บทที่ 5

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ เป็นส่วนที่มีความสำคัญ และมีปริมาณมาก เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจ ในบทนี้จึงได้จัดลำดับการนำเสนอเป็น 3 ส่วน เริ่มตั้งแต่แหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ว่ามาจากหน่วยงาน หรือวิธีการใดบ้าง และมีรูปแบบข้อมูลเช่นไร ส่วนที่สองเป็นการนำเข้าข้อมูลสู่แบบจำลอง GMS/MODFLOW โดยที่ข้อมูลแต่ละเรื่อง ก็มีวิธีการนำเข้าที่ต่างกัน ในส่วนสุดท้าย เป็นรูปแบบของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองดังกล่าว (รายละเอียดของข้อมูลเบื้องต้นต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แสดงไว้แล้วในบทที่ 2 และแนวทางในการการวิเคราะห์ ตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ได้แสดงไว้แล้วในหัวข้อที่ 4.5)

5.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาได้จากรวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ อาทิ เช่น กรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการ กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท กรมชลประทาน กรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น และอีกส่วนหนึ่งได้จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามเพื่อทำความเข้าใจสภาพพื้นที่ในด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านของอุทกธรณี การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม เศรษฐศาสตร์ และสังคม อีกทั้งเพื่อรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานและประชาชนในพื้นที่

ข้อมูลในการศึกษาที่ได้ทำการศึกษารวบรวม และการสำรวจในภาคสนาม ประกอบด้วยข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 5-1 ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นด้าน ต่าง ๆ ได้ดังนี้

(ก) ข้อมูลด้านภูมิประเทศและการปกครอง

(ข) ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยาน้ำผิวดิน

(ค) ข้อมูลด้านธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา

(ง) ข้อมูลด้านปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน

5.1.1 ข้อมูลด้านภูมิประเทศและการปกครอง

ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษาได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ (หัวข้อที่ 2.1) ขอบเขตการปกครอง และจำนวนประชากร (หัวข้อที่ 2.7) ข้อมูลเหล่านี้ในส่วนที่เป็นแผนที่รวบรวมจากกรมแผนที่ทหาร เป็นหลัก ส่วนข้อมูลอื่น ๆ ได้จากกรมพัฒนาชุมชน (พ.ศ. 2529 – 2542) และกรมการปกครอง (พ.ศ. 2537 – 2542)

5.1.2 ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา และอุทกวิทยาน้ำผิวดิน

ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาในการศึกษาครั้งนี้รวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมเจ้าท่า และกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลในส่วนนี้ที่สำคัญได้แก่ สภาพอากาศ (หัวข้อที่ 2.2) ปริมาณฝน (หัวข้อที่ 2.3) อัตราการระเหย คุณสมบัติของดิน (หัวข้อที่ 2.6) หน้าตัดและระดับน้ำในแม่น้ำสายหลักในพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลฝน และอัตราการระเหย เป็นข้อมูลพื้นฐานทางอุตุนิยมวิทยา ที่ได้จากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาทั้งที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา และสถานีใกล้เคียง ข้อมูลฝนที่รวบรวมได้มีทั้งลักษณะที่เป็นข้อมูลรายเดือนของแต่ละสถานี

จำนวน 30 สถานี (รูปที่ 2-2) และข้อมูลฝนเฉลี่ยในรอบ 30 ปี (พ.ศ. 2504 – 2533) จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานีวิเชียรบุรี โชคชัย นครสวรรค์ สุพรรณบุรี ลพบุรี กาญจนบุรี ส่วนข้อมูลการระเหยได้จากสถานีลพบุรี และสุพรรณบุรี (รูปที่ 2-3)

คุณสมบัติของดิน และแผนที่ชุดดินในพื้นที่ศึกษามีผลต่อการพิจารณาปริมาณการซึมได้ของน้ำซึ่งเป็นการเติมน้ำโดยธรรมชาติให้กับระบบชั้นน้ำใต้ดิน ข้อมูลส่วนนี้ได้จาก กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน (รูปที่ 2-10)

ข้อมูลทางน้ำเป็นข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณการไหลระหว่างชั้นน้ำใต้ดินกับแม่น้ำ ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองได้แก่ หน้าตัดทางน้ำ และระดับน้ำ รวมทั้งพารามิเตอร์ของการซึมได้ของน้ำ (ตารางที่ 4-2) ข้อมูลส่วนนี้รวบรวมจากกรมชลประทาน กรมเจ้าท่า และการศึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

5.1.3 ข้อมูลด้านธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยา

ข้อมูลด้านธรณีวิทยาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่คุณสมบัติทางกายภาพของชั้นน้ำใต้ดิน พฤติกรรมการกำเนิดทางธรณีวิทยาของชั้นน้ำและศักยภาพของการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน (ดูรูปที่ 1-3 และหัวข้อที่ 2.4 ประกอบ) ข้อมูลเหล่านี้รวบรวมจากกรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการ กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม รวมทั้งผลการศึกษาของโครงการศึกษาศักยภาพและความต้องการใช้น้ำใต้ดินเพื่อการจัดการน้ำใต้ดินในพื้นที่ภาคเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง และการสำรวจภาคสนาม

ข้อมูลอุทกธรณีวิทยาเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญมากในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งได้แก่ ข้อมูลการทดสอบทางอุทกธรณีวิทยา คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำใต้ดิน ค่าระดับน้ำใต้ดินในอดีตถึงปัจจุบัน (หัวข้อที่ 2.5) อัตราการให้น้ำใต้ดินของบ่อใต้ดินในพื้นที่ต่าง ๆ ข้อมูลเหล่านี้บางส่วนจำเป็นต้องทำการศึกษา สำรวจ และทดสอบในภาคสนาม และบางส่วนได้จากระบบฐานข้อมูลของหน่วยงานต่าง ๆ ที่รับผิดชอบงานด้านน้ำใต้ดิน ซึ่งมีอยู่มากมาย หน่วยงานที่สำคัญได้แก่ กรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการ กรมอนามัย กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท การประปาภูมิภาค และกรมชลประทาน

5.1.4 ข้อมูลด้านปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน

การประเมินการใช้น้ำใต้ดิน กำหนดกรอบการพิจารณาเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในเขตเมือง (เขตการจ่ายน้ำของระบบประปาขนาดใหญ่ เช่นการประปาภูมิภาค การประปาเทศบาล) การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคในเขตชนบท (พื้นที่นอกเขตการจ่ายน้ำของระบบประปาขนาดใหญ่) และการใช้น้ำเพื่อการพานิชย์และอุตสาหกรรม

ข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม เป็นข้อมูลที่มีความซับซ้อนมากและไม่มีหน่วยงานราชการกำกับดูแลโดยตรง การประเมินปริมาณน้ำส่วนนี้ต้องอาศัยข้อมูลจำนวนบ่อน้ำใต้ดินของประชาชนเท่าที่มีการรวบรวมไว้ เช่น กชช.2ค. ข้อมูลของกรมชลประทานและกรมส่งเสริมการเกษตร เป็นต้น ประกอบกับการสำรวจภาคสนาม และการสอบถามประชาชนโดยตรง

ข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในเขตเมืองที่อยู่ในพื้นที่บริการของระบบประปาขนาดใหญ่สามารถรวบรวมข้อมูลที่ชัดเจนได้จาก การประปาส่วนภูมิภาค ประปาเทศบาล และระบบประปาที่เอกชนได้รับสัมปทานซึ่งขึ้นกับกรมโยธาธิการ ส่วนพื้นที่อื่น ๆ การใช้น้ำใต้ดินมาจากบ่อส่วนตัวของประชาชน และระบบประปาหมู่บ้านซึ่งปัจจุบันนี้ขึ้นกับหลายหน่วยงาน อาทิเช่นกรมโยธาธิการ กรมอนามัย กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท กรมทรัพยากรธรณี การรวบรวมข้อมูลเหล่านี้มุ่งเน้นที่จำนวนบ่อ ขนาดของบ่อ และกำลังการผลิต และจำนวนผู้ใช้น้ำในเขตพื้นที่บริการ

ข้อมูลบ่อน้ำใต้ดินที่ใช้เพื่อธุรกิจอุตสาหกรรม ได้ทำการรวบรวมข้อมูลการขออนุญาตขอใช้น้ำใต้ดินต่อกรมทรัพยากรธรณี และการบันทึกมาตรการใช้น้ำของผู้ที่ขออนุญาต รวมทั้งการสำรวจภาคสนาม เพื่อตรวจสอบข้อมูล

ตารางที่ 5-1 ข้อมูลที่รวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อใช้ในการศึกษา

