

การทดสอบประ เภ็นปริมาณน้ำของบ่อน้ำตื้น

ในบทนี้กล่าวถึงแนวความคิดและสมมุติฐานในการวิ เเคราะห์หาวิธีการทดสอบ ประ เภ็นปริมาณน้ำของบ่อน้ำตื้น ตลอดจน เสนอ เครื่องมือ วิธีการและผลการทดสอบ โดย มุ่งการปฏิบัติงานด้านภาคสนามด้วยวิธีการที่ง่ายและสะดวกแก่การใช้งานของหน่วยงาน พัฒนาชนบท

4.1 แนวความคิดและสมมุติฐาน

จาก เหตุที่ว่าใต้พื้นผิว โลกทุกบริเวณมีลักษณะชั้นดินแตกต่างกันไป เป็น เนื้อ เดียวกัน ล้วนโดยตลอด น้ำใต้ดินจึงไหลซึมผ่านชั้นดินต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติไม่เหมือนกัน ความ เร็วของ การไหลผ่านแต่ละชั้นจะแปร เปลี่ยนไปด้วย การศึกษาเกี่ยวกับการไหลของน้ำใต้ดินในท้อง ปฏิบัติการซึ่งศึกษาจากตัวอย่างอื่น เป็นตัวแทน เพียงส่วนน้อย จึงประสบปัญหายุ่งยาก

วิทยานิพนธ์นี้ เสนอวิธีการทดสอบประ เภ็นปริมาณน้ำในภาคสนาม ด้วยวิธีการที่มี ลักษณะ เช่น เดียวกับการนำน้ำขึ้นมาใช้จริง ๆ เช่นการตักหรือการสูบ แต่การตักดำเนินงาน ได้ช้า เสียเวลาในการทดสอบ

วิธีการทดสอบสูบน้ำ (Pump Test) ตั้งสมมุติฐานว่าปริมาณน้ำที่สูบขึ้นมา เป็นปริมาณ สูงสุดที่ต้องการจากบ่อ บ่อจะจ่ายน้ำให้ได้เพียงพอหรือไม่ ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลคืน กลับ (Recovery) เข้าบ่อ เมื่อระดับน้ำภายในบ่อแตกต่างกับระดับน้ำภายนอกซึ่งมีผลมาจาก การสูบ ดังนั้นปริมาณน้ำที่บ่อสามารถจ่ายได้ก็คือปริมาณน้ำที่ไหลคืนกลับ เข้าบ่อนั้น เอง เป็นค่า ที่วัดได้อย่างแน่ชัด เมื่อหยุด เครื่องสูบน้ำ

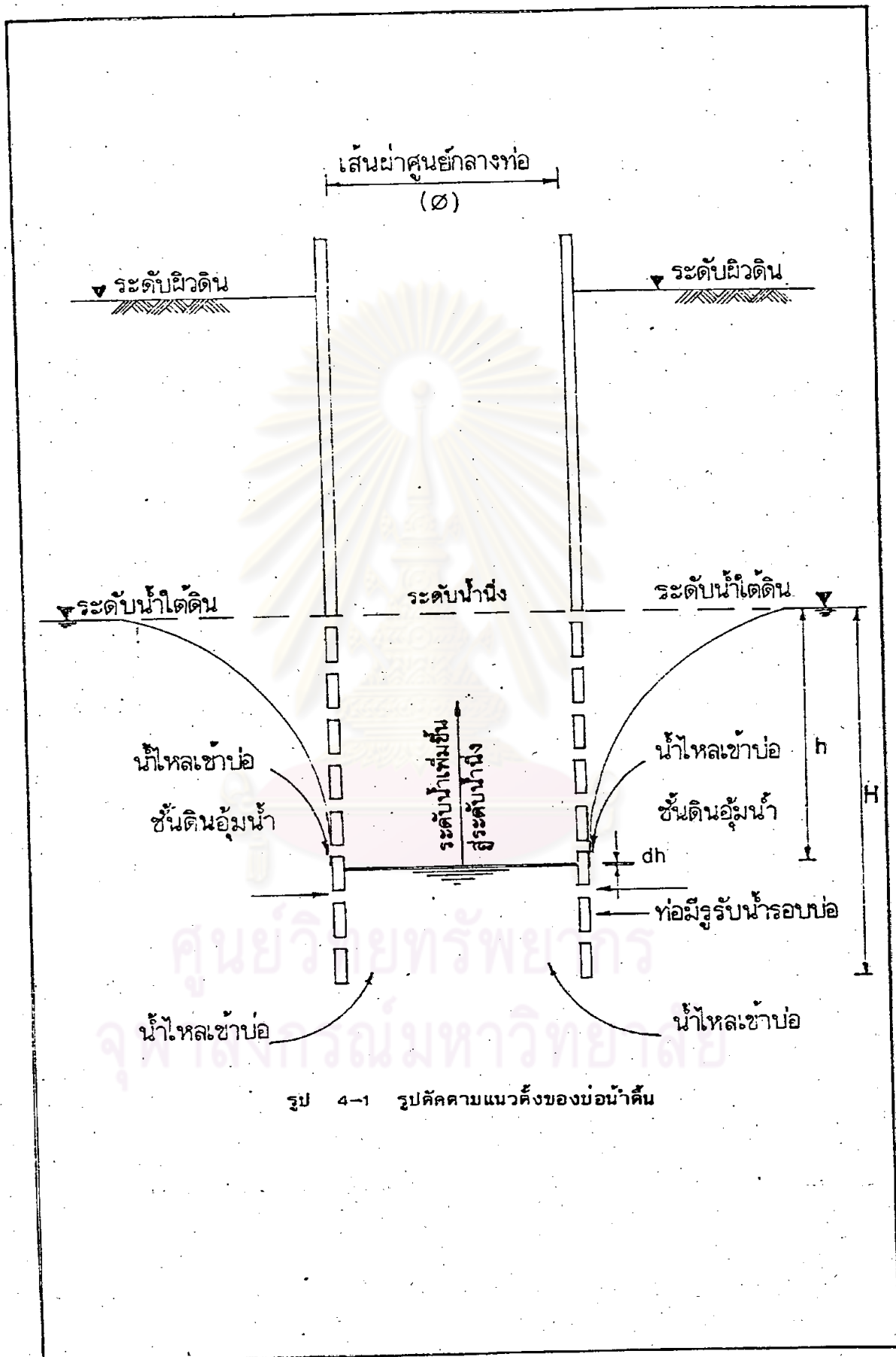
แต่จากการศึกษาภาคทฤษฎีตั้งได้กล่าวในบทที่ 2 และบทที่ 3 ปรากฏว่าคุณสมบัติ ของน้ำใต้ดิน คุณสมบัติของบ่อ และคุณสมบัติของชั้นดินอุ้มน้ำบางประการ เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพล ต่อประสิทธิภาพการจ่ายน้ำของบ่อ ดังนี้

1. ระดับน้ำลด (Drawdown) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ว่าระดับน้ำลดที่เกิดขึ้น เนื่องจากการสูบน้ำออก หรือระดับน้ำลดที่กำลังคืนตัวขึ้นสู่ระดับน้ำนิ่ง เมื่อหยุดสูบน้ำ จะทำให้เกิดแรงดันน้ำใต้ดินจากภายนอกไหล เข้าสู่บ่อแตกต่างกัน เมื่อระดับน้ำลด เปลี่ยนแปลงไป จึงเป็นเหตุให้ความเร็วของน้ำที่ไหล เข้าบ่อ เปลี่ยนแปลงไปด้วย ขณะที่ระดับน้ำลดมากขึ้น ความลาดชันของระดับน้ำใต้ดินก็มากขึ้นด้วย มีอิทธิพลทำให้น้ำไหล เข้าบ่อด้วยความเร็วที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันหากระดับน้ำลดมีค่าน้อยลง ทำให้น้ำไหล เข้าบ่อด้วยความเร็วช้าลงด้วย

2. ขนาดของ เม็ดดิน (Grain Size) หมายถึงขนาด เม็ดดินของตัวอย่างดิน ซึ่งเป็นตัวแทนของชั้นดินอุ้มน้ำ สามารถวิเคราะห์ได้โดยวิธีการไม่ยุ่งยาก เหมาะสำหรับการใช้งานของหน่วยงานพัฒนาชนบท กอปรทั้งบ่อน้ำดินส่วนใหญ่ขุดในบริเวณที่มีลักษณะชั้นดินแต่ละชั้น มีขนาด เม็ดดินค่อนข้างละเอียดและมีการกระจายของขนาด เม็ดดินไม่มากนัก จึงสามารถกำหนด ให้ค่าเฉลี่ยขนาดของ เม็ดดิน (D_{50}) เป็นตัวแปรที่จำแนกชนิดดินและซึ่งถึงคุณสมบัติด้านประสิทธิภาพ ในการจ่ายน้ำได้โดยประมาณ

3. ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อ ซึ่งจะขึ้นถึงพื้นที่หน้าตัดของน้ำที่ เก็บกักในบ่อ และเป็นส่วนสำคัญในการพิจารณาถึงพื้นที่ที่จะรับน้ำใต้ดิน เข้าบ่อ เนื่องจากน้ำใต้ดินไหล เข้าบ่อทาง รูรับน้ำซึ่ง เจาะไว้โดยรอบทุกทิศทางตลอดความยาว เส้นรอบวงของบ่อส่วนที่อยู่ลึกกว่าระดับน้ำ ใต้ดินและทางกันบ่อโดยมีลักษณะการไหลแบบราบ เรียบ ดังนั้น เมื่อบ่อมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง ขนาดใหญ่ขึ้นก็จะมีพื้นที่รับน้ำมากขึ้นด้วย

วิธีการสูบน้ำ (Pump Test) มีหลักการที่สำคัญคือการวัดและบันทึกค่าระดับน้ำ ที่ไหลคืนกลับ เข้าสู่บ่อหลังจากหยุดสูบน้ำตามช่วงเวลาต่าง ๆ และวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยขนาด เม็ดดิน (D_{50}) ของชั้นดินอุ้มน้ำ อันเป็นตัวแปรซึ่งค่าต่าง ๆ ของปริมาณการจ่ายน้ำของบ่อ โดยอาศัยแนวความคิดในการไหลของน้ำใต้ดิน เข้าสู่บ่อน้ำดิน ในระหว่างหยุดสูบน้ำและระดับ น้ำสูงขึ้นสู่ระดับน้ำนิ่ง (Recovery) ดังแสดงในรูป 4-1 ซึ่งแสดงรูปตัดตามแนวตั้งของบ่อ เขียน เป็นสมการได้ดังนี้



รูป 4-1 รูปตัดตามแนวตั้งของบ่อน้ำดื่ม

$$Q = f(\phi, D_{50}, h) \quad (4.1)$$

$$v = \frac{dh}{dt} \quad \left| \begin{array}{l} \text{ณ ระดับน้ำลตที่พิจารณา} \end{array} \right. \quad (4.2)$$

สมการต่อเนื่อง $Q = vA \quad (4.3)$

เมื่อ $Q =$ ปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหล เข้าบ่อหรือปริมาณน้ำที่บ่อจ่ายได้
หน่วย ลบ.ม./นาที

$\phi =$ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อ หน่วย เมตร

$D_{50} =$ ค่าเฉลี่ยขนาด เม็ดดินของชั้นดินอุ้มน้ำ หน่วย มม.

$h =$ ระดับน้ำลต หน่วย เมตร

$v =$ อัตราการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ขณะน้ำใต้ดินไหลคืนกลับ
เข้าบ่อ ณ ระดับน้ำลตที่พิจารณา หน่วย เมตร/นาที

$\frac{dh}{dt} =$ ความลาดชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลตกับ เวลา
ณ ระดับน้ำลตที่พิจารณา

$A =$ พื้นที่หน้าตัดของผิวน้ำในบ่อ หน่วย ตารางเมตร

และ $q = \frac{Q}{B} \quad (4.4)$

$$B = \frac{\pi \phi^2}{4} + \pi \phi (H-h) \quad (4.5)$$

เมื่อ $q =$ อัตราการจ่ายน้ำจำเพาะโดยเฉลี่ย หน่วย ลบ.ม./นาที/
ตารางเมตร

$B =$ พื้นที่ของทางรับน้ำใต้ดิน เข้าบ่อ หน่วย ตารางเมตร

$H =$ ความลึกของน้ำในบ่อก่อนสูบน้ำ หน่วย เมตร

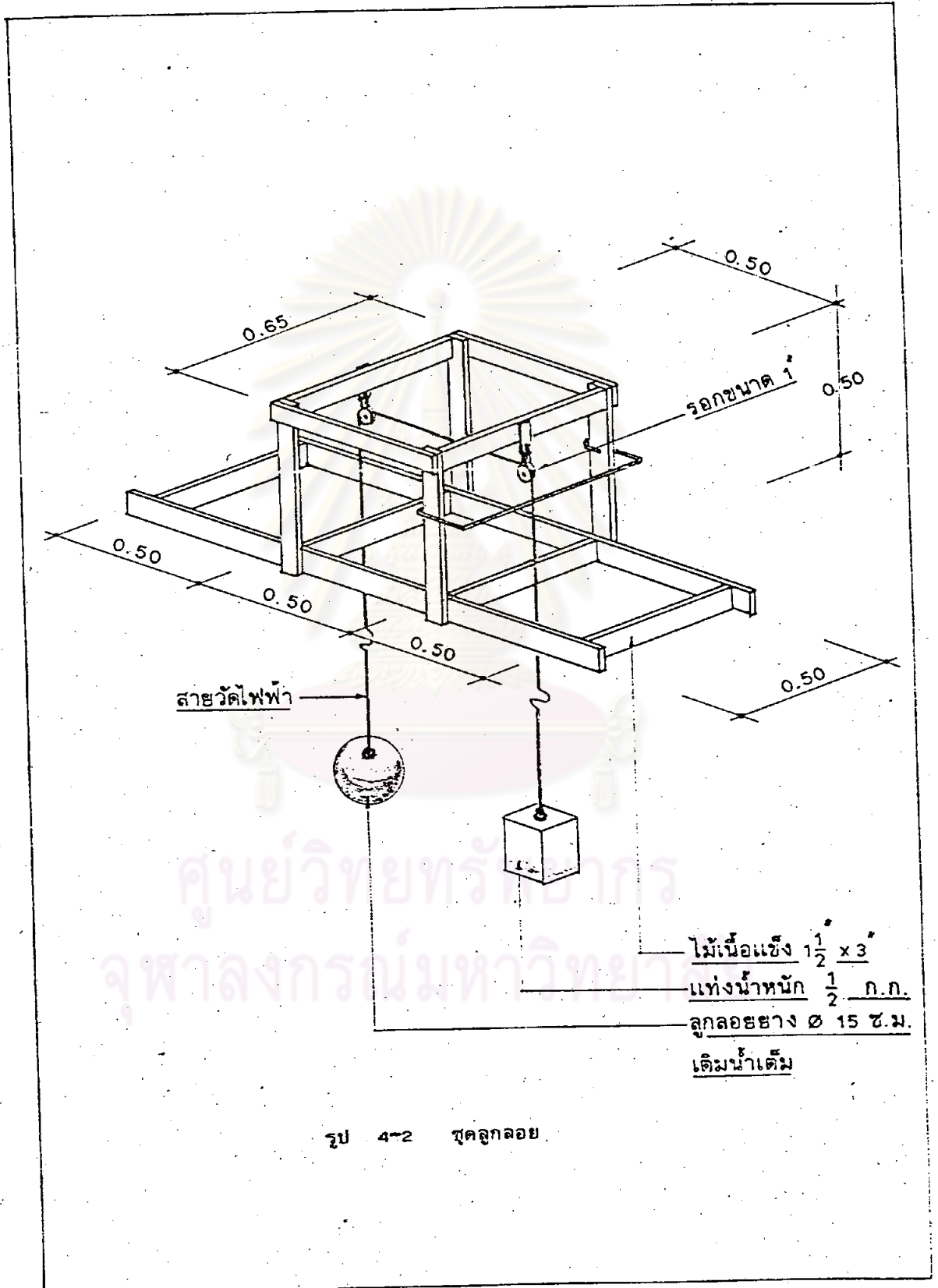
4.2 เครื่องมือในการทดสอบ

จากหลักการตามหัวข้อ 4.1 จึงได้กำหนด เครื่องมือในการทดสอบ ประกอบด้วย เครื่องมือชนิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่เป็น เครื่องมือที่มีใช้อยู่แล้วหรือบางชิ้นประกอบขึ้นใหม่จากวัสดุ ที่มีอยู่เดิมซึ่งจัดหาได้จากห้องเก็บพัสดุของหน่วยงานพัฒนาชนบท เช่น รพช. เว้นแต่มาตรวัด ปริมาณน้ำ เท่านั้นที่ต้องจัดหาเพิ่มเติม เครื่องมือในการทดสอบแบ่ง เป็น 2 ส่วน สำหรับงาน ภาคสนาม และห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 เครื่องมือสำหรับการทดสอบภาคสนาม

เป็นส่วนของ เครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบวัดปริมาณน้ำและการ เจาะ เก็บตัวอย่าง ดิน มีขนาดกระทัดรัดสะดวกในการเคลื่อนย้ายและราคาไม่แพง ประกอบด้วย

