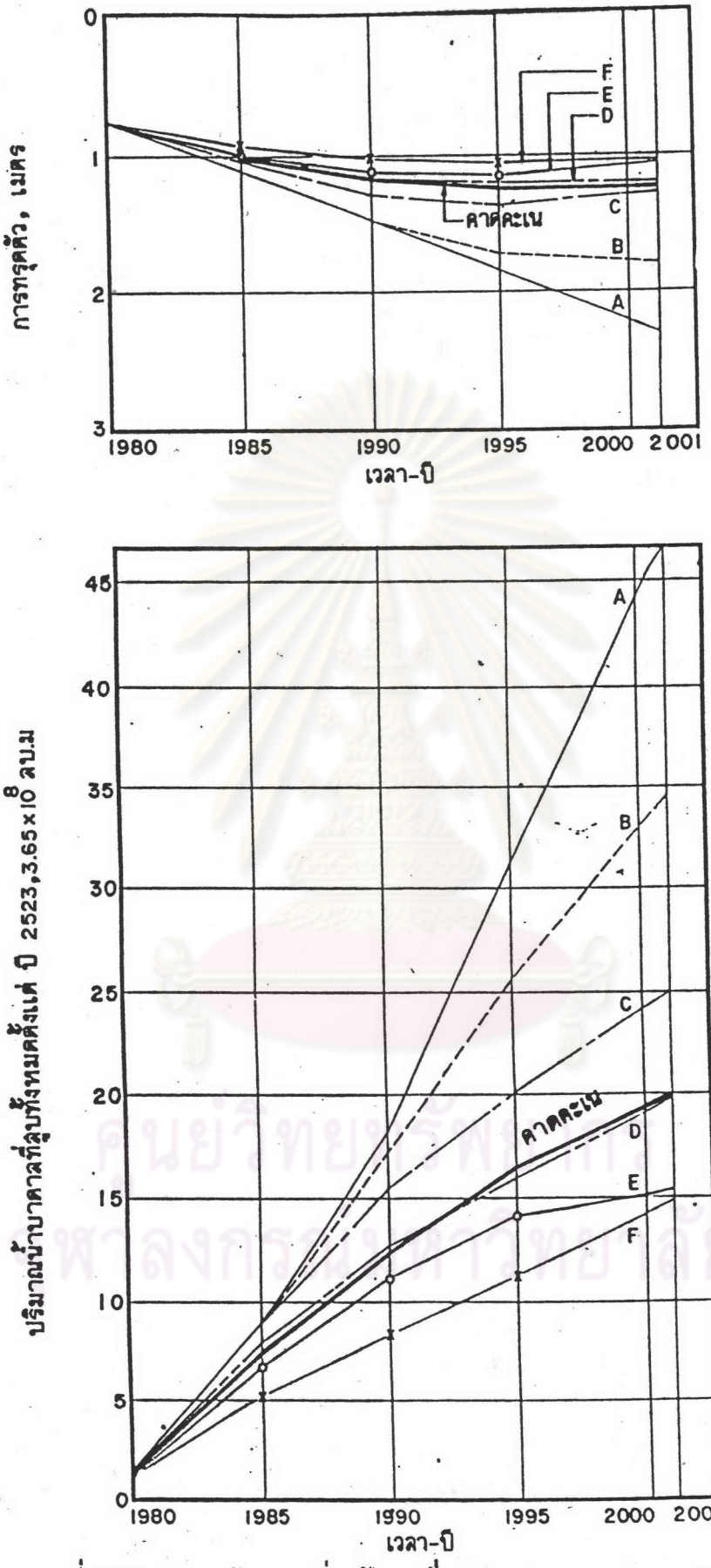


รูปที่ 3.32 อัตราการทรุดตัวของพื้นดินที่สำรวจพบในปี พ.ศ. 2524 และ 2529

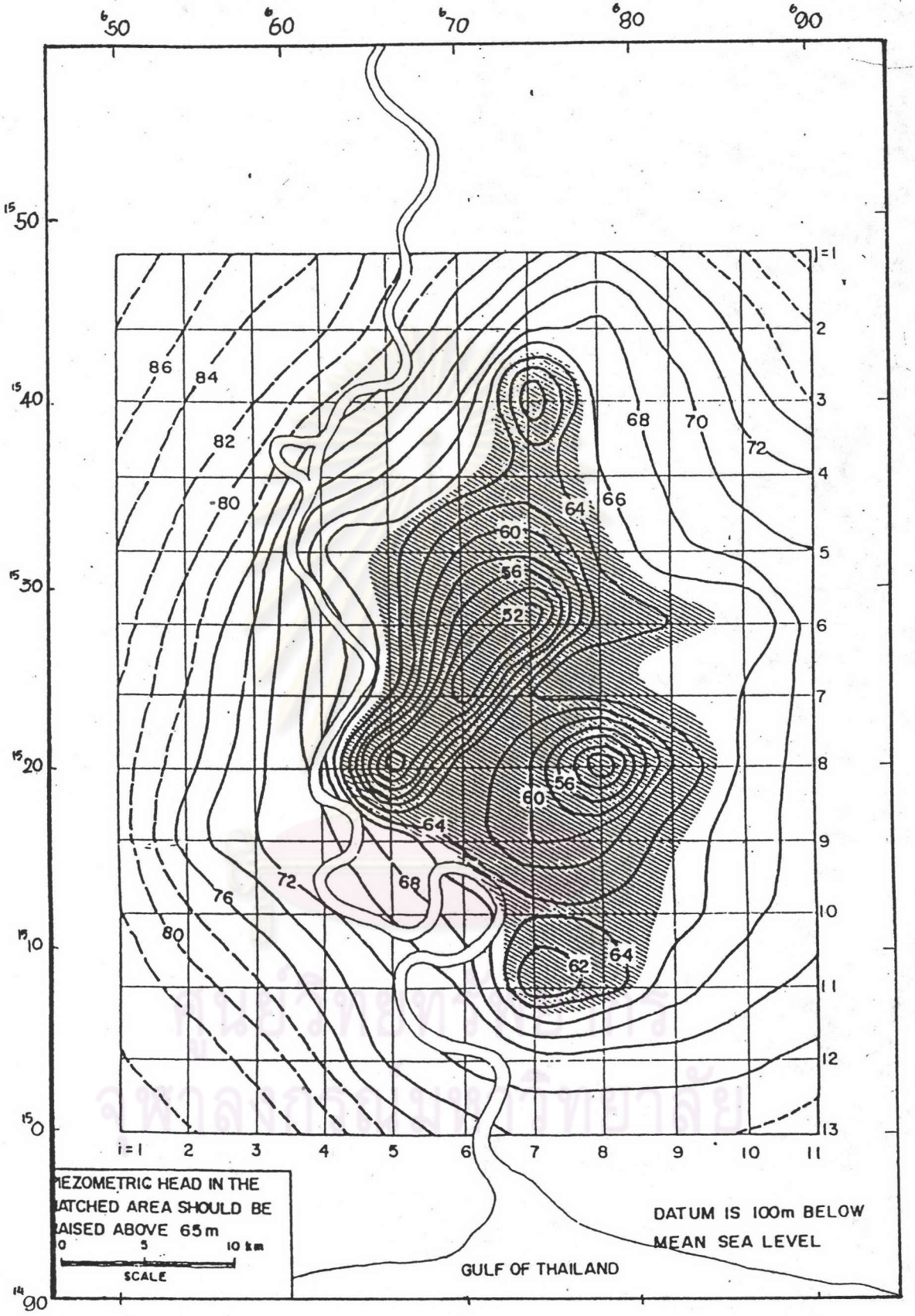


รูปที่ 3.33 รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการใช้น้ำบาดาล