ลำดับ	รายการข้อมูล	ที่มา	ปี	ลักษณะข้อมูล
1. ข้อมูลด้านภูมิประเทศ – การปกครอง				
1.1	แผนที่ภูมิประเทศ	กรมแผนที่ทหาร		
1.2	แผนที่เขตการปกครอง	กรมการปกครอง		ข้อมูลดิจิตอล ระดับตำบล
1.3	ข้อมูลประชากร	กรมพัฒนาชุมชน	2529-2542	ข้อมูลดิจิตอล ระดับหมู่บ้าน
		กรมการปกครอง	2537-2542	
2. ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา – อุทกวิทยา				
2.1	ข้อมูลฝน	กรมอุตุนิยมวิทยา	2504-2542	ข้อมูลเฉลี่ย 30 ปี และข้อมูลรายเดือน
2.3	ข้อมูลการระเหยรายเดือน	กรมอุตุฯ / กรมชลฯ	2524-2542	ข้อมูลดิจิตอล 2 สถานี (สุพรรณบุรี,ลพบุรี)
2.4	ข้อมูลชนิดดิน และแผนที่ดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	2538	รายงานวิชาการ พร้อมข้อมูลดิจิตอล
2.6	หน้าตัดแม่น้ำสายหลัก 4 สาย	กรมเจ้าท่า	-	รายงานการศึกษารายปี แสดงรูปตัดทางน้ำ
2.7	หน้าตัดแม่น้ำสายหลัก 5 สาย	กรมชลประทาน	2494-2542	ข้อมูลดิจิตอล
2.8	ระดับน้ำในแม่น้ำท่าจีน	กรมเจ้าท่า	2520-2542	ข้อมูลดิจิตอล รายชั่วโมง
	ระดับน้ำในแม่น้ำป่าสัก	กรมเจ้าท่า	2540-2541	ข้อมูลดิจิตอล รายชั่วโมง
2.9	ระดับน้ำในแม่น้ำท่าจีน	กรมชลประทาน	2506-2542	ข้อมูลดิจิตอล รายเดือน 10 สถานี
	ระดับน้ำในแม่น้ำป่าสัก	กรมชลประทาน	2532-2542	ข้อมูลดิจิตอล รายเดือน 5 สถานี
	ระดับน้ำในแม่น้ำลพบุรี	กรมชลประทาน	2493-2542	ข้อมูลดิจิตอล รายเดือน 4 สถานี
	ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา	กรมชลประทาน	2455-2542	ข้อมูลดิจิตอล รายเดือน 19 สถานี
3. ข้อมูลด้านธรณีวิทยา – อุทกธรณีวิทยา				
3.1	ระดับและประเภทของชั้นน้ำ	การศึกษาที่ผ่านมา		รายงานการศึกษา พร้อมข้อมูลดิจิตอล
3.2	ระดับชั้นทราย และแหล่งทราย	กระทรวงวิทย์ฯ	2542	รายงานการศึกษา พร้อมข้อมูลดิจิตอล
3.3	พารามิเตอร์ของชั้นน้ำใต้ดิน	การศึกษาที่ผ่านมา	2543	ผลการสูบทดสอบ10 บ่อ
		การประปาภูมิภาค	-	ผลการสูบทดสอบ 52 บ่อ
		กรมทรัพยากรธรณี	-	ข้อมูลดิจิตอล (ชัยนาท) เอกสาร (อยุธยา,อ่างทอง)
3.4	ระเบียนบ่อน้ำใต้ดิน	กรมทรัพยากรธรณี	2504-2542	ข้อมูลดิจิตอล 6492 บ่อ
		กรมโยธาธิการ	2509-2542	ข้อมูลดิจิตอล 6157 บ่อ
		กรมอนามัย	2520-2542	ข้อมูลดิจิตอล 2929 บ่อ
		รพช.	2500-2542	ข้อมูลดิจิตอล 1596 บ่อ
		การประปาภูมิภาค	2529-2540	ข้อมูลดิจิตอล 98 บ่อ
		กรมชลประทาน	2510-2542	ข้อมูลดิจิตอล 22 บ่อ
3.5	ระดับน้ำในดิน (0-3 ม.)	กรมชลประทาน	2538-2542	ข้อมูลดิจิตอล 9 โครงการชลประทาน
3.6	แผนที่ดิน และคุณสมบัติของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	2536	แผนที่ และข้อมูลดิจิตอล

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

ลำดับ	รายการข้อมูล	ที่มา	ปี	ลักษณะข้อมูล
4. ข้อมูลด้านปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน				
4.1	แผนที่การใช้ที่ดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	2536	แผนที่ และ ข้อมูลดิจิตอล
4.2	การใช้น้ำของประปาหมู่บ้าน	กรมโยธาฯ, กรมอนามัย	2526-42	ข้อมูลดิจิตอล
4.3	การใช้น้ำของประปาเทศบาล	กรมโยธาฯ	2542	ข้อมูลดิจิตอล
4.4	การใช้น้ำของประปาภูมิภาค	สนง. แต่ละ จว.	2537-43	เอกสาร จากสำนักงานประปา 23 สำนักงาน
4.5	การใช้น้ำของภาคเอกชน	กรมโยธาฯ,กรมทรัพย์	-	ข้อมูลดิจิตอล, เอกสาร 7 จังหวัด
4.6	ข้อมูลโครงการบ่อน้ำตื้น 50000บ่อ	กรมส่งเสริมฯ	2536/37	รายงานสรุปรายจังหวัด, รายชื่อเกษตรกรรายหมู่บ้าน
4.7	ผลการสำรวจภาคสนาม	การศึกษาที่ผ่านมา*	2543/44	ผลการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถาม

หมายเหตุ * สุจริต และคณะ, 2545, การศึกษาศักยภาพและความต้องการใช้น้ำใต้ดินเพื่อการจัดการน้ำใต้ดินในพื้นที่ภาคเหนือของที่ราบภาคกลางตอนล่าง

5.2 การนำเข้าข้อมูลสู่แบบจำลอง

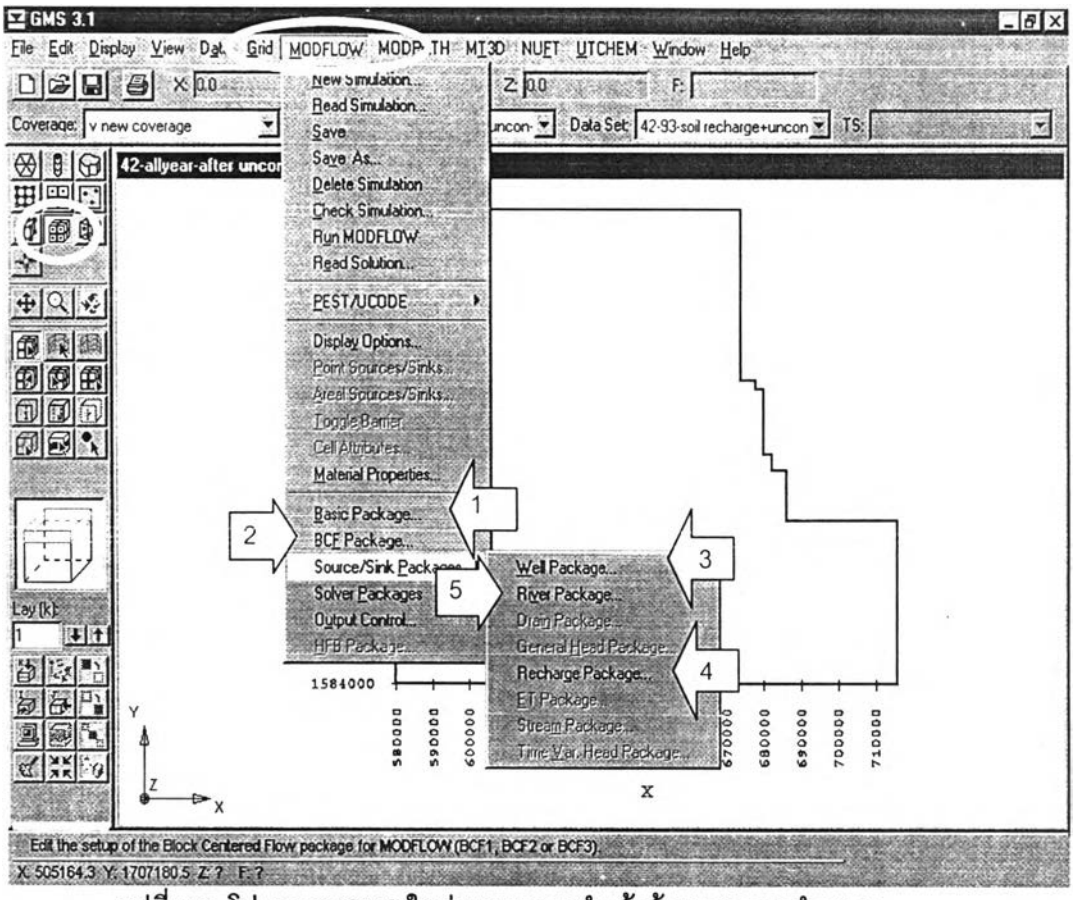
ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งได้ทำการรวบรวมและวิเคราะห์แล้ว จำแนกเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังที่แสดงในรูปที่ 1-3 ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปทางภูมิศาสตร์และการแบ่งชั้นทางอุทกธรณีวิทยา ข้อมูลทางน้ำ ข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน พารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำใต้ดิน การเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน และปริมาณการสูบน้ำใต้ดิน

