

## บทที่ 6

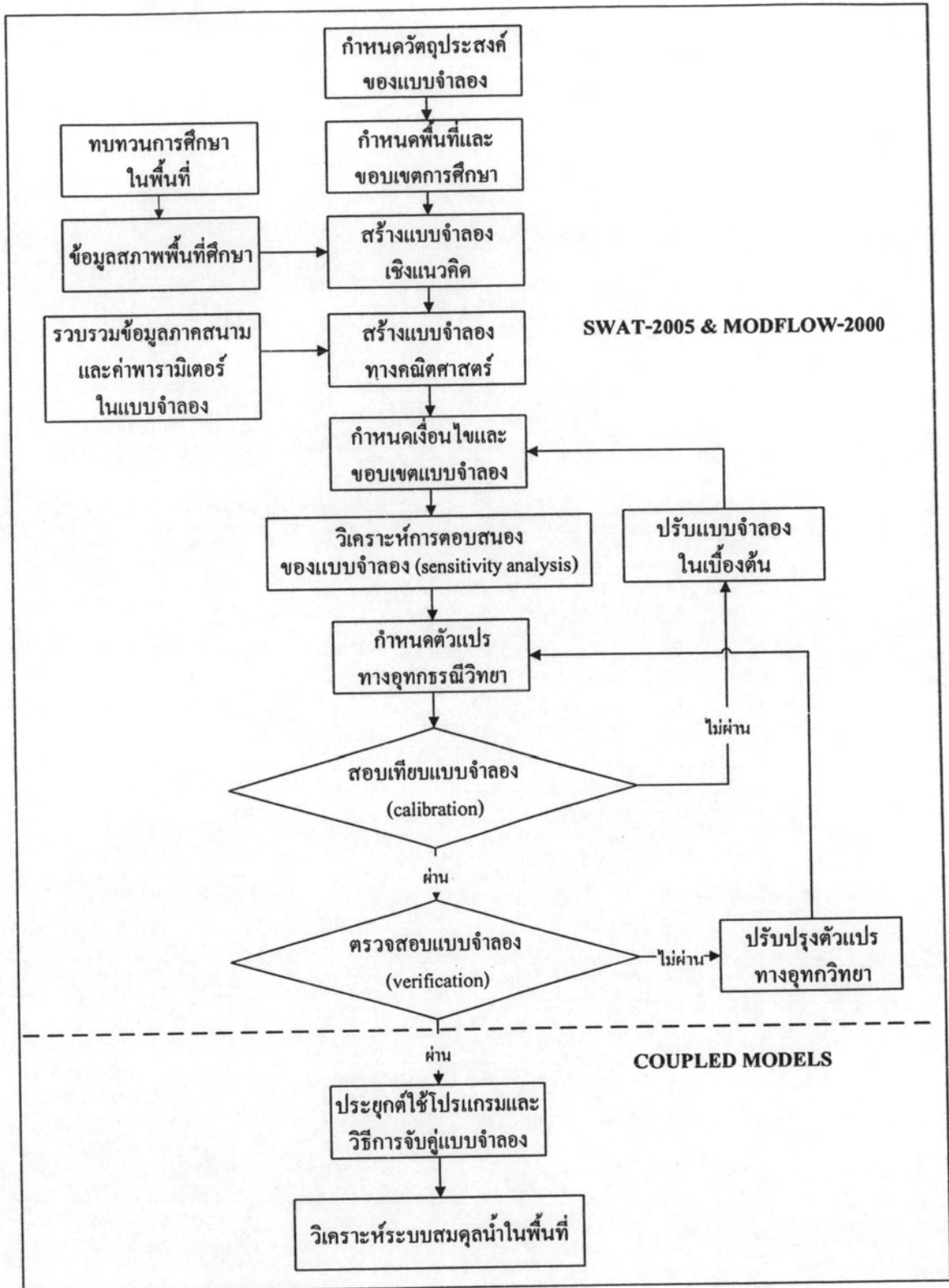
### การประยุกต์ใช้แบบจำลองที่ถูกเชื่อมต่อในพื้นที่ศึกษา

เมื่อได้พัฒนาและสร้างเครื่องมือในการจำลองสภาพของน้ำผิวดินและใต้ดิน ด้วยวิธีการเชื่อมต่อแบบจำลองแล้ว จึงทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองในพื้นที่จริง โดยมีพื้นที่ศึกษาเป็นแอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบน โดยในบทนี้ได้กล่าวถึงการพัฒนาแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วเพื่อศึกษาหาสมมูลน้ำในพื้นที่ศึกษา

#### 6.1 ขั้นตอนการพัฒนาการจำลอง

ในการศึกษาสภาพและกำหนดขอบเขตของพื้นที่ศึกษาและแบบจำลองน้ำใต้ดินจากแอ่งน้ำใต้ดิน ประกอบกับการทบทวนข้อมูลน้ำใต้ดินและลักษณะ ทำให้เข้าใจถึงสภาพการไหลของน้ำในพื้นที่ศึกษา จากนั้นจึงเริ่มทำการสร้างแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 6-1 และมีรายละเอียดดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลและทำความเข้าใจในพื้นที่ศึกษาของโครงการ เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มา กำหนดเงื่อนไขและค่าตัวแปรต่างๆ ในการสร้างข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ และสร้างแบบจำลองในเบื้องต้น
2. สร้างแบบจำลองเชิงความคิด (conceptual model) จากสภาพพื้นที่ศึกษา ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลภูมิประเทศ อุทกวิทยา และอุทกธรณีวิทยานำไปสร้างลักษณะลุ่มน้ำ และลักษณะของชั้นน้ำใต้ดิน
3. ออกแบบแบบจำลอง (model design) โดยประยุกต์จากแบบจำลองเชิงความคิดไปเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีการกำหนดขอบเขตและเงื่อนไข รวมถึงการนำข้อมูลภาคสนามแปลงเป็นค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ และทดสอบการตอบสนองของตัวแปรในแบบจำลอง (sensitivity analysis) เพื่อตรวจสอบผลกระทบจากความไม่แน่นอนของตัวแปรที่มีต่อผลของแบบจำลอง



รูปที่ 6-1 ขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองเพื่อทำการศึกษามลพิษน้ำในพื้นที่ศึกษา

4. การปรับเทียบแบบจำลอง (initial calibration) โดยนำแบบจำลองที่ได้มาปรับหาค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองเพื่อให้สภาพการไหลสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในพื้นที่ให้มากที่สุด ด้วยข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี ที่ประกอบด้วยน้ำในลำน้ำในแบบจำลองน้ำผิวดิน และแบบจำลองน้ำใต้ดินใช้ข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน โดยในส่วนของน้ำใต้ดินได้ออกแบบไว้ 2 ส่วน คือ ในภาวะการไหลคงตัว (steady state) เพื่อทำการปรับค่าขอบเขตเงื่อนไข เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ การปรับเทียบแบบจำลอง (transient calibration) ในรูปแบบการไหลไม่คงตัว (transient state)
5. สอบเทียบแบบจำลอง (model verification) จากข้อมูลน้ำในลำน้ำและระดับน้ำใต้ดินไว้เพื่อตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง หลังจากการปรับแก้พารามิเตอร์ของแบบจำลองแล้วในขั้นตอนปรับเทียบแบบจำลอง และทำการวิเคราะห์หาสมมูลน้ำในพื้นที่ศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาการไหลเข้าและไหลออกของน้ำใต้ดิน
6. การเชื่อมต่อแบบจำลอง (coupling) โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการเชื่อมต่อที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นกับแบบจำลองน้ำผิวดินและใต้ดินในพื้นที่ศึกษาที่ได้ปรับเทียบแล้ว

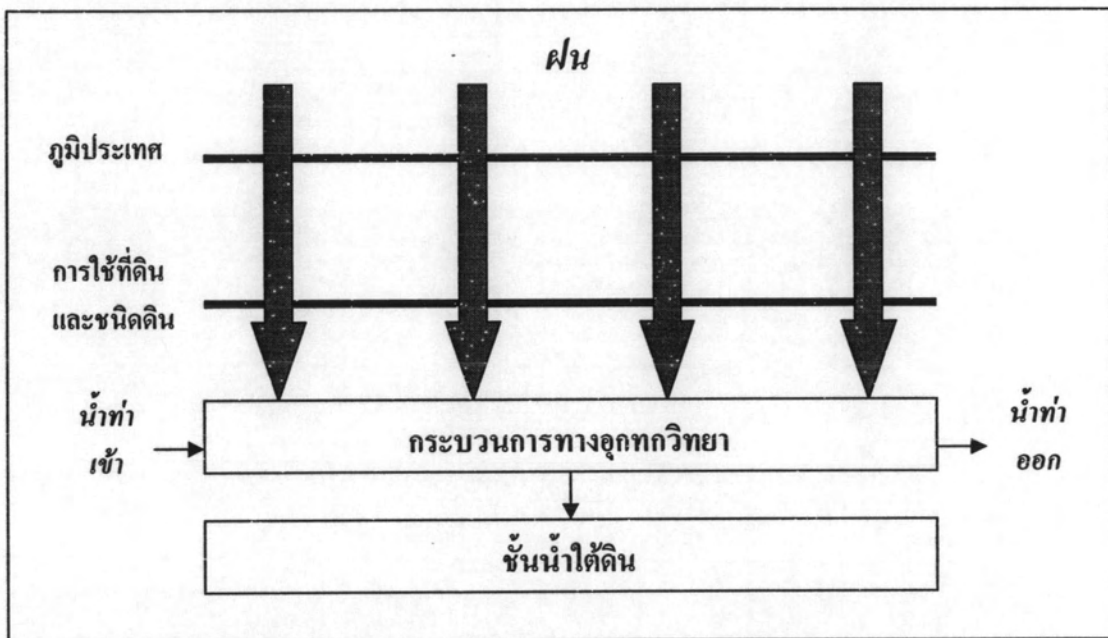
จากขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองในเบื้องต้น การศึกษครั้งนี้จึงได้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองไว้เพื่อการพิจารณาองค์ประกอบสมมูลน้ำในพื้นที่ศึกษา และกำหนดขอบเขตของพื้นที่ศึกษาเป็น แอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบนหรือแอ่งเจ้าพระยาตอนบนนั่นเอง โดยขั้นตอนการพัฒนาได้อธิบายรายละเอียดไว้ในหัวข้อถัดไป

## 6.2 การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาแบบจำลองนั้นเริ่มมาจากแบบจำลองเชิงแนวคิด ซึ่งเป็นการนำสภาพพื้นที่ศึกษา และสภาพชั้นน้ำใต้ดินตามที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลมา เพื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบของแบบสภาพพื้นที่ศึกษา จากนั้นจึงนำข้อมูลเหล่านี้ไปกำหนดขอบเขตและเงื่อนไขของการคำนวณและนำแบบจำลองเชิงแนวคิดไปสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (รายละเอียดการสร้างแบบจำลองในภาคผนวก ข) เพื่อพิจารณาวิธีการคำนวณปรับเทียบแบบจำลอง โดยการปรับเทียบแบบจำลองนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้รูปแบบการไหลนั้นสอดคล้องกับสภาพทางอุทกวิทยาในพื้นที่ศึกษา แล้วจึงพิจารณาความคลาดเคลื่อนของผลการจำลองให้ใกล้เคียงกับข้อมูลสังเกตการณ์ (รายละเอียดการปรับเทียบแบบจำลองในภาคผนวก ค)

### 1) แบบจำลองน้ำผิวดิน

กระบวนการน้ำผิวดินในพื้นที่ศึกษามีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ส่วนด้วยกันคือน้ำฝน น้ำในลำน้ำ และน้ำในดิน โดยปริมาณฝนที่ตกบนบริเวณที่มีลักษณะการใช้ที่ดินแตกต่างกัน และมีชนิดดินชนิดที่แตกต่างกันด้วย ส่งผลให้กระบวนการทางอุทกวิทยาที่แตกต่างกัน โดยน้ำบางส่วนจะกลายเป็นน้ำในลำน้ำที่ไหลออกนอกลุ่มน้ำ และบางส่วนจะซึมผ่านดินไปสู่ชั้นน้ำใต้ดินต่อไป โดยแบบจำลองเชิงแนวคิดของน้ำผิวดินในการศึกษานี้สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 6-2



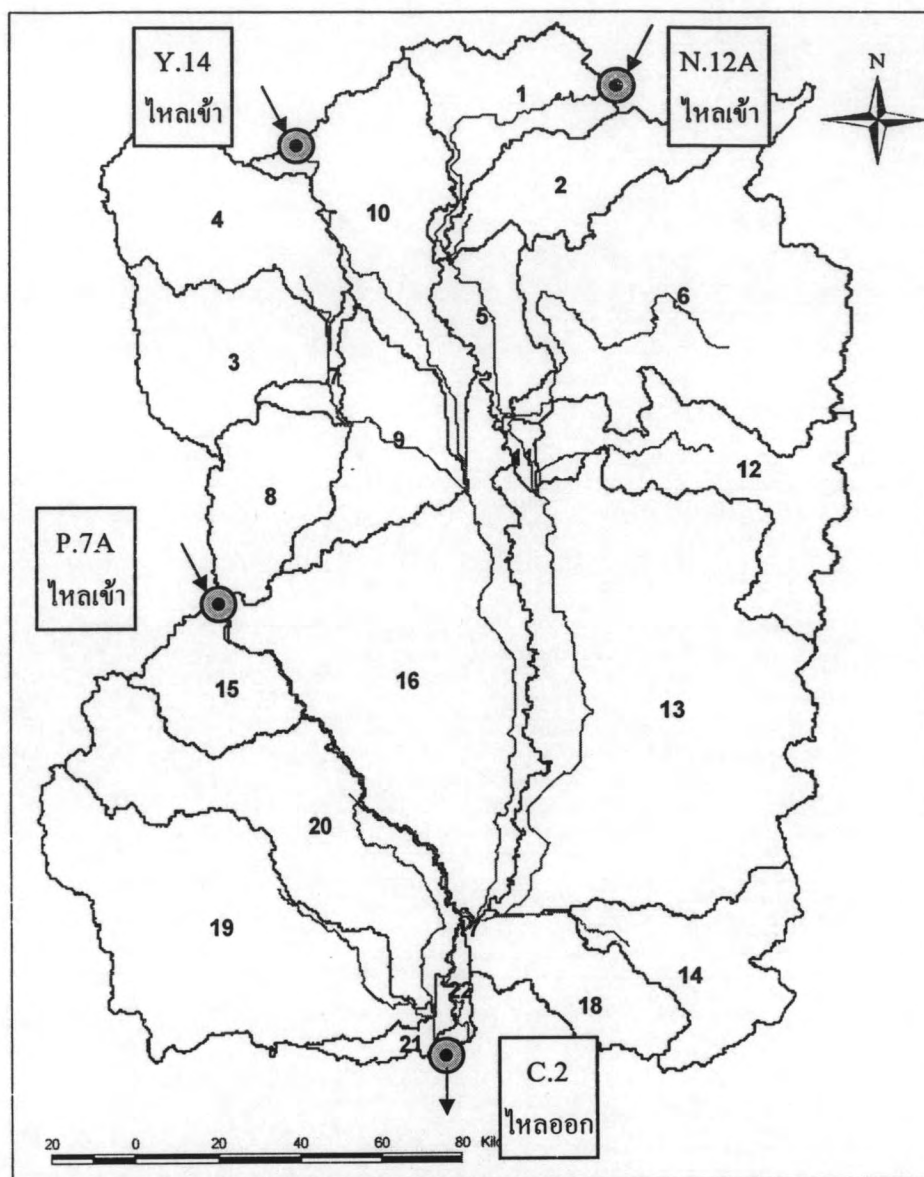
รูปที่ 6-2 แบบจำลองเชิงแนวคิดของแบบจำลองน้ำผิวดิน

ในการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตของแบบจำลองน้ำผิวดินนั้น อาศัยข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำในการพิจารณาพื้นที่ศึกษา จากจึงดูลักษณะการไหลเข้าและออกของน้ำผิวดิน จึงพบว่าพื้นที่ศึกษามาการไหลเข้าของน้ำในลำน้ำจากสามส่วนหลักด้วยกัน คือ จากลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำยม และลุ่มน้ำน่าน และมาการไหลออกของน้ำในส่วนของแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณสถานี จึงได้กำหนดจุดให้น้ำไหลเข้าด้วยปริมาณน้ำที่วัดได้จากสถานี P.7A, Y.14 และ N.12A และใช้การปรับเทียบตามน้ำในลำน้ำที่ไหลออกตามสถานี C.2 ดังแสดงในรูปที่ 6-3 นอกนั้นให้ปริมาณน้ำเข้าสู่พื้นที่ศึกษาจากปริมาณฝนและที่ตกในลุ่มน้ำและมีการไหลออกสู่ชั้นดินและไปสู่ระบบชั้นน้ำใต้ดินต่อไป

นอกเหนือจากขอบเขตที่ได้กำหนดไว้แล้ว พื้นที่ศึกษายังได้พิจารณาลุ่มน้ำสะแกกรัง (ลุ่มน้ำที่ 19 ในรูปที่ 6-3) ในการคำนวณการไหลของน้ำผิวดินอีกด้วย เนื่องจากพื้นที่ภายในลุ่มน้ำสะแกกรังคาบเกี่ยวกับแอ่งน้ำใต้ดิน อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่ได้นำลุ่มน้ำสะแกกรังมา

พิจารณาในการสอบเทียบ แต่ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลองกลุ่มน้ำปิง ชม น่าน และเจ้าพระยา เนื่องจากกลุ่มน้ำสะแกกรังไม่มีข้อมูลน้ำในลำน้ำที่เหมาะสมในการวัดปริมาณน้ำไหลออกจากกลุ่มน้ำ ประกอบกับกลุ่มน้ำสะแกกรังมีพื้นที่คาบเกี่ยวกับแบบจำลองน้ำใต้ดินในสัดส่วนเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่ศึกษาแอ่งน้ำใต้ดินทั้งหมด