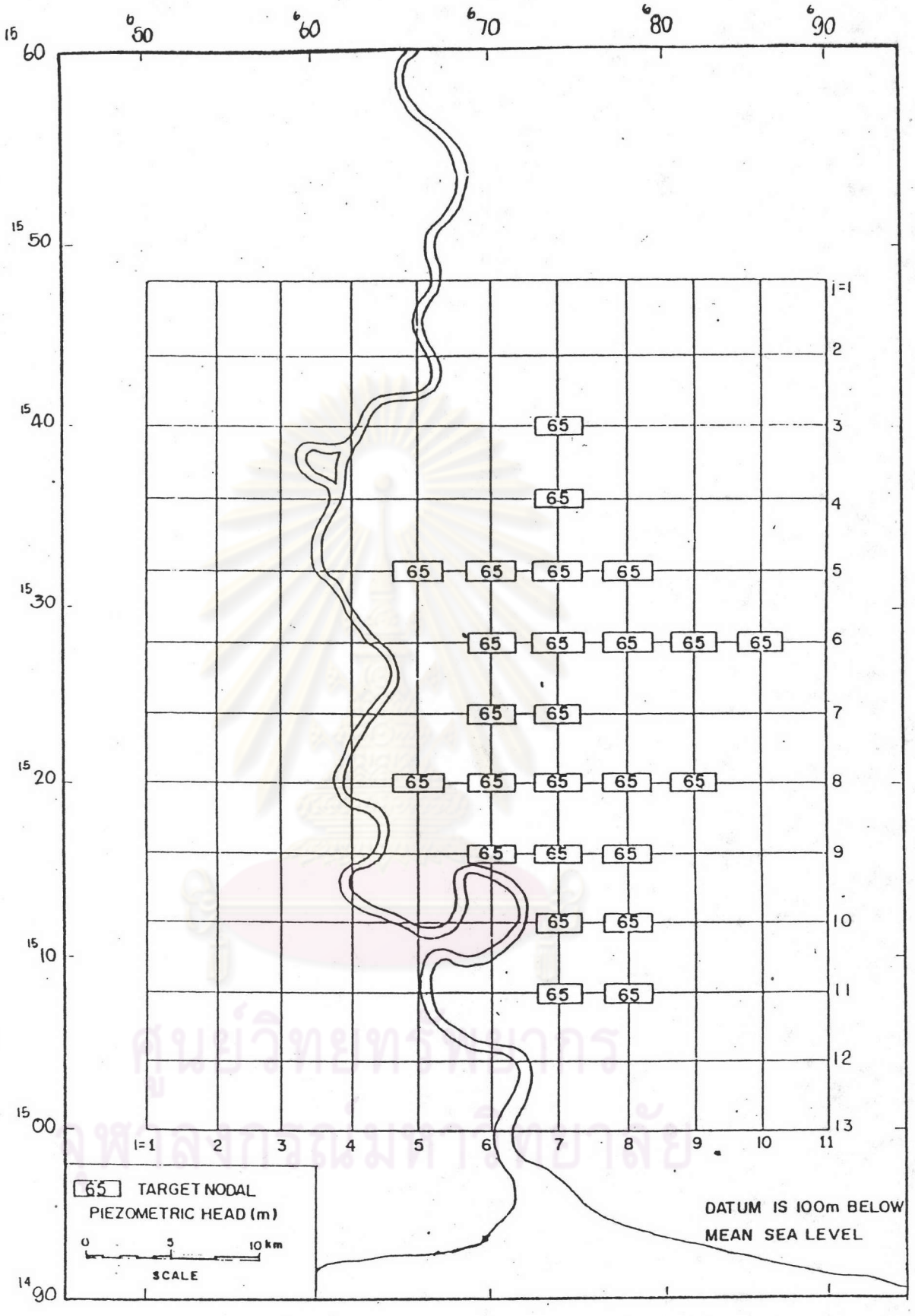
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



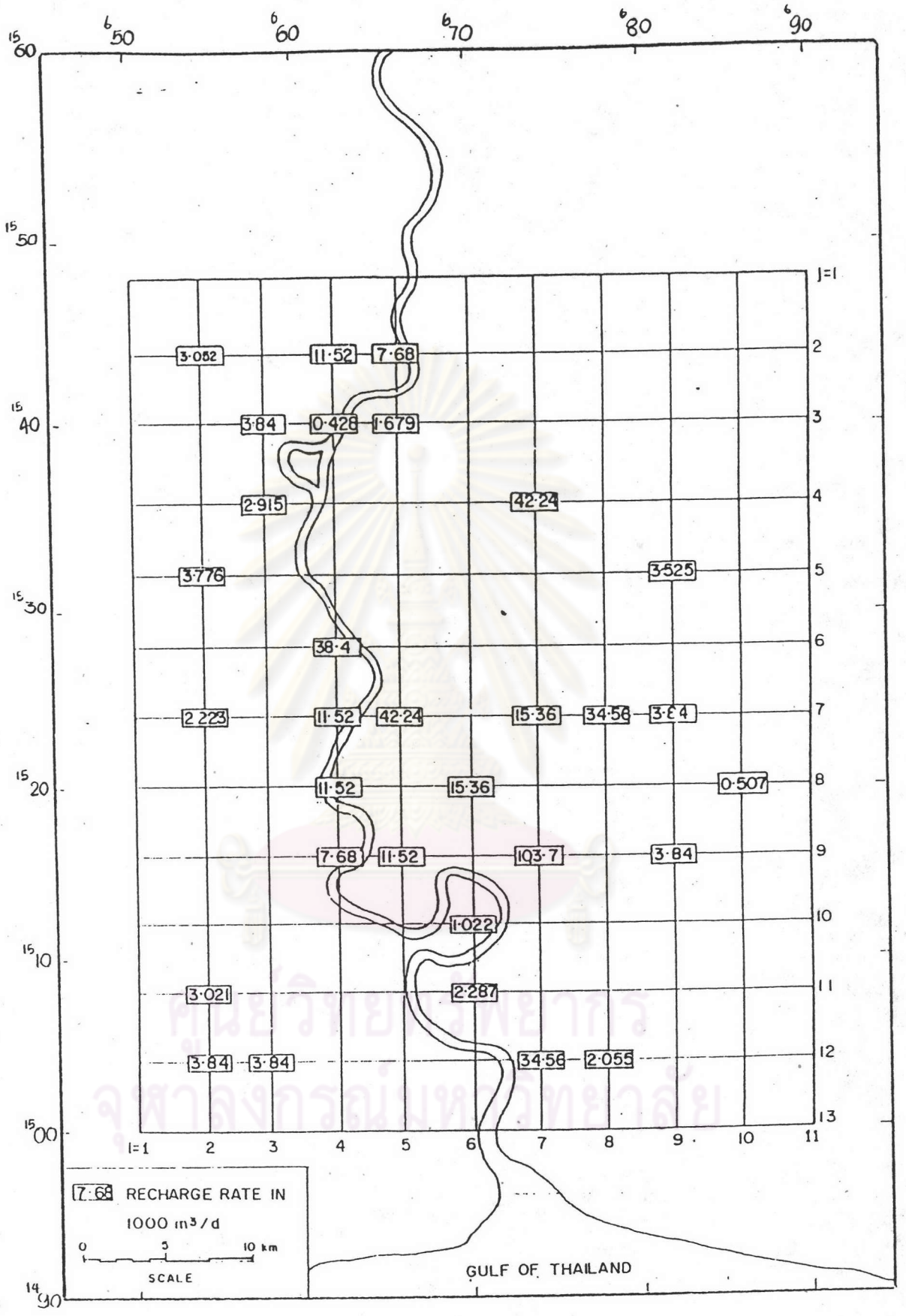
รูปที่ 3.34 ปริมาณน้ำบาดาลที่สูบทั้งหมดตั้งแต่ปี 