ข้อมูลเหล่านี้จะต้องทำการประมวลผลอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้เข้าสู่ระบบกริดของแบบจำลอง แล้วนำเข้าสู่แบบจำลอง MODFLOW ผ่านทางโปรแกรม GMS ซึ่งมีส่วนช่วยให้การนำเข้าและการปรับแก้ข้อมูลต่าง ๆ เป็นไปได้ง่าย และมีประสิทธิภาพมากขึ้น (โชคชัย, 2543)

ระบบข้อมูลและการคำนวณของแบบจำลอง MODFLOW มีการแบ่งเป็นชุดการคำนวณ (Package) 10 ชุด ดังได้อธิบายรายละเอียดในบทที่ 3 ในที่นี้จะได้กล่าวถึงการนำเข้าข้อมูลเข้าสู่ชุดการคำนวณที่สำคัญที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ 5 ชุดการคำนวณ ได้แก่

- ชุดการคำนวณพื้นฐาน
- ชุดการคำนวณสภาพการไหล
- ชุดการคำนวณอัตราการสูบน้ำ
- ชุดการคำนวณอัตราการเติมน้ำใต้ดิน
- ชุดการคำนวณเกี่ยวกับทางน้ำ

ข้อมูลระดับน้ำใต้ดินเริ่มต้นที่ใช้เป็นเงื่อนไขตั้งต้นของแบบจำลองถูกนำเข้าสู่ชุดการคำนวณพื้นฐาน ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทั่วไปทางอุทกธรณีวิทยาซึ่งได้แก่การแบ่งชั้นน้ำใต้ดิน และข้อมูลพารามิเตอร์ของชั้นน้ำใต้ดินถูกนำเข้าสู่ชุดการคำนวณสภาพการไหล ส่วนข้อมูลการสูบน้ำ ทางน้ำ และการเติมน้ำถูกนำเข้าสู่ชุดการคำนวณซึ่งเรียกรวมกันว่า Souece/Sink Package รายละเอียดของวิธีการประมวลผลและการนำเข้าข้อมูลในรูปแบบกริดเซลเข้าสู่ชุดการคำนวณต่าง ๆ มีดังนี้

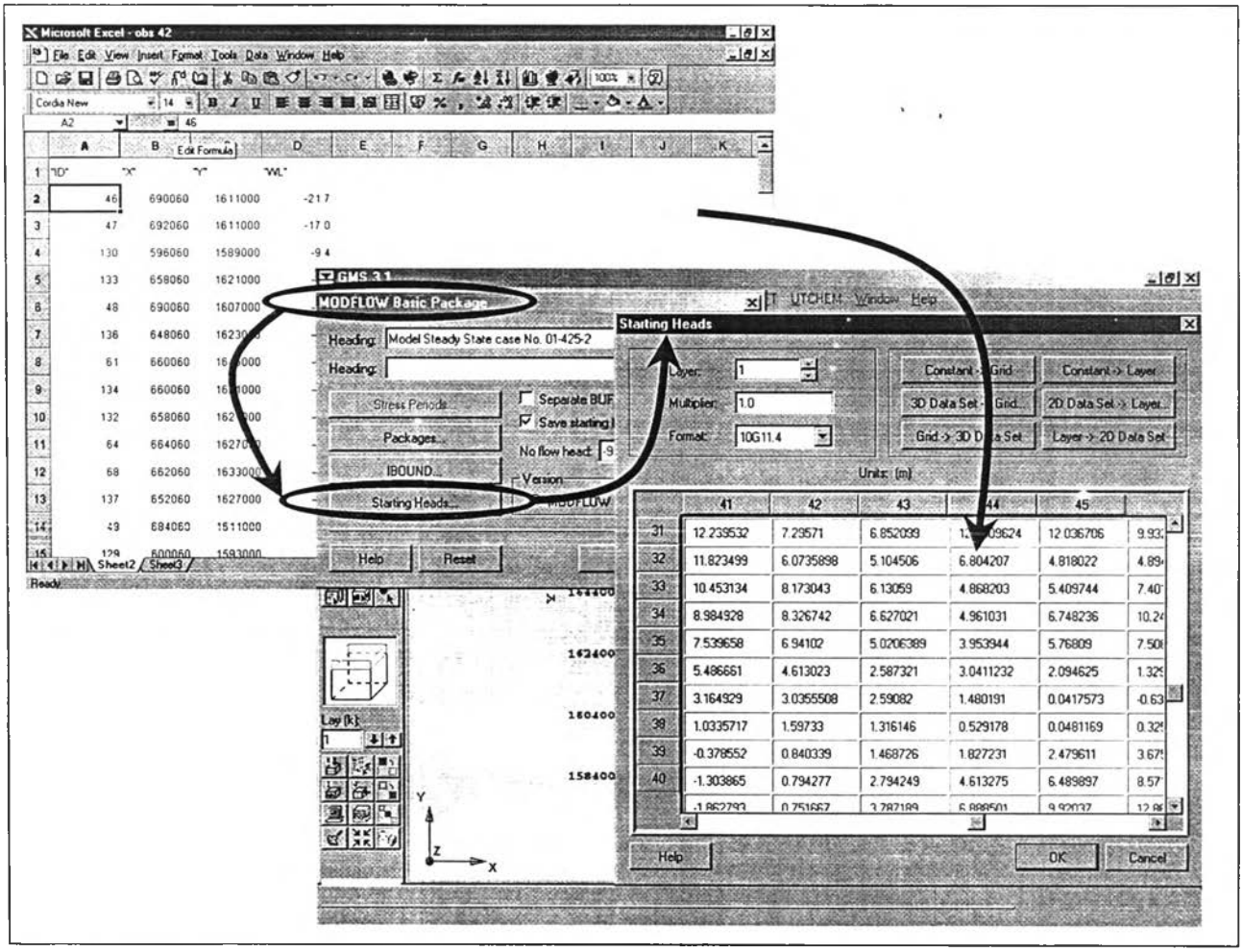


รูปที่ 5-1 โปรแกรม GMS ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลชุดการคำนวณของแบบจำลอง MODFLOW ที่สำคัญในการศึกษาครั้งนี้ 5 ชุดการคำนวณ

5.2.1 **ชุดการคำนวณพื้นฐาน** (Basic package)

ข้อมูลในชุดการคำนวณพื้นฐาน ได้แก่ จำนวนชั้นน้ำ หลักและแถวของระบบกริด ค่าระดับน้ำเริ่มต้น (Starting head) จำนวนช่วงเวลา และขอบเขตของแบบจำลอง

ข้อมูลส่วนที่สำคัญที่ต้องทำการประมวลผลให้อยู่ในรูป กริดเซลก่อนนำเข้าสู่ชุดการคำนวณนี้คือค่าระดับน้ำเริ่มต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าแบบจำลองนั้นๆ เริ่มต้นทำการคำนวณที่ช่วงเวลาใด ต้องวิเคราะห์ค่าระดับน้ำในช่วงเวลานั้นจากข้อมูลระดับน้ำจากบ่อสังเกตการณ์หรือฐานข้อมูลระเบียนบ่อน้ำใต้ดินในเวลานั้น ๆ (ด้วยโปรแกรม MS Excel ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์สกุล .prn) แล้วนำเข้าสู่โปรแกรม GMS ในรูปแบบของข้อมูลแบบจุด (Scatter points) แล้วให้โปรแกรม GMS ทำการคำนวณค่าระหว่างจุดที่มีข้อมูล (Interpolation) แล้วโอนข้อมูลที่ได้เข้าสู่รูปแบบกริดเซล แล้วนำเข้าสู่แบบจำลอง MODFLOW ซึ่งการนำเข้าข้อมูลระดับน้ำเริ่มต้นสู่แบบจำลอง MODFLOW นี้อาจทำเฉพาะชั้นน้ำใต้ดินชั้นใดชั้นหนึ่ง หรือนำเข้าพร้อมกันทุกชั้นก็ได้การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลระดับน้ำเริ่มต้นสามารถทำได้โดยให้โปรแกรม GMS สร้างเส้นชั้นความสูงเท่ากันของระดับน้ำใต้ดินแต่ละชั้นน้ำแล้วตรวจสอบกับข้อมูลการสังเกตระดับน้ำจากสนาม ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้มักเกิดจากค่าระดับน้ำของบ่อสังเกตการณ์หรือระเบียนบ่อบางบ่อที่มีความผิดปกติ ซึ่งจะส่งผลให้ค่าระดับน้ำในบริเวณใกล้เคียงคลาดเคลื่อน อีกส่วนหนึ่งอาจเกิดจากวิธีการคำนวณค่าระหว่างจุดที่มีข้อมูล (Interpolation) ซึ่งอาจผิดพลาดหากจำนวนข้อมูลมีน้อยและมีการกระจายตัวไม่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 5–2 การนำเข้าข้อมูลระดับน้ำเริ่มต้น ในชุดการคำนวณพื้นฐาน

