

## บทที่ 4

### การทดลองภาคสนาม

เนื่องจาก จังหวัดกำแพงเพชรมีระดับน้ำใต้ดินลดลงโดยไม่มีการคืนตัว ดังนั้นจึงมีวิธีการที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดิน โดยการนำน้ำจากผิวดินที่ได้จากปริมาณของน้ำฝนและน้ำท่ามาเติมสู่ชั้นน้ำใต้ดิน โครงการทดลองอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำใต้ดินในจังหวัดกำแพงเพชร ได้ศึกษาการเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดินโดยใช้สระเติมน้ำ และบ่อบาดาลเติมน้ำ เพื่อนำน้ำจากผิวดินสู่ระดับใต้ดินโดยแรงโน้มถ่วงของโลก การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้สระและบ่อที่โครงการก่อสร้างขึ้นทดลองหาอัตราการเติมน้ำในภาคสนาม เพื่อศึกษาระยะการยกตัวของน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่ทดลอง และระยะทางที่น้ำใต้ดินเคลื่อนที่ได้ หลังจากการเติมน้ำโดยมีลักษณะของโครงการโดยสังเขป ดังนี้

#### 4.1 สภาพทั่วไปของพื้นที่ทดลอง

4.1.1 สภาพภูมิประเทศของจังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชรตั้งอยู่บนที่ราบลุ่มแม่น้ำปิง โดยพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดกำแพงเพชร ประมาณ 8,607.50 ตารางกิโลเมตร โดยสรุปลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดกำแพงเพชรได้ว่า บริเวณด้านทิศตะวันออกของจังหวัดเป็นภูเขาสูง ตอนกลางและตะวันออกของจังหวัดเป็นที่ราบบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ ซึ่งเกิดจากการพัดพาทับถมของตะกอนลำน้ำ โดยมีความลาดเทจากพื้นที่ลุ่มน้ำปิง ไปยังลุ่มน้ำยมในพื้นที่จังหวัดพิจิตร

4.1.2 สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปของบริเวณพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรนี้ จากสถิติภูมิอากาศในรอบ 30 ปี (พ.ศ. 2504-2533) ของสถานีตรวจวัดอากาศกำแพงเพชร กรมอุตุนิยมวิทยา สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1.2.1 อุณหภูมิของพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร นี้โดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 27.3 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำสุดมีค่าประมาณ 13.8 องศาเซลเซียสในเดือนธันวาคมและสูงสุดในเดือนเมษายน เฉลี่ยประมาณ 30.7 องศาเซลเซียส

4.1.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์ของพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร โดยความชื้นสัมพัทธ์นี้มีค่าเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 75% เดือนมีนาคม มีความชื้นสัมพัทธ์ ต่ำสุดคือ 61% และเดือนตุลาคมมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือ 85%

4.1.2.3 อัตราการระเหยของพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร โดยอัตราการระเหยของน้ำในจังหวัดกำแพงเพชรนี้ ตรวจวัดโดยใช้ภาควัดการระเหย (Class-A Pan) ตั้งแต่ปี 2504-2533 มีค่าเฉลี่ย 1,503.2 มิลลิเมตร อัตราการระเหยเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุด 91.8 มิลลิเมตร ในเดือนพฤศจิกายนและเฉลี่ยสูงสุด 183.2 มิลลิเมตร ในเดือนเมษายน

4.1.2.4 ลม โดยทิศทางลมในเขตจังหวัดกำแพงเพชรระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคมพัดมาทางทิศใต้ โดยมีความเร็วสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 48 นอต และระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ลมพัดมาจากทางทิศเหนือโดยมีความเร็วสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 30 นอต

4.1.2.5 ปริมาณฝนในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรนี้ มีฝนตกหนักประมาณ 6 เดือน โดยฝนเริ่มตกหนักในเดือน พฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยปริมาณฝนตกทั้งปีโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,301.5 มิลลิเมตร โดยมีความมากที่สุดในเดือนกันยายนประมาณ 273.0 มิลลิเมตร และมีความต่ำสุดในเดือนมกราคม 0.8 มิลลิเมตร จำนวนที่ฝนตกโดยเฉลี่ยตลอดปี 123.3 วัน

4.1.3 สภาพธรณีวิทยาของจังหวัดกำแพงเพชรนี้ ในพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 8,607.50 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ทางตะวันตกของจังหวัดประกอบด้วยภูเขาสูงประมาณ 1,000-2,152 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร และเป็นแหล่งเติมน้ำ (Recharge area) ตามธรรมชาติ เข้าสู่ชั้นทรายกรวด ที่เป็นแหล่งน้ำบาดาล (Aquifer) ให้แก่พื้นที่ราบตอนกลางตะวันออก และตะวันออกเฉียงใต้ของจังหวัด โดยชั้นน้ำบริเวณนี้เป็นชั้นน้ำแบบไม่มีแรงดัน (Unconfined aquifer)

4.1.4 สภาพอุทกธรณีวิทยา โดยสภาพอุทกธรณีวิทยาโดยทั่วไปของจังหวัดกำแพงเพชรนี้ ชั้นดินให้น้ำแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างจากอำเภอเมือง ด้านทิศตะวันออก ตามแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ของแม่น้ำปิง

#### 4.2 สภาพของพื้นที่ทดลอง

พื้นที่ทดลองภาคสนาม โครงการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำใต้ดินในจังหวัดกำแพงเพชรนี้ ตั้งอยู่ที่หมู่บ้านกิโลสอง ตำบลสระแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร (รูปที่ 4-1) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้ทดลองเติมน้ำทั้งการเติมน้ำโดยใช้สระ และการเติมน้ำโดยใช้บ่อบาดาล โดยพื้นที่ทดลองอยู่ติดกับคลองชลประทานท่อทองแดง(กม.2+400) ซึ่งใช้เป็นแหล่งน้ำดิบ โดยสภาพพื้นที่ทดลองพบว่า สภาพอุทกธรณีของพื้นที่ทดลองมีชั้นทรายใกล้ผิวดิน ซึ่งสามารถเติมน้ำจากผิวดินสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้โดยตรง สภาพระดับน้ำใต้ดินของบ่อบาดาลบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ทดลองเดือนเมษายน (ช่วงสำรวจ 5-6 เมษายน 2539) มีระดับต่ำกว่าผิวดิน 6-8 เมตร หลังจากฝนตกในช่วงเดือนพฤษภาคม 2539 มีระดับน้ำต่ำกว่าผิวดิน 3-4 เมตร สภาพน้ำดิบของพื้นที่ต่ำกว่ามาตรฐาน โดยการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบโดยผ่านระบบทรายกรองช้า ด้วยอัตราการกรอง 0.4 ลบ.ม / ชม. / ตร.ม ขณะที่ทรายกรองมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.2-0.35 มม.

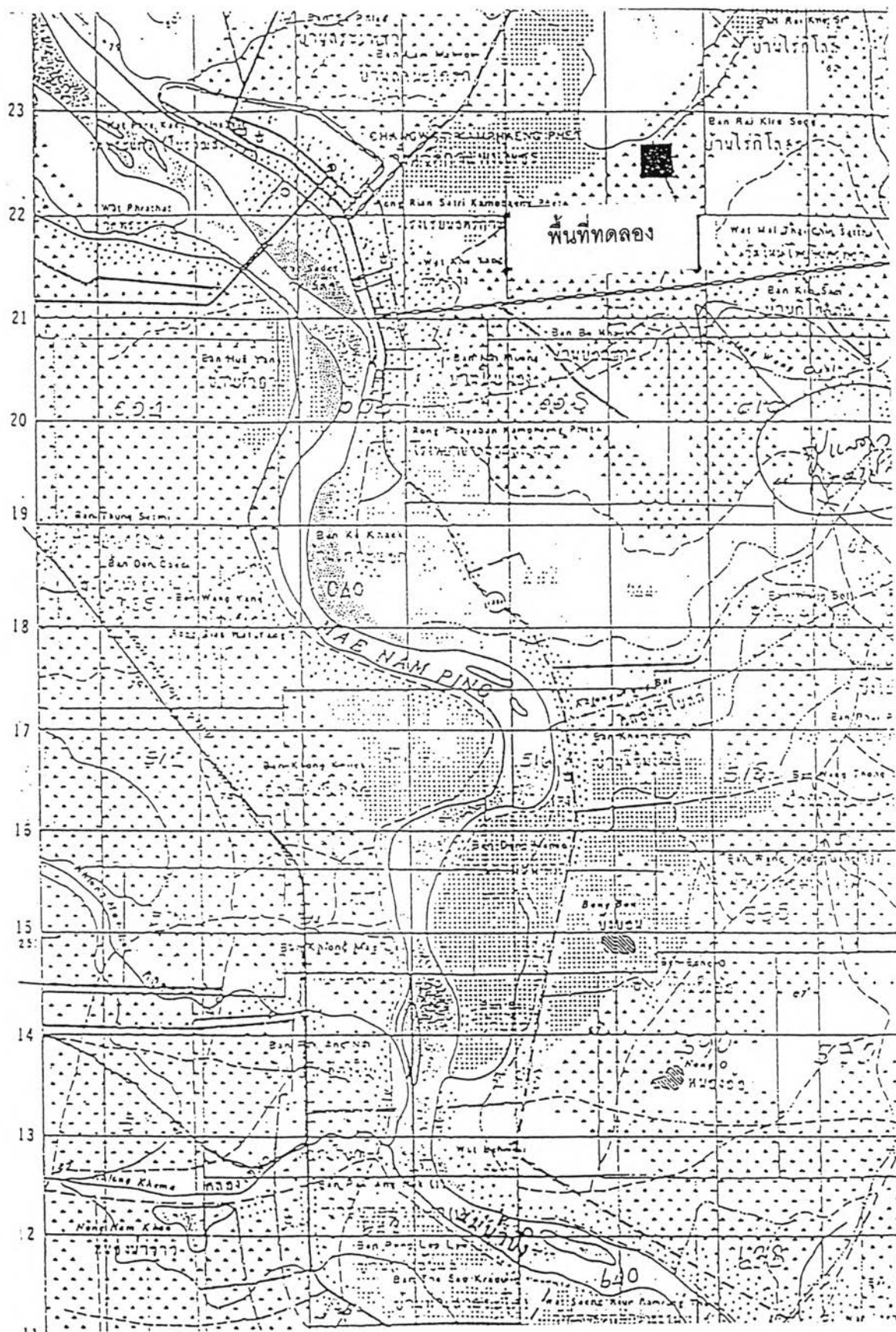
#### 4.3 ลักษณะการทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