2523 และการทรุดตัวของพื้นที่ที่บริเวณ บางนา ตามรูปแบบการสูบน้ำบาดาลตามการศึกษาของ เอ ไอ ที และที่คาดคะเน



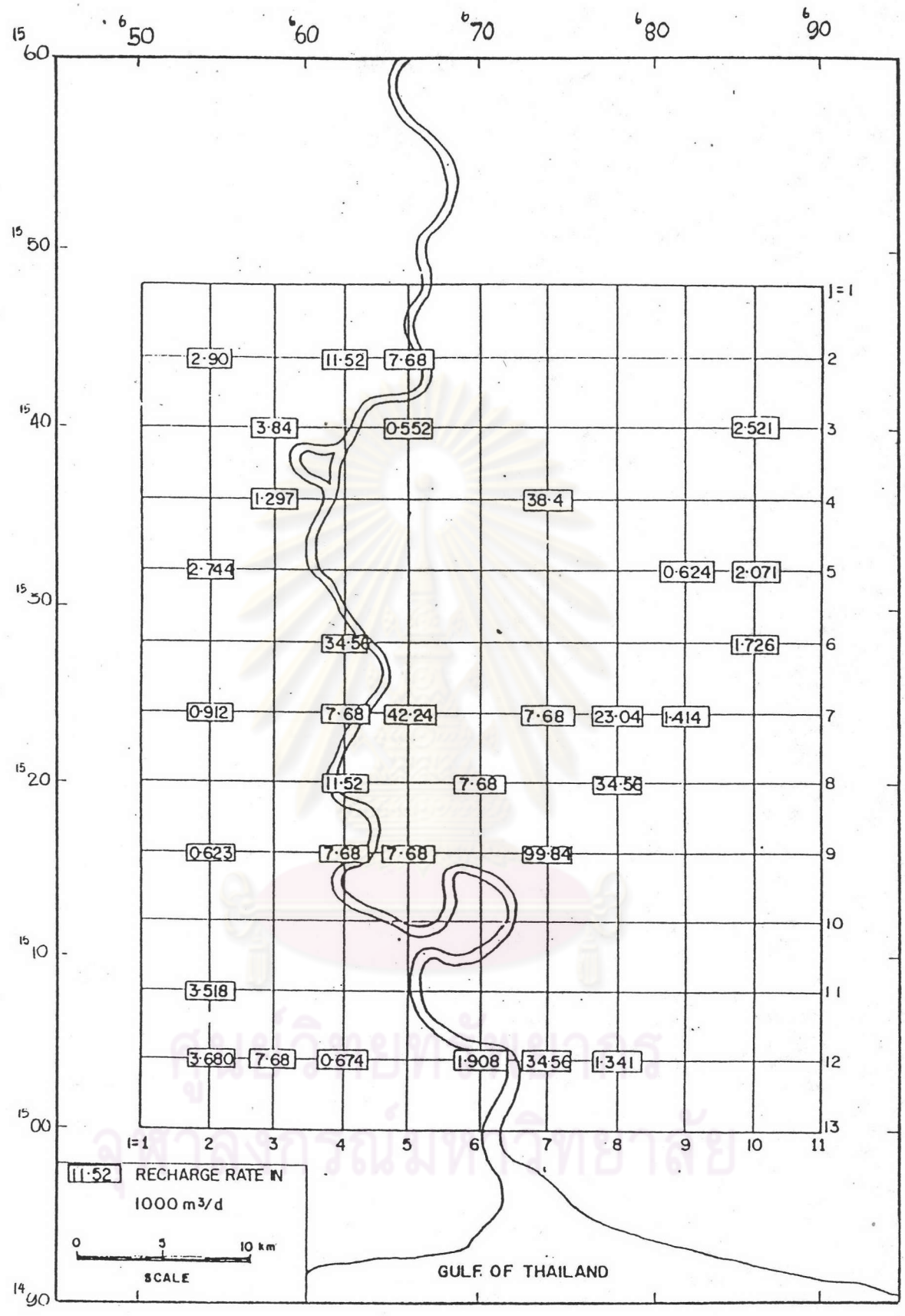
รูปที่ 3.35 Piezometric Head ของชั้นน้ำบาดาลนครหลวงก่อนการอัดน้ำลงใต้ดิน (กลางปี 2522)