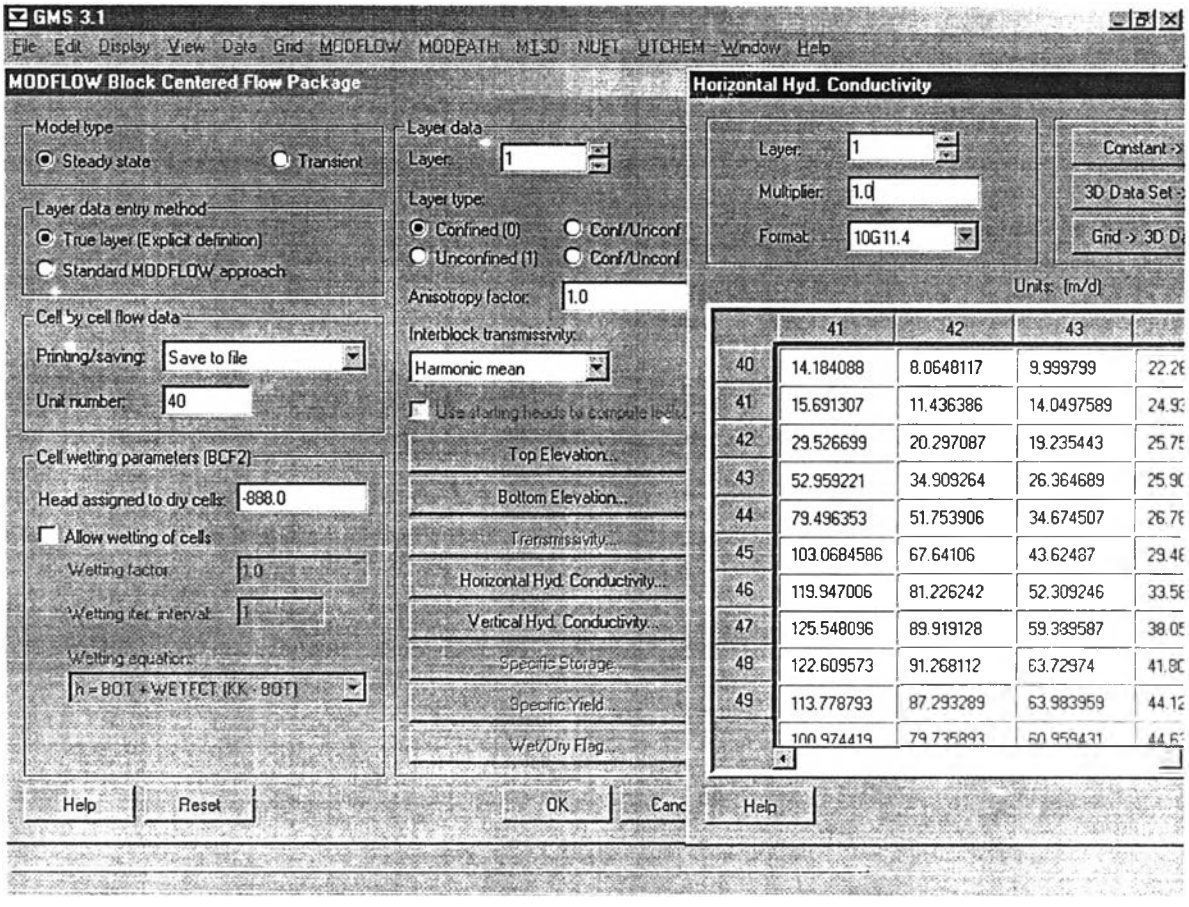
5.2.2 **ชุดการคำนวณสภาพการไหล** (Block Centered Flow package)

ข้อมูลในชุดการคำนวณสภาพการไหลได้แก่ การกำหนดสภาวะการไหลว่าเป็นการไหลคงตัวหรือไม่คงตัว คุณสมบัติของชั้นน้ำใต้ดินแต่ละชั้น เช่นเป็นชั้นน้ำแบบมีความดันหรือไม่ รวมทั้งการกำหนดค่าระดับของชั้นน้ำใต้ดิน และค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมในแนวดิ่ง ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บจำเพาะ และค่าSpecific Yield ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของแบบจำลองนั้น ๆ ว่าต้องการใช้ค่าพารามิเตอร์ใดบ้าง เช่นหากทำการคำนวณการไหลในสภาวะคงตัวก็ไม่จำเป็นต้องใช้ค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บจำเพาะ เป็นต้น นอกจากนี้สำหรับแบบจำลอง GMS เวอร์ชั่น 3.1 ผู้ใช้สามารถระบุค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ แล้วให้แบบจำลองทำการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย และสะดวกยิ่งขึ้นได้

ข้อมูลที่ต้องทำการประมวลผลให้อยู่ในรูปแบบกริดเซลล์สำหรับชั้นน้ำใต้ดินแต่ละชั้นคือค่าระดับของขอบเขตด้านบนและด้านล่างของชั้นน้ำใต้ดินแต่ละชั้น รวมทั้งค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ต่าง ๆ การนำเข้าข้อมูลในส่วนนี้ใช้วิธีเช่นเดียวกันกับการนำเข้าข้อมูลระดับน้ำเริ่มต้น คือการนำค่าพารามิเตอร์ที่ประเมินได้สำหรับชั้นน้ำต่าง ๆ จัดรูปแบบด้วยโปรแกรม MS Excel (ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์สกุล .prn) แล้วนำเข้าสู่โปรแกรม GMS ในรูปแบบของข้อมูลแบบจุด (Scatter points) แล้วให้โปรแกรม GMS ทำการคำนวณค่าระหว่างจุดที่มีข้อมูล (Interpolation) แล้วโอนข้อมูลที่ได้เข้าสู่รูปแบบกริดเซลล์ แล้วนำเข้าสู่แบบจำลอง MODFLOW

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลสามารถทำได้โดยให้แบบจำลอง GMS สร้างเส้นชั้นความสูงเท่ากันของค่าพารามิเตอร์ของแต่ละชั้นน้ำ แล้วตรวจสอบกับสภาพอุทกธรณีวิทยา ความผิดพลาดในข้อมูลส่วนนี้อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการคำนวณค่าระหว่างจุดที่มีข้อมูล (Interpolation) เพราะข้อมูลมีพิสัยกว้างมาก ดังนั้นจึงต้องกำหนดเงื่อนไขของการคำนวณค่าระหว่างจุดที่มีข้อมูลให้เหมาะสม เช่นกำหนดขอบเขตของผลการคำนวณ มิให้เกิดค่าที่สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริง และในบางกรณีอาจจำเป็นต้องประมาณการค่าที่บริเวณขอบเขตของแบบจำลองเพื่อช่วยป้องกันไม่ให้แบบจำลองคำนวณค่าบริเวณดังกล่าวสูงหรือต่ำจนเกินไป

ในการจำลองสภาพการไหล ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้มักต้องมีการปรับแก้ในขั้นตอนของการสอบเทียบแบบจำลอง สำหรับการศึกษาครั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำได้มาจากการวิเคราะห์จากข้อมูลบ่อใต้ดินพื้นฐาน ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับสภาพการไหลดีพอสมควร ในการจำลองสภาพจึงไม่มีความจำเป็นต้องปรับแก้มากนัก แต่พารามิเตอร์ที่ต้องมีการปรับแก้เช่นเดียวกับการศึกษาอื่น ๆ ทั่วไป คือค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บจำเพาะ (สำหรับกรณีสภาวะการไหลแบบไม่คงตัว) ค่า Specific Yield (สำหรับกรณีของชั้นน้ำใต้ดินแบบไม่มีความดัน) และค่าสัมประสิทธิ์การซึมในแนวดิ่ง วิธีการปรับแก้พารามิเตอร์ต่าง ๆ ในชุดการคำนวณสภาพการไหลนี้สามารถทำได้โดยการกำหนดค่าตัวคูณ (Multiplier) ให้กับชุดข้อมูลของแต่ละชั้นน้ำ เพื่อปรับแก้ในเบื้องต้น และแบบจำลอง GMS ถูกออกแบบมาให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลในแต่ละ กริดเซลล์ได้โดยตรง ในทางปฏิบัติผู้ใช้ควรทำการปรับแก้เบื้องต้นด้วยการใช้ตัวคูณให้ได้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงที่สุด แล้วจึงปรับแก้ค่าเฉพาะจุดที่เห็นว่ามีความผิดปกติโดยวิธีการแก้ไขค่าโดยตรงในแต่ละกริดเซลล์ต่อไป