การปรับค่าพารามิเตอร์ของน้ำผิวดินได้เลือกปริมาณน้ำท่าจากสถานี C.2 สำหรับการสอบเทียบแบบจำลองในช่วงปี พ.ศ.2536-2546 ดังแสดงในตารางที่ 6-1 เพื่อต้องการหาค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ของทั้งพื้นที่ศึกษา เนื่องจากสถานี C.2 เป็นจุดที่น้ำในลำน้ำจากกลุ่มน้ำ ปิง ชม น่าน ได้ไหลมารวมกันที่จุดนี้ ประกอบกับเป็นสถานีที่มีการบันทึกข้อมูลระยะยาว



รูปที่ 6-3 สถานีน้ำท่าที่ใช้ในการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตน้ำไหลเข้า-ออก และการแบ่งลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 6-1 ข้อมูลและตัวแปรที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลองน้ำผิวดิน

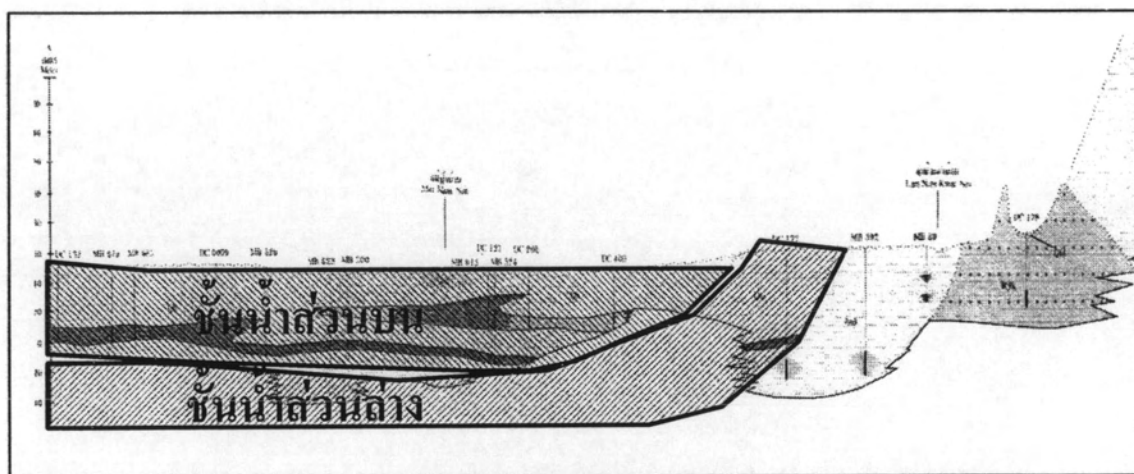
ขั้นตอน	ข้อมูล	จุดประสงค์
การปรับเทียบ	ปริมาณน้ำในลำน้ำเฉลี่ยรายเดือน ในปี พ.ศ. 2536-2541 สถานี C.2	ปรับแก้ CN2, SOL_AWC, ALPHA_BF, SLOPE, surlag, CH_K2, ch_n, SLSUBBSN
การสอบทาน	ปริมาณน้ำในลำน้ำเฉลี่ยรายเดือน ในปี พ.ศ. 2541-2546 สถานี C.2	ตรวจสอบความคลาดเคลื่อน

## 2) แบบจำลองน้ำใต้ดิน

เนื่องจากสภาพชั้นน้ำใต้ดินในพื้นที่จริงมีความซับซ้อนมาก ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษาไม่สามารถบอกลักษณะการวางตัวของชั้นน้ำใต้ดินได้อย่างชัดเจน บอกได้เพียงได้อย่างหยابว่าในพื้นที่บริเวณไหนควรมีการวางตัวของชั้นน้ำใต้ดินในลักษณะใด ทำให้การพัฒนาแบบจำลองเชิงแนวคิด ให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงอย่างสมบูรณ์นั้นเป็นไปได้ยากหรือเป็นไปได้เลย การสร้างแบบจำลองเชิงแนวคิดจึงต้องจำลองสภาพน้ำใต้ดินให้อยู่ในรูปแบบอย่างง่าย แต่ยังคงสามารถกำกับพฤติกรรมการไหลของน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษาได้

การแบ่งชั้นน้ำในพื้นที่ศึกษาเพื่อการจำลองสภาพการไหล ได้อาศัยข้อมูลการแบ่งชั้นน้ำใต้ดินจากส่วนการศึกษาสภาพน้ำใต้ดินของการศึกษาครั้งนี้ (ในรายงานหลัก) ร่วมกับแผนที่น้ำใต้ดินของกรมทรัพยากรน้ำใต้ดินในการจัดสร้างและแบ่งคุณสมบัติของชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งสามารถจัดกลุ่มของชั้นน้ำใต้ดินได้เป็น 2 ชั้น (รูปที่ 6-4) ดังนี้

ชั้นน้ำส่วนบน	มีความลึกเฉลี่ยจากผิวดินประมาณ 10 - 80	เมตร
ชั้นน้ำส่วนล่าง	มีความลึกเฉลี่ยจากผิวดินประมาณ 90 - 120	เมตร

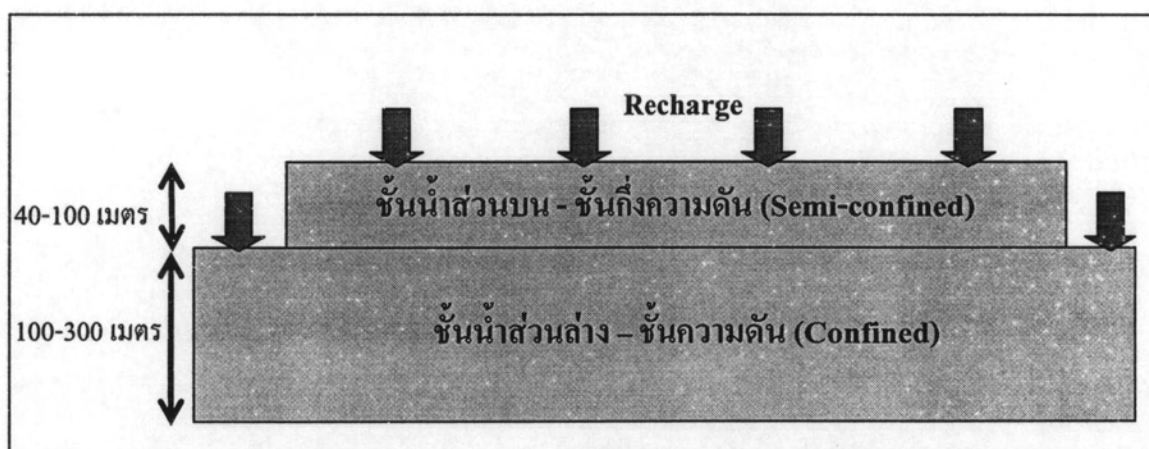


รูปที่ 6-4 แบบจำลองเชิงแนวคิดของชั้นน้ำใต้ดินบริเวณขอบแอ่งจังหวัดพิษณุโลก

จากการแบ่งชั้นน้ำตามแนวคิดนี้ ประกอบกับค่าตัวแปรทางอุทกธรณีวิทยาแบบจำลองแอ่งน้ำใต้ดินในการศึกษาครั้งนี้จึงจัดสร้างเป็นส่วนบน เป็นชั้นกึ่งความดัน (semi-confined) และชั้นล่างเป็นชั้นความดัน (confined) และมีการเติมน้ำจากผิวดินลงสู่แอ่งน้ำโดยตรง ดังแสดงในรูปที่ 6-5

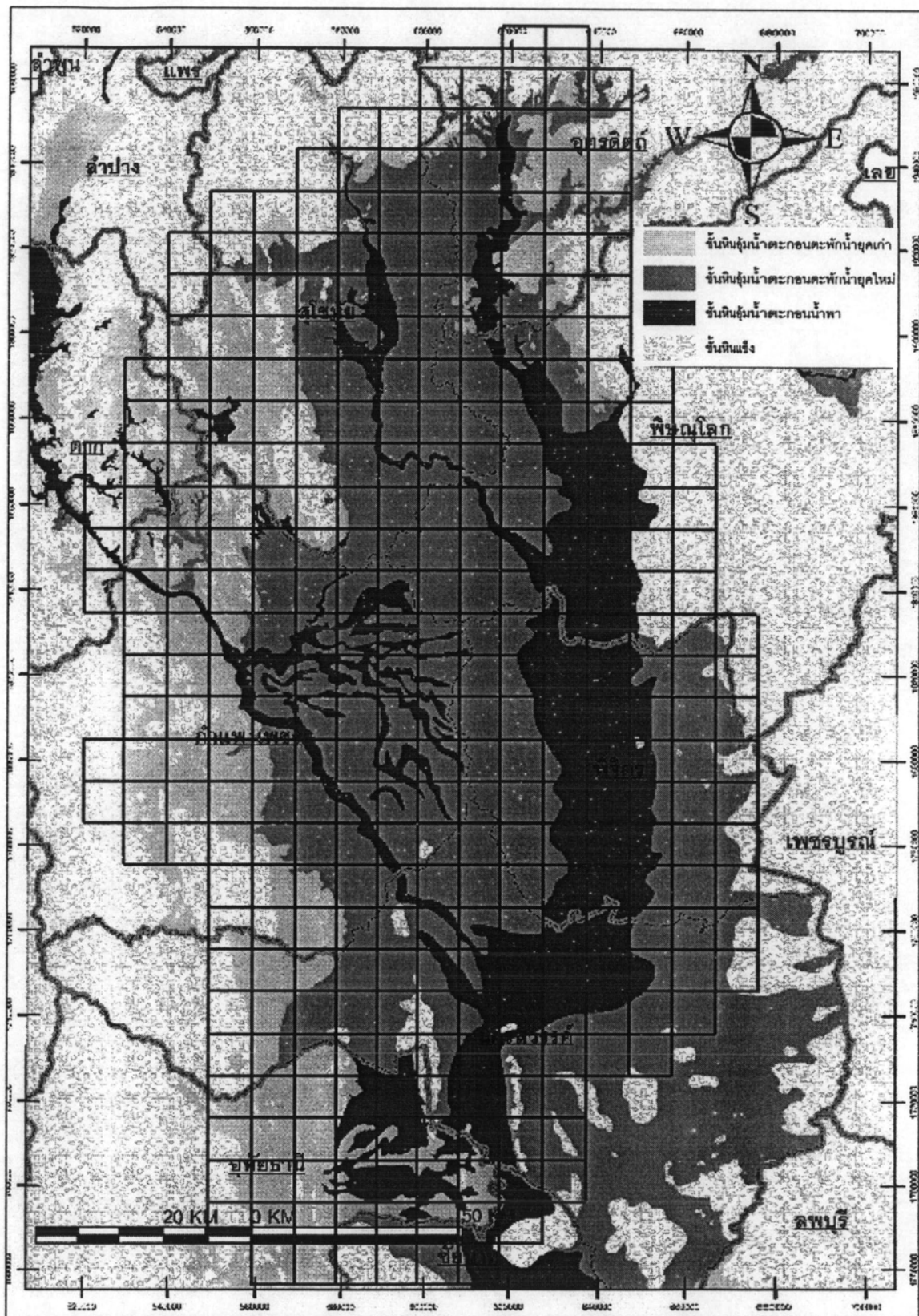
การจำลองสภาพน้ำใต้ดินด้วยวิธีการไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ (finite difference) หน่วยย่อยในการคำนวณเชิงพื้นที่นั้นอยู่ในรูปของโครงสร้างที่ต่อกันด้วยรูปสี่เหลี่ยมขนาด กว้าง 10 กม. ยาว 10 กม. ครอบคลุมแอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบนดังรูปที่ 6-6 โดยมีความสูงของกริดเซลล์ตามความหนาของชั้นน้ำเฉลี่ยในบริเวณนั้น และในแบบจำลองแอ่งน้ำใต้ดินประกอบด้วยกริดเซลล์จำนวน 320 กริดเซลล์ในชั้นบน และ 346 กริดเซลล์ในชั้นล่าง ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 37,600 ตร. กม. ดังรูปที่ 6-6

ในการปรับแก้แบบจำลองน้ำใต้ดิน ใช้วิธีการเปรียบเทียบผลการคำนวณระดับน้ำกับระดับน้ำที่ได้จากข้อมูลระยะเบี่ยงบ่อน้ำใต้ดินที่เก็บมาจากสนาม โดยทำการปรับแก้แบบจำลองด้วยการปรับแก้ตัวแปรที่ได้กำหนดไว้เพื่อให้แบบจำลองสภาพน้ำใต้ดิน ให้ผลการคำนวณระดับน้ำมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลระดับน้ำมากที่สุด โดยการปรับเทียบและสอบทานได้แบ่งการคำนวณเป็น 3 ช่วง โดยแต่ละช่วงมีการปรับแก้พารามิเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 6-2



รูปที่ 6-5 แบบจำลองเชิงแนวคิดของชั้นน้ำใต้ดิน





รูปที่ 6-6 กริดเซลล์ของแบบจำลองน้ำใต้ดินในแอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบน

ตารางที่ 6-2 ข้อมูลและตัวแปรที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองน้ำใต้ดิน

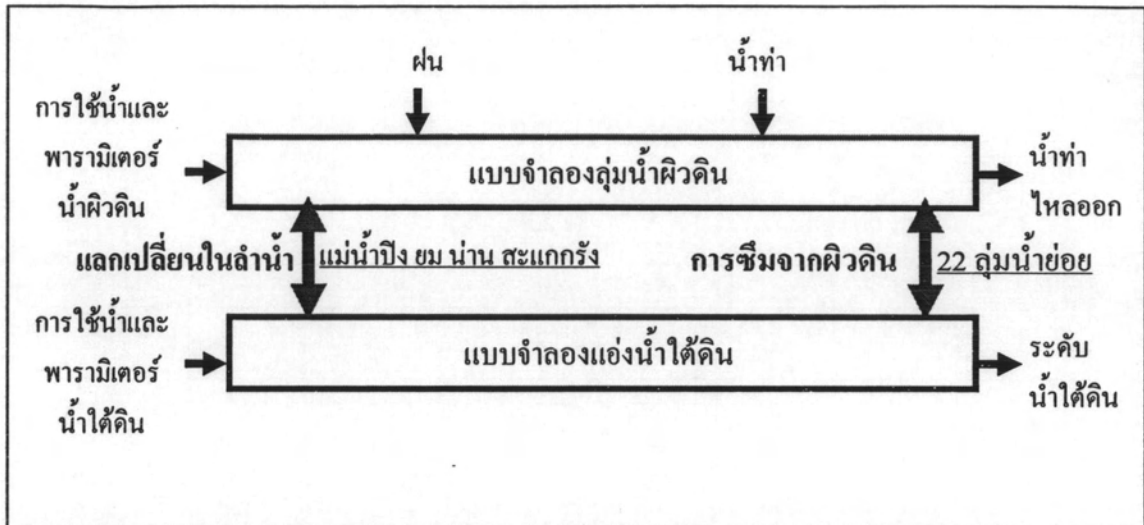
ขั้นตอน	ข้อมูล	จุดประสงค์
การเปรียบเทียบ ในสถานะคงตัว	ค่าระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยฤดูแล้ง ในปี พ.ศ. 2546	ปรับแก้อัตราการสูบ/เติมน้ำเฉลี่ย, ค่าการนำทางชลศาสตร์, สัมประสิทธิ์ความซึมได้
การเปรียบเทียบ ในสถานะไม่คงตัว	ค่าระดับน้ำใต้ดินฤดูกาลราย 6 เดือน (ฝน-แล้ง) ในปี พ.ศ. 2536-2546	ปรับแก้สัมประสิทธิ์การกักเก็บ สัมประสิทธิ์ความจุจำเพาะ
การสอบทาน	ค่าระดับน้ำใต้ดินฤดูกาลราย 3 เดือน พ.ศ. 2547 - 2548 จำนวน 4 ชุดข้อมูล	ตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของ ระดับน้ำใต้ดิน

### 3) แบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว

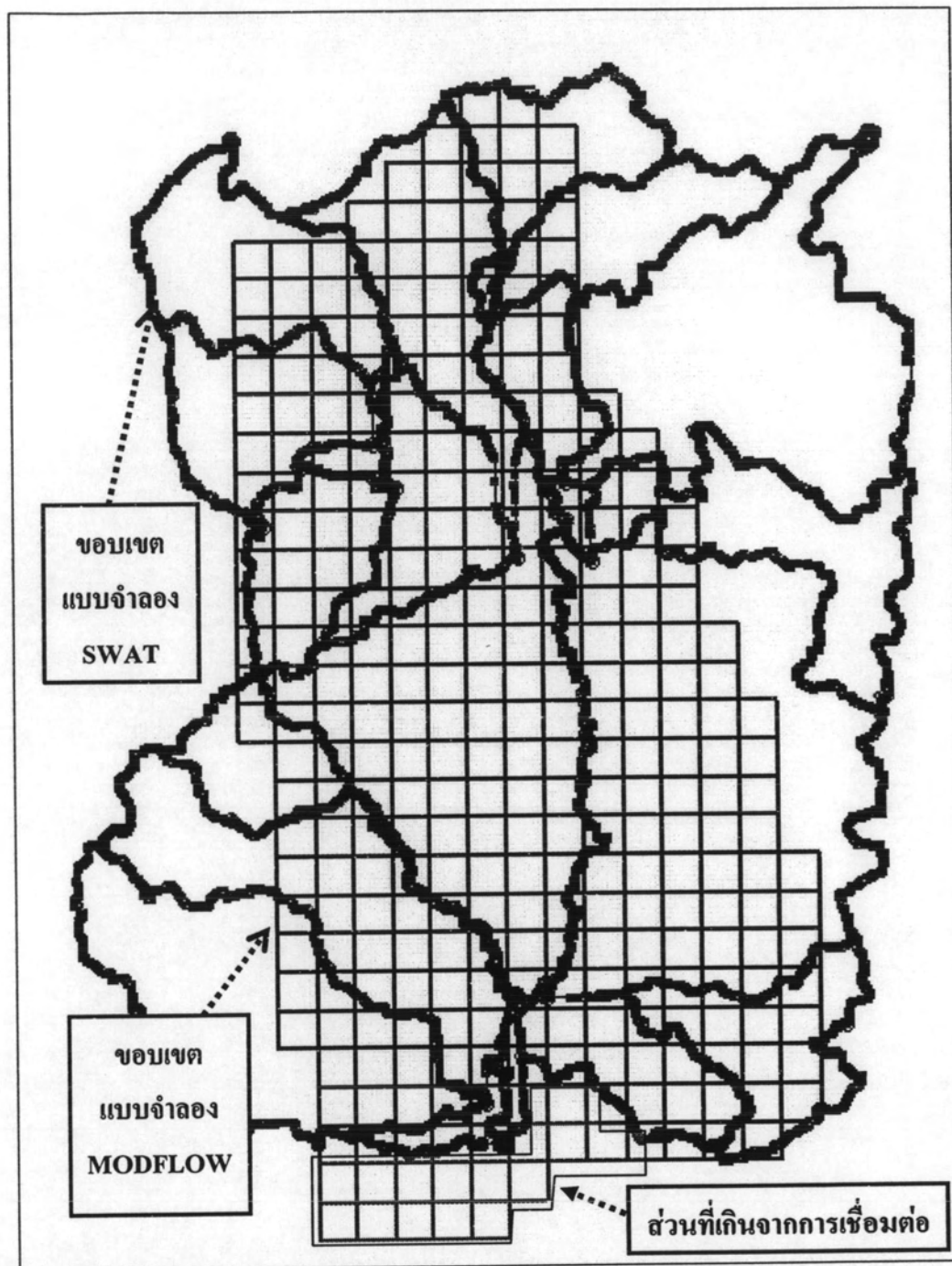
การศึกษาความอ่อนไหวของแบบจำลองน้ำผิวใต้ดิน แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่มีความสำคัญสูงสุดต่อปริมาณน้ำในพื้นที่ศึกษา คือ การเติมน้ำทั้งจากผิวดินและลำน้ำรองลงมาคือ ค่าการนำทางชลศาสตร์และค่าความจุจำเพาะ ดังนั้นในการพัฒนาการเชื่อมต่อแบบจำลอง โดยในส่วนของน้ำใต้ดินได้ทำการพัฒนาในส่วนของ การเติมน้ำใต้ดิน ซึ่งเป็นส่วนที่มีความสำคัญในการพัฒนาแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดิน จึงควรให้ความสำคัญในการออกแบบและประเมินอัตราการเติมน้ำใต้ดินในการศึกษานี้