##### 4.3.1 ลักษณะการทดลอง

การทดลองของโครงการนี้มีแนวทางการทดลองเติมน้ำโดยวิธีธรรมชาติ โดยสามารถแบ่งลักษณะการทดลองเติมน้ำได้ 2 วิธี ดังนี้

4.3.1.1 การขุดสระเติมน้ำในพื้นที่ ซึ่งการทดลองการเติมน้ำในพื้นที่โครงการฯ ได้ใช้แนวทางการเติมน้ำโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกโดยนำน้ำผิวดินซึ่งได้จากธรรมชาติคือปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่โครงการฯ หรือการชักน้ำจากแหล่งน้ำอื่น ในที่นี้โครงการฯได้ชักน้ำจากแม่น้ำปิงโดยผ่านคลองชลประทานท่อทองแดง ซึ่งเป็นคลองส่งน้ำสายใหญ่ของโครงการชลประทานจังหวัดกำแพงเพชรมาเก็บกักในพื้นที่รับน้ำที่ขุดเป็นสระขนาด กว้าง 10 เมตร ยาว 115 เมตร ลึก 2 เมตร โดยมีลาดด้านข้าง 1:1.5 (รูปที่ 4-2) ซึ่งปริมาณน้ำที่ผ่านเข้ามาในสระทดลองสามารถวัดอัตราการไหลได้จากฝายวัดน้ำสันกว้างขนาดความกว้าง 90 ซม. สูง 10 ซม. ที่สร้างบนอาคารชักน้ำ (farm turn out) จากนั้นน้ำในสระทดลองซึมผ่านชั้นทรายกรองที่อยู่ด้านล่างของสระทดลอง ซึ่งการเติมน้ำชนิดนี้ที่ผ่านลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินผ่านการกรองโดยธรรมชาติของทรายกรอง

หลังจากเติมน้ำผ่านสระทดลองสู่ชั้นน้ำใต้ดินแล้ว สามารถติดตามผลการเติมน้ำในพื้นที่ทดลองโดยใช้บ่อสังเกตการณ์รอบพื้นที่ทดลองจำนวน 16 บ่อ (บ่อที่ 1 - 16 ) ร่วมกับ



รูปที่ 4-1 ตำแหน่งพื้นที่ทดลอง



ก. สระเติมน้ำ



ข. ป่อบาดาลเติมน้ำ

รูปที่ 4-2 ลักษณะพื้นที่ทดลอง

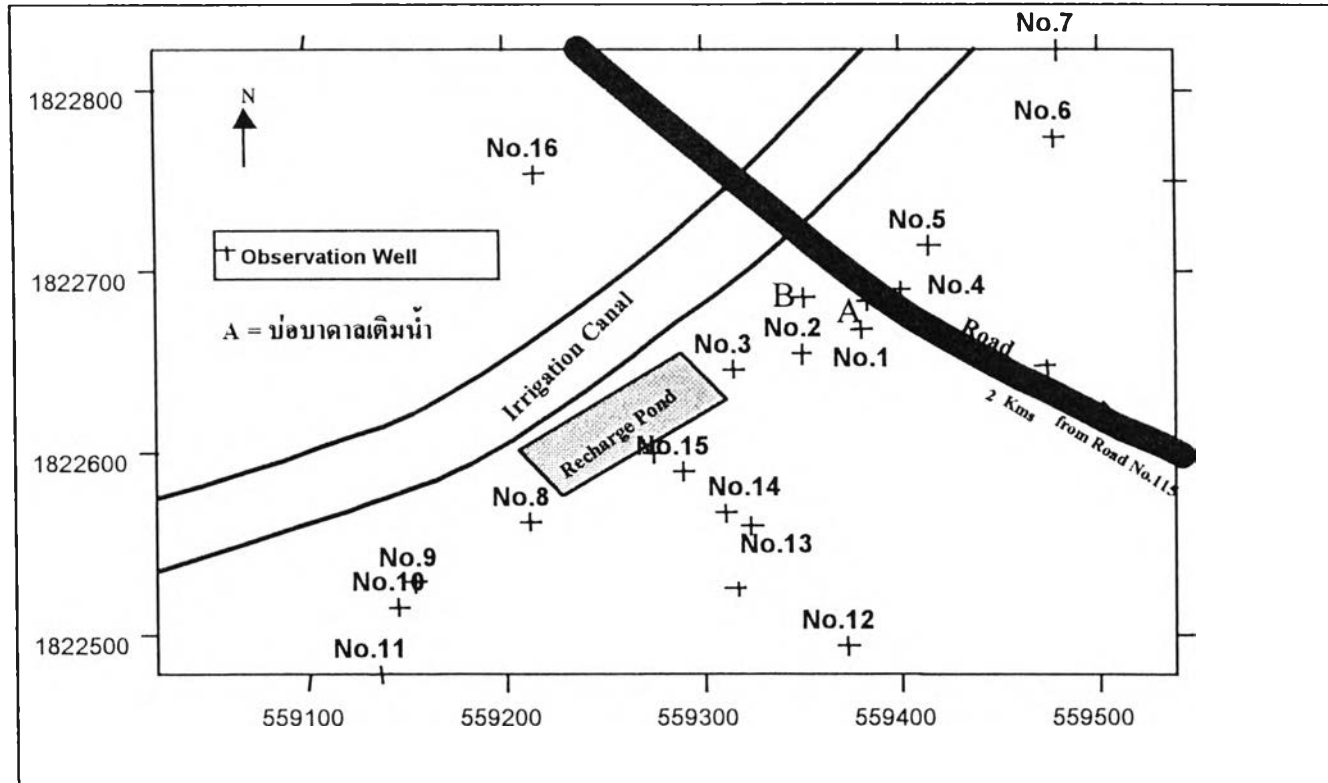
บ่อบาดาลเดิม 1 บ่อ (บ่อที่ B) บ่อเติมน้ำซึ่งสามารถใช้เป็นบ่อสังเกตการณ์ได้ (บ่อที่ A ) จำนวน 1 บ่อ รวม 18 บ่อ (รูปที่ 4-3) ซึ่งมีพื้นที่โดยประมาณ 0.5 ตร.กม

4.3.1.2 การเติมน้ำโดยใช้บ่อบาดาล โดยการทดลองการเติมน้ำผ่านบ่อบาดาลเป็นอีกวิธีที่ใช้ในการเติมน้ำโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก แต่ลักษณะการเติมน้ำนี้เป็นการเติมน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดินในลักษณะลึก ซึ่งแตกต่างกับการเติมน้ำโดยใช้สระเติมน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดินในลักษณะตื้น โดยน้ำที่นำมาเติมมาจากแม่น้ำปิงโดยผ่านทางคลองชลประทานท่อทองแดงซึ่งน้ำที่นำเข้ามา มีลักษณะเช่นเดียวกับการทดลองเติมน้ำโดยใช้สระเติมน้ำ ส่วนลักษณะที่แตกต่างของการเติมน้ำโดยใช้บ่อบาดาลนี้คือ น้ำที่มาจากคลองชลประทานท่อทองแดงนี้ส่วนหนึ่งถูกชักผ่านระบบท่อนำน้ำปรับปรุงคุณภาพของน้ำโดยการกรองซ้ำให้ได้ตามมาตรฐาน ก่อนเติมผ่านบ่อบาดาลสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งลักษณะการกรองในลักษณะนี้สร้างบ่อทรายกรองขนาด กว้าง 5 เมตร ยาว 5 เมตร จำนวน 2 บ่อ ซึ่งบ่อทรายกรองนี้จำเป็นต้องมีการล้างหน้าทรายกรองเช่นเดียวกัน (ทุก 3 เดือน) หลังจากนั้นน้ำที่ผ่านการกรองแล้วสามารถหารัศมีการเติมน้ำโดยใช้ฝายวัดน้ำสามเหลี่ยมสันคม  $90^{\circ}$  จำนวน 2 ตัว ก่อนเติมสู่บ่อบาดาลทดลอง (บ่อที่ A) ซึ่งเป็นบ่อบาดาลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ลึก 16 เมตร โดยน้ำที่เติมนี้สามารถเติมสู่ชั้นน้ำใต้ดินโดยผ่านทางช่องนำน้ำออก (screen) ยาว 12 เมตรทางด้านปลายของบ่อบาดาล