รูปที่ 5–3 การนำเข้าข้อมูลพารามิเตอร์ ในชุดการคำนวณสภาพการไหล

5.2.3 **ชุดการคำนวณอัตราการสูบน้ำใต้ดิน** (Well package)

ข้อมูลอัตราการสูบน้ำใต้ดินมีลักษณะที่แตกต่างจากชุดการคำนวณพื้นฐาน และชุดการคำนวณสภาพการไหล เนื่องจากเป็นข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (สำหรับสภาวะการไหลแบบไม่คงตัว) ดังนั้นข้อมูลในส่วนนี้จึงเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และมีขนาดแปรผันตามช่วงเวลาของแบบจำลอง ดังนั้นหากต้องทำการจำลองสภาพการไหลที่ครอบคลุมระยะเวลายาวนานมาก ๆ เช่น 10 ปีขึ้นไป อาจทำการตัดตอนแบบจำลองลงให้เป็น 2 – 3 ช่วงเพื่อช่วยประหยัดทรัพยากรของระบบการคำนวณและช่วยลดระยะเวลาในการทำงานของแบบจำลอง

ข้อมูลที่นำเข้าสู่ชุดการคำนวณนี้ได้มาจากการประเมินอัตราการสูบน้ำในแต่ละช่วงเวลา ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 4.5.3 จากข้อมูลเหล่านั้น จะต้องระบุชั้นน้ำ และตำแหน่ง (กริดเซลล์) ของการสูบน้ำที่เกิดขึ้น การกำหนดตำแหน่งของการสูบน้ำอาศัยพิกัดภูมิศาสตร์ (UTM) ของตำแหน่งที่ตั้งของบ่อใต้ดิน หรือพิกัดของหมู่บ้านที่เป็นที่ตั้งของการสูบน้ำแต่ละประเภทเป็นเครื่องมือในการระบุค่าการสูบน้ำลงในกริดเซลล์ ส่วนการระบุว่าการสูบน้ำนั้นเป็นการสูบน้ำจากชั้นน้ำใต้ดินชั้นใด อาศัยสมมติฐาน และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่แตกต่างกันไปตามประเภทของข้อมูล ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 วิธีการนำเข้าข้อมูลสู่ระบบกริดของแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดิน

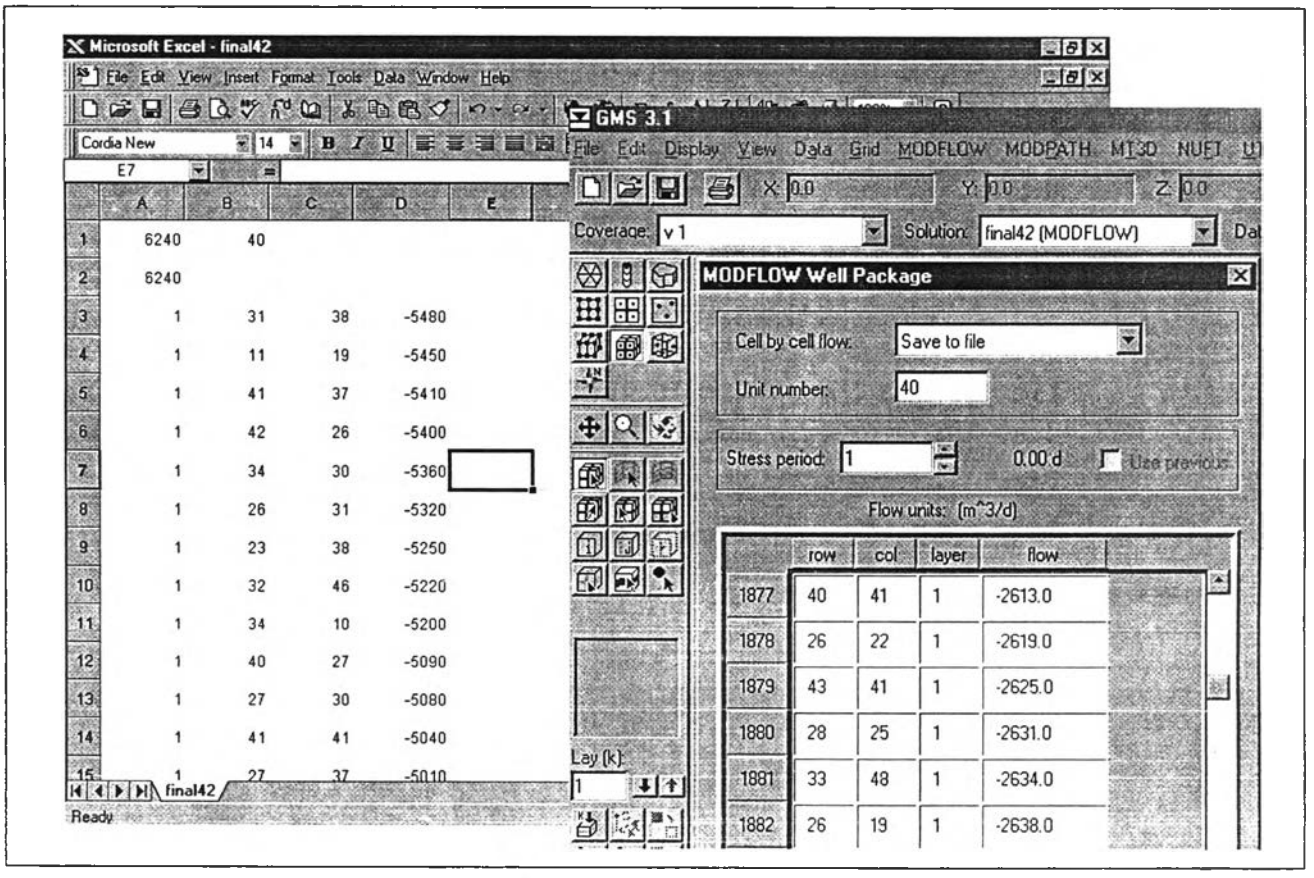
ลำดับ	ข้อมูล	วิธีการนำเข้าข้อมูลสู่ระบบกริด
1	<u>การใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค</u>	
	- การประปาภูมิภาค	อาศัยตำแหน่งที่ตั้งของสำนักงานประปาแต่ละแห่ง และจำแนกความลึกตามลักษณะการเปิด Screen ของแต่ละบ่อ หากเปิด Screen หลายช่วงให้พิจารณาว่าน้ำที่ได้มาจากทุกชั้นน้ำที่มีการเปิด Screen
	- ระบบประปาสัมปทาน	อาศัยตำแหน่งที่ตั้งของสำนักงานตามใบอนุญาต ส่วนการจำแนกความลึกอาศัยการอ้างอิงจากลักษณะบ่อใต้ดินใกล้เคียงของการประปาภูมิภาค เนื่องจากไม่มีข้อมูลรายละเอียดการก่อสร้างบ่อใต้ดินประเภทนี้
	- ระบบประปาหมู่บ้าน	อาศัยตำแหน่งและความลึก จากข้อมูลบ่อใต้ดินของหน่วยงานต่าง ๆ ที่ทำการขุดเจาะ
	- บ่อส่วนตัว	อาศัยตำแหน่งตามหมู่บ้านที่ตั้งบ่อ ส่วนความลึก อาศัยข้อมูลจากการสำรวจซึ่งแสดงว่า บ่อของประชาชนส่วนใหญ่ อยู่ในชั้นน้ำชั้นแรก
2	<u>การใช้น้ำเพื่อธุรกิจ อุตสาหกรรม</u>	
	- การประปาภูมิภาค	นำเข้าข้อมูลรวมกับการประปาภูมิภาคเพื่อการอุปโภคบริโภค
	- บ่อส่วนตัว	อาศัยตำแหน่งที่ตั้ง และความลึกของบ่อตามใบอนุญาต
3	<u>การใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม</u>	อาศัยตำแหน่งตามหมู่บ้านที่ตั้งบ่อ ส่วนความลึก อาศัยข้อมูลจากการสำรวจซึ่งแสดงว่า บ่อของประชาชนอยู่ในชั้นน้ำชั้นแรก