1. ชุดเครื่องสูบน้ำ ได้แก่ เครื่องสูบน้ำ สายสูบ และหัวสูบ เครื่องสูบน้ำใช้พลังงานจากน้ำมันแบบทั่วไป เลือกใช้ขนาดที่มีกำลังที่สามารถสูบน้ำขึ้นจากบ่อที่มีความลึก ประมาณ 10.00 เมตร สำหรับการทดสอบในวิทยานิพนธ์นี้ ใช้ เครื่องสูบน้ำขนาด 2 นิ้ว 3 กำลังม้า ดังแสดงในรูป ก-1
2. มาตรวัดปริมาณน้ำ ใช้สำหรับวัดปริมาณน้ำที่สูบขึ้นจากบ่อ เพื่อตรวจสอบ ความคุมการสูบน้ำให้เหมาะสมกับสภาพของแต่ละบ่อ เพราะหากสูบน้ำด้วยปริมาณมากเกินไป บ่ออาจทรุดพังได้ ในการทดสอบนี้ใช้มาตรวัดปริมาณน้ำ Kent ขนาด $2\frac{1}{2}$ นิ้ว ดังแสดงใน รูป ก-2
3. ชุดลูกลอย ใช้สำหรับวัดระดับน้ำลตที่ เปลี่ยนแปลงระหว่างการทดสอบ ประกอบขึ้นได้หลายวิธี เช่น ในการทดสอบของคณาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ใช้ยางในรถยนต์เป็นลูกลอย มีท่อ PVC $\frac{1}{2}$ นิ้วติดด้วยสายวัดผ้าเป็นก้านแกน สำหรับอ่านค่าระดับน้ำ (35) แต่ในการทดสอบครั้งนี้ประกอบด้วย ลูกลอยยางขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. บรรจุน้ำเต็ม เป็นวัสดุจาก เครื่องสวิตซ์อัตโนมัติของ เครื่องสูบน้ำ ซึ่งใช้มากในงานประปา ผูกโยงด้วยสายวัดไฟฟ้าที่เล็กใช้งานแล้วกับตุ้มน้ำหนักขนาด $\frac{1}{2}$ กก. โดยคล้องผ่านรอกขนาด 1 นิ้ว ซึ่งติดกับโครงไม้เพื่อความสะดวกในการทำงาน ดังแสดงใน รูป 4-2 อ่านค่าระดับน้ำลตจากสายวัดผ้าซึ่งติดกับสายวัดไฟฟ้า
4. นาฬิกา ใช้สำหรับอ่านค่าเวลาตามขั้นตอนการทดสอบ ใช้นาฬิกาข้อมือได้
5. สายวัดความยาว อาจ เป็นสายวัดผ้าหรือ เหล็ก สำหรับวัดขนาดบ่อและระดับ น้ำในบ่อก่อนการสูบ
6. ชุด เครื่องเจาะ เก็บตัวอย่างดินแบบมือหมุน (Hand Auger) ในการทดสอบนี้ ใช้ขนาด 4 นิ้ว



รูป 4-2 ชุดลูกลอย

4.2.2 เครื่องมือสำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

เป็นชุดเครื่องมือจำแนกขนาด เม็ดดินด้วยตะแกรง (Sieve Analysis) เพื่อหาขนาด เม็ดดินของตัวอย่างดิน (Grain Size Analysis) และคำนวณหาขนาด เฉลี่ยของ เม็ดดิน (D_{50}) ประกอบด้วย เครื่องมือดังนี้

1. ตะแกรงมาตรฐานอเมริกัน ขนาดตั้งแต่ $\frac{3}{8}$ นิ้ว ถึง เบอร์ 200
2. เครื่องเขย่าตะแกรง ดังแสดงในรูป ก-14
3. เครื่องชั่ง ซึ่งสามารถชั่งได้ถึง 0.10 กรัม เมื่อชั่งตัวอย่างดินที่มีน้ำหนักน้อย กว่า 500 กรัม และชั่งได้ถึง 1.00 กรัม เมื่อชั่งดินที่มีน้ำหนักมากกว่า 500 กรัม
4. เตาอบควบคุมอุณหภูมิได้โดยอัตโนมัติระหว่าง $105-110^{\circ}\text{C}$

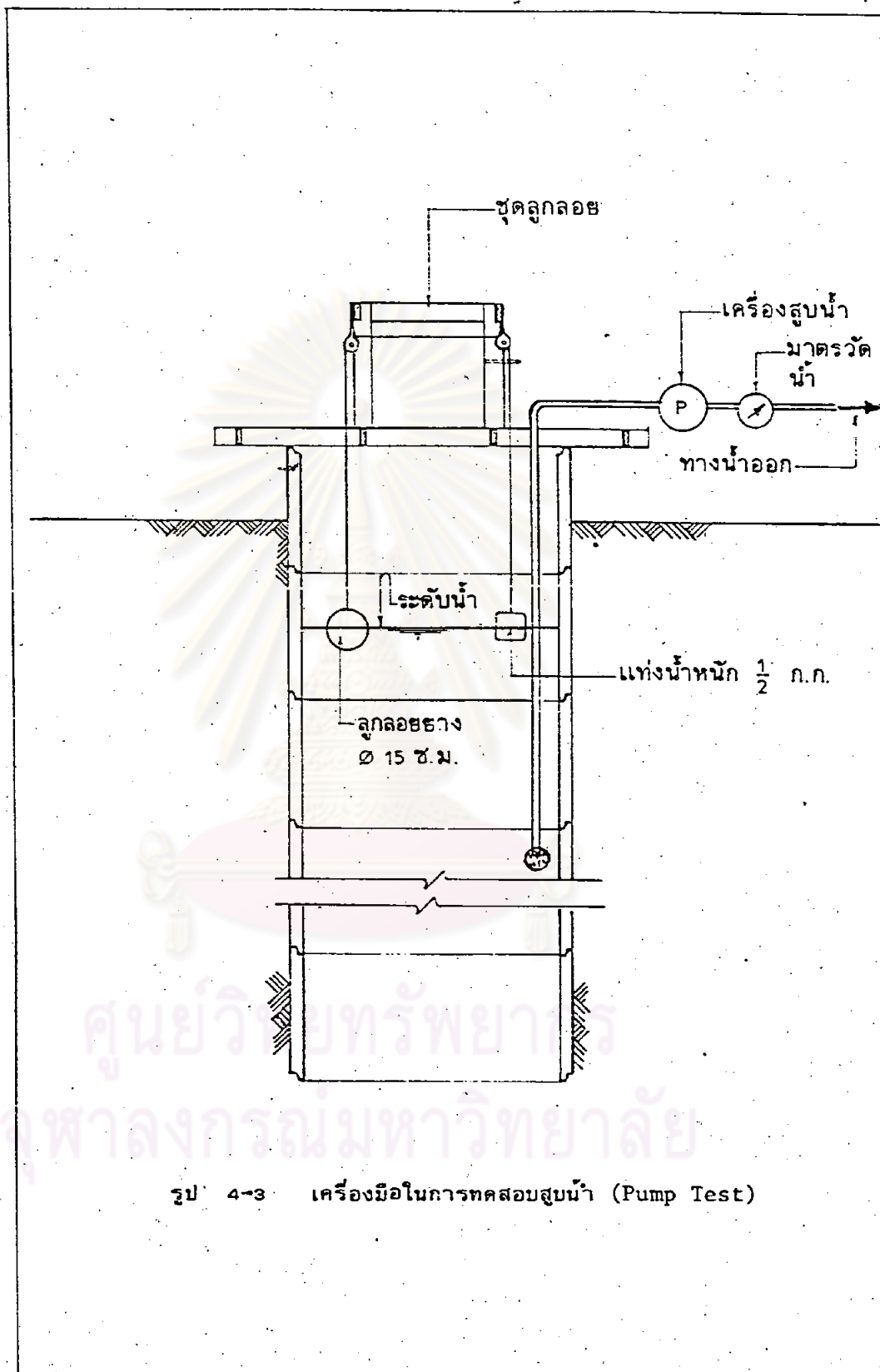
4.3 วิธีการทดสอบ

เช่นเดียวกับ เครื่องมือการทดสอบ ได้แบ่งวิธีการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือการ ทดสอบสูบน้ำในสนาม และการวิเคราะห์จำแนกขนาด เม็ดดินในห้องปฏิบัติการ

4.3.1 วิธีการทดสอบสูบน้ำ (Pump Test)

เป็นการทดสอบวัดปริมาณน้ำ เพื่อคำนวณปริมาณการจ่ายน้ำของบ่อ ประกอบด้วย เครื่องมือ ดังแสดงในรูป 4-3 และใช้อัตรากำลัง เจ้าหน้าที่จำนวน 4 นายแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการ ทดสอบ คือ

1. หัวหน้าชุดจำนวน 1 นาย ควบคุมการทำงาน อ่าน เวลาและมาตรวัดปริมาณน้ำ
2. เจ้าหน้าที่อ่านระดับน้ำลดจากลูกลอย 1 นาย
3. เจ้าหน้าที่ควบคุม เครื่องสูบน้ำ 1 นาย
4. พนักงานขับรถและ เป็นลูกมือช่วย เหลืองานต่าง ๆ ในการทดสอบ