หลังจากเติมน้ำผ่านบ่อบาดาลทดลองสู่ชั้นน้ำใต้ดินแล้ว มีการติดตามผลของการเติมน้ำโดยสร้างบ่อสังเกตการณ์จำนวน 16 บ่อ (บ่อที่ 1 - 16 ) รวมกับบ่อบาดาลเดิม 1 บ่อ (บ่อที่ B) รวมบ่อสังเกตการณ์จำนวน 17 บ่อ (รูปที่ 4-3)

#### 4.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

การทดลองการเติมน้ำของโครงการฯ ในพื้นที่ทดลองจังหวัดกำแพงเพชรมีการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการทดลอง เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำที่ผ่านเข้ามาในพื้นที่ทดลอง ข้อมูลปริมาณน้ำก่อนเติมสู่บ่อบาดาล ข้อมูลระดับน้ำใต้ดินในบ่อสังเกตการณ์ ข้อมูลระดับน้ำในสระทดลอง ข้อมูลฝนตกบริเวณพื้นที่ทดลอง ข้อมูลการระเหยบริเวณพื้นที่ทดลอง โดยการเก็บข้อมูลเหล่านี้มีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องดังนี้



รูปที่ 4-3 ตำแหน่งบ่อบาดาลวงรอบเล็ก

4.3.2.1 อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำฝน โดยอุปกรณ์นี้ใช้วัดปริมาณฝนตก บริเวณพื้นที่ โดยวัดปริมาณน้ำฝนเวลา 17.40 น. ของทุกวัน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2540 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2541

4.3.2.2 อุปกรณ์วัดปริมาณการระเหย โดยอุปกรณ์นี้ใช้วัดการระเหย พร้อมด้วย hook gauge โดยอุปกรณ์นี้ใช้วัดปริมาณการระเหยบริเวณพื้นที่ทดลอง โดยการวัดปริมาณน้ำฝนวัดเวลา 17.40 น. ของทุกวัน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2540 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2541

4.3.2.3 อุปกรณ์วัดปริมาณการไหล

- ฝ่ายสั้นกว้างขนาด 90 ซม. สูง 10 ซม. จำนวน 1 ตัว พร้อมไม้วัดระดับน้ำ (staff) ซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์ในการวัดอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านเข้ามาในระตอลง ซึ่งติดตั้งบนอาคารชกน้ำ ( ท่อ คสล. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม.)

- ฝ่ายสามเหลี่ยมสันคม  $90^{\circ}$  จำนวน 2 ตัวที่ติดตั้งพร้อมกับไม้วัดระดับน้ำ โดยอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำนี้วัดน้ำก่อนเติมสู่อบอดอลงเพื่อเติมน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดินในระดับลึก โดยน้ำนี้มาจากน้ำที่ผ่านบ่อทรายกรองซ้ำจำนวน 2 บ่อ

4.3.2.4 อุปกรณ์วัดระดับน้ำใต้ดิน โดยอุปกรณ์นี้ใช้สัญญาณเสียงโดยสัญญาณเสียงถูกส่งเมื่อหัววัดระดับน้ำสัมผัสกับผิวน้ำ เพื่อวัดระดับความลึกของน้ำในบ่อสังเกตการณ์รอบพื้นที่ทดลองเติมน้ำ เพื่อติดตามผลของระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงทุกเดือน ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2540 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2541

นอกจากนี้อุปกรณ์วัดระดับน้ำใต้ดิน ใช้วัดระดับน้ำใต้ดินบ่อบาดาลเดิม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นบ่อบาดาลของชาวบ้านโดยรอบพื้นที่ทดลองประมาณ 13 ตร.กม จำนวน 23 บ่อ (วงรอบกลาง) โดยเก็บข้อมูลรายเดือนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2540 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2541

#### 4.4 เงื่อนไขการทดลอง

ในการทดลองการเติมน้ำของการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดเงื่อนไขของการทดลองออกเป็นสามส่วน ซึ่งแบ่งตามลักษณะของการเติมน้ำ



4.4.1 การเติมน้ำโดยใช้สระเติมน้ำ ซึ่งการทดลองนี้กำหนดเงื่อนไขในการเติมน้ำ โดยในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2540 และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2540 ซึ่งทดลองเติมน้ำโดยใช้ การเติมน้ำในสระทดลองลดระดับลงโดยการซึมตามธรรมชาติ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลระดับน้ำในสระ ทดลองที่ทดลองทุก 15 นาที จากนั้นติดตามผลเติมน้ำในพื้นที่ทดลองจากบ่อสังเกตการณ์วงรอบ เล็กรอบพื้นที่ทดลอง จำนวน 18 บ่อโดยการวัดระดับน้ำใต้ดินเปลี่ยนแปลงทุก 1 ชม.

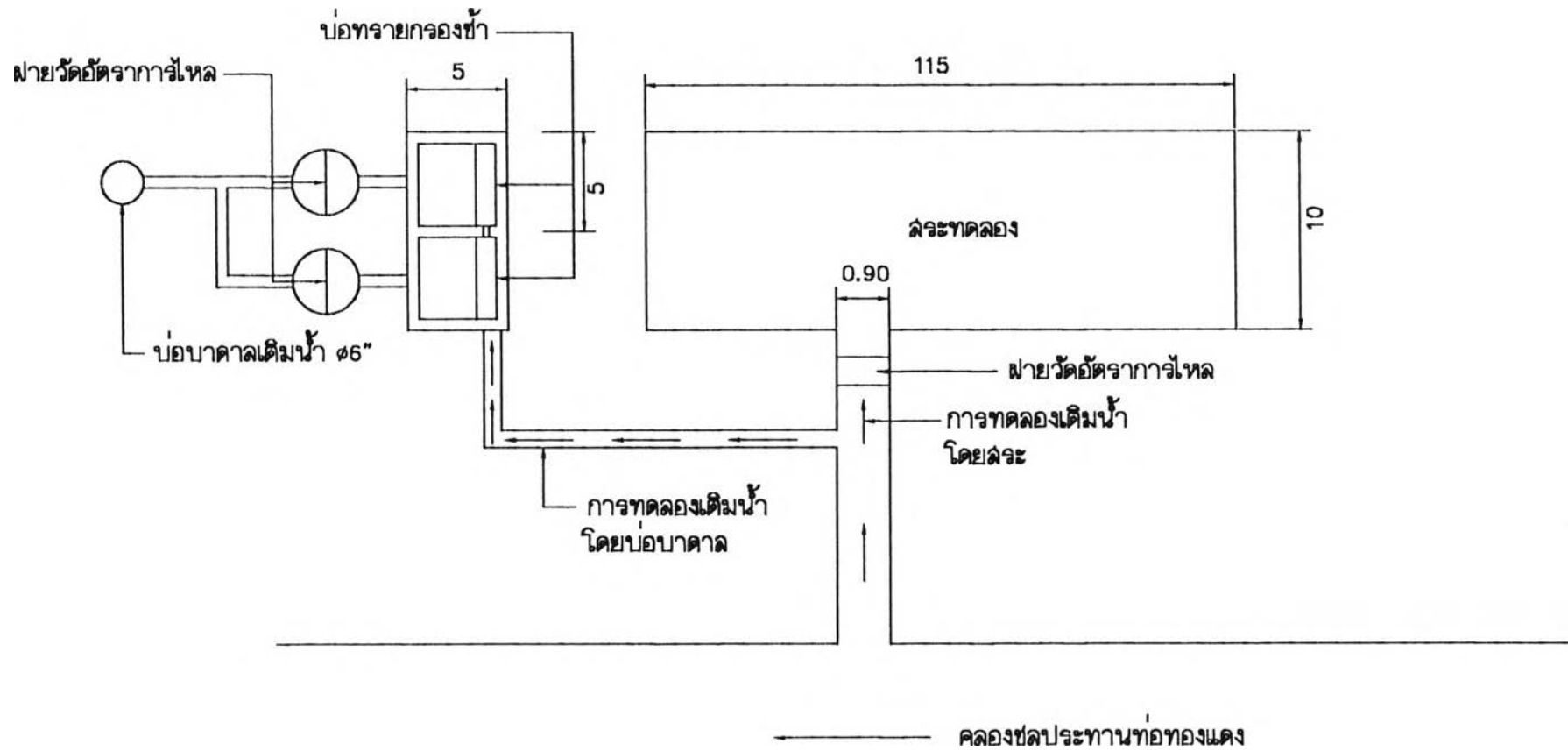
ส่วนการเติมน้ำในช่วงเดือนมีนาคม 2541 และ เดือนเมษายน พ.ศ.2541 เติมน้ำ ผ่านสระทดลองอย่างต่อเนื่องเป็นช่วงๆละ 7 วัน จำนวน 4 ช่วง และติดตามผลการเติมน้ำจากบ่อ สังเกตการณ์วงรอบเล็กรอบพื้นที่ทดลองจำนวน 18 บ่อ โดยการวัดระดับน้ำใต้ดินที่เปลี่ยนแปลงทุก วัน