การออกแบบจำลองเชิงแนวคิดของการเชื่อมต่อ เริ่มจากนำแบบจำลองเชิงแนวคิดของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินมาพิจารณา จากนั้นจึงนำแบบจำลองทั้งสองมาเชื่อมกันด้วยการเชื่อมต่อแบบจำลองทั้งสองด้วยการแลกเปลี่ยนน้ำผิวดิน-ใต้ดินทั้งในลำน้ำและจากผิวดิน โดยทำการเชื่อมต่อแม่น้ำปิง ยม น่าน และสะแกกรังในแบบจำลองเข้าหากัน และทำการเชื่อมต่อค่าการซึม (percolation) ของน้ำผิวดินเข้ากับขอบเขตด้านบนสุดที่ติดกับผิวดินของแบบจำลองน้ำใต้ดิน โดยรูปแบบของแบบจำลองที่ทำการเชื่อมต่อแล้วมีการคำนวณของระบบดังแสดงในแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ในรูปที่ 6-7

เมื่อทำการพัฒนาแบบจำลองน้ำผิวดินและใต้ดินเสร็จแล้ว จึงนำแบบจำลองทั้งสอง มาดำเนินการเชื่อมต่อกันด้วยโปรแกรมเชื่อมต่อแบบจำลองที่ได้สร้างไว้ในบทที่ 5 โดยองค์ประกอบของโปรแกรมเชื่อมต่อมีรายละเอียดแต่ละส่วนดังแสดงในรูปที่ 6-8 จากลักษณะการเชื่อมต่อแบบจำลองผิวดินและใต้ดิน พบว่าลุ่มน้ำย่อยไม่ได้ครอบคลุมแอ่งน้ำใต้ดินภาคกลางตอนบนทั้งหมด ซึ่งพื้นที่ส่วนที่เกินออกมาจากลุ่มน้ำผิวดินได้กำหนดให้ใช้ค่าอัตราการเติมน้ำจากผิวดินจากค่าเฉลี่ยอัตราการเติมน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยใกล้เคียง



รูปที่ 6-7 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว



รูปที่ 6-8 การเชื่อมต่อระหว่างกลุ่มน้ำย่อยในแบบจำลอง SWAT และกริดเซลล์ในแบบจำลอง MODFLOW

การกำหนดแหล่งข้อมูลของแบบจำลองใน โปรแกรมเชื่อมต่อ โดยแบบจำลองน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน โปรแกรมจะให้ผู้ใช้กำหนดที่อยู่ของไฟล์ file.cio และส่วนแบบจำลองน้ำผิวดิน ให้ผู้ใช้กำหนดที่อยู่ของไฟล์ที่มีนามสกุล .mfn ส่วนบันทึกผลการจำลอง โดยผู้ใช้ต้องกำหนดชื่อไฟล์ที่ใช้ในการบันทึกผลการเชื่อมต่อแบบจำลอง ซึ่งได้บันทึกเป็นไฟล์เป็นแบบข้อความไว้

ส่วนที่กำหนดช่วงการเชื่อมต่อ และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (tolerance) ของน้ำในลำน้ำและระดับน้ำใต้ดิน ตั้งทดสอบไว้อยู่ที่ 5% แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการเชื่อมต่อแบบจำลองแล้วพบว่า simulation 2 และ simulation 3 ไม่มีความแตกต่างกันแล้ว ฉะนั้นการกำหนดความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้จึงไม่ได้นำมาใช้ในพื้นที่ศึกษา นี้ นอกจากนั้นกำหนดให้กริดเซลล์มีขนาด 100 ตร.กม. และจำนวนของกลุ่มน้ำย่อยคือ 22 กลุ่มน้ำย่อย และการดำเนินการแบบจำลองน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และการเชื่อมต่อแบบจำลองในปี พ.ศ.2536-2545 เมื่อทำการกำหนดแหล่งข้อมูลและค่าตัวแปรเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อแบบจำลองและคำนวณค่าที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองไว้ในแบบจำลองเดิม ซึ่งการเชื่อมต่อนี้จะมีการเชื่อมต่อระหว่างกลุ่มน้ำย่อยและกริดเซลล์ดังแสดงรูปที่ 6-9

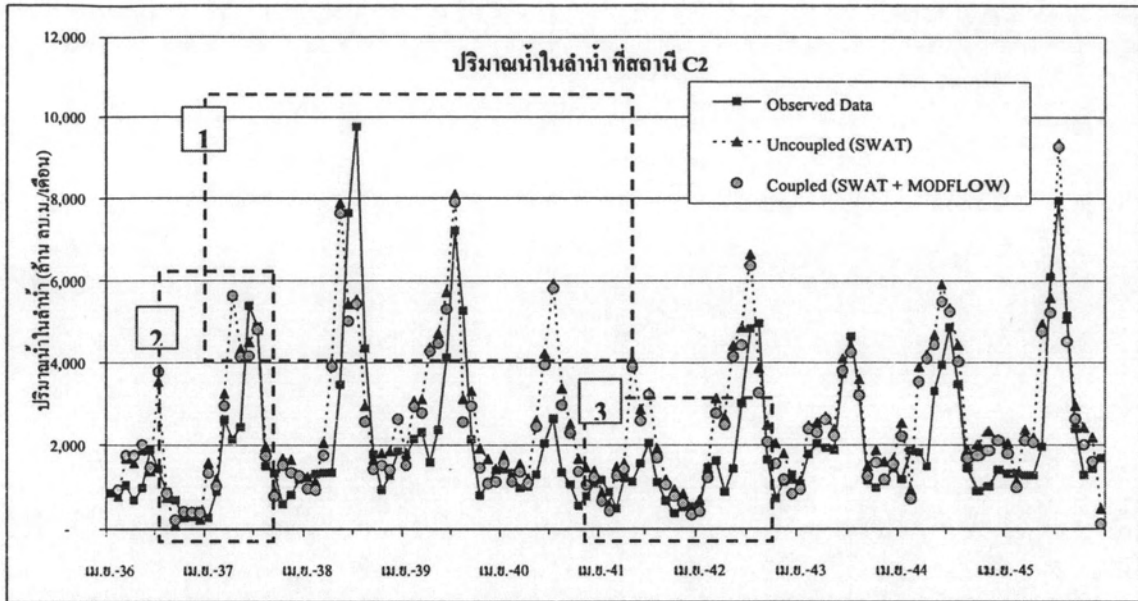
รูปที่ 6-9 การกำหนดค่าใน โปรแกรมเชื่อมต่อแบบจำลอง

### 6.3 ผลการจำลองน้ำผิวดิน

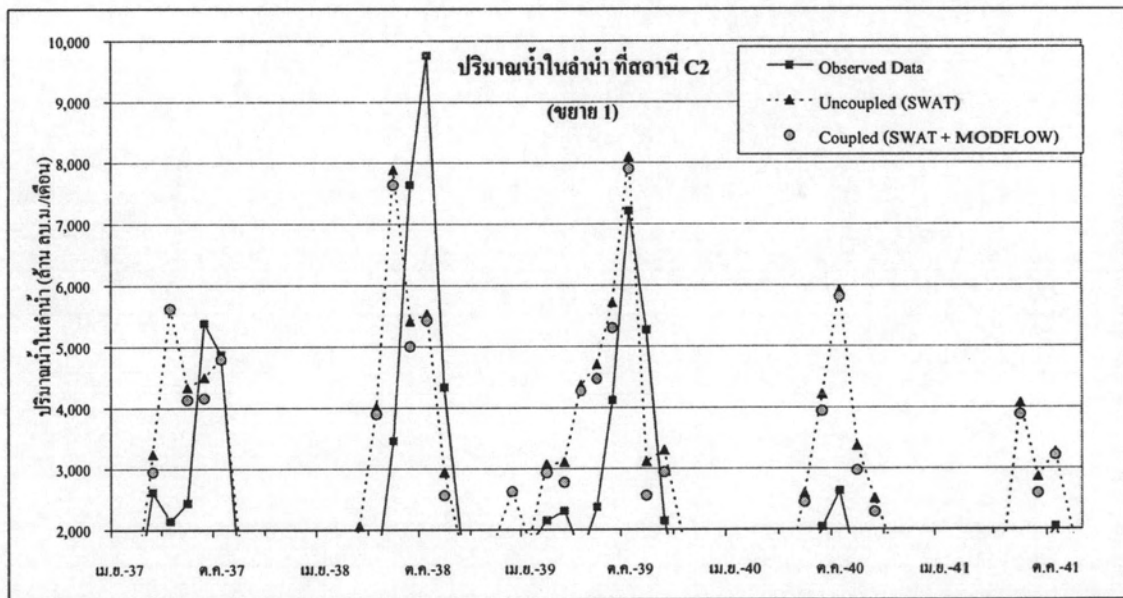
เมื่อทำการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์แล้ว ส่วนการจำลองสภาพน้ำผิวดินได้แสดงผลการคำนวณออกมาเป็นองค์ประกอบทางอุทกวิทยาในแต่ละเดือน และปริมาณน้ำในลำน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า C.2 (ตำแหน่งสถานีในรูปที่ 6-3) ช่วงปี พ.ศ. 2536-2546 ได้ผลการคำนวณน้ำในลำน้ำรายเดือนจากแบบจำลอง SWAT (uncoupled) และปริมาณน้ำจากสถานีน้ำท่า (observed data) ดังรูปที่ 6-10 และพบว่าปริมาณน้ำในลำน้ำที่คำนวณได้เมื่อเทียบกับค่าที่วัดจากสถานี C.2 พบว่าความคลาดเคลื่อนของเวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุด (peak runoff) ของปี ดังแสดงในรูปที่ 6-10 ถึง 6-13 โดยผลการจำลองสภาพน้ำผิวดินจากแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ สามารถดูเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ค

หลังจากพัฒนาแบบจำลอง SWAT และ MODFLOW เรียบร้อยแล้ว จึงนำแบบจำลองที่ได้มาทำการเชื่อมต่อแบบจำลอง และทำการคำนวณหาปริมาณน้ำในลำน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า C.2 ได้ผลการคำนวณจากแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว (coupled) ดังแสดงในรูปที่ 6-10 ถึง 6-13 และพบว่าผลการคำนวณน้ำในลำน้ำรายเดือนมี ความคลาดเคลื่อนจากน้ำในลำน้ำที่วัดได้ 58% โดยมีความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่ที่ฤดูฝน 70% ในส่วนฤดูแล้ง 45% ดังแสดงในตารางที่ 6-3 จากรูปขยายหากพิจารณาปริมาณน้ำในลำน้ำทั้งหมดในแต่ละฤดูกาลแล้ว พบว่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำส่วนใหญ่เกิดขึ้นในฤดูฝน 42% และในฤดูแล้ง 27% นอกจากนี้ได้ทำการพิจารณาปี 2543 เป็นปีตัวอย่างในการพิจารณาสภาพทางอุทกวิทยาและสมดุลน้ำ เนื่องจากปี พ.ศ. 2543 มีความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองน้อยที่สุด คือฤดูฝน 19% และฤดูแล้ง 15% ดังแสดงในตารางที่ 6-4 ซึ่งปี พ.ศ. 2543 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำท่าปานกลาง จากรูปแบ่ง 45 องศาของค่าที่วัดได้กับผลการคำนวณในรูปที่ 6-14 โดยน้ำในลำน้ำที่ได้จากการคำนวณในระดับต่ำมีความคลาดเคลื่อนน้อยและมีการแกว่งระหว่างความคลาดเคลื่อนที่เป็นบวกและลบในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน เมื่อปริมาณน้ำในลำน้ำมากขึ้นพบว่าผลการคำนวณมีความคลาดเคลื่อนมากขึ้นและมีแนวโน้มสูงกว่าค่าที่วัดได้

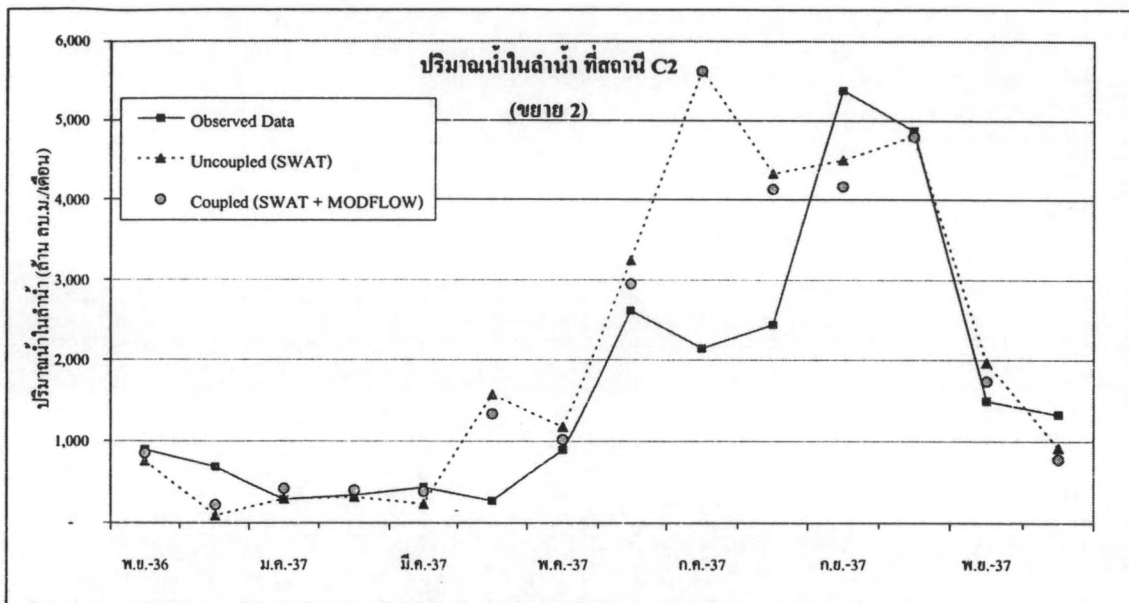
ผลการจำลองน้ำในลำน้ำด้วยแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วพบว่า ความคลาดเคลื่อนในช่วงฤดูแล้งมีน้อยกว่าฤดูฝน และในช่วงปีน้ำท่ามากได้ดีกว่าปีน้ำท่าน้อย ดังแสดงในรูปที่ 6-15 และรูปที่ 6-16 แสดงให้เห็นว่าผลการคำนวณน้ำในลำน้ำรายฤดูกาลนั้นมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าผลการคำนวณน้ำในลำน้ำรายเดือน โดยพบว่าปี พ.ศ. 2543 และ 2539 มีความคลาดเคลื่อนในการคำนวณน้ำในลำน้ำน้อยที่สุด



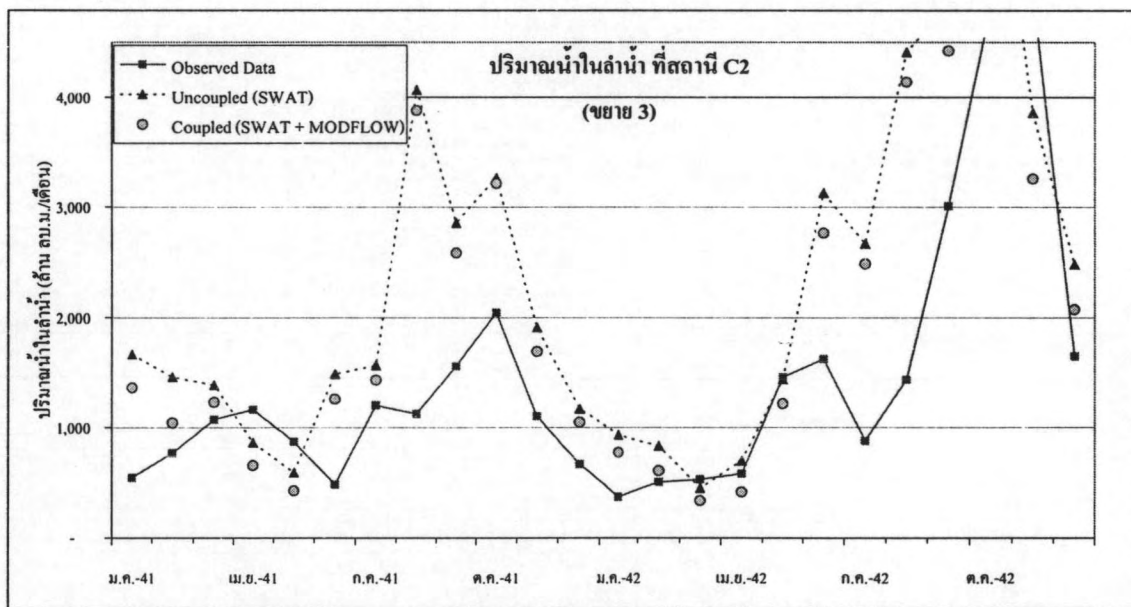
รูปที่ 6-10 ปริมาณน้ำในลำน้ำที่ได้จากแบบจำลอง SWAT และแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว เทียบกับปริมาณน้ำในลำน้ำที่บันทึกไว้ของสถานีน้ำท่า C.2 ในช่วง พ.ศ.2536-2546