มีวิธีการทดสอบดังอธิบาย เป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. วัดและบันทึกขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง / ความลึกของบ่อ ระดับลูกลอย
ค่ามาตรวัดปริมาณน้ำ เริ่มต้น
2. บันทึก เวลาและ เริ่มสูบน้ำ
3. บันทึกระดับลูกลอย มาตรวัดปริมาณน้ำ และ เวลา ทุกช่วง เวลา 1 หรือ 2 นาที
4. เมื่อสูบน้ำออกจนระดับน้ำลดถึงระดับหนึ่ง (พิจารณาให้สัมพันธ์กับความลึกของ
ระดับน้ำได้คิน) เริ่มปรับความเร็ว เครื่องสูบน้ำจนระดับลูกลอยคงที่ อัน
หมายความว่าปริมาณการสูบน้ำออก เท่ากับปริมาณน้ำไหล เข้าบ่อ ให้ได้ประมาณ
5 นาทีหากสามารถทำได้ ระหว่างขั้นตอนนี้ก็ยังคงบันทึก เวลา ระดับลูกลอย
และมาตรวัดปริมาณน้ำ
5. ดับ เครื่องสูบน้ำ แต่ยังคงบันทึกระดับลูกลอยและ เวลาขณะที่น้ำไหลคืนกลับ เข้าบ่อ
ทุกช่วง เวลา 1 นาทีเมื่อเริ่มแรก และ 2-3 นาทีในระยะหลัง
6. เมื่อน้ำไหลคืนกลับ เข้าบ่อจนถึงระดับหนึ่งตามดุลยพินิจของหัวหน้าชุด จึง เริ่ม
สูบน้ำอีกครั้งหนึ่ง บันทึกระดับลูกลอย มาตรวัดน้ำและ เวลา ทุกช่วง เวลา
1 หรือ 2 นาที
7. เมื่อสูบน้ำจนหมดบ่อหรือถึงระดับที่สุดกำลัง เครื่องสูบน้ำ ให้ดับ เครื่องสูบน้ำ
แต่ยังคงบันทึกระดับลูกลอยและ เวลาขณะที่น้ำไหลคืนกลับ เข้าบ่อ ทุกช่วง เวลา
1 นาทีเมื่อเริ่มแรก และ 2-3 นาทีในระยะหลัง
8. ปฏิบัติตามข้อ 6 และ 7 ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

4.3.2 วิธีการจำแนกขนาด เม็ดดิน

เมื่อชุดเจาะ เก็บตัวอย่างดินด้วย Hand Auger ทุกช่วง 1.0 เมตรตลอดความลึก
ของบ่อในบริเวณห่างจากขอบบ่อไม่มากกว่า 1.0 เมตร โดยเก็บแต่ละตัวอย่างดินไม่น้อยกว่า
500 กรัม ส่งห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์จำแนกขนาด เม็ดดินด้วยตะแกรง (Sieve Analysis)

การวิเคราะห์จำแนกขนาด เม็ดดินด้วยตะแกรง เป็นวิธีการแบ่งแยกขนาด เม็ดดิน ซึ่งเป็นจำพวกที่มี เม็ดทรายออกจากกัน โดยการร่อนตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน อเมริกันที่มีขนาดรูตะแกรง เรียงกันตั้งแต่ขนาดใหญ่จนถึงขนาดเล็กสุดคือตะแกรง เบอร์ 200 เมื่อร่อนจนไม่มี เม็ดดินลอดผ่านตะแกรงใด ๆ อีกแล้ว นำ เม็ดดินที่ค้างอยู่บนตะแกรงแต่ละขนาด ไปชั่ง แล้วคำนวณค่า เป็น เเปอร์ เซนต์ของน้ำหนักตัวอย่างดินทั้งหมด

4.4 ผลการทดสอบ

จากการทดสอบประเมินปริมาณน้ำของบ่อน้ำดินด้วยวิธีการสูบน้ำ (Pump Test) จำนวน 22 บ่อ บริเวณหลังสำนักงาน รพช. อำเภอเมือง บ้านหนองใหญ่ อำเภอเมือง และ บ้านบ่อใหญ่ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ดังแสดงที่ผังหมู่บ้านและตำแหน่งที่ตั้งบ่อ ในรูป 4-4 ถึงรูป 4-7 และได้ผลการทดสอบแสดงในภาคผนวก ข. และ ค. ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลผลการทดสอบสูบน้ำ ประกอบด้วยค่าปริมาณน้ำที่สูบออกจากบ่อได้จาก มาตรวัดน้ำและค่าระดับน้ำลดขณะกำลังสูบตามช่วง เวลาต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มสูบ จนกระทั่งดับ เครื่องสูบน้ำ/ค่าระดับน้ำที่ไหลคืนกลับ เข้าบ่อตามช่วง เวลาต่าง ๆ ตั้งแต่ดับ เครื่องสูบจนกระทั่ง เริ่มสูบอีกครั้งหนึ่ง ของบ่อต่าง ๆ ดังแสดงใน ภาคผนวก ข.
2. ข้อมูลผลการวิเคราะห์จำแนกขนาด เม็ดดินในรูปแบบ Grain Size Distribution Curve ของทุกช่วงความลึก 1.00 เมตรของแต่ละบ่อ ดังแสดงใน ภาคผนวก ค.

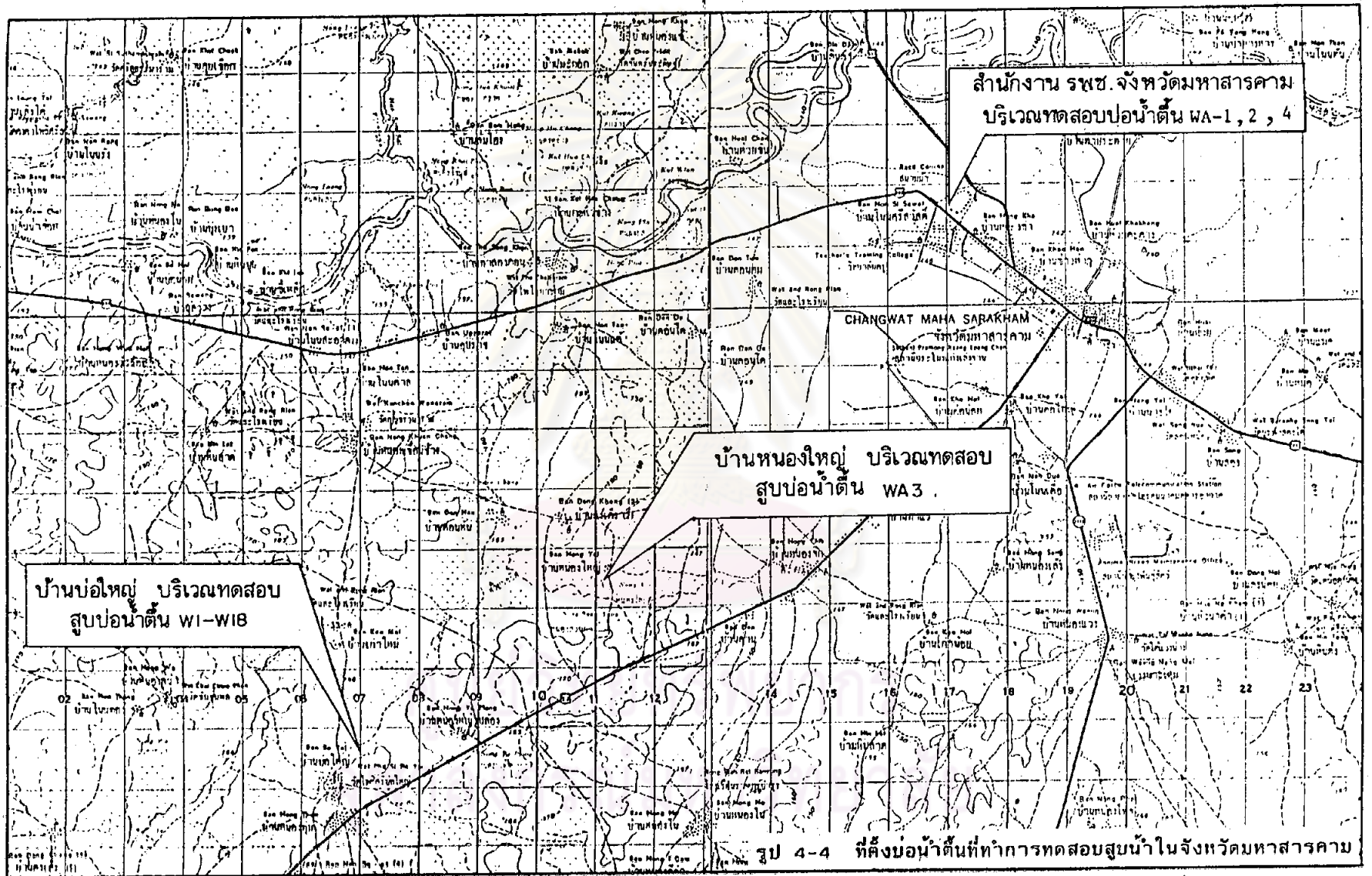
ข้อมูลในภาคผนวก ข. และ ค. สามารถนำมาสรุปผลการทดสอบในรูปแบบที่สะดวกแก่การศึกษาต่อไป ดังแสดงตัวอย่างในรูป 4-8 ถึงรูป 4-11 ซึ่งแสดงตัวอย่างสรุปผลการทดสอบของบ่อ WA-1 ในบริเวณสำนักงาน รพช. จังหวัดมหาสารคาม และสรุปผลการทดสอบของบ่อน้ำดิน ทั้งหมดแสดงในภาคผนวก ค. ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ก. สรุปข้อมูลจากข้อ 1. ในรูปแบบกราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับน้ำลด ปริมาณน้ำสูบออกและ เวลาของแต่ละบ่อ ดังแสดงในรูป ค-1 ถึงรูป ค-19