4.4.2 การเติมน้ำโดยใช้บ่อบาดาลเติมน้ำ ซึ่งการทดลองนี้ทดลองโดยกำหนด เงื่อนไขในการเติมน้ำ โดยเติมน้ำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 7 วันจำนวน 2 ช่วง ผ่านบ่อทรายกรอง จำนวน 2 บ่อ ในช่วง เดือนเมษายน พ.ศ. 2541 และติดตามผลการเติมน้ำจากบ่อสังเกตการณ์วง รอบเล็กรอบพื้นที่ทดลองจำนวน 17 บ่อ โดยวัดระดับน้ำใต้ดินที่เปลี่ยนแปลงทุกวัน

4.4.3 การเติมน้ำโดยอุปกรณ์วัดอัตราการซึม ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541 ในขณะที่ สระทดลองแห่งนี้ได้นำเครื่องมือวัดอัตราการซึมแบบวงแหวน (double rings infiltrometer) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 และ 58 ซม. วัดอัตราการซึมของสระทดลองกระจายตาม พื้นที่กันสระจำนวน 3 ตำแหน่ง โดยวัดระดับน้ำที่ลดตัวลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

#### 4.5 ขั้นตอนการทดลองในสนาม

การทดลองการเติมน้ำในพื้นที่ทดลองจังหวัดกำแพงเพชรของการศึกษารั้งนี้ ได้ แบ่งการทดลองระบบเติมน้ำเป็น 2 กรณี โดยกรณีแรกทดลองเติมน้ำโดยใช้สระทดลองซึ่งน้ำจาก ผิวดินถูกส่งผ่านชั้นทรายโดยไปเก็บในชั้นดินให้น้ำในระดับล่าง ซึ่งการผ่านชั้นทรายกรองนี้เป็นการ เติมน้ำโดยผ่านการกรองตามธรรมชาติ และอีกกรณีหนึ่งเป็นการนำน้ำจากผิวดินไปเติมสู่ชั้นน้ำใต้ ดินโดยผ่านทางบ่อบาดาลเป็นการเติมน้ำในระดับลึก (รูปที่ 4-4 ซึ่งรูปที่ 4-4 นี้ไม่เป็นไปตามอัตรา ส่วนจริงเนื่องจากขนาดของสระทดลองแตกต่างกับบ่อบาดาลทดลองมาก) โดยวิธีการทดลองและ ขั้นตอนการติดตามผลมีวิธีการดังนี้



08. แต่งทำ กำหนดไว้เป็นแบบ

รูปที่ 4-4 วิธีการทดลองภาคสนาม

การทดลองเติมน้ำในพื้นที่ทดลองเติมน้ำ โดยใช้สระทดลองและบ่อบาดาลทดลอง แสดงช่วงเวลาในการทดลองและลักษณะการเติมน้ำดังนี้ (ตารางที่ 4-1)

ตารางที่ 4-1 การทดลองเติมน้ำภาคสนาม

| การทดลอง | ช่วงเวลา                  | ลักษณะการเติมน้ำ               |
|----------|---------------------------|--------------------------------|
| K 1      | 18 พฤษภาคม 2540           | สระเติมน้ำ                     |
| K 2      | 16 ธันวาคม 2540           | สระเติมน้ำ                     |
| K 3.1    | 6-12 มีนาคม 2541          | สระเติมน้ำ                     |
| K 3.2    | 22-28 มีนาคม 2541         | สระเติมน้ำ                     |
| K 4.1    | 15-21 มีนาคม 2541         | บ่อบาดาลเติมน้ำ                |
| K 4.2    | 29 มีนาคม - 4 เมษายน 2541 | บ่อบาดาลเติมน้ำ                |
| K 5      | 10 กุมภาพันธ์ 2541        | อุปกรณ์วัดอัตราการซึมแบบวงแหวน |

โดยมีขั้นตอนการทดลองเติมน้ำในพื้นที่ทดลองดังนี้

4.5.1 การทดลองการเติมน้ำโดยใช้สระทดลองเติมน้ำ ซึ่งการทดลองนี้ได้ดำเนินการกับสระทดลองที่มีขนาดก้นสระ กว้าง 10 เมตร ยาว 115 เมตร ลึก 2 เมตร ลาดด้านข้าง 1:1.5 โดยมีชั้นทรายอยู่ที่ก้นสระ โดยปริมาตรน้ำภายในสระแสดงในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรน้ำในสระกับระดับน้ำในสระ (Q-H curve) (ภาคผนวก ง) และชั้นทรายเมื่อนำตัวอย่างทรายมาทดสอบค่าการกระจายตัวของขนาดทรายแล้ว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดทรายเฉลี่ย 0.30 มม.

ในขณะที่น้ำที่นำมาเติมลงสู่สระเติมน้ำนี้ มาจากปริมาณน้ำจากคลองชลประทาน ท่อทองแดงที่ตำแหน่ง กม.2+400 (โครงการชลประทานจังหวัดกำแพงเพชร) โดยคลองชลประทาน ท่อทองแดงนี้เป็นคลองส่งน้ำที่รับน้ำจากแม่น้ำปิง โดยน้ำจากคลองชลประทานท่อทองแดงนี้ถูกส่งผ่านอาคารชักน้ำระบบท่อส่งน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ซม. โดยมีประตูน้ำอยู่ทางด้านหน้า และสามารถวัดปริมาณน้ำที่ชักน้ำจากคลองชลประทานท่อทองแดง สู่สระทดลองผ่านฝายวัดน้ำ

สันกว้าง และติดตั้งไม้วัดระดับน้ำในสระทดลอง พร้อมเจาะบ่อสังเกตการณ์จำนวน 16 บ่อ บ่อสังเกตการณ์เดิมจำนวน 1 บ่อ และบ่อบาดาลเติมน้ำ จำนวน 1 บ่อ บ่อสังเกตการณ์ที่เจาะใหม่ และมีอยู่เดิมนี้ กระจายโดยรอบสระทดลองในรัศมีประมาณ 200 เมตร

การทดลองเติมน้ำในพื้นที่ทดลองนี้มีลักษณะการทดลองโดยแบ่งออกเป็นสองกรณี โดยกรณีแรกทดลองในเดือนพฤษภาคม 2540 และ เดือนธันวาคม 2540 โดยการทดลองเติมน้ำนี้ นำน้ำจากคลองชลประทานท่อทองแดงมาขังไว้ในสระทดลอง จากนั้นเปิดประตูน้ำเพื่อขังน้ำ และให้น้ำซึมผ่านสู่ชั้นน้ำใต้ดินโดยแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งได้ผลการทดลองในลักษณะของระดับน้ำที่ลดลงเทียบกับเวลาที่ผ่านไป (เก็บข้อมูลทุก 15 นาที) พร้อมทั้งเก็บข้อมูลระดับน้ำใต้ดินภายในบ่อสังเกตการณ์ทั้งในช่วงก่อนการเติมน้ำ และหลังจากทดลองเติมน้ำเมื่อเวลาผ่านไปทุกๆ ชั่วโมง ซึ่งข้อมูลระดับน้ำใต้ดินโดยรอบนี้สามารถบอกการแผ่กระจายตัวของระดับน้ำใต้ดินหลังจากทดลองเติมน้ำจากสระทดลอง

ส่วนกรณีที่สองลักษณะการทดลองเติมน้ำมีความแตกต่างจากกรณีแรก คือการเติมน้ำของกรณีที่สองนี้เปิดประตูน้ำตลอดระยะเวลาทดลอง ซึ่งการเติมน้ำเป็นการเติมน้ำแบบต่อเนื่อง โดยการทดลองนี้เก็บข้อมูลระดับน้ำในสระทดลอง เก็บข้อมูลระดับน้ำที่ไหลผ่านฝายสันกว้างวัดน้ำ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน ตลอดระยะเวลาทดลอง และนำสมการสมดุล ของน้ำมาใช้ในการพิจารณาหาอัตราการเติมน้ำที่ได้ พร้อมทั้งนำค่าปริมาณการระเหย และปริมาณฝนบริเวณพื้นที่มาพิจารณาด้วย