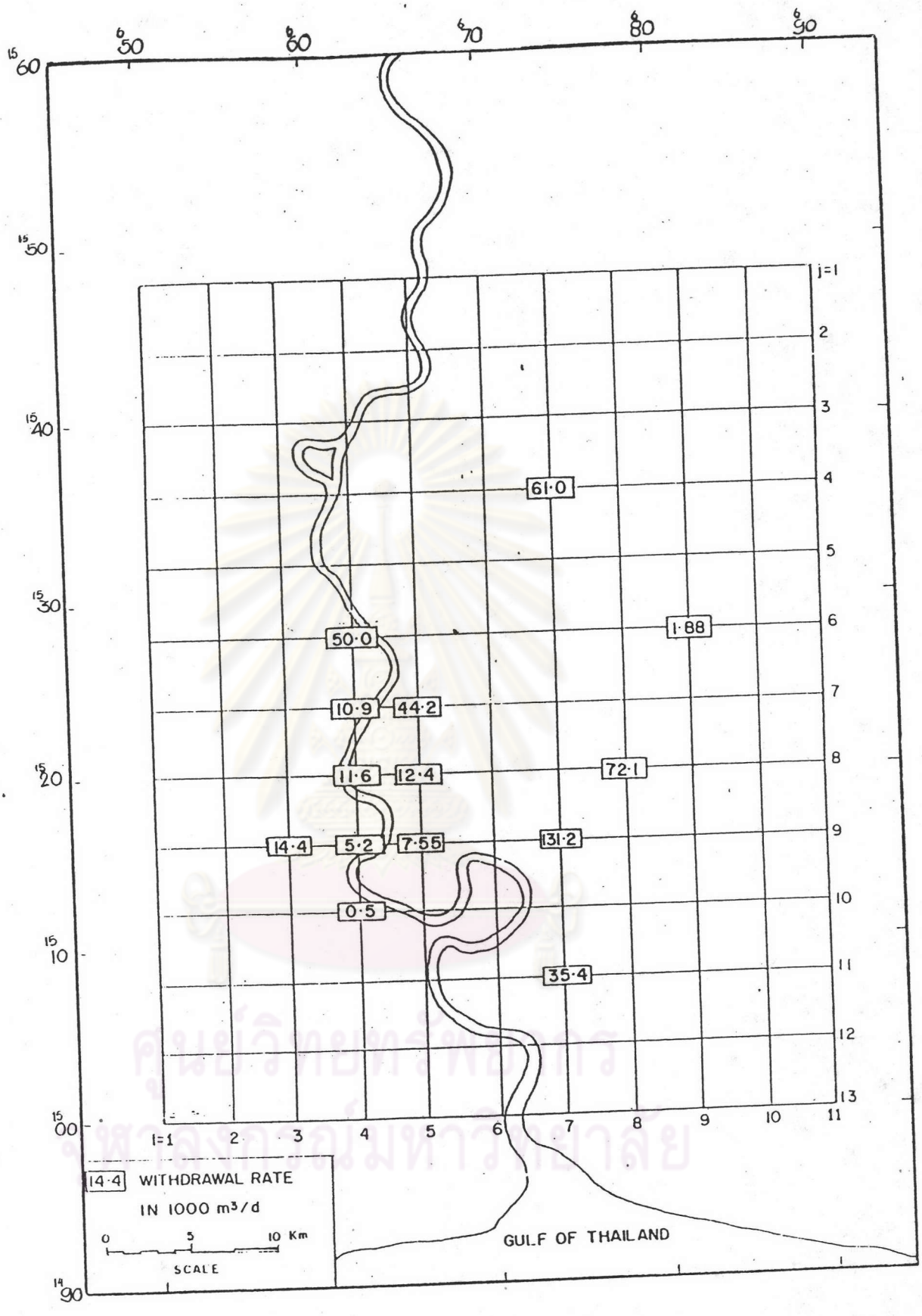
รูปที่ 3.36 Piezometric Head ต่ำสุดที่ออกแบบหลังจากสิ้นสุดการอัดน้ำลงชั้นน้ำบาดาลนครหลวง



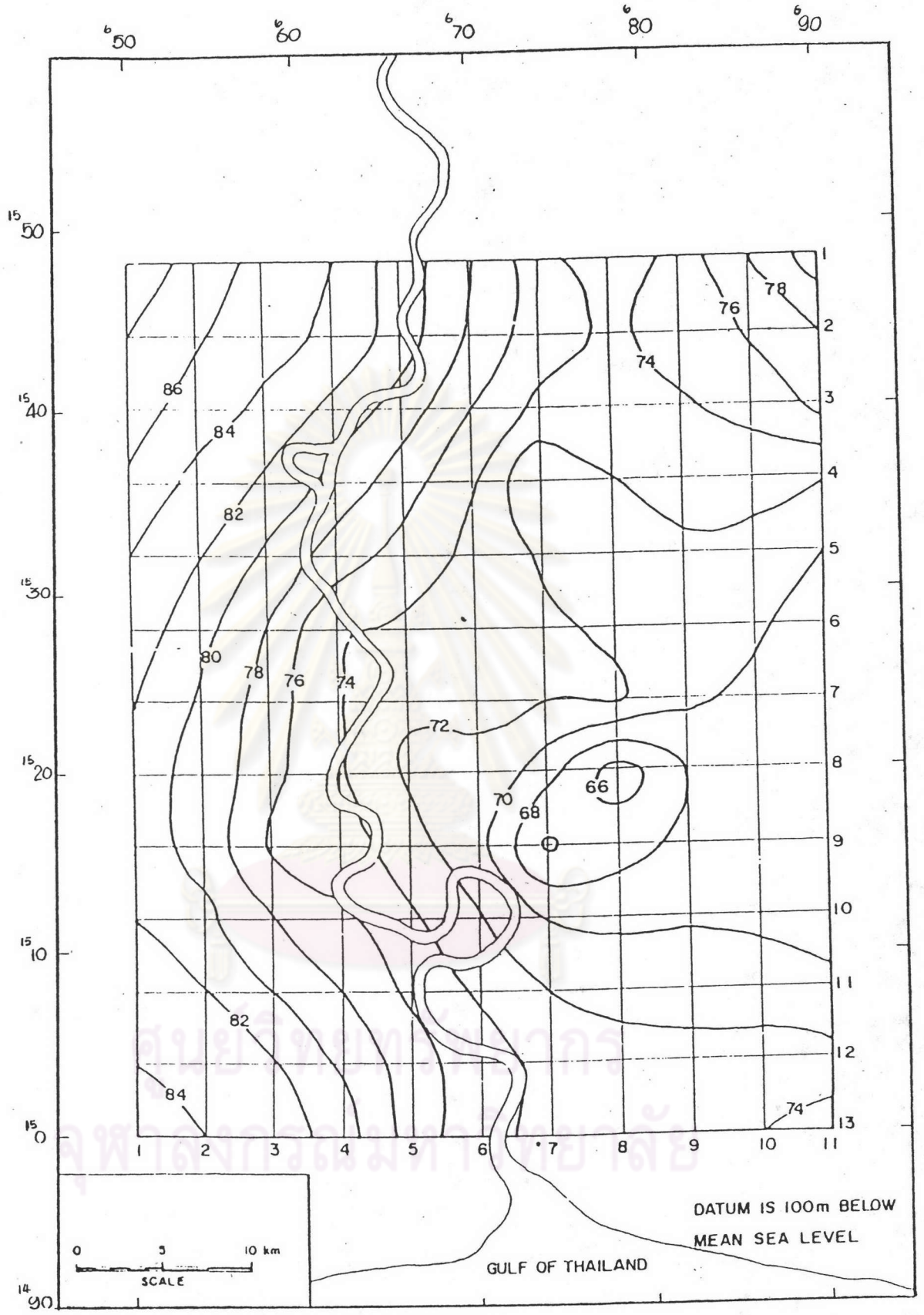