- ข. แสดงลักษณะชั้นดินจากค่าเฉลี่ยขนาดเม็ด (D_{50}) ทุกช่วงความลึก 1.00 เมตร
ของบ่อต่าง ๆ ดังแสดงในรูป ค-20
- ค. แสดงค่าเฉลี่ยขนาดเม็ดดินโดยเฉลี่ยตลอดความลึก (\bar{D}_{50}) จาก Grain
Size Distribution Curve ของแต่ละบ่อ ดังแสดงในรูป ค-21



ศูนย์วิทยพัทยาการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

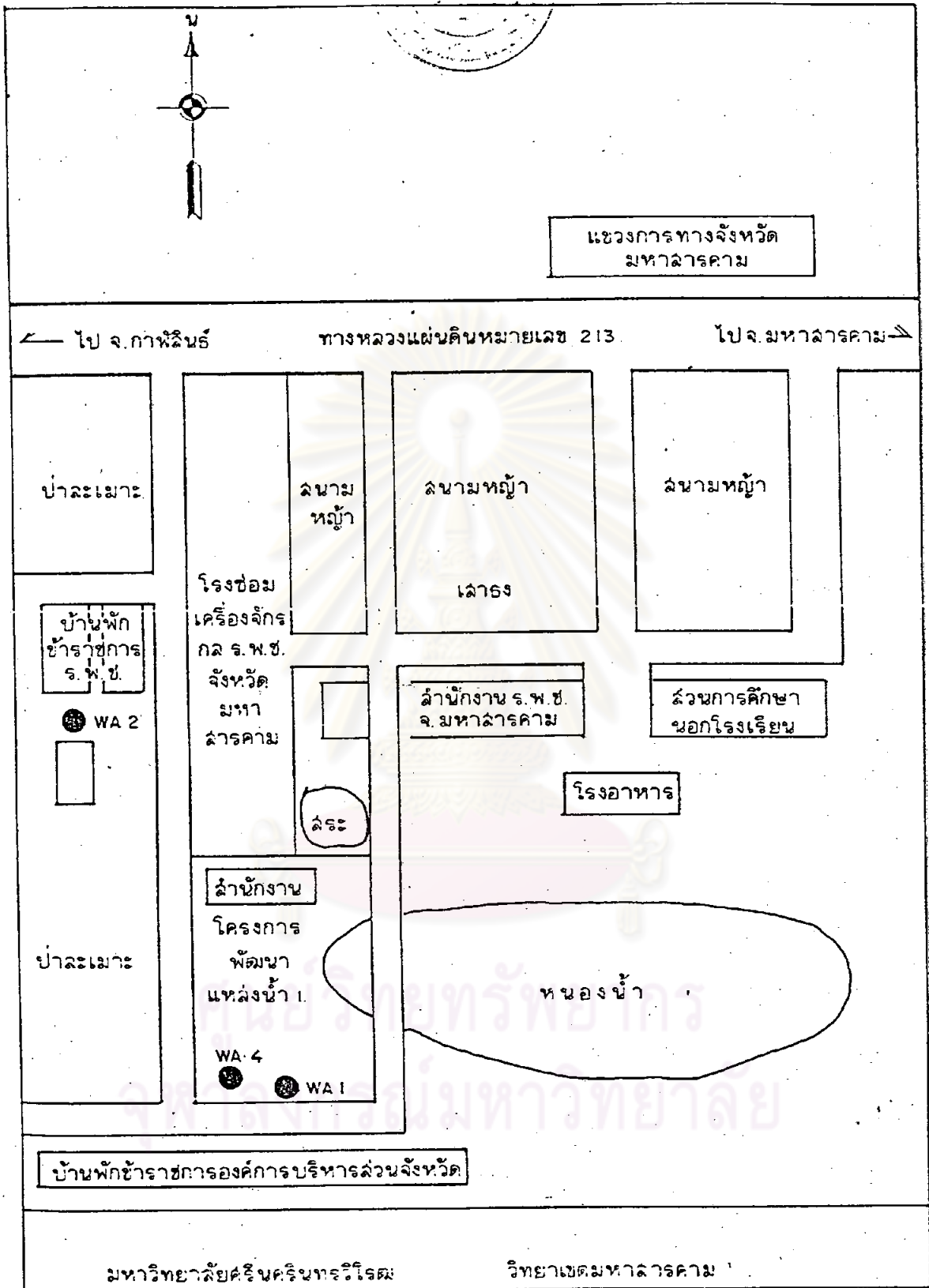
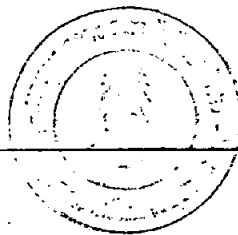


สำนักงาน รพช. จังหวัดมหาสารคาม
บริเวณทดสอบบ่อน้ำดิน WA-1, 2, 4

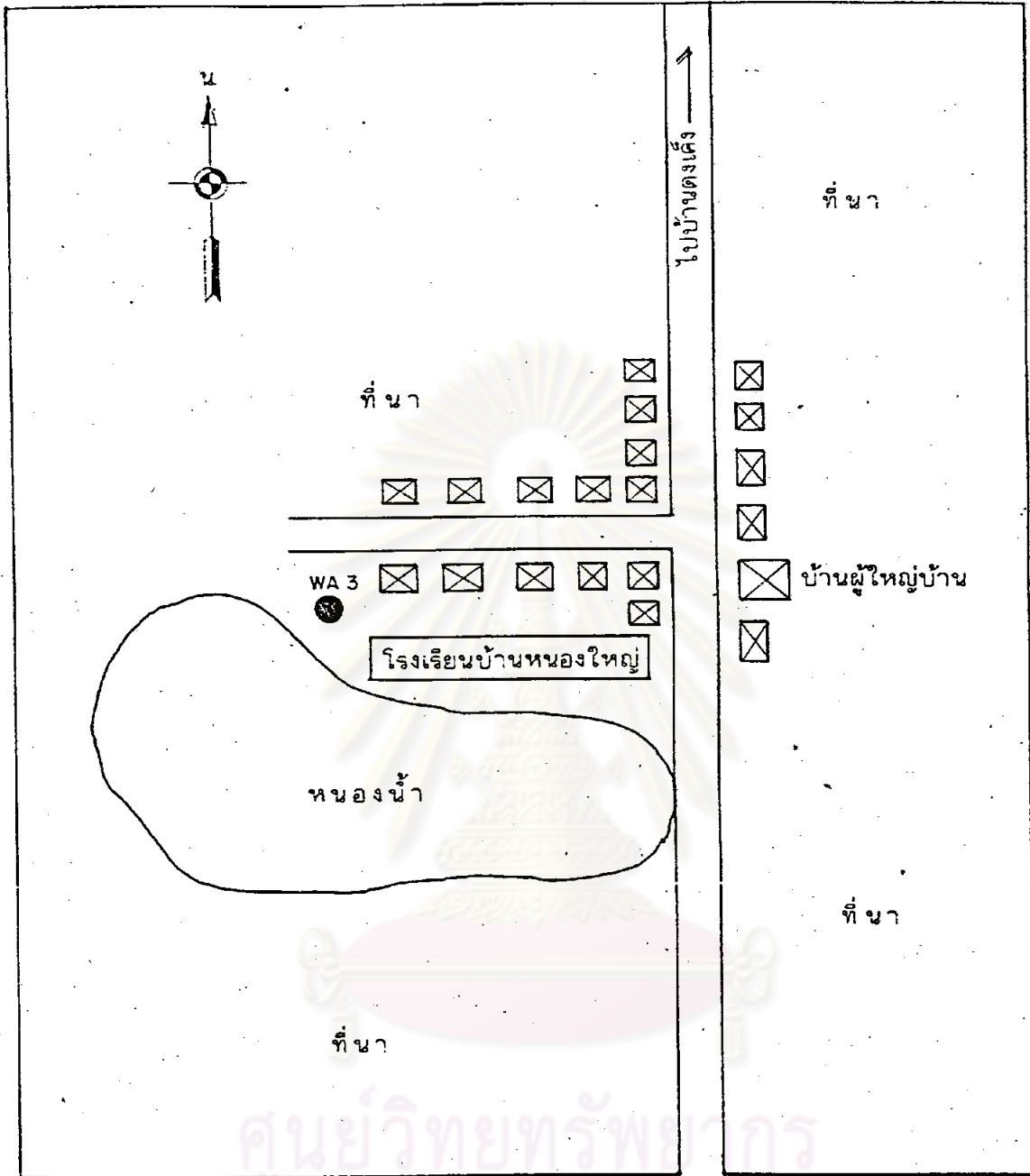
บ้านหนองใหญ่ บริเวณทดสอบ
สุ่มบ่อน้ำดิน WA3