การนำเข้าข้อมูลอัตราการสูบน้ำเข้าสู่แบบจำลอง MODFLOW สามารถทำได้ 2 วิธี วิธีแรกคือการนำเข้าผ่านแบบจำลอง GMS ตามปกติ โดยการนำเข้าข้อมูลแบบจุด (Scattered points) แล้วให้ GMS ส่งผ่านข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง MODFLOW โดยใช้ module ที่ชื่อว่า MODFLOW Import แต่เนื่องจากขนาดของข้อมูลที่ใหญ่มาก หากทรัพยากรของระบบการคำนวณไม่เพียงพอ กระบวนการดังกล่าวอาจใช้เวลานานมาก หรืออาจทำให้ระบบการคำนวณหยุดชะงักได้ วิธี

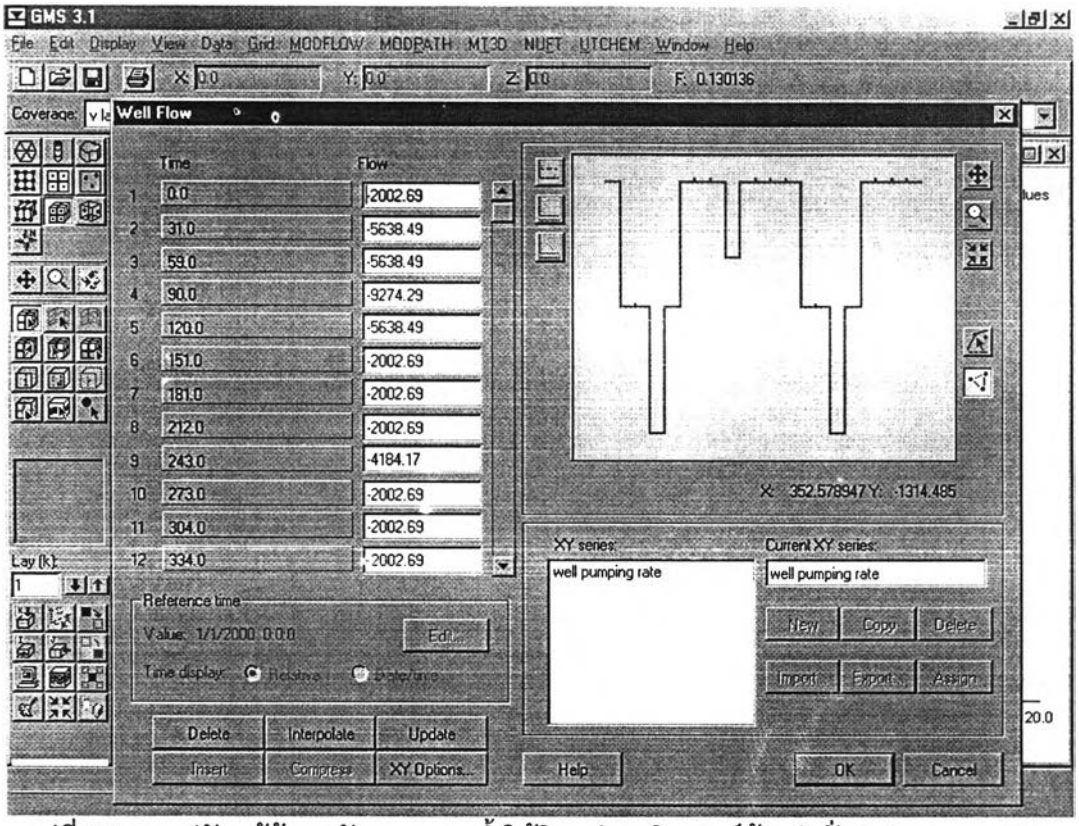
การนำเข้าแบบที่สองจึงอาจถูกนำมาใช้ทดแทน โดยการจัดทำข้อมูลให้อยู่ในรูปไฟล์ข้อมูลของ MODFLOW โดยตรง (ดังตัวอย่างในรูปที่ 5-4 การจัดรูปแบบดังกล่าวนี้อาจทำบนโปรแกรม MS Excel แล้วบันทึกข้อมูลในรูปแบบ Text file สกุล .wel ซึ่งมีรูปแบบประกอบด้วย 4 คอลัมน์ ซึ่งต้องระบุ ชั้นน้ำ พิกัดของกริด และค่าอัตราการสูบน้ำ แต่การนำเข้าข้อมูลวิธีนี้ไม่สามารถปรับแก้ข้อมูลได้โดยตรง การปรับแก้ต้องอาศัยการคำนวณบนโปรแกรม MS Excel หรือเขียนโปรแกรมขึ้นเพื่อทำการคำนวณโดยเฉพาะ

การตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลอัตราการสูบน้ำด้วยแบบจำลอง GMS อาจไม่สามารถทำได้โดยง่าย วิธีที่เหมาะสมกว่าคือการตรวจสอบด้วยผลการคำนวณซึ่งจะแสดงค่าระดับน้ำและสมดุลน้ำของแต่ละกริดเซลล์ ดังนั้นจึงสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้โดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีก่อนการนำเข้าสู่แบบจำลอง

ในการจำลองสภาพการไหลของน้ำใต้ดินส่วนมากมักต้องมีการปรับแก้ค่าอัตราการสูบน้ำในขั้นตอนของการสอบเทียบแบบจำลอง แบบจำลอง MODFLOW เวอร์ชั่น 96 มิได้ถูกออกแบบมาให้ผู้ใช้สามารถปรับแก้ข้อมูลโดยใช้ตัวคูณ (Multiplier) ได้ การปรับแก้ต้องกระทำโดยตรงลงในแต่ละกริดเซลล์ โดยใช้คำสั่ง Point source/sink ซึ่งสามารถปรับแก้ข้อมูลการสูบได้ทั้งในสภาวะการไหลแบบคงตัว และแบบไม่คงตัวซึ่งเป็นข้อมูลที่มีมิติของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง การแก้ไขข้อมูลแบบนี้แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 5-5



รูปที่ 5-4 การเตรียมข้อมูลอัตราการสูบน้ำ และชุดการคำนวณอัตราการสูบน้ำใต้ดิน



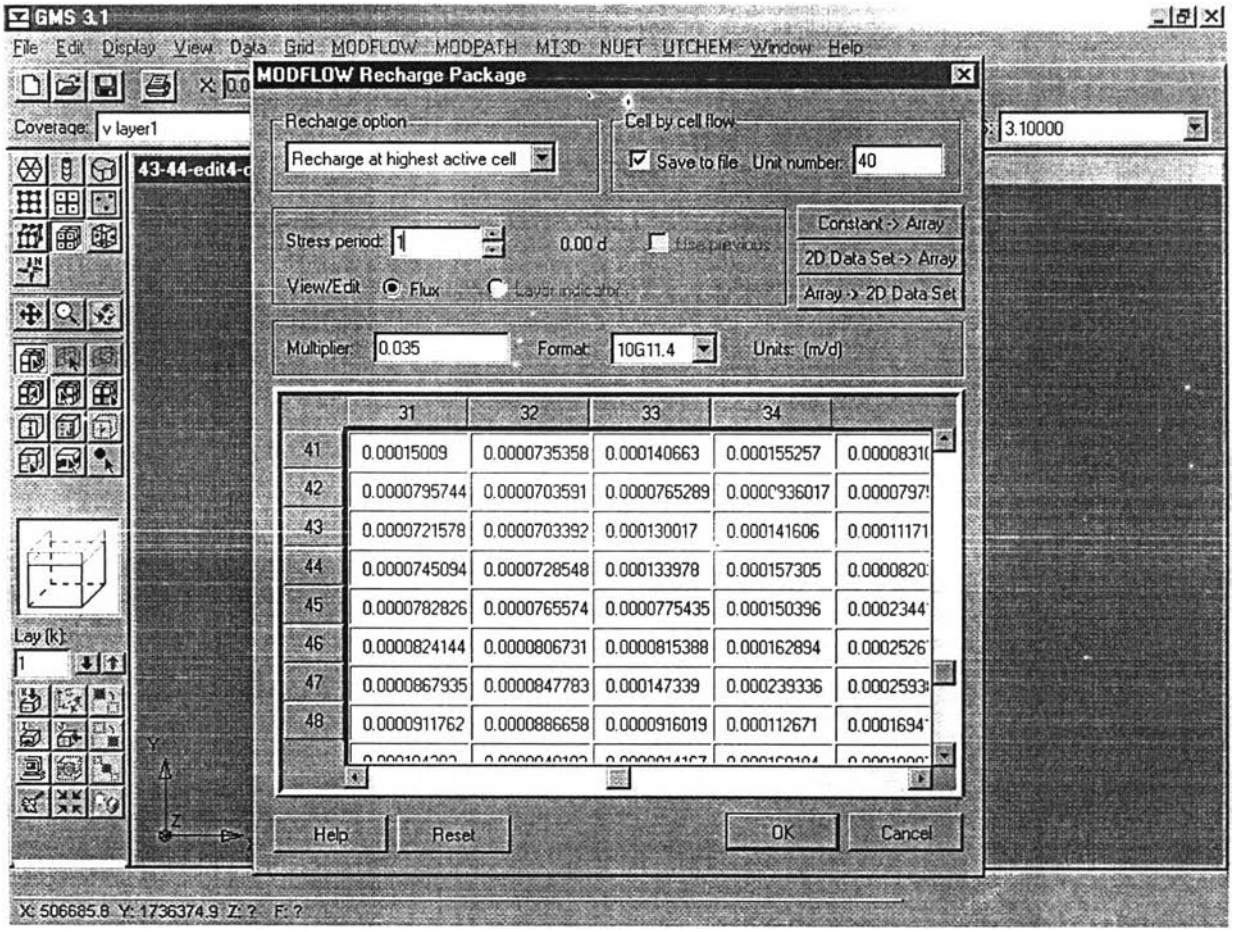
รูปที่ 5-5 การปรับแก้ข้อมูลอัตราการสูบน้ำใต้ดินแต่ละกริดเซลล์ด้วยคำสั่ง Point source/sink