รูปที่ 3.37 อัตราการอัดน้ำลงชั้นน้ำบาดาลนครหลวงในช่วงปีแรก



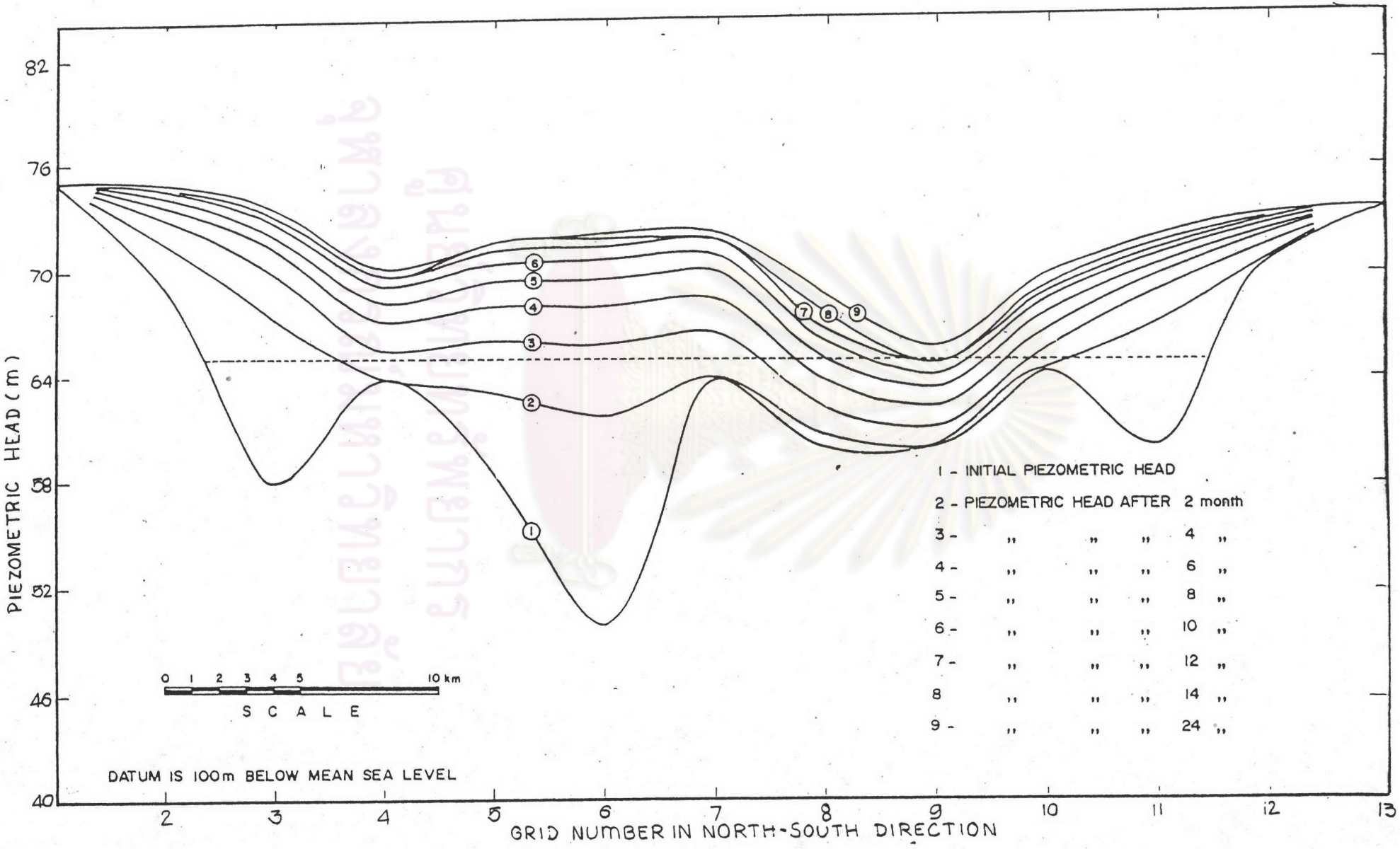
รูปที่ 3.38อัตราการอัดน้ำลงชั้นน้ำบาดาลนครหลวงในช่วงปีที่ 2



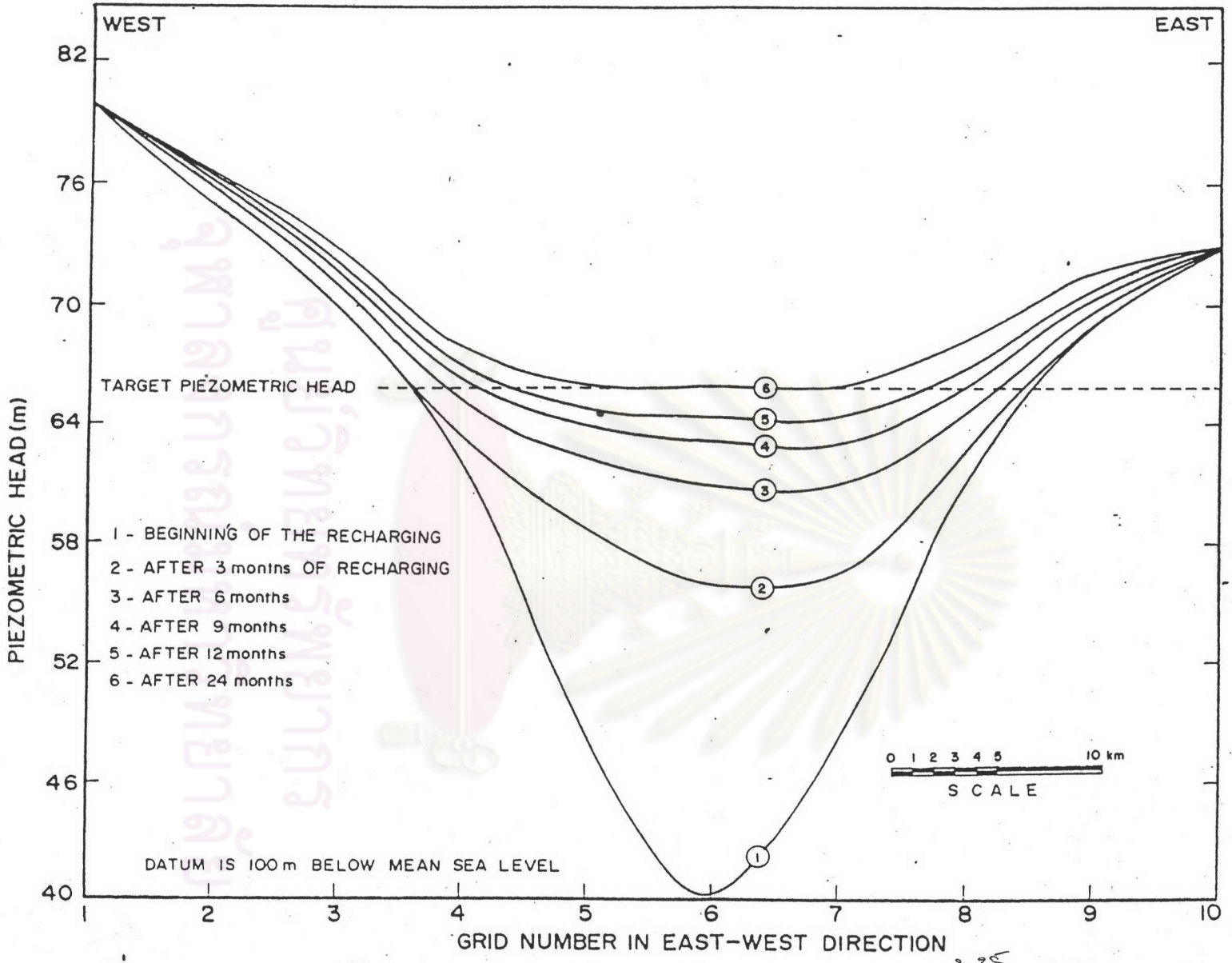