บ้านบ่อใหญ่ บริเวณทดสอบ
สุ่มบ่อน้ำดิน WI-WIS

รูป 4-4 ที่ตั้งบ่อน้ำดินที่ทำการทดสอบสุมน้ำในจังหวัดมหาสารคาม

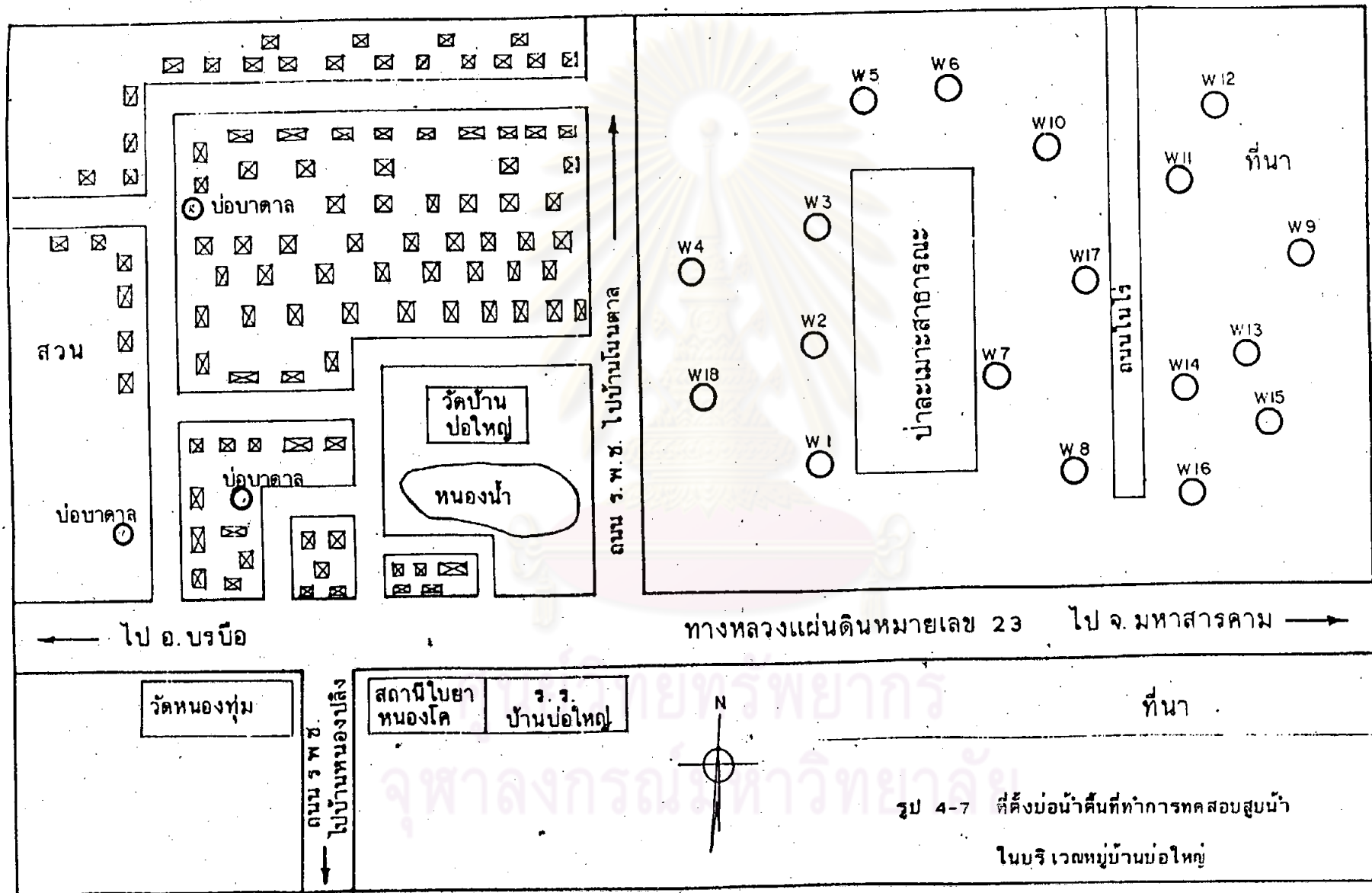


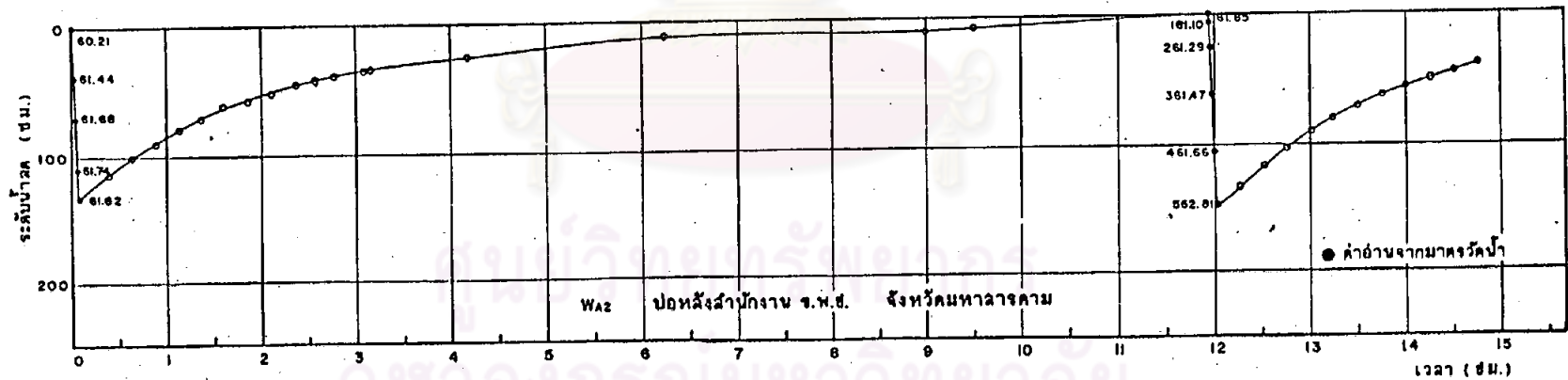
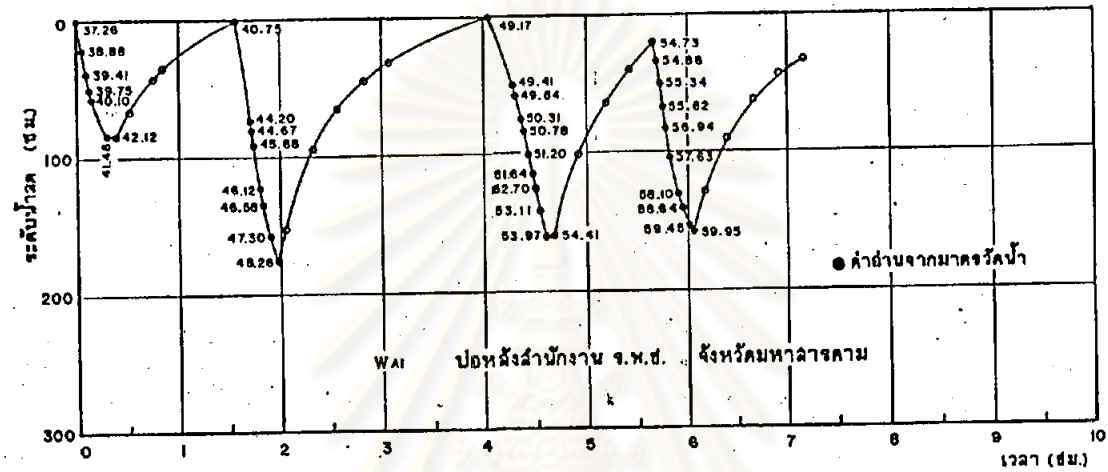
รูป 4-5 ที่ตั้งบ่อน้ำคั้นที่ทำการทดสอบสูบน้ำในบริเวณ
สำนักงาน รพช. จังหวัดมหาสารคาม