5.2.4 **ชุดการคำนวณอัตราการเติมน้ำใต้ดิน** (Recharge package)

ชุดข้อมูลอัตราการเติมน้ำใต้ดิน หมายถึงอัตราการเติมน้ำโดยการซึมผ่านจากผิวดินลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ซึ่งวิธีการนำเข้าข้อมูลคล้ายกับการนำเข้าข้อมูลพารามิเตอร์ในชุดการคำนวณสภาพการไหล แต่ข้อมูลมีมิติของเวลาเช่นเดียวกับกับข้อมูลอัตราการสูบน้ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ประเมินอัตราการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินจากข้อมูลฝนและคุณสมบัติของดิน (รายละเอียดแสดงในหัวข้อที่ 4.5.2) การนำเข้าข้อมูลอาจนำเข้าข้อมูลทั้งสองส่วนนั้นแยกจากกัน กล่าวคือ นำเข้าข้อมูลฝนในรูปแบบของจุดข้อมูล (Scattered point) ตามตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝน แล้วให้แบบจำลอง GMS ทำการคำนวณค่าระหว่างจุดที่มีข้อมูล (Interpolation) ให้เป็นข้อมูล 2 มิติไว้ก่อน แล้วจึงนำเข้าข้อมูลคุณสมบัติของดินในแต่ละกริดว่ายอมให้ฝนซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินเป็นอัตราส่วนร้อยละเท่าใด ในรูปแบบข้อมูล 2 มิติอีกชุดหนึ่ง แล้วจึงให้ แบบจำลอง GMS ช่วยทำการคำนวณข้อมูลสองมิติทั้ง 2 ชุดดังกล่าวให้ ส่วนการนำเข้าข้อมูลตามแกนเวลา และการปรับแก้สามารถทำได้โดยใช้ตัวคูณ (Multiplier) สำหรับค่าอัตราการเติมน้ำในแต่ละช่วงเวลา (รูปที่ 5-6)

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอัตราการเติมน้ำพิจารณาจากผลการคำนวณระดับน้ำและสมดุลน้ำของแต่ละกริดเซลล์



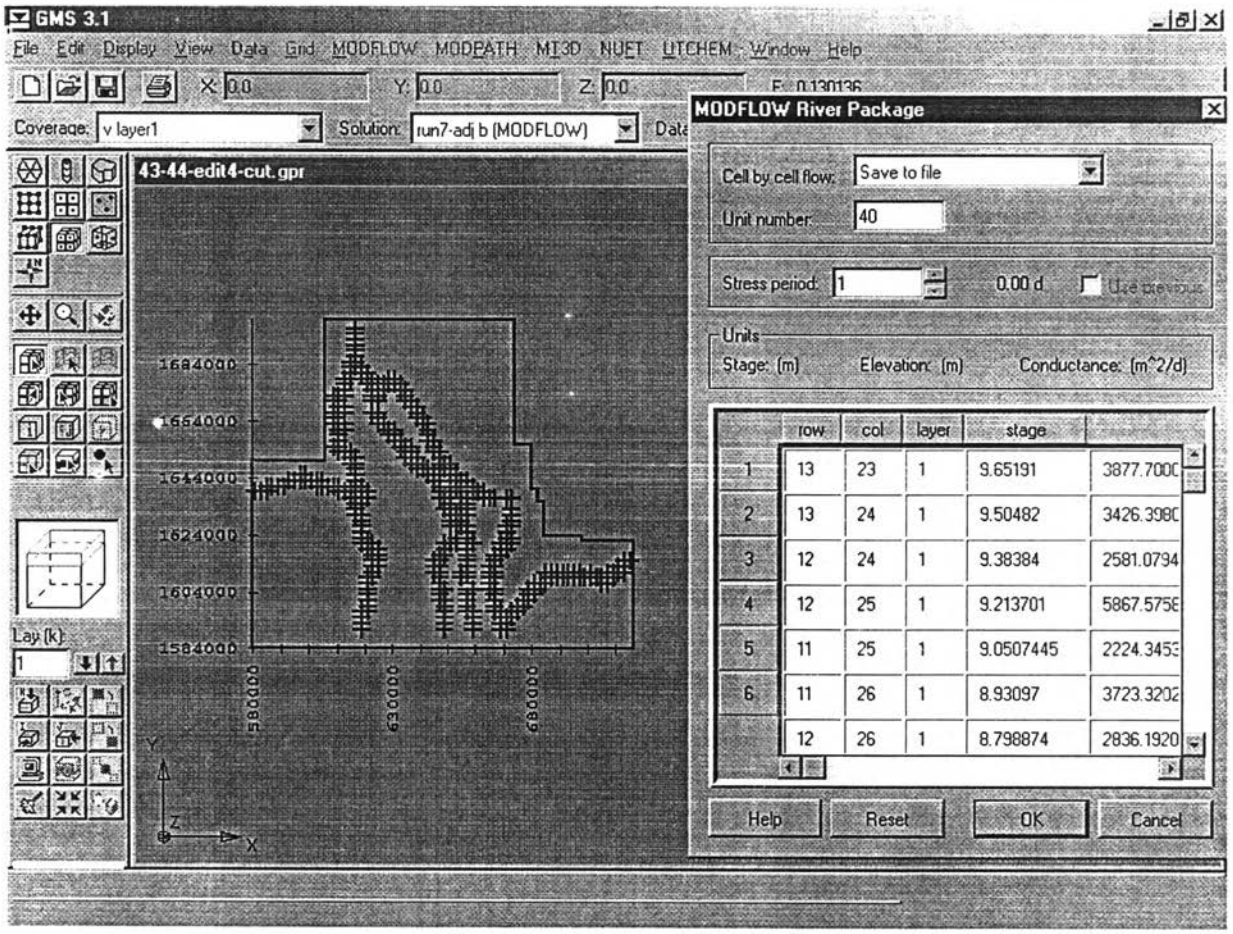
รูปที่ 5-6 การนำเข้าข้อมูลในชุดการคำนวณอัตราการเติมน้ำใต้ดิน

5.2.5 ชุดการคำนวณเกี่ยวกับทางน้ำ (River package)

ข้อมูลเกี่ยวกับทางน้ำ คือการคำนวณการไหลเชื่อมต่อระหว่างชั้นน้ำใต้ดินกับทางน้ำ ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับทางน้ำต้องถูกนำมาสร้างเป็นแผนที่แสดงทางน้ำสายหลักเพื่อกำหนดให้กริดเซลล์นั้น ๆ ในแบบจำลองทำหน้าที่เป็นทางน้ำ และรับข้อมูลเกี่ยวกับทางน้ำ ซึ่งได้แก่ ระดับน้ำ อัตราการซึมของน้ำผ่านวัสดุท้องน้ำ และค่าระดับท้องน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีมิติของเวลาด้วย