รูปที่ 3.39 อัตราการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในชั้นน้ำบาดาลนครหลวง ระหว่างการทำการอัดน้ำลงใต้ดิน (2522-2524)



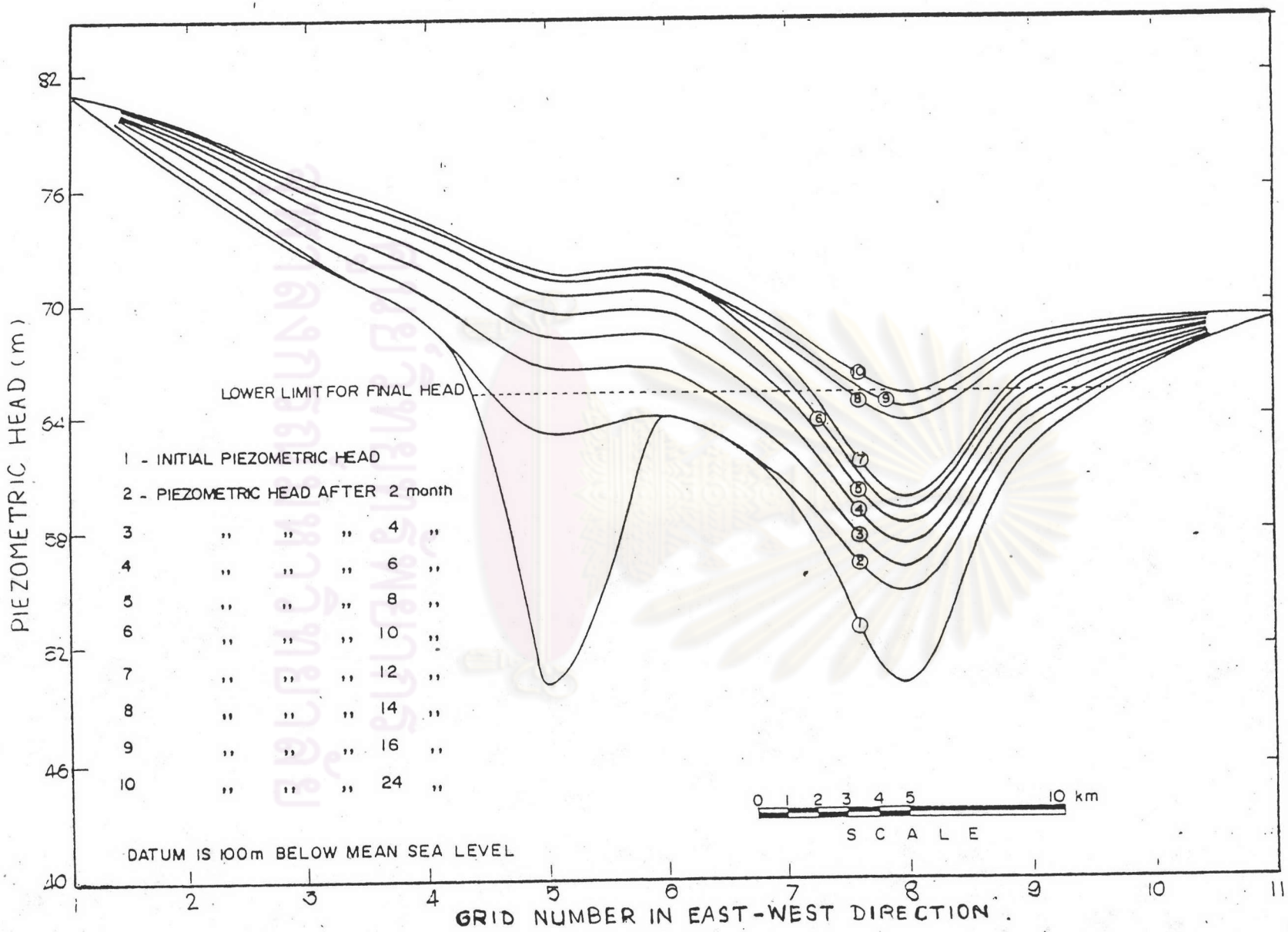
รูปที่ 3.40 Piezometric Head ในชั้นน้ำบาดาลนครหลวงหลังจากทำการอัดน้ำลงใต้ดิน 2 ปี (กลางปี 2524)



รูปที่ 3.41 Piezometric Head ตามแนวเหนือ-ใต้ ของชั้นน้ำบาดาลนครหลวงในช่วงเวลาที่อัดน้ำลงไป (i = 7, รูปที่ 3.35)



รูปที่ 3.42 Piexometric Head ตามแนวตะวันออก-ตะวันตก (แนว j = 6 , รูป3.35)ของชั้นน้ำบาดาลนครหลวง หลังจากอัดน้ำลงใต้ดินที่เวลาต่าง ๆ



รูปที่ 3.43 Piezometric Head ตามแนวตะวันออก-ตะวันตก ของชั้นน้ำบาดาลนครหลวงในช่วงเวลาที่อัดน้ำลงไป (j =8, รูปที่ 3.35)