รูปที่ 6-11 ส่วนขยาย 1 ของช่วงเวลาปริมาณน้ำในลำน้ำในช่วงน้ำมากที่ได้จากแบบจำลองน้ำผิวดิน



รูปที่ 6-12 ส่วนขยาย 2 ของช่วงเวลาปริมาณน้ำในลำน้ำในช่วงน้ำน้อยที่ได้จากแบบจำลองน้ำผิวดิน



รูปที่ 6-13 ส่วนขยาย 3 ของช่วงเวลาแสดงน้ำในลำน้ำในช่วงน้ำน้อยที่ได้จากแบบจำลองน้ำผิวดิน

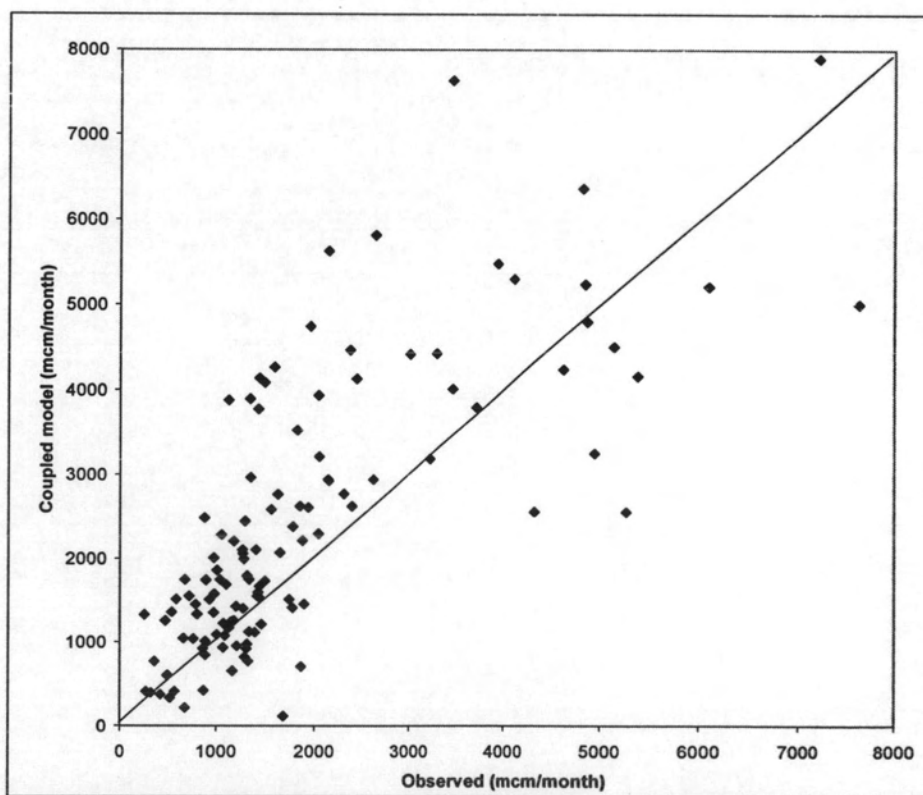


ตารางที่ 6-3 ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย พ.ศ.2536-2545 ของน้ำในลำน้ำของแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว

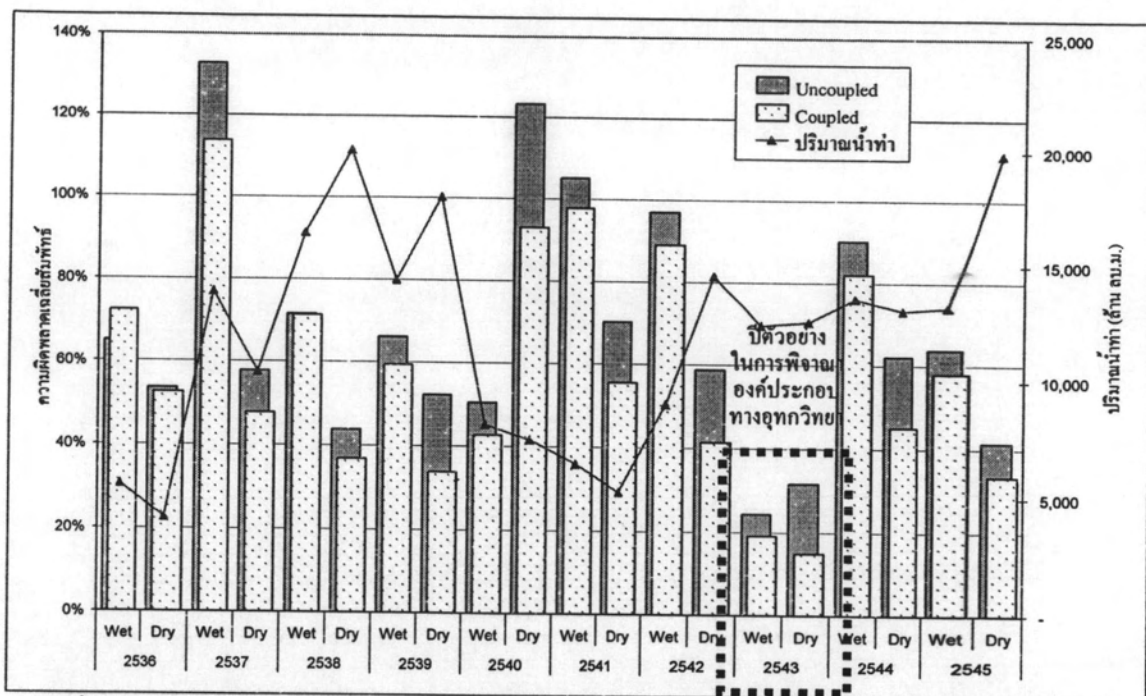
ความคลาดเคลื่อน (ล้าน ลบ.ม.)	ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว (ล้าน ลบ.ม.)				
	น้ำในลำน้ำรายเดือน			น้ำในลำน้ำรายฤดูกาล	
	ตลอดปี	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย	478	757	200	16,602	13,677
ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย	896	1067	720	4,722	1,198
ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์กำลังสองเฉลี่ย	1,270	1424	1087	5,017	3,211
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมพัทธ์ (%)	58%	70%	45%	42%	27%

ตารางที่ 6-4 ความคลาดเคลื่อนของน้ำในลำน้ำในแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วของปีตัวอย่าง

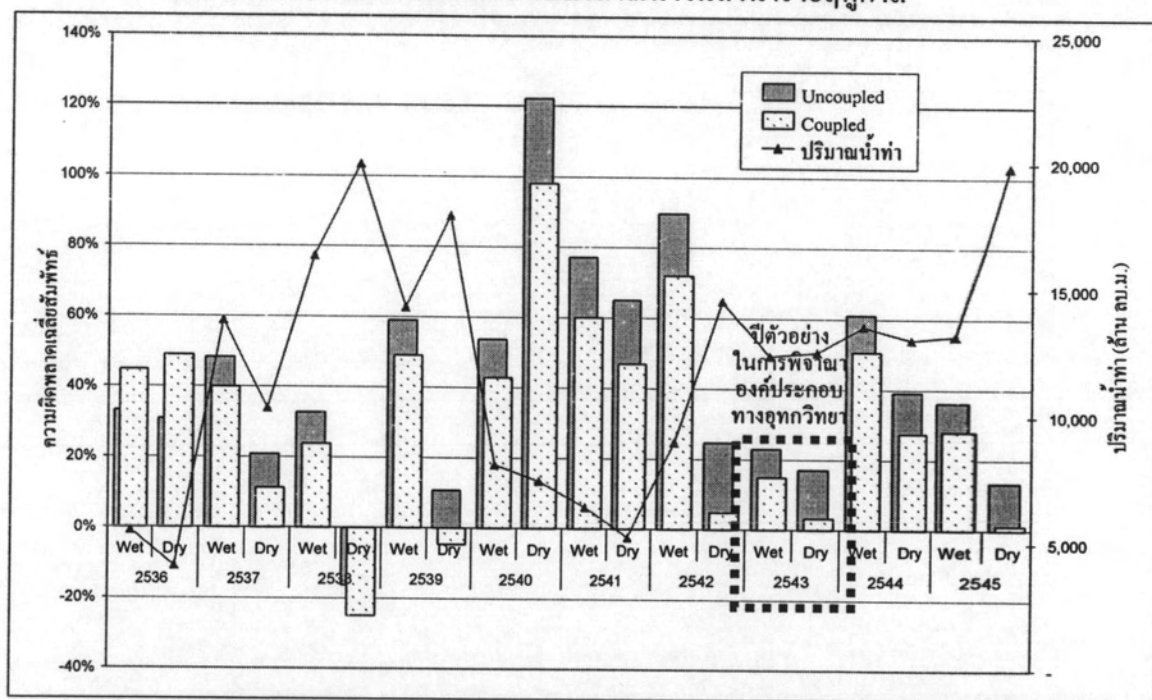
ปี	ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมพัทธ์ของแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว				
	น้ำในลำน้ำรายเดือน			น้ำในลำน้ำรายฤดูกาล	
	ตลอดปี	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง
พ.ศ.2539 (ปีน้ำมาก)	47%	59%	34%	49%	-5%
พ.ศ.2543 (ปีน้ำปานกลาง)	17%	19%	15%	23%	17%



รูปที่ 6-14 น้ำในลำน้ำที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว(coupled)



รูปที่ 6-15 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำในลำน้ำรายเดือนระหว่างก่อนการเชื่อมต่อและหลังการเชื่อมต่อแบบจำลอง กับปริมาณน้ำในลำน้ำรายฤดูกาล

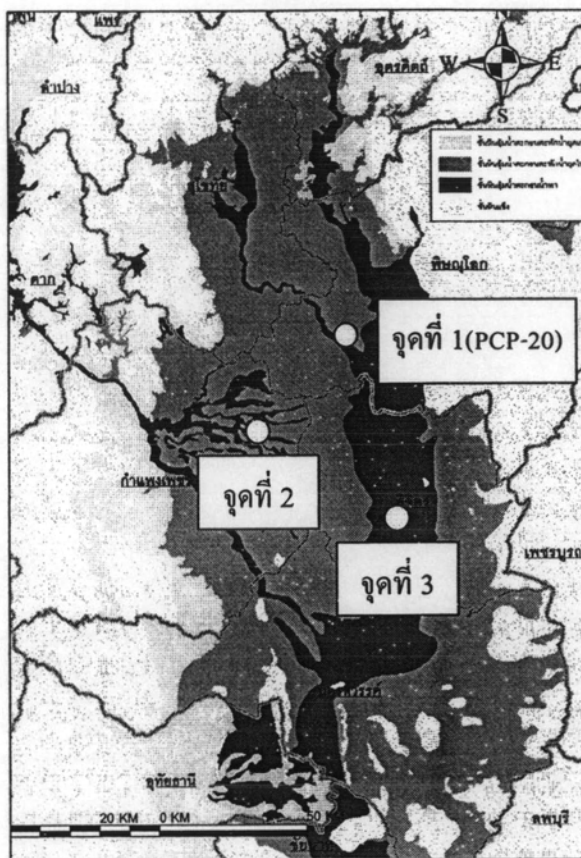


รูปที่ 6-16 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำในลำน้ำรวมในแต่ละฤดูกาลระหว่างก่อนการเชื่อมต่อและหลังการเชื่อมต่อแบบจำลอง กับปริมาณน้ำในลำน้ำรายฤดูกาลเทียบกับค่าที่วัดได้จากสถานี C.2 (observed)

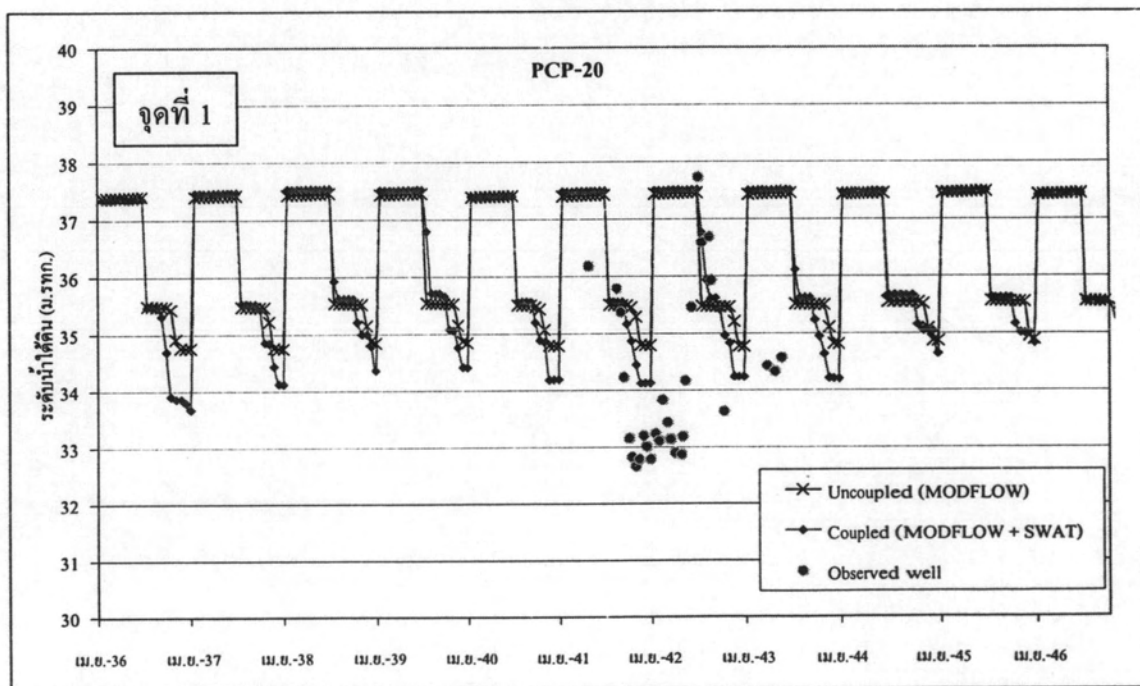
#### 6.4 ผลการจำลองน้ำใต้ดิน

ผลลัพธ์การคำนวณระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2536-2546 หลังจากการปรับแก้และสอบทานแบบจำลองแล้ว ได้ผลการคำนวณน้ำจากแบบจำลองที่ก่อนการเชื่อมต่อ (MODFLOW) กับระดับน้ำจากบ่อสังเกตการณ์ ดังรูปที่ 6-17 ถึง 6-20 โดยมีข้อมูลระดับน้ำใต้ดินติดต่อกันในช่วงปี พ.ศ. 2542-2543 ของพื้นที่โครงการชลประทานหลายชุมพล จังหวัดพิษณุโลก ดังแสดงในรูปที่ 6-18 โดยเปรียบเทียบระดับน้ำใต้ดินของพื้นที่ศึกษาในฤดูฝนและแล้ง กับบ่อสังเกตการณ์ในพื้นที่ศึกษา พบว่าผลการจำลองระดับน้ำใต้ดินมีการแปรผันของระดับน้ำใต้ดินอย่างชัดเจนในฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยฤดูแล้งมีการลดลงของระดับน้ำอย่างมากเมื่อเทียบกับฤดูฝน (เฉลี่ย 3-6 เมตร) ในส่วนตอนกลางของแอ่งน้ำใต้ดิน และลดลงเล็กน้อย (เฉลี่ย 1-2 เมตร) ในบริเวณตอนใต้ของแอ่งน้ำใต้ดิน การลดลงของระดับน้ำส่วนใหญ่เกิดขึ้นในบริเวณท้ายน้ำโดยมีระดับน้ำแปรผันในช่วง 0.20 – 0.50 เมตรในฤดูฝน และ 0.50 – 1.50 เมตรเดียวกันในในฤดูแล้ง โดยมีการกระจายระดับน้ำ จากระดับสูงสุดบริเวณขอบแอ่งน้ำใต้ดิน และลดระดับลงเมื่อเข้ามาสู่บริเวณตอนกลางของแอ่ง (รายละเอียดแบบจำลองน้ำใต้ดินก่อนการเชื่อมต่อดูได้ในภาคผนวก ก)