ส่วนการทดลองในเดือนกุมภาพันธ์ 2541 ได้วัดอัตราการซึมในสระทดลองโดยใช้อุปกรณ์การวัดอัตราการซึมแบบวงแหวน จำนวน 2 ชุด ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 ซม. และ 58 ซม. ตามลำดับ โดยตำแหน่งที่วัดอัตราการซึมกระจายในพื้นที่กันสระทดลองจำนวน 3 ตำแหน่ง ซึ่งลักษณะการทดลองการวัดอัตราการซึมนี้เติมน้ำลงถังแล้วปล่อยให้ซึมผ่านทรายกรอง พร้อมทั้งวัดระดับน้ำที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป

4.5.2 การทดลองเติมน้ำโดยใช้บ่อบาดาลทดลอง โดยการเติมน้ำในลักษณะนี้ นำน้ำจากคลองชลประทานท่อทองแดง โดยนำฝายจำลองที่ทำจากแผ่นเหล็กมาทับเพื่อให้น้ำผ่านระบบท่อก่อนที่จะนำน้ำมาผ่านบ่อทรายกรองจำนวน 2 บ่อ เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด จากนั้นน้ำที่ผ่านการกรองถูกวัดอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านบ่อทรายกรองแต่ละตัวก่อนที่นำมาเติมสู่บ่อบาดาลเติมน้ำ(บ่อที่ A) (รูปที่ 4-3) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว เพื่อเติมสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับลึก

การทดลองการเติมน้ำผ่านบ่อบาดาลทดลองนั้นเริ่มทดลองในเดือน มีนาคม 2541 โดยการนำน้ำผ่านบ่อบาดาลเติมน้ำอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 7 วัน ซึ่งวัดปริมาณน้ำที่ผ่านฝ่ายสามเหลี่ยมจากระดับน้ำที่ล้นข้ามฝาย พร้อมทั้งเก็บข้อมูลระดับน้ำใต้ดินที่เปลี่ยนแปลง

4.5.3 การกำหนดขอบเขตระดับน้ำใต้ดิน ขอบเขตของบ่อบาดาลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ทดลองนี้ได้แบ่งออกเป็นวงรอบจำนวน 3 วงรอบ โดยมีตำแหน่งและขอบเขตดังนี้

4.5.3.1 วงรอบเล็ก บ่อบาดาลในวงรอบเล็ก เป็นบ่อบาดาลเจาะชั้นใหม่ โดยรอบพื้นที่ของสระทดลองพร้อมทั้งบ่อบาดาลที่มีอยู่เดิม ในพื้นที่ ประมาณ 0.5 ตร.กม. โดยบ่อบาดาลวงรอบเล็กทั้งหมด 18 บ่อ (A,B No1-No16) (รูปที่ 4-3)

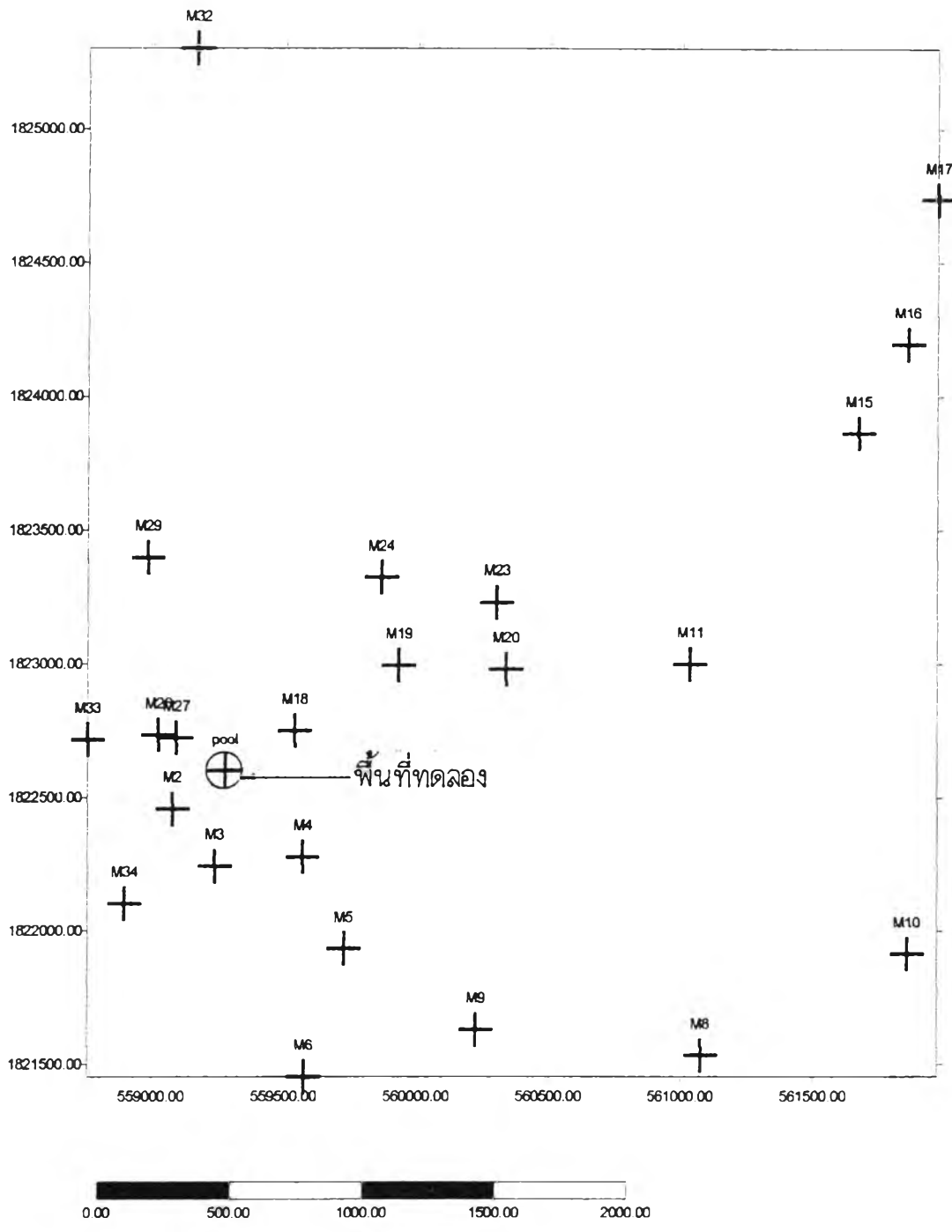
4.5.3.2 วงรอบกลาง บ่อบาดาลในวงรอบกลางโดยส่วนใหญ่เป็นบ่อบาดาลเดิมของชาวบ้านจำนวน 23 บ่อ ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ทดลอง โดยพื้นที่ของบ่อบาดาลวงรอบกลางประมาณ 13 ตร.กม. (รูปที่ 4-5)

4.5.3.3 วงรอบใหญ่ บ่อบาดาลวงรอบใหญ่เป็นบ่อบาดาลที่มีอยู่เดิมในจังหวัดกำแพงเพชรจำนวน 43 บ่อ (รูปที่ 4-6)