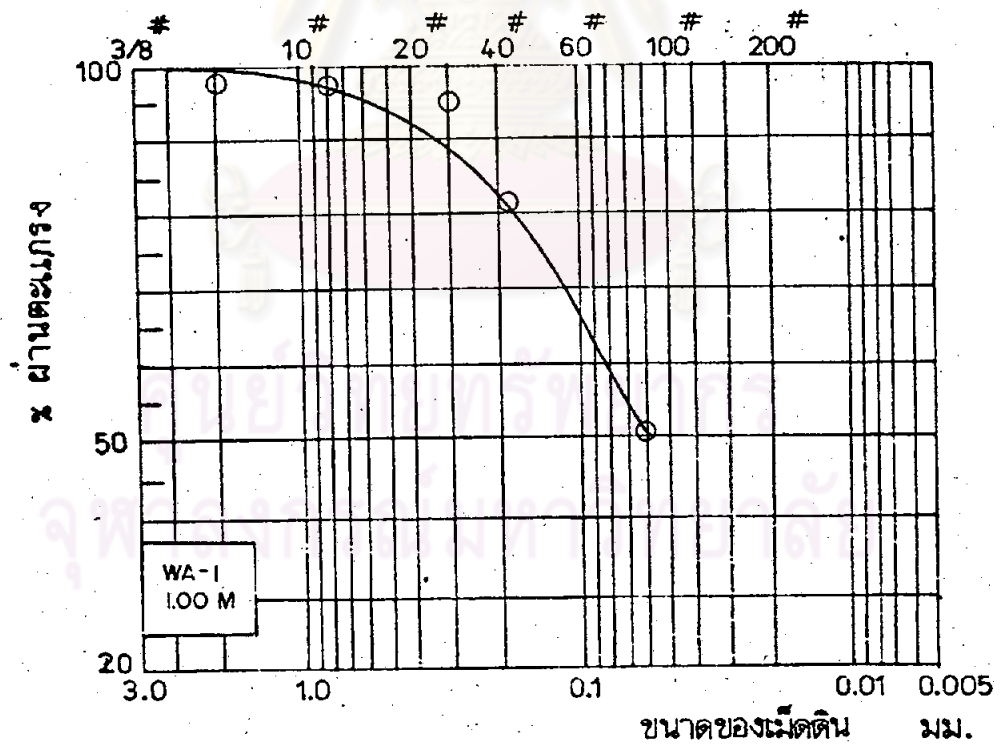
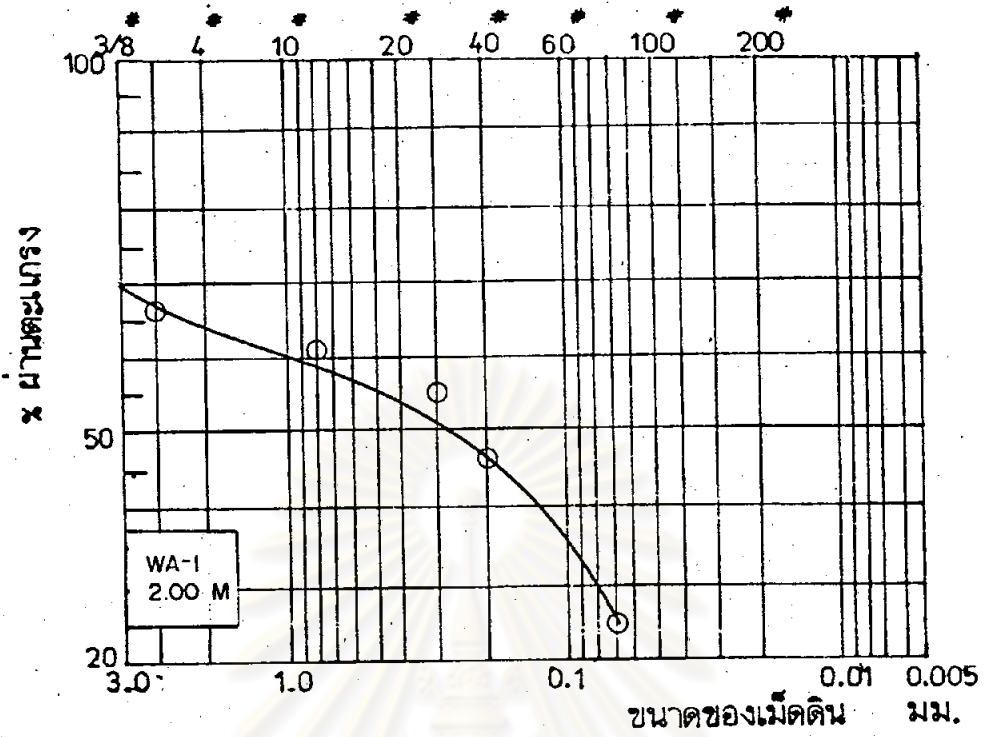
← ไปอำเภอศรีบึง → ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 23 ไป จ.มหาสารคาม →

รูป 4-6 ที่ตั้งบ่อน้ำดื่มที่ทำการทดสอบสุบน้ำในบริเวณหมู่บ้านหนองใหญ่



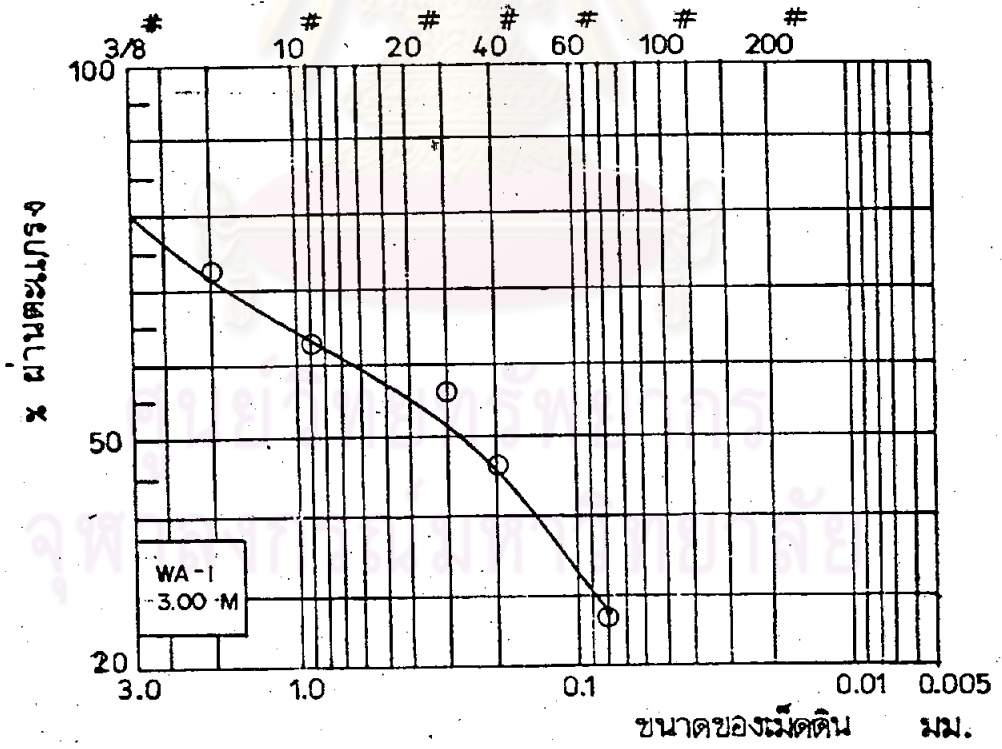
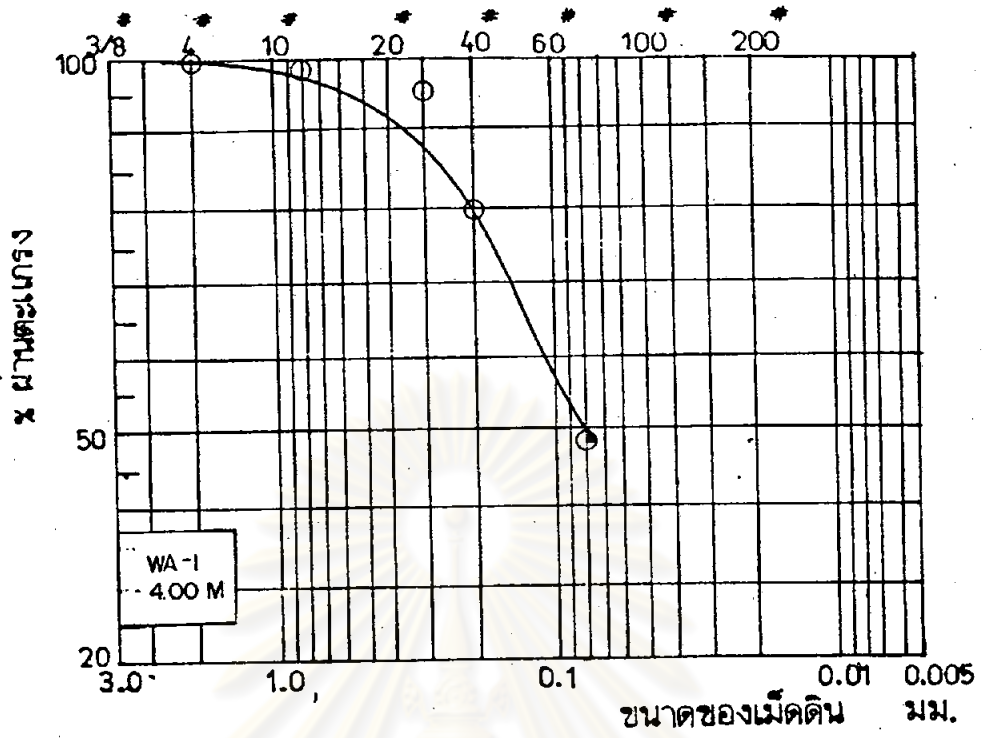