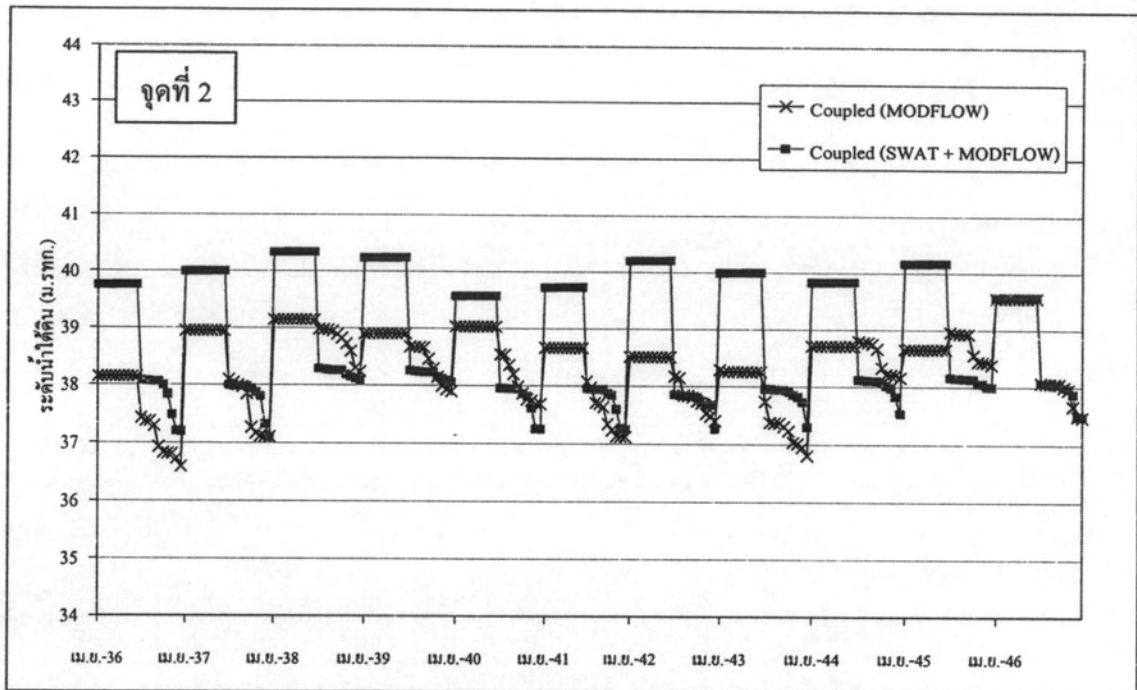
เมื่อนำการเชื่อมต่อแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับแบบจำลองน้ำใต้ดิน จึงได้ผลการคำนวณระดับน้ำในปี พ.ศ. 2536 ถึงปี 2546 ของแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว (coupled) เทียบกับระดับน้ำสังเกตการณ์ (observed) ดังรูปที่ 6-18 ซึ่งเห็นได้ว่าการแปรผันของระดับน้ำตามฤดูกาล หรือการลดลง/เพิ่มขึ้นของระดับน้ำตามข้อมูลสังเกตการณ์ มีระยะเวลายาวกว่าผลการคำนวณระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง โดยระดับน้ำสูงสุดที่คำนวณได้ในแต่ละปีมีค่าใกล้เคียงกับค่าสังเกตการณ์ เมื่อพิจารณาระหว่างการเปลี่ยนจากฤดูฝนมาฤดูแล้ง การลดลงของระดับน้ำมีค่าใกล้เคียงกับผลการคำนวณ โดยค่าต่ำสุดที่เกิดขึ้นในฤดูแล้งที่คำนวณได้นั้นสูงกว่าค่าสังเกตการณ์ และเมื่อพิจารณาเทียบระดับน้ำกับบ่อสังเกตการณ์ในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ค่าระดับน้ำที่ได้สูงกว่าค่าสังเกตการณ์โดยเฉลี่ย 3.51 เมตรในฤดูฝนและ 1.18 เมตรในฤดูแล้ง ดังแสดงในตารางที่ 6-5 ซึ่งเทียบผลการคำนวณกับค่าสังเกตการณ์ในรูปที่ 6-21 แสดงให้เห็นว่าระดับน้ำในระดับต่ำจะมีผลการคำนวณมากกว่าความเป็นจริงและระดับน้ำที่สูงขึ้นจะมีผลการคำนวณน้อยกว่าความเป็นจริง โดยระดับน้ำที่คำนวณได้ส่วนใหญ่สูงกว่าค่าสังเกตการณ์ และจากการเปรียบเทียบผลการการคำนวณกับค่าสังเกตการณ์ตามมิติของเวลาในรูปที่ 6-22 พบว่าความคลาดเคลื่อนของระดับน้ำมีค่าสม่ำเสมอ ไม่มีความแตกต่างกันตามเวลาอย่างเห็นได้ชัด หากพิจารณาเทียบระดับน้ำจากบ่อสังเกตการณ์ในพื้นที่ของปี พ.ศ.2546 (ไม่มีบ่อสังเกตการณ์ในปี พ.ศ.2545) ซึ่งมีระดับน้ำใกล้เคียง ปี พ.ศ.2545 พบว่าระดับน้ำที่คำนวณได้ในส่วนตอนกลางของแอ่งน้ำใต้ดินมีระดับที่สูงกว่าระดับสังเกตการณ์ บริเวณทิศใต้ของแอ่งซึ่งเป็นท้ายน้ำของการไหลน้ำใต้ดินมีระดับที่ต่ำกว่าระดับสังเกตการณ์ แต่บริเวณโดยรอบแอ่งน้ำใต้ดินมีระดับน้ำใกล้เคียงกับระดับสังเกตการณ์ ดังแสดงในรูปที่ 6-23



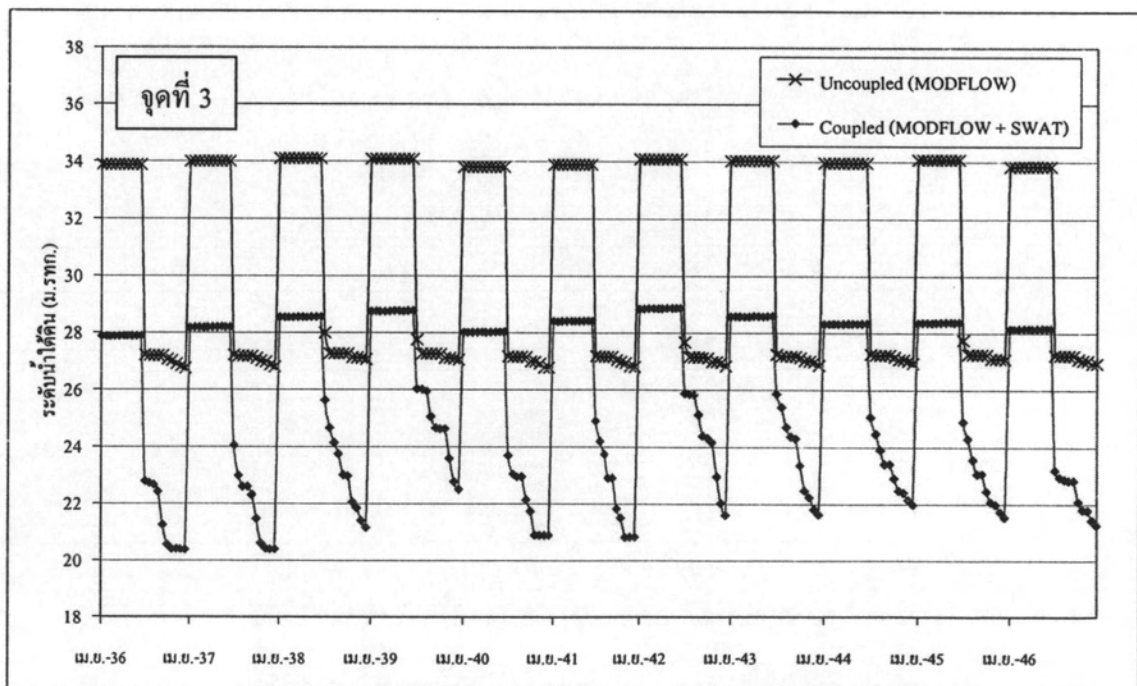
รูปที่ 6-17 จุดในแบบจำลองที่นำมาพิจารณาระดับน้ำ



รูปที่ 6-18 ระดับน้ำจุดที่ 1 ที่ได้จากแบบจำลอง MODFLOW และแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว เทียบ กับระดับน้ำบ่อสังเกตการณ์ PCP-20 ในโครงการพลาซุมพล จังหวัดพิษณุโลก



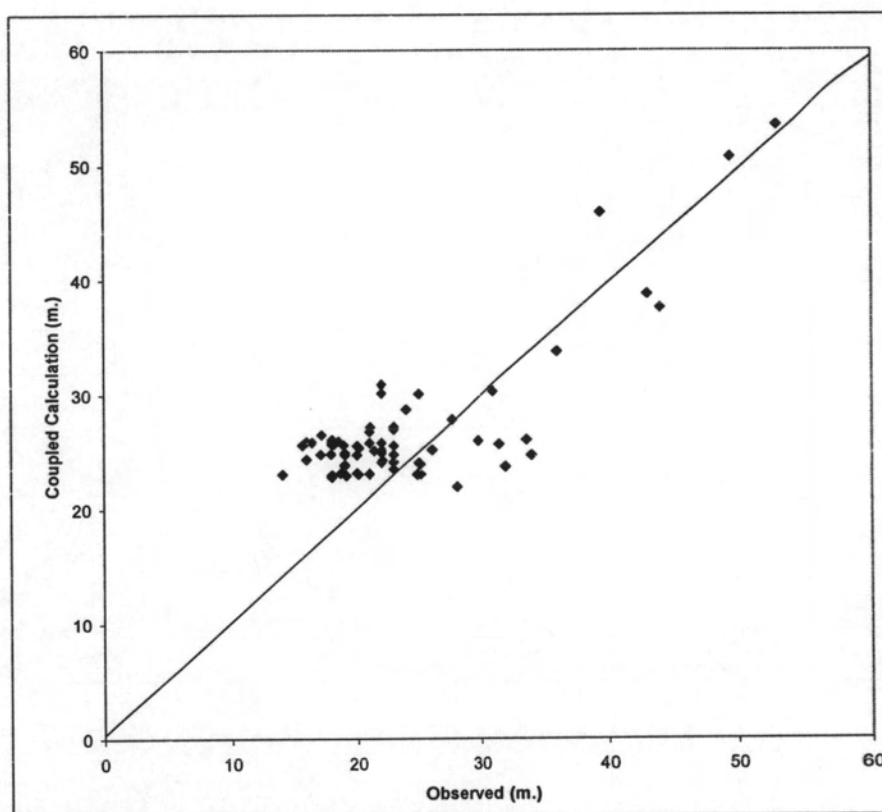
รูปที่ 6-19 ระดับน้ำจุดที่ 2 ที่ได้จากแบบจำลอง MODFLOW  
และแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วในจังหวัดกำแพงเพชร



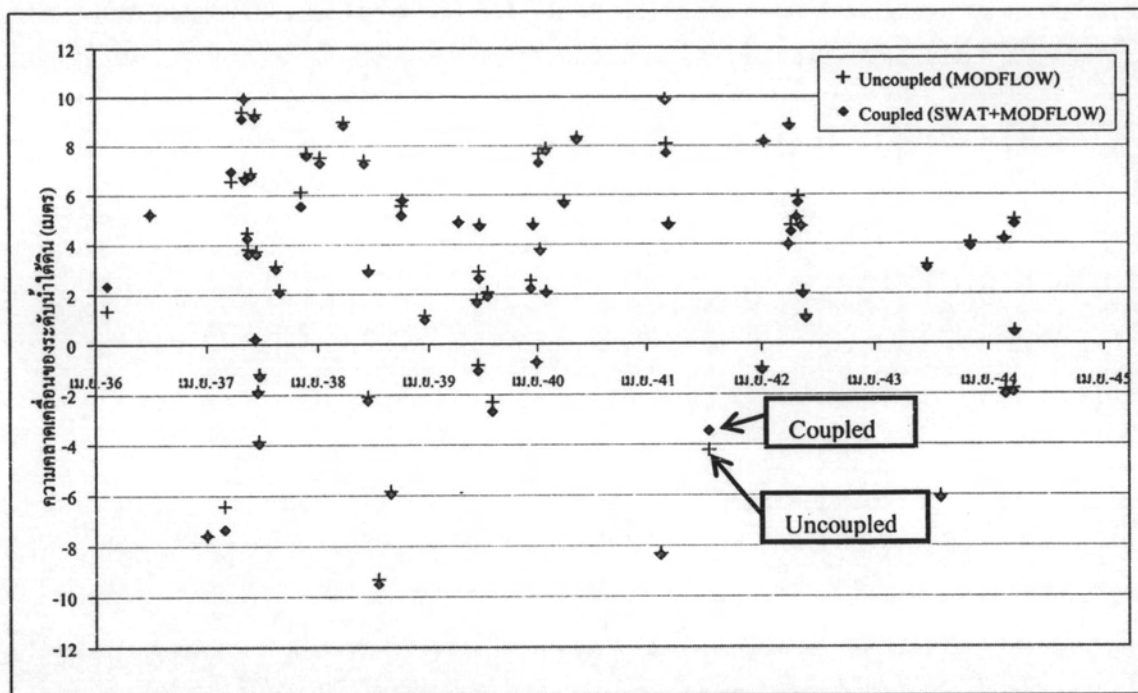
รูปที่ 6-20 ระดับน้ำจุดที่ 3 ที่ได้จากแบบจำลอง MODFLOW  
และแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วในจังหวัดพิจิตร

ตารางที่ 6-5 ความคลาดเคลื่อนของระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ย ปีพ.ศ.2536-2545  
ของแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว

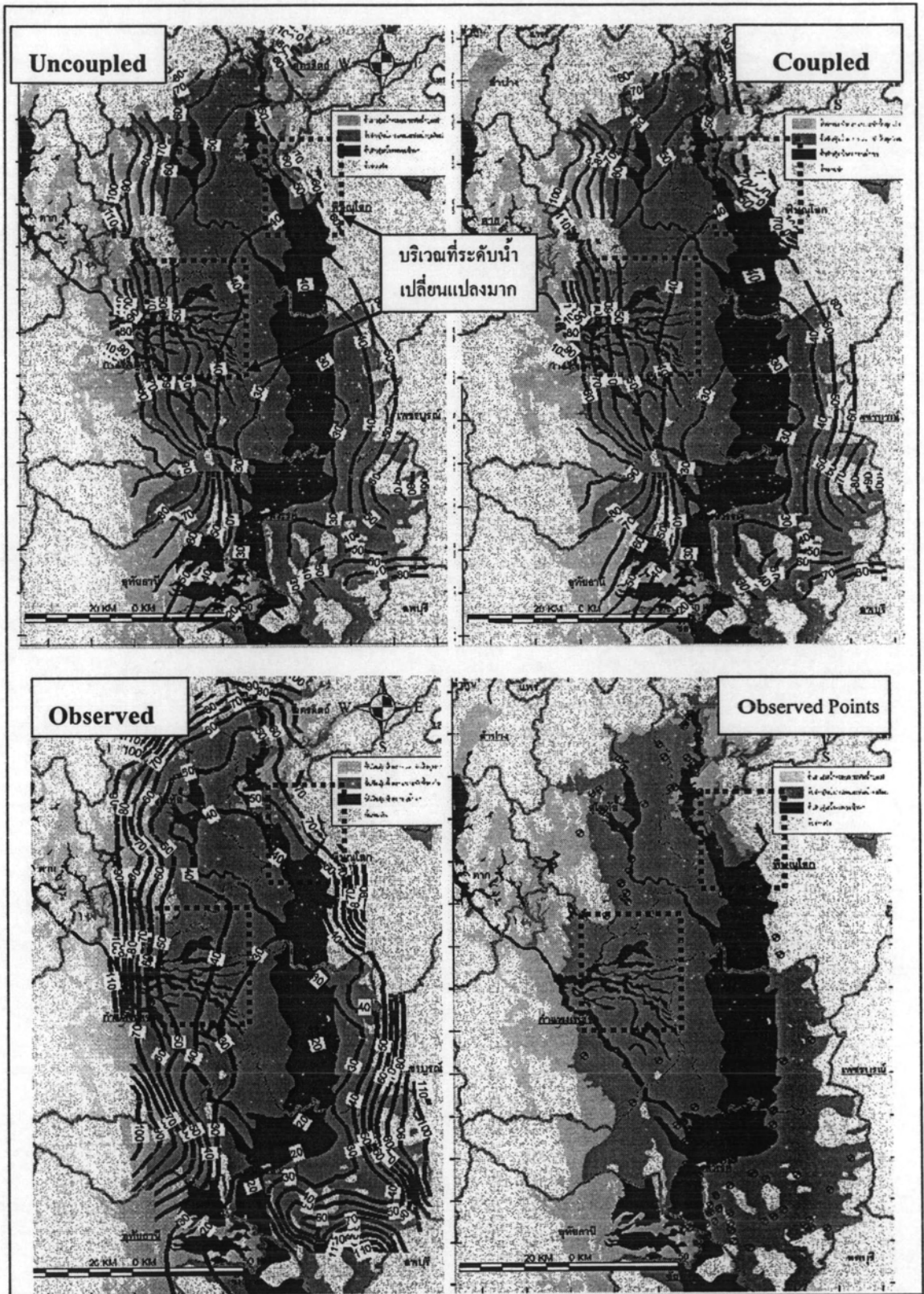
ค่าความคลาดเคลื่อนจากบ่อสังเกตการณ์	แบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว		
	ทั้งหมด	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (ม.)	3.75	3.40	1.05
ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (ม.)	4.42	4.90	4.05
ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์กำลังสองเฉลี่ย (ม.)	5.05	5.62	4.69



รูปที่ 6-21 ระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว(coupled)  
เทียบกับค่าที่วัดได้จากสถานี C.2 (observed)