การนำเข้าข้อมูลเริ่มต้นจากการนำเข้าแผนที่ทางน้ำ (ในรูปแบบ ไฟล์สกุล .shp) แล้วกำหนดให้กริดเซลล์ที่มีตำแหน่งตรงกับแม่น้ำเป็นเซลล์ที่รับข้อมูลในชุดการคำนวณเกี่ยวกับทางน้ำ แล้วจึงนำเข้าข้อมูลระดับน้ำ อัตราการซึมของน้ำผ่านวัสดุท้องน้ำ และค่าระดับท้องน้ำ ที่ตำแหน่งที่มีสถานีวัดข้อมูล ของทางน้ำแต่ละสาย เข้าสู่แบบจำลอง GMS โดยการกำหนดค่าเข้าสู่แบบจำลองทีละจุดโดยตรง และเนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับทางน้ำบางส่วน เช่นค่าระดับน้ำ เป็นข้อมูลที่ขึ้นกับเวลา ดังนั้นการนำเข้าจึงต้องระบุเวลากำกับด้วย ซึ่งขั้นตอนนี้อาจใช้การจัดรูปแบบข้อมูลเป็นไฟล์สกุล .prn เช่นเดียวกับข้อมูลระดับน้ำเริ่มต้นก็ได้ จากนั้น แบบจำลอง GMS จะทำการคำนวณค่าของกริดเซลล์อื่น ๆ ในทางน้ำที่ไม่มีข้อมูลวัดจากภาคสนาม แล้วส่งต่อข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง MODFLOW ด้วยคำสั่ง Map to MOD (รูปที่ 5-7)

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเกี่ยวกับทางน้ำพิจารณาจากผลการคำนวณระดับน้ำและสมดุลน้ำของแต่ละกริดเซลล์



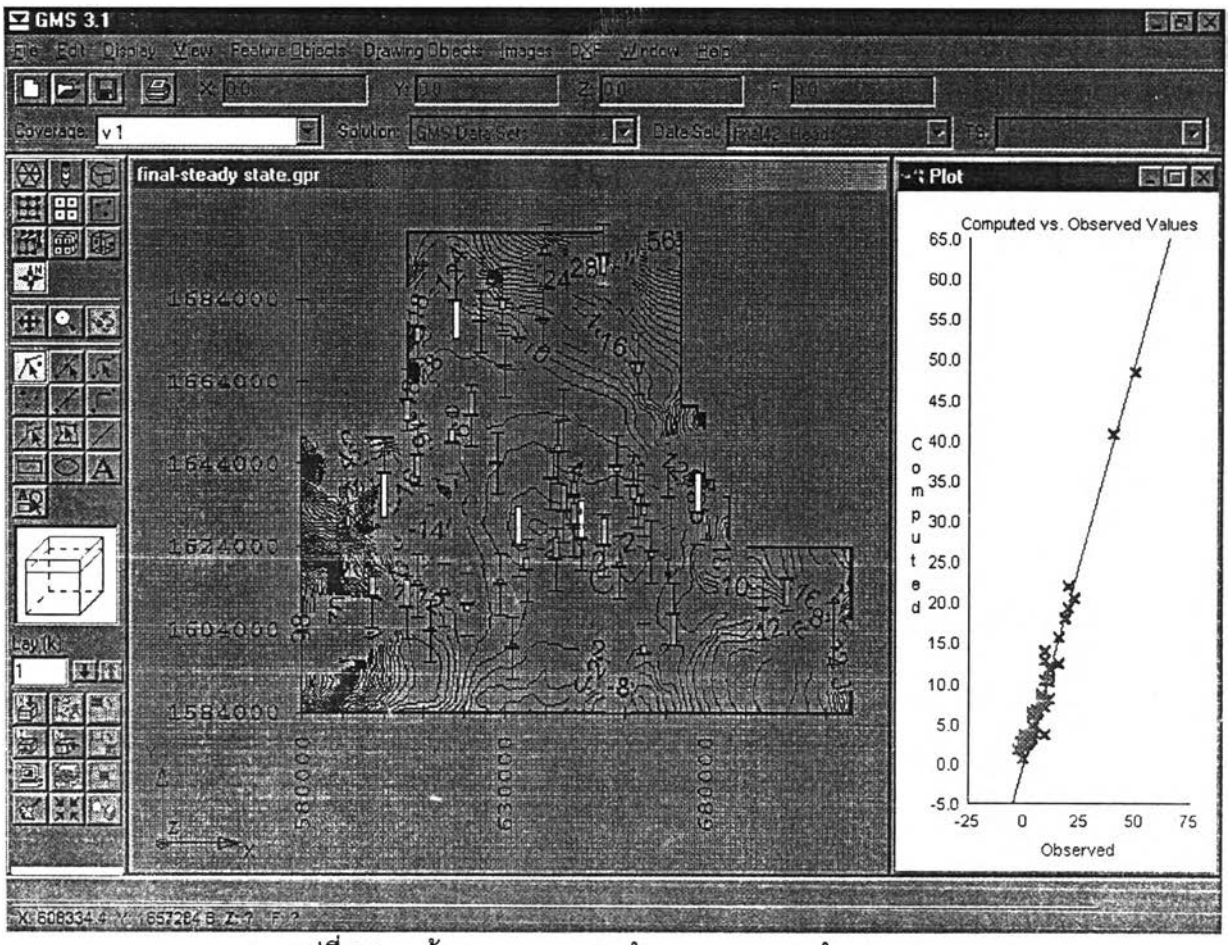
รูปที่ 5-7 การนำเข้าข้อมูลในชุดการคำนวณเกี่ยวกับทางน้ำ

5.3 การแสดงผลลัพธ์การคำนวณจากแบบจำลอง

ผลการคำนวณจากแบบจำลอง MODFLOW/GMS สามารถแสดงในรูปแบบของตัวอักษร (Text mode) (รูปที่ 5-8) และในเชิงรูปภาพ (Graphic mode) (รูปที่ 5-9) โดยที่แบบจำลอง GMS จะช่วยในการแสดงและวิเคราะห์ผลการคำนวณที่ได้จากแบบจำลอง MODFLOW โดยสามารถแสดงภาพความคลาดเคลื่อนเปรียบเทียบระหว่างผลการคำนวณจากแบบจำลอง กับข้อมูลที่มีการเก็บวัดจริงในภาคสนาม และแสดงผลได้ทั้งในรูปแบบแผนภูมิ และกราฟความคลาดเคลื่อนแบบต่าง ๆ การกำหนดรูปแบบในการแสดงผลนี้ทำได้ในส่วนที่เรียกว่า Plot window แล้วกำหนดรูปแบบของชั้นน้ำที่ต้องการให้ทำการแสดงผล ส่วนผลการคำนวณในเรื่องสมดุลน้ำ แสดงในคำสั่ง Data และคำสั่งย่อย Flow budget แบบจำลองจะแสดงตารางค่าการไหลเข้าและออก ในแต่ละกริดเซล โดยผู้ทำการศึกษาสามารถกำหนดขอบเขตของกริดเซลที่ต้องการวิเคราะห์สมดุลน้ำ ได้

```
DRAWDOWN WILL BE SAVED ON UNIT  35 AT END OF TIME STEP  1, STRESS PERIOD  1
1
 VOLUMETRIC BUDGET FOR ENTIRE MODEL AT END OF TIME STEP  1 IN STRESS PERIOD  1
 ---------------------------------------------------------------------------
   CUMULATIVE VOLUMES      L**3      RATES FOR THIS TIME STEP      L**3/T
   ------------------              ------------------------
        IN:                             IN:
        ---                             ---
     CONSTANT HEAD =          0.0000      CONSTANT HEAD =          0.0000
           WELLS =     365203.0000            WELLS =     365203.0000
     RIVER LEAKAGE =          0.0000      RIVER LEAKAGE =          0.0000
        RECHARGE =    2078139.5000           RECHARGE =    2078139.5000
        TOTAL IN =    2443342.5000           TOTAL IN =    2443342.5000
       OUT:                            OUT:
       ----                            ----
     CONSTANT HEAD =          0.0000      CONSTANT HEAD =          0.0000
           WELLS =     193283.0000            WELLS =     193283.0000
     RIVER LEAKAGE =    2250059.5000      RIVER LEAKAGE =    2250059.5000
        RECHARGE =          0.0000           RECHARGE =          0.0000
        TOTAL OUT =    2443342.5000           TOTAL OUT =    2443342.5000
        IN - OUT =          0.0000           IN - OUT =          0.0000
  PERCENT DISCREPANCY =        0.00      PERCENT DISCREPANCY =        0.00
       TIME SUMMARY AT END OF TIME STEP  1 IN STRESS PERIOD  1
             SECONDS     MINUTES      HOURS       DAYS        YEARS
             -----------------------------------------------------------
   TIME STEP LENGTH  86400.      1440.0      24.000      1.0000      2.73785E-03
  STRESS PERIOD TIME  86400.     1440.0      24.000      1.0000      2.73785E-03
       TOTAL TIME  86400.      1440.0      24.000      1.0000      2.73785E-03
1
```

รูปที่ 5-8 ตัวอย่างผลการคำนวณของแบบจำลอง MODFLOW ในรูปแบบตัวอักษร



รูปที่ 5-9 หน้าจอแสดงผลการคำนวณ ของแบบจำลอง MODFLOW