รูป 4-8 การทดลองสูบน้ำขึ้นดิน : ระดับน้ำลด เวลา และปริมาตรของกำรสูบน้ำ

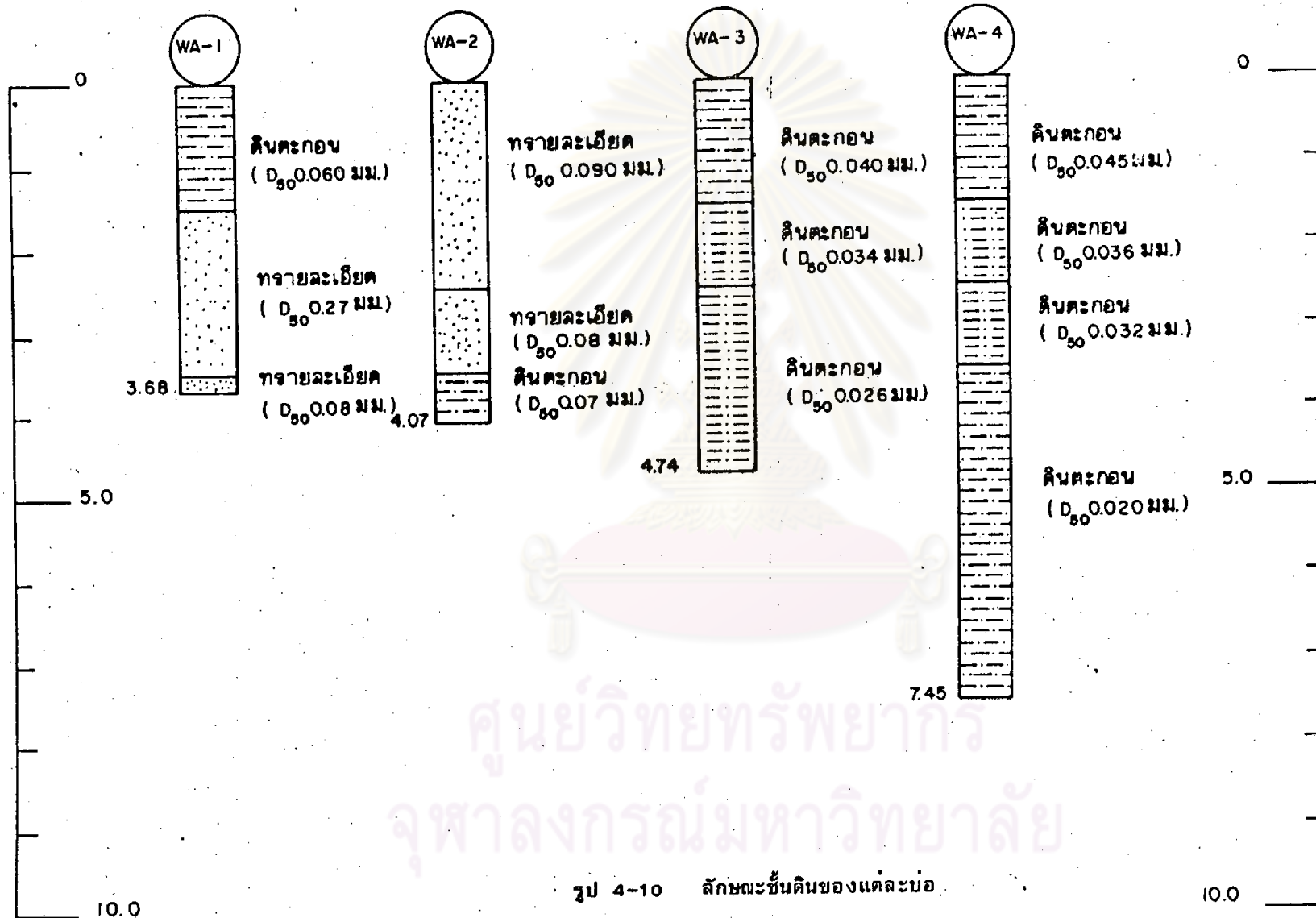


รูป 4-9 Grain Size Distribution Curve

ที่ความลึกต่าง ๆ ของบ่อ WA-1

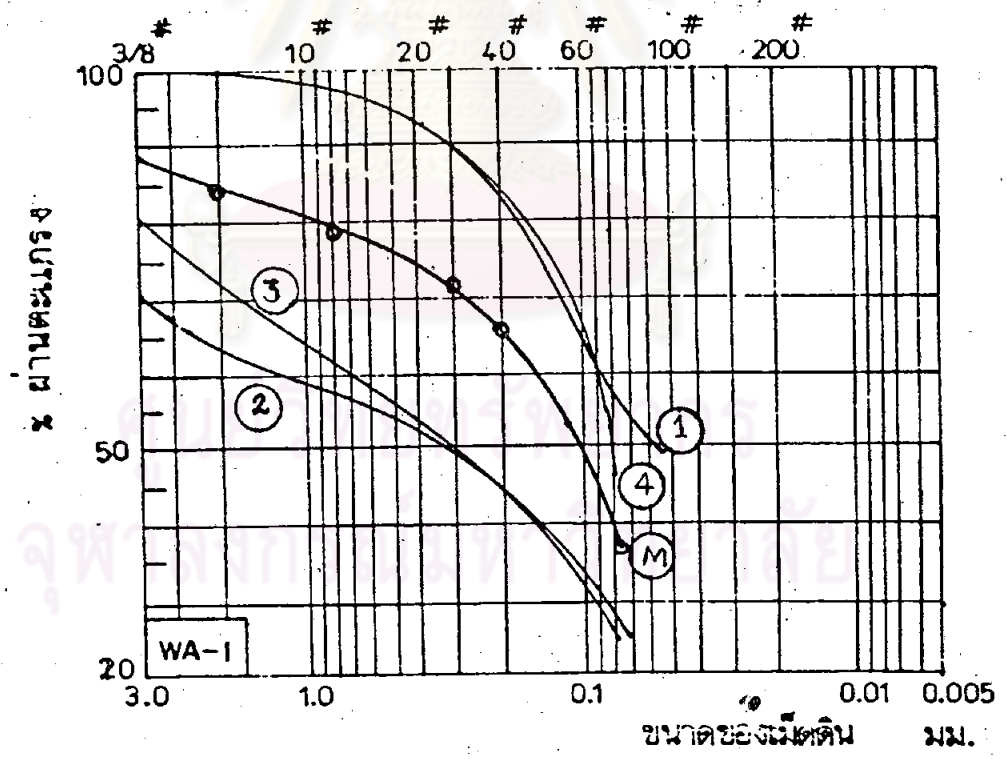
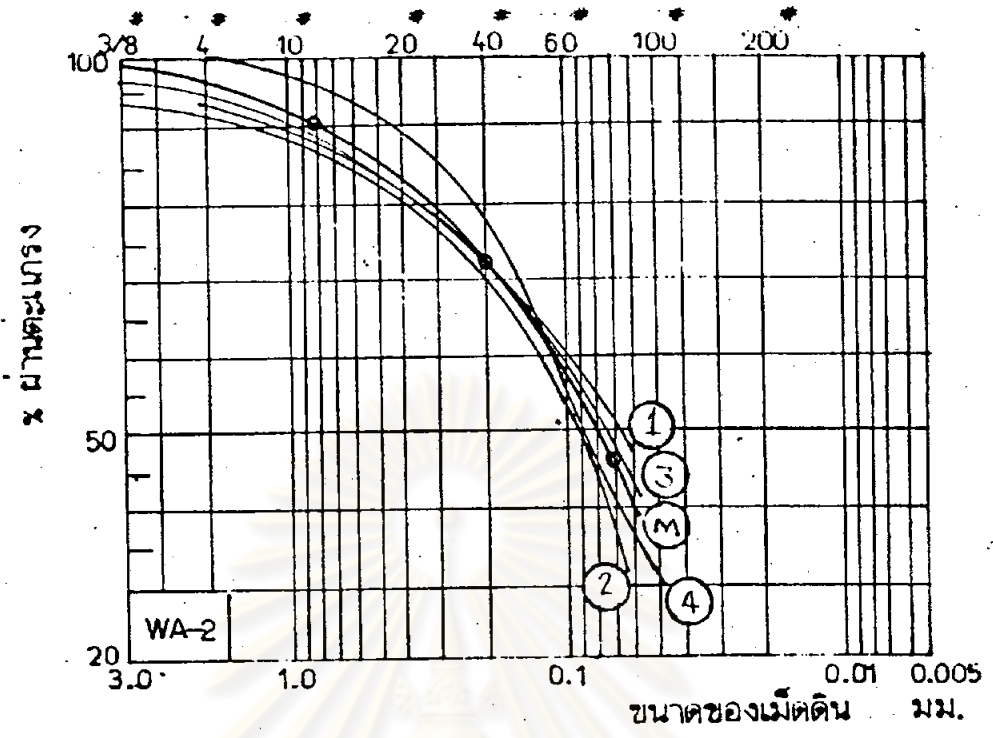


รูป 4-9 (ต่อจากแผ่นหน้า)



ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 4-10 ลักษณะชั้นดินของแต่ละบ่อ



รูป 4-11 ค่าเฉลี่ยขนาด เม็ดดินโดยตลอดความลึก
(\bar{D}_{50}) ของบ่อ WA-1