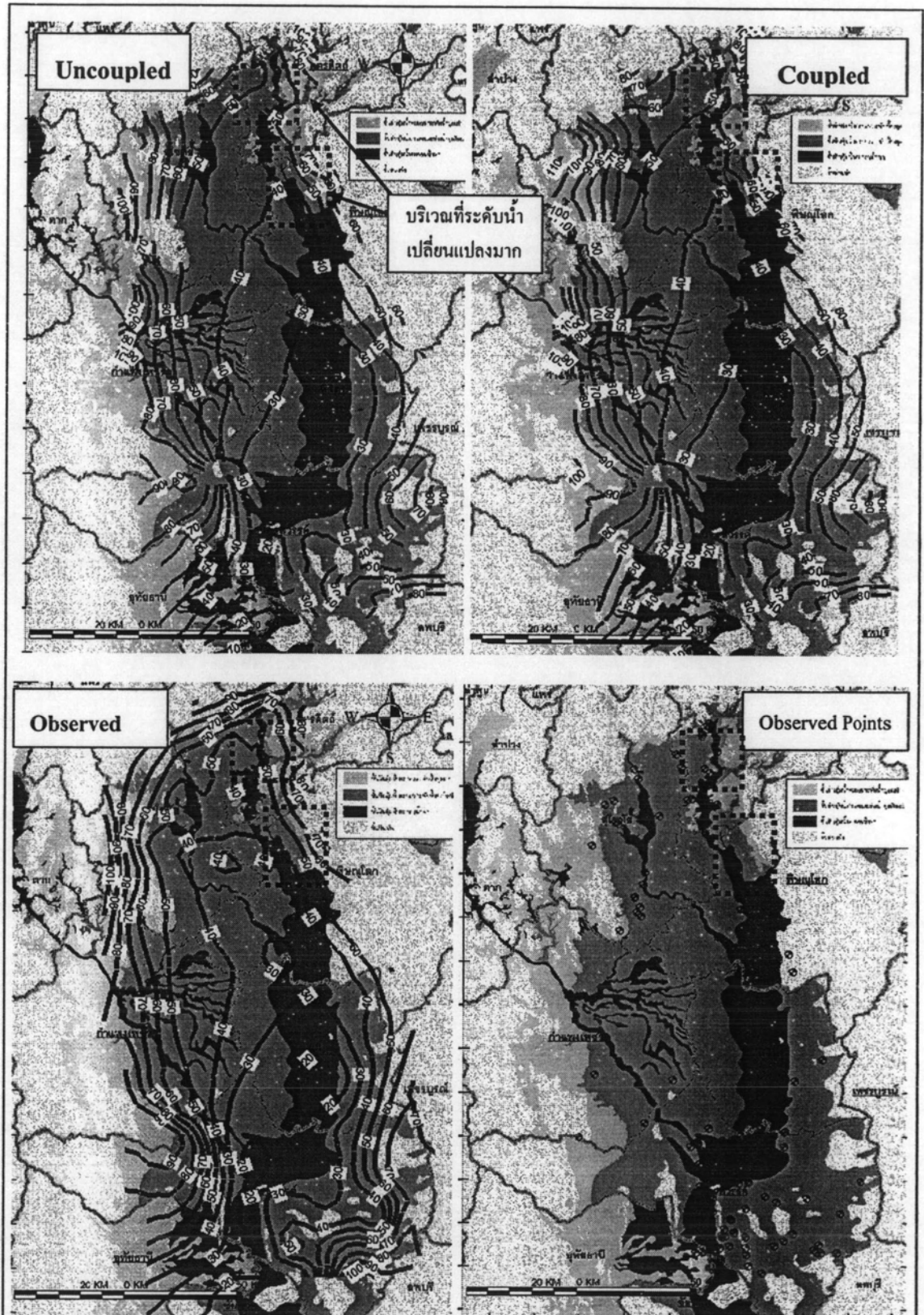


รูปที่ 6-22 ความคลาดเคลื่อนของระดับน้ำจากแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อม (uncoupled) และแบบจำลองเชื่อมต่อกแล้ว (coupled) ในช่วงปี พ.ศ. 2535-2545



รูปที่ 6-23 (ก) ระดับน้ำฤดูฝนปี พ.ศ. 2545 จากแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ-Uncoupled (บนซ้าย) แบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วในสภาพการไหลไม่คงตัวของ-Coupled (บนขวา) บ่อสังเกตการณ์ระดับน้ำปีฤดูฝนปี พ.ศ. 2546-Observed Wet(ล่างซ้าย) และจุดสังเกตการณ์ตลอดช่วงจำลองระดับน้ำใต้ดิน-Obseverd Points (ล่างขวา)





รูปที่ 6-23 (ข) ระดับน้ำฤดูแล้งปีพ.ศ. 2545 จากแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ-Uncoupled (บนซ้าย) แบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วในสภาพการไหลไม่คงตัวของ-Coupled (บนขวา) บ่อสังเกตการณ์ระดับน้ำปีฤดูแล้งปี พ.ศ.254 6-Observed Dry(ล่างซ้าย) และจุดสังเกตการณ์ตลอดช่วงจำลองระดับน้ำได้คืน-Obseverd Points (ล่างขวา)

## 6.5 ผลสรุปสมมูลน้ำในพื้นที่ศึกษา

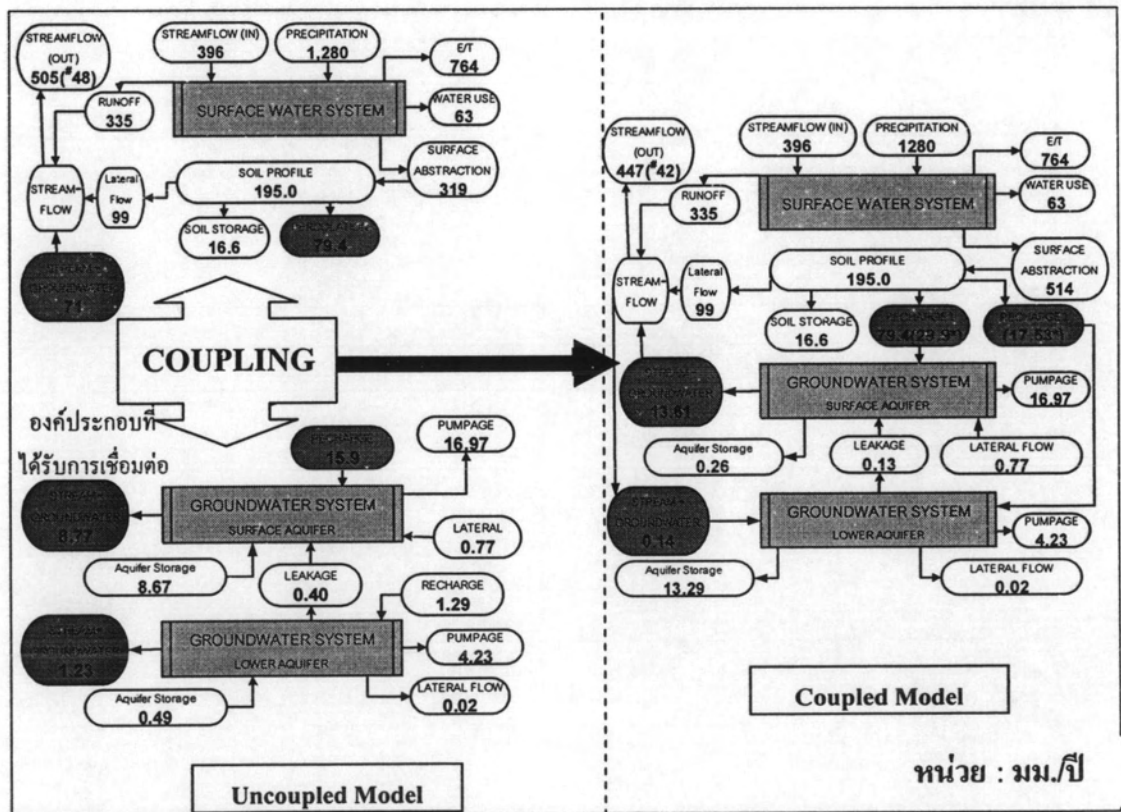
จากแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินในช่วงปี พ.ศ. 2536 – 2545 และปีตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางอุทกวิทยาใน พ.ศ. 2543 สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการณ์ไหล และระบบสมมูลของแหล่งน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษา เมื่อพิจารณาพื้นที่ศึกษาผิวดินขนาด 45,403 ตร.กม. และน้ำใต้ดินขนาด 37,600 ตร.กม.สามารถสรุปปริมาณน้ำที่ไหลเข้าและออกจากพื้นที่ศึกษา ในหน่วยของความสูงน้ำใต้ดินตารางที่ 6-6

องค์ประกอบทางอุทกวิทยาของระบบน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ในรูปที่ 6-24 แสดงให้เห็นการเชื่อมต่อองค์ประกอบวิทยาของแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน โดยผลแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว และในรูปที่ 6-24 ยังแสดงให้เห็นว่า เมื่อทำการเชื่อมต่อแบบจำลองแล้ว ทำให้น้ำในลำน้ำและองค์ประกอบทางอุทกวิทยาของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินเปลี่ยนไป ในรูปที่ 6-25 แล้วพบว่าน้ำที่ไหลเข้าสู่ระบบมี 2 ส่วนคือ น้ำในลำน้ำและน้ำฝน เฉลี่ยรวม 1,676 มม./ปี โดยน้ำออกจากพื้นที่ศึกษามากที่สุดทางการระเหย (764 มม./ปี) และน้ำในลำน้ำที่ไหลออก (505 มม./ปี) โดยมีส่วนหนึ่งไหลลงสู่ชั้นดิน (195 มม./ปี) และน้ำในส่วนนี้ที่ไหลตกลงไปสู่ด้านล่างจะเติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน (79.4 มม./ปี) ด้วยมีบางส่วนที่เดิมเข้าเข้าสู่แอ่งน้ำใต้ดิน (79.4 มม./ปี) ซึ่งบางส่วนจะไหลออกนอกแอ่งไปสู่ชั้นหินต่อไป ในส่วนของแอ่งน้ำใต้ดินจะแบ่งเป็นสองชั้น โดยจะทำการดึงและเติมน้ำให้แก่ลำน้ำในพื้นที่ศึกษาโดยเฉลี่ยแล้วจะเติมให้ 13.5 มม./ปี กลับมาสู่ลำน้ำผิวดิน และได้แสดงองค์ประกอบทางอุทกวิทยาของในปี 2543 ในรูปที่ 6-26 ซึ่งปี พ.ศ.2543 เป็นปีที่มีความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองน้ำทำน้อยที่สุด ซึ่งพบว่าองค์ประกอบทางอุทกวิทยาของค่าเฉลี่ย 10 ปีและของปี พ.ศ. 2543 มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือการไหลทั้งผิวดินและใต้ดินมีปริมาณและสัดส่วนทั้งค่าเฉลี่ย 10 ปี กับปี พ.ศ. 2543 ใกล้เคียงกัน และมีกระบวนการไหลของน้ำใต้ดินไปในทิศทางเดียวกัน โดยสามารถดูรายละเอียดการวิเคราะห์องค์ประกอบทางอุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษาได้ในภาคผนวก ง

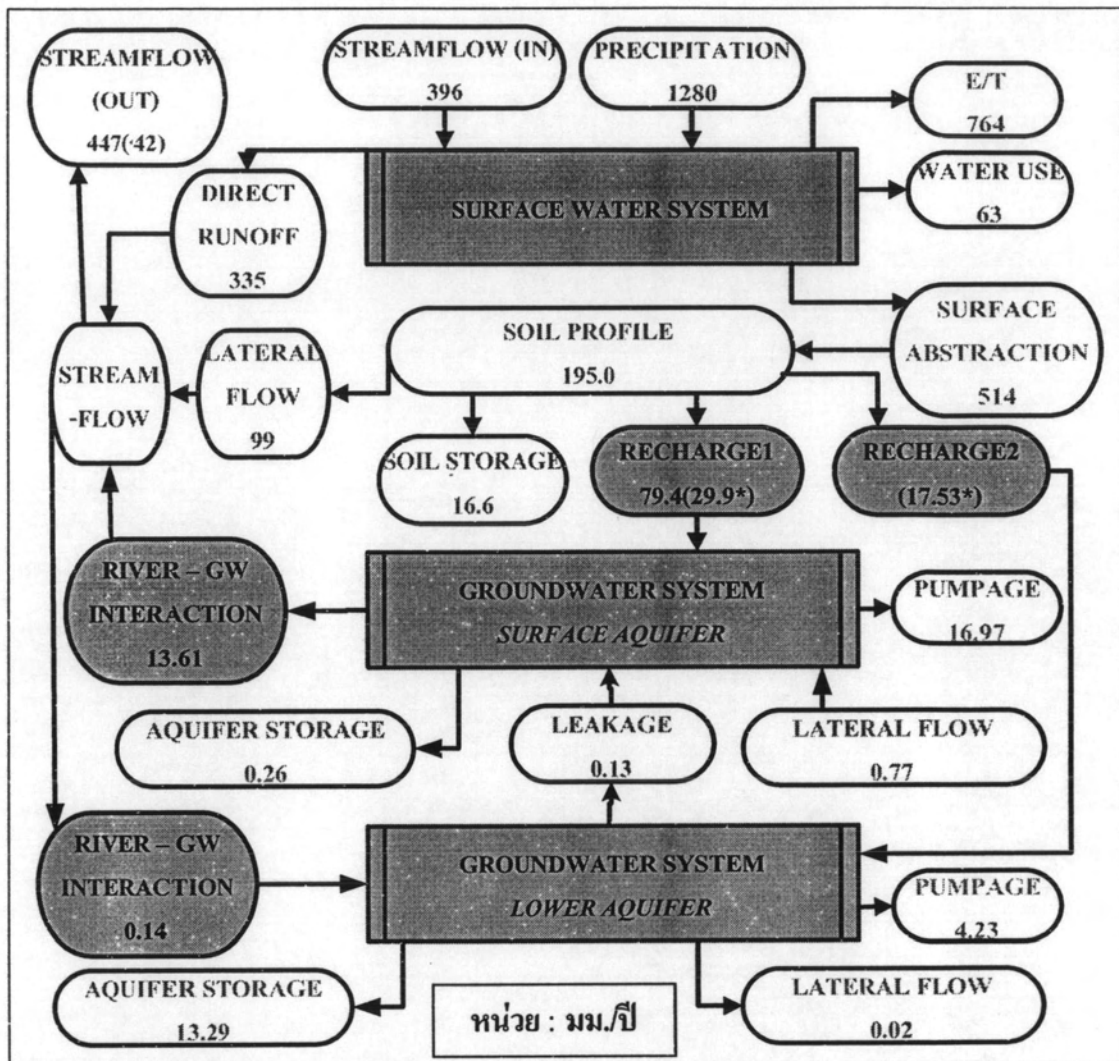
เมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางอุทกวิทยาของการศึกษานี้ กับการศึกษาโครงการใช้น้ำบาดาลร่วมกับน้ำผิวดิน (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549) พบว่ามีปริมาณน้ำเติมสู่แอ่งน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้น 276% ทำให้แอ่งน้ำใต้ดินจากเดิมที่มีปริมาณกักเก็บเฉลี่ยน้อยลง 9.2 มม./ปี เปลี่ยนเป็นมีปริมาณกักเก็บเฉลี่ยที่เพิ่มมากขึ้น 13.6 มม./ปี แต่ปริมาณกักเก็บที่เพิ่มขึ้นนี้ส่วนใหญ่อยู่ตามขอบแอ่งน้ำบาดาล

ตารางที่ 6-6 สมดุลน้ำเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2536-2545 ของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน

แบบจำลอง	องค์ประกอบทางอุทกวิทยา	Flow In (mm.)			Flow Out (mm.)		
		Wet	Dry	Total	Wet	Dry	Total
น้ำผิวดิน	น้ำฝน	1036	244	1280	-	-	0
	น้ำในลำน้ำ	229	167.1	396	-332	-115.4	-447
	ระเหย	-	-	0	-517	-248	-765
	การใช้น้ำ	-	-	0	-48.6	-14.1	-62.7
	ไหลลงสู่ใต้ดิน	1.3	12.2	13.5	-55.5	-23.9	-79.4
	รวมผิวดิน	<u>1266.3</u>	<u>423.3</u>	<u>1689.5</u>	<u>-953.1</u>	<u>-401.4</u>	<u>-1354.1</u>
น้ำใต้ดิน	เติมจากผิวดิน	31.8	15.7	47.5	-1.3	-12.2	-13.5
	ไหลจากด้านข้าง	0.85	0.76	1.61	-0.43	-0.43	-0.86
	การใช้น้ำ	-	-	0	-6.5	-5.6	-12.1
	รวมใต้ดิน	<u>32.65</u>	<u>16.46</u>	<u>49.11</u>	<u>-8.23</u>	<u>-18.23</u>	<u>-26.46</u>



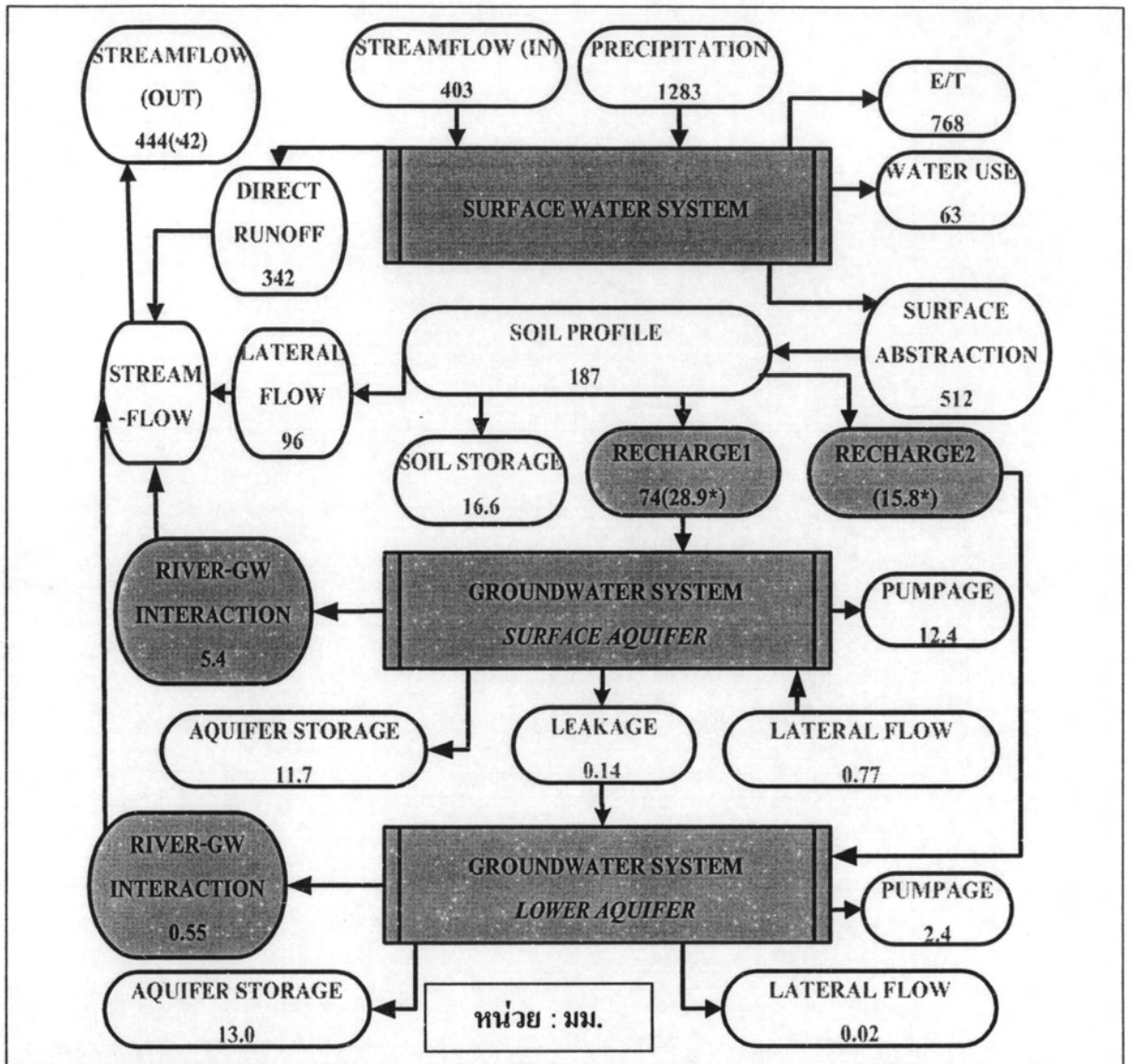
รูปที่ 6-24 การพิจารณาสมดุลน้ำจากแบบจำลองที่ได้รับการเชื่อมต่อแล้ว