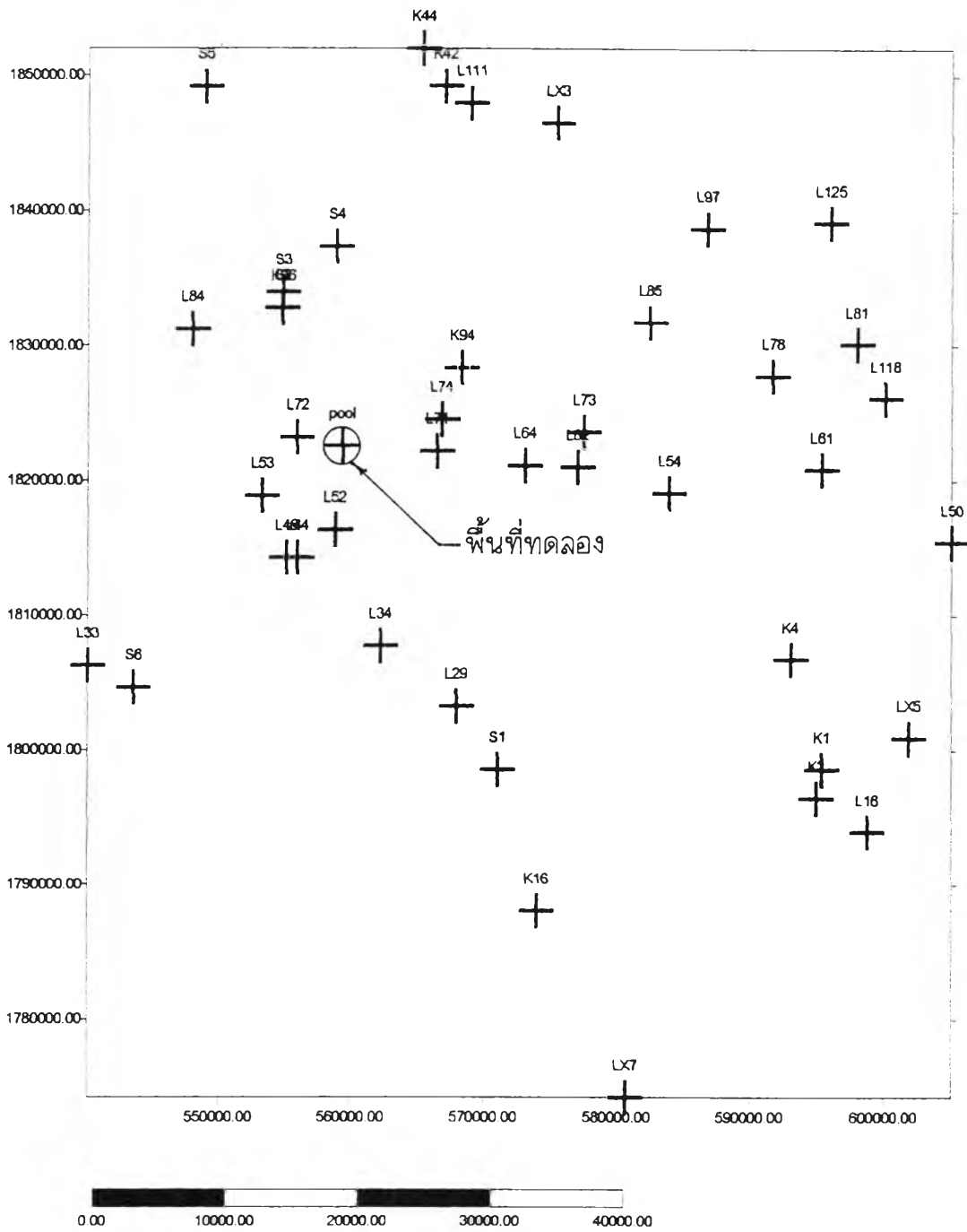
ขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งขอบเขตของเส้นชั้นความสูงน้ำใต้ดินขณะทดลองเติมน้ำ

- การกำหนดตำแหน่งของขอบเขตเส้นระดับชั้นน้ำใต้ดินของวงรอบกลางนั้น สามารถทำได้โดยการนำค่าระดับน้ำใต้ดินรายเดือนของจังหวัด(วงรอบใหญ่) มาพล็อตหาระดับความสูงน้ำใต้ดินในช่วงทดลองเติมน้ำ

- จากเส้นชั้นความสูงของระดับน้ำใต้ดินในเดือนที่ทดลองนี้ ได้กำหนดตำแหน่งบ่อบาดาลวงรอบใหญ่ที่ครอบคลุมบ่อบาดาลวงรอบกลาง (พื้นที่โดยรอบสระทดลองประมาณ 5 ตร.กม) โดยเลือกจุดที่กำหนดคือ FB1 - FB8 ให้ครอบคลุมตำแหน่งบ่อบาดาลวงรอบกลางโดยส่วนใหญ่ พร้อมทั้งครอบคลุมบ่อบาดาลวงรอบใหญ่ จำนวน 4 บ่อ (L52,L53,L71 และ L72) จากเส้นชั้นความสูงของระดับน้ำใต้ดินนี้สามารถหาระดับเส้นชั้นความสูงของระดับน้ำใต้ดินในตำแหน่งของ FB1-FB8 ในเดือนที่ทดลองได้ โดยการกำหนดตำแหน่งบ่อบาดาลทดลอง (รูปที่ 4-6)



รูปที่ 4-5 ตำแหน่งบ่อบาดาลวงรอบกลาง



รูปที่ 4-6 ตำแหน่งบ่อบาดาลวงรอบใหญ่

- ผลของระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากตำแหน่ง FB1 - FB8 นี้ เป็นขอบเขตพร้อมระดับน้ำใต้ดินของบ่อบาดาลวงรอบกลาง พร้อมสร้างเส้นชั้นความสูงของระดับน้ำใต้ดินชั้น โดยใช้ผลของระดับน้ำใต้ดินวงรอบกลางรายเดือนที่อยู่ในขอบเขต FB1 - FB8 นั้นๆซึ่งสามารถกำหนดระดับและตำแหน่งของระดับน้ำใต้ดินวงรอบกลางได้ ในทำนองเดียวกันการกำหนดตำแหน่งและขอบเขตของบ่อบาดาลวงรอบเล็ก เลือกตำแหน่งขอบเขตจากพื้นที่ของสระทดลอง โดยกำหนดระยะทางจากสระทดลอง ในกรณีของการกำหนดขอบเขตระดับน้ำใต้ดินวงรอบกลาง โดยกำหนดระยะทางจากสระทดลองไปตามแนวแกน X และแนวแกน Y ให้ครอบคลุมพื้นที่ของบ่อบาดาลวงรอบเล็กประมาณ 2 ตร.กม ซึ่งสามารถกำหนดตำแหน่งขอบเขตได้เป็น FM1 - FM8 (รูปที่ 4-7) โดยตำแหน่ง FM1 - FM8 นี้สามารถครอบคลุมบ่อบาดาลวงรอบเล็กได้ทั้งหมด โดยระดับน้ำใต้ดินของตำแหน่ง FM1 - FM8 หาได้จากผลของเส้นชั้นความสูงระดับน้ำใต้ดินที่สร้างขึ้นภายในขอบเขตของ FB1 - FB8 ดังนี้ (รูปที่ 4-8)

- จากผลของระดับน้ำใต้ดินและตำแหน่งของ FM1 - FM8 นี้ใช้เป็นขอบเขตของบ่อบาดาลและระดับน้ำใต้ดินที่ตำแหน่งขอบเขตวงรอบเล็ก และสามารถสร้างเส้นชั้นความสูงของระดับน้ำใต้ดินในเดือนนั้นๆ ได้ (รูปที่ 4-9)

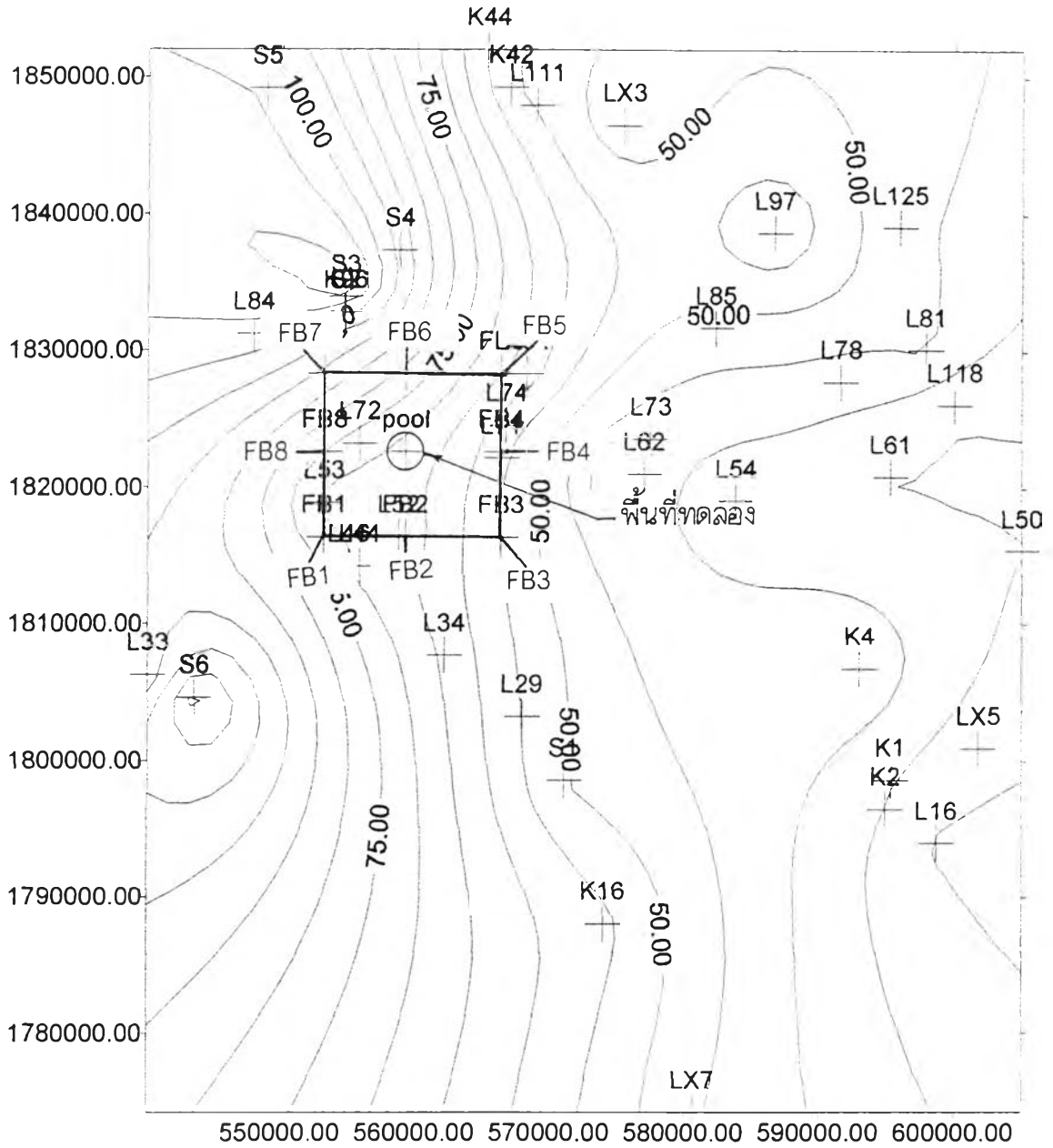
#### 4.6 การจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลสนาม

##### 4.6.1 การปรับระดับน้ำใต้ดินที่วัดได้

จากผลการเก็บข้อมูลระดับน้ำใต้ดินรายเดือนในแต่ละวงรอบพบว่า ระดับน้ำใต้ดินเดิมในเขตพื้นที่ทดลองรวมถึงจังหวัดกำแพงเพชรนั้น มีความลาดเอียงจากแนวทิศตะวันตกไปตะวันออกหรือทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินไหลจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก ซึ่งระดับน้ำใต้ดินหลังจากทดลองเติมน้ำในพื้นที่ที่มีทิศทางการไหลในแต่ละแนว โดยในการทดลองการเติมน้ำได้กำหนดแนวการไหลของน้ำใต้ดินออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 แนว A-A (รูปที่ 4-10) อยู่ในแนวของตำแหน่งบ่อบาดาลสังเกตการณ์วงรอบเล็กที่ 7, 6, 5, 4, A, B, 1, 2, 3, 8, 9, 10 และ 11 ส่วนแนวที่ 2 แนว B-B (รูปที่ 4-7) อยู่ในแนวของบ่อบาดาลสังเกตการณ์วงรอบเล็กที่ 12, 13, 14 และ 15

จากผลการทดลองเติมน้ำพบว่าทิศทางการไหลของระดับน้ำใต้ดินเดิมในแนว A-A มีทิศทางการไหลจาก บ่อบาดาลสังเกตการณ์ที่ 7 สู่ บ่อบาดาลสังเกตการณ์ที่ 11 และพบว่าระดับน้ำใต้ดินที่เพิ่มขึ้นหลังจากทดลองเติมน้ำมีทิศทางการไหลจากระดับสูงไประดับต่ำเช่นกัน โดยระยะ

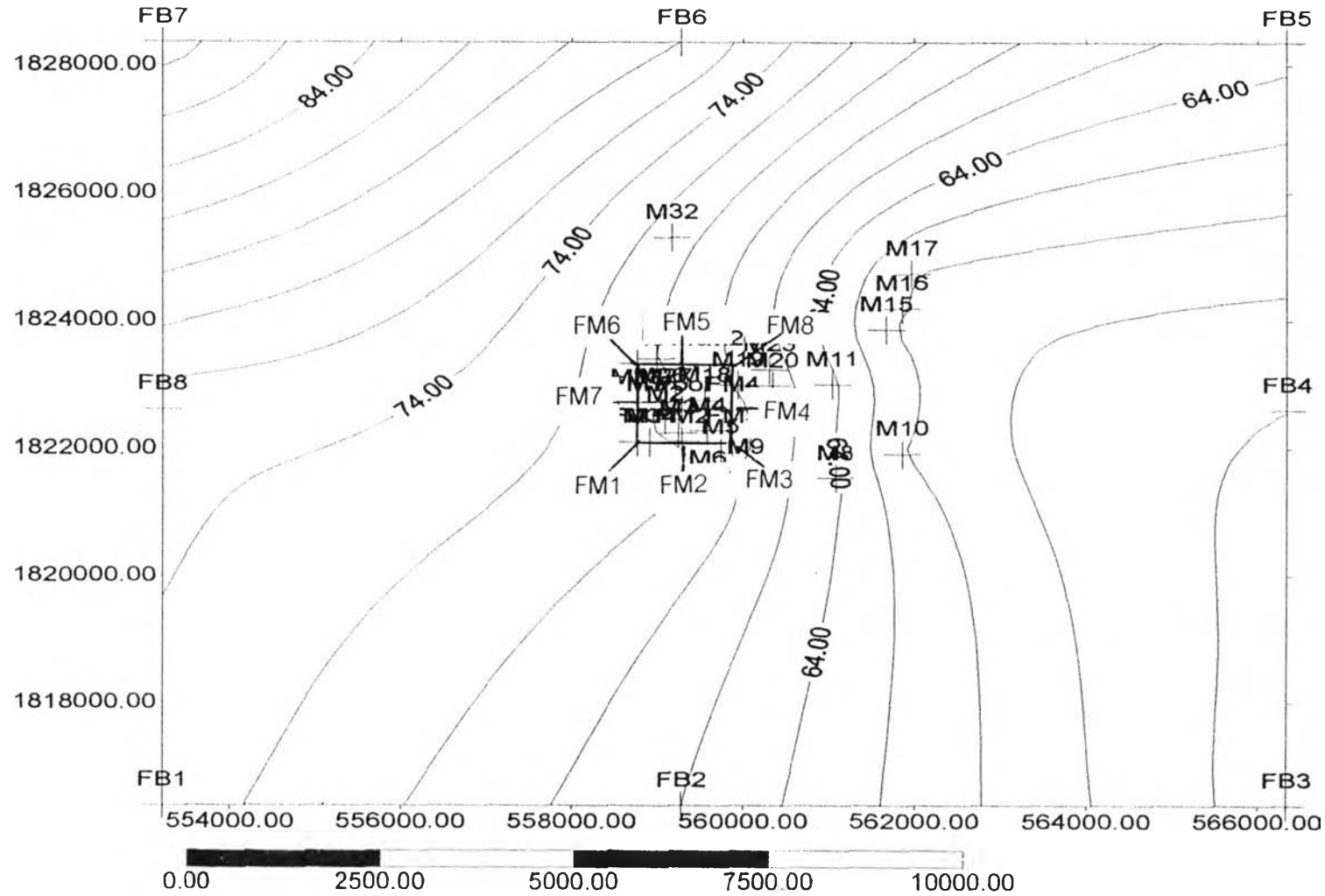




- |             |             |
|-------------|-------------|
| FB1 = 73 m. | FB5 = 65 m. |
| FB2 = 66 m. | FB6 = 78 m. |
| FB3 = 55 m. | FB7 = 89 m. |
| FB4 = 56 m. | FB8 = 75 m. |

0.00    10000.00    20000.00    30000.00    40000.00

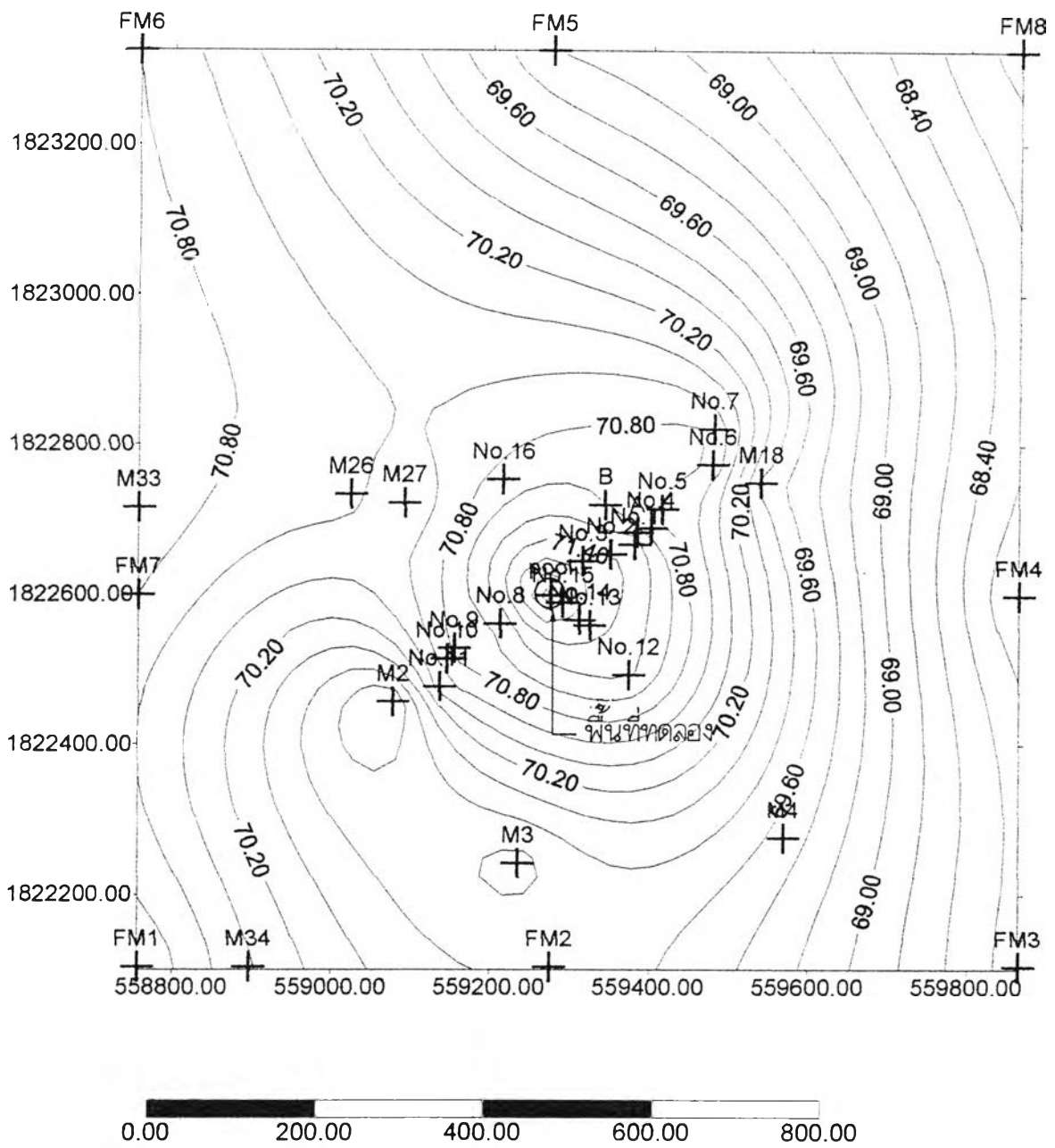
รูปที่ 4-7 ขอบเขตระดับน้ำใต้ดินวงรอบกลางเดือน พฤษภาคม 2540