ไหลออกจากแม่น้ำสะแกกรัง

\*ปริมาณน้ำที่เติมสู่พื้นที่ศึกษาน้ำใต้ดิน

รูปที่ 6-25 สมดุลน้ำเฉลี่ยปี พ.ศ. 2536-2545 ในระบบทางอุทกวิทยาจากแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว (coupled SWAT+MODFLOW)



\*ไหลออกจากแม่น้ำสะแกกรัง

\*ปริมาณน้ำที่เติมสู่พื้นที่ศึกษาน้ำใต้ดิน

รูปที่ 6-26 สมดุลน้ำปี พ.ศ. 2543 ในระบบทางอุทกวิทยาจากแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว

## 6.6 ผลการปรับปรุงจากการเชื่อมต่อแบบจำลอง

แบบจำลองทางน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินนั้น ได้ออกแบบให้คำนวณสภาพทางอุทกวิทยา ให้สอดคล้องกับทฤษฎีทางอุทกวิทยาในส่วนผิวดินและใต้ดิน หากแต่แบบจำลอง SWAT และ MODFLOW นั้นได้พิจารณาเน้นเฉพาะส่วนของผิวดินและใต้ดินตามลำดับ การเชื่อมต่อแบบจำลองแบบจำลองได้เข้ามาสร้างความเชื่อมโยงแบบจำลองทั้ง 2 ส่วนให้ดำเนินการจำลองเป็นไปอย่างสัมพันธ์กันตามหลักอุทกวิทยา จึงทำให้การจำลองสภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินด้วยการเชื่อมต่อแบบจำลองมีความสอดคล้องกับสภาพอุทกวิทยามากขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 1) การคำนวณปริมาณน้ำในลำน้ำ

จากการประยุกต์ใช้การเชื่อมต่อแบบจำลองในพื้นที่ศึกษา พบว่าการเชื่อมต่อทำให้การคำนวณปริมาณน้ำในลำน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งความแตกต่างนี้คือพื้นที่ส่วนที่เร่งในรูปที่ 6-27 โดยทำให้เกิดความแตกต่างเมื่อคิดเป็นปริมาณน้ำได้เฉลี่ย 240 ล้าน ลบ.ม./เดือน และทำให้รูปทรง hydrograph ของพื้นที่ศึกษาจากแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ (uncoupled) และแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว (coupled) ดังแสดงในรูปที่ 6-28 โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงปริมาณน้ำต่ำหรือ baseflow นั้น การเชื่อมต่อทำให้ปริมาณ baseflow มากขึ้น ส่วนในช่วงปริมาณน้ำมากนั้น การเชื่อมต่อทำให้ปริมาณน้ำลดลง กล่าวคือ การเชื่อมต่อทำให้ baseflow มากขึ้นและ flood ลดลง

จากการพิจารณาผลการเชื่อมต่อจากการเปรียบเทียบปริมาณน้ำในลำน้ำรายเดือน จากแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ (SWAT) และจากแบบจำลองที่ทำการเชื่อมต่อแล้ว พบว่าเมื่อทำการเชื่อมต่อ ปริมาณน้ำในลำน้ำรายเดือนลดลงเฉลี่ย 9% และมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในลำน้ำหลังจากการเชื่อมต่อ 14% (ค่าเฉลี่ยสมบูรณ์) โดยการเชื่อมต่อแบบจำลองทำให้ปริมาณน้ำในลำน้ำที่คำนวณได้เข้าใกล้ปริมาณน้ำในลำน้ำที่วัดได้จากสถานีน้ำท่ามากขึ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6-7 ซึ่งพบว่าหลังเชื่อมต่อแบบจำลอง สามารถลดค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำในลำน้ำในช่วงฤดูแล้ง 17% ซึ่งมากกว่าในช่วงฤดูฝนที่ลดลงได้ 8 % และหากพิจารณาน้ำในลำน้ำรายฤดูกาลพบว่า การเชื่อมต่อแบบจำลองสามารถช่วยลดความผิดพลาดได้ในฤดูแล้ง 57 % และฤดูฝน 21%

เมื่อพิจารณาน้ำในลำน้ำในช่วงปริมาณน้ำมากดังรูปที่ 6-11 พบว่า การเชื่อมต่อแบบจำลองมีผลทำให้ปริมาณน้ำในลำน้ำมีความแตกต่างจากเดิมเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่วัดได้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำในลำน้ำในช่วงน้ำน้อยดังแสดงในรูปที่ 6-12 และ 6-13 เมื่อพิจารณาผลการคำนวณปริมาณน้ำในลำน้ำรายเดือนกับค่าที่วัดจากสถานีน้ำท่า ในแผนภูมิเชิงเส้นแบ่ง 45 องศา ดังรูปที่ 6-29 พบว่า รูปร่างของความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่คำนวณกับค่าที่ได้

วัดเป็นไปในทิศทางเดียวกัน การเชื่อมต่อทำให้มีการปรับปรุงน้ำในลำน้ำให้ใกล้เคียงความจริงมากขึ้นแต่น้ำในลำน้ำในปริมาณที่มากมีการปรับปรุงผลการคำนวณได้เพียงเล็กน้อย และรูปที่ 6-29 ยังแสดงให้เห็นว่าการเชื่อมต่อแบบจำลองส่งผลให้การคำนวณใกล้เคียงความจริงมากขึ้น เมื่อผลการคำนวณในตอนที่ไม่เชื่อมต้อมีค่าสูงกว่าค่าจริง

จากการพิจารณาการเปรียบเทียบผลการปรับปรุงแบบจำลองน้ำทำให้ใกล้เคียงกับสภาพอุทกวิทยาในเงื่อนไขของการศึกษาในเบื้องต้น พบว่า การดำเนินการแบบจำลองสามารถลดความคลาดเคลื่อนในช่วงฤดูแล้งได้ดีกว่าฤดูฝน และในช่วงปีน้ำท่ามากได้ดีกว่าปีน้ำน้อยหรือปีน้ำแล้ง ดังแสดงในรูปที่ 6-15 และ 6-16 โดยพบว่าปี พ.ศ. 2543 และ 2539 สามารถลดความคลาดเคลื่อนลงได้มากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 6-8

## 2) การคำนวณระดับน้ำใต้ดิน

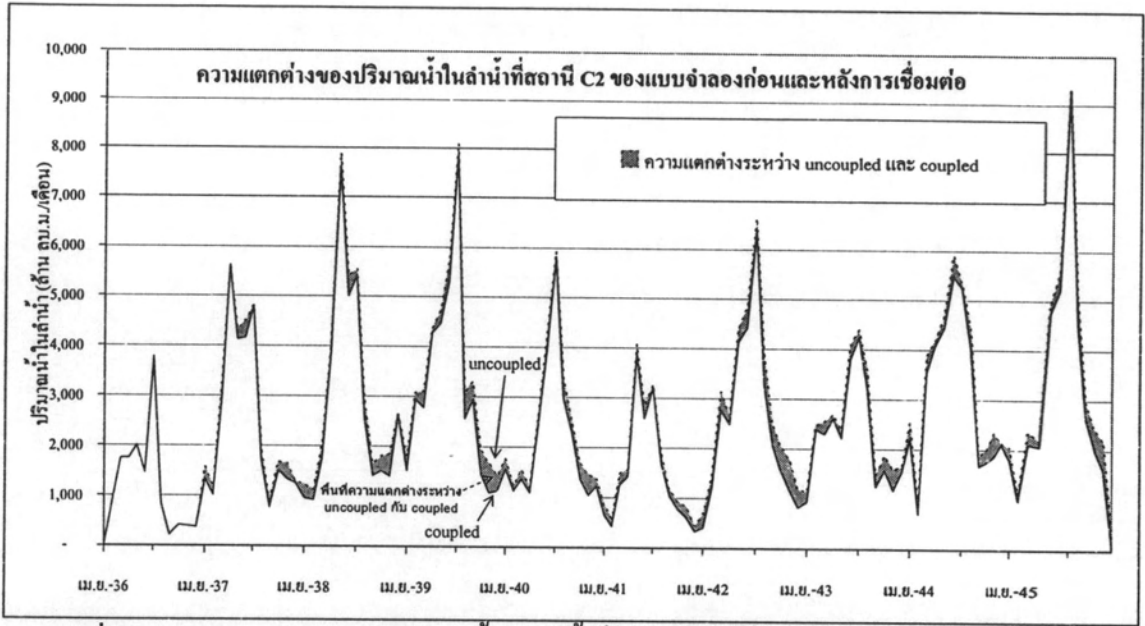
จากการพิจารณาเปรียบเทียบระดับน้ำใต้ดินจากแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ (MODFLOW) และจากแบบจำลองที่ทำการเชื่อมต่อแล้ว พบว่าเมื่อทำการเชื่อมต่อแล้ว การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่บ่อสังเกตการณ์ลดลงเฉลี่ย 0.11 เมตรในฤดูฝน และลดลงเฉลี่ย 0.12 เมตรในฤดูแล้ง และมีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการเชื่อมต่อ (average absolute difference) 0.17 เมตร เมื่อพิจารณาความแตกต่างของการคำนวณระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษาพบว่าเมื่อทำการเชื่อมต่อแล้วระดับน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำจนเห็นได้ชัดเจน โดยการเชื่อมต่อสามารถลดความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ของระดับน้ำในฤดูฝนได้ 0.5% และในฤดูแล้งได้ 2.9% ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 6-9 นอกจากนี้พบว่าเมื่อทำการเชื่อมต่อแล้วระดับน้ำใต้ดินระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งมีความแตกต่างกันมากขึ้นดังแสดงรูปที่ 6-17 ถึง 6-20

เมื่อพิจารณาผลการคำนวณระดับน้ำของแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วเทียบกับแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อในแผนภูมิเชิงเส้นแบ่ง 45 องศา ในรูปที่ 6-30 พบว่าระดับน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในบริเวณระดับน้ำที่ต่ำ มีเพียงในบริเวณระดับน้ำที่สูงบางจุดที่มีความคลาดเคลื่อนลดลง เมื่อพิจารณาผลการคำนวณที่แตกต่างกันของแบบจำลองก่อนและหลังการเชื่อมต่อนั้นดังรายละเอียดในตารางที่ 6-9 นอกจากนี้ในรูปที่ 6-30 ยังแสดงให้เห็นว่าการเชื่อมต่อแบบจำลองทำให้ระดับน้ำมีความคลาดเคลื่อนลดลงเมื่อผลการคำนวณของแบบจำลองก่อนการเชื่อมต่อนั้นสูงกว่าค่าสังเกตการณ์ และผลการคำนวณของแบบจำลองก่อนการเชื่อมต่อที่ต่ำกว่าค่าสังเกตการณ์ ส่วนใหญ่มิให้ความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

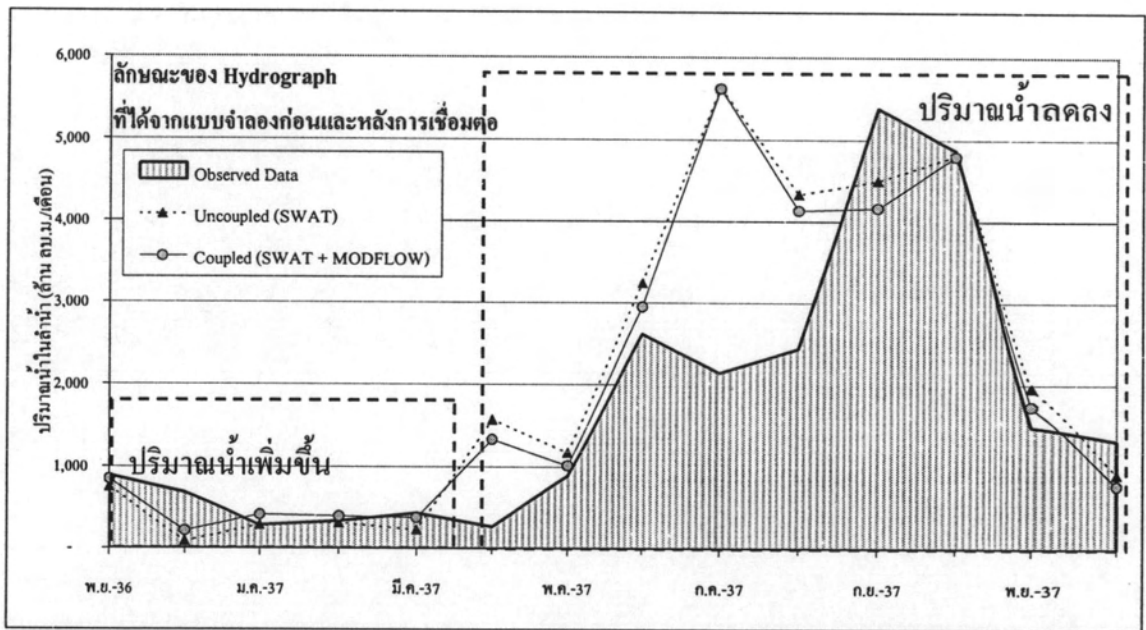
ผลการปรับปรุงการคำนวณระดับน้ำใต้ดินมีผลการปรับปรุงไม่แตกต่างมาก จากแบบจำลองที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่และมีจุดที่วัดจริงในบางส่วนของพื้นที่ศึกษาเท่านั้น อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบผลการคำนวณก่อนและหลังการเชื่อมต่อแบบจำลอง เห็นได้ว่าระดับน้ำ ค่ำระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยในระดับ 0.03-0.12 เมตรนั้นเมื่อพิจารณาเป็นปริมาณน้ำในพื้นที่ก็ถือว่าเป็นปริมาณที่มาก ซึ่งบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินจากการเชื่อมต่อได้แสดงในรูปที่ 6-23 หากแต่พิจารณารูปที่ 6-23 พบว่ามีข้อสังเกตการณ์เพียงเล็กน้อยที่อยู่ในบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลง จึงทำให้การพิจารณาความแตกต่างของขอร์ดับน้ำระดับน้ำใต้ดินไม่แตกต่างมาก

อย่างไรก็ตามค่าความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้จากแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษานี้ อยู่บนพื้นฐานของความละเอียดและปริมาณข้อมูลที่มีอยู่มากที่สุด และในการศึกษานี้ต้องการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการเชื่อมต่อ เพื่อพิจารณาผลการพัฒนาของการเชื่อมต่อแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษานี้ ไม่ได้ต้องการนำมาเทียบให้เห็นให้เห็นความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่สร้างขึ้น





รูปที่ 6-27 ความแตกต่างของปริมาณน้ำในลำน้ำที่สถานี C2 ที่คำนวณได้จากแบบที่ยังไม่ได้เชื่อมต่อ (uncoupled) และแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว (coupled) ในปี พ.ศ. 2536-2545



รูปที่ 6-28 การเปลี่ยนรูปร่าง hydrograph ของพื้นที่ศึกษา จากการเชื่อมต่อแบบจำลอง (coupled) ในปี พ.ศ. 2536-2537

ตารางที่ 6-7 ความแตกต่างของน้ำในลำน้ำเฉลี่ยปี พ.ศ. 2536-2545 ของแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว

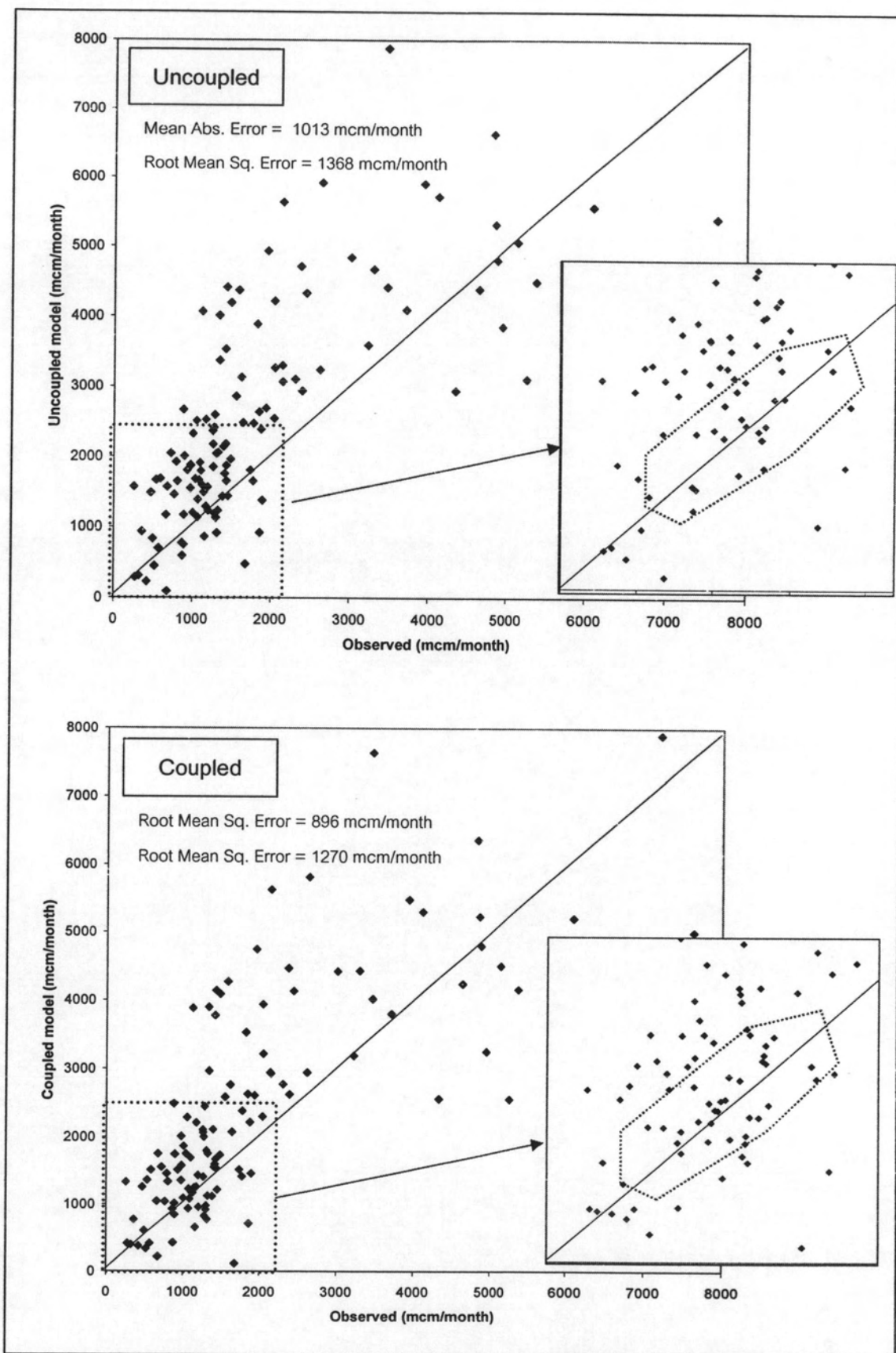
ความคลาดเคลื่อน (ด้าน ลบ.ม.)	ความแตกต่างเทียบกับแบบจำลอง น้ำผิวดินที่ยังไม่เชื่อมต่อ					ผลการปรับปรุงแบบจำลอง น้ำผิวดินจากการเชื่อมต่อ				
	น้ำในลำน้ำรายเดือน			น้ำในลำน้ำราย ฤดูกาล		น้ำในลำน้ำรายเดือน			น้ำในลำน้ำราย ฤดูกาล	
	ตลอด ปี	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง	ตลอด ปี	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (ด้าน ลบ.ม./เดือน)	-223	-172	-267	-1,234	-1,602	-32%	-19%	-57%	-7%	-10%
ค่าความคลาดเคลื่อน สมบูรณ์เฉลี่ย (ด้าน ลบ.ม./เดือน)	-117	-87	-145	-1,234	-1,602	<u>-12%</u>	<u>-8%</u>	<u>-17%</u>	<u>-21%</u>	<u>-57%</u>
ค่าความคลาดเคลื่อน สมบูรณ์กำลังสองเฉลี่ย (ด้าน ลบ.ม./เดือน)	-98	-114	-77	-1,226	-847	-7%	-7%	-7%	-20%	-21%
ค่าความคลาดเคลื่อน สัมพัทธ์ (%)	-10%	-6%	-14%	-11%	-9%	10%	6%	14%	11%	9%

ตารางที่ 6-8 ความแตกต่างของน้ำในลำน้ำจากแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้วของปีตัวอย่าง

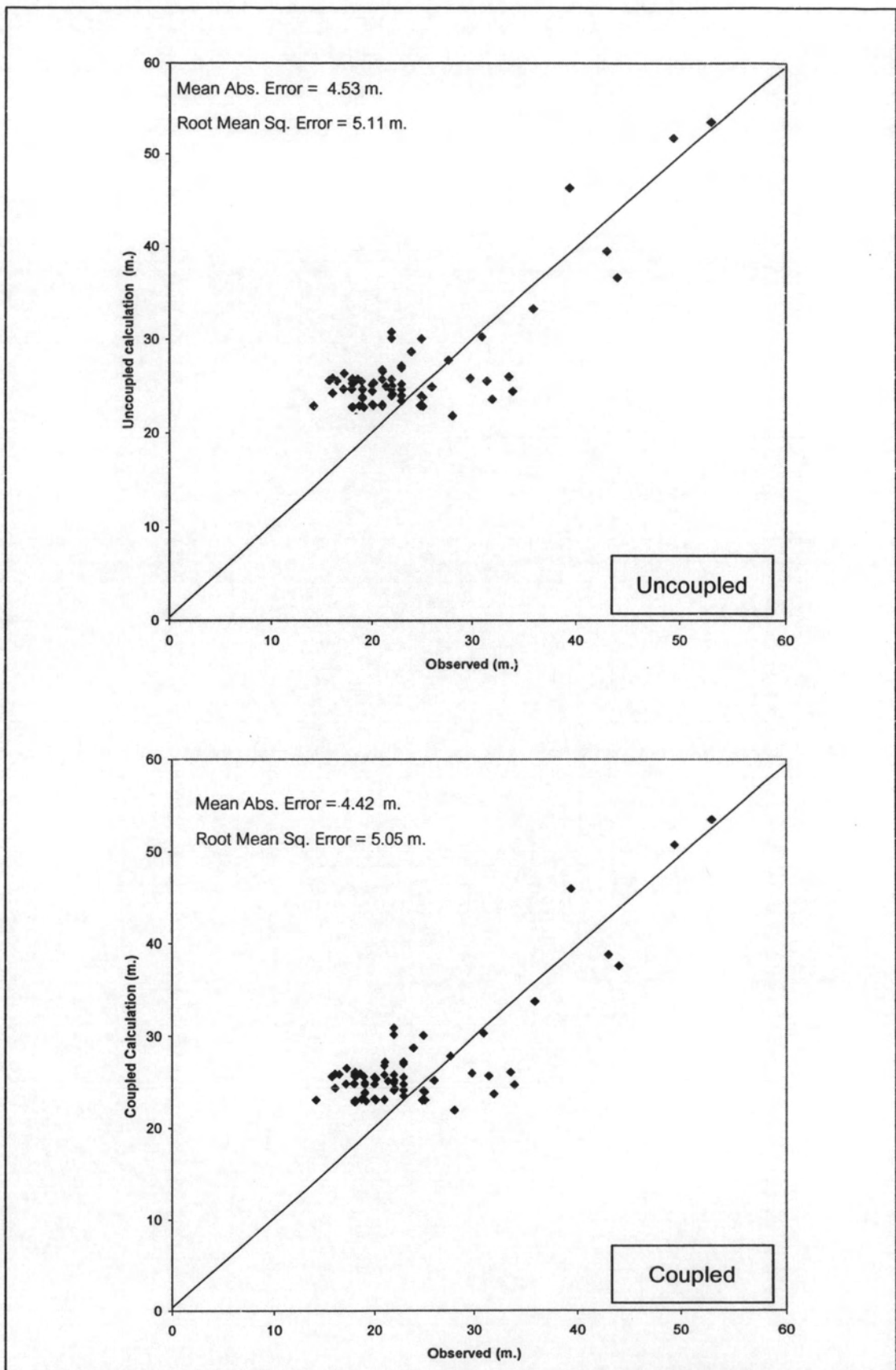
ปี (ด้าน ลบ.ม.)	ความคลาดเคลื่อนของ แบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว					ผลการปรับปรุงแบบจำลอง น้ำผิวดินจากการเชื่อมต่อ				
	น้ำท่ารายเดือน			น้ำท่ารายฤดูกาล		น้ำท่ารายเดือน			น้ำท่ารายฤดูกาล	
	ตลอด ปี	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง	ตลอด ปี	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง
2539	47%	59%	34%	49%	-5%	-13%	-7%	-18%	-10%	-15%
2543	17%	19%	15%	23%	17%	-11%	-5%	-17%	-8%	-14%

ตารางที่ 6-9 ความแตกต่างของระดับน้ำใต้ดินในบ่อสังเกตการณ์ของแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว  
เฉลี่ยปี พ.ศ. 2536-2545

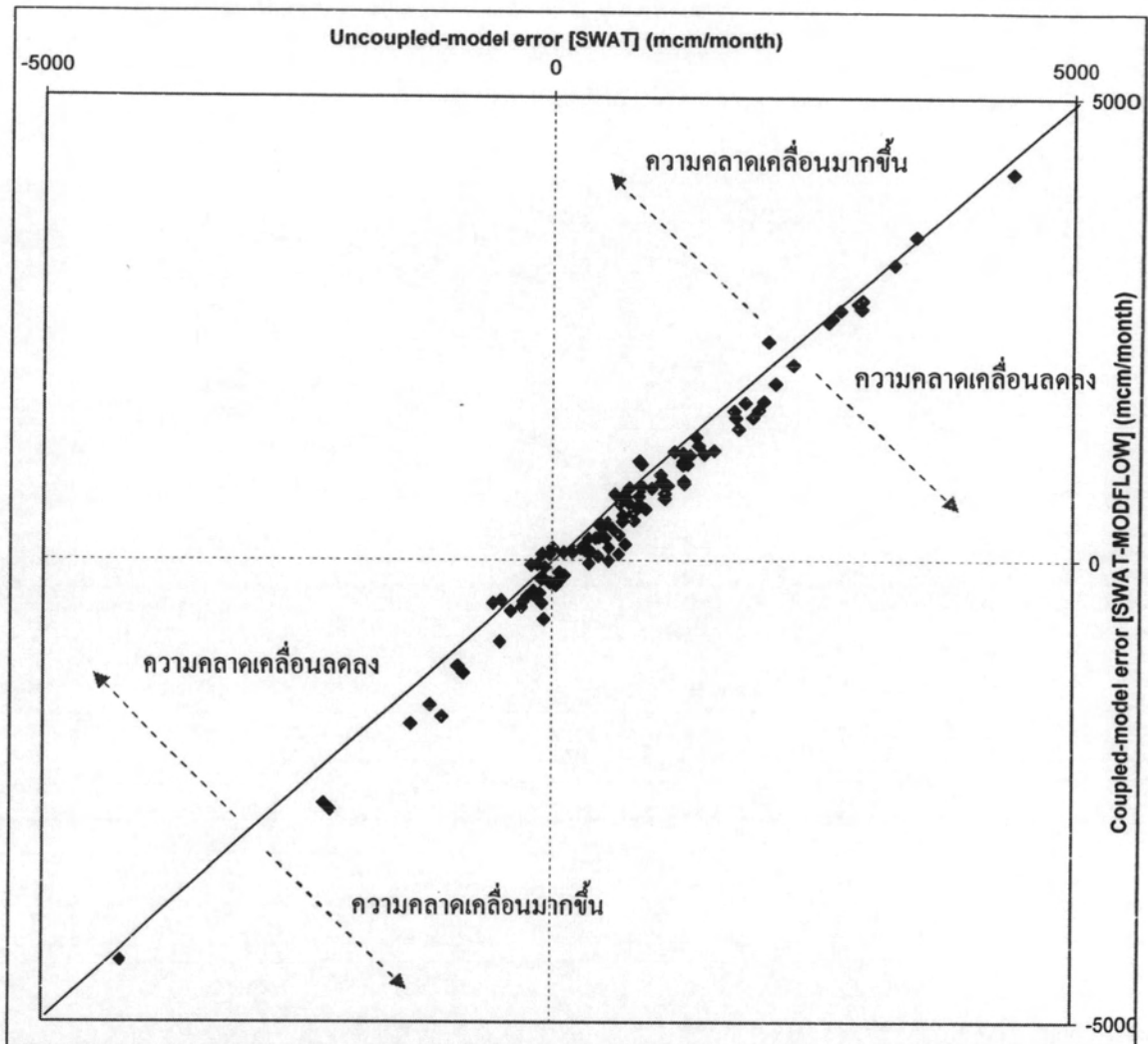
ค่าความคลาดเคลื่อนจากบ่อสังเกตการณ์	ความแตกต่างเทียบกับ แบบจำลอง น้ำใต้ดินที่ยังไม่เชื่อมต่อ			ความต่างของความคลาดเคลื่อน เทียบกับแบบจำลองน้ำใต้ดินที่ ยังไม่ได้เชื่อมต่อ		
	ทั้งหมด	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ทั้งหมด	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (ม.)	-0.07	-0.11	-0.12	-1.90%	-3.0%	-10.6%
ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (ม.)	-0.10	-0.03	-0.12	<u>-2.3%</u>	<u>-0.55%</u>	<u>-2.9%</u>
ค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์กำลังสองเฉลี่ย (ม.)	-0.08	-0.05	-0.09	-1.60%	-0.88%	-1.95%



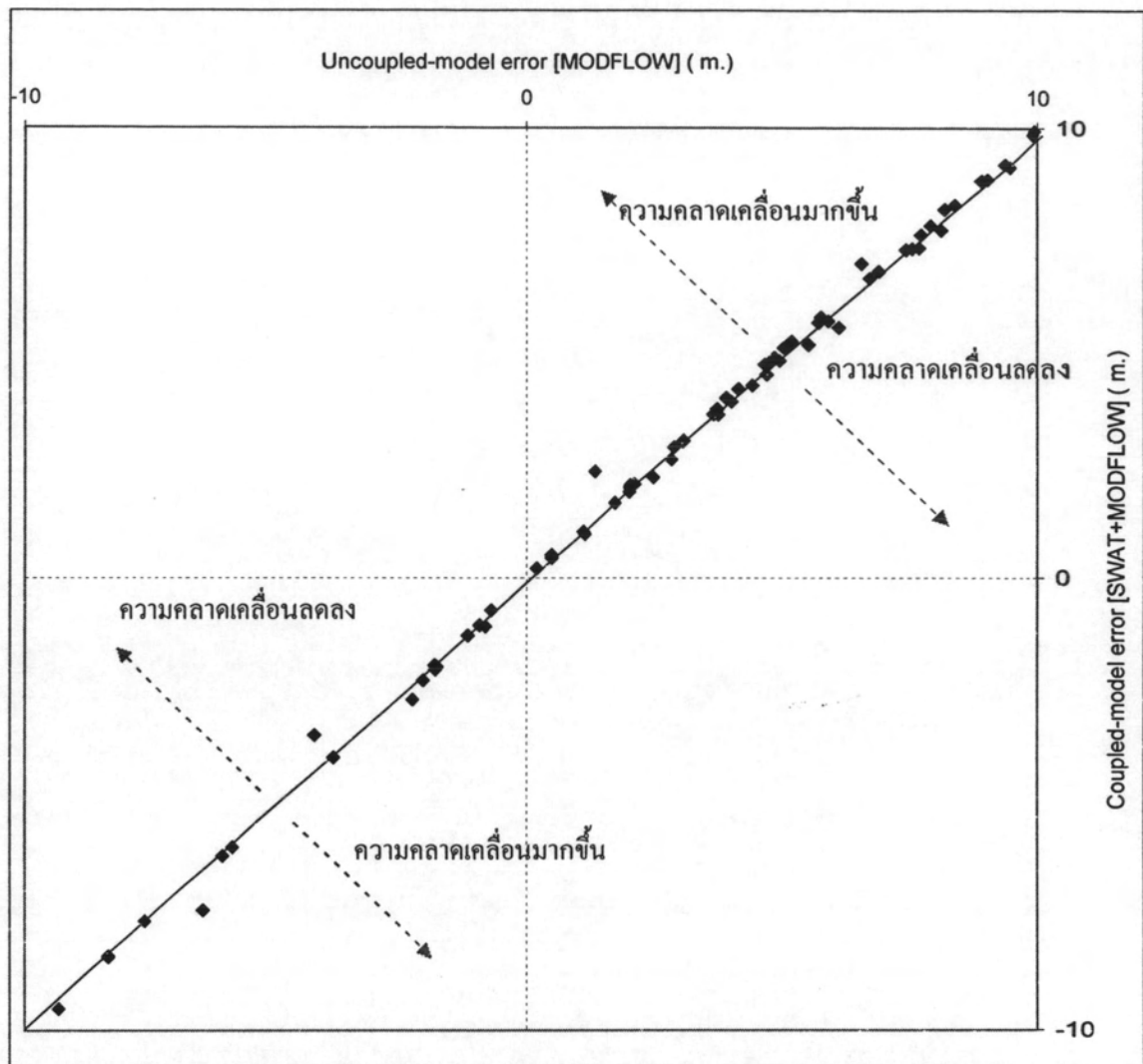
รูปที่ 6-27 เปรียบเทียบน้ำในลำน้ำที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองที่ไม่ได้เชื่อมต่อ(uncoupled) กับที่เชื่อมต่อแล้ว(coupled) และค่าที่วัดได้จากสถานี C.2 (observed)



รูปที่ 6-28 ระดับน้ำใต้ดินที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลองที่ไม่ได้เชื่อมต่อ(uncoupled) กับที่เชื่อมต่อแล้ว(coupled) และค่าที่บ่งชี้เหตุการณ์ (observed)



รูปที่ 6-29 เปรียบเทียบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนของปริมาณน้ำในลำน้ำ  
ที่ได้จากแบบจำลองที่ไม่ได้เชื่อมต่อและแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว



รูปที่ 6-30 เปรียบเทียบความแตกต่างของความคลาดเคลื่อนของระดับน้ำใต้ดิน  
ที่ได้จากแบบจำลองที่ไม่ได้เชื่อมต่อและแบบจำลองที่เชื่อมต่อแล้ว