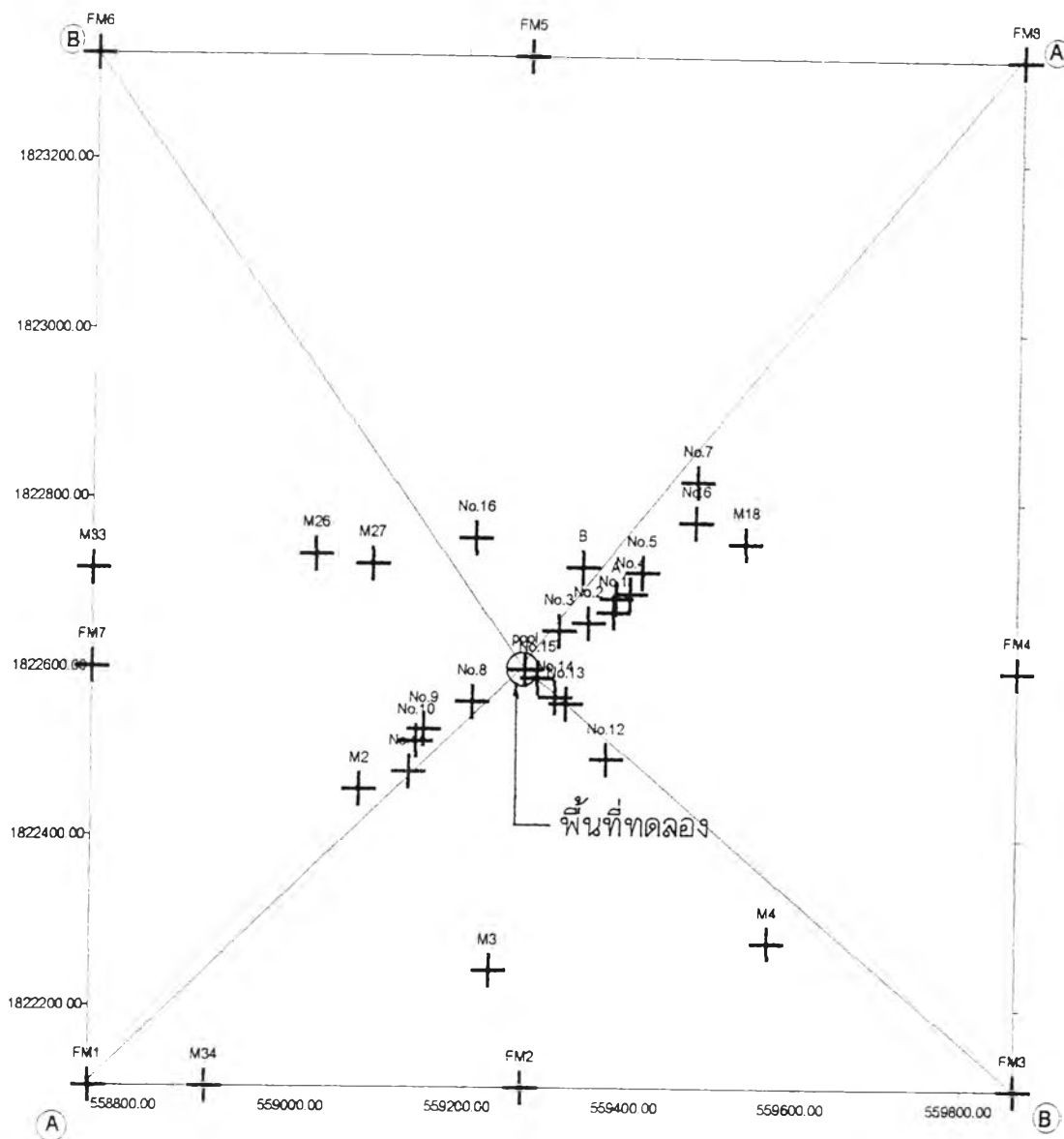
FM1 = 71 m. FM2 = 69.8 m. FM3 = 68.3 m. FM4 = 68 m.

FM8 = 67.9 m. FM5 = 69.2 m. FM6 = 70.8 m. FM7 = 70.8 m.

รูปที่ 4-8 ขอบเขตระดับน้ำใต้ดินวงรอบเล็กเดือน พฤษภาคม 2540



รูปที่ 4-9 ระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ทดลองเดือน พฤษภาคม 2540



รูปที่ 4-10 แนวพิจารณาระดับน้ำใต้ดิน

ทางการไหลทางแนว A-A จากกระทดลองสู่อุปบาลาสังเกตการณ์ที่ 11 นั้นมีระยะทางมากกว่า จากกระทดลองสู่อุปบาลาสังเกตการณ์ที่ 7

ด้วยเหตุนี้เองเพื่อให้ทราบระดับน้ำที่เปลี่ยนไปเนื่องจากการเติมน้ำ ในสภาพไม่มีการไหลของน้ำใต้ดิน(ความลาดชันเป็นศูนย์) จึงปรับระดับน้ำใต้ดินขณะทดลองเติมน้ำ เพื่อให้การทดลองในพื้นที่ทดลองมีสภาพใกล้เคียงกับการทดลองในแบบจำลอง ซึ่งไม่มีการไหลของน้ำใต้ดินอยู่ก่อนเช่นกัน ขั้นตอนการปรับระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ทดลองมีขั้นตอนดังนี้

4.6.1.1 กำหนดตำแหน่งของสระเติมน้ำหรืออุปบาลาเติมน้ำเป็นจุดศูนย์กลาง โดยกำหนดแนวที่พิจารณาเป็น 2 ส่วน คือแนว A-A และแนว B-B ซึ่งผลการทดลองเติมน้ำนี้พบว่าแนว A-A (ตำแหน่ง FM1 ถึง FM8) มีความลาดชันสูงจึงนำแนว A-A มาใช้พิจารณาปรับระดับน้ำใต้ดินเดิมรายเดือนที่ทดลอง

4.6.1.2 จากผลของการเติมน้ำ สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับระยะยกตัวที่ตำแหน่งของอุปบาลาต่างๆได้ โดยได้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับระยะยกตัวของแนว A-A ซึ่งเป็น 2 ชุด คือ จากกระทดลองถึงตำแหน่ง FM1 และ จากกระทดลองถึงตำแหน่ง FM8 ซึ่งเป็นการไหลในแนวซ้ายและขวาของสระเติมน้ำ

4.6.1.3 จากผลของความสัมพันธ์ทั้ง 2 แนวของสระเติมน้ำนี้ นำมาสร้างความสัมพันธ์ให้อยู่แนวเดียวกัน ซึ่งผลที่ได้เป็นเส้นความสัมพันธ์ทั้งสองนี้ซ้อนกันในแนวเดียวกัน จากนั้นหาค่าเฉลี่ยของระดับน้ำใต้ดินระหว่างเส้นความสัมพันธ์ทั้งสองนี้ที่ระยะต่างๆ เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการหาระยะยกตัวและระยะทางการไหลของระดับน้ำใต้ดินต่อไป